



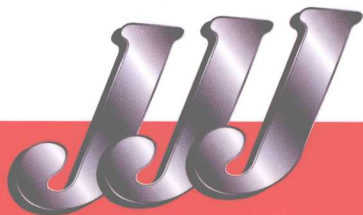
技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

铣工 (技师、高级技师)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

胡家富 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



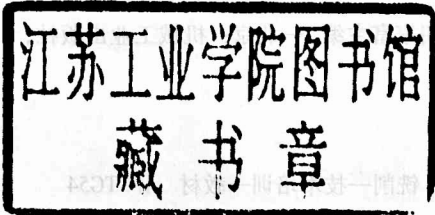
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

铣工（技师、高级技师）

国家职业资格培训教材编审委员会 编

胡家富 主编



机械工业出版社

本书是根据《国家职业标准》技师、高级技师铣工工艺部分的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要编写的。本书的主要内容包括:铣工工艺的归纳和分析,提高铣削加工精度的方法,解决铣削加工难题的途径,铣床夹具设计和铣刀设计、改制的方法,以及测量技术在铣削加工中的应用等内容。本书通过典型复杂畸形工件的铣削加工实例介绍,为解决生产实际中铣削加工难题和进行技师鉴定考核提供借鉴。书末还介绍了对初、中、高级铣工的理论培训和实习操作指导的基础知识和基本方法,并通过实习操作指导实例,详细介绍了作业指导的过程和步骤,便于技师和高级技师在传授专业知识和操作技能时借鉴使用。为了便于掌握重点,每章后附有复习思考题。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,也可作为高级技校、高职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

铣工(技师、高级技师)/胡家富主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 11

国家职业资格培训教材
ISBN 978-7-111-22564-5

I. 铣... II. 胡... III. 铣削—技术培训—教材 IV. TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第159313号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:赵磊磊 责任校对:樊钟英

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008年1月第1版第1次印刷

148mm×210mm·14.625印张·415千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22564-5

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主任	于珍			
副主任	郝广发	李奇	洪子英	
委员	(按姓氏笔画排序)			
	王蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
	朱华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群 (常务)	
	李培根	李援璜	吴茂林	何月秋 (常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓炜	周立雪	周庆轩
	施斌	荆宏智 (常务)	柳吉荣	
	徐彤 (常务)	黄志良	潘茵	
	潘宝权	戴勇		
顾问	吴关昌			
策划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	胡家富			
本书参编	尤根华	尤道强	周其荣	
本书主审	周炳章			
本书协审	糜世荣			

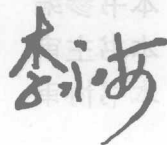
序

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质，作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》，为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强；既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学、便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

序 二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工 作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

本教材是依据中华人民共和国劳动和社会保障部制定的《国家职业标准—铣工》规定的铣工技师、铣工高级技师知识要求和技能要求进行编写的。本教材编写过程中以坚持岗位培训为原则，以满足有真才实学的铣工技术工人的迫切需求为目标，以铣工技能为主线，将铣工工艺理论和铣工操作技能有机地结合起来。本书内容精练实用、通俗易懂、覆盖面广、通用性强，具有知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新的特点。

铣工培训教材分为初、中、高、技师和高级技师四册，以适应初级铣工（国家职业资格五级）、中级铣工（国家职业资格四级）、高级铣工（国家职业资格三级）、铣工技师（国家职业资格二级）和铣工高级技师（国家职业资格一级）的技能鉴定培训需求。

铣工培训教材结构新颖，每一等级教材的基础知识集中在前一、二章，各等级教材按鉴定标准规定的工作内容编排章节。章后附有复习思考题。每一等级教材附有试题库，试题库包括知识试题和技能试题两大部分，知识试题的题型与国家鉴定试题库类似。技能试题附有评分标准和考核要求。为了方便读者使用，本书采用双色排版，重要段落带有旁白予以提示。

本书由胡家富主编，尤根华、尤道强、周其荣参编。周炳章担任主审，糜世荣担任协审。限于编审者的水平，书中有疏漏之处，请读者批评指正。

编 者

目 录

M U L U

序一	1
序二	1
前言	1
第一章 铣工工艺编制和铣削加工工艺特点	1
第一节 铣削加工工艺归纳分析与加工工艺编制方法	1
一、铣削加工工艺归纳与分析	1
二、铣削加工工艺编制的基本方法与特点	5
第二节 典型零件铣削加工工艺编制和分析	9
一、箱体零件（C6150型车床主轴箱箱体）工艺规程分析	9
二、连杆（6135柴油机连杆）工艺规程分析	17
第三节 铣削加工发展趋势与提高加工精度的措施	26
一、铣削加工的发展趋势	26
二、提高铣削加工精度的途径和措施	27
第四节 铣削加工工艺难题解决途径与方法*	31
一、大型零件和小型零件铣削加工	31
二、铣削过切和欠切的控制方法	40
三、仿形铣削、成形铣削和展成铣削加工	43
四、铣床的功能应用及其扩展使用	44
五、铣刀和夹具的设计改进及其组合使用	47
六、成组工艺在铣削加工中的应用	50
复习思考题	54

