



中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

土木工程 概论与识图

测量工程技术专业

主 编 黄绍勇



中国建筑工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

土建工程概论与识图

(测量工程技术专业)

主	编	黄绍勇	
副	主 编	郭启荣	
责	任主审	田青文	
审	稿	门玉明	荆万魁

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土建工程概论与识图/黄绍勇主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003
中等职业教育国家规划教材. 测量工程技术专业
ISBN 7-112-05427-3

I. 土... II. 黄... III. ①建筑工程-概论-专业学校-教材②建筑制图-识图法-专业学校-教材 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 026273 号

本书是国家教育部职教司组织编写的中等职业学校测绘类相关专业系列教材之一, 是国家教育部规划教材。国土资源部相关部门的有关同志参加了本专业教学计划、教学大纲及教材编写的审定工作。

全书共十章及附录, 主要内容有制图基本知识、投影作图、土建工程概述及 AutoCAD 简介等。本书介绍了制图工具、仪器、用品的使用和维护方法, 基本制图标准和几何作图等基本知识, 绘制和阅读土建工程图的基本原理和方法, 常见土建工程如房屋建筑工程、公路工程、桥隧工程、水利工程的勘测、设计、施工和有关工程设施的基本知识。简要介绍了 AutoCAD 计算机绘图的有关知识。

本书力求做到既能体现中等职业教育的特色, 又能较好地反映当前土建工程领域新发展。本书为中等职业学校测绘类相关专业教材, 也可供有关专业教学及技术人员参考。

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

土建工程概论与识图

(测量工程技术专业)

主 编 黄绍勇
副 主 编 郭启荣
责任主审 田青文
审 稿 门玉明 荆万魁

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 6 1/4 字数: 151 千字
2003 年 6 月第一版 2006 年 4 月第二次印刷
印数: 2001—3500 册 定价: 8.00 元

ISBN 7-112-05427-3

TU·4751 (11041)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重培养学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002年10月

前 言

《土建工程概论与识图》是中等职业学校测绘类相关专业的一门技术基础课程，本教材是根据国家教育部审定的中等职业学校测绘类相关专业《土建工程概论与识图教学大纲》编写的。

本教材编写力求做到既能体现中等职业教育的特色，又能较好地反映当前土建工程领域的新发展。教材内容由浅入深，衔接紧凑，简明扼要，通俗易懂。在编写过程中，全部采用最新颁布的建筑制图国家标准，以及其他有关国家标准和部颁标准，具有很强的实用性。为加强学生基本绘图技能的学习和训练，教材各章后均编写了实习内容。为了反映计算机在制图中的应用，在附录中编写了 AutoCAD 简介。

本教材共十章。由云南省旅游学校（原昆明地质学校）黄绍勇主编、郭启荣副主编，编写分工为：绪论、第六章由郭启荣编写；第八、九、十章由黄绍勇编写；第一、二、三章由包昆编写；第四、五章由杨加庆编写；第七章由齐武福编写；附录由李鹏伟编写。全书由黄绍勇、郭启荣负责统一校订。

在本教材的编写过程中，云南省旅游学校高级讲师李启佑、何弗敏两位老师作了初审，提出了很多宝贵意见和建议，同时得到了云南省旅游学校各级领导的大力支持和帮助，并参阅了有关院校、单位和个人的文献资料。受教育部委托由长安大学地质工程与测绘工程学院田青文教授对全书进行主审。该校门玉明、荆万魁两位教授对全书进行了审稿。付秋林、赵海琼参加了教材录入及编排工作，编者对此深表谢意。

