

任务引领

新课改·中等职业学校数控专业教材

范家柱 主编
龚跃明 田玲 副主编
葛金印 娄海滨 主审

零件测量与质量控制技术

LINGJIAN CELIANG YU
ZHILIANG KONGZHI JISHU



清华大学出版社

任务引领

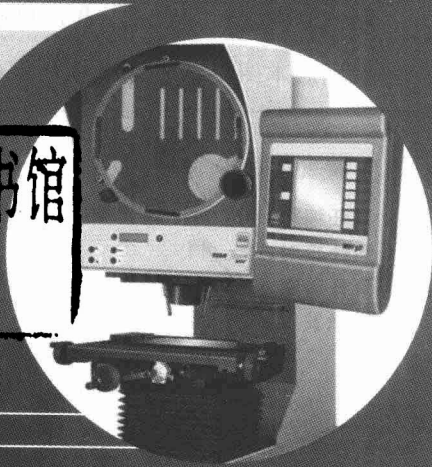
新课改·中等职业学校数控专业教材

范家柱 主编
龚跃明 田玲 副主编
葛金印 娄海滨 主审

零件测量与质量控制技术

江苏工业学院图书馆
藏书章

LINGJIAN CELIANG YU
ZHILIANG KONGZHISHU



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材主要内容包括测量技术基础常识、零件加工质量的控制技术、零件尺寸的测量、形位误差的测量、螺纹的测量、零件质量的综合检测、精密测量仪器的认识等。

本教材涉及的知识、工艺和技术均充分考虑了中职学生的认知能力、实践能力及企业生产一线的岗位技术需要,编写中坚持技能为主、理论适度够用。教材中所选用的项目案例均选自生产实际中的一些基础零件,浅显易懂。同时,教材中还介绍了测量数据常用的计算、处理方法以及量具、量仪的日常保养知识,以期提高学习者的岗位职业素养。

本教材力求突出实用性、通用性,从而既可作为中等职业学校数控加工技术应用专业项目教学通用教材,也可作为机械企业质检员岗位培训的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

零件测量与质量控制技术/范家柱主编. —北京:清华大学出版社,2009.8

新课改·中等职业学校数控专业教材

ISBN 978-7-302-20108-3

I. 零… II. 范… III. ①机械元件—测量—专业学校—教材 ②机械元件—质量控制—专业学校—教材 IV. TG801 TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 069414 号

责任编辑:田在儒 金燕铭

责任校对:李 梅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京季蜂印刷有限公司

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:12 字 数:270 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:19.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030977-01

新课改·中等职业学校数控专业教材

编写委员会

(按姓氏笔画排序)

车世明	乐崇年	孙建军	朱求胜
朱荣锋	吴文亮	张瑜胜	来 华
杨月明	杨宗斌	陈 崇	陈 雷
范家柱	郑法贵	郑海涌	娄海滨
顾淑群	童燕波	蔡连森	

PREFACE

丛书序

为落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》中提出的“以服务为宗旨,以就业为导向”的办学方针和教育部提出的“以全面素质为基础,以能力为本位”的教育教学指导思想,清华大学出版社组织编写了这套针对“任务引领型课程”的职业技术教育数控专业系列教材。

本套教材在编写时体现了基于工作过程的教学思想,具有以下特点:

一是任务引领,即以工作任务为中心引领知识、技能和态度,让学生在完成工作任务的过程中学习相关理论知识,发展学生的综合职业能力。

二是结果驱动,即通过完成工作任务所获得的产品或服务成果,来激发学生的成就动机,进而获得完成某工作任务所需要的综合职业能力。

三是突出能力培养,即课程定位与目标、课程内容与要求、教学过程与评价等都力求突出职业能力的培养,体现职业教育课程的本质特征。

四是内容实用,即紧紧围绕完成工作任务的需要来选择课程内容,不求理论的系统性,只求内容的实用性。

五是做学一体,即主张打破长期以来的理论与实践二元分离的局面,以工作任务为中心实现理论与实践的一体化教学。

参与本套教材编写的人员是来自全国各地的职业技术教育的一线骨干教师,在编写本套教材的过程中,他们以现代企业的生产技术为基础,充分考虑目前国外的先进理念,结合职业学校学生的知识结构组织教材内容,尽可能使教师利用这套教材教学教得轻松,学生利用这套教材学习学得有兴趣。

