DOI: 10.5846/stxb201611142313
李全生.东部草原区煤电基地开发生态修复技术研究.生态学报,2016,36(22): - .
作者.题目.Acta Ecologica Sinica,2016,36(22): - .

东部草原区煤电基地开发生态修复技术研究

李全生[1,2,*]

1 神华集团有限责任公司科技发展部,北京 100011

2 煤炭开采水资源保护与利用国家重点实验室,北京 100011

摘要:本项目为"十三五"国家重点研发计划批复项目(2016YFC0501100)。针对我国东部草原区大型煤电基地开发生态修复技术需求和工程实施难题,凝练并聚焦煤炭开发对草原生态(水、土壤、植被)的影响机理及累积效应、区域生态稳定性与区域生态安全协调机制两大科学问题,运用生态学、采矿学、环境科学、草叶科学等多学科方法,采用理论分析、调查监测、试验研究相结合的综合手段,厘清煤炭开发对区域地下水位和植被种群的影响边界、程度及累计效应,研发生态效应评价方法、区域水资源动态监测、水资源保护利用、煤矿土地整治、微生物联合修复、景观生态恢复等 15 项关键技术,形成基础理论、关键技术和工程示范一体化体系,创立东部草原区生态修复模式,在呼盟和锡盟煤炭开发基地进行集中工程示范,为我国东部草原区煤炭开发与生态修复提供理论和技术支撑。

关键词:东部草原区;煤电基地开发;水资源保护利用;生态修复;集成示范

题目

作者

单位

Abstract: This project is one part of "Thirteen Five" national key research and development program approved project whit the NO. of 2016YFC0501100. Taking account of the ecological restoration technology development and engineering practice problems of large-scale coal-power bases in eastern steppe of China, including ecology, mining, environmental science, protoculturescience and other subject, thetheoretical analysis, experimental research, survey and monitoring and other meanswill be used tofind out thetwo scientific questions caused by coal mining: one for influence andcumulative effect ofgrassland ecosystems (water, soil, vegetation), and the other for regional ecological stability and security coordination mechanisms at the regional ecological. The influence boundary of regional groundwater and vegetation populations with coal exploitation will be clarified. A series ofkey technologies, such as ecological cumulative effect evaluation method, dynamic monitoring of regional water resources, water resources conservation and utilization, coal mine land reclamation, microbial bioremediation, landscape restoration, will be established. The integration mode with basic theory, key technology integration and demonstration projects will be developed, which will provide theoretical and technical support for the eastern prairie region of coal exploitation and ecological restoration.

Key Words: eastern steppe of China, develop of coal-power bases, water resources protection and utilization, restoration of the ecosystem, integrated demonstrate

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2016YFC0501100)

收稿日期:2016-11-14

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: liqs@ shenhua.cc

1 引言

自然生态环境退化是全球面临的共同挑战。我国生态环境问题相当严峻,北方沙化问题突出,东部草原区生态屏障作用凸显。该区域位于我国“两屏三带”的北方防沙带东部区域,年降水量不到400mm,气候酷寒(最低气温零下47.5℃),表土厚度仅30cm。近10年来,随着资源与畜牧业持续开发,优质草地面积下降了近一半;同时,该区域聚集了我国蒙东煤炭基地以及呼盟锡盟煤电基地,产能超4亿吨,约占东北区产能的57%,保障了区域煤炭供应;电力装机约2000万千瓦,约占东北区煤电供应的29%,是区域西电东送和北电南送的保障区。大型煤电基地开发引发植被破坏、水土流失、地下水位下降等一系列生态问题,严重影响了东部草原区东北能源保障和生态屏障作用的发挥,其生态修复和综合整治成为国家生态安全的重大课题。

矿区生态修复起源于上世纪初美国、德国等发达国家,主要是从露天煤矿生态修复开始。经过长期研究与实践,在生态修复规划、土壤重构、地貌重塑、植被恢复、采复一体化工艺、修复设备与材料、复垦区环境管理等方面取得一系列成果,并已形成法规和技术规范[1-16]。目前的研究重点是矿区生态扰动影响、生态修复效果、土壤和生态系统长期演变机理、近自然地貌重塑技术等。

