

电力行业管理与执法实务全书

电力安全管理 (四十四)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 册

定价: 2560.00 元(本卷 16.00 元)

目 录

◎一起由铁磁谐振引起的变电站事故	1
◎导叶偏转的原因处理方法及防范措施	5
◎对一起误操作事故的反思	8
◎标准检修电源箱的研制	12
◎YC5 型液压机构故障诊断专家系统	15
◎倒闸操作过程中的主要危险点及实时控制	18
◎保证发电设备安全运行之我见	21
◎安全考核必须严格以责论处	25
◎远红外成像技术在邹县发电厂的应用	29
◎推行状态检修的几项重点工作	34
◎更换阻尼电阻须防高压触电	38
◎电厂在役压力容器的耐压试验	40
◎利用人体感官检查设备故障	46
◎开展技术革新解决安全问题	49
◎低频低压自动减载装置的一点改进	52
◎对提高班组安全活动质量的几点建议	53
◎如何开展好班组的事故预想工作	58
◎班组要推行各项标准做法	60
◎网改工作中的安全防范措施	63
◎配电线路带电作业方式及安全防护(续完)	64

◎电流互感器二次开路的原因分析与查找处理	67
◎电机的温度与温升	72
◎2001 年度《电力安全技术》工作会议在厦门召开	76
◎对防范人身伤害事故综合性措施的探讨	78
◎对城乡配网改造后安全运行管理工作的建议	89
◎大亚湾核电站防火门管理改进	98
◎新安装电压互感器二次接线的检验方法	102
◎剖析电力线路工作挂接地线的几个技术问题	106
◎监控机上的防误操作	110
◎广州蓄能水电厂工作安全管理探索	115
◎怎样做一个称职的安全监督人员	123
◎一起液态排渣炉膛爆炸事故的分析	132
◎一起隐性误操作事故分析	139
◎两次主变保护误动作原因查找及防范	141
◎小现场人身伤亡事故的预防	146
◎隐瞒事故应从严查处	151
◎油浸电缆终端的漏油处理	152
◎落实班组安全日活动的思考	155
◎关于《安规》(发变电部分)第 19 条的修改意见	159
◎配电线路跨步电压触电事故的预防	162
◎改进接地刀闸安全色预防带地刀合闸事故	167
◎个人保护接地	172

◎海勃湾发电厂实现安全生产 2200 天	177
◎绥中发电厂 2 号机组通过国电公司达标复检	178
◎福建漳平电厂简介	179
◎“零点起步”好	180
◎韶关发电厂 10 号炉顶棚密封改造	182
◎对开展状态检修的一些建议	184
◎DP19 露点仪测试中的一个问题	190
◎室内 GIS 检修应注意的几个问题	192
◎SYXZ 型调压机构连调档位故障处理办法	195
◎现场高压试验工作的规范化管理	196
◎以制度化、规范化促进马营变安全生产管理	201
◎接地线线路工人的生命线	204
◎班组管理者应当好“三种人”	207
◎对《安规》个别条款的探讨	209
◎《安规》需增加工作票“双会签”内容	212

◎一起由铁磁谐振引起的变电站事故

目前,我国电力网的母线电压互感器绝大部分是电磁感应型的,等效电路为可变电感与一中值电阻串联。110kV 以上的断路器大部分都带有均压电容。母线对地自然形成一电容,母线对地电容与母线电压互感器并联。断路器均压电容与电压互感器的联接与设备的运行方式有关,它们串、并联后可能导致母线系统发生铁磁谐振。过电压将损坏设备,造成电网事故。

1 某变电站的事故过程

某变电站有 150MVA 的三圈变压器 2 台,220kV 出线 3 回,110kV 出线 9 回,110kV 电气主接线为双母线。

图 1 某变电站 110kV 线路启动前的运行方式

1997 年某日,该站的 2 条 110kV 新出线投产及 1 条 110kV 出线大修完毕欲试运行。空出 110kV II 段母线及 2 号主变准备对 3 条 110kV 线路充电,母联开关处于冷备用,1 号主变接于 I 段母线上带其余 110kV 出线供电。充电操作过程如下:电源通过 2 号主变对 110kV II 段母线、12PT、线路 WL1、WL2、WL3 充电;充电完成后,断开 3 条线路及 2 号主变的断路器 102、105、108、109,以上 4 台断路器均处于热备用状态,12PT 刀闸没有拉开。14:50,对侧 110kV 甲站

