

电力行业管理与执法实务全书

电力安全管理 (六十二)

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

◎铁岭地区 220kV 线路鸟害分析及防范措施	1
◎给水泵电机烧瓦事故分析及防范措施	7
◎机组加负荷时锅炉安全门动作原因及改进	10
◎悬垂线夹磨损引发的架空避雷线掉线及防范	13
◎故障的分类及应用	15
◎高压单相电缆的白蚁防治及维护	18
◎100MW 发电机定子漏水原因及对策	21
◎300MW 机组 EH 系统常见故障原因及处理	24
◎对电网公司安全管理的一点建议	28
◎“收工点评”当提倡	34
◎对县级农电企业安全管理工作的几点建议	35
◎变电职工岗位基本技能测试	38
◎配变运行中渗油故障不可忽视	45
◎设备巡检中的“望、闻、问、切”	48
◎供电企业班组安全活动方式方法初探	50
◎邯郸供电公司	58
◎锅炉过热器二级减温器裂纹原因分析及对策	59
◎重合闸启动回路的改进	63
◎淮北电厂 670T/H 锅炉灭火保护动作疑点分析	66
◎如何做好反习惯性违章工作	68

◎现场安全工作应做到“六要”	71
◎作业安全措施票的运用	72
◎事故异常及未遂的控制	76
◎制定危险点控制预防卡	80
◎做好线路班班前会工作的一些体会	81
◎安全生产中的一些问题及对策	85
◎电力企业的安全监督工作	91
◎送电线路防污、防雷的综合治理	98
◎降低国产 200MW 氢冷发电机氢气湿度	104
◎引风机振动增大原因的诊断与处理	109
◎再热蒸汽母管泄漏事故分析及处理	114
◎湖南电网 220kV 全站失压事故分析	119
◎420T/H 无烟煤锅炉改造前后的运行分析	125
◎压缩空气干燥除油装置在电厂中的应用	130
◎电力安全管理十个“紧与松”	133
◎落实反措确保安全	136
◎变电站安全管理浅谈	137
◎火电厂实施状态检修的探讨	140
◎定冷水系统漏氢事件的处理	148
◎汽轮机机头热工取样渗油的处理办法	152
◎防止循环水泵进水喇叭口衬套损坏的措施	153
◎无人值班变电站运行中存在的问题及改进措施	156

◎防止变电运行人为责任事故的措施	161
◎发电企业气体钢瓶的安全管理	164
◎高处作业的“护身符”	167
◎电力企业信息系统的整体防雷保护	168
◎动力电源快速备用投入控制装置的应用	174
◎提高热控保护系统可靠性的建议	178
◎监控中心遥控操作安全技术措施	185
◎完善培训机制孕育电力人才	189
◎线路检修时的工作许可问题	193
◎如何杜绝检修工作中的违章行为	195

◎铁岭地区 220kV 线路鸟害分析及防范措施

近几年铁岭地区 220kV 线路鸟害事故频发，已经危及到系统的安全、稳定运行。虽然采取了一些必要的防范措施，但效果不明显，安装了防鸟措施的线路短时间内又相继发生鸟害故障，甚至刚刚安装完防鸟措施的线路在几天内又发生数次鸟害故障，所以有必要对发生鸟害的各种因素和客观原因进行分析。

1 铁岭地区鸟害故障分析

1.1 基本情况

铁岭地区 1985-2003 年的鸟害故障共发生 34 次，共性特点为：

- (1)天气晴，无大风、暴雨；
- (2)横担(或挂线点)有弧光烧伤痕迹；
- (3)导线或绝缘子有不同程度烧伤(现场鉴定可以运行)；
- (4)在横担上或其它部位有鸟粪痕迹；
- (5)单相接地，重合成功。

1.2 鸟害故障的原因

鸟害造成线路故障的原因通常有以下 5 种：

- (1)在横担上做窝过程中，鸟类叼着树枝等物落在导线间或导线与横担间造成短路或接地；
- (2)大鸟在相间飞行造成短路；

(3)杆塔上的鸟巢与导线间距离过近，由于阴雨天气或其他原因，会引起接地；

(4)大鸟在绝缘子挂线点处排粪，粪便顺绝缘子串淌下，造成接地；

(5)大风、暴雨天气时，鸟巢被风吹散触及导线，造成接地。

经过调查，在本地区线路上筑巢的鸟类是俗称叫“鸟鹰”的猛禽，体型约30cm，主要以老鼠、蛇等小动物为食。自然环境的破坏、生态环境的改变，人为因素的影响等诸多原因迫使鸟类在线路杆塔上筑巢。

