

牵引供电事故案例

分析与预防

邓清华 李本虎 编

QIANYIN GONGDIAN SHIGU ANALI FENXI YU YUFANG

中国铁道出版社

牵引供电事故案例分析与预防

邓清华 李本虎 编
汲万本 审

中国铁道出版社

2006年·北京

内 容 简 介

全书分四章,简单介绍了阅读本书事故案例所必须掌握的基础知识,详细记述并分析了人身伤亡事故、供电事故、轨道车事故的典型案例,并提出了预防性措施。

本书可供现场工人学习,也可供技术、安全专职人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

牵引供电事故案例分析与预防/邓清华,李本虎编. —北京:中国铁道出版社, 2001. 6(2006. 8 重印)

ISBN 7-113-04200-7

I. 牵… II. ①邓…②李… III. ①电气化铁道-供电-事故分析②电气化铁道-供电安全-措施 IV. U223. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039094 号

书 名:牵引供电事故案例分析与预防

著作责任者:邓清华 李本虎 编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:王风雨 编辑部电话:(路电)021—73139(市电)010—51873139

封面设计:马 利

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本:787×1 092 1/32 印张:5. 875 字数:136 千

版 本:2001 年 6 月第 1 版 2006 年 8 月第 3 次印刷

印 数:8 001 ~ 11 000 册

书 号:ISBN 7-113-04200-7/U · 1152

定 价:10. 80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:(路电)021—73169,(市电)010—63545969

前 言

1961年8月15日,我国第一条电气化铁路宝(鸡)成(都)线宝(鸡)凤(州)段建成通车,填补了我国电气化铁路的空白。

40年来,我国电气化铁路飞速发展,电气化铁路从山区走向平原,从单线走向复线,总里程已达1.46万km。

如何安全、可靠、不间断地向电力机车提供质量良好的电能,并最大限度地压缩人身伤亡事故,牵引供电事故,轨道(吊)车、作业车、检测车所引发的行车事故,减少对运输的干扰,这一问题十分迫切地摆在了从事牵引供电工作者的面前。

为解决上述问题,作者在从事牵引供电工作20余年经验的基础上,翻阅了某铁路分局1961年至2000年供电调度值班日志,收集整理了大量典型事故案例,对人员触电伤亡、高坠伤亡及其他原因引起的人员伤亡事故,供电、机务及其他原因引发的供电事故和轨道车事故进行了分析,提出了预防措施,以防止类似事故再次发生。

为使初涉电气化铁路的职工也能借助本书了解事故案例,本书在介绍事故案例前,增加了基础知识部分,并阐述了容易发生故障的因素。

本书在编写过程中,曾得到了郑州铁路局周志刚、西安分局陈宇生、刘建民、刘德福、李西明等同志的热心帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

二〇〇〇年十一月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 牵引供电基础知识	1
1. 牵引变电所	1
2. 牵引变压器	1
3. 油断路器	1
4. 六氟化硫断路器、真空断路器	2
5. 电压互感器、电流互感器	3
6. 避雷器	4
7. 接地装置	4
8. 主变压器保护	5
9. 接触网悬挂方式分类	9
10. 三跨非绝缘锚段关节	9
11. 四跨绝缘锚段关节	11
12. 线岔	12
13. 区分绝缘器与分相绝缘器	13
14. 定位装置	14
15. 吊弦	15
16. 中心锚结	15
17. 接触网补偿装置	16
18. 绝缘子	17
19. 承力索	17
20. 接触线	18
21. 支柱	18

22. 隔离开关与电连接	19
23. 附加导线	20
24. 垂直“天窗”、V形“天窗”	23
第二节 电力机车	23
25. 电力机车概述	23
26. 电力机车分类	24
27. 电力机车受电弓	24
第三节 安全基础知识	26
28. 工 作 票	26
29. 安 全 帽	27
30. 安 全 带	28
31. 高空作业	28
32. 高压、低压及铁路电压等级	28
33. 安全电压	29
34. 跨步电压	29
35. 人工呼吸法	29
36. 整备作业	30
37. 行车中断	30
38. 耽误列车	30
39. 占用区间	30
40. 占 用 线	30
41. 进 路	31
42. 挤岔子、轨道车冒进信号或越过警冲标	31
43. 轨道车溜入区间或站内	31
44. 刮坏供电设备或货物坠落损坏供电设备	31
45. 弓网故障	31
46. 打 弓	32
47. 刮 弓	32

