

校企双元合作开发职业教育规划教材

机械制图



主编 贺剑 舒文鑫 张红利

汕头大学出版社

校企双元合作开发职业教育规划教材

机械制图



JIXIE ZHITU

主 编 贺 剑 舒文鑫 张红利
副主编 李培丽 吴云龙 熊景山 汪星星
参 编 赵延根 罗文昭 王樱花 刘 慧
施海华 许坤宝 毛宝珍

汕头大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/贺剑, 舒文鑫, 张红利主编. —汕头:
汕头大学出版社, 2023. 9
ISBN 978-7-5658-5140-7

I. ①机… II. ①贺… ②舒… ③张…… III. ①机械制
图—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 183681 号

机械制图

JIXIE ZHITU

主 编: 贺 剑 舒文鑫 张红利
责任编辑: 汪艳蕾
责任技编: 黄东生
封面设计: 易 帅
出版发行: 汕头大学出版社
广东省汕头市大学路 243 号汕头大学校园内 邮政编码: 515063
电 话: 0754-82904613
印 刷: 天津市蓟县宏图印务有限公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 12
字 数: 255 千字
版 次: 2023 年 9 月第 1 版
印 次: 2023 年 9 月第 1 次印刷
定 价: 79.80 元
ISBN 978-7-5658-5140-7

版权所有, 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换

PREFACE 前言

机械制图是研究机械图样的识读和绘制的一门学科，也是机械类专业学生必修的专业基础课程。随州市是中国专用汽车之都，是国家应急产业（专用车）示范基地，专用汽车产业综合实力位居全国各地市首位，现已成为全国专用汽车品种齐全、特色鲜明、资源富集、区域集中度高的产业基地。随州职业技术学院作为随州市唯一一所高校，承担着为随州市专用汽车行业培养人才的重任。为满足行业人才培养需要，我校和随州市专用汽车龙头企业合作，开展《机械制图》教材编写工作。

本教材以三教改革为指导思想，依托随州职业技术学院专用汽车制造省级高水平专业群建设，以专用汽车行业需求为出发点，结合职业院校学生特点、国家专业教学标准、1+X 机械工程制图职业技能等级证书等方面要求，大量采用专用汽车零件作为案例，加大零件测绘技能培训内容，配备相关教学资源。本教材既可作为高等职业院校机械类专业教材，也可用于职业技能和技术人员的培训。

本教材具有以下特点：

1. 结合地方支柱产业

通过企业调研，考察企业岗位的需求，以随州地区支柱产业专用汽车产业需求为主导，由企业专家、学校教师共同编写。

2. 标准新

本教材采用最新的国家标准及有关规定，以国家职业标准为依据，根据生产技术的发展趋势，尽可能地体现机械设计与制造、专用汽车设计与制造等方面的新知识、新技术、新设备和新工艺。

3. 课程结构模块化

本教材包含十一个模块，每一个模块根据具体的知识又设置了不同的项目，每个项目又包含具体的任务，将理论知识融入一个个具体的图例中，从而激发学生的学习兴趣，大大提高学习效果。

本教材由随州职业技术学院联合湖北新兴全力机械有限公司、中国重汽集团湖北华威专用汽车有限公司等企业编写。随州职业技术学院贺剑、舒文鑫、张红利担任主编；随州职业技术学院李培丽、吴云龙，中国重汽集团湖北华威专用汽车有限公司熊景山，随州机电工程学校汪星星担任副主编；随州职业技术学院及企业人员赵延根、罗文昭、王樱花，刘慧、施海华、许坤宝、毛宝珍等参与编写。

编者

2023年5月

CONTENTS 目录

模块一 制图的基本知识及作图基本技法

项目一	常用绘图工具和仪器的使用	2
项目二	制图的基本规定	6
项目三	几何作图	12
项目四	平面图形的尺寸分析、标注及画法	16

模块二 点、线、平面的投影

项目一	三视图及投影规律知识	29
项目二	点的三面投影	33
项目三	直线的投影规律	35
项目四	平面的投影规律	39

模块三 立体的投影

项目一	平面立体的投影	44
项目二	回转体的投影	48
项目三	切割体的投影	52
项目四	相贯体的投影	59

模块四 组合体

项目一	组合体的概述	64
项目二	组合体三视图的画法	66
项目三	组合体的尺寸标注	69
项目四	读组合体的三视图	73

模块五 轴测图

项目一	轴测图的基本知识	80
-----	----------------	----





项目二	组合体的正等轴测图绘制	81
项目三	组合体的斜二轴测图绘制	85

模块六 机件的常用表达方法

项目一	视图	88
项目二	剖视图	91
项目三	断面图	100
项目四	其他表达方法	102

模块七 标准件

项目一	螺纹及螺纹紧固件	109
项目二	键和销	119
项目三	齿轮	121
项目四	滚动轴承、弹簧	126

模块八 零件图

项目一	零件图的概念和表达方法的选择	131
项目二	典型零件的表达方案	134
项目三	零件图的尺寸标注	138
项目四	零件图的技术要求	145
项目五	读零件图	155

