

机电工人**巧学**技能系列

巧学

QIAOXUE
XIGONG JINENG

铣工技能

邱言龙 王秋杰 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

机电工人巧学技能系列

巧学 铣工技能

邱言龙 王秋杰 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是《机电工人巧学技能系列》丛书中的一本,全书共11章,主要内容包括铣工基本知识;铣平面和连接面;铣阶台、沟槽和切断;分度头和分度方法;铣削多面体、外花键和牙嵌式离合器;铣特形面和球面;钻孔、镗孔和铰孔;铣圆柱齿轮、齿条和链轮;铣床工艺装备;铣床及其结构;典型工件的铣削工艺分析。本书图文并茂,浅显易懂。本书可供工人自学使用,还可供再就业部门对下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训使用,也可供农民工作为技能培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

巧学铣工技能/邱言龙,王秋杰编著. —北京:中国电力出版社,2011.12

(机电工人巧学技能系列)

ISBN 978-7-5123-2447-3

I. ①巧… II. ①邱… ②王… III. ①铣削-基本知识
IV. ①TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 258185 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年6月第一版 2012年6月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 14.75印张 391千字

印数 0001—3000册 定价 27.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



从 书 前 言

近两年春节过后，珠江三角洲、长江三角洲及沿海各大城市，出现了明显的“用工荒”，“一工难求”。这在就业仍属难题的中国，显得令人费解。中央电视台财经频道栏目曾就这一话题，采访了国家人力资源和社会保障部副部长杨志明。杨志明说，部分企业招用技术工种困难，而相当多的地方，农民工就业难的状况也同时存在。

因此，“各方面需要用新的视角来看待民工荒”。“一工难求”导致的“用工荒”，实质上是技术工人乃至高级技能人才的严重短缺。近年来政府投入大量的资金，制订农民工新一轮培训计划，加大对农民工技能培训的力度，以使80后、90后新生代农民工能具有一技之长。

2010年以来我国继续建立农民工培训基本补贴制度，从中央到地方每年投入60多亿元，通过技校和有条件的企业以及有规模的培训机构，使600多万农村初、高中毕业生在国家培训资金补助下，通过实用技能培训，学到一门实用技能，拿到凭证，找到工作，切实缓解大部分农民工没有技能而多数企业招用技术工种困难所产生的所谓“用工荒”。具体来说，2010年以来农民工培训有农业部的阳光工程，有人力资源和社会保障部的技能培训计划，有教育部的农村劳动力转移就业计划，有国务院扶贫办的雨露计划，有科技部的星火计划。

为配合农民工培训的需要，为其提供一套内容起点低、

层次结构合理的培训教材，我们组织了一批技师学院、高级技工学校有多年丰富理论教学经验和高超实际操作水平的教师，编写了《机电工人巧学技能系列》丛书。本套丛书包括：《巧学车工技能》、《巧学钳工技能》、《巧学铣工技能》、《巧学磨工技能》、《巧学装配钳工技能》、《巧学模具钳工技能》、《巧学机修钳工技能》。作为机电工人的专业技能培训教材，每分册内容主要由两大部分组成。第一部分为专业知识，主要介绍各工种工人生产实际中所需要使用的工、量、夹具及机床设备，刀具辅具及磨料、磨具等；第二部分具体介绍各工种的典型加工工艺方法和加工工艺实例，特别介绍了各工种加工工艺分析。

丛书力求简明扼要，不过于追求系统及理论的深度、难度，突出初、中级工实用技术的特点，而且从材料、工艺、设备及标准、名词术语、计量单位等各方面都贯穿着一个“新”字，以便于工人尽快与现代工业化生产接轨，与时俱进，开拓创新，更好地适应未来机械工业发展的需要。

丛书根据《国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写，主要具有以下两个鲜明的特点：

一、突出技能与技巧

(1) 归纳典型性、通用性、可操作性强的加工工艺实例。

(2) 总结技术工人操作中的工作要求、加工方法、操作步骤与技巧。

二、把握诀窍与禁忌

(1) 对“不宜做”、“不应做”、“禁止做”和“必须注意”、“不容忽视”的事情，以反向思维，用具体的实例，加以说明和表达。

(2) 理论联系实际，总结操作过程中具有典型性的禁忌问题，在进行必要的工艺分析的基础上，给出适当的预防方

法，提出合理的解决措施。

本丛书通俗易懂、简明实用，旨在让工人通过相应工种基础理论的学习，了解本工种的基本专业知识和基本操作技能、技巧，轻松掌握一技之长，信步迈入机电工人之门。本丛书图文并茂，浅显易懂，既便于工人自学，又可供再就业部门对下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训用，也可供农民工作为技能培训教材使用。

