



浙江省重点教材建设项目
机械工程实践教学系列教材

机械工程项目实践教程

潘柏松 梁利华 编著



科学出版社

浙江省重点教材建设项目
机械工程实践教学系列教材

机械工程项目实践教学

潘柏松 梁利华 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是在教育部人才培养模式创新实验区、卓越工程师教育培养计划、专业综合改革等高等教育质量工程项目试点的基础上,结合编者近二十年指导学生开展项目实践的经验,以机械产品设计开发实践为主线,编写的机械工程类专业项目实践教学。

本书内容包括:机械工程项目实践概论、机械工程项目管理、机械工程调查研究项目实践、机械产品设计项目实践、机械产品工程分析研究项目实践、机械产品样机制造实践。书中还给出各类项目实践的选题指南和案例。

本书可作为高等工科院校机械工程类专业开展综合项目实践教学用书,调查研究类课程项目实践、设计类课程项目实践、工程分析课程项目实践、制造类课程项目实践的指导用书,也可以作为国家大学生创新性实验计划项目、大学生机械创新设计大赛、大学生工程训练大赛、科技创新活动项目等指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程项目实践教程 / 潘柏松, 梁利华编著. —北京: 科学出版社, 2015.3

浙江省重点教材建设项目. 机械工程实践教学系列教材
ISBN 978-7-03-043588-0

I. ①机… II. ①潘… ②梁… III. ①机械工程—高等学校—教材
IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 044049 号

责任编辑: 毛 莹 张丽花 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 3 月第 一 版 开本: 720×1 000 1/16

2015 年 3 月第一次印刷 印张: 12 1/2

字数: 253 000

定价: 42.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

浙江省重点教材建设项目

机械工程实践教学系列教材编写委员会

主 任 盛颂恩

副主任 潘晓弘 赵东福

委 员 (按姓名笔画排序)

方志梅 邓益民 朱喜林 张云电

竺志超 赵 云 胡如夫 姚文斌

徐向紘 赖尚丁 潘柏松 薛 伟

序

工程创新意识和工程实践能力是现代工程师必备的素质和能力。在中国面临产业转型升级、由制造业大国向制造业强国发展的当下，尤其需要加强未来工程师——工科大学生的创新精神和实践能力培养，因此深化高校人才培养中的实践教学改革已非常迫切。

但是，实践教学是当今中国大学教学改革中最难的领域之一。在教育理念上，我国高校精英教育时期的大学科学教育价值取向仍有广泛而深刻的影响，学术指挥棒过多地吸引了师生的精力和注意力。从实践教学本身分析，其改革不仅具有内在的系统性，还需要与人才培养模式和专业培养计划的改革相呼应，牵一发而动全身，使之难度较大。另一个瓶颈则是目前高校的学生规模越来越大，企业内在的管理要求越来越高，在校生下企业实践越来越困难。

目前，国内已有不少高校在工科专业的课程体系和实践教学等方面进行了改革，浙江省高校也开展了有益的探索并取得了一定的成效。为了总结凝炼工程实践教学改革的成果，引导和服务更多高校开展机械工程实践教学改革，进一步提高本科生创新与实践能力，浙江省高等学校机械工程教学指导委员会在浙江省重点教材建设项目的资助下，组织编写了这套机械工程实践教学系列教材。

机械工程实践教学系列教材包括工程训练、实验教学、项目教学和设计竞赛四个方面。教材的编写倡导以学生为中心、教师为主导的教学模式，把传统的依附于理论的、分散的、被动的、相对封闭的实践教学模式转变为以学生自主为主、相对集成和开放的实践教学模式，融创新精神培养于其中。在认知型工程实践教学的基础上，给予学生更大的自主思维空间，相当比例的实践项目让学生自主选题、自主设计方案、自主完成项目，激发学生投入工程实践和创新活动的兴趣，从中掌握基本的工程实践与创新方法，在相对真实的工程实践环境中培养解决工程实际问题的能力。

出版这套系列教材，凝聚了编者的大量心血和改革勇气，同时也是一项探索性的工作，需要不断改进与完善。能够促进机械类专业本科学生的实践教学改革，便是我们出版这套系列教材的最大愿望。

