



新世纪高等学校规划教材·环境科学与工程系列

环境科学野外 综合实习教程

董世魁 刘世梁 战金艳 等◎主编

HUANJIANG KEXUE YEWAI
ZONGHE SHIXI JIAOCHENG



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



新世纪高等学校规划教材·环境科学与工程系列

环境科学野外 综合实习教程

董世魁 刘世梁 战金艳 赵 烨 刘静玲◎主编

HUANJING KEXUE YEWAI
ZONGHI IENG



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境科学野外综合实习教程 / 董世魁, 刘世梁, 战金艳主编. — 2版. — 北京: 北京师范大学出版社, 2017.4
新世纪高等学校规划教材. 环境科学与工程系列
ISBN 978-7-303-22098-4

I. ①环… II. ①董… ②刘… ③战… III. ①环境科学—野外作业—实习—高等学校—教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 028011 号

营销中心电话	010-62978190 62979006
北师大出版社科技与经管分社	www.jswsbook.com
电子信箱	jswsbook@163.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京市海淀区新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印刷: 三河市东兴印刷有限公司
经销: 全国新华书店
开本: 730 mm × 980 mm 1/16
印张: 13.5
字数: 218 千字
版次: 2017 年 4 月第 2 版
印次: 2017 年 4 月第 2 次印刷
定价: 25.00 元

策划编辑: 胡廷兰 刘凤娟 责任编辑: 胡廷兰 刘凤娟
美术编辑: 刘超 装帧设计: 刘超
责任校对: 李茵 责任印制: 赵非非

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-62978190

北京读者服务部电话: 010-62979006-8021

外埠邮购电话: 010-62978190

本书如有印装质量问题, 请与出版部联系调换。

印制管理部电话: 010-62979006-8006

本书的写作得到国家自然科学基金重点项目“水坝工程的风险及安全调控机理研究（50939001）”和面上项目“退化高寒草地植被生态恢复的繁殖动力学研究（30870466）”及科技部创新方法工作专项“环境科学创新方法研究（2008IM20700）”的资助。

前言

20 世纪以来,人口激增、全球变暖、工农业污染、水资源贫乏等环境问题严重威胁着地球生命系统。生态环境问题的全球性和严重性使得环境科学类专业专业蓬勃发展,环境科学类课程已成为国内外各大高校许多专业的必修课程。作为环境科学与工程理论课程实践环节的野外实习,在国内外高校中日益受到重视。目前,虽然国内高校本科教学中许多院校开设了环境科学野外综合实习课程,但是仍没有系统的野外实习指导书籍供教师和学生参考使用。我们在长期的环境科学类专业野外实习课程教学及其改革实践中,迫切感受到需要一本能够紧扣环境科学发展的,综合性、实践性及指导性强的实习指导教材。为此,我们在多年教学工作积累并吸取国内外大学环境科学类专业实习实验的基础上,结合我国环境科学类本科生的教学特点,编写了《环境科学野外综合实习教程》,并在“京师青年教师出版资助基金”资助下出版。本书的写作得到国家自然科学基金重点项目“水坝工程的生态风险及安全调控机理研究(50939001)”和面上项目“退化高寒草地植被生态恢复的繁殖动力学研究(30870466)”及科技部创新方法工作专项“环境科学创新方法研究(2008IM020700)”的资助。

本书共分为 15 章,主要集合了不同环境要素的实验仪器方法的操作规程及实验论文撰写的基本规范。第 1 章主要介绍了环境科学类专业野外实习的目的和意义(董世魁、温璐编写)。第 2 章主要介绍了野外实习基地建设的原则和要求(董世魁、朱磊编写)。第 3 章主要介绍了野外实习的组织管理(董世魁、温璐编写)。第 4 章主要介绍了地质地貌的观测与识别(赵焯、董世魁编写)。第 5 章主要介绍了大气环境要素

