

DIANGONG

电工
实战丛书

SHIZHAN CONGSHU

孙克军 主编

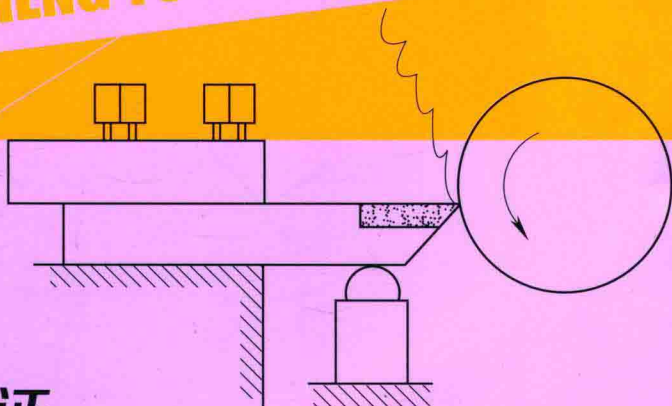
维修电工 技能速成 与实战技巧

WEIXIU DIANGONG
JINENG SUCHENG YU SHIZHAN JIQIAO

学会基础知识

快速掌握技能

轻松上岗取证



化学工业出版社

DIANGONG

电工
实战丛书

SHIZHAN CONGSHU

维修电工 技能速成 与实战技巧

孙克军 主 编

杨征 韩宁 副主编

WEIXIU DIANGONG
JINENG SUCUENG YU SHIZHAN JIQIAO



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技能速成与实战技巧/孙克军主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 2

(电工实战丛书)

ISBN 978-7-122-28852-3

I. ①维… II. ①孙… III. ①电工-维修 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 006338 号

责任编辑: 高墨荣

责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙凤英

装帧设计: 刘丽华

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 100012)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 441 千字 2017 年 4 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



《电工实战丛书》编委会

主 任 孙克军

副主任 刘庆瑞

编 委 (按姓氏拼音排序)

安国庆	付占稳	高艳玲	韩 宁	李 斌	李仕旭
李文娟	刘 浩	刘建业	刘庆瑞	马 超	马 丽
孙会琴	孙克军	孙丽华	商晓梅	王 佳	王素芝
王晓晨	王忠杰	薛增涛	薛智宏	闫彩红	杨国福
于 静	张苏英	赵 静	朱维璐		

前言

随着国民经济的飞速发展，电能在工农业生产、军事、科技及人民日常生活中的应用越来越广泛。各行各业对电工的需求越来越多，新电工不断涌现，新知识也需要不断补充，为了满足广大再就业人员学习电工技术的要求，我们组织编写了“电工实战丛书”。本丛书按高压电工、低压电工、维修电工、建筑电工、物业电工、家装电工、水电工、汽车电工、电工分册。本丛书采用大量图表，内容由浅入深、言简意赅、通俗易懂、简明实用、可操作性强，力求帮助广大读者快速掌握行业技能，顺利上岗就业。

本书是维修电工分册，本书是根据广大维修电工的实际需要，参考《工人技术等级标准》规定的初、中级应知应会的主要内容而编写的。以帮助维修电工提高电气技术的理论水平及处理实际问题的能力。在编写过程中，从当前维修电工的实际情况出发，面向生产实际，搜集、查阅了大量有关资料，归纳了常用电工仪表的选用、变压器的使用与维护、电动机的使用与维护、低压电器的使用与维护、常用电气控制电路的维修、低压配电线路和照明装置的维修、可编程控制器的使用与维护、变频器的使用与维护、电动机软启动器的使用与维护、常用传感器的使用等方面的内容。编写时考虑到了系统性，力求突出实用性，努力做到理论联系实际。

