



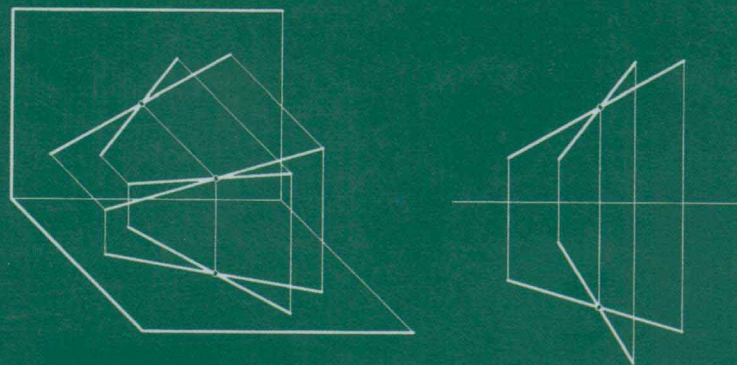
普通高等教育“十二五”规划教材

工程

GONGCHENGZHU TU

制图

张淑娟 全腊珍 杨启勇 主编



中国农业大学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图

张淑娟 全腊珍 杨启勇 主编



中国农业大学出版社

• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/张淑娟, 全腊珍, 杨启勇主编. —北京: 中国农业大学出版社, 2010. 9
ISBN 978-7-5655-0074-9

I. ①工… II. ①张…②全…③杨… 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 (2010) 第 155435 号

书 名 工程制图

作 者 张淑娟 全腊珍 杨启勇 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 屈江燕

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190, 2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

规 格 787×1092 16 开本 18 印张 446 千字

定 价 32.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编委会名单

主 编：张淑娟 全腊珍 杨启勇

副主编：林悦香 贾友苏 武志明

编 者：（以姓氏拼音为序）

杜宏伟 （青岛农业大学）

冯爱国 （海南大学）

贾友苏 （北京农学院）

李季成 （东北农业大学）

林悦香 （青岛农业大学）

刘冬梅 （东北农业大学）

全腊珍 （湖南农业大学）

武志明 （山西农业大学）

熊 瑛 （湖南农业大学）

杨启勇 （山东农业大学）

张淑娟 （山西农业大学）

前 言

本教材根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的“普通高等院校工程图学课程基本要求”和近年来颁布的与机械制图相关的国家标准，以及对高等农林院校工科各专业人才培养的需要，结合作者近年来的教学研究及实践的成果，借鉴国内多所院校近年来教学改革的经验编写而成。

本教材以解决形体的图示和表达方法为目标，以培养学生徒手绘图、尺规作图、计算机绘图实践能力为重点。主要有以下特点：

(1) 采用国家最新颁布的技术制图、机械制图、计算机绘图等有关国家标准，并根据课程内容的要求穿插于教材中。体现了鲜明的时代特征。

(2) 强调基础理论以应用为目的，为图示服务的观念，删减和降低了画法几何部分内容和难度。

(3) 机械图部分强调“零装结合”，通过典型部件识读和绘制零件图和装配图，并以培养读图能力为重点。

(4) 采用最新的 AutoCAD 软件，讲解计算机绘图的有关内容，培养学生利用现代工具绘图的技能。

本教材内容概念清楚、论述严谨、深入浅出，图例典型、绘制规范、清晰，易学易懂，具有较强的实用性。

本教材内容包括：制图的基本知识、基本几何元素的投影、立体的投影、组合体、轴测投影、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图。

本教材由山西农业大学张淑娟教授、湖南农业大学全腊珍教授、山东农业大学杨启勇副教授任主编，参加编写的有全国 7 所农业院校的 11 位老师。编写分工如下：湖南农业大学熊瑛编写第 1 章；海南大学冯爱国编写第 2 章及附录中第五、六、七部分；山东农业大学杨启勇编写第 3 章；山西农业大学武志明编写第 4 章；东北农业大学刘冬梅编写第 5 章；北京农学院贾友苏编写第 6 章；青岛农业大学林悦香编写第 7 章；山西农业大学张淑娟编写第 8 章；湖南农业大学全腊珍编写第 9 章；东北农业大学李季成编写第 10 章，青岛农业大学杜宏伟编写附录第一、二、三、四部分。

与本书配套的习题集也同时由中国农业大学出版社出版。为适应多媒体教学需求，还研制了与本教材配套的多媒体课件，可供选用。

在本教材编写过程中参考了国内同类教材，从中得到了很多信息和启发，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在问题，敬请各位读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2010 年 6 月

