

(14)

63-65

小型水电站操作电源的优化设计

黄宝南 孔繁植 张德虎

李葆武[✓] 李福臣

(河海大学电气工程学院 南京 210098)

(河北省水利厅 石家庄 050021)

TV742

摘要 我国小型水电站采用的操作电源类型较多,主要有直流220V(或110V)和交流220V操作电源系统。本文通过对各种操作电源的技术经济比较,建议在今后小型水电站的操作电源设计时,对于单机容量在3000kW及其以下的水电站应优先考虑采用交流操作电源,以节省投资,其次考虑采用220V(或110V)硅整流加48V蓄电池组,蓄电池宜采用GM型或汽车蓄电池或镉镍蓄电池;对于电站装机容量在1万kW以上、单机容量大于3000kW的电站,则宜采用直流220V(或110V)蓄电池组,以确保运行安全。

关键词 小型水电站 操作电源 优化设计

在我国数目众多的小型水电站中,操作电源主要供于断路器的跳/合闸、继电保护装置和自动装置、音响信号系统、事故照明以及载波通讯、生产调度通讯、行政通讯等。操作电源的选择和设计,既要保证有一定的容量,又要保证有充分的安全可靠性,还应尽可能经济合理。这既是操作电源的优化设计问题,也是降低小水电造价的有效措施之一。

在小型水电站中,操作电源可分为直流操作电源和交流操作电源,也可分为强电系统和弱电系统。对于强电系统而言,直流操作电源的电压等级一般为220V或110V,交流操作电源的电压等级为220V;而弱电系统的电压等级则有直流60V、48V、24V、12V、8V等,最为常见的是直流48V。

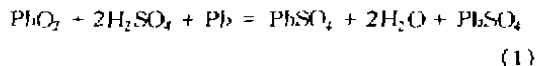
1 直流操作电源

1.1 直流蓄电池组

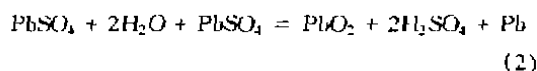
直流蓄电池组又分为铅酸蓄电池组和镉镍蓄电池组。由于直流220V所采用的基本蓄电池个数为直流110V的2倍,因此其蓄电池室的面积也近后者的2倍,显然前者投资大于后者,因而只在少数容量较大的小电站中采用。

1.1.1 铅酸蓄电池组

铅酸蓄电池的正极板为表面被氧化成 PbO_2 的铅板组成,负极为被还原的多孔性绒状铅,电解液为27%~37%的硫酸水溶液。利用蓄电池电化学反应过程中释放的化学能作为操作电源。其放电电化学反应方程式为



铅酸蓄电池充电时的化学反应方程式为



铅酸蓄电池组是以往水电站(包括大中型水电站)中采用最普遍的直流电源,是一种独立于交流系统的操作电源,十分可靠;电池的端电压较高(2.15V),冲击放电电流大,适合于断路器跳/合闸的冲击负荷;蓄电池本身价格较低,生产厂家多。其缺点是充电时逸出有害气体,需要专门的蓄电池室、储酸室、套间,累计需要防酸建筑物的面积达50~80m²,另外尚需通风换气设备、主浮充电设备、端电池调节器、防硫化设备、直流屏等,投资比较贵;而且,铅酸蓄电池污染环境,运行维护工作量大而复杂,运行费用较高,寿命较短(约6~7年)。因此,国内不少小型水电站纷纷采用其它型式操作电源来取而代之^[1]。

以往的铅酸蓄电池组多采用GGF型防酸防爆式固定铅酸蓄电池。目前,有的电站开始采用一种不需维护的GM型铅酸蓄电池。与GGF型比较,它有以下优点:①由于采用了独特的结构和密封技术,用超细玻璃纤维板做电解液的吸附系统,使电解液全部吸附于隔板 and 板极中,不会产生氢气,而产生的少量氢气能在电池中自动复合,在运行期间也不需要检查电解液的比重或加水,因而不污染环境;②寿命长,预期浮充电寿命可达20年,约为GGF寿命的3倍;③不需专门的蓄电池室、储酸室、套间和通风换气设备,因而占地面积很小,约为2块屏的位置;④不需设置端电池和端电池调节器以及防硫化装置。所以,尽管GM型铅酸蓄电池本身的价格约为GGF的2倍,而总投资仍然可节约20%左右。江西省武宁县盘溪水电站(3.4000

kW)即采用 GM 型铅酸蓄电池^[3]。

1.1.2 镉镍蓄电池组^[4]

镉镍蓄电池属碱性蓄电池,其正电极为氢氧化镍,负电极为镉(Cd),电解液为 20% 的氢氧化钾水溶液。由于其优越的性能,尽管价格较贵,仍然在一些水电站中得到应用。一般采用绕结式高倍率放电型 GNG 型镉镍蓄电池。

