

冶勒水电站调速器设备安装

覃国茂,刘

(中国水利水电第七工程局机电安装分局,四川 彭山 620860)

摘要 冶勒水电站装有 2 台 6 喷嘴冲击式水轮机,单机容量为 120 MW,采用 ALSTOM 公司生产的电液数字式调速器。介绍冶勒水电站调速器的主要参数、调速器保护装置原理及功能。调速器设备的安装包括调速器测速装置的结构安装、油压装置的安装、调速器管路的酸洗和安装,在调速器设备安装完成后,进行了调速器的现场试验。据此安装过程,总结出一套适用于类似机组的调速器安装调试方法。

关键词 冶勒水电站 冲击式水轮机 调速器设备 调速器安装 现场试验

中图分类号 TV734.4 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2006)S2-0032-03

水轮机调节与其他动力机械调节的最大差异在于水轮机引水系统中,存在着严重恶化调节过程的水锤现象。同样,要获得同样的功率,进入水轮机中的流量,远比进入其他动力机械的蒸汽量、燃油量大得多,所以操作导水机构所需之功很大。水轮机调速器不仅系统复杂,而且执行机构及整个装置非常庞大。

冲击式水轮机调速器和常见的混流式水轮机调速器相比,喷针就如同其他类型机组的活动导叶,可以根据负荷和频率的变化自动调整喷针的位置,但由于压力管道长,为防止在压力管道内产生极大的水锤压力上升,因此喷针不可能像混流式机组的导水机构那样迅速关闭。但在机组事故需要紧急停机的时候为了避免事态扩大,目前对冲击式机组较为成熟的技术是采用折向器。当事故停机时,折向器首先动作,偏离从上游来的高速水流不冲向转轮,然后按照调节保证计算的时间关闭喷针。

冲击式水轮机调速器主要由下列元件组成(见图 1):①检测水轮机转速的飞摆及其驱动装置;②根据齿盘测速机构控制接力器的配压阀;③控制喷针的接力器;④防止机组超速的折向器及接力器;⑤控制机组出力的转速调整机构;⑥开度限制机构;⑦油压装置及油泵;⑧用于监测、控制等的自动化元件。

1 冶勒水电站的水轮机调速器

冶勒水电站冲击式机组水轮机单机最大出力

136 MW,设计最大水头 644.8 m,额定转速 375 r/min,喷嘴数为 6 个。调速器采用 ALSTOM 公司的电液数字式调速器。喷针最大开口直径为 283 mm,喷针总行程为 233 mm,喷针开启时间为 40 s,关闭时间为 40 s。折向器开启和关闭时间都为 2 s。调速器频率整定为 $\pm 10\%$,永态转差为 0~10%,转速死区为 0.02%,接力器不动时间小于 0.2 s。

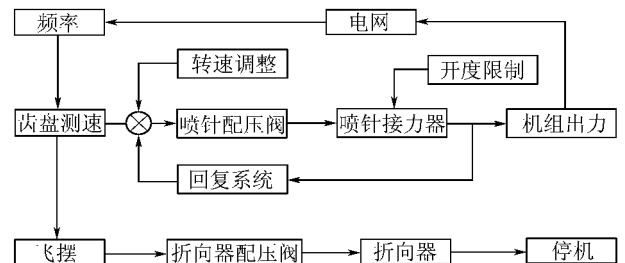


图 1 冲击式机组调速器工作系统框图

调速器通过控制每个喷嘴的电磁液压操作阀,根据调速系统的要求操作 6 个喷嘴的开启与关闭。每个喷嘴设有一套机械式喷针位置和一个传感器。6 个折向器配置了 6 个电磁阀对折向器的动作进行控制。

折向器单独操作,折向器动作不通过调速器,而是由机组自动控制系统通过操作电磁液压阀来实现对折向器的控制。折向器通过压力控制油开启,但出于对机组安全的考虑,折向器的关闭是靠弹簧回复自动关闭,因为如果出现超速等事故需要机组停机,而操作油压不够时,折向器无法关闭,将会酿成

重大事故,折向器采用弹簧回复,只需要将油压释放就实现了折向器的关闭。

2 调速器设备的安装

2.1 调速器设备

冶勒水电站每台机设置单独的型号为 Neyrpic® 1500 的数字式调速器和 1 台油压装置,调速器能根据电站水头及对出力的要求,按程序控制 6 个喷针的动作,调速器的容量 $846\text{ kN}\cdot\text{m}$,操作油压 6.0 MPa ,油压装置由一个压力油罐和一个集油槽组成,油泵和各控制阀组为埋入式集成化结构。控制阀组集成化式节约了调速器以往管路的大量空间,方便了现场的安装工作。

2.1.1 调速器测速装置的结构安装

调速器的测速机构为齿盘测速,在齿盘测速的外表有一飞摆机构,当转速超过额定转速需要停机时,由于离心力的作用,飞摆动作发出命令,使喷针和折向器配压阀动作,喷针接力器和折向器动作,机组迅速得到保护。

