

本书是机械工业部统编的机械工人培训教材之一。它是根据原一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。其主要内容包括：比较全面地叙述了划线、矫正、弯曲、研磨、珩磨、铆接、锡焊、粘接等钳工操作方法和各种常用零件、典型机构的装配工艺；针对工具钳工的特点，还着重介绍了量规、刀具、机床夹具和模具的结构及制造工艺；对各种精密量具、量仪和精密测量方法也作了较系统的阐述。为便于教学，在各章后面均附有一定数量的复习题。

本书为4~6级工具钳工技术培训教材，也可供有关技术人员和工人学习参考。

本书由胡泉根、郑冀荪、田守训、李根源等同志编写，经林永光、江振辉、甘霖等同志审查。

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材
工具钳工工艺学
(中级本)

责任编辑：宝成

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
人民卫生出版社印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：18¹/₄ 字数：433千字

1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷

印数：1-62,500册 定价：2.60元

统一书号：15051·1164 本社书号：0718

目 录

第一章 划线	1
第一节 划线概述	1
第二节 划线工具与涂料	1
第三节 划线基准的选择	2
第四节 划线时的找正和借料	3
第五节 平面划线	6
第六节 立体划线	16
复习题	18
第二章 矫正和弯曲	19
第一节 矫正	19
第二节 弯曲	21
复习题	32
第三章 研磨和珩磨	33
第一节 研磨概述	33
第二节 研具和研磨剂	35
第三节 研磨方法及其弊病分析	39
第四节 珩磨概述	46
第五节 珩磨头和油石	45
第六节 珩磨切削用量的选择及常见弊病分析	48
复习题	50
第四章 铆接、锡焊和粘接	51
第一节 铆接	51
第二节 锡焊	56
第三节 粘接	58
复习题	66
第五章 常用零件、典型机构的装配工艺	68
第一节 装配工艺概述	68
第二节 装配前的准备工作	71
第三节 固定连接的装配工艺	75
第四节 轴承的装配工艺	79
第五节 联轴器的装配工艺	86
第六节 皮带传动机构的装配工艺	89
第七节 螺旋传动机构的装配工艺	92
第八节 链传动机构的装配工艺	95
第九节 齿轮传动机构的装配工艺	97
第十节 蜗杆传动机构的装配工艺	105
复习题	107
第六章 精密量具、量仪和精密测量	109
第一节 技术测量的基本概念	109

第二节	测量直线尺寸的量具和量仪	111
第三节	测量角度的量具和量仪	118
第四节	螺纹测量	121
第五节	表面光洁度测量	126
第六节	形位误差测量	129
复习题		143
第七章	量规的制造	145
第一节	量规的材料及其热处理特点	145
第二节	样板的制造	146
第三节	卡规和板形量规的制造	151
第四节	平板与角尺的制造	153
第五节	螺纹量规的制造	157
第六节	量块的制造	158
复习题		161
第八章	刀具的制造	162
第一节	刀具材料	162
第二节	刀具的焊接和刀片的夹固	164
第三节	中心孔与刀具安装基准的加工	169
第四节	齿沟与刀槽齿纹的加工	174
第五节	铲齿加工	180
第六节	铣刀及其制造工艺	184
第七节	螺纹刀具及其制造工艺	186
第八节	齿轮刀具及其制造工艺	189
复习题		192
第九章	机床夹具的结构和制造	194
第一节	机床夹具概述	194
第二节	定位元件与定位装置	195
第三节	夹紧机构	199
第四节	刀具的导向装置	210
第五节	机械分度装置	215
第六节	夹具零件的制造和装配	217
复习题		226
第十章	模具的结构与制造	228
第一节	冷冲压加工的概念	228
第二节	冲裁工作和冲裁模的构造	232
第三节	弯曲工作和弯模的构造	247
第四节	压延工作和压延模的构造	253
第五节	冷冲模零件的制造	258
第六节	冷冲压模的装配与调试	268
第七节	热冲压加工的基本概念	273
第八节	热冲压模的构造	275
第九节	热冲压模的制造	280
复习题		284

第一章 划 线

第一节 划 线 概 述

根据图纸和实物的要求，在零件表面（毛坯表面或已加工表面）划出下道工序的加工界线，这种工作称为划线。

划线是零件加工过程中的一个重要工序，它具有以下作用：

- (1) 确定零件加工面的位置与余量，使下道工序加工时有明确的尺寸界线；
- (2) 通过划线能及时发现毛坯的各种质量问题。当毛坯误差不大时，可通过划线借料予以补救。对不能补救的毛坯件不再转入下道工序，以避免不必要的加工浪费。

在单个小批的工具制造中，大部分零件在加工过程中都要经过一次或多次划线。而划线的正确与否，直接关系到零件的加工质量和加工效率，因此除了在划线时要划出清晰均匀的线条外，还必须保证尺寸正确。通常，在工具制造中的划线精度，要求控制在0.1~0.25毫米之间。

按复杂程度不同，划线可分为平面划线和立体划线两种。在一个平面上的划线，叫平面划线；在工件两个以上平面上的划线，叫立体划线。在立体划线中包含大量的平面划线，所以平面划线是立体划线的基础。

按加工中的作用，划线又可分为加工线，证明线和找正线三种，见图1-1。

按图纸的尺寸要求，划在零件表面上作为加工界限的线叫加工线。用来检查发现工件在加工后的各种差错，甚至在出现废品时作为分析原因用的线叫证明线。一般，证明线距离加工线常取5~10毫米，但当证明线与其它线容易混淆时，也可省略不划。

