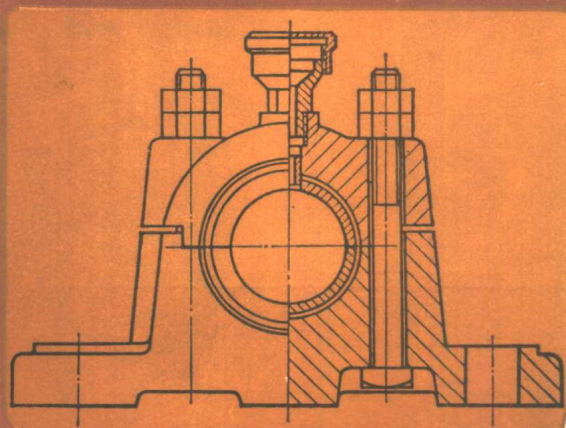


● 高等学校试用教材



机械设计制图

● 马香峰 李自治 主编



高等教育出版社

高等学校试用教材

机械设计制图

马香峰 李自治 主编

高等教育出版社

本书系北京科技大学(原北京钢铁学院)、东北工学院等院校在工艺类专业“画法几何与机械制图”和“机械原理及机械零件”课程的基础上,以“设计”为线索,经过多年教改实践编写而成。

全书包括:制图的基本知识,投影和视图的基本概念,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,机件的表达方法,轴测投影,机械的组成及机械运动简图,部件及其图样,零件的构形设计及图样,联接,螺旋传动及部件设计,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,轮系及减速器,轴承,联轴器及离合器,轴,弹簧,平面连杆机构,凸轮及间歇运动机构,机械设备成套图纸的阅读和使用维护分析简介,简易机械设计,常用零、部件的计算机辅助设计计算,常用零、部件的计算机辅助绘图等二十七章。

本书可供高等工业学校工艺类专业作为试用教材,也可供其他类型学校有关专业师生参考。

高等学校试用教材

机械设计制图

马香峰 李自治 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张33.25 字数760 000

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数0 000—3 830

ISBN7-04-000261-2/TH·179

定价 6.75元

编者的话

本书是以满足工艺类专业对机械设计系统课程的基本要求为出发点,以培养简易机械设备设计能力,分析现有工艺设备的工作原理、结构特点和掌握其使用维护知识为目标,在原《画法几何及机械制图》、《机械原理及机械零件》教材的基础上,经过多年教改实践编写而成的。全书共分五篇(各篇的编写目的与主要内容见各篇的篇头语)。

本书是在北京钢铁学院、东北工学院、唐山工程技术学院多年来进行教学体系改革取得成功经验(曾获冶金工业部教学改革(1985年)一等奖)的基础上,对试点使用的教材进行全面修订而成。所以本书是教学体系改革的产物,它的章节安排与教学进程非常密切。为便于了解本书的系统,现将教学安排和主要思路作一简要介绍。

我们在进行教学时,是以“设计”为线索,按不同的教学内容把整个教学过程分成几个阶段,每个阶段都是一个较完整的教学循环。一个循环中又分成若干个单元,每一个单元根据其教学内容都有一个“设计”性的综合作业。各作业之间,既有适当的重复,又各有侧重。各循环(或单元)的知识面依次递增,前一循环作为后一循环的基础,环环紧扣,形成以培养能力为枝,以传授知识为叶的教学体系,使学生在设计方法、基本技能和基础知识诸方面得到较扎实的培养和训练。我们认为,书中的内容不可能也不需要全部教完,顺序也应根据各自的教学经验、学时数、与其他课程的衔接关系重新排列。我们的安排大体如下:

1. 机件图示基础阶段。本阶段相应于第一篇的内容,但要适当安排构形设计作业,用各种方式(记忆构形、限定条件构形、合理性构形、……)加速强化构形能力的培养。

2. 机械概论及零件构形设计阶段。本阶段相应于第二篇,要充分利用模型教具及工厂、实验室设备,采用多种增加感性认识的教学方法(如现场教学、拆装实验等),实现由纯几何体的构形设计过渡到机械零件的构形设计。为此,可在拆装实验的过程中,采取图物对照的方式阅读装配图、画机动画意图以及壳体零件的构形设计作业来完成这一阶段的教学要求。

3. 通用零部件及常用机构设计阶段。本阶段相应于第三篇。它既对零件构形加入了强度要求,又对常用零、部件及机构增加了工作原理分析等机构学的内容。通过一系列零、部件的设计,以“工作原理→失效形式→强度计算→结构设计→工作图样”的模式,在培养分析问题的同时,学会有关基础知识。在教学过程中可改变章节顺序,甚至把第三篇后两章的内容提前。

