



高等职业教育 **机械大类** 系列规划教材

机械制图

王晓青 姚卿佐 徐庆华 / 主 编



科学出版社
www.sciencep.com

高等职业教育机械大类系列规划教材



机 械 制 图

王晓青 姚卿佐 徐庆华 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是高等职业教育机械大类系列规划教材之一,是以教育部制定的《高职高专制图课程教学基本要求》为依据而编写的。全书共有十一章,主要由画法几何、机械制图、计算机绘图三部分组成,重点阐述了制图基础知识和看图、绘图基本技能以及计算机绘图的运用技巧。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类专业的机械制图课程的教材,也可供其他相关专业的师生及工程技术人员参考。与本书配套使用的《机械制图习题集》同时出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王晓青,姚卿佐,徐庆华主编. —北京:科学出版社,2009
(高等职业教育机械大类系列规划教材)
ISBN 978-7-03-025372-9

I. 机… II. ①王…②姚…③徐… III. 机械制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 149822 号

责任编辑: 庞海龙 卢 岩/责任校对: 赵 燕

责任印制: 吕春珉/封面设计: 天女来设计

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>

绘 图 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销 *

2009 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2009 年 9 月第一次印刷 印张: 22 1/2

印数: 1—3 000 字数: 533 000

定价: 33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135319-8999 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书是高等职业教育机械大类规划教材,是以教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》为依据,本着基础教学以应用为目的,以够用为度的原则,根据高职高专人才培养的需求,并在吸取了近年来教学改革的实践经验和同行意见的基础上编写的。

1. 本书特点

1) 根据高职高专的特点,本着够用为度的原则,对画法几何部分进行了精简,加强制图基础知识和看图、画图基本技能方面的内容;

2) 恰当、合理地处理计算机绘图基础知识是本书显著的特点,考虑到计算机应用的广泛普及和机械制图的教学改革,加强和丰富了计算机二维绘图的基础知识的内容以及三维实体造型的介绍,并以掌握使用典型交互绘图软件绘制工程图样为重点;

3) 全书各章均以典型零、部件为例进行分析,以利于培养学生分析问题和解决问题的能力;

4) 考虑到不同专业教学的取舍方便,本书将选学内容编排在最后,以保持基本内容的衔接和连贯性;

5) 书中的标准全部采用《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。

2. 本课程的主要任务

1) 学习正投影法的基本理论及应用;

2) 培养二维与三维空间相互转换的空间想象能力;

3) 培养阅读和绘制工程图样的能力;

4) 培养利用计算机绘制图样的初步能力;

5) 培养分析和解决问题的能力及严谨细致的工作作风。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,要学好这门课程,应注意以下几点:

1) 认真听讲,课后及时复习,搞清投影理论的基本概念和基本方法,掌握几何元素与它们的投影之间的关系;

2) 要自觉地多进行实践练习,不断地由物到图、由图到物反复练习,逐步提高空间想象能力和空间分析能力;

3) 在绘图过程中,要养成正确使用仪器的习惯,严格遵守国家标准有关规定,学



习查阅和使用有关手册；

4) 图样在生产中起着重要的作用，绘图和读图的差错，会给生产带来重大损失，所以在做作业时，要自觉地培养认真负责的工作态度，耐心细致的工作作风，作图不但要正确，而且图面要整洁。

全书共有十二章，参加本书编写的有杨春杰（第一章）、耿晓明（第二章）、姚卿佐（第三章）、袁斌（第四章）、任桂华和庞恩泉（第五章、第十一章）、蔺绍江（第六章）、王晓青（第七章）、余冬荣（第八章）、王兰群（第九章）、徐庆华（第十章），部分立体图由黄松林绘制。由庞恩泉兼副主编，王晓青负责统稿。与本教材配套的《机械制图习题集》也同时出版。

