



国家职业资格培训教材

# 铣工 (高级) 鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编  
胡家富 主编

依据 **人力资源和社会保障部 2009**  
制定的《国家职业技能标准》要求编写



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

本教材是以《国家职业技能标准》铣工（高级）的知识要求为依据，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的要求编写的，主要内容包括：高级铣工专业基本知识，难切削材料和复杂连接面工件加工，复杂沟槽工件加工，复杂角度面与刻线加工，高精度平行孔系与复杂单孔加工，难加工圆柱齿轮、齿条与锥齿轮加工，高精度牙嵌离合器加工，螺旋面、槽和曲面加工，球面加工，刀具螺旋齿槽、端面与锥面齿槽加工，模具型腔、型面与组合件加工，理论知识培训指导。每章前有培训目标，章末有复习思考题，以便于企业培训和读者自测。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

铣工（高级）鉴定培训教材/胡家富主编. —北京：机械工业出版社，2011.1

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-32669-4

I. ①铣… II. ①胡… III. ①铣削—职业技能鉴定—教材  
IV. ①TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 011479 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：邓振飞 责任编辑：邓振飞 宋亚东

版式设计：霍永明 责任校对：纪敬

封面设计：饶薇 责任印制：杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 10.75 印张 · 306 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32669-4

定价：25.00 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

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部：(010)68993821

# 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
	李俊玲 (常务)		李家柱	李晓明
	李超群	李培根	李援瑛	吴茂林
	何月秋	张安宁	张吉国	张凯良
	张敬柱 (常务)		陈玉芝	陈业彪
	陈建民	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	贾恒旦	徐 彤	黄志良
	潘 茵	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	荆宏智	李俊玲	张敬柱	
本 书 主 编	胡家富			
本 书 参 编	尤根华	尤道强	周其荣	

# 序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业，共172种，2005年出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测的特点，受到全国各级培训、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长达10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将得以延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的《国家职业资格培训教材》的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定实战详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。

《国家职业资格培训教材——鉴定培训教材系列》用于国家职业技能鉴定理论知识考试前的理论培训。它主要有以下特色：

- 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充

和完善培训教材的内容。

- 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

- 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

《国家职业资格培训教材——操作技能鉴定实战详解系列》用于国家职业技能鉴定操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

- 重点突出，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

- 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

- 解析详细，具有实用性——工艺分析、操作步骤和重点解析详细。

- 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

《国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列》用于技能培训、鉴定部门命题和参加技能鉴定人员复习、考核和自测。它主要有以下特色：

- 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

- 试题可行性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

- 考核重点、理论题、技能题、答案、鉴定试卷齐全。

这些教材是《国家职业资格培训教材》的扩充和完善，在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上，依据最新国家职业标准，紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准，但社会需求量大且已单独培训

和考核的职业，则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依据编写。

在内容安排上，提炼应重点培训和复习的内容，突出“实用、够用”，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，掌握各种类型试题的应试技巧和方法。

在作者选择上，共有十几个省、自治区、直辖市相关行业的 200 多名从事技能培训和考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求，又具有丰富的教材编写经验。

全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、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，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然在编写这套培训教材中尽了最大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

**国家职业资格培训教材编审委员会**

# 前 言

本教材是依据劳动和社会保障部制定的《国家职业技能标准 铣工》高级工的知识要求进行编写的，内容翔实，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试要求。章前有培训目标，章后附有复习思考题，便于读者自查自测。

本教材适用于高级铣工的鉴定考核培训和中高级铣工的自学，读者按书中各章节的内容循序渐进地进行学习，便能较快地学会、掌握高级铣工知识鉴定考核范围的重点内容，了解技能考核的主要内容。在生产实际中，应用本书介绍的知识和技能，可顺利地解决高级铣工岗位铣削加工中的多种难题，为实施岗位培训、岗位自学提供有效途径。

本书由胡家富主编，尤根华、尤道强、周其荣参加编写，限于编者水平，书中有疏漏之处，请读者批评指正。

编 者

# 目 录

M U      L U

---

---

序

前言

<b>第一章 高级铣工专业基本知识</b> .....	1
<b>第一节 铣床精度的检验与分析</b> .....	1
一、铣床的验收和精度检验 .....	1
二、卧式铣床和立式铣床主轴精度的检验 .....	4
三、卧式铣床和立式铣床工作台及位置精度的检验 .....	13
四、铣床工作精度的检验 .....	18
<b>第二节 升降台铣床常见故障及其排除方法</b> .....	20
一、铣床常见故障的种类 .....	20
二、铣床常见故障的诊断方法 .....	22
三、典型铣床常见故障的分析与排除 .....	25
<b>第三节 铣床夹具的结构、定位和夹紧力分析</b> .....	36
一、铣床夹具的基本要求和结构特点 .....	36
二、铣床夹具定位原理、方式和定位误差分析 .....	41
三、铣床夹具常用夹紧方式与夹紧力分析 .....	45
四、组合夹具的种类、结构和特点 .....	50
五、组合夹具的组装和调整方法 .....	53
<b>第四节 柄式成形铣刀的结构与使用</b> .....	56
一、柄式成形铣刀的特点 .....	56
二、可转位柄式铣刀的结构与刀片规格 .....	59
三、模具型面加工成形刀具的刃磨方法 .....	62
四、柄式成形铣刀的使用方法 .....	64
<b>第五节 光学分度头的应用</b> .....	68



