



中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

修理钳工工艺学

(中级本)

科学普及出版社

本书是机械工业部统编的机械工人技术培训教材之一。它是根据原一机部颁《工人技术等级标准》和教学大纲要求编写的作为对修理钳工进行技术培训的中级教材,在内容的编排上,与初级教材有联系。在前几章中,对修理工作中常遇到的划线、特殊孔加工、弯曲和矫正、表面修复工艺、研磨和珩磨、原始平板的刮削和机床导轨副的修复、精密滚动轴承轴组的组装和滑动轴承轴组的修复等工艺作了扼要的叙述,对精密机床修理中使用的精密量具和量仪也作了必要的介绍。在第十章中对液压系统中基本回路的作用原理和液压系统的维护保养及故障排除方法作了较详细的叙述。本书的后四章还从不同角度介绍了普通机床、大型机床和齿轮加工机床的大修工艺要点。

本书着重于工艺理论分析,内容深入浅出,可给从事修理工作的技术工人一定的启发和指导。因此既适合于施教,也可用于自学。为了便于复习,在每章末均附有一定数量的复习题,以便读者学用结合。

本书由孙建勤、郑国明、陈国华、彭俊伟同志编写。董梦醒、冯天麟、彭俊伟同志参加了审稿。

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材
修理钳工工艺学

(中级本)

责任编辑:任杏华

*

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

三二〇九印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米^{1/16} 印张:18 字数:427千字

1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷

印数:1—131,000册 定价:2.60元

统一书号:15051·1117 本社书号:0887

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

机械工业部第一副部长 **杨 铎**

一九八二年五月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。为此，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅（局）和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是原一机部颁发的《工人技术等级标准》和当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工夹具、量具，按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工夹具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新的能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进，在教学计划中对每个工种的培养目标、各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅（局）、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中还难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八二年五月

目 录

第一章 修理中的划线操作.....	1
第一节 划线基准及划线找正	1
第二节 修理中的划线实例	2
第三节 大型、畸形工件的划线方法和注意事项	6
复习题	7
第二章 修理中的孔加工	8
第一节 特殊孔的加工	8
第二节 修复尺寸链精度过程中的孔加工	14
复习题	18
第三章 矫正与弯曲	19
第一节 矫正	19
第二节 弯曲	21
复习题	25
第四章 机床修理用的量仪及其应用	26
第一节 量块	26
第二节 机械式测微仪	28
第三节 精密水平仪	30
第四节 自准直光学量仪	33
第五节 经纬仪	42
第六节 其它量仪	45
第七节 精密量仪的使用保养	46
复习题	47
第五章 其他工艺在修理中的应用	18
第一节 概述	48
第二节 振动电堆焊	49
第三节 喷涂与喷焊	51
第四节 电镀	54
第五节 粘接	59
复习题	66
第六章 研磨与珩磨	68
第一节 研磨	68
第二节 珩磨	76
复习题	82
第七章 原始平板刮削与机床导轨副的修复	84
第一节 原始平板的刮削	84
第二节 机床导轨概述	86
第三节 导轨的修刮	88

第四节	滚动导轨及其修复方法	91
第五节	液体摩擦导轨	92
复习题		95
第八章	滚动轴承轴组	96
第一节	滚动轴承概述	96
第二节	滚动轴承游隙的调整和预紧	97
第三节	高精度滚动轴承轴组的装配和修理调整	99
复习题		104
第九章	滑动轴承及其轴组的修理	105
第一节	滑动轴承	105
第二节	滑动轴承轴组的修理实例	118
复习题		131
第十章	液压回路与常见故障排除	132
第一节	液压传动的基本概念	132
第二节	液压系统的基本回路	156
第三节	液压传动系统的维修	171
复习题		179
第十一章	X62W型万能铣床的修理	182
第一节	大修概述	182
第二节	X62W型铣床	183
第三节	机床的修理工艺	186
第四节	试车验收工作	199
第五节	机床常见故障及其消除方法	201
复习题		202
第十二章	M131W型万能外圆磨床的修理	203
第一节	概述	203
第二节	机床的组装	208
第三节	液压系统的调试及常见故障修理	214
第四节	机床的试车	221
复习题		223
第十三章	B2016A型龙门刨床的修理	224
第一节	概述	224
第二节	B2016A型龙门刨床的修理	228
第三节	机床的试车与验收	251
复习题		253
第十四章	齿轮加工机床的修理	255
第一节	齿轮加工概述	255
第二节	提高机床传动精度的方法	258
第三节	Y38-1型滚齿机的修理简介	267
第四节	齿轮加工机床的修理特点	280
复习题		280
编后语		281

第一章 修理中的划线操作

第一节 划线基准及划线找正

一、划线基准的选择

划线的基本知识在初级本中已作详细讲述，本章主要介绍某些特殊零件或在缺少备件的情况下进行划线的要点。例如开合螺母座的配划、凸轮轮廓的划线以及特殊零件的划线等等。零件的划线，首先要了解零件在机器中的作用，然后观察和测量零件的磨损情况，并根据图纸和工艺要求，结合零件的几何形状进行综合分析，合理地选择划线基准。

所谓划线基准，就是在划线时选择零件上的某个点、线或面作为依据，以确定零件的各部尺寸、几何形状和相对位置。划线基准应尽量与设计基准（在零件图上用来确定其它点、线、面位置的基准）重合，这是选择划线基准的基本要求。对不同的零件，可从如下几方面选取划线基准。

- （1）以点和线为基准。圆形零件，有中心十字线，以点和线划出各种角度的射线；
- （2）以对称中心线为基准。具有对称尺寸的零件，应选对称中心线为基准，这样可以保证各孔的位置与毛坯边缘均匀对称，不致引起单边或降低外观质量；
- （3）以平面为基准。以平面为设计基准的零件，划线时一般也应取这个平面为划线基准。