本套教材的推出,为我国职业技术教育课程教学和教材开发开创了一种新的模式,在推动重构符合地区经济特色的职业教育课程体系,实现职业技术教育课程模式和培养模式的根本性转变上,具有十分积极的意义。

本套教材的组织编写,是对基于工作过程的项目教学理论与开发技术的一次有益尝试,编写委员会的成员、各地职业教育方面的专家和教师、企业界的技术管理人员均为本套教材的编写倾注了心血和力量。

希望本套教材的出版,能为推动我国职业技术教育课程及教材改革以及中等职业学校数控专业的发展作出贡献。

丛书编写委员会

2009年2月

FOREWORD

前言

本教材是根据教育部等国家原 6 部委 2004 年颁布的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的基本要求并结合企业生产岗位需求而编写的。

零件的测量与质量控制技术是中等职业学校培养的机械、数控类技能型人才必须掌握的基本技能之一,也是企业生产现场零件尺寸控制的关键技术。但是,纵观国内现有的测量技术类教材,总体上依然是侧重于理论讲解辅之以实验验证类编写体例,对于与生产实际密切相关的公差、形位公差等项目的具体测量技术的详细讲解几乎空白,这样的教材对初级学习者学习本课程带来了极大的困难。为此,本教材以新的理念进行编写,力求在传统教材的基础上有重大突破,并尽量满足企业用工的需求。总体而言,与其他教材相比,本教材具有以下几个特点。

(1) 在编写理念上,根据中职学生的培养目标及认知特点,打破了传统的理论—实践—再理论的认知规律,代之以实践—理论—再实践的新认知规律,突出“做中学、学中做”的新教育理念。

(2) 在编写体例上,坚持工作过程导向,力求培养学习者的职业素养、职业能力,并把提高学生的职业能力放在突出的位置。

(3) 在编写内容的安排上,以企业零件质量检测的岗位需求及生产过程的现场质量控制技术为基本依据,坚持就业导向原则,突出实践教学环节,使学习者通过本教材内容的学习很快就能成为企业生产一线迫切需要的高素质劳动者。

(4) 在教学上,坚持理论实践一体化,贯彻“做中学、学中做”的职教理念,强调实践与理论的有机统一,技能上力求满足企业用工需要,理论上做到适度、够用。

(5) 在教学实施上,以工作过程导向、项目推进来实现,每个测量项目均来源于企业生产实践且学生又非常熟悉的基础零件,学起来浅显易懂,可以极大地提高学生的学习兴趣。

(6) 在教学评价上,坚持成果评价,即对学生在学习每个项目后的练习结果进行评价,考评要求明确、直观、实用、可操作性强,可以很好地调动学生的学习积极性。

本教材由范家柱担任主编,龚跃明、田玲为副主编,由葛金印、娄海滨主审,参加编写的还有王冬霞、刘春风。其中,模块一由王冬霞编写,模块二、三、七由范家柱编写,模块四、六由田玲编写,模块五由龚跃明编写,刘春风制作教材配套的课件。

在本教材的编写过程中,一直得到浙江省特级教师娄海滨先生的指导,并承蒙日本电产新宝浙江有限公司、浙江江茂实业股份有限公司质检科相关技术人员的支持与帮助,在此一并表示诚挚的谢意!

由于编写者的水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正!

编 者

2009年2月

CONTENTS

目录

模块一 测量技术基础常识	1
项目一 认识互换性与标准化	2
任务一 认识互换性	2
任务二 认识标准化	4
项目二 认识误差	6
任务 认识误差的概念及其产生的原因	6
项目三 认识极限与配合	8
任务一 轴的尺寸公差与极限	9
任务二 孔的尺寸公差与极限	10
任务三 配合	12
模块二 零件加工质量的控制技术	17
项目一 认识零件加工质量	18
任务 认识零件加工质量要素	18
项目二 认识零件加工质量常用量具	20
任务一 常用量具的分类	20
任务二 常用量具的选择原则	27
项目三 零件加工质量控制技术 1——直方图法	31
任务一 直方图的使用	32
任务二 工序能力指数计算与工序能力判断	38
项目四 零件加工质量控制技术 2——控制图法	41
任务 控制图的使用	41
模块三 零件尺寸的测量	47
项目一 长度的测量	48
任务一 用直尺测量零件长度	48

