

# 机械制图与计算机辅助三维设计

江方记主编



重庆大学出版社



## 内容提要

本书是在总结多年高等职业教育经验的基础上,根据教育部对高等职业教育的最新要求编写的系列教材。本书主要介绍了制图基本知识与技能、投影法的基本知识、基本几何体的三视图及尺寸标注、组合体的三视图及尺寸标注、轴测图(GB/T 4458.3—2013)、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、第三角画法和计算机辅助三维设计等。同时,本书为适应高职院校文化育人、复合育人和协同育人的培养需求,对部分内容进行了适当的加深和拓宽,并加大了对机械工程图的识读和计算机辅助三维设计训练。全书采用了我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准以及与制图有关的其他国家标准。

本书既可作为高等职业技术学院机械类和近机类各专业的教材,也可作为其他专业及相关专业岗位培训的教材,还可供从事机械工程的科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机辅助三维设计/江方记主编. --  
重庆:重庆大学出版社, 2021.7  
高等院校软件应用系列教材  
ISBN 978-7-5689-2811-3

I. ①机… II. ①江… III. ①机械制图—计算机制图  
—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 122527 号

## 机械制图与计算机辅助三维设计

JIXIE ZHITU YU JISUANJI FUZHU SANWEI SHEJI

主 编 江方记

副主编 尧 燕 陈 绚

主 审 黄雪云

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:姜 凤 版式设计:鲁 黎

责任校对:邹 忌 责任印制:张 策

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: [fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆市国丰印务有限责任公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:26.5 字数:681千

2021年7月第1版 2021年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-2811-3 定价:55.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 前言

本书是为了适应高职院校针对“机械制图与计算机辅助三维设计”课程的需求,满足机械工程类各专业的教学需要,总结了作者多年来机械制图与计算机辅助三维设计方面的教学和工作经验,参考各方面的意见而编写的。

本书以应用为目的、以够用为度,紧密结合机械工程各专业的实际需求和高职院校文化育人、复合育人和协同育人的培养模式,知识涵盖面广,不仅有利于拓展学生的视野,也便于教师根据不同专业和学时需要进行适当的取舍。

全书共分 11 章,主要包括以下内容:

- 第 1 章 制图基本知识与技能
- 第 2 章 投影法的基本知识
- 第 3 章 基本几何体的三视图及尺寸标注
- 第 4 章 组合体的三视图及尺寸标注
- 第 5 章 轴测图
- 第 6 章 机件常用的表达方法
- 第 7 章 标准件和常用件
- 第 8 章 零件图
- 第 9 章 装配图
- 第 10 章 第三角画法
- 第 11 章 计算机辅助三维设计

本书采用了国家最新颁布的《技术制图》和《机械制图》标准有关规定及各专业现行制图标准,包括《机械制图 轴测图》(GB/T 4458.3—2013)、《机械制图 剖面区域的表示法》(GB/T 4457.5—2013)、《技术制图 简化表示法 第 1 部分:图样画法》(GB/T 16675.1—2012)、《螺纹 术语》(GB/T 14791—2013)、《普通螺纹 公差》(GB/T 197—2018)、《轴用弹性挡圈》(GB/T 894—2017)、《弹性圆柱销 直槽 重型》(GB/T 879.1—2018)、《圆柱蜗杆传动基本参数》(GB/T 10085—2018)、《滚动轴承 分类》(GB/T 271—2017)、《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》(GB/T 1182—2018)、《机械工程 CAD 制图规则》(GB/T 14465—2012)、《机械产品三维建模通用规则》(GB/T 26099.1~4—2010)等。同时出版的《机械制图与计算机辅助三维设计习题集》,可与本

书配套使用。

本书由江方记担任主编,尧燕和陈绚担任副主编。由黄雪云担任主审。其中,书中全部内容由江方记编写,尧燕、陈绚等对本书作了非常细致的修改和绘图工作,并根据长期的教学实践和工作经验为本书提出了许多建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请各位同行和读者批评指正。

