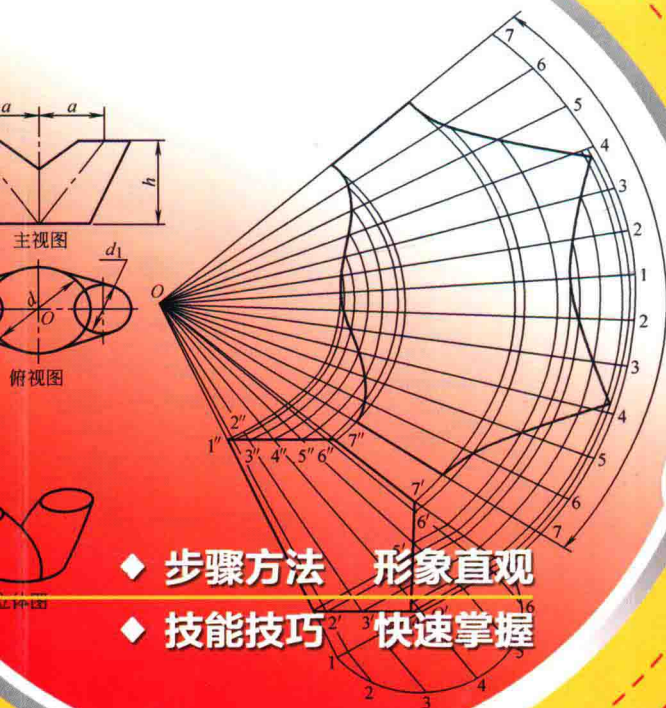


机械工人技能 **大 讲 堂**

冷作钣金工 必备技能

机械工业职业教育研究中心 组编



- ◆ 步骤方法 形象直观
- ◆ 技能技巧 快速掌握



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械工人技能大讲堂

冷作钣金工必备技能

机械工业职业教育研究中心 组编

主编 邱言龙 雷振国

参编 郭志强 汪友英



机械工业出版社

本书是按照最新《国家职业技能标准 冷作钣金工》(初级、中级)的技能要求编写的,以实际操作技能实例为主,按照由浅入深、由易到难、循序渐进的规律,介绍了初、中级冷作钣金工所有的必备技能。本书共分10讲,介绍了65个实用的操作技能。本书主要内容包括:钣金工技能基础;钣金放样与展开作图;钣金号料、下料与切割;钣金工具、夹具与拼装模的制作;钣金弯曲;钣金拉深;钣金矫正;钣金焊接与热切割;钣金连接方法与装配工艺;钣金产品制造及工艺规程的编制。本书图文并茂、形象直观,文字叙述简明扼要、通俗易懂。

本书可供初、中级冷作钣金工培训和自学之用,也可作为职业技术学院、技工学校教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

冷作钣金工必备技能/邱言龙等主编. —北京:机械工业出版社, 2016.6

(机械工人技能大讲堂)

ISBN 978-7-111-53877-6

I. ①冷… II. ①邱… III. ①钣金工-基本知识 IV. ①TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第113636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:王晓洁 责任编辑:王晓洁 责任校对:肖琳

封面设计:张静 责任印制:常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·25.5印张·491千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-53877-6

定价:49.80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

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

机械制造业是技术密集型的行业，其职工队伍中一半以上是技术工人。技术工人素质的优劣，直接关系到能否振兴和发展我国的机械制造业。为满足企业技术工人提升学习技能的需要，我们在2004年出版了“上岗之路”丛书。此套丛书一经出版，就得到了广大读者的广泛关注和热情支持。但是随着新的国家职业技能标准和行业技术标准相继颁布和实施，有些内容已经过时。为了适应新形势，满足广大技术工人学习的需要，我们决定对这一套书进行修订。本次修订采用技能大讲堂的形式，将原15个工种的入门版和提高版合为一本，删去了不必要的理论知识，补充了部分技能操作实例，并采用了最新的国家标准和行业标准。

本书是按照最新的《国家职业技能标准 冷作钣金工》（初级、中级）的技能要求编写的，以实际操作技能实例为主，按照由浅入深、由易到难、循序渐进的规律，介绍了初、中级冷作钣金工所有的必备技能。本书共分10讲，介绍了65个实用的操作技能。本书主要内容包括：钣金工技能基础；钣金放样与展开作图；钣金号料、下料与切割；钣金工具、夹具与拼装模的制作；钣金弯曲；钣金拉深；钣金矫正；钣金焊接与热切割；钣金连接方法与装配工艺；钣金产品制造及工艺规程的编制。

本书图文并茂，通俗易懂，可供初级、中级冷作钣金工培训和自学之用，也可作为职业技术学院、技工学校教学用书。

本书由邱言龙、雷振国任主编，郭志强、汪友英参加编写。

由于作者水平有限，书中难免有错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

前言

第1讲 钣金工技能基础 1

- 技能1 钣金工常用量具、工具的使用 1
- 技能2 钣金实用几何作图 5
- 技能3 钣金展开长度的计算 14

第2讲 钣金放样与展开

作图 21

- 技能4 钣金放样 21
- 技能5 钣金三种基本的展开方法 27
- 技能6 平行线展开法 44
- 技能7 放射线展开法 50
- 技能8 三角形展开法 54
- 技能9 不可展曲面的近似展开作图 60
- 技能10 相贯构件的放样与展开作图 66