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中疏漏在所难免，望广大读者不吝赐教，以利提高。欢迎读者通过 E-mail: qiuxm6769@sina.com 与作者联系。

编 者

2012.5



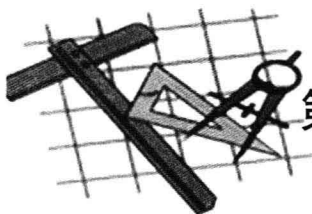
目 录

丛书前言

第一章 铣工基本知识	1
第一节 铣床与铣削运动.....	1
第二节 铣刀	12
第三节 刀具材料与铣削用量	27
第四节 铣削过程与控制	32
第五节 切削液	52
第六节 铣工常用量具	55
第七节 技能与技巧、诀窍与禁忌	67
第二章 铣平面和连接面	78
第一节 铣平面	78
第二节 铣垂直面和平行面	86
第三节 铣斜面	94
第四节 技能与技巧、诀窍与禁忌.....	100
第三章 铣阶台、沟槽和切断	108
第一节 铣阶台和直角沟槽.....	108
第二节 铣平键键槽和半圆键槽.....	118
第三节 工件的切断.....	128
第四节 铣 V 形槽	134
第五节 铣 T 形槽	138
第六节 铣燕尾槽.....	140

第七节 技能与技巧、诀窍与禁忌·····	143
第四章 分度头和分度方法·····	154
第一节 万能分度头·····	154
第二节 简单分度法·····	165
第三节 角度分度法·····	167
第四节 差动分度法·····	168
第五节 直线移距分度法·····	175
第五章 铣削多面体、外花键和牙嵌式离合器·····	179
第一节 多面体的铣削·····	179
第二节 铣外花键·····	182
第三节 铣牙嵌式离合器·····	194
第四节 技能与技巧、诀窍与禁忌·····	210
第六章 铣特形面和球面·····	219
第一节 铣简单特形面·····	219
第二节 铣球面·····	228
第三节 技能与技巧、诀窍与禁忌·····	238
第七章 钻孔、镗孔和铰孔·····	248
第一节 孔加工的技术要求·····	248
第二节 钻孔·····	249
第三节 镗孔·····	258
第四节 铰孔·····	270
第五节 孔加工的质量检测·····	275
第六节 技能与技巧、诀窍与禁忌·····	277
第八章 铣圆柱齿轮、齿条和链轮·····	284
第一节 铣直齿圆柱齿轮·····	284
第二节 铣斜齿圆柱齿轮·····	302
第三节 铣直齿条·····	314

第四节	铰链轮·····	320
第五节	技能与技巧、诀窍与禁忌·····	332
第九章	铣床工艺装备·····	340
第一节	机床夹具概述·····	340
第二节	工件的定位和定位元件·····	345
第三节	工件的夹紧和夹紧机构·····	355
第四节	铣床夹具·····	365
第五节	组合夹具简介·····	380
第十章	铣床及其结构·····	394
第一节	铣床型号·····	394
第二节	X6132 型万能铣床·····	401
第三节	X5032 型立式铣床·····	416
第四节	铣床精度的检验·····	418
第五节	铣床的合理使用与调整的技巧、 诀窍与禁忌·····	427
第六节	其他典型铣床简介·····	435
第十一章	典型工件的铣削工艺分析·····	441
第一节	定位基准的选择·····	441
第二节	工艺过程的安排·····	445
第三节	工艺文件和工艺卡片的规定·····	451
第四节	典型零件铣削的工艺分析·····	456



