



PUTONG GAODENG YUANXIAO
JIXIELEI SHIERWU GUIHUA XILIE JIAOCAI

普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材

机械制图

J I X I E Z H I T U

汪 勇 张玲玲 主 编

JIXIE
ZHITU



西南交通大学出版社
<http://press.swjtu.edu.cn>



PUTONG GAODENG YUANXIAO
JIXIELEI SHIERWU GUIHUA XILIE JIAOCAI
普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材

机械制图

J I X I E Z H I T U

汪 勇 张玲玲 主 编
梁 萍 主 审



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

内 容 简 介

本教材主要内容包括制图基础知识、画法几何、机械图样的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。书中的内容及教学方法较为新颖，在以往教学模式及内容的基础上有所突破。本教材可供高等院校机械类、近机类各专业本、专科生的教学使用，也可供成人教育、高职高专、技校培训选用。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图 / 汪勇主编；张玲玲主编. — 成都：西南交通大学出版社，2011.8
普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材
ISBN 978-7-5643-1262-6

I. ①机… II. ①汪… ②张… III. ①机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 137398 号

普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材

机 械 制 图

汪 勇 张玲玲 主编

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 蒋冬清

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸：185 mm × 260 mm 印张：22.75

字数：562 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1262-6

定价：39.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材
编审委员会名单

(按姓氏音序排列)

主 任	吴鹿鸣				
副主任	蔡 勇	蔡长韬	蔡慧林	董万福	冯 鉴
	侯勇俊	黄文权	李 军	李泽蓉	孙 未
	吴 斌	周光万	朱建公		
委 员	陈永强	党玉春	邓茂云	董仲良	范志勇
	龚迪琛	何 俊	蒋 刚	李宏穆	李玉萍
	廖映华	刘念聪	刘转华	陆兆峰	罗 红
	乔水明	秦小屿	邱亚玲	宋 琳	孙付春
	汪 勇	王海军	王顺花	王彦平	王 忠
	谢 敏	徐立新	应 琴	喻洪平	张 静
	张良栋	张玲玲	赵登峰	郑悦明	钟 良
	朱 江				

总 序

装备制造业是国民经济重要的支柱产业，随着国民经济的迅速发展，我国正由制造大国向制造强国转变。为了适应现代先进制造技术和现代设计理论和方法的发展，需要培养高素质复合型人才。近年来，各高校对机械类专业进行了卓有成效的教育教学改革，和过去相比，在教学理念、专业建设、课程设置、教学内容、教学手段和教学方法上，都发生了重大变化。

为了反映目前的教育教学改革成果，切实为高校的教育教学服务，西南交通大学出版社联合众多西部高校，共同编写系列适用教材，推出了这套“普通高等院校机械类‘十二五’规划系列教材”。

本系列教材体现“夯实基础，拓宽前沿”的主导思想。要求重视基础知识，保持知识体系的必要完整性，同时，适度拓宽前沿，将反映行业进步的新理论、新技术融入其中。在编写上，体现三个鲜明特色：首先，要回归工程，从工程实际出发，培养学生的工程能力和创新能力；其次，具有实用性，所选取的内容在实际工作中学有所用；再次，教材要贴近学生，面向学生，在形式上有利于进行自主探究式学习。本系列教材，重视实践和实验在教学中的积极作用。

本系列教材特色鲜明，主要针对应用型本科教学编写，同时也适用于其他类型的高校选用。希望本套教材所体现的思想和具有的特色能够得到广大教师和学生的认同。同时，也希望广大读者在使用中提出宝贵意见，对不足之处，不吝赐教，以便让本套教材不断完善。

最后，衷心感谢西南地区机械设计教学研究分会、四川省机械工程学会机械设计（传动）分会对本套教材编写提供的大力支持与帮助！感谢本套教材所有的编写者、主编、主审所付出的辛勤劳动！