划线时还可根据零件的形状，采用互相组合的方法来确定基准。如以两个互相垂直的平面、两条中心线、一个平面和一条中心线等为基准。还须注意：在平面划线时一般要选择两个划线基准，立体划线时一般要选择三个划线基准；在已加工面上划线时，应该选择已加工表面为基准。

二、划线时的找正

对于毛坯零件，在划线前一般都要做好找正工作。找正就是利用划线工具使零件的有关毛坯表面在划线时处于合适的位置。

1. 找正的目的

- （1）通过找正划线，使零件上非加工面与加工表面间尺寸均匀，或借以保证两者间尺寸满足一定的装配间隙要求；
- （2）经过找正，可以使所有需要加工的零件表面的加工余量得到合理的分配。

2. 划线时找正的原则

- （1）如有几个非加工表面时，应以面积最大的、有装配关系的或外观质量要求较高的表面为找正基准，并照顾其它不加工表面，使各处壁厚尽量均匀，孔与轮毂或凸台（搭子）应尽量同心。

(2)用划线工具(高度游标卡尺或划针盘)校正零件水平方向的非加工面,同时用直角尺找正零件的非加工面与水平面垂直,以保证不在同一水平位置上的各个非加工面与加工面之间的尺寸均匀。

(3)按找正基准划线,当发现某些部位加工余量不够时,就要考虑借料。在紧急修理过程中,当坯料通过借料也无法解决问题时,应首先保证主要尺寸(如配合尺寸、中心距等),兼顾其它非重要尺寸。

第二节 修理中的划线实例

一、车床开合螺母座的划线

车床开合螺母机构的功用是在切削螺纹时控制接通或断开丝杆传递的运动。如发现开合螺母座损坏或严重磨损,必须更换。当缺乏备件时,可配制,制做过程如下。

首先,参照初级本所述车床大修时进给箱、开合螺母和挂脚支座孔同轴度的调整方法,利用磁座百分表测量出进给箱轴线和挂脚支座丝杆支承孔轴线与溜板箱上装配面间的等高度和尺寸,测量求得溜板箱外平面与丝杆轴线间的平行度和尺寸,检查溜板箱外平面与床身导轨间的平行度误差,并在溜板箱上作好标记。

其次,拆开溜板箱,拆下开合螺母座,测量旧开合螺母座的主要尺寸,从而划出刨加工线。刨好开合螺母座燕尾导轨各面,并与溜板箱燕尾导轨配刮至要求。

接着,将刮好的开合螺母座用支紧螺钉和塞铁固定在溜板箱的燕尾导轨中。然后,按图1-1(a)、(b)的方法,分别以溜板箱外平面和溜板箱上装配面为基准划出开合螺母座孔中心校正线Ⅰ—Ⅰ,Ⅱ—Ⅱ和加工校正线。在划线过程中,必须注意补偿溜板箱上装配面和外平面与丝杆间的等高度和平行度误差(可通过垫塞找正)。

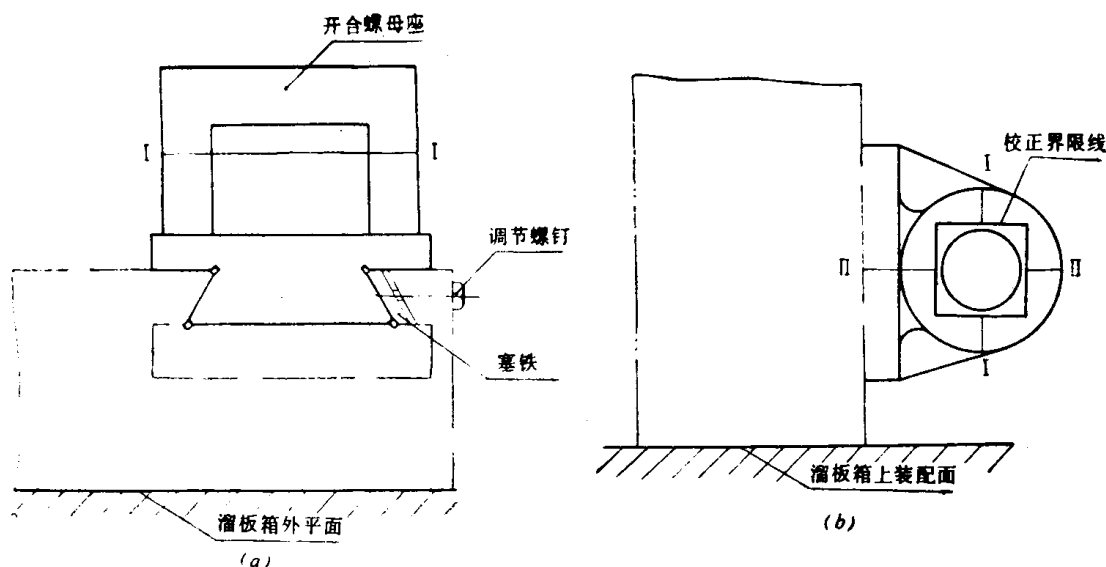


图 1-1 开合螺母座孔的划线

二、凸轮轮廓的划线方法

1. 凸轮的种类 凸轮机构按不同的凸轮曲线与顶杆或摆杆配合, 控制机床的某些特殊运动, 以满足加工过程中的特殊要求。根据结构形状的不同, 凸轮可分为图 1-2 所示的几种。其中圆盘凸轮应用最广泛, 如自动机床的刀架运动, 主轴变向, 回转刀架变位及送料、夹紧等运动机构, 几乎全部采用圆盘凸轮。圆柱凸轮在自动送料机构中也有应用。圆锥凸轮主要应用于将回转运动变为与水平面呈某一交角的直线往复运动机构中。滑块凸轮用来将水平往复运动转换成垂直往复运动。

