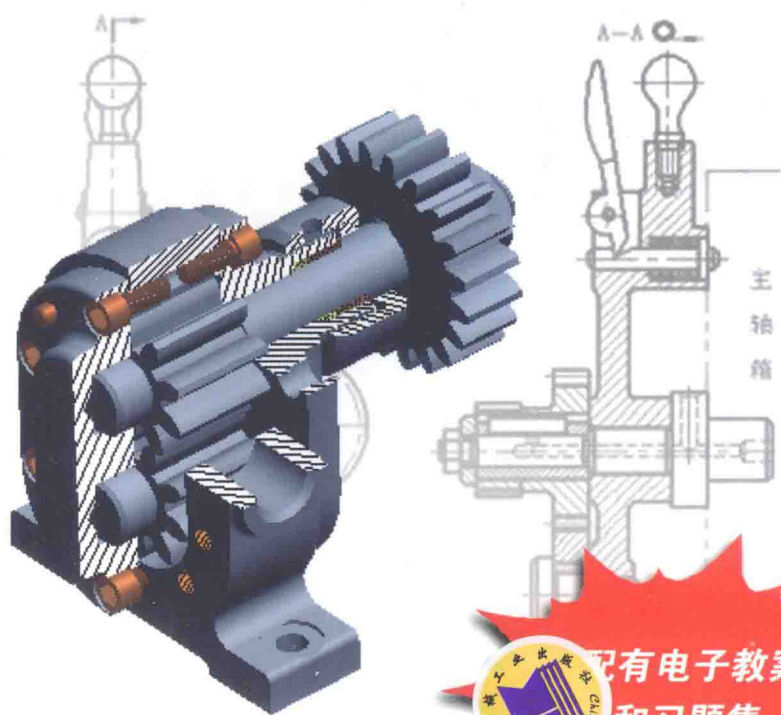


高等工科院校机械类专业教材

第2版

机械制图

主 编 马希青
副主编 崔 坚 黄素霞 刘春玲 张湘玉



配有电子教案
和习题集



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等工科院校机械类专

机 械 制 图

第 2 版

主 编 马希青

副主编 崔 坚 黄素霞

刘春玲 张湘玉

机 械 工 业 出 版 社

本书是河北省省级精品课程“机械制图”的教材,是为了适应我国高等工科院校开展实施“大工程”教育、配合 CDIO 工程教育模式,结合作者多年积累的教学改革与实践经验而组织编写的。学时数在 60~90 之间。

全书共分十一章,内容包括:预备知识,制图的基本规范和技法,简单体三视图及尺寸标注,组合体三视图及尺寸标注,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件质量与技术要求,零件图,装配图,展开图,焊接图。各章后面都有小结,书后有附录可供查阅。

本书可作为高等工科院校机械类和近机类各专业本科学生的教材,也可作为机械等相关专业工程技术人员的参考书籍。与之配套出版的《机械制图习题集》一书,二者在内容上相互照应,内容次序完全一致,可一并选用。

本书配有制作精良的电子教案和习题答案,免费下载网址为 <http://www.cmpedu.com>。咨询电话:010-88379405。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/马希青主编. —2 版. —北京:机械工业出版社,2015.8
高等工科院校机械类专业教材
ISBN 978-7-111-51031-4

I. ①机… II. ①马… 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(2015)第 176174 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:何月秋 责任编辑:何月秋 王彦青 责任校对:樊钟英

封面设计:鞠 杨 责任印制:李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2015 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·473 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-51031-4

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

编辑热线:010-88379879

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

第2版前言

本书自2010年9月出版以来,深受广大高等工科院校师生和有关工程技术人员的好评和青睐,第1版先后印刷7次,发行2.4万多册。借此机会,编者谨向广大读者表示最诚挚的感谢,并衷心希望本书能给您的学习和工作提供更多的便利和帮助。

1. 本书的修订说明

本书编者是基于以下几点对本书进行修订的。

(1) 传统课程中完整、系统的投影训练体系正在面临计算机3D技术的挑战,画法几何中的二维图解方法终将被取代,而二维图示功能也将部分被取代。因此,必须对传统的投影理论和方法进行大胆扬弃。本书将点、直线、平面的投影和换面法以及轴测投影图等内容一并删去,使“投影”“投射”等词基本上不再出现。

(2) 计算机绘图作为一种重要的绘图手段,在许多高校已经部分甚至完全取代了手工制图。由于计算机绘图与手工制图在思维方式、绘图方法和绘图顺序上有本质的区别,所以,关于绘图工具的使用方法以及图形中的圆弧连接等内容一时还无法完全舍弃;再者,学生在中学阶段已经掌握了三视图的形成过程,但在视图名称上存在差异。因此,将“绘图工具及其用法”“平面几何作图”“形体及其构形”“视图的基本知识”等内容提取出来,作为“预备知识”编入教材还是必要的。各高校师生及相关读者可根据自己的实际情况作为自学、选学或必学内容。

