

铸造工

马鹏飞 杨建新 主编
马伟民 主审

Foundry
Engineering

初级、中级



化学工业出版社

铸 造 工

初级、中级

马鹏飞 杨建新 主编
马伟民 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书由初级和中级两部分构成,分别针对初级和中级铸造工应学应会的培训要求而编写。在内容安排上,紧扣国家职业标准,以国家职业标准规定的工作内容和相关知识为章节,介绍了铸造用金属材料、常用造型材料、铸造工艺、常用铸造工艺装备、典型铸造操作方法、铸件的质量检测等,反映了近年来铸造技术的新理论、新工艺和新技术。

本书可作为企业和各类职业技术学院铸造工培训和学习使用,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

铸造工:初级、中级/马鹏飞,杨建新主编. —北京:
化学工业出版社, 2011. 8
ISBN 978-7-122-11353-5

I. 铸… II. ①马…②杨 III. 铸造-基本知识 IV. TG2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 095670 号

责任编辑:李玉晖

文字编辑:刘莉君

责任校对:顾淑云

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印·装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19 $\frac{1}{4}$ 字数 484 千字 2011 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

前 言

铸造工是材料成形领域中不可缺少的一个工种，也是最基本的工种。随着新技术、新工艺、新材料及新设备的不断发展，为了培养材料成形专业高技能的技术工人，满足广大从事铸造工作的初、中级技术工人的学习需要，我们编写了本书。

本书编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要注重实践，学以致用，又要具有一定的理论深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性和完整性。

全书由两部分构成，分别针对初级和中级铸造工，应知应会培训要求而编写，具有较强针对性和注重实用性的特点。在内容安排上，紧扣国家职业标准，以国家职业标准规定的工作内容和相关知识为章节，以技能和知识要求作为本教材的核心。既保留了有价值的经典理论和技术，又反映了近年来铸造技术的新理论、新工艺和新技术。

本书由马鹏飞、杨建新担任主编，江苏大学黄波、李美兰、曹卫明，江苏万力机械股份有限公司许胜杰，上海冠林电器（海安）有限公司王海静，江苏科技大学赵荣强参加了部分章节的编写工作。全书由江苏大学机电培训学院副院长马伟民高级工程师担任主审。

本书在编写过程中，参阅了有关教材、资料和文献，在此对有关专家、学者和作者表示感谢。

在本书的编写过程中，江苏大学李金伴教授，沈良均、王维新、顾佩兰、张应龙高级工程师给予了精心的指导和热情的帮助，提出了许多宝贵的意见，在此谨向他们表示衷心感谢。

由于编者时间所限，书中缺点和不足在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2011 年 5 月

目 录

第一部分 初 级

第一章 铸造工基础知识	2
第一节 机械识图.....	2
一、识图知识.....	2
二、识图方法和步骤.....	4
三、基本形体的视图.....	4
四、几何公差的基本知识.....	5
五、表面粗糙度的基本知识和标注方法.....	6
第二节 金属材料及热处理.....	6
一、常用金属材料.....	6
二、钢的热处理.....	8
第三节 机械传动知识	10
一、常用的机械传动方式	10
二、常用的机械传动机构	13
复习思考题	15
第二章 铸造生产概况	16
第一节 铸造生产的基本工序	16
一、铸造型（芯）的制备	16
二、金属的熔炼与浇注	17
三、金属铸型的后处理	17
第二节 造型常用的工具和工艺装备	18
一、常用造型工具	18
二、造型工艺装备及量具	19
第三节 铸造工艺规程	20
一、工艺规程概念及其作用	20
二、铸造工艺规程分类	20
第四节 砂型铸造的基本操作	21
一、造型的操作顺序	21
二、造型操作要领	23
复习思考题	24
第三章 造型材料	25
第一节 造型原材料	25
一、原砂	25