编 者  
2021 年 3 月

# 目 录

绪论 .....	1
第1章 制图基本知识与技能 .....	4
1.1 制图的基本规定 .....	4
1.2 尺寸标注 .....	33
1.3 尺规绘图工具的使用方法 .....	52
1.4 平面几何图形的绘制 .....	57
第2章 投影法的基本知识 .....	64
2.1 投影法 .....	64
2.2 工程图中常用的投影图 .....	67
2.3 三视图的形成及其投影规律 .....	69
第3章 基本几何体的三视图及尺寸标注 .....	74
3.1 基本几何体的三视图画法 .....	74
3.2 基本几何体截交线的画法 .....	84
3.3 基本几何体的尺寸标注 .....	94
第4章 组合体的三视图及尺寸标注 .....	96
4.1 组合体的组合形式 .....	96
4.2 组合体各形体间的表面连接关系 .....	97
4.3 组合体三视图的画法 .....	99
4.4 组合体三视图的读图方法 .....	103
4.5 组合体相贯线的画法 .....	107
4.6 组合体的尺寸标注 .....	113
第5章 轴测图 .....	120
5.1 轴测图的基本知识 .....	120
5.2 常用轴测图的画法 .....	128
5.3 轴测图的尺寸标注 .....	131
5.4 轴测分解图 .....	132
第6章 机件常用的表达方法 .....	134
6.1 视图 .....	134
6.2 剖视图 .....	140

6.3	断面图·····	164
6.4	其他视图表示法与简化表示法·····	171
6.5	机件表达方法综合举例·····	190
<b>第7章</b>	<b>标准件和常用件</b> ·····	<b>192</b>
7.1	螺纹·····	192
7.2	常用紧固件及连接·····	202
7.3	键·····	211
7.4	销·····	214
7.5	齿轮·····	216
7.6	滚动轴承·····	229
7.7	滑动轴承·····	245
7.8	弹簧·····	249
<b>第8章</b>	<b>零件图</b> ·····	<b>262</b>
8.1	零件图的作用与内容·····	262
8.2	零件图的视图选择·····	263
8.3	零件图的尺寸标注·····	267
8.4	识读典型的零件图·····	273
8.5	零件上常见的工艺结构·····	279
8.6	表面粗糙度·····	279
8.7	极限与配合·····	279
8.8	几何公差·····	279
8.9	零件测绘·····	280
<b>第9章</b>	<b>装配图</b> ·····	<b>290</b>
9.1	装配图的概述·····	290
9.2	装配图的表达方法·····	292
9.3	装配图的尺寸标注和技术要求·····	304
9.4	装配图的零、部件序号和明细栏·····	307
9.5	常见的装配工艺结构·····	312
9.6	机械产品装配的通用技术要求·····	316
9.7	画装配图·····	316
9.8	识读装配图·····	321
9.9	由装配图拆画零件图·····	323
9.10	装配体测绘·····	326

<b>第 10 章 第三角画法</b> .....	330
10.1 第三角画法简介 .....	330
10.2 三视图的形成及其投影规律 .....	331
10.3 基本视图 .....	332
10.4 第三角画法范例 .....	334
<b>第 11 章 计算机辅助三维设计</b> .....	335
11.1 机械工程 CAD 制图规则 .....	335
11.2 机械产品三维建模的通用要求 .....	341
11.3 机械产品三维零件建模的通用规则 .....	344
11.4 机械产品三维装配建模的通用规则 .....	351
11.5 机械产品或零部件三维模型投影工程图的通用规则 .....	357
11.6 计算机辅助三维设计的通用理论知识 .....	359
<b>参考文献</b> .....	410

# 绪 论

---

## 1) 本课程的研究对象

根据 GB/T 13361—2012 的有关定义,在工程技术中,为了准确地表达物体的形状、结构和大小,将根据投影原理、国家标准和有关规定画出的图,称为图样。

图样是设计者表达设计意图,制造者组织生产和指导生产的依据,也是使用者了解机器结构、性能、操作和维护方法的重要工具。因此,图样被称为工程技术上的语言,是“工程技术界的共同语言”。

在现代机械工业生产中,各种车辆、船舶、航天飞机、机床,冶金化工设备和仪器仪表等都是根据机械工程图样进行生产和装配的,而且在使用这些机器、设备和仪表时,都必须通过阅读图样来了解它们的结构和性能,因此,工程技术人员若缺乏绘制和阅读机械工程图样的能力,就无法以工程界的语言进行交流。每个工程技术人员都必须掌握这种工程界的语言,具备绘制和阅读机械工程图样的能力。