由于我们的水平所限，教材中难免会有许多缺点，敬请读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 工程制图的基本知识	3
第一节 制图工具和仪器使用方法	3
第二节 基本制图标准	4
实训一 基本几何图形绘制	7
第二章 投影的基本知识	11
第一节 投影的基本概念和分类	11
第二节 正投影特性和三面正投影图	12
实训二 投影作图训练	16
第三章 点、直线、平面的投影	18
第一节 点的投影	18
第二节 直线的投影	20
第三节 平面的投影	22
实训三 点、直线、平面投影作图	24
第四章 基本形体及组合体的投影	26
第一节 基本形体及其投影	26
第二节 组合体及其投影	30
实训四 基本形体及组合体的投影作图	32
第五章 轴测图、透视图	38
第一节 轴测图	38
第二节 透视图	40
实训五 轴测图绘制	42
第六章 剖面图、断面图	44
第一节 剖面图	44
第二节 断面图	48
实训六 剖面图、断面图绘制	49
第七章 房屋建筑工程	51
第一节 房屋建筑工程概述	51
第二节 民用建筑构造简介	53
第三节 工业建筑构造简介	54
实训七 建筑施工现场参观及施工图阅读	56
第八章 道路工程	60
第一节 公路工程概述	60

第二节	公路施工	63
实训八	道路施工现场参观及工程图阅读	65
第九章	桥隧工程	69
第一节	桥隧工程概述	69
第二节	隧道施工	74
实训九	桥隧施工现场参观及施工图阅读	77
第十章	水利工程简介	79
第一节	水利工程概述	79
第二节	水利工程施工	81
实训十	水利工程施工现场参观及工程图阅读	83
附录	AutoCAD 简介	86
第一节	图形观察与 AutoCAD 坐标系	86
第二节	图层与标注	89
参考文献	93

绪 论

一、本课程的性质和任务

“土建工程”是土木建筑工程的简称，泛指用建筑材料建造的一切生产、生活及环境治理方面的工程设施。土建工程，无论是地上的还是地下的，都要与地表土体或岩体构成一体，互相制约。换句话说，任何一项土建工程，都与地形、地貌密不可分。测量工作对土建工程的重要性是不言而喻的。

当土建工程经过可行性研究并立项后，首先要进行勘测工作。在此阶段，为了对工程设施的具体设计提供地形资料，需要在建设地区测地形图。与土建工程有关的土地划分，用地边界的测定等也需要测地物平面图。对于道路、管线和特殊构造物的设计还需测绘带状地形图和沿某方向表示地面起伏变化的断面图等。

设计是土建工程建设的第二个程序。设计要做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境。这就要求在设计中，充分利用地形，合理使用土地。正确地处理土建工程设施与环境之间的关系，使二者构成协调统一的整体。因此，用图（包括地形图、地物图及断面图等）贯穿于设计阶段的全过程。

施工是土建工程的第三阶段。需要根据工程设施的平面布置图、剖面图等，按照设计要求，通过测量的定位、放线、安装和检查，将其平面位置和高程标定在施工的作业面上，为施工提供正确位置，指导施工。

土建工程竣工后，为了工程验收和以后的维修管理，还需要测绘竣工图。对于某些特殊要求的建筑物，为了监视在各种荷载作用下它的安全性和稳定性还需要进行变形观测。

同时，测量工作必须根据建设对象及具体工程的特点进行，否则将无法满工程建设的求，甚至可能导致工程设计、施工出现失误。作为中等职业学校测绘类相关专业的一门技术基础课，概略地介绍工程制图、识图及常见土建工程的基本知识，使学生初步掌握工程制图的基本原理和方法，具有初步的识图能力。了解常见土建工程的建设程序及有关基本知识，为后续《工程测量学》教学及学生今后从事测量工作打下一定的基础，这就是本课程的任务。

二、本课程的内容和学习方法

工程图样是工程界的技术语言，是进行工程规划、设计和施工不可缺少的工具之一。工程图学是研究工程图样绘制和阅读规律的一门学科，是工程技术人员表达设计意图，交流技术思想，指导生产施工等必须具备的基本知识和技能。土建工程包括房屋建筑工程、铁路工程、公路与城市道路工程、桥梁工程、隧道工程、海洋工程、给排水工程、水利工程、港口工程、环境工程等多种类型。土木工程学是指运用数学、物理、化学等基础科学知识，力学、材料等技术科学知识以及工程方面的工程技术知识来研究、设计、修建各种工程设施的一门学科。

