

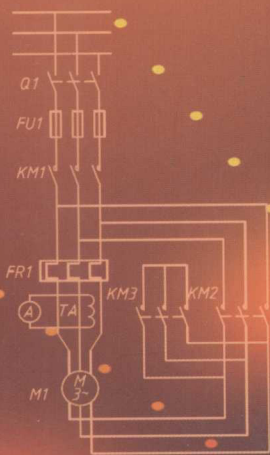


现代远程教育系列教材

# 电气制图与CAD

DIANQI ZHITU YU CAD

主 编 王丹虹 高菲 陈霞



大连理工大学出版社

# 电气制图与CAD

主编 王丹虹 高菲 陈霞

大连理工大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

电气制图与 CAD / 王丹虹, 高菲, 陈霞主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2015. 3

现代远程教育系列教材

ISBN 978-7-5611-9786-8

I. ①电… II. ①王… ②高… ③陈… III. ①电气制图—计算机制图—AutoCAD 软件—远程教育—教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 048924 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84706041 传真:0411-84707403 邮购:0411-84706041

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连日升彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:13.25 字数:315 千字  
2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

---

责任编辑:孙楠

责任校对:康宁

封面设计:戴筱冬

---

ISBN 978-7-5611-9786-8

定 价:39.00 元

# 出版说明

基于计算机网络条件下的远程教育,即网络教育,亦称现代远程教育,已经成为当今推进我国高等教育大众化的新途径。经批准,大连理工大学于2002年2月成为全国68所现代远程教育试点高校之一。大连理工大学现代远程教育以“面向社会、服务社会”为宗旨,以“规范管理、提高质量、突出特色、创建品牌”为指导思想,在传承大连理工大学优秀的教育传统与文化的同时,依托校内外优秀的教育资源,借助于现代教育技术手段,在国家终身教育体系中为社会提供了多层次、高质量的教育服务,已形成具有大连理工大学特色的现代远程教育品牌。

为了进一步提高现代远程教育的教学质量,我院在继续做好现代远程教育网络资源建设、开展好网上学习支持服务的同时,积极组织编写具有远程教育特色的高水平纸介教材。大连理工大学自2007年开始将现代远程教育系列纸介教材的编辑出版工作列入“现代远程教育类教学改革基金项目”加以实施。

现代远程教育系列纸介教材建设立足于现代远程教育的特色,为培养应用型人才服务。现代远程教育系列纸介教材以网络课程的教学大纲为基础进行编写,在内容取舍、理论深度、文字处理上适合现代远程教育学生的实际接受能力,适应现代远程教育学生自主学习的需要。现代远程教育系列纸介教材的编者要求具有较高的学术水平,丰富的教学经验,有较好的文字功底,原则上优先选聘本课程网络课件的主讲教师担任编写工作。

目前,经过不断的努力,现代远程教育系列纸介教材已陆续出版问世,特向各位编者及审稿专家表示感谢,同时敬请社会各界同行对不足之处给予批评指正。

大连理工大学远程与继续教育学院

2013年8月

# 前 言

基于对工程制图、电气制图课程的基础性、实践性及其教学内容与时代需求相呼应的认识,主动迎接信息时代对远程教育电气制图课程的挑战,应对进行教学内容和教学方式现代化的改革,编写了本教材和配套的习题集。

电气制图课程应否包含工程制图基础内容,各高校、职业院校在教学中的贯彻有所不同。基于我们的教学和教学改革实践,工科远程教育的学生接受宽基础的技术基础训练十分必要。本课程中,工程制图、电气制图、CAD 制图内容并重,任务是培养学生的工程图学素质和掌握电气制图与 CAD 基础知识。教材与课程内容相呼应,由工程制图基础、电气制图基础、CAD 基础与应用三部分构成。

工程制图基础部分培养学生空间思维能力,工程形状的投影与表达能力,满足工程领域从业者绘制和阅读工程图样的需要。电气制图基础部分培养学生绘制和阅读典型电气工程图样的能力,以便将来进行电气专业技术交流和生产活动。CAD 基础与应用部分采用业界广泛使用的 AutoCAD 软件,其通用性、可扩展性满足工科各专业需要。

