

钣金展开 入门指导



例

第2版

徐昌明 冉瑞明 编



钣金展开入门指导 146 例

第 2 版

徐昌明 冉瑞明 编



机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钣金展开入门指导 146 例/徐昌明, 冉瑞明编. —2 版.
—北京: 机械工业出版社, 2014. 8
ISBN 978 - 7 - 111 - 47211 - 7

I. ①钣… II. ①徐…②冉… III. ①钣金工 - 基本知识 IV. ①TG936

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 142855 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 沈 红 责任编辑: 沈 红

版式设计: 霍永明 责任校对: 刘秀丽 程俊巧

责任印制: 刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2015 年 1 月第 2 版 · 第 1 次印刷

140mm × 203mm · 15.125 印张 · 450 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 47211 - 7

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

本书在《钣金展开入门指导 122 例》基础上进行了增补修订，实际展开操作案例增加为 146 例。由浅入深，循序渐进，全面地掌握钣金展开理论和展开作图的基本知识。本书是作者二十多年的工作生产实践的总结。

本书共三章九节，主要介绍了展开的基本知识，包括由平面几何到相关的各种计算公式、由三视图的投影基础到实长线的求法和应用、相贯线的性质与特点和构件求做相贯线的各种方法。对于一些初学者，只要具有初中以上文化程度，通过自学都可以熟练掌握。

本书可供钣金工、铆焊工、划线工及其他相关工种的操作人员学习、借鉴与应用，更可以用于职业技术专科教育的铆焊专业的教学和实践活动。

第2版前言

金属板材构件的应用遍及矿业、冶金、船舶、轻工、化工、建筑、交通运输、医疗、食品等各行各业，随着国家建设事业的蓬勃发展，金属板材的构件应用也日益广泛，并更趋复杂。但无论如何复杂，各种构件的制成都是由平面向立体转换的过程。在转换过程中金属板材构件制作的第一道工序就是画展开图。展开图画得正确与否直接关系到构件产品的质量好坏和材料的充分利用程度，因而它对从事钣金及其相关工种人员来说是至关重要的。

本书在《钣金展开入门指导 122 例》基础上进行了增补修订，实际展开操作案例增加为 146 例。本书的编撰目的，就是使从事钣金工作的人员通过自学和结合生产实践，由浅入深、循序渐进、全面地掌握钣金展开理论和展开放样做图的基本知识、钣金构件加工制作与修复矫正的各种方法以及各种设备与工具的使用、维护、保养方法。

本书共三章九节，书中以展开做图典型案例 146 个做为入门向导，以期达到抛砖引玉的效果，同时对展开画法的基本知识、平面几何、三视图的投影规律、实长线的求法及应用、相贯线的性质与特点及求做构件相贯线所使用的各种方法也都进行了比较详细的论述，尤其对钣金构件展开过程中使用的各种简易方法，如“弯头展开统一画法”和“两管不对称相交构件的展开”等，以及构件加工制作过程中的板厚处理，也有详细介绍。

本书可供钣金工、铆焊工、划线工以及其他相关工种操作人员学习、借鉴与应用，只要具有初中以上文化程度，都可通过自学熟练掌握；也可以用于职业教育的铆焊专业的教学和实践活动。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，诚请专家、学者与各位读者批评指正。

编者

第1版前言

金属板材构件的应用遍及矿业、冶金、船舶、轻工、化工、建筑等各行各业。随着国家建设事业的蓬勃发展，金属板材构件的应用也日益广泛，并更趋复杂。但无论如何复杂，各种构件的制成都是由平面向立体转换的过程。在转换过程中，金属板材构件制作的第一道工序就是画展开图。展开图画的正确与否直接关系到构件产品质量的好坏和材料的充分利用程度，因而它对从事钣金及其相关工种的人员来说是至关重要的。

《钣金展开入门指导122例》一书编撰的目的，就是使从事钣金工作的人员可以通过自学和结合生产实践，由浅入深、循序渐进、全面地掌握钣金展开理论和展开做图的基本知识。

书中的理论知识和实际操作展开的图例，是编者在鞍钢集团矿业公司东鞍山铁矿三十多年工作和生产实践的总结。首先由理论指导实践，然后在实践中创新，形成新的理论，再通过实践验证新理论的正确与否，以指导今后的工作，即理论—实践—创新—再实践—总结归纳。

