

三维机械制图 及画法示例

孙开元 杨甫勤 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

三维机械制图 及画法示例

孙开元 杨甫勤 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

三维机械制图及画法示例/孙开元, 杨甫勤主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-5025-8895-7

I. 三… II. ①孙…②杨… III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 061823 号

三维机械制图及画法示例

孙开元 杨甫勤 主编

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 项 激

责任校对: 王素芹

封面设计: 韩 飞

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 336 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8895-7

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着数字化设计与制造的发展,三维绘图软件日益普及,工程设计的方法和理念发生了变化,使得画图和读图的内涵也发生了变化,单纯的平面设计与表达已不能满足工程设计的需要。目前,大型企业已基本普及三维设计,中小型企业使用三维设计软件逐渐增多,企业对应聘者是否掌握三维设计技术也十分重视。因此,掌握三维设计技术是工程设计的需要;而掌握三维实体造型的方法和技巧又是三维设计的需要。本书依照高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》,结合现代工程设计对人才素质的要求,吸取多年来的教学经验,严格遵守最新制图国家标准的有关规定编写而成。

本书具有如下主要特点。

① 拓展了传统的制图内容 本书将计算机绘图知识、三维实体造型的方法和技巧以及最新国家标准融入到传统制图课程体系之中。

② 三维实体造型着重介绍方法和技巧 沿着循序渐进的制图课程体系,由浅入深地介绍三维实体的造型方法和技巧。其中介绍了基本形体的不同造型方法、截切与相贯的造型方法、组合体的造型方法和技巧、各种剖视体的造型方法和技巧、不同种类零件的造型方法和技巧、装配体的造型方法和技巧。

③ 重点介绍了标准件与常用件精确造型方法及过程 有些标准件与常用件,由于涉及的参数较多,工艺结构复杂,精确造型难度很高。本书在介绍标准件与常用件造型时,严格按照标准化参数进行造型。因此,创建的模型是标准化的模型,而非象形化的模型,这种造型方法,具有较大参考价值。

④ 适当地融入了计算机绘图知识 根据二维绘图和三维造型需要,在相关章节中适当地融入了计算机绘图的基本知识。

⑤ 采用了新标准、新图例 全书采用截至2006年3月的最新制图国家标准。在相关章节中,特别详细介绍了新规定、新画法,并配有新的图例,供读者参考。

⑥ 形式简洁,方便阅读 为方便读者参考,本书在理论上取其精华、简明扼要;在文字叙述上尽量做到从略从简,使之条文化或表格化。

本书由孙开元、杨甫勤主编,田广才、刘宁、白丽娜、刘文开副主编,参加本书编写的还有张晴峰、南竹芳、董宏国、张宝玉。

李长娜研究员任主审,对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

限于编者的水平,书中可能存在一些不妥之处,真诚地希望读者给予批评指正。

编 者

2006年7月

目 录

第 1 章 制图基本知识与技能	1
1.1 制图国家标准的基本规定	1
1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	4
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)	7
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)	8
1.2 手工绘图工具及其使用方法	13
1.2.1 使用绘图仪器绘图	13
1.2.2 徒手绘制草图	15
1.3 几何作图与圆弧连接	16
1.3.1 正多边形的画法	17
1.3.2 椭圆、斜度、锥度的画法	17
1.3.3 圆弧连接	18
1.4 绘制平面图形的方法和步骤	19
1.4.1 平面图形尺寸分析	19
1.4.2 平面图形的线段分析	20
1.4.3 平面图形的作图步骤	20
1.4.4 平面图形的尺寸标注	21
第 2 章 AutoCAD 的基本知识与基本操作	22
2.1 AutoCAD 绘图软件概述	22
2.2 AutoCAD 绘图软件的基本操作	22
2.2.1 AutoCAD 的启动与退出	22
2.2.2 AutoCAD 的用户界面	22
2.2.3 AutoCAD 环境参数的通用设置	32
2.2.4 AutoCAD 命令输入方法	32
2.2.5 AutoCAD 数据的输入方法	33
2.2.6 AutoCAD 对象选择方法	34
2.2.7 AutoCAD 中的坐标	34
2.3 AutoCAD 绘制平面图形操作流程	35

