

高等学校教材

gaodengxuexiaojiaocai

画法几何及机械制图

周良德主编
湖南科学技术出版社

HUAFAJIHEJI
JIXIEZHITU

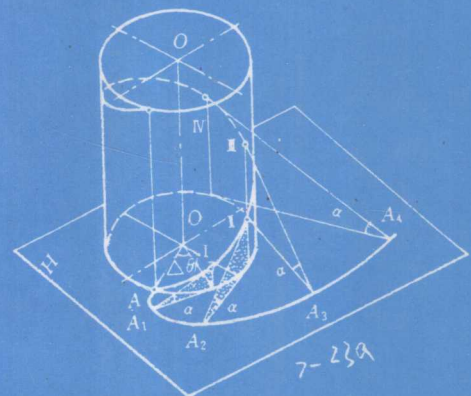
HUAFAJIHEJIXIEZHITU
HUAFAJIHEJIXIEZHITU

HUAFAJIHE
JIXIEZHITU

HUAFAJIHEJI
JIXIEZHITU

HUAFAJIHEJI
JIXIEZHITU

HUAFAJIHEJIXIEZHITU
HUAFAJIHEJIXIEZHITU



HUAFAJIHEJIXIEZHITU

高等学校教材

画法几何及机械制图

周良德 朱泗芳 邱丽萍 编 著
李天宝 杨 坚

江苏工业学院图书馆
藏书章

湖南科学技术出版社

高等学校教材

画法几何及机械制图

主 编：周良德

责任编辑：何信媛 余汝

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路3号

印 刷：长沙政院印刷厂

（印装质量问题请直接与本厂联系）

厂 址：长沙市黄土岭正街2号

邮 码：410074

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1995年8月第1版第1次

开 本：787×1092毫米 1/16

印 张：28.75

字 数：720000

印 数：1—5100

ISBN 7—5357—1786—1/TH·51

定 价：24.00元

湘新登字 004 号

序

画法几何及机械制图是机械类专业的一门必修的技术基础课。目前,由于工程技术的飞速发展,教材的内容和知识结构也必须随之改进和更新。本教材就是根据这个目的而编撰的,它具有下面一些独特之处。

首先在内容编排上,将画法几何与机械制图有机地融合为一体,使理论与实践能够紧密地结合起来,这样可使学生不致于学过制图后,还不知道用到哪些画法几何的理论知识。

其次,它加强了对“形数结合”的描述。即在一些主要的图示、图解法的基础上配合了一些解析表达式。这样不仅有利于学生逻辑思维和形象思维的培养,而且还有益于建立图形的数学模型,从而可以适应计算机绘图发展的需要。

此外,它增加了构形设计的内容,要求学生构思出满足某些条件的形体。这样可使学生想象的空间更加开阔,从而加强学生的空间形象思维能力、想象能力和创造能力。

最后,它还增加了“透视投影”,以便适应随着计算机绘图的发展,机械行业中使用透视图的增长趋势。

本教材内容精当,叙述流畅、结构紧凑、特色鲜明,是教材改革中开放出的一朵奇葩,应用于教学中一定会结出累累硕果。欣喜之余,爰撮数语,以为序。

1994年11月23日

于湘潭大学

前 言

当今世界正处在一个改革开放,高科技迅猛发展的时代。教学改革如何适应这一形势、这是摆在我们面前的重大课题。

教学改革的关键在于教材的改革,而教材改革必须立足于 21 世纪,立足于培养创造型开拓型人才,立足于高速发展的工程技术,特别是计算机技术。因此,改革教材内容,更新知识结构,提高课程起点,加强能力的培养已是刻不容缓的大事。为此,湘潭大学、中南工业大学、湖南大学、中南工学院,株洲工学院、湘潭机电专科学校等院校联合编著了这套“画法几何及机械制图”教材。

本教材是以国家“高等学校工科画法几何及工程制图课程教学指导委员会”1993 年 11 月提出的各类课程教学基本要求(机械类专业适用)为主要依据,以“两会”——1993 年第九次全国图学教育学术研讨会和 1993 年全国工程图学外国教材研究成果交流会的精神为指导,并积作者几十年的图学教学经验及其科研成果编著而成。