模块九 装配图

项目一	装配图的内容和规定画法	159
项目二	装配图的识读和绘制	168

模块十 测绘

项目一	零件测绘	173
-----	------	-----

模块十一 展开图

项目一	平面立体的表面展开	178
项目二	可展曲面的展开	180



模块一

制图的基本知识及作图基本技法

◎学习目标

- 1.能正确地选择图幅、比例、图线抄画图形。
- 2.能正确地标注一般线性尺寸和角度尺寸。
- 3.能正确地使用绘图工具，并具有徒手绘制草图的初步能力。
- 4.能进行圆周的三、四、六、八等分作图及进行一般的圆弧连接作图。
- 5.能够对平面图形进行尺寸分析和线段分析，并按照正确的步骤进行绘图。
- 6.能够运用徒手绘图的基本方法，绘制出简单的平面图形。
- 7.初步养成认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

项目一 常用绘图工具和仪器的使用

正确使用绘图工具和仪器，既能保证绘图质量，又能保证绘图速度，也可为学习计算机绘图奠定坚实的基础。因此，正确使用绘图工具和仪器，熟练掌握制图工具的使用方法是—名工程技术人员必备的基本素质。常用的制图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、曲线板、擦图片、铅笔、橡皮、胶带纸、削笔刀等。

一、铅笔和铅芯

在绘制工程图样时要选择绘图专用的铅笔，一般需要准备以下几种型号的铅笔：

2B 或 B——用来画粗实线；

HB——用来画细实线、点画线、双点画线、虚线和写字；

H 或 2H——用来画底稿。

H 前的数字越大，铅芯越硬，画出来的图线就越淡，也更容易用橡皮擦掉；B 前的数字越大，铅芯越软，画出来的图线就越黑。由于用圆规画圆时不使用力，因此圆规上使用的铅芯一般要比绘图铅笔软一级。用于画粗实线的铅笔和铅芯应磨成矩形断面，其余的磨成圆锥形，如图 1-1 所示。铅笔应从无硬度标记的一端削起。

画线时，铅笔在前后方向应与纸面垂直，而且向画线前进方向倾斜约 30° 。当画粗实线时，因用力较大，倾斜角度可小一些。画线时用力要均匀，匀速前进。

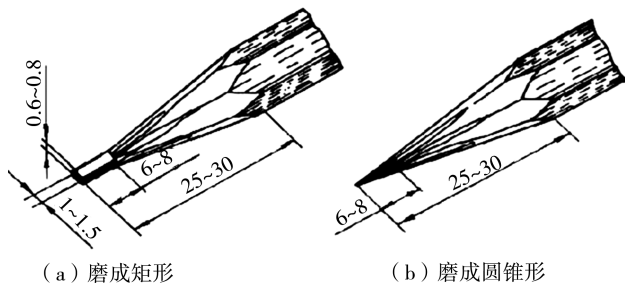


图 1-1 磨铅笔

二、图板、丁字尺和三角板

图板根据大小有多种型号，图板的短边为导边；丁字尺是用来画水平线的，丁字尺的上面那条边为工作边。

如采用预先印好图框及标题栏的图纸进行绘图，则应使图纸的水平图框线对准丁字尺的工作边后，再将其固定在图板上，以保证图上的所有水平线与图框线平行。如采用较大的图板，为了便于画图，图纸应尽量固定在图板的左下方，但须保证图纸与图板底边有稍大于丁字尺宽度的距离，以保证绘制图纸上最下面的水平线时的准确性。



用丁字尺画水平线时，用左手握住尺头，使其紧靠图板的左侧导边作上下移动，右手执笔，沿丁字尺工作边自左向右画线。当画较长的水平线时，左手应按住丁字尺尺身。画线时，笔杆应稍向外倾斜，尽量使笔尖贴靠尺边，如图 1-2 所示。画垂直线时，手法如图 1-3 所示，自下往上画线。