《钣金展开入门指导122例》共两章十一节，展开做图典型案例122例。对展开画法的基本知识、平面几何和三视图的投影基础、实长线的求法、相贯线的性质与特点等，尤其是对钣金展开简易法、弯头展开统一画法和板厚的处理都进行了详细介绍。

第一章基础知识共三节，是钣金工必须学习和掌握的理论基础知识。第一节平面几何，内容包括：点、线、角、面及每个特殊角的基本画法；角、圆、线段的等分；平行线、垂直线、切线、曲线的连接法；椭圆、过不在一条直线上的三点求做圆弧；圆弧展开成大圆弧或直线；求任意角度以及渐开线的画法。第二节实长线介绍了线段实长的求法。第三节相贯线，比较详细地介绍了相贯线的性质和特点以及求做方法。

第二章钣金展开共八节，典型钣金展开图例 122 例，是本书的重点。第一节通过三个实例对三种展开方法进行了对比。第二、三、四节分别介绍了利用平行线展开法、放射线展开法和三角形展开法做展开图 88 例。第五节介绍了组合体构件展开。第六节介绍了弯头展开统一方法的四要素及利用四要素做展开。第七节介绍了钣金展开简易法。第八节介绍板厚的处理。

本书可供钣金工、铆焊工、划线工以及其他相关工种的操作人员学习、借鉴与应用，只要具有初中以上文化程度，都可以通过自学熟练掌握，也可以用于职业教育的铆焊专业的教学和实践活动。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，诚请专家、学者与各位读者批评指正。

编 者

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 基础知识	1
第一节 平面几何	1
一、点、线、角、面	1
二、特殊角的画法	3
三、角的等分法	8
四、圆的几何画法	11
五、曲线连接法	14
六、椭圆画法	17
七、线段任意等分	19
八、平行线做法	20
九、垂直线做法	20
十、切线做法	21
十一、圆弧线展开成大圆弧线或直线的做法	21
十二、过不在一条直线上三点做圆弧线	23
十三、求任意角度的画法	24
十四、渐开线的画法	24
思考题	25
第二节 钣金构件相关的计算	26
一、常用的米制、寸制长度单位及换算关系	26
二、常见几何形体的计算	27
三、圆周弦长系数	33
四、弧、弦长计算系数	34
五、利用已知弦长、弦心距,求做圆直径	38
六、三角函数	39
第三节 设备与工具	40
一、机械设备	40

二、手动工具	49
第二章 钣金展开	67
第一节 实长线	67
一、正投影	67
二、实长线（直角三角形做图法、算法）	68
第二节 相贯线	82
一、相贯线的性质与特点	82
二、素线法求做相贯线的应用	92
三、截平面法求做相贯线的应用	98
四、球面法求做相贯线的应用	105
五、钣金构件求做相贯线的各种方法的比较与选择	109
第三节 钣金展开方法	115
一、展开方法的比较与选择	115
（一）几种展开方法的样式剖析	115
例 1 正四方漏斗的展开	116
例 2 圆管水平斜切的展开	122
例 3 圆锥台的展开	125
（二）三种展开方法的比较与选择	128
二、平行线展开法	129
例 4 圆管的展开	130
例 5 圆管斜切的展开	130
例 6 圆管中间被斜切的展开	131
例 7 圆管两边被斜切的展开	132
例 8 方管的展开	132
例 9 方管被斜切的展开	133
例 10 方管两边被斜切的展开	134
例 11 方管三通的展开	135
例 12 长方管的展开	136
例 13 长方管被斜切的展开	137
例 14 长方管两边被斜切的展开	138
例 15 长方管 90°两节弯头的展开	139
例 16 圆管等径正交三通管的展开	140
例 17 圆管等径斜交三通管的展开	141
例 18 圆管等径 Y 形管的展开	143

