

简化小水电机组的调速系统

黄宝南 孔繁植 张德虎

李葆武[✓] 李福臣

(河海大学 南京 210098)

(河北省水利厅水电处 石家庄 050021)

⑩ 摘要 本文通过调查研究,详细分析了我国小水电机组简化调速系统的必要性,并介绍了目前采用的几种简化调速系统的性能及有关参数,将 PO 型操作器与 TT 型、YT 型调速器作了价格比较,最后对在什么情况下选用简化调速系统和自动调速器提出了具体建议。

关键词 小型水电站 调速器 操作器 关闭时间

TV742.342
水轮机 机组 调速系统

建国 45 年来,我国小水电装机容量已达 15 000MW,约占全国水电总装机的三分之一强,有力地支援了乡镇工业的发展和农村电气化事业。但是,自 80 年代以来,由于价格上涨等因素,使得小水电的造价大幅度上升,由过去的 1000~1500 元/kW 上升到目前的 3000~5000 元/kW 左右,甚至更高,严重制约了小水电的继续发展,如何降低小水电的造价,已成了小水电界各方人士关心的事情。本文就国内在简化水轮机调速系统方面所做的工作作一综合介绍。

1 简化小水电机组调速系统的必要性

在我国农村 300kW 以上的小型水轮发电机组上,以往多采用机械液压型调速器。这在 80 年代以前,由于当时生产水平的限制,小水电机组多为孤立运行,或并入小电网运行,为了保证能有较好的供电质量,安装自动调速器是完全必要的。但是,改革开放以来,我国的电力工业随着国民经济的发展也有了很大发展,大电网的复盖面越来越广,绝大多数小型水电站为了提高其效益和供电质量而并入大电网运行,或者并入地区性电网运行,

孤立运行的小型水电站已经很少了。在这种情况下,小型水电站占系统容量的比例很小,主要发季节性电能,即所谓“以水定电”,运行在基荷,带固定负荷;没有调频任务,更多的情况是不具备调频条件,此时自动调速器仅作为手动开停机和手动调负荷用;由于电站容量小,起不了备用作用,因此,系统对这些小水电机组也无迅速投入的要求,所配备的自动调速器发挥不了自动调速的作用。自动调速器结构复杂,运行维护技术要求高、难度大,不少农村水电站缺少这方面的专业技术人员,运行维护水平跟不上,另外自动调速器的价格贵,增加了投资和运行维护费用。根据湖南省涟源市小水电统计资料,机电设备约占电站总投资的 46%,而调速器却占了机电设备总投资的 22%。该市东风电站(2×250kW)采用 YT-600 型调速器,当时增加投资 4 万元,使得单位 kW 投资增加了 80 多元,另一个电站(4×250kW)同样装了四台 YJ-600 型调速器,这两个电站的六台调速器自安装后一直未投入运行,五年来自动调速器的贷款利息已达 12 万多元。表 1 为河北省几个小型水电站自动调速器的设置和使用情况调查表。从表中可以看出,设置的自动调

表1 河北省部分小型水电站自动调速器的设置和运行情况表

项 目	装机容量(kW)	调速器型号	现运行方式	未投入自动运行的原因
张 头	1×500+3×160	YT-600	液 动	认为没有必要投入自动
邵 庄	2×500	XT-300	液 动	认为没有必要投入自动
南 关	2×250	XT-300	液 动	工作水头低,未投入自动
路庄子	4×250	XT-600	液 动	自动运行不稳
紫金关二站	2×400	TT-150	手 动	调节功小
平 峪	3×250	YT-300	液 动	自动不稳
野沟门	3×250	TT-150	手 动	自动不稳

速器并未发挥自动调速器的作用,仅在开停机和调节负荷时起了液动或手动操作器的作用。又如江苏省溧水县方便水库的一台 TT-75 型和一台由福建省松溪无线电厂生产的电子调速器,虽在原华东水利学院专业教研室的帮助下,调试投入运行了一段时间,终因运行维护水平跟不上,被迫停用而退回到手动操作。

鉴于上述情况,我国小水电界的有关专家和有识之士早就提出建议,简化农村水电站的水轮机调速系统,并在工程实践中进行了探索和实践。

2 简化水轮机调速系统的措施

国内在简化水轮机调速系统方面已做了不少工作,概括起来有以下几个方面。

2.1 电、手动调速器(有的地方也叫电动调速器或半自动调速器)

它是在原有的手动调节装置上加装了异步电动机和减速装置,并配备了电气控制回路和限位行程开关,可以实现自动开机、关机、事故停机和负荷点动调节。目前,多应用在 500kW 以下的机组上。其特点是简单易行,投资省,仅需 3000 元左右,约为 TT 型调速器价格的 1/3~1/8,运行维护工作容易,使用十分广泛。

