

机械工人职业技能培训教材

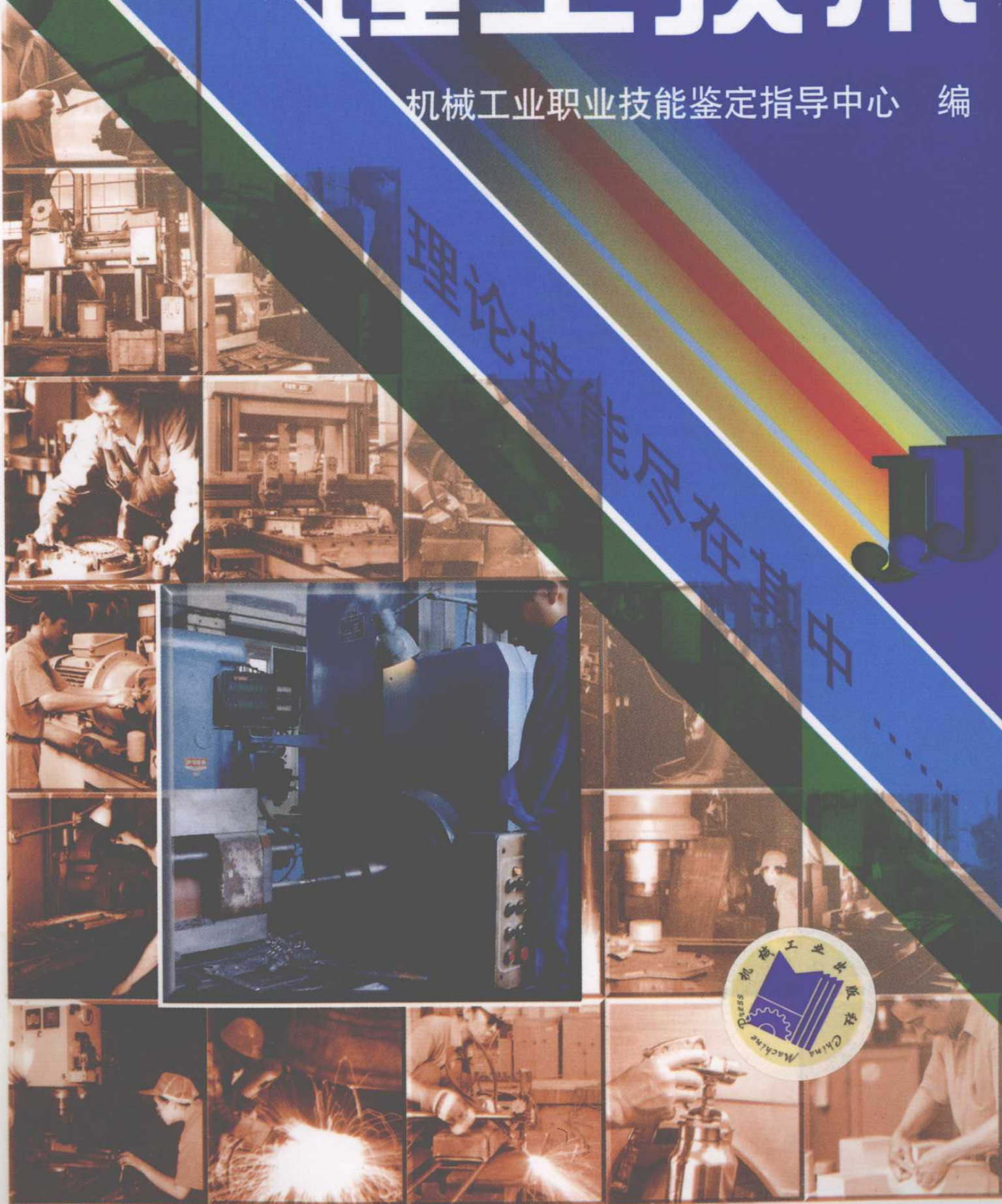


中级

镗工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

中级镗工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

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),对中级镗工专业知识要求和技能要求编写的。书中比较详细地介绍了各种孔、孔系、沟槽、平面以及外圆柱面在铣镗床上的粗、精加工方法,并列举了较多的加工实例,力求提高读者的操作技能。书中对常用铣镗床的性能、结构、传动系统,调整方法,以及试车、故障排除都做了比较全面地介绍。本书适合于中级镗工职业技能鉴定使用,也可作为中级镗工培训教材和参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

