



国家级教学团队**实践教学**系列教材



工业和信息化高等教育
“十三五”规划教材立项项目

发动机原理与 拆装实践教学教程

现代工程实践教学（第2版）

- ◆ 樊百林 编著
- ◆ 翁海珊 窦忠强 主审



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



发动机原理与 拆装实践教学教程

现代工程实践教学（第2版）

- ◆ 樊百林 编著
- ◆ 翁海珊 窦忠强 主审

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

发动机原理与拆装实践教学：现代工程实践教学 /
樊百林编著. -- 2版. -- 北京：人民邮电出版社，
2016.12(2018.12重印)
ISBN 978-7-115-44040-2

I. ①发… II. ①樊… III. ①汽车—发动机—理论—
教材②汽车—发动机—装配(机械)—教材 IV. ①U464

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第274511号

内 容 提 要

本书共 7 章，内容包括现代工程实践教学导论，现代车辆工程发展实践导论，发动机拆装工具与实践教学课前准备，四冲程发动机基本结构与汽车发动机拆装实践，二冲程发动机工作原理与摩托车发动机拆装实践，离合器、联轴器和制动器，虚拟制造和虚拟装配。

本书可作为普通高等院校工业设计、自动化、信息技术、车辆工程、环境与资源、土木等近机械类和机类专业相关课程的实践教学教材使用，也可供相关工程技术人员参考使用。

-
- ◆ 编 著 樊百林
主 审 翁海珊 窦忠强
责任编辑 税梦玲
责任印制 沈 蓉 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
- ◆ 开本：787×1092 1/16 彩插：2
印张：16.5 2016 年 12 月第 2 版
字数：418 千字 2018 年 12 月河北第 2 次印刷
-