在这一阶段,可以零件来划分教学单元,每一单元都贯穿一个设计作业,最后落实到设计简图或零件图上。这就保持了培养构形设计能力的连续性和发挥学生创造能力的一贯性。在整个教学阶段中,又用若干局部的综合教学把各单元联系起来。如用“联轴器或螺旋设计”综合联轴器、螺栓联接和键联接的内容。用“轴系部件设计”综合轴、轴承、带或齿轮传动等内容。这些局部综合,由简到繁,使知识不断巩固扩展,并为最后的综合性教学打下坚实的基础。

4. 简易机械分析和设计阶段。这是本课程的总结和提高阶段,以自学和设计为主,一方面继续扩充机械的工作原理与看图分析机械结构方面的知识;另一方面,以整机设计的一般步

骤与内容为核心, 总结归纳本课程的主要内容, 并上升到实际应用的高度。在通过读图为整机设计打下基础之后, 用课程设计或大作业的形式, 完成本课程应担负的基本训练任务。

课程设计或大作业的选题应从培养目标出发, 既要有一定的综合性, 又要难度适宜。

对于计算机辅助设计绘图, 我们选用了带传动设计计算和联轴器设计绘图方面的例子, 可让学生编一点数据输入程序和简单绘图程序, 以应用为目标, 掌握已有的 CAD 程序的使用方法。

上述安排, 只能是抛砖引玉, 尚望更多的同志在教学实践中, 和我们携手并肩来发展这一新的课程体系。

*

*

*

本教材的前身是东北工学院和北京钢铁学院 1981~1982 年出版的《机械制图与设计》(内部发行)。根据多次总结和交流会议的建议, 现定名为《机械设计制图》, 并对原有的章节安排和内容作了较大的变动。关于液压传动拟单独成册以供个别院校选用。为了面向未来, 增加了计算机设计绘图的基础知识。

本书由马香峰、李自治担任主编, 裴宏昌、范民政担任副主编, 对《机械制图与设计》进行了全面修改、增删而成。东北工学院毕传湖、赵凤英、郭丽珍、高泽远、蒋尊贤同志, 北京钢铁学院刘淑春、黄宏中同志, 唐山工程技术学院徐凤禄同志, 江西冶金学院周年华、胡永权同志, 天津大学冶金分校柳家治同志, 青岛冶金建筑工程学院赵国斌同志等参加了《机械制图与设计》的编写和本书的定稿工作。周年华、施善震同志还对全书的插图进行了审查、订正。

本书承西安交通大学徐伯康、姜琪同志审阅, 并得到唐山工程技术学院张策和东北工学院徐炳松、鄂中凯等同志的宝贵评阅意见, 在此一并向他们表示衷心的感谢。

限于编者的水平, 书中缺点和错误在所难免, 望同志们批评指正。

1987.10

编者

目 录

绪论	1
第一节 机械	1
第二节 机械设计及机械图样	2
第三节 本课程的研究内容和学习方法	4

第一篇 机械制图图示基础

第一章 制图的基本知识	6
第一节 制图的有关标准	6
第二节 基本作图技能	13
第二章 投影和视图的基本概念	18
第一节 常用投影法	18
第二节 投影的基本性质	19
第三节 机械设计中常用的两种图示法	20
第三章 点、直线、平面的投影	25
第一节 点的投影	25
第二节 直线的投影	30
第三节 平面的投影	38
第四节 直线、平面的相对位置	48
第四章 立体的投影	54
第一节 平面立体的投影与读图	54
第二节 回转体的投影	62
第三节 平面与立体表面的交线——截交线	71
第四节 两立体表面的交线——相贯线	77
第五章 组合体	86
第一节 组合体的构形分析	86
第二节 组合体视图的绘制	89
第三节 组合体视图的阅读	91
第四节 组合体尺寸标注	96
第五节 组合体构形设计	102
第六章 机件的表达方法	106
第一节 视图	106
第二节 剖视	108
第三节 剖面	116
第四节 其他表达方法	118
第五节 综合应用举例——机件的视图表达与阅读	120
第六节 第三角画法简介	123

第七章 轴测投影	125
第一节 轴测投影的基本知识	125
第二节 正等轴测图的画法	126
第三节 斜二等轴测图的画法	133
第四节 轴测图的剖切画法	135