一、光学分度头的结构 .....	68
二、光学分度头的使用方法 .....	75
复习思考题 .....	76
<b>第二章 难切削材料和复杂连接面工件加工 .....</b>	<b>78</b>
<b>第一节 难切削材料工件加工 .....</b>	<b>78</b>
一、难切削材料的分类 .....	78
二、难切削材料的铣削特点与改善措施 .....	83
<b>第二节 大型和薄形工件加工 .....</b>	<b>88</b>
一、薄形工件的加工方法 .....	88
二、大型、复杂工件的加工方法 .....	93
<b>第三节 复合斜面的加工 .....</b>	<b>106</b>
一、复合斜面及其计算方法 .....	106
二、复合斜面的加工方法 .....	108
三、复合斜面的检验方法 .....	112
复习思考题 .....	113
<b>第三章 复杂沟槽工件加工 .....</b>	<b>115</b>
<b>第一节 复杂直角沟槽工件加工 .....</b>	<b>115</b>
一、复杂直角沟槽工件的铣削方法 .....	115
二、组合铣刀多件多面的铣削方法 .....	119
三、减少直角沟槽和键槽测量误差的方法 .....	123
<b>第二节 复杂成形沟槽加工 .....</b>	<b>129</b>
一、复杂 V 形槽工件的加工方法 .....	129
二、复杂燕尾槽工件的加工方法 .....	132
三、减少成形沟槽测量误差的方法 .....	134
复习思考题 .....	136
<b>第四章 复杂角度面与刻线加工 .....</b>	<b>137</b>
<b>第一节 复杂角度面的加工 .....</b>	<b>137</b>
一、提高角度分度精度的基本方法 .....	137
二、复杂角度面的铣削方法 .....	139

三、复杂角度面的检验方法 .....	145
第二节 复杂刻线工件的加工方法 .....	149
一、提高刻线加工精度的方法 .....	149
二、锥面刻线的加工方法 .....	150
复习思考题 .....	156
<b>第五章 高精度平行孔系与复杂单孔加工 .....</b>	<b>157</b>
第一节 高精度平行孔加工 .....	157
一、铣床上加工平行孔系的基本方法 .....	157
二、提高平行孔系加工精度的方法 .....	166
第二节 复杂单孔加工 .....	170
一、台阶孔的加工方法 .....	170
二、不通孔的加工方法 .....	174
三、提高单孔加工精度的方法 .....	174
复习思考题 .....	176
<b>第六章 难加工圆柱齿轮、齿条与锥齿轮加工 .....</b>	<b>178</b>
第一节 难加工圆柱齿轮、齿条加工 .....	178
一、齿轮精度的检测方法 .....	178
二、提高齿轮、齿条铣削加工精度的方法 .....	182
二、大模数齿条的加工方法 .....	182
第二节 直齿锥齿轮加工基础知识 .....	191
一、直齿锥齿轮各部分的名称与计算方法 .....	191
二、直齿锥齿轮的测量与检验方法 .....	197
三、直齿锥齿轮的铣削准备、步骤与偏铣方法 .....	200
第三节 大质数直齿锥齿轮加工 .....	207
一、大质数直齿锥齿轮的加工特点 .....	207
二、大质数直齿锥齿轮的加工方法 .....	208
三、大质数锥齿轮加工误差分析与提高加工质量的措施 .....	209
复习思考题 .....	211
<b>第七章 高精度牙嵌离合器加工 .....</b>	<b>212</b>

