

美国“土地复垦学”课程体系浅析 ——以弗吉尼亚理工大学为例

李晶 于加春 胡振琪

(中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院,北京 100083)

摘要 采用实地考察法、比较分析法、案例法等方法,对美国弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程体系进行研究。结果表明:该课程坚持培养学生理论与实践能力并重,注重学生知识体系的自主建构;课堂教学内容具有研教结合特点,以专题形式进行组织;特别强调野外实习和学生自主学习;采用多元化的课程评价方式等,形成了美国独特的“土地复垦学”课程特色。其课程体系特点对我国“土地复垦学”及相关学科课程建设具有启发意义。

关键词 土地复垦;课程体系;土壤重构;植被恢复

中图分类号 S 19; G 649

文章编号 1007-4333(2016)07-0181-06

文献标志码 A

Course-system analysis on “Land Reclamation” in USA: A case study of Virginia Tech

LI Jing, YU Jia-chun, HU Zhen-qi

(College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing, 100083, China)

Abstract Taking Virginia Tech as an example, the paper analyzes distinct characteristics on course of “Land reclamation” in the United States, which include persistence of the training on both students’ theoretical ability and practical skills, support on construction of students’ multi-disciplinary knowledge, particular emphasis on field practice, and application of a diversified curriculum evaluation method. Each one, China and the United States, has its good points on teaching and learning of “land reclamation”. Knowing and understanding course system of land reclamation in the United States will inevitably bring a deep thinking to the teaching and learning reform of related curriculum in China.

Keywords land reclamation; course system; soil construction; re-vegetation

土地复垦是指对生产建设活动和自然灾害损毁的土地采取整治措施,使其达到可供利用状态的活动^[1]。通常把研究土地损毁机制及演变规律、土地复垦利用的政策、理论、方法、技术工艺、管理措施等的学科称之为土地复垦学^[2]。半个多世纪以来,由于土地破坏及退化、水土流失、土地沙漠化、滑坡、泥石流、大气污染、水污染等自然灾害在世界范围内频发,人类生存和发展受到严重影响。同时,城市化、工业化又在不断加速,人地矛盾日益尖锐。土地复垦(学)正是在这种条件下应运而生。当前,土地复

垦已得到各国政府和人们的重视,是土地资源可持续利用的有效手段之一^[3-4]。美国、加拿大、英国、澳大利亚等国家较早开始重视土地复垦^[5-6],个别高校开设相关课程情况也有文献报道^[7]。在美国,弗吉尼亚理工大学、宾州州立大学、印第安纳大学、俄克拉荷马大学、密西西比州立大学、蒙大拿州立大学、怀俄明大学、肯塔基大学、西弗吉尼亚大学、伊利诺伊大学、南伊利诺伊大学等高校均开展相关研究与教学活动。弗吉尼亚理工大学作为美国最早开设“土地复垦学”课程的学校之一,拥有雄厚的研究及

收稿日期:2016-01-10

基金项目:国家留学基金青年骨干教师出国研修项目(201306435013);国家自然科学基金青年科学基金项目(41501564);国家“十二五”支撑计划(2012BAC04B03);中国矿业大学(北京)教学改革项目(J130203)

第一作者:李晶,副教授,主要从事土地资源管理、土地复垦与土地利用、3S应用研究,E-mail:lijing@cumtb.edu.cn

教学实力,在世界土地复垦学术及教学领域极具影响。基于实地考察和访学交流的认识和体会,本研究以该校“土地复垦学”课程为例,分析、介绍其“土地复垦学”课程内容体系、教学方法与课程评价方法等,以期加强国际交流和增进了解^[8],不断改进和完善我国“土地复垦学”及相关课程教学。

1 弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程概况

1.1 课程描述

“土地复垦学”属于综合性交叉应用型课程,是土地科学和环境科学等的重要分支,与土地、生态、测绘、地质、采矿、农学、管理等多学科密切相关,具有内容涉及面广、课程实践性强、新理论和技术方法不断更新和涌现、国际交流性强等特点^[7]。

