

汽车专业系列教材
“互联网+”新形态一体化教材

汽车机械制图

(含习题册)

主编 程联社 齐焕敏 张先贞



航空工业出版社

汽车专业系列教材
“互联网+”新形态一体化教材

汽车机械制图

(含习题册)

主编 程联社 齐焕敏 张先贞

航空工业出版社
北京

内 容 提 要

本书以培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的三种能力为重点，在总结多年教学实践经验的基础上编写而成。本书内容包括制图的基本知识与技能、投影法基础、立体投影基础、典型汽车零部件的表达、汽车行业标准件和常用件、识读汽车零件图、识读汽车装配图、机械测绘基础、计算机绘图基础。本书适合汽车类相关专业的师生使用，还可供工程技术人员参考。此外，本书还配套了习题册，供各院校师生选用。

图书在版编目（CIP）数据

汽车机械制图 / 程联社，齐焕敏，张先贞主编. —
北京：航空工业出版社，2024.5

ISBN 978-7-5165-3762-6

I. ①汽… II. ①程… ②齐… ③张… III. ①汽车—
机械制图 IV. ① U462.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2024）第 108389 号

汽车机械制图 Qiche Jixie Zhitu

航空工业出版社出版发行
（北京市朝阳区京顺路 5 号曙光大厦 C 座四层 100028）
发行部电话：010-85672666 010-85672683

北京荣玉印刷有限公司印刷
2024 年 5 月第 1 版
开本：787×1092 1/16
印张：17

全国各地新华书店经售
2024 年 5 月第 1 次印刷
字数：393 千字
定价：59.80 元

前言

党的二十大报告明确指出，坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才。深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略是党的二十大报告关于教育部署的要求。为适应职业教育的发展趋势，按照党的二十大报告中对于教材工作的新要求，结合职业教育人才培养模式、课程体系和教学内容等相关领域的改革要求，编写组在多年课程改革实践的基础上，以职业技能培养为主线，以项目为导向，以任务为驱动，依据“必需、够用”的原则，编写了本书，力求通过课程能力服务专业能力，再通过专业能力服务岗位能力，从而推动高职院校职业教育行业化改造。本书在注重学科知识系统性、表达规范性和准确性的同时，针对高职学生的思维特点和学习能力制订编写思路，组织教材内容，完成教材编写，形成了以下特色。

（1）在编排体系上，从投影作图入手，由浅入深，由简到繁，图文并茂，使画图与读图融为一体，将基本概念和基本理论融入实例之中，有利于学生理解和掌握。

（2）在学习内容的安排上，注重能力培养。实行项目化教学，每个任务均设有知识目标、能力目标和素质目标，真正做到以学生为主体，将分析问题、解决问题的能力及团队协作精神融入教学全过程。

（3）按照“任务引入→任务目标→任务实施”进行编写，促使读者完成相关知识的学习、制订相关计划及相应的决策，在实施中完成工作任务，达到专业能力、社会能力和方法能力的有机统一。

（4）图例的选取具有针对性和适用性，均为工程中常见的形体和零件，使教学能更好地指导实践。

（5）遵守现行技术制图和机械制图国家标准。

本书由程联社（杨凌职业技术学院）、齐焕敏（杨凌职业技术学院）和张先贞（山东理工职业学院）担任主编，陆健（杨凌职业技术学院）、党超（杨凌职业技术学院）、陈怀昊（沙洲职业工学院）担任副主编，具体的编写分工如下：程联社编写了项目一、项目二、项目三、项目六的任务二至任务四；齐焕敏编写了前言、项目四、项目八、项目九的任务二至任务四；党超编写了项目五、附录；陆健编写了项目七；张先贞编写了项目六的任务一、项目九的任务一；陈怀昊编写了项目九的任务五。全书由齐焕敏负责统稿。

由于编者水平和能力有限，书中存在的疏漏和不足，希望同行专家和读者能给予批评指正。对相关资源有需要者可致电教学助手 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

编者
2023 年 12 月

目录

 项目一 制图的基本知识与技能	1
任务一 制图基本规定	2
一、图纸的幅面及格式	2
二、比例	4
三、图线	5
四、尺寸标注	6
五、标题栏	9
六、明细栏	10
七、字体	11
任务二 作图的基本知识	12
一、绘图工具基本认识	12
二、几何作图基础	14
三、斜度和锥度	15
任务三 平面图形的画法	16
一、平面图形线段的连接	17
二、平面图形的分析和画法举例	18
  项目二 投影法基础	 21
任务一 投影法	22
一、投影法的概念	22
二、投影法的分类	23
三、正投影的基本性质	24
四、物体的视图	24
任务二 点的投影	28
一、点的投影基础	28
二、点的投影规律	29
三、点的直角坐标	29
四、两点的相对位置	30

任务三 直线的投影	32
一、直线的投影基础	32
二、直线上点的投影	35
三、两直线的相对位置	35
任务四 平面的投影	36
一、平面的投影基础	36
二、平面上的直线和点	39
 项目三 立体投影基础	41
任务一 立体的投影	42
一、平面立体的投影	42
二、曲面立体的投影	45
任务二 立体表面的交线	50
一、截交线	50
二、相贯线	56
任务三 组合体的识读与绘制	63
一、组合体的基础知识	63
二、组合体三视图的绘制	65
三、组合体三视图的尺寸标注	67
四、组合体三视图的识读	71
 项目四 典型汽车零部件的表达	75
任务一 视图	76
一、基本视图	76
二、向视图	77
三、局部视图	78
四、斜视图	79
任务二 剖视图	80
一、剖视图的基本概念	81
二、剖视图的基本画法	82

三、剖视图的种类	83
四、剖切面的种类	86
五、机件表达方案的确定原则	89
任务三 断面图	90
一、断面图的概念	90
二、移出断面图	91
三、重合断面图	92
任务四 其他常用表达方法	93
一、局部放大图	93
二、简化画法	94
 项目五 汽车行业标准件和常用件	97
任务一 螺纹	98
一、螺纹的形成、要素和结构	98
二、螺纹的规定画法	102
三、螺纹的标注	104
任务二 常用螺纹紧固件	107
一、螺纹紧固件的标记及简化画法	108
二、螺纹紧固件装配图的画法	109
任务三 键和销	113
一、键连接	113
二、销连接	116
任务四 齿轮	118
一、常见传动齿轮的种类	118
二、直齿圆柱齿轮各部分的名称及有关参数	119
三、直齿圆柱齿轮的尺寸计算	120
四、直齿圆柱齿轮的规定画法	120
任务五 滚动轴承	123
一、滚动轴承的种类	124

二、滚动轴承的代号	124
三、滚动轴承的画法	126
任务六 弹簧	128
一、弹簧的种类	128
二、圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算	129
三、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	129
四、圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	130

