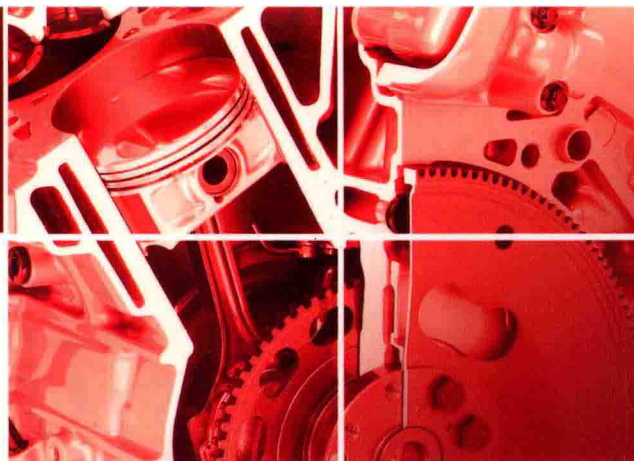


普通高等教育工程训练通识课程系列规划教材



# 基础工程训练 项目集

主编 高琪 黄瑞



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育工程训练通识课程系列规划教材

# 基础工程训练项目集

主 编	高 琪	黄 瑞		
副主编	李 颖	刘 赛	严剑刚	
参 编	高 鸣	蓝 雪	吴飞科	
	杨国策	朱春鸯	贾立新	
主 审	胡庆夕			

机械工业出版社

本书是针对普通高等学校工程训练课程的教材。本书是根据《上海市普通高等学校工程实践教学规程》的基本要求编写的。全书共分四个单元：制造技术基础实践、先进制造技术实践、电工电子基础实践以及综合创新实践。全书共有19个模块，每个模块都包含若干个典型的实践项目。全书按实践项目分开编写，围绕项目介绍基本理论和实践操作，倡导“做中学”的教学模式，便于教学人员组织教学及学生训练，可操作性强。

本书可作为普通高等工科院校各专业工程训练或金工实习的指导用书，也可作为高职高专院校工科各专业金工实习指导用书，还可供有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

基础工程训练项目集/高琪, 黄瑞主编. —北京: 机械工业出版社, 2017. 8  
普通高等教育工程训练通识课程系列规划教材  
ISBN 978-7-111-56976-3

I. ①基… II. ①高…②黄… III. ①基础 (工程) - 高等学校 - 教材  
IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 146296 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁昕祯 责任编辑: 丁昕祯 安桂芳 王 荣 任正一

责任校对: 张 薇 封面设计: 张 静

责任印制: 张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2017 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.25 印张 · 423 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-56976-3

定价: 42.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金 书 网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

# 前 言

本书根据《上海市普通高等学校工程实践教学规程》的基本要求，在传统加工技术的基础上，增加了现代加工技术（数控加工技术、现代测量技术、激光加工技术、快速成型等）、电工电子技术（照明电路、交流电动机、电子技能实训、可编程序控制器等）和综合创新实践。

本书融合了实践教学改革的新成果，是传统金工实习教材的延续与发展。与目前已出版的同类教材相比，本书具有以下主要特色与创新点。

1. 内容丰富，实用性强。本书内容包括制造技术基础实践、先进制造技术实践、电工电子基础实践和综合创新实践。全书遵循实践教学规律，密切结合各教学环节，以实用为原则进行内容组织。图文并茂，形象直观，可操作性强。

2. 全书以项目引导基础实践教学过程，倡导“做中学、学中做”的教育理念。全书共有19个模块，每个模块都包含若干个典型的实践项目，便于组织教学与学生训练。

3. 强调综合。本书设置综合创新实践项目，将机与电有机结合，引导学生用多学科交叉融合的视角独立思考，起到锻炼学生综合实践创新能力的作用。

4. 强调工艺。本书着重工艺分析能力的培养，在每个实践训练前，都设有问题与思考，目的是引导学生能够带着问题来实训，给学生更多的独立思考及创造性运用知识的机会。

本书共分四个单元、19个模块。参加编写的有高琪（模块一中项目一~项目八），黄瑞（模块十四、模块十五、模块十六），李颖（模块三、模块十八、模块十九），刘赛（模块二、模块十），严剑刚（模块六、模块七），高鸣（模块一中项目九~项目十二、模块十二），蓝雪（模块八），杨国策（模块十三），吴飞科（模块四、模块五、模块九），朱春鸯（模块十七），贾立新（模块十一）。本书由高琪、黄瑞担任主编，并负责全书统稿，由上海大学工程训练中心主任胡庆夕教授担任主审。

本书的编写得到了很多同仁的大力支持，在此表示衷心的感谢。在编写过程中参考了大量的相关教材和资料，借鉴了兄弟院校工程训练的教学改革成果，在此也向他们表示真诚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不当和错误之处，望读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前 言