第二篇 机械设计的基础知识

第八章 机械的组成及机构运动简图	138
第一节 机械的组成	138
第二节 零件、部件、构件、机构的基本概念	140
第三节 机构运动简图	141
第九章 部件及其图样	147
第一节 部件的组成	147
第二节 公差与配合简介	149
第三节 部件装配图	157
第四节 部件的结构工艺性	171
第十章 零件的构形设计及图样	174
第一节 零件的设计原则	174
第二节 零件的构形过程及要求	176
第三节 零件图样	182
第四节 零件图的尺寸标注	187
第五节 零件的表面粗糙度	190
第六节 形状和位置公差简介	196
第七节 零件的材料及热处理简介	200
第八节 焊接件及焊接件图	204

第三篇 常用零、部件设计

第十一章 联接	212
第一节 螺纹联接	212
第二节 键联接	234
第三节 销联接	238
第十二章 螺旋传动及部件设计	241
第一节 螺旋传动	241
第二节 部件设计	246
第三节 装配图的绘制	254
第十三章 带传动	262
第一节 概述	262
第二节 带传动的工作情况分析	265

第三节	三角带传动的设计计算	268
第四节	三角带轮的结构和图样	274
第五节	三角带传动的使用和维护	277
第十四章	链传动	280
第一节	概述	280
第二节	链传动的运动分析	282
第三节	套筒滚子链传动的设计计算	283
第四节	链轮的结构	287
第五节	链传动的使用与维护	289
第十五章	齿轮传动	293
第一节	概述	293
第二节	齿廓啮合基本定律	294
第三节	渐开线齿廓的形成及特点	295
第四节	渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的名称及基本参数	298
第五节	正确啮合条件和重合度	301
第六节	公法线长度	302
第七节	渐开线齿廓切削加工简介	304
第八节	根切、最小齿数及变位齿轮概念	306
第九节	齿轮传动的失效形式与设计准则	308
第十节	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	309
第十一节	齿轮的材料和许用应力	316
第十二节	斜齿圆柱齿轮传动	324
第十三节	圆锥齿轮传动	329
第十四节	齿轮的规定画法、结构和图样	334
第十六章	蜗杆传动	339
第一节	概述	339
第二节	蜗杆传动的基本参数与尺寸计算	339
第三节	蜗杆传动的运动分析和受力分析	342
第四节	蜗杆传动的设计计算	344
第五节	蜗杆传动的效率、散热与润滑	346
第六节	蜗杆、蜗轮的结构、规定画法和图样	346
第十七章	轮系及减速器	350
第一节	轮系	350
第二节	普通减速器	360
第十八章	轴承	367
第一节	滑动轴承	367
第二节	滚动轴承	376
第三节	滑动轴承与滚动轴承的比较	393
第十九章	联轴器及离合器	394
第一节	联轴器	394
第二节	离合器	399
第二十章	轴	403
第一节	概述	403

第二节	轴的设计	404
第三节	轴的图样	409
第二十一章	弹簧	415
第一节	弹簧的功用和类型	415
第二节	圆柱螺旋弹簧的材料和制造	416
第三节	圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	417
第二十二章	平面连杆机构	425
第一节	平面连杆机构的基本型式和性质	425
第二节	四杆机构的演化及常见的应用类型	432
第三节	平面四杆机构的设计	434
第四节	多杆机构简介	437
第二十三章	凸轮及间歇运动机构	439
第一节	凸轮机构	439
第二节	间歇运动机构	447

第四篇 简易机械设计与机械设备的 使用、维护分析简介

第二十四章	机械设备成套图纸的阅读和使用维护分析简介	451
第一节	成套图纸的阅读	451
第二节	机械设备使用维护分析简介	467
第二十五章	简易机械设计	472
第一节	机械设计的基本要求和步骤	472
第二节	总体方案设计	473
第三节	机械设计中的几个动力学问题	478
第四节	设计示例——2kN 电动绞车的设计	482

第五篇 常用零、部件的计算机辅助设计制图简介

第二十六章	常用零、部件的计算机辅助设计计算	494
第一节	概述	494
第二节	设计资料、图表的存贮与调用	494
第三节	设计计算程序的编制	497
第二十七章	常用零、部件的计算机辅助绘图	505
第一节	概述	505
第二节	基本绘图命令和语句	507
第三节	适用绘图程序的编制	513
第四节	常用零、部件的计算机辅助设计制图示例	515

绪 论

第一节 机 械

在长期的生产劳动中，人们为了提高劳动生产率和减轻劳动强度，创造了各式各样的机械。但只是到了十八世纪中叶，蒸汽机发明之后，才出现了近代机械，诸如各式机动车辆、吊运重物用的起重机、筑路用的推土机、冶炼用的上料机、选矿用的破碎机等，从而逐渐形成了研究有关机械基础问题的学科——机械学；以及相应的课程——机械制图、机械原理、机械零件、……等。

