

一种罗茨真空泵的自动切换装置研究

余百平 方嫚

武汉艾德沃泵阀有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i5.9915

[摘要] 传统罗茨真空泵在运行过程中存在能耗高、效率低、维护成本高等问题。为此,本文提出一种新型的罗茨真空泵自动切换装置,旨在通过智能化控制提高泵的工作效率,降低运行成本。文章分析罗茨真空泵的工作原理,及其在实际应用中遇到的问题,随后详细介绍自动切换装置的实施方式,判断其实际应用效果。实践结果表明,该自动切换装置能有效减少泵的空转时间,提高能源利用率,延长泵的使用寿命。与传统手动切换方式相比,自动切换装置在提高操作便捷性的同时,显著降低人工干预的需求,从而提升整个真空系统的稳定性。

[关键词] 罗茨真空泵; 自动切换装置; 智能化控制; 能效优化

中图分类号: TB752 **文献标识码:** A

Research on the Automatic Switching Device of Roots Vacuum Pump

Baiping Yu Man Fang

Wuhan EDW pump&valve co.,Ltd

[Abstract] Traditional Roots vacuum pumps have problems such as high energy consumption, low efficiency, and high maintenance costs during operation. Therefore, this article proposes a new type of Roots vacuum pump automatic switching device, aiming to improve the pump's working efficiency and reduce operating costs through intelligent control. The article analyzes the working principle of Roots vacuum pump and the problems encountered in practical applications. Then, it provides a detailed introduction to the implementation of the automatic switching device and evaluates its practical application effect. The practical results show that the automatic switching device can effectively reduce the idle time of the pump, improve energy utilization efficiency, and extend the service life of the pump. Compared with traditional manual switching methods, automatic switching devices significantly reduce the need for manual intervention while improving operational convenience, thereby enhancing the stability of the entire vacuum system.

[Key words] Roots vacuum pump; Automatic switching device; Intelligent control; Energy efficiency optimization

前言

随着工业技术不断进步,真空技术在众多领域中的应用日益广泛,尤其是在化工、医药、电子和食品加工等行业中,对真空环境提出较高要求。罗茨真空泵作为一种高效、可靠的真空设备,其凭借自身独特的结构和工作原理,在真空系统中占据着重要地位^[1]。但传统罗茨真空泵系统在运行过程中需要人工干预进行启停和切换,无形中增加操作人员的工作负担,也影响系统的运行效率。为了解决这一问题,研究者开始探索罗茨真空泵的自动切换装置,根据系统的需求自动调整泵的工作状态,实现泵的智能控制,从而提高整个真空系统的使用性能。基于此,本文旨在探讨罗茨真空泵自动切换装置的设计原理、实现方法,判断其在实际应用中的效果。通过本文的研究,期望能为罗茨真

空泵自动切换装置的设计和应用提供实践指导,推动真空技术的进一步发展^[2]。

1 罗茨真空泵的工作原理

罗茨真空泵主要由一对精确加工的转子组成,这两个转子通常呈8字形,安装在泵壳内,通过同步齿轮驱动,让它们在旋转时保持适量的间隙,但不会相互接触。而泵壳通常为圆筒形,两端封闭,形成密封的工作腔。罗茨真空泵工作原理是以容积变化为基础,实现气体的吸入和排出操作。当转子旋转时,它们之间的空间逐渐增大,产生低压区,这时泵外气体在大气压的作用下被吸入这个空间。随着转子继续旋转,这个空间逐渐减小,气体被压缩,由于转子之间和转子与泵壳之间保持微小的间隙,避免气体出现回流。当转子旋转到预期位置时,被压缩气体经过泵壳

上的排气口排出泵外。整个过程中,转子旋转呈现连续状态,所以罗茨真空泵可实现连续的气体吸入和排出,从而达到抽真空的目的(如图1所示)。目前,罗茨真空泵具有多样化特点:(1)无油操作:由于转子之间和转子与泵壳之间有微小的间隙,不需要润滑油,实现无油操作,适用于对油污染敏感的场所^[3]。(2)高抽速:罗茨真空泵的抽速较大,被应用在快速抽取大量气体的场合。(3)低维护:结构简单,运动部件少,维护成本低。(4)噪音和振动小:由于转子之间不接触,整体运行较为平稳,噪音和振动较小。