目 录

绪 论	1
一、本课程的研究对象	1
二、本课程的主要任务	1
三、本课程的学习方法	1
1 制图的基本知识	3
1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	3
1.2 绘图工具及使用方法	13
1.3 几何作图	15
1.4 平面图形的画法	20
1.5 绘图的方法与步骤	22
复习思考题	25
2 点、直线和平面的投影	26
2.1 投影法及其分类	26
2.2 点的投影	27
2.3 直线的投影	31
2.4 平面的投影	39
复习思考题	45
3 立体的投影	46
3.1 立体及其表面上点的投影	46
3.2 截切体的投影	53
3.3 相贯体的投影	62
复习思考题	68
4 组合体	69
4.1 物体三视图的形成及投影特性	69
4.2 组合体的组合方式、表面连接关系及其分析方法	70
4.3 组合体的画法	74
4.4 组合体视图的尺寸标注	78

4.5	读组合体视图	82
	复习思考题	86
5	轴测图	87
5.1	轴测图的基本知识	87
5.2	正等轴测图的画法	88
5.3	斜二等轴测图的画法	94
	复习思考题	95
6	机件的表达方法	96
6.1	视图	96
6.2	剖视图	100
6.3	断面图	109
6.4	机件的其他表达方法	111
6.5	机件表达方法综合举例	113
6.6	第三角画法简介	114
	复习思考题	116
7	标准件与常用件	117
7.1	螺纹的规定画法和标注方法	117
7.2	常用螺纹紧固件	124
7.3	键和销	129
7.4	滚动轴承	132
7.5	齿轮	135
7.6	弹簧	140
	复习思考题	143
8	零件图	144
8.1	零件图的内容	144
8.2	零件上常见工艺结构简介	145
8.3	零件图的视图选择和尺寸标注	148
8.4	零件图上的技术要求	157
8.5	读零件图	173
	复习思考题	175
9	装配图	176
9.1	装配图的作用和内容	176
9.2	装配图的表达方法	177

9.3 装配图的尺寸标注和技术要求书写	180
9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	181
9.5 常见的装配结构	182
9.6 装配图的画法	186
9.7 看装配图和由装配图拆画零件图	190
复习思考题	194
10 计算机绘图	195
10.1 计算机绘图概述	195
10.2 AutoCAD 2009 的主界面及基本操作方法	195
10.3 绘图前的准备	204
10.4 AutoCAD 2009 的主要命令	211
10.5 工程图绘制实例	233
10.6 三维造型基础	243
复习思考题	253
附 录	254
一、常用螺纹及螺纹紧固件	254
二、销	261
三、键	262
四、滚动轴承	263
五、零件常用标准结构	265
六、极限与配合	266
七、常用金属材料、非金属材料与热处理	277
参考文献	279

绪 论

一、本课程的研究对象

在工程设计中,为了正确地表达仪器、设备的形状、结构、材料等内容,设计者通常把物体按一定的投影方法并遵守有关的规定绘制出图纸,用以表达设计思想,这种图称为工程图。工程图是在现代工业生产中,设计、制造、使用和维修各种机器、设备的依据。设计者把物体按一定的投影方法并遵守有关的规定绘制出工程图,用于表达自己的设计思想;制造者把工程图样作为产品生产过程中的依据;使用者通过图样来了解产品的结构和性能。因此,工程图样是人们用以表达设计意图、交流技术思想的重要工具,被称为是“工程界的语言”,是工程技术部门的一项重要技术文件。每个工程技术人员都必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

在机械工程中常用的工程图样有零件图和装配图。本课程是研究绘制和阅读机械图样的理论和方法的一门学科,是工科各专业必修的一门实践性很强的技术基础课。

本课程的内容包括投影理论、制图基础、机械制图及计算机绘图四部分。投影理论部分,主要学习用正投影法表达空间几何形体的原理和方法。制图基础部分通过学习和贯彻制图国家标准及其他有关标准规定,训练用仪器和徒手绘图的操作技能,培养绘制和阅读图样的基本能力。机械图部分培养绘制和阅读常见的机器或部件的零件图和装配图的基本能力。计算机绘图部分主要学习用 AutoCAD2009 软件绘制机械图的基本操作及主要命令的使用方法,培养学生用计算机绘图的基本能力。