本书主要突出了简明实用、通俗易懂、可操作强的特点。书中采用大量图表，由浅入深，全面介绍了维修电工应掌握的基础知识和基本操作技能。本书不仅可作为农村进城务工人员以及没有相应技能基础的广大城乡待业、下岗人员的就业培训用书，也可供已经就业的维修电工在技能考评和工作中使用，还可作为职业院校有关专业师生的教学参考书。

本书由孙克军任主编，杨征、韩宁任副主编。第1章由商晓梅编写，第2、3章由杨征编写，第4章由韩宁编写，第5章由孙克军编写，第6章由王忠杰编写，第7章由薛智宏编写，第8章由郭英军编写，第9章由王佳编写，第10章由赵小鹏编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位及个人表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有不妥之处，希望广大读者批评指正。

编者

目 录

第1章 常用电工仪表的选用

1.1 电流表的选用	1
1.1.1 电流表的选择与使用注意事项	1
1.1.2 直流电流的测量与分流器的选择	2
1.1.3 交流电流的测量与电流互感器的选用	3
1.2 电压表的选用	6
1.2.1 电压表的选择与使用注意事项	6
1.2.2 直流电压的测量与附加电阻的选择	6
1.2.3 交流电压的测量与电压互感器的选用	7
1.3 万用表的选用	9
1.3.1 万用表的选择	9
1.3.2 指针式万用表的使用	10
1.3.3 数字式万用表的使用	12
1.4 钳形电流表的选用	16
1.4.1 指针式钳形电流表的选用	16
1.4.2 数字式钳形电流表的选用	17
1.5 绝缘电阻表的选用	19
1.5.1 绝缘电阻表的选择	19
1.5.2 用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻	19

第2章 变压器的使用与维护

2.1 变压器概述	21
2.1.1 变压器的用途	21
2.1.2 变压器的额定值	21
2.1.3 油浸式电力变压器的结构	23
2.1.4 变压器的连接组别	23
2.1.5 变压器的并联运行	23
2.2 变压器的使用与维护	26
2.2.1 变压器投入运行前的检查	26
2.2.2 变压器的试运行	27
2.2.3 变压器运行中的监视与检查	28
2.2.4 变压器的特殊巡视检查	28
2.2.5 变压器重大故障的紧急处理	29
2.2.6 变压器并列运行的注意事项	29
2.2.7 切换分接开关的注意事项	29

2.2.8	变压器过负载的处理方法	30
2.2.9	变压器自动跳闸的处理方法	30
2.2.10	变压器油的简易鉴别方法	31
2.2.11	补充变压器油的注意事项	31
2.2.12	变压器运行中常见的异常现象及其处理方法	32
2.3	弧焊变压器	33
2.3.1	弧焊变压器的用途与特点	33
2.3.2	弧焊变压器的工作原理与焊接电流的调节	35
2.3.3	弧焊变压器的使用与维护	35
2.3.4	弧焊变压器的常见故障及处理方法	37

第3章 电动机的使用与维修

3.1	电动机的使用	39
3.1.1	电动机的安装	39
3.1.2	电动机熔体的选择	42
3.1.3	电动机启动前的准备和检查	43
3.1.4	电动机运行中的监视	44
3.1.5	改变电动机旋转方向的方法	44
3.2	电动机的基本结构与拆装方法	48
3.2.1	常用电动机的基本结构	48
3.2.2	电动机引线的拆装	50
3.2.3	电动机的拆装步骤	51
3.2.4	带轮或联轴器的拆装	51
3.2.5	轴承盖的拆装	52
3.2.6	端盖的拆装	53
3.2.7	转子的拆装	54
3.2.8	轴承的拆装	55
3.3	三相异步电动机的维修	57
3.3.1	三相异步电动机的定期维修	57
3.3.2	三相异步电动机定子绕组常见故障的检修	58
3.3.3	三相异步电动机转子绕组常见故障的检修	62
3.3.4	三相异步电动机的常见故障及其排除方法	63
3.4	单相异步电动机的维修	65
3.4.1	单相异步电动机维修注意事项	65
3.4.2	离心开关的使用与检修	66
3.4.3	电容器的使用与检修	66
3.4.4	单相异步电动机的常见故障及其排除方法	67
3.5	直流电动机的维修	68
3.5.1	直流电动机使用前的准备及检查	68
3.5.2	使用串励直流电动机的注意事项	68
3.5.3	直流电动机运行中的维护	69
3.5.4	直流电动机电枢绕组常见故障的检修	69
3.5.5	换向器常见故障的检修	71

