

# 目 录

1. 前言 .....	1
2. UP77-1500 风电机组简介 .....	1
2.1 轮毂和叶片 .....	1
2.2 齿轮箱 .....	2
2.3 防雷 .....	2
2.4 双馈变流器 .....	2
2.5 电控系统 .....	3
2.6 传动链 .....	3
2.7 偏航内齿设计 .....	3
2.8 出厂前全功率试验 .....	3
3. 总体技术参数 .....	5
4. 人员要求 .....	13
5. 安全要求 .....	13
6. 风机运行 .....	14
6.1 待机状态 .....	14
6.2 启动状态 .....	15
6.3 加速状态 .....	16
6.4 发电状态 .....	17
6.5 停机状态 .....	18
6.5.1 正常停机 .....	18
6.5.2 快速停机 .....	19

6.5.3 紧急停机 .....	19
<b>6.6 维护状态 .....</b>	<b>20</b>
<b>7. 风机各部件的说明 .....</b>	<b>21</b>
7.1 控制柜 .....	21
7.2 变流器 .....	24
7.2.1 工作原理 .....	24
7.2.2 各部件说明 .....	25
7.2.3 运行注意事项 .....	27
7.3 滑环 .....	27
7.3.1 概述 .....	27
7.3.2 运行注意事项 .....	28
7.4 传感器系统 .....	29
7.4.1 概述 .....	29
7.4.2 UP77-1500 风机各部件传感器介绍 .....	29
7.5 偏航 .....	30
7.5.1 概述 .....	30
7.5.2 偏航自动对风 .....	31
7.6 解缆 .....	32
7.6.1 概述 .....	32
7.6.2 自动解缆 .....	32
7.7 偏航轴承润滑 .....	32
7.8 传动链 .....	33

<b>7.9 变桨系统 .....</b>	<b>34</b>
7.9.1 组成结构 .....	34
7.9.2 功能介绍 .....	35
7.9.3 工作原理 .....	36
7.9.4 操作方法 .....	37
<b>7.10 叶轮锁定 .....</b>	<b>37</b>
<b>7.11 齿轮箱 .....</b>	<b>37</b>
7.11.1 组成结构 .....	37
7.11.2 功能介绍 .....	38
7.11.3 润滑系统 .....	39
7.11.4 运行温度 .....	40
7.11.5 操作方法 .....	41
<b>7.12 液压单元 .....</b>	<b>41</b>
7.12.1 概述 .....	41
7.12.2 组成结构 .....	43
7.12.3 功能测试 .....	44
7.12.4 运行注意事项 .....	45
<b>7.13 发电机 .....</b>	<b>48</b>
7.13.1 概述 .....	48
7.13.2 结构特点 .....	49
7.13.2 运行注意事项 .....	50

<b>7.14 维护用小吊车 .....</b>	<b>50</b>
7.14.1 概述 .....	50
7.14.2 运行注意事项 .....	50
<b>7.15 防雷系统 .....</b>	<b>51</b>
<b>7.16 测风仪、航空标志灯 .....</b>	<b>52</b>
<b>附录 1：UP-1500 风机主要零部件清单 .....</b>	<b>54</b>
<b>附录 2：UP-1500 风机常见故障 .....</b>	<b>57</b>

## 1. 前言

本手册从设计、设备运行、部件组成等方面详细介绍了风机的特点和设备原理，以及常见故障信息和故障原因。为保证风机的可靠运行，提高可利用率提供了指导和依据，使运行工作进入了标准化、规范化作业。

## 2. UP-1500 风电机组简介

UP-1500 风机采用三叶片、上风向、水平轴、双馈异步发电机、主动电变桨矩、变速恒频逆变器并网技术，运行安全，可靠、稳定。适用于我国北方寒冷地区的风场。

### 2.1 轮毂和叶片

风轮由 3 个叶片、叶片轴承及球墨铸铁轮毂构成。叶片通过球式轴承，安装在叶片轮毂上，以实现叶片桨距角可调。在高风速下，双馈发电机和变桨矩系统将风电机组的输出功率保持在额定功率,在低风速条件下，双馈发电机和变桨矩系统通过选择风轮转子的转速和叶片角度的最佳结合使风电机组的输出功率最大。通过对翼型参数进行优化设计，获得了较高的风能效率。

叶片基体材料采用高性能的低粘度环氧树脂加热固化，具有粘接强度高、韧性好、耐腐蚀、耐疲劳性好，断裂延伸率高的特点，能够与增强材料良好的匹配，满足叶片的耐疲劳性能要求。

风轮叶根部采用加强设计，抗极限载荷能力大大提高，UP-1500 机组具有抗击 50 年一遇强度为 52.5 m/s(UP82 3A 机型, 3 秒平均值)、59.5m/s(UP77 2A 及 UP82 3A+机型, 3 秒平均值)、70.0m/s (UP77 2A+机型, 3 秒平均值)

的极大风力的能力，保证 UP-1500 风电机组的长期安全可靠运行。

UP-1500 风电机组采用 37.5 米（UP77 机型）、40.25 米（UP82 机型）长叶片，扫风面积比现有进口或从国外引进许可证生产的同类机型增大 15%至 20%，额定风速比常见的用于同类风场的风机低，所以 UP-1500 的年发电量可提高 10%左右，可以显著降低风电场的发电成本。

## 2.2 齿轮箱

齿轮箱的设计考虑了如下技术要求，以保证齿轮箱满足设备的可靠性：

- （1）为了达到更大的啮合比，选用更适合的高齿齿形；
- （2）为了均衡每个齿通过螺线时的齿接触面，对螺线进行调整；
- （3）由于湍流和运行工况引起的齿轮啮合不平衡，采用更高强度的轴承；
- （4）基于对啮合损耗的仔细检查，选用更适合的润滑油供应系统；
- （5）对所有齿轮和轮片进行 100%的加工误差的工艺测试检查；
- （6）采用目前最先进的设备进行在线监控，执行更为严格的产品质量控制流程。

## 2.3 防雷

按照 IEC61024-I 设计了整机的防雷系统，防雷系统符合 GL2003 认证规范。

## 2.4 双馈变流器

主电路采用两个结构相同的三相 PWM 整流器和逆变器，实现矢量控制和电能双向传输，并且针对中国电网特点，选用耐宽幅波动型的变流器，可以满足电网电压 $\pm 15\%$ 之间的变化；长寿命设计，器件选型和系统配置均按

20 年使用寿命考虑。耐低温设计，适用于恶劣的使用环境，可以耐受高温，低温，高湿的环境。

## 2.5 电控系统

采用电动变桨系统，相对液压变桨系统，电动变桨消除了漏油隐患，可靠性更高，维护成本更低，故障诊断及状态监测系统、故障状态下的安全复位功能、雷电保护控制、电池管理功能等确保了系统的高可靠性。由于风电机组控制需处理复杂电子控制指令，包括远程数据监视和电网供电等。本公司的设计应用了前沿的新控制器概念，使用开放、标准化的软硬件，消除了由于兼容性所导致的问题。本项目产品风力发电控制系统基于 Beckhoff 工控机、TwinCAT 自动化软件和总线端子技术。

## 2.6 传动链

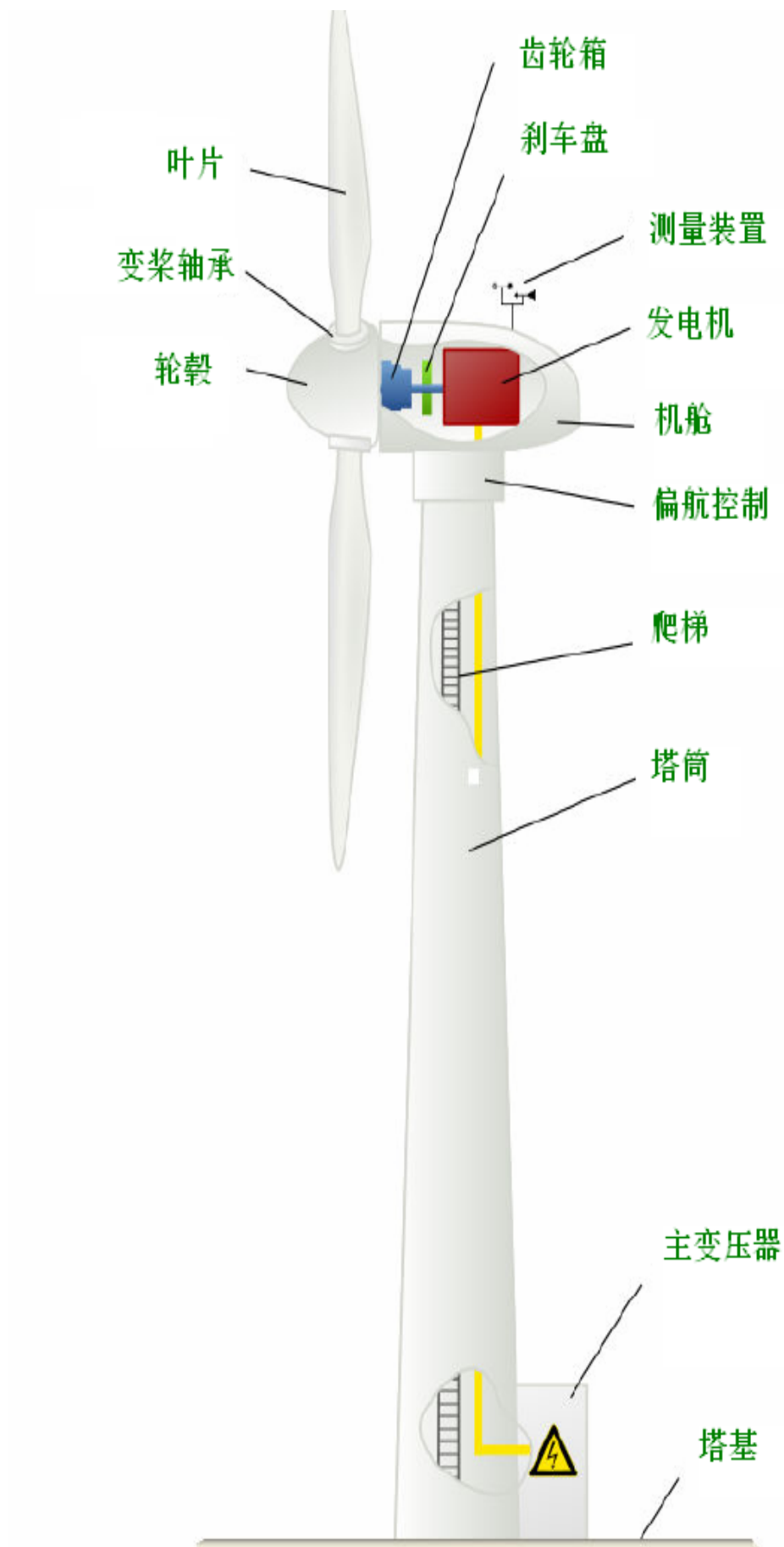
采用长轴传动系统设计，使得齿轮箱不承担转子重量和推力，只承担扭矩，可靠性大大提高。低速轴采用双轴承支撑，轴系上传递扭矩，齿轮箱受力改善；齿轮箱由两级行星一级平行轴圆柱齿轮传动。从齿轮箱通过万向联轴节柔性联结，将能量耦合到发电机，齿轮箱不承担转子重量和推力，可靠性大大提高。

## 2.7 偏航内齿设计

偏航系统采用内齿轮传动，减小外部环境对齿轮的影响。

## 2.8 出厂前全功率试验

出厂前的全功率试验台实验确保风机系统的高可靠性。风机出厂前可在不同负载条件下对风力发电机机械传动系统、电气系统、控制系统进行全面检验和测试。





### 3. 总体技术参数

表一、UP77/1500 IIA 机组总体技术数据

序号	描 述	单 位	规 格
<b>1</b>	<b>机组数据</b>		
1.1	制造商		国电联合动力技术有限公司
1.2	型 号		UP77/1500 IIA
1.3	额定功率	kW	1500
1.4	叶轮直径	m	77.36
1.5	切入风速	m/s	3
1.6	额定风速	m/s	11.1
1.7	切出风速(10 分钟均值)	m/s	25
	切出风速(3 秒平均值)		35
1.8	重新切入风速	m/s	20
1.9	抗最大风速(3 秒均值)	m/s	59.5
1.10	设计寿命	年	20
<b>2</b>	<b>叶 片</b>		
2.1	产品型号		37.5 (或 aerodyn 设计的其它厂家)
2.2	叶片材料		玻璃纤维增强树脂
2.3	叶片数量	个	3
2.4	叶轮转速	Rpm	9.7~19.5
2.5	额定转速	Rpm	17.4
2.6	最优叶尖速比		8.5
2.7	扫风面积	m <sup>2</sup>	4700.3
2.8	旋转方向(从上风向看)		顺时针
2.9	风轮倾角	°	5
<b>3</b>	<b>齿轮箱</b>		
3.1	型 号		Jake PPSC1290 或南高齿 (或满足质量的其它厂家)
3.2	齿轮箱结构		两级行星一级平行轴圆柱
3.3	齿轮传动比率		100.75
3.4	额定功率	kW	1652
3.5	润滑形式		电动油泵
3.6	润滑油型号		Mobil Mobilgear SHC XMP 320 或满足质量要求的同类型润滑油
<b>4</b>	<b>发电机</b>		
4.1	类型		4 极双馈异步发电机
4.2	额定功率	kW	1550
4.3	额定电压	V	690
4.4	额定电流	A	1262
4.5	定子额定电流	A	1200 (功率系数为+0.95 时)
			1118 (功率系数为 1 时)
			1198 (功率系数为-0.95 时)

4.6	转子额定电流	A	513（功率系数为+0.95 时） 452（功率系数为 1 时） 445（功率系数为-0.95 时）
4.7	额定转速	rpm	1750
4.8	额定频率	Hz	50
4.9	绝缘等级		F
4.10	润滑脂型号		Kluberplex bem41-132 或通用油酯
4.11	防护等级		IP54（发电机）
<b>5</b>	<b>制动系统</b>		
5.1	主制动系统		全顺桨独立制动
5.2	第二制动系统		单盘式，失效安全，主动型（在电网断开期间可让传动系统停车）
<b>6</b>	<b>偏航系统</b>		
6.1	类型		主动电驱动型
6.2	偏航轴承形式		4 点接触双滚珠轴承，内齿
6.3	偏航速度	度/秒	0.8
<b>7</b>	<b>控制系统</b>		
7.1	控制柜		
7.2	软并网装置/类型		IGBT 逆变
7.3	补偿电容容量/组数	kvar	无
7.4	额定出力的功率因数		-0.95~0.95（可调节）
<b>8</b>	<b>防雷保护</b>		
8.1	防雷设计标准		按照 IEC61024-I 设计 符合 GL2003 认证规范
8.2	防雷措施		电气防雷、叶尖防雷等
8.3	风机接地电阻	$\Omega$	$\leq 4\Omega$
<b>9</b>	<b>塔架</b>		
9.1	类型		钢制锥筒（内设爬梯、防跌落保护、照明灯等）
9.2	高度（塔底法兰至轮毂中心高）	m	65
9.3	表面防腐		喷漆防腐
<b>10</b>	<b>重量</b>		
10.1	机舱	t	61
10.2	叶轮	t	33.1
10.3	塔架	t	101.341（不含约 5 吨内件）
10.4	基础环	t	10.287
<b>11</b>	<b>基础</b>		地埋基础环钢砼结构
<b>12</b>	<b>适用范围</b>		
12.1	运行温度	$^{\circ}\text{C}$	-30~+40 $^{\circ}\text{C}$
12.2	生存温度	$^{\circ}\text{C}$	-40~+50 $^{\circ}\text{C}$
12.3	防沙尘	$\text{mg}/\text{m}^3$	10
12.4	是否考虑冰载		是