结合19年来线路跳闸的基本情况，用排除法经过综合分析，在铁岭地区造成鸟害故障跳闸的原因主要是上述

(1)和(4)二项。

1.3 鸟害故障与线路相关作业的关系

1985-1992年间线路上只是进行正常巡检，未进行过全线清鸟巢作业。1993年后随着被动式除鸟巢工作的开展，鸟害故障反面居高不下。根据多年的送电线路运行客观规律，发生鸟害后清除鸟巢的工作不可取，应具体情况具体分析对待，因为鸟巢被拆除后，并没有消除鸟的存在，对“鸟鹰”这类猛禽来说，它有自身的活动范围，并不会因鸟巢拆除而死亡和飞离

此地，而是选择原地和附近重新筑巢，如 1997-04-01 清大线 158 号 A 相和 1997-04-09 清虎线 159 号 C 相，1998-09-11 清虎乙线 187 号 C 相和 1998-09-13 清虎甲线 188 号 C 相相继发生的鸟害，就是在前一次鸟害后，采取了清除鸟巢的措施，而不到几天内发生第二次鸟害，即为鸟重新筑巢所造成的。人为拆除鸟巢后，使鸟重新筑巢，增加了鸟类往返杆塔间的次数，加大了发生鸟害故障的频率。

但如果线路故障是由于鸟巢对导线距离不够造成的，必须拆除。

1.4 鸟害故障的多发时间段

排除人为影响外，鸟类自身的习性，也是造成故障发生的因素之一。如每年春季的筑巢产卵孵化过程和候鸟迁移中，造成线路鸟害发生的必然。历年鸟害故障按月分布如表 1 所示，全年 12 个月中，每年的 3，4，5 和 9 月份所发生的鸟害故障占全年的 80%，其中仅 4 月份 1 个月就占全年的 56%，而 4 月份也是产卵孵化的季节，鸟在鸟巢附近活动频繁。此外根据铁岭地区线路分布平面图，结合历年 9 至 10 月份线路鸟害故障情况分析，能够摸清候鸟迁移路径，因故障线路的地理位置为杆塔附近有水、有森林，特别适应候鸟休息，恰好杆塔成为休息的最佳地点，可以肯定地

说历年 9 至 10 月线路鸟害故障都是侯鸟休息排粪造成。

鸟害发生的时间，以全天 24h 分段统计，显示每天的 03:00~07:00 为鸟害发生的高峰时期。

1.5 鸟害故障与特定线路的关系

在近 20 年的时间内，34 次鸟害，故障涉及 9 条线路，其中同杆塔并架的清虎乙、清牛、牛虎线被统计为一条，其鸟害发生次数占全部跳闸线路的 46%，其次为清虎丙线占全部跳闸线路的 15%。

1.6 铁岭地区鸟害故障的防范对策

综合上述分析，铁岭地区鸟害故障的原则性对策如下：

(1)减少人为因素对鸟害故障的影响，有选择地进行清除鸟巢工作；

(2)控制住鸟害发生的特定时期，即控制住每年的 3、4、5 和 9 月份和当月每天的 03:00~07:00，能消灭 85%以上的鸟害故障；

(3)利用合理有效的各种控制措施，对 220kV 清虎乙、清牛、牛虎、清李、清铁及清虎丙线进行专项整治，能降低鸟害故障的 82%。

2 各种防鸟措施在铁岭地区的使用情况

自有鸟害故障以来，就有了防鸟措施，经过十几

年的各种防鸟措施在线路上的应用，主要在铁岭地区使用的防鸟措施为防鸟盖板、防鸟刺、防鸟滚轮、MWP-10 绝缘子的采用及反光驱鸟器。这些防鸟措施的安装使用，在短时期内也起到一些作用，但是经过长时间的运行，存在着诸多问题。

(1)防鸟盖板的采用，经过长期运行作用不明显，据分析鸟在杆塔上排粪不绝对在绝缘子上方，有部分安装防鸟盖板的杆塔就又发生鸟害故障，因为鸟在横担上排粪，同样可以造成导线对横担放电。另外防鸟盖板不利于检修作业，上、下绝缘串非常不方便，同时由于安装工艺不佳(8号铁线绑扎)和长期风雨造成锈蚀，防鸟盖板基本退出线路运行。

(2)防鸟刺的应用，从经济运行和其它方面综合考虑，运行效果较其它防鸟措施明显，它能防止鸟落在绝缘子上方排粪，但它防护距离有限。防鸟刺不能过大，过大同样造成检修作业不方便。目前在线路广泛应用。

