

维护分公司钳工专业
高速离心泵维护检修
作业指导书

武汉检安石化工程有限公司
二〇〇九年十月

目 录

- 1、 总则
- 2、 检修周期与内容
- 3、 检修与质量标准
- 4、 试车与验收
- 5、 维护与工作处理

1. 总则

- 1.1 主要内容与使用范围
- 1.1.1 本规程规定了高速离心泵的检修周期与内容，检修与质量标准，试车与验收，维护与故障处理等。
- 1.1.2 本规程内容适用与国产 WG211 卧式高速离心泵。也适用与 LMV322、LMV311、LG222、GSB-12 型立式高速泵。
- 1.2 编写制定依据
- API610 第 8 版 美国石油协会设计标准
 - AGMA 齿轮制造标准
 - SHS 01013-2004 离心泵维护检修规程
 - SHS 01028-2004 变速器维护检修规程
 - SHS 01017-2004 齿轮泵维护检修规程
 - SHS 01003-2004 石油化工旋转机械振动标准

2. 检修周期与内容

2.1 检修周期 根据状态检测结果及设备运行状况，可以适当调整检修周期。一般卧式高速泵的检修周期见表 1，立式高速泵的检修周期见表 2。

表 1 卧式高速泵设备检修周期			月
检修类别	小修	大修	
检修周期	6	12	

表 2 立式高速泵检修周期			月
检修类别	小修	大修	
检修周期	12	24	

- 2.2 检修内容
- 2.2.1 小修项目
- 2.2.1.1 卧式高速泵小修项目

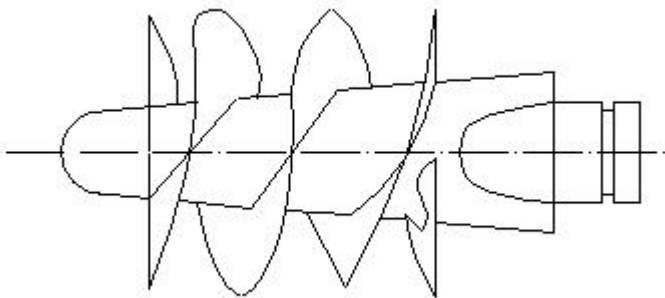


图 1 诱导轮

- a. 检修诱导轮（见图 1）和叶轮（见图 8）；
- b. 检查机械密封、油封（见图 2）；

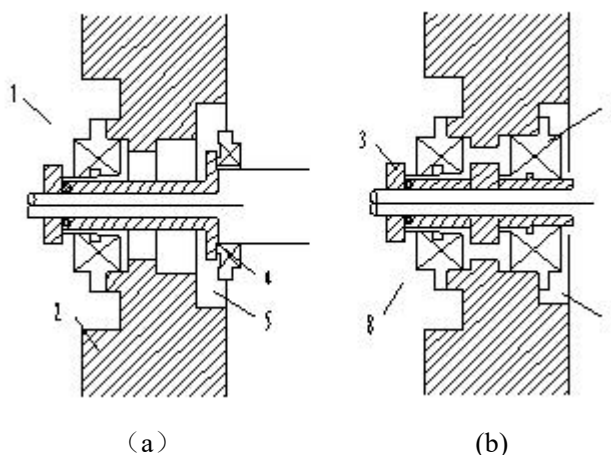


图 2 机械密封组装图

(a) 一级单密封布置 (b) 二级串联密封布置

1、8—介质；2—齿轮箱体；3—密封动环；4—机械油封；
5、7—大气压侧；6—机械密封静环座

- c. 检查联轴器及对中；
- d. 检查油箱液位计只是是否准确；
- e. 检查冲洗系统及润滑系统；
- f. 检查轴套及端盖 O 系列橡胶密封垫；
- g. 检查辅助油泵及密封；
- h. 更换零件后，检查泵各部分密封性能是否可靠；
- i. 消除在运行中出现的跑冒滴漏等问题。

2.2.1.2 立式高速泵小修项目

- a. 齿轮箱整体解体检查，见图 3；
- b. 检查润滑油机械密封；
- c. 检查联轴器；
- d. 检查冲洗系统和润滑系统；
- e. 处理在运行中出现的跑冒滴漏等问题。

