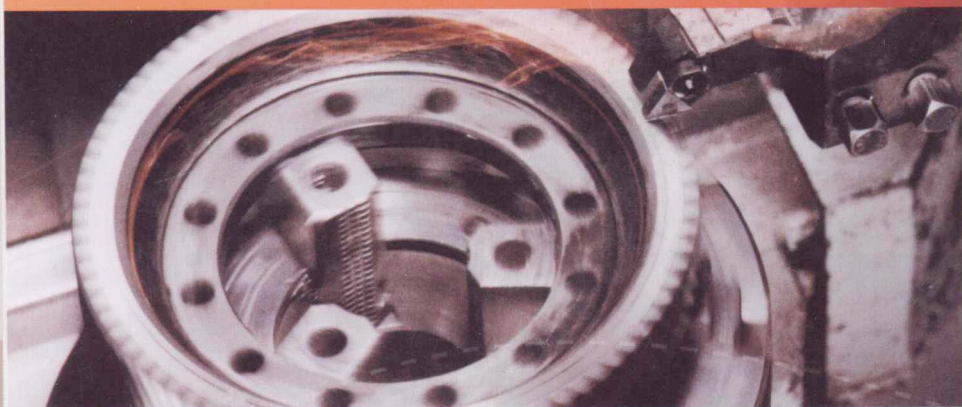


中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

机械基础 教学指导

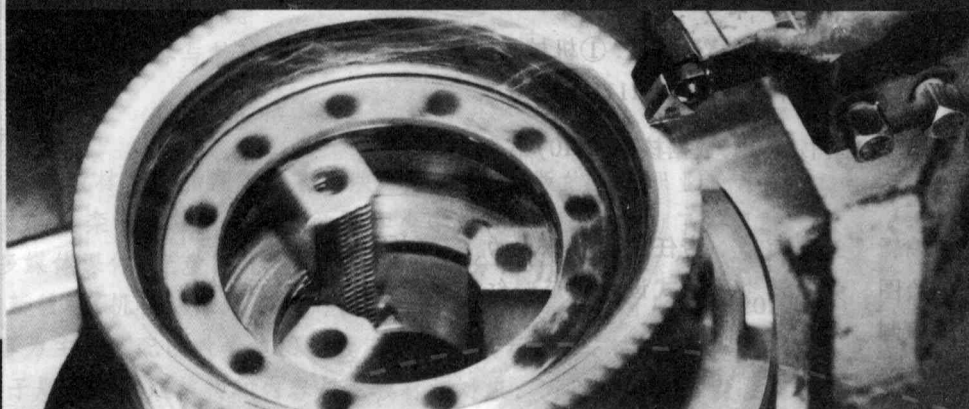
吴联兴 主编



中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

机械基础 教学指导

JIXIE JICHU JIAOXUE ZHIDAO 吴联兴 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书，是根据教育部 2009 年颁布的《中等职业学校机械基础教学大纲》并参照机械大类相关的主要工种的国家职业技能标准编写而成的。

本书是供中等职业学校机械大类相关专业师生使用的教学指导，可与高等教育出版社 2010 年出版的中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础》(栾学钢等主编的多学时和少学时两个版本) 配套使用。

本书内容主要包括：针对教材各章归纳的课程主要内容与教学特点，各节的教学目标和详细的教材分析，一定数量的典型教学参考题及相关的参考答案。

本书可供中等职业学校机械大类相关专业机械基础课程教学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础教学指导 / 吴联兴主编. —北京：高等教育出版社，2011. 1

ISBN 978 - 7 - 04 - 030983 - 6

I. ①机… II. ①吴… III. ①机械学 - 专业学校 - 教学参考资料 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 215989 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 陈大力 封面设计 张申申
责任绘图 尹 莉 版式设计 范晓红 责任校对 杨凤玲
责任印制 尤 静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracom.com http://www.landracom.com.cn
印 刷	北京铭成印刷有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2011 年 1 月第 1 版
印 张	6	印 次	2011 年 1 月第 1 次印刷
字 数	140 000	定 价	24.30 元 (含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 30983 - 00

前 言

本书是供中等职业学校机械大类相关专业师生使用的教学指导,可与高等教育出版社2010年出版的中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础》(栾学钢等主编的多学时和少学时两个版本)配套使用。

编写本书的目的是:

- (1) 对教材作进一步分析,理清教学目标、重点,提出教学建议。
- (2) 进行典型例题的分析,为教师的教学提供一些帮助和参考。
- (3) 交流教学经验与体会,供教师借鉴。

本书按照教育部2009年中等职业学校专业基础课教学大纲要求,结合编者的实际教学工作经验,对各章节作以下四个方面的阐述:

- (1) 各章的主要内容与特点。
- (2) 各章节的教学目标与教材分析。
- (3) 教学参考题。
- (4) 参考答案。

本书中所述“教材”是指高等教育出版社2010年出版的中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础》(栾学钢等主编的多学时和少学时两个版本)。为了满足教学需要,本书配有《机械基础多媒体课件》光盘,光盘内容包括两部分:一是教学课件,以中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础》(多学时,栾学钢等主编,高等教育出版社2010年出版,以下简称主教材)内容为主线,配以教学挂图、教案、教学演示文稿、教学视频、动画、交互式自测题等;二是电子题库,试题结构和内容与主教材相对应,可以根据章节或者全书内容选择手工或者自动组卷,方便学生和教师学习和使用。

本书由吴联兴担任主编,参加编写工作的有张玉芳等。

由于时间和水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年8月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

短信防伪说明：

本书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报：编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010)58582300/58582301

学习卡账号使用说明：

本书所附防伪标兼有学习卡功能，登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”，进入高等教育出版社中职网站，可了解中职教学动态、教材信息等；按如下方法注册后，可进行网上学习及教学资源下载：

(1) 在中职网站首页选择相关专业课程教学资源网，点击后进入。

(2) 在专业课程教学资源网页面上“我的学习中心”中，使用个人邮箱注册账号，并完成注册验证。

(3) 注册成功后，邮箱地址即为登录账号。

学生：登录后点击“学生充值”，用本书封底上的防伪明码和密码进行充值，可在一定时间内获得相应课程学习权限与积分，学生可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师：通过收集5个防伪明码和密码，登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”，填写相关信息，升级成为教师会员，可在一定时间内获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题，请发邮件至：“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

目 录

绪论	1
第一章 机械零件的精度	7
第二章 杆件的静力分析	15
第三章 直杆的基本变形	23
第四章 工程材料	36
第五章 连接	46
第六章 常用机构	54
第七章 机械传动	62
第八章 支承零部件	74
第九章 机械的节能环保与安全防护	80
第十章 气压传动与液压传动	83

绪 论

一、本章主要内容与特点

机械基础课程是一门机械大类专业的基础平台课程,机械基础知识是机械行业各相关就业岗位所必须具备的基本知识。本课程的内容包括静力学、材料力学、机构与机械传动、机械零件、气液压传动和零件的精度等7个方面的常识,是一门综合性较强的课程。

专业基础课程是专业课学习的基础,课程所涉及的内容越来越贴近实际、贴近生产,所以学习中要注意密切联系实际,无论是概念的引入、阐述、应用与练习,都应当尽量联系实际,特别是联系所教班级学生身边的生活和现代科技的发展现状,如来自于农村的学生和城市的学生,沿海发达地区的学生和西部欠发达地区的学生,来自北方和南方的学生由于生活背景、环境的不同,所见所闻也不尽相同,所联系的实际也应当不同。

绪论课的教学不仅是教授课程的内容、任务、学习方法与要求,更重要的是通过绪论课的学习,激发学生对学习本课程的兴趣和热情,对本课程产生好奇和爱好,达到主动积极学习、乐于学习的目的。所以,从某种意义上讲,绪论课讲好了,就等于成功了一半。

二、教学目标与教材分析

机械的组成

(一) 教学目标

1. 了解机器是由动力部分、传动部分、执行部分和控制部分组成的。传动部分是本课程的学习重点。常用机械分为四种类型。

2. 掌握零件与构件、机构与机器的区别和联系。

(二) 教材分析

提到机器,人们马上会联想到工厂中常用的各种机床、建筑工地上用的吊车、运送水泥的搅拌车、火车、飞机、汽车等,可以说机器无处不在,与生活 and 生产密切相关。如家用的洗衣机、电动自行车、摩托车及各种小家电,都是机器的实际应用实例,人们的生活离不开机器。机器的作用是可以代替或减轻人们的体力劳动和脑力劳动。

1. 机器的组成

教材中图0-1所示的冲压机的动力部分是电动机;执行部分是滑块与凸模作直线运动;传动部分是V带传动机构、齿轮传动机构和曲柄滑块机构,它将转动转化成移动;控制部分是离合器和制动器。生活中的手表动力部分是发条;传动部分是齿轮系统;执行部分是指针。

摩托车的动力部分是内燃机；传动部分是链传动机构和飞轮内的棘轮机构；执行部分是车轮。电动自行车与摩托车的动力部分略有不同，将内燃机换成电动机。家用波轮洗衣机的动力部分是单相电动机；传动部分是V带传动机构；执行部分是叶片波轮；而控制部分是微电脑控制板。其相同之处是都由四个部分组成。

2. 机构与机器

电动自行车与自行车所不同的是前者由电动机来代替人作动力，而后者必须以人作动力，自行车才能向前运动，两者之间的差别是有无动力，即有无代替或减轻人们体力劳动的装置。所以电动自行车称为机器，而自行车只能称为机构。同样的道理，家用脚踏缝纫机、公园里的脚踏小船、手摇绞肉机、农田里的脚踏水稻插秧机等都只能称为机构，不是机器。

