

机械工人职业技能培训教材

高级镗工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

内 容 提 要

本书根据中华人民共和国工人技术等级标准和中华人民共和国职业技能鉴定规范(镗工),对高级镗工专业知识要求和技能要求编写的。书中主要介绍了各种大型、复杂、精密工件以及特殊材料工件的加工工艺方法和检验技能,并列举了较多的实例,供读者参考。书中还较详细地介绍了镗床的精度检验和调整方法,以提高镗工解决镗削加工问题的综合能力。本书适合于高级镗工职业技能鉴定使用,也可作为高级镗工培训教材和参考读物。

高级镗工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

*

责任编辑:吴天培 版式设计:冉晓华

封面设计: 责任校对:罗凤书

责任印制:

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街 22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 0117号)

印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 6.5 插页 1 字数 150千字

1998年 月北京第 1版·1998年 月北京第 1次印刷

印数 1000册 定价 12.00元

*

陈序 陈序 陈序 陈序 陈序

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68995166 网址:www.cmpbook.com

机械工人职业技能培训教材与试题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委 员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙 旭	李明全	李 玲
	李超群	吴志清	张 岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施 斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			

本书主编 赵忠玉 副主编 邓观民 王明卿
本书主审 陈继荣

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》~~员~~种，《机械工人操作技能培训教材》~~员~~种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约~~苑~~种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备

和成龙配套等特点，受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1995年以来，我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》，逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标，我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》，使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时，又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》，共 15 种，以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的，包括 15 个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”（主要是“专业知识”部分）和“技能要求”分三册编写，适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用；对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等，另编写了公共教材，以利于单科培训和工人自学提高。题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点，采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语；各工种教材则更加突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此，谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！教材中难免存在不足和错误，诚恳希望专家和广大读者批评指正。

目 录

前言	
第一章 镗削工艺及镗削方法	员
第一节 镗削工艺方案的选择	员
第二节 镗削工艺方法的选择	愿
复习思考题	员
第二章 镗削加工	缘
第一节 大型精密箱体的镗削加工方法及检验方法	愿
第二节 深孔、大孔的镗削方法	猿
第三节 多坐标孔系的镗削加工和计算方法	缘
第四节 空间斜孔的镗削加工方法	苑
第五节 特殊材料工件的镗削加工方法	员
复习思考题	愿
第三章 镗削质量分析	园
第一节 镗削加工分析和改进措施	园
第二节 振动对镗削加工的影响及防振措施	怨
复习思考题	猿
第四章 提高劳动生产率知识	缘
第一节 工时定额的基本概念	缘
第二节 缩短机动时间和辅助时间的措施	愿
复习思考题	员
第五章 镗床检验与调整	园
第一节 镗床精度检验	园
第二节 镗床调整	源
复习思考题	员

第一章 镗削工艺及镗削方法

培训要求 掌握选择镗削工艺方案的方法，合理拟定加工工艺路线，能确定工艺装备和镗削加工的基本方法。

第一节 镗削工艺方案的选择

一、镗削原则

镗削加工的方法，是根据生产类型、工件精度、孔的尺寸大小和结构、孔系轴线的数量以及它们之间的相互位置关系，确定合理的工艺流程，并选用相应精度的机床设备、附件和工艺装备，以低成本、高效率为原则加工出符合设计要求的工件。如按生产类型区分，可分为单件、小批生产；中批生产和大批生产。单件、小批生产的特点是数量少、品种多，加工的对象经常变换，应选择在万能镗床上进行加工（在条件具备的情况下也可用数控机床加工）。工艺安排一般尽可能使工序集中，力求在一次安装后完成多种工序加工，如采用镗夹具加工显然是不经济的，如采用组合夹具加工，可以收到良好的效果。中批生产的特点是数量中等、品种较多，加工的对象周期性变化，一般选择在万能镗床上靠专用夹具的准确性进行加工。大批量生产的特点是数量大、品种少，加工的对象基本固定不变，应使用专用镗床（组合机床）。在一些大型、重型机器制造中，孔加工和其它镗削（端面、外圆）等加工，可在卧式镗床上调头镗削或在具有综合性加工能力的铣镗床上加工。

