

坪头水电站尾水循环冷却技术供水系统的设计

刘茂峡

(四川美姑河水电开发有限公司,四川成都 610041)

摘要:坪头水电站尾水循环冷却技术供水系统由深井水泵、循环水池和尾水循环水冷却器组成。本文根据该电站循环冷却技术供水系统的设计情况,探讨了电站技术供水系统的选择方式。

关键词:技术供水;尾水冷却器;设计;坪头水电站

中图分类号:TV4;TV735;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0116-03

1 概述

坪头水电站位于四川省凉山州美姑、昭觉、雷波三县交界处,采用地下厂房,共装设3台单机容量为60 MW的立轴混流式水轮发电机组,电站总装机容量为180 MW。机组额定转速为500 r/min,额定水头294 m,额定流量22.97 m³/s。电站按“无人值班”的方式设计。

2 技术供水系统的组成与作用

2.1 技术供水系统的组成

坪头水电站技术供水系统以尾水循环冷却供水为主供水系统,取尾水为备用供水系统。

2.1.1 主供水系统

每个主供水系统(供水对象包括机组、主变冷却器等)为1个单元,全厂设3个独立相同的单元。每个单元由2台深井水泵(1台主用,1台备用)、1个循环水池、1套尾水循环水冷却器组成。其中深井水泵布置在水轮机层,采用PLC可编程控制器电控柜自动控制,可手动或自动启停深井水泵,并对水泵电机进行过载、缺相、欠压、短路等自动保护,电控柜还可以实时监测循环水池水位、冷却水压力及流量等,并由中央控制室统一控制,自动化程度较高。循环水池设在水轮机层以下,并在水轮机层设有电动补水阀门,球阀层设有循环水池间的连通管及放空管,循环水池水源取自厂房消防水系统,有效容积45 m³,在管道及机组各冷却器、尾水冷却器不漏水的情况下,每年只补充少量的循环水。循环水冷却器放置在尾水洞内(设在尾水管扩散段以外),选用20#无缝优质碳素钢管作为循环水冷却器管排的管材,由于循

环水冷却器布置在最低尾水位以下,经常淹没至水中,水中含氧很少,因此其氧化锈蚀很轻,故只对冷却器的外表面进行了热喷锌处理。尾水循环冷却技术供水回路见图1。

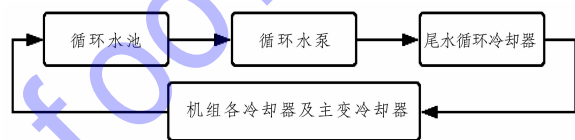


图1 坪头水电站循环水冷却技术供水回路示意图

2.1.2 备用供水系统

坪头水电站3台机组共用一套备用技术供水系统,在某台机组尾水循环冷却供水系统出现故障后使用。该系统水泵采用功率为75 kW、额定流量为370 m³/h的卧式离心泵,水源取自各机组的尾水,经机组及变压器冷却器冷却后排至各机组的尾水,在备用技术供水泵的出口还安装有滤水器,并在每台机组的冷却水总管路上设置了一个手动三通阀,对循环水池冷却水和尾水冷却水进行切换。

2.2 技术供水系统的作用

尾水循环冷却技术供水系统对坪头水电站机组的安全运行具有至关重要的作用。机组排出的温度较高的冷却水经尾水冷却器冷却带走热量后重新进入机组,如此循环,保证了将机组的轴承瓦温、油盆油温等控制在允许的范围内,相反,冷却水运行不正常时,会造成机组温度升高、报警,甚至事故停机。

