

高等职业教育精品工程规划教材 通信专业

通信工程设计制图

解相吾 主编

李 波
解文博 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育精品工程规划教材·通信专业

通信工程设计制图

解相吾 主编

李 波 解文博 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书突出“工学结合”特色,注重工程应用与工程素质培养。全书由六个项目组成,项目一主要让学生了解通信工程、工程制图的基本概念;项目二主要让学生掌握工程制图的一般规则和基本知识;项目三重点讲解计算机辅助设计软件 AutoCAD 的使用方法;项目四学习绘图软件 Visio 的使用操作;项目五介绍通信工程现场勘测设计的具体方法;项目六通过对通信工程各类图样的详细说明介绍通信工程设计制图的方法与要求。

本书既可作为高职高专和其他高等院校通信类、电子信息类专业教材,也可作为通信工程技术人员的培训教材使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

通信工程设计制图 / 解相吾主编. —北京:电子工业出版社, 2010.10

高等职业教育精品工程规划教材. 通信专业

ISBN 978-7-121-11973-6

I. ①通… II. ①解… III. ①通信工程—工程制图—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 198191 号

策划编辑:郭乃明

责任编辑:郭乃明

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:19 字数:490 千字

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着社会信息化步伐的加快,通信网络的建设也在突飞猛进地向前发展。通信网络的建设、扩容、运营与维护等都离不开工程施工。在通信工程建设中,通信工程设计制图至为重要。它不仅用来阐述通信工程的构成和功能,而且提供安装和使用维护信息,指导通信工程实践施工。通信工程制图与一般电气工程制图不同,它既有传统的电气系统图、平面图、接线图、框图等,也有管道施工图、线缆施工图、设备安装图以及建筑施工图等内容,主要应用于通信领域。

本书结合通信工程设计的实际需要,以项目为导向,以单元为载体,将每个单元分解成若干次任务,学习内容由浅入深,技能练习由简单到复杂,将理论学习、实践能力的培养融入工作过程之中,充分体现了“学用一致”的指导思想,具有很强的操作性。全书层次清晰、结构合理、体系规范、方便掌握、易于应用,全面而具体地介绍了设计步骤、制图方法,对制图软件进行了深入、细致的讲解,同时提供了大量实训内容,以加强学生的技能培养。

本书突出“工学结合”特色,注重工程应用与工程素质培养,有利于掌握通信工程设计的基本方法和基本技能。全书由六个项目组成,项目一主要让学生了解通信工程、工程制图的基本概念;项目二主要让学生掌握工程制图的一般规则和基本知识;项目三重点讲解计算机辅助设计软件 AutoCAD 的使用方法;项目四学习绘图软件 Visio 的使用操作;项目五介绍了通信工程现场勘测设计的具体方法;项目六通过对通信工程各类图样的详细说明介绍了通信工程设计制图的方法与要求。

本书由解相吾主编并统编全稿。项目二由李波编写,项目三由解文博编写,其余项目由解相吾编写。徐小英、李敏、陈武东、袁世来、钟科科、吴嘉明、杨远辉、莫煜斌、卓伟平等为本书的资料收集和图片整理提供了大量帮助,在此向他们深表谢意。

本书在编写过程中参考了大量的文献和资料,电子工业出版社对本书的出版给予了大力支持,在此特向付出辛勤劳动的工作人员表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2010-5

