

高等院校工业设计专业通用教材

设计制图

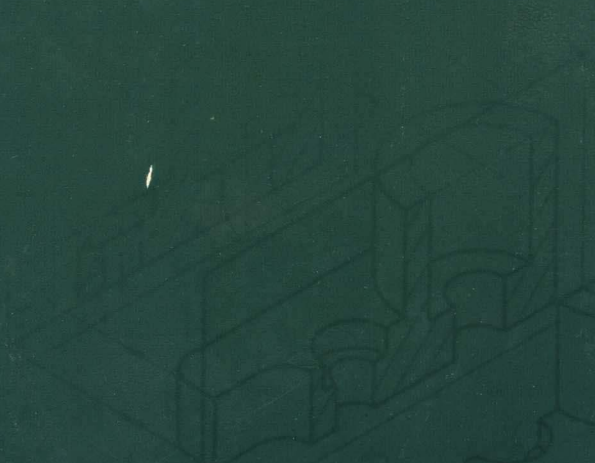
名誉主编 艾 兴 赵英新

主 编 范波涛 李 华



国防工业出版社

National Defense Industry Press



高等院校工业设计专业教材

设计制图

名誉主编 艾 兴 赵英新
主 编 范波涛 李 华

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是为高等院校工业设计专业编写的技术基础课教材,在原有工程制图基础上,注重培养学生的空间思维、构图思维与形象思维能力,为后续的产品设计奠定理论基础。

全书共12章,重点讲述投影基础,学习多面正投影、轴测投影和透视投影的有关知识,帮助学生掌握绘制技法及用计算机绘图的能力。

图书在版编目(CIP)数据

设计制图/范波涛主编. —北京:国防工业出版社,
2006.1
高等院校工业设计专业通用教材
ISBN 7-118-04197-1

I. 设... II. 范... III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116020 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 388 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:26.00 元(含习题集)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

高等院校工业设计专业通用教材

编 委 会

名誉主编 艾 兴 中国工程院院士 山东大学教授 博士生导师
 赵英新 教育部工业设计学科教学指导委员会委员
 山东大学教授

主 编	刘和山	王震亚	王金军	
副 主 编	吕 冰	李月恩	范志君	
编 委	范波涛	陆 萍	李 华	林明星
	李普红	李明辉	孟剑峰	毛剑秋
	仇道斌	秦惠芳	孙 杰	田 蕴
	解孝峰	杨海波	郑 枫	张 松
	朱海荣	张树生	周咏辉	周意华

序

制造业的竞争将是设计的竞争,我们所用到的产品,首先来自于设计。产品的成功与否,在于设计的好坏,设计使得产品具有生命力、具有竞争力。当然,设计和制造的关系密不可分,但设计是所有制造的第一步,没有设计就没有制造,不懂制造的设计师,也设计不出成功的产品。在中国科技史、工艺美术史和文化史上都占有重要地位的《考工记》中有一个观念:「天有时、地有气、材有美、工有巧」,放眼在今天的产品上来说,成功的产品同时受环境/社会形态/文化观念[天],经济/地理[地],原材料[材],设计制造技术[工]等多方面的制约和影响。

工业设计是一项综合性的规划活动,是一门技术与艺术相结合的学科。即工业设计是功能与形式、技术与艺术的统一,工业设计的出发点是人,设计的目的是为人而不是产品,工业设计必须遵循自然与客观的法则来进行。这三项明确地体现了现代工业设计“用”与“美”的高度统一,“物”与“人”的完美结合,把先进的科学技术和广泛的社会需求作为设计风格的基础,概言之,工业设计的主导思想以人为中心,着重研究“物”与“人”之间的协调关系。随着科学技术的发展,设计手段发生了根本性的变化,设计新理论、新方法、新技术不断涌现,工业设计正与数字艺术、传统设计技术及现代科学呈现不断融合的趋势,并对工业设计研究、教育 and 应用产生深远的影响。

