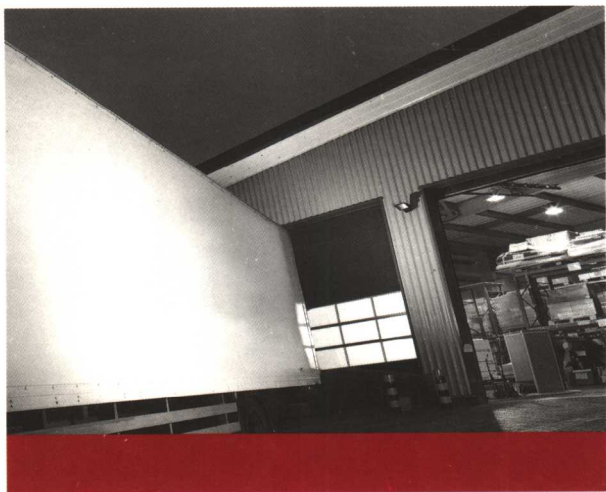


高等职业技能操作与实训教材

机电综合实训

王伟麟 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

高等职业技能操作与实训教材

机电综合实训

王伟麟 编著



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机电综合实训/王伟麟编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 11

高等职业技能操作与实训教材

ISBN 7-5025-7850-1

I. 机… II. 王… III. 项目管理-高等学校: 技术学院-教学参考资料 IV. F224. 5
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 129588 号

高等职业技能操作与实训教材

机电综合实训

王伟麟 编著

责任编辑: 高钰 陈丽

文字编辑: 项激

责任校对: 周梦华

封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$ 字数 153 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7850-1

定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在工科大学、大专的教学活动中，有不少课程在课程结束后，都安排一个要求学生综合运用该门课程教学内容的教学环节——课程设计。这种课程设计的最大特点是给学生提供一个理论联系实际、学以致用、学以致用的机会，使学生能综合运用课堂中已学到的知识，这对消化、巩固和提高该课程的课堂教学内容，具有不可替代的作用。为了能真实地反映学生对该课程所掌握的教学内容，有些学校还把该课程的考试时间，有意识地安排在课程设计之后，这无疑是一种较好的教学改革。在学完全部课程后，也安排了一项能考核学生综合运用多年教学内容的教学环节——毕业设计。毕业设计是学生离校前的最后一份答卷。

不论是课程设计还是毕业设计，绝大多数都最终落在纸上——一份设计的图纸或一篇有关的论文，它对培养手脑并用的高职高专的学生而言更是不可缺少的。尽管学生经历了学校安排的各个教学环节，也完成了毕业设计，但心中还不十分踏实，踏进企业后仿佛一切还得从头开始。为什么学生会有这样的心理呢？其中一个重要原因是学生在进入企业前，还不甚了解企业的运作，即使曾组织到企业去参观、生产实习，为了不影响企业的正常生产活动，也只能在教师或企业技术人员的“监控”下，做一些浮在面上的事，增长一些感性认识，有的也只能是雾里看花。这样的大学毕业生在走进企业后，就需要有一段较长的“磨合期”。

学校怎样更好地培养出能尽快适应企业需要的人才？学生怎样才能缩短在企业内的“磨合期”？学生能否在学校中就能独当一面地参与企业的生产活动？怎样才能使学生的知识和技能紧密地结合，能切实解决生产中的实际问题？怎样在学校中构建企业的平台，学生在实际项目中独立自主地把所学的知识、技能都能联系起来，学

生在实际项目中学习，在学习中提高？怎样培养学生的创业理念和创新意识，以适应社会的需要？需要就是教改的动力。五六年前我们带着这些问题，在学校机械专业委员会的指导下，经过规划、论证，开设了一门以项目为核心、以学生为主体的“综合实训”课程，收到了较好的教学效果。

