

机械工人职业技能培训教材

高级

铣工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

高级铣工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书介绍了常用铣床的精度检验方法、铣工常用的精密量仪、可转位铣刀、铣床夹具等知识,着重介绍了难加工材料、锯齿三面刃铣刀、蜗杆蜗轮、模具型面和组合件等难加工工件的铣削方法,并结合典型实例,介绍了综合运用铣削工作技能,提高工艺分析能力等内容。

高级铣工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

*

责任编辑:崔世荣 版式设计:张世琴

封面设计:姚毅 责任校对:林去菲

责任印制:路琳

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850mm×1168mm¹/₃₂·印张 8·字数 207千字

1999年6月第1版第1次印刷

印数:0 001-4 000 定价:14.00元

*

ISBN 7-111-01940-7/TG·1289

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821 68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与试题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委	于新民	田力飞	田永康	关连英
员	刘亚琴	孙旭	李明全	李玲
	李超群	吴志清	张岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	胡家富	绘图	张炜	
本书主审	吉广镜	参审	周炳章	

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”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，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备和

成龙配套等特点，受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来，我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》，逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标，我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》，使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时，又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》，共87种，以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的，包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”（主要是“专业知识”部分）和“技能要求”分三册编写，适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用；对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等，另编写了公共教材，以利于单科培训和工人自学提高。试题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点，采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语；各工种教材则更加突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此，谨向为编写本套教材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和错误，诚恳希望专家和广大读者批评指正。

本工种需学习下列课程

初级：机械识图、机械基础(初级工适用)、钳工常识、电工常识、初级铣工技术

中级：机械制图、机械基础(中级工适用)、中级铣工技术

高级：机械基础(高级工适用)、高级铣工技术

我社已出版本工种的有关图书目录

中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)铣工

铣工职业技能鉴定指南

铣工技能鉴定考核题库

镗铣工应知考核题解

铣工考工试题库

初级镗铣工工艺学(铣工适用)

中级镗铣工工艺学(铣工适用)

高级镗铣工工艺学(铣工适用)

铣工基本操作技能(初级工适用)

铣工操作技能与考核(中级工适用)

镗铣工(铣工部分)(工人高级操作技能训练辅导丛书)

铣工竞赛指南

铣工操作技能考核题库

简明铣工手册

机械工人切削手册

机械工人职业技能培训教材目录

机械识图	中级机修钳工技术	高级冷作工技术
机械制图	高级机修钳工技术	初级铸造工技术
电工识图	初级磨工技术	中级铸造工技术
电工常识	中级磨工技术	高级铸造工技术
钳工常识	高级磨工技术	初级电焊工技术
金属材料与热处理	初级铣工技术	中级电焊工技术
机械基础 (初级工适用)	中级铣工技术	高级电焊工技术
机械基础 (中级工适用)	高级铣工技术	初级气焊工技术
机械基础 (高级工适用)	初级镗工技术	中级气焊工技术
电工基础 (初级工适用)	中级镗工技术	高级气焊工技术
电工基础 (中级工适用)	高级镗工技术	初级热处理工技术
电工基础 (高级工适用)	初级刨、插工技术	中级热处理工技术
初级车工技术	中级刨、插工技术	高级热处理工技术
中级车工技术	高级刨、插工技术	初级锻造工技术
高级车工技术	初级电工技术	中级锻造工技术
初级钳工技术	中级电工技术	高级锻造工技术
中级钳工技术	高级电工技术	初级涂装工技术
高级钳工技术	初级维修电工技术	中级涂装工技术
初级工具钳工技术	中级维修电工技术	高级涂装工技术
中级工具钳工技术	高级维修电工技术	初级模样工技术
高级工具钳工技术	初级冷作工技术	中级模样工技术
初级机修钳工技术	中级冷作工技术	高级模样工技术

