



21 世纪高等学校**机电类规划教材**

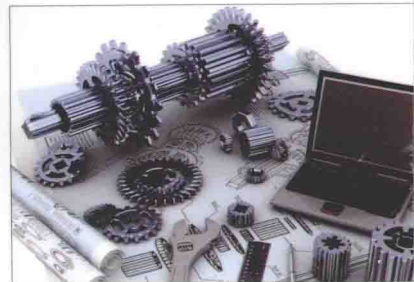
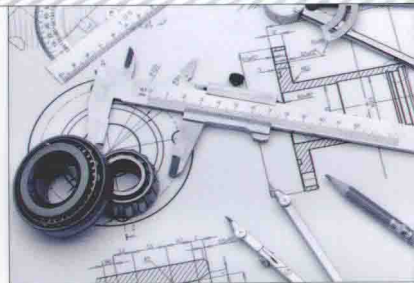
JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



工业和信息化普通高等教育
“十三五”规划教材立项项目

工程图学

◆ 商庆清 孙青云 孙志武 主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



21 世纪高等学校机电类规划教材

JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



工业和

“十三

工程图学

◆ 商庆清 孙青云 孙志武 主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

工程图学 / 商庆清, 孙青云, 孙志武主编. — 北京:
人民邮电出版社, 2015. 9
21世纪高等学校机电类规划教材
ISBN 978-7-115-39422-4

I. ①工… II. ①商… ②孙… ③孙… 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(2015)第182586号

内 容 提 要

本书是编者在多年致力于“工程图学”教学改革的基础上,按照教育部印发的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》编写的面向21世纪的现代“工程图学”教材。内容包括画法几何、制图基本原理、轴测图、机械图样的表达、标准件、常用件、零件图、装配图、计算机绘图、展开图、焊接图、管路图、家具制图、房屋建筑图等。

本书适用于高等院校机械类和近机械类各专业制图课程的课堂教学,各章内容设置便于各专业根据学科专业要求取舍,同时也可以作为高等职业学院、成人教育学院、高等教育自学考试相关专业的参考教材及工程技术人员参考用书。本书可与《工程图学习题集》配套使用。

-
- ◆ 主 编 商庆清 孙青云 孙志武
责任编辑 张孟玮
执行编辑 李 召
责任印制 沈 蓉 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.5 2015年9月第1版
字数: 565千字 2015年9月北京第1次印刷
-

定价: 53.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

本书按照教育部印发的“画法几何及工程制图课程教学基本要求”编写，并参考了南京林业大学和兄弟院校在工程制图教学和课程建设中的经验。本书为南京林业大学精品课程配套教材。为适应机械、木工、化工、森工和土建等专业的需要，本书在画法几何和制图基础上，增加了机械图、展开图、焊接图、管路图、家具制图和房屋建筑图。计算机绘图部分主要介绍计算机这一先进绘图工具的绘图理念和绘图方法，介绍了二维平面图和三维立体图绘制及编辑的有关知识。各章内容设置便于各专业在 48~112 学时范围内根据学科专业要求取舍。

本着画法几何为工程制图服务的想法，在编写时，将画法几何与工程制图结合在一起叙述，并以够用为度，不做更深层次的介绍。对各章基本内容力求做到讲深、讲透，叙述简明易懂，图文并茂。考虑到“机械制造基础”等后续课程衔接不上，在零件图、装配图部分适当增加轴测图，方便阅读和自学。本书可与《工程图学习题集》配套使用。

本书全部内容采用了截至 2015 年 6 月的《机械制图》和《技术制图》国家标准。

本书由商庆清、孙青云、孙志武主编，参加编写的有郑建冬、姚鑫、王芳、胡桂明、张焕萍、李娜等，商庆清、常雪、刘明星等绘制全书插图。其中，第 1 章~第 3 章由商庆清编写，第 4 章、第 13 章由王芳编写，第 5 章由李娜编写，第 6 章、第 9 章由孙青云编写，第 7 章由郑建冬编写，第 8 章、第 10 章由孙志武编写，第 11 章由张焕萍编写，第 12 章由胡桂明编写，第 14 章、第 15 章由姚鑫编写。

衷心感谢郑梅生教授主审全书，他为本书提供许多宝贵建议。在本书编写和出版过程中，还得到退休老教师和相关部門的支持和帮助。在此一并表示感谢。

虽然编者努力将本书编写成适应于大多数学校，利于各专业教学的教材，并尽量完善系列配套，但编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，欢迎使用本书的师生和同行指正。

编者

2015 年 6 月

1. 研究对象和课程性质

工程图样是表达、交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的重要技术文件。工程图样的种类较多，有机械图、建筑图、家具图、管道图等，它们能形象地表达空间形体的形状、大小、技术要求和其他内容，是指导和组织生产的重要技术文件，被誉为“工程界的技术语言”。