表二、UP77/1500 IIA+ 机组总体技术数据

序号	描 述	单 位	规 格
<b>1</b>	<b>机组数据</b>		
1.1	制造商		国电联合动力技术有限公司
1.2	型 号		UP77/1500 IIA+
1.3	额定功率	kW	1500
1.4	叶轮直径	m	77.36
1.5	切入风速	m/s	3
1.6	额定风速	m/s	11
1.7	切出风速（10 分钟均值）	m/s	25
	切出风速（3 秒平均值）		35
1.8	重新切入风速	m/s	20
1.9	抗最大风速（3 秒均值）	m/s	70
1.10	设计寿命	年	20
<b>2</b>	<b>叶 片</b>		
2.1	产品型号		37.5（或 aerodyn 设计的其它厂家）
2.2	叶片材料		玻璃纤维增强树脂
2.3	叶片数量	个	3
2.4	叶轮转速	Rpm	9.7~19.5
2.5	额定转速	Rpm	17.4
2.6	最优叶尖速比		8.5
2.7	扫风面积	m <sup>2</sup>	4700.3
2.8	旋转方向(从上风向看)		顺时针
2.9	风轮倾角	°	5
<b>3</b>	<b>齿轮箱</b>		
3.1	型 号		Jake PPSC1290 或南高齿（或满足质量的其它厂家）
3.2	齿轮箱结构		两级行星一级平行轴圆柱
3.3	齿轮传动比率		100.75
3.4	额定功率	kW	1652
3.5	润滑形式		电动油泵
3.6	润滑油型号		Mobil Mobilgear SHC XMP 320 或满足质量要求的同类型润滑油
<b>4</b>	<b>发电机</b>		
4.1	类型		4 极双馈异步发电机
4.2	额定功率	kW	1550
4.3	额定电压	V	690
4.4	定子额定电流	A	1200（功率系数为+0.95 时） 1118（功率系数为 1 时） 1198（功率系数为-0.95 时）
4.5	转子额定电流	A	513（功率系数为+0.95 时） 452（功率系数为 1 时） 445（功率系数为-0.95 时）

4.6	额定转速	rpm	1750
4.7	额定频率	Hz	50
4.8	绝缘等级		F
4.9	润滑脂型号		Kluberplex bem41-132 或通用油酯
4.10	防护等级		IP54（发电机）
<b>5</b>	<b>制动系统</b>		
5.1	主制动系统		全顺桨独立制动
5.2	第二制动系统		单盘式，失效安全，主动型（在电网断开期间可让传动系统停车）
<b>6</b>	<b>偏航系统</b>		
6.1	类型		主动电驱动型
6.2	偏航轴承形式		4 点接触双滚珠轴承，内齿
6.3	偏航速度	度/秒	0.8
<b>7</b>	<b>控制系统</b>		
7.1	控制柜		
7.2	软并网装置/类型		IGBT 逆变
7.3	补偿电容容量/组数	kvar	无
7.4	额定出力的功率因数		-0.95~0.95（可调节）
<b>8</b>	<b>防雷保护</b>		
8.1	防雷设计标准		按照 IEC61024-I 设计，符合 GL2003 认证规范
8.2	防雷措施		电气防雷、叶尖防雷等
8.3	风机接地电阻	$\Omega$	$\leq 4\Omega$
<b>9</b>	<b>塔架</b>		
9.1	类 型		钢制锥筒（内设爬梯、防跌落保护、照明灯等）
9.2	高度（塔底法兰至轮毂中心高）	m	65
9.3	表面防腐		喷漆防腐
<b>10</b>	<b>重量</b>		
10.1	机舱	t	61
10.2	叶轮	t	33.1
10.3	塔架	t	114.416（不含约 5 吨内附件）
10.4	基础环	t	14.56
<b>11</b>	<b>基础</b>		地埋基础环钢砼结构
<b>12</b>	<b>适用范围</b>		
12.1	运行温度	$^{\circ}\text{C}$	-30~+40 $^{\circ}\text{C}$ （低温） -10~+40 $^{\circ}\text{C}$ （常温）
12.2	生存温度	$^{\circ}\text{C}$	-40~+50 $^{\circ}\text{C}$ （低温） -20~+50 $^{\circ}\text{C}$ （常温）
12.3	防沙尘	mg/m <sup>3</sup>	10
12.4	是否考虑冰载		是

表三、UP82/1500 IIIA 机组总体技术数据

序号	描 述	单 位	规 格
<b>1</b>	<b>机组数据</b>		
1.1	制造商		国电联合动力技术有限公司
1.2	型 号		UP82/1500 IIIA
1.3	额定功率	kW	1500
1.4	叶轮直径	m	82.76
1.5	切入风速	m/s	3
1.6	额定风速	m/s	10.8
1.7	切出风速（10 分钟均值） 切出风速 （3 秒平均值）	m/s	25 35
1.8	重新切入风速	m/s	20
1.9	抗最大风速（3 秒均值）	m/s	52.5
1.10	设计寿命	年	20
<b>2</b>	<b>叶 片</b>		
2.1	产品型号		40.25
2.2	叶片材料		玻璃纤维增强树脂
2.3	叶片数量	个	3
2.4	叶轮转速	Rpm	9.7~19.5
2.5	额定转速	Rpm	17.4
2.6	最优叶尖速比		8.5
2.7	扫风面积	m <sup>2</sup>	5384
2.8	旋转方向(从上风向看)		顺时针
2.9	风轮倾角	°	5
<b>3</b>	<b>齿轮箱</b>		
3.1	型 号		Jake PPSC1290 或南高齿
3.2	传动级数		两级行星一级平行轴圆柱
3.3	齿轮传动比率		100.746
3.4	额定功率	kW	1652
3.5	润滑形式		电动油泵
3.6	润滑油型号		Mobilgear SHC XMP 320 或同类性能产品
<b>4</b>	<b>发电机</b>		
4.1	类型		4 极双馈异步发电机
4.2	额定功率	kW	1550
4.3	额定电压	V	690
4.4	定子额定电流	A	1200（功率系数为+0.95 时） 1118（功率系数为 1 时） 1198（功率系数为-0.95 时）
4.5	转子额定电流	A	513（功率系数为+0.95 时） 452（功率系数为 1 时） 445（功率系数为-0.95 时）

4.6	额定转速	rpm	1750
4.7	额定频率	Hz	50
4.8	绝缘等级		F
4.9	润滑脂型号		Kluberplex bem41-132 或同类性能油脂
4.10	防护等级		IP54
<b>5</b>	<b>制动系统</b>		
5.1	主制动系统		全顺桨独立制动
5.2	第二制动系统		单盘式，失效安全，主动型（在电网断开期间可让传动系统停车）
<b>6</b>	<b>偏航系统</b>		
6.1	类型		主动电驱动型
6.2	偏航轴承形式		4 点接触双滚珠轴承，内齿
6.3	偏航速度	度/秒	0.8
<b>7</b>	<b>控制系统</b>		
7.1	控制柜		PLC
7.2	软并网装置/类型		IGBT 逆变
7.3	补偿电容容量/组数	kvar	无
7.4	额定出力的功率因数		-0.95~0.95 (可调节)
<b>8</b>	<b>防雷保护</b>		
8.1	防雷设计标准		按照 IEC61024-I 设计 符合 GL2003 认证规范
8.2	防雷措施		电气防雷、叶尖防雷等
8.3	风机接地电阻	$\Omega$	$\leq 4\Omega$
<b>9</b>	<b>塔架</b>		
9.1	类 型		钢制锥筒（内设爬梯、防跌落保护、照明灯等）
9.2	高度（塔底法兰至轮毂中心高）	m	65
9.3	表面防腐		喷漆防腐
<b>10</b>	<b>重量</b>		
10.1	机舱	t	63
10.2	叶轮	t	33.7
10.3	塔架	t	86.6（不含附件）
10.4	基础环	t	8.8
<b>11</b>	<b>基础</b>		地埋基础环钢砼结构
<b>12</b>	<b>适用范围</b>		
12.1	运行温度	$^{\circ}\text{C}$	-30~+40 $^{\circ}\text{C}$
12.2	生存温度(待机)	$^{\circ}\text{C}$	-40~+50 $^{\circ}\text{C}$
12.3	防沙尘	$\text{mg/m}^3$	10
12.4	是否考虑冰载		是
12.5	地震烈度	级	VII

表四、UP82/1500 IIIA+机组总体技术数据

序号	描 述	单 位	规 格
<b>1</b>	<b>机组数据</b>		
1.1	制造商		国电联合动力技术有限公司
1.2	型 号		UP82
1.3	额定功率	kW	1500
1.4	叶轮直径	m	82.76
1.5	切入风速	m/s	3
1.6	额定风速	m/s	10.5
1.7	切出风速（10 分钟均值） 切出风速（3 秒平均值）	m/s	25 35
1.8	重新切入风速	m/s	20
1.9	抗最大风速（3 秒均值）	m/s	59.5
1.10	设计寿命	年	20
<b>2</b>	<b>叶 片</b>		
2.1	产品型号		40.25
2.2	叶片材料		玻璃纤维增强树脂
2.3	叶片数量	个	3
2.4	叶轮转速	Rpm	9.7~19.5
2.5	额定转速	Rpm	17.4
2.6	最优叶尖速比		8.5
2.7	扫风面积	m <sup>2</sup>	5384
2.8	旋转方向(从上风向看)		顺时针
2.9	风轮倾角	°	5
<b>3</b>	<b>齿轮箱</b>		
3.1	型 号		Jake PPSC1290 或南高齿
3.2	传动级数		两级行星一级平行轴圆柱
3.3	齿轮传动比率		100.746
3.4	额定功率	kW	1652
3.5	润滑形式		电动油泵
3.6	润滑油型号		Mobilgear SHC XMP 320 或同类性能产品
<b>4</b>	<b>发电机</b>		
4.1	类型		4 极双馈异步发电机
4.2	额定功率	kW	1550
4.3	额定电压	V	690
4.4	定子额定电流	A	1200（功率系数为+0.95 时） 1118（功率系数为 1 时） 1198（功率系数为-0.95 时）
4.5	转子额定电流	A	513（功率系数为+0.95 时） 452（功率系数为 1 时） 445（功率系数为-0.95 时）

4.6	额定转速	rpm	1750
4.7	额定频率	Hz	50
4.8	绝缘等级		F
4.9	润滑脂型号		Kluberplex bem41-132 或同类性能油脂
4.10	防护等级		IP54
<b>5</b>	<b>制动系统</b>		
5.1	主制动系统		全顺桨独立制动
5.2	第二制动系统		单盘式，失效安全，主动型（在电网断开期间可让传动系统停车）
<b>6</b>	<b>偏航系统</b>		
<b>6.1</b>	<b>类型</b>		主动电驱动型
6.2	偏航轴承形式		4 点接触双滚珠轴承，内齿
6.3	偏航速度	度/秒	0.8
<b>7</b>	<b>控制系统</b>		
7.1	控制柜		PLC
7.2	软并网装置/类型		IGBT 逆变
7.3	补偿电容容量/组数	kvar	无
7.4	额定出力的功率因数		-0.95~0.95 (可调节)
<b>8</b>	<b>防雷保护</b>		
8.1	防雷设计标准		按照 IEC61024-I 设计 符合 GL2003 认证规范
8.2	防雷措施		电气防雷、叶尖防雷等
8.3	风机接地电阻	$\Omega$	$\leq 4 \Omega$
<b>9</b>	<b>塔架</b>		
9.1	类 型		钢制锥筒（内设爬梯、防跌落保护、照明灯等）
9.2	高度（塔底法兰至轮毂中心高）	m	80
9.3	表面防腐		喷漆防腐
<b>10</b>	<b>重量</b>		
10.1	机舱	t	63
10.2	叶轮	t	33.7
10.3	塔架	t	135.1
10.4	基础环	t	12.81
<b>11</b>	<b>基础</b>		地理基础环钢砼结构
<b>12</b>	<b>适用范围</b>		
12.1	运行温度	$^{\circ}\text{C}$	-30~+40 $^{\circ}\text{C}$
12.2	生存温度(待机)	$^{\circ}\text{C}$	-40~+50 $^{\circ}\text{C}$
12.3	防沙尘	$\text{mg}/\text{m}^3$	10
12.4	是否考虑冰载		是
12.5	地震烈度	级	VII



## 4. 人员要求

所有与运输、安装、调试和维护有关的工作都应由具备作业资质的专业人员（要遵守 IEC 364 或 CENELEC HD 384 或 DIN VDE 0100 标准、IEC 664 或 DIN VDE 0110 标准，以及国家事故预防规范）完成。

除了常规技术要求外，UP-1500 风机对在风电厂工作的操作人员还应有如下的技能和要求：

- 熟悉并遵守关于风机的警告及安全细则。
- 理解运行和维护手册等文件。
- 熟知风机的各种特性。
- 熟悉使用救生和安全用具。
- 熟悉医疗救护知识。
- 对于使用、靠近或工作于电气设备的人员应进行培训和指导，能够在受到电击和烧伤时进行急救。
- 额定电压超过 1kV，另需指派一名有资质的电工或受过电气专业培训的人员。
- 熟悉风机内部各设备的原理和操作。
- 熟悉操作程序、操作规程和风机及其设备的安装，能处理突发事件。
- 根据人员所从事工作的类型和范围进行培训。

## 5. 安全要求

详见《UP-1500 风电机组安全手册》。

## 6. 风机运行

### 6.1 待机状态

停机程序成功完成后风机进入待机状态，并且叶轮转速小于 2rpm，叶片角度大于 83 度。

- 风机在待机状态，必须满足以下条件：

- 1.没有 1 级故障。
- 2.没有 2 级故障。
- 3.没有 3 级故障。
4. 变桨叶片位置为 89 度。
- 5.叶轮刹车释放。
- 6.发电机没有并网。

- 以下功能或程序被激活后，才能激活待机状态：

- 1.所有控制的辅助系统运行。
- 2.安全功能激活。
- 3.自动偏航激活。

- 转为启动状态的因素：

- 1.autostart\_state\_enable = TRUE
- 2.不激活解缆程序。
- 3.不激活服务模式。
- 4.变桨系统已经准备好。
- 5.齿轮箱油温正常。

6.发电机绕组温度正常。

- 转为正常停机状态：

出现 1 级故障。

- 转为快速停机状态：

出现 2 级故障。

- 转为紧急停机状态：

出现 3 级故障。

## 6.2 启动状态

- 当复位已经完成，启动按钮被按下或者有一个软件 autostart 信号，风机由待机状态转为启动状态。并满足以下条件：

- 1.没有 1 级故障。

- 2.没有 2 级故障。

- 3.没有 3 级故障。

- 4.叶轮刹车释放。

5. 不在维护模式

- 6.不进行电缆解缆

- 7.变桨系统准备

- 以下功能或程序被激活后，才能进入启动状态：

- 1.所有控制的辅助系统运行。

- 2.安全功能激活。

- 3.自动偏航激活。

- 4.变桨控制激活（桨距角最小为 60 度）。

### 5.转为正常停机状态：

出现 1 级故障。

### 6.转为快速停机状态：

出现 2 级故障。

### 7.转为紧急停机状态：

出现 3 级故障。

## 6.3 加速状态

当叶轮速度大于 1.7rpm，并且偏航对风误差小于 45 度时，风机由启动状态转为加速状态。

#### ● 转为加速状态以下条件必须满足：

1.没有 1 级故障。

2.没有 2 级故障。

3.没有 3 级故障。

4.叶轮刹车释放。

5.不在维护模式。

6.不进行电缆解缆。

#### ● 以下功能或程序被激活后，才能进入加速状态：

1.所有控制的辅助系统运行。

2.安全功能激活。

3.自动偏航激活。

4.变桨控制激活。

### 5.转为正常停机状态：

出现 1 级故障。

6.转为快速停机状态：

出现 2 级故障。

7.转为紧急停机状态：

出现 3 级故障。

## 6.4 发电状态

叶轮转速达到 9.7rpm 时，并且发电机成功并网，此时风机转为发电状态。

● 如果风机在发电运行状态，以下条件必须被满足：

- 1.没有 1 级故障。
- 2.没有 2 级故障。
- 3.没有 3 级故障。
- 4.叶轮刹车释放。
- 5.发电机并网。
- 6.没有外部停机或维护模式的切换操作；
- 7.没有偏航扭缆；

● 以下功能或程序被激活后，才能进入发电状态：

- 1.所有控制的辅助系统运行；
- 2.安全功能激活；
- 3.自动偏航激活；
- 4.变桨控制激活；
- 5.转矩控制激活；
- 6.转为正常停机状态：

出现 1 级故障。

7.转为快速停机状态：

出现 2 级故障。

8.转为紧急停机状态：

出现 3 级故障。

## 6.5 停机状态

当正常停机、快速停机、紧急停机其中一个被激活时，风机转为停机状态。

### 6.5.1 正常停机

● 如果正常停机程序切换到停机状态，以下条件必须被满足：

- 1.变桨叶片位置为 89 度；
- 2.叶轮刹车解锁；
- 3.发生一个 1 级故障；
- 4.没有 2 级故障；
- 5.没有 3 级故障。

● 在正常停机状态下，以下功能或程序被激活或已被激活：

- 1.所有控制的辅助系统运行；
- 2.安全功能激活；
- 3.自动偏航激活；
- 4.如果出现 2 级故障则触发快速停机；
- 5.如果出现 3 级故障则触发紧急停机；