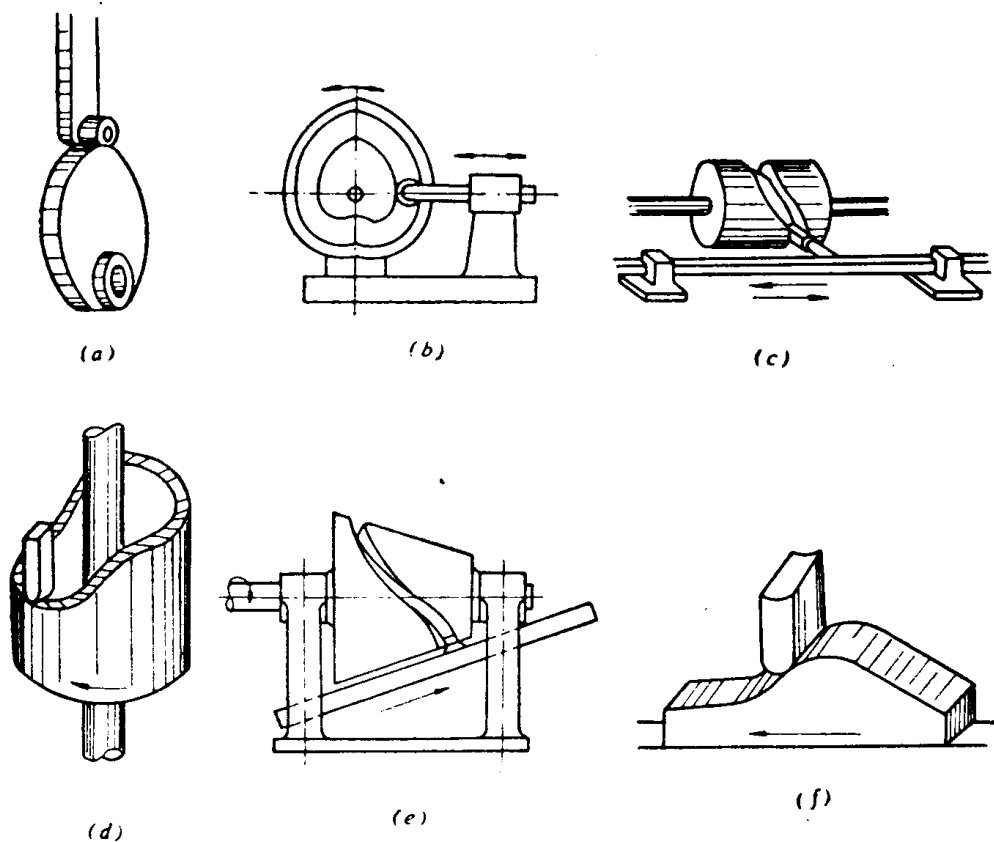


图 1-2 凸轮的种类

(a) 圆盘凸轮; (b) 侧槽凸轮; (c) 圆柱凸轮; (d) 端面凸轮; (e) 圆锥凸轮; (f) 滑板凸轮

2. 凸轮各部名称 凸轮虽有各种类型, 但它的各部名称是相同的, 如图 1-3 所示。

(1) 工作曲线 1 凸轮与被动件直接接触的那个面叫工作曲线。

(2) 理论曲线 2 在平面接触和尖端接触的凸轮中理论曲线就等于工作曲线。在滚子接触的凸轮中, 与工作曲线相距为滚子半径并与工作曲线等距的曲线, 叫做理论曲线。

(3) 基圆 3 以凸轮轴心 O 为圆心, O 到理论曲线距离最短的线段为半径作圆, 这个圆叫做基圆。

(4) 压力角 α 被动件受力方向与运动方向之间的夹角, 叫做压力角。

(5) 动作角和动程 使被动件每产生一动作, 凸轮所转过的角度叫做动作角; 每转过一动作角, 被动件所移动的距离叫做动程。

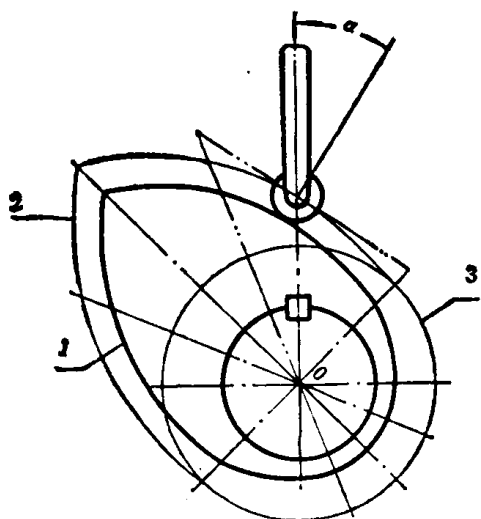


图 1-3 凸轮的各部分名称
1—工作曲线；2—理论曲线；3—基圆

3. 凸轮轮廓的划线方法 在修理过程中，当凸轮损坏或磨损过甚，需要更换而又无备件或零件图时，须重做凸轮。此前，应先测绘原凸轮轮廓曲线（工作曲线）。一种方法为分度法，在铣床分度头（图1-4）或光学分度头上配合百分表进行。这种方法所测绘出的凸轮轮廓比较准确。有些凸轮在坐标镗床上进行测绘更方便，如圆柱凸轮。另一种为拓印法，即把凸轮轮廓复印到纸面上，但绘出的凸轮轮廓不够准确。由于凸轮曲线各部的磨损程度不一样，因此，这两种方法所测得的凸轮轮廓都需要校正，然后再进行划线。

凸轮的工作曲线所反映的与其配合动作的从动件的位移规律，一般有图1-5所示三种。

图1-5(a)所示为等速运动规律的工作曲线。凸轮转过的动作角相等，从动件移动的距离也相等。 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为工作行程； $180^\circ \sim 360^\circ$ 为返回行程。