### 第一单元 制造技术基础实践..... 1

#### 模块一 普通车削加工训练..... 1

一、训练模块简介..... 1

二、安全技术操作规程..... 2

三、问题与思考..... 2

四、实践训练..... 2

项目一 车床常用量具的使用与读数..... 2

项目二 车床的操纵训练..... 7

项目三 车外圆、端面、倒角..... 13

项目四 车削台阶轴训练..... 16

项目五 切槽和切断..... 19

项目六 滚花..... 21

项目七 转动小滑板车锥面..... 21

项目八 车床钻孔..... 23

项目九 车削普通螺纹..... 24

项目十 榔头柄..... 25

项目十一 综合轴..... 28

项目十二 螺母与短轴配合件..... 31

#### 模块二 普通铣削加工训练..... 35

一、训练模块简介..... 35

二、安全技术操作规程..... 35

三、问题与思考..... 36

四、实践训练..... 36

项目一 铣削六面体..... 36

项目二 铣削直角沟槽..... 38

项目三 铣削内外 T 形槽..... 41

项目四 铣削六角螺母..... 45

#### 模块三 钳工训练..... 49

一、训练模块简介..... 49

二、安全技术操作规程..... 49

三、问题与思考..... 49

四、实践训练..... 50

项目一 熟悉钳工实训场地与常用设备..... 50

项目二 钳工基本操作训练..... 51

项目三 锉削长方体..... 56

项目四 阶梯镶配件..... 58

项目五 榔头..... 61

项目六 六角螺母..... 66

#### 模块四 砂型铸造训练..... 73

一、训练模块简介..... 73

二、安全技术操作规程..... 73

三、问题与思考..... 74

四、实践训练..... 74

项目一 砂型铸造手工造型工具及使用..... 74

项目二 手工整模造型..... 75

项目三 手工分模造型..... 78

项目四 熔炼与浇注..... 79

#### 模块五 锻造训练..... 82

一、训练模块简介..... 82

二、安全技术操作规程..... 82

三、问题与思考..... 82

四、实践训练..... 83

项目一 熟悉自由锻造的设备与工具..... 83

项目二 自由锻造基本工序与操作..... 85

项目三 手工自由锻六角螺母坯..... 87

#### 模块六 焊接训练..... 90

一、训练模块简介..... 90

二、安全技术操作规程..... 90

三、问题与思考..... 90

四、实践训练..... 91

(一) 焊条电弧焊..... 91

项目一 焊条的组成、分类及作用..... 91

项目二 平敷焊训练..... 93

项目三 对接平焊、双面焊训练..... 97

项目四 T 形接头平角焊训练..... 99

项目五 T 形接头立角焊训练..... 102

项目六 T 形接头仰角焊训练..... 104

(二) 电阻点焊..... 106

项目 电阻点焊训练..... 106

#### 模块七 热处理及火花鉴别训练..... 109

一、训练模块简介	109	一、训练模块简介	170
二、安全技术操作规程	109	二、电火花线切割机床的结构与工作 原理	170
三、问题与思考	109	三、安全技术操作规程	171
四、实践训练	110	四、问题与思考	171
项目一 钢的热处理实验	110	五、实践训练	171
项目二 钢材的火花鉴别法实验	113	项目一 钳工角度样板的数控线切割 加工训练	171
<b>第二单元 先进制造技术实践</b>	117	项目二 线切割作品的创新训练	177
模块八 数控加工训练	117	<b>模块十二 激光雕刻加工训练</b>	181
一、数控车削加工训练	117	一、训练模块简介	181
(一) 训练模块简介	117	二、安全技术操作规程	181
(二) 安全技术操作规程	117	三、问题与思考	181
(三) 问题与思考	118	四、实践训练	182
(四) 实践训练	118	项目一 激光刻章	182
项目一 数控车削零件编程举例	118	项目二 激光内雕照片制作	185
项目二 数控车床模拟仿真加工 训练	121	<b>模块十三 快速成型技术训练</b>	190
二、数控铣削加工训练	126	一、训练模块简介	190
(一) 训练模块简介	126	二、安全技术操作规程	190
(二) 安全技术操作规程	127	三、问题与思考	190
(三) 问题与思考	127	四、实践训练	191
(四) 实践训练	128	项目一 数据处理训练	191
项目一 数控铣削零件编程举例	128	项目二 “球于盒中” 实践案例	194
项目二 数控铣床基本操作训练	130	<b>第三单元 电工电子基础实践</b>	199
项目三 数控加工中心编程要点及 举例	136	<b>模块十四 电工工具使用和照明线路     实训</b>	199
<b>模块九 CAD/CAM 训练</b>	142	一、训练模块介绍	199
一、训练模块简介	142	二、安全技术操作规程	199
二、安全技术操作规程	142	三、问题与思考	200
三、问题与思考	142	四、实践训练	200
四、实践训练	143	项目一 安全用电与触电急救	200
项目 模具零件数控自动编程 案例	143	项目二 电源配电箱与室内配电盘的 安装与调试	203
<b>模块十 现代测量训练</b>	150	项目三 双控开关控制电路与调试	207
一、训练模块简介	150	项目四 分段调光及声光延时照明 控制	209
二、安全技术操作规程	150	项目五 智能照明控制线路的安装 与调试	210
三、问题与思考	150	<b>模块十五 交流电动机控制实训</b>	215
四、实践训练	150	一、训练模块介绍	215
项目一 尺寸测量实训	150	二、安全技术操作规程	215
项目二 几何误差测量实训	155	三、问题与思考	215
项目三 表面粗糙度测量实训	159	四、实践训练	216
项目四 角度及小尺寸测量训练	162		
项目五 逆向测量实训	166		
<b>模块十一 电火花线切割加工训练</b>	170		

071	项目一 交流电动机控制的操作规范与 起停控制·····	216	081	项目二 电动机循环正反转的 PLC 控制·····	247
077	项目二 电动机的正反转控制·····	221	<b>第四单元 综合创新实践</b> ·····		250
131	项目三 电动机星-三角减压起动·····	223	087	模块十八 小型蒸汽引擎·····	250
模块十六 电子技能实训·····		227	091	一、设计要求·····	250
171	一、训练模块介绍·····	227	097	二、制作方案·····	250
175	二、安全技术操作规程和要求·····	227	101	三、作品特点·····	255
177	三、问题与思考·····	227	模块十九 自动寻迹无碳小车·····		256
179	四、实践训练·····	228	107	一、技术背景·····	256
181	项目一 常用电子元件的识别·····	228	111	二、提交文件要求·····	256
181	项目二 焊接练习·····	231	114	三、小车设计过程·····	257
181	项目三 小型电子产品的制作与 调试·····	234	117	(一) 技术分析·····	257
模块十七 可编程序控制器实训·····		240	119	(二) 技术方案·····	258
187	一、训练模块介绍·····	240	121	(三) 小车加工过程的注意事项·····	259
191	二、安全技术操作规程·····	240	123	(四) 小车总体实物图·····	259
197	三、问题与思考·····	240	127	(五) 小车电气系统设计(参考)·····	260
199	四、实践训练·····	241	131	(六) 项目组学生成绩评定·····	266
199	项目一 GX Developer 编程软件的 使用·····	241	<b>参考文献</b> ·····		267

