



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

建设行业岗位技能实训系列教材

楼宇智能化系统 与技能实训

(第二版)

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

建设行业岗位技能实训系列教材

楼宇智能化系统与技能实训

(第二版)

中国建设教育协会 组织编写

张小明 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

楼宇智能化系统与技能实训/张小明主编. —2版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 7

“十二五”职业教育国家规划教材. 经全国职业教育教材审定委员会审定. 建设行业岗位技能实训系列教材
ISBN 978-7-112-16543-8

I. ①楼… II. ①张… III. ①智能化建筑-自动化系统
IV. ①TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 046248 号

本书以提高学习者的职业实践能力和职业素养为宗旨, 倡导以学生为本位的教育培训理念, 突出对接职业标准和岗位要求职业教育的特色, 根据企业实践工作任务、工作过程和工作情境组织教学内容, 形成围绕工作过程的新型教学与训练教材, 紧密结合相应的国家职业标准和行业岗位要求, 并加强国标规范实操技能训练, 以实训任务的目的要求、材料及工具准备、实训步骤的项目教学法的形式编写。

本书主要介绍楼宇智能化技术必备基础知识、常用电工工具、器具、仪器、仪表的使用和保养等基本技能、视频监控系统训练、入侵报警系统训练、出入口控制系统、火灾自动报警与消防联动控制系统、可视对讲系统、综合布线系统各系统的施工、调试、验收等技能训练、技能训练的组织与管理, 突出动手能力的培养和技能培养。全书的内容形式更贴近实际, 且实用性、实践性更强, 通俗易懂, 流程清晰, 并在每一实训项目完成之后提出了学生自己完成实训任务内容、实训评价表、实训展示要求新任务, 便于自学。

本书可作为高等职业技术学院和中等职业技术学校相关专业教学用书, 并可作为不同层次的岗位培训教材, 亦可供从事智能建筑行业的工程技术人员等参考。

责任编辑: 朱首明 李 明 张 健

责任校对: 李美娜 关 健

“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
建设行业岗位技能实训系列教材
楼宇智能化系统与技能实训 (第二版)

中国建设教育协会 组织编写

张小明 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{3}{4}$ 字数: 515 千字

2016 年 4 月第二版 2016 年 4 月第四次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-16543-8
(25304)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编 者 的 话

教育部、住房和城乡建设部合作举办全国职业院校技能大赛中职组建筑工程技术技能比赛已进入第三个年头。

这个由政府搭台、行业介入、企业赞助，学校参与的大赛，其关联度、受众面、影响力则越来越大，初步形成了“校校有比赛，层层有选拔，全国有大赛”的可喜局面。据2010年不完全统计，全国各地参加各类别比赛的中等职业学校学生达到400多万人次，占在校生总数的20%以上。

建筑工程技术技能比赛，作为全国职业院校技能大赛中职组技术技能比赛的一个分支，从开始的一、二个赛项发展到目前五个赛项，涉及全国37个省市，仅参加全国比赛的学生约五百人，连同之前的校赛、省市赛、参与的人数多达几十万。

前两年大赛的成果证明了，在推动职业教育的内涵发展，加快职业教育人才培养模式的改革，促进职业教育与产业结合、加强学生职业技能培养、推进双师型教师队伍建设等方面，大赛凸显重要的作用。当然，大赛也暴露出学生职业技能培训的缺失，尤其是创新能力的不足；职业院校教师的“双师型”素质亟待提高等问题。

为解决上述问题，我们组织比赛大纲起草者、命题人、参与裁判工作的教师，共同编著了这套职业技能训练指导丛书。本丛书力求将比赛元素融合于日常教学之中，力求使内容更贴近职业技能的实际，力求让学生多掌握一点就业本领。因此，我们将本丛书取名为岗位技能实训系列教材。

