

· 机械与密封 ·

德士古加压水煤浆气化装置用泵

朱俊豪, 周杰

(中国天辰工程有限公司, 天津 300400)

摘要: 对德士古加压水煤浆气化装置用泵进行了初步解析, 并对其国产化做了简单分析。

关键词: 煤化工; 气化装置; 煤浆泵

中图分类号: TQ 051.2

文献标识码: B

文章编号: 1009-3281(2008)06-0028-03

Pump Used in Texaco Pressurized Water and Coal Slurry Gasification Plant

ZHU Jun-hao, ZHOU Jie

(China Tianchen Engineering Co. Ltd., Tianjin 300400, China)

Abstract: In this article, the pump used in Texaco pressurized water and coal slurry gasification plant was analyzed and the fabrication of this pump in China was described.

Keywords: coal chemical industry; gasification plant; coal slurry pump

德士古加压水煤浆气化装置, 在煤化工领域近十年来前后有十多套装置顺利投产, 趋于成熟, 并获得良好经济效益。

目前加压水煤浆气化炉已由直径 ϕ 2 800 mm, 操作压力 4.2 MPa(G) 级发展成直径 ϕ 3 200 mm, 操作压力 6.5 MPa(G) 级气化炉, 同时采用国内开发的多喷头烧嘴技术, 单台气化炉产能已可以与年产 360 kt/a 甲醇装置相匹配。

对于德士古气化核心技术除气化炉及烧嘴外, 其配套机泵复杂性和制造技术难度也是解决气化装置连续长期稳定生产上的一个难点。引进初期机泵主要依靠进口, 其价格昂贵, 每年单因备品配件进口就要花费大量外汇。我国制造厂为改变这种状况, 经过十余年努力, 从消化吸收到自行研制, 对德士古气化装置用泵目前基本上可以国产化。除加压水煤浆气化装置业主(生产厂)目前尚还希望对高压水煤浆泵引进外, 其余均以国产机泵用于生产, 降低了成本, 为国家节省大量外汇。

1 气化装置用泵初步解析

1.1 高、低压水煤浆泵

某工程工艺参数如表 1 所示。

表 1 工艺参数

项目	高压水煤浆泵	低压水煤浆泵
煤浆浓度/%	58~65	58~65
相对密度	1.2~1.25	1.2~1.25
黏度/(mPa·s)	700~3000	700~3000
输送温度(max)/°C	80	80
pH 值	7~9	7~9
流量/(m ³ ·h ⁻¹)	43~85	43~85
进口压力(G)/MPa	0.05	微正压
出口压力(G)/MPa	9.6	1.0

根据上述煤浆浓度、黏度以及操作状态, 煤浆泵基本形式为隔膜往复泵, 一般采用双缸双作用和三缸单作用两种。由于德士古气化技术操作条件苛刻, 加上煤浆泵制造技术比较复杂, 因此长期以来煤浆泵基本依靠进口, 国外煤浆泵制造厂商主要是两家, 荷兰 GEHO 煤浆泵和德国 FELDUWA 煤浆泵。20 世纪 90 年代中期国内沈阳有色冶金机械厂和上海大隆机器厂消化吸收引进技术开始研制低压煤浆泵, 并在部分煤化工装置上应用。易损件寿命也在逐步提高, 其中沈阳有色冶金机械厂研制高、低压煤

收稿日期: 2008-08-11

作者简介: 朱俊豪(1941—), 男, 浙江萧山人, 高级工程师。主要从事化机专业设计工作。

浆泵在2007年下半年又有一些突破,通过了中国机械联合会组织的专家鉴定。目前,高压煤浆泵基本上以引进为主,但国产低压煤浆泵已加入到市场竞争的行列,重庆水泵厂等已有产品用于生产上。

低压煤浆泵主要是磨煤和水煤浆区域输送用泵,压力低,相对要求低一些,但必须与高压煤浆泵匹配。

高压煤浆泵是气化炉核心设备,主要向烧嘴提供喷雾燃烧用高压煤浆,压力高,控制要求严格。

煤浆泵基本技术要点:

(1) 变频调节技术

德士古气化炉对煤浆流量调节要求较高,根据负荷变化及炉膛温度变化都需要用调节煤浆流量来达到正常操作,且调节要具有一定的精度,通常引进机组配置ABB系列变频器,其静态转速精度为 $\pm(0.1 \sim 0.5)\%$,变频器通过4~20 mA 线缆至DCS,可以显示泵运行状态信号(包括流量控制信号、联锁停车信号、电机电流信号、转速信号和电机温度指示等)。

(2) 定时定压用液压控制隔膜动作

隔膜泵能否长期稳定运行,隔膜寿命是一个很重要因素。隔膜死角积累固体颗粒,易造成隔膜破坏,引进机组采用PLC程序控制,配置专门液压油腔用液压油控制隔膜开启程度,稳定操作,目前引进机组采用丁腈橡胶隔膜,寿命保证在10 000 h以上,实际可以运行15 000~20 000 h。

PLC程序控制是较复杂系统,基本程序如下:

① 控制补液,排液时间恒定,波动小(德士古要求偏差 $\pm 1\%$)。设定补、排液故障报警、停车程序。

② 超压报警(恒定值,最高压力为额定压力1.1倍)。超压5%,PLC系统报警灯报警;超压10%,PLC系统声响报警;超压15%,PLC系统使电机紧急停车,用时安全阀迅速卸压。

③ PLC系统控制液压推进油压力。油压低于0.5 MPa(G)启动油泵,大于1 MPa(G)油泵紧急停车。

④ 润滑油系统滤网处压力大于0.35 MPa(G)报警、检查。

(3) 进出口阀门

进出口阀门通常口径小,流速高、磨损大,属易损件。一般采用带有金属密封和辅助软密封的球阀,借助橡胶密封圈来保证达到100%密封效果,同时使磨损减少到最低程度,球阀有利于介质流通,具

有自清扫作用,但对于大直径进出口阀门也可以采用板形或锥形阀。对于阀座、阀球、阀座加强圈材料采用特殊耐磨金属或陶瓷。要求硬度高的材料作为耐磨件,引进泵这类易损件的寿命一般大于3 500~4 000 h,而对于辅助软密封(一般采用丁腈橡胶)使用寿命只有2 000 h,因此,目前有部分生产厂在磨煤时控制煤粒均匀,并除去大颗粒,把软密封节省不装,使用效果也较好。

由于进口阀属易损件,寿命短,从泵结构上考虑快捷拆装阀、阀座,不停泵更换易损件是十分必要的。荷兰GEHO采用专门液压部件拆卸阀座,而德国FELDUWA采用特殊盒式设计阀门,可在极短时间内,无需拆卸周围的零部件和管道,从侧面快速拆装更换整体阀门。

1.2 锁斗循环泵

工艺参数:

物料	渣水(含固体颗粒10%~15%)
流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	33.5~40
扬程/m	32
进口压力(G)/MPa	6.68
进口温度/ $^{\circ}\text{C}$	50~110(max 220 $^{\circ}\text{C}$)

锁斗循环泵是气化炉渣水进锁斗内,然后部分渣水返回气化炉循环用泵,结构特点:由于进口压力为6.68 MPa(G)属高吸入压力离心泵。

泵进口压力高,叶轮处承受轴向力、径向力高,泵的轴承必须特殊设计,要考虑到止推轴承完全承受起巨大轴向力,另外最好考虑到双流道设计,在平衡轴向力的同时平衡部分径向力。

为平衡泵的轴向力,除加强轴承外,还建议在叶轮前后盖上开设一定数量的平衡孔,泵进口处和叶轮背部加置耐磨环来平衡分轴向力。

泵进口压力高,泵壳、泵盖等均属于受压元件。泵整体设计应大于泵进口压力+扬程,因此泵整体设计压力必须大于7 MPa(G)。锁斗循环泵输送含10%~15%固体颗粒渣水,泵主要材质必须以耐磨材料为主,在结构上还要考虑相应采取措施,在叶轮入口处泵盖上和叶轮背部泵后盖上嵌装耐磨板来抗磨蚀,泵转速尽可能采用低转速1 450 r/min。目前国内制造厂在消化吸收引进泵基础上进行开发,对锁斗循环泵基本上以卧式单级高吸入离心泵形式制造,泵体材料为1Cr13,叶轮为耐磨材料,泵进口处