项目六 识读汽车零件图 **131**

任务一 汽车零部件的初步识读	132
一、汽车零件图的作用与内容	132
二、汽车零件的类型	134
三、汽车零件的常见工艺结构	135
任务二 汽车零件的视图及尺寸	138
一、汽车零件图的视图选择	138
二、汽车零件图的尺寸标注	141
任务三 读汽车零件图的公差	145
一、尺寸公差	145
二、几何公差	150
三、零件的表面结构	152
任务四 典型汽车零部件的识读举例	157
一、零件图的识读方法	157
二、读零件图示例	158

项目七 识读汽车装配图 **165**

任务一 汽车装配图的初步认识	166
一、装配图的作用	166
二、装配图的内容	167
三、装配图的表达方法	168
四、装配图的常见结构	172

任务二 读汽车装配图的方法和步骤	175
一、读装配图的目的和要求	175
二、读装配图的方法和步骤	176
三、装配图中的尺寸标注和技术要求	176
四、装配图中的零件序号及明细栏、标题栏	177
任务三 典型汽车装配图的识读	180
一、活塞连杆机构的识读	180
二、齿轮油泵机构的识读	182
 项目八 机械测绘基础	185
任务一 零部件测绘基础	186
一、汽车零部件测绘概述	186
二、零部件的拆装	188
三、零部件的测量	193
任务二 汽车零件的测绘	197
一、绘制草图基础知识	197
二、绘制零件图的方法和步骤	201
任务三 由装配图拆画零件图	204
一、由装配图拆画零件图的一般过程	204
二、齿轮油泵泵体拆画	205
任务四 绘制装配示意图	208
一、装配示意图概述	208
二、装配示意图常见符号	209
三、装配示意图常见画法	210
四、装配示意图应用举例	212
任务五 综合应用——机用虎钳测绘	214
一、准备测绘工具	215
二、了解、分析测绘对象	215
三、拆卸装配体	215
四、画装配示意图	216

五、画零件草图	216
六、画装配图及零件工作图	222
 项目九 计算机绘图基础	227
任务一 SolidWorks 简介	228
一、SolidWorks 软件概述	228
二、SolidWorks 2022 工作界面与基本设置	229
任务二 二维草图的绘制	232
一、草图的进入与退出	232
二、草图工具的认识	233
三、SolidWorks 2022 草图绘制案例	235
任务三 零件图建模	238
一、实体建模工具简介	238
二、实体建模的一般过程	240
三、模型的控制方法	242
四、特征的编辑	243
任务四 汽车装配图	245
一、装配设计概述	245
二、装配配合	247
三、装配案例	250
任务五 零部件工程图的完成	253
一、工程图设计概述	253
二、工程图创建的一般过程	255
三、工程图的标注	256
 附录	258
 参考文献	259

项目一

制图的基本知识与技能

项目概述

图样作为人类文化知识的载体，是信息传播的重要工具。中国工程图学的发展遵循人类科学技术的发展规律，也经历了从早期粗略的示意图进入精确的、按一定投影关系绘制的工程图样的历程。图样是工业生产中的重要技术文件，也是进行技术交流的载体，是工程界的技术语言。扎扎实实打好基础，练好基本功，是学好机械制图的关键。汽车零件的设计、制造和技术交流也都离不开图样。本项目从国家标准入手，对制图的基本规定、绘图工具的使用，以及几何作图的基本知识进行讲解，从而指导读者正确地绘制平面图形。在学习过程中应树立规则意识，培养良好的作图习惯，并将一丝不苟、精益求精等精神落实到实践中。

任务一

制图基本规定

任务引入

图样是工程界的语言，语言的使用必须遵循一定的标准。在绘制一张完整的图纸时要参考很多规定，比如图纸的大小、选择的比例、图样中字体的样式和尺寸，以及有关零件绘制的说明等。这些规定如何体现，怎么表达，国家标准均有相应的规定，本任务的主要目标是熟悉制图的基本规定。

任务目标

● 知识目标

- (1) 掌握国家标准对图幅、比例、图线、尺寸标注等的规定。
- (2) 熟悉标题栏与明细栏各部分的填写规则。
- (3) 掌握国家标准对汉字、字母、数字的结构形式和基本尺寸的规定。

● 能力目标

- (1) 能正确阅读国家标准。
- (2) 能根据不同的用途选择合适的线型进行表达。
- (3) 会进行基本的尺寸标注。

● 素质目标

- (1) 树立规则意识，自觉遵守国家标准。
- (2) 树立勇于奋斗、乐观向上的人生态度。
- (3) 提高对制图课程的学习兴趣。

任务实施



一、图纸的幅面及格式

(一) 图纸的幅面尺寸

为了便于管理和绘图，图纸的幅面有具体的规定。图纸的幅面包括基本幅面和加长幅面两种形式。在绘制技术图样时，应优先采用基本幅面，必要时可以采用规定的加长幅面图纸，基本幅面的规定尺寸见表 1-1-1。

表 1-1-1 基本幅面的规定尺寸

单位: mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1 189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

(二) 图框的格式尺寸

在绘制图样时, 必须在图纸上画出图框, 图框的画法有不留装订边和留有装订边两种形式, 在同一产品中所有的图框必须采用相同的格式。两种图框格式如图 1-1-1 和图 1-1-2 所示, 图框中的标题栏通常位于图纸的右下角, 基本幅面图框的尺寸按照表 1-1-2 所示的尺寸确定, 加长幅面的图框尺寸按照所选的基本幅面大一号的周边尺寸确定。

