

文章编号: 1673-9000(2017)05-0109-03

三河口水电站厂用电系统设计

张 蕾

(陕西省水利电力勘测设计研究院, 陕西 西安 710001)

[摘 要] 三河口水电站既有发电又有供水要求, 对厂用电系统的供电的可靠性和灵活性要求较高。通过对三河口水电站厂用电系统的电源引接、接线方式等方面的问题进行探讨, 提出采用发电机 10.5kV 电压母线接两路厂用主工作电源, 另引接两路外来 10kV 厂用备用电源供电, 成功解决了机组直接启动时, 母线电压降低对厂用系统造成的影响, 为三河口电站的安全运行奠定了基础。

[关键词] 厂用电系统; 供电电源; 变压器选择; 方案设计

[中图分类号] TV736; TM762.1 **[文献标识码]** B

Design of Auxiliary Power System of Sanhekou Hydropower Station

Zhang Lei

(Shaanxi Provincial Water Conservancy and Electric Power Survey and Design Institute Xi'an 710001, Shaanxi)

Abstract: Sanhekou hydropower station has not only power generation but also water supply requirements, the reliability and flexibility of the power supply system must meet the higher requirements. Through the connection of power supply and wiring of Sanhekou Hydropower Station, it is proposed to use the generator 10.5kV voltage bus to connect the two main power supply, and the other two external power supply of 10kV auxiliary power supply, Successfully solved the unit started directly, the bus voltage drop on the impact of the plant system for the Sanhekou power station laid the foundation for the safe operation.

Keywords: Power system of the Plant, supply power, transformer selection and the scheme design

三河口水电站作为引汉济渭工程三河口水利枢纽的重要组成部分, 位于陕西省佛坪县与宁陕县境交界、汉江一级支流子午河中游峡谷段, 其主要任务是从汉江向关中地区工业及城市调水。电站厂房内装有两台 10 MW 水泵水轮机组和两台 20 MW 常规水轮发电机组。主要运行方式为利用供水进行发电, 发电工况额定总装机功率为 60 MW, 抽水工况总装机功率 20 MW。电站发电机出口电压 10.5 kV 侧采用单母线分段接线, 通过两台 40 MVA 的三相双绕组有载调压电力变压器与 110 kV 高压侧相连接, 以 110kV 一级电压接入电力系统。电站采用“无人值班”(少人值守)的运行管理模式, 通过计算机监控系统对电站及大坝等重要设施进行统一监控和调节, 对厂用电系统供电的可靠性提出了更高的要求。本文就三河口水电站用电系统的设计进行分析研究。

1 用电系统特点

三河口枢纽的主要运行方式为利用供水进行发电, 运行方式多变。并且由于其在整个工程中的的重要地位, 对厂用电源的供电可靠性也要求更高。

(1) 需要对厂用电系统配置多个独立电源, 以满足不同运行方式的需求。

(2) 由于运行工况复杂, 既有抽水工况又有发电工况, 既有变频运行, 又有工频运行, 对厂用电系统的自动切换也提出了更高的要求。

2 用电系统接线

2.1 用电设计原则

无论是机组全部运行还是部分运行, 必须确保不少于两个独立电源。且遵循以下原则^[1]:

[收稿日期] 2017-05-20

[作者简介] 张蕾(1985-), 女, 陕西延安人, 工程师, 主要从事电气泵站、水电站、电气一次设计工作。

(1)满足各种运行方式工况下的用电负荷需要,并确保其供电可靠性。

(2)应满足在一个电源发生故障时另一个独立电源能够自动或远方操作切换投入,缩小故障时间和范围,确保系统运行的灵活性。

(3)在满足机组安全稳定运行的前提下,系统接线应力求简单清晰,做到经济合理。

(4)各电源应相对独立。任一电源发生故障,在继电保护正常动作情况下,不致使其他电源同时失掉。在厂用工作电源和备用电源失效时,应能尽快投入事故备用电源。

2.2 用电供电电源

厂用电源应具有较高的可靠性、灵活性和经济性。在各种运行方式下,保证机组的安全可靠运行。该水电站总共设置四回独立厂用电源,两回厂用工作(备用)电源,两回外来厂用电源。

厂用电电源应优先从发电机电压母线引接^[1],由本厂机组供电。由于三河口水电站发电机电压母线 10 kV 侧采用单母线分段接线,考虑从两段发电机电压母线上各引接一回厂用电源。正常情况,两回同时供电,母联断开。当任一段设备故障时,母联断路器合上,由无故障一段供电,保证厂用电源的安全可靠。

