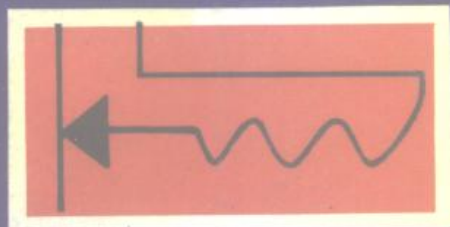


电气设备故障和处理方法

DQSBGZHCLFF

主 编 左 宝 信



科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

图书在版编目(CIP)数据

电气设备故障和处理方法/左宝信编著. - 北京:科学技术文献出版社, 1997

ISBN 7-5023-2857-2

I. 电… II. 左… III. ①电气设备-故障检测②电气设备-故障修复 IV. TM507

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 20538 号

科学技术文献出版社出版、发行
(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

重庆华林印务有限公司激光照排

新华书店经售

中国科学技术信息研究所重庆分所印刷厂印刷

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 32 开本 15.375 印张 350 千字

科技新书目:415-147 印数:1-4000 册

定价:17.00 元

内容提要

本书详细地介绍了企、事业单位常用的电气设备如变压器、电机、各种开关设备、电缆架空线、继电器、熔断器、电力电容器、防爆设备、柴油发电机组、汽油发电机组、电梯、热台机和电除尘器的故障和处理方法。同时介绍了电网中高次谐波影响,第Ⅲ电源和施工电源的有关问题和处理方法。书末列出了电气技术方面的基本数据和有关资料。

前 言

本书是作者参阅大量电气专业方面的技术资料 and 从事电气实际工作 30 余年的经验而编写成册。其中有些章节是作者在国家级刊物上发表过的文章。为缩小本书篇幅,本着实用的原则,多引入现场使用的实用技术和公式。省略了理论和公式演算。因此,本书具有简单明了、通俗易懂、实用性强的特点。

本书适合于冶金、电厂(站)、化工、纺织和机械等行业中的初、中级电气工程技术人员和电气工人、电工阅读。也可作为电气技术管理和技术培训教材。

在本书编著过程中,得到马永武教授、江安高级工程师(教授级)多方面的指导。在此,对他们热心帮助和辛勤劳动表示诚挚的感谢和深切的敬意。

尽管作者力图写好编好,但由于水平有限、时间紧迫,难免有误。敬请批评指正。

作 者

目 录

一、变压器的故障和处理	(1)
二、交流鼠笼异步电动机的故障和处理	(20)
(一) 低压小型鼠笼异步电动机	(20)
(二) 高压大型鼠笼异步电动机	(35)
(三) 高低压各类绕线电动机	(37)
(四) 单相异步电动机	(39)
(五) 电磁电动机	(43)
三、同步电机的故障和处理	(49)
〈附〉同步电动机励磁故障分析和处理方法	(63)
四、直流电机的故障和处理	(69)
〈附〉直流电机的换向及故障处理	(81)
五、断路器的故障和处理	(92)
(一) 油断路器	(92)
(二) 真空断路器	(102)
(三) 六氟化硫断路器	(109)
〈附〉真空高压断路器在现场中的应用	(112)
六、互感器的故障和处理	(134)
(一) 电压互感器	(134)
(二) 电流互感器	(141)
〈附〉应用两台电流互感器测量三相电流	(145)
七、电力电容器的故障和处理	(147)
八、避雷器的故障和处理	(156)
九、高压断路器操作机构的故障和处理	(170)
(一) 电磁操作机构	(170)