(3) 绘制和阅读机械图样历来是本书的两大内容和主题,而正确引导读者及早建立起空间概念是关键,帮助读者掌握绘图和读图的基本方法、能够正确合理地标注各类尺寸是根本。因此,将“简单体三视图及尺寸注法”与“组合体三视图及尺寸标注”分别编为一章,不仅突出其重要地位,也体现了“先易后难、循序渐进”的认知理念,而且将不同类型的形体与其尺寸标注“捆绑”在一起,将更利于理解形体及其尺寸,分解学习难点。

(4) 近些年来,国家技术监督局、国家标准化委员会又新颁布了一批《技术制图》《机械制图》国家标准,其内容涉及图样画法、尺寸标注、螺纹标记、几何公差、焊缝符号等多个方面。因此,本书增加了“剖视图的其他规定画法”,引入了“简化表示法”的概念及其相关内容,修订了与螺纹、矩形花键、弹簧等机件有关的标记方法,对“焊缝符号及标注方法”等内容也进行了必要的调整和补充,其目的就是宣传贯彻最新颁布的有关国家标准。

(5) 为了更好地满足工程需要,本书除了在附录中增加了一部分附表以外,还在零件的极限与配合方面增加了“尺寸公差的累加”“未注尺寸公差”等内容;在几何公差方面,增加了“公差原则”“几何公差的标注”“几何公差的选择”等内容。由于内容增加较多,故将“零件的工艺结构”“零件的表面质量”“零件的极限与配合”“零件的几何公差”等几节从“零件图”一章中分离出来,组成“零件质量与技术要求”一章。

这样一来,使本书各章节的作用与关系更加明确,整体结构也更加合理。

(6) 为便于读者学习和理解,对于“零件质量与技术要求”一章中出现的比较抽象的名词或概念,除了使用通俗的语句加以解释之外,还增加了必要的图表进行说明;同时还调整了“零件的表面质量”一节内容的层次结构和编排顺序等。在其他章节,编者也进行了一些必要的修订。

2. 本书的特点

进入 21 世纪以来,编者团队不断扩大,并一直坚持工作在教学第一线,一直坚持教材建设和课程建设,进行了一系列的综合教学改革和研究,取得了较好的成效。2002 年,我校的《机械制图》课程作为首批河北省精品课程一直保持至今;2008 年以来,编者团队共获得河北省教学成果三等奖 3 项,获得河北省教育教学研究成果三等奖 1 项。这次修订,本书融入了编者多年来的教学改革经验和多项教学研究成果,因此具有“够用、实用、好用”的特点。

(1) 坚持知识的工程性。本书坚持“知识来源于工程实际,为解决工程实际问题服务”的原则,在制图基本规范、零件常用表达方法、标准件与常用件等章节中,大量的教学素材均来源于最新颁布的相关国家标准;在零件图、装配图、展开图、焊接图等章节中的教学实例,如球阀、减速器、镜头架、旋风除尘器等,不仅完全取材于工程实际,还具体介绍了相关问题及注意事项等。特别是完全删除了画法几何的内容,增加了有关机件表达、尺寸标注、零件质量与技术要求等方面的内容,将附录中的附表增加到 39 个,故完全能够满足读者学习和工作上的需要。

(2) 突出内容的实用性。首先,知识的工程性决定了其内容的实用性。其次,把本书的第一章列为预备知识,既体现了该部分内容的基础地位,又为读者提供了学习时的灵活性;完全删除了画法几何的相关内容,继续保留并适当丰富了零件质量与技术要求、展开图、焊接图等一些实用性章节;本书完全遵循最新颁布的相关国家标准,对画图和读图起到良好的规范和示范作用;将画图、读图与尺寸标注贯穿全书,由易到难、循序渐进,能够引导读者逐步掌握机械制图的方法和要领,并最终解决工程实际问题。

(3) 富于方法的启发性。本书遵照“着眼基本、突出重点、化解难点”的原则,充分利用图形、表格、口诀、顺口溜、本章小结等形式,通过分析、对比、归纳、总结等方法展示学习内容和知识点。例如:本书把阅读组合体三视图的问题归纳为一个“目的”、两个“方法”、三个“关系”、四个“要领”;在介绍读图方法时,则分别把形体分析法和线面分析法概述为口诀,并采用表格的形式对这两种方法在适用对象、使用次序、分析内容等方面进行了对比。再如,把“零件图”这一章的学习内容归纳为“弄懂一个零件、把握两个关系、抓住三个要点、掌握四项内容、遵循五个步骤”,等等。从而将极大地方便读者学习、理解和记忆。

需要补充说明的是,本书共分 11 章,各章后面都有小结,书后有附录。与本书一并修订的还有《机械制图习题集》一书,二者在内容上相互照应,内容次序完全一致,并有制作精良的电子教案、配套的电子版习题集和习题答案可供参考选用。