投影法和读图、绘图(包括计算机绘图)技能是工程图学课程的精髓。本教材以这三大核心内容为基本框架、在此基础上适当拓宽教材内容,加深有关理论,引用新的科技成果。并在编排方法及内容的处理等方面都进行了一系列的改革和探讨,尽量使本教材真正具有科学性,先进性和广泛的适应性。

本教材的主要特色是:

1. 在内容编排上将画法几何与机械制图有机结合融为一体,使投影理论与制图实践紧密结合起来。

2. 将轴测图与投影图(视图)同步进行编排,轴测图贯穿全书。这样有利于学生尽早建立空间概念,搞清投影与空间的对应关系,加强学生的空间想象能力,提高教与学的效果。

3. 增加解析方面的内容,使得部分图示与解析结合起来,加强对“形数结合”的描述。这样不仅有利于学生的逻辑思维和形象思维的培养,而且能直接提供建立图形的数学模型,为计算机绘图打下一定的理论基础。

4. 增加“构形设计”的内容。这样有利于培养学生的空间构思能力和创造能力。有利于开发学生的智力。

5. 增加“透视投影”。以适应随着计算机绘图技术的发展,机械行业中使用透视图的这一增长趋势。透视图作为艺术造型设计的一种表现技法而被广泛应用。

6. 充实和加强曲线曲面的内容,目的在于为曲线曲面造型设计及计算机生成和处理曲线曲面奠定基础。

7. 加重计算机绘图的内容,将计算机辅助设计与绘图单独成册。

参加本书编著的是湘潭大学周良德(绪论、第三、四、七、八、九、十章及附录),中南工业大学朱泗芳(第一、六、十二、十六章),株洲工学院邱丽萍(第五、十四章),中南工学院李天宝(第二、十五章,并与周良德合编第十一章),湘潭大学杨坚与周良德合编第十三

章。全书由周良德统一整理定稿。书中插图由湘潭大学谢鸿燕绘制。

本书由全国图学界著名的理论图学专家、湘潭大学龙泽斌教授主审并作序。在此特表示衷心的感谢!

在编写过程中得到了湘潭大学、中南工业大学、株洲工学院、中南工学院等校教务处的鼎力相助,在此一一致谢!

由于作者水平有限,成书时间仓促,书中缺点和错误在所难免,请读者及图学界的同仁批评指正。

编 者

1995年2月

目 录

绪 论	1
第一章 制图的基本知识与技能	2
§ 1—1 国家标准《技术制图》《机械制图》的一般规定	2
§ 1—2 绘图工具、仪器及其使用	14
§ 1—3 几何作图	18
§ 1—4 平面图形的分析与画图步骤	27
§ 1—5 绘图的一般方法和步骤	29
§ 1—6 图样的复制	33
§ 1—7 平面图形的构形设计	33
第二章 投影法和物体的三视图	37
§ 2—1 投影法的基本概念	37
§ 2—2 工程上常用的投影图概述	39
§ 2—3 三视图及其投影规律	40
§ 2—4 常见基本形体的三视图	43
§ 2—5 物体三视图草图的画法	44
第三章 点、直线、平面和平面立体的投影	46
§ 3—1 点在两面体系中的投影	46
§ 3—2 点在三面体系中的投影	47
§ 3—3 直线的投影	50
§ 3—4 直线上的点	52
§ 3—5 一般位置线段的实长及对投影面的倾角	54
§ 3—6 两直线的相对位置	56
§ 3—7 直角的投影	59
§ 3—8 关于角度正投影的解析方法	61
§ 3—9 轴测图和轴测草图的基本知识及其画法	62
§ 3—10 平面的投影	67
§ 3—11 平面上的点和直线	72
§ 3—12 平面立体	75
§ 3—13 平面立体的轴测图及其草图的画法	78
第四章 直线与平面, 平面与平面的相对位置	81
§ 4—1 平行问题	81
§ 4—2 相交问题	82
§ 4—3 垂直问题	86