我们计划每一个赛项都有一本岗位技能实训书与之配套，现先推出工程算量技能实训和楼宇智能化系统与技能实训两本。

本套丛书如期出版了。参与编著工作的专家们为之付出了极大的辛劳，教育部职成司、住房和城乡建设部人事司的领导给予了极大支持和直接指导，在此一并表示衷心感谢！

中国建设教育协会

于二零一一年四月

第 二 版 前 言

我国智能楼宇起步于 20 世纪 90 年代,从无到有,从概念到实用,乃至今天已成为建筑的必然要求,其内涵和技术的发展都让置身其中者及旁观者为之炫目。

随着科学技术在建筑行业的渗透,尤其是计算机、自动化、通信与计算机网络等技术在建筑行业的广泛应用,建筑业对从业人员的知识结构有了更高的要求。因此,在 2003 年教育部新增专业《楼宇智能化工程技术》、《建筑设备安装》,随着新专业的增设,许多高、中职业院校都开设了这个专业,以适应建筑业对这类人才的需求。然而,新学科、新专业就面临着与之配套的实验、实训、毕业设计等实践性教学环节的建设相对薄弱。由此,为了配合教育部、住房城乡建设部技能型紧缺人才培养指导方案的顺利实施,满足高、中职业院校人才培养和全面素质教育的要求,本书编写以实际工作过程为主线,以国际标准、行业职业标准、规范为基准的实践教学的教材,围绕教育部人才培养目标——技术技能人才,构建一个与建筑智能化理论紧密结合的实践教学体系,为培养建筑智能化技术技能人才奠定基础。

本教材是以实际工作过程为基础编写的,编写过程中遵循以国标、行业职业标准、规范以及岗位要求为准,力求内容丰富,图文并茂,贯彻以学生为主体、以能力为本位、以就业为导向的职业教育理念,注重理论联系实际,适用型和灵活性相结合。全书对智能楼宇设备系统施工、调试、验收等做了深入浅出的论述,介绍了从事建筑智能化系统施工所必需的基本知识、基本操作和安装技能,注重专业技能训练和创新能力的培养。并紧密结合国家职业标准和行业岗位的要求,以实训任务的目的要求、材料及工具准备、实训步骤的项目教学法的形式编写,并在每一实训项目完成之后提出了学生自己完成实训任务内容、实训评价表、实训展示要求新任务。

本书按照项目教学法编写,全书共分为四个单元,每一个单元由多个项目组成。本书由张小明主编,并编写单元 2、单元 3 (项目四)、单元 4;孙德初编写单元 1;徐玉峰编写单元 3 (项目一、项目二、项目三、项目五、项目六)。在写作过程中,还先后得到许多同行同志的支持和帮助,提出了许多修改意见,在此一并表示衷心的感谢!

在编写过程中笔者参考了许多图书、杂志、设备说明书、设备操作手册,还有超星数字图书馆中的图书,由于篇幅有限,书后的参考文献中只列举了主要的参考书目,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,殷切期望专家、同行批评指正,也希望得到读者的批评指正。

编 者

2014 年 02 月

第一版前言

我国智能楼宇起步于 20 世纪 90 年代,从无到有,从概念到实用,乃至今天已成为建筑的必然要求,其内涵和技术的发展都让置身其中者及旁观者为之炫目。

随着科学技术在建筑行业的渗透,尤其是计算机、自动化、通信与计算机网络等技术在建筑行业的广泛应用,建筑业对从业人员的知识结构有了更高的要求。因此,近几年在一些高等职业院校的教学内容中增加了建筑智能化技术课程,以适应建筑业对这类人才的需求。然而,与建筑智能化技术课程相配套的实验、实训、毕业设计等实践性教学环节的建设相对薄弱。究其原因,其一是由于建筑智能化实验室的建设成本较高;其二是一些建筑智能化实训室与实际系统差距较大。课程教学与实践教学出现脱节和不协调直接影响了建筑智能化教学的质量,制约了学生创新精神和实践能力的提高。因此,为了配合教育部、建设部技能型紧缺人才培养指导方案的顺利实施,满足中等职业学校人才培训和全面素质教育的要求,编写本书以实践教学为主要内容的教材,构建一个与建筑智能化理论紧密结合的实践教学体系,为培养建筑智能化人才奠定基础。

本教材是在较强的工程实践基础上编写的,编写过程中遵循以实用为准,力求内容丰富,图文并茂,贯彻以学生为主体、以能力为本位、以就业为导向的职业教育理念,注重理论联系实际,适用型和灵活性相结合。全书对智能楼宇设备系统施工、调试、验收等作了深入浅出的论述,介绍了从事建筑智能化系统施工所必需的基本知识、基本操作和安装技能,注重专业技能训练和创新能力的培养。

本书按照项目教学法编写,全书共分为四个单元,每一个单元有多个项目组成。本书由张小明主编,并编写单元 2、单元 3 (项目四)、单元 4;孙德初编写单元 1;徐玉峰编写单元 3 (项目一、项目二、项目三、项目五、项目六)。在写作过程中,还先后得到许多同行同志的支持和帮助,提出了许多修改意见,在此一并表示衷心的感谢!