中级镗工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编.
—北京:机械工业出版社,1999.3(2006.9重印)

机械工人职业技能培训教材

ISBN 7-111-02741-8

I. 中… II. 机… III. 镗削-工艺-技术培训-教材
IV. TG53

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第02275号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:吴天培 版式设计:霍永明 责任校对:孙志筠

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2006年9月第1版第6次印刷

140mm×203mm·7.875印张·1插页·207千字

定价:13.00元

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)68326294

编辑热线:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

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	于新民	田力飞	田永康	关连英
员	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	邹其良	
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》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700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。

1994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《技能鉴定考核试题库》，共87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18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。试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 镗削加工的基本方法	1
第一节 镗削加工方法的种类及特点	1
第二节 工件的装夹	8
第三节 镗床主轴的找正定位方法	17
第四节 镗削加工原则	24
第五节 镗削加工方法对工件质量的影响	26
复习思考题	29
第二章 箱体工件孔系的镗削加工	30
第一节 箱体工件的工艺特点和主要技术要求	30
第二节 箱体工件孔系的镗削加工	33
第三节 孔系工件镗孔的精度检验	70
复习思考题	76
第三章 薄壁工件及深孔、斜孔、不通孔工件的镗削加工 ...	78
第一节 薄壁工件的镗削加工	78
第二节 深孔工件的镗削加工	82
第三节 斜孔工件的镗削加工	86
第四节 不通孔工件的镗削加工	93
复习思考题	98
第四章 在镗床上进行铣削加工	99
第一节 镗床铣削加工的基本知识	99
第二节 在镗床上铣削平面	108
第三节 铣削用量的选择	120
第四节 镗床铣削平面的质量分析	125
复习思考题	127
第五章 沟槽、外圆面和螺纹的镗削加工	128
第一节 沟槽的镗削加工	128

第二节 外圆面的镗削加工	143
第三节 螺纹的镗削加工	155
复习思考题	164
第六章 在坐标镗床上进行镗削加工	166
第一节 在坐标镗床上镗削坐标孔	166
第二节 在坐标镗床上镗削相贯垂直孔	187
第三节 在坐标镗床上镗削不通孔	190
第四节 在坐标镗床上加工平面	192
第五节 坐标镗床加工的质量分析	194
第六节 坐标镗床的其它用途	196
复习思考题	200
第七章 常用镗床的结构原理及其维护保养	201
第一节 常用镗床类型	201
第二节 T68 卧式镗床	206
第三节 T4145 坐标镗床	220
第四节 镗床的试车与故障排除	232
复习思考题	242

第一章 镗削加工的基本方法

培训要求 掌握镗削加工的基本方法及对工件质量的影响，工件的正确装夹和镗床主轴找正定位方法。

第一节 镗削加工方法的种类及特点

一、镗削加工方法的种类及特点

镗削加工是机械加工中广泛采用的一种重要加工方法。它不仅可以镗削单孔，还可以镗削孔系、沟槽、平面等。由于工件的表面形状和外形尺寸各不相同，所以镗削时采用的加工方法也不尽相同。镗削加工的基本方法可分为下面几种：

按镗削支承情况来分，可分为悬伸镗削和支承镗削。

按机床类型来分，可分为立式镗削和卧式镗削。

按镗刀的主切削刃来分，可分为单刃镗削和双刃镗削。

按加工孔多少来分，可分为单孔镗削和孔系镗削。

按镗杆受力情况来分，可分为推式镗削和拉式镗削。

这里主要从镗杆的支承情况和进给方式来阐述悬伸镗削和支承镗削的特点和优缺点。

1. 悬伸镗削法 悬伸镗削法就是使用悬伸的镗杆对中等孔径和不穿通的同轴孔系进行镗削加工的方法。悬伸镗削法是镗床的主要加工方式，在短床身镗床、无后立柱镗床、数控镗床上镗削孔，基本上多是采用悬伸镗削法。