另外,水力发电厂应有可靠的外来厂用电源。三河口水电站原采用由 35 kV 施工变电所 10 kV 母线引接一回电源作为外来厂用电源;现考虑到电站主要运行方式为利用供水进行发电,既有抽水又有发电工况,为适应泵工况运行时,抽水扬程变幅范围的需要,水泵水轮机组在抽水工况下采用变频变速的运行方式,正常情况变频启动。当变频器或相关电气设备故障,机组需采用全压直接启动,由于该电站两台水泵水轮机组容量较大,直接启动时,启动电流较大,启动母线电压降低较多,对厂用系统造成很大影响。厂用系统故障将对整个电站乃至整个调水工程造成重大影响。

经过项目组设计人员的反复讨论,提出减少影响的厂用电系统接线方案的优化措施,即厂用工作主电源从发电机 10.5 kV 电压两段母线分别引接一回,外来备用电源除了从 35 kV 施工变电所 10 kV 母线引接一回,另外从坝区 10 kV 母线引接一回,作为另一回外来厂用备用电源。直接启动时,由外来两路备用电源供厂用电系统运行。成功解决了机组直接启动时母线电压降低对厂用电系统造成的影响,提高了厂用电系统的安全可靠性。

2.3 厂用电接线及供电方式

2.3.1 接线方式

三河口水电站厂用负荷包括机组自用电及其附属设备用电,以及检修、采暖通风、照明、消防及生活供水、尾水闸门等公用电。考虑到该电站机组台数不多,属于中型电站,因此电站厂用电系统接线采用机组自用电与全厂公用电混合供电方

式。由于该电站照明负荷占全厂总用电负荷的比例很小,所以照明和动力用电采用同一台配电变压器供电,不设专用照明变压器。根据负荷统计,该电站所有厂用负荷均为 400 V 用电负荷,因此采用 400 V 一级电压供电。

但考虑到三河口电站厂用电源相对较多,切换较复杂,厂用电系统设置高压厂用母线,采用单母线分段接线。主供电电源分别从两段发电机电压 10.5 kV 电压母线各引接一回,外来备用电源从 35 kV 施工变电所 10 kV 母线引接一回接至高压厂用 I 段母线,坝区引接一回 10 kV 备用电源至厂用 II 段母线。

高压厂用电系统接线图见图 1。

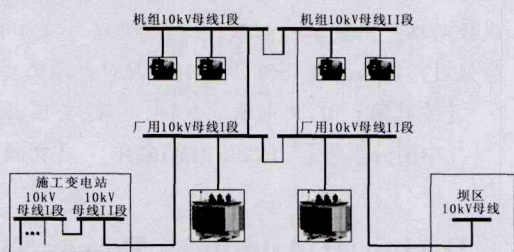


图1 高压厂用电系统接线图

2.3.2 供电方式

三河口电站低压采用 380/220 V 中性点直接接地的 TN-C-S 系统,设置低压厂用母线,单母线分段接线,分别从两段高压厂用母线各引接一回供电,两段互为备用。正常情况,两段母线分列运行,一段电源故障,投入母联,由另一段母线电源供电。并在两段母线之间装设低压备自投切换装置。

厂内及其附近的厂用电低压负荷分别以主、分配电屏双层辐射式供电,分配电屏布置于所供电的负荷附近。对容量较大或可靠性要求较高的负荷,如机旁动力屏,机组励磁屏等,由主配电屏以单层辐射式直接供电。按照厂用电负荷分类,本工程 I 类负荷按两个供电电源设计,从低压配电屏两段母线各引接一回;II 类负荷从低压配电屏直接供电,或者由低压配电屏直接供电的动力配电箱供电。III 类负荷采用干线式供电,由动力配电箱直接供电。

低压厂用电系统接线图见图 2。

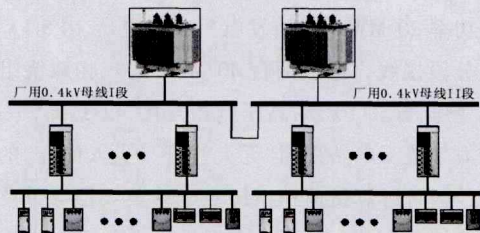


图2 低压厂用电系统接线图

3 厂用变压器选择

3.1 型式选择

为了更好的满足水电站的运行维护、节能和防火要求,

三河口水电站 10 kV 厂用变压器选用户内环氧树脂浇注、低噪音节能型干式变压器。干式变压器具有阻燃性、无爆炸性、运行维护简单等诸多优点,且与相同电压等级油浸式变压器的绝缘水平一致。布置于厂房内,使得整体布置整洁美观^[2]。