在编写过程中笔者参考了许多图书、杂志、设备说明书、设备操作手册,还有超星数字图书馆中的图书,由于篇幅有限,书后的参考文献中只列举了主要的参考书目,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,殷切期望专家、同行批评指正,也希望得到读者的批评指正。

编者

2011 年 4 月

目 录

单元 1 楼宇智能化技术必备基础知识	1
1.1 信号传输	1
1.1.1 信号传输的概念	1
1.1.2 传输媒介	2
1.1.3 模拟信号的传输	4
1.1.4 数字信号的传输	5
1.2 弱电工程系统电源	7
1.2.1 弱电工程系统供电的概念	7
1.2.2 直流供电	7
1.2.3 UPS 供电	9
1.3 弱电防雷与接地系统	14
1.3.1 防雷与接地的重要性	14
1.3.2 防雷	15
1.3.3 接地系统	17
1.4 弱电工程施工验收规则	19
1.4.1 弱电工程验收的基本概念	19
1.4.2 电器线路敷设验收要点	19
1.4.3 电源设备安装验收要点	20
1.4.4 弱电系统接地验收要点	21
单元 2 基本技能	23
2.1 常用工具的使用	23
2.1.1 测电笔及其使用	23
2.1.2 钢丝钳	23
2.1.3 尖嘴钳	24
2.1.4 电工刀	24
2.1.5 螺钉旋具	24
2.1.6 剥线钳	25
2.1.7 冲击钻	25
2.2 导线链接	26
2.2.1 剥离线头绝缘层	26
2.2.2 导线的连接	27
2.3 导线的焊接技能	28
2.3.1 焊接（锡焊）	28

2.3.2 导线的封端	30
2.4 常用电测量仪表简介(基本知识、使用方法)	30
2.4.1 电工仪表的基本组成和工作原理	31
2.4.2 电工仪表的精确度	31
2.4.3 电流表与电压表	31
2.4.4 万用表	34
2.4.5 钳形电流表	38
2.4.6 兆欧表及绝缘电阻的测量	39
实训课题	40
单元3 技能训练	42
项目1 视频监控系统训练	42
任务1 前端部分——摄像机镜头云台解码器的安装与调试	44
任务2 传输部分——BNC接头视频线的制作	63
任务3 控制部分——视频矩阵的安装与调试	69
任务4 显示与记录部分——硬盘录像机的安装与调试	79
项目2 入侵报警系统训练	84
任务1 入侵探测器的安装与调试	90
任务2 入侵报警控制器的安装与调试	110
任务3 周界防范系统的安装与调试	119
项目3 出入口控制系统	125
任务1 门禁设备安装实训	133
任务2 门禁管理软件的安装与使用	144
任务3 停车场管理系统实训	157
项目4 火灾自动报警与消防联动控制系统	175
任务1 火灾自动报警系统的安装与调试	178
任务2 联动控制设备的安装与调试	195
项目5 可视对讲系统	220
任务1 单元型可视对讲系统设备的安装与调试	223
任务2 联网型楼宇对讲系统的安装与使用	239
任务3 电子巡更系统的安装与使用	249
项目6 综合布线系统	260
任务1 网络跳线的制作与测试实训	264
任务2 RJ45信息模块的压接与信息插座的安装	270
任务3 110配线架端接实训	275
任务4 RJ-45模块化配线架端接实训	279
任务5 管、槽施工及线缆敷设实训	283
任务6 光纤熔接实训	299
单元4 技能训练的组织与管理	311
4.1 技能训练的制度	311

4.2 技能训练进度计划管理内容 312

4.3 技能训练项目进度计划的编制 314

4.4 工程项目进度控制 316

4.5 智能化系统工程实施质量控制 318

参考文献..... 321

单元 1 楼宇智能化技术必备基础知识

本单元为楼宇智能化技术必备基础知识，详细介绍了弱电工程中的信号传输、传输媒介、模拟信号、数字信号；阐述了弱电工程中的直流电源和 UPS 电源的基本概念以及如何选用；对弱电工程中的防雷与接地方法与要求作了介绍；最后对弱电工程的验收要点进行了阐述；从电器线路敷设、电源设备安装及弱电系统接地等方面的验收作了较全面的介绍，对实际工作具有指导意义。单元编写中结合了《用电安全导则》GB 13869—2008、《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050—2008、《建筑物防雷设计规范》GB 50057—2010、《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339—2003 等国家标准。