美国弗吉尼亚理工大学在矿业工程、农学、环境等相关专业同时开设有土地复垦学相关课程,包括损毁土地复垦(Reclamation of drastically disturbed lands)、高级土地复垦学(Advanced rehabilitation of disturbed lands)、矿山复垦与环境管理(Mine reclamation and environment management)和露天开采控制与复垦(Surface mining control and reclamation)等4门课程。其中,“损毁土地复垦”与“高级土地复垦学”是本研究重点介绍的,由农业与土壤环境系教师开设,与我国“土地复垦学”授课侧重点更为接近,注重地球化学特征变化机理、地表恢复策略、植被恢复和复垦土地长期的土地利用潜力等,2者理论教学内容一致,差异是后者主要面向研究生和高年级本科生,野外实践和阅读文献量要求更高;“矿山复垦与环境管理”与“露天开采控制与复垦”课程由采矿与矿物工程系教师授课,理论教学内容着重于采矿许可流程及短期法规遵守问题等。上述课程均要求学生拥有矿山开采的理论基础知识,并修过土壤、地形地貌学等相关课程,理论教学学时为40学时左右。

1.2 课程目标

课程目标是通过一门课程的修读所要达成的目的。弗吉尼亚理工大学的“土地复垦学”课程目标是通过课程学习,使学生能够做到以下3点:1)解释美国采矿环境监管框架的详细历史和复杂的发展过程,掌握矿区废弃地和矿物加工废物的化学、物理和生物性质对土壤、植被、水质成功恢复影响的分析方法,能够为采矿、公路建设和城市化过程影响的土地制定最佳监测方案和复垦方案;2)掌握酸性矿山废

水的形成和处理的基本原则,为复垦为农业、其他植被、住宅和工业用途的损毁土地确定最佳的土壤景观重建方案;3)不但要了解其他国家采矿带来的复垦挑战,特别是澳大利亚、巴西、中国、东欧和英国,而且要讨论和评价当地居民、政府、监管机构、环保组织、以及采矿企业为可持续采矿实践制定框架的过程。通过学习,在实现上述预期目标的同时,学生自觉地建构复垦学相关课程知识体系。

2 课程内容体系

2.1 内容组织形式

弗吉尼亚理工大学土地复垦相关课程按照“理论-实践”2个层面构建课程体系,同时注重理论与实践的融合,避免了一味重视理论性和片面追求技能性学习的2个极端。课堂授课内容按照专题形式组织,每一专题内容始于实践,即从感性的实例入手,归纳提炼理论,最后再将理论应用到实践,体现了以研促教、以教教研与研教结合的教学特点。

课堂授课之外,教学还延伸至课后阅读和教学实践环节。课后学生须按要求阅读相关期刊文献和著作章节等,参与集中实践环节——实地考察和项目研究,此外还需完成1篇学期论文。通过多种学习形式,学生不但能够掌握必要的理论知识及其间的联系,而且也能使实践能力得到有效提升。

2.2 课堂授课内容

弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课堂教学内容形式上相对松散,以专题讲座和课堂讨论的形式进行组织,对各专题的关系进一步分析,可将其归纳为导论、总论、复垦类型与复垦技术、结语等4部分,见表1。

2.2.1 导论

主要包括课程概况、美国矿山开采历史、采矿相关的政策法规、复垦相关概念等。与中国教师相似,授课教师同样重视基本概念的讲授,除深入浅出地介绍土地复垦(Land reclamation)的内涵外,还讲解了 Reclamation、Restoration、Revegetation^[9]、Rehabilitation、Remediation 和 Revitalization 的异同,让学生对基本概念有深刻地理解,为后序的理论知识学习奠定了基础。

2.2.2 总论

包括采矿方法及其影响、矿山土壤的理化特征、土壤重构和植被重建等专题内容。依托于鲍威尔河流域治理项目(Powell river project)等长期的生态

监测、复垦实践和研究成果,授课过程中教师首先通过影像、视频等向学生展示阿巴拉契亚煤田区的山顶开采法对矿区地形地貌、土壤、水系和生物等的长期、强烈的影响^[10]与土壤重构与植被恢复的案例^[11-14],在感性认识的基础上激发学生复垦工

作的兴趣,提升后序的理论学习效果,如表土剥离与回填工艺、复垦材料选择与研发^[14]、植被恢复工艺与后期管护^[15]等。与中国相似^[16],美国学者同样认为,复垦土壤是土地复垦最重要的研究对象^[14]。

表1 弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课堂授课内容
Table 1 Course Content of “Land Reclamation” in Virginia Tech