由于编者编写水平有限，书中难免有差错和欠妥之处，恳请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 制图的基本知识和技能	1
1.1 国家标准《机械制图》的基本规定	1
1.1.1 图纸的幅面及格式	1
1.1.2 比例	4
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	6
1.1.5 尺寸注法	8
1.2 绘图工具和仪器的使用	12
1.2.1 图板、丁字尺和三角板	12
1.2.2 比例尺	12
1.2.3 曲线板	13
1.2.4 绘图仪器	13
1.2.5 绘图用品	14
1.3 几何作图	15
1.3.1 等分已知直线	15
1.3.2 等分圆周和作正多边形	15
1.3.3 圆弧连接	16
1.3.4 平面曲线	18
1.3.5 斜度和锥度	18
1.4 平面图形的尺寸分析及画法	20
1.4.1 平面图形的尺寸分析	21
1.4.2 平面图形的线段分析	21
1.4.3 平面图形的作图方法和步骤	22
1.4.4 平面图形的尺寸标注	23
1.5 绘图方法和步骤	24
1.5.1 用仪器绘图的方法和步骤	24
1.5.2 徒手画草图的方法	25
小结	26
第 2 章 点、直线和平面的投影	27
2.1 投影的基本知识	27
2.1.1 投影概念及分类	27



2.1.2 正投影的基本特性	28
2.2 点的投影	29
2.2.1 多面投影的形成	29
2.2.2 点在两个投影面体系中的投影	29
2.2.3 点在三个投影面体系中的投影	30
2.2.4 点的投影与坐标	31
2.2.5 两点的相对位置	32
2.2.6 重影点	32
2.3 直线的投影	33
2.3.1 直线的投影	33
2.3.2 直线对一个投影面的投影特性	33
2.3.3 各种位置直线的投影特性	34
2.3.4 一般位置直线的实长及其与投影面的夹角	36
2.3.5 直线上点的投影	37
2.3.6 两直线的相对位置	38
2.5 平面的投影	41
2.5.1 平面的表示法	41
2.5.2 各种位置平面的投影	42
2.5.3 平面内的直线和点	45
小结	47
第3章 立体的投影	48
3.1 平面立体的投影	48
3.1.1 棱柱	48
3.1.2 棱锥	50
3.2 曲面立体的投影	51
3.2.1 圆柱体	51
3.2.2 圆锥体	52
3.2.3 圆球	55
3.2.4 圆环	55
3.3 平面与立体相交	57
3.3.1 平面与平面立体表面相交	58
3.3.2 平面与曲面立体相交	59
3.3.3 综合举例	66
3.4 立体与立体相交	67
3.4.1 表面取点法求相贯线	67
3.4.2 辅助平面法	69
3.4.3 相贯线的特殊情况	71



3.4.4 组合相贯线	73
小结	74
第4章 组合体	76
4.1 组合体及其形体分析	76
4.1.1 组合体的组合形式	77
4.1.2 组合体表面间的过渡关系	77
4.2 组合体视图的绘制	79
4.2.1 以叠加为主的组合体三视图的画法	79
4.2.2 以挖切为主的组合体的三视图的画法	80
4.3 看组合体的视图	84
4.3.1 形体分析法	84
4.3.2 线面分析法	86
4.4 组合体的尺寸标注	89
4.4.1 基本体的尺寸标注	89
4.4.2 有截交线、相贯线形体的尺寸标注	89
4.4.3 常见底板尺寸标注	89
4.4.4 组合体的尺寸标注	90
4.4.5 标注尺寸的注意点	93
小结	93
第5章 轴测投影图	94
5.1 轴测投影的基本知识	94
5.1.1 轴测投影的投影方法	94
5.1.2 轴测投影的术语	94
5.1.3 轴测投影的种类	95
5.1.4 轴测投影的特性	95
5.2 正等轴测图	96
5.2.1 轴间角和轴向变形系数	96
5.2.2 平面立体的正等测图画法	97
5.2.3 圆和圆角的正等轴测图的画法	99
5.2.4 回转体正等轴测图的画法	101
5.2.5 组合体正等轴测图的画法	103
5.3 斜二轴测图	104
5.3.1 轴向变形系数及轴间角	104
5.3.2 斜二等轴测图的画法	105
小结	107
第6章 机件的图样画法	108
6.1 各种视图	108



