

目 次

前 言 V

| | |
|---------------------------|----|
| 第八部分 辅机设备及系统规范 | 6 |
| 1 汽机辅机设备及系统规范 | 6 |
| 1.1 闭冷水系统设备规范 | 6 |
| 1.2 循环水系统设备规范 | 7 |
| 1.3 开冷水系统设备规范 | 9 |
| 1.4 凝结水系统设备规范 | 9 |
| 1.5 抗燃油系统设备规范 | 11 |
| 1.6 主机润滑油及顶轴油盘车系统设备规范 | 12 |
| 1.7 密封油系统设备规范 | 13 |
| 1.8 定冷水系统设备规范 | 14 |
| 1.9 氢冷系统设备规范 | 15 |
| 1.10 给泵汽轮机及其附属系统设备规范 | 16 |
| 1.11 给水系统设备规范 | 18 |
| 1.12 抽汽加热系统设备规范 | 18 |
| 1.13 抽真空系统设备规范 | 22 |
| 1.14 疏水扩容器设备规范 | 24 |
| 2 锅炉辅机设备及系统规范 | 25 |
| 2.1 启动系统设备规范 | 25 |
| 2.2 风烟系统设备规范 | 26 |
| 2.3 制粉系统设备规范 | 32 |
| 2.4 燃烧系统设备规范 | 35 |
| 2.5 炉膛烟温探针设备与炉膛火焰电视规范 | 36 |
| 2.6 锅炉泄漏检测装置规范 | 36 |
| 2.7 吹灰器设备规范 | 37 |
| 2.8 除渣系统设备规范 | 37 |
| 2.9 脱硝系统设备规范 | 40 |
| 2.10 烟气余热系统设备规范 | 41 |
| 3 灰硫设备及系统规范 | 46 |
| 3.1 压缩空气系统设备规范 | 46 |
| 3.2 除尘系统设备规范 | 48 |
| 3.3 除灰系统设备规范 | 49 |
| 3.4 脱硫系统设备规范 | 53 |
| 第九部分 辅机系统联锁保护 | 58 |
| 1 汽轮机附属系统联锁保护 | 58 |
| 1.1 除氧器联锁保护 | 58 |
| 1.2 高压加热器联锁保护 | 59 |
| 1.3 #6、#7、#8、#9 低压加热器联锁保护 | 59 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 1.4 #10、#11 低压加热器、疏水冷却器联锁保护 | 61 |
| 1.5 轴封系统联锁保护 | 61 |
| 1.6 主机润滑油系统联锁保护 | 62 |
| 1.7 抗燃油系统联锁保护 | 63 |
| 1.8 汽动给水泵组联锁保护 | 64 |
| 1.9 凝结水系统联锁保护 | 67 |
| 1.10 循环水系统联锁保护 | 69 |
| 1.11 闭冷水系统联锁保护 | 70 |
| 1.12 真空泵组联锁保护 | 71 |
| 1.13 发电机定冷水系统联锁保护 | 73 |
| 1.14 发电机密封油系统联锁保护 | 73 |
| 1.15 高、中、低压旁路系统联锁保护 | 74 |
| 1.16 汽机侧其它联锁 | 76 |
| 2 锅炉附属系统联锁保护 79 | |
| 2.1 启动系统联锁保护 | 79 |
| 2.2 空预器联锁保护 | 81 |
| 2.3 引风机联锁保护 | 82 |
| 2.4 送风机联锁保护 | 85 |
| 2.5 一次风机联锁保护 | 87 |
| 2.6 密封风机联锁保护 | 89 |
| 2.7 火检冷却风机联锁保护 | 90 |
| 2.8 制粉系统联锁保护 | 90 |
| 2.9 燃油系统联锁保护 | 94 |
| 2.10 吹灰器联锁保护 | 98 |
| 2.11 除渣系统联锁保护 | 100 |
| 2.12 脱硝系统联锁保护 | 102 |
| 2.13 烟气余热系统联锁保护 | 105 |
| 2.14 锅炉侧其它联锁 | 107 |
| 3 灰硫系统联锁保护 110 | |
| 3.1 压缩空气系统联锁保护 | 110 |
| 3.2 除尘系统联锁保护 | 110 |
| 3.3 除灰系统联锁保护 | 112 |
| 3.4 脱硫系统联锁保护 | 115 |
| 第十部分 辅机设备及系统运行 | 124 |
| 1 辅机设备及系统运行通则 124 | |
| 1.1 检修后设备及系统移交运行的条件 | 124 |
| 1.2 辅机启动前检查 | 124 |
| 1.3 辅机启动 | 125 |
| 1.4 辅机启动后检查 | 125 |
| 1.5 辅机运行维护 | 126 |
| 1.6 辅机设备及系统停运 | 126 |
| 1.7 辅机设备及系统的检修隔离操作 | 127 |
| 1.8 辅机事故处理原则 | 127 |
| 1.9 辅机常见故障处理 | 128 |

| | |
|------------------------|-----|
| 1.10 厂用电动机..... | 130 |
| 2 汽轮机辅机系统 135 | |
| 2.1 闭冷水系统..... | 135 |
| 2.2 循环水系统..... | 139 |
| 2.3 开冷水系统..... | 145 |
| 2.4 凝结水系统..... | 147 |
| 2.5 抗燃油系统..... | 151 |
| 2.6 主机润滑油系统..... | 155 |
| 2.7 发电机密封油系统..... | 163 |
| 2.8 发电机氢气系统..... | 168 |
| 2.9 发电机定冷水系统..... | 174 |
| 2.10 辅助蒸汽系统..... | 178 |
| 2.11 轴封汽系统..... | 181 |
| 2.12 真空泵组..... | 185 |
| 2.13 除氧器..... | 188 |
| 2.14 汽动给水泵组..... | 191 |
| 2.15 高、低压加热器..... | 200 |
| 2.16 高、中、低压旁路系统..... | 206 |
| 3 锅炉辅机系统 211 | |
| 3.1 启动循环泵..... | 211 |
| 3.2 启动疏水系统..... | 214 |
| 3.3 烟气余热系统..... | 215 |
| 3.4 空预器旁路系统..... | 217 |
| 3.5 空预器..... | 219 |
| 3.6 引、送风机..... | 225 |
| 3.7 一次风机..... | 228 |
| 3.8 密封风机..... | 232 |
| 3.9 火检冷却风机..... | 233 |
| 3.10 制粉系统..... | 234 |
| 3.11 炉前燃油系统..... | 242 |
| 3.12 微油点火系统..... | 245 |
| 3.13 炉膛烟温探针与火焰电视..... | 247 |
| 3.14 炉管泄漏装置..... | 248 |
| 3.15 吹灰系统..... | 249 |
| 3.16 除渣系统..... | 253 |
| 3.17 脱硝系统..... | 259 |
| 4 灰硫系统 267 | |
| 4.1 压缩空气系统..... | 267 |
| 4.2 除尘系统..... | 270 |
| 4.3 除灰系统..... | 278 |
| 4.4 脱硫系统..... | 282 |
| 附 录 A (资料性) 辅机性能曲线 289 | |
| A.1 引风机性能曲线..... | 289 |

| | |
|----------------------------|-----|
| A.2 送风机性能曲线..... | 289 |
| A.3 一次风机性能曲线..... | 290 |
| A.4 磨煤机风煤比曲线..... | 290 |
| A.5 汽泵特性曲线..... | 291 |
| A.6 汽泵前置泵特性曲线..... | 291 |
| A.7 凝结水泵特性曲线..... | 292 |
| A.8 循环水泵特性曲线..... | 292 |
| A.9 电除尘机械联锁示意图..... | 293 |
| A.10 锅炉启动循环泵电机绝缘电阻值曲线..... | 294 |
| A.11 热力系统安全阀定值表..... | 295 |
| A.12 《集控运行规程》修改记录表..... | 296 |

单击或点击此处输入文字。

第八部分 辅机设备及系统规范

1 汽机辅机设备及系统规范

1.1 闭冷水系统设备规范

1.1.1 闭冷水泵

| | | | |
|------------|--------------------|--------------|----------|
| 型号 | SM500-500-YKK400-4 | 转速（工频） r/min | 1450 |
| 型式 | 卧式双吸离心式 | 变频转速范围 r/min | 725~1450 |
| 流量 m³/h | 3460 | 泵效率 % | 87 |
| 扬程 m | 50 | 必需汽蚀余量 m | 9 |
| 泵入口压力 MPa | ~0.28 | 密封形式 | 单封 |
| 泵入口水温 ℃ | 10~45 | 数量 台 | 2 |
| 转向 | 从电机看泵逆时针 | 制造厂 | 大连双龙泵业公司 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YKK400-4 | 功率因数 cos Φ | 0.87 |
| 额定功率 kW | 630 | 极数 | 4 |
| 额定电压 kV | 10 | 防护等级 | IP54 |
| 额定电流 A | 44.7 | 绝缘等级 | F级 |
| 额定转速 r/min | 1450 | 安装型式 | 卧式 |
| 额定频率 Hz | 25~50 | 制造厂 | 湘潭电机厂 |
| 效率 % | 96 | 制造日期 | 2023.08 |

1.1.2 闭冷器

| | | | |
|------------|----------------|------------|-------------|
| 型式及型号 | 22LT-ZNLH-2430 | 换热面积 m² | 1168 |
| 换热器规格 mm | 1700×16×10922 | 管子规格 mm | 19×0.7×7325 |
| 壳体材质 | Q235-B | 管子材质 | TA2-Q345R |
| 壳侧设计温度 ℃ | 80 | 管侧设计温度 ℃ | 80 |
| 壳侧设计压力 MPa | 1.0 | 管侧设计压力 MPa | 0.6 |
| 壳侧试验压力 MPa | 1.5 | 管侧试验压力 MPa | 0.9 |
| 壳侧最大流量 t/h | 2430 | 管侧最大流量 t/h | 3500 |
| 壳侧进口水温 ℃ | 43.5 | 管侧进口水温 ℃ | 37.5 |

| | | | |
|---------------|---------|---------------|---------|
| 壳侧安全阀整定压力 MPa | 1.1 | 管侧安全阀整定压力 MPa | 0.44 |
| 制造厂 | 无锡市蓝天重工 | 制造日期 | 2023.10 |

1.2 循环水系统设备规范

1.2.1 循环水泵

| 循环水泵 | | | | |
|----------------------|----------------------------------|--------|---------------|--------|
| 型式 | 立式、湿井式、可抽芯式、固定叶、单支座（吐出管在支座下方）斜流泵 | | | |
| 型号 | 88LKXB-17.6 | | | |
| 运行工况 | 两机6泵（高/低） | 两机5泵 | 两机4泵（高/低） | 两机3泵 |
| 流量 m ³ /s | 9.59/8.55 | 10.36 | 11.21/9.24 | 12.10 |
| 扬程 m | 19.60/15.6 | 17.00 | 14.8/14 | 12 |
| 轴功率 kW | 2153.3/1529.8 | 2067.8 | 1895.5/1476.9 | 1765.5 |
| 泵效率 % | 88.2/88.1 | 89.1 | 88.3/88.5 | 83.1 |
| 关闭扬程 m | 35.5 | 35.5 | 35.5 | 35.5 |
| 转速 r/min | 370 | 370 | 370 | 370 |
| 汽蚀余量 m | 7.89/6.28 | 8.51 | 9.27/6.77 | 10.2 |
| 允许反转转速 r/min | 462.5（125%额定转速） | | | |
| 制造厂 | 长沙水泵厂 | | 制造日期 | 2023年 |

| 高转速循环泵电机 | | 低转速循环泵电机 | |
|----------|--------------|----------|--------------|
| 型号 | YSLKS1000-16 | 型号 | YSLKS1000-16 |
| 额定功率 kW | 2500 | 额定功率 kW | 1780 |
| 额定电压 kV | 10 | 额定电压 kV | 10 |
| 额定电流 A | 203.7 | 额定电流 A | 166.5 |
| 转速 r/min | 370 | 转速 r/min | 330 |
| 额定频率 Hz | 50 | 额定频率 Hz | 50 |
| 效率% | 94.5 | 效率 | 93.5 |
| 功率因数 | 0.75 | 功率因数 | 0.66 |
| 冷却方式 | 空—水冷 | 冷却方式 | 空—水冷 |
| 接线方式 | Y | 接线方式 | Y |
| 防护等级 | IP55 | 防护等级 | IP55 |
| 绝缘等级 | F级 | 绝缘等级 | F级 |

| | | | |
|------|-------------|------|-------------|
| 旋转方向 | 顺时针（从电机向泵看） | 旋转方向 | 顺时针（从电机向泵看） |
| 制造厂 | 湘潭电机厂 | 制造厂 | 湘潭电机厂 |

1.2.2 旋转滤网

| | | | |
|------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| 型号 | XKC-3500 | 每米淹没深度过水量 m^3/s | 2.04 |
| 滤网名义宽度 mm | 3500 | 链板节距 mm | 600 |
| 滤网设计深度 m | 19.46 | 滤网最小淹没深度 m | 10 |
| 标准网孔净尺寸 mm | $\phi 6.0$ | 设计允许最大水位差 mm | 1500 |
| 网板上升速度 m/min | 3.6/1.8 | 报警水位差 mm | 500可调 |
| 设计过网流速 m/s | 0.8 | 设计冲洗水位差 mm | 100~300 |
| 喷嘴数 只 | 45 | 滤网冲洗水量 m^3/h | 162 |
| 喷嘴前的冲洗水水压MPa | ≥ 0.3 | 制造厂 | 无锡太湖电力设备公司 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | 160M-8/4 | 额定电压 V | 380 |
| 轴功率 kW | 5/7.5 | 转速（双速） r/min | 750/1400 |
| 防护等级 | IP56 | 制造厂 | 无锡华达电机有限公司 |
| 减速器 | | | |
| 蜗轮减速机型号 | SCW355-40 | 摆线针轮减速器型号 | BLY33-35 |
| 速比 | 40 | 速比 | 35 |

1.2.3 水室真空泵

| | | | |
|--|--|----------------------------|-------|
| 型号 | 2BE1203-0ED4 | 型式 | 水环真空泵 |
| 单泵出力 (m^3/h , 23kPa(a)) | ≥ 1100 （冷却水温 25°C ） | 数量 台 | 1 |
| 轴功率 kW | 20（工作液温度为 36.3°C 时） | 转速 r/min | 980 |
| 密封形式 | 填料密封 | 制造厂 | 武汉威龙 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-250M-6 | 安装型式 | 卧式 |
| 额定功率 kW | 37 | 额定电压 V | 380 |
| 冷却方式 | IC411 | 额定电流 A | 71.7 |
| 效率 | 93.3 | 额定转速 r/min | 980 |
| 极数 | 6 | 额定频率 Hz | 50 |
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F级 |
| 制造厂 | 无锡华达 | | |
| 气水分离器 | | | |

| | | | |
|-------|--------|-----|------|
| 分离器型式 | 上置式分离式 | 制造厂 | 武汉威龙 |
|-------|--------|-----|------|

1.3 开冷水系统设备规范

1.3.1 开冷水电动滤水器

| | | | |
|---------------|-------------------|-----------|-----------|
| 型式 | 自动反冲洗电动滤水器 | 型号 | HXDL-1000 |
| 最大工作压力 MPa | 0.6 | 网孔直径 mm | 5 |
| 通流量 t/h | 5200 | 高度 mm | 4357 |
| 反冲洗时间间隔 h | 6(可调) | 反冲洗时间 min | 30 |
| 反冲洗动作时压差值 kPa | 10 | 运行水阻 kPa | ≤2.5 |
| 制造厂 | 无锡鸿翔电力 | 制造日期 | 2023.10 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | XLEDJ63-2537-0.75 | 安装型式 | 立式 |
| 额定功率 kW | 0.75 | 额定电压 V | 380 |
| 防护等级 | IP54 | 额定频率 Hz | 50 |
| 制造厂 | 常州卓尔传动设备 | | |

1.4 凝结水系统设备规范

1.4.1 凝结水泵

| | | | |
|-----------|----------------|------------|---------|
| 型号 | C720III-N | 型式 | 立式多级筒袋式 |
| 流量 t/h | 1680 | 扬程 m | 427 |
| 最小流量 t/h | 527.5 | 最小流量扬程 m | 480 |
| 轴功率 kW | 2327 | 关闭压头 m | 490 |
| 泵效率 % | 84 | 转速 r/min | 1480 |
| 汽蚀余量 m | 5.825 | 密封形式 | 机械密封 |
| 密封水流量 t/h | 0.3~0.5 | 密封水压力 MPa | 0.4~0.6 |
| 轴承形式/数量 套 | 赛龙导轴承/5，推力轴承/1 | 叶轮级数 | 5 |
| 制造厂 | 长沙水泵厂 | 制造日期 | 2023.08 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YXSPKSL560-4 | 安装型式 | 立式 |
| 额定功率 kW | 2900 | 额定电压 kV | 10 |
| 冷却方式 | IC81W | 额定电流 A | 197.9 |
| 接线方式 | Y | 额定转速 r/min | 1480 |
| 极数 | 4 | 额定频率 Hz | 50 |

| | | | |
|------|-------|------|----------|
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F级 |
| 制造厂 | 湘潭电机厂 | 制造日期 | 2023. 08 |

1. 4. 2 凝结水输送泵

| | | | |
|------------------------|---------------|-------------|----------|
| 型号 | 200XHPR-55 | 型式 | 卧式单级离心泵 |
| 流量 m ³ /h | 365 | 扬程 m | 55 |
| 最小流量 m ³ /h | 120 | 泵入口滤网水阻 kPa | 3 |
| 轴功率 kW | 71 | 关闭压头 m | 65 |
| 泵效率 % | 77 | 转速 r/min | 1480 |
| 必需汽蚀余量 m | 3. 7 | 密封形式 | 机械密封 |
| 制造厂 | 广州昕恒泵业 | 制造日期 | 2023. 10 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | M2BAX 280SMB4 | 安装型式 | 室外安装 |
| 额定功率 kW | 90 | 额定电压 V | 380 |
| 冷却方式 | 空空冷却 | 额定电流 A | 161 |
| 效率 % | 96. 1 | 额定转速 r/min | 1480 |
| 极数 | 4 | 额定频率 Hz | 50 |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂 | ABB | 制造日期 | 2023. 09 |

1. 4. 3 给泵密封水泵

| | | | |
|----------------------|------------------------|------------|----------|
| 型号 | EVMS15 5F5Q1BEGE/5. 5 | 型式 | 立式多级离心泵 |
| 流量 m ³ /h | 20 | 级数 | 5 |
| 扬程 m | 50 | 关闭压头 m | 69 |
| 泵效率 % | 70. 1 | 轴功率 kW | 3. 87 |
| 转速 r/min | 2930 | 必需汽蚀余量 m | 3. 5 |
| 制造厂 | EBARA | 制造日期 | 2022. 05 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | TEFC_EVMS15 5/5. 5_400 | 安装型式 | 立式 |
| 额定功率 kW | 5. 5 | 额定电压 V | 380 |
| 冷却方式 | 空空冷却 | 额定电流 A | 10. 4 |
| 极数 | 2 | 额定转速 r/min | 2925 |
| 接线方式 | △/Y | 额定频率 Hz | 50 |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |

| | | | |
|-----|-----|--|--|
| 制造厂 | ETM | | |
|-----|-----|--|--|

1.5 抗燃油系统设备规范

| | | | |
|------------|-----------------|---------------------|----------------|
| 工作介质 | 磷酸酯抗燃油 | 清洁度 | SAE AS4059F 6级 |
| 抗燃油箱容积 L | 1200 | 材质 | 0Cr18Ni9 |
| 抗燃油泵 | | | |
| 型式 | 轴向定压变量柱塞泵 | 转速 r/min | 1478 |
| 额定工作压力 MPa | 16 | 最大流量 L/min | 143 |
| 额定功率 kW | 45 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 88.5 | 额定频率 Hz | 50 |
| 接线 | △ | 防护等级 | IP55 |
| 抗燃油冷油器 | | | |
| 型式 | 管式 | 冷却面积 m ² | 8 |
| 设计温度 °C | 149/93.3（水侧/油侧） | 设计压力 MPa | 1.6/0.2（水侧/油侧） |
| 抗燃油循环泵 | | | |
| 型式 | 叶片定量泵 | 转速 r/min | 1437 |
| 额定工作压力 MPa | 0.7 | 最大流量 L/min | 43 |
| 额定功率 kW | 2.2 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 4.84 | 额定频率 Hz | 50 |
| 接线 | 星型 | 防护等级 | IP55 |
| 电加热器 | | | |
| 功率 kW | 1.0 | 电压 V | 220AC |
| 过滤器 | | | |
| 压差报警 MPa | 0.5 | 最高工作压力 MPa | 42 |
| 过滤精度 μm | 10 | | |
| 冷却循环过滤器 | | | |
| 压差报警 MPa | 0.2 | 最高工作压力 MPa | 1.6 |
| 过滤精度 μm | 3 | | |
| 蓄能器 | | | |
| 氮气压力 MPa | 9.3 | 最高工作压力 MPa | 33 |
| 有效容积 L | 4.1 | 公称容积 L | 50 |
| 型式 | 气囊式 | | |

1.6 主机润滑油及顶轴油盘车系统设备规范

1.6.1 主油箱模块

| | | | |
|----------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| 油箱型式 | 方型 | 油箱长×宽×高 m | 12×4×4 |
| 油箱最大容量 m ³ | 48 | 油箱设计压力 MPa | 0.1 |
| 油箱重量 t | 38.5 | 回油流量 t/h | 221.76 |
| 油牌号 | ISOVG46 | 油质标准 | GB11120 |
| 油系统需油量 m ³ | 40 | 循环倍率 | 8~12 |
| 轴承油压 | 0.05~0.17 | 制造厂 | STP |
| 交流润滑油泵 | | | |
| 型式 | 电动离心泵 | 流量 L/s | 70 |
| 出口压力 MPa | 0.57~0.6 | 转速 r/min | 2980 |
| 额定功率 kW | 132 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 229.34 | 额定频率 Hz | 50 |
| 直流润滑油泵 | | | |
| 型式 | 电动离心泵 | 流量 L/s | 70 |
| 出口压力 MPa | 0.25 | 转速 r/min | 2780~3030 |
| 额定功率 kW | 36 | 额定电压 V | DC220 |
| 额定电流 A | 190 | 连续运行时间 min | ≤90 |
| 顶轴油泵 | | | |
| 型式 | 叶片泵 | 出口压力 MPa | 17.5 |
| 转速 r/min | 1490 | 设计流量 m ³ /h | 7.6 |
| 额定功率 kW | 55 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 101.4 | 额定频率 Hz | 50 |
| 排烟风机 | | | |
| 型式 | 离心式 | 分离器级数 级 | 3 |
| 极限吸入容量 m ³ /min | 14.5 | 全风压 kPa | 3.5 |
| 最高吸入油气温度 °C | 80 | 转速 r/min | 2800 |
| 额定功率 kW | 3 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 3.2 | 额定频率 Hz | 50 |
| 油箱电加热 | | | |
| 额定功率 kW | 8 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 13 | 数量 | 4 |

| 冷油器 | | | |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------|
| 型式 | 板式换热器 | 数量 台 | 2×100% |
| 设计冷却水量 m ³ /h | 300 | 润滑油量 L/s | 70 |
| 进口水温 °C | ≤38 | 出口油温 °C | 50 |
| 水侧/油侧设计温度 °C | 100/100 | 水侧/油侧设计压力 MPa | 1.0/1.0 |
| 水侧试验压力 MPa | 1.5 | 油侧试验压力 MPa | 1.5 |
| 流阻 MPa | ≤0.08（水）/≤0.08（油） | 板片材质 | 304 |
| 润滑油过滤器 | | | |
| 设计压力 MPa | 1.0 | 设计温度 °C | 95 |
| 流量 L/s | 70 | 过滤精度 μm | 25 |
| 顶轴油过滤器 | | | |
| 试验压力 MPa | 24 | 设计温度 °C | <70 |
| 阻塞差压 MPa | 1.0 | 过滤精度 μm | 25 |

1.6.2 油净化装置

| 型式 | 聚结分离 | 进口压力 MPa | -0.04~0.1 |
|------------|-------|----------|-----------|
| 工作温度 °C | 10~70 | 流量 L/s | 5.5 |
| 油处理含水量 ppm | ≤50 | 过滤精度 μm | 7 |
| 油净化装置进油泵 | | | |
| 型式 | 离心式 | 转速 r/min | 1450 |
| 额定功率 kW | 4 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 8.34 | 转速 r/min | 1450 |

1.6.3 储油箱

| 净油箱最大容积 m ³ | 57 | 污油箱最大容积 m ³ | 57 |
|--------------------------|-----|--------------------------|------|
| 净油箱最高液位容积 m ³ | 55 | 污油箱最高液位容积 m ³ | 55 |
| 净油箱最低液位容积 m ³ | 6 | 污油箱最低液位容积 m ³ | 6 |
| 储油箱油输送泵 | | | |
| 型式 | 离心式 | 转速 r/min | 1457 |
| 额定功率 kW | 11 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 21 | 额定频率 Hz | 50 |

1.7 密封油系统设备规范

| | | | |
|-------|-----|---------------------------|--------------|
| 密封油形式 | 单流环 | 密封瓦设计油量 m ³ /h | 11.4（双侧 49℃） |
|-------|-----|---------------------------|--------------|

| | | | |
|------------------------|-------|------------------------|------|
| 贮油箱容积 m ³ | 3.7 | 贮油箱设计压力 MPa | 1.0 |
| 真空油箱容积 m ³ | 2.12 | 真空油箱设计压力 MPa | 1.0 |
| 氢侧回油箱容积 m ³ | 0.219 | 氢侧回油箱设计压力 MPa | 1.6 |
| 交流密封油泵 | | | |
| 型式 | 三螺杆泵 | 转速 r/min | 1450 |
| 流量 m ³ /h | 25 | 出口压力 MPa | 1.5 |
| 额定功率 kW | 15 | 额定电压 V | 380 |
| 防护等级 | IP54 | 额定频率 Hz | 50 |
| 直流密封油泵 | | | |
| 型式 | 三螺杆泵 | 转速 r/min | 1450 |
| 流量 m ³ /h | 25 | 出口压力 MPa | 1.5 |
| 额定功率 kW | 15 | 额定电压 V | 380 |
| 防护等级 | IP44 | | |
| 密封油真空泵 | | | |
| 气镇极限压力 kPa | 0.5 | 转速 r/min | 1500 |
| 额定功率 kW | 0.37 | 额定电压 V | 380 |
| 防护等级 | IP54 | 额定频率 Hz | 50 |
| 密封油贮油箱排油烟机 | | | |
| 型式 | 离心式 | 转速 r/min | 2840 |
| 额定功率 kW | 1.5 | 额定电压 V | 380 |
| 密封油冷却器 | | | |
| 型式 | 板式换热器 | 数量 台 | 2 |
| 热交换功率 kW | 204 | 冷却水量 m ³ /h | 44 |
| 冷却水进水温度 °C | ≤38 | 水阻 kPa | ≤60 |

1.8 定冷水系统设备规范

| | | | |
|------------|------|----------|-----|
| 定冷水泵 | | | |
| 型式 | 离心泵 | 必须汽蚀余量 m | 4.6 |
| 流量 t/h | 135 | 扬程 m | 80 |
| 额定功率 kW | 55 | 额定电压 V | 380 |
| 额定转速 r/min | 2960 | 额定频率 Hz | 50 |
| 定冷水冷却器 | | | |

| | | | |
|------------------------|-------|------------------------|-----|
| 型式 | 板式换热器 | 数量 台 | 2 |
| 热交换功率 kW | 3484 | 冷却水量 m ³ /h | 140 |
| 冷却水进水温度 °C | 38 | 冷却水设计压力 MPa | 1.0 |
| 冷却水流阻 kPa | 50 | 设计裕量 % | 10 |
| 主过滤器 | | | |
| 设计压力 MPa | 1.0 | 数量 台 | 2 |
| 额定流量 m ³ /h | 125 | 介质温度 °C | ≤65 |
| 补水过滤器 | | | |
| 设计压力 MPa | 1.6 | 数量 台 | 1 |
| 额定流量 m ³ /h | 1.5 | 介质温度 °C | ≤65 |
| 离子交换器 | | | |
| 交换能力 m ³ /h | 3 | 进水温度 °C | ≤60 |
| 树脂容积 m ³ | 0.13 | | |
| 电加热器 | | | |
| 额定功率 kW | 30×2 | 出水温度 °C | ≤50 |

1.9 氢冷系统设备规范

| | | | |
|-------------------------|----------|--------------------------|---------|
| 氢气冷却器 | | | |
| 型式 | 管式换热器 | 数量 台 | 2×2 |
| 迎风面积 mm | 4315×810 | 冷却水量 t/h | <725 |
| 冷氢温度 °C | 38 | 热氢温度 °C | 74.4 |
| 进水温度 °C | 33 | 出水温度 °C | 45.8 |
| 设计水压 MPa | 1.2 | 试验水压 MPa | 1.8 |
| 水阻 kPa | 50 | 风阻 kPa | 1 |
| 氢气干燥机 | | | |
| 型式 | 强制循环型吸附式 | 型号 | XQS-DB |
| 额定功率 kW | 3.5 | 额定电压 V | 380 |
| 设计压力 MPa | 1.0 | 运行压力 MPa | 0~0.8 |
| 冷却水压力 MPa | 0.2~0.6 | 冷却水进水温度 °C | ≤38 |
| 冷却水流量 m ³ /h | 0.2~0.5 | 氢气处理量 Nm ³ /h | 100 |
| 氢气循环风机 | | | |
| 型式 | 离心式 | 型号 | WBF-350 |

| | | | |
|----------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 额定功率 kW | 2.2 | 额定电压 V | 380 |
| CO ₂ 加热装置 | | | |
| 额定功率 kW | 9 | 额定电压 V | 380 |
| 设计压力 MPa | 1.0 | CO ₂ 流量 m ³ /h | 120 |

1.10 给泵汽轮机及其附属系统设备规范

1.10.1 给泵汽轮机主要规范

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| 型号 | WKS63/71 |
| 型式 | 单缸、双流、单轴、反动式、下排汽、外切换、凝汽式 |
| 运行方式 | 变参数、变功率、变转速 |
| 制造厂 | 杭州汽轮动力集团股份有限公司 |
| 功率 MW | 额定工况功率 (THA): 17.7906 |
| | 最大连续功率 (TMCR): 22.5075 |
| | 设计功率 (VWO): 20.2952 |
| 额定转速 r/min | 5593 |
| 转向 | 顺时针 (从汽泵前置泵向汽泵看) |
| 调速范围 r/min | 2800~6000 |
| 正常汽源压力 MPa. a/温度 °C | 0.993/453.8 |
| 二次冷再汽源压力 MPa. a/温度 °C | 3.366/443.6 |
| 辅汽汽源压力 MPa. a/温度 °C | (0.8~1.3) / (320~360) |
| 蒸汽流量 t/h | 75 |
| 额定排汽背压 kPa. a | 5.4 |
| 排汽温度 °C | 34.3 |
| 轴系临界转速 r/min | 一阶: <2200 二阶: >7000 |
| 危急遮断动作转速 r/min | 6290 |
| 通流级数 | 2×12 |
| 盘车转速 r/min | 100 |
| 调节系统型式 | MEH |
| 冷态启动到满负荷所需时间 min | 125 |

1.10.2 盘车装置

| | | | |
|---------|-------------|------------|-----|
| 型号 | YBX4-280S-2 | 盘车转速 r/min | 100 |
| 离合方式 | 减速度+浮动齿轮 | 额定电压 V | 380 |
| 额定功率 kW | 75 | 额定频率 Hz | 50 |

| | | | |
|------|-------|-----|----|
| 绝缘等级 | F | 工作制 | S1 |
| 制造厂 | 浙江杰特优 | | |

1.10.3 给泵汽轮机润滑油系统

1.10.3.1 交流润滑油泵

| | | | |
|----------------------|----------|----------|------------|
| 型式 | 离心泵 | 型号 | 100YL-120T |
| 容量 m ³ /h | 60~120 | 数量 台 | 2 |
| 油压 MPa | 1.1~1.05 | 转速 r/min | 2900 |
| 制造厂 | 浙江水泵总厂 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型式 | 防爆式 | 转速 r/min | 2950 |
| 额定功率 kW | 55 | 额定电压 V | 380 |

1.10.3.2 直流润滑油泵

| | | | |
|----------------------|------------|----------|-----------|
| 型式 | 齿轮泵 | 型号 | 2CY38/3.6 |
| 容量 m ³ /h | 38 | 数量 台 | 1 |
| 油压 MPa | 0.36 | 转速 r/min | 1500 |
| 制造厂 | 浙江仙居特种齿轮泵厂 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型式 | 防爆式 | 转速 r/min | 1500 |
| 额定功率 kW | 22 | 额定电压 V | DC220 |

1.10.3.3 冷油器

| | | | |
|---------------------|--------------|------------------------|---------|
| 型式 | 板式换热器 | 数量 台 | 2 |
| 冷却面积 m ² | 73 | 冷却水量 t/h | ≥120 |
| 进口油温 °C | 38 | 冷却油量 m ³ /h | 83 |
| 出口油温 °C | 43~48 | 壳侧/管侧设计压力 MPa | 1.6/1.6 |
| 设计温度 °C | 95/95（水侧/油侧） | 冷却水阻 MPa | ≤0.08 |
| 制造厂 | ALFALAVAL | | |

1.10.3.4 给泵汽轮机油箱、排烟风机及其配用电机

| | | | |
|----------------------|------|---------------------|-----|
| 油箱 | | | |
| 公称容积 m ³ | 11.5 | 充油容积 m ³ | 17 |
| 排油烟风机 | | 排油烟风机电机 | |
| 型式 | 离心式 | 型式 | 防爆式 |
| 数量 台 | 1 | 功率 kW | 2.2 |
| 风量 m ³ /h | 350 | 额定电压 V | 380 |

| | | | |
|-----------|-----------|------------|-------|
| 制造厂 | 杭州余杭特种风机厂 | 额定转速 r/min | 2900 |
| 电加热 | | | |
| 额定功率 (kW) | 4×8 | 额定电压 V | AC380 |

1.11 给水系统设备规范

1.11.1 汽动给水泵

| | | | |
|-------------|------------------|------------|---------------------|
| 型号 | 16×16×18-6stgHDB | 型式 | 多级离心泵 |
| 流量 t/h | 1520 | 扬程 MPa | 39.7 |
| 最小流量 m³/h | 348 | 转速 r/min | 5993 |
| 低压抽头流量 m³/h | 55 | 低压抽头压力 MPa | 13 |
| 高压抽头流量 m³/h | 103 | 高压抽头压力 MPa | 19.4 |
| 泵效率 % | 85.9 | 密封形式 | 水力密封 |
| 驱动方式 | 给水泵汽轮机 | 旋转方向 | 逆时针方向(从给水泵汽轮机向给水泵看) |
| 制造厂 | 荏原 | 制造日期 | 2023.9 |

1.11.2 汽动给水泵前置泵

| | | | |
|----------|-------------|----------|---------------------|
| 型号 | 400×300KS71 | 型式 | 双吸离心泵 |
| 流量 t/h | 1391 | 扬程 m | 130.1 |
| 进水温度 °C | 181.7 | 进水压力 MPa | 1.25 |
| 轴功率 kW | 567.9 | 出水压力 MPa | 2.37 |
| 泵效率 % | 88 | 转速 r/min | 1492 |
| 必需汽蚀余量 m | 5.9 | 密封形式 | 机械密封 |
| 驱动方式 | 给水泵汽轮机 | 旋转方向 | 逆时针方向(从给水泵汽轮机向给水泵看) |
| 制造厂 | 荏原 | 制造日期 | 2023.9 |

1.12 抽汽加热系统设备规范

1.12.1 低压加热器、疏水冷却器及轴封加热器

| | | | | |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 项目 | #6 低加 | #7 低加 | #8 低加 | #9 低加 |
| 型号 | JD-1500-42-6 | JD-1500-43-5 | JD-1500-44-4 | JD-1550-19-3 |
| 加热器型式 | 卧式 U 型 | 卧式 U 型 | 卧式 U 型 | 卧式 U 型 |
| 加热器布置 | 单列 | 单列 | 单列 | 单列 |
| 加热面积 m² | 1500 | 1500 | 1500 | 1550 |
| 程数 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 上/下端差 °C | 2.8/5.6 | 2.8/5.6 | 2.8/5.6 | 2.8/- |

| 项目 | | #6 低加 | #7 低加 | #8 低加 | #9 低加 |
|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 管侧/壳侧设计压力 MPa | | 5. 0/0. 88 | 5. 0/0. 48 | 5. 0/0. 27 | 5. 0/0. 15 |
| 管侧/壳侧试验压力 MPa | | 7. 5/1. 32 | 7. 5/0. 72 | 7. 5/0. 41 | 7. 5/0. 225 |
| 管侧/壳侧工作压力 MPa | | 2. 1/0. 761 | 2. 1/0. 413 | 2. 1/0. 23 | 2. 1/0. 125 |
| 管侧设计温度 ℃ | | 175 | 150 | 130 | 120 |
| 管侧工作温度（进/出） ℃ | | 141. 9/165. 6 | 121. 9/141. 9 | 103. 5/121. 9 | 83. 2/103. 5 |
| 壳侧设计温度（汽/水） ℃ | | 420/175 | 340/150 | 275/130 | 215/120 |
| 壳侧工作温度（进/出） ℃ | | 401. 3/147. 5 | 318. 6/127. 5 | 253. 0/109. 1 | 191. 3/105. 9 |
| 壳体材料 | | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | Q345R |
| 集管材料 | | 15NiCuMoNbⅣ | 15NiCuMoNbⅣ | 15NiCuMoNbⅣ | 15NiCuMoNbⅣ |
| 管子材料 | | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 |
| 壳程容积 | 疏冷段内水容积 m3 | 1. 21 | 1. 41 | 1. 44 | 0 |
| | 疏冷段外水容积 m3 | 1. 43 | 1. 38 | 1. 37 | 3. 45 |
| | 壳体内蒸汽容积 m3 | 14. 2 | 13. 44 | 13. 4 | 24. 2 |
| 壳程总容积 m3 | | 16. 84 | 16. 23 | 16. 21 | 27. 65 |
| 管程水容积 m3 | | 6. 1 | 6. 22 | 6. 07 | 6. 85 |
| 类别/级别 | | Ⅱ/D2 | Ⅱ/D | | |
| 制造厂 | | 上海电气 | | | |

| 项目 | #10 低加 | #11 低加 | 疏水冷却器 | 轴封加热器 |
|----------------|--------------|--------------|-------------|------------|
| 型号 | JD-1590-50-2 | JD-1900-54-1 | SL-368-50-1 | |
| 加热器型式 | 卧式 U 型 | 卧式 U 型 | 卧式 U 型 | 卧式直列 |
| 加热器布置 | 单列 | 单列 | 单列 | 单列 |
| 加热面积 m2 | 1590 | 1900 | 368 | 150 |
| 程数 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 上/下端差 °C | 2.8/- | 2.8/- | / | / |
| 管侧/壳侧设计压力 MPa | 5.0/0.1 | 5.0/0.1 | 0.1/5.0 | 5.5/0.1 |
| 管侧/壳侧试验压力 MPa | 7.5/0.15 | 7.5/0.15 | 0.15/7.5 | 6.9/0.16 |
| 管侧/壳侧工作压力 MPa | 2.1/0.060 | 2.1/0.022 | 0.0358/2.1 | 5.2/-0.003 |
| 管侧设计温度 °C | 120 | 120 | 120 | 100 |
| 管侧工作温度（进/出） °C | 58.8/83.2 | 32.7/58.8 | 73.3/34.8 | 50 |
| 壳侧设计温度（汽/水） °C | 150/120 | 150/120 | 120 | 350 |

| 项目 | | #10 低加 | #11 低加 | 疏水冷却器 | 轴封加热器 |
|----------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 壳侧工作温度（进/出）℃ | | 117.5/86.0 | 61.6/61.6 | 29.2/32.7 | 300 |
| 壳体材料 | | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | Q345R |
| 集管材料 | | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV |
| 管子材料 | | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 |
| 壳程容积 | 疏冷段内水容积 m ³ | 0 | 0 | / | / |
| | 疏冷段外水容积 m ³ | 1.92 | 1.92 | 0 | / |
| | 壳体内蒸汽容积 m ³ | 34.8 | 33.2 | 0 | / |
| 壳程总容积 m ³ | | 36.7 | 35.12 | 11.8 | 1.6 |
| 管程水容积 m ³ | | 6.06 | 7.69 | 4.2 | 1.2 |
| 类别/级别 | | / | | | |
| 制造厂 | | 上海电气 | | | |

1.12.2 高压加热器

| 项目 | | #0 高加 | #1 高加 | #2 高加 | #3 高加 |
|---------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 型号 | | JG-3550-1-5 | JG-3457-1-4 | JG-3914-1-3 | JG-3326-1-2 |
| 加热器型式 | | 蛇型 | 蛇型 | 蛇型 | 蛇型 |
| 加热器布置 | | 单列 | 单列 | 单列 | 单列 |
| 加热面积 m ² | | 3550 | 3457 | 3914 | 3326 |
| 程数 | | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 上/下端差℃ | | -1.7/5.6 | -1.7/5.6 | 0/5.6 | -1.7/5.6 |
| 管侧/壳侧设计压力 MPa | | 45/14.98 | 45/13.98 | 45/7.37 | 45/4.24 |
| 管侧/壳侧试验压力 MPa | | 67.5/22.47 | 67.5/20.97 | 67.5/11.055 | 67.5/6.36 |
| 管侧/壳侧工作压力 MPa | | 36.017/10.65 | 42/11.891 | 40.773/6.186 | 42.286/3.673 |
| 管侧设计温度℃ | | 363 | 358 | 311 | 276 |
| 管侧工作温度（进/出口）℃ | | 307.9/317.32 | 281.8/325.7 | 243.4/277.6 | 207/243.4 |
| 壳侧设计温度（汽/水）℃ | | 488/363 | 465/358 | 464/311 | 462/276 |
| 壳侧工作温度（进/出口）℃ | | 455.43/313.5 | 440.1/287.4 | 330.6/283.2 | 442.6/212.6 |
| 壳体材料 | | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | 13MnNiMoR | Q345R |
| 集管材料 | | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV |
| 管子材料 | | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 |
| 壳程容积 | 疏冷段内水容积 m ³ | 1.6 | 4.3 | 3.9 | 4.3 |
| | 疏冷段外水容积 m ³ | 12.7 | 11.8 | 15.3 | 17.8 |

| 项目 | | #0 高加 | #1 高加 | #2 高加 | #3 高加 |
|----------------------|------------------------|--------|-------|-------|-------|
| 积 | 壳体内蒸汽容积 m ³ | 64.2 | 59.9 | 60.4 | 51.7 |
| 壳程总容积 m ³ | | 78.5 | 76 | 79.6 | 73.9 |
| 管程水容积 m ³ | | 13.3 | 13.7 | 15.2 | 13.7 |
| 类别/级别 | | III/A1 | | | |
| 制造厂 | | 上海电气 | | | |

| 项目 | | #4 高加 | #2 高加蒸冷器 | #4 高加蒸冷器 | |
|----------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--|
| 型号 | | JG-3098-1-1 | ZL-840-1-3 | ZL-590-1-1 | |
| 加热器型式 | | 蛇型 | 蛇型 | 蛇型 | |
| 加热器布置 | | 单列 | 单列 | 单列 | |
| 加热面积 m ² | | 3098 | 840 | 590 | |
| 程数 | | 3 | / | / | |
| 上/下端差 °C | | 0/5.6 | -/10 | -/10 | |
| 管侧/壳侧设计压力 MPa | | 45/2.06 | 45/7.37 | 45/2.06 | |
| 管侧/壳侧试验压力 MPa | | 67.5/3.09 | 67.5/13.2 | 67.5/3.64 | |
| 管侧/壳侧工作压力 MPa | | 41.021/1.794 | 40.524/6.186 | 40.524/1.794 | |
| 管侧设计温度 °C | | 237 | 365 | 365 | |
| 管侧工作温度（进/出） °C | | 188.3/207 | 320.6/335 | 320.6/325.2 | |
| 壳侧设计温度（汽/水） °C | | 460/237 | 551/464 | 544/460 | |
| 壳侧工作温度（进/出） °C | | 330.6/212.6 | 535.1/330.6 | 535.5/330.6 | |
| 壳体材料 | | Q345R | 12Cr1MoVR | 12Cr1MoVR | |
| 集管材料 | | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | 15NiCuMoNbIV | |
| 管子材料 | | 15Mo3 | 15Mo3 | 15Mo3 | |
| 壳程容积 | 疏冷段内水容积 m ³ | 3.1 | / | / | |
| | 疏冷段外水容积 m ³ | 17.5 | / | / | |
| | 壳体内蒸汽容积 m ³ | 51.3 | 27.5 | 24.5 | |
| 壳程总容积 m ³ | | 71.9 | 27.5 | 24.5 | |
| 管程水容积 m ³ | | 14.4 | 3.7 | 2.9 | |
| 类别/级别 | | III/A1 | | | |
| 制造厂 | | 上海电气 | | | |

1.12.3 除氧器

| | | | |
|-------------------------|---------|---------------|----------------|
| 型式 | 内置式 | 型号 | GC-3050/GS-321 |
| 设计压力 MPa | 1.36 | 本体/蒸汽口设计温度 °C | 355/490 |
| 工作压力 MPa | 0.926 | 工作温度 °C | 180.7 |
| 试验压力 MPa | 2.25 | 安全阀动作压力 MPa | 1.36 |
| 总容积/有效容积 m ³ | 420/321 | 滑压运行范围 MPa | 0.047~1.254 |
| 额定出力 t/h | 3050 | 类别/级别 | I /D |
| 最大出力 t/h | 3250 | 直径/长度/厚度 mm | 4060×31500×26 |
| 制造厂 | 上海电气 | | |

1.12.4 轴加风机

| 轴加风机 | | | |
|----------------------|---------|-----------------------|----------------|
| 型式 | 离心式 | 额定转速 r/min | 2950 |
| 流量 m ³ /h | 2130 | 排汽压力 kPa | 6.3 |
| 额定功率 kW | 11 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 21 | 额定频率 Hz | 50 |
| 轴封电加热 | | | |
| 设计压力 MPa | 1.6 | 设计温度 °C | 400 |
| 工作压力 MPa | 0.6~1.2 | 工作温度 °C | 290/335（进口/出口） |
| 试验压力 MPa | 2.6 | 设计流量 t/h | 7 |
| 容积 m ³ | 0.32 | 热密度 W/cm ² | 3 |
| 额定功率 kW | 250 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流 A | 380 | 额定频率 Hz | 50 |

1.13 抽真空系统设备规范

1.13.1 真空泵

| 型号 | EPVS350G-OEK4 | 型式 | 单级真空泵配套大气喷射器 |
|---------------|---------------|----------|--------------|
| 极限抽吸背压 kPa(a) | 2.8 | 轴功率 kW | 300 |
| 极限抽吸能力 kg/h | 60 | 转速 r/min | 590 |
| 密封水循环 | 泵自循环 | 密封形式 | 填料密封 |
| 制造厂 | 武汉威龙 | 制造日期 | 2023.01 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-355L-10 | 安装型式 | 卧式 |
| 额定功率 kW | 160 | 额定电压 V | 380 |

| | | | |
|---------------------|---------|------------|------------|
| 冷却方式 | IC411 | 额定电流 A | 333 |
| 效率 % | 93 | 额定转速 r/min | 590 |
| 极数 | 10 | 额定频率 Hz | 50 |
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F级 |
| 制造厂 | ABB | 制造日期 | 2023. 01 |
| 热交换器 | | | |
| 型式及型号 | 管式HRQ32 | 管子/壳体材料 | Ti/316L |
| 换热面积 m ² | 32 | 换热面积裕量 % | 20 |
| 换热端差 °C | 2 | 冷却水流量 t/h | 64 |
| 制造厂 | 无锡蓝天 | 水阻 kPa | 50 |
| 汽水分离器 | | | |
| 型式及型号 | Y4075 | 尺寸 mm | φ 900×1800 |
| 制造厂 | 武汉威龙 | 容器材质 | Q235 |

1. 13. 2 高效真空泵

| | | | |
|---------------------|------------|--------------|----------|
| 高效真空泵组水环真空泵 | | | |
| 型号 | 2BE1203-0 | 型式 | 水环式真空泵 |
| 启动真空度 kPa | 101. 3 | 最大抽气速率 L/s | 1120 |
| 密封水循环 | 泵自循环 | 制造厂 | 武汉威龙 |
| 高效真空泵组水环真空泵配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-250M-6 | 安装型式 | B3 |
| 额定功率 kW | 37 | 额定电压 V | 380 |
| 效率 | 93. 3 | 额定电流 A | 71. 7 |
| 额定频率 Hz | 50 | 额定转速 r/min | 980 |
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F级 |
| 制造厂 | 西门子 | 制造日期 | 2023. 03 |
| 密封水冷却器 | | | |
| 型式及型号 | 板式换热器 | 板片材料 | 304 |
| 换热面积 m ² | 5 | 冷却水流量 t/h | 12. 5 |
| 制造厂 | ALFA LAVAL | | |
| 高效真空泵组罗茨泵 | | | |
| 型号 | ZJL-1200 | 最大抽气速率 L/s | 1200 |
| 启动真空度 kPa | 10 | 最高限制吸入压力 kPa | 10 |

| | | | |
|---------------------|-----------|----------------|---------|
| 运行切换压力点（夏） kPa | 3.9 | 运行切换压力点（冬） kPa | 9 |
| 极限吸入压力 kPa | 1.5 | 制造厂 | 华西节能 |
| 高效真空泵组罗茨泵配用电机 | | | |
| 型号 | YP-200L-4 | 安装型式 | B3 |
| 额定功率 kW | 30 | 额定电压 V | 380 |
| 效率 | 93.6 | 额定电流 A | 56.6 |
| 额定频率 Hz | 10~50 | 额定转速 r/min | 1450 |
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F 级 |
| 制造厂 | 西门子 | 制造日期 | 2023.09 |
| 高效真空泵组中间换热器 | | | |
| 型式及型号 | 管式换热器 | 板片材料 | 304 |
| 换热面积 m ² | 25 | 制造厂 | 科菲 |

1.14 疏水扩容器设备规范

1.14.1 辅汽疏水扩容器

| | | | |
|----------|-----|-------------------|-----|
| 容器类别 | I 类 | 容积 m ³ | 5 |
| 设计压力 MPa | 1.5 | 设计温度 °C | 350 |

1.14.2 40m³疏水扩容器

| | | | |
|----------|-----|-------------------|-----|
| 容器类别 | I 类 | 容积 m ³ | 40 |
| 设计压力 MPa | 1.5 | 设计温度 °C | 300 |

1.14.3 20m³疏水扩容器

| | | | |
|----------|-----|-------------------|-----|
| 容器类别 | I 类 | 容积 m ³ | 20 |
| 设计压力 MPa | 1.5 | 设计温度 °C | 300 |

2 锅炉辅机设备及系统规范

2.1 启动系统设备规范

2.1.1 锅炉启动循环泵

| 锅炉启动循环泵 | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|
| 型号 | 250x250x370Diff | 型式 | 内置式 |
| 数量 台/炉 | 1 | 转速 r/min | 2950 |
| 流量 m ³ /h | 1217 | 总扬程 m | 176 |
| 泵效率 % | 81 | 设计压力 MPa | 40.5 |
| 设计温度 °C | 358 | 水压试验压力 MPa | 60.75 |
| 最小流量 m ³ /h | 240 | 必需汽蚀余量 m | 18.5 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | 930Y253-10000 | 型式 | 无密封湿定子鼠笼式 |
| 额定功率 kW | 600 | 额定电流 A | 51 |
| 额定电压kV | 10 | 转速 r/min | 2950 |
| 功率因数 | 0.831 | 冷却方式 | 水冷 |
| 防护等级 | IP68 | 绝缘等级 | F |
| 低压冷却水量（热态）m ³ /h | 21.3 | 低压冷却水量（冷态）m ³ /h | 10.7 |
| 制造厂家 | 海伍德-泰勒工程产品公司 | | |

2.1.2 锅炉疏水泵

| | | | |
|--------|------------|----------|---------|
| 锅炉疏水泵 | | | |
| 型号 | NCZ200-500 | 型式 | 离心泵 |
| 数量 台/炉 | 2 | 流量 m3/h | 722. 8 |
| 扬程 m | 60 | 转速 r/min | 1450 |
| 制造厂家 | 东方锅炉股份有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YE3-315L-4 | 型式 | 三相异步电动机 |
| 额定功率kW | 144. 6 | 额定电流A | 287. 8 |
| 额定电压 V | 380 | 转速 r/min | 1480 |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂家 | 东方锅炉股份有限公司 | | |

2.1.3 锅炉疏水扩容器

| 锅炉疏水扩容器 | | | |
|--------------------|------------|---------|-----|
| 全容积 m ³ | 68 | 数量 台/炉 | 1 |
| 设计压力 MPa | 1.6 | 设计温度 °C | 200 |
| 制造厂家 | 东方锅炉股份有限公司 | | |

2.1.4 锅炉疏水箱

| 锅炉疏水箱 | | | |
|------------------|------------|---------|-----|
| 容积m ³ | 68 | 数量 台/炉 | 1 |
| 工作压力 MPa | 0.17 | 工作温度 °C | 130 |
| 设计压力 MPa | 1.6 | 设计温度 °C | 200 |
| 制造厂家 | 东方锅炉股份有限公司 | | |

2.2 风烟系统设备规范

2.2.1 空预器

| | | | |
|---------|------------------|----------|----------------|
| 空预器本体 | | | |
| 型号 | LAP17286/2700 | 型式 | 四分仓转子回转再生式 |
| 数量 台/炉 | 2 | 转子直径mm | 17286 |
| 蓄热元件高度m | 2.7 | 转速 r/min | 0.7 |
| 气流方向 | 烟气向下 空气向上 | 转向 | 烟气-二次风-一次风-二次风 |
| 空预器转子 | | | |
| 名称 | 热段 | 冷段 | |
| 传热元件的板型 | 波纹 | 波纹 | |
| 传热元件的材质 | 扁钢 | 搪瓷 | |
| 制造厂家 | 东方电气集团东方锅炉有限责任公司 | | |

2.2.2 空预器传动装置

| 配用主辅电机 | | | |
|--------|------------|---------|----------|
| 型号 | Y180L-4-B3 | 型式 | 三相异步电动机 |
| 额定功率kW | 30 | 额定电流A | 58 |
| 额定电压V | 380 | 转速r/min | 970 |
| 功率因数 | 0.82 | 冷却方式 | 风冷 |
| 减速机 | 卧式硬齿面齿轮减速机 | 轴承润滑方式 | 油浴润滑 |
| 转子导向轴承 | 双列向心球面滚子轴承 | 转子支撑轴承 | 推力向心滚子轴承 |

| | |
|------|------------------|
| 制造厂家 | 东方电气集团东方锅炉有限责任公司 |
|------|------------------|

2.2.3 空预器消防水+清洗水

| 空预器消防水（冷、热端） | | | |
|--------------|--------------|------------|--------|
| 工作水压力 MPa | 0.38~0.52MPa | 喷水量 kg/min | 2x2650 |
| 清洗水（冷、热端） | | | |
| 工作水压力 MPa | 0.59 | 喷水量 kg/min | 2x7227 |

2.2.4 引风机

| 引风机 | | | |
|--------|----------------------|----------------|-----------|
| 型号 | HU27452-221 | 型式 | 双级动叶可调轴流式 |
| 数量 台/炉 | 2 | 风机转速 r/min | 745 |
| 叶片级数 级 | 2 | 每级叶片数量 片 | 20 |
| 叶片可调范围 | —36° ～ +8° | 液压缸缸径和行程 mm/mm | 500/136 |
| 风机轴承型式 | 滚动轴承 | 叶轮直径 mm | 3758 |
| 轴承冷却方式 | 循环油+油池+风冷 | 轴承润滑方式 | 循环油+油池 |
| 风机旋转方向 | 从电机侧向风机看，风机叶轮为逆时针旋转。 | | |
| 制造厂家 | 中国电建集团透平科技有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YXKS1000-8W | 型式 | 鼠笼式异步电机 |
| 额定功率kW | 9200 | 额定电流 A | 621 |
| 额定电压kV | 10 | 转速 r/min | 746 |
| 功率因数 | 0.88 | 接线方式 | Y |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 电机冷却方式 | 强制风冷 | 轴承型式 | 滑动轴承 |
| 轴承冷却方式 | 循环油冷 | 轴承润滑方式 | 稀油强制润滑 |
| 制造厂家 | 湘潭电机股份有限公司 | | |

2.2.4.1 引风机技术参数

| 工况 | TB | B-MCR | BRL |
|----------------|--------|--------|--------|
| 风机入口流量 (m³/s) | 698.60 | 610.00 | 586.00 |
| 风机入口静压 (Pa) | -7356 | -6130 | -5770 |
| 风机入口全压 (Pa) | -6651 | -5572 | -5253 |
| 风机入口烟气温度 (°C) | 100 | 85 | 85 |
| 入口烟气密度 (kg/m³) | 0.9055 | 0.9399 | 0.9435 |

| | | | |
|---------------|-------|------|------|
| 风机出口烟气温度 (°C) | 113.7 | 96.6 | 96.1 |
| 风机出口静压 (Pa) | 4053 | 3798 | 3762 |
| 风机静压升 (Pa) | 11409 | 9928 | 9532 |
| 风机全压升 (Pa) | 11409 | 9928 | 9532 |
| 风机全压效率 (%) | 88.8 | 88.6 | 88.5 |
| 风机轴功率 (kW) | 8696 | 6660 | 6159 |
| 风机转速 (r/min) | 746 | 746 | 746 |

2.2.4.2 引风机油站

| 引风机油站 | | | |
|-------------|---------|--------------|-------------------------|
| 液压油站 | | 润滑油站 | |
| 流量 L/min | 87 | 流量 L/min | 风机: 2×7.8 电机: 2×12.5 |
| 压力MPa | 4.9 | 压力 Mpa | 0.4 |
| 油泵型式 | 叶片泵 | 油泵型式 | 叶片泵 |
| 油泵转速 r/min | 1450 | 油泵转速 r/min | 1450 |
| 油泵数量×功率kW | 2×15 | 油泵数量×功率 kW | 2×3 |
| 电加热器数量×功率kW | 2×3 | 电加热器数量×功率 kW | 2×3 |
| 油箱容积 L | 1000 | 油箱容积L | 600 |
| 冷油器型式 | 管式 | 冷油器型式 | 管式 |
| 滤油器过滤精度 μm | 10 | 滤油器过滤精度 μm | 10 |
| 油冷却器水量 m3/h | 12 | 油冷却器水量 m3/h | 7.2 |
| 油冷却器水压 MPa | 0.3~0.8 | 油冷却器水压 MPa | 0.3~0.8 |
| 油质牌号 | L-TSA46 | 油质牌号 | L-TSA46 |

2.2.4.3 引风机冷却风机

| 引风机冷却风机 | | | |
|---------|-----------|----------|-----------|
| 型号 | 5-29No5A | 型式 | 离心式 |
| 数量 台/ 台 | 2 | 风量 m3/h | 1930~3860 |
| 风压 Pa | 3743~2731 | 转速 r/min | 2980 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | Y132S2-2 | 型式 | 三相异步电动机 |
| 额定功率 kW | 7.5 | 额定电流A | 14.7 |
| 额定电压 V | 380 | 转速 r/min | 3000 |
| 功率因数 | 0.88 | 接线方式 | △ |

| | | | |
|------|---------|------|---|
| 防护等级 | IP 55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂家 | 成都电力机械厂 | | |

2.2.5 送风机

| 送风机 | | | |
|--------|---------------------|-------------|---------|
| 风机型号 | FAF25-15-1 | 型式 | 动叶可调轴流式 |
| 数量 台/炉 | 2 | 风机转速r/min | 990 |
| 叶轮级数 | 1 | 每级叶片数 | 14 |
| 叶片调节范围 | -40° ~11° | 叶子外径mm | 2512 |
| 风机轴承型式 | 滚动轴承 | 液压缸缸径和行程 mm | 336/100 |
| 轴承冷却方式 | 循环油冷却 | 轴承润滑方式 | 油站强制润滑 |
| 风机转向 | 从电机侧向风机看，风机叶轮为逆时针旋转 | | |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YKK710-6 | 型式 | 异步电动机 |
| 额定功率kW | 1700 | 额定电流A | 124.5 |
| 额定电压kV | 10 | 转速r/min | 990 |
| 功率因数 | 0.87 | 接线方式 | Y |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 电机冷却方式 | IC81W(风冷) | 轴承型式 | 滚动轴承 |
| 轴承润滑方式 | 油脂润滑 | | |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |

2.2.5.1 送风机技术参数

| 工况 | TB 工况 | B-MCR 工况 | BRL 工况 | THA |
|-----------------|---------|----------|---------|---------|
| 风机入口体积流量 (m³/s) | 261.5 | 252.1 | 240.7 | 228.3 |
| 风机入口质量流量 (kg/s) | 304.57 | 307.36 | 293.49 | 278.39 |
| 风机入口温度 (°C) | 30 | 20 | 20 | 20 |
| 入口空气密度 (kg/m³) | 1.1647 | 1.2192 | 1.2193 | 1.2194 |
| 风机入口全压 (Pa) | -388.35 | -345.86 | -337.70 | -329.21 |
| 风机入口静压 (Pa) | -388.35 | -345.86 | -337.70 | -329.21 |
| 风机出口全压 (Pa) | 4973.65 | 4403.14 | 4301.3 | 4047.79 |
| 风机出口静压 (Pa) | 4824.65 | 4264.14 | 4175.3 | 3933.79 |
| 风机全压升 (Pa) | 5362 | 4749 | 4639 | 4377 |

| | | | | |
|--------------|-------|-------|------|-------|
| 风机静压升 (Pa) | 5213 | 4610 | 4513 | 4263 |
| 风机出口风温 (°C) | 35 | 24 | 24 | 24 |
| 风机附件损失 (Pa) | 149 | 139 | 126 | 114 |
| 风机全压效率 (%) | 87.26 | 87.89 | 88 | 87.69 |
| 风机轴功率 (kW) | 1577 | 1340 | 1248 | 1122 |
| 风机转速 (r/min) | 990 | 990 | 990 | 990 |

2.2.5.2 送风机油站

| 送风机油站 | | | |
|-------------|--------------|-------------|---------|
| 液压油站 | | 润滑油站 | |
| 流量L/min | 25 | 流量L/min | 16 |
| 压力MPa | 3.5 | 压力MPa | 0.4 |
| 油泵型式 | 齿轮泵 | 油泵型式 | 齿轮泵 |
| 油泵转速r/min | 1465 | 油泵转速r/min | 1450 |
| 油泵功率数量×功率kW | 2×5.5 | 油泵功率数量×功率kW | 2×1.1 |
| 电加热器数量×功率kW | 2×2 | 电加热器数量×功率kW | 2×2 |
| 油箱容积L | 530 | 油箱容积m³ | 0.55 |
| 冷油器型式 | 板式 | 冷油器型式 | 管式 |
| 换热面积m² | 6 | 换热面积m² | 8 |
| 滤油器过滤精度 μm | 10 | 滤油器过滤精度 μm | 10 |
| 油冷却器水压MPa | 0.2~0.6 | 油冷却器水压MPa | 0.2~0.6 |
| 油质牌号 | N46 | 油质牌号 | N46 |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |

2.2.6 一次风机

| 一次风机 | | | |
|--------|----------------------|------------|---------|
| 风机型号 | PAF19.5-12.5-2 | 型式 | 动叶可调轴流式 |
| 数量 台/炉 | 2 | 风机转速 r/min | 1490 |
| 叶片级数 | 2 | 每级叶片数 | 18 |
| 叶片调节范围 | -40° ~15° | 转子直径mm | 1950 |
| 风机轴承型式 | 滚动轴承 | 缸径和行程mm | 336/50 |
| 轴承润滑方式 | 强制稀油润滑 | 轴承冷却方式 | 循环油冷 |
| 风机转向 | 从电机侧向风机看，风机叶轮为逆时针旋转。 | | |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |

| 配用电机 | | | |
|--------|--------------|---------|---------|
| 型号 | YX2-KS560-4 | 型式 | 鼠笼式异步电机 |
| 额定功率kW | 3650 | 额定电流A | 240.1 |
| 额定电压kV | 10 | 转速r/min | 1490 |
| 功率因数 | 0.87 | 接线方式 | Y |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 冷却方式 | IC81W（空冷） | 轴承型式 | 滑动轴承 |
| 轴承润滑方式 | 稀油强制润滑 | 轴承冷却方式 | 循环油冷 |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |

2.2.6.1 一次风机技术参数

| 工况 | TB | B-MCR | BRL | THA |
|-----------------------------|---------|----------|----------|----------|
| 风机入口体积流量（m ³ /s） | 195 | 148.1 | 145.9 | 139.4 |
| 风机入口质量流量（kg/s） | 223.4 | 175.6 | 173.0 | 165.3 |
| 风机入口温度（℃） | 30 | 20 | 20 | 20 |
| 入口空气密度（kg/m ³ ） | 1.1455 | 1.1858 | 1.1860 | 1.1861 |
| 风机入口全压（Pa） | -439.50 | -338.07 | -324.32 | -309.53 |
| 风机入口静压（Pa） | -439.50 | -338.07 | -324.32 | -309.53 |
| 风机出口全压（Pa） | 15213.5 | 12502.93 | 12265.68 | 12364.47 |
| 风机出口静压（Pa） | 15066.5 | 12417.93 | 12183.68 | 12289.47 |
| 风机全压升（Pa） | 15653 | 12841 | 12590 | 12674 |
| 风机静压升（Pa） | 15506 | 12756 | 12508 | 12599 |
| 风机出口风温（℃） | 45 | 32 | 32 | 32 |
| 风机附件损失（Pa） | 147 | 85 | 82 | 75 |
| 风机全压效率（%） | 83.81 | 86.85 | 86.34 | 86.43 |
| 风机轴功率（kW） | 3455 | 2096 | 2039 | 1958 |
| 风机转速（r/min） | 1490 | 1490 | 1490 | 1490 |

2.2.6.2 一次风机油站

| 一次风机油站 | | | |
|---------|-----|---------|-----|
| 液压油站 | | 润滑油站 | |
| 流量L/min | 25 | 流量L/min | 40 |
| 压力MPa | 3.5 | 压力MPa | 0.4 |
| 油泵型式 | 齿轮泵 | 油泵型式 | 齿轮泵 |

| | | | |
|-------------|--------------|-------------|---------|
| 油泵转速r/min | 1465 | 油泵转速r/min | 1450 |
| 油泵数量×功率kW | 2×5.5 | 油泵数量×功率kW | 2×3 |
| 电加热器数量×功率kW | 2×2 | 电加热器数量×功率kW | 2×2 |
| 油箱容积L | 530 | 油箱容积L | 600 |
| 冷油器型式 | 板式 | 冷油器型式 | 管式 |
| 换热面积m² | 6 | 换热面积m² | 8 |
| 滤油器过滤精度 μm | 10 | 滤油器过滤精度 μm | 10 |
| 油冷却器水压MPa | 0.2~0.6 | 油冷却器水压MPa | 0.2~0.6 |
| 油质牌号 | N46 | 油质牌号 | N46 |
| 制造厂家 | 上海电气鼓风机厂有限公司 | | |

2.3 制粉系统设备规范

2.3.1 磨煤机

| 磨煤机 | | | |
|--------------|------------------|--|-----------|
| 型号 | HP1263/Dyn | 型式 | 中速辊式磨煤机 |
| 磨煤机台数 台/炉 | 6 | 加载方式 | 弹簧加载 |
| 最大出力t/h | 99 | 设计煤种, HGI=50, Mt=14%, R ₉₀ =18% | |
| 实际出力t/h | 89 | 最小出力t/h | 24.8 |
| 最大通风量t/h | 176 | 最小通风量t/h | 128.6 |
| 最大通风阻力kPa | 4.6 | 计算通风量t/h | 132.6 |
| 单位功耗kWh/t | 10~11 | 额定转速r/min | 30.7 |
| 密封风量m3/min | 110 | 密封风与一次风压差kPa | 2 |
| 减速机(型号) | DYLM-1050-C-30 | 传动比 | 38.4 |
| 传动方式 | 螺旋伞齿轮加行星齿轮二级立式传动 | | |
| 制造厂家 | 上海电气上重碾磨特装设备有限公司 | | |
| 磨煤机动态分离器 | | | |
| 旋转分离器转速r/min | 30.2~90.7 | 变频电机额定转速r/min | 1500 |
| 变频电机额定功率kW | 55 | 变频电机额定电流 A | 150 |
| 变频电机额定电压V | 380 | 变频范围Hz | 16.67~50 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YSH560-6TH | 型式 | 交流鼠笼异步电动机 |
| 额定功率kW | 1050 | 额定电流A | 79.4 |
| 额定电压kV | 10 | 额定转速r/min | 988 |

| | | | |
|------|------------------|----------|--------------|
| 功率因数 | 0.809 | 冷却方式 | IC611(空-空冷却) |
| 防护等级 | IP54 | 绝缘等级 | F |
| 转向 | 双向 | 电加热器功率kW | 1.2 |
| 轴承型式 | 滚动轴承 | 轴承润滑方式 | 油脂润滑 |
| 制造厂家 | 上海电气上重碾磨特装设备有限公司 | | |

2.3.2 磨煤机动态分离器转速表

| 电动机频率(Hz) | 电动机转速(r/min) | 减速箱输出转速(r/min) | 转子速度(r/min) |
|-----------|--------------|------------------|---------------|
| 50 | 1500 | 202.7 | 90.7 |
| 40 | 1200 | 162.2 | 72.5 |
| 30 | 900 | 121.6 | 54.4 |
| 20 | 600 | 81.1 | 36.3 |
| 16.67 | 500 | 67.6 | 30.2 |

2.3.3 磨煤机润滑油站

| 磨煤机润滑油系统 | | | |
|--------------|------------------|------------|-----------|
| 型号 | OWTS11 | 油泵型式 | 螺杆泵 |
| 油泵数量 台/磨 | 2 | 正常供油压力MPa | 0.15~0.35 |
| 油泵流量 L/min | 287 | 油泵电机额定功率kW | 15 |
| 冷却水压力MPa | 0.1~0.8 | 冷却器换热面积m² | 12 |
| 冷却水量m³/h | 20 | 冷却水温度℃ | <33 |
| 油箱电加热器数量 套/台 | 6 | 油箱电加热器功率kW | 2 |
| 制造厂家 | 上海电气上重碾磨特装设备有限公司 | | |

2.3.4 磨煤机消防蒸汽

| 消防蒸汽参数 | | | |
|-----------|---------|-----------|---------|
| 消防蒸汽压力MPa | 0.8~1.3 | 消防蒸汽温度℃ | 260~380 |
| 消防蒸汽流量t/h | 7~9 | 消防蒸汽时间min | 5~10 |

2.3.4.1 磨煤机石子煤斗

| 石子煤斗 | | | |
|-----------|-----|-----------|-------|
| 石子煤斗容积 m³ | 0.8 | 石子煤排放量t/h | 0.712 |
| 可存储时间 h | 11 | 除雾方式 | 喷水 |

2.3.5 给煤机

| 给煤机 | | | |
|-------|-------------|---------|---------|
| 型号 | GM-BSC22-30 | 型式 | 电子称重皮带式 |
| 数量台/炉 | 6 | 出力范围t/h | 12~120 |

| | | | |
|-------------|------------|--------------------------|------|
| 密封风压Pa | 500~1000 | 密封风量Nm ³ /min | 12 |
| 电机额定功率kW | 4 | 电机额定电流 A | 11.8 |
| 电机额定电压V | 380 | 电机转速 r/min | 1490 |
| 清扫链电机额定功率kW | 0.37 | 清扫链电机转速 r/min | 1490 |
| 制造厂家 | 上海大和衡器有限公司 | | |

2.3.6 密封风机

| 密封风机 | | | |
|--------|------------------|---------|---------|
| 型号 | 9-26N，16D-3 | 型式 | 离心式 |
| 数量台/炉 | 2 | 转速r/min | 960 |
| 流量m3/h | 58211 | 全压Pa | 6659 |
| 阻力Pa | 1370 | 轴承冷却方式 | 水冷 |
| 轴承型式 | 滚动轴承 | 轴承润滑 | 稀油自润滑 |
| 制造厂家 | 上海电气上重碾磨特装设备有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | Y355M2-6 | 型式 | 三相异步电动机 |
| 额定功率kW | 185 | 额定电流 A | 340 |
| 额定电压V | 380 | 转速r/min | 985 |
| 功率因数 | 0.87 | 接线方式 | △ |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂家 | 上海电气上重碾磨特装设备有限公司 | | |

2.3.7 原煤仓

| 原煤仓 | | | |
|--------------------|---------------|--------------------|-----------------------|
| 几何容积m ³ | 845 | 有效容积m ³ | 675 |
| 按5只煤仓 设计煤种 h | 8.29 (BMCR工况) | 按6只煤仓 校核煤种可用 h | 10.03/10.56 (BMCR工况) |
| 煤仓个数 | 6 | 原煤仓上部矩形m | 10.2x8.6 |
| 圆筒高度mm | 6940 | 椎体最小直径mm | 940 |
| 椎体高度mm | 12200 | 椎体角度 | 30° |

2.3.8 防堵振动煤斗

| 虾米曲线一体防堵振动煤斗 | | | |
|--------------|-----------------|-------------------|-------|
| 型号 | YTHB-0 | 体积 m ³ | 24 |
| 节数 | 10节 | 高度 m | 6±0.5 |
| 制造厂家 | 安徽康迪纳电力科技有限责任公司 | | |

| 仓壁振打气锤 | | | |
|--------|-----------------|------------------------|--------|
| 型号 | YTQC-6 | 气锤行程 mm | 350 |
| 气缸工作压力 | 0.4-0.8 | 压缩空气流量 Nm ³ | 0.0015 |
| 气锤数量 | 6台 | 耗电量 kW | 0.03 |
| 制造厂家 | 江苏研拓自动化控制工程有限公司 | | |

2.4 燃烧系统设备规范

2.4.1 火检冷却风机

| 火检冷却风机 | | | |
|-----------------------|-----------------|----------|---------|
| 风机型号 | A880 | 风机型式 | 离心风机 |
| 数量台 | 2 | 转速 r/min | 2920 |
| 出口风量m ³ /h | 1056~3996 | 出口全压Pa | 10700 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | M20A180M2A | 型式 | 三相异步电动机 |
| 额定功率kW | 22 | 额定电流 A | 40.5 |
| 额定电压 V | 380 | 转速 r/min | 2940 |
| 功率因数 | 0.91 | 接线方式 | △ |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂家 | 北京 ABB 贝利工程有限公司 | | |

2.4.2 微油点火系统

| 微油枪 | | | |
|----------|---------|-------------|--------|
| 型号 | SQ80 | 油枪数量 支/炉 | 16 |
| 工作油压力MPa | 0.3~1 | 单支油枪耗油量kg/h | 30~120 |
| 额定压力MPa | 0.5 | 额定耗油量kg/h | 90 |
| 油枪孔径mm | 1.5 | 燃烧器壁温℃ | < 500 |
| 雾化气压MPa | 0.5~0.7 | 雾化角° | 90 |
| 制造厂家 | 武汉斯奇 | | |

2.4.3 一次风暖风器

| 一次风暖风器 | | | |
|-----------|------|---------|------|
| 布置型式 | 旁路布置 | 数量 套/炉 | 2 |
| 蒸汽进口压力MPa | 0.8 | 蒸汽耗量t/h | 7.4 |
| 蒸汽进口温度℃ | 290 | 阻力Pa | <600 |

| | | | |
|---------|-------|--------------------|------|
| 进口空气温度℃ | 20 | 出口空气温度℃ | 160 |
| 空气流量t/h | 115.2 | 换热面积m ² | 3580 |
| 制造厂家 | 武汉斯奇 | | |

2.5 炉膛烟温探针设备与炉膛火焰电视规范

2.5.1 炉膛烟温探针

| 名称 | 单位 | 数值 |
|------|---------------------|----------------|
| 型号 | / | Infra-View2000 |
| 电源 | V | 24 |
| 数量 | 台 | 2 |
| 冷却汽源 | | 仪用压缩空气 |
| 冷却气压 | MPa | ≥0.45 |
| 冷却流量 | m ³ /min | ≥0.45 |
| 运行温度 | ℃ | ≤120 |
| 精度 | % | ±1 |
| 温度量程 | ℃ | 120-1650 |
| 制造商 | / | 美国 JNT |

2.5.2 炉膛火焰电视

| 名称 | 单位 | 数值 |
|------|--------------------|------------------|
| 电源 | V | 220 |
| 数量 | 台 | 2 |
| 冷却气源 | / | 仪用压缩空气 |
| 冷却气压 | MPa | >0.2 |
| 冷却流量 | Nm ³ /h | 60 |
| 运行温度 | ℃ | <70 |
| 制造厂家 | / | 东方电气启能（深圳）科技有限公司 |

2.6 锅炉泄漏检测装置规范

| | | |
|-------------|------|----------|
| 型号 | | DZXL-42A |
| 电源 | V | 220 |
| 单只传感器有效检测范围 | m | 4 |
| 检测通道个数 | 个 | 60 |
| 制造厂家 | 南京擎天 | |

2.7 吹灰器设备规范

2.7.1 吹灰器

| 名 称 | 炉膛吹灰器 | 长伸缩式吹灰器 | 半伸缩式吹灰器 | 固旋吹灰器 | 空预器吹灰器 |
|----------------|-----------------|-------------|---------------|---------|---------|
| 型号 | VS-H | RXP-H/RXC-H | PSHB/PSPB(分级) | DB | PS |
| 数量 | 82 | 72 | 4/8 | 12 | 4 |
| 行程 mm | ~255 | ~15850 | ~3375 | | 1220 |
| 吹扫半径mm | ~2000 | ~2500 | ~2000 | ~2000 | |
| 吹扫角度 | 360 | 360 | 360/180 | 360 | 360 |
| 吹灰管行走速度 mm/min | 510 | 1950/2970 | 720 | / | 1440（退） |
| 汽耗率 kg/min | 55~65 | ~350/260 | 50~100 | 80~100 | 50~90 |
| 电动机功率 kw | 0.25 | 1.1/1.5 | 0.55 | 0.37 | 0.75 |
| 额定电流 A | 0.79 | 2.94/3.64 | | 1.04 | |
| 推荐吹扫压力 MPa | 0.8~1 | 0.8~1.9 | 0.8~1.2 | 0.8~1.2 | 1~1.2 |
| 喷嘴数量 | 2 | 6/4 | 6 | 18 | 6 |
| 制造厂家 | 上海克莱德贝尔格曼机械有限公司 | | | | |

2.7.2 减压站

| 减压站 | | | |
|--------------|--------|-------------|------|
| 吹灰汽源 | 一再进口集箱 | 减压阀供汽量 t/h | 42 |
| 减压阀入口压力 MPa | 12.01 | 减压阀出口压力 MPa | 3 |
| 减压阀入口蒸汽温度 °C | 441 | 吹灰蒸汽疏水温度 °C | >230 |

2.7.3 尾部烟道声波吹灰器

| 尾部烟道声波吹灰器 | | | |
|-------------------------|-----------|--------------|---------|
| 型号 | JSSB-210G | 数量 支/炉 | 70 |
| 压缩空气储罐容积m3 | 6 | 压缩空气储罐压力 MPa | 0.4~0.8 |
| 耗气量Nm ³ /min | 1.2~2.5 | 鸣音频率Hz | 30~2100 |
| 气源 | 压缩空气 | | |

2.8 除渣系统设备规范

2.8.1 渣井

| 渣井及液压关断门 | | | |
|------------|-----|--------|---|
| 渣井有效容积m3 | 120 | 数量 台/炉 | 1 |
| 干渣堆积密度t/m3 | 0.9 | 贮存时间h | 8 |

| | | | |
|------------|----------------|-----------|------|
| 机械密封装置材料 | 耐热钢 | 最大温度℃ | 900 |
| 液压关断门形式 | 齿形 | 油缸数量 | 4×12 |
| 液压油缸推力 kN | 40 | 碎渣工作压力MPa | 13 |
| 挤压头有效高度 mm | 200 | 最大温度 ℃ | 900 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.8.2 一级干式排渣机

| 一级干式排渣机 | | | |
|---------------|----------------|-------------|-----|
| 型号 | GPZS14 | 数量 台/炉 | 1 |
| 钢带有效宽度 mm | 1400 | 倾斜段角度 | 22° |
| 正常输送能力（连续）t/h | 5~50 | 正常出力排渣温度℃ | 100 |
| 钢带行走速度m/min | 0.4~4 | 钢带驱动电机功率 kW | 15 |
| 清扫链运行速度m/min | 1.7 | 清扫链电机功率 kW | 2.2 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.8.3 二级干式排渣机

| 二级干式排渣机 | | | |
|---------------|----------------|-------------|-----|
| 型号 | GPZS14 | 数量 台/炉 | 1 |
| 钢带有效宽度mm | 1400 | 倾斜段角度 | 32° |
| 正常输送能力（连续）t/h | 5~16 | 正常出力排渣温度 ℃ | 50 |
| 钢带行走速度m/min | 0.4~4 | 钢带驱动电机功率 kW | 15 |
| 清扫链运行速度m/min | 0.15~1.5 | 清扫链电机功率 kW | 2.2 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.8.4 碎渣机

| 碎渣机 | | | |
|---------|----------------|---------|---------|
| 型号 | GDGS1400 | 数量 台/炉 | 1 |
| 额定出力t/h | 50 | 入口粒径mm | 200×200 |
| 转速r/min | ~36 | 出口粒径 mm | 25×25 |
| 电机功率kW | 22 | 电机防护等级 | IP55 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.8.5 渣仓及渣仓设备

| 渣仓 | | | |
|----------|-----|-------|-----|
| 数量 台/炉 | 1 | 设计温度℃ | 200 |
| 渣仓有效容积m3 | 200 | 渣仓直径m | 8.0 |

| | | | |
|-------------|----------------|---------------|------------|
| 料位计指示器型式 | 1 个高料位+2 连续料位计 | | |
| 渣仓振打装置 | | | |
| 型式 | CZ1000 | 数量 台/仓 | 3 |
| 功率 kW/台 | 0.22 | | |
| 布袋除尘器 | | | |
| 滤袋数量（个） | 136 | 数量 台/炉 | 1 |
| 过滤面积m2 | 102 | 过滤流速m/min | 0.6 |
| 排气风机流量 m3/h | 23000 | 喷吹气压 | 0.5-0.7 |
| 电动给料机 | | | |
| 型号 | JG-100 | 数量 台/仓 | 2 |
| 电机功率 kW | 1.5 | 出力 t/h | 100 |
| 干灰卸料机 | | | |
| 型号 | Y80M2-4 | 数量 台 | 1 |
| 电动机功率kW | 0.75 | 出力t/h | 150 |
| 型式 | 负压吸尘除尘器 | 吸尘风机功率 kW | 30 |
| 双轴搅拌机 | | | |
| 型号 | JSJ-100 | 数量 台 | 1 |
| 电机功率 kW | 22 | 出力t/h | 100 |
| 转速r/min | 42 | 加湿管水压MPa | 0.4-0.6 |
| 储气罐 | | | |
| 有效容积m³ | 1 | 安全阀 | 1.2 |
| 压力、真空释放阀 | | | |
| 数量 | 1 | 释放压力（正/真空）kPa | 0.769/0.22 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.8.6 液压油站

| | | | |
|--------------|--------|----------------|--------------|
| 挤压头液压油站 | | | |
| 型号 | GPZ-Y2 | 油泵数量 台 | 2 |
| 电机功率 kW | 4 | 液压油泵公称流量 L/min | 9 |
| 挤压头工作压力 MPa | 13 | 液压油箱容积 L | 200 |
| 油站滤油器过滤精度 μm | 10 | 液压油型号 | L-HM46 抗磨液压油 |
| 张紧液压油站 | | | |
| 型号 | GPZ-Y2 | 油泵数量 台 | 2 |

| | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------|---------|
| 电机功率 kW | 1 | 液压油泵公称流量 L/min | 9 |
| 一级钢带张紧工作压力 MPa | 2.5~4.0 | 一级清扫链张紧工作压力 MPa | 1.2~2.5 |
| 二级钢带张紧工作压力 kN | 40~60 | 二级清扫链张紧工作压力 kN | 10~20 |
| 油站滤油器过滤精度 μm | 10 | 液压油箱容积 L | 200 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

2.9 脱硝系统设备规范

2.9.1 脱硝 SCR 反应器

| 脱硝 SCR 反应器 | | | |
|--|---------------|--|------|
| 反应器尺寸 m W×L×H | 14.52×16×19.9 | 进口含尘浓度g/Nm ³ (干基、6%O ₂) | 25 |
| 入口烟气流量 m ³ /h(湿基, 实际O ₂) | 6299534 (设计煤) | 100%负荷烟气温度 °C | 374 |
| 入口NO _x 浓度 mg/Nm ³ (干基、6%O ₂) | 250 | 出口浓度mg/Nm ³ | ≤50 |
| NH ₃ /NO _x 摩尔比 | 0.825 | 脱硝效率% | 80 |
| 氨逃逸率ppm (标态, 干基、6%O ₂) | ≤3 | SO ₂ /SO ₃ 转化率 %(干基、6%O ₂) | 1 |
| 尿素耗量t/h | 0.39 | 氨耗量kg/h | <450 |

2.9.2 催化剂

| 催化剂 | | | |
|-------------------------|-------|----------------------|----------------------------|
| 催化剂型式 | 蜂窝式 | 基材 | TiO ₂ -W03-V205 |
| 活性物质 | V205 | 催化剂总体积m ³ | 399.2×2 (2层) |
| 单块催化剂孔数 | 22×22 | 比表面积m ² | 539 |
| 体积密度kg/m ³ | 380 | 压降 Pa | 600 |
| 催化剂体积 m ³ /炉 | 799 | 允许最大温度变化速率°C/min | 60 |
| 最低连续运行温度 °C | >300 | 最高连续运行温度 °C | <400 |

2.9.3 氨/空气混合器

| 氨/空气混合器 | | | |
|---------------------|-----------|----------|------|
| 尺寸mm | Φ630×3460 | 数量 台/炉 | 2 |
| 设计容积 m ³ | 1.48 | 设计压力 MPa | 0.4 |
| 氨喷射格栅 | 48 | 喷嘴数量 只/炉 | 1536 |

2.9.4 尿素水解器

| 尿素水解器 | | | |
|----------|----------|-------------|------|
| 尺寸m | 1.7×5.05 | 数量 | 2 |
| 设计压力 MPa | 1.25 | 氨蒸气最大出力kg/h | 1517 |

| | | | |
|-------|--------------|--------------------|-----|
| 设计温度℃ | 180 | 氨气最大出力kg/h | 440 |
| 工作介质 | 尿素溶液、饱和蒸汽 | 换热面积m ² | 90 |
| 制造厂商 | 北京新叶能源科技有限公司 | | |

2.9.5 尿素制氨减温水增压泵

| 尿素制氨减温水增压泵 | | | |
|-------------|-----------------------------|---------|---------|
| 型号 | Type CRI2-36 A-FGJ-A-E-H00E | 型式 | 离心泵 |
| 数量 台 | 2 | 流量m³ /h | 1 |
| 转速r/min | 2900 | 扬程m | 200 |
| 汽蚀余量NPSH(m) | 1.3 | 效率% | 41 |
| 制造厂商 | 北京新叶能源科技有限公司 | | |
| 配套电机 | | | |
| 型号 | MMG090L-2-H4 | 型式 | 三相异步电动机 |
| 功率kw | 2.2 | 额定电流A | 3.2 |
| 额定电压V | 380 | 转速r/min | 2885 |
| 功率因素 | 0.84 | 接线方式 | Y |
| 防护等级 | IP55 | 绝缘等级 | F |
| 制造厂商 | 北京新叶能源科技有限公司 | | |

2.9.6 尿素制氨区域其他设备

| 声波吹灰器 | | | |
|---------------------|-------|------|------|
| 型号 | DC-75 | 数量 个 | 28 |
| 压缩空气储气罐 | | | |
| 尺寸m ³ | 5 | 数量 | 1 |
| 尿素溶液存储罐 | | | |
| 有效容积m ³ | 150 | 尺寸m | Φ6×6 |
| 尿素溶液供给泵 | | | |
| 数量 | 2 | 功率kW | 3 |
| 流量m ³ /h | 3 | 扬程m | 125 |

2.10 烟气余热系统设备规范

2.10.1 空预器旁路性能参数

a) 高温省煤器性能参数

| | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------|---------|
| 工况（二次风温 100℃） | 给水进水温度（℃） | 给水出水温度（℃） | 给水进水压力（MPa.a） | 给水流量（t/h） | 进口烟温（℃） | 出口烟温（℃） |
|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------|---------|

| | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| BMCr | 190.2 | 331.3 | 41.95 | 133.5 | 374.3 | 222.2 |
| BRL | 186.4 | 327.4 | 41.04 | 129.2 | 370 | 217.8 |
| THA | 185.9 | 323.9 | 40 | 124.3 | 365.3 | 216 |
| 75%THA（#0 高加投运） | 172.4 | 323.4 | 30.58 | 90 | 360.1 | 204 |
| 50%THA（#0 高加投运） | 156.4 | 294.6 | 19.89 | 83.1 | 338.4 | 178.2 |
| 40%THA（#0 高加投运） | 148.5 | 278.5 | 16 | 73.4 | 319.5 | 167.4 |
| 30%THA（#0 高加投运） | 139 | 262 | 13.95 | 63.4 | 303.8 | 154.1 |
| 20%THA（#0 高加投运） | 127.5 | 242.9 | 12.56 | 48.4 | 281.4 | 139.5 |

b) 中温省煤器性能参数

| 工况（二次风 100℃） | 凝结水进水温度（℃） | 凝结水出水温度（℃） | 凝结水进水压力（MPa. a） | 凝结水流量（t/h） | 进口烟温（℃） | 出口烟温（℃） |
|-----------------|------------|------------|-----------------|------------|---------|---------|
| BMCr | 103.5 | 161 | 3.5 | 228.2 | 222.2 | 121.4 |
| BRL | 101.6 | 160 | 3.5 | 210.1 | 217.8 | 119.2 |
| THA | 101.1 | 158.9 | 3.5 | 202.9 | 216 | 118.4 |
| 75%THA（#0 高加投运） | 93.5 | 153.3 | 3.5 | 146.2 | 204 | 109.3 |
| 50%THA（#0 高加投运） | 84.2 | 147.9 | 3.5 | 90.4 | 178.2 | 101.8 |
| 40%THA（#0 高加投运） | 79.5 | 128.1 | 3.5 | 103.8 | 167.4 | 90.2 |
| 30%THA（#0 高加投运） | 73.5 | 120 | 3.5 | 82.2 | 154.1 | 83 |
| 20%THA（#0 高加投运） | 66.4 | 110.1 | 3.5 | 60.1 | 139.5 | 74.3 |

c) 中省凝结水增压泵

| | | | |
|----------|-----------------|----------|------|
| 中省凝结水增压泵 | | | |
| 型号 | ZE150-200 | 密封 | 单封 |
| 数量 台/炉 | 1 | 流量m³/h | 800 |
| 扬程m | 25 | 汽蚀余量m | 4.6 |
| 制造厂家 | 江苏优耐机械制造有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-250M-2/55kW | | |
| 额定功率kW | 55 | 额定电流 A | |
| 额定电压kV | 380 | 转速 r/min | 2900 |
| 制造厂家 | 江苏优耐机械制造有限公司 | | |

2.10.2 尾部余热利用系统

a) 低温及低低温省煤器性能参数

| 项目 | 单位 | BMCr | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|----|----|------|------|------|--------|--------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |

| 项目 | 单位 | BMCR | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|----------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |
| 进口总烟气流量（湿态） | m ³ /h | 4289021 | 4115937 | 3916374 | 3001981 | 2328332 |
| 低温省煤器容量 | | 6×17% | | | | |
| 低温省煤器进口烟气温度 | ℃ | 132.9 | 131.8 | 130.8 | 126.6 | 117.1 |
| 低温省煤器高温段与低低温省煤器中间点温度 | ℃ | 112 | 110 | 110 | 105 | 95 |
| 低温省煤器出口烟气温度 | ℃ | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| 低温省煤器进口烟气过剩空气系数 | | 1.277 | 1.277 | 1.277 | 1.340 | 1.568 |
| 低温省煤器烟气侧运行压力 | Pa | -5500 | | | | |
| 低温省煤器烟气侧设计压力 | Pa | -9800 | | | | |
| 低温省煤器烟气侧设计温度 | ℃ | 180 | | | | |
| 烟气对热媒水放热量（未考虑换热系数） | MJ/s | 22.5 | 22.8 | 20.9 | 16.8 | 13.6 |
| 热媒水进水温度 | ℃ | 80 | | | | |
| 热媒水出水温度 | ℃ | 110 | | | | |
| 低温省煤器热媒水侧运行压力 | MPa | 0.6 | | | | |
| 低温省煤器热媒水侧设计压力 | MPa | 1.0 | | | | |
| 低温省煤器热媒水侧设计温度 | ℃ | 150 | | | | |
| 低温省煤器热媒水流量 | t/h | 642 | 630 | 596 | 477 | 388 |
| 烟气对凝结水放热量（未考虑换热系数） | MJ/s | 28.9 | 26 | 24.9 | 15.4 | 6.1 |
| 凝结水进水温度 | ℃ | 70 | 70 | 70 | 70 | 66.4 |
| 凝结水出水温度 | ℃ | 103.5 | 101.6 | 101.1 | 93.5 | 84.2 |
| 低温省煤器凝结水侧运行压力 | MPa | 4.0 | | | | |
| 低温省煤器凝结水侧设计压力 | MPa | 6.4 | | | | |
| 低温省煤器凝结水侧设计温度 | ℃ | 150 | | | | |
| 烟气侧运行阻力 | Pa | <490 | <490 | <490 | <490 | <490 |
| 热媒水侧运行阻力 | MPa | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| 凝结水侧运行阻力 | MPa | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 |

b) 二次风暖风器性能参数

| 项目 | 单位 | BMCR | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|---------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |
| 进口总空气流量 | m ³ /h | 1991575.66 | 1903012.89 | 1806368.86 | 1431012.50 | 1184793.78 |
| 进口空气密度 | kg/m ³ | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |

| 项目 | 单位 | BMCR | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|---------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |
| 二次风暖风器容量 | | 2×50% | | | | |
| 二次风暖风器进口风温 | ℃ | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 二次风暖风器出口风温 | ℃ | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 二次风暖风器空气侧运行压力 | Pa | 4000 | | | | |
| 二次风暖风器空气侧设计压力 | Pa | ±6000 | | | | |
| 二次风暖风器空气侧设计温度 | ℃ | 120 | | | | |
| 二次风需要吸收热量 | MJ/s | 52.6 | 51.9 | 48.7 | 39.1 | 31.5 |
| 二次风暖风器进水温度 | ℃ | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| 二次风暖风器出水温度 | ℃ | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 二次风暖风器水侧运行压力 | MPa | 0.6 | | | | |
| 二次风暖风器水侧设计压力 | MPa | 1.0 | | | | |
| 二次风暖风器水侧设计温度 | ℃ | 150 | | | | |
| 二次风暖风器进水热媒水流量 | t/h | 642 | 630 | 596 | 477 | 388 |
| 空气侧运行阻力 | Pa | <420 | <420 | <420 | <420 | <420 |
| 水侧运行阻力 | MPa | <0.07 | <0.07 | <0.07 | <0.07 | <0.07 |

c) 脱硫塔前换热器性能参数

| 项目 | 单位 | BMCR | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|--------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |
| 进口总烟气流量（湿态） | m ³ /h | 3906391 | 3764961 | 3603713 | 2890148 | 2314778 |
| 烟气换热器容量 | | 100% | | | | |
| 烟气换热器进口烟气温度 | ℃ | 95 | 95 | 95 | 93 | 92 |
| 烟气换热器出口烟气温度 | ℃ | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 烟气换热器进口烟气过剩空气系数 | | 1.342 | 1.342 | 1.342 | 1.405 | 1.633 |
| 烟气换热器烟气侧运行压力 | Pa | 4000 | | | | |
| 烟气换热器烟气侧设计压力 | Pa | 6000 | | | | |
| 烟气换热器烟气侧设计温度 | ℃ | 150 | | | | |
| 烟气对热媒水放热量（未考虑换热系数） | MJ/s | 30.1 | 29.1 | 27.8 | 22.3 | 17.9 |
| 热媒水进水温度 | ℃ | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 热媒水出水温度 | ℃ | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 烟气换热器热媒水侧运行压力 | MPa | 0.6 | | | | |

| 项目 | 单位 | BMC | BRL | THA | 75%THA | 50%THA |
|---------------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| | | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 | 设计煤种 |
| 烟气换热器热媒水侧设计压力 | MPa | 1.0 | | | | |
| 烟气换热器热媒水侧设计温度 | ℃ | 150 | | | | |
| 烟气换热器热媒水流量 | t/h | 642 | 630 | 596 | 477 | 388 |
| 烟气侧运行阻力 | Pa | <510 | <510 | <510 | <510 | <510 |
| 热媒水侧运行阻力 | MPa | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 | <0.02 |

d) 热媒水增压泵

| | | | |
|--------|---------------------|----------|------|
| 热媒水增压泵 | | | |
| 型号 | SAZ200-250-Y315L2-2 | 密封 | 单封 |
| 数量 台/炉 | 2 | 流量m³ /h | 700 |
| 扬程m | 65 | 汽蚀余量m | 8 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | Y315L2-2 | | |
| 额定功率kW | 185 | 额定电流 A | |
| 额定电压kV | 380 | 转速 r/min | 2980 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | | |

e) 低低省凝结水增压泵

| 低低省凝结水增压泵 | | | |
|-----------|-------------------|----------|------|
| 型号 | SZF300-40-Y280m-4 | 密封 | 单封 |
| 数量 台/炉 | 2 | 流量m³ /h | 800 |
| 扬程m | 25 | 汽蚀余量m | 4.6 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | Y280M-4 | | |
| 额定功率kW | 90 | 额定电流 A | |
| 额定电压kV | 380 | 转速 r/min | 1450 |