分类 Category	内容设置 Content	主要内容 Remarks for content
导论 Introduction	背景介绍	课程概况;美国矿山开采历史;采矿监管的相关法规框架;复垦相关基本概念与关键问题
总论 General technique and process on land reclamation	采矿方法及其影响	重点介绍阿巴拉契亚地区的山顶开采方法及其对环境的影响;酸性硫化物及其危害
	土壤重构	矿山土壤的理化特性;地形重塑;表土剥离与回填工艺;复垦材料,重点是表土替代物的选择、研发与应用
	植被重建	石灰与肥料的应用;植被恢复的基本知识、技术和难点;后期监管
复垦类型与复垦技术 Reclamation category and corresponding technique	林地复垦	注重森林恢复的原因;五步森林复垦法-FRA;复垦案例;FRA应用的经济、文化及管理约束
	基本农田复垦	基本农田扰动现状与复垦技术措施;露天矿土壤特性;土壤恢复标准;复垦的限制因素
	煤矸石山复垦	基本概念;煤矸石堆弃现状;煤矸石的理化特性及其修复难点(结合案例);煤矸石山复垦工艺
	矿区燃煤产品的管理	弗吉尼亚州粉煤灰管理的法规;粉煤灰在矿区土地复垦利用中的应用案例及最新研究进展
复垦类型与复垦技术 Reclamation category and corresponding technique	磷矿开采与复垦	磷矿分布与开采现状;复垦过程中的主要难点;复垦案例与关键复垦技术
	金属矿区土地复垦	金属矿开采的主要影响;土地复垦难点与复垦案例;城市土壤特征、主要问题和应对措施
	公路植被重建	路边工程及复垦立地条件;边坡复垦的难点;植被重建工艺与后期管护
	干旱半干旱区土地复垦	降水量与降雨模式的影响;植被重建的难点;成功复垦的关键;复垦验收标准与保证金发放
	清洁水法案(CWA)对煤炭开采的约束	CWA与SMCRA的关系、SWA的约束性条款及其应用;山谷充填复垦对水系的影响及水系重构案例;酸性矿井水的被动处置
	TDS产生、影响及其处置	TDS与煤炭开采的相互作用;TDS的处置
结语 Mining, reclamation and sustainability	采矿与持续发展	可持续开采的“核心”;世界开采与修复典型案例;各利益相关方的关系及作用;成功复垦的“3个原则”和“4个关键”

2.2.3 复垦类型与复垦技术

教学内容按照复垦目标、复垦对象和特色复垦区域等进行专题组织,包括林地复垦^[11-13]、基本农田

复垦^[17]、煤矸石山复垦、矿区燃煤产品的管理、磷矿开采与复垦、金属矿区土地复垦、公路植被重建、干旱半干旱区土地复垦、清洁水法案对煤炭开采的约

束、溶解性固体总量(TDS, Total dissolved solids)的产生与处置^[18]等,其教学内容较为宽泛。相比之下,我国“土地复垦学”教学内容多按复垦对象类型进行组织,包括采煤沉陷地复垦、煤矸石山复垦、露天矿复垦、重金属污染土地的复垦等^[1-2,7]。交通建设等损毁土地的修复等,一般尚未纳入教学内容体系,矿区水环境^[19]的修复等一般不认为是我国矿区“土地复垦”的范畴^[1-2,7],这从一个侧面体现出中美对“土地复垦”内涵理解上的差异^[9]。

2.2.4 结语

主要包括对可持续开采(Sustainable mining)及其概念的认识;可持续开采的“3个核心(Three pillars)”,即“社会仍将持续消耗大量的矿物、矿业一定要以最大化减少环境影响并确保采后景观可持续利用的方式进行、矿业的生存法则是获得本地社区和其他利益相关方的支持”等;坚持上述核心的世界开采与修复典型案例;矿业开发各利益相关方关系的变化趋势,许多大型矿山企业越益强调获得地方“社会许可”(Social license/Local acceptance)的重要性;资金、包括环境审计及验收标准等监管系统等;成功复垦的“3个原则”和“4个关键”;等等。

2.3 野外实习

本硕士生课程实践以为期1d的认识实习为主,内容丰富且安排紧凑,主要考察开采矿山、煤矸石处置、表土剥离、林地复垦、草地复垦、生物土应用、水系重构等。课程考试前提交的实习报告中,学生须阐明对每项考察内容中复垦难点及复垦措施的个人见解,以及考察内容与教师提供的阅读文献资料内容间的关系,等等。

