



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划重大成果
机电设备安装与维修专业师资培训包开发项目 (LBZD016)

机电设备组装测试 与故障维修

教育部 财政部 组编
赵庆志 姜卫东 李 磊 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划重大成果
机电设备安装与维修专业师资培训包开发项目(LBZD016)

机电设备组装测试与故障维修

jī diàn shè bèi zǔ zhuāng cè shì yù gù zhāng wéi xiū

教育部
赵庆志

财政部
姜卫东

组编
李磊

主编

常州大学图书馆

藏书章



机械工业出版社

本书是教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划涉及的70个重点建设专业项目中“机电设备安装与维修专业师资培训包研究开发项目”，本书是其中核心课程培训教材之一。

本书分七个模块，包括机械零部件的组装、测试与故障维修，CA6140普通车床测试、拆装与故障维修；机电设备升级改造、测试与故障维修；机电设备的数显升级改造及其故障维修，机电设备液压及气动系统的组装测试与故障维修，基于再制造工程理念的CA6140普通车床的数控化改造、测试与故障维修；数控雕刻机的组装、运行测试、故障诊断与维修。本书的内容选择既体现了专业领域普遍应用的、成熟的核心技术和关键技能，又包括了本专业领域新兴的主流应用技术和相关技能。本书以行为导向教学理念为出发点，以职业岗位体系为核心，按照理实一体化的思路开发编写，图文并茂，通俗易懂，逻辑性强，所选机电设备具有较强的代表性，知识点和能力目标归纳梳理清晰，具有举一反三、触类旁通的学习效果。本书配套视频光盘，它集图片、视频、文字论述于一体，方便教学、自学。

本书适用于中等职业学校机电设备安装与维修专业教师培训教材，也可作为高等职业院校机电一体化专业、机电设备类专业教材，以及普通高等教育机械类专业卓越工程师、CDIO培养模式加强实践教学的教材，还可供机电设备行业、装备制造业技能型人才、机械工程专业本科教育优质工程课程建设和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备组装测试与故障维修/赵庆志,姜卫东,李磊主编;教育部,财政部组编. —北京:机械工业出版社,2013.12

教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划重大成果

ISBN 978-7-111-48039-6

I. ①机… II. ①赵…②姜…③李…④教…⑤财… III. ①机电设备-组装-中等专业学校-教材②机电设备-调试方法-中等专业学校-教材③机电设备-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TH17②TH182

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第219130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:汪光灿 责任编辑:汪光灿 程足芬 张利萍

版式设计:赵颖喆 责任校对:陈延翔

封面设计:马精明 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·28.5印张·688千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48039-6

ISBN 978-7-89405-685-6(光盘)

定价:59.00元(1DVD)

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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

读者购书热线:010-88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划重大成果
系列丛书

编写委员会

主 任 鲁 昕

副主任 葛道凯 赵 路 王继平 孙光奇

成 员 郭春鸣 胡成玉 张禹钦 包华影 王继平(同济大学)

刘宏杰 王 征 王克杰 李新发

专家指导委员会

主 任 刘来泉

副主任 王宪成 石伟平

成 员 翟海魂 史国栋 周耕夫 俞启定 姜大源

邓泽民 杨铭铎 周志刚 夏金星 沈 希

徐肇杰 卢双盈 曹 晔 陈吉红 和 震

韩亚兰

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划重大成果
系列丛书

机电设备安装与维修专业师资培训包开发项目 (LBZD016)

项目牵头单位 山东理工大学

项目负责人 赵庆志

主 编 赵庆志 姜卫东 李 磊

出版说明

根据 2005 年全国职业教育工作会议精神 and 《国务院关于大力发展职业教育的决定》（国发〔2005〕35 号），教育部、财政部 2006 年 12 月印发了《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》（教职成〔2006〕13 号），决定“十一五”期间中央财政投入 5 亿元用于实施中等职业学校师资队伍建设相关项目。其中，安排 4000 万元，支持 39 个培训工作基础好、相关学科优势明显的全国重点建设职教师资培养培训基地牵头，联合有关高等学校、职业学校、行业企业，共同开发中等职业学校重点专业师资培训方案、课程和教材（以下简称“培训包项目”）。

