

# 山区多级增压泵站系统设计及安全运行的思考

白云

杭州余杭水务控股集团径山供排水有限公司

**[摘要]**由于供水系统设计与施工等环节存在较大困难,工作人员必须加强其运行及管理,以确保施工过程符合标准与要求。从多级增压供水系统设计的微观角度来看,我国当前的供水系统存在诸多问题,影响居民日常用水稳定性与安全性。供水可靠性低及雷电等外部因素造成的破坏,需引起有关部门的高度重视。

**[关键词]**山区多级增压泵站;系统设计;安全运行;问题;对策

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2214

农村用水安全一直是国家与各级政府高度重视及大力解决的一项重点工作,利用城市供水管网延伸,使农村地区使用城市自来水,是解决饮水安全问题最全面、有效、可靠的方法。山区地理位置特殊,条件复杂,供水系统设计、施工、运行管理与平原地区有很大不同,标准及要求较高。基于此,本文从山区多级增压供水系统的设计入手,对供水系统的供水可靠性差、水锤危害、雷击破坏等问题进行了深入分析探讨,提出了提高供水系统安全可靠性的一些技术措施。

## 一、加压泵站的简介

加压泵站是指提高配水系统中局部地区水压的构筑物,又称加压站。加压泵站在广义上也包括输水系统中多级提水成各个中转输水的泵站。

1、位置选择。加压泵站的位置选择应根据管网水力计算,以及水泵、管道的特性,通过技术经济比较确定。水泵型号需经水量、水压资料的分析计算后选定。加压泵站既要使局部地区水压不足的状况得到改善,又要使配水泵和加压泵经常处于高效率运行状态。

2、布置方式。加压泵站的布置方式有两种:一种是直接与管道连接;另一种是在加压泵站内修建调蓄设施。采用第一种方式,因要增高管道压力,加大吸水管中的来水量,所以要防止吸水管中出现流速过大和压力下降过多的现象,应始终保持吸水管水头为正压,并能满足泵前地区的水压要求。采用第二种方式,当管系统的用水量少而压力增高时,调蓄设施进水;当压力不足时,加压泵站从调蓄设施中抽水加压,使低压供水的状况得到改善。

## 二、山区多级增压泵站系统设计的基本概况

山区的主要特点是海拔高,我国一些高原城市供水水源不大稳定,主要依靠一般传统的清水增压泵站蓄水。具体流程由储层、水井、泵房等构筑物组成,该项目占地面积大,施工周期长,甚至会对环境及水源造成不同程度的污染。该流程只有在人工控制情况下才能正常运转,但其优点是可靠性高,水供应循环连续不断。目前,我国各部门也越来越重视山区农村的供水,逐步发展了二次供水方式。可采用池水

+水箱方式,也可采用超压供水。这两种方法各有优劣,例如,第一种较原始,但质量好。第二种消耗较少的人力物力,能避免水质二次污染,便于相关人员的控制及管理。

## 三、山区多级增压泵站系统设计问题

1、供水系统运行缓慢。山区水供应易被切断,系统内部管网维修或停运一段时间后,管内水会泄漏,甚至出现水质问题。水箱将被清空,由于持续使用,剩余部分水将直接供应区域。当电源恢复正常后,供水系统各级泵站控制系统将重新启动并开始运转,此时,相关工作人员需人为控制逐步向管网注水。但由于各设备独立运行,工作人员需在运行完成后,在压力控制设备和泵间建立相应的联系,收集其频率及运行数据,以满足后级泵站重启后所需频率及标准,若管道前端在水中出现空瓶,泵站无法及时响应,需工作人员填满水,以确保水管及水箱中有足够的水。只有在系统来回切换时,才能最大限度地延长系统恢复供水所需时间。通过具体的观察研究发现,从重新启动到恢复供水需很长时间,在这种发展背景下,在供水中断后,工作人员需及时恢复多级堆叠泵站的连续稳定供水,以最大限度地降低设备故障率。

2、供水流量及设备存在问题。直供区供水水质普遍低于后期泵站。当直供区流量发生变化时,会直接影响多级泵站的运行稳定性,影响直供区居民生活用水及工业企业用水。当放电管洗或消防栓运行时,大瞬时流结束时间慢,往往超过泵站设计流量。因此,由于供水流量及设备之间的不匹配存在许多缺陷。同时,我国的供水设备将处于各种室外天气条件下,系统中水箱的存在会增加水源二次污染风险,造成供水隐患。

3、易受外界因素干扰。水锤冲击系统的隐患对供水系统的影响较严重,易受外界因素干扰。供水系统的水管线路局较复杂,加之用户分布不均,易造成供水设备运行相对频繁,易产生水锤效应,最终影响供水系统正常运行。雷击对系统的损坏较严重,所有预防系统都易失效,防雷效果极难实现,特别是在雷雨天气,供水设备易被损坏,最终影响供水设备的可持续发展。

4、水箱水质问题隐患。由于系统中存在水箱及各种户外

天气的考验下,水质二次污染的风险增加,加之山区用户用水量变化大,难以保证系统内水质长期保鲜。

5、系统不时遭受雷击破坏。山区泵站底部几乎都是岩石地基,因此避雷效果极为难以实现。南方雷雨天气多,一旦被雷击中,很难将能量转移到地下进行扩散,设备损坏时有发生,即使设备未损坏,设备频繁的雷电报警也是一件令人头痛的事情。

