

铜头水电站水轮机调速器PID控制参数的设置

施德航¹, 林胜²

(1. 四川华能宝兴河水电有限责任公司, 四川 雅安 625000; 2. 德阳明源电力集团德为电力有限责任公司, 四川 德阳 618000)

摘要: 鉴于目前国内大多数机组的调速器均采用微机智能化控制, 因此, 在机组空载工况下, 如何整定PID参数并防止参数间配合不合理是水轮机调速器的关键问题。就铜头水电站在改造水轮机调速器过程中如何设置合理的PID参数进行了阐述及分析。

关键词: 调速器; PID参数; 设置; 铜头水电站

中图分类号: TV7; TV737; TV738

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)增1-0095-02

铜头水电站位于四川省雅安市芦山县境内, 为宝兴河梯级电站之一, 设置4台单机容量为20 MW的混流式机组, 于1994年投产。最初, 水轮机调速器采用的是由南瑞厂生产的SJ-700型调速器, 由于设备老化且硬件采用板式插件, 故障率高且不具备一次调频功能。因此, 我国公司在2005年对铜头水电站调速器机柜、电柜进行了技术改造, 将其更换为国内较为先进的、由武汉事达公司生产的调速器。该调速器采用较为先进的施耐德公司PREMUE系列PLC。

经改造后, 铜头水电站水轮机调速器不仅可以满足水轮发电机组的开机、停机、增减负荷、紧急停机等任务, 还可以与其他装置一起完成自动发电控制(AGC)、成组控制、按水位调节等任务并具备一次调频功能。笔者对该设备的结构及参数介绍于后。

1 水轮机调速器的PID结构和参数

到目前为止, 对于水轮机调速器系统, 除国外极少数公司采用串联PID结构外, 国内大多数公司均采用并联PID结构, 图1所示为国内目前常用的微机调速器PID结构图。

式1表明了 K_p, K_I, K_D 与 B_t, T_d, T_n 之间的关系:

$$\left. \begin{aligned} K_p &= \frac{T_d + T_n}{B_t T_d} \\ K_I &= \frac{1}{B_t T_d} \\ K_D &= \frac{T_n}{B_t} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

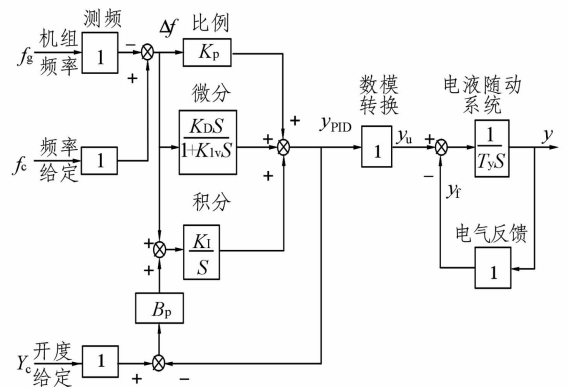


图1 微机调速器结构图

对于以上参数, GB/T 9652.1-1997(调速器主要动态参数要求)见表1。

表1 GB/T 9652.1-1997 调速器主要动态参数要求表

$B_t/\%$	T_d/s	T_n/s	K_p	K_I/s	K_D/s
$\leq 5, \geq 80$	$\leq 2, \geq 20$	$0, \geq 2$	$\leq 0.3, \geq 2$	$\leq 0.5, \geq 10$	$0, \geq 5$

2 对铜头水电站PID参数设置进行的分析

根据对铜头水电站水轮机调速器调节相对稳定性进行分析并得出结论: 在单机工作时, 水轮机调速器参数整定范围应既能保证调节系统稳定, 又能获得良好的动态品质。在与大电网并列工作时, 调速器参数整定主要考虑的是调速器的速动性。为了获得最佳的动态过程, 均可找出一组特定的参数整定值。目前, 铜头水电站调速器的调节器主要采用两组参数: 一组参数按单机空载工

况整定,另一组参数按与大电网并列运行工况整定,故前一组参数较大,以保证其稳定性;后一组参数较小,以保证其速动性。两组参数可自动切换,通过工况转换系统自动识别。铜头水电站水轮机调速系统是由水轮机导水机构、引水和泄水系统、微机调速器共同组成的闭环控制系统。水轮机的过水管道存在水流惯性,水轮机本体也存在机械惯性,因此,在不同的水头和工况下,调速器 PID 参数的设置应能够适应各种变化,其具体整定值与引水系统水流惯性时间常数 T_w 和机组惯性时间常数 T_a 目有关。目前铜头水电站调速器 PID 参数整定区间为:

$$\left. \begin{aligned} T_n &= 0.5 T_w \\ 1.5 \frac{T_w}{T_a} < b_i < 3 \frac{T_w}{T_a} \\ 3 T_w < T_d < 6 T_w \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