# 第一单元 制造技术基础实践

## 模块一 普通车削加工训练

### 一、训练模块简介

普通车削是传统机械加工工种之一，车削加工时，工件旋转作为主运动，刀具相对于工件的移动作为进给运动，完成加工各类回转体工件，加工范围很广，如图 1-1 所示。一般来说，各种机器设备中回转体类零件都占有相当的比例。如果在车床上装上一些附件和夹具，还可以进行镗削、磨削、研磨和抛光等。车削加工零件的尺寸公差等级可达 IT12 ~ IT7，表面粗糙度  $Ra$  值可达  $12.5 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 。因此车削加工在制造业中占有十分重要的地位。

学生通过本训练模块的实践训练，掌握各类型面的操作要领及量具的合理使用，工件的各种装夹方法，刀具的合理运用，切削参数的合理选择，为编写正确的加工工艺与创新实践打好基础。

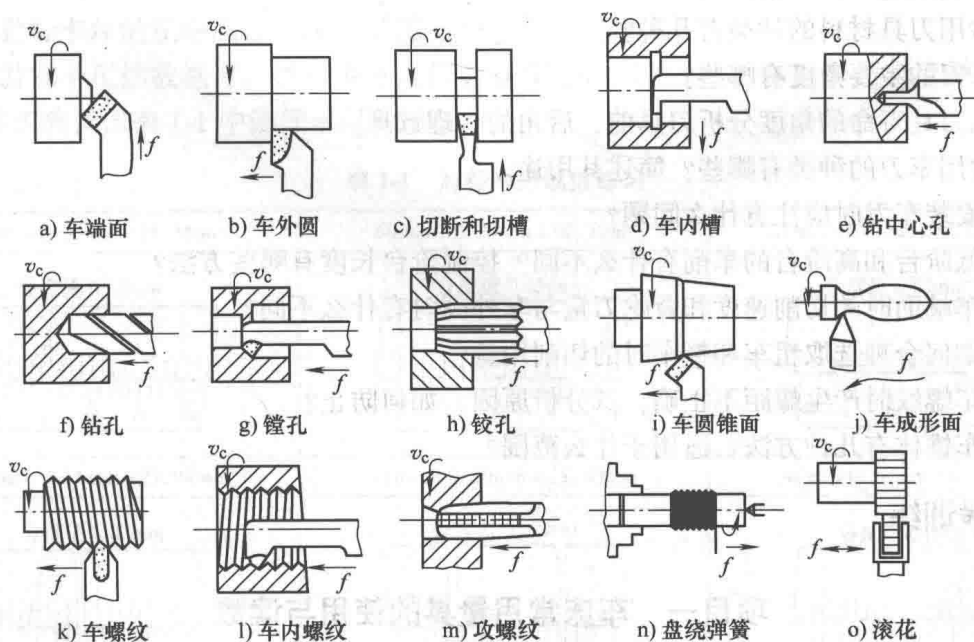


图 1-1 车床主要加工范围

## 二、安全技术操作规程

1. 卡盘扳手必须随手取下，以免开车时飞出造成事故。
2. 车削时勿将头部正对工件旋转方向，以免切屑飞出伤人。
3. 开车前必须检查机床各手柄及运转部分是否正常，并在指定部位加油润滑，保证机床内油路畅通。
4. 机床导轨上严禁放置工具、刀具、量具及工件。
5. 必须停车变速，机床运转时，严禁变速，须待机床停稳后方可变速，以免损坏齿轮。
6. 操作前，必须穿戴好工作服或防护用具，不准穿大衣、戴围巾；不准穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋；不准穿短裤、裙子；女学生要戴好工作帽，并将发辫纳入帽内。
7. 操作旋转机床不准戴手套，机床运转时，严禁用手触摸工件及运转部分或测量工件，切削中不得用棉纱擦工件和刀具。
8. 安排多人使用一台设备，操作时必须由一人独立完成，不得进行配合操作，以免发生安全事故。
9. 操作结束后，必须及时切断设备电源。

## 三、问题与思考

1. 车床主要由哪几部分组成？各有什么功能？
2. 车床上常用切削方法有哪些？
3. 刀架由哪些部件组成？各部件的用途是什么？
4. 什么是主运动和进给运动？
5. 切削用量三要素指什么？
6. 常用刀具材料的种类有几种？
7. 车刀的主要角度有哪些？
8. 从刀具寿命的角度分析刀具前、后角的合理选择。
9. 常用车刀的种类有哪些？简述其用途。
10. 安装车刀时应注意什么问题？
11. 低阶台和高阶台的车削有什么不同？控制阶台长度有哪些方法？
12. 车端面时的切削速度和背吃刀量与车外圆时有什么不同？
13. 如何合理选取粗车和精车时的切削用量？
14. 车螺纹时产生螺距不正确，试分析原因，如何防止？
15. 车锥体有几种方法？适用于什么范围？

