

供用电工人技能手册

内线安装

中国电机工程学会城市供电专业委员会 组编
王 谟 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

供用电工人技能手册

内线安装

中国电机工程学会城市供电专业委员会 组编
王 谟 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

为满足供用电人员职业技能鉴定及日常工作的需要,依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·电力行业》和相关规程标准的规定,并结合供用电生产实际情况,中国电机工程学会城市供电专委会和中国电力出版社共同组织编写了一套《供用电工人技能手册》。本套手册以简明扼要的形式,对职业技能鉴定所必备的知识 and 技能要求予以精炼,以便供用电人员在工作中查用,以增强操作技能,提高技术素质。

本分册是《供用电工人技能手册》之一,共十七章,主要包括非常用术语释义及常用计算公式,电气图形符号及文字符号,常用电工材料,常用电工仪器仪表、电气仪表的工作原理和使用方法、常用电工仪表的用途及常用电工仪器仪表的外附装置,电力生产基本知识,低压配电设备、低压配电屏、低压动力配电箱,低压配电网络,低压电动机,导线、导线标识及运用、室内配线绝缘,室内低压配线方法,电能计量表及其进出线安装,特殊场所及特殊用电设备,继电保护和自动装置,防雷及接地,施工管理,安全用具,安全工作等内容。

本分册是内线安装工的职业技能鉴定和日常工作的必备工具书,也可作为内线安装专业技术人员和管理人员等参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

内线安装/王漠主编. —北京:中国电力出版社, 2004

(供用电工人技能手册/中国电机工程学会城市供电专业委员会组编)

ISBN 7-5083-2232-0

I. 内... II. 王... III. 电工技术—技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 044888 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 8 月第一版 2004 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 20.125 印张 605 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《供用电工人技能手册》

编 委 会

主任委员：宗 健

副主任委员：朱良镭（常务） 刘铭刚 陈效杰

孙秉正 杨元峰

编委委员：蒋晓华 尹庆福 程亚平 陈延宁

姜 芸 陈海波 王宏毅 郭宏山

关 城 肖 兰 张 涛



为了配合全国供用电企业站前职业技能鉴定工作，近日特编出《手册》一书。

上海超高压输电公司、上海电力公司表计厂、上海电力变压器修造厂有限公司等单位的大力支持，在此表示衷心的感谢！

《供用电工人技能手册》编委会

2004 年 1 月

随着《中华人民共和国劳动法》的贯彻执行, 各行各业的技能鉴定和职业资质证书的实施, 这就要求从业人员必须掌握本行业本岗位的专业知识和专业技能, 以适应社会主义市场经济的需要。

改革开放 20 多年来, 我国电力行业得到了迅速发展, 新材料、新产品、新技术、新工艺日新月异, 层出不穷。同时大量的新工人源源不断地跨入电力行业, 企业中半数以上的技术工人是主体, 提高他们的从业能力, 造就一批业务知识全面, 技术精湛的能工巧匠是保证工程施工质量的关键。为此中国电力出版社组织了有一定理论水平, 又有多年实践经验的设计、施工安装、生产管理单位中的科技人员编写了这套《供用电工人便携手册》。此举非常适时, 定能得到广大从业人员的欢迎。

本手册为内线安装工分册。适应对象为中级工, 适当地增加了高级工应知知识和应会技能的部分内容。手册采用基础理论知识、专业基础知识、专业技能知识相结合, 国家现行规范、标准相结合的方法编写的。

本手册内容涉及电工学的基本原理, 电力生产、运行、维护、管理的基本概念以及工作中需掌握的设计、安装、调整试验、施工管理、安全用电等方面, 但以 10kV 及以下供配电网室内作业内容为主。

本手册编写遵从简明扼要、力求实用的原则。采用文字表达和图表相结合, 以图表为主的表达方式, 便于查找。图表和附录中所列的设备材料型号为常用的, 特殊的请向生产厂家索取。

本手册适用于内线安装工, 对从事相关专业的其他人员亦有一定参考作用。

本书的第五、九、十、十一、十二、十六、十七章及附录由王漠、韩凤朝编写, 第一、二、十三、十五章由李全成、李跃龙编写; 第三、四、六、七、八、十四章由姚远、李永维、段玉荣编写。全书最后由王漠、李全成统稿。

