



职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业

加工中心数控车 组合项目教程

丛书主编 张伦玠
本书主编 张方阳
副主编 李立 杜文林
主审 阮 锋

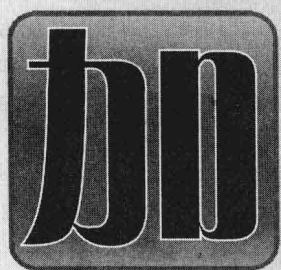


华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>





职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业



加工中心数控车 组合项目教程

丛书主编 张伦玠

本书主编 张方阳

华中科技大学出版社
(中国·武汉)



内容简介

本书结合我国中职学生的知识结构,兼顾职业技能鉴定的要求,关注我国现代工业发展对人才的需求,按模块式教学组织教材内容。其编写理念是以工作过程为导向,以训练学生的职业技能为基本要求,以培养学生的工作能力为最终目的。其内容包括加工凸轮槽机构、加工棘轮传动机构、加工带轮传动机构、加工压缩机构、加工活塞机构、加工偏心运动机构、加工偏心压紧机构、加工槽轮传动机构。

本书可作为中等职业技术学校、技工学校的数控技术应用及相近专业教学用书,也可作为企业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

加工中心数控车组合项目教程/张方阳 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.3
ISBN 978-7-5609-6441-6

I. 加… II. 张… III. 数控机床加工中心-职业教育-教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第142606号

加工中心数控车组合项目教程

张方阳 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:余涛

封面设计:秦茹

责任校对:周娟

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:武汉佳年华科技有限公司

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:20.75

字数:529千字

版次:2011年3月第1版第1次印刷

定价:34.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



职业技术教育结合竞赛课程改革新规划教材
数控技术应用专业

编 委 会

主 任：

张伦玠（教授，广东技术师范学院）

副主任：（按拼音排序）

曹永浩	邓庆宁	丁左发	龚志雄	韩亚兰	黄境城	兰 林
李保俊	李木杰	李伟东	梁东明	宁国富	潘洪楠	彭志斌
苏炯川	谭志平	王寒里	王震洲	伍小平	杨柏弟	曾昭贵
张 侃	张 敏	钟肇光	周炳权			

编 委：（按拼音排序）

蔡兴剑	岑 清	陈天金	陈天玺	陈学利	陈移新	邓集华
邓志翔	杜文林	傅 伟	龚永忠	关焯远	郭志强	何爱华
何生明	黄桂胜	黄新宇	李国东	李金龙	李 军	李 立
梁炳新	梁伟东	梁 宇	廖建华	廖振超	林志峰	刘根才
刘永锋	刘玉东	罗建新	缪遇春	莫石满	宁志良	欧阳刚
彭 彬	彭国民	谭国荣	向科星	肖福威	薛勇尧	杨景欢
杨丽华	杨世龙	杨新强	袁长河	张方阳	张铺标	张正强
赵汝其	郑如祥	钟光华	周燕峰	周裕章	周忠红	朱慧霞
卓良福	祖红珍	黄可亮				

总序



自 20 世纪末,随着我国改革开放政策的不断深入,产业结构调整与先进技术应用的步伐不断加快,各行各业都发生了巨大的变化,制造业的发展尤为突出。随着我国制造业迅速而全面地与世界接轨,一方面以数控技术为标志的先进制造技术大量应用于制造业,另一方面,制造业成为吸纳新增劳动力的重要领域。制造业就业人数整体上大幅增加,造成数控技术人才出现大量缺口。一直处于改革开放前沿地带的广东珠三角地区,更是成为高薪难聘数控高技能人才的地区之一。这种局面促进了数控职业技术教育的进一步发展,数控技能人才的数量逐年增加。然而,数控技能型人才质量参差不齐的状况始终是社会和企业关注的话题,努力提高数控技能型人才职业素质成为职业院校进行教学改革强劲动力。广东作为全国制造业的重要基地,从 20 世纪末到现在一直独占数控职业技能鉴定人员数量的鳌头,其职业教育的蓬勃发展带动了数控职业技能教育的大规模普及。但是,这仅仅解决了人才培养的数量问题,未能从根本上改变人才培养质量参差不齐的状况。