## 四、实践训练

### 项目一 车床常用量具的使用与读数

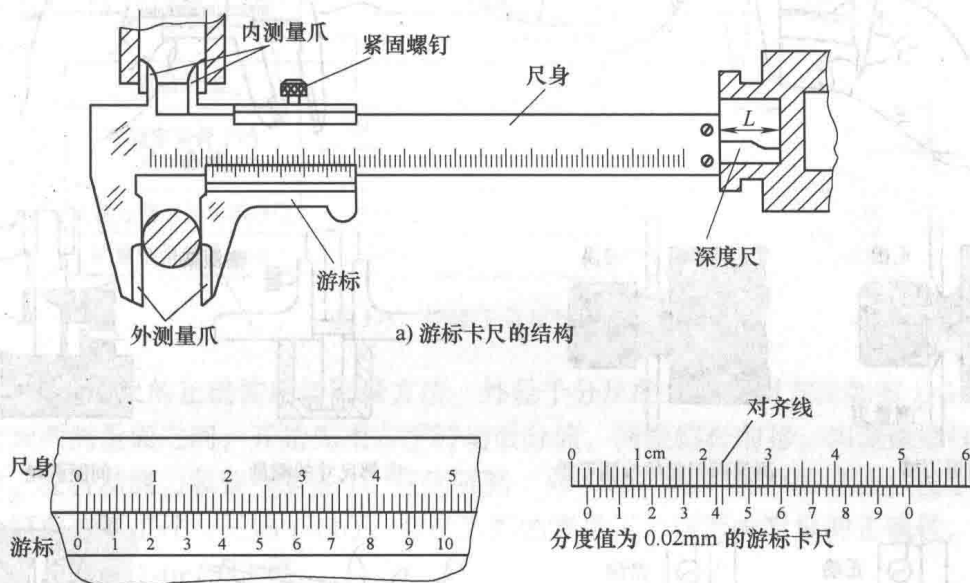
#### 1. 训练目的和要求

掌握游标卡尺与千分尺测量方法与读数。

## 2. 实践训练

### (1) 游标卡尺

1) 游标卡尺的结构与读数。游标卡尺用于测量内径、外径、长度、宽度和深度，测量的精度较高，测量的准确度（分度值）有 0.1mm、0.05mm、0.02mm，即 1/10、1/20、1/50 三种。游标卡尺的结构及读数如图 1-2 所示。



①游标上 50 个分度只有 49mm 长，比尺身的 50 个分度短 1mm，则分度值为  $1\text{mm}/50 = 0.02\text{mm}$

②读数 = 游标 0 位指示的尺身整数 + 游标与尺身重合线数  $\times$  分度值；读数 =  $2\text{mm} + 21 \times 0.02\text{mm} = 2.42\text{mm}$

b) 分度值为 0.02mm 的游标卡尺读数原理

图 1-2 游标卡尺的结构及读数

2) 游标卡尺的正确测量方法（见图 1-3）。

3) 游标卡尺读数练习。说一说分度值为 0.02mm（1/50）的游标卡尺刻度原理和读数方法，并正确读出表 1-1 中游标卡尺的示数。

表 1-1 游标卡尺读数练习

$14\text{mm} + 0.35\text{mm} = 14.35\text{mm}$ 分度值 0.05mm 	$60\text{mm} + 0.05\text{mm} = 60.5\text{mm}$ 分度值 0.05mm 	$23\text{mm} + 0.50\text{mm} = 23.50\text{mm}$ 分度值 0.05mm 
$27\text{mm} + 0.94\text{mm} = 27.94\text{mm}$ 分度值 0.02mm 	$21\text{mm} + 0.50\text{mm} = 21.50\text{mm}$ 分度值 0.02mm 	$4\text{mm} + 0.14\text{mm} = 4.14\text{mm}$ 分度值 0.02mm 

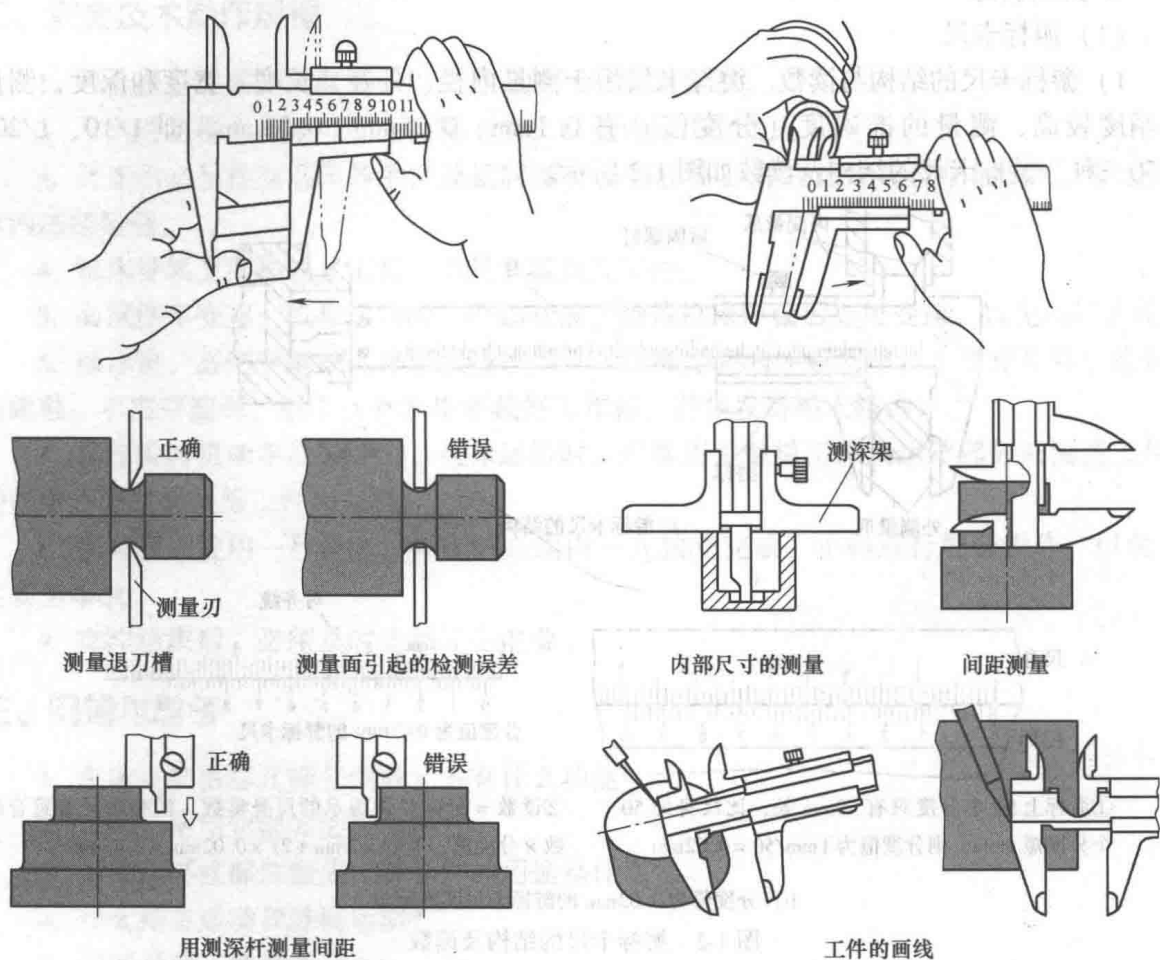


图 1-3 游标卡尺的正确测量方法

## (2) 外径千分尺

1) 外径千分尺的结构 (见图 1-4)。常见测量范围有 0 ~ 25mm、25 ~ 250mm、50 ~ 75mm 等多种规格, 测量精度为 0.01mm。

### 2) 外径千分尺的读数。

① 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数 (0.5mm), 注意看清楚露出的是上方刻线还是下方刻线, 以免错读 0.5mm (建议与游标卡尺配合使用)。