目 录

项目一 通信工程制图的整体认知	1
项目要求	1
单元1 通信工程的基本概念	1
任务1 掌握通信工程设计的基本原则	1
任务2 了解通信工程设计的主要内容	3
任务3 区分通信建设工程的类别	4
任务4 掌握通信建设工程项目分类要求	5
单元2 工程制图的基本概念	6
任务1 了解工程图样及其作用	6
任务2 熟悉工程制图的标准	7
任务3 了解电子工程制图的优点	8
任务4 了解电子工程制图的主要应用	8
单元3 通信工程设计流程	9
项目小结	11
思考题	11
项目实训	11
项目二 工程制图的基本知识	12
项目要求	12
单元1 常用绘图工具及其使用	12
任务1 手工绘图工具及使用	12
任务2 徒手绘图	15
任务3 了解计算机绘图	17
单元2 了解工程制图的一般规则	19
任务1 熟悉图纸的幅面和分区要求	19
任务2 掌握图形的比例	24
任务3 熟悉字体的规定	25
任务4 熟悉图线的规定	26
任务5 了解尺寸标注的规定	27
任务6 了解安装标高	30
任务7 了解方位和风向频率标记	31
任务8 熟悉定位轴线与对称符号	31
任务9 掌握简图的布局方法	32
单元3 掌握几何作图方法	34

任务 1 等分与正多边形的画法	34
任务 2 圆弧连接	34
任务 3 斜度和锥度	36
任务 4 椭圆的画法	37
任务 5 渐开线的画法	38
单元 4 掌握投影原理	38
任务 1 了解投影的法则及其特性	39
任务 2 熟悉三视图的形成及其对应关系	40
任务 3 掌握点、线、面的投影规律	42
任务 4 掌握基本几何体的投影方法	44
任务 5 掌握组合体的投影方法	47
任务 6 了解轴测投影(轴测图)	50
项目小结	54
思考题	54
项目实训	54
项目三 绘图软件 AutoCAD 2009 的应用	57
项目要求	57
单元 1 AutoCAD 2009 使用入门	57
任务 1 熟悉 AutoCAD 2009 操作界面	57
任务 2 掌握绘图环境的设置	63
任务 3 掌握文件管理的方法	65
任务 4 掌握基本操作命令	67
任务 5 掌握图层的操作方法	70
任务 6 掌握精确定位工具的使用方法	76
任务 7 掌握对象捕捉工具的使用方法	78
单元 2 基本图形的绘制	80
任务 1 绘制直线、构造线	81
任务 2 绘制圆和圆弧	82
任务 3 绘制矩形和正多边形	84
任务 4 绘制椭圆和椭圆弧	86
任务 5 绘制点	87
任务 6 多线、多段线与样条曲线	87
任务 7 图案填充	90
单元 3 基本编辑命令	93
任务 1 选择对象的方式	94
任务 2 删除、恢复及清除命令	95
任务 3 复制类命令	95
任务 4 改变位置类	99

任务 5 改变几何特征类命令	101
任务 6 修改对象特性命令	106
单元 4 文本、表格与尺寸标注	107
任务 1 文本标注	108
任务 2 制作表格	112
任务 3 尺寸标注	115
项目小结	120
思考题	120
项目实训	120
项目四 绘图软件 Visio 的应用	124
项目要求	124
单元 1 Visio 使用环境	124
任务 1 认识 Visio	124
任务 2 熟悉绘图环境	125
单元 2 创建图表	129
任务 1 开始创建图表的方法	129
任务 2 移动形状和调整形状的大小	130
任务 3 学会添加文本	132
任务 4 连接形状	133
任务 5 设置形状格式	135
任务 6 保存和打印图表	136
单元 3 共享图表	137
任务 1 将图表发布到 Web 上	137
任务 2 向 Microsoft Office 文件添加图表	137
单元 4 创建形状、模具和模板	138
任务 1 学会创建形状	138
任务 2 掌握堆叠、对齐和组合形状的方法	141
任务 3 创建模具和模板	142
单元 5 常见图表类型的建立	144
任务 1 创建框图	144
任务 2 创建组织结构图	146
任务 3 创建电气和电信规划图	147
项目小结	149
思考题	150
项目实训	150
项目五 通信工程勘测与制图	152
项目要求	152
单元 1 工程设计勘察	152