随着科学技术的突飞猛进,机械制图理论与技术等得到了很大发展。尤其是在信息技术迅速发展的今天,采用计算机绘图在工业生产的各个领域已得到广泛应用。随着各种先进的绘图软件的推出,机械制图技术必将在我国现代化建设中发挥出越来越重要的作用。

## 2) 本课程的学习任务

本课程的主要学习目标是掌握绘制和阅读机械工程图样的理论和方法,掌握机械工程图样的绘图和读图技能,同时具备相应的空间想象力。

本课程的具体学习任务如下:

- ①学习投影法,掌握正投影法的基本理论及应用。
- ②培养空间构思能力、分析能力和空间问题的图解能力。
- ③学习、贯彻技术制图与机械制图国家标准及有关规定,具有查阅标准和手册的初步能力。
- ④学习使用绘图仪器进行徒手绘制工程图样的能力。
- ⑤学习计算机辅助三维设计的相关知识及应用能力。
- ⑥学习阅读工程图样的基本能力。
- ⑦培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

### 3) 本课程的学习方法

当今世界,智能制造行业发展迅猛,机械类专业知识的学习内容也越来越多。机械制图作为机械类专业基础课程,与其他机械类专业课和实训课程有着密切的联系。为了学好这门课,除了勤奋苦练之外,还要掌握以下必要的学习方法。

①本课程注重实际应用及技能的培养,是一门实践性较强的技术基础课程。平时需要多画图、多读图和多想象。深入理解“三维到二维”图形之间的转换规律以及由二维图形想象三维图形的正确方法。

②在仪器绘图及徒手绘图练习中,掌握正确的绘图和读图方法与步骤。

③图样是工程技术上的指导设计生产的依据,一旦出错,将会造成重大的损失,所以应培养自己细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

④掌握计算机辅助三维设计的相关知识,并在机械制图课程学习中进行应用。

⑤以国家标准来规范自己的绘图行为。

⑥培养自己的自学能力和创新能力。

### 4) 我国工程图学的发展历史

据出土文物考证,我们的祖先在新石器时代就能绘制一些几何图形和花纹,并具有简单的图示能力。

在春秋时期的一部技术著作《周礼·考工记》中,有画图工具“规、矩、绳、墨、悬、水”的记载。在战国时期,我国人民就能运用设计图来指导工程建设,距今已有 2 400 多年的历史。因此,“图”在人类社会的文明进步和推动现代科学技术的发展中起着非常重要的作用。

自秦汉起,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建造宫室。宋代李诫所著《营造法式》一书,总结了我国历史上的建筑技术成就。全书共 36 卷,其中,有 6 卷是图样,包括平面图、轴测图和透视图。这是一部闻名世界的建筑图样巨著,图上运用投影法表达了复杂的建筑结构,这在当时是极为先进的。

18 世纪欧洲的工业革命,促进了一些国家科学技术的迅速发展。法国科学家蒙日在总结前人经验的基础上,根据平面图形表示空间形体的规律,应用投影方法创建了画法几何学,从而奠定了图学理论的基础,使工程图的表达与绘制实现了规范化。

随着生产技术的不断发展,以及农业、交通和军事等器械日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样,如清代程大位所著《算法统宗》一书的插图中,就有丈量步车的装配图和零件图。

制图技术在我国虽有光辉成就,但因长期处于封建制度的统治,在理论上,缺乏完整的、系统的总结。中华人民共和国成立前的近百年,我国又处于半封建半殖民地的状态,致使工程图学停滞不前。

20 世纪 50 年代,我国著名学者赵学田教授简明而通俗地总结了三视图的投影规律——长对正、高平齐、宽相等。1956 年,原机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》。1959 年,国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》,随后又颁布了国家标准《建筑制图》,使全国工程图样标准得到了统一,标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。

随着科学技术的发展和工业水平的提高,技术规定不断修改和完善,先后多次修订国家标准《机械制图》,并颁布了一系列的《技术制图》与《机械制图》新标准。截至 2019 年,我国正在实施的《技术制图》和《机械制图》国家标准中已有多项标准被修改或替代。此外,我国在改进