(二) 弹簧操作机构	(174)
十、高压穿墙套管的故障和处理	(177)
十一、高压电抗器的故障和处理	(181)
十二、高压断路器的故障和处理	(183)
(一) 限流型高压熔断器	(183)
(二) 跌落型高压熔断器	(185)
十三、电力电缆的故障和处理	(190)
十四、架空线的故障和处理	(211)
十五、柴油(汽油)机组的故障和处理	(219)
(一) 柴油机组	(219)
(二) 汽油机组	(234)
十六、低压熔断器的故障和处理	(236)
十七、空气自动开关的故障和处理	(244)
十八、交直流接触器的故障和处理	(249)
十九、热继电器的故障和处理	(255)
二十、漏电保护装置的故障和处理	(263)
〈附〉漏电保护器的应用	(275)
二十一、蓄电池的故障和处理	(288)
(一) 酸铅蓄电池	(288)
(二) 碱镍镉蓄电池	(295)
二十二、交流电动机起动器的故障和处理	(299)
(一) 频敏变阻器起动	(299)
(二) 自耦变压器起动	(303)
(三) 交流电动机起动设备的故障和处理	(308)
二十三、电气仪表的故障和处理	(312)
(一) 磁电式电气仪表	(312)
(二) 电磁式电气仪表	(318)

(三) 电动式电气仪表	(322)
(四) 感应式电气仪表	(325)
〈附〉工具仪表的使用注意要点	(331)
二十四、电梯的一般故障和处理	(336)
二十五、防爆(防火)电气设备的故障和处理	(346)
(一) 防爆区域的划分	(346)
(二) 防爆电机的种类和标志	(349)
(三) 防爆电机的特点和使用场合	(350)
(四) 防爆电机的维护	(351)
(五) 防爆电机的检修	(354)
二十六、电网中的高次谐波和处理	(357)
(一) 电网中高次谐波产生的原因	(357)
(二) 高次谐波的危害	(359)
(三) 高次谐波对电网和电气设备影响的计算	(359)
(四) 消除高次谐波的技术措施	(361)
二十七、电网中的消弧线圈补偿和故障处理	(365)
(一) 电力网或发电机中性点位移电压的分析	(365)
(二) 消弧线圈在电力网中的作用	(367)
(三) 消弧线圈容量和电力网电容电流 I_c 的计算	(368)
(四) 消弧线圈补偿要点和设置	(370)
二十八、KS-4000T 型射频电子热合机故障和处理	(373)
(一) 基本原理	(373)
(二) 操作注意事项	(376)
(三) 故障原因和处理方法	(378)
二十九、施工临时电源的设置和故障处理	(380)
(一) 电源变压器电压等级和容量的选择	(380)
(二) 临时供电线路的选择	(383)

(三) 开关设备的选择	(385)
(四) 临时施工电源的管理	(385)
三十、民宅用电中的问题和处理	(387)
(一) 民宅变电所、变压器和住宅防雷措施不佳	(387)
(二) 民宅接地保护	(389)
(三) 动力电源与照明电源不分	(390)
(四) 民宅供电电压不平衡	(391)
(五) 民宅用电的保护	(392)
三十一、电网失电后的基本处理方法——工业企业中 的Ⅲ电源	(395)
(一) Ⅲ电源结构比较	(395)
(二) Ⅲ电源应用举例	(398)
附录	(404)
1. 常用变压器	(404)
表 1 S7 系列电力变压器主要技术数据	(404)
表 2 S9 系列电力变压器主要技术数据	(405)
表 3 SL7 系列低损耗电力变压器的主要技术数据	(406)
表 4 SZL7 系列低损耗电力变压器的主要技术数据	(407)
表 5 SL7、SFL7 系列电力变压器的主要技术数据	(408)
表 6 SZL7 系列电力变压器主要技术数据	(409)
2. 常用三相异步电动机	(409)
表 1 Y 系列(IP44)三相异步电动机主要性能	(409)
表 2 Y 系列电动机功率、机座号与同步转速的对应关系	(412)
表 3 Y 系列与 J2 J02 系列电动机功率等级对照	(413)
3. 常用直流电动机	(414)
表 1 Z2 系列小型直流电动机技术数据	(414)
表 2 Z4 系列直流电动机主要技术数据	(415)
4. 各类刀开关	(417)