48. 刷网	32
49. 脱轨	32
50. 冲突	32
51. 一般事故	32
52. 险性事故	33
第二章 人身伤亡事故案例分析与预防	34
第一节 人身触电事故案例分析与预防	34
1. 不听指挥擅自下网,新工 1 人触电身亡	36
2. 违反隔离开关检修程序造成操作人员 1 人 触电死亡	37
3. 误登有电设备造成工作领导人触电死亡	38
4. 误拉隔离开关导致 2 人触电,1 人死亡、1 人 重伤	39
5. 事故处理不要命令,擅自上网导致 1 人触电 死亡	42
6. 违章拆除电连接线导致 1 人触电死亡	43
7. 带电作业地面人员与接触网上人员直接用手 传递工具导致 2 人触电受伤	44
8. 拆除隔离开关操纵杆方法不当导致地面 1 人 触电受伤	45
9. 带电检修货物线区分绝缘器未通知车站造成 1 人触电轻伤	46
10. 接地线位置错误导致操作人员 1 人触电 重伤	47
11. 误接命令抛线验电导致 1 人轻伤	49
12. 私自上杆处理补偿绳导致 1 人触电重伤	50
13. 误认信号抛线验电并接地线危及人身安全	51
14. 操作人四跨处触电受伤	52

15. 供电调度匆忙送电至作业区段对人身群体安全构成严重威胁	53
16. 擅自上网摘取油漆桶导致 1 人触电死亡	55
17. 代他人消令错误送电至作业区段险些酿成多人触电恶果	56
18. 一系列违章导致操作人超越作业范围触电坠落	57
19. 操作人由上行无电区进入下行有电区触电高坠死亡	59
20. 违反消令程序导致接触网工 1 人被电弧烧伤	60
21. 违章拆除抛线感应电导致 1 人死亡	62
22. 地线位置错误感应电导致操作人 1 死 1 伤	63
23. 擅自停电配合工务餐车顶作业感应电导致 1 人死亡	65
24. 跨步电压导致接触网工 1 人死亡 2 人受伤	66
25. 操作人触及 10 kV 电力线路摔下身亡	67
26. 抬车梯不慎触及 10 kV 电力线路导致 3 人死亡 2 人重伤	68
27. 车梯触及 10 kV 电力贯通线导致推车梯 1 人触电受伤	69
28. 带电作业触及无线列调电话线导致操作人死亡	70
29. 吊车副司机擅自上车顶确认烟筒状态触电身亡	71
第二节 人身高坠事故案例分析与预防	72
30. 不系安全带造成 1 名接触网工高坠身亡	72
31. 安全带钩别开导致操作人高坠受伤	73

32. 棒式绝缘子折断导致操作人摔下重伤	74
33. 安全带所系位置错误导致 2 名操作人高坠 受伤	74
34. 操作人作业超出车梯框架范围未系安全带高 坠受伤	76
35. 车梯底座不平倾倒导致操作人高坠重伤	76
36. 车梯轮子不良,作业时倾倒导致 2 人受伤	77
37. 推行速度过快车梯掉道导致操作人高坠 受伤	78
38. 硅合成绝缘子钢帽脱落导致操作人高坠 受伤	79
39. 车梯框架变形重心偏移倾倒导致操作人 高坠受伤	79
40. 受力工具不良导致操作人高坠受伤	80
41. 接地线作业未系安全带导致 1 人高坠重伤	81
42. 杉木杆倾倒导致操作人受伤	82
43. 未确认道岔方向将车梯推翻导致操作人 摔下受伤	82
44. 推车梯方法错误导致车梯掉道操作人高坠 受伤	83
45. 事故抢修人员从车梯向机车顶部跨越时高 坠重伤	84
46. 带病登高除锈涂漆导致操作人高坠身亡	85
47. 跳下支柱摔断腿骨 1 人重伤	86
48. 休息不好登高作业操作人高坠重伤	87
49. 违章断线操作人高坠重伤	88
50. 事故抢修时操作人车顶扔腕臂将已带下 受伤	89