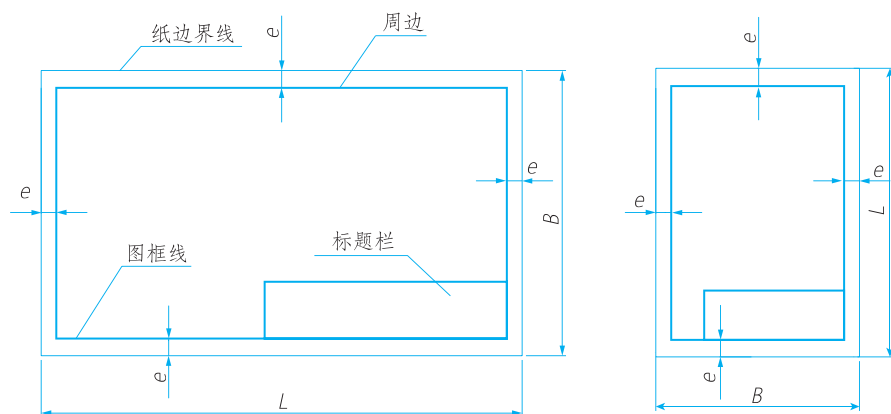


图 1-1-1 不留装订边图框格式

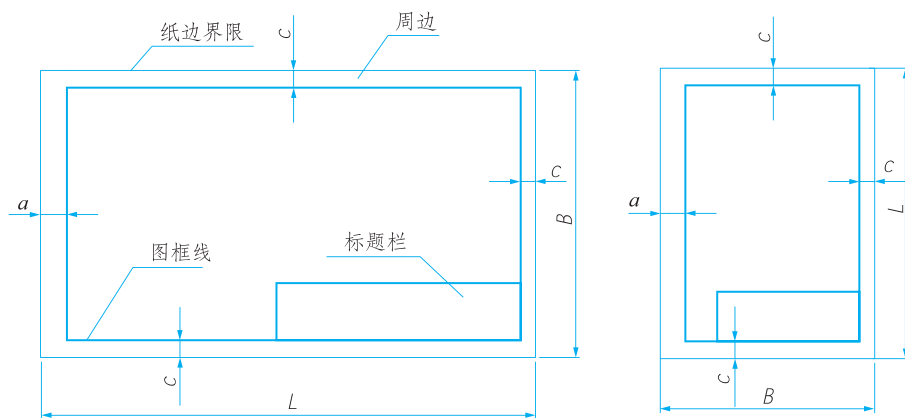


图 1-1-2 留装订边图框格式

表 1-1-2 基本幅面图框尺寸

单位: mm

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

二、比例

比例是指图中图形与实物相对应的线性尺寸之比。比值等于 1 的比例称为原值比例；比值大于 1 的比例称为放大比例；比值小于 1 的比例称为缩小比例。

(一) 比例的选择

绘图时，应根据机件的实际大小、表达方法和图纸的大小来选择合适的比例。为了便于读图，应尽可能采用原值比例。若原值比例不能满足要求，应优先采用表 1-1-3 中所示的比例，若还不能满足绘图需求，也可以选择表 1-1-4 中所示的比例。但无论采用哪种比例，在进行图样尺寸标注时，都应标注机件的实际尺寸。

表 1-1-3 优先采用的比例系列

种类	比例		
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 1-1-4 允许采用的比例系列

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。

(二) 比例标注方法

比例一般标注在标题栏内的比例栏内，必要时，也可在视图名称的下方或右侧标注。



三、图线

(一) 线型

图线的基本线型有 15 种，除实线为连续的线型外，其余均是不连续线型，基本线型见表 1-1-5。

表 1-1-5 基本线型

序号	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

(二) 图线的尺寸

所有线型的图线宽度 (d) 应按照图样的类型和尺寸在下面系列中选择。
0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。
在建筑图样中一般采取粗线、中线和细线，它们的宽度比率为 4 : 2 : 1；在机械图样中一般采取粗线和细线，它们的宽度比率为 2 : 1；在机械工程 CAD（计算机辅助设计）制图中，A0 和 A1 的幅面优先采用的线宽为 1 mm 和 0.5 mm，A3 和 A4 幅面优先采用的线宽为 0.7 mm 和 0.35 mm。各类工程图纸中常用的细线宽度为 0.25 mm 和 0.18 mm。

(三) 图线的应用

基本线型适用于各种技术制图，各技术领域也有各自的图线应用规定。《GB/T 4457.4—

2002 机械制图 图样画法 图线》中规定了机械图样中采用的各种线型及其应用场景。表 1-1-6 列出了机械制图中使用的 8 种线型。图 1-1-3 所示为常用图线应用举例。

表 1-1-6 常用线型及其应用场景

线型	宽度	主要用途
粗实线	d (0.5 mm ~ 2 mm)	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线等
细实线	约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
虚线	约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线	约 $d/2$	轴线、对称中心线、分度圆线、孔系分布的中心线等
粗点画线	d	限定范围表示线
双点画线	约 $d/2$	重心线、中断线、轨迹线等
双折线	约 $d/2$	断裂处的边界线；视图和剖视图的分界线
波浪线	约 $d/2$	断裂处的边界线；局部视图和局部放大图的分界线

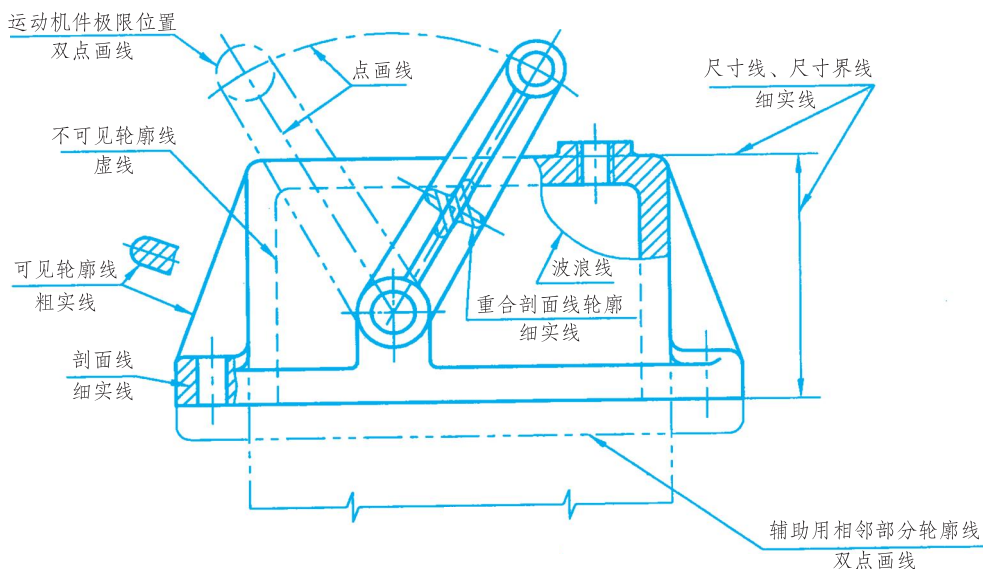


图 1-1-3 常用图线应用举例

四、尺寸标注

一张图样除了要表达的形状，还应在图中标注尺寸，以确定形状的大小。

(一) 基本规则

(1) 机件的大小应以图样上所标注的数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术说明和其他说明)的尺寸,以 mm 为单位时不需要标注计量单位的代号或名称,如果采用其他单位,则必须注明。

(3) 图样中的尺寸为该图样所示机件最后完工的尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一个尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的视图上。

(二) 尺寸的组成和标注

图样中的尺寸一般应由尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和表示尺寸终端的符号组成,如图 1-1-4 所示。

1. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,且平行于所标注的线段。尺寸线互相平行时,为避免互相交错,小尺寸在内,大尺寸在外,如图 1-1-5 所示。当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时,允许将箭头画在尺寸线外边,标注连续的小尺寸时,可用点代替箭头,如图 1-1-6 所示。