3 灰硫设备及系统规范

3.1 压缩空气系统设备规范

3.1.1 空压机

a) 离心空压机

| | | | |
|-----------------|-------------|--------------|-----------|
| 型号 | C700 | 型式 | 离心式 |
| 排气量 Nm3/min | 100 | 数量（两台炉） 台 | 5 |
| 排气压力 MPa | 0.8 | 冷却方式 | 水冷 |
| 排气温度 ℃ | 120 | 冷却水进水温度 ℃ | 10-38 |
| 比功率 kW/Nm3 | 5.08 | 冷却水进水压力 MPa | 0.25-0.45 |
| 轴功率 kW | 611 | 冷却水最大流量 m3/h | 50 |
| 制造厂家 | 英格索兰压缩机有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 主电机型号 | AEZK-LD | 主电机功率 kW | 900 |
| 主电机额定电压/电流 kV/A | 10/45.4 | 转速 r/min | 2975 |
| 控制电压 V | 380 | 极对数 | 2 |
| 绝缘/防护等级 | F/IP | 功率因数 | 0.895 |
| 制造厂家 | 东元电机股份有限公司 | | |

b) 无油螺杆空压机

| | | | |
|-----------------|---------------|--------------|---------|
| 型号 | E250I | 型式 | 无油螺杆式 |
| 排气量 Nm3/min | 43.6 | 数量（两台炉） 台 | 2 |
| 排气压力 MPa | 0.85 | 冷却方式 | 水冷 |
| 排气温度 ℃ | 环境温度+10 | 冷却水进水温度 ℃ | 38 |
| 比功率 kW/Nm3 | 5.788 | 冷却水进水压力 MPa | 0.6～0.8 |
| 轴功率 kW | 246 | 冷却水最大流量 m3/h | 13 |
| 制造厂家 | 上海英格索兰压缩机有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 主电机型号 | IY2—400-4 | 主电机功率 kW | 250 |
| 主电机额定电压/电流 kV/A | 10/18.3 | 转速 r/min | 1485 |
| 控制电压 V | 380 | 极对数 对 | 2 |
| 绝缘/防护等级 | F/IP | 功率因数 | 0.84 |
| 制造厂家 | 东元电机股份有限公司 | | |

3.1.2 吸附式干燥机

| 吸附式干燥机 | | | |
|----------------------------|--------------|--------------------------|----------|
| 型号 | SDXY-70PB-I | 型式 | 压缩热再生吸附式 |
| 额定处理量 Nm ³ /min | 70 | 数量（两台炉） 台 | 7 |
| 出口压力露点温度 °C | -20 | 处理介质 | 空气 |
| 工作压力 MPa | 0.8 | 冷却方式 | 水冷 |
| 进气温度 °C | >110 | 冷却水温 °C | ≤32 |
| 干燥机额定电压 V | 380 | 冷却水压力 MPa | 0.2-0.6 |
| 出口露点温度 °C | -20 至-40 | 出口含油量 mg/Nm ³ | 0.01 |
| 干燥塔工作方式 | 连续 | 出口固体含尘粒度 μm | ≤0.01 |
| 干燥塔数量（每台干燥机） 只 | 2 | 循环周期 h | 8 |
| 制造厂家 | 杭州山立净化设备有限公司 | | |

3.1.3 储气罐

a) 输灰储气罐

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 有效容积 m ³ | 40 | 数量 只 | 2 |
| 工作/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/150 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

b) 仪用储气罐

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 有效容积 m ³ | 40 | 数量 只 | 4 |
| 工作/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/150 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

c) 检修储气罐

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 有效容积 m ³ | 40 | 数量 只 | 1 |
| 工作/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/150 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

3.1.4 其他系统

a) 自洁式过滤器

| | | | |
|----------------------------|----------------------|----------|------|
| 型号 | SAZJ-120 | 额定功率 W | 100 |
| 额定处理量 Nm ³ /min | 240-300 | 额定电压 v | 200 |
| 工作压力 | 标准大气压 | 排汽温度 °C | ≤45 |
| 数量 台 | 5 | 初始压力降 Pa | ≤270 |
| 过滤精度 %/ μm | 99.6/1 99.99/2 100/3 | | |
| 制造厂家 | 杭州山立净化设备有限公司 | | |

b) 检修空冷器

| | | | |
|----------------|----------------|---------------------|------|
| 型号 | R23-342-2 | 换热面积 m ² | 12.8 |
| 设计压力（管程） MPa | 1 | 设计压力（壳程） MPa | 1 |
| 允许工作压力（管程） MPa | ≤1 | 允许工作压力（壳程） MPa | ≤1 |
| 设计温度（管程）℃ | 40 | 设计温度（壳程）℃ | ≤150 |
| 制造厂家 | 浙江创威压力容器制造有限公司 | | |

3.2 除尘系统设备规范

3.2.1 静电除尘本体规范

| 干除本体 | | | |
|--|---------------|---|---------------------|
| 标称烟气流通面积 m ² | 723 | 每炉配干除数量 台 | 2 |
| 保证效率（设计煤种） % | ≥99.7 | 室数/电场数 室/个 | 3/5 |
| 保证效率（校核煤种1/2） % | ≥99.97/99.96 | 设计压力（负/正） kPa | -9.8/+9.8 |
| 进口烟气含尘量（干基、设计/校核煤种1/校核煤种2） g/Nm ³ | 17.3/26 | 进口烟气流量（BMCR、湿基、设计煤种/校核煤种1/校核煤种2） Nm ³ /s | 394/403/387 |
| 出口烟气含尘量（干基、烟冷器投入/撤出） mg/Nm ³ | ≤15/25 | 进口烟气流量（BMCR、干基、设计煤种/校核煤种1/校核煤种2） Nm ³ /s | 360.85/372.33/355.9 |
| 进口烟气温度（烟气冷却器投运） ℃ | 85 | 本体阻力 Pa | <250 |
| 进口烟气温度（烟气冷却器撤出、设计/校核1/校核2） ℃ | 117/120/121 | 电场总有效长度 m | 25 |
| 烟气露点温度（设计/校核煤种） ℃ | 98/106 | 本体漏风率 % | <1 |
| 最高运行温度/持续时间 ℃/min | 350/30 | 气流均布系数 | 0.5 |
| 烟气流速 m/s | 0.87 | 烟气停留时间 s | 28.74 |
| 固定极板本体系统 | | | |
| 型号 | 500C | 单电场有效长度 m | 5 |
| 总集尘面积 m ² | 66096 | 比集尘面积（一个供电区不工作时比集尘面积） m ² /m ³ /s | 143.4/133.84 |
| 通道数 个 | 38×3 | 同极间距/异极间距 mm | 400/200 |
| 固定极板阳极系统 | | | |
| 阳极板型式 | 480C | 阳极板材质 | SPCC |
| 阳极板规格（长×宽×厚度） mm | 15850×480×1.5 | 单电场阳极板块数 块 | 1170 |
| 振打方式 | 侧传动单层锤式振打 | 振打装置数量 套 | 10 |
| 最小振打加速度 g | 150 | | |
| 固定极板阴极系统 | | | |
| 阴极线型式（一、二、三电场） | RSB 芒刺线 | 阴极线型式（四、五电场） | RS 芒刺线 |
| 阴极线沿气流方向间距mm | 500 | 阴极线总长度m | 90345 |
| 阴极线材质 | SPCC | 振打方式 | 侧传动双层锤式振打 |

| | | | |
|--------------------|----------------|---------------|-----------|
| 最小振打加速度 g | 50 | 振打装置数量 套 | 15 |
| 阳极、阴极振打配用电机 | | | |
| 额定电压/电流 V/A | 380/1.12 | 额定功率 kW | 0.37 |
| 制造厂家 | 江苏国茂减速机股份有限公司 | 转速 r/min | 1382 |
| 大梁绝缘子（瓷套）和阴打瓷轴电加热器 | | | |
| 电加热器型号 | FT9D | 电加热器额定电压 V | 380 |
| 瓷轴电加热器数量 个/电场 | 1 | 瓷套电加热器数量 个/电场 | 4 |
| 瓷轴电加热器功率 kW | 1 | 瓷套电加热器功率 kW | 1×3+1.5×1 |
| 灰斗 | | | |
| 灰斗数量 个 | 30 | 贴片加热器型式 | 蒸汽加热 |
| 料位计型式 | 无源核子 | 流化装置型式 | 气化板 |
| 制造厂家 | 浙江菲达环保科技股份有限公司 | | |

3.2.2 高频电源技术规范

| | | | |
|---------------|--------------------|-----------------|---------|
| 型号型 型号 | JHGP—III 2.4A/72kV | 数量（一台炉） 台 | 30 |
| 额定输入功率 kW | 186 | 额定输出功率 kW | 172.8 |
| 额定输入电压/电流 V/A | 380/282 | 直流输出电压/电流 kV/mA | 72/2400 |
| 转换效率 % | ≥92 | 输出频率 kHz | 20 |
| 功率因数 | ≥0.95 | 升压方式 | 直升式 |
| 冷却方式 | 强制风冷 | 每台炉总电耗 kW | ≤2482 |
| 制造厂家 | 浙江佳环电子有限公司 | | |

3.2.3 脉冲电源技术规范

| | | | |
|---------------|----------------|-----------|--------|
| 型号 | JHGP—220A/80kV | 数量（一台炉） 台 | 6 |
| 额定输入功率 kW | 10 | 功率因素 | ≥0.9 |
| 额定输入电压/电流 V/A | 380/15 | 转换效率 | ≥0.9 |
| 脉冲峰值电压 kV | 40~80 | 脉冲峰值电流 A | 10~220 |
| 脉冲峰值电压 μS | ≤80 | 脉冲重复频率 Hz | 10~200 |
| 冷却方式 | 自然油冷却 | 变压器温升 °C | 30 |
| 制造厂家 | 浙江佳环电子有限公司 | | |

3.3 除灰系统设备规范

3.3.1 仓泵参数

| | | | | | | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 仓泵 项目 | 干除 第一电场 | 干除 第二电场 | 干除 第三电场 | 干除 第四电场 | 干除 第五电场 | 省煤器 仓泵 |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|

| 仓泵项目 | 干除第一电场 | 干除第二电场 | 干除第三电场 | 干除第四电场 | 干除第五电场 | 省煤器仓泵 |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 每台炉仓泵数 台 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 16 |
| 每单元仓泵数 台 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| 仓泵尺寸 m | $\phi 1.82 \times 2.0$ | $\phi 1.82 \times 2.0$ | $\phi 1.2 \times 1.6$ | $\phi 0.6 \times 1.4$ | $\phi 0.6 \times 1.4$ | $\phi 1.2 \times 1.6$ |
| 有效容积 m ³ | 3.5 | 3.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 设计压力 MPa | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 最高工作压力 MPa | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.33 |
| 设计出力 t/h | 88 | 17.6/88 | 3.52/17.6 | 0.66/3.52 | 0.22/0.66 | 10 |
| 保证出力 t/h | 88 | 17.6/88 | 3.52/17.6 | 0.66/3.52 | 0.22/0.66 | 10 |
| 运行周期 h/8h | 4 | 0.8 | 2 | 1 | 0.5 | 1 |
| 仓泵料位计型式 | 射频导纳 | 射频导纳 | 射频导纳 | / | / | / |
| 运行灰温 °C | ≤200 | ≤200 | ≤200 | ≤200 | ≤200 | ≤400 |
| 输灰管管径 mm | 168×7/194×8/219×8 | | 108×7/133×7 | | | 108×7 |
| 输灰管初速 m/s | 4~6 | 4~6 | 4~6 | 4~6 | 4~6 | 5~7 |
| 输灰管末速 m/s | 10~12 | 10~12 | 10~12 | 10~12 | 10~12 | 12~15 |
| 平均灰气比 kg/kg | 32: 1 | | | | | 28: 1 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | | | | |

3.3.2 灰斗气化风系统

| 灰斗气化风机 | | | |
|-------------|----------------|-----------|------|
| 型号 | EA100—RAM409 | 型式 | 螺杆式 |
| 出口流量 m3/min | 22 | 数量（一台炉） 台 | 2 |
| 出口压力 kPa | 58. 8 | 冷却型式 | 风冷 |
| 轴功率 kW | | 转速 r/min | 1480 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | HJN1 200L2—2 | 功率 kW | 37 |
| 额定电压/电流 V/A | 380/67. 5 | 转速 r/min | 2950 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |
| 灰斗气化风电加热器 | | | |
| 型号 | DYK—90 | 数量（一台炉） 台 | 1 |
| 出口风温 ℃ | 180 | 功率 kW | 80 |
| 热效率 % | 99 | 电压 V | 380 |

| | |
|------|----------------|
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 |
|------|----------------|

3.3.3 输灰压缩空气

a) 输灰储气罐

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 有效容积 m ³ | 40 | 数量 只 | 2 |
| 工作/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/150 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

b) 输灰仪用储气罐

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 有效容积 m ³ | 2 | 数量（每台炉） 只 | 1 |
| 最高工作压力/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/150 |
| 耐压试验压力 MPa | 1.58 | 材质 | Q245 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

3.3.4 灰库系统

a) 灰库本体

| 灰库 | | | |
|--------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------|
| 有效容积 m ³ | 5000 | 数量(两台炉) 座 | 3 |
| 灰库内径 m | φ 18 | 卸灰层标高 m | 5.8 |
| 贮灰层标高 m | 12.6~34 | 排灰口数量 个 | 4 |
| 真空压力释放阀型号 | F508 | 底部气化斜槽面积 m ² | 26.5 |
| 高高料位计型号/测量深度 /m | AD8-6B8A-043/L=2 | 底部气化斜槽气化板材质 | 碳化硅陶瓷多孔板 |
| 高料位计型号/测量深度 /m | AD8-6B8A-043/L=4 | 连续料位计型号 | 5601ANAP5A0PE45SPVNF |
| 低料位计型号/测量深度 /m | AD8-6B8C-043/L=1 | 连续料位计测量深度 m | L=20 |
| 高、低料位计制造厂家 /m | 阿美泰克 DE | 连续料位计制造厂家 | ROSEMOUNT |
| 灰库布袋除尘器 | | | |
| 型号 | DPF250 | 数量(两台炉) 台 | 3 |
| 除尘效率 % | 99.95 | 布袋数量 个 | 330 |
| 过滤面积 m ² | 250 | 布袋尺寸（直径×高度） mm | φ 120×2000 |
| 过滤出力 Nm ³ /h | 12000 | 布袋材质 | PTFE |
| 排气含尘量 mg/Nm ³ | <20 | 清扫方式 | 脉冲反吹 |
| 排气风机频率 Hz | 0~50 | 清扫耗气量 Nm ³ /min | 1.2 |
| 脉冲电磁阀数量(#01A、B灰库/ #01C灰库) 只 | 11×3×2/30 | 脉冲电磁阀型号 | DMC |
| 灰库布袋除尘排气风机 | | | |
| 功率 kW | 18.5 | 转速 r/min | 1450 |
| 型号（#01A、B灰库） | 4-72-8D | 型号（#01C灰库） | 9-28-8D |

| | | | |
|--------------------------------|----------------|------------------------------|-------------|
| 流量（#01A、B灰库）Nm ³ /h | 29344 | 流量（#01C灰库）Nm ³ /h | 8973~12090 |
| 全压（#01A、B灰库）Pa | 1490 | 全压（#01C灰库）Pa | 3707~3452 |
| 灰库布袋除尘排气风机配用电机 | | | |
| 型号（#01A、B灰库） | Y2VP 180M-4-W | 型号（#01C灰库） | QABP 180M4A |
| 功率kW | 18.5 | 额定电压 V | 380 |
| 额定电流（#01A、B/C灰库）A | 36.1/37.4 | 转速 r/min | 1470 |
| 布袋除尘器制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

b) 灰库气化风系统

| | | | |
|------------------------|----------------|-----------|-------|
| 灰库气化风机 | | | |
| 型号 | RAM409 | 型式 | 螺杆式 |
| 流量 m ³ /min | 18 | 数量（两台炉） 台 | 4 |
| 出口压力 kPa | 98.8 | 冷却型式 | 风冷 |
| 转速 r/min | 1480 | 制造厂家 | 德莱塞公司 |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | HJN1 250M-2 | 功率 kW | 55 |
| 额定电压/电流 V/A | 380/99.6 | 转速 r/min | 1480 |
| 灰库气化风电加热器 | | | |
| 型号 | DYK-80 | 数量（两台炉） 台 | 3 |
| 功率 kW | 80 | 额定电压 V | 380 |
| 出口风温 ℃ | 180 | 热效率 % | 99 |
| 制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |

c) 灰库卸料系统

| | | | |
|--------------------|----------------|------------------|------|
| 干灰卸料机 | | | |
| 型号 | ZCJ—120 | 数量(两台炉) 台 | 3 |
| 干灰卸料机出力 t/h | 120 | 干灰卸料布袋除尘器过滤面积 m2 | 10 |
| 干灰卸料机功率 kW | 0.55 | 干灰卸料布袋除尘器布袋材质 | PTFE |
| 干灰卸料机制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |
| 干灰卸料机布袋除尘器排气风机配用电机 | | | |
| 功率 kW | 3 | 转速 r/min | 1480 |
| 湿式搅拌机 | | | |
| 湿式搅拌机型号 | SG—120 | 数量(两台炉) 台 | 3 |
| 湿式搅拌机出力 t/h | 120 | 调湿水水量 t/h | 20 |
| 给料机型号 | TG—120 | 调湿后灰中含水率 % | 5～15 |

| | | | |
|--------------|----------------|------------|---------|
| 给料机出力 t/h | 120 | 调湿水压力 MPa | 0.2~0.4 |
| 湿式搅拌机制造厂家 | 北京国电富通科技发展有限公司 | | |
| 湿式搅拌机配用电机 | | | |
| 湿式搅拌机电机功率 kW | 22 | 给料机电机功率 kW | 3 |

d) 灰库污水系统

| | | | |
|----------------------|---------------|-----------------|---------|
| 灰库污水池 | | | |
| 预沉池尺寸（长×宽×深） m | 4.1×3×2 | 污水泵池尺寸（长×宽×深） m | 3×1.6×2 |
| 灰库污水泵 | | | |
| 型号 | 50SPW—18 | 型式 | 多吸头立式 |
| 流量 m ³ /h | 30 | 数量（两台炉） 台 | 2 |
| 出口压力 MPa | 0.18 | 转速 r/min | 1480 |
| 制造厂家 | 嵊州市大华泵业制造有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | Y132M—4 | 功率 kW | 7.5 |
| 额定电压/电流 V/A | 380/11 | 转速 r/min | |

e) 灰库其他设备

| | | | |
|---------------------|--------------|------------|--------|
| 灰库仪用储气罐 | | | |
| 有效容积 m ³ | 4 | 数量（两台炉） 只 | 1 |
| 工作/设计压力 MPa | 0.9/1.2 | 工作/设计温度 °C | 40/100 |
| 制造厂家 | 山东舜业压力容器有限公司 | | |

3.4 脱硫系统设备规范

3.4.1 脱硫性能参数

3.4.1.1 脱硫性能保证值

| | | | |
|--|---------|--|---------|
| 校核煤种硫分 % | 0.95 | 脱硫效率 % | ≤98.5 |
| 进口烟气SO ₂ 含量（干基6%O ₂ ） mg/Nm ³ | 2269 | 出口烟气SO ₂ 含量（干基6%O ₂ ） mg/Nm ³ | ≤34 |
| 进口烟气流量（干基） Nm ³ /h | 2819464 | 进口烟气流量（湿基） Nm ³ /h | 3043681 |
| 进口烟气温度 °C | 68 | 出口烟气温度 °C | 38 |
| 吸收塔进口烟尘浓度 mg/Nm ³ | 15 | 吸收塔出口烟尘浓度 mg/Nm ³ | 5 |
| 脱硫用海水总量 m ³ /h | ≤110000 | 脱硫水耗量t/h | 40 |
| 脱硫电耗 kW | ≤6231 | 脱硫装置海水系统水头损失 m | 1.2 |
| 脱硫装置可用率 % | 100 | 压力损失 Pa | ≤1450 |
| 负荷响应范围 % | 0~100 | 负荷响应速度 %/min | >5 |

| | | | |
|---------------------------|-----|-------------|----|
| 出口液滴含量 mg/Nm ³ | <25 | 出口烟气最高温度 °C | 38 |
|---------------------------|-----|-------------|----|

3.4.1.2 脱硫海水排放指标

| | | | |
|------------------|------|---|-----|
| 排放海水pH | ≥6.8 | 排放海水溶解氧 mg/L | ≥3 |
| 排放海水CODMn增量 mg/L | ≤2.3 | 排放海水SO ₄ ²⁻ 氧化率 % | ≥90 |

3.4.2 海域海水指标参数

| | | | |
|------------|-----------|--------------------------|----------|
| 海水 pH | 7.87~8.12 | 海水总碱度 mmol/L | 1.95~2.4 |
| 海水温度 °C | 7.7~26.8 | 工程海域温升 °C | 1.1 |
| 循环水平均温升 °C | 8.44 | 设计循环水量 m ³ /h | 110000 |

3.4.3 吸收塔系统

3.4.3.1 吸收塔本体

| 吸收塔 | | | |
|---|-----------------|---|-------------|
| 尺寸（直径×高度） m | Φ26×32 | 型式 | 填料式逆流喷淋塔 |
| 设计压力kPa | 5 | 材质 | 混凝土+玻璃鳞片 |
| 烟气阻力（设计/校核煤种） kPa | 1.559/2.075 | 进口烟气流量（湿基） Nm ³ /h | 3276000 |
| 烟气进口离底部高度 m | 3.64 | 进口烟气温度 °C | 68~70 |
| 出口烟气温度 °C | 38 | 出口烟气流量（湿基） Nm ³ /h | 3405269 |
| 喷淋层数 层 | 1 | 喷淋层材质 | FRP（加强玻璃钢） |
| 吸收塔喷淋层 | | | |
| 喷嘴直径 mm | 100 | 喷嘴直径 mm | 80 |
| 喷嘴型式 | 碳化硅切向空心锥形 | 喷嘴型式 | 碳化硅切向空心锥形 |
| 喷嘴数量（外圈+内圈） 个/层 | 48+258 | 喷嘴数量（外圈+内圈） 个/层 | 60+224 |
| 填料层 | | | |
| 填料型式 | 雪花片式 | 填料层差压 Pa | 120 |
| 除雾器 | | | |
| 型号（平板式/屋脊式） | MEV25 MER22/27A | 型式 | 1层平板式+2层屋脊式 |
| 液滴去除效率（26um以上） % | 99.9 | 材质（管式/屋脊式） | 聚丙烯/增强型聚丙烯 |
| 出口液滴含量（干基，6%O ₂ ） mg/Nm ³ | ≤20 | 出口粉尘含量（干基，6%O ₂ ） mg/Nm ³ | ≤5 |
| 阻力损失 Pa | ≤150 | 最高持续运行温度 °C | 80 |
| 最高持续运行温度 °C | 80 | 喷嘴型式 | 全锥 |
| 最高连续运行温度/时间 °C/min | 85/10 | 喷嘴材料 | PP |
| 平均耗水量 m ³ /h | 12.5 | 每层喷嘴数 个 | 680 |
| 最大瞬时耗水量 m ³ /h | 110 | 喷嘴流量 L/min | 28 |

| | | | |
|------|---------|-----------|-----|
| 制造厂家 | 克莱德贝尔格曼 | 冲洗水压力 kPa | 200 |
|------|---------|-----------|-----|

3.4.3.2 除雾器冲洗系统

| | | | |
|-------------|--------------|-------------|-----------|
| 除雾器冲洗水箱 | | | |
| 有效容积 m3 | 217.6 | 数量（两台炉） 只 | 1 |
| 尺寸（直径×高度） m | Φ6×8 | 材质 | 碳钢 Q235-B |
| 除雾器冲洗水泵 | | | |
| 型号 | CH100-250 | 型式 | 卧式离心泵 |
| 流量 m3/h | 240 | 数量（两台炉） 台 | 2 |
| 扬程 m | 50 | 转速 r/min | 1480 |
| 轴功率 kW | 30 | 机封水流量 m3//h | 1～3 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | | |
| 除雾器冲洗水泵配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-250M-2 | 功率 kW | 55 |
| 额定电压/电流 V/A | 380/95 | 转速 r/min | 1480 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | 绝缘/防护等级 | F/IP55 |

3.4.4 海水供给系统

3.4.4.1 海水升压泵

| 海水升压泵 | | | |
|--------------|---------------------------------|------------|---------|
| 型号 | SGE1100×1100 | 型式 | 卧式离心泵 |
| 流量(A～E) m3/h | 13500 | 数量（一台炉） 台 | 3 |
| 扬程(A～E) m | 21.5 | 转速 r/min | 595 |
| 轴功率(A～E) kW | 905 | 机封水压力 MPa | 0.2～0.3 |
| 有效汽蚀余量 m | 9.8 | 机封水流量 m3/h | 3-3.6 |
| 制造厂家 | 长沙水泵厂有限公司 | | |
| 配用电机 | | | |
| 型号 | 变频：YSPKK560-10 工频：YXKK560-10 | 功率 kW | 1120 |
| 额定电压 kV | 10 | 转速 r/min | 595 |
| 额定电流 A | 84.9 | 绝缘/防护等级 | F/IP55 |
| 极对数 对 | 3 | 功率因数 | 0.952 |
| 制造厂家 | 湘潭电机集团有限公司 | | |
| 配用变频器 | | | |
| 品牌 | 东芝-三菱（TMEIC） | 额定容量 kVA | 1800 |

| | | | |
|-----------|------|---------|------|
| 额定输入电压 kV | 10 | 输出电压 kV | 0~10 |
| 输出频率 Hz | 0~50 | 额定电流 A | 104 |

3.4.4.2 海水升压泵房污水池

| 海水升压泵房污水泵 | | | |
|-------------|--------------|-----------|--------|
| 型号 | LZ40-160 | 型式 | 自控自吸泵 |
| 流量 m3/h | 20 | 数量（一台炉） 台 | 2 |
| 扬程 m | 15 | 转速 r/min | 1470 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业集团有限公司 | | |
| 污水泵配用电机 | | | |
| 型号 | YE4-132S2-2 | 功率 kW | 7.5 |
| 额定电压/电流 V/A | 380/35.8 | 转速 r/min | 1470 |
| 制造厂家 | 大连双龙泵业 | 绝缘/防护等级 | F/IP55 |

3.4.5 海水恢复系统

3.4.5.1 曝气池

| 曝气池 | | | |
|---------------------|---------------|------------|----------|
| 有效容积 m ³ | 7800 | 数量（一台炉） 只 | 1 |
| 尺寸（长×宽×深） m | 100×62.5×7.99 | 材质 | 混凝土+环氧涂料 |
| 流道数（曝气段+旁路） | 6+1 | 设计水深 m | 5.6 |
| 曝气风管 | | | |
| 曝气管材质 | 玻璃钢 | 曝气孔轴向间距 mm | 430 |
| 曝气孔径向数量 | 3 | 曝气段距离 m | 80.08 |

3.4.5.2 曝气风机

| 曝气风机 | | | |
|-------------------------------|----------|-------------------------------|--------|
| 型号 | GLA23336 | 风机风量 m ³ /h | 146216 |
| 风压 Pa | 29310 | 型式 | 单级离心 |
| 数量（一台炉） 台 | 3 | 轴承型式 | 滑动轴承 |
| 容积流量（最低潮位） Nm ³ /h | 146216 | 容积流量（最高潮位） Nm ³ /h | 89979 |
| 出口压力（最低潮位） kPa | 28 | 出口压力（最高潮位） kPa | 47.8 |
| 排气温度（最低潮位） °C | 59 | 排气温度（最高潮位） °C | 75 |
| 转速 r/min | 2723 | 转速 r/min | 2968 |
| 轴功率 kW | 1350.5 | 轴功率 kW | 1302.4 |
| 效率 % | 81.9 | 效率 % | 82.2 |

| | | | |
|--------------|-----------------|--------------|-------|
| 叶轮直径 mm | 1650 | 最高承受温度 ℃ | 100 |
| 轴承振动 mm | ≤4 | 振速 mm/s | 0.08 |
| 制造厂家 | 特尔特涡轮（四川）有限公司 | | |
| 曝气风机电机 | | | |
| 型号 | YX2SPKK500-2WTH | 额定电压/电流 kV/A | 10/21 |
| 功率 kW | 1600 | 转速 r/min | 2980 |
| 额定电压/电流 kV/A | 10/21 | 工作频率 Hz | 25～50 |
| 绝缘/防护等级 | F/IP54 | 极对数 | 2 |
| 制造厂家 | 湘潭电机集团有限公司 | | |
| 曝气风机变频器 | | | |
| 品牌 | 东芝-三菱（TMEIC） | 额定容量 kVA | 1800 |
| 额定输入电压 kV | 10 | 输出电压 kV | 0-10 |
| 输出频率 Hz | 0～50 | 额定电流 A | 104 |

3.4.5.3 曝气风机润滑油站

| | | | |
|------------------------|---------------|-------------|-------|
| 曝气风机润滑油站 | | | |
| 油箱容积 L | 550 | 油泵型式 | 螺杆泵 |
| 油泵数量 台/风机 | 2 | 正常供油压力 MPa | 0.4 |
| 油泵转速 r/min | 1450 | 油泵电机额定功率 kW | 3 |
| 冷却水压力 MPa | 0.2~0.6 | 冷却器数量 台/风机 | 2 |
| 冷却水量 m ³ /h | 3.6 | 冷却水温度 °C | ≤33 |
| 油箱电加热器数量 套/台 | 1 | 油箱电加热器功率 kW | 3 |
| 过滤器数量 套/台 | 2 | 过滤精度 mm | 0.025 |
| 制造厂家 | 特尔特涡轮（四川）有限公司 | | |

3.4.6 脱硫其他辅助系统

| | | | |
|-------------------|--------------|-------------|-----------|
| 脱硫仪用储气罐 | | | |
| 容积 m ³ | 10 | 数量（两台炉） 只 | 1 |
| 工作/设计/试验压力 MPa | 0.8/1.0/1.08 | 安全阀起跳压力 MPa | 0.84±0.02 |

第九部分 辅机系统联锁保护

1 汽轮机附属系统联锁保护

1.1 除氧器联锁保护

1.1.1 除氧器水位低Ⅱ值 ($\leq 70\text{mm}$)，除氧器水位低低报警，运行给水泵跳闸。

1.1.2 除氧器水位低Ⅰ值 ($\leq 2000\text{mm}$)，除氧器水位低报警。

1.1.3 除氧器水位高Ⅰ值 ($\geq 2300\text{mm}$)，除氧器水位高报警。

1.1.4 除氧器水位高Ⅱ值 ($\geq 2500\text{mm}$)。

- a) 调节开除氧器溢流调节阀。
- b) 开除氧器溢放水气动调节阀旁路电动阀。
- c) 关除氧器水位调节站旁路电动阀。
- d) 超驰关除氧器水位副调节阀。
- e) 保护关除氧器水位主调节阀至一定开度。

1.1.5 除氧器水位高Ⅲ值 ($\geq 2570\text{mm}$)，除氧器水位高高报警。

- a) 超驰开除氧器溢流调节阀。
- b) 切除凝泵深度变频模式。
- c) 超驰关除氧器水位主调节阀。
- d) 超驰关辅汽联箱至除氧器调节阀。
- e) 联锁关辅汽联箱至除氧器调节阀旁路电动阀。

1.1.6 除氧器水位高Ⅳ值 ($\geq 2670\text{mm}$)。

- a) 跳低加疏水泵。
- b) 超驰关#4 高加正常疏水调节阀。

1.1.7 除氧器水位高Ⅴ值 ($\geq 2770\text{mm}$)，除氧器水位高高高报警。

- a) 关五抽#1、#2 逆止阀。
- b) 关五抽电动阀。
- c) 关五抽至除氧器电动阀。
- d) 关五抽至除氧器逆止阀。
- e) 关五抽至小机低压进汽电动阀。
- f) 开五抽#1、#2 逆止阀前疏水气动二次阀。
- g) 开五抽电动阀后#1、#2 疏水站疏水气动二次阀。
- h) 开五抽至除氧器电动阀前疏水气动二次阀。
- i) 开五抽至除氧器逆止阀后疏水气动二次阀。
- j) 开五抽至小机低压进汽电动阀前疏水气动二次阀。

1.2 高压加热器联锁保护

1.2.1 高加水位低 ($\leq -40\text{mm}$)，高加水位低报警。

1.2.2 高加水位高 ($\geq 40\text{mm}$)，高加水位高报警。

1.2.3 高加水位高高 ($\geq 60\text{mm}$)，高加水位高高报警。

a) 超驰开高加事故疏水调节阀。

b) 关上级高加正常疏水调节阀。

1.2.4 高加水位高高高 ($\geq 80\text{mm}$)，高加水位高高高报警。

a) 关零、一、二、三、四抽电动阀和逆止阀。

b) 开零、一、二、三、四抽电动阀前后疏水阀，抽汽逆止阀前疏水阀，开零、二、四抽管道疏水阀，开#0 高加、#2 高加蒸冷器、#4 高加蒸冷器进汽管道疏水阀。

c) 开高加快关阀，高加进出口三通阀关闭，高加水侧走旁路。

1.2.5 #2 高加、#4 高加外置蒸汽冷却器水位 ($\geq 30\text{mm}$) 高报警。

1.2.6 #4 高加正常疏水调节阀自动关闭条件：汽轮机跳闸或除氧器水位高IV值 ($\geq 2670\text{mm}$)。

1.2.7 高加抽汽逆止阀前疏水阀、抽汽电动阀前疏水阀、抽汽电动阀后疏水阀、抽汽管道疏水阀自动开启：

a) 汽机跳闸。

b) 发电机跳闸。

c) 任一高加水位高高高 ($\geq 80\text{mm}$)。

d) 相应的抽汽逆止阀未开。

e) 相应的抽汽电动阀未开。

1.3 #6、#7、#8、#9 低压加热器联锁保护

1.3.1 低加水位低 ($\leq -38\text{mm}$)，低加水位低报警。

1.3.2 低加水位高 ($\geq 38\text{mm}$)，低加水位高报警。

1.3.3 低加水位高高 ($\geq 88\text{mm}$)，低加水位高高报警。

a) 超驰开对应低加事故疏水调节阀。

b) 关上级低加正常疏水调节阀。

1.3.4 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$)

a) 关对应低加抽汽电动阀、逆止阀。

b) 对应低加旁路阀全开后，关进、出水电动阀。

c) 开对应低加抽汽逆止阀前疏水阀、抽汽电动阀前、后疏水阀。

d) 超驰开对应低加事故疏水调节阀。

e) 关上级低加正常疏水调节阀。

1.3.5 低加进水电动阀

- a) 开允许：对应低加水位不高。
 - b) 允许关：对应低加旁路电动阀全开。
 - c) 保护关：对应低加水位高高高($\geq 138\text{mm}$)或对应低加出水电动阀全关。
- 1.3.6 低加出口电动阀
- a) 开允许：对应低加水位不高。
 - b) 关允许：对应低加旁路电动阀全开。
 - c) 保护关：对应低加水位高高高($\geq 138\text{mm}$)或对应低加进水电动阀全关。
- 1.3.7 低加旁路电动阀
- a) 开允许：对应低加抽汽电动阀或逆止阀任一关闭。
 - b) 联锁开：对应低加进水电动阀或出水电动阀开信号消失，延时 2s。
 - c) 保护开：对应低加水位高高高($\geq 138\text{mm}$)，延时 2s。
 - d) 关允许：对应低加进水电动阀全开且该低加出水电动阀全开。
- 1.3.8 低加疏水泵启允许条件（全部满足）：
- a) 联锁投入或低加疏水泵出口电动阀关闭。
 - b) #9 低加水位 $> -38\text{mm}$ 。
 - c) 联锁投入或低加疏水泵出口再循环气动调节阀阀位反馈 $> 80\%$ 且再循环电动阀已开。
 - d) 联锁投入或低加疏水泵电动机固定端轴承温度 $< 85^{\circ}\text{C}$ 。
 - e) 联锁投入或低加疏水泵电动机自由端轴承温度 $< 85^{\circ}\text{C}$ 。
 - f) 联锁投入或低加疏水泵驱动端轴承温度 $< 75^{\circ}\text{C}$ 。
 - g) 联锁投入或低加疏水泵非驱动端轴承温度 $< 75^{\circ}\text{C}$ 。
 - h) 无故障报警。
- 1.3.9 低加疏水泵自启条件：联锁投入，运行泵跳闸。
- 1.3.10 低加疏水泵跳闸条件（任一满足）：
- a) 发电机解列，延时 2s。
 - b) #9 低加水位 $< -80\text{mm}$ ，延时 60s。
 - c) 泵运行 30s 后，出口电动阀关且再循环调节阀开度 $< 50\%$ ，延时 30s。
 - d) 除氧器水位达高IV值($\geq 2670\text{mm}$)，延时 2s。
- 1.3.11 低加疏水泵出口电动阀
- a) 关允许：低加疏水泵停运。
 - b) 联锁开：联锁投入或低加疏水泵运行。
 - c) 联锁关：低加疏水泵停运或发电机解列。
- 1.3.12 低加疏水泵再循环电动阀
- a) 联锁开：低加疏水泵运行。
 - b) 联锁关：低加疏水泵停运或发电机解列。

1.4 #10、#11 低压加热器、疏水冷却器联锁保护

1.4.1 低加水位低 ($\leq -38\text{mm}$)，低加水位低报警。

1.4.2 低加水位高 ($\geq 38\text{mm}$)，低加水位高报警。

1.4.3 低加水位高高 ($\geq 88\text{mm}$)，低加水位高高报警。

1.4.4 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$)

a) #10#11 低加旁路电动阀全开后，关疏水冷却器进水电动阀和#10 低加出水电动阀。

b) 关#11 低加出水至低低温省煤器电动调节阀。

c) 关#10 低加出水至低低温省煤器电动阀。

d) 关轴封汽母管溢流至#11 低加电动阀，开轴封汽母管溢流至凝汽器电动阀。

1.4.5 疏冷器进水电动阀

a) 开允许：#10 低加和#11 低加水位均不高。

b) 允许关：#10#11 低加旁路电动阀全开。

c) 保护关：#10 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$) 或#11 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$) 或#10 低加出水电动阀全关。

1.4.6 #10 低加出水电动阀

a) 开允许：#10 低加和#11 低加水位均不高。

b) 允许关：#10#11 低加旁路电动阀全开。

c) 保护关：#10 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$) 或#11 低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$) 或疏冷器进水电动阀全关。

1.4.7 #10#11 低加旁路电动阀

a) 联锁开：对应低加进水电动阀或出水电动阀开信号消失，延时 2s。

b) 保护开：对应低加水位高高高 ($\geq 138\text{mm}$)，延时 2s。

c) 关允许：疏冷器进水电动阀全开且#10 低加出水电动阀全开。

1.5 轴封系统联锁保护

1.5.1 轴加风机自启条件（任一满足）：

a) 联锁投入，运行风机跳闸。

b) 联锁投入，轴加压力 $> -1.0\text{kPa}$ 。

1.5.2 轴封汽母管溢流至#11 低加电动阀

a) 开允许：#11 低加液位 $< 38\text{mm}$ 。

b) 关允许：轴封汽母管溢流调节阀开度 $< 5\%$ 。

c) 联锁关：轴封汽母管溢流至凝汽器电动阀开或#11 低加水侧解列。

1.5.3 轴封汽母管溢流至凝汽器电动阀

a) 联锁开：

- 1) #11 低加解列。
- 2) 轴封溢流蒸汽温度 $>425^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 汽机跳闸。
- 4) MFT。
- b) 关允许：轴封汽母管溢流调节阀开度 $<5\%$ 。

1.5.4 辅汽至轴封汽压力调节阀

- a) 联锁关（延时 3min）：
 - 1) 超高压转子温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 时，辅汽至轴封汽压力调节阀前蒸汽温度 $<240^{\circ}\text{C}$ 或 $>300^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 超高压转子温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 时，辅汽至轴封汽压力调节阀前蒸汽温度 $<320^{\circ}\text{C}$ 或 $>350^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) $200^{\circ}\text{C}\leq$ 超高压转子温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时，定值在两者之间。
- b) 联锁关（无延时）：
 - 1) 超高压转子温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 时，辅汽至轴封汽压力调节阀前蒸汽温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 或 $>400^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 超高压转子温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 时，辅汽至轴封汽压力调节阀前蒸汽温度 $<240^{\circ}\text{C}$ 或 $>400^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) $200^{\circ}\text{C}\leq$ 超高压转子温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时，定值在两者之间。

1.5.5 轴封电加热器

- a) 自启条件：
 - 1) 超高压转子温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 时，电加热器前温度 $<240^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 超高压转子温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 时，电加热器前温度 $<320^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) $200^{\circ}\text{C}\leq$ 超高压转子温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时，电加热开启温度在两者之间。
- b) 自停条件：
 - 1) 超高压转子温度 $<200^{\circ}\text{C}$ 时，电加热器前温度 $>245^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 超高压转子温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 时，电加热器前温度 $>325^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) $200^{\circ}\text{C}\leq$ 超高压转子温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时，电加热停止温度在两者之间。

1.6 主机润滑油系统联锁保护

1.6.1 主油箱油位 $<680\text{mm}$ ，汽机跳闸。

1.6.2 主机润滑油母管压力 $<0.23\text{MPa}$ ，汽机跳闸。

1.6.3 主机交流润滑油泵自启条件（任一满足）：

- a) 联锁投入，润滑油母管压力 $<0.31\text{MPa}$ 。
- b) 联锁投入，润滑油母管末端压力 $<0.28\text{MPa}$ 。
- c) 联锁投入，另一交流润滑油泵运行信号消失。
- d) 联锁投入，另一交流润滑油泵运行，且该交流润滑油泵出口压力低（ $<0.5\text{MPa}$ ）。
- e) 联锁投入，交流润滑油泵无停运指令且电流 $<70\text{A}$ 。

1.6.4 主机直流润滑油泵

- a) 停允许：任一交流润滑油泵运行且润滑油母管压力 $>0.31\text{MPa}$ 。

- b) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 润滑油母管压力 $<0.31\text{MPa}$ 。
 - 2) 润滑油母管末端压力 $<0.28\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入，任一交流润滑油泵跳闸。
 - 4) 联锁投入，任一交流润滑油泵运行，且该交流润滑油泵出口压力低（ $<0.5\text{MPa}$ ）。
 - 5) 直流润滑油泵控制柜上润滑油压联锁开关投入且润滑油母管压力 $<0.31\text{MPa}$ 。

1.6.5 主油箱排油烟风机自启条件（任一满足）：

- a) 联锁投入，主机润滑油箱压力 $>-0.5\text{kPa}$ 。
- b) 联锁投入，运行排油烟风机跳闸。

1.6.6 主油箱电加热

- a) 自启条件：联锁投入，任一润滑油泵运行，润滑油主油箱油温 $<35^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 自停条件（任一满足）：
 - 1) 主油箱油温 $>40^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 主油箱油位 $<680\text{mm}$ 。
 - 3) 交流润滑油泵和直流润滑油泵均停。

1.6.7 顶轴油泵

- a) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，汽轮机转速 $<2000\text{r/min}$ ，任一顶轴油泵跳闸。
 - 2) 联锁投入，任一顶轴油泵运行且顶轴油母管压力 $<12.5\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入，任一顶轴油泵运行且该泵出口压力低（ $<12.5\text{MPa}$ ），延时 2s。
 - 4) 汽轮机转速 $<2000\text{r/min}$ ，任一预选泵启动失败，延时 5s 非预选泵联启。
 - 5) 汽轮机转速 $<2000\text{r/min}$ ，预选泵联启。
- b) 自停条件：联锁投入，汽轮机转速 $>2100\text{r/min}$ ，延时 1s。

1.6.8 盘车电磁阀

- a) 自动开：盘车联锁投入且汽轮机转速 $<120\text{r/min}$ 。
- b) 自动关（任一满足）：
 - 1) 顶轴油系统运行正常（任意两台泵并列运行），延时 30s，且汽轮机转速 $>180\text{r/min}$ 。
 - 2) 发电机密封油系统运行不正常。（发电机密封油系统运行正常：至少一台密封油泵运行且出口油压 $>0.8\text{MPa}$ 且密封油油氢差压 $>60\text{kPa}$ ）
 - 3) 顶轴油系统运行正常，润滑油母管压力 $<0.17\text{MPa}$ 。
- c) 禁止手操泄压条件：顶轴油系统运行正常且汽轮机转速 $>180\text{r/min}$ ，30s 内禁止盘车电磁阀手动泄压。

1.7 抗燃油系统联锁保护

1.7.1 抗燃油泵

- a) 启允许（任一满足）：
 - 1) 联锁投入。
 - 2) 抗燃油箱油位不低且油温 $>10^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，运行泵运行信号消失。
 - 2) 联锁投入，抗燃油母管压力 $<12.5\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入，另一泵运行 10s 后出口压力 $<15\text{MPa}$ 。

1.7.2 抗燃油循环泵

- a) 启允许：抗燃油箱油位不低。
- b) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，运行泵运行信号消失。
 - 2) 联锁投入，抗燃油箱油温 $>55^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 自停条件：抗燃油循环泵运行 4s 后，对应冷油器前压力 $<0.13\text{MPa}$ 。

1.8 汽动给水泵组联锁保护

1.8.1 汽泵组启动条件（全部满足）

- a) 汽泵前置泵进水电动阀全开且汽泵出水电动阀全关。
- b) 汽泵再循环阀前、后电动阀全开且汽泵再循环调节阀开度 $>85\%$ 。
- c) 汽泵低压抽头电动阀已关且汽泵高压抽头电动阀已关。
- d) 除氧器水位 $>2000\text{mm}$ 。
- e) 小机任一交流润滑油泵运行且小机润滑油母管压力 $>0.08\text{MPa}$ 。
- f) 汽泵泵体上下温差 $<30^{\circ}\text{C}$ 。
- g) 汽泵密封水回水温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
- h) 汽泵轴承温度正常（全部满足）：
 - 1) 汽泵驱动端径向轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 汽泵非驱动端径向轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) 汽泵推力轴承工作面温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 4) 汽泵推力轴承非工作面温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
- i) 汽泵前置泵轴承温度正常（全部满足）：
 - 1) 汽泵前置泵非驱动端径向轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 汽泵前置泵驱动端径向轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
- j) 汽泵前置泵减速箱轴承温度正常（全部满足）：
 - 1) 汽泵减速箱高速端泵侧轴承温度 $<90^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 汽泵减速箱高速端机侧轴承温度 $<90^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) 汽泵减速箱低速端泵侧轴承温度 $<90^{\circ}\text{C}$ 。

4) 汽泵减速箱低速端机侧轴承温度 $<90^{\circ}\text{C}$ 。

k) 汽泵无反转报警。

l) 任一闭冷泵运行。

m) MEH 故障信号不存在。

1.8.2 汽泵组跳闸条件（任一满足）

a) 除氧器水位 $<70\text{mm}$ ，延时 5s。（模拟量 3 取 2）

b) 汽泵前置泵进水电动阀全关且未开，延时 5s。

c) 小机任一轴承 X/Y 任一向振动 $\geq 120\mu\text{m}$ 且该轴承另一向振动 $\geq 80\mu\text{m}$ ，延时 2s。

d) 汽泵任一轴承 X/Y 任一向振动 $\geq 100\mu\text{m}$ 且该轴承另一向振动 $\geq 80\mu\text{m}$ ，延时 3s。

e) 小机推力轴承温度 $>115^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。（模拟量 2 取 2）

f) 小机径向轴承温度 $>115^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。（模拟量 2 取 2）

g) 汽泵推力轴承温度 $>90^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。（模拟量 3 取 2）

h) 汽泵径向轴承温度 $>90^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。（模拟量 2 取 2）

i) 汽泵前置泵减速箱轴承温度 $>90^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。（模拟量 2 取 2）

j) 轴向位移 $\geq +0.8\text{mm}$ 或 $\leq -0.8\text{mm}$ 。（模拟量 3 取 2）

k) 小机速关油压力 $\leq 0.15\text{MPa}$ ，延时 1s。（模拟量 3 取 2）

l) 小机抗燃油压力 $\leq 9\text{MPa}$ ，延时 1s。（开关量 3 取 2）

m) 小机真空 $\leq 31\text{kPa}$ ，延时 3s。（开关量 3 取 2）

n) 小机转速 $\geq 6290\text{r/min}$ 。（模拟量 3 取 2）

o) 小机转速 $>2800\text{r/min}$ 且汽泵前置泵出口流量 $<F(x)$ ，延时 30s。（模拟量 3 取 2）

p) 小机转速 $<2800\text{r/min}$ ，汽泵前置泵出口流量 $<350\text{t/h}$ ，且汽泵再循环调节阀前隔离阀关闭或汽泵再循环调节阀后隔离阀关闭或汽泵再循环调节阀开度 $<30\%$ ，延时 20s。

q) 汽泵无出力（转速指令与反馈偏差 $>2000\text{r/min}$ 且汽泵前置泵出口流量 $\leq 550\text{t/h}$ 且汽泵出水电动阀开且负荷 $>500\text{MW}$ 且给泵出口压力低于给水母管压力 1MPa 以上），延时 2s。

r) MFT 且小机保留按钮未投入，脉冲 2s。

1.8.3 汽泵再循环前、后电动阀自动开：汽泵再循环调节阀开度 $>5\%$ ，脉冲 2s。或汽泵前置泵流量 $<500\text{t/h}$ ，脉冲 2s。

1.8.4 汽泵再循环调节阀：汽泵运行且前置泵出口流量低（ $\leq 550\text{t/h}$ ）自动开动作，流量至 350t/h 全开；前置泵出口流量不低（ $>600\text{t/h}$ ），动作停止调节阀全关。

1.8.5 前置泵进水电动阀关允许：汽泵组停运。

1.8.6 汽泵出水电动阀联锁关：小机已跳闸，脉冲 2s。

1.8.7 汽泵高、低压抽头电动阀联锁关：小机已跳闸，延时 3s，脉冲 2s。

1.8.8 小机交流润滑油泵

a) 启允许：联锁投入或油箱油位不低（ $>850\text{mm}$ ）。

b) 自启条件（任一满足）：

- 1) 联锁投入,小机交流润滑油泵运行状态取非,脉冲 2s。
- 2) 联锁投入,小机交流润滑油泵运行 20s 后,小机润滑油母管压力 $<0.1\text{MPa}$ 或该泵出口母管压力低。
- 3) 联锁投入,小机交流润滑油泵运行且电流 $<85\text{A}$,延时 1s,脉冲 2s。

c) 停允许（任一满足）：

- 1) 小机停运且小机盘车未运行且小机转速 $<5\text{r/min}$ 。
- 2) 两台小机交流润滑油泵运行且小机润滑油母管压力 $>0.15\text{MPa}$ 。

1.8.9 小机直流润滑油泵

a) 自启条件（任一满足）：

- 1) 小机两台交流润滑油泵运行信号均消失,脉冲 2s。
- 2) 小机润滑油母管压力 $<0.05\text{MPa}$ 或小机润滑油压低低低（ $<0.04\text{MPa}$ ）,脉冲 2s。
- 3) 给泵汽轮机直流润滑油泵控制柜上润滑油压联锁开关投入且润滑油母管压力 $<0.05\text{MPa}$ 。

b) 停允许（任一满足）：

- 1) 任一小机交流润滑油泵运行且小机润滑油母管压力不低（ $>0.15\text{MPa}$ ）。
- 2) 小机停运且小机盘车未运行且小机实际转速 $<5\text{r/min}$ 。

1.8.10 小机油箱电加热器

a) 启允许：任一润滑油泵运行且小机油箱油位不低（ $>850\text{mm}$ ）

b) 自启条件：联锁投入,小机油箱温度 $<30^{\circ}\text{C}$,脉冲 2s。

c) 自停条件（任一满足）：

- 1) 小机油箱油位低（ $<850\text{mm}$ ）,脉冲 2s。
- 2) 小机油箱温度高（ $>45^{\circ}\text{C}$ ）,脉冲 2s。
- 3) 小机交流润滑油泵和小机直流润滑油泵均停运,脉冲 2s。

1.8.11 小机盘车

a) 启允许（全部满足）：

- 1) 小机盘车远控状态。
- 2) 小机盘车无故障状态。
- 3) 小机润滑油母管压力 $>0.1\text{MPa}$ 。
- 4) 小机转速 $<10\text{r/min}$ 。
- 5) 小机盘车啮合油通路。
- 6) 汽泵组水侧通路。

b) 自启条件：联锁投入,小机停运且小机转速 $<10\text{r/min}$,延时 5s。

c) 自停条件（任一满足）：

- 1) 小机转速 $>120\text{r/min}$,延时 3s。

- 2) 小机润滑油母管压力 $<0.04\text{MPa}$, 延时 2s。
- 3) 小机盘车啮合油断开。
- 1.8.12 汽泵密封水泵
 - a) 启允许（全部满足）：
 - 1) 任一凝泵运行。
 - 2) 汽泵密封水泵进口电动阀开。
 - b) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 汽泵密封水泵出口母管压力 $<1.5\text{MPa}$, 延时 5s 预选泵联启。
 - 2) 联锁投入, 一台汽泵密封水泵运行, 延时 15s 汽泵密封水泵出口母管压力仍 $<1.5\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入, 密封水回水温度 $>60^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 自停条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入, 汽泵密封水泵运行 20s 后, 汽泵密封水泵出口母管压力仍 $<1.5\text{MPa}$ 。
 - 2) 汽泵密封水泵出口母管压力 $>2.4\text{MPa}$, 预选泵联停。
 - 3) 凝结水泵出口母管压力 $<0.5\text{MPa}$, 延时 3s。

1.9 凝结水系统联锁保护

1.9.1 凝结水泵

- a) 启允许（全部满足）：
 - 1) 联锁投入或热井水位不低(高压凝汽器或低压凝汽器热井水位 3 取中 $>850\text{mm}$)。
 - 2) 凝泵进水电动阀全开或全关信号消失。
 - 3) 联锁投入或凝泵出水电动阀关。
 - 4) 联锁投入或精处理前置过滤器旁路阀开或精处理前置过滤器投入。
 - 5) 联锁投入或精处理混床旁路阀开或精处理混床投入。
 - 6) 联锁投入或轴加旁路阀开或进、出水电动阀全开。
 - 7) 联锁投入或凝结水再循环调节阀开度 $>90\%$ 或一台凝泵在运行。
 - 8) 联锁投入或凝泵电机上轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 9) 联锁投入或凝泵电机下轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 10) 联锁投入或凝泵推力轴承度 $<70^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 跳闸条件（任一满足）：
 - 1) 热井水位低低(高压凝汽器与低压凝汽器热井水位均 $<400\text{mm}$, 3 取 2)。
 - 2) 凝泵进水电动阀全关且进水阀未全开, 延时 2s。
 - 3) 泵运行 30s 后出水阀关且出水阀未全开, 延时 30s。
 - 4) 凝泵电机上轴承温度高 $\geq 95^{\circ}\text{C}$, 延时 3s。（模拟量 2 取 2）
 - 5) 凝泵电机下轴承温度高 $\geq 95^{\circ}\text{C}$, 延时 3s。（模拟量 2 取 2）
 - 6) 凝泵推力轴承温度高 $\geq 85^{\circ}\text{C}$, 延时 3s。（模拟量 2 取 2）

- 7) 凝泵工频启动 120s 后, 凝结水流量 $\leq 600\text{t/h}$, 延时 60s。
- 8) 凝泵变频启动 120s 后, 凝结水流量 $F(X)$ (1500r/min : $\leq 600\text{t/h}$; 1000r/min : $\leq 420\text{t/h}$), 延时 60s。
- c) 凝泵自启条件 (任一满足):
 - 1) 联锁投入, 运行泵运行信号消失。
 - 2) 联锁投入, 凝泵工频运行 120s 后, 凝结水母管压力 $< 2.5\text{MPa}$, 延时 5s。
 - 3) 联锁投入, 凝泵变频运行 120s 后, 凝结水母管压力 $< 1.2\text{MPa}$, 延时 5s。
 - 4) 联锁投入, 凝泵变频运行, 除氧器液位 $< 1000\text{mm}$ 且机组已并网。
 - 5) 联锁投入, 凝泵变频运行, 凝结水母管与除氧器差压 $< 0.5\text{MPa}$ 。
- 1.9.2 凝泵进水电动阀关允许条件: 凝泵停运状态。
- 1.9.3 凝泵出水电动阀
 - a) 联锁开: 凝泵投备用或运行 2s 后。
 - b) 联锁关: 泵停运状态 (运行信号消失、停运信号、电流 $< 10\text{A}$, 3 取 2) 且联锁未投入。
- 1.9.4 凝结水输送泵
 - a) 启允许 (全部满足):
 - 1) 凝储水箱水位不低 ($> 2\text{m}$)。
 - 2) 凝结水输送泵出水电动阀关。
 - b) 跳闸条件 (任一满足):
 - 1) 凝储水箱水位低 ($< 1000\text{mm}$), 延时 2s。
 - 2) 凝结水输送泵运行 30s 后出水阀全关。
 - 3) 任一凝泵运行且凝汽器热井水位高 ($> 1850\text{mm}$)。
 - c) 自启条件 (任一满足):
 - 1) 预选投入, 任一凝泵运行且凝汽器热井水位 $< 800\text{mm}$ 。
 - 2) 预选投入, 凝输水母管压力 $< 0.5\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入, 任一凝结水输送泵运行且凝输水母管压力 $< 0.5\text{MPa}$ 。
 - 4) 联锁投入, 凝汽器主、副补水调节阀开度指令均 $> 95\%$ 。
 - 5) 联锁投入, 闭冷水箱水位 $< 1000\text{mm}$ 。
 - 6) 联锁投入, 运行泵跳闸。
 - 7) 联锁投入, 泵运行 60s 后电流大 ($> 177\text{A}$)。
- 1.9.5 凝结水输送泵出水电动阀联锁开: 联锁投入或凝输泵运行。
- 1.9.6 凝泵变频器逻辑
 - a) 凝泵变频运行, 变频器跳闸, 备用凝泵自动启。
 - b) 凝泵变频运行, 除氧器水位低于 1000m , 延时 5s, 备用凝泵自动启。
 - c) 凝泵变频运行, 变频器跳闸延时 2s 后, 凝泵 10kV 开关跳闸。

- d) 凝泵变频运行，凝泵 10kV 开关跳闸，联启备用凝结水泵。

1.9.7 凝泵变频器

- a) 启允许（全部满足）：
- 1) 变频器无重故障报警。
 - 2) 变频器隔离闸刀状态正确。
 - 3) 变频器对应的 10kV 开关已合。
 - 4) 变频器允许启信号存在。
- b) 自停条件（任一满足）：
- 1) 凝泵变频运行，变频器重故障。
 - 2) 热井水位低低(高压凝汽器与低压凝汽器热井水位 3 取 2 均 $<600\text{mm}$)。
 - 3) 凝泵变频运行，凝泵进口电动阀关且进口阀未全开，延时 2s。
 - 4) 凝泵变频运行，泵运行 30s 后出水阀关且出水阀未全开，延时 30s。
 - 5) 凝泵变频运行，凝泵电机上轴承温度高 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ ，延时 3s。（模拟量 2 取 2）
 - 6) 凝泵变频运行，凝泵电机下轴承温度高 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ ，延时 3s。（模拟量 2 取 2）
 - 7) 凝泵变频运行，凝泵推力轴承温度高 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ ，延时 3s。（模拟量 2 取 2）
 - 8) 凝泵变频运行，相应的凝泵 10kV 开关跳闸。
 - 9) 凝泵变频运行 120s 后，凝结水流量低。

1.9.8 凝结水再循环调节阀

- a) 凝结水流量 $\leq 1050\text{t/h}$ 自动开至 8%，流量至 700t/h 全开；凝结水流量 $>1250\text{t/h}$ 再循环调节阀全关。
- b) 凝结水流量低（工频 700t/h；变频 600t/h）凝结水再循环调节阀快开并自动全开。

1.10 循环水系统联锁保护

1.10.1 循环水泵

- a) 启允许（全部满足）：
- 1) 联锁投入或循泵旋转滤网处水位不低（ $>-100\text{m}$ ）。
 - 2) 联锁投入或循泵推力轴承金属温度 $<70^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) 联锁投入或循泵电机上导轴承金属温度 $<70^{\circ}\text{C}$ 。
 - 4) 联锁投入或循泵电机下导轴承金属温度 $<75^{\circ}\text{C}$ 。
 - 5) 联锁投入或循泵电机冷却水进水压力 $>0.5\text{MPa}$ 。
 - 6) 联锁投入或循泵出口蝶阀关到位或循泵程控启动。
 - 7) 联锁投入或本机凝汽器高压侧或低压侧循环水进、出水电动阀均未关闭，或循环水母管 #1、#2 联络阀均开且临机机循环水通路。
- b) 跳闸条件（任一满足）：
- 1) 循环水泵非首台启动，运行 60s 后，出口液控蝶阀开度 $<25\%$ 且开反馈未收到，延时 35s。

- 2) 循环水泵启动, 运行 30s 后, 出口液控蝶阀全关 (全开信号消失、全关信号、开度模拟量 $<10\%$, 3 取 2), 延时 2s。
 - 3) 循环泵电机上导轴承金属温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$, 延时 2s。(模拟量 2 取 2)
 - 4) 循环泵推力轴承金属温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$, 延时 2s。(模拟量 4 取 3)
 - 5) 循环泵电机下导轴承金属温度 $\geq 85^{\circ}\text{C}$, 延时 2s。(模拟量 2 取 2)
 - c) 自启条件 (任一满足):
 - 1) 第一备用投入, 本机运行循环水泵跳闸, 延时 2s。
 - 2) 第一备用投入, 本机任一循环水泵运行 30s, 且循环水母管压力 $<40\text{kPa}$ 。
 - 3) 第一备用投入, 本机任一循环水泵启动失败。
- 1.10.2 循环泵出口蝶阀
- a) 联锁开: 循环泵启动或程控开。
 - b) 联锁关: 循环泵停运或程控关。
- 1.10.3 循环泵出口蝶阀液压油站油泵及溢流阀
- a) 油泵自动启: 液压油蓄能器压力低 ($\leq 13\text{MPa}$) 或开启状态开腔压力低 ($\leq 4\text{MPa}$) 或关闭状态开腔压力低 ($\leq 4\text{MPa}$)。
 - b) 油泵自动停: 液压油蓄能器压力高 ($\geq 16\text{MPa}$) 或开启状态开腔压力高 ($\geq 8\text{MPa}$) 或关闭状态开腔压力低高 ($\geq 8\text{MPa}$)。
 - c) 液压油母管溢流阀动作: 液压油母管压力高 ($\geq 18.5\text{MPa}$)。
- 1.10.4 凝汽器内环 (外环) 循环水进水、出水电动阀关允许 (任一满足):
- a) 外环 (内环) 循环水进水、出水电动阀均在非关位且真空 $>80\text{kPa}$ 。
 - b) 汽机跳闸。
 - c) 三台循环泵均停且循环水母管#1、#2 联络阀关闭。
- 1.10.5 循环水进水母管至脱硫海水升压泵前池电动阀开允许: 循环水母管压力 $>40\text{kPa}$ 。
- 1.11 闭冷水系统联锁保护
- 1.11.1 闭冷水泵
- a) 启允许 (全部满足):
 - 1) 联锁投入或闭冷水箱水位 $\geq 1000\text{mm}$ 。
 - 2) 闭冷水泵进水电动阀全开或关信号消失。
 - 3) 联锁投入或闭冷水泵出水电动阀全关。
 - 4) 联锁投入或至少一台闭冷器闭冷水进、出水电动阀均全开。
 - 5) 联锁投入或闭冷水泵驱动端轴承温度均不高 ($<70^{\circ}\text{C}$)。
 - 6) 联锁投入或闭冷水泵非驱动端轴承温度均不高 ($<70^{\circ}\text{C}$)。
 - 7) 联锁投入或闭冷水泵电机自由端轴承温度均不高 ($<80^{\circ}\text{C}$)。
 - 8) 联锁投入或闭冷水泵电机固定端轴承温度均不高 ($<80^{\circ}\text{C}$)。

- b) 跳闸条件（任一满足）：
 - 1) 闭冷水泵运行且进水电动阀未开且关闭, 延时 3s。
 - 2) 闭冷水泵运行 30s 后, 出水电动阀未开且关闭, 延时 3s。
- c) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入, 运行泵跳闸。
 - 2) 联锁投入, 闭冷水泵工频运行 60s, 闭冷器出口母管压力 $<0.6\text{MPa}$, 延时 3s。
 - 3) 联锁投入, 闭冷水泵变频运行 60s, 闭冷器出口母管压力 $<0.55\text{MPa}$, 延时 3s。
- 1.11.2 闭冷水泵进水电动阀关允许：泵停运且联锁未投入。
- 1.11.3 闭冷水泵出水电动阀
 - a) 关允许：泵停运。
 - b) 联锁开：联锁投入或泵运行
 - c) 联锁关：泵停运。
- 1.11.4 闭冷器开冷水进、出水电动阀关允许（任一满足）：
 - a) 闭冷水泵全停。
 - b) 任一闭冷水泵运行, 另一侧闭冷器开冷水进、出水电动阀均已开。
 - c) 机组未并网。
- 1.11.5 主机冷油器冷却水进水电动阀关允许（任一满足）：
 - a) 闭冷水泵全停。
 - b) 任一闭冷水泵运行, 另一侧冷油器冷却水进、出水电动阀均已开。
 - c) 汽机跳闸。
- 1.11.6 主机润滑油冷油器冷却水进水调节阀旁路阀关允许（任一满足）：
 - a) 闭冷水泵全停。
 - b) 主机润滑油供油温度 $<60^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 汽机跳闸。
- 1.11.7 主机润滑油冷油器冷却水进水调节阀旁路阀联锁开：主机润滑油供油温度 $>65^{\circ}\text{C}$ 。
- 1.11.8 氢冷器冷却水进水调节阀旁路阀
 - a) 关允许（任一满足）：
 - 1) 闭冷水泵全停。
 - 2) 冷氢温度 $<40^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3) 机组未并网。
 - b) 联锁开：冷氢温度 $>48^{\circ}\text{C}$ 。
- 1.12 真空泵组联锁保护
- 1.12.1 真空泵
 - a) 启允许（全部满足）：

- 1) 联锁投入或真空泵进口气动阀关。
 - 2) 联锁投入或气水分离器水位 $>150\text{mm}$ 。
 - 3) 联锁投入或真空泵电机自由端轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - 4) 联锁投入或真空泵电机固定端轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 停允许：真空泵进口电动阀关。
 - c) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，高压凝汽器或低压凝汽器真空低($<91\text{kPa}$)。
 - 2) 联锁投入，同侧高效真空泵组跳闸。
 - 3) 联锁投入，同侧高效真空泵运行且进口气动阀前压力低($<91\text{kPa}$)。
 - 4) 联锁投入，对侧真空泵跳闸。
 - 5) 联锁投入，对侧高效真空泵组跳闸且对侧真空泵联启失败。
 - 6) 联锁投入，对侧高效真空泵运行且进口气动阀前压力低($<91\text{kPa}$)且对侧真空泵联启失败。
 - d) 自停条件（任一满足）：
 - 1) 汽机跳闸，真空破坏阀开到位且关位消失。
 - 2) 真空泵运行 30s 后，进口气动阀全关。
1. 12. 2 真空泵进口气动阀
- a) 开允许：真空泵运行或汽机跳闸且所有真空泵均停运。
 - b) 联锁开：真空泵运行，泵进口真空高($>84\text{kPa}$)。
 - c) 联锁关：真空泵停运。
1. 12. 3 真空泵进口电动阀
- a) 联锁开：真空泵运行。
 - b) 联锁关：真空泵停运。
1. 12. 4 真空泵分离器补水电磁阀
- a) 联锁开：分离器水位 $<80\text{mm}$ 。
 - b) 联锁关：分离器水位 $>200\text{mm}$ 。
1. 12. 5 真空破坏阀
- a) 开阀操作方式：操作盘硬手操按钮。
 - b) 关阀操作方式：DCS 远方关闭。
1. 12. 6 高效真空泵组
- a) 启允许（全部满足）：
 - 1) 高效真空泵组进口真空 $\geq 90\text{kPa}$ 。
 - 2) 高效真空泵组分离器液位 $\geq 200\text{mm}$ 。
 - 3) 高效真空泵组进口气动阀关。

- b) 停允许：高效真空泵组进口电动阀关。
- c) 自停条件（任一满足）：
 - 1) 汽机跳闸，真空破坏阀开到位且关位消失。
 - 2) 高效真空泵组运行 30s 后，进口气动阀全关。
- 1.12.7 高效真空泵组进口气动阀
 - a) 联锁开：高效真空泵组运行且进口气动阀前后压力差 $\leq 3\text{kPa}$ 。
 - b) 联锁关：高效真空泵组停运。
- 1.12.8 高效真空泵组分离器补水电磁阀
 - a) 联锁开：高效真空泵组分离器液位 $< 200\text{mm}$ 。
 - b) 联锁关：高效真空泵组分离器液位 $> 300\text{mm}$ 。
- 1.12.9 高效真空泵组罗茨泵逻辑：高效真空泵水环真空泵启动后延时 10s，自动联启高效真空泵组罗茨泵。
- 1.13 发电机定冷水系统联锁保护
 - 1.13.1 定冷水泵
 - a) 停允许（任一满足）：
 - 1) 另一台泵运行且该泵出水压力 $> 0.9\text{MPa}$ 。
 - 2) 发电机未并网。
 - b) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，运行定冷水泵运行信号消失。
 - 2) 联锁投入，运行定冷水泵出口压力 $< 0.8\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入，发电机定冷水流量 $< 108\text{t/h}$ 。
 - 4) 联锁投入，发电机定子水进水压力 $< 0.4\text{MPa}$ 。
 - 1.13.2 发电机断水保护：发电机定冷水流量 $\leq 96\text{t/h}$ ，延时 30s。
- 1.14 发电机密封油系统联锁保护
 - 1.14.1 交流密封油泵
 - a) 启允许：联锁投入或真空油箱油位正常。
 - b) 停允许（任一满足）：
 - 1) 汽轮机零转速且机内氢压 $< 0.05\text{MPa}$ 。
 - 2) 一台交流密封油泵或直流密封油泵运行，密封油过滤器出口油压 $\geq 1.0\text{MPa}$ 。
 - c) 自启条件（任一满足）：
 - 1) 联锁投入，运行交流密封油泵跳闸。
 - 2) 联锁投入，运行交流密封油泵出口油压 $\leq 0.8\text{MPa}$ 。
 - 3) 联锁投入，密封油油氢差压 $< 80\text{kPa}$ 。

4) 联锁投入,任一交流密封油泵运行 30s 后,密封油过滤器出口油压 $<0.8\text{MPa}$ 。

1.14.2 直流密封油泵

a) 停允许(任一满足):

1) 汽轮机零转速且机内氢压 $<0.05\text{MPa}$ 。

2) 任一交流密封油泵运行且密封油过滤器出口油压 $\geq 1.0\text{MPa}$ 。

b) 自启条件(任一满足):

1) 联锁投入,A、B 交流密封油泵均跳闸。

2) 联锁投入,任一交流密封油泵运行且密封油过滤器出口油压 $<0.8\text{MPa}$,延时 2s。

3) 联锁投入,密封油真空油箱油位低。

4) 联锁投入,油氢差压 $<70\text{kPa}$ 。

1.14.3 密封油真空泵

a) 启允许:真空油箱油位不高。

b) 自动停:真空油箱油位 $>700\text{mm}$ 。

1.14.4 密封油储油箱排油烟风机自启条件(任一满足):

a) 联锁投入,运行排油烟风机运行信号消失。

b) 联锁投入,运行排油烟机进口压力 $>-0.3\text{kPa}$,延时 5s。

1.15 高、中、低压旁路系统联锁保护

1.15.1 高旁阀

a) 快关条件(任一满足):

1) 高旁出口蒸汽温度 $>443^{\circ}\text{C}$,延时 5s。

2) 高旁出口蒸汽压力 $>12.5\text{MPa}$ 。

3) 高旁减温水与旁路后蒸汽压力差 $<1\text{MPa}$ 。

4) 中旁阀快关。

5) 高旁阀手动快关。

b) 超驰开条件(任一满足):

1) 汽机跳闸。

2) 发电机跳闸。

3) 高旁阀手动超驰开。

1.15.2 高旁减温水调节阀开、关条件:

a) 高旁减温水调节阀的温度设定值由操作员给定,宜选择在 $270^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ 。

b) 高旁减温水调节阀在自动状态下,高旁减温水量与高旁阀后蒸汽温度有关,同时接受高旁阀开度与主汽压力的修正。

c) 高旁阀开度 $>3\%$,高旁减温水调节阀切自动。

d) 高旁阀开度 $<2\%$ 或高旁快关指令,高旁减温水调节阀自动关闭。

1. 15. 3 高旁减温水隔离阀
- a) 联锁开：高旁减温水调节阀指令 $>3\%$ 或高旁阀超驰开。
 - b) 联锁关：高旁减温水调节阀指令 $<2\%$ 或高旁阀快关。
1. 15. 4 A 或 B 中旁阀
- a) 快关条件（任一满足）：
 - 1) 中旁出口蒸汽温度 $>462^{\circ}\text{C}$ ，延时 5s。
 - 2) 中旁阀后蒸汽压力 $>3.79\text{MPa}$ 。
 - 3) 中旁减温水与旁路后蒸汽压力差 $<0.8\text{MPa}$ 。
 - 4) 低旁阀快关。
 - 5) 中旁阀手动快关。
 - b) 超驰开条件（任一满足）：
 - 1) 高旁阀超驰开。
 - 2) 中旁阀超驰开信号。
1. 15. 5 中旁减温水调节阀开、关条件：
- a) 中旁减温水调节阀的温度设定值由操作员给定，宜选择在 $250^{\circ}\text{C}\sim 320^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 中旁减温水调节阀在自动状态下，中旁减温水量与中旁阀后蒸汽温度有关，同时接受中旁阀开度与一次热再压力的修正。
 - c) 中旁阀开度 $>3\%$ ，中旁减温水调节阀切自动。
 - d) 中旁阀开度 $<2\%$ 或中旁快关指令，中旁减温水调节阀自动关闭。
1. 15. 6 中旁减温水隔离阀
- a) 联锁开：中旁减温水调节阀指令 $>3\%$ 或中旁阀超驰开。
 - b) 联锁关：中旁减温水调节阀指令 $<2\%$ 或中旁阀快关。
1. 15. 7 A 或 B 低旁阀
- a) 快关条件（任一满足）：
 - 1) 减温水压力 $<1.0\text{MPa}$ ，延时 30s。
 - 2) 低旁后蒸汽压力 $>1.2\text{MPa}$ 。
 - 3) 低旁出口蒸汽 $>127^{\circ}\text{C}$ ，延时 3s。
 - 4) 凝汽器真空 $<60\text{kPa}$ 。
 - 5) 凝汽器温度 $>90^{\circ}\text{C}$ 。
 - 6) 低旁阀手动快关。
 - b) 超驰开条件：中旁阀超驰开。
1. 15. 8 A 或 B 低旁减温水调节阀开、关条件：
- a) 低旁阀不关，减温水调节阀开至 20%。
 - b) 低旁阀关闭，减温水调节阀关闭。

1.15.9 低旁减温水隔离阀

- a) 联锁开：低旁减温水调节阀指令 $>3\%$ 或低旁阀超驰开。
- b) 联锁关：低旁减温水调节阀指令 $<2\%$ 或低旁阀快关。

1.15.10 旁路供油装置

- a) 旁路供油泵自启条件（任一满足）：
 - 1) 运行油泵跳闸，备用油泵自动启。
 - 2) 供油母管压力 $<20.1\text{MPa}$ ，备用油泵自动启。
 - 3) 任一油泵运行，在 15min 内连续出现三次油压低启动备用油泵，则切换至备用油泵运行。
- b) 旁路供油泵自停条件（任一满足）：
 - 1) 油箱油位 $<170\text{mm}$ 。
 - 2) 油箱油温高且高高（ $>70^{\circ}\text{C}$ ）。
 - 3) 备用泵启动后，供油压力 $>21.6\text{MPa}$ 。
 - 4) 供油压力 $>24.9\text{MPa}$ ，油泵停运。
 - 5) 油泵运行 120s 后油压未达到 12MPa。
- c) 冷却滤油泵、冷却风扇和油箱电加热联锁条件
 - 1) 油站切至自动状态，冷却滤油泵自动启。
 - 2) 油箱油位 $<170\text{mm}$ ，冷却滤油泵自动停。
 - 3) 油箱油温 $>55^{\circ}\text{C}$ ，冷却风扇自动启。
 - 4) 油箱油温 $<50^{\circ}\text{C}$ ，冷却风扇自动停。
 - 5) 油箱油温 $<30^{\circ}\text{C}$ ，电加热自动启。
 - 6) 油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 或油箱油位 $<170\text{mm}$ ，电加热自动停。

1.16 汽机侧其它联锁

1.16.1 超高排逆止阀

- a) 联锁开条件（任一满足）：
 - 1) 汽机转速 $>1200\text{r/min}$ ，且超高排逆止阀 ATT 试验恢复，且无联锁关条件。
 - 2) 超高压缸并缸顺控至第 3 步，且无联锁关条件。
- b) 联锁关条件（任一满足）：
 - 1) 超高压缸切缸保护动作。
 - 2) 汽机跳闸。
 - 3) 停机顺控至第 51 步。
 - 4) 超高压缸不进汽。
 - 5) 执行超高排逆止阀 ATT 试验。

1.16.2 高排逆止阀

- a) 联锁开条件（任一满足）：

- 1) 汽机转速 $>2950\text{r/min}$ ，且高排逆止阀 ATT 试验恢复，且无联锁关条件。
 - 2) 高压缸并缸顺控至第 3 步，且无联锁关条件。
 - b) 联锁关条件（任一满足）：
 - 1) 高压缸切缸保护动作。
 - 2) 汽机跳闸。
 - 3) 停机顺控至第 51 步。
 - 4) 高压缸不进汽。
 - 5) 执行高排逆止阀 ATT 试验。
1. 16. 3 超高压缸通风阀
- a) 联锁开条件（任一满足）：
 - 1) 执行超高压缸通风阀 ATT 试验。
 - 2) 超高压缸快冷启动顺控至第 6 步。
 - 3) 超高压缸切缸保护动作。
 - 4) 汽机转速 $>1980\text{r/min}$ 且汽机跳闸。
 - 5) 汽机转速 $>1980\text{r/min}$ 且超高压缸不进汽。
 - b) 联锁关条件（任一满足）：
 - 1) 超高压缸通风阀 ATT 试验恢复，且无联锁开条件。
 - 2) 超高压缸快冷停运顺控至第 55 步，且无联锁开条件。
 - 3) 超高压缸并缸顺控至第 5 步，且无联锁开条件。
 - 4) 汽机转速 $\leq 1980\text{r/min}$ ，延时 5s，且无联锁开条件。
 - 5) 汽机未跳闸且超高压缸进汽，延时 5s，且无联锁开条件。
 - 6) $\text{TAB} > 42.5\%$ ，且无联锁开条件。
1. 16. 4 高压缸通风阀
- a) 联锁开条件（电磁阀失电）（任一满足）：
 - 1) 执行高压缸通风阀 ATT 试验。
 - 2) 高压缸快冷启动顺控至第 6 步。
 - 3) 高压缸切缸保护动作。
 - 4) 汽机转速 $>1980\text{r/min}$ 且汽机跳闸。
 - 5) 汽机转速 $>1980\text{r/min}$ 且高压缸不进汽。
 - b) 联锁关条件（任一满足）：
 - 1) 高压缸通风阀 ATT 试验恢复，且无联锁开条件。
 - 2) 高压缸快冷停运顺控至第 55 步，且无联锁开条件。
 - 3) 高压缸并缸顺控至第 5 步，且无联锁开条件。
 - 4) 汽机转速 $\leq 1980\text{r/min}$ ，延时 5s，且无联锁开条件。

- 5) 汽机未跳闸且高压缸进汽，延时 5s，且无联锁开条件。
- 6) $TAB > 42.5\%$ ，且无联锁开条件。

2 锅炉附属系统联锁保护

2.1 启动系统联锁保护

2.1.1 启动循环泵启动允许条件（全部满足）：

- a) 启动循环泵电机腔室温度 $<60^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 启动循环泵泵壳温度与启动循环泵进口温度温差 $<56^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 启动循环泵冷却水流量不低。
- d) 启动循环泵再循环电动阀全开。
- e) 启动循环泵进口电动阀全开。
- f) 启动循环泵出口电动阀关闭。
- g) 启动循环泵出口电动调整门开度 $<5\%$ 。
- h) 锅炉贮水箱液位 $>7\text{m}$ 。
- i) 无启动循环泵跳闸条件。
- j) 启动循环泵过冷水#1、#2 电动阀均全开。
- k) 任一给水泵运行且出口门全开。

2.1.2 启动循环泵保护跳闸（任一满足）：

- a) 启动循环泵电机温度 $>65^{\circ}\text{C}$ （3 取 2），延时 2s。
- b) 启动循环泵运行 60s 后出口电动阀关且再循环电动阀全关，延时 2s。
- c) 启动循环泵运行 60s 后出口电动调节阀开度 $<5\%$ 且再循环电动阀全关，延时 2s。
- d) 启动循环泵运行且进口电动阀关，延时 2s。
- e) 锅炉贮水箱液位低于 0.5m，延时 2s。

2.1.3 启动循环泵进口电动阀允许关闭：启动循环泵停运。

2.1.4 启动循环泵出口电动阀关闭允许条件（任一满足）：

- a) 启动循环泵停运。
- b) 启动循环泵再循环电动阀全开。

2.1.5 启动循环泵出口电动阀联锁

- a) 联锁开：启动循环泵运行，2s 脉冲。
- b) 关允许：启动循环泵停运或再循环电动阀开启。
- c) 联锁关：启动循环泵停运，2s 脉冲。

2.1.6 启动循环泵再循环电动阀联锁

- a) 关允许：启动循环泵运行时泵出口流量 $>240\text{t/h}$ 。
- b) 联锁开（任一满足）：
 - 1) 启动循环泵停运。

2) 启动循环泵运行时泵出口流量 $<240\text{t/h}$ 。

2.1.6.1 联锁关闭条件（全部满足）：

- a) 启动循环泵运行。
- b) 启动循环泵出口流量 $>330\text{t/h}$ ，延时 600s。

2.1.7 启动循环泵过冷水#1（#2）电动阀：

- a) 启动循环泵过冷水#1 电动阀允许关闭条件：启动循环泵停运。
- b) 启动循环泵过冷水#1 电动阀联锁关闭条件：启动循环泵停运，延时 10s，3s 脉冲。
- c) 启动循环泵过冷水#2 电动阀允许关闭条件：启动循环泵停运
- d) 启动循环泵过冷水#2 电动阀联锁关闭条件：启动循环泵停运，延时 10s，3s 脉冲。

2.1.8 启动系统暖管电动阀电动阀：

- a) 联锁开：贮水箱水位气动调节阀前电动阀关闭且炉循环泵已停运，3s 脉冲。
- b) 联锁关：（任一满足）
 - 1) 贮水箱水位气动调节阀前电动阀已开，3s 脉冲。
 - 2) 炉循环泵已运行，3s 脉冲。

2.1.9 贮水箱水位气动调节阀前电动阀

2.1.9.1 关允许条件（任一满足）：

- a) 所有火检无火。
- b) 给水泵全停。
- c) 机组负荷 $>400\text{MW}$ 。

2.1.9.2 联锁开条件（任一满足）：

- a) MFT，2s 脉冲。
- b) 贮水箱水位 $>4\text{m}$ ，2s 脉冲。
- c) 发电机功率 $<360\text{MW}$ ，且任一给水泵运行，2s 脉冲。

2.1.10 贮水箱至过热器二级减温水电动阀

2.1.10.1 联锁开：启动系统暖管电动总门全开，2s 脉冲。

2.1.10.2 联锁关（任一满足）：

- a) MFT，2s 脉冲。
- b) 炉循环泵运行，延时 2s，2s 脉冲。
- c) 机组负荷 $<350\text{MW}$ ，延时 2s，2s 脉冲。

2.1.11 主给水电动阀

2.1.11.1 关允许条件（任一满足）：

- a) 主给水调节阀前、后电动阀全开。
- b) 无点火记忆。

2.1.11.2 保护关闭条件：MFT，2s 脉冲。

2.1.12 主给水旁路调节阀前、后电动隔离阀联锁

- 2.1.12.1 关允许：主给水电动阀开启或无点火记忆。
- 2.1.12.2 保护关：MFT，2s 脉冲。
- 2.1.13 启动疏水泵
- 2.1.13.1 允许启动条件（全部满足）
- a) 启动疏水泵出口电动阀已关。
 - b) 启动疏水泵再循环电动阀开。
 - c) 锅炉疏水箱水位大于 1000mm（3 取中）。
 - d) 无启动疏水泵跳闸条件。
- 2.1.13.2 停允许（全部满足）：
- a) 启动疏水至高压凝汽器电动阀关闭或启动疏水至高压凝汽器气动调节阀开度 $<5\%$ 。
 - b) 启动疏水至低压凝汽器电动阀关闭或启动疏水至低压凝汽器气动调节阀开度 $<5\%$ 。
- 2.1.13.3 联锁启条件：联锁投入，运行泵跳闸。
- 2.1.13.4 保护跳闸条件：启动疏水泵启动 60s 后，启动疏水泵出口电动阀关且再循环电动阀关闭。
- 2.1.13.5 启动疏水泵出口电动阀
- a) 联锁开：启动疏水泵启动，2s 脉冲。
 - b) 联锁关：启动疏水泵停运，2s 脉冲。
- 2.1.13.6 启动疏水至循环水回水管电动阀允许开启条件（全部满足）：
- a) 启动疏水至高压凝汽器电动阀关闭。
 - b) 启动疏水至低压凝汽器电动阀关闭。
- 2.1.13.7 启动疏水至高压（低压）凝汽器电动阀联锁关：任一凝汽器真空 $<90\text{kPa}$ ，2s 脉冲。
- 2.1.13.8 启动疏水至高压（低压）凝汽器电动阀开允许：启动疏水至循环水回水电动阀全关且启动疏水泵运行
- 2.1.13.9 启动疏水至机组排水槽电动阀联锁
- a) 联锁开：锅炉疏水箱水位 $>2400\text{mm}$ ，延时 2s，2s 脉冲。
 - b) 联锁关：锅炉疏水箱水位 $<2000\text{mm}$ ，延时 2s，2s 脉冲。

2.2 空预器联锁保护

2.2.1 空预器自动启停条件

2.2.1.1 空预器主(辅)电机允许启（全部满足）：

- a) 空预器辅（主）电机未运行，延时 2s。
- b) 空预器无高温、超温报警。
- c) 空预器无故障报警。
- d) 空预器远方控制。

2.2.1.2 空预器主(辅)电机允许停运（任一满足）：

- a) 联锁未投入，空预器进口烟气温度均小于 100°C 且同侧送风机、引风机、一次风机均停运。

- b) 联锁投入且空预器主（辅）运行。
- 2.2.1.3 空预器主（辅）电机保护启条件：联锁投入且空预器辅（主）电机未运行，延时 5s，脉冲 3s。
- 2.2.2 空预器出口一次风电动挡板
 - a) 关允许：同侧一次风机停运。
 - b) 保护关：同侧空预器停运，延时 30s，脉冲 2s。
- 2.2.3 空预器出口二次风道一、二出口电动挡板联锁
 - a) 关允许：同侧送风机停运。
 - b) 联锁开：空预器运行，且同侧送风机运行，脉冲 2s。
 - c) 保护关：同侧空预器停运延时 10s。
- 2.2.4 空预器进口烟气电动挡板联锁
 - a) 开允许：同侧空预器运行且同侧空预器出口二次风门开启。
 - b) 关允许：同侧空预器停运。
 - c) 联锁开：空预器运行，且同侧出口二次风门已开。
 - d) 联锁关：同侧空预器停运，延时 1s，脉冲 2s。
- 2.2.5 空预器烟气旁路电动调节挡板关闭条件（任一满足）：
 - a) 同侧空预器停运，脉冲 2s。
 - b) 同侧引风机停运，脉冲 2s。
- 2.3 引风机联锁保护
- 2.3.1 引风机启允许（全部满足）：
 - a) 引风机轴承温度均 $<90^{\circ}\text{C}$ （前、中、后各 3 取 3）。
 - b) 引风机电机轴承温度均 $<80^{\circ}\text{C}$ （前、后各 2 取 2）。
 - c) 引风机液压油泵 A 或 B 运行。
 - d) 引风机液压油供油压力 $>4.9\text{MPa}$ 。
 - e) 风机润滑油泵 A 或 B 运行。
 - f) 引风机润滑油压 $>0.12\text{MPa}$ 。
 - g) 引风机动叶开度 $<5\%$ 。
 - h) 引风机进口烟气电动挡板 A、B 全关。
 - i) 引风机出口烟气气动挡板 A、B 全开。
 - j) 引风机任一密封冷却风机已运行。
 - k) 同侧空预器运行。
 - l) 无引风机保护跳闸条件。
 - m) 另一侧引风机运行或另一侧引风机未运行但烟气通道已建立。
 - n) 烟气通道建立（全部满足）：

- 1) 另一侧引风机出口气动挡板 1、2 全开且进口电动挡板 1、2 全开且动叶开度 $>95\%$ 。
- 2) A 送风机出口电动挡板 1、2 全开、A 送风机动叶开度 $>95\%$ 。
- 3) B 送风机出口电动挡板 1、2 全开、B 送风机动叶开度 $>95\%$ 。
- 4) 同侧空预器二次风道一出口电动挡板、二次风道二出口电动挡板全开且进口烟气电动挡板全开且电除尘器出口烟气联络挡板 1、2 全开。
- 5) 一次再热侧烟气调节挡板开度均 $>45\%$ 。
- 6) 二次再热侧烟气调节挡板开度均 $>45\%$ 。
- 7) 过热器侧烟气调节挡板开度均 $>45\%$ 。
- 8) 各层燃烧器风箱两侧二次风调节挡板开度 $>50\%$ 、各层两侧燃尽风调节挡板开度 $>30\%$ 。

2.3.2 引风机跳闸条件（任一满足）

- a) 引风机轴承温度 $>110^{\circ}\text{C}$ （前、中、后任一轴承 3 取 3），延时 2s。
- b) 引风机电机轴承温度 $>85^{\circ}\text{C}$ （前、后任一轴承 2 取 2），延时 2s。
- c) 引风机前轴承振动大（X 向、Y 向任一点 $>10\text{mm/s}$ 且另一点 $>4.6\text{mm/s}$ ），延时 2s。
- d) 引风机后轴承振动大（X 向、Y 向任一点 $>10\text{mm/s}$ 且另一点 $>4.6\text{mm/s}$ ），延时 2s。
- e) 引风机液压油压力 $<4.2\text{MPa}$ （3 取 2），延时 45s。
- f) 引风机运行 90s 后引风机进口烟气电动挡板未开，延时 5s。
- g) 两侧引风机均运行，同侧送风机跳闸，延时 1s。
- h) MFT 且炉膛压力 $\leq -4\text{kPa}$ ，延时 5s。
- i) 同侧空预器停运，延时 2s。
- j) 引风机运行 60s 后，引风机出口气动挡板全关，延时 3s。

2.3.3 引风机液压油泵站联锁

2.3.3.1 引风机液压油泵启允许：引风机液压油箱油位 $>350\text{mm}$ 或备用联锁投入。

2.3.3.2 引风机液压油泵停允许（任一满足）：

- a) 引风机停运。
- b) 另一台液压油泵运行且液压油压力 $>4.9\text{MPa}$ （3 取 2）。

2.3.3.3 引风机液压油泵自启条件（任一满足）：

- a) 联锁投入，运行液压油泵跳闸。
- b) 联锁投入，液压油泵运行 2s 后，引风机液压油压力 $<4.9\text{MPa}$ ，脉冲 2s。

2.3.3.4 引风机液压油泵联锁停：引风机停运且液压油箱油位 $<220\text{mm}$ ，脉冲 2s。

2.3.3.5 引风机液压油箱电加热器启允许条件（全部满足）：

- a) 引风机液压油箱油位 $>350\text{mm}$ 。
- b) 任一液压油泵运行。
- c) 引风机液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。

2.3.3.6 引风机液压油箱电加热器自启条件（全部满足）：

- a) 引风机液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ ，2s 脉冲。
 - b) 任一液压油泵运行。
 - c) 引风机液压油箱油位 $>350\text{mm}$ 。
- 2.3.3.7 引风机液压油箱电加热器联锁停条件（任一满足）：
- a) 引风机液压油箱油位 $<220\text{mm}$ ，脉冲 2s。
 - b) 引风机液压油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ ，脉冲 2s。
 - c) 两台液压油泵均停，延时 30s，脉冲 2s。
- 2.3.4 引风机润滑油站联锁
- 2.3.4.1 启允许：引风机润滑油箱油位大于 350mm 或联锁投入。
- 2.3.4.2 停允许（任一满足）：
- a) 引风机停运。
 - b) 另一台润滑油泵运行且润滑油压力 $>0.18\text{MPa}$ 。
- 2.3.4.3 联锁停运条件（全部满足）：
- a) 引风机停运。
 - b) 润滑油箱油位 $<220\text{mm}$ ，脉冲 2s。
- 2.3.4.4 保护启动条件（任一满足）：
- a) 联锁投入，运行润滑油泵跳闸。
 - b) 联锁投入，另一台润滑油泵运行且润滑油压 $<0.12\text{MPa}$ 。
- 2.3.4.5 电加热器允许启动（全部满足）：
- a) 引风机润滑油箱油位 $>350\text{mm}$ 。
 - b) 引风机润滑油站油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 任一润滑油泵运行。
- 2.3.4.6 引风机润滑油箱电加热器自启条件（全部满足）：
- a) 联锁按钮投入。
 - b) 引风机润滑油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ ，脉冲 2s。
 - c) 任一润滑油泵运行。
- 2.3.4.7 引风机润滑油箱电加热器联锁停条件（任一满足）：
- a) 引风机润滑油箱油位 $<220\text{mm}$ 。
 - b) 两台润滑油泵均停运，延时 30s。
 - c) 引风机润滑油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.3.5 引风机进口烟气电动挡板
- a) 关允许：对应引风机停运。
 - b) 联锁启（任一满足）：
 - 1) 对应引风机运行，延时 10s，2s 脉冲。

2)

