

电气设备 特殊故障诊断 300例

胡学明 等编著

- Q 全部实例精解精析
- Q 故障现象一目了然
- Q 故障诊断一针见血
- Q 故障处理一步到位
- Q 经验总结举一反三



化学工业出版社

电气设备 特殊故障诊断 300例

胡学明 等编著



化学工业出版社

·北京·

本书针对电气设备在使用和运行过程中出现的疑难故障,以 300 个实例介绍了故障的诊断和处理过程。每一例都是从故障现象着手,循序渐进地进行逻辑分析,由浅入深,去伪存真,一步一步地排除非故障因素,最终查找出真正的故障原因,并给出处理方法和经验总结。使读者从中得到启迪,提高故障诊断和处理的能力。书后以列表形式对 300 个故障实例进行了汇总,便于读者快速查找。

本书故障分析透彻,语言通俗易懂,非常适合从事电气设备维修工作的工人及技术人员阅读使用,也可用作职业院校、培训学校等相关专业的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备特殊故障诊断 300 例/胡学明等编著.
北京:化学工业出版社,2015.11
ISBN 978-7-122-24902-9

I. ①电… II. ①胡… III. ①电气设备-故障诊断 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 187901 号

责任编辑:要利娜

责任校对:边涛

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 458 千字 2016 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:58.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

电气设备的使用极为广泛，在国家的装备制造业和其他领域中，它们的重要性是不言而喻的。但是电气设备在使用和运行过程中，不可避免地会出现各种故障。要求电气维修人员具有过硬的技术、丰富的经验，能及时排除故障，减少设备停机所造成的损失。但是，故障现象千差万别，某些故障错综复杂，而一些维修人员能力和经验不足，不能及时排除故障，导致设备停用。

目前市面上阐述电气基础理论和控制原理的书籍比比皆是，而众多的电气维修人员处于生产第一线，他们所需要的介绍故障诊断实例的图书却非常稀有。笔者是电气自动化专业高级工程师，具有比较扎实的电气理论知识。在30多年的摸爬滚打中，诊断和处理了大量的电气故障，在实践中积累了丰富的经验。为了满足同行业读者的需求，笔者对自己的检修经验进行整理和总结，同时借鉴其他维修工作者的技术经验，并穿插一些必要的理论分析，编写本书。因此，它特别适用于生产第一线的电气维修人员参阅和借鉴。

本书介绍了300个典型的疑难故障诊断实例。从内容的安排上，突出了实用性。针对各种疑难故障，重点阐述故障的分析、诊断过程和处理方法，使读者从中得到一些有益的启迪，提高故障诊断和处理的能力，在排查故障的过程中，克服盲目性和片面性，达到又快又好的效果。在书后以列表的形式对300个故障实例进行了汇总，以便于读者快速查找各种故障的具体原因。

本书主要由胡学明编著，参与本书编写的电气工程师和技师还有虞又新、段明明、王乐、姚秋林、宋国光、骆学进、程智君、李鲜艳、吴佳伟、李洁、段顺权、江洋、龙建军、卢康林、陈友贵、莫宜芳、陈敏等。

本书在编著过程中，参阅了一些有关的书籍和资料。有些已经在参考文献中列出，但有些比较分散的文献和资料未能列出。在这里，笔者向这些作者表示诚挚的感谢。

由于笔者的技术水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

目录

CONTENTS

第1章 电力变压器特殊故障诊断

- | | | | | | |
|-------|------------------|---|-------|------------------------|---|
| 例 001 | 变压器顶盖燃起大火 | 1 | 例 005 | 变压器屡发“轻瓦斯”
信号 | 4 |
| 例 002 | 新变压器绝缘电阻异常 | 2 | 例 006 | 变压器总烃严重超标 | 4 |
| 例 003 | 虚假的“接地”信号 | 2 | 例 007 | 员工宿舍的电压不稳定 | 5 |
| 例 004 | 瓦斯继电器频繁动作 | 3 | | | |

