



卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材

工程制图基础

(近机械类及非机械类)

主 编 左晓明
副主编 顾 锋 董育伟



科学出版社

卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材

工程制图基础

(近机械类及非机械类)

主 编 左晓明

副主编 顾 锋 董育伟

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书内容包括制图的基本知识和基本技能、AutoCAD 基础知识、投影法基础、立体表面的交线、组合体视图、轴测图、机件的常用表达方法、标准件与常用件、零件图和装配图。

本书以培养学生机械工程图样的初步识读能力为主, 兼顾尺规绘图和运用 AutoCAD 绘图的初步能力的培养, 将精选的传统制图内容和当今广泛应用的 AutoCAD 辅助绘图软件运用融合编写, 力求简明、精练、实用。

本书与左晓明和董育伟主编的《工程制图基础习题集》(近机械类及非机械类) 配套使用。

本书可作为普通高等院校的近机械类和非机械类专业学生的教材, 也可作为高职高专院校、开放大学、成人教育、民办高校以及三本高校近机械类及非机械类专业学生“工程制图”课程(50~80 学时) 的教材, 同时也可供有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础: 近机械类及非机械类 / 左晓明主编. —北京: 科学出版社, 2017.1

卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材

ISBN 978-7-03-051186-7

I. ①工… II. ①左… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 321184 号

责任编辑: 邓 静 / 责任校对: 桂伟利
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 15 3/4

字数: 403 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

版权所有, 盗版必究

举报电话: 010-64034315; 010-64010630

《卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材》

组织委员会

主 任：芮延年 胡华强

委 员：（以姓名首字母为序）

陈 炜 冯志华 郭兰中 花国然 匡 敏 刘春节 刘 忠
秦永法 石怀荣 唐文献 王广勋 王树臣 谢志余 郁汉琪
曾亿山 张秋菊 朱 伟 周 海 左晓明

编写委员会

顾 问：闻邦椿（院士）

主 任：芮延年 陈 炜 张秋菊

副主任：（以姓名首字母为序）

郭兰中 刘会霞 刘 忠 秦永法 唐文献 谢志余 曾亿山
朱瑞富 左晓明

委 员：（以姓名首字母为序）

戴立玲 封士彩 高征兵 龚俊杰 顾 锋 顾 荣 管图华
何高清 侯永涛 华同曙 化春键 黄 娟 刘道标 刘 新
刘征宇 马伟民 毛卫平 倪俊芳 平雪良 齐文春 钱 钧
盛小明 宋昌才 孙 进 唐火红 田玉冬 王德山 王汉成
王建胜 卫瑞元 吴朝阳 解乃军 薛云娜 杨 莉 姚辉学
袁 浩 张 洪 张洪丽 张建梅 张兴国 仲高艳 周建华
朱益民 竺志大

秘 书：邓 静

总 序

“卓越工程师教育培养计划”是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》和《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》的重大改革项目，也是促进我国由工程教育大国迈向工程教育强国的重大举措。旨在培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才，为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务，对促进高等教育面向社会需求培养人才，全面提高工程教育、人才培养质量具有十分重要的示范和引导作用。

科学出版社以教育部“卓越工程师教育培养计划”为准则，以面向工业、面向世界、面向未来，培养造就具有工程创新能力强、适应经济社会发展需要的卓越工程技术人才为培养目标，组织有关专家、学者、教授编写了本套《卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材》。

本系列教材力求体现的最大特点是，在每本教材的编写过程中，根据授课内容，引入许多相关工程实践案例，这些工程实践案例具有知识性、典型性、启发性、真实性等特点，它可以弥补传统教材森严乏味的局限性，充分调动学生学习的积极性和创造性，引导学生拓宽视野、重视工程实践、培养解决实际问题的能力。通过编者精心收集组织的实际工程案例让学生明白为什么学习、学成能做什么，从而激发学生学习的内在动力和热情，使学生感到学有所用。

本系列教材除了主教材之外，还配套有多媒体课件，以后还将逐步完善建设配套的学习指导书、教师参考书，最终形成立体化教学资源网，方便教师教学，同时有助于学生更好的学习。

我们相信《卓越工程师教育培养机械类创新系列规划教材》的出版，将对我国普通高等教育的发展起到创新探索的推动作用，对机械工程人才的培养以及机械工业的发展产生积极有效的促进作用。