2.2.2 大修项目

2.2.2.1 包括已有的小修项目

2.2.2.2 卧式高速泵大修项目

- a. 齿轮箱整体解体检查，见图 3；

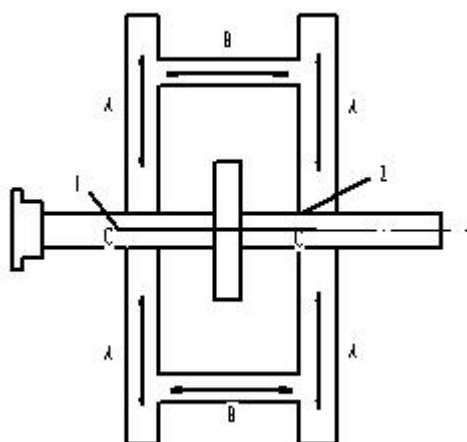


图 3 箱体水平度测量示意图

1—输入轴水平度测量 C 方向；2—箱体中分面水平度测量 A、B 方向

- b. 检查低速转子、高速转子组，必要时做转子动平衡；
 - c. 检查主油泵的磨损情况，必要时更换；
 - d. 检查、修理或更换联轴器，并找正复查；
 - e. 检查高速轴承（HMP 系列为轴瓦，GSB 系列为滚珠轴承），有无剥蚀及气孔；低速滚动轴承，有无锈蚀、磨损；且检查各部位轴承间隙，及压紧力；必要时则更换；
 - f. 检查叶轮的冲蚀及磨损，必要时修复或更换；
 - g. 检查油冷器是否堵塞，并打压试漏；
 - h. 检查基础和地脚螺栓是否松动；
 - i. 校验压力表、热电偶、自控阀及各变送器、联锁控制（HMP 系列）。
- 2.2.2.3 立式高速泵大修项目
- a. 解体检查各零部件磨损、腐蚀和冲蚀情况；
 - b. 检查主动转子、从动转子，必要时做动平衡更换；
 - c. 检查主动轴摆线油泵的磨损情况，必要时更换；
 - d. 测量并调整从动转子的轴瓦推力间隙；
 - e. 检查、修理或更换联轴器；
 - f. 检查各轴承间隙及压紧力；
 - g. 检查叶轮的冲蚀磨损后，修复和更换；
 - h. 检查基础和地脚螺栓；
 - i. 校验压力表、热电偶、自控阀及各变送器、联锁控制。

3. 检修与质量标准

3.1 检修前的准备

- 3.1.1 掌握泵的运行状态及检测参数和运转周期等情况，备齐必要的图纸资料，及维修说明。
- 3.1.2 备齐检修工具、量具、配件及材料。
- 3.1.3 切断电源、关闭进出口阀，排净泵内介质，符合安全检修条件。

3.2 拆卸与检查

3.2.1 卧式高速泵拆卸与检查

- 3.2.1.1 拆卸联轴器的安全罩，拆开联轴器，检查对中，做好联轴器的连接标记。
- 3.2.1.2 拆卸附属管线，检查清扫，存放好连接螺栓。
- 3.2.1.3 拆卸泵壳连通法兰（HMP 系列），以及泵的出入口法兰，在泵室支撑住的基础上，拆卸壳体大盖。
- 3.2.1.4 测量叶轮侧间隙
- 3.2.1.5 叶轮和密封及其附件的拆卸与检查
 - a. 拆卸齿轮变速箱上盖及润滑油泵的出入口管，拆卸齿轮箱侧固定的过滤器组装件并检查；
 - b. 取下齿轮变速箱侧面丝堵，插入制动杆，用于制动转子，以便进行下一步（HMP 系列）；
 - c. 按转子的旋向为拆卸方向拆卸诱导轮，取下花键联接的叶轮、扩压器盖、机械密封、定位轴套，及各部位“O”系列密封胶圈，并仔细检查（HMP 系列）；
 - d. 按转子的旋向为拆卸方向拆卸诱导轮，取下平键传动联接的叶轮、叶轮环、机械密封、泵盖、浮动环密封（GSB 系列）；
 - e. 取下高速轴密封定位轴套及油封（分机械式油封和浮动式油封两种形式），并检查；
 - f. 拆卸输入轴头上的主润滑油泵，并进程（HMP 系列）。
- 3.2.1.6 检查高低速轴的推力轴承间隙（GSB 系列）。
- 3.2.1.7 揭开上箱体视窗盖，检查啮合间隙及啮合状况。然后拆除各轴瓦温度及各轴的振动和轴位移仪表探头（HMP 系列）。
- 3.2.1.8 箱体及其转子组件的拆卸与检查
 - a. 拆卸定位上下箱体的锥形销及定位螺栓、止推轴承压盖和迷宫油封的固定螺栓，
 - b. 取下两级的止推轴承组合件，并检查（HMP 系列）；

