

高校全英文教学与 课程建设研究

GAOXIAO QUAN YINGWEN JIAOXUE YU KECHENG JIANSHE YANJIU

于导华◎主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高校全英文教学与 课程建设研究

GAOXIAO QUAN YINGWEN JIAOXUE YU KECHENG JIANSHE YANJIU

于导华◎主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

高校全英文教学与课程建设研究 / 于导华主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.4

ISBN 978-7-5682-6638-3

I. ①高… II. ①于… III. ①英语-课程建设-教学研究-高等学校
IV. ①H319.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 008877 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 12

字 数 / 191 千字

版 次 / 2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 56.00 元

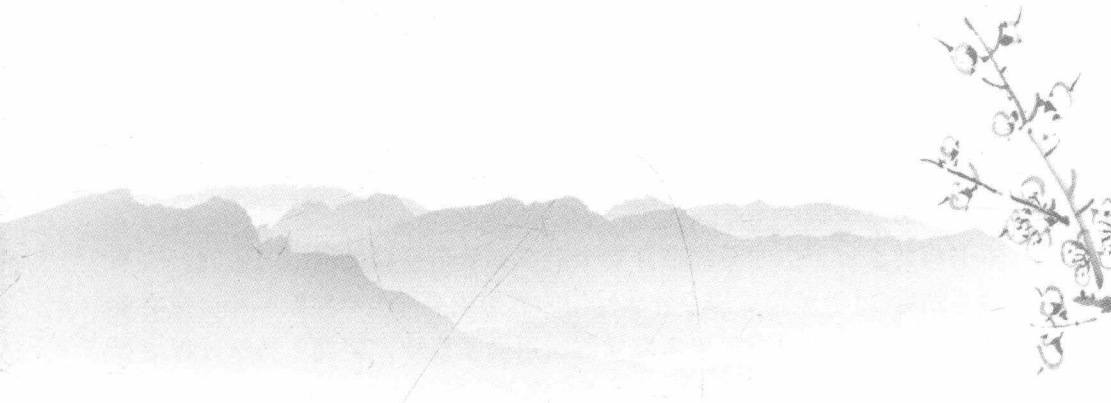
责任编辑 / 武丽娟

文案编辑 / 武丽娟

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

PREFACE

当今世界，国家间的科技、经济与文化交往日益密切，国际化成为高等教育发展的全球性趋势。《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》（教高〔2018〕2号）文件指出“加快引进国外优质教育资源，培养具有宽广国际视野的新时代人才”，这表明我国对国际化人才的渴求比以往更加迫切。近十年来，北京理工大学致力于全英文教学专业和全英文课程建设，在国际化人才培养方面做出了不懈的努力。

2011年，北京理工大学参照相关国际认证标准，设立了机械工程、电子科学与技术、自动化和国际经济与贸易四个全英文教学专业，2017年增设机械电子工程全英文教学专业，设计了相应的人才培养方案，对每年进入全英文教学专业的学生进行大学四年的培养。经过不断的探索与实践检验，形成了全英文教学专业的课程体系和教师队伍，对提升学校本科教育的国际化水平，培养具有宽广国际视野的新时代人才起到了有力的推动作用。

北京理工大学鼓励具有海外留学经历以及英文授课能力的教师开设全英文课程，大力支持全英文授课教师到国外观摩学习、提升教学能力、创新教学方法。在与海外学校交流学习的过程中，他们吸取国外教学精华，在教学大纲、教学方法、教学过程、教学评价、教材使用等方面进行了深入的思考和研究。他们在教学实践过程中，通过深入剖析国内外教学差异，总结出具有借鉴及推广意义的教学经验，他们中有人创新了全英文课程教学模式，有人深入探究了如何提高学生实践运用能力，有人对是否使用英文原版教材提出了独到的见解。正是众多全英文授课教师们的辛勤耕耘，大幅推进了学校