经过四年多的努力，培训包项目取得了丰富成果。一是开发了中等职业学校 70 个专业的教师培训包，内容包括专业教师的教学能力标准、培训方案、专业核心课程教材、专业教学法教材和培训质量评价指标体系 5 方面成果。二是开发了中等职业学校校长资格培训、提高培训和高级研修 3 个校长培训包，内容包括校长岗位职责和能力标准、培训方案、培训教材、培训质量评价指标体系 4 方面成果。三是取得了 7 项职教师资公共基础研究成果，内容包括中等职业学校德育课教师、职业指导和心理健康教育教师培训方案、培训教材，教师培训项目体系、教师资格制度、教师培训教育类公共课程、职业教育教学法和现代教育技术、教师培训网站建设等课程教材、政策研究、制度设计和信息平台等。上述成果，共整理汇编出 300 多本正式出版物。

培训包项目的实施具有如下特点：一是系统设计框架。项目成果涵盖了从标准、方案到教材、评价的一整套内容，成果之间紧密衔接。同时，针对职教师资队伍建设的基础性问题，设计了专门的公共基础研究课题。二是坚持调研先行。项目承担单位进行了 3000 多次调研，深度访谈 2000 多次，发放问卷 200 多万份，调研范围覆盖了 70 多个行业和全国所有省（区、市），收集了大量翔实的一手数据和材料，为提高成果的科学性奠定了坚实基础。三是多方广泛参与。在 39 个项目牵头单位组织下，另有 110 多所国内外高等学校和科研机构、260 多个行业企业、36 个政府管理部门、277 所职业院校参加了开发工作，参与研发人员 2100 多人，形成了政府、学校、行业、企业和科

研机构共同参与的研发模式。四是突出职教特色。项目成果打破学科体系，根据职业学校教学特点，结合产业发展实际，将行动导向、工作过程系统化、任务驱动等理念应用到项目开发中，体现了职教师资培训内容和方式方法的特殊性。五是研究实践并进。几年来，项目承担单位在职业学校进行了 1000 多次成果试验。阶段性成果形成后，在中等职业学校专业骨干教师国家级培训、省级培训、企业实践等活动中先行试用，不断总结经验、修改完善，提高了项目成果的针对性、应用性。六是严格过程管理。两部成立了专家指导委员会和项目管理办公室，在项目实施过程中先后组织研讨、培训和推进会近 30 次，来自职业教育办学、研究和管理一线的数十位领导、专家和实践工作者对成果进行了严格把关，确保了项目开发的正确方向。

作为“十一五”期间教育部、财政部实施的中等职业学校教师素质提高计划的重要内容，培训包项目的实施及所取得的成果，对于进一步完善职业教育师资培养培训体系，推动职教师资培训工作的科学化、规范化具有基础性和开创性意义。这一系列成果，既是职教师资培养培训机构开展教师培训活动的专门教材，也是职业学校教师在职自学的重要读物，同时也将为各级职业教育管理部门加强和改进职教教师管理和培训工作提供有益借鉴。希望各级教育行政部门、职教师资培训机构和职业学校要充分利用好这些成果。

为了高质量完成项目开发任务，全体项目承担单位和项目开发人员付出了巨大努力，中等职业学校教师素质提高计划专家指导委员会、项目管理办公室及相关方面的专家和同志投入了大量心血，承担出版任务的 11 家出版社开展了富有成效的工作。在此，我们一并表示衷心的感谢！

编写委员会
2011 年 10 月

前言

根据教育部、财政部《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》（教职成[2006] 13号），山东理工大学“数控技术”省级精品课程教学团队主持承担了教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划“机电设备安装与维修专业师资培训包研究开发”项目，教学团队联合装备制造业领导专家、工程技术人员、企业技师、全国中等职业学校和高职院校双师型教师、高等学校专业教师、政府管理部门、行业管理和科研等部门的专家学者成立了项目研究开发组，研究开发了教育部、财政部规划该核心课程培训教材之一。