浙江省高等学校机械工程教学指导委员会主任
盛颂恩

前 言

当今世界，科学技术日新月异，科技创新精彩纷呈，一场以信息、能源、材料、生物和节能环保技术为代表的科技革命和产业革命正在我们身边悄然发生，全球进入空前的创新密集和产业变革时代。信息技术引领机械产品向智能化方向发展，经济增长模式深度调整的巨大压力推动机械产品绿色化发展。重大技术创新将更多地出现在学科交叉领域，各类技术之间的相互交融也将更加频繁，将会产生新的技术系统变革、重大学科突破以及新一轮科技革命及产业革命。现代机械工程师面临着更为复杂的工程问题，需要具备更强的发现问题和解决工程问题的能力。显然，传统的以学科知识为中心的机械工程专业学习模式和以学科知识应用为目的的工程实践模式，难以满足现代机械工程师的培养要求。

机械工程项目实践是针对机械工程技术与社会需求或各类机械工程问题，运用各种资源和现代化工具，以团队形式开展机械产品设计或机械工程技术研究活动，形成具有社会、经济价值的产品或技术成果，从而获得发现问题、分析问题和解决问题以及交流沟通与团队领导的经验和能力。本书在教育部人才培养模式创新实验区、卓越工程师教育培养计划、专业综合改革等高等教育质量工程项目试点的基础上，以机械产品设计开发实践为主线，介绍了调查研究、工程设计、工程分析研究三类项目和样机制作实践的选题、方法和步骤。既可以作为从需求调查、设计、分析研究到样机制作等全过程、综合性产品设计开发项目实践的学习教程，也可以作为单元实践项目的学习教程。此外，结合案例介绍了机械工程项目管理的知识和方法，便于在项目实践过程中应用科学管理方法开展团队领导和沟通协作。选题是项目实践的难点和关键，本书还介绍了选题的方法和流程，给出了选题方向和建议主题，从而启发高低不同年级同学的选题思路。

本书的具体分工如下：潘柏松编写第1章，王亚良、胡珏编写第2章，潘柏松、陈玲江编写第3章，鲍官军、潘柏松、梁利华编写第4章，俞亚新、梁利华编写第5章，吴坚、胡小平、梁利华、徐进、纪华伟、于保华编写第6章。

由于编者水平有限，书中的不足之处在所难免，恳请各位读者批评指正。

编 者

2014年12月

目 录

第 1 章 机械工程项目实践概论	1
1.1 现代机械工程技术概述	1
1.2 现代机械工程师的培养标准	3
1.3 基于项目的学习模式	5
1.3.1 基于项目的学习的定义	5
1.3.2 基于项目的学习的构成要素	6
1.3.3 基于项目的学习的步骤	7
1.4 机械工程项目实践的意义	8
1.5 机械工程项目实践选题	9
1.5.1 机械工程项目实践的类型	9
1.5.2 机械工程项目实践选题的原则	10
1.5.3 机械工程项目实践选题的一般过程	11
第 2 章 机械工程项目管理	13
2.1 项目	13
2.1.1 项目定义及特征	13
2.1.2 项目生命周期	14
2.2 项 目 管 理	15
2.2.1 项目管理工作过程	15
2.2.2 项目生命周期与项目工作过程的关系	16
2.2.3 项目管理的知识领域	16
2.3 项目计划工作的主要工具和方法	18
2.3.1 工作分解结构	18
2.3.2 责任分配矩阵	20
2.3.3 项目行动计划表	21
2.4 项目组织与项目团队	22
2.4.1 项目组织	22
2.4.2 项目团队	24
2.5 项目进度管理	25
2.5.1 项目活动排序和时间估算	26
2.5.2 项目进度计划	28

2.5.3	项目进度控制	31
2.6	项目成本管理	34
2.6.1	项目资源计划	35
2.6.2	项目成本控制的方法——偏差分析法	38
第3章	机械工程调查研究项目实践	41
3.1	概述	41
3.2	机械工程调查研究项目的类型	42
3.3	文献查阅及综述方法	43
3.3.1	文献查阅方法	43
3.3.2	文献综述方法	46
3.4	社会调查方法	49
3.4.1	社会调查的概念	49
3.4.2	社会调查的种类	50
3.4.3	社会调查研究的准备工作	53
3.4.4	调查资料的整理与研究	55
3.5	机械工程调查研究项目的实践方法	59
3.5.1	机械工程调查研究项目选题	59
3.5.2	研究方案设计	61
3.6	机械工程调查研究项目实践案例	63
3.6.1	调查目的与对象	64
3.6.2	调查方法	65
3.6.3	结果分析	66
3.6.4	讨论	67
第4章	机械产品设计项目实践	69
4.1	引言	69
4.2	机械产品设计项目实践的过程	69
4.3	机械产品设计项目选题	72
4.4	机械产品需求分析的任务和步骤	76
4.4.1	机械产品需求分析的内容	76
4.4.2	机械产品需求分析的步骤	77
4.4.3	机械产品需求分析案例	80
4.5	机械产品概念设计的任务和步骤	83
4.5.1	机械产品概念设计的步骤	83
4.5.2	机械产品概念设计案例	88
4.6	机械产品详细设计的任务和步骤	92