两台引风机全停，延时 10s，2s 脉冲。

c) 联锁关闭：同侧引风机停运且另一侧引风机运行，延时 1s，2s 脉冲。

2.3.6 引风机出口烟气气动挡板联锁

a) 关允许：对应引风机停运。

b) 联锁启条件（任一满足）：

1) 对应引风机运行，延时 10s，2s 脉冲。

2) 两台引风机全停，延时 10s，2s 脉冲。

c) 联锁关：本侧引风机停运且另一侧引风机运行，延时 1s，2s 脉冲。

2.3.7 引风机密封风机联锁

a) 联锁启（任一满足）

1) 联锁投入，运行引风机密封风机跳闸。

2) 引风机运行时，引风机轴承温度 $\geq 90^{\circ}\text{C}$ ，延时 3s。

b) 停允许（任一满足）：

1) 同侧引风机停运，延时 600s。

2) 引风机另一台密封风机运行且引风机轴承温度 $< 90^{\circ}\text{C}$ 。

2.4 送风机联锁保护

2.4.1 送风机允许启动条件（全部满足）

a) 送风机轴承温度 $< 90^{\circ}\text{C}$ （前、后轴承 3 取 3）。

b) 送风机电机轴承温度 $< 90^{\circ}\text{C}$ （前、后轴承 2 取 2）。

c) 送风机液压油压力 $> 2.5\text{MPa}$ （3 取中）。

d) 送风机润滑油压力 $> 0.2\text{MPa}$ （3 取中）。

e) 任一润滑油泵运行。

f) 任一液压油泵运行。

g) 同侧空预器运行。

h) 同侧引风机运行。

i) 送风机动叶开度 $< 5\%$ 。

j) 送风机出口挡板全关。

k) 无送风机跳闸条件。

l) 另一侧送风机运行或另一侧风道建立（全部满足）：

1) 另一侧送风机动叶全开。

2) 另一侧送风机出口风门全开。

3) 送风机出口冷二次风电动联络挡板全开。

2.4.2 送风机跳闸条件（任一满足）

a) 送风机轴承温度 $> 110^{\circ}\text{C}$ （前、后任一轴承 3 取 2），延时 2s。

- b) 送风机电机轴承温度 $>95^{\circ}\text{C}$ （前、后任一轴承 2 取 2），延时 2s。
 - c) 送风机前轴承振动大（任一点 $>11\text{mm/s}$ 且另一点 $>6.3\text{mm/s}$ ），延时 2s。
 - d) 送风机后轴承振动大（任一点 $>11\text{mm/s}$ 且另一点 $>6.3\text{mm/s}$ ），延时 2s。
 - e) 送风机液压油压力 $<0.8\text{MPa}$ （3 取 2），延时 15s。
 - f) 送风机运行 90s 后出口电动挡板全关，延时 5s。
 - g) 两侧送风机均运行，同侧引风机停运，延时 1s。
 - h) 两台引风机跳闸联跳两台送风机。
 - i) 同侧空预器停运，延时 2s。
 - j) 锅炉 MFT 且炉膛压力 $\geq 4\text{kPa}$ ，延时 5s。
- 2.4.3 送风机液压油站联锁
- 2.4.3.1 液压油泵启允许：油箱油位 $>200\text{mm}$ 或联锁投入。
- 2.4.3.2 液压油泵停允许（任一满足）：
- a) 送风机停运。
 - b) 另一台液压油泵运行且液压油压力 $>2.5\text{MPa}$ 。
- 2.4.3.3 液压油泵联锁停：送风机停运且油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
- 2.4.3.4 液压油泵自启条件（任一满足）：
- a) 联锁投入，运行液压油泵跳闸，2s 脉冲。
 - b) 联锁投入且另一台液压油泵运行且液压油压力 $<0.8\text{MPa}$ （3 取 2）。
- 2.4.3.5 液压油箱电加热器允许启动条件（全部满足）：
- a) 液压油箱油位 $>180\text{mm}$ 。
 - b) 液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 任一液压油泵运行。
- 2.4.3.6 液压油箱电加热器联锁启动条件（全部满足）：
- a) 联锁投入。
 - b) 任一液压油泵运行。
 - c) 液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.4.3.7 液压油箱电加热器联锁停条件（任一满足）：
- a) 液压油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
 - b) 液压油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.4.3.8 润滑油泵启允许：送风机润滑油箱油位 $>180\text{mm}$ 或备用联锁投入。
- 2.4.3.9 润滑油泵允许停条件（任一满足）：
- a) 送风机停运。
 - b) 另一台润滑油泵运行且润滑油压力大于 0.2MPa 。
- 2.4.3.10 润滑油泵联锁停运条件：送风机停运且润滑油箱油位 $<180\text{mm}$ 。

2.4.3.11 润滑油泵自启条件（任一满足）：

- a) 联锁投入，运行润滑油泵跳闸。
- b) 联锁投入，另一台润滑油泵运行且润滑油压 $<0.12\text{MPa}$ 。

2.4.3.12 润滑油箱电加热器启允许（全部满足）：

- a) 送风机润滑油箱油位 $>180\text{mm}$ 。
- b) 送风机润滑油站油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 任一润滑油泵运行。

2.4.3.13 润滑油箱电加热器联锁启动条件（全部满足）：

- a) 联锁投入。
- b) 任一润滑油泵运行。
- c) 润滑油站油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。

2.4.3.14 润滑油箱电加热器联锁停运条件（任一满足）：

- a) 润滑油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
- b) 润滑油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。

2.4.4 送风机出口电动挡板

- c) 开允许：本侧送风机运行或另一侧送风机停运。
- d) 关允许：本侧送风机停运。
- e) 联锁启条件（任一满足）：
 - 1) 同侧送风机运行，延时 10s，脉冲 2s。
 - 2) 两台送风机均停运，延时 10s，脉冲 2s。

2.4.4.1 联锁关闭条件：同侧送风机停运，且另一侧送风机运行，延时 1s，脉冲 2s。

2.4.5 冷二次风电动联络挡板联锁关闭条件：单侧空预器停运。

2.5 一次风机联锁保护

2.5.1 一次风机允许启动条件（全部满足）：

- a) 无 MFT 条件。
- b) 一次风机轴承温度均 $<90^{\circ}\text{C}$ （推力、前、后轴承均 3 取 3）。
- c) 一次风机电机轴承温度均 $<80^{\circ}\text{C}$ （前、后轴承均 3 取 3）。
- d) 任一润滑油泵运行且油压 $>0.2\text{MPa}$ （2 取 2）。
- e) 任一液压油泵运行且油压 $>2.5\text{MPa}$ （3 取 3）。
- f) 动叶开度 $<5\%$ 。
- g) 出口气动挡板全关。
- h) 同侧空预器运行。
- i) 任一送风机运行。
- j) 任一引风机运行。

- k) 无一次风机跳闸条件。
 - l) 任一磨煤机风道建立（全部满足）：
 - 1) 磨煤机的冷一次风气动快关挡板已开与冷一次风气动调节挡板开度 $\geq 50\%$ 或热一次风气动快关挡板已开与热一次风电动调节挡板开度 $\geq 80\%$ 。
 - 2) 磨煤出口气动快关门均全开。
- 2.5.2 一次风机跳闸条件（任一满足）：
- a) MFT。
 - b) 一次风机轴承温度 $>110^{\circ}\text{C}$ （推力、前、后任一轴承 3 取 2），延时 2s。
 - c) 一次风机电机轴承温度 $>85^{\circ}\text{C}$ （前、后任一轴承 2 取 2），延时 2s。
 - d) 一次风机前轴承振动大（任一点 $>11\text{mm/s}$ 且另一点 $>6.3\text{mm/s}$ ），延时 2s。
 - e) 一次风机后轴承振动大（任一点 $>11\text{mm/s}$ 且另一点 $>6.3\text{mm/s}$ ），延时 2s。
 - f) 一次风机液压油压力 $<0.6\text{MPa}$ （3 取 2），延时 15s。
 - g) 一次风机运行延时 90s 且出口挡板门关闭，延时 5s。
 - h) 同侧空预器停运，延时 2s。
- 2.5.3 一次风机液压油泵联锁
- 2.5.3.1 液压油泵启允许条件：一次风机液压油箱油位 $>180\text{mm}$ 或联锁投入。
- 2.5.3.2 液压油泵停允许条件（任一满足）：
- a) 一次风机停运。
 - b) 另一台液压油泵运行且液压油压力 $>2.5\text{MPa}$ （3 取 2）。
- 2.5.3.3 液压油泵联锁停：一次风机停运且油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
- 2.5.3.4 一次风机液压油泵保护启动条件（任一满足）：
- a) 联锁投入，运行液压油泵跳闸、2s 脉冲。
 - b) 联锁投入，另一台液压油泵运行且液压油压力 $<0.8\text{MPa}$ （3 取 2）。
- 2.5.3.5 一次风机液压油箱电加热器允许启动条件（全部满足）：
- a) 液压油箱油位 $>180\text{mm}$ 。
 - b) 液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 任一液压油泵运行。
- 2.5.3.6 一次风机液压油箱电加热器联锁启动条件（全部满足）：
- a) 联锁投入。
 - b) 任一液压油泵运行。
 - c) 液压油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.5.3.7 液压油箱电加热器联锁停运条件（任一满足）：
- a) 液压油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
 - b) 液压油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。

2.5.4 一次风机润滑油站联锁

2.5.4.1 润滑油泵启动允许条件：一次风机润滑油油箱油位 $>180\text{mm}$ 或联锁投入。

2.5.4.2 润滑油泵停允许（任一满足）：

- a) 一次风机停运。
- b) 另一台润滑油泵运行且润滑油压力 $>0.2\text{MPa}$ 。

2.5.4.3 润滑油泵联锁停：一次风机停运且油箱油位 $<180\text{mm}$ 。

2.5.4.4 润滑油泵自启条件（任一满足）：

- a) 联锁投入，运行润滑油泵跳闸。
- b) 联锁投入，另一台润滑油泵运行且润滑油压 $<0.12\text{MPa}$ 。

2.5.4.5 润滑油箱电加热器允许启动条件（全部满足）：

- a) 润滑油箱油位 $>180\text{mm}$ 。
- b) 润滑油站油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 任一润滑油泵运行

2.5.4.6 润滑油箱电加热器联锁启动条件（全部满足）：

- a) 联锁投入。
- b) 任一润滑油泵运行。
- c) 润滑油站油箱油温 $<25^{\circ}\text{C}$ 。

2.5.4.7 润滑油箱电加热器联锁停条件（任一满足）：

- a) 液压油箱油位 $<180\text{mm}$ 。
- b) 液压油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。

2.5.5 一次风机出口风门允许打开条件（任一满足）：

- a) 同侧一次风机运行。
- b) 另一侧一次风机停运。

2.5.6 一次风机出口气动挡板关允许：同侧一次风机停运。

2.5.7 一次风机出口气动挡板联锁开：同侧一次风机运行，延时 10s，2s 脉冲。

2.5.8 一次风机出口气动挡板联锁关：同侧一次风机停运，延时 2s，2s 脉冲。

2.5.9 冷一次风电动挡板关允许：同侧一次风机停运。

2.5.10 冷一次风电动挡板联锁开：同侧一次风机运行，延时 10s，2s 脉冲。

2.5.11 冷一次风电动挡板联锁关：同侧一次风机停运，延时 1.5s，2s 脉冲。

2.5.12 冷一次风电动联络挡板联锁关：任一一次风机停运。

2.6 密封风机联锁保护

2.6.1 密封风机允许启动条件（全部满足）：

- a) 任一一次风机运行。
- b) 无密封风机跳闸条件。

- c) 密封风机进口电动挡板全关。
- d) 密封风机电机前、后轴承温度 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ （各 2 取 2）。
- e) 密封风机前、后轴承温度 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ （各 2 取 2）。
- 2.6.2 密封风机停允许（任一满足）：
 - a) 联锁投入，另一密封风机在运行且密封风机出口母管压力 $\geq 13\text{kPa}$ 。
 - b) 所有磨煤机停运，延时 300s。
- 2.6.3 密封风机保护启动条件（任一满足）
 - a) 联锁投入，风机运行且密封风机出口压力 $< 11\text{kPa}$ ，延时 2s；
 - b) 联锁投入，运行密封风机跳闸。
- 2.6.4 密封风机保护停运条件（任一满足）
 - a) 两台一次风机均停，延时 10s。
 - b) 密封风机运行 20s 后，进口门关，延时 2s。
 - c) 密封风机轴承温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ （各 2 取 2），延时 2s。
 - d) 密封风机电机轴承温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ （各 2 取 2），延时 2s。
- 2.6.5 密封风机进口电动挡板开允许：密封风机运行。
- 2.6.6 密封风机进口电动挡板关允许：密封风机停运。
- 2.6.7 密封风机进口电动挡板联锁开（任一满足）：
 - a) 密封风机运行。
 - b) 密封风机联锁投入。

2.7 火检冷却风机联锁保护

- 2.7.1 火检冷却风机停允许任一满足）：
 - a) 另一风机在运行且火检冷却风机出口母管压力 $> 5\text{kPa}$ 。
 - b) MFT 且空预器入口烟气温度 $< 50^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.7.2 火检冷却风机联锁启动条件（任一满足）：
 - a) 联锁投入，火检冷却风机出口母管压力 $< 5\text{kPa}$ ，延时 0.5s。
 - b) 联锁投入，运行火检冷却风机停运。

2.8 制粉系统联锁保护

- 2.8.1 煤层点火能量满足条件：
 - 2.8.1.1 B/F 磨煤机点火能量满足条件：（任一满足）
 - a) 微油火检 8 取 8 有火。
 - b) $200\text{MW} < \text{机组负荷} < 400\text{MW}$ ，微油火检 8 取 6 有火。
 - c) 机组负荷 $> 400\text{MW}$ 。
 - 2.8.1.2 A/D 磨煤机点火能量满足条件（任一满足）：

- a) 油火检 8 取 8 有火。
 - b) $200\text{MW} < \text{机组负荷} < 400\text{MW}$, 微油火检 8 取 6 有火。
 - c) 机组负荷 $> 400\text{MW}$ 。
- 2.8.1.3 C/E 磨煤机点火能量满足条件：机组负荷 $> 400\text{MW}$ 。
- 2.8.2 煤层投运判断：给煤机运行且磨煤机运行，延时 180s，煤火检 6/8 有火。
- 2.8.3 煤层点火允许条件（全部满足）：
- a) 无 MFT 条件。
 - b) 任一火检冷却风机运行且火检冷却风母管压力 $> 5\text{kPa}$ 。
 - c) 热一次风母管压力 $> 6.2\text{kPa}$ 。
 - d) 任一密封风机运行。
 - e) 锅炉总风量 $> 30\%$ 额定风量或任一给煤机运行 180s 或任一燃烧器投运。
 - f) 两台一次风机运行，或任一一次风机运行且运行的磨煤机数量 < 3 台。
- 2.8.4 磨煤机启动条件：
- 2.8.4.1 磨煤机启动公共条件（全部满足）
- a) 煤层点火允许条件满足。
 - b) 煤层点火能量满足。
 - c) 磨煤机开关柜远方控制。
 - d) 磨煤机无故障（全部满足）：
 - 1) 无磨煤机保护报警。
 - 2) 磨煤机直流电源故障。
 - 3) 无磨煤机保护动作。
 - e) 磨煤机出口气动快关门均开。
 - f) 磨煤机石子煤检修门开到位且磨煤机石子煤入口门开到位。
 - g) 磨煤机密封风与一次风差压 $> 2.0\text{kPa}$ 。
 - h) 磨煤机出口风粉混合物温度 $65^{\circ}\text{C} < T < 85^{\circ}\text{C}$ 。
 - i) 磨煤机无跳闸条件。
- 2.8.4.2 A/B/D/E 磨煤机启动条件（全部满足）：
- a) 磨煤机润滑油系统满足（全部满足）：
 - 1) 磨煤机任一润滑油泵运行。
 - 2) 磨煤机润滑油油压不低。
 - b) 磨煤机输入轴承温度 $< 80^{\circ}\text{C}$ （2 取 2）。
 - c) 磨煤机启动公共条件满足。
 - d) 磨煤机电机轴承温度 $< 80^{\circ}\text{C}$ （前，后各 2 取 2）。
 - e) 磨煤机减速机推力瓦温度 $< 80^{\circ}\text{C}$ （3 取 3）。

2.8.4.3 C/F 磨煤机启动条件（全部满足）：

- a) 磨煤机油池温度 $<70^{\circ}\text{C}$ 。（2取2）
- b) 磨煤机推力瓦温度 $<80^{\circ}\text{C}$ （2取2）。
- c) 磨煤机启动公共条件满足。
- d) 变压器温度 $<130^{\circ}\text{C}$ 。
- e) 无变频器故障信号。

2.8.5 磨煤机跳闸条件

2.8.5.1 磨煤机公共跳闸条件（任一满足）：

- a) 一次风机全停，延时 3s。
- b) 给煤机运行 180s 内，点火能量不满足。
- c) 给煤机运行延时 180s 后，煤层火焰丢失（任一满足）：
- d) 锅炉负荷 $>40\%$ 时，煤层燃烧器 8 失 6 无火，延时 2s。
- e) 锅炉负荷 $<40\%$ 时，煤层燃烧器 8 失 4 无火，延时 2s。
- f) 给煤机运行时，磨煤机出口气动快关门 1/4 关，延时 300s。
- g) 磨煤机风粉混合物温度 $>105^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。
- h) MFT 跳闸。
- i) 给煤机运行且磨煤机进口一次风量低（任一满足）：
 - 1) 一次风量 $<65\%$ 额定风量，延时 60s。
 - 2) 一次风量 $<50\%$ 额定风量，延时 10s。
- j) RB（按 RB 顺序跳闸）。

2.8.5.2 A/B/D/E 磨煤机跳闸条件（任一满足）：

- a) 润滑油系统异常：磨煤机润滑油泵全停，延时 2s 或润滑油压力低低（3取2）延时 2s。
- b) 磨煤机电机轴承温度 $>95^{\circ}\text{C}$ （前、后轴各 2 取 2），延时 2s。
- c) 磨煤机输入轴轴承温度 $>90^{\circ}\text{C}$ （2 取 2）。
- d) 磨煤机减速机推力瓦温度 $>95^{\circ}\text{C}$ （4 取 3），延时 2s。
- e) 磨煤机公共跳闸条件满足。

2.8.5.3 C/F 磨煤机跳闸条件（任一满足）：

- a) 磨煤机推力瓦温 $>85^{\circ}\text{C}$ （2 取 2）。
- b) 磨煤机油池温度 $>75^{\circ}\text{C}$ （2 取 2）。
- c) 磨煤机变压器温度 $>140^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 磨煤机变频器故障。
- e) 磨煤机公共跳闸条件满足。

2.8.6 给煤机启动条件（全部满足）：

- a) 磨煤机运行。

- b) 给煤机远方控制。
 - c) 磨煤机一次风量 $>128\text{t/h}$ (3 取 2)。
 - d) 给煤机出口电动隔离阀开启。
 - e) 无给煤机故障, 脉冲 3s。
 - f) 磨煤机风粉混合物温度 $60^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$ (3 取 3)。
 - g) 给煤机无跳闸条件。
- 2.8.7 给煤机跳闸条件 (任一满足):
- a) 给煤机运行时, 磨煤机停运或跳闸, 延时 3s。
 - b) 给煤机出口电动阀关, 延时 5s。
 - c) MFT。
- 2.8.8 磨煤机旋转分离器联锁
- a) 联锁停运: 磨煤机停运。
 - b) 联锁启动: 磨煤机启动。
 - c) 保护停运: 磨煤机旋转分离器上、下任一轴承温度 $>107^{\circ}\text{C}$ (上、下各 2 取 2)。
- 2.8.9 磨煤机润滑油泵联锁:
- a) 停允许 (任一满足):
 - 1) 磨煤机停运, 延时 10min。
 - 2) 两台润滑油泵运行, 且油压不低。
 - b) 联锁启:
 - 1) 备用投入, 磨煤机润滑油泵停运。
 - 2) 备用投入, 磨煤机一台润滑油泵运行时, 磨煤机润滑油油压低。
- 2.8.10 磨煤机润滑油站电加热器联锁
- a) 启允许: 润滑油泵运行。
 - b) 联锁启: 联锁投入, 润滑油箱温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ (3 取 2), 延时 10s。
 - c) 联锁停: 联锁投入, 润滑油箱温度 $\geq 40^{\circ}\text{C}$, 延时 10s 或磨煤机润滑油泵全停。
- 2.8.11 磨煤机冷一次风气动快关挡板
- a) 开启允许: 磨煤机出口气动快关门全开且磨煤机密封风门开。
 - b) 关闭允许: 磨煤机停运。
 - c) 保护关闭:
 - 1) MFT。
 - 2) 磨煤机跳闸。
 - 3) 给煤机运行台数 >2 台, 任一一次风机跳闸, 且对应磨未运行。
- 2.8.12 磨煤机热一次风气动快关挡板自动开关
- a) 开启允许: 磨煤机出口气动快关门全开且磨煤机密封风门开。

- b) 保护关闭：
 - 1) MFT。
 - 2) 磨煤机跳闸。
 - 3) 给煤机运行台数 >2 台，任一一次风机跳闸，且对应磨未运行。
- 2.8.13 磨煤机密封风挡板
 - a) 关闭允许：磨煤机停运且冷、热一次风快关挡板关闭。
 - b) 保护关闭：磨煤机跳闸。
- 2.8.14 磨煤机出口气动快关阀
 - a) 关允许（任一满足）：
 - 1) 磨煤机停运。
 - 2) 磨煤机出口混合风温 $<60^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 保护关闭：
 - 1) MFT。
 - 2) 磨煤机跳闸。
 - 3) 给煤机运行台数 >2 台，任一一次风机跳闸，且对应磨未运行。

2.9 燃油系统联锁保护

2.9.1 油层点火允许条件（全部满足）：

- a) 油母管压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ 。
- b) 燃油进油快关阀全开。
- c) MFT 继电器已复位。
- d) OFT 已复位。
- e) 火检冷却风压 $>5\text{kPa}$ 。
- f) 炉膛风量 $>30\%$ 额定风量。
- g) 炉膛吹扫完成。
- h) 吹扫蒸汽压力 $>0.5\text{MPa}$ 。
- i) 压缩空气压力 $>0.5\text{MPa}$ 。

2.9.2 燃油进油快关阀

- a) 开允许（全部满足）：
 - 1) 无 MFT 条件。
 - 2) 无 OFT 条件。
 - 3) 燃油泄漏试验完成，燃油泄漏气动试验阀已开。
 - 4) 所有油枪燃油快关阀关闭。
 - 5) 炉前燃油进油压力 $>3.0\text{MPa}$ 。
- b) 保护关闭：锅炉 MFT 或 OFT。

2.9.2.1 燃油泄漏试验阀联锁

- a) 开允许（任一满足）：
 - 1) 燃油泄漏试验进行中。
 - 2) MFT 已复位且 OFT 已复位。
- b) 联锁开：燃油泄漏试验开燃油泄漏气动试验阀。
- c) 保护关：锅炉 MFT 或 OFT。

2.9.3 燃油回油快关阀联锁

- a) 联锁开：燃油泄漏试验开燃油回油气动快关阀。
- b) 联锁关：燃油泄漏试验关燃油回油气动快关阀。
- c) 保护关条件（任一满足）：
 - 1) MFT，延时 60s。
 - 2) OFT，延时 60s。

2.9.4 大（微）油枪燃油快关阀联锁

- a) 打开允许条件（全部满足）：
 - 1) 无 MFT 条件。
 - 2) 无 OFT 条件。
 - 3) 对应油枪吹扫阀关到位。
 - 4) 油枪推进到位信号（微油无）。
- b) 保护关：
 - 1) MFT。
 - 2) 任一 OFT 跳闸条件。
 - 3) 油燃烧器不在投运过程中，大油枪未进到位或吹扫阀未关到位，延时 2s。
 - 4) 对应的微油磨煤机跳闸。

2.9.5 大油枪吹扫阀联锁

- a) 开允许：燃油快关阀关。
- b) 保护关：MFT 或 OFT。

2.9.6 点火枪联锁：

- a) 进允许条件（全部满足）：
 - 1) 无 MFT 条件。
 - 2) 无 OFT 条件。
 - 3) 大油枪进到位。
- b) 保护退条件（任一满足）：
 - 1) MFT。
 - 2) OFT。

3) 点火器打火指令发出延时 15s。

2.9.7 油枪投运允许条件(全部满足)：

- a) 油层点火允许条件满足。
- b) 对应油枪已退到位。
- c) 对应点火枪已退到位。
- d) 对应油枪燃油快关阀全关。
- e) 对应油枪吹扫阀全关。
- f) 对应油枪点火器未点火。
- g) 对应油枪点火控制柜电源正常。
- h) 对应油枪点火控制柜远方控制。
- i) 无油枪跳闸条件。
- j) 对应层两侧燃烧器二次风门开度均 $>20\%$ 。

2.9.8 油枪跳闸条件（任一满足）：

- a) 油枪进油气动阀开到位后 14s，火检无火，延时 3s。
- b) 油枪进油气动阀 10s 后未全开。
- c) 油枪进油气动阀未关且油枪未进到位，延时 3s。
- d) MFT。
- e) OFT。
- f) 启动停止顺控。
- g) 油枪启动顺控过程中，油枪退失败。

2.9.9 油枪程控启动步骤：

- a) 进油枪。
- b) 油枪进到位后，进点火枪。
- c) 油枪和点火枪均进到位后，启动高能点火器。
- d) 高能点火器打火，开启油枪燃油快关阀。
- e) 收到油枪投运信号（全部满足）：
 - 1) 油火检正常。
 - 2) 油枪进到位。
 - 3) 吹扫阀关到位。

2.9.10 油枪程控切除程序

- a) 关闭油枪进油气动阀。
- b) 进点火枪，点火枪进到位。
- c) 启动点火器打火，同时打开油枪吹扫气动门。
- d) 点火器打火 15s 后，退出点火枪，停止点火器点火。

- e) 油枪吹扫气动阀打开到位后吹扫 60s。
 - f) 关闭油枪吹扫气动阀。
 - g) 退出油枪。
- 2.9.11 油枪禁止吹扫条件（任一满足）：
- a) MFT。
 - b) OFT。
 - c) 对应的油枪进油气动阀未关到位；
 - d) 对应油枪未进到位。
 - e) 吹扫蒸汽压力 $<0.5\text{MPa}$ 。
- 2.9.12 油枪吹扫步骤
- a) 进点火枪。
 - b) 点火枪进到位后，启动高能点火器。
 - c) 高能点火器打火，开启吹扫阀。
 - d) 吹扫持续 60s 后，油枪吹扫完成，并退回油枪。
- 2.9.13 微油系统联锁保护
- 2.9.13.1 微油模式：6 根及以上微油枪投运且有火，微油模式按钮投入。（停机时，最后一台磨煤机吹扫前投入微油模式）
- 2.9.13.2 退出微油模式（任一满足）
- a) 微油层 3/8 无火，延时 20s。
 - b) 手动退出。
- 2.9.14 微油枪点火允许条件（全部满足）：
- a) 油层点火允许条件满足。
 - b) 对应磨煤机进口一次风量 $>50\text{t/h}$ 。
 - c) 对应微油枪进油气动阀全关。
 - d) 对应微油枪吹扫气动阀全关。
 - e) 对应微油点火器未点火。
 - f) 对应微油点火控制柜远方控制。
 - g) 锅炉已完成全炉膛吹扫。
 - h) 无 MFT 条件。
 - i) 无 OFT 条件。
- 2.9.15 微油枪跳闸条件（任一满足）：
- a) 微油枪进油气动阀开到位 14s 后，火检无火，延时 3s。
 - b) 开微油枪进油气动阀 10s 后未全开反馈。
 - c) MFT。

- d) OFT。
- e) 启动停止顺控。
- f) 两台一次风机全停。
- g) 微油层磨煤机跳闸。
- h) 燃烧器壁温 $\geq 800^{\circ}\text{C}$ 。

2.9.16 微油点火启动顺控

- a) 调节开启助燃风压力至 1.5kPa。
- b) 调节微油进油压力至 0.6MPa。
- c) 开启微油枪雾化阀。
- d) 推进点火枪。
- e) 启动点火器，打开进油阀，20s 后停止点火。
- f) 延时 20s，退出点火枪。

2.9.17 微油枪停运顺控

- a) 关微油枪进油气动阀。
- b) 关雾化阀。
- c) 关闭进油电动调节阀至 0%。
- d) 调节助燃风电动调节阀开度为 20%。

2.9.18 油枪层控制

- a) 当油层点火允许时，且无 MFT、OFT 及层停操作时，可进行层油枪程控启动操作。发出层油枪程控启动指令后，该层油枪程控启动顺序为：5-4-8-1-6-3-7-2。单支油枪的启动间隔时间为 15s。
- b) D、F 层油燃烧器在 RB 工况下将自动启动油枪的层启操作。油枪投入的间隔时间为 5s。在无 MFT、OFT 及层启操作时，可进行层油枪程控切除操作。
- c) 发出层油枪程控切除指令后，该层油枪程控切除顺序为：2-7-3-6-1-8-4-5。单支油枪的切除间隔时间为 15s。

2.10 吹灰器联锁保护

2.10.1 吹灰器允许投运条件（全部满足）：

- a) 锅炉无 MFT 条件。
- b) 机组负荷 $>500\text{MW}$ 。
- c) 吹灰蒸汽压力正常。
- d) 吹灰动力柜远方控制反馈正常。
- e) $-500\text{Pa} < \text{炉膛压力} < 500\text{Pa}$ 。
- f) 吹灰母管进汽电动阀开启。
- g) 无吹灰器电源故障报警。

- h) 疏水温度 $>230^{\circ}\text{C}$ 或疏水时间 $>300\text{s}$ 。
- 2.10.2 空预器吹灰器启动允许。
 - a) 锅炉无 MFT 条件。
 - b) 空预器吹灰器就地控制箱电源正常。
 - c) 吹灰蒸汽母管压力或用辅汽吹灰压力 $>0.6\text{MPa}$ 。
- 2.10.3 吹灰器保护退出条件
- 2.10.3.1 锅炉吹灰器保护退出条件（任一满足）：
 - a) 锅炉 MFT 动作。
 - b) 启动失败：启动指令发出 20s 后，退到位信号未消失。
 - c) 运行超时：启动指令发出一定延时后（SL15-SL26：980s，其他长吹：660s；半长吹：400s；短吹：180s），退到位信号未收到。
 - d) 手动退出。
 - e) RB 动作。
 - f) 吹灰器电流超限（SL15-SL26：2.98A；SL01-SL14，SL27-SL56：3.64A；半长吹：1.54A；短吹：0.79A），延时 2s。
 - g) 吹灰器运行时，对应侧吹灰蒸汽管道流量 $<7\text{t/h}$ ，延时 20s。（短吹和半长吹无）
 - h) 机组负荷 $<500\text{MW}$ 。
 - i) 吹灰母管压力 $<1.8\text{MPa}$ ，延时 20s。
 - j) 炉膛压力 $>500\text{Pa}$ 。
 - k) 炉膛压力 $<-500\text{Pa}$ 。
- 2.10.3.2 空预器吹灰器紧急退出条件（任一满足）：
 - a) 锅炉 MFT 动作。
 - b) 启动失败：启动指令发出 20s 后，退到位信号未消失。
 - c) 运行超时：启动指令发出 3575s 后，退到位信号未收到。
 - d) 辅汽至空预器吹灰电动阀关闭且吹灰母管进汽电动阀关闭。
 - e) 手动退出。
- 2.10.4 吹灰汽源母管进汽电动阀连锁
 - a) 开允许（全部满足）：
 - 1) 吹灰母管进汽电动阀无故障。
 - 2) 机组负荷 $>300\text{MW}$ 。
 - b) 关允许（全部满足）：
 - 1) 炉本体吹灰器未运行。
 - 2) 辅汽至空预器吹灰蒸汽电动隔离阀关闭，且空预器吹灰器未运行。
 - c) 保护关条件（任一满足）：

- 1) 锅炉 MFT 动作。
- 2) 吹灰蒸汽母管压力 $>4\text{MPa}$ ，且长吹未运行，延时 3s。
- 2.10.5 辅汽至空预器吹灰蒸汽电动隔离阀
 - a) 开允许：辅汽至空预器吹灰蒸汽电动隔离阀无故障。
 - b) 联锁关：MFT，脉冲 2s。
- 2.10.6 锅炉吹灰器电动疏水阀
 - a) 联锁开：所有吹灰器未运行且吹灰汽源母管进汽电动门已关到位
 - b) 关允许（任一满足）：
 - 1) 左侧墙长伸缩式吹灰器疏水温度 $>230^{\circ}\text{C}$
 - 2) 吹灰汽源母管进汽电动门开到位延时 300s。
- 2.10.7 空预器吹灰器高压冲洗水系统
 - a) 高压水泵允许启：空预器吹灰器高压冲洗水泵进口电动阀开启且出口疏水阀关闭。
 - b) 高压水泵进口电动阀自动开启：高压水泵运行。
 - c) 高压水泵出口电动疏水阀自动开启：高压水泵运行，延时 1s。
 - d) 高压水泵出口电动疏水阀自动关闭：高压水泵停运，延时 3s。
- 2.10.8 尾部烟道声波吹灰器控制程序投运允许：尾部道声波吹灰器母管压力正常。
- 2.11 除渣系统联锁保护
 - 2.11.1 液压关断门保护关闭条件（任一满足）：
 - a) 一级钢带跳闸。
 - b) 二级钢带跳闸。
 - c) 碎渣机跳闸。
 - d) MFT。
 - 2.11.2 液压关断门油泵允许启动条件：无油泵故障报警。
 - 2.11.3 液压关断门油泵保护停运条件：油泵电机故障报警。
 - 2.11.4 一级钢带驱动电机联锁：
 - a) 允许启动条件（全部满足）：
 - 1) 张紧压力正常。
 - 2) 碎渣机运行。
 - 3) 在远方控制。
 - b) 保护停运条件（任一满足）：
 - 1) 一级钢带头部料位高，延时 2s。
 - 2) 一级钢带伸长。
 - 3) 一级钢带打滑，延时 60s。
 - 4) 一级钢带驱动电机故障。

- 5) 碎渣机停运。
- 6) 二级钢带跳闸。
- 2. 11. 5 一级清扫链驱动电机保护停（任一满足）：
 - a) 一级清扫链打滑。
 - b) 一级清扫链断链 A，延时 2s。
 - c) 一级清扫链断链 B，延时 2s。
 - d) 一级清扫链驱动电机故障。
 - e) 一级钢带头部料位高，延时 2s。
 - f) 一级清扫链电机风扇停运或故障。
- 2. 11. 6 一级清扫链风扇联锁
 - a) 停允许：一级清扫链电机停运。
 - b) 保护停（任一满足）：
 - 1) 一级清扫链电机停止。
 - 2) 一级清扫链电机风扇故障。
 - 3) 一级清扫链电机故障。
- 2. 11. 7 一级钢带驱动电机风扇联锁
 - a) 停运允许条件：一级钢带驱动电机停止。
 - b) 自动停条件（任一满足）：
 - 1) 一级钢带驱动电机停止。
 - 2) 一级钢带驱动电机风扇故障。
 - 3) 一级钢带驱动电机故障。
- 2. 11. 8 碎渣机联锁
 - a) 启动允许条件：
 - 1) 碎渣机控制在远方。
 - 2) 碎渣机无故障。
 - 3) 二级钢带运行。
 - b) 保护停运条件（任一满足）：
 - 1) 碎渣机卡阻，延时 2s。
 - 2) 碎渣机故障，延时 2s。
 - 3) 二级钢带保护停运，延时 2s。
- 2. 11. 9 二级钢带驱动电机联锁
 - a) 启动允许条件：张紧压力正常。
 - b) 停运允许条件：一级钢带驱动电机和碎渣机均已停运。
 - c) 保护停止条件（任一满足）：

- 1) 二级钢带伸长, 延时 2s。
- 2) 二级钢带打滑, 延时 2s。
- 3) 二级钢带输渣机钢带风扇故障, 脉冲 3s。
- 4) 二级钢带输渣机钢带故障。
- 5) 渣仓料位高。

2. 11. 10 二级钢带驱动电机风扇

- a) 停允许: 二级钢带驱动电机停运。
- b) 联锁启: 二级钢带驱动电机启动。
- c) 联锁停: 二级钢带驱动电机停止。
- d) 保护停 (任一满足):
 - 1) 二级钢带驱动电机风扇故障。
 - 2) 二级钢带驱动电机故障。

2. 11. 11 二级清扫链保护停运 (任一满足):

- a) 二级清扫链电机故障。
- b) 二级清扫链 A 侧断链, 延时 5s。
- c) 二级清扫链 B 侧断链, 延时 5s。
- d) 二级清扫链打滑, 延时 2s。
- e) 二级清扫链电机风扇故障, 脉冲 3s。

2. 11. 12 二级清扫链驱动电机风扇联锁

- a) 停允许: 二级钢带驱动电机停运。
- b) 联锁启: 二级钢带驱动电机启动。
- c) 联锁停: 二级钢带驱动电机停止。
- d) 保护停 (任一满足):
 - 1) 二级钢带驱动电机风扇故障。
 - 2) 二级钢带驱动电机故障。

2. 11. 13 干渣机液压油泵自动启动条件: 联锁投入, 运行液压油泵跳闸。

2. 12 脱硝系统联锁保护

2. 12. 1 氨/空气混合器供氨气动快关阀开启允许条件 (全部满足)

- a) MFT 已复归。
- b) 氨/空气混合器前进氨母管压力 $> 0.2\text{MPa}$ 。
- c) 氨/空气混合器热风温度 $> 160^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 脱硝反应器进口烟气温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 。
- e) 同侧氨/空气混合器热风流量 $\geq 2740\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

2. 12. 2 氨/空气混合器供氨气动快关阀保护关闭条件 (任一满足):

- a) 锅炉 MFT。
 - b) 氨/空气混合比高高，延时 10s。
 - c) 脱硝反应器进口烟气温度 $<300^{\circ}\text{C}$ ，延时 5h（3 取 2）。
 - d) 脱硝反应器进口烟气温度 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ ，延时 5h（3 取 2）。
 - e) 脱硝反应器进口烟气温度 $>425^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s（3 取 2）。
 - f) 同侧空预器停运。
- 2.12.3 SCR 喷氨流量调节阀撤至手动条件（任一满足）：
- a) 开度指令与反馈偏差 $>\pm 20\%$ 。
 - b) 对应侧存在 CEMS 故障信号。
 - c) 对应侧供氨快关门已关。
 - d) 进、出口 NO_x 测点、 O_2 测点故障。
 - e) 对应的氨流量测点故障。
 - f) 设定值和 NO_x 出口反馈值偏差 $>50\%$ 。
- 2.12.4 SCR 声波吹灰器启允许：SCR 吹灰器检修压缩空气压力正常。
- 2.12.5 尿素溶液供给泵允许启动条件
- a) 尿素溶液供给泵远方控制。
 - b) 尿素溶液供给泵无故障。
 - c) 尿素溶液储存箱液位 $>1\text{m}$ 。
 - d) 尿素溶液供给泵进口气动阀开。
- 2.12.6 尿素溶液供给泵联锁启：联锁投入，运行尿素溶液供给泵跳闸。
- 2.12.7 尿素溶液供给泵联锁停：尿素溶液储存箱液位 $<0.7\text{m}$ 或运行泵，泵进口气动隔离阀关）。
- 2.12.8 尿素溶液储存箱加热蒸汽进口气动隔离阀
- 2.12.8.1 开允许：尿素溶液储存箱液位 $>0.55\text{m}$ 且温度 $<40^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.12.8.2 保护关：尿素溶液储存箱液位 $<0.45\text{m}$ 或温度 $>60^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.12.9 尿素制氨除盐水箱液位联锁
- a) 液位 $\geq 1.7\text{m}$ ，高报警，联锁关闭#02 尿素制氨除盐水箱补水气动阀。
 - b) 液位 $<0.5\text{m}$ ，联锁打开#02 尿素制氨除盐水箱补水气动阀。
 - c) 液位 $\geq 0.3\text{m}$ ，允许启动尿素制氨减温水增压泵。
 - d) 液位 $\leq 0.2\text{m}$ ，保护停运尿素制氨减温水增压泵。
- 2.12.10 尿素制氨减温水增压泵允许启动条件
- a) 尿素制氨减温水增压泵远方控制。
 - b) 尿素制氨减温水增压泵无故障。
 - c) 尿素制氨除盐水箱液位 $\geq 0.3\text{m}$ 。
- 2.12.11 尿素制氨减温水增压泵联锁启：备用联锁投入，运行尿素制氨减温水增压泵跳闸。

2.12.12 尿素制氨减温水增压泵联锁停（任一满足）：

- a) 尿素制氨减温水增压泵故障。
- b) 液位 $<0.2\text{m}$ ，低报警，保护停运尿素制氨减温水泵。

2.12.13 尿素水解器蒸汽入口调节阀联锁

- a) 允许开启（全部满足）：
 - 1) 尿素水解器温度 $<155^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 尿素水解器液位 $\geq 800\text{mm}$ 。
- b) 联锁开条件（全部满足）：
 - 1) 尿素水解器处于运行状态；
 - 2) 尿素水解器压力 $\leq 0.5\text{MPa}$ ，延时 5s。
- c) 联锁关条件（任一满足）：
 - 1) 尿素水解器压力 $>0.8\text{MPa}$ ，延时 5s。
 - 2) 尿素水解器液位 $<700\text{mm}$ 延时 5s。
 - 3) 尿素水解器温度 $>155^{\circ}\text{C}$ ，延时 5s。
 - 4) 尿素水解器“正常停机”。
 - 5) 尿素水解器“紧急停机”。
 - 6) 尿素水解器 2 个压力测点均坏点，延时 10s。
 - 7) 尿素水解器温度 $>135^{\circ}\text{C}$ 且尿素水解器尿素溶液进口管压力 $<0.15\text{MPa}$ 。

2.12.14 尿素溶液进料气动隔离阀：

- a) 开允许（全部满足）：
 - 1) 尿素水解器液位 $<950\text{mm}$ 。
 - 2) 除盐水至尿素水解器气动门已关闭。
- b) 联锁开启（全部满足）：
 - 1) 尿素水解器在运行状态；
 - 2) 尿素水解器液位 $<850\text{mm}$ 。
- c) 保护关闭（任一满足）：
 - 1) 尿素水解器液位 $>950\text{mm}$ 。
 - 2) 尿素水解器压力 $>0.8\text{MPa}$ 。
 - 3) 尿素水解器温度 $>135^{\circ}\text{C}$ 且尿素水解器压力 $<0.15\text{MPa}$ 。

2.12.15 尿素水解器除盐水入口气动阀

- a) 开允许（全部满足）：
 - 1) 尿素水解器液位 $<950\text{mm}$ ；
 - 2) 尿素水解器尿素溶液进料气动阀已关闭；
- b) 保护关：

- 1) 尿素水解器液位 $>950\text{mm}$ 。
 - 2) 尿素水解器尿素溶液气动隔离阀开启。
- 2.12.16 尿素水解器气相泄压气动隔离阀联锁开条件：尿素水解器压力 $>0.9\text{MPa}$ ，延时 5s。
- 2.12.17 尿素水解器气相泄压气动隔离阀联锁关条件：尿素水解器压力 $\leq 0.55\text{MPa}$ ，延时 10s。
- 2.12.18 尿素水解器气相泄压管道蒸汽吹扫气动隔离阀
- a) 开允许：尿素水解器气相泄压气动隔离阀关。
 - b) 联锁关：尿素水解器气相泄压气动隔离阀关状态消失。
 - c) DCS 上点击“紧急停机”按钮。
- 2.13 烟气余热系统联锁保护
- 2.13.1 热媒水增压泵允许启动条件（全部满足）：
- a) 电机轴承温度 $<110^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 热媒水增压泵出口电动阀关闭。
 - c) 任 4 个低温省煤器热媒水进、出口电动调节阀开启或旁路调节阀开度 $>90\%$ 。
 - d) 塔前换热器高温段进水电动隔离阀开启或塔前换热器低温段旁路电动隔离阀开启。
 - e) 任一二次风暖风器进、出口电动阀开启。
- 2.13.2 热媒水增压泵保护停运条件（任一满足）：
- a) 热媒水增压泵电机前轴承温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) 热媒水增压泵电机后轴承温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) 热媒水增压泵出口电动阀关到位且开信号消失，延时 10s。
 - d) 膨胀水箱液位低。
 - e) 低省旁路调节阀开度小于 30%且通路 <3 个。
- 2.13.3 热媒水循环泵出口电动阀联锁开启：热媒水循环泵启动。
- 2.13.4 低温省煤器旁路电动调节阀调节开启：热媒水泵入口进口母管水温 $<70^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.13.5 低温省煤器旁路电动调节阀调节关闭：热媒水泵入口进口母管水温 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.13.6 膨胀水箱补水电动阀：
- a) 联锁开：液位 $<0.5\text{m}$ 。
 - b) 联锁关：液位 $>1.2\text{m}$ 。
- 2.13.7 加药泵联锁：
- a) 联锁启： $\text{pH} \leq 9.5$ 。
 - b) 联锁停： $\text{pH} \geq 10.5$ 。
 - c) 保护停条件：加药箱液位 $\leq 50\text{mm}$ 。
- 2.13.8 低温省煤器热媒水进口电动调节阀旁路阀联锁开：低温省煤器热媒水进口电动调节阀故障且开度 $<30\%$ 。
- 2.13.9 低温省煤器热媒水出口电动阀关允许（全部满足）：

- a) 低温省煤器投运数 >3 且对应进口调节开度 $<5\%$ 。
 - b) 对应旁路电动阀关闭或低温省煤器热媒水增压泵全停。
- 2.13.10 二次风暖风器热媒水电动调节阀旁路阀关允许（任一满足）：
- a) 热媒水增压泵全停。
 - b) 对侧通路开启且二次风暖风器热媒水电动调节阀 $>30\%$ 。
- 2.13.11 二次风暖风器热媒水出口电动阀关闭允许：热媒水增压泵全停或另一侧暖风器投运。
- 2.13.12 脱硫塔前换热器低温段旁路电动隔离阀关允许（任一满足）：
- a) 热媒水增压泵全停
 - b) 脱硫塔前换热器高温段进水电隔离阀开启。
- 2.13.13 低温省煤器声波吹灰器启允许：#3 炉低省声波吹灰器母管压力 $\geq 0.45\text{MPa}$ 。
- 2.13.13.1 低温省煤器声波吹灰器顺控步序：
- a) 启动 A11 低省声波吹灰器、B11 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - b) 启动 A12 低省声波吹灰器、B12 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - c) 启动 A13 低省声波吹灰器、B13 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - d) 启动 A21 低省声波吹灰器、B21 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - e) 启动 A22 低省声波吹灰器、B22 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - f) 启动 A23 低省声波吹灰器、B23 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - g) 启动 A31 低省声波吹灰器、B31 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - h) 启动 A32 低省声波吹灰器、B32 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
 - i) 启动 A33 低省声波吹灰器、B33 低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- 以此顺控直至停声波吹灰器，顺控结束，进入下一步循环 12h 计时。
- 2.13.14 低低省凝结水增压泵允许启动条件（全部满足）：
- a) 电机轴承温度低。
 - b) 低低省凝结水增压泵出口电动阀关。
 - c) #10、#11 低加投运。
 - d) 水通路建立。
 - e) 低低温省煤器出口烟温 $>85^{\circ}\text{C}$ 或#11 低加出口水温 $>70^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.13.15 低低省凝结水增压泵联锁启条件（任一满足）：
- a) 联锁投入，低低省凝结水增压泵运行信号消失。
 - b) 联锁投入，低低省凝结水增压泵运行，且低省凝结水泵出口压力 $<4\text{MPa}$ 。
- 2.13.16 低低省凝结水增压泵保护跳闸条件（任一满足）：
- a) 低低省凝结水增压泵运行，出口门关，延时 10s。
 - b) 低低省凝结水增压泵电机前后轴承温度均 $>85^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) #10、#11 低加切除。
 - d) 低低省凝结水增压泵出口母管压力 $>4.5\text{MPa}$ 。

2.13.17 低低省声波吹灰器启允许：#3 炉低低省声波吹灰器母管压力 $\geq 0.45\text{MPa}$ 。

2.13.18 低低省声波吹灰器启动顺控步序：

- a) 启动 A11 低低省声波吹灰器、B11 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- b) 启动 A12 低低省声波吹灰器、B12 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- c) 启动 A13 低低省声波吹灰器、B13 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- d) 启动 A14 低低省声波吹灰器、B14 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- e) 启动 A15 低低省声波吹灰器、B15 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- f) 启动 A16 低低省声波吹灰器、B16 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- g) 启动 A21 低低省声波吹灰器、B21 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- h) 启动 A22 低低省声波吹灰器、B22 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- i) 启动 A23 低低省声波吹灰器、B23 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- j) 启动 A24 低低省声波吹灰器、B24 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- k) 启动 A25 低低省声波吹灰器、B25 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- l) 启动 A26 低低省声波吹灰器、B26 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- m) 启动 A31 低低省声波吹灰器、B31 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- n) 启动 A32 低低省声波吹灰器、B32 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- o) 启动 A33 低低省声波吹灰器、B33 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- p) 启动 A34 低低省声波吹灰器、B34 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- q) 启动 A35 低低省声波吹灰器、B35 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- r) 启动 A36 低低省声波吹灰器、B36 低低省声波吹灰器同时发声 60s 后停止，间隔 120s；
- s) 以此顺控直至停声波吹灰器，顺控结束，进入下一步循环 12h 计时。

2.14 锅炉侧其它联锁

2.14.1 过热器、一再和二再热器各级减温器前、后电动阀打开允许：负荷 $>15\% \text{BMCR}$ 。

2.14.2 过热器、一再和二再热器各级减温器前、后电动阀保护关闭：MFT。

2.14.3 炉水侧疏水、排气阀

- a) 联锁关：高温过热器出口蒸汽压力 $>1.5\text{MPa}$ ；
- b) 开允许：高温过热器出口蒸汽压力 $<1.2\text{MPa}$ ，延时 2s。
- c) 炉水侧疏水、排气阀：
 - 1) 螺旋水冷壁出口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 2) 螺旋水冷壁出口混合集箱电动排气一、二次阀。
 - 3) 水平烟道底出口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 4) 集中下降分配集箱电动疏水一、二次阀。
 - 5) 集中下降分配集箱电动放水一、二次阀。
 - 6) 省煤器出口集箱电动排气一、二次阀。

- 7) 垂直水冷壁出口混合集箱电动排气一、二次阀。
- 8) 汽水分离器出口电动排气一、二次阀。
- 2. 14. 4 过热器侧疏水、排气阀
 - a) 联锁关：高温过热器出口蒸汽压力 $>0.981\text{Mpa}$ 。
 - b) 开允许：高温过热器出口蒸汽压力 $<0.686\text{Mpa}$ ，延时 2s。
 - c) 过热器侧疏水、排气阀：
 - 1) 顶棚过热器出口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 2) 包墙出口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 3) 包墙吊挂管出口集箱电动排气一、二次阀。
 - 4) 低温过热器进口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 5) 低温过热器出口集箱电动排气一、二次阀。
 - 6) 屏式过热器进口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 7) 屏式过热器出口管路电动排气一、二次阀。
 - 8) 高温过热器进口集箱疏水电动疏水一、二次阀。
 - 9) 高温过热器出口集箱电动排气一、二次阀。
 - 10) 高温过热器出口集箱疏水电动疏水一、二次阀。
- 2. 14. 5 一次再热器侧疏水、排气阀
 - a) 联锁关：一次低温再热器入口蒸汽压力 $>0.981\text{Mpa}$ 。
 - b) 开允许：一次低温再热器入口蒸汽压力 $<0.686\text{Mpa}$ ，延时 2s。
 - c) 一次再热器侧疏水、排气阀：
 - 1) 一次低温再热器出口电动排气一、二次阀。
 - 2) 一次低温再热器出口电动疏水一、二次阀。
 - 3) 一次中温再热器进口集箱电动排气一、二次阀。
 - 4) 一次中温再热器出口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 5) 一次中温再热器出口集箱电动排气一、二次阀。
 - 6) 一次高温再热器进口集箱电动疏水一、二次阀。
 - 7) 一次高温再热器出口集箱电动排气一、二次阀。
 - 8) 一次高温再热器出口集箱电动疏水一、二次阀。
- 2. 14. 6 二次再热器侧疏水、排气阀
 - a) 联锁关：二次低温再热器入口蒸汽压力 $>0.981\text{Mpa}$ 。
 - b) 开允许：二次低温再热器入口蒸汽压力 $<0.686\text{Mpa}$ ，延时 2s。
 - c) 二次再热器侧疏水、排气阀：
 - 1) 二次低温再热器出口电动排气一、二次阀。
 - 2) 二次低温再热器出口集箱电动疏水一、二次阀。

- 3) 二次高温再热器进口集箱电动排气一、二次阀。
- 4) 二次高温再热器出口集箱电动疏水一、二次阀。
- 5) 二次高温再热器出口集箱电动排气一、二次阀。

3 灰硫系统联锁保护

3.1 压缩空气系统联锁保护

3.1.1 空压机

3.1.1.1 空压机启动允许条件（同时满足）

- a) 空压机就地面板“远方/就地”切换开关切制“远方”位。
- b) 空压机无故障报警。
- c) 空压机就地控制面板显示在“Ready to Start”状态。

3.1.1.2 空压机自动启动条件，以#02A 离心空压机为例（任一满足）

- a) #02A 离心空压机一级备用投入时，任一空压机运行状态消失，脉冲 3s。
- b) #02A 离心空压机一级备用投入时，干燥机出口母管压力低于 0.6MPa，延时 10s，脉冲 3s。
- c) #02A 离心空压机二级备用投入时，干燥机出口母管压力低于 0.57MPa，延时 5s，脉冲 3s。
- d) 离心空压机一级备用启动失败（空压机在一级备用时，启动指令发出后 10s 内未收到空压机已运行信号）且#02A 离心空压机二级备用投入。

3.1.1.3 空压机跳闸条件（任一满足）

- a) 空压机电气系统故障，动力电源或控制电源失去。
- b) 空压机跳闸保护达到就地控制器保护定值。

3.1.1.4 干燥机自动启停条件：

- a) 自动启动：联锁投入，运行干燥机跳闸或干燥机出口仪用空气母管压力 $\leq 0.65\text{MPa}$ 。
- b) 自动停运：干燥机过载或干燥机电源故障。

3.1.1.5 干燥机前过滤器进口电动阀自动条件：

- a) 自动开启：干燥机运行。
- b) 自动关闭：干燥机停运，延时 5s。
- c) 压缩空气母管至检修吹扫空气罐电动隔离阀自动关闭条件：仪用压缩空气压力 $\leq 0.55\text{MPa}$ 。

3.2 除尘系统联锁保护

3.2.1 高频电源

3.2.1.1 高频电源保护跳闸

- a) 输出开路：二次电压 $> 30\text{kV}$ ，二次电流 $\leq 5\text{mA}$ ，延时 30s，电场跳闸。
- b) 输出短路：二次电压 $\leq 5\text{kV}$ ，二次电流大于 240mA，延时 30s，电场跳闸。
- c) 输入过流：一次电流大于过流设定值，延时 1s，电场跳闸。
- d) 变压器油温高：当变压器油温 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ，延时 10s，电场跳闸。
- e) IGBT 保护：IGBT 保护信号输出，电场跳闸。
- f) IGBT 箱温度高：IGBT 箱温度 $> 60^{\circ}\text{C}$ ，延时 10s，电场跳闸。

g) IGBT 温度高: IGBT 温度高 $>65^{\circ}\text{C}$, 延时 30s, 电场跳闸。

h) 油箱压力高: 油压压力开关动作, 延时 1s, 电场跳闸。

3.2.1.2 高频电源报警

a) 直流母线电压低: 直流母线电压 $<100\text{V}$, 报警。

b) 变压器油温高: 当变压器油温 $\geq 65^{\circ}\text{C}$ 时, 延时 10s, 报警。

c) IGBT 箱温度高: IGBT 箱温度 $>55^{\circ}\text{C}$, 延时 10s, 报警。

d) 油箱油位低: 油箱内油位开关动作, 延时 1s, 报警。

3.2.1.3 脉冲电源保护跳闸

a) 开路故障: 高压输出回路与电场断开, 脉冲电源跳闸。

b) 短路故障: 高压输出回路短路, 脉冲电源跳闸。

c) 输入过流: 输入的线电流超上限, 脉冲电源跳闸。

d) 充电过压: 给脉冲谐振回路供电的直流电压超上限, 脉冲电源跳闸。

e) 充电 IGBT 过流: 通过贮能充电逆变全桥的 IGBT 电流超上限, 脉冲电源跳闸。

f) 充电 IGBT 温度高: 贮能充电逆变全桥的 IGBT 温度超上限, 脉冲电源跳闸。

g) 脉冲 IGBT 过流: 通过脉冲谐振回路的 IGBT 电流超上限, 脉冲电源跳闸。

h) 脉冲 IGBT 信号异常: 脉冲 IGBT 状态反馈光纤信号断开, 脉冲电源跳闸。

i) 油温报警: 变压器当前油温达到报警值, 脉冲电源跳闸。

j) 控制器温高报警: 控制器内部测温点温度达到报警值, 脉冲电源跳闸。

k) 油压力高: 油压力信号有效, 脉冲电源跳闸。

l) 重瓦斯: 瓦斯继电器重瓦斯信号有效, 脉冲电源跳闸。

m) 电场异常: 设备运行参数达到异常运行参数预设值, 脉冲电源跳闸。

3.2.1.4 脉冲电源报警

a) 母线电压低: 输出到逆变器的直流电压过低时, 脉冲电源报警。

b) 输出欠压: 输出的电压未达到下限值时, 脉冲电源报警。

c) 充电欠压: 给脉冲谐振回路供电的电压未达到下限值时, 脉冲电源报警。

d) 基压欠压: 基础电源直流高压输出低于下限值时, 脉冲电源报警。

e) 油温预警: 变压器当前油温达到预警值时, 脉冲电源报警。

f) 控制器温高预警: 控制器内部测温点温度达到预警值时, 脉冲电源报警。

g) 低油位: 低油位信号有效时, 脉冲电源报警。

h) 轻瓦斯: 瓦斯继电器轻瓦斯信号有效时, 脉冲电源报警。

i) 自检错误: 系统自检时发现内部故障, 脉冲电源报警。

j) 油温传感器损坏: 测油温的 PT00 损坏或接线断开时, 脉冲电源报警。

k) 系统错误: 系统内部发生故障。

3.2.1.5 安全联锁: 任一安全联锁箱钥匙动作或高压隔离开关柜门开启, 对应电场跳闸。

3.2.1.6 机械安全联锁（以 3A 电除尘为例）

- a) 拉开高频电源 3A11 开关至分断位，并将开关锁定在分断位，释放出钥匙 3A11。
- b) 将钥匙 3A11 给隔离开关电场手轮运行位解锁，并电场手轮旋转至接地位置，此时钥匙 3A11 嵌入锁内不能拔出，可以拔出 3A11G(3A11G 插入钥匙交换盒)。
- c) 同以上第一、二步操作高频电源 3A12、3A13、3A14、3A21、3A22、3A23、3A24、3A31、3A32、3A33、3A34(隔离操作完成后释放出 3A12G、3A13G、3A4G、3A21G、3A22G、3A23G、3A24G、3A31G、3A32G、3A33G、3A34G 插入钥匙交换盒)。
- d) 拉开脉冲电源 3A15 开关至分断位，并将开关锁定在分断位，释放出钥匙 3A15。
- e) 钥匙 3A15 给隔离开关电源手轮运行位解锁，并将其地刀打到接地位置;此时钥匙 3A15 不能拔出，可以拔出 3A15HG。
- f) 将隔离开关脉冲手轮旋转至接地位置，释放出钥匙 3A15PG。
- g) 钥匙 3A15HG、3A15PG 用于将隔离开关电场手轮从运行位解锁，并将电场手轮旋转至接地位置，可以取下钥匙 3A15G(钥匙 3A15G 插入钥匙交换盒)。
- h) 同以上步骤五、六、七操作脉冲电源 3A15、3A25、3A35(隔离操作完成后释放出钥匙 3A15G、3A25G、3A35G 插入钥匙交换盒)。
- i) 十五个电场全部接地完成后，释放出十五把钥匙 3A11G、3A12G、3A13G、3A14G、3A15G、3A21G、3A22G、3A23G、3A24G、3A25G、3A31G、3A32G、3A33G、3A34G、3A35G;将以上 15 把钥匙插入钥匙交换盒释放出#3A 电除尘 12 把入孔门钥匙 1AD。
- j) 12 把入孔门钥匙 1AD 用于打开#3A 电除尘 12 个人孔门，门打开后钥匙嵌入锁内，无法拔出。
- k) 检修转运行，逐步返回以上操作即可。

3.3 除灰系统联锁保护

3.3.1 输灰系统

3.3.1.1 输灰单元顺控投运允许条件（同时满足）

- a) 输送管道压力小于输灰压力设定值。
- b) 输送气母管压力大于初始设定压力。
- c) 同一输灰管其他输灰单元仓泵输灰出料气动阀关闭。
- d) 输灰单元排队结束。

3.3.1.2 输灰顺控

- a) 吹扫顺控
 - 1) 输灰单元输送条件满足，延时 2s，开启输灰单元仓泵输灰出灰气动阀。
 - 2) 出灰气动阀全开到位，延时 5s，开启输灰单元仓泵输灰进气气动阀。
 - 3) 进气气动阀全开到位，延时 60s，压力判断，输灰管压力小于输灰结束压力。
 - 4) 输灰管压力小于输灰结束压力，延时 5s，关闭输灰单元仓泵输灰进气气动阀。
 - 5) 进气气动阀全关到位，延时 5s，关闭输灰单元仓泵输灰出灰气动阀。

- 6) 出灰气动阀全关到位，吹扫顺控结束。
- b) 输灰循环顺控
 - 1) 输灰单元允许启动条件满足。
 - 2) 开启输灰单元透气气动阀。
 - 3) 输灰单元透气气动阀全关信号消失，延时 5s，开启输灰单元仓泵进灰气动阀。
 - 4) 输灰单元仓泵进灰气动阀全关信号消失，如果排气时间大于设定时间，透气气动阀关闭，如进料时间到或者仓泵高料位报警，延时 1s，同时关闭仓泵进灰气动阀和透气气动阀。
 - 5) 仓泵进灰气动阀和透气气动阀全关到位，输灰等待开始计时。
 - 6) 输灰单元输送条件满足，延时 2s，开启输灰单元仓泵输灰出灰气动阀。
 - 7) 出灰气动阀全开到位，延时 5s，开启输灰单元仓泵输灰进气气动阀。
 - 8) 进气气动阀全开到位，延时 60s，等待压力判断，输灰管压力小于输灰结束压力。
 - 9) 输灰管压力小于输灰结束压力，延时 5s，关闭输灰单元仓泵输灰进气气动阀。
 - 10) 进气气动阀全关到位，延时 5s，关闭输灰单元仓泵输灰出灰气动阀。
 - 11) 出灰气动阀全关到位，输灰结束。
 - 12) 输灰循环计时开始。
- 3.3.1.3 输灰系统报警
 - a) 输灰超时报警：输灰时间超过最大输灰设定时间。
 - b) 输灰失败报警：输灰时间低于最小输灰设定时间。
 - c) 输灰堵管报警（任一满足）
 - 1) 输灰单元进气气动阀全开后累计时间大于输灰设定时间且输灰管压力 $>0.35\text{MPa}$ 。
 - 2) 输灰管压力 $>0.4\text{MPa}$ ，延时 3min。
- 3.3.1.4 输灰补气气动阀联锁开启条件（同时满足）
 - a) 输灰单元输灰顺控等待压力判断。
 - b) 输灰管压力大于补气气动阀开启设定值。
 - c) 输灰单元补气结束。
- 3.3.1.5 输灰补气气动阀联锁关闭条件（同时满足）
 - a) 输灰管压力小于补气气动阀关闭设定值。
 - b) 补气气动阀开指令且全开到位。
 - c) 输灰单元输灰顺控进行中。
- 3.3.2 灰斗气化风系统
 - 3.3.2.1 灰斗气化风机出口气动阀
 - a) 关允许：对应灰斗气化风机停运，延时 2s。
 - b) 关联锁：对应灰斗气化风机停运，联锁关闭出口气动阀。
 - 3.3.2.2 灰斗气化风机

- a) 启动允许条件（同时满足）
 - 1) 远控位置。
 - 2) 无故障信号。
 - 3) 另一台风机无运行信号。
 - 4) 出口气动阀已开启。
 - 5) 气化风电加热器切换气动阀或蒸汽加热器切换气动阀已开启。
- b) 停运允许条件：灰斗气化风电加热器已停运，延时 60s。
- c) 保护停运条件：对应出口气动阀开信号消失，延时 2s。
- d) 备用连锁：备用连锁投入且另一台风机运行信号消失，延时 3s，备用风机出口气动阀连锁开启，备用风机连锁启动。

3.3.2.3 灰库气化风机电加热

- a) 投运允许条件（同时满足）
 - 1) 远控位置。
 - 2) 无故障信号。
 - 3) 任一灰斗气化风机已运行。
 - 4) 电加热器切换气动阀已开启。
 - 5) 出口温度 $<150^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 保护停运条件（任一满足）
 - 1) 两台灰斗气化风机运行信号均消失，延时 10s。
 - 2) 灰斗气化风电加热器出口温度高高，延时 2s。
- c) 灰斗气化风电加热器自动启停温度： $<87^{\circ}\text{C}$ ，自动启动； $>90^{\circ}\text{C}$ ，自动停运。

3.3.3 灰库系统

3.3.3.1 灰库 A、B、C 气化风机

- a) 灰库 A、B、C 气化风机启动允许条件：出口气动阀已开启。
- b) 灰库 A、B、C 气化风机保护停运条件（任一满足）：
 - 1) 出口气动阀开信号消失，延时 2s；
 - 2) 出口压力高。
- c) 灰库 A、B、C 气化风机出口气动阀关闭允许条件：对应灰库气化风机停运，延时 2s。
- d) 灰库 A、B、C 气化风机出口气动阀连锁关：对应灰库气化风机停运，连锁关闭出口气动阀。

3.3.3.2 灰库 D 气化风机

- a) 灰库 D 气化风机启动允许条件：三个出口气动阀任一已开启。
- b) 灰库 D 气化风机保护停运条件（任一满足）：
 - 1) 三个出口气动阀开信号全部消失，延时 2s；
 - 2) 出口压力高。

- c) 灰库 D 气化风机 A 出口气动阀关允许（任一满足）
 - 1) 灰库 A 气化风机已运行；
 - 2) A 灰库气化风电加热器停运且灰库 A 气化风机出口气动阀已关闭。
- d) 灰库 D 气化风机 B 出口气动阀关允许（任一满足）
 - 1) 灰库 C 气化风机已运行；
 - 2) B 灰库气化风电加热器停运且灰库 C 气化风机出口气动阀已关闭。
- e) 灰库 D 气化风机 C 出口气动阀关允许（任一满足）
 - 1) 灰库 D 气化风机已运行；
 - 2) C 灰库气化风电加热器停运且灰库 D 气化风机出口气动阀已关闭。

3.3.3.3 灰库气化风电加热器

- a) 投运允许条件（同时满足）
 - 1) 任一灰库气化风机已运行；
 - 2) 气化风机三个出口气动阀全部开启；
 - 3) 出口温度 $<150^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 保护停运条件（任一满足）
 - 1) 所有气化风机运行信号消失；
 - 2) 对应出口气动阀关闭且对应备用出口气动阀关闭；
 - 3) 灰库气化风电加热器出口温度 $\geq 180^{\circ}\text{C}$ ，延时 2s。

3.3.3.4 灰库污水池系统

- a) 灰库污水池液位联锁
 - 1) 当液位 $>1.2\text{m}$ ，液位联锁投入，联锁顺启灰库污水泵。
 - 2) 当液位 $<0.24\text{m}$ ，液位联锁投入，联锁顺停灰库污水泵。
- b) 灰库污水泵启动条件（同时满足）
 - 1) 灰库污水池液位 $>0.24\text{m}$ 。
 - 2) 灰库污水泵出口电动阀全关。
- c) 灰库污水泵保护停运条件（任一满足）
 - 1) 灰库污水池液位 $<0.24\text{m}$ 。
 - 2) 灰库污水泵运行且出口电动阀全开信号消失，延时 30s。
- d) 灰库污水泵备用联锁：备用联锁投入，运行泵运行信号消失触发顺停，备用泵顺启。
- e) 灰库污水泵顺启程序：关闭出口电动阀，启动污水泵，开启出口电动阀。
- f) 灰库污水泵顺停程序：关闭出口电动阀，停运污水泵。

3.4 脱硫系统联锁保护

3.4.1 脱硫烟气系统

3.4.1.1 脱硫系统触发 MFT（同时满足）

- a) 海水升压泵 A、B、C 均未运行，延时 90s。
- b) FGD 入口原烟气温度的 (3 取 2) $> 160^{\circ}\text{C}$ 。
- c) FGD 出口净烟气温度的 (3 取 2) $> 70^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.4.1.2 脱硫系统触发 RB (同时满足)
 - a) 海水升压泵 A、B、C 均未运行，延时 90s。
 - b) FGD 入口原烟气温度的 (3 取 2) $> 75^{\circ}\text{C}$ ，延时 15s。
- 3.4.1.3 脱硫系统故障报警 (任一满足)
 - a) 海水升压泵 A、B、C 均未运行，延时 60s。
 - b) 吸收塔上塔海水压力 1、2 均 $< 175\text{kPa}$ ，延时 60s。
 - c) FGD 入口原烟气温度的 (3 取 2) $> 72^{\circ}\text{C}$ 。
 - d) 吸收塔液位 (3 取 2) $> 2.6\text{m}$ 。
- 3.4.1.4 脱硫系统海水液位联锁
 - a) 吸收塔液位 (3 取中) $> 1.04\text{m}$ 且 $\leq 3.34\text{m}$ ，且吸收塔液位—曝气池进水池液位 $> 0.06\text{m}$ ，报警。
 - b) 吸收塔液位 (3 取中) $> 3.34\text{m}$ ，报警。
 - c) 吸收塔液位 (3 取中) $> 3.52\text{m}$ ，解除海水升压泵联锁，顺停所有运行海水升压泵。
 - d) 吸收塔液位 (3 取中) $> 3.55\text{m}$ ，保护停所有运行海水升压泵。

注1：吸收塔液位测量值 (m) = (吸收塔液位压力 kPa—填料前压力 kPa) / (9.8*海水密度 1030)。
- 3.4.2 海水升压泵 (以 A 海水升压泵为例)
 - 3.4.2.1 A 海水升压泵 (程控) 启动允许 (同时满足)
 - a) A 海水升压泵已停止。
 - b) A 海水升压泵进口电动阀已开。
 - c) A 海水升压泵出口电动阀已关。
 - d) B 海水升压泵已运行或 C 海水升压泵已运行或 B、C 海水升压泵出口电动阀均已关。
 - e) A 海水升压泵无报警。
 - f) A 海水升压泵无保护跳闸信号。
 - 3.4.2.2 A 海水升压泵停止允许 (任一满足)
 - a) B 海水升压泵已运行。
 - b) C 海水升压泵已运行。
 - c) FGD 入口原烟气温度的 (3 取中) $< 68^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3.4.2.3 A 海水升压泵保护跳闸条件 (任一满足)
 - a) A 海水升压泵电机前轴承温度 (2 取 2) $> 90^{\circ}\text{C}$ 。
 - b) A 海水升压泵电机后轴承温度 (2 取 2) $> 90^{\circ}\text{C}$ 。
 - c) A 海水升压泵前轴承温度 (3 取 2) $> 80^{\circ}\text{C}$ 。

- d) A海水升压泵后轴承温度（3取2） $>80^{\circ}\text{C}$ 。
- e) A海水升压泵已运行，延时60s，A海水升压泵出口电动阀未开。
- f) A海水升压泵已运行，且A海水升压泵出口电动阀已关，延时5s。
- g) A海水升压泵入口门已关且全开反馈消失。
- h) 海水升压泵前池液位（2取2） $<1.7\text{m}$
- i) 吸收塔液位（3取2）高三 $>3.54\text{m}$ ，延时3s。

3.4.2.4 海水升压泵 A 报警条件（任一满足）

- a) A海水升压泵电机轴承任一温度 $>85^{\circ}\text{C}$ 。
- b) A海水升压泵电机线圈任一温度 $>125^{\circ}\text{C}$ 。
- c) A海水升压泵轴承任一温度 $>75^{\circ}\text{C}$ 。
- d) A海水升压泵已运行且A海水升压泵出口压力 $<243\text{kPa}$ 。
- e) A海水升压泵已运行且海水升压泵前池液位 $<3.6\text{m}$ 。
- f) A海水升压泵已运行，且吸收塔上塔海水压力 1 $<175\text{kPa}$ 或吸收塔上塔海水压力 2 $<175\text{kPa}$ 。
- g) 海水升压泵前池液位 $<2.46\text{m}$ 。（液位设置“切除按钮”，防止因液位故障无启泵允许）

3.4.2.5 A海水升压泵出口电动阀

- a) 开允许条件：A海水升压泵已运行或A、B、C海水升压泵均已停止。
- b) 联锁开：A海水升压泵已运行，延时0.5s。
- c) 联锁关：A海水升压泵已停止，2s脉冲。

注1：海水升压泵出口电动阀设“联锁”手动按钮，即泵正常运行，联锁投入闭锁关出口电动阀。

3.4.2.6 A海水升压泵进口电动阀关允许：A海水升压泵已停止。

3.4.2.7 A海水升压泵启动程控

- a) 工频启动程控
 - 1) 开A海水升压泵进口电动阀。
 - 2) 确认A海水升压泵进口电动阀已开。
 - 3) 关A海水升压泵出口电动阀。
 - 4) 确认A海水升压泵出口电动阀已关。
 - 5) A海水升压泵变频器断路器 QF1 合闸指令。
 - 6) 确认A海水升压泵变频器断路器 QF1 已合闸。
 - 7) 启A海水升压泵。
 - 8) 确认A海水升压泵已运行，延时 0.5s。
 - 9) 开A海水升压泵出口电动阀，追踪显示阀门开度。
 - 10) 确认A海水升压泵出口电动阀已开。
 - 11) 工频启动结束。
- b) 变频启动程控

- 1) 开 A 海水升压泵进口电动阀。
- 2) 确认 A 海水升压泵进口电动阀已开。
- 3) 关 A 海水升压泵出口电动阀。
- 4) 确认 A 海水升压泵出口电动阀已关。
- 5) A 海水升压泵变频器断路器 QF1 合闸指令。
- 6) 确认 A 海水升压泵变频器断路器 QF1 已合闸。
- 7) 启动 A 海水升压泵。
- 8) 确认 A 海水升压泵变频器准备就绪。
- 9) 启动 A 海水升压泵变频器。
- 10) A 海水升压泵变频器运行，追踪显示变频器转速。
- 11) 确认 A 海水升压泵已运行
- 12) 开 A 海水升压泵出口电动阀，追踪显示阀门开度。
- 13) 确认 A 海水升压泵出口电动阀已开。
- 14) 变频启动结束。

注1：海水升压泵启动前再次确认变频器闸刀状态。

注2：海水升压泵变频程控启动默认为最低转速启动，运行中联锁启备泵时为最高频率启动。

3.4.2.8 A 海水升压泵停运程控

a) 工频运行停止步序

- 1) 撤出 A 海水升压泵出口电动阀手动“联锁”。
- 2) 关闭 A 海水升压泵出口电动阀。
- 3) 停止 A 海水升压泵。
- 4) 确认 A 海水升压泵已停止，且 A 海水升压泵出口电动阀已关。
- 5) 停止结束。

b) 变频运行停止步序

- 1) 撤出 A 海水升压泵出口电动阀手动“联锁”。
- 2) 关闭 A 海水升压泵出口电动阀。
- 3) 停止 A 海水升压泵变频器，追踪显示变频器转速。
- 4) 确认 A 海水升压泵变频器已停止且 A 海水升压泵出口电动阀已关。
- 5) 变频器停泵结束。

3.4.2.9 A 海水升压泵联锁启动条件（同时满足）

- c) 联锁启动开关投入。
- d) A 海水升压泵出口电动阀已关。
- e) B 海水升压泵保护动作且出口电动阀已关且 C 海水升压泵出口电动阀已关；
或 B 海水升压泵保护动作且出口电动阀已关且 C 海水升压泵已运行；

或 C 海水升压泵保护动作且 C 海水升压泵出口电动阀已关且 B 海水升压泵出口电动阀已关；

或 C 海水升压泵保护动作且 C 海水升压泵出口电动阀已关且 B 海水升压泵已运行。

注1：备用“联锁”按钮投入，一台泵故障跳闸，无论另一台泵运行状态如何，联锁启动备泵。

注2：运行泵跳闸，联锁启动备泵按启动顺控启动。

注3：单泵运行时，另外两台泵分别设“备一”、“备二”，“备一”联锁启动后，“备二”自动转“备一”。

3.4.2.10 海水升压泵联锁按钮自动解除条件（任一满足）

- a) 电气跳闸。
- b) 吸收塔液位（3 取中） $>3.44\text{m}$ 。

3.4.3 曝气风机系统（以 A 曝气风机为例）

3.4.3.1 A 曝气风机启允许（同时满足）

- a) A 曝气风机出口气动阀已开。
- b) A 曝气风机无报警。

3.4.3.2 A 曝气风机保护跳闸条件（任一满足）

- a) A 曝气风机轴承任一温度 $>80^{\circ}\text{C}$ 。
- b) A 曝气风机主电机轴承任一温度 $>80^{\circ}\text{C}$ 。
- c) A 曝气风机任一振动 $>10.0\text{mm/s}$ 。

3.4.3.3 A 曝气风机报警条件（任一满足）

- a) A 曝气风机轴承任一温度 $>70^{\circ}\text{C}$ 。
- b) A 曝气风机主电机轴承任一温度 $>75^{\circ}\text{C}$ 。
- c) A 曝气风机电机线圈任一温度 $>130^{\circ}\text{C}$ 。
- d) A 曝气风机任一振动 $>4.6\text{mm/s}$ 。
- e) A 曝气风机润滑油站任一油压 $\leq 0.2\text{MPa}$ 。
- f) A 曝气风机驱动端流量低。
- g) A 曝气风机非驱动端流量低。
- h) A 曝气风机电机驱动端流量低。
- i) A 曝气风机电机非驱动端流量低。
- j) A 曝气风机润滑油站供油口温度 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ 。
- k) A 曝气风机油站过滤器差压 $\geq 0.3\text{MPa}$ 。
- l) A 曝气风机润滑油站油位 $<200\text{mm}$ 。
- m) A 曝气风机已运行且 A 曝气风机进口电动挡板已关。
- n) A 曝气风机已运行且 A 曝气风机进口电动挡板 $<10\%$ ，延时 5min。
- o) A 曝气风机已运行且 A 曝气风机出口电动挡板未开到位。

3.4.3.4 A 曝气风机油站润滑油泵停允许（同时满足）

- a) A 曝气风机停运。

- b) A 曝气风机无轴温报警。
- c) A 曝气风机润滑油站油箱温度 $<55^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.4.3.5 曝气风机油站备用泵联锁启动/停止
 - a) 联锁启动：曝气风机润滑油泵运行且油压 $\leq 0.12\text{MPa}$ 或运行油泵跳闸。
 - b) 联锁停止：曝气风机润滑油站油压 $\geq 0.18\text{MPa}$ 。
- 3.4.3.6 曝气风机油站加热器启动/停止
 - a) 曝气风机润滑油站油箱温度 $<25^{\circ}\text{C}$ ，启动润滑油站加热器。
 - b) 曝气风机润滑油站油箱温度 $>35^{\circ}\text{C}$ ，停止润滑油站加热器。
 - c) 曝气风机润滑油站油位 $<200\text{mm}$ ，停止润滑油站加热器。
- 3.4.3.7 曝气风机油站功能组启动程控
 - a) DCS 画面设置优选泵按钮，本功能组按照优选泵启动。
 - b) 启动选定的优选泵。
 - c) 选择的启动泵已启动。
 - d) A 曝气风机润滑油站所有油压均正常 $>0.12\text{MPa}$ 。
 - e) 启动结束。
- 3.4.3.8 A 曝气风机程控启允许（同时满足）
 - a) A 曝气风机无保护动作。
 - b) A 曝气风机无故障。
 - c) A 曝气风机“启动允许”条件满足。
- 3.4.3.9 A 曝气风机程控启动顺序
 - a) 工频启动步序
 - 1) 关 A 曝气风机进口电动阀。
 - 2) 确认 A 曝气风机进口电动阀已关
 - 3) 启动油站。
 - 4) A 曝气风机变频器断路器 QF1 合闸指令。
 - 5) 确认 A 曝气风机变频器断路器 QF1 已合闸。
 - 6) 启 A 曝气风机。
 - 7) 确认 A 曝气风机已运行，延时 0.5s 。
 - 8) 开启 A 曝气风机进口电动阀，追踪显示阀门开度。
 - 9) 确认 A 曝气风机进口电动阀已开。
 - 10) 工频启动结束。
 - b) 变频启动步序
 - 1) 关 A 曝气风机进口电动阀。
 - 2) 确认 A 曝气风机进口电动阀已关。

- 3) 启动油站。
- 4) A 曝气风机变频器断路器 QF1 合闸指令。
- 5) 确认 A 曝气风机变频器断路器 QF1 已合闸。
- 6) 启动 A 曝气风机。
- 7) 确认 A 曝气风机变频器准备就绪。
- 8) 启动 A 曝气风机变频器，默认最低转速运行。
- 9) 确认 A 曝气风机变频器运行，追踪显示变频器转速。
- 10) 风机运转增速，开 A 曝气风机进口电动阀，追踪显示阀门开度。
- 11) 确认 A 曝气风机进口电动阀已开。
- 12) A 曝气风机已运行。
- 13) 变频启动结束。

3.4.3.10 A 曝气风机停运程控

- a) 变频程控停运
 - 1) 停 A 曝气风机变频器，追踪显示变频器转速。
 - 2) 关 A 曝气风机进口电动阀，追踪显示阀门开度。
 - 3) 确认 A 曝气风机进口电动阀已关。
 - 4) 延时 2h，停 A 曝气风机油站运行的油泵。
 - 5) 确认 A 曝气风机油站油泵已停运。
 - 6) 变频器停风机结束。
- b) 工频急停程控
 - 1) 停 A 曝气风机，电动机断电降速。
 - 2) 确认 A 曝气风机已停止。
 - 3) 关 A 曝气风机进口电动阀，追踪显示阀门开度。
 - 4) 确认 A 曝气风机进口电动阀已关。
 - 5) 延时 2h，停 A 曝气风机油站运行的油泵。
 - 6) 确认 A 曝气风机油站油泵已停运。
 - 7) 停止结束。

3.4.4 除雾器冲洗（兼急冷水）系统

- 3.4.4.1 除雾器冲洗水泵启允许：除雾器冲洗箱液位 $>5.6\text{m}$ 。
- 3.4.4.2 除雾器冲洗水泵保护跳闸：除雾器冲洗箱液位 $<0.8\text{m}$ 。
- 3.4.4.3 除雾器冲洗水箱补水电动阀联锁
 - a) 开阀联锁：除雾器冲洗水箱液位 $<6.3\text{m}$ 。
 - b) 关阀联锁：除雾器冲洗水箱液位 $>7.3\text{m}$ 。
- 3.4.4.4 除雾器冲洗水冲洗程控

a) 除雾器冲洗顺控，以第一级屋脊式除雾器下表面冲洗为例，其余类同：

- 1) 开启除雾器 A11 冲洗气动阀，延时 T1。
- 2) 开启除雾器 A12 冲洗气动阀，全开，关闭除雾器 A11 冲洗气动阀，延时 T1。
- 3) 开启除雾器 A13 冲洗气动阀，全开，关闭除雾器 A12 冲洗气动阀，延时 T1。
- 4) 开启除雾器 B11 冲洗气动阀，全开，关闭除雾器 A13 冲洗气动阀，延时 T1。
- 5) 开启除雾器 B12 冲洗气动阀，全开，关闭除雾器 B11 冲洗气动阀，延时 T1。
- 6) 开启除雾器 B13 冲洗气动阀，全开，关闭除雾器 B12 冲洗气动阀，延时 T1。
- 7) 关闭除雾器 B12 冲洗气动阀。

注1：第一级屋脊式除雾器上表面、第二级屋脊式除雾器下表面阀门次序与上述相同。

注2：延时T1可单独设置。

b) “自动”冲洗模式：

- 1) 可选择根据差压自动冲洗模式：当除雾器压差 $>200\text{Pa}$ 时执行一次完整的自动冲洗程序。
- 2) 可选择定时自动冲洗模式：定时执行冲洗程序，执行完一次完整的自动冲洗程序后，按上述阀门顺序循环。

c) 除雾器冲洗步序如下：

- 1) 判断除雾器冲洗水箱液位是否 $>7.3\text{m}$ ；反馈：水箱液位 $>7.3\text{m}$ 。
- 2) 判断冲洗水泵状态；反馈：除雾器冲洗水泵均已停，且均无故障。
- 3) 投入除雾器冲洗水泵的联锁投入开关。
- 4) 启动选定除雾器冲洗水运行泵；反馈：选定运行泵已启。
- 5) 启动除雾器冲洗水冲洗子程序；反馈：除雾器冲洗水冲洗子程序已启，追踪显示相应冲洗阀阀位开关状态。
- 6) 冲洗子程序结束后，停泵；反馈：运行泵已停。
- 7) 整个冲洗步序结束。

3.4.4.5 急冷水保护模式

- a) 急冷水保护开：海水升压泵 A、B、C 均未运行且 FGD 入口原烟气温度的 3 取 3 $>75^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 急冷水保护关（任一满足）
 - 1) FGD 入口原烟气温度的 3 取 2 $<68^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2) 任一海水升压泵运行。
- c) 急冷水手动开关：运行人员手动点击急冷水“投停”按钮。
- d) 急冷水运行功能组
 - 1) 判断除雾器冲洗水泵 A/B 状态。
 - 2) 如均未运行，去步骤 3，如有一台泵运行，去步骤 4。
 - 3) 投入冲洗水泵 A/B 的联锁。
 - 4) 启动选定运行泵；反馈：选定运行泵已启。

- 5) 关闭所有冲洗水阀，仅开启二级除雾器下表面 6 组冲洗水阀门；反馈：6 组冲洗水阀已全开。
- 6) 除雾器冲洗水箱液位低于 2.3m 开启工业水至除雾器冲洗水电动隔离阀。
- 7) DCS 以最高优先级持续报警直至紧急情况结束。

3.4.5 海水增压泵房地坑液位联锁

- a) 当海水增压泵房地坑液位高报警时，联锁启动地坑泵。
- b) 当海水增压泵房地坑液位低报警时，联锁停止地坑泵。

第十部分 辅机设备及系统运行

1 辅机设备及系统运行通则

1.1 检修后设备及系统移交运行的条件

1.1.1 检修后辅机设备及系统现场检查验收合格

- a) 工作票收回，安全标示牌、警告牌及其它临时检修措施已拆除，检修已进行必要的技术交底。
- b) 现场设备、地面应清洁无杂物，地面沟盖板、楼梯、栏杆完好，道路畅通，照明充足。
- c) 检修设备及系统连接完好，外观完整，地脚螺栓固定、机械保护装置完好。
- d) 管道支吊架可靠，保温良好，阀门、设备完好，所有人孔门、检查门应关闭严密。
- e) 动力设备、电机等轴承内已加入合格、适量的润滑油，转动机械联轴器保护罩、电机外壳接地线、冷却水管道等连接完好。
- f) 若检修时设备有异动，则检修人员应提供设备异动报告及相关图纸，并向运行人员交待该设备运行注意事项。

1.1.2 按规定进行辅机设备及系统及其相关的挡板和阀门的控制回路、自动装置、热控联锁保护以及机械装置、气动装置试(校)验并验收合格。

1.1.3 进行检修后设备及系统试运并验收合格

- a) 可单独进行分步试运的设备在检修后均应进行试运行。
- b) 辅机设备及系统检修后应先进行联锁试验，合格并投入后方可进行试运行，经试运验收合格及工作票终结后方可投入正常运行。
- c) 涉及多个专业的设备及系统检修后，在试验、试转前，应进行会签。
- d) 设备试运行，由检修负责人提出申请，终结或收回设备及相关系统的所有工作票，办理试运行手续，有关专业会签。运行根据试运行要求恢复设备及系统至试运行状态。
- e) 设备试运行工作由检修负责人负责，值长许可，运行操作。除了按照正常启动流程进行检查操作外，还应重点监视启动时间、启动空载电流、轴承振动、温度、温升等启动过程的动态参数，并按照试运行方案进行调节能力、带载能力等的试验。
- f) 异动或技改设备试运时，应有相应改进后的操作票及详细的试运方案和措施，出现异常或事故时按规程相应规定处理。
- g) 试运行结束后，检修负责人及运行人员应填写试运行结论、验收意见并签字，及时办理工作票终结手续。

1.2 辅机启动前检查

1.2.1 确认检修后辅机设备及系统现场检查和试运验收合格。

1.2.2 检查待启动辅机设备及系统相关的挡板和阀门已校验合格。

1.2.3 检查辅机设备系统联锁保护试验合格并已经投入。

- 1.2.4 按设备及系统“阀门检查卡”检查设备及系统符合启动前要求。此外应特别注意检查与操作：
- a) 设备及系统有关热工、电气的监控和测量仪表完好可用，指示正确。
 - b) 系统各阀门、挡板应操作开关灵活，反馈显示与实际位置相对应。
 - c) 有关热控仪表的一、二次隔离阀开启，相应平衡阀、试验阀、排污阀关闭。
 - d) 各水箱、油箱液位正常，水质、油质合格，油箱应放尽底部积水，并做好系统管道及设备的充水(油)放气工作。
 - e) 辅机润滑油、冷却水、轧兰回水或滴水情况应正常，润滑油系统应在辅机启动前 2h 以上投入运行。
 - f) 对允许用手盘动的辅机，应盘动一下，确认其转动灵活，无卡涩现象，启动前若设备反转应设法刹住方可启动。
 - g) 电动机检修后的初次启动应单独试转合格。
 - h) 按电气规定测量各辅机电机绝缘合格，当辅机启动前的检查工作完成，确认已具备投运条件后，方可送上辅机及相关设备的动力电源和控制电源或气源，且投入有关保护。
 - i) 带就地控制箱的设备，应检查其指示正常，具有远方控制功能的设备，应切至“远方”控制。
- 1.2.5 若是设备试运启动，还应特别注意检修交代及按试运方案要求的相关措施已经做好。
- 1.2.6 设备及系统的操作须作好详细记录，重要操作应执行操作监护制度。

1.3 辅机启动

- 1.3.1 辅机启动时，应有专人到就地监视启动全过程，并与集控室保持联系，发现异常及时汇报，必要时使用事故按钮。当辅机运行正常后，巡检人员方可离开现场。
- 1.3.2 辅机启动时，应有专人监视并记录启动电流和启动时间；若启动时间超过规定，电流未回到正常值时，应立即停止运行。
- 1.3.3 各系统辅机设备在启动时应按其逻辑关系进行，能实现顺控启动的宜采用顺控启动；正常情况下，各辅机设备不宜带负荷启动。
- 1.3.4 辅机启动正常后，有备用的辅机应及时投入“自动”或“联锁”位置。
- 1.3.5 对于事故处理时紧急启动的辅机，或因热控、电气联锁动作而自动启的备用辅机，在其启动后，应立即在就地和操作员站上进行全面检查。
- 1.3.6 辅机启动后发生跳闸，应查明原因并消除故障，否则禁止启动或投备用。

1.4 辅机启动后检查

- 1.4.1 各转动设备的轴承温度以及减速箱温升应正常，若轴承温度有不正常地升高，应立即查明原因，设法消除。

轴承最高允许温度应遵守设备制造厂的规定，若设备制造厂无规定，不应超过下列数值：

| 轴承种类 | 滚动轴承 | 滑动轴承 |
|------|------|------|
|------|------|------|

| | | |
|------|-------|------|
| 轴承种类 | 滚动轴承 | 滑动轴承 |
| 轴承温度 | ≤100℃ | ≤80℃ |

辅机设备各轴承振动，若设备制造厂无规定，不应超过下列数值：

| | | | | | |
|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|
| 额定转速 r/min | 3000 | 1500 | 1000 | 750 及以下 | 备注 |
| 振动 mm | 0.05/0.06 | 0.085/0.1 | 0.1/0.13 | 0.12/0.16 | 电机/机械 |

1.4.2 各润滑油箱和轴承油位正常，无漏油和甩油现象。

1.4.3 备用泵逆止阀严密，无倒转现象。

1.4.4 有关设备的密封部位密封良好。

1.4.5 转动设备无异常声音和摩擦声。

1.4.6 各调节装置的机械连接应完好，无脱落。

1.4.7 电机电流、进出口压力、流量以及滤网差压正常。

1.4.8 确认各联锁和自动调节装置均应投入正常。

1.4.9 确认系统无泄漏现象。

1.5 辅机运行维护

1.5.1 辅机正常运行时，应加强辅机运行参数监视，保证各项控制参数在允许范围内。发现缺陷应及时填写缺陷单并通知检修人员处理，发现异常应及时采取调整和处理措施，及时汇报，并做好相关事故预想。

1.5.2 操作员应监控各系统画面，检查各设备系统运行方式、参数、阀门状态是否正确。

1.5.3 巡操员应按巡回检查要求进行定期检查：

- a) 检查设备系统的运行方式正确，有关参数、表计指示正常。
- b) 检查设备系统附件、现场安全防护设施齐全完好。
- c) 检查辅机及电动机运转平稳，无异音，电动机无过热现象，振动不超限。
- d) 检查各轴承润滑良好、温度正常，油质合格，冷却水畅通无泄漏。
- e) 检查阀门执行机构、调节挡板连接机构完好，操作灵活，动作正确。
- f) 根据设备运行周期和各油箱、轴承油位情况及时联系加油，保持油位正常。
- g) 备用辅机设备应根据规定投入电加热等保养设施。
- h) 检查设备无其它缺陷和异常，设备系统无泄漏。
- i) 检查并保持设备及其周围环境清洁，符合正常运行要求。

1.5.4 辅机设备运行和备用中，应按照有关标准进行定期切换和试验。

1.5.5 根据季节、气候的变化，检查并做好设备及系统的防护措施。

1.6 辅机设备及系统停运

1.6.1 辅机停运前，应考虑相关联锁保护及辅机停运对相关系统、设备的影响，必要时进行运行方式

调整或采取相应的安全技术措施。

1.6.2 正常情况下，应首先将辅机载荷转移或减去后再停运。

1.6.3 凡是有程序停运的辅机，停运应使用程序进行操作。一般情况下，不可采用手动停用操作方式。

1.6.4 公用系统的停用，应经值长批准，停运辅机设备前应及有关岗位联系并得到许可。

1.6.5 停运辅机设备前，应检查操作画面、各停运允许条件满足后方可停运。

1.6.6 检查辅机进、出口阀状态应按联锁要求正确执行，应无倒转现象，否则采取措施消除倒转。

1.6.7 辅机停运时注意比较惰走时间。

1.6.8 辅机设备停运后，若需联锁备用，检查备用条件满足后，投入联锁。

1.6.9 对于长期处于备用状态的电机应根据需要投入电加热。

1.6.10 冬季运行中，对停运设备还应做好防冻措施。

1.7 辅机设备及系统的检修隔离操作

1.7.1 辅机设备及系统检修需经值长或单元长批准并办理检修工作票。

1.7.2 辅机设备及系统转检修状态，应按照先切除待检修设备电源、气源，再隔离热力系统并泄压的原则进行。

1.7.3 热力系统隔离，应按照先隔离高压侧，再隔离低压侧的原则进行，并符合《安规》的规定。在隔离低压侧时，应严密监视系统压力，并缓慢操作，以防高压侧隔离不严，造成低压侧管道、法兰超压损坏。

1.7.4 转动机械设备隔离、泄压操作，一般先隔离出口侧，再隔离进口侧，确保隔离严密，无倒转现象，否则通知检修采取防止倒转处理措施，并根据检修内容决定是否停运润滑油和冷却水等辅助系统。

1.7.5 辅机设备及系统隔离、泄压后，按热力机械工作票要求做好安全措施，并做好相关记录。

1.8 辅机事故处理原则

1.8.1 发现运行中的辅机有异常的声音、气味、参数等变化，应及时分析检查，有备用辅机的及时切换至备用辅机运行，无备用辅机的根据情况减负荷处理。

1.8.2 辅机发生故障时，运行人员应迅速解除对人身、设备的危险，并控制故障的范围，保持非故障设备的负荷，避免或减少对主机的影响。

1.8.3 各岗位在发现辅机发生事故时，应迅速汇报单元长、值长。

1.8.4 各岗位应在值长、单元长统一指挥下，密切配合。所有岗位接到命令后应复诵一遍，若没有听懂命令或对命令有理解上的不清楚，应询问清楚，命令执行完毕后，应迅速向发令者汇报。

1.8.5 发生下列情况之一时，应立即停运辅机：

- a) 运行参数超过保护值，保护未动作。
- b) 转动设备发生强烈振动并超过规定值。
- c) 转动设备内部有明显的金属摩擦声。
- d) 转动设备轴承温度急剧升高超过规定值或轴承冒烟。

- e) 电机冒烟、着火或被水淹。

1.8.6 辅机发生下述任一情况时，应先启动备用辅机，然后停故障辅机：

- a) 泵、风机、电动机发生异常声音。
- b) 电动机电流异常增大或绝缘有焦味或电机铁芯、线圈温度超限。
- c) 电动机发生两相运行。
- d) 运行泵发生汽蚀。
- e) 轴承温度超限。
- f) 大型电动机的冷却系统发生故障。
- g) 发生威胁辅机安全运行的其它原因。

1.8.7 辅机运行中故障跳闸的处理

- a) 运行辅机跳闸，立即确认备用辅机正常联启，将联动辅机和跳闸辅机复位；检查跳闸辅机的相关连锁动作情况，调整系统参数运行正常，并到就地检查联动辅机运行正常。
- b) 运行辅机跳闸，备用辅机未联启时应立即启动备用辅机运行。
- c) 重要运行辅机跳闸，备用辅机启动不成功或无备用辅机时，若查明跳闸辅机无明显故障(如机械损坏、明显的短路或损坏、高压电动机跳闸时伴随有电气保护动作信号等)时可强启一次。强启成功后，再查明跳闸原因，强启失败时，不允许再启动。
- d) 确认该辅机停用后对主机正常运行的影响程度，采取局部隔离及降负荷措施，无法维持主机运行时应故障停机。

