

机电工业考评技师复习丛书

机电工业考评技师复习丛书编审委员会 编

钳工

机械工业出版社



本书根据《工人技术等级标准》论述了钳工基础知识及生产实际中必须掌握的专业知识。全书包括：复杂划线；金属切削加工；精密刮削与研磨；零、部件的平衡与装配尺寸链；轴承及其装配；螺纹连接、键连接及过盈连接的装配；典型传动机构的装配；精密量仪及应用；机械设备的装配及精度检测；机械设备的修理；液压设备修理。可供高级钳工晋升工人技师复习参考用，也可供有关人员阅读。

本书由湘潭电机厂技工学校李振欧编写，由湘潭电机厂袁中光审稿。

钳 工

机电工业考评技师复习丛书编审委员会 编

责任编辑：朱 华 责任校对：宁秀娥

封面设计：方 芬 版式设计：王 颖

责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $9^{1/4}$ · 字数 202 千字

1990年10月北京第一版·1990年10月北京第一次印刷

印数 00,001—13,000 · 定价：4.80元

ISBN 7-111-02257-2/TG·582

编审委员会名单

主 任 郭洪泽

副主任 董无岸 刘葵香 雷柏青（常务）

杨惠永（常务）

委 员 和念之 陈 东 杨 明 张昭海 程新国

胡家振 胡小华

前 言

技师聘任制是在高级技术工人中实行技术职务的一项重要政策。对鼓励工人钻研业务，不断提高技术素质，稳定工人队伍，发挥高级技术工人的作用，适应经济建设需要，具有十分重要的意义。

目前，全国机电行业正在贯彻落实机械电子工业部和劳动部有关文件的精神，积极开展技师职称考评工作。为了配合这项工作的开展，我们组织编写了《机电工业考评技师复习丛书》。

《丛书》共20种，是依据部颁《工人技术等级标准(通用部分)》有关工种的“应知”要求，参考原国家机械工业委员会人事劳动司审定的《机械工业考评工人技师复习题例》和统编《机械工人技术理论培训教材》编写的。在内容安排上，《丛书》和《题例》配套，围绕《题例》中涉及到的重点问题，结合企业高级工、技师岗位生产（工作）实际，用《培训教材》中的有关内容，从理论上加以阐述，融《题例》和《培训教材》于一体。这是本套《丛书》最大的特点。

《丛书》内容精炼，除了供参加考评技师的工人复习、自测使用外，也可供各级技师考评组织在命题和评定成绩时参考，还可作为高级工和技师日常工作中的参考书。

对《丛书》的不足之处，欢迎提出宝贵意见，以便再版时修订。

机电工业考评技师复习丛书编审委员会

1989年4月

目 录

前言

第一章 复杂划线	1
§1.1 划线基准及其选择	1
§1.2 划线时找正、借料及尺寸计算	3
§1.3 畸形工件划线与实例	9
§1.4 大型工件划线与实例	15
复习题	21
第二章 金属切削加工	23
§2.1 金属切削	23
§2.2 特殊孔加工	30
§2.3 ZC3040型摇臂钻床	35
复习题	42
第三章 精密刮削与研磨	45
§3.1 原始平板的刮削	45
§3.2 机床导轨的刮削	48
§3.3 研磨概述	56
§3.4 精密主轴的研磨	67
§3.5 研磨质量的分析	70
复习题	71
第四章 零、部件的平衡与装配尺寸链	74
§4.1 旋转零、部件的平衡	74
§4.2 装配精度与装配尺寸链的分析	83
§4.3 装配尺寸链的解法	85
复习题	92
第五章 轴承及其装配	95

