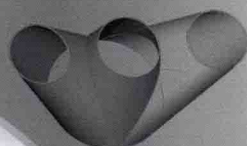
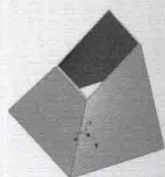


BANJIN ZHANKAITU HUAFA JI DIANXING SHILI

钣金展开图

画法 及 典型实例

孙凤翔 主编



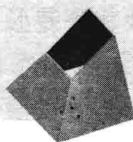
化学工业出版社

BANJIN ZHANKAITU HUAFA JI DIANXING SHILI

钣金展开图

画法及典型实例

孙凤翔 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在介绍基本作图方法、几何作图技巧、投影知识等钣金制图基本知识的基础上,列举了 100 多种钣金展开图的画法并进行说明,涵盖了平行线、放射线、三角形三种钣金展开的不同方法以及大量的钣金展开图例和画法,还对钣金制作工艺进行了简要的介绍。对各个展开实例的介绍简明扼要,突出分析和技术要点,实用性强。

本书既可作为钣金件展开的实例查阅参考书,也可作为学习钣金图画法的技术读本。可供钣金生产的工程技术人员、技术工人以及职业院校相关专业师生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

钣金展开图画法及典型实例 / 孙凤翔主编.
北京:化学工业出版社,2015.2

ISBN 978-7-122-22531-3

I. ①钣… II. ①孙… III. ①钣金工-机械制图
IV. ①TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 293319 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:张绪瑞

责任校对:蒋宇

装帧设计:王晓宇

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 6½ 字数 174 千字

2015 年 5 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:29.80 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

在工业生产中，对于薄壳制件——钣金件，往往需要根据制件的表面实形，在板材上画出展开图（又称放样图），然后下料，再经折弯、焊接、成形等工序制成产品。

钣金展开的实质是求立体表面实形的问题，而实际操作中，还要考虑必要的工艺需求，如板厚、折弯变形、接缝余量、合理排料等，使之放样下料后的板材，便于弯折、咬缝、焊接等成形，能够准确反映薄壳制件的内外结构形状。

随着科技进步，数控切割下料工艺、计算机编程技术的广泛运用以及 3D 打印技术的异军突起，使钣金展开工艺技术日臻完善。

本书重点介绍表面展开的基本方法，以图文并茂的叙述方式，力求让读者尽快融入展开作图的领域中；至于钣金工艺方面的技能，由于实践性过强，各种经验法频出，本书仅作基本介绍，希望读者勇于实操，让理论插上实践的翅膀，不断进取创新。

要学习掌握好“钣金展开”的技能，虽然书籍和法门众多，而设法能让读者力求花费较少精力，而学得较多知识的捷径不多。笔者通过长期的教学和工业设计实

践，持之以恒探究空间逻辑思维的认知规律，提炼、“萃取”，凝成了学科、设计、诸实践的智慧结晶。坚定“做题、制图”是掌握理论的必要手段，坚定“避抽象、重实训”的路径，特别编撰了一些涵盖必要技能的新颖例题，并进行循序渐进地详解。通过图文并茂的演示，让读者先入为主——启蒙视觉判明，再引领大脑融会——进入空间构思的畅想境界。实践证明，通过演练促学的方法，不少学员、技师，较快产生了求知欲，从而“掩卷沉思”，独出心裁，由然而生出“一篇读罢头飞雪”的创新智能。

技术知识可以传授，而创新思维只能启发。本书编排按照应用理论—相关例题—答案—三维建模—详解提示—自查演练的循序。遵从“少而精，学到手”的宗旨，不搞“题海战术”，所选例题，由浅入深，适应不同层次的需求，按照个性化处理例题的广度、深度，力求让初学者体会到轻松入门的乐趣，也会让深究者获得“别开洞天”的成就感。笔者坚信，做题仅仅是理解理论的手段，但只学理论，却难以领会理论的真谛。古人云：“采菊东篱下，悠然见南山”。对于实践性极强的“钣金展开”，读过此书，会有顿悟快感。