② 看准微分筒上哪一格与固定套管纵向刻线对准, 将刻线的序号乘以 0.01mm, 即为小数部分的数值。

③ 上述两部分 (或三部分) 读数相加, 即为被测工件的尺寸, 如

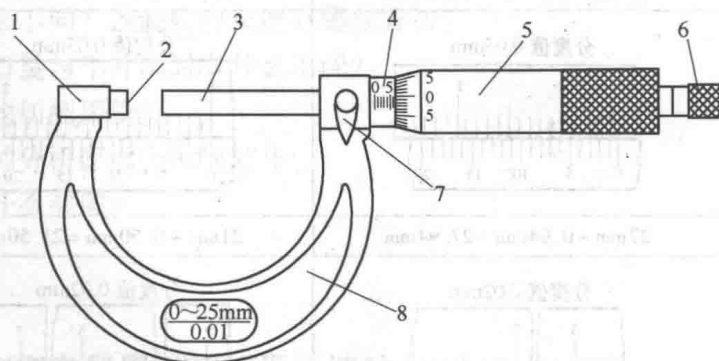


图 1-4 外径千分尺

1—尺架 2—测砧 3—测微螺杆 4—固定套管 5—微分筒  
6—测力装置 (棘轮) 7—锁紧装置 8—隔热装置

图 1-5 所示。

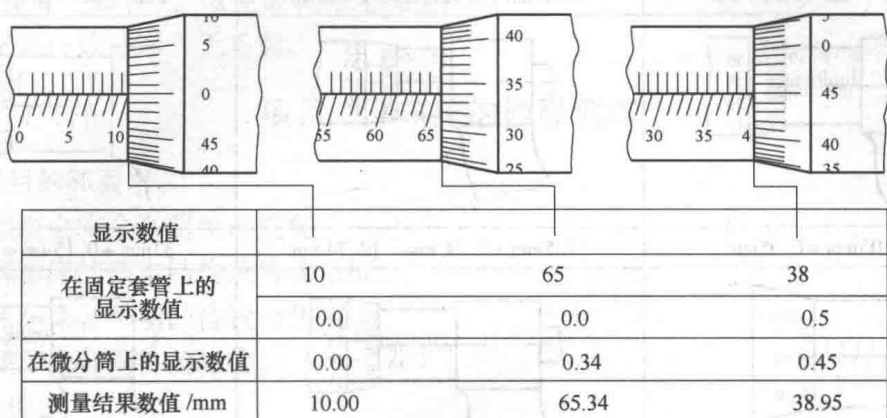


图 1-5 外径千分尺读数方法

3) 外径千分尺的正确使用与测量方法。外径千分尺的正确使用方法如图 1-6a 所示，将被测件放到两测量面之间，开始先用右手转动微分筒，测微螺杆前移，当测微螺杆快接触到被测件时，应转动测力装置（棘轮），直到听到“咔、咔、咔”三声时停止。注意不要一直转动微分筒至被测工件（见图 1-6b），会产生高的测量压力而影响测量的正确性。外径千分尺的测量方法如图 1-6c、d 所示。

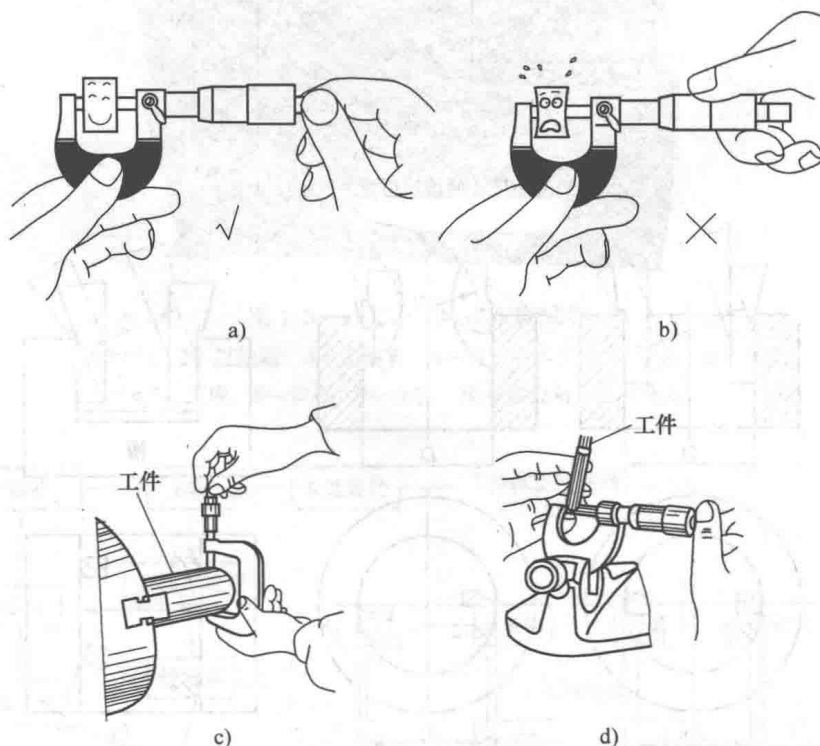
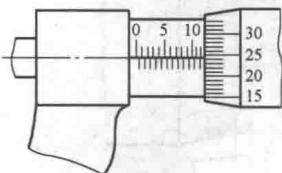
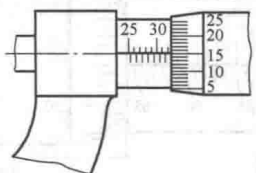
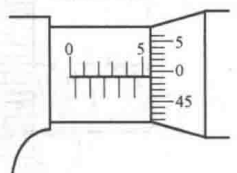
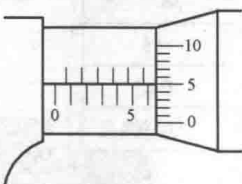
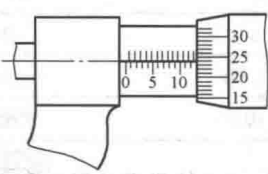
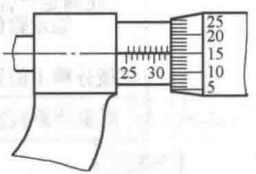