4.7	机械产品设计项目案例	95
4.7.1	金属切削带锯床底座焊接机械臂设计案例描述	95
4.7.2	金属切削带锯床底座焊接机械臂的需求分析	95
4.7.3	金属切削带锯床底座焊接机械臂的概念设计	98
4.7.4	金属切削带锯床底座焊接机械臂的详细设计	103
第5章	机械产品工程分析研究项目实践	111
5.1	引言	111
5.2	机械产品工程分析研究的方法	112
5.2.1	概述	112
5.2.2	试验设计	113
5.2.3	工程分析方法简介	119
5.2.4	机械产品工程分析研究问题类型	123
5.3	机械产品工程分析研究项目选题	130
5.4	机械工程分析研究问题的发现方法及解决过程	131
5.5	机械工程分析研究项目案例	132
5.5.1	高空作业车支腿的设计分析	132
5.5.2	电梯逆行事故的原因分析	140
5.5.3	带铜嵌件塑料制品的开裂分析	146
第6章	机械产品样机制造实践	149
6.1	引言	149
6.2	机械产品样机制造概述	149
6.2.1	样机的分类	150
6.2.2	样机制造生产的特点及作用	153
6.2.3	样机制造对产品开发的意义	153
6.3	实物样机制造的流程规划	154
6.3.1	样机制造过程分析	154
6.3.2	产品设计确认	156
6.3.3	样机工艺准备与工艺性审查	156
6.4	样机的加工制作	157
6.4.1	物料清单	157
6.4.2	样机加工的基本加工手段	159
6.4.3	加工设备的选型准备	163
6.4.4	样机的零部件材料选用	164
6.4.5	样机装配	165
6.4.6	撰写试制报告	165

6.5	样机的性能测试	167
6.5.1	性能测试的目的	168
6.5.2	性能测试的方案设计	168
6.5.3	测试的常用方法和手段	169
6.5.4	性能测试报告	173
6.6	机械产品样机制造案例	175
6.6.1	金属切削带锯床底座焊接机械臂样机制作描述	176
6.6.2	样机制造申请	176
6.6.3	样机试制	178
6.6.4	样机检验与质量评审	186
	参考文献	187

第 1 章 机械工程项目实践概论

1.1 现代机械工程技术概述^[1]

机械工程技术是以自然科学和技术科学为理论基础，结合生产实践中的技术经验，研究和解决设计、制造、安装、使用维修各种机械中的理论和实际问题的应用科学。各种机械的发明、设计、加工与制造以及使用与维修所涉及的技术均属于机械工程技术的范畴。

当今世界，科学技术日新月异，科技创新精彩纷呈，一场以信息、能源、材料、生物和节能环保技术为代表的科技革命和产业革命正在我们身边悄然发生，全球进入空前的创新密集和产业变革时代。信息技术向其他领域加速渗透并向深度发展，将引发以智能、泛在、融合为特征的新一轮信息产业变革，引领机械产品向智能化方向发展。经济增长模式深度调整的巨大压力，将促进新型环保节能技术、新能源技术加速突破和广泛应用，推动机械产品绿色化发展。同时，重大技术创新将更多地出现在学科交叉领域，各类技术之间的相互交融也将更加频繁，将会产生新的技术系统变革、重大学科突破以及新一轮科技革命及产业革命。可以预见，在今后的 5~20 年中，这些技术将发生重大创新突破，并将有可能引发机械工程技术的巨大变革。