本书是本着为中等职业学校机电设备安装与维修专业培养专业理论水平高、实践教学能力强，在教育教学中起骨干示范作用的“双师型”优秀教师这一目标，按照上岗、提高和骨干教师培训三个层次组织编写的，内容充分考虑中等职业学校机电设备安装与维修专业毕业生的就业背景和职业岗位，有典型代表性的机电设备及其发展趋势、岗位技能需求、专业教师理论知识、实践技能现状和涉及的国家职业标准等，也充分考虑了该专业中等职业学校专业教师的知识能力现状，将行为导向、工作过程系统化、项目引领、任务驱动等先进的教育教学理念与多门学科、多项技术和多种技能有机融合在一起，内容与实际工作系统化过程的正确步骤相吻合，既体现了专业领域普遍应用的、成熟的核心技术和关键技能，又包括了本专业领域具有前瞻性的主流应用技术和关键技能，以及行业、专业发展需要的“新理论、新知识、新技术、新方法”，既包括传统的“机械加电气化设备”，也包括涵盖“技术”和“产品”两个方面综合性方向发展的“机电一体化设备”，将机械、电气、数控技术、传感器应用、PLC控制、液压与气动等知识点有机结合、互相渗透，撰写到了可操作的层面，每个任务、项目和模块后都有归纳总结，使得知识点和能力目标脉络清晰，逻辑性强，对形成职业岗位能力具有举一反三、触类旁通的学习效果，并有配套视频光盘，集图片、视频、文字论述于一体，通俗易懂，非常便于培训和自学。

全书共有七个模块，模块一机械零部件的组装、测试与故障维修，突出实践性和应用性，理实一体化地论述了机电设备典型零件和部件的工作原理、操作装配技能、测试、故障诊断与维修方法；模块二 CA6140 普通车床测试、拆装与故障维修，论述了 CA6140 普通车

床结构组成、零部件工作原理、测试方法、拆装调整、机械与电气故障维修,对导轨等典型零部件论述了大修、中修和小修的实施工艺,逻辑性强;模块三机电设备升级改造、测试与故障维修,介绍了对传统机电设备进行机电一体化升级改造的原理、应用、测试、故障诊断与维修知识点和典型案例;模块四机电设备的数显升级改造及其故障维修,介绍了常用于机电设备数显升级改造的光栅、球栅的应用原理、参数选择、组装、调试和维护方法,并介绍了用光栅传感器和球栅传感器改造机床的典型案例;模块五机电设备液压及气动系统的组装测试与故障维修,介绍了液压、气动控制系统的组成、组装、测试、故障诊断与维修,理实一体化地论述了液压系统和气动系统的应用、日常维护及其故障诊断与维修,并以典型案例论述了将数控技术与液压气动技术相结合,对普通车床进行动力伺服系统数控化改造的应用;模块六基于再制造工程理念的 CA6140 普通车床的数控化改造、测试与故障维修,论述了再制造的概念和意义,以 CA6140 普通车床数控再制造为案例,论述了功能比较齐全的进给伺服系统、主轴电动机、冷却电动机、数控转位刀架等动力伺服系统、旋转脉冲编码器和数控系统的组装、测试、故障诊断与维修,为对传统机电设备进行数控化再制造打下了良好基础;模块七数控雕刻机的组装、运行测试、故障诊断与维修,介绍了数控雕刻机的结构组成、组装原理和过程、电气控制组成、数控编程、精度测试、调试调整和维修方法,使学习者掌握高速电主轴、精密直线轴承导轨、滚动导轨、高性能控制卡、变频器、液压冷却系统等技术,开阔学员知识面。

原则上模块一、二用于上岗培训,模块三、四用于提高培训,模块五、六用于骨干教师培训,模块七可做为选学培训模块。也可以根据学员的基础情况,选择各个模块中的不同项目组合起来培训,编写人员如下:

模块一项目一 任务 1: 合肥化工职业技术学校王光跃、掌庆梅, 山东理工大学赵庆志; 任务 2: 山东枣庄薛城职业中专王祥来、刘陵涛, 山东五征集团段会忠; 任务 3: 山东枣庄薛城职业中专孙会芳、张伦戟, 日照市工业学校窦湘屏; 任务 4: 山东理工职业学院车业军、侯玉叶, 山东理工大学赵庆志; 任务 5: 山东枣庄薛城职业中专孙卓新、李振华, 山东潍坊工商职业学院王泌宝; 任务 6: 山东理工大学赵庆志、研究生韩绍民, 山东遨游汽车制动系统股份有限公司于学善。