6.如果没有 2 级故障，可复位后重新启动；

7.从控制面板可手动激活维护模式。

### 6.5.2 快速停机

- 在快速停机状态，接下来的条件必须被满足：

- 1.变桨叶片位置为 89 度；

- 2.叶轮刹车解锁；

- 3.发生一个 2 级故障；

- 4.没有 3 级故障。

- 在快速停机状态，以下功能或程序被激活或已被激活，

- 1.所有控制的辅助系统运行；

- 2.安全功能激活；

- 3.自动偏航激活；

- 4.如果出现 3 级故障则触发紧急停机；

- 5.远程或手动可以复位 2 级故障；

- 6.从控制面板可手动激活维护模式。

### 6.5.3 紧急停机

- 在紧急停机状态，接下来的条件必须被满足：

1. 变桨叶片位置为 89 度；

- 2.如果叶轮转速小于 5rpm 时，将进行叶轮刹车；

- 3.变流器从电网脱网；

- 4.辅助电压被使用；

- 5.电压使用于风机主控制器和传感器；

6.出现 3 级故障，安全链打开。

● 在紧急停机状态，以下功能或程序被激活或已被激活，

- 1.所有安全功能激活；
- 2.处理故障后需要复位后才能启动风机；
- 3.从控制面板可手动激活维护模式；
- 4.紧急停机状态里自动偏航是被禁用的。

## 6.6 维护状态

在控制面板将维护开关打至 1 位置后，风机进入维护状态，在运行状态下直接打维护，则先进入正常停机状态，再进入维护状态。

● 如果风机在维护状态下，以下条件必须被满足；

- 1.风机脱网；
- 2.辅助电源可用；
- 3.风机主控制器和传感器电源可用；
- 4.手动复位后才能重启；
- 5.除通讯外，所有控制程序失效。

● 在维护状态里，以下程序和功能被激活或者已经被激活：

- 1.手动偏航；
- 2.手动变桨；
- 3.叶轮刹车；
- 4.如果塔顶和塔底的维护开关都取消维护，则转为正常停机状态；
- 5.维护状态下自动偏航是被禁用的。



## 7. 风机各部件的说明

### 7.1 控制柜

UP77-1500 风电机组设计有两个控制柜，全部为我公司生产并拥有自主知识产权。

其中主控制柜（塔底柜）位于塔架的底部，另一个控制柜（机舱柜）位于机舱。

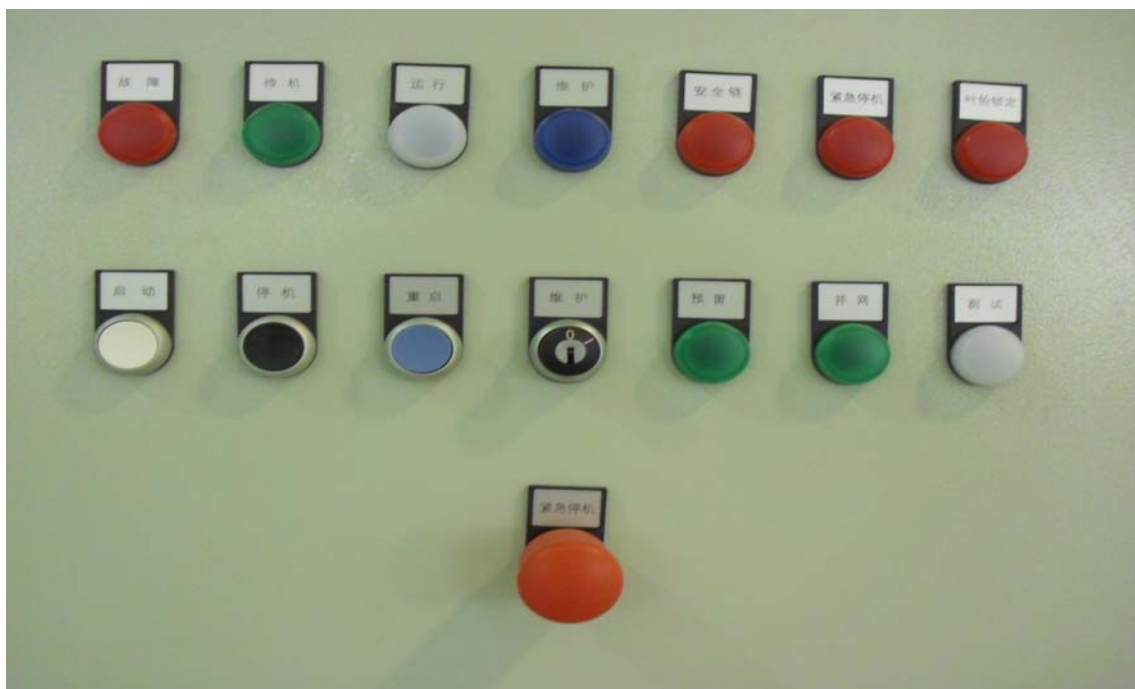
主控制柜（塔底柜）：

- 提供机舱用的电源
- 提供塔架照明用电源
- 风机的中央控制单元

机舱柜：

- 提供机舱设备用的电源
- 机舱设备和变桨的控制单元
- 数据的采集

塔底控制柜指示灯说明：



上排从左至右:		
红灯	故障	当故障发生时红灯亮起。
绿灯	待机	当转子没有旋转和没有故障时灯亮。
白灯	运行	当风机运行时灯亮。
蓝灯	维护	当某一个钥匙开关（塔架底部或机舱）被转至 1 位置（维护）时灯亮。
红灯	安全链	当安全链中某一节点发生故障时灯亮。
红灯	紧急停机	当 3 个紧急停机开关的一个被按下时灯亮。
红灯	叶轮锁定	当叶轮被机械锁定时灯亮。
中排从左至右:		
白色按钮	启动	当所有条件满足时，按此按钮启动风机。
黑色按钮	停机	手动正常停机。
蓝色按钮	重启	如果风机静止或者处于维护模式，处理故障后，按下此按钮后可以清除故障状态。
钥匙开关	维护	转到 1 位置，风机被切换至维护模式。
绿灯	预留	
绿灯	并网	并网后灯亮。
白灯	测试	* 假如灯闪，表示 CPU 工作正确。 * 持续亮或者不亮意味着 CPU 故障。
底排:		
红色按钮	紧急停机	手动急停。

## 机舱控制柜指示灯说明：



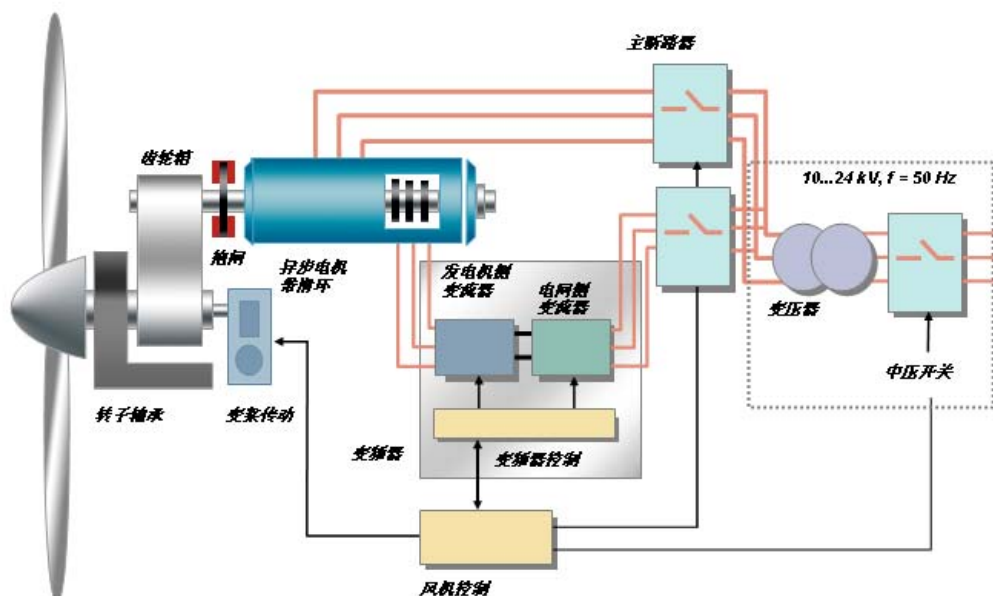
上排从左至右：		
红灯	故障	当故障发生时红灯亮起。
绿灯	待机	当没有转子旋转和没有故障时灯亮。
蓝灯	维护	当某一个钥匙开关（塔架底部或机舱）被转至 1 位置（维护）时灯亮。
红灯	安全链	当安全链中某一节点发生故障时灯亮。
红灯	紧急停机	当 3 个紧急停机开关的一个被按下时灯亮。
蓝灯	叶轮锁定	当叶轮被机械锁定时灯亮。
白灯	并网	并网后灯亮。
中排从左至右：		
黑色按钮	变桨旁路	
黑色按钮	停机	手动正常停机。
蓝色按钮	重启	如果风机静止或者处于维护模式，处理故障后，按下此按钮后可以清除故障状态。
白色按钮	左偏航	手动左偏航。
白色按钮	右偏航	手动右偏航。
白色按钮	开桨	手动开桨。
白色按钮	顺桨	手动顺桨。
底排：		
钥匙开关	钥匙开关	转到 1 位置，风机被切换至维护模式。
红色按钮	紧急停机	手动急停。

## 7.2 变流器



### 7.2.1 工作原理

带滑差能量回馈的双馈式发电机



上图显示了整个双馈异步风力发电机系统的工作原理。变流器能对机组进行并网与脱网控制，并确保运行过程的安全性和可靠性。对于双馈发电机，变流器确定了给定的频率和电压。通过变流器的控制，发电机发出的电力能够直接传输到电网。

## 7.2.2 各部件说明

### 7.2.2.1 网侧变流器

网侧变流器（ISU）将输入的三相交流电整流为传动单元中间直流电路所需要的直流电，中间直流电流向转子侧变流器供电。网侧滤波器用来抑制交流电压和电流谐波。

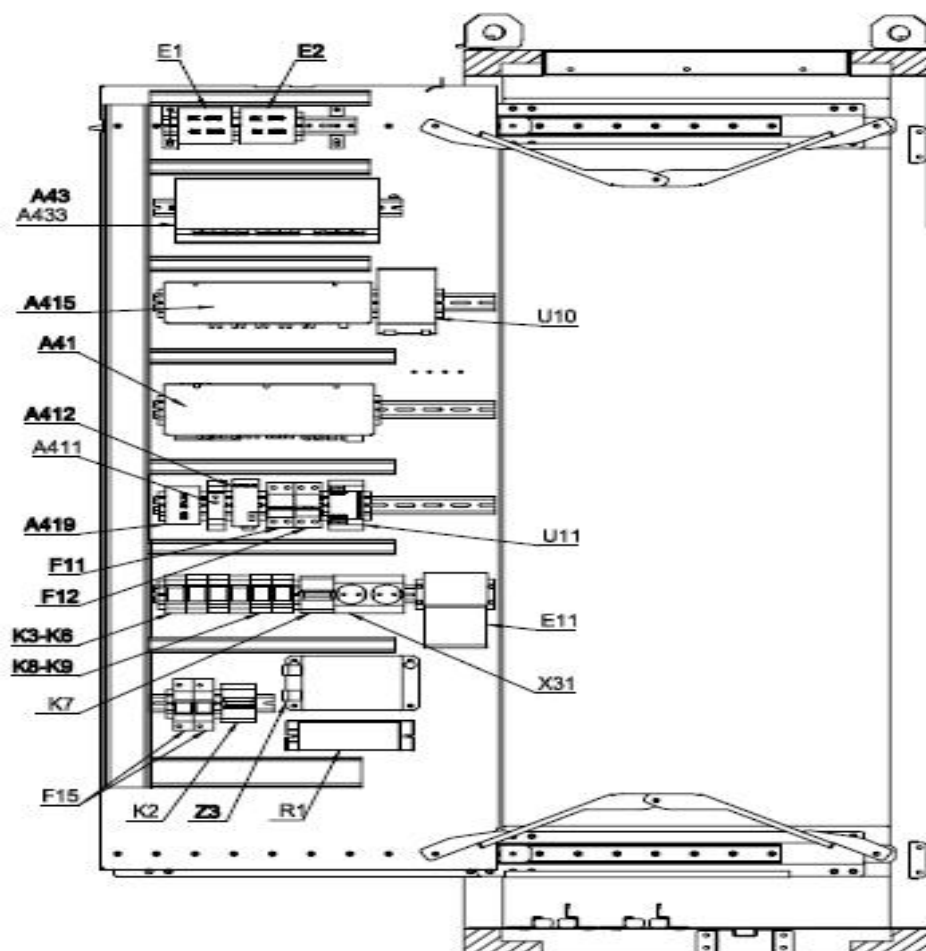
网侧变流器是一个基于 IGBT 模块的变流器（ISU），它带有 AC 或 DC 熔断器及可选设备，并带有一个装有 IGBT 供电控制程序的 RDCU-02 控制单元。网侧变流器由转子侧变流器控制单元通过光纤进行控制。

### 8.2.2.2 转子侧变流器

转子侧变流器包含两个 IGBT 的逆变器模块（INU），还包括 NDCU-33 控制单元。

### 8.2.2.3 控制柜

变流器控制单元，负责与上位机的通讯和控制。



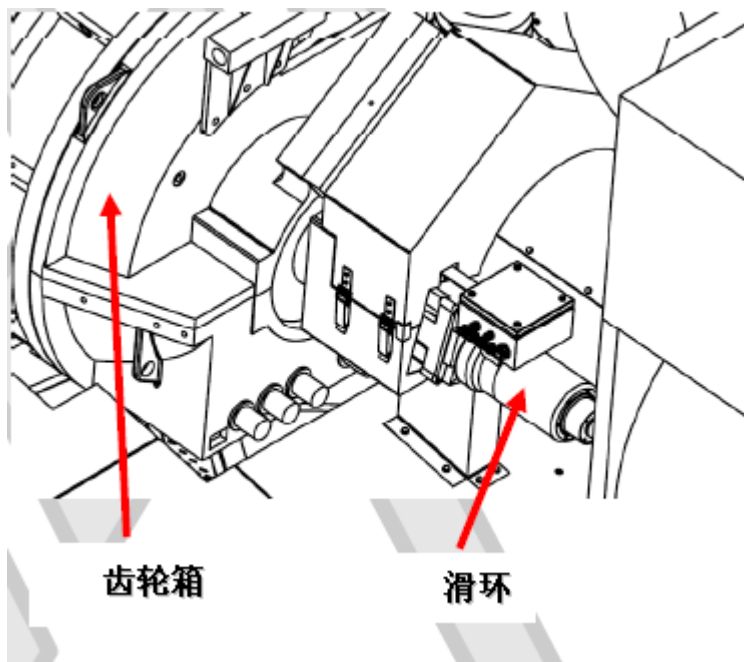
器件编号	器件说明
E1	湿度传感器
E2	温度传感器
A43	RDCU-02C INU 控制单元
A415	NPBU-42C 光纤分配单元
A41	NDCU-33C ISU 控制单元
A412	NETA-01 以太网适配器模块
A419	NTAC-02 脉冲编码器接口模块
F11,F12	保护开关
K3- K6, K8-K9	继电器
K7	加热接触器
F15	充电熔断器
K2	充电接触器
Z3	控制电压滤波器
R1	充电电阻
U10, U11	直流电源 24V/3A , 15V/1A