本课程既考虑了工程图学和土木工程学自身的理论体系，又着重考虑了测绘专业的需

要，取材上自成一体，主要包括：

1. 制图基本知识——介绍制图工具、仪器、用品的使用和维护方法，基本制图标准和几何作图等基本知识。

2. 投影作图——介绍绘制和阅读土建工程图的基本原理和方法。

3. 土建工程概述——介绍常见土建工程（包括房屋建筑工程、公路工程、桥隧工程、水利工程）勘测、设计、施工和有关工程设施的基本知识。

此外，随着科学技术的不断发展，在现代化生产中，工程制图技术正朝着自动化方向发展。尤其是近年来计算机科学技术的普及和发展，更进一步地促进了制图理论和技术的新发展。本课程以附录的形式简要介绍了计算机绘图的有关知识。

本课程是一门实践性很强的技术基础课。要学好这门课，最主要的是要坚持理论联系实际的学风，不但要认真钻研理论，还必须在理论指导下多画图，多读图，多参观施工现场。本课程内容较多，但最重要的是各类土建工程施工图，尤其是平面布置图、剖面图、断面图等图的阅读，学生在学习过程中应始终抓住这条主线，有意识地重点培养自己这方面的能力，只有这样，才能达到学习本课程的目的，才能在以后的工作中有针对性地做好各类工程测量工作。

第一章 工程制图的基本知识

第一节 制图工具和仪器使用方法

“工欲善其事，必先利其器”。正确选择和使用制图工具、仪器，是绘制工程图样时保证制图质量和效率的前提。现简介主要制图工具和仪器（图 1-1）的使用方法。

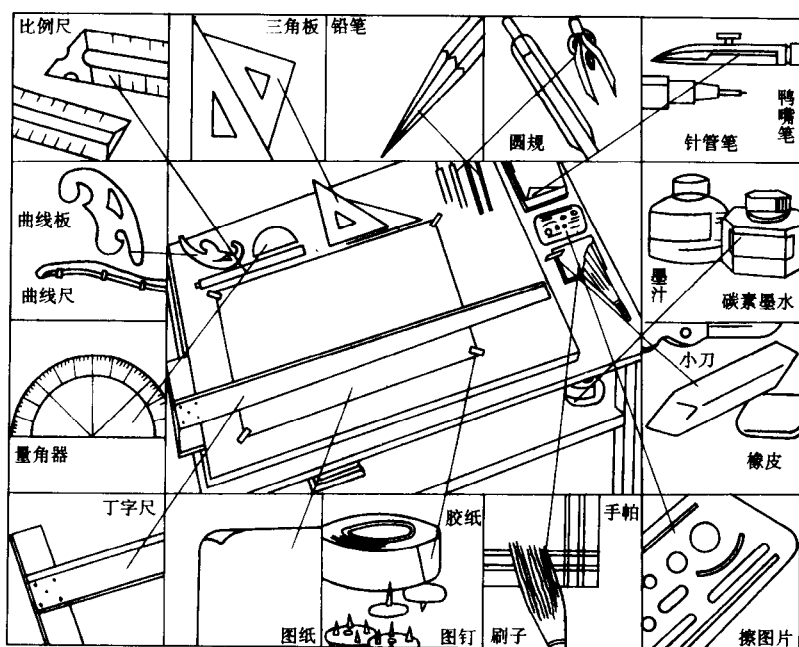


图 1-1 主要制图工具和仪器

一、制图工具

1. 绘图板 是用来安放、固定图纸，进行画图并配合丁字尺画水平线的工具。图板板面要求软硬合适、光滑平整；左边为工作边（即短边），必须平直。使用时要保护短边，防止翘曲变形和刻画损伤。

2. 丁字尺 由尺头和尺身构成，主要是用来配合绘图板画水平线的工具。使用丁字尺画水平线时，以左手推动丁字尺上、下移动到需要画线的位置后，改变手势，让左手压住尺身，右手执笔从左到右画水平线。