1.1 信号传输

学习目标：通过对传输媒介的学习，掌握传输媒介的分类、特点及应用。掌握模拟信号和数字信号的特点及传输方式，并了解相关国标。

1.1.1 信号传输的概念

信号是运载消息的工具，是消息的载体，是随时间变化的物理量。从广义上讲，它包含光信号、声信号和电信号等。人们通过对光、声、电信号进行接收，才知道对方要表达的消息。信号传输一般为某种形式的电磁能（电信号、无线电、光），可以传输语音、文字、符号、音乐、图像等。

为实现远距离的通信，在 19 世纪末即发明了用电信号来模拟语音信号并进行远距离传输，于是出现了电话以及话音传输技术。时至今日，电话通信仍然是电信网络中的重要业务之一，而传输技术则已经经历了几次重大的变革。

从电话通信发明到 20 世纪 60 年代，电信传输均是采用模拟话音传输技术，起初是采用一对线路传输一路模拟话音信号；随后为提高传输效率，开始采用频分复用（FDM）技术进行多路载波传输，传输介质也从双绞线向同轴电缆过渡。

20 世纪 60 年代末到 80 年代后期，通信网络处于数字化的发展时期。随着话音信号的脉冲编码调制（PCM）技术的发展，数字传输技术以其安全、可靠、通信质量高、通信成本低、有利于通信设备小型化、集成化等优点迅速替代了模拟传输技术。另一方面，无线通信与移动通信的广泛应用以及利用模拟线路传输数字信号的需求，也暴露出了模拟信号频带传输技术的频谱利用率不高、抗噪声与抗干扰能力较差、不利于设备集成化等缺点。数字调制技术便迅速取代了模拟调制技术在频带信号传输中的位置。

近年来，光传输技术得到了迅速发展，光纤通信技术以其带宽充足、不受电磁干扰、原材料丰富等优点获得了广泛应用，在骨干传输网、局域传输网中已占据了主导地位。以

电流调制为特征的光传输技术也属于数字传输技术的范畴。

1.1.2 传输媒介

信号传输一般采用电流、无线电波、微波或者是光谱能量来传递信号。传输媒介就是这些能量所传递的通路。传输媒介可分为线缆及无线两种。线缆及无线媒介为电压和电磁(EM) 频谱提供物理通路导体。

1. 线缆媒介

(1) 双绞线

双绞线是一种常用做电信电缆的铜导线，因为铜是一种电子传递的良好的导体。当两根非常接近的铜线都在传输电信号时，就会出现一定的电磁干扰，这种干扰称作串扰。此外，电磁现象无所不在，这便导致双绞线传输或接收到了一些从其他地方来的信号。把电极相反的两根铜线相互绞在一起可以减少串扰及信号放射程度，每一根缠绕着的导线在导电时，发出的电磁辐射被绞合的另一根线上发出的电磁辐射所抵消。

双绞线由两根绝缘铜线相互缠绕而成，而一对或多对双绞线安装在一个绝缘塑料外皮套中时，便形成了双绞线电缆。双绞线电缆有非屏蔽与屏蔽两种。

非屏蔽双绞线 (Unshielded Twisted Pair)

非屏蔽双绞线电缆由多股双绞线和一个塑料外皮构成。电气工业协会 (EIA) 为 5 种不同质量的双绞线电缆推行了一个分类方案。第 3 类型 (Category 3)、第 5 类型 (Category 5) 及 5e UTP 被广泛使用在计算机联网中。

非屏蔽双绞线 (UTP) 的性能表 表 1-1

优 点	缺 点
相对便宜	不适宜>100Mbps 的高速率数据传输
容易安装，管理和再配置	衰减大
基础技术和标准成熟并稳定	易受电磁干扰和被窃听；UTP 的传输距离有一定限制

屏蔽双绞线 (Shieled Twisted Pair)

STP 是一种绝缘电缆，它内部是双绞线，外面用铝箔包住。

屏蔽双绞线 (STP) 的性能表 表 1-2

优 点	缺 点
相对光缆比较便宜	连接器安装困难
带宽比 UTP 高，155Mbit/s~500Mbit/s	STP 的传输距离有一定限制
容易安装，管理和再配置	衰减大，易受电磁干扰和被窃听

(2) 同轴电缆

同轴电缆 (Coaxial cable 俗称 coax) 由同一轴线的两个导体组成。因此，称为同轴。典型的同轴电缆中央是一根相对比较硬的铜导线或是一股导线，它由泡沫塑料与外层绝缘开。这层绝缘体又被第二层导体包住，网状导体 (有时是导电的铝箔)，被用来屏蔽 EMI 干扰，最后，电缆表面由坚硬的绝缘塑料包住。