6.1.1	基本视图	108
6.1.2	向视图	110
6.1.3	局部视图	110
6.1.4	斜视图	112
6.1.5	旋转视图	112
6.2	剖视图	113
6.2.1	剖视图的基本概念	113
6.2.2	几种常用的剖视图	116
6.3	断面图	123
6.3.1	断面图的概念	123
6.3.2	断面图的种类	124
6.3.3	断面图的标注	125
6.4	常用的简化画法及其他规定画法	126
6.5	综合应用举例	129
6.6	第三角投影简介	133
6.6.1	第三角投影基本知识	133
6.6.2	视图的配置	134
6.6.3	第三角画法的标志	134
	小结	135
第7章	标准件与常用件	136
7.1	螺纹及螺纹紧固件	136
7.1.1	螺纹	136
7.1.2	螺纹紧固件	144
7.2	键连接与销连接	149
7.2.1	键连接	149
7.2.2	花键连接	152
7.2.3	销连接	153
7.3	齿轮	154
7.3.1	圆柱齿轮	155
7.3.2	圆锥齿轮	160
7.3.3	蜗杆蜗轮	163
7.4	滚动轴承	167
7.4.1	滚动轴承的结构与类型	167
7.4.2	滚动轴承的代号	168
7.4.3	滚动轴承的画法	169
7.5	弹簧	171
7.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及尺寸关系	172



7.5.2 弹簧的规定画法	173
小结	174
第8章 零件图	175
8.1 零件图概述	175
8.1.1 零件图的作用	175
8.1.2 零件图的内容	175
8.2 零件图中视图的表达分析	176
8.2.1 主视图的选择	176
8.2.2 视图数量确定	178
8.2.3 视图表达时的注意点	178
8.2.4 视图表达方案示例	178
8.3 零件图的尺寸标注	181
8.3.1 零件图尺寸标注的基本要求	181
8.3.2 尺寸基准的选择	181
8.3.3 标注尺寸的注意点	181
8.3.4 零件上常见结构的尺寸标注	183
8.3.5 零件上常见孔的尺寸标注	184
8.4 零件常见的工艺结构	185
8.4.1 铸件	185
8.4.2 金属切削加工件	190
8.5 零件的技术要求	192
8.5.1 表面粗糙度	193
8.5.2 极限与配合	197
8.5.3 形状和位置公差	201
8.6 典型零件的视图表达分析	205
8.6.1 轴套类零件	205
8.6.2 轮盘类零件	205
8.6.3 叉架类零件	205
8.6.4 箱体类零件	207
8.7 识读零件图	207
8.7.1 识读零件图的基本方法和步骤	208
8.7.2 看图举例	208
8.8 零件测绘	212
8.8.1 测绘的方法和步骤	212
8.8.2 零件尺寸的测量方法	212
8.8.3 零件测绘时注意事项	212
小结	216



第9章 装配图	217
9.1 装配图概述	217
9.1.1 装配图的作用	217
9.1.2 装配图的内容	218
9.2 装配图的表达方法	219
9.2.1 装配图的规定画法	219
9.2.2 装配图的特殊画法	220
9.2.3 装配图的工艺结构	224
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求	228
9.3.1 装配图的尺寸标注	228
9.3.2 技术要求	229
9.4 装配图中零、部件序号和明细栏、标题栏的格式	229
9.4.1 零（部）件序号的编排方法	229
9.4.2 标题栏和明细栏的格式	231
9.5 画装配图	231
9.5.1 分析装配体的结构及工作原理	232
9.5.2 拟定表达方案	232
9.5.3 画装配图的方法和步骤	234
9.5.4 完成全图	236
9.6 读装配图和由装配图拆画零件图	236
9.6.1 读装配图	236
9.6.2 由装配图拆画零件图	241
小结	248
第10章 计算机绘图	250
10.1 AutoCAD 2007 使用初步	250
10.1.1 AutoCAD 2007 的启动与退出	251
10.1.2 命令和数据的输入	252
10.1.3 基本绘图流程	252
10.2 绘制二维图形	253
10.2.1 图层与线型	253
10.2.2 绘制基本的二维图形	254
10.3 编辑二维图形	259
10.3.1 构造选择集	259
10.3.2 编辑二维图形	259
10.3.3 用夹点编辑二维图形	263
10.4 辅助绘图功能	264
10.4.1 图形显示	264