1.9 辅机常见故障处理

1.9.1 轴承振动大

a) 原因

- 1) 检修后电机和转动机械的对轮不同心。
- 2) 转动机械动静部件碰磨，配重掉落、断叶片、磨损不均匀、引风机叶片严重不均匀粘灰等原因造成动平衡破坏。
- 3) 转动机械或电机轴承损坏。
- 4) 转动机械的地基沉降或不牢固、地脚螺栓松动。
- 5) 轴承绝缘击穿，电机漏磁电流通过轴承造成油膜破坏。
- 6) 风机工作在失速区或发生喘振。
- 7) 辅机严重过载。
- 8) 轴承油温过高、过低或油质不符合要求。

b) 处理

- 1) 由于转动机械本身存在缺陷造成设备振动，振动未超过允许值，经处理无效应停运处理，停运前应加强巡视与检查。振动超过允许值应立即停运，防止设备损坏。

- 2) 若引、送、一次风机振动超过报警值时，应加强监视，并适当降低风机出力，降低机组负荷运行。若仍无下降趋势，应通知检修检查，当振动继续扩大，超过规定值时，应立即停止风机运行。
- 3) 风机失速或喘振应将风机运行工况点调整至失速线以下，采取开大或关小风机动叶调整系统的特性。
- 4) 润滑油温过高、过低或油质不合格，润滑油粘度偏离要求值，应及时调整冷却水或更换润滑油。
- 5) 严重过载，应降低运行辅机负荷或启动备用辅机。

1.9.2 轴承温度高

a) 原因

- 1) 轴承冷却水量不足、冷却水温过高、冷却水阀门误关。
- 2) 辅机轴承损坏、各轴瓦间隙调整不一致。
- 3) 辅机轴承给油脂不当、润滑油乳化变质或油中带杂质。
- 4) 辅机润滑油温度高、润滑油流量低、油脂耗尽。
- 5) 辅机振动大，轴承绝缘击穿、电机漏磁电流通过轴承造成油膜破坏。
- 6) 轴承箱油位过高或过低、轴承箱带油环损坏或油位低。

b) 处理

- 1) 运行中若发现辅机轴承温度升高，应立即至就地检查、核对。
- 2) 转动机械存在缺陷造成轴承温度高，轴承温度未超过允许值，经处理无效宜尽早停运，发现轴承温度急剧升高并伴随轴承振动升高或轴承内部出现异音，应立即停止辅机运行。
- 3) 辅机润滑油温高，检查冷却水阀门应开启，冷却水畅通，水量充足。
- 4) 检查轴承油质应良好，若油质不好，应联系检修换油。
- 5) 轴承油位应正常，油位低应加油。若轴承供油采用润滑油系统，应检查供油压力、滤网差压，轴承回油均应正常，冷油器应投入；若润滑油滤网差压大，应及时切换并联系检修清理；若因油泵故障引起供油压力低，应及时启动备用泵。
- 6) 轴承箱油位过高或过低应进行放油或补油处理。油脂润滑的轴承按照规定定期进行补油，补油前宜检查补油管是否堵塞。
- 7) 严重过载，应降低运行辅机负荷或启动备用辅机。

1.9.3 水泵出力异常

a) 原因

- 1) 水泵进口管道有漏点或轴封处漏气严重。
- 2) 泵叶轮损坏或动静间隙过大。
- 3) 泵和电机的对轮螺栓断裂。
- 4) 电机反转。

- 5) 泵进口或出口阀关闭。
- 6) 泵启动前未充分注水排气。
- 7) 进口水箱水位低。
- 8) 泵进口汽化。
- 9) 泵进口滤网堵塞。

b) 处理

- 1) 泵存在机械缺陷时应进行检修处理。
- 2) 电机反转应立即停泵运行，通知检修对电机接线进行调相。
- 3) 泵启动前检查进口阀开启，泵出口起压后开启出口阀。
- 4) 泵启动后发现进口阀未开启，应立即停泵，不应未停泵开进口阀。
- 5) 泵启动前应进行充分注水排气，当泵体排气阀有连续水流流出后再关闭排气阀。
- 6) 若进口水箱水位低，可将水箱水位补至正常水位。
- 7) 泵进口汽化可通过提高水箱水位、降低介质温度或提高泵进口压力等方法消除。
- 8) 若泵进口滤网差压大，联系检修清洗滤网。

1.10 厂用电动机

1.10.1 厂用电动机运行的一般规定

- a) 每台电动机的外壳上，均应有制造厂的铭牌。铭牌若已遗失，或电动机经检修无法参照原额定铭牌运行时，应根据试验结果补上新的铭牌。
- b) 所有电动机均应有相应的继电保护或自动装置，不允许无保护的电动机投入运行。
- c) 备用中的电动机应定期检查和试验，或轮换运行，以保证能随时起动。
- d) 电动机的转动部分应装设牢靠的遮拦或护罩，并有相应的防尘、防潮、防油措施。
- e) 电动机交接、大修或更换线圈后，应按交接和预防性试验要求进行试验。
- f) 电动机在额定冷却条件下，可按制造厂铭牌规定的额定参数运行。冷却介质温度大于额定值时，其最高监视温度不得大于规定数据。
- g) 电动机外壳温度应遵守制造厂规定，无制造厂规定时，可按以下要求运行：
 - 1) A 级绝缘：75℃；
 - 2) E 级绝缘：80℃；
 - 3) B 级绝缘：85℃；
 - 4) F 级绝缘：90℃；
- h) 电动机轴承温度应按制造厂规定，制造厂未规定时，参照以下标准执行：
 - 1) 滚动轴承温度不超过 100℃；
 - 2) 滑动轴承温度不超过 80℃。
- i) 电动机一般可在额定电压变动-5%~+10%的范围内运行，其额定出力不变。
- j) 电动机在额定出力运行时，相间的不平衡电流不得超过 5%额定值。

k) 电动机运行，在每个轴承测得的振动，不应超过下列数值：

| 额定转速 r/min | 3000 | 1500 | 1000 | 750 及以下 |
|------------|------|-------|------|---------|
| 振动值 双振幅 mm | 0.05 | 0.085 | 0.10 | 0.12 |

1.10.2 厂用电机的操作、监视与维护

- a) 对电动机绝缘测量作如下规定（有下列情况之一者启动前必须测量电动机绝缘，其余可不必测）：
 - 1) 该电动机新安装、电气一次回路检修过或合过接地闸刀；
 - 2) 该电动机有受潮可能或有异常运行现象；
 - 3) 该电动机连续停用一个月以上（6、7月梅雨季节周期减半）；
 - 4) 台风或连续阴雨天期间；
 - 5) 一次风机、送风机、引风机、锅炉启动循环泵、电动消防泵、空预器；
 - 6) 室内（包括柜内）功率小于 45kW 的辅机，在启动前可不进行绝缘测量。
 - 7) 对于绝缘电阻不合格的电动机，未查明原因，一般不能运行，特殊情况下，应经生产副总经理（总工程师）批准。
- b) 10kV 电动机用 2500V 兆欧表测量，其阻值不小于 $10\text{M}\Omega$ ；380V 电动机用 500V 兆欧表测量，其阻值不小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；220V 直流电动机用 250V 兆欧表测量，其阻值不小于 $5\text{M}\Omega$ 。返厂检修后首次投运锅炉循环泵电机绝缘电阻值不得小于 $200\text{M}\Omega$ ，随年限增加锅炉循环泵电机绝缘电阻值应满足其对应绝缘值曲线要求。锅炉循环泵电机绝缘电阻值要求详见附录 A.7。
- c) 10kV 电动机的停、送电应按停、送电操作票进行，操作时发生疑问，应询问清楚再执行。电动机及其所带机械的所属专业需停送电时，应由专业人员填写“设备停送电通知单”。
- d) 电动机启动前，应检查开关在热备用方式，保护装置已投入，切换开关应置远方或自动位置。
- e) 厂用电动机系远方合闸，启动时，电动机旁应留有人，操作员与就地人员联系好后，方可启动电动机，直到转速至额定值为止，启动结束后，必须根据具体情况对电动机本身进行具体的检查。
- f) 电动机启动时，操作人员或就地的运行人员应以电流表来监视启动过程，启动时应检查启动电流、返回时间及稳定后的电流是否正常，若指示异常，应汇报集控长。若在启动过程中发现异常，立即断开开关。
- g) 电动机启动送电前的检查
 - 1) 电动机上或其附近应无人工作和无杂物，工作票应终结，检修有交底。
 - 2) 电动机所带动的机械应具备运行条件，可以启动，保护应投入。
 - 3) 轴承和启动装置中的油位应正常，油盖应盖好，如轴承系强制供油循环或用水冷却，则应将油压调至正常值，并检查排油情况或将冷却水系统投入运行。
 - 4) 对直流电动机，应检查整流子表面是否完好，电刷接触是否良好。
 - 5) 转动部分防护罩应装设良好。

- 6) 机械部分无卡涩现象,靠背轮能盘动(小容量电动机)。
- 7) 由外部引入冷却空气的阀门是否开启,大型密封式电动机空气冷却器的冷却水系统是否投入运行。
- 8) 备用中的电动机,应经常定期检查,保证能随时启动。
- 9) 检查各部螺丝、外壳接地线、出线罩电缆接头完好。
- h) 电动机在冷、热态下的启动允许次数及时间间隔应按制造厂规定,制造厂无规定时,对于鼠笼式电动机可参照以下规定:
 - 1) 正常情况下,冷态可启动 2 次,时间间隔不少于 5min。热态允许启动 1 次。
 - 2) 处理事故时,或启动时间不超过 2s~3s 的电动机,可以比正常情况下多启动一次。
 - 3) 电机线圈或铁芯温度接近环境温度即为冷态,电机线圈或铁芯温度接近运行时额定温度即为热态。若无测点监视,则电动机停运超过 4h 为冷态,未超过 4h 为热态。
- i) 试验时或特殊情况下需要频繁启动的电动机,装有过热保护时,应在电动机冷却到过热保护复归的情况下才能再次启动,否则其启动时间间隔应符合:
 - 1) 200kW 以下的电动机,不小于 0.5h。
 - 2) 200kW~500kW 的电动机,不小于 1h。
 - 3) 500kW 以上的电动机,不小于 2h。
- j) 交流电动机运行中的检查和监视项目
 - 1) 电动机的电流是否超过允许值,三相电流是否平衡,超过时应采取措施降低相应辅机出力,使得最高一相电流低于额定电流。
 - 2) 检查轴承的润滑油及温度是否正常。
 - 3) 电动机的声音有无异常,有无焦臭味。
 - 4) 电动机及其周围温度不超过规定,保持电动机附近清洁(不应有煤灰、水汽、油污、金属导线、棉纱头等),检修人员应定期清扫电动机。
 - 5) 由外部引入空气冷却的电动机,应保持风道清洁畅通,风扇运转正常,连接处严密,阀门在正确位置,对大型密闭式冷却电动机应检查冷却水系统运行是否正常,冷却水管不应漏水、渗水。
 - 6) 按时记录电动机表计读数及启停时间与原因及所发现的一切异常现象。
- k) 直流电动机运行中的检查和监视项目
 - 1) 直流电动机控制箱电源指示灯正常,“远方/就地”切换小开关位置正确,动力熔丝无熔断现象。
 - 2) 电刷是否冒火、晃动或卡涩现象。
 - 3) 电刷软铜辫是否完整,是否有碰到外壳现象。
 - 4) 电刷是否已磨至规定值。

- 5) 电刷是否有因滑环、整流子磨损不均，整流子中间云母片凸出，电刷固定太松，机组振动等原因而产生的不正常振动现象。
- 6) 若发现上述现象，应设法清除。

1.10.3 厂用电机的异常运行及事故处理

1.10.3.1 厂用电动机跳闸的处理原则

- a) 检查备用电机启动情况，必要时手动启动。
- b) 根据保护动作情况及事故追忆判断故障原因。
- c) 检查是否热控联锁保护动作跳闸。
- d) 测量电动机绝缘电阻是否正常。
- e) 检查电动机二次控制及保护是否正常。
- f) 经开关和保护传动正常后，可以汇报值长要求试送。
- g) 若查证电动机确实存在故障，应停电做好安全措施后进行检修。检修后的电动机应经空载试转正常后方能投运。

1.10.3.2 电动机紧急停运

- a) 电动机紧急停运条件
 - 1) 严重威胁人身或设备安全。
 - 2) 电动机冒烟、着火，或发生危及电动机安全运行的水淹、火灾。
 - 3) 电动机所带机械故障。
 - 4) 电动机转速急剧下降，电流增大或到零。
 - 5) 电动机线圈或轴承温度不断上升，超过允许值并继续上升。
 - 6) 启动后电动机只发出噪音而不转动，定子电流迟迟不返回。
 - 7) 发生超过规定值的振动或定、转子摩擦。
- b) 电动机紧急停运操作
 - 1) 立即按事故按钮停止其运行。
 - 2) 完成正常的切换操作，停电并做好故障设备隔离措施，通知检修处理。

1.10.3.3 电动机故障停运

- a) 电动机故障停运条件
 - 1) 电动机运行时声音不正常或有绝缘烧焦味。
 - 2) 电动机运行时电流或振动超限。
 - 3) 冷却系统故障，电机或轴承温度不正常升高。
 - 4) 电动机附属设备如 CT、电缆头等故障，必须停电处理的情况。
- b) 电动机故障停运操作
 - 1) 停运故障设备，切换到正常设备运行。
 - 2) 做好安全隔离措施，通知检修处理。

1.10.3.4 电动机常见故障情况原因分析

- a) 电动机起动时不转动，只发出呜呜声或不能达到正常转速，其可能原因是：
 - 1) 定子回路一相断线：熔丝一相熔断或闸刀、开关一相触头接触不良、绕组一相开路等。
 - 2) 转子回路开路或接触不良。
 - 3) 电动机所拖动的机械卡住。
 - 4) 定子绕组接线错误：三角形接成星形或星形接线一相首尾接反等。
- b) 电动机不正常的发热，但定子电流未超过正常范围，其可能原因是：
 - 1) 冷却风扇故障，风道阻塞。
 - 2) 环境温度过高，通风不畅造成电动机进风温度高。
 - 3) 冷却介质温度高或冷却系统故障。
- c) 电动机轴承严重发热的原因可能是：
 - 1) 电动机与其所带机械之间中心不正。
 - 2) 电动机定、转子间气隙不均匀超过规定值或产生动静摩擦。
 - 3) 联轴器及其联接装置或所带机械损坏。
 - 4) 鼠笼式转子端环有裂纹或与铜（铝）条接触不良。
 - 5) 电动机转子铁芯损坏或松动，扭曲或开裂。
 - 6) 电动机机座和基础固定处的地脚螺丝紧固情况不良。
 - 7) 电动机轴承、端盖等零件松动。

2 汽轮机辅机系统

2.1 闭冷水系统

2.1.1 闭冷水系统投运前检查

2.1.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.1.1.2 确认凝输水系统具备向闭冷水箱上水条件。

2.1.1.3 确认闭冷水系统中所有放水阀关闭。

2.1.1.4 开启系统内放气阀，注水放气完毕后关闭。

2.1.2 闭冷水系统投运

2.1.2.1 通过凝输水对闭冷水箱进行冲洗后上水。检查水质合格，投入水位自动。正常运行由凝结水进行补水，凝输水作为备用水源。

2.1.2.2 开启闭冷水箱出水阀，通过闭冷水回水母管对闭冷水系统及用户进行冲洗和注水放气。

2.1.2.3 完成闭冷泵及闭冷器壳侧注水放气，将闭冷器投入运行。

2.1.2.4 开启主机冷油器进、出水阀和进水调节阀，凝泵电机及轴承冷却器进、出水阀，保证闭冷水最小循环流量。

2.1.2.5 确认闭冷泵进水电动阀开启，出水电动阀关闭。

2.1.2.6 闭冷泵变频器启动前应先检查闭冷泵开关、变频器进线闸刀、变频器出线闸刀在合闸位置，确认闭冷泵启动条件满足。

2.1.2.7 选择变频器启动/停止按钮，启动变频器，查闭冷泵在最低频率运行正常，检查闭冷泵变频控制状态显示应正常。

2.1.2.8 注意启动电流及回小时间，检查闭冷泵出水电动阀自动开启。

2.1.2.9 检查泵组振动、声音、轴承及电机线圈温度、出口压力、进口滤网压差均正常，检查系统应无泄漏。

2.1.2.10 闭冷泵启动后，闭冷水箱水位下降较多，及时补水，并应加强监视。

2.1.2.11 提升闭冷泵变频器频率至闭冷泵出口压力 0.6MPa。投入闭冷泵变频自动。

2.1.2.12 投入闭冷泵备用联锁，检查备用泵出水电动阀自动开启，注意泵不应倒转。

2.1.2.13 闭冷水用户投运前应充分进行注水、放气后，再开启其闭冷水进、出水隔离阀。

2.1.2.14 及时投入闭冷器开冷水运行，调节闭冷水温度正常。

2.1.2.15 根据闭冷水系统用户增加情况，及时调整闭冷水母管压力。

2.1.3 闭冷水系统的运行维护

2.1.3.1 检查闭冷水系统管道、设备应无漏水。

2.1.3.2 检查闭冷水箱水位及自动补水应正常。若水位降低，应查明原因，予以消除，必要时开启旁路阀补水。

- 2.1.3.3 检查运行泵电流、进水滤网差压、出水压力、泵组振动、声音、轴承温度、轧兰滴水情况应正常。
- 2.1.3.4 检查备用闭冷泵变频器旁路闸刀在合闸位置，确认泵在可靠备用状态，备用联锁已投入。
- 2.1.3.5 正常运行中保持变频闭冷泵连续运行，闭冷泵变频控制闭冷水母管压力正常，工频闭冷泵备用。
- 2.1.3.6 闭冷泵变频运行中，应加强变频器装置运行环境温度的检查，及时记录变频器温度。
- 2.1.3.7 机组正常运行中闭冷泵不切换，机组停运后视情况将变频器改接至另一台泵。每月进行一次备用工频闭冷泵试转工作，以保证备用闭冷泵处于良好状态。
- 2.1.3.8 备用工频闭冷泵试转时应防止出现闭冷水箱水位及闭冷水母管压力大幅度扰动。试转前变频闭冷泵频率手动提升至 50Hz，启动工频闭冷泵后为防止长时间并列运行，一般控制闷泵运行时间在 10min 内。
- 2.1.3.9 启动首台工频闭冷泵，应防止出现闭冷水管路冲击。
- 2.1.3.10 检查闭冷器闭冷水出水温度应正常，根据闭冷水出水温度调节闭冷器开冷水出水电动阀开度。
- 2.1.3.11 根据季节或闭冷水温度，及时调整闭冷器的运行方式。非夏季工况时，单台闭冷器投运。夏季工况两台闭冷器并列运行。
- 2.1.3.12 正常运行方式下，#3 机闭冷水供公用系统闭冷水母管。进行空压机房等公用系统冷却水源的切换前，做好闭冷水箱补水的准备工作，调整两台机组的闭冷水母管压力一致，并加强水位的监视。
- 2.1.3.13 若运行闭冷器脏堵，应投运备用闭冷器，再隔离原运行闭冷器，及时联系维护处理。处理结束后应对该闭冷器壳侧、管侧注水放气后再转为备用。
- 2.1.3.14 完成定期切换及试验工作且应正常。
- 2.1.3.15 闭冷水系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-----|-------|------|-----|------|------|---------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 闭冷水箱水位 | mm | >1800 | 2000 | | 1800 | 1000 | ≤1000mm 不允许启泵。 |
| 闭冷水母管压力 | MPa | 0.60 | 0.7 | | 0.55 | | 工频<0.6MPa、变频<0.55MPa，联备泵。 |
| 闭冷器闭冷水出水温度 | ℃ | ≤33 | 38 | | 10 | | |
| 闭冷水泵进水滤网差压 | kPa | <3 | 3 | 4 | | | |
| 闭冷水泵轴承温度 | ℃ | <70 | 80 | 85 | | | |
| 电机轴承温度 | ℃ | <80 | 90 | 95 | | | |
| 电机线圈温度 | ℃ | <120 | 130 | 135 | | | |

2.1.4 闭冷水系统停运

- 2.1.4.1 确认闭冷水用户均停用，公用系统用户已切至邻机供，系统满足停运条件。
- 2.1.4.2 撤出闭冷泵联锁，备用泵出水电动阀自动关闭。
- 2.1.4.3 停闭冷泵，检查出水电动阀自动关闭。

2.1.4.4 将闭冷水箱补水停用并切至手动。

2.1.4.5 当开冷水系统停运后，关闭闭冷器开冷水出水电动阀。

2.1.5 闭冷水系统故障处理

2.1.5.1 闭冷水泵跳闸

a) 现象

- 1) “闭冷水系统异常”大屏报警，跳闸闭冷水泵电机电流到零。
- 2) 闭冷水母管压力降低。

b) 原因

- 1) 运行闭冷水泵进、出水电动阀阀位状态异常或误动。
- 2) 变频器故障。

c) 处理

- 1) 运行闭冷水泵跳闸，备用闭冷水泵应自动启，否则应手动启动。
- 2) 检查故障闭冷水泵轴承温度、电机轴承温度、进出水电动阀阀位状态是否正常。
- 3) 检查闭冷水母管压力应维持正常，检查闭冷水箱水位是否正常。
- 4) 闭冷水泵跳闸经处理无效，造成闭冷水中断时，应将空压机房冷却水等公用系统用户切至邻机供。切换时应先关故障侧闭冷水，再开正常运行侧闭冷水。闭冷水中断造成循泵跳闸，应立即调整循环水系统运行方式，确保邻机循环水量。
- 5) 若闭冷水中断无法迅速恢复，则立即不破坏真空紧急停机，并根据各用户的轴承温度、油温等情况及时停止有关辅机的运行。根据需要将锅炉启动循环泵隔离。
- 6) 检查泵组跳闸原因，联系检修处理。

2.1.5.2 闭冷水母管压力低

a) 现象

- 1) 闭冷水母管压力低报警。
- 2) 氢冷器出水温度、主机冷油器出油温度、小机冷油器出油温度、发电机定子线圈出水温度、循泵电机线圈温度不正常升高，各用户的轴承温度、油温、水温等异常升高。

b) 原因

- 1) 运行泵工作不正常、气蚀或系统进空气。
- 2) 备用闭冷水泵出口逆止阀不严，备用泵倒转。
- 3) 系统泄漏，闭冷水箱水位低。
- 4) 闭冷水泵进水滤网堵。
- 5) 闭冷器进出水电动阀误动。

c) 处理

- 1) 闭冷水母管压力下降时，应检查闭冷水泵出水压力、闭冷水箱水位、闭冷水泵进水滤网及有关放水阀、闭冷水压力调节阀、管路等工作情况，针对原因作相应处理。

- 2) 若运行泵出力不足,应确认备泵自动启,否则手动启动。
- 3) 若进水滤网堵,应启动备用泵,停止运行泵,通知检修人员处理。
- 4) 若是闭冷水系统进空气,应对泵体、各氢冷器进行放气,检查确认各空压机运行情况,严重气蚀时应立即切换至备泵运行。
- 5) 确认备用闭冷水泵出口逆止阀不严,应及时关闭备用闭冷水泵出水电动阀。
- 6) 若冷却器进出水电动阀开、关状态异常,应立即恢复。
- 7) 全面检查闭冷水系统,若有泄漏,则设法隔离泄漏点。若两台闭冷水泵运行,闭冷水出水母管压力仍持续下降,闭冷水箱水位无法维持,应按闭冷水中断处理。

2.1.5.3 闭冷水箱水位低

a) 原因

- 1) 闭冷水箱补水调节阀不正常。
- 2) 系统有泄漏。
- 3) 系统放水阀误开。
- 4) 闭冷器内漏。
- 5) 公用系统闭冷水用户水源切换操作不当。

b) 处理

- 1) 开启补水旁路阀,保证闭冷水箱水位,必要时可启动凝输泵加强闭冷水箱补水。
- 2) 检查补水调节阀是否正常,若补水自动调节失灵应手动调节水箱水位正常。
- 3) 检查系统放水阀是否误开。
- 4) 检查闭冷器是否泄漏,若内漏则进行切换隔离。
- 5) 公用系统闭冷水用户水源切换操作采用不停水切换,不可以长时间并列供水。

2.1.5.4 闭冷器闭冷水出水温度高

a) 现象

- 1) 闭冷器闭冷水出水温度高报警。
- 2) 氢冷器出水温度、主机冷油器出油温度、小机冷油器出油温度、发电机定子线圈出水温度、循泵电机线圈温度不正常升高,各用户的轴承温度、油温、水温等异常升高。

b) 原因

- 1) 闭冷器运行方式不合理,开冷水量不足。
- 2) 闭冷器脏堵。
- 3) 开冷水进水电动滤水器脏堵,开冷水压力低。
- 4) 低潮位期间,闭冷器开冷水出水虹吸破坏。

c) 处理

- 1) 检查各有关使用闭冷水的油、氢、水、气及辅机轴承等温度，确认闭冷器闭冷水出水温度高，应立即检查开冷水系统压力、开冷水进水电动滤水器工作情况，针对原因作相应处理。
- 2) 若闭冷器脏堵，冷却器温升异常，应及时切换、隔离，通知检修人员处理。
- 3) 定期清洗开冷水进水电动滤水器，检查进水电动滤水器差压正常，必要时增加清洗次数。
- 4) 开冷水进水压力低，可对循环水母管压力作相应调整，若闭冷器开冷水出水虹吸破坏，应立即进行注水放空气。

2.2 循环水系统

2.2.1 旋转滤网及冲洗水泵的投入、运行与停止

2.2.1.1 启动前的检查

- a) 投入各测量、指示仪表。
- b) 确认联锁保护试验合格并投入。
- c) 检查旋转滤网传动装置转动正常符合要求。
- d) 确认循环水取水井进口水位正常。

2.2.1.2 遇到下列任一情况，旋转滤网应启动冲洗一次

- a) 对应的循泵启动前。
- b) 旋转滤网前、后水位差达 150mm。
- c) 旋转滤网前、后水位差正常，每隔 6h 冲洗一次。

2.2.1.3 旋转滤网投运步骤

- a) 循环水系统已投入运行。
- b) 完成冲洗水泵进水母管注水排气。
- c) 启动冲洗水泵，开启冲洗水泵的出水阀，确认冲洗水母管压力正常。
- d) 开启需冲洗滤网的冲洗水进水阀和进水电动阀。
- e) 启动对应的旋转滤网，检查滤网转动应连续无卡涩现象。
- f) 旋转滤网前后水位差小于 50mm 后，旋转滤网冲洗时间不少于 15min 后方可停运。
- g) 停旋转滤网、冲洗水泵，对应旋转滤网冲洗水电动阀关闭。
- h) 化学加药时应注意滤网前后水位差的变化，加强旋转滤网的冲洗。

2.2.1.4 旋转滤网运行中电机过载、安全保护或链条延伸，将发出故障和跳闸报警，此时应切换循泵，待水位差趋向 0 后，重新启动；若仍跳闸说明故障非水位差原因，应查找原因，联系检修处理。

2.2.2 循环水系统投运前检查

2.2.2.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.2.2.2 确认循环水进水口液压钢闸门已拉启，联系检修确认循环水出水母管排水井钢闸门拉启。

2.2.2.3 检查拦污栅前后水位正常，手动启动清污机，检查转动灵活无卡涩后，投自动。

2.2.2.4 确认海水脱硫曝气池具备投运条件。

- 2.2.2.5 检查旋转滤网冲洗正常。
- 2.2.2.6 检查循泵出口蝶阀集水井排水泵正常，投入联锁，确认循环水母管联络阀门并无水位。
- 2.2.2.7 确认循泵电机上轴承油位正常、油质良好。
- 2.2.2.8 检查循泵出口液控蝶阀油箱油位正常、油质合格，油温高于 20℃。
- 2.2.2.9 检查循泵出口液控蝶阀液压油泵自动控制联锁试验合格，油泵自动启动后系统压力在 13MPa~16MPa 之间，蓄能器和液压缸自动补压正常。
- 2.2.2.10 检查液控蝶阀液压系统运行正常，循泵出口液控蝶阀关闭。
- 2.2.2.11 循泵首台启，应确认本机三台循泵出口液控蝶阀开关正常，无卡涩现象。
- 2.2.2.12 循泵首台启，应检查循环水母管#1、#2 联络阀处于关闭状态。
- 2.2.2.13 检查闭冷水系统已正常投运。
- 2.2.2.14 检查#1、#2 海水清水池水位正常，联系一期集控增启一台循泵轴承润滑水泵，检查循泵轴承润滑水的流量、压力正常，投入循泵轴承润滑水泵联锁。
- 2.2.2.15 确认闭冷水至循泵电机冷却水进水、回水总阀开启，检查循泵电机冷却水进水母管进水隔离阀、循泵电机冷却水回水母管回水隔离阀开启，#3#4 机循泵电机冷却水进水母管、回水母管联络阀关闭，查闭冷水至循泵冷却水母管压力 $>0.55\text{MPa}$ ，开启循泵电机和轴承冷却水出水阀。
- 2.2.2.16 检查循环水母管上的所有放水阀关闭，确认各循泵出口#1 自动排气阀前隔离阀关闭，循环水系统管道各自动排气阀前隔离阀开启。
- 2.2.2.17 检查低压、高压凝汽器循环水室放气阀开启，放水阀关闭；开启开冷水电动滤水器进水电动阀，开启电动滤网电动排污阀。
- 2.2.2.18 检查确认开启凝汽器循环水进、出水电动阀。若循环水母管空管启动，应先开启出口蝶阀 15%开度，启动循泵运行 25min 后，确认凝汽器水室放气结束，全开出口蝶阀；或稍开循环水母管联络阀向系统注水，注水前应关闭循环水管道上的所有放水阀，开启低压、高压凝汽器循环水室放气阀，放气结束后，关闭放气阀。注水放气过程中应注意循门坑水位情况。
- 2.2.2.19 检查凝汽器水室抽真空系统具备投运条件。
- 2.2.2.20 检查确认循泵电机加热已退出。
- 2.2.2.21 确认循环水用户满足通水条件、循环水泵启动允许条件满足。
- 2.2.3 循泵的启动
- 2.2.3.1 根据工况选择是否投用循环水泵首台启动按钮。
- a) 循泵首台启：
- 1) 选择“首台启”，并选择顺控启动所对应循泵。
 - 2) 循泵出口液控蝶阀自动开至 15%位置后自动启循泵。
 - 3) 检查循泵启动电流及回小时间、振动、声音、润滑水、冷却水流量等正常。
 - 4) 充水 25min 后出口液控蝶阀至全开。

- b) 非首台循泵启动时，启动循泵电机后，查循泵出口液控蝶阀直接自动全开、液控蝶阀油站蓄能器与液压缸油压正常后液压泵自动停运，全面检查无异常，系统应无泄漏。
- 2.2.3.2 待凝汽器水室放气阀连续出水后关闭放气阀，检查凝汽器循环水出水虹吸建立正常。
- 2.2.3.3 检查循环水母管压力正常，投入备用循泵联锁。
- 2.2.3.4 进行开冷水电动滤水器清洗排污，根据需要投入开冷水。
- 2.2.3.5 汇报值长可投运加氯系统。
- 2.2.4 循环水系统的运行
- 2.2.4.1 循泵电机电流、电机线圈温度、电机轴承及推力轴承温度正常、电机上轴承油位正常。
- 2.2.4.2 检查泵组振动、声音、出水压力正常。
- 2.2.4.3 循泵变频运行中，应加强变频器装置运行环境温度的检查，及时记录变频器温度。
- 2.2.4.4 循泵变频调节应缓慢，确保循环水系统运行安全稳定。
- 2.2.4.5 检查拦污栅前后水位正常，拦污栅水位差达 200mm 或 24h 水位差未达 200mm 清污机应自动启；循泵取水井水位正常，水中杂物正常。
- 2.2.4.6 雨季杂草较多、海生物繁殖期应加强循泵旋转滤网的监视，增加滤网冲洗次数并及时清理。
- 2.2.4.7 检查闭冷水至循泵电机冷却水母管压力正常，各循泵电机冷却水压力、流量正常。
- 2.2.4.8 循泵润滑水进水压力在 0.1MPa~0.2MPa 之间，循泵轧兰溢水正常。
- 2.2.4.9 检查循泵出口蝶阀液压油站无报警，液压系统油压、油温、油箱油位正常，液压油泵自动启停正常。
- 2.2.4.10 检查确认循泵出口蝶阀直流电源及蝶阀状态信号无故障报警。
- 2.2.4.11 检查循泵出口蝶阀集水井及循环水母管联络阀门井水位正常，排水泵自动启停正常。
- 2.2.4.12 循环水系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-----------|-----|------|-----|-----|-------|------|----------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 循泵出口压力 | MPa | 0.1 | 0.2 | | | | |
| 循环水母管压力 | MPa | 0.08 | 0.2 | | 0.065 | 0.04 | ≤0.04MPa 联第一备泵 |
| 电机轴承箱油位 | % | 2/3 | | | 1/2 | | |
| 电机上轴承金属温度 | ℃ | <70 | 70 | 80 | | | ≥80℃运行泵跳闸。 |
| 电机下轴承金属温度 | ℃ | <75 | 75 | 85 | | | ≥85℃运行泵跳闸。 |
| 电机推力轴承温度 | ℃ | <70 | 70 | 80 | | | ≥80℃运行泵跳闸。 |
| 电机线圈温度 | ℃ | <120 | 120 | 130 | | | |
| 电机上下机架振动 | μm | <70 | 70 | 100 | | | |
| 取水井水位 | m | >11 | | | 10.5 | | |
| 旋转滤网前后水位差 | mm | <50 | 150 | 500 | | | |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-------------|-----|---------|------|----|------|----|-------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 旋转滤网冲洗水母管压力 | MPa | >0.5 | | | 0.4 | | ≤0.4MPa 联备泵 |
| 拦污栅前后水位差 | mm | <200 | 300 | | | | |
| 循泵闭冷水母管压力 | MPa | 0.6 | 0.8 | | 0.4 | | |
| 循泵电机冷却水压力 | MPa | 0.5 | 0.65 | | 0.35 | | |
| 电机及轴承冷却水流量 | t/h | 50 | | | 40 | | |
| 润滑水母管压力 | MPa | 0.35 | | | 0.3 | | ≤0.3MPa 联备泵 |
| 循泵润滑水流量 | t/h | 4 | | | 3 | | |
| 循泵润滑水压力 | MPa | 0.1~0.2 | | | 0.12 | | |
| 出口蝶阀液压油压力 | MPa | 13~16 | 18.5 | | 13 | | |
| 出口蝶阀液压油温度 | ℃ | >20 | 65 | | 20 | | |
| 出口蝶阀集水坑水位 | m | | 0.8 | | 0.5 | | |
| 凝汽器循环水出水压力 | kPa | <-27 | -27 | | | | |
| 凝汽器水室水位 | mm | >425 | | | 325 | | |
| 凝汽器循门坑水位 | m | 0.8~1.3 | 1.3 | | 0.8 | | |

2.2.4.13 循环水系统正常运行方式为扩大单元制，#3、#4 机循环水母管并列运行。

2.2.4.14 根据季节、海水温度及凝汽器真空，及时调整循环水系统运行方式。

a) 循环水系统的运行方式

- 1) 冬季二机二泵运行：每台机组 $Q=12.42\text{m}^3/\text{s}$ ， $H=9.5\text{m}$ 。
- 2) 春秋二机四泵运行：每台机组 $Q=22.42\text{m}^3/\text{s}$ ， $H=14.8\text{m}$ 。
- 3) 夏季二机五泵运行：每台机组 $Q=25.9\text{m}^3/\text{s}$ ， $H=17\text{m}$ 。

b) 循泵房辅助设备正常运行方式

- 1) 冲洗水单母管供水，冲洗水系统两台冲洗水泵运行具备满足六台旋转滤网冲洗，冲洗水泵联锁投入。
- 2) 循泵轴承润滑水泵出水管联络阀开启，全厂润滑水双母管供水，四台润滑水泵按变频恒压供四台机组运行方式，润滑水泵联锁投入。
- 3) #3 机和#4 机循泵电机冷却水进、回水母管均布置有联络阀，可联通运行。

2.2.5 凝汽器单侧隔离与恢复

a) 凝汽器单侧隔离

- 1) 根据机组真空情况，联系值长负荷减至 600MW 左右，最高不超过 750MW。
- 2) 将高、中、低压旁路切至手动控制，禁止投运旁路。
- 3) 关闭需停运侧凝汽器空气阀。

- 4) 关闭需停运侧高压凝汽器前水室抽空气阀。
 - 5) 检查凝汽器真空正常，缓慢关闭需停运侧凝汽器循环水进水电动阀。
 - 6) 可适当开大运行侧凝汽器出水电动阀，监视运行凝汽器循环水压力 $\geq 0.2\text{MPa}$ ，凝汽器真空 $\leq 91\text{kPa}$ ，排汽温度 $\geq 50^\circ\text{C}$ 。
 - 7) 检查各循泵电流、振动无异常。
 - 8) 调整循泵及循环水系统的运行方式，根据真空、排汽温度可退出一台循泵运行。
 - 9) 开启停运侧凝汽器循环水室放气阀，破坏水室虹吸。注意真空应正常，若真空急剧下降，应立即关闭放气阀。
 - 10) 关闭需停运侧凝汽器循环水出水电动阀。
 - 11) 确认停运侧凝汽器循环水进、出水电动阀关闭严密后停电。
 - 12) 开启停运侧凝汽器循环水进、出水管及后水室联通管放水阀，注意循门坑水位。
 - 13) 凝汽器停运隔离侧水室泄压至 0，放尽余水后，方可允许检修缓慢打开凝汽器停运隔离侧水室人孔门，进行清扫、查漏等工作。
 - 14) 凝汽器水室放水或检修打开水室人孔门过程中，应加强监视凝汽器真空、低压缸排汽温度。若凝汽器真空下降较快，应停止操作并立即恢复至原状态。
 - 15) 可根据凝汽器真空，联系值长，适当调整机组负荷。
- b) 凝汽器单侧隔离后恢复
- 1) 确认凝汽器工作全部结束、工完场清、工作票终结，关闭凝汽器循环水侧放水阀后，可进行循环水进、出水电动阀送电。
 - 2) 不宜在低潮位期间进行凝汽器单侧隔离后恢复，单侧恢复时应联系邻机。
 - 3) 稍开隔离侧凝汽器循环水进水电动阀，检查凝结水水质正常；待低压、高压凝汽器隔离侧循环水后水室放气阀连续冒水并赶尽空气后，逐渐全开隔离侧凝汽器循环水进水电动阀。
 - 4) 确认凝结水水质正常，缓慢开启并调节隔离侧凝汽器循环水出水电动阀，检查出水虹吸逐渐建立。
 - 5) 适当关小并调节运行侧凝汽器循环水出水电动阀，使两侧出水电动阀开度一致，检查内、外环循环水出水温度、温升应正常。
 - 6) 凝汽器单侧恢复过程中，应监视循环水母管压力变化，根据需要增开循环水泵保持循环水母管压力正常。
 - 7) 凝汽器循环水侧投入正常后，开启隔离侧凝汽器空气阀，监视凝汽器真空变化。
 - 8) 检查凝汽器循环水系统双侧运行正常。
 - 9) 按要求增加机组负荷。

2.2.6 凝汽器水室抽真空系统

2.2.6.1 凝汽器水室真空泵投运

- a) 应在循泵启动前,完成“辅机设备及系统运行通则”操作。
 - b) 凝汽器各水室水位计投入,仪表阀门开启。
 - c) 检查关闭凝汽器水室抽空气母管顶部放气阀,关闭水室真空泵泵体放水阀、分离器底部放水阀。
 - d) 检查水室真空泵注水完成、分离器液位正常。
 - e) 启动水室真空泵,检查水室真空泵运行正常,进气电动阀联开。
 - f) 凝汽器各水室抽空气阀与水室放气阀严禁同时开启运行。
 - g) 凝汽器通水后,低压凝汽器前水室水位正常后,应立即关闭低压凝汽器前水室抽空气阀。
 - h) 凝汽器通水后,高压凝汽器前水室出水虹吸正常后,可关闭高压凝汽器前水室抽空气阀。
 - i) 机组正常运行中,严禁同时开启低压凝汽器前水室抽空气阀和高压凝汽器前水室抽空气阀。
 - j) 机组正常运行中,高压凝汽器前水室出水虹吸不佳时,可启动水室真空泵维持出水虹吸。
- 2.2.6.2 凝汽器水室真空泵停止
- a) 凝汽器通水后,高压凝汽器前水室出水虹吸正常且水室水位 $>425\text{mm}$,可停运水室真空泵。
 - b) 分离器高水位时,应停运水室真空泵。
 - c) 循环水系统停运后,应停运水室真空泵。
 - d) 水室真空泵停运后,应确认水室真空泵进口电动阀关闭。
- 2.2.7 循环水系统的停运
- 2.2.7.1 正常停运循泵应采用关闭出口蝶阀联停循泵方式。
- 2.2.7.2 夏季循环水系统停运的前 8h,应特别进行一次灭藻处理。
- 2.2.7.3 确认本机循环水系统无用户,海水补给水泵房水源已隔离或切换。
- 2.2.7.4 检查邻机循泵运行方式合理。确认本机循环水系统符合停运条件。
- 2.2.7.5 撤出循泵备用联锁,关闭需停运循泵出口液控蝶阀,检查液控蝶阀开始快速关闭,当循泵出口液控蝶阀关闭 35s 后,循泵应保护停运,出口液控蝶阀慢关至全闭,远方/就地确认液控蝶阀显示关闭到位。
- 2.2.7.6 检查循泵停运后无倒转现象。
- 2.2.7.7 根据情况停运出口液控蝶阀控制油站。
- 2.2.7.8 若无检修工作,可保持循泵各辅助设备在循泵启动前状态。
- 2.2.8 循环水系统故障处理
- 2.2.8.1 循泵跳闸
- a) 原因
 - 1) 循泵出口液控蝶阀状态异常。
 - 2) 热工保护动作。
 - 3) 电气保护动作或 10kV 母线失压。
 - b) 处理

- 1) 检查出口液控蝶阀关闭过程正常，否则立即远方或就地手动关闭跳闸泵出口液控蝶阀。
- 2) 若备用泵未启动或其出口液控蝶阀未开启，应立即手动启动或开启。
- 3) 无备用泵或备用泵合闸不成功，酌情减负荷，维持机组真空正常。
- 4) 发现循环水母管压力降低，可调节凝汽器循环水出水电动阀或单侧隔离，维持循环水母管压力，防止凝汽器、闭冷器开冷水出水虹吸破坏。
- 5) 若跳闸循泵出口液控蝶阀无法关闭，循泵倒转，应检查循环水母管低水压联动正常。根据真空下降速度，减负荷，立即通知维护就地强行关闭跳闸循泵出口液控蝶阀。循环水泵倒转时，不应抢合或强行启动。
- 6) 循泵倒转严重影响邻机真空、排汽温度，应迅速关闭循环水母管联络阀。循泵倒转引起循环水母管压力无法维持，立即按循环水中断处理。

2.2.8.2 循环水泵发生异常振动

a) 原因

- 1) 循泵不正常闭阀启动、气蚀。
- 2) 轴承损坏或轴弯曲。
- 3) 电机故障。
- 4) 联轴器螺栓损坏、松动、运动部件不平衡。
- 5) 叶轮损坏。
- 6) 循环水系统运行方式不合理。

b) 处理

- 1) 检查循环水取水井水位正常，合理调节循环水系统运行方式。
- 2) 启动备用泵，停运故障泵。
- 3) 若振动严重，应紧急停泵，联系维护处理。

2.3 开冷水系统

2.3.1 开冷水系统投运前检查

2.3.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.3.1.2 确认循环水系统已正常投运。

2.3.1.3 检查开冷水电动滤水器旁路阀关闭。

2.3.1.4 确认开冷水电动滤水器旋转冲洗试验正常。

2.3.1.5 确认系统内所有放水阀关闭。

2.3.1.6 检查闭冷水系统已投运。

2.3.2 开冷水系统的投运

2.3.2.1 确认开冷水电动滤水器进水电动阀前压力正常。

2.3.2.2 开启开冷水电动滤水器电动排污阀。

2.3.2.3 缓慢开启开冷水电动滤水器进水电动阀、排气阀进行充水排气，空气排尽后关闭排气阀。

- 2.3.2.4 启动开冷水电动滤水器冲洗 10min 后，开启电动滤水器出水电动阀，投入电动滤水器自动。
- 2.3.2.5 缓慢开启闭冷器开冷水进水电动阀，对闭冷器管侧进行充水排气工作，排尽闭冷器管侧空气后，根据闭冷器闭冷水运行方式，对应投入运行。
- 2.3.2.6 备用闭冷器的开冷水进水电动阀开启，备用闭冷器的开冷水出水电动阀关闭。
- 2.3.2.7 开启真空泵密封水冷却器进水阀，进行充水排气，根据需要投运真空泵冷却器冷却水。
- 2.3.2.8 检查开冷水系统运行正常，开冷水进水电动滤水器差压应正常，开冷水母管压力应正常。
- 2.3.3 开冷水系统的运行
- 2.3.3.1 检查开冷水系统管道、设备应无漏水，开冷水母管压力正常。
- 2.3.3.2 检查开冷水电动滤水器差压及自动冲洗情况应正常。若开冷水电动滤水器脏堵冲洗无效，应切换至旁路运行，及时联系检修清扫处理后，投运前应进行充水放气。
- 2.3.3.3 开冷水电动滤水器旁路方式不可长期运行。
- 2.3.3.4 检查闭冷器开冷水出水温度、进出水温升正常。可根据闭冷水温度，两台闭冷器并列运行。
- 2.3.3.5 完成定期切换及试验工作且应正常。
- 2.3.3.6 开冷水系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-----|------|-----|----|---|----|------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 开冷水母管压力 | kPa | >10 | 100 | | 5 | | |
| 开冷水电动滤水器差压 | kPa | <2.5 | 5 | | | | |
| 闭冷器开冷水出水温度 | ℃ | | 38 | | | | 进出水温差<6℃报警 |

- 2.3.4 开冷水系统的停运
- 2.3.4.1 确认真空泵停运，关闭真空泵密封水冷却器出水阀和进水阀。
- 2.3.4.2 确认闭冷水系统已不需要冷却，关闭闭冷器开冷水出水电动阀和进水电动阀。
- 2.3.4.3 将开冷水电动滤水器冲洗方式切至手动，关开冷水电动滤水器进水电动阀。
- 2.3.4.4 根据要求对闭冷器开冷水侧和真空泵开冷水侧放水。
- 2.3.5 开冷水系统故障处理
- 2.3.5.1 闭冷器开冷水出水温度高
- a) 原因
- 1) 开冷水电动滤水器脏堵、开冷水母管压力低。
 - 2) 闭冷器管板脏堵。
 - 3) 开冷水积空气、闭冷器开冷水出水虹吸破坏。
- b) 处理
- 1) 运行中应根据闭冷水温度，及时调整闭冷器开冷水出水电动阀。
 - 2) 发现开冷水电动滤水器差压报警时，立即检查电动滤水器自动排污工作情况，可切至手动方式加强对电动滤水器的排污。若开冷水电动滤水器脏堵，开冷水母管压力无法维持，应立即开启开冷水电动滤水器旁路阀，及时联系检修隔离清扫处理。

- 3) 确认闭冷器管板脏堵，应切换至备用闭冷器，及时联系检修隔离清扫处理。
- 4) 闭冷器管侧开冷水积空气，应及时注水放空气。
- 5) 若闭冷器管侧开冷水出水虹吸破坏，应立即调整开冷水母管压力，必要时开启旁路阀，注水放空气；因闭冷水温度高，影响氢温、油温、定冷水温度等用户温度，汇报值长降低负荷运行；低潮位期间，可通过提高 C 循环水泵频率或启动备用循泵提高开冷水母管压力。

2.4

凝结水系统

2.4.1 凝结水系统投运前检查

2.4.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.4.1.2 联系化学，进行凝储水箱补、排水，直至凝储水箱水质合格，将凝储水箱水位调节阀前后阀门全开后投入水位自动调节。

2.4.1.3 确认凝输水系统各用户阀门均关闭，开启化补水至凝输水母管隔离阀和电动阀，完成凝输水系统注水放气。

2.4.1.4 开启凝输泵进水阀排净泵内空气。

2.4.1.5 启动凝结水输送泵，向热井补水，注意检查低压、高压凝汽器热井水位正常，对凝汽器热井冲洗合格后补水至正常水位，投入热井水位自动。凝汽器热井补水也可由化补水直接提供。

2.4.1.6 根据需要，进行闭冷水箱、定冷水箱补水冲洗。

2.4.1.7 投入凝泵密封水，调节密封水压力、流量正常，检查有适量回水。

2.4.1.8 检查凝泵轴承油位正常，投入凝泵轴承冷却水和凝泵电机冷却水正常。

2.4.1.9 检查关闭各凝结水系统其它用户，凝结水系统未经冲洗且水质合格前，不应向定冷水系统等各用户供水。

2.4.1.10 完成对凝结水泵及凝结水母管充水放气工作。在机组运行中，对检修凝泵恢复时的充水放气工作，不应影响运行凝泵的正常运行，恢复过程应加强凝汽器真空监视。

2.4.2 凝结水系统的投运

2.4.2.1 检查凝泵启动条件满足。

2.4.2.2 启动一台凝泵，注意启动电流及回小时间，检查出水电动阀自动开；泵组振动、声音、轴承及电机线圈温度、出口压力、进口滤网压差、密封水压力、热井水位均正常，检查系统应无泄漏。凝泵变频器启动前先检查凝泵开关、变频器进线闸刀、变频器出线闸刀在合闸位置，选择变频器启动/停止按钮，启动变频器，查凝泵转速在最低转速 900r/min 运行正常，检查凝泵变频控制状态显示应正常。

2.4.2.3 检查凝结水流量正常，母管压力正常，投入凝泵联锁，检查备用凝泵出水电动阀自动开启，注意泵不应倒转。

2.4.2.4 开启凝结水加药阀，通知化学加药。若凝结水水质不合格，禁止除氧器上水，关#6 低加出水电动阀，开启开车放水隔离阀和电动阀进行换水，凝结水水质合格后，除氧器方可进水。

2.4.2.5 开启凝结水母管至凝泵密封水隔离阀，注意保持密封水压力、流量正常。

- 2.4.2.6 凝泵出水含铁量 $<1000\mu\text{g/L}$ ，通知化学可投入凝结水精处理设备。
- 2.4.2.7 依次对疏水冷却器、各低加、低低温省煤器、中温省煤器注水放气后水侧投入。
- 2.4.2.8 投入除氧器水位自动调节，并注意热井、除氧器水位变化情况，合理调节凝结水母管压力。
- 2.4.2.9 注意当凝结水流量逐渐增大时，凝结水再循环阀应自动关闭。
- 2.4.2.10 根据需要投入各凝结水减温水用户，凝结水减温水用户投入前，应进行用户相关滤网的冲洗，必要时进行用户相关滤网隔离清扫。
- 2.4.3 凝结水系统的运行
- 2.4.3.1 机组正常运行中，凝汽器的正常补水由化补水母管直供，凝输水作为备用水源。
- 2.4.3.2 检查凝结水系统管道、设备无漏水。
- 2.4.3.3 检查凝储水箱、凝汽器、除氧器水位及水位自动正常。
- 2.4.3.4 检查凝结水输送泵电流、变频器温度、轴承油位、轴承温度、振动、进口滤网差压、出水压力正常。
- 2.4.3.5 检查凝泵电流、轴承油位、轴承及电机线圈温度、进口滤网差压、出水压力、凝结水流量、母管压力、振动、声音、密封水供水正常。
- 2.4.3.6 检查备用凝泵变频器旁路闸刀在合闸位置，确认泵在可靠备用状态，备用联锁开关已投入。
- 2.4.3.7 正常运行中保持变频凝泵连续运行，凝泵变频控制除氧器水位正常，工频凝泵联锁备用。检查给泵密封水泵状态正常，给泵密封水母管压力正常。
- 2.4.3.8 凝泵变频运行中，应加强变频器装置运行环境温度的检查，及时记录变频器温度。
- 2.4.3.9 机组正常运行中凝结水泵不切换，机组停运后视情况将变频器改接至另一台泵。每月进行一次备用凝结水泵试转工作，以保证备用凝结水泵处于良好状态。
- 2.4.3.10 工频凝泵试转时应防止出现水位大幅度扰动。试转前变频凝泵转速控制切手动调至 100%，检查除氧器水位调节自动正常，启动工频凝泵后为防止长时间并列运行，一般控制闷泵运行时间在 10min 内。
- 2.4.3.11 启动首台工频凝泵，应防止出现凝结水管路冲击。
- 2.4.3.12 完成定期切换及试验工作且应正常。
- 2.4.3.13 凝结水系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|--------------------|------------|------|------|-----|-----|----------------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 凝汽器水位 | mm | 1100 | 1400 | 1800 | 800 | 400 | $\leq 400\text{mm}$ 运行泵跳闸 |
| 凝泵电机上部轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | ≤ 80 | 85 | 95 | | | $\geq 95^{\circ}\text{C}$ 运行泵跳闸。 |
| 凝泵电机下部轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | ≤ 80 | 85 | 95 | | | $\geq 95^{\circ}\text{C}$ 运行泵跳闸。 |
| 凝泵电机推力轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | ≤ 70 | 75 | 85 | | | $\geq 85^{\circ}\text{C}$ 运行泵跳闸。 |
| 凝泵电机线圈温度 | $^{\circ}\text{C}$ | ≤ 120 | 120 | 130 | | | |
| 凝泵密封水流量 | t/h | ≥ 1 | | | 0.5 | | |
| 泵组振动 | μm | ≤ 60 | 120 | | | | |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-----------|-----|------|------|----|-----|-----|--|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 凝泵进口滤网差压 | kPa | <6 | 10 | | | | |
| 凝结水母管压力 | MPa | 2.5 | 4.0 | | 1.2 | | 工频≤2.5MPa、变频≤1.2MPa 联备泵。 |
| 凝结水流量 | t/h | 1969 | 2278 | | 700 | 600 | 工频≤600t/h 运行泵跳闸；变频≤（1500r/min≤600t/h， 1000r/min≤420t/h）运行泵 跳闸。 |
| 凝结水储水箱水位 | m | 4.2 | 4.9 | | 2.0 | 1.0 | ≤1.5m 闭锁启泵，≤1.0mm 跳 泵。 |
| 凝输泵出水母管压力 | MPa | 0.8 | | | | 0.2 | |
| 凝输泵进口网差压 | kPa | <50 | 50 | | | | |

2.4.4 凝结水系统的停运

2.4.4.1 在机组停运后，确认凝结水无用户，且低压缸排汽温度低于 50℃时，可停止凝结水系统运行。

2.4.4.2 通知化学，撤出凝结水精处理装置。

2.4.4.3 撤出凝结水泵备用联锁，查备用凝泵出水电动阀自动关闭。

2.4.4.4 停凝泵变频器，检查凝泵出水电动阀自动关闭。

2.4.4.5 凝汽器热井水位调节阀切至手动并关闭。

2.4.4.6 根据需要停凝结水输送泵。

2.4.4.7 根据需要完成其它隔离工作。

2.4.5 凝结水系统异常及事故处理

2.4.5.1 凝泵进口滤网堵。

a) 现象

- 1) 凝泵滤网压差大。
- 2) 凝泵电流下降并剧烈摆动。
- 3) 凝结水母管压力波动。
- 4) 凝结水流量不稳并急剧下降。
- 5) 凝泵异音、振动大。

b) 处理

- 1) 启动备用凝泵。
- 2) 停止故障凝泵运行，检查凝泵出水电动阀关闭。
- 3) 监视调整凝汽器、除氧器水位正常。
- 4) 隔离故障凝泵，联系检修处理。
- 5) A/B/C 修后机组启动，因水质原因，两台凝泵进口滤网均堵，短时无法恢复，宜立即停炉处理。

2.4.5.2 凝泵跳闸

a) 现象

- 1) 凝泵跳闸报警，电流到零。
- 2) 凝结水母管流量，出口压力下降。
- 3) 备用凝泵自动启。
- 4) 变频凝泵跳闸、工频泵联启除氧器水位调节阀超驰动作。

b) 处理

- 1) 首先应确认备用凝泵自动启，否则立即手动启动（在机组启动未并网阶段、停机阶段，发生凝泵跳闸后，凝结水流量低逻辑开启凝结水再循环阀，则凝结水母管失压，不得强启工频凝泵）。
- 2) 若备用凝泵启动不成功，跳闸的凝泵无电流冲击时可强行再启动一次，强启不成功立即破坏真空紧急停机。
- 3) 调整凝汽器水位和除氧器水位。
- 4) 查明凝泵跳闸原因，联系检修处理，尽快恢复凝结水系统运行。

2.4.5.3 凝汽器满水

a) 现象

- 1) 凝汽器水位指示到顶并水位高报警。
- 2) 凝结水过冷度增加。
- 3) 当水位淹没抽气口时，真空急剧下降。
- 4) 凝泵电流异常。
- 5) 凝结水水质异常。

b) 原因

- 1) 凝汽器水位调节失灵。
- 2) 使用辅汽不当，工质窜至本机。
- 3) 凝结水系统阀门误关。
- 4) 凝泵跳闸且备泵未自投。
- 5) 凝汽器钛管泄漏。

c) 处理

- 1) 发现凝汽器水位高，应及时进行调整，并校对就地水位计。
- 2) 确认凝汽器满水，立即停止凝汽器补水，启动备用凝泵，必要时开启开车放水电动阀，检查凝结水系统各阀门状态正确。
- 3) 检查除氧器溢放水、高加事故疏水是否不正常开启，注意调整除氧器水位、压力。
- 4) 合理使用辅汽，防止机组间工质不平衡。
- 5) 若凝结水水质恶化、凝汽器钛管泄漏，则立即隔离泄漏侧。

- 6) 凝汽器满水伴随真空下降, 按真空下降处理总则相应处理。
 - 7) 凝泵跳闸且备泵未自投, 手动强行启动各凝泵无效, 按凝泵跳闸事故处理。
- 2.4.5.4 凝汽器水位异常下降
- a) 现象
 - 1) 凝汽器水位指示偏低。
 - 2) 凝汽器水位低报警。
 - 3) 凝结水母管压力、流量不稳并下降。
 - b) 原因
 - 1) 凝汽器水位或除氧器水位自动调节失灵。
 - 2) 凝结水输送泵或除盐水泵故障, 凝结水补水失常。
 - 3) 凝结水系统泄漏、误开放水阀。
 - c) 处理
 - 1) 发现凝汽器水位异常下降, 应立即检查原因, 作相应处理。
 - 2) 水位调节阀失灵, 应开启调节阀旁路电动阀控制凝汽器补水量。
 - 3) 检查凝汽器水位或除氧器水位自动调节情况, 迅速调整凝结水流量, 注意除氧器水位正常。
 - 4) 若凝输泵或除盐水泵故障, 立即启动备用泵, 通知检修尽快处理, 保持凝储水箱高水位。
 - 5) 机组间工质不平衡时, 应迅速调整, 消除凝汽器水位异常。
 - 6) 若凝结水系统泄漏, 应迅速进行隔离。

2.5 抗燃油系统

2.5.1 抗燃油系统投运前检查

- 2.5.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.5.1.2 检查抗燃油系统无泄漏, 油箱油位、油温正常, 油质合格。
- 2.5.1.3 抗燃油系统启动前必须冲洗干净, 系统中固体颗粒不超过 SAE AS4059F 6 级。
- 2.5.1.4 确认各油泵完成充油放气工作, 各阀门状态正确。
- 2.5.1.5 确认抗燃油再生装置进、出油阀开启, 旁路阀关闭, 放油阀、放气阀关闭。
- 2.5.1.6 确认机组具备抗燃油系统投入的条件。
- 2.5.1.7 检查蓄能器的进油阀已开启, 放油阀处于关闭状态。通知检修检查各蓄能器充氮压力 9.3MPa。
- 2.5.1.8 主机调节保安系统和小机调节保安系统具备充油条件。

2.5.2 抗燃油系统的投运

- 2.5.2.1 启动一台抗燃油循环泵, 检查运行正常, 系统无泄漏, 投备用抗燃油循环泵联锁。
- 2.5.2.2 根据油温及时投运油箱电加热装置并投自动, 将油温调节在 35℃~55℃。

2.5.2.3 启动一台抗燃油泵，检查电流、泵组振动、声音、轴承温度、出口压力、出口流量、滤网差压、抗燃油箱油位、母管压力均正常，系统无泄漏。

2.5.2.4 检查抗燃油箱油位正常，否则应补油。

2.5.2.5 投入备用抗燃油泵联锁。

2.5.2.6 根据需要，投入抗燃油冷油器的水侧运行，并投入油温自动。

2.5.3 抗燃油系统的运行

2.5.3.1 检查油泵电流、振动、声音、轴承温度、出口压力、滤网差压正常。

2.5.3.2 抗燃油母管油压在 16MPa 左右，抗燃油泵出口滤网差压<500kPa，油泵运行正常，系统无泄漏。

2.5.3.3 检查抗燃油箱油位正常，若油位降低，应查明原因，及时消除，必要时通知检修加油。

2.5.3.4 检查抗燃油过滤冷却系统运行正常，油箱油温为 45℃，冷油器回油滤网压差<200kPa。若油温升高，应切换或投入备用抗燃油冷油器运行，并检查闭冷水系统运行是否正常。

2.5.3.5 检查抗燃油再生装置运行正常。确认再生装置出油滤网差压<200kPa。保持抗燃油品质颗粒污染度≤(SAE AS4059F)6 级。抗燃油酸值≥0.13mgKOH/g 时，投运抗燃油酸值滤油机；抗燃油酸值≤0.08mgKOH/g 时，撤出抗燃油酸值滤油机运行。酸值滤油机再生运行时间不得超过 48h。

2.5.3.6 完成定期切换、试验工作。

2.5.3.7 抗燃油系统运行参数限额

| 项目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-----|-------|-----|----|------|------|-----------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 抗燃油母管压力 | MPa | 16 | 18 | | 12.5 | 10.5 | <10.5MPa 延时跳机 |
| 抗燃油箱油温 | ℃ | 35~55 | 55 | 65 | 35 | 15 | <10℃不允许启动 EH 油泵 |
| 抗燃油箱油位 | mm | >400 | 980 | | 400 | 160 | |
| 抗燃油循环系统压力 | MPa | 0.7 | | | | | |
| 抗燃油泵出口滤网差压 | kPa | <500 | 500 | | | | |
| 冷油器回油滤网压差 | kPa | <200 | 200 | | | | |

2.5.4 抗燃油系统的停运

2.5.4.1 机组停机后即可停运抗燃油系统。

2.5.4.2 撤出抗燃油泵联锁，停抗燃油泵。

2.5.4.3 确认抗燃油泵已停运，油箱油温正常，及时撤出抗燃油冷油器冷却水。

2.5.4.4 撤出抗燃油循环泵联锁，停抗燃油循环泵。

2.5.4.5 若抗燃油循环系统停运，油箱电加热装置不允许投运。

2.5.5 抗燃油系统异常及事故处理

2.5.5.1 抗燃油母管油压晃动

a) 现象

- 1) 操作员站及就地表计指示抗燃油压晃动。
- 2) 抗燃油泵电流异常。
- 3) 抗燃油泵声音、振动大。
- 4) 某主汽阀或调阀或补气阀状态异常。

b) 原因

- 1) 抗燃油泵本体故障。
- 2) 抗燃油泵溢流阀异常。
- 3) 蓄能器工作不正常。
- 4) 抗燃油箱油位过低。
- 5) 主、小机调速系统异常。

c) 处理

- 1) 抗燃油压晃动时，立即检查抗燃油泵出口流量、抗燃油泵溢流管道温度、蓄能器运行情况，同时联系检修一同检查、处理。
- 2) 检查抗燃油箱油位是否过低，联系检修加油。
- 3) 检查机组调速系统工作情况，各主汽阀、调阀、补气阀开度情况。
- 4) 检查小机调速系统蓄能器和超高、高、中压调阀开度情况，保持开度稳定。
- 5) 必要时切换至备用油泵运行，若油压晃动仍不能消除并难以维持机组的正常运行时，应立即查明原因并处理，加强运行监视并做好停机准备。
- 6) 抗燃油泵检修后，将泵内空气放尽，防止系统内积聚空气引起油压晃动。

2.5.5.2 抗燃油母管油压下降

a) 现象

- 1) 操作员站及就地表计指示抗燃油压下降。
- 2) 抗燃油压低报警。
- 3) 抗燃油箱油位可能下降。
- 4) 抗燃油泵电流异常。

b) 原因

- 1) 抗燃油箱油位低。
- 2) 抗燃油系统泄漏。
- 3) 抗燃油泵或变量机构故障。
- 4) 蓄能器故障。
- 5) 抗燃油系统溢油阀泄漏或误动。
- 6) 抗燃油泵进、出口滤网脏污。
- 7) 抗燃油系统阀门误动。
- 8) 备用抗燃油泵出口逆止阀不严。

9) 调节保安系统工作不正常。

c) 处理

- 1) 发现油压下降，立即查明原因，作相应处理。若抗燃油压低至 12.5MPa，备用油泵应自动启，否则立即手动启正常。
- 2) 检查滤网差压，若抗燃油泵进口或出口滤网堵，应切至备用泵运行，联系检修处理。
- 3) 检查调节保安系统各电磁阀有无卡涩现象，若 ATT 试验过程中出现抗燃油压低应立即将对应阀组的主汽阀方向电磁阀得电并将调阀阀限设置为 0，就地关闭该阀组的抗燃油进油隔离阀。
- 4) 抗燃油泵故障或跳闸，应及时启动备泵运行正常；抗燃油泵变量机构故障，应切至备用泵运行，联系检修处理。
- 5) 若蓄能器故障，联系检修处理，隔离故障蓄能器。
- 6) 备用抗燃油泵逆止阀不严，应隔离该泵，联系检修处理。
- 7) 若抗燃油箱油位低引起，应立即联系检修加油。
- 8) 溢油阀泄漏或误动，应联系检修进行调整。
- 9) 发现抗燃油系统泄漏，应在尽力维持抗燃油压的前提下，隔离泄漏点，并及时联系检修加油。若漏油严重无法隔离，影响机组正常运行时，应申请故障停机。处理过程中应注意做好防止抗燃油腐蚀人身、设备的措施。
- 10) 泄漏点在冷油器内部时，应切至备用冷油器运行，隔离运行冷油器，并联系检修处理。
- 11) 抗燃油压达 10.5MPa，跳机保护应正常动作，否则手动停机处理。

2.5.5.3 抗燃油箱油位下降

a) 现象

- 1) 抗燃油箱油位下降，油位低报警。
- 2) 抗燃油大量泄漏。

b) 原因

- 1) 抗燃油系统漏油。
- 2) 抗燃油温下降。
- 3) 蓄能器气囊破裂或漏气。
- 4) 抗燃油滤油机泄漏。
- 5) 抗燃油箱放油阀误开。

c) 处理

- 1) 核对表计，确认抗燃油箱油位下降，应针对原因作相应处理。
- 2) 检查抗燃油系统管路、接头、抗燃油泵及附件是否漏油，若漏油应设法隔离，联系检修人员处理；若大量漏油，且无法隔离时，应故障停机，并停运抗燃油泵。
- 3) 若油温下降引起油位变化，应检查冷油器温度调节是否失常，否则应及时手动调节正常。

- 4) 若运行冷油器泄漏，退出该冷油器运行，切至备用冷油器，并联系检修处理。
- 5) 油箱油位突然下降 10mm 左右，应由检修人员检查是否由于蓄能器气囊破裂或漏气引起。
- 6) 若抗燃油位下降引起抗燃油压下降，按油压下降处理。

2.5.5.4 抗燃油箱油温升高的处理

a) 现象

- 1) 抗燃油箱油温升高。
- 2) 电加热器显示投运。
- 3) 抗燃油冷却水电磁阀显示故障。

b) 原因

- 1) 抗燃油循环系统异常。
- 2) 抗燃油电加热器误动或控制失灵。

c) 处理

- 1) 当抗燃油箱温度升高，检查抗燃油冷油器是否正常。
- 2) 检查抗燃油循环系统阀门是否误动。
- 3) 检查确认闭冷水系统运行正常。
- 4) 检查抗燃油油冷却水电磁阀是否失灵，若冷却水电磁阀失灵，则立即联系检修处理。
- 5) 若抗燃油箱电加热器误动或控制失灵，此时立即切断电加热器电源。

2.6 主机润滑油系统

2.6.1 主机润滑油系统投运前检查

2.6.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.6.1.2 确认系统所有放油阀、放气阀均关闭，各油泵绝缘合格。

2.6.1.3 检查开启相关仪表阀门。

2.6.1.4 确认系统中有关联锁试验合格，控制电源送上，保护投用，信号正常，动力电源送上。

2.6.1.5 确认压缩空气系统已投运正常。

2.6.1.6 确认润滑油净化系统已具备投运条件。

2.6.1.7 确认密封油系统已具备投运条件。

2.6.1.8 确认闭式水系统运行正常。

2.6.1.9 确认主油箱油位正常，润滑油油质合格。（首次对主油箱加油时应考虑油管路充油量。油系统长期停运后重新启动前，应先启动直流事故润滑油泵对系统进行注油排空气。）

2.6.1.10 确认冷油器一台运行，另一台备用状态。

2.6.1.11 冷油器投入时，油侧、水侧必须进行放空气。

2.6.1.12 油泵启动前需检查主油箱油温 $>35^{\circ}\text{C}$ ；若主油箱油温 $<35^{\circ}\text{C}$ 时，应启动主油箱电加热器将油温加热至 35°C 。油温 $>70^{\circ}\text{C}$ ，不允许启动顶轴油泵。

2.6.1.13 汽机投入盘车前应投入润滑油系统、顶轴油系统、密封油系统。

2.6.1.14 投入主机#2 轴承油挡密封气系统，调节油挡密封气压力至 0.15MPa~0.2MPa。

2.6.2 润滑油净化系统投运

2.6.2.1 确认系统已按“辅机设备及系统启动前检查通则”检查合格。

2.6.2.2 检查润滑油净化系统各阀门状态正确。

2.6.2.3 确认主机润滑油箱在较高油位。

2.6.2.4 确认油净化装置进油泵绝缘合格，电源送上。

2.6.2.5 在润滑油处理系统就地控制屏上将电源开关转到“ON”位置。

2.6.2.6 按“RESET”（复位）按钮。

2.6.2.7 若首次启动或电机经过重新接线后应就地点动检查电机转向正确。

2.6.2.8 润滑油处理系统的运行方式

a) 油净化系统循环过滤运行方式：

- 1) 检查开启循环过滤器前隔离阀；
- 2) 检查关闭聚结分离罐进、出油阀；
- 3) 在就地控制屏上按“START”按钮，启动一台油净化装置进油泵；
- 4) 检查进油泵运行正常，进、出油压力正常，系统无渗漏油。
- 5) 投入备用联锁。

b) 油净化系统脱水运行方式：

- 1) 开启聚结分离罐进、出油阀；
- 2) 开启聚结分离罐排气阀，空气放尽后关闭；
- 3) 在就地控制屏上按“START”按钮，启动一台油净化装置进油泵；
- 4) 检查进油泵运行正常，进、出油压力正常，系统无渗漏油。
- 5) 投入备用联锁。

c) 油净化系统停运前排空运行方式：

- 1) 开启聚结分离罐排气阀、排空阀、循环过滤器前隔离阀、油净化出油阀；
- 2) 关闭油净化进油阀，关闭聚结分离罐进、出油阀；
- 3) 在就地控制屏上按“START”按钮，启动一台油净化装置进油泵；
- 4) 检查进油泵运行正常，进、出油压力正常，系统无渗漏油；
- 5) 待系统内的润滑油排空后停油净化系统。

2.6.2.9 正常运行中的维护、检查

- a) 正常情况下，润滑油处理装置应随同机组润滑油系统在线运行。
- b) 检查油净化装置进油泵运行正常。
- c) 就地控制盘无异常报警。
- d) 确认排水电磁阀工作正常，聚结分离罐水位 200mm 左右。若就地水位计指示水位高，则应手动疏水，并联系检修处理。

- e) 若油净化装置进油泵进口油压低 ($< -80\text{kPa}$) 报警发出, 油处理过滤泵跳闸。检查主油箱油位是否正常, 联系维护清理泵的进口滤网。
 - f) 油净化装置进油泵出口油压 $< 0.7\text{MPa}$ 。
 - g) 保护过滤器压差 $< 0.24\text{MPa}$ 。
 - h) 聚结分离罐压差 $< 0.3\text{MPa}$ 。
 - i) 循环过滤器压差 $< 0.24\text{MPa}$ 。
 - j) 做好润滑油取样化验工作。
- 2.6.3 主油箱排油烟风机投运
- 2.6.3.1 确认主油箱排油烟风机满足启动条件。
- 2.6.3.2 确认主油箱排油烟风机进口阀开启, 启动一台排油烟风机。
- 2.6.3.3 检查排油烟风机轴承温度、振动正常, 主油箱油位正常。
- 2.6.3.4 运行正常后, 调整主油箱及各轴承箱油烟抽出管道上的调节挡板, 维持主油箱和各轴承箱内微负压 (-1.0kPa 左右), 确保排烟风机入口的油雾分离器处于正常工作状态。
- 2.6.3.5 投入主油箱排油烟风机备用联锁。
- 2.6.4 主机交流润滑油泵投运
- 2.6.4.1 启动直流润滑油泵, 对油系统进行充油排空, 检查油泵出口油压、电机电流、泵组振动均正常, 各轴承回油正常, 系统无泄漏。
- 2.6.4.2 确认主机交流润滑油泵满足启动条件。
- 2.6.4.3 启动主机交流润滑油泵, 检查主机交流润滑油泵轴承温度、振动正常, 出口油压正常。
- 2.6.4.4 确认主机润滑油系统油压建立正常, 停运直流润滑油泵。
- 2.6.4.5 对主机润滑油冷油器进行注油放气, 处于一运一备方式。
- 2.6.4.6 对主机润滑油过滤器进行注油放气, 处于一运一备方式, 滤网差压 $< 120\text{kPa}$ 。
- 2.6.4.7 确认润滑油滤网后油压 $0.35\text{MPa} \sim 0.38\text{MPa}$ 之间。
- 2.6.4.8 切换另一台交流润滑油泵运行, 观察运行情况。
- 2.6.4.9 确认两台交流润滑油泵和直流润滑油泵均工作正常, 且运行期间的油压、油流符合主机运行要求, 投入交流润滑油泵和直流润滑油泵备用联锁。
- 2.6.4.10 检查各轴承润滑油供油管道、轴瓦处无漏油现象, 回油正常。
- 2.6.4.11 在油泵投运期间密切监视油箱油位, 油位低时及时联系维护加油。
- 2.6.5 顶轴油系统投运
- 2.6.5.1 确认主油箱油位正常, 主油箱油温 $< 70^{\circ}\text{C}$ 、顶轴油温 $< 65^{\circ}\text{C}$ 。
- 2.6.5.2 确认顶轴油系统油路畅通, 润滑油投运正常。
- 2.6.5.3 检查盘车驱动油进油隔离阀、电磁阀关闭。
- 2.6.5.4 依次启动两台顶轴油泵, 检查油泵工作正常, 油泵出口油压 17MPa , 顶轴油滤网后母管油压 16MPa , 投入顶轴油泵备用联锁。

- 2.6.5.5 确认顶轴油滤网差压正常。
- 2.6.5.6 查各轴瓦顶轴油压力正常，如偏差大，需要重新调整各轴承顶轴油压力。
- 2.6.5.7 确认各轴承振动、温度及主油箱油位正常，系统管道、接头无泄漏和渗漏。
- 2.6.5.8 汽轮机转速 $\leq 2000\text{r/min}$ 时，应确认两台顶轴油泵自启动。
- 2.6.5.9 汽轮机转速 $\geq 2100\text{r/min}$ 时，应确认两台顶轴油泵自停运。
- 2.6.6 主机盘车投运
 - 2.6.6.1 确认主机润滑油系统、密封油系统、顶轴油系统投运正常，确认润滑油压、润滑油温、各轴承顶轴油压力、盘车进油压力正常。
 - 2.6.6.2 液压盘车投运前，必须先通过位于#4 轴承处的手动盘车装置转动转子，确保可以正常盘动，否则联系维护处理。
 - 2.6.6.3 全关盘车驱动油进油隔离阀（注：此项操作应防止误关#1 轴承顶轴油进油阀）。
 - 2.6.6.4 手动盘车正常后，开启盘车驱动油进油电磁阀，缓慢开启盘车驱动油进油隔离阀，防止液压盘车过力矩，检查盘车转速缓慢上升，10min 后转速达到并维持 $48\text{r/min}\sim 54\text{r/min}$ 。若转速未上升或转速晃动则应关闭盘车驱动油进油隔离阀、电磁阀，并查明原因。
 - 2.6.6.5 盘车投入后，现场检查主机本体无异常、动静之间无摩擦，转子偏心度 $<0.076\text{mm}$ 。
 - 2.6.6.6 当机组转速 $>180\text{r/min}$ 时，盘车电磁阀关闭，供液压盘车马达的顶轴油切断，液压盘车马达脱离。
 - 2.6.6.7 机组正常运行时，盘车由润滑油驱动空转（ $6\text{r/min}\sim 12\text{r/min}$ ），防止轴承静止腐蚀。
 - 2.6.6.8 盘车过程时，应仔细进行听声检查，监视盘车转速及转子偏心度，记录转子偏心度原始值，监视各轴承顶轴油压、温度正常。
 - 2.6.6.9 主机手动盘车
 - a) 确认主机润滑油系统、顶轴油系统、密封油系统运行正常。
 - b) 确认盘车驱动油进油隔离阀、电磁阀关闭，主机转速为零。
 - c) 拧开位于#4 轴承顶部的手动盘车防护罩的螺栓，打开手动盘车保护杆，套入手动盘车手柄进行手动盘车，确保可以正常盘动。
- 2.6.7 主机润滑油冷却器投运
 - 2.6.7.1 主机润滑油冷却器水侧的投运操作
 - a) 检查关闭主机润滑油冷却器进水阀，开启进水阀后放气阀。
 - b) 微开主机润滑油冷却器出水阀进行注水放气，注水结束后关闭放气阀。期间注意闭式水系统运行情况。
 - c) 全开将投运的主机润滑油冷却器进水阀。
 - 2.6.7.2 主机润滑油冷却器油侧投运操作
 - a) 开启主机润滑油冷却器底部放油阀，放完积水后关闭。
 - b) 开启主机润滑油冷却器注油阀和放气阀进行注油放气，注意主油箱油位变化。

- c) 注油放气结束后, 关闭放气阀。
 - d) 确认主机润滑油冷却器投运正常。
- 2.6.7.3 机组运行时, 备用主机润滑油冷却器必须注油、注水、放气完毕。检修后的主机润滑油冷却器必须注水、注油、放气结束后, 方可转为备用。
- 2.6.7.4 备用主机润滑油冷却器出水阀开启, 进水阀关闭。
- 2.6.8 主机润滑油系统的运行
- 2.6.8.1 检查润滑油系统管道、设备应无漏油现象。
- 2.6.8.2 检查排油烟风机运行正常, 各油泵及风机联锁投入。
- 2.6.8.3 油泵联锁试验在启机过程盘车时, 停机过程投运盘车后各执行一次。
- 2.6.8.4 主机交流润滑油泵和直流润滑油泵并列运行时, 润滑油压正常后 15min 内必须手动停运直流润滑油泵。
- 2.6.8.5 顶轴油泵正常时两台运行, 切换时可以三台并列运行。
- 2.6.8.6 发电机未排氢, 或有任一台油泵运行, 应保持主机排油烟风机运行。
- 2.6.8.7 汽轮发电机组在额定转速运行期间, 汽轮发电机组轴承供油温度保持 50℃。
- 2.6.8.8 汽轮发电机组各轴承润滑油、顶轴油油量整定阀和轴承座排烟调整阀, 试验人员设定后, 运行人员不得调整阀门开度。
- 2.6.8.9 检查主油箱油位计灵活无卡涩, 油位、负压应正常, 若油位不正常上升或下降, 应查明原因设法消除, 油位至 760mm 应及时通知检修加油。
- 2.6.8.10 定期进行油箱放水检查, 若发现放水量明显增加, 应及时检查系统的运行情况, 并联系化学取样化验, 分析进水原因并设法消除, 必要时通知检修滤油。
- 2.6.8.11 检查主交流润滑油泵出口压力、润滑油母管压力及温度、各轴承回油温度正常。若冷油器出油温度升高, 应检查闭冷水压力、温度及油水侧各阀门状态是否正常, 必要时切换冷油器运行。
- 2.6.8.12 检查主机润滑油及顶轴油滤网差压正常, 若滤网差压高, 应切换滤网并联系检修, 处理后应充油放气投入备用。
- 2.6.8.13 应保持主机润滑油净化装置连续运行, 检查各级过滤器差压无报警。
- 2.6.8.14 完成润滑油系统定期切换、试验工作且应正常。
- 2.6.8.15 主机净、污油箱的运行管理规定
- a) 机组正常运行时, #02 净油箱、污油箱进出口阀及润滑油输送泵再循环隔离阀均保持关闭。
 - b) 每次机组检修时机组油箱(主机、小机、润滑油净化装置)因工作需要放油时, 规定将油排放到#02 净油箱。
 - c) 机组检修结束后需进油时, 开启#02 净油箱出口阀, 使用润滑油输送泵将净油箱的润滑油通过油净化装置向主油箱进油(小机油箱进油不通过主机油净化装置)。倒油操作时不得开启污油箱进出口阀, 防止通过联通管造成两侧的存油再次混合。
- 2.6.8.16 润滑油系统运行参数限额

| 项目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备 注 |
|-------------|-----|-----------|------|-----|------|------|--------------------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 主油箱油位 | mm | 800 | 840 | 880 | 760 | 680 | 距油箱顶盖 1296mm（变送器下接头）为零位。 |
| 主油箱油温 | ℃ | 60 | 70 | | | | |
| 交流润滑油泵出口压力 | MPa | 0.55 | 0.8 | | 0.5 | | |
| 直流润滑油泵出口压力 | MPa | 0.25 | | | 0.23 | | |
| 润滑油供油温度 | ℃ | 50 | 55 | 60 | 43 | 20 | 冲转时应>38℃；正常运行时应>43℃。 |
| 润滑油滤网差压 | kPa | 80 | 120 | | | | |
| 润滑油滤网出口母管压力 | MPa | 0.35~0.38 | | | 0.31 | 0.23 | <0.31MPa 备用油泵自启；<0.23MPa 延时 2s 汽机跳闸。 |
| 润滑油母管末端压力 | MPa | 0.32~0.35 | | | 0.28 | | <0.28MPa 备用油泵自启 |
| 顶轴油母管压力 | MPa | 16 | 17.5 | | 12.5 | | <12.5MPa 备用油泵自启 |

2.6.9 主机润滑油系统的停运

2.6.9.1 汽轮机超高、高、中压转子平均温度均<100℃后，方可停运主机盘车。

2.6.9.2 主机盘车停运：

- 关闭盘车驱动油进油隔离阀、电磁阀。
- 确认汽轮机转速下降至零，就地检查转子已静止。

2.6.9.3 在转子静止且发电机气体置换完毕、密封油系统停运后，方可停止顶轴油、润滑油系统。

2.6.9.4 确认主机润滑油停运条件满足，停运顶轴油泵、主机交流润滑油泵。

2.6.9.5 主机交流润滑油泵停运后停运主油箱排油烟风机。

2.6.9.6 及时调整主机冷油器冷却水进水调节阀开度。

2.6.9.7 油系统长期停运需按照保养要求做好油系统保养工作。

2.6.9.8 油净化系统正常停运

- 确认油净化系统可正常停运。
- 在就地控制屏按下油净化进油泵停止按钮。
- 关闭油净化系统进、出口阀。

2.6.9.9 油净化系统紧急停运

- 遇到系统严重泄漏或其他紧急情况时，应紧急停止油处理系统运行。
- 在就地控制屏上按“紧急停运”按钮，如此时无法接近设备，则应设法在开关室切断设备电源。
- 将电源开关转到“OFF”。
- 尽快关闭油净化处理系统进、出口阀。

2.6.10 主机润滑油系统异常及事故处理

2.6.10.1 主油箱油位下降

- 原因

- 1) 油位计指示失常。
- 2) 油系统管道、法兰漏油。
- 3) 油箱油温下降。
- 4) 油箱事故放油阀泄漏或误开。
- 5) 发电机进油。
- 6) 主油箱回油滤网堵塞。
- 7) 油系统各放油阀、放水阀、放气阀漏油或误开。

b) 处理

- 1) 发现主油箱油位下降，应迅速检查分析油位下降的原因，进行相应处理。
- 2) 核对油位计指示是否正常。
- 3) 若油温过低，应设法提高。
- 4) 若密封油系统跑油，应分析原因，及时处理。
- 5) 若主油箱回油滤网脏堵，联系检修并采取相关措施后进行处理。
- 6) 润滑油管路破裂而跑油，设法隔离堵漏并联系检修处理，同时及时补油。
- 7) 润滑油系统管路破裂严重，润滑油压、主油箱油位无法维持，应立即破坏真空紧急停机。
停机时应确保惰走所需油量。
- 8) 油净化装置故障跑油，应立即关闭油净化装置进出油阀，停运油净化装置。
- 9) 做好防止油溅至高温管道的措施，严防着火。

2.6.10.2 主油箱油位升高

c) 原因

- 1) 轴封汽压力太高。
- 2) 轴加真空过低。
- 3) 主机轴承油档间隙过大。
- 4) 油箱泡沫增多。
- 5) 冷油器泄漏。

d) 处理

- 1) 发现主油箱油位上升，应迅速检查分析油位上升的原因，进行相应处理。
- 2) 检查油位计指示是否正常。
- 3) 若轴封冒汽，应调节轴封汽压力及轴加真空。
- 4) 若冷油器泄漏，应及时切换，并通知检修查漏。
- 5) 进行油箱底部放水，若水量较多应联系化学化验油质，必要时通知检修滤油，并检查润滑油净化装置工作是否正常。

2.6.10.3 主机润滑油冷油器出油温度升高

a) 现象

- 1) 主机润滑油冷油器出油温度升高。

2) 主机轴承金属温度、轴承回温度高报警。

b) 原因

- 1) 主机润滑油冷油器冷却水温度高。
- 2) 主机润滑油冷油器冷却水量少。
- 3) 冷油器结垢。
- 4) 闭冷水压力低。
- 5) 相关阀门故障。

c) 处理

- 1) 检查增加冷却水量，及时调节闭冷水温度。
- 2) 检查相关阀门状态是否正常。
- 3) 切换冷油器，检查冷油器出油温度正常。
- 4) 若闭冷水压力低，引起主机润滑油冷油器冷却水量不足，应及时调节闭冷水压力。
- 5) 主机润滑油冷油器出油温度升高，应立即检查主机轴承温度、轴承回油情况、轴向位移、机组振动变化情况。
- 6) 若机组任一支持轴承、推力轴承断油或回油温度达 82℃，应破坏真空紧急停机。
- 7) 若主机润滑油供油温度达 70℃，处理无效，应破坏真空紧急停机。
- 8) 若汽轮机任一推力瓦金属温度达 130℃或汽轮机轴承金属温度（#1～#6 轴承）升高至 130℃或发电机轴承金属温度（#7～#9 轴承）升高至 107℃，应破坏真空紧急停机。

2.6.10.4 润滑油压下降

a) 现象

- 1) 各就地润滑油压力表计、操作员站显示润滑油压力下降。
- 2) 润滑油压低报警，备泵自动启。
- 3) 各轴承温度和回油温度可能升高。

b) 原因

- 1) 润滑油泵故障。
- 2) 压力油管道泄漏。
- 3) 冷油器泄漏。
- 4) 备用交流润滑油泵、直流润滑油泵出口逆止阀不严。
- 5) 出口滤网堵塞。
- 6) 主油箱油位过低。

c) 处理

- 1) 润滑油滤网出口压力下降至 0.31MPa，备用交、直流润滑油泵自动启动，否则手动启动。
- 2) 润滑油压下降时，密切监视汽轮发电机组各轴承油压、金属温度和回油温度变化。
- 3) 检查主油箱油位，如油位低启动净污油箱输送泵，及时补油至油位正常。

- 4) 检查润滑油管路是否有泄漏，设法隔离及堵漏，注意油箱油位，必要时进行油箱补油，需停机处理，应故障停机，并做好防止油溅至高温管道的措施，严防着火。
- 5) 若冷油器泄漏，切换冷油器，并隔绝泄漏冷油器。
- 6) 若备用交流润滑油泵出口逆止阀不严，应切换至该泵运行；若直流润滑油泵出口逆止阀不严，应设法尽量维持润滑油压，并做好停机准备。
- 7) 若滤网有堵塞现象，立即切换滤网。
- 8) 润滑油滤网出口压力降至 0.23MPa，汽轮机自动打闸，否则手动打闸汽轮机，破坏真空紧急停机，按规定检查顶轴油泵自启。
- 9) 润滑油压低引起的紧急停机，尽可能维持油系统运行，以保证汽轮机盘车。

2.7

发电机密封油系统

2.7.1 密封油系统投运前检查

- 2.7.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.7.1.2 系统相关仪表阀门已开启。
- 2.7.1.3 确认有关联锁、保护均校验正常。
- 2.7.1.4 确认闭冷水等系统运行正常。
- 2.7.1.5 确认系统油路通畅，并已冲洗干净。
- 2.7.1.6 确认密封油油泵出口压力调节阀、油氢差压阀和浮动油流量调节阀整定完毕，动作性能良好。
- 2.7.1.7 密封油真空油箱和氢侧回油箱的浮球阀处于自由调节状态。
- 2.7.1.8 确认主机润滑油系统运行正常，发电机密封瓦具备充油条件，密封油的各油箱油位正常。如系统首次启动应进行密封油系统注油操作。
- 2.7.1.9 密封油冷却器水侧已完成注水放气（当密封油温度上升到 38℃时方可投入运行），备用侧冷却器进水阀关闭、出水阀开启，且已完成注水放气。
- 2.7.1.10 确认密封油排烟风机下的排污 U 型管中充满油。
- 2.7.1.11 密封油系统应在汽轮机投盘车或发电机充氢前投运。

2.7.2 密封油系统的投运

- 2.7.2.1 确认密封油系统投运前检查已完成，发电机具备投运密封油的条件。
- 2.7.2.2 选择启动一台排烟风机，确认入口压力正常，投入备用排烟风机联锁。
- 2.7.2.3 密封油真空泵气镇模式下启动运行 30min，泵体有微热后，关闭密封油真空泵气镇阀，开启密封油真空泵进口阀，调整真空油箱真空至-40kPa。
- 2.7.2.4 检查密封油贮油箱油位正常后，启动直流密封油泵，对密封油系统进行充油排气，就地检查直流密封油泵振动、声音、出口油压均正常，系统无泄漏。
- 2.7.2.5 确认交流密封油泵满足启动条件，启动一台交流密封油泵，确认油泵出口压力正常，油氢差压调节阀动作正常、油氢差压正常，浮动油流量调节阀动作正常，就地检查密封油流量、浮动油流量正常。注意监视真空油箱油位，油位过低时及时停泵，待油位正常后再重新启动油泵。

- 2.7.2.6 交流密封油泵检查正常后，停运直流密封油泵。
- 2.7.2.7 切换至另一台交流密封油泵运行，确认系统运行正常，投入备用交流密封油泵、直流密封油泵联锁。
- 2.7.2.8 注意监视氢侧回油箱油位，在发电机内无压力或压力较低时，氢侧回油箱回油不畅，氢侧回油箱油位可能满油，需要密切监视消泡箱油位，防止发电机进油。
- 2.7.2.9 检查油氢差压阀动作正常，维持油氢差压 100kPa~120kPa，密封油流量 0.6L/s 左右。
- 2.7.2.10 检查浮动油流量调节阀动作正常，浮动油流量 0.16L/s 左右。
- 2.7.2.11 发电机充氢时，随着氢压上升，应注意检查密封油压跟踪正常，检查浮子油箱油位调节至正常。
- 2.7.2.12 全面检查系统运行正常。
- 2.7.3 密封油系统的运行
- 2.7.3.1 各泵组在运行中有明显异音，振动明显增大，电流超限，应立即启动备用泵，停用故障泵。
- 2.7.3.2 检查密封油真空泵油位计，维持正常油位。
- 2.7.3.3 各密封油泵轴承温度正常，不大于 90℃。
- 2.7.3.4 密封油温度自动控制 43℃，密封油冷油器通常一组运行，另一组作备用。若油温升高，可投运备用冷油器，并分析原因、及时处理。
- 2.7.3.5 维持密封油真空油箱油位正常，若油位升高或降低，应分析原因并及时处理。
- 2.7.3.6 确认消泡箱无液位高报警。
- 2.7.3.7 密封油与氢气差压正常，若差压小于 80kPa，备用密封油泵联锁启动，若联锁启动不成功，立即手动启动。并分析差压小原因，及时按密封油系统故障处理。
- 2.7.3.8 正常运行应每天转动滤网手柄清理一次，若密封油滤网差压>80kPa 高报警时，应切换到备用滤网运行，并联系检修清洗滤网，清洗完毕，注油放气后投入备用。
- 2.7.3.9 在气体置换期间，加强对消泡箱和发电机油水检漏仪监视。若在气体置换时发生报警，则根据情况，在现场无动火工作时，采取先停盘车后紧急停运密封油系统并进行紧急排氢处理。
- 2.7.3.10 密封油系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-----------------|-----|------------|-----|----|-----|----|-----------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 真空油箱油位 | | 油窗 1/3~2/3 | | | | | 密封油真空油箱油位高，跳真空泵 |
| 真空油箱真空 | kPa | -40~-50 | -65 | | -20 | | |
| 密封油泵出口压力 | MPa | 1.2 | | | 0.8 | | <0.8MPa 联启备泵 |
| 密封油泵出口压力调节阀整定压力 | MPa | 1.6 | | | | | |
| 密封油冷油器进口油温 | ℃ | <65 | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------|-----|-----------|------|------|------|----|--|
| 密封油供油温度 | ℃ | 43 | 50 | | 35 | | 正常运行时，不应低于 38℃ |
| 密封油滤网差压 | kPa | <80 | 80 | | | | |
| 密封油滤网出口压力 | MPa | 1.0~1.2 | | | 0.8 | | 0.8MPa 联启备用油泵 |
| 油氢差压 | kPa | 120 | 140 | | 80 | 70 | <100kPa 副油氢差压阀介入 <80kPa 联启备用交流密封油泵 <70kPa 联启直流密封油泵 |
| 密封油容积流量 | L/s | <1.4 | | | | | |
| 密封环浮动油容积流量 | L/s | <0.35 | | | | | |
| 消泡箱内密封油温度 | ℃ | <60 | | | | | |
| 氢侧回油箱油位 | mm | 390 | | | | | |
| 密封油真空泵油位 | | 上下刻度之间 | | | | | |
| 密封油贮油箱排烟风机进口压力 | kPa | -1.5~-0.5 | -0.5 | -0.3 | -1.5 | | >-0.3kPa 联启备用风机 |

2.7.4 密封油系统的停运

2.7.4.1 停运条件

- 发电机氢气置换完毕，机内压力到零。
- 主机盘车已停运。

2.7.4.2 密封油系统的停运

- 撤出备用联锁，停交流密封油泵。
- 停运密封油真空泵，关闭真空泵进口阀。
- 撤出排油烟风机备用联锁，停排油烟风机。
- 根据油温，停密封油冷油器冷却水。
- 所有密封油泵均已停运后，仍要注意密封油真空油箱油位。密封油系统在较长时间的停运（4h 以上），将真空油箱进口隔离阀关闭，防止密封油长期渗漏入油箱内造成满油。再次启动时务必在油箱的观察窗上见到油位时才能启动真空泵。

2.7.5 密封油系统异常及事故处理

2.7.5.1 密封油压力降低

- 现象
 - 密封油压力指示下降，报警。
 - 油氢差压指示减小，报警。
 - 密封油滤网差压高报警。
- 原因
 - 密封油泵故障。
 - 密封油差压调节阀故障。

- 3) 密封油滤网脏堵。
- 4) 密封油冷油器泄漏。
- 5) 密封油泵出口压力调节阀误动。
- 6) 密封油系统阀门误动。

c) 处理

- 1) 发现密封油压力下降，立即核对就地压力表计确认油压是否下降，并查明原因，必要时将密封油泵切换至备用泵运行，尽快恢复系统正常运行。
- 2) 油氢差压阀故障时，联系检修进行重新调整。
- 3) 若密封油压力低是由于密封油滤网差压高引起的，可通过转动过滤器上的清洁手柄将杂质清理出滤芯，若无效应及时切换滤网，并做好隔离工作，通知检修清洗。
- 4) 若是冷油器泄漏，切换冷油器。
- 5) 若密封油泵出口压力调节阀误动，应切换至备用密封油泵运行，并将误动的压力调节阀隔离，通知检修处理。
- 6) 若是密封油管道或冷油器泄漏，尽快确认隔离泄漏点，并联系检修处理，油管路破裂严重时，视情况进行紧急停机处理，注意在靠近高温管道处做好防火措施。
- 7) 在两台交流密封油泵均故障的情况下，可启动直流密封油泵，但必须做好停机和排氢的一切准备工作。
- 8) 直流密封油泵运行时，定期对发电机进行排补氢工作，以保证发电机内氢气纯度在 95% 以上，并注意油氢差压调节正常。
- 9) 直流密封油泵运行，且 12h 内交流密封油泵不能恢复运行，则停运密封油真空泵，关闭真空油箱进油阀及密封油真空泵进口阀，将真空油箱破坏真空后退出运行。
- 10) 当各密封油泵均发生故障时，应不破坏真空紧急停机并紧急排氢。