二、本课程的主要任务

1. 掌握正投影法的基本理论。
2. 培养尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的综合绘图能力。
3. 培养正确运用国家标准及有关规定绘制机械图样,尤其是阅读机械图样的基本能力。
4. 培养和发展学生的空间想象能力。
5. 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

三、本课程的学习方法

1. 本课程是理论和实践紧密结合的课程。学习本课程的基本理论和方法,需要通过大量的画图和读图实践才能掌握。在学习过程中,一定要注意结合生产实际,多观察、多想象、多画图。
2. 按时完成作业。本课程的实践性很强,在学习过程中,一定要按时完成配套习题集上

的作业,这是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的保证。

3. 遵守国家标准的规定。在学习过程中,要养成严格遵守国家标准的良好习惯,并掌握查阅国家机械制图标准的方法。

4. 在学习计算机绘图时,注意加强上机实践,在掌握计算机绘图软件使用方法的前提下,不断提高应用计算机绘制机械图样的能力。

1 制图的基本知识

图样是工程界的共同语言,为了指导生产、技术管理和进行技术交流,国家发布了国家标准《技术制图》和《机械制图》,对图样的内容、格式和表达方法等都作了统一规定,绘图时必须严格执行。本章学习国家标准《技术制图》和《机械制图》中的图纸幅面、格式、比例、字体、图线和尺寸标注、绘图工具的使用、几何作图、平面图形的绘图步骤及尺寸分析等。

1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

国家统一制定的国家标准,简称“国标”,代号“GB”。要正确地绘制工程图样,必须严格遵守国家标准的各项规定。

1.1.1 图纸的幅面及格式(摘自 GB/T 14689—2008)

1.1.1.1 图纸幅面及格式

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。各幅面面积公比为 2 : 1。绘图时,用细实线画出表示基本幅面大小的矩形线框。

表 1-1 基本图纸幅面的尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1 189	594×841	420×594	279×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

1.1.1.2 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,图样绘制在图框内部。图框格式分为有装订边格式(图 1-1)和没有装订边格式(图 1-2)。同一产品的图样只能采用一种格式。图纸上的周边尺寸都应符合图 1-1 和图 1-2 的规定,在表 1-1 中选取。使用时,图纸可以横放,也可以竖放。

为了使图样复制和微缩摄影时定位方便,在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。它是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,线宽不小于 0.5 mm,如图 1-1(b)所示。

1.1.1.3 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏,用来填写图样上的综合信息。标题栏的位置应位于图纸的右下角,国家标准规定的标题栏如图 1-3(a)所示,该标题栏内容较多、复杂,在制图作业中可采用图 1-3(b)所示的简化标题栏。标题栏中的文字方向应为看图的方向,标题栏的外框是粗实线,中间是细实线,其右边线和底边线应与图框线重合。