第一节 牙嵌离合器加工 .....	212
一、影响牙嵌离合器精度的因素分析 .....	212
二、提高牙嵌离合器铣削精度的方法 .....	220
第二节 螺旋齿离合器加工 .....	225
一、小导程端面螺旋面的铣削工艺特点 .....	225
二、小导程螺旋形离合器的加工要点 .....	227
三、小导程螺旋形离合器的检验与质量分析 .....	229
复习思考题 .....	229
<b>第八章 螺旋面、槽和曲面加工 .....</b>	<b>231</b>
第一节 圆柱螺旋槽加工 .....	231
一、圆柱螺旋槽的加工方法 .....	231
二、圆柱凸轮的加工方法 .....	233
三、圆柱螺旋槽与圆柱凸轮的检验方法 .....	236
第二节 平面螺旋面加工 .....	237
一、平面螺旋面的加工方法 .....	237
二、圆盘凸轮的加工方法 .....	239
三、平面螺旋面与圆盘凸轮的检验方法 .....	243
复习思考题 .....	244
<b>第九章 球面加工 .....</b>	<b>245</b>
第一节 球面加工基础知识 .....	245
一、球面的特性与种类 .....	245
二、球面的加工原理与检验 .....	246
三、球面加工的有关计算和操作要点 .....	250
第二节 外球面加工 .....	255
一、双柄球面加工 .....	255
二、冠状球面加工 .....	257
第三节 内球面加工 .....	259
一、用立铣刀加工 .....	259
二、用镗刀加工 .....	260

三、球面综合件加工 .....	261
复习思考题 .....	266
<b>第十章 刀具螺旋齿槽、端面与锥面齿槽加工 .....</b>	<b>267</b>
<b>第一节 刀具圆柱面螺旋齿槽加工 .....</b>	<b>267</b>
一、圆柱面螺旋齿槽的铣削特点与基本方法 .....	267
二、错齿三面刃铣刀的铣削加工方法 .....	276
三、铣刀圆柱面螺旋齿槽的检验与质量分析 .....	281
<b>第二节 刀具端面与锥面齿槽加工 .....</b>	<b>282</b>
一、端面与锥面齿槽的铣削特点与基本方法 .....	282
二、等前角、等螺旋角锥面齿槽的铣削加工方法 .....	292
三、锥面等螺旋角齿槽的检验与质量分析 .....	297
复习思考题 .....	298
<b>第十一章 模具型腔、型面与组合件加工 .....</b>	<b>299</b>
<b>第一节 模具型腔、型面加工 .....</b>	<b>299</b>
一、模具型腔、型面加工的基本工艺要求 .....	299
二、模具型腔、型面铣削加工的基本方法 .....	300
三、模具型腔、型面铣削注意事项 .....	312
四、模具型腔、型面的检验 .....	314
<b>第二节 组合件加工 .....</b>	<b>315</b>
一、组合件铣削加工的特点 .....	315
二、组合件铣削加工的方法 .....	317
三、组合件的检验与质量分析 .....	320
复习思考题 .....	322
<b>第十二章 理论知识培训指导 .....</b>	<b>323</b>
一、铣工理论知识培训指导方法 .....	323
二、初级理论知识培训指导示例 .....	326
三、中级理论知识培训指导示例 .....	327
复习思考题 .....	329

## 第一章

# 高级铣工专业基本知识



**培训目标** 掌握常用铣床的验收和精度检验方法，了解铣床精度超差的原因和对加工的影响，掌握典型铣床常见故障的原因分析和一般故障的排除方法，能合理使用铣床夹具，掌握常用可转位铣刀的使用方法，了解铣工常用光学和精密量仪的结构和使用方法。

## 第一节 铣床精度的检验与分析

铣床是铣削加工的主要工艺设备，铣床的精度直接影响铣削加工的质量和效率。在铣床的使用过程中，操作者除需了解铣床的基本结构外，还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。同时还应掌握典型铣床常见故障的排除方法和维护保养方法。

### 一、铣床的验收和精度检验

铣床验收是新铣床启用和经大修后铣床使用前的必要工作，铣床验收包括铣床及其附件的验收和精度检验两项基本内容。

#### 1. 新铣床的验收

新铣床的验收一般应按机床说明书和购销合同中约定的相关条款进行。

##### (1) 新铣床的开箱和验收安装顺序



1) 新铣床开箱前应按照供方提供的装箱说明书或物流运输单位提供的相关资料,了解铣床在箱内的安放位置、定位方式及包装拆卸的方法等,然后再开箱。开箱工作应由安装工人操作(重要的设备还必须有供方技术人员在场),并由机床操作工人配合进行。

2) 按照机床型号、机床说明书的附件单核对各种机床附件。若有随机购买的分度头或回转工作台等,应另行按技术规范进行精度检验和验收。

3) 仔细检查机床在运输过程中是否损坏。如有损坏应及时做好记录,以便联系处理。

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) 按照说明书介绍的方法对机床进行初步的维护保养,清除机床各部分的防锈油和污物。清除时可用蘸有轻柴油或无害清洁液的柔软物如棉纱等擦洗,不能使用金属工具和其他损伤机床表面的油类等物质擦洗。

6) 按照机床固定的要求,就位后安装机床紧固螺栓。

7) 待螺栓地基干燥后,按机床润滑图或润滑油注油的说明等技术文件要求,对机床的各注油孔、注油眼注入所要求的润滑油,对机床主轴变速箱和进给变速箱等部位的较大的注油工作由机床润滑工操作。