2.7.5.2 真空油箱油位高

a) 现象：

- 1) 就地观察密封油真空油箱油位指示上升。
- 2) 真空油箱油位高报警、氢侧回油箱油位低报警。
- 3) 密封油真空泵跳闸。

b) 原因：

- 1) 真空油箱浮球阀动作失灵，浮动杆卡住。

c) 处理：

- 1) 发现真空油箱油位异常时，应立即核对就地油位表计确认油位是否异常，并查明原因。
- 2) 密封油真空箱油位高时，可关闭真空油箱进油阀，待油位有所下降后再开启，如此活动浮球阀，以恢复浮球阀的控制。
- 3) 液位控制阀的浮动杆被卡住，可用橡胶或塑料锤轻轻敲打阀体使卡住的浮动杆松动。

- 4) 经上述操作仍不能使浮动阀恢复正常，则在机组停运前，可控制真空油箱进油阀开度手动方式运行一段时间（事故运行）。
- 5) 运行交流密封油泵跳闸时，应立即确认备用交流密封油泵自启动，否则应立即手动启动，并注意监视密封油压正常；立即检查跳闸密封油泵故障原因，并设法尽快恢复备用。

2.7.5.3 真空油箱油位低

a) 现象：

- 1) 就地观察密封油真空油箱油位指示下降。
- 2) 真空油箱油位低报警、氢侧回油箱油位高报警。
- 3) 密封油真空泵出力异常。

b) 原因：

- 1) 真空油箱浮球阀动作失灵，浮动杆卡住。
- 2) 真空油箱真空不能维持在规定范围内，油箱内真空下降将导致油位下降。

c) 处理：

- 1) 发现真空油箱油位异常时，应立即核对就地油位表计确认油位是否异常，并查明原因。
- 2) 检查密封油真空泵出力，调整出力至正常。
- 3) 检查密封真空油箱进口阀、密封油氢侧回油箱浮球阀后隔离阀、密封油贮油箱至真空油箱隔离阀开启。
- 4) 液位控制阀的浮动杆被卡住，可用橡胶或塑料锤轻轻敲打阀体使卡住的浮动杆松动。
- 5) 若液位持续下降，检查直流密封油泵联启，及时停运交流密封油泵，并联系检修处理，做好氢气纯度监视。做好停机和排氢的一切准备工作。

2.7.5.4 氢侧回油箱油位异常

a) 现象：

- 1) 就地观察氢侧回油箱油位指示上升或下降。
- 2) 密封油真空油箱、氢侧回油箱油位高（或低）报警。

b) 原因：

- 1) 氢侧回油箱浮球阀动作失灵，浮动杆卡住。
- 2) 系统阀门位置不正确或误操作。

c) 处理：

- 1) 发现氢侧回油箱油位异常时，应立即核对就地油位表计确认油位是否异常，并查明原因。
- 2) 氢侧回油箱油位高时，若为氢侧回油箱浮球阀后隔离阀误关所致，应打开氢侧回油箱浮动阀后隔离阀调整油位至正常。

- 3) 氢侧回油箱油位高时，应通过浮球阀旁路阀进行调整，此时应注意发电机消泡箱液位是否正常，同时检查检漏计内是否有油并及时排放。
- 4) 氢侧回油箱油位过低，应检查氢侧回油箱底部放油阀关闭。
- 5) 氢侧回油箱浮球阀故障时，打开氢侧回油箱底部放油阀直到油位开始下降，当氢侧回油箱的油位下降到到低液位报警开关被触发时，必须立即关闭氢侧回油箱底部放油阀。
- 6) 如果反复升降油位仍不能使浮球阀恢复正常，则在机组停运前，可用手动方式运行一段时间（事故运行）。通过手动控制氢侧回油箱底部放油阀可实现短时事故运行，但务必保证从油位计上可见到油位，严禁氢侧回油箱无油运行。

2.8

发电机氢气系统

2.8.1 气体置换原则

2.8.1.1 应在机组转子静止或盘车时进行气体置换。若遇紧急情况，可在机组转速小于 1000r/min 时进行气体置换，但不允许发电机充入二氧化碳气体在额定转速运行。

2.8.1.2 氢冷系统投入时，应先用二氧化碳置换空气，再用氢气置换二氧化碳。

2.8.1.3 氢冷系统停运时，应先对发电机内氢气泄压，后用二氧化碳置换氢气，再用空气置换二氧化碳。

2.8.1.4 氢气干燥装置及其连接管路、油水检测装置、发电机绝缘过热检测装置应与发电机一起进行气体置换。氢气干燥装置单独隔离或检修后投运，应用二氧化碳或氮气作为置换气体。

2.8.1.5 气体置换期间，应切除干燥装置进、出口管路上的氢气湿度仪。

2.8.1.6 当发电机严密性试验不合格时，不可置换至氢气运行。

2.8.2 气体置换的注意事项

2.8.2.1 气体置换期间，不可进行发电机测绝缘工作。

2.8.2.2 气体置换期间，汽机房不宜进行动火作业；汽机房行车不宜移动和停留在上方作业。

2.8.2.3 气体置换期间，应检查发电机密封油系统运行正常，油氢差压维持在 120kPa 左右。

2.8.2.4 用二氧化碳排氢时，CO₂ 含量 > 95%，方可引入空气。

2.8.2.5 发电机充二氧化碳和充氢气操作，必须严格按照规定的气体流量进行操作，充氢气操作必须缓慢。

2.8.2.6 当发电机内充有二氧化碳时，机内压力不得超过 20kPa，氢气置换二氧化碳时，机内压力不得超过 35kPa，否则纯度表不能正常工作。

2.8.3 发电机氢冷系统投运前检查

2.8.3.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.8.3.2 检查确认密封油系统运行正常，供油可靠，且油氢差压约 120kPa，密封油排烟风机运行正常。

2.8.3.3 发电机转子处于静止或盘车状态。

- 2.8.3.4 发电机已完全封闭，发电机和相关的管道系统气密性试验合格。
- 2.8.3.5 发电机内压力为零，确认氢气循环风机未运行，检查关闭风机进口阀、出口阀。
- 2.8.3.6 发电机充氢前，准备好足够的纯度合格的二氧化碳和氢气。
- 2.8.3.7 充氢前确认汽机房内停止一切动火工作，现场通风、消防设备完好。
- 2.8.3.8 相关阀门、表计和报警装置经校验合格，控制电源投入。
- 2.8.3.9 发电机漏液、漏氢检测装置投运。
- 2.8.3.10 发电机定冷水系统已充水，定冷水箱水位正常。
- 2.8.4 发电机氢冷系统的投运
- 2.8.4.1 用二氧化碳置换空气
- 向发电机内充入二氧化碳置换空气前，密封油系统及排烟风机已正常投入运行。
 - 投入气体分析仪，暖机 60min。
 - 接通二氧化碳瓶与二氧化碳汇流排的连接管。
 - 设置气体分析仪取样来自发电机底部，确认 CO₂ 进入发电机后，重新设置气体分析仪取样来自发电机顶部并设置气体分析仪的工作状态为“CO₂ in air”。
 - 确认#1、#2 供氢母管至本机供氢装置隔离阀均关闭，确认二氧化碳排放阀关闭。
 - 投入二氧化碳加热器运行，在柜内调节 XMT 温度控制器中将出口温度设定在 25℃，设定好 CO₂ 出气温度保护值为 35℃。
 - 开启二氧化碳汇流排出口阀，开启二氧化碳瓶隔离阀，同时逐渐开启发电机二氧化碳进口阀、氢气排放阀和气体置换排气总阀。
 - 可同时投入几个二氧化碳瓶，维持发电机气压在 0.015MPa~0.02MPa 左右，二氧化碳瓶压力 <1MPa 时，可以认为是空瓶进行更换。
 - 发电机内二氧化碳纯度达 90%以上时，开启下列阀门排放死角，合格后关闭：
 - A、B 氢气循环风机进气滤网排污阀及排污总阀；
 - 各漏液开关排污阀；
 - 氢干机进口滤网排污阀；
 - 绝缘过热监视仪进口、出口排污阀；
 - 发电机排气管道排污阀；
 - 气体置换排气总阀前排污阀；
 - 供氢装置后排气阀。
 - 当发电机内二氧化碳纯度达 92%以上时，可停止充二氧化碳，联系化学进行二氧化碳纯度测试。
 - 关闭二氧化碳瓶隔离阀，二氧化碳汇流排出口阀、发电机二氧化碳进口阀，停止二氧化碳电加热器运行。
 - 关闭发电机氢气排放阀和气体置换排气总阀。
 - 更换 2 只满瓶二氧化碳至汇流排并安装好连接软管，以作备用。
 - 检查备用的二氧化碳量必须足够下一次发电机气体置换，一般维持 70 瓶备用。
 - 二氧化碳置换发电机内空气的操作完毕，记录置换所使用的二氧化碳瓶数量。
 - 二氧化碳不宜久留在发电机内。
- 2.8.4.2 用氢气置换二氧化碳
- 确认发电机内已充满纯度合格的二氧化碳。

- b) 启动气体分析仪，暖机 60min。
- c) 置气体分析仪取样来自发电机顶部，确认 H_2 进入发电机后，重新设置气体分析仪取样来自发电机底部，调整气体分析仪进口三通阀状态，打开气体分析仪出口门，并设置气体分析仪的工作状态为“ H_2 in CO_2 ”；
- d) 联系检修，将压缩空气管路可移连接管拆除，加装堵板。
- e) 开启#1 或#2 供氢母管至本机供氢装置隔离阀，供氢减压装置进、出口阀，供氢流量计前、后隔离阀，同时逐渐开启发电机氢气进口阀、发电机二氧化碳排放阀、气体置换排气总阀。
- f) 调节发电机氢气进口阀和气体置换排气总阀，维持发电机氢压在 0.02~0.035MPa。
- g) 当发电机内氢纯度>96%时，开启下列阀门排放死角，合格后关闭：
 - 1) A、B 氢气循环风机进气滤网排污阀及排污总阀；
 - 2) 各漏液开关排污阀；
 - 3) 氢干机进口滤网排污阀；
 - 4) 绝缘过热监视仪进口、出口排污阀；
 - 5) 发电机排气管道排污阀；
 - 6) 气体置换排气总阀前排污阀；
 - 7) 供氢装置后排气阀。
- h) 当发电机氢纯度>98%时，停止充氢，关闭发电机氢气进口阀、发电机二氧化碳排放阀、气体置换排气总阀。
- i) 逐渐提高发电机氢压到 0.45MPa，注意密封油压跟踪良好，检查氢侧回油箱油位正常。
- j) 启动氢干机和氢气循环风机。
- k) 氢压正常后，根据需要投入发电机自动补氢。
- l) 对氢气系统全面检查一次，氢气置换二氧化碳结束。

2.8.4.3 氢干机的投用

- a) 确认发电机气密性试验已合格，发电机充氢压力至 0.45MPa，纯度>98%。
- b) 确认氢干机的闭冷水及仪用气已投入。
- c) 确认氢干机已随发电机一起置换为氢气，纯度合格。
- d) 检查各表计一次阀已开启，排污阀关闭，开启进出口露点仪前、后隔离阀。
- e) 在触摸屏上按下“启动/停止”按钮，启动氢气干燥器，输入用户名和密码后按“确认”，确认主画面显示“近控”、“标准”，温度显示正常，吸附、再生塔工作状态与氢气干燥器进、出口四通切换阀位置一致；吸附塔风机停运、再生塔风机运行，塔内氢气压力正常；氢气露点显示正常，自动疏水器疏水正常，排水量在 0.1kg/h~0.2kg/h。

2.8.5 发电机氢冷系统运行

2.8.5.1 发电机正常运行中，维持氢压在 0.5MPa 左右。当氢压下降至 0.48MPa 时，及时联系化学补氢至 0.5MPa。若氢压不能及时恢复，根据氢压与发电机容量曲线降负荷运行，同时密切关注发电机相关温度。

2.8.5.2 正常运行时，发电机内氢气纯度应在 98%以上，若发现氢气纯度下降，应严密注意并查找原因，纯度下降至 97%必须及时进行补氢排污以提高纯度。

2.8.5.3 发电机正常运行，四台氢冷器投入运行。一台氢冷器退出运行，发电机负荷限制为 80%额定负荷。

2.8.5.4 机组正常运行时，发电机氢温控制投自动，以定冷水供水温度为基准，控制冷氢温度低于定冷水温度 4℃～5℃。机组停运后，随氢温下降，及时关闭氢温调节阀，防止发电机内结露。

2.8.5.5 发电机运行中氢气湿度-5℃～-25℃，湿度不合格时，检查氢干机运行情况。

2.8.5.6 定期检查各检漏仪液位，若发现有油、水出现时，及时排尽，并迅速查找原因，予以消除。

2.8.5.7 定期检测氢气区域漏氢情况。机组正常的漏氢量应小于 12Nm³/d，若系统漏氢量增加，应分析原因，并通知有关部门配合查漏。

2.8.5.8 发电机中性点和封闭母线漏氢检测不能出现报警，机侧/励侧漏氢检测不能有 2%的突增。

2.8.5.9 配合热控、化学，完成表计的定期校验及取样分析工作。

2.8.5.10 现场常备足够的二氧化碳，以备紧急排氢时使用。

2.8.5.11 氢冷系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|----------|--------------------|--------|------|----|------|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 发电机内氢气压力 | MPa | 0.5 | 0.52 | | 0.48 | | |
| 干燥装置出口温度 | ℃ | 18 | | | | | |
| 机内氢气露点温度 | ℃ | -25～-5 | -5 | | -25 | | |
| 发电机内氢气纯度 | % | >98 | | | 96 | 92 | |
| 冷氢温度 | ℃ | 40 | 44 | 48 | | | |
| 热氢温度 | ℃ | <84 | 88 | 90 | | | |
| 漏氢量 | Nm ³ /d | <12 | 12 | 18 | | | |
| 环境含氢量 | % | <2 | 2 | | | | |

2.8.6 发电机氢冷系统的停运

2.8.6.1 发电机排氢前的操作

- 确认发电机转速<1000r/min 或盘车状态、静止状态。
- 检查供置换用的二氧化碳量充足。
- 检查关闭#1 或#2 供氢母管至本机供氢装置隔离阀，供氢减压装置进、出口阀，供氢流量计前、后隔离阀。
- 打开氢气排放阀和气体置换排气总阀，缓慢降低发电机氢压至 0.02MPa，同时注意密封油压自动跟踪良好，油氢差压正常，氢侧回油箱油位正常。
- 停用氢干机、氢气循环风机。
- 将氢干燥装置进、出口管路上的氢气湿度检测仪切除，湿度检测仪旁路阀开启。

2.8.6.2 氢干机的停运

- 发电机停运，置换氢气前，停用氢干机、氢气循环风机。
- 按下氢气循环风机变频器上的“停止”按钮。
- 分开氢气循环风机电源。
- 按下氢干机触摸屏主画面“启动/停止”按钮。
- 分开氢干机防爆开关。
- 关闭氢干机冷却水进口阀、出口阀。
- 根据需要，关闭氢干机进口阀、出口阀。

2.8.6.3 用二氧化碳置换氢气。

- a) 投入二氧化碳加热器运行，在柜内调节 XMT 温度控制器中将出口温度设定在 25℃，设定好 CO₂ 出气温度保护值为 35℃。
- b) 关闭发电机底部至气体分析仪入口门，开启发电机顶部至气体分析仪入口门和排污门，将发电机纯度取样切至顶部；设置气体分析仪的工作状态为“H₂ in CO₂”。
- c) 开启二氧化碳汇流排出口阀、二氧化碳瓶隔离阀和发电机二氧化碳进口阀。
- d) 开启发电机氢气排放阀，缓慢调节开启气体置换排气总阀。
- e) 发电机内二氧化碳纯度达到 93% 时，开启下列各阀排放死角，合格后关闭
 - 1) A、B 氢气循环风机进气滤网排污阀及排污总阀；
 - 2) 各漏液开关排污阀；
 - 3) 氢干机进口滤网排污阀；
 - 4) 绝缘过热监视仪进口、出口排污阀；
 - 5) 发电机排气管道排污阀；
 - 6) 气体置换排气总阀前排污阀；
 - 7) 供氢装置后排气阀。
- f) 发电机内二氧化碳纯度达 95% 以上时，停止二氧化碳电加热器运行，停止充二氧化碳，并维持发电机中二氧化碳压力 0.02MPa 左右。
- g) 关闭二氧化碳汇流排出口阀、二氧化碳瓶隔离阀、发电机二氧化碳进口阀、氢气排放阀、气体置换排气总阀。
- h) 二氧化碳置换氢气结束，记录置换所使用的二氧化碳瓶数量，一般控制在 50 瓶以内。

2.8.6.4 用空气置换二氧化碳。

- a) 确认仪用气来源正常，联系检修，拆除发电机氢气进口阀前可拆短管，接至仪用空气侧，拆除压缩空气管路堵板。
- b) 开启仪用气供气总阀，开启并调节发电机氢气进口阀，开启排发电机二氧化碳排放阀和气体置换排气总阀，维持机内二氧化碳压力 0.015MPa~0.02MPa。
- c) 当发电机内二氧化碳含量<10% 时，开启下列阀门排放死角，合格后关闭
 - 1) A、B 氢气循环风机进气滤网排污阀及排污总阀；
 - 2) 各漏液开关排污阀；
 - 3) 氢干机进口滤网排污阀；
 - 4) 绝缘过热监视仪进口、出口排污阀；
 - 5) 发电机排气管道排污阀；
 - 6) 气体置换排气总阀前排污阀；
 - 7) 供氢装置后排气阀。
- d) 发电机内二氧化碳含量<5% 后，可停止充压缩空气。
- e) 关闭仪用空气至发电机隔离阀和发电机氢气进口阀，取下连接管。
- f) 关闭发电机二氧化碳排放阀和气体置换排气总阀。
- g) 根据情况进行发电机泄压，停止密封油系统及排烟风机运行。
- h) 压缩空气置换机内二氧化碳结束。

2.8.7 发电机氢冷系统异常及事故处理

2.8.7.1 氢压降低

- a) 现象
 - 1) 氢压指示下降或报警。

2) 补氢量增加。

b) 原因

- 1) 密封油压力降低。
- 2) 氢冷器出口氢气温度突降。
- 3) 氢系统泄漏或误动。
- 4) 供氢装置失灵。

c) 处理

- 1) 发现氢压降低，核对就地表计，确认氢压下降，必须立即查明原因予以处理，并增加补氢量以维持发电机内额定氢压，同时加强对氢气纯度及发电机铁芯、线圈温度的监视。
- 2) 如果发电机氢气压力降到 0.47MPa，应将发电机负荷降到 850MW 及以下，发电机不得满负荷运行。
- 3) 如果发电机氢气压力降到 0.4MPa，应将发电机负荷降到 700MW 及以下。
- 4) 如果发电机氢气压力急剧下降或降到 0.3MPa，应立即停机。
- 5) 如供氢母管压力低，应及时联系化学人员提高供氢压力。
- 6) 如因密封油压力下降引起氢压降低，按“密封油压力降低”处理。
- 7) 检查氢温自动调节是否正常，如失灵切至手动调节。
- 8) 若氢气系统泄漏，应查出泄漏点，并汇报值长，进行查漏，同时做好防火防爆的安全措施。查漏时，可使用漏液检测装置或肥皂水等。
- 9) 如果发现发电机发生大量泄漏，不能迅速将漏点封住，应紧急停机并进行紧急排氢。

2.8.7.2 氢温异常

a) 现象

- 1) 氢温指示升高或降低。
- 2) 氢温报警。
- 3) 定子铁芯、定子绕组温度升高或降低。

b) 原因

- 1) 氢温自动调节失灵。
- 2) 闭冷水压力、温度变化。
- 3) 氢冷器水侧积有空气，冷却效果变差。
- 4) 机组负荷突增或突降。

c) 处理

- 1) 发现氢温升高或降低，应查明原因设法消除。
- 2) 若氢温自动调节失灵，应切至手动调节或用旁路阀调节。
- 3) 检查闭冷水压力及温度，应保持在正常范围。
- 4) 加强对机组振动的监视，必要时降低机组负荷运行。
- 5) 加强对氢压及定子铁芯、定子绕组温度的监视，若氢温升高，应视定子铁芯、定子绕组温度相应减负荷，控制定子铁芯温度 $<115^{\circ}\text{C}$ 、定子绕组温度 $<65^{\circ}\text{C}$ 。

2.8.7.3 氢气纯度降低

a) 现象

- 1) 氢气纯度低报警。
- 2) 氢气纯度显示偏低。

b) 原因

- 1) 氢气纯度仪测量有误。

2) 密封油真空泵故障。

3) 供氢纯度不合格。

c) 处理

1) 若氢气纯度仪测量有误，联系检修校验。

2) 检查主油箱负压情况，及时调整。

3) 若密封油真空泵故障或跳闸，应关闭密封油真空泵进口阀，加强排、补氢提高纯度。

4) 进行发电机排、补氢工作，维持纯度在正常范围内。

2.8.7.4 氢气着火

a) 当发电机由于漏氢或在漏氢地点工作，引起氢气着火时，迅速设法阻止漏氢，用二氧化碳灭火，火焰扑灭后，找出漏氢原因并消除。

b) 当发电机内发生爆炸时，立即停机，迅速降氢压充入二氧化碳灭火，在灭火过程中要保持盘车转速。

2.8.7.5 事故排氢

a) 出现下列紧急事故之一，必须立即停机，发电机紧急排氢：

1) 发电机氢气系统爆炸；

2) 发电机氢气系统着火；

3) 发电机密封油系统着火；

4) 发电机密封油系统故障中断。

b) 发电机紧急排氢，必须在汽轮发电机脱扣后进行，且紧急排氢过程中应控制机内压力为正压。

c) 发电机事故排氢时，立即打开发电机氢气排放阀、二氧化碳排放阀、气体置换排气总阀，迅速关闭#1 和#2 供氢母管至本机供氢装置隔离阀，供氢减压装置进、出口阀、旁路阀，供氢流量计前、后隔离阀、旁路阀，发电机氢气进口阀。

d) 氢气压力低于 20kPa 时，关闭发电机二氧化碳排放阀，打开二氧化碳汇流排出口阀、二氧化碳瓶隔离阀、发电机二氧化碳进口阀，将二氧化碳充入机内进行气体置换。

2.9 发电机定冷水系统

2.9.1 定冷水系统投运前检查

2.9.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.9.1.2 确认发电机氢气系统及密封油系统运行正常，氢压不低于 450kPa。

2.9.1.3 确认有关联锁、保护均校验正常。

2.9.1.4 检查定冷水补水水源正常，水质合格，定冷水补水减压阀、电磁阀动作正常。

2.9.1.5 确认发电机气密性试验合格。

2.9.1.6 确认定冷水泵进水阀开启、出水阀关闭。

2.9.1.7 定冷水泵电动机绝缘检测合格，电源已送上。

2.9.1.8 确认一台定冷水滤网、定冷器的进、出水阀开启，另一台处于备用。

2.9.1.9 确认闭冷水系统已投运。

2.9.1.10 在任何情况下，严禁二氧化碳进入定冷水系统内。

2.9.1.11 确认发电机定子线圈出水汇水管放空气阀在开启位置。

2.9.2 定冷水系统的投运

2.9.2.1 定冷水系统注水

- a) 关闭发电机定冷水进、出水阀和定冷水反冲洗进、出水阀。
- b) 启动一台凝结水输送泵，缓慢开启系统补水阀门开始注水。
- c) 对定冷器及定冷水滤网进行注水排气，直到排出连续水流为止。
- d) 当水从定冷水箱中溢出后，结束注水。

2.9.2.2 定冷水系统氮气吹扫

- a) 发电机充氢前，定冷水箱顶部应充氮。
- b) 确认氮气瓶上的减压阀设定到 0.2MPa。
- c) 开启氮气瓶出口阀，对定冷水箱进行吹扫；
- d) 1m³（标准大气压）的氮气从钢瓶中排入定冷水箱后，可认为水箱中的空气已排出干净，关闭氮气瓶出口门，结束吹扫。

2.9.2.3 发电机定子绕组注水

- a) 确认定冷水电导率 $<1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。
- b) 检查发电机漏液检测装置工作正常，无报警。
- c) 全开定冷水补水阀。
- d) 开启发电机定冷水出水管道放气阀和发电机定冷水进水阀，开始定子绕组注水放气。
- e) 有连续出水后开启发电机反冲洗进、出水阀、发电机定冷水出水阀、发电机定冷水进水管放气阀。
- f) 确认发电机定冷水进、出水管道放气阀连续出水后关闭。
- g) 注水完成后，调整补水流量，控制定冷水箱水位不下降。

2.9.2.4 定冷水系统启动

- a) 启动一台定冷水泵，待运行一段时间后，切换至另一台泵运行，检查出口压力 1.0MPa。
- b) 关闭发电机反冲洗进、出水阀。
- c) 调整定冷水流量手动调节阀，控制流量 120t/h。
- d) 对定冷器闭冷水侧进行注水排气，水温调至正常后投入定冷水温度自动控制。

2.9.3 定冷水系统的运行

2.9.3.1 定冷水系统投运初期，应保持定冷水补水量 250L/h，待系统运行正常后控制定冷水补水量 100L/h。

2.9.3.2 发电机定子通水前先对发电机充氢，并保持定子水压低于氢压 35kPa 以上。

2.9.3.3 发电机充氢前，维持定冷水箱氮气压力略高于大气压 15kPa。

2.9.3.4 定冷泵轴承油箱油位正常，检查电机、轴承处温度不超过 80℃。

2.9.3.5 发电机正常运行期间，保持定子线圈冷却水的额定流量 120t/h，发电机进水压力 0.4MPa。

2.9.3.6 发电机正常运行时，定冷水温度 40℃~50℃、出水温度 $<85^{\circ}\text{C}$ ，定冷水温在所有运行工况下应高于冷氢温度 5℃，防止结露。

2.9.3.7 发电机正常运行期间，需要连续补水，以弥补系统可能存在的漏水损失，并提高水质，多余的补水通过流入定冷水箱后排出系统，同时也保证了溢流管上的“U”型水封可靠。补水水质达不到要求时，应投用离子交换器。

2.9.3.8 系统的正常补水由凝结水经补水滤网、离子交换器后进入定冷水泵入口母管，凝结水水质不合格阶段采用凝输水补水。

2.9.3.9 发电机定子线圈反冲洗，只允许在发电机停运时进行，机组启动前切换至正冲洗位置。

2.9.3.10 正常运行中，定冷水箱上部的氮气，会逐渐被通过发电机定冷水溢流管扩散到定冷水中的氢气所取代，并通过 U 型管排出，水箱内保持不大于 20kPa 的压力。

2.9.3.11 定冷水箱漏氢检测达 2%时，加强发电机监视，若超过 10%应立即停机处理。

2.9.3.12 检查定冷水过滤器差压正常，差压高时及时切换备用过滤器。

2.9.3.13 定冷水系统运行限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-------------|-------|-------|------|-----|-----|-----|--------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 定冷水泵出口压力 | MPa | 1.0 | | | 0.6 | 0.4 | 0.4MPa 联备泵 |
| 定冷水箱水位 | mm | 600 | | | 400 | | |
| 定冷水箱上部气体压力 | kPa | 15~20 | 30 | | 10 | | |
| 定冷水滤网差压 | kPa | <100 | 120 | | | | |
| 定子绕组进水压力 | MPa | 0.4 | 0.44 | | | | |
| 定子绕组水阻 | kPa | 220 | 242 | | | | |
| 定子绕组出水流量 | t/h | 120 | | | 108 | 96 | ≤96t/h 断水延时 30s 跳闸 |
| 定子绕组出水温度 | ℃ | <70 | 75 | | | | |
| 定冷器出口定冷水温度 | ℃ | 48 | 53 | | | | |
| 定冷水电导率 | μS/cm | <1 | 1.2 | 9.9 | | | 9.9μS/cm 故障停机 |
| 定冷水酸碱度 (pH) | | 7 | 7.5 | | 6.5 | | |
| 定冷水补水流量 | L/h | 100 | | | | | |
| 定冷水补水滤网差压 | kPa | <80 | | | | | |
| 氮气减压器设定值 | kPa | 200 | | | | | 仅在用氮气吹扫过程中 |

2.9.4 定冷水系统的停运

2.9.4.1 根据需要及时停运定冷水系统，防止发电机内部结露，维持定冷水温度 45℃~50℃，高于冷氢温度 5℃。

2.9.4.2 发电机停运排氢前，停运定冷水系统。

2.9.4.3 撤出定冷泵联锁，停运定冷泵。

2.9.4.4 检查定冷泵电机电流、泵出口压力到零。

2.9.4.5 定冷泵停运后停止定冷水系统补水。

2.9.4.6 根据需要决定是否对定冷水系统放水。

2.9.5 定冷水系统异常及事故处理

2.9.5.1 定冷水压力降低

a) 现象

- 1) 定冷水压力下降。
- 2) 定冷水流量下降。
- 3) 定子进水压力低、流量低报警。
- 4) 定冷水回水温度及定子绕组温度升高。

b) 原因

- 1) 运行定冷水泵故障。
- 2) 定冷水箱水位低。
- 3) 定冷水过滤器脏堵。
- 4) 定冷器泄漏。
- 5) 定冷水系统误动。

c) 处理

- 1) 发现定冷水压力降低, 应立即检查原因, 采取措施设法恢复压力。
- 2) 检查定冷水泵是否故障, 若出口压力过低, 备用泵自启, 否则手动启动, 若不成功禁止再次启动。
- 3) 检查过滤器差压是否报警, 若堵塞切换备用过滤器, 联系检修处理。
- 4) 检查定冷器是否泄漏, 及时切换至备用冷却器, 将泄漏冷却器隔离, 联系检修处理。
- 5) 检查定冷水系统阀门是否有误操作, 并及时调整恢复。
- 6) 若定冷水箱水位低, 检查补水阀及减压阀开度是否正常, 否则手动开大补水阀, 并联系检修处理。
- 7) 经处理无效, 定子绕组出水流量低至 96t/h, 延时 30s, 断水跳机保护应动作。若保护未动作, 应不破坏真空紧急停机。
- 8) 发电机断水后, 须待定子绕组温度降至 65℃以下, 方可向绕组通水。

2.9.5.2 定子回水温度升高

a) 现象

- 1) 定冷器出水温度指示升高或报警。
- 2) 定冷水回水温度指示升高或报警。
- 3) 定子线圈温度普遍升高或报警。

b) 原因

- 1) 定冷器脏堵。
- 2) 定冷水温度自动调节失灵。
- 3) 定冷水系统阀门误动。
- 4) 闭冷水压力降低或温度升高。

c) 处理

- 1) 定子回水温度升高时, 增大冷却水量。
- 2) 若定冷水冷却器脏堵投入备用冷却器, 隔离原运行定冷水冷却器, 并通知检修清理。
- 3) 若定冷水温度自动调节失灵, 检查运行定冷器管、壳侧进、出水阀均在全开位; 若阀芯脱落或定冷器堵塞及时投入备用定冷器, 退出故障定冷器。
- 4) 若闭冷水压力下降或温度升高, 设法恢复闭冷水系统正常运行, 必要时投入两台定冷水冷却器并列运行。
- 5) 调整无效时, 汇报值长, 机组减负荷至温度正常。
- 6) 定子线棒间温差达 14℃或定子引水管出水温差达 12℃, 或任一定子槽内层间测温元件超过 90℃或回水温度超过 90℃时, 应立即降低负荷, 在确认测温元件无误且经减负荷处理无效, 应立即停机。

2.9.5.3 定冷水水质恶化

- 1) 定冷水导电度高报警时, 对定冷水系统进行换水。
- 2) 若离子交换器出口导电度高报警时, 应停用离子交换器。

- 3) 若是定冷水冷却器泄漏引起, 则切换并隔离故障侧冷却器, 联系检修处理, 并加强换水。
- 4) 补水水质不合格, 禁止向定冷水箱补水。
- 5) 确保流经离子交换器的水温在 50℃ 以下, 流量在 300L/h 以下。
- 6) 当定冷水电导率已达 $9.9 \mu\text{s}/\text{cm}$, 申请故障停机。

2.9.5.4 定冷水箱水位低

- a) 现象
 - 1) 定冷水箱水位指示下降。
 - 2) 定冷水箱水位低报警。
 - 3) 定冷水压力、流量可能降低。
- b) 原因
 - 1) 补水不畅。
 - 2) 液位控制器误报警。
 - 3) 系统泄漏。
- c) 处理
 - 1) 补水系统故障, 造成水位异常, 手动开大补水, 及时联系检修处理。
 - 2) 检查整个系统是否泄漏, 发现异常及时处理。
 - 3) 如水箱水位持续降低且定冷水补水系统工作正常, 将定冷器切至备用冷却器运行, 隔离原运行冷却器, 判断冷却器是否泄漏, 若泄漏立即联系检修处理。

2.9.5.5 定子绕组进出水压差大

- a) 现象
 - 1) 定子绕组进出水压差大。
 - 2) 定子绕组出水流量可能下降。
- b) 原因
 - 1) 定子绕组有杂质堵塞。
 - 2) 定子绕组内部水路结垢。
 - 3) 相关表计失准。
- c) 处理
 - 1) 检查定冷水流量是否正常, 各仪表指示是否正确。
 - 2) 适当提高进水压力、流量, 观察是否恢复正常, 如流量无法恢复, 减少负荷或申请停机处理。
 - 3) 严密监视发电机定子绕组引水管出水温度、温差和定子绕组层间温度、温差, 超出停机限值时, 停机处理。
 - 4) 停机后, 对定子绕组进行反冲洗。

2.10 辅助蒸汽系统

2.10.1 辅汽系统投运前检查

- 2.10.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.10.1.2 辅汽联箱安全阀动作值校验应正常, 否则辅汽联箱不能投运。
- 2.10.1.3 确认二次冷再至辅汽汽源阀门关闭, #3#4 机辅汽联箱#1、#2 联络阀及各用户供汽阀均在关闭位置。
- 2.10.1.4 确认一二期辅汽系统已分列。

2.10.1.5 确认系统内所有放水阀关闭。

2.10.1.6 检查辅汽疏水扩容器至机组排水槽电动阀开启，辅汽疏水扩容器至 20m³ 疏水扩容器调节阀关闭。

2.10.1.7 辅汽系统的启动疏水采用各疏水器旁路阀，正常疏水使用疏水器。

2.10.2 辅汽系统的投运

2.10.2.1 辅汽疏水扩容器减温水投用，减温水调阀投入自动，温度设定 150℃。

2.10.2.2 若由一期（含启动锅炉）供汽，检查#1#2 机辅汽联络管压力、温度满足供汽条件，检查#3#4 机辅汽联络管具备投运条件，待投辅汽联箱具备投运条件。

- a) 一二期辅汽联络管暖管。保持与供汽机组的联系，微开一二期辅汽联络管#1 电动隔离阀，缓慢升高一二期辅汽联络管压力 0.05MPa~0.1MPa 进行充分暖管 30min，确认各疏水站疏水良好，管道无水击。暖管结束后缓慢全开一二期辅汽联络管#1 电动隔离阀。
- b) #3#4 机辅汽联络管暖管。保持与供汽机组的联系，微开一二期辅汽联络管#2 电动隔离阀，缓慢升高#3#4 机辅汽联络管压力 0.05MPa~0.1MPa 进行充分暖管 30min，确认各疏水站疏水良好，管道无水击。暖管结束后缓慢全开一二期辅汽联络管#2 电动隔离阀。
- c) 辅汽联箱暖体。保持与供汽机组的联系，微开#3#4 机辅汽联络管#1（#2）联络阀，缓慢升高辅汽联箱压力 0.05MPa~0.1MPa 左右进行充分暖管。辅汽联箱开始进行暖管时，控制辅汽联箱压力不大于 0.1MPa，注意管道无冲击振动。联箱温度升至 260℃暖管结束后，缓慢全开#3#4 机辅汽联络管#1（#2）联络阀，将各疏水站切至疏水器运行。
- d) 检查辅汽疏扩水位及冒汽情况正常。
- e) 根据用户需要向各用户供汽，各用户管道在投运前应充分暖管疏水。投入操作应缓慢，防止压力波动过大。
- f) 增加或减少辅汽用量应先通知供汽机组，且操作调整应缓慢。调整辅汽母管压力 0.8MPa、温度 280℃~360℃。

2.10.2.3 若由二期邻机供汽，检查二期邻机辅汽联箱压力、温度满足供汽条件，检查#3#4 机辅汽联络管具备投运条件，待投辅汽联箱具备投运条件。

- a) #3#4 机辅汽联络管暖管。保持与供汽机组的联系，微开#3#4 机辅汽联络管#1（#2）联络阀，缓慢升高#3#4 机辅汽联络管压力 0.05MPa~0.1MPa 左右进行充分暖管 30min，确认各疏水站疏水良好，管道无水击。暖管结束后缓慢全开#3#4 机辅汽联络管#1（#2）联络阀。
- b) 辅汽联箱暖体。保持与供汽机组的联系，微开#3#4 机辅汽联络管#2（#1）联络阀，缓慢升高辅汽联箱压力 0.05MPa~0.1MPa 左右进行充分暖管。辅汽联箱开始进行暖管时，控制辅汽联箱压力不大于 0.1MPa，注意管道无冲击振动。联箱温度升至 260℃暖管结束后，缓慢全开#3#4 机辅汽联络管#2（#1）联络阀，将各疏水站切至疏水器运行。
- c) 检查辅汽疏扩水位及冒汽情况正常。
- d) 根据用户需要向各用户供汽，各用户管道在投运前应充分暖管疏水。投入操作应缓慢，防止压力波动过大。
- e) 增加或减少辅汽用量应先通知供汽机组，且操作调整应缓慢。调整辅汽母管压力 0.8MPa、温度 280℃~360℃。

2.10.2.4 根据凝汽器循环水投运情况，确认辅汽疏扩疏水水质合格，将疏水切至凝汽器。

2.10.2.5 当二次冷再蒸汽压力>1.2MPa 时，将辅汽联箱汽源切至二次冷再供。

2.10.2.6 辅汽投入后应保持辅汽联箱疏水站疏水器连续运行，必要时加强辅汽系统疏水。

2.10.3 辅汽系统的运行

2.10.3.1 检查辅汽母管及有关汽源及用户管道疏水良好。

2.10.3.2 若投运时疏水器疏水不畅，可开启疏水器旁路阀加强疏水。

2.10.3.3 正常运行方式为一二期辅汽单元制，一二期辅汽联络管#1 电动隔离阀保持微开 5%暖管备用，一二期辅汽联络管#2 电动隔离阀开启。#3#4 机辅汽母管制，机组向#3#4 机辅汽联络管联供运行。

2.10.3.4 单元机组停运时，辅助蒸汽的汽源由邻机辅助蒸汽供给。

2.10.3.5 检查辅汽联箱压力、温度应正常，系统无泄漏现象，各管道无振动。。

2.10.3.6 检查辅汽疏水扩容器水位正常，减温水调阀调节正常。

2.10.3.7 当机组辅汽联箱孤立运行时，应加强辅汽联箱压力、温度及轴封汽压力、温度的监视。做好保证轴封汽源供给的措施。

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------|-----|----------|------|-----|-----|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 辅汽联箱压力 | MPa | 0.7~1.23 | 1.28 | | 0.5 | | |
| 辅汽联箱温度 | ℃ | 290~365 | 413 | | 260 | | |
| 辅汽疏扩水位 | mm | 400 | 500 | 650 | | | |
| 辅汽疏扩温度 | ℃ | <200 | 200 | 350 | | | |

2.10.4 辅汽系统的停运

2.10.4.1 辅汽系统停运应得到值长同意。

2.10.4.2 确认所有用户已停止用汽，公用系统用户已切至邻机供。

2.10.4.3 辅汽疏水扩容器疏水至凝汽器疏水阀关闭，至机组排水槽开启。

2.10.4.4 关闭辅汽至各用户隔离阀。

2.10.4.5 撤出二次冷再至辅汽联箱气源。

2.10.4.6 关闭#3#4 机辅汽联络管#1（#2）联络阀，进行辅汽联箱疏放水及泄压工作。

2.10.4.7 系统泄压完毕，根据需要停用辅汽疏扩。

2.10.5 辅汽系统异常及事故处理

2.10.5.1 辅汽联箱压力高

a) 现象

- 1) 辅汽联箱高于正常值。
- 2) 辅汽联箱安全阀动作。

b) 原因

- 1) 二次冷再至辅汽联箱压力调节阀自动失灵。
- 2) 邻机辅汽压力调节异常。
- 3) 辅汽联箱压力变送器异常。

c) 处理

- 1) 发现辅汽压力升高或安全阀动作，应检查二次冷再至辅汽供汽情况并迅速手动调节，监视辅汽联箱压力下降及用户运行情况，注意防止辅汽失压。
- 2) 检查辅汽联箱安全阀正确回座，否则应联系检修处理。

3) 若辅汽联箱压力变送器异常, 应及时联系检修处理。

2.10.5.2 辅汽联箱压力低

a) 现象

- 1) 轴封蒸汽、吹灰蒸汽等压力低报警。
- 2) 辅汽联箱压力显示低。

b) 原因

- 1) 机组低负荷期间, 二次冷再压力调节阀未能正常投入。
- 2) 辅汽联箱压力变送器异常。
- 3) 机组辅汽用量过大。

c) 处理

- 1) 若辅汽联箱压力控制异常, 及时进行手动调节, 维持辅汽联箱压力正常, 并联系检修处理。
- 2) 若机组辅汽用量过大, 则减少或合理安排辅汽用量。
- 3) 处理过程中应保证轴封的供汽正常。

2.11 轴封汽系统

2.11.1 轴封汽系统系统投运前检查

2.11.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.11.1.2 确认汽轮机处于盘车状态。

2.11.1.3 确认循环水、凝结水、辅汽系统已正常投运。

2.11.1.4 确认轴封加热器通水投运正常, 通水流量必须大于 475t/h。完成轴封系统各 U 型管注水放气。

2.11.1.5 确认轴封电加热器具备投运条件。

2.11.1.6 确认真空系统具备投运条件。

2.11.1.7 检查主机本体疏水阀开启、门杆漏汽疏水阀开启。

2.11.2 轴封汽系统的投运

2.11.2.1 超高压、高压及中压缸轴封供汽温度要求:

| 超高压转子温度 t $^{\circ}\text{C}$ | 温度 $^{\circ}\text{C}$ |
|--------------------------------|---|
| $t < 200$ | 240~300 |
| $200 \leq t \leq 400$ | $(0.4 \times \text{超高压转子温度} + 160) \sim (0.25 \times \text{超高压转子温度} + 250)$ |
| $t > 400$ | 320~350 |

2.11.2.2 低压轴封供汽温度要求:

| 超高压转子温度 t $^{\circ}\text{C}$ | 温度 $^{\circ}\text{C}$ |
|--------------------------------|--|
| $t < 200$ | 240~300 |
| $200 \leq t \leq 300$ | $(0.4 \times \text{超高压转子温度} + 160) \sim (0.2 \times \text{超高压转子温度} + 260)$ |
| $t > 300$ | 280~320 |

- 2.11.2.3 检查辅汽至轴封管路及轴封系统各疏水为启动疏水状态。
- 2.11.2.4 确认轴封电加热器前、后隔离阀开启，旁路阀关闭；疏水阀开启，预暖结束后关闭。
- 2.11.2.5 确认主机轴封压力调节阀前、后隔离阀开启，旁路阀关闭。
- 2.11.2.6 确认轴封母管溢流调节阀关闭，投入“自动”，开启其前、后隔离阀，关闭旁路阀，投入溢流阀站疏水器。
- 2.11.2.7 确认主机轴封减温水、低压轴封减温水调节阀及旁路阀关闭，开启其前、后隔离阀。
- 2.11.2.8 开启主机各缸轴封回汽调节阀，轴封系统投运后调整至适当值。
- 2.11.2.9 确认后缸喷水主、副调节阀关闭，后缸喷水主、副调节阀前、后隔离阀开启，旁路阀关闭，投入后缸喷水控制阀自动。
- 2.11.2.10 微开辅汽至轴封供汽电动阀，进行轴封母管压力调节站前暖管，注意管道无冲击振动。充分暖管后，开启辅汽至轴封供汽电动阀。
- 2.11.2.11 微开轴封母管压力调节阀，对系统进行暖管，确认轴封汽温度上升、疏水正常。根据超高压转子温度，适当调整轴封母管温度及低压轴封温度，投入温度调节自动。若辅汽供汽温度不满足轴封蒸汽要求应及时投入电加热。
- 2.11.2.12 轴封电加热器投入
- 1) 各项试验已完成，具备投运条件
 - 2) 检查电加热器控制柜接线完整，内部清洁无杂物。
 - 3) 确认电加热器部件绝缘合格，送上总电源及各加热器分支开关。
 - 4) 检查控制盘各指示灯指示正常，在远方控制，无异常报警。
 - 5) 确认电加热器各疏水阀在开启状态。
 - 6) 根据需要投入相应组的电加热器，并在就地控制柜上根据超高压转子金属温度，设定轴封电加热器出口温度。
 - 7) 检查出口温度缓慢上升，投入的电加热器无过热报警，电压电流正常。
 - 8) 电加热器不允许无蒸汽运行，投运前须确认电加热器内有一定流量的蒸汽后，方可投入电加热器。停止电加热器时，不得在切断电加热器电源前切断蒸汽。
- 2.11.2.13 暖管结束后将轴封母管压力调节至 3.5kPa，投入轴封蒸汽压力控制自动，检查轴封母管压力调节阀和溢流阀自动调节正常。
- 2.11.2.14 启动一台轴加风机，缓慢开启其进口阀，确认运行正常，控制轴加负压 2.5kPa。
- 2.11.2.15 开启备用轴加风机进口阀，投入备用联锁。
- 2.11.2.16 检查确认汽轮机各端部汽封处无冒汽或不正常吸气现象。
- 2.11.2.17 检查轴加液位、负压正常。
- 2.11.2.18 随着机组负荷的升高，轴封母管压力调节阀将自动关小直至关闭。当负荷达到 30%以上时，轴封供汽由超高、高、中压缸轴封漏汽来维持，由轴封汽溢流阀调节轴封母管压力在 3.5kPa，轴封汽溢流至#11 低加运行。
- 2.11.3 轴封汽系统的运行
- 2.11.3.1 检查轴封辅汽调节站、轴封溢流站自动正常。

- 2.11.3.2 检查轴封汽母管压力、轴封汽母管温度、低压轴封汽温度调节情况应正常。
- 2.11.3.3 检查轴加真空、水位、轴加进出水温度、收集水箱水位正常。
- 2.11.3.4 汽轮机各轴封无冒汽或不正常吸气现象，汽轮机油系统无进水。
- 2.11.3.5 检查轴加风机振动、声音应正常，轴加风机联锁投入。
- 2.11.3.6 汽轮机甩负荷时、单机运行滑参数停机阶段等工况，若辅汽温度无法达到对应要求，应及时投入轴封电加热器。
- 2.11.3.7 完成定期切换、试验工作且应正常。
- 2.11.3.8 轴封系统运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|-----|---------|------|-----|------|------|----------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 轴封汽母管压力 | kPa | 3.5 | 5 | | 2 | | |
| 高压轴封进汽温度(冷态) | ℃ | 240~350 | 350 | | 240 | | 与超高压转子匹配 |
| 低压轴封进汽温度 | ℃ | 240~320 | 320 | | 240 | | 与超高压转子匹配 |
| 轴加水位 | mm | 20~80 | 80 | 230 | 20 | | |
| 轴加真空 | kPa | -3.2~-2 | -1 | | | | |
| 收集水箱水位 | mm | 1500 | 2000 | | 1200 | 1000 | |

- 2.11.4 轴封汽系统的停运
- 2.11.4.1 停机时，当轴封汽母管压力低至 3.5kPa，检查轴封汽溢流站应关闭。轴封辅汽供汽站应自动开启调节，维持轴封汽母管压力正常，注意轴封汽温度的匹配，否则应投入轴封电加热器。
- 2.11.4.2 停机后，确认凝汽器真空到 0，停运轴封电加热器，停运轴封汽，撤出轴封母管压力调节阀及低压轴封减温器减温水调节阀自动，确认减温水已可靠隔离，关严各调节阀及隔离阀。
- 2.11.4.3 检查确认轴封辅汽供汽站已严密隔离。
- 2.11.4.4 开启轴封系统各疏、放水阀，确认轴封汽压力至 0。
- 2.11.4.5 撤出轴加风机联锁，停轴加风机。
- 2.11.4.6 确认轴封汽温度持续下降，若发现轴封冒汽或轴封汽温度未连续下降，须立即查明原因、进行系统隔离、联系检修处理设备缺陷，并注意监视主油箱、小机油箱油位，防止油中进水。
- 2.11.4.7 根据要求，完成其它操作。
- 2.11.5 轴封汽系统异常及事故处理
- 2.11.5.1 轴封汽母管压力低
- 现象
 - 汽轮机轴端严重吸气。
 - 轴封汽母管压力过低时，凝汽器真空下降。
 - 原因
 - 轴封汽源异常。
 - 轴封母管压力调节站自动失灵。
 - 溢流调节阀动作不正常。
 - 轴封汽母管安全阀误开。

5) 轴封汽系统阀门误动。

c) 处理

- 1) 发现轴封汽母管压力低，应立即查明原因，针对原因作相应处理。
- 2) 检查辅汽联箱压力是否正常，确认轴封汽系统、辅汽至轴封汽供汽及轴封溢流站是否正常。
- 3) 手动干预调节轴封汽压力，设法恢复轴封正常供汽。
- 4) 检查汽轮机轴封汽母管安全阀是否误开。
- 5) 若凝汽器真空下降时，应立即恢复轴封供汽压力至正常值。

2.11.5.2 轴封汽母管压力高

a) 现象

- 1) 轴封汽母管压力高于设定值。
- 2) 汽机轴端冒汽，轴承箱回油窗有水珠。

b) 原因

- 1) 辅汽至轴封供汽自动失常。
- 2) 轴封溢流站动作不正常。
- 3) 超高压缸、高压缸轴封间隙异常、泄漏大。

c) 处理

- 1) 发现轴封汽母管压力升高，应立即查明原因，针对原因作相应处理。
- 2) 确认轴封溢流站动作正常。
- 3) 检查轴加风机运行是否正常，轴加真空、水位正常。
- 4) 确认轴封汽辅汽供汽各阀门正常。
- 5) 若轴封汽母管压力高造成主机、小机润滑油中进水时，应进行主机、小机油箱放水，联系化学加强油质的监督；必要时通知检修进行处理。

2.11.5.3 低压轴封汽温度失常

a) 现象

- 1) 低压轴封汽温度剧烈波动。
- 2) 低压轴封汽温度超限。

b) 原因

- 1) 减温站调节阀自动调节不良。
- 2) 凝结水压力波动，减温器喷水雾化不佳。
- 3) 低压轴封疏水站疏水不畅。

c) 处理

- 1) 立即检查低压轴封减温站调节阀自动调节情况，针对原因进行相应处理。
- 2) 若凝结水压力波动，低压轴封减温站调节阀线性不佳，做好调整并联系热控处理。
- 3) 检查低压轴封疏水站运行情况，确认疏水畅通。
- 4) 低压轴封减温器喷嘴雾化不良、滤网堵塞，应及时入缺。

2.11.5.4 轴加风机跳闸

a) 现象

- 1) 运行轴加风机跳闸。
- 2) 轴加真空低。
- 3) 汽轮机轴端冒汽。

b) 原因

- 1) 轴加风机机械故障。
- 2) 轴加风机壳体严重积水。
- c) 处理
 - 1) 运行轴加风机跳闸，应检查备用风机自动启，调整轴加真空正常。
 - 2) 检查轴加风机跳闸原因。
 - 3) 及时进行在主机、小机油箱放水，加强主机、小机润滑油油质的监督。

2.12 真空泵组

2.12.1 真空泵启动前检查

- 2.12.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.12.1.2 确认闭冷水、开冷水、凝结水系统已正常投运。
- 2.12.1.3 检查真空泵轴承油位正常。
- 2.12.1.4 检查真空泵气水分离器水位及补水正常，自动补水至正常水位。
- 2.12.1.5 开真空泵密封水冷却器开冷水进出水阀，对冷却器充水，放气后投入运行。
- 2.12.1.6 确认主机真空系统内所有放水、放气阀关闭。
- 2.12.1.7 凝汽器真空破坏阀关闭，并完成真空破坏阀水封注水工作。

2.12.2 真空泵的启动

- 2.12.2.1 确认轴封系统已正常投运、机组具备抽真空条件。若小机随主机一起抽真空，检查小机轴封系统应正常投入。
- 2.12.2.2 检查 A、B 高效真空泵组进口电动阀、抽真空联络管电动阀开启。
- 2.12.2.3 启动 A、B 真空泵，检查电流、泵组振动、声音、轴承温度、气水分离器水位正常。
- 2.12.2.4 真空泵进口真空达 92kPa 时，进口气动阀自动开启，凝汽器真空逐渐上升。
- 2.12.2.5 凝汽器真空达 90kPa 时，停 B 真空泵，检查 B 真空泵进口气动阀关闭，投入联锁。

2.12.3 真空泵的运行

- 2.12.3.1 检查气水分离器水位及顶部排气应正常。
- 2.12.3.2 检查系统应无泄漏现象，各真空破坏阀水封、凝汽器真空应正常。
- 2.12.3.3 检查真空泵电流、振动、声音、轴承温度、轧兰滴水、进口压力正常，备用真空泵联锁投入。
- 2.12.3.4 检查真空泵密封水压力、温度正常，密封水冷却器无脏、堵现象。
- 2.12.3.5 检查各阀门所处状态正确。
- 2.12.3.6 完成定期切换试验工作。
- 2.12.3.7 真空泵运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------|-----|-----|-----|----|----|----|-----------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 真空泵进口真空 | kPa | >93 | | | 91 | | 凝汽器真空≤91kPa 联备泵 |
| 密封水温度 | ℃ | <34 | | | | | |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------------|----|------|-----|----|-----|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 密封水冷却器出口开冷水温度 | ℃ | <33 | 33 | 38 | | | |
| 电机绕组温度 | ℃ | <120 | 120 | | | | |
| 轴承温度 | ℃ | <80 | 85 | | | | |
| 分离器水位 | mm | 300 | 400 | | 150 | | |

2.12.4 真空泵的停运

2.12.4.1 确认真空泵满足停用条件。

2.12.4.2 撤出备用真空泵联锁。

2.12.4.3 关闭真空泵进口气动阀,停真空泵。

2.12.4.4 根据要求开启真空破坏阀,破坏主机真空。

2.12.4.5 关真空泵密封水冷却器冷却水进出水阀。

2.12.4.6 关气水分离器补水隔离阀。

2.12.4.7 根据需要完成其它操作。

2.12.5 真空泵异常及事故处理

2.12.5.1 真空泵出力下降

a) 原因

- 1) 密封水温度过高。
- 2) 分离器水位过高、过低。
- 3) 吸入管道泄漏或滤网堵。

b) 处理

- 1) 发现真空泵密封水温度异常,检查密封水冷却器运行情况,应及时进行密封水温度的调节。
- 2) 检查循环水母管压力、开冷水压力、温度是否正常,检查真空泵密封水冷却器是否脏堵。
- 3) 检查分离器就地水位指示并确认自动补水正常。
- 4) 真空泵出力异常,影响了主机真空度,宜切换至备用真空泵运行,并联系检修处理。

2.12.5.2 真空泵跳闸

a) 现象

- 1) 真空泵开关跳闸、电流到零。
- 2) 凝汽器真空下降。

b) 原因

- 1) 泵组机械故障。
- 2) 分离器水位低低。
- 3) 电机轴承温度高。

c) 处理

- 1) 检查备用真空泵联启,否则应立即手动启动备用泵,注意凝汽器真空的变化情况。
- 2) 若联启对侧真空泵,应检查抽真空联络管电动阀自动开启。
- 3) 检查跳闸泵进口气动门确已关闭,否则手动关闭。
- 4) 检查真空泵跳闸的原因并通知检修进行处理,消除故障后投入备用。

2.12.6 高效真空泵组启动

2.12.6.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.12.6.2 确认闭冷水、开冷水、凝结水系统已正常投运。

2.12.6.3 检查高效真空泵组气水分离器水位及补水正常，自动补水至正常水位。

2.12.6.4 开启高效真空泵组冷却器冷却水进水、出水阀，对中间冷却器、密封水冷却器充水、放气后投入运行。

2.12.6.5 确认高效真空泵组就地控制柜状态指示正常，将控制柜控制方式切至“远方”。

2.12.6.6 确认高压凝汽器真空 $\geq 90\text{kPa}$ ，机组负荷 $\geq 15\%$ 额定负荷。

2.12.6.7 启动高效真空泵组，检查高效真空泵组水环真空泵电流、泵组振动、声音、轴承温度、气水分离器水位正常。

2.12.6.8 检查高效真空泵水环泵启动后入口蝶阀自动开启正确。

2.12.6.9 高效真空泵水环泵启动后 10s 罗茨泵联启，检查罗茨泵电流、泵组与齿轮箱振动、声音、轴承温度正常，罗茨泵变频器无故障报警。

2.12.6.10 检查凝汽器真空变化稳定，停运原运行的真空泵，并投入联锁，注意凝汽器真空无下降趋势。

2.12.7 高效真空泵组运行

2.12.7.1 高效真空泵组设计是正常运行维持凝汽器真空的抽气设备，不具备零启拉真空的出力。机组各级检修后的高效真空泵组投运，应安排在凝汽器真空严密性试验后。

2.12.7.2 机组正常运行应投运高效真空泵组。负荷 $\geq 15\%$ 、高压凝汽器真空 $\geq 90\text{kPa}$ 且真空严密性试验合格后，可进行高效真空泵组投运。

2.12.7.3 高效真空泵组运行中，罗茨泵变频器设定为 $50\text{Hz} \sim 40\text{Hz}$ ，可根据凝汽器真空严密性评价情况，适当调整罗茨泵变频器设定。当真空严密性 $\geq 200\text{Pa}/\text{min}$ 时，宜切换真空泵运行。

2.12.7.4 高效真空泵组运行方式，A、B 真空泵正常备用、联锁投入，高、低压凝汽器抽真空联络管电动阀关闭。

2.12.7.5 A、B 真空泵长期备用后的启动，宜先进行泵体放水冲洗，防止泵体锈蚀危害。

2.12.7.6 检查气水分离器水位及顶部排气应正常。

2.12.7.7 检查系统应无泄漏现象，各真空阀门盘根、管道、法兰应正常无漏气。

2.12.7.8 检查高效真空泵电流、泵组/齿轮箱振动、声音、轴承温度正常，进口压力正常。注意高效真空泵运行噪音、振动情况。

2.12.7.9 检查高效真空泵密封水温度正常，密封水冷却器无脏、堵现象。

2.12.7.10 检查各阀门所处状态正确。

2.12.7.11 高效真空泵运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------|-----|-------|-----|----|----|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 真空泵入口真空 | kPa | >93 | | | 91 | 88 | |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------|----|------|-----|----|-----|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 密封水温度 | ℃ | <34 | | | | | |
| 电机绕组温度 | ℃ | <120 | 120 | | | | |
| 轴承温度 | ℃ | <80 | 85 | | | | |
| 分离器水位 | mm | 250 | 300 | | 200 | | |

2.12.8 高效真空泵组停运

2.12.8.1 凝汽器破坏真空前或高效真空泵满足停用条件。

2.12.8.2 启动备用真空泵，确认真空泵运行正常。

2.12.8.3 停运高效真空泵组，检查入口蝶阀联动关闭正确。

2.12.8.4 关气水分离器补水隔离阀。

2.12.8.5 根据需要完成其它操作。

2.13 除氧器

2.13.1 除氧器系统投运前检查

2.13.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.13.1.2 确认除氧器汽、水系统所有放水、放气阀及各前置泵进水阀关闭。

2.13.1.3 确认除氧器各水位计及水位测量筒都已投运。

2.13.1.4 确认凝结水系统、循环水系统已投运正常。

2.13.1.5 检查辅汽系统已投运正常，开启辅汽至除氧器加热管道疏水阀，进行暖管疏水，暖管结束后保持疏水器运行。

2.13.2 除氧器系统的投运

2.13.2.1 凝结水水质合格且对除氧器上水管道注水排气后可向除氧器上水，对除氧器进行冲洗至水质合格，并上水至启动水位 1000mm。也可用凝结水输送泵向除氧器上水。

2.13.2.2 开启辅汽联箱至除氧器调节阀前电动阀、辅汽联箱至除氧器调节阀后隔离阀，调节辅汽联箱至除氧器调节阀开度，控制除氧器水温温升率 $\geq 1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，检查除氧器振动、声音正常。

2.13.2.3 根据需要，对除氧器进行加热冲洗。

2.13.2.4 将除氧器水温预热至 104°C ，除氧器用喷嘴进水至正常水位。根据锅炉需要进行上水。

2.13.2.5 将除氧器水温预热至 104°C ，压力至 0.047MPa ，维持定压运行，除氧器上水至正常水位，并保持压力温度稳定。注意观察压力变化情况，压力下降较快则减少凝结水进水量，使压力温度稳定。

2.13.2.6 当锅炉开始连续进水时，投入除氧器水位调节自动。控制辅汽至除氧器调节阀的开度，使给水温度符合要求。

2.13.2.7 当除氧器水温 104°C 以上，关闭启动排气隔离阀，正常连续排气阀仍保持开启。水温进一步加热到 120°C 。

2.13.2.8 当机组并网后，应及时对五抽至除氧器管路进行暖管疏水。

2.13.2.9 当五抽压力达到 0.147MPa 以上，五抽至除氧器管道疏水疏尽后，将除氧器加热由辅汽切至五抽供汽，关闭辅汽至除氧器压力调节阀，除氧器由定压运行改为滑压运行。辅汽至除氧器供汽管疏水器正常投运。

2.13.2.10 当机组负荷>15%额定负荷时，确认五抽管道上的气动疏水阀自动关闭。

2.13.2.11 根据除氧器压力、给水含氧量调节除氧器正常连续排气电动阀。

2.13.3 除氧器系统的运行

2.13.3.1 除氧器滑压运行范围 0.147MPa~1.102MPa，五抽压力低于 0.147MPa 时，切至辅汽供汽；当机组负荷变化时，应监视除氧器压力、温度正常。

2.13.3.2 检查除氧器水位自动调节良好，水位正常，就地水位指示与远方相符。

2.13.3.3 检查除氧器应无水冲击声和振动，除氧器无泄漏。

2.13.3.4 辅汽至除氧器加热调节阀管道应保持暖管状态。

2.13.3.5 在低负荷工况下使用辅汽至除氧器加热时，应切换#4 高加疏水，并维持除氧器压力在 0.147MPa 定压运行，严禁除氧器超压运行。

2.13.3.6 根据给水品质要求，调整排气阀开度，保证除氧器的经济运行。

2.13.3.7 除氧器运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-------|-----|-------------|-------|------|------|----|------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 除氧器压力 | MPa | 0.147~1.102 | 1.102 | 1.36 | | | |
| 除氧器温度 | ℃ | 110~190 | 190 | | 110 | | |
| 除氧器水位 | mm | 2100 | 2300 | 2570 | 2000 | 70 | 70mm 给泵跳闸。 |

2.13.4 除氧器系统的停运

2.13.4.1 当机组负荷小于 15%额定负荷时，检查五抽管路各疏水阀自动打开。

2.13.4.2 五抽压力低于 0.147MPa 时，除氧器汽源由五抽切至辅汽运行，并维持除氧器压力 0.047MPa 定压运行。

2.13.4.3 锅炉停止进水后，将辅汽至除氧器调节阀切手动后关闭，辅汽至除氧器调节阀前隔离阀关闭。

2.13.4.4 当给水泵停运后，将除氧器水位调节切手动并关闭。

2.13.4.5 当除氧器水温<50℃，可向凝汽器放水。

2.13.4.6 做好除氧器停运后的保养工作，宜采用干保护，切断汽源、水源，放尽余水后，关闭放水阀。

2.13.5 除氧器系统异常及事故处理

2.13.5.1 除氧器水位异常

a) 现象

- 1) 除氧器水位指示过高或过低并报警。
- 2) 除氧器水位调节阀开度异常。

b) 原因

- 1) 除氧器水位自动调节失灵。
- 2) 锅炉爆管、给水或凝结水系统严重泄漏。
- 3) 高加疏水切至凝汽器。
- 4) 凝泵出力不足或故障。

c) 处理

- 1) 发现除氧器水位偏离正常值, 应及时进行调整, 并校对就地水位计, 确认除氧器水位异常, 立即分析原因进行相应处理。
- 2) 检查除氧器水位自动, 若异常应切至手动调节, 检查凝结水、给水流量及凝汽器水位是否正常。
- 3) 除氧器水位低时, 检查除氧器放水阀、溢水阀关闭严密。必要时可增开备用凝泵以维持除氧器水位, 并加强对凝汽器水位的监视和调节。
- 4) 除氧器水位过低时, 应防止除氧器发生超压。
- 5) 若除氧器水位下降至低Ⅱ值时, 检查给水泵应跳闸, 否则应故障停泵。
- 6) 若除氧器水位上升至高Ⅱ值 ($\geq 2500\text{mm}$), 检查除氧器溢流调节阀调节开、除氧器溢放水气动调节阀旁路电动阀联开、除氧器水位调节站旁路电动阀联关、除氧器水位副调节阀超驰关、除氧器水位主调节阀保护关至一定开度。检查凝结水再循环阀自动开启, 调节凝汽器水位正常。
- 7) 除氧器水位上升至高Ⅲ值 ($\geq 2570\text{mm}$), 检查凝泵深度变频模式切除、除氧器水位主调节阀和辅汽联箱至除氧器调节阀超驰关、辅汽联箱至除氧器调节阀旁路电动阀联关。
- 8) 除氧器水位上升至高Ⅳ值 ($\geq 2670\text{mm}$), 检查低加疏水泵跳闸、#4 高加正常疏水调节阀超驰关。
- 9) 水位继续上升至高Ⅴ值 ($\geq 2770\text{mm}$), 检查五抽电动阀和#1#2 逆止阀、五抽至除氧器电动阀和逆止阀、五抽至小机电动阀关闭, 相关疏水阀开启。注意小机转速和辅汽联箱压力的变化。
- 10) 经处理无效, 无法维持机组正常运行, 则应联系值长要求停机。

2.13.5.2 除氧器压力升高

a) 现象

- 1) 除氧器压力过高并报警。
- 2) 除氧器安全阀起座。

b) 原因

- 1) 高加严重泄漏疏水量过大。
- 2) #4 高加无水位运行。
- 3) 除氧器进水突然减少或中断。
- 4) 机组变负荷率过快。
- 5) 除氧器满水。

c) 处理

- 1) 发现除氧器压力升高, 应核对表计判断除氧器压力是否真实升高。
- 2) 若除氧器水位自动调节失灵, 应切至手动, 维持除氧器水位正常。
- 3) 若机组负荷增加太快或超负荷运行, 应降低机组负荷。
- 4) 检查高加是否正常。
- 5) 检查辅汽至除氧器调节阀动作是否正常, 必要时将其关闭。
- 6) 若经处理无效, 压力持续上升, 应降低机组负荷, 将高加疏水切至凝汽器, 关闭除氧器进汽电动阀, 开启除氧器溢流阀, 防止除氧器超压。

2.13.5.3 除氧器振动

a) 原因

- 1) 投入抽汽时，管道疏水不良。
- 2) 除氧器暖体加热温升率过大。
- 3) 除氧器进水量太大，水侧过负荷。
- 4) 部分或全部低加跳闸，除氧器进水温度过低。
- 5) 除氧器水位过低。
- 6) 除氧器内压力波动大。
- 7) 除氧器内部机械损坏。

b) 处理

- 1) 投辅汽或五段抽汽时，应充分暖管疏水。除氧器暖体和加热温升应 $\geq 1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
- 2) 检查除氧器水位主、辅调节阀及旁路阀工作应正常，及时调节主凝结水流量。
- 3) 若系低加保护动作，应查明保护动作原因，尽快恢复跳闸低加正常运行，必要时除氧器降压运行。
- 4) 检查五段抽汽至除氧器逆止阀是否正常，尽快消除除氧器压力剧烈波动。
- 5) 除氧器振动异常或除氧器内部机械损坏时，应入缺，并通知检修待停机消缺处理。

2.14 汽动给水泵组

2.14.1 汽动给水泵组启动前的检查

2.14.1.1 给水泵汽轮机禁止启动条件

- a) 危急遮断装置、超速、小机 ETS 保护之一动作不正常。
- b) 低压主汽阀、低压调节阀、管道隔离阀之一不能关严或工作不正常。
- c) 调速系统不稳定或不能控制转速。
- d) 主要表计失灵，如进汽压力、温度、真空、转速、调节油压力、润滑油压力表等。
- e) 交流润滑油泵、直流润滑油泵、盘车装置之一工作不正常。
- f) 盘车时机内有摩擦声。
- g) 油质不合格或油箱油位低。

2.14.1.2 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

2.14.1.3 确认仪用空气系统、闭冷水、凝结水和辅汽系统已正常投运。

2.14.1.4 检查除氧器水质合格，水位正常。

2.14.1.5 检查小机油箱油位正常，油质合格，放水一次。若油箱油温低于 20°C ，应投入油箱电加热器提高油温至 35°C 后停用电加热器，润滑油滤网一组投运，另一组备用。

2.14.1.6 检查抗燃油系统投运正常。

2.14.1.7 检查小机油系统蓄能器已投入且压力正常。

2.14.1.8 检查汽泵转速控制在手动位置，低压主汽阀、低压调阀关闭严密。

2.14.1.9 确认小机各疏水、排汽缸喷水在手动关闭位置。

2.14.1.10 确认 20m^3 疏水扩容器可投运。

2.14.1.11 在主机凝汽器真空形成前，应对小机排汽蝶阀进行活动试验，检查开关灵活，关闭严密，活动试验后确认小机排汽蝶阀在关闭位置。

2.14.2 汽动给水泵组闭冷水投运

2.14.2.1 开启小机冷油器进水气动调节阀前、后隔离阀，关闭其旁路阀及放水阀。

2.14.2.2 开启小机冷油器闭冷水进、出口阀。另一台冷油器闭冷水侧注水、放气结束，闭冷水进口阀关闭，出口阀开启，投入备用。

2.14.2.3 开启闭冷水至汽泵前置泵机械密封冷却器冷却水进、出口隔离阀，检查闭冷水流量正常。

2.14.2.4 投入前置泵轴承套冷却水，检查闭冷水流量正常。

2.14.3 汽动给水泵组密封水系统投运

2.14.3.1 开启汽泵密封水回水隔离阀，密封水水质差时切至地沟排放。

2.14.3.2 缓慢开启凝结水减温水至汽泵密封水隔离阀，完成汽泵组密封水 A、B 进水滤网及后续管路注水冲洗，并及时联系检修清洗密封水进水滤网。滤网保持一运一备。

2.14.3.3 检查开启汽泵组再循环调节阀及前后电动阀、卸荷水隔离阀。

2.14.3.4 确认给泵密封水进水电动阀，A、B 给泵密封水泵进水阀开启、出水阀关闭，启动一台给泵密封水泵，缓慢全开其出水阀。切换给泵密封水泵运行，检查无异常后，投入联锁。

2.14.3.5 投运汽泵密封水过程不应使汽泵壳体温差发生不正常增大。

2.14.3.6 检查密封水回水畅通，轴端无刺水，密封水温度调节投自动，控制密封水回水温度不超过 80℃。

2.14.3.7 联系化学化验收集水箱水质，若水质合格，应及时回收至凝汽器。

2.14.4 汽动给水泵组润滑油系统投运

2.14.4.1 检查油箱油位正常，电加热器投自动。

2.14.4.2 开启各仪表阀门，检查确认系统所有放油阀、放水阀关闭。

2.14.4.3 确认油箱油温 > 10℃。

2.14.4.4 启动小机排油烟风机，调整油箱负压 1kPa~3kPa。

2.14.4.5 检查小机直流润滑油泵进、出油阀开启，启动小机润滑直流油泵，向油系统充油。

2.14.4.6 启动小机交流润滑油泵，检查其出口油压正常，停运小机直流润滑油泵。投入备用小机交流润滑油泵联锁。

2.14.4.7 检查速关油压力 > 0.85MPa、润滑油压力 > 0.25MPa、滤油网前后差压、油箱油位、各轴承回油应正常，油系统无漏油。

2.14.4.8 开启冷油器注油阀和放气阀，对冷油器注油放气，放气结束，关闭放气阀和注油阀。

2.14.4.9 开启润滑油和控制油滤网注油阀和放气阀，对滤网注油放气，放气结束，关闭放气阀和注油阀。

2.14.4.10 关闭各蓄能器底部放油阀，开启进口隔离阀。

2.14.4.11 确认轴承润滑油母管压力 0.40MPa~0.45MPa（盘车时），滤网差压正常。

2.14.4.12 确认小机冷油器进水调节阀前、后隔离阀开启，旁路阀关闭，温控阀投入，油温设置在 40℃。

- 2. 14. 4. 13 化验小机油箱油质，根据需要投入油净化处理系统。
- 2. 14. 5 汽动给水泵组注水放气
 - 2. 14. 5. 1 关闭滤网、泵体和管道各放水阀。
 - 2. 14. 5. 2 开启再循环管道和低压抽头管道各放气阀。
 - 2. 14. 5. 3 检查汽泵再循环阀前、后隔离阀开启，确认再循环调节阀全开。
 - 2. 14. 5. 4 确认泵组密封水系统、机械密封冷却水系统投运。
 - 2. 14. 5. 5 确认汽泵出水隔离阀关闭。
 - 2. 14. 5. 6 开启暖泵电动阀，对泵组进行注水、放气。
 - 2. 14. 5. 7 注水放气结束后，关闭有关放气阀，关闭暖泵电动阀。
 - 2. 14. 5. 8 开启前置泵进水阀，期间注意除氧器水位正常。
- 2. 14. 6 汽动给水泵组盘车装置投运
 - 2. 14. 6. 1 确认汽泵组盘车启动条件满足，汽泵组注水、放气完毕。
 - 2. 14. 6. 2 启动盘车马达。
 - 2. 14. 6. 3 确认盘车自动啮合，启动电流及工作电流正常，盘车转速为 100r/min。
 - 2. 14. 6. 4 监视盘车期间偏心度正常，检查机内及泵内声音正常，动静无摩擦。
 - 2. 14. 6. 5 汽泵组盘车期间注意事项
 - a) 检查小机润滑油系统运行正常。
 - b) 检查盘车转速、盘车电机电流正常。
 - c) 汽泵组盘车前，前置泵机封冷却水回水必须放尽空气。
 - d) 小机轴封系统投运前应投入小机连续盘车。
 - e) 禁止汽泵在无注水、未投密封水状态下进行连续盘车。
 - f) 停机后，小机缸温 $<100^{\circ}\text{C}$ 可停运盘车，盘车完全结束后，轴承润滑油必须循环运行不小于 10h。
- 2. 14. 7 汽动给水泵组暖泵
 - 2. 14. 7. 1 除氧水箱温度 $<120^{\circ}\text{C}$ ，无需暖泵。
 - 2. 14. 7. 2 除氧水箱温度 $>120^{\circ}\text{C}$ ，缓慢开启暖泵电动阀，使除氧器中的高温水缓慢流到泵内，再全开前置泵进水电动阀。汽泵随小机盘车，盘车转速 100r/min，流量 15t/h \sim 20t/h 左右，通过汽泵再循环阀排至除氧器，对给泵进行暖泵 1h \sim 2h，泵体上下温差控制在 $<30^{\circ}\text{C}$ ，泵壳下部温度与除氧器水温温差 $<70^{\circ}\text{C}$ 方可启动给泵。
 - 2. 14. 7. 3 如果需要正暖泵，可打开给水泵底部放水阀 1h \sim 2h，使泵体上下受热均匀，泵体上下温差控制在 $<30^{\circ}\text{C}$ ，泵壳下部温度与除氧器水温温差 $<70^{\circ}\text{C}$ 方可启动给泵。
- 2. 14. 8 小机轴封系统及真空系统投运
 - 2. 14. 8. 1 检查辅助蒸汽系统投运正常。
 - 2. 14. 8. 2 检查主机真空正常，机组启动时也可与主机一起抽真空。
 - 2. 14. 8. 3 检查小机盘车已投运正常。
 - 2. 14. 8. 4 开启小机轴封回汽隔离阀。

- 2.14.8.5 确认小机轴封系统进汽调节阀后疏水阀开启。
- 2.14.8.6 开启小机轴封进汽调节阀前、后隔离阀。
- 2.14.8.7 稍开小机轴封进汽调节阀，充分暖管疏水后关闭疏水阀，调节小机轴封压力 6kPa~8kPa、轴封供汽温度 260~350℃，投入小机轴封进汽调节阀自动。
- 2.14.8.8 缓慢开启小机排汽蝶阀旁路阀，小机真空应逐渐上升，注意主机真空变化情况。
- 2.14.8.9 当小机真空与凝汽器真空小于 8kPa 时，可开启排汽蝶阀，关排汽蝶阀旁路阀。
- 2.14.9 小机进汽管暖管及疏水系统投运
- 2.14.9.1 小机真空建立后，确认下列阀门开启：
- a) 小机低压主汽阀阀座疏水阀。
 - b) 小机轮室疏水阀。
 - c) 小机低压缸疏水阀。
- 2.14.9.2 检查辅汽至小机供汽管道各疏水阀开启，开启辅汽至小机供汽隔离总阀，辅汽至小机供汽管暖管结束后，缓慢全开辅汽至小机供汽电动阀，检查小机低压主汽阀前管道疏水畅通，低压主汽阀前管道蒸汽温度正常。
- 2.14.9.3 开启五抽至小机低压供汽电动阀前疏水阀进行管道暖管疏水，暖管结束后缓慢全开五抽至小机低压供汽电动阀。
- 2.14.9.4 负荷至 400MW，检查二次冷再参数正常，开启二次冷再至小机管道各疏水阀，检查小机高压进汽管道疏水畅通，高压进汽管道蒸汽温度正常后，方可开启小机高压进汽隔离阀，将高压汽源列备。
- 2.14.9.5 检查小机进汽压力、温度及各部分金属温度正常。
- 2.14.10 汽动给水泵组冲转前的确认
- a) 确认连续盘车时间>30min，汽泵组暖泵正常。
 - b) 确认润滑油、控制油系统投运正常。
 - c) 泵组报警装置及保护装置全部投入，且 MEH 上无报警和跳闸信号。
 - d) 确认泵组密封水畅通，密封水回水阀开启，密封水调节阀工作正常。
 - e) 前置泵机械密封冷却器、前置泵轴承套冷却水投入。
 - f) 小机低压主汽阀、小机低压调节阀全关。
 - g) 汽泵出水电动阀、高/低压抽头电动阀关闭。
 - h) 确认开启汽泵再循环调节阀及其前后隔离阀。
 - i) 检查转速指示窗口显示为盘车转速。
 - j) 小机轴封系统运行正常。
 - k) 小机所有疏水阀打开。
 - l) 确认泵体上下温差、泵体与除氧水温差正常。
 - m) 冲转蒸汽的过热度>50℃。
 - n) 小机真空>80kPa。
 - o) 控制油压力>0.85MPa。
 - p) 抗燃油压力>12.5MPa。
 - q) 润滑油压力 0.4MPa~0.45MPa，油温 35℃~45℃。

2.14.11 汽动给水泵组启动

2.14.11.1 启动状态的划分：

- a) 冷态启动：调节级后温度 $<150^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 热态启动：调节级后温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ 。

2.14.11.2 小机冲转操作：

- a) 检查小机转速指令在最小位置。就地手动打闸装置已复归。
- b) 检查画面“允许”指示灯亮，具备启动条件。
- c) 按“复位”按钮，确认复位成功。
- d) 按“挂闸”按钮，点击“确认”。确认小机低压主汽阀开启。
- e) 根据需要按手动跳闸按钮或就地手动打闸，试验手动跳闸动作正常，再重新复位、挂闸。
- f) 就地检查小机启动油压建立。约 30s 后，速关油压开始建立，待启动油压低于速关油压时低压主汽阀开始开启，约 60s 后，低压主汽阀全开，启动油压降至 0。
- g) 确认 MEH “自动控制”画面中小机在“自动”控制方式。
- h) 选择小机目标转速 800r/min，升速率 $>100\text{r/min/min}$ 。
- i) 小机冲转转速 $>120\text{r/min}$ 时，查盘车装置机构已脱开，盘车自动停运。否则应就地手动退出小机盘车运行。
- j) 当转速达 800r/min，按照小机启动曲线进行暖机（冷态至少 30min，热态至少 15min）。检查机内声音、轴向位移、泵组振动正常，润滑油压力、温度正常。
- k) 暖机结束，按照小机启动曲线速率要求继续提升转速至 2000r/min，注意在 1000r/min~1800r/min 不可停留。
- l) 转速到 2000r/min 至少停留 5min，检查机内声音、轴向位移、泵组振动正常。
- m) 查汽泵密封水回水正常，并注意主机真空的稳定。
- n) 注意检查小机及给水泵内无金属摩擦声；检查前置泵及齿轮箱运行正常。
- o) 就地查听轴承、轴封处无异音，检查小机调阀动作正常。
- p) 小机升速过程中，注意监视进汽参数、小机振动、轴向位移、真空变化情况。
- q) 小机冲转过程中，排汽温度 $>80^{\circ}\text{C}$ 时，检查排汽缸喷水自动投入。

2.14.12 汽泵并列，带负荷

- a) 小机继续升速至 2200r/min，检查本体各疏水阀关闭。将小机 MEH 转速控制切至远控，由给水调节系统控制，小机转速 $>2800\text{r/min}$ ，方可投入给水自动。
- b) 小机并入给水系统，开启出水电动阀时应严格控制汽泵出水电动阀前后压差 $<0.2\text{MPa}$ 。
- c) 开启汽泵高/低压抽头电动阀及前置泵进口加氨、加氧及取样阀。
- d) 手动增加小机转速，注意给水泵出水瞬间的流量变化，控制给水流量在正常范围。
- e) 并泵过程中，应注意汽泵再循环阀调节情况及对锅炉给水流量变化的影响。
- f) 并泵结束后，投入该汽动给水泵给水自动，确认调节正常。
- g) 升速及并泵过程中注意小机振动、轴向位移、轴承温度、进回油温度，进汽压力、温度，排气压力等参数在正常范围。
- h) 在五抽压力达 0.1MPa 时，开始对五抽至小机供汽管道进行暖管。在机组负荷 $>500\text{MW}$ ，应及时将小机汽源切至五抽供汽。小机汽源切换过程中注意监视小机低压调节阀开度 $<80\%$ 。
- i) 检查再循环调节阀自动调节直至关闭。

2.14.13 汽动给水泵组正常运行维护

2.14.13.1 检查系统无漏油、漏水、漏汽现象。

- 2.14.13.2 检查汽泵组振动、轴承温度、回油油流、前置泵出口流量、进出口压力、前置泵及汽泵进口滤网差压正常，前置泵机械密封和轴承冷却水正常。
- 2.14.13.3 检查润滑油压力、油温、各轴承油流、油滤网差压正常。若油滤网差压升高报警，应切换至另一组运行，并通知检修处理。
- 2.14.13.4 检查汽泵前置泵减速箱振动、轴承温度和回油油流正常。
- 2.14.13.5 检查小机调节系统工作正常，若发现晃动应及时进行处理。
- 2.14.13.6 检查密封水系统运行正常，轴端无刺水。
- 2.14.13.7 定期进行油箱放水检查，若发现放水量增加，应及时分析原因并设法消除，同时联系化学化验油质，必要时通知加强检修滤油。
- 2.14.13.8 定期进行交流润滑油泵切换、直流润滑油泵试转和低压主汽阀活动试验。
- 2.14.13.9 正常运行期间小机二次冷再高压汽源备用，检查二次冷再至小机进汽系统疏水自动投入，管道处于热备用状态；机组低负荷运行期间，五抽供汽压力不足时，检查切换阀开启调节转速正常。
- 2.14.13.10 汽动给水泵组运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|--------|-----------|-------|------|------|------|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 转速 | r/min | 3000~6000 | 6000 | 6290 | | | |
| 小机排汽压力 | kPa(a) | 6.21 | | 40 | | | |
| 小机排汽温度 | ℃ | <45 | 80 | | | | |
| 轴封蒸汽压力 | kPa | 6~8 | | | | | |
| 轴封蒸汽温度 | ℃ | 260~350 | | | | | |
| 小机轴向位移 | mm | | ±0.56 | ±0.8 | | | |
| 小机轴振 | μm | ≤30 | 80 | 120 | | | |
| 小机油箱负压 | kPa | 0.1~0.3 | 0.4 | | | | |
| 润滑油箱油位高 | mm | | 980 | | | | |
| 润滑油箱油位低 | mm | | 880 | | | | |
| 润滑油供油温度 | ℃ | 43~48 | | | | | |
| 小机支持轴承温度 | ℃ | <90 | 95 | 115 | | | |
| 小机推力轴承温度 | ℃ | <90 | 95 | 115 | | | |
| 轴承回油温度 | ℃ | <60 | | | | | |
| 交流油泵出口压力 | MPa | 0.9~1.0 | | | 0.65 | | |
| 润滑油母管压力 | MPa | >0.25 | | | 0.1 | 0.04 | |
| 控制油压 | MPa | 0.85 | | | 0.65 | | |
| 速关油压 | MPa | 0.8 | | | 0.15 | | |
| 润滑油滤网差压 | kPa | <40 | 80 | | | | |
| 调节油滤网差压 | kPa | <40 | 80 | | | | |
| 前置泵进水压力（THA） | MPa | 1.076 | | | | | |
| 前置泵出水流量（THA） | t/h | 1418.3 | | | | | |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|-----|-------|-----|-----|---|----|----|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 给水泵出口压力（THA） | MPa | 37.6 | | | | | |
| 低压抽头压力（THA） | MPa | 12.2 | | | | | |
| 高压抽头压力（THA） | MPa | 18.4 | | | | | |
| 前置泵进水滤网差压 | kPa | <50 | 50 | | | | |
| 给水泵进水滤网差压 | kPa | <50 | 50 | | | | |
| 密封水进水滤网差压 | kPa | <110 | 110 | | | | |
| 给水泵密封水回水温度 | ℃ | 55~60 | 80 | | | | |
| 前置泵机封冷却水温度 | ℃ | <60 | 80 | | | | |
| 汽泵泵体上下温差 | ℃ | <30 | 30 | | | | |
| 前置泵支持轴承温度 | ℃ | <80 | 80 | 90 | | | |
| 齿轮箱支持轴承温度 | ℃ | <80 | 80 | 90 | | | |
| 给泵支持轴承温度 | ℃ | <80 | 80 | 90 | | | |
| 给泵推力轴承温度 | ℃ | <80 | 80 | 90 | | | |
| 给泵轴振 | μm | <80 | 80 | 100 | | | |

2.14.14 汽动给水泵组停运

2.14.14.1 正常运行中，一台汽动给水泵需停运，宜将机组负荷调整至 50%额定负荷左右。

2.14.14.2 汽泵组停止前应进行交流润滑油泵、直流润滑油泵及盘车电机试转。

2.14.14.3 将待停汽泵转速控制切至手动，逐渐降低待停汽泵转速，使待停汽动给水泵负荷转移至另一台给水泵，直至退出给水系统运行，检查给水母管压力、流量正常。

2.14.14.4 待停汽泵停运中应及时关闭高、低压抽头电动阀、化学取样、加药和加氧隔离阀。

2.14.14.5 待停汽泵降速过程中，确认待停汽泵再循环阀自动开启，否则应手动开启；密切注意给水流量晃动并做好调整。

2.14.14.6 确认待停汽泵不出水，关闭待停汽泵出水电动阀，检查给水系统运行正常。

2.14.14.7 确认给水泵转速已降至 2200r/min，停运给水泵组。

2.14.14.8 停小机打闸后，检查切换阀、低压主汽阀、低压调节阀关闭，小机转速持续下降。

2.14.14.9 当转速降至 0r/min 时，电动盘车自动投入，就地检查盘车运行正常，维持转速 100r/min。

2.14.14.10 小机脱扣后，宜保持小机系统在暖管状态，各疏水投运正常。

2.14.14.11 若汽泵作热备用，则轴封、盘车应连续运行，排汽蝶阀开启。

2.14.14.12 若汽泵组单独停运检修，则：

- 确认小机汽缸缸温变化正常、汽缸无积水。
- 确认五抽至小机低压进汽电动阀和辅汽至小机电动阀关闭严密。
- 确认二次冷再至小机高压进汽切换阀、高压进汽隔离阀、高压进汽电动阀关闭严密。
- 确认关闭小机后缸喷水电磁阀及旁路阀。小机隔离后注意小机后缸喷水阀门的严密性，防止内漏造成小机本体进水。
- 关闭小机本体及蒸汽管道各路疏水阀。

- f) 关闭小机排汽蝶阀，待小机真空降到零后，关严轴封汽系统疏水阀后停止轴封供汽，注意主机真空变化。
 - g) 小机连续盘车 8h 以上，可待汽缸温度 $<100^{\circ}\text{C}$ 可停运盘车。
 - h) 盘车停运后，轴承润滑油应循环运行至少 10h，可停交流润滑油泵及油箱排油烟风机。
 - i) 当给水泵泵体温度 $<80^{\circ}\text{C}$ ，方可对汽泵组水侧进行隔离、泄压、放水，停运汽泵密封水。
 - j) 当除氧器温度及前置泵出口水温小于 80°C ，方可停用闭冷水至前置泵轴承冷却水。
 - k) 根据情况完成其它停运和隔离工作。
2. 14. 15 汽泵异常处理
2. 14. 15. 1 汽动给水泵组紧急停用
- a) 汽动给水泵组破坏真空紧急停用任一条件
 - 1) 汽动给水泵组发生强烈振动（轴振动达 $200\mu\text{m}$ 以上，或机组振动急剧增加）。
 - 2) 汽轮机内有清晰的金属摩擦声和撞击声。
 - 3) 汽轮机发生水冲击。
 - 4) 油系统着火不能及时扑灭，严重威胁机组安全运行。
 - 5) 轴封或挡油环严重摩擦、冒火花。
 - 6) 轴承金属温度急剧上升至 115°C 或任一轴承回油温度急剧升高至 75°C 。
 - 7) 润滑油压低至 0.1MPa ，启动备用油泵仍无效。
 - 8) 轴向位移达 $+1.0\text{mm}$ 或 -1.0mm ，而跳机保护未动作。
 - 9) 汽轮机转速高至 6290r/min ，超速保护未动作。
 - 10) 汽泵密封水中断。
 - 11) 厂用电中断。
 - b) 汽动给水泵组不破坏真空紧急停用条件
 - 1) MEH 控制故障无法控制转速或小机调节系统发生大幅度晃动。
 - 2) 油系统漏油无法维持运行。
 - 3) 供汽管道或给水泵系统管路破裂，且无法隔离。
 - 4) 给泵本体部位泄漏严重，汽水大量喷出，威胁泵组安全运行时。
 - 5) 汽泵及前置泵发生严重汽化。
 - 6) 小机排汽压力持续上升至 40kPa ，无法恢复。
 - 7) 汽泵组运行参数达脱扣保护定值，跳机保护不动作。
 - c) 汽动给水泵组紧急停用步骤
 - 1) 同时揪住两只“停给泵汽轮机”按钮，检查小机低压主汽阀、低压调阀、切换阀迅速关闭，转速下降，给水泵出水电动阀自动关闭。
 - 2) 检查机组 RB 动作正常。
 - 3) 若破坏真空紧急停用，应先关闭小机系统的有关疏水阀及排汽蝶阀，待小机真空至零后，停止轴封供汽。
 - 4) 注意小机惰走时间，及时投入连续盘车，检查大轴偏心及盘车电流，进行听音检查。
 - 5) 完成汽动给水泵组停运其它操作。
2. 14. 15. 2 汽泵组润滑油压力降低
- a) 现象
 - 1) 润滑油压力降低并报警。
 - 2) 给水泵组各轴承温度上升。
 - b) 原因

- 1) 压力油管漏油。
- 2) 润滑油泵工作失常。
- 3) 汽泵备用润滑油泵出口逆止阀不严。
- 4) 润滑油滤网脏堵。
- 5) 润滑油蓄能器故障。
- 6) 油箱油位太低或油质不合格。

c) 处理

- 1) 发现润滑油压力不正常下降时,应立即查明原因,设法提高油压。
- 2) 若备用润滑油泵出口逆止阀不严,通知检修处理。
- 3) 检查油箱油位是否过低,及时联系补油至正常油位。
- 4) 油滤网前后差压 $>80\text{kPa}$,应切至备用油滤网运行,并通知检修清洗滤网。
- 5) 若油系统大量漏油,应采取措施隔离,无法隔离时应紧急停泵,并做好防止着火安全措施。
- 6) 当润滑油母管压力 $<0.1\text{MPa}$ 时,小机备用交流润滑油泵应自动启,否则立即手动启动。
- 7) 当润滑油母管压力 $<0.05\text{MPa}$ 时,小机直流润滑油泵应自动启,否则立即手动启动。
- 8) 当润滑油压下降至 0.04MPa 时,检查小机跳闸,按小机跳闸处理。
- 9) 润滑油压降低时,应严密监视各轴承振动、温度、油流等情况,当出现异常时应紧急停泵。

2.14.15.3 小机水冲击

a) 现象

- 1) 小机进汽温度或汽缸金属温度急剧下降。
- 2) 清楚地听到小机进汽管内有水冲击声。
- 3) 小机振动增加,缸内发出金属噪音和冲击声。
- 4) 小机进汽管道、法兰、阀门压盖、轴封、汽缸结合面等处冒出白色湿气或溅出水滴。
- 5) 小机转速摆动,调节级后压力异常晃动。
- 6) 小机轴向位移增大,推力瓦金属温度和回油温度上升。

b) 原因

- 1) 小机启动时疏水不当。
- 2) 轴封汽系统投运不当。
- 3) 正常运行中,排汽缸减温水严重泄漏。
- 4) 除氧器满水。
- 5) 辅汽运行时辅汽联箱蒸汽带水。
- 6) 小机进汽疏水失常。

c) 处理

- 1) 按汽动给水泵组紧急停用处理。
- 2) 检查开启小机蒸汽管道各疏水阀及小机本体各疏水阀。
- 3) 仔细倾听给水泵汽轮机内部有否异声,并比较惰走时间。
- 4) 转子静止后,投入连续盘车,检查大轴弯曲值,注意盘车电流。
- 5) 在惰走时间内未发现异常和摩擦情况,同时惰走时间正常,连续盘车正常,推力轴承温度、轴向位移、均正常,则在发生水冲击的原因消除后并将小机本体、进汽汽管道上的疏水及其它相关疏水彻底疏尽后方可重新启动。

2.14.15.4 汽动给水泵汽化

a) 现象

- 1) 汽泵前置泵出口或汽泵进口压力波动。
- 2) 给水泵出口压力、给水流量急剧下降且大幅度晃动。
- 3) 给水泵内有噪音及水击声，泵组振动增大。

b) 原因

- 1) 机组负荷突降。
- 2) 除氧器内部压力突然下降或水位太低。
- 3) 汽泵前置泵或汽泵进口滤网堵。
- 4) 汽泵前置泵减速箱故障，前置泵转速失常。
- 5) 汽泵进口压力过低。
- 6) 给水泵严重超流量运行。
- 7) 给泵再循环调节阀未正常开启，使给泵流量小于给泵对应最小流量下运行。

c) 处理

- 1) 汽动给水泵进出口压力和给水流量晃动，发生汽蚀时，应针对原因作相应处理。
- 2) 检查除氧器压力是否正常，查找原因，予以消除，因供汽管道电动阀，逆止阀关闭引起，应及时开启，由于给水流量突增引起除氧器压力降低，应及时调至正常。
- 3) 检查给泵再循环调节阀是否未正常开启，开启给泵再循环调节阀后，检查汽泵汽蚀现场是否消除。
- 4) 检查前置泵、汽泵入口滤网差压是否报警。
- 5) 加强除氧器水位调节，适当提高凝结水流量，必要可进行除氧器补放水。
- 6) 若汽泵严重汽化时，应立即紧急停用，并根据给水流量及时调整机组负荷。
- 7) 查明汽泵汽化的原因，再次启动前应确认给泵动静部分无磨擦，启动后应仔细倾听泵组内部声音，并注意对泵组振动的监视。