图 1-6 外径千分尺的测量方法

4) 外径千分尺读数练习。简述外径千分尺的读数方法，并正确读出表 1-2 中的示数。

表 1-2 千分尺读数练习

$12\text{mm} + 0.24\text{mm} = 12.24\text{mm}$ 	$32.5\text{mm} + 0.15\text{mm} = 32.65\text{mm}$ 	$5\text{mm} + 0.49\text{mm} = 5.49\text{mm}$ 
$6\text{mm} + 0.05\text{mm} = 6.05\text{mm}$ 	$12.5\text{mm} + 0.24\text{mm} = 12.74\text{mm}$ 	$33\text{mm} + 0.15\text{mm} = 33.15\text{mm}$ 

## (3) 容易出现的问题与注意事项

- 1) 游标卡尺测量前须校对“零”位，用后擦净涂油放入盒中。
- 2) 游标卡尺测量平面要垂直于工件中心线，否则存在测量误差，如图 1-7 所示。

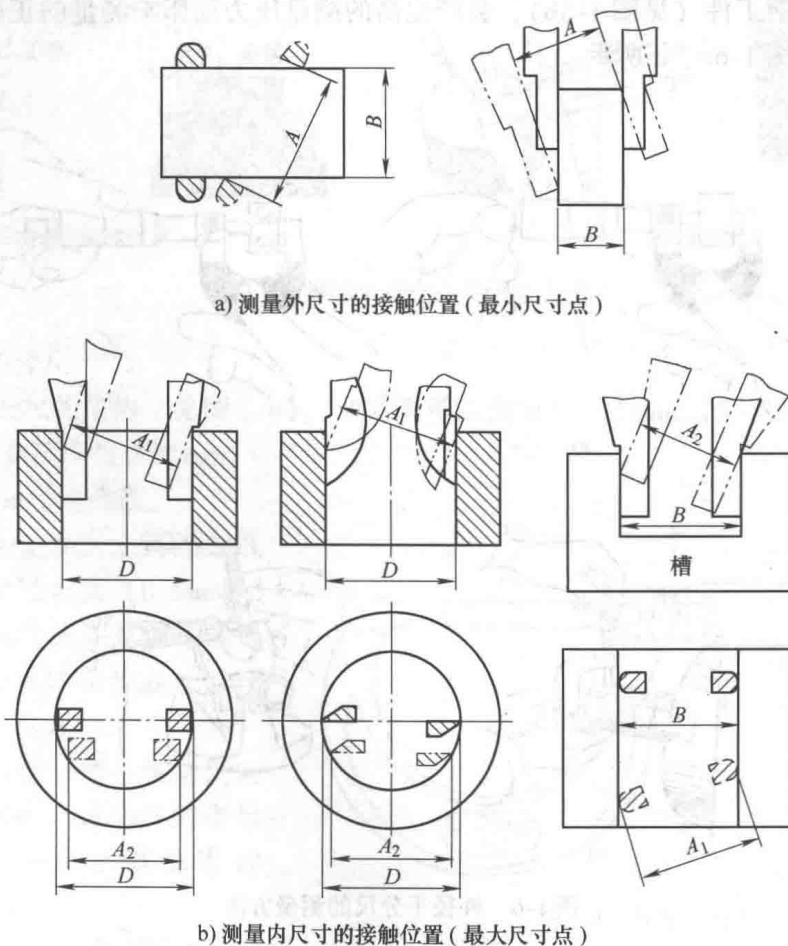


图 1-7 游标卡尺正确和错误的测量接触位置

3) 外径千分尺测量时, 左右移动找最小值, 前后移动找最大尺寸, 当测量头接触工件时可用测力装置 (棘轮), 以免造成测量误差。

4) 测量面应该洁净、无毛刺。

## 项目二 车床的操纵训练

### 1. 训练目的和要求

- 1) 应知应会安全文明生产规程。
- 2) 了解车床的基本结构及传动系统。
- 3) 掌握车床各手柄的位置与作用。
- 4) 掌握车床各附件的功能。

### 2. 实践训练

(1) 车床操纵训练之一: 认识车床的结构及传动系统 HG32 型卧式车床结构如图 1-8 所示。主要技术参数: 主轴转速范围 39 ~ 2000r/min; 最大加工直径: 320mm; 最大加工长度: 700mm。HG32 车床传动框图如图 1-9 所示。