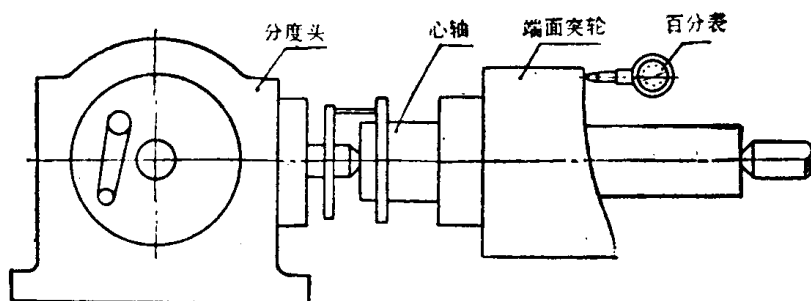


图 1-4 用分度法测量凸轮轮廓

图1-5(b)所示为等加速（或等减速）曲线。这种曲线是指在凸轮转过相等的动作角时，动程按1:3:5:7……的比例增大，待转到一定角度时，又按……7:5:3:1的比例减小。这种工作曲线的凸轮机构的工作稳定性较好，不会象等速运动曲线的凸轮在速度突然增大或减小时，会产生明显的冲击。

另一种工作曲线是以简谐运动规律变化的，如图1-5(c)所示。

下面以实例介绍凸轮划线的一般方法。

例1 试划一圆盘凸轮轮廓曲线。已测得原凸轮的基圆直径为60毫米，滚子直径为10毫米，其动作角和动程如下：

$0^\circ \sim 180^\circ$	等速上升18毫米
$180^\circ \sim 180^\circ$	突然下降5毫米
$180^\circ \sim 270^\circ$	停止不动
$270^\circ \sim 360^\circ$	等速下降13毫米