中国科学院院士、东北大学教授 闻邦椿

2014年5月10日

前 言

本书是根据教育部组织制定的《工程制图课程教学基本要求》，结合最近几年多所院校教学改革实践经验编写而成的。本书主要有以下特点。

(1) 以应用为目的，以必需够用为度。在编写过程中，加强了基本理论的应用能力与绘图方法、技能训练，注意与工程实际的联系。

(2) 注意将传统绘图知识和计算机绘图软件运用融合编写，在培养学生尺规绘图和读图基本能力的同时，培养学生运用 AutoCAD 绘图软件绘制工程图样的初步能力。

(3) 本书有关部分采用最新颁布的国家标准编写。

(4) 其配套习题集题量丰富、题型多样，书中图形简明易懂，题目难易适中，具有层次性，由浅入深，便于巩固和提高应用能力。

本书可作为普通高等院校的近机械类和非机械类专业学生的教材，也可作为高职高专院校、开放大学、成人教育、民办高校以及三本高校近机械类及非机械类专业学生“工程制图”课程(50~80学时)的教材，同时也可供有关工程技术人员参考使用。

本书中运用 AutoCAD 绘图的内容，各校可根据实际情况安排分散教学或集中教学，具体操作时也可作适当增加或删减。

本书由左晓明任主编，顾锋、董育伟任副主编，其中顾锋编写第2章和其他章节的CAD绘图部分，董育伟编写第1、3、4、8、9章及附录，其余部分由左晓明编写，并最终统稿、定稿。

本书由汪通悦担任主审。在本书编写过程中得到了多所学校有关领导和同志的关心及帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于水平所限，恳请有关专家和使用本书的师生们，对其中的不妥和不足之处批评指正。

编 者

2016年10月

目 录

第 1 章 制图的基本知识和基本技能	1
第 1 节 绘图工具、仪器及其使用方法	1
第 2 节 几何作图	3
1. 等分圆周和作正多边形	3
2. 圆弧连接	4
第 3 节 国家标准《技术制图》及《机械制图》的有关规定	5
1. 图纸幅面和格式	5
2. 比例	7
3. 字体	8
4. 图线	9
5. 尺寸注法	11
第 4 节 平面图形的分析、画法及尺寸标注	15
1. 平面图形的尺寸分析	15
2. 平面图形的线段分析	15
3. 平面图形的画法	16
4. 平面图形的尺寸标注	16
第 2 章 AutoCAD 基础知识	18
第 1 节 AutoCAD 2015 中文版的基本操作	18
1. 启动 AutoCAD 2015 中文版	18
2. AutoCAD 2015 中文版的工作界面	19
3. 退出 AutoCAD	21
4. AutoCAD 2015 中文版的命令操作	21
5. 图形文件操作	22
6. 功能键	24
7. 数据输入	24

第 2 节 AutoCAD 绘图操作流程及实例	25
1. 设置绘图环境	25
2. 绘图命令	27
3. 修改命令	33
4. 绘图辅助功能	44
5. 图形显示命令	45
6. 图形标注	46
7. 绘图实例	55
第 3 章 投影法基础	60
第 1 节 投影的基础知识	60
1. 投影的基本概念	60
2. 投影法分类	61
3. 三面投影图	61
第 2 节 基本几何元素的投影	63
1. 点的投影	63
2. 直线的投影	65
3. 平面的投影	70
第 3 节 基本立体的投影	74
1. 体的投影	74
2. 平面体的投影	75
3. 回转体的投影	78
第 4 章 立体表面的交线	82
第 1 节 平面和回转体相交	83
1. 截交线的形成、性质和求法	83
2. 回转体的截交线	83
第 2 节 两回转体表面相交	87
1. 两圆柱正交时的相贯线	88
2. 回转体相贯线的特殊情况	89
第 3 节 基本体、截交体和相贯体的尺寸标注	89
1. 基本体的尺寸标注	89
2. 截交体和相贯体的尺寸标注	90