第一章 铣工基本知识

第一节 铣床与铣削运动

一、铣床简介

铣工是指在铣床上利用铣刀、镗刀等刀具对工件进行切削加工，使工件获得图样所要求的精度（尺寸精度、形状精度和位置精度）和表面质量的一个工种。

铣床是机械制造业的重要设备，在金属切削机床中占有显著的地位。铣床的生产效率高，加工范围广，是一种应用广、类型多的金属切削机床，是目前机械制造业被广泛采用的工作母机之一。

1. 常用铣床的种类

铣床的种类很多，常用的有以下几种。

（1）卧式升降台铣床。该类铣床有沿床身垂直导轨运动的升降台，工作台可随升降台做上下垂直运动，并可在升降台上做纵向和横向运动；铣床主轴与工作台台面平行。这种铣床使用灵便，适合于加工中小型工件，典型机床型号为 X6132。

（2）立式升降台铣床。该类铣床与卧式升降台铣床主要的差别是铣床主轴与工作台台面垂直，典型机床型号为 X5032。

（3）万能工具铣床。该类铣床有水平主轴和垂直主轴，工作台可做纵向和垂直方向运动，横向运动由主轴体实现。这种铣床能完成多种铣削工作，用途广泛，特别适合于加工各种夹具、刀具、工具、模具和小型的复杂工件。典型机床型号为 X8126。

（4）龙门铣床。该类铣床属大型铣床，铣削动力安装在龙门导轨上，有垂直主轴和水平主轴箱，可做横向和升降运动。工作台直接安置在床身上，载质量大，可加工重型工件，但只能做纵



向运动。常用型号为 X2010。

除上述四种常用铣床外,使用较广泛的还有适于加工各种复杂形面工件的仿形铣床,自动化程度较高、用于加工形状复杂和精度要求较高工件的数控铣床等。

2. X6132 型卧式万能升降台铣床

图 1-1 所示为 X6132 型卧式万能升降台铣床的外形,主要部件及其作用介绍如下。

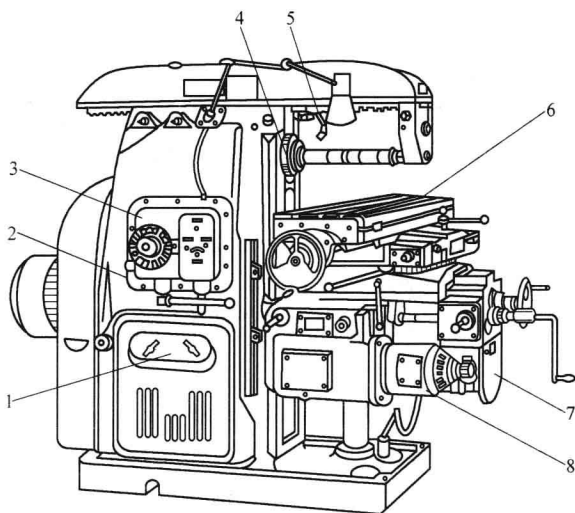


图 1-1 X6132 型卧式万能升降台铣床

- 1—机床电控柜; 2—床身; 3—主轴箱及操纵机构;
4—主轴及刀杆; 5—冷却喷嘴; 6—工作台; 7—升降台; 8—进给箱及操纵机构

(1) 主轴变速机构。该机构安装在床身内,其功用是将主电动机的额定转速通过齿轮变速,变换成 18 种不同转速,传递给主轴,以适应铣削的需要。

(2) 床身。床身是机床的主体,用来安装和连接机床其他部件。床身正面有垂直导轨,可引导升降台上下移动。床身顶部有燕尾形水平导轨,用以安装横梁并按需要引导横梁水平移动。床



身内部装有主轴和主轴变速机构。

(3) 横梁。横梁可沿床身顶部燕尾形导轨移动，并按需要调节其伸出长度。其上可安装挂架。

(4) 主轴。主轴是一前端带锥孔的空心轴，锥孔的锥度为 $7:24$ ，用来安装铣刀刀杆和铣刀。主电机输出动力经主轴变速机构驱动主轴连同铣刀一起回转，实现主运动。