本书由马希青任主编,崔坚、黄素霞、刘春玲、张湘玉任副主编,具体分工是:张立香(第一章),郭淑媛(第二章),黄素霞(第三章),马希青(绪论、第四章),

刘春玲（第五章），孙扬（第六章），张湘玉（第七章），崔坚（第八章），苏梦香（第九章），赵月罗（第十章），马玥珩（第十一章），王晓敏（附录）。全书由马希青负责统稿、定稿。

由于编者水平有限，再加上时间仓促，书中不妥和疏漏之处在所难免，欢迎大家批评指正。我们的联系方式是：jixiecad@hebeu.edu.cn。

编 者

第1版前言

本书是遵照国家教育部关于普通高校教材建设与改革的意见及精神,根据教育部高等学校工程制图教学指导委员会制定的“高等学校工程制图课程教学基本要求”,为适应我国高校开展实施“大工程”教育、贯彻落实人才素质教育理念、配合 CDIO (即 Conceive “构思”、Design “设计”、Implement “实施”、Operate “运行”之意) 工程教育模式而组织编写的。

进入 21 世纪以来,我校的《机械制图》课程作为首批河北省精品课程,一直坚持教材建设和课程建设,并进行了一系列的综合教学改革研究,先后承担了 2 项河北省教育科学“十一五”规划课题和多项校级教研基金课题。2008 年,“《机械制图》课程综合教学改革的研究与实践”荣获河北省教学成果三等奖。本教材是在吸收了多年来的教学经验和改革成果,并积极咨询和采纳了多位专家学者的建议后编写完成的,可适用于 60~90 学时的《机械制图》课程教学。

本书由画法几何、机械制图和附录三个相对独立的模块组成。其中,画法几何部分主要介绍了点、直线、平面及基本立体的投影原理、方法和投影特性,是机械制图的理论基础,可帮助学生提高空间想象能力和形象思维能力;机械制图部分主要包括机械制图基础、组合体三视图、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图,以及表面展开图、焊接图等内容,完全采用国家最新颁布的《技术制图标准》,主要介绍阅读和绘制机械图样的基本方法和规定,培养学生读图和制图的基本技能,强化制图基本功,提高学生的动手能力,增强工程意识和规范意识;而附录部分则从《技术制图标准》中摘录了部分相关数据和图表,以方便读者在从事教学和机械制图时查阅。

本书按照“够用、实用、能用”的原则,将传统的画法几何内容进行了大量删减,仅保留了关于点、线、面、体的投影原理和基本作图方法,但保留了轴测图、表面展开图、焊接图等实用性章节,增加了形体构形方法的内容,加大了机械制图部分的比重,突出和强化了徒手草图、仪器工程图,以及机械零部件测绘的地位。在教材内容上,不仅兼顾了理论上的系统性和工程上的实用性,而且调整了有关读图、画图和尺寸标注的先后顺序,对尺寸注法和机械零部件等内容进行了有机整合,从而使本教材重点突出、脉络分明,详略得当。在教学实例上,更加注重其典型性和代表性,能更多更好地接近工程实际;在表现方法上,充分利用立体图帮助阐述投影图和工程图的内容,着重讲解有关技术方法及其应用;在编排顺序上,注重前后衔接、循序渐进,更方便读者自学和使用。

本书共分 11 章,各章后面都有小结,书后有附录,并提供制作精良的电子教案。全书内容翔实,图文并茂,结构严谨,层次分明。与本书配套使用的还有《机械制图习题集》一书,二者在内容上相互照应,内容次序完全一致,并有配套的电子版习题集和习题答案可供参考。因此,本书可作为高等工科院校机械类和近机类专业学生的教材,

也可作为机械工程技术人员的参考书籍。

本书由马希青任主编，郭淑媛、崔坚任副主编，具体分工是：郭淑媛（第一章），赵月罗（第二、五章），黄素霞（第三章），马希青（绪论、第四章），刘春玲（第六章），孙扬（第七章），崔坚（第八章），苏梦香（第九章），马玥珩（第十、十一章），王晓敏（附录）。全书由马希青负责统稿、定稿。

在本教材的编写过程中，得到了我校各级领导和有关部门的大力支持，得到了一些兄弟院校的关心和帮助，一些专家和同行为本书的编写提出了许多宝贵意见，在此一并表示最衷心的感谢。

