

综合自动化技术对变电所设计与运行的影响

⑥
20-23

凌代俭 杨贵玉

(扬州大学 扬州 225009)

TM63

摘要 从变电所的设计出发,对变电所电气设备的选择、主接线方案的选择、运行管理方式的变化等方面进行了分析,提出用户变电所发展综合自动化技术已是大势所趋,是用户的需要,也是供电部门的需要。

关键词 变电所;综合自动化;设备选择;电源可靠性;管理方式

设计、运行

1 用户变电所现状及其发展

用户级变电所是电力系统中电能的最最终分配单元,在电能的分配中起着重要的作用,它们通常分布在各个企事业单位、商业单位、居民区等负荷较为集中处,一般建在使用单位内部,面向广大用户,在电网中占有相当大的比重。用户变电所的特点是出线多、负荷性质复杂、故障率高,因此,用户变电所是电网中事故多而直接影响生产和人民生活的部分。

变、配电设备是影响供电质量与可靠性的重要因素之一。近年来,在经济较发达地区,新建企业兴建变电所基本上一步到位,用户更看重技术较先进的设备甚至选用进口开关设备。对于发展相对较慢的地区,用户则倾向于较低档的配电设备,基本上以国产设备为主。影响供电质量与可靠性的另一个重要因素是配电自动化技术,它决定着是否能充分发挥配电设备的性能,并对其运行的可靠性提供保障。

在用户级变电所中,计算机技术的应用远不及 110kV 及以上系统中那样广泛与深入。一则由于用户级变电所故障不会影响系统运行的安全;再则由于经济原因,用户没有能力购买计算机控制的配电自动化设备,同样也很少有该类设备供用户选择。

随着经济的不断发展与企业间强烈竞争机制的形成,人们对供电质量、供电可靠性的要求越来越高,用户变电所将从目前的技术陈旧、高消耗、低效率的局面,逐步改变为高性能的变配电设备、高可靠性的配电网自动化技术与设备为基础的少人型或无人型变电所。

2 电气设备的选择

在电气设备的选择方面,能否实行电动操作对实现综合自动化非常重要。从多次变电所的改造中可知,如果设备原来就可以电动操作,那么就可以方便地利用远方单元来控制,而不需要再另设电动操作机构,控制的距离只是计算机通讯所需要考虑的,理论上,其距离可以是任意的。在新设计的变电所中,即使目前还没有需求,如果能考虑到供电的发展,对重要的进出线控制采用电动操作,这将对以后的改造提供很大方便。

2.1 变压器

变压器的操作主要是分接头的调节。在传统设计中,35kV 变压器一般采用有载调节,这样可以减少停电时间;而 10kV 用户大多使用空载调压变压器,空载变压器的电压调节必须停电操作。如果要求能实现自动调压或远方调压,就必须采用有载调压变压器。

随着科技的发展和人民生活水平的提高,劳动力的价格将大幅度上升,带来的影响是工厂的劳动效率将大大提高,全日制工厂的数量将下降,从而使部分地区的电压昼夜浮动幅度加大,调压的频率相应上升,而且调压的重要性也随之提高。当人们对供电质量的要求提高到一个新的层次时,有载调压将大范围使用。这不仅是发展综合自动化的需要,而且也是供电发展的需要。

变压器选择的另一个方面是类型。从用户的需求来看,中小型变电所都倾向于干式变压器,因为这种类型的变压器除了在过载能力上还有不足外,在运行维护等方面都要优越于油浸式变压器,在其监

视设施完备的情况下,能做到免维护。

2.2 断路器

断路器是变电所中的执行电器,其操动机构分电动与手动两种形式,其中 35 kV, 10 kV 电压等级的断路器都是采用电动执行机构,机构中设有手动操作环节,正常使用时都是以电动操作为主,以手动操作为辅,所以实现该类断路器的自动化操作是很方便的。在选择时只要考虑选用节能的轻型机构,对操作电源的要求不要过高即可。

380 V 断路器操动机构形式较多,国内生产的断路器中,800 A 以上的断路器均采用弹簧储能合闸机构,并附带设有人工储能操作机构;400 A 以上的断路器均采用电磁操作机构,人工操作机构是扳柄;200 A 及以下的断路器可以设电磁操作机构,也可以不设,而以手动操作机构为主。