零件在机床上加工时，用以校正或定位的线叫找正线。

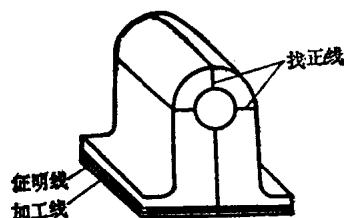


图 1-1 工件的加工线、证明线和找正线

第二节 划线工具与涂料

一、划 线 工 具

划线工具按不同的用途，可分为以下四大类。

(一) 基准工具

在划线时放置零件的工具称为基准工具。基准工具的工作面精度直接影响划线的准确性，因此必须具有较高的几何精度和表面光洁度。

常用的基准工具有：划线平台、方箱子、V形铁、三角铁以及各种分度头等。

(二) 直接划线工具

直接划线工具的种类较多。工具钳工常用的有划针、划针盘、圆规、样冲、平尺、曲线板以及各种角尺、手锤等。

(三) 测量工具

划线时常用的测量工具有钢尺、游标卡尺、高度尺、万能角度尺以及各种固定角尺等。

(四) 辅助工具

常用的辅助工具有C形轧头、螺旋千斤顶, 以及找中心或划圆线时打入工件孔中用的木条、铅条和可调中心顶等。

二、涂 料

为了使零件表面划出的线条清晰, 划线前应在零件的划线部位涂上一层薄而均匀的涂料。涂料的种类很多, 常用的有以下几种。

(一) 白灰水

白灰水是用大白、桃胶或猪皮胶加水混合熬成。也有用石灰水代替的。一般用在铸锻件毛坯表面。

(二) 品紫

品紫是用紫颜料(如青莲、普鲁士蓝等) 2~4%、加漆片(洋干漆) 3~5%和酒精 93%混合而成。一般用在已加工表面。

(三) 硫酸铜溶液

硫酸铜溶液是用硫酸铜加水与少量的硫酸混合而成的。一般用于需要精加工的已加工表面。

第三节 划线基准的选择

在划线时用来确定零件各部位尺寸、几何形状及相对位置的依据称为划线基准。

在零件图上用来确定其它点、线、面位置的基准, 称为设计基准。在划线时所取的划线基准应与设计基准一致, 以便能直接量取划线尺寸, 简化换算手续, 提高划线质量和效率。

常见的划线基准有以下三种类型。

一、以两条互相垂直的线 (或平面) 为基准

图1-2所示为油泵配油盘示意图。其划线系在半成品上进行。图中R26和R28毫米的同心圆均以A—A、B—B中心十字线交点O

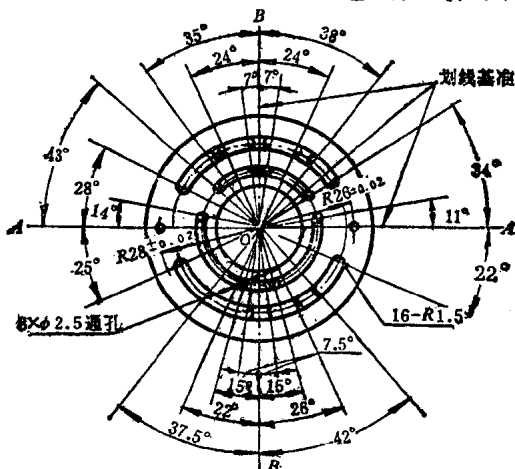


图 1-2 配油盘的划线基准

为设计基准。角度射线以两条中心十字线为设计基准。如果划线时选择A—A、B—B中心十字线及其交点为划线基准，那末划线基准便与设计基准一致。

二、以两条对称中心线为基准

图1-3所示为盖板零件。它需要划出 $\phi 25$ 毫米（或 $\phi 12$ 毫米）的车加工线和4孔 $\phi 7$ 毫米的钻加工线。分析图纸可以看出，因该零件的设计基准为两条对称中心线，故在划线时应选择零件的中心十字线为尺寸基准，以保证各孔位置与毛坯边缘对称均匀，不致引起错偏，影响外观质量。如果划线时以B、C侧面为基准，则要换算尺寸后才能划出各孔的位置线。而且由于零件是铸坯件， 50×32 毫米的外形尺寸势必存在一定的误差，这就很难保证零件的对称性。

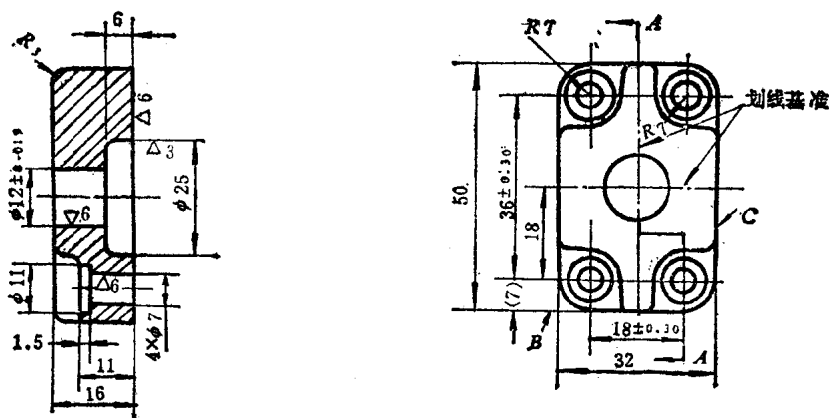


图 1-3 盖板

三、以一个平面和一条中心线为基准

图1-4所示为一制动滑块。其设计基准为底平面和中心线，在划高度方向的尺寸线时应以底平面为划线基准；划宽度方向的尺寸线时应以中心线为划线基准。若以A、B面为划线基准，则要进行尺寸换算。

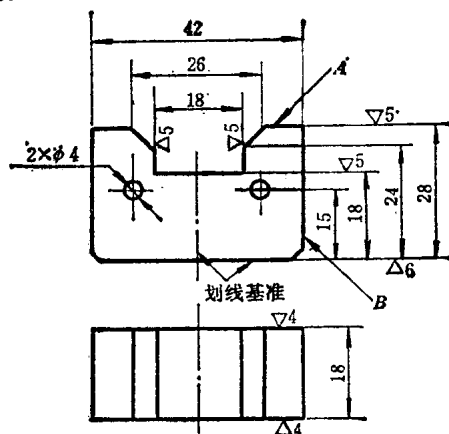


图 1-4 制动滑块

第四节 划线时的找正和借料

一、找 正

对于毛坯零件，在划线前一般都要做好找正工作。所谓找正就是利用划针盘、角尺等工具，使零件上有关的毛坯表面均能处于合适的位置。找正具有以下作用。

(2)当毛坯零件上没有不加工表面时,则对加工表面自身位置找正后再划线,以使各加工表面的加工余量得到合理而均匀的分布,不致出现各种偏差过分悬殊的状况。

(1) 当零件上有两个以上的不加工表面时, 应选择其中面积较大的、重要的或外观质量要求较高的面作为找正基准。这样可使划线后各不加工面之间厚度均匀, 并使其形状误差反映到次要部位或不显著的部位上。