由于我们水平有限，再加上时间仓促，书中不妥和疏漏之处在所难免，欢迎大家批评指正。我们的联系方式是：jixiecad@hebeu.edu.cn。

本书配有电子教案，免费下载网址为 www.cmpedu.com 或者 www.cmpbook.com。咨询电话：010-88379405

编 者

目 录

第2版前言	
第1版前言	
绪论	1
第一章 预备知识	4
第一节 绘图工具及其用法	4
第二节 平面几何作图	6
第三节 形体及其构形	11
第四节 视图的基本知识	14
本章小结	17
第二章 制图的基本规范和技法	18
第一节 制图的基本规定	18
第二节 尺寸标注	24
第三节 绘图方法和步骤	31
本章小结	35
第三章 简单体三视图及尺寸标注	36
第一节 基本体三视图及尺寸标注	36
第二节 切割体三视图及尺寸标注	41
第三节 相交体三视图及尺寸标注	48
第四节 平板类形体的三视图及尺寸标注	59
本章小结	61
第四章 组合体三视图及尺寸标注	63
第一节 基本概念和方法	63
第二节 画组合体三视图	68
第三节 读组合体三视图	74
第四节 组合体的尺寸标注	84
本章小结	91
第五章 机件常用的表达方法	93
第一节 视图	93
第二节 剖视图	99
第三节 断面图	110
第四节 局部放大图和简化表示法	112
第五节 表达方法应用举例	121
本章小结	124
第六章 标准件和常用件	126
第一节 螺纹	127
第二节 螺纹紧固件	137
第三节 键和销	143
第四节 滚动轴承	147
第五节 齿轮	150
第六节 弹簧	157
本章小结	161
第七章 零件质量与技术要求	162
第一节 零件的工艺结构	162
第二节 零件的表面粗糙度	165
第三节 零件的极限与配合	173
第四节 零件的几何公差	183
本章小结	191
第八章 零件图	192
第一节 概述	192
第二节 零件图的表达方案和尺寸标注	193
第三节 读零件图	206
本章小结	208
第九章 装配图	210
第一节 概述	210
第二节 装配图的视图表达方法	213
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	216
第四节 装配结构的合理性	217
第五节 读装配图及由装配图拆画零件图	221
第六节 由零件图画装配图	228
第七节 机器零、部件测绘	232
本章小结	238
第十章 立体的表面展开	239
第一节 平面立体的表面展开	239
第二节 可展曲面的展开	241
第三节 不可展曲面的近似展开	246
本章小结	251
第十一章 焊接图	252
第一节 焊缝符号及标注方法	252
第二节 焊接图示例	263
本章小结	266
附录 常用资料	267
参考文献	297

绪 论

一、本课程的性质和任务

图形是人类借以承载、交流信息的一种最重要和最基本的媒体之一。在漫漫历史长河中,作为人类表达、构思和交流思想感情的重要工具,它随着人类社会的发展而发展,并在推动社会的文明和进步中起到了极其重要的作用。因此,以图形为基本研究对象的“图形学”可谓是一门最古老而又最现代的学科,向来是人们学习、使用和研究对象。随着图形、文字以及符号等交流工具在工程技术上的广泛应用,便出现了工程图样。

工程图样是工程技术中一种重要的技术资料,是工程技术人员表达思想的语言,是工程技术部门广泛使用的重要的技术交流工具。因此在工程技术界,无论是机械设计和制造、地质勘察与测量,还是工程施工与成本核算等,都需要使用工程图样。

所谓机械图样,是使用规定的方式方法清楚地表达机器设备或机械零件的形状、结构、尺寸、材料和技术要求的技术文件。在现代工业生产中,技术人员在设计、制造、安装机械、电器、仪器仪表等各种设备时都离不开机械图样。设计者通过图样表达设计思想,制造者依据图样进行加工生产,使用者借助图样了解机器设备或机械零件的结构和性能。因此,作为机械专业和相近专业的工程技术人员要想适应团队和个人的工作需要,都必须能够绘制和阅读机械图样。

机械制图课程,就是研究阅读和绘制机械图样的技术及方法,培养阅读和绘制机械图样基本技能的一门学科。其主要研究重点和难点是:机械图样的表达、阅读与绘制。

本课程是一门实践性很强的技术基础课,在整个机械学科中处于基础地位。课程内容包括机械制图基础、简单体三视图、组合体三视图、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件质量及技术要求、零件图、装配图、展开图、焊接图等内容,着重介绍国家最新颁布的制图标准和规范,介绍阅读和绘制机械图样的基本方法和规定,以培养学生读图和制图的基本技能,增强学生工程意识和规范意识,提高学生分析问题与解决问题的能力 and 素质。

本课程的主要任务是:

- 1) 宣传贯彻《机械制图》国家标准的相关规范和规定。
- 2) 培养阅读和绘制机械图样的基本技能,树立工程意识。
- 3) 培养良好的学习方法;培养几何作图能力、徒手绘图能力;培养空间想象能力、形象思维能力;培养分析问题与解决问题的能力;培养钻研精神和创新意识。
- 4) 培养认真负责的工作态度、严谨细致的工作作风;培养协作精神和创业精神,提高综合素质。