2.2 WDST 微电脑电手动调速器

这是厦门海洋电子仪器厂和杭州农村电

气化研究所联合研制成功的,它主要是在半自动调速器的基础上加装了微电脑。微电脑主要起测量、判断和输出调节信号的作用,它的调节精度较高、调节性能优于半自动调速器,价格相当于机械液压型调速器的 20%~30%,价格性能比要高于机液调速器的 3~4 倍。主要应用于闽浙地区。其调速功分为 735、1470、2940、5880J(75、150、300、600kg·m)四档,关闭时间 $T_s=6\sim15s$ 。

2.3 TC 型操作器

电、手动调速器的关机时间不能调节,系统故障时电源不能保证。由杭州农村电气化研究所研制的 TC 型操作器成功地解决了这一问题。这种装置适用于并网而不参与调频的运行在基荷的小型水电站。首台 TC-150 型操作器安装在浙江省桐庐县萧岭二级电站,已经安全运行了五年多。TC 型操作器已于 1990 年 5 月 31 日通过了部级鉴定,目前有 TC-150、TCD-150、TCD-300 三种型号,关闭时间在 2.5~12.5s 间可调,价格在 0.5~0.8 万元/台(1992 年 2 月份价格),比同容量的 TT 型调速器便宜约 1 万元左右。其特点是利用其开机操作后,使接力器内的弹簧压缩蓄能,在事故或操作电源消失时,蓄能弹簧使机组自动关闭,提高了机组的安全性;调整接力器阀盘上节流孔的开度,可以调节关闭时间,以与具体电站的调节保证时间相匹配。TC 型操作器的应用范围和系统原理图

分别如图 1、2 所示。

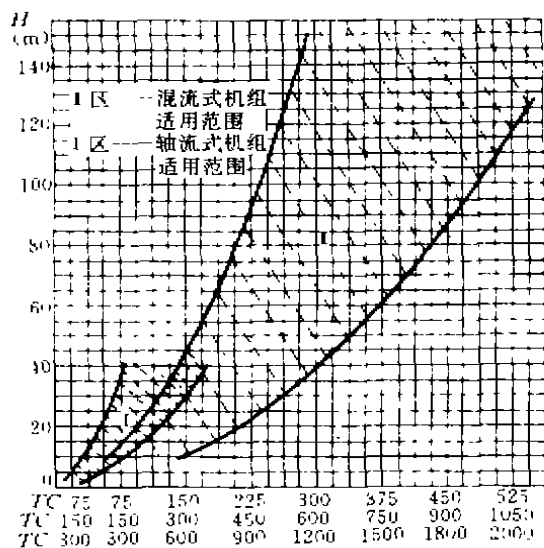


图 1 TC 操作器应用范围图

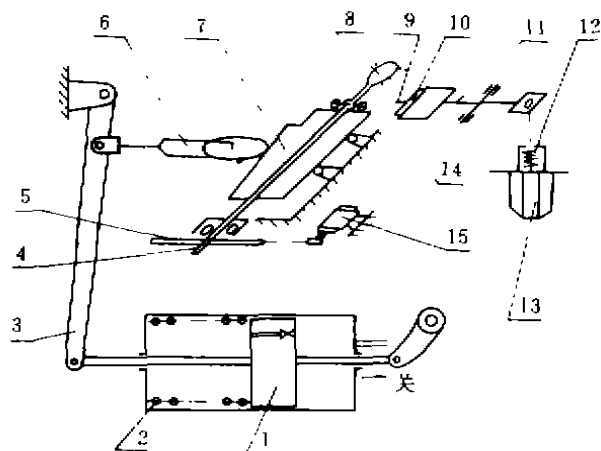


图 2 TC 型操作器系统原理示意图

- 1. 活塞; 2. 弹簧; 3. 连杆; 4. 丝杆; 5. 手轮; 6. 滚轮体;
- 7. 楔形块; 8. 位置开关; 9. 切换杆; 10. 不锈钢套;
- 11. 脱扣机构杠杆; 12. 滚动脱扣机构, 回复弹簧

2.4 PO 型水轮机机械液压操作器

PO 型水轮机机械液压操作器也只适用于并网、不参与调频、带固定负荷水电站。它是由天津传动设计研究所和江西省上饶水动力机械厂联合设计并由后者生产、相当于 YT 型调速器切换为液压手动操作时的控制

