

扬水泵站高低压电机的选择意见

曹建华

宁夏朔华建设工程有限公司, 宁夏 银川 750004

[摘要]在我国经济快速发展的背景下,水利部门针对各种扬水泵站做出创新优化,并在水利泵站中逐渐引入大量新型机电设备。文中先分析扬水泵站高低压电机的适用范围与应用优势,进而对扬水泵站高低压电机选型展开具体分析。文章以期对相关行业人员提供参考。

[关键词]扬水泵站;高压电机;低压电机

DOI: 10.33142/hst.v5i7.7591

中图分类号: TM32

文献标识码: A

Selection Opinions of High and Low Voltage Motors for Lifting Pump Station

CAO Jianhua

Ningxia Shuohua Construction Engineering Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750004, China

Abstract: Under the background of rapid economic development in China, the water conservancy department has made innovative optimization for various pumping stations, and gradually introduced a large number of new electromechanical equipment into the water conservancy pumping stations. This paper first analyzes the applicable scope and application advantages of the high and low voltage motors in the pumping station, and then carries out specific analysis on the selection of the high and low voltage motors in the pumping station. The article is expected to provide reference for relevant industry personnel.

Keywords: pumping station; high voltage motor; low-voltage motor

引言

近年来,宁夏地区更新改造了多项扬水工程,各县水务部门根据灌溉需要也新建了多处灌排泵站,随着社会经济的发展,灌排泵站的建设档次日趋提高。大量的机电排灌事业在水泵机组的大量应用中得到良好发展。在灌溉区域建设扬水泵站,不仅能为经济发展带来推动作用,还可有效改善生态环境。然而,扬水泵站水泵电机的选择,对其技术、经济等各项指标均具有一定影响。本文主要以灵武临河中型灌区新建扬水泵站为例,对高低压电机的选择展开具体分析。

1 扬水泵站高低压电机概述

近年来,随着各种扬水泵站的更新改造,大量新型机电设备引进到水利泵站中,作为泵站核心设备的电动机,经历了三级能耗到一级能耗的跨越,部分地区水利部门大量引进了高压电机,高压电机的优点被广泛褒奖,甚至作为一种新型设备来推广。以下重点分析高低压电机适用范围与应用优势。

1.1 高低压电机界定范围

对于交流电机,额定电压在 1000V 及以上的为高压电机;低于 1000V 的为低压电机(有些资料中的界限是 1140V)。对于直流电机,额定电压在 1500V 及以上的为高压电机;低于 1500V 的为低压电机。那么,高压电机与低压电机相比:额定电压不一样,启动和工作电流不一样,电压越高,电流越小;电机的绝缘和耐压也不一样,电机绕组的导线也不一样,同样功率的电机,高电压的电机导

线比低电压的要少,使用的电缆也不一样。

1.2 高低压电机应用优势

(1) 高压电机可以做得功率很大,最大可达到几千甚至几万千瓦,对于较大功率的电机,使用低压电机时,则因需要较粗的导线而需要很大面积的定子槽,使定子铁芯直径做得很大,电机整个体积也会很大。

(2) 对于较大容量的电机,高压电机所用电源和配电设备比低压电机的总体投资少,并且线路损耗小,可节省一定的耗电量。特别是 10kV 的高压电机,可直接使用网络电源(我国提供给用户的高压电一般都是 10kV),这样在电源设备(主要是变压器)上的投资会更少,使用也较简便,故障率也会较少。

(4) 高低压电机在线圈的绝缘材料有所区别,低压电机,线圈主要采用漆包线或其他简单的绝缘,如复合纸,高压电机的绝缘通常采用多层结构,如粉云母带,结构更复杂,耐压程度更高。

(5) 高低压电机在散热结构上也有区别,低压电机主要采用同轴风扇直吹散热,高压电机大多带有独立散热器,通常有两种风扇,一组内循环风扇,一组外循环风扇,两组风扇同时运转,在散热器上进行热交换将热量排出电机外面。

(6) 高低压电机在轴承结构不同,低压电动机通常前后各有一组轴承,而高压电动机因为负载较重,通常轴伸端会有两组轴承,非轴伸端的轴承数量根据负载情况而定,而特别大型的电动机会采用滑动轴承。