第4节 运用 AutoCAD 绘制立体的三视图	91	3. 局部视图	127
第5章 组合体视图	94	4. 斜视图	127
第1节 组合体的形成	94	第2节 剖视图	128
1. 组合体的分类	95	1. 剖视图的基本概念	128
2. 组合体的连接形式及画法	96	2. 剖切面的种类	131
3. 形体分析法	97	3. 剖视图的种类	132
第2节 画组合体视图	97	第3节 断面图	135
1. 画组合体视图的步骤	97	第4节 其他表达方法	136
2. 画组合体视图综合举例	99	1. 局部放大图	136
第3节 组合体的尺寸标注	101	2. 简化画法	137
1. 完整地标注组合体的三类尺寸	101	第5节 表达方法的综合应用	139
2. 组合体尺寸标注的基本原则	102	第6节 运用 AutoCAD 绘制机件剖视图	140
第4节 读组合体视图	103	1. 图案填充和渐变色命令	140
1. 读图应注意的两个问题	103	2. 运用 AutoCAD 命令绘制剖视图	141
2. 读图的基本方法	105	第8章 标准件与常用件	143
3. 补画漏线与第三视图	107	第1节 螺纹及螺纹紧固件	143
第5节 运用 AutoCAD 绘制组合体视图	110	1. 螺纹	143
第6章 轴测图	113	2. 螺纹紧固件	148
第1节 轴测图的基本知识	114	第2节 齿轮	149
第2节 正等轴测图的画法	115	1. 直齿圆柱齿轮各部分名称及代号	150
1. 正等轴测图的概念	115	2. 圆柱齿轮的模数与各部分尺寸计算	150
2. 平面立体正等轴测图的画法	115	3. 圆柱齿轮的画法	151
3. 回转体正等轴测图的画法	116	第3节 键、销连接	152
4. 组合体正等轴测图的画法	119	1. 键连接	152
第3节 斜二等轴测图的画法	119	2. 销连接	153
1. 斜二等轴测图的概念	119	第4节 弹簧	154
2. 斜二等轴测图的画法	120	1. 圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称和尺寸关系	154
第4节 运用 AutoCAD 绘制正等轴测图	120	2. 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	154
1. 正等轴测投影模式的设置	121	第5节 滚动轴承	156
2. 运用 AutoCAD 命令作组合体的正等轴测图	122	第6节 运用 AutoCAD 绘制连接件图	157
第7章 机件的常用表达方法	125	1. 图块的制作和调用	157
第1节 视图	125	2. 运用 AutoCAD 绘制螺栓连接件图	159
1. 基本视图	125		
2. 向视图	126		

第9章 零件图	161
第1节 概述	161
第2节 零件的视图选择	162
1. 视图选择的一般原则	162
2. 典型零件的表达分析	163
第3节 零件图的尺寸标注	165
1. 主要尺寸和非主要尺寸	166
2. 尺寸基准的选择	166
3. 尺寸标注形式	166
4. 标注尺寸的注意事项	167
5. 常见结构的尺寸标注	168
第4节 零件的技术要求	171
1. 图样中表面结构的表示法简介	171
2. 极限与配合	174
3. 形状和位置公差简介	178
第5节 常见的零件工艺结构	181
1. 机械加工工艺结构	181
2. 铸件工艺结构	182
3. 过渡线	182
第6节 看零件图	183
1. 看零件图的方法和步骤	183
2. 看零件图实例	183

第7节 运用 AutoCAD 绘制零件图	185
----------------------	-----

1. 零件图中技术要求的标注	185
2. AutoCAD 绘制零件图的方法	189

第10章 装配图	193
----------	-----

第1节 装配图的内容及其表达方法	193
------------------	-----

1. 装配图的作用和内容	193
2. 装配图的表达方法	195

第2节 装配图的尺寸和技术要求	197
-----------------	-----

第3节 装配图中零部件的序号和明细栏	198
--------------------	-----

第4节 装配结构的合理性简介	199
----------------	-----

第5节 装配图的画法	201
------------	-----

第6节 看装配图	203
----------	-----

第7节 运用 AutoCAD 绘制装配图	206
----------------------	-----

附录	210
----	-----

参考文献	242
------	-----

第1章 制图的基本知识和基本技能

学习目标

熟悉与机械制图有关的国家标准,如图纸的幅面、格式、比例、字体、图线和尺寸标注等,以及绘图仪器的使用方法和平面图形的绘制步骤。要求掌握正确的作图方法,能正确地使用绘图工具,在绘制的图样中遵守国家标准《机械制图》和《技术制图》中的各项规定。

重点难点

重点: 图线画法和应用,平面图形的画法和尺寸标注。

难点: 平面图形的尺寸标注。

学习指导

学习本章时,要注意理解国家标准中的各项规定,书写制图字体时要打格书写,绘制粗实线时要将铅笔修理成矩形,绘制平面作业时要先打底稿然后再加深,加深时要先加深圆弧后加深直线。