表 1	刀开关和转换开关的类型及使用场合	(417)
表 2	各系列刀开关分断能力	(418)
表 3	各系列刀开关电动稳定性和热稳定性电流值	(419)
表 4	各系列刀开关的分类及主要技术数据	(419)
表 5	HK 系列开启式负荷开关技术性能参数	(420)
表 6	常用开启式负荷开关技术数据	(420)
表 7	HH3 系列封闭式负荷开关技术性能参数	(421)
表 8	HH4 系列封闭式负荷开关技术性能参数	(421)
表 9	HH11 系列负荷开关技术数据	(422)
5.	各类断路器	(422)
表 1	断路器类型和适用场所	(422)
表 2	常用断路器主要技术数据	(424)
6.	高压熔断器	(426)
表 1	跌落式熔断器的主要技术数据	(426)
表 2	消弧管尺寸推荐值	(426)
7.	高压开关操作机构	(427)
	高压开关操动机构类型	(427)
8.	各种避雷器	(428)
表 1	交流配电用阀式避雷器主要技术数据	(428)
表 2	交流电站用阀式避雷器主要技术数据	(429)
表 3	电机用磁吹阀式避雷器主要技术数据	(429)
表 4	交流串联间隙配电型金属氧化物避雷器主要技术数据	(430)
表 5	常用无间隙金属氧化物避雷器主要技术数据	(430)
9.	瓷绝缘子	(431)
表 1	低压布线瓷管的型号和规格	(431)
表 2	高压针式绝缘子型号、规格和性能参数	(432)
10.	低压熔断器	(433)
表 1	低压熔断器的类型及适用场合	(433)

表 2	RC1A 系列半封闭插入式熔断器	(434)
表 3	RL1 系列螺旋式熔断器	(435)
表 4	RL7 系列螺旋式熔断器	(435)
表 5	RM 系列无填料密闭管式熔断器	(435)
表 6	RTO 系列熔断器	(436)
表 7	RT10、RT11 系列熔断器	(436)
表 8	NT 系列低压 HRC 熔断器	(437)
表 9	RT12、RT14、RT17 系列有填料封闭管式熔断器	(438)
表 10	RSO 系列快速熔断器过电流时断开时间及 I^2t	(438)
表 11	RSO RS3 系列快速熔断器	(439)
11.	各类熔丝规格	(440)
表 1	铅(>98%)锑(0.3%~1.5%)合金熔丝规格表	(440)
表 2	铜熔丝规格表	(441)
表 3	铅(75%)锡(25%)合金熔丝规格表	(441)
12.	常用电池	(442)
	常用电池的分类、特点和用途	(442)
13.	电机轴承	(443)
表 1	J、JO、JQ 和 JQO 系列异步电动机滚动轴承的型号	(443)
表 2	常用滚动轴承规格	(444)
表 3	J、JS 和 JR 系列异步电动机滚动轴承的型号	(445)
表 4	JZ 和 JOZ 系列电动机滚动轴承的型号	(445)
表 5	JZ 和 JZR 系列电动机滚动轴承型号	(445)
表 6	Z 系列直流电机滚动轴承的型号	(446)
14.	导线和电缆	(446)
表 1	直流敷设在地下的低压绝缘电缆安全载流量(A)	(446)
表 2	架空线用的各种裸线安全载流量(A)	(447)
表 3	长方形截面的金属排安全载流量(A)	(448)
表 4	金属圆棒安全载流量(A)	(449)
表 5	500V 以下配电力及照明用绝缘电线的型号与用途	

.....	(449)
表 6 RFB 型 J 腈聚氯乙烯复合绝缘线和 RFS 绞型软线的 结构尺寸和参考载流量(A)	(450)
表 7 RHF(氯丁)橡胶套软线的结构尺寸	(451)
表 8 电机工业用电线的型号、种类与用途	(451)
表 9 AV 型和 AVP 型聚氯乙烯绝缘安装线的规格	(452)
表 10 JXHQ 型电机引出线规格	(452)
表 11 AVR 型、AVRT 型、AVRP 型、AVRTP 型聚氯乙烯绝缘安装线 的规格	(453)
表 12 JVR 型电机、电器用丁腈聚氯乙烯绝缘引线规格	(454)
表 13 JHXT 型电机引出线规格	(455)
表 14 JBX 型电机引出线规格	(455)
表 15 电缆的型号、种类及用途	(456)
表 16 直接敷设在地中的低压绝缘电缆(铜、铝)安全载流量 (A)	(457)
表 17 电焊机用橡胶套软电缆 YHH 型和 YHHR 型规格	(458)
表 18 康铜、锰铜及镍铬电阻合金裸线规格	(459)
15. 绝缘材料	(460)
表 1 绝缘材料的耐热等级	(460)
表 2 绝缘云母制品	(461)
表 3 聚脂薄膜的性能数据	(462)
表 4 绝缘层压制品规格及用途	(463)
16. 铁磁材料	(465)
软磁材料的品种、主要特性和应用范围	(465)
17. 各类绝缘油	(466)
表 1 一般电气绝缘油(胶)性能和型号(一)	(466)
表 2 一般电气绝缘油(胶)性能和型号(二)	(467)
18. 电机安全运行的重要参数	(467)
表 1 电机温升最高允许值	(467)

