

汽动给水泵在变工况下运行的经济性分析

白蕾

(广州恒运东区热力有限公司, 广州 510760)

摘要:对汽动给水泵在额定工况和变工况下的运行参数进行经济性分析,确定设备经济运行状态时的工况参数范围,同时分析了汽动泵成本回收期与运行参数之间的关系。

关键词:汽动给水泵;经济性;运行参数

中图分类号:TK 261

文献标志码:B

文章编号:1674-1951(2018)04-0050-02

0 引言

汽动给水泵是采用汽轮机拖动水泵的运行方式,利用蒸汽的热能驱动给水泵,即对做功之后的乏汽进行再利用。汽动给水泵不仅实现了能源的阶梯利用,而且带来良好的经济效益。本文根据锅炉集中供热厂的汽动给水泵在变工况下的运行参数进行分析,确定汽动给水泵的最佳运行工况范围以提高设备运行经济性。

1 设备额定工况参数

广州恒运东区热力有限公司采用的是青岛某汽轮机公司的 B0.38-2.6/0.2 工业汽轮机和长沙某水泵厂的 DG 155-67×9 多级给水泵,额定工况参数见表 1。

表 1 汽轮机额定工况参数

项目	额定进汽参数	额定排汽参数
蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	5.8	5.8
蒸汽压力/MPa	2.4~2.8	0.2
蒸汽温度/°C	385~415	257
焓值/(kJ·kg ⁻¹)	3238	2985
汽耗率/[kg·(kW·h) ⁻¹]	15.5	15.5

2 水泵运行工艺流程

从分汽缸出口的锅炉新蒸汽通过汽轮机驱动给水泵运行,做功之后的乏汽进入除氧器对锅炉给水进行除氧,实现了能源的阶梯利用。生产工艺流程如图 1 所示。

3 经济效益评价

3.1 按额定工况分析

汽动泵的投运,完全代替了原有电动给水泵的

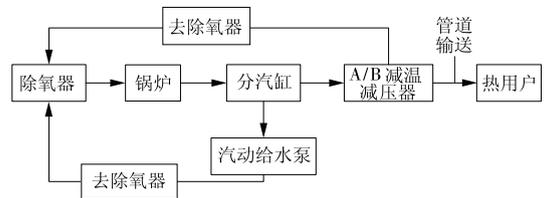


图 1 运行工艺流程

运行,节省了原电动给水泵消耗电能,但增加了煤耗。同时考虑由于汽动泵消耗了蒸汽而减少了直接销售给热用户的收益,即机会成本。

使用汽动泵的净收益 = 节电收益 - 耗煤成本 - 机会成本 - 固定资产折旧,汽动给水泵在额定工况下运行一个月(按 30 d 计)的投入成本与收益见表 2。

表 2 额定工况运行下的收益 元/月

投入			节电收益	净收益
固定资产折旧	耗煤成本	机会成本		
2725.0	33311.0	84246.4	229824	109541.6

3.2 按实际运行参数分析

受热用户的用汽情况影响,锅炉集中供热系统的出口蒸汽参数的波动范围较大,汽动泵长期在变工况下运行,不同工况下运行所产生的经济效益不同。汽动泵进汽压力范围分为 3 个工况:工况 1,进汽压力 ≥ 2 MPa; 工况 2,1.5 MPa < 进汽压力 < 2 MPa; 工况 3,进汽压力 ≤ 1.5 MPa。每个工况下选取 1 组数据进行分析,汽动泵在 3 个工况下的运行参数见表 3。

表 3 汽动泵运行参数

项目	进汽压力/MPa	进汽温度/°C	蒸汽流量/(t·h ⁻¹)	排汽压力/kPa	排汽温度/°C
工况 1	2.19	392.99	4.47	10.53	178.30
工况 2	1.89	362.20	5.22	17.93	128.78
工况 3	1.28	375.20	5.00	19.22	173.10

3.2.1 耗煤成本

根据汽动泵进汽以及排汽参数,可计算出在此工况下连续运行1个月的煤成本,计算结果见表4。

表4 不同工况下的耗煤成本

项目	工况1	工况2	工况3
热量消耗/J	1 342 072 800	1 939 334 400	1 540 800 000
标准煤折算/tce	45.8	66.18	52.58
耗煤成本(元/月)	42 379.27	61 237.11	48 652.88