综合实训是一门实践教学必修课，可安排在大学教学最后一学年的下半学年，毕业实践之前进行，时间约为4周。这里所指的综合实训是PDPMM模式的综合实训，它是以项目（project）为核心，综合了项目设计（design）、工艺编制（process planning）、加工制造（manufacturing）、生产技术管理（management）等内容的综合实训。通过4周的综合实训实践教学，学生应能综合利用已经掌握的设计、工艺、实践操作、企业管理等有关知识，独立完成某一项目的设计和制造任务。

PDPMM综合实训是以项目制造为核心，虚拟企业场景的实践教学教学活动，将项目规划、项目调研、项目设计、工艺编制、材料供应、零件加工、机械装配、项目调试、现场管理、报告总结、讲评考核等综合在一起，旨在提高学生综合运用课堂知识的能力、实践操作能力、技术管理能力、工作协调能力、克服困难能力，增强学生胜任技术工作的自信心，培养学生的创新意识和创业理念。同时，借助学生的综合实训实践教学教学活动，适当为课堂教学设计制造一些教具，减轻学校的教学投入，为高等职业教学改革探索新路子。

通过综合实训教学活动，学生应在机械设计、制造工艺、实践操作、技术管理等方面受到综合性锻炼。调整综合实训项目的大小、难易程度和参加学生的数量等相关因素，也可以用于毕业实践教学教学活动，同样也能收到良好的效果。

本书是指导学生展开PDPMM综合实训的指导书。全书分为19章：第1章综合实训的指导原则，提出了展开综合实训的9条基本指导思想；第2章提出了展开综合实训的必要环境条件；第3章强调了综合实训时必要的安全、文明意识和必要的纪律约束；第4章介绍了综合实训的步骤与方法；第5章介绍综合实训项目课题

的分类和项目提出；在第6章综合实训创新意识中，说明了创新的作用以及介绍了常用技术创新技巧；第7章为综合实训中的计划与调度，介绍了如何编制运用条形网络作业计划，如何利用PDCA循环展开调度工作；第8~9章对综合实训中的项目设计和工艺编制工作提出了一些要求和方法；第10章介绍了综合实训的材料供应特点；第11~13章重点强调了机械加工、装配和测量工作中的要求和规范；第14章介绍了综合实训项目的调试与改进措施；第15章引进了综合实训的质量管理体系理念，如何进行技术追随服务工作；第16章对综合实训工作报告提出了一般性的要求；第17章介绍如何对综合实训项目进行考核；第18章介绍了几个综合实训的实例；第19章提出一些可行的综合实训项目。

本书也是我们多年综合实训教学工作的总结。这里首先要感谢吕慧瑛老师对这项教学改革发起、指导和支持，感谢参与综合实训的全体老师的密切配合。此外，在综合实训教学改革中，我们吸收了苏州市金阊区工业局企业管理科科长沈蓉妮经济师的意见和建议，并将她多年企业管理研究成果——条形网络计划法、推行PDCA循环技巧等企业管理内容引进到综合实训教改中，使综合实训过程更贴近企业的运作，增添了许多新的色彩，借此机会也向她表示感谢。

尽管综合实训教学改革已经历了五六年的历程，但它还有许多不完善的地方，还有许多亟待解决和提高的地方，书稿也难免存在不足和错误，我们热切希望读者批评指正！

编著者
2005年10月

内 容 提 要

本书是为满足人才培养要求,指导一组高年级学生,围绕某一项目内容,综合了项目设计、工艺编制、项目制造及项目管理等方面知识和技能的实战训练教科书。它将项目规划、项目调研、项目设计、工艺编制、材料供应、零件加工、机械装配、项目调试、现场管理、报告总结、讲评考核等综合在一起。本书也是作者与他的同仁们多年教改成果的总结。书中内容新颖,指导性强,十分有利于培养和提高学生理论联系实际能力、解决问题能力、创新和创业能力、企业工作适应能力和团队协作精神。