为保持导线正确的电气特性，电缆必须接地同时也必须对端头进行处理，接地完成一

个必要的电气回路，而端头起到消弱信号反射的作用。

同轴电缆的性能表 表 1-3

优 点	缺 点
抗电磁干扰能力优于双绞线，比较坚固	对极端状态下的电磁干扰及窃听有中等程度的敏感

(3) 光纤缆

光纤是一种束缚和传导光波的长圆柱形透明材料，由光导玻璃或塑料芯构成，它被另一层称作包层的玻璃包住以及最外一层坚硬的外壳包住，一般是由三层组成。中心提供光通路或者称波导，而包层由多层反射玻璃构成。玻璃层设计成可以将光折射到中芯上的构造。每一芯以及包层都被外壳紧型或松型裹着。

在紧型结构中，光纤被外层塑料壳完全裹住；在松型结构中，光纤与保护壳之间有一层液体胶或其他材料。无论哪种情况，外壳都是起着提供必要电缆强度的作用，以防止光纤受外界温度、弯曲、外拉、折断的影响。

光纤缆也可以由单外壳光纤构成，但通常是将多股光纤捆到一起放在电缆中心。有些光纤缆还将提供附加金属性的物质，钢丝或者光纤玻璃导线来增大电缆强度。

光纤要比铜导线小得多也轻得多。所以，大型光纤缆能比同样尺寸的铜电缆起着更多的导体作用，这一特点使其在空间有限的环境下使用很理想。

光纤有多模或单模。单模下它只提供一条光通道，而多模下则提供多条通道。多模下的光纤层特性控制了不同模的速度。利用光的不同折射率而传信号的特性，信号的各个部分同时到达，使得接收者看来是一个脉冲。单模光纤具有更高的容量，但是，生产及使用这种光纤要比多模光纤昂贵。

光纤缆的性能表 表 1-4

优 点	缺 点
支持 100Mbit/s 以至超过 2Gbit/s 的带宽	光纤缆及配件价格较高
低衰减	要求制作精度高，安装较复杂
抗干扰和防窃听	

2. 无线媒介

无线媒介不使用电或光的导体进行电磁信号的传送或接收工作，一般采用多种形式的电磁波来运载信号。

(1) 无线电

无线通信的传输媒质，即是无线信道，更确切地说，无线信道是基站天线与用户天线之间的传播路径。天线感应电流而产生电磁振荡并辐射出电磁波，这些电磁波在自由空间或空中传播，最后被接收天线所感应并产生感应电流。电磁波的传播路径可能包括直射传播和非直射传播，多种传播路径的存在造成了无线信号特征的变化。

电磁波谱区间，在 10kHz 至 1GHz 之间常称为无线电频率。

(2) 微波

微波数据通信系统有两种方式：地面（基于地球表面）系统和卫星系统。

地面微波一般采用定向式抛物面形天线，这便要求与其他地点之间的通路没有障碍或

视线能及。地面微波信号一般在低 GHz 频率范围，它由收发装置产生。由于微波连接不需要电缆，所以，比起基于电缆的方式它更加容易通过荒凉的地段。然而，地面微波设备经常采用受控的频率，所以微波通信管理局组织或政府部门要其交纳一定费用，使用时间也要受到限制。

频率范围：地面微波系统通常的运行频率为低 GHz 区域（一般在 4~6GHz 以及 21~23GHz）。

与地面微波相似，卫星微波系统也是用低 GHz 频率范围的微波。然而他们通过地球上的定向抛物面天线，向地球同步卫星发送直波光束。一个基本的卫星网络安装包括一个网络连接设备或一个天线控制器。通过一根电缆，它与 0.75~2.4m 的抛物面天线连接到一起。地面天线将发射机产生的信号反射到离地面 22300 英里高同步轨道上的卫星上。这些信号又被再聚焦到主地面站。最后信号被主地面站或者其他网络天线接收到，它们再通过对应的网络连接设备送至所需的网络点。可以建立单个点到点系统或者多个传输器/接收器系统。

卫星微波传输跨越陆地海洋，所需要的时间及费用与传输距离无关，费用较昂贵。由于传输距离远，所以卫星传输有延迟（称为传播延迟），延迟小到 500ms，大到 5s 以上，但是卫星不受距离的限制。雨和雾会引起信号衰减（雨衰会使性能下降或传输中断）。带宽较高，使用频率必须被批准，设备需要认可。