3. 三角板 由 45° 的等腰直角三角形和 30° (60°) 直角三角形的两块三角板合成一副。三角板与丁字尺配合使用，可画垂直线和与丁字尺工作边成 15° 或 15° 倍角的斜线。

4. 绘图铅笔 有软、中、硬三种，分别用字母 B、HB 和 H 表示。B（或 H）前的数字愈大表示铅芯越软（或越硬），HB 表示软硬适中。绘图时常用 H、2H 打底稿，用 HB、

B来加深。铅笔应从没有标志的一端开始使用，并削成圆锥形，削去约30mm左右，铅芯露出约6~8mm，用来画底稿、加深细线和写字。铅芯可在砂纸上磨成四棱锥形，用来描粗线。使用铅笔绘图时，用力要均匀，画线时持笔姿势要自然，要使笔尖与尺边距离保持一致，线条才能画得平直准确。画长线时要边画边转动，以使线条粗细一致。

5. 比例尺（又叫三棱尺）是用来缩小（或放大）图形的工具。尺的棱面上有六种不同的比例刻度（1:100、1:200、1:400、1:500、1:600和1:1000），可根据需要选用。绘图时，比例尺只能用来量取尺寸，不可作直尺画线用。

二、绘图仪器

1. 绘图笔 有直线笔、绘图小钢笔、绘图墨水笔等。

直线笔，又称鸭嘴笔，它的笔尖形状似鸭嘴，是画墨线的仪器。画墨线时，可用螺钉任意调整笔尖的两块钢叶片的间距，确定墨线粗细。往直线笔注墨时，应用绘图小钢笔或注墨管小心地将墨水加入两块钢叶片的中间，注墨的高度为4~6mm左右。直线笔应位于铅垂面内（即笔杆的前后方向与纸张保持90°），使两叶片同时接触图纸，并使直线笔往前进方向倾斜5°~20°。画线时速度要均匀，起落笔速度要略快。

绘图小钢笔，由笔杆、笔尖两部分组成，是用来写字、修改图线以及为直线笔注墨水的仪器。使用时沾墨要适量，笔尖要经常保持清洁干净。

绘图墨水笔（又称针管笔），是专门用来绘制墨线的仪器，除笔尖是钢管针且内有通针外，其余部分的构造与普通钢笔基本相同。根据所画线条粗细可使用不同的笔尖钢管针规格。使用时笔身前后方向与图纸要垂直，让笔头针管管口边缘都接触纸面。

2. 圆规 圆规是画圆和圆弧的仪器。圆规在使用前应先调整针脚，使针尖稍长于铅笔芯或直线笔的笔尖，取好半径，对准圆心，并使圆规略向旋转方向倾斜，按顺时针方向画圆弧或从右下角开始画圆，一次完成。

3. 分规 是等分线段和量取线段的仪器，两腿端部均装有固定钢针。使用时，要先检查分规两腿的针尖靠拢后是否平齐。用分规等分线段时，一般采用试分法。

第二节 基本制图标准

工程图样是工程界的技术语言，为便于生产、经营、管理和交流，其绘制必须遵守国家颁布的制图标准，本节仅介绍《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2001）的基本内容，其他参见该标准。

一、图纸幅面和字体

1. 图纸幅面 即图幅，指图纸的大小规格，分横式幅面（以短边作垂直边的）和立式幅面（以短边作水平边的）两种。一般工程的图纸，不得多于两种幅画。图纸幅面必须符合表1-1和图1-2的规定。

图纸幅面及图框尺寸 (mm)

表 1-1

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸代号	$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
	c	10			5	
	a	25				