51. 技术比武铁塔倾倒导致操作人受伤	90
第三节 其他原因人身伤亡事故案例分析与预防	90
52. 机车撞挂车梯伤及作业组成员	91
53. 公路上推倒车梯砸伤推车梯人员 1 人	91
54. 接触线断线弹打接触网工头部造成 1 人 受伤	92
55. 机车撞飞车梯底座砸死作业组成员 1 人	93
56. 列车撞挂车梯 1 名接触网工被砸死亡	94
57. 不停车抓拾掉落地线 1 人受伤	95
58. 带电作业电力机车受电弓将操作人从接触网 上刮下导致操作人死亡	96
59. 防护不当导致重型轨道车撞击车梯 3 人 受伤	98
60. 基坑坍塌导致挖坑者 1 人死亡	99
61. 棕绳拉断线盘翻转坠落砸死 1 人砸伤 1 人	100
62. 避让列车位置错误导致列车撞死作业人员 1 名	101
63. 车梯框架掉物砸伤抬车梯人员 1 名	102
64. 带电作业调机撞车梯造成 1 名操作人员触 电受伤	103
65. 卸车措施不周支柱挤伤卸车人员	103
66. 楔形紧线器断裂造成 1 人重伤	104
67. 加长立柱开焊砸伤 1 名操作人员	105
68. 事故抢修出事故铁塔倾倒砸伤 1 名作业 人员	106
69. 车梯碰挂吊索线夹致车梯倾倒砸伤 1 名作 业组人员	107

第三章 牵引供电设备事故案例分析与预防	109
第一节 供电原因事故案例分析与预防	109
70. 值班员私自改变倒闸操作程序造成供电臂 失电	109
71. 断续放电导致上部固定绳烧断、承力索严 重烧伤	111
72. 下部固定绳松弛发生弓网事故	111
73. 隔离开关状态不良,合闸后接触网无电造成列 车停车事故	112
74. 焊接处脱开烧毁钢轨与吸上线连接板	113
75. 带负荷操作隔离开关,隔离开关爆炸酿成 事故	114
76. 供电线跳线烧断影响行车40 min	115
77. 定位坡度不足打坏机车受电弓刮坏接触网 设备	116
78. 错误认为吸流变压器漏油属正常现象导致吸流 变压器在运行中烧坏	117
79. 埋入杆件脱落酿成弓网事故	118
80. 避雷器爆炸导致接触网失电列车被迫停于区 间酿成事故	119
81. 运行中隔离开关引线线夹触及新架承力索,新 承力索载流烧断	119
82. 水平拉杆绝缘子脱落导致设备严重损坏	120
83. 棒式绝缘子折断构成事故	121
84. 多项因素导致接触线、承力索烧断事故	122
85. 无“天窗”设备严重失修,同日内2台区分 绝缘器击穿	123
86. 接触线接头线夹抽脱酿成事故	124

87. 馈线接地影响供电3 h多	125
88. 绳子短接绝缘子中断供电1 h 25 min	1265
89. 设计问题导致下锚承力索磨断发生事故	127
90. 硅橡胶绝缘子老化击穿酿成事故	128
91. 加强线烧断中断供电1 h 49 min	129
92. 定位线夹断裂酿成事故	130
93. 跨线桥下承力索隔断用光棒绝缘子被砸受损 断裂酿成事故	130
94. 材质不良接触线断线酿成事故	132
95. 承力索终端锚固线夹缺陷导致承力索落地 酿成事故	132
96. 限制管脱落受电弓钻入接触网上方,接触 网、受电弓双双遭受破坏	133
97. 工作支抬高不够发生钻弓事故	134
98. 定位脱落造成弓网事故	135
99. 承力索主导电回路烧断发生事故	135
100. 软尾巴松开拉出值变大发生事故	136
101. 电连接安装不良坠落酿成弓网事故	137
102. 悬挂绝缘子脱落酿成事故	138
103. 吊弦烧断酿成弓网事故	138
104. 弹性吊弦磨断脱落酿成弓网事故	139
105. 中间支柱处两接触线不等高受电弓钻弓酿成 事故	140
106. 非工作支抬高不够、定位线夹歪斜打坏受 电弓,刮坏接触网设备	140
107. 坠砣落地发生弓网事故	141
108. 坠砣卡于角钢上失去补偿发生事故	142
109. 分段绝缘器不水平发生弓网事故	143