### 7.2.3 运行注意事项

详见 ABB 厂家产品说明书。

## 7.3 滑环

### 7.3.1 概述



滑环是一个电气/机械组件，使电气能量和数据从机舱传递到轮毂，担负着变桨系统与机舱柜电气及通讯连接的重要作用。

滑环滑道由金弹簧丝连接，壳体由铸铝制成，符合保护等级 IP54。转子端在 Harting 接线盒上预接线，定子端在端子盒上预接线。

机舱至轮毂电缆共四种：

1 根 5X16 电缆负责为轮毂提供 400V 电源。

1 根 3X1.5 电缆负责为轮毂提供 230 电源。

1 根 12X1 电缆负责变桨与机舱之间 24V 的控制信号。

3 根 PROFIBUS 通讯线负责机舱柜与变桨系统的通讯连接。

#### (1) 滑环体

滑环体以浇铸的结构方式制成，既把黄铜环铸到环氧树脂里，再进行机械加工，表面进行了镀金。



## （2）电刷装置

集电器是用硬金弹簧丝制成的。接触压力通过预定的弯曲角调节，各个电刷被卡在板内。

## （3）允许负载

允许用于相应通道的最大电压取决于滑环体和电刷上的空间及爬电距离。

每条通道上的最大电流取决于与端子接线的截面和金弹簧丝的数量。

### 7.3.2 运行注意事项

（1）避免杂物进入滑环。

（2）滑环端子箱密封牢固，以保证冬季的保温效果。

（3）滑环内部电缆固定牢固，且接线可靠，避免在运转振动过程中出现松动。

（4）滑环止动臂与滑环的连接螺栓的固定应牢固，但不能过紧，在运行时不脱落即可，防止滑环与固定轴不同心对滑环轴承造成伤害。

（5）滑环进线孔的防水接头应密封良好，避免灰尘进入，并保证冬季的保温效果。

（6）按照厂家说明书，定期清洗滑道。

（7）在外壳里，滑道上或在电刷上不得有纤维或粗颗粒，否则会抬起电刷，引起传输中断，甚至导致电刷打火而使滑环损坏。

（8）在滑环工作前，所有的连接应该被再次检查一遍。

（9）当盖好壳盖时，必须留意是否有异物进入壳体里，有没有电缆被壳体压住，应检查壳体上的密封件是否损坏。

（10）为避免干扰和通讯闪断，通讯线屏蔽层应可靠接地，采用两端接地方式，即机舱柜侧和轮毂侧都应接地。



## 7.4 传感器系统

### 7.4.1 概述

传感器是实现自动检测和自动控制的首要环节。它将被测量的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足风机信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

### 7.4.2 UP-1500 风机各部件传感器介绍

传感器将风机各种信息传递到风机主控制器（PLC），控制器得到数据后将进行逻辑运算检查后，传递相应控制信息给相应的风机运行设备，实现对风机的控制，保证风机的运行和安全。

#### 7.4.2.1 转速测量

转速测量传感器分为：叶轮转速编码器、发电机转速编码器。

叶轮转速由位于滑环末端的增量式编码器进行测量，发电机转子转速由位于发电机末端的增量式编码器进行测量，编码器将旋转位移转换成周期性的电信号，再把这个电信号转变成计数脉冲，用脉冲的个数表示位移的大小，并计算出速度。

#### 7.4.2.2 风速风向

由安装在测风杆上的风速仪和风向标来进行测量，他们分别自带加热装置，风向的检测范围是 360 度。

#### 7.4.2.3 振动

由一个加速度振动传感器来测量。

#### 7.4.2.4 急停按钮

机舱柜和塔底柜各有一个急停按钮，轮毂内有一个急停按钮，急停按钮按下后需要先复位后才能启机。

#### 7.4.2.5 主轴温度测量

在主轴上有两个测试主轴轴承温度的传感器。

#### 7.4.2.6 发电机温度测量

发电机有定转子绕组温度，轴承温度（D，N 轴承）等传感器。

#### 7.4.2.7 温度测量

环境温度传感器，机舱温度传感器，机柜温度传感器等。

#### 7.4.2.8 高速轴刹车磨损传感器

高速刹车由一个刹车磨损传感器来监测刹车片的磨损程度。

#### 7.4.2.9 偏航位置和解缆

由增量式编码器和扭缆开关进行监测，偏航扭缆 2.5 圈触发 1 级故障，偏航扭缆 3 圈触发 3 级故障，

#### 7.4.2.10 电网监视

频率、电压、电流及功率测量由风机主控制系统的电网监测模块 KL3403 进行监测，如果越限值就会触发正常停机。

#### 7.4.2.11 液压系统

液压系统有温度、压力、油位等传感器。如果越限值就会触发正常停机。

#### 7.4.2.12 齿轮箱

齿轮箱油压和油温由温度 PT100 和入口油压力开关监测，如果越限值就会触发正常停机。压差开关对润滑油的杂质进行监视，一旦油滤网杂质过多堵塞，压差开关动作报警。

#### 7.4.2.13 叶片角度

冗余编码器安装在变桨轴承内齿边，以记录叶片桨矩角。

### 7.5 偏航

#### 7.5.1 概述

为了获取风能，风轮必须准确的对风。在偏航控制下，机舱和风轮转子传动链可以完成自动对风，由四个偏航电机驱动实现偏航转动。

风机运行时，依靠风向标测得的风向与机舱的夹角来确定偏航位置，机舱由主动偏航刹车和偏航驱动电动机制动器来固定位置。

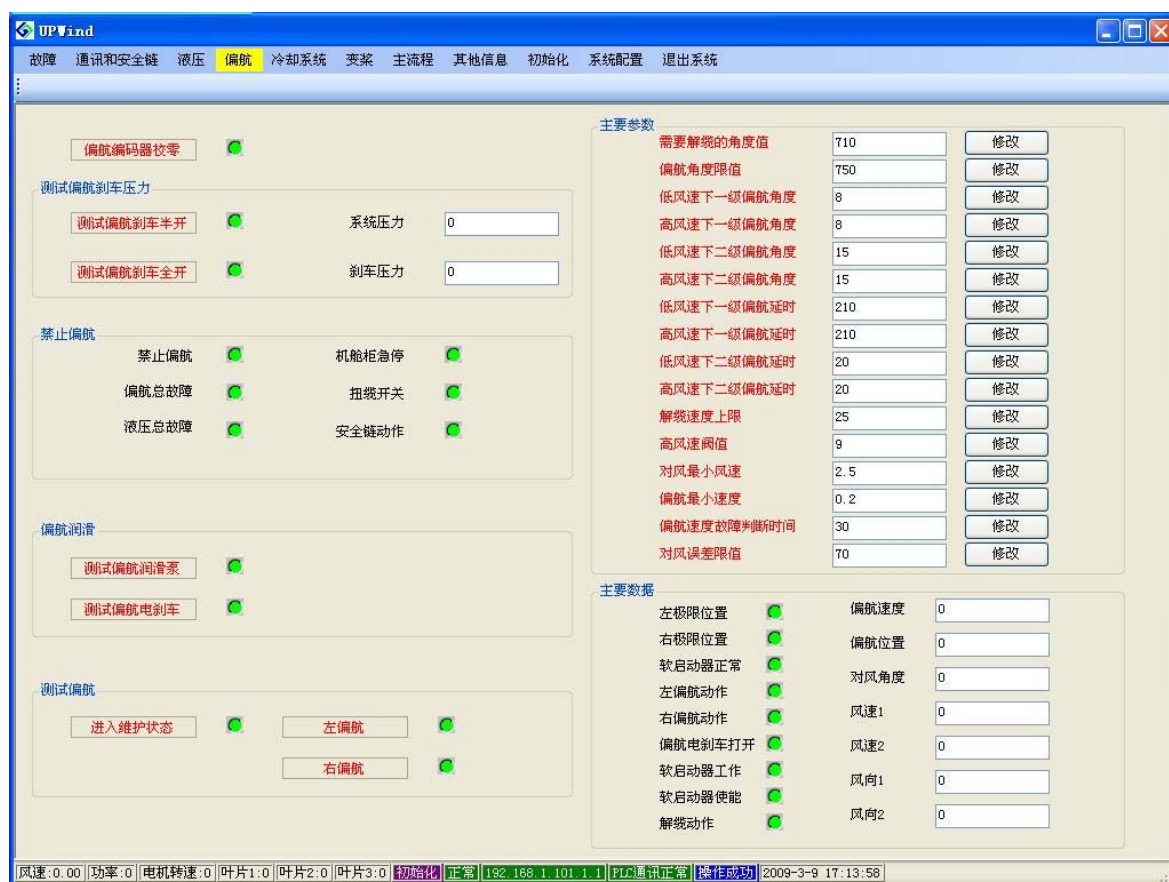
当机舱随风向调整时，主动偏航刹车压力减小。偏航驱动克服风载和偏航刹车的阻力驱动机舱转动。偏航刹车片确保机舱在偏航转动时保持稳定状态。正常偏航速度为  $0.8^{\circ}/s$ 。

机舱的位置由 10 个偏航液压刹车保持。停止时，刹车片作用于刹车盘。  
塔顶偏航轴承、偏航刹车和驱动机构构成整个偏航系统。

由风机主控对偏航进行控制及监控，也可用位于机舱柜上的左偏航和右偏航按钮进行操作。

## 7.5.2 偏航自动对风

如果风机没有故障，维护开关打到正常位置时，风机将进入待机状态，在待机状态下风机可以自动对风。



- a. 自动对风动作分为高风速和低风速下两种不同工况，其工况切换条件即为“偏航”页面中的“高风速阈值”，当风速高于此值时所有参数选用高风速下的参数，当风速低于此值时则选用低风速下的参数。  
以低风速下为例，有两个对风动作起始角度和相应的延时参数。举例，当对风误差大于“低风速下一级偏航起始角度”且维持时间大于“低风速下一级偏航延时”，此时风机将自动对风。同理，当对风误差大于“低风速下二级偏航起始角度”且维持时间大于“低风速下二级偏航延

时”，此时风机将自动对风。高风速下同理。

- b. “对风最小风速”规定了当风速小于此值时，风机将不自动对风。
- c. “偏航最小速度”规定了偏航时的最小速度，若偏航速度小于此值则报故障停机。
- d. “解缆速度上限”规定了偏航或解缆动作时偏航速度的上限值，超出此值时将报故障停机。
- e. “对风误差限值”规定了在风机运行状态下若风向突然变化，对风误差超过此值后，风机出于对载荷的考虑将停机然后自动对风再重新启动，通常此值为 70 度。

参数设置完成后，观察风机对风动作的频率再次修改相应参数。

## 7.6 解缆

### 7.6.1 概述

为了避免电缆扭转产生撕裂，设置了解缆机构。计数器计算机舱的偏航圈数，当达到设定的初级解缆圈数后（2.5 圈），根据风速情况，由主控制器发送信号进行解缆。如果第一次发出信号而解缆未动作，则往同一方向旋转达终级解缆圈数后（3 圈），将执行紧急停机。解缆的运行及监控由控制系统自动执行。