3. 零件与构件

零件是工厂生产的最小单元，是组成机器的最小单元，而它不一定是最小的运动单元。如自行车的车轮，作为转动的一个单元，是由内、外车胎、辐条和轴套等四个部分组合而成，称之为一个运动构件。大部分运动构件是由多个零件组成的，但也可以是一个零件，如洗衣机用的V带、缝纫机用的牛皮带等，而自行车用的链条是由多个零件组成的。

4. 机械的种类

机械是机器和机构的总称，但更多的是指机器。按用途的不同分为四种。教材中提到的信息机械，实际上是机电一体化的应用，它是机械传动、自动化技术、数字控制的综合。如汽车离不开机械的传动，但是随着自动化技术的应用，原先的机械控制的化油器，发展成电子化油器，使汽油和空气的配比达到最优值，保证汽油的完全燃烧，排出的尾气对大气的污染最小，达到标准值。随着计算机技术的应用，越是高档的汽车，其自动化程度越高，采用数字控制的技术越多，如四轮平衡控制技术，保证刹车时四个车轮能受到适当大小的刹车力，使汽车不致因为受力不均而产生跑偏。

机械零件的材料、结构和承载能力

（一）教学目标

1. 熟悉机械零件的常用材料，钢、铸铁、铜、工程塑料和橡胶的应用场合及主要特性。
2. 了解材料的使用要求、工艺要求和经济性对选用材料的影响。
3. 了解零件的标准化、系列化和通用化的含义及作用。
4. 知道失效、载荷、应力、强度等定义的含义及许用强度的应用。

（二）教材分析

1. 常用的零件材料

材料是制作机械零件的原料，由于零件有强度和使用寿命的要求，不同的零件需要使用不同的材料。如汽车轮胎需要具有一定的弹性和耐磨性，所以选用橡胶作为原料；而汽车大梁需要承受较大的载荷和冲击，所以要选用具有一定强度和韧性的低碳合金钢；机床的主轴不仅要有强度，还要有抗弯曲变形的刚度，所以选择45或40Cr钢材，且作成中空形状；机床的床身要求不变形且耐磨损，所以选用不易变形的铸铁材料，并对导轨表面作淬火处理。

（1）钢常用作机械零件的材料，它是碳和铁的合金，包括结构钢和合金钢两种。钢中含碳量的多少，将影响钢的韧性和硬度。含碳量越低，其韧性越好，但硬度低；反之含碳量越

高，其硬度越高，但韧性越差。所以常选用中碳钢作为零件的材料，既具有一定的韧性和硬度，也方便进行热处理。中碳钢的碳的质量分数在 0.35% ~ 0.55%。对于需要进行塑性变形加工的零件，常选用低碳钢作材料，如螺钉、螺母等。

钢一般由铸造和轧制得到，前者称为铸钢，适用于制造形状复杂的重要机械零件。轧制所得的钢材通常具有一定的形状，称为型材，如圆形、工字形、方形、管形等。圆形型材是制造机械零件的材料，通过锻造、切削加工成所需要的各种形状。

(2) 铸铁 碳的质量分数在 2.11% 以上的铁碳合金称为铸铁。相比钢材，其优点是铸造性好、成本低。对于不重要且形状较为复杂的零件，常选用铸铁作材料，如暖气片、轴承座、机床床身、带轮，铸铁材料作机床床身还有稳定性好、不变形等优点。

(3) 铜及其合金 铜具有很好的耐腐蚀性和减磨性，但是成本较高，所以一般用来作滑动轴承的轴瓦或蜗轮的齿圈，一般选用铸造的方法获得。紫铜管容易变形又耐高压，一般应用于空调、液压传动系统的管路连接。

(4) 工程塑料 一般用作结构零件，具有重量轻、强度高、耐磨损等特点，在汽车、飞机、家用电器，如台灯、低压开关、电视机、空调机等方面都有很广泛的用途。

材料的品种很多，各有特点，应做到物尽其用，用其所长。因此，在使用中不仅要考虑零件工作中的使用要求，还要考虑其工艺要求和经济性。经济性，在满足使用要求和寿命的前提下，选用材料制成的零件应当是成本最低的，出售的价格是较低的，保证机器在市场上有价格竞争的优势。工艺要求是指选择的材料容易生产制造出所需要的零件，如铸造材料要求最小厚度要大于 8 mm，否则会因为铸不满而产生废品；锻造材料要留出足够的加工余量，内孔太小时不能冲孔成形；加工轴上的螺纹要留出退刀槽；需要磨削表面时，提前做出中心孔等，这些都是满足加工工艺要求所必须做好的准备。

2. 标准化、系列化和通用化

国家对机械零件做出了统一的标准规定，有利于简化零部件的品种和规格，便于组织大规模生产、降低成本。如需要一个螺钉或螺母，可以在市场上很方便地买到，它是由标准件厂统一生产的，价格低、通用性好、方便使用。螺钉有统一的标准，如 M6、M8、M10、M12、M16 等，即外径分别是 6、8、10、12、16 mm，没有 7、9、11、13 等规格的螺钉。滚动轴承也是一样，其标准内径仅有 10、12、15、17、20、25、30、35…，而不可能有其他数值。