本科教育与国际接轨。

本书将北京理工大学教师在开展全英文或双语授课过程中的研究、改革与实践总结近 30 篇编辑成册,分享他们的思想成果与教学实践经验。在文章中,他们阐明了用英语进行思考和知识运用的重要性,研究了教学过程中存在的问题与不足,提出了改进措施并进行实践,促进了课堂教学的日益完善;部分专业的责任教授则站在专业建设的高度分享了全英文教学专业建设的思路和成效。这些文字来源于教学一线老师们的切身体验与感悟,扎根于教学实际的思索与创造,必将对学校的全英文教学起到参考和借鉴作用。

编 者



目 录

CONTENTS

“内燃机构造及原理”全英文课程实践环节教学研究

刘波澜 张旭 谭建伟 赵振峰
韩恺 李显长 姚建忠 冯慧华 001

基于 Crystal Ball 的工程管理不确定问题的分析与应用

宫琳 谢剑 陈西 薛庆 006

“机械系统控制”专业全英文教学的几点建议 黄杰 吕唯唯 014

全英文热力学与传热学多元评价体系应用实践与反思 郑宏飞 康慧芳 020

研究与实践结合的“机械工程中的计算机技术”全英文课程教学方法研究

张旭 026

机械工程专业全英文教学对本科教学的启示 张旭 033

“工程材料”课程全英文教学思考 孙娜 042

“Manufacturing Engineering and Technology”教学方法研究

——从欧美教学中获得的一些启发 解丽静 050

在全英文教学中有效激发学生的学习动机和学习主动性 薛庆 054

Exploration of Power Electronic Experimental Teaching and Practice Form

Wu Meijie 063

Simulation Research Based on Large Delay System Jiang Zengru 075

自动化全英文教学专业课程体系建设实践

彭熙伟 马中静 廖晓钟 汪湛清 崔灵果 柴森春 霍德茹 090

“电力系统分析”全英文课程教学改革的探索与实践	王亮 彭婧宇 孙霞	099
“工业数据通信与控制网络”全英文教学探索实践	费庆 胡浩平 耿庆波	104
英文原版教材与中文教材的不同及其教学模式思考	崔灵果 柴森春	112
工程伦理课程教学探索与实践	赖汝 彭熙伟 徐瑾 于导华 何笛	118
全英文专业课程“半导体物理与器件建模”教学模式探讨	吴海霞	123
UCSD E4E 社团教学初探及其给全英文国际化教学的启示	吴琮之	129
“算法与数据结构”课程全英文教学研究	聂青	133
肯特大学及其电路基础课教学初探	许文龙	140
有利于大学生创新能力培养的“国际经济学”研究型课程体系构建与教学法改革	余晓泓	147
“国际经济学”全英文课程的案例教学与实施	李京	153
经济学专业课程全英文教学方式探索	王怀豫	158
借鉴美国佐治亚理工学院的教学特点提出我校全英文教学改革的建议	侯高岚	167
基于慕课的“微观经济学”混合式教学实践	刘岭	174
“计量经济学”教学的国外经验与课程改革	张凌翔	182

“内燃机构造及原理”全英文课程 实践环节教学研究

刘波澜 张旭 谭建伟 赵振峰 韩恺
李显长 姚建忠 冯慧华

(北京理工大学机械与车辆学院, 北京, 100081)

摘 要: 教育国际化是高校“双一流”建设目标实现的重要努力方向,在这种大背景下“走出去”与“迎进来”同等重要,开设全英文教学专业已成为吸纳世界各地留学生的基本教学条件。本文结合北京理工大学机械工程全英文专业的教学实际,提出在“内燃机构造及原理”课程中设置全英文的教学实践环节,并通过增加课堂实践环节、编制教学辅助材料及培养教学辅助人员等创新手段,达到支撑该课程全英文教学良好开展的目的。通过三年的教学实践,这一方法已经取得了良好的教学效果。

关键词: 国际化; 机械工程; 内燃机; 实践教学

随着我国对外交流的不断加深,世界各国和地区来华的留学生数量逐年递增。目前,据不完全统计,共有来自 203 个国家和地区的 377 054 名各类外国留学人员,在我国 31 个省、自治区、直辖市的 775 所高等学校、科研院所和其他教学机构中学习。