卫星传输的频率范围：卫星连接通常使用的频率为低 GHz（一般在 11~14GHz）。

(3) 红外线

另一种无线传输媒介建立在红外线光基础上。红外连接采用光发射二极管（LED）、激光二极管（LLD）或者光电二极管（音像遥控器或光纤收发器）来进行站与站之间的数据交换。这些设备发出的光非常纯净——只包含电磁波或小范围 EM 频谱中的光子。传输信息可以直接或经过墙面、天花板反射后被接收装置收到（每次反射信号强度大约衰减一半）。红外信号没有能力穿透墙壁和一些其他固体，也容易被强光源给盖住。红外线最有用的地方是在一个空荡的小房间里。红外波的高频特性可以支持高速度的数据传输。

频率范围：红外线传输一般在光频的最低区域（大约为 100GHz~1000THz）。

1.1.3 模拟信号的传输

1. 模拟信号的概述

按照信号参量的取值方式及其与消息之间的关系，可将信号划分为两类，即模拟信号

与数字信号。模拟信号是指代表消息的信号参量（幅度、频率或相位）随消息连续变化的信号。如代表消息的信号参量是幅度，则模拟信号的幅度应随消息连续变化，即幅度有无限多个取值。模拟信号在时间上可以连续，但也可以离散。图 1-1 为时间连续和时间离散的模拟信号。

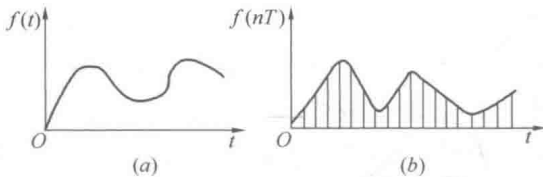


图 1-1 模拟信号

(a) 时间连续的模拟信号；(b) 时间离散的模拟信号

2. 模拟通信系统的特点

模拟通信系统的模型如图 1-2 所示。其中包含两种重要的变换：一是在发送端将连续

消息变换成原始电信号，或在接收端作相反变换，它是由信息源或受信者完成；二是在发送端将原始电信号转换成其频带适合于信道传输的信号或在接收端作相反变换，即调制或解调，它们由调制器或解调器完成。

模拟通信系统发展和应用较早，技术成熟，设备简单，对一些需要大量低价接收终端的通信运用场合较为实用。如目前广泛使用的广播电台、无线电视、电话等，用户终端（收音机、电视机、电话机）便宜，容易普及。但模拟通信系统其缺点也很明显，如信息传输效率较低，频谱利用率不高，通信质量差，不适宜计算机应用，抗干扰能力较差等。因此，对于公众通信网络，模拟通信体制即将全部被数字通信系统所取代。但在一些特殊的场合，如简单的点对点通信、信息采集、近距离的信号传输等，模拟通信还具有很强的生命力。



图 1-2 模拟通信系统模型

3. 调制

所谓调制就是用需要发送的信号去控制“载波”的某个或几个参数，从而将信号“寄生”在“载波”上。这里的“载波”是广义的，除了高频正弦载波以外，也可以是光波，红外线，高频脉冲信号等。

调制的目的主要有三方面：

- (1) 将基带信号变换为适合于信道传输的频带信号，如在无线通信中，必须将基带信号载在高频上才能发射出去；
- (2) 改善系统性能；
- (3) 实现信道复用，提高信道利用率。

1.1.4 数字信号的传输

1. 数字信号的概述

数字信号结构简单，再生力强，故数字通信具有模拟信号系统无可比拟的优点。数字信号指幅度的取值是离散的，幅值表示被限制在有限个数值之内。二进制码就是一种数字信号。二进制码受噪声的影响小，易于数字电路进行处理，所以得到了广泛的应用。

2. 数字信号的特点

- (1) 抗干扰能力强、无噪声积累；
- (2) 便于加密处理；
- (3) 便于存储、处理和交换；
- (4) 设备便于集成化、微型化；
- (5) 便于构成综合数字网和综合业务数字网；
- (6) 占用信道频带较宽。

数字通信具有很多优点，所以各国都在积极发展数字通信。近年来，我国数字通信得到迅速发展，正朝着高速化、智能化、宽带化和综合化方向迈进。

3. 信号数字化过程

通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统两类，数字通信系统可以传输两类数字信号，一类是数据信号，如两台计算机之间的数据传输，另一类是模拟信号数字化信号，也就是说模拟信号转化成数字信号后，也可以用数字通信的方式传输。

信号的数字化需要三个步骤：抽样、量化和编码。

(1) 抽样

抽样是指用每隔一定时间的信号样值序列来代替原来在时间上连续的信号，也就是在时间上将模拟信号离散化。话音信号是模拟信号，它不仅在幅度取值上是连续的，而且在时间上也是连续的。要使话音信号数字化并实现时分多路复用，首先要在时间上。