第3讲 钣金号料、下料与

切割 85

- 技能11 钣金号料 85
- 技能12 钣金冲裁分离 88
- 技能13 钣金剪切下料 92
- 技能14 钣金下料安全操作 99
- 技能15 钣金气割工具和设备的
使用 99
- 技能16 钣金气割操作 104
- 技能17 钣金气割的安全操作 107
- 技能18 钣金典型冲裁模的安装
与调整 108

第4讲 钣金工具、夹具与拼装

模的制作 111

- 技能19 钣金样板的制作 111
- 技能20 钣金简单工具的制作 123
- 技能21 钣金常用夹具的制作 128
- 技能22 钣金简单拼装模的
制作 131

第5讲 钣金弯曲 135

- 技能23 钣金机械弯曲 135
- 技能24 钣金手工弯曲 137
- 技能25 钣金卷板机滚弯 144
- 技能26 钣金典型弯曲模结构 147
- 技能27 钣金典型弯曲模的安装
与调整 155
- 技能28 钣金弯曲成形的安全
操作 159

第6讲 钣金拉深 161

- 技能29 钣金拉深件坯料的计算
与号料 161
- 技能30 钣金坯料的加热 162
- 技能31 钣金拉深中的润滑与
清洗 165
- 技能32 钣金拉深模结构 171
- 技能33 钣金典型拉深模的安装
与调整 174
- 技能34 钣金拉深成形的操作 176
- 技能35 钣金拉深成形的安全
操作 179

第7讲 钣金矫正 180

- 技能36 钣金矫正常用工具和
设备的使用 180
- 技能37 钣金构件变形矫正位置
的选择 185
- 技能38 钣金构件变形的机械
矫正 186

技能 39	钣金板材构件变形的 矫正	191	技能 53	钣金装配图识读	273
技能 40	钣金型钢构件变形的 矫正	196	技能 54	钣金装配的准备工作 ...	283
技能 41	钣金手工矫正	209	技能 55	典型钣金构件的装配 ...	292
技能 42	钣金火焰矫正	212	技能 56	钣金桁架类构件的 装配	302
技能 43	钣金矫正的安全操作 ...	218	技能 57	钣金板架类构件的 装配	314
第 8 讲	钣金焊接与热切割	219	技能 58	钣金压力容器类构件的 装配	332
技能 44	钣金焊接接头形式及 坡口的选择	219	技能 59	钣金铆接与装配的安全 操作	349
技能 45	钣金焊接设备的使用和 焊条的选用	224	第 10 讲	钣金产品制造及工艺 规程的编制	351
技能 46	钣金焊条电弧焊的 操作	227	技能 60	钣金型钢件的制作	351
技能 47	钣金焊条电弧焊的安全 操作	234	技能 61	钣金板材件的制作	359
技能 48	钣金等离子弧切割 操作	234	技能 62	钣金装配制造工艺规程 的编制方法	365
技能 49	钣金热切割安全操作 ...	244	技能 63	钣金桁架类产品制造 工艺规程的编制	369
第 9 讲	钣金连接方法与装配 工艺	248	技能 64	钣金板架类产品制造 工艺规程的编制	371
技能 50	钣金铆接操作	248	技能 65	钣金压力容器类产品 制造工艺规程的编制 ...	389
技能 51	钣金管板胀接	253			
技能 52	钣金螺纹连接	264			

第1讲 钣金工技能基础

技能1 钣金工常用量具、工具的使用

1. 常用量具的使用

(1) 钢直尺 钢直尺用具有一定弹性的不锈钢板制成。钣金工常用的钢直尺有1m、2m两种规格。钢直尺有以下几种用法。

1) 用作划线基准。

2) 用以测量尺寸。划线时，可以直接利用钢直尺尺面上的刻度来量取长度。在其他工序中，也可用钢直尺来测量零部件的尺寸。但在悬空使用时，要注意尺面应平直，防止下挠变形影响所测量尺寸的准确性，如图1-1所示。

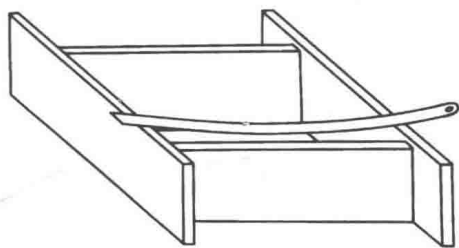
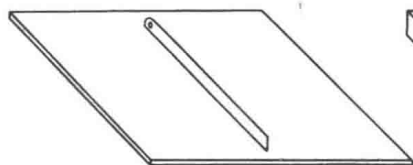
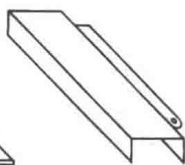