北京理工大学自 1995 年开始接收留学生,目前大约有 1 500 名外国留学生在校学习,他们来自亚非拉以及欧美等 107 个国家,分布在机械工程、计算机科学与技术、控制科学与电气工程、自动化、信息与通信工程、航空宇航科学与技术、艺术设计等主要工科专业。学校重视外国留学生教育,积极推进外国留学生教育体系建设。目前,所有中文专业皆可招收外国留学生,开设了 5 个本科和 10 个硕士的全英文授课专业,所有博士专业均可全英文培

养,在工科来华教育领域中具有较强优势。

在这些国际化的教育教学活动中,应结合我校的优势学科条件,使“内燃机构造及原理”(MEC03289 Internal Combustion Engine Fundamentals)成为机械工程全英文专业的核心课程之一。

一、“国际化”教育背景下实践环节的问题

北京理工大学的动力机械及工程(前身为内燃机)专业具有悠久的历史,自我校建校以来就为我国的车辆行业,特别是特种车辆行业培养了大批的优秀人才。随着我国经济的高速发展、改革开放的不断深入,汽车工业的发展十分迅猛,在这种新形势下,我校将继续为汽车工业培养大批的优秀人才。

在学校首批建立的机械工程全英文专业中,“内燃机构造与原理”又被遴选为核心专业课,共有64学时4学分的教学工作量,占有十分重要的地位,其授课学时数已超过车辆工程专业而仅次于以此课程为核心课程的能源与动力工程专业。在开课的三年中,累计培养学生近百名,其中来自十几个国家和地区的留学生和交换生20余名,且不乏来自柏林工业大学和慕尼黑工业大学等名牌院校的学生,取得了良好的教学效果。

然而,在教学过程中也发现了实践环节在“国际化”背景下有许多值得改善的地方。内燃机学科是一门实践性要求十分强的科目,因而在全英文专业中进行实践环节课程研究对整个课程的影响十分显著。

由于教学所选用的教材是原版国外教材,其中涉及结构的内容与理论的内容界定不是十分清楚,笔者依据多年的教学经验认为,实践教学环节应该较为独立,才能有助于理论教学的开展,更有助于对理论的理解。另外,国外的大学专业教育与职业资格教育的分离,使其实践教学完全转入职业教育中,实践环节的教育还在不断加强。因此,此项研究工作在全英文专业中开展就显得十分必要了。

综上,实践环节在“国际化”教育大背景下仍然非常重要,在构造、工艺及电子控制技术方面都需要设计十分明确的实践环节,才能使学生的专业培养到位,而这往往需要大量的投入,建立教学实践平台,有的还需要与相关企业密切合作,才能为学生创造所需的实践条件,而在这方面随着招生人数的扩大,许多院校原有的实践条件已经难以满足实际的使用要求,具体体

现为学时数减少、实践环节不足等。

最后, 机械工程全英文专业建设时间还较短, 目前相关的实践环节的教学支撑材料还不够完善, 另外, 能够对国外留学生进行教学辅助的人员不足, 亟待加强队伍建设。因而需要开展此方面的教学改革研究, 对此学校给予了足够的重视, 2015 年学校支持开展了“机械工程(全英文)专业内燃机课程实践教学法研究”的教学改革项目, 目前项目已经基本完成, 有力地提升了机械工程全英文教学的效果。

二、“国际化”教育背景下实践环节的创新

通过上述现状分析可以发现, 目前的内燃机全英文实践课程的主要矛盾是实践环节软、硬件不匹配, 课内课时与实践课时难以兼顾以及教学辅助材料和教学辅助人员缺乏的矛盾。针对以上问题, 我校开展了三个方面的教学工作, 以提高教学质量。

(一) 全英文实验室教学实践环节的建设

在传统的内燃机教学课程中, 内燃机的实践课程主要集中在“内燃机拆装实习”上, 该课程是学习内燃机理论知识的基础, 受到了我国乃至世界各国设立该专业(或大机械下研究方向)的重视。北京理工大学的动力机械及工程专业在专业课方面为学生提供了丰富的实践平台, 平台设置了整机拆装、部件结构、电子控制系统及整机实验等内容。然而, 上述这些实践平台, 无法直接面对留学生教育, 换言之, 在良好的硬件平台基础上, 需要有良好的“软件”来支撑。