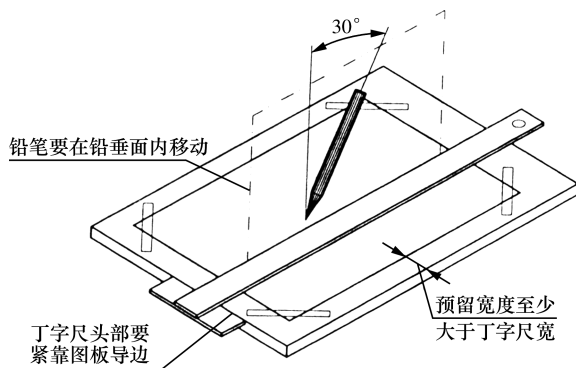


图 1-2 用丁字尺画水平线

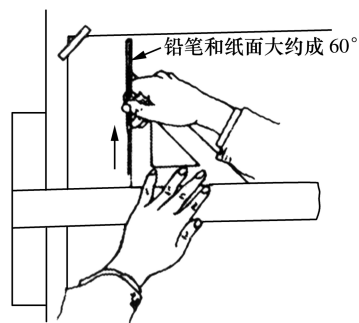


图 1-3 用丁字尺画垂直线

三角板由 45° 和 30° (60°) 各一块组成一副，规格用长度表示，常用的大三角板有 20 cm、25 cm、30 cm。它主要用于配合丁字尺使用来画垂直线与倾斜线。画垂直线时，应使丁字尺尺头紧靠图板工作边，三角板一边紧靠住丁字尺的尺身，然后用左手按住丁字尺和三角板，且应靠在三角板的左边自下而上画线。画 30° 、 45° 、 60° 倾斜线时均需丁字尺与一块三角板配合使用，当画其他 15° 整数倍角的各种倾斜线时，需丁字尺和两块三角板配合使用画出。同时，两块三角板配合使用，还可以画出已知直线的平行线或垂直线，如图 1-4 所示。

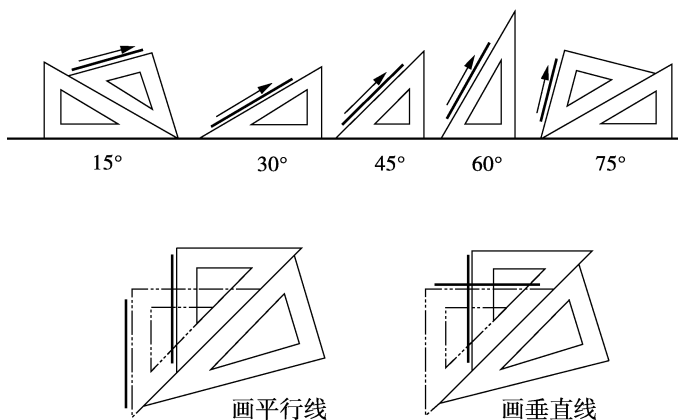


图 1-4 三角板的使用

三、圆规

圆规是画圆和圆弧的工具。画图前，圆规固定腿上的钢针（带有台阶的一端）应调整到比铅芯稍长一些，以便在画圆或圆弧时，将针尖插入圆心中。钢针的另一端作分规时使用，如图 1-5 所示。



在画粗实线圆时，圆规的铅芯应比画相应粗直线的铅芯软一号；同理，画细实线圆时，也应使用比画相应细直线软一号的铅芯。

使用圆规时，应尽可能使钢针和铅芯插腿垂直于纸面，画小圆时可用点（弹性）圆规；画大圆时，可用延伸杆来扩大其直径，如图 1-6 所示。

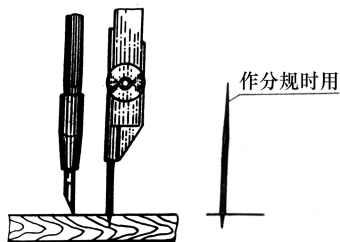


图 1-5 圆规钢针、铅芯及位置调整

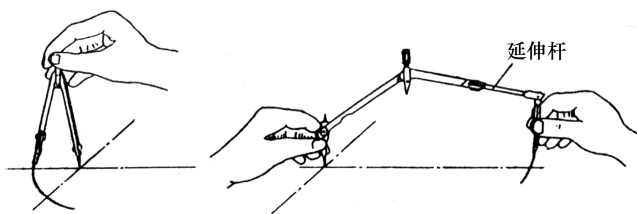


图 1-6 圆规的使用

四、分规

分规是用来量取尺寸和等分线段的工具。为了准确地度量尺寸，分规两腿端部的针尖应平齐。等分线段时，将分规两针尖调整到所需的距离，然后用右手拇指和食指捏住分规手柄，使分规两针尖沿线段交替旋转前进，如图 1-7 所示。用分规截取线段如图 1-8 所示。

