



青年技工
培训丛书

PEIXUN NIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU

钣金工 实用技术

BANJINGONGSHIYONGJISHU

主 编◎张能武



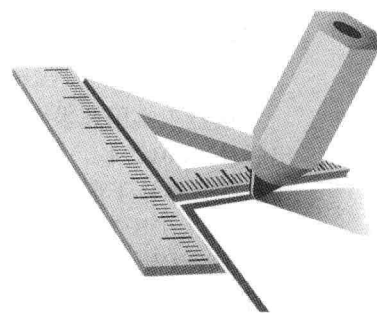
4



青年技工
培训丛书

IGPEIXU

QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU



钣金工 实用技术

BANJINGONGSHIYONGJISHU

主 编：张能武

编 委：邱立功 张道霞 方光辉 唐艳玲 刘文花
吴 亮 王 荣 顾 超 杨小荣 徐晓东
蒋 勇 张茂龙 杨 杰 刘 瑞 刘玉妍
张 洁 周小渔 王春林 李 桥 陈 伟
邓 杨

4

图书在版编目 (C I P) 数据

钣金工实用技术 / 张能武主编. — 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2012. 4

(青年技工培训丛书 4)

ISBN 978-7-5357-7201-5

I. ①钣… II. ①张… III. ①钣金工—技术培训—教材 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 072241 号

青年技工培训丛书 4

钣金工实用技术

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本厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2012 年 5 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1010mm 1/16

印 张: 25.25

字 数: 490000

书 号: ISBN 978-7-5357-7201-5

定 价: 50.00 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，也可用为职业院校、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

随着新材料、新工艺、新设备、新技术及信息技术飞速发展，机械加工及各种机械设备检修生产手段不断更新。钣金工是设备制造、机械加工及各种机器设备检修生产中重要和不可缺少的专业工种，它在机械、冶金、石化、航空、造船、电子等行业都有着广泛的应用。钣金工在焊工、管工和起重工的协助配合下，可以完成各种零部件及机器、设备的加工制造。为了满足钣金工的工作需要，我们组织编写了本书。

本书共分七章，内容主要包括：钣金常用资料、各种构件的钣金展开、下料、弯曲成形、压制成形、矫正、连接等。书中使用名词、术语、标准等均贯彻最新国家标准。本书以实用、够用为原则，突出技能操作，以图解的形式，配以简明的文字说明具体的操作过程与操作工艺，有很强的针对性和实用性，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，注重操作技能和生产实例，生产实例均来自于生产实际，并汲取一线工人师傅的经验总结。

本书内容丰富，浅显易懂，图文并茂，取材实用而精练。本书可供钣金加工人员和生产一线的中高级工人、技师使用，也可供技工学校、职业技术学院广大师生参考学习及农家书屋使用。

本书由张能武主编。参加编写的人员有：邱立功、顾超、张道霞、方光辉、杨小荣、刘文花、吴亮、王荣、徐晓东、蒋勇、唐艳玲、张茂龙、杨杰、刘瑞、刘玉妍、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、无锡机械学会等单位的大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中如有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 钣金常用资料

第一节 常用几何公式	(1)
一、常用平面图形计算公式	(1)
二、常用几何体的计算公式	(3)
第二节 基本图形作法	(6)
一、平行线的画法	(6)
二、垂直线的画法	(7)
三、线段的等分	(8)
四、作圆的切线	(9)
五、求圆弧的圆心	(9)
六、画圆弧	(9)
七、圆的等分	(11)
八、作角与角度的等分	(13)
九、椭圆的画法	(16)
十、正多边形的作法	(17)
十一、抛物线与涡线的画法	(18)
第三节 金属材料	(19)
一、金属材料的分类	(19)
二、钢铁的牌号表示方法	(24)
三、钢铁材料的牌号与涂色标记	(28)
四、钢材规格表示方法	(31)
五、钢铁材料的性能简介	(31)
六、金属材料理论质量计算	(34)
七、金属塑性变形的基本知识	(35)
八、金属材料的热处理	(38)
九、金属材料的表面清理	(41)
第四节 表面粗糙度与极限配合	(43)
一、表面粗糙度	(43)
二、极限与配合	(51)