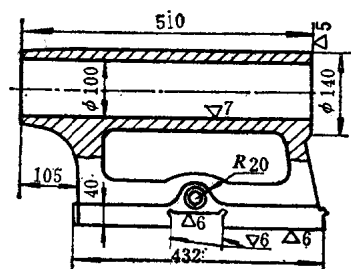


图1-5 车床尾座

图1-5所示为车床尾座。由于它的铸造缺陷， $\phi 140$ 毫米毛坯外圆轴线与底平面产生偏斜，所以在找正时，应选择比较直观的 $\phi 140$ 外圆作为找正基准，以使零件经找正和加工后， $\phi 100$ 孔与 $\phi 140$ 毫米毛坯外圆的厚度均匀，外观质量良好，形状误差反映到底平面至40毫米厚的不显著部位。如果以距底面40毫米厚的非加工面为找正基准，那就不能满足上述要求，而影响零件质量。

(2) 对于有装配关系的非加工部位, 应优先作为找正基准, 以保证零件经划线和加工后能顺利地进行装配。

图1-6所示为蜗杆座。其 $\phi 25$ 毫米孔为装入蜗杆轴的孔，而 $R38$ 毫米非加工面和76毫米部位则是装入蜗杆的。在设计图纸时，虽已考虑留有一定的间隙，但在实践中还要通过划线来保证。因此在划线时，应以 $R38$ 毫米非加工面为主要找正基准，以 $R38$ 和 $\phi 50$ 毫米凸台外圆的中心线为划线基准进行划线。否则不能装配，尚须补充加工，造成浪费。

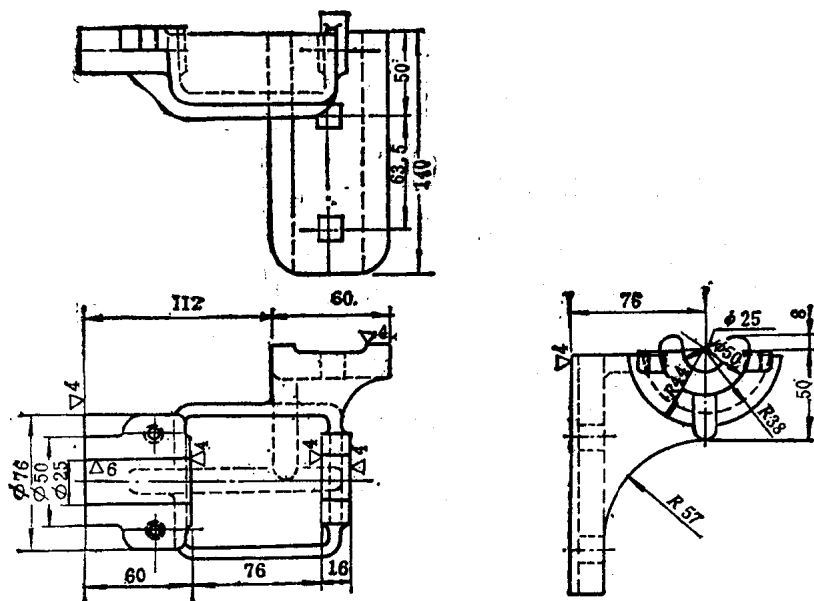


图 1-6 蜗杆座

二、借 料

在按划线基准进行划线时,若发现零件某些部位的加工余量不够,则应通过试划和调整,将各部位的加工余量重新分配,以使各部位的加工表面都有足够的加工余量,这种划线的方法称为借料。借料是一种具有一定经济意义的划线方法。它能使某些铸件、锻毛坯件在尺寸、形状和位置上存在的较小误差和缺陷通过划线得到排除,从而提高毛坯件的利用率。借料又是一项比较复杂的工作。当零件形状复杂时一般很难一次借料成功,而往往需要经过多次试划,才能最后确定借料方案。借料一般可按以下步骤进行。

(1)测量毛坯件的各部尺寸,找出偏移部位和确定偏移量;

(2)确定借料的方向和大小,划出基准线;

(3)按图纸要求,以基准线为依据,划出其余所有的线;

(4)检查各表面的加工余量是否合理,如不合理则应继续借料,重新划线,直至各表面都有合理的加工余量为止。

下面以图1-7所示的箱体划线为例分析借料的方法。

箱体是一个铸造毛坯,由于铸造误差使A孔与B孔的中心距产生偏移,见图1-7

(a)、(b)。按照一般的划线方法,应以互相垂直

的CD平面为划线基准。若确定各加工平面均留3毫米加工余量,则A孔中心与毛坯孔中心相差4.24毫米;B孔中心与毛坯孔中心相差4毫米,见图1-7(c)。这样就使A、B两孔都没有足够的加工余量。

如果利用借料的方法划线,即将A孔往上借2毫米,往左借1.5毫米(孔的中心实际借偏2.5毫米);B孔中心往下借1毫米,往左借2.5毫米(孔的中心实际借偏2.7毫米),使各平面分别获得4.5、2和1.5毫米加工余量,A、B两孔分别获得最小单边加工余量1.5和1.3毫米,图1-7(d)。从而使该毛坯仍能应用,不致报废。

