文章类型：论文|刊号（ISSN）：2972-4112(P) / 2972-4120(O)

常规岛重要调节阀防扭转装置设计

吴星龙　刘瑜
中广核核电运营有限公司
DOI:10.12238/pe.v3i3.13633

[摘　要] 部分常规岛重要调节阀频发联轴器(阀杆与气动杆的连接装置)偏转,导致无法正常监视阀位和触发限位开关、影响阀门自动调节性能和现场就地操作,甚至导致部分阀门执行器弹簧发生断裂,并且其设备可靠性会严重影响管路系统的安全、稳定运行。而根据阀门形位参数,针对性设计防联轴器偏转装置,可有效解决上述问题,从工程应用效果来看,提升了阀门执行功能的可靠性,同时,具有一定经济收益。基于此,本文就防扭转装置设计做探讨与交流。
[关键词] 调节阀；联轴器；偏转；防扭转设计
中图分类号：TP214　文献标识码：A

Design of Anti-Twist Device for Key Regulating Valves in Conventional Island

Xinglong Wu　Yu Liu
CGN Nuclear Power Operation Co.,Ltd

[Abstract] Partial misalignment of couplings (the connection between the valve stem and the pneumatic rod) in some key regulating valves in the conventional island frequently occurs, leading to issues such as inability to monitor valve position normally, failure to trigger limit switches, impaired automatic regulation performance, and difficulties in local operation on-site. In severe cases, this can even result in the fracture of springs in valve actuators. Such equipment reliability issues pose a significant impact on the safe and stable operation of the piping system. Based on the geometric and positional parameters of the valves, a targeted anti-coupling misalignment device has been designed to effectively address the aforementioned problems. From the perspective of engineering application, this solution enhances the reliability of valve actuation functions while also yielding certain economic benefits. This paper aims to discuss and exchange ideas regarding the design of the anti-twist device.
[Key words] regulating valve; coupling; misalignment; anti-twist design

引言

某电厂CEX024/025/026VL、SRI060VD、ADG003/009VV、APD004VD是由EMERSON厂家生产的ATI气缸式调节阀,配有活塞式气动执行机构,阀门配有侧装手轮,可用手轮实现阀门开关,正常运行期间执行机构通过上下两气缸气压达到平衡来控制阀门的开度,阀门全开全关时仅相应上(或下)气缸供气,运行期间此类阀门联轴器上方阀位指示块经常出现转动偏转,导致阀门开度指示异常、设备剐蹭、影响现场就地操作、导致阀门控制异常和限位开关无法触发,严重影响着机组的安全稳定运行。

GPV疏水调节阀为CESTRA生产的ZK29-20型调节阀,其设计功能为保证正常工况下的冷凝水排放,与瞬态工况下大量湿蒸汽的排放;其中GPV0082/0083VL是高压缸排汽疏水4根高排管道分别汇聚到2根疏水管道上重要阀门,是高压缸做完功的乏汽,水量最大;该电厂GPV0082/0083VL疏水动作最为频繁,其动作频率约1次/3min,运行期间频发联轴器转动问题,导致仪控反馈杆偏移,无法正常监视阀位,甚至多次导致执行器弹簧断裂。通过设计加装防扭转装置,可有效防止阀杆轴系转动,有效保障了阀门的执行功能,同时也取得不错的经济收益。

1 阀门主要性能参数

气动调节阀的动力源来自于对空气的压缩,是一种结构简单、性能稳定、操作可靠的自动执行器,随着工业生产自动化水平的提升,其在工业自动化领域的应用愈加广泛[1]。它可通过对流体流量的控制,来调节流体的压力,温度,流量,液位等工艺参数。ATI气缸式调节阀及GPV疏水调节阀主要性能参数见表1。

2 阀门结构及受力分析

ATI气缸式调节阀及GPV疏水调节阀结构图参见图1。对阀门

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

阀杆做受力分析,阀杆主要受介质不平衡力矩Mw,盘根阻力矩Mp,执行机构摩擦力矩Mz,执行机构弹簧扭矩Mt。阀杆的转动动力因素及阻力因素分析分别见表2、表3,当|Mw|＞|Mp+Mz+Mt|或|Mt|＞|Mp+Mz+Mw|时,阀杆因介质的不平衡力而发生转动。