图1-1 用钢直尺测量尺寸时的下挠变形

3) 测量平面度和直线度。钢直尺也常用来测量板材的平面度和型材的直线度，其用法如图1-2所示。



a) 测量钢板的平面度



b) 测量槽钢的直线度

图1-2 钢直尺测量平面度、直线度的用法

4) 在放样与展开、样板制作及号料等工序中，还常利用钢直尺弹性好的特点，来划圆滑的连接曲线，如图1-3所示。

(2) 钢卷尺 钢卷尺有1m、2m、3m、10m等多种规格。实际使用时，用尺端的挂钩钩住工件的边缘来测量尺寸。无法利用挂钩时，可将尺端让过一段尺寸来使用，使量取的尺寸更准确，如图1-4所示。

(3) 直角尺 直角尺也称“弯尺”，是钣金工各工序必备的量具。直角尺有以下几种用法。

1) 同钢直尺一样,在长度允许的范围内,可以利用直角尺上的刻度来量取长度,或者测量零部件的尺寸。

2) 用来作为划线基准,并且利用其结构特点,在放样和展开时划垂直线,或者和钢直尺配合使用划平行线,如图 1-5 所示。

3) 在放样与展开、样板的制作、号料、成形和装配等工序中,常用直角尺测量实样或零部件的垂直度,如图 1-6 所示。

4) 直角尺也可利用其弹性弯曲,用于曲率较小、距离较短的圆滑曲线的连接。

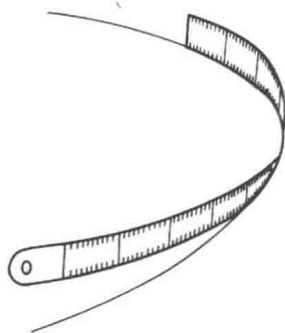


图 1-3 用钢直尺划圆滑的连接曲线

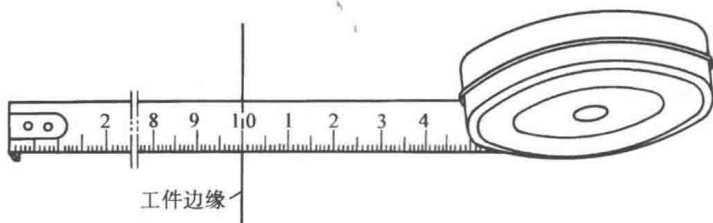


图 1-4 钢卷尺的用法

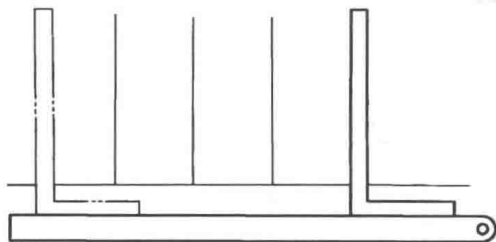


图 1-5 用直角尺和钢直尺划平行线

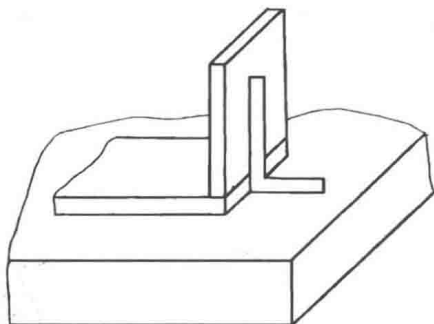
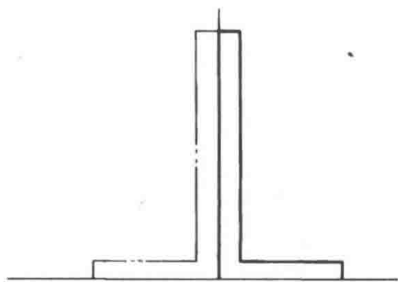


图 1-6 用直角尺测量垂直度

要经常校验直角尺的垂直度,最简便的做法:用直角尺划一丁字线,然后翻转尺身,在另一侧测量丁字线的垂直度,如图 1-7 所示。如果翻转后的直角尺两直角边与丁字线重合,说明直角尺的垂直度准确。如有误差,须经修理后方可使用。

2. 常用工具的使用

(1) 划规、长划规 图 1-8a、b 所示为 图 1-7 划丁字线校验直角尺的垂直度



放样与展开工序用的划规和长划规,其用途与制图仪器中的圆规相同。图1-8c所示为用划规在钢直尺上截取长度的做法。

划规、长划规的具体使用方法如下。

1) 根据所划圆弧半径的大小,选择相应规格的划规和长划规。划规的两个规脚在使用时不宜劈开太大角度,一般在 60° 以内为宜。

2) 划出直线,在直线上量取所划圆弧的半径,然后对规。也可用图1-8c所示的方法,直接在钢直尺上对规。

3) 划弧时应先试划一短弧,检查所划短弧的半径,无误后方可进行划弧。

4) 长划规的规脚在对完规后要拧紧、固定,防止划弧过程中滑动,影响划圆弧的准确性。

(2) 锤子、样冲 放样与展开工序中所用的锤子和样冲是用来打样冲眼做标记的。与其他场合所用的锤子和样冲有所不同:锤子的锤头较小;样冲较细长且头部角度较小,目的是使打出的样冲眼细小,而获得较高的精度,如图1-9a、b所示。