我国人民远古在古代就使用了简单的纺织机械、制陶用的转盘、运输用的车子等。西汉时又发明制造了使用轮系传动的记里鼓车。在出土的东汉时代文物中，找到原始形态的青铜轴瓦和金属人字齿轮。这些事实说明在机械制造的领域内，我国人民曾居于世界领先的地位，对人类作出过应有的贡献。但是由于我国封建社会的漫长统治，再加上帝国主义的入侵，所以在新中国成立以前，我国的机械工业和机械科学都处于极其落后状态。新中国成立以后，在共产党的领导下，祖国建设取得了很大的进展，机械工业已奠定了一定的基础，机械科学也取得了可喜的进步。但比之一些工业先进的国家，我们还很落后，我们必须奋发图强，努力学习，使我国的机械工业和机械科学赶上时代的要求，以促进我国四个现代化的进程。

图 0-1 表示一简易的化铁炉用上料机。电动机 1 通过联轴器 2 带动减速器 4 中的齿轮，把

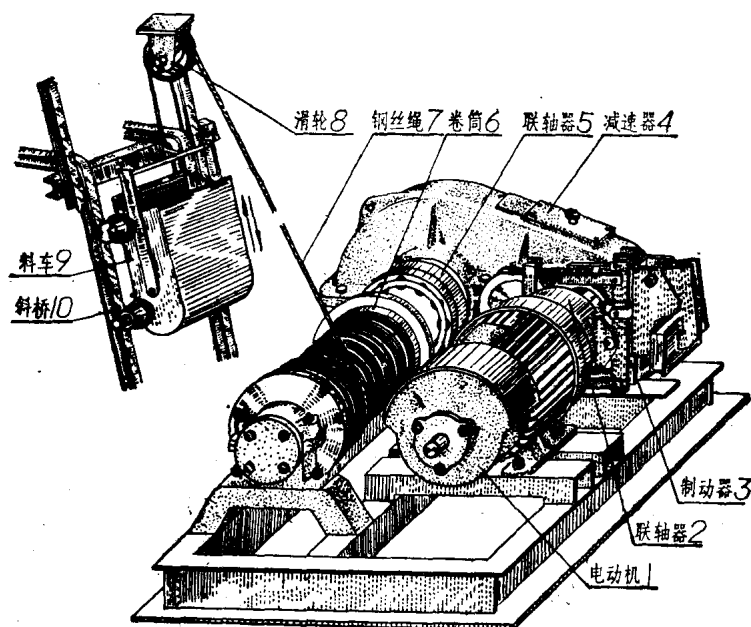


图 0-1

电动机输出转速减低；再通过联轴器 5 带动卷筒 6 转动；卷筒又通过钢丝绳 7 绕过滑轮 8，牵动料车 9 在斜桥 10 上移动，从而将冶炼原料提升到炉口并倾倒入炉内。位于电动机和减速器之间的联轴器 2 上的制动器 3，能使料车运行到终点时或在工作中突然断电时，快速停车。

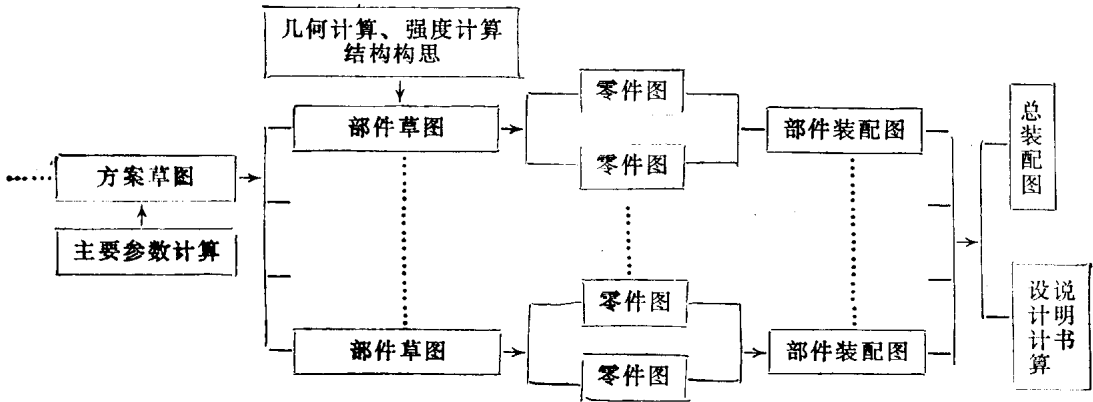
从这个例子中我们可以看出，上料机具有如下的特征：（1）它是人为实体的组合；（2）这些实体之间存在着确定的相对运动；（3）可代替人的劳动完成有用功或转变机械能。通常把具有这三种特征的实体的组合称作机器。只具有前两种特征的称作机构，如离合器、减速器中的传动齿轮等。机器和机构统称之为机械，有时也叫机械设备。本书主要使用机械一词，一般的并不加以严格区分。