首届国家级教学名师

西南交通大学教授



2010年5月

前 言

本教材是编者根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”的精神,按照最新的《技术制图》与《机械制图》国家标准相关规定,在多年致力于“机械制图”教学改革的基础上编写而成的。书中汲取了近几年来多所高校工科“机械制图”教学中教研教改的经验,结合学生学习“机械制图”课程的认知特点,通过培养学生徒手绘图、仪器绘图、计算机绘图三个环节来安排教学内容。教材注重学生空间想象能力、空间分析与解决、表达空间几何问题的能力与作图步骤的有机结合,从而培养学生阅读和绘制工程图样的基本能力。其主要内容包括:制图的基本知识、画法几何、机械图样的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。本教材适合高等院校机械类、近机类各专业本、专科生的教学使用,并有汪勇、王和顺主编配套《工程制图习题集》由西南交通大学出版社出版,在使用中可供选用。

本书主要有以下几方面的特点:

1. 在内容和结构体系上进行了一定的调整,以传统的投影制图知识为背景,以培养学生能力(空间想象能力、表达能力、读画图能力、创新思维能力)为主线,结合现代设计手段与方法 and 画图与读图的实际需要,以实用、够用、会用为目的组织教学内容,精简画法几何中部分内容,加强了徒手绘图、形体构思(组合体构型)的相关知识学习。每章后面增加了小结与习题,便于学生了解每章的侧重点。

2. 采用大量的立体轴测插图,其目的是为了加强投影与空间的对应,同时对学生学习中难度较大的作图,本书采用分解作图步骤,既便于学生理解,又方便学生自学。

3. 对计算机绘图内容的处理,随着现代设计理论的发展和设计手段的多样化,考虑到学生不同时期、不同阶段、不同专业学习计算机辅助设计绘图的不同要求,也为了让学生更全面系统地掌握和理解,针对计算机辅助设计绘图应用软件学习的系统性和实用性,单独把计算机绘图(AutoCAD 软件的使用)编写成配套教材:《AutoCAD 2006 工程绘图教程》、《AutoCAD 2006 工程绘图上机指导》,为集中或单独开设该课程提供便利。

4. 全书采用了最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准,考虑到一些新标准的衔接与推广问题,尤其是表面粗糙度,本书采用在正文中讲 GB/T 131—1993 标准,在附录中讲 GB/T 131—2006 标准的方式,以解决学生学习中的实际问题。

本教材由西华大学汪勇、西南交通大学峨眉校区张玲玲主编,全书由汪勇统稿。参加编写的有西华大学王银芝(第1章)、西南交通大学峨眉校区张玲玲(第2章、第8章)、西华大学王和顺、陈坤(第3章)、西南交通大学峨眉校区綦新华(第4章)、西南交通大学峨眉校区漆俐(第5章)、西华大学徐红(第6章)、西华大学张全(第7章)、西华大学汪勇(第9章、附录)。全书由西南交通大学梁萍主审。

在编写过程中,参阅了许多兄弟院校的同类教材,在此表示感谢。

由于编者水平有限,选编的内容、习题难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2011年6月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	3
1.1 制图的基本规定	3
1.2 常用绘图工具的使用方法	15
1.3 常用几何作图方法	19
1.4 平面图形的分析与绘图	25
1.5 徒手绘图	29
小 结	30
习 题	31
第 2 章 点、直线、平面的投影	32
2.1 投影法的基本知识	32
2.2 点的投影	35
2.3 直线的投影	40
2.4 平面的投影	50
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	55
2.6 换面法	60
2.7 旋转法	65
小 结	70
习 题	70
第 3 章 立体的视图	71
3.1 基本体的视图	71
3.2 平面与立体相交	83
3.3 立体与立体相交	96
3.4 组合体视图的绘制与阅读	116
小 结	133
习 题	133
第 4 章 轴测图与透视图	134
4.1 轴测图的基本知识	134
4.2 正等轴测图画法	136
4.3 斜二轴测图	142
4.4 轴测草图的画法	144
4.5 轴测剖视图	149