根据镗床进给方式的不同，悬伸镗削法又可分为主轴进给和工作台进给两种方式。

在主轴进给方式中，主轴在作旋转运动的同时还作轴向进给运动，见图 1-1。

图 1-1a 为用长镗杆镗削同轴孔。先镗削 A 孔，再镗削 B

孔。在加工过程中镗杆不调换。

图 1-1b 为先用短镗杆镗削 A 孔，再用长镗杆镗削 B 孔。在加工过程中调换镗杆。

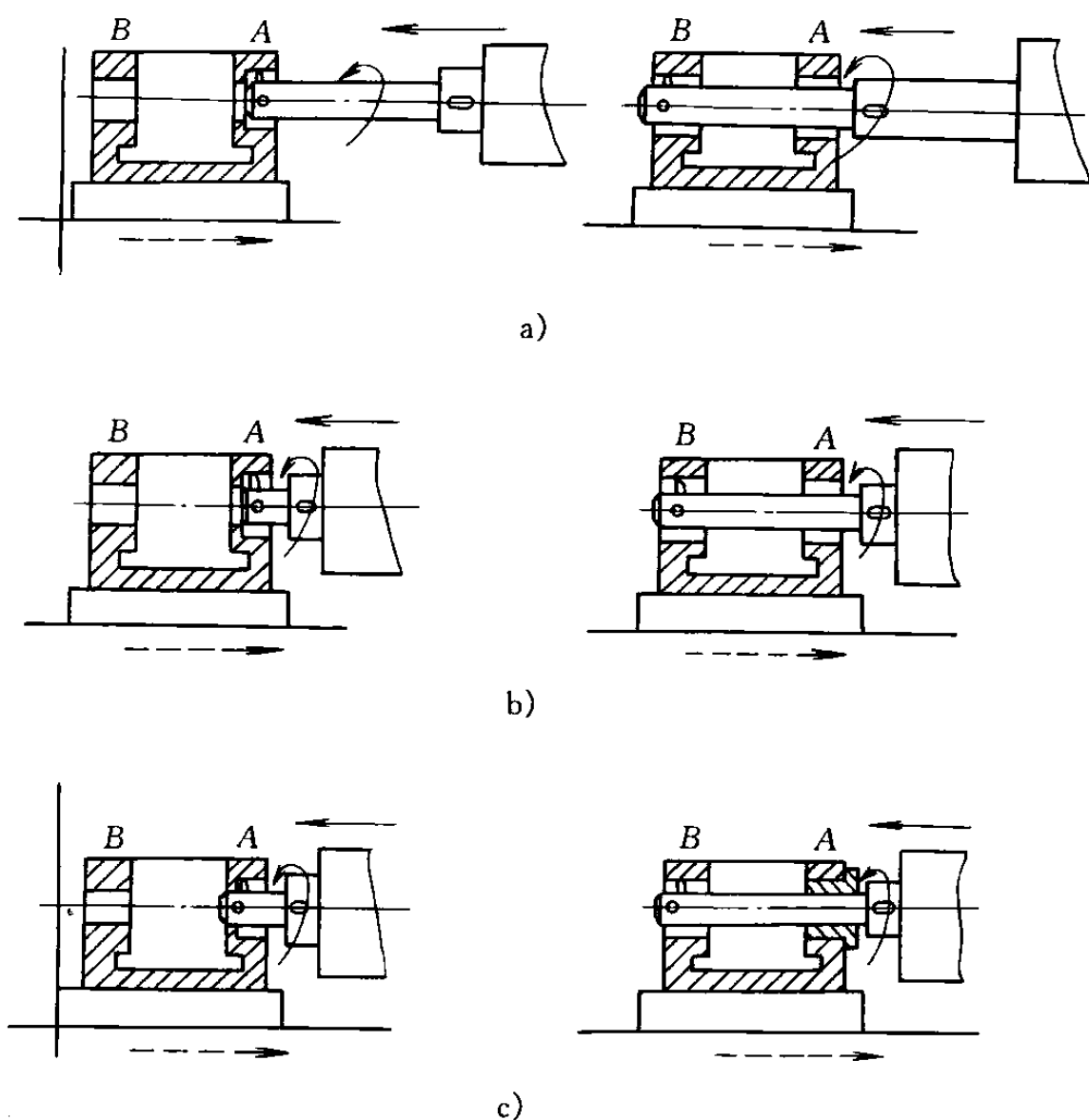


图 1-1 悬伸镗削法

图 1-1c 为先用短镗杆镗削 A 孔，再用长镗杆镗削 B 孔。在加工过程中不仅调换镗杆，为了提高长镗杆的刚性，还在已加工好的 A 孔中加镗杆引导套。

在工作台进给方式中，镗床主轴只作旋转运动，进给运动是由工作台来完成的。其加工形式也有图 1-1 所示的三种情况。图中虚线表示为工作台进给方向。

(1) 悬伸镗削法的优点

1) 可镗削单孔和孔轴线不太长的同轴孔。

2) 所使用的镗杆刚性大, 切削速度比支承镗削高, 生产率高。

3) 在悬伸镗杆上安装、调整单刃镗刀或镗刀块方便、省时。

4) 悬伸镗削入口宽敞, 便于观察加工情况。可使用通用精密量具进行测量, 容易保证工件的加工质量, 比其它镗削方式辅助时间短、生产率高。