- c. 水平吊起壳体上盖，平移至枕木及软体上，检查清理；

d. 检查并吊起高速轴组合键及低速轴组装件；

e. 拆卸低速轴的对轮轴承压盖及油封、轴承并检查。拆卸高速轴的滚动轴承（GSB 系列），取下高速轴的支撑轴瓦（HMP 系列）。
- 3.2.1.9 检查滚动轴承的情况及滑动轴承的径向间隙，迷宫油封的径向间隙。
- 3.2.1.10 检查齿轮的磨损情况，必要时更换。
- 3.2.1.11 检查主轴及从动轴的径向圆跳动，轴颈的磨损情况和各部的配合间隙。
- 3.2.1.12 检查拆卸各零部件的使用情况。
- 3.2.1.13 检查泵的壳体及箱体和密封冲洗管路及润滑油路是否畅通。
- 3.2.2 立式高速泵拆卸与检查
- 3.2.2.1 按照泵的拆卸与检查程序
- a. 从齿轮箱上卸下电动机（有方形台架时不需卸电机）松开挠性联轴器连接螺栓、螺母、分成上、下两片；松开圆形支架与齿轮箱连接螺栓、螺母、吊起电动机（含圆形支架），再拆卸齿轮箱低速轴上的半联轴器。拆卸冷却器及管路；

b. 拆卸紧固甬提的螺母；

c. 从泵体上吊起齿轮箱及密封腔组件；

d. 检查测量叶轮侧间隙及转子窜量，拆卸叶轮，注意叶轮螺栓旋向，拆卸时要防止叶轮转动；

e. 拆卸机械密封；

f. 检查叶轮机械密封轴套节流环磨损情况，根据情况进行修理或更换；

g. 转子必要时做动平衡校验。
- 3.2.2.2 按照齿轮箱的拆卸与检查程序
- a. 拆检润滑油机械密封组件，根据情况进行修理或更滑；

b. 拆卸齿轮箱附件；

c. 拆卸齿轮箱大盖；

d. 取出低速轴（包括中速轴）检查箱盖上的骨架油封唇口是否损坏，检查滚动轴承，齿轮箱体，主油泵是否损坏，根据情况进行修理或更换；

e. 测量滑动轴承各部间隙及紧力，检查高速轴，滑动轴承等是否磨损；检查齿轮啮合情况，根据情况进行修理或更换。
- 3.2.3 组装顺序
- 重新组装的程序与拆卸时相反。重新组装时必须做到以下几点：
- a. 齿轮箱必须保持清洁，严防杂物，灰尘混入其中；

b. 应将润滑油喷嘴从齿轮箱壳体上卸下，清洗内部油路，并用干净空气吹干，立即重新安装上喷嘴；

c. 低速轴滚动轴承和滚动轴承座的配合应保证在弹簧作用下，低速轴能上、下路动；

d. 更换 O 形密封圈或密封垫片；

e. 所有转动零部件配合面，装配时都应抹润滑油；

f. 装配完毕后，应检查旋转是否灵活。
- 3.3 检修质量标准
- 3.3.1 联轴器
- 3.3.1.1 联轴器与主为过盈配合 H7/k6，应采用加热方式拆装。
- 3.2.1.2 联轴器为弹性碟片式联轴器，端面间隙及对中要求应符合表 3 的要求。