第2章 高压配电装置特殊故障诊断

- | | | | | | |
|-------|------------------------|----|-------|---------------------------|----|
| 例 008 | 高压断路器不能合闸 (1) | 6 | 例 024 | 高压柜内部有异常的
滋滋声 | 18 |
| 例 009 | 高压断路器不能合闸 (2) ... | 6 | 例 025 | 停电的高压柜出现接地
信号 | 19 |
| 例 010 | 高压断路器不能合闸 (3) | 7 | 例 026 | 电压继电器多次烧毁 | 20 |
| 例 011 | 第二次操作时不能合闸 | 8 | 例 027 | 电压互感器两次烧毁 (1) ... | 21 |
| 例 012 | 高压断路器自行合闸 (1) | 8 | 例 028 | 电压互感器两次烧毁 (2) ... | 22 |
| 例 013 | 高压断路器自行合闸 (2) | 9 | 例 029 | 电流互感器多次被击穿 | 23 |
| 例 014 | 断路器经常不能分闸 | 10 | 例 030 | 三相电压互感器全部烧毁 ... | 24 |
| 例 015 | 高压开关柜不能分闸 | 11 | 例 031 | 互感器的熔断器经常烧
断 (1) | 25 |
| 例 016 | 真空断路器过电流跳闸 | 13 | 例 032 | 互感器的熔断器经常烧
断 (2) | 26 |
| 例 017 | 主变压器两侧同时跳闸 | 13 | 例 033 | 互感器的熔断器经常烧
断 (3) | 27 |
| 例 018 | 投入电容柜时总开关柜
跳闸 | 14 | 例 034 | 储能电动机连续烧坏 | 27 |
| 例 019 | 短路时断路器不能跳闸 | 15 | 例 035 | 继电器不停地吸合释放 | 28 |
| 例 020 | 电容柜断路器误跳闸 (1) ... | 15 | | | |
| 例 021 | 电容柜断路器误跳闸 (2) ... | 16 | | | |
| 例 022 | 高压开关柜不能防跳 | 16 | | | |
| 例 023 | 断路器出现跳跃现象 | 17 | | | |

例 036	合闸接触器的线圈烧坏 (1)	29
例 037	合闸接触器的线圈烧坏 (2)	30
例 038	无功电度表不能运转	31
例 039	拉出手车时电弧短路	31
例 040	低后备保护频繁启动	32
例 041	短路后越级跳闸	33
例 042	隔离开关不能分闸	33
例 043	一起缺相故障的诊断	34
例 044	10kV 母线虚幻接地	35
例 045	直流配电屏母线接地	36

例 046	直流供电母线正极接地	36
例 047	重瓦斯保护误动跳闸	37
例 048	主变继电保护装置误动作	38
例 049	过负荷保护继电器误动作	39
例 050	差动保护装置出现误动作	40
例 051	过电流脱扣器不能动作	41
例 052	信号继电器拒绝动作	42
例 053	事故音响装置误动作	42
例 054	事故音响不能重复启动	44
例 055	事故跳闸后没有音响信号	45
例 056	分闸指示灯不停地闪光	46

第 3 章

高压电动机控制装置特殊故障诊断

例 057	高压电动机不能启动	48
例 058	高压电动机启动困难 (1)	49
例 059	高压电动机启动困难 (2)	50
例 060	高压电动机无故停机	50
例 061	断路器分闸线圈烧坏	51
例 062	电动机端盖处冒出黑烟	51
例 063	接地继电器拒绝动作	53

例 064	纵联差动保护经常动作	53
例 065	电动机过流后越级跳闸	55
例 066	启动中造成其他设备跳闸	56
例 067	同步电动机启动瞬间跳闸	57
例 068	烧结风机转速偏低并跳闸	59
例 069	励磁装置电压电流异常	59

第 4 章

低压配电装置特殊故障诊断

例 070	断路器不能电动合闸	61
例 071	万能式断路器意外跳闸	62
例 072	跷蹊的自动开关跳闸故障 (1)	62
例 073	跷蹊的自动开关跳闸故障 (2)	64
例 074	多个自动开关同时短路	65

例 075	未合闸的断路器发生短路	66
例 076	一起短路故障的误判	67
例 077	逆向补偿的无功补偿柜	69
例 078	低压出线总柜严重烧损	70
例 079	直流电机和接触器经常烧毁	70
例 080	低压避雷器经常击穿	72

例 081 低压母线避雷器爆炸	73	例 084 数值异常的电流表	75
例 082 电流互感器放电打火	73	例 085 电度表反向运转	76
例 083 无电流时电度表在转动	74	例 086 电度表连续烧坏	77

