

绪 论

0.1 课程的性质与任务

1. 课程的性质

设计作为人类理性造物的一种活动,其终极目的是创新求异以满足人类的各种畅想与需求。设计表达作为这一活动中的重要组成部分,被设计者作为沟通的手段和媒介,用于实现产品信息的传递。为确保所创新构思的产品由虚拟的概念转化为现实的产品,设计者采用了以二维、三维空间形式存在的视觉语言来承载产品的信息。在此基础上,经过长期的实践摸索、不断地发展和完善,逐渐形成了一门独立的学科——工程制图,它是一门专门研究工程设计表达原理和应用的学科。

在工程界,根据设计表达原理、相关标准或规定表示工程对象,并有必要的技术说明的图形,称为工程图样。工程图样既是产品信息的载体,是表达和交流技术思想的必备工具,也是用来指导生产、施工、管理等工作的重要技术文件。随着市场全球化的发展,国际间的技术交流合作、项目引进等交往日趋频繁,工程图样作为“工程师的国际语言”更是不可缺少。因此,凡是从事工程技术工作的人员,都必须掌握绘制和阅读工程图样的能力。

工程图样的种类很多,不同的行业或专业,对图样有不同的要求,如机械图样、建筑图样、水利图样、电气图样等。机械图样是其中的一种,它是用来表达机械零、部件或整台机器的结构、大小、材料以及技术要求等内容的,是机械制造与生产加工的依据。《机械制图》这门课程主要研究设计表达理论和方法、机械图样的绘制与识读规律,学习国家标准《机械制图》《技术制图》中的有关规定和现代计算机辅助设计软件在机械图样绘制中的应用,同时也为学习相关的后续课程、课程设计、毕业设计奠定必备的基础。

2. 课程的任务

- (1) 培养空间想象、分析问题的能力以及对一般空间几何问题的图解能力。
- (2) 学习正投影法的基本原理及其应用,能正确、完整、清晰、合理地表达机件的表达能力。
- (3) 培养能熟练、准确地绘制规范合格的机械图样的绘图能力和能看懂并正确理解机械图样的识图能力。
- (4) 培养学生手工绘图,使用计算机辅助设计软件进行二维绘图、三维实体造型设计的构思创新能力。
- (5) 培养学生严谨细致的学习作风和认真负责的学习态度。

0.2 机械设计与机械图样

一般机械产品的设计流程见图 0.1, 由此可知设计的最终表达一般是机械图样。在实际工程设计生产中, 图样被广泛使用, 如图 0.2 所示, 设计者要通过图样来表达其设计思想和意图; 生产者应根据图样进行制造、检验、安装以及调试; 使用者也需通过图样来了解其结构、性能及原理, 以掌握正确的使用、保养、维护和维修的方法和要求。机械图样可分为两类: 一类为总图和部件图, 统称装配图, 是部件和整机装配、调试的依据; 另一类为制造零件用的零件图, 也称零件图, 反映零件的结构形状、尺寸、材料以及制造、检验时所需要的技术要求等, 用以指导该零件的加工、检验。装配图、零件图的作用见图 0.3。

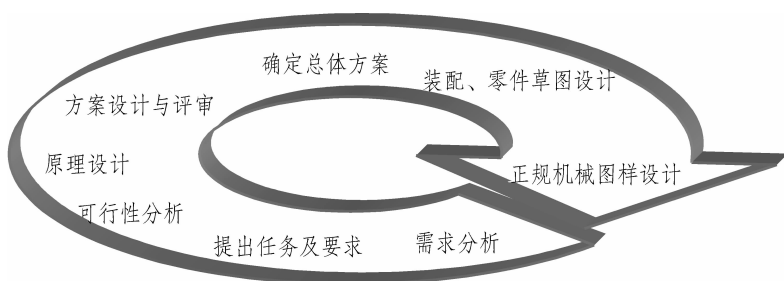


图 0.1 机械设计流程



图 0.2 图样被广泛使用

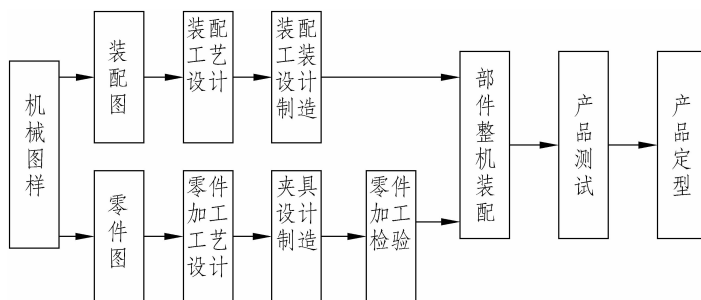


图 0.3 装配图和零件图的作用

由此可见,传统的设计表达方法通常是将设计者头脑中反映三维实体的设计意图和要求按照设计表达原理用二维图形来表达,而后续的加工制作者必须通过读图在头脑中重现设计者想要表达的三维实体,且设计过程又是一个复杂和反复的过程,这使得整个技术信息转换过程更加繁杂。

