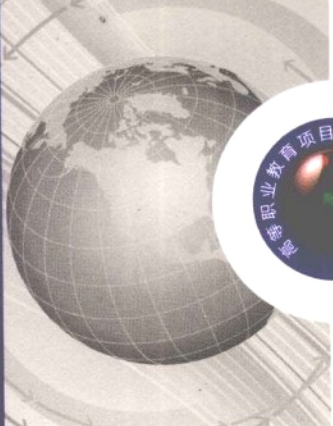


高等职业教育项目课程改革规划教材

数控铣削加工

(中级)

SHUKONG XIXIAO JIAGONG

(ZHONGJI)

鲍海龙 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠 电 子 课 件

SHUKONG XIXIAO JIAGONG (ZHONGJI)

ISBN 978-7-111-35166-5

策划编辑：王英杰 / 封面设计：鞠杨

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037

网络服务

门户网站：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价：27.00元

ISBN 978-7-111-35166-5



9 787111 351665 >

高等职业教育项目课程改革规划教材

数控铣削加工

(中级)

鲍海龙 李 磊 周晓宏 胡和平 编著



机械工业出版社

数字
资源
PDG

本教材以一个典型产品——笔筒及其模具的数控铣削加工为主线，将其分为六个项目。在完成六个项目的过程中学习数控铣床的操作、编程、数控加工工艺的制订和相关的理论知识。每个项目根据加工工艺要求，分为若干个具体任务。为保证学习的效果，每个任务设计了工作页，工作页包括课前准备页、课堂工作页和课后复习页。

本教材的特色是项目引领，根据项目需要学习必需的理论知识，体现了一体化教学的本质，是完全适合职业教育特色的教材。

本书可作为技师学院、高职高专院校数控专业的教材，也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

数控铣削加工：中级/鲍海龙等编著. —北京：机械工业出版社，2011.8

高等职业教育项目课程改革规划教材

ISBN 978-7-111-35166-5

I. ①数… II. ①鲍… III. ①数控机床：铣床—金属切削—加工—高等职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 123936 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：王英杰 责任编辑：王英杰 武 晋 版式设计：霍永明

责任校对：刘志文 封面设计：鞠 杨 责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.5 印张·346 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-35166-5

定价：27.00 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

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部：(010) 68326294

销 售 二 部：(010) 88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育项目课程改革规划教材

编审委员会

主 任 黎德良

副 主 任 王 德

委 员 侯勇志 王晓沛 汪立极 周蔚红 徐伟雄
朱爱群 郑志军 李勋贵 赵玉林 成亚萍
汤湘林 朱文韬 任 茜 陈耕夫 宋 强
冯兆凯 吴 军 程 森 王秀峰 许 惠
杨国兰

专家顾问 徐国庆

序

中国的职业教育正在经历课程改革的重要阶段，传统的学科型课程被彻底解构，以岗位实际工作能力为取向的课程正在逐步建构起来。在这一转型过程中，出现了两种看似很接近，人们也并不注意区分，而实际上存在重大理论基础差别的课程模式，即任务型课程和项目化课程。表面上，二者很接近，这是因为它们均强调以岗位实际工作内容为课程内容。国际上已就如何获得岗位实际工作内容取得了完全相同的基本认识，那就是以任务分析为方法。这可能是二者最为接近之处，也是人们容易混淆二者关系的关键所在。

然而极少有人认识到，岗位上实际存在两种任务，即概括的任务和具体的任务。例如对商务专业而言，联系客户是概括的任务，而联系某个特定业务的特定客户则是具体的任务。工业类专业同样存在这一明显区别，如汽车专业判断发动机故障是概括的任务，而判断一辆特定汽车的发动机故障则是具体的任务。当然，许多有见识的课程专家还是敏锐地觉察到了这一区别，如我国的姜大源教授，他使用了写意的任务和写实的任务这两个概念。美国也有课程专家意识到了这一区别并为之困惑。他们提出的问题是：“我们强调教给学生任务，可现实中的任务是非常具体的，我们该教给学生哪件任务呢？显然我们是没有时间教给他们所有具体任务的。”