工业设计教育应注重课程设置的实用性、培养学生就业适应能力和发展潜力,同时,不偏废基本学习能力的培养,应以基本的“自然科学”和“工程科学”概念作为入门基础,这其中包括对自然科学原理的探讨,对制造技术知识的了解,然后扩展至“工业设计”的范畴。工业设计不是产品包外壳的工作,如何培养学生使他们的作品既有“设计”也有“工业”,如何教导学生从许多的约束限制中,提出巧妙的创意,才是工业设计教育的本质与目标。

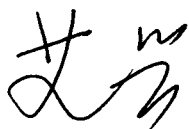
因此,工业设计教育应强调多学科的整合、多元化的发展,应注重人文科

技素质的培养,应加强工业设计教育模式的创新,中国的产业结构、学生的知识结构与欧、美、日等有着明显的不同,如果完全引进国外的设计教育模式是行不通的。

工业设计教育在国内已有二十多年的历史,近年来发展十分迅猛,得到了社会各界的充分认可,目前,全国高校开设此专业的院校已有几百所。希望这套丛书的编写能促进朝气蓬勃、蒸蒸日上的工业设计教育进一步的发展,更希望这套丛书的出版能引来对工业设计专业的课程设置和培养目标的深度思考。

谨为之序。

中国工程院院士、山东大学教授

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

2005年7月于济南

前 言

设计制图是专门为高等院校工业设计专业编写的一本技术基础课教材,在原有工程制图的基础上,注重培养学生的空间思维、构图能力与形象思维能力,为后续的产品设计奠定理论基础。

本教材有如下特点:

- (1) 重点讲述投影基础,学习多面正投影、轴测投影和透视投影的有关知识。
- (2) 讲述多面正投影、轴测投影和透视投影的绘制技法。
- (3) 了解《机械制图》国家标准。
- (4) 掌握用计算机绘制工程图的能力。
- (5) 培养学生的空间想像能力、绘图能力、设计能力和审美能力。

《设计制图》共分 12 章,第一章、第二章介绍工程图样绘制的方法和制图国家标准;第三章、第四章、第五章介绍正投影的基本原理和几何要素的投影特性、形体的三视图;第六章介绍机件的表达方法;第七章介绍零件图与装配图的表达方法以及产品设计中常见的工艺结构和技术要求;第八章介绍展开图;第九章介绍轴测投影图的基本概念及画法;第十章介绍透视图的基本概念及画法;第十一章介绍 AutoCAD 的绘图软件和功能;第十二章介绍产品设计制图实例,通过大量的图例,以便于教师教学和学生自学。

参加本教材编写工作的有山东大学的范波涛教授、张树生副教授、山东轻工业学院的李华副教授;山东大学的朱海荣老师、周咏辉副教授、研究生顾宗磊也为本教材的编写和插图的绘制作了大量的工作。全书由范波涛统稿。

为配合本教材的学习,同时编写了与本教材配套使用的《设计制图习题集》,并与本书同时出版。

在编写过程中,得到了参编单位的有关领导、教师的关心,特别是得到了山东大学艾兴院士、赵英新教授的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免有欠妥、不当甚至错误之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2005 年 8 月于济南

目 录

第一章 绪论	1
第二章 制图的基本知识	4
第一节 机械制图国家标准	4
第二节 几何作图	10
第三节 平面图形的尺寸和线段分析	13
第四节 绘图的基本方法与步骤	14
第三章 物体的三视图	16
第一节 投影的基本知识	16
第二节 物体三视图的基本原理	17
第三节 三视图与物体之间的对应关系	19
第四章 立体的三视图	21
第一节 平面立体三视图	21
第二节 平面立体切割体三视图	23
第三节 曲面立体三视图	25
第四节 曲面立体切割体三视图	27
第五节 曲面立体相交三视图	35
第五章 组合体三视图	44
第一节 组合体组成分析	44
第二节 组合体三视图画法	47
第三节 组合体尺寸标注法	49
第四节 读组合体三视图	54
第六章 常用的表达方法	58
第一节 视图	58
第二节 剖视图	62
第三节 断面图	73
第七章 产品的零件图、装配图	77
第一节 标准件和常用件	77
第二节 零件图	87
第三节 装配图	95