本书适应工科大学、高职、中专院校师生提高“工程图学钣金展开”的水平，熏陶“图解、图示”技能，也为进一步展现工业设计才华，夯实坚实基础。

本书由孙凤翔任主编，由刘航、方峰、于波、孙冬任副主编，祝洪海、牟峰、杨华、孙战、朱瑞景、

谢桂真、于莉、蓝海霞、高天奇、台静静、王桂花、胡波、孙昀、陈维鹏、陈洋洋参加了编写工作，李帆、梁卓冰参加了绘图、校对工作。

限于笔者学识水平，不足之处在所难免，敬请指教，不胜感激。

主编

目 录

CONTENTS

第一章 展开作图基本知识	1
一、基本作图法	1
1. 等分线段——平行线法	1
2. 等分圆周	2
3. 锥度和斜度	3
4. 作垂直平分线	4
5. 过直线上、直线外一点作垂线	4
6. 二等分角度	6
7. 作圆的切线	6
8. 求圆弧的圆心	7
9. 圆弧连接	7
10. 椭圆画法	10
11. 画抛物线	10
12. 画渐开线	11
13. 画玫瑰线	12
14. 画心形线	13
15. 画星形线	13
16. 画笛卡叶形线	14
17. 画螺旋线	15
二、几何作图技巧	15
1. 作图分析	15
2. 绘图步骤	16

3. 典型实例	16
---------------	----

第二章 投影图与展开图的关系..... 30

一、根据视图求表面实形	30
1. 不同位置直线的投影	30
2. 求一般位置直线段的实长	31
3. 不同位置平面的投影	34
4. 求垂直、一般位置平面的实形	35
二、截交线投影	39
1. 平面截切平面体	39
2. 平面截切曲面体	39
三、相贯线投影	40
1. 素线法求相贯线	41
2. 截面法求相贯线	43
3. 球面法求相贯线	47

第三章 展开图画法及实例

一、平行线展开法及实训	53
【例 3. 1-1】 斜切正三棱柱——表面展开	54
【例 3. 1-2】 斜三棱柱——表面展开	54
【例 3. 1-3】 矩形管直角弯头	56
【例 3. 1-4】 斜四棱柱管	57
【例 3. 1-5】 矩形料斗展开	59
【例 3. 1-6】 全部斜切圆管	60
【例 3. 1-7】 中心斜切圆管	61
【例 3. 1-8】 斜圆柱管	62
【例 3. 1-9】 斜椭圆柱管	63
【例 3. 1-10】 等径圆管直角弯头	64
【例 3. 1-11】 等径圆管非直角弯头	66

【例 3. 1-12】 等径圆管二直角弯头	67
【例 3. 1-13】 四节等径圆管——直角弯头	68
【例 3. 1-14】 五节等径圆管——直角弯头	69
【例 3. 1-15】 六节等径圆管——直角弯头	70
【例 3. 1-16】 等径直交三通管	71
【例 3. 1-17】 异径直交三通管	72
【例 3. 1-18】 异径交叉三通管	73
【例 3. 1-19】 异径斜交三通管	75
【例 3. 1-20】 异径偏斜交三通管	76
【例 3. 1-21】 三通补料管	78
【例 3. 1-22】 等径圆柱管斜交圆管	79
【例 3. 1-23】 异径分叉四通管	80
【例 3. 1-24】 补料等径正三通管	81
二、放射线展开法及实例	83
【例 3. 2-1】 正圆锥台——表面展开	83
【例 3. 2-2】 正四棱锥罩	84
【例 3. 2-3】 斜切正圆锥管	85
【例 3. 2-4】 斜圆锥	87
【例 3. 2-5】 斜圆锥台	88
【例 3. 2-6】 斜椭圆锥台	90
【例 3. 2-7】 直角偏心锥管	91
【例 3. 2-8】 斜椭圆锥台	93
【例 3. 2-9】 异径圆接管	94
【例 3. 2-10】 圆锥管直角弯头	96
【例 3. 2-11】 圆锥管非直角弯头	97
【例 3. 2-12】 三节圆锥管——直角弯头	98
【例 3. 2-13】 正交等径圆锥管节头——表面展开	100
【例 3. 2-14】 斜交等径圆锥管节头——表面展开	101
【例 3. 2-15】 不等径圆锥管斜交节头——表面展开	102

