

高级电工 (技师) 实用手册

周希章 主编

GAOJI DIANGONG (JISHI)
SHIYONG SHOUCHE



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

责任编辑：刘婧颐

封面设计：吴大伟

高级电工（技师）实用手册



ISBN 978-7-5082-5274-2

TM · 65 定价：60.00元

ISBN 978-7-5082-5274-2



9 787508 252742 >

高级电工(技师)实用手册

主编 周希章

编著 周希章 周 全 周 勇

金盾出版社

内 容 提 要

本手册主要包括:常用资料、电路与磁路、磁性材料、变压器、电动机选择与应用、低压电器的选用与计算、电力电子技术基础、电气自动控制、变频器和软起动器、可编程控制器及应用、架空电力线路、电力电缆与地理电力线路、电力电容器与无功补偿、照明计算、电阻的热计算、接地和防雷计算等。

本手册实用性强,资料丰富,覆盖了电工技术领域的主要内容,对新技术、新设备、新工艺、新材料、新标准都进行了详细的介绍。是高级电工、技师、高级技师必备的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

高级电工(技师)实用手册/周希章主编. —北京:金盾出版社, 2008. 12

ISBN 978-7-5082-5274-2

I. 高… II. 周… III. 电工—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 130077 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京金盾印刷厂

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:万龙印装有限公司

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:28.25 字数:868 千字

2008 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:60.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

为了满足高级电工、技师、高级技师全面提高电工基础知识、专业知识、电工技能等方面的需要,补充扩大知识面,了解电工技术领域中的新技术、新设备、新工艺、新材料、新标准,并为他们在技术革新、技术改造、节能降耗、小发明、小设计时提供参考资料和计算方法,根据最新国家标准,本着简明扼要、通俗易懂的原则,编写了本手册。

在总体结构上,本手册较全面地覆盖了电工技术领域中的主要内容,全书包括常用资料、电路与磁路、磁性材料、变压器、电动机选择与应用、低压电器的选用及计算、电力电子技术基础、电气自动控制、变频器和软起动器、可编程序控制器及应用、架空电力线路、电力电缆与地埋电力线路、电力电容器与无功补偿、照明计算、电阻的热计算、接地和防雷计算等共 15 章。

在编写过程中,承蒙西安西普电力电子有限公司、北京开拓创想机电设备有限公司等单位提供了不少资料。同时,编者还参考了大量的书刊和产品说明书,并从中引用了一些图表和数据,在书末仅列出主要参考文献,难以一一列举。在此向这些书刊的作者和资料的提供者表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限,虽然做了很大努力,手册中仍难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 常用资料	1
第一节 标准代号	1
一、中国标准代号	1
二、国际标准代号和国外标准代号	2
第二节 常用电工标准	3
一、常用电工标准目录	3
二、标准电压	7
三、标准电流等级	10
四、标准频率	11
五、电能质量国家标准	12
六、各国电工产品安全认证标志	14
第三节 常用物理量、单位及单位换算	15
一、用于构成十进倍数和分数单位的词头	15
二、常用空间、时间和周期的量和单位	16
三、常用力学的量和单位	17
四、常用热学的量和单位	18
五、常用电学和磁学的量和单位	19
六、常用光及有关电磁辐射的量和单位	21
七、常用声学的量和单位	21
八、电工常用法定计量单位及其换算	22
第四节 电气文字符号和图形符号	26
一、电气文字符号	26
二、电气图形符号	32
三、电气设备用图形符号	42
第二章 电路与磁路	49
第一节 线性直流电路	49
一、电路的基本物理量	49

二、欧姆定律	51
三、基尔霍夫定律	53
四、电路元件的伏安关系	55
五、电路的工作状态	57
第二节 电路的基本分析方法	58
一、简单电阻电路分析	58
二、复杂电阻电路分析	59
三、电路定理	62
第三节 正弦交流电路分析	64
一、基本概念	64
二、基尔霍夫定律及元件伏安关系的相量形式	66
三、简单正弦电路分析	66
四、三相正弦电路分析	69
第四节 磁场与磁路定律	72
一、磁场的基本物理量	72
二、磁场的基本定律	73
三、磁路定律	75
第三章 磁性材料	78
第一节 磁性材料的磁性能	78
一、磁化曲线和磁饱和性	78
二、磁滞、磁滞回线、矫顽力和剩磁比	86
三、磁性材料的损耗	87
四、退磁曲线	89
第二节 磁性材料的分类和主要技术数据	91
一、磁性材料的分类	91
二、磁性材料主要技术数据	92
第四章 变压器	115
第一节 变压器的基本参数	115
一、变压器的铭牌	115
二、变压器的基本参数公式、损耗及效率	119
三、三相双绕组变压器联结组	122
第二节 电力变压器的运行	127