的观测与识别(董世魁、况亮编写)。第6章主要介绍了声环境要素的认识与观测(刘世梁、况亮编写)。第7章主要介绍了土壤环境要素的认识与观测(刘世梁编写)。第8章主要介绍了水环境要素的认识与观测(董世魁、况亮编写)。第9章主要介绍了生物群落的调查与分析(董世魁、温璐编写)。第10章主要介绍了生态景观的调查与分析(战金艳编写)。第11章主要介绍了区域社会经济环境的调查与分析(战金艳编写)。第12章主要介绍了流域环境管理与规划(战金艳编写)。第13章主要介绍了野外调查数据的统计处理(董世魁、李小艳编写)。第14章主要介绍了研究论文或调查报告的撰写(董世魁、李小艳编写)。附录展示了野外综合实习报告的范例。本书不仅可以作为环境科学类专业野外实习的基本教材及生态学、农学、林学、地理学等相关学科本科生野外实习的参考教材,而且可以作为环境科学科研人员、管理人员及技术推广人员的工具书和参考资料。

本书中介绍的每个实习环节都经过我们多年教学实践的验证,具有很强的可操作性、实用性和系统性,可以指导环境科学类专业师生较全面地完成实习课程任务。在教学过程中,我们在实习初期先做方法性讲解和实习,让同学们掌握环境要素调查和观测的基本方法;在实习中后期让学生结合实习基地的具体环境问题,开展以自主选题为主的课题研究。这种教学模式不仅调动了学生观察、思考和解决环境问题的积极性,而且还丰富了本课程的教学内容,促进了本课程的教学效果。本教材最后列举了北京师范大学环境科学类专业野外综合实习的部分教学案例和研究成果,为本教材使用者提供参考和借鉴。

本书在选题、立项、编写和出版过程中,得到了北京师范大学环境学院院长杨志峰教授、副院长裴元生教授及其他许多老师的帮助和指导,也得到了北京师范大学教务处何丽平副处长、北京师范大学出版社胡廷兰编辑的帮助和指导,在此一并致谢!

由于编著者水平有限,书中不当之处在所难免,希望使用本书的教师、学生和其他人员能够为我们指出不足与错误之处,并提出修改意见和建议,以便在再版时修改。

编者

目 录

第 1 章 野外实习的目的和意义 /1

- 1.1 野外实习的重要性 1
- 1.2 野外实习的目标和任务 2

第 2 章 野外实习基地建设 /3

- 2.1 实习基地选择的原则 3
- 2.2 实习基地建设的要求 4
- 2.3 实习基地建设的机制 6
- 2.4 实习基地建设案例——北京师范大学
环境学院野外实习基地建设 7

第 3 章 野外实习组织管理 /10

- 3.1 实习前的准备工作 10
- 3.2 实习期间的组织管理 15
- 3.3 实习后期的总结工作 21

第 4 章 地质地貌的观测与识别 /23

- 4.1 罗盘和地形图的使用 23
- 4.2 基本地貌形态及地质描述 38
- 4.3 观测点布置与野外观测记录 44
- 4.4 基于环境科学的地貌调查与制图
..... 47

第 5 章 大气环境要素的观测与识别 /50

- 5.1 大气温度观测 50

5.2	空气湿度观测	51
5.3	大气降水的观测	53
5.4	太阳辐射观测	54
5.5	大气污染观测	54

第6章 声环境要素的认识与观测 /59

6.1	声音的物理特性和计量	59
6.2	噪声测量仪器	61
6.3	噪声标准	62
6.4	噪声监测	63

第7章 土壤环境要素的认识与观测 /66

7.1	土壤剖面观测	66
7.2	土壤物理性状观测	67
7.3	土壤样品采集与制备	70

第8章 水环境要素的认识与观测 /77

8.1	水文要素观测	77
8.2	水环境因子现场监测	82
8.3	水样的采集与保存	83

第9章 生物群落的调查与分析 /89

9.1	植物群落调查	89
9.2	植物群落特征调查与分析	95
9.3	植物标本采集与制作	99
9.4	动物群落的识别与调查	107

第10章 生态景观的调查与分析 /115

10.1	“3S”技术的应用	115
10.2	景观格局的调查与监测	117

第11章 区域社会经济环境的调查与分析 /123

11.1	调查内容与方法	123
------	---------------	-----

11.2	人口、产业结构调查	125
11.3	民居环境及民俗调查	127
11.4	环境问题调查	128

第 12 章 流域环境管理规划 /133

12.1	流域环境管理规划的概念	133
12.2	流域环境管理规划的原则	134
12.3	流域环境管理规划的内容	135
12.4	流域环境管理规划的方法	137
12.5	流域环境管理规划的方案	140
12.6	流域环境管理规划实施效用评估	142