表 3 联轴器检修及安装质量标准

联轴器规格	端面间隙/mm			对中/mm		螺栓扭矩/kgm
	最小	正常	最大	偏移	倾斜	
SN226	14.3	15.09	15.88	0.127	0.127	5.95
SN262	11.13	11.91	12.70	0.127	0.127	5.95
SN312	11.91	12.7	13.49	0.127	0.127	8.72

3.3.2 轴承

3.3.2.1 滑动轴承（HMP 系列）

- a. 轴承的外径与齿轮箱的配合，其过盈量 α 为 0.01~0.03mm，轴承体与轴承座周向接

触应均匀（见图4）；

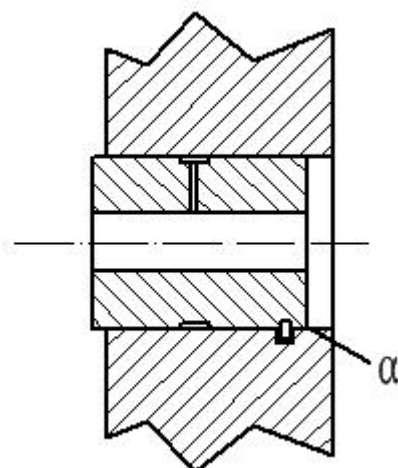


图4 支承轴承与箱体配合

- b. 更换轴承时，轴颈与下轴承接触角为 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，接触面积均匀，接触点不少于 $2 \sim 3$ 点/ cm^2 ；
- c. 轴承合金层与轴承衬应结合牢固，合金层表面不得有气孔、夹渣、裂纹、剥离等缺陷；
- d. 轴承的径向直径间隙 β 为 $0.07 \sim 0.12\text{mm}$ （见图5）；

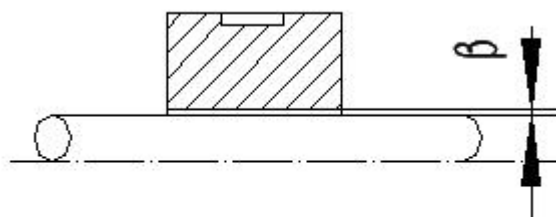
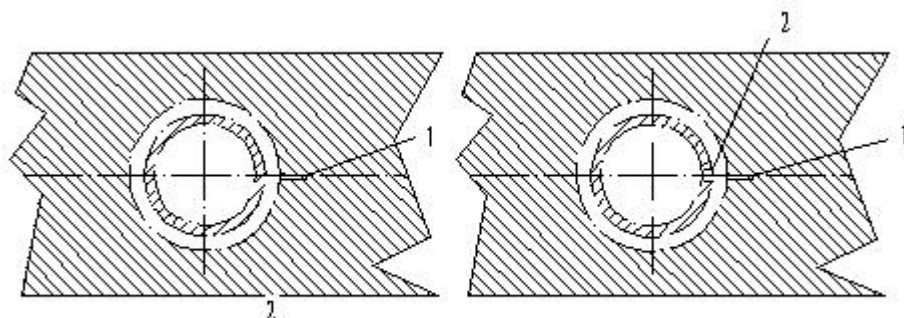


图5 轴承的直径间隙

- e. 一级和二级的轴承的油孔与油槽连通无毛刺，并注意一、二级轴瓦安装时的油孔方向以及轴瓦环形油槽要和箱体油孔对正，且防转销卡入箱体防转槽内（见图6）。



二级 一级

图6 一级和二级的支撑小瓦的油孔布置

1—止转定位销；2—上油孔的位置

3.3.2.2 止推轴承

- a. 止推轴承与止推盘接触要均匀，接触面积不得小于 70% ；
- b. 各注油孔应畅通无阻；
- c. 推力盘两面的平行度应小于 0.005mm ，端面跳动应小于 0.015mm ；