5) 若采用工作台进给法加工, 由于工作台导轨直线性好, 镗削孔的直线度也较好。镗孔精度基本上取决于机床本身的精度, 在半精镗和精镗孔时宜采用工作台进给法来加工。

(2) 悬伸镗削法的缺点 在悬伸镗削法中, 若采用主轴进给法加工, 由于镗床主轴不断伸出, 其刚性将逐渐下降, 在切削力的影响下, 主轴在不同的加工位置上所产生的变形各不相同, 镗出的孔径亦不相同。另外, 随着主轴悬伸量的增加, 其自身重量所引起的弯曲也在变化, 而使主轴轴线产生弯曲, 镗出来的孔的轴线会随着主轴轴线弯曲而弯曲, 影响孔的尺寸精度、形状精度, 产生圆柱度误差。在镗削加工精度要求不高的孔时可采用主轴进给法加工。在半精镗、精镗孔时不宜采用主轴进给法加工。

2. 支承镗削法 当镗削箱体类工件的同轴孔系时, 孔轴线较长, 且又是穿通孔。这时如仍采用悬伸镗削法进行加工, 由于镗杆悬伸量大, 镗杆轴线产生的挠度值可能超过了工件的加工要求, 镗削加工出来的孔将达不到图样规定的技术要求。在这种情况下, 通常采用将镗杆头部伸入镗床尾座套筒内进行镗削加工, 这种镗削加工方法通常称为支承镗削法。

支承镗削法和悬伸镗削法一样, 也有三种类似的加工方式, 见图 1-2。

图 1-2a 为镗杆做旋转运动, 工作台作进给运动加工同轴孔系。主轴和镗杆的悬伸长度不变。由于两支承点间的距离很长, 镗杆伸出的长度至少要超过被加工孔距长度的两倍以上。

