

电工 实用 技能 手册

主 编 白 公
副主编 陈成印 乔东明 许 彪 黄海平

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工实用技能手册

主 编 白 公

副主编 陈成印 乔东明

许 彪 黄海平



机械工业出版社

本手册内容包括：概述、电工学及其在实践中的应用、电工常用计算及应用、常用电工设备器材及其选择、电工常用仪器仪表、电工基本操作技能、电工常用安全用具及登高器械的使用、相关工种操作技能、电工读图基础、电工安全技术技能、外线电工操作技能技巧、内线电工操作技能技巧、维修电工操作技能技巧、调整试验电工操作技能技巧、运行值班电工操作技能基础、电动起重机械、电梯及其安全运行、弱电系统电工技能技巧、机床及机械传动设备安全运行要点等十九章。

本手册具有实用性、可操作性、通用性、通俗易懂、图文并茂。具有初中文化程度的读者，只要按本手册讲述的认真去做，不久你一定会成为一名电工技师。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用技能手册 / 白公主编. —北京：机械工业出版社，2005.5

ISBN 7-111-16458-X

I. 电... II. 白... III. 电工—技术手册

IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 032619 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:牛新国 罗 莉

封面设计:姚 毅 责任印制:石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年5月第1版·第1次印刷

890mm×1240mm A5·46印张·2插页·1798千字

0001-4000册

定价:88.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面防伪标均为盗版

前 言

目前,由于诸多的原因,技能型人才,特别是高级技术工人严重短缺,各类院校的毕业生实践经验不足,技能断档,事实已经证明,他们难以担当生产一线的技能技术先锋。因此,造就一大批技能型人才和高级技术工人便成了当务之急。

当然,技能型人才和高级技术工人的产生并非朝夕之事,个人、社会、国家都要付出很大的代价和努力。因此,编写一本实用的既适合自学、又便于查阅的电工技能工具书是业界专家、出版社义不容辞的责任。

鉴于上述原因,我们组织编写了这本《电工实用技能手册》,供那些愿意从事电工工作并有志争当电工技师的朋友阅读,使该手册成为大家的良师益友、可靠助手及技师技术宝典。

本手册内容包括:概述、电工学及其在实践中的应用、电工常用计算及应用、常用电工设备器材及其选择、电工常用仪器仪表、电工基本操作技能、电工常用安全用具及登高器械的使用、相关工种操作技能、电工读图基础、电工安全技术技能、外线电工操作技能技巧、内线电工操作技能技巧、维修电工操作技能技巧、调整试验电工操作技能技巧、运行值班电工操作技能基础、电动起重机械、电梯及其安全运行、弱电系统电工技能技巧、机床及机械传动设备安全运行要点等十九章。

本手册具有实用性、可操作性、通用性、通俗易懂、图文并茂。具有初中文化程度的读者,只要按本手册讲述的认真去做,不久你一定会成为一名电工技师。

本手册主编由教授级高级工程师白公担任,副主编由陈成印、乔东明、许彪、黄海平担任。参加编写工作的有白潮、牛新科、柴风岚、孙小德、王琴、赵玉、周志、张述、孙小静、陈世、赵范、刘太、吴跃、刘洪、王昆、马国、李宽、王克、王建、李云、宋玉、江国、耿肖、原小峰、谢敏、苏润、赵小玲、薛小明、刘继、吴金、宋智、石永、柳俊、梁啟、悦英、郭玉兰、赵刚、周志红、赵永强、谢志军、朱俊杰、

刘立伟等。

本手册的编著者都具有丰富的实践经验，并有扎实的理论基础，他们都来自生产第一线，有电业部门长期从事技术工作的技术人员，有设计部门专门从事电气工程设计的工程师，有专职从事电气工程职业教育的教师，有电气工程监理工程师，有多年从事安装、调试、维修、运行、值班工作和电工器材供应工作的工人师傅，他们都是电工行业的佼佼者。这些方方面面的专家，以几十年来从事电气工作的实践经验和为电气工作付出的心血，写出了电工技术技能的精华，总结了亲身经历的或自己琢磨出来的技巧。当然，我们要特别强调，本手册讲述的技术技能、技巧不是惟一正确的，也许有很多未能写作的朋友同仁，有更丰富的经验和技巧，读者可在实践中体会、验证，当这些宝贵的东西变成文字的时候，正是我们的技术工人真正成长起来的时候。