2.15 高、低压加热器

2.15.1 加热器投撤原则

2.15.1.1 加热器的投运应在汽水侧无泄漏、各仪表指示准确，且经各联锁、保护试验合格后方可投运。

2.15.1.2 高、低加可随机滑启、滑停。不随机组滑启滑停时，汽侧投运的顺序是先低压后高压，停运的顺序相反。

2.15.1.3 投运时先投水侧，后投汽侧。停运时先停汽侧，后停水侧。

2.15.1.4 加热器冷态启动或者加热器运行工况发生变化时，高加温度变化率控制在 $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 为宜，不应超过 $8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；低加温度变化率控制在 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 为宜，不应超过 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

2.15.1.5 加热器投停时必须注意对机组负荷的影响，注意凝汽器、除氧器水位的自动调节情况，注意凝结水流量不超限，注意加强对主机轴向推力的监视，防止轴向位移超限。还应注意除氧器温度及给水温度的变化，必要时应手动稳定各参数。

2.15.1.6 加热器故障退出对机组负荷的限制按《加热器切除时机组最高负荷限制值参照表》的规定执行。

2.15.2 加热器投运前的检查

- 2.15.2.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.15.2.2 检查确认加热器的汽、水侧放水阀关闭，各加热器的充氮隔离阀关闭。
- 2.15.2.3 检查凝结水、给水系统投运正常。
- 2.15.2.4 检查相关抽汽管道手动、气动疏水阀开启。
- 2.15.2.5 检查相关加热器正常疏水阀及事故疏水阀的隔离阀开启。
- 2.15.2.6 检查各加热器水位测量筒已投入运行。
- 2.15.2.7 检查加热器管板金属温度测温元件已正常投入。
- 2.15.2.8 检查各加热器保护试验正常，保护已正常投入。
- 2.15.3 加热器的投运
 - 2.15.3.1 低加投运
 - a) 低压加热器和低加疏水冷却器水侧已注水放气结束，进、出口阀全开，旁路阀全关。
 - b) 低压加热器汽侧投运：
 - 1) #10、11 低加及低加疏水冷却器随机组滑启。
 - 2) 汽轮机低速暖机时，#6、#7、#8、#9 低压加热器可随机组启动投运。
 - 3) 缓慢开启加热器启动放气及疏水冷却段放气阀，注意凝汽器真空的变化。
 - 4) 依次开启低压加热器的抽汽逆止阀，稍开抽汽电动阀 10%开度对加热器暖体 10min，若水位升高，开启事故疏水调节阀进行排放。
 - 5) 缓慢开启抽汽电动阀，控制加热器的升温速度 $\leq 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - 6) 待相邻加热器间差压满足疏水逐级自流要求，投入低加疏水自动调节，关闭事故疏水调节阀。
 - 7) 开启低加汽侧连续放气阀，关闭加热器启动放气及疏水冷却段放气阀，注意凝汽器真空正常。
 - c) 低加疏水泵投运：
 - 1) 低加疏水泵投运前需暖泵，暖泵温升速度 $< 1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - 2) 确认低加疏水泵本体放水阀关闭。
 - 3) 开启低加疏水泵轴承冷却水进回水阀。
 - 4) 当机组负荷 $> 25\%$ 额定负荷且#9 低加水位正常，确认低加疏水泵进水阀开启，开启低加疏水泵再循环调节阀及前后隔离阀，启动低加疏水泵打循环。
 - 5) 开启低加疏水泵出水电动阀，缓慢开启低加疏水泵出水母管调节阀，确认#9 低加事故疏水调节阀自动关闭。过程中及时调节关闭低加疏水泵再循环调节阀，防止低加疏水泵超流。
 - 6) 当#9 低加水位稳定后，全开低加疏水泵出水母管调节阀，投入低加疏水泵变频自动调节低加水位。
 - 7) 投入备用低加疏水泵联锁。
 - 8) 将备用泵入备用。
 - 2.15.3.2 高加投运
 - a) 确认给水压力 $> 5.0\text{MPa}$ ， 40m^3 疏扩喷水减温均投入自动。
 - b) 缓慢开启各高加水侧放气阀，开启高加注水一、二次阀，稍开注水二次阀控制高加水侧压力不超过 1MPa ，待空气放尽后关闭放气阀，注水期间管板金属温升率 $\leq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

- c) 观察各高加、#2 高加蒸冷器和#4 高加蒸冷器水位，检查水侧压力不应下降，汽侧水位不应上升。
 - d) 先全开高加出水三通阀强制手轮，再全开高加进水三通阀强制手轮。
 - e) 关闭高加快关阀。
 - f) 就地查确认高加进、出水三通阀已正常顶开，待高加进、出水三通阀阀位反馈正常后，关注水阀。
 - g) 检查确认四、三、二、一、零级抽汽管道疏水阀全开，疏水阀后温度正常，检查抽汽温度和管道金属温度接近对应负荷值。
 - h) 稍开事故疏水调节阀对高加汽侧抽真空赶空气，应逐台小幅度进行，注意凝汽器真空。
 - i) #1 高加可在高旁投运后暖体投入运行；#3 高加可在中旁投运后暖体投入运行。
 - j) 开启四抽逆止阀，稍开四抽电动阀，注意#4 高加蒸冷器和#4 高加筒体无冲击，控制汽侧压力 0.1MPa~0.2MPa 暖体 30min，注意高加暖体过程，管板金属温度、出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - k) 开启三抽逆止阀，稍开三抽电动阀，注意#3 高加筒体无冲击，控制汽侧压力 0.1MPa~0.2MPa 暖体 30min，注意高加暖体过程，管板金属温度、出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - l) 开启二抽逆止阀，稍开二抽电动阀，注意#2 高加蒸冷器和#2 高加筒体无冲击，控制汽侧压力 0.1MPa~0.2MPa 暖体 30min，注意高加暖体过程，管板金属温度、出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - m) 开启一抽逆止阀，稍开一抽电动阀，注意#1 高加筒体无冲击，控制汽侧压力 0.1MPa~0.2MPa 暖体 30min，注意高加暖体过程，管板金属温度、出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - n) 开启零抽逆止阀，开启零抽电动阀，稍开零抽调节阀，注意#0 高加筒体无冲击，控制汽侧压力 0.1MPa~0.2MPa 暖体 30min，注意高加暖体过程，管板金属温度、出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
 - o) 根据高加水位，开启高加事故疏水调节阀放水。
 - p) 高加暖体结束，根据管板金属温度、出水温度变化率，依次缓慢开启四抽电动阀、三抽电动阀、二抽电动阀、一抽电动阀，零抽调节阀投入自动。
 - q) 待各高加疏水满足疏水逐级自流要求后，将高加疏水切至正常疏水方式，确认事故疏水阀投入自动。
 - r) #4 高加与除氧器压力差达 0.2MPa 时，将#4 高加疏水切至除氧器，确认#4 高加事故疏水阀自动正常。
 - s) 检查各高加进出水温度、汽侧水位正常，各疏水阀调节情况良好，注意除氧器压力变化。
 - t) 随机组负荷增加，检查相应的抽汽管道上的气动疏水阀自动关闭。
 - u) 高加投入过程，注意加强锅炉燃烧和汽温调节。
 - v) 及时进行安全阀校验工作。
- 2.15.4 加热器运行维护
- 2.15.4.1 检查确认高加快关阀、高加水侧卸压安全阀及水侧安全阀的前隔离阀全开，挂警告牌并上锁。
- 2.15.4.2 监视加热器水位自动调节、疏水阀开度、水位均应正常。
- 2.15.4.3 在加热器冷态启动或加热器运行工况发生变化时，控制高加管板金属温度及出水温度变化率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，控制低加管板金属温度及出水温度变化率 $\geq 2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

2.15.4.4 正常运行中，加热器疏水应逐级自流，在低负荷阶段，应注意检查相邻加热器的压力变化，将加热器疏水切至事故疏水阀。

2.15.4.5 正常运行中，监视低加疏水泵运行情况变频器调节液位情况。

2.15.4.6 检查加热器出水、疏水端差正常。

2.15.4.7 检查加热器水侧压力、进出水温度正常，汽侧压力、温度正常。

2.15.4.8 加热器保温良好，无振动及汽水冲击声，汽水管道无泄漏。

2.15.4.9 注意加热器水位就地指示和操作员站显示应一致。

2.15.4.10 完成加热器的定期试验工作且应正常。

2.15.4.11 高、低压加热器水位限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|----------|----|-----|-----|----|-----|----|---------------------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| #2 高加蒸冷器 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | |
| #4 高加蒸冷器 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | |
| #0 高加 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | ≥80 mm 高加自动撤出。 |
| #1 高加 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | ≥80 mm 高加自动撤出。 |
| #2 高加 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | ≥80 mm 高加自动撤出。 |
| #3 高加 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | ≥80 mm 高加自动撤出。 |
| #4 高加 | mm | 0 | 40 | 60 | -40 | | ≥80 mm 高加自动撤出。 |
| #5 低加 | mm | 0 | 38 | 88 | -40 | | ≥138 mm #5 低加自动撤出。 |
| #6 低加 | mm | 0 | 38 | 88 | -40 | | ≥138 mm #6 低加自动撤出。 |
| #7 低加 | mm | 0 | 38 | 88 | -40 | | ≥138 mm #7 低加自动撤出。 |
| #8 低加 | mm | 0 | 38 | 88 | -40 | | ≥138 mm #8 低加自动撤出。 |
| #9 低加 | mm | 0 | 38 | 88 | -40 | | ≥138 mm #9 低加自动撤出。 <-80mm 低加疏水泵跳闸。 |

2.15.4.12 高压加热器设计运行参数（THA）

| 项目 | 单位 | #2 高加蒸冷器 | #4 高加蒸冷器 | #0 高加 | #1 高加 | #2 高加 | #3 高加 | #4 高加 |
|------|-----|----------|----------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 进水温度 | ℃ | 316.4 | 316.4 | / | 274.1 | 240.3 | 204.4 | 185.9 |
| 出水温度 | ℃ | 330.8 | 321.1 | / | 316.4 | 274.1 | 240.3 | 204.4 |
| 给水流量 | t/h | 4561.4 | 4561.4 | / | 9589.36 | 9589.36 | 9589.36 | 9589.36 |
| 汽侧压力 | MPa | 5.863 | 1.703 | / | 10.516 | 5.863 | 3.267 | 1.703 |
| 汽侧温度 | ℃ | 535.6 | 535.89 | / | 416.5 | 326.4 | 443.3 | 326.4 |
| 抽汽流量 | t/h | 180.36 | 66.84 | / | 274.93 | 180.36 | 133.46 | 66.84 |

| 项目 | 单位 | #2 高加蒸冷器 | #4 高加蒸冷器 | #0 高加 | #1 高加 | #2 高加 | #3 高加 | #4 高加 |
|------|-----|----------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 疏水温度 | ℃ | / | / | / | 279.7 | 245.9 | 210 | 191.5 |
| 疏水流量 | t/h | / | / | 0 | 274.93 | 455.29 | 588.75 | 655.59 |
| 上端差 | ℃ | / | / | / | -1.7 | 0 | -1.7 | 0 |
| 下端差 | ℃ | 10 | 10 | / | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |

2.15.4.13 低压加热器设计运行参数（THA）

| 项目 | 单位 | #6 低加 | #7 低加 | #8 低加 | #9 低加 | #10 低加 | #11 低加 |
|-------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 进水温度 | ℃ | 138.8 | 119.4 | 101.1 | 81.1 | 57.3 | 32.5 |
| 出水温度 | ℃ | 161.9 | 138.8 | 119.4 | 101.1 | 81.1 | 57.3 |
| 凝结水流量 | t/h | 6624.68 | 6624.68 | 6624.68 | 5792.44 | 5792.44 | 5792.44 |
| 汽侧压力 | MPa | 0.695 | 0.378 | 0.211 | 0.115 | 0.05536 | 0.02 |
| 汽侧温度 | ℃ | 402.3 | 319.9 | 254.4 | 192.7 | 118.8 | x=0.984 |
| 抽汽流量 | t/h | 68.62 | 57.42 | 51.48 | 50.73 | 67.68 | 71.52 |
| 疏水温度 | ℃ | 144.4 | 124.7 | 106.7 | 103.5 | 83.9 | 71.6 |
| 疏水流量 | t/h | 68.62 | 126.04 | 177.52 | 231.18 | 67.68 | 139.19 |
| 上端差 | ℃ | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| 下端差 | ℃ | 5.6 | 5.6 | 5.6 | / | / | / |

2.15.5 加热器的撤出

2.15.5.1 低加的撤出

- 开上一级低加事故疏水调节阀。
- 关闭上一级加热器疏水调节阀。
- 若 #11 低加需撤出，应将主机轴封溢流切至凝汽器。
- 关闭低加连续排气一、二次阀。
- 逐渐关闭抽汽电动阀直至全关，控制低加出水温降率 2℃/min 左右。
- 根据加热器汽侧压力，将疏水切至事故疏水调节阀放水，保持汽侧水位正常。
- 若 #9 低加需撤出，将疏水切至事故疏水调节阀放水、低加疏水泵打循环后，停运低加疏水泵。
- 关闭抽汽逆止阀。
- 检查抽汽管道疏水阀开启。
- 开启低加水侧旁路阀。
- 逐渐关闭停用低加进、出水阀，注意凝结水流量正常。
- 根据需要做好其它隔离工作，并开启停用低加的汽、水侧放水、放气阀。

- m) 若低压随机停运
 - 1) 当发电机负荷 $<35\%$ 额定负荷时, #9 低加水位 $<-40\text{mm}$, 停运低加疏水泵, 开启事故疏水调节阀。
 - 2) 当低加抽汽电动阀阀位 $<5\%$ 时, 确认低加抽汽管道上有关气动疏水阀自动开启。
 - 3) 当发电机负荷 $<15\%$ 额定负荷时, 撤出所有低压加热器汽侧运行。确认低加抽汽电动阀关闭, 抽汽逆止阀关闭, 抽汽管道上的气动疏水阀自动开启。
 - 4) 当机组跳闸, 确认低加抽汽电动阀自动关闭, 抽汽逆止阀自动关闭, 抽汽管道上的气动疏水阀自动开启。

2. 15. 5. 2 高加的撤出

- a) 联系调度, 机组适当减负荷。
- b) 高加撤出过程中, 应注意给水温度及蒸汽温度、凝汽器水位、除氧器水位的变化, 并及时进行调整。
- c) 依次缓慢关零抽调节阀、零/一/二/三/四抽电动阀直至关闭, 控制高加出水温降率 $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
- d) 当相邻加热器汽侧压差不能满足疏水自流要求时, 应及时开事故疏水调节阀, 关闭正常疏水阀, 注意加热器水位变化。
- e) 关闭高加连续排气一、二次阀。
- f) 关闭零、一、二、三、四抽逆止阀。
- g) 检查零、一、二、三、四抽管道疏水阀自动开启。
- h) 开高加快关阀, 检查高加进、出水三通阀迅速关闭, 状态反馈正确, 检查并确认协调控制正常。
- i) 先关闭高加进水三通阀强制手轮, 再关闭高加出水三通阀强制手轮。
- j) 关闭高加正常、事故疏水调节阀及前后隔离阀、抽汽管道疏水阀及高加水侧电动泄压阀。
- k) 根据需要完成高加其它隔离工作, 开高加汽、水侧放气阀及放水阀, 将高加汽、水侧泄压至0, 注意凝汽器真空无变化。
- l) 若运行中撤出某一高压加热器汽侧运行, 相应地将其上级的高压加热器疏水方式切换。
- m) 若高加随机停运, 随负荷下降正常疏水不畅时, 高压加热器由正常疏水切至事故疏水。

2. 15. 6 加热器异常及事故处理

2. 15. 6. 1 加热器紧急停用

- a) 加热器紧急停用任一条件
 - 1) 加热器的汽管道或阀门等爆破, 危及人身或设备安全。
 - 2) 加热器水位持续上升, 经处理无效, 水位上升至高高高而保护拒动。
 - 3) 加热器所有水位计失灵, 无法监视水位。
 - 4) 抽汽逆止阀卡涩不能动作时。
 - 5) 加热器超压运行, 安全阀不动作时。
- b) 加热器紧急停用操作
 - 1) 立即解列故障加热器, 将加热器汽侧停运, 水侧走旁路, 按规定机组适当减负荷。
 - 2) 确认抽汽电动阀、逆止阀关闭, 相应管道疏水阀开启。
 - 3) 确认加热器旁路阀开启, 进出水阀关闭, 高加需关闭进出水三通阀强制手轮。
 - 4) 检查加热器正常疏水阀关闭, 事故疏水调节阀开启, 注意 40m^3 疏扩温度、 20m^3 疏扩温度及凝汽器真空的变化。
 - 5) 当加热器停用后, 应及时调整主、再蒸汽及相关参数在正常范围。

- 6) 加热器保护动作后, 应立即确认给水流量和凝结水流量变化正常, 防止给水和凝结水中断。
- 7) 完成其它有关操作。

2.15.6.2 加热器水位升高

- a) 现象
 - 1) 加热器水位指示上升。
 - 2) 加热器水位高报警。
 - 3) 加热器出水温度下降。
 - 4) 加热器泄漏时, 凝结水或给水流量不正常增大。
- b) 原因
 - 1) 疏水调节阀自动失灵。
 - 2) 加热器泄漏。
 - 3) 水位计失灵
 - 4) 加热器水侧流量突然增加。
- c) 处理
 - 1) 发现加热器水位异常, 应核对就地水位计。
 - 2) 若加热器水位升高时, 立即检查相关疏水调节阀、事故疏水阀是否正常, 否则立即切至手动调节。
 - 3) 若判断为加热器管子泄漏, 应撤出运行并隔离, 并联系检修进行处理。
 - 4) 当水位升至高一值, 检查事故疏水调节阀开启, 否则立即手动开启, 维持加热器水位正常。
 - 5) 当水位升至高二值, 检查上一级加热器疏水自动切除, 否则手动切除调节加热器水位正常。
 - 6) 当加热器水位高三值时, 加热器保护动作, 汽水侧撤出运行, 否则手动紧急停运。高加切除后, 若机组负荷瞬时上窜至 1000MW 以上, 应立即确认汽机主控和锅炉主控自动快卸正常, 检查主汽压力和负荷调节无异常; 否则, 应立即手动关小高压调节阀和手动降低锅炉主控, 及时减少煤量或拍停一台磨煤机, 迅速控制机组负荷小于 1000MW, 防止高加快卸故障保护动作造成机组跳闸, 高加切除后严格控制水煤至 6.3 左右, 同时注意防止锅炉超压、汽温异常。
 - 7) 加热器停用后, 应注意监视段压力的变化, 必要时机组限制负荷运行。

2.16 高、中、低压旁路系统

2.16.1 高、中、低压旁路系统投运前检查

- 2.16.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 2.16.1.2 检查高、中、低压旁路液压油站具备投运条件。
- 2.16.1.3 检查高、中、低压旁路均在关闭位置, 自动撤出。
- 2.16.1.4 联系检修确认旁路液压油站蓄能器压力正常。
- 2.16.1.5 检查凝结水系统、给水系统、主机真空系统运行正常。
- 2.16.1.6 旁路系统的投入应先投汽测, 后投水侧, 先投低旁, 后投高旁。撤出时顺序相反。
- 2.16.1.7 检查高、中、低旁减温水具备正常投运条件。

2.16.1.8 投运高、低压凝汽器三级减温水，三级减温水调节阀投入自动。

2.16.2 旁路油站投入

2.16.2.1 检查高、中、低压旁路液压油站油位、油温正常。

2.16.2.2 高、中、低压旁路液压油站阀门按启动要求调整到位。

2.16.2.3 检查旁路 A、B 液压油泵、冷却风机及电加热电源正常

2.16.2.4 启动高压旁路液压油站油泵，检查泵振动、声音、出口压力等正常，系统无泄漏。系统压力在 5min 内应达到 20.1MPa，投入高压旁路油站自动。

2.16.2.5 启动中压旁路液压油站油泵，检查泵振动、声音、出口压力等正常，系统无泄漏。系统压力在 5min 内应达到 20.1MPa，投入中压旁路油站自动。

2.16.2.6 启动低压旁路液压油站油泵，检查泵振动、声音、出口压力等正常，系统无泄漏。系统压力在 5min 内应达到 20.1MPa，投入低压旁路油站自动。

2.16.2.7 检查旁路液压油压力应稳定在 18MPa~21MPa 之间，在油压达高、低限时 A、B 液压油泵应交替启停向旁路液压油系统充油保压。

2.16.3 高压旁路的运行

2.16.3.1 [A1]方式——旁路全关方式。

a) 当锅炉有点火记忆后，旁路收到“fire on”信号，延时 10s，高旁即进入[A1]方式。

b) [A1]方式下，高旁阀门全关，高旁压力设定值为计算的汽机冲转压力（若主汽压力 $>0.8\text{MPa}$ ，则设定值跟踪实际主汽压力）。

2.16.3.2 [A2]方式——旁路阀位开度控制方式。

[A2]方式分为：[A2]模式冷态、[A2]模式温态、[A2]模式热态，分别对应三种高旁阀开度指令曲线。当锅炉点火12min后或点火时主汽压力已大于最大允许冲转压力（16MPa）或点火后锅炉累计升压超过一定的量（0.1MPa），进入[A2]方式。

a) 冷态：进入[A2]模式冷态后，高旁阀以 10%/min 的速度开启到 10%开度。高旁阀在此开度下持续到主蒸汽压力达到 0.5MPa 后缓慢开启控制主蒸汽压力保持在 0.5MPa（开启速率 1.5%/min）。此时高旁阀开度指令下限为 10%。

b) 温态：高旁[A1]模式后即进入[A2]方式。[A2]模式温态时，高旁阀以 10%/min 的速度开启到 10%开度。高旁阀在此开度下持续到主蒸汽压力达到点火前主蒸汽压力时，缓慢开启控制主蒸汽压力保持在点火时主蒸汽压力（开启速率 1.5%/min）。此时高旁阀开度指令下限为 10%。

c) 热态：高旁[A1]模式后即进入[A2]方式。[A2]模式热态时，高旁阀以 8%/min 的速度开启到 5%开度，再以 1.5%/min 的速度开启到 8%开度。高旁阀在此开度下持续到主蒸汽压力达到点火时主蒸汽压力时，缓慢开启控制主蒸汽压力保持在点火时主蒸汽压力（开启速率 1.5%/min）。

d) [A2]模式冷态、温态时高旁阀开度指令下限为 10%，热态时高旁阀开度指令下限为 8%。

2.16.3.3 [A3]方式——升压方式，经历汽机冲转直至汽机控制压力旁路全关。

在[A2]方式下，高旁阀开度指令大于30%，主汽压力大于1MPa，锅炉在升温升压模式，进入[A3]方式，或[C]模式下主蒸汽压力与高旁压力目标值的偏差在1MPa之内时，高旁控制模式转为[A3]模式。

[A3]方式，高旁自动模式下高旁压力目标值的生成：用进入[A3]方式时所保持的主汽压力值与锅炉点火时高压缸转子温度计算得到的“汽机要求的冲转压力”（该值被限定在8MPa~16MPa之间）比较，取大值作为[A3]方式下的高旁压力目标值，即汽机冲转压力。

[A3]方式，高旁压力设定值的生成：高旁压力目标值经过上下幅值和升、降压速率限制后得到高旁压力设定值。即进入[A3]方式后，高旁压力设定值以0.1MPa/min速率变化，直至达到设定的冲转压力（高旁压力目标值）。

a) 冲转压力：不再硬性地区分冷态、温态、热态，当锅炉点火后根据汽机超高压缸转子的温度确定需要的冲转压力目标值，即汽机要求的冲转压力。当点火时主汽压力已大于冲转压力，同时小于最大允许冲转压力（16MPa），该主汽压力即为冲转压力。

b) 升压过程中为保证高旁开度的相对平稳且不会太小，冲转压力目标值设定高限和低限：

高限：当时的主汽压力+0.2MPa。

低限：当时的主汽压力-0.2MPa。

c) 升压过程中高旁阀门开度的高限和低限：

高限：由主汽压力确定限值，开度高限在50%~100%。

低限：进入[A3]模式，阀门开度受到低限的限制。低限是主蒸汽温度的函数在8%~18%之间。当发电机并网或MFT动作，高旁阀最小阀位取消，开始关小旁路。

汽机冲转并网运行：随着汽机冲转，并网带负荷，高旁阀逐渐关闭，直至高旁阀全关，此时控制方式由[A3]方式转入[B]方式。

2.16.3.4 [B]方式——汽机运行模式，旁路在滑压跟踪方式。

a) 当高旁已关（开度<5%），由[A3]式进入[B]方式。

b) 进入[B]方式后，高旁的压力设定值会在原有滑压曲线上叠加一定的量（2MPa），最高不超过33.9MPa，使高旁完全关闭。此时，高旁进入滑压跟踪方式，高旁提供保护，限制主汽压力在滑压曲线+2MPa的范围内，只有当主汽压力偏高2MPa后，高旁才会溢流开出。

c) 当高旁超驰开条件满足时，高旁超驰开至一定阀位。

2.16.3.5 [C]方式——汽机故障或停机时，旁路进入压力控制方式

a) 当发生汽机跳闸或发电机跳闸，锅炉未MFT，旁路控制由[B]方式进入[C]方式。

b) 进入[C]方式后，高旁的压力设定值就是机组根据锅炉煤量计算出的滑压曲线（剔除[B]方式下叠加的量），旁路控制主汽压力。当主蒸汽压力达到[A3]方式设定压力正负1MPa的范围内，由[C]方式自动进入[A3]方式。降压过程中，高旁阀门开度受到低限的限制。低限是主蒸汽温度的函数在8%~18%之间，直到锅炉灭火进入[D]/[E]方式，阀门低限取消。

2.16.3.6 [D]/[E]方式——正常/检修停机方式

a) 当锅炉熄火后，旁路控制转入[D]方式，高旁压力设定值为16MPa（最低14MPa），为下一次的启动准备。

b) 当出现凝汽器故障或中、低旁故障则置高旁压力目标值最大（31.9MPa），即旁路不开，暂时闷炉。

1) 凝汽器故障指的是：凝汽器背压>40kPa。

2) 中旁故障指的是：中旁阀A/B出口温度>500℃或中旁减温器A/B喷水压力<5MPa。

- 3) 低旁故障指的是：低旁阀 A/B 出口温度 $>150^{\circ}\text{C}$ 或低旁减温器 A/B 喷水压力 $<1.6\text{MPa}$ 。
- c) 若准备机组检修停机，MFT 后也可由运行人员选择为[E]方式，此时高旁压力设定值为 14MPa ，运行人员可手动设定。中、低旁会同时切为[E]方式，在该方式下中旁压力设定值将以 0.2MPa/min 的速率下降到 0.2MPa ，低旁压力设定值将以 0.2MPa/min 的速率下降到 0.1MPa 。
- 1) 降压速率：[E]方式或高旁设定手动时，降压速率是主蒸汽压力的函数。发生凝汽器故障或中、低旁故障或[D]模式下，则锅炉需要保压，降速率为 0。
- 2) 降压过程中，冲转压力设定值的低限：当时的主汽压力 -0.2MPa 。
- #### 2.16.4 中压旁路的运行
- ##### 2.16.4.1 [A1]方式一点火控制方式。
- 当锅炉有点火记忆后，中旁即进入[A1]方式。[A1]方式下，中旁阀门全关，中旁压力设定值跟踪实际一次再热蒸汽压力。
- ##### 2.16.4.2 [A2]方式一中旁定压控制方式。
- a) 中旁阀在[A1]方式下，任一高旁阀开度大于 3%（高旁进入[A2]方式开启），则进入[A2]方式，在此方式下，中旁压力设定值保持为 0.55MPa 。
- b) 当一次再热压力低于 0.55MPa ，中旁保持关闭憋压。当一次再热压力高于 0.55MPa ，中旁逐渐开启。当中旁开度 $>10\%$ ，最低限制起作用（低限为 10%，直到机组并网或 MFT 或存在中旁快关信号才消失）。随着锅炉升高负荷，中旁逐渐开启直至高限 100%。
- c) [A2]方式时，中旁阀阀位控制指令限制在（10~100%之间）。
- ##### 2.16.4.3 [A3]方式一升压控制方式。
- a) [A2]方式下，中旁阀 A 或 B 开度超过 50%且一次再热蒸汽压力在 2.55MPa 以下并且高旁在[A3]模式时，进入[A3]模式。
- b) [A3]方式下中旁压力设定值：一次再热蒸汽压力小于 2.5MPa 时，一次再热蒸汽压力经过 0.3MPa/min 速率限制后得到中旁压力设定值。一次再热蒸汽压力超过 2.5MPa 时，中旁压力设定值维持在 2.5MPa 。即[A3]模式下中旁阀控制一次再热蒸汽压力以 0.3MPa/min 速率上升，直到达到 2.5MPa 后保持。
- c) [A3]方式时，中旁阀阀位控制指令限制在（10%~100%之间）。
- ##### 2.16.4.4 [B]方式一汽机运行模式，旁路在滑压跟踪方式（同高旁）。
- a) 中旁阀控制在[A3]方式下，同时满足以下条件，则中旁阀控制进入[B]方式：
- 1) 发电机并网。
 - 2) 中旁阀位反馈均 $<6\%$ 。
 - 3) 高旁阀位均 $<3\%$ 。
- b) [B]方式下中旁压力设定值为实际一次再热压力叠加一定的量（ 1MPa ），并以 0.15MPa/min 的变化速率达到设定值。
- c) 机组并网后，中旁阀阀位控制指令 10%的低限释放。
- ##### 2.16.4.5 [C]方式一停运方式。
- 当发电机跳闸或者汽机跳闸时，锅炉不熄火，压力设定为 2.5MPa ，此时为防止再热器干烧，中旁低限为5%。
- #### 2.16.5 低压旁路的运行
- ##### 2.16.5.1 [A1]方式一点火控制方式。

当锅炉有点火记忆后，低旁即进入[A1]方式。[A1]方式下，低旁阀门全关，低旁压力设定值跟踪实际二次再热蒸汽压力。

2.16.5.2 [A2]方式—定压控制方式。

- a) 低旁阀在[A1]方式下，任一高旁阀开度大于 3%（高旁进入[A2]方式开启），则进入[A2]方式，在此方式下，低旁压力设定值保持为 0.1MPa。
- b) 当二次再热压力低于 0.1MPa，低旁保持关闭憋压。当二次再热压力高于 0.1MPa，低旁逐渐开启。当低旁开度>6%，最低限制起作用（低限为 6%，直到机组并网或 MFT 或存在低旁快关信号才消失）。随着锅炉升高负荷，低旁逐渐开启直至高限 100%。

2.16.5.3 [A3]方式—升压控制方式。

当低旁开至50%且二次再热蒸汽压力在1.1MPa以下并且高旁在[A3]模式后进入该模式。低旁压力设定值随着二次再热蒸汽压力的升高按计算的速率升高，开度在6%~100%之间，直到二次再热蒸汽压力到0.8MPa。

2.16.5.4 [B]方式—汽机运行模式，旁路跟踪方式（同高旁）。

当汽机冲转并网后，低旁关闭，进入跟踪状态，压力设定为实际二次再热压力叠加一定的量（0.5MPa），并以0.05MPa/min的变化速率达到设定值。

2.16.5.5 [C]方式—停运方式。

当发电机跳闸或者汽机跳闸时，锅炉不熄火，压力设定为0.8MPa。

3 锅炉辅机系统

3.1 启动循环泵

3.1.1 启动循环泵启动前的检查

3.1.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.1.1.2 锅炉本体汽水系统、启动循环泵本体及相关设备检修工作结束，工作票终结。

3.1.1.3 泵体所有温度测点、压力、压差、流量变送器投运正常，一、二次阀位置正确；贮水箱水位变送器投运正常，汽、水侧一次阀开启。

3.1.1.4 泵进、出口电动阀、出口调节阀、再循环电动阀和过冷水电动#1、#2 阀电源已经送上，开启、关闭试验良好。

3.1.1.5 检查电机外壳接地良好，接线完好，电机测绝缘合格。

3.1.1.6 确认锅炉启动循环泵的各项联锁试验合格。

3.1.2 锅炉启动循环泵电机注水管路冲洗及电机腔室注水

3.1.2.1 检查启动循环泵与给水系统、启动系统有效隔绝。

3.1.2.2 检查启动循环泵电机注水一、二次阀关闭。

3.1.2.3 检查启动循环泵电机低压注水一、二次阀关闭。

3.1.2.4 开启启动循环泵电机低压注水隔离总阀，对注水管道进行冲洗。水质合格后准备电机注水。

3.1.2.5 开启启动循环泵泵壳疏水一、二次阀。

3.1.2.6 开启启动循环泵电机注水一次阀，调整开启启动循环泵电机注水二次阀，控制冲洗水流量 $\leq 2\text{L/min}$ ，对电机腔室进行注水。

3.1.2.7 当启动循环泵泵壳疏水二次门后管路连续出水时，关闭启动循环泵泵壳疏水一、二次阀。

3.1.2.8 关闭启动循环泵电机注水一、二次阀，关闭炉循泵电机低压注水隔离总阀。

3.1.2.9 确保接线盒干燥，用 2500 伏兆欧表在接线上检测绕组对地电阻值，该电阻值应超过 $200\text{M}\Omega$ 。

3.1.2.10 启动循环泵充水及排气注意事项

a) 启动循环泵启动前必须确认充水、排气合格。

b) 电机注水之前，应确认水源品质合格。水质合格标准：机械清洁，无沉淀物，无腐蚀性，pH 值 $8.0\sim 9.0$ ，固体颗粒 $\leq 5\text{mg/L}$ ，导电度 $< 10\mu\text{S/cm}$ 。

c) 启动循环泵电机注水结束后，锅炉才能上水，禁止通过泵侧向电机腔室进水

d) 启动循环泵电机腔室需要注水时，必须对注水管路先进行冲洗。

e) 注水时开启泵壳疏水一、二次阀，保证排尽电机内部的空气。

f) 电机注水前需把启动循环泵与给水系统、启动系统隔离出来，以防泵体内的杂质进入电机。

3.1.3 启动循环泵投运

3.1.3.1 确认启动循环泵电机绝缘合格。

3.1.3.2 检查下列阀门关闭：

a) 贮水箱水位控制管电动疏水一、二次阀。

b) 贮水箱出口管电动疏水一、二次阀。

- c) 锅炉启动循环泵出口电动阀前疏水一、二次阀。
- d) 锅炉启动循环泵出口电动阀后电动疏水一、二次阀。
- 3.1.3.3 锅炉上水至贮水箱水位到 7m 以上，液位稳定。
- 3.1.3.4 开启锅炉启动循环泵过冷水#1、#2 电动隔离阀。
- 3.1.3.5 省煤器出口至启动系统暖管电动阀关闭。
- 3.1.3.6 开启锅炉启动循环泵进口电动阀、开启再循环电动隔离阀，关闭启动循环泵出口电动阀、泵出口电动调节阀。
- 3.1.3.7 检查贮水箱水位调节阀前电动阀开启，将 A/B 贮水箱水位气动调节阀投入自动。
- 3.1.3.8 检查确认锅炉启动循环泵电机冷却器闭冷水无流量低报警。
- 3.1.3.9 检查锅炉启动循环泵启动条件满足。
- 3.1.3.10 启动锅炉启动循环泵，检查泵进出口差压正常，电流回小正常，检查出口电动阀自动开启。
- 3.1.3.11 确认锅炉贮水箱水位稳定，缓慢开启锅炉启动循环泵出口调节阀，建立炉水循环，关闭启动循环泵再循环电动阀。
- 3.1.3.12 检查启动循环泵电机腔室温度、电流等各项参数正常。
- 3.1.4 启动循环泵的运行维护
- 3.1.4.1 检查启动循环泵运行平稳，电机电流正常，无振动、异音和渗漏现象。
- 3.1.4.2 启动循环泵运行时，检查泵进、出口差压正常，无报警。
- 3.1.4.3 检查过冷水流量正常。
- 3.1.4.4 当启动循环泵进口温度 $>65^{\circ}\text{C}$ 时，应保证启动循环泵闭冷水压力和流量正常，严禁关闭启动循环泵电机冷却水阀门。
- 3.1.4.5 电机腔室温度低于 2°C ，禁止启动锅炉启动循环泵。
- 3.1.5 启动系统运行参数限额

| 名称 | 正常 值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------------------------------|---------|------|----|------|----|---|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 启动循环泵电机冷却水回水流量 m^3/h | 16.8 | / | / | 16.8 | | $<16.8\text{m}^3/\text{h}$ 低报警，取非为启动循环泵启动条件。 |
| 启动循环泵电机腔室温度 $^{\circ}\text{C}$ | <40 | 60 | 65 | / | / | $2^{\circ}\text{C} < t < 60^{\circ}\text{C}$ ，允许启动启动循环泵； $>65^{\circ}\text{C}$ （2 取 2），启动循环泵跳闸。 |
| 贮水箱液位 1-3 m | / | 7 | / | 0.5 | / | $>7\text{m}$ ，允许启动循环泵启动； $<0.5\text{m}$ ，跳闸条件，延时 10s |
| | / | 7 | / | 1.5 | / | $>7\text{m}$ 上水完成 |
| | / | 17.5 | / | 7 | / | $<7\text{m}$ ，361 调节阀全关； $>17.5\text{m}$ ，361 调节阀全开。 |

- 3.1.6 贮水箱水位的监视与调整
- 3.1.6.1 锅炉正常运行中应保持贮水箱水位测量装置完好，指示正确。
- 3.1.6.2 锅炉湿态运行时，贮水箱水位由启动循环泵出口电动调节阀、贮水箱水位气动调节阀控制。
- 3.1.6.3 锅炉干态运行时，贮水箱水位由贮水箱至过热器二级减温水电动阀控制。
- 3.1.6.4 锅炉点火后，任何时候严禁贮水箱满水。

3.1.7 启动循环泵停运

3.1.7.1 检查锅炉启动循环泵已符合停运条件，锅炉已转为干态运行或锅炉已停运。

3.1.7.2 开启启动循环泵再循环电动阀，关小启动循环泵出口电动调节阀，停止启动循环泵运行，确认启动循环泵出口电动阀联锁关闭。

3.1.7.3 关闭过冷水#1、#2 电动阀，确认省煤器出口至启动系统暖管电动阀开启。

3.1.7.4 确认启动系统贮水箱至过热器二级减温水母管电动阀联锁开启。

3.1.7.5 锅炉运行期间，保持电机冷却器的闭冷水运行；如锅炉停炉检修时间较长，可待启动循环泵壳体温度 $<60^{\circ}\text{C}$ 后，允许关闭电机冷却器的冷却水。

3.1.8 启动循环泵常见异常及故障处理

3.1.8.1 启动循环泵跳闸

a) 现象

- 1) 启动循环泵跳闸，DCS 大屏报警。
- 2) 省煤器进口给水流量可能降低。
- 3) 贮水箱水位短时将上升。

b) 原因

- 1) 仪控保护动作跳闸。
- 2) 电气保护动作跳闸。

c) 处理

- 1) 锅炉启动循环泵跳闸时，应监视锅炉水冷壁流量，调整给水泵的转速或主给水旁路调节阀，维持水冷壁流量，防止锅炉因水冷壁流量低而 MFT。
- 2) 若贮水箱水位上升较快，可通过贮水箱高水位调节阀对水位进行调节。
- 3) 查找启动循环泵跳闸的原因，若由于贮水箱水位引起，应重新调整贮水箱的水位，水位正常后重新启动锅炉启动循环泵。
- 4) 若由于电机腔室温度高引起跳闸，应检查温度高的原因并消除后才能启动。
- 5) 若由于启动循环泵的冷却水流量低引起，应检查机组闭式水系统的运行情况，检查启动循环泵冷却水系统各阀门状态。
- 6) 若由于机组已接近或已转为干态运行，做好启动循环泵停运后的准备工作。

3.1.8.2 启动循环泵电机温度高

a) 现象

- 1) 电机腔室温度高报警（ 60°C ）；当电机腔室温度 $\geq 65^{\circ}\text{C}$ 时，锅炉启动循环泵跳闸。
- 2) 电机高压冷却器进口温度计显示温度高。

b) 原因

- 1) 电机冷却器闭冷水量减少或中断。
- 2) 电机冷却水泄漏，导致泵壳内的高温水窜入电机。

c) 处理

- 1) 检查电机温度高动作跳闸原因，因闭冷水量低引起应尽快恢复低压冷却水的正常供给。
- 2) 若因锅炉启动循环泵本体或电机高压冷却水系统泄漏导致电机温度上升，在确认不能马上修复的情况下，应立即关闭泵进口电动阀、出口电动阀，泵再循环调节阀对泵进行隔离，并开启泵出口管道电动疏水一、二次阀，对泵体进行泄压，防止高温高压水串入电机腔室。

- 3) 若泵壳内的高温水大量窜入电机，应立即停止锅炉启动循环泵运行，关闭其进、出口电动阀，再循环调节阀，隔离启动循环泵，并开启泵出口管道电动疏水一、二次阀进行泄压放水，防止电机腔室进高温水。

3.1.8.3 启动循环泵汽蚀

a) 现象

- 1) 泵入口温度接近饱和温度。
- 2) 泵出、入口压差迅速下降。
- 3) 泵出口流量迅速下降。
- 4) 泵壳内发出异常的振动声。
- 5) NPSH 差压报警。

b) 原因

- 1) 过冷水中断或流量不足。
- 2) 贮水箱水位过低。
- 3) 启动分离器压力急剧下降。

c) 处理

- 1) 密切监视贮水箱水位，防止水位大幅度降低。
- 2) 泵运行时，确保过冷水回路通畅。
- 3) 防止启动分离器压力急剧下降。
- 4) 达到汽水膨胀点时，适当控制燃烧率，防止贮水箱水位大幅度波动。
- 5) 发现锅炉启动循环泵汽蚀时，立即停止泵的运行，以防设备损坏。

3.2 启动疏水系统

3.2.1 启动疏水系统的启动前检查

3.2.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.2.1.2 确认轴承润滑油油位正常，油质合格。

3.2.1.3 确认启动疏水箱水位正常。

3.2.1.4 开启两台启动疏水泵进口电动阀，对泵体进行注水放气。

3.2.2 启动疏水系统的投运

3.2.2.1 锅炉进行冷态清洗时，开启锅炉疏水箱底部启动疏水至机组排水槽电动阀将水直接排入机组排水槽。疏水排到机组排水槽时应投用减温水控制排水槽水温 $<60^{\circ}\text{C}$ 。

3.2.2.2 当锅炉贮水箱出口水中含铁量 $<500\mu\text{g/L}$ 时，关闭启动疏水至机组排水槽电动阀，疏水箱水位满足后，开启启动疏水泵再循环电动隔离阀，启动一台启动疏水泵，检查出口电动阀联锁开启。开启启动疏水至循环水回水管电动阀，将疏水排入循环水回水管道，对管道进行冲洗。

3.2.2.3 待管道冲洗清洁后，开启启动疏水至高、低压凝汽器电动阀及调节阀，将疏水回收至凝汽器，通过调节阀控制锅炉疏水箱水位。

3.2.2.4 锅炉疏水泵正常运行期间，检查泵、电机声音正常。

3.2.3 启动疏水系统的停运

3.2.3.1 检查锅炉停运或没有疏水通过启动疏水系统排放，可以停运锅炉疏水泵。

- 3.2.3.2 运行中的锅炉疏水泵如需停运，先切换到另一台泵运行，并确认该泵启动正常。
- 3.2.3.3 疏水回收至凝汽器时，为避免影响真空，加强疏水箱水位监视及时关闭启动疏水至高、低压凝汽器电动阀及调节阀；启动疏水至高、低压凝汽器电动阀及调节阀和启动疏水至循环水回水管电动阀不能同时开启。

3.3 烟气余热系统

3.3.1 烟气余热系统启动前检查

- 3.3.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 3.3.1.2 确认所有工作均已完成，低温省煤器、低低温省煤器、二次风暖风器、塔前换热器及烟道内部均已清扫干净，人孔门已经安装并关闭，所有检修门已安装并关闭。
- 3.3.1.3 检查所有的阀门在启动前位置，阀门没有泄漏，开关灵活，开度指示与实际位置应相符。
- 3.3.1.4 各管道支吊架完整，受力均匀，已处于正常工作状态。
- 3.3.1.5 检查所有控制系统、热工仪表等均处于正常工作状态。

3.3.2 烟气余热低温省煤器系统检查投运

- 3.3.2.1 对低温省煤器热媒水系统进行注水操作，当膨胀水箱液位降至 1m 时暂缓注水。
- 3.3.2.2 开启系统所有放气阀、疏水阀，疏水阀出水水质干净后关闭，当放气阀连续出水后逐个关闭，当所有放气阀关闭后，系统注水完成同时继续补水至膨胀水箱液位至正常液位。
- 3.3.2.3 确认热媒水加药系统正常备用，药液充足。
- 3.3.2.4 检查低温省煤器声波吹灰器具备可投运状态，在引风机启动前投入声波吹灰器。
- 3.3.2.5 水质检验合格： $\text{Fe} \leq 200 \mu\text{g/L}$ 。
- 3.3.2.6 当低温省煤器进口烟气温度 $> 95^{\circ}\text{C}$ ，低频率启动热媒水循环泵，注意观察膨胀水箱液位，若水箱液位下降，开启补水电动阀，投入加药装置，调节 pH 在 9.5~10 范围内。
- 3.3.2.7 当热媒水温度 $< 70^{\circ}\text{C}$ 时，开启低温省煤器旁路调节阀。
- 3.3.2.8 随着进口烟气温度升高，低温省煤器开始升温、升压。升压的速度不宜过快，从开始升压达到工作压力时间 $\leq 1\text{h}$ 。升压过程中必须密切注意低温省煤器水量的变化，以维持正常水量。
- 3.3.2.9 当压力上升到 0.2MPa~0.3MPa 和工作压力，分别对系统进行全面检查。
- 3.3.2.10 将热媒水升压泵频率投入自动控制，设定塔前换热器出口烟温 70°C 。
- 3.3.2.11 烟气余热系统热媒水水质降低后，应进行加药处理或热媒水置换。

3.3.3 烟气余热低温省煤器系统运行维护

- 3.3.3.1 系统注水时应注意控制注水速率，应逐段、缓慢地进行，待一层管道放气阀完全出水无空气后关闭，再进行下一层管道的注水操作，以保证系统内空气完全排空；启动热媒水循环泵时，应保持低频率运行并检查无水击现象、空气确实排空。
- 3.3.3.2 当低温省煤器各模块不投运（干烧时），必须将换热器中的水全部放干。
- 3.3.3.3 热媒水 pH < 9.5 时，应及时进行加药。
- 3.3.3.4 发现各水温、烟温较低时，应检查各调节阀自动控制正常，若变化较大时应手动进行调整。

3.3.3.5 声波吹灰器正常运行时应投入程控运行，单次循环时间为 12h。

3.3.3.6 塔前换热器冲洗时间为 5min，单次循环时间为 12h。

3.3.3.7 应控制热媒水循环泵进口热媒水水温 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ 。

3.3.3.8 应控制塔前换热器出口烟温 $68^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。

3.3.3.9 应控制二次风暖风器出口风温 100°C 左右。

3.3.4 烟气余热低温省煤器系统运行参数限额

| 名称 | 正常值 | 备注 |
|-------------------------------|---------------|----------------|
| 塔前换热器出口烟温 $^{\circ}\text{C}$ | $68\sim 70$ | 不得低于 68 |
| 热媒水升压泵进口水温 $^{\circ}\text{C}$ | ≥ 72 | 不得低于 70 |
| 二次风暖风器出口风温 $^{\circ}\text{C}$ | 100 | |
| 加药箱液位 mm | 300 | 200 低报，50 跳泵 |
| 声波吹灰器仪用气压力 MPa | 0.6 | 0.45 低报，0.8 高报 |
| 稳压水箱液位 m | $0.5\sim 1.2$ | |
| 热媒水 pH | $9.5\sim 10$ | |

3.3.5 余热利用低低温系统检查与投运：

3.3.5.1 确认凝结水系统投运正常，检查确认系统中各阀门在启动前状态，开启系统所有放气阀，关闭系统所有疏水阀，确认低低温省煤器至#9 低加出水电动阀关闭，确认开启两台凝结水升压泵出口电动阀。

3.3.5.2 开启#10 低加入口电动调节阀对系统进行注水排气，当放气阀连续出水后逐个关闭。注水排气完成后开启低低温省煤器至#9 低加出水电动阀。

3.3.5.3 当低低温省煤器进口烟气温度 $>95^{\circ}\text{C}$ 时，开启烟气余热凝结水系统进水电动阀，关闭凝结水增压泵出口电动阀，各低低温省煤器进口电动调节阀开启 85%，各低低温省煤器出口电动阀开启，低温省煤器出口总阀开启，低频启动凝结水增压泵。

3.3.5.4 引风机启动前，投运声波吹灰器，投入顺控控制。

3.3.5.5 确认热媒水系统调整完毕。将低低凝结水增压泵频率投入自动控制，设定低低温省煤器出口烟温 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ 。

3.3.6 烟气余热利用低低温省煤器系统运行参数限额

| 名称 | 正常值 | 备注 |
|-------------------------------|-----------|----------------|
| 低低省出口烟气温度 $^{\circ}\text{C}$ | ≥ 70 | 不得低于 68 |
| 凝结水升压泵出口水温 $^{\circ}\text{C}$ | ≥ 72 | 不得低于 70 |
| 声波吹灰器仪用气压力 MPa | 0.6 | 0.45 低报，0.8 高报 |

3.3.7 烟气余热系统停运

3.3.7.1 停机时，当低低温省煤器进口烟气温度 $<95^{\circ}\text{C}$ 时，缓慢退出低低温省煤器，控制出口烟气温度 $>85^{\circ}\text{C}$ ，直至全部退出，停运凝结水增压泵，关闭泵出口电动阀。低低温省煤器至#9 低加出水电动阀在机组 MFT 后关闭，并隔离低低温省煤器系统。

3.3.7.2 当低温省煤器系统进口烟温下降时，逐步退出低温省煤器，并调节开启省煤器热媒水再循环电动调节阀，控制塔前换热器出口烟温在 $68^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。MFT 后停运热媒水增压泵。

3.3.7.3 停运操作中要加强监视压力、流量变化。水压不能下降太快，水压未降到大气压力时，应对低温省煤器加以监视，运行人员应加强检查，并使低温省煤器水量保持最高允许水量。若发现水压仍在上升可采用向低温省煤器上水，并同时放水的方法来降温降压。

3.3.7.4 缺水事故紧急停运时，严禁向低温、低低温省煤器进水，也不准开启空气阀等加强向外排汽的操作，以防低温省煤器受到突然的温度或压力变化而将事故扩大。

3.3.8 余热系统常见异常及故障处理

3.3.8.1 低温省煤器水侧进出口差压大

a) 原因

- 1) 低温省煤器进、出口隔离阀开度不正常。
- 2) 低温省煤器内部发生汽化。
- 3) 低温省煤器内管壁结垢、管路堵塞。
- 4) 低温省煤器发生泄露。

b) 处理

- 1) 将低温省煤器进、出口隔离阀置于全开状态。
- 2) 增大热媒水循环水变频泵的出力，维持流量正常。
- 3) 停机检修后清除管壁结垢，消除管路堵塞。
- 4) 若低温省煤器发生泄露，隔离后进行维修。

3.3.8.2 低温省煤器、暖风器烟气侧进出口差压大

a) 原因

- 1) 低温省煤器烟气温度低，翅片管外壁结垢。
- 2) 有异物落入。

b) 处理

- 1) 调节热媒水循环泵的出力，降低流量。
- 2) 检查确认有异物落入，检修后清理。

3.4 空预器旁路系统

3.4.1 空预器旁路中温省煤器系统检查投运：

3.4.1.1 确认凝结水系统投运正常，检查确认系统中各阀门是否处于正确的开关状态，开启系统所有放气阀，关闭系统所有疏水阀。

3.4.1.2 确认中温省煤器至#6 低加出水电动阀关闭。

3.4.1.3 开启中温凝结水增压泵出口电动阀。

3.4.1.4 开启#9 低加出水至中温省煤器电动阀对系统进行注水排气，当放气阀连续出水后逐个关闭。注水完成后关闭#9 低加出水至中温省煤器电动阀，开启中温省煤器至#6 低加出水阀。

- 3.4.1.5 测量中省凝结水增压泵绝缘合格。
- 3.4.1.6 关闭凝结水增压泵出口电动阀，各中温省煤器进口电动调节阀开启 85%，各中温省煤器出口电动阀开启，低频启动中省凝结水增压泵。
- 3.4.1.7 引风机启动前，投运声波吹灰器，投入顺控控制。
- 3.4.1.8 将凝结水增压泵频率投入自动控制，跟踪#6 低加出水温度。
- 3.4.2 空预器旁路高温省煤器检查投运
 - 3.4.2.1 检查确认系统中各阀是否处于正确的开关状态，开启系统所有放气阀，关闭系统所有疏水阀。
 - 3.4.2.2 各高温省煤器进口电动调节阀开启 85%，随给水系统一起进行冷态冲洗。
 - 3.4.2.3 冷态冲洗结束，水质合格后。点火后投入进水调阀自动。
- 3.4.3 空预器旁路投运注意事项
 - 3.4.3.1 中温省煤器水侧系统随凝结水系统一起冲洗，高温省煤器水侧系统随给水系统一起冲洗。
 - 3.4.3.2 中、高温省煤器烟气旁路在吹扫时随风烟系统开启。
 - 3.4.3.3 运行中因设备原因退出中、高温省煤器再投运时，应先投运高温省煤器，后投运中温省煤器。
 - 3.4.3.4 正常运行时控制电除尘进口烟温 $\leq 85^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3.4.3.5 中温省煤器增压泵频率投入自动，检查中温省煤器出口母管水温跟踪#6 低加出口水温正常。
 - 3.4.3.6 高温省煤器进水电动调节阀投入自动，检查高温省煤器出口水温跟踪#0 高加出口水温正常。
 - 3.4.3.7 空预器旁路烟气随锅炉吹扫时投入，吹扫初期空预器旁路关闭，炉膛吹扫 2min 后联锁开启空预器旁路。
- 3.4.4 空预器旁路系统运行维护
 - 3.4.4.1 运行中检查高温省煤器出口水温自动跟踪#0 高加出口水温，偏差在 10°C 内。升降负荷过快时，就地检查管道有无振动。振动加大时，应及时稳定负荷，待温差减小且振动消失后再投入自动。
 - 3.4.4.2 运行中检查中温省煤器出口水温自动跟踪#6 低加出口水温，偏差在 10°C 内。升降负荷过快时，就地检查管道有无振动。振动加大时，应及时稳定负荷，待温差减小且振动消失后再投入自动。
 - 3.4.4.3 当出现机组快速减负荷时，省煤器出口工质过冷度 $<10^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警，并关小空预器烟气旁路电动调节挡板。省煤器出口过冷度继续下降至 5°C 以下，立即撤出 AGC，关闭空预器烟气旁路电动调节挡板。待过冷度重新恢复后再重新缓慢开启。
 - 3.4.4.4 冬季环境温度低，电除尘出口烟气温度无法调节至 85°C 以上时，关小空预器烟气旁路电动调节挡板，提高空预器出口烟温，防止烟气余热系统低温腐蚀。
 - 3.4.4.5 RB 时重点检查省煤器工质过冷度及时关闭空预器空预器旁路，过冷度至 0°C 时开启省煤器出口集箱事故排汽一、二次阀，并检查螺旋水冷壁、垂直水冷壁无超温现象。过冷度恢复后及时关闭省煤器出口集箱事故排汽一、二次阀。
- 3.4.5 空预器旁路系统停运
 - 3.4.5.1 空预器烟气旁路电动调节挡板在机组 MFT 炉膛吹扫后关闭。

3.4.5.2 中省凝结水增压泵在 MFT 后停运，并关闭#9 低加出水至中温省煤器电动阀和中温省煤器至#6 低加出水电动阀。系统随凝结水系统一起放水。

3.4.5.3 高温省煤器随给水一起停运，并随给水系统一起放水。

3.4.6 空预器旁路系统常见异常及故障处理

3.4.6.1 省煤器出口工质欠焓

a) 现象

- 1) 大屏省煤器工质欠焓报警
- 2) 螺旋水冷壁、垂直水冷壁壁温可能上升

b) 原因

- 1) 机组快速减负荷
- 2) 机组 RB

c) 处理

- 1) 省煤器出口工质过冷度 $<10^{\circ}\text{C}$ ，关小空预器烟气旁路电动调节挡板。
- 2) 省煤器出口工质过冷度 $<5^{\circ}\text{C}$ ，关闭空预器烟气旁路电动调节挡板，并撤出 AGC，稳定负荷。直至给水温度下降，工质过冷度在 10°C 以上。
- 3) 省煤器出口工质过冷度至 0°C 时，开启省煤器出口集箱事故排汽一、二次阀，防止水冷壁壁温超限。

3.5 空预器

3.5.1 空预器启动前检查与准备

3.5.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.5.1.2 投入火灾检测报警装置运行，检查控制盘各指示灯显示正常无异常报警。

3.5.1.3 检查各漏风控制系统正常：

- a) 送上仪用压缩空气气源，检查各探头冷却风阀门开启。
- b) 就地各控制柜无异常报警，控制方式在手动或就地。
- c) 送上空预器漏风控制系统各控制柜电源，查触摸屏指示面板正常。
- d) 检查各扇形板在停止状态完全回复位置，核对就地刻度盘与控制柜各位置指示一致。

3.5.1.4 检查空预器各烟风道压力、温度测量探头、停转报警信号显示正常。

3.5.1.5 检查空预器减速箱、电机、导向及支撑轴承油位正常，在 $1/3\sim 2/3$ 处，油质合格，无渗漏。

3.5.1.6 投入导向轴承冷却水，检查冷却水压力和流量正常。

3.5.1.7 检查空预器吹灰器在退出位置、行走机构油位正常。

3.5.1.8 检查空预器吹灰器、水冲洗系统、消防水系统处于备用状态。

3.5.1.9 确认空预器联锁试验正常。

3.5.1.10 检查空预器主、辅电机变频器“远方/就地”切换开关均处于“远方”。

3.5.2 空预器的启动

3.5.2.1 检查确认空预器启动条件满足。

3.5.2.2 利用空预器气动马达启动空预器，确认气动马达备用正常后停运气动马达，空预器转向正确，就地无卡涩、无异音。

- 3.5.2.3 进行空预器主、辅电机联锁切换试验，确认切换正常后，切至主电机运行并投入联锁。
- 3.5.2.4 空预器启动后，依次开启空预器出口二次风通道一、二挡板、进口烟气挡板、出口热一次风挡板。
- 3.5.3 空预器的运行维护
- 3.5.3.1 检查空预器运行平稳无卡涩、碰磨现象，电机及减速装置无振动异音，无异常发热，电流正常无波动。
- 3.5.3.2 检查空预器减速箱、导向及支撑轴承油位、温度正常，导向轴承冷却水回水正常。
- 3.5.3.3 监视空预器停转报警和着火报警，排烟温度无异常升高，监视空预器进、出口压差及进、出口风温、烟温、冷端综合温度的变化情况，发现异常应及时分析原因并采取相应的措施。
- 3.5.3.4 机组启动时，当负荷 $\geq 700\text{MW}$ ，空预器膨胀比较稳定，电流无异常波动，投入空预器 LCS 运行，机组停运时，当负荷减至 500MW 时，就地检查 LCS 装置运行正常，撤出 LCS 自动，提升扇形密封板至“完全回复位”。
- 3.5.3.5 锅炉运行中，停运空预器或空预器故障跳闸后，应先检查停用 LCS 装置；正常运行中，检查确认扇形密封板实际位置与数显表显示一致。
- 3.5.3.6 正常运行过程中，发生 LCS 故障或空预器电流不正常波动或升高时，立即检查 LCS 装置，若非提升装置连接杆问题时，应及时退出 LCS 运行，并提升扇形密封板至“完全回复位”，若 LCS 提升装置连接杆脱落，不得提升 LCS，立即退出自动控制。
- 3.5.3.7 锅炉启动投油期间或低负荷投油运行时，空预器应连续吹灰直至油枪全部停运。正常运行中，每班吹灰一次。遇到下列情况时，应及时吹灰并增加吹灰次数。
- 空预器进、出口差压增大。
 - 空预器排烟温度高。
 - 锅炉受热面泄漏。
 - 锅炉低负荷运行。
 - 燃烧条件差，如燃油或飞灰可燃物含量大等。

3.5.4 空预器运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-------|-------|------|-----|------|----|-----------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 空预器主/辅机电流 | A | 8~15 | 20 | 58 | | | >20A，大屏报警 >58A，为额定电流 |
| 空预器导向轴承温度 | ℃ | 25~35 | 40 | 70 | | | >40℃，参数报警 >65℃，大屏报警 |
| 空预器支撑轴承温度 | ℃ | 35~45 | 50 | 65 | | | >50℃，参数报警 >65℃，大屏报警 |
| 空预器进出口烟气差压 | kPa | <1.35 | 1.35 | | | | $\geq 1.35\text{kPa}$ ，参数报警 |
| 空预器出口烟气温度 | ℃ | <135 | 140 | | | | >140℃，大屏烟温报警 |
| 空预器排烟温度 | ℃ | <135 | 140 | 155 | | | |
| 空预器转速 | r/min | 0.7 | | | 0.35 | | |

3.5.5 空预器的停运

- 3.5.5.1 锅炉熄火停炉后，空预器应维持运行，直至空预器进口烟温 $<100^{\circ}\text{C}$ 时，方可停止空预器运行。
- 3.5.5.2 停运空预器前确认 LCS 已经撤出。
- 3.5.5.3 撤出空预器联锁，确认空预器烟气进口挡板，一、二次风出口挡板，停止空预器运行，进行空预器气动马达启动试验，确认气动马达备用正常。
- 3.5.5.4 空预器停运后仍要加强空预器进、出口烟风温度的监视。
- 3.5.5.5 若无相关检修工作，空预器着火报警监测装置不得退出运行。
- 3.5.5.6 根据需要关闭导向轴承冷却水。
- 3.5.5.7 停运后根据需要进行水冲洗。
- 3.5.6 空预器水冲洗
 - 3.5.6.1 投运前检查系统完好，空预器无其他检修工作，空预器具备冲洗条件。
 - 3.5.6.2 确认空预器进口烟气温度降至 200°C 以下。
 - 3.5.6.3 检查空预器的漏风控制系统已退出，密封扇形板提升至“完全回复位”。
 - 3.5.6.4 关闭空预器所有进、出口挡板及旁路挡板。
 - 3.5.6.5 检查空预器下部烟风道上的排水阀已开启，冲洗水能有效排放。
 - 3.5.6.6 停用空预器温度检测系统，将测点探头用塑料袋包好。
 - 3.5.6.7 设定变频器转速为 0.35r/min ，启动空预器。
 - 3.5.6.8 将空预器吹灰器切至“水洗”位，启动空预器高压清洗水系统，开启相关冲洗水阀，投运空预器高压清洗水枪，进行换热原件的清洗。冲洗期间，应检查冲洗水管、空预器底部所有疏放水管情况，若发生堵塞，及时疏通。
 - 3.5.6.9 冲洗完成后，停运空预器，停空预器电机电源，检查换热元件洁净，否则应继续冲洗。
 - 3.5.6.10 水冲洗完成后，水冲洗管路阀门必须严密关闭，防止泄漏。
 - 3.5.6.11 拆除测点检探头塑料袋，清除烟风道内的杂物后装回各人孔门。
 - 3.5.6.12 检查关闭空预器下部烟风道内的排水阀。
 - 3.5.6.13 重新送上空预器电源，设定变频器转速为额定值。
 - 3.5.6.14 投入温度监控装置。
 - 3.5.6.15 开启空预器一、二次风进、出口挡板，进行通风干燥后，恢复空预器正常备用。
- 3.5.7 空预器吹灰
 - 3.5.7.1 蒸汽吹灰前应对管路充分疏水，疏水阀后温度达到 250°C 后，可投入吹灰器进行吹灰。
 - 3.5.7.2 锅炉点火前应投入空预器蒸汽吹灰。
 - 3.5.7.3 锅炉点火后投油期间，空预器应连续吹灰，当油枪全部撤出后，则每隔 8h 吹灰一次。
 - 3.5.7.4 锅炉负荷 $>500\text{MW}$ 后，空预器的吹灰汽源应切至锅炉本体供汽，注意先停辅汽至空预器吹灰汽源，后投本体至空预器吹灰汽源，严禁两路汽源同时供汽。
 - 3.5.7.5 停机时，投油前把空预器吹灰由锅炉本体供汽切至辅汽汽源。

3.5.7.6 正常运行中，空预器每班至少吹灰一次。

3.5.8 空预器漏风控制系统（LCS）投运

3.5.8.1 检查空预器漏风间隙控制系统 LCS 就地控制柜和远方程控柜电源均已送上。

3.5.8.2 在程控柜上将“手动/自动”切换开关切至“手动”位置。

3.5.8.3 检查四块扇形密封板的间隙测量装置完整，密封装置传感器冷却风已投运。

3.5.8.4 检查空预器的四块扇形密封板绝对位移，间隙测量等数据显示正常。

3.5.8.5 当机组负荷 $>700\text{MW}$ 后，根据空预器电流及间隙测量实际值和位移测量值，设置“间隙设定”值。

3.5.8.6 逐一将程控柜上的四块扇形密封板“程控/就地”切换开关切至“程控”位置，检查各扇形板动作正常。在扇形密封板下降时，加强空预器电流的监视。

3.5.9 空预器 LCS 的运行维护

3.5.9.1 机组启动时，当负荷 $\geq 700\text{MW}$ ，应投入空预器 LCS 运行。

3.5.9.2 锅炉正常运行时应维持 LCS 的自动运行。

3.5.9.3 正常运行中要经常检查空预器的四块扇形密封板间隙测量值与间隙设定值相符，发生 LCS 故障或空预器电流不正常晃动或升高时，应及时到就地检查 LCS 自动工作情况，有问题时及时退出 LCS，待处理正常后重新投入。

3.5.9.4 正常运行当 LCS 投入自动，发生空预器电流超限，LCS 能自动提升密封板直到电流恢复正常后再自动投运。

3.5.9.5 当检测到转子停转后，将自动提升所有扇形密封板。

3.5.10 空预器 LCS 的正常停运

3.5.10.1 机组停用时，当负荷减至 500MW 时，应停用空预器 LCS 装置；锅炉运行中当要停用空预器时或空预器运行中故障跳闸后也应先停用 LCS 装置。

3.5.10.2 在程控柜上将“程控/就地”切换开关切至“就地”位置，撤“手动上升”按钮，将扇形板提升至“完全回复”位。

3.5.10.3 当正常运行过程中发生 LCS 故障或空预器电流不正常升高而扇形密封板未自动提升时，先就地检查各空预器扇形板密封装置连杆连接完好后，在远方程控柜上撤“手动上升”按钮，将扇形密封板提升至“完全恢复位”；远方失灵后，可在就地控制柜进行手动提升。

3.5.10.4 根据要求将该空预器 LCS 控制柜电源停电。

3.5.11 空预器常见异常及故障处理

3.5.11.1 空预器卡涩

a) 现象

- 1) 空预器电流晃动。
- 2) 就地空预器附近有摩擦声。

b) 原因

- 1) 空预器密封调节装置故障。

- 2) 空预器径向密封片、旁路密封片安装不良,造成局部摩擦。
- 3) 空预器支撑轴承、导向轴承或其润滑油系统故障。
- 4) 空预器冷却、加热不正常,引起转子变形。
- 5) 空预器减速箱故障。
- 6) 异物进入卡住空预器。

c) 处理

- 1) 发现空预器电流不正常晃动,应立即检查空预器的支撑轴承、导向轴承运行是否正常;
- 2) 检查 LCS 各连接杆连接正常,提升空预器扇形板至最高位。当连接杆脱落时,立即撤出 AGC,稳定负荷,必要时降低负荷联系维护处理。
- 3) 当电流波动不严重,且动静摩擦不严重时,可降低机组负荷,维持正常运行,并查明原因。
- 4) 机组启动过程中,当出现空预器电流晃动,空预器发生卡涩等现象,应停止升负荷,提升 LCS 密封扇形板至最高位,加强监视,防止空预器跳闸。
- 5) 若发生空预器运行电机跳闸,确认备用电机联启正常,注意监视空预器运行正常,并注意空预器排烟温度及一、二次风出口温度不超限。
- 6) 若空预器运行电机跳闸,备用电机未联锁启动,则应手动启动一次,若未成功,则按空预器转子停转处理。

3.5.11.2 空预器着火

a) 现象

- 1) 空预器出口烟温不正常地升高,空预器火灾探测装置报警。
- 2) 空预器电机电流增大且晃动。
- 3) 空预器进、出口烟气压差增大。
- 4) 空预器出口氧量指示偏小。
- 5) 空预器外壳有温度辐射感或烧红,严重时空预器发生卡涩。

b) 原因

- 1) 锅炉启停过程中,煤、油混燃时间太长,空预器波形板积存燃料。
- 2) 锅炉启动期间微油枪或大油枪投运时雾化不良。
- 3) 锅炉长期低负荷运行,燃烧不完全,部分燃料沉积在空预器换热面上。
- 4) 煤粉过粗或燃烧调整不当,使未燃尽的煤粉沉积在空预器换热面上。
- 5) 空预器吹灰系统故障,长期未按规定吹灰,或吹灰效果不良。

c) 处理

- 1) 确认火灾报警装置温度急剧上升,空预器烟温监测显示上升。
- 2) 空预器入口烟温不正常升高时,应分析原因并采取相应调整措施,同时对尾部烟道及空预器、及空预器旁路受热面进行吹灰。
- 3) 立即撤出空预器扇形板,提升至最高位。
- 4) 撤出锅炉主控,快速降低负荷,调节热媒水系统,降低二次风温度。
- 5) 维持空预器运行,观察风烟温度,如排烟温度不正常升到 200℃,且空预器电流增大并大幅度摆动时,应立即降低负荷,及时隔离该侧空预器,并保持空预器连续运转。
- 6) 经上述处理无效,排烟温度仍不能控制,大幅度升高,当锅炉排烟温度上升到 250℃或就地确认空预器区域发生着火时,汇报值长紧急停炉,停止制粉系统、一次风机和引、送风机运行,关闭所有风门及烟气挡板,开启空预器底部放水阀,投入水冲洗装置进行灭火,如冲洗水泵无法启动,立即启动消防水泵,用消防水进行灭火。

- 7) 确认空预器内着火熄灭后，停止吹灰和灭火装置运行，关闭空预器冲洗水进水阀，待余水放尽后关闭所有放水阀。
- 8) 待空预器排烟温度下降至正常稳定后，方可打开人孔门，检查有无火星和积灰。如自燃后积灰严重，应设法清扫积灰或冲洗干净后再启动。
- 9) 对转子及密封装置的损坏情况进行一次全面检查，若有损坏不得再启动空预器，由检修处理正常后方可重新启动。

3.5.11.3 空预器转子停转

a) 现象

- 1) “空预器故障”大屏报警。
- 2) 空预器转子停转，排烟温度不正常升高，空预器零转速报警。
- 3) 空预器电机电流异常。
- 4) 空预器一、二次风温明显下降。

b) 原因

- 1) 运行、备用电机均故障或失电。
- 2) 传动装置或轴承损坏。
- 3) 动静部分卡住使电机过载。
- 4) 运行电机跳闸后备用电机未联动。
- 5) 密封过紧或转子弯曲卡涩。
- 6) 空预器电机电气故障。

c) 处理

- 1) 立即提升空预器扇形板至最高位，并令巡检就地检查空预器电机、轴承及变频器。
- 2) 锅炉运行中，发生单台空预器跳闸，且跳闸前电流无明显晃动，应检查备用电机联锁启动，运行正常。
- 3) 若备用电机自启动不成功，应手动启动一次，若启动不成功，应立即复位开关，关闭故障侧空预器所有空气及烟气挡板，按照单侧送、引风机跳闸原则进行 RB 处理，如运行空预器排烟温度无法控制在 155℃ 以下，则继续降负荷，直至空预器排烟温度在 155℃ 以下。维持跳闸空预器手动盘车，注意排烟温度的变化，防止二次燃烧的发生。
- 4) 若运行中的空预器电流过大、电机过热，确认空预器已停转，则停运空预器运行电机，启动备用电机，若出现同样的现象，则快速停运运行不正常的磨煤机，保留三台磨煤机运行，停运同侧的送风机、引风机、一次风机，停止空预器运行，负荷减至 500MW。
- 5) 确认空预器停转，空预器烟气旁路隔离，退出空预器旁路水侧运行。
- 6) 若因减速箱润滑装置或轴承发生故障，造成空预器停转，则快速停运运行不正常的磨煤机，保留三台磨煤机运行，停运同侧的送风机、引风机、一次风机，停止空预器运行，负荷减至 500MW。
- 7) 检查故障侧空预器进口烟气挡板，一、二次风出口挡板自动关闭，送风机、一次风机出口联络挡板自动关闭。检查排烟温度稳定，否则应至就地手紧各挡板（无效则关电除尘出口联络挡板），防止二次燃烧的发生。
- 8) 转子停转后，若由于热膨胀造成密封片卡涩时，不允许用电机连续转动转子，应采取电机启动 5s，停止 15s，重复这一过程数分钟，使转子各处膨胀均匀，一旦转子可以转动应立即启动空预器，投入空预器运行，同时投入空预器吹灰，直至受热面清洁为止。
- 9) 若空预器电机故障，则切断故障空预器电机电源，手动盘车，缓慢盘动空预器转子。

10) 若因减速箱润滑装置或轴承发生故障无法使空预器运转时, 应停止空预器运行, 并关闭其进出口风烟挡板, 通知检修处理。

11) 若停转的空预器短时间内无法恢复运行, 应及时汇报生产副总(总工), 申请停炉。

3.6

引、送风机

3.6.1 引、送风机启动前的检查

3.6.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.6.1.2 投运一台引风机轴承密封冷却风机。

3.6.1.3 投运引风机电机空冷器冷却水, 检查回水正常。

3.6.1.4 送、引风机润滑油站和液压油站系统检查投运。

a) 检查油箱油位正常, 油质合格, 油系统无漏油。

b) 油过滤器完整, 切换灵活, 切换手柄切至一侧过滤器位置。

c) 检查油冷却器完好, 冷却水已投运, 阀门状态正确, 冷却水畅通。

d) 各阀门完整, 开关灵活, 状态正确。

e) 各溢流阀、压力开关、温度开关、流量开关等均已设定好, 检查各仪表一次阀均已开启。

f) 检查油箱电加热器、油泵和电机完好, 并已送电。

g) 启动润滑油泵, 检查润滑油压正常, 滤网压差 $<0.25\text{MPa}$, 润滑油压 $>0.15\text{MPa}$, 油压稳定正常后投入润滑油泵联锁。检查运行正常, 油系统无泄漏现象, 油箱油温 $25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$, 各轴承流量正常, 回油正常。

h) 启动液压油泵, 检查液压油压力正常, 滤网压差 $<0.25\text{MPa}$, 液压油压力 $>3.5\text{MPa}$, 油压稳定正常后投入液压油泵联锁。检查运行正常, 油系统无泄漏现象。

3.6.1.5 检查风机、电机轴承油位正常。

3.6.1.6 检查锅炉本体所有观火孔、人孔门等关闭。

3.6.1.7 确认机组烟囱进口电动隔离挡板开启。

3.6.1.8 检查锅炉干渣机系统已投运正常, 炉底关断门开启。

3.6.1.9 检查送、引风机动叶调节机构装置完好, 开、关动叶正常, 检查指示与就地相符, 然后把动叶置“关闭”位置。

3.6.1.10 若风机在长时间未运转, 应在风机启动前 2h 投运风机油站, 并在叶片调节范围内进行数次开关操作。

3.6.1.11 第一台引风机启动前, 应确认另一台引风机的密封冷却风机, 电机冷却水及风机润滑、液压油系统投运正常, 否则应采取可靠的防止另一台引风机转动的措施。

3.6.1.12 第一台引风机启动前, 确认两台送风机液压油系统和润滑油系统均已投运。

3.6.2 引、送风机启动

3.6.2.1 首台引风机的启动

a) 检查确认引风机启动条件满足, 启动引风机动叶开度 $<5\%$ 。

b) 启动前调节 10kV 电压满足启动条件。

c) 启动引风机, 检查启动电流回小正常, 引风机进口挡板自动开启。

d) 缓慢开启动叶, 待炉膛负压稳定后, 投入引风机动叶自动控制。

e) 检查未启动引风机的动叶和进、出口挡板自动关闭

3.6.2.2 首台送风机的启动

- a) 检查送风机启动条件满足，就地确认待启动送风机动叶开度 $<5\%$ 。
- b) 启动送风机，检查启动电流回小正常，检查送风机出口挡板自动开启。
- c) 缓慢开启动叶，监视炉膛负压，调整所需风量，根据需要投入送风机动叶自动控制。
- d) 检查未启动送风机的动叶和出口挡板自动关闭。

3.6.2.3 引、送风机并列启动

- a) 检查第一台引、送风机运行正常，第二台引、送风机启动条件满足。
- b) 调节已运行的风机动叶，使风机的工况点在失速线最低点以下。
- c) 启动第二台引（送）风机，检查引（送）风机进口（出口）挡板自动开启。
- d) 缓慢开大第二台引（送）风机动叶，调整第一组风机动叶，使两组风机出力相同。
- e) 第二台引（送）风机启动后，应注意维持锅炉总风量稳定，炉膛负压稳定。
- f) 调节风机的动叶，检查两台引、送风机的电流、风量、风压相近，调节过程监视炉膛负压正常。
- g) 同步调节两台风机动叶开度，达到锅炉工况的需求，或投入风机动叶自动。

3.6.2.4 风烟系统正常后将烟囱进口电动隔离挡板停电。

3.6.3 引、送风机运行维护

3.6.3.1 正常运行中，应监视风机电流、风压及风量正常且稳定，自动调节装置动作正常。监视风机运转平稳，轴承振动和温度正常。

3.6.3.2 风机运行时，应监视风机轴承振动 $<4.6\text{mm/s}$ ，风机轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ ，风机电机轴承温度 $<80^{\circ}\text{C}$ ，若发现轴承振动、温度上升，应及时检查原因，并采取必要的措施进行处理。

3.6.3.3 定期检查风机油箱油位、轴承油位正常，油质合格，不正常时，应通知维护人员处理。

3.6.3.4 正常运行中，应检查风机液压油及润滑油压力、温度及过滤器差压等各项参数在正常范围。

3.6.3.5 调整引、送风机负荷时，两侧风机的负荷偏差不得过大，以防风机进入不稳定工况运行。

3.6.3.6 风机严禁失速运行，发现失速报警应立即关小动叶，降低负荷运行，直到失速消失。

3.6.3.7 正常情况下，每台引风机应维持一台密封冷却风机运行，另一台备用。引风机停运后，密封冷却风机继续运行 2h 后才能停运。

3.6.3.8 油系统滤网差压报警时，须及时切换至备用滤网运行，并通知维护人员清理。

3.6.4 引风机运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-----------|--------------------|--------|-----|------|---|----|---|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 引风机电流 | A | <621 | 621 | | | | $>621\text{A}$ ，参数报警 |
| 引风机轴承振动 | mm/s | <3.0 | 4.6 | 10.0 | | | $>3.0\text{ mm/s}$ ，参数报警 $>4.6\text{ mm/s}$ ，大屏报警 |
| 引风机轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <70 | 90 | 110 | | | $>90^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 $>110^{\circ}\text{C}$ ，风机跳闸，延时 2s |
| 引风机电机轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <70 | 85 | 95 | | | $>85^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 $>95^{\circ}\text{C}$ ，风机跳闸，延时 2s |
| 引风机电机定子温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <80 | 110 | 130 | | | $<110^{\circ}\text{C}$ ，风机允许启动 $>130^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------------|-------|-------|------|-----|------|------|---|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 引风机进口风温 | ℃ | <140 | 140 | 150 | | | >150℃, 参数报警 |
| 引风机润滑油供油压力 | MPa | 0.2 | 0.3 | | 0.15 | 0.12 | >0.15MPa, 风机启动允许 <0.15MPa, 参数报警 <0.12MPa, 联启备泵 |
| 引风机润滑油温度 | ℃ | 30~45 | 60 | | 15 | | >30℃加热器撤出, <20℃加热器投运; >60℃, 温度高报警, <15℃温度低报警 |
| 引风机润滑油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | <420mm, 液位低报警 <350mm, 液位低低报警 |
| 引风机润滑油至风机轴承流量 | L/min | >6 | | | 6 | | <6 L/min, 流量低报警 大屏报警 |
| 引风机润滑油至电机轴承流量 | L/min | >5 | | | 5 | | <5 L/min, 流量低报警 大屏报警 |
| 引风机润滑油过滤器差压 | MPa | <0.15 | 0.25 | | | | >0.25MPa, 差压高报警 |
| 引风机液压油供油压力 | MPa | >3.5 | 4.5 | | 3.5 | | >3.5MPa, 风机启动允许 <3.5MPa, 大屏报警 且联启备泵, 延时 15s <3.5MPa 风机跳闸, 延时 45s |
| 引风机液压油温度 | ℃ | 25~50 | 50 | | 15 | | >25℃加热器撤出, <15℃加热器投运; >50℃温度高报警, <15℃温度低报警 |
| 引风机液压油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | <420mm, 液位低报警 <350mm, 液位低低报警 |
| 引风机液压油过滤器差压 | MPa | <0.25 | 0.25 | | | | >0.25MPa, 差压高报警 |

3.6.5 送风机运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------------|-------|--------|-----|-----|------|-----|--|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 送风机电流 | A | <124.5 | 124 | | | | >124A, 参数报警 |
| 送风机轴承振动 | mm/s | <3.0 | 6.3 | 11 | | | >3.0 mm/s, 参数报警 >6.3 mm/s, 大屏报警 |
| 送风机轴承温度 | ℃ | <70 | 90 | 110 | | | >90℃, 大屏报警 >100℃, 风机跳闸, 延时 2s |
| 送风机电机轴承温度 | ℃ | <70 | 90 | 95 | | | >90℃, 大屏报警 >95℃, 风机跳闸, 延时 2s |
| 送风机电机定子温度 | ℃ | <80 | 110 | 135 | | | <110℃, 风机启动允许, >135℃, 大屏报警 |
| 送风机润滑油供油压力 | MPa | 0.2 | 0.3 | | 0.12 | 0.1 | >0.12MPa, 参数报警 联启备泵 |
| 送风机润滑油温度 | ℃ | 30~45 | 60 | | 15 | | >35℃加热器撤出, <25℃加热器投运; >60℃温度高报警, <15℃温度低报警 |
| 送风机润滑油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | <420mm, 液位低报警 <350mm, 液位低低报警 |
| 送风机润滑油至风机轴承流量 | L/min | >8 | | | 8 | | <20 L/min, 流量低报警 大屏报警 |
| 送风机润滑油至电机轴承流量 | L/min | >5 | | | 5 | | <5 L/min, 流量低报警 大屏报警 |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-------------|-------|-------|------|----|-----|-----|---|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 送风机润滑油过滤器差压 | MPa | <0.15 | 0.25 | | | | >0.25MPa, 差压高报警 |
| 送风机液压油供油压力 | MPa | >2.0 | 7.0 | | 1.5 | 0.8 | <1.5MPa, 参数报警 <1.2MPa, 大屏报警 <1.0MPa, 联启备泵, 延时 5s <0.8MPa, 风机跳闸, 延时 30s |
| 送风机液压油温度 | ℃ | 25~50 | 50 | | 15 | | >25℃加热器撤出, <15℃加热器投运; >50℃温度高报警, <15℃温度低报警 |
| 送风机液压油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | <420mm, 液位低报警 <350mm, 液位低低报警 |
| 送风机液压油供油流量低 | L/min | >10 | | | 10 | | <10 L/min, 流量低报警 大屏报警 |
| 送风机液压油过滤器差压 | MPa | <0.25 | 0.25 | | | | >0.25MPa, 差压高报警 |

3.6.6 锅炉 MFT 后, 送、引风机停运

- 锅炉 MFT 后, 完成 5min 的通风后, 可以停运最后一组送、引风机。
- 撤出送、引风机动叶自动。
- 缓慢关闭送、引风机动叶, 检查炉膛压力正常。
- 停运送风机、引风机。
- 引风机停止后 2h, 根据需要停止密封冷却风机运行。
- 引风机停运后, 为防止引风机动叶根部被腐蚀粘牢, 机组停运 120h 内, 每 4h 进行一次引风机动叶活动, 机组停运 120h 后, 每 8h 进行一次引风机动叶活动。要求每次开关幅度<10%, 每次开关时间间隔>10s。
- 根据需要, 决定停运风机液压、润滑油系统。若风机短时间停用, 油系统可以不必停用; 若油系统停用, 应使风机轴承温度稳定在 50℃以下, 且在短时间内不启动, 方可停用。

3.7 一次风机

3.7.1 一次风机启动前的检查

3.7.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.7.1.2 一次风机出口气动挡板及动叶在关闭位置。

3.7.1.3 一次风机润滑油站和液压油站系统检查投运。

- 检查油箱油位指示正常, 油质合格, 油系统无漏油。
- 油过滤器完整, 切换灵活, 切换手柄切至一个过滤筒位置。
- 检查油冷却器完好, 冷却水已投运, 阀门状态正确, 冷却水畅通。
- 检查油站各阀门完整, 开关灵活, 并在所需位置。
- 检查油站各限压阀、压力开关、温度开关、流量开关等均已设定好, 检查各仪表一次阀均开启。
- 检查油箱电加热器、油泵和电机完好, 并已送电。
- 启动润滑油泵, 检查润滑油压>0.12MPa, 滤网压差正常<0.35MPa, 油压稳定正常后投入润滑油泵联锁。检查运行正常, 油系统无泄漏现象, 油箱油温 25℃~50℃, 各轴承流量正常, 回油正常。

h) 启动液压油泵，检查液压油压力 $>2.0\text{MPa}$ ，滤网压差 $<0.35\text{MPa}$ ，油压稳定正常后投入液压油泵联锁。检查运行正常，油系统无泄漏现象。

3.7.1.4 检查一次风机电机、风机轴承油位正常。

3.7.1.5 检查一次风机电机空冷器冷却水投入，阀门状态正确，回水畅通。

3.7.1.6 检查动叶调节装置良好，检查指示与就地相符，然后把动叶置“关闭”位置。

3.7.1.7 若风机在低温下长时间未运转，则应在启动该风机前 2h 投入液压润滑油系统，并在叶片调节范围内进行数次调节操作，灵活无卡涩。

3.7.2 一次风机的启动

3.7.2.1 检查一次风机启动条件满足。

3.7.2.2 启动一次风机，检查启动电流回小正常，出口电动挡板自动开启，缓慢开启一次风机动叶。

3.7.2.3 启动第二台一次风机，调节一次风压力正常且两台一次风机电流平衡，投入风机动叶自动。

3.7.2.4 对启动后的一次风机进行全面检查。

3.7.3 一次风机的运行维护

3.7.3.1 一次风机运行中应经常检查风机轴承及电机轴承温度正常，风机轴承箱振动正常，如发现有不正常的升高，应立即查明原因。

3.7.3.2 正常运行中，两台一次风机应保持出力平衡。

3.7.3.3 定期对电机轴承油位、液压油、润滑油系统进行检查，发现滤网压差高及时进行切换并入缺。

3.7.3.4 当一次风机动叶自动调节故障时，应立即撤至手动调节，并加强对运行参数的监视，通知维护人员处理。

3.7.3.5 风机严禁在失速工况下长时间运行，发现失速应立即关小动叶，必要时适当降低机组负荷运行，直到失速现象消失。

3.7.4 一次风机运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|-------------|--------------------|----------|-----|-----|------|------|---|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 一次风机电流 | A | <250.2 | 250 | | | | $>250.2\text{A}$ ，参数报警 |
| 一次风机轴承振动 | mm/s | <3.0 | 6.3 | 11 | | | $>3.0\text{ mm/s}$ ，参数报警 $>6.3\text{ mm/s}$ ，大屏报警 |
| 一次风机轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <70 | 90 | 110 | | | $>90^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 $>110^{\circ}\text{C}$ ，风机跳闸，延时 2s， |
| 一次风机电机轴承温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <70 | 80 | 85 | | | $>80^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 $>85^{\circ}\text{C}$ ，风机跳闸，延时 2s |
| 一次风机电机定子温度 | $^{\circ}\text{C}$ | <80 | 110 | 120 | | | $<110^{\circ}\text{C}$ ，风机启动允许， $>120^{\circ}\text{C}$ ，大屏报警 |
| 一次风机润滑油供油压力 | MPa | 0.2 | 0.3 | | 0.12 | 0.05 | $<0.12\text{MPa}$ ，参数报警 $<0.12\text{MPa}$ 联启备泵 |
| 一次风机润滑油温度 | $^{\circ}\text{C}$ | 30~45 | 50 | | 15 | | $>35^{\circ}\text{C}$ 加热器撤出， $<25^{\circ}\text{C}$ 加热器投运； $>50^{\circ}\text{C}$ 温度高报警， $<15^{\circ}\text{C}$ 温度低报警 |
| 一次风机润滑油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | $<420\text{mm}$ ，液位低报警 $<350\text{mm}$ ，液位低低报警 |

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 一次风机润滑油过滤器差压 | MPa | <0.1 | 0.1 | | | | >0.1MPa, 差压高报警 |
| 一次风机液压油供油压力 | MPa | >2.0 | | 7.0 | 1.0 | 0.8 | >2.0MPa, 风机启动允许 <1.2MPa, 大屏报警 <1.0MPa, 联启备泵, 延时 15s <0.8MPa, 风机跳闸, 延时 30s |
| 一次风机液压油温度 | ℃ | 25~50 | 50 | | 15 | | >35℃加热器撤出, <25℃加热器投入; >50℃温度高报警 <15℃温度低报警 |
| 一次风机液压油箱油位 | mm | >420 | | | 420 | 350 | <420mm, 液位低报警 <350mm, 液位低低报警 |
| 一次风机液压油过滤器差压 | MPa | <0.5 | 0.5 | | | | >0.5MPa, 差压高报警 |

3.7.5 一次风机的停运

3.7.5.1 一次风机停运前应再次核对磨煤机及机组负荷允许停运一次风机。（正常运行时停用第一台一次风机应确认磨煤机运行不超过三台，机组负荷 $\geq 50\%$ BMC。停用最后一台一次风机时，应确认所有磨煤机均已停运。）

3.7.5.2 撤出待停一次风机动叶自动，逐渐关小待停止一次风机的动叶，直至关闭。检查另一台一次风机运行正常或已停运。

3.7.5.3 停运前做好防一次风机倒转措施，停止一次风机运行，一次风机电流到零，检查风机出口挡板自动关闭，就地确认停运一次风机无倒转。

3.7.5.4 注意另一台一次风机正常运行时，就地检查停运一次风机不倒转，否则应采取防止倒转措施。

3.7.5.5 正常停运最后一台一次风机一般在密封风机停运后方可进行。

3.7.5.6 一次风机停止后，轴承温度稳定在 50℃以下，且短时间内不启动，可停止风机轴承润滑油系统运行。

3.7.6 风机常见异常及故障处理

3.7.6.1 风机动叶调节装置故障

a) 现象

- 1) 自动调节失灵，动叶自动撤出。
- 2) 无法调节风量或调节不灵敏。

b) 原因

- 1) 液压油工作压力太低。
- 2) 动叶液压调节装置故障。
- 3) 电动执行机构和液压缸间连接不良。
- 4) 电动执行机构故障或失去电源。

c) 处理

- 1) 就地检查原因，并通知维护人员前来处理。
- 2) 保持该风机动叶原开度，尽可能维持负荷稳定，并汇报值长，撤出机组远控。
- 3) 若属执行机构失电，撤出动叶自动，必要时可就地手动操作。
- 4) 执行机构故障时，加强炉膛负压、风量、制粉系统的监视。

3.7.7 风机失速

a) 现象

- 1) 风机发失速报警，“风机异常”大屏报警。
- 2) 风机出口母管压力下降，流量突降。
- 3) 失速风机振动、噪声增大，动叶快速开大。
- 4) 失速风机电流下降，正常运行风机电流升高。
- 5) 炉膛负压或风量大幅度波动。

b) 原因

- 1) 受热面、空预器严重积灰或风道挡板误关，引起系统阻力增大，造成风机动叶开度与进入的风量、烟气量不相适应，使风机进入失速区。
- 2) 风机运行工况大幅度变化(风量小，压力高)。
- 3) 两台风机并列运行时，动叶调节特性变差，发生“抢风”现象，使其中一台风机进入不稳定区域运行。
- 4) 机组在高负荷时，风机出力过负荷。
- 5) 并列运行的一台风机动叶发生卡涩，造成两台风机出力偏差大。

c) 处理

- 1) 立即将失速风机动叶撤出自动调节，并迅速关小失速风机的动叶，使其脱离失速区，同时调节引、送风机，维持炉膛压力在允许范围内。
- 2) 若因风烟系统的风门、挡板被误关引起风机失速，应立即开启，同时调整动叶开度。若风门、挡板故障，立即降低锅炉负荷，联系检修处理。
- 3) 若风机并列操作中发生失速，应停止并列，尽快关小失速风机动叶，查明原因消除后，再进行并列操作。
- 4) 若一次风机失速，注意一次风母管压力变化，必要时立即减小给煤量，防止磨煤机堵煤。调整二台风机动叶开度、电流相接近。调整过程中，注意保持正常风煤比，若有磨煤机堵煤现象，则应特别注意实际水煤比监视和调整，维持机组各参数正常。
- 5) 检查确认风机运行正常后，恢复风机出力，尽力避开原失速工况。交替开大原失速风机动叶和关小正常风机动叶，使两台风机出力相同。重新投入风机动叶自动，并加强监视。
- 6) 处理操作应缓慢，并应维持风压合适和稳定，防止由于风压大幅波动造成锅炉燃烧不稳而 MFT 动作。若发生 MFT，应按 MFT 动作处理。

3.7.7.1 风机喘振

a) 现象

- 1) 风机“喘振”报警。
- 2) 风机振动、噪音增大。
- 3) 风机出口压力、风机电流大幅度晃动。

b) 原因

- 1) 风机动叶开度过大。
- 2) 两台风机并联运行时，负荷分配不均。
- 3) 风机出口风门、挡板脱落或误关。

c) 处理

- 1) 严禁风机在喘振区运行，若风机发生喘振现象时，应立即关小动叶，禁止开大动叶。
- 2) 检查风机出口风门或挡板是否已经开足。
- 3) 降低风机出力，调整燃烧，保持炉膛负压稳定。

- 4) 当喘振消失后，应检查确认风机运行正常，才允许重新增加动叶开度，恢复风机出力，尽量避免在喘振区运行。

3.8

密封风机

3.8.1 密封风机启动前的检查

3.8.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.8.1.2 密封风机进口滤网完好，内部清洁。

3.8.1.3 检查密封风机轴承油位正常，油质无乳化现象，轴承冷却水系统投入正常。

3.8.1.4 开启密封风机出口手动隔离挡板。

3.8.1.5 关闭密封风机进口电动风门

3.8.2 密封风机启动

3.8.2.1 检查密封风机启动条件满足，至少一台一次风机运行，冷一次风母管压力正常。

3.8.2.2 启动一台密封风机，检查密封风机进口挡板自动开启。

3.8.2.3 检查风机转向正确，出口切向挡板开启正常

3.8.2.4 待出口母管风压正常后，投入联锁，检查备用密封风机进口电动风门自动开启。

3.8.2.5 注意检查密封风机各运行参数正常。

3.8.3 密封风机的切换

3.8.3.1 按照辅机运行通则进行启动前检查。

3.8.3.2 检查备用密封风机进口电动风门已开启。

3.8.3.3 确认备用密封风机具备启动条件，启动备用密封风机，查运行正常。

3.8.3.4 密封风机出口折向挡板切换至另一台风机侧。

3.8.3.5 检查密封风母管压力正常，运行磨煤机密封风与一次风差压正常，停运原运行密封风机。

3.8.3.6 注意检查密封风机各参数正常，停运的密封风机无倒转，联锁投入，且密封风机进口电动风门、进口电动调节风门开启。

3.8.4 密封风机的运行维护

3.8.4.1 正常情况下，密封风机一台运行，另一台备用。

3.8.4.2 备用风机联锁投入，若运行风机因故障跳闸或密封风母管压力低时，备用风机应自启动。

3.8.4.3 检查密封风机出口压力正常，进口滤网压差正常。

3.8.5 密封风机运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-----|-------|-----|----|----|----|------------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 密封风机出口压力 | kPa | >12.5 | 15 | | 12 | 11 | <12kPa，大屏报警 <11kPa，联启备用风机 |
| 密封风机进口滤网差压 | kPa | <2 | 2 | 3 | | | >2kPa，参数报警 >3kPa，大屏报警 |
| 密封风机轴承温度 | ℃ | <70 | 85 | 95 | | | >85℃，大屏报警 >95℃，跳闸风机，延时 2s |

| | | | | | | | |
|------------|---|-----|----|----|--|--|------------------------------|
| 密封风机电机轴承温度 | ℃ | <70 | 85 | 95 | | | >85℃，大屏报警 >95℃，跳闸风机，延时 2s |
|------------|---|-----|----|----|--|--|------------------------------|