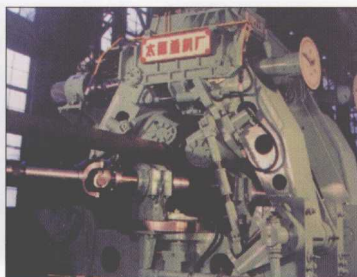
定价：46.00 元

读者服务热线：(010)81055256 印装质量热线：(010)81055316

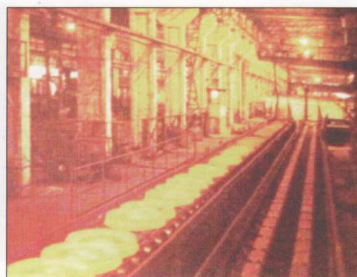
反盗版热线：(010)81055315



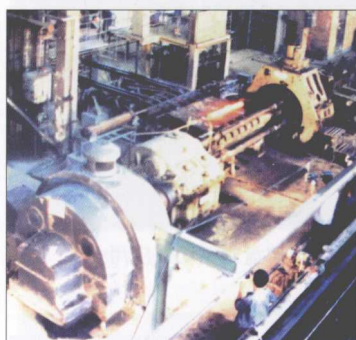
炼铁生产



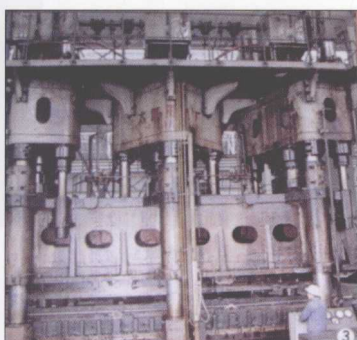
管材矫直生产



我国第一套火车车轮压轧生产



穿孔生产



40MN汽车纵梁油压机



2×250吨桥式起重机



齿轮生产



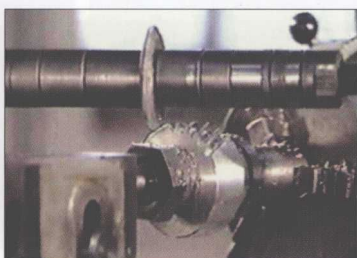
激光加工处理人字齿轮轴齿面



钻孔



车削外圆



铣削斜齿轮



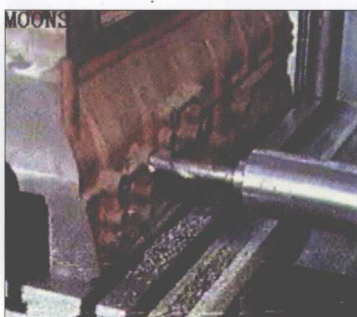
活塞销挤压生产



模锻曲轴



车曲轴



膛削发动机汽缸体



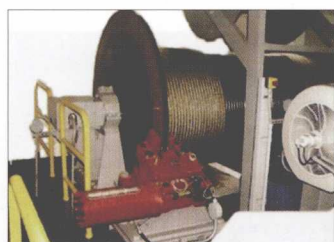
联轴器的平衡检测



曲轴测量



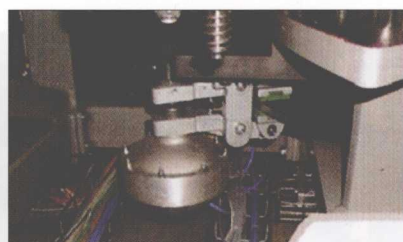
键槽加工



安全制动器应用



电力液压块式制动器应用



气动盘式制动器应用



摩托车发动机



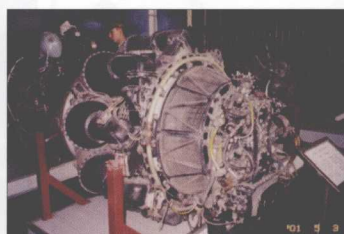
汽车发动机



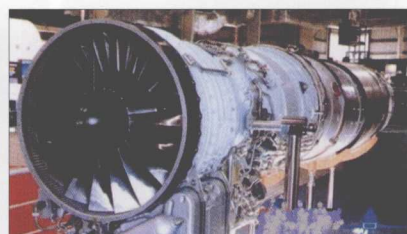
双动力发动机



电动汽车



飞机发动机



航空发动机



概念车



概念车



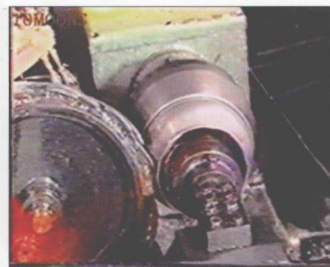
转动的和谐



铸造产品



铸造产品



板料冲压拉深水壶半成品



粉末冶金产品



粉末冶金产品



铸件成品



精密铸造单晶涡轮叶片



精密铸造钴基合金导向叶片



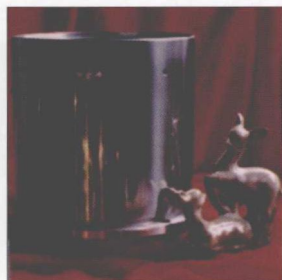
塑胶管件活接头



各种轴瓦和轴承衬



液压泵摩擦副材料



油膜轴承



滚动轴承



塑胶双柔90度三通



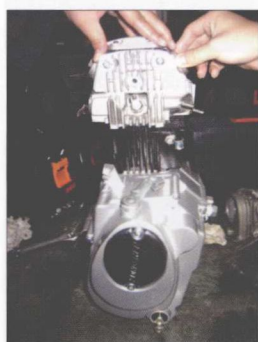
塑胶瓶形三通



不锈钢储气机



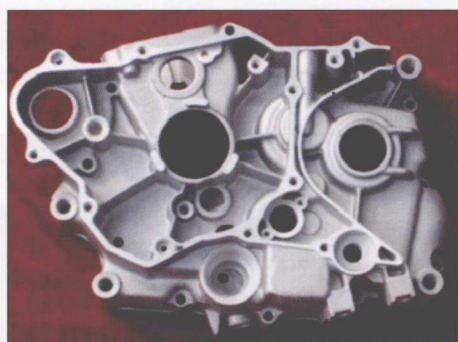
北京科技大学校训：学风严谨，崇尚实践



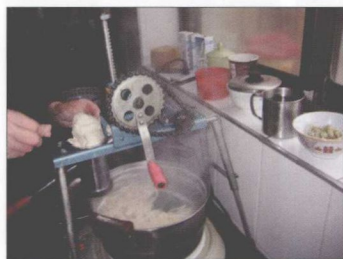
部件



曲柄连杆机构



零件



生活中的机械



晶体艺术之美多面体空间刚架结构



金属连接艺术之美



盘古科技



人文工程盘古文化



回归自然鸟巢

序一



全面、协调、可持续地发展经济、政治、文化，是科学发展观的重要思想。而把科学发展观贯彻落实在高校的教学与实践中，是每个高校教师应尽的职责。本书作者从1986年工作以来，曾经担任“飞焊内补小车自动焊机”技术服务指导，“ $\phi 108$ 三辊穿孔机设计”“ $\phi 76$ 高频焊接设备给排水系统和环保系统设计”等十几项工程设计，具有较宽的专业知识面和很强的实际设计工作经验。

