

ZJY46H 型减压阀在高水头电站技术供水应用研究

曾杨东

510902199111281873

摘要: 在供水过程中, 减压阀性能会在很大程度上影响供水品质, 对机组的安全运行也会产生一定影响。因此, 需要对于减压阀的性能和使用进行研究, 本文以 ZJY46H 型减压阀为例, 分析这类减压阀在高水头电站技术供水中的应用情况。

关键词: 减压阀; 高水头; 电站; 供水

Research on application of ZJY46H pressure reducing valve in technical water supply of high head power station

Yangdong Zeng

510902199111281873

Abstract: In the process of water supply, the performance of pressure reducing valves will significantly affect the water supply quality and also have a certain impact on the safe operation of the units. Therefore, it is necessary to study the performance and usage of pressure reducing valves. This paper takes the ZJY46H type pressure reducing valve as an example and analyzes its application in high head hydropower station water supply.

Keywords: Pressure reducing valve; High water head; Power station; Water supply

一、减压阀在技术供水系统中的应用概述

机组技术供水的关键是要确保运行设备冷却, 如, 对轴承、空冷器等的冷却。在技术供水系统中, 其主要组成部分有水源、控制元件以及管道等, 能够有效满足技术供水对于水压、水量、水质等指标要求, 可以实现机组安全有效运行。

结合水电站水头范围, 可以将技术供水方式划分为三类, 即自流供水、水泵供水以及水泵混合供水。

冷却器结构上要求水压在 0.2Mpa 范围内, 因为水压过高的话会导致冷却器出现漏水问题; 而如果水压过低, 则会因为过流量不足对于冷却效果产生不利影响。在自流供水模式中, 水头高于 40m 的电站中, 都需要用到减压方案, 使用减压阀^[1]。一般减压阀的出口压力范围应该在 0.3-0.4Mpa, 通过减压阀的相应阀门调节, 可以确保冷却器达到水压要求。

在一些中小型电站中, 减压会导致电站消耗一定的能量, 而对于中小型水电站而言, 其内部的水库容量不大, 弃水几率高, 厂区的供水泵布置不合理、布置难度大等问题突出, 一些水电站依然以自留供水方式为主, 从各个机组涡壳或是压力钢管中获得水源, 在取水口后供水管上安装减压阀, 达到减压效果。这种处理方案不会占据较大空间, 安装操作便利, 方便开展。

二、减压阀类型分析

一般水电站中多使用自动减压阀, 这类减压阀在使用中

能够自动保持阀后水压力在稳定范围内。从减压阀的类型来看, 主要有两类, 即直接作用类和间接作用类。直接作用类主要是通过流体自身能量来对于压力进行控制, 而间接作用类减压阀则是通过外力作用来对于需要的压力进行控制, 如外部气压、液压等外力。在而这类减压阀的使用范围多为 $P1/P2 \leq 2$, 即进出压力口在 2Mpa 范围内的, 这类减压阀对应的水头一般在 80m 范围内的电站中应用比较多。而现阶段, 减压阀在结构设计改进中不断发展, 结合其对应的结构差异, 可以将其应用到 160m-200m 水头段电站中^[2]。

结合结构形式差异, 减压阀又可以分为活塞式和薄膜式, 其中, 活塞式减压阀有比例式, 而薄膜式减压阀有先导式以及可调式。就这些减压阀工作原理来看, 主要是结合进出口压力比进行比例式减压阀设计, 基于进口压力作用, 浮动活塞会被开启, 方便介质通过。而在活塞两端, 对应的截面积大小不一致, 因此会产生压力差, 这样阀后的压力就会被改变。通常情况下, 活塞两端面积比就是阀前和阀后压力比。相对于可调式减压阀, 这类减压阀使用范围更为广泛, 其进出口压力比最大值为 1/5, 可以在水电站水头 160m 以下的电站使用, 有些甚至可以在 200m 水头的电站使用。这类减压阀由于对应的过流量不大, 因此在水头较高的小型水电站中更为适用^[3]。

就可调节减压阀的工作原理来看, 这类薄膜式减压阀一般是通过启闭件节流, 产生压力损失, 进而让进口压力在出口位置下降到一个特定值, 这时候在流量和压力出现变化的

情况下,可以通过本身介质能量使用,让主阀节流面积保持在相应位置,确保对于出口压力的控制和稳定。

通过阀芯内部反馈孔和膜片构成相应反馈机构,在阀后压力经过反馈孔引入膜片下部空腔中。这时候因为膜片上部弹簧张力和膜片下部阀后反馈压力会形成平衡条件,阀瓣和阀座间构成形成对应开启度^[4]。在阀后压力 P_2 不断降低的情况下,通过反馈能够让膜片下部压力比弹簧压力圣地,这时膜片和与之联动的阀瓣也不断下降,开启度显著增大,介质通过的阻力明显降低。当开启度增加到压力预调值的情况下,开启度依然不变动。 P_2 在高出预调值的情况下,其过程与之正好相反。可见,开启度会根据阀后压力变化实现自动化调整,实现减压效果,但是这类减压阀过流能力相对于先导式要弱一些。

