

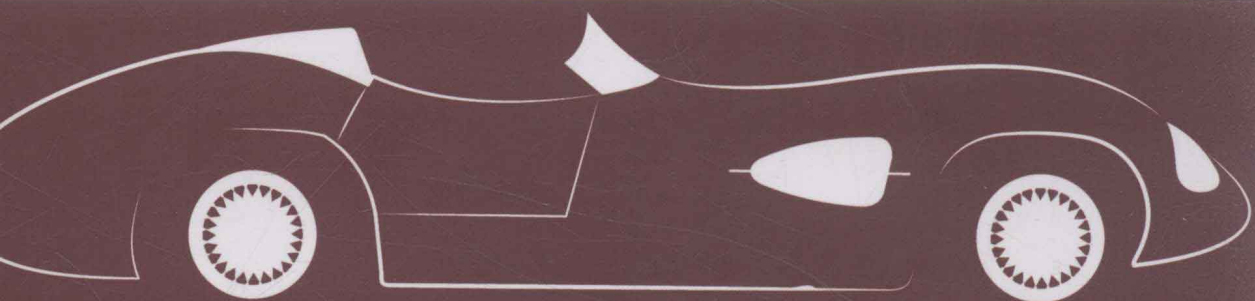
QICHE BANJIN JICHU

高职高专汽车专业规划教材

刘仲国 主审

黄守忠 编著

汽车钣金基础



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

QICHE BANJIN JICHU

高职高专汽车专业规划教材

刘仲国 主审

黄守忠 编著

汽车钣金基础



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车钣金基础/黄守忠编著;刘仲国主审. —广州:暨南大学出版社, 2012. 1

(高职高专汽车专业规划教材)

ISBN 978 - 7 - 81135 - 970 - 1

I. ①汽… II. ①黄… ②刘… III. ①汽车—钣金工—维修—高等职业教育—教材
IV. ①U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 178554 号

出版发行:暨南大学出版社

地 址:中国广州暨南大学

电 话:总编室(8620) 85221601

营销部(8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真:(8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编:510630

网 址:<http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版:广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷:湛江日报社印刷厂

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:16.375

字 数:390 千

版 次:2012 年 1 月第 1 版

印 次:2012 年 1 月第 1 次

印 数:1—3000 册

定 价:29.80 元

(暨大版图书如有印装质量问题,请与出版社总编室联系调换)

前 言

随着我国汽车工业的迅速发展和人民生活水平的不断提高,国内各类汽车保有量不断增多。汽车碰撞事故也越来越多。不论事故大小,汽车的碰撞损伤都需要进行修复。随之而来的是各类汽车的钣金修理项目越来越多,要求也日益提高。目前,汽车维修钣金工供不应求,钣金人才短缺。本书作者结合自己多年在汽车钣金领域的教学与研究,结合自己多年在汽车维修方面的工作经验,认真总结了全国交通大专院校多年来的专业教学经验,注意吸取发达国家先进职教理念和方法,在此基础之上,编写了本教材。

该教材具有以下特点:

1. 通过本教材教学,使学生了解钣金工基础理论,掌握钣金工艺的基本技能,熟悉汽车钣金维修的特点和原则。

2. 在内容的选择上,注重汽车售后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

全书共分为八章。第一章钣金展开图。第二章样板。第三章汽车钣金材料。第四章钢及其热处理。第五章加工成形。第六章汽车钣金焊接工艺。第七章汽车钣金维修。第八章车身碰撞损伤的诊断。

全书完稿后,得到了华南农业大学汽车工程学院资深高级工程师刘仲国教授的主审,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了相关汽车钣金方面的标准、著作、论文等,在此对其编著单位或个人致以衷心的感谢。由于编者水平有限,时间仓促,书中难免出现差错、疏漏,恳请广大读者予以批评指正。

黄守忠

2011年7月1日

目 录

前 言	1
第一章 钣金展开图	1
第一节 放样的基本知识	1
第二节 平行线展开法	8
第三节 放射线展开法	12
第四节 三角形展开法	15
第五节 相贯体、相贯线的展开法	17
第二章 样 板	21
第一节 样板的特点和作用	21
第二节 板厚处理	23
第三章 汽车钣金材料	31
第一节 金属材料的基本性能	31
第二节 汽车钣金常用金属材料	34
第三节 常用材料的计算	38
第四节 有色金属及其合金	39
第五节 非金属材料	41
第六节 钢材的预处理	44
第四章 钢及其热处理	52
第五章 加工成形	65
第一节 矫 正	65
第二节 钣金手工成型工艺	72
第三节 机械成形	88
第六章 汽车钣金焊接工艺	117
第一节 焊接的种类与应用	117