由于水平所限, 本手册编写中难免存在不足或错误, 敬请广大读者批评指正。

编者

2004 年元月

前言

编者的话

第一章 非常用术语释义及常用计算公式 1

- 第一节 非常用术语释义 1
- 第二节 常用数学计算公式 3
- 一、代数部分 (3) 二、三角运算 (4) 三、初等几何 (6)
- 四、导数和微分基本公式 (7) 五、基本积分运算公式 (7)
- 第三节 常用电工计算公式 8
- 一、电路定律 (8) 二、电阻电路等效变换 (8) 三、电路相量分析法 (9) 四、正弦电流电路 (10) 五、具有耦合电感电路计算 (11) 六、三相电路 (11) 七、载流导体发热量计算 (12) 八、电气设备选择常用公式 (12) 九、系统运行常用公式 (13) 十、短路电流计算公式 (14)
- 第四节 常用力学计算公式 15
- 一、力学基本概念 (15) 二、强度计算公式 (18)

第二章 电气图形符号及文字符号 23

- 第一节 电气制图标准 23
- 第二节 电气图纸分类 25
- 一、系统图和框图 (25) 二、电路图 (26) 三、接线图和接线表 (27)
- 第三节 电气图形符号 28
- 第四节 电气图纸中的文字符号 37
- 一、电气技术中常用文字符号 (37) 二、标注线路的文字符号 (38) 三、线路敷设部位文字符号 (39) 四、线路敷设方式文字符号 (39) 五、照明灯具安装方式文字符号 (39) 六、电气设备常用基本文字符号 (40)

第三章 常用电工材料..... 46

第一节 钢材.....	46
一、热轧圆钢 (46) 二、热轧薄钢板 (GB708—1965) (46)	
三、热轧扁钢 (GB704—1965) (47) 四、热轧等边角钢 (YB166—1965) (48)	
五、热轧不等边角钢 (YB167—1965) (49)	
六、热轧普通槽钢 (GB707—1965) (50) 七、热轧普通工字钢 (GB706—1965) (51)	
八、常用镀锌铁线 (51) 九、镀锌钢绞线 (52)	
十、水煤气钢管 (YB—234—63) (53) 十一、电线管 (YB—130—64) (53)	
十二、普通镀锌金属软管 (54) 十三、防湿镀锌金属软管 (P3 型防湿软管) (54)	
十四、普通镀锌金属软管接头 (蛇皮管接头) (54)	
第二节 铝母线.....	55
一、概述 (55) 二、规格范围 (55) 三、主要性能 (55)	
四、技术数据 (55)	
第三节 铜母线.....	56
一、概述 (56) 二、规格范围 (56) 三、主要性能 (56)	
四、技术数据 (56)	
第四节 塑料制品.....	57
第五节 电线.....	66
一、裸导线 (66) 二、绝缘电线 (71)	
第六节 电缆.....	88
一、电力电缆 (88) 二、交联聚乙烯绝缘电力电缆 (90)	
三、特种电缆 (92)	

第四章 常用电工仪器仪表 104

第一节 电气仪表的工作原理和使用方法	104
一、仪表测量机构及其工作原理 (104) 二、磁电系电流表和电压表 (104)	
三、电磁系电流表、电压表工作原理及特性 (108)	
四、电磁系电流表和电压表故障及消除方法 (109) 五、电动系电流表、电压表 (110)	
六、功率表和千瓦表 (无功功率表) (111)	
第二节 常用电工仪表的用途及分类	115
一、用途 (115) 二、分类 (115) 三、仪表常用技术数据 (116)	

第三节 常用电工仪器仪表的外附装置	128
一、外附定值分流器 (128) 二、外附定值附加电阻 (FJ-17、FJ-40 型) (128)	
第四节 普通电能表	128
第五节 其他电能表	130
一、防盗电单相电能表 (130) 二、复费率系列电能表 (130)	
三、DDY666 型预付费单相电能表 (133) 四、NY1-016 型集中读卡 (IC 卡) 式电能表 (134) 五、DDS666 系列单相电子式电能表 (135)	
第六节 携带式仪表	135
一、携带式兆欧表 (135) 二、接地电阻测试仪 (137) 三、钳形电表 (137)	

