

转子一点接地时励磁系统转为手动调节的分析

许登健

(广东粤华发电有限责任公司, 广东 广州 510731)

摘要: 阐述了发电机发生转子一点接地故障时励磁系统由自动调节转为手动调节的必要性,并以黄电 #5 机为例,分析励磁转为手动调节后对发电机稳定、电力系统电压稳定以及继电保护的影响,指出规程上增加转子一点接地故障时励磁系统转为手动调节是可行的。

关键词: 转子; 一点接地; 励磁; 手动调节

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)16-0084-02

1 转子一点接地时励磁系统转为手动调节的必要性

发电机转子绝缘破坏时,发生的转子一点接地故障对发电机不够成直接的危害,但励磁回路对地电压将有所升高,最高的可达正常时的 2 倍(接地点在滑环附近时),进一步危及转子绝缘,有可能接着发生危害严重的转子两点接地故障。对此,规程上的要求仅限于立即查明故障点的位置与性质,如系稳定性金属接地的,则立即停机。但是,如果在停机前电力系统发生了故障,自动调节的励磁系统将自动增加励磁,甚至以 2 倍励磁电压强励,励磁回路对地电压由此上升,强励时最高的可达正常时的 4 倍,在转子绝缘已存在故障的情况下,这将严重地危及转子绝缘,增加转子两点接地的风险。因此,励磁系统是有必要在转子一点接地时退出自动调节,转为手动调节的。

2 励磁系统转为手动调节对电力系统稳定影响的分析

2.1 发电机静态稳定问题

励磁系统自动调节可以等效地减少发电机电抗,提高发电机功角稳定。黄电 #5 发电机为交流励磁机系统,励磁自动调节时发电机最大电磁输出功率按发电机的暂态电动势 E_q 为常数计算,静态稳定储备高,而励磁手动调节时最大电磁输出功率按发电机空载电动势 E_q 计算,静态稳定储备低。正常运行时 #5 发电机有功 $P = 300 \text{ MW}$,无功 $Q = 100 \text{ MVar}$,按图 1、图 2 参数,发生转子一点接地时励磁由自动调节转为手动调节后,静态无功储备将从 206% 变成 30%。

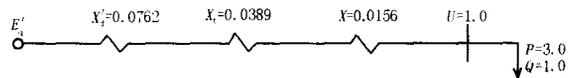


图 1 励磁系统自动调节回路参数

Fig 1 Parameters of automatic adjustment circuit in excitation system

$$X_{d\Sigma} = X_d + X_t + X = 0.1307$$

$$E_q = \sqrt{\left[U + \frac{Q \times X_{d\Sigma}}{U} \right]^2 + \left[\frac{P \times X_{d\Sigma}}{U} \right]^2} = 1.2$$

$$P_m = \frac{E_q \times U}{X_{d\Sigma}} = 9.18$$

$$K = \frac{P_m - P}{P} \times 100 = 206\%$$

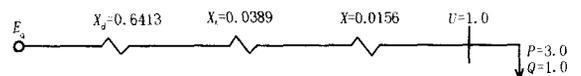


图 2 励磁系统手动调节回路参数

Fig 2 Parameters of manual adjustment circuit in excitation system

$$X_{d\Sigma} = X_d + X_t + X = 0.6958$$

$$E_q = \sqrt{\left[U + \frac{Q \times X_{d\Sigma}}{U} \right]^2 + \left[\frac{P \times X_{d\Sigma}}{U} \right]^2} = 2.7$$

$$P_m = \frac{E_q \times U}{X_{d\Sigma}} = 3.88$$

$$K = \frac{P_m - P}{P} \times 100 = 30\%$$

可见,励磁手动调节后静态稳定储备只有 30%,为了静态稳定性不至于下降,这时发电机应避免在高功率因数下运行,可采取适当多发无功、保持低功率因数、减少功角的运行方式,提高静态稳定储备。例如将发电机有功从 $P = 300$ 降至 $P = 100$,无

