

● 通信行业职业技能鉴定培训丛书

线务技师/ 高级线务技师

——国家二级/一级

通信行业职业技能鉴定指导中心 编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

通信行业职业技能鉴定培训丛书

线务技师/高级线务技师

——国家二级/一级

通信行业职业技能鉴定指导中心 编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以通信行业线务员职业(工种)应具备的基本知识与实操技能为依据,系统地介绍了线务员职业(工种)工作所涉及的相关理论知识和技能要求。

全书共十章,内容从电路和传输线的基础知识入手,分别阐述了电缆线路的维护及障碍处理、电缆工程竣工及验收、天线和馈线的基本原理与应用、光缆线路的维护及障碍抢修、综合布线系统、通信工程概预算文件编制、宽带通信网应用技术。

本书主要内容来源于生产实践,技能操作性强,符合目前企业的生产实际,同时也具有一定的理论深度,适合于在通信行业线务技师和高级线务技师工作岗位的人员阅读,也可用作通信行业职业技能鉴定对应岗位的培训辅导教材。

图书在版编目(CIP)数据

线务技师/高级线务技师:国家二级/一级/通信行业职业技能鉴定指导中心编. —北京:北京邮电大学出版社,2008

(通信行业职业技能鉴定培训丛书)

ISBN 978-7-5635-1724-4

I. 线… II. 通… III. 通信线路—基本知识 IV. TN913.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 199343 号

书 名: 线务技师/高级线务技师——国家二级/一级

编 者: 通信行业职业技能鉴定指导中心

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 20.75

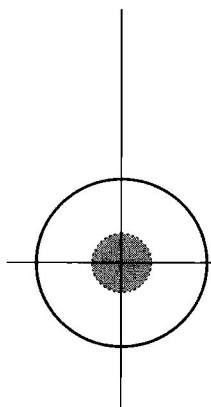
字 数: 454 千字

版 次: 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1724-4

定 价: 60.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·



前 言

为进一步完善通信行业特有职业(工种)国家职业标准体系,有利于为职业教育和职业培训提供科学、规范的依据,我们组织有关专家、学者编写了通信行业职业技能鉴定培训丛书。本套丛书以国家人事劳动行政管理部门和通信行业主管部门批准颁发的通信行业特有职业(工种)《国家职业标准》为依据,并根据通信行业职业活动特点,充分考虑各职业的职业技能要求而编写。

本套丛书是通信行业从业人员进行职业技能考核鉴定前培训和自学的教材,也是各级各类通信行业职业技术学校相关专业师生的参考资料。通信行业特有职业(工种)技能鉴定的对象包括:企业、事业单位从事通信行业特有职业(工种)的人员;属于通信行业特有职业(工种)的各类职业技术学院(校)和培训机构的毕(结)业生,其他必须经过鉴定方能上岗的通信行业从业人员或自愿参加通信行业特有职业(工种)职业技能鉴定的人员。

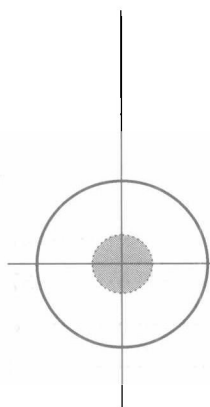
本套丛书是依据最新《国家职业标准》,按照不同级别对“理论知识”和“工作技能”水平要求的不同编写的一套完整的系列教材。各职业教材由《公共基础知识》和“专业知识与技能”两部分组成,《公共基础知识》包括了各通信行业特有职业(工种)的“基本要求”的公共内容,为所有通信行业特有职业(工种)人员通用;“专业知识与技能”部分按照具体职业中不同级别人员的“职业功能”和“工作内容”要求不同分为相应的分册,为不同职业、不同级别岗位人员专用,具有较强的针对性。

本套丛书由通信行业职业技能鉴定指导中心组织,由企业具有长期实际工作经验和深厚理论基础的专家具体承担编写工作,经过高校老师的精心修改和相关通信运营企业领导、专家的最终审定。在编写过程中得到了吉林省网通公司等相