意识到存在这两种类型的任务，是职业教育课程研究的巨大进步；而对这一问题的有效处理，将大大推进以岗位实际工作能力为取向的课程模式在职业院校的实施。项目课程就是为解决这一矛盾而产生的课程理论，它主张在课程设计中区分两个概念，即课程内容和教学载体。课程内容即要教给学生的知识、技能和态度，它们是形成职业能力的条件（不是职业能力本身），课程内容的获得要以概括的任务为分析对象。教学载体即学习课程内容的具体依托，它要解决的问题是如何在具体活动中实现知识、技能和态度向职业能力的转化，它的获得要以具体的任务为分析对象。实现课程内容和教学载体的有机统一是项目课程设计的关键环节。

这套教材设计的理论基础即是项目课程。教材是课程的重要构成要素。作为一门完整的课程，需要课程标准、授课方案、教学资源、评价方案等，但教材是其中非常重要的构成要素，它是连接课程理念与教学行为的重要桥梁，是综合体现各种课程要素的教学工具。例如，好的教材既要体现课程标准，又要能为寻找所需教学资源提供清晰索引，还要能有效地引导学生对教材的学习和评价。可见，教材开发是项非常复杂的工程，对项目课程的教材开发来说更是如此，因为它没有成熟的模式可循，即使在国外也几乎找不到成熟的项目课程教材。然而，除这些困难外，项目教材开发还面临一项艰巨任务，那就是如何实现教材内容的突破，如何把现实中非常实用的工作知识有机地组织到教材中。

这套教材在以上这些方面都进行了谨慎而又积极的尝试,其开发经历了一个较长过程(约4年时间)。首先,教材开发者们组织企业专家,以专业为单位对相应职业岗位上的工作任务与职业能力进行了细致而有逻辑的分析,并以此为基础重新进行了课程设置,撰写了专业教学标准,以使课程结构与工作结构更好地吻合,最大限度地实现职业能力培养。其次,教材开发者们以每门课程为单位,进行了课程标准与教学方案开发,在这一环节中尤其突出了项目载体的选择和课程内容的重构。项目载体的选择要求具有典型性,符合课程目标要求,并体现该门课程的学习逻辑。课程内容则要求真正描绘出实施项目所需要的专业知识,尤其是现实中的工作知识。在取得以上课程开发基础研究的完整成果后,教材开发者们才着手进行了这套教材的编写。

经过模式定型、初稿、试用、定稿等一系列复杂阶段,这套教材终于得以诞生。它的诞生是我国项目课程改革中的重要事件,这既是因为它很好地体现了项目课程思想,无论在结构和内容方面均达到了高质量教材的要求;也是因为它所覆盖专业之广,涉及课程之多,为以往类似教材之所无,其系统性将极大地方便教师对项目课程的实施;此外,还因为其开发遵循了以课程研究为先导的教材开发范式,一个国家、一个专业、一门课程,其教材建设水平其实体现的是课程研究水平,而最终又要直接影响到其教育、教学水平。

当然,这套教材也不是十全十美的,我想教材开发者们也会认同这一点。来美国之前我就抱着一个强烈愿望,希望看看美国的职业教育教材是什么样子,因此每到学校考察必首先关注其教材,然而往往也是失望而回。在美国确实有许多优秀教材,尤其是普通教育教材,设计得非常严密,其考虑之精细令人赞叹,而职业教育教材也往往只是一些参考书。美国教授对传统职业教育教材也多有批评,有的教授认为这种教材只是信息的堆砌,而非真正的教材,教材应体现学与教的过程。如此看来,职业教育教材建设是全球所面临的共同任务。这套教材的开发者们一定会为这一任务而继续努力,因此他们定会欢迎老师和同学对教材的不足之处不吝赐教。

徐国庆

2010年9月25日于美国俄亥俄州立大学

前言

本书是数控技术专业核心课程的教材，围绕典型产品（笔筒）的生产选取内容，涵盖了数控铣削加工（中级）所需的知识和技能。主要内容包括零件图样的识读与分析、零件铣削工艺的编制、零件铣削程序的编写、数控加工刀具与夹具的选择、零件的检测与总结等。在编写过程中，我们以工作过程为导向，紧密结合生产实践。力求简明扼要、深入浅出；同时力争图文并茂。本书主要用于技工学校、技师学院、高等职业院校有一定机械加工基础的数控技术专业的学生学习，也可供数控相关技术人员参考。