8) 按机床电气的接线要求和检查顺序,由机床电工接通机床电源,并检查铣床主轴的转向和进给运动的方向。

9) 按机床水平调整要求,由机修钳工用金属直尺、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。

10) 安装并检查机床各手柄,调节好机床各部位和各方向导轨镶条的间隙,使各手柄转动轻松、灵活可靠。

11) 对机床进行空运行试验,即主轴在最低转速运转,自动进给在最低速度运行,运转数分钟后,适当地进行主轴变速操纵和进给速度变换操纵,以检验铣床的进给传动系统和主轴传动系



统是否正常，随后可对三个方向的进给和快慢速变换进行试验性操作。

(2) 铣床几何精度的检验 新铣床几何精度的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，包括验收项目名称、允差、检验方法及检验方法简图。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，结合文字说明，看懂检验简图。

2) 按验收标准精度要求准备测量工具，对用于检测的工、量具，如指示表、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，调整机床的检测位置。

4) 按检验方法规定，放置检测工、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测量。

6) 读取测量数据，进行计算，得出机床精度误差值。

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

8) 新机床的验收一般应由机修工和操作工配合进行，精、大、细设备还须有供方的技术人员在场。

## 2. 大修后铣床的验收

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已损坏零件，对精度超差的部位进行调整和修复。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) 了解铣床的结构和机床大修时调换的主要零件和修复部位，以便在操纵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。

注意新铣床验收与大修后铣床验收的区别

2) 由于大修的拆装工艺和新机床的拆装工艺有所不同，因此对能进行操纵检验的内容尽可能进行操作验收，如主轴变速操纵机构



操纵、进给变速机构操纵、手动和机动进给等，以便在投入使用前及时发现问题。

3) 机床大修后，精度等级有所下降，最初仍可按新机床标准进行验收，如果是几经大修的机床，则应根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运转才能灵活自如。因此不宜在验收时为操纵轻松，把间隙调整得过大，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的检验

铣床主轴精度的检验，包括运动精度检验和位置精度检验。具体检验项目和检验方法如下：

注意掌握精度超差原因的分析方法

### 1. 主轴锥孔轴线的径向圆跳动

(1) 检验方法 向主轴锥孔中插入检验棒，如图 1-1 所示。固定指示表，使其测头触及检验棒表面，*a* 点靠近主轴端面，*b* 点距 *a* 点 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主轴重复进行检验。

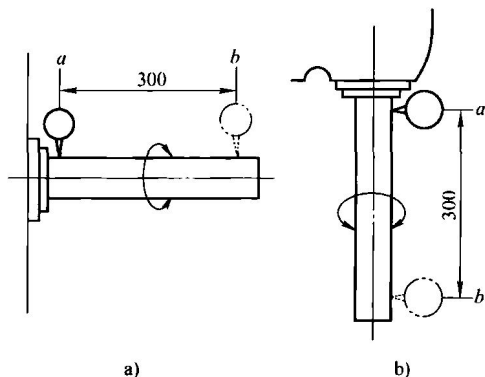


图 1-1 检验主轴锥孔轴线的径向圆跳动

a) 卧式铣床检验 b) 立式铣床检验





$a$ 、 $b$  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  $0.01\text{mm}$ ； $b$  处允差为  $0.02\text{mm}$ 。

(3) 精度超差对铣削加工的影响

- 1) 刀杆和铣刀径向圆跳动及摆差增大。
- 2) 铣槽时槽宽超差和产生锥度。
- 3) 加工表面粗糙度值增大。
- 4) 直径和宽度较小的铣刀易折断。

(4) 精度超差原因的分析

- 1) 主轴轴承磨损、调整间隙过大。
- 2) 主轴磨损。
- 3) 紧固件松动。
- 4) 主轴锥孔精度差和拉毛。
- 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 固定指示表，使测头触及插入主轴锥孔的专用检验棒的端面中心处，在中心处粘上一钢球，旋转主轴检验。将指示表读数的最大差值作为主轴轴向窜动误差，如图 1-2 所示。

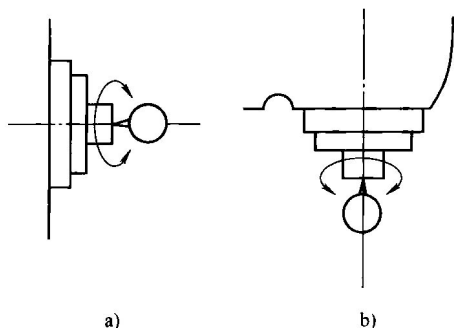


图 1-2 检验主轴的轴向窜动

a) 主轴水平 b) 主轴垂直