第二节 机械设计及机械图样

现代机械一般都是通过提出任务、设计、制造、安装调试等过程生产出来的。所谓机械设计，简单说来就是通过构思、计算，最后用图样表示出某一想象中的实体。该实体一经生产出来，就可用来完成原来提出的任务。所以，设计的落脚点是机械图样，而图样是加工制造、安装调试的依据。

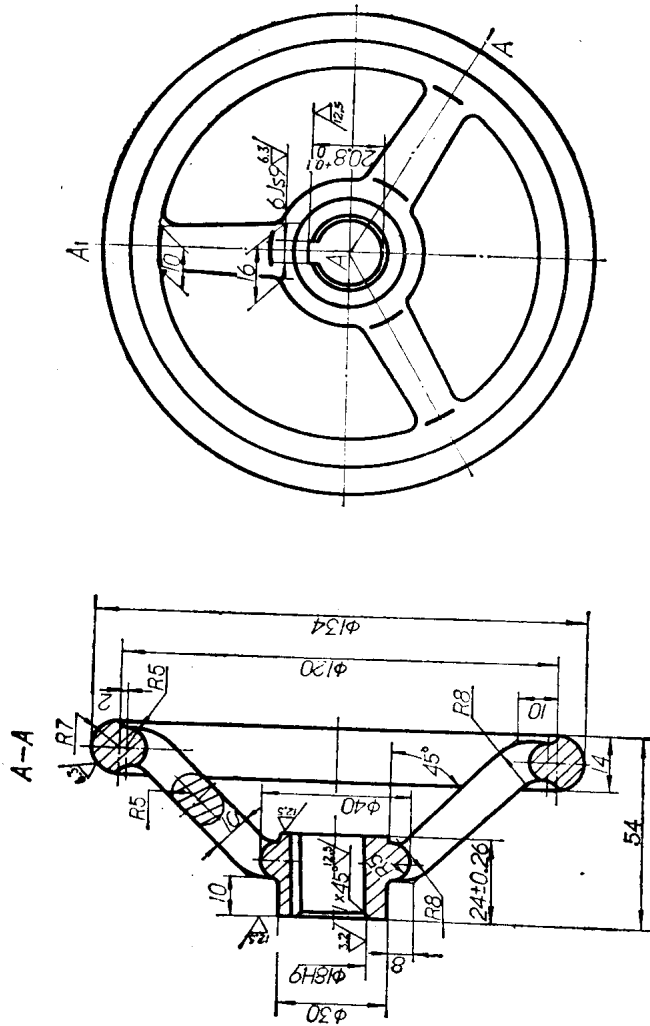
机械设计是一个过程，它包括不同的阶段，要考虑不同的问题（详见 25 章）。通常，在提出任务之后，首先要收集资料（大部分是图纸资料），然后经过分析构思，拟出几个方案，进行比较，择优选用，并通过计算确定各种参数，从而画出总体方案草图。其次，根据方案草图，分出各个部件，通过结构构思和强度计算，确定结构形状和尺寸，画出部件装配草图。第三，根据装配草图，考虑各种加工要求，绘出零件工作图。最后，再根据最终确定的零件图，反过来绘出部件装配图，以至总装配图，并写出相应的文字说明和计算资料。

上述设计过程可以形象地图解如下：



机械图样是设计意图的主要表达方式，约可分为两类，一为制造零件用的零件图样（也叫零件工作图），一为安装调试用的部件装配（或总装配）图样（常称装配图）。前者是制造零件用的“样板”。通常包括图形、符号、数字、技术要求、注释等项内容。图 0-2 是制造手轮用的零件图样。其中包含着前述零件图的全部内容（图形、尺寸、……），是加工制造的依据。第九章图 9-12，是减速器的装配图，它同样包括图形、符号、数字、……等内容，是部件装配和调试的依据。

其余 ∇



技术要求

1. 未注铸造圆角R3.
2. 未注尺寸公差按IT16.
3. 未注形位公差按GB/T 1181.