第5章

低压控制箱（柜）特殊故障诊断

例 087 引风机不能启动	79	例 113 开机约 30min 后冒烟	107
例 088 矿井抽风机不能启动	80	例 114 频繁动作的热继电器	109
例 089 同步电动机不能启动	81	例 115 绞机出现无规律性动作	110
例 090 减压启动箱不能启动	82	例 116 抛丸清理机自控失 灵(1)	110
例 091 滚丝机不能进给	83	例 117 抛丸清理机自控失 灵(2)	112
例 092 不能完成工艺动作	84	例 118 控制系统突然停机	113
例 093 抽风机一启动就跳闸	85	例 119 石材切割机突然停机	114
例 094 电动机一启动就跳闸	86	例 120 自动焊接臂突然掉电	115
例 095 电动机运转 2min 后跳闸	87	例 121 清洗机经常跳闸	116
例 096 降压启动变为全压启动	88	例 122 电压升高时电源跳闸	117
例 097 液压油泵频繁地启动停止	89	例 123 高频电源的电压不能 提升	118
例 098 水泵运转 10s 后自行停止	90	例 124 皮带运输机反向转动	118
例 099 电动机自行启动(1)	90	例 125 电度表经常反转	119
例 100 电动机自行启动(2)	92	例 126 仪表的温度骤然降低	120
例 101 接触器触头经常烧损	93	例 127 电加热炉温度失控	121
例 102 继电器线圈经常烧坏	95	例 128 交流接触器不能吸持	122
例 103 水泵在启动后不能停止	97	例 129 电动机不能停止运转	123
例 104 空压机在无油状态下运行	98	例 130 推料头不能在指定位置 停下	124
例 105 电刷上出现打火现象	99	例 131 未通电时烧坏电磁线圈	125
例 106 智能电动机控制器失效	100	例 132 自动开关短路爆裂	126
例 107 频繁跳闸的双电源控 制箱	101	例 133 大车电动机的噪声	127
例 108 蓄水池大量溢水	102	例 134 电磁阀不能吸合	128
例 109 水泵无规律性停机	103	例 135 配电箱外壳高温发烫	129
例 110 相同设备的电流相差甚远	104		
例 111 自动停止的双速抽风机	105		
例 112 失效的缺相保护	106		

第 6 章

普通机床电控设备特殊故障诊断

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 例 137 C616 型车床不能启动 132 | 例 162 龙门刨床的速度失控 153 |
| 例 138 铣床在冬季不能启动 132 | 例 163 刨台经常冲出滑道 154 |
| 例 139 两台电动机同时停止 133 | 例 164 磨削轮电动机中冒出
黑烟 155 |
| 例 140 四台磨床同时失电 135 | 例 165 工艺动作出现失控现象 156 |
| 例 141 线切割走丝速度太慢 (1) 136 | 例 166 磨架往复动作经常失灵 157 |
| 例 142 线切割走丝速度太
慢 (2) 137 | 例 167 磨架不能向左移动 158 |
| 例 143 切割时没有放电火花 138 | 例 168 运丝电动机不能换向 158 |
| 例 144 同一只自动开关两次
爆裂 139 | 例 169 车床的主轴不能反转 159 |
| 例 145 工作台向床身外部移动 140 | 例 170 没有固定的旋转方向 160 |
| 例 146 正反转接触器同时吸合 140 | 例 171 交流接触器剧烈振
动 (1) 161 |
| 例 147 磨齿机床出现跳齿现象 141 | 例 172 交流接触器剧烈振
动 (2) 162 |
| 例 148 振动机的振幅太低 142 | 例 173 加工过程中有跳步现象 162 |
| 例 149 刨床只能低速行走 143 | 例 174 已跳闸的自动开关引起
触电 163 |
| 例 150 头架不能高速运动 143 | 例 175 徒有其名的能耗制动 164 |
| 例 151 磨头在低速时不能工作 144 | 例 176 反复跳闸的断路器 165 |
| 例 152 修整器不能脱离砂轮 145 | 例 177 功率放大管多次损坏 166 |
| 例 153 工作台不能连续进给 146 | 例 178 电磁吸盘释放缓慢 167 |
| 例 154 走丝时速度不稳定 147 | 例 179 电磁吸盘的磁力很
小 (1) 168 |
| 例 155 退磁电动机不能停止 148 | 例 180 电磁吸盘的磁力很
小 (2) 169 |
| 例 156 砂轮电动机自行停止 149 | 例 181 工件从吸盘上甩出 170 |
| 例 157 进给引刀突然停止 150 | 例 182 间歇停车的旋转工作台 171 |
| 例 158 继电器和接触器动作
紊乱 150 | 例 183 显示器间歇性熄灭 172 |
| 例 159 失灵的点动控制电路 151 | |
| 例 160 精研机动作经常失误 152 | |
| 例 161 牛头刨床失去控制 152 | |

