



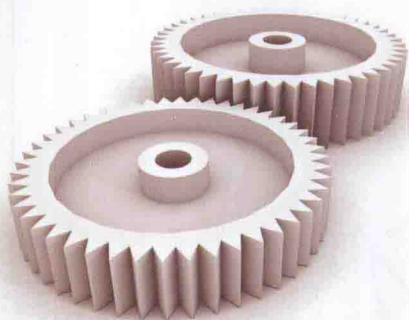
青年技工
培训丛书

QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU

冲压工 实用技术

CHONGYAGONGSHIYONGJISHU

主 编◎张能武

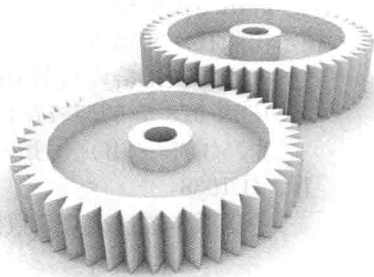


10

QINGNIANJIGONG
PEIXUNCONGSHU



青年技工
培训丛书



冲压工 实用技术

CHONGYAGONGSHIYONGJISHU

主 编：张能武

编 委：邵健萍 杨小荣 方光辉 张道霞 邱立功
徐晓东 刘文军 吴 亮 蒋 勇 许佩霞
张茂龙 刘 瑞 杨 杰 刘玉妍 沈 飞
张 洁 周小渔 王春林 李 桥 陈 伟
邓 杨 姜 松 王 荣

图书在版编目 (C I P) 数据

冲压工实用技术 / 张能武主编. -- 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2013. 8

(青年技工培训丛书 10)

ISBN 978-7-5357-7751-5

I. ①冲… II. ①张… III. ①冲压—技术培训—教材
IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 167907 号

青年技工培训丛书 10

冲压工实用技术

主 编: 张能武

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

(印装质量问题请直接与原厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2013 年 8 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1020mm 1/16

印 张: 29.5

字 数: 563000

书 号: ISBN 978-7-5357-7751-5

定 价: 59.00 元

(版权所有·翻印必究)

丛书前言

随着我国工业化进程的加速和产业结构的调整、开放，经济发展对各行各业的从业人员都提出了职业操作技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的操作技能，才能胜任本职工作，把工作做好，为社会做出更大的贡献，实现人生应有的价值。然而，技能人才缺乏已是不争的事实，并日趋严重，这已引起全社会的广泛关注。

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，我们精心策划组织编写了这套“青年技工培训丛书”，该套丛书将陆续出版《车工实用技术》、《钳工实用技术》、《铣工实用技术》、《钣金工实用技术》、《数控车工实用技术》、《数控铣工实用技术》、《冲压工实用技术》、《磨工实用技术》、《模具工实用技术》、《简明机械传动实用技术》、《机械工人切削实用技术手册》等图书，以飨读者。

本套丛书的编写以企业对人才需要为导向，以岗位职业技能要求为标准。丛书主要有以下特点：

(1) 内容新颖。除了讲解传统机械加工应掌握的内容之外，还加入了新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容。

(2) 标准新。采用了最新国家标准、最新名词术语和法定计算单位。

(3) 注重实用。在内容组织和编排上特别强调实践，书中的大量实例来自生产实际和教学实践。全书既介绍了必需的基础知识和专业理论，又介绍了许多典型的加工实例、操作技能及最新技术的应用；兼顾先进性与实用性，尽可能地反映现代加工技术领域内的实用技术和应用经验。

(4) 图文并茂，浅显易懂。多以图和表来讲解，更加直观和生动，易于读者学习和理解。

本套丛书便于广大技术工人、初学者、技工学校、职业技术学院广大师生实习自学、掌握基础理论知识和实际操作技能；同时，也可用于职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养能起到积极的推动作用，能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”，同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会

前 言

冲压加工是历史久远的生产行业，也是飞速发展的学科领域。它是金属板料的重要成形方法，从传统的使用简单冲床和模具进行生产，到集成化生产线上的大规模生产，再到计算机群控的全自动生产系统，各种不同层次的生产方式目前并行存在，互为补充。而且，传统的生产方式正在逐渐被先进生产方式所渗透、改造、取代。冲压加工具有生产效率高、尺寸精度好、重量轻、成本低和易于实现机械化、自动化等优点，在汽车、机械、家电、电器、仪表、日常生活用品以及国防等各个工业生产部门中占有十分重要的地位。冲压加工需要的从业人员愈来愈多，为了提高从业人员的素质、知识和操作技能，我们编写了本书。