MDE-91-2		手轮		HT150	
图样标记	重量	比例	共张	第张	
设计	校核	审核	会签	日期	
制图	工艺				
材料	热处理	表面处理			
备注					

图 0-2

第三节 本课程的研究内容和学习方法

本书是为工艺类专业编写的教材。根据专业要求和规定学时数,所要介绍的内容可概括如下:

1. 研究绘制机械图样的原理和方法,为绘制零部件图样打下表达方法的基础。
2. 研究常用机构、通用零部件的工作原理、结构特点、设计计算方法,为常用机构和通用零部件的设计提供基础知识和实用方法。
3. 研究简单机械或部件的简易设计方法和步骤,并通过范例介绍使用设计手册和图册资料的方法。

在学习过程中,不仅要掌握书中所介绍的内容,更重要的是要通过各种作业,特别是通过“设计”作业(或课程设计),培养空间构思能力,掌握设计过程,学会设计方法。这在某种意义上,或许比掌握一些计算公式或画图规定,更具有实用价值,更符合设置本课程的目的。

第一篇 机械制图图示基础

本篇共分七章,介绍有关机械制图国家标准,点、线、面、基本几何体以及组合体(机件)的多面正投影图示方法,常用正、斜轴测投影图的画法等方面的内容。其中用多面正投影法表达基本几何体、组合体的方法和投影图的阅读,既是点、线、面投影问题的延伸和发展,又是绘制和阅读机械图样、培养设计能力的基础。为了尽早地培养设计能力,增加了构形分析和设计内容。为了适应国际技术交流,在第六章中,介绍了第三角投影法,以便阅读英、美、日等国的机械图样。

第一章 制图的基本知识

本章主要介绍国家标准（简称国标，记作 GB）《机械制图》中有关图幅、图线、字体等有关内容；并以平面几何为基础，介绍绘制机械图样时常用的几何作图方法，为绘图方法和格式提供基础知识。

第一节 制图的有关标准

一、图纸幅面及格式 (摘录 GB4457.1—84)

1. 图纸幅面尺寸

图纸幅面是指制图时所采用图样幅面的大小。应优先采用表 1-1 规定的尺寸。必要时可沿长边加长, 加长量可参阅 GB4457.1—84 中有关规定。

表 1-1

幅面代号	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
c	10			5		
a	25					
e	20		10			

2. 图框格式

需要装订的图样，其格式如图 1-1、图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4

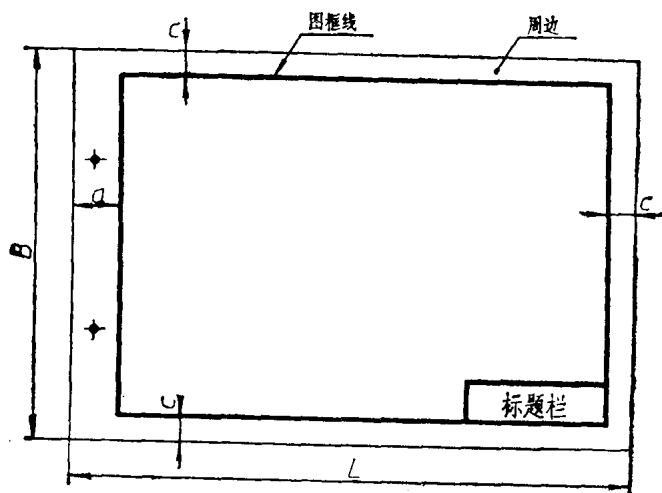


图 1-1

幅面竖装或 A3 幅面横装。不留装订边的图样, 其图框格式如图 1-3 所示。图框线用粗实线绘

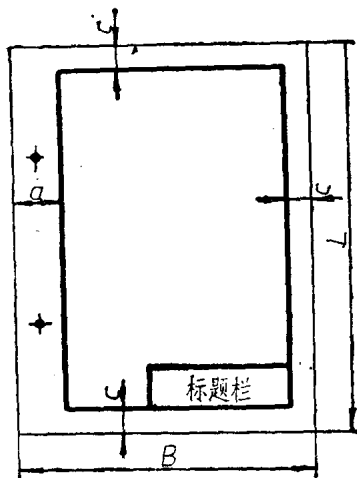


图 1-2

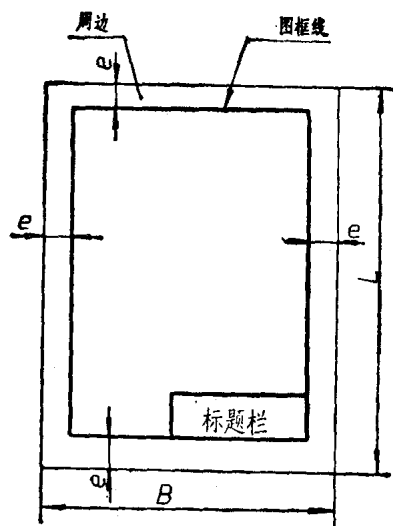


图 1-3

制。标题栏的位置应按图 1-1~图 1-3 的方式配置。

二、比例 (摘录 GB4457.2—84)