给 WL1 充电, 准备用 12PT 与 I 段母线的 11PT 核对相序。此时发现 II 段母线电压表指针大幅摆动, AB、BC 间电压达 150kV 以上, 12PTA 相的金属膨胀器盖弹出。切断 WL1 对侧 110kV 甲站开关后, 决定停止其它启动操作, 将 2 号主变的开关 102 转接至 I 段母线备用, 操作顺序是先合 1021 刀闸后断 1022 刀闸。15:30, 合上 1021 刀闸时发现 II 段母线电压表指针剧烈摆动, 12PTA 相爆炸起火, 立即手动切断 1 号变 3 侧开关, 事故消除。此次事故使 6 个 110kV 变电站失电。

事故后检查发现: 12PTA 相内部线圈有短路, B、C 两相内部线圈的绝缘局部受损; 12PT 上方架空线 B 相和 C 相有短路痕迹, 烧了几只绝缘子; II 段母线避雷器的 B 相和 C 相计数器各动作 1 次; 1 号主变 110kV 侧中性点接地软铜线熔断; 1 号主变的 101 断路器 B 相和 C 相油色变为碳黑, 1 号主变的零序过流保护和相间过流保护动作; 故障录波仪动作; 录取到过电压和故障电流。同时 6 个失电变电站的 7 台主变另序过流保护也动作。

2 事故分析

2.1 由对侧 110kV 甲站给全长仅 8km 的 WL1 充电, 本站 105 处于热备用状态, II 段母线电压表指示值为 1.4 倍额定电压, 12PTA 相膨胀器盖弹出, 可以证实

有铁磁谐振过电压产生且 12PTA 相已损坏。其等效电路。

E 为 2 号变 110kV 侧相电势, E' 为 110kV 甲站电源相电势;

C_2 、 C_5 、 C_8 、 C_9 为 SW4~110/1250 开关的均压电容 900PF;

C_0 为 II 段母线对地电容, 大约 500PF;

L 为 12PT 的电感, 额定电压时 $X_L \approx 2.5M \Omega$

由于线路对地的电容远大于 900PF, 因此与 900PF 串联后仍约为 900PF。

WL1 的对侧 110kV 甲站开关未合时, 等值电路。

所以电路不会谐振。

WL1 的对侧 110kV 甲站开关合上时, 在 2 号主变 110kV 侧与甲站供电的 WL1 同相位时, 开关 102、105 的母线侧可视为等电位。

电路极易谐振, 实际发生谐振且损坏了 12PTA 相。

2.2 由于 12PTA 相已损坏, 用 1021 刀闸对 II 段母线充电时, 12PTA 相发生爆炸, A 相接地产生强大的单相短路电流, 将 1 号主变 110kV 侧中性点接地软铜线烧断。110kV 系统中性点不接地, 1 号主变不向接地点供短路电流, A 相接地使 B、C 两相对地电压升高为线电压。与该站 110kV 相连的其它 6 个变电站 7 台

主变的中性点接地。7 台变压器的 B、C 相绕组承受线电压，其电压向量及磁通向量。外站 7 台主变向本站 12PTA 相接地点供短路电流的流向。由于外站各主变的 A 相外部单相短路，过电流使本站 I 段母线的 B、C 相电压也严重下降，B、C 两相绕组的电压值并没有升高，铁芯没有发生过饱和现象，受 A 相爆炸火球引起的 B、C 相架空线短路自行熄弧，因而只烧了几只绝缘子。最后由主变相间过流保护动作跳断路器 101。1 号主变 110kV 侧中性点引线烧断，使起动的零序电流保护返回。在烧断过程中，间歇电弧引起非故障相对地过电压，使 B、C 相避雷器放电间隙动作，计数器计数。

图 3 变压器 B、C 相绕组电压及磁通向量图

图 4 短路电流流向图

3 结束语

3.1 认识产生母线铁磁谐振的条件，测试系统的各种运行参数，以“定量”法判断母线是否安全，以“预防”法制定母线运行操作方式。

3.2 母线铁磁谐振的电压幅值并不太大，且有零序电压，及时发现和处理一般不会损坏设备，因此可装设母线零序过电压的瞬时预告信号，以便运行人员及时发现。

3.3 在母线充电倒闸操作过程中，若电源断路器由冷备用转热备用时母线产生铁磁谐振，则应立即将此断路器转运行以消除谐振。在母线停电倒闸操作过程中，若电源断路器由运行转热备用时母线产生铁磁谐振，则应立即将其返回运行状态，将母线电压互感器刀闸断开后，再操作电源断路器。