机械工程技术与人类社会的发展相伴而行，它的重大突破和应用为人类社会、经济、民生提供丰富的产品和服务，使人类社会的物质生活变得绚丽多彩。未来 20 年，在市场和创新的双轮驱动下，机械工程技术表现为绿色、智能、超常、融合和服务五大趋势。

(1) 绿色。进入 21 世纪，保护地球环境、保持社会可持续发展已成为世界各国共同关心的议题。加快机械工业从资源消耗、环境污染型向绿色制造的转变，是解决资源环境约束的必然趋势，也是机械工业可持续发展的必由之路。绿色制造是综合考虑环境影响和资源效应的现代制造模式，其目标是使产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个生命周期中，废弃资源和有害排放物最小，即对环境的影响(副作用)最小，资源利用率最高，并使企业经济效益和社会效益协调优化。

(2) 智能。智能制造是制造自动化、数字化、网络化发展的必然结果。智能制造技术是研究制造活动中的各种数据与信息的感知与分析，经验与知识的表示与学习以及基于数据、信息、知识的智能决策与执行的一门综合交叉技术，涵盖产品生命

周期中的设计、制造、管理和服务等环节,旨在不断提升制造活动的智能水平。复杂、恶劣、危险、不确定的生产环境、熟练工人的短缺和劳动力成本的上升呼唤着智能制造技术与智能制造的发展和应用。可以预见,21世纪将是智能制造技术获得大发展和广泛应用的时代。

(3)超常。现代基础工业、航空、航天、电子制造业的发展,对机械工程技术提出了新的要求,促成了各种超常态条件下制造技术的诞生。目前,工业发达国家已将超常制造列为重点研究方向,在未来20~30年将加大科研投入,力争取得突破性进展。超常制造的发展方向包括巨系统制造、微纳制造、超常环境下制造、超高性能产品制造、超常成形工艺等。其中,巨系统制造指航天运载工具、数百万吨级的石化设备、数万吨级的模锻设备等极大尺度、极为复杂系统和功能极强设备的制造;微纳指对尺度为微米和纳米量级的零件和部件的制造,如微纳电子器件、微纳光机电系统、分子器件、量子器件、人工视网膜、医用微机器人的制造。

(4)融合。随着信息技术、新材料、生物、新能源等高技术的发展以及社会文化的进步,新技术、新理念与制造技术的融合,将会形成新的制造技术、新的产品和新型制造模式,以至引起技术的重大突破和技术系统的深度变革。就目前可以预见到的,将表现在工艺融合、与信息技术融合、与新材料融合、与纳米技术融合、与文化融合等方面。如车铣镗磨复合加工、激光电弧复合热源焊接、冷热加工等不同工艺通过融合,将出现更高性能的复合机床和全自动柔性生产线;信息技术深度融合机械产品,将出现更高级次的数控设备、数码产品和智能设备;文化更多地融入产品设计、服务过程,使汽车、家用电器、电子通信产品、医疗设备等产品的功能得以大幅度扩展与提升,更好地体现人文理念和为民生服务的特性。

(5)服务。工业发达国家早已从生产型制造向服务型制造转变,从重视产品设计与制造技术的开发,到同时重视产品使用与维护技术的开发,通过提供高技术含量的制造服务,获得比销售实物产品更高的利润。一些世界著名公司,制造服务收入占总销售收入的比例高达50%以上。未来20年,将是我国的机械工业由生产型制造向服务型制造转变的时期,服务型制造将成为一种新的产业形态,制造型服务技术将成为机械工程技术的重要组成部分。由于信息技术、传感技术、非接触式检测技术以及远程信息传输和控制技术的发展,服务将呈现由局域发展到全球、由离线转向在线、由被动转向主动三大转变。未来为服务型制造服务的机械工程技术将具有知识性、集成性和战略性三大特点,从支持低附加值服务的的技术向支持高附加值服务的的技术发展,这些技术更具知识性和高技术性,如机械产品远程监控与诊断技术及设备健康维护技术;通过技术集成达到服务功能集成,如将机械产品实物和服务集成为整体解决方案销售给客户;通过机械产品剩余价值与寿命评估等技术服务,为客户提供制订发展战略或经营策略的依据。