经计算可知,在机组中的 T_w 和 T_a 一定的情况下,可使机组调速器中的 PID 参数在一定的范围内。

3 PID 参数的设置

铜头水电站采用的是由施奈德公司生产的 PREMUE 系列 PLC,与其接口的人机界面主要采用平板液晶工控机。由于其集成了 Windows 操作系统和大的存储设备,采用的是 C++ Builder 开发工具,因此而使得参数的整定判断成为可能。

具体实现的步骤如下:

(1) 输入水轮机组的 T_w 、 T_a 和机组类型,使其固化在微机 PLC 调节器中,供数据判断用。

(2) 根据 T_w 和 T_a 计算出调速器系统 PID 参数的整定范围并给予一定的裕度。对于满足公式(2)要求的参数准予下发至微机调节器中(图1)。

实现要点如下:

(1) 明显不合理的 PID 参数将给机组带来振荡的后果。

(2) 铜头水电站为混流式机组,若整定参数为: $B_i = 100%$, $T_d = 16$ s, 则机组振荡明显,其显然为不合理的参数。经反复试验最终确定的铜头水电站空载 PID 参数为: $B_p = 6%$; $B_i = 60%$; $T_d = 4$ s; $T_n = 0.2$ s。

从 50 ~ 54 Hz 的扰动曲线(图3)中可以看出,其超调量、调节时间均满足技术要求。

(3) 为避免因人为因素造成不合理参数的设

置,将人机界面系统设计成了 2 次确认的方式,即:

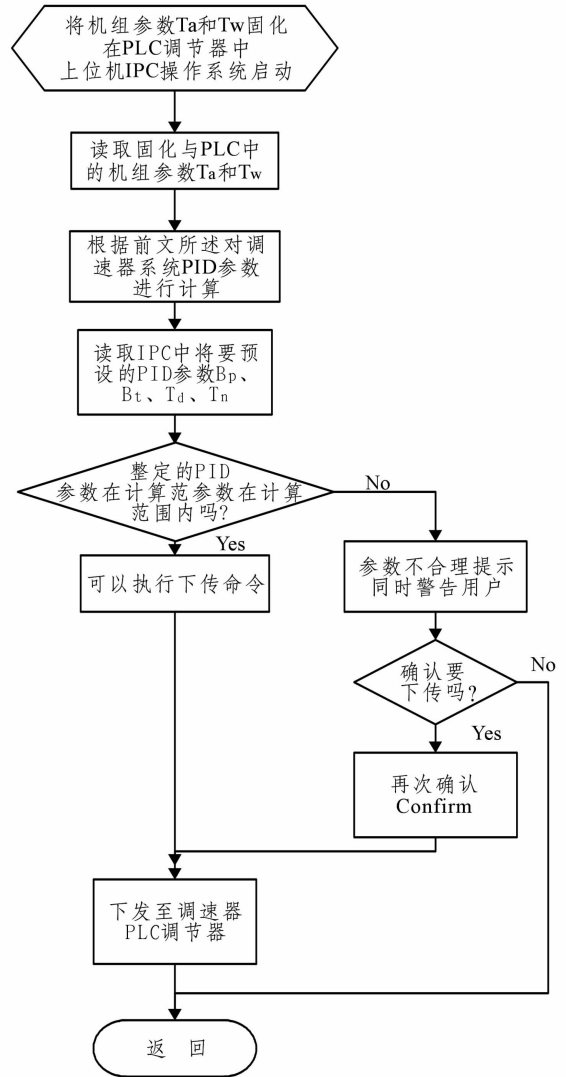


图2 PID 参数控制框图

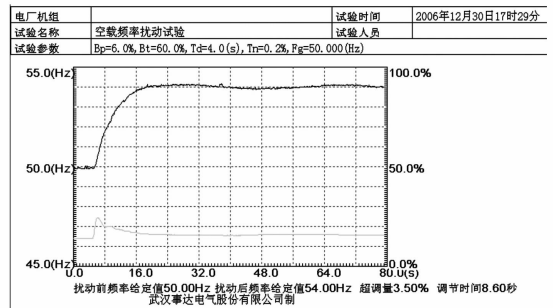


图3 铜头水电站 1F 机组调速器空载扰动曲线图 (50 ~ 54 Hz)