§5.1 轴承	95
§5.2 滑动轴承及其润滑	96
§5.3 滑动轴承的装配	101
§5.4 滚动轴承及其装配	107
复习题	118
第六章 螺纹连接、键连接及过盈连接的装配	120
§6.1 螺纹	120
§6.2 普通螺纹连接及其装配	127
§6.3 键连接及其装配	132
§6.4 花键连接及其装配	136
§6.5 过盈连接及其装配	146
复习题	149
第七章 典型传动机构的装配	152
§7.1 齿轮传动机构的装配	152
§7.2 蜗杆传动机构的装配	164
§7.3 液压传动装置的装配	167
复习题	174
第八章 精密量仪及应用	176
§8.1 光学平直仪及应用	176
§8.2 合象水平仪及应用	181
§8.3 万能工具显微镜及应用	186
复习题	189
第九章 机械设备的装配及精度的检测	191
§9.1 机床装配精度	191
§9.2 影响机床工作精度的因素	196
§9.3 CA6140 型普通车床的总装配及其精度检测与试验	209
复习题	218
第十章 机械设备的修理	221
§10.1 高速机床的修理	221

§10.2 精密机床的检修	231
§10.3 CA6140型普通车床的修理	237
复习题	245
第十一章 液压设备修理	248
§11.1 液压传动基础知识	248
§11.2 液压元件的修理	256
§11.3 液压系统的常见故障与排除	269
复习题	277
复习题答案选摘	279

第一章 复杂划线

根据图样和实物的要求，在毛坯或工件上，用划线工具划出待加工部位的轮廓线或作为基准的点、线称为划线。

按加工中的作用，划线可分为加工线、证明线和找正线3种，见图1-1。

按图样的尺寸要求，划出作为工件加工界限的线叫加工线；用来检查加工后的差错，出现废品时，作为分析原因的线叫证明线；当证明线与其它线容易混淆时，也可省略不划，可根据工件原有轮廓作为证明线；工件在机床上加工时，用以校正或定位的线叫找正线。

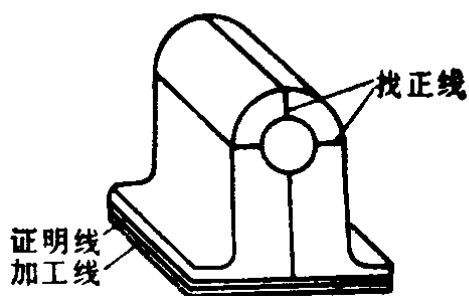


图1-1 工件的加工线、证明线和找正线

§ 1.1 划线基准及其选择

划线时用来确定零件各部位尺寸，几何形状及相互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。划线时，一般应选择设计基准为划线基准，这样能简化尺寸换算，提高划线质量和效率。

划线基准类型常见的有以下3种。

一、以两个相互垂直的平面（或直线）为基准

图1-2所示样板，需划出外形高度、宽度和孔加工线，从图样上可以看出，其设计基准为两个相互垂直的底平面和

工线和 4 孔 $\phi 11\text{mm}$ 的钻削加工线。从图样上可以看出，其设计基准为两条对称中心线。因此划线时，应以两条相互垂直且对称的中心线为划线基准。以证保各孔加工位置与毛坯边缘对称均匀，不致影响外观质量，若以 B、C 面为划线基准，不仅要进行尺寸换算，还可能影响工件外形的对称性。