我国上世纪八十年代开始重视矿区生态修复及技术研发,研究与实践集中在井工矿山,“十一五”和“十二五”期间相继开展了“矿区复垦关键技术开发与示范应用”、“晋陕蒙接壤区大型能源基地生态恢复技术与示范”和“大型煤炭基地采煤沉陷区黄河泥沙充填修复技术及示范”科技支撑计划项目,形成了适用于华北、华东煤矿区及晋陕蒙接壤区采煤沉陷地、煤矸石山生态修复技术成果[17-25]。随着我国露天煤炭产量增加,露天矿区生态修复工作得到加强,重点在平朔、准格尔等露天矿区开展了技术研发和工程实践;已从排土场复垦转变为采复一体化,但尚未从整体上统筹水、土、植被等生态要素进行生态修复技术系统研发,尤其缺乏针对酷寒、半干旱、生态脆弱的东部草原区大型煤电基地生态修复的研究。

针对上述问题,神华集团联合煤电开发、草业科学、生态保护等领域高水平的6家企业、6所高校和8个研究机构组成产学研联合研发团队,紧紧围绕“两屏三带”生态安全屏障建设的“北方风沙区沙化土地综合治理”重大科技需求,针对东部草原区大型煤电基地高强度开发活动和生态脆弱特征,突破煤炭开采对草原生态(水、土壤、植被)的影响机理及累积效应、区域生态稳定性与生态安全协调机制两大科学问题,重点研发生态效应动态监测评价与安全预警、水资源保护与循环利用、生态减损型采排复一体化、扰动区土壤重构与土地整治、贫瘠土壤有机改良、生物联合植被恢复、景观生态恢复等关键技术,在具有代表性的胜利矿区、宝日希勒矿区、大雁矿区开展规模化集成示范,形成东部草原区大型煤电基地生态修复与综合整治系统性解决技术方案,为北方风沙区沙化土地中典型退化生态区域综合治理和生态富民提供科技支撑。

2 项目研究内容

2.1 研究内容

按照项目申报指南要求,项目设置9个课题(方面内容)。

(1)大型煤电基地开发生态累积效应研究及风险评估。识别生态影响敏感因子,构建生态累积效应评估体系与风险阈值,建立区域生态监测预警平台。

(2)煤炭高强度开采驱动下地下水演变及其生态影响。研发地下水动态监测与评价技术,揭示开采对地下水的扰动机理、作用边界及其对生态的影响。

(3)大型煤电基地采排复一体化与土壤重构技术及示范。研发露天矿节地减损保水型采排复一体化及地层土壤重构工艺,电厂粉煤灰矿坑排放与无害化利用、表土剥离堆存及其替代材料开发技术。

(4)大型煤电基地水资源保护技术与示范。研发煤电基地开发水资源保护模式与方法,含水层再造、露天矿地下水库储水及水资源调配技术。

(5)大型煤电基地土地整治技术与示范。研发开采扰动区土地整治与水土保持、表土稀缺区土壤构建与改良、采矿废迹地整治与再利用、典型污染场地识别与治理技术。

(6)大型煤电基地植被恢复技术与示范。研发

草原区沙质贫瘠土壤有机生物改良、菌根等微生物菌群-植被联合修复、根际微生态功能结构优化与稳定技术。

(7)大型煤电基地景观生态恢复关键技术与示范。评价草原矿区景观生态功能、研发采损地貌重塑与景观生态恢复、农牧矿结合带生境保护与修复、草原矿区景观生态功能提升技术。

(8)大型煤电基地生态稳定性评价及区域生态安全调控模式与示范。研究大型煤电基地生态稳定性维持机制、生态稳定性与区域生态承载力评价技术、区域生态安全调控模式。

(9)大型煤电基地生态修复关键技术集成示范。建设神华宝煤、北电胜利矿区生态修复技术集成示范、宝煤露天矿地下水库示范、大雁矿区土地整治与景观生态恢复技术集成示范。

课题 1、课题 2 和课题 8 属于整个项目的基础理论研究,突出大型煤电基地开发生态累积效应评估及区域生态风险预警,重点研究煤炭高强度开采驱动下地下水演变及其生态影响,建立大型煤电基地生态稳定性和区域生态安全协调机制,阐释东部草原区大型煤电基地生态破坏的主要机理和生态修复的科学理论依据;课题 3 至课题 7 主要是侧重于采排复一体化与土壤重构技术、水资源保护技术、土地整治技术、植被恢复技术、景观生态恢复关键技术研发;课题九是大型煤电基地生态修复关键技术集成示范。