职业技术教育教学质量的评价应该由企业的岗位需求来确定。由于企业的产品对象和职业岗位等具有自身的复杂性和相对的特殊性,难以制订较为统一的评价标准,无法适应教育所要求的相对普遍性。数控职业技能竞赛作为完善职业技术教育教学质量评价机制的一种重要手段,虽然不能完全等同于企业评价,但已经在很大程度上起到了企业评价的功能。

本世纪初,广东的数控职业技能竞赛蓬勃兴起,为职业技术教育领

域数控技能型人才培养水平的提高搭建了一个平台,形成探索、交流的良好氛围。目前,在全国各地,各种级别、各种类型和各种规模的数控职业技能竞赛方兴未艾,希望通过技能竞赛这个平台,实现以赛促教、以赛促学、以赛促改,有效地促进职业院校的教学改革与专业建设工作。但是,目前存在的设备场地投入大、实训材料消耗高和双师型师资缺乏等因素,严重制约了数控职业技术教育的平衡发展;同时,数控职业技能竞赛发展过快带来的一系列问题,让许多地方和院校不同程度地存在为竞赛而竞赛的趋势。有一些职业院校将教学的主要目标建立在参赛成绩上,忽视了基础建设和基本功训练,甚至出现拔苗助长的做法。因此,将技能竞赛作为引领,深入探讨其选拔、培养机制,对于促进职业技术教育有序、健康地发展,促进人力资源强国的建设具有重大的现实意义。

2009年广东省哲学社会科学“十一五”规划教育学、心理学重点项目《数控技能大赛选拔机制与职业技术教育发展研究》的立项,就是希望立足于数控职业技能竞赛的引领作用,带动和促进职业院校数控职业技术教育发展。该项目研究的重要举措之一,是组织广东省中等职业技术学校编写、出版将竞赛要求和内容融入教学过程的系列教材。以竞赛为导向,结合教学的实际情况编写的教材,具有覆盖面广、针对性强以及符合教学规律的特点,是推动竞赛选拔机制与教学普及相结合的有效途径。此外,根据近几年竞赛所暴露出来的问题整合资源,形成模块化编写方案,也具有针对性强、方便实用的特点。

总之,教材是实施教学的有效媒介,也是教学内容的有效载体,更是提高教学效率和质量的可靠保障。编写、出版数控职业技术教育系列教材,旨在通过数控职业技能竞赛的有效平台来促进教学质量提高,这是利用先进教学资源带动职业院校共同发展的有效手段,必将为推动我国的数控人才培养作出应有的贡献。

广东省中职数控竞赛 总裁判长
广东技术师范学院自动化学院 教授
张伦玠

2010年5月

前言



机构运动组件是先进工业设备的重要组成部分，这种功能性机构组件在通用机械、模具、汽车、航空航天、造船、电工电子等制造业中应用相当广泛。它集设计与制造先进特征于一身，在现代工业中发挥着极其重要的作用。机构运动组件的特征先进性已成为衡量工业企业的先进水平的主要指标之一，因此，能熟练地运用加工中心和数控车床等先进装备进行加工并实现机构的功能性应用尤为重要。

目前，全国职业院校技能大赛中机构运动组件是重点比赛项目，它要求学生具有相当扎实的基本功，相当宽阔的知识面，能够在规定的时间内，快速规划好加工工艺，快速准确地利用加工中心和数控车床完成机构运动组件的加工，使其在电动机等辅助条件下实现机构流畅运转，实现其功能性。