第四节 机械图样技术要求的标注	102
第八章 展开图	107
第一节 平面立体的表面展开	107
第二节 曲面立体的表面展开	109
第九章 轴测图	115
第一节 轴测图的基本概念	115
第二节 正轴测投影图	116
第三节 斜二等轴测投影图(简称斜二测图)	123
第四节 曲面立体正二测图的画法	125
第五节 轴测图中表面交线的画法	128
第六节 轴测图中剖视图的画法	130
第七节 轴测图上的尺寸注法	133
第八节 轴测草图的画法	134
第九节 轴测装配图	134
第十章 透视图	139
第一节 透视图的基本概念	139
第二节 绘制透视图的方法	141
第三节 平面立体的透视图画法	150
第四节 圆和一般曲线的透视	156
第十一章 计算机绘图	160
第一节 AutoCAD 概述	160
第二节 AutoCAD 绘图环境	167
第三节 AutoCAD 基本绘图及修改命令	170
第四节 精确绘图工具	172
第五节 文字和尺寸标注	174
第六节 绘图实例	178
第十二章 产品设计制图实例	187
第一节 产品设计的一般程序	187
第二节 产品设计表达方法	187
第三节 产品设计制图实例分析	188
习题集	

第一章 绪 论

一、设计制图的内容和特点

图样与文字、数字一样,是人类借以表达工程设计意图的基本工具之一,在科技界和工程技术界应用尤为广泛。在科技和生产领域中最常使用的工程图——多面正投影图,长期以来被誉为工程界的语言,这是由于它们具有独特的表现力,能详尽而准确地反映工程对象的形状和大小,便于依图进行生产和科研,起到了语言、文字难以起到的作用。当今科技突飞猛进,工程图的用途越来越广泛,工程施工、课题研究、创造发明、技术教育、文化传播、技术交流、知识普及、产品介绍等各方面随时都需要以相应的表达方法和形式来绘制人们所从事的对象,而且对表达方法提出了更高的要求。设计制图是以美术手法来绘制工程对象的立体形象,是几何学和美术的融合体。其内容包括:轴测、透视、阴影、体视等有关的绘图理论,绘制轴测图、透视图等各种技法。

用工程图学理论绘制的图画(简称工程画),既保持了工程图的特点,又具有较好的直观性和艺术性,其作用不同于一般的绘画。它的突出特点是用细致、准确的特种手法,绘制出工程对象的结构造型、工作原理、装配关系、调整使用方法等。因此,工程画具有严格的绘图比例、清晰的表达方法、准确的轮廓及较强的立体感,使所绘制的物体形象跃立于画面,令人产生见图如见物的真实感。因此,可以把工程画喻为“工程图学中的普通话”。实践证明,工程绘画已成为人们从事科技、生产、教育活动及国际交往的得力助手。工程画是谁都容易理解和接受的表达形式,对从事产品设计、制造、供销、维护保养和使用修理人员来说,都是非常必要的,它可以缩短人们对产品的认识时间,减少人们思考的范围,简化各方面人员的工作,完全符合“高速度”这一时代特征的要求,所以在工业发达的国家已把工程画广泛地应用于飞机、汽车、电气、仪表、家庭器具等机械化工设备制造业。它已成为工业发展的橱窗,标志着一个国家物质文明和精神文明的发展高度。

二、本课程的任务及学习方法

1. 本课程的主要任务

- (1) 学习多面正投影、轴测投影、透视投影的有关理论。
- (2) 学习绘制多面正投影、轴测图和透视图的绘制技法。
- (3) 学习用计算机绘制工程画的方法。
- (4) 培养学生的空间想像能力、绘图能力和审美能力。
- (5) 培养学生的手指灵活性及近距离的视觉敏锐度。

此外,在学习过程中还必须有意地培养学生的自学和创造能力、分析和解决问题的能力。

2. 学习方法

本课程是一门既有理论又有较多实践的技术基础课,在学习中应该坚持理论联系实

际。认真学习多面正投影、轴测投影、透视投影的基本理论及其投影规律，在此基础上由浅入深地通过一系列的绘画实践，掌握多面正投影、轴测图、透视图的基本作图方法及其应用。在日常生活中多注意观察物体的光影关系，以便增加所绘工程画的真实感。在具备计算机自动绘图系统的条件下，学习计算机绘制工程画，多上机练习才能掌握好所学内容。