三、形状和位置公差	(58)
第二章 各种构件的钣金展开	
第一节 展开放样	(61)
一、展开作图	(61)
二、直线段实长的求法	(63)
三、截交线画法	(66)
四、相贯线画法	(69)
五、断面实形的求法与应用	(72)
六、板厚处理	(73)
第二节 圆柱面构件的展开	(77)
一、被平面斜截后的圆柱管构件	(77)
二、被圆柱面截切后的圆柱管构件展开	(97)
三、被球面截切后的圆柱管构件展开	(102)
四、被椭圆面截切后的圆柱管构件展开	(104)
第三节 圆锥面构件的展开	(106)
一、圆锥台	(106)
二、被平面截切后的圆锥台构件展开	(109)
三、被曲面截切后的圆锥台构件展开	(115)
第四节 平板构件的展开	(117)
一、棱锥棱柱管及非棱锥棱柱管构件	(118)
二、弯管构件展开	(121)
三、三通管构件展开	(123)
第五节 不可展曲面构件的展开	(125)
一、正圆柱螺旋面的近似展开	(125)
二、球体表面的近似展开	(128)
第六节 型钢构件的展开	(131)
一、钢板展开长度的计算	(131)
二、圆钢展开长度的计算	(133)
三、扁钢圈的展开长度计算	(134)
四、角钢的展开长度计算	(135)
五、槽钢的展开长度计算	(136)
六、工字钢的展开计算	(137)
第七节 需二次下料构件的近似展开	(137)
一、标准椭圆形封头	(137)
二、抹边锥形封头展开	(138)

三、椭圆体直边封头	(139)
四、球缺分片成形的近似展开	(139)

第三章 下料

第一节 剪切下料	(141)
一、剪床的种类	(141)
二、剪床的切料过程	(142)
三、剪切力的分析	(143)
四、剪切方法	(146)
第二节 冲裁下料	(159)
一、冲裁的基本原理及质量分析	(159)
二、冲床	(162)
三、冲裁模具	(162)
四、冲裁力	(169)
五、冲裁加工的一般工艺要求	(170)
第三节 气割下料	(171)
一、气割操作基础	(171)
二、氧-乙炔气割操作	(175)
三、氧熔剂气割	(178)
四、氧-液化石油气切割	(181)
五、快速优质切割	(182)
六、氧-丙烷气割	(185)
七、气割操作技能	(187)
第四节 等离子弧下料	(193)
一、等离子弧的产生原理、特点及类型	(193)
二、等离子弧的电源、电极及工作气体	(194)
三、等离子弧切割	(194)
四、LGK-100 空气等离子切割机的使用	(194)
五、等离子弧切割技能	(195)

第四章 弯曲成形

第一节 型材的弯曲	(197)
一、型材的弯形	(197)
二、型材弯曲时最小弯曲半径	(197)
三、型材的弯曲方法	(210)
第二节 管材的弯曲	(213)

一、弯曲原理	(213)
二、常用弯管方法	(214)
三、管材的最小弯曲半径	(215)
四、手工弯管	(221)
五、冷弯机弯管	(224)
六、顶压弯管	(228)
七、中频弯管	(229)
八、火焰弯管	(230)
九、折皱弯管	(231)
十、挤压弯管	(232)
第三节 水火弯板	(233)
一、水火弯板的基本原理	(233)
二、典型工件的水火弯板工艺	(234)
三、水火弯板加工时的注意事项	(237)
第四节 卷板	(237)
一、常用卷板机的特点及作用范围	(237)
二、卷板操作	(239)
三、常见卷板机的操作方法	(244)
四、热卷	(246)
第五节 薄板手工成形	(247)
一、薄板弯曲成形过程及特点	(247)
二、手工弯曲的操作	(248)
三、放边	(249)
四、收边	(251)
五、拔缘	(253)
六、拱曲	(254)
七、卷边	(256)
八、咬缝	(256)
第五章 压制成形	
第一节 压制设备	(258)
一、板料折弯压力机	(258)
二、曲柄压力机	(260)
三、摩擦压力机	(262)
第二节 压弯	(263)
一、压弯的特点	(263)