§ 4—4 距离和角度的度量	89
§ 4—5 综合性问题解题方法	93
第五章 投影变换及图算图解	96
§ 5—1 投影变换的目的与方法	96
§ 5—2 换面法	98
§ 5—3 旋转法——绕投影面垂直轴旋转	106
§ 5—4 旋转法——绕投影面平行轴旋转	110
§ 5—5 应用举例	112
§ 5—6 斜投影法	116
第六章 曲线	119
§ 6—1 曲线的基本概念、投影及其性质	119
§ 6—2 工程上常用的曲线	121
§ 6—3 曲线的拟合	127
第七章 曲面	131
§ 7—1 曲面的概述	131
§ 7—2 回转面	132
§ 7—3 直纹面	137
§ 7—4 螺旋面	142
§ 7—5 曲纹曲面	145
§ 7—6 曲面的骨架给定法	146
§ 7—7 曲面的切平面	148
§ 7—8 曲面立体的轴测图	150
第八章 平面、直线与立体相交、展开	158
§ 8—1 平面与立体相交、展开概述	158
§ 8—2 平面与平面立体相交、展开	160
§ 8—3 平面与曲面立体相交、展开	164
§ 8—4 直线与立体相交	171
§ 8—5 平面与曲面相交的解析方法	174
第九章 立体表面相交	179
§ 9—1 平面立体与曲面立体相交	179
§ 9—2 两曲面立体相交	180
§ 9—3 辅助平面法求相贯线	181
§ 9—4 辅助球面法求相贯线	187
§ 9—5 用解析法求两曲面的相贯线	189
§ 9—6 相贯线的特殊情况及影响相贯线形状的因素	194
第十章 组合体及其构形设计	199
§ 10—1 组合体及其形体分析法	199
§ 10—2 画组合体视图	202
§ 10—3 组合体的尺寸标注	205
§ 10—4 看组合体视图	212

§ 10—5	组合体的轴测图及其草图的画法举例	219
§ 10—6	组合体的构形设计	220
第十一章	机件的常用表达方法	229
§ 11—1	视图	229
§ 11—2	剖视图	233
§ 11—3	剖面图	243
§ 11—4	其他表达方法	245
§ 11—5	表达方法的综合应用举例	250
§ 11—6	轴测剖视图的画法	254
§ 11—7	第三角投影简介	256
第十二章	标准件、常用件及焊接	259
§ 12—1	螺纹的规定画法和标注	259
§ 12—2	螺纹紧固件的规定画法和标注	266
§ 12—3	键和销	271
§ 12—4	滚动轴承	275
§ 12—5	弹簧	277
§ 12—6	齿轮	280
§ 12—7	焊接	292
第十三章	零件图	299
§ 13—1	零件图的内容	299
§ 13—2	零件图的视图选择及其表达方法	300
§ 13—3	零件图的尺寸标注	307
§ 13—4	零件图上常见的工艺结构及尺寸标注	314
§ 13—5	零件图的技术要求	319
§ 13—6	公差与配合和形位公差	325
§ 13—7	看零件图的方法和步骤	333
§ 13—8	典型零件图例分析	337
第十四章	装配图	346
§ 14—1	装配图的作用和内容	346
§ 14—2	装配图的表达方法	346
§ 14—3	装配图的视图选择	350
§ 14—4	装配图的尺寸标注, 明细栏和零件编号	356
§ 14—5	装配结构的合理性	358
§ 14—6	部件测绘和装配图的画法	361
§ 14—7	看装配图和由装配图拆画零件图	370
§ 14—8	轴测装配图及轴测分解图简介	374
第十五章	房屋建筑图	377
§ 15—1	房屋建筑图概述	377
§ 15—2	房屋建筑图的有关规定	380
§ 15—3	工业厂房建筑图的阅读	387

§ 15—4 结构施工图的阅读	391
第十六章 透视投影	396
§ 16—1 透视的基本知识	396
§ 16—2 点的透视	397
§ 16—3 直线的透视	398
§ 16—4 平面的透视	401
§ 16—5 透视图的画法	403
§ 16—6 透视图的分类	405
§ 16—7 视点、画面和建筑物间相对位置的处理	407
附 录	410
一、螺纹	410
二、零件常见工艺结构和标准要素	415
三、常用的标准件	417
四、公差与配合	434
五、常用材料及热处理	448