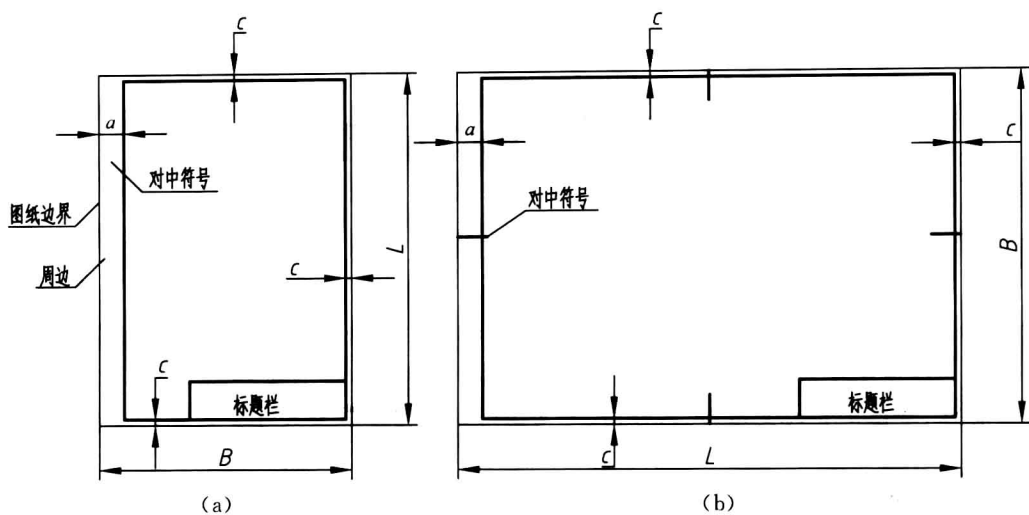


图 1-1 有装订边的图框格式

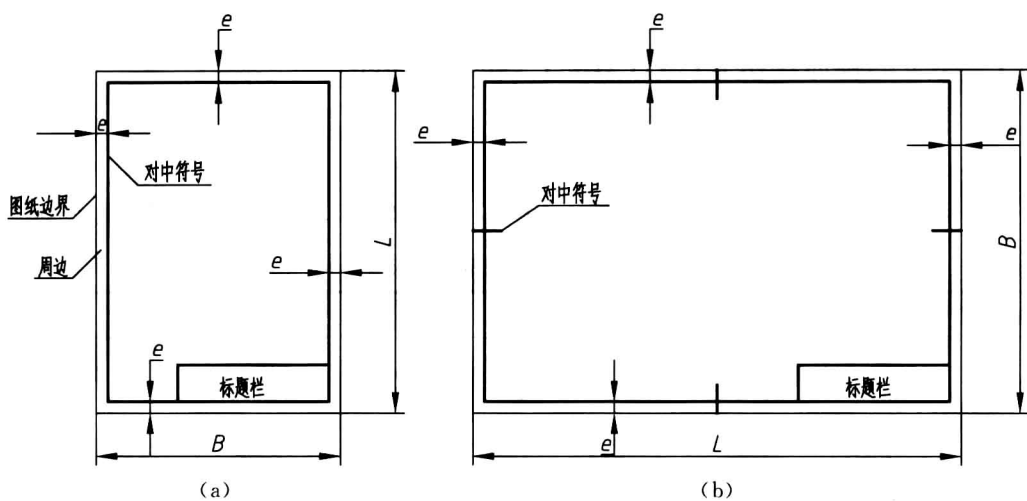
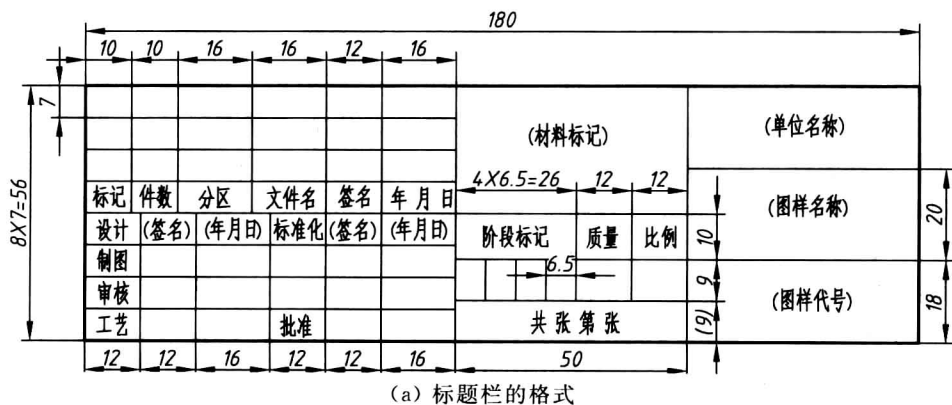
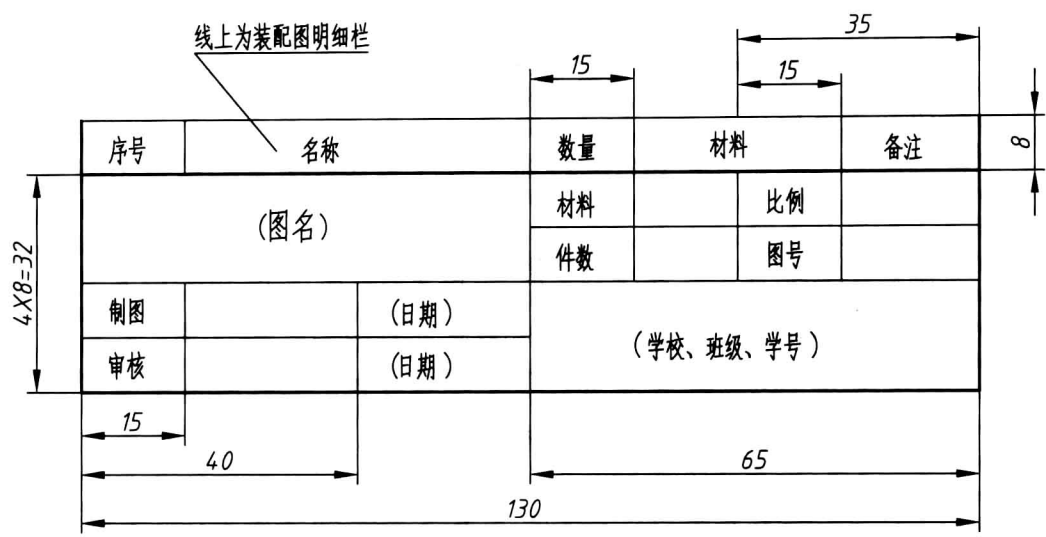