本书共分 9 章,内容包括制图的基本知识和基本技能、投影法、基本立体、组合体、轴测图、机件的图样画法、电气工程图、AutoCAD 2013 制图基础、AutoCAD 电气制图基础等。适用于远程教育电气工程专业学生。

本教材结合大连理工大学远程与继续教育学院《关于加强现代远程教育文字教材建设的意见》,并且从应用角度出发,对课程体系和教学内容处理的特点如下:

1. 工程制图基础部分内容简炼、结构合理,满足工科学生对图样表达知识的基本要求。
2. 电气工程图部分条理清晰,内容由浅入深、新颖简明,结合大量例图介绍了电气图的基础知识、常用电气图的阅读及绘图方法,使学生了解和掌握电气图有关知识和技能。
3. 电气工程图许多图例来自工程实际。
4. 电气工程图与 AutoCAD 电气制图基础前后有机结合,融汇贯通,使学生既能掌握手工绘图的方法,又能利用现代化的绘图手段,高质高效地绘制工程图。

5. 对无须解释而又是画图时必须执行的制图基础标准和各种几何作图方法与步骤, 本教材第一章做了介绍。

6. 本教材所涉及的机械制图、技术制图和相关的其他国家标准都采用了最新颁布的标准(截止 2014 年)。当颁布的机械制图标准规定与新近颁布的技术制图标准不一致时, 考虑到机械制图国家标准一旦修订, 应按照技术制图国家标准的规定, 本教材全部遵照最近颁布的国家标准。根据国家机械工业的国机管[1999]199 号文件, 关于规范使用机械行业标准编号的通知, 本教材使用的国家标准属性代号 GB/T 中年代号采用了四位数字。

若读者选用本教材, 建议同时选用与本教材配套发行的习题集。

本教材由王丹虹、高菲、陈霞主编。参加本教材编写工作的有: 王丹虹(第八、九章)、高菲(第四、五、六、七章)、陈霞(第一、二、三章)。崔长德对本教材所涉及的国家标准进行了校核。编者完成了本教材插图的计算机绘图工作。全书由王丹虹、高菲、陈霞定稿。

本教材由大连理工大学出版社委托大连理工大学崔长德教授审阅。审稿人对书稿提出了许多宝贵意见, 对此表示衷心感谢。

在本教材的编写过程中, 得到大连理工大学远程与继续教育学院、大连理工大学盛贤君教授的支持, 在此表示诚挚的谢意。

由于我们的水平有限加之受教学改革实践的局限, 本教材的体系和内容难免存在不当之处, 敬请各位读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 制图的基本知识和基本技能</b> .....	1
§ 1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定 .....	1
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689-2008) .....	1
1.1.2 比例(GB/T 14690-1993) .....	3
1.1.3 字体(GB/T 14691-1993) .....	3
1.1.4 图线(GB/T 4457.4-2002、GB/T 17450-1998).....	4
1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4-2003、GB/T 16675.2-2012).....	5
§ 1.2 绘图方法 .....	9
1.2.1 圆弧连接作图 .....	9
1.2.2 平面图形的尺寸分析及画图步骤.....	10
§ 1.3 徒手绘图.....	12
1.3.1 徒手绘图的方法.....	13
1.3.2 目测的方法.....	14
<b>第 2 章 投影法</b> .....	16
§ 2.1 投影法及其分类.....	16
§ 2.2 工程上常用的投影图概述.....	17
2.2.1 多面正投影图.....	17
2.2.2 轴测投影图.....	17
2.2.3 标高投影图.....	18
2.2.4 透视投影图.....	19
§ 2.3 三面投影体系.....	19
2.3.1 建立三面投影体系.....	19
2.3.2 三面投影体系的展开及三视图的形成.....	20
2.3.3 三视图的空间方位.....	20
2.3.4 三视图的投影规律.....	20
§ 2.4 基本几何元素——点、线、面的投影分析.....	21
2.4.1 点的投影.....	21
2.4.2 线的投影.....	23
2.4.3 平面的投影.....	26