第二节	普通电弧焊	119
第三节	惰性气体保护焊	121
第四节	电阻点焊	134
第五节	氧乙炔焊	139
第六节	钎 焊	145
第七章	汽车钣金维修	150
第一节	钣金维修的常见工具及设备	150
第二节	钣金维修作业要求	156
第三节	凹凸表面的整形	159
第四节	表面收缩整形	162
第五节	皱褶的展开整形	164
第八章	车身碰撞损伤的诊断	166
第一节	碰撞对车辆的影响	166
第二节	车身易损部位分析	172
第三节	损伤判别法	174
第四节	车身尺寸的测量	175
第五节	车身校正	184
第六节	车身维修工艺过程	199
第七节	车身维修方法及要求	203
第八节	车身钣金件的换新与切换	212
附录:		
汽车钣金工理论复习资料		216
汽车维修钣金实操技能题		234
汽车钣金工理论复习资料答案		251
参考文献		258

第一章 钣金展开图

第一节 放样的基本知识

用图解法作展开图的第一道工序就是放样。

放样（又称放大样）就是依照施工图把工件的实际大小和形状画到施工板料或样板材料上的过程。学习放样图与钣金构件展开图，首先必须学好放样展开图的基础知识，这就需要了解常用的几—作图方法，各种几何形体的分析，断面图在放样图中的应用，放样图与施工图的关系，放样在钣金展开中的作用等知识。只有熟练地掌握了放样的基本技能，才能为钣金展开的正确操作打好基础。在放样工作与钣金工作中，由于图形大都是在平板料上作出，单纯依靠直尺量具是很难测量的，所以，除必要的量具外，大都借助于划线工具来保证图形的准确度。本节将重点从基础入手，引申放样的基本知识。

一、基本几何图形画法

钣金作业的放样展开都由基本图形组成，这里仅介绍几种常用基本图形的画法。

1. 作已知线段 AB 的垂直平分线（见图 1-1）

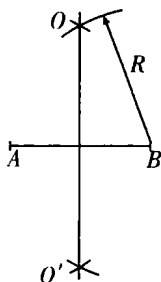


图 1-1 作已知线段 AB 的垂直平分线

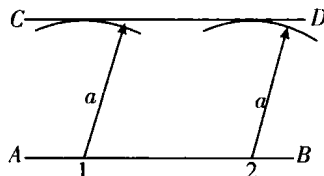


图 1-2 作以 a 为距离的已知线段 AB 的平行线

作图步骤：

（1）分别以线段两端 A 、 B 为圆心，以大于 $1/2AB$ 、小于 AB 为半径画弧，交 AB 线上下于 O 、 O' 两点；

(2) 连 OO' ， OO' 即为线段 AB 的垂直平分线。

2. 作以 a 为距离的已知线段 AB 的平行线（见图 1-2）

作图步骤：

(1) 在 AB 直线上任取 1、2 两点；

(2) 分别以 1、2 两点为圆心，以 a 为半径画弧；

(3) 作两弧的外切线 CD 。

则线段 CD 为线段 AB 距离为 a 的平行线。

3. 圆的等分（圆内接多边形画法）

(1) 计算法（系数法任意等分圆周）。

若已知圆直径和等分数，可由三角函数算出每一等分边长。为便于作图，可利用等分好的圆周系数表，见图 1-1。

计算公式：
$$a_n = KD$$

式中： a_n ——正 n 边形一边长度，mm；

D ——正 n 边形外接圆直径，mm；

K —— n 等分时等分系数。

表 1-1 等分圆周系数表

n	K	n	K	n	K	n	K	n	K
1	0	21	0.149 04	41	0.076 55	61	0.051 48	81	0.038 78
2	1	22	0.142 31	42	0.074 73	62	0.050 65	82	0.038 3
3	0.866 03	23	0.136 17	43	0.073	63	0.049 85	83	0.037 84
4	0.707 11	24	0.130 53	44	0.071 34	64	0.049 07	84	0.037 39
5	0.587 79	25	0.125 33	45	0.069 76	65	0.048 31	85	0.036 95
6	0.5	26	0.120 54	46	0.068 24	66	0.047 58	86	0.036 52
7	0.433 88	27	0.116 09	47	0.066 79	67	0.046 87	87	0.036 1
8	0.382 68	28	0.111 96	48	0.065 4	68	0.046 18	88	0.035 69
9	0.342 02	29	0.108 12	49	0.064 07	69	0.045 52	89	0.035 29
10	0.309 02	30	0.104 53	50	0.062 79	70	0.044 86	90	0.034 9
11	0.281 73	31	0.101 17	51	0.061 56	71	0.044 23	91	0.034 52
12	0.258 82	32	0.098 02	52	0.060 38	72	0.043 62	92	0.034 14
13	0.239 32	33	0.095 06	53	0.059 24	73	0.043 02	93	0.033 77
14	0.222 52	34	0.092 27	54	0.058 14	74	0.042 44	94	0.033 41
15	0.207 91	35	0.089 64	55	0.057 09	75	0.041 88	95	0.033 06
16	0.195 09	36	0.087 26	56	0.056 07	76	0.041 32	96	0.032 72
17	0.183 75	37	0.084 81	57	0.055 09	77	0.040 79	97	0.032 38
18	0.173 65	38	0.082 58	58	0.054 14	78	0.040 27	98	0.032 05
19	0.164 59	39	0.080 47	59	0.053 22	79	0.039 76	99	0.031 73
20	0.156 43	40	0.078 46	60	0.052 34	80	0.039 26	100	0.031 51