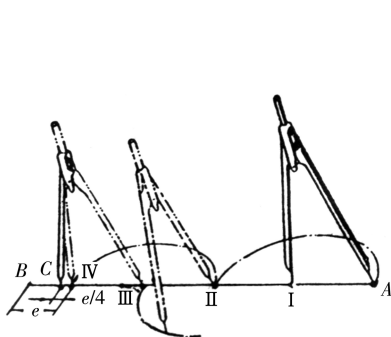


图 1-7 用分规等分线段

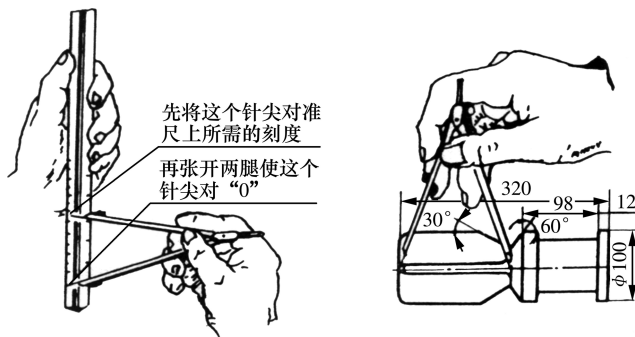


图 1-8 用分规截取线段

五、比例尺

比例尺有三棱式和板式两种，如图 1-9a 所示，尺面上有各种不同比例的刻度。在用不同比例绘制图样时，只用在比例尺上的相应比例刻度上直接量取，省去了麻烦的计算，加快了绘图速度，如图 1-9b 所示。

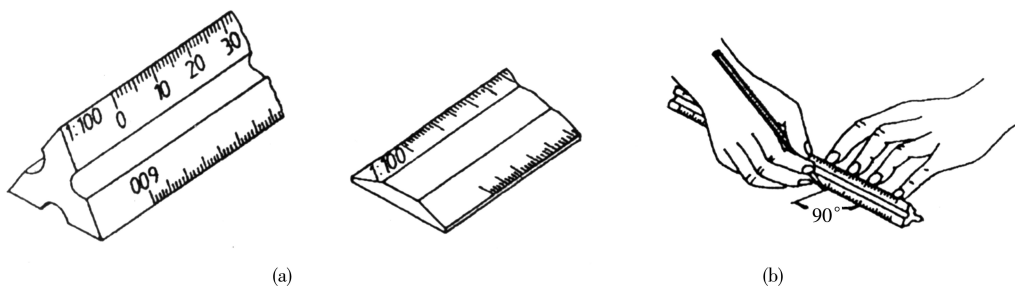


图 1-9 比例尺及其使用方法

六、曲线板

曲线板是一种具有不同曲率半径的模板，用来绘制各种非圆曲线。使用曲线板时，应先标出曲线上若干点，徒手用铅笔把各点轻轻地连接起来，再选择曲线板上曲率合适的部分逐段描绘，如图 1-10 所示。每一段中，至少有四个点与曲线板吻合，每描一段线要比曲线板吻合的部分稍短，留一部分待在下一段中与曲线板再次吻合后描绘（即“找四连三，首尾相叠”），这样才能使所画的曲线连接光滑。