110. 线夹装歪、引线太长引发事故	143
111. 线锚角钢下滑酿成弓网事故	144
112. 下部固定绳拉杆脱落酿成事故	145
113. 加强线设计不合理酿成事故	145
114. 支柱烧毁倒地导致机车大破酿成事故	146
115. 拉错断路器导致供电设备烧损设备酿成 事故	147
第二节 机务原因引发的供电事故案例分析	
与预防	148
116. 机车升双弓短接区分绝缘器烧断接触线	148
117. 机车受电弓状态不良引发弓网事故	149
118. 受电弓材质不良刮坏接触网设备	150
119. 滑板侧磨刮坏接触网设备酿成事故	150
120. 机车弓头严重倾斜刮坏接触网设备	151
121. 机车受电弓支持绝缘子击穿烧断接触线	152
122. 误合隔离开关烧断接触线	152
第三节 其他原因事故案例分析与预防	
123. 篷布绳松脱酿成弓网事故	153
124. 老鼠短接 3 YH 支持绝缘子导致全所 中断供电	154
125. 推土机撞断支柱酿成事故	155
126. 大树倾倒导致承力索烧断	156
127. 货物超限撞断接触网支柱酿成事故	157
128. 工务拨道变超高引发弓网事故	158
129. 接触线覆冰三出轨道车查找原因对行车 干扰较大	159
130. 蜜蜂车着火烧坏接触网设备,处置不周 接触网再次断线	160

第四章 轨道车事故案例分析与预防	162
131. 制动杆脱落台车脱线	162
132. 轨道吊支腿脱落刮坏 2 号、4 号道岔	163
133. 轨道车推进运行挤坏道岔	163
134. 未经车站同意擅自返回挤坏道岔	164
135. 擅自操作行车设备导致轨道车挤坏道岔	165
136. 抢修事故 1 人动车, 两次险些酿成重大事故	166
137. 副司机驾车转线与守车相撞酿成事故	167
138. 车速过高挤坏道岔酿成事故	168
139. 不看信号挤坏 2 组道岔	169
140. 误认信号轨道车进入区间险些与 185 次 旅客快车正面冲突	170
141. 匆匆忙忙不拿路票行车酿成事故	171
142. 检测车未防溜与站存车相撞酿成事故	171
参考文献	172

第一章 基础知识

第一节 牵引供电基础知识

1. 牵引变电所

按要求装设变压变流设备,把电力系统供应的电能为适合电力机车牵引要求的电能。对于单相工频交流制电气化铁道,牵引变电所完成变压、分相等任务;对于单相低频交流制电气化铁道,牵引变电所完成降压变频任务;对于直流制电气化铁道,牵引变电所完成变压变流任务。因为它主要担负牵引用电能的变换工作,所以叫做牵引变电所。

2. 牵引变压器

牵引变压器又称主变压器,功用是将三相110 kV电力降压并转换为单相27.5 kV或 2×27.5 kV电力,以供牵引负荷用电。国内常见的牵引变压器有4种:单相变压器、三相双绕组变压器、三相三绕组交叉交叉结线变压器、斯科特结线变压器。