其优越的性能主要有:①寿命长,一般使用寿命在 10 年以上,充放电次数在 500~600 次以上;若在电解液中加入少量的 LiOH 且使用、维护得当,则使用寿命可达 15 年以上,充放电次数可达 800~1000 次,且容量不低于 80%。②内阻小,短时放电能力强,一般放电倍率可达 12,甚至可以 50 的倍率放电,耐过充、过放电性能较强,可以强充电和过放电,并可连续多次重复高倍率放电,适用于作断路器的跳/合闸电源。在作断路器的跳闸电源时,虽然冲击电流大,但由于放电时间短,实际上所耗用的电池容量很小,可供多次跳闸用。例如,用 198GNG20-13₁ 型电池充电后,可供 SN10-10 II 型断路器(在直流 220V 系统下,其跳闸电流为 2.5 A,合闸电流为 120 A,合闸时间为 0.125~0.142 s)连续分合闸 2923 次。③温差性能好,在低温下能保持足够的容量,即使在 -20℃ 时也能放出 70%~80% 的容量。相比之下,铅酸蓄电池只有在 10℃ 以上的环境中才能正常工作。这一点,对于北方地区的小型水电站具有特别重要的意义。④自放电小,在常温 and 40℃ 下各存放一个月,其容量损失分别不大于 18% 和 23%。⑤成套性能强,集电池、充电器、直流馈电、电压和绝缘监视、闪光于一体,无污染、占地少、安装维护工作量小,可靠性高。

其缺点为:①放电过程中电压下降幅度较大,由浮充电状态转为事故放电状态时,其电压下降幅值可达额定值的 11%~16%。相比之下,铅酸蓄电池仅下降 7%。②价格比较贵,因而不利于降低小水电站的投资,尤其对于那些单位千瓦造价比较高的小型水电站更为不利。

1.2 硅整流不加储能直流操作电源^[2,5]

随着电子工业的发展,我国不少小型水电站自 70 年代初开始采用直流 220V 或 110V 硅整流不加储能的直流操作电源,其突出优点为设备简单,投资很少,一块用于断路器分/合闸的 GKA₁₂ 系列硅整流装置(输出直流电压为 220V 或 110V),价格仅为 0.5~1.0 万元。但是,这种不能储能的硅整流直流操作电源在交流电源消失的情况下,断路器不能跳闸,调速器不能关闭水轮机导水叶,因而

在事故情况下是不安全的。

1.3 硅整流加电容器储能直流操作电源^[1,5]

为了克服上述不加储能装置的硅整流操作电源的缺陷,可在上述硅整流装置中再增加一个储能电容器组。在正常运行期间,硅整流装置除供给继电保护、音响信号系统等直流负荷外,并向电容器组充电储能;当交流电源因故消失时,电容器所储藏的能量供继电保护装置和断路器进行事故跳闸,并供调速器关闭水轮机的导水叶,以实现事故停机。显然,这种装置的价格由于多了一套电容器组而要昂贵一些。GKA₂₁, GKA₂₂ 系列电容储能式分/合闸硅整流装置每台价格在 1.5 万元~4 万元,约为 GKA₁₂ 系列装置的 3~4 倍。然而,储能式硅整流操作电源的可靠性得到了提高。

1.4 复式硅整流直流操作电源^[1,5]

这种操作电源的交流电源既有电压源又有电流源,在正常运行期间,电压源和电流源同时并列运行,整流后向直流负荷供电;当发生短路事故时,虽然电压源不能正常工作,但电流源却因短路电流的发生而大幅度提高了供给直流负荷的负载能力,从而提高了可靠性。

显然,不管是储能式硅整流还是复式硅整流操作电源,都未能解决事故照明和事故后紧急处理的电源问题,其供电的可靠性只是相对得到了提高而已。而且,复式硅整流装置的电源应从经常运行的 1~2 台机组的电流互感器取得,须保证在任何情况下有一台机组投入运行,运行比较复杂;再者,跳闸电压和容量受电站和系统运行方式的影响。

1.5 微型水力发电机组加硅整流操作电源

这种操作电源是在水电站专门设置两台微型水力发电机组,平时与厂用交流电网并列运行,事故情况下解列独立运行,经不控三相整流桥整流后供给操作电源,并采用可控硅整流稳压装置,供电可靠性大为提高。湖南省桃花江水电站采用这种方式。但接线、运行、维修都较复杂,其设置受电站条件限制,不宜广泛推广。

1.6 硅整流加蓄电池储能直流操作电源

这种电源虽然从根本上解决了供电的可靠性,但是,作为储能装置的蓄电池组,不管采用 GGF 型、GM 型、GNG 型中哪一种,其代价都是很大的,故很少采用,仅在个别电站采用,如河北省的十里坪水电站(3×800 kW)设置了两套硅整流装置,一套在正常运行期间供给直流操作电源;另一套用作镉镍蓄电池组的浮充电,以备事故时用作断路器的跳闸和事故照明电源。