在掌握各工种的基本功后，能够将各工种的知识融会贯通，通过综合项目的训练，最后加工出具有代表性的组合机构，是各个职业院校实训教学改革的方向，是基于基本功的综合能力提高训练。对组合机构的教学，进一步完善了我们的教学体系，它拥有车和铣两个加工模块，实现了两个工种技术的交叉交流，提高了对加工工艺和管理信息汇总的需求，对车、铣加工的刀路及 NC 程序具有更强的工艺性要求。

机构运动组件涉及的范围广、内容多、功能丰富。由于所处工业领域不同和加工条件所限，本书针对加工中心和数控车床的加工，突出实

用性，从分析功能性工艺和加工性工艺开始，编写实际加工步骤和程序，对项目实例详细讲解。给出了机构分析、工艺分析与读图分析，使学习者对数控车削编程和铣削编程及其加工工艺和工艺参数选择等理解得更深刻，掌握得更全面。

全书共 8 个项目，包括全国职业院校技能大赛真题、广东省数控技能竞赛真题和职业院校学生机构运动组件综合项目典型案例等。在同领域还没有此类型的书籍。本书案例分析及操作过程详细，图文并茂，可读性强，非常具有借鉴价值。本书既可用作职业院校机械设计与制造类（计算机辅助设计与制造、模具设计与制造、数控技术等）专业的教材，也可作为从事数控加工工作的中、高级技术人员的参考书。

本书由张方阳担任主编、李立担任副主编。项目 1 由张方阳编写；项目 2、项目 8 由梁宇和梁嘉文编写；项目 3、项目 4 由杜文林编写；项目 5、项目 6 由李立编写；项目 7 由梁伟东编写。全书由张方阳统稿，由华南理工大学博士生导师阮锋教授主审。阮锋教授认真审阅了书稿，提出了许多宝贵的意见，特此致谢！

由于作者水平有限，书中疏漏、不足和错误之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见，作者在此表示衷心感谢！

编 者

2010 年 5 月

目 录



项目 1 加工凸轮槽机构

任务 1 生产准备	(2)
任务 2 加工上盖板	(3)
任务 3 加工下基座	(10)
任务 4 加工滑块	(16)
任务 5 加工芯轴	(20)
任务 6 加工凸轮套	(24)
任务 7 加工螺母	(29)
任务 8 装配	(33)
项目小结	(34)

项目 2 加工棘轮传动机构

任务 1 生产准备	(36)
任务 2 加工左侧板	(37)
任务 3 加工右侧板	(48)
任务 4 加工轴套 1	(56)
任务 5 加工芯轴 1	(60)
任务 6 加工凸轮	(63)

任务 7 加工轴套 2	(69)
任务 8 加工芯轴 2	(73)
任务 9 加工拨叉	(77)
任务 10 加工摇柄连接板	(82)
任务 11 加工底座	(86)
任务 12 加工摇柄	(92)
项目小结	(95)

项目 3 加工带轮传动机构

任务 1 生产准备	(98)
任务 2 加工上盖板	(99)
任务 3 加工底座	(105)
任务 4 加工传动轴	(110)
任务 5 加工芯轴	(114)
任务 6 加工手柄 1	(118)
任务 7 加工手柄 2	(121)
任务 8 装配	(123)
项目小结	(124)

项目 4 加工压缩机构

任务 1 生产准备	(126)
任务 2 加工基座	(127)
任务 3 加工支撑块	(132)
任务 4 加工凸轮	(136)
任务 5 加工支撑轴	(139)
任务 6 加工活塞缸	(143)
任务 7 加工飞轮	(147)
任务 8 加工传动轴	(150)
任务 9 加工活塞	(154)
任务 10 加工垫片	(157)
项目小结	(158)

项目 5 加工活塞机构

任务 1 生产准备	(160)
任务 2 加工底板	(161)

