

汽轮发电机组应用“程序跳闸”的探讨

郭 斌^{1,2}

(1. 广州恒运集团公司, 广东 广州 510730; 2. 华南理工大学 电力学院, 广东 广州 510640)

摘要: 在简述“程序跳闸”方式利弊的基础上,从汽轮发电机组调速系统和保护系统的可靠性、机组运行的经济性及启动失灵的可能性等方面综合分析“程序跳闸”方式在汽轮发电机组上的应用,建议应慎重选择“程序跳闸”方式。

关键词: 程序跳闸; 汽轮机超速; 经济损失; 启动失灵保护

中图分类号: TM 774

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)02-0095-03

0 引言

《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB14285-1993)规定了某些保护可选择动作于“解列”或“程序跳闸”,另一些保护可选择动作于“解列灭磁”或“程序跳闸”,并建议一些动作于停机的保护宜采用“程序跳闸”方式^[1]。《大型发电机变压器组继电保护整定计算导则》(DL/T684-1999)也规定了“程序跳闸”的整定原则^[2]。

“程序跳闸”被认为能有效防止汽轮机超速^[3],但是,有很多保护不可能动作于“程序跳闸”,这些保护动作后,防止汽轮机超速将完全依靠汽轮机本身的设备及其保护。另外,“程序跳闸”会给机组重新启动造成很大经济损失,并且可能启动失灵保护扩大停电范围,因此,从必要性、可行性和机组运行的经济性几个方面综合分析“程序跳闸”方式在汽轮发电机组的应用,将有助于对“程序跳闸”方式的认识。

1 选择“程序跳闸”的保护量的情况

1.1 可选择“程序跳闸”的保护量

按 GB14285-1993 规定,可选择“解列”或“程序

收稿日期: 2005-08-24; 修回日期: 2005-11-15

跳闸”的保护量有:定子过负荷、转子表层过负荷、失磁;可选择“解列灭磁”或“程序跳闸”的有过励磁;建议采用“程序跳闸”方式的有 300 MW 及以上汽轮发电机定子过负荷、负序电流过负荷、定子铁芯过励磁、励磁电流异常下降或消失等异常运行方式^[1]。

1.2 不能采用“程序跳闸”的保护量

对于短路引起动作的保护量,不能采用“程序跳闸”方式。因为“程序跳闸”从保护动作到断路器跳闸,需要较长时间,而且时间长短不可预知和控制,对于短路故障而言,将会造成故障恶化,甚至会影响电网运行。因此,短路引起的保护动作,采用“停机”方式出口,即不管发电机所带负荷为多少,立即甩负荷,不考虑汽轮机是否超速。

GB14285-1993 还规定了过电压、励磁绕组过负荷等只动作于“解列灭磁”^[1],同样也不管发电机所带负荷为多少,立即甩负荷,不考虑汽轮机是否超速。

1.3 不推荐采用“程序跳闸”的保护量

GB14285-1993 第 2.2.6 条规定了过流或过负荷保护动作于“解列”^[1],因为这些过流或过负荷现象是异常运行工况,并不会立即危及设备安全,且解列消除了异常后还存在着重新并网的可能性,因此不需灭磁也没有停机。实际工作中,主变冷却器全停通常

Approach to detection and isolation of short-circuit fault for railway self-closing and run-through power lines

WAN Zhong-ze, LI Ji-rong, WANG Ling-xuan

(Handan Power Supply Segment, Beijing Railway Department, Handan 056002, China)

Abstract: According to the operation modes and features of railway 10 kV self-closing and run-through power lines, an approach to the detection and isolation of short-circuit fault for them is brought forward by using time-tag grouping. The fault currents are transformed into remote signals with time-tag and transferred upward, synthetically considering the currents passing through HV load switches before and after fault together with their locations in self-closing or run-through power line, master station groups the signals with time-tag to detect the short-circuit fault section. Programs are developed to isolate fault point automatically by remote switching off the load switches at both sides of fault point and switching on the correlative breaker in neighboring distribution station. Instance shows that the fault area can be isolated and restored power supply within 90 s.

Key words: time-tag; detection and isolation; self-closing and run-through power lines; short-circuit

也动作于“解列”,即只要保护一出口,不管发电机所带负荷为多少,立即甩负荷,不考虑汽轮机是否超速。

当然,这些保护也可动作于“程序跳闸”,问题是动作于“程序跳闸”将会影响机组运行的经济性,GB14285-1993不推荐这些保护动作于“程序跳闸”,可能是出于经济性的考虑。

1.4 过励磁不应该采用“程序跳闸”的分析

GB14285-1993第2.2.13条规定过励磁的高定值部分可动作于“解列灭磁”或“程序跳闸”^[1],但从原理上分析,过励磁动作于“程序跳闸”将可能严重危及设备安全。