表 2 电机运行时,滑动轴承轴向窜动最大值	(468)
19. 电气安全	(468)
表 1 不同条件下的人体电阻	(468)
表 2 我国安全电压标准	(469)
表 3 接地电阻的最大允许值(Ω)	(469)
表 4 电力设备接地电阻允许值	(470)
表 5 接地体最小尺寸	(471)
表 6 接户线跨越交叉的最小距离	(471)
表 7 线路和配电设备与工业管道等设备之间最小距离(mm)	(472)
表 8 户内、外明线装置的最小截面和距离	(473)
表 9 架空线对地和跨越物的最小距离	(474)
表 10 登高安全工具试验标准表	(475)
表 11 标示牌式样	(475)
20. 标准概述	(476)
表 1 中国标准代号	(476)
表 2 国际标准和国外标准代号和名称	(477)
表 3 常用电工标准名称、代号	(478)

一、变压器的故障和处理

本文以变压器油 600kg, 高压侧 10kV, 容量 750kVA 以上变压器为例予以说明。对小型变压器、干式变压器等可以参考。

1. 变压器有嗡声

故障原因

- (1) 铁芯硅钢片紧固螺丝松动。
- (2) 变压器地脚螺丝松动。
- (3) 三相负载不平衡。
- (4) 电网质量欠佳, 高次谐波含量超标。
- (5) 负载电流过大, 电网电压过高。
- (6) 分接头接触不良。
- (7) 雷雨雾天有较大嗡声或啪啪放电现象。
- (8) 设计时, 采用了低导磁电工钢; 硅钢片额定磁密过高; 铁芯漏磁严重; 变压器箱壁振动过大等。

处理方法

- (1) 漏油后紧固相应螺丝及有关紧固件。
- (2) 紧固地脚螺丝, 处理有关松动地脚。
- (3) 调整电压不平衡 $< 10\%$; 调整电流不平衡 $< 25\%$ 。
- (4) 采用固定电容补偿减小高次谐波分量(注 1)。
- (5) 适当减小负载电流; 停电后调节电压变化分接器。
- (6) 消除接触点氧化部分和腐蚀部分; 调整触点压力。

(7) 加强防潮。或对室外变压器搭雨棚,或将变压器置于室内。

(8) 采用高磁导电工钢;低磁密的硅钢片(冷轧片取 1.7T、热轧片取 1.5T 为宜);铁芯应采用斜接缝形式,且应按轧片压延方向剪切。

2. 变压器油温过高,充油变压器上层油温已高达 85℃的危险状态

故障原因

- (1) 严重过负载(或长期满负载)运行。
- (2) 环境温度超过 40℃或者变压器长期受到日晒。
- (3) 变压器绕组短路或接地(绕组绝缘老化;过电压击穿;机械碰损或绕组连接处开焊等)。
- (4) 铁芯质量变坏,涡流和机械振动过大等。
- (5) 并联变压器负载不均。
- (6) 并联运行变压器环流超标。
- (7) 变压器油路堵塞,漏油严重。
- (8) 变压器油严重变质。