3.4 设计时应考虑连接线的热稳定。

3.5 对设备充电应使用断路器。

◎导叶偏转的原因处理方法及防范措施

黄河进入汛期后，河水不但含沙量高而且飘浮大量的杂物，这些杂物有一部分通过机组进水口的拦污栅进入蜗壳。机组在停机中或调整负荷时就可能造成导叶剪断销剪断。自 1996 年大峡水电站投产以来，4 台机组每台每年平均要更换 2~3 个剪断销，且每次剪断总发生在蜗壳鼻端的几个导叶上，其中有 2 次造成导叶严重偏离活动范围。导叶剪断销剪断，不但严重影响机组正常运行，也给日常维护工作增加了困难。下面就 2000 年 10 月发生的一起导叶偏转的原因、处理方法及预防措施进行介绍。

1 概况

大峡水电站 4 台水轮发电机组，水轮机型号为 ZZ(F23)~LH~700，发电机型号为 SF75~68/11350。

混凝土蜗壳的断面形状是“T”形，蜗壳包角为 225° 。导叶传动为叉头传动机构。导水机构为径向式，共有 32 只活动导叶。导叶为标准对称叶型，每隔一个导叶布置一个剪断销及信号器，且设置档块。

2000 年 10 月，工作人员在检查 2 号机组水车室振动较大的原因时，发现 1 号导叶剪断销已剪断。2 号机组当时负荷为 75MW，导叶开度 72%，水头 26m（已连接运行 5 天）。经过进一步检查，发现信号器虽已被剪断但并未有信号反馈至中控室，1 号导叶已向正常关闭位置偏转 60° 左右，且在该处明显能感觉到振动较大。

2 导叶偏转的原因

根据机组的运行情况和现场观察分析，造成导叶偏转有以下几个原因。

2.1 剪断销信号器没有发信号

检查发现，信号器虽已断裂，但其接点并未断开，所以中控室就反映不出导叶剪断销被剪断的信息，致使剪断销不能及时更换。此时导叶已不受传动机构的控制，在水流冲击下向关闭方向转动。

2.2 档块焊接不牢固

导水机构安装技术要求规定：装有剪断销的导叶应设置档块，档块的位置根据导叶在全关和最大可能

开度时的位置确定，并与导叶臂留有 2~3mm 间隙。检查发现挡块已掉落。这样，在没有档块限位的情况下，导叶自由转动的范围进一步扩大。

2.3 对异常现象没有深入调查

在发现剪断销剪断的前 3 天，巡回人员反映 2 号机水车室振动较大，但因为 2 号机当时负荷为 52MW，所以没有引起重视，致使导叶长时间在自由状态下被水冲击，发生严重偏转。

3 处理方法

3.1 机组切至手动运行时，应与运行人员密切联系，在调整导叶开度时要注意观察其它转动部件的工作情况，发现异常应立即停止调整工作。

3.2 在不能确定导叶实际位置时，应查看图纸及相关资料。在弄清具体情况后，用千斤顶顶住导叶臂进行调整。调整时，要防止被相邻导叶卡住。

3.3 由于导叶是对称型叶型，其进水边受水冲击力较出水边大，所以应在尽可能大的导叶开度下进行调整。

3.4 如果导叶被卡死而不能恢复原位，就需要落进水口闸门停机，进入蜗壳检查，进行处理。切不可强行用转动其它导叶来带动其转动的办法处理，否则会造成传动机构部件损坏而扩大事态。

4 预防措施

4.1 检查剪断销信号器是否合格，必要时进行破坏性试验。

4.2 检查挡块焊接是否牢固，对焊接不牢固的要进行加固处理，使其真正起到作用。

4.3 巡回检查要认真仔细，对巡回中发现的异常现象要深入观察，不放过任何一个安全隐患。

4.4 加强清污工作的管理。

◎对一起误操作事故的反思

某 500kV 变电站，采用一又二分之一结线方式，2 台相关开关的 CT 次级接成和电流方式。运行人员在进行其中一组开关停运倒闸操作过程中，采用先短接后断开 CT 端子压板的操作方式，造成主变差动保护动作，跳主变三侧开关的误操作事故。

1 事故经过

该站 1 号主变 500kV 侧甲开关，须停役更换操作机构的空压机。调度令：将 1 号主变甲开关从运行改为开关检修。由当班副值接令并填写操作票，经当班正值和值长审核无误后，接调令开始操作。操作开始时，由副值操作，正值监护，值长及该站另一值班人员进行现场检查与配合。模拟预演后，立即进行实际操作，当操作到第 9 项“将 1 号主变保护屏 I 甲开关

CT 端子 1SD 短接”时，由于副值第一次进行这种 CT 端子的操作，不熟悉情况，于是正值亲自操作，按自己的习惯方法，将 C 相 CT 端子先短接一相，接着拆除一相。在 C 相操作完毕后，值长来到保护室，认为正值的操作方法不对，应该先三相短接后，再拆开连片，并亲自操作。先用备用连接片将 1SD 端子全部短接后，再拆除原来的连接片，此时没有发生问题。操作第 10 项：“将 1 号主变保护屏甲开关 CT 端子 6SD 短接”；此时由值长监护，正值操作。当正值短接到第三片连接片时，1 号主变谐波制动纵差保护动作，高、中、低 3 侧开关全部跳闸。