10.4.2 捕捉栅格、正交	265
10.4.3 对象捕捉	266
10.4.4 对象追踪	268
10.4.5 图形块	268
10.4.6 特性匹配与对象特性	269
10.5 图形注释和标注	270
10.5.1 图形注释	270
10.5.2 图形标注	270
10.5.3 形位公差	273
10.6 三维绘图和实体造型	275
10.6.1 用户坐标	275
10.6.2 三维绘图基础	276
10.6.3 绘制基本实体	277
10.6.4 创建拉伸实体和旋转实体	279
10.6.5 布尔运算	281
10.6.6 实体编辑	282
小结	285
第 11 章 薄壁零件的表面展开	286
11.1 平面立体的表面展开	286
11.1.1 求作实长、实形的方法	287
11.1.2 棱柱体表面的展开	288
11.1.3 棱锥体表面的展开	289
11.2 可展曲面立体的表面展开	291
11.2.1 圆柱面的展开	291
11.2.2 圆锥面的展开	294
11.2.3 变形接头的展开	295
11.3 不可展曲面的近似展开	296
11.3.1 正螺旋面的近似展开	296
11.3.2 球面的近似展开	298
11.4 绘制钣金件展开图时应注意的问题	299
11.4.1 板厚的处理	299
11.4.2 接口的处理	300
11.4.3 节约用料	301
小结	301
附录 机械制图常用参考资料	302
参考文献	346

第 1 章 制图的基本知识和技能

一、重点：

1. 绘图工具的正确使用
2. 掌握国家标准《机械制图》的基本规定
3. 平面图形的分析与作图
4. 掌握绘图的基本方法和步骤

二、要求：

通过本章的学习，能够正确使用绘图工具，初步了解国家标准《机械制图》的基本规定。掌握常用的几何作图方法，能够分析和标注平面图形的尺寸和绘图的步骤以及徒手绘图的一般方法。

1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

图样是工程界的技术语言，为了加强互相交流，必须对图样的画法，尺寸标注等作统一的规定。我国于 1959 年首次颁布了国家标准《机械制图》，由于经济的不断发展和国际间交流的需要，对部分标准又进行了多次修订。每一个工程技术人员都必须树立标准化的概念，严格遵守、认真执行国家标准。

1.1.1 图纸的幅面及格式

本节部分内容摘自 GB/T14689—1993。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘图时，应优先采用表 1.1 所规定的五种基本幅面，代号为 A0、A1、A2、A3、A4。各相邻的幅面大小均相差一倍，如 A0 为 A1 的两倍，A1 又为 A2 的两倍，以此类推，见图 1.1。