三、工程界常用的三种图示方法

在科技工程领域中，常用多面正投影图、轴测投影图和透视投影图来表达物体的形状。每种投影图都是按一定的投影原理和方法绘制的，并各有其优缺点。

1. 多面正投影图

图 1-1 所示三视图，是用互相平行的投影光线将物体分别向三个互相垂直的投影面作垂直投影得到的一组图形。

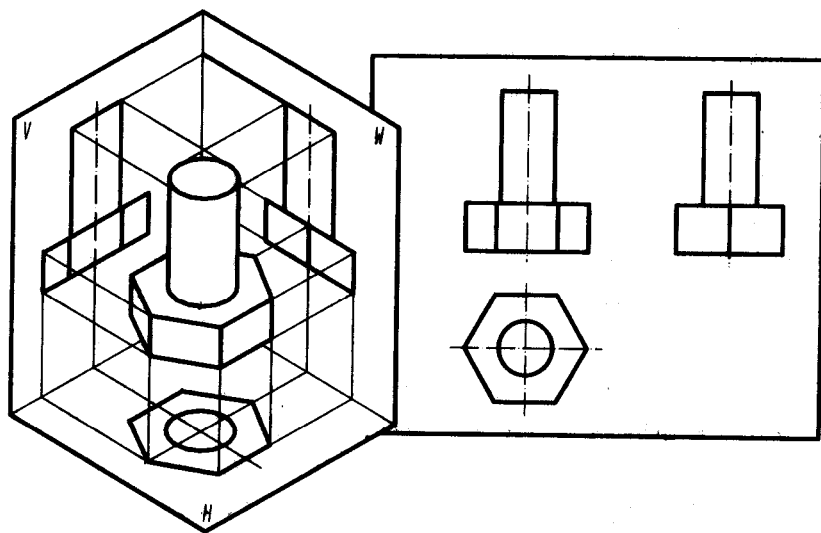


图 1-1 多面正投影的形成原理

多面正投影图能准确而完整地表达物体各向度的形状和大小，因此在工程制图中被广泛采用。但是，这样的投影图缺乏立体感，物体的确切形状还必须经过投影分析和空间想像才能得知，而这种想像能力必须经过学习和培养才能够掌握，这对未学过投影知识的人来说，无疑是个难题。

2. 轴测投影图

图 1-2 所示的轴测投影图，是用一束平行投射光线将物体向一个投影面投射所得到的单面投影图。

轴测投影图是在一个投影面上反映物体三个向度的形状，因此它具有较好的立体感，一般人都能看懂。在轴测投影图上，各坐标轴（即轴测轴）与原坐标轴成一定比例，利用这些比例就可在轴测投影图上量出原物体的各轴向尺寸。轴测投影图具有理论简单、画图容易、形状逼真等优点，特别适用于表达机器零部件的立体形状。但是，由于轴测投影图是单面投影图，不能全面地表达出物体的形状，因此在工程上的应用还受到一定的限制。