(5) 挂架。挂架用以支撑刀杆的外端，增强刀杆的安装刚性。

(6) 工作台。工作台用以安装需用的铣床夹具和工件，带动工件实现纵向进给运动。

(7) 横向溜板。横向溜板用来带动工作台实现横向进给运动。横向溜板与工作台之间设有回转盘，可以使工作台在水平面内做 $\pm 45^\circ$ 范围内的反转。

(8) 升降台。升降台用来支撑横向溜板和工作台，带动工件上下移动。升降台内部装有进给电动机和进给变速机构。

(9) 进给变速机构。进给变速机构用来调整和变换工作台的进给速度，以适应铣削的需要。

(10) 底座。底座用来支撑床身，承受铣床全部质量，盛储切削液。

3. X5032 型立式铣床

图 1-2 所示为 X5032 型立式铣床，其加工范围也很广。通常，在立式铣床上可以应用面铣刀、立铣刀、成形铣刀等，铣削各种沟槽、表面。另外，利用机床附件，如回转工作台、分度头等，还可以加工圆弧、曲线外形、齿轮、螺旋槽、离合器等较复杂的零件。当生产批量较大时，在立式铣床上采用硬质合金刀具进行高速铣削，可以大大提高生产效率。

二、X6132 型铣床的操作及保养

1. 机床电气部分操作技巧

X6132 型卧式铣床操作位置图如图 1-3 所示，部分装置操作技巧介绍如下。

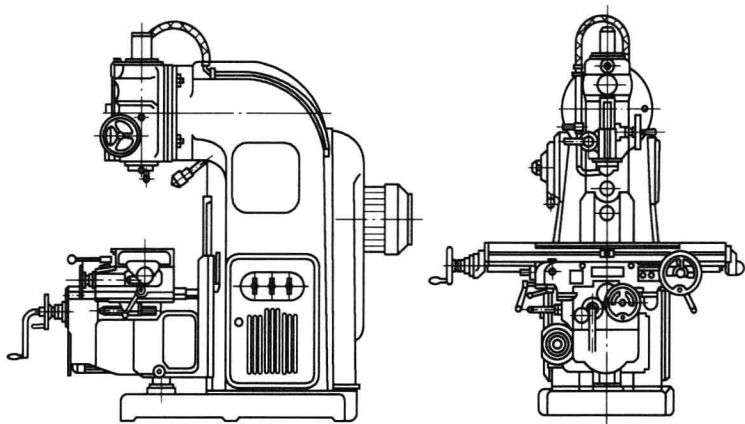


图 1-2 X5032 型立式铣床

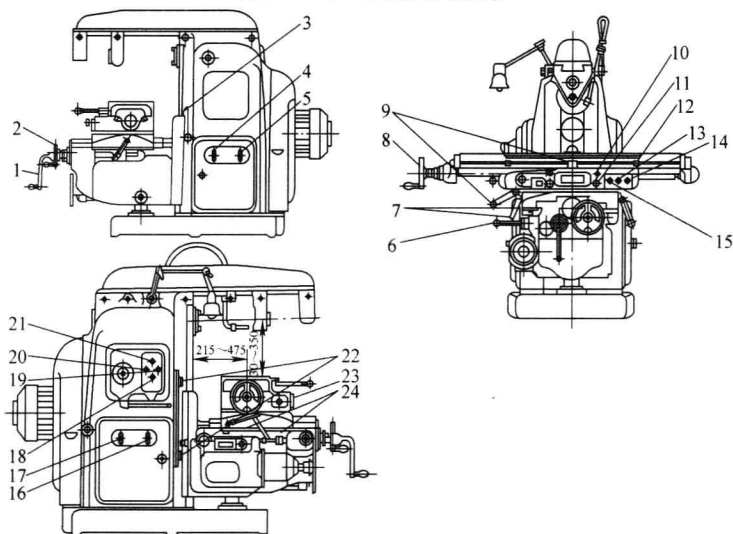


图 1-3 X6132 型卧式铣床操作位置图

1—工作台垂向手动进给手柄；2—工作台横向手动进给手柄；3—垂向工作台紧固手柄；4—切削液泵转换开关；5—圆工作台转换开关；6—工作台横向及垂向机动进给手柄；7—横向工作台紧固手柄；8—工作台纵向手动进给手柄；9—工作台纵向机动进给手柄；10—纵向工作台紧固螺钉；11—回转盘紧固螺钉；12—纵向机动进给停止挡铁；13、20—主轴及工作台启动按钮；14、19—主轴及工作台停止按钮；15、21—工作台快速移动按钮；16—主轴换向转换开关；17—电源转换开关；18—主轴上刀制动开关；22—垂向自动进给停止挡铁；23—手动液压泵手柄；24—横向自动进给停止挡铁