3.5.6 直流电动机的常见故障及其排除方法	71
------------------------------	----

第4章 低压电器的使用与维护

4.1 低压电器概述	74
4.1.1 低压电器的特点	74
4.1.2 低压电器的种类	74
4.1.3 低压电器的选用原则及注意事项	76
4.1.4 低压电器的安装原则及注意事项	77
4.2 刀开关	77
4.2.1 刀开关的使用与维护	77
4.2.2 开启式负荷开关的使用与维护	79
4.2.3 封闭式负荷开关的使用与维护	80
4.2.4 组合开关的使用与维护	81
4.3 熔断器	82
4.3.1 常用熔断器的种类	82
4.3.2 熔断器的安装	84
4.3.3 熔断器的使用与维护	85
4.3.4 熔断器的常见故障及其排除方法	85
4.4 断路器	86
4.4.1 常用断路器的种类	86
4.4.2 断路器的安装	87
4.4.3 断路器的使用与维护	87
4.4.4 断路器常见故障及其排除方法	88
4.5 交流接触器	88
4.5.1 接触器概述	88
4.5.2 交流接触器的安装	89
4.5.3 接触器的使用与维护	90
4.5.4 接触器常见故障及其排除方法	90
4.6 继电器	91
4.6.1 中间继电器的使用与维护	91
4.6.2 时间继电器的使用与维护	93
4.6.3 热继电器的使用与维护	95
4.6.4 固态继电器的使用与维护	96
4.7 主令电器	98
4.7.1 主令电器概述	98
4.7.2 控制按钮的使用与维护	98
4.7.3 行程开关的使用与维护	100
4.7.4 接近开关的使用与维护	101
4.8 漏电保护器	102
4.8.1 漏电保护器概述	102
4.8.2 漏电保护器的安装	102
4.8.3 漏电保护器的使用与维护	104
4.8.4 漏电保护器常见故障及其排除方法	105

第5章 常用电气控制电路的维修

5.1 电动机基本控制电路	106
5.1.1 三相异步电动机单向启动、停止控制电路	106
5.1.2 电动机的电气联锁控制电路	106
5.1.3 两台三相异步电动机的互锁控制电路	108
5.1.4 用接触器联锁的三相异步电动机正、反转控制电路	108
5.1.5 用按钮联锁的三相异步电动机正、反转控制电路	109
5.1.6 用按钮和接触器复合联锁的三相异步电动机正、反转控制电路	110
5.1.7 用转换开关控制的三相异步电动机正、反转控制电路	110
5.1.8 采用点动按钮联锁的电动机点动与连续运行控制电路	110
5.1.9 采用中间继电器联锁的电动机点动与连续运行控制电路	111
5.1.10 电动机的多地点操作控制电路	112
5.1.11 多台电动机的顺序控制电路	112
5.2 电动机控制电路的调试方法	113
5.2.1 通电调试前的检查和准备	113
5.2.2 保护定值的整定	113
5.2.3 通电试车的方法步骤	114
5.3 电动机控制电路调试实例	115
5.3.1 行程控制电路的调试	115
5.3.2 转子回路串电阻启动控制电路的调试	118
5.4 机床电气控制电路常见故障的检修方法	120
5.4.1 感官诊断法	120
5.4.2 电压测量法	121
5.4.3 电阻测量法	123
5.4.4 短接法	124
5.4.5 强迫闭合法	125
5.4.6 其他检查法	126
5.5 机床电气控制电路安装调试与常见故障检修实例	127
5.5.1 C620-1 型车床电气控制电路	127
5.5.2 M7120 型平面磨床电气控制电路	129
5.5.3 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	132