一、电力变压器的允许运行方式	127
二、电力变压器的经济运行	131
三、电力变压器的并列运行	134
四、电力变压器的异常运行和故障分析	135
第三节 电力变压器的继电保护	139
一、电力变压器的继电保护装置配置	139
二、电力变压器过电流保护的接线方式	139
三、电力变压器低压侧的单相短路保护	139
四、电力变压器的过电流保护、电流速断保护和过 负载保护	141
五、电力变压器的差动保护	143
第四节 新型电力变压器简介和主要技术数据	146
一、S9 系列电力变压器	146
二、SZ9 系列有载调压电力变压器	152
三、S11 系列低损耗变压器	152
四、非晶合金铁心变压器	155
五、干式变压器	158
第五节 特种变压器	163
一、仪用互感器	163
二、自耦变压器和调压器	177
三、试验变压器	179
四、整流变压器	181
五、炼钢电弧炉变压器	181
第五章 电动机选择与应用	189
第一节 电动机基本公式与运行特性	189
一、三相异步电动机基本计算公式	189
二、直流电机基本计算公式	190
三、直流发电机的运行特性	192
四、直流他励电动机的机械特性	198
五、三相异步电动机的机械特性	201
六、异步电动机的转差率和转子各量的关系	202

七、电动机的效率曲线和功率因数曲线	204
八、电动机性能参数计算实例	207
第二节 选用电动机的原则和方法	211
一、电动机类型选择	211
二、电动机外部结构型式的选择	239
三、电动机转速的选择	249
四、电动机功率的选择	253
第三节 电动机功率的计算	260
一、金属切削机床选择电动机功率的统计法	260
二、风机类配用电动机的功率计算	261
三、泵类配用电动机的功率计算	263
四、压缩机类配用电动机的功率计算	264
五、起重机电动机功率的计算	265
六、计算实例	278
第六章 低压电器的选用及计算	285
第一节 熔断器的选用及计算	285
一、熔断器类型及用途	285
二、常用熔体和熔丝	290
三、一般工业用熔断器的选用	294
四、保护半导体器件熔断器的选用	296
第二节 断路器的选用及计算	297
一、断路器的类型及用途	297
二、选用断路器的一般原则	298
三、配电用断路器的选用及计算	300
四、电动机保护断路器的选用及计算	301
五、导线保护断路器的选用及计算	302
六、直流断路器的选择方法	302
七、断路器与上下级电器保护特性配合要求	303
第三节 接触器的选用及计算	303
一、接触器类型及用途	303
二、接触器的选用原则	305
三、直流接触器的选用	307

四、交流接触器的选用和计算	308
第四节 热继电器的选用及计算	310
一、热继电器用途及分类	310
二、长期工作或间断长期工作电动机保护用热继电器选用 及计算	311
三、反复短时工作电动机保护用热继电器选用及计算	312
第五节 起动器的选用	313
一、起动器的类型及用途	313
二、选用起动器的原则	315
第七章 电力电子技术基础	320
第一节 半导体二极管	320
一、二极管的种类及用途	320
二、二极管常用参数符号及其含义	321
三、二极管的选用	323
四、二极管常用型号及技术数据	323
第二节 晶体管	337
一、晶体管的用途和种类	337
二、晶体管的主要参数	337
三、晶体管的电流放大作用	340
四、晶体管的特性曲线	341
五、晶体管的选用和代换	343
六、晶体管常用型号及技术数据	346
第三节 场效应晶体管	361
一、场效应晶体管的用途和种类	361
二、场效应晶体管的主要参数	362
三、场效应晶体管的特性曲线	363
四、场效应晶体管的选择和使用	364
五、场效应晶体管常用型号及技术数据	365
第四节 电力电子器件	369
一、晶闸管	369
二、电力晶体管(GTR 或 BJT)	382
三、电力场效应晶体管(MOSFET)	384