在以往的变电所设计中,10 kV 及以上电压等级的断路器、380 V 电压等级中 400 A 及以上的断路器都采用电动或电磁操作,而 200 A 及以下的小型断路器都倾向于采用手动操作机构,即人工操作。随着综合自动化技术的推广,380 V 中的进出线也将列入其管理范围,一旦变电所中的常规值班人员被取消,自动操作则是唯一可选的操作方式,所以从长远来看,380 V 电压等级中所有断路器均应采用电动操作方式,而手动执行机构只能设置为辅助操作方式,只有在变电所出现重大运行故障或进行大修时,才会采用这种备用操作方式。

35 kV, 10 kV 断路器的保护是由保护装置完成的,380 V 断路器本身就有保护环节。近年来,低压断路器保护环节的性能越来越高,而且逐步实现微机化,特别是合资企业和外资企业中尤为如此,这对变电所的综合自动化是非常有利的。

2.3 熔断器

熔断器在配电系统中不可避免要使用到,但是熔断器的一个致命的弱点是一旦动作,就会造成永久性损坏,特别是用户的出线或居民区的生活用电中的熔断器一旦损坏,必须及时更换,否则将影响生产与人民生活。但是,要更换熔断器就必须设置维护人员,熔断器的使用数量越大,故障率越高,维护人员的数量就越大,这与综合自动化的目标是相左的,因此,必须采用可靠措施来弥补。

弥补的方法是对熔断器的使用加以限制,能不用熔断器的场合一般不使用熔断器,如变电所中补偿屏的总开关、用户的小容量出线等,可以采用电动操作的小型断路器,或采用可以重复使用的熔断器或限流线来替代;在生活区应该推广带重合闸的小型断路器。

2.4 断流能力

随着电网建设步伐的加快,电网的容量也在日益增加,预计未来电网的末端容量将远远比当前大,这给变电所中电气设备的选择增加了难度。目前断路器的断流能力相差很大,如 DW15 型断路器,常规小容量断路器的断流能力为 3 kA; 1 kA, 1.5 kA 的断路器为 40 kA; 2.5 kA 的断路器为 60 kA; 4 kA 的断路器断流能力最大,为 80 kA。电网的容量增大后,变电所中断路器的断流能力校验就不一定能合格,特别是小容量的断路器。目前对于小容量断路器的断流能力不足的补救方法就只能是对断路器实行降级使用了。

对于内部采用熔断器来补偿其断流能力的断路器,熔断器的熔断时间准确度不高,并且从供电部门的整定结果来看,总断路器动作时间往往取得较小,甚至采用速断动作方式,这样,熔断器会与总进线断路器在保护动作上竞争,从而造成越限动作,引起大面积停电,这种现象已经在一些中小型变电所中出现。

所以,电气设备的选择、保护的整定方式都应该相互协调,使得变电所的设备工作方式与综合自动化技术相一致。

3 主接线方案的选择

从运行角度来说,变电所主接线的选择方案不会有较大变化,下面仅说明变电所主接线方案的选择对综合自动化系统的供电环节所产生的影响。

变电所本身是需要控制电源的,传统设计中,除非十分必要,一般不在变电所中设置直流控制电源,其控制电源是从 380 V 低压母线上获得的,在正常运行时不会有太大影响,但是当变电所的出线发生短路时,就会出现母线电压下降,从而导致保护功能失常,这是很危险的,通常的补救办法是采用 CT 旁路跳闸的方式,即依靠短路时的强大电流来实现跳闸。对于复杂的电磁保护或微机保护来说,控制电源的可靠性是十分重要的。

3.1 自动化系统电源可靠性分析

图 1 为一个大中型工厂的 35 kV 直配变电所,可见,直配变电所的所用电是有可靠保障的,因为在 35 kV 进线侧设有两台所用变压器,35 kV 电压等级的供电可靠性较高,两路进线同时停电的可能性很小,因此,无论变电所本身是否在运行,至少有一台所用变压器在运行,可以给综合自动化系统提供可靠的电源。