2.3.1 建立新图或打开旧图	35
2.3.2 建立绘图环境	35
2.3.3 绘图和修改	36
2.3.4 存储图形	37
2.4 绘制平面图形举例	37
2.4.1 作图环境设置	37
2.4.2 画棘轮轮齿	37
2.4.3 画键槽	39
2.5 参数化绘图的基本概念	40

第3章 基本立体 41

3.1 平面立体	41
3.1.1 平面立体的常见种类	41
3.1.2 平面立体三维实体造型	41
3.2 曲面立体	49
3.2.1 曲面立体的常见类型	49
3.2.2 曲面立体三维实体造型	50
3.3 投影原理	55
3.3.1 投影和投影法	55
3.3.2 正投影特性	56
3.3.3 三面投影图	56
3.4 立体的投影	59
3.4.1 平面立体的投影	59
3.4.2 曲面立体的投影	61

第4章 立体的截切和相贯 64

4.1 平面立体截切	64
4.1.1 被截切的平面立体三维实体造型	64
4.1.2 被截切的平面立体的投影	67
4.2 曲面立体截切	68
4.2.1 被截切的曲面立体三维实体造型	68
4.2.2 被截切的曲面立体的投影	70
4.3 曲面立体相贯	71
4.3.1 圆柱与圆柱相贯	71
4.3.2 圆柱与圆锥相贯	74

第5章 组合体 78

5.1 组合体的结构	78
5.1.1 组合体的组成方式	78

5.1.2	组合体相邻基本立体间的表面连接关系	78
5.1.3	组合体的结构分析	79
5.2	组合体三维实体造型	80
5.2.1	运用布尔运算进行组合体造型的设计思路	80
5.2.2	造型步骤	80
5.3	组合体视图的画法	81
5.3.1	组合体的形体分析	81
5.3.2	选择组合体的主视图	82
5.3.3	画组合体视图的步骤	83
5.4	读组合体视图	84
5.4.1	读组合体视图的基本知识	84
5.4.2	读组合体视图的方法与步骤	86
5.4.3	补画第三视图及补画视图中的漏线	88
5.5	组合体的尺寸标注	89
5.5.1	基本形体的尺寸注法	89
5.5.2	组合体的尺寸注法	91
5.6	AutoCAD 的尺寸标注	92
5.6.1	尺寸标注基本知识	92
5.6.2	尺寸标注格式的设置	92
5.6.3	线性尺寸的标注	94
5.6.4	半径、直径尺寸标注	95
5.6.5	角度尺寸的标注	96
5.6.6	尺寸连注与基线标注	97
5.6.7	尺寸编辑	99
第 6 章	图样画法	102
6.1	视图 (GB/T 17451—1998, GB/T 4458.1—2002)	102
6.1.1	基本视图	102
6.1.2	向视图	102
6.1.3	局部视图	103
6.1.4	斜视图	103
6.2	剖视图 (GB/T 17452—1998, GB/T 4458.6—2002)	105
6.2.1	剖视图的基本概念和剖视图的画法	105
6.2.2	剖切面	108
6.2.3	剖视图的分类	111
6.2.4	物体剖切后的实体建模	113
6.3	断面图 (GB/T 17452—1998, GB/T 4458.6—2002)	116
6.3.1	断面图的概念	116
6.3.2	断面图的分类及画法	116