关运营企业、吉林通信行业职业技能鉴定中心、北京邮电大学网络教育学院等单位的大力支持和帮助,特此感谢。

参加本套丛书编写、编审的主要成员有宋宝英、滕伟、姚明、霍艳萍、潘钟兴、贾朝霞、王世超、孙青华、徐梓然、程志刚、莫营、杨永巍、苏春明、辛鹏、曾志民、胡怡红、温玫、郭晨光、王静波、石光耀、龚瑾玲、黄克新、谢英嘉、魏艳、刘建业、乔长春等。由于编写者水平有限、时间仓促,本书难免存在错漏之处,敬请广大读者、教职员工和各位专家提出宝贵的修改意见和建议。随着通信行业技术业务的不断发展,本套丛书还将逐步更新、调整。

通信行业职业技能鉴定指导中心



目 录

第一章 电路基础知识

第一节 磁场与电磁感应	1
一、磁的基本知识	1
二、磁场对电流的作用	3
三、电磁感应定律	5
四、电磁波的传输与辐射	9
五、涡流与集肤效应	12
六、电磁波的屏蔽原理及实际应用	13
第二节 电流类型	14
一、直流电	14
二、交流电	14
三、脉动电流	14
四、脉冲电流	15
五、方波	15
六、周期、频率、波长	15
七、波形叠加原理	17
第三节 正弦交流电	18
一、交流电的基本概念	18
二、正弦交流电的 3 种表示法	22
三、单相交流电路	23

四、三相交流电的基本概念	24
五、整流滤波电路	26
第四节 传输线特性	30
一、传输线路一次参数	30
二、一次参数与频率、两导线直径、距离的关系	32
三、传输线路二次参数	33
四、电缆中的电阻、电容	35
第二章 市话线路割接	
第一节 割接原则和要求	37
一、割接原则	37
二、割接要求	38
第二节 割接前期准备工作	38
一、调查割接区域内的线路使用情况	38
二、制定割接方案	38
三、注意事项	38
第三节 电缆割接方法	39
一、直接割接方法	39
二、复接割接方法	39
三、主干电缆割接方法	40
第四节 新旧局割接	43
一、环路割接法	43
二、复接割接法	43
第三章 电缆工程竣工及验收	
第一节 施工中常见问题处理	45
一、施工与设计文件不符时的处理	45
二、不可预见问题的处理	45
第二节 工程竣工	46
一、绘制竣工图纸	46
二、电气性能测试	47
第三节 工程验收	47
一、随工验收	47
二、初步验收	47
三、竣工验收	47
四、各种电气性能测试方法及验收标准	47
五、管道电缆气闭验收	51

第四章 电缆线路维护

第一节 全塑市话通信电缆线路维护指标	52
一、全塑市话电缆绝缘电阻维护指标	52
二、全塑市话电缆屏蔽层连通电阻维护指标(20℃)	52
三、全塑市话电缆直流电阻环阻、电阻不平衡维护指标	53
四、全塑市话电缆线路传输衰减维护指标	53
五、全塑市话电缆线路近端串音衰减维护指标	53
六、近、远端串音及衰减	53
第二节 通信水线和海缆维护	54
一、通信水线维护	54
二、海缆线路维护	55
第三节 通信管道	55
一、管道系统的组成	55
二、混凝土管道	56
三、钢管及铸铁管管道	57
四、塑料管管道	58
第四节 电缆充气维护	59
一、充气的准备知识	59
二、气压维护及标准	61
三、充气系统及工作原理	62
四、气压监控系统组成及工作原理	65
五、气压传感器的安装使用	66
第五节 线路维护工作要点	68
一、通信线路维护技师的基本素质	68
二、通信线路维护技师工作要点	69
第六节 安全生产	69
一、安全生产的重要性	69
二、安全生产的相关规程	69

第五章 天线与馈线

第一节 无线电波传播	71
第二节 无线电波传播方式	72
一、地面波传播	73
二、天波传播	73
三、视距传播	74
四、散射传播	75

第三节 天线	75
一、天线的作用	75
二、天线的分类	76
三、通信领域的常用天线	79
四、天线的特性指标及其影响因素	87
第四节 馈线	89
一、馈线的作用及要求	89
二、常用高频系统馈线	90
三、馈线的连接元件	91
第五节 天馈系统的发展及应用	93