在机组进行过速试验的时候,首先要调整飞摆弹簧的受力以及离心摆与过速装置之间的距离,调试应当小心仔细地进行。当机组进行过速试验的时候,为了机组的安全稳定运行,要求机组转速缓慢上升至 112% 额定转速时离心摆致使过速机构动作,使机组紧急停机,太高或太低转速使得过速机构动作都需要将离心摆拆卸下来对离心摆内部的弹簧进行压缩并重新调整离心摆与过速装置之间的距离。操作人员在进行过速试验、调整飞摆与弹簧压缩量及离心摆与过速装置之间的距离时必须高度谨慎,防止机组转速超出试验转速。

2.1.2 油压装置的安装

油压装置是一种反压式蓄压器,是水轮机调节系统和机组控制系统的能源,在改变喷针和折向器位置时用来推动接力器的活塞。调速器的油压装置与球阀控制系统的油压装置分开设置。

油压装置由一个额定压力 6.0 MPa 体积为 1.35 m^3 的压力油罐和一个 2.43 m^3 集油槽组成,油压装置和回油箱置于水轮机层下游侧,调速器操作柜放置于发电机层下游侧。

2.1.3 调速器管路的酸洗和安装

为了保证调速系统的安全稳定运行,必须对安装完成的调速器管路进行酸洗,清除由于配置管路造成的各种杂质,包括焊渣、锈质和其他各种杂质,这些杂质的存在将严重破坏配压阀、喷针和折向器的接力器操作,危害甚大。因此,在正式安装前,必须仔细的全面酸洗所有的调速管路。

管道安装焊接完毕,先进行管路耐压试验。耐压试验时,可以将几根管子串联在一起进行。按工作压力 6 MPa 的 1.5 倍试验压力值进行耐压试验,时间为 30 min ,试验合格后,再进行酸洗。

对不锈钢管的酸洗,冶勒水电站采用硝酸 20% 、氟化氢 3% 、其余为水的混合液体进行酸洗,对普通钢管的酸洗,冶勒水电站采用磷酸 23% 与水的混合酸液对管路进行酸洗。酸洗时间 30 min 左右。

对酸洗完成的管路应采用干净的白布包裹好,并及时进行安装。

2.2 调速器保护装置原理

冶勒水电站冲击式机组设有喷针和折向器双重调节机构。由于机组电负荷时折向器使射流偏离转轮从而控制机组转速上升,所以可以通过增加喷针关闭时间来控制水锤压力上升。

冶勒水电站设有上游调压井,输水系统的 $T_w = 2.383\text{ s} < 4\text{ s}$, $GD^2 = 1\,900\text{ t}\cdot\text{m}^2$, $T_a = 6.1\text{ s}$, $T_w/T_a = 0.391 < 0.4$ 。调节保证计算结果见表 1。

表 1 冶勒水电站调节保证计算结果

计算工况	喷针关闭 时间/s	最大水锤 上升率/%	最大水 锤值/m	折向器关 闭时间/s	转速上升 率/%
水库高程 $2\,650\text{ m}$ $H = 612.8\text{ m}$ $P = 122.5\text{ MW}$	37	13.6	700.8	2	8.7
水库高程 $2\,650\text{ m}$ $H = 612.8\text{ m}$ $P = 136\text{ MW}$	37	15.0	705.7	2	8.7

折向器关闭时间 2 s ,由水轮机制造厂提供,由计算结果可见当 2 台机电负荷喷针关闭时间为 37 s 时,喷嘴处的最大水压值(含水锤)以及机组转速上升满足调节保证计算要求。波动调节计算表明,在现有的输水系统和机组及调速器参数下,调节系统可满足稳定要求。

2.3 调速器的不同功能

该 Neyrpic® 1500 型调速器根据机组运行模式有不同功能:①空载运行模式。调速器启动并大约以同期速度稳定机组以使机组顺利并网。②在独立电网。调速器调节到电力负荷输出以维持电网频率。③联网到总电网。调速器稳定电网的初始频率,稳定(通过加载或解列接点)调节输出到外面接点频率,以准备将独立网与总电网并列。

Neyrpic® 1500 可配置调速器一般结构综合图如图 2 所示。

调速器有用于操作机构的位置恢复机构,操作机构由频率/开度或功率回路控制。除其现行的调速功能以外,调速器还提供了所有必要的监视和安全功能以确保机械的最大可靠性。

在接力器的动作位移较小的情况下,直接作用接

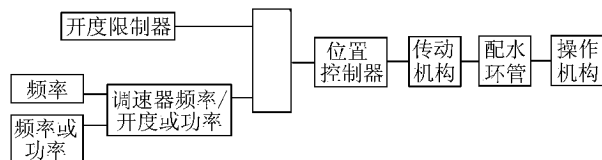


图2 调速器一般结构综合示意图

力器的油流量变化是呈线性的,配压阀位置变化也是呈线性的。在接力器动作位移很大时,油流量被节流器限制,这决定了接力器的开、关时间。CETOP 程序显示了直接由 ED 型调节机构控制的接力器。