(2) 作一圆内接正六边形画法见图 1-3。

作图步骤：

①以 R 为半径作圆 O ；

②过 O 作互相垂直的两直径分别交圆 O 于 A 、 B 、 C 、 D ；

③分别以 A 、 B 为圆心，以 R 为半径作弧交圆 O 于 E 、 F 、 G 、 H 四点，将圆周六等分；

④连接 A 、 E 、 F 、 B 、 G 、 H 各点，即为所求内接正六边形。

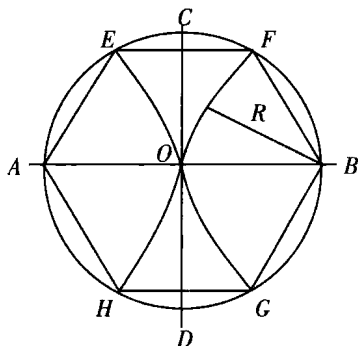


图 1-3 作半径为 R 的圆内接正六边形

二、放样与样图

钣金展开的方法有两种，即图解法和计算法。目前，我国通用的钣金展开法一般都采用图解法。所谓图解法，就是凭据施工图通过一系列划线作图，从而得到展开图的方法。

1. 放样

放样（又称放大样），就是根据施工图的要求，按正投影原理，把构件的形状、尺寸按 1:1 的实际形态画到施工板料或样板材料上，这样画出来的图就叫放样图。随着科学技术的不断发展，已经出现了光学放样自动下料的新工艺和电子扫描放样的新技术，并正在逐步推广应用。但在实际工作中，特别是在汽车钣金维修中，多为单件作业或小批量生产，所以实尺放样仍然是目前广泛应用的最基本方法。

2. 放样的一般步骤

(1) 读图。

首先要读懂钣金构件的施工图和主要内容，并对构件的形状尺寸进行分析，整理出构件各部分在空间的相互位置、尺寸大小和形状。

(2) 准备放样工具。

了解施工图的各项要求后，根据放样的具体情况准备放样所需的工具、夹具、量具等。

放样划线的具体操作包括标志中心线、画轮廓线、定位线等。划线过程中，除了要保证线条清晰均匀外，最重要的是保证尺寸准确。为了保证生产尺寸的准确并提高工作效率，就必须熟练地掌握各种基本几何图形的画法和正确准备及使用工具。在钣金划线过程中，通常使用的工具有划针、圆规、角尺、样冲和曲线尺等。常用划线工具见图 1-4。

①划针。主要用于在钢板表面划出凹痕的线段。通常用直径为 4—6mm，长 150—250mm 的弹簧钢丝和高速钢制成。划针的尖端淬火后磨锐，以保证有足够的强度、硬度以及锋利性。