第六章 电缆线路障碍处理

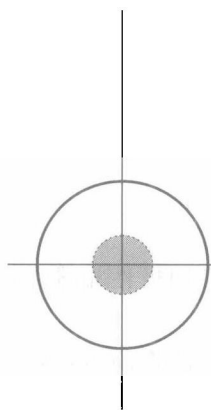
第一节 障碍级别、次数、历时	94
一、通信线路障碍级别确定	94
二、通信线路障碍次数计算	95
三、通信线路障碍历时计算	95
第二节 通信线路设备质量指标要求及计算方法	95
一、用户线路的申告障碍率	95
二、非电缆原因用户线路申告障碍修复及时率	96
三、电缆原因用户线路申告障碍修复及时率	96
四、固话线路障碍率	96
五、ADSL 线路障碍率	96
六、PHS 基站线路障碍率	96
七、线路障碍重复申告率	96
八、固话线路障碍修复及时率	96
九、ADSL 线路障碍修复及时率	97
十、PHS 基站线路障碍修复及时率	97
十一、主干电缆保气率	97
十二、主干电缆芯线完好率	97
十三、配线电缆芯线完好率	97
第三节 电缆线路障碍种类、形成原因及特点	97
一、电缆线路障碍种类	97
二、障碍形成原因及特点	98
第四节 各种电缆线路障碍查找方法	100
一、自混障碍查找方法	100
二、它混障碍查找方法	102
三、断线障碍查找方法	105
四、地气障碍查找方法	109

五、绝缘不良障碍查找方法(逐点排除法)	111
第五节 电缆线路障碍抢修	116
一、编写抢修说明	116
二、制定抢修方案	118
三、赔偿	119
第六节 常用仪表工作原理及使用	120
一、万用表	120
二、兆欧表	122
三、QTQ01 电缆线路探测仪	125
四、ZC-8 型接地电阻测量仪	129
第七节 电缆线路障碍案例分析	131
一、某单位中继线电缆障碍查找案例	131
二、地下中继电缆浸水障碍查找案例	132
三、引上电缆障碍查找案例	134
四、架空电缆障碍查找案例	137
五、地下管道及电缆障碍查找案例	138
六、地下主干管道电缆障碍查找案例	140
第七章 光缆通信线路	
第一节 光纤通信系统	143
一、单向链路系统	143
二、实用光纤通信系统	144
三、光纤通信系统在电信网中的应用	145
四、光波分复用技术	145
五、光纤通信技术发展	146
第二节 光纤连接与光缆接续	148
一、光纤连接	148
二、光缆接续	152
第三节 光缆线路工程施工及验收	155
一、单盘检验与配盘	155
二、线路敷设	157
三、接续施工	159
四、进局成端	163
五、工程竣工及验收	164
第四节 光缆线路防护与维护	167
一、光缆线路防护	167
二、光缆线路维护	171
第五节 常用仪表	173

一、光纤熔接机	173
二、光时域反射仪	177
三、直埋光缆故障探测仪	180
四、光源光功率计	181
五、PMD(偏振模色散)测试仪	182
第六节 光缆线路故障抢修	185
一、障碍的分类、障碍次数和障碍历时	185
二、一般线路障碍抢修程序	186
三、线路障碍产生的原因分析	186
四、障碍定位分析	188
五、障碍定位	188
第七节 光缆线路障碍案例分析	188
一、案例一	188
二、案例二	189
三、案例三	191
第八章 通信工程概预算文件编制	
第一节 线路设计	192
一、路由勘测	192
二、绘制施工图草图	193
三、设计阶段的划分	193
第二节 概预算表格及费用构成	194
一、概预算表格	194
二、费用构成	194
三、各项费用构成示意图	201
第三节 通信建设工程费用定额及计算规则	201
一、直接费	201
二、间接费	207
三、利润	208
四、税金	208
五、设备、工器具购置费	209
六、工程建设其他费	210
七、预备费	212
八、建设期利息	212
第四节 通信工程概预算文件编制程序	212
一、收集资料、熟悉图纸	212
二、计算工程量	212
三、套用定额、选用价格	213
四、计算各项费用	213