二、工艺方案的选择

镗削加工一般采用“先面后孔”的工艺流程，即先将工件的主要平面进行粗、精加工，然后再用已加工好的平面作定位基准进行粗、精镗孔。孔加工的定位基准大都是工件的安装基准和测

量基准，所以采用先面后孔的加工工序可以使工艺基准与设计基准重合，便于镗削孔系时以面为基准定主轴坐标，保证工件的镗

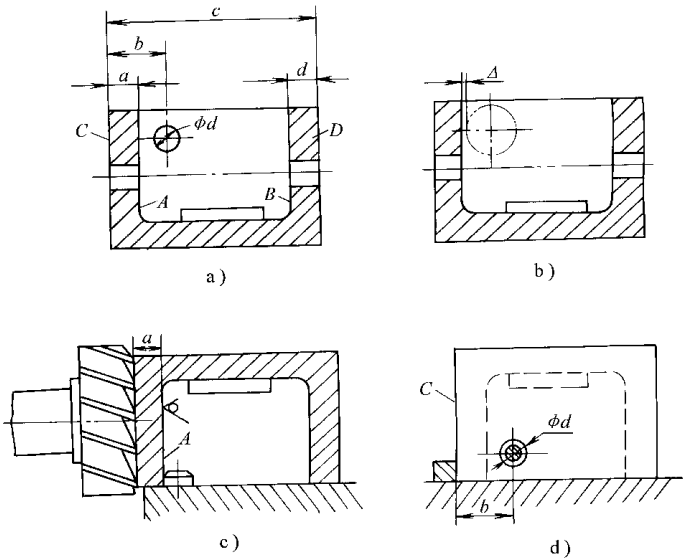


图 1-16 箱体加工的工艺选择

削精度。如图 1-16 所示的箱体工件，箱体内壁 粵面和 月面均为不加工表面， ϕ 镗孔处装有一圆柱销，为了使圆柱销不碰到箱体内壁 粵面，设计时在它们之间留有间隙 Δ ，见图 1-16 并有尺寸 葬和 遭予以保证。

当加工图 1-16 所示箱体时，先选择 粵面为粗基准加工 悦面，见图 1-16 然后以 悦面为基准加工 ϕ 镗孔，见图 1-16 尺寸 葬和 遭就能达到设计要求，间隙 Δ 得到保证。如果先选择 粵面为粗基准加工 ϕ 镗孔，再以 ϕ 镗孔为基准加工 悦面，一方面会造成由于尺寸 遭的误差影响到 葬尺寸，另一方面以孔为基准，找正时不能充分利用机床上的附件、垫块等基准，而必须配备专用心轴用百分表找正，这不但给安装、测量带来麻烦，而且由于箱体壁薄，孔的长度短，还会引起误差增大。

除了上例要求和相邻零件不相碰外，其它如要求壁厚均匀，

面与孔之间有位置要求等均属此类。

对于一些重要表面和主要孔系，应在机加工前划尺寸界限线，尽可能保证加工余量均匀。

三、拟定加工工艺路线

拟定加工工艺路线主要是拟定每一个表面的加工方法、加工顺序、工序尺寸、选择设备和工艺装备等。

拟订每个表面的加工方法 一个表面有几种不同的加工方法，例如图 5-10 为一定位套，工件小，采用在内圆磨床上加工非常方便。

如果工件体积较大，并且位置精度要求较高时，应采用在镗床上镗削或铰销，如图 5-11 所示为分离式减速箱体，它是由底座和盖两部分组成，轴承支承孔的轴线在两部分的对合面上，端面至轴承支承孔的距离为 $\phi 170^{+0.04}_0$ ， $\phi 130^{+0.04}_0$ 和 $\phi 110^{+0.035}_0$ 三孔之间的距离分别为 200 ± 0.08 和 150 ± 0.045 ，从结构和尺寸精度要求可以看出，该工件应选