本书主要内容包括：冲压常用基础资料、冲裁加工、弯曲加工、拉深加工、成形加工、挤压成形、冲压零件加工尺寸及检测计算、冲压设备使用维修等。本书在内容编写时注重实践性、实用性和启发性；做到基本概念清晰、重点突出；对基本理论部分以够用为原则，注重基本知识和基本操作技能的讲解，以及工作能力的培养。

本书图文并茂，内容丰富，浅显易懂，取材实用而精炼。可供技工学校、职业技术学院广大师生实习及初、中级技术工人、冲压工上岗前培训和农家书屋用书，也可作为从事冲压工艺及模具设计工作的工程技术人员的参考用书。

本书由江南大学张能武主编。参加编写的人员还有：邵健萍、杨小荣、方光辉、张道霞、邱立功、刘文花、吴亮、王荣、蒋勇、许佩霞、张茂龙、刘瑞、杨杰、刘玉妍、沈飞、张洁、周小渔、王春林、李桥、陈伟、邓杨等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物，并得到江南大学机械工程学院、江苏机械学会、河海大学机电工程学院等单位大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 冲压常用基础资料

第一节 常用基本计算公式	(1)
一、常用数学符号	(1)
二、常用三角计算公式	(2)
三、常用几何图形的计算公式	(3)
第二节 图样的技术要求	(7)
一、基本术语及定义	(7)
二、表面粗糙度	(12)
第三节 冲压常用材料	(19)
一、钢铁材料的基本知识	(19)
二、有色金属材料的基本知识	(39)
三、冲压常用材料的力学性能	(40)

第二章 冲裁加工

第一节 冲裁简介	(47)
一、冲裁工序的分类	(47)
二、冲裁过程分析	(48)
三、冲裁件的工艺性	(50)
四、冲裁体的精度与粗糙度	(53)
第二节 冲裁间隙	(55)
一、冲裁间隙对冲裁作业的影响	(56)
二、冲裁间隙选用依据	(56)
三、冲裁间隙对冲裁生产的影响	(57)
四、冲裁间隙的确定	(60)
五、推荐不同行业采用的冲裁间隙经验值	(63)
第三节 冲裁力与冲裁功	(71)
一、冲裁力的计算	(71)
二、冲裁力的查表法	(74)
三、推件力、顶件力及卸料力	(76)

四、冲裁功的计算	(78)
第四节 排样、搭边与料宽	(79)
一、冲裁件的排样计算	(79)
二、排样方法	(81)
三、搭边与料宽	(86)
第五节 冲裁模结构	(91)
一、冲裁模的主要结构零件	(91)
二、冲裁模的常用结构	(102)
第六节 冲裁件常见缺陷	(115)
一、毛刺	(115)
二、翘曲不平	(117)
三、刃口磨损与寿命	(118)
四、冲裁条件对冲裁质量的影响	(119)
五、小制件孔产生斜曲	(119)
六、尺寸精度超差	(119)
七、断面粗糙	(120)
八、凸模折断	(121)
九、精冲裁件缺陷	(122)

第三章 弯曲加工

第一节 弯曲变形过程	(125)
一、弯曲变形过程与特点	(125)
二、板料弯曲件的基本类型及工艺	(127)
三、板料与型材弯曲时中性层位置的确定	(128)
第二节 弯曲件的工艺性	(133)
一、板料弯曲件结构工艺性的一般要求	(134)
二、最小弯曲半径	(135)
三、角形弯曲件的弯边长度	(140)
四、弯曲件的尺寸与形位精度	(141)
五、保证弯曲件质量的结构措施	(143)
第三节 弯曲件的回弹	(144)
一、影响回弹量的因素	(145)
二、回弹值的确定	(145)
三、减小回弹措施	(152)
第四节 弯曲件毛坯长度计算	(155)
一、板料弯曲件的展开长度	(155)

二、圆杆弯曲件的展开长度	(162)
三、型材弯曲件的展开长度	(162)
四、圆弧与直线的连接计算	(164)
五、用查表法计算弯曲件展开毛坯的长度	(168)
第五节 弯曲模常用结构与斜楔滑块机构	(183)
一、弯曲模的常用结构	(183)
二、弯曲模中常用的斜楔滑块机构	(189)
第六节 弯曲件常见缺陷与预防	(190)
一、弯曲件形状与精度	(190)
二、弯曲件常见缺陷及其预防措施	(191)