如果产生故障，在机舱内及主控制柜内的故障灯亮，并显示一个相应的故障信息。

### 7.6.2 自动解缆

当风机偏航至机舱角度在 $-580^{\circ}$ 和左极限位置之间时。风机进入停机状态，45 秒后系统自动进入待机状态，此时风机应自动解缆。

## 7.7 偏航轴承润滑

为保证设备的安全稳定运行，防止因缺油磨损造成轴承或设备损坏，需要对偏航轴承进行润滑。

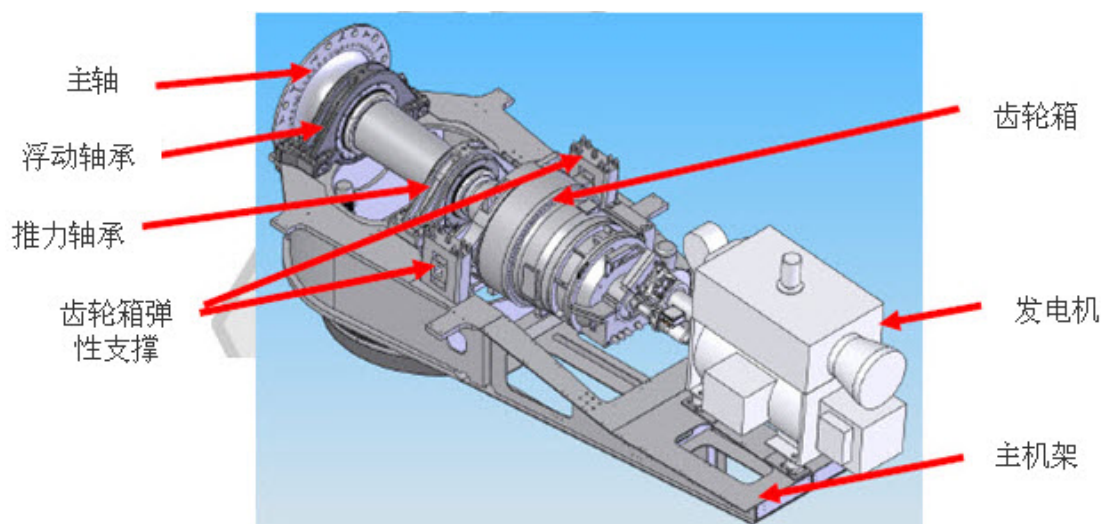
以下两个区域对偏航轴承（位于塔顶）进行润滑：

- 支撑轴承
- 齿轮啮合部

由控制器对润滑系统的开启和关闭进行控制，并自动计算润滑油量和润滑时间。

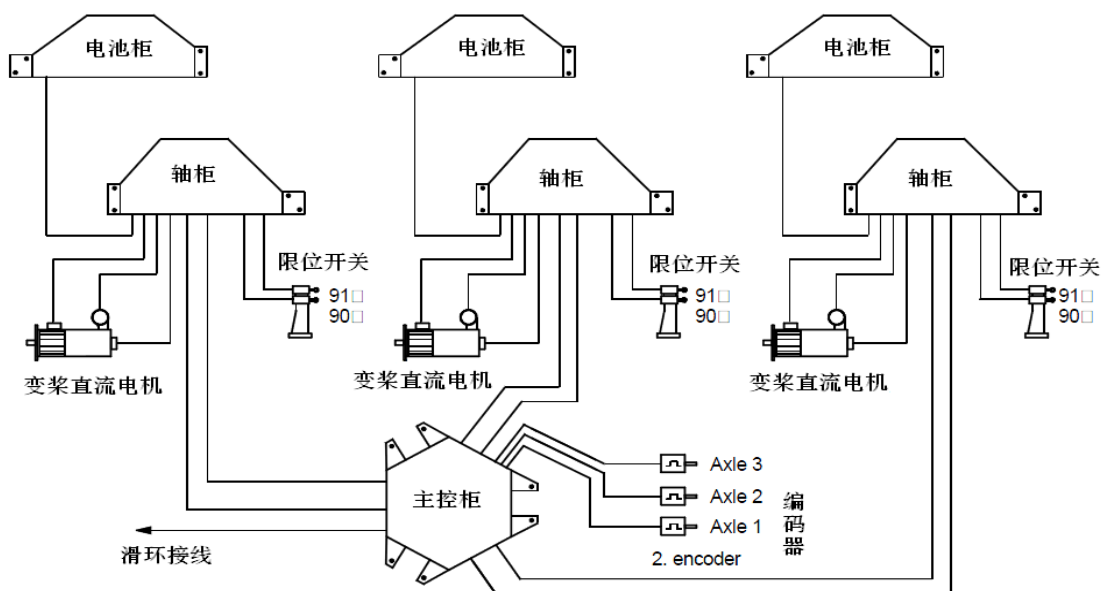
## 7.8 传动链

传动链为四点支撑。主轴安装在止推轴承和浮动轴承上。轴承座通过螺栓与主机架连接。齿轮箱通过锁紧盘与主轴连接。力矩臂利用螺栓固定在安装于机架上的弹性支撑上。



## 7.9 变桨系统

### 7.9.1 组成结构



变桨系统由三个电池柜，三个轴柜，一个主控柜组成。

#### (1) 主控柜

变桨系统的控制核心，并负责与上位机的通讯。

#### (2) 轴柜

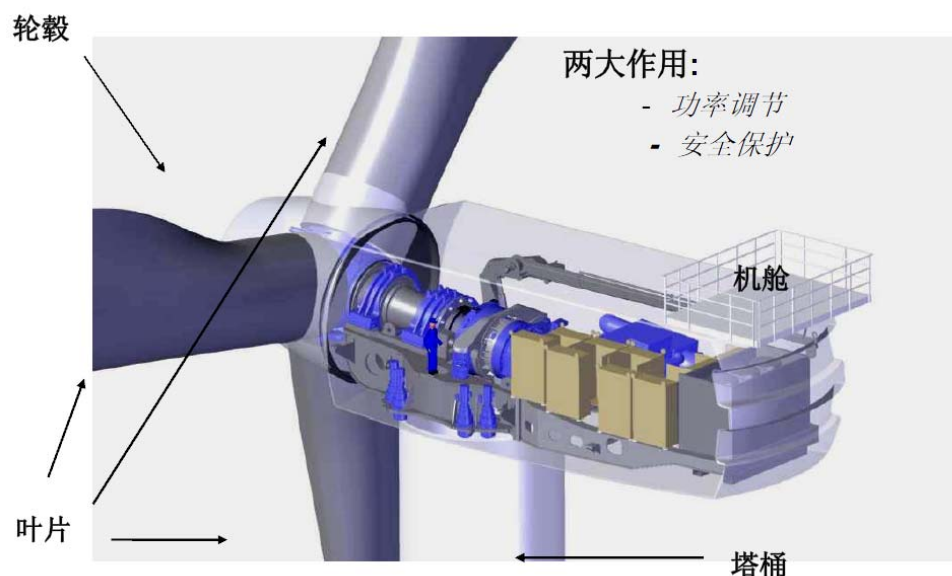
负责驱动直流电机进行桨叶角度的调节。

#### (3) 电池柜

电源掉电情况下完成顺桨停车的电源供应。



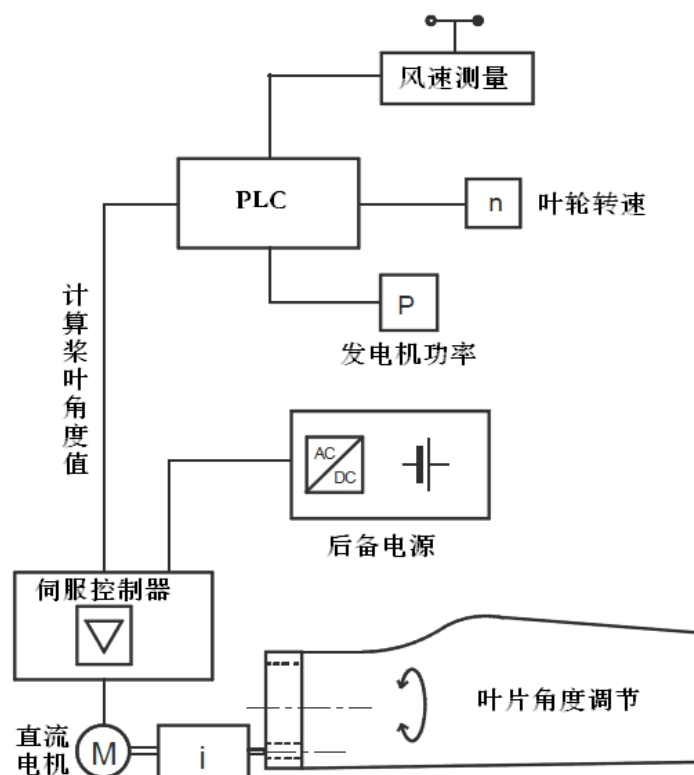
## 7.9.2 功能介绍



变桨系统的功能是将变桨矩风机叶片调整到控制系统给定的桨矩角。变桨系统可单独对每个叶片的变桨角度进行调整，出现故障时可保证机组安全的停机。变桨系统实现的功能如下：

- (1) 当风速超过额定风速时，通过控制叶片角度来控制风机的速度和功率；
- (2) 当安全链被打开时，叶片可作为空气动力制动装置使机组安全停机；
- (3) 当风速低于额定风速时，通过调整叶片角度从风中吸收更多的风能。
- (4) 根据风速调节桨叶的扫风面积。
- (5) 双限位开关，确保风机系统安全。
- (6) 电池/逆变器供电 24V，确保在外部电源失电时伺服控制器工作。

### 7.9.3 工作原理



在正常运行期间，在 12—25m/s 风速范围内，桨距角在约为  $0^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$  变化范围内控制功率输出，此时，通过桨距控制使风轮转速保持恒定。

在故障或停机期间，叶片顺桨至桨距角  $90^{\circ}$  位置。

当电源断电时，需要电池柜提供电源给变桨驱动运行。

风机的主控制器会发出蓄电池充电操作和蓄电池状况检查的指令，以确保持续工作正常。

每个变桨驱动在变桨驱动电机的末端带有一个电机编码器，第二个冗余编码器安装在变桨轴承内齿边，以记录桨距角。

对每一个叶片，风机控制器分析两个编码器记录的平均值。正常情况下，变桨驱动控制仅使用驱动电机末端的电机编码器，当检测到电机编码器失效时，控制器才使用冗余编码器的信号。

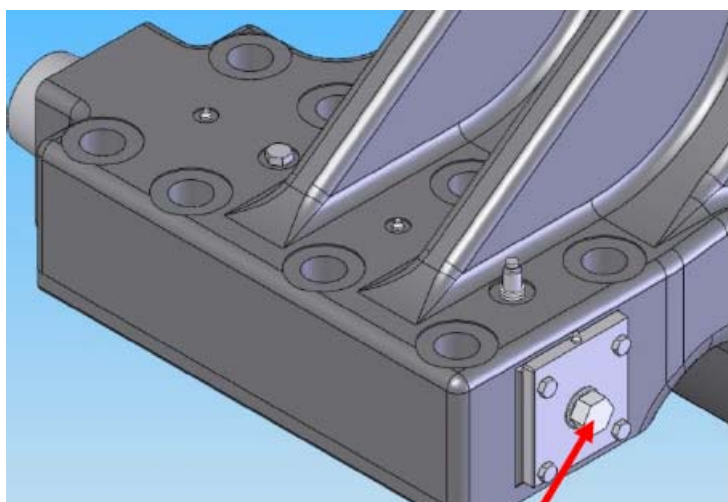


## 7.9.4 操作方法

有关该系统操作和维护的具体内容,请参考 LUST 或 SSB 的操作说明书。

## 7.10 叶轮锁定

在转子轮毂和主轴之间,有一个锁定盘。两个转子锁销可以插入锁紧盘并使其固定。传动链可以在 12 个位置被锁定,即叶片可以每隔  $30^{\circ}$  的位置锁定。

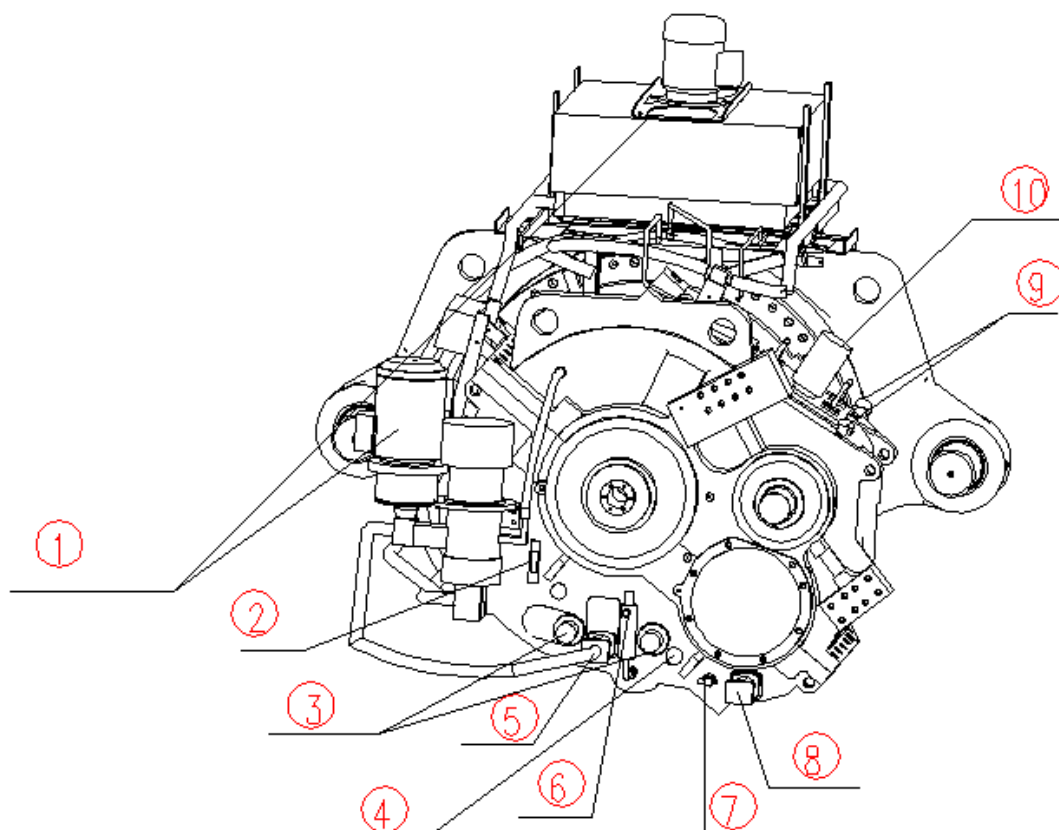


转子锁定销

## 7.11 齿轮箱

### 7.11.1 组成结构

齿轮箱内部为两级行星齿轮一级平行轴齿轮结构,主轴内置于齿轮箱壳体内,轮毂通过主轴与齿轮箱的输入轴连接。齿轮箱配备油冷却润滑系统,可以保证轴承及齿轮得到充分润滑。齿轮箱内置加热器,使之能在低温环境下正常工作。

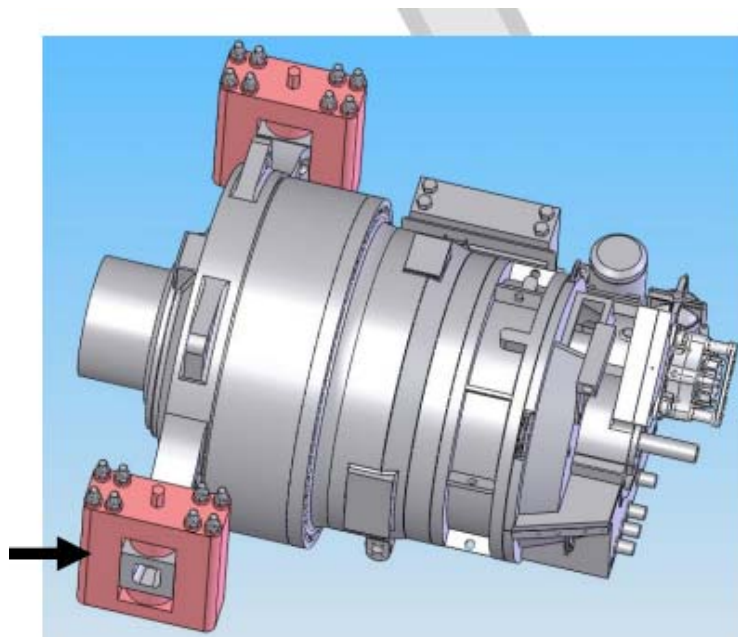


- ① 润滑系统 ② 可视液位计 ③ 电加热器 ④ 油池温度传感器 ⑤ 吸油口  
⑥ 液位报警器 ⑦ 温度开关 ⑧ 放油口 ⑨ 轴承温度传感器 ⑩ 空气滤清器

### 7.11.2 功能介绍

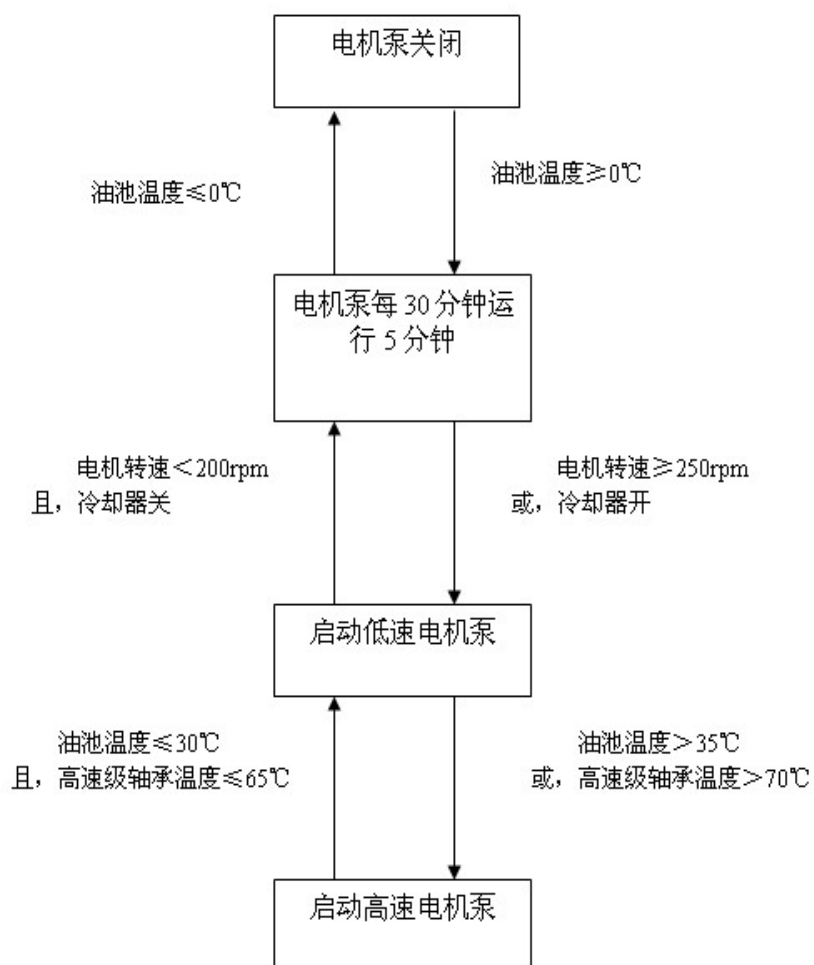
齿轮箱是一个将输入轴（主轴）转速经过转速比增速为输出轴（发电机）上的转速的装置。其主要功用是将风轮在风力作用下所产生的动力传递给发电机并使其得到相应的转速。通常风轮的转速很低，远达不到发电机发电所要求的转速，必须通过齿轮箱齿轮的增速功能来实现，故也将齿轮箱称之为增速箱。为了增加机组的制动能力，在齿轮箱的输出端设置刹车装置，配合变桨距制动装置共同对机组传动系统进行联合制动。

齿轮箱弹性支承固定在齿轮箱扭力臂的左右两端，它包括 1 个支架，该支架固定在齿轮箱扭力臂上下的齿轮箱支承上。支架安装在主机架上。



### 7.11.3 润滑系统

#### 电机高低速油泵启动流程



#### 7.11.4 运行温度

环境温度（指机舱内齿轮箱附近的空气温度）

常温型：生存温度  $-20^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$ ；

工作温度  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $40^{\circ}\text{C}$ ；

低温型：生存温度  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$ ；

工作温度  $-30^{\circ}\text{C}$  至  $40^{\circ}\text{C}$ ；

齿轮箱运转的在机舱内的最低温度是 $-30^{\circ}\text{C}$ ，低于这个温度禁止运行，齿轮箱在机舱内的存储温度是 $-40^{\circ}\text{C}$ ，最高温度不超过  $50^{\circ}\text{C}$ 。

##### 7.11.4.1 油池温度

正常运转时的油池温度低于  $70^{\circ}\text{C}$ ，如果油池温度超过  $70^{\circ}\text{C}$ ，持续超过 30 分钟，风机必须停止运转。如果温度超过  $80^{\circ}\text{C}$ ，风机应当立即停止运转。经历高温停止的风机再启动之前，应进行内部检查。

##### 7.11.4.2 轴承温度

正常运转时的轴承温度低于  $90^{\circ}\text{C}$ ，如果轴承温度超过  $90^{\circ}\text{C}$ ，持续超过 30 分钟，风机必须停止运转。如果温度超过  $95^{\circ}\text{C}$ ，风机应当立即停止运转。经历高温停止的风机再启动之前，应进行内部检查。

##### 7.11.4.3 润滑系统

油池温度在  $0-35^{\circ}\text{C}$  之间时，电机泵在低转速运转，温度超过  $35^{\circ}\text{C}$ ，电机泵在高转速运行。

油池温度超过  $60^{\circ}\text{C}$  时风扇开始在低转速运转，当油池温度超过  $65^{\circ}\text{C}$  时，风扇电机在高转速运转，当温度降到低于  $58^{\circ}\text{C}$ ，风扇电机回到低转速，当油池温度低于  $50^{\circ}\text{C}$  时，风扇电机关机。

加热器低于 10°C 时开始加热，油池温度高于 20°C 时，电加热器关机。

#### 7.11.4.4 极端低温

如果齿轮箱在极端低温下启动运转，必须遵循被南高齿接受的特殊启动程序和加热程序。

表 2 低温启动过程（必要条件）

油池温度	功率	电加热器	油泵
-30°C~0°C	0%	开	关
0°C~20°C	30%	开	低速
≥20°C	100%	关	低速
≥35°C	100%	关	高速

#### 7.11.5 操作方法

有关该系统操作和维护的具体内容，请参考 Jake 或南高齿公司的操作说明书。

### 7.12 液压单元

#### 7.12.1 概述

电机带动油泵旋转，油泵将油从油箱中压入系统内，使系统压力提高，液压油通过集成块(或阀组合)实现了方向、压力流量的调节，然后经外接管路流到液压机械的执行机构中，推动各种液压机械做功。