1.2 现代机械工程师的培养标准

传统工程师的职责一般专注技术问题,导致传统机械工程教育仅关注技术领域。实践证明,这种思想和理念脱离了工程的本来面目。1994年,美国工程教育学会发表了《面对变化世界的工程教育》一文;同年,麻省理工学院(MIT)工学院院长乔尔·莫西斯提出了该院名为《大工程观与工程集成教育》的长期规划;1995年,美国国家科学基金会发表了《重建工程教育:集中于变革——NSF工程教育专题讨论会报告》。这一系列的报告集中体现了一种思想,那就是面对变化的当今世界,工程教育必须改革。美国工程教育掀起了“回归工程”的浪潮,提出建立“大工程观”。这一理念主要是针对传统工程教育过分强调专业化、科学化从而割裂了工程本身这种现象提出来的,所谓“回归工程”,这一涵义不再是狭窄的科学与技术涵义,而是建立在科学与技术之上的包括社会、经济、文化、道德、环境等多因素的大工程涵义^[2]。因此,现代工程师应该深刻理解大工程的涵义,不仅要掌握专业技术知识和能力,更应该掌握全面考虑社会、经济、文化、道德、环境等多因素的机械工程专业系统技术能力。

机械工程技术的绿色、智能、超常、融合和服务五大趋势,使得现代机械工程表现为多学科交叉和集成,要求工程师按照项目逻辑而不是学科逻辑开展工作。因此,现代工程师应该具备正确判断和解决工程实际问题的能力,具备良好的交流能力、合作精神以及一定的领导组织能力,要懂得如何去设计和开发复杂的技术系统,如何处理好工程与社会间的复杂关系,要养成终生学习的习惯与能力,既能胜任跨学科的合作,又能适应将来风云多变的职业领域^[3]。

世界范围的工程教育经历了从“求实”到“务虚”再到新一轮“求实”的发展历程,这样的发展与不同时期人们对工程教育的功能与使命的思考紧密相关。早期的工程教育源于技艺的传授,工程教育的主要功能就是承担“技术教育”的任务;随着科学主义运动的兴起,科学原理的引入,工程科学成为工程教育的核心,数学与基础科学备受推崇,工程教育进入了“科学教育”时期,远离了工程,脱离了工程实践;与此同时,欧美各国经历了工程教育的多样化时期,欧洲大陆国家建立了技术、科学与非科学综合发展的工程教育模式,美国则在反思了工程教育依附于科学教育的弊端之后,认为工程教育必须更密切地回到工程实践的根本上来。美国麻省理工学院院长维斯特指出:“工程教育必须更紧密地回到工程实践的根本上来”。工学院院长摩西将当年的工程教育改革称为“正在找回工程灵魂”的改革。美国工程教育协会前主席佩奇等指出,工科课程结构应该有一个根本性的变革,要从积木式的线性结构转向整合式的网络结构,突出真实问题求解的教育功能,打破学科界限,强调和发展学生的问题求解、设计和综合能力。这就必然要求工科课程设计体现综合化的趋势,实现课程的纵向与横向的一体化,要求工科教师与其他学科的教

师加强合作，减少由于学科界限造成的障碍，采用多种一体化的方式促进工程与其他技术或非技术领域的合作，鼓励学生的跨学科学习。世纪之交，在专业工程学会、工程系主任以及工业界领袖代表的积极参与下，美国工程与技术认证委员会(ABET)颁布了新的标准(Engineering Criteria 2000)，规定工程专业的毕业生 11 条核心能力为：①应用数学、科学和工程知识的能力；②设计并进行实验以及分析和解释实验数据的能力；③在实际约束条件下，如经济、环境、社会、政治、道德、健康与安全、工艺性、可持续性，按要求设计系统、单元或工艺过程的能力；④在多学科组成的团队中发挥作用的能力；⑤发现、确切分析表达以及解决工程问题的能力；⑥理解专业伦理和社会责任；⑦有效沟通的能力；⑧必须具有宽广的知识面，以了解工程问题的解决方案在全球、经济、环境和社会范围内产生的影响；⑨认识到终身学习的必要性，以及从事终身学习的能力；⑩了解当代时事问题；⑪使用工程实践中必需的技术、技能和现代工程工具的能力。要求每个工程专业都要经过评估，以检验是否达到专业效果，并且必须制定和公布教育目标，明确学生毕业前要达到的成就目标，以及毕业后几年内应该达到的职业成就^[4]。