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

《画法几何及机械制图》是高等工科院校培养高级工程技术人才的一门必修的技术基础课。它是一门研究解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论与方法的课程。由于生产和科学研究对计算机图形技术提出了更加迫切的要求，本课程正成为掌握这类新技术的一个重要基础。

在现代工业生产中，无论是设计和制造各种机器、设备、仪器仪表，还是各项建筑工程都离不开工程图样。设计者通过图样表达设计对象，制造者通过图样制造出符合设计要求的产物来。因此，工程图样是工程技术部门的一项重要的技术文件；是表达和交流技术思想的重要工具；它被喻为工程界的“技术语言”。

本课程的主要任务是：

1. 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
2. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养空间几何问题的图解能力。
4. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
5. 培养利用计算机生成图形的初步能力。

此外，在教学过程中还必须有意识地培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力，创造能力和构形表达能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

学习方法应根据所学课程内容及其具体特点来确定。

本课程是一门既有系统理论又有实践的课。其最大特点就是一个“图”字。因此，在学习时应紧紧抓住这个“图”字不放，对“图”进行认真的分析研究。搞清楚图的来历及其空间几何关系，分析图与空间问题的对应关系，以及由图想象出空间的东西来。

在学习过程中，应特别注重空间几何关系的分析和空间问题与平面图形间的对应关系。在课堂上要特别注意教师对这些问题的透彻分析；作笔记时应以图为主，辅以适当的文字说明；课后应及时复习，要理论联系实践，多画，多看，多想，要画与看相结合，图与物相结合。只有这样不断地由物画图或由图想物，即多次地“从空间到平面，再由平面返回到空间”的反复思维和分析研究的过程，才能真正掌握所学的知识，这就是学习本课程最有效的学习方法。

第一章 制图的基本知识与技能

§ 1—1 国家标准《技术制图》《机械制图》的一般规定

机械图样是机器制造过程中的主要依据，绘制时必须严格遵守国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定。下面摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线及其画法、尺寸标注等。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—93)

(1) 绘制技术图样时，应优先选用表 1—1 中规定的基本幅面。

表 1—1 基本幅面 单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
<i>e</i>	20		10		
<i>c</i>	10			5	
<i>a</i>	25				