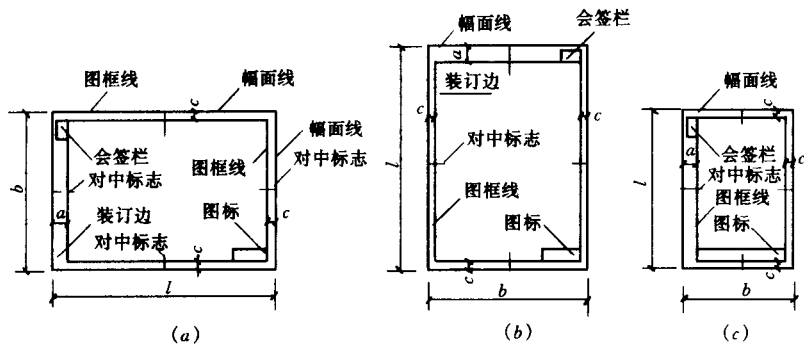


图 1-2 图纸幅面规格

(a) A0~A3 横式幅面; (b) 立式幅面; (c) A4 立式幅面

2. 字体 图纸和技术文件中书写的汉字、数字、字母或符号均应笔画清晰、字体端正、排列整齐, 不应有差错, 必须用黑墨水书写。

(1) 汉字 图纸中的汉字, 应采用长仿宋体, 长仿宋体字的高度和宽度应符合表 1-2 规定。大(标题、图册封面、地形图等)的汉字, 也可书写成其他字体, 但应易于辨认。汉字的高度应不小于 3.5mm。如需要更大的字体, 字体高度与宽度的比值为 $\sqrt{2}$, 即字宽约为字高的 2/3。汉字的简化书写必须遵守国务院公布的《汉字简化方案》和有关规定。

长仿宋体字的高度与宽度 (mm)

表 1-2

字高	20	14	10	7	5	3.5	2.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8

(2) 字母和数字 图纸中的字母和数字的字体分斜体和直体两种, 当与汉字混写时, 宜写成直体。斜体字的斜度应从字的底线逆时针向上倾斜 75° , 斜体字的高度与宽度应与相应的直体字相等。数字和字母的字高, 应不小于 2.5mm。笔画的粗细等于字高的 1/10 (一般字体) 或 1/14 (窄体字)。表示数量的数字, 应用阿拉伯数字书写, 计量单位应符合国家颁布的有关规定。

二、线型及尺寸标注

1. 线型 在图纸上绘制的线条叫图线, 图线的规格叫线型, 线型的类型及用途见表 1-3。每个图样都应根据复杂程度与比例大小, 先确定基本线宽 b , 再选用表 1-4 中适当的线宽组。

线 型

表 1-3

名 称	线 型	线宽	一 般 用 途
实 线	粗		b 主要可见轮廓线
	中		$0.5b$ 可见轮廓线
	细		$0.25b$ 可见轮廓线、图例线等
虚 线	粗		b 见有关专业制图标准
	中		$0.5b$ 不可见轮廓线
	细		$0.25b$ 不可见轮廓线、图例线等

续表

名称		线型	线宽	一般用途
单点长画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线等
双点长画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线			$0.25b$	断开界线
波浪线			$0.25b$	断开界线

线宽组

表 1-4

线宽比	线宽组 (mm)					
b	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	0.18
$0.25b$	0.5	0.35	0.25	0.18	—	—

2. 尺寸标注 图形尺寸是图纸的重要组成部分，是施工或生产的依据，因此在绘图时尺寸标注按物体的实际尺寸标注，要求尺寸完整、清晰、准确、合理和美观。

图样中的尺寸，由尺寸界线、尺寸线、起止符号、尺寸数字等四部分组成，其标注形式如图 1-3。尺寸界线是控制所注尺寸的范围的细实线，一般应与被注长度垂直，其一端应离开图样轮廓线不小于 2mm，另一端宜超出尺寸线 2~3mm。必要时，图样轮廓线可用作尺寸界线。尺寸线是用来注写尺寸方向的细实线，应与被注长度平行，且不宜超出尺寸界线。任何图线均不得用作尺寸线。起止符号是用来表示尺寸的起止的中粗斜短线，其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角，长度宜为 2~3mm。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号，宜用箭头表示（图 1-4）。尺寸数字是代表图形长度的数字，尺寸数字为物体的实际大小。尺寸数字的单位规定为，除标高及总平面图以 m 为单位外，其余均以 mm 为单位，图样上尺寸数字不再注写单位。