五、复核	213
六、写编制说明	213
七、审核出版	214
第五节 市话线路工程施工图例	214
一、主干电缆工程施工图	214
二、管道施工图	215
第六节 电缆线路常用图例	216
 第九章 综合布线系统	
第一节 综合布线系统概述	217
一、综合布线系统概念	217
二、优点	218
第二节 综合布线系统组成	218
一、综合布线系统的六个子系统	218
二、综合布线系统整体结构图	222
三、综合布线系统各子系统间的连接关系图	222
四、综合布线各系统应用	223
五、综合布线系统的拓扑结构	223
六、综合布线系统各段缆线的长度限制	224
第三节 双绞线	224
一、双绞线类型和结构	224
二、5类4对24AWG非屏蔽双绞线	226
三、5类4对24AWG屏蔽电缆(FTP)	227
四、5类4对26AWG屏蔽软线	228
五、5类4对24AWG非屏蔽软线(UTP)	229
六、5类25对24AWG非屏蔽软线(UTP)	230
七、4类4对24AWG非屏蔽电缆	231
八、4类25对24AWG非屏蔽软线	232
九、3类4对24AWG非屏蔽电缆	233
十、3类25对24AWG非屏蔽软线	234
十一、双体电缆系统24AWG非屏蔽4/4对电缆	234
十二、双体电缆系统24/22AWG非屏蔽/屏蔽4/2对电缆	235
十三、双体电缆系统24AWG非屏蔽2/2对电缆	236
十四、各类线缆传输频率	236
第四节 施工实用技术	236
一、网络工程布线施工技术要点	236
二、T568A与T568B的关系	238
三、信息插座连接图	239
四、RJ-45水晶头	239

五、双绞线与 RJ-45 水晶头的连接	242
第五节 线缆测试	242
一、测试内容	242
二、测试有关标准	243
三、电缆的两种测试	252
四、局域网电缆测试及有关要求	253
五、网络听证与故障诊断	254
六、电缆(UTP5)的认证测试报告实例	255
第六节 工程验收与鉴定	257
一、现场(物理)验收	257
二、文档与系统测试验收	260
第十章 宽带应用技术	
第一节 宽带通信网的发展趋势	261
第二节 宽带接入网络技术	262
一、铜线宽带接入技术	262
二、光纤环路技术	263
三、混合光纤同轴电缆(HFC)接入技术	263
四、宽带无线接入技术	264
第三节 常用宽带接入方案详解	265
一、ADSL 接入详解	265
二、光纤+LAN 接入介绍	268
第四节 宽带的安装	270
一、ADSL 用户端设备的安装及调试	270
二、网卡的优化设置	283
第五节 ADSL 线路测试	289
一、分层测量	289
二、分段测量	292
三、SUNSet MTT 测试仪	293
第六节 宽带故障排除	294
一、不能上网	295
二、网页无法显示	298
三、网速慢	300
四、掉线	303
五、案例分析	305
附录一 概预算表格	307
附录二 电缆线路常用图例	317
参考文献	320



第一章

电路基础知识

导体切割磁力线,导体就会产生感应电动势;电流流过导体,导体周围就会产生磁场。磁电转换概念是“电”通信的基础,掌握磁电基本知识,对学习无线通信、有线通信、高频信号传输有着重要意义。本章主要介绍磁电的基本知识和实际应用、正弦交流电及相关知识;重点介绍传输线基础知识、一次参数、二次参数及电缆中的电阻、电容;最后介绍了几种常见电流及周期、频率、波长的关系。

第一节 磁场与电磁感应

一、磁的基本知识

1. 磁铁及其性质

(1) 人们把物体能吸引铁、镍、钴等金属及其合金的性质称为磁性,把具有磁性的物体称为磁体(磁铁)。磁体分天然磁体(磁铁矿)和人造磁体两大类。工业上用的永久磁铁通常是人造的,一般做成条形、马蹄形、圆环形和针形等,如图 1-1 所示。

磁体两端磁性最强的区域称为磁极。使实验用的小磁针转动,待静止时会发现它总是停止在地球的南北方向上,如图 1-2 所示。磁针指北的一端称为北极,用 N 表示;磁针指南的一端称为南极,用 S 表示。任何磁体都具有两个磁极,