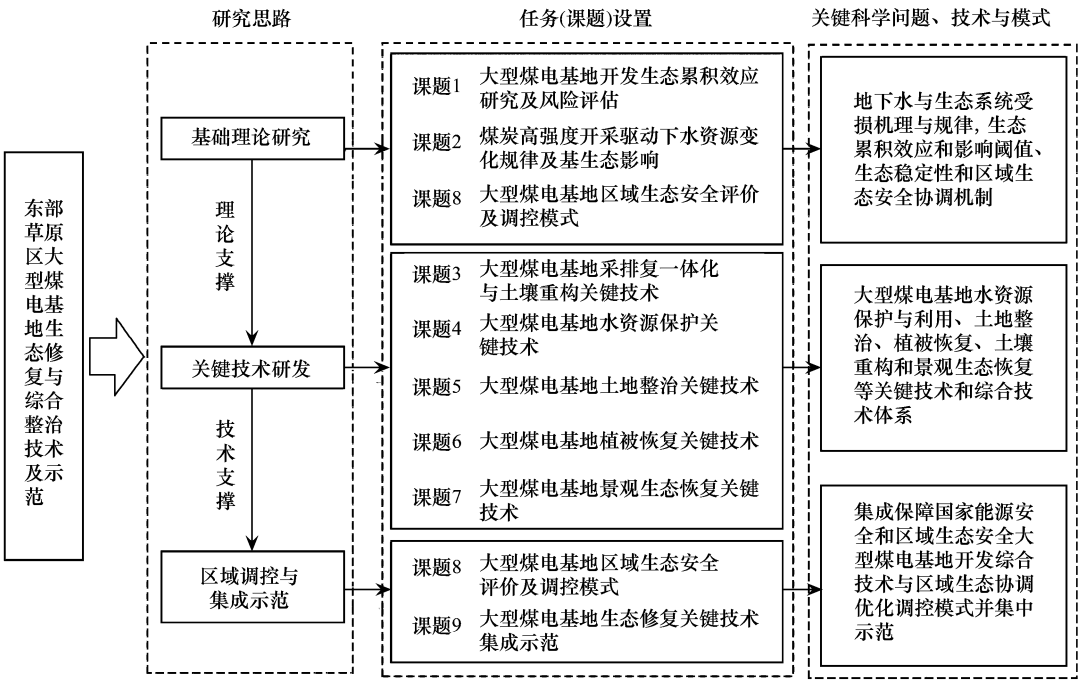

图 1　项目研究内容(课题)设置逻辑框架

Fig.1

2.2　技术路线

项目技术路线如图 2 所示。

针对项目研究目标,围绕两大科学问题,采用理论研究、调查监测、试验研究和工程示范等方法,开展三项理论和五项关键技术研发,形成源头减损、过程控制和综合整治的区域生态修复技术体系。

3　总体目标

3.1　总体目标

解决东部草原区大型煤电基地长期高强度开发对草原生态(水、土壤、植被)的影响机理及累积效应、生态稳定性与区域生态安全协调机制两大科学问题,研发相应关键技术,创建生态安全调控模式,依托呼盟和锡盟生态保护建设规划重点任务区、呼盟国家可持续发展试验区开展示范,为保障东部草原区大型煤电基地科学开发和生态安全提供科技支撑。