作者从事高校教学以来，长期从事“工程材料与制造基础”“机械设计制图”等课程的理论教学，同时负责“实践教学课程与实践教学研究课题”，承担“金工实习”“发动机拆装实践”等课程的实践教学，与学生有着深入的接触与交流。“发动机拆装实践”是作者付出大量时间、心血筹建并开展至今，本实践教学课程与以往的教学模型有很大的差别，具有很强的实践性、工程零部件结构直观性、结构的复杂性和配合的真实性。作者从21世纪新阶段的实际出发，把握构建创新性社会发展的宏观规律，了解当代大学生的实际需求，所以在教学中渗透工程设计意识、安全环保意识、以人为本的管理意识、人文意识等，所上课程深受同学们的欢迎。

“发动机拆装实践”课程，是提高大学生综合工程意识和综合工程实践能力的重要实践环节，是培养大学生理论联系实际的重要途径之一，不仅同学们喜欢，而且学校特别重视。北京科技大学校训为“学风严谨，崇尚实践”，所以把实践课程放在非常重要的位置，并在实践教学基地建设和经费投入等方面给予了大力支持，使得这门课程能够走上健康发展之路。当然，这门课程能够受到广大师生的欢迎，与作者多年来全身心地投入大量时间负责承担教学实践课程和理论课程，并对实践教学进行探索和研究是分不开的。

本书的出版对拓宽实践教学内涵有很重要的指导意义，本实践课程必然能拓宽大学生的工程实践意识和创新意识，作者的创新精神正是现代教学所极需的。

北京科技大学机械工程学院

罗圣国 教授

2010年2月



2009年12月召开的“哥本哈根气候峰会”，虽没有达成任何有实质性意义的协议，但人类关注环境、关注生态的意识却不会因此而减弱。保护地球，是现代义不容辞的责任，每个人都应在自己的工作和生活中尽一份努力，为地球和人类的长治久安做出自己应有的贡献。

现代科学技术对自然的改造与利用，为人类带来了巨大的利益，同时，也给人类的持续发展带来了潜在的威胁，如化学污染、温室效应、核弹威胁、能源枯竭等问题，正在困扰着人类。崇尚实践，培养创新意识，构建创新性和谐社会靠地球村每一位公民的低碳环保意识，当今世界上的有识之士都在关注这些问题，并在努力倡导一种全新的与自然相和谐的思想。本书作者通过自己多年来的努力，为了把这种思想融入在自己的教学实践中，做了大量的探索工作，提出了现代工程是集“绿色工程”“人文工程”及“科技工程”为一体的“综合工程”的理念，并把这种理念应用在“发动机拆装实践”和“机械设计制图”“机械制图”等课程中，受到了广大师生们的好评。

“发动机拆装实践”课程，是高校教学中理论联系实际的一个重要环节，是学生从知识走向能力的重要一步。这一课程，虽然课时不是很多，但“麻雀虽小，五脏俱全”，它可以牵涉到方方面面的工程知识，只要教育者有心，不仅可以把制图课程的构形分析融入实践教学中，而且可以把车辆工程、机械设计、制造工艺、安全环保以及人文科学、经济管理、计算机等多方面的意识培养融入教学，从而使它成为培养学生综合工程素质一个重要的实践场所。

教与学的关键是：教师与学生心灵上的互动。作者是这么想的，也是这么做的。此书从内容和理论深度上具有一定的实用性和科学前沿性，作者在立志于培养德才兼备的高科技人才意识方面具有独到的见解，而最难能可贵的是作者已把它付之于实践！