第四章 拉深加工

第一节 拉深工艺和变形过程	(199)
一、拉深工艺的种类	(199)
二、拉深工艺过程及拉深特点	(202)
第二节 拉深件的工艺性与毛坯尺寸计算	(204)
一、拉深件的材料	(204)
二、拉深件的结构工艺性	(205)
三、拉深件的尺寸精度	(205)
四、拉深件的毛坯尺寸计算	(207)
第三节 拉深系数与拉深次数	(220)
一、拉深系数及其极限	(220)
二、拉深次数的判定及计算	(225)
第四节 拉深力与拉深功	(230)
一、拉深件的拉深力计算	(230)
二、拉深功的计算	(237)
三、压力机吨位的选择	(237)
第五节 盒形件的拉深	(238)
一、盒形件拉深的变形特点	(238)
二、盒形件坯料的尺寸与形状	(239)
三、拉深系数与拉深次数	(243)
第六节 凸、凹模间隙与圆角半径	(246)
一、凸、凹模间隙	(246)
二、凸、凹模的圆角半径	(246)
第七节 拉深模结构与拉深模的压边形式	(248)
一、拉深模的分类	(248)

二、拉深模典型结构	(248)
三、拉深模的压边形式	(251)
四、采用压边圈的条件与作用	(253)
第八节 拉深件的质量分析	(254)
一、中小型拉深件常见缺陷、产生原因及消除	(254)
二、擦伤及高温黏结问题	(258)
三、盒形件侧壁双曲度凹陷及回弹	(259)
四、模具磨损问题	(260)

第五章 成形加工

第一节 起伏	(261)
一、起伏成形的种类	(261)
二、起伏成形的变形程度	(261)
三、压筋与打凸	(262)
四、压筋起伏的冲压力计算	(263)
第二节 翻边	(263)
一、内孔翻边	(264)
二、非圆孔翻边	(268)
三、平面外缘翻边	(270)
四、变薄翻边	(272)
第三节 胀形	(276)
一、胀形变形特点	(276)
二、起伏成形	(277)
三、空心毛坯的胀形	(280)
四、张拉成形	(284)
五、胀形模具结构	(286)
第四节 缩口和扩口	(287)
一、缩口	(287)
二、扩口	(291)
第五节 校形	(294)
一、校平	(294)
二、整形	(297)
第六节 旋压	(298)
一、旋压成形的特点与基本类型	(298)
二、旋压成形的工艺作业形式及其胎具结构	(299)
三、旋压工艺参数的选择	(301)

第六章 挤压成形

第一节 冷挤压	(304)
一、冷挤压的分类及变形程度	(304)
二、冷挤压加工要求与尺寸计算	(310)
三、冷挤压加工过程设计	(315)
四、冷挤压的优点与问题	(317)
五、冷挤压的金属流动分析	(318)
六、冷挤压的坯料准备	(321)
七、冷挤压凸、凹模设计与工作部分尺寸计算	(327)
八、冷挤压模具结构	(331)
第二节 温挤压	(335)
一、温挤压工艺的特点	(335)
二、温挤压温度的选择	(337)
三、温挤压坯料的加热及模具预热	(338)
四、温挤压压力计算	(339)
五、温挤压用润滑剂	(343)
六、温挤压模具	(344)
七、温挤压用模具材料	(345)

第七章 冲压零件加工尺寸及检测计算

第一节 冲压零件加工尺寸计算	(348)
一、车凸模的尺寸计算	(348)
二、冷绕弹簧时芯轴直径计算	(349)
三、圆弧连接的尺寸计算	(349)
四、圆弧直线连接的计算	(350)
五、螺纹攻制前底孔尺寸的计算	(351)
六、车锥体的加工计算	(353)
七、车制导正销尺寸计算	(355)
八、斜面上镗孔的位置计算	(356)
九、圆切线的角度计算	(356)
十、修整角度砂轮的计算	(357)
十一、成形砂轮磨削时砂轮尺寸计算	(359)
十二、攻螺纹前钻底孔直径的尺寸计算	(360)
十三、用正弦夹具磨削斜面的计算	(361)
十四、成形磨削工艺尺寸计算	(363)