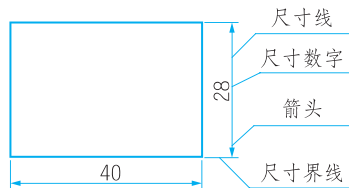


图 1-1-4 尺寸的组成

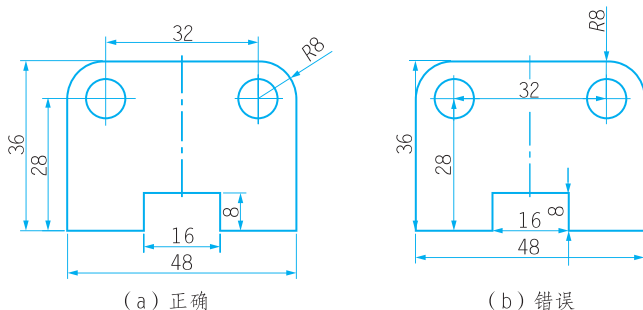


图 1-1-5 尺寸线

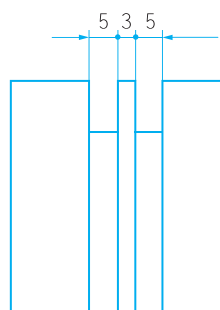


图 1-1-6 小尺寸的尺寸线

2. 尺寸界线

尺寸界线用细实线画出,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,必要时也可用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线应当与尺寸线构成直角并稍微超过尺寸线约 2~3 mm,如图 1-1-7 (a) 所示。有特殊情况时,尺寸界线可与尺寸线形成适当的角度,这种情况下尺寸界线应尽可能画成与尺寸线成 60°,如图 1-1-7 (b) 所示。

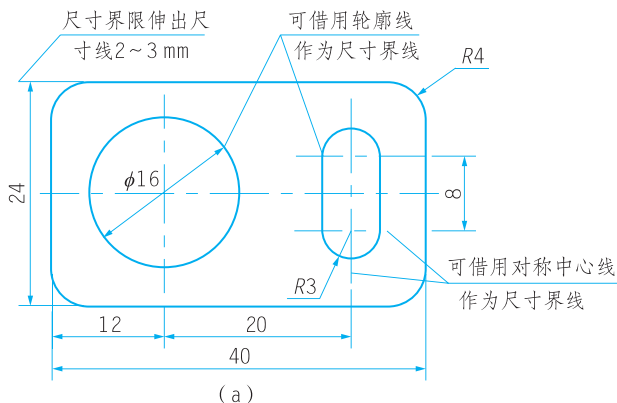
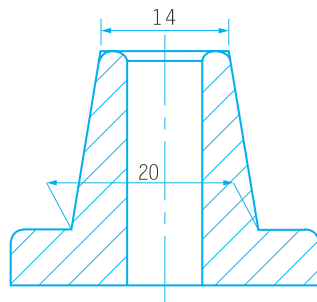


图 1-1-7 尺寸界线



(b)

3. 尺寸数字

不同方位的尺寸数字按照图 1-1-8 (a) 所示的方向填写, 在图示 30° 范围内, 尽量不要标注尺寸, 若无法避免, 应按照图 1-1-8 (b) 中所示的方式标注。尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方, 当尺寸线为垂直方向时, 应写在尺寸线的左侧, 也允许写在尺寸线的中断处, 如图 1-1-9 所示。尺寸数字不可以被任何线条穿过, 如果尺寸数字与图线重叠, 必须将图线断开, 如图 1-1-10 所示。狭小部位的尺寸数字按图 1-1-11 所示的方式标注。

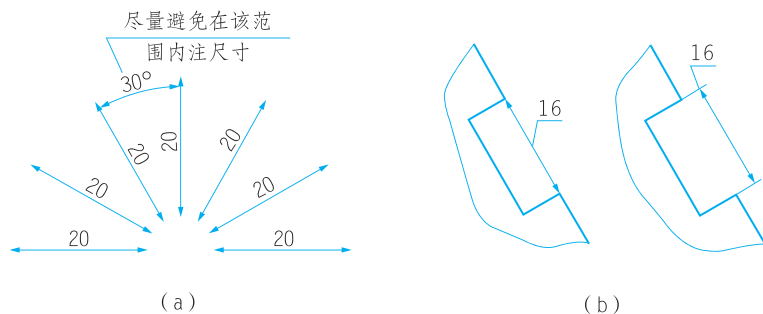


图 1-1-8 不同方位尺寸数字标注

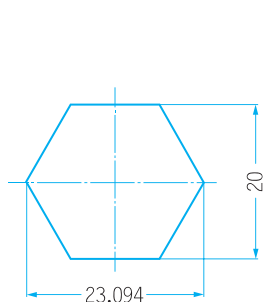


图 1-1-9 线性尺寸数字的注写位置

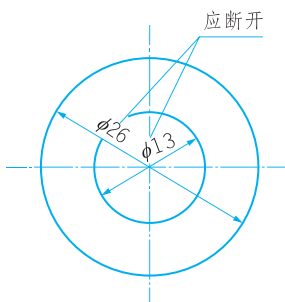


图 1-1-10 断开尺寸线的尺寸数字标注

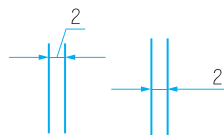


图 1-1-11 狭小部位的尺寸数字标注

4. 尺寸终端的符号

尺寸终端符号有两种形式, 即箭头和斜线, 其画法如图 1-1-12 所示。机械制图中通常采用箭头标注。

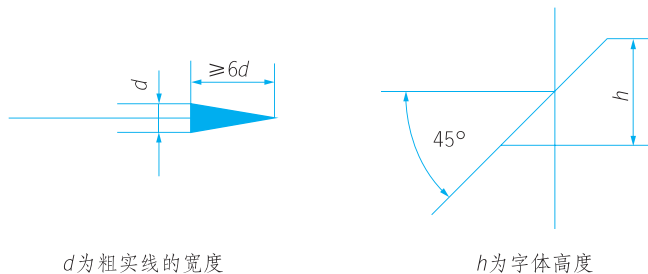


图 1-1-12 尺寸线的终端符号

5. 角度的标注

角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应以角的顶点为圆心画出圆弧形。任何时候，角度数字都应水平注写，角度较小时，也可以用指引线引出标注，角度的标注如图 1-1-13 所示。