模块一项目二 任务 1: 山东理工大学赵庆志、赵玉刚, 山东五征集团王春俭; 任务 2: 山东五征集团姜卫东, 山东理工大学赵庆志、王士军; 任务 3: 合肥化工职业技术学校掌庆梅、王光跃; 任务 4: 济南历城职业中专信玉芬、江长爱, 沂源县职教中心赵春礼; 任务 5: 山东理工大学赵庆志, 山东理工职业学院冯建雨, 淄博新风股份有限公司韩冰; 任务 6: 山东理工大学赵庆志, 淄博新风股份有限公司韩荣杰。

模块一项目三 任务 1: 山东理工大学赵庆志, 山东五征集团王春俭、秦泗峰, 山东潍坊工商职业学院郑立峰; 任务 2: 山东理工大学赵庆志, 潍坊工程职业学院葛平新, 山东潍

坊工商职业学院陈纪亭。

模块二项目一 任务1：山东五征集团姜卫东，山东理工大学赵庆志，山东工业职业学院刘卓雷，五征集团山拖农机装备有限公司于保健、徐善忠；任务2：山东理工大学赵庆志，山东五征集团姜卫东，山东潍坊机床大修厂刘景华；任务3：山东理工大学赵庆志，山东交通学院侯贻蒙，山东日照市科技学校李春勤、刘世忠。

模块二项目二 任务1：山东工业职业学院刘卓雷、李磊，山东理工大学赵庆志，山东淄博职业学院张森；任务2：山东理工大学工程实训中心王好臣，山东理工大学赵庆志，山东五征集团张善建、苑忠亮；任务3：山东工业职业学院刘卓雷，山东理工大学魏修亭；任务4：山东理工大学赵庆志，山东日照市科技学校赵从礼、韩翠萍。

模块二项目三 任务1：山东五征集团姜卫东，山东理工大学赵庆志，山东工业职业学院李磊、刘卓雷。任务2：山东交通学院侯贻蒙，山东理工大学赵庆志，淄博工业学校武晖，山东丝绸纺织职业学院滕兆胜、孙芳。

模块三项目一 任务1：山东理工大学赵庆志、赵玉刚，山东国弘重工机械有限公司张伟；任务2：山东五征集团姜卫东、胡乃芹，山东理工大学研究生孙哲。

模块三项目二 任务1：山东五征集团姜卫东、段会忠、胡乃芹；任务2：山东理工大学赵庆志，中航工业北京航空制造工程研究所王海涛，山东五征集团李华东、陈常友；任务3：山东理工大学王辉林，山东滨化集团股份有限公司王艳霞。

模块三项目三 任务1：山东五征集团姜卫东、李明学；任务2：山东工业职业学院李磊，山东理工大学赵庆志；任务3：山东工业职业学院李磊，山东国弘重工机械有限公司杜晓。

模块四项目一 任务1：山东理工大学赵庆志，山东盟威数控机床销售有限公司张卫宏；任务2：山东盟威数控机床销售有限公司李鑫，山东理工大学赵庆志，山东菏泽华星油泵油嘴有限公司李晓民、辛瑞金。

模块四项目二 任务1：山东理工大学赵庆志，徐州生物工程高等职业学校魏建玮，山东菏泽华星油泵油嘴有限公司李晓民；任务2：山东盟威数控机床销售有限公司李鑫，山东理工大学工程实训中心王好臣，山东菏泽华星油泵油嘴有限公司辛瑞金。

模块五项目一 任务1：山东理工大学刘同义，山东药品食品职业学院李翠荣；任务2：山东理工大学刘同义，山东五征集团李瑞川；任务3：山东理工大学刘同义，五征集团山拖农机装备有限公司靳世成、李桂华。