4.6 透视图	150
小 结	154
习 题	154
第 5 章 表示机件的图样画法	155
5.1 视 图	155
5.2 剖视图	158
5.3 断面图	169
5.4 简化画法与其他规定画法	171
5.5 表示机件的图样画法的应用举例	176
5.6 第三角投影	177
小 结	179
习 题	179
第 6 章 尺寸标注基础	180
6.1 尺寸标注的基本规定	180
6.2 组合体的尺寸标注	181
6.3 尺寸的清晰布置	189
6.4 轴测图尺寸标注	191
小 结	193
习 题	193
第 7 章 标准件和常用件	194
7.1 螺纹及螺纹紧固件	194
7.2 齿 轮	207
7.3 键、花键及销	213
7.4 弹 簧	217
7.5 滚动轴承	219
小 结	222
习 题	222
第 8 章 零件图	223
8.1 零件图的基本知识	223
8.2 零件的基本知识	225
8.3 零件的视图选择	226
8.4 零件的尺寸标注	238
8.5 零件的技术要求与在图样上的标注	249
8.6 读零件图的步骤与方法	269
8.7 零件测绘	273
小 结	276
习 题	276

第 9 章 装配图	277
9.1 装配图的基本知识	278
9.2 常见装配工艺结构	284
9.3 装配图的视图选择	288
9.4 装配图的尺寸标注和技术要求注写	290
9.5 装配图的零件、组（部）件序号的编排和明细栏	291
9.6 画装配图的步骤与方法	294
9.7 读装配图和由装配图拆画零件图	296
小 结	305
习 题	305
附 录	306
附录 1 常用螺纹	306
附录 2 常用螺纹紧固件	309
附录 3 常用键与销	317
附录 4 常用滚动轴承	324
附录 5 极限与配合	330
附录 6 常用材料	342
附录 7 GB/T 131—2006 标准中对表面粗糙度的表示法	345
参考文献	351

绪 论

一、本课程的性质、任务和主要内容

工程技术人员要表达其设计思想仅仅用语言是不够的,必须使用工程图样。以图形为主的工程图样是工程设计、制造与施工、维护过程中用来构思、表达与传递设计思想的主要载体与工具。所以“工程图样是工程界的共同语言”,是工程技术部门必不可少的技术文件。

将工程上的物体按照一定的投影方法(一般为正投影法)、技术规定等表达在图纸上的图形和技术要求称为工程图样。机械制图是工程图样中的一部分,机械制图是专门研究机器及其零、部件的绘图与读图方法,是一门技术基础课。其主要任务是:

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及应用,为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。
2. 培养和发展空间与形象思维能力,分析能力和表达能力,形体构思能力。
3. 培养绘制和阅读工程图样(一般机械零件图、装配图)的基本能力。
4. 熟练使用仪器、徒手、计算机绘制各种工程图样的技能与方法。
5. 初步建立一般机械零、部件的结构与制造的知识、技术要求等,培养学生基本工程素质。
6. 在教学过程中要培养学生耐心细致的工作作风,严肃认真的工作态度;有意识地培养学生的自学能力和审美能力。

本课程学习的知识、培养的能力和工作态度与作风对每一个工程技术人员来讲都是非常重要的,是一个工程技术人员最基本的素质体现,当然本课程的学习与培养是初步和基础的,需在后续课程的学习与应用中进一步得到提高与加强。

本书主要内容包括以下几个方面:

1. 研究在二维平面上表示三维空间几何元素和形体的各种方法论即图示法,了解在二维平面上图解三维空间几何问题的图解法。
2. 学习正确的制图方法和国家标准中有关制图的基本规定。
3. 研究一般机器设备的零件图和部件图的绘制与阅读理论、方法。
4. 学习掌握使用仪器、徒手、计算机绘制各种工程图样的技能与方法。

以上四个方面的内容在本教材中以分散、独立、集中等多种形式体现在各部分教学内容中,编写思路采用由简到繁、由易到难、由浅到深、循序渐进的方法,让学生逐步掌握。本教材适用学时 48~120(参考学时)。