图 1-2 无装订边的图框格式





(b) 简化标题栏

图 1-3 简化标题栏(作业中使用)

1.1.2 比例(摘自 GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性比。比值为 1 的比例称为原值比例，即 1 : 1；比值小于 1 的比例称为缩小比例，比值大于 1 的比例称为放大比例。绘图时，应根据图样的用途与被绘对象的大小和复杂程度在表 1-2 中选择适当的比例。通常情况下，选用原值比例画图。

表 1-2 比例系列

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 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	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。

比例一般应标注在标题栏的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注，应比图名的字高小一号或两号。必须指出，不管图形选取哪种比例，其尺寸一律按机件的实际大小标注，如图 1-4 所示。

1.1.3 字体(摘自 GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字、字母都必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如书写更大的字，其字体高度应按√2 的比率递增。字体高度代表字体号数。

1.1.3.1 汉字

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

长仿宋字的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。图 1-4 为 10 号、7 号和 5 号长仿宋体汉字示例。

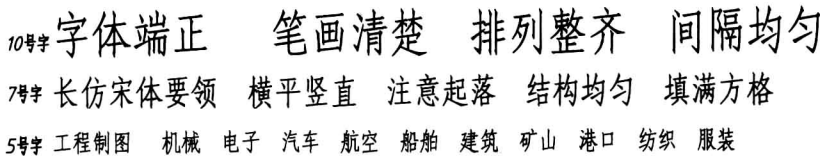


图 1-4 长仿宋体汉字示例

1.1.3.2 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两种,A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。可书写成直体或斜体,斜体是指字头向右倾斜,与水平成 75° 角,同一图样上,只允许选用一种型式的字体,如图 1-5 为字母、数字及字体的示例。



图 1-5 字母和数字

1.1.4 图线(摘自 GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002)

1.1.4.1 图线的型式及应用

图线的宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。线宽 d 数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。

机械图样中通常采用粗线和细线两种线宽,其线宽比为 $2:1$ 。表 1-3 为常用的各种图线的名称、型式、线宽以及在图上的应用。图 1-6 为常用几种图线的应用举例。

表 1-3 图线型式及应用

图线名称	图线型式	线宽	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线、可见相贯线、可见棱边线 螺纹终止线和齿轮的齿顶线 剖切符号线
细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面图的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 指引线和基准线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线 不可见相贯线 不可见棱边线

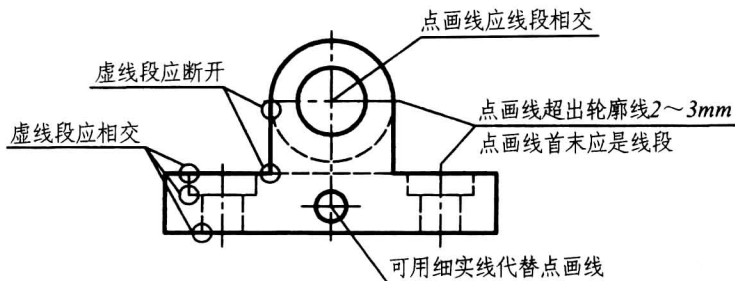


图 1-7 点画线与虚线的画法

(4) 当图中的线段重合时, 优先次序为粗实线、细虚线、细点画线, 只画出排序靠前的图线。

(5) 除非另有规定, 两平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

1.1.5 尺寸注法(摘自 GB/T 4458.4—2003)

在机械图样中, 图形仅能表达机件的结构形状, 要确定机件的大小, 还需要标注尺寸。标注尺寸时, 应符合国家标准有关规定, 做到正确、完整、清晰、合理。

1.1.5.1 基本规则

(1) 机件的真实大小应该以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以毫米(mm)为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位, 则应注明计量单位的代号或名称, 如 30°(度)、cm(厘米)、m(米)等。