3 技术供水系统的选型

坪头水电站选用尾水循环冷却技术供水系统主要从供水方式和水源两个方面进行考虑。

收稿日期:2018-04-25

3.1 供水方式

《水力发电厂机电设计规范》DL/T5186 - 2004 中的 4.5.3 规定,水电厂的技术供水方式应根据水电厂的水头范围选定:

a、最小水头小于 15 m 时,宜采用水泵供水方式。

b、净水头范围为 15 ~ 70 m 时,宜采用自流供水方式。

c、净水头范围为 70 ~ 120 m 时,宜采用自流减压或其他供水方式。

d、净水头大于 120 m、选用供水方式时,应进行技术经济比较,宜采用水泵供水或其他供水方式

e、当水电厂水头变化范围较大、采用单一供水方式不能满足需要或不经济时,可采用混合供水方式。

f、在布置条件允许且经济合理时,可选用中间水池供水方式。

坪头水电站属高水头水电站,根据规定可选用的供水方式有中间水池、自流减压和循环供水三种。由于电站周边地理环境恶劣,地势险峻,故不宜选用中间水池供水。而自流减压是从压力钢管或蜗壳上直接取水,通过滤水器过滤后进入减压阀,或经过减压后进入滤水器过滤,然后以规定的压力和流量进入机组冷却。比循环供水自流减压减少了水泵电机的厂用电消耗。但由于坪头水电站所在的美姑河流域多年平均流量为 48.8 m³/s,而机组的最大引用流量即达 72 m³/s,从而造成冷却水消耗一部分流量后就减少了机组的出力,所以,最经济的方式就是采用循环供水系统。而且因美姑河流域多年平均含沙量为 1.83 kg/m³,汛期多年平均含沙量为 2.46 kg/m³,采用循环供水的最大好处就是没有直接取用河水,从而保证了水质要求,使水泵和冷却器都能更好地长期稳定运行。

3.2 水源

《水力发电厂机电设计规范》DL/T5186 - 2004 中的 4.5.2 规定,技术供水系统的水源应根据用水设备对水量、水压、水温及水质的要求选定。

3.2.1 水量

坪头水电站冷却水主要用于机组和主变压器

冷却器,各部位的设计用水量见表 1。各部位相加大约为 365 m³/h。考虑到水泵的自身损耗以及坪头水电站循环冷却器容量较大、并联管排数较多,管排损失较大,最终选用了功率为 110 kW、额定流量为 460 m³/h 的深井泵,满足了冷却水量要求。

表 1 机组及主变冷却器用水量及额定压力表

名称	用水量 /m ³ ·h ⁻¹	额定压力 /MPa
空冷器	240	0.4
推力轴承油冷却器	25	0.4
下导轴承油冷却器	16 m	0.4
水导轴承油冷却器	12	0.4
变压器油水冷冷却器	72	1.0

3.2.2 水压

额定的水压能满足冷却器及管路正常工作需求,一旦实际工作压力大于额定压力,将会缩短设备的使用寿命。比如机组冷却器铜管破裂将使油盆进水而造成烧瓦等严重事故。坪头水电站机组及变压器设计额定压力值见表 1。根据各部位的水压要求,坪头水电站深井水泵出口的设计压力为 1 MPa,实际水泵出口压力为 0.6 ~ 0.7 MPa,冷却水总管压力为 0.3 ~ 0.4 MPa,能够满足设备长期运行需要。

3.2.3 水温

坪头水电站机组各冷却器设计进水温度 ≤ 25 °C,变压器设计进水温度 ≤ 30 °C。根据坪头水电站所处美姑河流域多年的气象记录,其年平均气温为 11.3 °C,最高气温为 32.3 °C。通过传热计算,在最高温度下,机组正常出力范围内经尾水循环水冷却器后的出水温度 ≤ 22 °C,满足机组和变压器冷却器对温度的设计要求。

3.2.4 水质

由于循环冷却水未直接取用河水,并且在水管路上还配置了测量用电子水处理仪,当水池内的水质降低、硬度增加时,将及时更换循环水池的水,故其水质亦能达到机组及变压器的冷却水设计标准。由于减少了泥沙对冷却器的磨损,相应的还增加了冷却器的使用年限。