任务 3	加工侧板 1	(167)
任务 4	加工侧板 2	(172)
任务 5	加工缸体	(178)
任务 6	加工曲轴 1	(183)
任务 7	加工曲轴 2	(188)
任务 8	加工活塞	(193)
任务 9	加工连杆	(197)
任务 10	加工皮带轮	(203)
任务 11	加工螺钉	(206)
任务 12	加工手柄及其螺母	(209)
任务 13	装配	(215)
项目小结		(217)

项目 6 加工偏心运动机构

任务 1	生产准备	(220)
任务 2	加工固定座	(221)
任务 3	加工中轴	(229)
任务 4	加工中部固定杆	(234)
任务 5	加工销钉	(237)
任务 6	加工螺母	(240)
任务 7	加工飞轮	(243)
任务 8	加工侧板	(247)
任务 9	加工滑板	(252)
任务 10	装配	(255)
项目小结		(256)

项目 7 加工偏心压紧机构

任务 1	生产准备	(258)
任务 2	加工基座	(259)
任务 3	加工压紧机构	(264)
任务 4	加工偏心轴	(268)
任务 5	加工椭圆滑动凸头	(271)
任务 6	加工手柄圆盘	(274)
任务 7	加工手柄	(277)
任务 8	加工双向螺纹连接杆	(280)
任务 9	加工单向螺纹杆	(283)

项目小结	(286)
------------	-------

项目 8 加工槽轮传动机构

任务 1 生产准备	(288)
任务 2 加工芯轴	(289)
任务 3 加工方形螺母	(293)
任务 4 加工槽轮	(298)
任务 5 加工底座	(303)
任务 6 加工轴承固定板	(309)
任务 7 加工固定杆及螺钉	(314)
项目小结	(318)

参考资料

项目1

【项目描述】

本项目为2008全国职业院校数控加工与装配竞赛试题。通过此教学项目，在实际加工中学习数控加工中车削和铣削的操作加工技能，学习组合件装配的相关知识。

【学习目标】

(1)掌握凸轮槽机构组合件车铣加工的加工工序安排方法；

(2)掌握数控车削加工相关工艺知识及编程指令的正确使用方法；

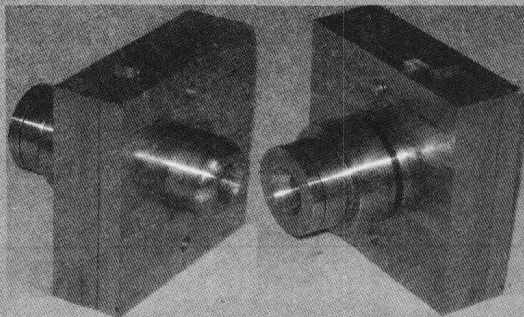
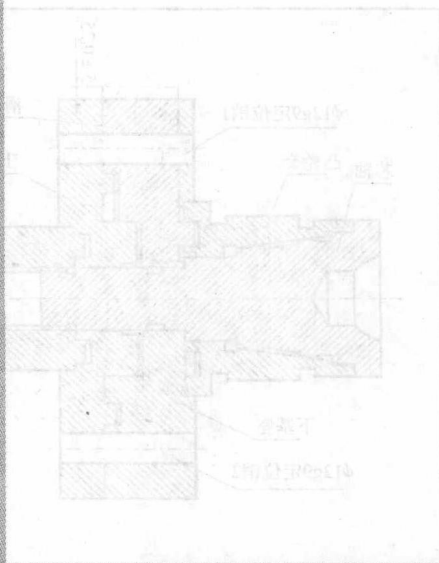
(3)掌握数控铣削加工相关工艺知识及编程指令的正确使用方法；

(4)掌握凸轮槽组合件装配的工艺及加工知识。

【能力目标】

通过本项目的学习，掌握车削、铣削典型组合机构的加工工艺和加工方法，掌握组合件装配的特点，培养组合件装配加工的思维，操作技能做到规范熟练，工件加工应在规定的时间内完成，配合后的机构应运动流畅。