划线的步骤如下：

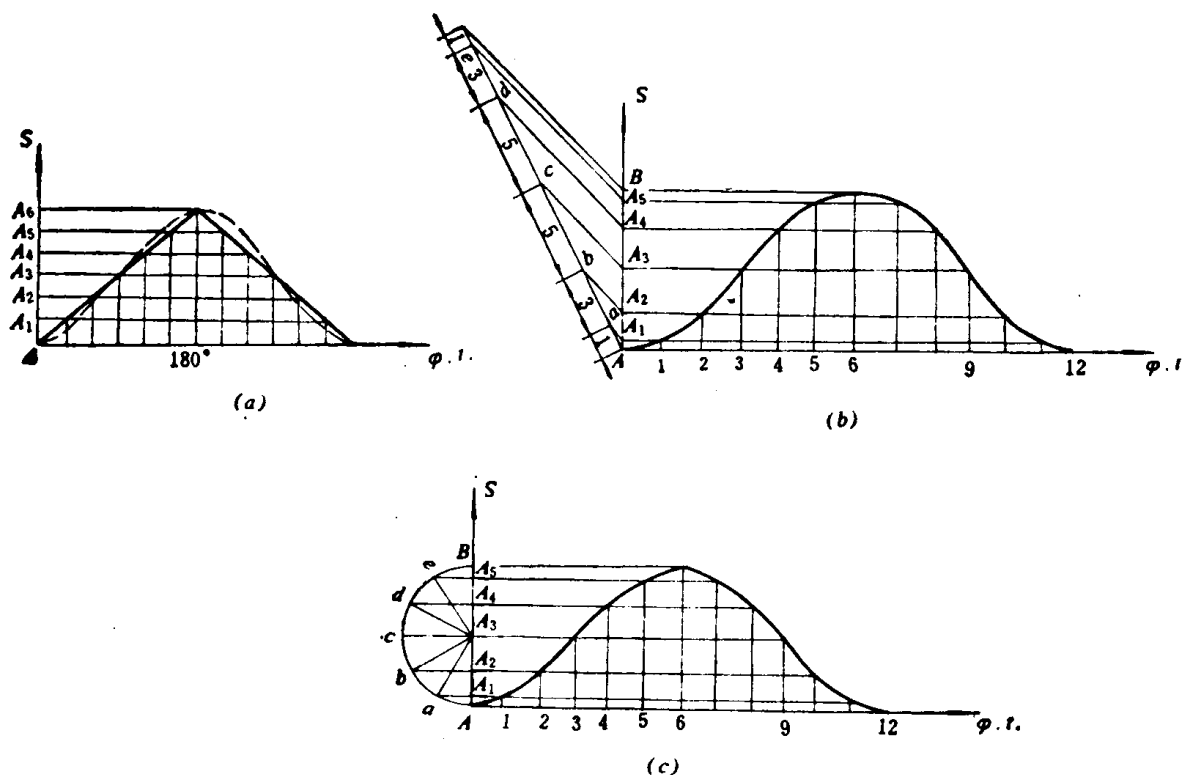


图 1-5 凸轮的工作曲线

(1)以O为圆心，30毫米为半径划基圆，见图1-6(a)，并把基圆分成12等分（等分线愈密，作出的曲线愈精确）。

(2)划位移曲线见图1-6(b)，并把位移曲线上1—1'、2—2'、3—3'……移到基圆各等分点上，得出1''、2''、3''……。

(3)用曲线板圆滑连接1''、2''、3''……，即得理论曲线。

(4)如图1-6(a)所示，以1''、2''、3''为圆心，滚子半径（5毫米）为半径作圆，然后

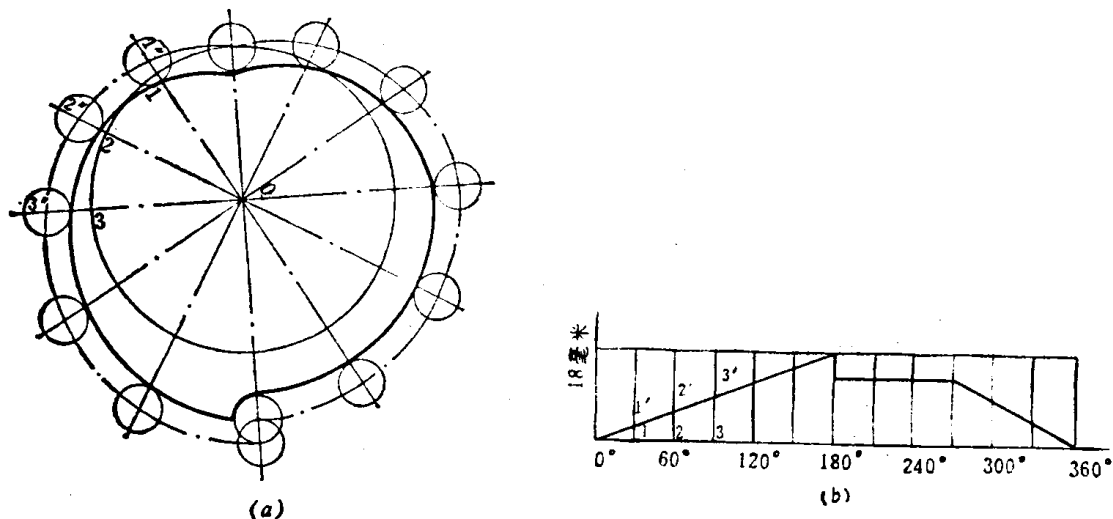


图 1-6 滚子从动杆圆盘凸轮轮廓的画法

用曲线板圆滑连接小圆内边,即为所作曲线。

例 2 端面圆柱凸轮的轮廓曲线划线方法。

已知:

(1) 圆柱凸轮的外径为60毫米,内径为40毫米,从动杆的最大行程为20毫米,当凸轮转一周时,从动杆上下往返一次。

(2) 圆柱凸轮作等速旋转运动,从动杆作上下往返速度相同的简谐运动。

比较方便的划法是在薄铜皮或白铁皮上,先划上凸轮轮廓的展开曲线,再制成样板绕卷在坯件的圆周上,用划针划出轮廓曲线。展开曲线的划线步骤如下:

(1) 如图1-7所示,以从动杆的行程 $AB=20$ 毫米为直径作一半圆,然后把半圆圆周分为6等分,再把圆周上各分点 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ ……投影到直径 AB 上即得分点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ ……,这些分点把从动杆 AB 分成6段。

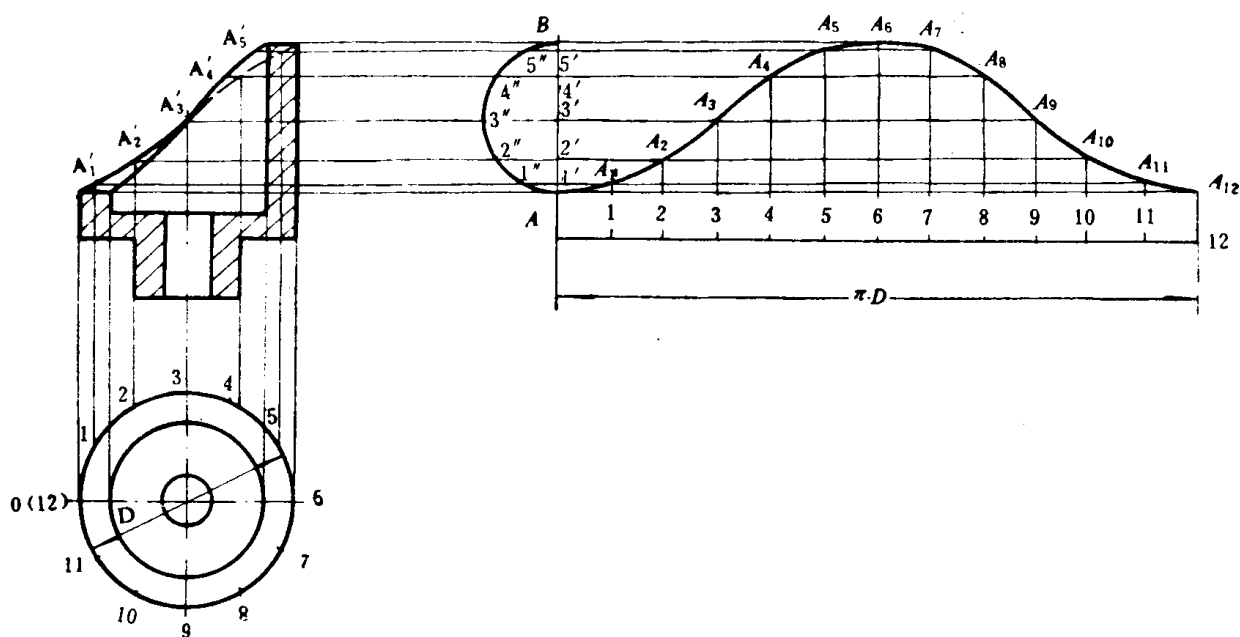


图 1-7 端面圆柱凸轮轮廓曲线的划线方法

(2) 在水平线 πD 上,把 πD 分成12等分,通过 A 、1、2、3…… A_{12} ,划垂直线,经过 AB 上各点 A 、 $1'$ 、…… $5'$ 、 B 划水平直线,两直线相交得到相应的交点 A 、 A_1 …… A_{12} 。

(3) 按顺序圆滑地连接各交点 A 、 A_1 …… A_{12} ,这条曲线就是在圆柱凸轮侧面展开图上的凸轮轮廓曲线。

第三节 大型、畸形工件的划线方法和注意事项

大型、畸形工件划线时应遵循的原则以及划线步骤与中小型工件划线类似,但由于工件畸形、体积庞大,因此给划线操作带来吊装、翻转、校正等困难。针对上述问题,划线时应采取相应措施。