图样的比例，为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。绘制图样时一般采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2

与实物相同	1:1						
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 ⁿ
	1:1.5 × 10 ⁿ		1:2 × 10 ⁿ		1:2.5 × 10 ⁿ		1:5 × 10 ⁿ
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1		5:1	(10 × n):1	

注：n 为正整数。

三、字体 (摘录 GB4457.3—84)

图样及其有关技术文件中书写的汉字、数字、字母，都必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。

字的号数，即为字的高度（单位为毫米），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

汉字长仿宋体应打格书写，其要领为：

横平竖直 排列匀整 注意起落 填满方格

阿拉伯数字和拉丁字母一般写成斜体，与汉字混合书写时可写成直体，其笔划宽度约为字高的十分之一。以下为各种字体的示例（汉字为 7 号字、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字为

10 号字);

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

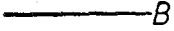
1234567890

$\Phi 3$ $2 \times 45^\circ$ M24-6H

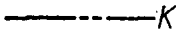
四、图线 (摘录 GB4457.4—84)

各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的应用见表 1-3。

表 1-3

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主 要 应 用
粗实线	 A	b	A 1 可见轮廓线 (图1-4)
细实线	 B	约 b / 3	B 1 尺寸线及尺寸界线 (图1-4) B 2 剖面线 (图1-4) B 3 重合剖面的轮廓线 (图1-4) B 4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (图1-6) B 5 引出线 (图1-6) B 6 分界线及范围线 (图1-6)
波浪线	 C	约 b / 3	C 1 断裂处的边界线 (图1-4, 图1-6) C 2 视图和剖视的分界线 (图1-4)
双折线	 D	约 b / 3	D 1 断裂处的边界线 (图1-4)
虚 线	 F	约 b / 3	F 1 不可见轮廓线 (图1-4)

(续)

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	主 要 应 用
细点划线	 G	约 $b/3$	G 1 轴线 (图1-5, 图1-6) G 2 对称中心线 (图1-4, 图1-5) G 3 轨迹线 (图1-4) G 4 节圆及节线 (图1-5)
粗点划线	 J	b	J 1 有特殊要求的线或表面的表示线 (图1-6)
双点划线	 K	约 $b/3$	K 1 相邻辅助零件的轮廓线 (图 1-4) K 2 极限位置的轮廓线 (图 1-4) K 3 中断线 (图 1-6)