二、黏结剂	28
三、辅助材料	29
第二节 型砂应具备的性能及其影响因素	30
一、强度	30
二、透气性	30
三、可塑性和流动性	31
四、耐火度	31
五、退让性和耐用性	32
第三节 型砂和芯砂	32
一、黏土砂	32
二、水玻璃砂及其他特殊黏结剂砂	33
第四节 涂料的配制和使用	34
一、涂料的制备	34
二、铸造涂料的使用	35
复习思考题	35
第四章 造型与制芯	36
第一节 砂箱造型	36
一、整模造型与分模造型	36
二、活块造型和挖砂造型	37
三、其他砂箱造型	38
第二节 刮板造型	40
一、小型旋转刮板造型	40
二、导向刮板的造型(芯)方法	42
第三节 地坑造型	43
一、砂床的制备	43
二、造型方法	44
第四节 砂芯的制造	45
一、用芯盒制造砂芯	45
二、用刮板制造砂芯	46
第五节 砂型及砂芯的烘干、合型	47
一、砂型及砂芯的烘干	47
二、合型	48
复习思考题	49
第五章 浇注系统、冒口、冷铁和铸肋	51
第一节 浇注系统	51
一、浇注系统的组件及作用	51
二、浇注系统的分类及基本要求	53
第二节 冒口	54
一、冒口的功能及其分类	54
二、冒口的位置选择	55
第三节 冷铁和铸肋	56

一、冷铁	56
二、铸肋	59
复习思考题	59
第六章 铸造合金及其熔炼	60
第一节 铸钢	60
一、钢的性能及其分类	60
二、铸造碳钢	60
三、铸造低合金钢	61
四、铸造高合金钢	62
第二节 铸铁	62
一、灰铸铁	63
二、球墨铸铁	64
第三节 铸造非铁合金	65
一、铸造铜合金	66
二、铸造铝合金	67
第四节 铸造合金的熔炼	67
一、铸造合金熔炼设备配置	67
二、铸造铝合金的熔炼	68
三、铸造铜合金熔炼的一般原则	69
复习思考题	71
第七章 铸型浇注与铸件清理	72
第一节 铸型浇注	72
一、浇包	72
二、浇注前的准备	73
三、浇注技术	75
第二节 铸件的落砂与清理	76
一、铸件落砂	76
二、铸件的清理	77
复习思考题	79
第八章 机器造型基础知识	80
第一节 机器造型的特点	80
一、机器造型的优缺点	80
二、造型机械型号编制特点	80
第二节 砂型紧实度和紧实方法、起模方法	81
一、砂型对紧实度的工艺要求	81
二、机器造型中紧实型砂的方法	82
第三节 常用造型机械的结构、性能和使用方法	84
一、Z145A 型造型机	84
二、Z8612 型制芯机	86
复习思考题	88

第九章 铸件缺陷检验	89
第一节 铸件缺陷的分类	89
一、铸件缺陷分类	89
二、各生产工序产生的铸造缺陷	89
第二节 铸件常见缺陷及检验	90
一、铸件常见缺陷简介	90
二、铸件的检验	93
复习思考题	93
第十章 特种铸造	94
第一节 熔模铸造和消失模铸造	94
一、熔模铸造	94
二、消失模铸造	95
第二节 其他特种铸造方法	96
一、金属型铸造	96
二、压力铸造	96
三、低压铸造	97
四、离心铸造	97
复习思考题	98
第十一章 职业道德和安全生产	99
第一节 铸造工的职业道德和劳动保护	99
一、职业道德	99
二、铸造工职业守则	99
第二节 铸造安全技术规程	101
一、安全生产常识	101
二、安全技术操作规程	102
复习思考题	106

第二部分 中 级

第一章 铸造工艺知识	108
第一节 铸造方法及其选择原则	108
一、铸造方法	108
二、铸造方法选择的原则	109
第二节 铸造工艺方案的确定	110
一、造型、造芯方法的确定	110
二、铸型及浇注位置的确定	113
三、分型面及砂箱中铸件数目的确定	114
第三节 砂芯设计及铸造工艺参数	116
一、砂芯设计	116
二、铸造工艺参数的选择	119
第四节 铸件重量的计算	122
一、根据铸件形状尺寸计算	122