在地区供电网或是中小型用户变电所中,使用 35 kV 电源的用户不多,大多数变电所都是 10 kV 进线,小型变电所还是单一进线,一旦供电部门要着手

实现地区性供电的综合自动化,并且实行少人化或无人化运行方式时,变电所的用电将会成为影响综合自动化技术实施的一个问题。

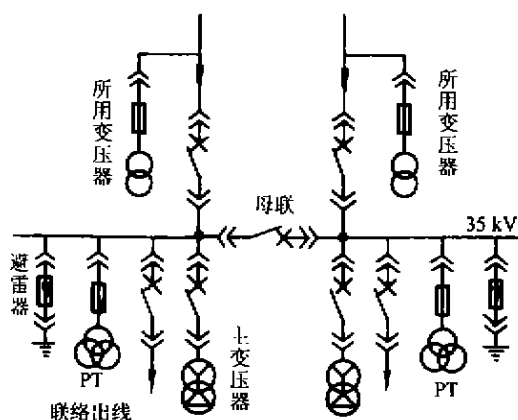


图1 35kV直配变电所

图2是一个大型变电所的10kV部分或中小型变电所。由图2可见,如果变电所两台变压器各自独立运行,则380V两条母线相互之间是独立的,如果两条10kV进线 L_1, L_2 都工作,并且各自带一台变压器,则380V的两条母线有完全的独立性,因而自动化系统的电源有很好的可靠性。但是,如采用一条10kV进线供电,甚至采用一台变压器工作,另一台备用,380V母线的独立性相对降低甚至没有了,一旦进线停电、变压器故障、负荷侧发生短路等,将使自动化装置失去工作电源。同样,变电所在准备投入使用时,也会出现没有操作电源的情况,因为两台主变压器都没有运行,380V母线也都没有电压,控制系统同样不能操作断路器,使变电所投入运行。

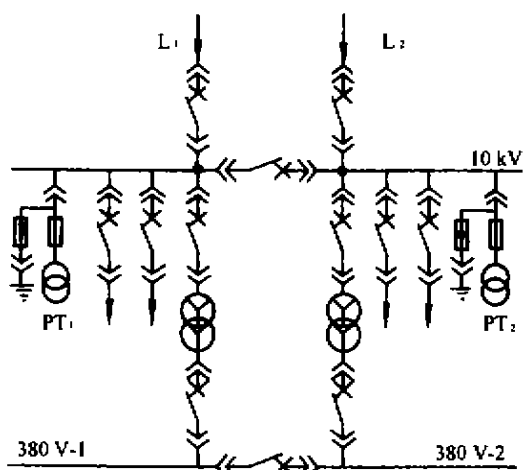


图2 10kV变电所部分

对于图3所示的小型变电所来说,由于进线只有一条,其控制系统的电源可靠性将低于图2中的变电所。当变电所采用了计算机保护后,由于保护动作是由计算机决策,而一旦变电所出现短路故障,所内的电压将会降低,这时,断路器就可能会因为操作

电源不足而产生拒动,从而使故障进一步扩大。

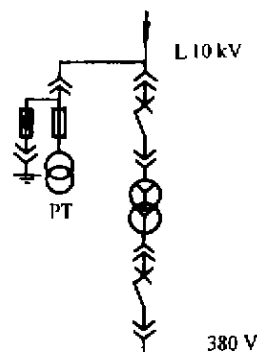


图3 小型变电所主接线

对于综合自动化系统来说,当进线有电,而系统内部因偶发性事件造成变电所停止运行时,控制系统应该有能力使变电所恢复运行。但从以上分析来看,中小型变电所可能会因为电源问题而不能实现综合自动化,因此,必须为自动化系统设置可靠的操作电源。

3.2 提高自动化系统电源可靠性的途径

为了提高自动化系统电源的可靠性,可以在变电所中设置直流电源,采用直流操作方案。但是直流电源的价格相当高,一般用户还难以承受这样大的投资。综合自动化技术实施以后,保护环节将由计算机保护装置取代,CT旁路跳闸的保护方式就不能再使用了,或只能作为后备保护,因而只能寻求电压源作为保护电源。

图2中,如果在进线侧设置两台所用变压器,则电源问题完全可以解决。同样,如果将测量PT设置在进线侧,只要PT的容量足够,完全可以作为断路器操动机构的操作电源。这样,在变电所运行之前,如果进线有电,PT就会提供操作电源,使得自动控制系统可以可靠地实现断路器分合闸操作,从而有效地解决电源的矛盾。这在设备配置上较容易做到,所要解决的只是防止母线的过电压问题,因为在成套设备中,用于防止母线遭受雷击过电压与断路器操作过电压的避雷器往往是与PT一起安装的。

对于图3所示的变电所,不要将PT安置于进线断路器的后侧,这样可以获得较可靠的操作电源。为了防御变电所内部的短路故障,可以采用失压脱扣器,在变电所的电压降低时,操动机构自动跳闸,再由控制机构实施试合闸操作,以消除瞬时性短路的影响。另一个方案是,设置专用的电容储能操作电源,在变电所电源大幅度降低的时候作为保护装置的跳闸电源。在进线跳闸后,PT自然会恢复供电。

3.3 PT的容量与电压

采用PT供电时,PT必须有足够的容量。从目前的产品来看,35kV PT每只都有2kVA的容量,只要

断路器不采用 CD 型操动机构,而代之以 CT 型操动机构,PT 完全可以给操动机构供电.资料表明,进口设备的弹簧操动机构的分合闸最大功率已经做到 300W 以下,这无疑给 PT 操作断路器带来更高的可靠性.