四、绝缘栅双极晶体管(IGBT)	386
第五节 应用电路	387
一、整流电路	387
二、滤波电路	389
三、晶闸管可控整流电路	393
四、晶闸管保护	406
五、晶闸管交流调压电路	413
六、直流斩波电路	416
七、逆变电路	418
八、稳压电路	421
九、放大电路	434
十、门电路和组合逻辑电路	449
十一、触发器和时序逻辑电路	454
第八章 电气自动控制	464
第一节 电动机控制线路参数计算	464
一、直流他励电动机起动电阻计算	464
二、直流串励电动机起动电阻计算	470
三、笼型异步电动机起动电阻计算	473
四、笼型异步电动机自耦减压起动计算	474
五、笼型异步电动机星形-三角形减压起动计算	476
六、绕线转子异步电动机转子串电阻计算	477
七、异步电动机反接制动电阻计算	482
八、异步电动机能耗制动控制电路计算	484
第二节 自动控制系统基础知识	486
一、自动控制系统基本组成	486
二、自动控制系统的类型	486
三、自动控制系统的基本要求	489
四、自动控制系统中的调节器	494
第三节 电动机的调速系统	496
一、晶闸管-直流电动机系统的机械特性	496
二、晶闸管-直流电动机开环调速系统	497
三、晶闸管-直流电动机转速负反馈闭环调速系统	498

四、带电流截止负反馈环节的转速负反馈直流调速系统	502
五、电压负反馈和电流正反馈直流调速系统	506
六、晶闸管可逆直流调速系统原理	510
七、有环流可逆调速系统	522
八、无环流可逆调速系统	526
九、绕线转子异步电动机串级调速系统	539
第九章 变频器和软起动器	553
第一节 变频调速控制方式和基本原理	553
一、 U/f 控制	553
二、转差频率控制	555
三、矢量控制	557
四、各种控制方式变频器的应用范围和基本特性	561
第二节 变频器的类型、构成和特点	563
一、变频器的类型	563
二、变频器的构成	563
三、变频器的特点	567
第三节 变频器的控制特性、质量指标和可靠性	570
一、变频器的控制特性	570
二、变频器的保护功能	574
三、变频器的质量指标	578
四、变频器的可靠性	580
第四节 变频器的电磁兼容措施	581
一、变频器的电磁兼容	581
二、变频器输出侧谐波产生的机理和危害	581
三、防止变频器输出侧谐波干扰的对策	583
四、防止外界因素对变频器的电磁干扰	586
五、防止电磁辐射引起的干扰	589
六、防止因感应引起的干扰	589
七、防止变频器相互间干扰	590
第五节 变频器的选择及安装	590
一、变频器容量的选择	590
二、变频器输出电压和频率的选择	594

三、变频调速系统电动机的选用原则	595
四、变频器的安装	596
五、安装变频器外部控制元件的说明	599
第六节 变频器的调试与维修	602
一、变频器的调试	602
二、变频器的维修	603
三、变频器的故障处理	607
第七节 变频器的技术数据	616
一、部分国产变频器的技术数据	616
二、部分国外生产的变频器的技术数据	638
第八节 软起动器及应用	671
一、软起动原理	671
二、软起动器性能特点	671
三、STR 系列软起动器	675
四、应用图集	683
第十章 可编程序控制器及应用	707
第一节 可编程序控制器的定义和特点	707
一、可编程序控制器的定义	707
二、可编程序控制器的特点	707
三、可编程序控制与继电器-接触器控制的区别	709
第二节 可编程序控制器分类、组成和性能指标	710
一、可编程序控制器分类	710
二、可编程序控制器的组成	711
三、可编程序控制器的性能指标	715
第三节 可编程序控制器的工作原理	716
一、可编程序控制器的等效电路	716
二、可编程序控制器的扫描技术	717
三、可编程序控制器的系统响应时间	719
第四节 可编程序控制器的编程	720
一、可编程序控制器的编程语言	720
二、可编程序控制器的编程方法	738
三、编程举例	744