任务二 用游标卡尺测量零件长度	50
任务三 用外径千分尺测量零件长度	53
项目二 轴径的测量	57
任务一 用游标卡尺测量轴径	57
任务二 用外径千分尺测量轴径	59
项目三 孔径的测量	62
任务一 用游标卡尺测量孔径	62
任务二 用内径千分尺测量孔径	64
任务三 内径百分表测量孔径	67
项目四 锥度的测量	71
任务一 用万能角度尺检测锥度	72
任务二 用正弦规检测锥度	74
模块四 形位误差的测量	77
项目一 直线度误差的测量	78
任务一 利用间隙法测量直线度误差	78
任务二 利用指示器法测量直线度误差	81
项目二 圆度误差的测量	84
任务 利用两点法测量圆度误差	84
项目三 圆柱度误差的测量	87
任务 利用两点法测量圆柱度误差	87
项目四 平行度误差的测量	90
任务一 线对线的平行度误差的测量	90
任务二 线对面的平行度误差的测量	93
任务三 面对线的平行度误差的测量	96
任务四 面对面的平行度误差的测量	98
项目五 平面度误差的测量	101
任务 利用指示器测量平面度误差	101
项目六 位置度误差的测量	104
任务 利用指示器法测量孔的位置度误差	104
项目七 垂直度误差的测量	108
任务一 面对线的垂直度误差的测量	108
任务二 线对面的垂直度误差的测量	111
项目八 同轴度误差的测量	114
任务 同轴度误差的测量	114
项目九 径向圆跳动误差的测量	117
任务 零件径向圆跳动误差的测量	117

项目十 端面圆跳动误差的测量	120
任务 零件端面圆跳动误差的测量	120
模块五 螺纹的测量	123
项目一 普通三角形螺纹的测量	124
任务一 用螺纹千分尺测量螺纹中径	124
任务二 三针法测量三角形螺纹中径	132
项目二 梯形螺纹的测量	136
任务 三针法测量梯形螺纹中径	136
模块六 零件质量的综合检测	143
项目一 轴类零件的综合检测	144
项目二 套类零件的综合检测	147
项目三 盘类零件的综合检测	150
项目四 箱体类零件的综合检测	153
模块七 精密测量仪器的认识	157
项目一 认识表面粗糙度测量仪	158
项目二 认识万能工具显微镜	163
项目三 认识数字式投影仪	167
项目四 认识圆度仪	170
项目五 认识三坐标测量仪	173
附录 测量实训室仪器配置清单	179
参考文献	180

01

模块一

测量技术基础常识

学习目标

- (1) 了解互换性与标准化的概念,能判断产品是否具有互换性。
- (2) 理解误差与公差的概念,并了解它们的区别,能计算零件的极限尺寸。
- (3) 理解极限与配合的性质,能判断零件的配合性质。

ONE

项目一 认识互换性与标准化

学习分目标

- (1) 了解互换性与标准化的概念。
- (2) 能判断产品是否具有互换性。

任务一 认识互换性

一、案例

如图 1-1 所示是一辆宝马自行车。请思考：如果自行车行驶途中，车轮主轴上丢失一个紧固螺母后，为了使自行车能在最短时间内上路，通常采取什么样的措施处理这个问题？

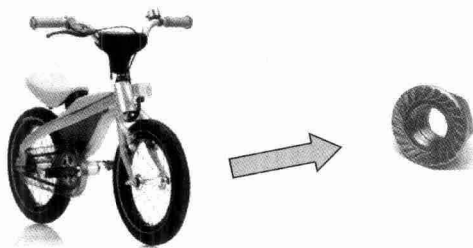


图 1-1 宝马自行车

二、案例分析

自行车丢失紧固螺母后，为了让其快速上路，一般有以下两种处理办法。

- ① 制作生产一个与原紧固螺母相同的螺母。此方法费时、费力、费材料，不可取。
- ② 去自行车维修店购买一个与原车轮主轴上同样规格的紧固螺母。此方法大大降低了维修成本，提高处理故障效率，降低劳动强度。

三、分析结果

结合上述两种情况分析，采用第二种方法最合理。即在同一规格的一批螺母中，任取

其一,不需要任何挑选或附加修配(如钳工修配)就能装在自行车上,达到正常行驶的功能要求。所以,螺母的这种特征就称为互换性。

四、相关知识

1. 互换性的含义

互换性:在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需要任何挑选或附加修配(如钳工修配)就能装在机器上,达到规定的功能要求。这样的一批零件或部件就称为具有互换性的零件或部件。