研究生的课程实践为期9~10d,包括野外待复垦区实地考察、野外采样和试验分析、复垦方案设计或实习报告撰写等3个环节。野外待复垦区实地考察的目的是踏勘和搜集复垦矿区资料,包括地质、土地利用、土壤、水系、水质、植被、野生动物、资源与开采情况等,在实地查勘过程要进行拍照、详细记录和充分讨论;野外采样和试验分析环节主要是进行野外测量,按照采样方案设计进行实地取样,并对取样土壤剖面特征、水质污染情况进行记录,将样品带回实验室进行理化性质分析。依托文献资料,结合实地考察和样品分析结果,学生以组为单位,完成复垦方案设计或实习报告撰写。

通过实践环节,学生加深了对复垦理论知识

的理解,加强了采矿等人类活动对土、水、生物等影响的认识,提升了解决复垦实际问题的愿望和能力。

2.4 课后自学内容

教师会给学生指定课后必须阅读的期刊论文、著作、研究报告或教材的主要章节,并采用席明纳(Seminar)等形式组织PPT汇报与讨论。与课堂案例教学及讲授教学相结合,这种课后阅读和讨论交流的方式有助于培养学生学习的自觉性和主动性,同时也有助于帮助学生构建、完善和更新知识体系。除教师指定的文献外,学生还需要自己查找和阅读10篇以上和自己课程论文选题直接相关的科学文献,这在一定程度上增强了学生获取信息和利用信息的能力。

3 教学方法与课程评价

3.1 教学方法及特点

“知识建构式”教学理论认为,“知识”不是靠教师灌输给学生的,而是学生自己建构的。大学生需要独立地去从事“研究”,教师的作用是引导学生并激发其学习兴趣,这种观点在美国等国家得到较为普遍地认可。在“土地复垦学”的教学过程中,研究性教学方法被广泛采用,其表现及特点可以概括为以下几方面。

1) 教学内容不局限于教材,且远远超越教材。注重大学教学内容的科学性、系统性和深入浅出的易懂性,是我国大学教学的特点和优势。超越教材进行教学,让学生在了解学科成就中建构自己的知识体系,则是类似弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程等美国大学教学的长处。在某种程度上说,其课堂教学目标不是系统的专业基础知识,而是让学生了解学科成就。教师将土地复垦的研究进展与实践案例引入课堂中,课后要求学生阅读教材有关章节、重要的论著和项目报告。随着阅读材料的增多,师生间迸发出思想交流的火花,也更容易激发学术灵感。

2) 广泛运用案例式教学法。每个教学专题,都是科研案例或复垦实践的成果展示与交流。学生走进课堂,即了解了各种各样的问题,诸如采矿及其他人类生产建设活动对土地、水和动植物等造成的损毁类型及其影响,并了解了国内外多种复垦问题的解决方法。这加深了学生对学科的认知,激发了学习热情,强化了解决问题的能力基础。

3) 引导学生进行问题讨论式学习。土地复垦是系统工程,需要多学科、多专业知识技能来完成。在有限的课堂时间里,教师结合案例中的问题,先应用启发式、讨论式的方法引导学生整合先验知识提出问题的解决方法,进而对复垦实践案例的做法进行评述。这一过程调动了学生主观能动性,激发了学生学习的热情。在积极独立思考过程中,学生不时提出新问题和新观点,建构自身学科知识体系的同时,也提升了教师对问题的认识,实现了教学相长,改进了教学质量。

4) 培养了学生合作精神和实践研究能力。教师经常要求和鼓励学生合作学习,尤其是在集中实践环节,从文献知识准备、考察或实践方案设计、野外调查与采样、室内分析、复垦方案编制与报告撰写等各环节,均以小组为单位完成,其内部分工明确,相应的考评机制也比较健全。课后,学生也时常自发地组织集体交流与讨论。在合作学习、实践学习中,学生不仅学会了认知,同时也培养了团队成员分工协作与共同解决实践问题的能力。

3.2 课程评价

在20世纪中期,美国教育界广泛接受“以过程性评价为主、以考试为辅”和“教学评测应与课程同时进行,实施过程性评价”的理念^[20]。弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程考核同样是多元的。其课程成绩构成,包括以下3部分。

3.2.1 过程性考试

考试贯穿整个学期。除期末考试(Final examination)外,还有期中考试(Mid-term examination)和2次测试(Quizzes)。期末考试占总成绩的25%,4次考试合计占总成绩比例为60%左右,这一权重在美国大学课程成绩评定中,属于考试成绩占比中等的(一般占45%~75%)^[20]。