当然,通过以上借料方法,虽然箱体的实际高度比图纸要求大1毫米,但是箱体的上表面属于非加工表面,而且没有装配关系,因此不影响它的使用性能。

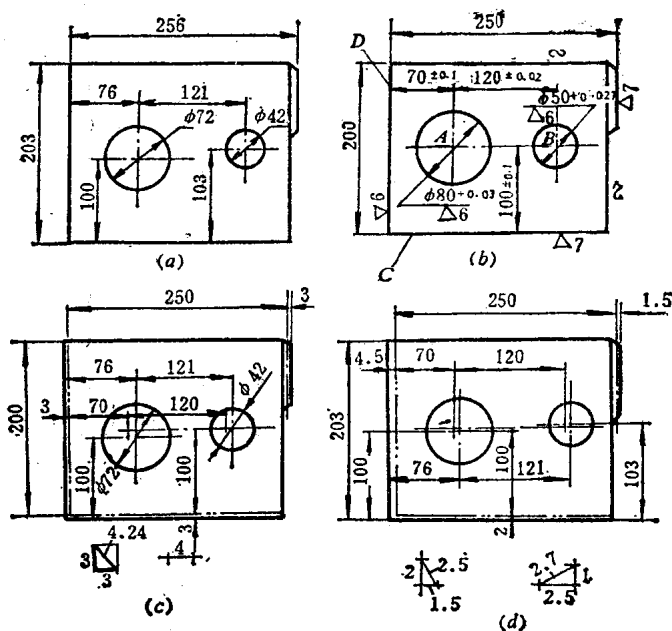


图 1-7 箱体借料划线示意图

(a) 毛坯实际尺寸; (b) 箱体图纸尺寸; (c) 一般划法; (d) 借料划法

第五节 平面划线

平面划线的方法有平面样板划线法和几何划线法两种。

一、平面样板划线法

对于各种平面形状复杂、批量大而精度要求一般的零件，在进行平面划线时，为节省划线时间、提高划线效率，可根据零件的尺寸和形状要求，先加工一块平面划线样板，然后以划线样板为基准，在零件表面上仿划出零件的加工界线。

下面举两个平面样板划线的例子。

如图1-8所示的底盘，要划 $6 \times \phi 15$ 与 $2 \times \phi 70$ 孔。其样板划线的具体步骤如下。

(1) 按零件要求的尺寸制作划线样板，见图1-8(b)。在样板的四边中心线上应开出V形豁口，以便在划线时与零件中心线对准。样板上孔的中心处占2—3毫米小孔。

(2) 在零件四周划出中心十字线。

(3) 将样板放在零件划线表面，样板的

四个V形豁口应与零件中心线对准，然后用手按住。

(4) 用划针通过样板的中心小孔，在零件上划出小圆圈。

(5) 取下样板，用样冲在小圆圈的中心打出样冲眼。

(6) 用圆规划 $\phi 70$ 和 $\phi 15$ 孔的圆周线。

(7) 在孔的四周打样冲眼。

图1-9为用凸轮划线样板划凸轮零件的加工线。

其具体划线步骤如下：1) 划凸轮零件的中心十字线；2) 将划线样板套入零件 $\phi 100$ 凸肩外圆，并对准中心十字线；3) 用划针通过样板曲线槽在零件表面上划出凸轮曲线；

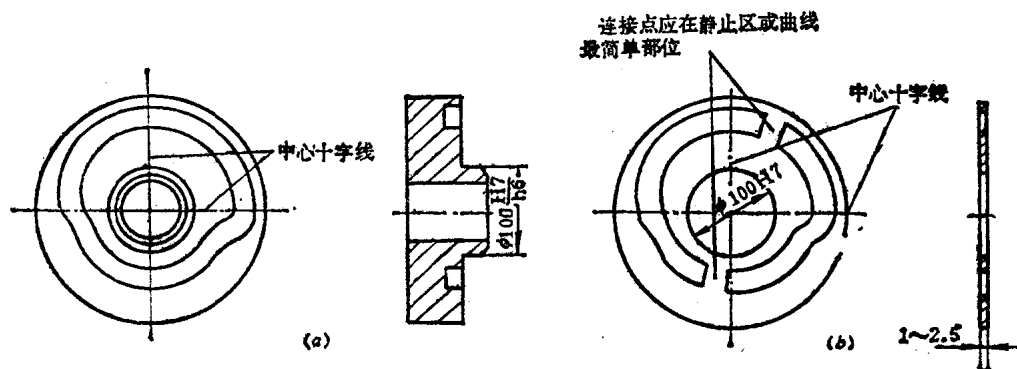


图 1-8 底 盘

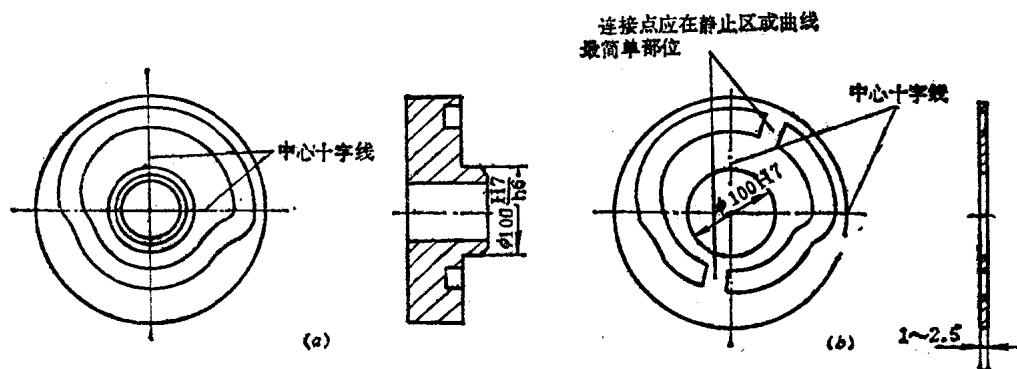


图 1-9 凸轮样板划线
(a) 凸轮零件；(b) 划线样板

4) 取下样板, 用曲线板光滑连接零件表面上未划出的凸轮曲线, 5) 用样冲沿凸轮曲线打出样冲眼。

二、几何划线法

(一) 常用曲线的划法

1. 扁圆的划法 扁圆是一个封闭的曲线, 有两个互相垂直的对称轴, 它是由四段圆弧连接而成的。

其划线法, 见图1-10。1) 作互相垂直的长轴 AB 和短轴 CD ; 2) 连接 AC , 并在 AC 上截取 $CE = OA - OC$; 3) 作 AE 的垂直平分线, 与长轴 AB 、短轴 CD 各交于 O_1 及 O_2 , 并找出 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 与 O_4 ; 4) 以 O_1 、 O_2 、 O_3 和 O_4 为圆心, O_1A 和 O_2C 为半径, 分别划四段圆弧, 圆滑连接后即得扁圆。图中 K 、 L 、 M 和 N 点均为圆弧的连接点。