第7章

数控机床特殊故障诊断

- | | | | | | |
|-------|---------------------|-----|-------|--------------------|-----|
| 例 184 | 冷却电动机经常过载 | 174 | 例 191 | X 轴出现异常振动 | 179 |
| 例 185 | 淬火机床不能启动 | 174 | 例 192 | Z 轴突然向前方猛冲 | 179 |
| 例 186 | 通电后主轴不能启动 (1) | 175 | 例 193 | Z 轴伺服电动机剧烈振动 ... | 180 |
| 例 187 | 通电后主轴不能启动 (2) | 176 | 例 194 | 加工的尺寸不能控制 | 181 |
| 例 188 | 主轴出现多种故障 | 177 | 例 195 | 接通电源后超程报警 | 182 |
| 例 189 | 液压垫在上升时失控 | 177 | 例 196 | 返回参考点时 520# 报警 ... | 182 |
| 例 190 | 停机瞬间转速反而升高 | 178 | 例 197 | 工作一个多小时后过载报警 | 183 |

第8章

电动机特殊故障诊断

- | | | | | | |
|-------|-------------------|-----|-------|-------------------|-----|
| 例 198 | 高压电动机多次跳闸 | 184 | 例 204 | 绕组大修后再次烧毁 | 188 |
| 例 199 | 电动机一启动就跳闸 | 185 | 例 205 | 突然停机并冒出黑烟 | 189 |
| 例 200 | 吊钩上的重物失控下滑 | 185 | 例 206 | 电动机启动时冒烟起火 | 190 |
| 例 201 | 集电环出现针状火花 | 186 | 例 207 | 同步电动机冒出浓浓黑烟 | 190 |
| 例 202 | 电动机启动瞬间冒出火花 | 187 | 例 208 | 不能碰触的离心机 | 192 |
| 例 203 | 电机转子回路绕组爆裂 | 187 | 例 209 | 离心机的电动机烧坏 | 194 |

第9章

发电机及控制装置特殊故障诊断

- | | | | | | |
|-------|--------------------------|-----|-------|--------------------------|-----|
| 例 210 | 发电机不能建立起电
压 (1) | 195 | 例 212 | 发电机不能建立起电
压 (3) | 196 |
| 例 211 | 发电机不能建立起电
压 (2) | 196 | 例 213 | 发电机组不能带负载 | 197 |
| | | | 例 214 | 发电机不能并网运行 | 199 |

例 215	发电机 L3 相无电压	199
例 216	发电机组出现“偷跳” 现象	200
例 217	发电机组中性线严重 发热	201
例 218	发电机组出现“飞车”	202

例 219	发电机组剧烈振荡	203
例 220	励磁装置显示“直流 失压”	204
例 221	中性线严重发热	205
例 222	直流电磁阀经常烧毁	206

第10章 变频器特殊故障诊断

例 223	变频器不能启动 (1)	209
例 224	变频器不能启动 (2)	210
例 225	变频调速装置不能启动	211
例 226	变频器没有输出电压	211
例 227	冷渣器经常自动停车	212
例 228	多个用电装置被烧坏	212
例 229	抓斗不受控制提前打开	214
例 230	功率模块接二连三地 炸裂	215
例 231	变频器直流母线电压 过高	216
例 232	失控的管道液体流量	216
例 233	变频器出现 4# 报警	217

例 234	变频器出现“FL”报警	218
例 235	变频器出现“OL”报 警 (1)	218
例 236	变频器出现“OL”报 警 (1)	219
例 237	变频器出现 E018 报警	219
例 238	显示屏上出现报警“8”	220
例 239	经常出现 PG OPEN 报警	220
例 240	面板上出现“F006” 报警	221
例 241	通电后显示“过流” 报警	222