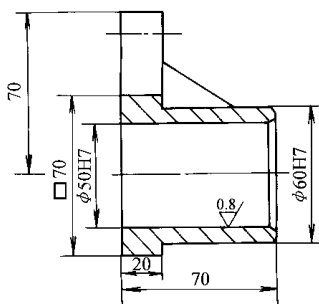


图 5-10 定位套

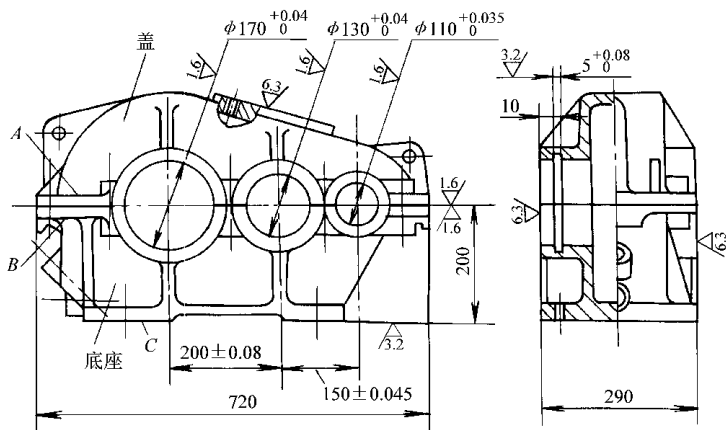


图 5-11 分离式减速箱体

择镗床上加工轴承孔比较合理，由于该箱体为分离式，所以其加工工艺必须将剖分面加工好以后，合起来装配成整体再进行加工。

另外，为了保证设备合理使用，一般分粗加工、半精加工和精加工三个加工阶段。

圆 拟定加工工序 主要是确定各表面最终加工工序的顺序、划分加工阶段，按工序集中和分散的原则安排工序。

员 当加工工件主要表面所需要的精基准选定以后，在粗加工阶段就应考虑将此精基准加工出来。如图 员源所示工件，箱盖的精基准面是对合面，工艺安排应先粗刨对合面，再以对合面为基准刨顶面。有时，为了保证后道工序的加工精度，还要提高基准面的加工精度，例如图 员源所示工件，在刨好顶面以后，又以顶面为基准磨对合面。

圆 基准面加工以后，接着对精度高的主要面进行粗、精加工，然后加工其它各次要面，如图 员源所示底座各面的加工过程：粗刨对合面——以对合面为基准刨底面——以底面为基准面磨对合面——铣两端面——粗镗轴承支承孔，镗孔内槽——精镗轴承支承孔。

猿 确定工序加工余量 确定工序尺寸的原则应该是保证前一道工序确定的尺寸使后一道工序既有足够的余量，但余量又不能过多。如余量过少，会使毛坯制造困难，并容易使工件在加工表面上留下上一道工序加工的痕迹而产生废品。余量过多，会造成材料浪费，降低生产率、增加机床、刀具、工装损耗以及能源浪费，使成本上升。例如不同的材料，加工余量就会不同，某工件上有一个 $\phi 40$ 表面粗糙度为 $R_{a} 0.4$ 的孔，设计要求：材料为 45 钢，硬度为 $HRC 20$ 。从工艺考虑需进行钻、镗和磨削加工。各工序余量如下：磨削余量 0.15 ；镗削余量 0.1 ；钻削余量 0.2 。如果工件材料改为 20 钢，由于该材料热处理变形小，磨削余量定为 0.1 就比较合适。

对于一些精度要求高，结构比较复杂，孔系之间或孔与面之

间有坐标和精度要求的工件，确定加工余量时，必须对工件进行全面的工艺分析，然后根据经验或查表等方法确定加工余量。如图 1 所示是一个定位夹具体工件，该工件材料为 45 号钢。确定加工余量过程：