而就先导式减压阀工作原理来看,这类减压阀主要是主阀和外装其他控制阀构成的,在工作状态下,主阀进口端水压分别进入到阀体,在微量控制阀调整后进入到阀盖控制部位。假如这时候开启控制阀,控制腔中的水会从先导控制阀中排出,排出的流量要比微调阀进水流量更大,此时主阀会被开启。如果关闭可调减压阀,控制腔中的水压会随之增加,增加到一定程度后,主阀会被关闭,要保持可调减压阀开启状态下流量相等,此时的主阀则会处于一种浮动平衡状态,水流在通过主阀时则会产生节流降压效果,会让进出口压力信息传输到可调减压阀中,设置恒定出口压力,这样可以在进口压力变化的情况下,出口压力保持不变,也不会出现出口流量变化对进口压力的改变。这种先导式减压阀使用中期过流量会相对较大,所以在中型水电站中应用比较合适^[5]。

三、ZJY46H 型减压阀工作原理和主要特点

1. 产品介绍

ZJY46H 组合式减压阀使用中,在高压水经过导管和射流泵进入到压力调节腔中后,阀后呈现关闭状态,对应的减压阀也会快速闭合。水库静止情况下,借助泄压阀泄压时能够调整好压力,并迅速关闭出口压力锁定阀,这样就可以让压力调节腔压力水锁定在调节强中确保减压阀开度保持稳定,保证输出压力稳定性。目前的减压阀产品比较多,其中的软密封组合式减压阀可以有效减轻静压^[6]。在减压阀阀后阀门关闭后,管道流速达到 0 的情况下,组合式减压阀阀瓣即节流锥也加速关闭。相关密封面能够确保阀前高压水后续不会出现渗漏问题,阀后管道可以持续保持较低压力。ZJY46H 组合式减压阀设计中,采取的软密封组成式减压阀主要材质是丁晴橡胶,这类材料和不锈钢材料相比,虽然其

抗气蚀以及耐用度方面有一定缺陷,但是密封性较好。

2.ZJY46H 组合式减压阀工作原理

ZJY46H 组合式减压阀的工作压力范围在 4.0Mpa 范围内,这类减压阀的组成结构主要有主阀,导阀、截止阀等^[7]。当控制弹簧处于松弛位置时,主阀和先导阀关闭。转动调节螺钉,介质推动先导阀同时进入主阀橡胶膜片腔,控制弹簧的压力平衡进入主阀橡胶膜片腔,橡胶膜片向上,主阀开启,介质流出至出口(此时截止阀打开,腔体保持一定压力),出口介质返回上腔体,橡胶隔膜和先导阀下方的腔室。当排放压力升高时,先导阀膜片上移,先导阀开度减小,腔内平均压力降低,压力降低达到新的平衡,反之亦然。

3.ZJY46H 组合式减压阀特点

组合式减压阀是一种减压稳压阀,在复杂多变的工况下也能利用水压进行自调节,当进口压力和流量发生变化时,出口压力和流量保持不变。可实现自检,调试简单,运行可靠。组合式减压阀的反馈系统是一个独立的系统,根据减压阀输出的压力变化信号来控制流场(节流锥的开度)。安全阀设有可替代的双反馈系统,A 系统开启,B 系统关闭的工作模式,可达到安全阀持续检修的目的。水电站的运行条件比较复杂,尤其是水质的好坏直接关系到设备的安全运行。对于含泥量高的水电站,减压阀进水口位置除采用不锈钢和镍基合金防腐外,减压阀的吹扫也能有效防止反馈控制系统。无堵塞 在泥沙较多的水域,保持泄压阀处于良好状态。

四、ZJY46H 组合式减压阀应用

1. 项目概况

天生桥二级电站是广西隆林县和贵州安龙县交界位置的一处电站,总装机 $6 \times 220\text{MW}$ 。电站技术供水系统以单元供水方位为主,两台机组组成一个单元,在该电站的初期运行做技术供水主供水中,以水泵供水为主,平均一个单元有两台工作泵,还留有一台备用泵,相应水泵运行以循环设计为主,压力钢管减压供水是备用供水。在每台机组中的压力钢管上都需要设置一个取水口,在自行减压后连接到用水联络管中。因为电站投运初期河流中的泥沙含量很大,所以容易造成水泵轴套、密封频繁损坏等问题,造成机组运行中的故障发生率较高。对此,该电站对原本的技术供水主供水方式进行改造,通过压力钢管实施减压供水,将水泵供水留作备用。