(1) 电源转换开关。电源转换开关 17 在床身左侧下部。操作机床时, 先将转换开关按顺时针方向转换至接通位置; 结束后, 再按逆时针方向将电源开关转换至断开位置。

(2) 主轴换向开关。主轴换向开关 16 在电源开关的右边, 主轴换向开关的指针处于中间位置时铣床主轴停止; 将主轴换向转换开关按顺时针方向转换至右转位置时, 铣床主轴向右旋转; 按逆时针转换至左转位置时, 铣床主轴左向旋转。

(3) 切削液泵转换开关。切削液泵转换开关 4 在床身右侧下部。在操作中, 需要用切削液时, 将切削液泵转换开关转换至接通位置即可。

(4) 圆工作台转换开关。圆工作台转换开关 5 在切削液开关右边。在铣床上使用机动回转工作台时, 应将圆工作台转换开关转换至接通位置。一般情况下, 圆工作台转换开关放在停止位置, 否则铣床的机动进给将全部停止。

(5) 主轴及工作台启动按钮。主轴及工作台启动按钮 13、20 分别在床身左侧中部和横向工作台右上方, 两边为联动按钮, 启动时, 按动主轴启动按钮或工作台启动按钮即可。

(6) 主轴及工作台停止按钮。主轴及工作台停止按钮 14、19 分别在启动按钮的右侧。要使主轴停止转动时, 按动该按钮, 主轴或工作台丝杠即停止转动。

(7) 工作台快速移动按钮。工作台快速移动按钮 15、21 分别在床身左侧中部启动、停止按钮上方及横向工作台右上方左边。当需要实现工作台快速移动时, 应先开动进给手柄, 再按住工作台快速移动按钮, 工作台便按原运动方向做快速移动; 放开工作台快速移动按钮, 快速进给停止, 工作台以原进给速度继续进给。

(8) 主轴上刀制动开关。主轴上刀制动开关 18 在床身左侧中部, 启动、停止按钮下方。当上刀或换刀时, 先将主轴上刀制动开关转换到接通位置, 然后再装刀或换刀。此时, 主轴不旋转, 待装刀完毕后, 再将转换开关转换到断开位置。



2. 工作台的手动进给操作技巧

将工作台纵向、横向手动进给手柄 [见图 1-4 (b)]、工作台垂向手动进给手柄 [见图 1-4 (a)], 分别接通其手动进给离合器, 摇动各手柄, 带动工作台作各进给方向的手动进给运动。顺时针方向摇动手柄, 工作台前进 (或上升); 逆时针方向摇动手柄, 工作台后退 (或下降)。摇动各手柄, 工作台作手动进给运动时, 进给速度应均匀适当。

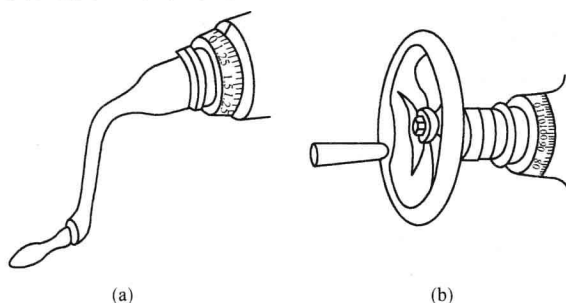


图 1-4 手动进给手柄和刻度盘

(a) 垂向手动进给手柄; (b) 纵、横向手动进给手柄

纵向、横向刻度盘圆周刻线 120 格, 每摇动手柄一转, 工作台移动 6mm, 每摇动一小格, 工作台移动 0.05mm ($6/120\text{mm}$); 垂向刻度盘圆周刻线 40 格, 每摇动手柄一转, 工作台上升 (或下降) 2mm; 每摇动一小格, 工作台上升 (或下降) 0.05mm。摇动各手柄时, 可通过刻度盘控制工作台在各进给方向的移动距离。