例 19	两节任意角度等径圆管弯头的展开	144
例 20	异径圆管正交三通管的展开	145
例 21	异径圆管斜交三通管的展开	146
例 22	异径圆管偏交三通管的展开	148
例 23	圆管正交矩形管的展开	150
例 24	圆管正交矩形管棱角的展开	151
例 25	长方管正交方管三通管的展开	153
例 26	长方管斜交方管三通管的展开	154
例 27	长方管与方管棱角正交三通管的展开	156
例 28	斜圆柱体的展开	158
例 29	斜圆柱体被斜切的展开	159
例 30	球面的展开	160
三、放射线展开法		161
例 31	圆锥体的展开	162
例 32	圆锥台体的展开	162
例 33	圆锥体被斜切的展开	163
例 34	圆锥体被垂直切割的展开	164
例 35	圆锥台体上部被斜切的展开	166
例 36	圆锥台体下部被斜切的展开	167
例 37	正三棱锥体的展开	169
例 38	正三棱锥台体的展开	169
例 39	正三棱锥体被斜切的展开	170
例 40	正三棱锥台体上部被斜切的展开	171
例 41	正三棱锥台体下部被斜切的展开	173
例 42	正四棱锥体的展开	175
例 43	正四棱锥台体的展开	176
例 44	正四棱锥体被斜切的展开	177
例 45	正四棱锥台体上部被斜切的展开	178
例 46	正四棱锥台体下部被斜切的展开	180
例 47	长方四棱锥体的展开	181
例 48	长方四棱锥台体的展开	183
例 49	长方四棱锥体被斜切的展开	184
例 50	长方四棱锥台体上部被斜切的展开	186
例 51	长方四棱锥台体下部被斜切的展开	187

例 52	正五棱锥体的展开	189
例 53	正五棱锥台体的展开	190
例 54	正五棱锥体被斜切的展开	192
例 55	斜圆锥体的展开	193
例 56	斜圆锥台体的展开	195
例 57	斜圆锥体被垂直切割的展开	197
例 58	斜圆锥体被斜切的展开	199
例 59	斜圆锥台体上部被斜切的展开	202
例 60	斜圆锥台体下部被斜切的展开	205
例 61	斜方锥台体的展开	209
例 62	斜方锥台体上部被斜切的展开	210
例 63	斜方锥台体下部被斜切的展开	212
例 64	斜方锥台体下部一棱角被斜切的展开	214
例 65	长方口倾斜漏斗的展开	216
例 66	斜圆锥体裤形管的展开	218
例 67	圆锥体水壶的展开	220
例 68	圆锥体管三通的展开	223
四、三角形展开法		225
例 69	正三棱锥体的展开	225
例 70	正三棱锥台体的展开	226
例 71	正三棱锥体被斜切的展开	228
例 72	正四棱锥体的展开	230
例 73	正四棱锥台体的展开	230
例 74	正四棱锥体被斜切的展开	232
例 75	长方四棱锥体的展开	235
例 76	长方四棱锥台体的展开	236
例 77	长方四棱锥体被斜切的展开	238
例 78	上下口扭成 45° 角的方形漏斗的展开	241
例 79	上小下大过渡 90° 的方口形管的展开	242
例 80	上小下大过渡 90° 的圆口形管的展开	245
例 81	上方下圆过渡 90° 的连接管的展开	248
例 82	天圆地方体的展开	251
例 83	天圆靠一边的天圆地方体的展开	253
例 84	天圆靠一角的方圆地方体的展开	256