本书综合的内容广泛,实践性强,可作为工科大学、大专、高职类院校机电专业适用的综合实训课程的教学用书,也可供企业有关工程技术人员参考。

目 录

第 1 章 综合实训的指导原则	1
1.1 以“运动实物”为主要内容的项目管理原则	1
1.2 综合运用知识和技能原则	2
1.3 节约资源、就地取材、利废利旧原则	3
1.4 为教学制作教具原则	4
1.5 鼓励创新原则	4
1.6 学生为主与教师指导相结合的原则	5
1.7 安全第一原则	5
1.8 模拟企业运作原则	6
1.9 团队协作原则	7
第 2 章 展开综合实训的环境条件	9
2.1 软件环境	9
2.2 硬件环境	11
第 3 章 综合实训中的安全文明意识	14
3.1 安全基本知识	14
3.2 安全操作规范	17
3.3 作业地的纪律、秩序与环境卫生	31
第 4 章 综合实训的步骤与方法	39
4.1 综合实训步骤	39
4.2 基本方法	40
第 5 章 综合实训的课题来源	43
5.1 项目课题的分类	43
5.2 项目课题的来源	44
第 6 章 综合实训中的创新意识	46
6.1 创新在综合实训中的意义	46
6.2 常用的技术创新技巧和方法	46

第 7 章 综合实训中的计划与调度	54
7.1 条形网络作业计划法	54
7.2 计划的编制及要求	61
7.3 综合实训中的调度工作	62
第 8 章 综合实训中的设计工作	65
8.1 设计工作的基本步骤与指导思想	65
8.2 功能、原理、机构和结构	69
8.3 方案选优	75
8.4 设计图样及文件的基本要求	77
第 9 章 综合实训中的工艺编制	83
9.1 综合实训的工艺特点、方法	83
9.2 工艺文件的基本要求	85
9.3 综合实训中的工艺文件	85
第 10 章 综合实训中的材料供应	95
10.1 综合实训中的材料选择	95
10.2 就地取材和利废利旧	96
10.3 特殊配件的采购	98
第 11 章 综合实训中的机械加工与操作规范	99
11.1 切削加工通用工艺总则	99
11.2 钳加工、钻削加工与操作规范	102
11.3 车削加工与操作规范	106
11.4 铣削加工与操作规范	109
11.5 其他加工与操作规范	113
第 12 章 综合实训中的装配与操作规范	115
12.1 装配工作流程	115
12.2 装配操作规范	116
12.3 装配综合实训项目的注意事项	120
第 13 章 综合实训中的检测工作	125
13.1 检测工作	125
13.2 综合实训中的检测工作	127
第 14 章 综合实训中的调试与改进	130
14.1 调试综合实训项目的意义	130

14.2	调试综合实训项目出现的常见故障	130
14.3	故障的改进措施	133
第15章	综合实训中的技术追随服务	134
15.1	综合实训项目的质量保证	134
15.2	技术追随服务工作的展开与落实	135
第16章	综合实训工作报告	140
16.1	综合实训工作报告编写要求	140
16.2	技术文件的装帧要求	143
第17章	综合实训考核与总结	145
17.1	考核内容与考核方法	145
17.2	点评总结与提高	147
第18章	综合实训实例	148
18.1	实例1: 夹具教学模型	148
18.2	实例2: 动态测量教学模型	151
18.3	实例3: 波峰焊 CCD 集成块的焊接工装	155
第19章	综合实训项目题库	159
19.1	唧筒	159
19.2	搅拌机	160
19.3	双触点内孔测量装置	160
19.4	颚式破碎机	160
19.5	起重机构	161
19.6	靠模车削机构	161
19.7	浸锡机凸轮机构	161
19.8	自动送料机构	162
19.9	曲拐传动多轴箱	162
19.10	少齿差行星减速器	163
19.11	谐波传动	164
19.12	蜗轮连杆机构	164
19.13	圆周进给仿形铣夹具	165
19.14	双动式单向爬行机构	165
19.15	槽轮间歇机构	166
19.16	开合螺母机构	166