【例 3.2-16】圆管与圆锥管正交节头——表面展开	104
【例 3.2-17】五节圆锥管——直角弯头（虾米弯）	105
【例 3.2-18】圆管与正圆锥斜交	107
【例 3.2-19】正圆锥与圆管直交	109
【例 3.2-20】圆柱-圆锥 Y 形三通管	110
【例 3.2-21】异径 Y 形三通管（平面接触）——表面 展开	112
【例 3.2-22】异径 Y 形三通管（相贯）——表面展开	113
【例 3.2-23】侧交斜圆锥三通管——表面展开	114
【例 3.2-24】圆锥侧交斜圆锥四通管——表面展开	116
【例 3.2-25】两圆柱与圆锥正贯四通管——表面展开	119
【例 3.2-26】两圆柱与斜圆锥斜贯四通管——表面展开	120
【例 3.2-27】壶	122
【例 3.2-28】圆管与正圆锥正交	124
【例 3.2-29】圆管与倒圆锥正交	125
【例 3.2-30】等径圆锥 Y 形三通管	127
【例 3.2-31】异径圆锥 Y 形三通管	128
【例 3.2-32】Y 形分叉圆锥三通管	130
【例 3.2-33】异径 Y 形三通管	132
三、三角形展开法	133
【例 3.3-1】三棱锥——表面展开	133
【例 3.3-2】长方锥台	135
【例 3.3-3】上竖下横矩形管	136
【例 3.3-4】斜切四棱锥管	137
【例 3.3-5】上横下竖矩形管	138
【例 3.3-6】斜切四棱锥管	139
【例 3.3-7】上三角口、下方口棱锥管	141
【例 3.3-8】上平、下斜矩形锥管	142
【例 3.3-9】上菱（形）下方（形）——锥管	143

【例 3.3-10】 凸五角星——表面展开	144
【例 3.3-11】 天圆地方——异形接头	146
【例 3.3-12】 上椭圆、下长方——异形接头	147
【例 3.3-13】 天方地圆——异形接头	149
【例 3.3-14】 天偏方地圆——异形接头	151
【例 3.3-15】 天方地椭圆——异形接头	152
【例 3.3-16】 异径偏心圆接管	153
【例 3.3-17】 上圆下长圆接管——异形接头	154
【例 3.3-18】 天圆地椭圆——异形接头	155
【例 3.3-19】 异径分叉三通管	157
【例 3.3-20】 圆管与方锥管直交	158
【例 3.3-21】 圆管与菱形锥管直交	159
【例 3.3-22】 马蹄形接管的近似展开画法	161
【例 3.3-23】 侧圆-底方弯管的近似展开画法	162
【例 3.3-24】 斜方-侧圆异形接头的近似展开画法	164
【例 3.3-25】 异径圆管 90°过渡接头的近似展开画法	166
【例 3.3-26】 大小方口——直角弧面弯头的近似展开 画法	168
【例 3.3-27】 大小矩形口——直角弧面弯头的近似展开 画法	169
【例 3.3-28】 矩形口——直角弧面弯头的近似展开 画法	171
【例 3.3-29】 矩形口——裤衩弯头	173
【例 3.3-30】 烟斗式通风罩的近似展开画法	175
【例 3.3-31】 上椭圆凹口、下圆平口接头的近似展开 画法	177
四、计算展开法	178
【例 3.4-1】 圆柱正螺旋面的近似展开画法	180
五、“近似法”画展开图及实例	182