②圆规（划规）。用于在钢板上画圆、圆弧或分量线段的长度等。常用的圆规用工具钢制成，两轨脚尖淬火后磨锐，以保证划出的线条清晰。

③长杆圆规（划规）。专为画大圆、大圆弧或分量较长直线时使用。两杆脚可依照所需尺寸任意调整，画较大圆弧时，甚至需两人配合操作使用。

④直尺。即钢板尺，常用的有 150、300、500、1 000 mm 等规格的钢卷尺。

⑤直角尺。有扁平 and 宽座两类。扁平的角尺主要用于划直线以及检验工件装配角度的

正确性；使用宽座角尺时，可以将宽座内边靠在钢板的直边上，划出与直边垂直的线。这种角尺灵活方便，适用于各种型钢的划线。

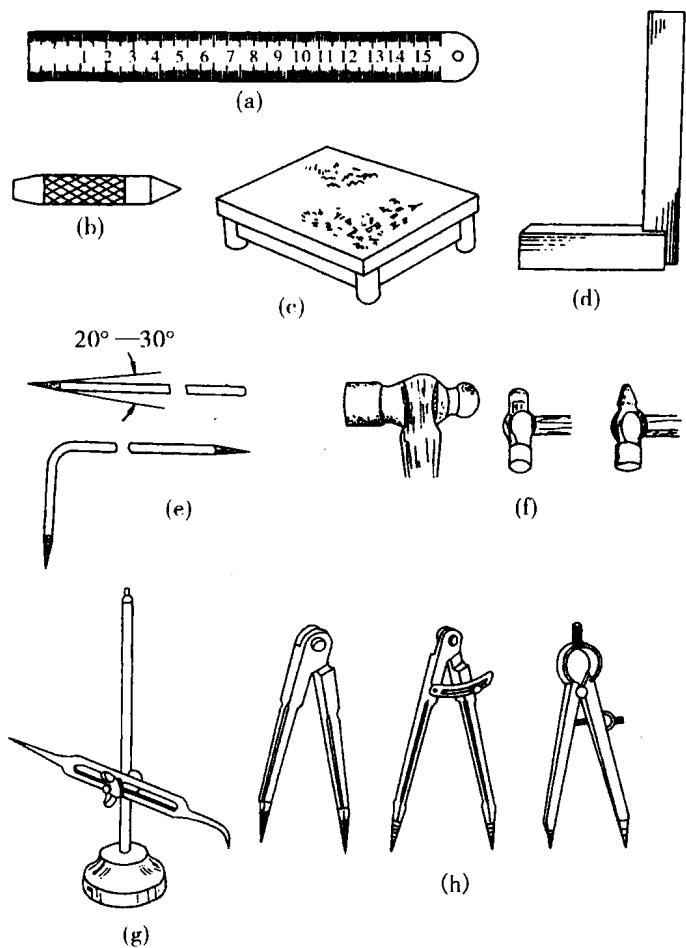
⑥样冲。为使钢板上所划线段能保存下来，作为施工过程中的依据或检查标准，就得在划线后用样冲沿线冲出小眼作为标志。使用圆规画圆或在钻孔前，也要用样冲在圆心上冲一小孔作为圆轨定心脚尖或钻头定心定位之用。

⑦划线规。用作划与型钢边沿平行的直线。

⑧曲线尺。划线工作中，经常遇到需光滑地连接各曲线已知定点的工序，用曲线尺连接这些点可以提高工作效率和划线的精确度。

⑨小手锤。打样冲用，常用工具钢制成，头部经淬火处理。

除此以外，经常用到的还有量角仪、粉线、划针盘、万能角度尺和各种不同长度的直尺等，均需根据施工图放样时的需要采用。



(a) 钢板尺；(b) 中心冲；(c) 划线平板；(d) 直角尺；
(e) 划针；(f) 锤子；(g) 划针盘；(h) 圆规

图 1-4 常用划线工具

(3) 选择放样基准。

所谓放样基准,实际上是划线基准,即放样划线时起点的基准线、基准面、基准点。

基准的确定,通常情况下应选构件的对称面、底面、重要的端面以及回转体的轴线等。在板料放样划线中,基准一般只选择两个,具体可根据以下3种情况来选择,见图1-5。

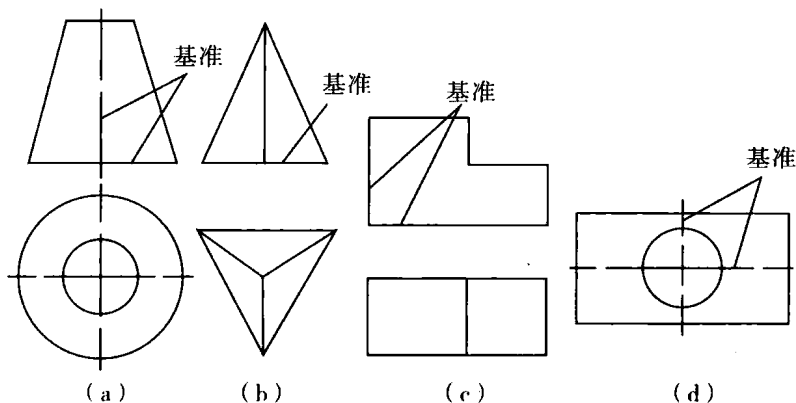


图 1-5 放样基准的选择

- ①以两个互相垂直的平面或直线作为基准。
- ②以一个平面和一条中心对称轴线作为基准。
- ③以一个平面和两条中心对称轴线作为基准。
- (4) 划线的基本规则。

为了保证划线质量和准确性,必须严格遵守以下规则:

- ①垂直线必须用作图法画,不能用量角器和直角尺划。
- ②用圆规在钢板上画圆、画弧或分度尺寸时,为防止圆规脚尖의 滑移,必须先用样冲冲出脚眼。

- ③放样划线后要认真检查各部线条有无遗漏,各部尺寸位置是否正确。

(5) 放样划线时的注意事项。

①核对板材的型号规格是否与施工图要求相符;对于重要产品所用材料,应有合格验证,板材的化学成分和机械性能应符合施工图规定的要求。

②划线前板材表面应干净、平整,如表面发现呈波浪形或凹凸不平过大时,会直接影响划线的准确性,应事先加以矫正。

③注意检查材料表面有无夹渣、麻点、裂纹等缺陷。如有,应错开排料,以避免出现废品浪费材料。

④划线工具(如直尺、角度尺等计量工具)应定期检查矫正,尽可能采取高效率的工卡量具。

⑤划线前应在划线部位刷涂料,以便辨认线痕。

(6) 放样操作。

①首先划出所选择的基准线,对于图形对称的零件、构件,一般先划中心线和垂直线,

作为划其他线的基准。对于非对称零件，对板料加工来说至少要划出两个方向的基准线。

②根据施工图上的要求，对应基准线划其他线：a. 按照基本几何作图法划出各部位的圆弧线。b. 对应基准线，由近到远，划出各段直线。在截取线段时，必须从划出的基准线有关部位开始截取。不能脱离基准线另划线段。c. 按施工图的要求和钣金放样要求，完成所有线条的划制。

③在放样图的重要部位打样冲眼。注意打样冲眼时：a. 直线少打，但两端部位必须打上；b. 曲线多打，要反映出曲线特征；c. 重要线间的交点必须打上；d. 圆心部位必须打上；e. 准备截取线段的起点必须打上。

至此，放样图全部工作完成。

作如图 1-6 所示的圆锥台放样图（不考虑板厚）。

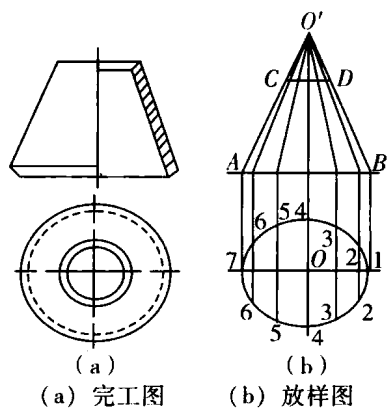


图 1-6 正圆锥台的施工图、放样图

- ①根据设计尺寸（施工图）外形，划出中心轴线，再划出与中心轴线垂直的底边线。
 - ②在中心轴线上取圆心 O ，以锥台底边为半径画出平面图（即俯视图）。
 - ③在锥台底边上，以中心轴线交点为对称点，画出底边 AB 等于施工图底边。
 - ④画出与底面平行线距离等于施工图立面图高度的直线。
 - ⑤在平行线上截取与中心轴对称线的线段 CD 等于施工图上口宽度。
 - ⑥连接 AC 、 BD 即为圆锥台立面图。
 - ⑦把平面图的圆周十二等分，交出等分点。
 - ⑧延长 AC 、 BD 交于 O' 点。
 - ⑨在立面图上画出与十二等分点对应的素线。
- 至此，依施工图画的正圆锥台放样图完成。

三、线段实长的求法

在钣金作业放样与展开中，展开图就是钣金构件表面铺平后的实际形状尺寸图。为了求得各表面的实形，就必须求得构成表面各线段的实长。在各种形体中，有一部分处于特

殊位置即平行于投影面的线段可反映实长，但处于一般位置时却不能反映实长。这就必须通过作图法或计算法求得线段实长。常用的线段实长求法——作图法有直角三角形法、直角梯形法、旋转法和更换投影面法等，这里重点介绍常用的直角三角形法、直角梯形法和旋转法。

1. 直角三角形法

直角三角形法就是作一个直角三角形，使这个直角三角形的一个直角边等于空间直线在某个视图中的边长，另一条直角边为该直线段在另一个视图中的空间距离（高度差），则斜边即为空间直线的实长。

如图 1-7 所示，已知空间线段 BC 其两面投影为 bc 和 $b'c'$ ，求线段 BC 的实长。

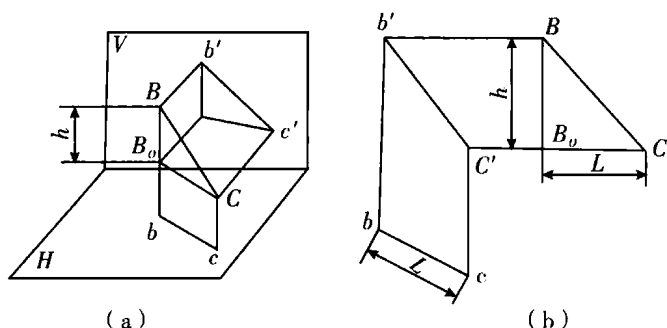


图 1-7 用直角三角形法求线段实长

由于 BC 倾斜于两投影面，所以其投影 bc 和 $b'c'$ 均不反映实长。这时作一辅助线 $B_0C \parallel bc$ ，得直角三角形 BB_0C 。