<b>第 3 章 基本立体</b> .....	30
§ 3.1 拉伸体 .....	30
3.1.1 拉伸体的投影特性 .....	30
3.1.2 拉伸体三视图的画法 .....	31
§ 3.2 多面体 .....	33
3.2.1 棱柱和棱锥的三视图 .....	33
3.2.2 棱锥表面取点 .....	34
§ 3.3 常见回转体 .....	35
3.3.1 圆柱 .....	36
3.3.2 圆锥 .....	37
3.3.3 圆球 .....	39
§ 3.4 同轴回转体 .....	40
3.4.1 同轴回转体的形成 .....	40
3.4.2 同轴回转体的三视图 .....	41
§ 3.5 截切体 .....	42
3.5.1 特殊位置平面截切拉伸体 .....	43
3.5.2 特殊位置平面截切圆柱 .....	44
§ 3.6 相贯体 .....	45
3.6.1 平面立体与回转体相贯 .....	46
3.6.2 两轴线正交的圆柱相贯 .....	47
<b>第 4 章 组合体</b> .....	50
§ 4.1 组合体的构形和分析方法 .....	50
4.1.1 组合体的构形和形体分析法 .....	50
4.1.2 线面分析法 .....	55
§ 4.2 画组合体视图的方法和步骤 .....	57
4.2.1 画组合体三视图的步骤 .....	57
4.2.2 画图举例 .....	58
§ 4.3 看组合体视图的方法和步骤 .....	60
4.3.1 看图的基本方法和要点 .....	60
4.3.2 看组合体视图的步骤 .....	62
4.3.3 读图举例 .....	63
§ 4.4 标注组合体尺寸的方法 .....	65
4.4.1 标注尺寸要完整 .....	66
4.4.2 标注尺寸要清晰 .....	69
4.4.3 标注组合体尺寸的方法和步骤 .....	72



<b>第 5 章 轴测图</b> .....	75
§ 5.1 形体的轴测图及其投影特性 .....	75
5.1.1 轴测图的基本概念 .....	75
5.1.2 轴测图的投影特性 .....	77
§ 5.2 正等轴测图的画法 .....	77
5.2.1 拉伸体的正等轴测图的画法 .....	77
5.2.2 回转体的正等轴测图的画法 .....	78
5.2.3 组合体的正等轴测图的画法 .....	80
§ 5.3 正等轴测草图的画法 .....	83
§ 5.4 轴测剖视图的画法 .....	85
5.4.1 剖切面的位置 .....	85
5.4.2 剖面线的画法 .....	86
5.4.3 组合体轴测剖视图的画法 .....	86
§ 5.5 斜二轴测图的画法 .....	87
5.5.1 拉伸体的斜二轴测图的画法 .....	87
5.5.2 圆柱的斜二轴测图的画法 .....	88
<b>第 6 章 机件的图样画法</b> .....	90
§ 6.1 视 图 .....	90
6.1.1 基本视图 .....	90
6.1.2 向视图 .....	92
6.1.3 局部视图 .....	92
6.1.4 斜视图 .....	93
§ 6.2 剖视图 .....	94
6.2.1 剖视图的概念 .....	94
6.2.2 画剖视图的方法和步骤 .....	97
6.2.3 剖切面种类 .....	98
6.2.4 剖视图的种类 .....	99
§ 6.3 断面图 .....	101
6.3.1 移出断面图 .....	101
6.3.2 重合断面图 .....	103
§ 6.4 其他规定画法和简化画法 .....	104
6.4.1 其他规定画法 .....	104
6.4.2 几种简化画法 .....	107
6.4.3 第三角画法 .....	109
§ 6.5 机件各种图样画法综合运用举例 .....	110