第 13 章 野外调查数据的统计处理 /144

13.1	数据的分布	144
13.2	数据的表示	147
13.3	数据的检验	148
13.4	数据的方差分析	149
13.5	数据的相关分析和回归分析	151

第 14 章 研究论文或调查报告撰写 /155

14.1	研究论文的分类和撰写	155
14.2	调查报告的撰写	162

主要参考文献 /165

附录 综合实习报告案例 /167

第1章 野外实习的目的和意义

1.1 野外实习的重要性

环境科学是一门综合性的学科，需要掌握有关生物学、地理学、农学、林学、生态学等多学科的相关知识。在实际教学过程中，学生不仅需要掌握各学科的基础理论，学会室内实验测试和分析，而且还需要进行实地调查和实习实践，获得直观、形象、生动的感性认识，以便更好地理解课堂学习的内容。具体讲，环境科学野外综合实习的重要性有以下几点。

首先，野外实习可以使学生积累丰富的科学知识。人类的知识主要来源于社会实践，主要有两种途径：一是掌握一门或多门文字语言，将文字语言承载的知识转化为个人大脑中的映像知识；二是面对鲜活的自然和人类社会，通过自身的经历和体验，消化吸收书本知识。走出教室、进入大自然是积累知识的重要环节。文字语言具有模型化的特点，有时它无法完整刻录鲜活的自然和人类社会，而个人掌握文字语言的能力差异较大，有的人不能真正把握文字语言的精华。因此，第二种途径是学习书本知识的重要环节。

其次，野外实习可以使学生更好地消化、吸收课堂知识。环境科学本身的实践性很强，是一门需要从实践当中汲取营养的学科。只有不断实践，从实践中不断摸索、进步，才能够真正了解这门学科的真谛。环境科学的学科性质要求学生贴近大自然，体验和感悟书本知识。自然环境里生活着的生物是如何适应环境的？随着生存环境的改变，生物的适应性发生了什么变化？在变化着的人类社会和自然环境中，人类应该怎样适应、利用、改造、保护和建设环境？显然，要认识生物和环境，认识生物（包括人类）与环境的相互关系，必须走进大自然，以大自然为课堂，体验书本知识。因此，以课堂教学为理论基础，以实习教学为认知实践，采用理论与实际相结合的教学模式是环境科学理想的教学模式。以此为基础，定期安排野外实习或见习，学生才能更好地消化、吸收书本知识。

再次，野外综合实习可以提高学生的动手能力和思考能力。野外实习重在实习内容的综合性，可以使学生直接接触具体的地质地貌、河流水系、气候土壤、动物植物、生物群落、人文景观，切身感受到人类在资源及环境的利用、改造、管理和保护中所起的重要作用。通过实地观测和亲身感受，可以激发学

生的学习兴趣和学习热情，提高他们的动手能力及思考问题、解决问题的能力。

最后，野外综合实习是对学生综合素质的检验和锻炼。环境科学野外实习中，学生离开熟悉的地方，走入食宿不便、风吹雨淋、虫叮蛇咬的野外环境，还要与具有不同习俗和文化背景的陌生人交流，学生的个人应变能力和忍耐能力将得到综合检验和锻炼。同时，野外实习往往要求团队作业或小组行动，通过野外艰苦条件下集体生活的锤炼和磨合，可以在一定程度上增强学生的协作意识和团队精神。

1.2 野外实习的目标和任务

环境科学野外综合实习是课堂教学的深化，也是增强学生对环境科学专业感性认识的基础，是培养学生观察能力、分析问题能力和综合研究方法的重要教学环节。因此，环境科学野外实习的总体目标为：通过课程教学，使学生深入了解环境科学的研究对象，通过亲自观察和采样，分析环境问题，提出解决的途径和研究方法。

环境科学野外实习的具体目标包括：巩固课堂教学内容，拓宽、夯实环境科学专业基础；加强环境科学野外研究方法的训练、培养学生环境诊断与观察能力；加强学生初步科学研究能力与创新意识的培养；通过实地教学实践，使学生掌握实习地不同景观单元及其环境特征、区域环境因子的空间分异规律；通过组织学生对流域及其变化特征、环境污染的时空分布、景观要素的空间分异的规律性等现实生态环境问题的考察与分析，引导学生形成对区域资源开发、环境保护与社会经济协调发展重要性的认识，并能自主地发现并解决科学问题。