3. 油断路器

最早发展使用的断路器,断路器中充满变压器油,断路器的触头及熄弧室浸入油中,当触头间隙发生电弧时,炽热的电弧使变压器油分解为氢、乙炔(C_2H_2)及油气。氢、油气和未被分解的油在熄弧室的空腔内形成急速流动的油 and 气流,吹动电弧使其熄灭。

多油断路器体积庞大,占地较广,运输安装均不方便,且需油量较多。

为克服多油断路的缺点,研制出了少油断路器。

110 kV少油断路器简称为SW-110 kV,它由三个独立的

Y形单元组成,每个Y形单元构成一相的断路单元。

当动触头分闸时,电弧在熄弧室内燃烧,产生的高压油气流在油囊中纵向吹动迫使电弧熄灭。

少油断路器中装油量不多,其功用主要用来熄弧,而绝缘主要靠外瓷套管来实现。

牵引变电所中最常用SW-110 kV断路器。

油断路器在运行中易发生下列故障:

(1)油断路器缺油。缺油时断路器已不能安全地切断电路。

(2)油断路器在运行中温度过高。发生的原因主要是触头导电部分接触不良。

(3)油断路器着火。造成的原因主要是:油断路器分闸时动作缓慢或断流容量不足;外部套管污秽严重且受潮,造成对地闪络或相间闪络及内部闪络;油面上缓冲空间不足;在切断强大电流发生电弧时会形成强大的压力使油喷出。

4. 六氟化硫断路器、真空断路器

用 SF_6 气体作为绝缘和熄弧介质的断路器称六氟化硫断路器,其熄弧性能较好,但需专用的 SF_6 气体。在牵引变电所继油断路器后大量使用,主要用于主变压器二次、馈线等。由于馈线断路器动作频繁, SF_6 断路器在运行中多次发生爆炸,现牵引变电所馈线断路器一般不再使用 SF_6 断路器。 SF_6 断路器爆炸的原因有:跳闸次数超过额定值而未进行大修;气体溶解不纯、气箱内白雾现象严重并有重渗物,灭弧性能不强;动静触头接触不好造成放电或气箱内机械部分故障。

利用真空作为绝缘介质和熄弧手段的断路器称为真空断路器。其优点为:有出色的熄弧和绝缘性能;触头耗能少;触头开距小,可动部分操作简单,机械寿命高,适合于频繁操作的场合等。缺点:熄弧能力过强,容易发生截流现象;真空中散热效果差,使额定开断电流不易提高等。出现下列情况之

一时,应报废:波纹管受扭破损;真空灭弧室裂纹破损;真空灭弧室内部零件脱落。出现下列情况,但无击穿、闪络时可继续使用:玻璃上有大片金属沉淀物;真空室内零部件氧化变色或铜部件失去铜光泽;断路器一端带电时出现红色或乳白色的辉光。

5. 电压互感器、电流互感器

电压互感器是电气测量、控制和保护回路的交流电源,其工作原理与变压器相同。

电压互感器有规定的准确度,其励磁电流很小,在电路计算中可忽略不计。电压互感器一次侧并联在电力回路中,二次侧额定电压一般为100 V。由于负载阻抗很大,运行条件相当于变压器空载。二次绕组匝数远小于一次绕组匝数,所以二次侧不能短路,短路将产生危险的过电流。

出现下列情况之一时,应立即将电压互感器停止运行。

- (1)电压互感器冒烟,发出焦味。
- (2)电压互感器一次或二次侧保险连续熔断两次。
- (3)电压互感器外壳严重漏油或内部有放电声或其他噪音,引线与外壳之间发生火花放电。

电流互感器作为电磁元件,其功能和工作原理与电压互感器相同。与电压互感器不同点在于,电流互感器一次绕组串联在电力回路中,二次侧额定电流为5 A,也有的为1 A。由于负载是仪表与保护设备的电流线圈,其阻抗很小,运行条件相当于变压器短路。二次绕组匝数远大于一次绕组匝数,所以二次侧不能开路,开路将产生危险的高电位。

电流互感器常见的故障有:

- (1)内部冒烟或发出臭味。
- (2)内部有严重放电现象,声音异常或引线外壳间有火花放电现象。