衷心希望读者提出意见和建议，对不妥之处批评指正，以便本手册不断修订再版。

作者

目 录

前言

第一章 概 论	1
第一节 电工的概念	1
第二节 电工的分类及其相互联系	2
第三节 现代电工应掌握和具备的技术技能	5
第四节 电工的职业道德及安全技术的重要性和必要性	6
第二章 电工学及其在实践中的应用	8
第一节 直流电的概念及其基本定律	8
一、电的起源及其基本单位	8
二、电流概念的引出	9
三、电流产生的条件和电压概念的引出	9
四、电压建立的方法和条件	10
五、电流流过导体的效应及其应用	15
六、欧姆定律及其应用	17
七、物质导电性能的分类	18
八、楞次定律和电磁感应	19
九、自感、互感和电感及其应用	19
十、电容及电容器的应用	21
十一、直流电流对电阻、电感、电容的作用	23
十二、元件的串联、并联及其意义和应用	25
第二节 交流电路和三相交流电在工程中的应用	30
一、单相交流电的概念	30
二、交流电流对电阻、电感、电容的作用和意义	32
三、交流电流对 R 、 L 、 C 串联和并联电路的作用和意义	35
四、三相交流电源及其三相绕组的连接方法	37
五、三相交流电的送电线制及三相负载的连接	39
六、电力变压器	41
七、交流异步电动机	44
八、交流电路的计算方法	46
九、三相交流电路的基本要求及意义	47

十、交流—直流—交流及 UPS 和变频器	47
第三节 电子技术基本知识及常用计算	48
一、常用电子元器件	48
二、常用电子电路	58
三、晶体管及其模拟电路的计算	72
四、逻辑函数及计算基础	76
第三章 电工常用计算及应用	80
第一节 基础参数的计算	80
一、电阻 R 的计算	80
二、电容 C 的计算	84
三、电感 L 的计算	85
四、阻抗 Z 的计算	88
五、电动势/电压 E/U 的计算	94
六、电流 I 的计算	94
七、直流电路的计算	95
八、交流电路的计算	96
第二节 电动机的计算	98
一、电动机的原理	98
二、交流异步电动机及计算	98
三、异步电动机修理常用计算	105
第三节 变压器的计算	116
一、基本计算方法	116
二、小型变压器的计算	116
三、单相及三相干式电力变压器的计算	123
第四节 电磁铁的计算	129
第五节 电力负荷的计算及应用	129
一、三相负荷的计算	129
二、单相负荷的计算	135
三、电力系统/工厂用户计算负荷的确定	138
四、负荷计算的应用	142
五、尖峰电流的计算及应用	142
第六节 电力系统短路电流的计算及应用	143
一、短路电流的计算	143
二、两相短路电流的计算	149
三、短路动稳定度的校验及计算	149
四、短路热稳定度的校验及计算	151

五、动稳定校验计算步骤.....	152
六、热稳定校验计算步骤.....	152
第七节 架空线路的计算.....	152
一、导线的力学计算.....	153
二、绝缘子的计算.....	162
三、横担的计算.....	166
四、电杆强度的计算.....	170
五、拉线的计算.....	175
六、基础的计算.....	177
第八节 直流电动机的计算.....	180
第四章 常用电工设备器材及其选择.....	182
第一节 工作条件及生产环境对电气设备的要求.....	182
一、工作条件及生产环境的类别.....	182
二、爆炸和火灾危险环境的划分.....	182
三、电气设备的防护等级.....	184
四、工作条件及生产环境对电气设备及器材的要求.....	196
第二节 常用电气设备、元器件、导线的选择方法.....	197
一、变压器的选择.....	197
二、电动机的选择.....	198
三、熔断器的选择.....	199
四、热继电器的选择.....	200
五、低压断路器的选择.....	201
六、接触器的选择.....	201
七、漏电保护装置的选择.....	201
八、电动机起动器的选择.....	203
九、低压保护继电器的选择.....	204
十、高压断路器的选择.....	205
十一、高压负荷开关的选择.....	205
十二、高压隔离开关的选择.....	205
十三、导线的选择.....	205
第三节 爆炸和火灾危险环境电气设备的选择及要求.....	218
一、爆炸性气体环境.....	218
二、爆炸性粉尘环境.....	225
三、防爆电气设备安装及运行的要求.....	228
四、火灾危险环境.....	231
第四节 常用电工设备器材.....	234