制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面也都取得了可喜的成绩。

在第一台计算机问世后,计算机技术以惊人的速度发展,计算机绘图已深入应用于相关领域。在实际工程设计过程中,传统的尺规绘图模式也基本退出了历史的舞台,取而代之的是先进的计算机辅助设计(CAD)模式。

# 第 1 章

## 制图基本知识与技能

---

### 1.1 制图的基本规定

机械图样是现代设计和制造机械零件与设备过程中的重要技术文件。为便于生产、管理和进行技术交流,中国国家标准化管理委员会依据国际标准化组织制定的国际标准,制定并颁布了《技术制图卷》《机械制图卷》等一系列技术产品文件的国家标准,其中,对技术制图和机械制图的基本规定、图样画法、尺寸注法、图形符号及表示法和常用结构要素表示法等都制定了统一的规范。《技术制图卷》国家标准是一项基础技术产品文件标准的汇编,在内容上具有统一性和通用性的特点,它涵盖了机械、建筑、水利和电气等行业,处于制图标准体系中的最高层次。《机械制图卷》国家标准是机械类的专业制图标准。这两个国家标准是机械图样绘制和识读的准则,生产和设计部门的工作人员都必须严格遵守,并牢固树立标准化的观念。

每一项国家标准都有它的标准代号,如“GB/T 14689—2008”,其中“GB”表示国家标准,它是“国家标准”汉语拼音的缩写,简称“国标”;“T”表示推荐性标准(如果不带“T”,则表示国家强制性的标准);“14689”表示该标准的编号;“2008”表示该标准是2008年颁布的。

本章介绍了《技术制图卷》和《机械制图卷》中对机械图样的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注等部分的基本规定。

#### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008、GB/T 10609.1—2008)

##### 1) 图纸幅面尺寸及其公差

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图纸大小。为了方便图样的绘制、使用和管理,图样均应绘制在标准的图纸幅面上。

绘制技术图样时,应优先采用表1.1所规定的基本幅面,必要时也允许选用表1.2和表1.3所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图1.1所示。图1.1中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为表1.2所规定的加长幅面(第二选择),虚线所示为表1.3所规定的加长幅面(第三选择)。

图纸幅面的尺寸公差请参照国家标准GB/T 148—1997中的有关规定。

表 1.1 基本幅面(第一选择) 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

表 1.2 加长幅面(第二选择) 单位:mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1 189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1 051

表 1.3 加长幅面(第三选择) 单位:mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1 189 × 1 682
A0 × 3	1 189 × 2 523
A1 × 3	841 × 1 783
A1 × 4	841 × 2 378
A2 × 3	594 × 1 261
A2 × 4	594 × 1 682
A2 × 5	594 × 2 102
A3 × 5	420 × 1 486
A3 × 6	420 × 1 783
A3 × 7	420 × 2 080
A4 × 6	297 × 1 261
A4 × 7	297 × 1 471
A4 × 8	297 × 1 682
A4 × 9	297 × 1 892