0.3 现代工业产品设计与制造

随着现代科技的发展,设计表达正在从手工绘图逐步发展到基于功能设计模式生成的计算机数字化产品信息模型,其上存储有设计制造过程中全生命周期的信息(见图 0.4 和图 0.5),它支持产品的多种表达方式并可在不同环境中使用。设计制造过程也从单纯的产品设计生产向应用现代计算机技术的数字化设计制造协同管理方式过渡(见图 0.6),从传统的顺序设计方式(串行设计)过渡到并行设计和网络协同设计方式。现代设计技术的发展方向是不断吸收现代科学技术,实现数字化、智能化、网络化。目前机械产品现代设计的两种主要技术是 PDM 技术和基于网络的异地协同产品设计技术。

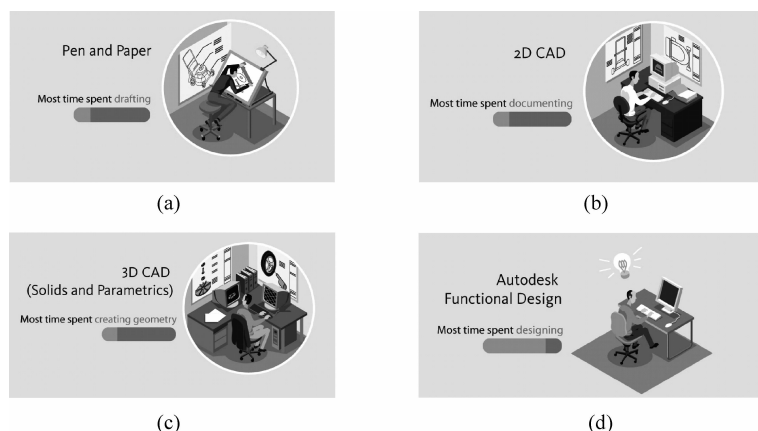


图 0.4 设计方法演变

(a) 手工绘图; (b) 二维 CAD 绘图; (c) 三维 CAD 绘图; (d) 基于功能的设计模式

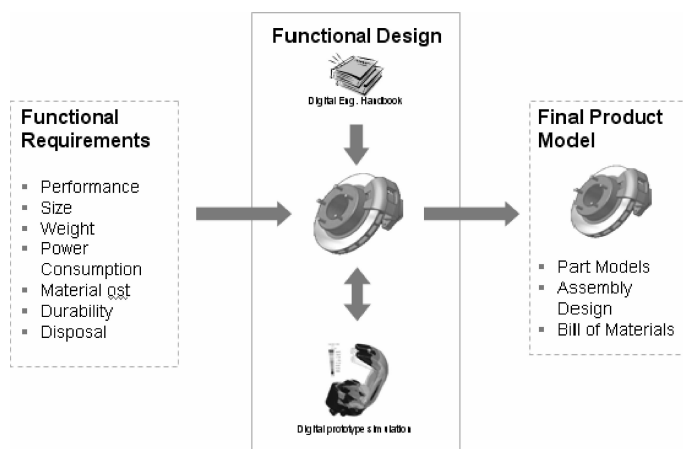


图 0.5 功能设计

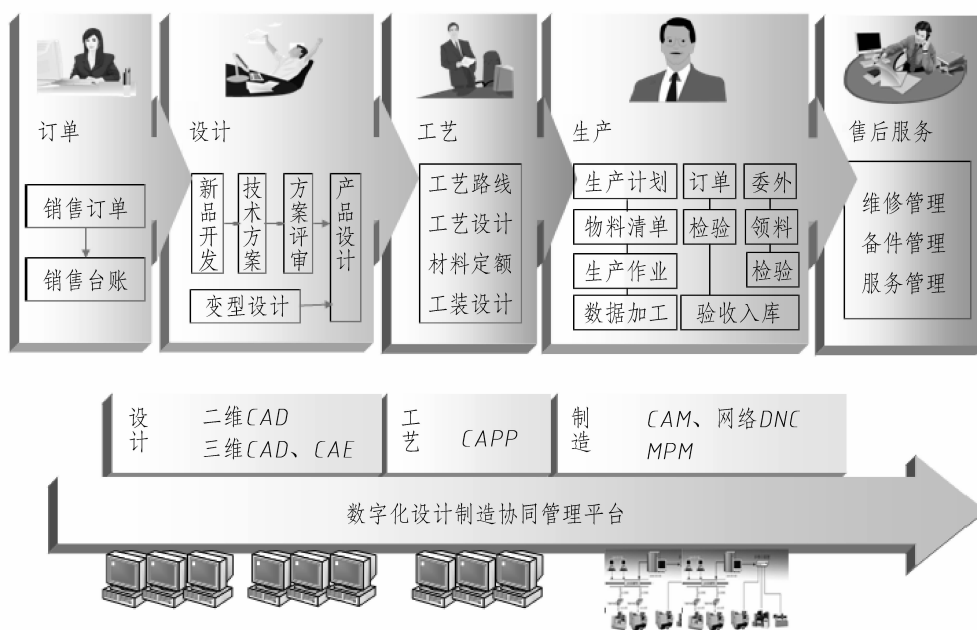


图 0.6 数字化设计制造协同管理

数字化设计与制造技术集成了现代设计制造过程中的多项先进技术,包括三维建模、装配分析、优化设计、系统集成、产品信息管理、虚拟设计与制造、多媒体和网络通信等,是一项多学科的综合技术。它不仅贯穿设计制造的全过程,而且涉及企业的设备布置、物流物料、生产计划、成本分析等多个方面。运用数字化设计与制造技术可大大提高企业的产品开发能力、缩短产品研制周期、降低开发成本、实现最佳设计目标和企业间的协作,使企业能在最短时间内,组织全球范围的设计制造资源来开发新产品,可大大提高企业的竞争能力。

制图基本知识

本章重点内容

- (1) 国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”“比例”“字体”“图线”“尺寸标注”等的基本规定；
- (2) 平面图形的基本作图及尺寸标注；
- (3) 平面图形构形设计的基本原则与方法；
- (4) 徒手画图的概念和简单的作图方法。

能力培养目标

- (1) 掌握国家标准中关于图框、图线、字体等的基本规定和关于尺寸标注的规定；
- (2) 掌握平面图形的作图方法,并能运用平面构形设计原则进行设计；
- (3) 通过实际操作,能熟练使用常用绘图工具。

案例引导