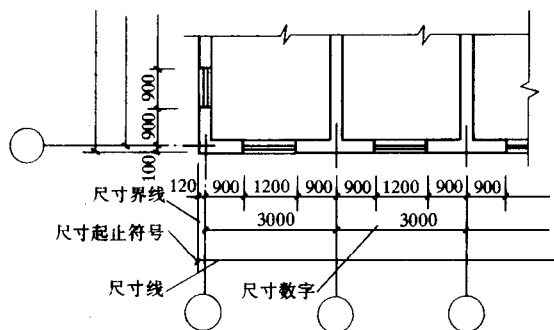


图 1-3 尺寸的组成和标注

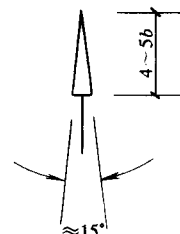


图 1-4 箭头尺寸起止符号

实训一 基本几何图形绘制

一、实训目的要求

1. 初步掌握绘图工具和仪器的使用方法。
2. 初步掌握基本几何图形的绘制方法。

二、实训条件

绘图工具和仪器的使用方法，参见本章第二节。

常见各种基本几何图形的作图方法，现简介如下：

1. 等分作图

(1) 等分线段 常利用试分法，如图 1-5 所示。

(2) 等分圆周和圆内接正多边形的作法

1) 四、八等分圆周和作圆内接正四、八边形 用 45° 三角板和丁字尺配合作图，可直接将圆周进行四、八等分。将各等分点依次连线，即可分别作出圆的内接正四、八边形，如图 1-6 所示。