第五节 弱电元件的选择	256
一、火灾自动报警设备元件的选择	256
二、电缆电视元件的选择	261
第五章 电工常用仪器仪表	266
第一节 盘、柜计量检测仪表的选用、接线及校验	266
一、交流电压、电流、电能表	266
二、直流电压、电流、电能表	268
三、电表的检定或校验	268
第二节 电工携带式检修仪表仪器的使用	276
一、电工携带式检修仪表的种类	276
二、钳形电流表的使用	279
三、万用表的使用	280
四、绝缘电阻表(兆欧表)的使用	282
五、接地电阻测试仪的使用	284
六、电工携带式检修仪表的保管、校验和检定	285
七、场强仪的使用	285
八、单臂电桥的使用	286
九、万用电桥的使用	288
十、电压升压器的使用及耐压试验	290
十一、电流升流器的使用	300
第六章 电工基本操作技能	302
第一节 电工操作和作业的程序及要求	302
第二节 常用工具的正确使用	307
第三节 导线的连接	316
一、导线连接的总体要求	316
二、导线的连接方法	318
三、导线与设备元件的连接方法	331
四、电缆的连接方法	332
第四节 导线的敷设及预埋件的埋设	332
一、配合土建工程埋设管路及铁件	333
二、管内穿线	363
三、钢管明设	368
四、硬塑料管明设	375
五、槽板的敷设	375
六、塑料护套线配线	376
七、瓷件配线	379

八、钢索及钢索吊灯的安装	386
第五节 常用电气设备元件的简易识别和测试	388
一、电气设备测试的基本要求	388
二、电动机的检查、测试及试验	390
三、开关柜、控制柜、电气传动控制装置及其元件 的测试、试验及调整	397
第六节 常用电气设备元件的安装和接线	405
一、电气接线通则	405
二、开关柜进出回路的接线	406
三、异步电动机控制柜进出回路及被控电动机的接线	407
四、暗装照明线路及灯具、开关的安装	413
第七节 铁件、支架及箱柜的制作	431
一、金属管路的预制加工	431
二、金工件的预制加工	433
三、基础型钢的制作	435
四、电气控制柜的制作	437
第八节 硬母线的制作安装	466
一、母线材料的检查验收	466
二、母线材料的矫正	467
三、母线尺寸的测量	467
四、下料	468
五、折弯	468
六、开孔	470
七、连接	472
八、母线的安装	474
第九节 简易电子电路印制板的制作工艺方法	477
第十节 电子元器件测试要点	485
一、元器件的试验和筛选	485
二、电子式电气传动装置元器件的调试要点	507
三、电子设备电磁兼容性试验要点	511
四、可编程序控制器 (PLC) 系统的调试要点	514
第十一节 防雷和接地技术	521
一、接地和接零	521
二、防雷	536
三、特殊电气装置的接地	544
第七章 电工常用安全用具及登高器械的使用	551

第一节 基本安全用具和辅助安全用具	551
一、绝缘拉杆的结构及使用方法	551
二、绝缘钳的结构及使用方法	552
三、辅助安全用具的使用及注意事项	552
第二节 检修安全用具	553
一、临时接地线及使用方法	553
二、临时遮栏及使用方法	554
三、绝缘隔板及使用方法	555
四、围栏绳的设置及注意事项	555
五、标志牌在电气检修作业中的使用方法	556
六、防止烧伤的器具及使用方法	556
第三节 登高安全用具及脚手架的使用	557
一、梯子、高凳、升降车及使用方法	557
二、脚扣、安全带及使用方法	558
三、脚手架及脚手板在电气作业中的使用方法	558
第四节 电工安全用具的保管	560
第八章 相关工种基本操作技能	564
第一节 钳工的基本操作技能	564
一、量具及其使用	564
二、划线	564
三、錾削	565
四、锉削	566
五、锯削	568
六、钻孔	570
七、攻螺纹和套螺纹	570
八、刮削	573
九、矫正和弯曲	573
第二节 吊装运输的基本技术技能	574
一、工具及使用	574
二、绳索及器具	577
三、吊具	585
四、地锚	588
五、滑车、滑轮及滑轮组	589
六、常用起重机具	592
七、人字架及三角架	595
八、起重机的选择及设置	597

