

论绿色企业创建中离心泵能效测试

邵彦顺*

中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司 宁夏 银川 751400

摘要:我国力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和,节能是实现碳达峰碳中和目标的关键支撑,大力推动结构节能、技术节能、管理节能,加快生产生活方式绿色低碳转型,助力碳达峰、碳中和目标如期实现。发挥新型举国体制优势和企业创新主体作用,加强节能降碳科技攻关和示范应用,加快推广先进高效节能产品设备,淘汰落后低效设备。文章从绿色企业创建过程中如何开展机泵能效测试及节能改造工作,降低能耗,给出切实可行的操作方法,供参考借鉴。

关键词:绿色企业创建;离心泵;能效测试;能源管理体系

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5197-0310-23>

化工企业部分装置离心泵长期在非设计工况下工作,运行效率远低于国标B线(GB/T13007-2011《离心泵效率》)要求,存在“大马拉小车”的现象,能源浪费大、故障率高。根据绿色企业创建要求,企业要开展设备效能检测和节能增效工作。笔者对离心泵能效测试及节能改造工作进行系统性和针对性研究,并通过实践检验,建议从以下几个方面开展工作^[1]。

1 开展离心泵效能普查

1.1 基于多维度的现场数据采集

通过中控室查看机泵运行参数、技术资料获得、检测设备测量等方式获取机泵轴功率测算所需要的技术参数,包括泵送介质的密度 ρ (kg/m^3)、泵的输出流量 Q (m^3/h)、泵进出口压力 P_1 和 P_2 (MPaG)、泵出口和入口的高度差 h (m)等,测算出泵的运行功率 $P_{\text{出}} = (\rho g Q H) / 3600$ (kW),即泵的输出功率。

现场核对电机和机泵的铭牌信息,确认电机的额定电压 U (V)、额定电流 I (I)、电机设计效率、功率因数 $\cos\varphi$ 等参数;电气室核对电机实时运行电流 I 泵的输出功率与输入功率的比值,即为离心泵的运行效率 $\eta = P_{\text{出}} / P_{\text{电}} \times 100\%$ 。同时还需查看机泵进出口管线、仪表调节阀等阀位,核验是否存在严重节流等问题,辅助判断机泵能效状态^[2]。

1.2 泵运行效率和国标B线效率进行对比

GB/T13007-2011《离心泵效率》规定了单级离心水泵、多级离心水泵、石油化工离心泵的效率;适用于:单级离心水泵流量 $Q \geq 5\text{m}^3/\text{h}$,比转速 $ns = 20\sim 300$ (或型式数 $K = 0.103\sim 1.55$);多级离心水泵流量 $Q \geq 5\text{m}^3/\text{h}\sim 3000\text{m}^3/\text{h}$,比转速 $ns = 20\sim 300$ (或型式数 $K = 0.103\sim 1.55$);石油化工离心泵流量 $Q \geq 5\text{m}^3/\text{h}\sim 3000\text{m}^3/\text{h}$,比转速 $ns = 20\sim 300$ (或型式数 $K = 0.103\sim 1.55$)。

需先确定比转速 ns 。通过以下公式 $ns = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$,式中: Q 为流量,单位为立方米每秒(m^3/s)(双吸泵计算流量时取 $Q/2$); H 为流量,单位为米(m)(多级泵计算取单级扬程); n 为转速,单位为转每分(r/min)。

现场离心泵的容许工作范围内运行最低效率点不应低于GB/T13007-2011《离心泵效率》规定中的最低效率。规定要求单级单吸和单级双吸离心水泵流量为 $5\text{m}^3/\text{h}\sim 10000\text{m}^3/\text{h}$ 时,不低于规范中图1中曲线B线或下表1中B栏中的效率值规定,流量大于 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 时,不低于80%;多级离心水泵不低于规范中图2中曲线B线或下表2中B栏的规定;石油化工离心泵不低于规范中图3曲线B线或下面表3中B栏的规定。按照泵的类型,根据根据泵的比转速范围和流量查出B线效率值^[3]。

*通讯作者:邵彦顺,1987.3,汉,男,宁夏中卫,中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司,机泵管理师,本科,工程师,研究方向:设备管理。

表 1 单级离心水泵效率

Q/(m ³ /b)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
η ₁ /	A	58.0	64.0	67.2	69.4	70.9	72.0	73.8	74.9	75.8	76.5	77.0
	%	B	52.5	58.0	60.8	62.5	63.8	64.8	66.0	67.0	67.8	68.5
Q/(m ³ /b)		90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900
η ₁ /	A	77.6	78.0	79.8	80.8	82.0	83.0	83.7	84.2	84.7	85.0	85.3
	%	B	69.5	69.9	71.2	72.0	73.0	73.7	74.2	74.5	74.9	75.1
Q/(m ³ /b)		1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
η ₁ /	A	85.7	86.6	87.2	88.0	88.6	89.0	89.2	89.5	89.7	89.8	90.0
	%	B	75.7	76.6	77.2	78.0	78.6	78.9	79.2	79.4	79.6	79.8