【例 3.5-1】球表面（分瓣）的近似展开画法	182
【例 3.5-2】球表面（分带）的近似展开画法	183
【例 3.5-3】球表面（分块）的近似展开画法	185
六、各种展开法比较	186

第四章 钣金工艺简介 189

一、“换面逼近”展开理论及手法	189
二、展开放样	190
三、展开三原则	190
1. 正确、精确原则	190
2. 工艺可行原则	190
3. 经济实用原则	190
四、展开三处理	191
1. 板厚处理	191
2. 接口处理	191
3. 余量处理	192
五、展开样板	193

参考文献 195

展开作图基本知识

钣金展开划线,应具备“几何作图”基本功,如:等分直线、等分圆周、圆弧连接、锥度和斜度等基本作图法,下面一一说明作图方法。

一、基本作图法

1. 等分线段——平行线法

如图 1-1 所示,若将线段 AB 进行五等分,可过线段的任一端点(如 A)任作一直线 AC ,用划规以适当长度为单位在 AC 上量得 1、2、3、4、5 各等分点,如图 1-1 (a) 所示,然后连接 $5B$,并过各等分点作 $5B$ 的平行线与 AB 相交,得到 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ ——五等分完成。

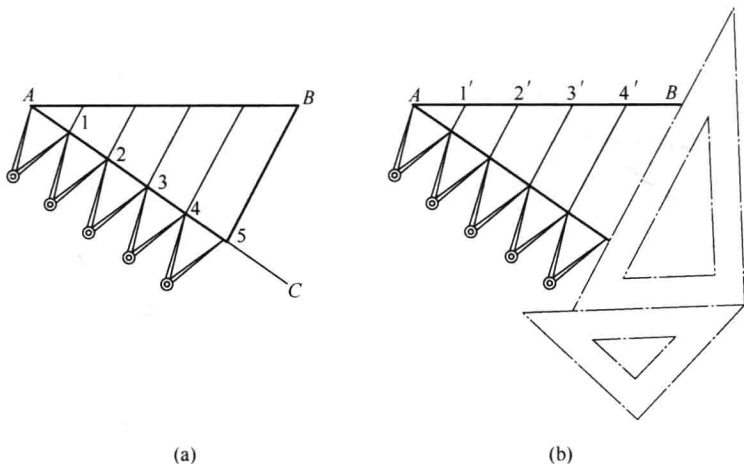


图 1-1 等分线段——平行线法

2. 等分圆周

(1) 六等分圆周 如图 1-2 所示, 分别以 A 、 B 两点为圆心, 以已知圆的半径为半径画弧, 与已知圆交于 C 、 D 、 E 、 F ——六等分完成 (图中还画出了圆的内接正六边形)。

(2) 五、十等分圆周 如图 1-3 所示, 平分圆的半径 OA , 得中点 1, 以 1 为圆心, 以 $1C$ 为半径, 画弧交 OB 于 2 点, 用 $C2$ 为半径画弧量取, 得圆周上的各等分点 (C 、 D 、 E 、 F 、 G)——五等分完成 (图中还画出了圆的内接正五边形)。