例 85	上圆下方倾斜的天圆地方体的展开	260
例 86	上圆倾斜的天圆地方体的展开	263
例 87	上方下圆的连接管展开	267
例 88	偏倾斜方形漏斗的展开	269
例 89	异径圆管过渡偏心连接管的展开	271
例 90	斜马蹄形体的展开	273
五、组合体构件的展开		277
例 91	圆管与圆锥管相贯的弯头展开	278
例 92	圆管水平正交圆锥管的展开	280
例 93	圆管直插斜圆锥管的展开	282
例 94	圆管、圆锥管相贯的裤形管的展开	286
例 95	加油漏斗的展开	288
六、弯头展开的统一画法		292
例 96	两节任意角度圆锥管弯头的展开	293
例 97	三节 90°圆锥管弯头的展开	294
例 98	四节 90°圆锥管弯头的展开	296
例 99	四节 90°圆管弯头的展开	298
例 100	两头圆管渐缩 90°四节弯头的展开	300
例 101	方口形渐缩管 90°三节弯头的展开	305
例 102	长方口形渐缩管 90°三节弯头的展开	308
例 103	方口形渐缩管 60°两节弯头的展开	311
例 104	方口形管 90°三节弯头的展开	313
例 105	长方口形管 90°三节弯头的展开	316
七、两管不对称相交构件的展开		319
例 106	用斜切截平面法求做圆管斜交圆锥管的相贯线	319
例 107	用斜切截平面法求做圆管斜偏交圆锥管的相贯线	322
例 108	异径圆管垂直偏交三通管的展开	326
例 109	异径圆管倾斜偏交三通管的展开	328
例 110	方管水平偏交圆管的展开	331
例 111	方管倾斜偏交圆管的展开	332
例 112	圆锥管水平偏交圆管的展开	335
例 113	圆锥管倾斜偏交圆管的展开	338
例 114	圆管水平偏交圆锥管的展开	341
例 115	圆管倾斜偏交圆锥管的展开	344

例 116	方管水平偏交圆锥管的展开	350
例 117	方管倾斜偏交圆锥管的展开	353
例 118	圆锥管水平偏交圆锥管的展开	358
例 119	圆锥管倾斜偏交圆锥管的展开	365
例 120	方管旋转 90° 水平偏交圆管的展开	372
例 121	方管旋转 90° 倾斜偏交圆管的展开	375
例 122	方管旋转 90° 水平偏交圆锥管的展开	378
例 123	方管旋转 90° 倾斜偏交圆锥管的展开	382
例 124	圆管水平偏交穿过圆锥管的展开	388
例 125	圆管水平内交圆锥管的展开	393
八、钣金展开简易法		398
(一) 等径圆管相贯的展开		398
例 126	等径圆管正交三通管的展开简易法	399
例 127	等径圆管斜交三通管的展开简易法	399
(二) 异径圆管相贯的展开		402
例 128	异径圆管正交三通管的展开简易法	402
例 129	异径圆管斜交三通管的展开简易法	403
(三) 天圆地方体的展开		405
例 130	天圆地方体的展开简易法 (计算法)	405
例 131	天圆地方体的展开简易法 (做图法)	410
(四) 圆管两节弯头的展开		412
例 132	圆管 90° 两节弯头的展开简易法	412
例 133	圆管 60° 两节弯头的展开简易法	413
例 134	任意角度圆管两节弯头的展开简易法	415
(五) 圆管多节弯头的展开		416
例 135	圆管 90° 四节弯头的展开简易法	416
例 136	圆管 90° 三节弯头的展开简易法	418
例 137	圆管 120° 五节弯头的展开简易法	419
(六) 圆管切面的展开		422
例 138	圆管 45° 角单面切的展开简易法	422
例 139	圆管单面切的展开简易法 (1)	423
例 140	圆管单面切的展开简易法 (2)	424
例 141	圆管双面切 45° 角的展开简易法	425
例 142	圆管 45° 角与 60° 角双面切的展开简易法	426

例 143 圆管双面切线不在同一个轴心上的展开简易法	427
例 144 圆管切面展开简易法应用实例——圆管多节弯头的展开	428
例 145 圆管切面展开简易法应用实例——圆管等径正交三通管的展开	430
例 146 圆管切面展开简易法应用实例——圆管等径斜交三通管的展开	432
九、板厚的处理	434
(一) 弯曲板料中性层的确定	434
(二) 相贯构件的中性层展开	437
(三) 小结	439
思考题	439
第三章 制作与修复	441
第一节 下料前的准备	441
一、清理、检查、样正	441
二、审图、计算	444
第二节 钣金构件的制作	445
一、薄板构件的制作	446
二、厚板构件的制作	459
第三节 钣金构件的修复	465
一、手工矫正法	466
二、火焰加热矫正法	467
三、框架内支撑法	468
四、螺栓焊接外拔法	468