标准化、系列化和通用化是机械零件生产所应当共同遵守的技术规范，必须严格执行，不得别出心裁、标新立异。技术标准由国家有关部门统一制定，使用时应当按照最近颁布的最新标准执行。

3. 载荷、应力和强度

需要明确以下几个基本概念：

(1) 失效 失效是指机械零件不能达到设计要求的工作性能。如彩色电视机的显像管，由于老化而出现图像模糊不清，达不到设计时的要求，称之为失效。但是它还勉强可以使用，这一点与平常习惯说东西坏了不能用的概念不同。失效不等于不能用，只是精度达不到要求。

(2) 应力 载荷是指机械零件受到的外力或外力矩，而应力是机械零件受到外载荷作用后单位截面上的内力。载荷指外部作用力，应力指受到外部作用后零件内部产生的内力。应力的大小与外部载荷的变化、大小有关。静载荷产生静应力，动载荷产生变应力。按应力变化特

点分成脉冲循环应力、对称循环应力和非对称循环应力三种，其中对称循环应力对零件的使用寿命影响最大。

(3) 强度 强度是指零件抵抗破坏的能力。强度分为表面强度和体积强度，一般强度是指体积强度。体积强度分为静应力和变应力两种不同作用状态，静应力使零件产生塑性变形或断裂，变应力使零件产生疲劳断裂。如自行车前后轴固定不动，受到人的不变载荷静止作用，前轴太细可能产生了塑性变形，严重时断裂。而火车车轮与轴成为一体，轴受载荷大小不变，但轴随车轮的转动而不断变化位置，因此它受到对称循环变化的变应力作用，经过很多次转动后可能产生疲劳断裂。

(4) 安全系数和许用应力 每一种材料经过试验后，都可以找到其最大的极限应力值，如果直接以极限应力计算材料的强度，当达到极限应力值时，零件就会出现破坏。此外，实验室的测试是在静态的外载荷作用，与零件实际工作环境有一定的差别。所以，为防止出现意外事故，取一个比1大的值作为安全系数，如取安全系数2，假设其极限应力为200MPa，当它被2除后，得到100MPa，称100MPa为许用的应力，即当应力达到100MPa时为最大的极限，超过100MPa就认为零件超载，会出现破坏。实际应用中，有安全系数2的作用，并不一定立即出现问题。所以许用应力为极限应力与安全系数的比值。安全系数越大，零件越安全，但零件尺寸断面越大、造价越高。对于运输机械，如摩托车、汽车、飞机，如果安全系数过大，自身重量必然过大，消耗的燃料过多，所以应当取较小的安全系数。

以上术语在材料力学中经常遇到，必须清楚、熟记。

机械零件的摩擦、磨损和润滑

(一) 教学目标

1. 了解摩擦的种类及表面状态。
2. 了解磨损的类型及正常磨损的三个阶段。
3. 了解润滑的作用及润滑的状态，理解流体静力润滑和流体动力润滑的区别。

(二) 教材分析

摩擦是自然界普遍存在的正常现象，只要有相对运动或相对运动趋势的两物体，其接触表面之间就会有摩擦存在，摩擦将使接触表面产生磨损。只能减少接触表面的磨损，而不可能消除摩擦的存在。如果不存在摩擦，两接触表面将不会产生运动，那是一种多么可怕的情景！假如柏油马路都结成冰面，几乎不存在摩擦，可想而知会产生什么样的后果。

1. 摩擦种类

(1) 干摩擦 没有润滑剂的摩擦面称为干摩擦。如人在地面行走，鞋与地之间形成干摩擦。

(2) 边界摩擦 摩擦表面有一层极薄的润滑剂。如人在湿润的地面行走；人在有粉尘的瓷砖上行走，洗脸盆边沾上一层很薄的油污后，手与脸盆边之间的摩擦状态等都可看作边界摩擦，边界摩擦的摩擦状况比干摩擦略有改善。水、尘土、油都是润滑剂。

(3) 液体摩擦 摩擦表面被液体润滑膜完全隔离开的摩擦称为液体摩擦。如轮船在水中行走时，水把船底和河床隔离开，气、磁垫导轨使机床和导轨隔离开。在机械传动中，两零件处于液体摩擦状态是最理想的状态，此时两表面之间只有液体与零件的摩擦。但是很难达到这

种状态。

(4) 混合摩擦 机械运动的接触表面，大多数处于以上三种摩擦状态的混合状态，所以称为混合摩擦。比前两种状态好，但比液体摩擦的状态差些。这是经常出现的摩擦状态。

2. 机械零件的磨损

(1) 磨损类型 按机理不同，分为以下四种类型：

黏着磨损：发生在重载、表面没有润滑的干摩擦状态，当摩擦发热的温度超过金属的熔点时，两运动表面必然会产生熔化黏着，材料之间会出现转移，而表面形成胶粘、划伤。提高润滑油的粘度是减少黏着磨损的有效措施。