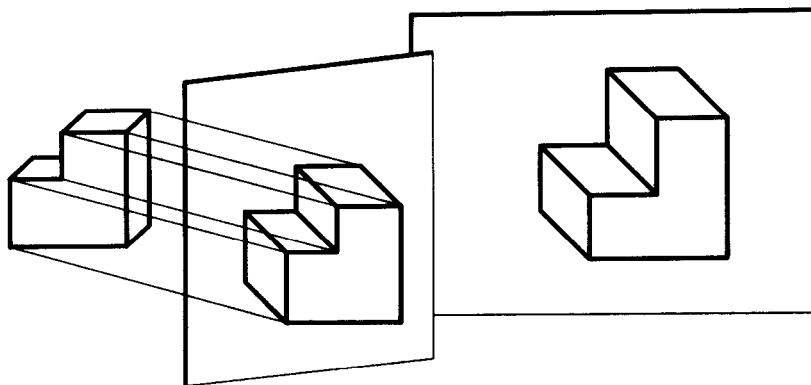


图 1-2 轴测投影图形成原理

3. 透视投影图

透视投影图是用一束具有射影中心的辐射光线将物体向一个投影面投射所得到的单面投影图，如图 1-3 所示。

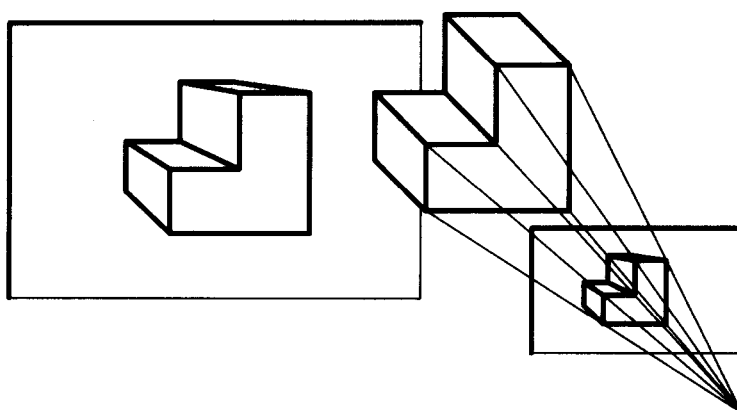


图 1-3 透视投影图形成原理

与轴测投影图相同，透视投影图是在一个投影面上反映物体三个向度的形状，因此该图的立体感强。由于透视投影图是用中心投射法绘制立体形象，故它比轴测投影图更符合人们的视觉。在工业产品设计中，设计人员绘制的效果图往往用透视投影图表达，以达到见图如见物的目的。透视图的缺点是画图比较麻烦，度量性不如轴测投影图好。

第二章 制图的基本知识

绘制机械图样，必须严格遵守机械制图国家标准中的有关规定，正确使用绘图工具和仪器，掌握正确的绘图方法与步骤，并且要树立耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

第一节 机械制图国家标准

一、图纸幅面尺寸和格式 (GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面尺寸

为了合理地利用幅面和便于图样管理，绘制图样时，应优先选用表 2-1 中规定的图纸幅面尺寸，必要时可选用所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，如图 2-1 所示。