第6章 低压配电线路和照明装置的维修

6.1 低压架空线路的维修	135
6.1.1 低压架空线路的组成	135
6.1.2 低压架空线路各部分的作用	135
6.1.3 对低压架空线路的基本要求	136
6.1.4 架空线路检查与维护周期	136
6.1.5 架空线路竣工时应检查的内容	137
6.1.6 架空线路的巡视检查	137
6.1.7 架空线路的测试	138
6.1.8 架空线路事故的预防	139

6.2 电缆线路的维修	140
6.2.1 电缆的类型与结构	140
6.2.2 敷设电缆应满足的要求	141
6.2.3 电缆线路投入运行的基本条件	141
6.2.4 电缆线路定期巡视检查的周期	142
6.2.5 电缆线路的检查与维护	142
6.2.6 电缆故障的种类	143
6.2.7 电缆常见故障的原因	143
6.2.8 电缆故障的检测	144
6.2.9 输电线路和电缆绝缘电阻的测量	144
6.2.10 电缆故障的处理	146
6.2.11 电缆线路事故的预防措施	148
6.3 室内配电线路的维修	150
6.3.1 室内配电线路应满足的技术要求	150
6.3.2 配电线路的巡视检查	151
6.3.3 配电线路的常见故障的预防	152
6.3.4 车间电力线路的检修	153
6.3.5 照明电路故障的诊断与排除	153
6.4 电气照明装置的使用与维护	156
6.4.1 电气照明的分类	156
6.4.2 对电气照明质量的要求	156
6.4.3 安装照明灯具应满足的基本要求	157
6.4.4 白炽灯	158
6.4.5 荧光灯	158
6.4.6 高压汞灯	161
6.4.7 高压钠灯	162
6.4.8 卤钨灯	162
6.4.9 LED灯	163

第7章 可编程控制器的使用与维护

7.1 概述	164
7.1.1 可编程控制器的主要功能和特点	164
7.1.2 可编程控制器的分类	165
7.1.3 可编程控制器的基本组成	165
7.1.4 可编程控制器各部分的功能	166
7.1.5 可编程控制器的工作原理	167
7.1.6 可编程控制器的扫描工作过程	167
7.1.7 可编程控制器的输入、输出方式	168
7.1.8 可编程控制器内部器件的功能	169
7.1.9 可编程控制器的技术性能指标	171
7.2 PLC的编程	171
7.2.1 PLC使用的编程语言	171
7.2.2 梯形图的绘制	172

7.2.3 常用助记符	173
7.2.4 常用指令的使用	174
7.2.5 梯形图编程前的准备工作	177
7.2.6 梯形图的等效变换	178
7.3 PLC的使用与维护	179
7.3.1 PLC 机型的选择	179
7.3.2 PLC 的安装	179
7.3.3 PLC 使用注意事项	180
7.3.4 PLC 的维护	181
7.3.5 CPU 模板的常见故障及排除方法	182
7.3.6 输入模板的常见故障及排除方法	182
7.3.7 输出模板的常见故障及排除方法	183
7.4 PLC 应用实例	184
7.4.1 PLC 控制电动机正向运转电路	184
7.4.2 PLC 控制电动机正、反转运转电路	184
7.4.3 PLC 控制电动机双向限位电路	186