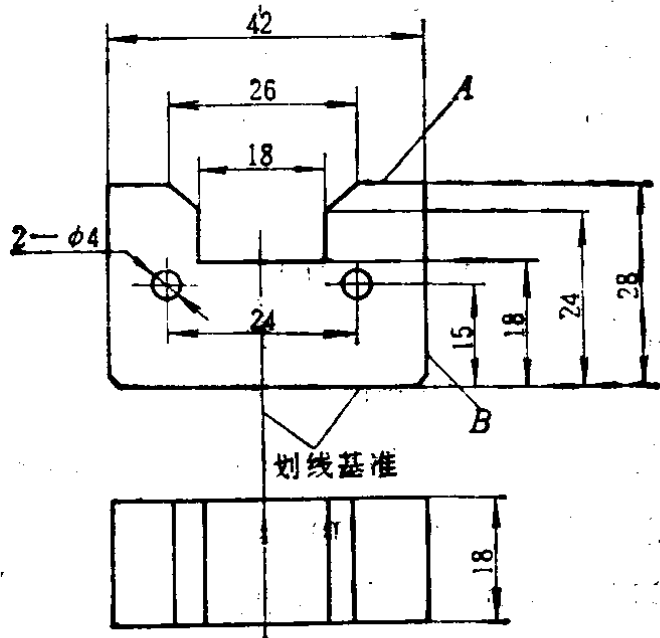


图1-4 制动滑块

三、以一个平面和中心线为基准

图1-4 所示制动滑块，从图样上可以看出，其设计基准为底平面和中心线，划高度方向的尺寸加工线时，应以底平面为划线基准，划宽度方向的尺寸加工线时，应以中心线为划线基准。若以 A、B 面为划线基准，不仅要进行尺寸换算，还难以保证工件外形左右方向的对称性。

§ 1.2 划线时找正、借料及尺寸计算

一、划线时找正

对于毛坯工件，在划线前一般都要进行找正。所谓找正就是利用划针盘、 90° 角尺等工具使工件有关的毛坯表面均能处于合适的位置。

由于毛坯工件各表面的误差情况和表面结构形状各不相同，因此，找正时必须选择合适的找正基准。找正基准一般

可按以下原则选择。

(1) 当工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表面作为找正基准。这样可使划线后各不加工面之间尺寸均匀, 并使其形状误差反映到不重要的部位或不显著的部位上。

图1-5所示车床尾座, 由于铸造缺陷, $\phi 140\text{mm}$ 毛坯外圆轴线与底平面产生偏斜。找正时, 应选择比较直观的 $\phi 140\text{mm}$ 外圆为找正基准, 以使工件经找正和加工后 $\phi 100\text{mm}$ 的孔与 $\phi 140\text{mm}$ 毛坯外圆的厚度均匀, 外观质量好, 并使形状误差反映到底平面的不显著部位。

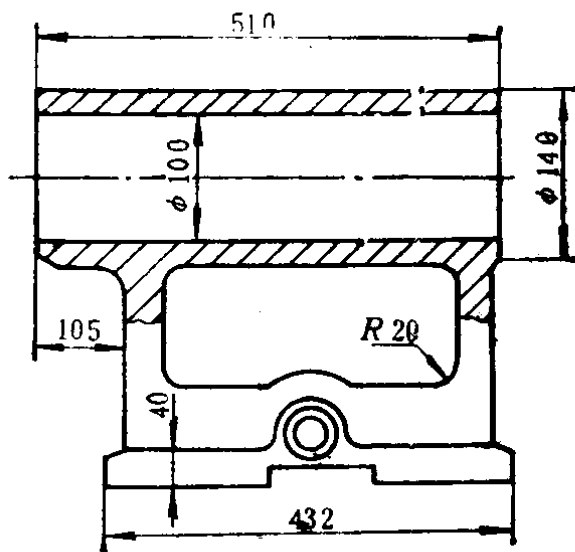


图1-5 车床尾座

如果以40mm厚的非加工底面为找正基准, 那就不能满足上述要求, 影响工件质量。

(2) 对于有装配关系的非加工部位, 应先考虑作为找正基准, 以保证工件经划线和加工后能顺利地进行装配。

二、划线时借料

按划线基准进行划线时, 若发现工件某些部分的加工余量不够, 需要将各部位的加工余量重新分配, 保证加工表面都有足够的加工余量, 这种划线方法称为借料。借料能使某些铸、锻毛坯件在尺寸、形状和位置上存在的较小误差缺陷得到排除, 从而提高毛坯件的利用率。借料是一项复杂的划线工作, 尤其当工件形状复杂时, 一次很难借料成功, 则需要