6.3.3	剖切位置与断面图的标注	119
6.3.4	生成实体断面	119
6.4	规定画法和简化画法 (GB/T 16675.1—1996, GB/T 4458.1—1984)	120
6.4.1	局部放大图	121
6.4.2	剖视图和断面图的规定画法	121
6.4.3	重复性结构的画法	122
6.4.4	按圆周分布的孔的画法	123
6.4.5	网状物及滚花表面的画法	123
6.4.6	断裂的画法	123
6.4.7	一些细部结构的画法	124
6.5	第三角画法简介 (GB/T 14692—1993)	125
6.5.1	空间的四个分角	125
6.5.2	第三角画法六个基本视图的形成及其配置	126
6.5.3	第三角画法与第一角画法比较	126
6.5.4	第三角画法的标志	127
第7章	零件图	128
7.1	典型零件三维实体造型	128
7.1.1	轴套类零件三维实体造型	128
7.1.2	盘盖类零件三维实体造型	130
7.1.3	叉架类零件三维实体造型	132
7.1.4	箱体类零件三维实体造型	135
7.2	零件图的概念、作用及内容	139
7.2.1	零件图的概念及其作用	139
7.2.2	零件图的内容	139
7.3	零件表达方案的选择和尺寸标注	140
7.3.1	零件表达方案的选择	140
7.3.2	零件图的尺寸标注	143
7.4	零件图上的技术要求	146
7.4.1	公差与配合 (GB/T 4458.5—2003)	147
7.4.2	形状和位置公差 (GB/T 1182—1996)	151
7.4.3	表面粗糙度 (GB/T 131—1993)	154
7.4.4	零件常用的热处理和表面处理	157
7.5	常见的零件结构及其画法	157
7.5.1	铸件的合理结构及其画法	157
7.5.2	凹槽、凹坑和凸台的合理结构及其画法	157
7.5.3	机械加工的合理工艺结构及其画法	157
7.6	读零件图	159
7.6.1	读零件图的要求	159

7.6.2	读零件图的方法步骤	159
7.6.3	举例识读零件图	160
第8章	标准件与常用件	162
8.1	螺纹及螺纹紧固件 (GB/T 4459.1—1995)	162
8.1.1	螺纹	162
8.1.2	螺纹紧固件及其连接	166
8.1.3	螺纹和螺纹紧固件的三维实体造型	170
8.2	键及其连接	180
8.2.1	键的作用	180
8.2.2	键的形式、标记和连接画法	180
8.2.3	轴和轮毂上键槽的画法和尺寸标注	181
8.2.4	花键	181
8.2.5	键的实体造型	183
8.3	销及其连接	185
8.3.1	销的作用	186
8.3.2	销的种类、标记及连接画法	186
8.3.3	销的实体造型	186
8.4	齿轮 (GB/T 4459.2—2003)	188
8.4.1	齿轮的种类	189
8.4.2	圆柱齿轮	189
8.4.3	锥齿轮	191
8.4.4	齿轮的三维实体造型	193
8.5	弹簧 (GB/T 4459.4—2003)	196
8.5.1	弹簧的作用及种类	196
8.5.2	螺旋弹簧	197
8.5.3	弹簧的实体造型	199
8.6	滚动轴承 (GB/T 4459.7—1998)	201
8.6.1	滚动轴承的结构、分类和代号	202
8.6.2	滚动轴承标记	202
8.6.3	滚动轴承的画法	203
8.6.4	装配图中滚动轴承画法图例	207
8.6.5	滚动轴承的三维实体造型	207
第9章	装配图	209
9.1	装配体的三维实体造型	209
9.1.1	齿轮油泵各零部件的三维造型	209
9.1.2	组装齿轮油泵	210
9.2	装配图的画法	211

9.2.1	装配图的作用与内容	211
9.2.2	装配图的表达方法	212
9.2.3	装配图上的尺寸和技术要求	215
9.2.4	装配图上零（部）件的编号、明细栏	216
9.2.5	装配结构的合理性	216
9.3	读装配图	218
9.3.1	读装配图要了解的内容	218
9.3.2	读装配图的方法和步骤	218
参考文献		221
欢迎订阅机械设计图书		222