任务 1	了解现场设计勘察的内容与步骤	152
任务 2	线路工程的查勘	155
任务 3	机房的查勘	158
单元 2	标杆测量	164
任务 1	直线的测量	165
任务 2	角杆的测量	167
任务 3	拉线测量	168
任务 4	河谷宽度与高度的测量	170
单元 3	仪器测量	171
任务 1	管道的平面定位测量	172
任务 2	通信管道的高程测量	178
任务 3	了解其他测量方法	182
单元 4	通信工程图图形符号的应用	183
任务 1	熟悉通信工程制图的通用准则	183
任务 2	认知通用图形符号	187
任务 3	认知通信线路工程常用图形符号	188
任务 4	认知通信设备工程常用图形符号	189
单元 5	绘制通信施工图的要求及注意事项	189
任务 1	绘制线路施工图须知	189
任务 2	绘制机房平面图须知	189
任务 3	绘制设备安装工程图须知	190
任务 4	了解图纸中可能出现的问题	190
项目小结		193
思考题		194
项目实训		194
项目六	设计通信工程图	198
项目要求		198
单元 1	系统结构框图	198
任务 1	掌握系统图和框图的特点	198
任务 2	绘制系统图和框图	199
单元 2	平面图	201
任务 1	掌握平面图的特点和表示方法	201
任务 2	了解电力和照明平面图	203
任务 3	了解防雷与接地平面图的特点	210
任务 4	熟悉管道施工平面图的内容	213
任务 5	熟悉线路平面图的基本内容	214
任务 6	掌握机房平面图的绘制方法	217
单元 3	接线图	218

任务 1 掌握接线图的绘制原则	218
任务 2 掌握接线图的绘制方法	220
任务 3 掌握连接线的表示方法	222
任务 4 掌握导线的识别标记及其标注方法	227
任务 5 弄清单元接线图和单元接线表	230
任务 6 理顺互连接线图和互连接线表	233
任务 7 熟悉端子接线图和端子接线表	234
任务 8 熟悉电缆配置图和电缆配置表	237
任务 9 掌握线扎图的绘制方法	238
单元 4 通信工程图例图	239
范例 1 通信设备安装工程图	239
范例 2 通信设备面板布置图	243
范例 3 通信线路工程图	245
范例 4 光缆传输系统配置图	257
范例 5 通信网络结构图	258
项目小结	260
思考题	260
项目实训	260
附录 A 通信工程制图中的通用图形符号	266
附录 B 通信线路工程常用图形符号	269
附录 C 通信设备工程常用图形符号	277
附录 D 电气工程图中常用图形符号	287
参考文献	291

项目一 通信工程制图的整体认知

项目要求

在通信工程设计过程中，设计者的意图和要求是通过制图体现出来的。通信工程设计制图是以几何学和国家制图标准为基础，以投影理论为方法，根据通信工程设计要求进行工程图样绘制的一门技术课程。通过本项目的学习，让读者对通信工程设计制图的概念有一个全面的了解，具体要求如下。

- (1) 了解通信工程设计的主要内容，掌握通信工程设计的基本原则。
- (2) 了解通信建设工程类别，掌握通信建设工程项目划分方法。
- (3) 掌握工程制图的基本概念，了解工程图样及其作用。
- (4) 熟悉工程制图的标准，具备工程制图的应用能力。

单元 1 通信工程的基本概念

随着经济和科学技术的进步，我国的通信产业得到了空前规模的发展，通信市场正在持续地扩大，通信建设工程项目也在不断增多。通信工程就是指通信系统工程设计、组网和设备施工，它主要包括天线的架设、通信线路架设或敷设、通信设备安装调试、通信附属设施的施工等内容。通信工程的建设基本上均按照规划、设计、准备、施工和竣工投产 5 个阶段进行，本单元主要介绍有关通信工程的基本概念。

任务 1 掌握通信工程设计的基本原则

通信工程设计是通信工程项目建设的基础，也是技术的先进性、可行性以及项目建设的经济效益和社会效益的综合体现。通信工程设计就是根据项目的要求，将相关的科技成果、实际的工作经验、现行的技术标准、工程设计人员的智慧、创造性的劳动融为一体，它将全面、准确、合理、具体地指导通信工程建设与施工的全过程。