大型、畸形工件划线时所遇到的一些特殊问题的解决方法。

修理中,碰到大型机床主要件划线时,主要要解决的是工件划线用的支承基准问题

(即划线平台)。这时,一般可采用工件移位法、平台接长法、用走条与平尺调整法及拉线、吊线等方法。

当工件长度超过平台三分之一时,可采用工件移位法。先划工件中部可划到部位的线,然后左右移位,经过校正,划出大件左右所有的线。

当划线平台比大件略短时,可以大平台面为基准,在其上安放平尺伸出平台两端,或在两端用小平台接长,并校正大平台与平尺或小平台的平行度及等高度。工件由大平台支承进行划线。

对于特大型或重型工件,可采用走条与平尺调整法或拉线、吊线法进行划线。将工件支承在坚实水泥地的调整垫铁上,用四根工字钢走条安置于工件四周,并校正至水平位置,以其为基准进行划线。或采用两具带滚轮拉线支架,通过线坠将 $\phi 0.5 \sim 1.5$ 毫米的钢丝拉成直线或吊成垂线,并配用角尺、钢尺经投影来引线的方法划线。这种方法只要一次吊装,就能划完大部分的线。

对于一些体积较小但形状不规则的畸形零件(如主轴箱中的拨叉),因其内部各孔中心线既不垂直又不平行,划线时,应以工件的工作中心线为划线基准。当工件的工作中心线不能满足划线基准的需要时,可以另划一条参考线作为辅助基准。这类零件划线时应采用适当方法夹持,如利用心轴支承工件(工件放在V形铁上或用心轴夹持在分度头的三爪卡盘上),或利用方箱、直角铁及辅助工具夹持工件进行划线。

大型、畸形工件划线的注意事项

(1)修理中的划线操作往往是单件进行(尤其是大型零件)。因此,划线前必须检查、找正毛坯,必要时还需进行借正划线,以保证各配合孔的加工余量均匀,并照顾其他部位的装配关系。

(2)应选待加工的孔和面最多的一面为第一位线位置,以减少工件翻转次数。

(3)对主要的配合孔必须有明确的加工界限线、验证线和十字校正线,以为下道工序加工提供校正依据。

(4)畸形零件划线前,应根据该零件的装配位置、工件情况及其与其它零件的配合关系,来确定合理的划线基准,以保证加工后能满足装配要求。

(5)大型零件划线时应有可靠的安全措施。即有可靠的支承和保护措施,防止产生工伤事故。

复 习 题

- 1.什么叫划线基准?为什么划线时先要选定基准?怎样选定划线基准?
- 2.什么叫找正,其目的是什么?
- 3.试划一圆盘凸轮轮廓曲线。已测得原凸轮的基圆半径为40毫米,滚轮直径为8毫米。凸轮按顺时针转,其动作角和动程如下:

$0^\circ \sim 180^\circ$ 等速上升16毫米,

$180^\circ \sim 360^\circ$ 等速下降到原处。

要求被动杆中心线通过凸轮轴心。

- 4.大型、畸形工件划线有哪些特点?一般可采用哪些方法解决?
- 5.大型、畸形工件划线时应注意哪些问题?

第二章 修理中的孔加工

在设备修理中、经常需要钻、镗或铰各种各样的孔。由于工件材质、质量要求和钻孔部位等不同,应采取相应的技术措施。对于一般孔的加工方法,已在初级教材中详述,本章再补充介绍一些在修理中碰到的特殊孔的加工和修正孔的方法。

第一节 特殊孔的加工

一、钻 斜 孔

修理中单配制作更换件时,会遇到所要加工的孔的轴线与孔端面不垂直的情况(如在平面上钻斜孔、在斜面上钻孔或在曲面上钻孔),即所谓加工斜孔。

1. 钻斜孔时存在的主要问题 由于钻头开始接触工件时单面受力,作用在钻头切削刃上的径向力,必然会把钻头推向一边,从而造成起钻时钻头偏斜、滑移而钻不进工件。同时,钻孔中心容易离开所要求的位置,难以保证孔轴线正直。或者破坏了孔端面的平整,以至钻头崩刃或折断。

2. 钻斜孔的方法和步骤 钻斜孔时应采取相应措施,常采用以下几种方法。

(1)第一种方法。先校正工件欲钻孔的中心位置,使之与钻头回转轴线重合。然后在保证工件位置不变的情况下,用样冲打一个较大的中心眼,或凿出一个定心窝(即一个小平面),使钻头的切削刃不受工件倾斜面的影响而能正常起钻。

(2)第二种方法。将工件置于水平位置装夹,在钻孔位置的中心镗一个浅锥坑。然后,再把端面略倾斜一些装夹,将浅锥坑钻成一个过渡孔口,以利于钻头钻进。

(3)第三种方法。以上两种方法只适于钻孔位置精度要求不太高的工件,而对于加工精度要求较高的钻斜孔工件,可采用下述方法。先校正工件欲钻孔中心和钻头的相对位置并固定。然后用中心钻钻中心孔,如图2-1(a)。用与孔径相同的立铣刀或短的平刃钻头,加工出一个平面后[图2-1(b)],再用钻头钻至规定深度或钻通[图2-1(c)]。