第8章 变频器的使用与维护

8.1 变频器基础知识	188
8.1.1 变频器的基本结构	188
8.1.2 变频器按变换频率的方法分类及特点	188
8.1.3 变频器按主电路工作方式分类及特点	189
8.1.4 变频器按电压调节方式分类及特点	190
8.1.5 变频器按控制方式分类及特点	191
8.1.6 变频器按用途分类及特点	192
8.1.7 变频器的容量的额定值和瞬时过载能力	192
8.2 变频调速的特点	193
8.2.1 变频调速的应用场合	193
8.2.2 变频调速的基本规律	194
8.2.3 变频调速时电动机的机械特性	196
8.2.4 从基频向下变频调速	196
8.2.5 从基频向上变频调速	197
8.3 变频器的选择	198
8.3.1 变频器类型的选择	198
8.3.2 变频调速系统电动机容量的选择	199
8.3.3 变频器容量的选择	199
8.3.4 通用变频器用于特种电动机时的注意事项	201
8.3.5 变频器选择实例	202
8.4 变频器的安装与使用	202
8.4.1 变频器的外围设备及用途	202
8.4.2 对变频器的安装环境的要求	203
8.4.3 变频器的安装	204
8.4.4 变频器通电前的检查与空载通电检验	206

8.4.5	变频器使用注意事项	206
8.4.6	变频器操作注意事项	207
8.4.7	变频器的运行	208
8.5	变频器的维护与保养	209
8.5.1	变频器的日常检查和定期检查	209
8.5.2	变频器的基本测量	210
8.5.3	变频器的保养	210
8.6	变频器与变频调速系统的常见故障及其排除方法	213
8.6.1	变频器的常见故障及其排除方法	213
8.6.2	变频调速系统的常见故障及其排除方法	213
8.7	变频器应用实例	214

第9章 电动机软启动器的使用与维护

9.1	电动机软启动器概述	218
9.1.1	电动机软启动器的用途	218
9.1.2	电动机软启动器的特点	218
9.2	电动机软启动器的基本结构与原理	219
9.2.1	电动机软启动器的基本组成	219
9.2.2	电动机软启动器的工作原理	220
9.3	电动机软启动器的检测环节和保护措施	221
9.3.1	电动机软启动器的检测环节	221
9.3.2	电动机软启动器的保护措施	221
9.4	电动机软启动器的额定值	222
9.5	电动机软启动器的选择	223
9.5.1	软启动器结构类型和带载能力的选择	223
9.5.2	电动机软启动器容量的选择	224
9.5.3	软启动器的控制方式的选择	225
9.6	软启动器的安装、使用与保养	226
9.6.1	软启动器的安装和检查	226
9.6.2	软启动器的调试	227
9.6.3	软启动系统空载试验与负载试验	228
9.6.4	软启动器的维护保养	229
9.7	软启动器常用控制电路与应用实例	230
9.7.1	电动机软启动器的常用控制电路	230
9.7.2	STR系列电动机软启动器应用实例	232
9.7.3	CR1系列电动机软启动器应用实例	234

第10章 常用传感器的使用

10.1	传感器概述	236
10.1.1	传感器的用途	236
10.1.2	传感器的组成	236
10.1.3	传感器的选用	237
10.2	光电开关	238

10.2.1	光电开关的用途	238
10.2.2	光电开关的基本结构与工作原理	238
10.2.3	光电开关的分类	239
10.2.4	光电开关安装与使用注意事项	240
10.2.5	光电开关的应用	242
10.3	光电编码器	243
10.3.1	绝对式光电编码器	244
10.3.2	增量型光电编码器	245
10.3.3	光电编码器使用注意事项	246
10.3.4	光电编码器的应用	247
10.4	接近开关	248
10.4.1	接近开关的用途与分类	248
10.4.2	接近开关的主要技术指标	249
10.4.3	电容式接近开关	250
10.4.4	涡流式接近开关	250
10.4.5	开关型霍尔集成电路与霍尔接近开关	251
10.4.6	接近开关的选择与技术指标的检测	252
10.4.7	接近开关的使用与维护	253
10.4.8	接近开关的应用	254
10.5	温度传感器	256
10.5.1	热电阻传感器	256
10.5.2	热敏电阻	257
10.5.3	热电偶温度传感器	259
10.6	力敏传感器	262
10.6.1	弹性敏感元件	262
10.6.2	电阻应变片式力敏传感器	263
10.6.3	压阻式力敏传感器	265
10.6.4	压电式力敏传感器	267
10.7	光敏传感器	269
10.7.1	光电效应	269
10.7.2	光敏电阻	270
10.7.3	光敏二极管	271
10.7.4	光敏晶体管	272
10.7.5	光电池	272
10.7.6	光电耦合器	274