较好地学习并掌握上述内容,是顺利完成后续专业基础课和专业课的基本前提和重要保证,也可为今后能够较出色地完成工作任务奠定坚实的基础。

二、本课程的基本要求

- 1) 了解本课程的地位、性质、任务,掌握科学的学习方法。
- 2) 掌握绘图工具和仪器的正确使用方法及几何作图方法,遵照《机械制图》国家标准的相关规范和规定,做到作图准确、图线分明、字体工整、图面整洁。
- 3) 能够熟练运用形体分析法和线面分析法,掌握简单体及组合体三视图的绘制、阅读、尺寸标注的基本方法与步骤。
- 4) 掌握机械图样中各种常用的表达方法(包括常规表达方法、装配画法、特殊表达方法等)和简化表示法,做到投影正确,视图选择恰当,表达方法简捷明了,尺寸完整、清晰、基本合理。
- 5) 能够正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图、装配图,培养绘制和阅读机械图样的基本技能。
- 6) 掌握一般机械零部件的测绘方法和步骤,了解测绘中的一些常见注意事项。
- 7) 能够较熟练地运用所学知识解决具体问题,全面提高个人综合素质和能力。

三、本课程的教学环节

本课程应包括课堂教学、课外自学、作业练习、零部件测绘、考核评定等几个教学环节。

1) 建议课堂教学采用以“学生为主体、教师为主导”的 CDIO 工程教育模式,施行“任务驱动式”“启发式”“讨论式”的案例教学,以激发学生的学习兴趣 and 参与意识,使学生“在做中学”,在“做”和“学”中按照自己的思维方式“转化和构建知识”。

2) 建议学生充分利用课外时间,借助互联网查找并学习各种技术知识,增长见识,扩大视野。对于学有余力的学生,也可以利用互联网学习一些目前比较先进的理论知识和技术,如计算机绘图、CAD、三维建模技术等,为以后的学习乃至工作打下厚实的基础。

3) 对于一些概念性问题和简单练习,建议在课堂教学中适时完成;对于较为复杂的问题可留作课外思考,比较复杂的作图练习,一小部分可在教师的指导下课内完成,大部分练习应安排在课外完成。鼓励学生使用计算机绘图软件完成作业。作业练习的目的,是巩固学生所学知识,检验学生的能力提高和知识掌握情况。

4) 在课程快结束时,单独利用1周的时间,由学生按分组在教师的指导下完成一级齿轮减速器的零部件测绘。要求学生在完成零部件测绘的前提下,绘制其装配图1张、零件图2至3张,以培养学生的实际动手能力等。

5) 考核分为过程考核和结课考核,二者各占一定比重。过程考核由任课教师根据学生在平时的作业完成情况、出勤情况、创新能力、综合素质等方面,按五级进行综合评定;结课考核由试题库命题,流水线阅卷,以结课考试时的卷面成绩为依据,主要考核学生灵活运用知识解决实际问题的能力。

四、本课程的学习方法

要想学好本课程,除了在思想上引起重视之外,还要掌握科学、有效的学习方法。

- 1) 在学习时,要时刻注意“三个关系”,即:空间形体各部分之间的相对位置关系、

空间形体与平面图样之间的对应关系、图样上相关视图之间的关联关系，从而牢固地建立起空间概念，学会形象思维。

2) 在学习时，应当在掌握基本概念的基础上，遵守国家标准中有关机械制图的规定和规范，按照正确的方法和步骤并使用绘图工具和仪器作图；应真正掌握形体分析、线面分析和构形分析的基本方法和步骤；通过多阅读、多思考、多练习，熟能生巧，有意识地培养学生读图和绘图的基本技能。

3) 在从事机械零部件测绘时，应当选用专用工具按照正确的拆装顺序和测量方法进行测绘；注意测绘中的一些常见问题，树立安全责任意识；培养动手能力和协作意识。

4) 由于图样在生产建设中起着非常重要的作用，读图和绘图都不能出现任何差错，否则将造成不可估量的损失。因此，在做练习和作业时，应培养和坚持认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

5) 在本课程的学习过程中，应当认真听讲，虚心求教，刻苦钻研，勤于思考，独立完成作业，及时复习总结。同时，还要积极培养与提高自学能力、分析问题和解决问题的能力，提高个人综合素质。

第一章 预备知识

在正式学习机械制图之前，需要先了解并掌握一些相关的基础知识和方法，如绘图工具的使用、基本作图方法、视图概念等，为后面的学习做好准备。

第一节 绘图工具及其用法

绘制工程图样时，需要使用绘图工具，如图板、丁字尺、三角板、圆规、分规等。正确使用绘图工具并按照规定的方式方法作图，可保证图样的质量、提高绘图速度。

一、图板和丁字尺

图板是用于铺放和固定图纸的垫板。图板的工作表面必须平坦而光洁，软硬适中。图板一般为长方形，使用时横放。图板的左侧边为丁字尺的导边，必须平直光滑。常用的图板规格有 0 号（900mm × 1200mm）、1 号（600mm × 900mm）、2 号（450mm × 600mm），绘图时应根据图纸的大小选择图板。