第 1 章 制图基本知识与技能

1.1 制图国家标准的基本规定

图样是重要的技术文件，是用来指导生产和技术交流的语言。因此，必须对图样画法、尺寸注法等做统一规定，来规范这个“工程语言”。“ISO”是国际上统一制定的标准，我国也相应制定了与国际标准相统一的国家标准“GB”。本节摘要介绍国标《技术制图》与《机械制图》中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线等内容，其余内容将在以后有关章节中摘要介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

（1）图纸的基本幅面

根据 GB/T 14689—1993《技术制图 图纸幅面和格式》的规定，绘制技术图样时，优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，如图 1-1 粗实线所示。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸（第一选择） /mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

（2）图纸的加长幅面

必要时，也允许选用表 1-2 所规定的加长幅面，如图 1-1 中细实线所示。表 1-2 所列幅面为第二选择幅面。

表 1-2 图纸加长幅面尺寸（第二选择） /mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 $B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

还允许选择表 1-3 所规定的加长幅面，如图 1-1 中虚线所示。表 1-3 所列幅面为第三选择幅面。

表 1-3 图纸加长幅面尺寸（第三选择） /mm

幅面代号	A0×2	A0×3	A1×3	A1×4	A2×3
尺寸 $B \times L$	1189×1682	1189×2523	841×1783	841×2378	594×1261
幅面代号	A2×4	A2×5	A3×5	A3×6	A3×7
尺寸 $B \times L$	594×1682	594×2102	420×1486	420×1783	420×2080
幅面代号	A4×6	A4×7	A4×8	A4×9	
尺寸 $B \times L$	297×1261	297×1471	297×1682	297×1892	