参考文献

第1章

常用电工仪表的选用

1.1 电流表的选用

1.1.1 电流表的选择与使用注意事项

(1) 电流表的选用

① 类型的选择。当被测量是直流时，应选直流表，即磁电系测量机构的仪表。当被测量是交流时，应注意其波形与频率。若为正弦波，则只需测出有效值即可换算为其他值（如最大值、平均值等），采用任意一种交流表即可。若为非正弦波，则应区分需测量的是什么值，有效值可选用电磁系或铁磁电动系测量机构的仪表；平均值则选用整流系测量机构的仪表。而电动系测量机构的仪表，常用于交流电流和电压的精密测量。

② 准确度的选择。因仪表的准确度越高，价格越贵，维修也越困难；而且，若其他条件配合不当，则再高准确度等级的仪表，也未必能得到准确的测量结果。因此，在选用准确度较低的仪表可满足测量要求的情况下，就不要选用高准确度的仪表。通常 0.1 和 0.2 级仪表作为标准表选用；0.5 和 1.0 级仪表用于实验室测量；1.5 级以下的仪表一般用于工程测量。

③ 量程的选择。要充分发挥仪表准确度的作用，还必须根据被测量的大小，合理选用仪表量限，如选择不当，则其测量误差将会很大。一般使仪表对被测量的指示大于仪表最大量程的 $1/2 \sim 2/3$ 以上，而不能超过其最大量程。

④ 内阻的选择。选择仪表还应根据被测阻抗的大小来选择仪表的内阻，否则会给测量结果带来较大的测量误差。因为内阻的大小反映仪表本身功率的消耗，所以，在测量电流时，应选用内阻尽可能小的电流表。

⑤ 正确接线。测量电流时，电流表应与被测电路串联。测量直流电流时，必须注意仪表的极性，应使仪表的极性与被测量的极性一致。

⑥ 大交流电流的测量。测量大电流时，必须采用电流互感器。电流表的量程应与互感

器二次的额定值相符。一般电流为 5A。

⑦ 直流电流量程的扩大。当电路中的被测量超过仪表的量程时,可采用外附分流器,但应注意其准确度等级应与仪表的准确度等级相符。

另外,还应注意仪表的使用环境要符合要求,要远离外磁场,使用前应使指针处于零位,读数时应使视线与标度尺平面垂直等。

(2) 数字式电流表使用注意事项

数字式电流表的选用方法与指针式电流表相同,数字式电流表使用时应注意以下几点。

① 正确选择供电电源,正确连接电源线。应特别注意地线的正确连接,不接地线易造成机壳带电,不安全,甚至导致仪器损坏。

② 功能选择。要对某种参数进行测量,就应选择数字式仪表相应的参数测量功能。用电流功能测电压或用电压功能测电流均易造成仪器损坏。若用直流功能测交流有效值,则不仅不能获得正确结果,还易造成极限值过载而损坏。