两台厂用变压器均选用 D,yn11 联结组别的三相变压器。D,yn11 接线与 Y,yn0 接线组别的配电变压器相比,前者空载损耗与负载损耗虽略大于后者,但 D,yn11 接线比 Y,yn0 接线的零序阻抗要小很多,接近正序阻抗,因而缩小各类短路类型的短路电流差异,可简化保护方式,特别有利于单相接地短路故障保护。

3.2 容量选择

厂用变压器容量应满足各种运行方式下可能出现的最大负荷。并且保证一台站用变压器故障或检修时,其余厂用变压器应能担负 I 类、II 类厂用电负荷或短时担负厂用电最大负荷的能力。确定厂用电最大负荷需考虑如下几个方面因素^[2]:a.经常连续和经常短时运行的负荷均应纳入负荷统计范围;b.经常断续运行负荷需计入同时率后统计;c.不经常连续及不经常短时运行的负荷按设备组合运行情况计算,但不计仅在事故情况下运行的负荷;d.不经常断续运行的负荷,仅计入在机组检修时经常使用的负荷。e.互为备用的电动机,只计入参加运行的部分。根据上述要求,统计出所有同时参加运行时最大负荷负荷的额定功率的总和。采用综合系数法,按下式计算厂用电最大负荷^[3]:

$$S_{js}=K_{\Sigma}\sum P_{\Sigma}$$
(1)

式中, S_{js} 为厂用电最大负荷(kVA); K_{Σ} 为全厂或混合供电时厂用电负荷的综合系数,取 0.79; $\sum P_{\Sigma}$ 为所有同时参加最大负荷运行时负荷的额定功率的总和(kW)。

分析各种不同运行工况,不同运行方式,分别统计厂用电负荷。主要有以下几种运行方式:①四台机全部运行;②三台运行,一台水泵水轮机组检修;③两台常规机组运行,两台水泵水轮机组检修;④一台常规机组运行,其余三台机组检修。厂用电最大计算负荷统计见表 1。

根据厂用电最大负荷计算原则,经统计计算分析,本站最大站用负荷出现在一台机组检修,其余三台机组正常发电的运行工况下。所有同时参加运行时最大负荷额定功率的总和为 864.62 kW,厂用电最大负荷为 683.05 kVA,选用 800 kVA 变压器满足厂用电最大负荷要求。

由于厂用变压器安装在户内,环境温度及通风均能满足厂用变压器按额定容量运行的要求,而且厂用变压器经常负荷率很低,过负荷能力较强,所以选择厂用变压器容量不计周围环境温度的影响^[4]。

该电站厂用最大一台电动机为坝区排水泵电机 75 kW,

表 1 厂用电最大计算负荷统计表

负荷名称	全部机 组运行	一台机 组检修 三台机 组运行	两台机 组检修 两台机 组运行	三台机组检修 一台机组运行	备注
额定功率(kW)					
机组自用电	18	13.5	9	4.5	
供排水系统	74	74	74	74	
压缩空气系统	18.5	18.5	18.5	18.5	
油系统	159.18	159.18	166.18	159.18	
厂房起重设备	0	157.6	157.6	157.6	
厂房尾水闸门	84	84	84	84	估算
暖通设备	116.09	116.09	116.09	116.09	估算
坝区负荷	145	145	145	145	
照明装置	65	65	65	65	
检修负荷	0	9.75	9.75	9.75	
其他负荷	22	22	22	22	
合计	617.77	864.62	857.12	700.62	

选择 800 kVA 变压器能满足该电动机启动时的电压校验要求。故该电站选用 800 kVA 两台厂用变压器,互为备用。

4 结语

三河口水电站采用发电机 10.5 kV 电压母线接两路厂用主工作电源,另引接两路外来 10 kV 厂用备用电源供电,成功解决了机组直接启动时,母线电压降低对厂用系统造成的影响。

厂用电系统的总体方案充分考虑了水电站的自身特点,从电源引接,接线方式,电源切换等几个方面实现了供电的可靠性和灵活性,为三河口电站的安全运行奠定了基础。

参考文献

[1] SL 485-2010,水利水电工程厂(站)用电系统设计规范[S].北京:中国水利水电出版社发行.
[2] 程黎、陈昌斌、蔡彬,构皮滩水电站厂用电系统设计及其特点[J].人民长江,2009.01.
[3] NB/T 35044-2014,水力发电厂厂用电设计规程[S].北京:中国电力出版社发行.
[4] 弋东方,电力工程电气设计手册 电气一次部分[M].北京:中国电力出版社,1989.