通过专业实习，使学生充分认识到野外实践对于环境科学及相关专业学科的重要性及其在国民经济建设中的重要作用；通过专业实习这个“窗口”，使学生对环境科学有一个较为深入的了解；通过专业实习，培养学生对自然环境的爱心，陶冶学生的情操，达到转变、巩固学生专业思想和提高其从事专业工作的兴趣的目的；通过专业实习，提升学生的独立工作能力、组织纪律性，培养劳动观念以及克服困难、艰苦奋斗、团结互助的高尚品质；通过专业实习，对学生进行思想教育、道德教育和环境教育，使学生更加热爱祖国、热爱科学、热爱和保护环境。

第2章 野外实习基地建设

2.1 实习基地选择的原则

同实验室建设一样,实习基地建设也是实习与实践课程教学的重要保障,是实习与实践课程建设体系中不可缺少、不可替代的重要组成部分。实习基地建设不仅要紧密结合学科特点,而且要满足学科发展的需要。一般来讲,环境科学野外综合实习基地选择应遵循以下几个原则。

(1) 实习对象内容丰富原则。

环境科学是为了解决环境问题而产生的科学,是自然科学、社会科学和技术科学交叉的边缘学科,是由多学科到跨学科组成的庞大科学体系。当代环境科学发展的显著特点是跨学科的横向联系和多学科相互渗透及交叉程度加深,所以环境科学实习地的选择必须遵循实习对象内容丰富的原则,使学生在实习过程中尽可能多地去接触、学习、实践环境科学各分支学科涉及的专业对象,使学生能够在实习过程中找到自己的兴趣点,进而激发学生自主思考、自主解决问题的科研能力。

(2) 范围紧凑/适度覆盖原则。

环境科学综合实习的时间是有限的,但所要实习的内容却十分丰富,要想在有限的时间里尽可能让学生学习到更多的知识、考察更多的实地环境,实习地的选择必须遵循范围紧凑/适度覆盖原则,即必须尽可能选择一个面积适中的实习地,实习地尽可能多地覆盖多种环境要素,使实习达到事半功倍的效果。

(3) 典型性原则。

环境科学实习地的选择必须具有代表性,即在一个区域开展相对完整的综合性实习,掌握了地质地貌考察方法、植被调查方法、气候气象观测方法、水环境要素观测方法、地图和遥感资料的应用方法、其他工具和仪器设备的使用方法等后,可将实习方法推广到其他地区。

(4) 交通便利原则。

对于野外教学实习,应选择交通形式多样、通信联系较为方便且在实习地区内部各地之间交通较为便捷的地区,使步行和乘车均有路可循。

(5)生活方便原则。

实习地应尽可能选择生活较为方便的地方，确实保障学生在实习中的安全。

(6)发挥优势原则。

应根据不同学校、不同学生的特点，发掘自己学科建设的优势点，选择能够发挥本校优势的实习地点。

除遵循上述各项原则外，还应根据实习的侧重点制订相应的选址原则。如进行土壤环境的观测，其调查路线的选择应通过各种成土环境因素的典型地段，这样就可以概查到各种典型土壤类型。山区土壤路线调查选线，首先要遵循垂直于等高线的原则，这样可观察到不同海拔高度的生物、气候、地形、母质，以及通过不同的土壤垂直地带；其次要考虑山体的坡向、坡度对土壤发生发育的影响；平原高原地区要使土壤调查路线通过主要的地质地貌单元、土地利用方式。如观测水文、水质等指标，其监测地点的选择则必须要能够反映河流、湖泊、水库相对距离和面积的水质状况，按照河流、水库的水质情况，根据梯度变化选择合适的采样地点。

2.2 实习基地建设的要求

实习基地建设是一项长期而繁重的任务，是体现学科特色的重要方面，应根据实习教学的实际需求制订翔实的基地建设近期、中期和远期发展规划（包括方向、任务、装备、经费、人员配备、管理和效益预期等）。实习基地建设的规划应体现“面向现代化、面向未来、面向社会需求”的时代精神，应坚持将培养创新人才作为基地建设的指导思想，进行基地与学科一体化建设，实现建设“创建优质基地、争做实用性基地、培养创新型人才”的目标，从而建设稳定经营、多元化知识内涵的专业实习基地，使学生的实习经常化、制度化，切实提高环境科学专业学生的社会实践能力。