根据运行模式,调速器提供了频率/开度或频率/功率永久控制误差功能,永久控制误差的作用是自动限制机组对网络频率控制的影响和在网络频率波动时补偿连接到同一网络的不同发电机组。

永久控制误差以连接开度操作机构线性关系来说明,或以机组在网络频率稳定时向网络提供的功率线性关系来说明,如图3表示。

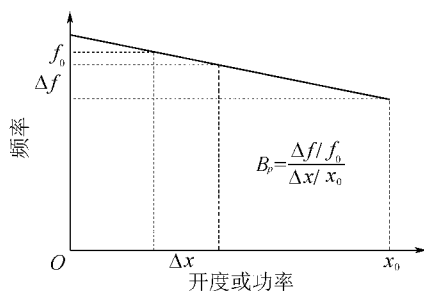


图3 调速器永久控制误差特性

2.4 调速器的现场试验

当调速器系统设备安装完成后,认真仔细检查,操作油系统管路及阀组、阀门应与图纸一致,电机、电磁阀及自动化元件应与接线图一致,计算机监控系统开入/开出点正常,调速器电气控制柜工作正常,调速器电气装置调试完成,控制程序已输入并测试正常。

2.4.1 调速器系统建压(6.0 MPa)

通过手动方式启动调速器油泵向压油罐充油,当充油到压油罐正常油位停止充油,用手动补气阀向压油罐充气建压,当压油罐压力到 0.5 MPa 时停止,打开压油罐到机坑外围操作油管阀门,向操作油管充油,手动打开机坑外围操作油管到各喷针和折向器电磁阀,向喷针和折向器充油,在此过程中要适当调整压油罐的油位和压力。关闭各电磁阀后向压油罐充气建压,在建压过程中应监测压油罐操作油管有无渗漏、变形等情况,如无异常,充气到压油罐正常工作压力(6.0 MPa)停止充气,确认所有系统满足正常工作要求。

2.4.2 调速器-喷嘴调试

以手动方式打开机坑外围操作油管到各喷针和

折向器电磁阀,喷针和折向器在正常工作压力下动作,观察各个喷针和折向器动作正常后,分别录制各个喷针和折向器的动作波形,包括喷针和折向器开启/关闭时间、喷针动作行程,位移传感器测量行程应和实际行程一致。在喷针和折向器电磁阀内配置了调节开启/关闭时间的节流孔,通过调整节流孔的直径来调节喷针和折向器电磁阀的流量,从而达到调节喷针和折向器开启/关闭时间的目的。

打开调速器压油罐排油阀,油罐油位开始下降,10 s 后检查备用泵是否启动。

2.4.3 模拟压油装置主用泵停止(故障)备用泵启动

模拟主用泵在故障停止时,检查压油装置,备用泵应启动。

2.4.4 无水联调

在监控系统发停机到空转令后,检查调速器和球阀压油装置启动,压油罐的油位和压力均正常,技术供水系统、转子高压油顶起装置、测温系统等均正常,球阀旁通阀和排气阀开始打开,配水环管充水平压(模拟信号),球阀排气阀关闭,球阀开始打开,开度超过 50% 时,6 个喷嘴的折向器(全开)和喷针(设定开限以下)开始打开,当球阀完全打开后球阀旁通阀关闭。模拟机组 70%,90%,100% 转速信号,模拟机组到空转状态,程序结束。

在监控系统发停机令后,折向器和喷嘴开始关闭,折向器关到位后开始关闭球阀,球阀关闭到位 3 s 后工作密封退出,其他辅助系统相继退出,完成停机流程。

2.4.5 有水联调

机组启动检查转动部分正常,机组动平衡试验、过速试验完成后,按照无水联调步骤进行联调,检查调速器和球阀各部位动作正常,符合机组控制程序要求。最后进入商业运行前要进行甩负荷试验。

冶勒水电站的甩负荷试验按照满负荷的 25%,50%,75%,100% 分 4 次进行。冶勒水电站冲击式机组的甩负荷试验跟国内甩负荷试验的操作上不一样,按 ALSTOM 厂家技术要求,机组甩负荷采用机组紧急停机方式进行,机组重新并入电网需要重新启动。

3 结 语

冶勒水电站为目前国内喷嘴数最多、单机容量最大的冲击式机组,由于压力引水管道较长,喷针关闭时间比较长,调速器关闭规律非常复杂,对冶勒水电站调速器设备的结构和安装进行研究,将为今后同类型机组调速器的设计、制作提供参考。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 熊水斌)