③ 开、关机顺序。开机前应不接负载,接好电源后再开机。关机时,应先去掉负载,关机后再拔掉电源线。

④ 注意防止振动和冲击,不要在有超量灰尘和超量有害气体的地方使用。

⑤ 输入信号线应尽量短,在有可能混入干扰信号的地方请使用保护屏蔽线。通常情况下,建议使用双绞线。

⑥ 若信号伴随高频干扰,则在外部请使用电源线滤波器或非线性电阻等干扰吸收电路。

⑦ 如仪表无显示,则应先检查辅助电源的电压是否在正常范围内。

⑧ 如显示不正常,则应检查输入信号是否正常及信号接线端是否拧紧。

⑨ 各类数字式仪表的熔丝均有自己特定的电流值和型号,更换熔丝时一定要严格按照要求更换,不能随意更换。

⑩ 长时间存放未使用时,请每三个月通电一次,每次通电不少于 4h。

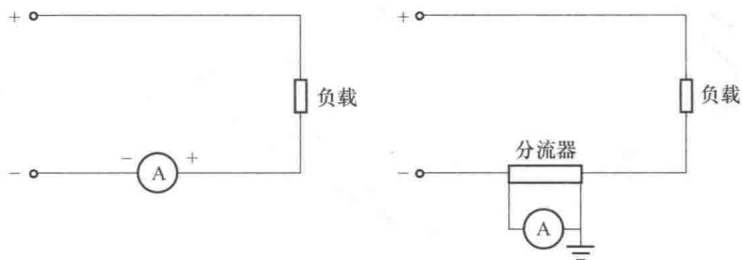
⑪ 长期保存应避开直射光线,宜存放在环境温度为 $-25\sim 55^{\circ}\text{C}$ 的地方。

⑫ 若要校验仪表,则校验仪器应优于 0.1 级,只有这样才能保证校验精度。

1.1.2 直流电流的测量与分流器的选择

(1) 直流电流的测量

① 小电流的测量。测量直流小电流,采用直接接入法,如图 1-1 (a) 所示。



(a) 电流表直接接入法

(b) 带有分流器的电流表接入法

图 1-1 直流电流的测量

② 大电流的测量。测量直流大电流,一般采用外附分流器接法,如图 1-1 (b) 所示。常用分流器的技术数据见表 1-1。

表 1-1 常用分流器技术数据

序号	型号	准确度等级	输出电压降 /mV	量限范围 /A
1	FL-2 (固定式)	0.5 (2~4000A)	45	2,3,5,10,15,20,30,50,75,100,150,200,300,500, 750,1000,1500,2000,3000,4000,5000,6000, 7500,10000
		1.0 (5000~10000A)	75	
2	FL-27 (固定式)	0.2	45,75	50,75,100,150,200,300,500,750,1000,1500, 2000,3000,4000
3	FL-13	0.5	75	7.5,10,15,20,30,50
4	FL-29	0.5 (75~750A)	75	75,100,150,200,250,300,400,500,600,750,1000, 1500,2000,2500,3000,4000,5000,6000,7500
		1.0 (1000~6000A)		

(2) 分流电阻的选择

如果没有合适的分流器,则可以选用分流电阻。因为,当仪表的内阻 R_C 和分流器的电阻 R_{FL} 数值一定时,被测电流 I_X 与表头电流 I_C 之比是一定的。所以,只要将仪表标度放大 I_X/I_C 倍,电流表就能直接反映 I_X 的大小。

设 I_X/I_C 为电流表量程扩大倍数,用 n 表示,则分流电阻 R_{FL} 可由下式求出。

$$R_{FL} = \frac{R_C}{n-1}$$

这表明,电流表的量程扩大 n 倍,所并入分流器的电阻 R_{FL} 应为表头内阻的 $1/(n-1)$ 倍。

[例 1-1] 有一只磁电系表头,满偏电流为 $500\mu A$,内阻为 200Ω ,若要利用该表头测量 1A 的电流,应选用阻值为多少的分流电阻?若要利用该表头测量 100A 的电流,应选择何种规格的外附分流器?