第五节 可编程序控制器的应用	752
一、可编程序控制器的选择	752
二、可编程序控制器的防噪分析	755
三、可编程序控制器与变频器控制	758
四、可编程序控制器的通信	763
第六节 可编程序控制器的安装与维护	765
一、可编程序控制器的安装	765
二、可编程序控制器的日常维护	770
第十一章 架空电力线路	772
第一节 架空线路的构成、分类及要求	772
一、架空线路的主要部件	772
二、架空线路导线的种类及适用场合	772
三、塔杆的种类和使用特点	773
四、杆塔拉线的种类及适用场合	776
五、对架空电力线路的基本要求	778
六、对架空电力线路的安全技术要求	778
第二节 架空线路的计算和有关数据	783
一、电杆埋设深度及电杆高度计算	783
二、电压损失计算	784
三、经验公式	788
第十二章 电力电缆与地埋电力线路	791
第一节 常用电力电缆的分类、结构和参数	791
一、电力电缆的分类	791
二、电力电缆的结构	792
三、电力电缆的主要品种	793
四、电力电缆的主要技术参数	794
第二节 电力电缆的选择与施工要求	796
一、电力电缆截面的选择	796
二、电缆线路路径的选择	798
三、电缆敷设方式	799
第三节 地埋电力线路	801
一、地埋线的结构、型号和主要技术参数	801

二、地理线的计算	803
第十三章 电力电容器与无功补偿	805
第一节 电力电容器	805
一、电容器的型号与技术数据	805
二、电容器配套设备的选择与计算	810
第二节 无功补偿	813
一、无功补偿的作用	813
二、无功补偿的方式	816
三、补偿电容器组的实用连接方式	819
第十四章 照明计算	825
第一节 照明线路计算	825
一、照明负载计算	825
二、导线截面面积选择计算	828
三、计算示例	838
第二节 照度计算	842
一、用利用系数法计算平均照度	842
二、概算曲线法	848
三、单位容量(比功率、负载密度)法	849
四、道路照度计算	856
五、计算示例	857
第十五章 电工其他常用计算	867
第一节 电阻的热计算	867
一、单支合金电热元件的计算	867
二、电阻炉功率的确定	874
三、计算示例	876
第二节 接地和防雷计算	879
一、人工接地体工频接地电阻计算	879
二、防雷设备计算	881
三、计算示例	884
参考文献	888

第一章 常用资料

第一节 标准代号

一、中国标准代号

中国部分标准代号见表 1-1。

表 1-1 中国部分标准代号

代号	含 义
GB	国家标准
GBn	国家标准(内部)
GBJ	国家工程建设标准
GJB	国家军用标准
CB	中国船舶工业总公司标准
DL	电力行业标准
DZ	地质矿产行业标准
FZ	纺织行业标准
GY	广播电影电视行业标准
HG	化工行业标准
JB	机电、仪表行业标准
JC	建筑材料行业标准
JG	建筑工程行业标准
JT	交通行业标准
MH	民用航空行业标准
MT	煤炭行业标准
NJ	农机行业标准
QB	轻工行业标准
QC	汽车行业标准
SD	水电行业标准
SJ	电子工业行业标准
SY	石油天然气行业标准
TB	铁路运输行业标准
YB	冶金行业标准
YD	邮电行业标准
YS	有色金属行业标准
YY	医药行业标准

二、国际标准代号和国外标准代号

(一) 国际标准代号

见表 1-2。

表 1-2 国际标准代号

代号	含 义
ISO	国际标准化组织发布的国际标准
IEC	国际电工委员会发布的国际标准
ISO/IEC	国际标准化组织与国际电工委员会联合发布的国际标准
ISO/TR	国际标准化组织登记公布的国际标准技术报告

(二) 国外标准代号

国外部分国家标准代号见表 1-3; 国外部分协会、学会、机构发布的标准代号见表 1-4。

表 1-3 国外部分国家标准代号

代号	含 义
ANSI	美国国家标准
AS	澳大利亚国家标准
BS	英国国家标准
ГОСТ	前苏联国家标准
CSA	加拿大国家标准
DIN	德国国家标准
DS	丹麦国家标准
JIS	日本工业标准
NF	法国国家标准
UNI	意大利国家标准

表 1-4 国外部分协会、学会、机构发布的标准代号

代号	含 义
ACM	美国计算机协会标准
ASME	美国机械工程师学会标准
BEAMA	英国电气制造商协会标准
CEE	(欧洲共同体) 国际电气设备质量鉴定规程委员会标准
CEI	意大利电工委员会标准
DEMKO	丹麦电气材料检验所标准
EIA	美国电子工业协会标准
IAEA	国际原子能机构标准
IEEE	美国电气与电子工程师学会标准