2 扬水泵站高低压电机选型分析

扬水泵站电机选择需要考虑两点内容,一是符合水泵机对于最大功率、转矩以及转速的要求。电机额定功率相较于水泵设计周功率应稍大一些,且驱动转矩也要比水泵启动转矩大,电机转速则与水泵设计转速保持一致即可。二是满足成本低、效率高、运行便捷的要求。本文以某新建县城扬水泵站为例,针对高低压电机选型展开分析。

2.1 工程概况

灵武临河中型灌区扬水泵站设计规模为每天 1.2 万立方米,建设目的在于满足临河东部山坡地生态灌溉供水需求,水源主要为黄河水,通过水泵站提升白汲滩林场水库,由专门用于输送流体的 PCCP 压力管道水库输送,蓄水二次加压对当地万亩生态林地灌溉使用。水泵站运行水位最低设计为 1120 米,最高设计为 1128 米,水泵运行最低净扬程、净扬程以及最高净扬程为 80 米;拟定应用管径为 DN800 的输送流体用 PCCP 管作为输水管管材^[1]。

2.2 电机容量选择

泵站电机容量的选择应依据泵站设计参数、结合容量储备要求。本工程设计扬程为 80 米,设计点水泵效率为 75%。通过两种类别离心泵性能曲线,试算处于不同运行工况下的水泵扬程与流量,因而制定两种在任何水位情况下均能实现供水的方案。其中,方案一选用 12SH-6 离心泵,配套电机功率 315KW 的四级电机,此功率有 380V 低压电机也有 10KVA 的高压电机。

2.3 高低压电机的优缺点对比

高压电机对比低压电机,具有节能优势,且其功率高于低压电机功率,但同时也存在较多缺点,一是同功率情况下,高压电机的造价高于低压电机;二是需要配套高压线路与高压控制开关系统,投资比低压系统高;三是绝缘处理防护难度大,运行管理专业化要求较高,维修管理复杂,运行维护成本较大。

2.4 电机选型意见

通过分析新建水利扬水泵站水泵电机适用性,在电机选型上提出以下意见。

(1) 电机功率超过 500KW 以上,只有高压电机可以满足动力要求,配套高压电机。

(2) 电机功率在 300KW 至 500KW 之间,运行条件为长期满负荷工作的,有专业的运行管理单位和团队,选用高压电机。

(3) 电机功率在 300KW 至 500KW 之间,运行条件为补水、调蓄间歇使用的泵站,尽量选用低压电机。

(4) 电机功率在 300KW 至 500KW 之间,由乡镇、村等部门代管,缺乏专业管理团队的泵站,一律选用低压电机。

在本工程项目中,电机选型一是配备功率 250 千瓦的低压电机,二是配备功率 355 千瓦的高压电机。本文通过探究高压电机与低压电机两种方案的技术指标、经济指标情况,对比两种配置电机方案的适用性。本工程位于成熟电网地区,暂且不能提供两回独立的外部 10 千伏电源,

所以为保障扬水泵站运行可靠性、稳定性,工程对于配电方案的设计为:在使用低压电机时,应用 10 千伏单电源,并配置备用发电机;在使用高压电机时,应用一回 10 千伏专线电源。

2.4.1 低压电机配电方案

泵站电机组应用功率 250 千瓦的低压电机共 5 台,由于泵站处于农村偏僻地带暂且不能提供两回独立外部 10 千伏电源,所以工程设计供电方式采用 10 千伏单电源,并配置 0.4 千伏的备用发电机,以此确保扬水泵站运行稳定性。泵站主要设备包括离心泵电机 5 台以及综合用电,其中,综合用电涵盖泵房、变电所、管理用房等,用电设备全部为 380/220 伏电压等级。同时,泵站配置容量为 800 千瓦的低压柴油发电机 2 台作为备用电源;应用单母线分段接线方式连接 0.4 千伏母线,不考虑将 2 台变压器合并运行,采用放射式配电网络设置 0.4 千伏内部网络,并配置 2 台 0.4 千伏电容补偿柜、5 台 0.4 千伏出线柜以及 1 台 0.4 千伏联络柜,总计低压配电柜 10 台,其中 0.4 千伏进线柜具备自动切换市电与柴油发电机的功能。本工程设计的功率 250 千瓦低压电机,5 台中有 1 台依照工艺要求应用变频控制,其余 4 台均使用软启动模式。