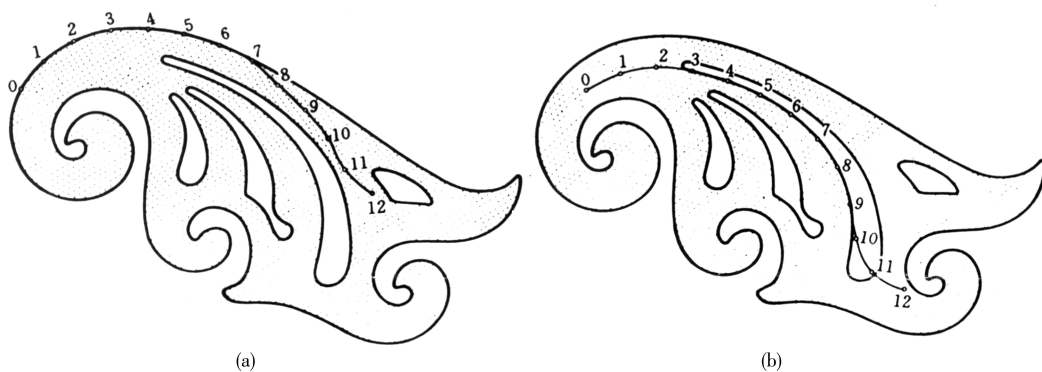


图 1-10 曲线板及其使用

七、其他绘图用品

绘图模板是一种快速绘图工具，上面有多种镂空的常用图形、符号或字体等。使用绘图模板能够方便地绘制针对不同专业的图案，如图 1-11a 所示。使用时笔尖应紧靠模板，才能使画出的图案整齐、光滑。

量角器用来测量角度，如图 1-11b 所示。简易的擦图片是用来防止擦去多余线条时把有用的线条也擦去的一种工具，如图 1-11c 所示。

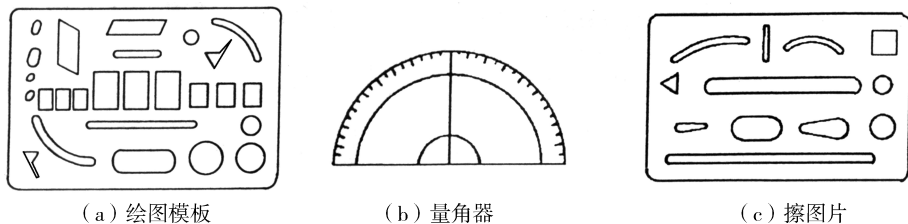


图 1-11 其他绘图工具



另外，在绘图时，还需要准备削笔刀、橡皮、固定图纸用的胶带纸、磨铅笔用的砂纸以及清除图画上橡皮屑的小刷等。其中橡皮有软硬之分，选择也较为重要，修整铅笔线多用软质的（4B），修整墨线则多用硬质的（HB）。

项目二 制图的基本规定

机械图样是工业生产中的重要技术文件，是工程师信息交流的重要载体和共同语言。为了适应生产、管理，便于准确无误地进行国内外技术交流，中国国家标准化管理委员会制定并颁布了机械制图相关国家标准，统一规定了我国有关生产和设计部门共同遵守的制图基本标准。所以，每个工程技术人员必须确立标准意识，熟识和掌握有关制图的基本标准。本项目主要介绍国家标准中关于图纸幅面及格式、标题栏、字体、图线的基本规定。

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689-2008）

1. 图纸幅面尺寸及代号

为了合理利用图纸和便于图样管理，国标中规定了五种标准图纸的幅面，其代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4。绘图时应优先选用国标中规定的幅面尺寸（表 1-1）。

表 1-1 图纸幅面尺寸

（单位：mm）

基本幅面（首选）					
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10				5
a	25				
e	20	10			

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。图纸上必须用粗线画出图框，图样画在图框内部。其格式分留装订边和不留装订边两种，分别如图 1-12 和图 1-13 所示。但同一产品的图样只能采用一种格式。留装订边或不留装订边，均可采用竖放（Y 型图纸）或横放（X 型图纸）。图中的 a 、 c 、 e 尺寸大小根据图纸幅面大小不同而不同，其尺寸规格详见表 1-1。