3.2.2 课堂参与及指定作业

学生需要完成任课教师指定的阅读材料,并参加课堂讨论。教师鼓励学生在课堂上表达自己的观点和提出问题。课堂的参与程度,以及小组课后作业的完成情况评价,约占总成绩的20%。

3.2.3 课外实践

在野外实地调查、采样与样本分析基础上,学生需要提交学期论文,以及复垦方案或实习报告,由教师根据论文、方案或报告完成情况进行成绩评定。该部分占总成绩的20%左右。

4 结论与讨论

弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程体系无论就其内容范畴、教学方法,还是课程评价方式等,其课程建设与理念,具有典型的美国高等教育的特色。其课程内容体系的不断完善,对学生理论知识和实践能力的并重,对课程评价的多元化做法等,将带来对我国“土地复垦学”课程建设和教学改革的深刻思考。

1) 课程体系范畴设置的迥异。在课程体系的内容范畴理解上,弗吉尼亚理工大学与我国“土地复垦学”还是有很大差异的。前者内容更为宽泛,在课程内容的边界设定上,更为注重相关学科和交叉学科的吸纳,这使得弗吉尼亚理工大学土地复垦学课程内容体系更为丰富和立体,更加有利于国际视野和复合型复垦人才的培养。我国的“土地复垦学”课程体系,其内容和范畴的界定相对狭义,这有利于增加教学深度和方便教学活动的开展。研究与教学视野的差异,也体现了两国对“土地复垦”内涵理解背后文化的差异。

2) 教学内容组织形式上的迥异。我国“土地复垦学”课程内容更为系统,在课堂教学过程中注重理论知识的系统性传授;弗吉尼亚理工大学按专题报告形式组织教学内容,引入科研成果和复垦实践案例,前后逻辑性相对弱,知识体系在教师指导下由学生自己建构。如何扬长避短,整合两者优势,需要在今后教学实践中进一步探索。

3) 教学方法上的迥异。弗吉尼亚理工大学的“土地复垦学”采用案例式教学法、讨论式教学法和实践式教学法等“研究性”教学方法,更能激发学生学习热情和学习的主动性,提供了自主学习的良好氛围。上述方法在我国大学教学中尽管也越来越多的采用,但整体而言,我国学生仍习惯按照教材学习和复习,且课后自主学习时间相对少,自主学习能力较弱。应用“研究性”教学方法时,需要因地制宜地进行改进。

4) 课程评价上的迥异。相较于我国课程评价基本上是以期末考试为主的单一考核方式,弗吉尼亚理工大学“土地复垦学”课程评价采用多元化考核方法,多类型、多形式的考试贯穿整个学期,避免了“平时不学习、依靠期末突击”的侥幸心理,有助于良好学习习惯的养成。这种评价方式值得借鉴,但教师工作量会相应增加,教学内容和教学进度等也需要相应做出调整。

致谢 感谢弗吉尼亚理工大学农业与土壤环境系 Daniels W L 教授、Zipper C E 教授和 Donovan P F 博士的大力帮助!