加工凸轮槽机构



任务1 生产准备

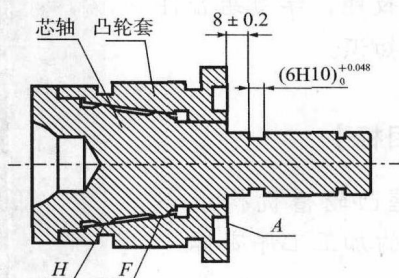
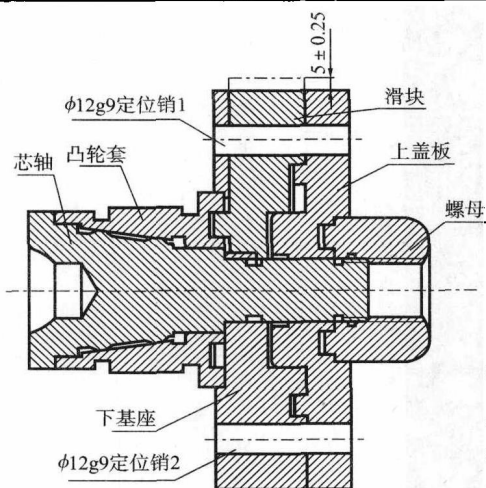
任务要求

- (1) 机构组合件加工零件图样的识读方法；
- (2) 根据图样加工要求准备好工、量、刀具和材料等。

基本内容

1. 机构分析

凸轮槽机构由组合件、滑块、芯轴、凸轮套和螺母等几部分组成,如图 1-1 所示。组合件的主体结构由上盖板和下基座构成,芯轴中间定位穿过盖板主体,与螺母配合,对盖板起到



技术要求:

1. 当所有零件按装配图组装好后,两个 $\phi 12g9$ 定位销应能够插入到 $\phi 12H9$ 孔内,并贯通;
2. 在装配后,凸轮套在圆凹槽中应转动灵活并且不晃动;
3. 将 $\phi 12g9$ 定位销取出,转动凸轮套,通过凸轮套端面上的椭圆槽推动滑块,最大可外移 5 ± 0.25 mm;
4. 下基座和滑块装配在一起时应形成完整的曲线槽,保证槽宽 $8H11$,同时保证两 $\phi 12H9$ 的孔距;
5. 上盖板梅花形凸台与下基座梅花形凹槽应相互配做保证尺寸,上下装配间隙为 0.1 mm;
6. 芯轴和凸轮套装配后应保证凸轮套的A面与芯轴上槽的一边尺寸为 8 ± 0.2 mm;
7. 将红丹研磨粉涂在凸轮套内锥面上,将芯轴装入套内并转动,保证芯轴上两 $R7$ 圆弧的H和F点的圆周同时与凸轮套内锥面接触,检验时观察其接触点。

2008全国职业院校数控加工与装配竞赛试题

零件名称	零件号	材料	比例
装配图	01	45钢	

图 1-1 装配图

压紧作用。凸轮套连接芯轴和滑块,凸轮套围绕芯轴转动,通过凸轮套端面上的椭圆槽推动滑块在下基座内做直线移动,最大移动距离为 5 mm。滑块装配在下基座中,与下基座一起形成完整的曲线槽。

2. 读图分析

1) 各组合零件分析

图 1-1 所示为典型的机构组合零件,包括上盖板、下基板、滑块、芯轴、凸轮套和螺母等 6 个零件。本项目学习中,注意培养空间想象能力,能够快速读出组合件的主要装配特征信息,如凸轮套带动滑块上、下运动的信息。

2) 配合尺寸精度分析

机构组合件装配后,主要零件的配合尺寸必须保证。例如,芯轴上凹槽与凸轮套端面的定位尺寸为 8 ± 0.2 mm;滑块在下基座内做直线移动,最大移动距离为 5 ± 0.25 mm。