2. 技术改造原因

该电站水头为 200m,属于高水头,基于经济性考虑,将水泵供水作为主要供水方式有利于成本控制。在电站的技

术供水中,原设计以水泵供水为主,而考虑到泥沙磨损、水泵故障、维修等问题,会导致实际使用中的成本增加。此外,由于故障停机维修开展,导致电网供电异常,且相应供水方式中维修工作量会比较大,所以需要进行改造,使用自流减压供水方式取代原本的供水方式^[8]。

3.减压系统中的减压阀使用情况

在该电站中,选用 ZJY46H 组合式减压阀共计 13 台,其中有六台用于为主机供水,对应的出口压力可调节值在 0.3-0.9Mpa,整定值在 0.7Mpa,两台用于为厂房提供生活用水,出口压力可调节至在 0.3-0.6Mpa,可整定值为 0.3Mpa,三台用于家属生活用水出口压力可调节值为 0.3-0.6Mpa,整定值为 0.36Mpa。

在机组运行中,最初使用的减压阀为先导活塞式,这类减压阀的使用中会产生较大的噪音和振动,出口压力波动较大,无法满足运行需要。后来,电站替换使用了 ZJY46H 减压阀,但是在后续检查中发现,这类减压阀使用中对应的节流锥出现严重磨损问题。此后,电站选择了更为安全可靠的可反冲排污双反馈系统以及出口压力安全锁定系统,后来又改装了差压式减压阀和活塞式先导阀,整体运行使用效果比较稳定,没有出现较大的安全和故障问题。

液体经 ZJY46H 减压阀压缩,经相应的水过滤器过滤后,经 ZJK46H 液力控制阀进入各供水点。如果管路压力过高,ZJA46H 泄压阀将全开,及时泄压。ZJY46H 减压阀的双反馈系统可排放废水,其安全连锁系统可确保系统严重损坏时出口端压力保持较低。ZJY46H 滤水器具有大流量、低流阻的技术特点。安装在 ZJY46H 减压阀下游时,用户可选择压力等级较低的滤水器,配合 ZJY46H 减压阀设置自动回流。ZJY46H 水力调节阀可选择自动或手动方式,通过快开慢关来达到降低管路水锤压力的目的。为避免工作状态卡死,在开闭过程中同时进行放气。另外,ZJY46H 活塞式减压阀能准确保持安全压力,当超过压力时,安全阀会及时全开释放压力。ZJY46H 活塞式减压阀除了反馈系统外,还有一个强制开启杆,可以代替反馈系统或在出现故障时直接手动释放。

五、总结

机组技术供水的关键是确保设备冷却,在技术供水系统

中,包含了水源、管道以及控制元件等,这些要满足技术供水中的水压、水量、水质等要求,提升机组安全,保证运行效益。结合水电站水头范围,相应技术供水包含了自流供水、水泵供水、混合供水三种模式。本文以 ZJY46H 减压阀为例,指出在 ZJY46H 组合式减压阀使用中,在高压水经过导管和射流泵进入到压力调节腔中后,阀后呈现关闭状态,对应的减压阀也会快速闭合。水库静止情况下,借助泄压阀泄压时能够调整好压力,并迅速关闭出口压力锁定阀,这样就可以让压力调节腔压力水锁定在调节强中确保减压阀开度保持稳定,保证输出压力稳定性。且组合式减压阀是一种减压稳压阀,在复杂多变的工况下也能利用水压进行自调节,当进口压力和流量发生变化时,出口压力和流量保持不变。研究以天生桥二级电站是广西隆林县和贵州安龙县交界位置的一处电站为工程案例,探究 ZJY46H 组合式减压阀在该电站供水技术改造中的应用情况,验证了 ZJY46H 组合式减压阀的应用效果。

参考文献:

- [1] 周刚,张殿祥. ZJY46H 型减压阀在高水头电站技术供水应用的经验[J]. 水电站机电技术,2010,33(2):68-71.
- [2] 于德荣,郭瑞. 高水头水电站技术供水系统减压方案的研究[J]. 中国农村水利水电,2007(10):119-121,123.
- [3] 李祥波. 高压减压阀在水电站技术供水系统中的性能改造及 CFD 分析[J]. 水电站机电技术,2015(3):56-61.
- [4] 陈育红. 构皮滩发电厂技术供水系统减压阀改造应用浅析[J]. 四川水力发电,2011,30(z1):142-143,146.
- [5] 万双民,周刚,王天文,等. 论高水头水电站低噪声减压技术的研究与应用[J]. 水电站机电技术,2021,44(1):5-9.
- [6] 任泽民,武彬,敬燕飞. 基于水头变幅巨大的减压供水技术的研究与应用[C]. //2016 年度抽水蓄能电站自动控制技术应用研讨会论文集. 2016:432-435.
- [7] 刘功梅,郑涛平. 大型水电机组技术供水系统现状分析及设计建议[C]. //2014 年中国电机工程学会年会论文集. 2014:1-4.
- [8] 张里彪. 水电站自流减压供水减压阀流致噪声机理数值研究及减噪措施[D]. 陕西:西安理工大学,2018.