为此, 结合内燃机全英文教学计划的安排, 遴选了内燃机核心环节的现场拆装实践活动, 并且对成熟的“内燃机拆装实习”的教学大纲进行了裁剪, 编制了更具有针对性的实验指导书。三年的教学实践活动, 取得了良好的效果, 为后续理论课程的教学活动也奠定了基础, 这一点无论是在学生评教还是教学观摩活动中都得到了肯定。在此基础上, 结合教学的实际需要, 又先后设立了“共轨高压燃油喷射系统实验”和“发动机台架速度/负荷特性实验”项目, 这些实践环节对于各国学生对理论知识的理解起到了良好的辅助作用, 而且在后续实验大纲的制定过程中充分考虑了学生的创新能力培养, 鼓励学生在实验方案、实验数据分析及处理方面进行创新。

（二）增加课堂实践的教学内容

实践教学环节的引入极大地丰富了“内燃机构造及原理”全英文课程的内容，同时也为理论学习奠定了良好的认知基础。然而，由于学时的限制，实践环节的丰富程度仍然与课程内容存在一定的脱节，所以本研究中设计了课堂教学环节的实践内容，有益地补充了实践环节的内容，使其更加丰富。

“内燃机构造及原理”全英文课程实践过程一般分为系统类和部件类，而系统类的实践又往往是在部件类实践环节完成以后进行的。课堂实践环节可以以部件认知为切入点，因为专业课教学往往采用从结构到原理的教学方法，在构造课的教学中，有大量的部件、总成的结构介绍，目前的教学主要是以图片和动画等多媒体手段为主，如果在课堂教学中增加对所讲授内容的实物演示则可以使学生对于部件的认识更为直观，并且在教师的讲授过程中，学生可以同步进行动手实践，这既丰富了学生的认知渠道，也提高了课堂教学效率。增加课堂教学实践的内容，对于其他的教学实践环节也起到了促进作用，因为在后续的实践课程中，学生往往对课堂讲授的内容又有些生疏，需要对部件的机构进行重新讲解，从而使系统级的实践课程内容难以完成，而课堂实践教学可以改善这一现象。

综上，课堂实践教学是增强学生实践能力的有益补充，在学生数量不断增多的趋势下，这种实践方式可以使学生的实践动手环节常态化，从而使实践教学融入学生的日常教学活动中。

（三）实践环节教辅材料及教学队伍的建设

在实践过程中，授课教师还进行了教学辅助材料的编制工作，结合目前的教学条件，编制全英文的实验辅助指导书以及辅助辅导材料，如内燃机拆装过程的英文辅助材料（图 1）等，对于实践教学活动，会起到良好的辅助支撑作用。在教学实践过程中，授课教师还聘请英语水平优秀、有教学经验的教师，以及在读研究生加入实践全英文教学的环节中，以弥补教学辅助第一线的教师英语实用能力不足的缺陷。通过这类辅助材料的编制和人员队伍的建设，目前“内燃机构造及原理”全英文课程团队的知识结构和年龄结构都处于较为合理的水平，可为课程的可持续发展和提高奠定坚实的基础。

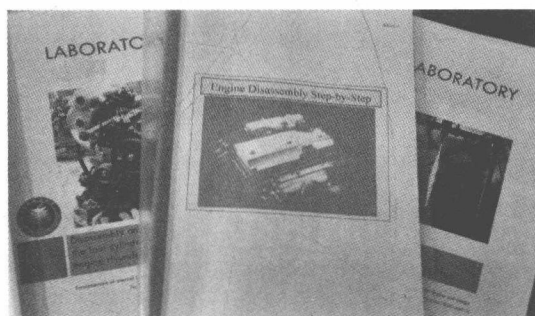


图 1 英文辅助教学材料编制

三、结论

教育国际化是高校“双一流”建设目标实现的重要努力方向，而建立全英文专业、吸纳世界各地留学生以提高自身的办学水平是达到这一目标的基本路线之一。本教学研究工作中，在挖掘自身潜力的基础上，建立了较为完善的“内燃机构造及原理”全英文的实验室实践环节，并创新性地提出了丰富课堂实践环节的思路，编制相应的教学辅助资料，建立实践辅助教学团队，达到了良好的教学效果，为北京理工大学机械工程全英文学科的建设及留学生的培养提供了有力支撑。

参考文献

- [1] 中国教育网. http://edu.china.com.cn/cgym/2013-11/25/content_30699504.htm.
- [2] 北京理工大学留学生中心. <http://isc.bit.edu.cn/>.