本课程研究绘制和阅读工程图样的原理和方法，培养学生的形象思维能力，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。为了适应生产上对计算机辅助设计日益增长以及今后学习的需要，亦应对计算机绘图技术有所了解。本课程包括画法几何、制图基础、专业图（机械图、管路图、家具图、建筑图）及计算机绘图等部分。画法几何部分学习用正投影法表达空间几何形体和图解简单空间几何问题的基本原理和方法。制图基础部分训练用仪器和徒手绘图的操作技能，培养绘制和阅读投影图的基本能力，学习标注尺寸的基本方法，这一部分是本课程的重点。专业图部分培养绘制和阅读常见专业图的基本能力，并以培养读图能力为重点。计算机绘图部分使学生了解计算机绘图的基本知识，学习常用的计算机绘图软件。工科专业的学生都必须认真学好本课程，掌握工程界的技术语言，为顺利进行后续课程的学习和今后工作打下坚实的基础。

2. 学习内容

本课程主要学习内容有：

- (1) 学习空间几何问题图示法，即如何在平面上表达空间形体；
- (2) 学习空间几何问题图解法，即如何用平面作图，解空间几何问题；
- (3) 学习绘制和阅读工程图样的原理与方法；
- (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力；
- (5) 学习计算机绘图的基础知识。

此外，在学习过程中还必须有意地培养自学能力、分析问题和解决问题的能力，认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课。学习本课程要努力做到：

- (1) 认真学习投影的基本原理和方法。

(2) 通过大量实践（如绘图、读图、测绘及作业等），不断地由空间形体绘制平面图形和由平面图形想象空间形体，掌握空间形体与平面图形间的相互对应关系。在学习过程中，要有意识地培养和提高自己的空间想象能力和分析能力，这是学好本课程的关键。

(3) 图样是生产的依据, 任何表达不清和差错, 都会影响生产正常进行。所以, 对待作业态度要严谨认真, 讲究正确地使用制图仪器和工具, 按正确步骤绘图。绘图时要做到投影正确、线型标准、字体工整、图面整洁, 培养一丝不苟的工作作风。

综上所述, 要学好本门课程, 必须仔细听、认真练、反复想。对于绘图和读图能力的培养, 本课程只是打下初步基础, 还需在后续课程及实验、实习、课程设计与毕业设计等教学环节中继续加强和提高。