第1节 绘图工具、仪器及其使用方法

正确使用绘图工具及仪器可保证绘图的质量,提高绘图的准确性和效率。本节简要介绍常用绘图工具及仪器的使用方法。

1) 图板、丁字尺

图板供绘图时贴放图纸用,其板面应平坦、整洁,左侧为导边,必须平直。

丁字尺由尺头和尺身组成。尺身上边为工作边,用来画水平线。使用时,应使尺头内侧紧贴图板的左导边上下移动。图板、丁字尺及图纸的固定如图 1-1(a)所示,画水平线及竖直线如图 1-1(b)和图 1-1(c)所示。

2) 三角板

一副三角板有两块,一块是有 30° 及 60° 的三角板,另一块最好选用配有量角器的 45° 三角板。三角板与丁字尺配合,可画 15° 整数倍的各种斜线,如图 1-2 所示。

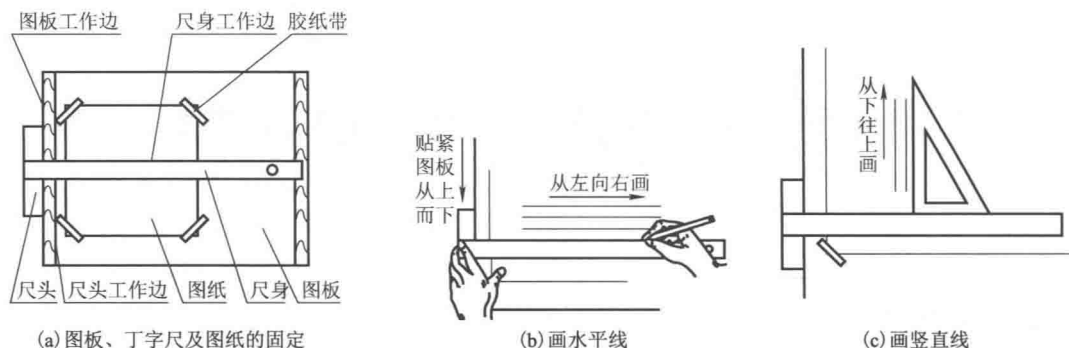
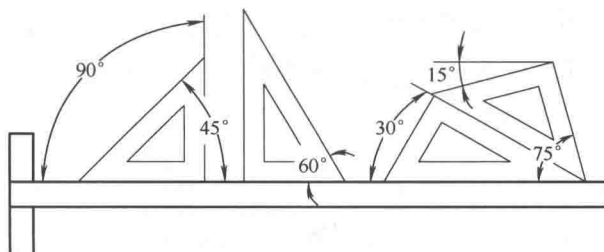


图 1-1 图板、丁字尺及其配合应用

图 1-2 用三角板画垂直线及 15° 倍数的斜线

3) 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯软硬程度用字母 H、B 表示。H(或 B) 前边的数字越大表示铅芯越硬(或越软), 画出的线就越淡(或越黑)。HB 的铅芯软硬适中。

绘图时, 铅笔的削磨方法直接影响所画图线的粗细和光滑程度。按铅笔的不同用途, 一般把铅芯削磨成圆锥形和扁平形两种, 如图 1-3 所示。

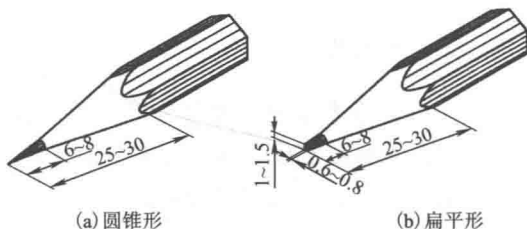


图 1-3 绘图铅笔铅芯形状

4) 绘图仪器

(1) 圆规。

圆规是画圆及圆弧的工具。圆规两腿中, 一腿上装有活动钢针, 另一腿上装有时形关节及可更换插腿。使用前, 应调整针脚, 使针尖略长于铅芯, 如图 1-4(a)所示。画圆时, 一般按顺时针方向转动圆规, 并使圆规向前进方向稍微倾斜, 如图 1-4(b)所示。画不同直径的圆周时, 要注意及时调整钢针和铅芯插腿, 使其始终垂直于纸面, 如图 1-4(c)所示。

