

Technology
实用技术

电气设备实用技术

电气设备 故障分析与对策

〔日〕森下正志 著

王益全 译

 科学出版社
www.sciencep.com

电气设备实用技术

电气设备故障分析与对策

〔日〕 森下正志 著
王益全 译

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01-2008-4774 号

内 容 简 介

本书是“电气设备实用技术”丛书之一。本书共分5章,内容包括工厂设备及其修理、受变电设备引起的故障、供电线路引发的事故、控制电路和控制设备引起的故障、电动机和变频器引发的事故等。作者将对设备事故的亲身体验和经验有效地结合起来,在说明事故的现场状况的基础上,对事故的原因和解决对策也作了适当的分析和说明,本书所介绍的故障原因及对策均来自于现场,因此具有很强的参考性和借鉴作用。

本书适合电气工程师及电气设备维修人员阅读,也可作为工科院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备故障分析与对策/(日)森下正志著;王益全译. —北京:科学出版社,2009

(电气设备实用技术)

ISBN 978-7-03-025793-2

I. 电… II. ①森…②王… III. ①电气设备-故障诊断②电气设备-故障修复 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 186566 号

责任编辑:杨 凯/责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静/封面制作:郝晓燕

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年11月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2009年11月第一次印刷 印张:13 1/4

印数:1—5 000 字数:404 000

定 价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

对于工厂企业的电气工程师来说,最重要的就是要保证公司的电气设备安全运行。如果工厂企业或商业大楼发生了事故,可能导致生产活动停止或不能正常地为顾客服务,也将使公司遭受重大的经济损失。

因此,设备的日常管理和预防保全十分重要,应以无事故作为目标。然而,面对各种设备的运行状况和设置环境,或者因保全失误等原因,仍然经常发生意想不到的各种事故。

当电气工程师直接面对突如其来的事故时,常常要求快速查明原因并拿出有效对策,基本上没有从容思考的余地。然而无论情况如何紧急,都必须首先查明事故最初的真实状况,然后冷静地对事故原因作出判断。也只有这样,才能清楚下一步应该采取怎样的对策。

特别是面对那些原因不明的事故,容易产生独断的偏执的错误判断,进而采取了错误的对策。错误的判断和错误的对策很可能导致事故的进一步扩大,其后果是十分危险的。所有这些,都是过分相信自己的直觉或自己并不可信的“经验”的结果。

迄今为止,作者亲身经历了那么多次事故,深切地感觉到,无论哪一台设备,只要当初能够正确地规范化施工,之后能够正确地使用和维护保全,事故就可以减少到最低限度。因此,总想把自己对设备事故的亲身体验和经验有效地利用起来。

起初,这些经验陆续发表在《新电气》杂志上,本书对每件事事故的详细作业内容和各种数据作了补充。这些内容也同时追加登载在《新电气》杂志的“我的现场记录”栏目中。作为工厂的电气主任工程师,多年来一直在国内外从事工厂建设和设备保全业务,现在仍然在从事着这项工作。随着人员的变动,保全方法也不断发生着变化,但在工厂中,相同的或类似的设备事故仍然时有发生。

当初发生和处理事故后,并没有进行系统的总结,只是为了对自己的工作进行反省,从吸取经验教训出发,对当时的事故及其处理情况作了记录。最初使用这些资料是对参加工作数年后的技术人员进行培训时,作为编写

培训教材的原始资料使用的。当时,对于这些生产现场所发生的事故,在说明事故的现场状况的基础上,对事故的原因和解决对策也作了适当的分析和说明。当时的培训对象主要是电气工程师,一些对电气有特别兴趣的机械工程师也参加了培训。培训内容还包括了机器的分解和配线及可编程控制器的原理和应用等。

培训的效果是明显的,这种效果并不是表现在电工理论水平的提高,而是集中体现在对现场事故解决能力的明显提高,而且还出现了“在电气上很强的机械工程师”。在这里要感谢这些电气工程师和机械工程师们,是他们的努力工作为“减少生产设备的事故停产时间”作出了贡献。

本书中的资料和数据在选取上,可能存在与标准和规则不相一致或存在内容重复之处,但是在当时的现场情况下,从不同的角度解决了当时的问题,因此,仍然具有一定的参考价值。

发生事故本身是一件很遗憾的事情,首先了解事故现场状况是十分重要的,只有在此基础上,才能对事故原因快速地做出正确判断,以及实施正确的对策。通过对各种事故现场的亲身经历,深切地感受到,平时对设备结构和原理的理解,以及对基础电气理论和技术的学习和钻研是多么重要。

