



21世纪 高等职业教育通用教材

化工制图

● 主编 严竹生

上海交通大学出版社

21 世纪高等职业教育通用教材

化 工 制 图

主 编 严竹生
副主编 陆 英

上 海 交 通 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书为高职高专近机类、化工类和近化工类各专业制图课程教材。主要内容有:制图的基本知识与技能,正投影法的基本概念和基本理论,基本体、组合体的画图、读图与尺寸标注,图样的基本表示法,常用件与标准件,零件图、装配图、化工设备图和化工工艺图,计算机绘图等。

本书按教学大纲,针对高职高专特点,力求做到选题精练,难易适中,题型多样,注重典型性、启发性和实用性。

图书在版编目(CIP)数据

化工制图/严竹生主编. —上海:上海交通大学出版社, 2005

21世纪高等职业教育通用教材

ISBN 7-313-04073-3

I.化... II.严... III.化工机械—机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV.TQ050.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第067472号

化工制图

严竹生 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.25 字数:441千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数:1—5 050

ISBN7-313-04073-3/TQ·016 定价:26.00元

版权所有 侵权必究

序

发展高等职业教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年轻的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和需求的教材却还不多。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙洲职业工学院、上海交通高等职业技术学院、上海交通大学技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、立信会计高等专科学校、江阴职工大学、江南学院、常州技术师范学院、苏州职业大学、锡山职业教育中心、上海商业职业技术学院、潍坊学院、上海工程技术大学等百余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高等职业教育通用教材》,将由上海交通大学出版社等陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

前 言

长期以来,《机械制图》一直作为非机械类各工程专业制图课程的代用教材。这种状况使得一些非机械类的学生都误认为只要学好《机械制图》,就可以解决各类工程图样中的实际问题。实践证明这种认识是片面的,这不仅使学生忽视制图在本专业中的地位,也使教师的授课重点难以明确。随着科学技术水平的提高和各专业自身科学体系的完善,以《机械制图》代替其他各专业制图的情况,已难以适应各学科发展中专业制图的需要,尤其是化工制图,它的许多零部件及工艺图的表达方法已大大超出了国家《机械制图》标准,因此在机械制图的基础上专业制图应运而生了。专业制图的基本方法与机械制图的基本方法相同,但在发展和应用中又有了自己的特点与规范标准,并基本形成了自己的学科体系,化工制图就是其中的典型代表。

为适应全面素质教育和创新教育的现代高职教育新形势,应在保证教学质量的前提下,切实有效地提高教学效率,充分体现工程图学学科和各相关行业的有机结合。本书在编写过程中,结合近年来高职高专制图课教学的特点以及化工行业目前的发展动向,在选材上努力做到:遵守大纲、因材施教、删繁就简;举例简单明了、深入浅出、启迪思维;紧密联系化工生产实际,以满足教学、便于教育、服务专业为根本。

本书采用最新国家标准,在行文方面力求言简意赅、通俗易懂、以图代文、图表并用、清晰直观。编写过程中按照教学大纲的要求,针对高职高专的培养目标,结合多年来特别是近年来的教学实践经验,力求做到:选题精练,难度适中偏易,题型多样且为多媒体教学留有余地,注重典型性、启发性和实用性。本教材配套习题集为王成华主编《化工制图习题集》,与以往其他同类习题集相比较,增加了一些选择判断题、填空题等,以减少学生课外作图量并节省时间,本习题集能更好地帮助同学把握好教材重点。

本套教材按模块编写,共分为三个模块,模块Ⅰ为机械制图,包括第一章至第七章;模块Ⅱ为化工制图,包括第八章和第九章;模块Ⅲ为计算机绘图,即第十章。本书适应高职高专45~60学时近机械专业、50~70学时化工或近化工专业使用,如结合其他模块则可适用于多种专业。

本书由严竹生担任主编,陆英担任副主编。编写分工是:严竹生编写绪论、第一章、第六章、第七章,马凤仙编写第二章,李勤编写第三章,蔡华编写第四章、第五章、附录,陆英编写第八章、第九章,叶桂清编写第十章。

本书由韩玉秀老师主审。李华、徐永军老师对本书提出了许多宝贵意见和修改建议,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处期望广大读者和专家批评指正。