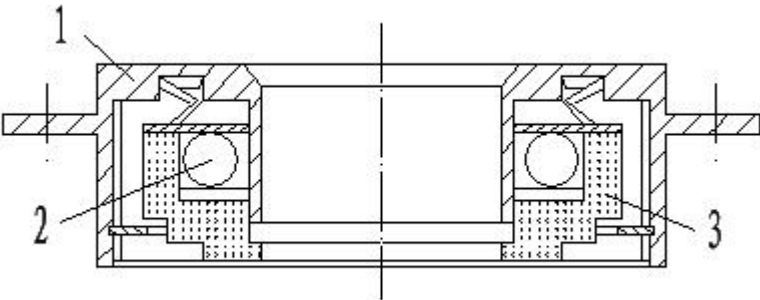
- d. 止推轴承间隙为 0.25~0.38mm。
- 3.3.2.3 滚动轴承

a. 仅轴承径向载荷的单列向心球轴承与轴的配合为 H7/k6；
b. 滚动球轴承外圈与轴承箱内孔配合为 Js7/h6；
c. 滚动轴承拆装时，采用热装的温度不超过 100℃，严禁直接用火焰加热，推荐使用高频感应加热方式；
d. 滚动轴承的滚动体与滚道表面应无腐蚀、坑疤与斑点，接触平衡无杂音。
- 3.3.2.4 径向轴承

a. 轴承外径与齿轮箱体配合为 H7/h6；
b. 轴承合金层与轴承衬应结合牢固，合金层表面不得有气孔、夹渣、裂纹、剥离等缺陷；
c. 轴承间隙应符合制造厂说明书要求；
d. 轴承油孔与油槽联通无毛刺，与箱体油孔对正，防转销卡入箱体防转槽内。
- 3.3.3 密封

3.3.3.1 机械密封

a. 一级转子为单密封布置，二级转子为串联密封布置（HMP 系列，见图 2）；
b. 拆卸和装配时，要注意保护好机械密封的摩擦表面，以免机械密封损坏；
c. 密封腔各部 O 形圈应外形圆滑，无变形、无缺陷；
d. 压盖与静环密封圈接触部位应无麻坑，粗糙度为 Ra3.2（见图 7）；



- 图 7 高速轴机械密封静环座
1—静环座；2—橡胶 O 形密封圈；3—石墨静环
- e. 静环外圆的防转槽轴向活动自如，无卡涩现象；
f. 弹簧压缩量要求（2±0.5）mm；
g. 摩擦副上磨损沟痕深度超过 0.005mm，需要研磨或更换。
- 3.3.3.2 油封

a. 输入轴上的迷宫密封应无明显磨损痕迹，半径间隙为 0.10~0.15mm，磨损后间隙不大于标准的 1.5 倍，回油畅通；
b. 输出轴上的润滑油机械密封无明显磨损、裂纹，动环活动灵活（见图 2）；浮动环油封浮动自由。
- 3.3.4 齿轮箱

3.3.4.1 齿轮箱体、箱盖、端板等应清洁，无损伤、变形和裂纹，水平中分面应平整，无划痕，自由间隙应不大于 0.05mm。
3.3.4.2 齿轮箱水平部分面的横向、纵向及大齿轮轴的水平度测量部位（见图 3），水平度要求值见表 4。

表 4 齿轮箱检查安装的水平度标准

机系列	水平度/mm		
	横向	纵向	大齿轮轴
DH	《0.30	《0.20	《0.15
DL	《0.15	《0.06	《0.04

3.3.4.3 输入轴与输出轴的中心距偏差不大于 0.05mm。

3.3.4.4 输入轴与输出轴的平行度交叉度公差见表 5。

表 5 低速轴与高速轴的平行度、交叉度标准

机系列	水平方向平行度/mm	垂直方向平行度/mm
DH	0.03	0.02
DL	0.05	0.03

3.3.4.5 齿轮

- a. 输出齿轮轴必要时做动平衡校验，动配合精度等级为 G1.0;
- b. 齿轮表面应无积垢、缺损、点蚀、剥落及裂纹等缺陷;
- c. 齿轮啮合顶间隙为 (0.2~0.3) m, m 为模数;
- d. 齿轮啮合的齿侧间隙和齿面接触见表 6;