二、根据铸模计算重量·····	124
复习思考题·····	124
第二章 造型材料 ·····	125
第一节 型(芯)砂原辅材料·····	125
一、原砂·····	125
二、黏结剂·····	126
三、辅助材料(附加物)·····	128
第二节 型(芯)砂的性能与检测·····	128
一、水分、最适宜干湿程度和紧实率·····	128
二、透气性、湿态强度及流动性检测·····	129
三、发气量和有效煤粉含量·····	131
第三节 型(芯)砂的选用与配制·····	131
一、型(芯)砂的选用·····	131
二、型(芯)砂的配制·····	133
三、水玻璃砂的配制·····	134
四、水泥自硬砂的配制·····	136
五、树脂黏结砂的配制·····	137
第四节 涂料的配制·····	139
一、对铸造涂料的要求及其作用·····	140
二、铸造涂料的原材料·····	141
三、涂料的配制及混制方法·····	143
复习思考题·····	144
第三章 造型与制芯 ·····	145
第一节 造型工艺知识·····	145
一、造型方法的选择·····	145
二、铸造砂型·····	146
三、造型操作要领·····	147
第二节 造型方法·····	149
一、整模造型和分模造型·····	149
二、活块模造型、挖砂造型及假箱造型·····	151
三、刮板造型和地坑造型·····	152
第三节 机器造型与制芯·····	152
一、机器造型·····	152
二、机器造芯·····	155
第四节 砂芯制造·····	157
一、造芯的工艺知识·····	157
二、芯骨制造·····	158
三、砂芯的制造·····	159
第五节 砂型、砂芯烘干规范和烘干设备·····	160
一、砂型及砂芯烘干过程及烘干规范·····	160
二、砂型(芯)烘干设备及烘干方法·····	161

三、烘干质量的检查·····	163
第六节 合型操作方法·····	164
一、准备工作·····	164
二、下芯操作·····	164
三、合型操作·····	165
复习思考题·····	166
第四章 浇注系统、冒口、冷铁和铸肋 ·····	167
第一节 铸件的凝固与控制·····	167
一、铸件凝固方式·····	167
二、铸件凝固控制·····	168
第二节 浇注系统类型的选择·····	170
一、按浇注系统各单元截面的比例分类·····	170
二、按金属液导入铸件型腔的位置分类·····	171
第三节 灰铸铁件浇注系统的计算·····	174
一、浇注时间的计算·····	174
二、内浇道最小截面积的确定·····	175
第四节 其他合金铸件浇注系统·····	178
一、其他铁碳合金铸件·····	178
二、非铁合金铸件·····	180
第五节 冒口·····	182
一、铸钢件冒口·····	182
二、铸铁件冒口·····	183
三、特种冒口·····	185
第六节 冷铁与铸肋·····	186
一、冷铁·····	186
二、铸肋·····	188
复习思考题·····	190
第五章 铸造合金及其熔炼 ·····	191
第一节 金属学基础知识·····	191
一、相图的概念·····	191
二、铁-碳双重相图·····	192
三、钢铁热处理·····	193
四、金属的力学性能·····	194
第二节 铸钢及其熔炼·····	194
一、铸钢种类、牌号及性能·····	194
二、铸钢熔炼设备·····	197
三、铸钢的熔炼操作·····	198
第三节 铸铁及其熔炼·····	201
一、铸铁牌号及性能·····	201
二、铸铁熔炼设备·····	204
三、冲天炉的操作工艺·····	205

第四节 铸造非铁合金及其熔炼	207
一、铸造有色合金的牌号和性能	208
二、铸造有色合金的熔炼设备	212
三、铸造铜合金的熔炼操作	212
四、铸造铝合金的熔炼操作	214
复习思考题	216
第六章 铸型浇注与铸件清理	217
第一节 砂型紧固力的计算	217
一、金属液静压力产生的抬箱力	217
二、砂芯浮力产生的抬箱力	218
三、砂型紧固力的计算	219
四、砂型紧固力的计算实例	219
第二节 铸型浇注	220
一、浇注前的准备	220
二、浇注工艺	222
三、浇注操作	223
四、金属液质量的检验	225
第三节 铸件的落砂与清理	227
一、铸件的落砂	227
二、铸件的清理	229
第四节 铸件热处理	231
一、铸铁的热处理	232
二、铸钢的热处理	234
三、铸造有色合金的热处理	235
复习思考题	236
第七章 铸件缺陷的分析与检验	237
第一节 铸件缺陷的分类	237
一、铸件缺陷分类	237
二、铸件缺陷的特征	237
第二节 铸件缺陷的分析	239
一、气孔	239
二、缩孔和缩松	241
三、粘砂	242
四、夹砂	243
五、变形	245
六、裂纹	246
七、偏析	248
第三节 铸件缺陷的检验	248
一、外观检验	248
二、无损探伤法	248
三、破坏检查	251