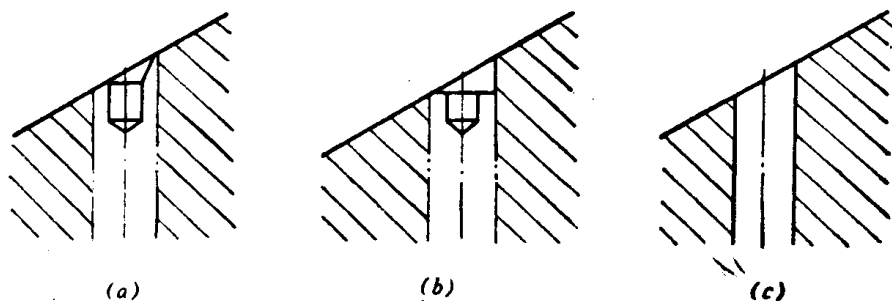


图 2-1 在斜面上钻孔

二、钻 半 圆 孔

钻半圆孔时，由于钻头的一边受径向力的作用，被迫向另一面偏斜，使钻出的孔不垂直、孔形不圆，达不到加工要求。为避免出现上述情况，钻半圆孔时可采用以下方法。

(1) 钻如图2-2所示工件上的半圆孔时，可在已加工过的大孔中，嵌入与工件材料性质相近的圆柱棒后再钻孔，这样可以避免把上部的整圆部分刮大。

(2) 加工如图2-3所示的腰圆孔时，先在一端钻出整圆孔，另一端用图2-4所示的半孔钻头加工后，再对直线边进行锉削修正（也可在立铣床上铣出）。

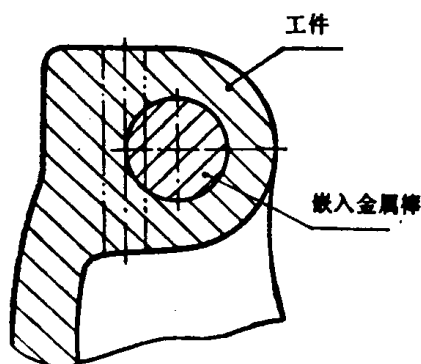


图 2-2 钻中间为半圆孔的工件

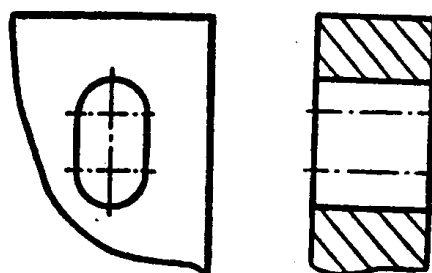


图 2-3 腰圆孔工件

半孔钻的特点是将麻花钻的主切削刃修磨成内凸凹形，外缘处残留的主切削刃长度可视需钻去材料径向余量而定（一般为1~2毫米）。钻孔时，切削表面形成凸筋，这样就可避免把钻头推向一边，而且又能限制钻头的晃动。所以，钻头不会偏离原定钻孔位置，可以进行单边切削。

半孔钻头也可用来加工图2-2所示工件的孔。钻孔时，可先用普通麻花钻钻进一定深度，再用半孔钻头钻孔，这样容易控制钻头的定心位置。

用半孔钻头钻孔时，应用手动进给，并且压力要轻，以免进给量过大而损坏钻头。

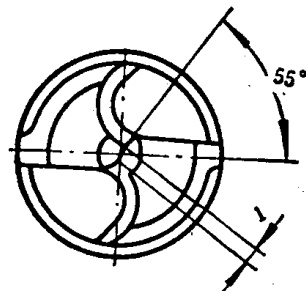
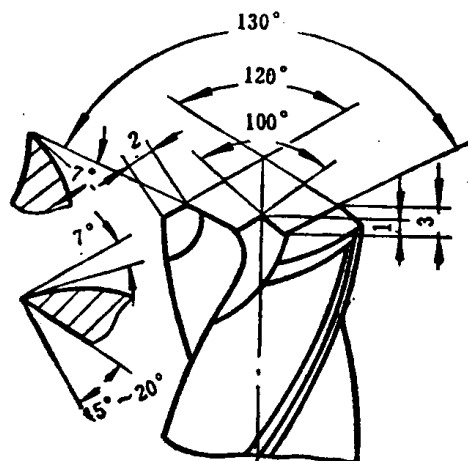


图 2-4 半孔钻头

三、钻 二 联 孔

常见的二联孔有图2-5所示的几种情况。在钻这类孔时，一般由于孔比较深或两个孔的轴向距离比较远，因此钻头要伸出很长。在轴向压力作用下，钻头易产生弯曲。当钻床主轴和钻头本身摆动比较大

时, 钻头不容易定心或者会偏离欲钻孔中心, 使钻出的孔中心倾斜, 两孔同轴度达不到要求。为避免上述缺点, 可采用下述钻孔方法。

(1) 钻图2-5(a)所示的二联孔时, 可按照钻小孔→钻大孔→镗大孔底平面的顺序操作。钻小孔时, 先用较短的钻头, 钻至大孔深度, 再改用接长的小钻头将小孔钻完。然后钻大孔, 用平刃钻镗大孔底平面, 从而保证大孔和小孔同轴。

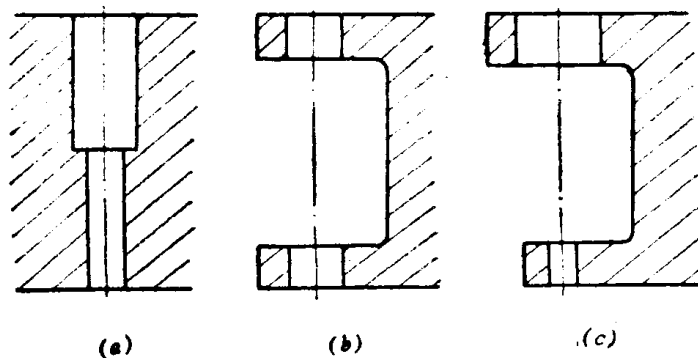


图 2-5 二联孔

(2) 钻图2-5(b)、(c)所示的二联孔时, 因钻头伸出比较长, 下面的孔又无法划线和打样冲眼, 所以钻孔时不便观察上下孔的同轴程度, 钻下面孔时, 钻头易偏离欲钻孔中心。为了防止这种现象, 可在钻好上面的孔后, 用一个外径与上面的孔配合较严密的大样冲 (或样冲配套), 插在上面孔中, 然后在下面欲钻孔中心

打一个小眼, 引导钻头对中心、先开慢车, 镗出一浅坑, 再以正常转速钻孔。

当上面孔直径大于下面孔时, 可车制一接长杆装夹小钻头, 以上面孔为引导钻下面孔, 保证两孔同轴度。

四、钻 小 孔

所谓小孔, 系指直径在 3 毫米以下的孔。有的孔虽然直径大于此值, 但其深度为直径的数倍以上, 如工件上的过油孔、阻尼小孔等。加工这类小孔比较困难, 钻孔时应注意防止出现废品。