基于 Crystal Ball 的工程管理 不确定问题的分析与应用

宫琳 谢剑 陈西 薛庆

(北京理工大学机械与车辆学院, 北京, 100081)

摘 要:“工程管理”课程是机械工程国际班四年级的必修课程, 采用国外教材并全部用英文讲授, 主要学习企业中高效管理工程组织和项目的相关知识与技术。其中, 工程管理中的不确定问题的分析, 是本门课程中的一个重点知识。在国内同类型的课程中, 一般采用多点取值的方法进行计算, 这种方法的局限性和计算量偏大, 而且无法评价各种情况的可能性。在本课程中, 将国外的 Crystal Ball 软件引入到工程管理教学中, 将可以对很多不确定性问题进行分析, 获得更好的分析结果。本文简要介绍了蒙特·卡罗方法与 Crystal Ball 软件, 并以实际案例进行分析, 比较两种方法的结果, 可以看出 Crystal Ball 软件可获得更好、更量化的分析结果, 也能提升学生对问题的理解程度和实际分析能力。

关键词: 工程管理; 不确定问题; Crystal Ball; NPV; 蒙特·卡罗

引 言

工程管理 (Engineering Management) 课程是机械工程国际班四年级的一门必修课程, 主要学习企业中高效管理工程组织和项目的相关知识与技术。通过课程的学习, 学生可以掌握工程管理、质量控制以及工程经济等相关知识, 具备在工程管理实践中使用这些技术和相关工具的能力。课程的主要内容是为了完成工程任务、实现工程目标而采用的一系列措施、技术和方法, 主要包括工程管理简介, 管理者、组织与团队, 工程计划与预算, 工程调度, 工程监督与控制等。

各类工程项目的、时间、成本在预测过程中, 会遇到很多不确定性的问题,

如某年度的预期收益、某项任务的预期工期等，难以用简单的确定数字去衡量。在目前的实践中，往往采用多点抽样的方法进行取值，但是，这种方法使计算量大增，且无法比较每种方案。

计算机模拟仿真也是进行不确定性分析的一个好方法。模拟仿真的主要优点在于结果比较直观且容易理解，比采用数学分析的方法更加简单，而且通过改变输入参数和各类条件，容易实现对模型的快速重用。而基于蒙特·卡罗方法的 Crystal Ball，就是利用计算机仿真技术，解决这一关键问题的一种实际而有效的手段。目前该软件在国内使用较少，本文拟将 Crystal Ball 引入“工程管理”课程的教学过程中，并对很多不确定性问题进行分析，以获得更好的分析结果。

一、蒙特·卡罗方法与 Crystal Ball 软件简介

（一）蒙特·卡罗方法

蒙特·卡罗方法 (Monte Carlo method)，也称统计模拟方法。其基本思想是当所求解问题是某种随机事件出现的概率，或者是某个随机变量的期望值时，通过某种“实验”的方法，以这种事件出现的频率估计这一随机事件的概率，或者得到这个随机变量的某些数字特征，并将其作为问题的解。该方法的基本原理为：假定函数 $Z = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ ，其中变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的概率分布已知，利用抽样技术产生每一组随机变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的随机数值 $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ，将其代入函数 Z 得到函数值 Z_i 。反复独立抽样 N 次，便可得到 N 个函数值 $Z_i (i=1, 2, \dots, N)$ 。当 N 充分大时，就可得到与实际情况相近的函数 Z 的概率分布与其数字特征。