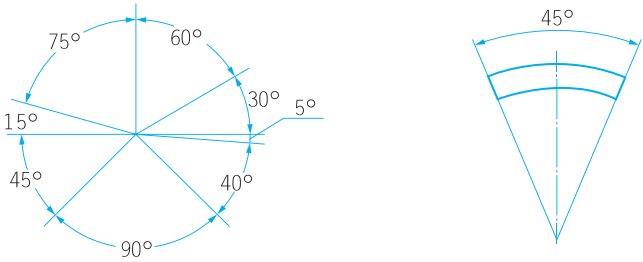


图 1-1-13 角度的标注



五、标题栏

为了使图样便于管理及查阅，每张图样必须有标题栏，标题栏通常位于图纸的右下方。

(一) 基本要求

- (1) 每张技术图样中均应有标题栏。
- (2) 标题栏在图样中的位置，标题栏中的字体、线型及年、月、日格式的填写等均应符合国家标准的有关规定。

(二) 尺寸与格式

标题栏各部分的格式、分栏及尺寸可参照图 1-1-14。

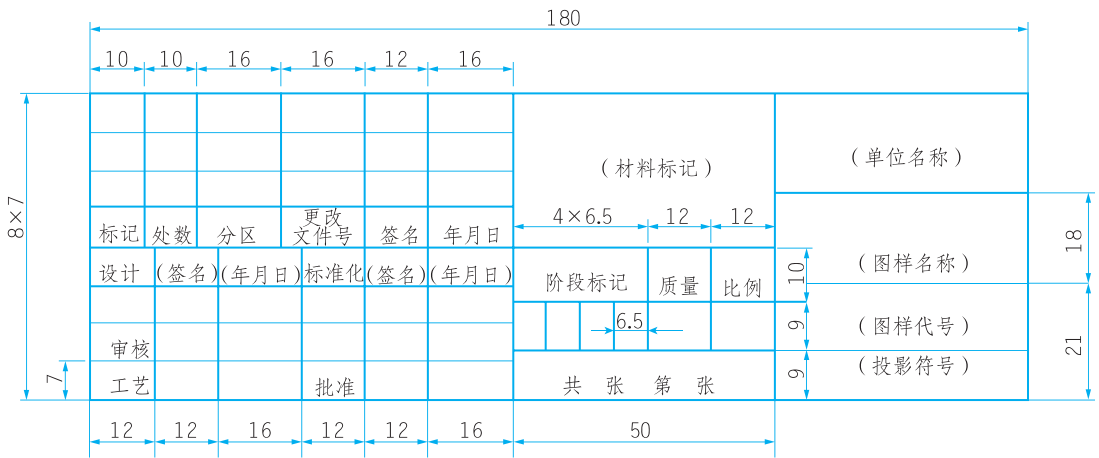


图 1-1-14 标题栏格式、分栏及尺寸

(三) 制图作业中采用的标题栏

制图作业中采用简化的标题栏，建议采用图 1-1-15 所示的尺寸和格式。

设计	(签 名)	(日期)	(名称)	(图 号)			
校对				比例		数量	
审图			(材料)	(校名或班名)			
10	25	10	140				3×7
				10	15	10	15

图 1-1-15 简化标题栏尺寸和格式

六、明细栏

国标规定了技术图样中明细栏的基本要求、内容、尺寸与格式。

(一) 明细栏的格式

装配图中一般应有明细栏，明细栏的配置要求如下。

(1) 明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方，如图 1-1-16 所示。明细栏中的序号按由下到上的顺序填写，当由下而上延伸位置不够时，可在靠着标题栏的左方自下而上延续。

180								
8	40	44	8	38	10	12	(20)	
7								
14	序号	代 号	名 称	数 量	材 料	单件 质 量	总计	备 注
(标 题 栏)								

图 1-1-16 明细栏的格式

(2) 当有两张或两张以上同一图样代号的装配图时，而又按照图 1-1-16 配置明细栏，明细栏应放在第一张装配图上。

(3) 当装配图不能在标题栏的上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出，其顺序应由上而下延伸，还可连续加页，但应在其下方配置标题栏。

任务二

作图的基本知识

任务引入

工欲善其事，必先利其器。正确使用绘图工具是手工绘图的基本技能，熟悉和掌握常见几何图形的作法，对提高绘制图样的质量和绘图效率都有很大的帮助。本任务要求大家熟悉常见绘图工具，借助不同的工具提高作图的质量和效率，并熟悉几何图形的初步绘制方法，打下作图基础。

任务目标

●知识目标

- (1) 熟悉绘图工具的分类和使用场景。
- (2) 掌握常用几何图形的绘制方法。
- (3) 掌握锥度与斜度的绘制方法。

●能力目标

- (1) 能根据需要正确选择绘图工具。
- (2) 能根据实际需求正确使用绘图工具。
- (3) 能根据需要正确绘制正多边形。

●素质目标

- (1) 培养“不以规矩，不能成方圆”的行为规范。
- (2) 锻炼分析问题、解决问题的能力。

任务实施



一、绘图工具基本认识

(一) 绘图铅笔

画粗实线时，推荐使用 B 型铅笔，前端削为矩形，如图 1-2-1 (a) 所示。窄边的宽度可以画粗实线的宽，每次开始加深图线时，应该试画其宽度，查看是否合适。

画细线时,推荐使用 H 型铅笔,前端削成圆锥状,如图 1-2-1 (b) 所示。为了保证细线宽度大致一致,画长线的时候,应该连续地转动铅笔。(图中单位为 mm。)

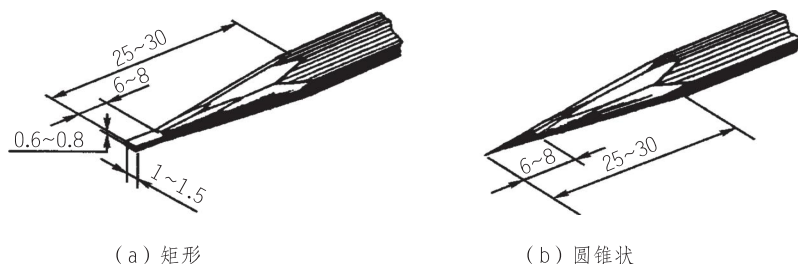


图 1-2-1 铅笔的形状

HB 型铅笔也是削成圆锥状的,主要用于绘制底图,画图线的时候要轻,使线条尽可能地细,为加深最终的图线做准备。

(二) 圆规与分规

1. 圆规

圆规是画圆或圆弧的绘图工具,还可兼做分规来用。固定插脚上钢针的形状有所不同;带有台阶的一端用于画圆或圆弧时固定圆心,台阶可以防止图纸上的针眼扩大而造成圆心不准确;带锥形的尖端可作分规使用。圆规及其附件如图 1-2-2 所示。