第 1 章 制图的基本知识与技能 1

1.1 制图的基本标准 1

1.1.1 图纸幅面和格式

(GB/T 14689—2008) 1

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993) 3

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993) 3

1.1.4 图线及其画法

(GB/T 4457.4—2002) 4

1.1.5 剖面符号

(GB/T 4457.5—2013) 5

1.1.6 尺寸注法

(GB/T 4458.4—2003) 6

1.1.7 CAD 工程制图规则

(GB/T 18229—2000 和

GB/T 14665—2012) 12

1.2 绘图仪器和工具的正确使用 13

1.2.1 常用的绘图仪器和工具 14

1.2.2 其他绘图工具 16

1.3 几何作图 17

1.3.1 等分圆周作内接正多边形 17

1.3.2 椭圆画法 17

1.3.3 斜度和锥度的画法 18

1.3.4 圆弧连接的画法 19

1.4 平面图形的分析和绘制 20

1.4.1 平面图形的尺寸分析 20

1.4.2 平面图形的线段分析及

绘制 22

1.5 绘图方法与步骤 23

1.5.1 仪器绘图 23

1.5.2 徒手绘图 24

第 2 章 点、直线和平面的投影 26

2.1 投影法的基本知识 26

2.1.1 投影法概述 26

2.1.2 投影法分类 27

2.1.3 正投影的基本性质 27

2.2 点的投影 28

2.2.1 两投影面体系中点的投影 28

2.2.2 三投影面体系中点的投影 29

2.2.3 两点的相对位置 30

2.3 直线的投影 31

2.3.1 直线的投影图 31

2.3.2 直线对投影面的相对位置 32

2.3.3 求一般位置直线实长及对投影

面倾角——直角三角形法 34

2.3.4 两直线相对位置 35

2.3.5 一边平行于投影面的直角的

投影——直角投影定理 37

2.4 平面的投影 39

2.4.1 平面在投影图上的表示法 39

2.4.2 平面对投影面的相对位置 39

2.4.3 平面上的直线和点 42

2.4.4 平面上圆的投影 44

2.5 直线与平面、平面与平面的

相对位置 45

2.5.1 直线与平面平行, 两平面

平行 45

2.5.2 直线与平面相交, 两平面

相交 47

2.5.3 直线与平面垂直, 两平面垂直	51	4.2.2 平面立体的画法	96
2.6 空间几何问题的图解法	54	4.2.3 曲面立体的画法	99
2.6.1 解题方法与步骤	54	4.2.4 组合体的画法	100
2.6.2 举例	54	4.3 斜二等轴测图的画法	102
2.6.3 常用空间几何问题的解题思路	56	4.3.1 轴向变化率和轴间角	102
2.6.4 解综合问题	57	4.3.2 画法举例	102
2.7 投影变换	57	第5章 组合体的视图及尺寸	103
2.7.1 概述	57	5.1 三视图的形成与投影特性	103
2.7.2 换面法	58	5.1.1 三视图的形成	103
2.7.3 绕垂直轴旋转法	65	5.1.2 三视图的投影特性	103
第3章 基本体及其表面交线的投影	70	5.2 组合体的视图画法	104
3.1 平面立体的投影	70	5.2.1 组合体的组合形式及形体分析	104
3.1.1 棱柱	70	5.2.2 组合体的视图画法	105
3.1.2 棱锥	71	5.3 组合体的看图方法	106
3.2 曲面立体的投影	73	5.3.1 看图的基本要点	106
3.2.1 圆柱	73	5.3.2 看图的基本方法	108
3.2.2 圆锥	74	5.3.3 由两视图画出第三视图	110
3.2.3 圆球	75	5.4 尺寸标注	111
3.2.4 圆环	76	5.4.1 基本形体的尺寸标注	111
3.3 平面与回转体表面交线的投影	77	5.4.2 组合体的尺寸标注	113
3.3.1 截交线的性质	77	5.4.3 标注尺寸注意事项	114
3.3.2 截交线的画法	77	第6章 零件常用的表达方法	115
3.4 两回转体表面交线的投影	86	6.1 零件外部形状的表达方法	115
3.4.1 相贯线的性质	86	6.1.1 基本视图	115