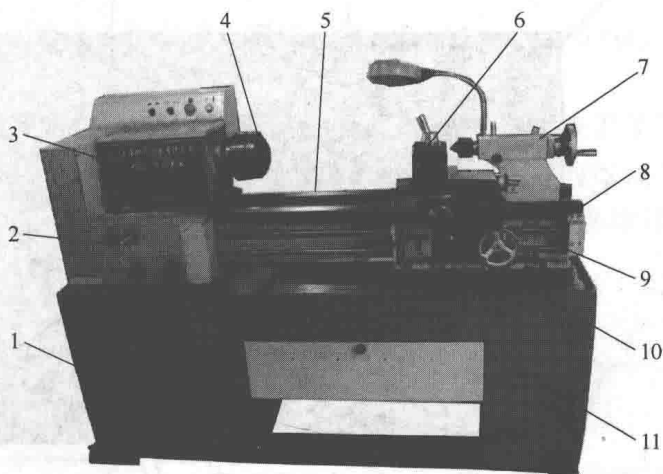


图 1-8 HG32 型卧式车床结构

1—电动机 2—进给箱 3—主轴箱 4—自定心卡盘 5—导轨 6—刀架  
7—尾座 8—丝杠 9—光杠 10—溜板箱 11—床身

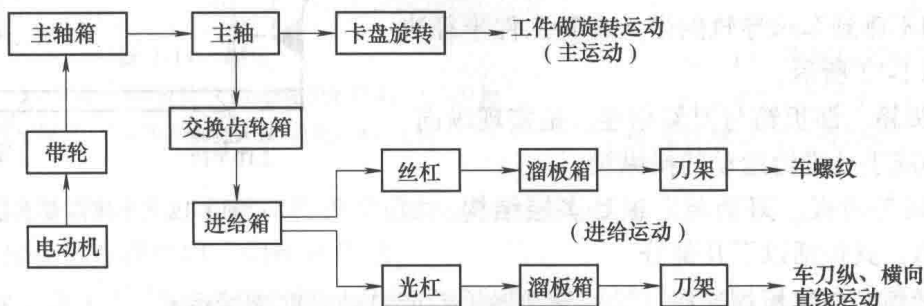


图 1-9 HG32 车床传动框图

1) 主轴箱。主轴箱内装主轴和一套变速齿轮, 主轴上安装夹具, 夹持工件实现主运

动。主轴箱外设有两个手柄，通过手柄可改变变速箱内的齿轮搭配（啮合）位置，得到不同的转速。主轴转速调整手柄如图 1-10 所示。

2) 交换齿轮箱及进给箱。交换齿轮箱是把主轴的转动通过轮系传递给进给箱。进给箱内装有进给运动的变速齿轮，变换进给箱外手柄位置，可使由进给箱输出的光杠或丝杠获得不同的转速。通过调换交换齿轮箱内的不同齿轮啮合，并与进给箱配合，以改变进给量的大小或车削不同螺距的螺纹。进给量调整手柄如图 1-11 所示。



图 1-10 主轴转速调整手柄

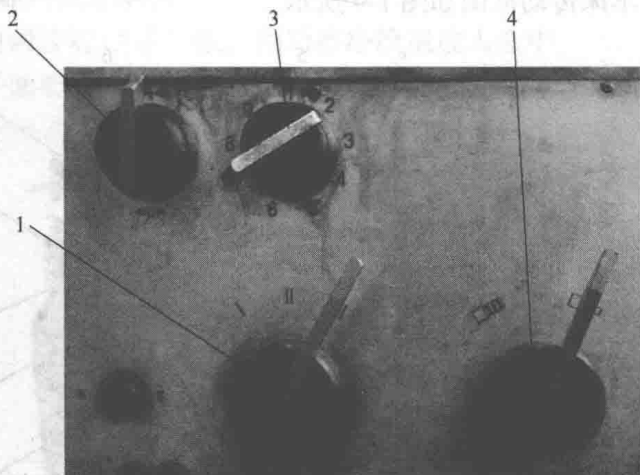


图 1-11 进给量调整手柄

1—进给手柄 2—进给量锁紧手柄 3—进给手柄 4—光杠、丝杠调换手柄

3) 导轨。导轨是车床的重要组成部分，其长度决定了加工最长杆的长度。车床尺寸是由最长的支承零件和不碰到车床导轨的最大旋转工件半径决定的，如图 1-12 所示。

4) 溜板箱。溜板箱与刀架相连，是实现纵向、横向，自动或手动进给运动的操纵箱。

5) 刀架与滑板。刀架与滑板是多层结构，如图 1-13 所示，其包括以下几部分。

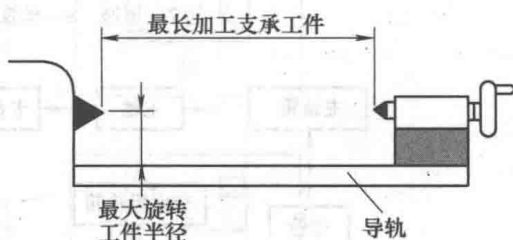


图 1-12 车床主要参数

① 大滑板。与溜板箱连接，沿着导轨做手动或自动纵向进给运动。

② 中滑板。做手动或自动横向进给运动。

③ 转盘。固定在中滑板上，实现在水平面内使小滑板与导轨成一个所需要的角度。

④ 小滑板。做短距离手动纵向进给运动，同时可随转盘转动角度，做斜向进给运动。

(车锥面)。

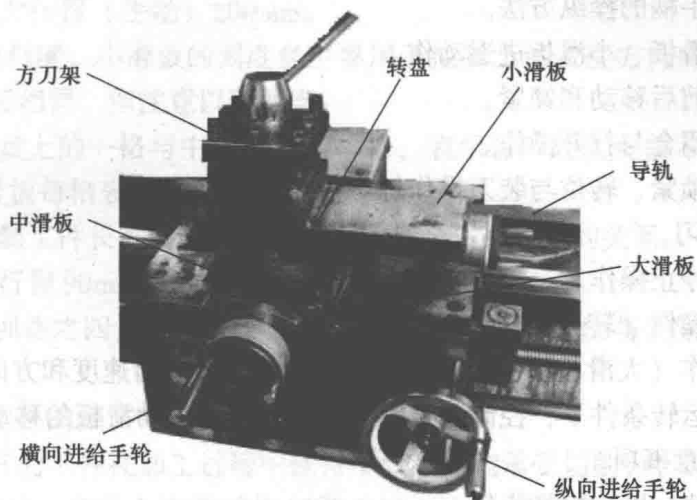


图 1-13 HG32 车床刀架与滑板箱

⑤ 方刀架。刀架可装夹 4 把车刀，刀杆 = 宽 × 高 (16mm × 16mm)，实现纵向、横向及斜向进给运动。

6) 尾座。尾座主要安装顶尖，用于支承工件；安装钻头、铰刀等刀具进行孔加工；顶尖套筒  $\phi 40\text{mm}$ ，莫氏 3 号，顶尖套筒最大移动量 90mm。尾座的组成结构如图 1-14 所示。偏移尾座可车出长工件的锥体，尾座横向最大移动量  $\pm 6\text{mm}$ 。尾座体横向调节如图 1-15 所示。