系统。首台 PO 型操作器安装在江西省玉山县的灰弄电站, 并于 1987 年 12 月份通过了部级鉴定。河北省邯郸市的宿风电站 (2×500kW, 2 台 PO 型水轮机操作器) 和浙江的一些电站装有此装置。该装置结构简单, 没有制造精度高的飞摆、缓冲部件和相应的杠杆传递系统, 与同容量 YT 型调速器相比, 其压力油罐容积也小些, 选用经济耐用的叶片泵代替昂贵的螺杆泵, 自身耗能很少, 一台 PO-2 装置与一台 TT-300 装置相比, 一年可节省能耗开支 1 000 多元, 其性能已经达到 80 年代初期美国的 WOODWARD 公司同类产品的水平及标书要求。其主要功能有: ①自动遥控或手动机旁开、停机; ②使机组带固定负荷运行; ③紧急事故停机; ④提供水轮机刹车装置的压油源和事故刹车电磁阀。

该装置调速功在 3 000J 以上者采用两级液压放大系统, 以下者为一级液压放大系统。油压装置与操作器为一体, 并可自动补气, 关闭时间可在 2~12s 间整定。目前厂家生产的主要产品规格及性能指标如表 2 所示。据生产厂家 1992 年 8 月提供的 PO 型、YT 型和 TT 型装置的价格如表 3 所示。从表 3 中可以看出, PO 型操作器要比同容量的 TT 型调速器价廉 1 000~4 000 元/台, 并随着容量的增加, 显然选择 PO-2 型操作器是合理的。

PO 型操作器与 YT 型调速器比较, 价格差在 6 000~12 000 元/台, 随着调节功的增加, 两者的价格差逐步减小到 6 000 元/台。

3 几点建议

3.1 从这次调查情况看, 虽然 TC 型和 PO 型操作器在经济上要比 TT 型和 YT 型廉价, 但现场使用并不普遍, 主管部门和设计单位比较容易接受操作器, 而使用单位倾向于要自动调速器。这里牵及到思想认识问题和宣传、推广应用问题, 要使现场工作人员从思想上真正接受, 并乐意使用操作器。

表 2 PO 型操作器的规格及主要性能指标

项 目	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5
工 作 容 量 (J)	350~750	1 500~3 000	6 000~10 000	18 000	30 000
工 作 油 压 (MPa)			2.5~4.0		
操 作 死 区			≥1%		
负荷接力器不动时间(s)					
接力器关闭时间(s)			2~12		
操 作 电 源			直流 24V, 48V, 110V		

表 3 PO 型操作器和 TT 型、YT 型调速器
参考价格表

型号	价格 (元)	型号	价格 (元)	型号	价格 (元)
TT-35	8 000	YT-300	23 000	PO-1	7 000
TT-75	10 000	YT-600	26 000	PO-2	11 000
TT-150	13 500	YT-1000	27 000	PO-3	20 000
TT-300	15 000	YT-1800	38 000	PO-4	31 000
		YT-3000	48 000	PO-5	42 000

3.2 对于孤立运行且单机容量小于 500kW、调节功小于 3 000J 的小水电机组,建议选用电、手动调速器或 WDST 微电脑电手动调速器;单机容量在 500kW 以上孤立运

行、或占系统容量较大且有调频任务、或虽并网运行但带有较大的近区负荷的水电站,则建议选用自动调速器。

3.3 并网运行而担任电力系统基荷任务、且容量占系统比例不大的水电站,如单机容量小于 500kW、调节功小于 3 000J 的机组,可选用 TC 型操作器;对于单机容量超过 500kW、且调节功小于或等于 30 000J 的机组,建议选用 PO 型操作器。

参考文献

- 1 刘芥芬、取消小型水轮机的自动调速器、农田水利与小水电,1992(5):48~68

(收稿日期:1994-10-06)

简 讯

▲位于莱茵河上的有 40 年历史的瑞士最大的径流水电站——Birsfelden 电站将进行整修,使之成为现代化的企业。整修工程内容包括安装 4 台卡普兰式水轮机和新的直径为 7.2m 的转子,以无油脂轴承替代导叶轴承,以及厂房的装修、防锈防腐等。为使电力生产的损失减少到最小限度,整修工程分 4 个工期进行,从 1996 年至 1999 年,每一年为一个工期。整修后的 Birsfelden 水电站仍保留其原来的建筑风格,但其年发电量可增加 4.2%(23GW·h)。现正在研究一个可降低尾水位的方案,如果此方案付之实施,该水电站的年发电量可增加 9.1%(43.1GW·h)。瑞士政府交通通讯能源部提出 2000 年水电生产提高 5% 的奋斗目标,Birsfelden 水电站对此将作出重大贡献。

▲Siemes(西门子)公司最近成立一分公司—Siemes Power Ventures GmbH 公司,目的在于增强 Siemes 公司参与水电站市场的竞争能力。新公司地址设在德国 Erlangen。公司将将以合资者的身份参与水电站的施工、运行管理,甚至拥有水电站。

(熊莉芸 供稿)