为了提高我国高等工程教育的国际竞争力，确保我国高等工程教育与国际高等工程教育体系接轨，我国自 2006 年 3 月启动工程教育专业认证相关工作，试点认证工作已稳步进行。积极参与以美国工程技术认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)为主成立的华盛顿协议组织，颁布了“工程教育专业认证标准(试行)”，从认证程序、专业标准、监督与仲裁等方面保证了认证的规范与标准；明确了工程专业认证的通用标准和专业补充标准，规定了工程专业毕业生 10 条知识、能力与素质的基本要求：①具有较好的人文社会科学素养、较强的社会责任感和良好的工程职业道德；②具有运用工程工作所需的相关数学、自然科学以及经济和管理知识的能力；③具有运用工程基础知识和本专业基本理论知识解决问题的能力，具有系统的工程实践学习经历；了解本专业的前沿发展现状和趋势；④具备设计和实施工程实验的能力，并能够对实验结果进行分析；⑤掌握基本的创新方法，具有追求创新的态度和意识；具有综合运用理论和技术手段设计系统和过程的能力，设计过程中能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素；⑥掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法；⑦了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规，能正确认识工程对客观世界和社会的影响；⑧具有一定的组织管理能力、表达能力和人际交往能力以及在团队中发挥作用的能力；⑨对终身学习有正确认识，具有不断学习和适应发展的能力；⑩具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力。机械工程本科专业毕业生的补充要求包括：①知识要求，即掌握机械工程、机械学科的基本理论、基本知识，掌握必要的工程基础知识；②能力要求，即具有数学、自然科学和机械工程科学知识的应用能力，具有制订实验方案、进行实验、分析和解释数据的能力，具有制图、计算、测

试、调研、查阅文献和基本工艺操作等基本技能和较强的计算机应用能力；③工程要求，即具有设计机械系统、部件和过程的能力，具有对机械工程问题进行系统表达、建立模型、分析求解和论证的能力，具有在机械工程实践中初步掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力；④特别要求，即知识面宽广，并具有对现代社会问题的知识，进而足以认识机械工程对世界和社会影响的能力。

1.3 基于项目的学习模式

基于项目的学习起源于16世纪后期开始的欧洲建筑与工程教育运动。16世纪，意大利的建筑师认为作为施工人员和石匠所接受的职业培训不足以满足艺术和科学的需要，导致他们无法设计出真正美观、实用的建筑物。1577年在罗马教皇格雷戈里十三世的支持下，建筑师、画家和雕塑家联合起来在罗马成立了圣卢卡艺术学院。在艺术学院的教学过程中，教师会给优秀的学生一些具有挑战性的任务，如设计宫殿、教堂或纪念碑等，使得他们独立面对建筑职业的各种要求，创造性地运用在讲座或研讨会中所学的建筑规则。这就是基于项目的学习模式的雏形。18世纪末，基于项目的学习已经不是建筑学的专利，受第一次工业革命浪潮的影响，很多国家纷纷建立起了工程专业并将其设置在新的技术学院和工业大学中，基于项目的学习由建筑学移植到工程学专业^[5]。

1.3.1 基于项目的学习的定义

为了使基于项目的学习得到更广泛的应用，1918年，克伯屈对基于项目的学习进行了重新界定。基于杜威的经验理论和桑代克的学习心理学，克伯屈将项目定义为“在社会环境中发自内心的、进行有目的的活动或活动单元”。克伯屈认为，基于项目的学习就是旨在实现自主学习的活动，内在学习动机是基于项目的学习的重要特点，其主要内容包括以下几个方面：“必须是一个有待解决的实际问题；必须是有目的、有意义的单元活动；必须由学生负责计划和实行；包括一种有始有终、可以增长经验的活动，使学生通过项目获得主要的发展和良好的成长”^[5]。

从普遍意义上说，“项目就是以一套独特而相互联系的任务为前提，有效地利用资源，为实现一个特定的目标所做的努力。”^[6]随着经济、社会、文化、科学、技术的发展，项目的内涵和形态不断发生新的变化。现代项目内涵的显著特点是高度集成化，多领域专业团队在综合考虑社会、经济、文化、环境、科学、技术等因素，运用现代化手段和工具，针对各种复杂问题，实现社会和经济价值的活动。现代项目的形态体现充分多样性，不仅为社会提供有形的产品和服务，也为人类社会可持续发展而开展的各种社会科学、自然科学、工程技术等领域的科学研究成果。