表 1.1 图纸幅面代号及尺寸

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		

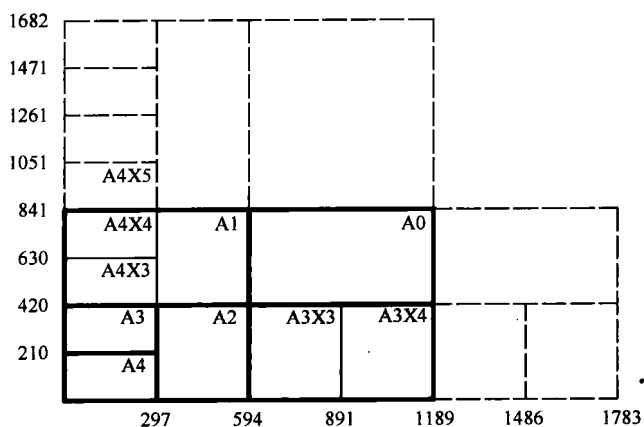


图 1.1 图纸幅面

图样无论是否装订，都应在图幅内用粗实线画出图框，其格式有两种：需要装订的图样，图框格式如图 1.2 (a)、(b)；不需要装订的图样，图框格式如图 1.2 (c)、(d) 所示。图样周边的尺寸按表 1.1 的规定，但同一产品的图样只能采用一种格式。

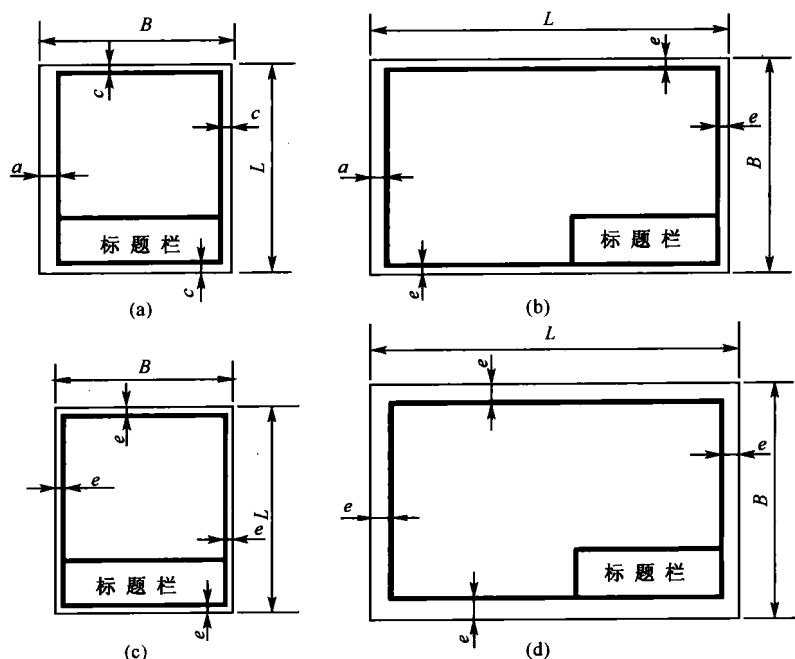


图 1.2 图框格式

为了复制和缩微摄影时定位方便，可采用对中符号，对中符号是从周边画入框内约5mm的一段粗实线，如图1.3所示。

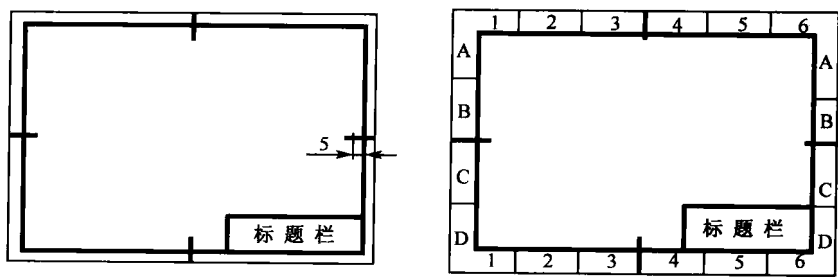
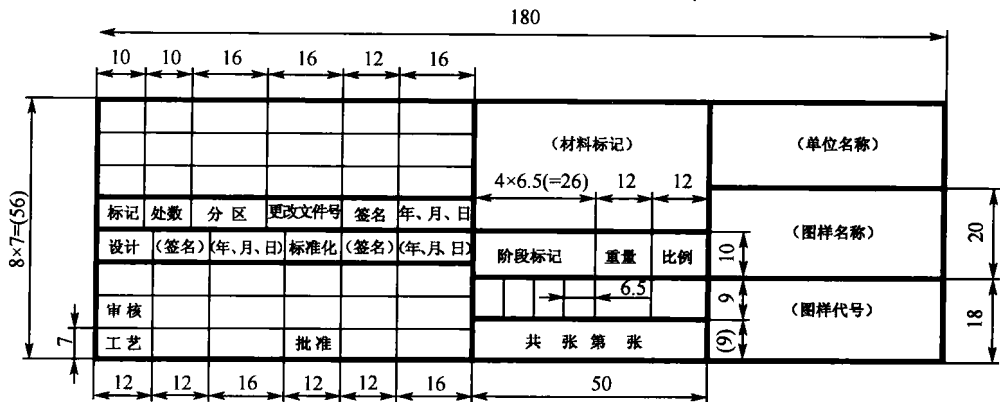