表 1-2 和表 1-3 所列的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增后得出的。

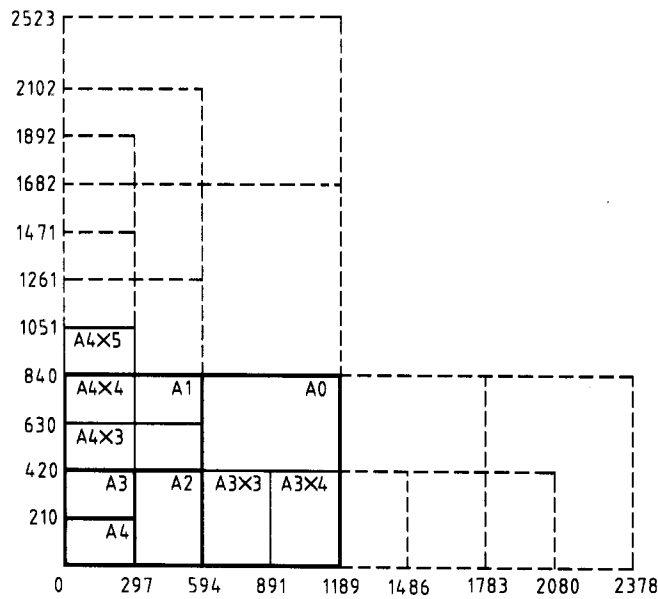


图 1-1 图纸的幅面

(3) 图框格式及标题栏位置

① 图框格式 图框格式分为不留装订边和留装订边两种。同一种产品采用同一种图框格式。图框线用粗实线绘制。

不留装订边的图框格式如图 1-2 所示，尺寸规定见表 1-4。

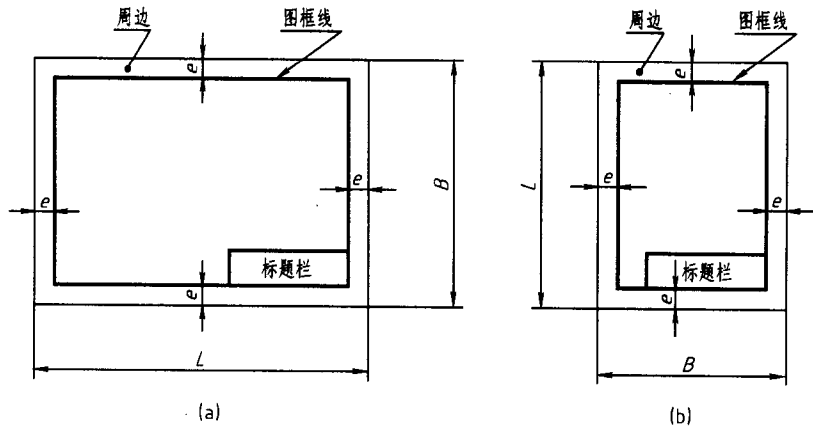


图 1-2 不留装订边

留有装订边的图框格式如图 1-3 所示，尺寸规定见表 1-4。

表 1-4 图框尺寸					/mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

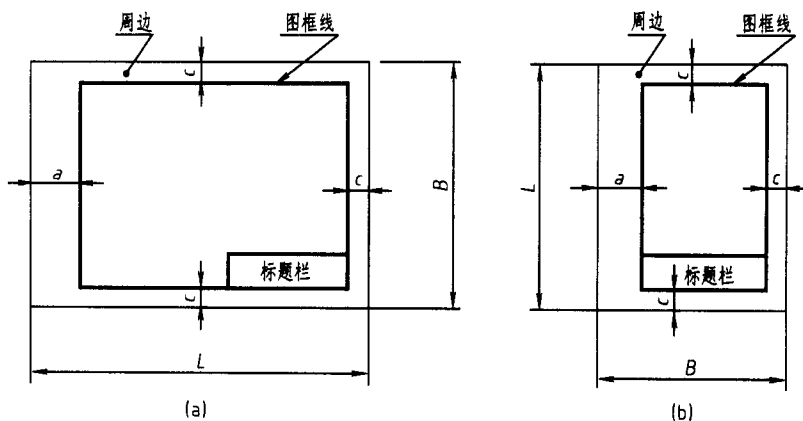


图 1-3 留装订边

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框，按 A1 的图框尺寸绘制；例如 A3×4 的图框，按 A2 的图框尺寸绘制。

② 标题栏位置 每张图纸上都必须绘制标题栏。标题栏位于图纸的右下角。标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—1989 的规定绘制。当标题栏的长边为水平方向，并且与图纸长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-2 (a) 及图 1-3 (a) 均为 X 型图纸。当标题栏长边与图纸长边垂直时，构成 Y 型图纸，如图 1-2 (b) 及图 1-3 (b) 均为 Y 型图纸。上述两种情况，看图的方向与看标题栏方向一致。必要时，也可按图 1-4 所示的方式配置标题栏。

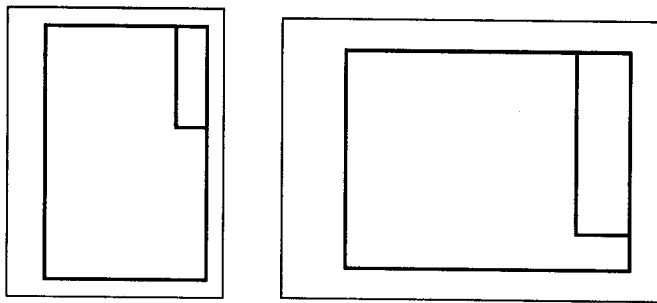


图 1-4 标题栏配置的另一种形式

(4) 标题栏及明细栏

① 标题栏 (GB 10609.1—1989) 每张技术图样中均应画出标题栏。而且其位置配置、线型、字体等都要遵守相应的国家标准。标题栏中日期“年 月 日”应按照 GB 2808—1981《全数字式日期表示法》的规定填写。形式有三种，如“20050328”、“2005-03-28”及“2005 03 28”，可任选一种形式填写。

标题栏一般由更改区、签字区、名称及代号区、其他区四个区组成，也可按实际需要增加或减少。标题栏的线型、尺寸及格式应按 GB 10609.1—1989《技术制图 标题栏》的规定绘制，如图 1-5 所示。