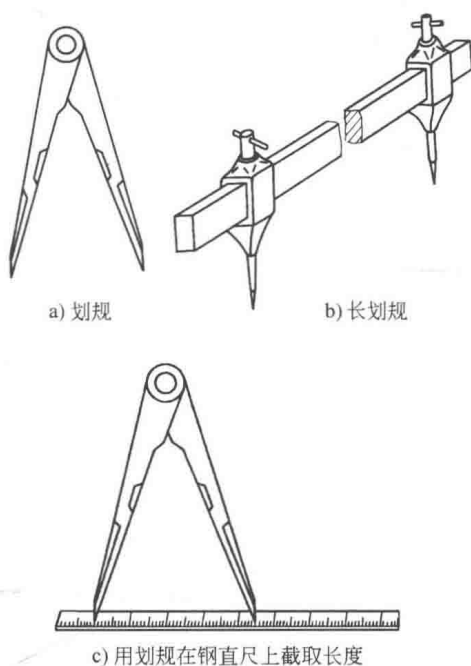


图1-8 划规、长划规和划规用法

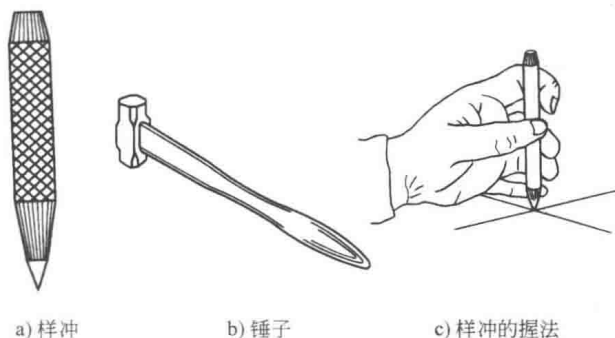


图1-9 锤子、样冲和样冲的握法

打样冲时,要注意保持样冲轴线与划线平面垂直,锤击要准确,锤击力要小。操作时,样冲尖部靠在小指上,小指贴近划线平面。样冲尖垂直落在标记点上,轻击一下,抬起样冲观察落点是否准确,无误后再落下样冲,进行正常锤

击,如图 1-9c 所示。

(3) 划针、石笔 划针和石笔都是用来划线的。划针细而尖,划线精度较高,划出的线可永久保留,如图 1-10a 所示。

使用划针时,从划线方向上纵向看,划针的轴线应稍向工作台面倾斜一定角度,一般为 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。每划一条线时,从起点至终点,其倾斜角度要始终保持一致,并一次划完,以保证划线的精度,如图 1-10b 所示。

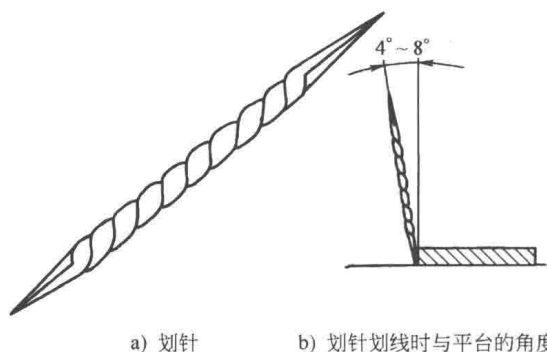


图 1-10 划针及其用法

用石笔划线需经仔细修磨,其形状如图 1-11 所示。石笔划线

多在号料时使用,但在放样与展开工序中也常用石笔来划线,其特点是划出的线可随时擦掉。尤其在放样与展开过程中,一些辅助图、线常用石笔来划,不用时擦去,可使放样图样和展开图样保持清晰。石笔的用法与划针的用法基本相同。