第五章 电力生产的基本知识 139

第一节 电能的生产与供应	139
一、发电 (139) 二、输电 (139) 三、变电 (140) 四、配电 (140) 五、用电 (141) 六、电力生产的特点 (142)	
第二节 电力网的构成及特性	142
一、电力网组成 (142) 二、电力网分类 (143) 三、电力网接线 (143) 四、电力网的基本要求 (144)	
第三节 电力网频率及调频	145
一、电力网频率特性 (145) 二、电力网频率异常的危害 (146) 三、电力网频率调整 (147)	
第四节 电力网电压质量及电压调整	149
一、电压波动原因及其危害 (149) 二、供电电压及允许偏差 (150) 三、公用电网谐波 (152) 四、电压监测与考核 (154) 五、电力网调压方式 (156)	
第五节 电力网供电可靠性	158
一、用电负荷分类及其特性 (158) 二、特种用户供电技术要求 (161) 三、用户供电可靠性要求 (163) 四、用户供电可靠性统计和计算 (164) 五、提高供电可靠性的措施 (167)	

第六章 低压配电设备 169

第一节 低压配电屏	169
-----------------	-----

一、固定式 GGD 型交流低压配电柜 (169)	二、抽出式 GCS 型交流低压配电柜 (220)	三、抽出式 GCL、GCK 型交流低压配电柜 (236)	四、抽出式 GMH 型交流低压配电柜 (253)
第二节 低压动力配电箱 290			
一、XL-3 型动力配电箱 (290)	二、XL-10 型动力配电箱 (290)	三、XLF-11 型动力配电箱 (291)	四、XL-12 型动力配电箱 (291)
五、XL(F)-14 型动力配电箱 (291)	六、XL(F)-15 型动力配电箱 (292)	七、XL(F)-16 型动力配电箱 (293)	八、XL(R)-20 型动力配电箱 (294)
第三节 低压照明配电箱 295			
一、XM-4 型照明配电箱 (297)	二、XM(R)-1 型照明配电箱 (299)	三、XM(R)-2 型照明配电箱 (301)	四、XM(R)-6 型照明配电箱 (303)
五、XM 型动力照明配电箱 (303)	六、带漏电保护配电箱 (307)	七、单相电能表箱 (309)	八、三相电能表箱 (311)
第四节 低压控制柜 312			
一、GCK1 系列电动机控制中心 (312)	二、挂墙式控制箱 (明、暗铰链型) (330)	三、户外挂墙式控制箱 (透视窗型、封闭型) (331)	
第七章 低压配电网络 332			
第一节 负荷计算方法 332			
一、需要系数法 (332)	二、二项式法 (337)	三、利用系数法 (339)	四、单位容量法 (343)
第二节 低压电器元件选择 347			
一、刀开关选择 (348)	二、熔断器选择 (349)	三、断路器选择 (354)	四、接触器选择 (359)
五、热继电器的选择 (360)			
第三节 导线选择 361			
一、按发热条件选择导线 (361)	二、按机械强度选择导线 (365)	三、按允许电压损失选择导线 (366)	四、按经济电流密度选择导线 (369)
第四节 动力供电 369			
一、动力设备一般知识 (370)	二、动力供电 (372)		
第五节 照明供电 372			

一、照明基本概念 (372)	二、照明方式和种类 (373)	三、灯具及其特性 (374)	四、照明质量 (376)	五、照度计算 (383)	六、照明供电 (392)
第六节 低压配电线路的保护					392
一、短路保护 (392)		二、过负荷保护 (393)		三、接地故障保护 (393)	

第八章 低压电动机 395

第一节	电动机分类和构造	395
一、	分类 (395)	二、构造 (395)
第二节	电动机启动	399
一、	直流电动机启动 (399)	二、三相异步电动机启动 (399)
第三节	电动机调速	400
一、	直流电动机调速 (400)	二、三相异步电动机调速 (402)
第四节	电动机制动	403
一、	直流电动机制动 (403)	二、三相异步电动机制动 (404)
第五节	电动机绝缘测试	404
第六节	电动机保护设备选择	405
一、	相间短路保护 (405)	二、过载保护 (405)
	三、电动机保护设备选择 (405)	