技能鉴定考核试题库目录

机械识图与制图技能鉴定考核试题库	铸造工技能鉴定考核试题库
电工识图与电工基础技能鉴定考核试题库	锻造工技能鉴定考核试题库
机械基础技能鉴定考核试题库	电焊工技能鉴定考核试题库
车工技能鉴定考核试题库	气焊工技能鉴定考核试题库
钳工技能鉴定考核试题库	热处理工技能鉴定考核试题库
工具钳工技能鉴定考核试题库	冷作工技能鉴定考核试题库
机修钳工技能鉴定考核试题库	电工技能鉴定考核试题库
铣工技能鉴定考核试题库	维修电工技能鉴定考核试题库
镗工技能鉴定考核试题库	涂装工技能鉴定考核试题库
刨、插工技能鉴定考核试题库	模样工技能鉴定考核试题库
磨工技能鉴定考核试题库	

目 录

前 言

第一章 铣床的精度检验、调整与维护保养	1
第一节 常用铣床的精度检验与调整基本方法	1
第二节 万能工具铣床与龙门铣床的维护与保养	20
第三节 数控铣床简介	27
复习思考题	35
第二章 铣工常用的精密测量仪器与可转位铣刀	36
第一节 光学分度头	36
第二节 杠杆卡规和杠杆千分尺	40
第三节 气动量仪	44
第四节 可转位铣刀	47
复习思考题	56
第三章 铣床夹具	57
第一节 铣床夹具的分类	57
第二节 常用铣床夹具的结构	60
第三节 铣床夹具的使用与维护保养	70
第四节 改进和自制简单铣床夹具	79
复习思考题	106
第四章 铣削难加工材料	108
第一节 难加工材料的基本知识	108
第二节 铣削难加工材料的特点和常用的改善措施	109
第三节 典型难加工材料的铣削	114
复习思考题	118
第五章 铣削错齿三面刃铣刀	119
第一节 错齿三面刃铣刀的技术要求	119

第二节 铣削准备工作	121
第三节 铣削错齿三面刃铣刀齿槽	126
第四节 错齿三面刃铣刀的检验与质量分析	132
复习思考题	135
第六章 铣削蜗杆与蜗轮	137
第一节 铣削蜗杆	137
第二节 铣削蜗轮	143
第三节 蜗杆蜗轮的检验与质量分析	164
复习思考题	167
第七章 铣削复杂模具型面	168
第一节 模具型面铣削方法	169
第二节 模具型面铣削实例	188
第三节 模具型面铣削注意事项和检验方法	202
复习思考题	205
第八章 难加工工件铣削方法	206
第一节 铣削大质数锥齿轮	206
第二节 铣削复合斜面	211
第三节 铣削等前角、等螺旋角锥度刀具齿槽	219
第四节 铣削组合件	230
复习思考题	243

第一章 铣床的精度检验、调整与维护保养

培训要求 掌握铣床验收和精度检验方法，能分析精度超差原因及对加工质量的影响。此外还应掌握常用铣床的维护保养方法和数控铣床的使用保养常识。

第一节 常用铣床的精度检验与调整基本方法

在使用铣床的过程中，操作者必须了解铣床主要精度对铣削加工质量的影响、铣床主要精度的检验方法以及允许的误差范围。同时，操作者还应掌握调整项目和维护保养方法，以配合修理工人判断和排除机床故障。