处理方法

(1) 现场经验认为,一般 $\beta = 0.75$ 左右(β 为变压器负载率),当然 β 的最佳状态应进行精确地计算(注 2)。严重超载极限如下,实际负载与额定负载比为 k ,允许最长时间为 t (min)

k	1.3	1.6	1.75	2.0	2.4	3.0
t	120	30	15	7.5	3.5	1.5

(2) 采取对流通风,外加排风扇降温;改进变压器土建结

构,变压器下方设置通风沟,墙上和屋顶装设排气孔;外加遮阳棚;如果巨型变压器个别风扇未起动,应速查明原因,使全部冷却风扇投入运行。

(3) 用 2500V 摇表测量绝缘电阻和吸收比;用双臂电桥测量绕组直流电阻(注 3),计算三相绕阻直流电阻不平衡值。其不平衡值必须 $< 4\%$ 。

(4) 局部处理铁芯;减振或更换合格铁芯。

(5) 按容量大小,详细校核各负载分配情况,改变不合理的运行方式。

(6) 核查变压器并联的 3 个条件;检查单台变压器是否有潜在故障。

(7) 检查处理变压器油路堵塞和漏油。

(8) 化验变压器油,按标准予以核对(注 4);不准变压器油混进杂质;变压器箱体要密封;不同型号变压器油一般不许混装;干燥剂使用长久的必须及时更换等。

(注 1) 我国电网的谐波标准详见表 1、表 2,根据水电部“电力系统谐波管理暂行规定 SD126-84”第八条,为电网电压正弦波畸变率极限值数。

表 1 电网电压正弦波畸变率极限值数

用户供电压 (kV)	总电压正弦 波形畸变率 极限值 (%)	各奇次偶次谐波电压正弦 波形畸变率极限值 (%)	
		奇次	偶次
0.38	5	4	2
6 和 10	4	3	1.75
35 和 63	3	2	1
110	1.5	1	0.5

表 2 用户注入电网谐波电流允许值

用户供电电压 (kV)	谐波次数及谐波电流允许值(有效值, A)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0.38	53	38	27	61	13	43	9.5	8.4	7.6	21	6.3	18	5.4	5.1	7.1	6.7	4.2	3
6和10	14	10	7.2	12	4.8	8.2	3.6	3.2	4.3	7.9	3.4	6.7	2.1	2.9	2.7	2.5	1.6	1.5
35和63	5.4	3.6	2.7	4.3	2.1	3.1	1.6	1.2	1.1	2.9	1.1	2.5	1.5	0.7	0.7	1.3	0.6	0.5
≥110	4.9	3.9	3	4	2	2.8	1.2	1.1	1	2.7	1	3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1

应用最广泛的是图 1 中的(1)~(3)单一频段滤波器。如对某一电网回路进行谐波补偿,通过考虑无功功率损耗因素,需补偿它的总无功功率为 Q_c (kVar),可以以图 1(2)接线为例进行有关的计算:

$$C = \frac{Q_c \times 10^3}{\omega_1 U^2 \cdot k_{fn}} \quad (1)$$

式中, Q_c ——补偿的无功功率(kVar); C ——补偿静态电容(F); ω_1 ——电网基波角频率, $\omega_1 = 2\pi f_1$; f_1 ——电网基波频率(Hz); $\pi = 3.1416$; U ——电网实际运行电压(V); k_{fn} ——补偿 n 项谐波补偿系数,

$$k_{fn} = \frac{k_f^2}{k_f^2 - 1} \quad (2)$$

k_f ——补偿 n 次谐波倍数, $k_f = \frac{f_n}{f_1}$ 。

式中, L ——电抗器的电感(H);其余参数同前。

一般说来,在电容器中串入电感,对基波电流而言显容性阻抗,对高次谐波电流而言显感性阻抗, n 为谐波次数,如果按“△”法接线,则,

$$X_n = k_f X_{Ll} - \frac{1}{k_f} X_{Cl} \quad (3)$$

式中, X_n ——补偿回路总阻抗(Ω); X_{Ll} ——补偿回路总基波感性阻抗(Ω); X_{Cl} ——补偿回路总基波容性阻抗(Ω);其余参数同前。

取 $k_f X_{Ll} > \frac{1}{k_f} X_{Cl}$, 即 $X_n > 0$

一般取 $X_{Ll} = 0.06 X_{Cl}$

电容器工作电压 U_K 与 k_f 、 k_{fn} 、 I_n^* 有关: