

汽修入门书系

汽车



电工维修



快

速

入

门



天

一天一个专项

60天电工技能全掌握

第2版

一点一滴积累

2个月菜鸟轻松变高手

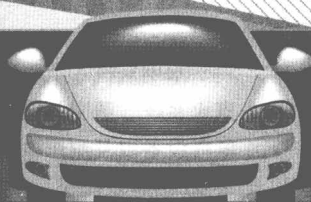
刘春晖 薛金燕◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽修入门书系

汽车



电工维修



快

入

速

门

60

天

第2版

刘春晖 薛金燕◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书从汽车电气设备的蓄电池、交流发电机及电压调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与警告系统、汽车空调系统、汽车辅助电气设备以及汽车电工的准备工作和电工工具的使用等几个重要部分选取了60个典型内容,作为入门者的每天一个典型学习任务。内容方面针对某一个典型知识点,注重理论与实践的紧密结合,既有汽车电气设备的结构、原理、使用、检测、维修的相关知识,又有电路故障的诊断与排除知识,同时每一天的内容又附有与相关内容配套的1~2个维修案例,以帮助初学者提高维修技能。

本书适合广大汽车维修人员、驾驶人、汽车行业工程技术人员阅读参考,也可作为高职高专、技工院校汽车运用与维修技术、汽车检测与维修技术、汽车制造与装配技术、汽车电子技术等相关专业师生的实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工维修快速入门 60 天/刘春晖,薛金燕主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2015. 6

ISBN 978 - 7 - 111 - 50346 - 0

I. ①汽… II. ①刘… ②薛… III. ①汽车 - 电工 - 维修 - 基本知识
IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 112208 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:连景岩 责任编辑:连景岩 杜凡如

责任校对:陈延翔 封面设计:鞠 杨

责任印制:刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21.25 印张·513 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 50346 - 0

定价:53.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010 - 88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010 - 68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010 - 88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电气与电子技术的发展,汽车电子化是汽车发展的必由之路。随着汽车技术的发展,汽车电气系统方面的问题日渐成为汽车维修的难点。甚至有的汽车维修厂家,只要一听客户说故障是与汽车电气有关的问题就直接拒绝接收。随着汽车配置的提高,现代汽车维修技术已成为机电一体化相结合的技术,几乎每一个系统的故障都牵扯到机械和电气两个方面。汽车电气维修已经成为广大一线汽车维修人员一个不可避免的问题。

为帮助广大一线汽车维修人员尽快掌握汽车电气维修技能,本书将汽车常规电气系统的相关内容划分为60个典型模块。每个模块都是一个大致独立完整的技术专题,可以作为维修人员一天的学习内容。模块内容主要包括:针对相关专题知识点的学习目标;针对本专题知识点配套的典型故障维修案例的排除方法及排除过程;相关知识内容的作用、结构原理或工作过程等方面基础知识的介绍;针对本知识点所进行的拆装、检修、故障诊断、系统检查等实际操作方面的知识;在每一专题的最后还附有特别提示,用来对本专题内容中的知识点进行典型的概括和总结,同时还附有巩固典型知识点的作业,用以对所学内容的巩固和提高。

本书自第1版出版以来,深受广大读者的欢迎,历经多次重印。为了适应新形势下汽车技术发展的需要,我们对第1版进行了修订,增加了新的维修理念和汽车电气系统方面的新配置及典型车型的电气系统的结构维修内容。

本书从汽车电气设备的蓄电池、交流发电机及电压调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与警告系统、汽车空调系统、汽车辅助电气设备以及汽车电工的准备工作和电工工具的使用等几个重要部分内容中选取了60个典型内容,作为入门者每天一个典型内容进行学习。内容方面针对某一个典型知识点,注重理论与实践的紧密结合,既有汽车电气设备的结构、原理、使用、检测、维修的相关知识,又有电路故障的诊断与排除知识,同时每一天的内容又附有与相关内容配套的1~2个维修案例,以帮助初学者提高。维修案例内容的选取注重一线维修人员排除故障的思路。本书内容的选取以常见车型为主,如桑塔纳、奥迪、本田雅阁、别克、雪铁龙等,具有很强的典型性和代表性。为便于读者对照原厂电路图检修故障,书中电气符号尽量与原厂电路图一致,因此可能与现行国家标准规定有所不同,提醒读者注意。书中“第2天”的内容中,电气符号均按国家标准规定所列,读者可参考。

本书适合广大汽车维修人员、驾驶人、汽车行业工程技术人员使用,也可作为高职高专、技

工院校汽车运用与维修技术、汽车检测与维修技术、汽车制造与装配、汽车电子技术等相关专业师生的实训教材。

本书由刘春晖、薛金燕主编，参加编写工作的还有张妍妍、乔华英、李华、吴云、刘风阁。

本书在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍，在此向维修资料的作者及编者深表感谢！由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请使用本书的广大读者和有关专家批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 万事俱备好工作——汽车电工的准备工作	1
第1天 用电危险请注意	1
一、电流对人体的作用	1
二、触电形式	2
三、触电保护措施	2
四、安全用电常识	4
第2天 电路元件与图形符号要牢记	5
一、图形符号	5
二、文字符号	8
三、图形符号、文字符号的识读	10
第3天 学会汽车电器故障诊断方法	11
一、案例：利用串联试灯的方法快速排除雅阁漏电故障	11
二、用不同方法检查电路	12
三、汽车电器常见故障类型	13
四、汽车电器故障诊断常用工具	15
第4天 别克车系电路图识读	17
一、案例：别克君越轿车冷却液温度过高故障	18
二、别克车系车辆位置分区代码	20
三、上海别克轿车自动变速器控制电路图读图分析	20
第二章 工欲善其事必先利其器——汽车电工工具使用	23
第5天 学会使用指针式万用表	23
一、指针式万用表的使用方法	23
二、指针式万用表	26
第6天 学会使用数字式万用表	27
一、案例：利用数字万用表排除桑塔纳 3000 轿车不能起动故障	27
二、数字万用表的使用	28
三、汽车万用表的使用	30
四、数字万用表	31
五、汽车万用表	32
第7天 学会使用示波器	33

一、示波器	33
二、波形分析	35
三、汽车专用示波器简介	36
第 8 天 学会使用故障诊断仪	37
一、故障诊断仪的类型	37
二、故障诊断仪的功能	39
三、专用型、通用型故障诊断仪使用中的差别	40
四、使用故障诊断仪检测电控系统时的注意事项	41
第三章 蓄电池并不简单	43
第 9 天 如何拆卸和检查蓄电池	43
一、案例: 迈腾 1.8 TSI 轿车蓄电池缓慢放电	43
二、蓄电池的拆装	44
三、蓄电池的检查	45
四、蓄电池技术状态指示器	49
第 10 天 如何进行蓄电池的充电	50
一、案例: 丰田普锐斯轿车铅酸蓄电池充电的方法	50
二、蓄电池极柱极性的识别	51
三、蓄电池充电作业方法	52
四、蓄电池充电的注意事项	53
五、蓄电池的充电	53
六、充电设备及充电方法	54
第 11 天 蓄电池的常见故障诊断	56
一、蓄电池常见故障案例	56
二、蓄电池常见故障的排除	56
三、如何在充电时判断蓄电池故障	57
第四章 交流发电机及调节器	60
第 12 天 认识交流发电机的结构	60
一、案例: 2006 款宝马 320i 发电机故障	60
二、交流发电机的检查	62
三、交流发电机的结构	64
第 13 天 认识交流发电机的整流器	67
一、案例: 解放 CA1092 闭合点火开关充电指示灯不亮, 起动机不运转	67
二、整流二极管的检测	68
三、交流发电机的不解体检测	68
四、整流器的结构	70
第 14 天 认识电压调节器	71
一、案例: 2006 款别克 GL8 车无法起动	72
二、电压调节器搭铁形式的判断与测试	73
三、电压调节器的代换方法	73
四、电压调节器的基本原理与类型	75
第 15 天 认识充电指示灯控制电路	78

一、案例：诊断迈腾 B7L 轿车启动后充电指示灯常亮的故障	78
二、由中性点控制的充电指示灯电路的故障诊断	79
三、三个磁场二极管控制充电指示灯的故障诊断	80
四、利用中性点电压控制充电指示灯	81
五、利用三个磁场二极管控制充电指示灯	83
第 16 天 如何检修桑塔纳轿车充电系统	84
一、案例：桑塔纳 2000 轿车充电指示灯常亮	84
二、桑塔纳轿车集成电路电压调节器的检查	85
三、桑塔纳轿车充电系统的结构	86
第 17 天 如何检修丰田轿车充电系统	87
一、案例：丰田轿车充电系统故障	87
二、丰田轿车集成电路电压调节器检测	88
三、丰田轿车充电系统的构成与工作原理	89
第 18 天 如何检修本田雅阁轿车充电系统	91
一、本田雅阁轿车充电系统的检测	91
二、本田雅阁轿车充电系统电路分析	93
第 19 天 如何检修马自达轿车充电系统	95
一、案例：马自达 6 轿车发电机充电指示灯点亮	95
二、马自达轿车充电系统的检查	97
三、马自达轿车充电系统的结构	98
第 20 天 如何检修别克轿车充电系统	101
一、案例：2004 款君威轿车充电指示灯偶尔点亮	101
二、别克轿车充电系统测试	103
三、别克轿车充电系统	103
第五章 这就是起动机	107
第 21 天 认识起动机的结构	107
一、直流电动机的检修	107
二、直流电动机的构造	109
第 22 天 认识起动机电磁开关	112
一、电磁开关的检修及识别	112
二、电磁开关的结构及控制过程	114
第 23 天 认识起动机的传动机构	116
一、单向离合器的检查	116
二、滚柱式单向离合器	116
三、摩擦片式单向离合器	117
四、弹簧式单向离合器	118
第 24 天 认识起动机的工作过程	119
一、案例：爱丽舍轿车起动机故障	120
二、起动机的调整	121
三、起动机的简易试验	121
四、起动机的性能试验	123

五、起动机的工作过程·····	124
第 25 天 认识君威轿车起动系统·····	125
一、案例：君威 2.0 轿车发动机有时不能起动·····	126
二、别克君威起动系统的故障诊断·····	127
三、别克君威起动机控制电路·····	128
第 26 天 认识减速起动机·····	129
一、减速起动机的拆装及检修·····	129
二、减速起动机特点·····	131
三、外啮合式减速起动机·····	132
四、行星轮式减速起动机·····	132
五、永磁式减速起动机·····	133
第六章 点火系统如此关键·····	135
第 27 天 认识点火系统部件·····	135
一、案例：宝来轿车行驶无力，发动机抖动·····	135
二、点火系统主要部件的检测·····	136
三、点火线圈·····	137
四、分电器·····	139
五、火花塞·····	142
第 28 天 认识磁感应式电子点火系统·····	144
一、磁感应式电子点火系统的检测·····	144
二、磁感应式点火信号发生器的工作原理·····	146
三、点火电子组件的工作原理·····	148
第 29 天 认识霍尔式点火系统·····	149
一、案例 1：桑塔纳轿车冷起动困难·····	149
二、案例 2：奥迪轿车发动机不能起动·····	149
三、霍尔式点火系统不着车故障检测·····	150
四、霍尔式点火信号发生器·····	151
五、L497 及其点火电子组件·····	153
第 30 天 点火正时的检查与调整·····	154
一、案例：点火正时故障的维修·····	154
二、桑塔纳轿车点火正时的校正·····	155
三、CA6102 型发动机点火正时调校·····	155
四、点火正时的检查·····	156
五、点火正时的调整·····	156
第 31 天 别克轿车点火控制·····	158
一、案例：别克陆尊发动机故障灯亮不能进入点火模式·····	158
二、点火系统元件检测·····	159
三、别克轿车发动机点火系统的故障检修·····	160
四、上汽别克轿车发动机点火控制系统·····	161
第 32 天 认识丰田车系点火系统·····	165
一、丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统的检测·····	165

二、丰田 2NZ-FE 型发动机点火系统	167
第七章 照明系统是汽车的眼睛	170
第 33 天 认识桑塔纳轿车照明系统电路	170
一、案例：桑塔纳 2000GSi 轿车雾灯不工作	170
二、照明系统的故障诊断与排除	171
三、桑塔纳轿车照明系统控制电路	173
第 34 天 认识桑塔纳轿车信号系统电路	174
一、案例：桑塔纳轿车转向灯故障	174
二、转向信号电路故障诊断	175
三、汽车转向信号装置	178
第 35 天 认识汽车喇叭	180
一、案例：速腾轿车喇叭不响及多功能显示器无显示	180
二、不同车型的喇叭电路结构图	182
三、喇叭电路的故障检测	183
四、喇叭电路的故障常发部位及判断	184
五、喇叭接线图的扩展	184
六、喇叭信号装置	185
第八章 仪表板和警告系统嗅出故障的味道	189
第 36 天 电流表故障检修	189
一、电流表的故障检修	189
二、电流表的结构及工作原理	190
第 37 天 电压表故障检修	191
一、案例：切诺基汽车电压表起步时指针摆动	192
二、电压表的故障检修	192
三、电压表功用与工作原理	193
第 38 天 仪表稳压器的故障诊断	194
一、案例：桑塔纳轿车冷却液温度指示值偏高	194
二、典型仪表故障诊断与排除	195
三、电热式与电子式仪表稳压器	196
第 39 天 桑塔纳轿车机油压力警告系统故障诊断	199
一、案例：桑塔纳轿车高速行驶时机油警告灯闪亮	199
二、桑塔纳轿车机油压力警告系统的故障诊断	199
三、机油压力警告系统的结构与工作原理	200
四、桑塔纳轿车机油压力警告系统	201
第 40 天 桑塔纳轿车警告灯故障排除	202
一、案例：桑塔纳轿车仪表警告灯故障诊断	202
二、桑塔纳轿车冷却液温度警告灯亮故障的排除	204
三、桑塔纳轿车仪表板内部工作原理	205
四、桑塔纳轿车警告信号电路	205
第 41 天 发动机转速表故障诊断	208
一、案例：瑞风商务车发动机转速表不工作	208

二、发动机转速表的故障诊断	209
三、汽油发动机转速表	210
四、磁感应式发动机转速表	211
五、数字式发动机转速表	212
第 42 天 认识仪表警告灯、指示灯	213
一、案例：2011 款迈腾 B7L 发动机无法启动	213
二、车辆常用指示灯功能解读	215
第九章 汽车空调系统——汽车冷暖它知道	222
第 43 天 认识空调制冷剂	222
一、案例：奔驰 E280 轿车空调制冷效果差	222
二、汽车空调制冷系统检漏	223
三、制冷剂	225
第 44 天 认识电控可变排量压缩机	228
一、案例：新款奥迪 A6 轿车空调不制冷故障排除	229
二、电控可变排量压缩机故障诊断思路	230
三、电控可变排量式空调压缩机的结构原理	231
第 45 天 认识空调冷凝器	232
一、案例：赛欧轿车发动机怠速开空调冷却液温度过高	233
二、空调冷凝器的拆装与检修	234
三、汽车空调冷凝器的结构	235
第 46 天 认识空调蒸发器	237
一、案例：奥迪 A6 轿车空调蒸发器结冰	237
二、空调蒸发器的检修	239
三、蒸发器	239
四、RS 蒸发器	240
第 47 天 认识膨胀阀和节流管	240
一、案例：马自达 6 轿车空调压缩机频繁重复接合、分离	241
二、膨胀阀的检修	242
三、节流管的检修	244
四、膨胀阀	244
五、膨胀节流管（孔管）	245
第 48 天 认识储液干燥器和集液器	246
一、案例：普通桑塔纳轿车空调制冷效果差	246
二、储液干燥器的拆装与检修	247
三、储液干燥器	249
四、集液器（积累器）	250
五、视液镜	250
第 49 天 认识制冷剂压力开关	251
一、案例：桑塔纳轿车空调电路故障	251
二、空调压力开关的检测	253
三、制冷剂压力开关	253