在阅读本书时,在了解现场状况的基础上,如果能采取首先自我判断事故原因及实施的处理对策,再与本文所提供的方法进行对照,将是阅读本书的最好方法,说不定能引申出更为中肯的事故原因分析和更为简洁有效的事故处理对策。

最后,对负责本书企划、编辑工作的欧姆社《新电气》编辑部有关各位所给予的特别关照,谨致深切的谢意。

Original Japanese language edition

Denki Setsubi Trouble Taisaku

by Masashi Morishita

Copyright ©2008 by Masashi Morishita

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2009

All rights reserved

電気設備トラブル対策

森下正志 オーム社 2008

著者简介

森下正志

1940 年 生于冈山县

1959 年 4 月 就职于大建工业(株)岡山工厂、高萩工厂、名古屋工厂

1994 年 8 月 就职于 DAIKEN SARAWAK 马来西亚工厂

现在 森下技术士事务所所长

[资历]

1972 年 第一种电气主任技术者

1980 年 电气能源管理士

1984 年 技术士(电工电子部门)

目 录

1 章 工厂设备及其修理

1.1 检修作业时安全第一	2
1.1.1 从几个事故例说起	2
1.1.2 原 因	4
1.1.3 对 策	4
1.2 事故调查时常用的几种测量仪表	5
1.2.1 万用表	6
1.2.2 兆欧表	7
1.2.3 钳形电工仪表	8
1.3 工厂供电与变压器的联结	10
1.3.1 三相变压器的 Y 接法和 Δ 接法	10
1.3.2 一次与二次(高压与低压)的联结组合	13
1.3.3 对地短路事故与变压器的联结	14
1.4 配线用断路器和接触器	16
1.4.1 配线用断路器	16
1.4.2 漏电断路器	19
1.4.3 电磁接触器	21
1.4.4 MCCB 和 ELCB 的功能	26
1.5 防止漏电和触电	30
1.5.1 触电对人体的影响及触电的防止	30
1.5.2 漏电断路器的构成与功能	31
1.5.3 应用举例及其问题点	34

2 章 受变电设备引起的故障

2.1	休止变压器的双浮子继电器动作	40
2.1.1	状 况	40
2.1.2	原 因	42
2.1.3	对 策	43
2.2	运转中比率差动继电器动作引起的全停电	46
2.2.1	状 况	47
2.2.2	原 因	47
2.2.3	对 策	49
2.2.4	基于比率差动继电器的保护分断方式	53
2.2.5	使用、操作时的注意事项	53
2.3	从停电作业后的作业失误中学习	54
2.3.1	状 况	54
2.3.2	原 因	56
2.3.3	对 策	58
2.3.4	从事故去理解设备	58
2.4	避雷器故障引起的重大事故	64
2.4.1	状 况	65
2.4.2	原 因	67
2.4.3	对 策	68
2.4.4	避雷器及其维护	69
2.5	瞬时电压下降引起断路器跳闸的处理	74
2.5.1	状 况	75
2.5.2	原 因	75
2.5.3	对 策	77
2.5.4	补充内容	79
2.6	断路器投入操作引发的大事故	82
2.6.1	状 况	82
2.6.2	原 因	84

2.6.3 对 策	86
2.7 运行中的变压器过负载对策	87
2.7.1 状 况	87
2.7.2 原 因	90
2.7.3 对 策	90
2.7.4 变压器的温度与寿命	94

3 章 供电线路引发的事故

3.1 200V 线路的对地短路波及 400V 线路	98
3.1.1 状 况	98
3.1.2 原 因	99
3.1.3 对 策	105
3.1.4 对地短路时各部分的电流和电阻计算	106
3.2 单相 3 线式变压器的中性点接地线断线	108
3.2.1 状 况	108
3.2.2 原 因	112
3.2.3 对 策	113
3.2.4 为了今后的保全	114
3.3 地下高压电缆对地短路事故	120
3.3.1 状 况	120
3.3.2 原 因	124
3.3.3 对 策	125
3.3.4 补充内容	126
3.4 周围环境过热导致高压电缆对地短路	128
3.4.1 状 况	128
3.4.2 原 因	129
3.4.3 对 策	131
3.4.4 电缆线路的保全	134
3.5 机器外壳接地线的绝缘不良使主断路器跳闸	140
3.5.1 状 况	141

3.5.2	原 因	142
3.5.3	对 策	143
3.5.4	三相 4 线制电路的中性点电位	143
3.6	穿管干线熔断器的熔断及其额定电流值的确定	146
3.6.1	状 况	146
3.6.2	原 因	147
3.6.3	对 策	149
3.6.4	提高穿管线路熔断器的容量等级的效果与基于 X 射线的 透视检查	150
3.7	穿管干线冒烟与绝缘降低的原因	151
3.7.1	状 况	152
3.7.2	原 因	153
3.7.3	对 策	153
3.7.4	对地短路时与无负载时的状态	154
3.8	接触 CV 电缆(200V)的绝缘部分发生触电	156
3.8.1	状 况	156
3.8.2	原因与处置	156