二、本课程学习方法与要求

该课程是工程类学生接触的第一门工程课程,最终目标是培养学生的读图画图、空间想象及构思能力,由于工程问题复杂且枯燥,激发学生学习的主动性与自觉性、提高学习兴趣

是关键,因此要学好本门课程,必须正确地处理以下3个问题:

该课程关键问题之一是空间的转换,即从二维平面(投影)到三维空间(立体或机器)的相互转换,在学习过程中应该把空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合,不断地问自己“空间是什么?投影是什么?什么作图方法能保证所作的空间几何元素和形体的形状、空间位置确定?这样作图表达的空间是什么?”即首先根据投影图分析空间状态,找出空间解决问题的方法与步骤,再找出投影作图的方法与步骤。没有空间就没有作图,没有正确的作图方法、不理解各种作图方法的空间含义,就不能正确地在平面上图示空间几何元素与形体。

该课程关键问题之二是在绘图实践过程中必须遵守国家标准规范,如图线、字体、比例、尺寸标注、图样画法等国家标准都有明确的规定与要求,因此要加强标准化意识和对国家标准的学习,同时用到一些手工绘图工具和设计绘图软件,在学习的过程中,掌握正确的使用方法和技能。所以要严肃认真地做好每次的作业,循序渐进在实践中逐步掌握与提高。

对初学者来说,该课程关键问题之三是建立初步的工程意识,即对零部件结构、机械制造上一些基础知识的认识与了解,在学习过程中除学习好相关课程外,要坚持理论联系实际的工作作风,不断与工程实践相结合,在实践中得到认识与提高。

第 1 章

制图的基本知识与技能

本章主要介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等的基本规定，它是工程技术人员必须遵循的标准。同时介绍常用绘图工具的使用方法、常用几何作图方法及平面图形作图方法与步骤，以及徒手绘图的基本方法与技巧。

1.1 制图的基本规定

图样是设计和制造产品过程中最基本的技术文件，是工程界交流技术思想的语言。国家标准《技术制图》、《机械制图》是我国颁布的一系列关于绘制、识读图样的重要技术标准，对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法和图样画法等都做了统一规定。

机械制图国标中的每个标准均有专用代号。例如 GB/T 14689—2008，这里“GB”是国家标准代号，是“国标”汉语拼音的缩写；“T”表示推荐性标准；14689 为该标准的编号；短线后面的 2008 则表示该标准是 2008 年颁布实施的。

1.1.1 图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面

图纸幅面指图纸的宽度与长度组成的图面的大小；绘制技术图样时所采用的图纸幅面应符合国家标准 GB/T 14689—2008 规定的图纸幅面。绘制技术图样时，应优先采用表 1.1 中规

表 1.1 图纸基本幅面尺寸（第一选择）

单位：mm

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

定的图纸基本幅面。必要时也允许选用表 1.2 和表 1.3 所规定的加长幅面。如图 1.1 所示，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边呈整数倍增加后得出的，图 1.1 中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线所示为表 1.2 所规定的加长幅面（第二选择）；虚线所示为表 1.3 所规定的加长幅面（第三选择）。

表 1.2 图纸加长幅面尺寸（第二选择） 单位：mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 (B×L)	420×891	420×1 189	297×630	297×841	297×1 051

表 1.3 图纸加长幅面尺寸（第三选择） 单位：mm

幅面代号	尺寸 (B×L)	幅面代号	尺寸 (B×L)
A0×2	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