(3)防鸟滚轮在短时期内起到防鸟作用，但使用过程中还是受锈蚀的影响，使防鸟滚轮轴承锈住，反而方便鸟在其上站立，目前不再使用。

(4)MWP-10 绝缘子在防鸟方面只起辅助作用。在今年刚刚加装完绝缘子的清牛、牛虎、清虎乙线上短

短的几天内连续发生 2 次鸟害故障，所以说 MWP-10 绝缘子在防鸟害上作用不明显。

(5) 反光驱鸟器是近期在线路上使用的一种防鸟措施，利用太阳照射反光，同时利用鸟对防鸟器本身色彩的强烈刺激来实现惊鸟作用，在铁岭地区应用效果还有待于观察。

应该说，各种防鸟措施的更新采用都是有作用的，只不过在残酷的自然条件下，一切生物都是为生存而斗争，鸟更不例外，它会在自然选择，即适者生存的作用下不断地去适应，经过一定时间的适应后，防鸟措施就不再起作用。所以为更好地做好防鸟工作，各种防鸟措施应在一定时期内进行轮换，只有不断地变化，才能收到理想的效果。

3 防鸟措施新思路

原采用的防鸟措施全部为被动式的，即所应用的防鸟装置是不让鸟在横担上停留，使鸟不能在横担上排粪，达到防鸟作用。以下是笔者在防鸟措施方面的新思路：

(1) 采用一种主动式防鸟装置，此种装置从飞机场超声波驱鸟装置上借鉴，即利用现在所掌握的鸟害发生的特定地区、特定时间、特定线路等资料，制作一种超声波发生装置(该声波只对鸟起作用)。有关技

术要求如下：

- ①利用鸟类无法接受的声波达到防鸟作用；
- ②该装置体积不应过大，作用范围应保护本基杆塔，即 5~10m 的直径范围；
- ③应有可靠的电源，可更换，最好采用太阳能蓄电池板供电，太阳能板还可起到反光驱鸟器的作用；
- ④采用时间装置设定发生时间和条件，在特定时间内发声驱鸟；
- ⑤再进一步可加装红外传感装置，当鸟飞近到范围内，激发发声装置达到驱鸟作用。

(2)研制一种让鸟爱落的装置，安装在杆塔合适的位置，使其不在导线挂线点或上方落脚，降低鸟排粪诱发故障的几率。

◎给水泵电机烧瓦事故分析及防范措施

神头第二发电厂 2 号机组采用 INFI90DCS 控制系统，机组负荷实现 AGC 控制。2002-07-09，AGC 指令由 430MW 上升至 450MW，司炉启动 6 号磨煤机，其后，锅炉热负荷、主汽压力直线攀升，主汽压力最大达到 18.3MPa，过热器安全门动作。在其后的 3 个月，先后又发生同类型事故 2 次。

1 事故原因分析

安全门动作的直接原因是锅炉的出力太大，造成

主汽压力快速升高，直至超过安全门动作限值，其间接原因是机组的协调控制系统在设计上存在缺陷，加负荷期间启动磨煤机导致锅炉出力增加过量。

机组的协调控制系统是采用 DEB400 为核心的控制方案，在原有的设计方案中没有考虑对磨煤机启停进行动态补偿。机组配套使用的磨煤机要求有最低的启动煤量 26t，当启动 1 台磨煤机时，这些煤粉将迅速投入炉膛，这个扰动是非常剧烈的。

当机组负荷增加时(特别是当负荷为 420MW 左右时，一般需要再启动 1 台磨煤机)，一方面协调控制系统要求增加已经运行的磨煤机的出力，同时运行人员将再启动 1 台磨煤机，这两个方面将同时造成煤量的增加。前者增加的煤量是依据负荷变化需求计算出的，它没有考虑再启动 1 台磨煤机所造成的煤量增加，这样实际给煤量的增加将超过负荷变化的需求，锅炉出力也将超过汽机需求，主汽压力迅速上升，同时由于主汽压力的增加，主汽流量相应也要增加，往往造成机组负荷超过 AGC 指令，汽机高调门向关方向动作，更加剧了主汽压力的升高。

以上事故暴露出两个设计上的问题：

- (1) 没有对磨煤机启停进行相应的动态补偿；
- (2) 汽机侧对主汽压力的调整力度不足。

2 改进措施

针对以上问题，进行了以下改进：

(1)设计了磨煤机启停的动态补偿回路，以前馈的形式加入到燃料自动控制系统中。具体的设计思路是当1台磨煤机启动或停止所造成的给煤量变化将由其它已经运行的磨煤机予以平衡，保持总的给煤量基本不变。这样设计后对运行中突然掉磨煤机的事也可以予以及时补偿，将造成的影响降到最小。