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,是产品调研、论证、设计、制造加工、安装及维修过程得以顺利进行的必备技术资料,被公认为“工程界技术交流的语言”,具有严格的规范性。为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制定并颁布了一系列国家标准,简称“国标”,它包括三个标准:强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和指导性国家标准(代号为“GB/Z”)。国家标准《技术制图》是基础技术标准,国家标准《机械制图》是机械专业制图标准。

产品设计的通用流程是:项目定义→调研与规划→设计→概念开发→具体设计→细节设计→原型制作→产品样机测试→用户测试→更改产品→小批量试制→大批量生产。其中产品设计草图徒手绘图是在“设计”这一环节,产品设计需要运用各种创意方法,通过大量的设计思想,产生出能够有效解决问题的思路或方案。这些思想通常通过产品草图和效果图进行展示。培养和提高设计草图绘制能力可以直接提高设计师的造型能力和意念表达能力,从而使设计师不断地优化自己的设计方案,最终获得设计的成功实现。

现代设计手段在设计领域的渗透,使设计表达方法大量地采用计算机辅助设计软件。经过多年的推广,CAD 技术已经广泛地应用在机械、电子、航天、化工、建筑等行业。应用 CAD 技术起到了提高企业的设计效率、优化设计方案、减轻技术人员的劳动强度、缩短设计周期、加强设计的标准化等作用。

本章将对国家标准关于工程图样绘制的一般规定,尺规绘图、徒手绘图的技能及利用计算机辅助软件绘制平面图形的内容作进一步的介绍。

1.1 国家标准关于制图的一般规定

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指制图时所采用的图纸宽度与长度组成的图样幅面的大小。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3 和 A4 五种,尺寸按表 1.1 的规定。

表 1.1 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
c	10			5	
a	25				
e	20			10	

图 1.1 中粗实线所示为基本图幅,绘制技术图样时应优先采用基本图幅,必要时可以按照规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的宽度或长度成整数倍增加后得出。图 1.1 中的细实线和虚线分别为第二选择和第三选择加长幅面。