表 6 齿轮检修标准

机系列	齿侧间隙	静齿面接触/%	齿宽接触/%	齿高接触/%
DH	0.051~0.084	》 65		
DL	0.13~0.23		》 90	》 70

- e. 低速轴齿轮应采用加热方法拆装;
- f. 转子轴颈部位径向跳动不大于 0.01mm;
- g. 箱内所有零部件不能涂油脂，只能涂润滑油以防油路堵塞;
- h. 滚动轴承外环与轴承端盖之间的轴向间隙为 (0.15±0.05) mm;
- i. 装配轴承端盖时，轴承端盖上的油槽一定要与齿轮箱盖上的回油孔对准以保证回油畅通;
- j. 齿轮箱装配完毕以后，用手转动高速齿轮轴，检查其灵活性。

3.3.4.6 叶轮

- a. 诱导轮叶片及叶轮产生明显气蚀孔，必要时更换;
- b. 更换诱导轮或叶轮，必要时进行动平衡校验;
- c. 叶轮花键孔与轴花键应装配轻松，但不允许径向间隙大于 0.05mm;
- d. 叶轮在工作状态的侧间隙 A 和 B 为 0.5~1mm（见图 8）。通过改变调整垫的尺寸，调整叶轮与泵盖、泵体之间的轴向间隙，在测量时，转子应靠向主推力面;

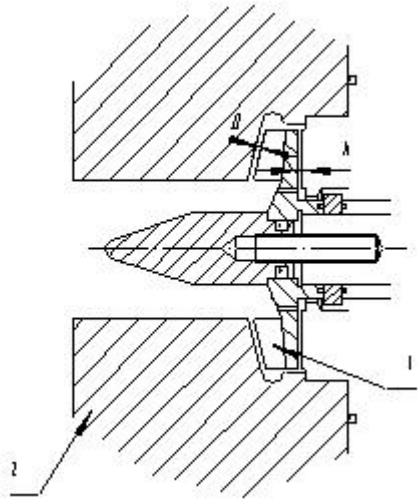


图 8 叶轮的轴向端面间隙

1—半开式叶轮；2—入口端壳体大盖

- e. 导流片的径向跳动不大于 0.05mm;
 - f. 叶轮的背面端间隙为 1.5~2mm;
 - g. 泵装配后，用手旋转低速轴，应灵活、自如。
- 3.3.4.7 定位套及动环，轴套的端面与轴心的垂直度为 0.02mm。
- 3.3.4.8 定位套及动环，轴套与轴的配合为间隙配合，但不大于 0.04mm。
- 3.3.4.9 主润滑油泵及辅助油泵，可参阅齿轮泵的检修质量标准。
- 3.3.4.10 螺栓、叶轮、导流片和叶轮螺栓的扭矩要求见表 7。

表 7 各部位连接紧固螺栓的扭矩标准值

名称 HMP 系 列	齿轮变速 箱壳体螺 栓	箱体油封 固定螺栓	止推轴承 固定螺栓	扩压器 盖螺栓	花键式连 接螺栓	推力盘固 定螺栓	泵壳螺 母
扭矩标准 /(kg/cm ²)	38	4.2~4.6	4.2~4.6	4.2~4.6	4.4~4.6	14~15.4	14~15.4

4. 试车与验收

4.1 试车前的准备

- 4.1.1 检查检修记录，确认检修数据准确。
- 4.1.2 油箱加油
 - a. 齿轮箱及油系统清扫干净；
 - b. 加入合格润滑油至标准液位。
- 4.1.3 所有仪表处于良好的使用状态，检查校验机械密封的虹吸罐压力和液位报警、润滑油油压联锁、主辅油泵联锁等仪表回路是否正常好用。
- 4.1.4 电动机单试合格，确认转向正确。
- 4.1.5 所有管路不滴漏，润滑油冷却水等系统正常，零附件齐全好用。
- 4.1.6 盘车无卡涩现象和异常声响，轴封渗漏符合要求。
- 4.1.7 泵充满介质，检查各部位泄漏情况。
- 4.1.8 检查联轴器护罩是否安装牢固。