* 标题带*号的内容适用于高级技师。

第二章 铣床夹具设计、改进方法应用	55
第一节 曲面铣削仿形夹具设计制作实例*	55
一、夹具设计准备要点	55
二、夹具制作和验证铣削加工要点	59
三、夹具验证铣削加工检验与质量分析	60
第二节 联轴器锁紧槽铣削夹具设计、改进实例	61
一、工件结构和锁紧槽铣削工序分析	61
二、工件定位和夹紧方式分析	62
三、简易夹具的设计制作及其缺陷分析	63
四、夹具改进设计方案与制造工艺	64
第三节 铣床夹具检测维修实例	68
一、万能分度头的检测与维修	68
二、专用夹具的检测与维修	76
第四节 铣床夹具使用方法指导*	79
一、铣床通用夹具使用方法与技巧	79
二、铣床专用夹具使用方法与技巧	85
复习思考题	87
第三章 铣削原理应用与铣刀设计、改制实例	89
第一节 铣削原理及其应用	89
一、铣刀的静态和工作角度换算*	89
二、铣削力和铣削功率的估算	101
三、积屑瘤的形成原因、特点和控制方法	108
第二节 新型铣刀的结构与使用特点	109
一、新型铣刀的发展趋势*	109
二、几种新型的可转位铣刀	116
第三节 铣刀设计、改制实例	122
一、铣刀设计、改制的基本知识	122
二、铣刀设计、改制实例	128

复习思考题	137
第四章 典型铣床常见故障分析与排除方法	138
第一节 X2010A 型龙门铣床常见故障分析与排除方法	138
一、X2010A 型龙门铣床简介	138
二、X2010A 型龙门铣床常见故障原因分析与检修方法	140
第二节 X8126 型万能工具铣床常见故障分析与排除方法	148
一、X8126 型万能工具铣床简介	148
二、X8126 型万能工具铣床常见故障的原因分析和排除方法	150
第三节 其他铣床典型故障分析和排除方法*	156
一、液压双坐标仿形铣床典型故障分析和排除方法	156
二、简易数控铣床液压系统的常见故障及其排除方法	160
三、铣床气动系统的常见故障及其预防方法	162
第四节 铣床制造的发展趋势*	164
一、铣床发展的基本类型	164
二、铣床发展的派生形式	165
三、铣床运动系统的高速化发展趋势	166
四、铣床设计技术的发展趋势	166
五、数控铣床类机床的发展趋势	167
复习思考题	168
第五章 测量技术在铣削加工中的应用	169
第一节 专用检具设计制作方法与示例	169
一、专用检具基本形式和设计制造基本要求	169
二、专用检具的设计制作示例*	180
第二节 刀具测量实例	194
一、刀具检验测量准备	194
二、盘形齿轮铣刀测量步骤	196
三、刀具检验测量误差分析	206
第三节 用三坐标测量机测量工件实例*	206

一、三坐标测量机及其应用示例	207
二、三坐标测量机测量实例	212
第四节 大型工件位置度测量*	214
一、大型工件位置度测量的常用仪器和工具	214
二、大型工件位置度检测的方法	214
复习思考题	219
第六章 复杂畸形工件铣削加工	220
第一节 链轮铣削加工	220
一、链轮铣削加工工艺分析和工艺准备	220
二、链轮铣削加工步骤与调整操作	223
三、滚子链链轮的检验测量和铣削加工质量分析	230
第二节 蜗杆与蜗轮的铣削加工	232
一、蜗杆的铣削加工	232
二、蜗轮的铣削加工	239
第三节 错齿三面刃铣刀齿槽的铣削加工*	257
一、错齿三面刃铣刀齿槽的铣削工艺分析和准备	258
二、错齿三面刃铣刀齿槽的铣削步骤与调整操作	265
三、错齿三面刃铣刀的检验与铣削质量分析	270
第四节 复杂齿轮的铣削加工	273
一、内齿轮的铣削加工	273
二、弧齿锥齿轮的铣削加工*	280
三、非圆齿轮的铣削加工*	294
第五节 复杂模具型面的铣削加工*	303
一、锻模型面铣削加工的工艺分析和准备要点	304
二、锻模型面仿形铣削的加工要点	306
三、锻模型面的检验与铣削质量分析	309
第六节 销孔燕尾组合工件的铣削加工	310
一、销孔燕尾组合工件铣削加工的工艺分析和准备	310