第 50 天 认识空调电磁离合器	258
一、案例：雷克萨斯轿车空调工作不正常	258
二、电磁离合器的检修	260
三、电磁离合器的结构	261
第 51 天 认识桑塔纳轿车空调控制电路	262
一、案例：桑塔纳 3000 轿车自动空调不制冷	263
二、空调系统制冷不良故障的诊断	264
三、桑塔纳 3000 轿车空调系统电路	266
第 52 天 认识汽车的散热器风扇控制电路	268
一、案例：捷达王 GTX 型轿车散热器风扇故障的排除	268
二、风扇电动机控制电路的检测	269
第十章 你是否真的了解汽车辅助电器系统	273
第 53 天 认识汽车刮水系统	273
一、案例：奔驰 R350 轿车刮水器不动作	273
二、汽车刮水系统使用维修	275
三、汽车刮水器电动机的组成	276
第 54 天 认识凯越轿车刮水及洗涤系统	278
一、案例：凯越轿车刮水器自动档不工作	278
二、风窗刮水系统和洗涤系统的检修	281
三、无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统	282
四、有雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统	284
第 55 天 认识电动天窗	286
一、案例：别克林荫大道轿车天窗无法工作	286
二、电动天窗的作用、功能与特点	289
三、电动天窗的结构	290
四、电动天窗控制电路分析	291
第 56 天 认识中控门锁	293
一、案例：新赛欧轿车电子防盗中控门锁失效	294
二、中控门锁部件的检测	295
三、中控门锁的基本工作原理	298
第 57 天 认识别克轿车遥控门锁	300
一、案例：别克轿车遥控门锁系统用遥控器不能开锁	301
二、遥控门锁（RKE）系统不工作的故障诊断	301
三、别克轿车遥控门锁（BKE）系统的设定与编程	303
第 58 天 认识 2007 款别克林荫大道轿车防盗系统	306
一、案例：林荫大道轿车发动机不能起动，仪表板上的防盗指示灯“SECURITY”闪烁	307
二、别克林荫大道轿车防盗系统故障诊断及编程	308
三、别克林荫大道轿车防盗系统结构与操作	310
第 59 天 认识电动后视镜	313
一、案例：马自达 6 轿车外后视镜折回功能失灵	314
二、电动后视镜部件检测	314

三、电动后视镜的功能·····	317
四、电动后视镜的原理与控制电路·····	318
第 60 天 认识电动车窗·····	320
一、案例：桑塔纳 2000GSi 轿车中控门锁和电动玻璃升降器不工作·····	320
二、电动车窗常见故障的检修·····	322
三、电动车窗的组成·····	323
四、电动车窗的基本控制电路·····	323
五、电动车窗的新功能·····	324
参考文献·····	327

第一章

万事俱备好工作—— 汽车电工的准备工作

第1天 用电危险请注意

学习目标

1. 了解电流对人体的作用。
2. 掌握触电的形式和触电的保护措施。
3. 掌握安全用电常识。

基础知识

对于一线汽车维修人员，几乎每天都要接触到交流 220V 甚至交流 380V 的非安全电压，如操作升降机、使用真空泵给空调加制冷剂、操作砂轮机、给蓄电池充电等。掌握用电安全知识，合理、安全用电，是汽车维修人员更好地从事汽车维修工作的前提。因此，要确保用电安全，合理有效地使用电力资源，就必须让一切用电人员在思想上高度重视，并掌握安全用电的知识和技能。

一、电流对人体的作用

1. 电流对人体的伤害

触电是指由于人体与带电体的意外接触，而使人体承受过高的电压，以致引起死亡或局部受伤的现象。从本质上看，触电是指电流对人体的伤害。按人体受伤害的程度不同，触电分为电伤和电击两种。

(1) 电伤 电伤是在电流热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。灼伤主要是指电弧灼伤，会造成皮肤红肿、烧焦或皮下组织损伤；烙伤是指皮肤被电器发热部分烫伤或由于人体与带电体紧密接触而留下肿块、硬块，使皮肤变色等；皮肤金属化则是指熔化的金属微粒渗入皮肤表层，使受伤部位皮肤带金属颜色且留下硬块。

(2) 电击 电击是指人体内部器官受伤害，是由通过人体的电流而引起的。当人体通过 1mA 的工频电流时，就会使人有麻木的感觉，10mA 电流为摆脱电流；当人体通过 50mA

的工频电流时,经过一定时间就可使人致命。电流通过心脏危险性最大,通电时间越长,触电的伤害程度就越严重。

据有关资料表明,工频电流 10mA 以上,直流在 50mA 以上的电流通过人体时,触电者已不能摆脱电源脱险,有生命危险。在小于上述电流的情况下,触电者能自己摆脱带电体,但时间过长同样有生命危险。