和泵后盖安装耐磨材料部分,一般耐磨材料为高镍铸铁(硬质镍 1[#])、06Cr18Ni4Mo 或制造厂自行开发的耐磨合金。

另外锁斗循环泵轴封属高压机械密封范畴,已超越 API 682 工作范围,因此需考虑采用特殊设计用高压静止式单端面机械密封,主密封材料(动、静环)要具有高强度、高耐磨材料,目前一般国内的碳化硅、石墨材料均不能适应高抗压强度的要求,宜采用进口的高强度特殊石墨、碳化硅材料。对这种状况下的高压机械密封建议增置螺旋槽辅助密封,效果会更好。对于密封冷却水系统采用外冲洗 API-PLAN 32,整个装置配有独立高压密封水泵,孔板等分别注入有关泵内。

目前生产制造锁斗循环泵的国内制造厂商有航天部 11 所、江苏双达泵业、湖北襄樊 525 厂等,其结构都大同小异,但材质选择各有差异。

1.3 激冷水泵

工艺参数:

介质	含 3% ~ 5% 固体颗粒。少量 NH ₃ , H ₂ S, CO ₂ 的循环用水
流量/(m ³ · h ⁻¹)	正常 284, 最大 354
扬程/m	145
进口压力(G)/MPa	正常 6.4, 最大 6.7
泵送温度/℃	242

激冷水泵是一种气化炉激冷室喷淋用水泵,流量大,扬程高,进口压力与锁斗循环泵相同,操作温度高于 200 ℃,因此也属于高吸入压力离心泵。结构设计可以与锁斗循环泵相仿,单级中心支承重型化工离心泵,轴承要特别加强,泵整体设计压力 $p_i \geq 8.2 \sim 8.5$ MPa(G),由于扬程高度达 125 m,不可能采用低转速,叶轮线速度高,对磨损不利,好在输送含固体颗粒渣水比锁斗循环泵要低得多。壳牌气化工工艺用泵,直接采用 CD4MnCu 双相不锈钢作为耐磨材料,也有采用与锁斗循环泵相同的材料。

另外对于大流量激冷水泵,单级悬臂离心泵要平衡泵轴向力、径向力,无疑是十分困难的,国内某厂曾推出双吸双级泵用于激冷水泵,叶轮、导叶、机壳材料全部采用 CD4MnCu 双相不锈钢来抗磨,无耐磨衬板,简化了结构。其轴向力平衡主要靠双级背靠背叶轮自身来平衡,效果较好。

1.4 高压灰水泵

工艺参数:

介质	灰水(含少量固体颗粒,洗涤水有部分结构物,同时含少量 NH ₃ , H ₂ S, CO ₂ 等)
温度/℃	121
进口压力(G)/MPa	正常 0.3, 最大 0.4
流量/(m ³ · h ⁻¹)	正常 181, 最大 220
扬程/m	800

对于上述参数,流量 $Q \geq 100$ m³/h,扬程高于 400 m,选用高速胜达因泵,流量偏大,不适合应用,而一般结构卧式多级泵、平衡盘、平衡鼓存在着维修工作量大、事故多的问题。国内某泵厂在煤化工用泵问题上对这类泵采用卧式多级自平衡离心泵,外筒体锻造,承受流体高压,轴向剖分,方便检修,叶轮采用背靠背,偶数叶轮来平衡泵整体轴向力,这样结构使用效果好。

1.5 烧嘴冷却水泵

工艺参数:

介质	软水
流量/(m ³ · h ⁻¹)	82 ~ 90
扬程/m	220

对于此泵用于烧嘴冷却,泵型可以采用单级悬臂重化工流程泵或者一般结构多级泵,也可以采用胜达因高速泵或者卧式高压皮托管泵,选用时主要应考虑其性价比,维修工作量,泵效率等,最后由业主选定。

1.6 其他

煤气化用泵还存在一定数量渣水泵,其流量不是太大,扬程也不太高,但固体颗粒均高达 20% 以上,例:沉降槽底流泵、沉降槽给料泵等,这类泵主要以耐磨为主,要选用渣浆泵,材料为高铬铸铁,泵转速尽可能考虑低转,轴封部分可以考虑副叶轮加填料密封,若采用机械密封的话,主密封为硬-硬,且宜采用静止式机封,外冲流。

2 结束语

以上为德士古气化装置用泵初步剖析,是从设计角度出发,可能与实际应用有些差异,希望开展研讨,尤其是生产厂的体会。