按“程序跳闸”的定义,保护出口后是先关汽轮机主汽门^[1],并没有立即灭磁,即保护出口后过励磁仍然存在,持续时间的长短将取决于逆功率出现的早晚,这对于严重过励磁而言,可能会造成设备损坏。如果是机组处于起励还没并网阶段出现过励磁,动作于“程序跳闸”后关了主汽门,将使汽轮机转速下降,但由于不会出现逆功率,保护不会出口灭磁,发电机频率下降而励磁保持,会造成过励磁倍数上升,严重危及设备安全。

因此,过励磁不允许选择动作于“程序跳闸”。

2 选择“程序跳闸”的必要性

在电厂正常的停机操作中,都是先将机组负荷减到接近0,然后关闭汽轮机调门和主汽门,待发电机电能表停转或反转时将发电机解列,或由逆功率保护动作解列,这能有效地防止汽轮机超速,因此,继电保护若能按此程序动作,也能有效防止汽轮机超速,这就是强调继电保护采用“程序跳闸”的原因。1993年广州珠江电厂机组试运时出现了严重超速的情况,从而更加强调采用“程序跳闸”的必要性^[4]。

但是,正如上所述:有许多保护不允许采用“程序跳闸”方式,有些保护不推荐采用“程序跳闸”方式。这些保护动作后,不管机组原带多少负荷,均是立即甩负荷,不能顾及汽轮机是否超速。如果汽轮机本身没有可靠的调节系统和保安系统,则在这些继电保护动作后,就有发生超速事故的可能。

可见,“程序跳闸”有其局限性,防止汽轮机超速的任务不可能也不应该由“程序跳闸”来承担。

3 选择“程序跳闸”的可行性

从原理上分析,除了短路故障和过电压、过励磁不能采用“程序跳闸”方式,其他反应于异常的保护都可以采用“程序跳闸”方式。但是,“程序跳闸”涉及到要不要启动失灵的问题,如果“程序跳闸”必须启动失灵,那么,像过负荷这样的异常若动作于“程序跳闸”,则在断路器失灵的情况下会启动失灵,从而扩大停电范围,这样是否值得,需要研究。

3.1 “程跳逆功率”启动失灵保护的必要性

“程序跳闸”在电气保护中表现为“逆功率”和

“程跳逆功率”2种保护动作,有些观点认为“逆功率”和“程跳逆功率”都不应启动失灵,原因可能在于配置“逆功率”的主要目的是保护汽轮机尾部叶片而非发电机^[5-6];配置“程跳逆功率”的主要目的是防止汽轮机超速^[3]。实际上,如果汽轮机振动、胀差、润滑油压低等危急保护使汽轮机危急遮断系统(ETS)动作后,汽轮机主汽门关闭,若断路器失灵,“逆功率”和“程跳逆功率”都不启动失灵保护,则继续以接近于额定转速高速转动的汽轮机将造成致命破坏,因此从保护汽轮机的角度出发,“程跳逆功率”应该启动失灵;普通“逆功率”不启动失灵,以防止系统振荡时误启动失灵,而且普通“逆功率”也没有启动失灵的必要。

3.2 转子两点接地依靠“程跳逆功率”启动失灵保护的分析

转子两点接地会造成进一步破坏的绝缘损坏,应该使发变组保护动作,同时启动失灵保护。但是,应该启动失灵的“转子两点接地”实际上启动不了失灵,原因是保护动作于“停机”后,发电机灭磁,转子上的直流电压消失而感应了交流电压,“转子两点接地”保护在失灵保护延时出口前已返回,因此“转子两点接地”启动不了失灵保护。

“转子两点接地”动作后,主汽门关闭,由于断路器失灵,发电机进入逆功率状态运行,发电机转子感应了交流电压,因而在2个接地点出现感应的交流电流,两点接地不断恶化,可能冒出火花,后果如何,将取决于运行人员的判断和采取的措施,如果运行人员不敢果断地断开该发电机母线上的其他断路器,不排除氢冷发电机内部会发生氢气爆炸的可能,或者等到转子接地点恶化波及到定子时,才由其他保护启动失灵。转子接地电流还会使转子磁化,给修理造成困难。

另外,汽轮机在主汽门关闭后长时间在额定转速附近转动也可能导致尾部叶片损坏。因此,转子两点接地应该启动失灵保护,但此时能启动失灵保护的只有后续动作的“程跳逆功率”(若依靠失磁保护启动失灵,当母线电压高于整定值时,一般需延时15~30min^[7]),虽然会造成转子两点接地故障的延时切除,但延时长,能延时切除毕竟比不能切除好。