10kV PT 的最大容量已经做到了 1000 VA,而国产的操动机构最大功率消耗为 500 W,进口为 300 W 以下,因而,PT 也同样能满足操作要求.变电所在正常运行情况下,均从 380 V 母线上取得操作电源,从而不会长时间从测量 PT 上取用操作电源,因而也不会影响电压的测量精度.

因 PT 的输出电压为 100 V,而控制系统电源输入端一般为 220/110 V,因此当 PT 同时兼作操作电源时,要考虑电压的匹配问题.

4 运行管理方式的变化

在长期的变电所运行管理工作中,已经形成了一种以传统变电所为对象的管理方式,如操作票制度、操作监护制度、检修制度等,其特点是采用多个值班员互相监督的方式进行操作,它带有较强的经验与人为色彩.

在一些变电所实现微机控制和管理后,其值班、运行与管理方式都发生了很大的变化.由于变电所中的电气设备还没有完全实现电气化操作,所以形成了人工操作与电气操作并存的局面,如操作票仍在大量使用.

如果变电所中的电气设备都可以实现电气化操作,则无需人员到现场执行任务,在集中控制中心就可以进行几乎所有的常规控制.因为,我们可以在监控系统中配备专家系统、防误系统等,它们可以帮助用户很快地决策,关键时候还可以按事先设置好的方式进行自动操作.值班员不需要像在传统变电所总控室中那样来履行各种规范,也不必担心会出现误操作,因为有防误系统的在线监护,确保值班员的操作的准确性,计算机只是在会出现不同后果的情况下才征求用户的意见,由用户选择损失较小的操作方式来执行.

一旦综合自动化系统的完善性、可靠性都能满足要求时,运行管理制度中的各项内容,如值班员、操作员的资格确认和操作票的填写等工作,就可完全由计算机来完成.值班员只需要向计算机出示 IC 卡或输入密码,就可以在监控中心对无人值班变电所实施远方操作或控制,变电所将会在一种全新的运行管理模式下运行.

5 结 语

在用户变电所中发展综合自动化技术已是大势所趋,这不是单一的用户行为,它牵涉到供电部门、设计部门,甚至配电设备的生产厂家.发展综合自动化技术不仅是用户的需要,同样也是供电部门的需要,用户配电自动化水平提高,将会使供电部门的管理上升到一个新水平,并促使一个新的、高效率的供电服务模式的形成,该模式的明显特点是:人员大幅度减少,供电可靠性与运行水平大幅度提高,用户将不再大量设置运行与维修人员,其工作将由设备生产厂或其代理机构来完成,配电管理向网络化方向发展,整体效率提高,能耗降低,电网的运行将上升到一个新的水平.当然,形成这样一个体系还需要一个过程,但作为技术与开发部门,研制与开发适合我国国情的用户级综合配电自动化设备已是当务之急.

从已形成产品的综合自动化设备来看,运行监视、远方监测、远方操作、自动报表与负荷曲线等已成为该类装置的必备功能模块,并已形成了综合自动化的基本模式,能满足用户的基本要求.在系统构成上,包括进口产品在内,基本上采取分布网络与模块化设计相结合的模式.但各家的产品之间没有互换性,即开放性还不够;同时,该类产品类型较少,用户选择余地小.因此,该行业应该加强标准化工作,制定行业规范,同时进一步加强设备功能的开发,满足社会的需要.

参考文献

- 1 湖南省建筑电气设计情报网.民用建筑电气设备手册上册.北京:中国建筑工业出版社,1998
- 2 杨贵玉,江道灼.终端用户变电所实现综合自动化的研究.华东电力,1997(9):20~23
- 3 杨贵玉.终端用户变电所综合自动化系统的研究:[学位论文].杭州:浙江大学,1998

(收稿日期:1999-04-18 编辑:张志琴)

声 明

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”.作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付.如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理.