综上所述,低压电机配电方案中,泵站主要电气设备包括 10 千伏外部电源进线 0.5 千米、高压中置柜 5 台、变压器 2 台、0.4 千伏柴油发电机组 1 套、低压网柜 10 台、电机变频模块 1 套、电机软启动模块 4 套、照明配电箱 2 台、综合配电箱 1 台、10 千伏电缆 40 米、低压电缆 100 米,总工程造价约为 300 万^[2]。

2.4.2 高压电机配电方案

泵站电机组应用功率 355 千瓦的高压电机共 4 台,高压电机配电方案有两种选择,一是 10 千伏,二是 6 千伏。本文针对这两种配电方案进行分别分析。

第一,10 千伏高压电机配电方案。在这一方案中,泵站配套机组为功率 355 千瓦的 10 千伏高压电机 4 台,本工程用电负荷等级为二级,由于新建县城暂且不能提供两回独立外部 10 千伏电源,所以工程设计泵站供电方式为:从 110 千伏变电站引入一回 10 千伏专线,并配置站用变压器 1 台,规格为 50 千伏安。此外,本工程应用架空与埋地两种相结合的方式敷设 10 千伏电缆,新建外部线路总长 6 千米,其中架空敷设与埋地敷设分别为 3 千米,并在 110 千伏变电站新建 10 千伏出线间隔一个。通过计算启动电压降,本工程功率 355 千瓦高压电机 4 台中,有 1 台依照工艺要求应用变频控制方式,其余 3 台均为全压启动模式。

第二,6 千伏高压电机配电方案。在这一方案中,如果对 0.4 千伏配电方案进行参照,即工程设计供电方式为:应用 10 千伏单电源并配置 6 千伏备用发电机的方式。但由于电压等级上升,全部设备均采用中压设备,同时还需设置站用电压器 1 台,所以此配电方案造价明显较 0.4 千伏低压电机高很多,而且也不利于后期维护工作的开展,

因此可知,6千伏高压电机配电方案在技术指标与经济指标上,均比0.4千伏低压电机方案低。而如果参考10千伏配电方案,即泵站供电设计为从110千伏变电站引入10千伏专线的方式,并配置站用变压器1台,规格为50千伏安。那么,此配电方案相较于10千伏高压电机配电方案,又需要多配备1台10千伏降压变压器与1台6千伏中压配电柜,因此可知,此方案造价相较于10千伏高压电机配电方案而言同样高出很多,在技术指标与经济指标上,均比10千伏高压电机方案低^[3]。

2.5 电机选型结论

综上所述,结合新建灌区扬水泵站实际情况与当地电网结构的特点,通过对扬水泵站高压和低压电机的选择和比较进行的实验数据来看,可以得出以下两点结论:首先是对于扬水泵站电机电压的选择,因为扬水泵站的总体电源相对来讲更为羸弱,基本上无法同时满足二级负荷设立两个外接独立电源的需求。且因为总体电源的限制性影响,导致扬水泵站的电机在选择过程中,更要注意其自身的安全性和可靠性,继而选择运行更为稳妥的电机运行模式。而在经过反复的试验过后,可以明显看出低电压的电机在扬水泵站的电力供应中更为可靠,同时也更有利于保证供电区域整体的电力系统正常运行。因此,第一个结论就是扬水泵站的电机尽量选择低压电机,才能在保证自身平稳运行的情况下,实现对供电区域的电力输送,达成供电区域日常用电的需求。另外一点结论则是在扬水泵站的整体工程实施过程中,采用低压电机的相关设计方案,更有助于整体工程的日常运行和维护。因为考虑到高压电机在使用过程中,需要将扬水泵站的相关机电设备进行更换,以保证可以满足高压日常运行的安全性和可靠性,而这也为后续扬水泵站的日常维护工作造成了不小的难度和阻碍。而使用低压电机,则因为其自身电压偏低,不需要将扬水泵站的机电设备进行更换,降低了扬水泵站运行和维护工作的实际难度,更有助于整体工程运转过程中的电力输送^[4]。