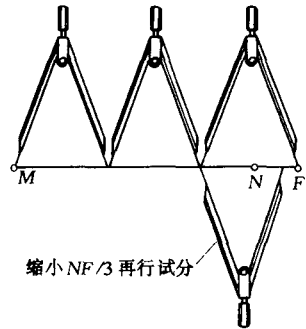


图 1-5 用分规试分线段

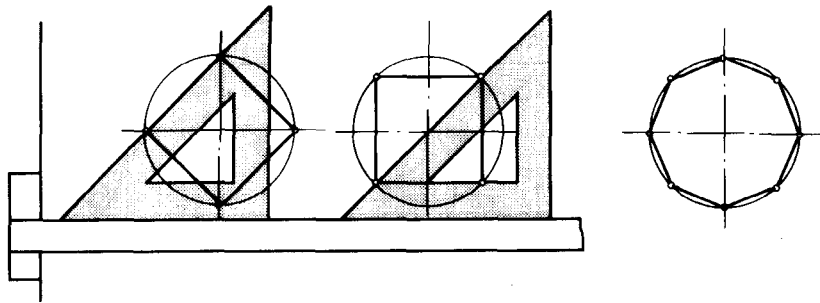


图 1-6 四、八等分圆周和作圆内接正四、八边形

2) 三、六、十二等分圆周和作圆内接正三角形、正六边形和正十二边形 用圆规的作图方法如图 1-7 所示。

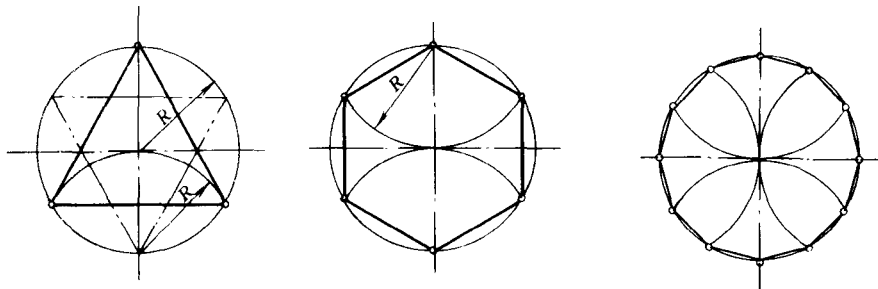


图 1-7 用圆规三、六、十二等分圆周和作圆内接正三、六、十二边形

2. 圆弧连接

用一圆弧光滑地连接相邻两线段的作图方法，称为圆弧连接。

(1) 作图原理 圆弧连接的作图, 可归结为求连接圆弧的圆心和切点。表 1-5 阐明了圆弧连接的作图原理。

圆弧连接的作图原理

表 1-5

圆弧与直线连接 (相切)	圆弧与圆弧连接 (外切)	圆弧与圆弧连接 (内切)
<ol style="list-style-type: none"> 1. 连接弧圆心的轨迹为一平行于已知直线的直线。两直线间的垂直距离为连接弧的半径 R 2. 由圆心向已知直线作垂线, 其垂足即为切点 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆, 该圆的半径为两圆弧半径之和 $(R_1 + R)$ 2. 两圆心的连线与已知圆弧的交点即为切点 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆, 该圆的半径为两圆弧半径之差 $(R_1 - R)$ 2. 两圆心连线的延长线与已知圆弧的交点即为切点

(2) 两直线间的圆弧连接 (表 1-6)

两直线间的圆弧连接

表 1-6

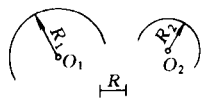
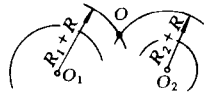
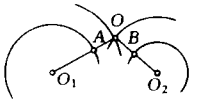
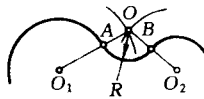
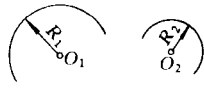
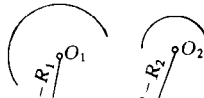
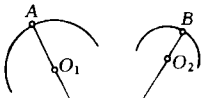

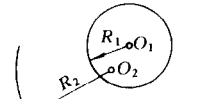
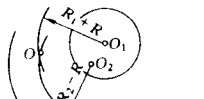
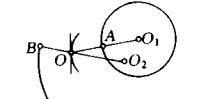
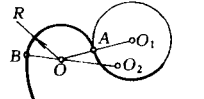
类别	用圆弧连接锐角或钝角的两边	用圆弧连接直角的两边
图例		
作图步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作与已知角两边分别相距 R 的平行线, 交点 O 即为连接弧圆心 2. 自 O 点分别向已知角两边作垂线, 垂足 M、N 即为切点 3. 以 O 为圆心, R 为半径在两切点 M、N 之间画连接圆弧即为所求 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以角顶为圆心, R 为半径画弧, 交直角两边于 M、N 2. 以 M、N 为圆心, R 为半径画弧, 相交得连接弧圆心 O 3. 以 O 为圆心, R 为半径在 M、N 间画连接圆弧即为所求

(3) 两圆弧之间的圆弧连接 (表 1-7)

直线与圆弧以及圆弧之间的圆弧连接

表 1-7

名称	已知条件和作图要求	作图步骤
直线和圆弧间的圆弧连接	<p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与直线 I 和 O_1 圆相外切</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作直线 II 平行于直线 I (其间距离为 R); 再作已知圆弧的同心圆 (半径为 $R_1 + R$) 与直线 II 相交于 O 2. 作 OA 垂直于直线 I; 连 OO_1 交已知圆弧于 B, A、B 即为切点 3. 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接直线 I 和圆弧 O_1 于 A、B, 即完成作图