#### 四、山区多级增压泵站系统设计及安全运行对策

1、确保供水水箱的安全稳定。工作人员先要改变水箱形状,这主要是因传统的水箱多为矩形或方形,难以清洗。若水箱内清洁度不够,易出现水流难以循环的问题。此外,水箱设计为球形不锈钢水箱,这主要是因用这种材质的水箱内壁圆滑,杂质会自动排出,无需人工清洗。同时,工作人员还应注重水箱容积的设计,并严格按用水量将水储存在单独空腔中。另外,工作人员还需结合收集的用水量大数据,排除其他因素干扰,提供不同水箱,确保水箱的循环利用,并设置水箱的自动冲洗放电功能,水箱应设置自动排水流量阀,在具体设置中,还需根据当地天气及水位变化情况,采用远程与局部控制排水方式,节约用水,并保证水质。

2、改进多级增压泵站的设计。工作人员需采用变频恒压供水方式,主要是因这种方式能通过设置时间来延长启动和停止过程,从而避免水锤效应造成的问题。水锤效应一般只发生在泵的启动及停止过程中,当水泵停止时,水泵经自动关闭电源自然停止,水会倒流,这样易形成水锤。工作人员为此提出了有针对性的解决方案,如变频器或软启动器等,将泵的停止速度控制在最大范围内,提高变频器控制效果,当管道进入水中时,易形成快速气液,此时需注重管道顶部的完善性。一旦出现问题,易加剧管道及水锤漏气风险。当压力突然下降时,气柱膨胀,也会促进水柱的运动,易形成水锤效应,造成严重后果。为解决这一问题,工作人员采取的主要措施是增加管道系统的排气阀,该方法具有进气量快、排气量慢的主要特点,能最大限度地消除水锤对设备的影响。

3、解决供水管道问题。工作人员需在每个泵站间铺设光纤局域网,以加强民用宽带的使用。在民用开放互联网世界中,工作人员可为每级泵站建立数据传输通道,实现真正意义上的设备互联,利用信息高速解决供水问题。多级覆盖泵站信息传输的延迟性也会给供水过程带来问题,在设备互联基础上,工作人员还需采用集控系统。在集控系统发展中,还需应用多级堆垛泵站的运行逻辑工作原理,以保证整个压力系统的稳定性及可靠性。传统的多级叠加泵站有其自身的局限性,需工作人员考虑供水管长,避免大面积堵塞空气管

道的问题。

4、解决水箱水质问题。①改造水箱形状,由于传统水箱形状多为矩形或方形,不易清洗及水的流通,易形成“死水”。水箱设计为球底不锈钢水箱,因内壁圆滑,杂质自动沉淀排出,无需人工清洗。②合理设计水箱容积,将水箱合理分为两至三个腔体,并根据用水量分腔储水。结合收集到的用水量大数据,将节假日用水量与平时用水量区分开来,设置不同水箱水量,保证水箱中水的循环利用,减少污染的发生。③设置自动冲洗排放功能。由于山区居民用水规律波动,有时长时间无大量用水,即使装有强制循环,水箱也不能供水,因此水箱应装有自动泄水排放阀。根据当地天气和水箱液位变化情况,利用余氯衰减规律数学模型在线运算结果,远程和本地控制强制从水箱泄水,确保水质安全。

5、为防止系统遭雷击破坏,针对遇到的问题,采取以下措施:①设置两根引下线,在泵站周围设置环形接地网,要求接地电阻值为 $\leq 4\Omega$ 。泵房内设等电位端子箱,与热镀锌扁铁连接,用于防雷接地。水泵基础、设备控制柜基础接地桩、接地桩与等电位端子箱连接。在新建接地网的控制柜端设置一个接地引上点,并进行铜钢转换。电源配电箱外壳应与等电位端子可靠连接。②将B+C复合电源避雷器和信号避雷器安装在设备控制柜内,一旦发生直击雷,只有一个或两个电源避雷器和信号避雷器会损坏,这两个避雷器相对成本低廉,损坏后不会影响系统运行。③泵房屋面安装避雷带,沿外墙敷设直击雷引下线,引下线与泵站接地网连通。

#### 结束语

在泵站电气自动化设计中,设计人员需要从泵站实际情况出发,遵循先进性原则、实事求是原则和效益最大化原则,认真分析电气自动化设计中需要注意的问题,明确电气自动化设计的思路,选择合适的设计方法,加强与其他泵站和科研单位间的信息交流,结合自身实际,因地制宜,力求实用,避免少走弯路,以提高泵站综合自动化系统的经济效益。同时应积极采用新技术、新工艺、新产品,为其可靠运行及其功能的正常发挥创造条件,进一步提高泵站的安全运行水平。同时也会对资源节约、环境的改善等产生积极的促进作用。

#### 参考文献

- [1]王培永.山区多级增压泵站系统设计及安全运行的思考[J].城镇供水,2016(05).
- [2]陈泽阳.山区多级增压泵站系统设计及安全运行的研究[J].建筑工程技术与设计,2018(11).
- [3]翟伟颖,李莉.泵站电气自动化的必要性和设计思路[J].黑龙江科技信息,2014,33:158.