本书的出版对提高大学生的工程背景知识和推动高校实践教学发展具有很重要的促进作用。

北京理工大学机械与能源工程学院

李国维 教授

2010年1月5日

第2版前言

PREFACE



当今社会，许多企业和公司在招聘时会首选实践型人才，大学生就业和生存面临艰难挑战，高校又开启了新一轮的工程教学大改革，使现代工程实践教学和实验显得尤为重要。

满足人类自身的物质和精神的需求，解决现实生存和就业问题，从而达到和谐自然、和谐社会、保护人类自身生存环境的崇高目标是人类教育的最终目的。培养具有综合素质、综合能力、以人文科学为基础、具有研究型、工程型、实践型、复合型、创新型、国际化的高科技技术人才，成为 21 世纪高等教育人才培养的重要教学目标。

现代大学生面临扩大知识面、社会实践知识面和工程实践知识面的挑战，同时面临就业和生存的挑战。大学生的“基础知识、专业技术基础知识、专业知识、人文科学知识以及以人为本的管理知识”有机结合是提高大学生综合素质的有效途径之一。

本书以车辆工程知识为主体，以实践教学为主导，以工艺为引线，以培养综合工程实践意识和综合工程实践能力为教学目标（工程知识包括构形知识）。本书参与现实、贴近生活、适应性强、实践性强。

本书属于实践教学类教材，适合于高等院校、大中专院校机械类专业、近机类、非机类专业技术基础课程的实践教学使用，也适合于文科类专业实践教学课程使用。

作者才疏学浅，在发动机拆装实践教学的筹建过程中，得到了清华大学车辆工程学院、清华大学管理学院、北京科技大学、北京科技大学机械工程学院、北京科技大学机械工程学院工学系、北京科技大学机械工程学院实验中心以及北京科技大学工程训练中心等单位各位领导、教师、工人和各位仁人志士的鼎力支持，特别感谢于晓红、翁海珊、许纪倩、陈健、甄同乐、邹静、汪泽瑞、刘长水、王社君、王建宏等教师在筹建过程中给予作者的关心、鼓励和支持。