(4) 粉线 粉线的作用与木工使用的墨线相同,只是线上黏附的不是墨汁而是白粉。粉线多用来打出两点间距离较大的直线,需要时再用划针或石笔配合钢直尺分段描划。

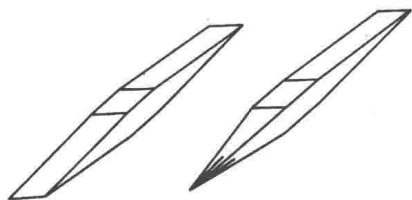


图 1-11 石笔

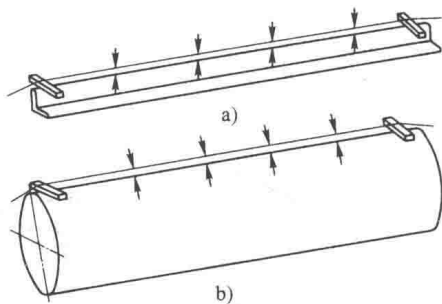


图 1-12 用粉线检验工件的直线度

弹粉线时,必须由两人或三人操作。线要拉直、涂粉要均匀并一次弹成,防止重线和粉迹太粗而影响精度。

粉线在其他工序中也经常用到,如在装配工序中用来检验工件的直线度、平面度等,图 1-12 为用粉线检验工件直线度的做法;图 1-13 为用粉线检验

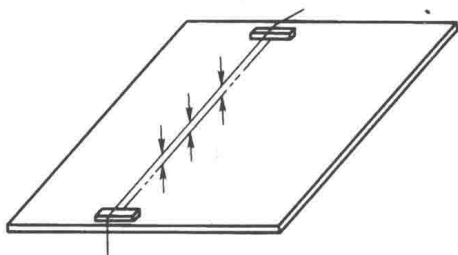


图 1-13 用粉线检验钢板的平面度

钢板平面度的做法。通过分段测量粉线距被测物的高度，来判断其直线度或平面度是否符合要求。

使用粉线时应注意跨度不宜太大，一般在2~6m长度范围内效果较好。用作检验时，如跨度太大，可用钢丝代替粉线，其作用与拉粉线相同。

技能2 钣金实用几何作图

1. 垂线的划法

理论上划垂线的方法很多，在放样与展开的实际操作中，长度较短的垂线可直接用直角尺划出。当需划的垂线较长时，如用直角尺划垂线再延长，容易产生误差，所以，常用钢直尺、划规或长划规，采用几何作图的方法来划。

(1) 过直线上定点作垂线的划法

1) 过直线上任意点A作垂线，如图1-14所示。其做法如下。

① 以A点为圆心，适当长度为半径划弧，交直线 l 于B点。

② 半径不变，分别以A、B为圆心在直线 l 的一侧划短弧1、2相交，得交点C。

③ 半径不变，以C为圆心在BC射线方向上划弧3。

④ 连接B、C并延长交弧3于D。

⑤ 连接D、A，即为所求垂线。

连接垂线前，通常先用直角尺靠在钢直尺上对所作垂线进行校验，无误后再进行连线，如图1-14b所示。

这种划法的特点：划规定好半径后不需要再另行对规，因而操作比较简便。

2) 过直线端点A作垂线，如图1-15所示。其做法如下。

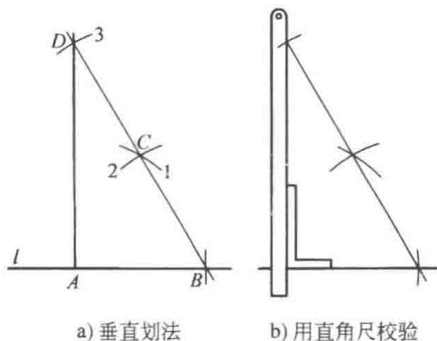


图 1-14 垂线划法 1

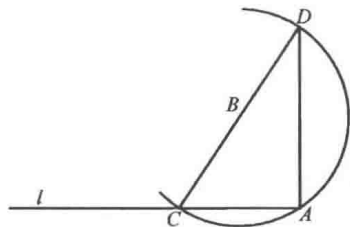


图 1-15 垂线划法 2

① 取线外一点B为圆心，以BA长为半径划圆弧，交直线 l 于C点。

② 连接C、B，并延长交圆弧于D点。

③ 连接 D 、 A ，即为所求垂线。

上面介绍的两种划垂线的方法，都是在实际作业中经常应用的，并不受定点 A 在直线上位置的限制，可随意选用。

(2) 过线外一点向直线作垂线的划法 设已知直线 l 及线外一点 A ，作过 A 点垂直于直线 l 的直线，如图 1-16 所示。其划法如下。

1) 过 A 点作一适当斜线，交直线 l 于 B 点。

2) 找出 AB 中点 O 。

3) 以 O 点为圆心、 OA 为半径划弧，交直线 l 于 C 点。

4) 过 A 、 C 作直线即为所求垂线。

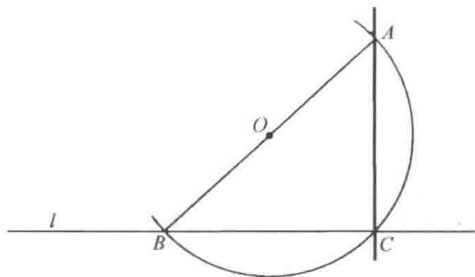


图 1-16 过线外定点划垂线

无论用哪种方法划垂线，使用划

规时都需要注意划规两规脚张开的角度不宜过大；样冲眼要打得小而一致，落点准确；划弧，连线时用力要均匀，这样划出的垂线才可能符合要求。

有经验的操作者，参照图 1-14b 所示的连线方法，用直角尺和钢直尺直接划垂线，也是简便、可行的。

2. 平行线的划法

(1) 划切线法 设已知直线 l ，作平行线平行于直线 l ，且与直线相距为 h ，如图 1-17a 所示。其划法如下。

1) 在直线 l 上任取两点为圆心，以 h 长为半径在直线 l 的同侧划两圆弧。

2) 作两圆弧的公切线，即为所求。

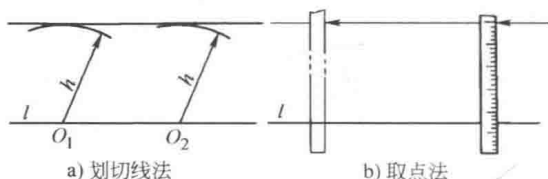


图 1-17 划平行线

(2) 取点法 在已知直线的同侧，同钢卷尺或钢直尺以适当间隔量取两点（注意钢卷尺的尺条和钢直尺要尽量垂直于已知直线），并使所取点距直线的距离等于所要求的距离。过这两点作直线，即为已知直线的平行线，如图 1-17b 所示。