第一章 基础知识

钣金：由金属板材制成的各种形状的构件统称为钣金构件，如水桶、管道、弯头、烟筒、漏斗等。

这里主要研究各式形状钣金构件的表面展开，也就是把单个钣金构件的立体表面分解成一个或者几个部分，并平摊在一个平面上，然后用这些平摊在平面上的实形在金属板材上下料、裁剪、切割，再把这些经过裁剪、切割后的各个板材进行弯曲、对折、咬边或焊接，从而完成整个构件的组装，达到所要求的钣金构件的立体形状。

第一节 平面几何

人们在长期生产实践中创造和积累了关于点、线、面、角、圆弧、曲线等几何图形的画法，这些几何画法都是钣金构件展开下料时必须具备的基础知识。

一、点、线、角、面

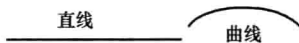
1. 点

• 点

在表面单独存在的点。

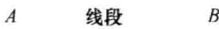
2. 线

主要由直线和曲线构成。

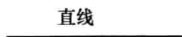


(1) 直线

1) 线段：两端点间距离最短的线称为线段。



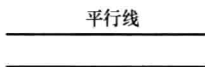
2) 直线：没有端点且无限延长的线段称为直线。



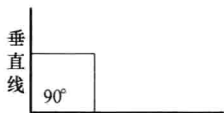
3) 射线：只有一个端点且无限延长的直线称为射线。



4) 平行线：在一个平面内两条永不相交的直线称为平行线。



5) 垂直线：两条直线相交，交点夹角为 90° 的称为垂直线。

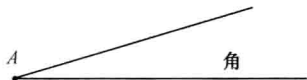


(2) 曲线 大于两端点间最短距离的线称为曲线（包括圆弧线、折线等）。



3. 角

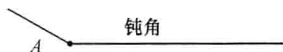
在同一平面内，同一端点的两条射线所组成的几何图形称为角。



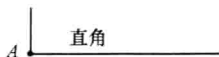
1) 锐角：小于 90° 的角称为锐角。



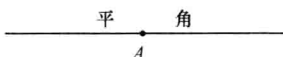
2) 钝角：大于 90° 的角称为钝角。



3) 直角：等于 90° 的角称为直角。



4) 平角：等于 180° 的角称为平角。



5) 周角：等于 360° 的角称为周角。



4. 面

由线段或曲线所围成的封闭图形称为面，包括平面和曲面。

- 1) 平面：平展开的表面称为平面。
- 2) 曲面：弯曲表面称为曲面（钣金展开中有可展曲面和不可展曲面）。

二、特殊角的画法

1. 90°角的画法

(1) 利用勾股定理（即勾3、股4、弦5）求做90°角
做法如下：

- 1) 画长为三个单位长度的线段 AB （见图 1-1a）。

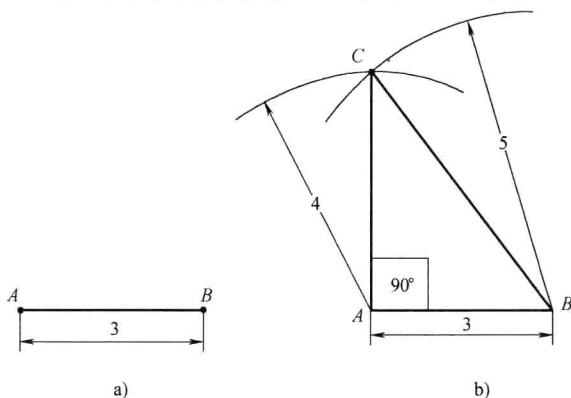


图 1-1 利用勾股定理求做 90°角

2) 以 A 点为圆心，四个单位长度为半径画弧；以 B 点为圆心，五个单位长度为半径画弧，两弧交于 C 点。

3) 分别连接 A 、 C 两点和 B 、 C 两点，此时形成一个直角三角形 ABC ， $\angle A$ 即为 90°角（见图 1-1b）。