19.17	移动压板与夹紧联动机构	166
19.18	多件联动夹紧机构	167
19.19	汽车后桥差动机构	167
19.20	振动料斗	168
参考文献		169

第1章 综合实训的指导原则

综合实训的指导原则就是展开综合实训的基本指导思想，在策划、组织、选题、运作、成果评估等各个环节，都须遵循以下原则。

1.1 以“运动实物”为主要内容的项目管理原则

“运动实物”是指由多个零件组成的能实现某一特定运动功能的实物体，如运动机构、测量装置、运送装置、工装夹具等都可认为是“运动实物”。

“运动实物”的特点是：①它由多个零件组装而成，有些“运动实物”还带有传感器、小汽缸、小电动机等；②它具有一定的功能，能实现某一预定的目标，所涉及的知识面较广。

因此，完成一个“运动实物”的实训，不同于单纯制造一个较复杂零件的实训。选用制造一个较复杂的零件（如斜齿轮等）作为综合实训的课题，它也能综合不少知识，但综合的内容只有零件设计、工艺编制、毛坯准备、零件加工、机床调整、零件测量等，基本上还圈定在“工程实践”的框架内，缺乏刺激学生创新的动力。PDPMM综合实训旨在培养学生的实践和创新能力。“运动实物”所综合的知识点较丰富，不仅有零件设计、工艺编制、毛坯准备、零件加工等方面的内容，还涉及到机构设计、总体设计、机械接口、装配调试、生产组织管理等有关知识，同时也增加了组织管理难度。这样，综合实训有利于学生运用系统的观点和方法去实施项目管理，有利于激发学生创新的热情，有利于学生实践能力的锻炼和提高，有利于取得多方面成果。

综合实训应走项目管理的道路。项目管理是运用系统思想对某

项一次性的生产或工程项目进行的计划、组织和控制。作为项目管理的对象，一般是技术上较复杂、工作较繁重、完成时间较紧凑、不确定因素较多、具有开拓性质的任务。因此项目管理特别重视综合、协调和控制。项目管理的目的性强、针对性强、整体性强、逻辑性强、操作性强。它可根据项目的每个阶段、每个环节的具体内容有序地组织相应的活动，实施管理。

综合实训也是一项系统工程，在项目管理中可用系统管理的手段来指导综合实训项目课题的展开。综合实训项目课题系统，可分解成项目规划、项目调研、项目设计、工艺编制、材料供应、零件加工、机械装配、项目调试、现场管理、报告总结、讲评考核等若干个子系统。每个子系统都互相联系，环环紧扣。同样，由学生组集体负责综合实训项目，每个学生都参与到综合实训项目之中，并都能担任一些角色，不仅要做到职责明确，还能互相监督，互相促进。使学生们在项目组中为了共同的目标，能风雨同舟、协同作战、互相帮助、减少扯皮，提高凝聚力，提高效率。

1.2 综合运用知识和技能原则

PDPMM 综合实训，本身就包含了项目设计、工艺编制、加工制造、生产技术管理等方面的工作内容。选择以“运动实物”作为 PDPMM 综合实训的对象，并进行项目管理，就更明确了要完成这样的实训，学生必须能综合运用许多知识和技能。

综合实训应当能将学生学过的各门课程的知识技能都有机地联系在一起，把综合实训建成学生能理论联系实际、表现自己知识和技能的大舞台；不仅能反映学生已掌握知识和技能的水平，更要求学生培养综合运用这些知识和技能的能力，并积极鼓励学生灵活运用这些知识和技能去解决接触到的实际问题。

例如，综合实训阶段，有一位学生在加工中心上加工工件时发现使用某一把铣刀铣削的切削振动较大，不能得到理想的加工表面粗糙度。起初认为是铣刀钝了引起切削力增大所致，于是更