1.7 硅整流加 48V 蓄电池组

这种直流操作电源的 220 V 或 110 V 硅整流装置供电给正常的直流负荷,而直流 48 V 蓄电池组专门用于事故情况下的断路器跳闸、关闭导叶、继电保护、音响信号和事故照明。显然,这种操作电源的可靠性问题得到了彻底解决,而 48V 蓄电池组的投资也不高,运行维护工作量也较少,设备也简单得多,副厂房的建筑面积也减少了不少,有利于加快电站的建设速度。甘肃省的龙渠水电站(2·3200 kW)、何家堡水电站(3·1000 kW)、鸳鸯池水电站(3·630 kW)、拱坝河水电站(4·630 kW)和双树寺水电站(2·630 kW)均采用这种操作电源。

然而,采用这种操作电源存在一个困难,就是调速器的伺服电动机和事故紧急停机电磁阀、断路器和灭磁开关的跳闸线圈、继电保护元件和其它自动化元件的电压必须为直流 48 V。但是,根据甘肃省 5 个电站的经验,只要设计阶段选用相匹配的元件,并及时与制造厂家取得联系,这一问题是可以得到解决的。

2 交流操作电源

在小型水电站中直接采用交流 220 V 系统作为操作电源,可以省去直流操作电源系统的蓄电池室、储酸室、套间、通风换气设备、主浮充电设备、端电池调节器、防硫化装置等设备,不污染环境,可大大降低操作电源系统的投资,有利于加快电站建设的速度,并使运行维护工作大为简化。至于采用交流操作电源的可靠性问题,也是完全可以解决的。如果能从近区供电系统取得备用电源,就可解决可靠性问题;即使不能从近区供电系统取得备用电源,在发生事故负荷的情况下,交流电源的可靠性问题也不大,因为在机组甩负荷以后,调节保证计算要求水轮机的导叶关闭时间在 3~8 s,在此期间只要水轮发电机的励磁电源不消失,完全可以从水轮发电机的机端取得交流操作电源,供给断路器跳闸和关闭水轮机导叶。因此,我国有不少小型水电站采用了交流操作电源,例如河北省的西大洋水电站(1·3200 kW+3·3000 kW)、南关水电站(2·250 kW)、“八一”水电站(2·250 kW)、山交口水电站(2·125 kW+1·160 kW)等。

3 操作电源的优化设计

根据以上所述,在今后设计小型水电站时,对于操作电源的选择和设计,应根据电站的装机规模和单机容量的大小而定,既要考虑安全可靠,又要

兼顾节约投资、减少运行维护工作量。作者根据调查资料,经过技术经济比较,在此提出如下操作电源优化设计的建议:

a. 对于电站装机容量在 1 万 kW 及以下、单机容量在 3000 kW 及以下的电站,应优先考虑采用交流操作电源,因其投资最省,可靠性也能得到保证,运行维护工作量小,又不污染环境;其次应考虑采用直流 220 V 或 110 V 硅整流加 48 V 蓄电池组,这种方案的投资也较少,可靠性也很高,蓄电池可以采用 GM 型、镉镍蓄电池或汽车蓄电池中的任何一种。

b. 对于电站装机容量大于 1 万 kW、单机容量大于 3000 kW 的电站,则建议采用直流 220 V 或 110 V 蓄电池组,以保证其安全可靠,而且,在这样规模的电站中,其直流操作电源系统设备的投资占整个电站投资的比例很小。至于蓄电池的选型,则建议选择 GM 型、镉镍蓄电池或汽车蓄电池中的任何一种。

参考文献

- 1 季一峰.水电站·电气部分.第二版.北京:水利电力出版社,1984
- 2 湖南省水利电力勘测设计院.小型水电站.下册.北京:水利电力出版社,1983
- 3 谢凯旋.中小型水电站的直流电源设计.农田水利与小水电,1983(4)
- 4 胡宁.镍镉电池的选择安装及维护.华东电力,1994(4)
- 5 工厂常用电气设备手册编写组.工厂常用电气设备手册.上册.北京:水利电力出版社,1983

(收稿日期:1995-02-17)

(上接第 62 页)

税金按投标报价时的费率计算(按国家政策变动调整),这点一般能得到工程师的认可。

6 结束语

我国建筑工程索赔管理工作尚处于起步阶段,无论是业主、工程师、还是承包商,都面临着向国外学习、在实践中总结提高的任务。以上是笔者在工作实践中的一些认识和体会,不当之处,恳请指正。

参考文献

- 1 汪小全.建筑施工合同索赔管理.北京:中国建材工业出版社,1992
 - 2 傅兴民,黄励思.工程施工监理实务.北京:水利电力出版社,1993
- (收稿日期:1995-03-06)