参 考 文 献

- [1] 胡振琪. 土地复垦学研究现状与展望[J]. 煤矿环境保护, 1996, 10(4):16-20
Hu Z Q. Current situation and prospect of study on land reclamation[J]. *Coal Mine Environment Protection*, 1996, 10(4):16-20 (in Chinese)
- [2] 赵艳玲, 胡振琪, 李晶. 《土地复垦学》课程教学改革研究[J]. 中国校外教育, 2011(14):113-114
Zhao Y L, Hu Z Q, Li J. Research on teaching reform of the course of land reclamation[J]. *Education for Chinese After-school (Theory)*, 2011(14):113-114 (in Chinese)
- [3] 李晶, 刘燕萍, 胡振琪, 杨耀淇, 苗慧玲, 李恩来. 历史遗留损毁土地调查内容与调查方法探讨[J]. 地理与地理信息科学, 2013, 29(3):92-95
Li J, Liu Y P, Hu Z Q, Yang Y Q, Miao H L, Li E L. Investigation content and survey method on abandoned damaged land[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2013, 29(3):92-95 (in Chinese)
- [4] 徐嘉兴, 李钢, 陈国良, 赵华, 渠俊峰. 土地复垦矿区的景观生态质量变化[J]. 农业工程学报, 2013, 29(1):232-239
Xu J X, Li G, Chen G L, Zhao H, Qu J F. Changes of landscape ecological quality for land reclamation in mining area [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(1):232-239 (in Chinese)
- [5] 罗明, 胡振琪, 李晶. 土地复垦法制建设任重道远: 从中美土地复垦制度对比视角分析[J]. 中国土地, 2011(7):44-46
Luo M, Hu Z Q, Li J. Legal system construction on land reclamation has a long way to go: From the perspective of international comparative analysis[J]. *China Land*, 2011(7):44-46 (in Chinese)
- [6] 王军, 张亚男, 郭义强. 矿区土地复垦与生态重建[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(6):113-116
Wang J, Zhang Y N, Guo Y Q. Land reclamation and ecological reconstruction of mining areas [J]. *Areal Research And Development*, 2014, 33(6):113-116 (in Chinese)
- [7] 侯湖平, 张绍良, 丁忠义, 牟守国, 周天建. 寓教于研的“土地复垦学”课程教学比较研究[J]. 中国地质教育, 2015(2):87-91
Hou H P, Zhang S L, Ding Z Y, Mou S G, Zhou T J. Comparative with combining teaching with research in land reclamation[J]. *Chinese Geological Education*, 2015(2)87-91 (in Chinese)
- [8] 石金莲, 崔越, 黄先开. 美国乡村旅游发展经验对北京的启示[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(5):289-296
Shi J L, Cui Y, Huang X K. Implications of american rural tourism development experience to Beijing [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2015, 20(5):289-296 (in Chinese)
- [9] 胡振琪, 赵艳玲, 程玲玲. 中国土地复垦目标与内涵扩展[J]. 中国土地科学, 2004, 18(3):3-8
Hu Z Q, Zhao Y L, Cheng L L. Extension of goal and meaning of land reclamation in China[J]. *China Land Science*, 2004, 18(3):3-8 (in Chinese)
- [10] Evans D M, Zipper C E, Hester E T, Schoenholtz S H. Hydrologic effects of surface coal mining in Appalachia (US) [J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 2015, 51:1436-1452
- [11] Zipper C E, Burger J A, Barton C D, Skousen J G. Rebuilding soils on mined land for native forests in appalachia [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2013, 77(2):337-349
- [12] Burger J, Graves D, Angel P, Davis V, Zipper C. The forestry reclamation approach[J]. *Forest Reclamation Advisory*, 2005, 2:1-4
- [13] Evans D M, Zipper C E, Burger J A, Strahm B D, Villamagna A M. Reforestation practice for enhancement of ecosystem services on a compacted surface mine: Path toward ecosystem recovery[J]. *Ecological Engineering*, 2013, 51:16-23
- [14] Zipper C E, Burger J A, Barton C D, Skousen J G. Rebuilding soils on mined land for native forests in Appalachia [J]. *Soil Science Society of American Journal*, 2013, 77:337-349
- [15] Fields-Johnson C W, Burger J A, Evans D M, Zipper C E. Ripping improves tree survival and growth on unused reclaimed mined lands [J]. *Environmental Management*, 2014, 53(6):1059-1065
- [16] 胡振琪, 李玲, 赵艳玲, 冯新伟. 高潜水位平原区采煤塌陷地复垦土壤形态发育评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5):95-101
Hu Z Q, Li L, Zhao Y L, Feng X W. Morphology development evaluation of reclaimed soil in coal-mining subsidence areas with high groundwater levels [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(5):95-101 (in Chinese)
- [17] Gibson G R, Campbell J B, Zipper C E. Sociopolitical influences on cropland area change in Iraq, 2001 - 2012 [J]. *Applied Geography*, 2015, 62:339-346
- [18] Daniels W L, Zipper C E, Orndorff Z W. Predicting release and aquatic effects of total dissolved solids from Appalachian USA coal mines [J]. *International Journal of Coal Science and Technology*, 2014, 1(2):152-162
- [19] Timpano A J, Schoenholtz S H, Soucek D J, Zipper C E. Salinity as a limiting factor for biological condition in mining-influenced Central Appalachian headwater streams [J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 2015, 51(1):240-250
- [20] 陈棣沐, 韩婧. 美国大学课程成绩评定方式对我国大学的启示 [J]. 教育科学, 2009, 25(6):76-81
Chen D S, Han J. The enlightenment of courses evaluation from US universities to Chinese universities [J]. *Education Science*, 2009, 25(6):76-81 (in Chinese)