第11章 家居电气设备特殊故障诊断

例 242	照明线路电压异常	223
例 243	令人烦恼的照明电源	223
例 244	频繁跳闸的漏电开 关 (1)	224
例 245	频繁跳闸的漏电开 关 (2)	225
例 246	频繁跳闸的漏电开 关 (3)	226

例 247	频繁跳闸的漏电开 关 (4)	227
例 248	频繁跳闸的漏电开 关 (5)	228
例 249	漏电保护失效引起触电	228
例 250	一起极为隐蔽的窃 电 (1)	229

例 251 一起极为隐蔽的窃 电 (2)	230	器 (2)	233
例 252 相邻两户的用电量都不 正常	231	例 255 亮度异常的照明灯 具 (1)	233
例 253 不能触摸的家用电 器 (1)	232	例 256 亮度异常的照明灯 具 (2)	234
例 254 不能触摸的家用电		例 257 家用电器大批烧毁	235

第12章 其他电控设备特殊故障诊断

例 258 L3 相保险多次烧断	237	例 278 同步输送带速度变慢	253
例 259 吊运物料时严重抖动	237	例 279 砂轮切割机经常掉电	255
例 260 大车不能前进和后退	238	例 280 低压断路器突然跳闸	256
例 261 行车在向前行走时失控	239	例 281 调速电动机突然停止	256
例 262 炉膛的温度失去控制	239	例 282 水泵房两台电动机都 烧坏	257
例 263 窑炉的旋转速度不稳定	240	例 283 遥控装置工作失灵	257
例 264 电压升至 300V 时跳闸	241	例 284 机组的耐压试验不合格	258
例 265 经常出现“过电流” 保护	241	例 285 反复烧坏的制动电磁铁	259
例 266 一个烟头引起的疑难 故障	242	例 286 水泵电动机声音沉闷	259
例 267 中频电源没有输出	243	例 287 主起升转速突然变化	260
例 268 中频感应炉无励磁电流	244	例 288 吊钩上冒出电火花	260
例 269 调速系统出现大幅度 振荡	245	例 289 静电除尘器频繁跳停	261
例 270 网络间的通信全部中断	246	例 290 吸盘上掉下两块大钢板	262
例 271 印花机出现花型错位	247	例 291 离合器和制动器动作 失控	264
例 272 印花板动作完全乱套	248	例 292 未送电的架空线路带电	264
例 273 盐浴炉变压器电流异常	248	例 293 已停电的线路上出现电 压 (1)	265
例 274 “油压力超高保护” 装置误 动作	249	例 294 已停电的线路上出现电 压 (2)	265
例 275 分表所计的电量大于 总表	251	例 295 操作手柄带电麻手	266
例 276 线路中频繁出现接地 信号	251	例 296 绝缘良好的开关带电 伤人	267
例 277 门机的行走不稳定	252	例 297 游乐场的金属物带电 麻人	268

例 298	漏电保护失效致人死亡	269
例 299	出现“直流失压”报警 ...	270

例 300	机器人在定位时出现报警	271
-------	-------------------	-----

附录

故障速查表

参考文献	286
------------	-----

第1章

电力变压器特殊故障诊断

例001 变压器顶盖燃起大火

故障设备：某公司变电所中的一台电力变压器（1250kV·A）。

故障现象：炎炎七月的一个傍晚，这台变压器顶盖高压套管处燃着大火，并散发出浓烈的油脂味。断电扑灭大火后，爬上变压器顶部观察，发现一幅惨不忍睹的景象：L3相高压电缆已经炸裂，接线柱上端螺纹损坏；其上铝接线鼻子已经烧断，电缆L3相引线头悬挂在空中；变压器油从炸裂的套管处向外流淌，顶盖表面布满油污，油枕上已经看不到油位。

诊断分析：

（1）变压器着火一般是由于内部绝缘损坏、绕组层间短路、严重过载等原因造成。经过检查，不存在这些问题。

（2）对现场情况进行了解分析，发现这起事故的原因有点特殊：高压侧用的是 120mm^2 铝芯电缆，并且用铝接线端子与变压器的铜接线柱连接。由于铜铝相接，产生电化腐蚀，增大接触电阻。另外连接处采用钢螺母和钢垫圈，其电导率不高，进一步加大了接触电阻。当高压侧电流流过时，接线柱严重发热。