磨粒磨损：发生在摩擦表面，渗入硬颗粒时会将运动表面划伤，如眼睛中进入微小的粉尘会将眼球划伤一样。为了防止出现磨粒磨损，机器要尽可能选择闭式传动，且要定期更换润滑油，以保证润滑剂的洁净。

表面疲劳磨损：也称为点蚀，它发生在有充足润滑油的运动表面，当周期性工作达到一定期限之后，如一百万次，接触表面会产生疲劳裂纹，此时由于充足的润滑油可能渗入裂纹中，接触表面短时间封闭裂纹，使裂纹内的油液压力急剧升高，超过材料的极限强度之后，金属表面材料出现脱落，形成麻坑，称之为点蚀。如果没有足够的润滑油，不可能形成麻坑，只能出现表面磨损。

腐蚀磨损：是接触表面受到腐蚀性的气体、液体的侵蚀而产生的表面破坏，如化工行业制酸、碱的零件损坏是由于酸碱腐蚀反应而造成的磨损。所以，一般化工企业采用不锈钢材料的机器零件。

(2) 磨损过程 任何相对运动，即使润滑条件再好，也不可避免地会出现正常的磨损。磨损分为三个阶段，即磨合阶段、稳定磨损阶段和剧烈磨损阶段。经过机械加工后的表面，无论其表面粗糙度值有多少，也达不到磨合后的标准，所以相对运动表面必然要经过正常的磨合阶段。如某新出厂汽车的磨合期为 2 000 km，表明 2 000 km 之后，各运动表面进入正常磨损阶段，该阶段的长短标志着机器的使用寿命。机器的质量越高，其稳定磨损阶段越长，使用的寿命越长。

当机器的运动表面磨损超过设计的允许数值后，间隙过大，使运动表面产生过大的冲击、振动，机器进入剧烈磨损阶段。处于剧烈磨损阶段的机器需要进行大修，重新更换或修复运动表面的零件，如汽车的内燃机活塞环，滑动轴承的轴瓦间隙调整；更换或调整滑动轴承的间隙，修磨机床的导轨等，才能保证机器具有原有的工作精度。

三、教学参考题

(一) 填空题

- 1. 无论哪一种机械，都是由_____部分_____部分_____部分和_____部分组成的。
- 2. 机器和机构的总称为_____。
- 3. 用来传递运动和力的构件系统称为_____。
- 4. 常用机械的动力是_____机和_____机。
- 5. 选择材料时主要考虑_____要求_____要求和_____性。

6. 变应力分为_____循环应力_____循环应力和_____循环应力。
7. 摩擦分为_____摩擦、_____摩擦、_____摩擦和_____摩擦。
8. 机械磨损分为_____阶段、_____阶段和剧烈磨损阶段，在剧烈磨损阶段之前必须进行检修。

(二) 选择题

1. 钢的碳的质量分数为_____。
- A. $<0.02\%$ B. $0.02\% \sim 2.11\%$ 之内 C. $>2.11\%$ 以上
2. 人在较浅的水中走路，属于_____状态。
- A. 干摩擦 B. 边界摩擦 C. 液体摩擦 D. 混合摩擦
3. 学习本课程应当注意_____。
- A. 多看书 B. 联系实际 C. 多计算 D. 多动脑

(三) 判断题

1. 铸铁和铸钢常用来铸造大型复杂结构的工件。 ()
2. 标准化是指将产品的型式、材料、尺寸、参数、性能等用“标准”予以统一规定并实施。 ()
3. 载荷大小和方向随时间变化的载荷称为动载荷。 ()
4. 表面疲劳磨损的破坏特点是“点蚀”。 ()
5. 数控机床、高档汽车不必经过磨合阶段就可以高速、重载工作。 ()
6. 流体动力润滑的轴是靠外界给予的油液动力支承轴的运转的。 ()

(四) 简答题

1. 零件与构件有何区别与联系？
2. 何谓失效？与习惯上称为“坏了”有何区别？
3. 许用应力和最大应力有何关系？
4. 为什么电风扇经常开与关会减少电风扇轴承的使用寿命？

四、参 考 答 案

(一) 填空题

1. 动力，传动，执行，控制 2. 机械 3. 机构
4. 电动、内燃 5. 使用，工艺，经济 6. 脉冲、对称、非对称
7. 干、边界、液体、混合 8. 磨合、正常磨损

(二) 选择题

1. B 2. B 3. B

(三) 判断题

1. $\checkmark$ 2. $\checkmark$ 3. $\checkmark$ 4. $\checkmark$ 5. $\times$ 6. $\times$

(四) 简答题(略)

第一章 机械零件的精度

一、本章主要内容与特点

这一章讲述机械零件加工的几何精度，包括尺寸精度、配合精度、形状与位置精度和表面粗糙度等四个方面内容。几何精度的高低关系到零件的加工质量，精度高的零件加工困难，加工成本高；反之精度低的零件比较容易制造，成本也较低。所以，在满足机械零件使用性能要求的前提下，选择合理的几何精度是生产价廉物美机器的基础。

尺寸精度控制零件尺寸加工的精确程度。零件加工时，实际尺寸与理想尺寸之间必定有一定的误差，其误差的范围用上、下极限偏差来控制。对于中职学生，只要求能读懂上、下极限偏差允许范围的含义，生产出合格的产品即可。

配合精度指两个零件配合之后，其过盈或者间隙量大小的精确程度。对于中职学生应当能够读懂配合的代号，分析配合的性质和判断基准制的类别。

形状和位置公差是控制零件整体几何形状的精度和相对于其他位置的精度，是在尺寸精度基础上对机械零件几何形状提出的更高要求，不仅尺寸要达到要求，整体形状和相互位置的精度也需要达到一定的要求，才能保证零件的正常使用。要求能读懂形状和位置公差代号的含义及允许的变动量。

表面粗糙度的内容在机械制图课程中已经作了介绍，这里不再讲述。

本章的学习不仅要懂基本理论，更需要掌握基本技能，所以教学中要密切联系实际，要会使用游标卡尺、千分尺测量尺寸的实际值，检查零件的尺寸是否在许可的极限偏差之内，要能读懂零件图样中表示机械零件精度的各种代表符号和数值。

本章总课时为 10 学时，具体分配如下：

教 学 内 容	课 时 建 议
第一节 极限与配合	6
第二节 形状与位置精度	4

二、教学目标与教材分析

极限与配合

（一）教学目标

1. 了解常用名词的含义及其代号，互换性，标准化，孔，轴，公称尺寸，实际尺寸，上、

下极限尺寸,上、下极限偏差,公差,公差带,基本偏差,标准公差,间隙,过盈,配合,基准制等。

2. 能够读懂上、下极限偏差及其符号的含义,判断零件的上、下极限尺寸范围。

3. 能够读懂配合代号、判断配合的种类及基准。

(二) 教材分析

1. 相关名词

本章引入的许多新名词,教材中都作了比较详细的解释,讲课中注意补充教材中没有的知识,以帮助了解其中的区别。

国际标准、国家标准、行业标准和公司标准的关系为国家标准最低,行业标准较高,公司或企业标准最高。以焊接为例,普通焊接标准与锅炉、船舶、汽车各行业的标准不同,但行业标准高于国家标准。在汽车行业里,各企业对质量要求的标准不同,所以汽车外壳的刚度不同,碰撞后的安全性能也不一样。标准高的汽车,碰撞变形小,安全性好,所以其焊接标准就很高。教学中注意区别名词之间的差别。

2. 尺寸精度

尺寸精度中新名词很多,给教学带来一定的困难,注意由浅入深、由简单到复杂、一步一步地讲授,注意用图示的方法来表述名词之间的相互关系,如教材中图1-1所示,给学生留下图形的印象,而图1-2是将图1-1中公称尺寸的图形删去后演化过来的,图1-3是图1-2的数字具体化。对于中职学生,由于思维的习惯,最后应以具体的数值来体现,比起用符号表示更有真实感、亲切感。

3. 标准公差数值

只要求知道标准公差值与公称尺寸和公差精度等级有关,并能找出公差等级的规律。即公称尺寸相同时,随着公差等级的降低,其标准值越来越大;而公差等级相同时,随公称尺寸的增大,其标准公差值越来越大。常用的公差等级是IT6~IT9级。公差等级共有20级,随着级数增大,其公差值也越大,说明精度越低。

4. 基本偏差系列

学会看懂基本偏差系列图,注意其孔、轴在0线的特殊位置。以孔为例,在H左侧的基本偏差,其下极限偏差都大于0,说明无论取何种基本偏差,孔的实际尺寸都大于公称尺寸;而在N的右侧的基本偏差,其上极限偏差都小于0,说明无论取何种基本偏差,孔的实际尺寸都小于公称尺寸。在H和N之间的JS、J、K、M四个基本偏差值为特殊状态。对于轴也能总结出相似的规律。教学中要善于总结规律,找出内在的联系,把复杂的问题简单化。

基本偏差数值与公称尺寸的大小和基本偏差的种类有关,可查相关标准。在应用中,需要将基本偏差和标准公差值相加后,才能得到所需要的上、下极限偏差,计算比较烦,所以已经有具体的极限偏差表供查找,只要已知零件的公称尺寸及基本偏差的种类和公差等级,就可以从表1-3中查出相应的数值。教会学生能按照已知条件,准确查出上、下极限偏差值是教学的重点。要通过反复练习才能达到要求。

5. 不标注公差的线性尺寸

没有标注公差的公称尺寸并不是没有公差要求,国家标准将没有标注公差数值的公称尺寸称为一般公差要求,它分为四个等级,可从国家标准GB/T 1804中查到具体的数值要求,见