4 技术供水系统具有的优缺点

4.1 优点

(1) 由于深井水泵采用了 PLC 可编程控制器

电控柜自动控制,并与机组开机停机对应投切、工作水泵故障后备用泵自动投入、工作水泵与备用水泵按设定时间自动轮换运行,符合电站“无人值班”的设计要求。

(2)经过坪头水电站2011年投运至今的长期使用,尾水循环冷却技术供水系统运行可靠,未发生因冷却水原因导致的停机及其他事故,达到了机组及变压器长期稳定运行需求。

(3)由于坪头水电站循环冷却水中不含泥沙及杂物,机组及变压器冷却器的传热效果未受影响,所以机组各轴承瓦温及油温长期保持在规定的范围内,满足机组及变压器的温度设计要求,相应的还减轻了检修工作量,减少了电站检修运行费用。

4.2 缺点

(1)对于电站来说,深井水泵大量消耗了厂用电,而且长时间运行后其效率不断下降,势必需要更换水泵部件并投入人员进行维护,从而提高了维护成本和工作人员的劳动强度。

(2)由于坪头水电站主变压器设计为当冷却器全停1h,不经油温闭锁跳主变高低压侧断路器,因此,为了保证变压器冷却器的运行要求,其技术供水系统不能停止运行。而此时当机组停机后是不需要循环水冷却的,进而造成深井水泵使

用效率降低、造成资源的浪费。极端情况下,两台深井水泵故障不能运行,此时,为了保证变压器的运行安全,还需要变压器停运,从而增加了运行人员的工作量。

(3)由于坪头水电站尾水冷却器布置在尾水洞内,当尾水冷却器管路出现破裂或其它原因导致漏水后,循环水池的水位会不断下降从而影响到机组的运行安全,此时需停机落尾水门并对尾水洞内的积水抽干后进行处理,处理周期较长而造成经济损失。

5 结语

坪头水电站尾水循环冷却技术供水长期稳定运行的实际证明了该方式的可靠与经济。对同类型的高水头电站,特别是流域内泥沙含量较高的电站,该技术供水方式可行性较高。只要技术供水系统满足机组及主变的冷却设计要求,设备即可以长期、稳定运行,为电站创造更多的经济效益。

参考文献:

[1] DL/T5186-2004,水力发电厂机电设计规范[S].

作者简介:

刘茂峡(1987-),男,四川宜宾人,工程师,从事水电站运维技术工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第61页)

心投运前应建立合理的生产管理机构,配套与其相适应的管理制度和标准是集控中心成功运营的重要保障;同时,还应结合管理模式变化,完善流域水电站的应急管理体系、预案和现场处置方案等,确保流域电站的安全。

在集控中心运维管理机构建立和制度配套时,发电企业应明确集控中心与流域水电站间的管辖范围和工作界面,可依据设备产权、控制权等为设备管理和业务管理界定管理范围,防止出现重叠或遗漏。

调度权和控制权也是集控管理的关键,权限管理应坚持现地优先、无扰切换和互为闭锁原则,在现地LCU、电站中控、集控和网调四级中应保证流域水电站现地能优先取得控制权。权限管理规定不仅要在集控中心和流域水电站的运行规程

中明确,还应通过技术手段在计算机监控系统中进行固化。

5 结语

九龙河流域集控中心自投运以来,目前已连续安全运行近8a时间,通过流域集中控制与优化调度,使斜卡、溪古两龙头水库的消蓄能力在下游各电站间充分消纳,使九龙河流域水力资源得到了充分利用,流域各电站枯水期发电量大幅增加、电量结构不断优化,电站设备的可靠性、防洪度汛能力、成本指标和现场工作环境等也有明显地改善,取得了较好的综合效益。

作者简介:

孙克飞(1979-),男,四川攀枝花人,副主任,高级工程师,从事水电站生产管理与自动化控制工作;

罗蕾(1982-),女,四川成都人,高级工程师,从事远程集控中心设计工作。

(责任编辑:李燕辉)