解:量程扩大倍数为:

$$n = \frac{I_X}{I_C} = \frac{1}{500 \times 10^{-6}} = 2000$$

所以分流电阻 R_{FL} 为:

$$R_{FL} = \frac{R_C}{n-1} = \frac{200}{2000-1} \approx 0.1(\Omega)$$

若要利用该表头测量 100A 的电流,则在选用外附分流器时,应考虑表头满偏时的电压,即:

$$U_C = I_C R_C = 500 \times 10^{-6} \times 200 = 100(\text{mV})$$

所以,应选用规格为 100A、100mV 的外附分流器。

1.1.3 交流电流的测量与电流互感器的选用

(1) 交流电流的测量

① 低电压小电流的测量。低电压小电流通常采用直接接入法,如图 1-2 (a) 所示。

② 高电压或低电压大电流的测量。高电压或低电压大电流则需要使用电流互感器 TA，采用互感器测量单相电流，如图 1-2 (b) 所示。

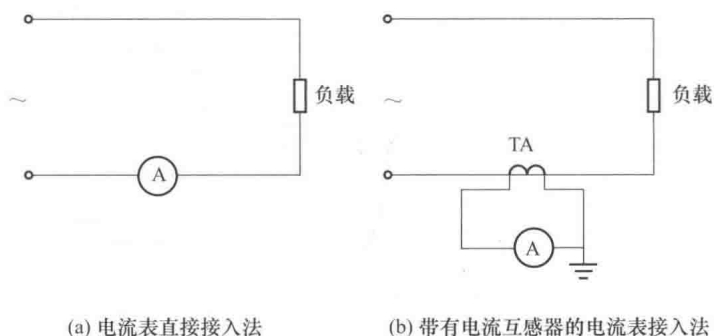


图 1-2 交流电流的测量

(2) 电流互感器的选择

选择的电流互感器应满足变电所中电气设备的继电保护、自动装置、测量仪表及电能计量的要求。

① 额定电压的选择 选择的电流互感器一次回路允许最高工作电压 $U_{\max}$ 应大于或等于该回路的最高运行电压，即：

$$U_{\max} \geq U_g$$

式中 $U_{\max}$ ——电流互感器最高电压，kV；

U_g ——回路工作电压，即系统标称电压，kV。

也就是说，应该根据被测线路电压高低选择互感器的额定电压等级。电流互感器选用的额定电压必须与被测线路为同一电压等级，对 3~6kV 的线路，可选用 10kV 等级的产品。

② 一次额定电流的选择 电流互感器的一次额定电流有以下规格：5A、10A、15A、20A、30A、40A、50A、75A、100A、150A、200A、300A、400A、600A、800A、1000A、1200A、1500A、2000A、3000A、4000A、5000A、6000A、8000A、10000A、15000A、20000A、25000A。

a. 当电流互感器用于测量、计量时，其一次额定电流应尽量选择得比回路中正常工作电流大 1/3 左右，以保证测量仪表处于最佳工作状态，并在过负荷时，使仪表有适当的指示。

选定电流互感器一次和二次额定电流之后，电流比就基本确定了。

b. 在自耦变压器公共绕组上作过负荷保护和测量用的电流互感器，应按公共绕组的允许负荷电流选择。

③ 电流互感器的二次额定电流的选择 电流互感器的二次额定电流有 5A 和 1A 两种，强电系统一般选 5A，弱电系统一般用 1A。

当使用直读式电流表时（安装式电流表一般为直读式），所选用的电流互感器应与电流表配套。例如，电流表规定用 100/5 的互感器（在表盘上标出），则应选用一次电流为 100A，二次电流为 5A 的互感器与之配套使用。此时电流表显示的读数即是被测量的实际数值。

④ 电流互感器额定容量（额定二次负荷）的选择 电流互感器的额定容量（ S_N ）可按下式计算，即：

$$S_N = I_{2N}^2 Z_N$$

因为电流互感器的二次电流（ I_{2N} ）已标准化为 5A、1A，所以，二次负荷主要决定于外接阻抗 Z_N ，外接阻抗 Z_N 可按下列式测量计算，即：

$$Z_N = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$$

式中 r_1 ——测量仪表电流线圈电阻， Ω ；