本书共分六个项目。第一个项目为笔筒底座的加工，第二个项目为笔筒盖的加工，第三个项目为笔筒盖凹模型腔的加工，第四个项目为笔筒盖凸模型芯的加工，第五个项目为笔筒底座凹模型腔的加工，第六个项目为笔筒底座凸模型芯的加工。

为保证项目的实现，每个项目分解为若干个任务。每个任务包含了完成任务的知识、技能和职业素养要求。同时，为提高学习效果，每个任务还设计了三种工作页，即用于课前预习的课前页、用于课堂学习的课堂页和用于课后复习的课后页。为保证每个任务完成的质量，每个任务还设计了考核页，针对不同任务考核内容有所侧重。

本书的项目一、项目二和项目三由鲍海龙编写，项目四由李磊编写，项目五由周晓宏编写，项目六由胡和平编写。全书由成亚萍主审。

限于编者水平，错误与不正之处在所难免，欢迎给予指正。

目 录

序

前言

导论	1
项目一 笔筒底座的加工	2
任务一 笔筒底座 A 面平面的加工	4
任务二 笔筒底座 A 面外形的加工	43
任务三 笔筒底座 A 面槽的加工	57
任务四 笔筒底座 B 面的加工	69
项目二 笔筒盖的加工	83
任务一 笔筒盖 A 面的加工	85
任务二 笔筒盖 B 面的加工	95
项目三 笔筒盖凹模型腔的加工	105
项目四 笔筒盖凸模型芯的加工	121
任务一 笔筒盖凸模型芯 A 面平面的加工	123
任务二 笔筒盖凸模型芯外形的加工	135
任务三 笔筒盖凸模型芯 A 面凸台的加工	145
项目五 笔筒底座凹模型腔的加工	163
项目六 笔筒底座凸模型芯的加工	195
参考文献	223