模块五项目二 任务1：山东理工大学刘同义，山东五征集团陈常友、王军、段会忠；任务2：山东理工大学赵庆志，山东五征集团姜卫东、段会忠、张俊友。

模块六项目一 任务1：山东理工大学赵庆志，山东水利职业学院苑章义、郭勋德；任务2：山东理工大学赵庆志，日照市工业学校刘伟，山东水利职业学院李圣瑞、李宗玉。

模块六项目二 任务1：山东五征集团姜卫东，山东理工大学赵庆志，山东水利职业学院刘星、苑章义、张冰；任务2：山东理工大学赵庆志，山东五征集团李凤楼，江苏盐城技师学院宋玉明。

模块六项目三 任务1：山东理工大学赵庆志，山东五征集团姜卫东；任务2：山东五征集团姜卫东，山东理工大学赵庆志，山东工业职业学院李磊；任务3：山东理工大学赵庆志，泰山学院葛媛媛，山东蓝翔高级技工学校王继中。

模块七项目一 任务1：山东理工大学许云理，淄博质恒工贸有限公司张树伟；任务2：山东理工大学许云理，淄博质恒工贸有限公司宋金光；任务3：山东理工大学许云理、赵庆志。

模块七项目二 任务1：山东理工大学许云理、研究生席港港；任务2：山东理工大学许云理，淄博质恒工贸有限公司潘树江；任务3：山东理工大学许云理、侯荣国；任务4：山东理工大学魏修亭、赵庆志。

全书模块一、模块二和模块四的项目小结和模块归纳总结由山东五征集团姜卫东执笔完成；模块三、模块五、模块六和模块七的项目小结和模块归纳总结由山东理工大学赵庆志执笔完成。

本书开发撰写过程中得到了教育部职成教司、山东省教育厅、中国机械工程学会设备维修分会、《设备管理与维修》杂志社、山东理工大学及山东省职业技术教育师资培训中心、全国大型企业山东五征集团、五征集团山拖农机装备有限公司等单位的领导、专家教授、工程技术人员和企业技师的大力指导、支持和帮助，同时也得到了山东华源莱动内燃机有限公司、淄博柴油机总公司、山东潍坊盛瑞传动机械有限公司、河北保定标正机床有限责任公司、淄博格尔汽车齿轮有限公司、济南四机数控机床有限公司、山东菏泽华星油泵油嘴有限公司、山东潍坊机床大修厂、山东泰安海数机械制造有限公司、山东国弘重工机械有限公司、山东博特精工股份有限公司、山东华铁工矿机车有限公司、山东巨能机床有限公司、山东新风股份有限公司、淄博质恒工贸有限公司、中航工业北京航空制造工程研究所、山东大学、中国海洋大学、青岛大学、山东科技大学、济南大学、青岛理工大学、泰山学院、潍坊学院、山东水利职业学院、山东工业职业学院、山东理工职业学院、济南历城职业中专、广西巴马县职业教育中心、山东枣庄薛城职业中专、济南蓝翔高级技工学校、江苏盐城技师学院、潍坊工商职业学院、山东丝绸纺织职业学院、合肥化工职业技术学校、山东海阳职业中等专业学校、淄博职业学院、湖南省湘北中等职业学校、山东日照市工业学校、山东日照市科技学校、徐州生物工程高等职业学校、湖南汨罗职业中专、淄博工业学校、山东药品食品职业学院、淄博信息工程学校、广西第一工业学校、山东平度市职业教育中心等很多单位的领导、工程技术人员、专家教授、职业教育双师型教师和企业工程技术人员、技师们的大力支持指导和帮助，在此表示衷心感谢！

在研究组织本书内容的过程中，全国人大代表、全国劳动模范、全国五一劳动奖章获得者、山东五征集团董事长、总经理姜卫东高级工程师根据装备制造业发展现状和趋势、技能型人才知识结构和能力目标需要给予了具体策划，并付出了很大劳动，山东五征集团的大力支持，在此表示衷心感谢！

本培训包培训体系、培训教材及其视频光盘已在山东理工大学 2009、2010 年承担的全国中等职业学校机电设备安装与维修专业教师培训中进行了试用，学员普遍反映内容体系新颖，知识点和技能论述、归纳梳理的清晰、逻辑性强，撰写到了可操作的层面，培训后学员感觉到能够使“基础好的学员吃的更好，得到全面提高；基础中等的学员吃得饱并消化得更好；基础差的学员理解得了”的大面积提高培训质量的效果，得到了学员的普遍好评。