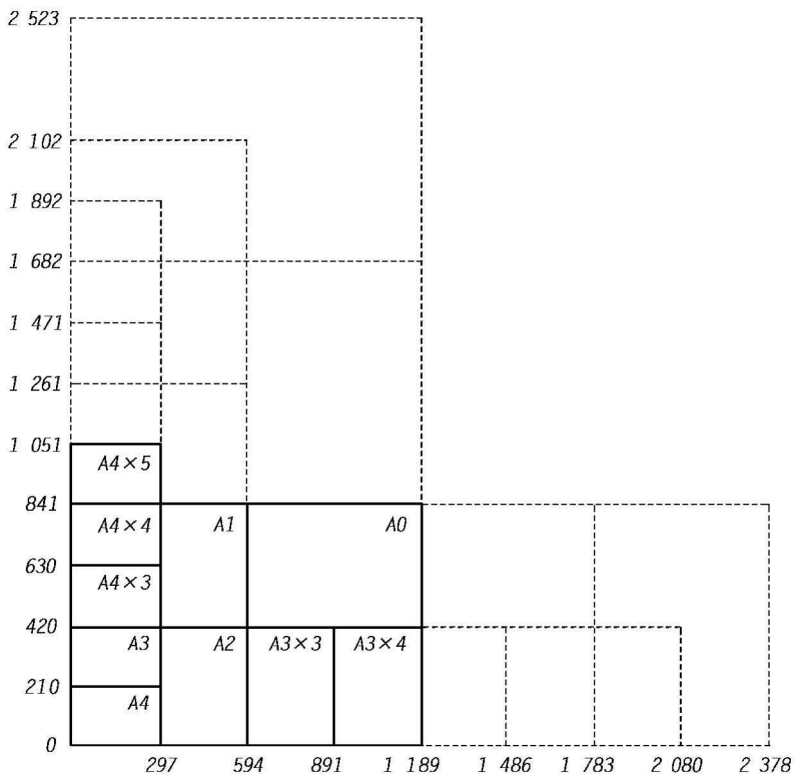


图 1.1 图纸的幅面尺寸

2) 图框格式

图框是图纸上限定绘图范围的线框。图样均应绘制在用粗实线画出的图框内,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1.2、图 1.3 所示。留有装订边的图纸,其图框格式如图 1.4、图 1.5 所示。图框尺寸均按表 1.4 的规定。

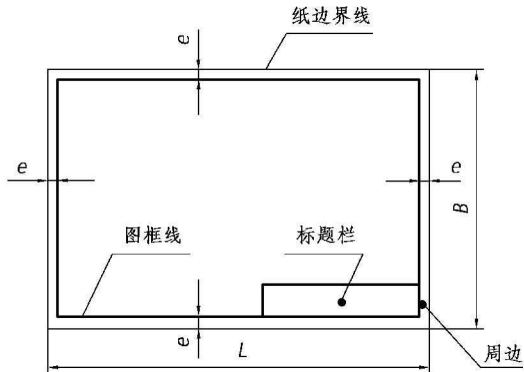


图 1.2 无装订边图纸(X形)的图框格式

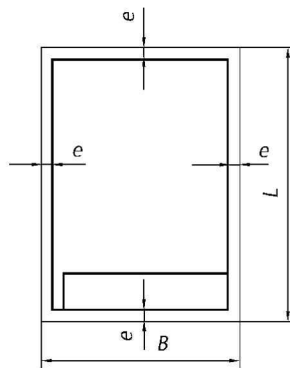


图 1.3 无装订边图纸(Y形)的图框格式



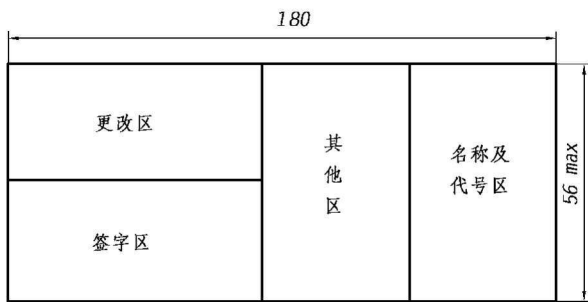


图 1.6 标题栏的分区(一)

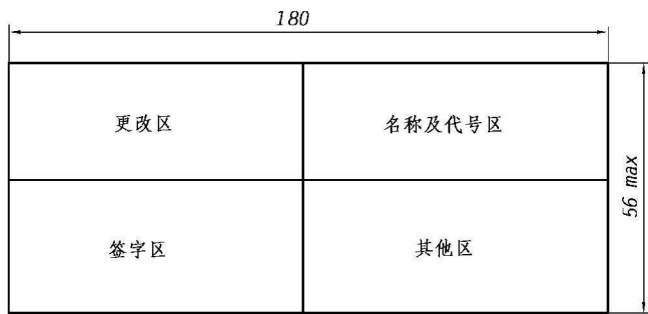


图 1.7 标题栏的分区(二)

(3) 标题栏的尺寸与格式

标题栏中各区的布置可采用图 1.6 的形式,也可采用图 1.7 的形式。当采用图 1.6 的形式配置标题栏时,名称及代号区中的图样代号和投影符号应放在该区的最下方。标题栏各部分尺寸与格式,可参照图 1.8。