3) 技术要求分析

当机构组合件装配好后,2 个 $\phi 12g9$ 定位销能插入 $\phi 12H9$ 的孔内,并贯通。定位销取出时,滑块在下基座内做直线移动,最大移动距离为 5 mm。上盖板与下基座的上下装配间隙为 0.1 mm。孔的精度较高,为 H9;需要先钻孔、再铰孔来保证精度。

3. 加工准备

加工凸轮槽机构时,需要用数控车床和加工中心同时进行加工,加工时间为 6 h。

(1) 机床:数控车床一台,加工中心一台,操作系统均为华中系统 HNC-21/22M。

(2) 夹具:机用平口钳。

(3) 量具:

游标卡尺 0.02 mm/0~150 mm;

带表卡尺 0.01 mm/0~150 mm;

带表深度尺 0.01 mm/0~150 mm;

外径千分尺 0.01 mm/0~25 mm, 0.01 mm/25~50 mm, 0.01 mm/50~75 mm, 0.01 mm/75~100 mm;

内径百分表 0.01 mm/0~35 mm, 0.01 mm/35~50 mm。

(4) 工具:杠杆百分表及表座、寻边器、平行垫铁、铜棒。

(5) 毛坯(45 钢):162 mm×162 mm×32 mm、162 mm×162 mm×36 mm、76 mm×72 mm×36 mm、 $\phi 65 \times 132$ mm、 $\phi 80 \times 67$ mm、 $\phi 60 \times 42$ mm(尺寸均为 mm,以后不再说明)。

任务2 加工上盖板



- (1) 根据图样所示的零件特征,安排好加工工艺;
- (2) 掌握数控铣削加工相关工艺知识及编程指令的正确使用方法;
- (3) 能够完成铣削典型零件的加工及倒圆角的加工。