二、钢材加热对弯曲成形的影响	(264)
三、钢材的变形特点对弯曲加工的影响	(265)
四、弯裂和最小弯曲半径	(267)
五、压弯件偏移的防止方法	(268)
六、压弯力计算	(269)
七、压弯模尺寸的确定	(270)
八、压弯工艺	(272)
第三节 拉深	(277)
一、拉深基本原理	(277)
二、工艺参数	(279)
三、封头的拉深	(289)
四、弯头的拉深	(295)
第四节 旋压	(296)
一、旋压成形的过程	(296)
二、旋压工艺	(297)
三、旋压件质量分析	(299)

第六章 矫 正

一、常用手工矫正	(301)
二、机械矫正	(304)
三、火焰矫正	(307)
四、矫正偏差	(309)
五、高频热点矫正	(310)

第七章 连 接

第一节 焊接	(312)
一、焊接方法的分类与选择	(312)
二、焊接接头的特点及形式	(317)
三、焊缝	(319)
四、气焊	(323)
五、CO ₂ 气体保护焊	(333)
六、氩弧焊	(346)
七、焊条电弧焊	(359)
八、钎焊	(365)
第二节 铆接	(372)
一、铆接种类	(372)

二、铆接工具及铆接形式	(373)
三、铆钉形状、直径及长度的确定	(374)
四、铆钉的铆接及拆卸方法	(376)
五、铆接废品产生的原因和防止方法	(379)
第三节 胀接	(380)
一、胀接结构的形式及胀接类型	(380)
二、胀接方法	(382)
三、胀接缺陷	(385)
第四节 螺纹连接	(386)
一、螺纹连接的种类及装配要求	(386)
二、螺纹连接件的装配	(389)
参考文献	(392)

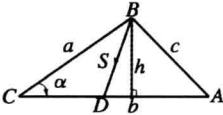
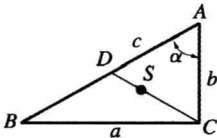
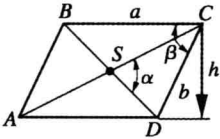
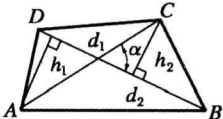
第一章 钣金常用资料

第一节 常用几何公式

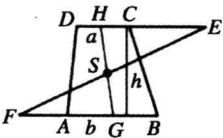
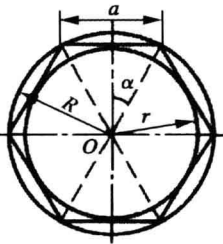
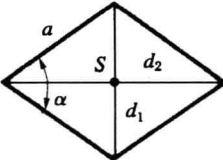
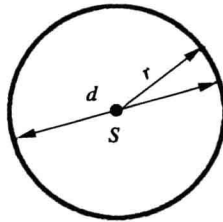
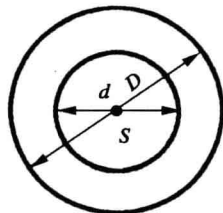
一、常用平面图形计算公式

常用平面图形计算公式见表 1-1。

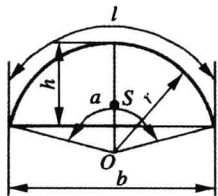
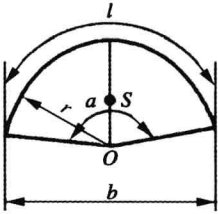
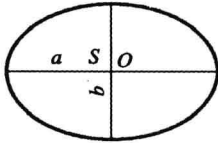
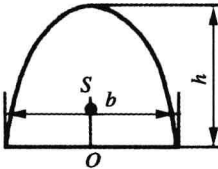
表 1-1 常用平面图形计算公式