编者

2005年6月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
第一节 国家标准有关制图的规定	3
第二节 尺寸标注(GB/T4458.4—1998,GB/T16675.2—1996)	10
第三节 常用绘图工具的使用与常见几何图形的画法	15
第四节 制图方法与技能	23
第五节 平面图形的画法	26
第二章 投影基础	30
第一节 投影法和三视图	30
第二节 点、直线、平面的投影	35
第三节 几何体的投影	44
第四节 轴测图	50
第三章 组合体	55
第一节 组合体的形体分析	55
第二节 组合体视图的画法	62
第三节 组合体视图的读图方法	64
第四节 组合体的尺寸标注	69
第四章 机件的表达方法	73
第一节 视图	73
第二节 剖视图	76
第三节 断面图	84
第四节 其他表达方法	87
第五章 标准件和常用件	91
第一节 螺纹	91
第二节 螺纹紧固件	97
第三节 其他标准件和常用件	101

第六章 零件图	110
第一节 零件图的作用和内容.....	110
第二节 零件图的视图选择.....	111
第三节 零件图上的尺寸标注.....	115
第四节 零件图上技术要求的注写.....	119
第五节 零件上常见的工艺结构.....	126
第六节 读零件图.....	128
第七章 装配图	132
第一节 装配图的作用和内容.....	132
第二节 装配图的规定画法、特殊画法和视图选择	132
第三节 装配图上的尺寸标注、技术要求及零件编号	135
第四节 装配结构的合理性.....	139
第五节 读装配图和由装配图拆画零件图.....	140
第六节 装配体测绘.....	144
第八章 化工设备图	155
第一节 化工设备图的表达方法.....	155
第二节 化工设备图上的尺寸标注、技术要求及表格内容	167
第三节 化工设备常用标准化零部件.....	170
第四节 化工设备图的画法.....	176
第五节 读化工设备图.....	178
第九章 化工工艺图	183
第一节 工艺流程图.....	183
第二节 设备布置图.....	190
第三节 管道布置图.....	196
第四节 化工单元测绘.....	206
第十章 AutoCAD 简介	214
第一节 AutoCAD 的基本知识	214
第二节 常用绘图与编辑命令简介.....	225
第三节 平面图形绘制及尺寸标注.....	236
附录	247
一、螺纹	247
二、常用的标准件	250
三、极限与配合	257

四、材料及热处理	263
五、化工设备标准零部件	266
六、化工工艺图上常用代号和图例	274
参考文献	279

绪 论

一、课程的性质与任务

人们在技术交流和进行产品设计、制造、说明等过程中,为了准确直观地表达其物体结构的形状和尺寸,除了用必要的文字等说明外,还常常用图样来表达。图样是工程技术人员、设计人员、制造人员及生产厂家、用户之间互相交流的桥梁,所以人们常常把图样说成是“工程界的通用技术语言”。在现代工业生产中,图样已成为设计与生产过程中极为重要的技术资料,因此工程技术和科技管理人员学好制图学尤为必要。

对于不同的需要,图样的内容、表达方式也不尽相同。随着科学技术的不断发展,学科范畴不断扩大,制图学领域也在延伸,目前制图学已涉及到机械、建筑、电气、化工、艺术等不同领域,所以仅靠基础制图学很难适应学科发展的需要。化工制图正是这一发展过程中诞生的典型学科,它以制图学为基础,重点讲述化工生产所需的图学内容,是一门实践性很强的专业技术基础课。在体系上仍以机械制图为依托,主要包括:制图基础、图样画法、机械、化工设备、化工工艺图样和计算机绘图。虽然其发展历史还不长,但随着化工单元设备制造技术水平的提高和化工生产工艺设计过程的不断优化,化工制图一定能够朝着系统化、标准化、简单化的方向发展。

尽管不同专业的图样都有各自不同的特点,但它们的基本要素却是一致的;化工制图同样是运用正投影法来研究机械零件、化工设备和工艺图样的绘制及读图等。

二、教学目的

任何一门课程,都有它各自的教学特点和要求,学习制图不仅是对制图能力的培养,也是对空间想像力的培养,尤其是学习化工制图更强调在培养动手能力和思维能力的基础上,建立图学基础和专业理论的结合。

学习本课程的主要目的:

- ① 学会空间几何体的图示方法。
- ② 培养空间想像能力和分析能力。
- ③ 培养阅读和绘制机械图样的能力。
- ④ 培养阅读和绘制化工设备及化工工艺图样的能力。
- ⑤ 掌握 AutoCAD 的基本绘图方法。
- ⑥ 养成耐心、细致的工作作风和严谨的治学态度。

三、学习方法

化工制图是一门既注重理论又注重实践的课程,要学好这门课程,需理论联系实际并要熟知国家标准的有关规定,主要体现在以下几个方面:

- (1) 平时应该养成一种良好的习惯,在看到一物体时,努力去想像它在平面上该如何进

行图形表达;在看到平面视图时应去想像它在空间的实际形状。在学习过程中,通过反复练习,着重掌握用平面图形正确地表达出空间物体的形状以及根据平面图形正确地想像出空间物体形状的基本方法,通过大量的实践,培养自己的空间想像力。

(2) 通过多读多绘来巩固自己学过的制图基本方法和步骤。在实践中逐步理解和掌握投影基本原理,熟悉国家标准中的各种基本规定和表达方法,循序渐进地进行学习。在学习过程中,要联系实际,及时完成一定数量的练习和作业。要正确地使用绘图工具和仪器,认真制图,保证作业质量。

(3) 要真正学好一门课,除了要掌握课堂和书本上的知识,还应该注意了解与课程相关的最新发展动态,使自己处于学科发展的前沿。由于化工制图发展的历史还不长,许多基本规定和标准在不断完善,所以把握学科发展最新信息也是学好课程的重要方面。

(4) 对 AutoCAD 部分要加强上机练习。

本课程是一门标准化很强的课程。在进行制图实践时,必须根据国家标准的有关规定进行,树立标准化的思想。只要掌握本课程的学习规律,多看多画,认真实践,就一定能把本课程学好。

四、化工制图的作用与地位

许多教材只强调自身的重要性,而忽视与周边学科的相关性。其实,所有专业课知识都不相关,在突出本课程重点的同时,有必要阐明与其他相关课程的联系。要学好化工制图,并不单纯是学习其制图方法,还要通过了解化工机械设备、化工工艺设计等相关知识,加深对化工制图专业性的理解,同时它也对今后的课程设计、工厂实习、毕业设计等实践环节起着重要的作用。

第一章 制图的基本知识和技能

图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料,是信息交流的重要工具。为便于生产、管理和交流,《技术制图》与《机械制图》国家标准中对图样的画法、尺寸的标注等各方面作了统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准(简称“国标”,代号为“GB”)是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读图样的准则和依据,工程技术人员必须严格遵守、认真执行。

为使绘图者具有坚实的基本功,提高绘图质量和速度,本章对工具使用、绘图方法和步骤、基本几何作图和徒手绘图技能作简单介绍。

第一节 国家标准有关制图的规定

一、图纸幅面(GB/T14689—1993)和标题栏

1. 图纸幅面

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面 $B \cdot L$ 。必要时,也允许加长幅面,但加长量必须符合国标 GB/T14689—1993 中的规定(GB/T 为推荐性国家标准代号,14689 为标准顺序号,1993 为发布年份)与基本幅面的短边尺寸成整数倍。绘图时,图纸可以竖用(短边水平)或横用(长边水平)。

表 1-1 图纸基本幅面的尺寸

单位:mm

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

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框为图框。图样中的图框用粗实线绘制,图框周边的间距尺寸与格式有关。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种,分别如图 1-1 和图 1-2 所示。两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1。但应注意,同一产品的图样只能采用一种格式。图样绘制完毕后应沿外框线裁边。推荐优先选用不留装订边的格式。

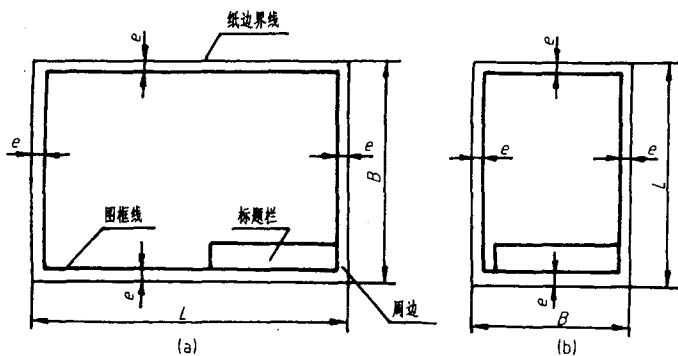


图 1-1 不留装订边的图框格式

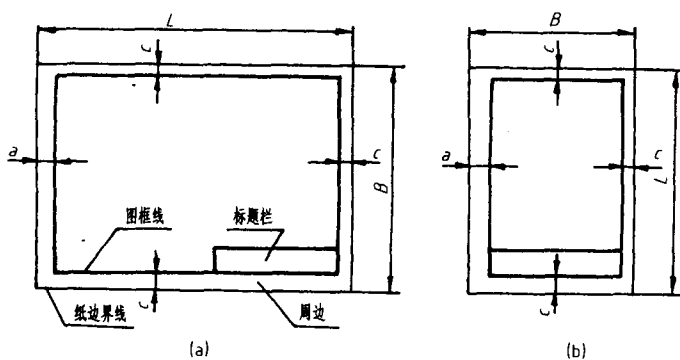


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏格式

标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-1,图 1-2 所示。

													8	32	37	8	35	20		
明细栏													7							
													7							
													7							
	序号	图号或标准号	名称	数量	材料	备注							14							
标题栏	(学校、班级)							比例	材料				7	(42)						
													7							
	制图	(姓名)	(学号)	(图号)				数量				7								
	设计							(图号)							14					
	绘图																			
	审核														7					
								共张第张												
12		28		15		50			17.5		17.5									
													(14.0)							