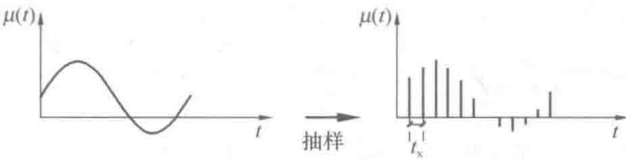


图 1-3 模拟信号的抽样过程

对话音信号进行离散化处理，这一过程叫抽样。所谓抽样就是每隔一定的时间间隔 t ，抽取话音信号的一个瞬时幅度值（抽样值），抽样后所得的一系列在时间上离散的抽样值称为样值序列。图 1-3 为模拟信号的抽样过程

抽样后的样值序列在时间上是离散的，可进行时分多路复用，也可将各个抽样值经过量化、编码变换成二进制数字信号。理论和实践证明，只要抽样脉冲的间隔 $t \leq \frac{1}{2} f_m$ （或 $\geq 2f_m$ ）（ f_m 是话音信号的最高频率），则抽样后的样值序列可不失真地还原成原来的话音信号。

(2) 量化（如图 1-4 所示）

量化是用有限个幅度值近似原来连续变化的幅度值，把模拟信号的连续幅度变为有限数量的有一定间隔的离散值。

抽样信号（样值序列）虽然时间上有时离散，但仍为模拟信号，其样值在一定取值范围内可有无限多个值。虽然，无限个样值都给出

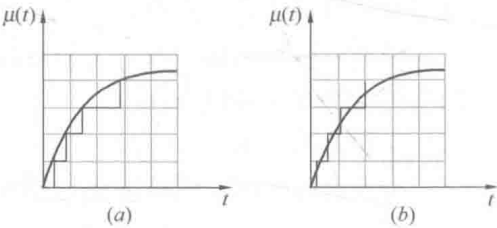


图 1-4 模拟信号的量化过程

数字码组对应是不可能的。为实现以数字码表示样值，采用“四舍五入”法把样值分级“取整”，使一定取值范围内的样值有无限多个变为有限个。量化后的采样信号与量化前的采样信号相比较有失真，分的级数越多，量化极差或间隔越小，失真也就越小。

(3) 编码

编码则是按照一定的规律，把量化后的值用二进制数字表示，然后转换成二值或多值的数字信号流。最简单的编码方式是二进制编码。具体说来，就是用 n 比特二进制码来表示已经量化的样值，每个二进制数对应一个量化值，然后把它们排列，得到由二值脉冲组成的数字信息流。

图 1-5 为模拟信号 $m(t)$ 的数字化过程。其中，图 (b) 根据抽样定理， $m(t)$ 经过抽样后变成时间离散、幅度连续的信号 $m_s(t)$ 。图 (c) 将 $m_s(t)$ 输入量化器，得到量化输入信号 $m_q(t)$ ，采用“四舍五入”法将每个连续抽样值归结为某一临近的整数值，即量化电平。这里

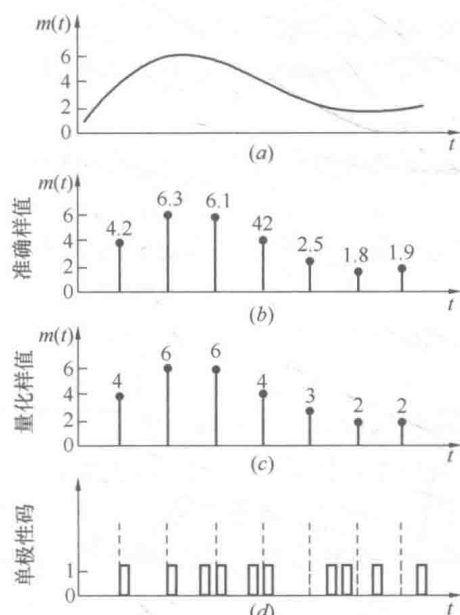


图 1-5 模拟信号数字化过程

采用了 8 个量化级, 将图 (b) 中 7 个准确样值 4.2、6.3、6.1、4.2、2.5、1.8、1.9 分别变换成 4、6、6、4、3、2、2。量化后的离散样值可以用一定位数的代码表示, 即编码。因为只有 8 个量化电平, 所以可用 3b 二进制码表示 ($2^3=8$)。图 (d) 是用自然二进制码对量化样值进行编码的结果。