2. 椭圆的划法 椭圆的划法较多, 在生产中常常是已知椭圆的长轴和短轴来划椭圆的方法。

其划法见图1-11。1) 以 O 为圆心, 以长轴、短轴的一半为半径分别作两个同心圆,

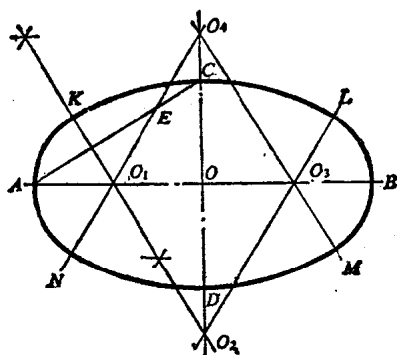


图 1-10 扁圆的划法

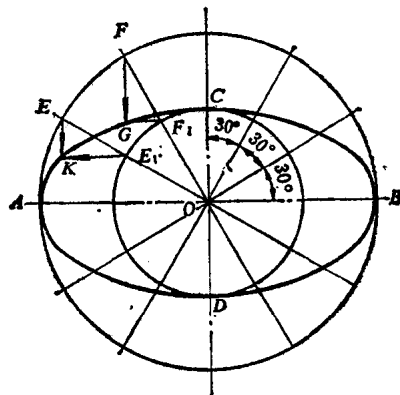


图 1-11 椭圆的划法

2) 通过 O 点作一系列射线, 使其与两同心圆相交 (图中每隔 30° 作一条射线), 得 E 、 E_1 和 F 、 F_1 等点; 3) 分别过 E 、 E_1 作长、短轴的平行线, 各平行线上的交点 (如 K 、 G) 就是椭圆上的点; 4) 用曲线板圆滑连接 A 、 K 、 G 、 C 等点, 即可得椭圆曲线。

3. 阿基米德螺线的划法 当一质点沿等速旋转的圆半径作等速直线运动时, 该点所描绘出的轨迹曲线称为阿基米德螺线。阿基米德螺线又称等速螺线。在工具制造中, 它是常用的一种凸轮曲线。

阿基米德螺线有以下三种划法, 见图1-12。

(1) 逐点划线法。见图1-12 (a)。先划起止角度射线 OA 、 OB 。以 O 为圆心, OA 和 OB 为半径作圆弧, 分别交射线于 O 、 A' 点, $A'B$ 即为阿基米德螺线的升程。将射线作用角 ($\angle AOB$) 分若干等分 (图中为 8 等分), 然后将直线 $A'B$ 也分 8 等分。在射线 OB 上, 以 O 为圆心, 自 A' 点起在各等分点上作同心圆弧, 分别与对应射线 0 、 1 、 2 、……相交得一系列交点, 最后用曲线板圆滑连接各点, 即成阿基米德螺线。

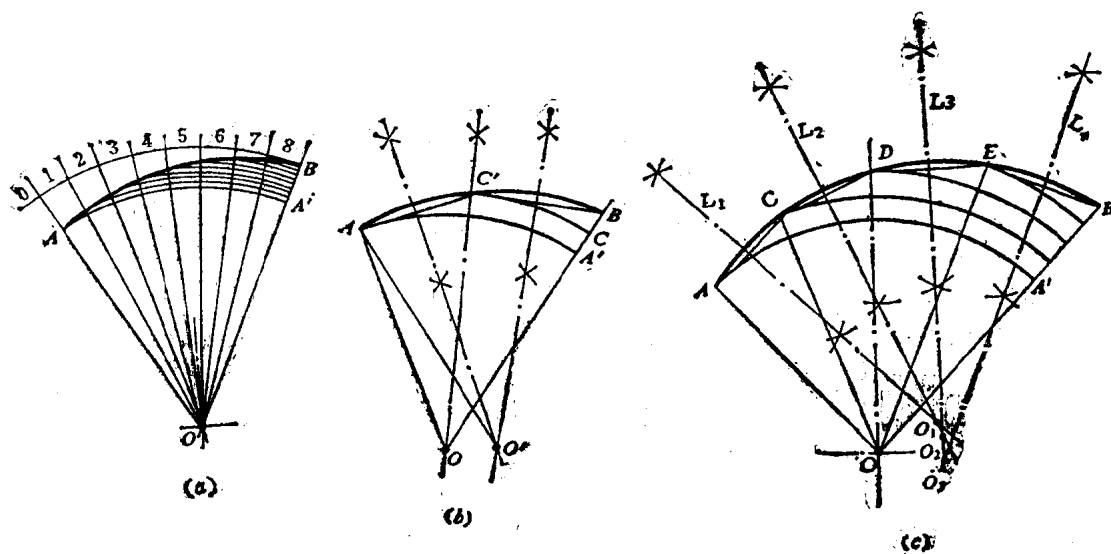


图 1-12 阿基米德螺线的划法
(a) 逐点划线法; (b) 圆弧划线法; (c) 分段作圆弧划线法

(2) 圆弧划线法。它是一种近似划线法, 一般用来划精度要求不高的阿基米德螺线。其划线方法见图1-12 (b)。先划起止角射线 OA 、 OB 。以 O 为圆心, OA 为半径划圆弧交 OB 于 A' 得升程 $A'B$ 。等分 $A'B$ 得中点 C 。作射线作用角 ($\angle AOB$) 的角平分线, 以 O 为圆心, OC 为半径划圆弧交角平分线于 C' 点, 连接 AC' 、 $C'B$ 线段。再分别作 AC' 和 $C'B$ 的垂直平分线相交于 O' , 以 O' 为圆心, $O'A$ 为半径划圆弧。通过 A 、 C' 、 B 三点的一段圆弧, 即为近似的阿基米德螺线。

(3) 分段作圆弧法。它是将逐点划线法和圆弧划线法结合起来的一种划线法, 见图1-12 (c)。先作起止角射线 OA 、 OB , 截取 OA 、 OB 为起止点半径, 并用射线 OC 、 OD 、 OE 将 $\angle AOB$ 分为若干等分 (图中为4等分)。以 O 为圆心, OA 为半径划圆弧交 OB 于 A' , 得螺线的升程 $A'B$ 。将 $A'B$ 分为相同的等分 (图中也为4等分), 在 OB 射线上, 以 O 为圆心, 从 A' 点起在各等分点上逐点作同心圆弧, 分别与相应的角度射线相交于 A 、 C 、 D 、 E 各点。连接 AC 、 CD 、 DE 、 EB , 分别作它们的垂直平分线 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 得 L_1 、 L_2 的