名称	已知条件和作图要求	作图步骤		
外连接	 <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与两圆外切</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别以 $(R_1 + R)$ 及 $(R_2 + R)$ 为半径, O_1、O_2 为圆心, 画弧交于 O 	 <ol style="list-style-type: none"> 2. 连 OO_1 交已知弧于 A, 连 OO_2 交已知弧于 B, A、B 即为切点 	 <ol style="list-style-type: none"> 3. 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接已知圆弧于 A、B 即完成作图
内连接	 <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与两圆内切</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别以 $(R - R_1)$ 和 $(R - R_2)$ 为半径, O_1 和 O_2 为圆心, 画弧交于 O 	 <ol style="list-style-type: none"> 2. 连 OO_1、OO_2 并延长, 分别交已知弧于 A、B, A、B 即为切点 	 <ol style="list-style-type: none"> 3. 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接两已知弧于 A、B 即完成作图
混合连接	 <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与 O_1 圆外切, 与 O_2 圆内切</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别以 $(R_1 + R)$ 及 $(R_2 - R)$ 为半径, O_1、O_2 为圆心, 画弧交于 O 	 <ol style="list-style-type: none"> 2. 连 OO_1 交已知弧于 A; 连 OO_2 并延长交已知弧于 B, A、B 即为切点 	 <ol style="list-style-type: none"> 3. 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接两已知弧于 A、B 即完成作图

三、实训内容及深度

1. 用 A3 幅面、1:1 的比例按图 1-8 的要求等分作图。

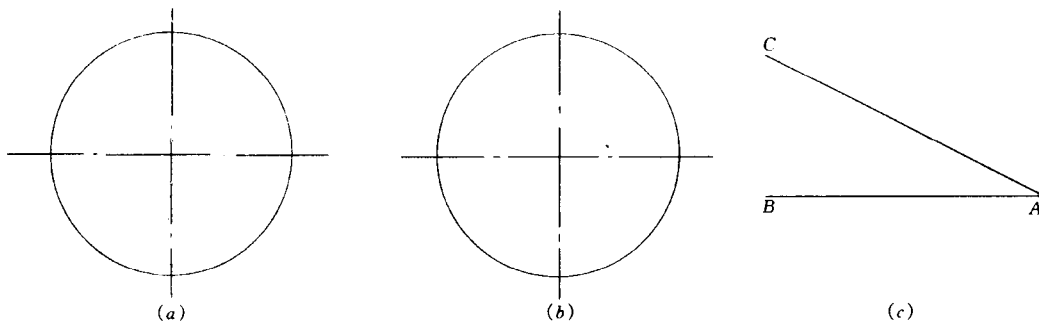


图 1-8 等分作图

(a) 五等分圆; (b) 六等分圆; (c) 等分 $\angle BAC$

2. 用 A3 幅面、1:1 的比例抄绘图 1-9，要求线型分明，字体工整，图形完整准确，圆弧连接光滑。

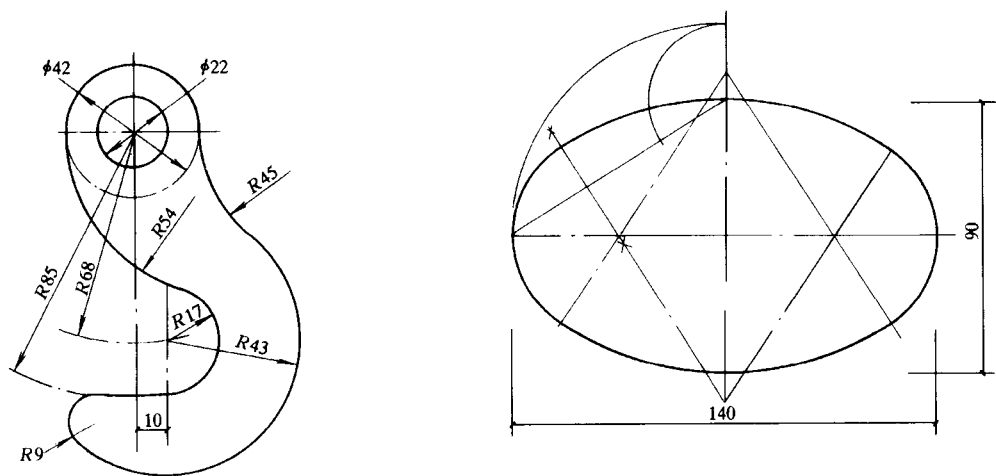


图 1-9 圆弧连接作图