（3）接线柱每次发热，都使接头处的金属导体表面发热氧化，在接触面上形成一层导电率很低的氧化物，使接头处的接触电阻不断加大，发热更加厉害，形成恶性循环，以致将熔点比较低的铝接线端子烧断。这时变压器缺相运行，断点处的电压相当高，形成很强的电场，击穿空气介质并产生很大的交流电弧。电弧点燃了高压套管周围残留的变压器油，使瓷套管受高温燃烧而炸裂。高压瓷套管是内充油绝缘，因此大量的变压器油就从裂缝中流出来继续燃烧。

故障处理：将变压器送至专业修理厂进行大修。

经验总结：变压器接线柱是关键部位，接触电阻越小越好，不能直接用铝鼻子和钢质螺栓连接。连接螺栓要定期紧固，防止其接触不良。要定期清洗变压器上的油污、灰尘等

脏物，保持表面清洁。还要加强值班检查和定期巡检，及时发现和排除隐患。

例002 新变压器绝缘电阻异常

故障设备：某公司新购进有一台 $1000\text{kV}\cdot\text{A}$ 、 10kV 的电力变压器。

故障现象：在安装之前，对变压器的绝缘电阻进行检测。用 2500V 兆欧表测得高压绕组对低压绕组的阻值是 $50\text{M}\Omega$ ；高压绕组对地的阻值是 $80\text{M}\Omega$ 。而变压器的出厂说明书上注明，这两项的数值均为 $1700\text{M}\Omega$ 。显然绝缘电阻不符合要求。

诊断分析：

(1) 对变压器的绝缘油进行化验分析，没有任何问题。

(2) 进行高压短路试验，也很正常。

(3) 再次摇测绝缘电阻，两项都上升到了 $1700\text{M}\Omega$ 以上，完全合乎要求。

(4) 为什么第一次摇测的绝缘电阻很低呢？现场观察发现，第一次测量时，利用现有的两根 6m 多长的导线连接兆欧表和变压器，两根线长长地拖在地下。这样测出的绝缘电阻，并不是高压绕组对低压绕组的绝缘电阻，也不是高压绕组对地的阻值，而是两根导线之间的绝缘电阻。

经验总结：此问题一经点破，就觉得很简单。但是简单的东西往往被人们忽视。在使用兆欧表，特别是高压兆欧表时，要注意将两根表线分开，不能互相绞在一起。导线不要放在地上，也不要放在被测设备的金属外壳上。

例003 虚假的“接地”信号

故障设备：某公司的一台电力变压器。

故障现象：在变压器顶盖高压套管处，因接触不良引起打火，停电紧急处理后接着送电。刚刚合上高压油断路器和低压侧总断路器，就出现了接地信号，三相电压也不平衡。

诊断分析：

(1) 检查变压器和电压互感器，忙了半天也没有找到任何可疑点。

(2) 分析认为，这是一种虚幻接地现象，是由于电气线路对地电容不平衡引起的。变压器在空载时，只有变压器和低压母线带电，这时对地电容虽然很小，但是三相电容严重不平衡，故出现虚幻的接地信号。在此时，如果将某个车间的断路器合上，母线上便连接了一条电力电缆，它的对地电容很大，又是平衡的。此时系统电容大大增加，不平衡度大大改善，三相电压一下子就可以对称了。

故障处理：由于热处理车间的退火炉不能长时间停电，先试着送电，将相关的断路器合上，此时变压器的低压母线上便连接了一条 $\text{VLV-}3\times 185+1\times 95$ 的铝芯电力电缆，大大增加了系统电容，它们是各相相线之间的电容，以及各相相线与零线之间的电容，如图

