

机械类技工学校教改试用教材

# 铣工技能培训理论

机械电子工业部统编



机械工业出版社

本书是根据《机械类技工学校生产实习教学大纲》(铣工)的要求编写的,是《机械类技工学校生产实习教材》(铣工技能培训图册)一书的配套教材。书中较详细地介绍了各种典型零件的铣削方法和步骤,及相关工种的培训内容。

## 铣工技能培训理论

机械电子工业部 统编

责任编辑:荆宏智 责任校对:马志正

封面设计:刘代 版式设计:冉晓华

责任印制:卢子祥

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

\*

开本  $787 \times 1092^{1/32}$  · 印张  $12^{1/4}$  · 字数 268千字

1990年6月北京第一版·1990年6月北京第一次印刷

印数 0,001—1,800 · 定价:5.30 元

\*

ISBN7-111-02176-2/TG·557

# 机械电子工业部技工学校

## 教材编审领导小组

### 名 单

**组长：**王文光 **副组长：**刘起义 周志祥

**组员：**（以姓氏笔划为序）

王淑杰 刘巨民 李天夫 李启生 迟俊鹏  
张子中 张云福 张章福 梁昌荣 黄德怀

### 冷加工工种教材编审委员会名单

**主任：**黄德怀 **副主任：**迟俊鹏

**委员：**刘冠华 张云福 孟宪水 陈继琨 周裕成

### 热加工工种教材编审委员会名单

**主任：**张子中

**委员：**孙维志 徐景锐

### 电工工种教材编审委员会名单

**主任：**刘巨民

**委员：**王文堂 辛永平

### 焊接、冷作工工种教材编审委员会名单

**主任：**梁昌荣

**委员：**沈德成 谢振康

---

## 前 言

机械工业技工学校教育是为机械行业培养中级以上技术工人的一个十分重要的教育层次。它对机械工业的发展有着直接的影响。近10年来,机械工业技工学校在各级领导的关怀和支持下,通过广大教职员工的努力,得到了迅速恢复和发展,为振兴机械工业发挥了重要作用。但是,技工教育的现状和生产发展的需要相比,还远远不能适应;其中最突出的一个方面是教学质量低,离培养目标还存在着明显的差距。

为了大力提高教学质量,实现培养目标要求,更好地为机械工业的振兴和发展服务,“六五”期间,机械工业部在大力恢复、整顿、发展技工学校的同时,就开始对技校教学改革进行了积极的研究和探索:系统地总结了建国以来机械工业发展的基本经验;组织考察了瑞士、捷克、日本和联邦德国职业技术教育;在大量调查研究的基础上,根据《中共中央关于教育体制改革的决定》精神和劳动部对技工学校教学改革的要求,提出了教学改革的设想,组织一部分骨干技工学校开展了以加强生产实习教学、提高学生的动手能力和适应能力为中心的教学改革试点。几年来,教改试点取得了明显的成果,积累了一些经验,得到了国家教育委员会职业教育司、劳动部培训司等部门领导的肯定和支持。

目前,技工学校教学改革正在深化、发展,为了适应改革形势的需要,在认真、全面地总结教改试点经验的基础上,并从我国国情出发,借鉴国外技工培训的有益经验,我们以部

---

颁《工人技术等级标准》为基本依据,制订了试行的《机械类技工学校教改教学计划教学大纲》、《机械类技工学校生产实习教学大纲》,组织编写了与此相适应的机械类技工学校教改试用教材。

这套新教材紧紧把握住技工教育的方向和培养目标,贯彻了以生产实习教学为主,着重操作技能训练和适当扩大训练范围的原则;其理论课程的设置及内容,按照适应操作技能培养和今后继续进修提高本职工作能力的需要来安排,体现了以应用知识为主,突出针对性、实践性和适应性的原则。

这次编写的教材包括车工、钳工、铣工、铸工、焊工、冷作工和电工七个工种的生产实习教材(含技能培训图册和技能培训理论),工种工艺学,基础理论课和文化课(含工厂管理)教材。其中生产实习教材是我国机械行业首次编写的。其他工种的改革试用教材今后将继续在试点的基础上组织编写。

新教材适用于招收初中毕业生、学制三年的技工学校和其他中等职业技术培训学校机械专业。其生产实习教材也可做为企业初、中级技术工人操作技能培训教材。

新教材是在机械电子工业部技工学校教材编审领导小组的领导下,分别由冷加工、热加工、电工和焊工、冷作工等工种教材编审委员会直接组织编写、审定的。在编写过程中,得到了各改革试点学校、机械工业出版社以及有关方面的热情支持和帮助,谨向他们致以衷心的感谢!

改革试用教材是机械行业范围内机械类技工学校的正规教材。各学校在使用新教材时,可以根据实际情况,对教材内容做局部、适当的调整;同时,还要注意在教学方法和考

试方法、考试内容等方面进行配套改革。

这套教材肯定尚有不足和错误之处，诚恳欢迎大家提出批评、建议，以便再版时修正。

本书由哈尔滨汽轮机厂技工学校陈启轩、李鸿伟编写；陈启轩主编。由第一汽车制造厂技工学校陈之乾主审，上海汽轮机厂技工学校周柄章，上海柴油机厂技工学校吉广镜、钱林福协审。

机械电子工业部技工学校教材编审领导小组

1989年6月

---

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 前 言              | IV |
| 课题 1 铣工入门知识      | 1  |
| 一、铣床的基本知识及加工内容   | 1  |
| 二、文明生产的要求和安全操作规程 | 3  |
| 三、常用计量器具及使用方法    | 4  |
| 课题 2 钳工基本操作      | 22 |
| 一、简单的平面划线        | 22 |
| 二、錾削             | 26 |
| 三、锉削             | 28 |
| 四、锯削             | 30 |
| 五、钻孔             | 33 |
| 六、攻螺纹            | 35 |
| 七、套螺纹            | 37 |
| 课题 3 铣工基础知识      | 39 |
| 一、铣床简介           | 39 |
| 二、铣床常用附件         | 51 |
| 三、铣刀             | 53 |
| 四、铣削用量的确定方法      | 76 |
| 课题 4 铣平面         | 81 |
| 一、顺铣和逆铣的概念       | 81 |
| 二、基准面的概念和选择      | 84 |
| 三、工件的装夹及找正       | 85 |
| 四、工作台移动距离的控制     | 90 |

---

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 五、用圆柱铣刀铣平面 .....                   | 91         |
| 六、用端铣刀铣平面 .....                    | 92         |
| 七、铣削连接面 .....                      | 93         |
| 八、平面和连接面的铣削质量分析 .....              | 98         |
| <b>课题 5 铣斜面 .....</b>              | <b>99</b>  |
| 一、把工件倾斜所需角度铣斜面 .....               | 100        |
| 二、把铣刀倾斜所需角度铣斜面 .....               | 106        |
| 三、用角度铣刀铣斜面 .....                   | 111        |
| 四、斜面的铣削质量分析 .....                  | 113        |
| <b>课题 6 阶台、直角沟槽的铣削及工件的切断 .....</b> | <b>115</b> |
| 一、铣阶台 .....                        | 115        |
| 二、铣直角沟槽 .....                      | 123        |
| 三、工件的切断 .....                      | 129        |
| <b>课题 7 复合作业（一） .....</b>          | <b>133</b> |
| 一、铣削过程 .....                       | 133        |
| 二、斜槽、阶台和斜面的铣削 .....                | 134        |
| 三、检测工件 .....                       | 135        |
| 四、铣削注意事项 .....                     | 136        |
| <b>课题 8 键槽的铣削 .....</b>            | <b>138</b> |
| 一、在轴上铣键槽的基本知识 .....                | 138        |
| 二、在轴上铣键槽 .....                     | 145        |
| 三、在平面上铣键槽 .....                    | 152        |
| 四、键槽的铣削质量分析 .....                  | 153        |
| <b>课题 9 特形沟槽的铣削 .....</b>          | <b>154</b> |
| 一、V形槽的铣削 .....                     | 154        |
| 二、T形槽的铣削 .....                     | 160        |
| 三、圆弧槽的铣削 .....                     | 162        |
| 四、燕尾槽和燕尾块的铣削 .....                 | 165        |
| 五、特形沟槽的铣削质量分析 .....                | 169        |

---

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 课题10 曲面外形、特形表面的铣削 .....  | 170 |
| 一、曲面外形的铣削 .....          | 170 |
| 二、用特形铣刀铣特形表面 .....       | 180 |
| 三、曲面外形、特形表面的铣削质量分析 ..... | 182 |
| 课题11 复合作业(二) .....       | 183 |
| 一、铣削过程 .....             | 183 |
| 二、铣圆弧槽和圆弧阶台 .....        | 183 |
| 三、铣削注意事项 .....           | 185 |
| 课题12 在分度头上铣角度面 .....     | 186 |
| 一、万能分度头 .....            | 186 |
| 二、分度头的附件 .....           | 188 |
| 三、万能分度头的分度方法 .....       | 193 |
| 四、在分度头上装夹工件铣多面体 .....    | 204 |
| 五、多面体工件的铣削质量分析 .....     | 210 |
| 课题13 刻线及齿形离合器的铣削 .....   | 211 |
| 一、刻线 .....               | 211 |
| 二、离合器的铣削 .....           | 216 |
| 课题14 综合练习(一) .....       | 230 |
| 一、加工过程 .....             | 230 |
| 二、检测工件 .....             | 232 |
| 三、铣削注意事项 .....           | 232 |
| 课题15 外花键的铣削 .....        | 234 |
| 一、用三面刃铣刀铣外花键 .....       | 234 |
| 二、用成形铣刀铣外花键 .....        | 240 |
| 三、外花键的铣削质量分析 .....       | 243 |
| 课题16 钻孔、铰孔、镗孔 .....      | 244 |
| 一、钻孔 .....               | 244 |
| 二、铰孔 .....               | 252 |
| 三、镗孔 .....               | 255 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 课题17 直齿圆柱齿轮和齿条的 铣 削 ..... | 264 |
| 一、直齿圆柱齿轮的铣削 .....         | 264 |
| 二、直齿条的铣削 .....            | 277 |
| 课题18 螺旋槽及斜齿圆柱齿轮的铣削 .....  | 282 |
| 一、螺旋线的基本知识 .....          | 282 |
| 二、螺旋槽的铣削 .....            | 284 |
| 三、斜齿圆柱齿轮的铣削 .....         | 298 |
| 四、斜齿条的铣削 .....            | 307 |
| 课题19 综 合 练 习 ( 二 ) .....  | 310 |
| 一、铣削过程 .....              | 310 |
| 二、铣削注意事项 .....            | 311 |
| 课题20 直齿圆锥齿轮的铣削 .....      | 312 |
| 一、直齿圆锥齿轮的概念 .....         | 312 |
| 二、直齿圆锥齿轮的铣削 .....         | 316 |
| 三、圆锥齿轮的铣削质量分析 .....       | 323 |
| 课题21 刀具开齿 .....           | 325 |
| 一、铰刀的开齿 .....             | 325 |
| 二、三面刃铣刀的开齿 .....          | 327 |
| 三、键槽铣刀的开齿 .....           | 332 |
| 四、圆柱铣刀的开齿 .....           | 334 |
| 五、刀具开齿的质量分析 .....         | 338 |
| 课题22 凸轮的铣削 .....          | 340 |
| 一、等速凸轮的概念 .....           | 340 |
| 二、圆盘凸轮的铣削 .....           | 342 |
| 三、圆柱凸轮的铣削 .....           | 346 |
| 四、凸轮的铣削质量分析 .....         | 348 |
| 课题23 模具的铣削 .....          | 350 |
| 一、凸模的铣削 .....             | 350 |
| 二、凹模的铣削 .....             | 352 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 三、模具的铣削质量分析 .....         | 354 |
| 课题24 镗工、齿轮工和刨工的基本操作 ..... | 355 |
| 一、镗削 .....                | 355 |
| 二、滚齿 .....                | 358 |
| 三、刨削 .....                | 374 |
| 课题25 铣床的一级保养 .....        | 379 |
| 一、铣床一级保养的内容 .....         | 379 |
| 二、铣床的一级保养方法 .....         | 379 |

## 课题 1 铣工入门知识

在机械制造业中,铣工是切削加工的工种之一,铣床加工的范围很广,精度较高。在现代化工业生产中,铣工是不可缺少的重要工种。

要成为一名合格的铣工,不但要学习基础理论知识、熟悉机床性能、掌握生产实习的操作技能,而且必须要文明生产,掌握安全技术。这样,才能保证产品质量,完成生产任务。

### 一、铣床的基本知识及加工内容

铣床的类型很多,目前常用的铣床有:卧式铣床、立式铣床、工具铣床、龙门铣床、仿形铣床和数控铣床等。

虽然铣床的种类甚多,但其结构原理都是相似的,均是铣刀旋转作主运动,工件或铣刀作进给运动。

#### 1. 常用铣床

(1) 卧式铣床 主要特征是铣床主轴轴线平行于工作台台面。按其加工范围和结构可分为两种:一种是普通卧式升降台铣床;另一种是卧式万能升降台铣床。后者在纵向工作台与横向工作台之间装有带刻度的回转盘,可根据加工需要按刻度把纵向工作台在 $\pm 45^\circ$ 范围内扳转角度,并可通过挂轮装置铣削带有螺旋槽的工件,其加工范围比普通卧式铣床广,如图X-1-1b<sup>⊖</sup>所示。

(2) 立式铣床 主要特征是铣床主轴轴线垂直于工作

---

⊖ 凡图的编号为图X-××的,均请查阅《机械类技工学校生产实习教材(铣工技能培训图册)》。

台台面。立式铣床有铣头与床身制造成整体的,如图X-1-1a所示;也有铣头与床身分两部分组合而成的。后者的铣头一般可转动 $\pm 45^\circ$ 角度,使主轴轴线与工作台台面构成所需要的角度。

2. 铣削加工的内容 铣削加工的范围较广,主要加工内容有:

(1) 铣平面 图X-1-1c(1)所示是在卧式铣床上用圆柱铣刀铣削平面。图X-1-1c(2)所示是在卧式铣床上把工件装夹在纵向工作台台面上,用端铣刀铣削侧平面。

(2) 铣V形槽 图X-1-1c(3)所示是在卧式铣床上用双角铣刀铣削V形槽。

(3) 铣沟槽 图X-1-1c(4)所示是在立式铣床上用立铣刀铣削沟槽。

(4) 铣阶台 图X-1-1c(5)所示是在卧式铣床上用一把三面刃铣刀铣阶台。

(5) 铣两侧面 图X-1-1c(6)所示是在卧式铣床上用两把三面刃铣刀同时铣削两侧面。

(6) 切断 图X-1-1c(7)所示是在卧式铣床上用锯片铣刀切断工件。

(7) 铣成形面 图X-1-1c(8)所示是在卧式铣床上用成形铣刀铣削内弧成形面。

(8) 铣凸轮 图X-1-1c(9)所示是在立式铣床上,利用心轴装夹工件,再把心轴装夹在分度头主轴上,用立铣刀铣削凸轮。

(9) 铣外花键 图X-1-1c(10)所示是在卧式铣床上,把工件装夹在分度头三爪卡盘和尾座顶尖之间,用三面刃铣刀或成形铣刀铣削外花键。

(10) 铣齿轮 图X-1-1c(11)所示是在卧式铣床上,把工件装夹在心轴上,把心轴装夹在分度头三爪卡盘和尾座顶尖之间,用齿轮盘铣刀铣削齿轮。

(11) 铣螺旋槽 图X-1-1c(12)所示是在万能铣床上,把工件装夹在分度头三爪卡盘与尾座顶尖之间,用盘形铣刀铣削螺旋槽。

在铣床上除可进行上述铣削项目外,还能铣削离合器、链轮、模具、特种沟槽、刻线和齿条等,也可进行镗孔。

## 二、文明生产的要求和安全操作规程

### 1.文明生产的要求

- (1) 保持工作现场和设备的清洁。
- (2) 工件、夹具、计量器具和工具等要摆放整齐。
- (3) 合理选用和爱护计量器具和设备。
- (4) 工作后,应擦洗设备,清扫环境,整理工具。

### 2.安全操作规程

- (1) 工作时,必须穿工作服,女工要戴工作帽。
- (2) 工作前,要检查设备、工夹具等是否完好正常。
- (3) 铣削时,严禁戴手套操作,不可用手直接清除切屑。
- (4) 高速铣削时,要装防护挡板,戴防护眼镜,防止切屑溅入眼内。
- (5) 不准任意拆卸、改装电气设备。工作中发生故障应找有关维修人员检修。
- (6) 铣削时,思想要集中,不许擅自离开机床。
- (7) 机床发生故障时,应立即切断电源,并保持现场。
- (8) 工作结束后,要清理保养机床,打扫工作现场。

### 三、常用计量器具及使用方法

在机械加工中, 计量器具的正确合理使用和维护保养, 对延长计量器具的寿命和保证产品精度都有很大的影响。

用以直接或间接测量出被测对象量值的工具、仪器和仪表等, 称为计量器具。常用的计量器具有: 钢直尺、直角尺、卡钳、游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表等, 如图X-1-2所示。

#### 1. 常用计量器具简介

(1) 钢直尺 如图X-1-2a所示。主要用于测量低精度的长度、孔径、槽宽及槽深等尺寸。

(2) 直角尺 如图X-1-2b、c所示。直角尺是一种比较计量器具, 主要用于测量工件上相邻面的垂直度, 还可以用于找正工件的垂直位置, 或在工件上划线等。

(3) 卡钳 如图X-1-2d、e所示。卡钳是一种无刻度的比较计量器具, 只能与其他计量器具配合使用。卡钳按用途可分为内卡钳和外卡钳; 按结构可分为普通卡钳和弹簧卡钳。使用卡钳测量时, 应使手感觉到卡爪与工件之间松紧程度适宜, 然后取回卡钳, 用游标卡尺或钢直尺对比卡钳的间距, 确定测量尺寸。

2. 游标计量器具的种类、用途和规格 常用的游标计量器具有游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺和齿厚游标卡尺等。

(1) 游标卡尺 如图X-1-2f所示。游标卡尺是一种较精密的计量器具, 用途广泛, 可测量工件的内外直径、长度、宽度和深度等。它能直接、较准确地读出尺寸值。所以, 使用较方便, 是一种常用的计量器具。

根据游标卡尺副尺的刻度值, 游标卡尺可分为0.10mm

(1/10)游标卡尺、0.05mm(1/20)游标卡尺和0.02mm(1/50)游标卡尺三种。根据其测量范围，则可分为0~125、0~150、0~200、0~300、0~500、0~800和0~1 000mm等。游标卡尺的结构如图1-1所示，其刻线原理如图1-2所示。

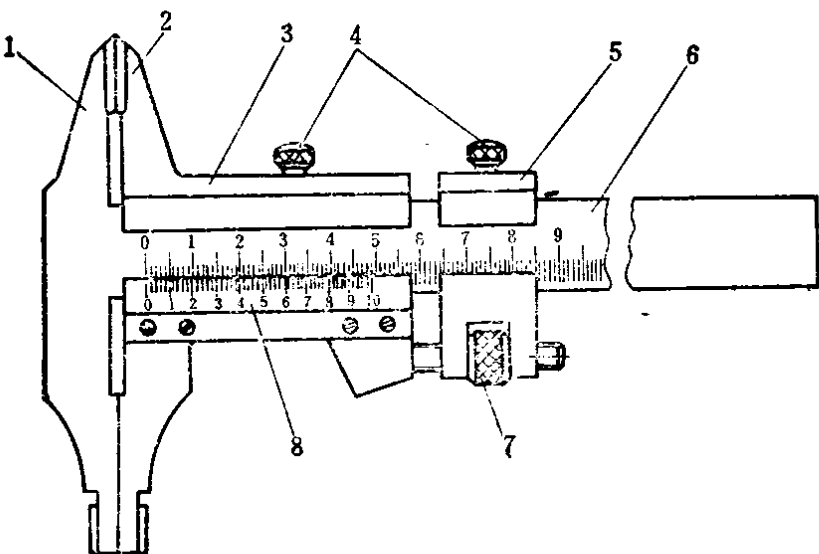


图1-1 游标卡尺的结构及名称

1—固定卡爪 2—活动卡爪 3—副尺框 4—紧固螺钉 5—微调尺架 6—主尺 7—微调螺母 8—副尺

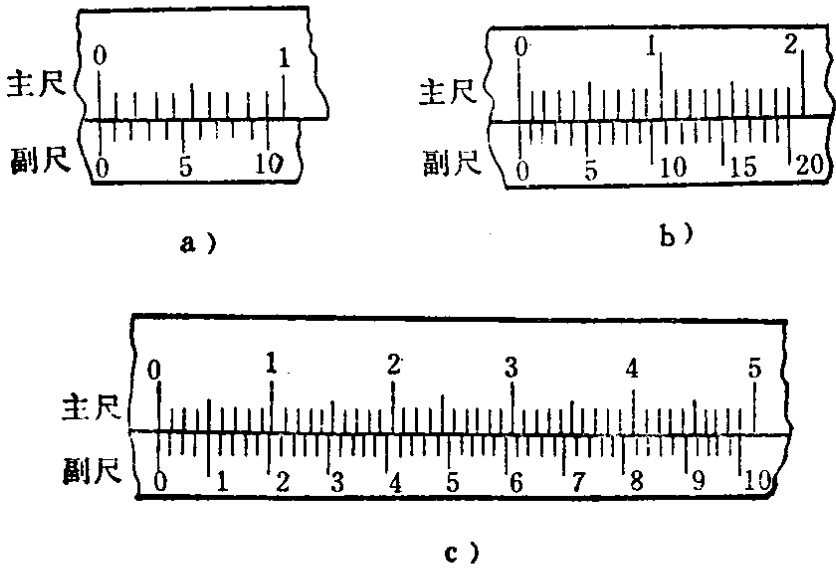


图1-2 游标卡尺的刻线原理

a)0.10mm b)0.05mm c)0.02mm

1 ) 0.10mm(1/10)游标卡尺的刻线原理 如图1-2a所示。主尺每小格为1mm,两卡爪合并时,在相对于主尺9mm的长度上,副尺上均匀刻有10格,即副尺每格为:

$$9 \div 10 = 0.9\text{mm}$$

主尺与副尺每格相差为:

$$1 - 0.90 = 0.10\text{mm}$$

0.10mm就是1/10游标卡尺的读数精度。

另外还有一种0.10mm的游标卡尺,在相对于主尺上19mm长度上,副尺上等分为10格,即副尺每格为:

$$19 \div 10 = 1.90\text{mm}$$

则主尺两格(2mm)与副尺一格相差为:

$$2 - 1.90 = 0.10\text{mm}$$

该游标卡尺的读数精度也是0.10mm。

2 ) 0.05mm(1/20)游标卡尺的刻线原理 如图1-2b所示。主尺上每小格为1mm,当两卡爪合并时,在相对于主尺19mm长度上,副尺均匀刻有20格,即副尺上每格为:

$$19 \div 20 = 0.95\text{mm}$$

主尺与副尺每格相差为:

$$1 - 0.95 = 0.05\text{mm}$$

0.05mm就是1/20游标卡尺的读数精度。

实际使用的0.05mm游标卡尺是,在相对于主尺39mm的长度上,副尺上等分为20格,即副尺每格为:

$$39 \div 20 = 1.95\text{mm}$$

则主尺两格(2mm)与副尺一格相差为:

$$2 - 1.95 = 0.05\text{mm}$$

该游标卡尺的读数精度也是0.05mm。

3 ) 0.02mm(1/50)游标卡尺的刻线原理 如图1-2c所