图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(1) 三角形 ABC h ——高 BD —— AC 上的中线 a, b, c ——边长 S ——重心位置	面积 $A = \frac{1}{2}bh = \frac{1}{2}ab\sin\alpha = \sqrt{l(l-a)(l-b)(l-c)}$ 半周长 $\frac{l}{2} = \frac{1}{2}(a+b+c)$ $DS = \frac{1}{3}BD$
	(2) 直角三角形 ABC a, b ——直角边 c ——斜边 S ——重心位置	$A = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{4}c^2\sin 2\alpha$ $SD = \frac{1}{3}DC$
	(3) 平行四边形 $AB \times CD$ a, b ——邻边 h ——对边距离 S ——重心位置	面积 $A = ah = ab\sin\beta = \frac{AC \times BD}{2}\sin\alpha$ 周长 $2l = 2(a+b)$ S 为对角线 AC 和 BD 的交点
	(4) 四边形 $ABCD$ d_1, d_2 ——对角线 α ——对角线夹角 h_1 —— $\triangle ABD$ 之高 h_2 —— $\triangle BCD$ 之高	面积 $A = \frac{1}{2}d_2(h_1 + h_2) = \frac{1}{2}d_1d_2\sin\alpha$

续表 1

图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(5) 梯形 $ABCD$ a —— CD 之长 b —— AB 之长 $CE=AB$ $AF=CD$ h ——高 S ——重心位置	面积 $A = \frac{1}{2}h(a+b)$ 取 H 为 CD 之中点 G 为 AB 之中点 $HS = \frac{h}{3} \times \frac{a+2b}{a+b}$ $GS = \frac{h}{3} \times \frac{2a+b}{a+b}$
	(6) 正多边形 r ——内切圆半径 R ——外接圆半径 a ——边长 n ——边数 α ——中心角之半	面积 $A = \frac{n}{2}R^2 \sin 2\alpha = \frac{1}{2}nar$ 重心 S 在圆心 O 点上
	(7) 菱形 a ——边 α ——夹角 (锐) d_1, d_2 ——对角线	面积 $A = a^2 \sin \alpha = \frac{1}{2}d_1 d_2$ 重心 S 在对角线的交点
	(8) 圆形 r ——半径 d ——直径 S ——重心位置	面积 $A = \pi r^2 = \frac{\pi}{4}d^2$ 周长 $P = 2\pi r = \pi d$ 重心 S 在圆心上
	(9) 圆环 D ——外径 d ——内径 S ——重心位置	面积 $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ S 在圆心上

续表 2

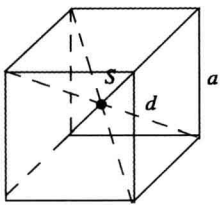
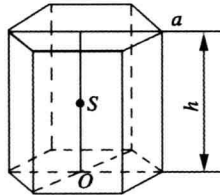
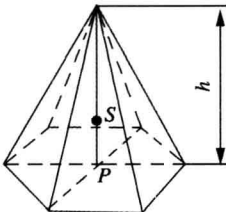
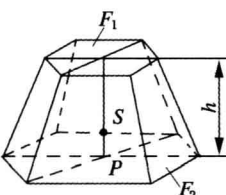
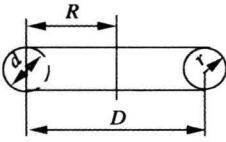
图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(10) 弓形 r ——圆半径 l ——弧长 b ——弦长 h ——高 α ——中心角 (度数) S ——重心位置	$\text{面积 } A = \frac{1}{2} [rl - b(r-h)]$ $b = 2 \sqrt{h(2r-h)}$ $SO = \frac{1}{12} \frac{b^3}{A}$ $A = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\alpha\pi}{180} - \sin\alpha \right)$ $h = r - \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - b^2}$
	(11) 扇形 b ——弦长 r ——圆半径 l ——弧长 α ——中心角 (度数) S ——重心位置	$\text{面积 } A = \frac{1}{2} rl$ $l = \frac{\alpha}{360} \times 2\pi r = \frac{\alpha}{180} \pi r$ $SO = \frac{2}{3} \frac{rb}{l}$
	(12) 椭圆形 a ——长轴 b ——短轴 S ——重心位置	$\text{面积 } A = \frac{1}{4} \pi ab$ 重心位置 S 与 a 和 b 的交点 O 重合
	(13) 抛物线构成的平面 b ——底 h ——高 S ——重心位置	$\text{面积 } A = \frac{2}{3} bh$ $SO = \frac{2}{5} h$