(2) 必要时也允许选用表 1—2 中的加长幅面。

表 1—2 加长幅面 (一) mm

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

(3) 不留装订边的图样，其图框格式如图 1—1 所示，尺寸按表 1—1 中的规定。

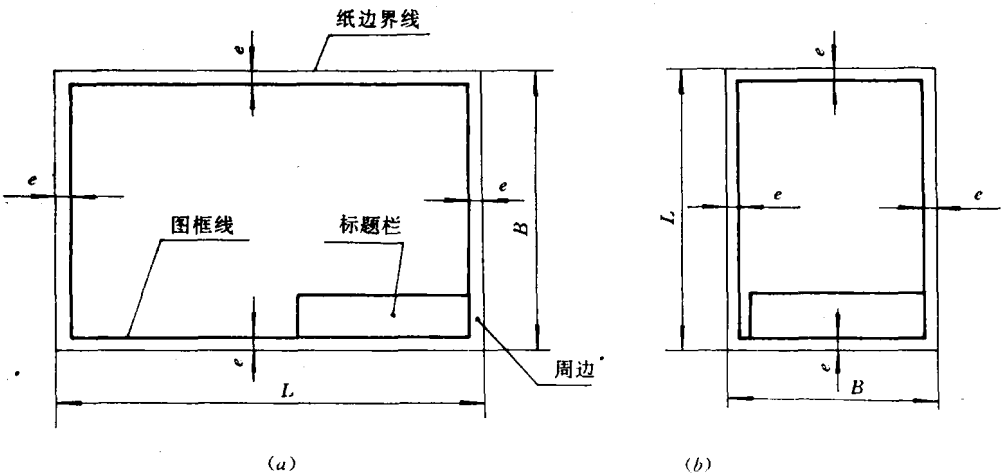


图 1—1 不留装订边的图框格式

(4) 需要装订的图样，其图框格式如图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

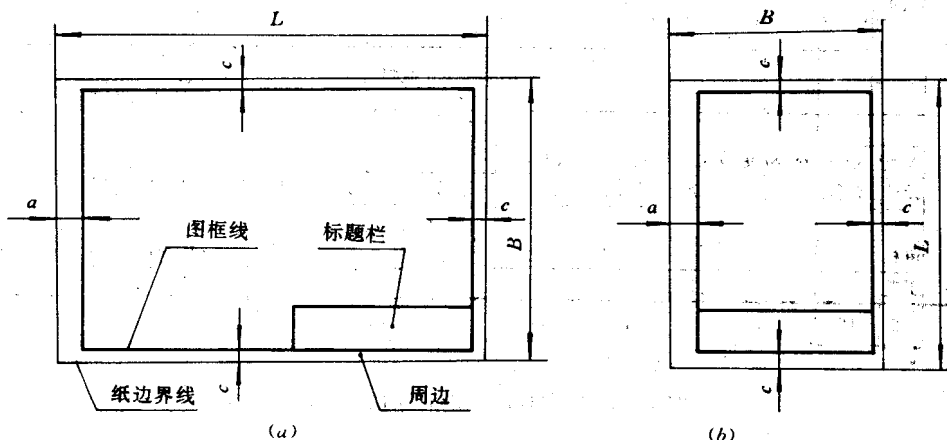


图 1-2 留装订边的图框格式

(5) 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。

(6) 标题栏 (GB10609.1-89)

图纸右下角必须画出标题栏。标题栏长边与图纸长边平行时，构成 X 型图纸如图 1-1 (a) 和图 1-2 (a)。标题栏长边与图纸长边垂直时，构成 Y 型图纸如图 1-1 (b) 和图 1-2 (b)。此时，看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印刷好的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置来使用，如图 1-3 (a)；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置来使用如图 1-3 (b)。此时，标题栏的位置必须在图

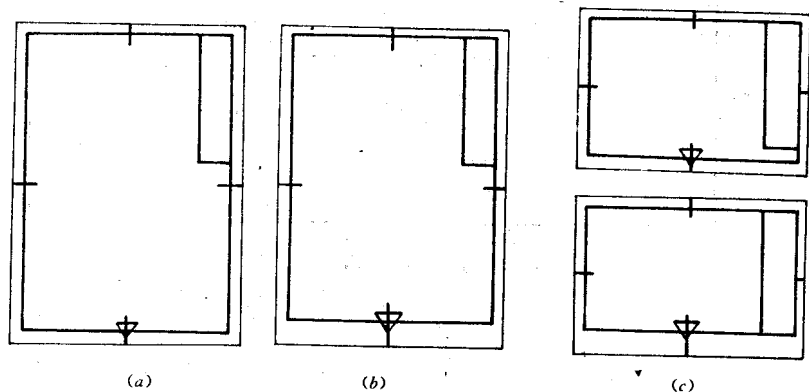


图 1-3 图纸的另一种配置形式

纸的右上角，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸下边对中符号处画出方向符号 (图 1-3)。对中符号是用粗实线在图纸各边长的中点处绘制，长度从纸边界线画起，伸入图框内约 5mm。方向符号是用细实线绘制的等边三角形 (图 1-4)。

标题栏的格式及尺寸如图 1-5 所示。

(7) 明细栏 (GB/T10609.2-89)