在直角三角形 BB_0C 中，只要知道两个直角边， BB_0 和 B_0C 就可求出斜边 BC 。因 B_0C 等于 bc ，可以从水平投影中量得。又因为 BB_0 等于 B 点和 B_0 点的高度差 h ，可以从正投影中作图求得。因此，求 BC 实长的作图步骤为：

- (1) 作一直角三角形 $L = bc$ 为一直角边；
- (2) 使 BC 的竖向距离（高度差） h 为另一直角边；
- (3) 斜边即为线段 BC 的实长。

2. 直角梯形法

直角梯形法就是以空间直线段在某个视图中的投影长为直角梯形的一个腰，以空间直线段在另一个视图中的投影两端点到水平轴的垂直距离分别为直角梯形的两个底，则另一个腰即为空间直线实长。

如图 1-8 所示，已知空间一般位置线段 AB 和两投影 ab 、 $a'b'$ ，求空间线段 AB 实长。

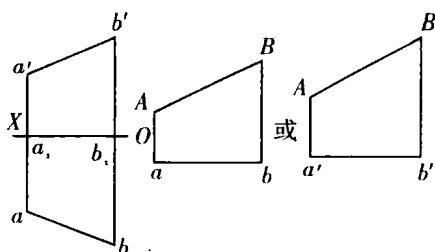


图 1-8 用直角梯形法求线段实长

作图步骤如下：

- (1) 作一直线段，使其长等于 ab ；
- (2) 过 a 、 b 两点分别作 ab 的垂线，使其长度分别等于 $a'a_x$ 和 $b'b_x$ ；
- (3) 连接梯形两 endpoint，即为 AB 实长。

3. 旋转法

旋转法就是保持投影面不变，使倾斜直线绕垂直于某一投影面的直线为轴，旋转成与投影面相平行的直线，则直线在与其平行的投影面上的投影就反映它的实长。

如图 1-9 所示，已知空间直线段 AB 的两投影 ab 和 $a'b'$ ，求 AB 实长。

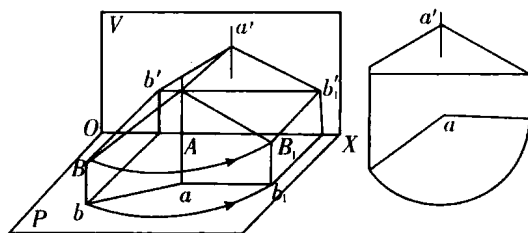


图 1-9 用旋转法求线段实长

- (1) 以 a 为圆心，把 ab 旋转到与投影面平行的位置 ab_1 ；
- (2) 过 b' 作与 X 轴的平行线，与过 B_1 所作的 OX 轴的垂直线交于 b'_1 点；
- (3) 连接 $a'b'_1$ ，即为 AB 实长。

第二节 平行线展开法

如果形体的表面是由一组互相平行的直素线所构成，如棱柱面、圆柱面等，其表面的展开用平行线法。

一、平行线展开原理

若形体表面是由无数条彼此平行的直素线所构成，那么其相邻的两条素线及其上下端

口曲线所围的微小面积，就可以近似地看成是梯形或长方形，当分成的面积较多的时候，各小平面面积的和就等于形体的表面面积。若把小平面面积按照原来的分割顺序和上下位置不遗漏、不重叠地铺开来时，则形体的表面就被展开了。由于素线在摊平前是互相平行的，所以铺平后仍互相平行。作图时充分利用这一特性，只要找出这些素线之间的距离以及它们各自的长短，即可得到展开图。按这一原理和方法绘制展开图的方法称为平行线法。