（二）Crystal Ball 软件简介

Crystal Ball 由美国 Decisioneering 公司开发，后被 Oracle 公司收购，被公认为目前应用最广泛、使用最方便的数据模拟、分析软件包，它提供工程管理不确定性评估和决策分析工具来帮助决策者对工程中的不确定性问题进行分析，并作出相应的决策。Crystal Ball 还提供了很多工具，如层叠图 (Overlay Chart)、趋势图 (Trend Chart)、敏感性图 (Sensitivity Chart)、龙卷风图 (Tornado Chart) 等。此外，Crystal Ball 还有 CB Predictor，它可以对数据进行回归分析和时间序列预测。

在 Crystal Ball 软件之前，对于工程管理中不确定性问题的模拟，主要是通过计算机程序语言进行计算机仿真，这对于工程管理者在计算机方面的要求很高。相比于 C/C++以及 Matlab/Simulink 等计算机程序设计语言开发的模拟仿真模型，Crystal Ball 软件操作较简单，因而成为工程管理不确定性分析的重要工具。

由于 Crystal Ball 软件在设计时是作为 Excel 的插件运行的，可与 Excel 有效衔接，所以能够充分利用 Excel 的优势，对项目不确定性进行定量分析。Crystal Ball 软件的应用步骤如下。

1. 构建模型

一般情况下，需要根据实际解决的问题设定有关变量，确定选用的公式，输入相关数据以及需预测的数据单元。对于选定变量，如果需要模拟其概率分布，可以选用 Crystal Ball 软件自带的概率分布。

2. 运行模型

当模型构建完毕，确定变量、输入数据后，启动 Crystal Ball 软件，在软件中的功能区中选择 Run 模块，根据研究需要确定模拟次数，然后点击 Start，进入自动模拟运行阶段。

3. 模拟结果分析

模拟结束后，软件会以图表形式生成模拟结果，使用者可以根据研究内容有针对性地选择图表查看结果，并进行后续分析。

二、工程管理不确定问题案例介绍

某公司将投资一个项目，预计 10 年内的投入和产出如表 1 所示，假定门槛收益率为 15%，每年的通胀为 2%，请计算该项目是否值得投资。

表 1 10 年内的投入和产出

年份	收益	投入	年份	收益	投入
0	—	125 000	6	105 000	15 000
1	—	100 000	7	97 000	—
2	—	90 000	8	90 000	15 000
3	50 000	—	9	82 000	—
4	120 000	15 000	10	100 000	—
5	115 000	—			

另外，如果 10 年内的收益均不能确定，只能给出如下的范围，即每年的

收益符合三角形分布，具体如表 2 所示。同时，每年的通胀也为均值为 2%、标准差为 1%的正态分布，请问该项目是否值得投资。

表 2 10 年内的产出分布

年度	最小值	最有可能值	最大值	年度	最小值	最有可能值	最大值
0	—	—	—	6	88 000	105 000	116 000
1	—	—	—	7	80 000	97 000	108 000
2	—	—	—	8	75 000	90 000	100 000
3	35 000	50 000	60 000	9	67 000	82 000	91 000
4	95 000	120 000	136 000	10	81 000	100 000	111 000
5	100 000	115 000	125 000				

三、Crystal Ball 分析过程

按照一般的工程管理方法，对于第一部分的问题，可以直接采用 NPV(Net Present Value) 方法，即净现值法进行计算。第二个部分的问题，必须通过 Crystal Ball，建立相应的模型并加以分析，才能得到解决。具体方法如下。

(一) 第一部分问题解答

将相关的数据录入 Excel 中，计算过程如表 3 所示。

表 3 第一部分问题计算过程

年度	收益	投入	净收益	折现系数	通胀	净现值
0	0.00	125 000.00	(125 000.00)	1.00	0.02	(125 000.00)
1	0.00	100 000.00	(100 000.00)	0.87	0.02	(86 956.52)
2	0.00	90 000.00	(90 000.00)	0.76	0.02	(68 052.93)
3	50 000.00	0.00	50 000.00	0.66	0.02	32 875.81
4	120 000.00	15 000.00	105 000.00	0.57	0.02	60 034.09
5	115 000.00	0.00	115 000.00	0.50	0.02	57 175.32
6	105 000.00	15 000.00	90 000.00	0.43	0.02	38 909.48
7	97 000.00	0.00	97 000.00	0.38	0.02	36 465.89
8	90 000.00	15 000.00	75 000.00	0.33	0.02	24 517.63
9	82 000.00	0.00	82 000.00	0.28	0.02	23 309.52
10	100 000.00	0.00	100 000.00	0.25	0.02	24 718.47
Total	759 000.00	360 000.00	399 000.00			17 996.77