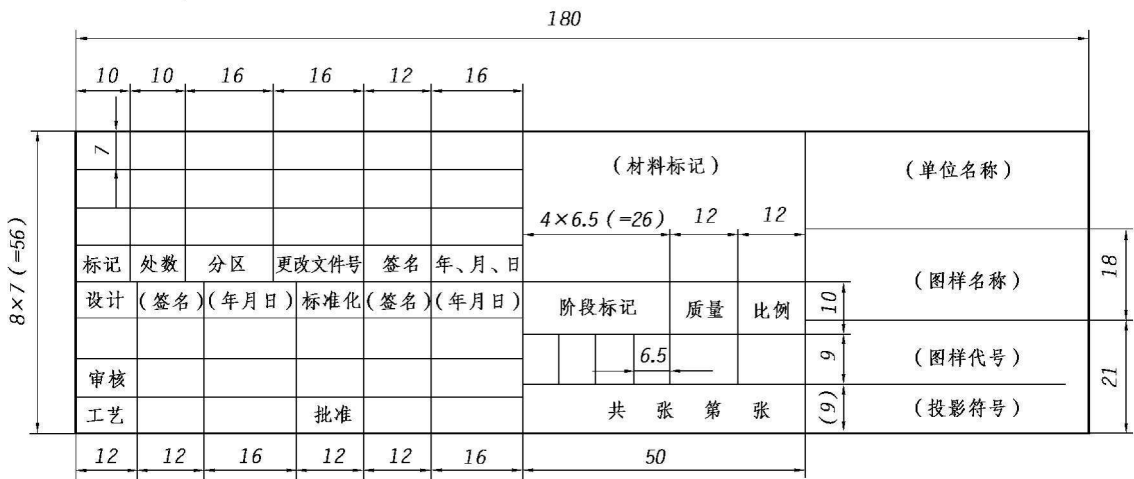


图 1.8 标题栏的尺寸与格式

(4) 标题栏的填写

①更改区:更改区中的内容应按照由下而上的顺序填写,也可根据实际情况顺延,或放在图样中其他的地方,但应有表头。

- a. 标记:按照有关规定或要求填写更改标记。
- b. 处数:填写同一标记所表示的更改数量。

- c. 分区:必要时,按照有关规定填写。
- d. 更改文件号:填写更改所依据的文件号。
- e. 签名和年月日:填写更改人的姓名和更改的时间。
- ②签字区:一般按设计、审核、工艺、标准化、批准等有关规定签署姓名和年月日。
- ③其他区。
- a. 材料标记:对需要该项目的图样一般应按照相应标准或规定填写所使用的材料。
- b. 阶段标记:按有关规定由左向右填写图样的各生产阶段。
- c. 质量:填写所绘制图样相应产品的计算质量,以千克(kg)为计量单位时,允许不写出其计量单位。
- d. 比例:填写绘制图样时所采用的比例。
- e. 共 张第 张:填写同一图样代号中图样的总张数及该张所在的张次。
- f. 投影符号:第一角画法或第三角画法的投影识别符号(图 1.9)。如采用第一角画法时,可以省略标注。

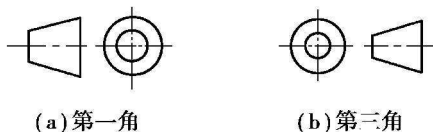


图 1.9 第一角画法和第三角画法的投影识别符号

- ④名称及代号区。
- a. 单位名称:填写绘制图样单位的名称或单位代号。必要时,也可不予填写。
- b. 图样名称:填写所绘制对象的名称。
- c. 图样代号:按有关标准或规定填写图样的代号。

#### (5)标题栏的方位

标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1.2 至图 1.5 所示。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 形图纸,如图 1.2、图 1.4 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 形图纸,如图 1.3、图 1.5 所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制的图纸,允许将 X 形图纸的短边置于水平位置使用,如图 1.10 所示,或将 Y 形图纸的长边置于水平位置使用,如图 1.11 所示。

#### 4) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对表 1.1 和表 1.2 所列的各号图纸,均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm,如图 1.10、图 1.11 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5 mm。

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,如图 1.11 所示。

#### 5) 方向符号

如图 1.10、图 1.11 所示,对于按照规定使用预先印制的图纸时,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。