翁海珊教授、窦忠强教授对本书进行了认真的审定，提出了宝贵的建议，在这里作者对他们表示衷心的感谢。

作者水平有限，纰漏与不妥之处在所难免，敬请各位读者不吝指教，建议和意见可发给编者，联系邮箱：fanbailin@sohu.com。

樊百林

2016 年 8 月

于北京科技大学机电楼



目录

CONTENTS

第1章 现代工程实践教学导论 1

第1节 概述 2

第2节 试验、实验、实践教学 3

一、试验、实验 3

二、实践教学 3

三、现代工程实践教学案例 6

第3节 发动机拆装实践教学的

目的和意义 13

一、实践教学的意义 14

二、发动机拆装实践教学的

目的 14

思考题 15

第4节 机械的组成与连接 15

一、机械的组成 15

二、连接 16

三、连接件的实践认识 18

思考题 25

第5节 焊接结构脆断事故案例 25

一、国外焊接结构的

脆断事故 25

二、国内球形容器破裂事故 25

思考题 26

第6节 焊接结构工艺性设计 26

一、结构设计的合理性 27

二、接头形式 29

思考题 30

第7节 生产场景与加工制造 30

一、生产场景 30

二、加工制造 30

三、拓宽工程设计视野，

提升工艺构形意识 36

思考题 39

第8节 拓展构形设计意识 39

思考题 41

第9节 实践中获取机构知识 41

一、机构 41

二、牛头刨床机构 43

三、车辆中常用机构 44

思考题 46

第10节 实践中获取弹簧知识 46

一、弹簧的种类 47

二、弹簧的功用 49

三、弹簧材料 49

四、弹簧标准 50

五、弹簧制造与检测 50

六、弹簧的标准画法 51

思考题 54

第11节 实践中获取轴承知识 54

一、滑动轴承 54

二、滚动轴承 57

思考题 59

第12节 实践中获取机器

零部件工程知识 59

思考题 63

第2章 现代车辆工程发展实践导论 66

第1节 两轮车的创新发展 67

一、行驶几千年的车 67

二、指南车的齿轮设计 69

第2节 蒸汽车发明的艰辛 70

第3节 内燃机时代 73

第4节 自行车微履艰难 74

一、无链条时代 74

二、链条时代	75
三、自行车的组成和结构	76
四、自行车工作原理	76
五、自行车分类	77
第5节 摩托车的发展	77
一、国外摩托车发展概况	77
二、中国摩托车发展概况	79
第6节 新型车用发动机	80
一、三角活塞旋转式发动机	80
二、燃气涡轮发动机	81
三、斯特灵发动机	82
第7节 车用动力发展	82
一、动力发展趋势	82
二、新动力汽车类型	83
第8节 汽车绿色设计	84
一、绿色技术的内涵	85
二、汽车产品的绿色材料	85
三、汽车绿色设计	85
四、绿色汽车应用展望	86
第9节 汽车绿色制造	86
一、汽车绿色制造	86
二、绿色汽车再制造	86
第10节 和谐转动的世界	87
一、工程中转动的和谐	87
二、地球的可持续发展	88
思考题	88

第3章 发动机拆装工具与实践

教学课前准备

第1节 发动机拆装课前准备工作	91
一、实践教学基地的准备工作	91
二、实践教学拆装课程流程——教师和学生必读	91
第2节 发动机拆装实践教学内容	92
一、发动机拆装实践教学内容	92

二、拓宽专业素养	92
第3节 发动机拆装注意事项	93
一、拆装过程注意观察事项	93
二、拆装过程注意安全事项	93
三、工具注意事项	94
四、发动机拆装实践教学 完毕整理工作	94
第4节 发动机实践教学拆装工具	94
一、通用工具	94
二、专用工具	99
第5节 通用量具的使用方法	106
一、游标卡尺的作用及其 使用方法	106
二、百分尺的作用及其 使用方法	108
三、百分表的作用及使用 方法	109
四、塞尺的作用及其使用 方法	110
五、半径规	111
六、内、外卡钳	111
七、螺纹规	111

第4章 四冲程发动机基本构造与

汽车发动机拆装实践

第1节 概述	114
第2节 汽车发动机拆装实践教学设备	115
一、实践教学设备	115
二、教学模型	116
第3节 汽车组成与发动机 工作原理	117
一、汽车组成	117
二、发动机简介	118
三、四冲程汽油机发动机 工作原理	121
四、发动机基本构造	122
第4节 汽车发动机拆装	129

一、下置凸轮轴式发动机的 拆卸.....129	一、联轴器功用及类型 169
二、顶置凸轮轴式发动机的 拆卸.....130	二、万向联轴器的工作 原理..... 171
三、汽缸盖的拆卸与装配.....131	三、汽车使用的十字接头 万向联轴器 171
四、工程制图意识训练.....134	四、联轴器的平衡测量与 检测 172
思考题.....136	五、其他常用联轴器 172
第 5 章 二冲程发动机工作原理与 摩托车发动机拆装实践 137	第 4 节 制动器 175
第 1 节 概述.....138	一、制动器的功用与类型 175
第 2 节 摩托车发动机拆装 实践教学设备140	二、外抱块式制动器 176
第 3 节 摩托车发动机二冲程 工作原理.....140	三、液压安全制动器 176
一、摩托车发动机.....140	四、气动盘式制动器 177
二、摩托车发动机二冲程 工作原理.....141	五、汽车制动系 178
三、发动机型号编制142	思考题..... 180
第 4 节 摩托车发动机的拆卸与 安装.....144	第 7 章 虚拟制造与虚拟装配 181
一、摩托车发动机基本 结构.....144	第 1 节 虚拟制造 182
二、摩托车四冲程发动机的 拆卸与安装.....145	一、虚拟制造 182
三、摩托车发动机零部件 构造.....151	二、虚拟制造分类 183
四、实践教学拓展思维 训练.....158	三、虚拟设计技术的应用 184
思考题.....160	第 2 节 虚拟装配 184
第 6 章 离合器、联轴器和制动器 161	一、虚拟装配 184
第 1 节 概述.....162	二、虚拟装配的分类 184
第 2 节 离合器.....163	三、虚拟装配的构成 185
一、离合器功用与类型.....163	第 3 节 虚拟装配的工艺化 教学展望 185
二、摩擦离合器.....163	思考题..... 187
三、汽车摩擦离合器.....165	附录一 联接与紧固 188
四、摩托车离合器.....168	一、螺纹 188
第 3 节 联轴器.....169	二、螺栓、螺柱、螺钉 190
	三、螺母、垫圈 196
	四、挡圈 199
	五、螺纹零件的结构要素 202
	六、键、花键 205
	七、销 207
	附录二 联轴器 211