丁字尺由尺头和尺身组成，二者结合必须牢固。使用丁字尺画水平线时，左手扶住尺头，使尺头内侧边紧靠图板的左导边，用右手执笔沿尺身工作边从左向右画线；笔尖应紧靠尺身，笔杆略向右倾斜，用力要均匀，如图 1-1 所示。

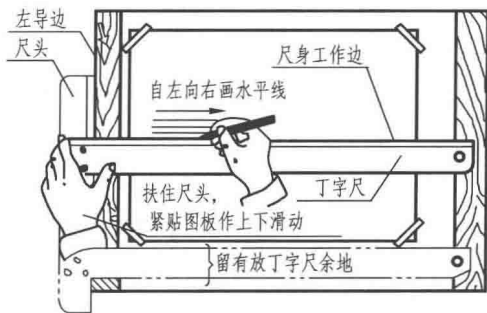


图 1-1 图板和丁字尺的使用

二、三角板

三角板与丁字尺配合使用，可以绘制一系列不同位置的竖直线，也可以画出与水平线成 30°、45°、60°、15°和 75°等特殊角度的直线，如图 1-2 所示。

三、圆规和分规

圆规是画圆和圆弧的专用工具。圆规的一条腿上装有带台阶的小钢针，用来定圆心，并防止针孔扩大；另一条腿上可安装铅芯用来画圆和圆弧，或者安装钢针代替分规，如图 1-3a 所示。画图时，定心钢针应完全将图纸扎透，圆规的两针脚尽量与纸面保持垂直，并使圆规向行进方向稍微倾斜，如图 1-3b 所示。画比较大的圆或圆弧时，还会用到加长杆，如图 1-3c 所示。