在实例分析的基础上,笔者通过日常工作中的接触,对比高低压电机的工况性能,针对水利工程扬水泵站选用高压还是低压电机问题,作出以下分析总结:

(1) 根据水泵需要的功率选择,如果水泵需要的功率大于450KW,市面上的低压电机已经很难满足功率需要,就必须得选择高压电机。

(2) 根据设备运行需要来选择,很多扬水泵站为季节性抗旱补水泵站,每年使用时间并不长,这样尽可能选择低压电机,因为相对较短的试用期和频繁的启停,高压电机节能的优势并不明显,相反,高压电机一次性投入大,且维护复杂的缺点会造成投资成本较大,收益比较低。

(3) 根据运行维护人员素质来选择,扬水泵站的运行管理单位如果为水利部门,有专业的经费安排专业技术人员管理,那么可以选择高压电机,如果运行单位为一些农村基层组织,水利协会等,由于现在农村专业技术人员紧缺,用工成本较大,农村基层组织大多依靠本地一些村

民管理,且高压电机系统按规范每次需要两人同时值守,非专业人员操作存在较大安全隐患,建议选在低压电机较为适宜。

2.6 电机节能措施

当前影响水泵站机组节能的主要因素有两大方面,一是水泵机组的选择;二是水泵机的变频调速问题。从水泵机组的选择角度来看,如果水泵机组选择得不够合理,则会导致过高能耗的出现,例如:在既往的扬水泵站设计过程中,就会出现水泵额定扬程与扬程之间差距较大或者水泵的功率与电机之间存在不匹配的情况等。当发生以上几种状况时,则会导致电机无法带动水泵机的运作,因此会导致电机效率无法提升,并且对能源的消耗也过大。在电机运行的过程中,效率很大程度会遭受负载状态的影响,如果负载发生了变化,那么电机的运行效率也会发生相应的变化,如果额定的负载在80%~100%之间,则电机运作仍然处于一个效率较高的状态,如果负载低于了60%,那么电机的效率也会随之下降,当负载处于50%以下时,电机的效率会出现明显的下降状况,因此在选择的过程中也要依照水泵的实际情况和电机的型号进行综合的考虑,从而保证水泵站运营的经济性,在此过程中的重点便是水泵机大小组合的合理性,可以通过合理搭配组合的方式,从保证水泵机科学地运行。从变频速率的角度来看,在多台水泵的配合之下,通过对其中容量以及频率运行较大的水泵进行变频调速,能够起到一定的节能效果,并且能够依据不同状态,可以灵活调控机组的运行情况^[5]。

3 结语

扬水泵站运行情况受水泵机组型号、设备搭配、电机选择等方面的影响。电机作为扬水泵站的核心设备,相关行业人员有必要合理选择,以此保障扬水泵站运行稳定性与可靠性。本文在分析扬水泵站高低压电机适用范围与应用优势的基础上,以新建灌区扬水泵站为例,针对扬水泵站高低压电机的选型展开具体分析,其中包括电机容量选择、电机适用性分析等内容。

[参考文献]

- [1] 吴海荣,杨新民,王伟. 浅谈河套灌区向乌梁素海排水扬水泵站安全运行措施要点和关键风险因素[J]. 内蒙古水利,2022(4):67-68.
- [2] 陶东,郭振莉,张印. 固海扩灌扬水泵站更新改造主要问题的思考与建议[J]. 中国水利,2022(1):56-57.
- [3] 李晓刚. 扬水泵站变频变压供水自动调配系统[J]. 水利技术监督,2021(9):49-52.
- [4] 李晓刚,潘自林. 扬水泵站中变频器机组闭锁设计的应用[J]. 河南科技,2021,40(18):35-37.
- [5] 柯文亮,祝宝山,王忠静. 扬水泵站自动化技术运用探讨[J]. 水利发展研究,2021,21(11):122-126.

作者简介:曹建华(1981-),男,满族,宁夏银川人,本科学历,现供职于宁夏朔华建设工程有限公司,工程师,研究方向为工程施工。