第四节 铸件缺陷的修补.....	252
一、电焊或气焊焊补.....	252
二、其他修补法.....	253
复习思考题.....	254
第八章 机器造型及造型生产线.....	255
第一节 造型设备.....	255
一、Z2310 型造型机.....	255
二、Z6312D 型抛砂机.....	256
三、微震压实造型机.....	258
四、高压造型机.....	260
第二节 机器造型的原理和方法.....	262
一、紧实型砂原理和方法.....	262
二、起模的原理和方法.....	269
第三节 造型生产线.....	270
一、造型辅机.....	270
二、铸型输送机.....	274
三、造型生产线.....	275
第四节 造型机的维护保养与安全操作.....	277
一、典型造型机的维护保养与安全操作.....	277
二、造型机及造型生产线的维护保养与安全操作.....	278
复习思考题.....	279
第九章 特种铸造方法.....	280
第一节 熔模铸造.....	280
一、概述.....	280
二、熔模铸造的工艺.....	281
第二节 消失模铸造.....	286
一、消失模铸造工艺特点.....	286
二、消失模铸造工艺.....	288
第三节 离心铸造.....	291
一、概述.....	291
二、离心铸造工艺特点.....	292
复习思考题.....	294
参考文献	295

第一章 铸造工基础知识

第一节 机械识图

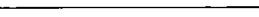
一、识图知识

识图是每一个机械工人都必须掌握的一项基本技能。在进行加工之前，应该看懂零件图，以保证被加工零件的几何形状和尺寸正确。因此，必须知道各种投影视图的意义、零件形状的表达方法、各种机械加工符号的含义、特殊技术要求及标题栏的内容等。

1. 图线

图形是由不同形式和不同粗细的线条所构成的，零件图上的这类线条称为图线。为了统一，机械制图的国家标准（GB/T 4457.4—2002）规定了各种图线的形式及其应用，见表 1-1。

表 1-1 标准图线及用途

图线名称	图线形式	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		$b=0.5\sim2\text{mm}$	可见轮廓线、可见棱边线等
细实线		约 $b/2$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、指引线、分界线及范围线、零件成形前的弯折线、辅助线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线等
波浪线		约 $b/2$	断裂处边界线、视图和剖视图的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处边界线、视图和剖视图的分界线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
细点画线		约 $b/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)等
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、毛坯图中制成品的轮廓线、中断线等

2. 视图

(1) 投影。投影是物体受光源照射后在投影面上所形成的影子 [见图 1-1(a)]，图中的光线称为投射线，影子所在平面称为投影面。如果光源离物体无限远，形成平行光线，则当其垂直于投影面照射后所得的投影称为正投影。机械制图中通常应用的就是正投影 [见图 1-1(b)]。

(2) 三视图。在机械制图中，将正投影图称为视图。为了正确全面地表达出零件在空间内的形状和相对位置，需要用多方向的视图，常用的有三个视图（见图 1-2）。零件在正面 V 上的投影称主视图，在水平面 H 上的投影称俯视图，在侧面 W 上的投影称左视图。制图中的三视图就是指主视图、俯视图和左视图。三视图的形成是正面不动，水平面绕 OX 轴向下转 90° ，侧面绕 OZ 轴向右转 90° ，这样三个投影面就在同一平面上，所得到的三个视图也就