多次试划，才能最后确定借料方案。借料一般可按以下过程进行。

- (1) 测量和确定毛坯工件各部位尺寸的偏移量。
- (2) 确定借料的方向和大小，划出基准线。
- (3) 按图样要求，以基准线为依据，划出所有的加工线。

(4) 检查各表面的加工余量是否合理，若不合理应重新借料，直至使加工余量合理为止。

下面以图1-6所示的箱体为例，分析划线借料的方法。

箱体由于铸造误差使A孔与B孔的中心距产生偏移，见图1-6 a、b。

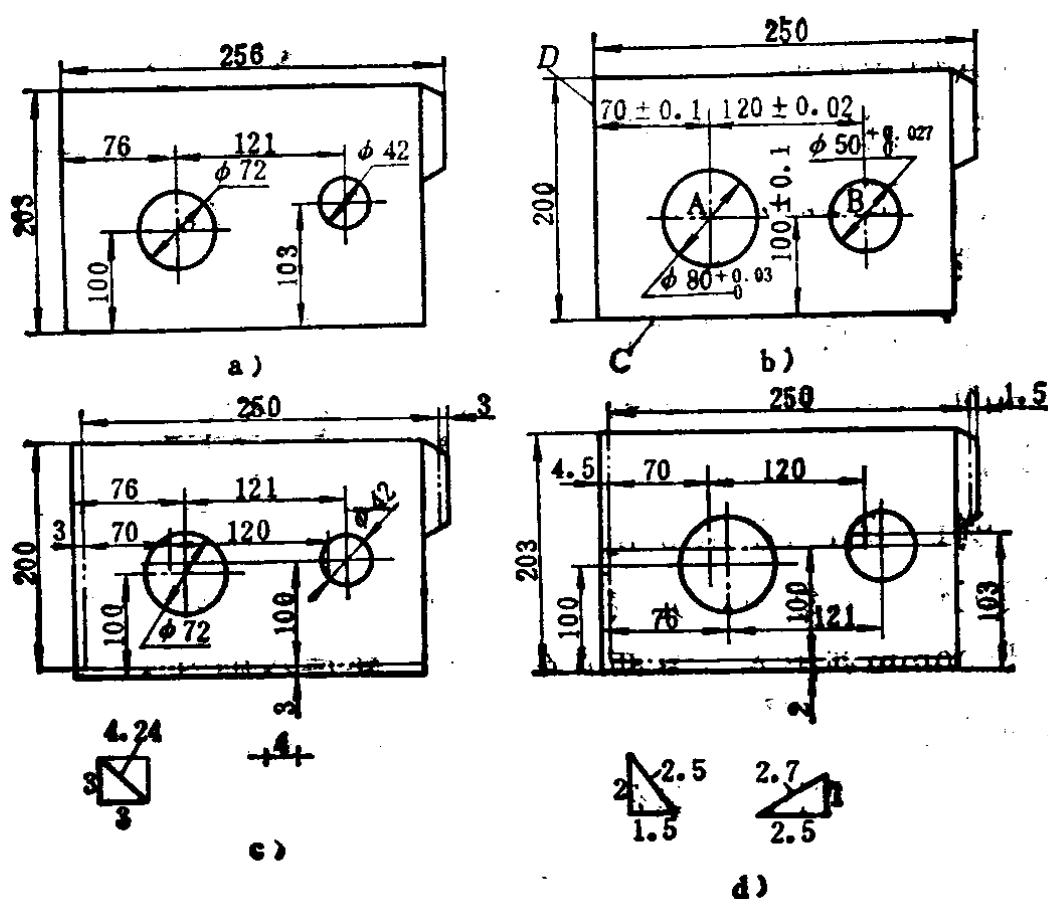


图1-6 箱体借料示意图

a) 毛坯实际尺寸 b) 箱体图样尺寸 c) 一般划法 d) 借料划法

按一般划线方法，应以相互垂直的 C 、 D 平面为划线基准。若确定各加工平面均留 3mm 加工余量，则 A 孔中心与毛坯孔中心相差 4.24mm，B 孔中心与毛坯中心相差 4mm，见图 1-6c。这样 A、B 两孔加工余量不够。