为了使叶轮和偏航减速或是停止，在风机上都装有一个液压系统。液压单元为高速主轴刹车卡钳和 10 个偏航刹车卡钳提供动力。

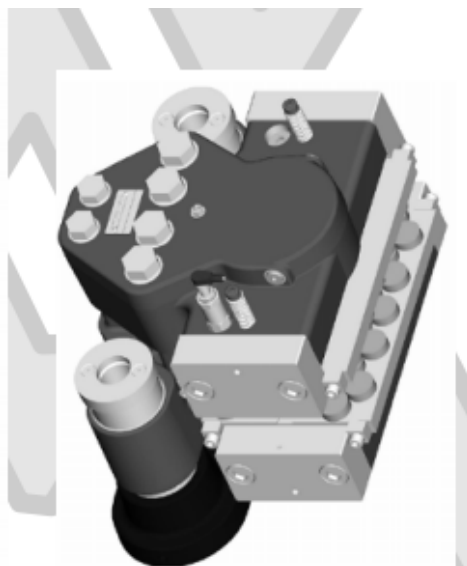
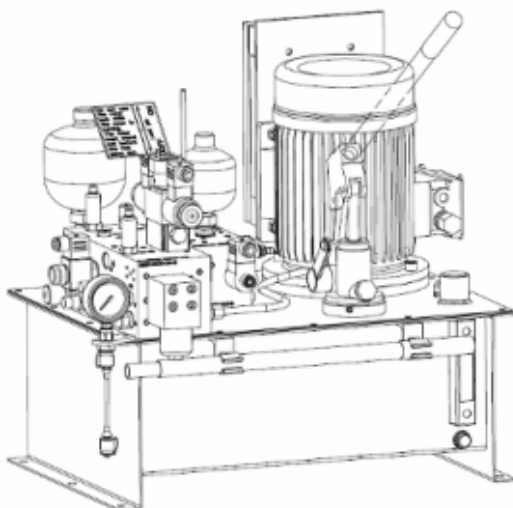
##### （1）偏航刹车

当偏航控制系统启动后，刹车卡钳的压力减压到一个值并对机舱的转动施加一定的阻尼压力。当偏航停止时，刹车钳保证机舱固定在某个位置。



## (2) 主轴刹车

主轴刹车包括了刹车系统卡钳和刹车盘。这个刹车盘安装在齿轮箱侧的高速轴上，刹车卡钳固定在齿轮箱上。



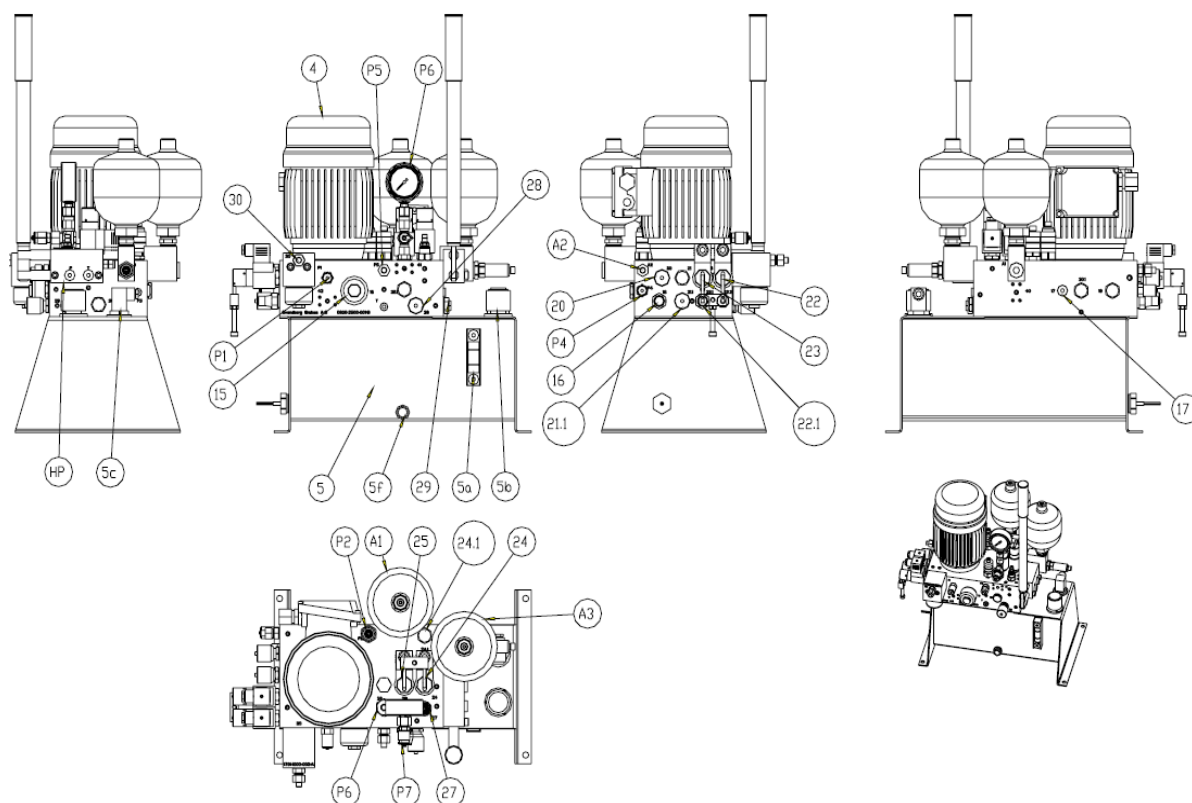
主轴刹车是在应用变桨系统的气动刹车后的附加紧急制动抱紧刹车。这个机械式的刹车系统是风机的第二套刹车系统，而不适用于风机的所有工作状态。

单独提供一个手动泵以确保主轴刹车卡钳在失电情况下的操作。

该刹车系统的主要功能是：通过变桨系统顺桨使得主轴减速到空载状态时，该刹车动作实现主轴处于完全静止状态。



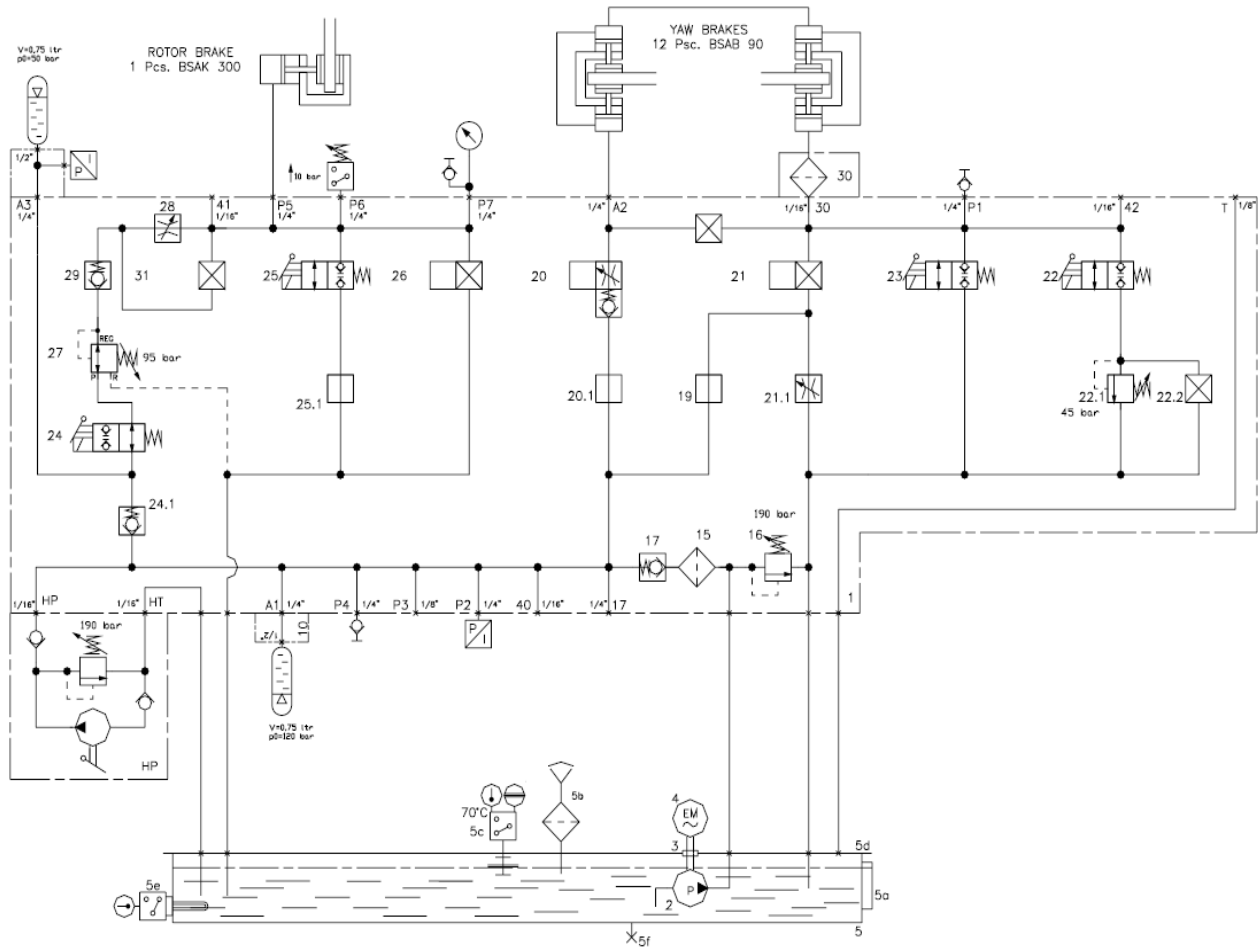
## 7.12.2 组成结构



序号	位置	产品说明	序号	位置	产品说明
1	15	油滤	15	27	减压阀
2	16	系统安全阀	16	30	过滤器
3	17,20	单向阀	17	4	油泵电机
4	20,21.1,28	溢流阀	18	5	储油箱
5	22,23,24	手动泄压阀门	19	5a	液位计
6	22,23,24,25	电磁阀	20	5b	过滤口
7	22,23,24,25	电磁阀电源插头	21	5c	水平/恒温器
8	22,23,25	换向电磁阀	22	5f	漏极插头
9	22.1	安全阀	23	A1,A3	蓄能器
10	22,23	双阀手柄	24	P2	压力开关
11	24	单向阀	25	HP	手动泵
12	24.1,29	单向阀	26	P1,P4,P7	压力测试点
13	25	阀门手柄	27	P6	压力表 3-100 BAR
14	P7	压力表 0-250 BAR			

7.12.3 功能测试

7.12.3.1 工作原理图



7.12.3.2 原理图说明

测试元件位置	部件		说明
	运行前	运行中	
刹车制动			
	22, 23: 开		偏航制动器
2, 3, 4, 16, 17, 21.1, 24, P2, A3 测试点: P4	4: 关 24: 开	4: 开	电机应按照 P2 预设的压力信号执行启动和停止。 在 10 分钟之内电机不重启证明所有的连接和阀门 22、23、24 正常。 注意: 此环节将用到偏航制动器。
A1,A3,25,P6 测试点: P7	4, 25: 关 24: 开	24: 关	电机与系统中的压力断开连接, 打开 24 可以把储压器 A1、A3 的压力传至刹车应用。压力保持稳定 10 分钟左右则可以证明阀门 25 和制动器运作正常, 压力开关 P6 将会改变进程。 注意: 此环节刹车运行。



P6 测试点: P7	4: 关 24, 25: 关	24, 25 关	关闭 24 阀门同时开启 25 阀门应该将刹车里的油调至油桶, 压力开关 P6 将改变进程。 注意: 此环节将释放刹车作用。
25, P6 测试点: P7	4, 24, 25: 开	24: 关	连接电机 4 在助推压力系统时它将持续一段时间, 打开阀门 25 将会使循环油从电机通过阀门 24、25 流回油桶。 运行。
偏航制动			
	24: 开		转子制动
2, 3, 4, 16, 17, 22, 23, P2 测试点: 17	4, 22, 23: 关	4: 开	电机应按照 P2 预设的压力信号执行启动和停止。在 10 分钟之内电机不重启则证明所有的连接和阀门 22、23 和刹车正常。
23 完全释放	4: 开 22, 23: 关	23: 开	打开阀门 23 将会使电机循环油从油泵通过阀门 23、过滤器 30 回到油桶。 注意: 此环节刹车将低压运行。
22 降低转矩	4: 开 22, 23: 关	22: 开	打开阀门 22 将会使电机循环油从油泵通过阀门 22、过滤器 30 和溢流阀 22.1 回到油桶。 注意: 此环节刹车运行。
HP 测试点: P1, P7	4, 22, 23: 关 24: 开	手泵操作	手泵操作将用的偏航刹车和 P1,P7 将去除压力。 注意: 此环节刹车运行。
21.1 测试点: P4	4 : 关 22, 23 : 关 21.1 : 关闭	21.1 打开	打开阀门 21.1 将从储压器释压并返回到油桶。再次关闭阀门 21.1。P1 上的压力将保持稳定, 并不在降低。

#### 7.12.4 运行注意事项

液压站在运行使用过程中, 为了便于排查出现的问题, 给出了一些常见问题和分析, 能帮助运行人员迅速确定问题原因。

##### 7.12.4.1 液压站不能释放压力

##### ● 刹车和储油罐之间的阀门没有打开

- a. 电磁阀损坏或者其电源出现问题
- b. 手动打开电磁阀, 如果能够泄压, 则故障在电磁阀或者它的电源上
- c. 拆下线圈, 如果泄压失败, 则故障在电源上
- d. 阀门和管接头损坏或堵塞

注意: 松开任何一个阀门之前要确保已经泄压。如果只有一个安全泄压阀, 则可以通过打开电磁阀来泄压。

- 液压油老化

液压油的粘度很高，松开刹车时油不能被迅速的推回到储油罐去。

#### 7.12.4.2 液压站没有提供足够的压力

- 液压站没有供压或者供压不足

油位过低或者油被污染 如果泄漏点不明显，则重新注满储油罐，液压站工作打压，查看管路中是否有油泄漏。

- 油泵电机不能运转

a.电机电源故障或者电机接线错误。

b.电机故障

c.油位太低或者油温过高，电源被油温油位开关断开。

d.压力开关故障

- 电机运转，但是方向错误

电机反向，查看电源线是否为正序。

- 电机运转正常，当液压系统未达到额定压力，转速降低。

a.电源电压过低

b.电机故障

- 电机正常运转，但是无油压

a.油泵电机和油泵之间联轴器损坏

b.油泵损坏

c.安全阀损坏

- 有压力但是压力不足

a.安全阀损坏

b.压力开关调节值太低

c.油泵故障

d.油位过低

- 有油压但是没有传递到刹车系统中

- a.油泵和刹车之间的电磁阀该打开时候没有打开

- b.手动打开，如果起作用则说明电磁阀损坏或者它的电源有故障。否则就是阀门故障。

- 压力产生但是被传递到储油罐而不是刹车系统。

刹车和储油罐之间的电磁阀在该关闭的时候没有关闭。

#### 7.12.4.3 其他故障

- 仪表测量错误

检查下列仪表是否显示正常

- a.油位开关

- b.刹车系统管线上压力开关

- c.备用测压表

- 制动力矩不足

- a.刹车片损坏或者未安装牢固

- b.刹车片或者刹车盘上有油脂

- c.系统内有空气导致刹车延时

- d.压力没有完全加载到刹车系统上

- e.刹车液压油压力过低

- f.刹车间隙调整有误

- g.刹车油过于粘稠致使阀门未正常工作

- 刹车抱死缓慢
  - a. 刹车系统液压油内有空气
  - b. 油品被污染导致阀门没有正常工作
  - c. 液压油粘度大而输油孔太小（可能由于油温过低）
- 刹车抱死太快
  - a. 液压油太稀或者油温太高
  - b. 储压罐压力错误
- 运行时候温度过高
  - a. 周围环境温度太高
  - b. 油泵电机连续运转（可能是油位太低，液压油泄漏或者测温不准）

## 7.13 发电机

### 7.13.1 概述

UP-1500 风力发电机组采用双馈异步风力发电机，发电机防护等级为 IP54，发电机的集电环外壳防护等级为 IP23。

为了避免由于潮湿、结露而对发电机造成损害，电机内部装有加热器绑于定子绕组端部，发电机滑环外壳内装有加热器，此外，在发电机内装有 PT100 温度传感器，检测发电机绕组的温度和发电机轴承的温度。