3.8.6 密封风机的停运

3.8.6.1 检查所有制粉系统停运。

3.8.6.2 撤出密封风机联锁。

3.8.6.3 调节热一次风母管压力<3.0kPa，停止密封风机运行。

3.9 火检冷却风机

3.9.1 火检冷却风机启动前检查

3.9.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.9.1.2 检查各火检探头冷却风手动隔离阀开启。

3.9.1.3 火检冷却风机自动切换挡板开关灵活，无卡涩现象，其挡板指示正确。

3.9.1.4 确认冷一次风至火检冷却风母管手动隔离阀开启。

3.9.1.5 冷一次风至火检冷却风电动挡板已送电。

3.9.1.6 火检冷却风出口母管电动挡板已送电。

3.9.1.7 检查入口滤网清洁。

3.9.2 火检冷却风机的启动

3.9.2.1 在锅炉点火前，应投入火检冷却风机运行。

3.9.2.2 启动一台火检冷却风机，检查风机转动方向正确，火检冷却风出口母管电动挡板联锁开启，出口挡板自动切向运行侧。火检冷却风出口母管电动挡板开启。

3.9.2.3 检查火检风机运行正常，其出口风压及火检冷却风压力指示正常，无火检风压低报警。

3.9.2.4 投入备用火检冷却风机联锁。

3.9.3 火检冷却风机的运行维护

3.9.3.1 正常运行中火检冷却风机应保持一台运行，一台备用，备用风机联锁投入。

3.9.3.2 定期检查风机连接管道、法兰、螺丝完好无松动，风机及电机的振动应在正常范围内。

3.9.3.3 火检冷却风机电机温度、轴承温度及出口压力应正常，风机进口滤网差压应在规定值以内。

3.9.3.4 按时完成火检冷却风机定期切换工作。

3.9.4 火检冷却风机运行参数限额

| 项 目 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------------|-----|-----|----|---|----|--|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 火检冷却风机出口压力 kPa | 8 | | | 5 | 4 | ≤5kPa，参数报警 ≤4kPa，联启备用风机 ≤3kPa（3取2），MFT |
| 火检冷却风机进口滤网差压 kPa | <1 | 1.5 | | | | ≥1.5kPa，参数报警 |

3.9.5 火检冷却风机的停运

3.9.5.1 停炉后待炉膛出口烟温<50℃以下，方可停止火检冷却风机运行。

3.9.5.2 撤出火检冷却风机联锁。

3.9.5.3 停止火检冷却风机运行。

3.9.6 常见异常及故障处理

3.9.6.1 火检冷却风压力低

a) 现象

- 1) 大屏及 DCS 发火检风压低报警(压力 $\leq 5\text{kPa}$)。
- 2) 火检冷却风母管压力低报警(压力 $\leq 4\text{kPa}$)。
- 3) 火检冷却风母管压力 $\leq 3\text{kPa}$

b) 原因

- 1) 运行火检冷却风机跳闸, 备用火检冷却风机因故未自启。
- 2) 火检冷却风机进口滤网脏堵严重。
- 3) 火检冷却风机出口切换挡板故障。
- 4) 火检冷却风母管泄漏严重。

c) 处理

- 1) 若火检冷却风机跳闸, 备用火检冷却风机未联锁启动, 手动抢启备用风机一次。
- 2) 若备用风机手动启动不成功, 则关闭火检冷却风机出口电动挡板, 开启冷一次风至火检冷却风电动挡板, 检查火检冷却风压恢复正常, 火检冷却风机无倒转, 否则联系维护处理。在切换过程中加强火检信号监视, 防止因管道积灰而影响火检强调。
- 3) 若发生火检冷却风机出口切换挡板故障, 应先将火检风切至冷一次风供后, 及时检修故障挡板。
- 4) 若火检冷却风母管泄漏严重, 应及时封堵, 并联系检修处理。
- 5) 火检冷却风由冷一次风供时, 尽量保持冷一次风压稳定, 防止较大波动。
- 6) 若 30min 后火检冷却风压力低无法恢复, 确定锅炉 MFT 动作正确。

3.10 制粉系统

3.10.1 磨煤机启动前的检查

3.10.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.10.1.2 投入 A/B/D/E 磨煤机润滑油系统

- a) 检查润滑油箱油位正常, 油质合格, 油温 $>28^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 油过滤器完整, 切换灵活, 切换手柄切至单侧过滤器运行。
- c) 检查油冷却器完好, 冷却水已投运, 阀门状态正确, 冷却水畅通。
- d) 检查油站各溢流阀、压力开关、温度开关、流量开关等均已设定好, 检查各仪表一次阀均开启。
- e) 检查油箱电加热器、油泵和电机完好, 并已送电。
- f) 启动润滑油泵, 检查润滑油压不低, 检查运行正常, 备用油泵无倒转, 润滑油系统无泄漏, 投入备用联锁。

3.10.1.3 C/F 永磁磨煤机检查油池油位正常, 油质合格, 油温 $<70^{\circ}\text{C}$ 。

3.10.1.4 C/F 磨煤机变压器、变频器无故障报警

3.10.1.5 确认磨煤机各风门挡板开关灵活, 传动装置良好。

- 3.10.1.6 检查磨煤机消防蒸汽母管疏水阀开启，消防蒸汽电动总阀开启，调节母管压力正常，各磨煤机消防蒸汽气动隔离阀关闭。
- 3.10.1.7 确认对应燃烧器完好，内二次风门、中心风门、冷却风气动门、外二次风电动阀和及对应层的二次风电动调节风门位置正确。确认一次风机、密封风机运行正常，一次风、密封风压力正常。
- 3.10.1.8 开启磨煤机密封风手动隔离挡板。
- 3.10.1.9 开启密封风至磨煤机热一次风快关挡板隔离阀。
- 3.10.1.10 确认动态分离器变频器电源已送上，控制方式在“遥控”位置，控制柜无异常报警。
- 3.10.1.11 确认磨煤机石子煤系统可投运，检查石子煤斗清空。
- a) 检查磨煤机石子煤斗相关管路连接完整，阀门动作灵活，关闭严密，无泄漏。
 - b) 各开关、表计、测点、联锁、保护装置和控制系统完好且已投运，仪表就地一次阀已开启。
 - c) 检查石子煤斗工业水阀已关闭。
 - d) 磨煤机启动前，确认该磨煤机石子煤斗检修门开启，石子煤斗入口门开启。
- 3.10.2 给煤机启动前的检查
- 3.10.2.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 3.10.2.2 确认给煤机控制柜电源已送上，控制方式在“远方”位置。
- 3.10.2.3 确认给煤机低电压穿越装置切换开关在“投入”。
- 3.10.2.4 给煤机称重系统校对完毕，皮带张力调整适当，皮带无跑偏。
- 3.10.2.5 给煤机密封风隔离挡板开启，给煤机密封风进口电动挡板开启。
- 3.10.2.6 虾米曲线一体化煤斗控制柜电源、气源送上，煤仓内有足够的存煤。
- 3.10.2.7 给煤机电机减速箱油位正常，清扫链、皮带刮板完好。
- 3.10.2.8 开启给煤机进口气动隔离挡板、出口电动隔离挡板。
- 3.10.3 制粉系统启动
- 3.10.3.1 确认磨煤机润滑油系统投运达 15min 以上（C/F 磨油池油位正常）。
- 3.10.3.2 将对应层燃烧器两侧二次风调节风门投入自动，开度正常，检查确认其内二次风门、外二次风电动阀在规定位置。
- 3.10.3.3 检查机组负荷 $>400\text{MW}$ ，否则应投用磨煤机对应层油枪（A、B、D、F 磨），检查运行正常。
- 3.10.3.4 开启磨煤机出口快关门。
- 3.10.3.5 开启对应磨煤机各燃烧器进口电动插板门。
- 3.10.3.6 开启磨煤机密封风电动隔离挡板。
- 3.10.3.7 开启磨煤机冷、热一次风快关挡板，确认磨煤机燃烧器冷却风关闭。
- 3.10.3.8 调节磨煤机冷、热一次风调节挡板
- 3.10.3.9 查磨煤机出口温度为 $65^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.10.3.10 检查磨煤机启动条件满足。
- 3.10.3.11 启动磨煤机，检查磨煤机电流回小正常、振动正常，无异音。

- 3.10.3.12 检查磨煤机动态分离器自动联启，检查电流、转速正常，就地确认皮带无打滑。
- 3.10.3.13 调整磨煤机的一次风量 $>104\text{t/h}$ 。
- 3.10.3.14 检查给煤机启动条件满足。
- 3.10.3.15 启动给煤机，检查落煤正常，清扫链运行正常。
- 3.10.3.16 逐渐增加给煤机出力 25t/h 以上，检查磨煤机动态旋转分离器转速增加正常。
- 3.10.3.17 检查煤火检强度、磨煤机出口温度、进出口差压、电流、振动、一次风量等正常。
- 3.10.3.18 检查对应燃烧器调风盘处于正常运行位置，投入磨煤机风温、风量自动，逐渐增加给煤机出力或投入给煤机自动。
- 3.10.3.19 根据需要撤出磨煤机对应层油枪。
- 3.10.4 制粉系统运行与维护
- 3.10.4.1 给煤机的运行维护
- 给煤机运行应平稳、无振动、无异响，皮带无跑偏、无异物卡涩、无破损。
 - 给煤机称重装置正常，运行方式正常，称重托辊转动正常，辊子上无结煤。
 - 给煤机内无杂物或大块煤、湿煤堵塞，皮带刮板完好，无脱落。
 - 给煤机清扫链运行正常，底盘无积煤。
 - 减速器油位正常，油质合格，无渗油。
 - 密封风供应良好，给煤机内部、原煤仓温度正常，无过热、冒烟现象。
 - 给煤机下煤正常，无堵煤报警。
 - 就地控制盘无异常报警信号，煤量显示正常。
- 3.10.4.2 磨煤机的运行维护
- 检查磨煤机润滑油供油压力、油温正常，齿轮箱油池油位、油色正常。
 - 当润滑油过滤器差压 $>0.2\text{MPa}$ 时，应及时切换，并联系检修清理。
 - 检查润滑油冷却水、电加热器工作正常，控制齿轮箱润滑油应温度 $<75^{\circ}\text{C}$ ，油箱油温在 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。
 - 制粉系统的正常运行时，重点监视各喷燃器煤粉着火稳定，火检信号正常。增减煤量时，应维持磨煤机出口温度稳定，正常控制在 $65^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 之间。
 - 检查磨煤机本体及电机振动正常，电流正常，密封风与一次风的差压 $>1.25\text{kPa}$ 。维持旋转分离器和磨煤机密封风与磨碗压差正常，检查磨煤机本体及管道各部分不漏粉。
 - 检查旋转分离器轴承及电机振动、温度正常，电流及转速正常，传动皮带没有打滑现象，可根据锅炉燃烧情况对旋转分离器转速偏值进行适当调整，控制煤粉最佳细度。
 - 检查磨煤机本体及各人孔门，检修门，出口粉管，底部传动盘处密封等无煤粉外泄现象。底部传动盘密封与转动部分应无异常碰磨现象。
 - 当给煤机平均出力达到 80% 应增加一组制粉系统运行；当给煤机平均出力降到 50% 应停运一组制粉系统运行。
 - 备用磨煤机应定期进行切换，煤粉细度应每月化验一次。
- 3.10.5 制粉系统运行参数限额

| 项 目 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------|---------|------|----|---|----|-----------------------|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 磨煤机电流 A | <79.4 | 79.4 | | | | $>79.4\text{A}$ ，参数报警 |

| | | | | | | |
|--------------------|-------|-----|------|------|------|---|
| 磨煤机出口温度℃ | 65~85 | 93 | 105 | 65 | | >93℃, 大屏报警 >105℃, 跳闸磨煤机, 延时 3s |
| 磨煤机一次风量 t/h | >128 | | | 120 | 100 | <100t/h, 大屏报警 <65%额定风量, 延时 60s 跳磨 <50%额定风量, 延时 10s 跳磨 |
| 磨煤机磨碗上下差压 kPa | <3.5 | 3.5 | | | | >3.5kPa, 参数报警 |
| 磨煤机出口风粉混合压力 kPa | >3.5 | | | 3.5 | | ≤3.5kPa, 参数报警 |
| 磨煤机一次风压力 kPa | >7 | | | 7 | | >7kPa 磨煤机允许启动条件 |
| 磨煤机密封风/一次风差压 kPa | >2 | | | 1.25 | | ≤1.25kPa, 大屏报警 |
| 磨煤机推力瓦轴承温度℃ | <75 | 75 | 80 | | | ≥75℃, 参数报警 ≥80℃, 跳闸磨煤机, 延时 2s |
| 磨煤机齿轮箱输入轴承温度℃ | <85 | 85 | 90 | | | ≥85℃, 参数报警 ≥90℃, 跳闸磨煤机, 延时 2s |
| 磨煤机电机轴承温度℃ | <85 | 85 | 95 | | | >85℃, 参数报警 >95℃, 跳闸磨煤机, 延时 2s |
| 磨煤机电机定子线圈温度℃ | <135 | 135 | | | | >135℃, 参数报警 |
| 磨煤机旋转分离器上轴承温度℃ | <93 | 93 | 107 | | | >93℃, 参数报警 >107℃, 跳闸分离器, 延时 2s |
| 磨煤机旋转分离器上轴承温度 | <93 | 93 | 107 | | | >93℃, 参数报警 >107℃, 跳闸分离器, 延时 2s |
| 磨煤机润滑油压力 MPa | 0.2 | | | 0.09 | 0.07 | 油压低, 联启油泵 油压太低, 跳闸磨煤机, 延时 3s |
| 磨煤机润滑油过滤器差压 MPa | <0.2 | 0.2 | | | | >0.2MPa, 差压高报警 |
| 磨煤机润滑油温度℃ | >30 | 50 | | 25 | | >25℃, 磨煤机启动允许 |
| 磨煤机润滑油箱温度℃ | 35~40 | 40 | 65 | 35 | 25 | ≤35℃, 启动电加热器 ≥40℃, 停运电加热器 ≥65℃, 报警 |
| 磨煤机润滑油箱油位 mm | >200 | | | 200 | | <200mm, 液位低报警 |
| 给煤机温度℃ | <70 | 70 | | | | >70℃, 大屏报警 |
| 给煤机转速 r/min | | | 1400 | | | >1400r/min, 延时 15s, 大屏报警。 |
| 给煤机煤量设定值与反馈值偏差 t/h | | 15 | | | | >15t/h, 给煤机自动撤出, 大屏报警。 |
| 原煤仓煤位 m | >7 | | | 7 | 5 | <7m, 参数报警 <12.5m, 给煤机运行时大屏报警 |

3.10.6 制粉系统的停运

3.10.6.1 给煤机切至手动调节, 逐渐减小给煤机指令至 25%, 注意监视磨煤机振动及电流。在整个减出力过程中, 应严格控制磨煤机出口温度在正常范围内, 同时应注意其它运行给煤机煤量不过负荷。

3.10.6.2 调节磨煤机风温, 逐渐开大冷一次风调节挡板、关小热一次风调节挡板, 逐渐降低磨煤机出口温度至 65℃。

3.10.6.3 关闭给煤机进口气动隔离挡板, 待皮带存煤走空后, 停运给煤机, 检查清扫链联锁停运。

3.10.6.4 给煤机停运后, 磨煤机继续运行 10min, 当磨煤机出口温度降至 50℃, 磨煤机内煤粉吹扫干净后(根据磨煤机电流及磨碗差压来判断), 停止磨煤机运行。

3.10.6.5 关闭磨煤机冷、热风快关挡板及调节挡板。

3.10.6.6 继续保持磨煤机润滑油泵运行，待齿轮箱油温 $<40^{\circ}\text{C}$ 停止磨煤机润滑油泵，若磨煤机短时停用，润滑油泵可继续维持运行。

3.10.6.7 若停炉过程中，锅炉处于低负荷停止制粉系统时，应保证锅炉燃烧稳定，保持相邻对冲层的制粉系统运行。在停运最后两层制粉系统前，应先将相应层的油枪（或微油）投入运行，直到制粉系统全部停运。最后一台磨煤机停运时投入微油模式，待吹扫完成撤出微油模式。

3.10.6.8 A/B 磨煤机停运后，确认各燃烧器乏气风门关至最小位置。

3.10.6.9 磨煤机停运后，根据需要停用该磨煤机对应层的油枪或微油点火装置。

3.10.7 石子煤斗运行维护

3.10.7.1 磨煤机运行时，其石子煤排放应通畅，石子煤量应检查正常，出现堵塞、冒烟、火星等异常时，应及时汇报处理。

3.10.7.2 石子煤应及时清运，保证磨煤机正常排放，并防止过热着火，甚至爆燃，堆积不得过满而影响现场文明生产。

3.10.7.3 磨煤机停运后石子煤斗内的石子煤应及时排空，不得滞留。

3.10.7.4 定期检查磨煤机石子煤排放管温度正常，石子煤斗料位正常，当石子煤排放量异常增加或含煤量较多的时候，应及时对磨煤机的运行工况进行调整，无法调整时将磨煤机停运检查。当磨煤机长时间没有石子煤排放时应检查石子煤排放管是否堵塞，石子煤刮板是否损坏等。

3.10.7.5 磨煤机碾磨区、石子煤刮板处无异常声音、振动，应定期清理磨煤机中的石子煤，煤质差时，应增加清理次数，以防石子煤过多而造成磨煤机内堵塞、结焦。

3.10.8 制粉系统常见异常及故障处理

3.10.8.1 磨煤机出口温度异常

a) 现象：

1) 磨煤机出口温度异常报警。

b) 原因

1) 磨煤机出口风温自动调节故障。

2) 磨煤机冷、热风调节挡板故障或自动控制失灵。

3) 原煤太湿。

4) 给煤机断煤、皮带打滑、给煤机落煤管堵煤或给煤机故障导致煤量突减。

5) 磨煤机着火。

6) 温度测量不准确或风量测量不准确。

c) 处理

1) 发现磨煤机出口温度异常报警，立即确认磨煤机出口温度测量是否正确。

2) 调节磨煤机冷、热风调节挡板，控制磨煤机出口温度正常，冷、热风调节挡板故障时，联系检修处理。

3) 若由于给煤机故障、断煤或落煤管堵煤等原因造成进入磨煤机内实际煤量突减，视情况投对应层点火油枪助燃，停运给煤机，及时撤出冷、热风调节挡板自动，进行手动调节，并通知检修处理；如故障严重短时无法处理，则应及时停运磨煤机。处理过程中应根据机组负荷情况及时撤出燃料主控自动，防止其它磨煤机堵煤。

- 4) 若磨煤机出口温度自动调节故障或冷、热风调节挡板故障，应及时撤出冷、热风调节挡板自动，进行手动调节，必要时令巡检就地手动干预调节，若磨煤机出口温度无法控制，应停止磨煤机运行。
- 5) 原煤太湿时，应适当降低给煤量，适当开大热风调节挡板，关小冷风调节挡板。
- 6) 处理过程中，应加强锅炉水煤比和中间点过热度的监视调整，维持主、再汽温在正常范围。

3.10.8.2 磨煤机堵煤

- a) 现象
 - 1) 磨煤机出口温度降低。
 - 2) 磨煤机进、出口差压高。
 - 3) 磨煤机电流增大。
 - 4) 磨煤机一次风量异常降低。
 - 5) 机组负荷和汽温可能下降。
- b) 原因
 - 1) 磨煤机风煤比失调未及时调整。
 - 2) 给煤量过多或给煤机标定不正确。
 - 3) 一次风量过低或一次风量标定不正确。
 - 4) 原煤含水量大，干燥出力不足。
 - 5) 石子煤斗堵塞、满料或刮板断裂。
- c) 处理
 - 1) 当堵煤严重时，应立即停止给煤机运行，并关注其他磨煤机煤量增加正常，根据需要适当减负荷。
 - 2) 当堵煤现象出现，尚可维持运行时，应适当减少给煤量，提高一次风量及一次风温。同时注意突然吹通后，引起水煤比失调使汽压、汽温突升。
 - 3) 检查石子煤斗排放情况，及时清空石子煤斗。
 - 4) 处理过程中，应加强水煤比和中间点温度变化的监视和调整，维持机组参数在正常范围。
 - 5) 若处理无效，则停止磨煤机运行并隔离，通知检修处理。

3.10.8.3 磨煤机断煤

- a) 现象
 - 1) 磨煤机电流下降。
 - 2) 磨煤机及传动装置声音异常，振动加大。
 - 3) 给煤机断煤信号发出或给煤机电流异常升高或下降。
 - 4) 磨煤机出口温度升高。
 - 5) 机组负荷，主、再热汽温可能下降。
- b) 原因
 - 1) 给煤量过低或给煤机故障或跳闸。
 - 2) 原煤仓堵煤或烧空。
 - 3) 磨煤机落煤管堵塞。
- c) 处理
 - 1) 控制磨煤机出口温度，降低一次风量，关小热一次风调节挡板。
 - 2) 增加其它磨煤机出力，维持机组负荷及主、再热汽温稳定。
 - 3) 若因磨煤机落煤管堵煤，造成磨煤机断煤，应停止磨煤机运行。

- 4) 若短时间断煤应加强监视，调节冷、热风调节挡板，维持磨煤机出口温度在正常范围内。
 - 5) 若原煤斗不下煤，应投入空气炮装置，无效则停止制粉系统运行，联系检修处理。
- 3.10.8.4 磨煤机动态分离器皮带打滑

a) 现象

- 1) 磨煤机动态分离器电机电流下降。
- 2) 磨煤机电流下降，总煤量略有下降。
- 3) 锅炉主、再汽温上升。

b) 原因

- 1) 磨煤机动态分离器传动皮带过松。
- 2) 磨煤机煤量过大。

c) 处理

- 1) 立即就地确认磨煤机动态分离器转速及打滑程度，减小给煤机煤量，加强其他运行磨煤机的监视，防止煤量增加后堵煤。
- 2) 将磨煤机动态分离器转速调低，监视电流回升情况。
- 3) 处理过程中，加强主、再汽温及压力的监视，防止煤粉进入炉膛过多而超温、超压；必要时可适当降低机组负荷或调低主、再汽温。
- 4) 处理过程中，加强锅炉中间点温度的监视，若锅炉分离器出口过热度升高，可适当增加给水进行控制，但要注意不要引起机组超负荷或锅炉超压。
- 5) 若通过减小煤量或设定磨煤机动态分离器转速消除皮带打滑则，重新增加煤量，维持磨煤机正常运行，若不能处理皮带打滑现象，则应进行磨煤机切换，停运后查找原因消除磨煤机动态分离器皮带打滑故障。

3.10.8.5 磨煤机着火

a) 现象

- 1) 磨煤机出口温度高报警，温度急剧上升。
- 2) 磨煤机外壳温度异常升高。
- 3) 石子煤斗有火星出现。

b) 原因

- 1) 磨煤机出口温度控制不当。
- 2) 易燃物进入磨煤机。
- 3) 一次风室内石子煤量多或煤粉沉积在一次风室内。
- 4) 停磨时未吹扫干净，炉膛正压时造成回火。

c) 处理

- 1) 正常运行时，磨煤机出口温度控制在 $75^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，当磨煤机出口温度 $>92^{\circ}\text{C}$ 时，应采取适当增加磨煤机进煤量（应保证磨煤机不过载），关小热风调节挡板、开大冷风调节挡板等措施，控制磨煤机出口温度在正常范围。
- 2) 磨煤机出口温度达 105°C 时，磨煤机紧急停运，给煤机联跳。关闭磨煤机冷、热风快关门、磨煤机出口快关门、给煤机进口门及密封风门、磨煤机密封风电动隔离阀、磨煤机石子煤排放阀。
- 3) 磨煤机完全隔离后，磨煤机出口温度仍继续上升到 105°C 并就地确认着火，开启辅汽至消防蒸汽电动阀及辅汽至着火磨煤机消防蒸汽气动阀。
- 4) 待磨煤机出口温度恢复正常后，停止磨煤机蒸汽灭火，做好安全隔离措施，磨煤机外壳温度正常后，联系检修进行内部检查和清理工作。确认设备正常，方可投入磨煤机运行。

- 5) 备用的磨煤机应注意磨煤机出口温度，当温度异常上升时，立即将磨煤机完全隔离并投入消防蒸汽灭火。等到磨煤机出口温度恢复正常后，停止磨煤机蒸汽灭火，做好安全隔离措施交检修检查清理。
 - 6) 当磨煤机外壳温度冷却到室温后，可打开磨煤机，进行内部检查和清理工作。
 - 7) 当检查清理结束后，确认设备正常后，方可投入磨煤机运行。
- 3.10.8.6 磨煤机润滑油系统压力低

a) 现象

- 1) 磨煤机润滑油母管供油压力低报警。
- 2) 磨煤机润滑油齿轮箱温度高(或磨煤机减速机润滑油温高)报警。

b) 原因

- 1) 润滑油箱油位低，或润滑油泵进口堵塞。
- 2) 润滑油泵电机失电或机械故障、出力下降。
- 3) 润滑油泵出口压力释放阀误动。
- 4) 油泵出口泄压阀定值太低。
- 5) 润滑油过滤器堵塞或油系统阀门误动，油管路破裂或泄漏严重。
- 6) 润滑油温高，粘度过低，油质不符合要求。

c) 处理

- 1) 检查润滑油系统阀门状态是否正确，是否有泄漏；若油池油位低，应及时补油。
- 2) 若油管发生破裂大量泄油时，应立即停止磨煤机运行。
- 3) 若滤网差压高应及时切换，并联系检修处理。
- 4) 若油质脏或不符合要求时应换油。
- 5) 若油泵出口泄压阀定值太低，联系检修处理。
- 6) 若油泵故障、出力下降，切至备用油泵运行，通知检修处理油泵故障。
- 7) 润滑油温高时，应检查加热器是否误投入，检查润滑油冷油器工作是否正常，检查冷却水阀门位置和冷却水量。如油中进水，导致油质变差，应停运磨煤机。
- 8) 若润滑油供油母管压力低于 0.09MPa 时应报警联启备用油泵，油压低于 0.07MPa 时，磨煤机应自动跳闸，否则立即手动停运。

3.10.8.7 给煤机煤量异常

a) 现象

- 1) 给煤量指示出现异常或跳变，同时给水量也出现同样异常变化。
- 2) 若给煤机测量元件异常，操作员站上有报警。
- 3) 中间点过热度异常变化，严重或持续时间较长时过热汽温、再热汽温异常变化。
- 4) 磨煤机断煤或堵煤可能报警。

b) 原因

- 1) 给煤机称重元件故障。
- 2) 给煤机转速控制异常。
- 3) 给煤机皮带跑偏、打滑或划破。
- 4) 给煤机断煤
- 5) 原煤过湿、清扫链卡等造成给煤机内堵煤。

c) 处理

- 1) 立即检查确认故障的给煤机，并减小其给煤量，若故障严重或给煤量无法控制，应立即停运给煤机，投入对应油枪稳燃。如造成磨煤机断煤、堵煤的按规程相应规定处理。

- 2) 给煤机断煤则就地检查煤斗防堵振打装置自动投入，振打不成功及时停运制粉系统。
- 3) 根据负荷情况及时启动备用磨煤机运行。
- 4) 停运给煤机后，注意控制磨煤机出口温度，吹扫正常后停运。
- 5) 检查故障原因，或做好安措，联系检修处理。
- 6) 处理过程中密切注意实际水煤比和汽温的变化，及时手动干预调整。若汽温严重超限或突降，按规定果断停机停炉，防止发生汽机水击和受热面损坏，导致事故扩大。

3.10.8.8 磨煤机跳闸

a) 现象

- 1) “磨煤机跳闸”大屏报警，对应层火检失去。
- 2) 总煤量突降，机组负荷下降，汽温、汽压下降。
- 3) 炉膛压力低可能报警。
- 4) RB 可能动作。

b) 原因

- 1) 磨煤机保护动作。
- 2) 就地手揪事故按钮。
- 3) 磨煤机电气故障或失电。

c) 处理

- 1) 磨煤机跳闸后，若 RB 动作，按 RB 动作的有关规定进行处理；若 RB 未动作，则应根据情况适当增加运行磨煤机煤量，但应注意防止磨煤机堵煤。
- 2) 若低负荷时磨煤机跳闸，应首先关注炉膛燃烧情况，及时投油助燃，保持燃烧稳定。
- 3) 确认给煤机联跳正常，磨煤机动态分离器自动停运；跳闸磨煤机冷、热快关挡板、出口快关门关闭。
- 4) 处理过程中，严密监视给水自动及中间点温度、分离器水位的变化，必要时通过给水流量修正控制汽温变化。
- 5) 检查除氧器、凝汽器水位调节正常，轴封汽压力、温度正常，检查主机振动等其它参数均在正常范围内。
- 6) 查明原因处理后，重新启动跳闸磨煤机前，先缓慢开启磨煤机冷风调节挡板，对磨煤机进行通风吹扫，启动磨煤机后，尽快启动给煤机，防止水燃比失调，防止汽压、汽温突升。
- 7) 若磨煤机跳闸后，短时无法投运，则应关闭冷、热风快关挡板、磨煤机出口快关挡板，若发现内部着火时，投入磨煤机消防蒸汽灭火，待磨煤机内煤粉不会自燃后，联系检修将磨煤机内存煤清理干净。
- 8) 锅炉 MFT 导致跳闸的磨煤机在重新启动前应进行磨煤机吹扫，冷风挡板应手动控制，并缓慢开大，防止大量煤粉冲入炉膛而引起爆燃。

3.11 炉前燃油系统

3.11.1 炉前燃油系统投运前检查

3.11.1.1 确认燃油系统、燃油蒸汽吹扫系统、压缩空气吹扫系统、火检冷却风系统各设备检修工作结束，工作票已终结，现场清洁，现场消防设备齐全。

3.11.1.2 燃油系统所属各表计齐全好用，开启一次阀，气动阀控制气源送上。

3.11.1.3 检查炉前燃油进油滤网 A 和 B 前、后隔离阀关闭。

- 3.11.1.4 开启进油流量计前后隔离阀，关闭其旁路阀。
- 3.11.1.5 开启燃油管路蓄能器隔离阀。
- 3.11.1.6 确认燃油泄漏试验阀关闭，燃油进油快关阀关闭。
- 3.11.1.7 开启微油进油母管隔离阀。
- 3.11.1.8 开启 B/F 层微油回油隔离阀。
- 3.11.1.9 确认燃油回油快关阀关闭。
- 3.11.1.10 各油枪进油气动阀、隔离阀关闭。
- 3.11.1.11 检查关闭炉前燃油进、回油母管吹扫隔离阀，开启其疏水阀。
- 3.11.1.12 检查各油枪吹扫气动阀关闭、开启其前隔离阀。
- 3.11.1.13 关闭微油助燃/冷却风隔离总阀、开启各微油枪助燃风隔离阀。
- 3.11.1.14 关闭微油枪雾化/吹扫风母管 A/B 滤网隔离阀。
- 3.11.2 炉前燃油系统蒸汽吹扫系统的投运。
- 3.11.2.1 确认油枪蒸汽吹扫隔离总阀关闭。
- 3.11.2.2 开启油枪蒸汽吹扫母管疏水阀。暖管结束后关闭油枪蒸汽吹扫母管疏水阀，全开油枪蒸汽吹扫隔离总阀。
- 3.11.2.3 调节炉前燃油系统蒸汽吹扫压力 0.6MPa，温度 220~240℃。
- 3.11.3 炉前燃油系统投运
- 3.11.3.1 联系一期确认燃油系统运行正常，燃油母管压力正常，并汇报值长准备投运炉前燃油系统。
- 3.11.3.2 开启燃油回油隔离总阀。
- 3.11.3.3 开启燃油进油 A 或 B 滤网前、后隔离阀。
- 3.11.3.4 开启各油枪进油隔离阀，进行燃油泄漏试验。
- 3.11.3.5 MFT 复归后，开启燃油进、回油快关阀，调整炉前燃油回油调节阀，控制回油流量 3t/h，关闭燃油泄漏试验阀，建立炉前循环。
- 3.11.4 炉前燃油系统运行与维护
- 3.11.4.1 当炉前燃油管道充放油、投停油枪时，加强机组间的沟通，注意燃油母管压力的变化，防止油压的扰动对其他机组的影响。
- 3.11.4.2 锅炉在运行中应保持燃油系统正常运行，需要停止燃油系统运行，应得到值长的许可。
- 3.11.5 炉前燃油系统的运行参数限额

| 项 目 | 单位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|--|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 炉前燃油进油压力 | MPa | 3 | 4 | | 2.5 | 1.5 | <2.5MPa，大屏报警 <2.8MPa，参数报警 >4.0MPa，大屏报警 <1.5MPa，触发 OFT |
| 微油压缩空气吹扫压力 | MPa | 0.6 | | | 0.5 | | |

| | | | | | | | |
|------------|-----|------|-----|--|-----|--|---------------|
| 炉前燃油进油滤网差压 | MPa | <0.3 | 0.3 | | | | >0.3MP, 差压高报警 |
| 吹扫蒸汽母管压力 | MPa | 0.7 | | | 0.5 | | |
| 吹扫蒸汽母管温度 | ℃ | >220 | | | | | |

3.11.6 炉前燃油系统的停运

3.11.6.1 锅炉一旦发生燃烧不稳定时，为能迅速可靠地提供燃油，在锅炉全部燃用煤粉期间，燃油系统及吹扫空气系统一般情况下将不停止运行，而是处于炉前燃油系统带压热备用状态。

3.11.6.2 锅炉停止运行熄火后，及时关闭炉前燃油进油 A 和 B 滤网前、后隔离阀、回油隔离总阀，隔离燃油系统。

3.11.6.3 锅炉燃油系统隔离后应及时汇报值长。

3.11.6.4 若燃油系统长期停运或需检修时应隔离检修部分，放尽内部燃油并吹扫完毕。

3.11.6.5 燃油系统动火工作需开一级动火票。

3.11.7 油枪投运前的检查

3.11.7.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.11.7.2 确认油枪、点火器等电源送上。

3.11.7.3 就地检查各油枪完好，其油管路和吹扫蒸汽管路连接完好，所有油枪的动力气源隔离阀开启。

3.11.7.4 油枪对应的小风门完好，开关正常。

3.11.7.5 检查各油枪燃油快关阀、吹扫阀关闭；各油枪进油手动阀、大油枪吹扫阀前隔离阀开启。

3.11.7.6 检查吹扫蒸汽系统正常，母管压力 0.6MPa。

3.11.7.7 检查燃油系统运行正常，母管压力 3MPa。

3.11.7.8 确认开启各燃烧器中心风隔离挡板。

3.11.7.9 火焰检测系统和炉膛火焰工业电视装置正常。

3.11.7.10 投运第一支油枪前应确认锅炉的总风量在 30%~40%BMCR 之间。

3.11.7.11 确认火检冷却风压力正常。

3.11.8 油枪的投运

3.11.8.1 检查炉膛点火条件满足。

3.11.8.2 检查油枪点火条件满足。

3.11.8.3 单操方式，手动启动油枪点火程序，检查油枪按照点火程序投入。

3.11.8.4 层控方式，手动启动油枪层启动程序，检查油枪按照 5-4-8-1-6-3-7-2 顺序依次执行点火程序。

3.11.8.5 油枪投运过程：

- 推进油枪。
- 油枪推进到位，推进点火器。
- 点火器推进到位，点火器打火，同时开油枪燃油快关阀。
- 点火器点火 10s 后，停止点火，点火器退出。

- e) 若 20s 后油枪的燃油快关阀未开或未检测到火焰，延时 5s 后，油枪跳闸。
- f) 油枪投运后，检查雾化、着火良好。

3.11.9 油枪的正常运行

- 3.11.9.1 油枪在运行中，着火应稳定，雾化良好，无黑烟。
- 3.11.9.2 燃油系统油管、蒸汽吹扫管阀门、仪用气阀接头无泄漏现象。
- 3.11.9.3 炉前油系统应保持油压正常。
- 3.11.9.4 炉前油系统差压正常。

3.11.10 油枪的停运

- 3.11.10.1 单操方式，手动启动油枪停运程序，检查油枪按照停运程序停运。
- 3.11.10.2 层控方式，手动启动油枪层停运程序，检查油枪按照 2-7-3-6-1-8-4-5 顺序依次停运，并执行自动吹扫程序，吹扫完毕，油枪自动退出。

3.12 微油点火系统

3.12.1 微油点火系统投运前检查

- 3.12.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- 3.12.1.2 检查微油就地控制柜电源正常；就地控制柜及 DCS 油枪各状态指示正常。
- 3.12.1.3 确认炉前燃油系统投运前检查完成，已投运正常，油压、油温正常。
- 3.12.1.4 确认仪用压缩空气运行正常，开启微油吹扫/雾化母管 A/B 滤网前后隔离阀，调节压力在 0.5Mpa。
- 3.12.1.5 开启各微油枪吹扫/雾化隔离总阀，开启雾化隔离阀，确认各微油枪吹扫正常。
- 3.12.1.6 确认一次风系统投运正常，缓慢开启助燃/冷却风母管隔离总阀，调节母管压力在 1.5kPa。
- 3.12.1.7 开启各微油枪助燃/冷却风手动隔离阀，确认阀后压力正常。
- 3.12.1.8 确认 B/F 层微油回油隔离阀开启。
- 3.12.1.9 确认微油枪油枪油角阀关闭，进油隔离门开启。
- 3.12.1.10 就地检查微油进油母管管油压正常。

3.12.2 微油系统投运及运行维护。

- 3.12.2.1 检查微油枪点火允许条件满足。
- 3.12.2.2 冷一次风母管压力正常。
- 3.12.2.3 吹扫压缩空气母管压力正常。
- 3.12.2.4 单操方式，手动启动微油点火程序，检查微油枪按照点火程序执行。
- 3.12.2.5 层控方式，手动启动微油层启动程序，检查微油枪按照 5-4-8-1-6-3-7-2 顺序依次执行点火程序。
- 3.12.2.6 点火后，若某微油枪火检失去，则该微油枪点火失败，重新投运微油枪；若再次启动失败，应检查并排除故障。

3.12.2.7 在增加给煤量的过程中，将该微油层或相邻层二次风门适当开大，同时调整入炉总风量，保持入炉风量在 30~40%BMCR。

3.12.2.8 根据锅炉最低稳燃要求，当负荷升至 400MW 且炉内燃烧状况良好，逐支停运微油枪。

3.12.2.9 当空预器出口热一次风温度达到 150℃左右时，可以撤出一次风暖风器。

3.12.3 微油点火系统运行参数限额

| 名称 | 单位 | 正常值 | 报警值 | |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| | | | 高 | 低 |
| 微油母管压力 | MPa | 1.2 | 2 | 0.8 |
| 雾化/吹扫风压 | MPa | 0.5 | / | 0.4 |
| 助燃/冷却风风压 | kPa | 1.8 | 2.0 | 1.5 |

3.12.4 点火注意事项

3.12.4.1 锅炉采用微油点火启动方式，要注意保证对应制粉系统的煤质需满足防止锅炉内爆的要求，注意对应制粉系统的运行情况和煤粉着火情况。

3.12.4.2 油枪投运期间注意监视空预器进、出口烟温，进行空预器连续吹灰。

3.12.4.3 燃烧器壁温 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ 时，应加大燃烧器一、二次风量，减小微油雾化风压力，在锅炉运行许可的情况下适当减少磨煤机出力，以控制燃烧器壁温的升高，当壁温达到 750°C 时，根据运行情况，退出油枪运行，待温度正常后，再重新投运。

3.12.4.4 要定期清理点火系统油管路过滤器及油枪雾化头。

3.12.4.5 微油点火系统切换为正常模式，才能停止微油燃烧器。

3.12.4.6 锅炉冷态启动，微油枪煤粉燃烧器投入煤粉时就地应有人观察燃烧器出口煤粉着火情况。10s 煤粉不着火，应立即停止磨煤机。经 5~10min 的充分吹扫后，找出煤粉不着火的原因，方可重新试投粉。

3.12.4.7 在磨煤机的一次风量 $>50\text{t/h}$ 才能投运微油枪。

3.12.5 油系统故障处理

3.12.5.1 油枪点不着火或燃烧不稳

a) 现象：

- 1) 油枪出口处无亮光或无稳定的连续亮光
- 2) 火检无信号或强度弱。

b) 原因

- 1) 高能点火器故障；
- 2) 喷嘴有杂物堵塞；
- 3) 油角阀前手动隔离阀关闭。
- 4) 助燃风风速过大或过小。
- 5) 油中含水量大。

c) 处理

- 1) 联系热控检查处理高能点火器，使其点火正常。

- 2) 联系检修清理油枪喷嘴。
- 3) 检查油角阀前手动隔离阀开启
- 4) 调整一次风速和助燃风量。
- 5) 检查油系统使其供油正常，若油中含水量大可连续多次点燃直至着火正常。

3.12.5.2 油枪投运后煤粉着火不佳

- a) 现象：煤粉着火和燃烧不稳、产生脉动
- b) 原因
 - 1) 油枪的燃油压力偏低。
 - 2) 一次风速太高和该层二次风量过大。
 - 3) 燃煤热值太低，偏离设计值太远。
 - 4) 进入炉膛的总风量偏大。
 - 5) 煤粉量过大，不足以全部点燃。
- c) 处理
 - 1) 调整油压或更换油枪头，并注意观察着火效果。
 - 2) 调整一、二次风量、风压，并注意观察着火效果。
 - 3) 调节给煤量，使给煤量适中。
 - 4) 适当降低进入炉膛总风量。
 - 5) 提早联系煤控调整煤种。

3.12.5.3 燃烧器壁温超温

- a) 现象：油煤粉燃烧器壁温超过 700℃。
- b) 原因
 - 1) 一次风冷却不足。
 - 2) 油枪着火强度太强。
 - 3) 煤粉着火强度太强。
 - 4) 煤粉管结焦或堵塞。
- c) 处理
 - 1) 增加一次风量，增大一次风速，并注意观察着火效果。
 - 2) 调整助燃风风压，并注意观察着火效果。
 - 3) 调整微油油压（或更换油枪头），并注意观察着火效果。
 - 4) 调整给煤量，使给煤量适中。
 - 5) 以上处理无效，则立即停用本微油枪，微油煤粉燃烧器壁温最高不超过 800℃。

3.13 炉膛烟温探针与火焰电视

3.13.1 炉膛烟温探针及投运前检查

3.13.1.1 检查炉膛烟温探测装置外观完好，冷却空气管路连接完好、牢固，无松脱、破损、漏气现象。

3.13.1.2 检查机组 DCS 画面上 A、B 侧炉膛出口烟温显示正常，无坏点显示。

3.13.2 炉膛烟温探测装置的投撤

3.13.2.1 烟温探测装置应在应在送、引风机启动，炉膛通风建立后投运。

3.13.2.2 锅炉正常运行时，控制炉膛烟温探测装置温度不超限，冷却气源正常。

- 3.13.2.3 若仪用压缩空气失去，将炉膛烟温探测装置停运，以防镜头烧损。
- 3.13.2.4 锅炉停运后，宜将炉膛烟温探测装置停运。
- 3.13.3 炉膛火焰电视投运前检查
- 3.13.3.1 就地确认炉膛火焰电视的监测装置外观完整，可投运。
- 3.13.3.2 锅炉点火前必须到就地确认炉膛火焰电视摄像头的冷却风隔离阀已经开启，冷却风压力正常。
- 3.13.3.3 确认炉膛火焰电视的电源送上。
- 3.13.3.4 在就地系统控制柜面板相关保护投入，在炉膛火焰电视投入期间禁止将保护撤出。
- 3.13.4 炉膛火焰电视的投撤
- 3.13.4.1 确认炉膛火焰电视控制电源已合上，且冷却风已投入。
- 3.13.4.2 在锅炉点火前应将炉膛火焰电视投入运行。
- 3.13.4.3 锅炉正常运行时，应控制炉膛火焰电视系统温度和镜头温度不超限，冷却风压不降低。
- 3.13.4.4 锅炉停炉后，宜将炉膛火焰电视退出。
- 3.13.5 烟温探针与炉膛火焰电视运行参数限额

| 项 目 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|-------|-----|----|------|----|-----------------|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 炉膛火焰电视系统温度℃ | <70 | 70 | | | | >70℃，火焰电视退出 |
| 炉膛火焰电视镜头温度℃ | <700 | 700 | | | | >700℃，火焰电视退出 |
| 炉膛火焰电视风压 MPa | >0.04 | | | 0.04 | | <0.04MPa，火焰电视退出 |
| 烟温探针冷却风压 MPa | >0.45 | | | 0.45 | | <0.45MPa，报警并停运 |

3.14 炉管泄漏装置

- 3.14.1 锅炉泄漏检测装置投运前检查
- 3.14.1.1 锅炉本体无检修工作。
- 3.14.1.2 按照辅机运行通则进行检查验收。
- 3.14.1.3 装置电源送上，控制系统面板显示正常。
- 3.14.1.4 装置与 DCS 通讯良好。
- 3.14.1.5 检查锅炉四管泄漏装置探头连接完好，压缩空气吹扫总阀及各声波传导管吹扫阀开启，压缩空气压力正常。
- 3.14.2 锅炉泄漏检测装置投运
- 3.14.2.1 合上装置控制柜内电源开关。
- 3.14.2.2 按启动按钮，检查 LCD 上装置指示正常。
- 3.14.3 锅炉泄漏检测装置停运
- 3.14.3.1 按停止按钮。

3.14.3.2 拉开装置控制柜内电源开关。

3.14.3.3 根据需要停装置电源。

3.14.4 锅炉泄漏装置正常运行检查内容

3.14.4.1 检查炉管泄漏控制装置画面上无异常报警，当检测到的数据越上限时，画面上的棒图显示黄色，出现报警时棒图为红色，当出现就地传感器堵灰时，棒图为蓝色，正常为绿色。

3.14.4.2 当大屏幕出现锅炉炉管泄漏报警时，应到电子室确认报警内容，并到就地进行检查，确认锅炉是否发生泄漏。

3.15 吹灰系统

3.15.1 吹灰器投运应具备的条件

3.15.1.1 锅炉运行正常，无其它重大操作。

3.15.1.2 炉膛压力正常，引、送风机运行稳定。

3.15.1.3 锅炉燃烧稳定，主、再热气温稳定，方可进行吹灰。机组负荷在 500MW 以上，允许投用短吹灰器；机组负荷在 500MW 以上，允许投用长吹灰器、半长吹灰器。

3.15.1.4 锅炉启停期间，特别是投油燃烧时，空预器应连续吹灰。

3.15.2 吹灰器投入前的检查

3.15.2.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.15.2.2 在冷态状态下，各疏水阀应处于开启位置。

3.15.2.3 仪用压缩空气系统运行正常，电磁调节阀控制气源送上。

3.15.2.4 吹灰汽源手动隔离阀在开启位置，电动隔离阀在关闭位置。电磁调节阀气压正常并已复位。

3.15.2.5 吹灰压力调节系统、仪表一次阀及报警装置已具备投用条件。

3.15.2.6 确认安全阀完好，定值已整定正确。

3.15.2.7 吹灰器跑车齿轮箱及所有的油嘴都应上足润滑油。

3.15.2.8 吹灰器本体及行程机构完好，跑车传动轴的两个齿轮与齿条啮合正常，不能错齿。

3.15.2.9 各吹灰器均应在退出状态。

3.15.2.10 吹灰器电气操作箱具备投用条件，并送上动力电源，吹灰器就地电源开关在“ON”位置。

3.15.2.11 检查控制画面上无电源故障及吹灰器故障报警，各电动隔离阀、电磁调节阀在“关”状态，各电动疏水阀在“开”状态。

3.15.3 吹灰系统的供汽准备

3.15.3.1 空预器吹灰辅助汽源供汽准备

a) 检查并投入炉侧辅助蒸汽系统运行，检查蒸汽压力 0.7~1.1MPa，温度 280~360℃。

b) 检查本体吹灰进口电动隔离门关闭。

c) 开启空预器吹灰疏水电动隔离门，开启辅汽至空预器吹灰手动隔离门，缓慢开启辅汽至空预器吹灰电动隔离门，充分暖管后，关闭空预器吹灰疏水电动隔离门。

3.15.3.2 吹灰系统主汽源供汽准备

- a) 确认锅炉已稳定运行且负荷 $>300\text{MW}$ ，蒸汽压力和温度满足空预器吹灰投运要求。
- b) 检查关闭辅汽至空预器吹灰隔离阀及电动阀，开启吹灰母管至左前墙吹灰隔离一、二次阀、至右后墙吹灰隔离一、二次阀、至分级省煤器及空预器吹灰隔离一、二次阀。
- c) 检查确认锅炉本体各侧吹灰器、空预器吹灰器疏水阀后隔离门开启。
- d) 并开启再进口集箱至吹灰汽源隔离总阀、本体吹灰蒸汽手动隔离阀、本体吹灰蒸汽电动隔离阀，本体吹灰电磁调节阀，对吹灰管路充分疏水暖管后关闭各疏水电动阀（疏水 $>30\text{min}$ 或疏水温度 $>230^{\circ}\text{C}$ ）。

3.15.4 蒸汽吹灰器投运

3.15.4.1 采用顺控投运时，启动相应的顺控，按照设定的顺序自动进行，监视吹灰器动作过程、电流正常。

3.15.4.2 采用手动投运时，先进行供汽准备操作，然后可选择需要投运的吹灰器，但同时最多只允许推进2台对应的吹灰器。吹灰完毕，关闭汽源，管道充分疏水后关闭疏水门。

3.15.5 吹灰器投运注意事项

3.15.5.1 吹灰前务必确认对应吹灰区域隔离门确已开启，暖管完成后，务必认真检查对应吹灰区域支管疏水温度确已满足后，方可投入对应区域吹灰枪运行。

3.15.5.2 吹灰器投运时，应特别注意炉膛压力和汽温的变化，加强对炉膛负压和引风机控制的监视调整，同时应加强对主汽、再热汽温度控制的监视调整。

3.15.5.3 吹灰时，密切注意锅炉排渣情况，防止渣量过大使干渣机过负荷。

3.15.5.4 锅炉低负荷及燃烧不稳定时禁止本体吹灰，禁止在机组负荷低于 500MW 时投炉膛吹灰。

3.15.5.5 高温区域 SL01~SL12 和 SR01~SR12 的长伸缩吹灰器必须单独吹灰，其余吹灰器应尽量成对投入。

3.15.5.6 吹灰器投运时若遇吹灰器故障，应立即就地检查吹灰器退出，防止吹损受热面。当出现吹灰器启动失败、电机过负荷、吹灰器超时等报警时，应立即通知就地维护人员检查处理。

3.15.5.7 吹灰器处理过程中应保持吹灰器汽源畅通。若吹灰器卡在炉内退不出来，经检查确认已烧弯或经2h的处理仍无法退出时，为防止损坏受热面，应关闭该吹灰器汽源手动门，由检修继续处理

3.15.5.8 无吹灰蒸汽时严禁投入吹灰器，以防烧坏吹灰器。

3.15.5.9 吹灰器投运时，若发生锅炉 MFT，应检查吹灰器自动退出，否则应手动退出、本体吹灰蒸汽电动隔离阀关闭。

3.15.5.10 炉膛本体吹灰时，应自下而上进行吹灰，烟道受热面吹灰时，按烟气流向进行。

3.15.5.11 炉膛中易积灰的区域，可增加该区域吹灰器的投运次数。

3.15.5.12 在吹灰过程中，严禁打开检查孔、人孔门进行人工除焦或观察燃烧情况。

3.15.5.13 在锅炉启动阶段及 500MW 负荷以下，尤其投油燃烧时空预器应投入连续吹灰，正常运行时每班对空预器进行一次吹灰，当空预器差压上升时，应加强空预器吹灰。 300MW 以下将空预器吹灰汽源由主汽源切至辅汽运行。

3.15.5.14 在停炉前应对锅炉受热面进行全面吹灰。

3.15.5.15 如因特殊原因不能按时吹灰时，待条件具备时进行补吹

3.15.5.16 吹灰完毕，应就地检查所有吹灰器均已完全退出。发现吹灰器提升阀后温度高，应立即隔离吹灰汽源，联系检修处理。

3.15.5.17 对于停运的吹灰器，每班应检查一次，发现缺陷及时联系检修处理。

3.15.6 吹灰系统运行调整

3.15.6.1 仪用空气的供气压力为 0.6~0.8MPa。

3.15.6.2 炉膛短吹灰器吹灰时，吹灰母管压力维持在 2MPa；长吹灰器吹灰时，吹灰母管压力维持在 3MPa；分级省煤器区域半长吹灰器吹灰时，吹灰母管压力维持在 2MPa；空预器吹灰时吹灰母管压力维持在 2MPa。空预器旁路固旋吹灰器母管压力维持在 2MPa。

3.15.6.3 监视运行吹灰器的电流、吹灰时间等。

3.15.6.4 吹灰器各阀门状态正常，无故障报警。

3.15.6.5 就地检查吹灰器实际位置与 DCS 画面位置相符。

3.15.6.6 所有系统管道无漏汽、漏水现象。

3.15.7 吹灰器停运

3.15.7.1 吹灰程序执行完毕，检查各阀门动作正常，就地检查所有吹灰器均已完全退出，提升阀后温度高后，应至就地核对阀后温度。

3.15.7.2 遇下列任一情况时，应停止进行吹灰操作

- a) 吹灰系统的设备故障或损坏时。
- b) 吹灰顺控设备出现故障时。
- c) 锅炉燃烧不稳定或无法维持炉膛压力时。
- d) 机组或系统发生事故时。
- e) 减压调节阀工作不正常。
- f) 蒸汽参数异常。

3.15.8 吹灰器运行参数限额

| 项 目 | 单 位 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|--------------|-----|---------|-----|-----|-----|----|-------------------------|
| | | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 吹灰器电流 | A | <4 | 4 | 5 | | | >5A，保护退长吹灰器 >4A，大屏报警 |
| 本体吹灰汽源压力 | MPa | 1.5~3.0 | 3.0 | 4.0 | 1.5 | 1 | <1.5MPa 长吹保护退出 |
| 锅炉左、右侧吹灰蒸汽流量 | t/h | >14 | | | 14 | | <14t/h，保护退长吹 |
| 吹灰器提升阀后温度 | ℃ | 30 | 100 | | | | 停运 30min 后提升阀后温度仍>100℃ |
| 吹灰疏水阀温度 | ℃ | >230 | | | 230 | | |

3.15.9 尾部烟道声波吹灰器的投运

3.15.9.1 确认吹灰气源参数正常，气压稳定。

3.15.9.2 开启尾部烟道声波吹灰储气罐进、出口门，开启储气罐底部疏水器旁路门排污后关闭，开启疏水器前隔离门。

3.15.9.3 开启各层吹灰器进气隔离总门、开启各吹灰器进气隔离门，检查送上尾部烟道声波吹灰器电源，就地控制柜上各指示灯指示正确，将声波吹灰器控制方式切至“远方”控制。

3.15.9.4 投运锅炉尾部烟道声波吹灰器程控运行，确认系统运行正常，气压波动正常，吹扫时就地声波吹灰器外部无刺耳声音。

3.15.10 尾部烟道声波吹灰器投运注意事项

3.15.10.1 在锅炉点火前，尾部烟道声波吹灰系统应投运。

3.15.10.2 确认吹灰气源参数正常，检修压缩空气压力在 0.6MPa 以上。

3.15.10.3 检查开启尾部烟道声波吹灰系统储气罐进、出口隔离阀，开启底部排污阀排污后关闭。

3.15.10.4 检查开启各声波吹灰器进气隔离阀，检查确认尾部烟道声波吹灰器电源送上，就地控制柜电源指示正确、各声波吹灰器控制方式在远方。

3.15.10.5 投入尾部烟道声波吹灰系统程控运行，确认系统运行正常，每次投运二台，发声 15s，间隔 20s，循环间隔 20s，吹扫时外部无刺耳噪音。

3.15.10.6 锅炉引风机投运后，吹灰器应及时投运；锅炉运行中，应保持吹灰程序的连续进行，无故不得停运；锅炉停运闷炉时撤出吹灰顺控，并检查所有电磁阀关闭。

3.15.10.7 尾部烟道声波吹灰系统程控运行期间，若吹灰喇叭不发声，应检查压缩空气压力、阀门是否正常；检查吹灰器喇叭是否堵塞、膜片是否破损、过滤器是否堵塞。

3.15.11 吹灰系统常见异常及故障处理

3.15.11.1 吹灰器卡涩

a) 现象

- 1) 吹灰器卡涩，保护继电器跳闸。
- 2) 大屏“吹灰器异常”报警。
- 3) 吹灰器发黄色“故障”报警。

b) 原因

- 1) 吹灰器驱动电机故障或减速箱故障。
- 2) 吹灰器行走箱机构卡涩。
- 3) 吹灰器托架卡涩或机构卡涩过载。
- 4) 吹灰器枪管或导轨弯曲。
- 5) 吹灰器链条断或填料太紧。

c) 处理

- 1) 炉膛短吹灰器发生卡涩，为防止吹损水冷壁，应关闭吹灰蒸汽减压调节阀，并确认吹灰器继电器是否保护动作，若保护动作，则立即进行复位，再次进行退出。
- 2) 若不能退出，则立即联系吹灰维护人员处理就地手动退出。
- 3) 锅炉尾部长吹和半伸缩吹灰器发生卡涩，为防止吹损尾部受热面，应关闭吹灰蒸汽减压调节阀，并确认吹灰器继电器是否保护动作，若保护动作，则立即进行复位，再次进行退出。
- 4) 若不能退出，则应在 DCS 吹灰系统操作画面上，将对应吹灰器的程控组切至“就地”控制，通过就地进、退按钮，对吹灰器进行进、退活动后，再使其退出。若不能退出，则立即联系吹灰维护人员处理就地手动退出。

- 5) 锅炉水平烟道长吹灰器发生卡涩，为防止枪管在高温区域被烧弯，不得关闭吹灰蒸汽减压调节阀，维持蒸汽畅通冷却，并立即确认吹灰器继电器是否保护动作，若保护动作，则立即进行复位，再次进行退出。
- 6) 若不能退出，则应在 DCS 吹灰系统操作画面上，将对应吹灰器的程控组切至“就地”控制，通过就地进、退按钮，对吹灰器进行进、退活动后，再使其退出。若不能退出，则立即联系吹灰维护人员处理就地手动退出。
- 7) 若发生长吹灰器运行中就地蒸汽提升阀（或汽源减压站）突然关闭，应立即就地手动操作吹灰器退回，并且尽快打开提升阀。
- 8) 如果超过 30min 长吹灰器未退出，可将吹灰蒸汽压力降至 2.0MPa，防止长时间蒸汽吹扫会使锅炉受热面管子受损。

3.15.11.2 吹灰电源故障

- a) 现象
 - 1) 吹灰电流变成紫色。
 - 2) 动力电源故障报警。
- b) 原因
 - 1) 吹灰器控制电源、动力电源未投。
 - 2) 控制电源开关跳闸。
 - 3) 动力电源开关跳闸。
 - 4) 吹灰器电线破损。
- c) 处理
 - 1) 立即检查电源故障原因。
 - 2) 就地检查吹灰器是否退出，如果未退出，则用电动手柄手动退出。
 - 3) 恢复电源前，应先检查吹灰调节阀指令为全关。
 - 4) 吹灰器运行过程中，当锅炉发生 MFT 时，吹灰器自动退出运行，吹灰系统自动停止，否则应手动退出。

3.15.12 吹灰器停运

3.15.12.1 吹灰程序执行完毕，检查各阀门动作正常，就地检查所有吹灰器均已完全退出。

3.15.12.2 遇下列任一情况时，应停止进行吹灰操作

- a) 吹灰系统的设备故障或损坏时。
- b) 吹灰顺控设备出现故障时。
- c) 锅炉燃烧不稳定或无法维持炉膛压力时。
- d) 机组或系统发生事故时。
- e) 减压调节阀工作不正常。
- f) 蒸汽参数异常。

3.16 除渣系统

3.16.1 干渣机系统启动前检查和准备

3.16.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.16.1.2 检查炉底渣井工业电视清晰，镜头冷却吹扫仪用气投入正常。

- 3.16.1.3 检查系统管路连接良好、畅通，阀门动作灵活可靠，无泄漏；各人孔门、观察窗、检查孔、排渣门及盖板等完好，关闭严密正常。
- 3.16.1.4 检查渣井内衬耐火层完好、无脱落、无破损残缺。炉底机械密封良好，膨胀正常，无变形，无漏风。
- 3.16.1.5 检查确认各液压关断门无卡涩，开关正常，液压系统及油缸、管路接头处无渗油现象。
- 3.16.1.6 检查各液压关断门在关闭位置，就地控制箱电源指示正常，开关由“就地”位置切至“远控”位置。
- 3.16.1.7 干渣机钢带、清扫链及碎渣机检查正常，具备投运条件。
- a) 一、二级干渣机输送钢带、清扫链刮板与链条完好，无变形、卡涩、偏斜、断链现象。
 - b) 一、二级干渣机各驱动轮、导向轮、辊筒和托辊等完整，转动灵活良好、无卡涩。
 - c) 一、二级干渣机各通风平衡孔开度合适，按照要求调整好。
 - d) 链条张紧装置良好，两侧链条松紧合适、张力均衡、不偏斜。
 - e) 一、二级干渣机就地控制箱电源正常、启、停按钮指示正确、速度调节旋钮在转速范围内。就地控制开关由“就地”位置，切至“远控”位置。
 - f) 碎渣机渣斗内无杂物，单辊碎渣本体破碎齿完整，联轴器连接良好，碎渣机链条、防护罩齐全牢固。减速机油位在 1/2 左右，碎渣机各部轴承润滑油（脂）充足。
 - g) 碎渣机检查门关闭，碎渣机处紧急排渣门关闭。
 - h) 碎渣机就地控制箱电源正常、启、停按钮指示正确，碎渣机正、反转旋钮切至正转位置。就地控制开关由“就地”位置，切至“远控”位置。
- 3.16.1.8 炉底液压油站及其炉底液压油泵正常，油系统各阀门位置正确，管道、阀门连接完好，无泄漏，允许投运。
- 3.16.1.9 各就地箱仪控电源和动力电源均已送上且正常，各设备电源隔离开关已在合上位置。
- 3.16.1.10 各开关、表计、报警、保护及程控准确、可靠，伺服执行机构调节灵活、正常，并已投用；仪表就地一次阀已开启。
- 3.16.1.11 干渣机和清扫链断链、失速、测速、大渣探测报警校正正常，排渣温度表显示正确，各系统与设备无报警信号，且工业电视监视器投入运行。
- 3.16.2 渣仓及附属设备检查
- 3.16.2.1 储气罐外部完好，罐体注压完成，压力显示正常。
- 3.16.2.2 渣仓顶部安全压力释放阀在闭合位置，上面无杂物、无阻碍动作的可能。
- 3.16.2.3 布袋收尘器清洁、无破损、堵塞，仪用气源投入，进气手动阀开启，电磁阀得电，空气管路连接牢固，各阀门位置正确。
- 3.16.2.4 布袋收尘器风机润滑油充足油质合格，电机接线盒、接地线完好，防护罩齐全牢固。
- 3.16.2.5 检查渣仓内部已清空，渣仓排渣门关闭，外观完整，渣仓料位计已投入。
- 3.16.2.6 渣仓湿式搅拌机和干灰散装机进口手动插板门、气动插板门关闭，渣仓底部事故排渣门关闭。
- 3.16.2.7 渣仓振打器安装牢固，接线完好，振荡频率正确。
- 3.16.2.8 渣仓就地控制电源柜已送电，电源指示正常，各开关位置正确。

3.16.3 干渣机系统的启动

3.16.3.1 启动引风机前应确保除渣系统投运及干渣机密封正常。

3.16.3.2 干渣机系统检修结束，经试运正常后备用，锅炉点火前 2h 启动干渣机系统。

3.16.3.3 启动顺序应按照逆渣流向启动。启动二级钢带电机风扇——启动二级钢带电机——启动二级清扫链风扇——启动二级清扫链电机——启动碎渣机——启动一级钢带电机风扇——启动一级钢带电机——启动一级清扫链风扇——启动一级清扫链电机——结束注：启动结束后需手动从干渣机机头至机尾逐一缓慢打开液压关断门。

3.16.4 干渣机系统投运

3.16.4.1 干渣机系统投运前检查各变频器已复位，允许启动。确认系统设备无异常报警信号，控制柜各按钮弹出状态。

3.16.4.2 液压油泵、一、二级干渣机、清扫链、液压关断门、碎渣机、各系统设备就地“远方/就地”切换开关已均切至“远方”位置。

3.16.4.3 确认炉底液压关断门各挤压头均已全关到位。选择并确认好准备投运的炉底液压油泵。

3.16.4.4 确认设定好一、二级干渣机的运行速度，一般设定为 25~30Hz。

3.16.4.5 一、二级干渣机及其清扫链的液压张紧装置高压张紧投用，且各张紧压力正常，到位后切换至低压张紧运行并切自动位。

3.16.4.6 系统投运准备完毕，锅炉点火投粉之前，及时投运锅炉干渣机系统。

3.16.4.7 各设备启动后，就地检查运转正常、无卡涩、无异音，在 DCS 上检查温度、油压等正常后，依序逐一开启炉底液压关断门（从干渣机机头向机尾方向）。

3.16.4.8 除渣系统启动完成，就地检查各设备运行正常，投入干渣机程控“自动”。

3.16.5 干渣机系统的运行与维护

3.16.5.1 定期对干渣机系统全面检查，一、二级干渣机、清扫链不跑偏，各运转设备运转平稳无异声，主动轴与从动轴同步，测速报警装置工作正常。

3.16.5.2 检查一、二级钢带的运行速度，驱动电机的电压、电流、转速，以及渣量增大时驱动电机变频调速时的电压、电流、转速，运行中检查钢带有无打滑、裹灰、变形现象。

3.16.5.3 各轴承、减速箱转动灵活，无卡涩现象，温度正常，润滑油充足。

3.16.5.4 检查一、二级干渣机、清扫链张紧装置压力正常，张紧液压油压力正常，发现液压油压力低应及时查找原因并处理，当张紧接近限位报警开关时，应及时联系检修处理。

3.16.5.5 监视渣井落渣情况，格栅上出现大渣块或大量积渣时，应及时进行挤压，并根据渣量及头部温度调整干渣机的运转速率。

3.16.5.6 一级干渣机头部渣温应 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ ，二级干渣机头部渣温 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ，当超过规定值达 50°C 时，应及时查找原因，并开大一级钢带头部冷却风挡板，必要是时可开启干渣机本体两侧冷却风门或清扫链检查孔门。开时从头部至尾部，关时从尾部至头部，温度下降后及时关闭所开风门。

- 3.16.5.7 清扫链运行时，加强干渣机过渡段积灰情况的检查，积灰量较大时可适当提高清扫链运行速度。
- 3.16.5.8 清扫链发生卡涩、打滑等现象时，短时间内不影响钢带输渣，不得停运钢带及碎渣机，应及时联系维护检查处理。
- 3.16.5.9 检查干渣机各冷却风门活动正常，挡板无脱落，无堵塞现象，机头、机尾检查门应关闭严密。
- 3.16.5.10 干渣机、清扫链热态与冷态张紧应明显的位移，注意观察，发现异常及时查明原因。
- 3.16.5.11 检查碎渣机电机外观完整，接地线良好，轴承温度正常。运行中无异常声音，明显振动，减速机油位正常，转动链条完好，防护罩齐全，检查门关闭严密。
- 3.16.5.12 检查液压油站油位正常，油泵及冷却风扇完好，各管道无渗漏油现象。油泵启动后，油压控制在 8.0MPa~11.0MPa，液压关断门“关闭、开启”功能正常，就地位置要正确。
- 3.16.5.13 检查渣仓顶部收尘器正常；收尘风机运转平稳，收尘布袋无破损、堵塞现象。渣仓顶部安全压力释放阀在闭合位置，上面无杂物妨碍动作的可能。
- 3.16.5.14 根据排渣量监视渣仓渣位的变化，当有渣仓料位高时及时联系排渣，否则料位高会连跳干渣机系统。
- 3.16.5.15 启动湿式搅拌机排渣时，启动顺序为：启动双轴搅拌机—开启进水阀—开启气动插板门。
- 3.16.5.16 停运湿式搅拌机排渣时，停运顺序为：关闭启动插板门—（10s 后）停双轴搅拌机—关闭进水阀。
- 3.16.5.17 运行干灰散装机卸渣时，启动顺序为：启动吸尘风机—启动干灰散装机—开启气动插板门。
- 3.16.5.18 停运干灰散装机时，停运顺序为：关闭气动插板门—（10s 后）—停运干灰散装机—（60s 后）停运吸尘风机。
- 3.16.5.19 当钢带运行出现故障，系统报警，关闭液压关断门，钢带停止运行，进行检修；需要停运检修时，如果非钢带本身故障，应在关闭液压关断门后，将灰渣输送完后，可进行检修工作。
- 3.16.5.20 钢带每次停运前都要将液压关断门关闭，并检查确已关闭到位后才允许开人孔进行检修工作，防止漏风对锅炉燃烧造成不利影响。临时检修时，液压关断门关闭，钢带停运时间不得超过 4h。
- 3.16.5.21 当干排渣设备从检修结束投入运行时，应间断逐扇打开液压关断门，开启顺序从头部至尾部。如果运行中渣井内的渣量较多，进入钢带的渣量较大时，要提高钢带的运行速度，等钢带上渣走空后，再开启下一扇关断门，防止下渣量太多，压死钢带。
- 3.16.6 干渣机系统停运
- 3.16.6.1 停运顺序应按顺渣流向停运。执行挤压头自动关程序——停止一级钢带电机——停止一级钢带电机风扇——停止一级清扫链电机——停止一级清扫链电机风扇——停止碎渣机——停止二级钢带电机——停止二级钢带电机风扇——停止二级清电机——停止二级清扫链风扇——停止。
- 3.16.6.2 锅炉熄火触发 MFT 后，检查液压关断门联锁关闭正常，并检查液压油系统无漏油现象。
- 3.16.6.3 待锅炉吹扫完毕后，逐一开启液压关断门，进行排渣；排渣结束关闭各液压关断门。

- 3.16.6.4 待液压关断门二次关闭后，延时 5min 停运一级干渣机和一级干渣机清扫链。
- 3.16.6.5 一级干渣机停运后，延时 2 min 停运碎渣机。
- 3.16.6.6 碎渣机停运后，延时 5 min 停运二级干渣机和二级干渣机清扫链。
- 3.16.6.7 关闭干渣机一级钢带头部冷却风门。
- 3.16.6.8 一、二级干渣机及其清扫链张紧切手动，停液压油泵。
- 3.16.6.9 检查锅炉干渣机系统停运正常。
- 3.16.7 运行注意事项
- 3.16.7.1 锅炉点火前，应确定炉底机械密封和干渣机良好无漏风、各检修门、孔关闭严密到位。
- 3.16.7.2 锅炉引风机启动前，应及时投运干渣机系统。
- 3.16.7.3 正常情况下一级干渣机、碎渣机和二级干渣机应采用远控和“自动”运行方式。特殊情况下如一级干渣机、碎渣机或二级干渣机需单独运行，应先切至手动控制，然后根据需要手动投停或调整转速。
- 3.16.7.4 干渣机系统各驱动装置、液压张紧装置以及钢带自动调速、清扫链周期运行、保护装置等应可靠投运，且不得随意撤出。
- 3.16.7.5 在炉膛吹灰和燃烧煤种发生变化时，应加强干渣机系统及渣仓料位检查，监视一、二级干渣机张紧均应正常，否则根据渣量和机组负荷及时切手动调整转速或张紧压力。
- 3.16.7.6 监视炉底关断门处工业电视落渣情况，发现有渣焦异常时，应及时确认、处理，有大渣焦块时应进行破碎，尤其是在炉膛吹灰和燃烧煤种有较大变化时，更应加强监视。
- 3.16.7.7 干渣机系统发生故障或需停运检修时，应申请适当降低锅炉负荷，暂停锅炉吹灰并保持燃烧稳定，不作较大的燃烧调整，适当增大炉膛负压。并及时关闭炉底关断门进行隔离。应加强对工业电视和渣井处看火孔的渣位监视，发现异常，应立即汇报处理。
- 3.16.7.8 渣井有效容积能满足锅炉燃用设计煤种时 BMCR 工况下 8h 的最大排渣量，为防止积渣量过大，在满负荷运行时，炉底关断门的关断隔离时间不得超过 4h。
- 3.16.7.9 干渣机故障，炉底关断门的关断隔离时间超过其最大贮渣时间，或渣井渣位出现明显异常增高，则应立即汇报上级，无法维持应申请停炉，并按照相关预案紧急处理。
- 3.16.7.10 锅炉正常运行时，一、二级干渣机和碎渣机等均不得擅自停运。若二级干渣机发生故障时，可先关闭炉底液压关断门后，停运一、二级干渣机及碎渣机紧急处理，若液压关断门关闭 4h 或渣井渣量高位时，应汇报上级，启动一级干渣机、碎渣机通过旁路紧急排渣口进行排渣，并及时做好人工清运作业和防尘工作。
- 3.16.7.11 干渣机故障停运检修后，开启炉底液压关断门时，必须做好防止一级、二级钢带压死打滑的措施，控制一级钢带频率为 10Hz（就地控制柜处调节），二级钢带频率为 15Hz，依次逐个开启液压关断门，就地通过渣井观察窗检查对应开启的液压关断门处无渣块落下后，再间隔 5min 后方可开启下一个液压关断门。

3.16.7.12 锅炉运行中检修干渣机，渣井下及干渣机周围为危险区域，有关作业人员必须做好安全防护措施，其余人员严禁进入作业区。

3.16.7.13 停运一级干渣机、碎渣机或二级干渣机，应先撤出“自动”控制，然后按“一级干渣机→碎渣机→二级干渣机”顺序依次停运，在未确认物料已完全输送完的情况下，严禁同时停运或远程自动停运，防止造成堵塞。

3.16.7.14 干渣机程控系统“自动”正常运行应投入，则炉底液压关断门、干渣机、碎渣机按照介质流程前后顺序自动联锁保护动作，锅炉 MFT 将联锁保护关闭各液压关断门。

3.16.7.15 渣仓有效容积在锅炉燃用设计煤种时，BMCR 工况下可贮存约 25 h 渣量，在锅炉燃用校核煤种时，可贮存约 8h 渣量。当渣仓料位高、高高报警时，应就地核对料位并及时排渣。

3.16.8 干渣机运行参数限额

| 项 目 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------------------|---------|-------|----|------|-----|---------------------------|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 一级钢带张紧力 MPa | 1.5~3.0 | | | <1.5 | 1.0 | <1.0MPa 自动补压 |
| 一级清扫链张紧力 MPa | 1.5~3.0 | | | <1.5 | 1.0 | <1.0MPa 自动补压 |
| 二级钢带张紧力 MPa | 1.5~3.0 | | | <1.5 | 1.0 | <1.0MPa 自动补压 |
| 二级清扫链张紧力 MPa | 1.5~3.0 | | | <1.5 | 1.0 | <1.0MPa 自动补压 |
| 挤压头挤压压力 MPa | 8~11 | 16 | | 8 | | <8MPa，参数报警 >16MPa，参数报警 |
| A、B 液压油泵进油滤油器差压 MPa | <0.035 | 0.035 | | | | >0.035MPa，差压报警 |
| AB 液压油泵回油滤油器差压 MPa | <0.035 | 0.035 | | | | >0.035MPa，差压报警 |
| C、D 液压油泵进油滤油器差压 MPa | <0.035 | 0.035 | | | | >0.035MPa，差压报警 |
| CD 液压油泵回油滤油器差压 MPa | <0.035 | 0.035 | | | | >0.035MPa，差压报警 |
| 一级钢带头部温度℃ | <100 | 120 | | | | >120℃，参数报警 |
| 二级钢带头部温度℃ | <80 | 100 | | | | >100℃，参数报警 |
| 碎渣机电流 A | <43 | 43 | | | | >43A，过载保护跳闸 |
| 渣仓料位 A | <6 | 5 | 6 | | | ≥4.5m，大屏报警 |

3.16.9 干渣机故障处理

3.16.9.1 碎渣机跳闸

a) 现象

- 1) 大屏“干渣机异常”报警。
- 2) 一级钢带跳闸，液压关断门联锁关闭。

b) 原因

- 1) 碎渣机发生大渣块卡涩。
- 2) 炉内防磨板等异物引起卡涩。
- 3) 碎渣机电机故障。
- 4) 碎渣机本体机械故障。

c) 处理

- 1) 碎渣机发生跳闸后, 应及时确认一级钢带联锁停运, 液压关断门联锁关闭。
- 2) 就地检查碎渣机卡涩情况, 可点动“反转”按钮, 再按“正转”按钮, 重复 2-3 次清除卡堵。在此工作过程中, 应注意碎渣机发出的声音, 发出金属噪音或震动剧烈, 应立即停止, 进行人工清堵, 取出异物。
- 3) 若碎渣机反转能够清除卡涩异物, 应将碎渣机就地切正转试转正常后, 切至“远控”, 远方 DCS 启动正常后, 并恢复干渣机系统运行。
- 4) 若就地反转或正转不能清除碎渣机卡涩异物, 单元长应立即联系维护人员处理。
- 5) 若因碎渣机电机、机械等原因导致碎渣机跳闸, 应尽快联系维护处理, 并做好渣井积渣的预想。

3.16.10 失速保护、跑偏保护和超温报警

3.16.10.1 碎渣机链条传动上装有齿条旋转脉冲感应开关, 如运转出现卡阻、断链, 延时 30s, 辊齿停转后发失速报警, 辊齿正反转交替三次保护动作, 如故障仍无法消除, 即保护跳闸。

3.16.10.2 一、二级干渣机及其清扫链的尾部张紧轴端侧, 均装有齿盘旋转脉冲感应开关, 其运行中故障停转超过 30s, 设备应失速保护跳闸。

3.16.10.3 一、二级干渣机及其清扫链均设有跑偏检测, 跑偏应能正常保护动作, 遇有跑偏必须就地检查确认无异常方能试再次启动, 否则必须联系检修检查处理正常后投入试运。

3.16.10.4 一、二级干渣机出口均设有温度检测装置, 应注意监视温度在正常范围, 一旦超温报警, 应立即检查就地是否有大渣、焦块, 遇有卡堵应联系及时清理, 并做好防烫防护工作。

3.17 脱硝系统

3.17.1 启动前的检查和准备

3.17.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

3.17.1.2 确认锅炉脱硝系统、尿素水解系统、尿素水解疏水系统、尿素水解废水系统、尿素溶液制备系统、脱硝区域蒸汽系统及相关压缩空气系统、除盐水系统所有检修工作全部结束, 工作票已终结。

3.17.1.3 检查所有设备电源、气源已送上, 辅机绝缘测量合格。

3.17.1.4 检查系统各阀门状态正确, 开启各仪表测量、取样一次阀。

3.17.1.5 检查脱硝系统、尿素水解系统调试工作已完成, 各项联锁保护投入正常。

3.17.1.6 投入尿素水解器电伴热及氨蒸气流量调节组件电伴热, 检查各管道伴热温度应缓慢上升。

3.17.1.7 对尿素水解器出口氨蒸汽母管加热管道及各氨蒸气、尿素溶液伴热管道进行充分暖管、疏水, 投入脱硝区域蒸汽系统。

3.17.1.8 各管道伴热至少提前 2h 投入, 当尿素溶液管伴热温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$, 气相泄压管伴热温度 $\geq 140^{\circ}\text{C}$, 水解器底部排污管道伴热温度 $\geq 90^{\circ}\text{C}$, 氨蒸汽管道伴热温度 $\geq 140^{\circ}\text{C}$, 安全阀排气管伴热温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$, 液位计伴热温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$, 则尿素水解器电伴热装置投运完成。

3.17.1.9 联系化学确认尿素水解废水箱水位在 1.0~1.5m, 尿素水解废水箱排水泵具备启动条件。

3.17.1.10 联系化学确认尿素水解疏水箱疏水泵具备启动条件。

3.17.1.11 联系化学确认尿素溶液储罐溶液充足, 尿素溶液供给泵具备启动条件。

- 3.17.1.12 确认除盐水系统已正常投运。
- 3.17.1.13 烟气分析仪需较长时间达到稳定运行状态，开始喷氨前一天，将烟气分析仪投入运行。
- 3.17.1.14 SCR 吹灰系统具备投运条件。
- 3.17.2 尿素水解器启动
 - 3.17.2.1 对辅助蒸汽加热管至尿素水解蒸汽管道进行疏水、暖管，暖管结束后，投入尿素水解加热、伴热蒸汽系统，并确认各氨蒸汽管道、水解器底部排污管道、气相泄压管道等伴热温度均正常，伴热蒸汽疏水器动作正常。
 - 3.17.2.2 开启尿素水解器加热疏水器旁路门，开启尿素水解器蒸汽加热进汽气动门，微开尿素水解器蒸汽加热进汽调整门，对尿素水解器加热蒸汽管路进行疏水、暖管，结束后关闭尿素水解器加热疏水器旁路门。
 - 3.17.2.3 确认尿素溶液管道及回流管伴热正常，伴热温度 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，启动一台尿素溶液供给泵，并调节尿素溶液供给泵出口压力在 0.9~1.3MPa。
 - 3.17.2.4 对尿素水解器进除盐水至 550mm 后，进尿素溶液至液位 800mm。
 - 3.17.2.5 将“尿素制氨减温减压装置进水气动调整门”投入“自动。设定值在 160~180 $^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3.17.2.6 将“尿素制氨减温减压装置进汽气动调整门”投入“自动。设定值在 0.6~0.8MPa。
 - 3.17.2.7 逐渐开大尿素水解器蒸汽加热进汽调整门对尿素溶液进行加热，以不超过 1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度进行升温。
 - 3.17.2.8 尿素水解器加热过程中注意控制尿素制氨减温减压装置减压阀后蒸汽压力在 0.6~0.8MPa，蒸汽温度在 160~180 $^{\circ}\text{C}$ 。
 - 3.17.2.9 当尿素水解器升温过程中，执行下列操作：
 - 3.17.2.10 尿素水解器温度 60 $^{\circ}\text{C}$ 时，延时 5min；
 - 3.17.2.11 尿素水解器温度 95 $^{\circ}\text{C}$ 时，延时 5min；
 - 3.17.2.12 尿素水解器温度 115 $^{\circ}\text{C}$ 时，延时 10min。
 - 3.17.2.13 SCR 具备喷氨条件时，缓慢开大尿素水解器氨蒸汽出口气动调整门，直至 SCR 供氨母管压力 $\geq 0.4\text{MPa}$ 。
 - 3.17.2.14 将“尿素水解器尿素溶液进料气动门调整门”投入“自动”，设定值在 850mm。
 - 3.17.2.15 将“尿素水解器氨蒸汽出口气动调整门”投入“自动”，设定值在 0.5MPa。
 - 3.17.2.16 将“尿素水解器蒸汽加热进汽调整门”投入“自动”，设定值在 0.55MPa。
 - 3.17.2.17 尿素水解器启动结束。
- 3.17.3 SCR 吹灰系统投运
 - 3.17.3.1 锅炉引风机启动前，投运 SCR 声波吹灰系统。
 - 3.17.3.2 确认吹灰气源参数正常，仪用压缩空气压力在 0.5MPa 以上。
 - 3.17.3.3 开启 SCR 声波吹灰系统空气罐进、出口隔离阀，开启底部排污阀排污后关闭。
 - 3.17.3.4 开启 SCR 声波吹灰空气总隔离阀，开启各声波吹灰器进口手动隔离阀。

- 3.17.3.5 投入 SCR 声波吹灰系统程控运行，确认系统运行正常，每次投运一台或二台，吹灰时间 10s，间隔时间 30s，吹扫时外部无刺耳噪音。
- 3.17.3.6 锅炉运行中，应保持吹灰器吹灰程序连续进行
- 3.17.4 SCR 系统启动
- 3.17.4.1 锅炉引风机启动前，检查开启脱硝系统 A、B 侧冷一次风气动阀。
- 3.17.4.2 锅炉引风机启动前，SCR 吹灰器应及时投运；锅炉运行中，应保持吹灰程序的连续进行，无故不得停运。
- 3.17.4.3 锅炉启动初期催化剂升温速率不应超 10℃/min，待催化剂温度提高到 150℃以上后，升温速率不应超过 60℃/min；催化剂降温速率也不应超过 60℃/min。
- 3.17.4.4 当省煤器出口烟气温度>305℃时，开启脱硝系统氨蒸气气动隔离阀。
- 3.17.4.5 开启尿素水解器氨蒸气母管蒸汽吹扫气动隔离阀，检查氨蒸气母管压力上升至 0.15MPa 以上。
- 3.17.4.6 开启 A、B 侧供氨调节阀至 20%，对氨蒸气管道进行吹扫、预热。
- 3.17.4.7 待氨蒸气母管温度至 130℃，吹扫、预热完成，关闭尿素水解器氨蒸气母管蒸汽吹扫气动隔离阀。
- 3.17.4.8 关闭 A、B 侧供氨调节阀。
- 3.17.4.9 检查尿素水解器在“准备喷氨”状态，且尿素水解器压力 $\geq 0.4\text{MPa}$ 。
- 3.17.4.10 点击“喷氨”按钮，检查尿素水解氨蒸气母管压力自动设定为 0.45MPa，尿素水解氨蒸气母管调节阀缓慢开启，氨蒸气母管压力缓慢上升。
- 3.17.4.11 检查尿素水解器压力自动设定为 0.55MPa，升压速率为 0.02MPa/min，尿素水解器加热蒸汽进口气动调节阀自动开大，尿素水解器压力缓慢上升至 0.55MPa。
- 3.17.4.12 待尿素水解氨蒸气母管压力至 0.45MPa，缓慢开启 A、B 侧供氨调节阀，检查脱硝系统净烟气 NO_x 含量逐渐下降。
- 3.17.4.13 根据 SCR 进口烟气中的 NO_x 含量及负荷情况，控制 SCR 出口 NO_x 含量 $< 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 和氨逃逸率 $< 3\text{ppm}$ ，手动缓慢调节氨流量调节阀，每次增加喷氨量，都必须待净烟气 NO_x 稳定后再进行，以避免过量喷入氨气。稳定后 A、B 侧供氨调节阀投入“自动”，控制脱硝效率正常。
- 3.17.4.14 注意控制氨气/空气混合气中氨气体积比 $\geq 5\%$ ，浓度超标应立即进行调整和检查就地设备；如处理无效，氨气浓度继续上升至高高报警值，应立即停止喷氨。
- 3.17.5 SCR 系统运行维护
- 3.17.5.1 运行中应严密监视系统各管道伴热温度正常，防止管道结晶堵塞。
- 3.17.5.2 运行中通过尿素水解器蒸汽进口调节阀控制尿素水解器压力在 0.55MPa。
- 3.17.5.3 运行中通过尿素水解器氨蒸气母管调节阀控制尿素水解器氨蒸气母管压力在 0.45MPa。
- 3.17.5.4 运行中通过尿素水解器尿素溶液调节阀控制尿素水解器液位在 0.85m。
- 3.17.5.5 注意检查尿素水解器加热蒸汽管道疏水器疏水正常。

- 3.17.5.6 正常运行中尿素水解器加热蒸汽控制：压力 0.7~0.8MPa、温度 135~180℃。
- 3.17.5.7 准备喷氨前，应使用蒸汽吹扫、预热氨蒸气管道，直至氨气流量调节模块进口温度达 130℃。
- 3.17.5.8 通过尿素溶液泵再循环隔离阀控制尿素溶液压力在 1.0~1.5MPa，并保证尿素溶液泵再循环隔离阀有一定的开度。
- 3.17.5.9 当蒸汽温度>172℃时，启动尿素制氨减温水增压泵降温，且注意保持减温水再循环隔离阀有一定开度，以保证当减温水调节阀关闭时，尿素制氨减温水增压泵不憋压；蒸汽温度低于 170℃时应停运尿素制氨减温水增压泵。
- 3.17.5.10 停止喷氨时应对氨蒸气管道进行蒸汽吹扫，时间不少于 10min。
- 3.17.5.11 尿素水解器停运后，在尿素水解器内溶液未排尽前，应保持各电伴热装置及蒸汽伴热系统在运行状态，并每隔 2h 检查记录一次伴热运行情况及尿素水解器压力、温度、液位。
- 3.17.5.12 检查尿素水解区域、脱硝喷氨区域应无漏氨，无氨泄漏报警，就地无刺鼻的氨味；脱硝喷氨各分配支管调节挡板均应在指定开度，未经允许不得改变。
- 3.17.5.13 检查稀释风机应运行正常，进口滤网无堵塞，管路及阀门无泄漏，稀释空气隔离阀一般应在开状态，以避免氨气分配管堵灰。
- 3.17.5.14 检查各层 SCR 反应器差压正常，检查各 SCR 吹灰器及进气阀门的运行应正常，压缩空气压力正常，管路及阀门无泄漏。当差压上升时，应立即检查 SCR 吹灰器是否运行正常并逐个手动投入吹灰器进行吹灰，直至差压下降至正常值。
- 3.17.5.15 根据锅炉运行工况，检查确认 SCR 进出口温度、NO_x 及 O₂ 浓度、氨流量和压力、稀释空气流量等参数在正常范围。
- 3.17.5.16 若 SCR 进、出口 NO_x 显示值无变化或明显不准，应及时联系处理，并暂停喷氨。
- 3.17.5.17 SCR 吹灰系统程控运行正常，吹扫频率为 10s，每个反应器从最上层开始吹扫，每层的两个吹灰器同时动作。若吹灰喇叭不发声，应检查压缩空气压力、阀门是否正常；检查吹灰器喇叭是否堵塞、膜片是否破损、过滤器是否堵塞。
- 3.17.5.18 在有人进入反应器检修时应关闭脱硝吹灰空气储气罐出口隔离阀，避免吹灰器动作伤害维护人员听力。
- 3.17.5.19 尿素水解器排污
- 运行中每周对尿素水解器进行定期排污。
 - 排污分为远方排污和就地排污。原则性进行就地排污，当需要取样时采取远方排污。
 - 尿素水解器排污时应缓慢进行，不得在尿素水解器液位低时排污，排污过程中严密监视尿素水解器液位，当尿素水解器液位低至 0.8m 时，应暂停排污，待液位回升后再继续进行排污。
 - 排污前注意检查排污管道伴热温度正常，防止管道阻塞。
 - 先全开尿素水解器底部排污隔离总阀，#3 尿素水解器就地排污隔离阀，排污 5min 后关闭。
 - 排污结束后，开启尿素水解器排污管冲洗隔离阀，冲洗 5min 后关闭。
 - 排污过程中联系化学监视尿素水解废水箱液位上升情况及废水泵自动启停情况。
- 3.17.5.20 脱硝系统运行参数限额

| 项 目 | 正常值 | 报警值 | | | | 备注 |
|---------------------|---------|------|------|------|-----|--|
| | | 高 | 高高 | 低 | 低低 | |
| 脱硝 SCR 反应器入口温度℃ | 300~400 | 400 | 420 | 305 | 300 | <300℃, 停止喷氨 >305℃, 允许喷氨 >400℃持续 5h, 停止喷氨 >420℃延时 5s, 停止喷氨 |
| 脱硝 SCR 反应器压降 kPa | <1 | 1 | | | | >1kPa, 大屏报警 |
| SCR 反应器出口氨逃逸率 mg/L | <2 | 3 | 8 | | | >2ppm, 参数报警 >3ppm, 大屏报警 >8ppm, 喷氨调节阀闭锁增 |
| 氨/空气混合器前供氨压力 MPa | >0.1 | 0.3 | | 0.05 | | >0.3MPa, 参数报警 |
| 氨/空气混合比% | <7 | 7 | 12 | | | >7%, 参数报警 >12%, 停止喷氨 |
| 脱硝区域氨泄漏量 mg/L | <25 | 25 | | | | >25mg/L, 参数报警 |
| SCR 压缩空气储罐压力 MPa | >0.65 | | | 0.5 | | <0.5MPa, 参数报警 |
| 尿素水解器液位 m | 0.85 | 0.95 | 1.05 | 0.75 | 0.7 | 0.514mm, 除盐水填料液位 <0.7mm, 水解器正常停机 >1.05mm, 水解器正常停机 |
| 尿素水解器压力 MPa | 0.55 | 0.75 | 0.9 | 0.45 | 0.3 | >0.9MPa, 气相泄压气动阀联锁 开 >1.05MPa, 水解器紧急停机 >1.05MPa, 液相泄压气动阀联锁 开 <0.3MPa, 尿素水解器“喷氨” 自动退至“准备喷氨” |
| 尿素水解器温度℃ | 115~156 | 156 | 163 | 95 | | >163℃, 水解器正常停机 |
| 尿素水解器进口蒸汽温度℃ | 175 | 185 | 190 | 170 | 165 | |
| 尿素水解器氨气管压力 MPa | 0.45 | | | | | |
| 尿素溶液储存箱液位 m | 3.5~5.5 | 6 | 6.2 | | 0.6 | <0.6mm, 尿素溶液供给泵跳闸 |
| 尿素溶液储存箱温度℃ | >30 | 60 | | | | |
| 水解器温度与对应压力下饱和温度的差值℃ | | | -3 | | | >-3℃, 大屏报警。 |

3.17.6 伴热系统运行参数

| 项 目 | 伴热方式 | 设定温度℃ | 浮动上下限 |
|---------|------|-------|-------|
| 水解反应器本体 | 电伴热 | 160 | 4 |
| 尿素溶液管道 | 电伴热 | 50 | 2 |
| 废液排放管道 | 电伴热 | 50 | 2 |
| 废气排放管道 | 电伴热 | 160 | 4 |
| 水解氨气管道 | 蒸汽伴热 | 160 | 4 |
| 仪表 | 电伴热 | 160 | 4 |

3.17.7 SCR 系统停止

3.17.7.1 锅炉运行中，下述情况应停止喷氨：

- a) SCR 进口烟气温度超出 300℃～400℃范围。
- b) SCR 反应器没有烟气流过，如空预器故障。

3.17.7.2 锅炉运行中，SCR 反应器正常停运过程

- a) 锅炉运行时，若要停运脱硝系统，应告知相关环保专职及相关机构。
- b) 根据要求（尿素水解器未联络运行时）将尿素水解器由“喷氨”切换至“准备喷氨”状态。
- c) 检查自动设定尿素水解器压力为0.4MPa，尿素水解氨蒸汽母管调节阀自动全关。
- d) 注意尿素水解器压力上升情况，必要时撤出尿素水解器加热蒸汽进口气动调节阀自动，并手动关小。
- e) 撤出A、B侧供氨调节阀自动，并手动开至20%，检查氨蒸汽母管压力降至0后，开启锅炉脱硝系统管路蒸汽吹扫气动隔离阀，检查氨蒸汽母管压力上升至0.15MPa以上，对氨蒸汽管道吹扫10min后，关闭锅炉脱硝系统管路蒸汽吹扫气动隔离阀。
- f) 关闭A、B侧供氨调节阀，关闭锅炉脱硝系统氨蒸汽气动隔离阀。
- g) 就地关闭锅炉脱硝系统氨蒸汽隔离总阀，并上锁。
- h) 就地开启A、B侧供氨调节阀前取样阀，排出管道残液。
- i) 检查尿素水解器尿素溶液调节阀已关闭，尿素水解器蒸汽进口调节阀已关闭。
- j) 当尿素水解器压力上升至0.9MPa时，检查尿素水解器气相泄压气动隔离阀自动开启，直至压力降至0.65MPa，自动关闭。
- k) 尿素水解器气相泄压气动隔离阀动作后，应对气相泄压管道进行蒸汽吹扫，时间不少于5min。
- l) 停止喷氨后应保持稀释风系统继续运行

3.17.8 尿素水解器停运

3.17.8.1 尿素水解器正常停运

- a) 点击“正常停运按钮”。
- b) 检查下列阀门联锁关闭：
 - 1) 尿素水解器尿素溶液气动隔离阀；
 - 2) 尿素水解器尿素溶液调节阀；
 - 3) 尿素水解器氨蒸汽母管调节阀；
 - 4) 尿素水解器蒸汽进口气动隔离阀；
 - 5) 尿素水解器蒸汽进口调节阀。
- c) 检查尿素水解器气相泄压隔离阀自动开启，将尿素水解器中残余氨蒸汽输送至废水池。
- d) 复位“启动”按钮。
- e) 当尿素水解器温度<95℃，或尿素水解器压力<0.15MPa 时，尿素水解器气相泄压隔离阀自动关闭，正常停车完成。
- f) 尿素水解器停运后，关闭尿素水解氨蒸汽母管隔离阀。
- g) 对尿素水解器气相泄压管道进行蒸汽吹扫，吹扫时间不少于 5min。
- h) 尿素水解器停运后，将尿素溶液管道伴热由尿素水解器疏水伴热切换至蒸汽伴热。
- i) 保持尿素水解器电伴热及蒸汽伴热系统继续运行，并每隔 2h 检查记录一次伴热运行情况及尿素水解器压力、温度、液位。

- j) 尿素水解器停运后，若不需排出尿素水解器内溶液，则应保持尿素水解器温度在 40~80℃ 之间。
- k) 尿素水解器停运后，若要排出尿素水解器内溶液，在尿素水解器内溶液全部排出后应对尿素水解器进行冲洗，并对尿素溶液供给泵及管道进行冲洗。
- l) 尿素水解器及尿素溶液管道冲洗完成后方可停运尿素水解器各伴热系统。