2. 分规

分规的两脚都装有钢针,两脚并拢后针尖应平齐,它主要用于量取线段或等分已知线段,分规的使用如图 1-2-3 所示。

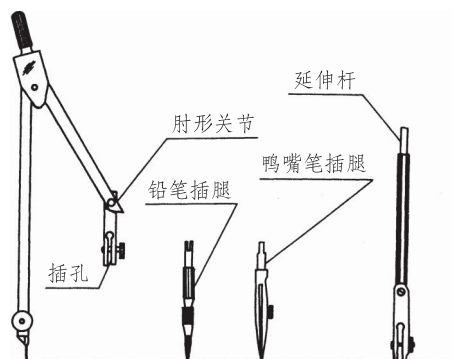


图 1-2-2 圆规及其附件

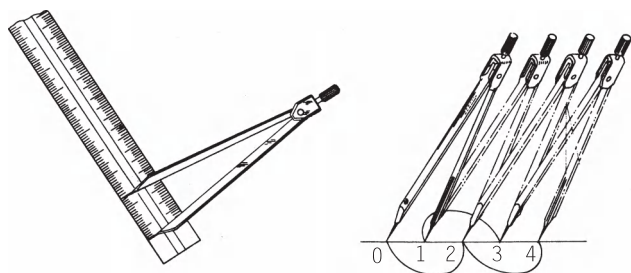


图 1-2-3 分规的使用



分规的使用

(三) 图板、丁字尺和三角板

图板是用来支撑图纸的木板。板面应平坦光洁,木质纹理细密、软硬适中,图板左边是丁字尺的导边,如图 1-2-4 所示。

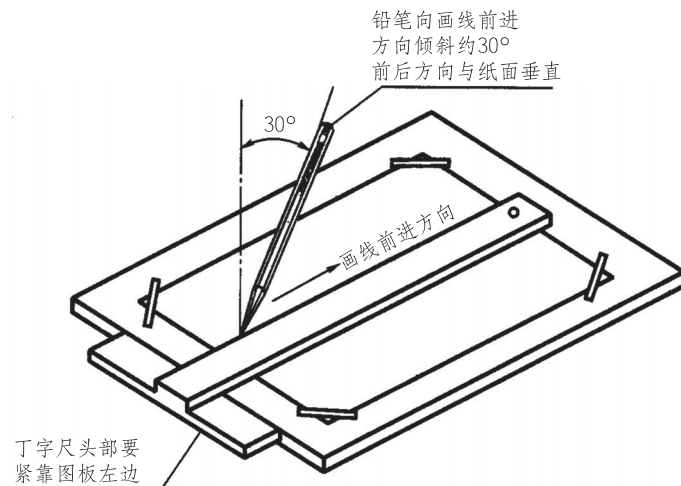


图 1-2-4 图板的用法

丁字尺，又称 T 形尺，主要用来画水平线，也可与三角板配合绘制特殊角度的斜线。丁字尺多用木料或塑料制成，一般有 600 mm、900 mm、1200 mm 三种规格。

一副三角板包括 45° 三角板和 30° 三角板各一块，两块三角板互相配合可以画出已知直线的平行线或垂线，还可以绘制与水平线成 15° 倍数角度的倾斜线，同时还可配合丁字尺使用。使用三角板绘制 15° 倍数斜线的画法如图 1-2-5 所示。

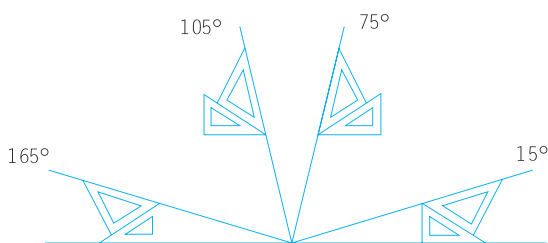


图 1-2-5 使用三角板绘制 15° 倍数斜线的画法

二、几何作图基础

(一) N 等分直线段 (以四等分为例)

N 等分直线段的步骤如下。

(1) 过已知线段的一个端点，画任意角度的直线，并用分规自线段的起点量取 N 个等长线段。

(2) 将等分的最末点与已知线段的另一端点相连接。

(3) 过各等分点作该线的平行线与已知线段相交即可得到等分点，即推画平行线法，如图 1-2-6 所示。

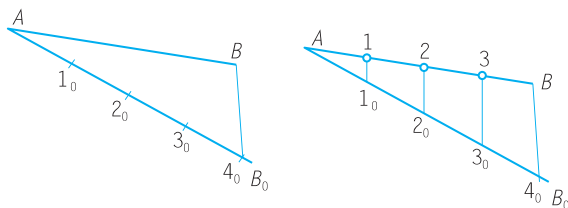


图 1-2-6 等分线段

(二) 绘制正 N 边形 (以正七边形为例)

圆的内接正 N 边形绘制步骤如下。

(1) 将外接圆的直径等分为 N 等份 (在图中 $N=7$)。

(2) 以 N 点为圆心, 以外接圆直径为半径作圆与水平中心线交于点 A 、 B 。

(3) 由 A 和 B 分别与奇数 (或偶数) 分点连线并与外接圆相交, 依次连接各交点由此得到圆的内接正 N 边形, 如图 1-2-7 所示。

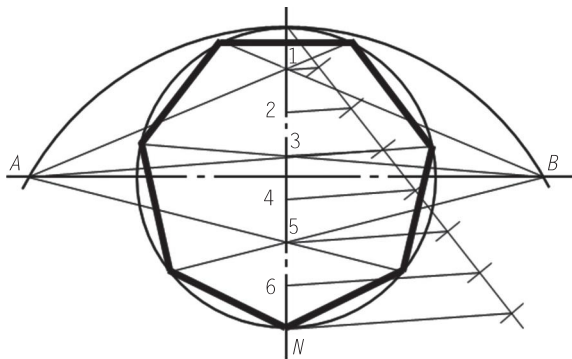


图 1-2-7 正 N 边形的画法



三、斜度和锥度

(一) 斜度和锥度基本概念

斜度：一直线对另一直线、一平面对另一平面的倾斜程度称为斜度。斜度用两直线或两平面之间夹角的正切表示。工程上常用 $1:n$ 的形式来表示。

锥度：正圆锥的锥底直径与其高度之比称为锥度。圆台锥度则为两底圆的直径之差与其高度之比。工程上亦用 $1:n$ 的形式来表示。

(二) 斜度和锥度的计算

斜度：高度差与长度之比，如图 1-2-8 所示。

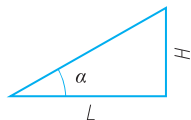
斜度 $= H/L = 1:n$

锥度：直径差与长度之比，如图 1-2-9 所示。

锥度 $= D/L = (D-d)/L = 1:n$

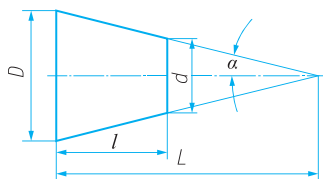


斜度的画法



斜度 $= \tan \alpha = H/L = 1:n$

图 1-2-8 斜度



锥度 $= D/L = (D-d)/L = 1:n$

图 1-2-9 锥度



知识拓展



中国古代的“规”与“矩”

任务三

平面图形的画法

任务引入

图 1-3-1 所示为汽车拖车钩的平面图形，它是由若干线段连接而成的。要正确绘制一张拖车钩图纸，首先必须对其进行线段分析，弄清哪些线段尺寸齐全，可以直接画出，哪些线段尺寸不全，需要通过分析才能画出。