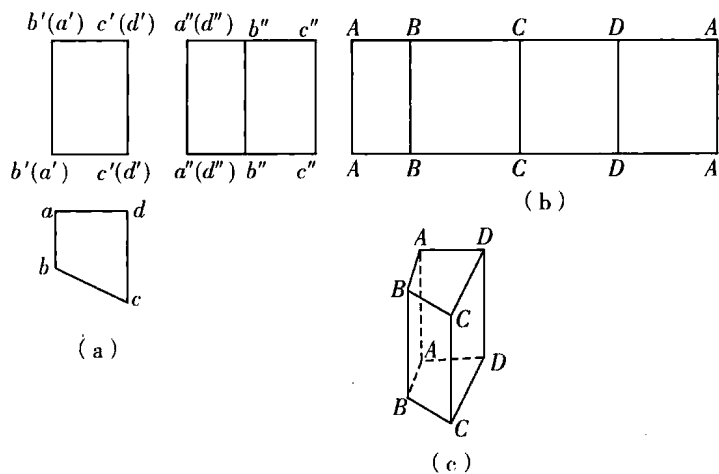


图 1-10 用平行线法作直立四棱柱面的放样展开图

二、平行线展开法应用

从放样图可以看出，直立四棱柱四条棱边均是垂线，长度相等，上下底面互相平行，仅四个立面的宽度不同而已。所以展开图上下边必定是一条直线，如此，作图步骤如下：

- (1) 在上下底正面投影延长线上的适当位置依次截取长度 $AB = ab$ 、 $BC = bc$ 、 $CD = cd$ 、 $DA = da$ ，得到线段 AB 、 BC 、 CD 、 DA 即为四棱面上下棱边实长。
- (2) 过 A 、 B 、 C 、 D 各点作延长线的垂线分别与另一底边相交，得 AA' 、 BB' 、 CC' 、 DD' 、 AA' ，即可得到直立四棱柱的展开图。

1. 用平行线法作斜口直立四棱柱面的展开图（图 1-11）

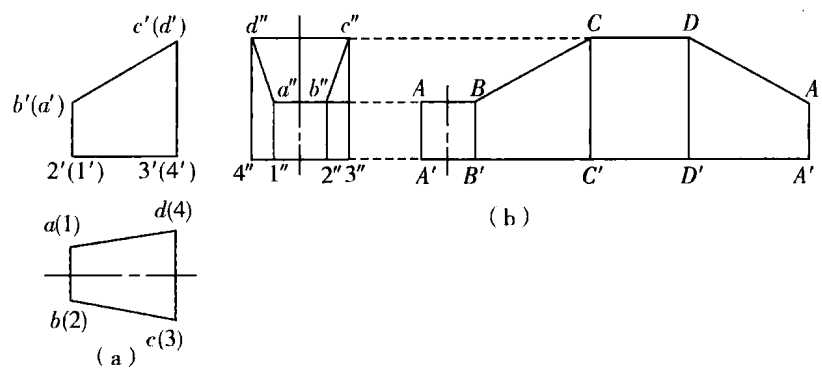


图 1-11 用平行线法作斜口直立四棱柱面的展开图

从图中可以看出，它的四条平行的棱线都是垂线，只是四条棱边高度不同而已。而且下底面与棱边垂直，那么只要在延长线上适当位置截取不同高度就行了。如此，斜口直立四棱柱面展开图作图步骤如下：

- (1) 在底主视图或左视图底边的延长线上适当的位置依次截取线段 $AB = ab$ ； $BC = bc$ ； $CD = cd$ ； $DA = da$ 。即得到斜口四棱柱底边。
- (2) 过 A 、 B 、 C 、 D 四点作底边延线的垂线并分别截取线段 $AA' = aa'$ ； $BB' = bb'$ ； $CC' = cc'$ ； $DD' = dd'$ 。即得到斜口四棱柱各平行棱边的高。
- (3) 连接 $A'B'$ 、 $B'C'$ 、 $C'D'$ 、 $D'A'$ 即得到斜口直立四棱柱的展开图。