第九章 导线 420

第一节 通则	420
一、室内导线应符合的要求 (420)	二、花线应用 (420)
三、室内配线应用绝缘导线 (421)	四、导线并联 (421)
第二节 铜质导线连接	421
一、一般要求 (421)	二、导体连接方法 (421)
第三节 导线的标识及运用	425
第四节 室内配线绝缘	426

第十章 室内低压配线方法 428

第一节 通则	428
第二节 瓷夹板配线	431
第三节 瓷瓶、瓷柱 (珠) 配线	433

第四节	木槽板配线	438
第五节	金属管配线	439
第六节	非金属管配线	444
第七节	塑料护套线配线	448
第八节	电缆架装置	449
第九节	低压 PVC 电缆、交联 PE 电缆、 EPR 电缆及 PE 电缆配线	449
	一、PVC 电缆、交联 PE 电缆、EPR 电缆及 PE 电缆 (本节以下 统称电缆) 的施工规定如下 (449) 二、电缆的支持物应符合下列 规定 (450) 三、弯曲电缆 (451) 四、连接电缆 (451) 五、 电缆与绝缘导线连接 (451) 六、电缆装于磁性管内 (451)	
第十节	导线槽配线	451
第十一节	汇流排槽配线	452
第十二节	高层建筑配电方式	454
第十一章	电能计量表及其进出线安装	457
第一节	通则	457
	一、计量设施提供 (457) 二、电能计量装置分类及技术要求 (457) 三、根据供电电压供电方式来选择电能计量表型式 (458) 四、多种电价 (458) 五、基本电价和功率因数调整电费 (459)	
第二节	电能表及其附件	461
	一、电能表分类 (461) 二、常用电能表内部引线排列情况 (462) 三、常用电能表与负载连接 (463) 四、电流互感器 (464) 五、电压互感器 (468) 六、互感器极性检查 (470)	
第三节	接户线选用及安装	471
	一、接户线选择 (471) 二、接户线安装 (472)	
第四节	第一支持物及进户方式	473
第五节	进户线	474
第六节	进户线与进户线连接	475
第七节	计量装置	475
第十二章	特殊场所及特殊用电设施	477
第一节	公共场所	477
第二节	潮湿场所	478
第三节	临时用电设施	478
第四节	游泳池 (含装饰池)	479
	一、照明 (479) 二、游泳池应装设漏电保护器的电气设备 (479)	

三、水下声系统 (479)	四、接线盒 (480)	五、布线方法 (480)
六、插座 (480)	七、接地与连接 (480)	
第五节 有火灾和爆炸危险环境		480
一、一般要求 (480)	二、防爆电气设备安装 (481)	三、
爆炸危险环境电气线路 (486)	四、火灾危险环境电气装置 (490)	
五、接地 (491)		

第十三章 继电保护和自动装置 493

第一节 过电流保护	494
一、电流速断保护 (494)	二、限时电流速断保护 (494)
三、定时限过电流保护 (495)	四、阶梯式电流保护应用 (495)
五、反时限过电流保护 (496)	六、电流保护接线方式 (496)
七、电流保护原理图和展开图 (497)	
第二节 变压器气体保护	497
第三节 配电变压器保护	498
第四节 10 (6) kV 线路保护	511
一、故障类型及设置原则 (511)	二、保护接线举例 (512)
第五节 备用电源自动投入装置	518
一、对 BZT 的基本要求 (518)	二、10kV 及以下的 BZT 接线图 (518)
第六节 二次回路中央信号装置	521
一、中央信号装置设置原则 (521)	二、不重复动作中央信号系统 (523)
第七节 微型计算机继电保护简介	523
一、微型机继电保护基本构成 (523)	二、微型机继电保护特点 (525)
三、微型机继电保护硬件 (527)	四、数字滤波器 (528)
五、微型机继电保护算法 (529)	六、提高微型机继电保护装置可靠性措施 (531)

第十四章 防雷与接地 533

第一节 低压配电系统接地形式及基本要求	533
一、低压配电系统接地形式 (533)	二、五种接地形式特点 (534)
三、基本要求 (536)	
第二节 低压配电系统防触电保护措施	537
一、直接接触保护 (537)	二、间接接触保护 (538)
三、直接接触	