本任务要求大家分析该拖车钩中平面图形的线段性质并进行绘制。

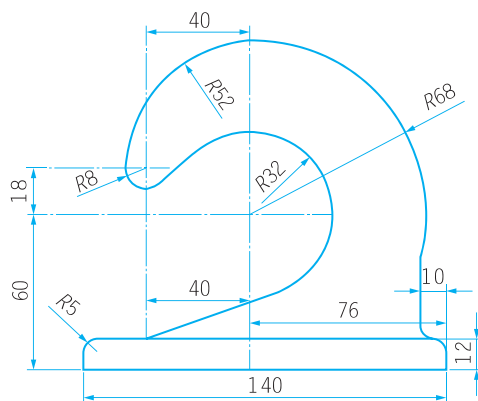


图 1-3-1 汽车拖车钩

任务目标

● 知识目标

- (1) 掌握平面图形线段的连接画法，包括圆弧连接直线、圆弧连接圆弧。
- (2) 掌握平面图形尺寸、线段分析的方法。
- (3) 掌握平面图形绘制的基本知识。

● 能力目标

- (1) 能够用圆弧将直线或圆弧连接起来。
- (2) 能完成平面图形已知尺寸、中间尺寸、连接尺寸的分析。
- (3) 能独立完成平面图形的绘制。

● 素质目标

- (1) 养成三思而后行的习惯，形成良好的思维方式。
- (2) 养成良好作图习惯，树立 7S 标准意识。

任务实施



一、平面图形线段的连接

(一) 用圆弧连接两条直线

已知两条直线和圆弧的半径, 求作圆弧和两直线相切, 步骤如下。

(1) 作两条与已知直线分别相距为 R (连接圆弧的半径) 的平行线。两平行线的交点 O 即为圆心。

(2) 从圆心 O 向两条已知直线作垂线, 垂足即为连接点 (切点)。

(3) 以 O 为圆心, 以 R 为半径, 在两连接点 (切点) 之间画弧。

两直线由圆弧连接如图 1-3-2 所示。

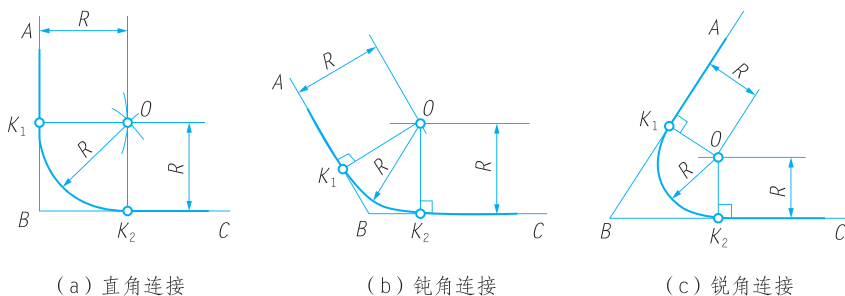


图 1-3-2 两直线由圆弧连接

(二) 用圆弧连接圆弧与直线

已知 R_1 为半径的圆弧和直线 L , 求作半径为 R 的圆弧的外切和内切连接圆弧 R_1 和直线 L , 圆弧与直线的连接如图 1-3-3 所示, 具体步骤如下。

1. 外切连接

(1) 以 O_1 为圆心, R_1+R 为半径作圆弧; 作与已知直线平行且相距为 R 的直线, 与 R_1+R 圆弧交于一点 O , 点 O 即为连接圆弧的圆心位置。

(2) 由 O 向已知直线作垂线, 求得与已知直线的切点 K_1 ; 连接 O_1O , 求得与已知圆弧的切点 K_2 。

(3) 以 O 为圆心, R 为半径画连接圆弧。

2. 内切连接

(1) 以 O_1 为圆心, R_1-R 为半径作圆弧; 作与已知直线平行且相距为 R 的直线, 与 R_1-R 圆弧交于一点 O , 点 O 即为连接圆弧的圆心位置。

(2) 由 O 向已知直线作垂线, 求得与已知直线的切点 K_1 ; 连接 O_1O 并延长, 求得与已知圆弧的切点 K_2 。

(3) 以 O 为圆心, R 为半径画连接圆弧。



圆弧与直线连接



圆弧与圆弧连接

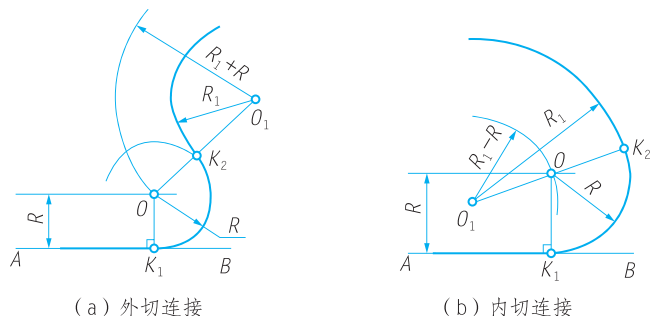


图 1-3-3 用圆弧连接圆弧与直线

(三) 用圆弧连接圆弧与圆弧

用半径为 R 的圆弧连接以 O_1 为圆心、 R_1 为半径、 O_2 为圆心、 R_2 为半径的两个已知圆弧。其连接方式有三种形式，即外切、内切、内外切连接。

1. 外切连接

以 O_1 为圆心、 R_1+R 为半径画圆弧，再以 O_2 为圆心、 R_2+R 为半径画圆弧，两圆弧相交于 O ；连接 OO_1 和 OO_2 ，分别交已知圆弧于点 K_1 、 K_2 ，此点即为连接点；以 O 为圆心、 R 为半径，画弧连接 K_1 、 K_2 即可，如图 1-3-4 所示。

2. 内切连接

作图方法与外切连接类似，其不同处是求连接圆弧和圆心时，分别以 $R-R_1$ 和 $R-R_2$ 为半径画圆弧，求点作出，如图 1-3-5 所示。

3. 内外切连接

作图方法与外切连接类似，其不同处是求连接圆弧和圆心时，分别以 R_1-R 和 $R+R_2$ 为半径画圆弧，求点作出，如图 1-3-6 所示。

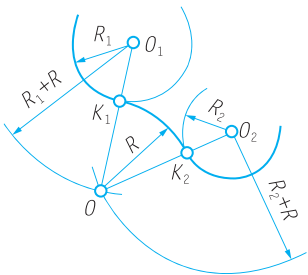


图 1-3-4 外切弧绘制

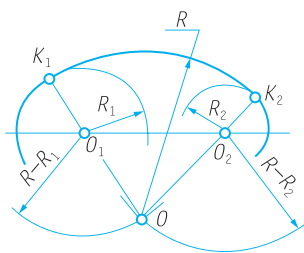


图 1-3-5 内切弧绘制

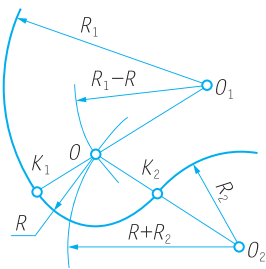


图 1-3-6 内外切弧绘制



二、平面图形的分析和画法举例

(一) 平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸可以分为定形尺寸和定位尺寸两大类，以图 1-3-1 所示的汽车拖车钩为例进行说明。