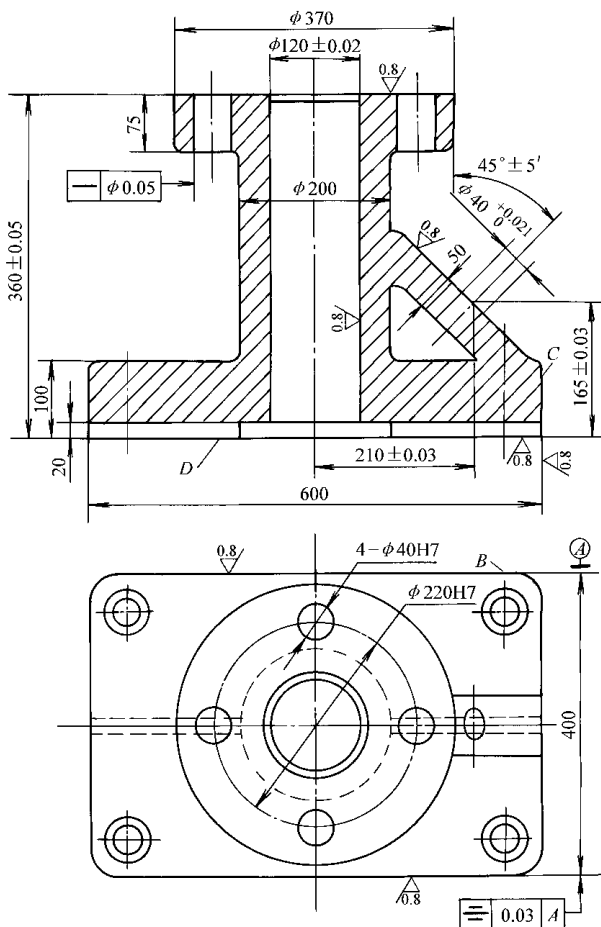


图 1 定位夹具体

(员) 工艺分析 该工件主要有 员原 φ 200 的深孔、源原 φ 220 的平面圆周分度孔，在斜面上有 员原 φ 40 的斜

当成批生产时，往往采用专用夹具。专用夹具的基本要求是：(员) 正确选定定位基准、定位方法和定位元件，以便保证加工质量；(圆) 应尽可能采用快速、高效的结构，以便提高生产率；(猿) 操作应方便、省力和安全；(源) 便于排屑；(缘) 具有良好的加工、检验、装配等工艺性。在生产实践中可以根据夹具的基本要求，进行革新，以提高加工质量和生产效率。

表 员圆 镗孔工艺方法、孔径公差等级
和表面粗糙度

工 艺 方 法	孔径公差等级 穉	表面粗糙度 穉穉穉
钻	穉以下	穉穉穉
扩	穉- 怨	远穉穉- 猿穉圆
粗镗	怨- 愿	远穉穉- 猿穉圆
半精镗	愿	猿穉圆- 员穉远
精镗	愿- 苑	员穉远- 园穉愿
铰	苑	员穉远- 园穉愿
磨	苑- 远	园穉愿- 园穉源
珩磨	远	园穉圆- 园穉远
滚压	远	园穉愿- 园穉源

(猿) 量具选择 量具的选择，主要根据生产类型和工作精度而定。单件、小批生产时，一般尽量采用通用量具和一些精密量具。如百分表、三爪内径千分尺、自准直仪、经纬仪和三坐标测量机等。大批生产时应采用专用量具，以便保证检验与加工同步。如专用塞规、卡规和一些组合检具。如图 员圆为检验相互垂直孔距的组合检具，使用时先将 穉尺寸的检验棒放入工件孔内，再将 穉尺寸的检验棒放入工件的另一孔内。检验棒上 粤面为通端，月面为止端。当 粤面通过图示位置，则工件孔距合格；当月面也通过时，则工件孔距不合格。