采用这种方法比较简便，但要注意取点时的手法要一致。取点连线后，要在线的两端分别测量一下，无误差后方才算完成作平行线。

3. 大圆弧、曲线的划法

这里所说的大圆弧,是指放样与展开过程中遇到的曲率较小、划规与长划规无法划出的大半径圆弧。曲线是指对展开后获得的一系列特殊点,用不同曲率的圆滑连接而成的曲线。

(1) 大圆弧的划法

1) 用几何作图法划大圆弧。已知大圆弧的弦长 AB 和弧高 CD , 作大圆弧过 A 、 C 、 B 3 点, 如图 1-18 所示。因圆弧的曲率较小, 即使找到圆心, 也无法用长划规划出, 所以采用几何作图法来划, 划法如下。

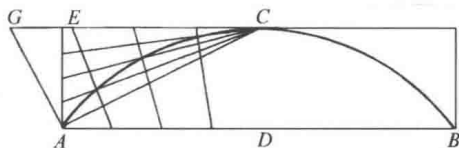


图 1-18 用几何作图法划大圆弧

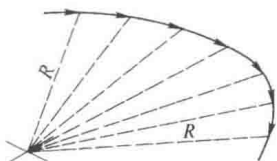
① 以 AD 、 CD 为两边作矩形 $ADCE$ 。

② 连接 A 、 C , 过 A 点作 AC 的垂线, 交 CE 的延长线于 G 点。

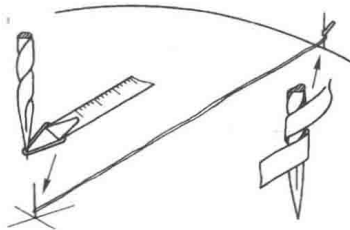
③ 将 CG 、 AD 和 AE 分别做相同等分 (图 1-18 中均做四等分), 然后按图 1-18 所示方法连接等分点, 连线的交点即为欲求圆弧上的点。

④ 用圆滑曲线连接各点, 即得所求圆弧的一半。另一半的划法与上述划法相同。

2) 大圆弧的简便划法。上述划法是不找圆心或无法用圆心作圆弧的划法。实际工作中, 如果圆心能找到并且条件允许时 (如圆心与欲作圆弧之间平整、无障碍), 图 1-19 所示的两种简便划法也是经常采用的。



a) 取点法



b) 直接划弧

图 1-19 大圆弧的简便划法

图 1-19a 所示的划法: 在欲作圆弧区间, 以适当间隔用钢卷尺量取一些距圆心等于半径的点, 这些点是所要作圆弧上的点。圆滑连接这些点, 即为所作大圆弧。

图 1-19b 所示的划法: 将钢卷尺或钢丝的一端套在立在圆心上的划针上, 另一端卷住一支划针或石笔, 使其跨度等于半径并慢慢绕圆心移动, 直接划出圆弧。划的过程中要随时拉紧尺条或钢丝, 使其保持平直。必要时可由其他人在尺

条的中部，随划针的移动慢慢推动尺条，以保持平直。

以上两种简便划法如操作得当，完全可以划出符合要求的圆弧。

(2) 圆滑连接曲线 在放样与展开作图中，经常会将一些求出的特殊点圆滑连接起来，以构成平面图形的轮廓。实际工作中，常用钢直尺或其他具有一定弹性而又柔软的板条或钢丝，来划圆滑连接曲线。

1) 圆滑连接曲线的操作方法。在实际操作中，要使所连成的曲线圆滑，必须掌握正确的操作方法。现以图 1-20 所示的圆管 45° 截口展开后所获得的一系列轮廓点连线为例，介绍圆滑连接曲线的操作方法。