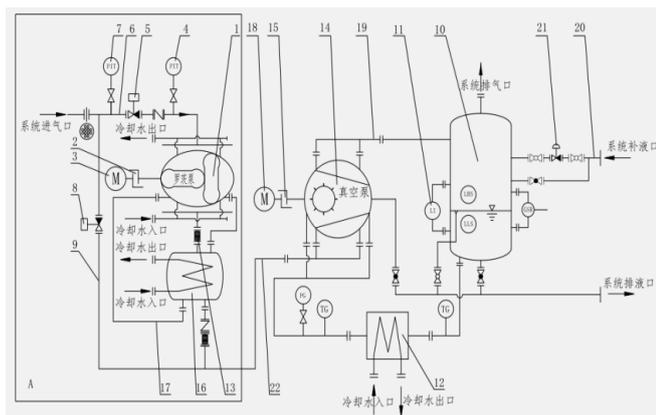


图1 罗茨真空泵的流程图

1-罗茨真空泵; 2-爪式联轴器; 3-电机; 4-压力变送器1; 5-气动蝶阀; 6-进气管路; 7-压力变送器2; 8-新增气动蝶阀; 9-新增旁通管路; 10-汽水分离器; 11-磁翻板液位计; 12-板式换热器; 13-伸缩节; 14-水环真空泵; 15-弹性联轴器; 16-级间换热器; 17-气体回流管; 18-电机; 19-排气管路; 20-补水管; 21-电磁阀; 22进气管。

2 罗茨真空泵在实际应用中存在的问题

在罗茨真空泵实际应用中,罗茨真空泵容易遇到各种问题,这些问题可能导致设备停机,影响生产效率。当凝汽器背压达到20KPa(a)时,罗茨真空泵变频器产生负转矩,这时电机在运行过程中要消耗大量能量来克服外部阻力,势必会增加能耗,甚至加速电机和泵的磨损。而负转矩产生通常是由于泵的工作压力超过设计范围,泵运行效率下降,进而影响到整个系统的稳定运行。变频器是控制罗茨真空泵电机转速的关键设备,当变频器输出的直流电压超过额定值时,造成罗茨真空泵跳闸,阻碍泵组正常运行,甚至损坏变频器本身质量。这种情况通常是由于电网电压波动、变频器内部故障或控制系统参数设置不当等原因引起的^[4]。

为解决这一问题,我公司优化设计,生产的2BW6E202型罗茨水环真空泵组近期在河北涿州京源热电有限责任公司投入运行,在替代原2BE1303-0型水环真空泵(原机组运行电流170A)的基础上,并根据工况的需要,安装一套自动切换系统,通过使用,用户反映良好。

具体做法是:在罗茨水环真空泵组进气口增加一个旁通管路,加装一个气动蝶阀并连接到级间换热器入口,机组自动根据工

况使用情况来切换装置,当凝汽器背压大于20KPa(a)时,机组DCS自动开启旁通管路气动蝶阀,关闭罗茨真空泵入口气动蝶阀,并停止罗茨真空泵运行;此时只运行水环真空泵抽吸凝汽器不凝结气体,并能维持凝汽器真空;当凝汽器背压小于20KPa(a)时,DCS又自动开启罗茨真空泵入口气动蝶阀,关闭旁通管路气动蝶阀,从而很好地解决二机逻辑联锁而跳闸的这一问题。通过新机组运行数据比较:凝汽器背压15KPa(a)运行时,罗茨真空泵电流18A,水环真空泵运行电流33A,总电流51A;相比原平面水环真空泵机组运行电流170A的情况,新的机组节能效果十分显著^[5]。

3 实施方式

罗茨真空泵型号为ZJQ600,驱动电机型号YE3VF180-4 18.5 kw/380v(变频电机),水环真空泵型号2BE1202-0,驱动电机型号YE3200L2-6 22kw/380v(工频电机)。驱动电机3经爪式联轴与罗茨真空泵1联接,驱动电机18经弹性联轴与水环真空泵14联接,启动电机18驱动水环真14,当压力变送器1压力达到10kpa(a)时,启动电机3驱动罗茨真空泵,当压力变送器1与压力变送器压差 ≤ 1 kpa(a),开启气动蝶阀(DCS控制),此时罗茨水环真空开始抽吸凝汽器不凝结气体。气体经过进气管路7进入罗茨真空泵1,经伸缩节13排入级间换热器16,气体经过冷却后一部分气体经回流管17冷却罗茨真空泵1,一部分经水环真空泵14进气管24进入水环真空泵14,压缩后经排气管21排至汽水分离器10,由排气口N2.2排出。循环冷却水经冷却水进水管路进入级间换热器16及板换热器12,同时冷却罗茨真空泵1排气及水环真空泵14工作液,循环冷却水经冷水回水管路20排出。汽水分离器10工作液位由磁翻板液位计10反馈信号至DCS,DCS根据设定的工作液位控制补水管22上设置的电磁阀23开或关来实现。当压力变送器2压力大于20kpa(a)时,由DCS完成开启新增气动蝶阀8,关闭气动蝶阀5,停止运行罗茨真空泵1,此时运行水环真空泵14,气体经新增旁通管路9进入级间换热器16,此后路径与上述一致(如图2所示)。