换了一把新刀，但仍没有太大好转。后来他突然想到这个问题老师在课堂上曾讲到过，接着他马上翻开书本找答案。教材《机械制造技术》“切削用量的合理选择”中指出：“在易发生振动的情况下，切削速度应避开自激振动的临界速度”。他回到机床上半信半疑地重新选定了铣刀转速。果真，“振动”被“扼制”了，学生非常兴奋。紧接着他对其他不同齿数的铣刀都做了试验，发现它们都有一个能引起振动的转速。如何改善铣削加工表面粗糙度的问题，由学生自己在综合实训的过程中解决了。

1.3 节约资源、就地取材、利废利旧原则

制作具有运动的实物时，不仅在项目设计、工艺编制中要消耗纸张等材料，而且还要消耗加工用的各种材料。我们应当使学生从一开始就养成节俭的好习惯，树立经济意识，摒弃大手大脚、铺张浪费的坏习气，应当珍惜材料、爱惜资源，会精打细算，降低材料成本，以较小的投入产生较大的效益。

学生在开始制定方案起，也应重视对现有可用材料的调查，尽可能利用学校库存材料，做到就地取材、盘活存量资金，尽量不要专门外出采购材料。例如，有些锡青铜材料的滑动轴承能否用库存的铸铁材料代替？有些较厚的有机塑料块能否利用库存的有机塑料板用氯仿粘接而成？这样做不仅能使学生进一步了解材料的性能特点，还能使学生学会材料的各种代用方法。

要鼓励学生开动脑筋，尽量利废利旧，化“腐朽”为“神奇”。例如，学生将四个相同大小和色泽的废牙膏盖，用螺钉倒拧在塑料底板上做成颇有特色的支脚；拆卸下已报废仪器上的齿轮、齿条，稍作改动就成了新机构中的齿轮齿条传动副等。这样虽然给设计带来一些麻烦，需要从可利用的机构、零配件出发进行设计。但是，利废利旧本身就是一种创造性活动。它有助于学生动脑筋、想办法节约资源，有助于减少加工工作量，也有助于培养学生树立节约型社会和可持续发展的观念。

1.4 为教学制作教具原则

为教学制作教具原则是希望能优先考虑选用设计制作教学用的教具，作为综合实训的项目课题。

这是条能获得“双赢”的原则。这样做的目的是为了缩减学校对教具的投入，提高资金利用率；为了能开发出适于各系科教学的新教具，以支持和丰富新教改教材的教学内容；为了明确综合实训的项目选题方向，解决综合实训成果的出路问题；同样也是为了尽早提高学生的认识，培养学生对综合实训的兴趣。

在过去几次综合实训选题中，主要就是围绕新教改教材插图中的运动机构而展开的。要求学生能将机构简图转化成具体的结构，然后设计并制造出能说明该运动机构的教具。当老师在课堂上结合教材内容，并利用高年级学生制作的精巧教具展现在大家面前时，更能吸引学生的注意力，增强理解力，同时还能提高对今后参与综合实训的兴趣。

1.5 鼓励创新原则

“创新是民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。”今天的企业正在从“制造”向“创造”跨越。企业需要具有创新理念、掌握创新方法的员工。同样，要使综合实训有生机，就必须要注意培育创新成果。青年学生是最有创新冲动的群体。应把综合实训建成学生创新活动的大舞台，提供给学生良好的创新机会和场所。

改革开放以来，中国国民经济已经取得了举世瞩目的巨大成就，人民生活水平有了极大提高，但还是属于社会主义初级阶段，居民家中还不能规划建立一间用于动手实践的“工作室”，以在“工作室”内实践他的创新梦，使学生从小就受到创新实践环境的影响。此外，由于一些家长对独生子女的溺爱，久而久之就造成了学生脱离实践、动手能力差、创新意识薄弱等弱点。