① 将钢直尺扳弯，与左辅助点 a 、1~5 点吻合，连接 1~4 点，如图 1-20a 所示。

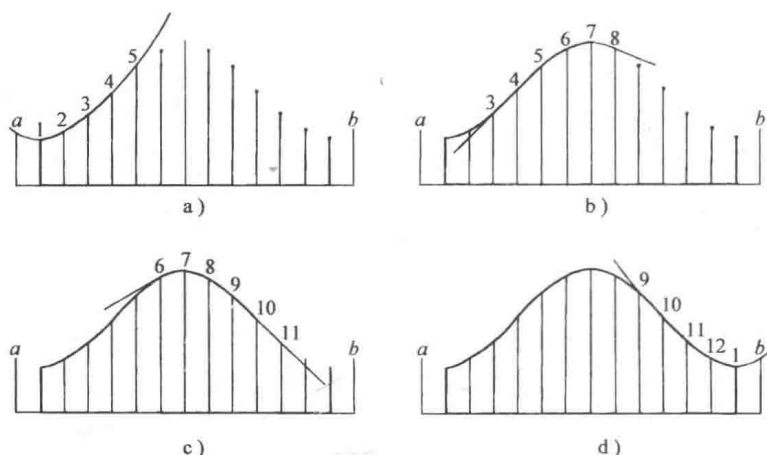


图 1-20 圆滑连接曲线的操作方法

② 将钢直尺扳弯，与 3~8 点吻合，连接 4~7 点，如图 1-20b 所示。

③ 将钢直尺扳弯，与 6~11 点吻合，连接 7~10 点，如图 1-20c 所示。

④ 将钢直尺扳弯，与 9~12 点、右 1 点、右辅助点 b 吻合，连接 10~12 点和 1 点。即完成该曲线的圆滑连接，如图 1-20d 所示。

2) 划圆滑连接曲线的注意事项。

① 为保证曲线圆滑和连续性，曲线两端应适当多取一个或多个辅助点。图 1-20 所示曲线两端各多取了一个辅助点。

② 每次连线时，钢直尺至少应与相邻的 5 点吻合，其中头两点应与前一次连线的尾两点重合。见图 1-20 中的 b、c、d 三个步骤。

③ 每次连线的长度，应比与钢直尺吻合部分稍短，但不得少于 3 点。图 1-20 中的做法是每次连接了 4 点。

4. 切线的划法

(1) 直线与圆弧相切 在放样与展开过程中，会遇到许多直线与圆弧相切

的情况。其中，过圆弧外定点向圆弧划切线、过圆弧上定点作圆弧的切线、直角两边与圆弧相切和任意夹角两直线与圆弧相切等是比较常见的。现将各自划法介绍如下。

1) 过圆弧外定点向圆弧作切线。已知圆心为 O 、半径为 R 的圆弧及圆弧外定点 A ，求作过 A 点与已知圆弧的切线，如图 1-21a 所示。其划法如下。

- ① 连接 A 、 O ，并找出 AO 的中点 O_1 。
- ② 以 O_1 为圆心，以 O_1O 为半径划弧，交已知圆弧于一点 B 。
- ③ 连接 A 、 B ，即为所求切线。

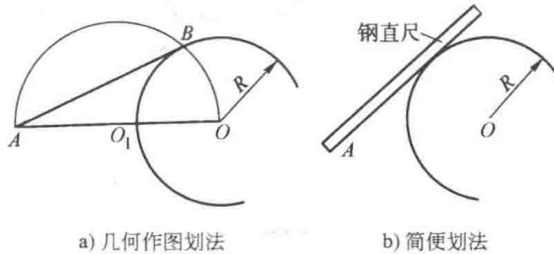


图 1-21 过圆弧外定点向圆弧划切线

用同样的划法，在 AO 连线的另一侧，还可以划出第二条切线来。

在实际工作中，用钢直尺靠在已知定点和圆弧上，然后用划针或石笔直接划线，是一种简便、实用的划法，并获得广泛采用，如图 1-21b 所示。

2) 过圆弧上定点划直线与圆弧相切。已知圆心为 O 的圆弧和圆弧上一点 A ，求作过 A 点已知圆弧的切线，如图 1-22 所示。做法如下。

- ① 连接 A 、 O 。
- ② 过 A 点作垂直于 AO 的直线，则该直线即为所求切线。

3) 直角边与圆弧相切。已知一直角和一定长 R ，求作以 R 为半径的圆弧与两直角边相切，如图 1-23 所示。其划法如下。

- ① 以 O 为圆心，以定长 R 为半径划弧，分别交两直角边于 A 、 B 两点。



图 1-22 过圆弧上定点划圆弧切线

图 1-23 划圆弧与直角边相切

② 分别以 A 、 B 两点为圆心，以定长 R 为半径划弧得交点 O_1 。

③ 以 O_1 为圆心、以 R 为半径，过 A 、 B 两点划弧，即完成所求切线。

4) 划圆弧与任意夹角两直线相切。已知两直线 l_1 、 l_2 和定长 R ，求作以 R 为半径的圆弧与两直线相切，如图 1-24 所示。其划法如下。

① 在夹角内侧分别作宽度等于定长 R 的平行线，得交点 O 。

② 以 O 为圆心，以 R 为半径划弧，分别与 l_1 、 l_2 相切，则此圆弧即为所求。

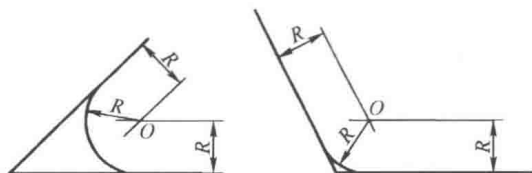


图 1-24 划圆弧与任意夹角两直线相切

(2) 圆弧与圆弧相切 圆弧与圆弧相切的形式很多。其中，过圆弧外定点作圆弧与已知圆弧相切、过圆弧上定点作圆弧与已知圆弧相切以及在已知两圆弧间作圆弧连接，这些是实际工作中经常应用的，如图 1-25 所示。现介绍其划法。