3.4.2 相贯线的画法	86	6.1.2 向视图	116
3.4.3 相贯线的特殊情况	90	6.1.3 斜视图	116
3.4.4 相贯线的投影趋势	90	6.1.4 局部视图	117
3.4.5 相贯线的简化画法和模糊画法	91	6.1.5 旋转视图	118
3.4.6 以球面为辅助面求相贯线	92	6.2 零件内部形状的表达方法	118
第4章 轴测投影	94	6.2.1 剖视图	118
4.1 轴测投影的基本知识	94	6.2.2 断面图	128
4.1.1 轴测投影的形成	94	6.3 局部放大图、简化画法和其他规定画法	130
4.1.2 轴向变化率及轴间角	95	6.3.1 局部放大图	130
4.1.3 轴测投影图的性质	95	6.3.2 简化画法和其他规定画法	131
4.1.4 轴测投影图的分类	96	6.4 综合应用举例	132
4.2 正等轴测图的画法	96	6.5 第三角画法简介	133
4.2.1 轴向变化率和轴间角	96	第7章 标准件和常用件	135
		7.1 螺纹	135

7.1.1 螺纹的形成和要素	135	8.4.1 表面结构	174
7.1.2 螺纹的规定画法 (GB/T4459.1—1995)	138	8.4.2 极限与配合的概念及其标注	180
7.1.3 螺纹的种类和标注方法	140	8.4.3 形状和位置公差概念及其标注	186
7.2 常用螺纹紧固件	142	8.5 零件的测绘	187
7.2.1 螺纹紧固件的规定标记	142	8.5.1 零件测绘的方法和步骤	187
7.2.2 螺纹连接画法	143	8.5.2 零件测绘的注意事项	189
7.3 键和销	146	8.5.3 零件尺寸的测量方法	189
7.3.1 键连接	146	8.6 看零件图	191
7.3.2 销连接	148	8.6.1 看零件图的方法和步骤	191
7.4 滚动轴承	150	8.6.2 读图举例	191
7.4.1 滚动轴承的结构	150	第9章 装配图	194
7.4.2 滚动轴承的种类、代号和标记	150	9.1 装配图的作用和内容	194
7.4.3 滚动轴承的规定画法和特征画法	152	9.1.1 装配图的作用	194
7.5 齿轮	152	9.1.2 装配图的内容	194
7.5.1 圆柱齿轮	153	9.2 装配图的画法	196
7.5.2 圆锥齿轮	156	9.2.1 装配图的规定画法	196
7.5.3 齿轮与齿条的画法	158	9.2.2 装配图的特殊表达方法	196
7.6 弹簧	158	9.3 装配图的尺寸标注	197
7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算	158	9.4 装配图中零件序号和明细表	198
7.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法 (GB/T4459.4—2003)	159	9.4.1 编写序号的规定与方法	198
7.6.3 圆柱螺旋压缩弹簧画法举例	160	9.4.2 明细表的格式与填写	199
7.6.4 圆柱螺旋压缩弹簧的标记	160	9.5 装配结构的合理性	199
7.6.5 圆柱螺旋压缩弹簧工作图示例 (图 7-42)	161	9.6 由零件图画装配图	200
第8章 零件图	162	9.6.1 阅读部件所属的零件图	200
8.1 零件图的内容	162	9.6.2 了解部件, 确定装配图的表达方案	204
8.2 零件图的视图选择及尺寸标注	163	9.6.3 视图选择	204
8.2.1 零件图的视图选择	163	9.6.4 画装配图的步骤	205
8.2.2 零件图的尺寸标注	163	9.7 部件测绘的方法	207
8.2.3 零件种类与分析	164	9.7.1 了解部件	207
8.3 零件常见的工艺结构	170	9.7.2 拆卸零件, 画装配示意图	207
8.3.1 零件的铸造工艺结构	170	9.7.3 测绘零件, 画零件草图	208
8.3.2 零件的机械加工工艺结构	172	9.7.4 画装配图	211
8.4 零件图的技术要求	174	9.7.5 画零件工作图	213
		9.8 看装配图的方法和步骤	213
		9.8.1 了解装配图的基础知识	213
		9.8.2 由装配图拆画零件图	213
		9.8.3 看装配图举例	214