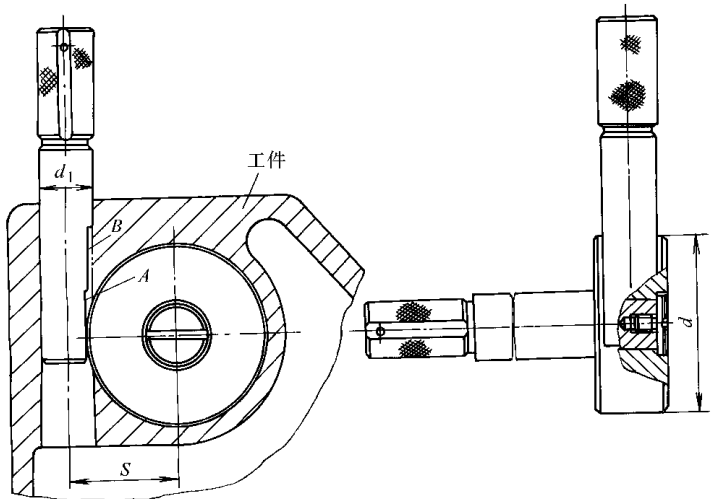


图 15-1 检验相互垂直孔距的组合检具

第二节 镗削工艺方法的选择

在镗床上加工工件，应根据工件的图样和工艺要求及精度等级选用适当的加工方法(如钻、扩、镗、铰、磨和滚压等)。至于采用哪一种加工方法，则主要取决于图样上所要求的精度、技术要求以及形状、尺寸大小、工件材料，装夹方式和生产规模。选用时，应首先选定该面的最后加工方法，然后再选定前面一系列准备工序的加工方法和顺序。

如图 15-2 所示是定位板工件，工件材料为 45 号钢，孔 $\phi 40$ 至端面距离为 30 ± 0.02 ，表面粗糙度为 $R_{a} 0.8$ 。经工艺分析，确定 $\phi 40$ 孔为在坐标镗床上加工的最后表面，那么它前面的准备工序则可

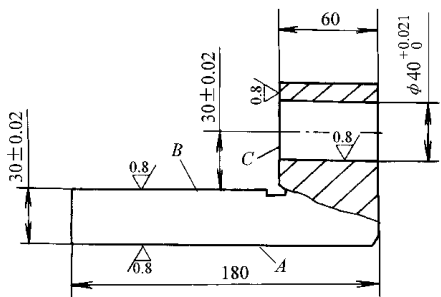


图 15-2 定位板

采用钻削、粗镗、半精镗。但这种方法不是固定不变的。要看孔径的大小、长短而定。加工方法不同所获得的表面精度、表面粗糙度不同。几种加工方法的特点如下：

钻、扩、铰孔的共同特点是依靠刀具的几何形状、尺寸和精度来保证孔的几何形状和孔径尺寸。钻孔精度最低，扩孔精度次之，而铰孔精度最高。钻、扩、铰的工作效率较高。

镗、磨、珩的共同特点是依靠调整切削刀具、磨具的位置和尺寸来保证孔径尺寸。它们主要用于孔的精加工、细加工或超级加工。工作效率较低。

滚压孔是依靠调节滚压工具对孔进行光整加工，目的是为了降低表面粗糙度值和提高孔的精度。

孔与外圆表面相比，孔加工的工作条件较为不利，因为孔加工所用的刀具或磨具尺寸(直径、长度)受到被加工孔位置和尺寸的限制，刀具或磨具的安装、刀杆的选择往往会引起刀具的刚性不足，因此，加工同样尺寸、同样精度的孔和外圆时，孔加工需要较多的工序，产生废品的可能性也较大。所以熟悉加工方法的特点和精度是至关重要的。

一、孔加工方法介绍

钻孔 钻孔是用于在实心材料上预加工或最终加工孔的方法。精度可达公差等级 IT10 级以下，表面粗糙度为 $Ra12.5$ ，钻孔的直径一般不大于 30mm 。钻孔时，钻头容易产生偏移，偏移的因素有材料组织不均匀；钻头刚性不足；钻头切削刃角度不正确；工件端面与机床主轴不垂直；工件端面粗糙等。

扩孔 扩孔是用扩孔钻对已经钻削出的孔或铸、锻和冲出的孔进行加工，常用来精加工(如铰孔)前的准备工序，也可以是最终加工。扩孔的余量一般为孔径的 $1/3$ 左右。小于 $\phi 30\text{mm}$ 的孔，加工余量为 $1/3$ 左右的孔，加工余量是 $1/4$ 。当孔径大于 $\phi 30\text{mm}$ 时宜采用镗削加工。

铰孔 铰孔一般是对孔径小和淬火(或调质)孔的精加工

方法之一。对于铸铁类工件的大孔也可以进行铰削。铰孔一般都分粗铰和精铰，粗铰余量一般为 $0.05 \sim 0.15$ mm，精铰余量为 $0.01 \sim 0.02$ mm。