摇动各进给方向手柄, 使工作台按某一方向要求的距离移动时, 若手柄过头, 不能直接退回到要求的刻线处, 应将手柄退回一转后, 再重新摇到要求的数值, 如图 1-5 所示。

3. 主轴变速操作技巧

如图 1-6 所示, 变速主轴转速时, 手握变速手柄球部, 将变速手柄 1 下压, 使手柄的榫块从固定环 2 槽 I 内脱出, 再将手柄外拉, 使手柄的榫块落入固定环 2 的槽 II 内, 手柄处于脱开位置

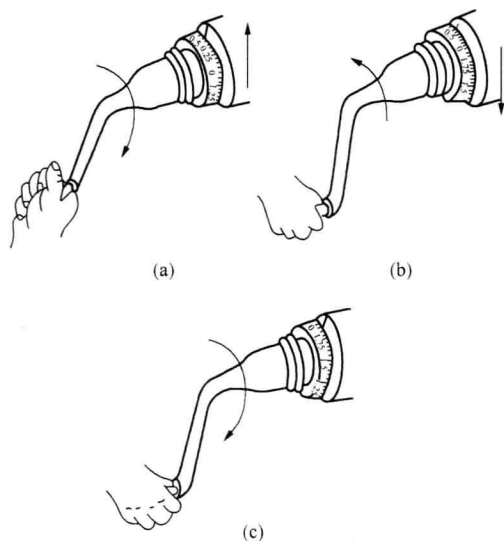


图 1-5 消除刻度盘空转间隙的步骤

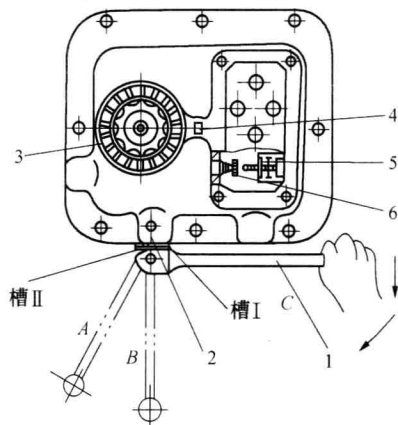


图 1-6 主轴变速操作

1—变速手柄；2—固定环；3—转速盘；4—指针；5—螺钉；6—冲动开关

A。然后转动转速盘 3，使所需要的转速数对准指针 4，再接合



手柄。接合变速操纵手柄时，将手柄下压并较快地推到位置 B，使冲动开并 6 瞬时接通电动机瞬时转动，以利于变速齿轮啮合，再由位置 B 慢速继续将手柄推到位置 C，使手柄的榫块落入固定环 2 的槽 I 内，变速终止。用手按“启动”按钮，主轴就获得要求的转速。转速盘 3 上有 $30 \sim 1500 \text{ r/min}$ 共 18 种转速。

变速操作时，若听见变速箱内传出齿轮相碰的声音，应待主轴停稳后再变速；连续变换的次数不宜超过三次。如果必要，时隔 5min 后再进行变速，避免因启动电流过大，导致电动机超负载，使电动机线路烧坏。为避免损坏齿轮，主轴转动时严禁变速。

4. 进给变速操作技巧

进给变速操作时，先将变速操纵手柄外拉，再转动手柄带动转速盘旋转（转速盘上有 $23.5 \sim 1180 \text{ mm/min}$ 共 18 种进给速度），当所需要转速数对准指针后，再将变速手柄推回到原位，如图 1-7 所示。按“启动”按钮使主轴旋转，再扳动自动进给操纵手柄，工作台就按要求的进给速度做自动进给运动。

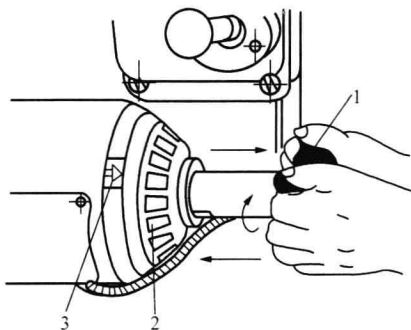


图 1-7 进给变速操作

1—进给变速手柄；2—进给速度盘；3—指针

5. 工作台机动进给操作技巧

工作台纵向、横向、垂向的机动进给操纵手柄均为复式手