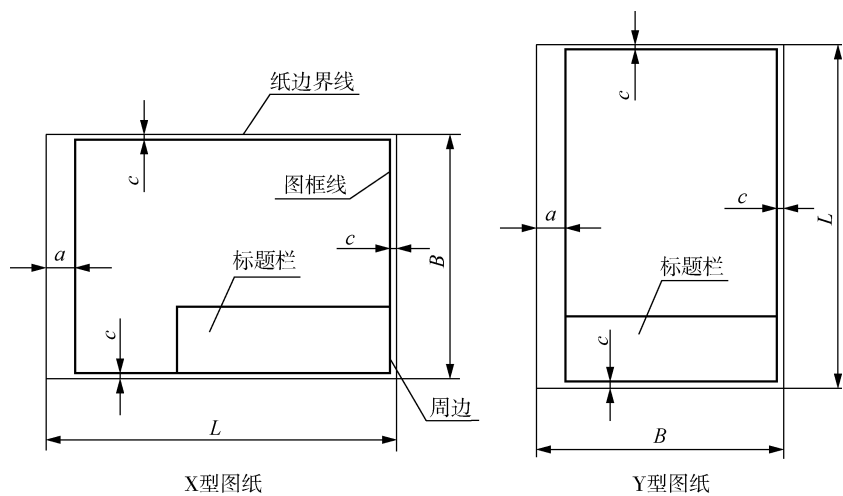


图 1-12 留装订边

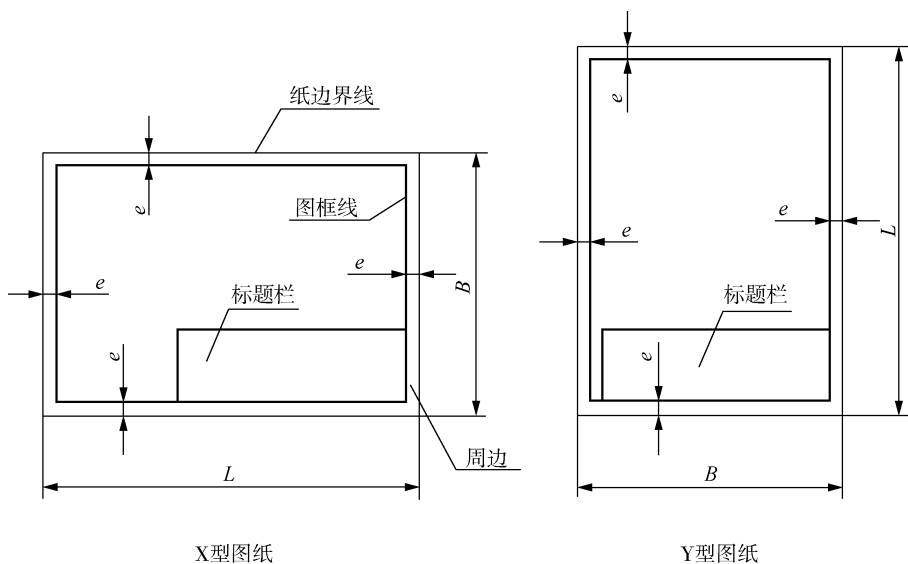


图 1-13 不留装订边

加长幅面的图框尺寸按所选的基本图幅大一号的图框尺寸确定，如 A3×4 的图框应按 A2 的图框尺寸确定。

二、标题栏

国标 GB/T 10609.1-2008 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定，如图 1-14 所示的标题栏是该标准提供的格式。



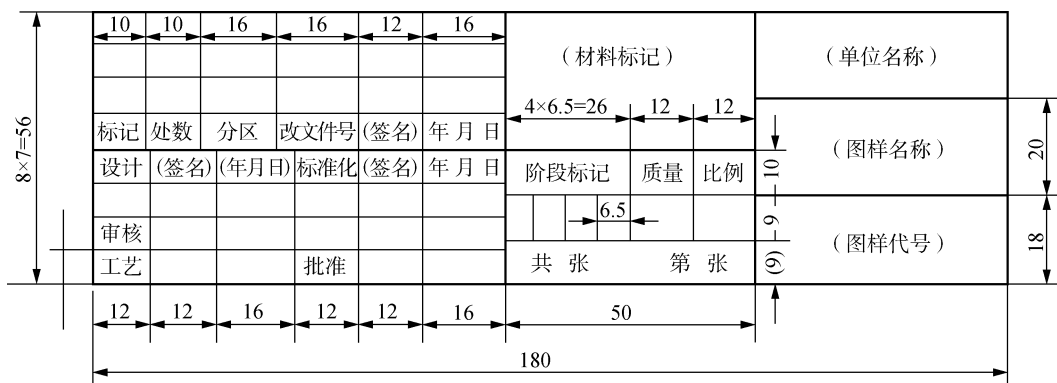


图 1-14 标准规定的标题栏规格与尺寸

1. 标题栏的内容

标题栏是由名称、代号、签字区、更改区和其他区组成的栏目，如图 1-14 所示。也可按实际需要增加或减小。每张图纸都必须画有标题栏。根据教学的实际需要，对零件图的标题栏和装配图的标题栏进行了简化，在此推荐零件图采用图 1-15 所示的标题栏。