### 7.13.2 结构特点

(1) 发电机防护等级为 IP54，发电机的集电环外壳防护等级为 IP23。

(2) 发电机为双馈、绕线式异步发电机，双绝缘球轴承卧式安装结构 (IMB3)，转子的非轴伸端装有一内部循环风扇，电机内部装有  $3 \times 230W$ ， $\sim 220V$ ， $50Hz$  加热器绑于定子绕组端部。集电环外壳内装有  $2 \times 230W$ ， $\sim 220V$ ， $50Hz$  加热器；滑环外壳装有 200FZY6-S， $\sim 220V$ ， $50Hz$  轴流冷却风扇，用于冷却滑环。

(3) 发电机内为轴-径向混合通风，上方装有空-空冷却器(IC616)。

(4) 发电机为圆柱形无键单轴伸。

(5) 电机两轴承外盖均装有自动加油装置,机械加油装置和抽拉式的排油装置，预留了定转子避雷器安装位置；

(6) 从轴伸端看，定、转子出线盒装于电机右侧；

从轴伸端看，电机转向为逆时针，出线端标志顺序与端电压相序为同方向；

(7) 发电机的底脚、机座上 and 出线盒内，具有接地端子，并有接地符号标志。

(8) 转子滑环装于非轴伸轴承外端，刷架通过 3×M16 的螺栓装于端盖外侧，并带有二接地电刷，以防轴电流。滑环小轴尾端装有编码器用于 865-900172-2048（莱纳-林德）速度信号的反馈。

### 7.13.2 运行注意事项

(1) 在定子绕组中安装有六个 PT100 测温元件（每相两个，一用一备）对发电机定子绕组的温度进行监控；冷却器进出风口空气装有 Pt100（共 2 个）。

(2) 发电机轴伸端与非轴伸端的轴承均为 6330M/C3VL0241(SKF)；轴承润滑脂牌号:Mobil SHC100。

(3) 电机两端盖均装有轴承测温元件 WZP2M-201 端面铂热电阻 2×双支 Pt100（共 2 个），用以监控轴承温度，不得超过 95℃。

(4) 发电机在运行过程中应注意各测温点温度变化，如遇温高报警停机，应进行检查处理后才能投入运行，严禁直接复位重启。

## 7.14 维护用小吊车

### 7.14.1 概述

机舱内配有检修维护用的吊车，用于物品和工具的吊运。该吊车有一个最大承载重量：350kg。

### 7.14.2 运行注意事项

以下是在操作吊车过程中必须避免的注意事项：

- (1) 所吊物品超过吊车最大承载重量；
- (2) 不能以倾斜角度吊装货物；
- (3) 人员禁止站在吊物下方；
- (4) 应匀速升降，严禁脉动操作。
- (5) 打开吊孔进行吊运物品之前，人员应做好安全防护措施，安全挂钩挂牢。
- (6) 链条上不能有杂物或油污，以免长时间使用，损坏链条。
- (7) 吊钩完整无损坏，如无锁销，应及时更换或维修，以免吊运过程中物品脱落。
- (8) 严禁大风天气使用吊车进行吊运工作。
- (9) 操作吊车时严禁用手扶链条，以免对手造成划伤和挤伤。
- (10) 链条回收时避免缠绕。

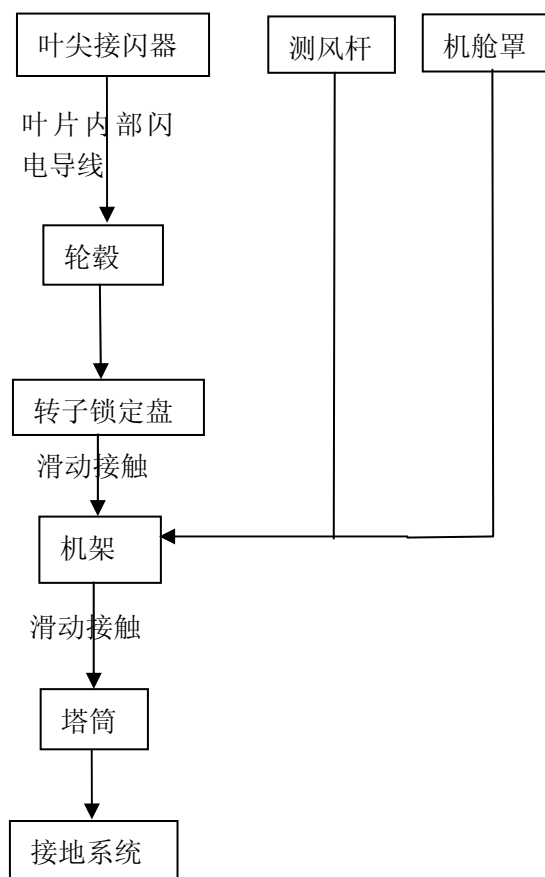
## 7.15 防雷系统

风机装有雷电保护系统。

雷电流通过叶尖的闪电接收器传到叶片，再依次经过转子和塔筒传入地下。

机舱罩顶部的测风杆也装有避雷装置，并与机架相连。因此雷电流的流经途经是轮毂和机架。

滑动接触器分别位于转子锁定盘外圆和偏航刹车盘内圆。



## 7.16 测风仪、航空标志灯

UP-1500 风机安装有两个测风仪、两个风向标，一个航空标志灯。

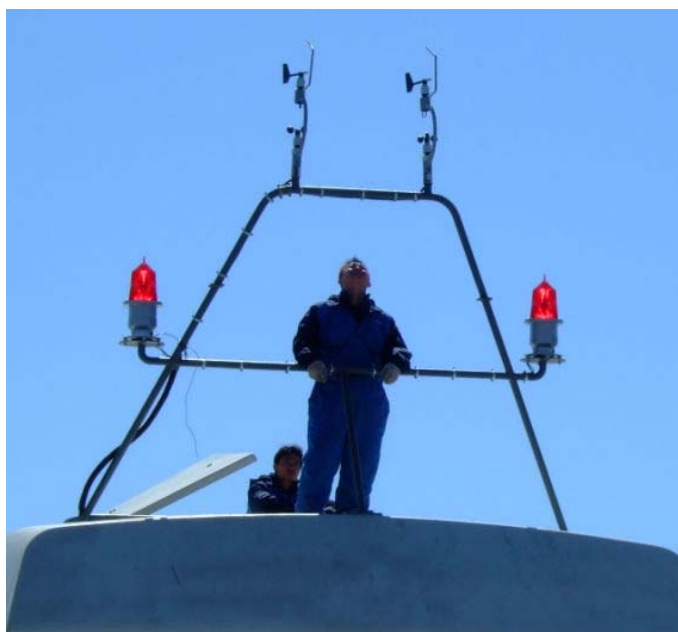
风向标箭尾受风面积比箭头大，若箭头及箭尾均受风，箭尾会被风推后，使箭头移往风的来源，及指向风向。风向标是偏航对风的指示传感器，对风机获得最佳迎风角度和最大出力起着重要作用，其工作环境温度为：-30 度~+70 度。





风速仪在风力的作用下，受到扭力矩开始旋转，其转速与风速成一定的比例关系，并将转速信号变换为模拟电信号，由 PLC 根据算法计算得出风速。其工作环境温度为：-30 度~+70 度。

航空标志灯是针对航空飞行物体的标志警示灯，是光感应自动频闪式的。白天自动熄灭，夜间闪亮。



## 附录 1：UP-1500 风机主要零部件清单

零部件名称/制造商	指定用途	零部件代号
<b>轴承</b>		
球面调心滚子轴承 SKF/FAG	主轴推力轴承	240/530-ECA-W33/ 240/530-B-MB
球面调心滚子轴承 SKF/FAG	主轴浮动轴承	239/670-CA-W33 239/670-B-MB1-J4TAA
变桨轴承 罗特埃德/瓦轴/天马	变桨轴承	BD.E.1900.N1.F2/ FL-HSN1900DX4FT1/B003.45.1900K
偏航轴承 瓦轴/天马	偏航轴承	FL-HSN2718FT1/ Y013.40.2722K
<b>齿轮箱</b>		
齿轮箱-南高齿	轴系增速	FD1660F
齿轮箱冷却系统- Hydac 风冷/敏泰水冷	齿轮箱油冷却	无
护套型管状 电加热元件	齿轮箱油加热	SRY6 380V
齿轮箱弹性支撑 株洲时代	齿轮箱减震支撑	TMTWP01007
<b>联轴器</b>		
带刹车盘的联轴器 KTR	高速轴联轴器	RADEX-N 165 NANA4 spez.
<b>发电机</b>		
VEM 湘潭 南汽	发电机	DASAA 5023-4UFB/ DFWG-1500/4/ DASAA 5023-4UFB
编码器-Leine+Linde	测量转速	862228157-2048-VEM 865900172-2048-湘潭 865900172-2048-南汽
<b>弹性支承</b>		
发电机弹性支撑 时代株洲	发电机减震支撑	TMTWP02003

<b>液压系统</b>		
高速轴刹车 Svendborg	高速轴制动	BASK 300-MS30S-200
偏航刹车 Svendborg	偏航制动	BSAB 90-S-401
液压单元 Svendborg	寒冷气候下 液压单元	MEH-1010-0139-804
<b>变桨系统</b>		
变桨驱动齿轮箱 Bonfiglioli/南 高齿	变桨用齿轮箱	P100/112 706 T3R/ FDX102E-01-00R1
变桨控制 SSB/LUST	变桨系统 CWE 1.5MW	20703306/07/08 191-09
变桨 DC 电动机 SSB/LUST	DC 电动机	GHTIF-0720.0403.81/ FGVH112L-4-R-A-B
发电机测速发电机- SSB/LUST	发电机 测速发电机	KTD 4-3SA4 Y.../ RESOLVER
编码器 SSB/LUST	变桨绝对编码器	GM401 Z21/ GM400.A11A102
编码器 SSB/LUST	变桨绝对编码器	GM401 Z21/ GM400.A11A102
<b>偏航系统</b>		
带电动机的偏航驱动 Bonfiglioli/南高齿	偏航	711 T4W-56 300 360 A/ FDX204C02-01-00R1
旋转限位开关及编码器 TER	偏航限位传感器	GF4C PF090300800010-0022
<b>润滑</b>		
中心润滑系统-林肯/Beka	变桨中心润滑	UP-1500 变桨中心润滑技术方案
中心润滑系统-林肯/Beka	偏航中心润滑	UP-1500 偏航中心润滑技术方案
<b>电气系统</b>		
机舱控制柜	机舱控制柜	S-70.1-EL.CD.00.00-A-B
塔底控制柜	塔底控制柜	S-70.1-EL.CD.00.00-A-B
风机变流器 - ABB	变流器	V-70.1-EL.00.00.01-A-A
塔底配电变压器 德力西	变压器	690/400V 80kVA
滑环 STEMMENN/ SCHLEIFRING	滑环	6262547/ SK0208901

<b>加热</b>		
机舱加热器 上海实阁登 美国马利	机舱加热	TVI-50/400/3PH: 50Hz /CNHUN5040
<b>装配和扩展</b>		
塔筒和机舱照明	照明	S-70.1-EL.CD.00.00-A-B
机舱内的吊车-青岛奥川	维护用	LGT-350
紧急照明系统（塔架内）国电 联合动力公司	照明	
紧急电源	供电	S-70.1-EL.CD.00.00-A-B
<b>传感器</b>		
风速仪 Thies	风速传感器	4.3219.00.761
风向标 Thies	风向传感器	4.3519.00.761
振动传感器 FREQCON	振动传感器	Nacelle acceleration sensor
超速传感器 FREQCON	超速传感器	Overspeed module
接近传感器 P+F	转子锁定传感器	NBB5-18GM60-A2-V1
温度传感器 昆仑海岸	PT100	WZP-331 WZP-010
<b>子系统</b>		
防雷击保护 -Lambrecht	避雷针	Draw-no. 32.14565.028000.4
航标灯 上海园园	航标灯	GZ-155
电话/监控--国电联合动力	电话/监控	

## 附录 2：UP-1500 风机常见故障

### 机舱振动故障

主故障名: error\_nacelle\_vibration\_gloabl  
故障代码: 010000  
故障原因: 至少发生 1 个机舱振动相关的故障  
停机方式: 取决于具体发生的故障  
复位方式: 取决于具体发生的故障

故障名: error\_nacelle\_vibration\_limit  
故障代码: 010001  
故障原因: 机舱振动超限  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 无需复位、自动启动

故障名: error\_nacelle\_vibration\_offset  
故障代码: 010002  
故障原因: 取决于温度偏移和位置故障的加速偏移量超限  
延时时间: 20 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位、不能自动启动

### 变频器故障（030000）

故障名: error\_converter\_error\_inu\_voltage  
故障代码: 030102  
故障原因: 转子侧电压故障  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_error\_inu\_temperature  
故障代码: 030104  
故障原因: 变频器转子侧温度故障  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

1	故障名:	error_converter_error_inu_other
	故障代码:	030105
	故障原因:	变频器转子侧其他故障, 转子侧电流故障, 09.10 CCU FAULT WORD 第 4 位置
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动
	故障名:	error_converter_fault_inu_overtemp
	故障代码:	030106
	故障原因:	变频器转子侧温度过高故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 9 位置 1
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动
	故障名:	error_converter_fault_inu_earth_fault
	故障代码:	030107
	故障原因:	变频器转子侧接地故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 13 位置 1
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动
	故障名:	error_converter_fault_inu_start_fault
	故障代码:	030108
	故障原因:	变频器转自测启动故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 7 位置 1
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动
	故障名:	error_converter_fault_inu_other_fault
	故障代码:	030109
	故障原因:	转子侧其他故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 13 位置 1
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动
	故障名:	error_converter_error_isu_voltage
	故障代码:	030202
	故障原因:	网测电压故障, 09.10 CCU FAULT WORD 第 9 位置 1
	延时时间:	0 毫秒
	停机方式:	快速停机
	复位方式:	不能自动启动

故障名:	error_converter_error_isu_other
故障代码:	030205
故障原因:	变频器网侧其他故障, 09.10 CCU FAULT WORD 第 12 位置 1
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动
故障名:	error_converter_fault_isu_other_fault,
故障代码:	030211
故障原因:	变频器网侧其他故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 14 位置 1
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动
故障名:	error_converter_fault_overline_volt, 09.21 FAULT WORD SET1 第 0 位置 1
故障代码:	030301
故障原因:	电网电压过高故障,
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动
故障名:	error_converter_fault_underline_volt, 09.21 FAULT WORD SET1 第 1 位置 1
故障代码:	030302
故障原因:	电网电压过低故障
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动
故障名:	error_converter_fault_overline_freq
故障代码:	030303
故障原因:	电网频率过高故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 2 位置 1
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动
故障名:	error_converter_fault_underline_freq
故障代码:	030304
故障原因:	电网频率过低故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 3 位置 1
延时时间:	0 毫秒
停机方式:	快速停机
复位方式:	不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_overspeed  
故障代码: 030331  
故障原因: 变频器超速故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 11 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_underspeed  
故障代码: 030332  
故障原因: 变频器低速故障, 09.21 FAULT WORD SET1 第 12 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_mcb\_ack\_fault  
故障代码: 030362  
故障原因: 主线路切断应答故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 12 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_encoder\_error  
故障代码: 030384  
故障原因: 变频器编码器故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 3 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_nuim\_board\_error  
故障代码: 030385  
故障原因: 变流器电压电流测量板故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 4 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_converter\_fault\_encoder\_error  
故障代码: 030384  
故障原因: 变频器编码器故障, 09.22 FAULT WORD SET2 第 3 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动



故障名: warning\_converter\_isu\_local\_control  
故障代码: 030922  
故障原因: 变频器网侧本地控制报警, 09.23 ALARM WORD SET1 第 8 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 不能停机  
复位方式: 自动

故障名: warning\_converter\_eme\_stop  
故障代码: 030931  
故障原因: 变频器紧急停机报警, 09.23 ALARM WORD SET1 第 0 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 不能停机  
复位方式: 自动

故障名: warning\_converter\_rotor\_speed  
故障代码: 030932  
故障原因: 变频器转子速度报警, 09.23 ALARM WORD SET1 第 3 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 不能停机  
复位方式: 自动

故障名: warning\_converter\_torque\_reduction  
故障代码: 030943  
故障原因: 变频器减小扭矩报警, 08.10 CCU STATUS WORD 第 8 位置 1  
延时时间: 0 毫秒  
停机方式: 不能停机  
复位方式: 自动

## 转子刹车故障

故障名: error\_rotor\_brake\_open\_feedback  
故障代码: 040001  
故障原因: 转子刹车打开回馈故障  
延时时间: 60 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_rotor\_brake\_pads\_worn\_out  
故障代码: 040010  
故障原因:  
延时时间: 4 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