十五、汽缸垫的位置计算	(367)
十六、电火花穿孔用电极尺寸计算	(368)
十七、线切割加工中的计算	(370)
第二节 冲压件检测计算	(371)
一、冲压件常用测量方法	(371)
二、冲压件角度测量换算	(372)
三、非线性尺寸的检测	(373)
四、形状位置偏差的检测	(375)
五、冲压件表面质量检查	(379)
六、冲压件典型工艺测量计算	(383)

第八章 冲压设备使用维修

第一节 下料设备	(400)
一、剪板机	(400)
二、圆盘剪切机	(405)
三、振动剪切机	(406)
第二节 通用曲柄压力机	(408)
一、压力机的精度和技术条件	(408)
二、压力机的技术参数	(409)
三、压力机的正确使用与维护	(412)
四、压力机的常见故障及排除方法	(416)
第三节 摩擦螺旋压力机	(418)
一、摩擦螺旋压力机结构	(418)
二、摩擦螺旋压力机特点	(419)
三、摩擦螺旋压力机工作原理	(420)
四、摩擦螺旋压力机的规格及主要技术参数	(421)
第四节 精冲压力机	(421)
一、精冲压力机的类型	(421)
二、精冲压力机结构	(422)
三、精冲压力机特点	(422)
四、精冲压力机工作原理	(424)
五、精冲压力机的主要技术参数	(425)
第五节 拉深压力机	(426)
一、双动拉深压力机特点	(426)
二、双动拉深压力机工作原理	(427)
三、拉深压力机的主要技术参数	(428)

第六节 高速压力机	(429)
一、高速压力机结构	(429)
二、高速压力机特点	(431)
三、高速压力机工作原理	(432)
四、高速压力机的规格及主要技术参数	(432)
第七节 多工位压力机	(433)
一、多工位压力机的选择	(433)
二、多工位压力机结构	(433)
三、多工位压力机特点	(436)
四、多工位压力机工作原理	(437)
五、多工位压力机的新进展	(438)
第八节 液压机	(439)
一、液压机分类	(439)
二、液压机的特点	(440)
三、液压机工作原理	(441)
四、液压机的型号和主要参数	(441)
五、其他液压机	(444)
第九节 压力机的选择、维护与故障排除	(448)
一、压力机类型的选择原则	(448)
二、压力机规格的选择原则	(449)
三、压力机的正确使用	(450)
四、定期检修保养	(452)
五、压力机常见故障及其排除方法	(454)
参考文献	(460)

第一章 冲压常用基础资料

第一节 常用基本计算公式

一、常用数学符号

常用数学符号 [摘自 (GB3102.11—1993)] 见表 1-1。

表 1-1 常用数学符号

符 号	意 义	符 号	意 义
+	加, 正号	//	平行
-	减, 负号	~	相似
×或·	乘	≅	全等
$a \div b$ 或 $\frac{a}{b}$	a 除以 b 或 b 除 a	⊙	圆
=	等于	⊥	垂直
≠	不等于	∠	平面角, 如∠A
≡	恒等于	△	三角形, 如△ABC
<	小于	□	平行四边形, 如□ABCD
>	大于	max	最大
≤	小于或等于	min	最小
≥	大于或等于	sin x	x 的正弦
∞	成正比	cos x	x 的余弦
±	正或负	tan x	x 的正切
干	负或正	cot x	x 的余切
Σ	总和	arcsin x	x 的反正弦函数
%	百分比	arccos x	x 的反余弦函数
$a:b$	a 比 b	arctan x	x 的反正切函数
a^c	a 的 c 次方	arccot x	x 的反余切函数
$\sqrt{a}$	a 开平方	log $_a x$	以 a 为底 x 的对数
$\sqrt[n]{a}$	a 开 n 次方	lg x	以 10 为底 x 的对数, 称常用对数
∞	无穷大	ln x	以 e 为底 x 的对数, 称自然对数
		e	常数, $e = 2.7182$