4 章 控制电路和控制设备引起的故障

4.1	断路器投入顺序错误引起的三相短路事故	160
4.1.1	状 况	160
4.1.2	原 因	161
4.1.3	对 策	166
4.2	线路电容使控制继电器动作不良	168
4.2.1	状 况	168
4.2.2	原 因	170
4.2.3	对 策	171
4.2.4	补充内容	172
4.2.5	信号的远距离传送	173
4.3	控制线路的绝缘处理不良导致全线路停电	175

4.3.1	状 况	176
4.3.2	原 因	177
4.3.3	对 策	180
4.3.4	补充内容	180
4.4	电磁接触器烧损的背景	181
4.4.1	状 况	181
4.4.2	原 因	183
4.4.3	对 策	184
4.4.4	各项对策的相关分析	185
4.5	电磁接触器的保全	191
4.5.1	电磁接触器的结构	191
4.5.2	接触器动作不良与主接点劣化的原因	193
4.5.3	电磁接触器的检验	194
4.5.4	接点的修理	195
4.5.5	其 他	196
4.5.6	运行中的电磁开闭器接点的简易检测	196
4.5.7	控制装置、继电器等的接点电阻的简易检测	196
4.5.8	关于控制继电器的接点异常	197
4.5.9	继电器故障时的应急对策举例	198
4.6	光纤电缆的通信不良	199
4.6.1	状 况	199
4.6.2	原 因	201
4.6.3	对 策	202
4.7	高灵敏度液体传感器和湿度传感器	203
4.7.1	对高灵敏度传感器的要求	203
4.7.2	自己制作传感器	203
4.7.3	电极部分与应用举例	205
4.7.4	材料、零部件的准备	206
4.8	脉冲编码器的应急处理	206
4.8.1	现 象	207

4.8.2	原 因	207
4.8.3	对 策	207
4.8.4	补充内容	208
4.9	设备启动时发生的故障举例	209
4.9.1	状 况	209
4.9.2	原 因	213
4.9.3	对 策	214
4.9.4	因使用电焊机而使接地线电位升高	214
4.10	不能依次投入时的线路用自动开关	217
4.10.1	状 况	217
4.10.2	原 因	222
4.10.3	对 策	223
4.10.4	配电用自动开关的检验	224

5 章 电动机和变频器引发的事故

5.1	3kV,600kW 电动机绝缘破坏后的应急处理	228
5.1.1	状 况	228
5.1.2	原 因	233
5.1.3	对 策	234
5.1.4	感应电动机的等效电路	237
5.2	3kV,110kW 电动机轴承从发热到烧损	239
5.2.1	状 况	239
5.2.2	原 因	242
5.2.3	对 策	243
5.2.4	补充内容	244
5.3	3kV,370kW 电动机的引出线冒烟与绝缘破坏	246
5.3.1	状 况	246
5.3.2	对 策	249
5.3.3	非接地系统的对地短路事故及其异常电压	250
5.4	根据起动电抗器的异常臭味发现的故障	253

5.4.1	状 况	253
5.4.2	原 因	257
5.4.3	对 策	258
5.4.4	绝缘体表面的漏电现象	259
5.4.5	串联电抗器起动方式以及防止起动电抗器烧损问题的分析	259
5.5	高压电动机轴电压的产生及其对策	263
5.5.1	状 况	263
5.5.2	原 因	265
5.5.3	对 策	266
5.6	400V, 75kW 电动机起动补偿器烧毁原因及其对策	268
5.6.1	状 况	268
5.6.2	原 因	271
5.6.3	对 策	272
5.6.4	可以采用全压起动吗	275
5.7	频繁发生的感应电动机轴承故障	278
5.7.1	状 况	278
5.7.2	原 因	280
5.7.3	对 策	281
5.7.4	关于电动机轴承的保全	282
5.7.5	润滑脂补给要点	286
5.8	根据 400V 电动机的漏电流值预测其绝缘破坏程度	288
5.8.1	状 况	289
5.8.2	原 因	291
5.8.3	对 策	291
5.9	电动机反复堵转运行时损伤很大	292
5.9.1	状 况	293
5.9.2	原 因	294
5.9.3	对 策	294
5.9.4	笼型感应电动机的转子堵转与发热	296
5.10	200V 电动机正常运行的最小绝缘电阻	298