1. 设计在建设中的地位 and 作用

设计是一门综合性的应用技术科学，涉及科学、技术、经济和方针政策等各个方面。实现同样的技术指标，不同的人有不同的设计方案。设计的主要任务就是编制设计文件并对其进行审定。设计文件是安排建设项目和组织施工的主要依据，因此设计文件必须由具有工程勘察资质证书和相应资质等级的设计单位编制。

设计是工程建设程序中必不可少的一个重要组成部分。在规划、项目、场址和可行性研

究等已定的情况下，它是影响建设项目能否实现优质高效的一个决定性的环节。

一个工程建设项目在资源利用上是否合理，场区布置是否紧凑、适度，设备选型是否得当，技术、工艺、流程是否先进合理，生产组织是否科学、严谨，是否能以较少的投资取得产量多、质量好、效率高、消耗少、成本低、利润大的综合效果，在很大程度上取决于设计质量的好坏和设计水平的高低。

2. 设计阶段的划分

根据工程项目的规模、性质等情况的不同，可将工程计划分为几个阶段。一般项目分初步设计和施工图设计两个阶段进行，称为“两阶段设计”；大型、特殊工程项目或技术上复杂的项目可按初步设计、技术设计、施工图设计三个阶段进行，称为“三阶段设计”；规模较小、技术成熟，或套用标准设计的工程，可直接进行施工图设计，称为“一阶段设计”。

(1) 初步设计

初步设计是根据批准的可行性研究报告以及有关的设计标准、规范，通过现场勘察工作取得可靠的设计基础资料后进行编制的。初步设计的主要任务是确定项目的建设方案、进行设备选型、编制工程项目的总概算。其中，初步设计中的主要设计方案及重大技术措施等应通过技术经济分析，进行多方案比较论证，未采用方案的扼要情况及采用方案的选定理由均应写入设计文件。

每个建设项目都应编制总体部分的总体设计文件（即综合册）和各单项工程设计文件。在初步设计阶段，应满足以下要求。

①总体设计文件内容包括设计总说明及附录、各单项设计总图、总概算编制说明及概算总表。

②各单项工程设计文件一般由文字说明、图纸和概算三部分组成。

在初步设计阶段还应另册提出技术规范书、分交方案，说明工程要求的技术条件及有关数据等。其中，引进设备的工程技术规范书应用中、外文编写。

(2) 技术设计

技术设计是根据已批准的初步设计，对设计中比较复杂的项目、遗留问题或特殊需要，通过更详细的设计和计算，进一步研究和阐明其可靠性和合理性，准确地解决各个主要技术问题。在技术设计阶段应编制修正概算。

(3) 施工图设计

施工图设计文件应根据批准的初步设计文件和主要设备订货合同进行编制，一般由文字说明、图纸和预算三部分组成。在施工图设计文件中，要求绘制施工详图，标明房屋、建筑物、设备的结构尺寸，说明安装设备的配置关系、布线、施工工艺，提供设备、材料明细表，并编制施工图预算。

各单项工程施工图设计应简要说明该工程初步设计方案的主要内容并对修改部分进行论述，注明有关批准文件的日期、文号及文件标题，提出详细的工程量表，测绘出完整线路，绘制建筑安装施工图纸、设备安装施工图纸，并且还包括工程项目的各部分工程详图和零部件明细表等。施工图设计是初步设计（或技术设计）的完善和补充，是施工的依据。