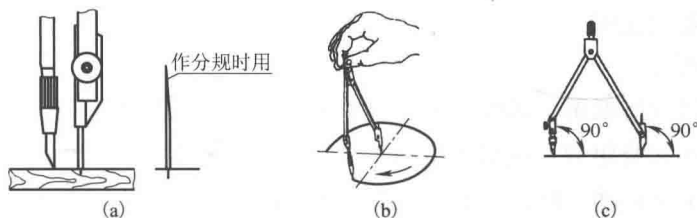


图 1-4 圆规的使用方法

(2) 分规。

分规是用来量取尺寸和截取线段的工具。分规的两腿均为钢针, 两腿合拢时针尖应合于一点。图 1-5 为分规的使用方法。

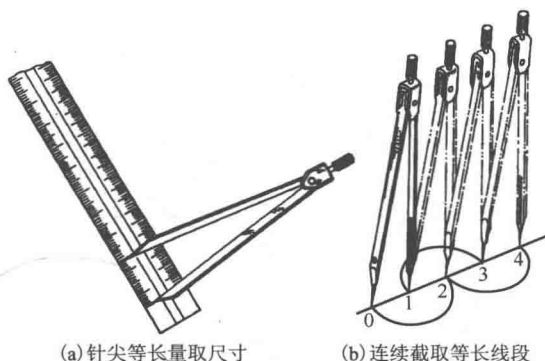


图 1-5 分规的用法

5) 其他用品

除上述绘图工具和仪器外, 绘图还需备有图纸、透明胶带纸、擦图片、小刀、砂纸、橡皮和小刷等物品。图纸有正、反面之分, 绘图时应当用较光滑的正面。

第2节 几何作图

生产实际中的物体轮廓形状虽然复杂多样, 但其投影轮廓都是由直线、圆弧和一些常见曲线所组成的。为了正确、快速地画出图样, 应熟练地掌握常见几何图形的作图方法。

1. 等分圆周和作正多边形

1) 三、六等分圆周并作正三、六边形

如图 1-6(a) 所示, 以 C 点为圆心、 R 为半径画圆弧交圆周于 1、2 两点, 则 D 、1、2 点将该圆周三等分; 依次连接三个等分点, 便得到圆内接正三角形, 如图 1-6(b) 所示; 再以 D 点为圆心, R 为半径画圆弧交圆周于 3、4 两点, 则 C 、 D 、1、2、3、4 点将该圆周六等分, 如图 1-6(c) 所示; 依次连接六个等分点, 便得到圆内接正六边形, 如图 1-6(d) 所示。

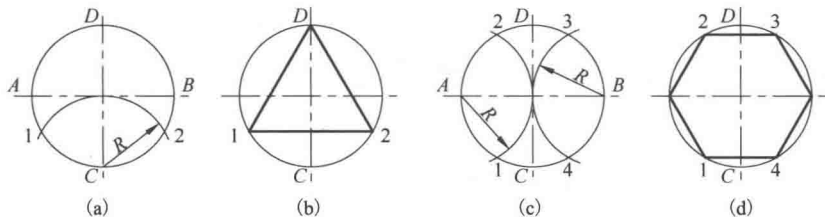


图 1-6 三、六等分圆周并作正三、六边形

2) 五等分圆周并作正五边形

已知圆心 O , 半径为 R , 五等分圆周的作图方法如图 1-7 所示, 具体步骤如下。

①以 B 点为圆心、 R 为半径画圆弧与圆周交于 M 、 N 两点, 连接 M 、 N 与 OB 交于 P , 则 P 点把 OB 等分; ②以 P 点为圆心、 PD 为半径画圆弧与 OA 交于 K 点; ③以 D 点为圆心、 DK 为半径画圆弧与圆周交于 1、2 两点, 再以 1、2 点分别为圆心, DK 为半径画圆弧与圆周交于 3、4 点, 则 D 、1、2、3、4 点将该圆周五等分; ④依次连接五个等分点, 便得到圆内接正五边形。