注:tce为吨标准煤当量。

3.2.2 机会成本

在不使用汽动泵的情况下,其消耗的蒸汽经过减温减压(1.3 MPa, 230 ℃)直接售给热用户,可获得售汽收益,即为使用汽动泵所产生的机会成本。根据不同工况下的用汽量以及售汽价格可计算出工况1、工况2以及工况3下的机会成本分别为99 066.87元,115 661.088元,110 823.552元。

表5 不同工况运行下的收益对比

项目	工况1	工况2	工况3
进汽压力范围/MPa	$P \geq 2$	$1.5 < P < 2$	$P \leq 1.5$
投入(元/月)			
	固定资产折旧	2 725	2 725
	耗煤成本	42 379.27	61 237.11
	机会成本	99 066.870	115 661.088
收益(元/月)			
	节电收益	150 256	150 256
	热回收	4 776.7	17 327.9
净收益/元	10 861.56	-12 039.30	-5 351.85
回收期/月		45.2	

4 成本回收期与进汽量分析

根据等式:净收益 = 节电收益 + 热量回收 - 耗煤成本 - 机会成本 - 固定资产折旧,按照锅炉出口蒸汽参数计算。

当汽动泵每小时消耗蒸汽4.7 t时,可在10年内回收成本;当汽动泵每小时消耗蒸汽4.75 t时,可在15年内回收成本。也即蒸汽消耗量越少,设备运行经济性越高。而进汽参数又直接影响耗汽量的大小,进汽参数越高,蒸汽消耗量越小。

由于汽动给水泵的负荷调节是通过改变驱动汽轮机的热量来实现的,提高汽动给水泵进口蒸汽初参数,也即提高单位质量蒸汽的焓值,可以减少汽动给水泵的进汽量,同时也减小了汽轮机通流部分的机械应力,防止出现湿蒸汽而产生的冲蚀磨损,保证了机组的安全性。因此在运行调节中,应根据负荷的变化,保持汽动泵水泵进汽参数的稳定,通过调节进汽量来满足负荷要求。

3.2.3 热量回收

根据图1的工艺流程,汽轮机排汽进入除氧器加热给水,可减少对外供汽量的消耗而产生收益,根据不同工况下蒸汽消耗量以及原煤价格,将热量折算成原煤成本,工况1、工况2以及工况3下产生的经济效益分别为4 776.7元,17 327.9元,6 593.58元。

3.2.4 节电收益

根据原电动泵正常运行时的数据进行分析,电动给水泵耗电量约为2.6 (kW·h)/t。汽动给水泵运行1个月节电量为214 406.4 (kW·h),按照购电价格70.080元/(MW·h),节电收益为150 256元。

综上,汽动给水泵分别在3个工况下连续稳定运行1个月,产生的净收益见表5。从表中数据可以看出,汽动给水泵只有在工况1下稳定运行才产生经济效益,也即进入汽轮机的蒸汽初参数越高,越接近额定工况,产生的经济效益越大。在工况1下连续稳定运行汽动泵的成本回收期约为43个月。

5 结论

从汽动给水泵3个工况的运行数据分析可以看出,在设计范围内进汽参数越高,经济收益越大,成本回收期越短。而实际运行数据反映出受负荷的波动影响,汽动给水泵进汽参数的波动幅度也较大。蒸汽压力在1.21~2.24 MPa,温度在349~398 ℃之间变化,大部分运行工况严重偏离了技术协议要求的范围,在此情况下汽动给水泵的运行是负收益的。

因此为了保证项目的经济效益,在运行调节中,应根据负荷的变化,按照汽动给水泵的工艺参数以及技术协议要求,进汽参数应保持在2.4 MPa ≤ 进汽压力 ≤ 2.8 MPa, 385 ℃ ≤ 进汽温度 ≤ 415 ℃,通过调节进汽量来满足负荷要求。

(本文责编:齐琳)

作者简介:

白蕾(1983—),女,湖北随州人,工学硕士,工程师,从事节能改造、新能源项目等方面的工作(E-mail:109002769@qq.com)。