分规用于等分线段或量取线段长度。分规两脚在并拢后，两针尖应能对齐，如图 1-4a 所示。用分规等分线段的正确方法如图 1-4b 所示。

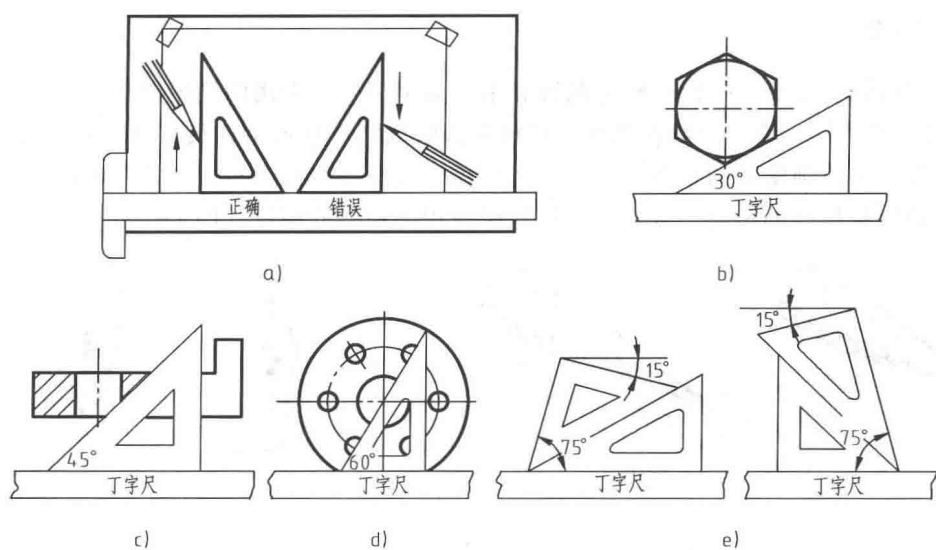


图 1-2 三角板与丁字尺配合使用

a) 画竖直线 b) 画 30°线 c) 画 45°线 d) 画 60°线 e) 画 15°、75°线

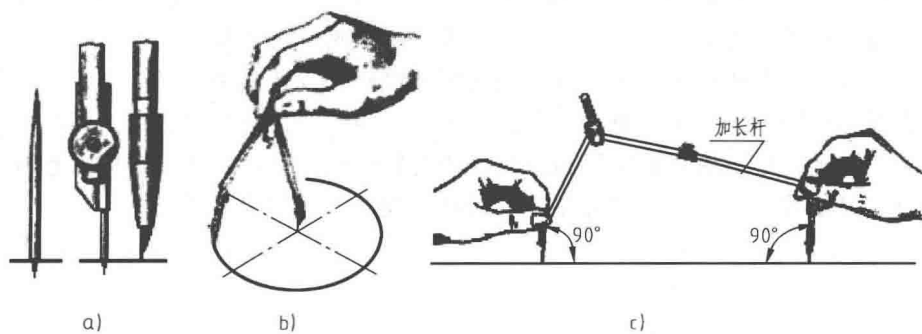


图 1-3 圆规的使用方法

a) 圆规针脚 b) 圆规的用法 c) 加长杆的用法

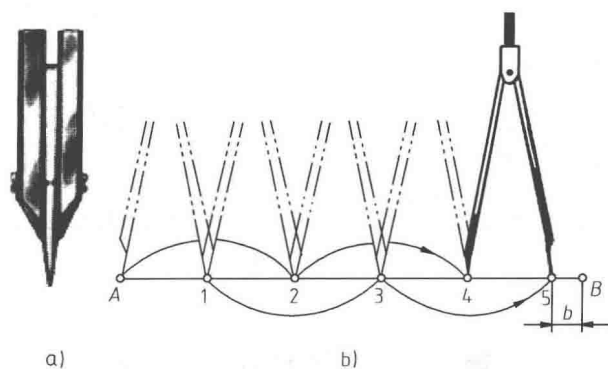


图 1-4 分规的用法

a) 分规 b) 分规等分线段

四、铅笔

在绘制机械图样时，一律用铅笔画线和书写文字符号。常用的绘图铅笔有 3H、2H、H、HB、B、2B 等型号，笔头一般在削好后将铅芯打磨成圆锥状或者四棱柱状，如图 1-5 所示。铅芯较硬并打磨成圆锥状的铅笔一般在绘制底稿、加深细线和书写文字符号时使用；铅芯较软且打磨成四棱柱状的铅笔一般在加深粗线时使用。铅笔的用法如图 1-6 所示。

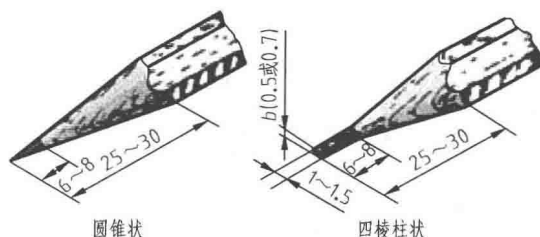


图 1-5 铅笔的削法

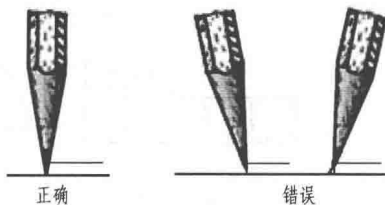


图 1-6 铅笔的用法

五、模板和擦图片

模板和擦图片一般都是由透明塑料制成的薄片，上面有直尺刻度和一些不同形状的小孔。利用模板上面的直尺刻度，可以代替直尺或三角板测量尺寸和画直线；利用上面各种形状的孔和槽，可以绘制机械图样中一些常用的图形符号，或者使用矩形孔书写文字等；利用擦图片盖在所画的图形上，可以擦去多余的或画错了的图线，并保护有用的图线不受影响。