教材中表 1-5。学生往往误认为不注公差就没有公差要求,这是不对的,应引起重视。

6. 配合

指两个相同公称尺寸的零件相互连接在一起,按照配合后两零件之间的接合情况分成三种状态,即间隙配合、过盈配合和过渡配合。间隙量的大小和过盈量的大小要根据孔与轴的公差之和来确定。按教材中的计算方法,只能求出理论上过盈或间隙的范围,实际的值必须知道零件的实际尺寸后方能求出具体的过盈或间隙量的大小。

教学的重点是必须使学生能从图样中标注的配合代号,或具体上、下极限偏差数值中判断出两零件的配合处于何种状态。在具体标注的上、下极限偏差数值中,如果孔的下极限偏差大于轴的上极限偏差,则配合后两零件处于间隙状态,两零件可作相对运动;如果孔的上极限偏差小于轴的下极限偏差,则配合后两零件处于过盈状态。介于两者之间的状态为过渡配合。而在配合代号的标注中,要能准确地判断配合的状态,对于装配工作更为重要,这里涉及基准制的问题。

7. 基准制

由于相同的公称尺寸的孔和轴相比较,加工孔时刀杆要深入到孔中,其结构形状受到一定的限制,刀杆的刚度较加工外圆的刀杆刚度差,切削时会产生弹性变形,影响表面粗糙度,所以一般先将孔加工后,再以孔作为基准来和不同尺寸的轴相配合,称此孔为基准孔,这样的基准制称为基孔制。与不同公差带的轴相配合分别得到间隙、过渡和过盈三种配合状态。用 H 表示基准孔,写在分式的上方。如果以轴作为基准来选择不同公差带的孔与之配合,也能得到三种不同的配合,用 h 符号表示基准轴,写在分式的下方。其配合的精度按公差值的精度等级标注在符号的右侧。一般常用基孔制,只有在轴的零件作为已知条件来选配孔的不同公差带,才选用基轴制。

在配合中,如果选用基孔制,而相配合的轴的公差带代号在 h 的左侧,孔与轴必然形成间隙配合;而轴的公差带在 n 的右侧,孔与轴必然形成过盈配合。所以,应当记住在 h 与 n 之间的几个符号,它们是 js、j、k、m,当出现这几个符号的轴与孔相配合时必然是过渡配合。相同的方法可以判断基轴制配合的三种配合状态符号的表示方法。

至于过盈量和间隙量的实际大小,要用实际孔和轴的尺寸配合后才能计算出来。教学的重点是能读懂代号的含义,判断出配合的状态即可。如教材中图 1-13 所示,要能读懂图样中的配合关系。为提高学生的辨别能力,只能通过反复练习,所以应当选择常用设备的部件装配图和总装配图,给学生提供认识和提高识读配合代号能力的机会。

形状与位置精度

(一) 教学目标

1. 理解形状和位置精度在零件加工中的作用。
2. 认识形状和位置公差项目符号的含义及公差带形状的大小。
3. 能够读懂基准代号的含义和形状与位置公差的组成及标注。

(二) 教材分析

前一节内容的尺寸精度只反映零件某一个截面尺寸的大小,如果零件的每一个截面尺寸都能达到要求,但其长度形状是弯曲的,尺寸精度并不能反映出来,还是不能满足使用要求,因

此必须对零件的形状提出具体的精度要求，即形状和位置精度。将尺寸精度和形状与位置精度结合起来，才能准确反映机械零件是否达到使用性能的要求。

1. 形位公差项目

形位公差实际分形状公差、位置公差、形状或位置公差三大类，其中形状公差分为4类，指直线、平面和圆、圆柱的自身形状精度；位置精度指两者之间相互位置的精度，以某个点、线或面作为基准来测量另一个线、面、圆对它的相对位置的精确度，分为8类；此外还有线或面的轮廓精度，可能是自身的精度，也可能是相对于其他基准的精度。对中职生要求能读懂符号所表达的项目名称和数值，应当通过识读图样中的标注来实现，而不能死记硬背。

2. 形位公差及公差带

公差是指允许的变动量。对于形状公差，则是指在单一要素允许的变动量，如指线、面或圆、圆柱作为要素；对于位置公差，则是指在基准方向上、位置上或某一条轴线与所要测量的位置之间的允许变动量。公差带的形状、大小、被测要素及基准要素在教材表1-6、7中作了详细的介绍。由于该内容比较抽象，只要求了解就可以，具体表现方式，在识读形位公差标注时，再根据实际内容给予解释。这部分内容是教学中的一个难点，学生需要慢慢理解。

3. 形位公差的标注

(1) 形状公差和位置公差 在标准上很好区别，由于形状公差只对零件某个位置的形状有要求，所以只需要用两个框格即可表示清楚，第1个框格表示检查的项目，第2个框格表示该项目的公差带具体数值。而对于位置公差而言，需要标注出检测的基准，所以必须增加一个框格，以标注基准的代号，如果为多个基准，则需要更多的框格来表示。所以，只有两个框格的是形状公差，两个框格以上的是位置公差。