功从 $Q = 1.0$ 升至 $Q = 2.0$, 即发 100 MW 有功、200 MVar 无功, 同理计算, 此时静态稳定储备将从 30% 升到 258%, 已是励磁自动调节时的静稳水平。

2.2 发电机暂态稳定问题

自动调节的励磁系统能有效地减少了发电机与电力系统间的电气距离, 当电力系统出现短路故障时, 励磁系统自动地增加励磁, 如果机端电压低至 85% ~ 90%, 将进行 2 倍额定励磁电压的强励, 迅速大幅度地增加励磁电流, 增大发电机空载电动势 E_0 , 加大发电机输出的电磁功率, 从而提高发电机的暂态稳定性。但是与静稳不同的是, 提高暂态稳定首要的不是考虑电气距离, 而是如何尽快地切除产生暂态稳定问题的源头 - 短路故障, 降低发电机电磁功率与机械功率的差额, 减少功角上的加速面积, 增加减速面积。

电网上快速切除故障的保护 (结合自动重合闸) 在提高暂态稳定方面起着首要的、决定性的作用。目前黄电所在 220 kV 电网的保护都是微机型双重化的, 能做到在短路发生后 0.06 s 切除故障, 其中 0.02 s 为保护动作时间, 0.04 s 是断路器动作时间, 此外再结合上述有功减至 100 MW、无功增至 200 MVar 的措施, 暂态时已能大大地减少加速面积, 增加减速面积, 故此, 转成手动励磁的发电机暂态稳定性已经有了很好的保障。

2.3 电力系统电压稳定问题

发电机励磁系统响应速度快, 对保证电力系统电压稳定、防止电压崩溃起着重要的作用。由于电压不稳定的过渡时间比较长, 可能达十几分钟或更长, 而发电机转子电流和定子电流过负荷能力一般为十秒至几分钟, 发电机提供的无功功率为此受到限制。另据 05 年黄电所在的广州电网的无功电压情况, 部分地区电压水平偏低的原因主要在于变电站电容器容量配备不足, 电容器可投率和投入率不高, 个别发电机的无功调节对系统无功电压的作用是有限的, 根据无功调节现场试验, 黄电发电机无功对系统电压的影响只是 0.25 kV / 10 MVar。此外, 上述的发电机无功从 100 MVar 增至 200 MVar 不但提高了静态稳定, 也利于系统无功电压, 手动调节励磁对系统电压稳定的影响已减到很小。

3 励磁系统转为手动调节对继电保护影响的分析

励磁系统自动调节的作用是提高了发电机过流保护的可靠性。当发电机短路, 特别是机端短路时, 因

机端电压的迅速下降, 使短路电流快速衰减, 短路点离机端越近, 衰减越快越大, 可能使发电机过流保护不会动作, 从而失去保护的作用。自动调节励磁系统能够在机端短路电压降到整定值时进行强励, 帮助发电机恢复机端电压, 使短路电流不至于衰减得太快, 让过流保护灵敏动作。

当励磁系统改为手动调节而失去强励时, 一是 #5 发电机配置了双重化的差动速动保护, 切除机端短路故障的可靠性高, 可以在短路电流还没多少衰减时近于 0 s 切除故障, 过流保护动作的机会小; 二是可以采用图 3 所示的低电压记忆过流保护, 在励磁系统改为手动调节的同时, 投入过流记忆功能, 即使无强励过流保护也能正确动作。

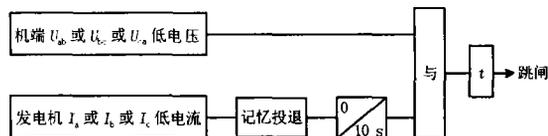


图 3 低压记忆过流保护逻辑

Fig 3 Overcurrent protection logic with low-voltage memory

4 结束语

发生转子一点接地后, 首先应考虑保护发电机, 如果引发转子两点接地短路, 将导致转子偏心变形, 发电机剧烈振动, 严重时转子及汽机叶片磁化, 甚至烧毁转子, 这无论是对电厂还是供电紧张的电网都是重大的损失。综上分析, 转子一点接地时励磁系统转为手动调节对发电机稳定、系统电压稳定、继电保护的影响都可以减至很小, 规程上可以增加转子一点接地时励磁系统转为手动调节的要求。