第 10 章 计算机绘图	220	12.2.1 图样中焊缝的表达方法	272
10.1 计算机绘图概述	220	12.2.2 轴承挂架的焊接图举例	272
10.1.1 国外的 CAD 软件	220	第 13 章 管路图	274
10.1.2 国内的 CAD 软件	220	13.1 管路的概述	274
10.2 AutoCAD2016 的工作界面	221	13.2 管路器件及其连接	274
10.2.1 AutoCAD2016 的工作主界面	221	13.2.1 管路器件	274
10.2.2 AutoCAD2016 快捷键内容及用法	222	13.2.2 管路的连接	277
10.3 AutoCAD 的通用绘图方法	223	13.3 管路安装的结构	279
10.3.1 设置绘图环境	223	13.3.1 管架	279
10.3.2 通用绘图步骤	231	13.3.2 管托和管卡	281
10.4 强大的图形绘制和修改功能	232	13.3.3 管路的补偿器	281
10.4.1 绘图功能	232	13.4 管路图的画法	282
10.4.2 修改功能	239	13.4.1 管路布置图	282
10.5 计算机绘图实例	245	13.4.2 管路布置轴测图	285
10.5.1 绘制平面图形	245	第 14 章 家具制图	288
10.5.2 绘制三维图形	249	14.1 家具制图标准	288
第 11 章 展开图	255	14.1.1 图线	288
11.1 平面立体的表面展开	255	14.1.2 比例	290
11.1.1 斜截四棱柱管的展开	255	14.1.3 尺寸标注基本方法	290
11.1.2 四棱台管的展开	256	14.2 透视图	291
11.1.3 矩形吸气罩的展开	256	14.3 家具制图的各种表达方法	291
11.2 可展曲面的展开	257	14.4 家具图样	294
11.2.1 圆管的表面展开	257	14.4.1 家具设计图	294
11.2.2 锥管的展开	258	14.4.2 家具结构装配图	295
11.2.3 相交异径三通管的展开	260	第 15 章 房屋建筑图	296
11.2.4 变形接头的展开	261	15.1 房屋建筑图概述	296
11.3 不可展曲面的近似展开	262	15.1.1 房屋建筑图的基本表达形式	296
11.3.1 正圆柱螺旋面的近似展开	262	15.1.2 房屋施工图的分类	296
11.3.2 球面的近似展开	265	15.1.3 房屋建筑图的有关规定	297
第 12 章 焊接图	267	15.2 房屋施工图	299
12.1 焊缝的规定画法及标注	267	15.2.1 建筑施工图	301
12.1.1 焊接方法和接头形式	267	15.2.2 结构施工图	302
12.1.2 焊缝的规定画法	267	15.2.3 读房屋建筑施工图	305
12.1.3 焊缝符号	268	附录	308
12.1.4 常见焊缝的标注	271	参考文献	349
12.2 焊接图举例	272		

第1章

制图的基本知识与技能

工程图样是设计和制造生产过程中的重要资料，是技术交流的重要手段，素有“工程界的技术语言”之称。因此，《技术制图》和《机械制图》国家标准对图样的画法、尺寸的标注等各方面做了统一的规定，这是我国颁布的一项重要技术标准，生产部门和设计部门必须严格遵守，认真执行。