2.2.1 基地建设发展规划的主要原则

环境科学野外实习基地建设的发展规划应遵循现实性原则、体现特色原则、重点发展原则以及与时俱进原则。

(1)现实性原则。

在实习基地现有基础设施、师资配备等基础上制订相应的发展规划，使规划目标的制订契合实际，创造必要的实验条件。

(2)体现特色原则。

实习基地建设的规划应强化新型应用人才的培养理念,将相应的学科创新等引入到实习基地建设中,保持实习基地实验和实践性强的特点,保证野外实习实践活动的质量和水平。

(3)重点发展原则。

实习基地的发展应突出学科重点,其发展规划应切实有利于提高学生的实践能力,增进学生对本专业知识的深入了解。

(4)与时俱进原则。

实习基地建设应紧跟学科发展的动向,与时俱进地拓展实习基地建设和发展规划的内容,应以实习基地为平台,把先进的专业知识及专业技术传授给学生。

2.2.2 基地建设内容的具体要求

(1)装备配置。

环境科学独特的学科特点要求其野外实习必须运用许多实验设备,所以实验设备是必不可少的实施野外实习的物质基础。因此,应根据实习基地建设的主要目的,结合专业特色,配备相应的便携式测试仪器,切实加强学生基本技能的培训,使学生掌握科学的实验能力和现代化实验仪器的使用方法。

(2)人员配备。

实习基地的建设应该根据各个学校环境科学类专业的特色、实习基地建设的目标和任务,配备相应的教师以及管理人员。在教师的配备上应考虑多学科知识的融合,野外管理教师的配置还应注意男女搭配,以便在教授学生专业知识、提升学生实践能力的同时切实保障参与实习学生的安全。后勤方面,首先应考虑对学生、教师实习过程中食、宿、行的安排与管理,尽量配备办事细心、稳妥、有责任心的后勤人员;其次应保持与实习基地当地相关部门的沟通,确保实习顺利、可持续地进行下去。当然教学人员和后勤人员在必要的时候也可以交叉。

(3)资金配套。

在野外实习过程中,主要开销有食、宿、行及实验仪器的购买及基础设施建设。所以为了保证实习的顺利进行,建设品牌实习基地,应该落实实习经费,保证实习基地建设的持续发展。

2.3 实习基地建设的机制

.....

环境科学野外实习的目的就是为了让将所学到的知识与实践相结合，是专业课程教学的深化，也是一个重要的感性认识基础，是培养学生观察能力、分析问题和综合研究方法的重要环节。因此，实习基地的建设应制订长效机制，以保证专业实习长期、稳定地持续开展下去。具体地讲，环境科学野外实习基地机制建设应考虑以下几个方面：运行机制、管理机制、保障机制、监督机制和创新机制。

(1) 建立“联合、共建、开放、共享”的运行机制。

实习基地建设应与国家或地方专业部门如自然保护区管理部门、环境监测部门、与环保相关的企事业单位等联合开展。实习基地应对国内外兄弟单位开放，吸引国内外高校、科研院所的师生到实习基地开展教学、科研工作，实现实习基地资源的开放、共享。

(2) 实习基地管理应实行专人负责制。

由学校或学院指定专职人员具体负责实习基地的人、财、物管理及设备设施建设。实习基地管理实行重大事件报告制度，如实习基地更名、变更地点、内部调整等要提出书面报告，经学校或学院组织相关专家论证通过后方可实施。

(3) 实习基地建设需要有效的资金和人力资源保障机制。

实习基地的维持和发展过程中，必须保证每年都有一定的经费投入，以满足仪器设备购置和基础设施建设的需要。同时，要加强实习基地管理人员和教师队伍建设，以保证实习基地的良性运转和实习教学的顺利开展。

(4) 实习基地建设需要良好的监督评估机制。

实习基地建设需要建立完善的评估指标体系，以满足实习基地建设人员自我评估、学校或学院主管部门定期检查和考核的需要，确保实习基地建设的持续、稳定、健康发展。

(5) 实习基地建设应该有创新机制。

实习基地建设必须根据学科发展、课程建设及实习基地的实际运行状况，制订切实可行的发展规划，不断更新、完善实习基地建设的目标和任务，实现实习基地建设和学科建设的与时俱进、同步发展。