一、铣床验收精度标准和验收方法

铣床验收是新铣床启用和经大修后铣床使用前必要的工作，包括机床及附件验收和精度检验工作。

1. 新铣床验收 新铣床验收应按机床说明书要求进行。

(1) 新铣床的开箱和验收安装顺序

1) 新铣床验收前，应先按照装箱说明书，了解机床在箱内的安放位置，然后再开箱(此工作应由安装工人操作，机床操作工人配合进行)。

2) 按照说明书机床附件单核对各种附件。

3) 仔细检查机床在运输过程中是否损坏。如有损坏，应及时与制造或运输单位联系协商解决。

4) 按照机床说明书，配合机床安装工人进行机床吊运、安装及调整等工作。

5) 按说明书介绍的维护和保养方法，清除机床各部分的防锈油和污物，可用蘸有轻柴油的棉纱擦洗，但不能用金属工具和其它损伤机床表面的油类等物质擦洗。

6) 按机床润滑图或润滑油注油说明等文件要求,对机床的各注油孔、注油眼注入所要求的润滑油(对机床主轴变速箱及进给变速箱等部位的较大的注油工作由机床润滑工操作)。

7) 按机床电气的接线要求和检查顺序,由电工接通机床电源。

8) 安装并检查各手柄,调节好各部位的塞铁间隙,使各手柄转动轻松,灵活可靠。

9) 待地基干燥后,按水平调整要求,用钢直尺、水平仪调整机床的水平位置。调整时,工作台应处于纵向、横向和垂向行程的中间位置。纵向和横向的水平度在 1000mm 长度内均不得超过 0.04mm。

(2) 铣床的几何精度检验 新铣床的几何精度检验,应严格按照验收精度标准和验收方法进行。铣床验收精度标准,包括检验项目名称、检验方法、允差及检验方法简图。检验时,应按下列步骤进行:

1) 阅读和熟悉验收精度标准中的检验方法,看懂检验简图。

2) 按验收精度标准准备测量用具,对用于检测的工量具,如百分表、量块、塞尺等进行精度预检,必要时应经过量具检定部门检验合格后再使用。

3) 按检验方法规定,调整好机床的检验位置。

4) 按检验方法规定,放置检验工量具。

5) 按检验方法规定,通过移动工作台、旋转主轴等方法进行检验。

6) 读取测量数据,进行计算,得出误差值。

7) 分析机床几何精度误差产生的原因,分别做出处理。若是安装问题,应及时与机修工和安装工联系,重新调整床身等部件的安装精度。若是制造厂的原因,应做好验收记录,交有关部门处理。

2. 大修后的铣床验收 铣床使用达到规定的时限后应进行大修,并按规范调换易磨损及损坏零件,对精度超差的部位进行

修复。在验收大修后的铣床时，可参照新铣床验收方法进行验收，但应注意以下事项：

1) 了解机床大修时调换的主要零件和修复的部位，以便在操作前对这些零件和部位的工作状况和几何精度等进行重点验收。

2) 由于大修的拆装工艺和新铣床装配工艺有所不同，因此对能进行操纵检验的内容尽可能进行操作验收。如主轴变速机构操纵、进给变速机构操纵、手动和机动进给等，以便在正常使用前发现问题。

3) 机床大修后，精度等级有所下降，最初仍可按新机床的标准进行验收，如果是几经大修的机床，则应依据大修规范精度标准进行验收。

4) 大修后的机床，由于调换的零件与原零件的磨损程度不一致，即使进行了调整也需要有一段磨合期才能运转灵活自如。因此，不宜在验收时为操纵轻松，把配合间隙调整得过大，使零件处于不良的运动状态，造成早期过快磨损。

二、卧式铣床和立式铣床主轴精度检验

铣床主轴的精度检验，包括运动精度和主轴轴线与工作台、悬梁等其它部分的位置精度。具体检验项目和检验方法如下：

1. 主轴锥孔轴心线的径向圆跳动

(1) 检验方法

在主轴锥孔中插入检验棒(图 1-1)，固定百分表，使其测量头触及检验棒表面，*a* 点靠近主轴端面，*b* 点距主轴端面 300mm，旋转主轴进行检验。为提高测量精度，可使检验棒按不同方位插入