1. 定形尺寸

确定平面图形中几何元素大小的尺寸称为定形尺寸，如直线的长度、圆弧的半径等，如图 1-3-1 所示的 $R32$ 、 $R52$ 、 $R8$ 、 140 等。

2. 定位尺寸

确定几何元素位置的尺寸称为定位尺寸，如圆心的位置尺寸、直线与中心线的距离尺寸等，如图 1-3-1 所示的 60、18、40、10、76 等。

3. 尺寸基准

尺寸基准就是标注尺寸的起点。对平面图形来说,常用的尺寸基准是对称图形的对称线、圆的中心线或较长的直线等,如图 1-3-1 所示的拖车钩的最底边即为尺寸基准。

（二）平面图形的线段分析

平面图形中的线段根据尺寸是否齐全可分为已知线段、中间线段和连接线段三类,以图 1-3-1 为例进行说明。

1. 已知线段

有齐全的定形尺寸和定位尺寸的线段称为已知线段，作图时可以根据已知尺寸直接绘出，如图 1-3-1 所示的尺寸 12、140 即为已知线段。

2. 中间线段

有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段，另一个定位尺寸可根据与相邻已知线段的几何关系求出，如图 1-3-1 所示的尺寸 $R32$ 与底座上表面对应切线即为中间线段。

3. 连接线段

有定形尺寸，而无定位尺寸的线段称为连接线段，可根据其与两端相邻的已知线段的连接关系求出，如图 1-3-1 所示的 $R52$ 圆弧即为连接线段。

（三）平面图形的画图步骤

平面图形的绘制，应在进行线段分析的基础上，先画出已知线段，再画出中间线段，最后画出连接线段。以图 1-3-1 中所示拖车钩为例，作图步骤如下。

1. 画基准线

基准线绘制如图 1-3-7 所示。

2. 画出已知线段

已知线段有 12、140、R5、R8、R32、R68，如图 1-3-8 所示，图中 40 和 18 为 R8 的定位尺寸，60 和 76 为 R68、R32 的定位尺寸。

3. 确定中间线段

R32 与底座形成一条切线，切线一端位置由尺寸 40 确定，另一端需要由“过圆外一点作圆弧的切线”确定，如图 1-3-9 所示。

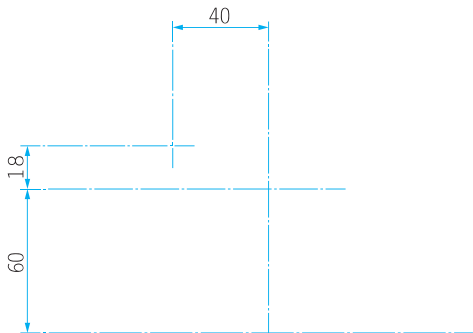


图 1-3-7 基准线绘制

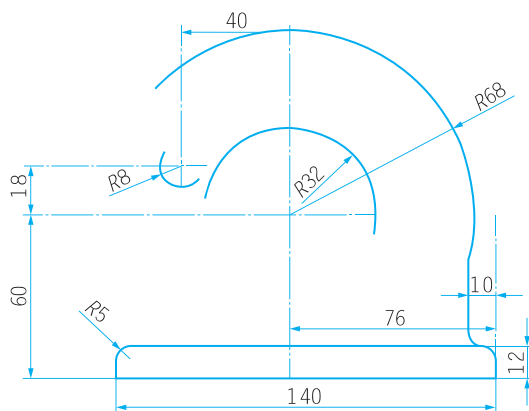


图 1-3-8 已知线段绘制

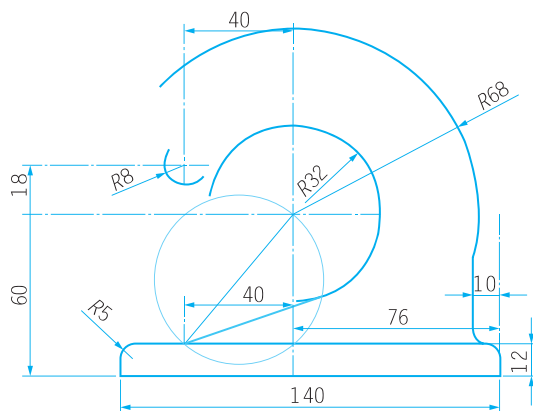


图 1-3-9 中间线段绘制

4. 画连接线段

$R52$ 的圆弧只给出了半径，并未给出定位尺寸，但它是 $R8$ 和 $R68$ 两段圆弧的内切弧，可应用“用半径为 52 的圆弧连接 $R8$ 和 $R68$ ”的绘制确定。圆弧 $R8$ 和圆弧 $R32$ 之间用一条内切直线相连接，其绘制应用“作两圆的内公切线”来完成。连接线段绘制如图 1-3-10 所示。

5. 整理定稿

整理图形，完成拖车钩的绘制，如图 1-3-11 所示。

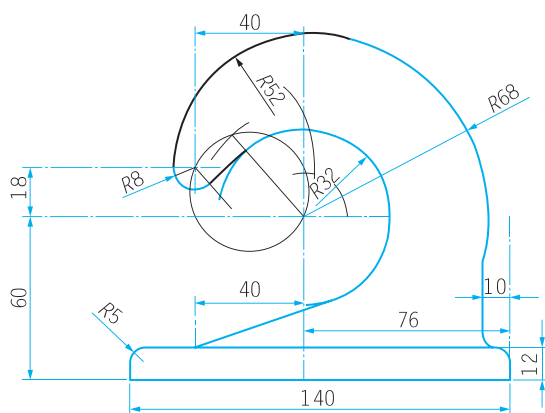


图 1-3-10 连接线段绘制

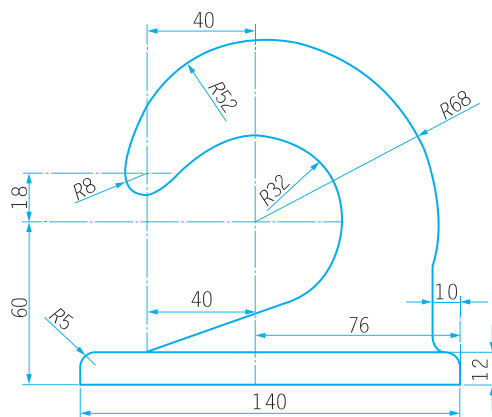


图 1-3-11 整理定稿

知识拓展



7S 管理

20