镗孔 在镗床上加工的工件，大多是箱体、托架、模板和特殊型面。镗孔与扩孔、铰孔相比，生产效率较低，并且要求操作者有较高的操作技能。为了保证质量，一般镗孔分粗镗、半精镗和精镗。

磨孔 在镗床上磨削 磨孔一般分粗磨和精磨，它主要在内圆磨床上进行加工，当需要时可在镗床上装上磨排和砂轮进行磨削。另外在铣镗机床上，可进行端面磨削。

珩磨 珩磨是磨削加工的一种特殊形式。珩磨所用的切削工具是珩磨头，其结构比较简单，如图 1-10 所示为适用于大孔的珩磨头。珩磨头与工件之间做旋转和往复运动，可获得很高的加工质量。它可以磨铸铁，淬火和不淬火钢的工件表面，但不适

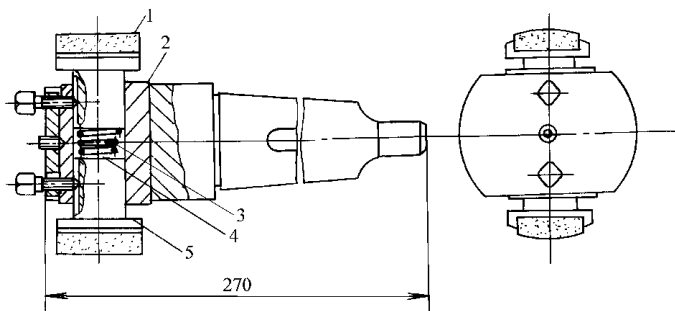


图 1-10 适用于大孔的珩磨头

1—磨条 2—套筒 3—弹簧

4—可换垫 5—磨条夹

用加工韧性好的有色金属，因为珩磨头的磨条会被磨削的金属堵塞而无法切削。

滚压 孔的滚压加工是成批生产中加工较小尺寸精制孔的一种简单和可靠的方法，滚压孔是用一组淬硬的钢球或压刀，挤压比其直径稍小的被加工孔的方法。它不切削金属，而是扩大

孔径，并且提高表面质量。

二、普通镗床的加工方法

1. 利用滑架镗削 利用滑架镗削箱体工件，如图 1-15 所示，其主要操作步骤：

1) 调整滑架支承套 1 与主轴 4 的同轴度。

2) 刀杆 2 与滑架支承套 1 的配合精度取 ± 0.005 。

3) 短孔多采用主轴进给，当孔长大于 100mm 时，应采用工作台进给。

4. 利用夹具镗削 夹具一般分整体式和拼装式。图 1-16 所示为整体式镗夹具。工件的精度靠镗夹具 1 的设计和制造精度保证。

5. 调头镗削 加工两端距离较大的同轴孔常采用调头镗削，如图 1-17 所示是利用回转工作台进行镗削。

6. 大型、重型工件的调头镗削 大型、重型工件一般在落地镗床或落地铣镗床上进行镗削，其方法是：

1) 利用回转工作台进行调头镗削。

2) 利用定位基准(工艺基准)进行调头镗削，

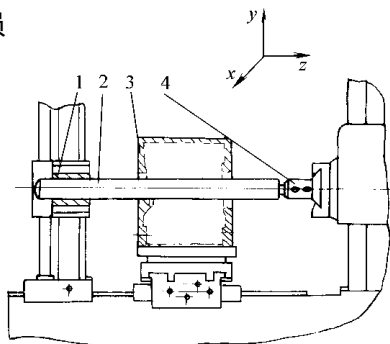


图 1-15 用滑架镗削箱体
1-滑架支承套 2-刀杆
3-工件 4-主轴

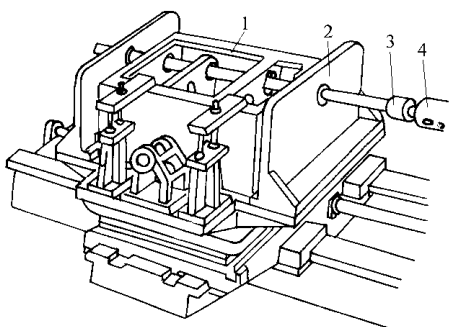


图 1-16 用整体式镗模镗削
1-工件 2-镗夹具
3-刀杆 4-主轴