图 1-2b 也是主轴做旋转运动, 工作台作进给运动加工同轴孔系。加工时用一根不太长的镗杆, 在镗杆前后两处开有与被加

工孔距离相对应的装刀方槽。镗好一孔后将镗刀卸下，再重新装入另一方槽内，调整好镗刀尺寸，镗削另一孔。镗杆伸出长度比图 1-2a 可大大缩短。

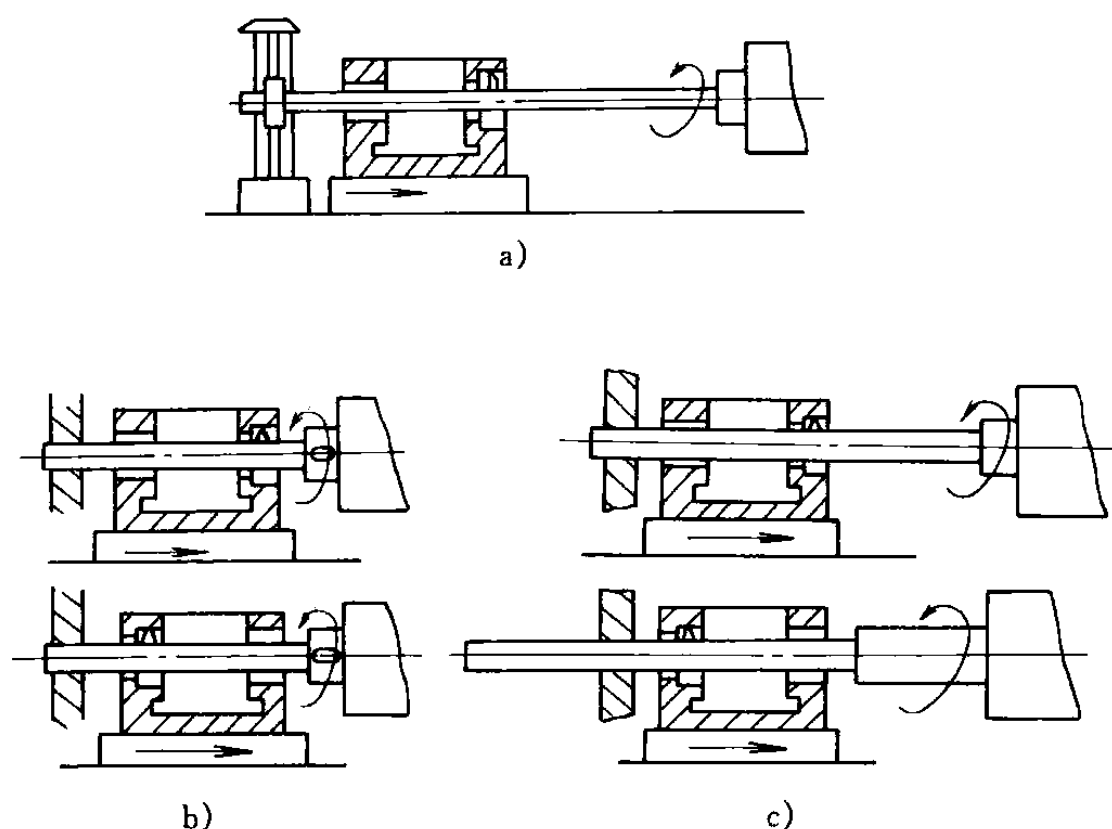


图 1-2 支承镗削法

图 1-2c 为主轴连同镗杆既做旋转运动又做进给运动加工同轴孔系。随着主轴伸出长度的增加而使镗杆的工作长度相对缩短。

(1) 支承镗削法的优点

- 1) 与悬伸镗削法相比，支承镗削法大大增强了镗杆的刚性。
- 2) 支承镗削法适于加工穿通的同轴孔系，能保证孔的尺寸精度和同一轴线上各孔的同轴度要求。

(2) 支承镗削法的缺点 在加工同轴孔系时，在同一镗杆上有时可能要安装多把尺寸不同的镗刀，装卸、调整镗刀较麻烦，费时。特别在加工箱体类工件内隔板上的孔时，加工情况不易观察，不能用通用量具来进行测量。

3. 悬伸镗削法与支承镗削法的比较 悬伸镗削法可以广泛用来加工箱体、壳体类工件上的浅孔，以及同轴孔系的端面孔。

在悬伸镗削法中，主轴旋转速度不受镗杆支承架轴承的影响，比支承镗削法可提高镗削速度，生产率高。

悬伸镗削法大多用于加工工件上的端面孔，调整刀具较方便。试镗、测量直观、方便。

支承镗削法在加工较深较大的孔和孔间距离较大的同轴孔系中发挥着良好的作用。在配合间隙调整恰当的情况下，可获得较高的孔的同轴度要求。但装卸、调整镗刀较悬伸镗削法麻烦、费时。不能采用端镗工具和通用量具，加工过程中不便于观察，影响了加工范围的扩大，在工艺系统刚度足够的情况下，一般多采用悬伸镗削法来加工。

二、镗刀镗孔和浮动镗刀镗孔

在卧式镗床上加工孔的方法中以镗刀镗孔和以浮动镗刀镗孔最为普遍，现分别叙述如下：

1. 镗刀镗孔 用镗刀镗孔是孔的镗削加工方法中最主要的加工方法。并且加工范围很广，可以加工各种工件上不同尺寸的孔。可以进行粗加工，也可进行精加工，特别适合于单件、小批生产。用镗刀镗孔不仅能保证孔中心线的正确位置，修正毛坯或上道工序加工后所造成的孔的中心线的歪曲和偏斜，而且还能保证孔与孔之间的坐标尺寸精度和相互位置精度。如果镗孔作为最后精加工工序，在精镗前必须进行半精镗，并在半精镗后留有适当的余量供最后精加工使用。