(3) 图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

1.1.5.2 尺寸的组成

如图 1-8 所示, 一个完整的尺寸包括尺寸线、尺寸界线、尺寸终端和尺寸数字四个要素。

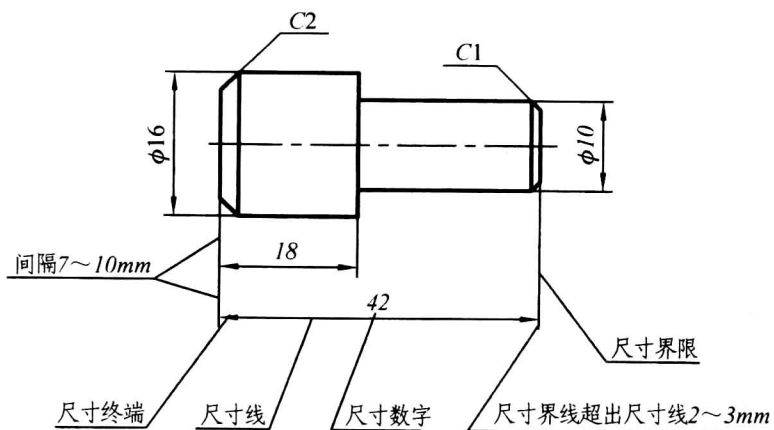


图 1-8 尺寸的组成

(1) 尺寸界线 尺寸界线表明所注尺寸的起止位置, 用细实线绘制, 一般可由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可以利用图形的轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界限。如图 1-9 所示。

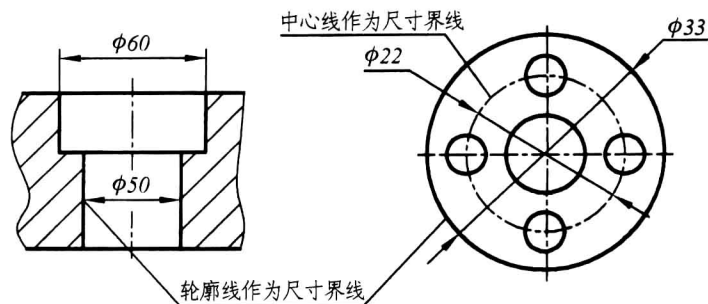


图 1-9 尺寸界限

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2~3mm,如图 1-8 所示。必要时允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如图 1-10 所示。

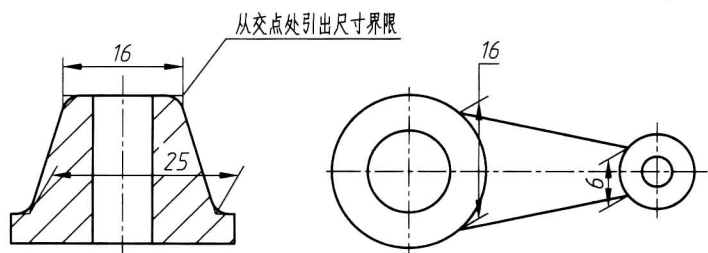


图 1-10 尺寸界限

(2) 尺寸线 尺寸线用来表明尺寸的长短,必须用细实线单独画出,不能用其他图线代替。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行;当有几条相互平行的尺寸线时,应使较小的尺寸靠近图形,较大的尺寸依次向外分布,应尽量避免尺寸线与尺寸界线相交。同一图样上,尺寸线与尺寸线、尺寸线与轮廓线之间应保持足够的距离,且应大致相等,一般 7~10 mm 为宜,如图 1-11 所示。

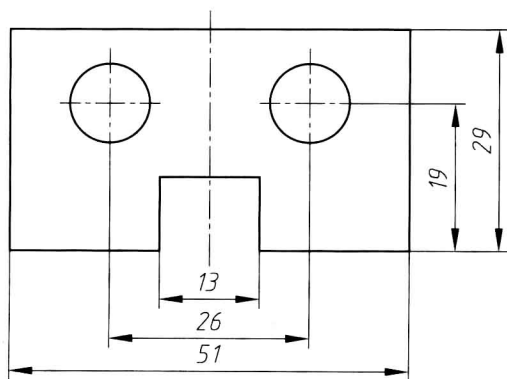


图 1-11 尺寸线

(3) 尺寸终端 尺寸终端有两种形式,箭头和 45°斜线,如图 1-12 所示。

箭头形式适用于各种类型的图样,机械制图多用箭头。箭头尽量画在尺寸界线的内侧,尖端