九、运输车辆的选择	597
十、电气设备吊装和运输作业的注意事项	597
第三节 焊接基础知识及操作	598
一、交流弧焊机	598
二、手工电弧焊的基本操作	599
第四节 设备安装要点	600
一、基础的检查及验收	600
二、设备安装程序及要点	600
第五节 架空线路路径测量技术简要	604
一、架空线路路径的选择要点	604
二、测量仪器、器具及使用	604
三、线路的测量及杆塔定位	610
第九章 电工读图基础	615
第一节 电工读图要点	615
一、读图程序	615
二、读图要点	616
三、读图步骤及方法	629
四、读图注意事项	630
五、电工读图应具备的知识和技能	634
第二节 电气工程图的符号及标注	636
一、图形符号	636
二、文字符号	653
三、电气设备及线路的标注方法及其使用	662
第三节 自动化仪表及自动装置工程图的符号及标注	669
一、图形符号	669
二、文字符号	672
三、图形符号和仪表位号常用举例	677
第四节 民用住宅的电气线路	682
一、配电系统图的识读	682
二、平面图的识读	686
三、弱电系统图样的识读	691
四、防雷系统图样的识读	695
五、平房住宅的电气线路	695
六、高层住宅的电气线路	695
第五节 小型锅炉房的电气线路	697
一、电气系统图的识读	697

二、动力平面图的识读	704
第六节 常用电动机起动控制电路及分析	705
一、直接起动	705
二、自耦减压起动器的间接起动	706
三、星-三角起动器的间接起动	707
四、串联阻抗的间接起动	708
五、绕线转子电动机转子串接电阻的起动电路	709
六、215kW、10kV 电动机直接起动电路	709
七、115kW 绕线转子电动机频敏变阻器起动电路	713
八、三台电动机循环定时工作控制电路	715
九、多台电动机顺序起动控制电路	716
第七节 厂用中心变电所总图的识读	718
一、电气主接线图	718
二、电气总平面布置图	721
第八节 自动化仪表及装置电路的识读	725
一、锅炉房热工测量控制系统图及其导管电缆连接图	725
二、锅炉控制盘正面元件布置图	733
三、仪表及控制元件的接线图	738
四、锅炉房热工仪表及电缆主通道布置图	748
五、电缆清册	752
六、锅炉房除氧给水系统图样	752
七、锅炉微机控制系统电路	756
第九节 高层建筑电气工程图样的识读	778
一、工程概况	778
二、高层建筑的电气竖井	780
三、高层建筑的设备层	797
四、高层建筑的各种机房	799
五、高层建筑的电梯	800
六、火灾自动报警及自动消防系统	800
七、保安防盗系统	801
八、通信及电视系统	801
九、微机系统	803
十、屋顶设施	803
十一、室内吊顶及基础接地工程	803
第十章 安全技术要点	808
一、保证电气安全的两大措施	808

二、电工的不安全行为和习惯性违章作业	822
三、电工作业安全注意事项	833
四、漏电保护装置	851
五、电气火灾消防技术技能	867
六、触电急救技术技能	876
第十一章 外线电工操作技能技巧	889
第一节 低压架空配电线路的安装	889
一、测量	889
二、划线和挖坑	889
三、立杆	890
四、杆上组装	899
五、拉线组装	906
六、架线及紧线	913
第二节 10kV 架空线路的安装	934
第三节 架空线路的防雷接地装置	950
第四节 架空线路的测试及试运行	952
第五节 室外变压器台的安装	954
一、杆上变压器台	954
二、落地变压器台	964
第六节 电缆线路的施工准备	966
一、准备工作	966
二、电缆安装敷设的技术要求	974
第七节 电缆安装敷设的工艺方法	977
一、地下直埋电缆敷设法	977
二、电缆沟内敷设法	983
三、钢索悬吊架空敷设法	987
四、管内敷设法	989
五、电缆槽架内敷设法	990
六、电气竖井内敷设法	992
七、沿建筑物明设法	992
八、冬季电缆敷设的技术措施	995
九、敷设电缆的安全注意事项	996
第八节 电缆终端头的制作及安装	997
一、电缆头制作条件及准备工作	997
二、干包电缆头的制作	1000
三、交联电力电缆热缩型护套终端头的制作	1008