2 事故直接原因

这次事故的直接原因是值班员的技术业务素质偏低，对操作的 CT 回路不了解，在 1 号主变差动保护未停用的情况下，采用错误的方法短接甲开关 CT 次级电流端子，致使运行中的乙开关 CT 次级同时被短接，造成差动回路中产生相当于负荷电流二次值的不平衡电流，引起 1 号主变谐波制动纵差保护动作，使主变开关跳闸(正确的操作方法应该逐一将 CT 二次侧连片取下，再切至水平短接位置)。

3 对事故的反思

这次事故的经过和原因都很简单，但从事故中暴

露出来的问题值得反思。

3.1 安全意识淡薄，执行规章制度不严肃

安规第 24 条 规定：“操作中发生疑问，应立即停止操作，并向值班调度或值班负责人报告，弄清问题后，再进行操作”。此次操作中，值长、正值、副值 3 人均在现场，值长和正值对操作的顺序方法已经产生疑议，对此在场人员无一人提出中断操作，也未认真思考，更没有请教技术人员、翻看图纸或查阅规程，把问题弄清后再进行操作。而是盲目指挥、盲目服从、盲目操作，以致错误操作方法未能得到纠正，产生了严重的后果。事故暴露出现场人员的安全意识是如此的淡薄，对规章制度的执行是如此的不严肃。从目前发生的事故来看，人员安全意识淡薄，工作中不严格执行规章制度，占了所发生事故的一半以上，这是在安全工作上需要化大力气的的一个主要方面，也是做好安全工作的切入点。

3.2 习惯性违章群体化严重

这次操作，根据安排是由副值操作，正值监护。但由于副值对 CT 压板操作不熟悉，正值不是教操作方法，而是放弃监护人的作用，擅自动手操作。当值长来到操作现场，对正值的这种违章行为不是给予制止，反而取代操作人和监护人，擅自操作，并在随后

的操作中，临时变更操作人和监护人。对这一系列的违章行为，在场人员竟无一人提出疑议，更谈不上制止违章行为。目前现场作业中发生的违章现象，不光是个体行为，而且存在大量群体违章倾向，这给反违章工作带来了一定的难度。要防止这种倾向的蔓延，关键在于加强职工的安全意识和遵章守纪的自觉性，特别要加强对班组长和业务骨干的安全意识培育，充分发挥骨干们遵章守纪的模范带头作用，形成良好的安全生产氛围。

3.3 现场技术培训不能满足实际操作的需要

虽然在变电站投运前对值班员进行了操作培训，但针对一些较为少见的操作步骤、方法培训不够；值班人员变动后，对新值班员的培训未能及时跟上。重视操作技能的培训，对理论知识的培训重视不够，以致值班员对设备或接线的原理不清，只知其然而不知其所以然。从而导致操作时操作方法不熟悉，对操作中发生的问题不能正确解决。这个问题，在目前带有一定的普遍性，从发生的误操作事故分析可以看出，每次误操作事故的发生，并没有很多的技术原因，而更多是因人员的责任心不强，实际操作能力不能满足需要。因此，必须引起高度重视，重点加强人员现场实际操作技能、操作水平的培训，提高人员的动手能

力。

3.4 管理上存在漏洞，留下了事故隐患

该站继保规程对这类CT端子的操作有具体要求，明确要将CT端子拆开并短接。但在站内的典型操作票中则是“将1号主变保护屏甲开关CT端子6SD短接”，没有明确将CT端子拆开，给值班人员的理解和操作带来疑惑，留下了事故隐患。多次的变电互查、安全检查，重视了“两票”的合格率，对操作票的内容检查研究得不够，这也是需要反思和改进的。要解决这个问题，就要求管理人员在安全管理、技术管理等方面力戒形式主义，认真务实，切实为生产一线创造良好的工作环境。

◎标准检修电源箱的研制

低压触电事故绝大多数是由于当事人缺乏低压用电知识，自我保护能力差而引起的。但也有很多是由于低压用电设施简陋，不能实现对用电者的可靠保护和用电者一旦触电缺少有效的与电源隔离的措施而引起的。为了保护低压用电者的安全，减少低压触电事故的发生，浙江省电力公司在1997年实行安全管理标准化时，由丽水供电局承担了标准化检修电源的研制开发。

1 标准检修电源箱的研制目标