这个方案的大致思路是：根据当前磨煤机的运行台数和前一刻的磨煤机运行台数确定是否有磨煤机启动或停止。如果发生了磨煤机启动或停止，将触发相应的补偿计算回路，该计算回路包括动态和静态两部分，动态回路是一个微分环节，在一段时间后输出为0，静态回路将计算出一个恒定值，以上二者之和作为运行的磨煤机进行出力调整的指令。其中动态回路的设计是为了强化补偿的效果，静态的调整力度（其中的X与Y）可以通过试验确定，从而使已运行的磨煤机进行合适的补偿。

(2)增加汽机侧对主汽压力的兼顾调整作用。现有的协调控制系统中机侧是以负荷为主要的调整参数，但是当主汽压力超限，机组安全运行受到影响时，机侧也应当对主汽压力进行调整。在原有的设计中有

主汽压力抑止汽机阀门开度的环节，但是为了保证负荷，其调整的作用非常小。这次通过试验，增加了这个环节的作用力度，使其在主汽压力急剧变化时机侧也参与调整。

以上两项措施的实施，有效地解决了机组负荷变化时启停磨煤机引起主汽压力超限的问题。自改造后一直未发生同类型事件。

◎机组加负荷时锅炉安全门动作原因及改进

神头第二发电厂 2 号机组采用 INFI90DCS 控制系统，机组负荷实现 AGC 控制。2002-07-09，AGC 指令由 430MW 上升至 450MW，司炉启动 6 号磨煤机，其后，锅炉热负荷、主汽压力直线攀升，主汽压力最大达到 18.3MPa，过热器安全门动作。在其后的 3 个月，先后又发生同类型事故 2 次。

1 事故原因分析

安全门动作的直接原因是锅炉的出力太大，造成主汽压力快速升高，直至超过安全门动作限值，其间接原因是机组的协调控制系统在设计上存在缺陷，加负荷期间启动磨煤机导致锅炉出力增加过量。

机组的协调控制系统是采用 DEB400 为核心的控制方案，在原有的设计方案中没有考虑对磨煤机启停进行动态补偿。机组配套使用的磨煤机要求有最低的

启动煤量 26t，当启动 1 台磨煤机时，这些煤粉将迅速投入炉膛，这个扰动是非常剧烈的。

当机组负荷增加时(特别是当负荷为 420MW 左右时，一般需要再启动 1 台磨煤机)，一方面协调控制系统要求增加已经运行的磨煤机的出力，同时运行人员将再启动 1 台磨煤机，这两个方面将同时造成煤量的增加。前者增加的煤量是依据负荷变化需求计算出的，它没有考虑再启动 1 台磨煤机所造成的煤量增加，这样实际给煤量的增加将超过负荷变化的需求，锅炉出力也将超过汽机需求，主汽压力迅速上升，同时由于主汽压力的增加，主汽流量相应也要增加，往往造成机组负荷超过 AGC 指令，汽机高调门向关方向动作，更加剧了主汽压力的升高。

以上事故暴露出两个设计上的问题：

- (1) 没有对磨煤机启停进行相应的动态补偿；
- (2) 汽机侧对主汽压力的调整力度不足。

2 改进措施

针对以上问题，进行了以下改进：

(1) 设计了磨煤机启停的动态补偿回路，以前馈的形式加入到燃料自动控制系统中。具体的设计思路是当 1 台磨煤机启动或停止时所造成的给煤量变化将由其它已经运行的磨煤机予以平衡，保持总的给煤量

基本不变。这样设计后对运行中突然掉磨煤机的事故也可以予以及时补偿，将造成的影响降到最小。

这个方案的大致思路是：根据当前磨煤机的运行台数和前一刻的磨煤机运行台数确定是否有磨煤机启动或停止。如果发生了磨煤机启动或停止，将触发相应的补偿计算回路，该计算回路包括动态和静态两部分，动态回路是一个微分环节，在一段时间后输出为 0，静态回路将计算出一个恒定值，以上二者之和作为运行的磨煤机进行出力调整的指令。其中动态回路的设计是为了强化补偿的效果，静态的调整力度（其中的 X 与 Y）可以通过试验确定，从而使已运行的磨煤机进行合适的补偿。

(2) 增加汽机侧对主汽压力的兼顾调整作用。

现有的协调控制系统中机侧是以负荷为主要的调整参数，但是当主汽压力超限，机组安全运行受到影响时，机侧也应当对主汽压力进行调整。在原有的设计中有主汽压力抑止汽机阀门开度的环节，但是为了保证负荷，其调整的作用非常小。这次通过试验，增加了这个环节的作用力度，使其在主汽压力急剧变化时机侧也参与调整。

以上两项措施的实施，有效地解决了机组负荷变化时启停磨煤机引起主汽压力超限的问题。自改造后