全书由山东理工大学赵庆志、山东五征集团姜卫东、山东工业职业学院李磊担任主编，赵庆志、姜卫东对全书进行了详细完善与统稿。教育部、财政部特聘专家广东省佛山市顺德梁銑琚职业技术学校韩亚兰副校长任主审，华中科技大学科技园华中数控公司陈吉红教授任副主审，在此表示衷心感谢！

由于很多图片需要到企业生产现场拍照，受条件限制和编者水平经验有限，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

出版说明
前言

模块一	机械零部件的组装、测试与故障维修	1
项目一	机电设备常见机械零件的装配工艺与维修	1
任务1	固定联接的装配与维修（螺纹、键、销）	1
任务2	带传动拆装工艺与应用	12
任务3	链传动拆装工艺与应用	19
任务4	滚动轴承的拆装与应用	23
任务5	滑动轴承的拆装与维修	38
任务6	ST-13 型台式钻床的组装、测试与电气维修改造	46
项目二	机电设备典型机械部件的组装、测试与故障维修	55
任务1	齿轮传动消除反向间隙机构的组装、测试与应用	56
任务2	滚珠丝杠传动结构原理、反向间隙测试、调整与维修	64
任务3	蜗杆传动机构的拆装工艺与调整	69
任务4	联轴器、离合器和制动器的分类、装配与应用	76
任务5	机电设备回转类零部件的静平衡和动平衡	92
任务6	离心式风机叶轮零部件的静平衡、动平衡测试与调整	99
项目三	机电设备润滑密封故障诊断与维修	103
任务1	机电设备润滑剂、手动润滑方法、密封装置及其应用	103
任务2	机电设备集中自动润滑设备组装、润滑故障诊断与维修	111
模块二	CA6140 普通车床测试、拆装与故障维修	121
项目一	CA6140 普通车床机械传动故障征兆、测试、拆装与维修	121
任务1	CA6140 普通车床主轴箱故障征兆、测试、拆装调整与维修	122
任务2	CA6140 普通车床交换齿轮和进给箱的拆装、测试调整与故障维修	141
任务3	CA6140 普通车床溜板箱测试、调整与故障维修	152
项目二	CA6140 普通车床导轨精度测试、故障诊断与维修工艺	162
任务1	CA6140 普通车床刀架与小滑板的拆装、测试、调整与故障维修	163

任务 2	CA6140 普通车床中滑板的拆装、测试、调整与故障维修	168
任务 3	CA6140 普通车床尾座的拆装、测试、调整与故障维修	176
任务 4	CA6140 普通车床床鞍与床身导轨的测试、调整与故障维修	184
项目三	CA6140 普通车床电气控制原理、机电联合调试与维修	199
任务 1	CA6140 普通车床电气控制原理图及安装接线图的标准画法	199
任务 2	CA6140 普通车床电气控制故障诊断与维修	209
模块三	机电设备升级改造、测试与故障维修	219
项目一	机电设备计算机开关量控制常用器件、原理与维修	219
任务 1	计算机持续信号、脉冲信号控制强电的原理、测试与故障维修	219
任务 2	基于固态继电器的计算机控制强电的原理、测试与故障维修	228
项目二	机电设备常用电子传感器原理、测试与维修	233
任务 1	行程开关、接近开关的原理、应用与故障维修	234
任务 2	霍尔传感器和旋转脉冲编码器的原理、测试与故障维修	241
任务 3	机电设备常用模拟量传感器的原理、标定、测试与故障维修	247
项目三	机电设备电磁制动器、遥控器和 PLC 控制改造与维修	253
任务 1	普通车床数控改造主轴制动机电一体化改造与维修	254
任务 2	电动葫芦的遥控器控制改造与维修	259
任务 3	CA6140 型车床 PLC 改造和触摸屏应用	266
模块四	机电设备的数显升级改造及其故障维修	272
项目一	光栅位移传感器的原理及其在机电设备升级改造中的应用	272
任务 1	光栅位移传感器系统的原理、组成和应用	272
任务 2	用光栅位移传感器系统对 X6132 卧式铣床进行升级改造	276
项目二	球栅位移传感器的原理及其在机电设备升级改造中的应用	282
任务 1	球栅位移传感器系统的原理、组成和应用	282
任务 2	用球栅位移传感器改造 T68 型卧式镗床实例	286
模块五	机电设备液压及气动系统的组装测试与故障维修	292
项目一	液压系统常用设备的组装、测试与故障维修	292
任务 1	液压系统常用设备及其组装	292
任务 2	液压系统的清洗、调试与维护	310
任务 3	液压系统的故障诊断、维修及其典型案例	315
项目二	气动系统的组装调试与故障维修	328
任务 1	气动系统常用设备的组装调试与故障维修	328
任务 2	普通车床气动夹紧与送料装置的数控化改造及其故障的诊断与维修	337