表1 ATI气缸式调节阀及GPV疏水调节阀主要性能参数

功能位置	型号	公称通经	压力等级	设计温度/℃	介质	运行压力/bar.g	阀门特性
CEX024VL	EWT-ATI	12″*8″	Class600	50	冷凝水	33.79	线性
CEX025VL	EWT-ATI	20″*16″	Class600	50	冷凝水	33.79	等百分比
CEX026VL	EWT-ATI	20″*16″	Class600	50	冷凝水	33.79	等百分比
SRI060VD	EWT-ATI	20″*16″	Class600	60	除盐水	6	线性
ADG003VV	EHT-ATI	10″	Class900	316	水蒸气	86	线性
ADG009VV	EWT-ATI	8″*6″	Class600	198.3	水蒸气	13	线性
APD004VL	HPT-ATI	6″	Class1500	195	冷凝水	122	等百分比
GPV0082VL	ZK29-20	DN100	PN16	200	冷凝水	15	线性
GPV0083VL	ZK29-20	DN100	PN16	200	冷凝水	15	线性
GPV0781VL	ZK29-20	DN100	PN16	240	冷凝水	32	线性
GPV0681VL	ZK29-20	DN100	PN16	220	冷凝水	23	线性
GPV5086VL	ZK29-20	DN100	PN16	200	冷凝水	15	线性
GPV2182VL	ZK29-20	DN80	PN16	250	冷凝水	16	线性
GPV4181VL	ZK29-20	DN100	PN16	201	冷凝水	4	线性
GPV3181VL	ZK29-20	DN100	PN16	123	冷凝水	2	线性

表2　阀杆转动力因素分析

转动力因数	流体对阀芯的不平衡力	气动头主弹簧的扭转力
贡献大小	大(阀芯制造及结构原因,加上流体的紊流等因素,不可能完全平衡)	低(弹簧选型合理。在弹簧端面不够平整时,阀门开关过程中可能存在较大的扭转力)
可改进的方法	属于设计问题,无法避免	检查弹簧端面是否存在磨损； 检查上弹簧托盘上的滚珠轴承是否损坏。

表3 阀杆转动阻力因素分析

阻力因素	阀体盘根的摩擦力	气动头摩擦力	其它摩擦阻力
可改进的方法	在满足时间的许可下,尽量加大对盘根的紧固力矩	均有润滑剂应用,且多为轴向力,改进意义不大	为配合间隙以及流体状态决定,属于设计问题,无法改进
贡献大小	小	小	无法改进

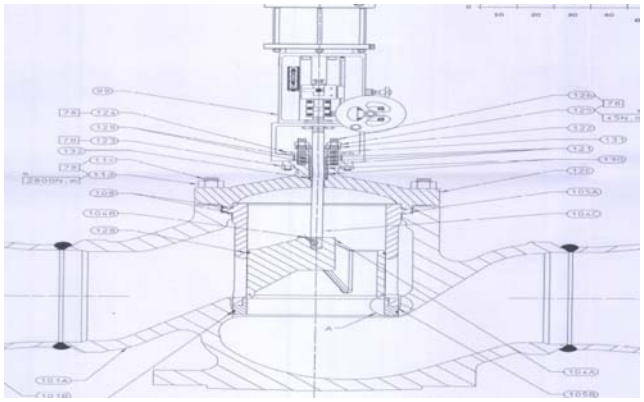

图1 ATI气缸式调节阀(SRI060VD)结构图

3 原因分析

ATI气缸式调节阀阀门执行机构到阀体部分的传动轴系由气动杆、行程限位块、联轴器、阀杆组成,阀门运行期间受到所在位置振动及流体不平衡力的影响,导致行程限位块发生相对转动,阀门设计中针对行程限位块没有可靠的防转设计,固定限位块的顶丝在阀门频繁调节情况下非常容易发生松动,无法起到有效紧固防止转动的作用。

GPV疏水调节阀扭转原因是阀门内部的阀笼结构为错孔型结构,在疏水期间由于阀瓣受流体不平衡力作用而发生旋转,导致联轴器及气动杆组件发生转动,造成仪控反馈杆发生断裂,反馈杆不动作,自动模式时,定位器不断进行错误的PID调节[2],造成定位器的输出不断波动,相应的阀位也会不断波动,导致阀门震荡[3],使主控无法对阀门状态进行有效监控,该缺陷的存在会使联轴器频繁发生大角度转动,会导致阀门执行机构弹簧发生断裂。

4 防扭转设计

4.1 ATI气缸式调节阀防扭转设计

根据联轴器和机械限位装置外形,加工一块L型钢板和一块方形垫板(304不锈钢材质),设计图见图2。L型钢板紧贴阀门的机械限位装置,方型垫板通过联轴器螺栓与联轴器拧紧一起,最后将L型钢板与方形垫板焊接在一起。该设计不仅便于拆卸检修,加工亦不复杂,应用效果良好。