2. 安全电流及有关因素

频率为 30 ~ 1000Hz 的电流最危险,1000Hz 以上的电流,随着频率的升高危险性将减小。常见的工频电流 50 ~ 60Hz 的危险性最大。

通过人体的电流虽小,但时间过长也有危险,其危害程度取决于通过人体的电流大小与通电时间的乘积。通常通过人体的电流大小与通电时间的乘积在 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 以下时,人不致触电;若超过 $30\text{mA} \cdot \text{s}$,则有触电危险。

3. 安全电压和人体电阻

人体最小电阻一般在 $800 \sim 1000\Omega$,皮肤干燥时可达几万欧姆,而有汗或皮肤破损时电阻迅速减小。一般情况下,对地电压低于 40V 为安全电压。但电气设备环境越潮湿,安全电压就越低。

我国安全电压等级标准分为 42V、36V、6V,可供不同条件下使用的电气设备选用。一般 36V 以下电压不会造成人员伤亡,故称 36V 为安全电压。通常机床上照明用电为 36V,船舶、坦克、汽车电源用 24V 或 12V。

二、触电形式

人体触电形式可分为单相触电、两相触电和因电气设备外壳漏电而触电等。

1. 单相触电

单相触电可分为三相四线制(中性点接地)单相触电和三相四线制(中性点不接地)单相触电。中性点接地的三相四线制单相触电如图 1-1a 所示。中性点不接地的三相电源单相触电如图 1-1b 所示,这种触电方式,导线越长,对地电容越大,对人体的危害越大。

2. 两相触电

两相触电如图 1-2 所示,这种触电方式是最危险的。

3. 因电气设备外壳漏电而触电

此形式的触电事故相当于单相触电,大多数触电事故属于这一种。图 1-3 所示

为因电气设备外壳漏电而触电的示意图。为了防止因电气设备外壳漏电而触电事故的发生,对电气设备常采用保护接地和保护接零的保护装置。

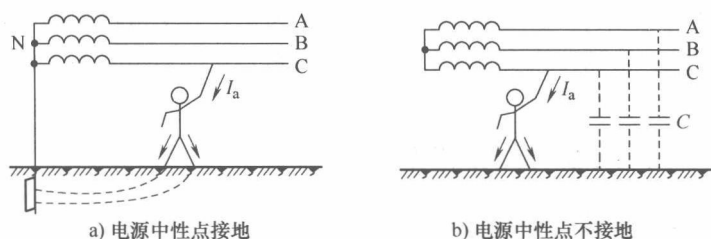


图 1-1 单相触电的示意图

三、触电保护措施

1. 保护接地

(1) 工作接地 通常为了用电安全,电力系统均将中性点接地,称为工作接地。接地电阻一般规定小于 4Ω ,如图 1-4 所示。

(2) 保护接地 在无工作接地的系统中,可将电气设备的金属外壳、框架等用接地装置与大地可靠地连接,如图 1-5 所示。当设备某相绕组与机壳相碰,致使机壳带电时,若人

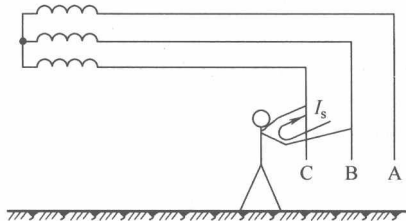


图 1-2 两相触电的示意图

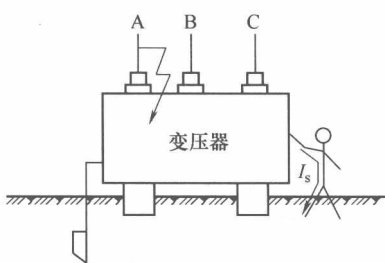


图 1-3 因电气设备外壳漏电而触电的示意图

体与机壳相接触，因接地电阻很小，远小于人体电阻，电流绝大部分通过接地线入地，从而保护了人身安全。

(3) **重复接地** 当电源变压器离用户较远时，为防止中线断线或线路电阻过大，应在用户附近将中线再接地，如图 1-6 所示。

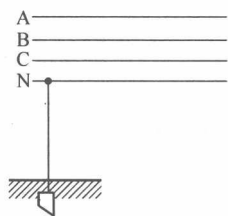


图 1-4 工作接地

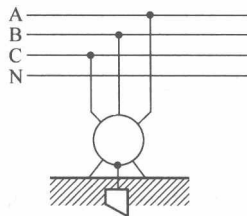


图 1-5 保护接地

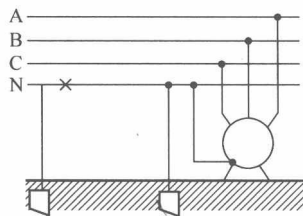


图 1-6 重复接地

2. 保护接零

在有工作接地的系统中应将电气设备的金属外壳或框架接零线，如图 1-7 所示。当设备的某相绕组与机壳相碰短路时，因有接零保护使该相电源短接，电流很大会很快将该相熔丝烧断而断电。对于中性点接地的三相四线系统，电气设备宜采取保护接零。