和间接接触兼顾保护 (539)	
第三节 保护接地范围及接地电阻	540
一、保护接地范围 (540) 二、接地要求和接地电阻 (541)	
第四节 建筑物防雷一般规定	541
一、建筑物防雷分类 (541) 二、各类建筑物防雷措施 (542)	
第五节 接闪器、引下线及接地装置	546
一、接闪器 (546) 二、引下线 (547) 三、接地装置 (547)	
第六节 接地电阻测量	548
一、用电流—电压表法测量接地电阻 (548) 二、用接地电阻 仪测量接地电阻 (549)	

第十五章 施工管理

第一节 设计会审	550
一、图纸会审内容 (550) 二、审查图纸程序 (550)	
第二节 设计变更	551
第三节 工期管理	551
一、施工计划规定 (552) 二、制定施工网络图或进度表 (552)	
第四节 中间检查和后期测试	552
一、电力变压器调试 (553) 二、成套配电柜及动力开关柜 (554) 三、低压电器工程 (556) 四、电气照明器具及配电箱 (盘) 安装工程 (557) 五、电机电气检查和接线 (560) 六、避 雷针装置 (563)	
第五节 竣工验收报告	564
第六节 竣工图	565
一、竣工图编制形式 (565) 二、编制竣工图责任分工 (565) 三、编制要求 (566) 四、份数和归案 (566)	
第七节 工程施工预算编制	567
一、施工预算概念 (567) 二、施工预算作用 (567) 三、 施工预算与施工图预算区别 (568) 四、施工预算编制依据 (569) 五、施工预算包括内容 (570) 六、施工预算编制程序 (570) 七、施工预算修正和调整 (575) 八、施工预算编制分工 (576) 九、编制施工预算应注意问题 (577) 十、施工工程预算举例 (578)	

第十六章 安全用具 585

第一节 定义及说明 585

第二节 使用安全用具的一般要求 585

一、对绝缘安全用具要求和使用规则 (587) 二、对防护隔板、标示牌要求及使用规则 (589) 三、安全用具保管与试验 (590)

第十七章 安全工作 591

第一节 总则 591

第二节 高压设备上工作的安全措施分类 591

第三节 保证安全工作组织措施 592

一、工作票制度 (592) 二、工作票所列人员安全责任 (592) 三、工作许可制度 (593) 四、工作监护制度 (593) 五、工作间断、转移和终结制度 (593)

第四节 保证安全技术措施 594

一、停电 (594) 二、验电 (595) 三、装设接地线 (595) 四、悬挂标示牌和装设遮栏 (标示牌的式样见表 16-3) (596)

第五节 工作票、操作票填写与签发 596

一、工作票填写与签发 (596) 二、倒闸操作票 (596)

附录一 导线载流量 600

附录二 绝缘材料耐热分级和极限温度 610

附录三 常用导电材料主要特性 611

附录四 常用绝缘材料主要特性 612

附录五 各种电缆护层及铠装适用敷设场合 614

附录六 触电紧急救护法 616

附录七 常用单位换算 623

非常用术语释义及常用 计算公式

第一节 非常用术语释义

1. 管槽

管槽是为容纳导线、电缆或汇流排而设计，它以金属或非金属物制成，包括挠性金属管、EMT管、地下管槽、地板管槽、表面管槽、导线槽及汇流排槽等。

2. 电线槽

电线槽可容纳导线或保护导线和电缆等，是具有可掀开盖子的管槽。

3. 汇流排槽

汇流排槽为容纳裸露或绝缘汇流排的管槽。

4. EMT管

EMT管即电工金属管 (ELECTRIC METALLIC TUBING)，简称 EMT 管。

5. PVC管

以聚氯乙烯 (POLYVINYL CHLORIDE) 为主要成分混合物制成的聚氯乙烯管简称 PVC 管。

6. 矿物绝缘金属包皮电缆

以无机物为绝缘，以铜金属外皮作为气体及液体之密封的电缆称为矿物绝缘金属包皮电缆 (MINERAL-INSULATED CABLE)，简称 MI 电缆。

7. TN系统

TN系统配电系统有一点直接接地，装置的外露可导电部分用保护线与该点连接。按照中性线与保护线的组合情况，TN系统有以下三种形式：

- (1) TN-C系统，该系统的中性线与保护线是合一的。
- (2) TN-S系统，该系统的中性线与保护线是分开的。
- (3) TN-C-S系统，该系统的部分中性线与保护线是合一的。