<b>第 7 章 电气工程图</b> .....	111
§ 7.1 电气工程图概述 .....	111
7.1.1 电气工程图定义 .....	111
7.1.2 电气图的分类 .....	111
7.1.3 电气图的特点 .....	114
§ 7.2 电气图的制图规则 .....	116
7.2.1 电气制图的一般规则 .....	116
7.2.2 电气图的一般表示方法 .....	117
7.2.3 电气图项目符号 .....	122
7.2.4 电气图用图形符号和文字符号 .....	124
§ 7.3 电力电气图的阅读及绘制 .....	126
7.3.1 电力系统主要电气设备 .....	126
7.3.2 工厂供电系统高压配电所及主接线图的阅读与绘制 .....	127
§ 7.4 机床电气控制线路图的制图规则 .....	134
§ 7.5 动力及照明工程图 .....	137
7.5.1 动力及照明系统图 .....	137
7.5.2 动力及照明平面图 .....	138
7.5.3 配电箱安装接线图 .....	141
§ 7.6 电子电路图 .....	141
7.6.1 电子设备框图 .....	142
7.6.2 模拟电子电路图 .....	143
7.6.3 逻辑电路图 .....	144
<b>第 8 章 AutoCAD 2013 制图基础</b> .....	146
§ 8.1 AutoCAD 2013 操作界面及基本操作 .....	146
8.1.1 熟悉 AutoCAD 系统工作环境 .....	146
8.1.2 AutoCAD 的基本操作及辅助绘图功能 .....	149
8.1.3 二维绘图命令 .....	154
8.1.4 图形编辑命令 .....	158
§ 8.2 绘图前的准备工作 .....	166
8.2.1 设置图层、颜色、线型和线宽 .....	166
8.2.2 设置图限、线型比例、绘图精度 .....	168
8.2.3 其他准备工作 .....	169
§ 8.3 几何作图 .....	170
§ 8.4 文 本 .....	174
§ 8.5 图 块 .....	176
8.5.1 创建图块 .....	176

---

8.5.2 插入图块和图块存盘 .....	177
§ 8.6 尺寸标注 .....	178
§ 8.7 轴测图及其文本、尺寸标注 .....	184
§ 8.8 图形输出 .....	186
<b>第 9 章 AutoCAD 电气制图基础</b> .....	<b>188</b>
§ 9.1 电路原理图 .....	188
§ 9.2 电气接线图 .....	191
§ 9.3 电气设备材料表和电气接线表 .....	194
§ 9.4 建筑电气施工图 .....	196
9.4.1 建筑平面图 .....	196
9.4.2 建筑电气施工图 .....	198

# 第 1 章 制图的基本知识和基本技能

本章主要介绍制图的基本知识(包括国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定、基本的几何作图方法以及平面图形的基本画法、尺寸标注)和徒手绘图的技法。

## 1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,具有严格的规范性。为了保证规范性,适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制订并颁布了一系列相关的国家标准,简称“国标”,它包括强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。本节摘录了有关《技术制图》和《机械制图》国家标准中关于“图纸幅面和格式”“比例”“字体”“图线”“尺寸标注”的基本规定。

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689-2008)

#### 1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸。也可按规定加长幅面,幅面的大小如图 1-1 所示。

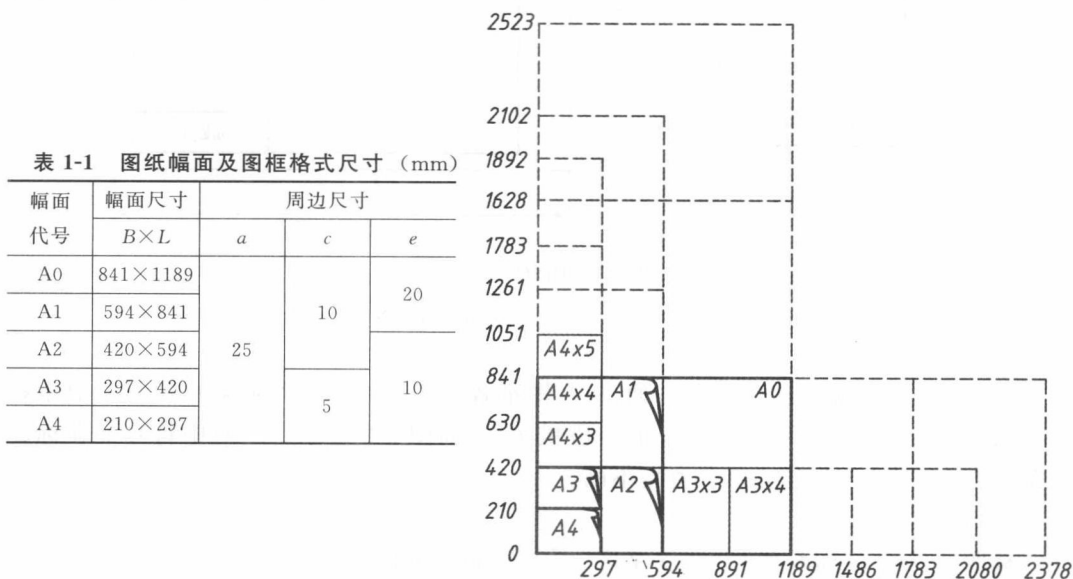


图 1-1 基本幅面及加长幅面的尺寸

## 2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出，图样绘制在图框内部。其格式分为不留装订边和留装订边两种，见图 1-2。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