施工图的设计应满足设备、材料的订货、施工图预算的编制、设备安装工艺及其他施工技术要求等。施工图设计可不编总体部分的综合文件。

3. 设计的基本原则

(1) 通信工程设计必须贯彻执行国家基本建设方针和通信技术经济政策，合理利用资源，

重视环境保护。

(2) 工程设计必须保证通信质量,做到技术先进,经济合理,安全适用,能够满足施工、生产和使用的要求。

(3) 设计中应进行多方案比较,兼顾近期与远期通信发展的需求,合理利用已有的网络设施和装备,以保证建设项目的经济效益和社会效益,尽量降低工程造价和维护费用。

(4) 设计中所采用的产品必须符合国家标准和行业标准,未经鉴定合格和试验的产品不得在工程中使用。

(5) 设计工作必须执行科技进步的方针,广泛采用适合我国国情的国内外成熟的先进技术。

(6) 扩、改建工程,要充分考虑原有设施的特点,合理利用原有设备、器材等,提高工程建设整体效益。

4. 工程设计的主要技术条件

工程设计的技術条件指的是进行设计所必需的基础资料和数据,通常包括以下几项主要内容。

(1) 矿藏条件(矿藏资源的储量、成分、品味、性能及有关地质资料);

(2) 水源及水文条件;

(3) 区域地质和工程地质条件;

(4) 设备条件;

(5) 废物处理和要求;

(6) 职工生活区的安置方案及要求;

(7) 政策性规定;

(8) 其他(包括建设项目所在地区周围的机场、港口、码头、文物、交通及军事设施对工程项目的要求、限制或影响等方面的资料等)。

任务2 了解通信工程设计的主要内容

通信工程设计的主要内容一般有:系统的传输设计,电/光缆线路设计,设备安装设计。

系统的传输设计包括电/光缆传输系统的一般要求、系统的传输指标、系统传输的具体设计。

电/光缆线路设计包括线路路由的选择、电/光缆的选择、电/光缆的敷设方式、电/光缆的防护设计、中继站的设计。

设备安装设计包括设备的选型原则,终端、转接站设备的安装设计。

设计工作过程可归纳如下。

(1) 设计委托书的送达;

(2) 对可行性研究报告和专家评估报告进行分析;

(3) 工程技术人员的现场勘察;

(4) 初步设计;

(5) 施工图设计;

(6) 编制概、预算;

(7) 设计文件的编制出版;

(8) 设计文件的会审;

(9) 对施工现场的技术指导及对客户的回访。

已形成的设计文件是进行工程建设、指导施工的主要依据。它主要包括设计说明、工程投资概(预)算和设计图纸三个部分。

任务3 区分通信建设工程的类别

为加强通信建设管理,规范工程施工行为,确保通信建设工程质量,原邮电部在邮部[1995]945号文件中发布了《通信建设工程类别划分标准》,将通信建设工程分别按建设项目、单项工程划分为一类工程、二类工程、三类工程、四类工程。每类工程的设计单位和施工企业级别都有严格的规定,不允许级别低的单位或企业承建高级别的工程。

1. 按建设项目划分

(1) 符合下列条件之一者为一类工程。

- ①大、中型项目或投资在 5000 万元以上的通信工程项目;
- ②省际通信工程项目;
- ③投资在 2000 万元以上的部定通信工程项目。

(2) 符合下列条件之一者为二类工程。

- ①投资在 2000 万元以下的部定通信工程项目;
- ②省内通信干线工程项目;
- ③投资在 2000 万元以上的省定通信工程项目。

(3) 符合下列条件之一者为三类工程。

- ①投资在 2000 万元以下的省定通信工程项目;
- ②投资在 500 万元以上的通信工程项目;
- ③地市局工程项目。

(4) 符合下列条件之一者为四类工程。

- ①县局工程项目;
- ②其他小型项目。

2. 按单项工程划分

(1) 通信线路工程类别的划分见表 1-1。

表 1-1 通信线路工程类别

序号	项目名称	一类工程	二类工程	三类工程	四类工程
1	长途干线	省际	省内	本地网	
2	海缆	50 km 以上	50km 以下		
3	市话线路		中继光缆或 2 万门以上市话主干线路	局间中继电缆线路或 2 万门以下市话主干线路	市话配线工程或 4000 门以下线路工程
4	有线电视网		省会及地市级城市有线电视网线路工程	县以下有线电视网线路工程	
5	建筑楼宇综合布线工程		10000 m ² 以上建筑物综合布线工程	5000 m ² 以上建筑物综合布线工程	5000 m ² 以下建筑物综合布线工程
6	通信管道工程		48 孔以上	24 孔以上	24 孔以下