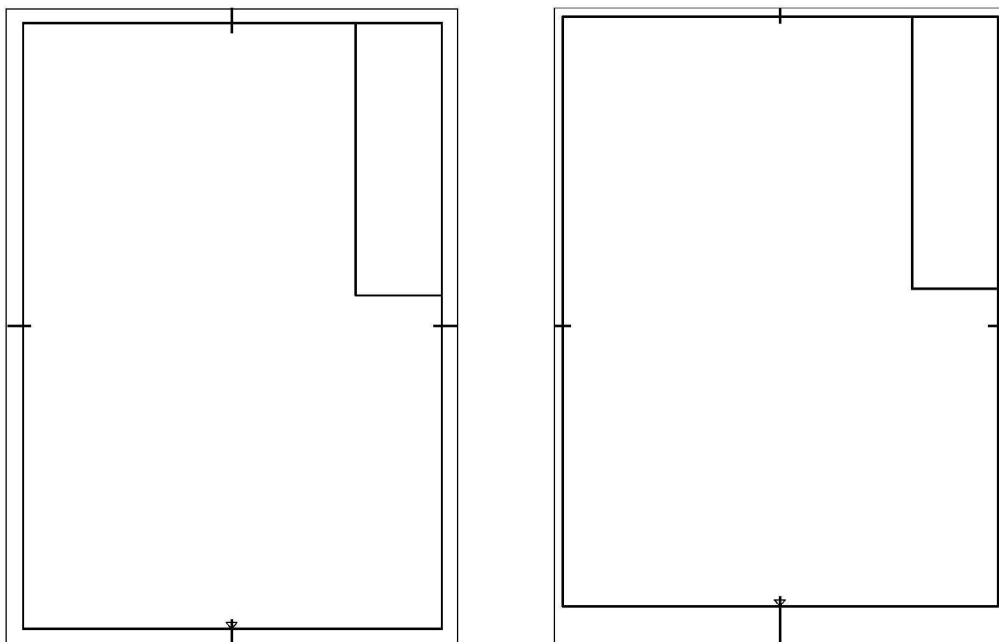


图 1.10 标题栏的方位(X形图纸竖放时)

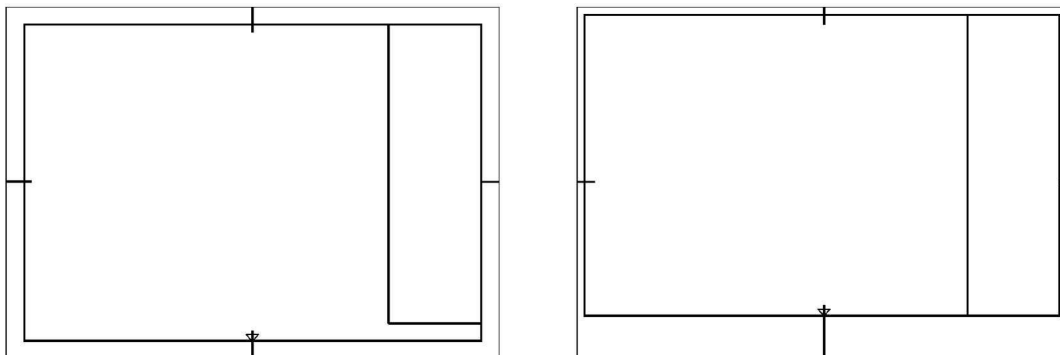


图 1.11 标题栏的方位(Y形图纸横放时)

方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1.12 所示。

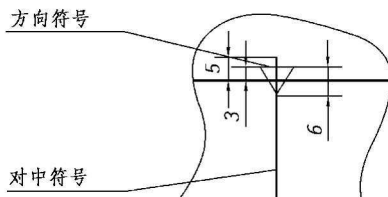


图 1.12 方向符号的尺寸和位置

### 6) 剪切符号

为了使复制图样时便于自动切剪,可在图纸(如供复制用的底图)的 4 个角上分别绘出剪切符号。剪切符号可采用直角边边长为 10 mm 的黑色等腰三角形,如图 1.13(a)所示。

当使用这种符号对某些自动切纸机不适合时,也可将剪切符号画成两条粗线段,线段的线宽为 2 mm,线长为 10 mm,如图 1.13(b)所示。