3.17.8.2 尿素水解器紧急停运

- a) 点击“紧急停运”按钮。
- b) 检查下列阀门联锁关闭：
 - 1) 尿素水解器尿素溶液气动隔离阀；
 - 2) 尿素水解器尿素溶液调节阀；
 - 3) 尿素水解器蒸汽进口调节阀；
 - 4) 尿素水解器蒸汽进口气动隔离阀；
 - 5) 尿素水解器除盐水气动隔离阀；
- c) 尿素水解氨蒸汽母管调节阀。
- d) 由于尿素水解器内尿素溶液继续反应，尿素水解器内压力会逐渐上升，当压力到 0.9MPa 时，检查尿素水解器气相泄压隔离阀自动打开向废水箱内泄压，压力降低到 0.65MPa，尿素水解器气相泄压隔离阀自动关闭。
- e) 尿素水解器气相泄压隔离阀动作后，应对气相泄压管道进行蒸汽吹扫，吹扫时间不少于 5min。
- f) 复位“启动”按钮。
- g) 尿素水解器停运后，关闭尿素水解器出口氨气手动隔离阀。
- h) 当尿素水解器温度降到 95℃，或尿素水解器压力降到 0.15MPa 时，“紧急停运”按钮复位，紧急停运完成。
- i) 尿素水解器停运后，若不需排出尿素水解器内溶液，则应保持尿素水解器温度在 40~80℃ 之间。

3.17.9 SCR 系统故障处理

3.17.9.1 NO_x 排放超限

- a) 原因
 - 1) 燃烧调整或燃烧扰动影响。
 - 2) 供氨母管压力低。
 - 3) 测量仪表故障。
- b) 处理
 - 1) 合理调整燃烧，降低火焰中心，适当减小总风量，开大 NO_x 风调节挡板。
 - 2) 在启动磨煤机或加负荷阶段，提前干预，防止 NO_x 超限。
 - 3) 加强供氨母管压力的监视，压力过低时及时联系化控检查并提高压力。
 - 4) 若是因测量仪表或信号引起，应及时联系维护人员处理。
 - 5) 发生 NO_x 超限后，应及时做好上报和登记工作。

3.17.9.2 脱硝效率低

- a) 原因
 - 1) 催化剂失效。
 - 2) 氨分布不均匀。
 - 3) NO_x/O₂ 分析仪给出信号不正确。

- 4) 出口 NO_x 设定值过高, 入口 NO_x 值过高。
- 5) 氨量不充足。

b) 处理

- 1) 检查氨逃逸率、氨气供应压力、管道堵塞情况和各分配支管手动调节挡板开度、氨流量计及相关控制器。
- 2) 调整出口 NO_x 设定值为正确值。
- 3) 在氨逃逸率允许的前提下, 增加喷氨量。
- 4) 检测催化剂测试片, 检验失效情况。
- 5) 如各分配支管流量不均, 重新调整。
- 6) 检查氨喷射管道和喷嘴的堵塞情况。
- 7) 检查 NO_x/O₂ 分析仪是否校准过, 烟气采样管是否堵塞或泄露。

3.17.9.3 催化剂差压高

a) 原因

- 1) 积灰。
- 2) 烟气量过大。

b) 处理

- 1) 检查烟气流量是否过大。
- 2) 停炉后, 用真空吸尘装置清理催化剂表面。
- 3) 停炉后, 检查催化剂上部积灰情况, 较多时应进行清灰。
- 4) 若取样管道堵, 吹扫取样管, 清除管内杂质。

4 灰硫系统

4.1 压缩空气系统

4.1.1 压缩空气系统投运前检查

- a) 按“辅助设备及系统启动通则”完成启动前的检查和操作。
- b) 确认空压机动力电源测绝缘合格，送电；干燥机电源已送电。
- c) 检查空压机控制电源已送电；空压机公用系统电源 1、2 均已送电；空压机及干燥机冷却水电动阀、干燥机入口电动阀电源已送电。
- d) 检查空压机油池油位正常。
- e) 检查离心空压机预润滑油泵已运行正常，指示灯亮。油箱电加热投入运行，润滑油温大于 35℃。
- f) 检查离心空压机的密封压缩空气已投入，压力表指示正常。
- g) 检查空压机、干燥机、自洁式过滤器就地控制面板指示灯指示正确，无故障报警，将其切至“远方”控制。
- h) 检查空压机、干燥机冷水进水母管压力正常，打开空压机、干燥机冷却水进水电动阀、回水隔离阀。
- i) 检查空压机油气分离器排放阀关闭，油位正常，应在视油镜的中心偏下位置。
- j) 开启空压机疏水电磁阀后手动阀，关闭疏水电磁阀旁路手动阀。
- k) 打开干燥机正常疏水手动阀，疏水电磁阀旁路阀关闭。
- l) 打开干燥机进口母管及储气罐疏水阀，疏水后将疏水阀关闭。
- m) 打开空压机出口手动阀，干燥机出、入口手动阀，储气罐出、入口手动阀；压缩空气气路导通。

4.1.2 压缩空气系统投运

4.1.2.1 螺杆空压机启动

- a) 开启螺杆空压机冷却水进水电动阀。
- b) 启动螺杆空压机，检查启动电流返回正常。
- c) 检查螺杆空压机在卸载条件下开始运行，自动运行指示灯亮。点击加载，10s 后螺杆空压机开始加载运行，排气压力逐渐升高至 0.8MPa 左右，就地控制面板显示“自动加载”，无故障报警。检查螺杆空压机冷却风机运行正常。
- d) 检查螺杆空压机冷却水回水正常，回水温度小于 50℃。
- e) 根据用气量设定螺杆空压机加载和卸载压力，并检查加卸载运行正常。
- f) 根据需要，投运其它空压机。

4.1.2.2 离心空压机启动

- a) 开启离心空压机冷却水进水电动阀。
- b) 检查离心空压机预润滑油泵运行正常，润滑油温大于 35℃。
- c) 压缩空气系统在无压力状态下，应先启动螺杆空压机。待干燥机出口压缩空气母管压力及离心空压机密封气压力正常后，才允许启动离心空压机。
- d) 启动离心空压机，检查启动电流返回正常。自洁式过滤器随机启动。
- e) 检查离心空压机在卸载条件下开始运行，自动运行指示灯亮。20s 后空压机开始加载运行，排气压力逐渐升高至设定值 0.8MPa 左右，就地控制面板显示“自动加载”，无故障报警。
- f) 离心空压机启动后还应检查油过滤器差压正常；油雾排烟风机运行正常，差压在正常范围内。

- g) 检查自洁式过滤器压差正常无报警。
- h) 检查离心空压机冷却水回水正常，回水温度小于 50℃。
- i) 根据需要，投运其它空压机，投入备用离心空压机联锁。

4.1.2.3 干燥机启动

- a) 打开干燥机入口电动阀、干燥机冷却水进水电动阀。
- b) 待空压机出口母管压力至 0.7MPa，启动干燥机。
- c) 检查干燥机 A 塔或 B 塔运行正常。就地控制面板无故障报警，各自动排水阀动作正常。
- d) 根据需要，投运其它干燥机。投入备用干燥机联锁，选择为第一备用或第二备用。

4.1.3 压缩空气系统运行维护及注意事项

- a) 离心式空压机的正常运行方式为三台运行，两台备用；螺杆式空压机的正常运行方式为一用一备，根据需要手动启停，无联锁功能。干燥机的正常运行方式为四台运行，二台备用。运行人员可以根据用气量的大小，合理选择空压机、干燥机的运行数量，尽量避免空压机、干燥机长期处于欠载或过载状态运行。
- b) 螺杆、离心空压机无论在“远方/就地”位，就地均可进行启停操作；在“就地”位时，远方不能进行启、停操作，只能在“就地”位进行启、停操作。
- c) 空压机出口母管压力稳定在 0.70~0.82MPa。
- d) 检查空压机、干燥机冷却水供水正常，冷却水压力 0.25~0.5MPa，温度 10~33℃。
- e) 检查空压机冷却风扇运行正常，本体转子振动、轴承温度、排气温度等参数正常，干燥机压缩机运转声音正常。空压机、干燥机系统无漏水、漏气、漏油、结霜等异常现象。
- f) 检查油气分离器油位、油温正常、油质合格。
- g) 定期检查各自动疏水器疏水正常，每班定期对压缩空气储气罐手动放水，冬季或雨天应根据情况增加储气罐放水次数。
- h) 空压机控制面板上指示灯指示正确，无报警，各参数显示正常，空压机自动加卸载正常，在加、卸载的过程中声音正常。
- i) 空压机出口的排气温度不超过报警值，油过滤器差压、空气进口滤网差压不超报警值。
- j) 各储气罐及出口母管压力在 0.65~0.8MPa 之间，无管道漏气现象，各运行储气罐及进、出口母管应定期疏水。
- k) 检查干燥机除油过滤器及除尘过滤器工作正常，自动排水系统正常。
- l) 干燥机再生排气时若引起仪用空气压力突降，应快速停运故障干燥机，并隔离。
- m) 螺杆空压机在停运检修时，需就地按停运按钮一次，防止误启动。
- n) 每班定期打开对空压机、干燥机、压缩空气罐冷凝水手动阀进行疏水一次。

4.1.4 压缩空气系统停运

4.1.4.1 空压机停运

- a) 检查备用空压机已启动或压缩空气系统已无用户。
- b) 撤出空压机联锁。
- c) 检查空压机处于卸载运行状态，远方停运空压机运行，机器自动卸载 10s，然后停机。
- d) 检查空压机停运，操作面板上各指示正常。
- e) 离心空压机停运后，检查预润滑油泵自动联启，运行正常。
- f) 如空压机正常停运备用，则不需要关闭空压机出气阀及冷却水进、出水阀。如果空压机长期不运行，关闭冷却水。打开空压机输水旁路手动阀。

4.1.4.2 干燥机停运

- a) 远方停运干燥机，待干燥机停运后，关闭干燥机进口电动阀。

- b) 根据需要, 关闭干燥机进、出口阀及干燥机冷却水进、出水阀。

4.1.5 压缩空气系统故障处理

4.1.5.1 空压机排气温度高

- a) 现象
 - 1) 空压机排气温度表显示高。
 - 2) 空压机出口管道温度高。
- b) 原因
 - 1) 冷却水量不足或水温过高。
 - 2) 润滑油脏或油位低。
 - 1) 空压机进口滤网堵塞或风扇电机故障。
 - 2) 温控器故障。
 - 3) 空压机房环境温度高。
 - 4) 油过滤器堵塞。
 - 5) 油冷却器或后部冷却器换热效果差。
 - 6) 空压机长时间处于加载状态。
- c) 处理
 - 1) 检查冷却水温度、流量、阀门开度是否正常, 并进行手动调节, 设法降低冷却水温度。
 - 2) 检查油气分离器油位、油质, 必要时加油或换油。
 - 3) 联系维护部清理滤网。
 - 4) 联系检修检查温控阀动作是否正常。启动备用空压机, 排气压力正常后停止故障空压机。
 - 5) 检查空压机房通风情况, 投入排气风机运行, 降低环境温度。
 - 6) 若运行调整无效, 通知检修处理。

4.1.5.2 压缩空气压力低

- a) 现象: 压缩空气母管出口压力低。
- b) 原因
 - 1) 压缩空气用量过大或管路泄漏。
 - 2) 备用空压机未及时启动。
 - 3) 空压机加载压力(回跳压力)设定过低。
 - 4) 空压机进口滤网堵塞。
 - 5) 自动疏水器开启后卡涩。
 - 6) 空压机进气阀动作不良或卡涩, 未开到位。
 - 7) 压力开关误动作或控制系统误报警。
- c) 处理
 - 1) 压缩空气母管压力下降, 立即查明原因进行处理。
 - 2) 仪用气压力下降时, 应检查备用空压机或干燥机联自启, 否则立即手动启动备用空压机、备用干燥机。
 - 3) 若因运行空压机或干燥机故障, 应将故障设备切换隔离。
 - 4) 若因压缩空气系统管路爆破、泄漏, 应立即设法隔离, 联系检修处理。
 - 5) 若因闭冷水系统故障导致空压机运行不正常, 应立即调整空压机冷却水压力温度正常, 必要时应立即将空压机房冷却水源切换至邻机。
 - 6) 若因检修或输灰用气量过大, 应立即停止供气。
 - 7) 仪用气压力下降时, 应密切注意各运行工况, 尽量维持机组负荷稳定。

4.1.5.3 干燥机出口空气露点温度过高

- a) 现象：干燥机控制面板显示“露点温度高”报警。
- b) 原因
 - 1) 压缩空气流量超过额定处理量。
 - 2) 压缩空气压力偏低或温度偏高。
 - 3) 吸附剂或过滤器滤芯失效。
 - 4) 露点温度测量仪故障或显示器故障。
 - 5) 干燥机冷却器脏污，换热效果差。
 - 6) 辅冷水水温高，干燥机冷却器换热效果差。
- c) 处理
 - 1) 检查压缩空气压力变化情况，及时启动备用空压机。
 - 2) 查冷却水流量及温度及气液分离器排水系统是否正常。
 - 3) 若运行调整无效，通知检修检查干燥剂及露点测量元件。

4.2 除尘系统

4.2.1 除尘系统投运前检查

4.2.1.1 干除本体检修后，内部进行下列检查

- a) 干除内部清洁无杂物，灰斗内部应无积灰、杂物；内部阻流板齐全，位置正确。
- b) 极板、极线无变形、断线现象，极间距符合要求。
- c) 振打装置内部部件齐全，转动方向与位置正确，无磨损、卡涩现象。
- d) 绝缘子室应清洁，无积灰、杂物，绝缘子、阴极振打瓷轴等应干净完好。

4.2.1.2 若电场经过空载升压试验的，应确认试验结果正常。

4.2.1.3 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

4.2.1.4 除尘系统机务部分检查

- a) 干除外壳、灰斗、管道等保温应完好，无漏灰、漏风等现象。
- b) 振打装置应转动灵活，转动方向与位置正确，防护罩壳完好。
- c) 确认输灰系统已符合投运条件，仓泵进灰隔离阀均开启。
- d) 确认各灰斗无泄漏，插板门开闭灵活，并处于开启状态，灰斗蒸汽加热管路无泄漏。
- e) 确认灰斗气化风系统已符合投运条件，各灰斗气化风进口阀均开启。
- f) 确认飞灰输送系统具备投运条件。

4.2.1.5 除尘系统电气部分检查

- a) 各箱、柜应清洁无杂物，接线无松动、脱落、变色现象；表计校验合格、指针为零，操作开关完好、无卡涩，指示灯完好；箱、柜门关闭严密。
- b) 各箱、柜的外壳及各电机外壳接地线连接完好。
- c) 各箱、柜的空气开关置“分”位置，各熔断器均完好，并合上。
- d) 电场高、低压控制器接线完好，控制开关置“停止”位置。
- e) 高频电源外观完整，电源接线、工作接地连接完好，散热风扇完好。
- f) 阻尼电阻无积灰、烧熔、断线现象。
- g) 用 2500V 兆欧表测量电场阴极对地绝缘电阻应 $>80\text{M}\Omega$ 。
- h) 高压隔离开关操作灵活、接触良好，接地端接地良好；由“接地”位置切至“电场—电源”位置，柜门应关闭严密并上锁。

- i) 安全联锁箱钥匙均对号插入，并置“分”位置。
- j) 振打就地控制开关置“远控”位置；振打、电加热器电源开关置“分”位置，控制开关置“停止”位置。
- k) 确认干除高压危险区域无人工作。

4.2.1.6 高压系统操作至热备

- a) 合上各电场 PC 段馈线电源开关。
- b) 合上各电场控制电源开关。
- c) 合上各电场高频电源开关。

4.2.1.7 低压系统设备操作至热备

- a) 检查各振打、加热控制柜馈线开关已合上。
- b) 合上各振打、电加热低压动力柜电源开关。
- c) 合上各振打、电加热低压动力柜控制电源空开、散热风扇和照明等空开。
- d) 合上低压动力柜内各振打电机、大梁绝缘子室及阴极振打瓷轴电加热器空开。
- e) 将低压动力柜内各振打电机、大梁绝缘子室及阴极振打瓷轴电加热器旋钮置“远方”位置。

4.2.1.8 送上安全联锁箱电源，将各电场联锁钥匙置“合”位置，检查电源指示均正常。

4.2.1.9 检查工程师站与高频电源装置通讯系统正常。

4.2.1.10 设定除尘系统各高、低压设备的控制参数。

a) 电场高压参数设定表

| | 设定限值 | 一电场 | 二电场 | 三电场 | 四电场 | 五电场 |
|--|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 工作方式 | 自动/间歇 | 自动 | 间歇 | 间歇 | 间歇 | 间歇 |
| 一次电压 V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| 一次电流 A | 261 | 261 | 261 | 261 | 261 | 261 |
| 二次电压 kV | 80 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 二次电流 mA | 2000 | 200~1600 | 200~1500 | 200~1500 | 200~1500 | 200~1500 |
| 脉冲周期 | 32000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 |
| 脉冲宽度 | 32000 | 4000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 高频频率 Hz | 7000 | 7000 | 7000 | 7000 | 7000 | 7000 |
| 注1：开停机阶段采用较低设定值。 注2：脉冲周期及宽度设定数据*0.625，为脉冲周期及宽度的时间，单位 us。 注3：如运行中电场参数受高频频率限制，可提升高频频率设定值，最高 30000Hz。 | | | | | | |

b) 振打周期时间设定表

| 名 称 | 单 位 | 振打时间 | 停止时间 | 名 称 | 单 位 | 振打时间 | 停止时间 |
|---------|-----|------|------|---------|-----|------|------|
| 一电场阳极振打 | s | 150 | 150 | 一电场阴极振打 | s | 300 | 300 |
| 二电场阳极振打 | s | 150 | 300 | 二电场阴极振打 | s | 300 | 600 |
| 三电场阳极振打 | s | 150 | 450 | 三电场阴极振打 | s | 300 | 900 |
| 四电场阳极振打 | s | 150 | 600 | 四电场阴极振打 | s | 300 | 1200 |
| 五电场阳极振打 | s | 150 | 800 | 五电场阴极振打 | s | 300 | 1500 |

注：停止时间设定为 0 即为连续振打方式。

4.2.1.11 高频电源散热风扇控制模式宜选择随机启动模式，设定油温为 25℃。

- a) 温控模式：高频电源运行，整流变油温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ，散热风扇自动启动。
- b) 随机启动模式：高频电源投运，散热风扇自动启动。
- c) 强制模式：手动控制散热风扇启动。

4.2.1.12 检查操作员站通讯正常、各设备状态及参数等应显示正确，操作无异常。

4.2.2 除尘系统投运

4.2.2.1 确认除尘系统投运前准备工作均已完成。

4.2.2.2 确认烟尘浊度仪、脱硫烟气连续监测系统（CEMS）已正常投运。

4.2.2.3 引风机启动前 8h，投运各大梁绝缘子、阴极振打瓷轴电加热器，确认灰斗蒸汽加热投入，灰斗温度正常。

4.2.2.4 确认输灰系统、灰斗气化风系统已运行正常。

4.2.2.5 引风机启动前 2h，投运各阴、阳振打置“连续”运行方式。

4.2.2.6 引风机启动前，投运干除一、三电场，设置二次电流为 500~800mA，宜控制电场不出现闪络现象。

4.2.2.7 机组并网前，投运干除所有电场，控制净烟气含尘量 $> 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

4.2.2.8 机组正常运行，调整电除尘高压参数至正常运行参数，将阴、阳极振打设为“自动”运行方式。

4.2.2.9 检查系统各设备运行状态、设定值、参数均正常，烟气含尘量、烟色满足排放要求。

4.2.2.10 投运注意事项

- a) 操作高压隔离开关时，若发现异常，应查明原因处理正常后方可再次操作，不得强行合闸。
- b) 当烟气含尘量发生变化时，应及时调整各电场参数或工作方式，并将振打置“自动”运行方式、驱动频率调整至正常值。
- c) 电场投运时，所有人员应距离高压整流变、电场高压引入部件、绝缘子室等高压部位在安全距离 1.5m 以外。
- d) 电场投运前，应及时投运电场大梁电加热器、阴打瓷轴电加热器；若雨雪天气或气候潮湿时，为防止电场投运时闪络频繁，宜提前投运各电加热器。
- e) 电场投运后，若闪络严重，应降低二次参数的设定值，使电场运行平稳，但自动方式下二次电流 $\leq 200\text{mA}$ ；运行 15min~30min 后，可逐渐调高二次参数设定值，直至恢复至正常值。
- f) 引风机启动前，投运一、三电场或任意二级电场；机组并网前，投运所有电场；前三级电场二次参数控制 $\leq 500\text{mA}$ ，后二级电场控制在 1000mA 内，应检查电场参数稳定、无闪络现象。
- g) 在干除进口烟温 $< 70^{\circ}\text{C}$ 且锅炉投大油枪助燃时，已投运电场的二次电流宜设定为 500mA 以上，火花率应控制在近似于零，防止极板积油发生二次燃烧。
- h) 电场逐级投运过程中，因电场故障的，可按一、三、二、四、五电场的次序投运后续电场，直至全部投运。

4.2.3 除尘系统运行维护及注意事项

4.2.3.1 运行维护

- a) 对电场一、二次参数及闪络频率、整流变油温、IGBT 温度、出口含尘量、烟气含尘量、烟气温度等参数应加强监控,发现异常或波动较大时应及时分析、调整,吸收塔进口原烟气含尘量应 $\geq 20\text{mg}/\text{Nm}^3$,净烟气含尘量应 $\geq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。
- b) 调整二次参数设定值时,应逐渐分次调节;正常通过调整二次电流改变放电能力,不宜大于 $200\text{mA}/\text{次}$,间隔时间应控制在 $5\text{s}\sim 10\text{s}$ 之间,每次调整后应待参数变化稳定后方可再次进行。
- c) 锅炉低负荷阶段投油助燃时,若电场参数晃动剧烈、火花率急剧上升的,可适当降低电场参数,保持电场参数稳定,同时应加强振打;工况正常后,应恢复原运行方式。
- d) 高压整流变油温达到 75°C 或 IGBT 温度达到 65°C 时,电场应自动降至二次额定参数的 50% 运行,否则应手动降低参数,同时调节同室其余电场运行参数,并至就地检查散热风扇运行是否正常;若因环境温度较高、电场运行参数高引起的,宜适当降低电场参数并加强对整流变或 IGBT 温度趋势的监控和检查,直至温度恢复正常。
- e) 机组运行中,电场故障或无法投运的,应及时调整同室电场的参数、振打周期时间或驱动频率,故障电场的振打周期时间可维持不变。
- f) 电场故障报警停运后,除电场开路故障需检修检查确认外,其余故障应至就地检查各设备,若无异常,可试投一次;若仍故障报警应将电源开关置“分”位置,并入缺通知检修处理。
- g) 电场在自动工作方式下,二次电压无法上升至 30kV 以上且升高即发生严重闪络时应停运电场,将电源开关置“分”位置,并入缺通知检修处理。
- h) 灰斗料位若高报警,应加强输灰,可适当降低电场运行参数;当灰斗料位高至电场短路跳闸时,应采取紧急排灰措施并在 8h 内使料位低于灰斗上平面;若 8h 后电场仍故障,应采取强制清灰措施;若超过 24h 电场仍故障,应申请降负荷并更换低灰煤种。
- i) 若振打周期紊乱、电场出现电晕封闭或反电晕现象时,应采取手动振打。
- j) 若电加热器温度控制异常或达不到设定值时,可切换为手动运行,直至正常后恢复;系统投运前,若五电场电加热器无法投运,应至就地手动投运同一室内其余电场的大梁电加热器。
- k) 若发现干除通讯中断、参数及状态显示异常时,应根据脱硫 CEMS 系统数据进行综合判断,并通知检修通过除尘系统上位机或电场高频电源手操器检查电场运行情况;若通讯中断短时无法恢复的,可在上位机或手操器上适当调高电场运行参数并加强现场巡检;通讯恢复后,应对除尘系统设备状态、参数、设定值等进行全面的检查和确认。
- l) 当机组低负荷或燃煤灰份较低时,应按五电场至一电场的次序、逐步调整电场的工作方式为间歇工作方式,同时可采取降低二次参数、调整脉冲周期及宽度、降低频率以及采取降低驱动频率的方法来达到节能调整的目的;当机组负荷增加或燃煤灰份较大时,则反之进行调整操作。

4.2.3.2 日常检查

- a) 检查除尘系统通讯、信号、报警均正常,表计、指示正常。
- b) 检查各箱、柜内各电气设备无发热、异味,冷却风扇运行正常、无异音,表计、指示灯指示正常,控制开关位置正确。
- c) 检查高压整流变压变无异音,散热风扇运行正常。
- d) 检查电场各高压部件无明显放电、爬电现象。
- e) 检查振打装置运行正常,无异音,各转动部位防护罩完整牢固。
- f) 检查电场灰斗下金属连接管温度正常,料位显示正常,无堵塞现象。
- g) 干除阳极振打层及顶部设备定期进行巡回检查。

4.2.3.3 注意事项

- a) 电场投运、停运操作或状态发生变化的，电场故障及故障处理情况，烟气参数发生异常时应及时做好分析、调整及记录。
- b) 电场运行时，严禁开启高压隔离开关柜门、操作高压隔离开关；高压整流变不得开路运行或开路试验。
- c) 干除运行时，严禁打开各人孔门、进入干除内部，所有人孔门的安全联锁必须可靠。

4.2.3.4 除尘系统运行参数限额

| 名称 | 正常值 | 备注 |
|-------------|--------|---------|
| 高压整流变油温 ℃ | <75 | 85℃电场跳闸 |
| IGBT 温度 ℃ | <65 | 75℃电场跳闸 |
| 大梁绝缘子电加热器 ℃ | 90 | 低限 70℃ |
| 灰斗壁温 ℃ | 90~120 | 低限 90℃ |

4.2.4 除尘系统停运

4.2.4.1 机组停运时间小于 8h。

- a) 当锅炉熄火后，逐个停运干除三、二、电场；引风机均停运后，逐个停运干除一、四电场，延时 1h，停运五电场。
- b) 干除处于备用状态。
- c) 电场灰斗内余灰应排空。

4.2.4.2 短时停运，时间一般小于 7 天。

- a) 执行“临时停运”操作。
- b) 停运大梁绝缘子、阴打瓷轴电加热器。
- c) 电场直流母线放电操作。
 - 1) 检查电场已停运。
 - 2) 断开直流母线，检查主回路接触器、预充电回路接触器均在断开位置。
 - 3) 投运电场，检查直流母线电压快速下降，低于 20V 后，电场应自动停运，否则手动停运。
- d) 阴阳极振打、旋转电极运行 24h 后停运。
- e) 确认灰斗排空后，停运灰斗蒸汽加热系统，延时 2h 后可停运对应输灰单元、灰斗气化风系统。

4.2.4.3 长期停运

- a) 执行“短时停运”操作。
- b) 将电场电源操作至检修状态。

4.2.4.4 干除停运注意事项

- a) 电场逐级停运过程中，宜逐个进行；若五电场未投运的应保留该室四电场继续运行至最后停运；单级电场全部停运后应确认烟气含尘量恢复正常后再进行下一步停运操作。
- b) 干除停运过程中，应根据条件逐级停运电场并控制吸收塔进口烟气含尘量不高于 20mg/Nm³，必要时可延迟停运电场或调整电场运行参数。
- c) 电场停运时，应逐渐降低二次电流至 300mA 以下，延时 5s 后停运。
- d) 电场停运时，操作员站上无法操作或操作无效的，应通知检修通过上位机或手操器停运。
- e) 电场全部停运后，阴阳极振打、旋转电极宜保持运行 24h 后停运。
- f) 干除停运时间在 2~3 天之间，且干除无相关检修工作的，干除各电加热器、振打可保持原运行方式。

4.2.4.5 干除检修注意事项

- a) 干除内部检修工作应在机组停运后方可进行。
- b) 电场检修前，应确认直流母线电压低于 20V 后方可将电场高压供电装置操作至检修状态。
- c) 检修人员在进入干除前，内部温度应降至 40℃ 以下，应在人孔门外用接地线对各电场阴极线及框架验、放电一次。
- d) 进入干除内部工作的检修人员应至少在两人及以上，且其中一人应在人孔门外负责监护。
- e) 干除阴极系统检修需要焊接的，应在对应的焊接件上挂设接地线。
- f) 机组运行中，电场高压供电装置故障检修的，应严格按照安规要求做好严密的安全措施，防止前级电场运行引起的漂移电压或高压供电装置残余电荷引起的人身伤亡事故，必要时可暂停前级电场运行或挂设临时接地线来保证检修工作的安全进行。

4.2.5 除尘系统故障处理

4.2.5.1 若发生下列故障，应立即停运电场并切断电源。

- a) 运行中一次电流上冲超过额定值或电流极限失控。
- b) 高压绝缘部件闪络严重。
- c) 高压阻尼电阻闪络严重，甚至起火。
- d) 高压整流变超温报警、喷油、漏油、声音异常。
- e) 高压供电装置故障跳闸后经一次试投仍跳闸。
- f) 输灰系统故障或其它原因造成电场短路。
- g) 出现危及设备、人身安全的情况。

4.2.5.2 电场输出短路，跳闸并报警

- a) 现象：一次电流较大、二次电压接近于零、二次电流很大。
- b) 原因
 - 1) 高压隔离开关处于“接地”位置。
 - 2) 高压出线松动或绝缘距离减小，造成短路。
 - 3) 绝缘部件污损或严重结露造成漏电或绝缘不良，而放电、击穿、闪络。
 - 4) 阻尼电阻断线脱落，接地短路。
 - 5) 阴极线断裂、脱落，或有杂物、零部件脱落，而造成阴、阳极短路。
 - 6) 阳极板热膨胀弯曲变形或松动脱落，触及阴极框架。
 - 7) 测量回路故障或电场控制器故障，误动。
 - 8) 灰斗料位计指示失灵或输灰系统故障，造成灰斗满灰触及阴极框架，使阴极对地短路。
- c) 处理
 - 1) 试投电场一次，输出短路故障是否仍报警。
 - 2) 检查高压隔离开关位置并切至“电场—电源”位置，并进行电场的试投。
 - 3) 灰斗料位高引起电场短路跳闸，应及时加强对应输灰单元的运行，仍无法降低灰斗料位的应立即通知检修采取紧急措施；输灰后间隔 15min~30min，应进行电场的试投，直至正常投运。
 - 4) 电场故障短时无法恢复的，应调整后级电场运行参数、振打时序、进灰及周期时间等设定值。
 - 5) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.3 电场输出开路，跳闸并报警

- a) 现象：一次电流接近于零、二次电压很高、二次电流为零。
- b) 原因

- 1) 高压隔离开关辅助触头脱开，但未接地。
- 2) 高压阻尼电阻烧断。
- 3) 工作接地线断开。
- 4) 整流变高压侧出线断。
- 5) 测量回路故障或电场控制器故障、误动。

c) 处理

- 1) 检查高压隔离开关位置并确认已切至“电场—电源”位置。
- 2) 通知检修检查无异常后，可试投电场一次。
- 3) 电场故障短时无法恢复的，应调整后级电场运行参数、振打时序、进灰及周期时间等设定值。
- 4) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.4 二次侧无输出

- a) 现象：直流母线电压正常，一次电流偏小，二次电压极低，二次电流极小。

b) 原因

- 1) IGBT 模块损坏。
- 2) IGBT 驱动控制板损坏或驱动信号异常。
- 3) 高压整流变故障或内部高压硅堆损坏。

c) 处理

- 1) 试投电场一次，是否仍报警。
- 2) 电场故障短时无法恢复的，应调整后级电场运行参数、振打时序、进灰及周期时间等设定值。
- 3) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.5 直流母线电压低

a) 原因

- 1) 电场电源开关未合到位。
- 2) 交流接触器未有效吸合或预充电电阻断开。
- 3) 整流模块或滤波电容故障。
- 4) 充电时间过长。
- 5) 测量回路故障、断线或电场控制器故障，误动。

b) 处理

- 1) 试投电场一次，是否仍报警。
- 2) 检查电场电源开关位置，并置“合”位置。
- 3) 充电时间过长引起的报警，确认母线电压正常后消除报警。
- 4) 电场故障短时无法恢复的，应调整后级电场运行参数、振打时序、进灰及周期时间等设定值。
- 5) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.6 二次电压正常，二次电流偏小

a) 原因

- 1) 干除进口烟气粉尘浓度过高，形成电晕封闭。
- 2) 振打或驱动及清灰装置故障、振打周期失灵或振打力不足、驱动频率低、清灰刷间隙过大。
- 3) 电晕线肥大，放电不良。

- 4) 工作接地不良。
- 5) 二次电流测量回路失准。

b) 处理

- 1) 若是电晕封闭现象，则撤出降压振打，阴极振打置“连续”运行，提高驱动频率，工作方式调整为自动跟踪、提高二次电压设定值。
- 2) 若是上述调整无效，可要求调整燃煤配比。
- 3) 适当提高后级电场的运行参数。
- 4) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.7 二次电压较低，二次电流正常（或过大）

a) 原因

- 1) 粉尘比电阻大，产生反电晕现象。
- 2) 高压部件绝缘不良。
- 3) 极间距局部变小或电场内部有异物，但未完全短路。
- 4) 绝缘子室漏风或温度偏低，而使绝缘性能下降。
- 5) 电缆或整流变进线盒绝缘严重损坏。

b) 处理

- 1) 若是反电晕现象，则降低二次参数或减小脉冲宽度，投入或加强降压振打、提高驱动频率、调整清灰刷间距，工作方式调整为间歇工作方式。
- 2) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.8 运行电压低，电流很小或电压升高就产生严重闪络而跳闸

a) 原因

- 1) 烟气温度低于露点温度，绝缘性能下降，发生低电压下严重闪络。
- 2) 振打装置失灵，极线、极板积灰严重造成击穿电压下降。
- 3) 大梁绝缘子、阴极振打瓷轴表面积灰、积露，绝缘下降产生放电。
- 4) 部件安装不良或板排移位、灰斗满灰接近阴极部分，使得极间距缩小，击穿电压下降。
- 5) 电场控制回路故障。

b) 处理

- 1) 调整锅炉燃烧工况，提高烟温。
- 2) 适当降低异常电场二次电压设定值，保持电场的稳定运行。
- 3) 加强输灰，迅速降低灰斗料位。
- 4) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.2.5.9 二次电流晃动

a) 原因

- 1) 周期性摆动：阴极框架晃动或阴极断线晃动等造成极间距周期性缩小。
- 2) 不规则晃动：阳极板、阴极线变形或局部粘灰过多，灰斗料位高、内部通道积灰等使极间距缩小，引起频繁闪络。
- 3) 剧烈晃动：高压电缆、高压引出线、绝缘子等高压部件对地击穿，极线弯曲成局部短路。

b) 处理

- 1) 适当降低异常电场二次电压设定值，尽量保持电场的稳定运行。
- 2) 加强输灰，迅速降低灰斗料位。
- 3) 电流晃动剧烈的应立即停运电场，分开电场电源开关。
- 4) 调整同室电场的运行参数，保证烟气含尘量不超标。

5) 若运行调整无效,通知检修处理。

4.3 除灰系统

4.3.1 除灰系统投运前检查

4.3.1.1 输灰系统

- a) 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- b) 灰斗、仓泵、储气罐、输灰管等内部干燥无杂物,相关人孔门均关闭严密无泄漏;系统管路连接良好、通畅,阀门灵活可靠、无泄漏;安全阀位置正确、无卡涩。
- c) 开启各就地表计、变送器的一次阀,并检查各表计指示正确、无误差。
- d) 检查输灰气控箱电源均已送上。
- e) 投运输灰仪用储气罐,开启干除、省煤器输灰仪用压缩空气隔离阀,开启各输灰单元就地气控箱进气阀;检查输灰仪用压缩空气系统正常无泄漏,仪用压缩空气压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ 。
- f) 检查各输灰气动阀均在关闭位置,将各输灰单元就地控制开关切至“远控”位置。
- g) 送上输灰系统各电动调节阀电源后关闭,置“远控”位置。
- h) 关闭输灰压缩空气管路疏水阀,开启输灰压缩空气隔离阀、输灰单元进气隔离阀、输灰补气隔离阀、仓泵加压隔离阀、仓泵流化隔离阀。
- i) 开启干除仓泵、省煤器仓泵进灰隔离阀。
- j) 检查各输灰管手动排堵门关闭位置。
- k) 检查输灰系统设备状态、阀门位置、参数显示正确无异常,测量仪表显示及调节动作正常。

4.3.1.2 输灰压缩空气

- a) 确认压缩空气系统已投运,输灰储气罐压力正常。
- b) 检查确认输灰系统仪用储气罐压力正常。

4.3.1.3 灰库系统

- a) 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- b) 检查系统管路连接良好、通畅,阀门灵活可靠、无泄漏,安全阀位置正常、无卡涩,灰库真空释放阀关闭严密、无卡涩。
- c) 检查灰库内部干燥无杂物,气化板完好无破损、堵塞。
- d) 开启各就地表计、变送器的一次阀,并检查各表计显示正确无误差。
- e) 投运灰库仪用储气罐,检查压力正常,开启至各用户仪用气隔离阀。
- f) 检查灰库布袋除尘器正常、可用,排气风机出口滤网无堵塞,开启反吹进气阀,。
- g) 检查输灰管至灰库切换气动阀应灵活可靠、无卡涩,处于关闭位置。
- h) 开启灰库联通阀。
- i) 检查灰库污水池底部无淤积,预沉池溢流孔无堵塞,污水泵应处于备用状态。
- j) 检查灰库各卸料隔离阀应处于关闭状态。
- k) 检查灰库系统设备状态、阀门位置、参数显示正确无异常,测量仪表显示及调节动作正常。

4.3.1.4 灰斗气化风、灰库气化风系统

- a) 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。
- b) 检查系统管路连接良好,保温完好,阀门灵活可靠、无泄漏,安全阀位置正常、无卡涩。
- c) 检查气化风机进口滤网无积灰堵塞现象;皮带松紧度合适,无断裂缺损;消音器完好无破损。
- d) 检查气化风机油位正常、油质良好、无渗漏。
- e) 开启各就地表计、变送器的一次阀,并检查各表计显示正确无误差。

- f) 开启各气动阀的仪用气进气阀，检查气动阀应处于远控状态、关闭位置。
- g) 开启各用户的气化风进口阀。
- h) 检查气化风电加热器控制柜内无杂物，接线无松动、脱落、变色，熔断器完好并合上，表计指示正确、无异常；检查气化风电加热器保温完好，接地线完好。
- i) 送上气化风电加热器控制柜电源，检查方式选择、温度设定正确，切至远控位置。
- j) 检查气化风系统设备状态、阀门位置、参数显示正确无异常，测量仪表显示及调节动作正常。
- k) 检查气化风蒸汽加热器汽源及疏水通畅，投运蒸汽加热器。

4.3.2 除灰系统投运

4.3.2.1 干除振打系统投运前，应依次投运灰斗蒸汽加热系统、灰斗气化风系统、灰库系统、输灰压缩空气。

4.3.2.2 灰库系统投运

- a) 启动灰库布袋除尘器排尘风机并投入变频控制，投入反吹脉冲控制仪，检查灰库负压正常。
- b) 开启灰库气化风机出口气动阀，启动灰库气化风机，待压力正常后投运气化风电加热器。
- c) 投入灰库污水泵液位联锁、备用联锁。
- d) 检查灰库系统运行正常。

4.3.2.3 开启输灰储气罐至各输灰管进气隔离阀，投运输灰压缩空气系统，确认输灰储气罐出口压力 $>0.55\text{MPa}$ 。

4.3.2.4 输灰系统投运

- a) 确认灰库无高料位报警、负压正常；确认输灰压缩空气系统运行正常，输灰压缩空气压力正常。
- b) 开启输灰管至目标灰库切换气动阀，另一个切换气动阀应处于关闭位置。
- c) 设定输灰单元相关参数

| 设备 | 进料时间 s | 循环时间 s | 输灰结束压力 MPa | 输灰时间 s | 备注 |
|-----|--------|-----------|------------|--------|------------------------------|
| 一电场 | 20 | 400~500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 4~5 次，低负荷时可适当减少 |
| 二电场 | 20~30 | 1000~1500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 1~2 次，低负荷时可适当减少 |
| 三电场 | 15~20 | 1500~2500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 1~2 次，低负荷时可适当减少 |
| 四电场 | 15~20 | 2500~4500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 1~2 次，低负荷时可适当减少 |
| 五电场 | 15~20 | 2500~4500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 1 次，低负荷时可适当减少 |
| 省煤器 | 10 | 400~500 | 0.05 | 600 | 满负荷情况下，每小时输灰 3~4 次，低负荷时可适当减少 |

- d) 逐个投运输灰单元顺控程序。
- e) 检查各输送单元运行情况、各阀门动作情况、参数的变化均应正常。
- f) 检查各输灰管道无漏灰，各气动阀、电磁阀及压缩空气管道无漏气。

4.3.3 除灰系统运行维护及注意事项

4.3.3.1 运行维护

- a) 发现现场积灰、扬灰的，应及时分析、处理，积灰应及时通知维护部进行清理。
- b) 发现输灰管道、设备漏灰的，应及时停运相关输灰设备，通知维护处理缺陷、清理现场，采取洒水、吸尘等防止扬尘的措施；输灰设备检修时间较长的，应做好干除电场、输灰单元相关参数的调节和处理；若输灰设备漏灰严重，确实无法隔绝处理的，应汇报部门及公司相关领导，采取烟气系统单侧隔离、减负荷、甚至停机处理的措施。
- c) 输灰单元开机投运、检修或吹堵后投运前，应先顺控“吹扫”一次，正常后转为周期运行。
- d) 停机过程中，输灰系统应待干除振打停运并确认各灰斗已排空后，延时 2h 并进行一次“吹扫”后，方可停运。
- e) 单侧两个省煤器输灰单元与干除一、二电场输灰单元共用一根输灰管，并单独进行顺控输灰。
- f) 前几级运行电场输灰单元因长时间检修后投运时，可暂停其余输灰单元的运行同时结合降低电场运行参数的方法，快速降低灰斗料位；待输灰压力曲线明显恢复正常后，可恢复原运行方式。
- g) 末几级电场输灰单元的周期时间不宜设置过长，否则较易导致堵管。
- h) 当灰斗出现高料位报警时，应调整输灰参数、加强输灰，并根据机组负荷、燃煤灰份、并列输灰单元运行参数进行综合对比分析；若个别高料位报警且压力曲线明显有变化的，应至就地检查确认，防止灰斗下灰不畅造成满灰；若个别高料位报警且压力曲线无异常的，应通知检修进行检查。
- i) 输灰管堵管自动吹堵无效时，应撤出该输灰管所有输灰单元的输灰顺控，进行手动吹堵，连续吹堵 2~3 次，若未吹通的等待 10min 后再次进行吹堵，连续 3 轮未吹通的，应停运并通知检修处理。
- j) 输灰单元故障停运不宜超过 8h，若停运时灰斗出现高料位报警的，按灰斗高料位处理方法进行处理。
- k) 在输灰过程中，不应在就地操作输灰系统各气动阀或“远控/就地”切换开关等。
- l) 当输灰系统负荷、输灰压缩空气压力波动较大时，应根据压力及时启停空压机、干燥机。
- m) 灰库料位较高但未出现高报警时，应加强料位监视、及时联系灰库值班人员。
- n) 输灰管至灰库气动阀切换时，应待对应的输灰单元均停运时进行，不得在输灰顺控进行中切换。
- o) 灰库联通阀开位，当灰库负压高且布袋除尘器排气风机频率低时，可停运一台排气风机。
- p) 灰斗落灰不畅时可通过进灰气动阀进行反吹，但注意压力不得过高，不得频繁反吹；输灰堵管严禁通过透气阀直接泄压；进灰气动阀故障时应及时进行隔离，避免仓泵满灰。

4.3.3.2 定期检查

- a) 检查各设备状态、信号、参数显示均正常，无异常报警；振动、声音正常，油位、油质正常。
- b) 检查各阀门动作正确，无卡涩、内漏现象。
- c) 检查各输灰单元设定值正常、压力曲线根据负荷和灰份而变化，无堵管、泄漏现象。
- d) 检查各灰斗、仓泵出灰通畅、温度正常，无堵塞、泄漏现象。
- e) 检查应对电场、省煤器灰斗下部金属连接管，发现异常应及时处理，防止灰斗堵灰、满灰；正常运行时，金属连接管温度一电场约为 80℃~100℃，二电场约为 50℃~70℃，三、四、五电场略大于环境温度。
- f) 检查各气化风机及加热器运行正常，温度控制在设定值范围内。
- g) 检查灰库料位、压力正常，布袋除尘器运行正常。

4.3.3.3 运行调整

- a) 锅炉点火初期或投油枪助燃时，应缩短进灰及周期时间；锅炉停止投油 3h~4h 后，应逐渐延长进灰及周期时间。
- b) 锅炉停炉时：此时灰温逐渐降低，应缩短进灰时间。
- c) 高负荷、高灰份工况下，同时出现以下现象时，应缩短进灰及周期时间。
 - 1) 输灰循环中多次达到补气压力。
 - 2) 压力曲线时间跨度长。
 - 3) 仓泵高料位报警。
- d) 正常运行时，单个电场故障或检修停运的。
 - 1) 故障电场所在输灰单元，维持原输灰时间设定。
 - 2) 故障电场后级输灰单元，进灰时间按故障电场设定，周期时间略为缩短。

4.3.3.4 除灰系统运行参数限额

| 名称 | 正常值 | 备注 |
|--------------|-----------|----------------|
| 输灰单元运行压力 MPa | 0.04~0.23 | 堵管压力 0.35 |
| 输灰管吹堵压力 MPa | 0.3~0.35 | |
| 输灰压缩空气压力 MPa | 0.55~0.7 | 最高 0.75 |
| 仪用压缩空气压力 MPa | 0.55~0.7 | |
| 空压机排气温度 °C | <150 | |
| 灰斗气化风机压力 kPa | <58.8 | |
| 灰斗气化风温度 °C | <180 | |
| 灰库料位 m | <10 | 备注单灰库最高不超过 16m |
| 省煤器灰斗料位 m | <2 | 2.5m 高料位报警 |
| 干除一电场灰斗料位 m | <3 | 4.5m 高料位报警 |
| 灰库压力 kPa | -0.3 | |
| 灰库气化风机压力 kPa | <98.8 | |
| 灰库气化风温度 °C | <180 | |
| 空压机冷却水压力 MPa | ≥0.2 | |

4.3.3.5 高灰煤种掺烧输灰注意事项

- a) 正常输灰单元正常输灰时间（即输灰压力曲线跨度）不超过 5min，如输灰曲线过长应调整输灰单元落灰时间、输灰周期时间，采用少量多次输灰方式，必要时增开空压机、提高开始输送压力；若输灰时间频繁高于 8min 或伴有输灰堵管的，应及时联系专业协助调整。
- b) 灰斗设有无源核子料位计，可实时显示灰斗料位情况，如料位过高应加强输灰，必要时反吹。
- c) 灰斗短接温度直接反应灰斗落灰情况，当灰量较大时省煤器灰斗、干除一电场灰斗、干除二电场灰斗短接温度分别不低于 100℃、50℃、30℃，温度偏低应进行手动反吹，再次落灰后确认温度是否上升。

4.3.3.6 灰库高料位处理

- a) 正常运行控制 A、B、C 三个灰库总料位不高于 25m，否则应及时联系卸灰。

- b) 机组持续高负荷运行，且高灰煤种掺烧时，据机组负荷、燃煤量及煤种灰分估算产灰量，按灰库 250t/m 换算灰库料位上涨情况，提前联系做好卸灰安排，并持续做好灰库料位监视。
- c) 如遇天气或交通管制等原因造成六横岛封航，粉煤灰无法运输的，应提前做好以下对策。
 - 1) 提前联系降低灰库料位，至封航前将灰库料位至最低位。
 - 2) 根据机组负荷、燃煤量及煤种灰分估算灰库料位上涨情况，必要时更换低灰煤种。
 - 3) 若封航天数过长，如有条件可限制负荷控制产灰量。
- d) 若灰库料位过高，超出灰库承受能力，应提前联系进行紧急调湿灰处置。

4.3.4 除灰系统停运

4.3.4.1 短期停运

- a) 输灰系统停运应待干除振打停运、确认灰斗排空后方能停运。
- b) 确认灰斗内余灰已排空，输灰单元投入“吹扫”一次。
- c) 输灰单元吹扫结束，检查无异常，停运各输灰单元。
- d) 输灰系统停运后，停运灰斗气化风系统。

4.3.4.2 长期停运

- a) 执行“短期停运”操作。
- b) 待干除内部清灰结束，余灰输送完毕后，停运输灰系统。
- c) 关闭干除、省煤器仓泵进口隔离阀。
- d) 关闭输灰压缩空气隔离阀、输灰单元进气隔离阀、仓泵流化隔离阀、输灰管吹堵隔离阀。
- e) 关闭输灰仪用储气罐进出口隔离阀、省煤器输灰仪用压缩空气隔离阀。
- f) 若邻机输灰系统也停运时，灰库系统可执行以下操作。
 - 1) 排空灰库内余灰。
 - 2) 停运灰库气化风系统。
 - 3) 停运灰库布袋除尘系统。

4.3.5 除灰系统故障处理

4.3.5.1 当发生下列情况，应立即停止输灰系统运行。

- a) 输灰系统发生严重泄漏、冒灰。
- b) 输灰压缩空气系统故障，暂时无法保持压力的。
- c) 输灰系统仪用气中断。
- d) 灰库出现“高高”料位报警且无法切换至正常料位灰库的。
- e) 发生危及人身或设备安全的情况。

4.3.5.2 灰库压力高（负压低）

- a) 原因
 - 1) 灰库布袋除尘器故障停运或输灰系统负荷增加时未及时投运。
 - 2) 布袋除尘器反吹脉冲仪故障或仪用压缩空气压力低，布袋堵塞。
 - 3) 布袋除尘器排气风机变频未投入自动或变频器故障、参数设置错误。
 - 4) 灰库压力测点故障或信号回路故障。
- b) 处理
 - 1) 及时投运布袋除尘器。
 - 2) 检查布袋除尘器排气风机参数设置是否正常，并投入自动控制。
 - 3) 若运行调整无效，通知检修处理。

4.4 脱硫系统

4.4.1 脱硫系统投运前检查

4.4.1.1 按“辅机设备及系统运行通则”完成启动前的检查和操作。

4.4.1.2 检查确认脱硫仪用系统投运，储气罐压力正常，各隔离阀开启。

4.4.1.3 检查脱硫原烟气、净烟烟气在线监测系统（CEMS）投运正常。

4.4.1.4 确认循环水系统启动正常，海水升压泵前池滤网正常投入，前池液位 $>2.46\text{m}$ 。

4.4.1.5 吸收塔海水供应系统启动前检查

- a) 检查循环水进水至海水升压泵前池电动阀门关闭。
- b) 检查厂区工业水至脱硫系统补水隔离阀开启，投入海水升压泵轴承润滑水。
- c) 检查海水升压泵、电机油位正常，变频器正常，具备启动条件。
- d) 确定海水升压泵房地坑泵启动前检查完成，具备投运条件。

4.4.1.6 脱硫吸收塔本体投运前检查

- a) 检查吸收塔液位计正常投运，吸收塔液位为 0m 。
- b) 检查除雾器冲洗水各气动阀关闭，顶层冲洗手动阀关闭。
- c) 检查吸收塔填料、除雾器前后压力正常、差压正常。

4.4.1.7 脱硫曝气系统启动前检查

- a) 循环水投运前，检查曝气池内无异物，海水排放管、曝气风管开孔无堵塞。
- b) 循环水投运后，检查曝气池液位正常，水流正常。
- c) 检查海水排水箱涵 pH 计、溶氧表计正常投入，数据正常。
- d) 检查曝气风机、电机油位正常，变频器正常，具备启动条件。
- e) 检查投运曝气风机润滑油系统。
- f) 检查油箱油位正常，油质合格，油系统无漏油。
- g) 油过滤器完整，切换灵活，切换手柄切至一侧过滤器位置。
- h) 检查油冷却器完好，冷却水已投运，阀门状态正确，冷却水畅通。
- i) 各溢流阀、压力开关、温度开关、流量开关等均已设定好，检查各仪表一次阀均已开启。
- j) 检查油箱电加热器、油泵和电机完好，并已送电。
- k) 启动润滑油泵，检查润滑油压正常，滤网压差 $<0.25\text{MPa}$ ，润滑油压 $>0.15\text{MPa}$ ，油压稳定正常后投入润滑油泵联锁。检查运行正常，油系统无泄漏现象，油箱油温 $25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，各轴承流量正常，回油正常。

4.4.1.8 检查烟囱进口电动隔离挡板已开启。

4.4.1.9 确认除雾器冲洗水箱液位合格，除雾器冲洗水系统、曝气池临时排水泵等启动前检查完成，具备可投运条件。

4.4.2 脱硫系统投运

- a) 引风机启动前，启动一台变频海水升压泵，确认吸收塔液位正常。
- b) 启动除雾器冲洗水泵，投入除雾器冲洗水顺控。
- c) 锅炉点火前，启动一台曝气风机，检查曝气池出口 pH 正常，投入变频自动控制。
- d) 根据 SO_2 排放浓度、曝气池出口 pH 值继续投运海水升压泵、曝气风机，投入自动控制。

4.4.3 脱硫系统运行维护及注意事项

4.4.3.1 重点监视参数

- a) 脱硫原烟气、净烟气 CEMS 参数。

- b) 吸收塔进出、口烟温，吸收塔填料层差压、除雾器差压。
- c) 吸收塔液位、曝气池液位，吸收塔液位与曝气池液位差。
- d) 吸收塔入口海水压力及温度。
- e) 海水升压泵前池液位，海水升压泵电流、频率、振动、轴承润滑油压力等。
- f) 曝气风机电流、频率、出口压力及振动，曝气风机润滑油系统压力、温度。
- g) 海水恢复系统排水 pH 值、溶氧。

4.4.3.2 脱硫系统运行参数限额

| 名称 | 正常值 | 备注 |
|---|-------|----|
| 吸收塔进口烟温 °C | 70 | |
| 吸收塔出口烟温 °C | 38 | |
| 原烟气 SO ₂ 含量 mg/Nm ³ | ≤2200 | |
| 原烟气烟尘含量 mg/Nm ³ | ≤20 | |
| 净烟气 SO ₂ 含量 mg/Nm ³ | <35 | |
| 净烟气烟尘含量 mg/Nm ³ | <5 | |
| 海水升压泵前池液位 m | >2 | |
| 吸收塔液位 m | <2.5 | |
| 吸收塔填料层差压 Pa | <100 | |
| 吸收塔除雾器差压 Pa | <100 | |
| 上塔海水压力 MPa | 0.2 | |
| 上塔海水温度 °C | 25 | |
| 海水升压泵频率（变频） Hz | 35-50 | |
| 曝气池液位 m | 3 | |
| 排放海水 pH | ≥6.8 | |
| 排放海水溶解氧 mg/L | ≥3 | |
| 曝气风母管压力 kPa | 40 | |
| 曝气风机频率 Hz | 35-50 | |
| 曝气风机润滑油压力 MPa | 0.4 | |
| 曝气风机润滑油温度 °C | 28 | |
| 曝气风机润滑油油位 mm | 300 | |

4.4.3.3 运行维护

- a) 严密监视脱硫系统设备运行状况、参数变化，确保净烟气排放指标不超限、外排海水达标；发现异常，及时分析、调整参数，及时记录、汇报。
- b) 根据排放指标适时启停系统设备，确保脱硫系统环保、经济、高效运行。
- c) 正常吸收塔液位控制 0m 即可，注意海水升压泵启动时吸收塔液位监视与控制，避免上升过高。
- d) 正常海水升压泵、曝气风机均采用变频模式，节能自动调节，当煤种硫分过高时海水升压泵采用工频+变频组合方式。
- e) 运行中检查海水升压泵变频器指令与海水流量、曝气风机变频指令与压力相匹配，如偏差过大应分析原因。
- f) 每班对除雾器冲洗 1~2 次，当除雾器差压出现报警时，增加冲洗水次数，必要时进行顶层手动阀冲洗。
- g) 设备定期维护、切换、试验工作应按要求执行并进行记录，发生异常情况应及时汇报。

4.4.3.4 注意事项

- a) 备用设备符合条件应及时操作至备用状态，投入备用联锁，联锁保护无故不应撤出。
- b) 当海水升压泵前池液位偏低时，注意联系维护检查前池滤网是否存在堵塞。
- c) 根据不同吸收塔上水量关注吸收塔填料层差压、整体差压及引风机出力变化，出现异常应及时分析原因，及时处置。

- d) 保持海水升压泵轴承润滑水压力，如出现轴承润滑水中断，应至根据轴承温度情况选择是否投用闭冷水进行润滑。
 - e) 如曝气池及排水沟渠起泡严重，及时投用消泡装置，如泡沫飘出影响其他设备，应对曝气池进行物理消泡，减少泡沫外溢。
- 4.4.3.5 运行调整
- a) 正常吸收塔入口烟温应在 70℃ 以下，当高于 80℃ 时且海水升压泵均未运行，吸收塔除雾器急冷水进水门会自动开启，除雾器冲洗水泵会自启，一、二、三级喷淋会开启，同时相邻吸收塔冷却水进水门会自动关闭，若除雾器冲洗水泵不能自启，或者水箱水位不足维持时，急冷水消防水进水门会自启。
 - b) 日常通过海水升压泵上塔水量控制 SO₂ 指标，根据 SO₂ 浓度海水升压泵频率自动调节，硫分过高时，启动工频泵连续运行，利用变频泵进行 SO₂ 指标自动调节。
 - c) pH 调整。曝气风量主要与海水含氧量有关，当海水含氧量足够时，增大曝气量将不会对海水的 pH 恢复有太大作用，在满足海水排水 pH 基础上尽可能降低曝气风机频率，节能降耗。
 - d) 冬季吸收塔取水调整。当冬季高负荷、高硫煤种工况，海水脱硫总用水量高于机侧循环水量，为减少循环水量，将海水升压泵前池进水由循环水回水切至循环水进水。
- 4.4.4 脱硫系统停运
- 4.4.4.1 短时停运：指停机时间低于 24h，需停运脱硫烟气系统、海水供应系统及曝气风系统。
- a) 机组降负荷，根据净烟气 SO₂ 指标及外排海水 pH 值逐步停运多余的海水升压泵、曝气风机。
 - b) 锅炉熄火后，待曝气池排水 pH 上升，停运最后一台曝气风机。
 - c) 风烟系统停运后，待吸收塔入口温度降至 60℃，停运最后一台海水升压泵。
 - d) 海水升压泵全部停运后，投入除雾器顺控冲洗一次，完成后撤除雾器冲洗程控。
- 4.4.4.2 短期停运：指停机时间在 1~7 天之间、无系统性检修的停运。
- a) 执行脱硫系统短时停运操作。
 - b) 停运时间超过 2h，停运曝气风机润滑油系统。
 - c) 停运海水升压泵轴承润滑水。
- 4.4.4.3 长期停运
- a) 执行脱硫系统短期停运操作。
 - b) 如有检修工作，对海水升压泵前池、曝气池排空。
- 4.4.5 脱硫系统故障处理
- 4.4.5.1 吸收塔入口烟温高
- a) 现象：
 - 1) 吸收塔出口烟温升高。
 - 2) 脱硫塔前换热器出口烟温高。
 - b) 原因：
 - 1) 由于煤质、锅炉工况变化等因素引起的排烟温度升高。
 - 2) 烟气余热利用热媒水系统异常导致吸收塔入口烟温升高。
 - 3) 脱硫塔前换热器异常导致出口烟气温度升高。
 - 4) 烟气余热利用凝结水系统异常导致电除尘入口烟温升高。
 - c) 处理
 - 1) 发现排烟温度升高，应查明原因，并及时进行燃烧调整。

- 2) 检查余热利用热媒水系统运行是否正常，可通过提高热媒水增压泵频率，提高热媒水流量，降低塔前换热器出口烟温。
- 3) 检查余热利用凝结水系统运行是否正常，可通过提高凝结水增压泵频率，提高凝结水流量，降低由除尘进口温度。
- 4) 加强对脱硫效率的关注，增开脱硫海水升压泵，必要时降低机组负荷。

4.4.5.2 吸收塔入口烟气压力异常

- a) 现象：
 - 1) 入口烟气压力不正常的波动。
 - 2) 入口烟气压力高报警。
- b) 原因：
 - 1) 锅炉负压波动。
 - 2) 引风机调节失常。
 - 3) 压力测量装置异常。
 - 4) 吸收塔除雾器、填料堵塞。
 - 5) 塔前换热器堵塞。
- c) 处理：
 - 1) 调整锅炉负压至正常值，必要时引风机切“手动”控制。
 - 2) 检查除雾器压差是否正常，若压差高应降低机组负荷并对除雾器进行在线冲洗。
 - 3) 检查压力测量装置是否正常。
 - 4) 投入塔前换热器在线水冲洗。

4.4.5.3 吸收塔水位高

- a) 现象
 - 1) “吸收塔水位高”报警
- b) 原因
 - 1) 水位测量装置异常。
 - 2) 吸收塔入口海水流量增大。
 - 3) 曝气池溢流分配器堵塞。
- c) 处理
 - 1) 检查水位测量装置正常。
 - 2) 调节海水升压泵的运行台数，将吸收塔入口海水流量降至正常值。
 - 3) 检查曝气池溢流分配器是否堵塞，如果联系检修及时疏通。
 - 4) 若采取上述措施后水位仍高（ $\geq 2.1\text{m}$ ）且有上升趋势，应申请停机对脱硫系统作全面检查。

4.4.5.4 吸收塔差压高

- a) 现象
 - 1) 吸收塔除雾器差压大（ $\geq 150\text{Pa}$ ）
 - 2) 吸收塔填料层差压大（ $\geq 1600\text{Pa}$ ）
- b) 原因
 - 1) 吸收塔除雾器堵塞。
 - 2) 吸收塔填料层堵塞。
 - 3) 海水供应量增大。
 - 4) 吸收塔入口烟气流增大。

5) 循环水前池加杀菌剂浓度偏大。

c) 处理

- 1) 进行除雾器冲洗工作。
- 2) 在保证系统脱硫率的情况下适当减少海水供应量。
- 3) 如填料层堵塞严重且已影响机组负荷，应择机停机处理。
- 4) 暂停循环水前池加杀菌剂，待填料压差恢复正常后，降低杀菌剂浓度重新加药。

4.4.5.5 吸收塔进口海水流量低

a) 现象

- 1) 吸收塔出口烟温升高。
- 2) 吸收塔填料层差压略有降低。
- 3) 脱硫效率降低

b) 原因

- 1) 测点故障。
- 2) 海水供应系统泄漏。
- 3) 海水升压泵运行异常。
- 4) 吸收塔喷淋系统堵塞。

c) 处理

- 1) 检查流量及烟温测量装置是否正常。
- 2) 检查海水供应系统是否泄漏，联系检修检查处理。
- 3) 加强海水升压泵出口阀是否全开。
- 4) 确认吸收塔喷淋系统堵塞原因及状况，择机停机检查处理。

4.4.5.6 海水升压泵运行中跳闸

a) 现象

- 1) “海水升压泵跳闸”报警
- 2) 海水流量降低，吸收塔出口烟温升高

b) 原因

- 1) 海水升压泵电机轴承温度至跳闸值。
- 2) 海水升压泵出口门误关。
- 3) 电机故障。
- 4) 变频器故障。

c) 处理

- 1) 若两台海水升压泵运行中一台跳闸，备用泵联启失败：确认跳闸泵出口门在关闭状态；立即手动启动备用泵，如果备用泵仍无法启动，立即申请降负荷保证环保参数不超限；尽快确认运行泵跳闸及备用泵无法启动原因，联系检修处理，尽快恢复运行。
- 2) 若两台海水升压泵运行中都跳闸，备用泵联启失败：确认跳闸泵出口门在关闭状态；立即启动备用泵，如果备用泵仍无法启动，抢合跳闸泵各一次；检查余热利用系统是否运行正常，如吸收塔进口温度大于 75℃，确认急冷水系统投入运行，RB 动作正常；立即联系检修处理，如故障原因长时间无法排除应申请故障停炉。

4.4.5.7 海水升压泵前池液位低

a) 现象：海水升压泵前池水位下降

b) 原因

- 1) 前池滤网堵塞。

2) 机组循环水系统故障。

c) 处理

1) 前池滤网堵塞处理：前池水位比同工况下的液位下降 0.2 米时，应检查前池滤网堵塞情况并联系维护清理。（3、4 号机各一个独立前池）

2) 机组循环水系统故障导致：降低机组负荷，保持一台海水升压泵运行，维持前池液位并保证环保参数不超限。

3) 如果液位无法维持且低于 1.7m，按照海水升压泵全停故障处理。

4.4.5.8 曝气风机出口压力低

a) 现象

1) 曝气风机出口压力低

2) 排水 pH、DO、等指标可能偏离正常值。

b) 原因

1) 曝气风机出力降低。

2) 曝气风机入口滤网堵塞。

3) 曝气分配管破裂。

4) 曝气风机风门误关。

c) 处理

1) 检查曝气风机运行状态是否正常。

2) 如入口滤网堵塞应联系检修清理。

3) 检查曝气系统有无泄漏点。

4) 检查风门位置应全开，否则手动打开。

5) 处理过程中应加强监视排水指标，若曝气风机出口压力不能恢复正常，且海水排放指标无法维持正常值，必要时降低负荷运行；

4.4.5.9 曝气出口压力高

a) 现象

1) 曝气出口管压力高

2) 排水 pH、DO 可能偏离正常值。

b) 原因

1) 曝气空气管道堵塞。

2) 曝气池水位升高。

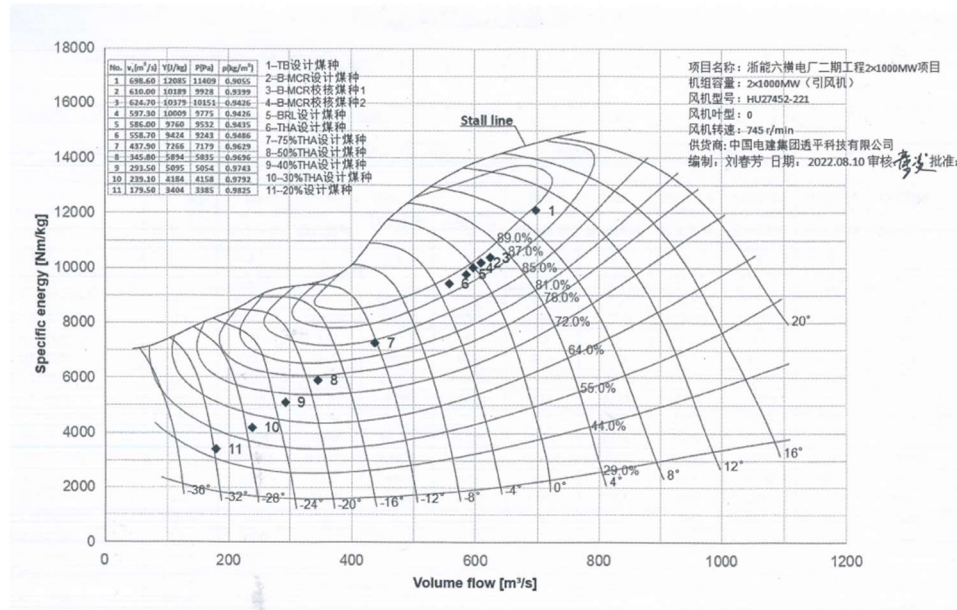
c) 处理

1) 如曝气空气管道堵塞应择机停机清理。

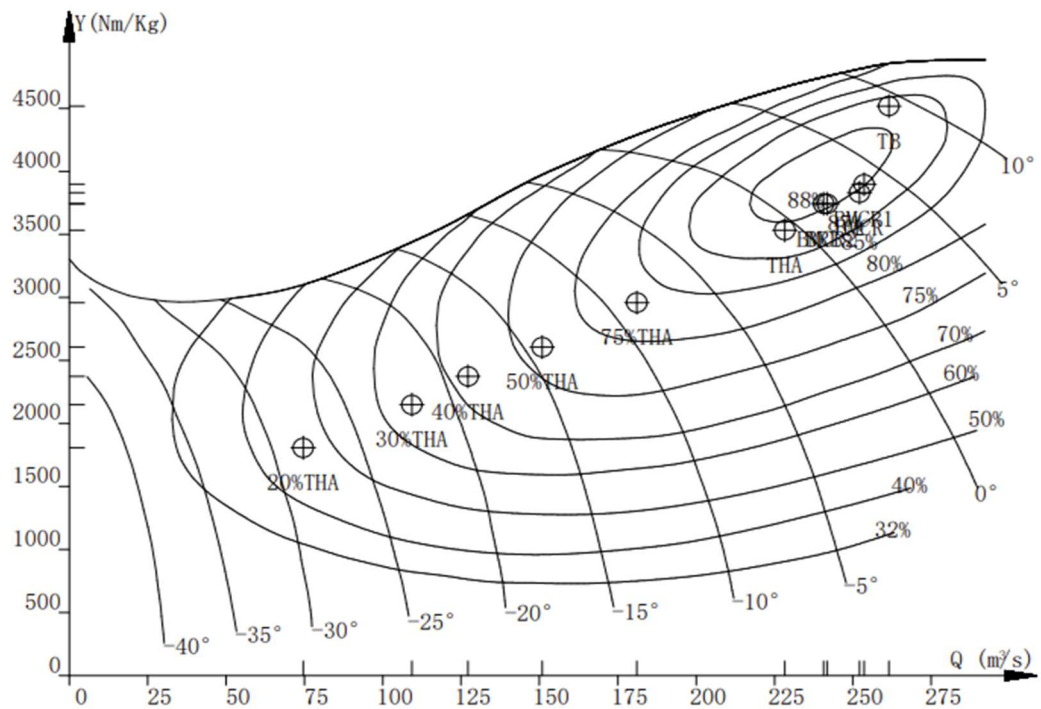
2) 如曝气池水位升高应确认水位升高原因作相应处理，调整水位至正常值。

附录 A (资料性) 辅机性能曲线

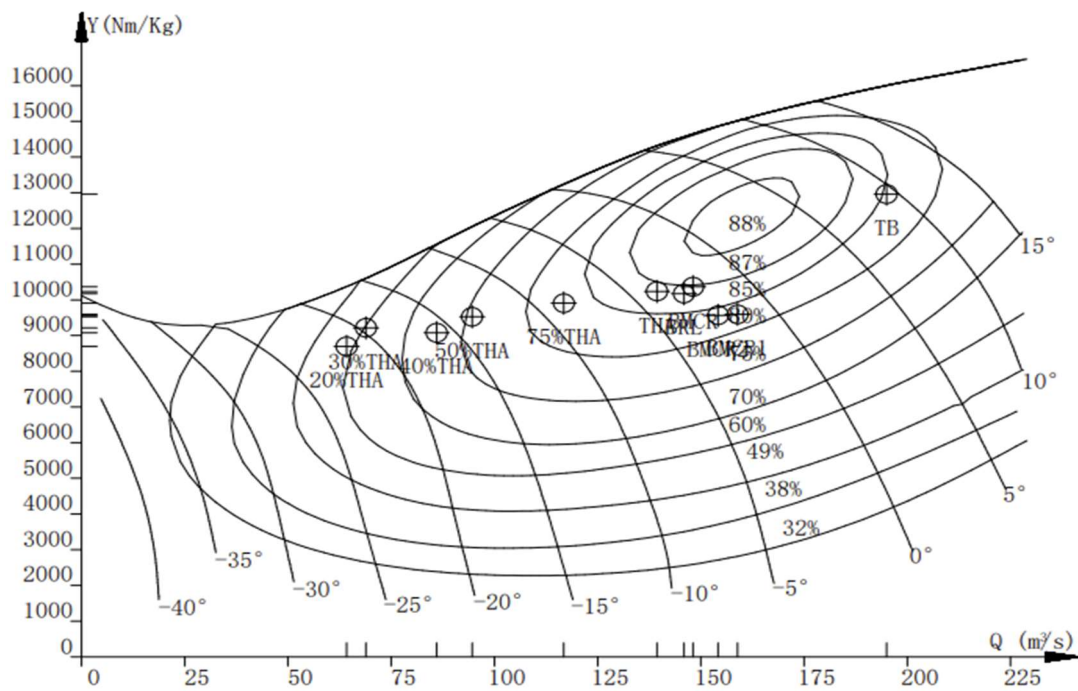
A. 1 引风机性能曲线



A. 2 送风机性能曲线

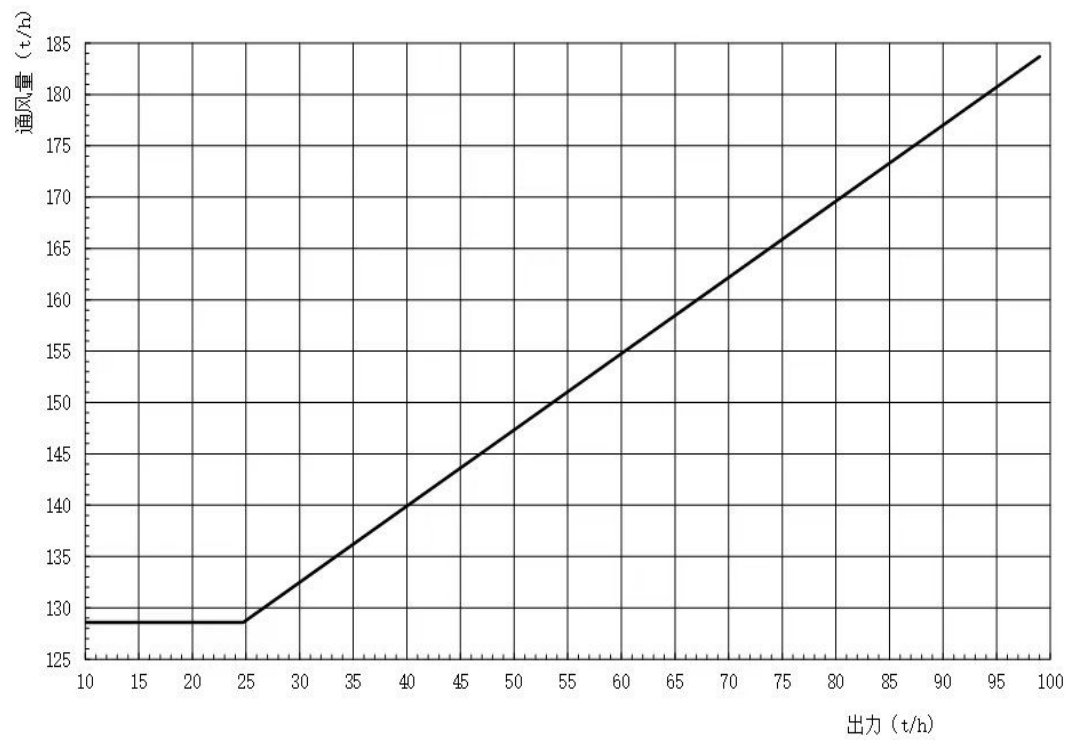


A. 3 一次风机性能曲线

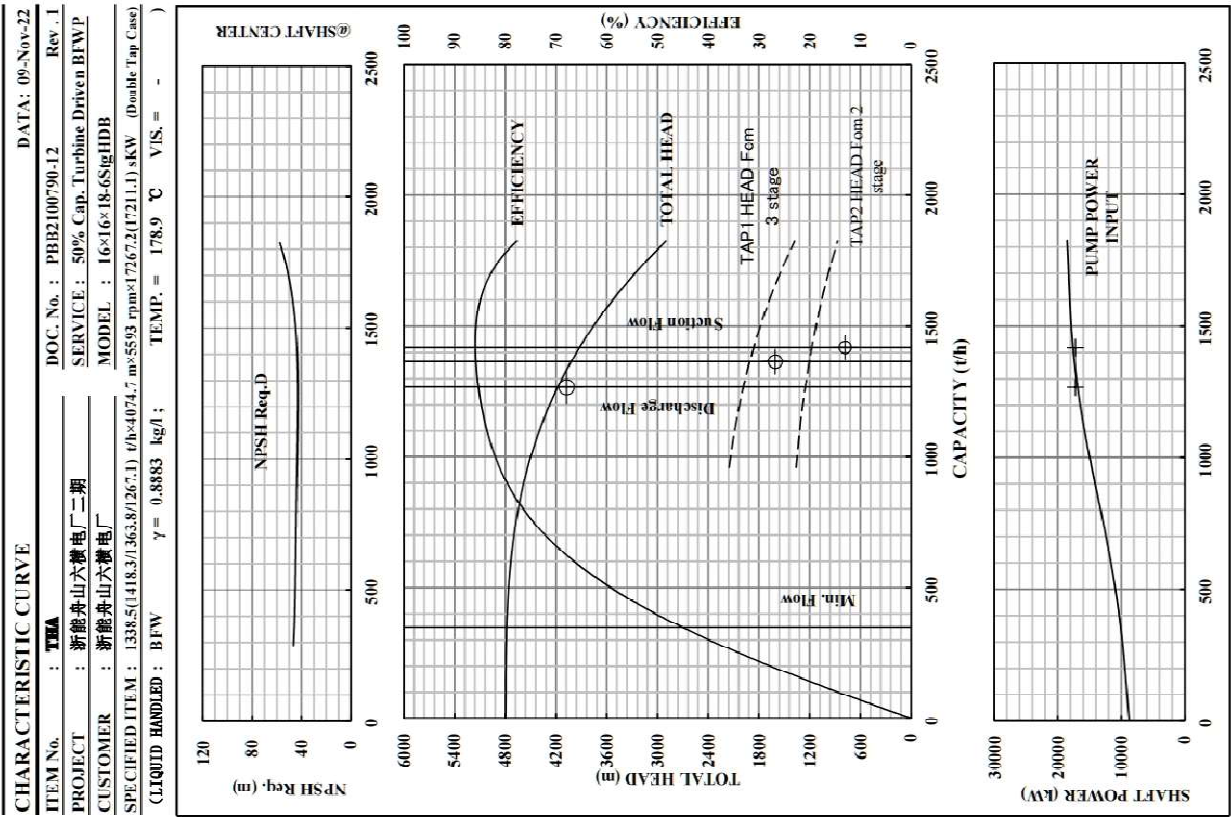


A. 4 磨煤机风煤比曲线

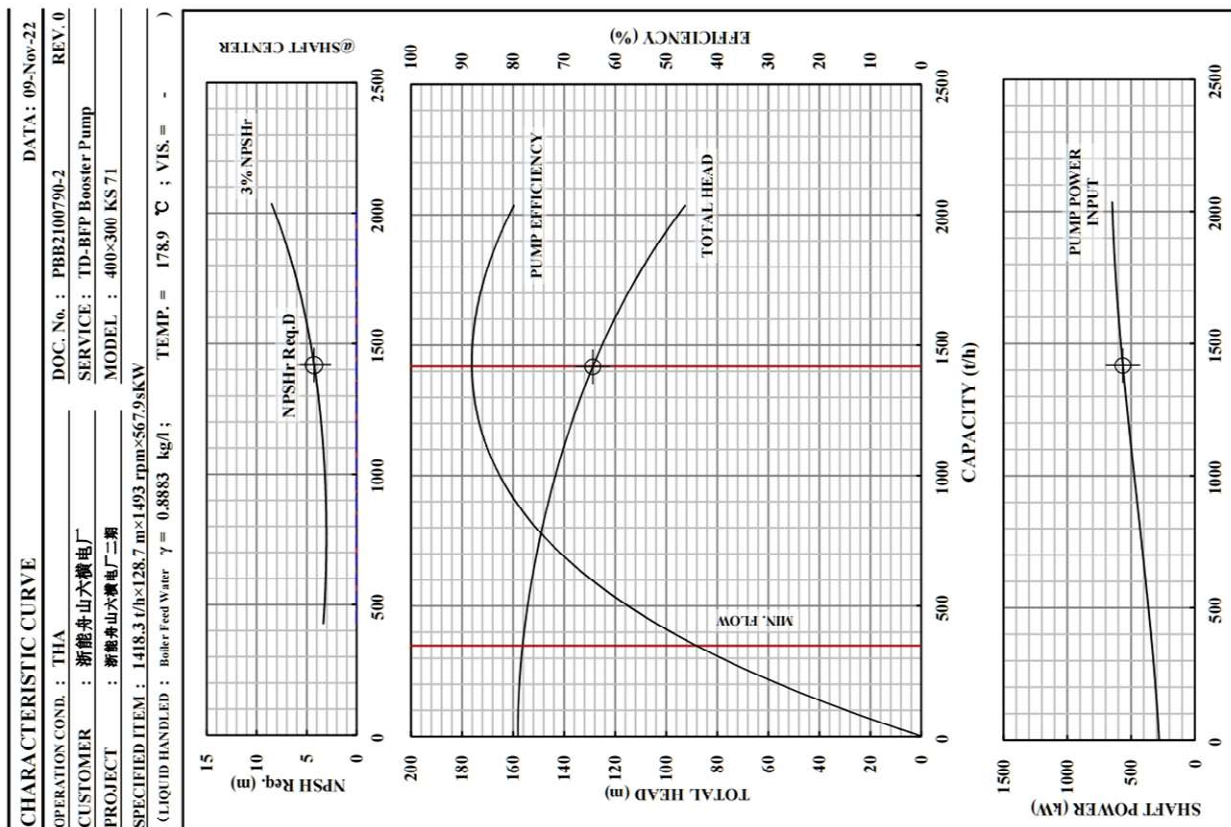
浙江浙能六横电厂二期工程燃煤机组|设计阶段
HP磨煤机 设计煤种出力-通风量



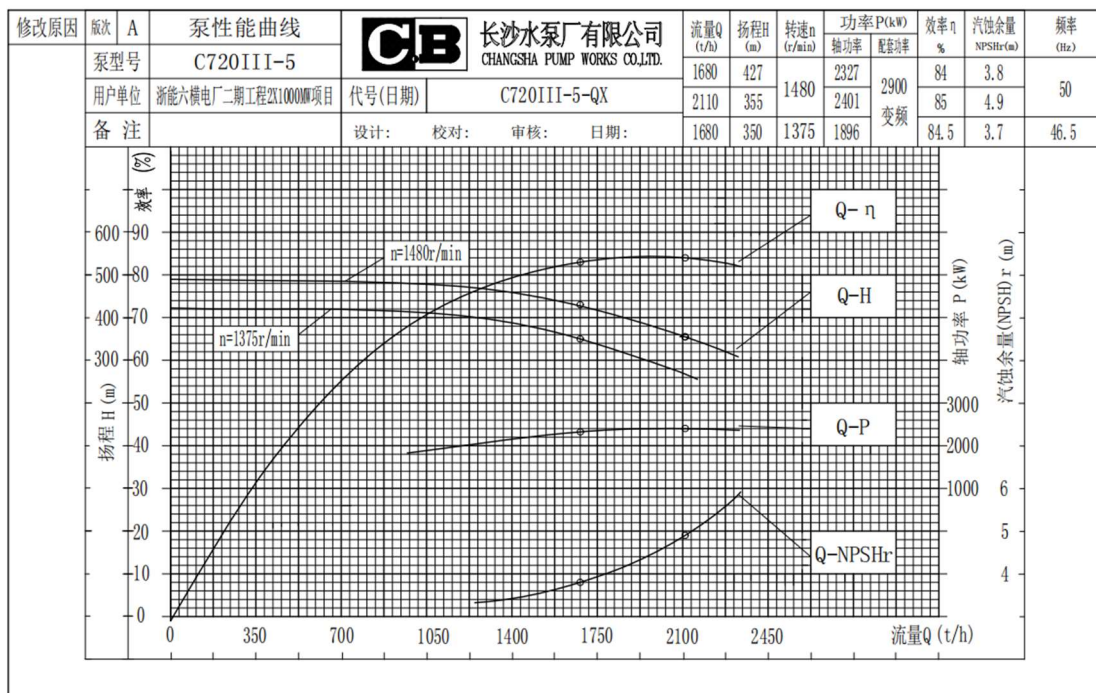
A. 5 汽泵特性曲线



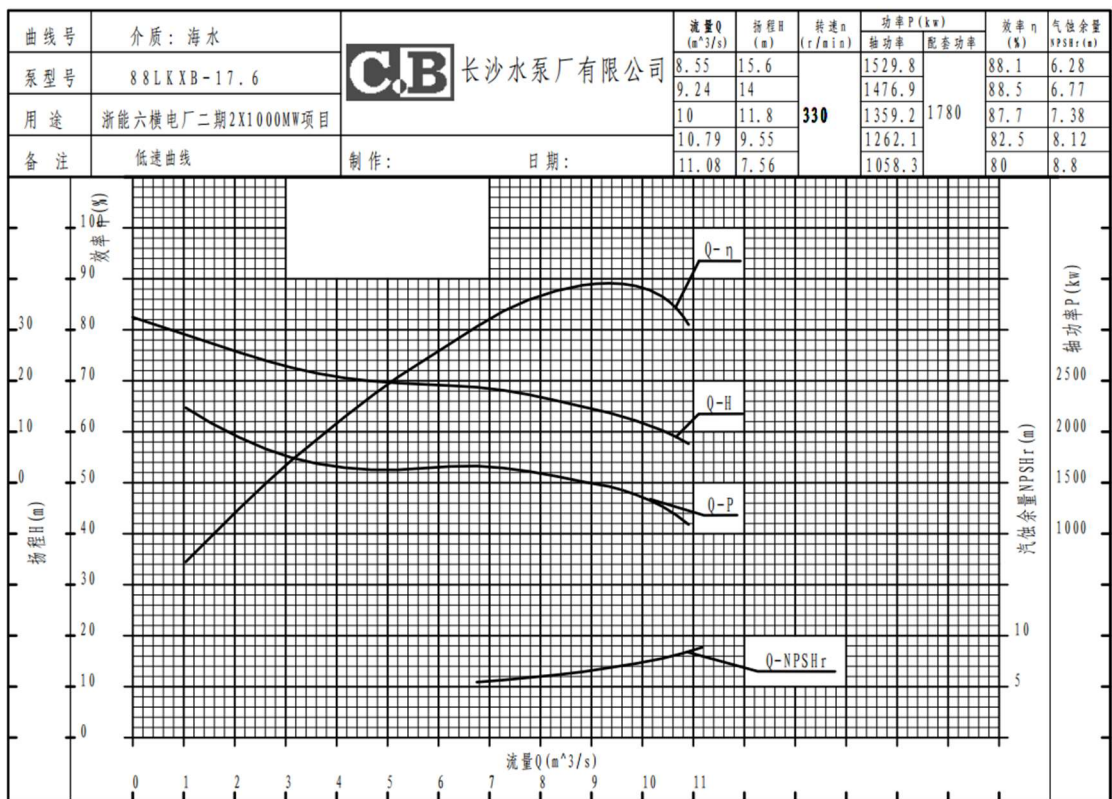
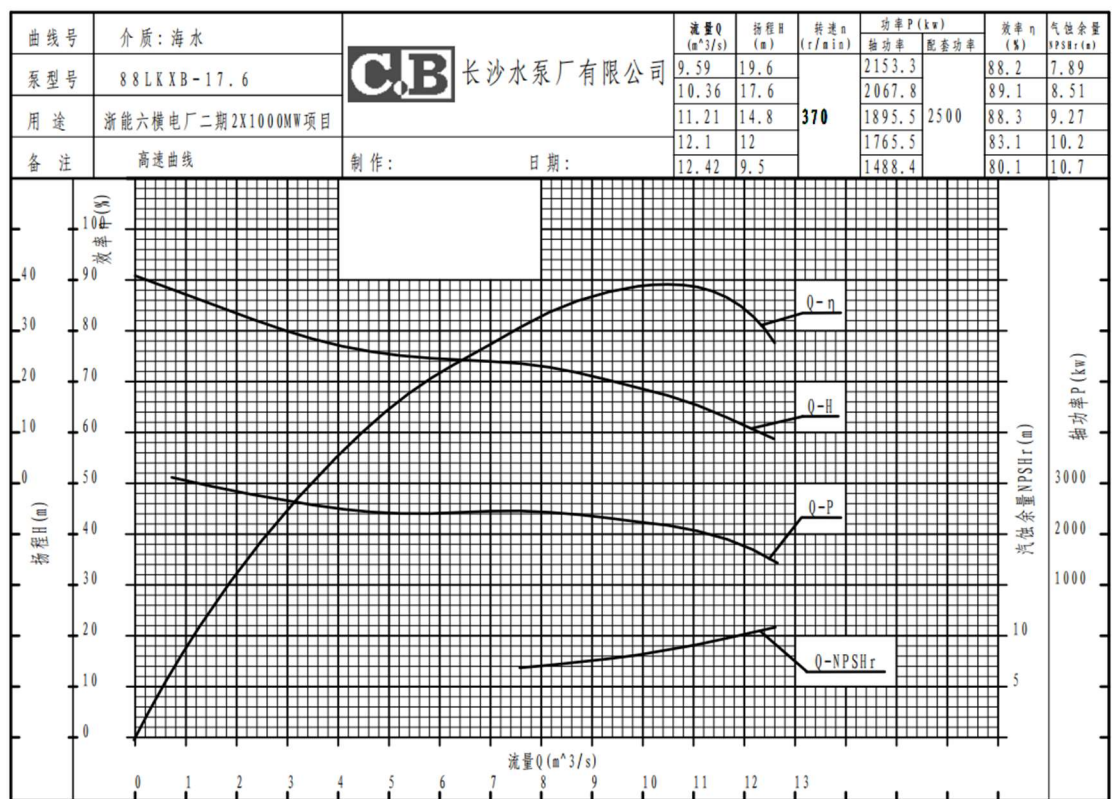
A. 6 汽泵前置泵特性曲线



A. 7 凝结水泵特性曲线

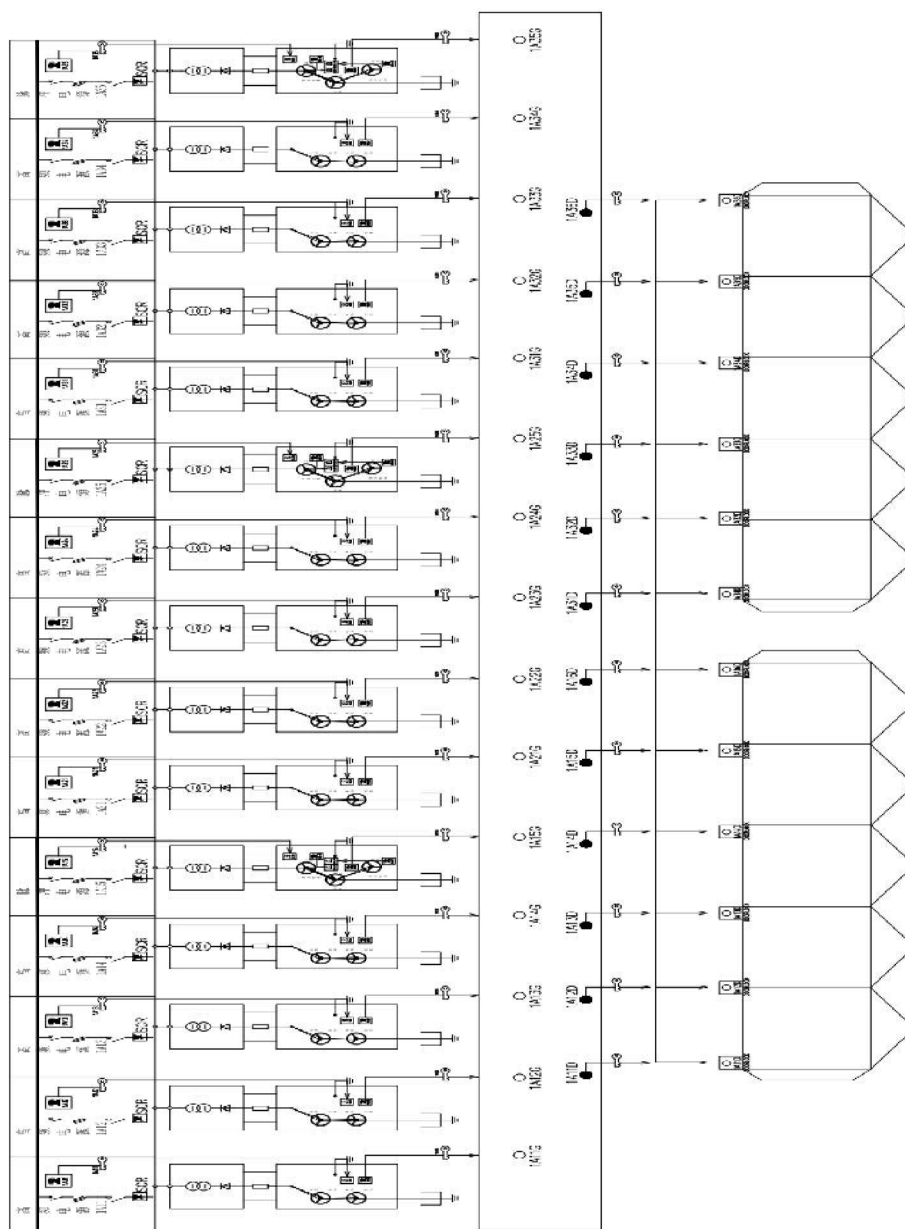


A. 8 循环水泵特性曲线



A. 9 电除尘机械联锁示意图

锅炉启动循环泵电机接线图(3000V电动机)



A. 10 锅炉启动循环泵电机绝缘电阻值曲线

A.11 加热器切除时机组最高负荷限制值

| 序号 | 加热器切除情况（不含#0高加） | 最高负荷限制值 |
|----|-----------------|---------|
| 1 | 一个或多个不相邻的加热器切除 | 额定负荷 |
| 2 | 二个高加切除 | 额定负荷 |
| | 三个高加切除 | 额定负荷 |
| 3 | 四个高加切除 | 950MW |
| 4 | 任一高加投运，切除两个相邻低加 | 900MW |
| 5 | 任一高加投运，切除三个相邻低加 | 800MW |
| 6 | 任一高加投运，切除四个相邻低加 | 700MW |
| 7 | 任一高加投运，切除五个相邻低加 | 600MW |
| 8 | 任一高加投运，切除六个相邻低加 | 500MW |

A.12 热力系统安全阀定值表

| 序号 | 名称 | 整定动作压力 MPa | 回座压力 MPa |
|----|---------------------|------------|----------|
| 1 | 除氧器 A/B 安全阀 | 1.36 | |
| 2 | #0 高加进汽管道安全阀 | 14.98 | |
| 3 | #0 高加汽侧安全阀 | 14.98 | |
| 4 | #1 高加汽侧安全阀 | 13.98 | |
| 5 | #2 高加汽侧安全阀 | 7.37 | |
| 6 | #3 高加汽侧安全阀 | 4.24 | |
| 7 | #4 高加汽侧安全阀 | 2.06 | |
| 8 | #2 高加蒸汽冷却器汽侧安全阀 | 7.37 | |
| 9 | #4 高加蒸汽冷却器汽侧安全阀 | 2.06 | |
| 10 | #4 高加进口给水管道的安全阀 | 44 | |
| 11 | 辅汽联箱 A 安全阀 | 1.28 | |
| 12 | 辅汽联箱 B 安全阀 | 1.28 | |
| 13 | 辅汽疏水扩容器安全阀 | 1.2 | |
| 14 | 辅汽联箱至 A/B 小机供汽管道安全阀 | 1.4 | |
| 15 | 轴封电加热器安全阀 | 1.4 | |
| 16 | #6 低加汽侧安全阀 | 0.88 | |

| 序号 | 名称 | 整定动作压力 MPa | 回座压力 MPa |
|----|----------------------------|------------|----------|
| 17 | #6 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 18 | #7 低加汽侧安全阀 | 0.48 | |
| 19 | #7 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 20 | #8 低加汽侧安全阀 | 0.27 | |
| 21 | #8 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 22 | #9 低加汽侧安全阀 | 0.15 | |
| 23 | #9 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 24 | #10 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 25 | #11 低加水侧安全阀 | 5.0 | |
| 29 | A/B 汽泵前置泵进水管安全阀 | 1.5 | |
| 30 | A/B 凝结水泵进水安全阀 | 0.35 | |
| 31 | A/B 闭冷器出水室安全阀 | 0.6 | |
| 32 | A/B 闭冷器壳侧安全阀 | 1.0 | |
| 33 | 直流密封油泵出口溢流阀 | 1.5 | |
| 34 | 交流密封油出口母管溢流阀 | 1.5 | |
| 35 | 定冷水系统补水管安全阀 | 0.8 | |
| 36 | 供 H ₂ 装置进口管道安全阀 | 1.5 | |
| 37 | CO ₂ 加热装置出口安全阀 | 0.56 | |
| 38 | A/B/C 顶轴油泵安全阀 | 20 | |
| 39 | 汽机房仪用压缩空气储气罐安全阀 | 1.0 | |

A. 13 《集控运行规程》修改记录表