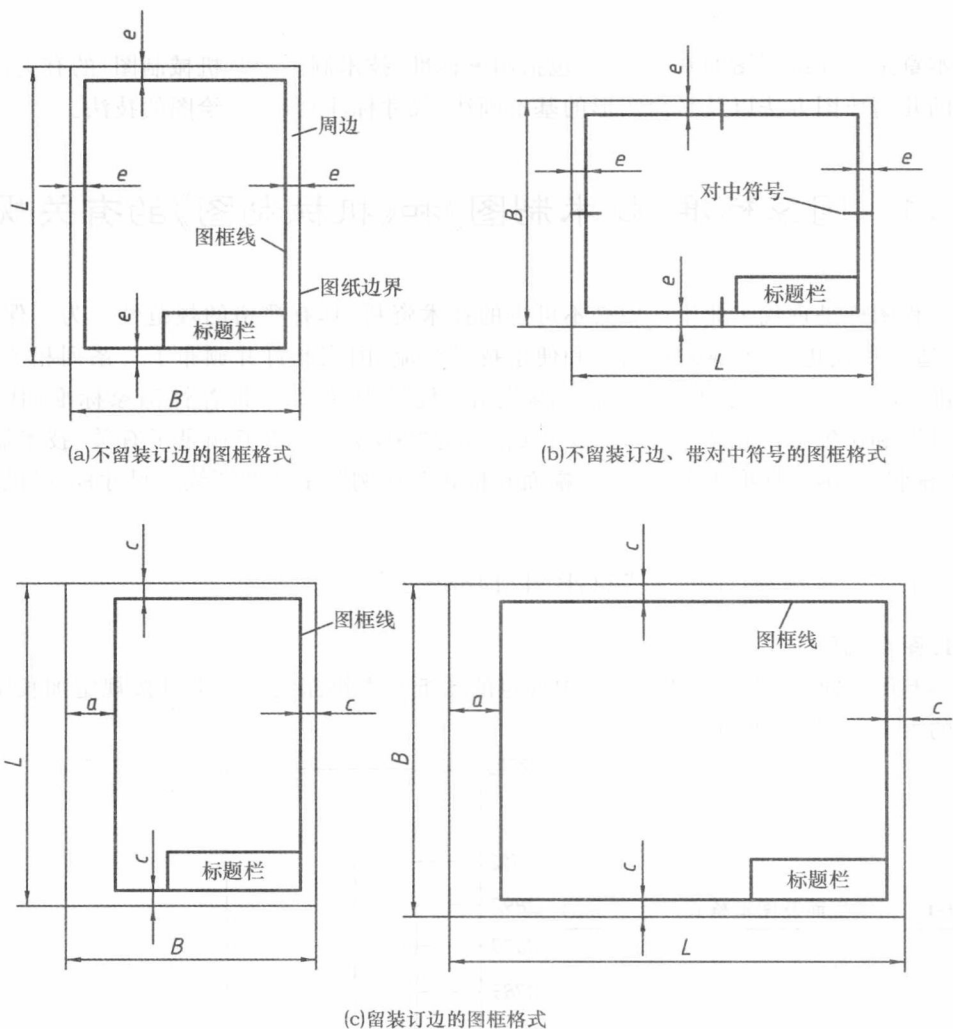


图 1-2 图框格式及标题栏方位

为了复制或缩微摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从图纸边界画入图框内 5 mm 的一段粗实线，如图 1-2 所示。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。

## 3. 标题栏

标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目，其格式和尺寸由 GB/T 10609.1-2008 规定，如图 1-3 所示。