注 1：表中的效率值是 ns=120~210 时的数值。
注 2：对于单级双吸泵，表中的流量是指泵的总流量。

表 2 多级离心水泵效率

Q/(m ³ /b)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
η ₁ /	A	55.4	59.4	61.8	63.5	64.8	65.9	67.5	68.9	69.9	70.9	71.5
	%	B	49.4	53.1	55.3	56.8	58.0	58.9	60.5	61.8	62.6	63.5
Q/(m ³ /b)		90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900
η ₁ /	A	72.3	72.9	75.3	76.9	79.2	80.6	81.5	82.2	82.8	83.1	83.5
	%	B	64.9	65.3	67.5	69.0	70.9	72.0	72.9	73.3	73.9	74.2
Q/(m ³ /b)		1000	1500	2000	3000	-	-	-	-	-	-	-
η ₁ /	A	83.9	84.8	85.1	85.5	-	-	-	-	-	-	-
	%	B	74.8	75.4	75.8	76.0	-	-	-	-	-	-

注：表中的效率值是 ns=120~210 时的数值

表 3 石油化工离心泵效率

Q/(m ³ /b)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
η ₁ /	A	50.0	56.1	59.5	61.9	63.8	65.0	67.1	68.8	70.0	71.0	71.8
	%	B	44.5	50.1	53.1	55.1	56.8	58.0	59.9	61.2	62.5	63.3
Q/(m ³ /b)		90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900
η ₁ /	A	72.5	73.0	75.0	76.4	78.2	79.4	80.2	80.9	81.4	81.9	82.2
	%	B	64.9	65.3	67.2	68.4	70.0	71.0	71.8	72.2	72.6	72.9
Q/(m ³ /b)		1000	1500	2000	3000	-	-	-	-	-	-	-
η ₁ /	A	82.5	83.6	84.2	85.0	-	-	-	-	-	-	-
	%	B	73.3	74.1	74.8	75.5	-	-	-	-	-	-

注：表中的效率值是 ns=120~210 时的数值

由于泵的效率与泵的比转速有关，仅从运行效率数值上无法判断运行离心泵的能效状态。所以将离心泵的运行效率与其运行点的GB/T13007-2011《离心泵效率》B线效率进行对比可有效评估运行设备的能效状态。在保证泵的总输出性能不变的前提下，将泵的输入功率换算为效率达到 GB/T13007-2011 B 线效率时的输入功率，再减去计算出的修正值，得到国标 B 线效率。按照规范要求比转速不在120~210（或型式数不在0.621~1.086）范围内的效率值按照下列规定进行修正：比转速在20~120（或型式数在0.103~0.621）范围内的效率值应按照GB/T 13007-2011中图4的曲线或表4的规定进行修正；比转速在210~300（或型式数在1.086~1.55）范围内的效率值按GB/T 13007-2011中图5的曲线或表5的规定进行修正。查出的B线效率值减去修正值得到国标B线效率值，即最低要求效率值。泵的运行效率η与国标B线效率对比，大于国标B线效率满足要求，国标B线效率需制定改进措施。

2 开展节能改造工作

运行效率η小于国标B线效率的离心泵建议通过改造叶轮、改造转子或更换泵等方式进行节能改造。离心泵运行的优

先工作区位于所提供叶轮的最佳效率流量点70%-120%区间内,泵运行参数偏大,不同比转速的泵在一定范围内可按照离心泵的切割定律,采用切割叶轮的方式进行改造。某炼厂对61台能效过低的离心泵通过改造,运行效率提升至B线效率以上,平均每年节约电能约 1.12×10^7 kWh,每年可节约电费 380.8 万元(按 0.34 元/度电),经济效益可观^[4-5]。

3 结束语

深入学习贯彻生态文明思想,完整、准确、全面贯彻新发展理念,把提高能效作为实现碳达峰、碳中和的重要着力点,从全过程、各领域坚持和强化节能工作,从源头持续减少二氧化碳排放,促进经济社会发展全面绿色转型,建设人与自然和谐共生的现代化。健全能源计量、统计、监测制度体系,完善能源消费统计制度和指标体系,逐步推动节能降碳领域大数据资源共享和分析应用。节能是实现碳达峰碳中和目标的关键支撑,大力推动结构节能、技术节能、管理节能,加快生产生活方式绿色低碳转型,助力碳达峰、碳中和目标如期实现。企业在绿色企业创建、能源管理体系建设运行过程中,通过节能监测、能源审计、能效对标、节能技改、节能考核等措施,组织开展设备节能创效工作,推广先进高效节能产品设备,淘汰落后低效设备,夯实节能基础能力;推进企业能源管理体系的有效运行,实现能源管理方针和承诺达到预期能源消耗目标。

参考文献:

- [1]魏龙.泵维修手册.北京-化学工业出版社,2009.7,ISBN 978-7-122-05430-2.
- [2]黄希贤,曹占有.泵操作与维修技术问答.中国石化出版社,2001.1,ISBN 978-7-80164-045-1.
- [3]《离心泵效率》GB/T13007-2011.
- [4]董黛,曹家琪,魏菲宇,等.化学工程工艺中绿色化工技术的开发与应用[J].清洗世界,2020,36(11):118-119.
- [5]冯麒宇.绿色化工技术在化学工程工艺中的应用分析[J].化工管理,2020(06):22-23.