附录三 常用滚动轴承主要尺寸和性能	214
附录四 极限与配合	225
附录五 部分参考图样	232
后记 1 发动机拆装实践心得摘录	234
后记 2 感动·感恩·感悟	242
一、有一种感动叫作付出	242
二、有一种感恩发自内心	243
三、有一种感悟在心中涌动	244

参考文献	246
汽车发动机拆装实践作业一	247
汽车发动机拆装实践作业二	249
摩托车发动机拆装实践作业一	251
摩托车发动机拆装实践作业二	253



现代工程实践教学导论

知识来源于社会又回归于社会。

一切构形来自于功用、艺术美学、文化设计三大意识领域。

培养目标

1. 拓宽工程知识领域，培养综合工程实践意识和综合工程实践能力。
2. 培养对机械、机器、机构的意识和对零件的结构设计意识。
3. 培养基本的制造工艺意识和合理的焊接结构工艺性设计意识。
4. 培养质量责任安全意识。
5. 培养工程和谐创新意识。

实践与学习目标

1. 结合发动机拆装实践，熟悉机械及其连接。
2. 结合发动机拆装实践，正确描述基本连接件相关知识。
3. 参观螺纹加工。
4. 参观键槽加工。
5. 结合现实事故案例，提高安全设计责任意识。
6. 结合现实事故案例，了解焊接安全结构性设计原则。
7. 结合生产实践，初步了解零件加工制造工艺。
8. 结合生产实践，对零件进行构形设计分析。
9. 结合生产实践，对机器进行初步的机构分析机构设计。
10. 结合发动机拆装实践和现实生产生活，以弹簧为例，了解国家和行业弹簧标准的概念，了解弹簧功用、材料、制造、检验、设计、绘图等设计思想。
11. 结合拆装实践和现实生产生活，熟悉轴承的应用场合和了解轴承的相关知识。

第1节 概述

知识来源于社会又回归于社会,实践教学是一门新型的学科,它是主体人类对社会、自然界正在存在的事件进行去伪存真,全方位研究、分析、学习的一个过程;同时,也是主体人类对生活、生产中使用的客观实体机器、客观事物及其规律,直接进行全方位分析、研究、学习的一个过程。在实践教学过程中,呈现出知识量大,知识涉及面广,现实直观性强,工程综合性强等特点。

对于大一的学生,轴承、键、销、铆钉、螺纹连接标准件,真实的润滑油、真实的艰苦作业环境,真实的结构原理,真实的机构,真实的工程材料和工具,等等,都是第一次见到,有的甚至是第一次亲耳听到。正如学生说:“学了机械制图快一年了,却始终对着一些图片或是简单的模型,画来画去,现在终于看到了真实的家伙了,……”“‘百闻不如一见’,但是我更加认识‘百闻不如一实践’……”“当今的大学生如果不注重理论联系实际,不注重积累实践经验,就会是一个百无一用的书橱。”“这是任何一堂理论课都无法比拟的课程……”“这是一堂无比重要的课,知识量远大于普通课堂的十倍百倍。”“我校的校训是‘学风严谨,崇尚实践’,这次实践就是‘崇尚实践’的具体体现。”“深深体会到学校为什么把‘实践’提到校训的地位……”

“由三视图想象出来的实物图与真的实物有一定的差距,虽然老师的PPT做的生动形象,但是看PPT中的平面图,不如看真的实物生动形象。这次拆装摩托车发动机让我看到了很多从没见过的结构。”

学生的渴望多么的朴素而真实。“……老师,这节课要一直保持下去,能不能多开几门实践教学的课程……”