2. 互换性的种类

(1) 按决定的参数或使用要求分

① 几何参数互换性(主要保证装配)——对几何要素的尺寸、形状、相对位置提出互换性要求。

② 功能互换(保证使用)——对物理、机械、化学的性能提出互换性要求。

(2) 按程度分

① 完全互换性——零件在装配与更换时,只要规格与型号完全一致,不需要任何的调整与修配,就能够满足使用性能与要求。如图 1-2 和图 1-3 所示分别为溜冰鞋上的滚动轴承和数控机床电主轴上的轴承,都属于完全互换性零件。

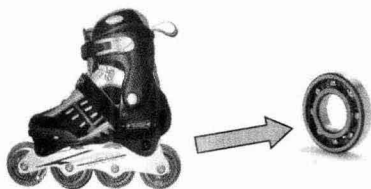


图 1-2 溜冰鞋上的滚动轴承



图 1-3 数控机床电主轴上的轴承

② 不完全互换性——零件在装配与更换时,通过部分的调整才能满足使用性能与要求。图 1-4 所示为机床上的床身,属于不完全互换性零件。

在实际生产过程中,如柴油机的活塞销和活塞销孔、齿轮油泵的装配,这些装配往往精度要求很高,如果要达到完全互换,制造就变得非常困难且成本很高。因此,对于此类机械零件往往降低精度要求进行加工,然后将零件分组,使每组零件的尺寸差别较小,再装配,组内零件可以互换,组与组之间的零件不能互换,这种方法称为分组装配法。

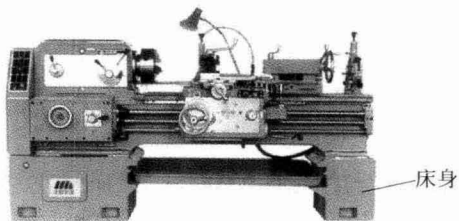


图 1-4 机床床身的不完全互换

五、任务布置

互换性是什么？生活中具有互换性的产品还有哪些？

日光灯是同学们非常熟悉的家用电器，其使用时间长了，启辉器经常容易损坏，请思考，如果日光灯启辉器坏了，一般会采取什么解决措施？启辉器的更换属于哪一类互换性？为什么？



- ① 什么是互换性？
- ② 互换性有哪几种类型？
- ③ 请举例说明生活中还有哪些产品具有互换性？并说明哪些产品具有完全互换性？哪些产品具有不完全互换性？

任务二 认识标准化

一、案例

如图 1-5(a)所示为一螺栓，如图 1-5(b)所示为一堆螺母，为了使所有螺母都能够与该螺栓实现正确的互换性配合，应该采取什么样的措施来保证呢？



图 1-5 螺栓与螺母

二、案例分析

螺栓与螺母的配合必须保证两者的公称直径、牙型、螺纹的旋转方向、螺旋升角等保持一致，从而保证螺母能够与螺栓进行互换性配合。由于生产过程中机床存在系统误差、刀具磨损等各种不可测因素，螺母尺寸在加工过程中总是有变动的。但是，如果对尺寸变动范围加以限定，使所有螺母的尺寸都在限定范围之内且不影响螺栓与螺母的配合，那么可以认为这些螺母都具有互换性。

三、分析结果

为了保证螺母在加工过程中的尺寸变动能够控制在一定的范围内,并不影响其与螺栓的配合,必须对螺母的尺寸变动制订一个统一的变动范围规定,在生产过程中,严格按照这个规定来生产螺母,那么加工出来的所有螺母就都能实现互换性。这个规定就是通常所说的标准。

标准不是一成不变的,随着技术进步、生产情况的变化,标准在执行过程中需要不断地修改、完善,从而实现标准化。

四、相关知识

任何零件都是通过制造加工获得的,为了保证零件的加工质量,实现零件的互换性,必须通过以下几个途径。

1. 控制几何误差

零件在加工过程中会产生各种几何误差,这些几何误差通常都是由机床精度、测量仪器精度、操作工人的技术水平、零件材料性能及生产环境等因素造成的,衡量上述因素产生的几何误差参数主要包括尺寸误差、形状误差、位置误差及表面粗糙度等。