1.1 制图的基本标准

国家标准（简称国标）用拼音字母 GB 作为代号。本节根据《技术制图》和《机械制图》国家标准对图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸注法等一般规定做一简单的介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面尺寸

为了便于图样的装订和管理，绘制图样时应优先选用表 1-1 中规定的基本图纸幅面，通常称为幅面代号。必要时，允许加长幅面，可将基本幅面的短边成整数倍增加而得出加长的图纸幅面，它们之间的尺寸关系如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 (B×L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边 尺寸	e	20		10		
	c	10			5	
	a	25				

2. 图框的格式

图纸可以横放或竖放，可装订或不装订。需装订的图样，其格式如图 1-2、图 1-3 所示，如不装订，图框的格式如图 1-4 所示。图框线用粗实线绘制，周边框线用细实线绘制。

3. 标题栏的格式（GB/T 10609.1—2008）

图样应设标题栏，其位置应按图 1-2～图 1-4 的方式配置。标题栏中的文字方向为看图方向。国家标准对标题栏的格式已作统一规定，如图 1-5 所示。本课程的制图作业可以采用的简化格式，如图 1-6 所示。

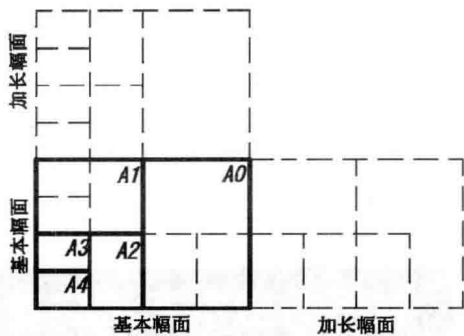


图 1-1 幅面间的关系及图幅的加长

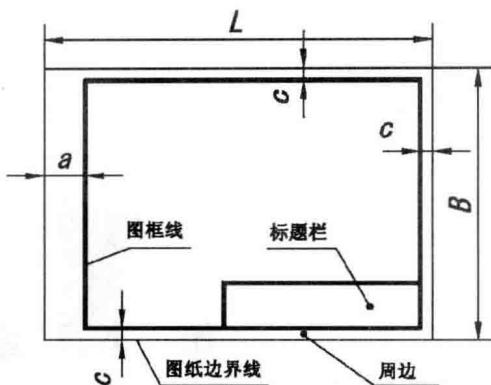


图 1-2 横式图框

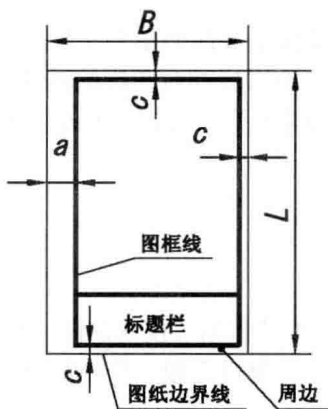


图 1-3 竖式图框

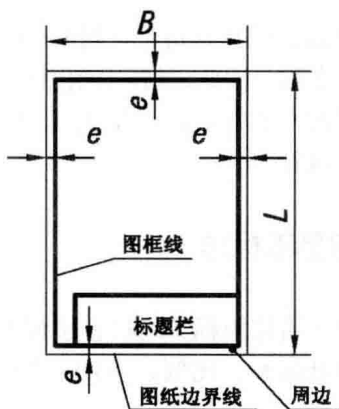


图 1-4 不留装订边的竖式图框

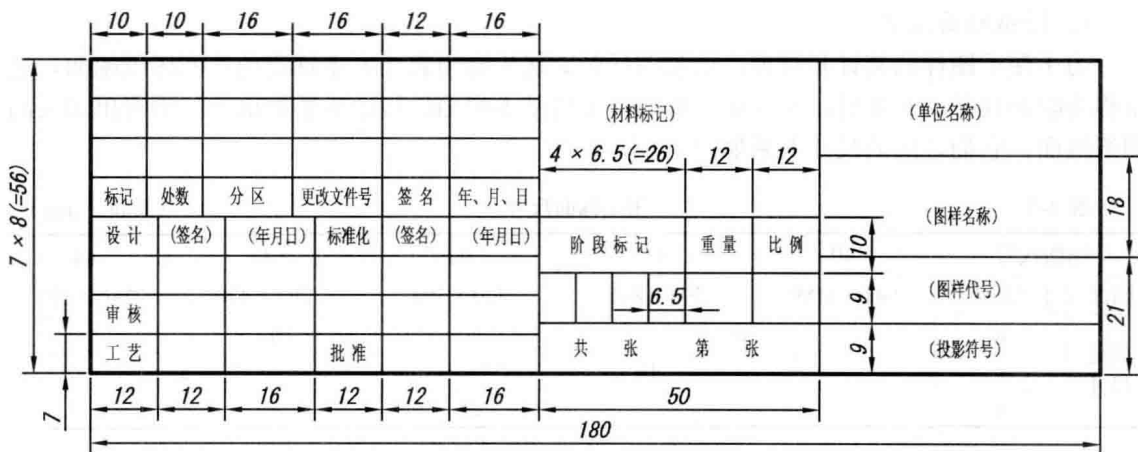


图 1-5 国家标准的标题栏格式

(图名)			比例		件数	
			材料		重量	
制图		(日期)	(校名)			
审核						

图 1-6 制图作业可以采用的标题栏格式

1.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。绘图时一般应采用表 1-2 中规定的比例，而且尽量采用 1：1 画图。

表 1-2	绘图比例					
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	
缩小比例	1：2	1：2×10 ⁿ	1：5	1：5×10 ⁿ	1：10	1：1×10 ⁿ

注：n 为正整数

无论采用放大或缩小的比例画图，在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸，图 1-7 所示是按不同比例画出的同一机件的图形。

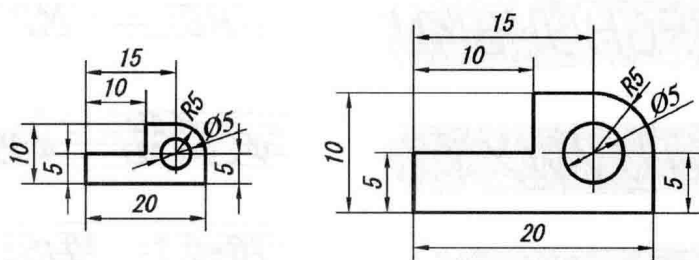


图 1-7 不同比例的同一机件的图形

1.1.3 字体（GB/T 14691—1993）

图样上除了表示机件形状的图形，还要用文字和数字来表明机件的大小、加工的技术要求和其他内容。

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 字体的号数

字体的号数，即字体的高度 h （单位：mm），分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种。

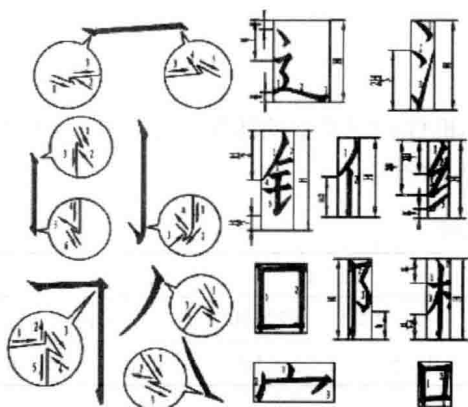
2. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布批准的简化字。汉字高度不应小于 5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字示例如图 1-8 所示。

3. 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 d 为字高 h 的 1/14，B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/10。在同一张图样上，只允许选用一种形式的字体。