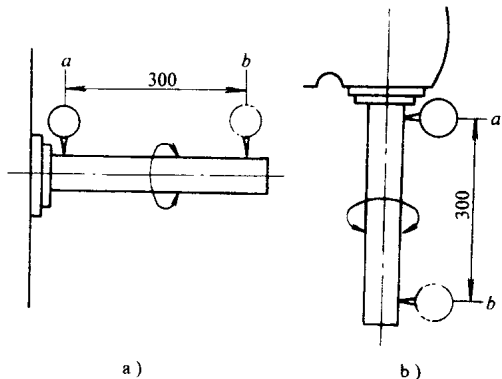


图 1-1 检验主轴锥孔轴线的径向圆跳动

a) 卧式铣床检验 b) 立式铣床检验

主轴重复进行检验。

a 、 b 两处的误差分别计算。将多次测量的结果取其算术平均值作为主轴径向圆跳动误差。

(2) 允差 a 处允差为 0.01mm ； b 处允差为 0.02mm 。

(3) 对加工的影响

- 1) 刀杆和铣刀径向圆跳动及摆差增大。
- 2) 铣槽时槽宽超差或产生锥度。
- 3) 表面粗糙度值增大。
- 4) 较小或较窄的铣刀易折断。

(4) 超差原因

- 1) 主轴轴承磨损，间隙过大。
- 2) 主轴磨损。
- 3) 紧固件松动。
- 4) 主轴锥孔精度差或拉毛。
- 5) 检测时，主轴锥孔与检验棒配合面之间有污物。

2. 主轴的轴向窜动

(1) 检验方法 固定百分表，使测量头触及插入主轴锥孔的专用检验棒的端面中心处，中心处粘上一钢球，旋转主轴检验。百分表的读数最大差值作为主轴轴向窜动误差(图 1-2)。

(2) 允差 0.01mm 。

(3) 对加工的影响

1) 铣削时产生振动，特别是在立式铣床上用面铣刀铣削时尤为明显。

2) 表面粗糙度值增大。

3) 尺寸不易控制。

4) 影响加工表面的平面度。

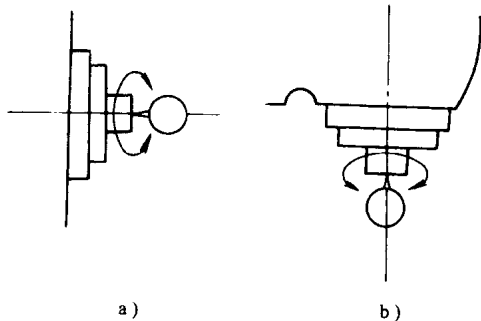


图 1-2 检验主轴的轴向窜动

a) 水平主轴 b) 垂向主轴

(4) 超差原因

- 1) 主轴轴承与主轴间隙过大。
- 2) 主轴或轴承磨损过大。
- 3) 检验棒端面质量差，百分表测量头未触及检验棒端面中心处。

3. 主轴轴肩支承面的端面圆跳动

(1) 检验方法 固定百分表，使测量头触及轴肩支承面端面 a 、 b 处，旋转主轴分别检验，百分表的读数最大差值作为轴肩端面圆跳动误差(图 1-3)。

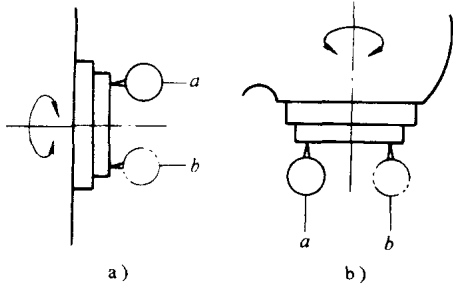


图 1-3 检验主轴轴肩支承面的端面圆跳动

a) 水平主轴 b) 垂直主轴

(2) 允差 a 、 b 两处允差均为 0.02mm 。

(3) 对加工的影响

1) 以此面定位安装的铣刀会产生端面跳动，影响刀具的使用寿命。

2) 影响工件加工表面的精度和表面粗糙度。

(4) 超差原因

- 1) 主轴轴承间隙过大。
- 2) 主轴轴肩端面使用时间较长，磨损大。
- 3) 主轴制造精度差。

4. 主轴定心轴颈的径向圆跳动

(1) 检验方法 固定百分表，使测量头触及定心轴颈表面，旋转主轴检验，百分表读数的最大差值作为定心轴颈径向圆跳动误差(图 1-4)。

(2) 允差 0.01mm 。

(3) 对加工的影响

1) 以此轴颈定心安装的铣刀会产生径向跳动和振摆，影响

刀具的使用寿命。

2) 影响工件加工表面的精度和表面粗糙度。

(4) 超差原因

1) 主轴轴承间隙过大或轴承损坏等。

2) 主轴轴颈使用时间较长, 磨损大。

3) 主轴制造精度差。

5. 主轴旋转轴线对工作台横向移动的平行度(卧式铣床)