若用 $O2$ 长度画弧可在圆周上量得十个等分点, 如图 1-4 所示。

(3) 任意等分圆周 (试分法) 用划规选择适当长度, 在已知圆上试分 (如七等分), 直至满足精确度为止, 如图 1-5 所示。

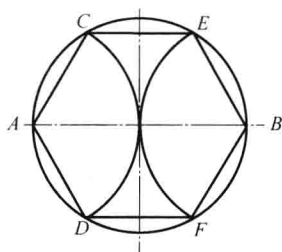


图 1-2 正六边形画法

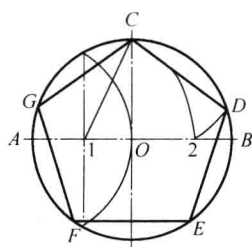


图 1-3 正五边形画法

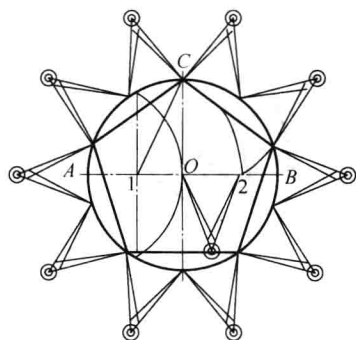


图 1-4 十等分圆周画法

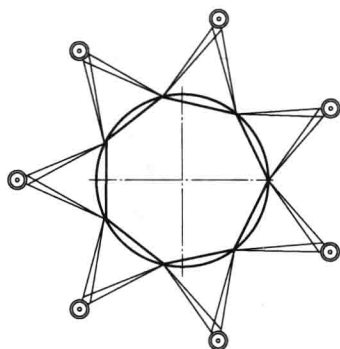


图 1-5 n (七) 等分圆周——试分法

(4) 任意等分圆周 (精确作图法) 如图 1-6 所示, 过直径

AB 的一个端点 A 作任意辅助斜线段 AC，将 AC 进行 N 等分（本例采取七等分），连接 CB，过 $2/N$ 点（本例为 $2/7$ ），作 CB 的平行线 NM；再以直径 AB 为半径，分别以 A、B 二点为圆心画圆弧，得到交点 O；连接 OM 并延长交已知圆于 1 点；那么，A1 即为圆的内接正 N 边形的边长（本例为内接正七边形）。请注意，N 等分圆周的关键是要把直径 N 等分，求得 $2/N$ 点 M；无论几边形，都要求得直径的 $2/N$ 点。应当指出，此作图法存在原理误差，但误差率小于万分之 0.6，可以满足生产的需求。