而且无论把磁体怎样分割总保持有两个异性磁极,也就是说,N极和S极总是成对出现的。

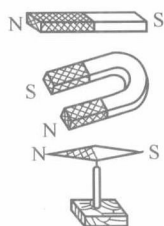


图 1-1 人造磁体

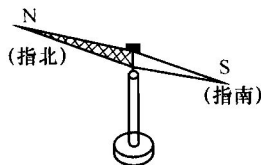


图 1-2 磁针

与电荷间的相互作用力相似,磁极间也存在相互的作用力,且同极性相排斥,异极性相吸引。

(2) 磁场与磁感应线。两块互不接触的磁体之间存在着相互的作用力,这说明在磁体周围的空間中存在着一種特殊的物质——磁场。作用力就是通过磁场这一特殊物质进行传递的。磁场具有力和能的特性。空間有无磁场存在,一般可用一个比较轻巧的小磁针来检验。能使小磁针转动,并总是使其停留在一个固定方向的空間存在着磁场。

不同的磁铁吸引铁屑的能力不同,那是因为它们磁场强度不同。为了形象地说明磁场的存在,并描绘出磁场的强弱与方向,人们通常用一根根假想的磁感应线来表示,如图 1-3 所示。磁感应线具有以下几个特点:

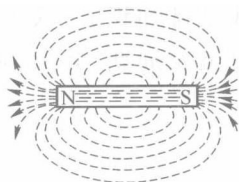


图 1-3 磁感应线

① 磁感应线是互不交叉的闭合曲线;在磁体外部由 N 极指向 S 极,在磁体内部由 S 极指向 N 极。

② 磁感应线上任意一点的切线方向,就是该点的磁场方向,即小磁针 N 极的指向。

③ 磁感应线越密,磁场越强;磁感应线越疏,磁场越弱。磁感应线均匀分布而又相互平行的区域称为均匀磁场;反之则称为非均匀磁场。

2. 电流的磁场

实验证明,通电导体周围与永久磁铁一样也存在着磁场。小磁针放在通电导体附近也会受到磁力作用而偏转,由此可知,电流周围存在着磁场,这种现象称为电流的磁效应。近代科学又进一步证明,产生磁场的根本原因是电流,而且,电流越大,它所产生的磁场就越强。

电流与其产生磁场的方向可用安培定则(又称右手螺旋定则)来判断。安培定则既适用于判断电流产生的磁场方向,也可用于在已知磁场方向时判断电流的方向。

(1) 直线电流产生的磁场

如图 1-4 所示,以右手拇指的指向表示电流方向,弯曲四指的指向即为磁场

方向。

(2) 环形电流产生的磁场

如图 1-5 所示,以右手弯曲的四指表示电流方向,拇指所指的方向即为磁场方向。

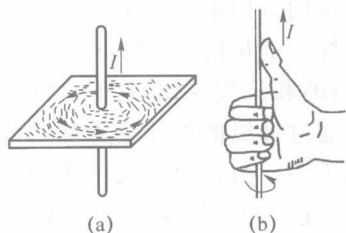


图 1-4 直线电流产生的磁场

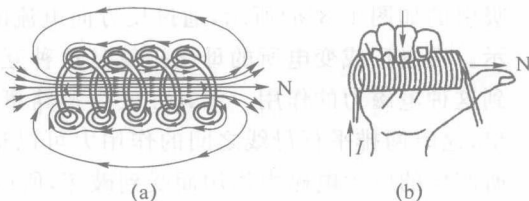


图 1-5 环形电流产生的磁场

二、磁场对电流的作用

1. 磁场对通电直导体的作用

通电的直导体周围存在磁场(电流的磁效应),它就成了一个磁体,把这个磁体放到另一个磁场中,它也会受到磁力的作用。这就是通常所说的“电磁生力”。

如图 1-6 所示,在蹄形磁铁的两极中悬挂一根直导体并使导体与磁感应线垂直,当有电流通过导体时,导体就会在磁场内受力而运动。如果磁场越强,导体中的电流越大,导体在磁场内的有效部分越长,导体所受的力就越大。通常把通电导体在磁场中受到的作用力称为电磁力。