2.4 实习基地建设案例——北京师范大学环境学院野外实习基地建设

2.4.1 实习基地建设

北京师范大学环境学院在环境科学与工程专业野外综合实习课程建设过程中,一直重视实习基地建设工作。在课程开设初期,主讲教师经过走访、踏查和详查,初步选择了北京市延庆县松山国家级自然保护区为实验基地。松山自然保护区是北京地区唯一的国家级自然保护区,离北京市区较近、交通便利、基础设施齐全,是科研考察、教学实习的理想场所。自然保护区以自然景观为主体,风景资源独具特色,在地理位置、地质地貌和植被类型等方面具有独特性,在北京地区发挥着特殊的生态系统服务功能。保护区内不仅有森林、草甸、灌丛、溪流、瀑布、温泉、裸岩等多种自然景观,同时也有温泉度假村、小型水库、民俗旅游区等人工景观,富有景观多样性和环境要素多样性。在该基地通过亲自观察和实地采样,可以增强学生对环境科学类专业的感性认识,培养学生的分析、解决问题的能力和综合研究的能力。

为了保证实习基地的代表性和广泛性,同时为了保障特殊情况下(灾害天气或其他不可预测的情况)课程教学的顺利进行,在建设松山实习基地的同时,又将河北省雾灵山国家级自然保护区列为备用实习基地进行建设。该基地具有典型的植被、土壤、地貌、气候等垂直带性变化,而且流域特点鲜明,景观多样性较高(有森林、草甸、灌丛、瀑布、溪流、“石海”、裸岩分布),具备开展环境要素识别的必要条件。同时,该保护区的旅游开发项目较为成熟,可以开展人类活动干扰下的保护区建设问题探讨。通过该实习基地的实地调查和采样分析工作,可使学生结合实际掌握地域分异的基本规律和驱动力的知识,可以增加学生对不同环境问题的深刻理解和认识,提高他们分析、解决问题的能力及开展科研的素质。

目前,经过多年的积累和发展,北京师范大学环境科学专业实习基地建设已较为完善,具有良好的发展势头,为北京师范大学环境科学与工程专业野外综合实习课程所有实习内容的顺利开展提供了良好的软、硬件支撑。

2.4.2 实习基地介绍

(1) 松山国家级自然保护区。

松山国家级自然保护区位于北京市延庆县西北部燕山山脉深处的军都山

中，距市区达 90 km，由于特殊的地理位置、优雅的自然环境及丰富的动植物资源，1986 年被国务院列为国家级自然保护区，2000 年被评为市级风景名胜。区内野生动物资源丰富，植被茂密，有脊椎动物 180 多种，有维管束植物 700 余种。保存较完好的天然油松林达 50 hm^2 。松山自然保护区以自然景观为主体，区内的海陀峰海拔 2 199.6 m，为北京市第二高峰。松山自然保护区的气候为典型的山地气候，受海拔和小地形影响，是北京的低温区之一，年平均气温在 7°C 左右。松山自然保护区是北京地区唯一的国家级自然保护区，是科研考察、教学实习的理想场所。



图 2-1 松山自然保护区的自然景观

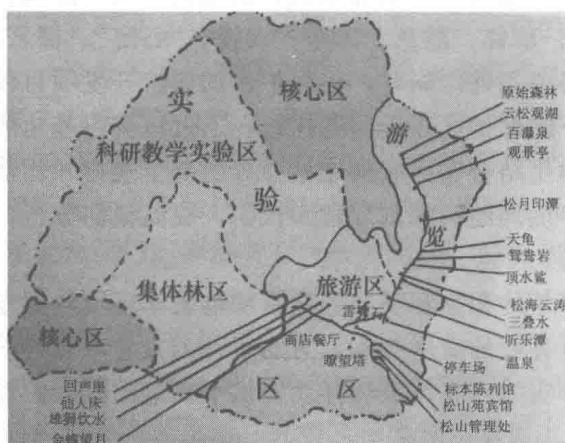


图 2-2 松山自然保护区分区示意图