采用保护接地和保护接零的注意事项：

- ① 不允许在同一电源上把一部分用电设备采用接零保护，另一部分采用接地保护。
- ② 在采用保护接零时，接零的导线必须连接牢固，以防脱线。在零线上不允许安装熔断器和开关。为使相线碰壳时保护电器能可靠地动作，要求接零的导线阻抗不能太大。在安装完毕后，必须严格检测接地电阻值是否合乎要求。
- ③ 配电箱进线处零线接大地，配电箱出线引出相线 (L)，工作零线 (N) 和保护零线 (也称地线) 用 “ $\perp$ ” 表示。插座和插头的正确接法如图 1-8 所示。

3. 漏电保护开关

在检测与判断出漏电时，漏电保护开关能自动切断故障电路。图 1-9 所示为目前通用的电流动作型漏电保护开关的工作原理，当设备发生漏电或单相接地故障时，由于主电路电流的相量和不再为零，零序互感器的铁心有零序磁通，其二次侧有电压输出，经放大器 A 判断、放大后，输入脱扣器 YR，令断路器 QF 动作，从而切除故障电路，避免人员发生触电事故。

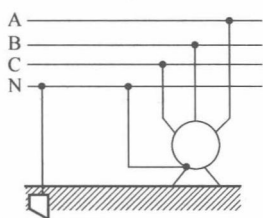


图 1-7 保护接零

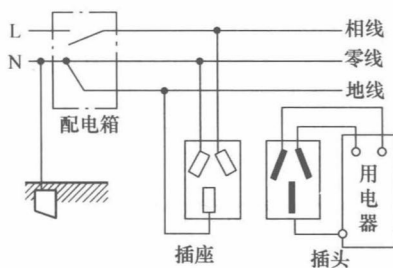


图 1-8 三线插座

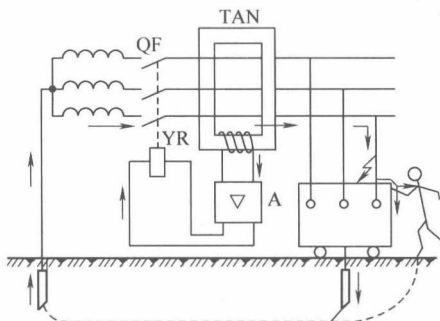


图 1-9 电流动作型漏电保护开关工作原理图

TAN—零序互感器 A—放大器 QF—主电路断路器（内含脱扣器 YR）

四、安全用电常识

- ① 严格按操作规程作业。在任何情况下都不得用手来鉴别导体是否带电。
- ② 禁用钢丝代替熔丝，禁止用一般胶布或医用胶布代替电工胶布。
- ③ 常用电器的开关应接在相线上，这样开关断电后，电器不会有电压。
- ④ 更换熔丝时应先切断电源，不得带电操作。
- ⑤ 拆开断裂的暴露在外部的带电接头后，必须及时用绝缘物包好并悬挂到人体不会碰到的高处，以防有人触及。
- ⑥ 工厂车间内的照明灯具应按规定使用（有的只允许使用 36V 的）；在特别潮湿的场所只允许使用 12V 以下的照明灯。
- ⑦ 当遇到有人触电时，应迅速切断电源，或尽快用干燥的绝缘物（如棍棒等）打断电线或拨开触电者，切勿直接用手拉触电者。当触电者脱离电源后，再根据具体情况救治。
- ⑧ 当发生电气火灾时，首先应切断电源，然后灭火。在切断电源前严禁用水或一般酸性泡沫灭火器来灭火，只能用二氧化碳、二氟一氯、一溴甲烷（即 1211）、二氟二溴式干粉灭火器。在灭火器材不足的情况下，可借助细砂子或细土灭火。