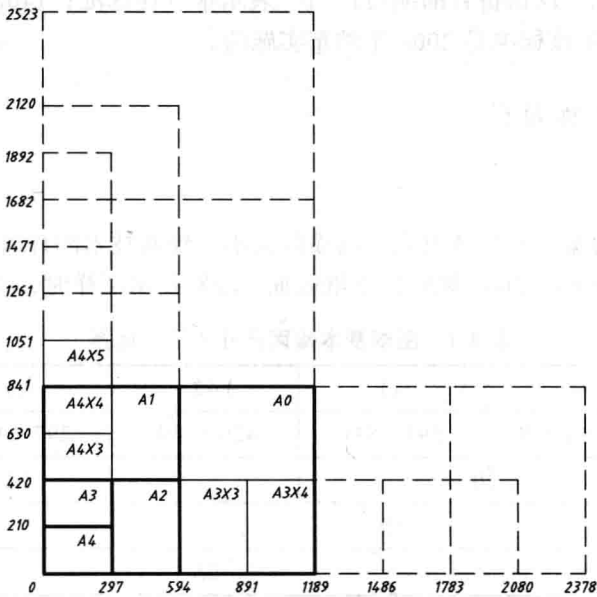


图 1.1 图纸的幅面尺寸

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用同一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1.2 所示，尺寸按表 1.1 中的规定。

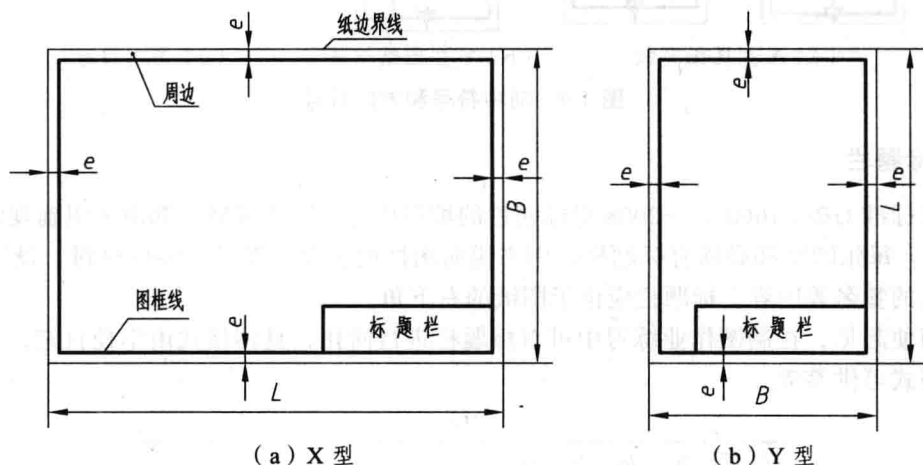


图 1.2 无装订边图纸的图框格式

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1.3 所示，尺寸按表 1.1 中的规定。

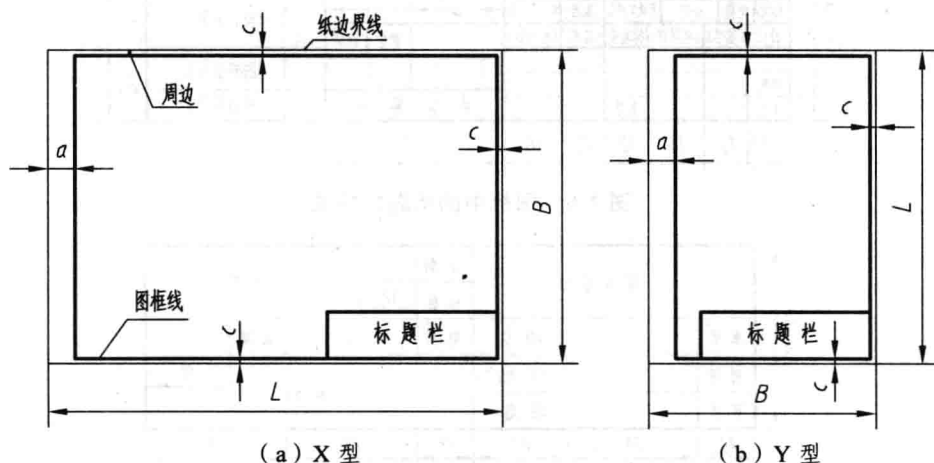


图 1.3 有装订边图纸的图框格式

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 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20 (或 c 为 10)，而 A3×4 的图框尺寸，按 A2 的图框尺寸确定，即 e 为 10 (或 c 为 10)。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对表 1.1 和表 1.2 所列的各号图纸，均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm，如图 1.4 (a) 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1.4 (b) 所示。