笔筒底座的加工

项目描述

该项目的内容是使用数控铣床完成笔筒底座零件的加工。笔筒底座零件如图 1-1 所示，加工出的零件要符合图样的要求。在加工过程中学习数控铣床的操作和编程。

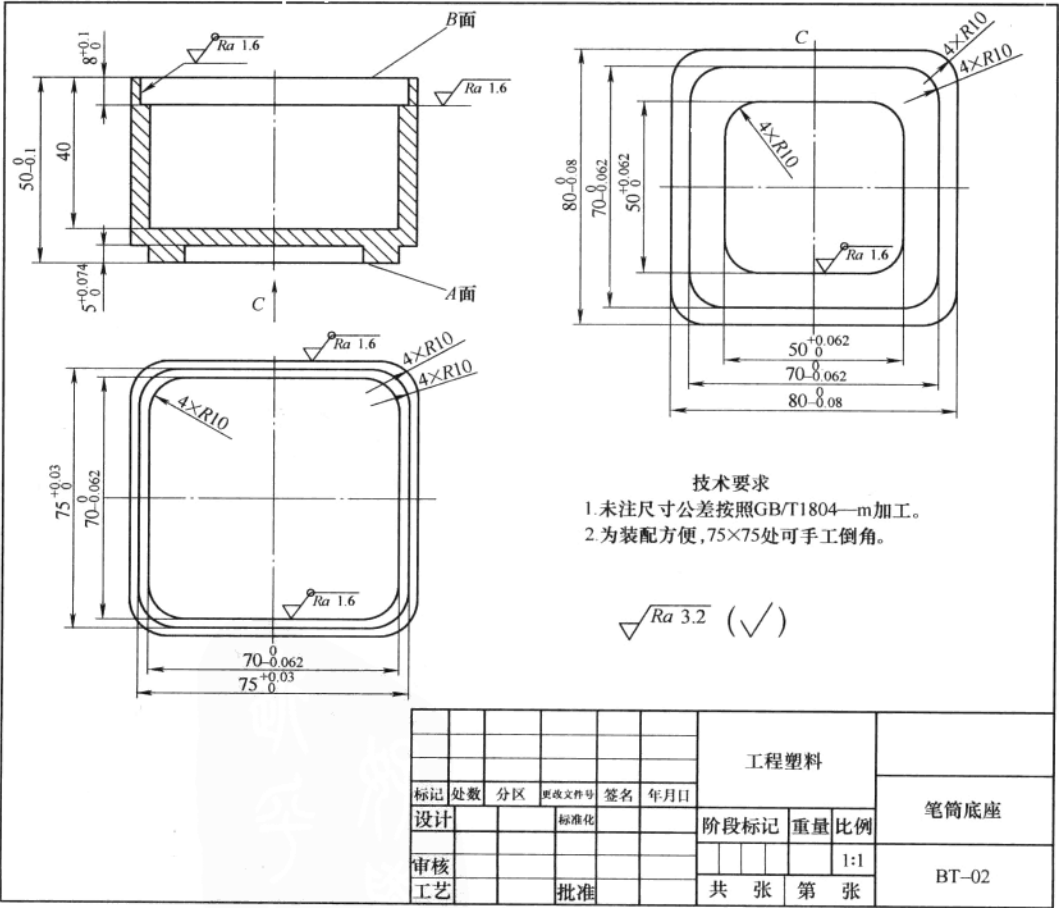


图 1-1 笔筒底座零件图

通过该项目的学习,学生要能够编制数控铣削工艺文件,能够运用常用的准备功能 G 代码及辅助功能 M 代码编制平面、外形、槽和孔等特征表面的程序,能够正确选择加工参数,能够熟练操作数控铣床,加工出合格的笔筒底座零件。

项目计划

如图 1-1 所示,本项目是按照图样要求完成笔筒底座的加工。为完成项目,计划将项目划分为 4 个任务,见表 1-1。每个任务包含了对零件图样进行分析、制订加工工艺、编制加工程序、在仿真软件上进行仿真加工、在数控铣床上完成加工及对加工零件进行测量和评估。

本项目采用过程考核的方法,根据表 1-1 所列的工作任务,按任务顺序完成项目。该任务划分是按照企业中笔筒底座加工工艺过程进行的。笔筒底座的加工工艺见表 1-2。

表 1-1 项目一的工作任务分配、任务内容

任 务	任务的内容
1	笔筒底座 A 面平面的加工
2	笔筒底座 A 面外形的加工
3	笔筒底座 A 面槽的加工
4	笔筒底座 B 面的加工 (包括平面、外形和槽的加工)



知识链接:

表 1-2 笔筒底座的加工工艺

机械加工工艺卡片			产品型号	BT-00	零（部）件图号	BT-01	共 1 页		
			产品名称	笔筒	零（部）件名称	笔筒底座	第 1 页		
材料牌号		塑料	毛坯种类	型材	毛坯外形尺寸	90mm×90mm×55mm			
工序	工种	工序内容		设备	工具				
					夹具	刀具	量具		
1	铣	铣笔筒底座平面		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
2	铣	铣笔筒底座 80mm×80mm×50mm 外形		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
3	铣	铣笔筒底座 50mm×50mm×5mm 槽		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
4	铣	翻面铣笔筒另一平面		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
5	铣	铣笔筒底座另一面 80mm×80mm 外形		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
6	铣	铣 70mm×70mm×40mm 的槽		数控铣床	机用虎钳	φ16mm 立铣刀	游标卡尺		
7	钳	去毛刺检验					游标卡尺		



项目准备

一、资源要求

1. 计算机多媒体教室

(1) 硬件 其包括计算机 40 台，投影仪 1 台，音响系统 1 套。

(2) 数控铣床专用软件 网络版，40 节点的数控铣床仿真软件；最多可控制 50 节点的多媒体教学软件。

2. 数控实训车间

数控铣床：1 台/2 人。

3. 工艺装备

(1) 刀具 $\phi 16\text{mm}$ 圆柱平底高速钢立铣刀。

(2) 夹具 机用虎钳：按每台机床配置。

(3) 量具 游标卡尺：1 把/组，规格：量程为 125mm，分度值为 0.02mm。

(4) 辅助工具 包括钳工锉、毛刷等。

4. 学生准备的绘图工具包括铅笔、纸、圆规、三角尺。

二、原材料准备

准备 $90\text{mm} \times 90\text{mm} \times 60\text{mm}$ 的塑料块，每个学生 1 块，材料为 ABS 工程塑料。

三、相关资料

(1) 工作页。

(2) 笔筒底座零件图。

(3) 数控铣床操作编程手册。

(4) 数控铣削加工教材。

项目实施

任务一 笔筒底座 A 面平面的加工

技能点：1. 能读懂笔筒底座零件图。

2. 能编制笔筒底座 A 面平面的加工工序。

3. 能编制笔筒底座 A 面平面的加工程序。

4. 能比较熟练地使用数控仿真软件加工出合格的笔筒底座 A 面平面。

5. 能操作数控铣床加工出合格的笔筒底座 A 面平面。

- 知识点：1. 读零件图的知识。
2. 平面加工工艺知识。
3. 平面编程知识。
4. 数控铣床知识。

- 职业素养：1. 安全意识
2. 自主学习能力的培养和锻炼。
3. 认真、负责、踏实的工作态度。

任务分析：本任务中有一项要求是制订笔筒底座A平面的加工工艺。一个具体的几何要素加工工艺的制订具体内容包括毛坯的选择、工艺装备的选择、定位夹紧方案的制订、平面加工的方法（加工路线的制订）、加工参数的选择、工序卡片的填写。

任务计划

为完成平面加工任务，根据企业加工产品的工艺流程，制订平面的加工步骤，见表1-3。

表 1-3 完成任务一笔筒底座 A 面平面的加工步骤及内容

步 骤	完成的具体内容
1	笔筒底座 A 面平面的图样分析
2	笔筒底座 A 面平面的工艺制订
3	笔筒底座 A 面平面的加工程序编制
4	笔筒底座 A 平面的仿真加工
5	在数控铣床上完成笔筒底座 A 面平面的加工
6	笔筒底座 A 面平面的检测与总结

任务实施

步骤一 笔筒底座 A 面平面的图样分析

如图 1-1 所示，本项目要求加工出一个合格的笔筒底座零件，在本任务中将完成笔筒底座 A 平面的加工。图 1-1 所示是一张笔筒底座的零件图样，在图中读出以下信息，请填写表 1-4。

表 1-4 零件图的信息

需阅读的内容	读到的信息
零件名称	
零件材料	
图样比例	



需阅读的内容	读到的信息
该图样采用的视图	
零件形状	
长度方向的标注基准及长度尺寸	
径向的尺寸基准及径向尺寸	
零件图中的重要尺寸	
未注公差极限偏差数值	
表面粗糙度要求	
技术要求	



知识链接:

未注公差线性尺寸的极限偏差数值

未注公差查中华人民共和国国家标准《一般公差 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差》（GB/T 1804—2000）。表 1-5 列出了未注公差线性尺寸的极限偏差数值。

表 1-5 未注公差线性尺寸的极限偏差数值 （单位：mm）

公差等级	基本尺寸分段							
	0.5 ~ 3	> 3 ~ 6	> 6 ~ 30	> 30 ~ 120	> 120 ~ 400	> 400 ~ 1000	> 1000 ~ 2000	> 2000 ~ 4000
精密 f	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	—
中等 m	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
粗糙 c	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
最粗 v	—	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8



做一做: 根据所学的制图知识，在表 1-6 中填写读零件图的内容。

表 1-6 读图内容

读图步骤	读图内容
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

步骤二 笔筒底座 A 平面加工工序



想一想: 在学习普通机床操作时平面是如何加工的? 加工工序制订的步骤如何?

一、毛坯的选择

根据零件图样, 选择图 1-2 所示尺寸的毛坯, 材料为 ABS 工程塑料。

二、定位夹紧方案的制订



想一想: 在学习普通机床操作时, 零件是如何定位和夹紧的? 定位和夹紧的基本概念和作用如何? 在普通铣床上是怎样安装和夹紧零件的?

定位方案: 采用毛坯底面靠近机用虎钳固定钳口的侧面定位, 底面和侧面分别限制三个和两个自由度, 共限制了五个自由度。夹紧: 利用机用虎钳活动钳口的移动夹紧毛坯。定位夹紧如图 1-3 所示。

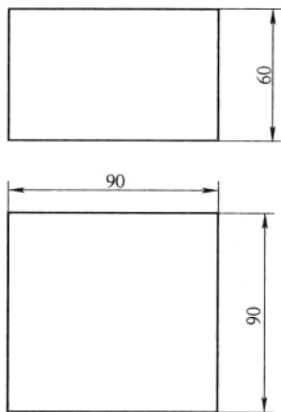


图 1-2 毛坯图

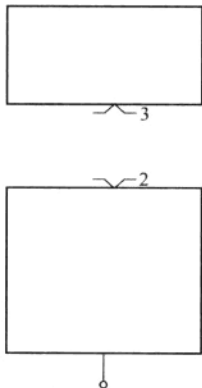


图 1-3 定位夹紧图

三、工艺装备的选择

工艺装备也可简称为工装。工艺装备主要包括: 加工设备、刀具、夹具、量具和辅助工具。工艺装备的选择就是根据被加工零件的要求, 选择合适的加工设备、刀具、量具和辅助工具。加工笔筒底座 A 平面的工艺装备选择如下:

- 1) 加工设备: 数控铣床。
- 2) 刀具: $\phi 16\text{mm}$ 圆柱平底直柄立铣刀, 材料为高速钢。
- 3) 夹具: 机用平口虎钳, 规格为 6in (1in = 2.54cm)。
- 4) 量具: 游标卡尺, 分度值为 0.02mm, 量程为 125mm。
- 5) 辅助工具: 毛刷、橡胶锤子等。

四、平面加工方案

平面是组成各种零件最常见的几何要素。在机械加工中, 平面的加工主要为铣削加工和



磨削加工。在使用数控铣床加工时，主要考虑的问题是加工路线的制订。

1. 平面的加工方法及能达到的精度

加工平面的目的主要是为了保证零件的高度尺寸和表面粗糙度。平面加工一般采用铣削加工，要求较高的表面还必须安排精加工。常用的平面精加工方法有以下几种：

(1) 磨削 其主要用于中小型零件的淬硬表面加工，要求更高的零件表面可以在粗磨—精磨后再安排研磨或者精密磨削。

(2) 刮研 它是获得精密平面的传统加工方法，这种加工方法劳动量大，生产率低，仅在单件小批生产和工件修配中有一定的应用。

(3) 高速精铣或宽刀精刨 高速精铣主要用于不淬硬的中小型零件平面精加工；宽刀精刨多用于大型零件特别是狭长平面的精加工。

平面加工方法的经济精度及表面粗糙度值见表 1-7。

表 1-7 平面加工方法的经济精度及表面粗糙度

加工方法	加工性质	经济加工精度	表面粗糙度/ μm
周铣	粗铣	IT12 ~ IT11	$Ra20 \sim Ra5$
	精铣	IT10	$Ra5 \sim Ra1.25$
端铣	粗铣	IT12 ~ IT11	$Ra20 \sim Ra5$
	精铣	IT10 ~ IT9	$Ra5 \sim Ra0.63$
平磨	粗磨	IT9	$Ra5 \sim Ra2.5$
	半精磨	IT8 ~ IT7	$Ra2.5 \sim Ra1.25$
	精磨	IT7	$Ra0.63 \sim Ra0.16$
	精密磨	IT6	$Ra0.16 \sim Ra0.016$
刮研	手工刮研	10 ~ 20 点/(25mm × 25mm)	$Ra1.25 \sim Ra0.016$
研磨	粗研	IT7 ~ IT6	$Ra0.63 \sim Ra0.32$
	精研	IT5	$Ra0.32 \sim Ra0.08$

2. 平面加工路线的选择

加工路线是指数控机床加工过程中刀具运行的轨迹。制订加工路线主要确定起刀点、切削加工刀具运行轨迹（刀具路径）和退刀点。在深度方向要设定安全高度、切削平面等。

(1) 起刀点的设定 起刀点是刀具开始切削的起始点。在加工零件上平面时，先设定起刀点，一般设定在零件毛坯左边距离操作者较近的点；再考虑刀具的尺寸，以下刀时不碰到零件毛坯为基本要求，但又不能太远，而是选择一个比较合适的尺寸为刀具直径。图 1-4 所示的 A 点为设定的起刀点。

(2) 切削加工刀具运行轨迹（刀具路径）的选择 如图 1-5 所示，平面加工的常用刀具路径有往复式和单向式。往复式刀具路径的好处是提高了加工效率，缺点是铣削平面的质量不均匀。单向式刀具路径的优点是加工质量较好，缺点是效率低。常规的选择方法是：粗加工选择往复式加工方法，精加工选择单向式加工方法。本任务为粗加工，所以选择往复式加工路线。在上述刀具路径中，刀具路径之间的距离称为行间距，行间距一般为刀具直径的