② 明细栏 (GB 10609.2—1989) GB 10609.2—1989《技术制图 明细栏》规定了技术图样中明细栏的画法和填写要求。明细栏一般由序号、代号、名称、数量、材料、质

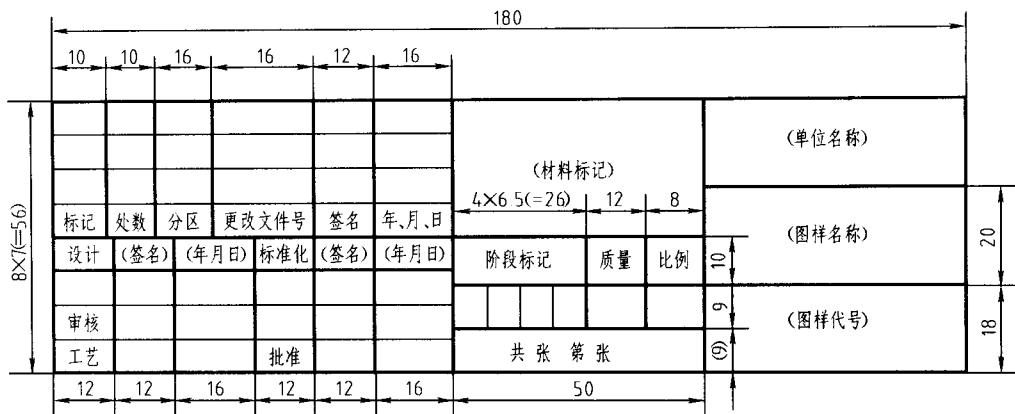


图 1-5 标题栏的线型、格式及尺寸

量（单件、总计）、分区、备注等组成，可以根据需要增加或减少内容。明细栏的画法如图 1-6 所示。

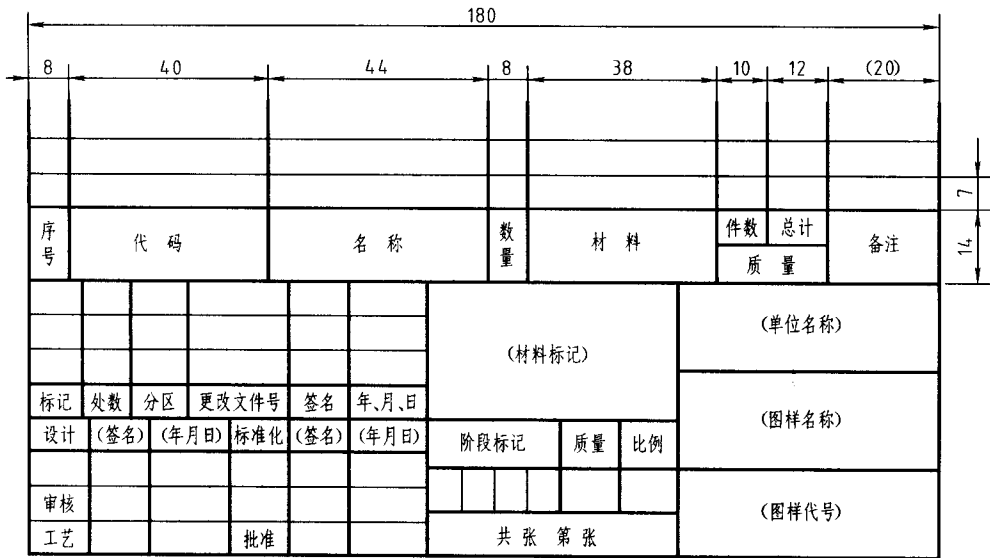


图 1-6 明细栏的格式（参考画法）

1.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。GB/T 14690—1993《技术制图 比例》规定了技术图样的比例种类和系数、比例的填写和标注要求。

绘制技术图样时，一般应在表 1-5 规定的系列中选取适当比例。必要时，也允许选取表 1-6 规定的比例。

表 1-5 一般选用的比例

种 类	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
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 1-6 允许选用的比例