4. 数字通信系统

数字通信系统的主要性能指标

(1) 信道传输速率

信道的传输速率通常是以每秒所传输的信息量多少来衡量。一个二进制码元所含的信息量是一个“比特”, 所以信息传输速率的单位是比特/秒 (bit/s)。

(2) 符号传输速率

它是指单位时间 (秒) 内传输的码元数目,

其单位为波特。这里的码元可以是二进制的, 也可以是多进制的。

(3) 误码率

信码在传输过程中, 由于信道不理想以及噪声的干扰, 以致在接收端判决再生后的码元可能出现错误, 这叫误码。误码的多少用误码率来衡量, 误码率是数字通信系统中单位时间内错误码元数与发送总码元数之比。误码越多, 误码率越大。

1.2 弱电工程系统电源

学习目标: 通过对直流供电系统和 UPS 电源的学习, 掌握直流供电系统的组成、特点、各系统组成部件原理及使用方法, 掌握 UPS 电源的种类和选用方法; 了解《电网电源供电的家用和类似一般用途的电子及有关设备的安全要求》GB 8898—97。

1.2.1 弱电工程系统供电的概念

弱电工程很多系统中, 如计算机网络中的服务器、路由器、通信设备、消防安防监控器等重要设备是不允许断电, 也不允许出现较大电流、电压波动的, 否则会引起重要数据的丢失和设备损坏甚至会导致系统瘫痪。因此在弱电系统中普遍采用 UPS (Uninterruptible Power Supply), 一种含有储能装置 (常用蓄电池储能), 以逆变器为主要组成部分的恒压、恒频设备, 来能够提供持续、稳定、不间断的电力供应。

1.2.2 直流供电

1. 直流供电的基本概念

直流供电系统由整流器、滤波器、蓄电池和直流变换器等部分组成。

(1) 整流器

整流器是一个整流装置, 简单地说就是将交流 (AC) 转化为直流 (DC) 的装置。它

有两个主要功能：第一，将交流电（AC）变成直流电（DC），经滤波后供给负载，或者供给逆变器；第二，给蓄电池提供充电电压。因此，它同时又起到一个充电器的作用。

（2）滤波器

滤波器是将信号中特定波段频率滤除的操作，是抑制和防止干扰的一项重要措施。

（3）蓄电池

蓄电池是电池中的一种，它的作用是能把有限的电能储存起来，在合适的地方使用。它的工作原理就是把化学能转化为电能。

由于直流供电系统中设置了蓄电池组，可保证不间断供电。

（4）直流变换器

直流变换器分为并联直流变换器和非并联直流变换器两种。

并联直流变换器采用先进的高频脉宽调制边缘谐振技术，使效率得到了极大提高。整机具有稳压精度高、动态响应快、输出杂音低、抗干扰能力强、工作温度范围宽等特点。

非并联直流变换器采用进口 DC-DC 模块组成，具有稳压精度高、输出噪声低、抗干扰能力强等优点，且体积小、重量轻。

当通信设备需要多种不同数值的电压时，采用直流变换器将基础电源的电压变换为所需的电压。

2. 直流供电系统的分类

直流供电系统可以分为集中方式和分散方式。

（1）直流供电系统的集中方式

直流供电系统的集中方式的交流电源是由市电（主用电源）、柴油机发电机组（备用电源）及转换屏组成。直流系统是由整流器（主用电源）、蓄电池（备用电源）及直流屏组成，集中安装在电力室和电池室。由电力室馈送出来的低压基础载流电源，接至各个通信机房，即安装在楼房底层的电源设备为整栋大楼的通信设备供电。

（2）直流供电系统的分散方式

1) 半分散供电方式

将电源设备（整流器、蓄电池、交流和直流配电屏）搬至通信机房内，为本机房的各種通信设备及空调机供电。

2) 全分散供电方式

在每行通信设备的机架内都装设了小基础电源系统（包含整流模块、交流和直流配电单元、蓄电池）。

直流电源集中供电方式是传统的方法。新型的供电方式是采用分散供电，依据通信机房楼层次及不同的通信系统可有多种分设方法，具有综合投资少、扩容方便、运行更可靠、容易实现智能管理与无人值守等优点。

3. 直流供电的优缺点

（1）直流供电的优点

- 1) 当输送的功率相同时，其线路的造价低，线路的损耗较小；
- 2) 两端直流电力系统不需要同步运行，输电距离不受电力系统同步运行稳定性的限制，还可以用来提高与直流线路并列运行的交流输电系统的稳定性；
- 3) 用于直流线路的电流和功率的调节比较容易且迅速，可实现各种调节、控制；直