在精镗加工时，镗刀刀头要有足够的耐磨性。在孔的镗削加工中，刀头的磨损会引起切削力的增加，切削热的上升，以致造成孔的形状和孔的尺寸失去控制。使用硬质合金刀头的短镗杆，并用高的切削速度和小的进给量能获得良好的孔的形状精度和细的表面粗糙度。实践证明，精镗后的表面由于刀痕、振动等原因引起的波峰最高点和波谷最低点间的高度要比粗镗、铰削小，因而精镗比粗镗和铰孔的表面粗糙度要细。

在用镗刀镗孔时，背吃刀量不宜过小，一般不低于 0.1mm 。进给量也不宜过小，一般不低于 0.03mm/r 。如果背吃刀量和进

给量过小的话，镗刀刀头的切削部分不是处于切削状态，而是处在摩擦状态，这样容易使刀头磨损，从而使镗削后孔的尺寸精度和表面粗糙度达不到图样规定的技术要求。

(1) 镗刀镗孔的优点

1) 加工工艺性好，适用范围广，不仅能加工通孔，还能加工不通孔、阶梯孔、交叉孔等。

2) 加工精度高，表面粗糙度细，能保证孔的形状精度和位置精度。在镗床精度良好的情况下，用镗刀镗孔时孔的尺寸精度可达 IT7~IT6 公差等级，孔的同轴度可达 $\phi 0.01 \sim \phi 0.05\text{mm}$ ，孔的位置精度可达 $\pm 0.01 \sim \pm 0.05\text{mm}$ ，孔的表面粗糙度可达 $R_a 3.2 \sim 0.8\mu\text{m}$ 。

3) 如使用硬质合金刀片，可以进行高速镗削，生产率高。

由于镗刀镗孔具有上述优点，所以在生产中被广泛使用。

(2) 镗刀镗孔的缺点 用镗刀镗孔时，调整刀具和对刀所消耗的辅助时间比较多，影响生产率的进一步提高。

2. 浮动镗刀镗孔 浮动镗刀是一种尺寸可调节的镗刀块，

图 1-3 是一种结构较典型的浮动镗刀。工作时它无须固定在镗刀杆上，镗刀块只是插在镗刀杆上的精密方孔槽内，并能沿径向自由滑动，由刀块上两条对称的切削刃产生的切削力自动平衡其位置，

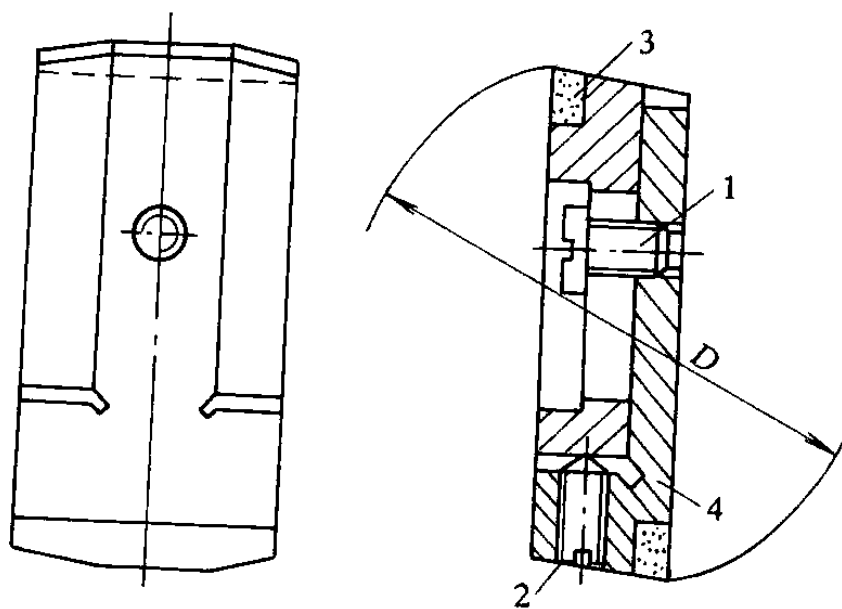


图 1-3 浮动镗刀

1、2—螺钉 3—刀块 4—刀体

自动抵偿因刀具安装误差或由于镗刀杆的径向跳动而引起的加工误差。即在所加工孔中能自动定心、定位，可获得良好的孔的形

状精度和较细的表面粗糙度。

浮动镗刀的直径尺寸 D 应预先按图样规定的尺寸要求调节好。浮动镗刀磨损后，可以调节刀块来进行补偿。调节时，先松开螺钉 1，然后旋转螺钉 2 来调节刀块 3 的径向尺寸。使用时一般用千分尺或标准样圈来检查预调尺寸的大小，调节到所需尺寸后再拧紧螺钉 1 固定刀块。