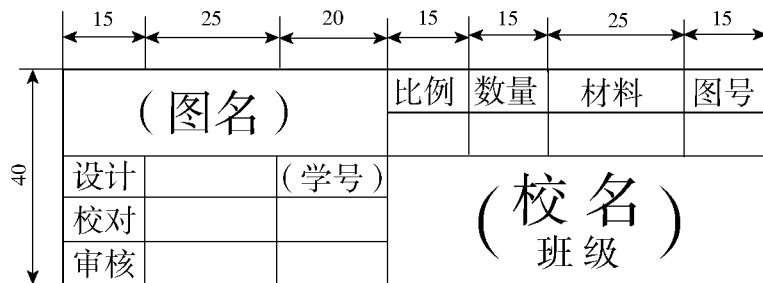


图 1-15 推荐教学使用的标题栏格式与尺寸

三、字体 (GB/T 14691-1993)

图样中除图形外，还需用汉字、数字和字母等进行标注或说明，它是图样的重要组成部分。字体包括汉字、数字及字母的字体。

图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数即字体的高度（单位为 mm），分别为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种，字体的宽度约等于字体高度的 2/3。数字及字母的笔画宽度约为字高的 1/10。汉字不宜采用 2.5 号和 1.8 号，以免字迹不清。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋字体，并应采用国家正式公布的简化字。

汉字要求写得整齐匀称。书写长仿宋体的要领：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。图 1-16 所示为长仿宋体示例。



10号字

字体端正 笔画清楚
排列整齐 间隔均匀

7号字

结构匀称 填满方格 横平竖直 注意起落

5号字

国家标准机械制图技术要求公差配合表面粗糙度倒角其余

图 1-16 长仿宋体示例

2. 数字及字母

数字及字母有直体和斜体之分，在图样中通常采用斜体。斜体字的字头向右倾斜，与水平线成 75°角。拉丁字母以直线为主体，减少弧线，以便书写及计算机绘图。数字和字母的笔画粗度约为字高的 1/10。罗马数字上的横线不连起来。数字和字母示例如图 1-17 所示。

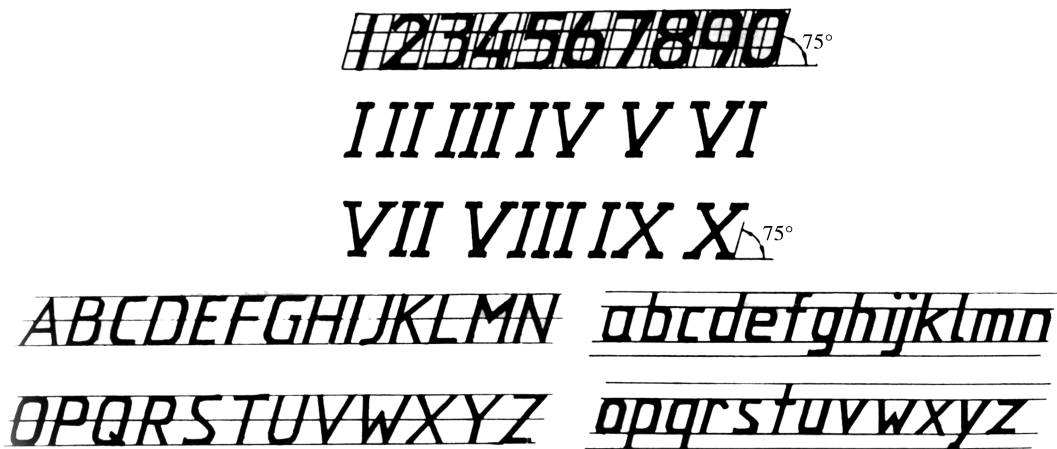


图 1-17 数字和字母示例

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号的字体，如图 1-18 所示。



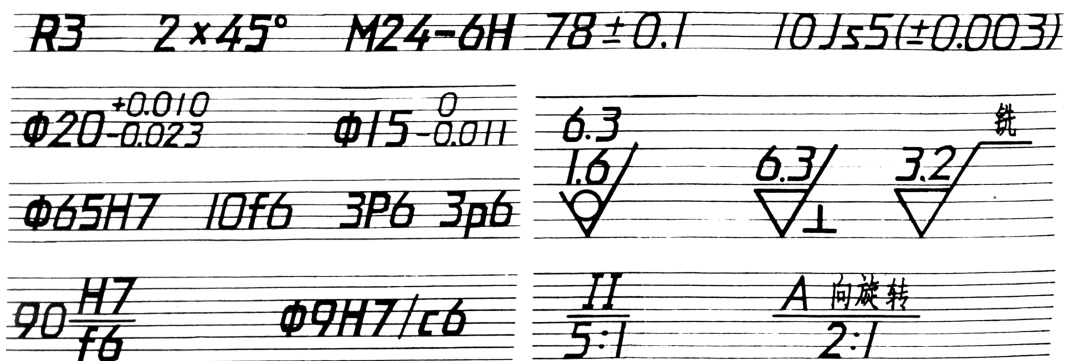


图 1-18 字体组合应用示例

四、图线 (GB/T 4457.4-2002)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、型式、结构、标记及画法规则。它用于各种技术制图,如机械、电气、建筑和土木工程图样等。