装配图中一般应有明细栏，并且一般配置在标题栏的上方，按由下而上的顺序填写，其格数应根据需要而定，当由下而上延伸位置不够时，可紧靠在标题栏左边自下而上延续。

当装配图中不能在标题栏上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出，

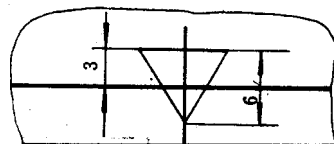


图 1-4 方向符号的画法

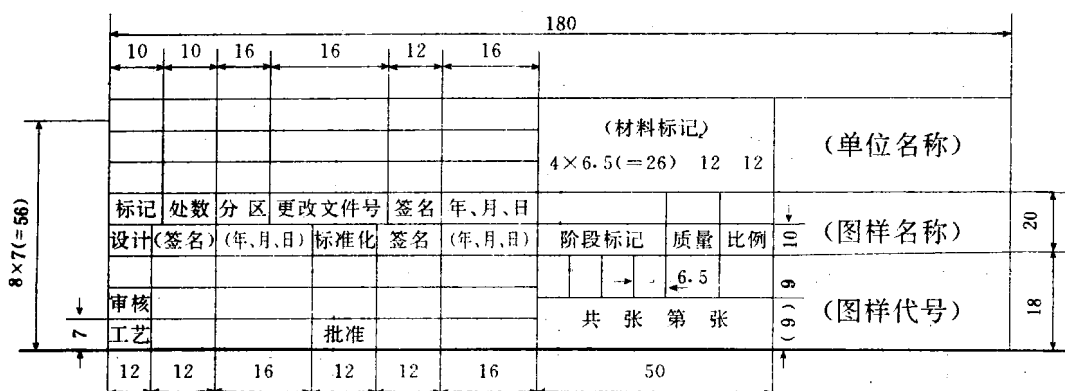


图 1—5 国家标准规定的标题栏格式

其顺序应是由上而下延伸，还可继续加页，但应在明细栏下方配置标题栏，并在标题栏中填写与装配图相一致的名称或代号。

明细栏各部分的尺寸和格式如图 1—6 与图 1—7 两种形式。

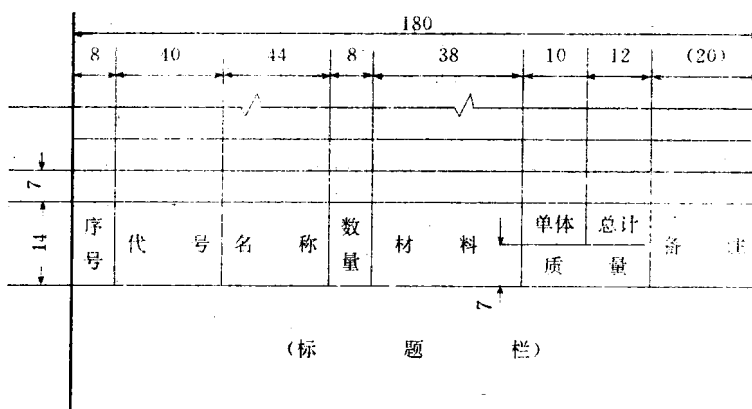


图 1—6 明细栏格式之一

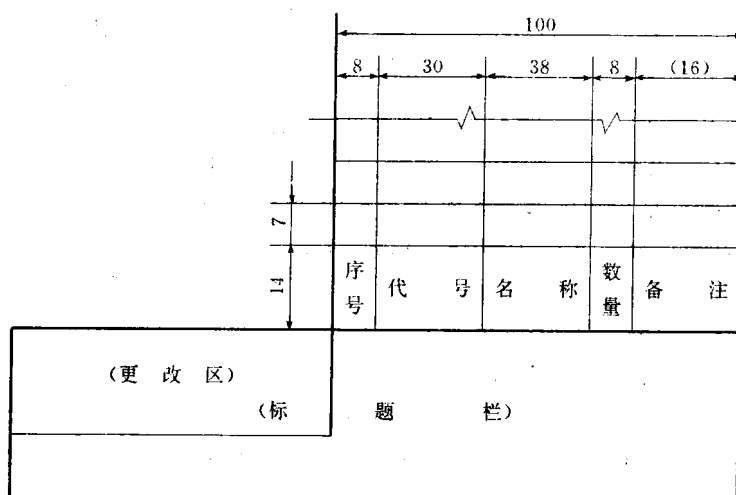


图 1—7 明细栏格式之二

二、比例 (GB/T14690—93)

(1) 绘制图样时所采用的比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。比值为1的比例称为原值比例；比值大于1的比例称为放大比例；比值小于1的比例称为缩小比例。

(2) 绘制图样时，一般应采用表1—3中规定的基本比例系列。

表1—3 基本比例

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

注：n 为正整数

(3) 必要时，也可采用表1—4中规定的比例。

表1—4 允许采用的比例

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

n 为整数

(4) 比例应标注在标题栏中的比例栏内，必要时也可注在该视图名称的下方或右侧，如：

$\frac{1}{2} : 1$ $\frac{A}{1} : 100$ 断面图 1 : 50 平面图 1 : 100

三、字体 (GB/T14691—93)