模块六 基于再制造工程理念的 CA6140 普通车床的数控化改造、测试与

故障维修	344
项目一 进给伺服系统的组装、测试与调整	344
任务 1 Z 坐标进给伺服系统的组装、测试与调整	345
任务 2 X 坐标进给伺服系统的组装、测试与调整	355
项目二 动力伺服系统的设计原理、组装与测试	363
任务 1 主轴电动机、冷却电动机动力伺服系统的设计、组装	364
任务 2 转位刀架、旋转脉冲编码器和行程开关的组装、测试与调整	373
项目三 普通车床数控化改造后机电联合调试与故障维修	382
任务 1 X、Z 两坐标进给伺服系统动态机电联合测试与故障维修	383
任务 2 动力伺服系统机电联合调试、故障诊断与维修	388
任务 3 数控车床转位刀架机电联合调试、故障诊断与维修	394

模块七 数控雕刻机的组装、运行测试、故障诊断与维修

项目一 BXG-1325 II 型数控雕刻机机械部分的组装、运行测试与故障维修	401
任务 1 数控雕铣机支架上两侧水平滚动导轨、齿条的组装与调整	402
任务 2 数控雕刻机方梁上滚动导轨、齿条支架的组装测试与调整	407
任务 3 数控雕刻机头架上滚动导轨、滚珠丝杠、步进电动机、电主轴的组装和 调试	410
项目二 数控雕刻机电气控制部分的组装、机电联合调试与故障维修	416
任务 1 数控雕刻机电气控制系统的组装和测试	416
任务 2 数控雕刻机加工精度指标测试与调整	423
任务 3 数控雕刻机的机电联合调试、操作加工、故障诊断与维修	424
任务 4 教学型透明数控雕刻机及其结构简介	432

参考文献	441
------------	-----

模块一 机械零部件的组装、测试与故障维修

本模块以实践性和应用性为出发点，理实一体化地论述了机电设备机械零部件的工作原理、装配技能、操作方法，以及测试、故障诊断与维修方法，内容涉及常见机械零件、齿轮传动与反向间隙消除、联轴器、离合器、制动器、滚珠丝杠传动原理与故障维修、传统机械设备的机电一体化改造等，并通过案例介绍了涉及的知识点和测试维修技能，注重测试与故障维修能力的培养，使学员达到晓原理、通实践、会测试、悉故障、能维修的学习效果，为更好地从事机电设备组装、测试与故障维修工作打下坚实的基础。

项目一 机电设备常见机械零件的装配工艺与维修

本项目介绍了机电设备常见机械零件的工作原理、应用场合、装配技能、操作方法、故障诊断与维修，内容涉及螺纹、键、销的联接装配、带传动和链传动的拆装工艺和应用、滚动轴承和滑动轴承原理与装配工艺，并通过案例介绍了这些零件的知识点和测试维修技能，为从事机电设备组装、测试与故障维修工作打下坚实基础。

学习目标：

1. 掌握常见螺栓、销、键联接的分类、工作原理、应用场合、组装与维修技能。
2. 掌握常见螺栓、销、键联接的性能参数、拆装工艺、在机器中的作用。
3. 掌握带传动和链传动的装配和功能测试方法，能够正确调整和维修。
4. 掌握滚动轴承和滑动轴承的装配、间隙调整与维修方法。
5. 了解机械零件新技术、新工艺、新产品及其应用。