图 1-3 制图作业用标题栏明细栏格式

标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式、内容和尺寸在 GB/T10609.1—1989 中已作了规定,学生制图作业建议采用图 1-3 所示的标题栏格式。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了便于复制、缩微摄影定位,在基本幅面(含部分加长幅面)图纸各边的中点处画出对中符号,见图 1-4(a)。

对中符号用粗实线绘制,线宽一般小于 0.5mm,自纸边画起伸入图框内约 5mm,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,见图 1-4(b)。

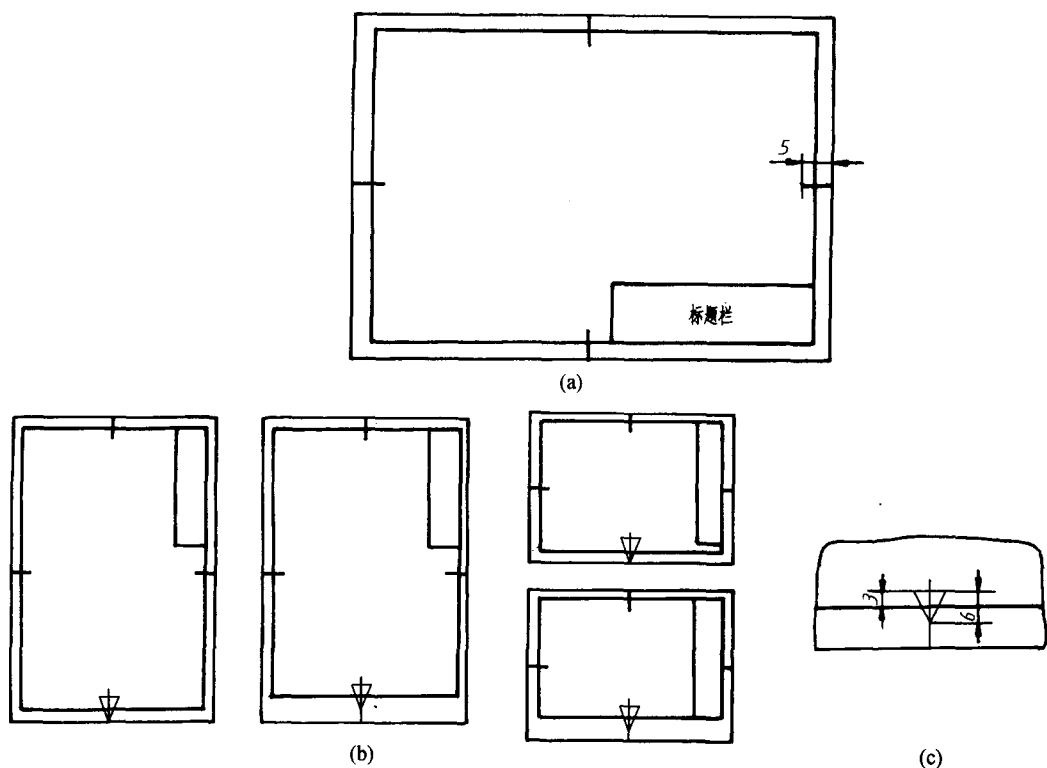


图 1-4 对中符号与方向符号

(2) 方向符号 若利用预先印制的图纸,为了明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,见图 1-4(b),方向符号是用细实线绘制的等边三角形,画法见图 1-4(c)。

二、比例(GB/T14690—1993)

比例:图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

原值比例:比值为 1 的比例,即 1:1。

放大比例:比值大于 1 的比例,如 2:1 等。

缩小比例:比值小于 1 的比例,如 1:2 等。

当需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 的“优先选择系列”中选取适当的比例;必要时,也允许选用表 1-2“允许选择系列”中的比例。

表 1-2 比例系列

种类	优先选择系列	允许选择系列
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	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ	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

注: n 为正整数。

标注尺寸时,无论选用放大或缩小比例,都必须标注机件的实际尺寸,见图 1-5。同一机件的各个图形一般应采用相同的比例,并需在标题栏中的比例栏目内写明采用的比例。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。