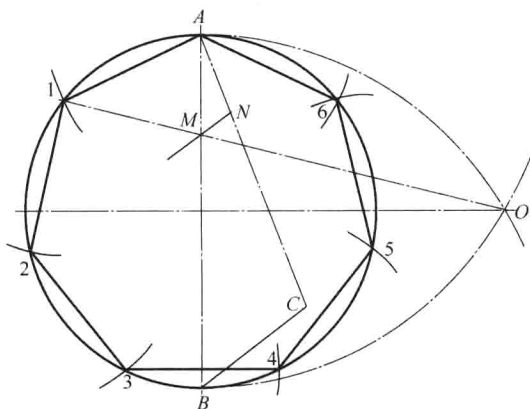


图 1-6 N 等分圆周：精确作图

3. 锥度和斜度

(1) 斜度 指一直线（或平面）相对于另一直线（或平面）的倾斜程度。其大小用该两直线（或平面）的正切表示。如图 1-7 所示。

$$\text{斜度} = H/L = \tan \alpha$$

工程上一般将斜度标注为： $1:n$ 的形式。

斜度画法：见图 1-7 (c)，过定点 k 作斜度 $1:5$ ，可先作水平线，截取五个单位长度，再作垂线并截取一个单位长度，连线即成，见图 1-8 (d)。

斜度符号：见图 1-7 (e)，图中 h 为数字高度，符号的线宽为 $h/10$ 。

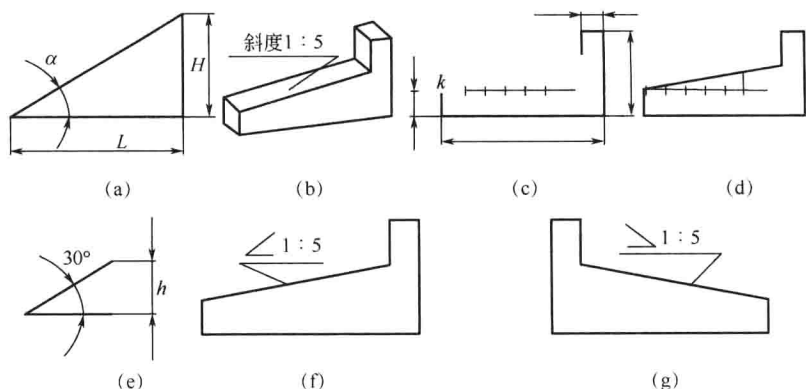


图 1-7 斜度的画法及标注

斜度标注：见图 1-7 (f)、(g)，应特别注意，斜度符号的方向应与斜度线方向一致。

(2) 锥度 指正圆锥底圆直径 D 与其高度 L 之比。对于圆锥台，其锥度为两底圆直径之差与高度之比，即：锥度 = $D/L = (D-d)/l$ ，如图 1-8 所示。

工程上一般将锥度标注为 $1:n$ 的形式。

锥度符号：见图 1-8 (b)，锥度符号的方向应与锥度线方向一致。

锥度的标注：见图 1-8 (c)。

锥度的画法：见图 1-8 (d)，作一底圆为 10、长度为 20 的辅助锥形，再作锥线的平行线即成，见图 1-8 (e)。

4. 作垂直平分线

如图 1-9 所示，分别以已知线段的两个端点 A 、 B 为圆心，以相同的适当半径画两个圆弧，得到两个交点 C 、 D ，连接 CD ，即为 AB 线段的垂直平分线。

5. 过直线上、直线外一点作垂线

(1) 过直线外一点作垂线 如图 1-10 (a) 所示，以已知点 C (线外) 为圆心，以适当半径 R 画圆弧交已知直线 AB 于 m 、 n 两点；再分别以 m 、 n 为圆心，以相同的适当半径 R_1 画圆弧得到交

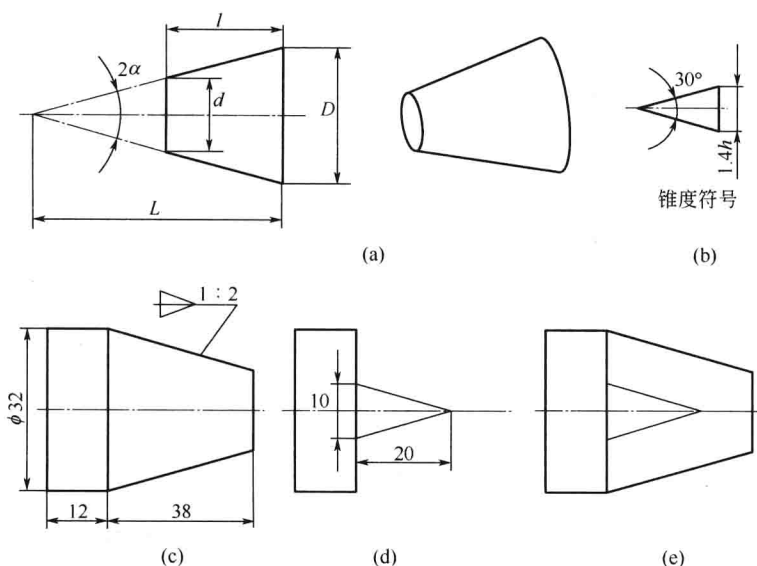


图 1-8 锥度的画法及标注

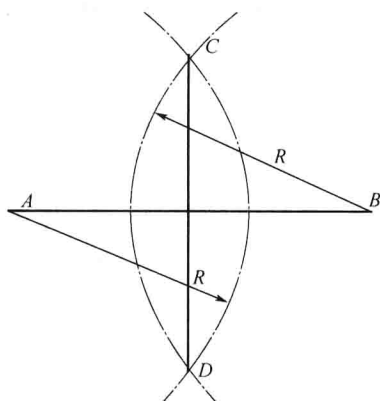


图 1-9 垂直平分线画法

点 D ，连接 C 、 D ，完成垂线作图。

(2) 过直线上一点作垂线 如图 1-10 (b) 所示，以已知点 C (线上) 为圆心，以适当半径 R 画圆弧交已知直线 AB 于 m 、 n 两