二、常用几何体的计算公式

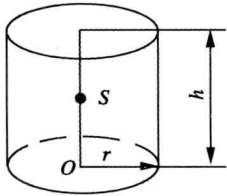
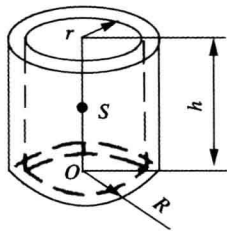
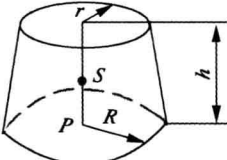
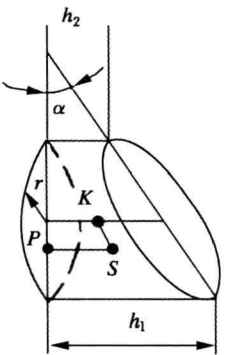
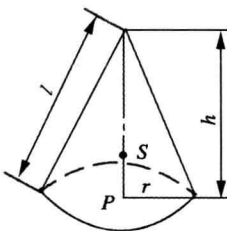
常用几何体的计算公式见表 1-2。

表 1-2

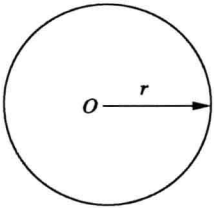
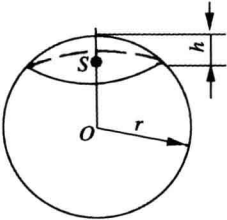
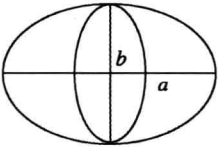
常用几何体的计算公式

图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(1) 立方体 a ——边长 d ——对角线 S ——重心位置	体积 $V = a^3$ 全面积 $A = 6a^2$ S 在两对对角线的交点上
	(2) 正六角柱 a ——边长 h ——高 S ——重心位置 O ——底面对角线交点	底面积 $F = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$ 体积 $V = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2h$ $SO = \frac{1}{2}h$
	(3) 棱锥 n ——侧面组合三角形数 f ——每一组合三角形面积 F ——底面积 h ——高 S ——重心位置	体积 $V = \frac{1}{3}hF$ 总面积 $A = nf + F$ 重心 $SP = \frac{1}{4}h$
	(4) 棱台 F_1, F_2 ——棱台两平行底面的面积 h ——底面间的距离 f ——每一组合梯形的面积 n ——组合梯形数 S ——重心位置	体积 $V = \frac{1}{3}h(F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 F_2})$ 总面积 $A = nf + F_1 + F_2$ 重心 $SP = \frac{1}{4}h \times \frac{F_1 + 2\sqrt{F_1 F_2} + 3F_2}{F_1 + \sqrt{F_1 F_2} + F_2}$
	(5) 圆环胎 D ——胎平均直径 R ——胎平均半径 d ——环截面直径 r ——环截面半径	体积 $V = 2\pi^2 R r^2 = \frac{\pi^2}{4} D d^2$ 总面积 $A = 4\pi^2 R r$ 重心 S 在环中心