交点 O_1 ; L_2 、 L_3 的交点 O_2 ; L_3 、 L_4 的交点 O_3 。以 O_1 为圆心, 过 A 、 C 、 D 点划圆弧; 以 O_2 为圆心过 C 、 D 、 E 点划圆弧; 以 O_3 为圆心, 过 D 、 E 、 B 点划圆弧, 即得近似的阿基米德螺线。

4. 渐开线的划法 将一直线沿一圆周作纯滚动, 直线上任一点的运动轨迹曲线即为渐开线。

渐开线的划法见图1-13。

(1) 划基圆。将圆周分成若干等分 (这里是12等分), 连接各等分点与圆心,

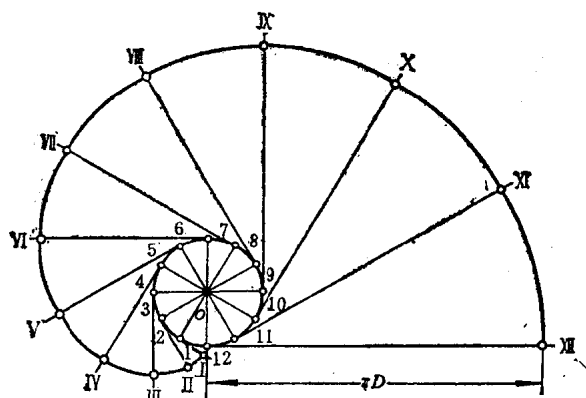


图 1-13 渐开线的划法

得 $O-1, O-2 \dots O-12$ 。

(2) 过等分点划切线与各对应半径垂直。

(3) 在切点1的切线上, 截取一段等于圆弧1-12的长度, 得点I; 再在切点2的切线上, 截取一段等于圆弧2-12的长度, 得点II, 依此类推得点III、IV……XII各点。

(4) 最后用曲线板圆滑连接各点, 即成渐开线。

5. 摆线的划法 一个转动圆在平面上沿一直线(叫做导线)作纯滚动时, 圆周上任一点的运动轨迹曲线即为摆线。

摆线的划法, 见图1-14已知转动圆半径 R 和导线 aa_1 。

(1) 用 R 为半径作转动圆 O , 同导线相切于 a 点。

(2) 从 a 点起分圆周成若干等分(图中是12等分, 得分点1、2、3……12)。

(3) 在导线上截取 aa_1 等于圆周长度。然后把 aa_1 也分成12等分, 得分点1'、2'、3'……12'。

(4) 经过转动圆圆心 O , 作导线的平行线 OO_{12} , 并从导线上各分点1'、2'、3'……12'作导线的垂直线, 同直线 OO_{12} 交于 $O_1, O_2 \dots O_{12}$ 等点, 然后从转动圆上各分点作导线的平行线。

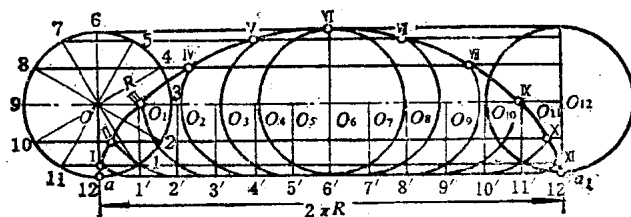


图 1-14 摆线的划法

(5) 以 O_1 为圆心, R 为半径划圆弧同经过点1所作的导线的平行线相交在I点。

(6) 以 O_2 为圆心, R 为半径划圆弧同经过点2所作的导线的平行线相交在II点; 依此类推分别求得III、IV……XII等点。

(7) 用曲线板圆滑地连接各点, 即得摆线。

(二) 几何划线法实例

1. 等速运动曲线凸轮的划法 图1-15(a)所示为铲齿车床的铲齿凸轮, 工作曲线为从

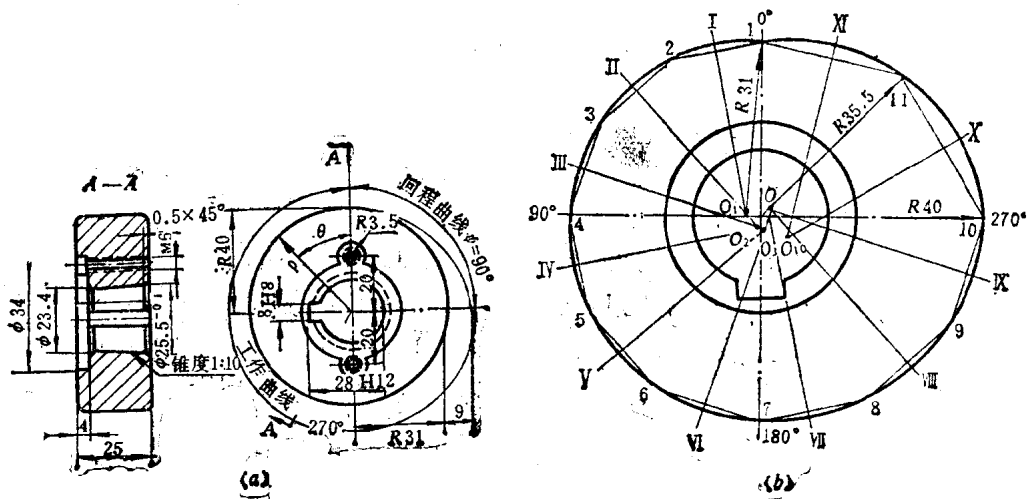


图 1-15 等速运动曲线凸轮的划法

$0^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 等速上升曲线(即阿基米德螺旋线),升程为9毫米,因所包含的角度达 270° ,故用分段圆弧法划线较为适宜。其下降曲线从 $270^{\circ}\sim 360^{\circ}$,因要求不高,故可直接用一段圆弧连接。其划线步骤如下。