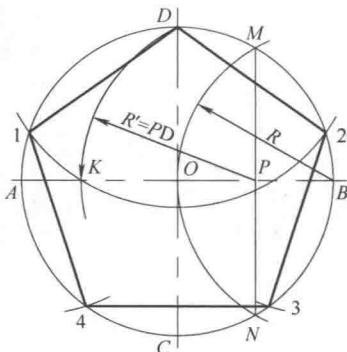


图 1-7 五等分圆周并作正五边形

2. 圆弧连接

绘图时常会遇到用一圆弧光滑连接相邻两线段的情况,这种光滑连接,在几何中称为相切,在制图中则通称圆弧连接。切点也称连接点,用于连接两线段的圆弧称为连接弧。

1) 作图原理

圆弧连接作图时主要是依据圆弧相切的几何原理,求出连接弧(半径已知)的圆心 O 和切点 K 。

(1) 半径为 R 的连接弧与直线相切时,其圆心轨迹是距离已知直线 L 为 R 的两条平行线 L_1 和 L_2 。过 O 点作已知直线 L 的垂线,垂足 K 即为切点,如图 1-8 所示。

(2) 半径 R 的连接弧与已知圆弧(圆心为 O_1 , 半径为 R_1) 外切时,其圆心轨迹是以 O_1 为圆心,以 $R_2 = R + R_1$ 为半径画的圆。圆心连线 O 、 O_1 与已知圆弧的交点即为切点 K ,如图 1-9 所示。

(3) 半径为 R 的连接弧与已知圆弧(圆心为 O_1 , 半径为 R_1) 内切时,其圆心轨迹是以 O_1 为圆心,以 $R_2 = R_1 - R$ 为半径画的圆。连接 O 、 O_1 并延长与已知圆弧的交点即为切点 K ,如图 1-10 所示。

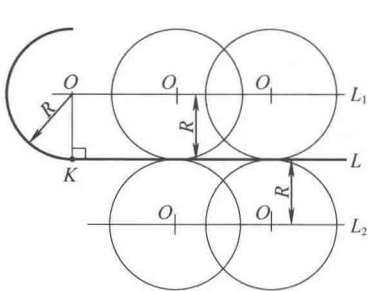


图 1-8 圆弧与直线相切

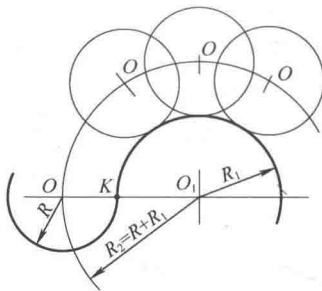


图 1-9 圆弧与圆弧外切

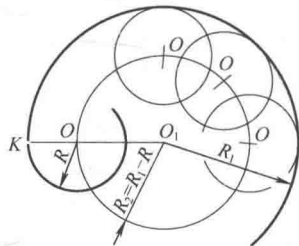


图 1-10 圆弧与圆弧内切

2) 作图方法

为保证连接弧和已知两线段光滑连接,必须准确找出连接弧的圆心 O 和切点 K_1 、 K_2 。作图的第一步是求作连接弧的圆心 O ,第二步是求作切点 K_1 、 K_2 ,第三步是以 O 为圆心, R 为半径画圆弧起讫于连接点 K_1 、 K_2 。

表 1-1 中列出了几种常见的圆弧连接的作图方法和步骤。

表 1-1 圆弧连接作图举例

连接要求	作图方法和步骤		
	(1) 求圆心 O	(2) 求切点 K_1 、 K_2	(3) 画连接圆弧
连接相交两直线			
连接一直线和一圆弧			
连接外切两圆弧			
连接内切两圆弧			

第3节 国家标准《技术制图》 及《机械制图》的有关规定

图样是工程界用以表达设计意图和交流技术思想的重要工具。因此，图样的格式、内容、画法等必须有统一的规定，即国家颁布的《技术制图》及《机械制图》标准。我国目前使用的是 2008 年颁布的国家标准《技术制图》，该标准等效采用了国际标准。

国家标准(简称“国标”)代号为“GB”，它是由“国标”两个字的汉语拼音字母的第一个字母“G”和“B”组成的，如“GB/T 14690—2008”，国标后面的字母“T”表示推荐标准，两组数字分别表示标准的序号和标准颁布的年份。