续表 1

图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(6) 圆柱体 r ——半径 h ——高 S ——重心位置	体积 $V = \pi r^2 h$ 总面积 $A = 2\pi r(r+h)$ $SO = \frac{1}{2}h$
	(7) 空间圆柱 R ——外半径 r ——内半径 h ——高 t ——柱壁厚度	体积 $V = \pi h(R^2 - r^2)$ 总面积 $A = 2\pi h(R+r) + 2\pi(R^2 - r^2)$ $SO = \frac{1}{2}h$
	(8) 截头圆锥 r ——上底半径 R ——下底半径 h ——高 S ——重心位置	面积 $V = \frac{1}{3}\pi h(R^2 + r^2 + Rr)$ 总面积 $A = \pi(R^2 + r^2) + \pi(R+r)\sqrt{(R-r)^2 + h^2}$ $SP = \frac{1}{4}h \frac{R^2 + 2Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$
	(9) 斜截直圆柱 h_1 ——最大高度 h_2 ——最小高度 r ——底面半径 α ——斜截面与底面之夹角 S ——重心位置	体积 $V = \pi r^2 \frac{h_1 + h_2}{2}$ 总面积 $A = \pi r(h_1 + h_2) + \pi r^2 \left(1 + \frac{1}{\cos\alpha}\right)$ $SP = \frac{1}{4}(h_1 + h_2) + \frac{1}{4} \times \frac{r^2}{h_1 - h_2} \cdot \tan^2\alpha$ $SK = \frac{1}{2} \times \frac{r^2}{h_1 + h_2} \tan\alpha$
	(10) 圆锥体 r ——底面半径 h ——高 l ——母线 S ——重心位置	面积 $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$ $l = \sqrt{r^2 + h^2}$ 总面积 $A = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} + \pi r^2 = \pi r(\sqrt{r^2 + h^2} + r)$ $SP = \frac{1}{4}h$

续表 2

图 形	各符号意义	计 算 公 式
	(11) 球体 r ——半径	体积 $V = \frac{3}{4}\pi r^3$ 面积 $A = 4\pi r^2$ 重心在球心上
	(12) 球截体 r ——球半径 h ——截体高 S ——重心位置	体积 $V = \pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right)$ 总面积 $A = \pi h(2r - h) + 2\pi rh = \pi h(4r - h)$ $SO = \frac{3}{4} \times \frac{(2r - h)^2}{3r - h}$
	(13) 椭圆球 a ——长轴之半 b ——短轴之半	体积 $V = \frac{3}{4}\pi ab^2$ 重心在长轴与短轴的交点上

第二节 基本图形作法

一、平行线的画法

1. 作 $\overline{ab}$ 的平行线，相距为 s

作 $\overline{ab}$ 的平行线，相距为 s (图 1-1)，具体方法如下：

(1) 在 $\overline{ab}$ 线上分别任取两点为圆心，以 s 长为半径，作两圆弧。

(2) 作两圆弧的切线 $\overline{cb}$ ，则 $\overline{cb} \parallel \overline{ab}$ ，且两平行线相距为 s 。

2. 过 p 点作 $\overline{ab}$ 的平行线

过 p 点作 $\overline{ab}$ 的平行线 (图 1-2)，具体方法如下：

(1) 以已知点 p 为圆心，取 R_1 (大于 p 点到 $\overline{ab}$ 的距离) 为半径画弧交 $\overline{ab}$ 于 e 。

(2) 以 e 为圆心、 R_1 为半径画弧交 $\overline{ab}$ 于 f 。

(3) 以 e 为圆心，取 $R_2 = \overline{fp}$ 为半径画弧交于 g ，过 p 、 g 两点作 $\overline{cb}$ ，则 $\overline{cb} \parallel \overline{ab}$ 。