(1)划线前准备。在凸轮坯体上,除外缘外应全部车加工好。划线时以锥孔为基准,用一 $\phi 25.5$ 毫米 $\times 1:10$ 的心轴装夹。

(2)划中心十字线。将心轴装夹在分度头的三爪卡盘上,摇动分度头校正心轴,然后将凸轮坯件装夹在心轴上,以键槽定向划出中心十字线,即定出0位。

(3)划分度射线。凸轮工作曲线升程为9毫米,包含角为 270° ,为了计算方便,可将 $3\frac{1}{3}$ 分成9等分,每等分为 30° ,上升量为1毫米,从 0° 起在分度头每转过 30° (手柄摇过曲线转)作一射线,即图1-15(b)所示的1、2、3……10(至 270°),共10条分度射线,此外在下降曲线的等分中点再划一条射线11。

(4)定距离。按图纸尺寸及每隔 30° 上升1毫米的要求,确定凸轮曲线上的各点位置,先将坯件的“0”位转至最高点(或最低点),用游标高度尺在射线1上截取1点为 R_{31} 毫米;然后将分度头转过 30° ,在射线2上截取2点为 R_{32} 毫米;这样依次截取,至射线10上截取10点为 R_{40} 毫米;射线11上截取11点为 $R_{35.5}$ 毫米。

(5)将坯体从心轴上取下,用外圆与 $\phi 34$ 毫米孔紧配的垫铁将该台阶孔垫平,但须注意,垫铁既不能松动,又不能将划线用的端面敲坏。

(6)求各段圆弧的中心。先在截得各点上冲好样冲眼,再用圆规依次作线段1~2的垂直平分线I;2~3的垂直平分线II;3~4的垂直平分线III……。I、II交于 O_1 ,II、III交于 O_2 ,III、IV交于 O_3 ……。在各点上冲好样冲眼,即得各段圆弧的中心。

(7)划圆弧作凸轮的工作曲线。用圆规以 O_1 为圆心, O_11 为半径,划由1点至3点的圆弧1-2-3,再以 O_2 为圆心, O_23 为半径,划圆弧3-4-5,然后依次划出圆弧5-6-7、7-8-9、9-10。上述圆弧所连成的曲线即为所求的凸轮工作曲线。它属于近似等速运动曲线(阿基米德螺旋线)。

(8)作凸轮的下降曲线。凸轮的下降曲线因精度要求不高,只用一段圆弧直接连接即可,因此划线时可采用圆弧划线法。如图1-15(b)所示,作线段10~11的垂直平分线X,11~1的垂直平分线Y,X与Y交于 O_{10} ,然后以 O_{10} 为圆心, $O_{10}1$ 为半径,划圆弧10-11-1,即求得凸轮的下降曲线。

(9)打样冲眼。在加工线上打出样冲眼。

2. 圆柱凸轮轮廓曲线的展开画法 图1-16所示圆柱凸轮,其轮廓曲线的划线步骤如下:

(1)按展开图,在一块平整的钢皮上划出横坐标 x ,纵坐标 y 。在横坐标 x 上,从0点起(即凸轮起始点),将凸轮圆柱面展开,展开长度为圆柱面的外圆周长(πD),代表 360° ,再将圆周长分为若干等分,图上分为36等分,每等分 10° 。在等分点上分别作纵坐标 y 的平行线。再以圆柱凸轮端面A为基准,从0线开始,分别截取凸轮曲线各相应点的轴向高度,即在 y 坐标上的高度。如 0° 为7.1、 10° 为7.2、 20° 为7.36……,依次作各点,然后用曲线板将各点连接成圆滑的曲线。

(2)用剪刀沿基线和划出的曲线剪去多余部分。

(3)将剪得的展开曲线样板围在凸轮圆柱上,使基线与凸轮端面A靠齐,并按图纸要

由内槽曲线构成。划线时应先将内槽滚子中心运动曲线（即理论轮廓曲线）划出来，然后作与滚子圆弧相切的曲线，即得凸轮的实际轮廓曲线。其划线步骤，见图1-17(b)。

划线前的准备如下。

(1) 将零件 $\phi 90$ 的凸台装夹在分度头的三爪卡盘上，校正内孔与端面。

(2) 划中心十字线和分度射线。划中心十字线及 8° 基准线、 41° 及 $68^\circ 45'$ 分度射线。

(3) 划 $R108$ 毫米、 $R56.5$ 毫米圆弧。用高度尺在垂直中心线上分别以分度头中心高为基点截取 $R108$ 与 $R56.5$ ，转动分度头分别划出 41° 、 $68^\circ 45'$ 的圆弧段。

(4) 定 $R65$ 毫米、 $R35$ 毫米圆弧中心。将 $R65$ 毫米所在的角度射线转至垂直位置，用高度尺以分度头中心高为基点截取 $R56.5$ 和 $R65$ 尺寸之和为 121.5 毫米定出左右两个 $R65$ 的圆心 O_1 、 O_1' 。再将 $R35$ 毫米所在的角度射线转至垂直位置，用高度尺以分度头中心高为基点截取 $R108$ 和 $R35$ 尺寸之差为 73 毫米定出左右两个 $R35$ 的圆心 O_2 、 O_2' 。

(5) 划 $R65$ 毫米、 $R35$ 毫米圆弧。将零件从分度头上取下，用圆规分别以 O_1 、 O_1' 为圆心， $R65$ 为半径，划圆弧与 $R56.5$ 相切，再用同样方法划出左右两个 $R35$ 圆弧。

(6) 划 $R85$ 毫米圆弧。以 O_1 为圆心， $R65$ 和 $R85$ 尺寸之和 $R150$ 为半径划圆弧。再以 O_2 为圆心， $R85$ 和 $R35$ 尺寸之差 $R50$ 为半径划圆弧得交点 O_3 ，即为过渡圆弧 $R85$ 的圆心。然后以 O_3 为圆心， $R85$ 为半径划出两个与 $R65$ 及 $R35$ 相切的过渡圆弧。

(7) 凸轮实际轮廓曲线。以滚子半径 $R25$ 为半径，沿滚子中心曲线全长均匀地取一系列的点为圆心，作一系列的圆，然后作与这些滚子圆弧相切的曲线（包络线）。这两条内外包络线就是所要划的凸轮实际轮廓线。