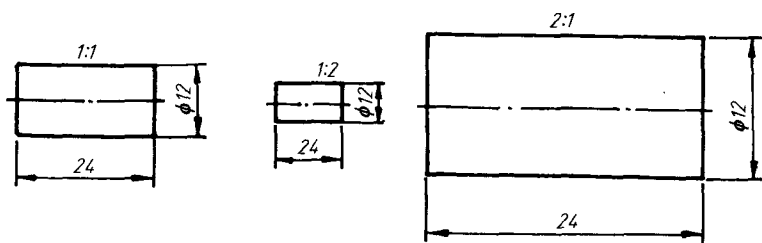


图 1-5 图形比例与尺寸的关系

三、字体(GB/T14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外,还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。在图样中书写的字体,必须符合国标,做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 字高

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为(单位为 mm):1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。字体的高度代表字体的号数。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度(h)不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

3. 字母和数字

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(h)的 1/14; B 型字体的笔画宽度为字高(h)的 1/10。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

4. 字体示例

(1) 汉字——长仿宋体。

10号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字 仿宋体书写要 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字 技术制图 石油化工 机械电子 精细工艺 工艺流程 设备容器 储罐塔器

(2) 字母。

大写斜体 *ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ*小写斜体 *abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*

(3) 阿拉伯数字。

斜体 *0123456789*

直体 0123456789

(4) 罗马数字。

斜体 *IIIIIIIVVVVIVVIIIIIXX*

直体 IIIIIIVVVVIVVIIIIIXX

(5) 字体的综合应用。

460r/min 380kPa

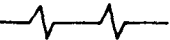
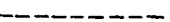
10JS5(± 0.003) M24-6h l/mm m/kg $\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{6.3}{\nabla} R8 5\% \nabla \frac{3.50}{\nabla}$

四、图线(GB/T17450—1998,GB/T4457.4—2002)

1. 线型

国家标准 GB/T17450—1998,GB/T4457.4—2002 详细规定了绘制图样时可采用的图线名称、型式、结构、标记和画法规则。表 1-3 列出了绘制图样时常用的八种图线的型式、名称、宽度及主要用途。图线的具体应用见图 1-6。

表 1-3 图线

粗实线		d	可见轮廓线 剖切符号用线
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同一表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
虚线		$0.5d$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点画线		$0.5d$	轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坏料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 中断线

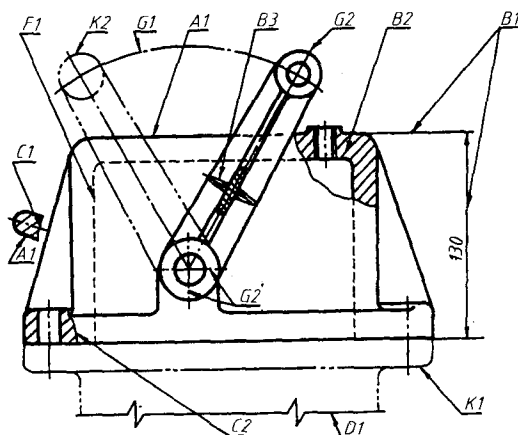


图 1-6 图线应用示例

A1—可见轮廓线;B1—尺寸线及尺寸界线;B2—剖面线;B3—重合断面的轮廓线;C1—断裂处的边界线;

C2—视图和剖视的分界线;D1—断裂处的边界线;F1—不可见轮廓线;G1—轨迹线;G2—对称中心线;

K1—相邻辅助零件的轮廓线;K2—极限位置的轮廓线

2. 线宽

图线分粗线和细线两种。图线宽度应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。粗线与细线的宽度比率为 $2:1$ 。图线宽度的推荐系列为： $0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2$ (mm)。粗实线的宽度一般常用 0.7mm 或 0.5mm 。

3. 图线画法

同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。当几种线条重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。各种图线的具体画法示例见表 1-4。

表 1-4 图线画法

图线画法	图例	
	正确	错误
为保证图样的清晰度,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm		
点画线、双点画线的首末两端应是画,而不应是点		
各种线型相交时都应以画相交,而不应该是点或间隔		
各种线型应恰当地相交于画线处: ——画线起始相交处; ——画线形成完全的相交; ——画线形成部分的相交		
虚线直线在粗实线的延长线上相接时,虚线应留出间隔; 虚线圆弧与粗实线相切时,虚线圆弧应留出间隔		
画圆的中心线时,圆心应是画的交点,点画线的两端应超出轮廓线 $2 \sim 5\text{mm}$;当圆的图形较小时,允许用细实线代替点画线		