1-1 所示。此时,接地信号立即消失了。

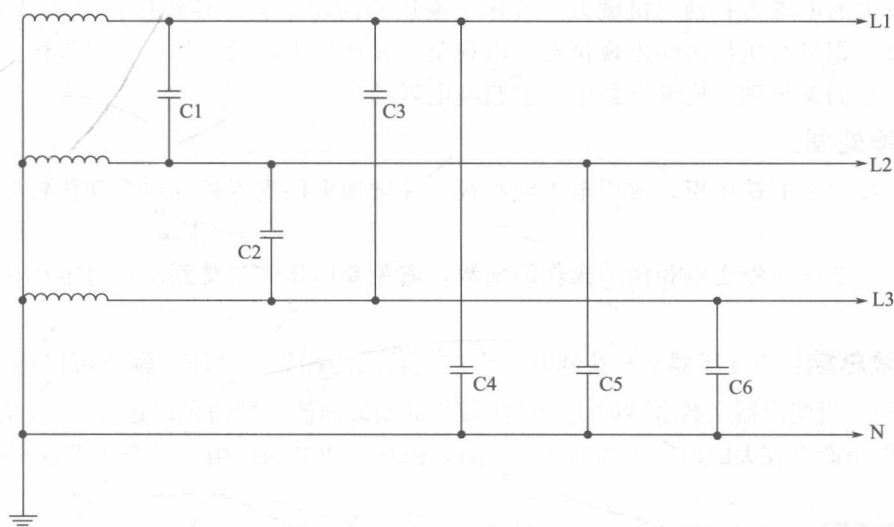


图 1-1 电缆各相导线之间的电容

例004 瓦斯继电器频繁动作

故障设备: SJ7-1600/10 型电力变压器。

故障现象: 使用几年后,瓦斯继电器频繁动作,只好停止运行,送往修理厂进行解体大修。

诊断分析:

(1) 从技术资料上看,这台变压器严格按照国家标准生产,出厂检验报告中的各项技术指标全部合格,运行中也没有出现短路故障。

(2) 对油样进行色谱化验分析,显示总烃、乙炔、氢气等主要指标都超过了标准,推断为变压器内部经常存在断续的电弧放电。其原因可能是绕组局部短路、铁芯多点接地、分接开关接线处的均压环接触不良或松动。

(3) 通过吊芯检查,发现开关接头处接触良好,引线焊接牢固,引线和器身之间的绝缘正常,没有放电及碳化现象,绕组直流电阻也正常。但是 A 相和 B 相低压绕组端部的垫块多处脱落,压钉松动。B 相铁压板与上铁轭下端面之间熔焊着脱落的压钉备螺母,上铁轭多处有明显的电弧灼伤,有的地方已经熔化。C 相的高相与低压绕组在轴向上有轻微错位现象。

(4) 经了解,由于用户的负荷波动较大,电压不稳定,需要经常调节无载分接开关,因此经常停电和送电。当拉闸停电时,切除正在电网中空载运行的变压器,此时会产生操作过电压。当中性点直接接地时,操作过电压的幅值可以达到 3 倍的相电压;当中性点不接地,或者经过消弧线圈接地时,幅值可以达到 4~4.5 倍的相电压。在合闸送电时,将空载的变压器投入电网中运行,此时会产生励磁涌流,其数值可以达到额定电流的 6~8 倍。虽然励磁涌流经过 0.5~1s 后便衰减到额定电流的 0.25~0.5 倍,但整个的衰减时间较长,大容量的变压器可以达到几十秒。

(5) 虽然操作过电压和励磁涌流的持续时间很短,但是变压器在短时间内会出现大电流,产生较大的电磁力和轴向机械力,破坏了变压器的动平衡,导致压钉垫圈破裂、脱落,铁芯与螺母、螺母与压板之间出现拉弧放电现象,并产生大量的气体。这些气体来不及溶解于绝缘油,它们聚集到瓦斯继电器中,引起继电器动作。

❶故障处理:

(1) 去掉原来的铁压板,改用电工绝缘板,并增加夹件支撑板的厚度和压钉数量,以加大机械强度。

(2) 减少变压器停送电和倒闸操作的次数,避免变压器经常受到操作过电压和励磁涌流的冲击。

❷经验总结:当变压器空载拉闸时,会产生较高的操作过电压(幅值可以达到3~4.5倍的相电压);当变压器空载合闸时,会产生较大的励磁涌流(数值可以达到6~8倍的额定电流)。其后果是产生较大的电磁力和轴向机械力,破坏变压器的结构,影响变压器的稳定运行。

例005 变压器屡发“轻瓦斯”信号

❶故障设备:20000kV·A电力变压器。

❷故障现象:在运行过程中,突然发生“轻瓦斯”保护动作,开关跳闸,变压器停止运行。半年多来,共发生“轻瓦斯”信号动作十余次。

❸诊断分析:

(1) 每次动作后,放掉瓦斯,对变压器进行电气特性试验、绝缘试验、取油样简化试验、色谱分析等,结果都是合格的。

(2) 检查储油柜中的油位,在适中状态。

(3) 更换吸潮硅胶和防爆玻璃密封垫圈,还是出现“轻瓦斯”信号。

(4) 多次与制造厂家联系,如实反映故障情况,请求解决问题,但是对方答复是现场无法处理,必须运到厂里解体检修。这样做非常麻烦,而且会严重影响生产。

(5) 每次瓦斯动作都是在变压器带负荷时发生的。当转动储油柜与瓦斯继电器连管之间的阀门时,却意外地发现这个阀门在“关”的位置。至此,产生瓦斯信号的根源找到:该阀门关闭后,变压器本体中的绝缘油受热膨胀,不能与储油柜进行循环,导致瓦斯继电器动作。

❹故障处理:将储油柜与瓦斯继电器连管之间的阀门放在“开”的位置上。

❺经验总结:对于新安装或检修后的变压器,在投运前要认真检查各部位。储油柜与瓦斯继电器连管之间的阀门,一定要放在“开”的位置。

例006 变压器总烃严重超标

❶故障设备:某变电站中的降压变压器。

❷故障现象:变压器在运行十多年后,按周期抽取变压器本体的油样进行分析,发现

变压器中的总烃体积分数严重超标。正常数值应为 $400\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ ，而实际值达到 $900\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

Q 诊断分析:

(1) 遵照国标 GB/T 7252—2001《变压器油中溶解气体分析判断导则》，进行分析判断，认为故障性质为变压器内部高温过热。

(2) 通过局部放电基本图谱进行分析，并进行变压器绕组变形试验，确认绕组变形程度很轻微，不会引起故障。

(3) 进行高压常规试验，没有发现任何问题，说明变压器内部处于正常状态。

(4) 分析认为，油冷却系统的附属设备可能存在故障，使高温气体在循环中进入到变压器本体。

(5) 对油泵进行检查，其中一台内部有碰撞发出的响声，油泵外壳温度也很高，判断为叶轮或轴承损坏。

(6) 这台油泵要求采用进口或国产优质高精度轴承，在正常条件下连续工作时，轴承寿命不能超过8年，但是这台油泵的运行时间已经接近10年，而从来没有更换过轴承。轴承严重磨损后，泵体温度升高，提升了油的温度，使高温气体在循环中进入到变压器本体，导致变压器总烃严重超标。

Q 故障处理: 更换轴承后，变压器总烃体积分数恢复到正常数值。

Q 经验总结: 当变压器的总烃严重超标时，要结合现场实际情况，对变压器进行综合检查，及时找出原因，排除故障。

例007 员工宿舍的电压不稳定

Q 故障设备: 某工厂的配电变压器 ($250\text{kV}\cdot\text{A}$, $10000/400\text{V}$)。

Q 故障现象: 在这家工厂里，十几台三相电动机运转都很正常。而进入夜间后，员工宿舍中的照明灯具有的暗红，有的太亮但很短时间便烧坏。电风扇有的转动缓慢，有的转速明显加快，并伴有嗡嗡声。电压很不稳定，给生活带来诸多不便。

Q 诊断分析:

(1) 分析认为：三相电动机运转正常，而单相用电负荷不正常，说明中性线断线或接触不良，导致变压器中性点偏移。在这种情况下，各相的负载形成串联关系，并对交流380V线电压进行分压。随着用电负荷阻抗的不同，用电器具所承受的电压也不同。负荷越小（阻值越大）则电压降越大，甚至远远大于其额定电压，导致用电器具烧坏。

(2) 对厂区的供电干线和分支线路逐线排查，没有发现中性线存在异常情况。

(3) 检查配电室中低压配电屏的接线，中性线也在完好的状态。

(4) 停电后登上配电变压器，检测低压绕组各相对中性线的阻值，均为 ∞ ，这说明在变压器内部，低压绕组的中性线与导电杆之间完全不通。

(5) 对变压器进行吊芯检查，发现中性线引出线与导电杆之间的连接铜带脱焊，导致中性线断路。

Q 故障处理: 将脱焊处用磷铜焊条焊牢，并用绝缘材料对焊接处进行绝缘处理。装配变压器后重新送电，故障不再出现。