参考文献:

- [1] 李光琦. 电力系统暂态分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1995.
LI Guang-yi Power System Transient Analysis [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.
- [2] 程浩忠. 电力系统无功与电压稳定性 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
CHENG Hao-zhong Power System Reactive and Voltage Stability [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2006-07-18

作者简介:

许登健 (1972 -), 男, 继电保护工程师, 工学学士, 主要从事电力企业技术管理工作。E-mail: xudengjian@hppp.com.cn

牵引变电所综合自动化系统功能探讨

柯迪民

(铁道第四勘察设计院,湖北 武汉 430063)

摘要: 牵引变电所综合自动化产品应包括如下几部分基本功能:监控系统、微机保护子系统、备用电源自投控制、变电所综合自动化系统的通信任务。该文根据铁路牵引变电所的特点探讨了无人值班对综合自动化产品基本功能要求。

关键词: 牵引变电所; 综合自动化; 功能; 监控

中图分类号: TM734 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)16-0086-03

0 引言

目前,我国电力系统中、低压变电所普遍采用了综合自动化技术,部分变电所还实现了无人值班。实践证明:综合自动化技术的采用提高了变电所全面的技术水平和管理水平,提高了安全、可靠、稳定运行水平,降低了运行维护成本,提高了经济效益,促进了配电系统自动化。

铁路牵引变电所目前普遍存在着以下问题:建设时往往存在选址困难的问题、运营时存在运行维护费用高的问题、事故时故障不易判别的问题。因此,为了适应电气化铁路建设的发展需要,提高牵引变电所自动化运行管理水平,牵引变电所综合自动化技术将成为一种发展趋势,这样还能使牵引变电所减少占地、缩减人员编制,实现向技术要效益的目的。

目前国内已经有多家公司的牵引变电所综合自动化产品通过了鉴定,部分铁路局已开始使用这些产品,但至今还没有颁布一个牵引变电所综合自动化产品的技术标准。笔者根据自己多年的铁路变电运行管理经验,结合牵引变电所运行管理的实际情况,总结了牵引变电所综合自动化产品应包括如下几部分基本功能:监控系统、微机保护子系统、备用电源自投控制、变电所综合自动化系统的通信任

务,下面分别细述这些功能。

1 监控子系统

监控系统用来取代常规的测量系统,取代指针式仪表;改变常规的操作机构和模拟盘,取代常规的告警、报警、中央信号、光字牌等;取代常规的远动装置。其功能应包括:

1.1 数据采集

a 模拟量的采集:包括 27.5 kV 母线电压;主变压器电流、有功功率、无功功率、功率因数;电容器电流、无功功率、功率因数;馈线电流、有功功率、无功功率、功率因数;系统频率;主变压器油温;直流电源电压;所用变压器电压等;

b 开关量的采集:包括断路器状态、隔离开关状态、继电保护动作信号、运行告警信号等;

c 电度量的采集。

1.2 事件顺序记录 SOE

包括断路器跳合闸记录,保护动作顺序记录。

1.3 故障记录、故障录波和测距

1.4 操作控制功能

操作人员可通过 CRT 屏幕对断路器和隔离开关(电动)进行分、合闸操作;能接受遥控操作命令,进行远方操作;还应保留人工直接分、合闸操作手段。

Analysis of manually adjusting excitation system when rotor one-point earthing fault

XU Deng-jian

(Yuehua Power Generation Co., Ltd, Guangzhou 510731, China)

Abstract: This paper introduces the necessity of manually adjusting the excitation system when rotor one point earthing fault. Taking Huangdian 5# as an example, it analyses the influence on generator stability, power system voltage stability, and relay protection by the manual adjustment. It is feasible that manually adjusting excitation system when rotor one-point earth fault is added in Regulation.

Key words: rotor; one-point earth; excitation; manual adjustment