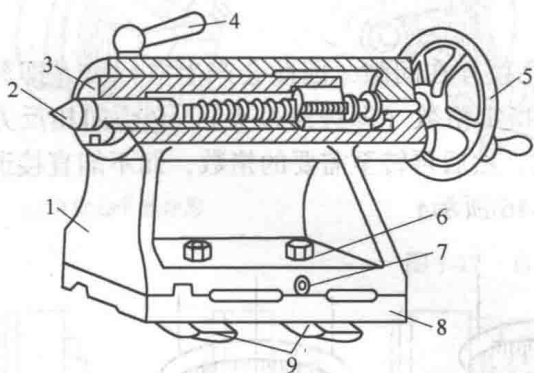


图 1-14 尾座

1—尾座体 2—顶尖 3—套筒 4—套筒锁紧手柄 5—手轮  
6—固定螺钉 7—调节螺钉 8—底座 9—底板

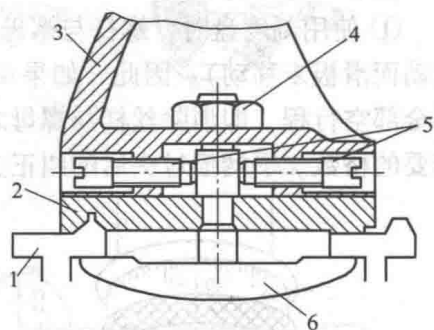


图 1-15 尾座体横向调节

1—床身导轨 2—底座 3—尾座体  
4—固定螺钉 5—调节螺钉 6—底板

7) 光杠和丝杠。光杠和丝杠将进给箱的运动传至溜板箱。车外圆、车端面等自动进给时，用光杠传动；车螺纹时，用丝杠传动。

8) 床身。床身是车床的基础件，用来支承和安装车床的各部件，保证其相对位置。

(2) 车床操纵训练之二：车床基本操作练习

1) 手动操作练习。

① 按主轴箱铭牌调整变速手柄位置，依次练习变速。

- ② 按进给箱铭牌调整手柄位置。
- ③ 溜板箱操纵手柄的操纵方法。
- ④ 大滑板、中滑板、小滑板进退动作。
- ⑤ 尾座和套筒前后移动和锁紧。
- ⑥ 开合螺母的闭合与打开操作。
- ⑦ 刀架松开、锁紧、转位与装刀操作练习。

## 2) 机动操作练习。

- ① 车床起动、停止操作。
- ② 主轴箱变速操作（转速低档、高档试运转）。
- ③ 自动进给操作（大滑板、中滑板的自动进给，变换进给速度和方向）。
- ④ 在丝杠低速运转条件下，控制开合螺母，进行丝杠带动滑板的移动练习。

## 3) 车床操作注意事项。

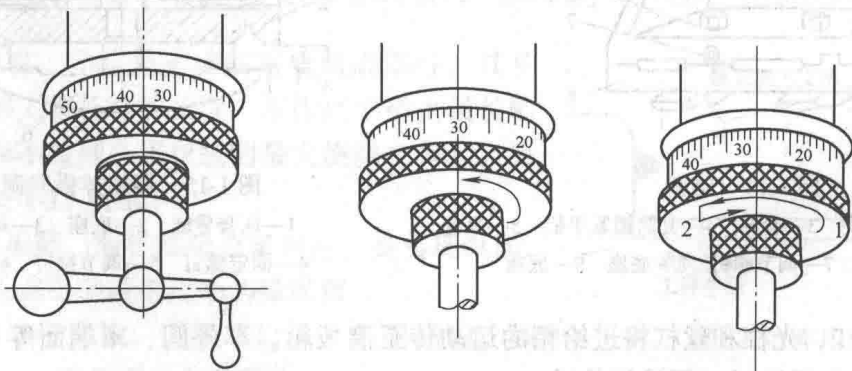
- ① 必须停车变速，以免打坏齿轮。
- ② 当变速手柄扳不到正常位置时，要用手配合扳转自定心卡盘调整。
- ③ 为安全操作，转速不高于 360r/min。

(3) 车床操纵训练之三：刻度盘的计算与应用 在车削工件时，为了正确迅速地控制进刀深度（背吃刀量），通常利用中滑板或小滑板上的刻度盘进行操作。

1) 中滑板上的刻度。中滑板的刻度盘装在横向进给的丝杠上，当摇动横向进给丝杠转一圈时，刻度盘也转了一周，这时固定在中滑板上的螺母就带动中滑板车刀移动一个导程。如 HG32 横向进给丝杠导程为 3mm，刻度盘分 150 格，当摇动丝杠转一周时，中滑板移动 3mm，当刻度盘转过一格时，中滑板移动量为  $3\text{mm}/150 = 0.02\text{mm}$ 。

操作时要注意：

① 使用刻度盘时，螺杆与螺母之间配合往往存在间隙，因此会产生空行程（即刻度盘转动而滑板未移动）。因此，如果刻度盘摇过指定格数（即进给过头），必须向相反方向退回全部空行程，即消除丝杠与螺母之间的间隙，然后再转至需要的格数，而不能直接退回到需要的格数。手柄摇过头后的纠正方法如图 1-16 所示。



a) 要求手柄转至 30，但摇过头成 40    b) 错误：直接退至 30    c) 正确：反转约 3/4 以上圈后，再转至 30

图 1-16 手柄摇过头后的纠正方法

② 由于工件是旋转的，所以工件直径的改变量是刀具进给量的 2 倍。即当刻度盘转动  $n$  格时，刀架横向移动的距离为  $n \times 0.02\text{mm}$ ，工件直径改变量为  $n \times 0.04\text{mm}$ 。当要求工件直