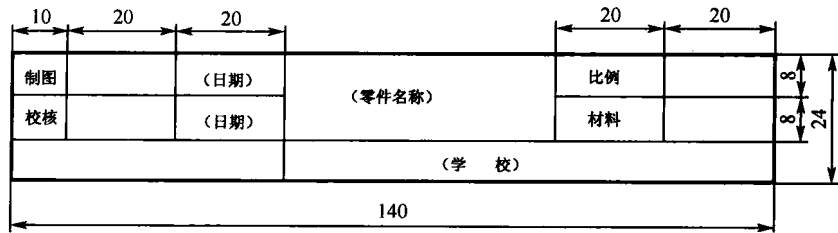
图 1.3 有对中符号的图框格式

2. 标题栏

每一张图样必须有标题栏。标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目。标题栏可提供图样自身、图样所表达的产品及图样管理的若干信息，是图样不可缺少的内容。通常标题栏一般位于图纸的右下角，如图1.2所示。标题栏中配置的方位，应使标题栏的文字方向和看图方向一致，也要与绘图时标注尺寸数字的方向一致。标题栏的格式由国家标准 GB/T10609.1—1989 规定，如图1.4(a)所示，学校制图作业中使用的标题栏可简化，建议采用1.4(b)即的格式。



(a) 国家标准规定的标题栏格式



(b) 学生用标题栏格式

图 1.4 标题栏的格式



1.1.2 比例

本节部分内容摘自 GB/T14690—1993。

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称为比例。国家标准规定绘制图样时一般采用表 1.2 (a) 中规定的比例。必要时, 也允许选用表 1.2 (b) 中的比例。

表 1.2 标准规定比例

(a)

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
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

(b)

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
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数

为了能从图样上得到实物大小的真实概念, 应尽量用原值比例, 即 1 : 1 的比例画图。当机件不宜采用 1 : 1 画时, 可采用图形画的比相应实物小, 称为缩小比例, 即 1 : n 比例, 也可采用图形画的比相应实物大, 称为放大比例, 即 n : 1。但无论缩小或放大, 在标注尺寸时, 必须标注机件的实际尺寸。每一张图样上均在标题栏的“比例”一栏填写比例。

1.1.3 字体

本节部分内容摘自 GB/T14691—1993。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到: 字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。如果在图样上字体很潦草, 不仅会影响图样的清晰和美观, 而且还会造成差错, 给生产带来麻烦和损失。

各种字体的大小要选择适当, 字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为: 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5.7mm、10mm、14mm、20mm。如果书写更大的字, 其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的号数。



1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋字体, 并应采用国家正式公布推行的简化汉字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋字体示例见图 1.5。

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织

3.5 号字

螺纹齿轮模数零件图粗糙度精度等级极限公差装配图表面热处理淬火热硬

图 1.5 长仿宋字体示例

2. 数字和字母

字母和数字可写成斜体和直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准成 75° 。书写数字和字母参见图 1.6。

数字斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P
Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p
q r s t u v w x y z

图 1.6 数字及字母示例