如图 1-7 所示，是一块兼有模板和擦图片功能的模板。因此，使用模板和擦图片既可提高绘图速度，又能使绘出的图形符号整齐、美观、规范，提高绘图质量。

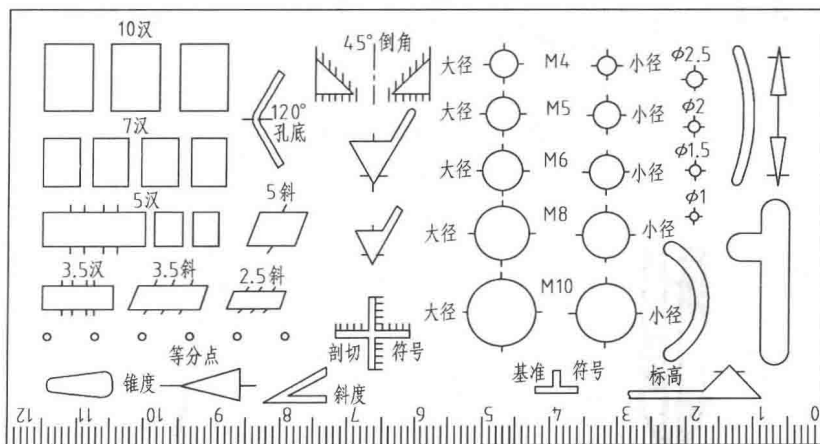


图 1-7 模板

第二节 平面几何作图

所谓几何作图，就是利用图形中各要素之间的几何关系如平行、垂直、相切等，用绘图

工具完成作图。

一、作已知直线的平行线和垂直线

1. 作平行线

过定点 K 作已知直线 AB 的平行线, 可按图 1-8a 所示方法作图。

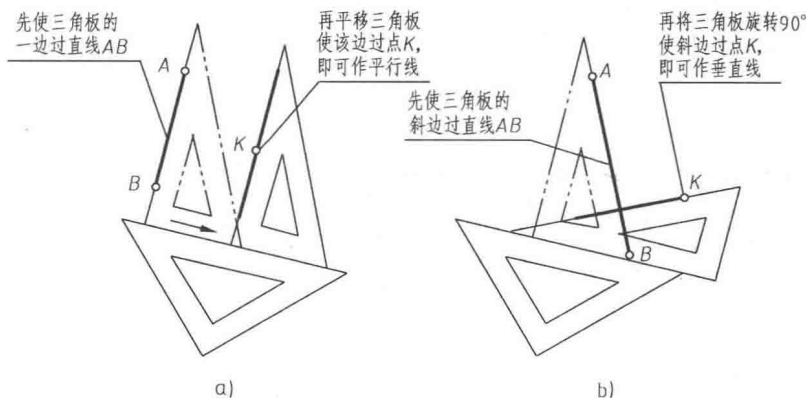


图 1-8 作已知直线的平行线、垂直线

a) 作平行线 b) 作垂直线

2. 作垂直线

过定点 K 作已知直线 AB 的垂直线, 可按图 1-8b 所示方法作图。

二、等分直线段

等分已知直线段的几何作图方法如图 1-9 所示。以 AB 直线五等分为例。过直线段的端点 A 任作一辅助线 AC , 在 AC 上用定长截取五等份, 得五等分点 1、2、3、4、5; 用直线连接端点 B 和 5 点; 过各等分点 1、2、3、4 分别作直线 $B5$ 的平行线, 分别交直线 AB 于 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 点, 这四点即为直线段 AB 的五等分点。

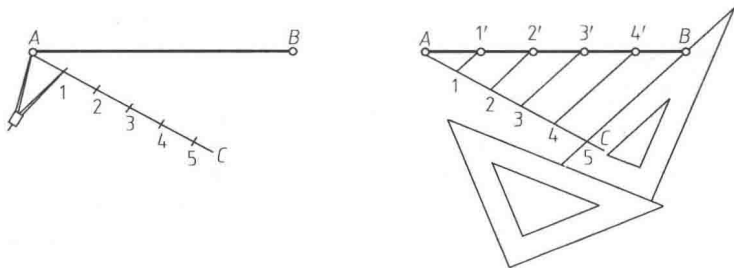


图 1-9 等分线段

三、圆周等分和正多边形

圆周等分和正多边形的作图方法见表 1-1。

表 1-1 圆周等分和正多边形的作图方法

等分	作图步骤	说 明
三 等 分 (内接正三角形)		(1) 用 60° 三角板过 A 点画 60° 斜线交圆周于 B 点 (2) 翻转三角板, 同法画 60° 斜线交圆周于 C 点 (3) 连 CB , 则 $\triangle ABC$ 即为正三角形
四 等 分 (内接正四边形)		(1) 用 45° 三角板斜边过圆心, 斜边交圆周于 1、3 两点 (2) 翻转三角板, 仍使斜边过圆心, 斜边交圆周于 2、4 两点 (3) 依次连接 1、2、3、4、1 点, 即得内接正四边形
五 等 分 (内接正五边形)		(1) 以 A 为圆心, OA 为半径, 画圆弧交圆于 B 、 C 两点, 连接 BC 得 OA 的中点 M (2) 以 M 为圆心, $M1$ 为半径画圆弧, 得交点 K , $1K$ 线段长为所求五边形边长 (3) 用 $1K$ 长自 1 点起截圆周得 2、3、4、5 点, 依次连接, 即得正五边形
六 等 分 (内接正六边形)		方法一: 分别以 A 和 B 为圆心, 以圆半径为半径画圆弧, 交圆周于 1、2、3、4 四点, 连接 1、2、3、4、A、1, 即得正六边形 方法二: (1) 用 60° 三角板自 1 点作弦 12, 右移三角板自 4 点作弦 45。翻转三角板再作出 34、16 两弦 (2) 再作出 23、56 两弦, 即得正六边形
七 等 分 (内接正七边形)		(1) 将直径 AB 分成七等份 (若作 n 边形, 可分成 n 等份) (2) 以 B 为圆心, AB 为半径, 画圆弧交 CD 延长线于 K 和 K' 点 (3) 自 K 和 K' 与直径上的奇数点 (或偶数点) 连线, 延长至圆周, 即得各等分点 I、II、III、IV、V、VI、VII; 将上述七点顺次连线, 即得正七边形

四、斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指一直线相对于另一直线或一平面相对于另一平面的倾斜程度, 在图样中以 $\angle 1:n$ 的形式标注。图 1-10 是斜度 $\angle 1:6$ 的作图方法及其注法: 由 A 在水平线 AB 上取六个单位长度得 D 点, 过 D 点作 AB 的垂线 DE , 取 DE 为一个单位长度, 连接 A 、 E 。则直线 AE