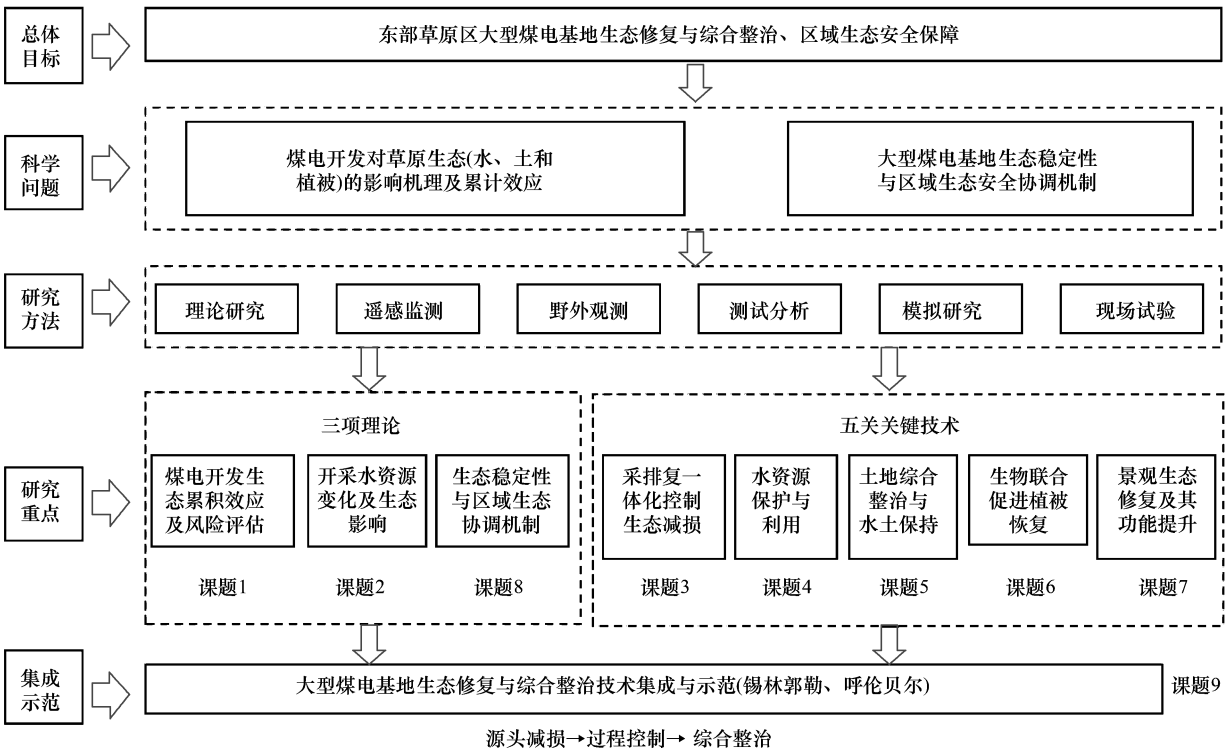

图 2 项目研究内容(课题)设置逻辑框架

Fig.2

3.2 考核指标

(1)基础研究方面,揭示两个规律和建立两套评价体系。主要包括:大型煤电基地长期高强度开采驱动下区域水资源和生态变化规律及生态累积效应,建立大型煤电基地开发生态累积效应和影响阈值评价体系、生态稳定性评价体系。

(2)技术研发方面,研发煤炭高强度开采条件下水资源监测技术,地下水对生态影响评价技术,大型煤电基地水资源优化配置与调控技术,露天煤矿仿自然地貌综合整治技术,露天矿生态减损型采排复一体化技术,表土稀缺区复垦土壤构建技术,生物联合修复技术、沙化土壤有机培肥改良技术、生态功能优化的生物调控技术、农牧矿生态交错带生境保护与修复技术,大型煤电基地典型景观生态功能提升技术,大型煤电基地生态稳定性评价技术、区域生态承载力评价技术、区域生态安全调控与保障技术等15 项关键技术。

(3)示范工程方面,覆盖典型的蒙东大型煤电开发区、露天煤矿生态扰动区和干旱半干旱的草原沙化区,示范区 15000 亩。其中,露天排土场治理示范区植被覆盖率较本底值提高 35%,废迹地示范区治理率达到 96%。

(4)知识产权与人才培养方面,在国内外学术期刊上发表高水平学术论文不少于 80 篇(SCI 或 EI 收录 30 篇),出版相关专著 5 部以上;申请相关国家发明专利 30 项以上;编制 1 套生态安全评价规范、5 项水资源保护和生态修复技术指南等方面的企业与行业标准;培养博士后、博士、硕士研究生 60 人以上。

3.3 预期成果

围绕东部草原区大型煤电基地长期高强度开发对草原生态(水、土壤、植被)的影响机理及累积效应和东部草原区大型煤电基地生态稳定性与区域生态安全协调机制两大科学问题,科学层面上预期获得高强度开采对草原生态影响的边界、程度与范围,探索出促进生态稳定与可持续发展的机理、技术与方法。通过草原植被恢复和种植经济作物等,既能起到防风固沙的作用,又能吸收、转移农村剩余劳动力,生态经济效益显著,预计综合经济效益在 10 亿元左右。

4 结语

本项目实施周期 4.5 年,通过产学研协同创新,

针对我国东部草原区煤电基地开发引起了地下水位下降、土地破坏、土壤沙化、植被退化、景观破损等生态问题,揭示生态脆弱草原区大型煤电基地开发的生态影响机理及累积效应,研发生态恢复关键技术体系,创建煤电开发与区域生态安全调控模式,为大型煤电基地区域科学开发提供科技支撑。

参考文献(References):

[1] Lei K, Pan H Y, Lin C Y. A landscape approach towards ecological restoration and sustainable development of mining areas.. Ecological Engineering, 2016, 90:320-325.