电磁力的大小可用下式表示:

$$F = BIL \sin \alpha$$

式中:

F ——通电导体受到的电磁力,单位为 N;

B ——磁感应强度,单位为 T;

I ——导体中的电流强度,单位为 A;

L ——导体在磁场中的长度,单位为 m;

α ——电流方向与磁感应线的夹角。

从这个公式可以看出:当 $\alpha = 90^\circ$ 时,则 $\sin 90^\circ = 1$,导体受到的电磁力最大。而当 $\alpha = 0^\circ$ 时,则 $\sin 0^\circ = 0$,导体受到的电磁力最小,为零。

通电导体在磁场内的受力方向,可用左手定则来判断。如图 1-7 所示,平伸左手,使拇指垂直其余四指,手心正对磁场的方向,四指指向表示电流方向,则拇指指向就是通电导体的受力方向。

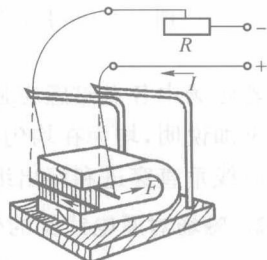


图 1-6 通电导体在磁场中受到电磁力作用

通电直导体在磁场中受到电磁力的作用,那么相距较近且相互平行的通电直导体之间的情况又是如何呢?如图1-8所示,由于每根载流导线的周围都产生磁场,所以每根导线都处在另一根导线所产生的磁场中,即两根导线都受到电磁力的作用。可用安培定则来判断每根导线产生的磁场方向,再用左手定则来判断另一根导线所受到的电磁力方向。因而得出结论:通过同方向电流的平行导线是互相吸引的如图1-8(a)所示,通过反方向电流的平行导线是互相排斥的如图1-8(b)所示。发电厂或变电所的母线排就是这种互相平行的载流直导体,它们之间经常受到这种电磁力的作用。尤其在发生短路事故时,通过母线的电流会骤然增大几十倍,这时两排平行母线之间的作用力可以达到几千牛。为了使母线不致因短路时所产生的巨大电磁力作用而受到破坏,所以每隔一定间距就安装一个绝缘支柱,以平衡电磁力。

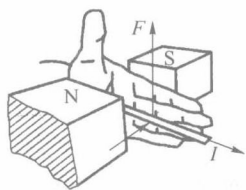


图 1-7 左手定则

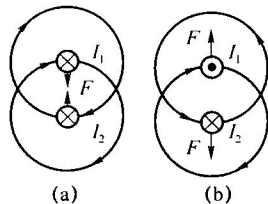


图 1-8 通电平行直导体间的电磁力

若磁场中各点磁感应强度的大小相等,方向相同,则该磁场称为均匀磁场。以后若不加说明,均为在均匀磁场范围内讨论问题,并且用符号“ $\otimes$ ”和“ $\odot$ ”分别表示磁感应线垂直穿进和穿出纸面的方向。

2. 磁场对通电线圈的作用

磁场对通电线圈也有作用力。如图1-9所示,将一刚性好的(受力后不变形)矩形载流线圈放入均匀磁场中,当线圈在磁场中处于不同位置时,磁场对它的作用力大小也不同。

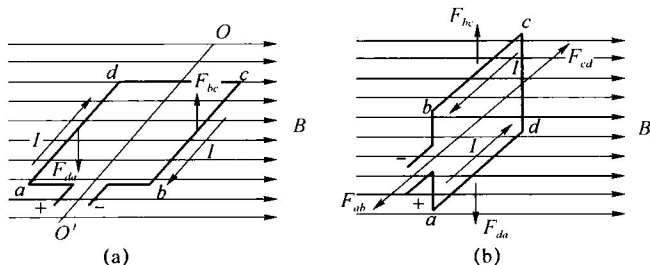


图 1-9 磁场对通电线圈的作用

(1) 线圈平面与磁感应线平行

从图1-9(a)中可看出,线圈 $abcd$ 可看成是由 ab 、 bc 、 cd 、 da 这4条载流直导体所组成的,且 $ab=cd=L_1$, $da=bc=L_2$ 。