二、常用三角计算公式

1. 直角三角函数计算公式, 如图 1-1 所示

$$\text{正弦: } \sin A = a / c$$

$$\text{余弦: } \cos A = b / c$$

$$\text{正切: } \tan A = a / b$$

$$\text{余切: } \cot A = b / a$$

$$\text{正割: } \sec A = c / b$$

$$\text{余割: } \csc A = c / a$$

$$\text{勾股弦定理: } c^2 = a^2 + b^2$$

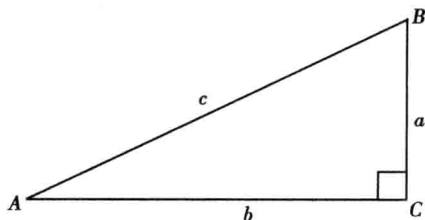


图 1-1

2. 正弦定理

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

3. 余弦定理, 如图 1-2 所示

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

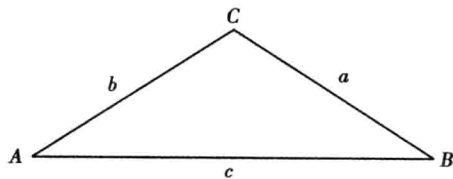


图 1-2

4. 三角运算公式

$$(1) \sin A \csc A = 1$$

$$(2) \cos A \sec A = 1$$

$$(3) \tan A \cot A = 1$$

$$(4) \tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$$

$$(5) \cot A = \frac{\cos A}{\sin A}$$

$$(6) \sin^2 A + \cos^2 A = 1$$

$$(7) \sec^2 A - \tan^2 A = 1$$

$$(8) \csc^2 A - \cot^2 A = 1$$

$$(9) \sin(A \pm B) = \sin A \cos B \pm \cos A \sin B$$

$$(10) \cos(A \pm B) = \cos A \cos B \mp \sin A \sin B$$

$$(11) \tan(A \pm B) = \frac{\tan A \pm \tan B}{1 \mp \tan A \tan B}$$

$$(12) \cot(A \pm B) = \frac{\cot A \cot B \mp 1}{\cot A \pm \cot B}$$

$$(13) \sin 2A = 2 \sin A \cos A$$

$$(14) \cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A$$

$$(15) \tan 2A = \frac{2 \tan A}{1 - \tan^2 A}$$

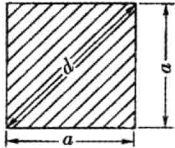
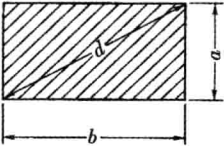
$$\begin{aligned}
(16) \quad \cot 2A &= \frac{\cot^2 A - 1}{2 \cot A} \\
(17) \quad \sin \frac{A}{2} &= \sqrt{\frac{1 - \cos A}{2}} \\
(18) \quad \cos \frac{A}{2} &= \sqrt{\frac{1 + \cos A}{2}} \\
(19) \quad \tan \frac{A}{2} &= \sqrt{\frac{1 - \cos A}{1 + \cos A}} = \frac{1 - \cos A}{\sin A} = \frac{\sin A}{1 + \cos A} \\
(20) \quad \cot \frac{A}{2} &= \sqrt{\frac{1 + \cos A}{1 - \cos A}} = \frac{1 + \cos A}{\sin A} = \frac{\sin A}{1 - \cos A} \\
(21) \quad \sin A \pm \sin B &= 2 \sin \frac{(A \pm B)}{2} \cos \frac{(A \mp B)}{2} \\
(22) \quad \cos A + \cos B &= 2 \cos \frac{(A + B)}{2} \cos \frac{(A - B)}{2} \\
(23) \quad \cos A - \cos B &= -2 \sin \frac{(A + B)}{2} \sin \frac{(A - B)}{2} \\
(24) \quad \tan A \mp \tan B &= \frac{\sin(A \pm B)}{\cos A \cos B} \\
(25) \quad \cot A \pm \cot B &= \frac{\sin(A \pm B)}{\sin A \sin B}
\end{aligned}$$

三、常用几何图形的计算公式

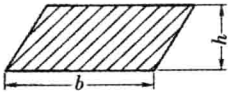
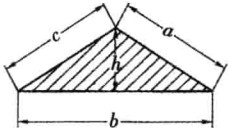
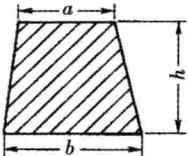
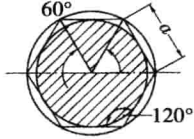
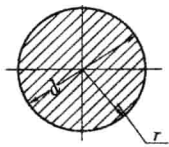
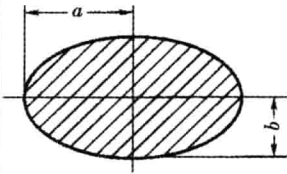
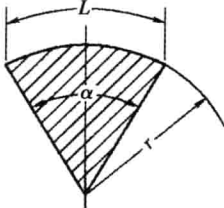
1. 常用图形面积计算公式，见表 1-2。