二、销孔燕尾组合工件铣削加工的主要步骤与调整操作	318
三、销孔燕尾组合工件的检验与质量分析	319
第七节 龙门刨床的立柱加工*	321
一、工艺特点分析和工艺准备	321
二、铣削加工的主要步骤	324
三、检验与质量分析	326
第八节 复杂孔与孔系的加工	330
一、空间斜孔的加工*	330
二、复杂孔系的加工	339
复习思考题	343
第七章 铣工技术培训与操作指导	344
第一节 铣工专业理论培训的必备专业知识*	344
一、铣工专业理论培训讲义的基本要求	344
二、铣工专业理论培训讲义的基本组成及其作用	345
三、铣工专业理论培训讲义的编撰要点	347
四、铣工专业理论培训讲义的使用与修订	348
第二节 铣工实习操作指导的必备专业知识	349
一、铣工操作指导的基本方法	349
二、铣工操作指导的准备工作	351
三、铣工操作指导的效果评价和分析方法	352
第三节 初级工实际操作指导技能训练实例	354
训练1 连接面加工操作指导	354
训练2 简单分度法操作指导	356
训练3 外花键加工操作指导	358
第四节 中、高级工实际操作指导技能训练实例	361
训练1 直齿圆柱齿轮加工操作指导	361
训练2 奇数矩形齿离合器加工操作指导	364
训练3 螺旋槽加工操作指导*	367

复习思考题	372
试题库	373
知识要求试题	373
一、判断题 试题 (373) 答案 (440)	
二、选择题 试题 (380) 答案 (440)	
三、计算题 试题 (394) 答案 (441)	
四、分析、设计题 试题 (395) 答案 (445)	
技能要求试题	405
一、铣锯齿三面刃铣刀	405
二、铣螺旋锥铰刀螺旋齿槽	405
三、铣吊钩锻模 (上、下模)	408
四、铣六角形配合	408
五、铣 T 形配合	415
六、飞刀法铣蜗轮	415
七、展成法铣链轮	419
八、铣修配直齿锥齿轮	419
九、铣圆盘凸轮	424
十、铣矩形花键轴	424
十一、铣齿条轴	424
十二、铣控制盘	428
十三、铣链轮	428
十四、铣床故障判断和排除故障措施	431
十五、现场作业指导铣矩形外花键	431
模拟试卷样例	433

第一章

铣工工艺编制和 铣削加工工艺特点



培训学习目标 熟悉铣削工艺归纳分析方法和加工工艺的编制方法，掌握典型复杂零件的工艺编制和分析方法。了解铣削加工工艺的发展趋势与提高铣削加工精度的措施。重点掌握常见铣削加工工艺难题的解决途径与方法。

第一节 铣削加工工艺归纳分析与加工工艺编制方法

一、铣削加工工艺归纳与分析

1. 平面铣削加工工艺归纳与分析

零件上的平面，按其与基准面之间的位置关系可以分为平行面、垂直面和斜面，平面之间以及与其他表面连接而成的表面，通常称为连接面。铣削加工的斜面有简单斜面和复合斜面之分。铣削加工平面具有以下工艺特点：

- 1) 可使用多种铣刀加工不同位置和类型的平面，铣刀的几何形状和几何角度适宜于精密加工至粗加工各种精度的平面，盘状铣刀可进行多重组合加工连接面。
- 2) 铣床的功率大，采用端面铣削可进行强力铣削、高速铣削、阶梯铣削等先进且高效率的加工。
- 3) 铣床形式多样，例如有卧式铣床、立式铣床、龙门铣床、万



能工具铣床等，可以加工不同位置、尺寸和形状精度的平面和连接面。

4) 铣削加工平面的方法多样化，适应各种平面的加工。例如可以采用周铣法加工平面，也可以采用端铣法加工，还可以采用端铣和周铣同时应用的方法加工连接面等。

5) 综合应用铣床的功能、夹具的功能和铣刀的形式，可以加工复合斜面等较为复杂的平面。

6) 各种形式的可转位面铣刀具有更换刀片方便、使用寿命长、平面铣削效率高等特点。

2. 直线成形面铣削加工工艺归纳与分析

直线成形面是由一根直母线沿一条曲线（导线）作平行移动而成的表面。较为简单的直线成形面，其导线由直线和圆弧等常用函数曲线构成；较为复杂的直线成形面，其导线由复杂函数曲线和非函数曲线构成。型面母线较短的直线成形面俗称为曲线外形，型面母线较长的直线成形面俗称为特形面。直线成形面的导线可以是封闭的，也可以是不封闭的。铣削加工直线成形面具有以下工艺特点：

1) 铣削型面母线较短的盘状和板状直线成形面，通常在立式铣床上用指状铣刀圆周刃进行加工。铣削型面母线较长的直线成形面，通常在卧式铣床上用盘状铣刀圆周刃进行加工。

2) 精度较低的直线成形面可用按划线方法铣削加工。由圆弧和直线构成导线的直线成形面可用分度头或回转工作台与工作台配合进行铣削加工。

3) 由等速螺旋线构成导线的直线成形面，可在分度头或回转工作台与机床工作台丝杠之间安装交换齿轮，进行等速螺旋复合进给运动进行铣削，典型的实例为等速圆盘凸轮工作型面。

4) 由较为复杂的函数和非函数曲线构成导线的直线成形面，一般需要通过导线坐标点的细化，然后采用按坐标值逐点移动的方法进行铣削加工。批量较大、导线较短的柱状直线成形面零件加工，可以设计专用成形铣刀进行加工。

5) 批量较大、母线较短的盘状和板状封闭直线成形面可采用仿形铣削加工方法。运用仿形铣削方法，可根据零件的精度采用手动进给仿形铣削法、简易仿形装置铣削法，或在仿形铣床上进行铣削。