本节仅介绍国标中有关“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸注法”等几项规定的内容。

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1) 图纸幅面尺寸

标准图幅共有五种，其尺寸如表 1-2 所示。各种图幅尺寸之间的关系为：沿上一号幅面的长边对裁即得下一号幅面的图纸，如图 1-11 所示。

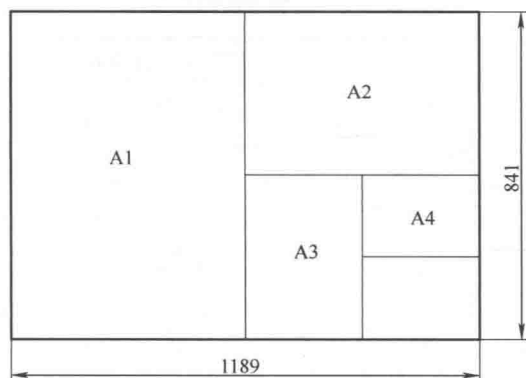


图 1-11 各幅面尺寸之间的关系

绘制图样时应优先采用表 1-2 中规定的幅面尺寸(其中 B 为图纸短边, L 为图纸长边 a 为装订边页边距, c 、 e 为非装订边页边距),必要时还可以选用加长幅面。对于 A0、A2、A4 的幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 $1/8$ 的倍数增加;对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 $1/4$ 的倍数增加。

表 1-2 图纸幅面尺寸

(mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2) 图框的格式

每张图纸在绘图前都必须用粗实线画上图框线。图框线有两种格式:一种是用于需要装订的图纸,一般采用 A4 幅面竖放或 A3 幅面横放,如图 1-12 所示;另一种是用于不需要装订的图纸,也有竖放和横放两种,如图 1-13 所示。

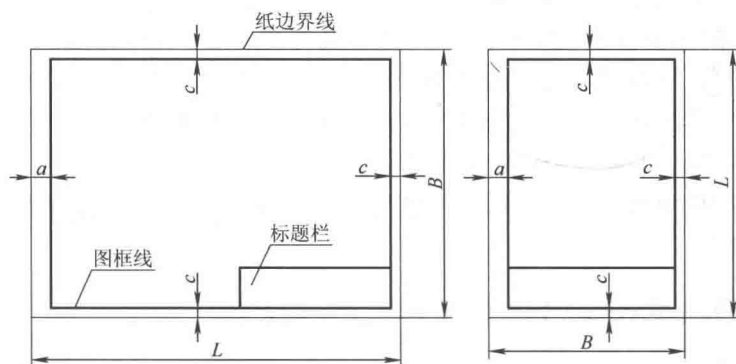


图 1-12 需要装订的图纸图框格式

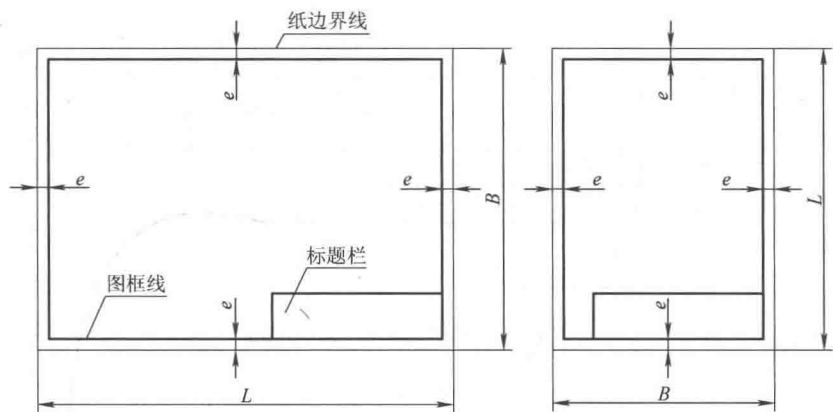


图 1-13 不需要装订的图纸图框格式

3) 标题栏的方位及格式

每张图纸都必须具有一个标题栏，它应画在图纸右下角并紧贴图框线的位置上，如图 1-12 和图 1-13 所示。

GB/T 10609.1—2008 中详细规定了标题栏的格式和内容，如图 1-14 所示。而一般学校的制图作业使用的标题栏可采用图 1-15 所示的简化标题栏格式。必须注意此时标题栏中的文字方向应为看图方向。

2. 比例(GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

绘制图样时应选用国标中规定的比例，表 1-3 中为优先选择的规定比例，必要时，也可选用表 1-4 中规定的比例。

180										
10	10	16	16	12	16					
						7	(材料标记)		(单位名称)	
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	4×6.5=26	12	12	(图样名称)	
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	(阶段标记)	重量	比例		
审核							6.5			
工艺			批准			第 张 共 张			(图样代号)	
						50				