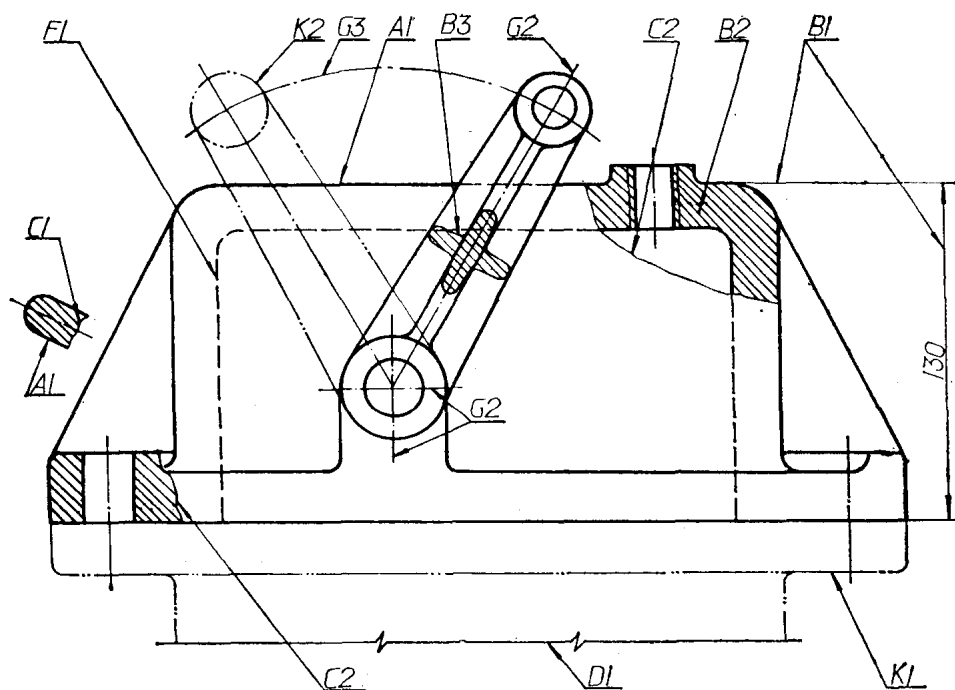


图 1-4

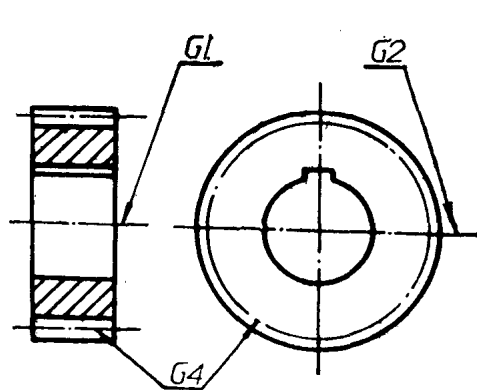


图 1-5

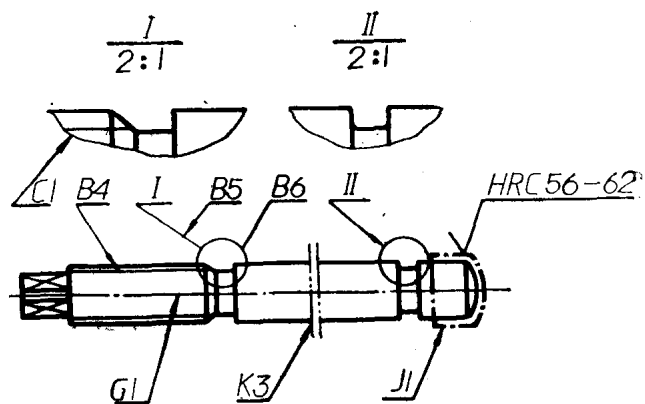


图 1-6

五、尺寸注法 (摘录 GB4458.4—84)

1. 基本规定

机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据。图样中的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。机件的每一尺寸,一般只注一次,并应标注在反映该结构特征的图形上。图 1-7 为尺寸标注示例。

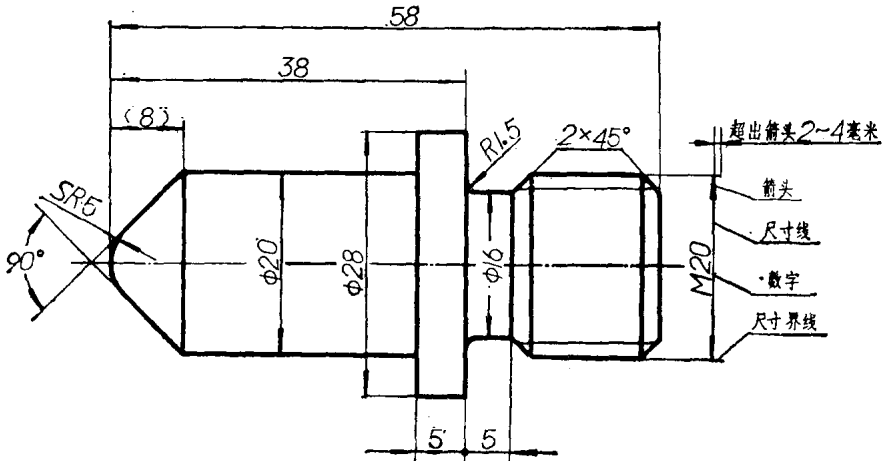


图 1-7

2. 尺寸数字及符号

(1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处(图 1-7)。填写尺寸数字的方向应按图 1-8 所示,并尽可能避免在图 1-8 所示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1-9 的形式标注。

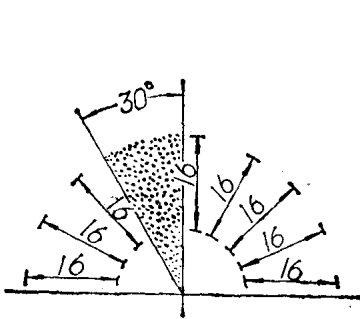


图 1-8

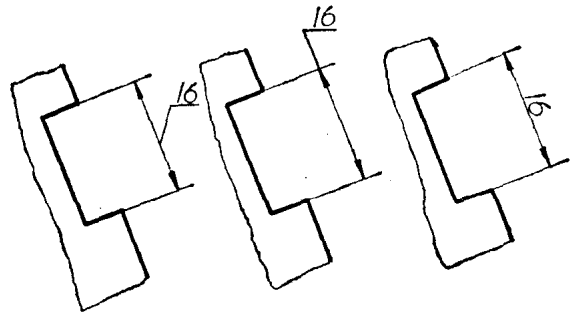


图 1-9

对非水平方向的尺寸,其数字也可水平地注写在尺寸线的中断处(图 1-10)。但同一张图上应尽可能采用一种注法。

(2) 角度的数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处(图 1-11)。也可引出