基本内容

上盖板具有梅花形状凸台和带圆角的正方形凸台等特征,如图 1-2 所示。上盖板需要用加工中心来加工。

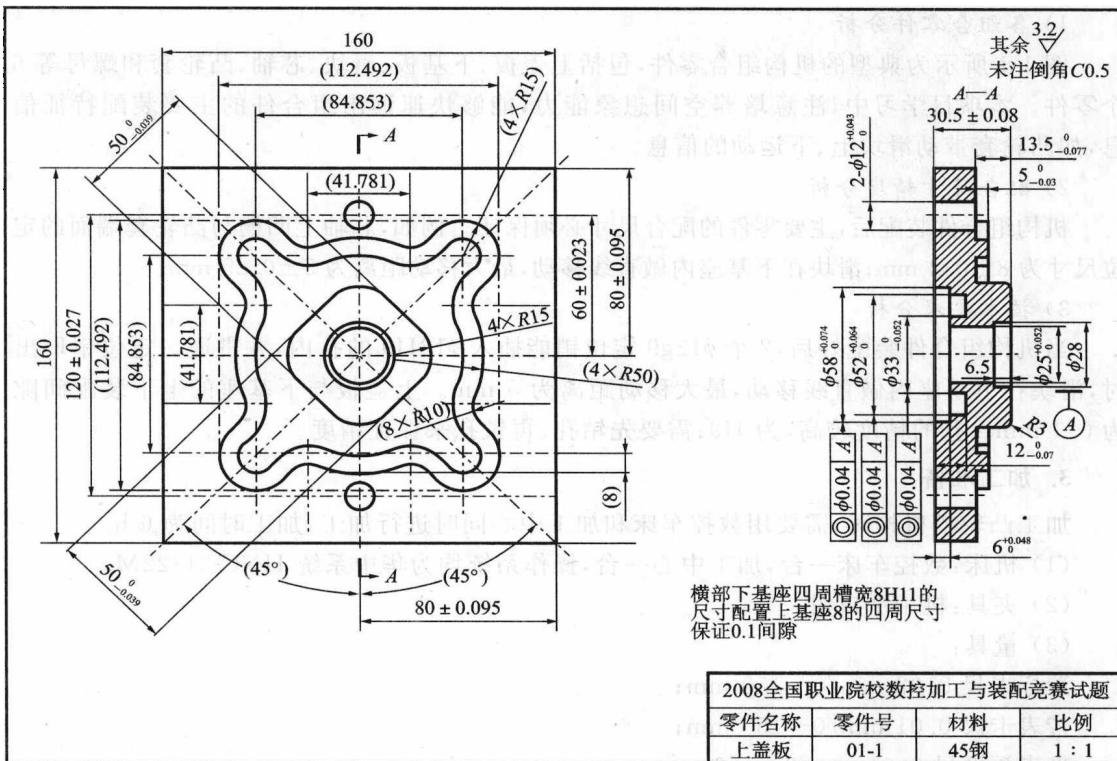


图 1-2 上盖板零件图

1. 反面加工

1) 加工工艺

(1) 装夹方案:反面加工,毛坯顶面距离虎钳口 25 mm。

(2) 数控加工刀具卡片。

由于加工材料为 45 钢,表面精度有较高要求,所以选用硬质合金刀具。根据图样选择合适的刀具加工,制作刀具卡片如表 1-1 所示。

表 1-1 数控加工刀具卡片

产品名称		凸轮槽机构	零件名称		上盖板	零件号	01-1
序号	刀具号	刀具规格名称	材质	数量	加工表面		备注
1	T01	φ32 铣刀	硬质合金	1	上表面、外形、φ58 圆		粗铣
2	T02	φ12 立铣刀	硬质合金	1	外形、φ58 圆		精铣
3	T03	φ6 立铣刀	硬质合金	1	φ33 圆、φ52 圆		粗、精铣

(3) 数控加工工艺卡片。

对刀时,将坐标系原点设在工件上表面的对称中心。为了保证零件尺寸链正确,采用从上到下加工的原则。其工艺路线如下。

① $\phi 32$ 铣刀铣削工件上表面; $\phi 32$ 铣刀粗铣工件外形,留精加工余量; $\phi 32$ 铣刀粗铣 $\phi 58$ 圆,留精加工余量。

② $\phi 12$ 立铣刀精铣工件外形和 $\phi 58$ 圆。

③ $\phi 6$ 立铣刀粗、精铣 $\phi 33$ 圆和 $\phi 52$ 圆。

制作加工工艺卡片如表 1-2 所示。

表 1-2 数控加工工艺卡片

零件名称		上盖板	零件号	01-1	加工部位		反面
序号	程序号	内容	刀具号	主轴转速/ (r/min)	进给量/ (mm/min)	背吃刀量/ mm	备注
1	OX101	上表面	T01	2 000	1 000	0.5	粗铣
	OX102	外形				2	
	OX103	$\phi 58$ 圆				1	
2	OX102	外形和	T02	2 000	600	6	精铣
	OX103	$\phi 58$ 圆					
3	OX104	$\phi 33$ 圆	T03	3 000	1 000	1	粗、精铣
	OX105	$\phi 52$ 圆			600		

2) 加工程序

(1) 程序 1:OX101(用 $\phi 32$ 铣刀铣削平面)。

%0001	X-80 Y-60	X80 Y80
G17 G40 G54 G80 G90	X80 Y-40	X-120
M03 S2000	X-80 Y-20	Z5
G00 Z100	X80 Y0	G00 Z100
X-120 Y-80	X-80 Y20	M05
Z5	X80 Y40	M30
G01 Z0 F1000	X-80 Y60	—

(2) 程序 2:OX102(用 $\phi 32$ 铣刀铣削外形,铣削深度 20 mm)。

%0001(主程序)	G01 Z0 F1000	G90 G41 X100 Y-80 D01
G17 G40 G54 G80 G90	M98 P002 L10	G01 X-80 Y80
M03 S2000	G00 Z100	X80 Y-100
G00 Z100	M30	G40 G01 X140 Y-140
X140 Y-140	%002(子程序)	M99
Z5	G91 Z-2 F1000	—