其中，关于折现系数，可以用如下公式进行计算：

折现系数=1/（1+门槛收益率+年度通胀）^年度

根据上述计算过程，可以看出该项目的净现值为 17 996.77，值得投资。

（二）第二部分问题解答

将相关数据录入 Excel 后，需要利用 Crystal Ball，根据每年的分布建立相应的分析模型，如图 1 所示。

Year	Minimum	Most Likely	Maximum	Inflow	Outflow	Net Flow	Discount Factor	Inflation	Net Present Value
A				B	C	D = (B - C)			
Year 0				\$ -	\$125,000	\$(125,000)	1.00	2.00	\$(125,000)
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$100,000	\$(100,000)	0.8696	2.00	\$(86,957)
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$90,000	\$(90,000)	0.7561	2.00	\$(68,053)
3	\$ 35,000	\$ 50,000	\$ 60,000	\$ 50,000	\$ -	\$ 50,000	0.6575	2.00	\$ 32,876
4	\$ 95,000	\$120,000	\$136,000	\$ 120,000	\$ 15,000	\$ 105,000	0.5718	2.00	\$ 60,034
5	\$100,000	\$115,000	\$125,000	\$ 115,000	\$ -	\$ 115,000	0.4972	2.00	\$ 57,175
6	\$ 88,000	\$105,000	\$116,000	\$ 105,000	\$ 15,000	\$ 90,000	0.4323	2.00	\$ 38,909
7	\$ 80,000	\$ 97,000	\$108,000	\$ 97,000	\$ -	\$ 97,000	0.3759	2.00	\$ 36,466
8	\$ 75,000	\$ 90,000	\$100,000	\$ 90,000	\$ 15,000	\$ 75,000	0.3269	2.00	\$ 24,518
9	\$ 67,000	\$ 82,000	\$ 91,000	\$ 82,000	\$ -	\$ 82,000	0.2843	2.00	\$ 23,310
10	\$ 81,000	\$100,000	\$111,000	\$ 100,000	\$ -	\$ 100,000	0.2472	2.00	\$ 24,718
Total				\$ 759,000	\$360,000	\$ 399,000			\$ 17,997

图 1 通过 Crystal Ball 建立的分析模型

图 1 中两个虚线框中的单元格表示该格为输入，其中左侧的是每年的收益，均为三角形分布；右侧的为每年的通胀，符合正态分布。右下角的实线框的单元格为 NPV，表示该格为预测值。图 2 和图 3 分别表示 NPV 分布和 NPV 统计数据。从图中可以看出，采用 Crystal Ball 进行分析后，NPV 基本符合正态分布，均值为 11 400，标准差为 9 565。

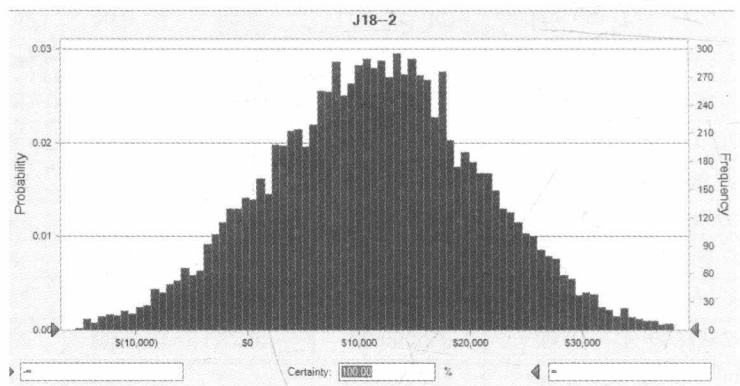


图 2 NPV 分布