按借料方法划线，即将 A 孔中心往上借 2mm，往左借 1.5mm，而孔的中心向左上方向实际借偏 2.5mm。B 孔中心往下借 1mm，往左借 2.5mm，孔的中心向左下方向实际借偏 2.7mm。这样，各平面分别获 4.5mm、2mm 和 1.5mm 加工余量。A、B 两孔分别获得单边最小加工余量 1.5mm 和 1.3mm，如图 1-6d，从而使毛坯仍能使用，不致报废。

通过以上借料方法，箱体的高度比图样要求大了 1mm，但是箱体的上表面属非加工表面，且没有装配关系，因此不影响其使用性能。

三、划线尺寸的计算

划加工线时，往往要进行线与线之间的尺寸换算或计算，尤其是孔与孔之间的中心距就更有必要计算，现举例如下。

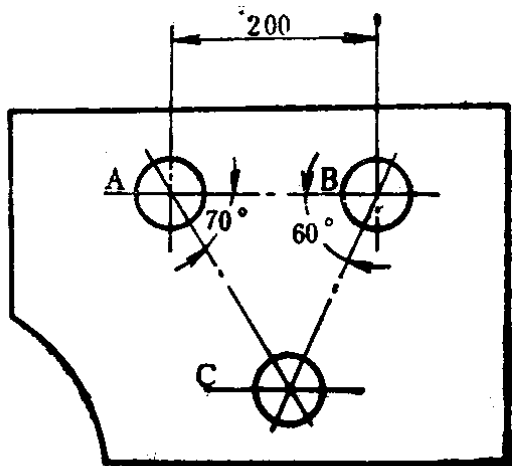


图 1-7 3 孔划线工件

例 1 图 1-7 所示 3 孔划线工件，划线时，先按尺寸 200mm 划出 A、B 两孔的中心，然后分别以 A、B 为圆心划 C 孔的中心，试计算图中 AC 和 BC 的尺寸。

解 由图中已知条件：

$$\angle C = 180^\circ - (\angle A + \angle B) = 180^\circ - (70^\circ + 60^\circ) = 50^\circ$$

$$\text{由正弦定理公式：} \frac{AB}{\sin C} = \frac{AC}{\sin B} = \frac{BC}{\sin A}$$

得:

$$\begin{aligned}
 AC &= \frac{AB \sin B}{\sin C} = \frac{200 \times \sin 60^\circ}{\sin 50^\circ} \\
 &= \frac{200 \times 0.866}{0.76604} = 226.1(\text{mm}) \\
 BC &= \frac{AB \sin A}{\sin C} = \frac{200 \times \sin 70^\circ}{\sin 50^\circ} \\
 &= \frac{200 \times 0.93969}{0.76604} = 245.3(\text{mm}).
 \end{aligned}$$

答: AC为226.1mm, BC为245.3mm

例2 图1-8所示工件,用高度游标卡尺进行精密划线法。

求BD、BE和EC各为多少?

解 由图中已知条件,在直角三角形ABD中,AB=65, AD=30, 由勾股定理得:

$$\begin{aligned}
 BD &= \sqrt{AB^2 - AD^2} \\
 &= \sqrt{65^2 - 30^2} \\
 &= \sqrt{3325} \\
 &= 57.66(\text{mm})
 \end{aligned}$$

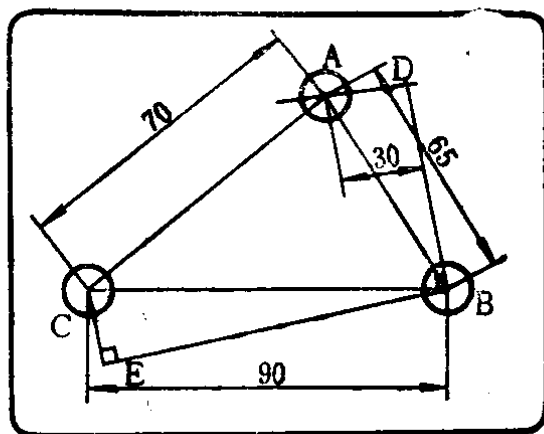


图1-8 划孔加工线

$$\sin \angle ABD = \frac{AD}{AB} = \frac{30}{65} = 0.4615$$

则: $\angle ABD = 27^\circ 29'$

$$\begin{aligned}
 \text{或 } \angle ABD &= \arcsin \frac{AD}{AB} = \arcsin \frac{30}{65} \\
 &= \arcsin 0.4615 = 27^\circ 29'
 \end{aligned}$$