(2) 通信设备安装工程类别的划分见表 1-2。

表 1-2 通信设备安装工程类别

序号	项目名称	一类工程	二类工程	三类工程	四类工程
1	市话交换	4 万门以上	4 万门以下 1 万门以上	1 万门以下 4000 门以上	4000 门以下
2	长途交换	2500 路端以上	2500 路端以下	500 路端以下	
3	通信干线传输及终端	省际	省内	本地网	
4	移动通信及无线寻呼	省会局移动通信	地市局移动通信	无线寻呼设备工程	
5	卫星地球站	C 频段天线直径 10m 以上及 ku 频段 天线直径 5 m 以上	C 频段天线直径 10 m 以 下及 ku 频段天线直径 5 m 以下		
6	天线铁塔		铁塔高度 100 m 以上	铁塔高度 100 m 以下	
7	数据网、分组交换网 等非话业务	省际	省会局以下		
8	电源	一类工程配套电源	二类工程配套电源	三类工程配套电源	四类工程配套电源

注：(1) 新业务发展按相对应的等级套用；

(2) 本标准中×××以上不包括×××本身，×××以下包括×××本身；

(3) 天线铁塔、市话线路、有线电视网、建筑楼宇综合布线工程、通信管道工程为无一类工程收费的专业；

(4) 卫星地球站、数据网、分组交换网等专业无三、四类工程，丙、丁级设计单位和三、四级施工企业不得承担此类工程任务，其他专业依此原则办理。

任务 4 掌握通信建设工程项目分类要求

通信工程可按不同的专业分为 6 大建设项目，每个建设项目又可分为多个单项工程，初步设计概算和施工图预算应按单项工程编制。通信建设工程项目的分类见表 1-3。

表 1-3 通信建设工程项目

建设项目	单 项 工 程	备 注
长途通信 光(电)缆 工程	省段电/光缆分路段线路工程(包括线路、巡房等)	进局及中继电/光缆工程按每个城市作为一个 单项工程 同一项目中较大的水底电/光缆工程按每处作 为一个单项工程
	终端站、分路站、转接站、数字复用设备及电/光设备安装工程	
	电/光缆分路段中继站设备安装工程	
	终端站、分路站、转接站、中继站电源设备安装工程(包括专用 高压供电线路工程)	
	进局电/光缆、中继电/光缆线路工程(包括通信管道)	
	水底电/光缆工程(包括水线房建筑及设备安装)	
	分路站、转接站房屋建筑工程(包括机房、附属生产房屋、线务 段、生活房屋、进站段通信管道)	
微波通信 干线工程	省段微波站微波设备安装工程(包括天线、馈线等)	微波二级干线可按站划分单项工程
	省段微波站复用终端设备安装工程	
	省段微波站电源设备安装工程(包括专用高压供电线路工程)	
地球站通 信工程	地球站设备安装工程(包括天线、馈线)	
	复用终端设备安装工程	
	电源设备安装工程(包括专用高压供电线路工程)	
	中继传输设备安装工程	