警报 : error\_rotor\_brake\_pads\_warning  
故障代码: 040030  
故障原因:  
延时时间: 10 秒  
停机方式: 不能停机 (报警信号)  
复位方式: 自动复位

### 液压故障 (050000)

故障名: error\_hydraulic\_oil\_heater\_protection  
故障代码: 050001  
故障原因: 液压油加热器保护故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 自动启动

故障名: error\_hydraulic\_pump\_motor\_protection  
故障代码: 050002  
故障原因: 油泵电机保护故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 自动启动

故障名 : error\_hydraulic\_pump\_motor\_feedback\_time  
故障代码: 050010  
故障原因: 取决于具体压力值  
延时时间: 10 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_hydraulic\_oil\_level  
故障代码: 050020  
故障原因: 液压站油位故障  
延时时间: 6 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

### 偏航机械故障 (060000)

故障名: error\_yaw\_speed  
故障代码: 060010  
故障原因: 偏航速度故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

组故障名: error\_yaw\_motor\_protection  
故障代码: 060100  
故障原因: 偏航电机保护故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_yaw\_motor\_protection1  
故障代码: 060101  
故障原因: 偏航电机保护故障 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_yaw\_motor\_protection2  
故障代码: 060102  
故障原因: 偏航电机保护故障 2  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_yaw\_motor\_protection3  
故障代码: 060103  
故障原因: 偏航电机保护故障 3  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_yaw\_motor\_protection4  
故障代码: 060104  
故障原因: 偏航电机保护故障 4  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名: error\_yaw\_softstarter  
故障代码: 060300  
故障原因: 偏航软起故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

## 发电机故障（070000）

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_u1  
故障代码：070011  
故障原因：发电机 U1 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_u2  
故障代码：070012  
故障原因：发电机 U2 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_v1  
故障代码：070013  
故障原因：发电机 V1 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_v2  
故障代码：070014  
故障原因：发电机 V2 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_w1  
故障代码：070015  
故障原因：发电机 W1 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名：error\_generator\_winding\_temperature\_w2  
故障代码：070016  
故障原因：发电机 W2 绕组温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动

故障名 : error\_generator\_bearing\_temperature\_a  
故障代码: 070021  
故障原因: 发电机轴承 a 温度过高  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_generator\_bearing\_temperature\_b  
故障代码: 070022  
故障原因: 发电机轴承 b 温度过高  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_generator\_brush\_ok  
故障代码: 070070  
故障原因: 发电机碳刷故障  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_slip\_ring\_temperature  
故障代码: 070091  
故障原因: 发电机滑环温度过高  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 自动启动

## 齿轮箱故障（080000）

故障名: error\_gearbox\_temperature\_input\_shaft1  
故障代码: 080001  
故障原因: 齿轮箱输入轴 1 温度过高  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_gearbox\_temperature\_output\_shaft2  
故障代码: 080002  
故障原因: 齿轮箱输入轴 2 温度过高  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_gearbox\_oil\_level  
故障代码: 080030  
故障原因: 齿轮箱油位故障  
延时时间: 10 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_gearbox\_lubrication\_oil\_pressure  
故障代码: 080040  
故障原因: 齿轮箱润滑油压故障  
延时时间: 12 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_gearbox\_cooling\_water\_pump\_protection\_ok  
故障代码: 080080  
故障原因: 齿轮箱冷却水泵保护故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 自动启动

故障名 : error\_gearbox\_standstill\_heater\_protection\_ok  
故障代码: 080083  
故障原因: 齿轮箱加热器保护故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 自动启动

## 电网故障（100000）

组故障名: error\_grid\_voltage  
故障代码: 100100  
故障原因: 电网电压故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 取决于具体发生的故障  
复位方式: 取决于具体发生的故障

组故障名 : error\_grid\_current  
故障代码: 100200  
故障原因: 电网电流故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 取决于具体发生的故障  
复位方式: 取决于具体发生的故障

组故障名 : error\_grid\_frequency  
故障代码: 100300  
故障原因: 电网频率故障  
延时时间: 100 毫秒  
停机方式: 快速停机  
复位方式: 自动启动

## 风力测量故障（170000）

故障名 : error\_wind\_speed\_sensor  
故障代码: 170010  
故障原因: 风速仪故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

故障名 : error\_wind\_direction  
故障代码: 170020  
故障原因: 风向故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动启动

## 主轴故障（290000）

故障名 : error\_main\_bearing\_gearbox\_side\_temperature\_limit\_max  
故障代码: 290005  
故障原因: 齿轮箱侧主轴轴承温度过高  
延时时间: 10 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动复位

故障名 : error\_main\_bearing\_rotor\_side\_temperature\_limit\_max  
故障代码: 290007  
故障原因: 叶轮侧主轴轴承温度过高  
延时时间: 10 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 不能自动复位

## 变桨系统故障（300000）

故障名 : error\_pitch\_status\_battery\_voltage\_ok\_1

故障代码: 300101  
故障原因: 变桨电池故障, PB\_Input.pitch1status1.10 置 1, 电池高于和低于监视电压  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_battery\_voltage\_ok\_2  
故障代码: 300102  
故障原因: 变桨电池故障, PB\_Input.pitch2status1.10 置 1, 电池高于和低于监视电压  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位  
故障名 : error\_pitch\_status\_battery\_voltage\_ok\_3  
故障代码: 300103  
故障原因: 变桨电池故障, PB\_Input.pitch3status1.10 置 1, 电池高于和低于监视电压  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_battery\_voltage\_sys\_1  
故障代码: 300111  
故障原因: PB\_Input.error1.3 置 1, 电池电压过高, 充电将关闭  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_battery\_voltage\_sys\_2  
故障代码: 300112  
故障原因: PB\_Input.error1.4 置 1, 电池电压过高, 充电将关闭  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_battery\_voltage\_sys\_3  
故障代码: 300113  
故障原因: PB\_Input.error1.5 置 1, 电池电压过高, 充电将关闭  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_undervoltage\_sys\_1  
故障代码: 300114  
故障原因: PB\_Input.error6.11 置 1, 电池电压低于坐标轴 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位



故障名：	error_pitch_battery_undervoltage_sys_2
故障代码：	300115
故障原因：	PB_Input.error6.12 置 1，电池电压低于坐标轴 2
延时时间：	0 秒
停机方式：	正常停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_battery_undervoltage_sys_3
故障代码：	300116
故障原因：	PB_Input.error6.13 置 1，电池电压低于坐标轴 3
延时时间：	0 秒
停机方式：	正常停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_battery_charger
故障代码：	300120
故障原因：	电池充电器故障
延时时间：	0 秒
停机方式：	取决于具体发生的故障
复位方式：	取决于具体发生的故障
故障名：	error_pitch_battery_charger_circuit_breaker_tripped_1
故障代码：	300121
故障原因：	PB_Input.error2.15 置 1，坐标轴 1 电池充电断开触发
延时时间：	0 秒
停机方式：	正常停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_battery_charger_circuit_breaker_tripped_2
故障代码：	300122
故障原因：	PB_Input.error3.2 置 1，充电器 2 断开触发
延时时间：	0 秒
停机方式：	正常停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_battery_charger_circuit_breaker_tripped_3
故障代码：	300123
故障原因：	PB_Input.error3.5 置 1，充电器 3 断开触发
延时时间：	0 秒
停机方式：	正常停机
复位方式：	手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit0\_sys\_1  
故障代码: 300124  
故障原因: PB\_Input.error3.0 置 1, 电池充电器 bit0 轴 1 故障, 电池充电器继电器 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit0\_sys\_2  
故障代码: 300125  
故障原因: PB\_Input.error3.3 置 1, 电池充电器 bit0 轴 2 故障, 电池充电器继电器 1

延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit0\_sys\_3  
故障代码: 300126  
故障原因: PB\_Input.error3.6 置 1, 电池充电器 bit0 轴 3 故障, 电池充电器继电器 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit1\_sys\_1  
故障代码: 300127  
故障原因: PB\_Input.error3.1 置 1, 电池充电器 bit1 轴 1 故障, 电池充电器继电器 2  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit1\_sys\_2  
故障代码: 300128  
故障原因: PB\_Input.error3.4 置 1, 电池充电器 bit1 轴 2 故障, 电池充电器继电器 2  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_battery\_charger\_error\_bit1\_sys\_3  
故障代码: 300129  
故障原因: PB\_Input.error3.7 置 1, 电池充电器 bit1 轴 3 故障, 电池充电器继电器 2  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 正常停机  
复位方式: 手动复位  
故障名 : error\_pitch\_com\_heartbeat  
故障代码: 300201

故障原因: PB\_input.mainstatus1.0 置 1, 抖动, 主机信号镜像  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can  
故障代码: 300210  
故障原因: 变桨总线故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_1  
故障代码: 300211  
故障原因: CAN 总线 node1 故障, PB\_Input.error1.15 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_2  
故障代码: 300212  
故障原因: CAN 总线 node2 故障, PB\_Input.error2.0 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_3  
故障代码: 300213  
故障原因: CAN 总线 node3 故障, PB\_Input.error2.1 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_4  
故障代码: 300214  
故障原因: CAN 总线 node4 故障, PB\_Input.error2.2 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_5  
故障代码: 300215  
故障原因: CAN 总线 node5 故障, PB\_Input.error2.3 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_can\_node\_6  
故障代码: 300216  
故障原因: CAN 总线 node6 故障, PB\_Input.error2.4 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_error\_profibus  
故障代码: 300220  
故障原因: PROFIBUS 故障, PB\_Input.error2.6 置 1, 变桨主控制器和风机没有 PROFIBUS 连接  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

组故障名 : error\_pitch\_fan\_or\_heater\_error\_sys  
故障代码: 300400  
故障原因: 风扇和加热器故障  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 取决于具体发生的故障  
复位方式: 取决于具体发生的故障

故障名 : error\_pitch\_fan\_or\_heater\_error\_sys\_1  
故障代码: 300401  
故障原因: 加热器或风扇轴 1 保险丝故障, PB\_Input.error7.0 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_fan\_or\_heater\_error\_sys\_2  
故障代码: 300402  
故障原因: 加热器或风扇轴 2 保险丝故障, PB\_Input.error7.1 置 1

延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_fan\_or\_heater\_error\_sys\_3  
故障代码: 300403  
故障原因: 加热器或风扇轴 3 保险丝故障, PB\_Input.error7.2 置 1

延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_motor\_temperature\_1  
故障代码: 300511  
故障原因: 变桨电机温度故障, PB\_Input.motortemp1 置 1  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_motor\_temperature\_2  
故障代码: 300512  
故障原因: 变桨电机温度故障, PB\_Input.motortemp2 置 1  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_motor\_temperature\_3  
故障代码: 300513  
故障原因: 变桨电机温度故障, PB\_Input.motortemp3 置 1  
延时时间: 5 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_warning\_motor\_temperature\_limit\_1  
故障代码: 300521  
故障原因: 电机轴 1 温度过高, PB\_Input.warning1.0 置 1, 变极器检测得到, 电机温度大于 150 度  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_warning\_motor\_temperature\_limit\_2  
故障代码: 300522  
故障原因: 电机轴 2 温度过高, PB\_Input.warning2.0 置 1, 变极器检测得到, 电机温度大于 150 度  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名：	error_pitch_warning_motor_temperature_limit_3
故障代码：	300523
故障原因：	电机轴 3 温度过高，PB_Input.warning3.0 置 1，变极器检测得到，电机温度大于 150 度
延时时间：	0 秒
停机方式：	紧急停机
复位方式：	手动复位
组故障名：	error_pitch_position
故障代码：	300600
故障原因：	变桨位置故障
延时时间：	0 秒
停机方式：	取决于具体发生的故障
复位方式：	取决于具体发生的故障
故障名：	error_pitch_status_limit_switches_ok_1
故障代码：	300611
故障原因：	限位开关信号故障，PB_Input.pitch1status1.5 置 1，限位开关的值和编码器值有差别输出信号
延时时间：	0 秒
停机方式：	紧急停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_status_limit_switches_ok_2
故障代码：	300612
故障原因：	限位开关信号故障，PB_Input.pitch2status1.5 置 1，限位开关的值和编码器值有差别输出信号
延时时间：	0 秒
停机方式：	紧急停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_status_limit_switches_ok_3
故障代码：	300613
故障原因：	限位开关信号故障，PB_Input.pitch3status1.5 置 1，限位开关的值和编码器值有差别输出信号
延时时间：	0 秒
停机方式：	紧急停机
复位方式：	手动复位
故障名：	error_pitch_status_limit_switch91_ok_1
故障代码：	300621
故障原因：	91 度限位开关，正常停机，PB_Input.pitch1status1.7 置 1
延时时间：	0 秒
停机方式：	紧急停机
复位方式：	手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_limit\_switch91\_ok\_2  
故障代码: 300622  
故障原因: 91 度限位开关, 正常停机, PB\_Input.pitch2status1.7 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_limit\_switch91\_ok\_3  
故障代码: 300623  
故障原因: 91 度限位开关, 正常关闭, PB\_Input.pitch3status1.7 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_limit\_switch96\_ok\_1  
故障代码: 300631  
故障原因: 96 度限位开关, 正常关闭, PB\_Input.pitch1status1.8 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_limit\_switch96\_ok\_2  
故障代码: 300632  
故障原因: 96 度限位开关, 正常关闭, PB\_Input.pitch2status1.8 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : error\_pitch\_status\_limit\_switch96\_ok\_3  
故障代码: 300633  
故障原因: 96 度限位开关, 正常关闭, PB\_Input.pitch3status1.8 置 1  
延时时间: 0 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

故障名 : err\_pitch\_position\_cmp  
故障代码: 300670  
故障原因: 桨叶 1、2、3 之间电机编码器实际位置的最大偏差值大于 2 度并维持 2s 报故障;  
其中一电机编码器值线虚合; 其中一编码器出现问题; LUST 3000 CDE 的 X6  
和 X7 编码器接收模块出现问题  
延时时间: 2 秒  
停机方式: 紧急停机  
复位方式: 手动复位

## SSB 变桨故障（600000）

故障名：error\_pitch\_ssb\_signal\_global\_err  
故障代码：600101  
故障原因：变桨系统信号故障，  
延时时间：0 秒  
停机方式：紧急停机  
复位方式：不能自动启动

组故障名：error\_pitch\_ssb\_position  
故障代码：600300  
故障原因：变桨位置故障  
延时时间：0 秒  
停机方式：取决于具体发生的故障  
复位方式：取决于具体发生的故障

组故障名：error\_pitch\_ssb\_motor  
故障代码：600400  
故障原因：变桨电机故障  
延时时间：0 秒  
停机方式：取决于具体发生的故障  
复位方式：取决于具体发生的故障

故障名：error\_pitch\_ssb\_motor\_temperature  
故障代码：600440  
故障原因：电机温度过高  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：不能自动启动

组故障名：error\_pitch\_ssb\_battery  
故障代码：600500  
故障原因：电池故障  
延时时间：0 秒  
停机方式：取决于具体发生的故障  
复位方式：取决于具体发生的故障

## 航灯故障（650000）

故障名：error\_navigation\_lights\_protection\_ok  
故障代码：650001  
故障原因：航标灯保护故障  
延时时间：5 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：自动启动



## 安全系统故障（800000）

故障名：error\_safety\_system\_tower\_base\_switch\_em\_stop  
故障代码：800001  
故障原因：塔底急停按钮被按下  
延时时间：0 秒  
停机方式：紧急停机  
复位方式：手动复位

故障名：error\_safety\_system\_topbox\_switch\_em\_stop  
故障代码：800002  
故障原因：塔顶急停按钮被按下  
延时时间：0 秒  
停机方式：快速停机  
复位方式：手动复位

故障名：error\_safety\_system\_topbox\_remote\_switch\_em\_stop  
故障代码：800003  
故障原因：塔顶手槽盒急停按钮被按下  
延时时间：0 秒  
停机方式：紧急停机  
复位方式：手动复位

故障名：error\_safety\_system\_pitch\_system\_em\_stop\_from\_pitch  
故障代码：800020  
故障原因：变桨急停  
延时时间：0 秒  
停机方式：紧急停机  
复位方式：手动复位

## 机舱振动故障（010000）

故障名：error\_nacelle\_vibration\_limit  
故障代码：010001  
故障原因：机舱振动超限  
延时时间：0 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：无需复位、自动启动

故障名：error\_nacelle\_vibration\_offset  
故障代码：010002  
故障原因：取决于温度偏移和位置故障的加速偏移量超限  
延时时间：20 秒  
停机方式：正常停机  
复位方式：手动复位、不能自动启动