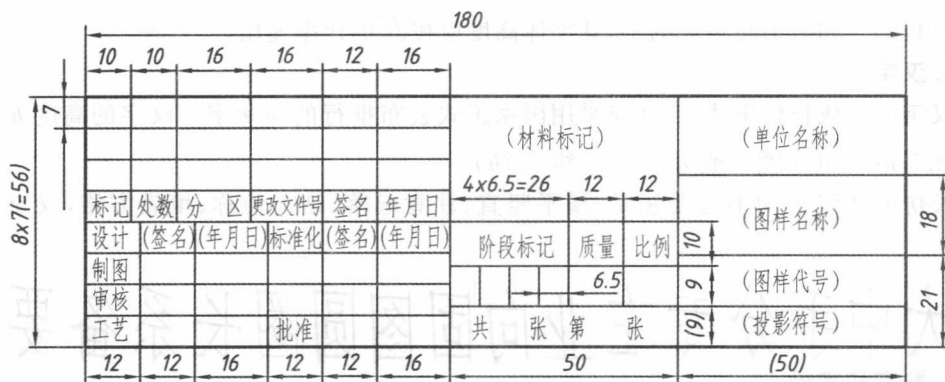
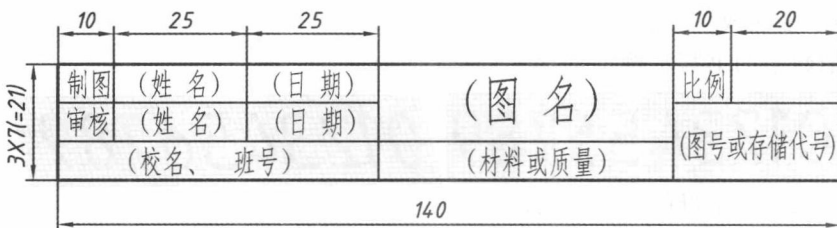


图 1-3 国家标准规定的标题栏格式

教学中可使用简化的标题栏,如图 1-4 所示。



注:图中的“(材料或质量)”在零件图中为“(材料)”,在装配图中为“(质量)”。

图 1-4 教学中采用的标题栏格式

### 1.1.2 比例(GB/T 14690-1993)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。一般应尽量采用机件的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。应注意,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出。

表 1-2 绘图的比例

种类	比例							
原值比例	1:1							
放大比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1			
	$2 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:6	1:10
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$	$1 : 10 \times 10^n$

注:1.  $n$  为正整数。

2. 粗体字为优先选用的比例;其他比例为必要时,允许选用的比例。

### 1.1.3 字体(GB/T 14691-1993)

字体指的是图中汉字、字母、数字的书写形式。图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体号数(即字体高度,用  $h$  表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5,

7,10,14,20。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ (约  $0.7h$ )。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格,汉字示例如下:

大中手分专左业向固图圆圈长系备要

### 2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十四分之一;B 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十分之一。数字和字母有斜体和直体之分,斜体字字头向右倾斜,与水平线成  $75^\circ$  角。

阿拉伯数字的书写示例:

0123456789 0123456789

斜体字大小写字母的书写示例:

ABCDEFGHIJKLMNO

PQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz







## 1.1.4 图线(GB/T 4457.4-2002、GB/T 17450-1998)

### 1. 图线形式

绘制工程图样使用 9 种基本图线,其画法规则和用途见表 1-3。

表 1-3

图线

名称	线型	线宽 $d/\text{mm}$		主要用途及线素长度	
细实线		0.35	0.25	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线和基准线、重合断面的轮廓线等	
粗实线		0.7	0.5	可见轮廓线	
细虚线		0.35	0.25	不可见轮廓线	画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$
粗虚线		0.7	0.5	允许表面处理的表示线	
细点画线		0.35	0.25	轴线、对称中心线等	长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、点长 $0.5d$
粗点画线		0.7	0.5	限定范围表示线	
细双点画线		0.35	0.25	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、中断线等	
波浪线		0.35	0.25	断裂处的边界线、局部剖视图中剖与未剖部分的分界线。在同一张图样上一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线	
双折线		0.35	0.25		