续表

项目建设	单 项 工 程	备 注
移动通信工程	移动交换局（控制中心）设备安装工程	中继传输线路工程如采用微波线路，可参照微波干线工程增列单项工程；如采用有线线路，可参照市话线路工程增列单项工程
	基站设备安装工程	
	基站、交换局电源设备安装工程	
	中继传输线路工程	
长途电信枢纽工程	长途自动交换设备安装工程	传真机室设备安装工程视工程量大小可单独作为单项工程或并入人工设备安装单项工程中。
	长途人工交换设备安装工程	
	人工电报设备安装工程（包括传真机）	
	微波、载波设备（包括天线、馈线）或数字复用设备安装工程	同一建设项目中收、发信台分地建设时，电源、天线、馈线、遥控线、房屋、专用高压供电线路、台外道路等均可分别作为单项工程
	会议电话设备安装工程	
	通信电源设备安装工程	
	无线电终端设备安装工程	
	长途进局线路工程	
	通信管道工程	
	中继线路工程（包括终端设备）	
	弱电系统设备安装工程（包括小交换机、时钟、监控设备等）	
	专用高压供电线路工程	
	数据设备安装工程	
市话通信工程	分局交换设备安装工程	市话网络设计可纳入总体部分的综合册，不作为单项工程
	分局电源设备安装工程（包括专用高压供电线路工程）	
	分局用户线路工程（包括主干及配线电缆、交换及配线设备集线器、杆路等）	专用高压供电线路工程的设计文件由承包设计单位编制，概、预算及技术要求纳入电源单项工程中，不另列单项工程
	通信管道工程	
	中继线路工程（包括音频电缆、PCM 电缆、光缆）	
	中继线路数字设备安装工程	

注：（1）一点多址工程不划分单项工程；
（2）表中未包括的通信建设工程项目由设计单位划分单项工程。

单元 2 工程制图的基本概念

图纸是工程领域的通用语言，是人类进行交流的三大媒体（语言、文字、图）之一。在工程技术中，采用图样来表达技术思想，往往比用文字更精确、更方便，也更具应用性、通用性。工程图作为工程界的通用语言，具有跨地域、跨行业性，古今中外，尽管语言、文字不同，但工程图的表达方法可以说都是相通的。

任务 1 了解工程图样及其作用

根据投影原理、制图标准或有关规定表示工程对象，并有必要技术说明的图，称为工程图样，简称图纸。

使用图形符号、文字符号、文字说明及标注等，按不同专业的要求将工程对象画在一个平面上表达出来，这样就组成了一张工程图纸。为了读懂图纸就必须了解和掌握图纸中各种图形符号、文字符号等所代表的含义。专业人员通过图纸了解工程规模、工程内容，统计出

工程量,编制工程概、预算。在概、预算编制中,阅读图纸、统计工程量的过程就称为识图。

工程图样与文字、语言一样,是工程技术人员表达、构思、分析和交流思想的重要工具。无论是机械设备的设计、制造与安装,还是工程施工、电路分析与程序设计,都离不开工程图样。工程图样是工程技术界的共同语言。所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

工程图样是工程与产品信息的载体,是产品生命全过程信息的集合,集中体现了产品的设计要求、工艺要求、检测及装配要求等各方面的信息。在现代工业生产中,工程图样广泛应用于机械、电子、建筑等工程领域,是工程界表达、交流的语言。

工程制图是以几何学和国家制图标准为基础,以投影理论为方法,研究几何形体的构成、表达及工程图样绘制、阅读的技术基础课。计算机和软件技术的发展及其在工程制图中的应用,改变了过去工程图样的制作方式,人们借助 CAD 系统,建立描述对象的模型,进行对象的仿真,生成表达对象的图形,提高了设计的效率和质量。同时,高质量、高效率的计算机绘图给工程技术人员进行创造性设计提供了广阔的天地。因此,包括传统工程制图和计算机绘图内容的现代工程制图成为了各高校工科专业的必修课。

计算机绘图的出现,使整个绘图学领域进入了一个新的时代。随着计算机及其网络技术的飞速发展,制图技术已逐步走向自动化和智能化,并为图示和图解的广泛应用提供了更加便利的条件。

任务2 熟悉工程制图的标准

工程图纸是工程技术界的共同语言,如果语言不合规范,表达不合语法,就无法达到交流的目的,也无法被工程领域接受和采用。为了便于进行技术交流和指导生产,必须有一个统一的规定。

无论是哪一种图纸的设计,都是用规定的“工程语言”来描述其设计的内容,表达工程设计思想,指导加工、生产、安装和维修的。其基本“词汇”就是各种文字图形符号,其“语法”则是有关文字图形符号的规则、标准及表达方式等。