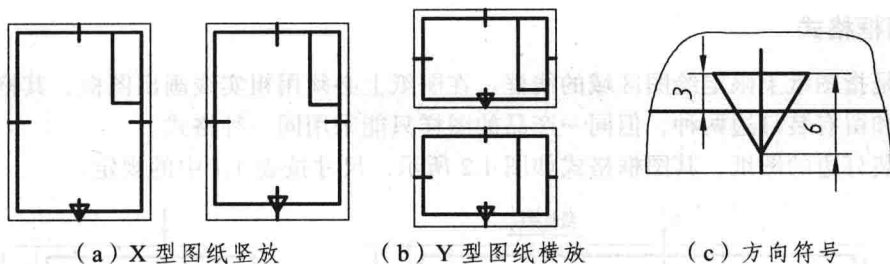


图 1.4 对中符号和方向符号

3. 标题栏

国家标准 GB/T 10609.1—2008 对标题栏的填写内容、尺寸与格式都做了明确规定,如图 1.5 所示。每张图纸都必须有标题栏,用来说明图样的名称、图号、零件材料、设计单位及有关人员的签名等内容。标题栏应位于图纸的右下角。

为简便起见,在制图作业练习中可对标题栏进行简化,具体格式由学校自定,如图 1.6 所示的格式可供参考。



图 1.5 国标中的标题栏格式

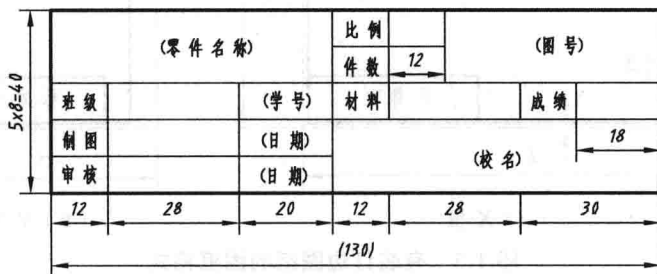


图 1.6 学习用标题栏格式

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1.2 (a)、图 1.3 (a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1.2 (b)、图 1.3 (b) 所示。上述两种情况下,看图方向与看标题栏方向一致。

有时,为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1.4 (a)、(b) 所示,此时应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1.4 (c) 所示,表明看图方向。

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。

比例分为三种:比值为1的比例称为原值比例,即1:1;比值大于1的比例称为放大比例,如2:1等;比值小于1的比例称为缩小比例,如1:2等。

每张图纸都要注出所画图形采用的比例。绘图时应优先由表1.4规定的系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表1.5中的比例。尽量采用1:1的比例。

表 1.4 绘图比例 (一)

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

注: n 为正整数。

表 1.5 绘图比例 (二)

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。

比例符号应以“:”表示,如1:1、1:2等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内,必要时可在视图名称下方或右侧标注。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

字体指的是图样中文字、字母和数字的书写形式。

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、填写标题栏、技术要求等。

GB/T 14691—1993 规定了图样上和技术文件中所用汉字、数字、字母的字体和规格,并要求书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(h)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。如需更大字体,字高应按照 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数,如3.5号字,表示字高为3.5 mm。

1. 汉 字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5 mm,其字宽约为字高的 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字示例如图1.7所示。

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服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图 1.7 长仿宋体汉字示例

汉字的基本笔画为点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾 8 种，长仿宋体汉字的书写要领是横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

2. 数字和字母

字母和数字分 A 型和 B 型。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 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可以写成斜体和直体，常用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 角。

拉丁字母和罗马数字示例如图 1.8 所示。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 型斜体阿拉伯数字示例

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

A 型斜体大写拉丁字母示例