四、电缆头的安装	1012
第十二章 内线电工操作技能技巧	1016
第一节 10kV 变配电室的安装技术	1016
一、变压器的安装	1016
二、高压负荷开关的安装	1016
三、低压开关柜（配电屏）的安装	1018
四、母线的制作安装	1023
五、高压进户的接线和低压引出电缆或导线的接线	1023
六、10kV 变配电室的试验及送电	1023
第二节 室内电气线路的敷设及设备安装	1025
一、插接母线的安装	1025
二、封闭式母线的安装	1025
三、工业车间裸母线的安装	1026
四、室内电气设备及元件的安装	1028
第三节 低压电气线路的送电、试车及试运行	1028
一、动力电路的送电	1029
二、动力电路的试车	1033
三、照明电路的检查和测试	1038
四、照明电路的送电、试灯及故障处理	1039
第十三章 维修电工操作技能技巧	1046
第一节 电动机及其起动装置的检修和维护	1046
一、电动机运行及维护的规则和方法	1046
二、中小型电动机的抽心检查、解体及装配	1057
三、电动机的干燥处理	1059
四、电动机的检查及空载试验	1062
第二节 低压配电装置的检修和维护	1062
一、低压配电装置运行的一般要求	1062
二、低压配电装置巡视检查、清扫检修和试验的周期及项目内容	1063
三、低压配电系统异常运行和故障缺陷的处理方法	1065
四、低压电器运行维修中的注意事项	1066
五、电力变流设备运行中的注意事项	1067
第三节 电动机及变压器绕组的更换	1071
一、电动机绕组的更换	1071
二、电动机绕组的烘干和浸漆	1078
三、电动机的装配、测试和试运行	1083
四、小型变压器绕组的更换	1083

第四节 电气线路、电动机、照明电器故障处理方法	1084
一、观察法判断电气故障	1084
二、电气线路故障的处理方法	1088
三、电动机故障的处理方法	1091
四、照明装置故障的处理方法	1097
五、低压电器故障的处理方法	1097
六、电缆、轴承、换向器的故障处理方法	1103
第五节 电气控制电路接线技能技巧	1104
一、单向点动控制电路工作原理、按钮接线方法	1104
二、单向起动控制电路工作原理、按钮接线及注意事项	1104
三、用两只按钮实现单向点动、起动、停止控制电路及按钮接线方法	1106
四、可逆起动控制电路工作原理、按钮接线及注意事项	1106
五、两种可逆起动、点动控制电路按钮实际接线方法	1109
六、具有三重互锁保护的正反转起动控制电路及调试注意事项	1110
七、ZJF 系列正反转自动控制器接线	1113
八、液位继电器实际应用接线	1114
第十四章 调整试验电工操作技能技巧	1115
第一节 10kV 变配电装置的调试	1115
一、设备及元器件的单体测试	1115
二、继电器、二次回路及系统调整试验	1123
三、冲击合闸试验和空负荷运行	1135
第二节 低压配电系统	1135
一、低压配电柜/开关柜及元器件测试	1135
二、低压系统的送电及试运行	1139
第三节 电动机及起动设备	1140
一、电动机的试验	1140
二、起动设备的试验	1140
第四节 大型电动机及变压器的抽心检查	1143
一、电动机的抽心检查	1143
二、变压器的抽心检查和干燥处理	1146
第五节 电气线路的试验	1150
一、低压电气线路	1150
二、高压电气线路	1151
第六节 调整试验注意事项	1151
一、电气试验安全注意事项	1151
二、核相作业的安全规定	1152

三、电气试验时进行高压测量的安全事项	1153
第七节 新型继电器柜的调整试验	1154
一、控制器	1155
二、面板按键功能	1155
三、系统总菜单	1156
四、具体参数设置方法	1160
五、绝缘巡检功能单元	1165
第十五章 运行值班电工操作技能基础	1169
第一节 运行值班电工及操作规程	1169
一、资质条件及工作内容、注意事项	1169
二、巡视检查中保证安全的规定及方法	1171
三、倒闸操作的具体要求及操作票的内容与注意事项	1171
四、倒闸操作的步骤	1174
五、作业票的内容及注意事项	1175
第二节 变配电装置的巡视检查	1178
一、巡视检查的总体要求	1178
二、高压配电装置及二次回路	1179
三、电力变压器	1191
四、直流电源及仪表	1203
第三节 变配电装置故障判断及处理	1210
一、高压断路器异常运行及事故处理	1210
二、高压电器异常运行及事故处理	1211
三、电力变压器异常运行及缺陷处理	1213
四、继电保护及自动装置异常运行及事故处理	1213
第四节 运行日志和值班记录	1214
第十六章 电动起重机械	1216
第一节 电气设备的检查、验收及试验	1216
一、电气设备及器材安装前的检查及验收	1216
二、电气设备的试验	1216
第二节 管路的敷设及穿线	1223
一、管路的种类	1226
二、管路的敷设及穿线	1226
第三节 滑线的安装	1229
一、室内滑线的安装	1230
二、室外滑线的安装	1238
三、卷筒电缆的安装	1241