在三角形ABC中, AC=70, AB=65, BC=90

由余弦定理得:

$$\cos \angle ABC = \frac{AB^2 + BC^2 - AC^2}{2AB \times BC} = \frac{65^2 + 90^2 - 70^2}{2 \times 65 \times 90} \\ = 0.6346$$

则 $\angle ABC = 50^\circ 36'$

在直角三角形BCE中, $BC = 90$

$$\angle CBE = 90^\circ - (\angle ABD + \angle ABC) = 90^\circ - (27^\circ 29' + 50^\circ 36') = 11^\circ 55'$$

则 $BE = BC \cos \angle CBE = 90 \times \cos 11^\circ 55'$

$$= 90 \times 0.9784 = 88.06(\text{mm})$$

$EC = BC \sin \angle CBE = 90 \times \sin 11^\circ 55'$

$$= 90 \times 0.2065 = 18.59(\text{mm})$$

答: BD为57.66mm, BC为88.06mm, EC为18.59mm。

例3 图1-9所示样板, 按图样尺寸制造, 试计算图中尺寸A。

解 由图中已知条件, 按弦长计算公式,

$$C = 2\sqrt{h(2R - h)} \text{ 先求出尺寸 } C。$$

$$C = 2\sqrt{11 \times (2 \times 30 - 11)} = 2\sqrt{539} = 46.44(\text{mm})$$

然后由图中可知:

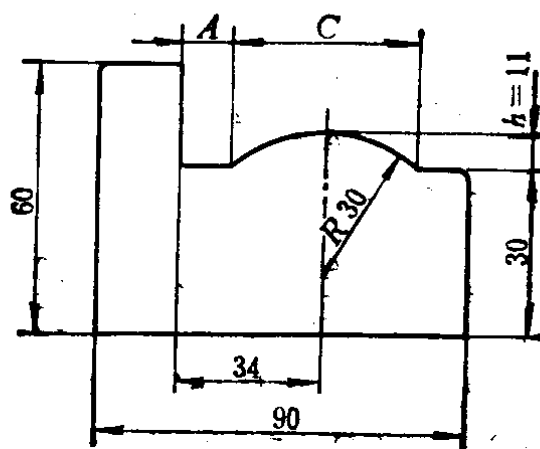


图1-9 划外形加工线

$$A = 34 - \frac{C}{2} = 34 - 23.22 = 10.78(\text{mm})$$

答：尺寸A为10.78mm。

§ 1.3 畸形工件划线与实例

一、渐开线的划法

所谓渐开线,是指在圆盘的圆周上围绕一根线,一端固定在圆盘外圆上,另一端拴一支铅笔,拉紧线头逐渐展开时铅笔尖在纸上画出的曲线。

已知基圆直径为 $\phi 20\text{mm}$,其渐开线见图1-10,划法如下。

(1) 划基圆,并将圆周分成12等分(等分数愈多愈精确),连接等分点与圆心,得0-1, 0-2, 0-3……0-12。

(2) 过等分点作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 $\widehat{1-12}$ 的长度,得1',再在切点2的切线上截取一段等于圆弧 $\widehat{2-12}$ 的长度,得点2',依此类推得3'、4'……12'各点。