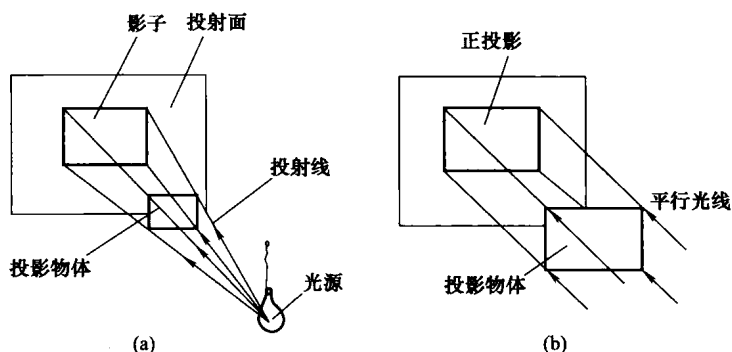


图 1-1 正投影

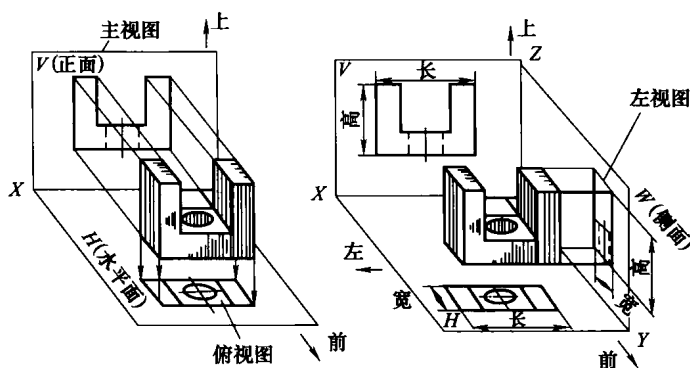


图 1-2 三视图

清楚地表达在同一画面上 (见图 1-3)。

(3) 三视图的投影规律。在图 1-3 中规定 X 方向为长度方向, Y 方向为宽度方向, Z 方向为高度方向, 则可看出, 主视图反映零件的长、高, 俯视图反映零件的长、宽, 左视图反映零件的高、宽。因而, 只用一个视图往往不能反映出零件的全部尺寸。

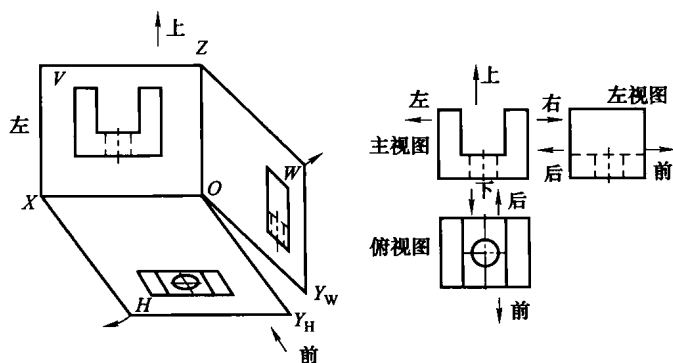


图 1-3 三视图的形成

根据投影的规律, 主视图和俯视图都反映长度, 则长度方向的尺寸应相等; 主视图和左视图均反映高度, 则高度方向的尺寸应相等; 俯视图和左视图均反映宽度, 则宽度方向的尺寸应相等。初学者必须掌握这些投影规律, 这是识图最基本的知识。

(4) 局部视图和剖视图。当零件某个部分的形状需要详细表达, 而其余部分已在另外的

视图上表达清楚时，可以画该部分的局部视图，以便更清楚地表示该部分的形状或尺寸关系。

假想将零件剖切后，移去剖切面与观察者之间的部分，余下部分向投影面投射，所得的视图就称为剖视图。剖视图常用来表达零件内部的形状。虽然内部形状可用虚线表示，但如果内部结构较复杂，虚线重叠较多，看图时就比较困难，用剖视图表达则会清楚得多。

二、识图方法和步骤

- 1. 分析标题栏
标题栏内有零件的名称、材料、数量和比例等内容，根据这些就能分析出零件的结构特征、尺寸和用途，对该零件有一个基本印象。
- 2. 分析视图
首先，看清基本视图，分析零件的形状；然后，结合其他视图，逐个了解零件各部分的结构；最后，想象出零件的空间立体形状。
- 3. 分析尺寸及技术要求