(1) 检验方法

工作台位于纵向行程的中间位置, 锁紧升降台。在主轴锥孔内插入检验棒, 将百分表固定在工作台上, 使其测量头触及检验棒的表面, 其中 a 处位于垂向测量位置, b 处位于水平测量位置(图 1-5)。将主轴旋转 180° 后进行重复测量。 a 、 b 两处测量均通过沿横向移动工作台进行。 a 、 b 两处误差分别计算, 两次测量结果的代数和之半作为平行度误差。

(2) 允差 a 处在 300mm 长度上允差为 0.025mm, (检验棒伸出端只允许向下)。 b 处在 300mm 测量长度上允差为 0.025mm。

(3) 对加工的影响

1) 工件平行度超差。

2) 工件垂直度超差。

3) 横向移动工作台尺寸较难控制。

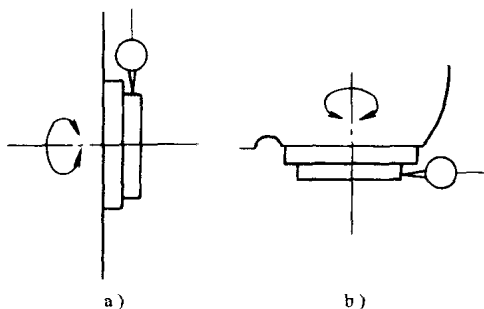


图 1-4 检验主轴定心轴颈的径向圆跳动

a) 水平主轴 b) 垂直主轴

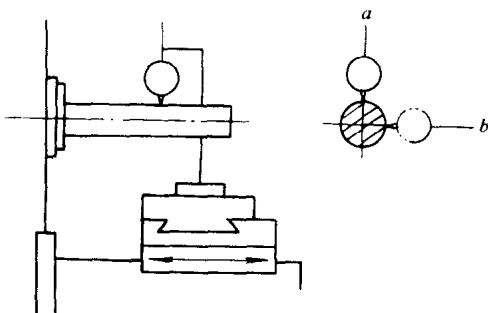


图 1-5 检验主轴旋转轴线对工作台横向移动的平行度

(4) 超差原因

- 1) 工作台横向导轨磨损变形。
- 2) 横向导轨镶条松，调整不当。
- 3) 机床安装质量差，水平失准。

6. 主轴旋转轴线对工作台中央基准 T 形槽的垂直度(卧式铣床)

(1) 检验方法 工作台位于纵、横向行程的中间位置，锁紧工作台、床鞍和升降台。将专用滑板放在工作台上并紧靠 T 形槽直槽一侧，见图 1-6。百分表安装在插入主轴锥孔中的专用检验棒上，使其测量头触及专用滑板检验面，记下读数，然后移动滑板至工作台另一侧，旋转主轴进行检验。检验一次后，可改变检验棒插入主轴的位置，重复检验一次。两次测量结果的代数和之半作为垂直度误差。

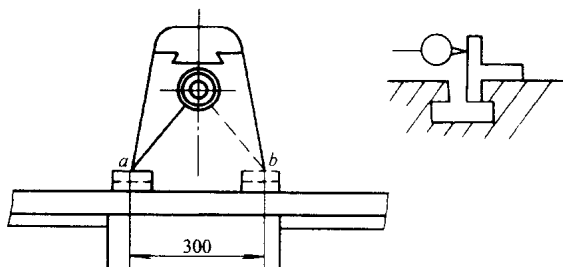


图 1-6 主轴旋转轴线对工作台中央
基准 T 形槽的垂直度

(2) 允差 在 300mm 长度上允差为 0.02mm (300mm 为百分表两测量点间的距离)。

(3) 对加工的影响

- 1) 影响 T 形槽定位夹具的定位精度。
- 2) 铣削垂直平面时会产生凹面。
- 3) 铣削各类槽时，槽形产生较大误差。

(4) 超差原因

- 1) 工作台回转刻度处“0”位未对准。
- 2) T 形槽直槽部分侧面变形或拉毛，使滑板贴合时产生误