PDPMM 综合实训的目的之一就是培育学生的创新意识。在综

合实训阶段，让学生掌握并运用某些创新技法；积极鼓励学生在综合实训中创新，鼓励学生能大胆地创造出新的机构，不断培养学生的创新精神。因此在开始选择综合实训项目课题时起，就要积极鼓励学生去自主创新。对学生在综合实训中所用工艺手段的奇思妙想，也不要轻易否定，更不能对学生某种突发奇想进行冷嘲热讽。

1.6 学生为主与教师指导相结合的原则

综合实训是安排在第三学年第六学期进行的。综合实训结束后就是毕业设计。这时距学生离开学校踏上工作岗位的时间已是不远了。

在综合实训阶段，学生已经掌握了各门课程的知识、技能，已经具备良好的自学、自律、自理能力，具备独立工作的能力。为此在综合实训中不能像在课程设计、专业实训中那样，学生在老师精心指导下，一步一步地去完成任务。学生在走上工作岗位之前，必须给学生创造能系统地、独立自主处理解决实际问题的锻炼机会。这也是 PDPMM 综合实训的初衷。

在综合实训阶段要适当放手，尽可能多地由学生按规定要求自己编制计划，调度作业，组织调查、分析研究问题，进行创新和设计，编排工艺，选择材料，动手加工、装配、测量、调整、改进等，直至完成综合实训规定的项目课题。在综合实训阶段，老师不要过多地干预，而是适当督促指导，避免学生在综合实训过程中偏离航道，同时，还要督促学生注意安全、遵章守纪和文明生产。

1.7 安全第一原则

综合实训时，学生不仅要在教室内完成计划、设计、工艺编制等方面的实训内容，还要在工程训练中心完成毛坯准备、机械加工、装配、调试等实训内容，有时还要离校去调研、去外协加工、去采购材料和配件等。因此综合实训中的不安全因素，远比平时课

堂教学中的多。

每个企业都强调“以人为本”、“安全生产、人人有责”。综合实训过程中也必须高度重视安全问题，一开始就要认真做好安全教育工作，做到“警钟长鸣”，所有学生和老师都必须认真贯彻执行“安全第一、预防为主”的方针，严格遵守安全技术操作规程和各项安全规章制度，绝对不能有半点麻痹大意的思想，坚决杜绝各种事故隐患，确保人身安全和财产设备安全，确保综合实训能顺利完成。

1.8 模拟企业运作原则

学生能在企业中受到实际锻炼是最好的。但是，迫于激烈的市场竞争压力，有些企业出于自身利益原因，一般不希望有人来惊动、干扰其正常生产秩序。因此，争取学生到企业中接受锻炼的机会就很少。企业即使接纳学生接受锻炼，有的也是出于自身利益考虑的，向学生提供一些少量的、突击性的、劳务性的工作岗位；较理想的也只是单纯的技术工作岗位，如整理技术资料、创建数据库时参加电脑录入数据、改用计算机绘图等。即使这样，也不能满足全部学生的人数要求，更不可能在教学规定的时段，使全部学生都在企业中受到系统的锻炼。因此，学校中的 PDPMM 综合实训，能模拟企业运作，不失是一种锻炼、提高学生的好办法。

综合实训目的，就是希望学生在毕业之前，能在“企业”中受到实践锻炼；希望学生毕业后，缩短在企业内的“磨合期”，能独当一面地参与企业的生产技术活动。在综合实训中引入企业运作机制，对学生是一种极好的锻炼机会。它使学生像企业的主人一样，在“企业”中大胆地将知识、技能与项目紧密地结合，手脑并用，理论联系实际，勇于创新，切实解决“生产”中的实际问题；使学生在学校中就能了解企业运作的基本过程，受到“企业”的熏陶。

在综合实训中引入企业运作的机制，还能改进学校工程训练中心的管理体制，学习企业管理中许多先进的管理理念和管理方法，改进学校管理，并使学校教学工作更贴近企业、更贴近实际，使学