数字和字母分为直体与斜体两种。常用的是斜体，其字头向右倾斜，与水平线成 75°，数字、字母示例如图 1-9 所示。



(a) 长仿宋体字的基本笔画

线型圆弧连接注尺寸
展开旋转螺母栓柱钉
技术要求装配齿油泵
垫圈普通键销零部件
调整环锁紧密封间隙

(b) 长仿宋体字示例

图 1-8 汉字示例

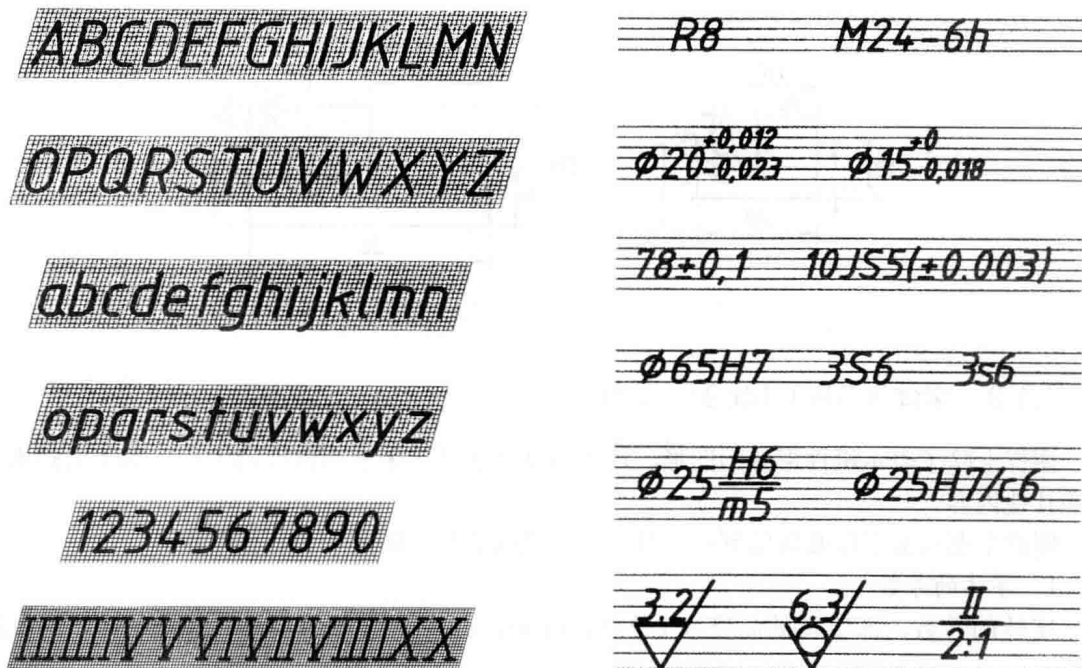


图 1-9 数字、字母及其组合示例

1.1.4 图线及其画法 (GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的形式和用途

绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的各种图线。在《技术制图》(GB/T 17450—1998)标准中规定图线分粗、中粗、细三种,它们的宽度比为 4:2:1。在《机械制图》(GB/T 4457.4—2002)标准中规定图线分粗、细二种,它们的宽度比为 2:1。粗线的宽度为 0.5~2mm,根据图样的大小和复杂程度而定,在进行制图作业时,建议采用 0.5~1mm。细线的宽度建议取 1/2 粗线的宽度或更细。各种图线的用途示例如图 1-10 所示。

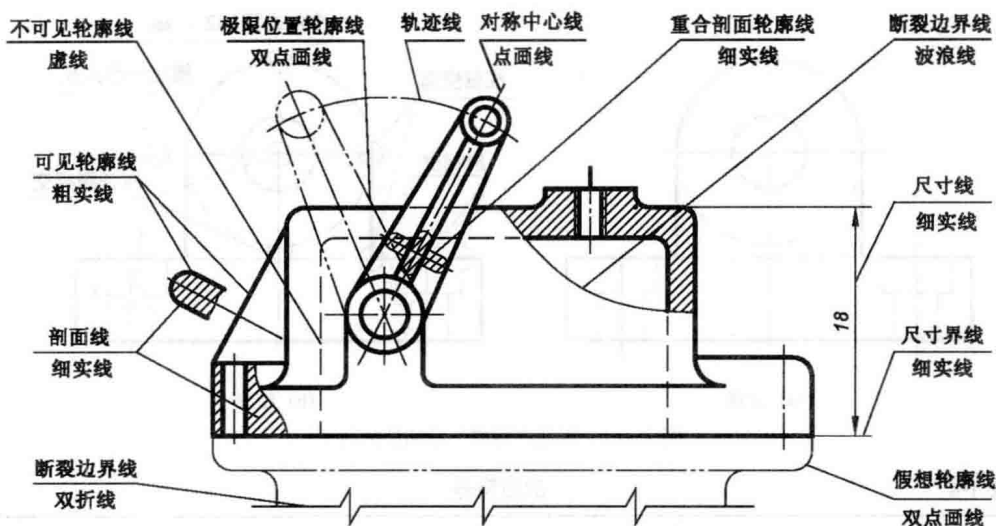


图 1-10 图线的用途示例

2. 图线的画法

(1) 在同一张图样上，同类图线的宽度应一致。

(2) 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间距应大致相等，如表 1-3 所示。双点画线、点画线中首尾两端应是线段，不能为点。线中的“点”并不是点，而是“短画”。

表 1-3 图线的形式、宽度和主要用途

图线名称	图线形式	图线宽度	主要用途
粗实线		粗线	可见轮廓线
细实线		细线	尺寸线，尺寸界线，剖面线
波浪线		细线	断裂线、视图与剖视的分界线
双折线		细线	断裂处的边界线
虚线		细线	不可见轮廓线
细点画线		细线	中心线、对称线
粗点画线		粗线	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		细线	假想线

(3) 图样中，图线相交处的画法要根据不同的情况来处理。当虚线与虚线或与其他图线相交时，必须是线段相交；当虚线处在粗实线的延长线时，虚线在连接处应留出空隙，如图 1-11 所示。

(4) 在绘圆的中心线时，圆心应为线段的交点，且中心线超出圆弧 2~5mm，当图形较小时，点画线以细实线替代，如图 1-11 所示。

(5) 当图样的图线重合时画线的顺序为：可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→辅助线型的细实线→轴线和对称中心线→双点画线。

1.1.5 剖面符号 (GB/T 4457.5—2013)