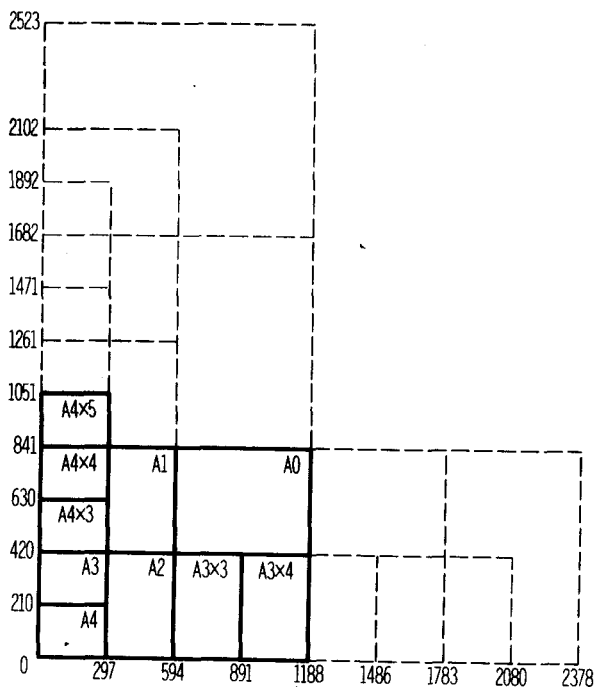


图 2-1 图纸幅面尺寸

2. 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

要装订的图样，其图框的格式如图 2-2 所示。装订有横装与竖装之分，其尺寸按表 2-1

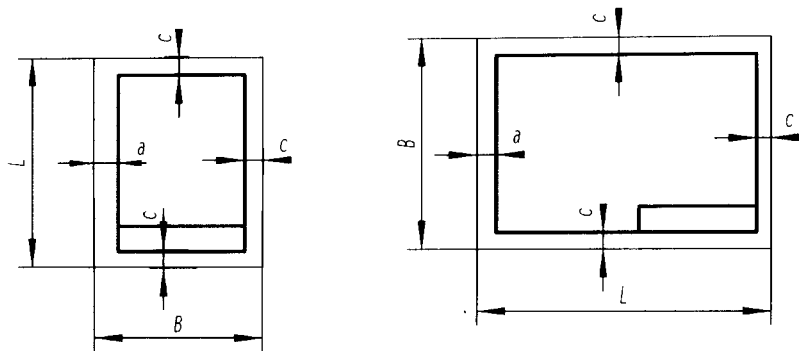


图 2-2 图框格式（一）

的规定执行。一般采用 A4 幅面竖装和 A3 幅面横装。不留装订边的图样，其图框格式如图 2-3 所示。

两种图框线都必须用粗实线绘制。

表 2-1 图纸幅面尺寸（单位：mm）

幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1188	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

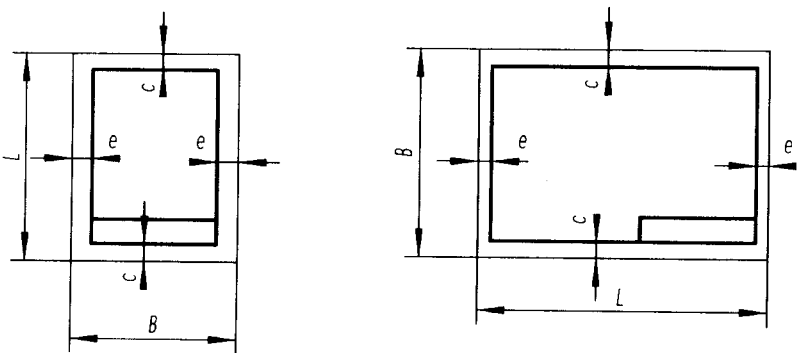


图 2-3 图框格式（二）

3. 标题栏

标题栏必须配置在图框的右下角（图 2-2、图 2-3）。GB 10609.1—89 规定了标题栏的格式和尺寸，在制图作业中建议采用图 2-4 所示的格式。标题栏的外框为粗实线，右边线和底边线与图框重合。标题栏的位置一经确定，看图的方向也就确定了。

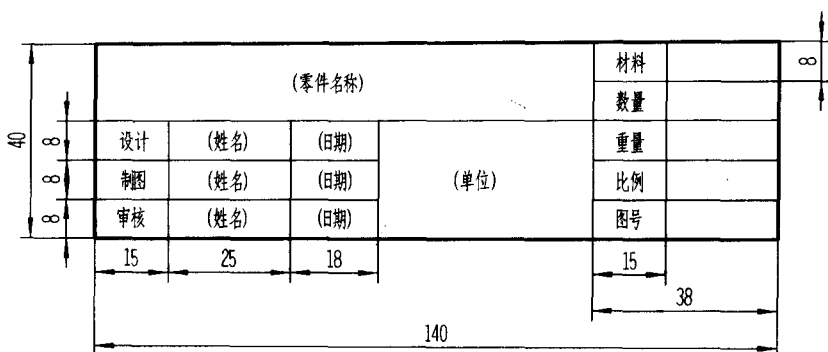


图 2-4 标题栏

二、比例 (GB/T 14690—93)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，选用表 2-2 中规定的比例。当机件很大时，可选用缩小比例绘制，一般应优先选用 1:1 的比例，绘制同一个机件各个视图若采用相同的比例须填写在标题栏中比例一栏内。当视图采用不同比例时，必须在视图名称的下方或右侧标注比例。

表 2-2 比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1 5×10 ⁿ :1	2:1 2×10 ⁿ :1	1×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:2×10 ⁿ	1:5 1:5×10 ⁿ	1:10 1:1×10 ⁿ

三、字体 (GB/T14691—93)

书写汉字、数字、字母必须做到：字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数，即字体的高度（用 h 表示）分为 8 种：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。单位为毫米。各种字体的示例如下：

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。图样中一般汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。汉字的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