1. 线型及其应用

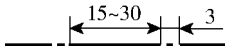
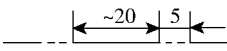
国家标准规定的基本线型共有 15 种型式,绘图时常用到其中的一小部分,如粗实线、细实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线、粗点画线等,各类线型及其应用见表 1-2,各种线型的应用示例如图 1-19 所示。

表 1-2 各类线型及其应用

图线名称	代码 No.	线型	线宽	一般应用
细实线				尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、螺纹牙底线、重合断面轮廓线、可见过渡线
波浪线	01.1		$d/2$	断裂处边界线、局部剖分界线
双折线				断裂处边界线、视图与局部剖视图的分界线
粗实线	01.2		d	可见轮廓线、螺纹牙顶线
细虚线	02.1		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
粗虚线	02.2		d	允许表面处理的表示线
细点画线	04.1		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)



续表

图线名称	代码 No.	线型	线宽	一般应用
粗点画线	04.2		d	限定范围表示线（特殊要求）
细双点画线	05.1		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线

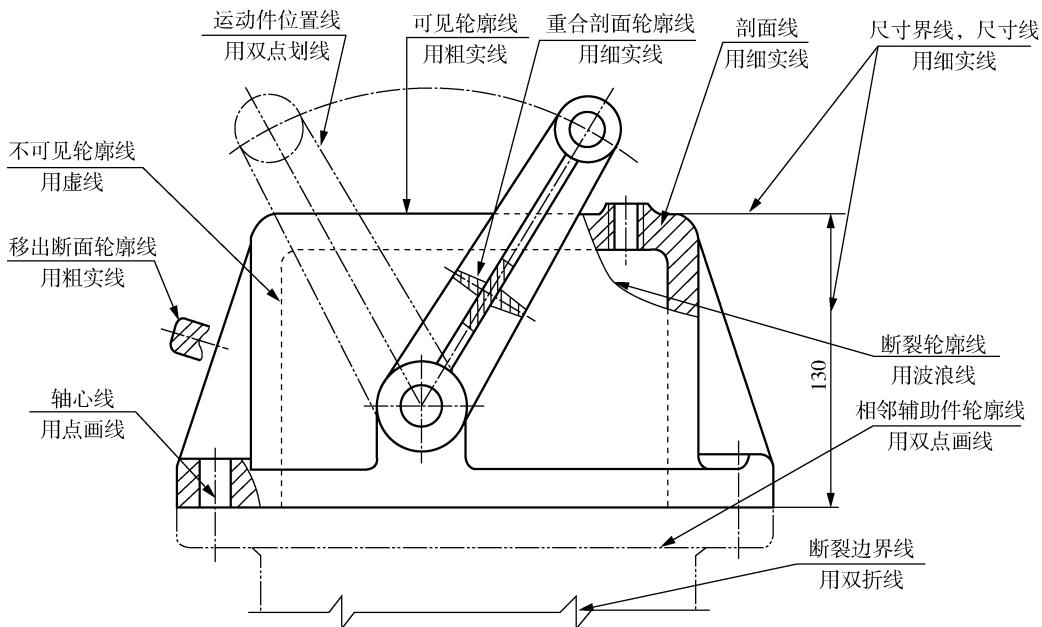


图 1-19 各种线型的应用示例

2. 图线的画法

图线的画法应遵守下列要求：

(1) 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。一般在图样中应保持图线的匀称协调。

(2) 虚线、点画线、双点画线的相交处应是画（即线段），而不应是点或间隔处。

(3) 虚线在粗实线的延长线上时，虚线应留出间隙。

(4) 点画线伸出图形轮廓线的长度一般为 2~5 mm。当点画线较短时，允许用细线代替点画线。

(5) 图线重叠时的绘制原则：可见轮廓线（粗实线）、不可见轮廓线（细虚线）和对称中心线（细点画线）重合时，应画粗实线；可见轮廓线（粗实线）与不可见轮廓线（细虚线）重合时，应画粗实线；不可见轮廓线（细虚线）与对称中心线（细点画线）重合时，应画细虚线。特殊用途的线型应尽量表达清楚。