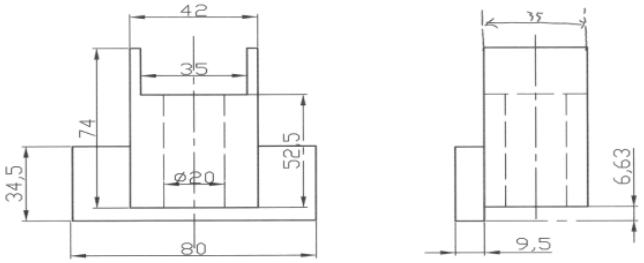

图2 ATI气缸式调节阀防扭转装置设计图

4.2 GPV调节阀防扭转设计

根据联轴器和机械限位装置外形,加工防扭转方形挡块(45#钢),设计图见图3,其结构设计简约,不仅便于拆卸检修,加工亦不复杂,应用效果良好。

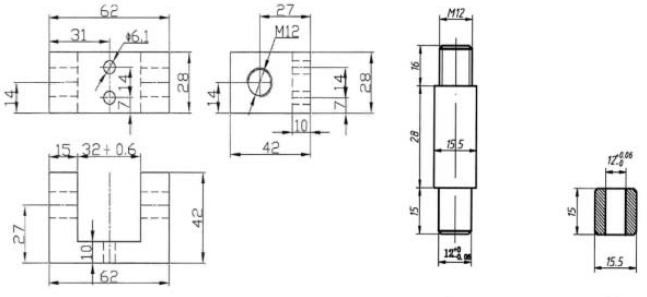

图3 GPV调节阀防扭转装置设计图

5 应用效果

ATI气缸式调节阀与GPV调节阀在加装防扭转装置后,已经过多个运行周期验证,阀门能够正常动作、阀杆未出现转动、主控阀位信号反馈良好,运行无异常。其现场应用图见图4。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

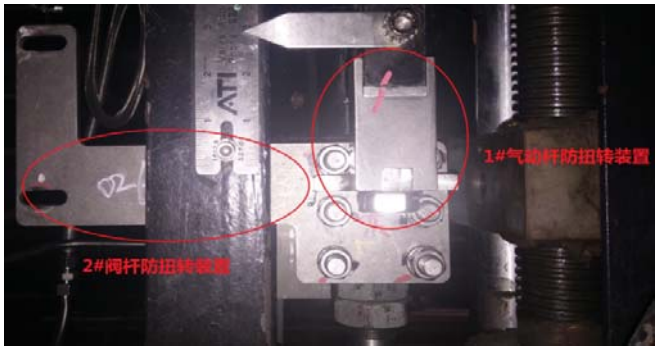

图4 ATI气缸式调节阀防扭转装置应用图

6 项目收益

安全收益：降低设备故障概率，减少维修人员高温工作时长，降低高温中暑等工业安全风险；同时，可保证阀门自动调节功能以及实时反馈阀门开度。特别是某些阀门属于强损类设备，其设备的可靠性极为重要。

质量收益：保证阀门部件连接可靠，不出现剐蹭或接触不良，提高机组热效率，降低部件损坏概率。

工期收益：根据单机组同类阀门数量核算，每1C节约工期约15天。

成本收益：降低部件损耗，单机组每年节约备件成本约4.2万元。

表4 单机组备件收益

备件项目	单价/元	数量/EA	年损坏率	收益/元
定位器反馈磁条	4465	7	0.1	3126
定位器[DVC6200 HC 不包含磁条]	23767	7	0.1	16637
弹簧[FOR ZK 29/20]	1822	24	0.5	21869
年均收益合计				41632

7 总结

常规岛重要调节阀防扭转装置设计在该电厂取得良好效果，为同类能动阀门阀杆防扭转设计提供参考，具有一定的推广应用价值。

[参考文献]

[1]王晓波,气动调节阀的安装常见故障分析及解决[J].设备管理与维修,2019,(4):45-46.

[2]熊天洪,罗联锋,施明,火电厂气动调节阀故障分析及处理方法[J].云南水力发电,2020,36(3):65-68.

[3]刘威,气动调节阀的常见故障与维护处理策略[J].生产质量,2021(13):23-24.

作者简介：

吴星龙(1992--),男,汉族,四川岳池人,本科,工程师,研究方向：阀门管道维修。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.