采用浮动镗刀镗孔，孔的尺寸精度一般可达 IT7~IT6 公差等级，表面粗糙度可控制在 $R_a 1.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$ ，最细时可达 $R_a 0.4 \mu\text{m}$ 。浮动镗刀镗孔时的背吃刀量（即精镗余量）一般为 $0.05 \sim 0.1 \text{mm}$ 。

由于镗削过程中刀具几何角度变化等原因，浮动镗刀镗出孔的大小往往同刀块预调的尺寸不一致。在工艺系统刚性良好的情况下，背吃刀量如选用 0.05mm 时，孔径扩张量一般在 $0 \sim 0.01 \text{mm}$ 范围内。在正式进行镗削前，往往先要进行试镗，以检查镗出孔的大小是否合格。如不合格，就要重新调整刀块，直至试镗合格后，才能正式进行镗削加工。镗削时进给量一般取 $f = (0.3 \sim 0.7) \text{ mm/r}$ ，镗削速度一般采用 $(8 \sim 12) \text{ r/min}$ 。

浮动镗刀镗孔因其加工质量好，易于控制，所以广泛应用在生产上。但浮动镗刀镗孔亦受到一些限制，有一定的局限性。首先因其切削过程中镗刀是浮动的，所以它不能纠正原有孔的位置误差和形状误差，如孔轴线的偏移、扭曲、平行度、垂直度误差等等。这就要求待加工孔在使用浮动镗刀前应有足够的精度，孔的直线度要好，表面粗糙度要控制在 $R_a 3.2 \mu\text{m}$ 左右，并且孔壁上不允许有明显的切削波纹。其次是浮动镗刀在镗刀杆方孔槽内的配合要求较高，而且方孔轴线必须和镗刀杆轴线相垂直，这给镗刀杆制造提出了更高的要求。此外，浮动镗刀的刃磨必须保证两切削刃的对称，技术要求高。由于浮动镗刀是由两切削刃产生的切削力自动平衡的，所以对工件的材质、形状均有较高的要求。浮动镗刀只能镗削整圆的通孔。对不通孔、阶梯孔和不完整圆的孔是不能采用浮动镗刀来加工的。

第二节 工件的装夹

工件的装夹包括工件的定位和工件的夹紧两个方面。

一、工件的定位

工件安装在机床上或夹具中，必须严格遵守六点定位的原则，使得工件相对于刀具或定位元件有一个符合图样规定要求的理想正确的位置。所以必须正确选择定位基准和定位方法。

1. 定位基准的选择 工件在加工过程中用作定位的基准称为定位基准。为了保证工件的加工质量，正确选择定位基准很重要。选择定位基准时，主要应从定位误差要小和有利于夹具结构简单两方面考虑。

定位基准根据工件表面状况可分为粗基准和精基准两种。以毛坯表面作为定位基准的称为粗基准。以已加工表面作为基准的称为精基准。

(1) 粗基准选择的原则

1) 若在毛坯加工成工件的过程中某一表面不需要加工，则应尽可能选用此毛坯表面作为粗基准。

2) 若毛坯的各个表面都需要加工，则应选加工余量最小的表面作为粗基准，避免因其它加工表面的余量不够而造成废品。

3) 作为粗基准的表面应尽可能平整光洁，面积要大，刚性要好。如毛坯为铸件时，粗基准不应有分型面痕迹，也不应有浇冒口残迹。若毛坯为锻件时，粗基准面上不应留有飞边。这样可减小定位误差，大大提高定位精度。

4) 粗基准原则上只能在第一道工序中使用一次。

5) 镗工在加工变速箱、进给箱、主轴箱等箱体类工件时，除了应遵守上述粗基准选择的原则外，还应注意：

① 轴孔在箱体类工件加工中要求最高。在选择粗基准时，应保证各轴孔的加工余量均匀，避免因加工余量不均匀而在加工时引起振动和产生加工误差。

② 保证加工表面相对于不加工表面有正确的相对位置，包