汉字字体示例：

10 号字

字体端正、笔画清楚、
间隔均匀、排列整齐。

装配时作斜度深沉最大的小球视图向 旋转前后表面展开两端中心孔锥销键。

2. 数字和字母

数字和字母分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上, 只允许采用一种形式的字体。

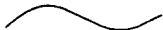
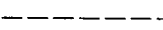
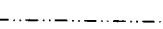
数字和字母有两种: 直体和斜体。一般采用斜体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准成 75° 。用作指数、分数、极限偏差等的数字及字母, 一般采用小一号字体。

四、图线及其画法

1. 图线形式

国标 (GB/T 4457.4—2002) 中规定了机械工程图样中常采用的图线线型 (见表 2-3)。

表 2-3 GB/T 4457.4—2002 规定的图线

序号	图线名称		图线宽度	一般应用
1	粗实线		b (约 0.25mm)	1. 可见轮廓线 2. 可见过渡线
2	细实线		约 $b/2$	1. 尺寸线及尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合剖面轮廓线 4. 螺纹的牙底及齿轮的齿根线 5. 引出线 6. 分界线及范围线 7. 弯折线 8. 辅助线 9. 不连续的同一表面的连线 10. 成规律分布的相同要素的连线
3	波浪线		约 $b/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图和剖视的分界线
4	双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线
5	虚线		约 $b/2$	1. 不可见轮廓线 2. 不可见过渡线
6	细点画线		约 $b/2$	1. 轴线 2. 中心线 3. 轨迹线 4. 节圆及节线
7	粗点画线		约 $b/2$	有特殊要求的线或表面的表示线
8	双点画线		约 $b/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 极限位置的轮廓线 3. 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 4. 假想投影轮廓线 5. 试验或工艺结构轮廓线 6. 中断线

在同一图样中，同类图线的宽度应一致。在机械制图国家标准中，目前多采用两种图线即粗线和细线。粗线的宽度 b 按图的大小和复杂程度，在 $0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 选择，细线的宽度约为 $b/2$ 。图线宽度的推荐系列为 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 、 2mm 。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰，尽量不采用。

2. 图线画法要点

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的 2 倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。当绘制点画线和双点画线有困难时，可用细实线代替（见图 2-5）。

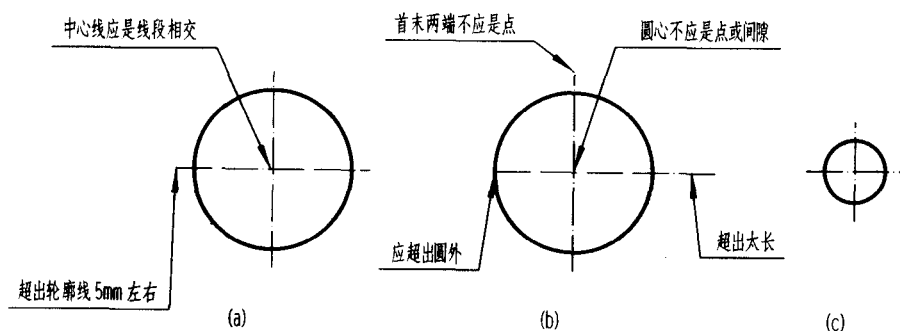


图 2-5 中心线画法

(a) 正确；(b) 不正确；(c) 小圆中心线的画法。

(4) 对称图形的对称中心线一般应超出图形外 5mm 左右。超出量在整幅图样中应基本一致。

(5) 虚线、点画线与其他图线相交时，应在线段处相交，而不应在间隙处相交（见图 2-6）。

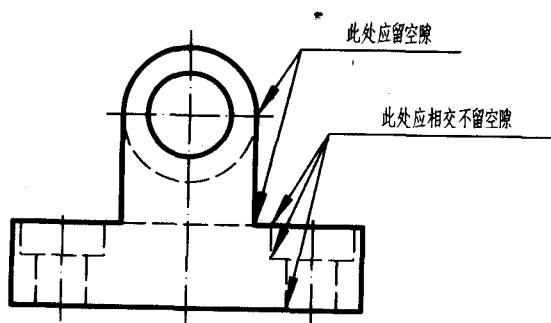


图 2-6 虚线、点画线的画法

五、尺寸标准 (GB/T 16675.2—1996)

图样上标注尺寸时，必须严格按照制图标准中有关尺寸注法的规定进行。