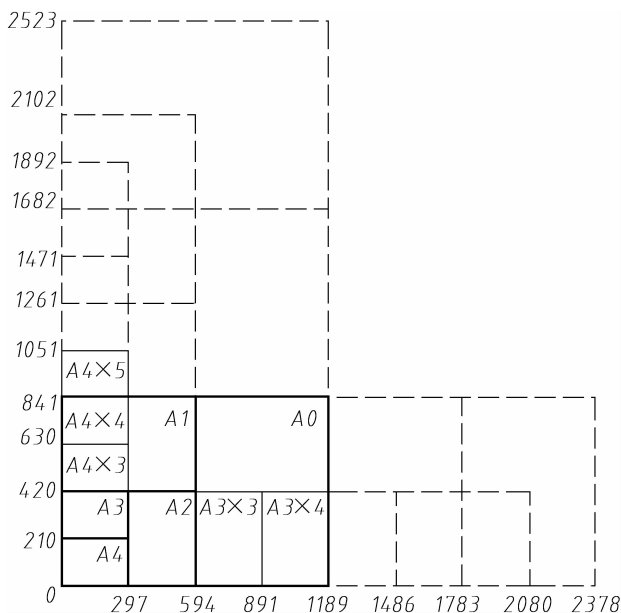


图 1.1 图纸基本幅面和加长幅面的尺寸

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。绘图时,必须用粗实线画出图框,图样绘制在图框内部。图框分为不留装订边和留装订边两种格式,分别如图 1.2 和图 1.3 所示,但同一产品

的图样只能采用一种图框格式。采用 X 型图纸与 Y 型图纸时,看图的方向与看标题栏的方向一致。

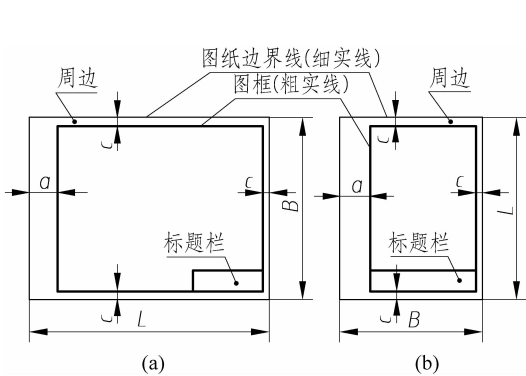


图 1.2 留有装订边的图框格式
(a) X 型; (b) Y 型

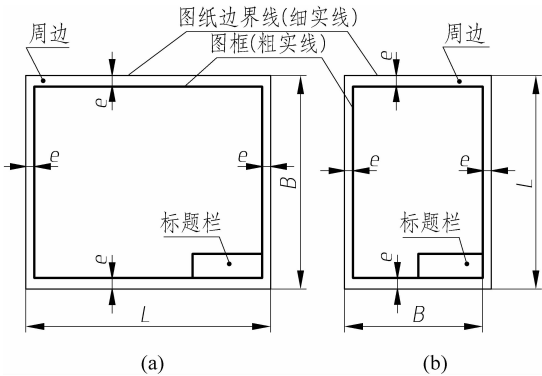


图 1.3 不留装订边的图框格式
(a) X 型; (b) Y 型

3. 标题栏

标题栏的位置一般位于图纸的右下角,如图 1.2 和图 1.3 所示。标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成,其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 规定,图 1.4 是该标准提供的标题栏格式,各设计单位可根据自身需求重新定制。教学中推荐使用简化的标题栏(图 1.5),图中 A 栏的格式和内容如图 1.6 所示。

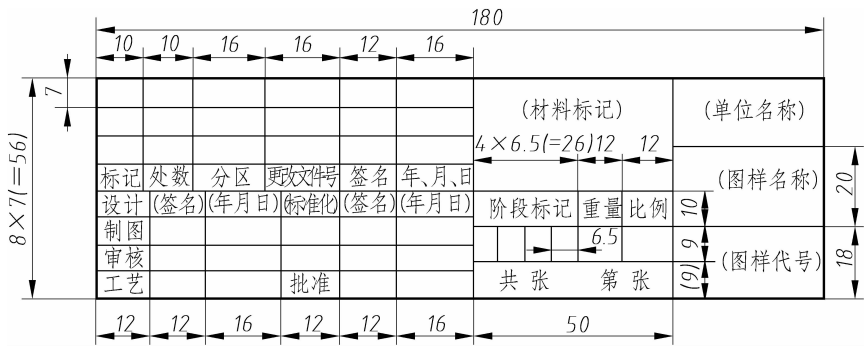


图 1.4 国家标准规定的标题栏格式

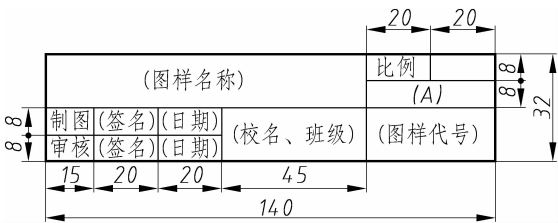


图 1.5 教学中推荐的标题栏格式



图 1.6 图 1.5 中(A)栏的格式和内容
(a) 零件图; (b) 装配图

1.1.2 比例(GB/T 14690—2008)