(1) 书写字体必须做到：字体工整、笔划清楚，排列整齐、间隔均匀。

(2) 字体的号数用字体的高度(h)表示；字体高度的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字，其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率延伸。

(3) 汉字应写成长仿宋体，且不应小于3.5号字，其字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。简化书写的汉字，必须遵守中华人民共和国国务院公布推行的《汉字简化方案》的有关规定。

(4) 字母和数字分A型和B型；A型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十四分之一。B型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十分之一。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体，常用的是斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成75°。

(6) 综合应用时，用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体；图中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其它符号、代号，应分别符合国家的有关法令和标准的规定。

长仿宋字的基本笔划的写法见表1—5。

表 1-5

长仿宋字的基本笔法

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔划及运笔法	尖点 	平横 	竖 	平撇 	斜捺 	平挑 	左折 	右折
	垂点 	斜横 	直撇 	斜挑 	平挑 	斜挑 	左曲勾 	右曲勾
	撇点 	斜横 	直撇 	斜挑 	平挑 	斜挑 	平勾 	竖弯勾
	上挑点 	斜横 	直撇 	斜挑 	平挑 	斜挑 	斜折 	双折

长仿宋字体示例如图 1-8 所示。

排列整齐字体端正笔划清楚间隔均匀

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

制图机械电子汽车航空土木建筑测绘

图 1-8 长仿宋字示例

斜体字母示例如图 1-9 所示。

A 型字体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
QRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
rstuvwxyz

B 型字体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
QRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
rstuvwxyz

图 1-9 斜体字母示例

斜体数字示例如图 1-10 所示。



图 1-10 斜体数字示例

斜体罗马数字示例如图 1-11 所示

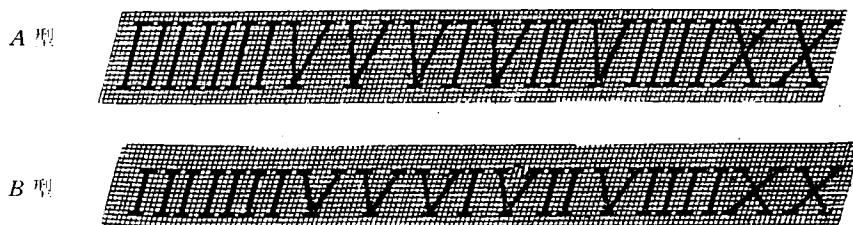


图 1-11 罗马数字示例

综合应用示例如图 1-12 所示

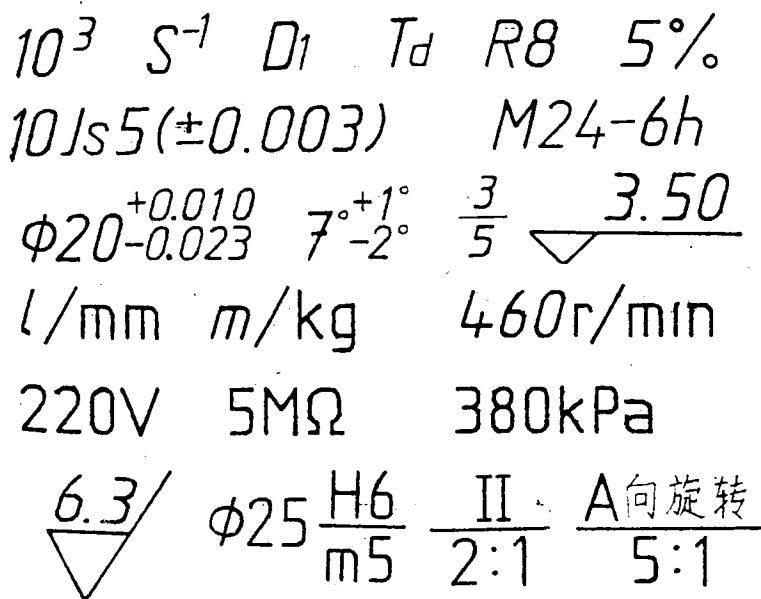


图 1-12 综合应用示例

四、图线及其画法 (GB4457.4-84)

(1) 绘制图样时, 应采用表 1-6 中规定的图线。其应用实例见图 1-13 所示。