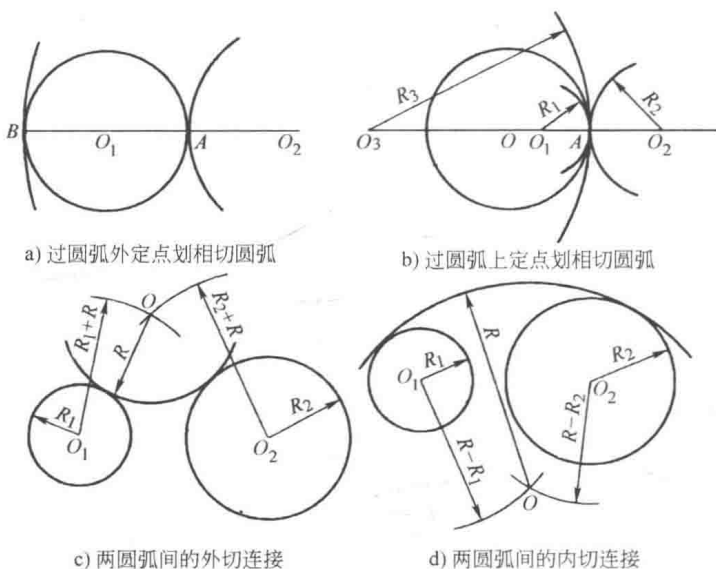


图 1-25 常用圆弧与圆弧相切的划法

1) 过圆弧外定点划相切圆弧 (图 1-25a)。

① 连接 O_2 、 O_1 并延长，与圆 O_1 相交于 A 、 B 两点。

② 以 O_2 为圆心，分别以 O_2A 和 O_2B 为半径划弧，即得两条以不同形式与已知圆弧相切的圆弧。

2) 过圆弧上定点划相切圆弧 (图 1-25b)。

① 过 A 、 O 划一直线。

② 在直线上任选一点作圆心 (A 、 O 两点除外)，都可过 A 点划弧与已知圆

弧相切。图 1-25b 所示为所划圆弧与已知圆弧相切的三种形式。

3) 两圆弧间的外切连接 (图 1-25c)。

① 分别以 O_1 、 O_2 为圆心, 以 $R_1 + R$ 、 $R_2 + R$ 为半径划弧 (R 为连接圆弧的半径), 得交点 O 。

② 以 O 为圆心、以 R 为半径划弧, 则与两已知圆弧相切。

4) 两圆弧间的内切连接 (图 1-25d)。

① 分别以 O_1 、 O_2 为圆心, 以 $R - R_1$ 、 $R - R_2$ 为半径划弧 (R 为连接圆弧的半径), 得交点 O 。

② 以 O 为圆心、以 R 为半径划弧, 则与两已知圆弧相切。

5. 任意角的划法

在放样与展开工序中, 经常会划出不同角度的角。对于 30° 、 45° 、 60° 等特殊角和它们的余、补角, 都可以用划规和钢直尺用几何作图法划出。但对于任意角度的角如 37° 、 55° 、 $72^\circ 30'$ 等, 用划规和钢直尺是无法划出来的。虽然可以用各种规格的量角器来划, 但量角器不可能作得太大, 对于较大尺寸的放样, 其精度显然不能满足要求。一般常采用正切法 (求斜率) 来划任意角度, 如图 1-26 所示。

(1) $0^\circ < \alpha < 45^\circ$ 角的划法

已知直线 AB , 求作过 A 点的角 α ($0^\circ < \alpha < 45^\circ$), 如图 1-26a 所示。其划法如下。

- 1) 在直线上截取 AB , 最好以 mm 为单位来截取, 可使计算简便。尺寸更大时可以 m 为单位。
- 2) 过 B 点作 AB 的垂线 BC 。
- 3) 查表或计算得出角 α 的正切值, 即 $\tan\alpha$ 。
- 4) 计算 $AB\tan\alpha$ 的值, 并在垂线 BC 上截取 $BC = AB\tan\alpha$ 。
- 5) 连接 AC , 则 $\angle BAC$ 即为所求 α 角。

例 过已知直线 l 上的定点 A 作射线 AC , 使其与直线 l 的夹角为 37° , 如图 1-26b 所示。其划法如下。

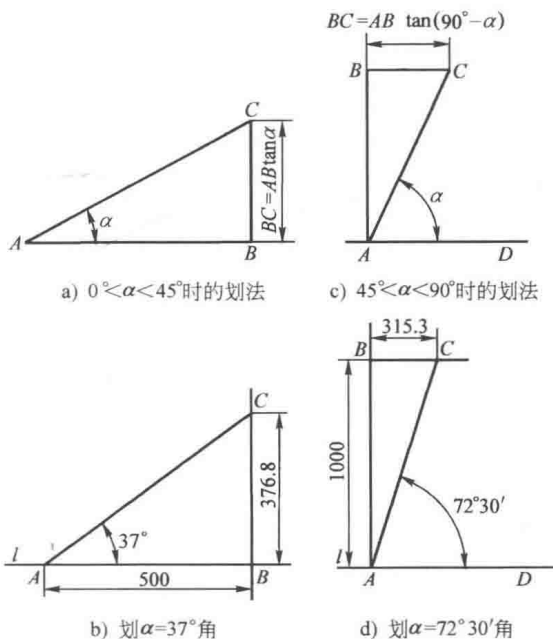


图 1-26 用正切法划任意角