(8) 作标记打样冲眼。用划针在 8° 装配基准线上划一短粗线的标记。然后沿实际轮廓曲线，用样冲均匀地打出样冲眼。

4. 渐开线齿形样板的划法 图1-18所示为 $m=10$ 毫米、 $Z=20$ 、 $\alpha=20^\circ$ 的渐开线齿形样板。其划法采用直角坐标法，即以齿槽底部的中点为坐标原点 O ，以齿槽的对称线 oy 为

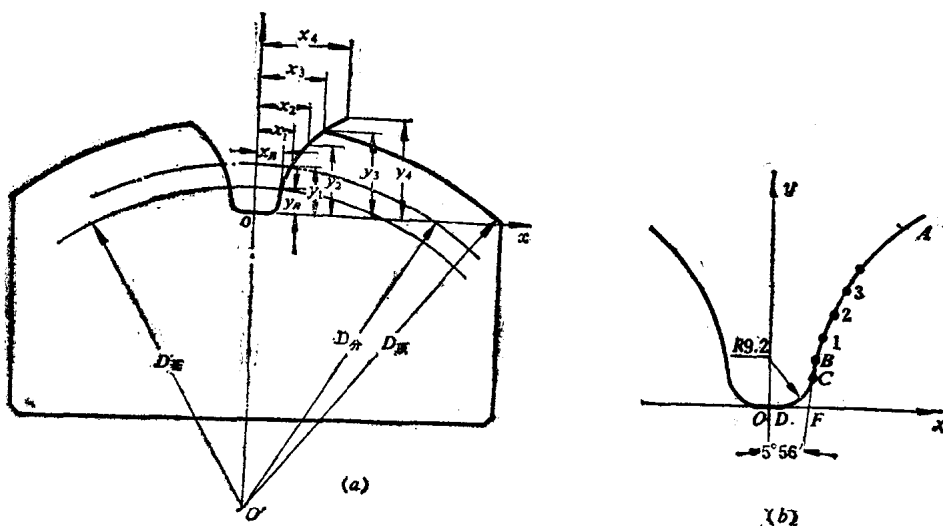


图 1-18 渐开线齿形样板的划法

纵坐标轴，以 ox 为横坐标轴，计算出齿轮渐开线齿形各点的坐标 (x, y) ，并以此来确定齿形轮廓各点的位置，然后用曲线板把各点圆滑地连接起来，即形成所要划的齿形曲线。

在计算齿形各点坐标时，为简化起见，可根据表1-1所示的 $m = 10$ 毫米， $\alpha = 20^\circ$ ，不同齿数的齿轮渐开线齿形坐标 (x, y) 进行换算。

其具体划法如下。

(1)在样板上划出对称垂直线 oy 与水平线 ox 。

(2)查表1-1，由于 $Z = 20$ 是在17~20范围内，所以按3号齿形查出各点坐标 (x', y') ，又由于表中数据是按模数 $m = 10$ 毫米计算的，而实际要划的齿形的模数 $m = 20$ 毫米，所以相应的齿形各点坐标 (x, y) 要增加 $\frac{m}{10}$ 倍，即

$$x = \frac{m}{10} x', \quad y = \frac{m}{10} y'$$

因此可得渐开线起点坐标，

$$y_B = \frac{m}{10} y'_B = \frac{20}{10} \times 6.726 = 13.452 \text{ 毫米}$$

$$x_B = \frac{m}{10} x'_B = \frac{20}{10} \times 6.193 = 12.386 \text{ 毫米}$$

其它各点坐标，

$$y_1 = \frac{m}{10} y'_1 = \frac{20}{10} \times 7 = 14; \quad x_1 = \frac{m}{10} x'_1 = \frac{20}{10} \times 6.235 = 12.470$$

$$y_2 = \frac{m}{10} y'_2 = \frac{20}{10} \times 8 = 16; \quad x_2 = \frac{m}{10} x'_2 = \frac{20}{10} \times 6.464 = 12.928$$

(3)按计算所得的渐开线齿形各点坐标 (x, y) ，在样板的坐标系 xoy 上划出各点位置，然后用曲线板把各点连接成圆滑曲线，即是所求的齿形渐开线部分。

(4)如图1-18(b)所示，从渐开线起点 B 开始作直线 BF ，与 y 轴的交角为 $\delta = 5^\circ 56'$ （查表1-1），与 x 轴交于 F 点，再查表1-1得 $m = 10$ 毫米时，齿根圆角半径 $R' = 4.6$ 毫米，并换算为 $m = 20$ 毫米时齿根圆角半径 $R = \frac{m}{10} R' = \frac{20}{10} \times 4.6 = 9.2$ 毫米，然后以 $R9.2$ 为半径与 BF 及 ox 轴圆滑连接，即得齿形的过渡曲线。

(5)以渐开线 B 为圆心， $\frac{D_{基}}{2}$ 为半径作圆弧交 y 轴于 o' ，然后以 o_1 为圆心， $\frac{D_{顶}}{2}$ 为半径作圆交渐开线于3点。再以 y 轴为对称轴划出另一半齿形。

(6)沿齿形曲面均匀打出样冲眼。

划渐开线齿形曲线时应注意以下两点。

(1)为划线方便，样板齿形渐开线长度应比实际齿形的渐开线稍长一些。

(2)当齿轮的齿数较多，基圆小于齿根圆时，渐开线起点就取在 x 轴上，此时没有过渡曲线的直线部分 BC ，而只须用齿根圆角半径 R 将渐开线与 ox 轴圆滑连接起来即可。

渐开线齿形坐标 * $m = 10$ 毫米, $\alpha = 20^\circ$

表 1-1

刀号或齿数范围	No. 1 ($Z = 12 \sim 13$)		No. 2 ($Z = 14 \sim 16$)		No. 3 ($Z = 17 \sim 23$)		No. 4 ($Z = 21 \sim 25$)		No. 5 ($Z = 26 \sim 34$)		No. 6 ($Z = 35 \sim 54$)		No. 7 ($Z = 55 \sim 134$)		No. 8 ($Z = 135$ 以上)	
圆角半径 R	5.2		4.9		4.6		4.3		4.00		3.6		3.2		2.5	
坐 标	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'	y'	x'
渐开线起点 B 的坐标	8.588	6.652	7.828	6.451	6.726	6.193	5.716	5.925	4.975	5.689	1.375	4.928	0	4.172	0	3.731
坐 标																
标																
R																