3.3 “程序跳闸”可能扩大停电范围

从以上分析,“程跳逆功率”必须启动失灵保护。

如果断路器失灵,对于定子过负荷、转子表层过负荷、失磁等保护量而言,若动作于“解列”,则保护动作后异常继续存在,但不至于会有即时的危害,运行人员还可以采取其他措施消除异常,如定子过负荷则减负荷、转子表层过负荷则降励磁或切换励磁系统、失磁则恢复励磁运行,成功的可能性很大,若无法处理,则手动跳开同一母线上的其他断路器;若选择动作于“程序跳闸”,则保护动作后会很快启动失灵,而这些保护量只不过是异常状态引起的,启

动失灵以致扩大停电范围,是不值得的。由以上分析可知,过励磁不能选择动作于“程序跳闸”,不再分析其通过“程跳逆功率”启动失灵保护的影响。

4 “程序跳闸”对机组运行经济性的影响

“程序跳闸”首先关闭主汽门,待逆功率继电器动作后再跳开发电机断路器并灭磁^[1],从保护动作到解列灭磁有一定的延时,延时长短取决于逆功率出现的早晚,因此能选用“程序跳闸”出口的保护,都不是会产生即时危害的故障,而只是异常运行状态,可见,这些保护对应的异常现象消失后,发电机存在着快速恢复运行的可能性,但汽轮机主汽门一旦关闭,就失去了快速恢复运行的可能性。按《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》,汽轮机热态启动前应连续盘车4 h以上才能重新冲转^[8],这就失去了快速恢复运行的可能性,机组至少4 h不能投入运行,盘车时段内还将消耗大量燃料和厂用电,增加了重新启动的成本,不但造成重大的经济损失,而且还影响电网正常供电。但如果选择“解列”,则机组甩负荷后,汽轮机调节系统可在几秒钟内使机组保持额定转速^[9],也就能在很短的时间内恢复机组运行。因此,从经济角度和供电可靠性考虑,选择“程序跳闸”宜慎重。

5 结论

稳定可靠的调节系统、保安系统,以及关闭快速、严密的主汽门、调速汽门、抽汽逆止门,是防止汽轮机超速的根本保证。正常停机时先关主汽门,待电能表停转或反转时将发电机解列,或利用逆功率保护动作解列,是防止汽轮机超速的操作手段。

部分反应于设备异常的继电保护,采用“程序跳闸”能有效地防止汽轮机超速,但必须付出很大的经济代价和失灵保护可能启动的代价;但对于很多反应于故障的继电保护而言,即使愿意付出经济代价和失灵保护可能启动的代价,也是不可能采用“程序跳闸”方式的,即如果汽轮机本身没有可靠的调节系统和保安系统,则在这些继电保护动作时,就有发生超速事故的可能。因此,防止超速事故的责任必须由汽轮机本身的调节系统和保安系统承担。在文献[8]中,也没有提到要继电保护以“程序跳闸”方式来

防止汽轮机超速。

综上所述,在考虑继电保护是否选择“程序跳闸”方式时应该慎重分析,从汽轮机调节系统和保安系统的可靠性、机组运行的经济性、启动失灵的可能性几方面综合权衡,以决定是否选择“程序跳闸”方式,同时应强调汽机专业和热工维护好汽轮机的调节系统和保安系统,不能将防超速的责任转嫁到继电保护的“程序跳闸”。

笔者建议,最好不要选择“程序跳闸”,但“程跳逆功率”应该保留。

参考文献:

- [1] 国家技术监督局. GB14285-1993 继电保护和安全自动装置技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [2] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. DL/T 684-1999 大型发电机变压器组继电保护整定计算导则[S]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [3] 王维俭. 发电机变压器继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,1998.
- [4] 钟沛流. 从珠江电厂2号机组超速运行看装设程序跳闸的必要性[J]. 电力自动化设备,2000,20(2):70.
ZHONG Pei-liu. The necessity of sequential trip—the overspeed operation of Zhujiang power plant unit2[J]. **Electric Power Automation Equipment**,2000,20(2):70.
- [5] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [6] 杜宗轩,邬晓刚,贾育康,等. 电气设备运行技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [7] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [8] 国家电力公司. 国电发[2000]589号 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求[S]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [9] 王国清,杨世斌,梁建勇,等. 汽轮机设备运行技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2004.

(责任编辑:柏英武)



作者简介:

郭斌(1970-),男,广东汕头人,工程师,硕士研究生,主要从事发电厂生产管理
工作(E-mail:gzguobin@163.com)。

Discussion on application of “sequential trip” for turbine generator

GUO Bin^{1,2}

(1. Guangzhou Hengyun Enterprises Holding Ltd., Guangzhou 510730, China;

2. Electric Power College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The advantages and disadvantages of “sequential trip” are introduced in brief. The applications of “sequential trip” in turbine generator are synthetically discussed from the reliabilities of speed regulation system and protection system, economy of operation, possibility of actuating breaker failure protection and so on. It is suggested that the “sequential trip” should be cautiously selected.

Key words: sequential trip; turbine over-speed; economical loss; actuating breaker failure protection