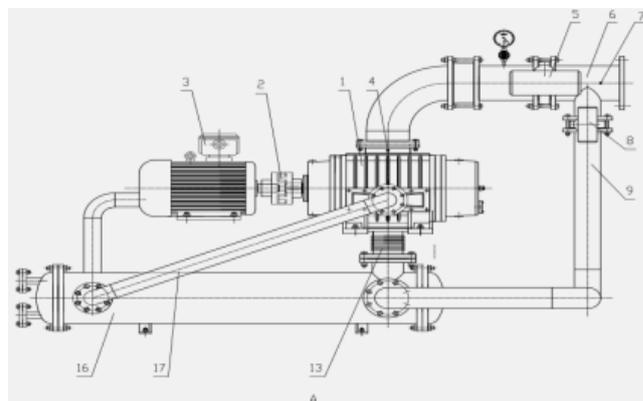


图2 罗茨真空泵增加的旁通管路示意图

4 实施效果

罗茨水环真空泵组在实际运行中面临着不同工况下的运行稳定性问题,为了解决该难题,工作人员引进自动切换装置,有

效提升机组的节能效果,加强生产的安全性。

4.1 节能效益显著

通过比较实际数据,看到罗茨水环真空机组在节能方面的显著效果。如在凝汽器背压为15Kpa(a)的运行条件下,罗茨真空泵的电流为18A,水环真空泵的电流为33A,机组总电流为51A。相比之下,原有的平面水环真空泵机组的运行电流高达170A,清晰展示新机组在节能方面的巨大优势,有效降低能耗,符合当前能源节约和环境保护的要求^[6]。

4.2 提升运行稳定性与安全性

在实际运行中,罗茨水环真空机组由于面临不同的工况环境,原有机组存在设备逻辑联锁跳闸的问题,不仅影响机组的稳定运行,还可能引发安全事故。通过加装一套DCS自动切换装置,显著提升机组的运行稳定性。该装置能根据不同工况自动调整运行参数,确保机组在各种环境下的正常生产,有效避免工况现场可能出现的安全问题。因此,罗茨真空泵自动切换装置的引入,不仅大幅提升了罗茨水环真空机组的节能效果,还有效解决了机组在不同工况下的运行稳定性问题,确保了生产的安全性。该技术的推广应用,对于推动火电厂的资源节约和安全生产具有重要意义^[7]。

5 总结

综上所述,在现代工业生产中,随着生产自动化水平的不断提高,对罗茨真空泵的运行效率提出更高的要求。为此,研究开发一种罗茨真空泵的自动切换装置,对于提高生产效率、降低能耗和维护成本具有重要意义。本文通过对罗茨真空泵的工作原理和应用场景进行深入分析,设计一种新型的自动切换装置,该装置根据工艺需求自动调节罗茨真空泵的运行状态,实现泵的

智能控制。通过实验验证,该自动切换装置有效提高罗茨真空泵的工作效率,显著降低了设备的能耗和维护频率,为工业生产的持续稳定运行提供有力保障。未来,随着技术的不断进步和应用需求的不断增长,我们有理由相信,罗茨真空泵及其自动切换装置将在更广泛的领域发挥其独特优势,为工业生产智能化做出巨大贡献。

[参考文献]

- [1]李小金,李正清,韩仙虎,等.基于TRIZ理论的一种提升罗茨真空泵基础压力的设计方法[J].真空,2024,61(2):62-67.
- [2]李正清,韩仙虎,蔡宇宏,等.一种腰部为椭圆线的罗茨真空泵转子型线设计与分析[J].真空,2024,61(1):47-51.
- [3]于潇,王育洋.通过采用罗茨真空泵组降低百万机组真空系统电耗率的节能分析[J].电气技术与经济,2024(6):367-369.
- [4]李正清,李小金,杨建斌,等.罗茨真空泵偏心大圆弧转子型线设计及分析[J].真空与低温,2022,28(6):699-704.
- [5]文魁.湿式罗茨真空泵在移动瓦斯抽采泵站中的应用分析[J].煤,2020,29(5):49-50.
- [6]王浩,王福维,谢星.罗茨真空泵状态监测与故障诊断系统应用[J].设备管理与维修,2020(5):155-156.
- [7]王瑞华.螺杆罗茨真空泵在减压精馏中的防腐设计[J].广州化工,2020,48(8):106-108.

作者简介:

余百平(1988--),男,汉族,湖北武汉新洲人,本科,研究方向:机械设计与制造。

方媛(1984--),女,汉族,湖北省随州市人,大专,研究方向:机械设计与制造。