1. 钻小孔存在的问题 钻小孔时, 因钻头直径小, 强度较低, 麻花钻头的螺旋槽又比较窄, 不易排屑。钻削过程中, 一般又多用手动进给, 进给力不容易掌握均匀。稍不注意往往会使钻头折断在工件孔中, 不易取出, 造成工件废品。此外, 由于钻头的刚度差, 容易弯曲, 致使钻孔倾斜。当钻头直径小于 1 毫米, 而加工表面又比较粗糙时, 钻心尖碰到突出的高点或过硬的质点时, 钻头易滑离原定位置。

2. 钻小孔的方法和注意事项

(1) 起钻时, 进给压力要轻, 防止钻头弯曲和滑移, 以保证起钻时的正确位置。

(2) 进给时要注意手感的切削力的大小。当钻头产生弹跳现象时, 要减慢进给速度, 使它有一个缓冲范围, 以防钻头折断。

(3) 转速应高些, 以增强钻头旋转时的刚度。钻削过程中, 需注意及时提起钻

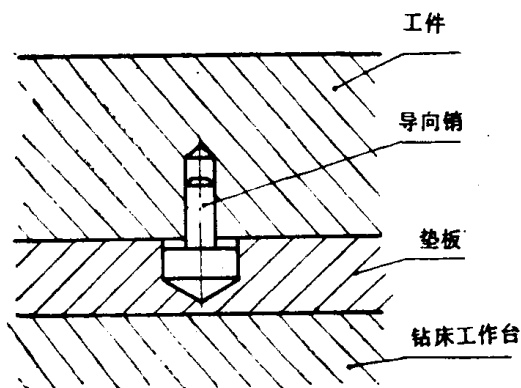


图 2-6 在工件的两边钻通小孔

头排屑，并借此机会使钻头冷却，减少磨损。

(4)当钻孔深度超过钻头的有效长度而又是通孔时，可采取两边钻孔的办法(图2-6)。按要求先在工件的一面钻孔深的一半，再将一块平行垫块装压在钻床工作台上，在上面精钻一个能与导向销大端为过盈配合的孔。把导向销压入孔内。再把工件已钻好的小孔套在导向销小端上。压紧后将孔钻通，便能基本上保证两面钻孔的同轴度。

五、套料切割

在金属板料或管壁上加工较大的孔，一般多采用氧-乙炔焰切割后，再用其它方法进行精加工。这种方法，时间长，难度大，并且工件受热后易变形，质量难以保证。为此，可采用图2-7所示的专用工具在钻床上进行切割，以避免上述缺陷。

用这种工具进行切割的范围较大，切割厚度可达20毫米，孔径 D 为50~400毫米，光洁度可达 $\nabla 4$ 。图中中心圆柱为引导轴，引导部分应热处理淬硬至HRC45~50左右，以避免在切割过程中表面磨损或咬毛。

在板料上切割孔时，中心处应先钻一个起定位作用的引导孔。并将内切刀装夹得比外切刀低 $h_1 = (1.5 \sim 2)s^*$ 的距离，以减少外切刀的切削负荷和磨损，保持良好的切削能力。

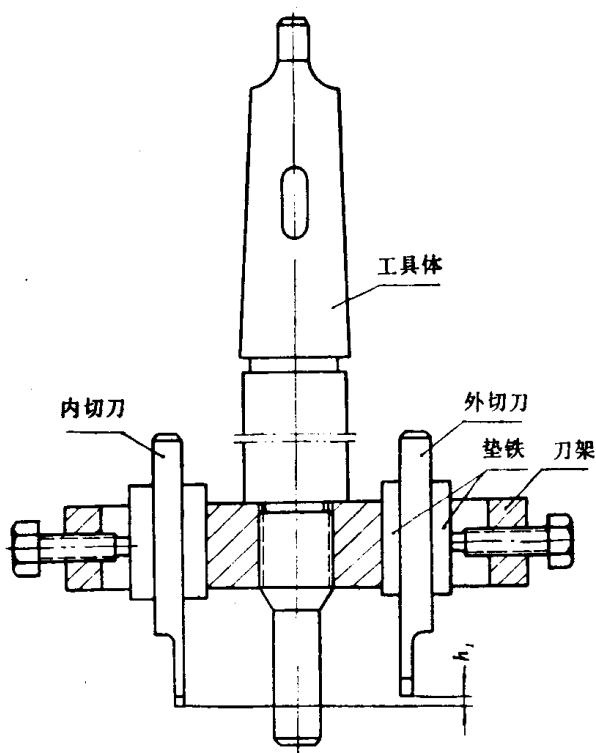


图 2-7 在板料和管壁上切割孔的工具

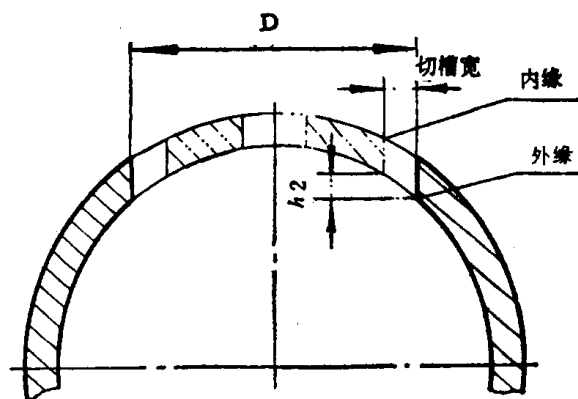


图 2-8 切割管壁孔时，切槽内、外缘的位差

在切割管子时，装夹内、外切刀的位差与切割板料时不同。如图2-8所示，当切割槽的内缘切穿时，外缘处尚有等于 h_2 的厚度没有切穿。所以外切刀应比内切刀装夹得低 $h_2 =$

* S ——每转进给量。