“老师发动机工作原理是什么?为什么设计成这样的形状?”这是一个真实而简单的问题,而回答这个问题却需具备车辆工程专业知识。

发动机拆装实践教学具备了专业技术基础知识和专业知识等相关知识,通过实践教学大学生可以了解现实社会和现实生产,获取真实的知识点、结构复杂性和真实的配合装配关系;直接获得直观真实的技术基础知识、专业基础知识和专业知识,直接获得成本意识、工程意识,得到真实的工程实践能力的培养。

人类学习的目的是为了生存,满足人类对物质、精神世界的需求,从而达到社会的和谐。和谐的基础之一是尊重,通过实践教学,学生的尊重意识在实践教学过程中得到培养,精神世界得到升华。正如学生说“平时总是有点瞧不起那些在生产线上的工人农民,总认为自己是学知识啃书本的,应比他们高一些,可当我站在发动机面前无所适从,一片茫然时,我的心一下子凉了,也只有此刻,我终于明白了那些劳动者的伟大……”“……了解到想成为一名优秀的工人,也是不容易的……”“那些装配工人师傅的工作真是特别值得尊敬,同样,他们一丝不苟的工作态度也值得学习。”“发动机制造这个行业,是一个值得尊敬和学习的行业。”

实践教学是全方位分析、研究、学习的一个过程,是一门以生活、生产设备为基础的理论与实践相结合的实践性教学课堂。作者总结十几年的实践教学经验,结合工程实践阐述了实践与实验的区别。

连接件、传动件和支撑件是工程中常用件,焊接结构在建筑工程、机械工程等工程中应用非常普遍,通过拆装实践,熟悉连接件的实际应用相关知识、通过焊接结构教学案例,阐述焊接结构工艺性设计原则,以车辆工程为主线,阐述弹簧的实际应用。

本章以工程中常用的标准件为基础,以工艺为引线,讲解工程实践中的设计意识,从而培养大学生从人类生活、生产实践中获取知识的能力和工程实践能力;培养结构设计意识、机构意识、工艺意识、责任意识、质量安全意识、合理的焊接结构安全工艺性设计意识、创新意识,拓宽工程知识领域,培养综合工程意识。

第2节

试验、实验、实践教学

一、试验、实验

1. 试验

试验的定义 众多因素变化制约着一个事件的变化,对影响事件的因素没有完全理透,为了探究影响因素对事件的影响规律而进行的试用操作。或为了了解某事物的性能或某事件的结果而进行的尝试性活动。

试验的本质 对影响事物或事件的因素没有完全理透,从众多因素中找出主要因素,并研究其规律的过程。

目前常用的试验法有正交试验法、模拟仿真法。

正交试验法 能够大幅度减少试验次数而且不会降低试验可行度。

模拟仿真法 试验设备是计算机,但试验数据和规律具有一定的参考价值。

2. 实验

实验的定义 为达到某一研究目的,利用科学仪器设备等或在人工模拟的环境条件下,排除干扰,忽略外界的影响,突出主要因素,在对研究目的有利的条件下,对事物或事件进一步进行细致的观察,分析事件或事件详细的影响因素、变化规律、发展过程,从而进一步认识事物、事件规律,以获得指导现实生产、生活的具有一定参考价值的数据、规律。

实验的本质 在掌握了一定事物影响因素和变化规律的基础上,进一步深入细致地研究其影响因素是如何对事物、事件进行影响的,研究其详细的变化规律,研究事件的详细发展过程。

习惯上,人们把试验和实验看作同一个概念,实际上试验和实验是研究事物影响因素、发展规律的两个阶段。试验和实验有时是在同一台设备、同一个环境下进行研究的。有时实验是在试验的基础上,根据试验掌握的某些规律进行的一系列操作或活动。

二、实践教学

实践教学是一种新的教学理念,不同于过去的实验教学。

1. 实践教学概述

实践教学的目的

- (1) 提升人文素养、和谐自身、和谐社会、和谐自然,实现对宇宙人生真理的正确认识。
- (2) 提高人类主体自身综合工程意识和综合工程实践能力。

实践教学的客体

- (1) 来自于客观社会、自然界客观存在的自然现象、客观存在的事实、真实发生的事件等。