克伯屈从学习心理学的角度给出基于项目的学习的定义，对于教育具有普遍意义。我们结合现代项目的内涵和形态，对大学本科阶段“基于项目的学习”做出如

下定义：基于项目的学习是针对社会的需求或各类问题，运用各种资源和现代化工具，以团队形式开展研究性或设计性活动，形成具有社会、经济价值的项目成果，获得发现问题、分析问题和解决问题以及交流沟通与团队领导的经验和能力。

1.3.2 基于项目的学习的构成要素

基于项目的学习由任务、团队、资源、活动、成果五大要素构成，如图 1-1 所示。

1. 任务

基于项目的学习模式中的项目任务是指特定主题或自主发现的社会、经济、文化等领域的探究性问题研究或满足需求的设计。任务具有如下特点。

(1) 自主性。项目的任务是由学生主动发现，通过各种可行性分析方法和头脑风暴等手段，自主分析、论证确定的。

(2) 真实性。项目的任务必须是社会、经济、文化等领域真实存在的问题和需求。

(3) 开放性。项目的任务必须是开放性的，没有单一、可预见的明确答案或解决方案。

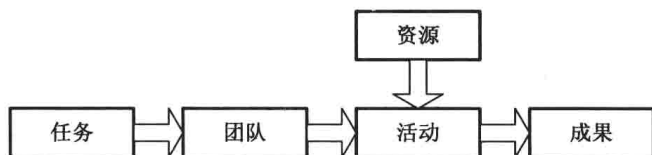


图 1-1 基于项目的学习模式的构成要素

2. 团队

基于项目的学习模式中的团队是为了完成项目任务构建的学生团队。团队成员应具有以下特点。

(1) 志趣一致性。项目团队成员应该对项目任务均具有充分的兴趣，具有较高的热情投入共同的任务中。

(2) 优势互补性。项目团队成员的学科知识和能力具有一定的互补性，形成完成项目任务的共同优势。

3. 资源

基于项目的学习模式中的资源是完成项目任务的条件和平台。主要包括以下方面。

(1) 学校老师和社会专业人员。学校老师是项目运行中的智囊，社会专业人员则是项目运行中的重要智力资源。

(2) 信息、实验、制作平台。项目团队应充分利用学校和社会的各类信息资源、实验和制作平台等资源完成项目任务。

4. 活动

基于项目的学习模式中的活动是指项目团队完成项目任务开展的研究性或设计过程。活动具有如下特点。

- (1) 自组织性。项目运行过程必须由学生团队自主组织管理。
- (2) 科学性。学生团队应掌握科学的项目管理方法。

5. 成果

基于项目的学习模式中的成果包括项目成果和学习成果。项目成果是项目研究或设计获得的结果，学习成果则是学生在项目实施过程中获得的经验和能力。

1.3.3 基于项目的学习的步骤

基于项目的学习模式和传统以学科知识为中心的学习模式有着显著差异。传统以学科知识为中心的学习模式，学生在老师的主导下相对被动地学习学科知识。基于项目的学习模式是以学生为中心，强调团队合作学习，项目团队自主地实施项目，掌握发现问题、分析问题和解决问题的能力，根据实施项目的需要主动学习相关知识。基于项目的学习的步骤一般分为选定项目、建立团队、制订实施方案、项目实施与管理、成果总结、项目评价六个基本阶段。

1. 选定项目

在基于项目的学习中，项目的选择很重要。学生可以根据自己的兴趣，通过查阅文献资料，走访社区、企业、市场，分析问题，调查需求，反复讨论和头脑风暴，确定具有一定社会和经济价值的课题。在选题过程中，老师是智囊和专家的角色，引导学生在选题分析过程中学会正确的方法，掌握判断项目是否有价值的准则。

2. 建立团队

选定项目后，一般根据志趣一致性和优势互补性两个原则组建项目团队。团队应充分体现协作精神，鼓励创新，倡导探究，形成自主、创新、探究、协作的团队项目氛围。

3. 制订实施方案

项目团队应在选题阶段分析的基础上，进一步查阅文献资料，走访社会，交流用户，做好项目实施方案的可行性分析，确定项目的研究目标、研究内容、技术路线、进度计划、人员分工、资源分配等方案。

4. 项目实施与管理

项目团队成员依据实施方案开展项目实施工作，按照项目进度计划报告进度状