(下转第 104 页)

焊条的横向摆动幅度,将焊条摆动幅度控制在3~5倍焊条直径为好。

3.2.5 焊接变形的控制与矫正

纵缝焊接过程中,由于钢管内外侧分别施焊而致使收缩不同步,易产生弧度变形,进而影响钢管的制造质量。在实际生产过程中,可以通过以下两种方法予以控制:

(1)通过调整焊接顺序控制弧度。

利用碳弧气刨清根、热输入大、温度高、使弧度能产生较大变形的特点进行控制。当对圆完成后,对于纵缝处弧度存在少许标准范围内的直边产生外凸时,则按焊接工艺首先在钢管内侧施焊,使其进一步外凸,然后使用碳弧气刨在背缝清根,促使其在相反方向产生较大变形,然后在背缝施焊,同时使用弧度样板经常性检查其弧度是否符合要求,如是,则按常规正反方向交替焊接;反之,则继续在背缝焊接,直至弧度符合要求。该控制办法需反复测量弧度以便调整焊接方向。

(2)通过预留反变形控制弧度。

在瓦片组圆时,根据焊接收缩情况适当预留2~3 mm反变形,然后通过正缝焊接、背缝清根施焊等控制弧度。

3.2.6 焊接质量保证措施

焊接质量的重点是焊接材料的控制、温控、线能量与焊接规范、角变形和焊接顺序等。

(1)焊接材料的控制:针对600 MPa钢材的焊接,焊材的保管和使用是关键因素。这个环节若控制不好,容易在焊缝中形成裂纹、气孔等缺陷,也是施焊时需重点控制的内容之一。

(2)温度控制:焊接时不但要保证焊缝内部质

(上接第96页)

当用户设置成上述不合理参数时,系统会作出警示性的提示,告知用户该参数不合理;如需确认按此操作,系统即会按此要求执行。

4 结 语

在铜头水电站调速器改造过程中,通过试验对铜头水电站调速器PID参数进行了优化,使得铜头水电站调速器的调节能力能够满足机组运行要求。铜头水电站4台机组通过几年时间的稳定运行,证明了4台机组的PID参数设置合理。

参考文献:

量,还要兼顾其它机械性能指标,加强焊前预热、层间温度保持等几个方面方能够较好地保证母材性能免遭损坏,达到保证焊缝内部质量的目的。

(3)焊接顺序与纵缝角变形的控制:对纵缝焊接顺序、分层分道已详尽说明,但这并不是一成不变的。在焊接过程中,当检查发现弧度超差需对焊接顺序进行调整时,应在焊接规程规定的范围内灵活掌握。

4 管节整体调圆

管节焊接完成后,需要进行整体调圆。焊接并经验收合格的钢管在平面度不大于2 mm的对圆平台上进行调圆;管节调圆采用米字型调圆架,将调圆架吊入钢管内距管口约600 mm处,旋转米字型活动调圆架端部的螺旋千斤顶,使其顶紧钢管内管壁;用钢盘尺测量上下管口直径,边测量边调整活动支撑的丝杆,直至圆度符合要求为止,每端管口需测两对直径。

5 结 语

本项目压力钢管制作通过对下料切割、坡口制备、瓦片压卷、管节组装等方面制定科学合理的工艺措施,全面控制形位尺寸,同时采取合理的方法(主要是通过焊接材料控制、层间温度控制、角变形和焊接顺序及控制线能量)。依据线能量公式 $q = IU/v$,尽可能地降低电流 I ,电压 U ,适当提高焊接速度 v ,从而减少了焊接变形,有效地控制了焊接质量。

作者简介:

王涛(1984-),男,河南商丘人,助理工程师,学士,从事水电工程建设机电安装技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[1] 魏守平,卢本捷.水轮机调速器的PID调节规律[J].水力发电学报,2003,21(4):112~118.

[2] 向家安,何可智,杨照辉.水轮机微机调速器PID参数的智能化设置[J].水电自动化与大坝监测,2007,31(1):54-56.

作者简介:

施德航(1974-),男,青海西宁人,工程师,学士,从事水电站检修技术与管理工作;

林胜(1972-),男,四川三台人,工程师,从事电力工程物资计划工作。

(责任编辑:李燕辉)