[2] Toktar M, Papa G L, Kozybayeva F E, et al. Ecological restoration in contaminated soils of Kokdzhon phosphate mining area (Zhambyl region, Kazakhstan). Ecological Engineering, 2016, 86:1-4.

[3] Brown S L, Chaney R L. Use of Amendments to Restore Ecosystem Function to Metal Mining-Impacted Sites: Tools to Evaluate Efficacy. Current Pollution Reports, 2016, 2(2):1-12.

[4] Srivastava N K, Ram L C, Masto R E. Reclamation of overburden and lowland in coal mining area with fly ash and selective plantation: A sustainable ecological approach. Ecological Engineering, 2014, 71(71):479-489.

[5] Ma C, Cai Q, Wang H, et al. Modeling of Water Flow in Reclaimed Mine Spoil with Embedded Lignitic Fragments Using Hydrus-1D. Mine Water & the Environment, 2014, 34(2): 197-203.

[6] 马从安, 才庆祥, 韩可琦. 露天矿生产与生态重建适宜性评价专家系统. 中国矿业大学学报, 2006, 35(2):231-234.

[7] 才庆祥, 高更君, 尚涛. 露天矿剥离与土地复垦一体化作业优化研究. 煤炭学报, 2002, 27(3):276-280.

[8] 毕银丽.丛枝菌根培养新技术及其对土地复垦生态效应. 地质出版社, 2007.

[9] Miao Z, Marrs R. Ecological restoration and land reclamation in open-cast mines in Shanxi Province, China.. Journal of Environmental Management, 2000, 59(3):205-215.

[10] Pallavicini Y, Alday J G, Martínez-Ruiz C. Factors Affecting Herbaceous Richness and Biomass Accumulation Patterns of Reclaimed Coal Mines. Land Degradation & Development, 2015, 26(3):211-217.

[11] Hanel L. Development of soil nematode communities on coal-mining dumps in two different landscapes and reclamation practices. European Journal of Soil Biology, 2002, 38(2): 167-171.

[12] Ghose M. Management of topsoil for geo-environmental reclamation of coal mining areas. Environmental Geology, 2001, 40(11): 1405-1410.

[13] Feagin R A, Thomas D H. Does vegetation prevent wave erosion of salt marsh edges?. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(25): 10109-13.

[14] Lindberg T T, Bernhardt E S, Bier R, et al. Cumulative impacts of mountaintop mining on an Appalachian watershed.. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011, 108(52):20929-34.

[15] Gremer J R, Bradford J B, Munson S M, et al. Desert grassland responses to climate and soil moisture suggest divergent vulnerabilities across the southwestern United States.. Global Change Biology, 2015, 21(11).

[16] B.C. Verschoor†, Pronk T E, Goede R G M D, et al. Could plant-feeding nematodes affect the competition between grass species during succession in grasslands under restoration management?. Journal of Ecology, 2002, 90(5):753-761.

[17] Hu Z, Xiao W. Optimization of concurrent mining and reclamation plans for single coal seam: a case study in northern Anhui, China. Environmental Earth Sciences, 2013, 68(5):1247-1254.

[18] 毕银丽, 王瑾, 冯颜博,等. 菌根对干旱区采煤沉陷地紫穗槐根系修复的影响. 煤炭学报, 2014, 39(8):1758-1764.

[19] 刘福明, 才庆祥, 陈树召,等. 露天煤矿中间搭桥适用条件与关键参数的确定. 煤炭学报, 2015, 40(1):73-79.

[20] 李树志. 我国采煤沉陷土地损毁及其复垦技术现状与展望. 煤炭科学技术, 2014.

[21] 郑佳怡, 付晓, 王辰星,等. 区域环境承载力评价指标体系的构建——以黄河上游水电开发区域为例. 生态学杂志, 2014, 33(8):2228-2234.

[22] Tan F, Lu Z. Assessing regional sustainable development through an integration of nonlinear principal component analysis and Gram Schmidt orthogonalization. Ecological Indicators, 2016, 63:71-81.

[23] 张建民, 李全生, 胡振琪,等. 西部风积沙区超大综采工作面开采生态修复研究. 煤炭科学技术, 2013, 41(9):173-177.

[24] 李全生, 贺安民, 曹志国. 神东矿区现代煤炭开采技术下地表生态自修复研究. 煤炭工程, 2012(12):120-122.

[25] 康萨如拉, 牛建明, 张庆,等. 草原区矿产开发对景观格局和初级生产力的影响——以黑岱沟露天煤矿为例. 生态学报, 2014, 34(11):2855-2867.