A ——面积； P ——半周长； L ——圆周长度； R ——外接圆半径； r ——内切圆半径； l ——弧长。

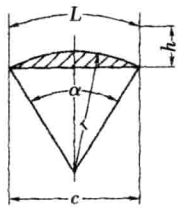
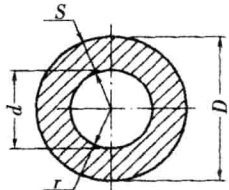
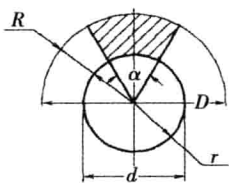
表 1-2 常用图形面积计算公式

名 称	简 图	计算公式
正方形		$A = a^2$; $a = 0.707d \sqrt{A}$ $d = 1.414a = 1.414 \sqrt{A}$
长方形		$A = ab = a \sqrt{d^2 - a^2} = b \sqrt{d^2 - b^2}$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ $a = \sqrt{d^2 - b^2} = \frac{A}{b}$; $b = \sqrt{d^2 - a^2} = \frac{A}{a}$

续表 1

名 称	简 图	计算公式
平行四边形		$A = bh$; $h = \frac{A}{b}$; $b = \frac{A}{h}$
三角形		$A = \frac{bh}{2} = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2b}\right)^2}$ $P = \frac{1}{2}(a + b + c)$ $A = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$
梯形		$A = \frac{(a+b)h}{2}$; $h = \frac{2A}{a+b}$ $a = \frac{2A}{h} - b$; $b = \frac{2A}{h} - a$
正六边形		$A = 2.5981a^2 = 2.5981R^2 = 3.4641r^2$ $R = a = 1.1547r$ $r = 0.86603a = 0.86603R$
圆		$A = \pi r^2 = 3.1416r^2 = 0.7854d^2$ $L = 2\pi r = 6.2832r = 3.1416d$ $r = \frac{L}{2\pi} = 0.15915L = 0.56419\sqrt{A}$ $d = \frac{L}{\pi} = 0.31831L = 1.1284\sqrt{A}$
椭圆		$A = \pi ab = 3.1416ab$ 周长的近似值: $2P = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2)}$ 比较精确的值: $2P = \pi[1.5(a+b) - \sqrt{ab}]$
扇形		$A = \frac{1}{2}rl = 0.0087266\alpha \cdot r^2$ $l = \frac{2A}{r} = 0.017453\alpha \cdot r$ $r = \frac{2A}{l} = 57.296 \frac{l}{\alpha}$ $\alpha = \frac{180l}{\pi r} = \frac{57.296l}{r}$

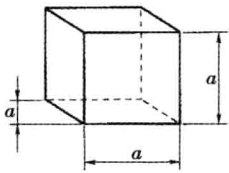
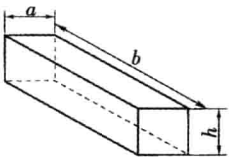
续表 2

名 称	简 图	计算公式
弓 形		$A = \frac{1}{2}[rl - c(r - h)] \quad r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h}$ $l = 0.017453\alpha \cdot r \quad c = 2\sqrt{h(2r - h)}$ $h = r - \frac{\sqrt{4r^2 - c^2}}{2} \quad \alpha = \frac{57.296l}{r}$
圆 形		$A = \pi(R^2 - r^2) = 3.1416(R^2 - r^2)$ $= 0.7854(D^2 - d^2) = 3.1416(D - S)S$ $S = R - r = (D - d)/2$
部分圆环 (环式扇形)		$A = \frac{\alpha\pi}{360}(R^2 - r^2)$ $= 0.008727\alpha(R^2 - r^2)$ $= \frac{\alpha\pi}{4 \times 360}(D^2 - d^2)$ $= 0.002182\alpha(D^2 - d^2)$

2. 常用图形的体积和表面积计算公式, 见表 1-3。

表 1-3

常用体积和表面积计算公式

名 称	简 图	计 算 公 式	
		表面积 S 侧表面积 M	体积 V
正立方体		$S = 6a^2$	$V = a^3$
长立方体		$S = 2(ah + bh + ab)$	$V = abh$