2. 用平行线法作斜口直立圆柱面的展开图（图 1-12）

如图 1-12 所示，圆柱面的轴线垂直于水平面，上口斜截而成。已知尺寸直径 D ，高度 H ，截面倾角 β 。展开图步骤如下：

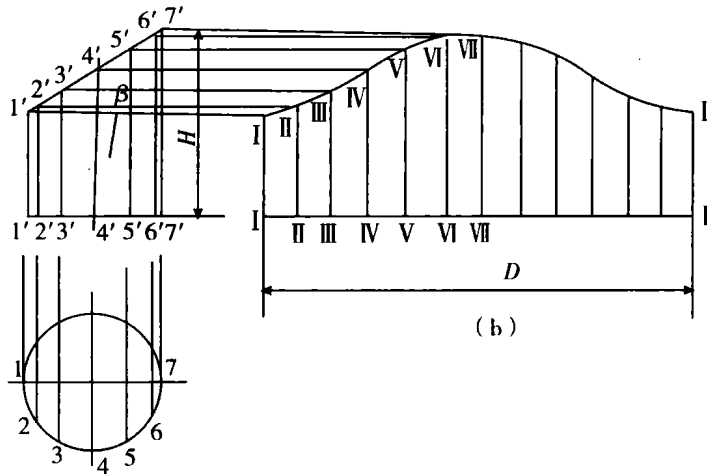


图 1-12 用平行线法作斜口直立圆柱面的展开图

- (1) 在水平投影上将下口十二等分，得十二点，并分别过等分点作主视图底口垂线交斜口于 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ 、 $6'$ 、 $7'$ ；
- (2) 作下口底边的延长线，并在延长线上截取线段十二段，使每段均等于水平投影的已等分弧长，得十二个交点；
- (3) 分别过十二个点作底边延长线的垂线；
- (4) 过 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 、 $5'$ 、 $6'$ 、 $7'$ 分别作底边的平行线与十二个点的垂线相交于十二个点；
- (5) 用曲线板把十二个交点光滑地连接起来即得到斜口直立圆柱面的展开图。

需要说明的是，这种近似展开法，其断面图等分点越多展开越精确。

平行线展开法的特征：

从以上几例展开的情况可以看出，只有当柱状形体的所有彼此平行的素线都平行于某个投影面时，平行线展开法才可应用。

平行线展开法的作图步骤，可归纳为：

- (1) 任意等分断面图（或任意分割断面图），由分点向对应视图引投影线（即素线投

影线), 在该视图上得一系列交点, 也就是由断面图上的分点确定形体上有关相应的素线位置和素线长度。

(2) 在与该视图素线垂直的方向上截取一线段, 使其长度等于正断面周长, 且在此线段上照录断面图上各分点, 再过各照录点引垂直线, 与由该视图中在第一步时所得交点而引素线的一组平行的垂直线同各点对应相交。

(3) 将交点依次连接, 完成展开图。

在平行线展开图中所说的断面图是正断面图, 也就是和彼此素线都垂直的断面图。在展开图中, 断面图伸直后所在的线段, 称为展开图的长度, 展开图上的曲线, 称展开曲线。与展开长度垂直的直线和展开曲线必有交点, 此交点到展开长度所在线段的距离叫展开图的高度。

3. 等径正三通弯头管道的展开 (等径直角三通管) (图 1-13)

(1) 作立面图形及平图形, 并十二等分平面图形中的圆周得 1、2、3、4…各点, 过诸点, 向立面图引垂直线 1'2'3'4'5'6'…点连接各点即为三通管的相贯线。

(2) 在立面图的 AB 直线上向左展开成为 MN 直线 ($MN = \pi \cdot D$), 在 MN 直线上作十二等分, 得 1—2、2—3、3—4、4—5、5—6…线段。

(3) 立面图中的 1'2'3'4'5'6'…各点向左作平行线与对应的素线相交, 并将各交点连接成为光滑的曲线。即得出 I 管的展开图形。

(4) 在立面图中的中心线向下延长。取 CD 等于平面图的圆周展开长度。并将各分点移至此中心线上的 1、2、3、4、5、6…过各等分点作垂直线, 与立面上的 1'2'3'4'5'6'…各点引下垂线对应相交点光滑连接, 即为 II 管的展开图形。

(5) 直角三通管。常用在火炉管上。要注意应略作大小头, 以便与火炉直管套接装配。

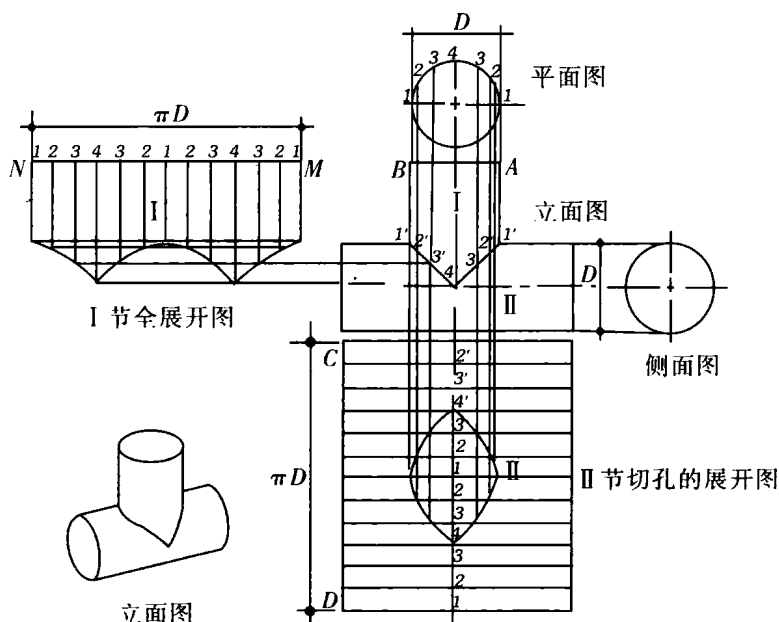


图 1-13 等径正三通弯头管道的展开