(4) 用曲线板圆滑地连接1'、2'、3'……12'各点,即为渐开线。

二、阿基米德

螺线的划法

所谓阿基米德螺线(又称等速螺线)是指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。在工具制

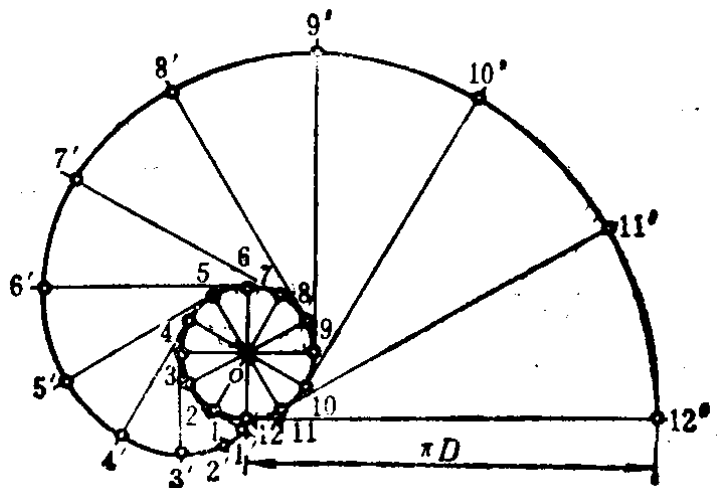


图1-10 渐开线的划法

造中，是常用的一种凸轮曲线。

阿基米德螺线的划法有以下 3 种。

1. 逐点划线法

(1) 见图 1-11a, 划起止角度的射线 OA , OB 。以 O 为圆心, OA 、 OB 为半径划弧, 分别交射线于 B 、 A' 点, $A'B$ 即为阿基米德螺线的升程。

(2) 将射线作用角 $\angle AOB$ 分成若干等分 (图中为 8 等分), 并将直线 $A'B$ 也分成 8 等分。

(3) 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。

(4) 用曲线板圆滑连接各交点, 即为阿基米德螺线。

2. 圆弧划线法 见图 1-11b, 这是一种近似划线法, 用于精度要求不高的阿基米德螺线, 举例如下。

(1) 划起止角度射线 OA , OB 。以 O 为圆心, OA 为半径划弧交 OB 于 A' 得螺线升程 $A'B$, 等分 $A'B$ 得中点 C 。

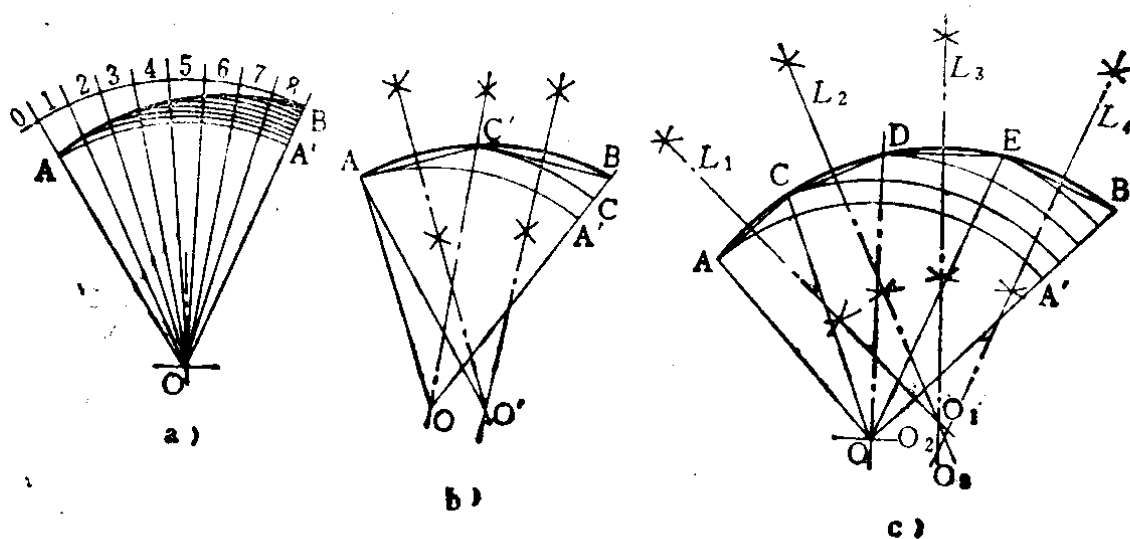


图 1-11 阿基米德螺线的划法

a) 逐点划线法 b) 圆弧划线法 c) 分段划线法