通信工程图纸是在对施工现场仔细勘察和认真搜索资料的基础上,通过图形符号、文字符号、文字说明及标注来表达具体工程性质的一种图纸。它是通信工程设计的重要组成部分,是指导施工的主要依据。通信工程图纸里面包含了诸如路由信息、设备配置安放情况、技术数据、主要说明等内容。

通信工程制图就是将图形符号、文字符号按不同专业的要求画在一个平面上,使工程施工技术人员通过阅读图纸就能够了解工程规模、工程内容,统计出工程量及编制工程概、预算。只有绘制出准确的通信工程图纸,才能对通信工程施工具有正确的指导性意义。因此,通信工程技术人员必须要掌握通信制图的方法。

为了便于工程应用,便于交流,保证生产顺利进行,使通信工程的图纸做到规格统一、画法一致、图面清晰,符合施工、存档和生产维护要求,在进行设计时,设计出的每一张图纸、图纸上标注出的每一个数据、符号都应符合国家标准,这些标准对有关的文字、图形、符号、标志及代号都作了详细的规定,这样有利于提高设计效率、保证设计质量和适应通信建设的需要。在设计过程中,要求依据以下国家及行业标准编制通信工程制图与图形符号标准:

GB/T 4728.1—13 《电气通用图形符号》

GB/T 6988.1—7 《电气制图》

GB/T 50104—2001 《建筑制图标准》

GB/T 7929—1995 《1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》

GB 7159—1987 《电气技术中的文字符号制订通则》

GB 7356—1987 《电气系统说明书用简图的编制》

YD/T 5015—1995 《电气工程制图与图形符号》

任务3 了解电子工程制图的优点

利用计算机生成各种工程图样的方法称为电子工程制图。电子工程制图与手工绘图相比具有以下优点。

(1) 速度快。计算机的运行速度是人无法比拟的。计算机不知疲倦,可以根据人们的需要长时间工作。利用友好的人机交互界面,所有的绘图工作只需通过操作鼠标就可以实现。可反复调用图形,避免或减少重复劳动。可用扫描设备直接誊图,节省大量的绘图时间。

(2) 精度高。计算机是按程序工作的,通过数值计算和迭代算法可获得很高的计算精度。

(3) 编辑修改极为方便。在计算机上,图形的移动、删除、复制、缩放等操作十分简单。

(4) 易于长期保存。在计算机上所画图形可以用多种介质来保存,并可随时调用,重复调用。

(5) 可实现资源共享。利用计算机网络,可实现图形资源的共享。可通过电子邮件传送图形。

(6) 表现效果好。利用计算机高速的数据处理功能,可对所绘图形进行着色、渲染,形成逼真的三维效果图。可实现计算机模拟仿真。

(7) 打印输出灵活。使用计算机绘图基本不受幅面限制。计算机所绘图形可通过打印机、绘图仪绘制在不同大小的图纸上,可输出单色或彩色图形,也可用多种格式输入、输出图形。

(8) 可实现设计、制造一体化。将计算机所绘的零件图形通过适当的方式转换为数控加工程序,可直接在数控机床上进行零件加工,实现辅助设计与辅助制造(CAD/CAM)一体化。

任务4 了解电子工程制图的主要应用

目前,计算机绘图在机械、航空、冶金、造船、建筑、化工、电子等行业的工程设计中得到了广泛的应用。在工程设计方面,计算机绘图常用来进行机械结构和部件设计,汽车、飞机的外形设计,房屋建筑、电路管道设计等;在理论研究方面,计算机绘图可用来绘制数学、物理以及其他学科中的各种二维和三维图形,如各种曲线、曲面等;在数据处理方面,计算机绘图在地理、气象及其他自然现象的勘探、测量上也得到了广泛的应用,例如地理图、地形图、矿藏分布图、海洋地理图、气象图、人口分布图,以及其他各类等高线图;在模拟仿真方面,不但可以通过图形显示所研究的数学函数,而且还能把科学现象进行数学建模,再把此数学模型以图表或图像形象地表示出来,或以动画方式来模拟物体随时间的变化规律,