种 类	比 例									
放大比例	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 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

一般情况下,比例应填写在标题栏中的比例栏内。当某个视图采用不同于标题栏的比例时,可在视图名称的下方注出比例,如图 1-7 所示,或在视图名称的右侧注出比例,例如:

$$\frac{I}{2:1}, \frac{A}{1:100}, \frac{B-B}{5:1}, \frac{\text{平面图}}{1:100}$$

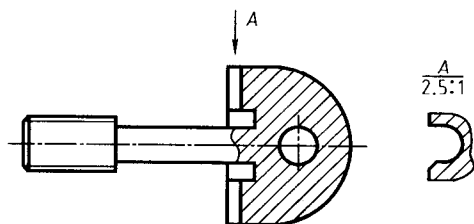


图 1-7 单个视图的比例标注

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了技术图样中字体的大小和书写要求等,在标准中还列举了各种字例。

(1) 基本要求

书写字体必须做到: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:1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm 共 8 种。字体的高度称为字体的号数,如 2.5 号字是指字体的高度为 2.5mm。若需要书写大于 20 号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的倍数递增。

(2) 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体字,如图 1-8 所示,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

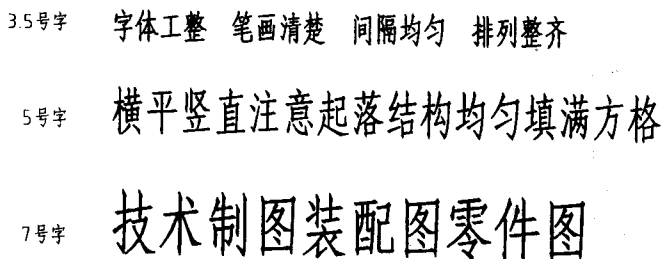


图 1-8 长仿宋汉字字例

(3) 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型,在同一张图样上,只允许选用一种类型的字体。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 $1/10$ 。

字母和数字的书写示例如图 1-9~图 1-13 所示。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。



(a) 斜体



(b) 直体

图 1-9 阿拉伯数字字例



图 1-10 罗马数字



图 1-11 拉丁字母

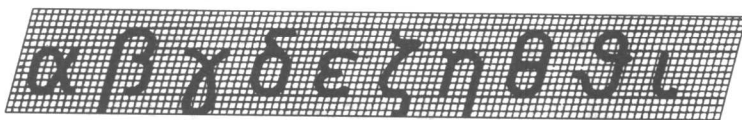


图 1-12 希腊字母

3.5号字体

ISO 2005 Part 5 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 10^3 1:2000 58kg

5号字体

GB/T 14691—1993 $m=14$ $z=28$ 55° $\frac{3}{4}$

7号字体

HT200 20Mn $\phi 50 \frac{H9}{f8}$ $\phi 50h6$

10号字体

R30 T_d $\delta 2$ M36x2

图 1-13 字体书写综合示例

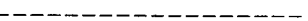
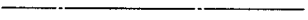
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定了图样中图线的线型、尺寸和画法。GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》更全面、详细地规定了各种线型的应用，并列举了应用示例。

(1) 线型

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型，以及多种基本线型的变形和图线的组合。表 1-7 中列出了技术制图常用的四种基本线型、一种基本线型的变形（波浪线）和一种图线组合（双折线）。

表 1-7 线型

类 型	代码 No.	名 称		线 型
基本线型	01.2	实线	粗实线	
	01.1		细实线	
	02.1	虚线		
	04.1	点划线	细点划线	
	04.2		粗点划线	
	05.1	双点划线		
基本线型的变形	01.1	波浪线		
图线的组合	01.1	双折线		

(2) 图线的尺寸

所有线型的宽度（ d ）应按图样的类型和尺寸在下列系数中选择 [该系数的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)]：0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。宽度组别见表 1-8。