除了框格以外，需要用指引线和箭头将框格与被测的位置连接起来，指引线箭头与尺寸线平齐时，表示该公差带的值是指轴线，不与尺寸线平齐时表示公差带是指零件的外轮廓线。

(2) 标注基准 标注时用三角形的底边贴紧尺寸界线，用方框中的字母代号表示不同的基准，如果方框与三角形的连线正好与尺寸线对齐，表示该基准是指轴线，不对齐时表示基准是指轮廓线，三角形可以是空心，也可以涂黑。

公差带数字之前如有其他符号，如 $\phi 0.02$ ，表示0.02数值是圆柱形状；如仅有0.02，表示是两平行线或面之间的公差带。需要时，应懂得查表1-6、7中或相关资料的说明。

该内容的教学重点是能读懂形位公差标注所包含的内容，由于内容较多，必要时要懂得去查相关资料即可。

(3) 形位公差带的数值 依公称尺寸和公差等级来确定，可查阅教材中表1-8、9或相关资料。一般情况下，尺寸公差的值要比形位公差的数值大，也就是说形位公差允许的变动量比尺寸公差要小，以保证控制形状的误差在较小的范围内。

形位公差值的产生与加工机器自身的精度有关，如果机床的主轴有较大的径向跳动量，或铣、刨削加工的导轨直线度较差，则车削后零件的形状误差较大，刨、铣削加工后的零件的位置误差也较大，所以加工之前需要对机床作必要的调整，才能保证零件的加工精度。

精度的选择应当在满足使用的前提下，以选用较低的精度为经济，因为低精度的公差带范围大，对加工要求较低，可以有效地降低零件的制造成本。

三、教学参考资料

1. 标准化

标准化是机械零件互换的基础，只有按照国家制定的标准生产出来的零件才具有互换性。比如常用的滚动轴承，国家已经有统一的标准，一旦机器中的滚动轴承失效不能继续使用，只要按照滚动轴承上所标注的代号，到市场上购买相同代号的轴承替代旧轴承，就能保证机器的正常使用。可以想象，如果不能买到轴承，则机器不能正常使用，将会造成很大的经济损失；如果在战争中，因为轴承不能得到及时更换，将会造成多大的伤亡。所以，没有标准化规定，机械零件没有互换性，其后果是很可怕的。

2. 标准化生产

通常标准化的零件由标准件工厂专业生产，其最大的优点是成批大量生产，生产效率高，质量稳定，生产成本低。比如螺钉、螺母，在标准件工厂中是用专用机器自动化生产的。其加工外螺纹的工艺过程大致如下：成卷钢丝——切断——墩粗螺钉头部的六角形——滚压螺纹——成形——热处理——防锈。由于自动化生产，一个工人可以看管多台机器，单个零件的生产成本比较低。如果用一台车床车削螺纹，则其成本明显比专业标准件厂高得多。只要是标准件专业化生产，其成本一定比单个加工的零件成本低得多，这就是标准化生产的优势。

四、教学参考题

例 1-1 某孔、轴的尺寸分别为 $\phi 50^{+0.046}_0$ 和 $\phi 50^{+0.025}_{-0.064}$ ，指出孔和轴的公称尺寸、极限偏差，并求出其极限尺寸。

解

	公 称 尺 寸	极 限 偏 差	极 限 尺 寸
孔	$L = 50$	$ES = +0.046$ $EI = 0$	$L_{\max} = L + ES = (50 + 0.046) \text{ mm} = 50.046 \text{ mm}$ $L_{\min} = L + EI = (50 + 0) \text{ mm} = 50 \text{ mm}$
轴	$l = 50$	$es = -0.025$ $ei = -0.064$	$l_{\max} = l + es = [50 + (-0.025)] \text{ mm} = 49.975 \text{ mm}$ $l_{\min} = l + ei = [50 + (-0.064)] \text{ mm} = 49.936 \text{ mm}$

例 1-2 有一孔的尺寸为 $\phi 100^{+0.126}_{+0.072}$ ，求孔的公称尺寸的公差 T_H 值。

解 $L_{\max} = L + ES = (100 + 0.126) \text{ mm} = 100.126 \text{ mm}$

$$L_{\min} = L + EI = (100 + 0.072) \text{ mm} = 100.072 \text{ mm}$$

$$T_H = L_{\max} - L_{\min} = (100.126 - 100.072) \text{ mm} = 0.054 \text{ mm}$$

或 $T_H = ES - EI = (0.126 - 0.072) \text{ mm} = 0.054 \text{ mm}$

例 1-3 相配合的孔、轴零件、孔的尺寸为 $\phi 120^{+0.063}_0$ ，轴的尺寸为 $\phi 120^{+0.085}_{-0.148}$ ，求最大间隙和最小间隙各为多少？其配合公差又是多少？