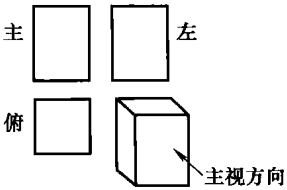
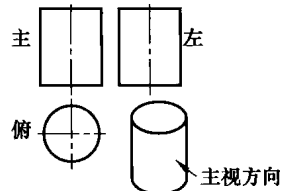
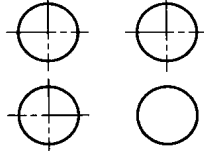
零件的尺寸分为形状尺寸和位置尺寸两类。往往在图样上也标注出加工要求，如表面粗糙度、形位公差、技术要求等。上述内容必须仔细看懂，在加工过程中才能真正保证零件所要求的质量。

三、基本形体的视图

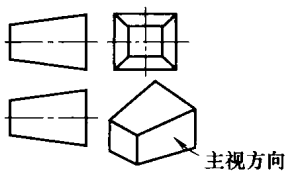
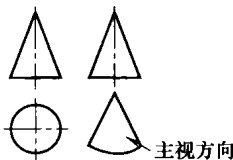
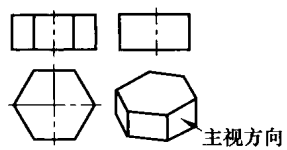
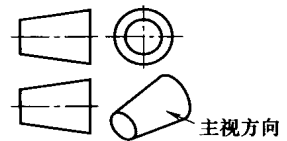
机械零件的形状尽管多种多样，但归纳起来都是由一些基本形体组成的。对于初学机械制图的人，掌握了基本形体的视图绘制方法，就可以较方便地绘制出各种机械零件图。

零件的基本形体主要有以下几种：四棱柱、圆柱、圆球、四棱台、圆锥、六棱柱和圆锥台等。基本形体的投影特点见表 1-2。

表 1-2 基本形体的投影特点

形体名称	三视图与立体图	图 形	特 点
四棱柱		四棱柱按左图摆正时，主、左视图是矩形，俯视图是正方形	视图由两个矩形和一个正方形组成
圆柱		轴线垂直于 H 面时，主、左视图是矩形，俯视图是圆	四棱柱和圆柱的主、左两视图相同，俯视图不同，一个是正方形，一个是圆
圆球		任何视图都是等直径的圆	视图由三个圆组成

续表

形体名称	三视图与立体图	图 形	特 点
四棱台		四棱台按左图摆正时,两个视图是等腰梯形,一个视图轮廓是正方形	四棱台和圆锥台的主、俯视图相同,左视图不同,一个是正方形,一个是圆
圆锥		圆锥轴线垂直于投影面时,两个视图是三角形,一个视图是圆	视图由两个三角形和一个圆组成
六棱柱		六棱柱的前表面平行于V面,并按左图摆正时,两个视图轮廓是矩形,俯视图是正六边形	视图由两个矩形和一个正六边形组成
圆锥台		圆锥台轴线垂直于W面时,两个视图是等腰梯形,一个视图是两个同心圆	根据左视图不同,区别四棱台和圆锥台

四、几何公差的基本知识

1. 几何公差的基本概念

几何公差包括形状公差、方向公差、位置公差、跳动公差。形状公差包括直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度；方向公差包括平行度、垂直度、倾斜度、线轮廓度、面轮廓度；位置公差包括同轴度、对称度、位置度、线轮廓度、面轮廓度；跳动公差包括圆跳动、全跳动。表 1-3 为几何公差符号。

表 1-3 几何公差符号

形状公差						跳动公差			
直线度	平面度	圆 度	圆柱度	线轮廓度	面轮廓度	圆跳动	全跳动		
									
方向公差				位置公差					
平行度	垂直度	倾斜度	线轮廓度	面轮廓度	同轴度	对称度	位置度	线轮廓度	面轮廓度
									

2. 公差框格

使用框格标注是标准中规定的基本形式。公差框格分成两格或多格，框格内从左到右填写以下内容（见图 1-4）：

第一格为几何特征符号；第二格为公差数；第三格和以后各格为基准。

3. 几何公差的被测要素和基准要素

如图 1-5(a) 所示，用带箭头的指引线把被测表面与公差框格的一端相连。与被测要素相关的基准用一个大写字母表示，字母标注在基准方格内，与一个涂黑的或空白的三角形相连以表示基准 [见图 1-5(b)]，涂黑和空白的基准三角形含义相同。