4.2 试车

- 4.2.1 辅助油泵启动后，油压符合要求。观察油位情况，若油位低于游标中心线时应及时补充润滑油。
- 4.2.2 主泵启动后，主油泵油压符合要求。
- 4.2.3 滑动走出巴氏合金温度最高不大于 120℃，回油温度最高不大于 70℃。经常检查滚动轴承发热情况，其最高温度不超过 75℃（GSB-Q）。
- 4.2.4 轴承振动标准见 SHS 01003-2004《石油化工旋转机械振动标准》。
- 4.2.5 运转平稳，无杂音、冲洗水、冷却水和润滑油系统工作正常，泵及附属管线无泄漏。
- 4.2.6 无小流量控制系统时，应及时均匀的打开出口阀，调至需要的工况，要避免出口阀打开太快引起流速突变，入口管路抽空。控制流量、压力和电流在规定范围内。
- 4.2.7 不允许用吸入管路阀门调节流量，以免产生气蚀。
- 4.2.8 密封泄漏不得超过规定要求。泄漏量不超过规定要求。
- 4.2.9 停机
 - 4.2.9.1 缓慢的关闭泵出口闸阀。
 - 4.2.9.2 停泵。
 - 4.2.9.3 待泵冷器正常后再关闭冷却管路。

4.3 验收

- 4.3.1 连续运转 24h，各项技术指标均达到设计要求或能满足生产需要。
- 4.3.2 达到完好标准。
- 4.3.3 检修记录齐全、准确，按规定办理验收手续。

5. 维护与工作处理

5.1 日常维护

- 5.1.1 严格执行润滑油管理制度，定期检查润滑情况。
- 5.1.2 定期检查进出口压力，振动，密封泄漏，轴承温度，密封冲洗压力等参数情况，发现不正常或异常声音等问题应及时停机检查处理。
- 5.1.3 定期检查泵附属管线是否畅通。

5.1.4 定期检查泵各部位螺栓是否松动。

5.1.5 长期停运，泵及冷器腔应清洗干净，定期做盘车，防止轴变形。

5.2 常见工作与处理（见表 8）

表 8 常见故障与处理

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	起动后无流量、无压力	泵内没有完全充满液体 吸入管路阻力大	排放泵内空气。如泵送介质为低温液体，则延长冷却时间；如进口压力低于大气压，则应检查吸入管路是否漏气 改进吸入管路，减少阻力
2	泵振动不正常	流量过小或过大、发生汽蚀 地脚螺栓或联轴器螺栓松动 联轴器 介质中有空气 安装不正确 转子不平衡 机械原因、轴弯曲	调节出入口阀门，使其达到规定值或选用新泵 上紧螺栓 检查对中性并处理 放气，并检查入口是否进气并上紧螺栓 机座不平，适当在近泵处设置支撑 重新校配合或更换 拆泵、更换引起振动的零件
3	流量不足或扬程偏低	装置总扬程超过规定值 旁通阀未关死等 转速不足或反转 泵喷嘴阻塞	降低管路阻力 旁通管路故障 查明不足原因，纠正转向 拆开检查并消除
4	高速齿轮箱润滑油变色	泵输送介质或冷却水进入齿轮箱	检查冷却器是否泄漏，检查机械密封泄漏量，检查轴套内“O”形圈，并消除原因
5	齿轮箱油位明显下降	低速轴油封泄漏 齿轮箱机械密封泄漏 油管路泄漏	更换油封或低速轴 检修或更换间隙密封 排除管路泄漏
6	泵侧机械密封泄漏严重	严重气化现象。吸入管路设计不合理，引起密封面振动及跳动 密封件被冰冻 密封面磨损或损伤	消除气化，改进吸入管路或改装端面机械密封 将甲醇、丙醇之类液体注射入密封腔内，防止冰冻 调换机械密封
7	噪音	气蚀 部件松动 电机噪音	泵刚运行，检查入口温度是否过高，郑家净压头，检查入口管路是否堵塞 拧紧或更换部件 用听诊器诊断电机
8	推力轴承温度高	润滑冷却不当 油量不足；油污染 油温高	重新充注规定牌号润滑油，并保证冷水量 加油。或排干油，再充注干净油 更换过滤器保证冷却水量
9	电机超载	介质比重大 转速太低 接线故障	检查额定条件 按电机说明书检查 检查线路上过热点