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,分原值比例、放大比例和缩小比例三种。需要按比例绘制图样时,应在表 1.2 规定的系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表 1.3 规定的比例。

表 1.2 标准比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$(5 \times 10^n) : 1$	$(2 \times 10^n) : 1$	$(1 \times 10^n) : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : (2×10^n)	1 : (5×10^n)	1 : (1×10^n)

注: n 为正整数。

表 1.3 允许选取比例系列

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$(4 \times 10^n) : 1$	$(2.5 \times 10^n) : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : (1.5×10^n)	1 : (2.5×10^n)	1 : (3×10^n)	1 : (4×10^n)	1 : (6×10^n)

注: n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的“比例”一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,尺寸数值均按原值注出。

1.1.3 字体(GB/T 14691—2008)

字体是指图中汉字、数字和字母的书写形式。图样及其有关技术文件中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。GB/T 14691—1993 规定了汉字、数字和字母的结构形式及基本尺寸。

字体号数(即字体高度,用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 八种。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7 h)。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1.7 为长仿宋体汉字示例。

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/14; B 型字体的

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥柱销

图 1.7 长仿宋体汉字示例

笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。图 1.8 为斜体字母和数字示例。

1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)

国家标准(GB/T 17450—1998)《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型。GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定的 9 种图线符合 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》标准的规定,是机械制图使用的图线标准。常用图线型式如表 1.4 所示,各种图线及其应用如图 1.9 所示。



图 1.8 斜体字母和数字示例

表 1.4 图线

图线名称	线 型	宽 度	主要应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 辅助作图线 引出线 过渡线
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线
细点画线		$0.5d$	轴线 对称中心线 分度圆(线) 孔系分布的中心线 剖切线
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 轨迹线
粗点画线		d	限定范围表示线

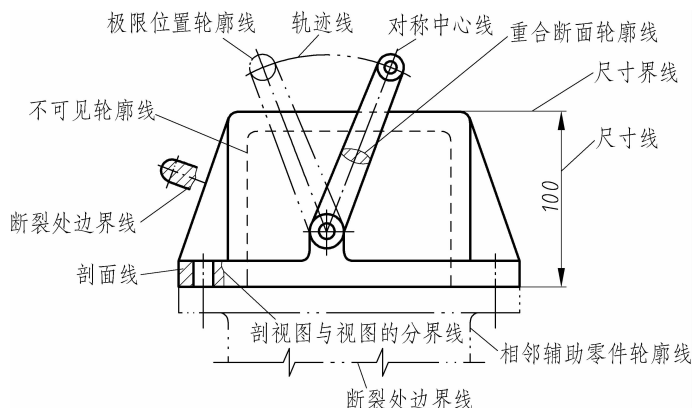


图 1.9 图线的应用示例

图线宽度 d 应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求,在下列数系中选择(该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$): 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

机械图样的图线宽度分为粗、细两种,其比例关系为 $2:1$ 。粗线宽度为 d ,优先采用 $d=0.5\text{mm}$ 或 0.7mm 。为了保证图样清晰易读,便于复制,图样上尽量避免出现宽度小于 0.18mm 的图线。

图线画法注意事项:

(1) 点画线、虚线、粗实线彼此相交时,应交于画线处,不应留空。点画线应该超出轮廓线 $3\sim 5\text{mm}$,而虚线不能超出轮廓线,如图 1.10 所示。

(2) 在绘制虚线和点画线时,其线素的长度如图 1.11 所示。

(3) 图线重合时,只画其中一种。优先画图线的顺序为:可见轮廓线、不可见轮廓线、对称中心线、尺寸界线。

(4) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆。不可避免时,应首先保证文字、数字或符号清晰。

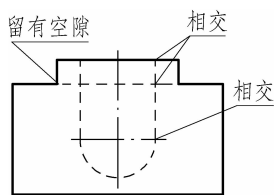


图 1.10 相交图线的画法

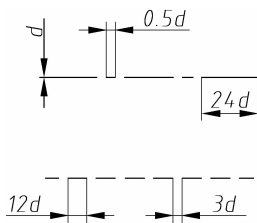


图 1.11 点画线和虚线的画法

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图样中,除了需要表达机件的结构形状外,还需要标注尺寸,以确定机件的大小和相对位置。尺寸标注方法应符合国家标准的规定。