任务1 固定联接的装配与维修（螺纹、键、销）

知识点：

- 螺纹的分类，螺纹联接的规格、材质及其基本知识，掌握其应用场合、安装基本要求与方法。
- 键联接的基本知识，掌握键联接组装的基本方法。
- 销联接的基本知识，掌握销联接拆装的基本方法。

能力目标：

- 掌握螺纹联接的分类，键、销联接的装配，并能对其装配质量进行测试，掌握螺纹联接和键、销联接的拆装与维修技能。
- 能完成键联接的安装，掌握键联接的修理技能，并会正确铰配键。

一、任务引入

机电设备零部件的装配质量对机电设备的正常运转、设计性能指标的实现以及机械设备的寿命有直接的影响。机械设备的性能和精度是在机械零件加工合格的基础上，通过良

好的装配来实现的。本任务主要介绍标准零部件中的固定联接件（螺纹、键、销）的装配、测试与维修。

二、相关知识

（一）螺纹联接

1. 螺纹的种类及基本参数简介

螺纹的分类方法有多种，按其功用可分为联接螺纹和传动螺纹；按其牙型可分为普通螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿形螺纹等；按其旋向可分为左旋螺纹和右旋螺纹；按其线数可分为单线螺纹、双线螺纹和多线螺纹；此外，还有内螺纹、外螺纹、平面螺纹及粗牙、细牙等分类方法。注意，相互配合的螺纹副其旋向必须相同。

螺纹的基本参数有大径、中径、小径、导程（螺距×线数）、牙型角（牙型半角）、螺纹升角及精度等。联接螺纹中，公称直径（大径）、螺距、螺杆长度、螺纹长度、旋向及材质等参数尤为重要。

螺纹联接分为普通螺纹联接和特殊螺纹联接，普通螺纹联接的基本类型有螺栓联接、双头螺柱联接和螺钉联接。螺纹联接的应用实例如图 1-1-1 所示，常见螺栓的种类如图 1-1-2 所示。螺纹材料常用低碳钢、中碳钢。

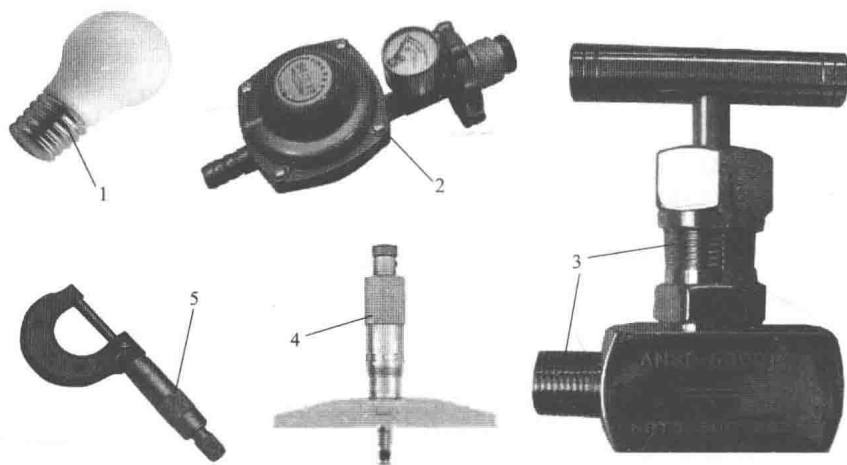


图 1-1-1 螺纹联接的应用实例

1—灯泡上的联接螺纹 2—压力表上的联接螺钉 3—水管上的联接螺纹
4—深度千分尺上的传动螺纹 5—外径千分尺上的传动螺纹

此外还有等强度螺栓（较少用）、高强度螺栓。这些特种螺栓主要是从制造选材、结构设计、加工和热处理工艺等方面来达到设计性能要求的。高强度螺栓如图 1-1-3 所示，主要用于对联接强度要求高的重要场合，如桥梁、高建筑铁塔地脚螺栓、大型柴油机、重型汽车等受力很大的场合。

2. 螺纹联接安装的基本要求

1) 足够的拧紧力矩：为使联接牢固可靠，拧紧螺纹时必须有足够的拧紧力矩，对有预紧力要求的，其预紧力的大小应符合工艺文件的规定。

2) 可靠的防松装置：为防止在冲击、振动、交变载荷作用下出现松动现象，螺纹联接