在剖视图和剖面图中，应根据机件的材料不同，按表 1-4 中的规定画出剖面符号。

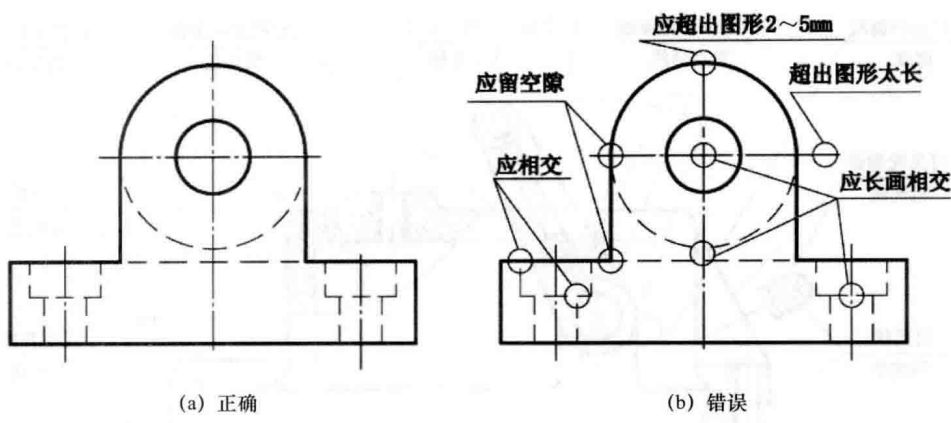


图 1-11 图线在相交、相切处的画法

表 1-4 剖面符号

金属材料			木质胶合板 (不分层数)	
线圈绕组元件			基础周围泥土	
转子、电枢、变压器和 电抗器等的叠钢片			混凝土	
非金属材料 (已有规定者除外)			钢筋混凝土	
型砂、粉末冶金砂轮、陶 瓷刀片、硬质合金刀片等			砖	
玻璃及其他 透明材料			格网	
木材	纵剖面		液体	
	横剖面			

1.1.6 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状，而机件的大小还必须以尺寸来确定。标注尺寸必须认真细致，一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误，都会给生产带来不必要的损失。

1. 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形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，如果用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- (3) 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。
- (4) 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。

2. 尺寸的组成及规定画法

一个完整的尺寸应由尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和箭头组成，如图 1-12 所示。

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注线段平行，当有几个互相平行的尺寸时，小尺寸在大尺寸的里面，这样可以避免尺寸线与尺寸界线相交，平行的两尺寸线间的距离为 5~10mm，如图 1-12 所示。常见错误画法如图 1-13 所示。

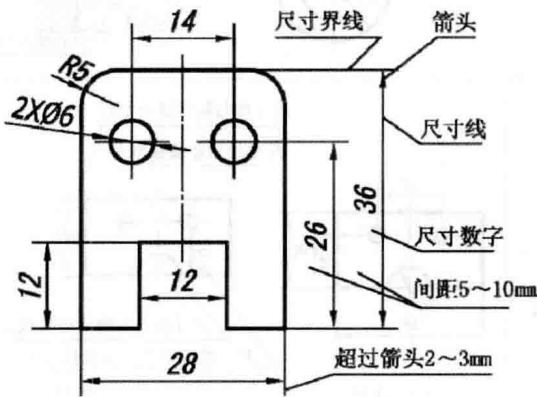


图 1-12 尺寸的组成及标准规定

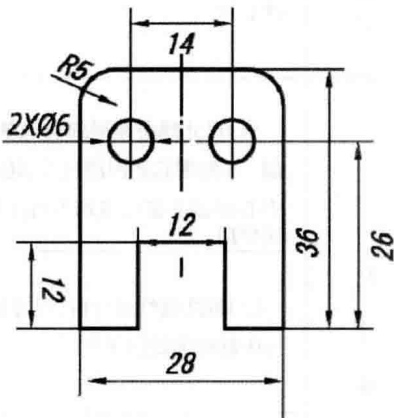


图 1-13 尺寸的错误注法

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。

表 1-5 常用的符号和缩写词

名称	直径	半径	球直径 球半径	厚度	正方形	45°倒角	深度	沉孔或 锪平	埋头孔	均布	弧度
符号或 缩写词	ϕ	R	S ϕ SR	t	$\square$	C	$\downarrow$	$\square$	∇	EQS	$\curvearrowright$

3. 标注示例和简化标注

尺寸标注示例如表 1-6 所示，常见简化标注如表 1-7 所示。

表 1-6 尺寸标注示例

项目	说 明	图 例
尺寸 数字	(1)线性尺寸的数字应按图 (a) 所示的方向填写，并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时可按图 (b) 标注	
	(2)尺寸数字一般注在尺寸线的上方或中断处[图(a)]。对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸中断处[图(b)]	