5. 10. 1	状 况	298
5. 10. 2	原 因	300
5. 10. 3	对 策	301
5. 11	低压电动机的绝缘测试及其指示值的可靠性	302
5. 11. 1	状 况	303
5. 11. 2	原 因	304
5. 11. 3	对 策	306
5. 11. 4	提高利用兆欧表的绝缘劣化判定效果	307
5. 12	感应电动机的不对称电压运行及其现象	311
5. 12. 1	实 例	311
5. 12. 2	三相电压和电流的不平衡度	313
5. 12. 3	电压不平衡对三相感应电动机的影响	314
5. 12. 4	电压不对称的原因	315
5. 12. 5	感应电动机的不平衡电压及其影响	316
5. 13	对机器设备进行冷却可以延长使用寿命	319
5. 13. 1	漏电断路器的动作	320
5. 13. 2	电动机负载大于 130%时的过负载运行	322
5. 13. 3	变频器装置的冷却	323
5. 13. 4	补充内容	325
5. 14	电动机旋转方向的改变	326
5. 14. 1	三相感应电动机	327
5. 14. 2	单相感应电动机	327
5. 14. 3	直流电动机	328
5. 14. 4	变频器供电电动机及伺服电动机	331
5. 15	浸水后 400V 电动机的处置与使用判断	334
5. 15. 1	状 况	334
5. 15. 2	原 因	335
5. 15. 3	对 策	335
5. 15. 4	电动机浸水后的处置	336
5. 16	通用型电动机采用变频器供电时漏电断路器跳闸	340

5. 16. 1	状 况	341
5. 16. 2	原 因	342
5. 16. 3	对 策	344
5. 17	变频器供电时电动机的绝缘破坏与热继电器动作	347
5. 17. 1	变频器控制运行 1~2 天后,电动机绝缘损坏	347
5. 17. 2	因变频器运行使热继电器频繁动作	353
5. 18	变频器电路的电流表和电流互感器烧毁	357
5. 18. 1	状 况	357
5. 18. 2	原 因	358
5. 18. 3	对 策	359
5. 18. 4	补充内容	360
5. 19	变频器的过电压保护经常动作	361
5. 19. 1	状 况	361
5. 19. 2	原 因	362
5. 19. 3	对 策	364
5. 19. 4	变频器的过电压报警与发电运行时的现象	364
5. 20	低压电动机的临时线路及运行操作的注意事项	365
5. 20. 1	采用临时线路时需要注意的问题	365
5. 20. 2	三相笼型感应电动机运行	366
5. 20. 3	变频器运行	368
5. 20. 4	伺服电动机运行	369
5. 20. 5	直流电动机运行	370
5. 20. 6	临时运行时的必备仪表	370
5. 20. 7	电动机的接线	370
5. 21	变频器驱动电动机对地短路时干线的漏电断路器跳闸	371
5. 21. 1	状 况	371
5. 21. 2	原 因	372
5. 21. 3	对 策	373
5. 21. 4	低压电路漏电断路器的灵敏度电流设定	374
5. 22	变频器的输出功率降低	381

5.22.1	状 况	381
5.22.2	原 因	382
5.22.3	对 策	384
5.22.4	电解电容器及其使用时需要注意的问题	385
5.23	变频器控制的搅拌机电动机烧毁	387
5.23.1	状 况	387
5.23.2	原 因	388
5.23.3	对 策	391
5.23.4	采用通用变频器控制恒转矩负载运行时存在的问题	393
5.23.5	关于压榨机用 55kW 电动机的驱动问题	396
5.24	水泵的无电源旋转及其节能改造	399
5.24.1	状 况	399
5.24.2	原 因	401
5.24.3	对 策	401
5.24.4	水泵的节能	405

1 工厂设备及其修理

章

工厂设备运转中，有时会发生意想不到的事故，应能够准确判断事故产生的原因，以便尽快采取相应的对策。然而经验表明，对于电气故障来说，某些单纯的故障在调查诊断期间有时却意外地自动恢复正常，而故障的原因却始终不甚明了。

为什么对故障状态最初的准确判断非常重要呢？这是因为这个判断结果对于之后的故障处理将会产生很大的影响。然而在事故现场，处理事故所允许的时间往往十分有限，又往往只能利用简单的测量仪表来进行检测，这些情况都容易导致对故障判断上的失误。

为此，需要对工厂内的电气系统、设备的结构、零部件的选择及其特点，以及典型故障的处理方法等有一个基本的了解，在此基础上来进行故障处理作业才可能是快速和安全的。

本章首先介绍现场检修作业时需要了解的一些基本事项。