## 2. 图线的应用

机械图样的图线应用规则见表 1-3, 具体示例如图 1-5 所示。

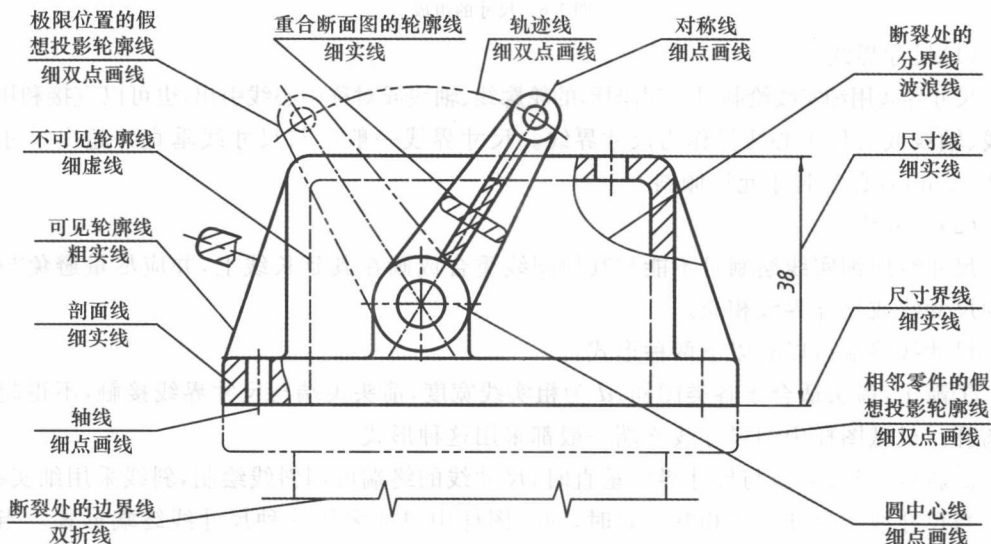


图 1-5 图线的应用

### 1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4-2003、GB/T 16675.2-2012)

#### 1. 尺寸标注的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中所标注的尺寸为依据, 与图形的比例和绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以毫米为单位时, 不需标注计量单位的名称或代号; 若采用其他单位时, 则必须注明相应的计量单位名称或代号。

(3) 图样中所标注的尺寸, 为该机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸, 在图样中一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5) 在不引起误解和不产生理解多义性的前提下, 力求简化标注。



## 2. 尺寸要素

组成尺寸的要素有尺寸线、尺寸界线、尺寸数字及相关符号。尺寸界线的引出方式及尺寸要素间的相互关系如图 1-6 所示。

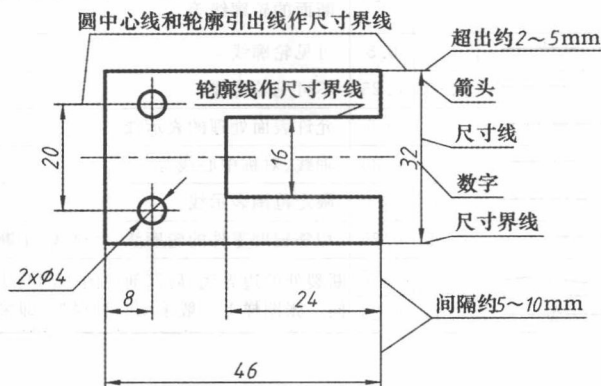


图 1-6 尺寸的组成

### (1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 也可以直接利用轮廓线、轴线或对称中心线等作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超出尺寸线约 2~5 mm, 必要时才允许倾斜。

### (2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制且不能与其他图线重合或画在其延长线上, 并应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界线相交。

尺寸线终端可以有以下两种形式:

① 箭头: 箭头适合于各类图样,  $d$  为粗实线宽度, 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出或离开。机械图样中的尺寸线终端一般都采用这种形式。

② 斜线: 当尺寸线与尺寸界线垂直时, 尺寸线的终端可用斜线绘制, 斜线采用细实线。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时, 同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时, 在位置不够的情况下, 允许用圆点或斜线代替箭头, 如表 1-5 所示“小尺寸的注法”的示例。

### (3) 尺寸数字及相关符号

尺寸数字用标准字体书写, 且在同一张图上应采用相同的字号。尺寸数字不能被图线通过, 无法避免时应断开图线。若断开图线影响图形表达时, 应调整尺寸标注位置。

表 1-4 表示不同类型的尺寸符号。

表 1-5 给出了尺寸标注示例。

表 1-4

尺寸符号

符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义
$\phi$	直径	EQS	均布	$\sphericalangle$	埋头孔	$\sphericalangle$	斜度
$R$	半径	$C$	45°倒角	$\square$	沉孔或锪平	$\nabla$	锥度
$S\phi$	球直径	$t$	厚度	$\nabla$	深度	$\bigcirc \rightarrow$	展开长
$SR$	球半径	$\frown$	弧长	$\square$	正方形		