这些几何误差的大小影响着零件的互换性,影响着零件的使用性能。为了保证零件的互换性,满足零件的使用性能,必须在保证零件满足使用性能的前提下,将这些几何误差控制在一定的范围内。如果这些几何误差得到控制且零件满足使用性能,那么,零件的互换性也就得到了保证。这个控制零件几何误差的范围称为公差。

2. 公差标准化

几何参数公差用来控制几何参数误差的大小,因而需要确定几何参数公差的大小及对零件几何参数制订相关要求,即制订公差标准。公差标准是一种技术标准,技术标准是规范技术要求的法规,是指为产品和工程的技术质量、规格及其检验方法等方面所做的技术规定,是从事生产建设工作的共同技术依据。

标准是对需要协调统一的重复性事物和概念所做的统一规定,在一定范围内作为共同遵守的技术准则。

在生产实践中,应根据客观情况的变化,不断地修订和完善标准。以制订标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程即是标准化。

标准化是实现互换性的前提。只有按一定的标准进行设计和制造,并按一定的标准进行检验,互换性才能实现。

3. 几何误差测量

制订公差是为了保证零件的互换性,而要真正地实现互换性则必须通过测量技术,通

过测量,可以判定零件的几何参数误差是否在公差允许的范围内,如果超出公差范围,则零件就不合格,无法实现互换性。

在生产制造过程中对零件进行测量,既要判断零件是否合格,还要找出零件不合格的原因,并及时地采取工艺措施,提高零件的加工精度,减少不合格品,提高零件的合格率,从而降低生产成本,提高生产效率。

零件几何误差的测量技术是生产制造过程中最重要的技术之一,也是本课程的学习重点。

五、任务布置

现代生活中,交通工具越来越发达了,电动自行车作为人力自行车的替代品,正越来越多地进入人们的家庭,但是电动自行车的电瓶寿命一般只有一年时间。电瓶损坏后,通常会如何解决电动自行车继续使用的问题呢?如何保证新电瓶能够适用原来的电动车呢?



- ① 保证互换性一般有哪些途径?
- ② 什么是标准?什么是标准化?
- ③ 请说一说标准与标准化的关系?

TWO

项目二 认识误差

学习分目标

- (1) 理解误差的概念。
- (2) 学会分析误差产生的原因。

任务 认识误差的概念及其产生的原因

一、案例

测量如图 1-6 所示的圆柱销长度和直径,其数值都在图 1-6 所要求的范围内,但在实际使用中未达到实际要求,为什么?

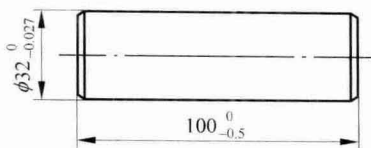


图 1-6 圆柱销

二、案例分析

在测量圆柱销长度和直径的过程中,由于受测量方法、测量仪器、测量条件以及测量者技术水平等多种因素的限制,测量结果与真值之间总有一定的差异,即总存在测量误差。圆柱销的端面平面度和圆柱面的圆柱度也对测量结果有很大影响。经过多次测量后,取其平均值视为圆柱销的真值。

三、分析结果

经上述分析,案例中只进行了一次测量,必定存在测量误差,所以测量结果中,99.8mm 不一定是圆柱销的真实长度, $\phi 31.98\text{mm}$ 不一定是它的真实直径。

四、相关知识

1. 误差的含义

误差是指测量结果偏离真值的程度。

2. 误差的分类

根据误差的性质和产生的原因,误差可分为三类:系统误差、随机误差和粗大误差。

(1) 系统误差

系统误差是指在同一条件(指方法、仪器、环境、人员)下多次测量同一物理量时,结果总是向一个方向偏离,其数值一定或按一定规律变化。系统误差的特征是具有一定的规律性的。

系统误差的来源有以下几个方面。

① 仪器误差 它是由于仪器本身的缺陷或没有按规定条件使用仪器而造成的误差。如螺旋测径器的零点不准、天平不等臂等所造成的误差。

② 理论误差 它是由于测量所依据的理论公式本身的近似性,或实验条件不能达到理论公式所规定的要求,或测量方法不当等所引起的误差。

③ 个人误差 它是由于测量者本人生理或心理特点造成的误差。如有人用秒表测时间时,总是使之过快。