

提名 2022 年度西藏自治区科学技术奖情况

一、项目名称

青藏铁路沿线生态保护与沙害综合防治关键技术及应用

二、提名者及提名意见：

提名者：西藏自治区林业和草原局

提名意见：

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。青藏铁路沿线生态环境脆弱，铁路安全运营备受党和国家乃至全社会的高度关注。该研究在国家基金委、国家林草局、自治区林草局和原铁道部等资助下，经过近 20 年研究探索与推广应用，围绕铁路沿线存在的突出问题与生态建设迫切需求，率先从基础理论探索、关键技术研发与试验示范推广等方面开展联合研究，并取得重大突破。

项目系统揭示了藏北高原植被生态系统的物种组成、群落特征以及土壤环境特征变化规律，进行了原生植被生态区划，为科学指导铁路沿线植被生态恢复与生态系统保护提供了科学依据；针对铁路运营后发生的严重沙害，项目组能及时开展研究，创新提出高寒铁路沙害形成机理、沙尘来源与分布规律，为科学指导铁路沙害防治与加强草原生态保护等提供了理论支撑。

项目首次在青藏铁路沿线开展高海拔地区灌丛植被生态恢复，突破解决海拔 4000m 以上的乡土木本植物选育与造林技术瓶颈，在自治区科技苗木繁育基地培养了大量乡土木本植物材料，在那曲、当雄等铁路沿线进行了应用示范，在自治区境内其他林业生态建设中进行了大量推广应用；研发的以沙害源头控制为主，生物与工程结合，固、阻、输有机结合的铁路沙害防治技术体系有效遏制了铁路沙害发生。

项目获得国家发明专利 21 项，软件著作权 4 项，国内外学术论文 100 多篇、标准 3 项、专著 4 部，成果在自治区得到广泛应用，并取得显著生态、经济和社会效益，达到国际领先水平。经审查，确认推荐材料真实有效并符合要求，特此推荐。

三、项目简介

青藏铁路是世界上海拔最高、线路最长的高原铁路，生态环境极为脆弱，植被退化与沙害的发生，威胁铁路安全。为此，北京林业大学等单位在主持完成林业行业重大项目“青藏铁路沿线沙害综合防治技术研发与示范（201504401）”等

课题研究成果的基础上，整合凝炼，形成本技术成果，属林业科学领域，涉及水土保持学、生态学等学科，主要技术内容与创新如下：

（1）铁路沿线乡土适生植物材料筛选与快繁技术。在青藏铁路格拉段 1142km 沿线建立长期监测平台，监测了近 20 年来铁路沿线植物群落、土壤环境等变化，揭示了沿线各路段优势物种与群落特征，将沿线科学划分为 6 大生态区，确定了各区植被恢复适生植物；筛选出 35 种可广泛用于沿线植被恢复与重建的优良植物材料，包括巴青披碱草、青海冷地早熟禾等耐沙埋草本植物；攻克高山柳、砂生槐等 20 余种适合高海拔地区的优良木本植物材料快繁技术，为铁路沙害防治与植被恢复提供了优良植物材料。

（2）铁路沿线植被生态保育与恢复技术。构建了铁路线域封育围栏促进工程迹地自然恢复、氮添加促进沿线草地自然恢复、基于元胞自动机的外来植物空间扩散及控制技术、生态防控草原鼠害等高寒植被生态系统保育技术体系；研发覆膜保墒、生物活性肥改土、高寒木本植物种植、裸露沙地植被快速恢复技术，攻克了高寒冻土区木本植物成活难、保存率低的技术瓶颈。

（3）铁路沿线沙害综合防治技术体系。界定了铁路沿线严重沙害分布路段及时间，阐明了铁路沙害形成的动力条件与发生规律；量化了河谷、沙化草甸和湖滨等对铁路沙物质来源的贡献率；阐明了典型路基、桥梁等不同断面的风沙蚀积机理与过程；首次提出了“源头控制”、“固、阻、输”耦合的铁路沙害综合防治技术体系，保障青藏铁路安全运行。

本技术成果获国家发明专利、实用新型专利、软件著作权、植物新品种、标准多项；出版专著和论文 100 余篇；培养多名博士后及研究生，以及基层技术人员 300 余名；在海拔 4000m 以上建立 4 个铁路灌草植被恢复试验示范基地 1000 亩，在沙害最严重路段 78.8km 建立了 4 个铁路沙害综合防治示范区，成果在 705km 的线路得以推广应用。

本技术成果完善和发展了高海拔铁路植被保护与沙害防治理论，创新了青藏铁路沙害防治技术体系与沙害路段植被修复技术，成果达国际领先水平，取得了显著的生态、经济、社会效益。

四、代表性论文专著目录

序号	名称	刊名	发表时间	第一作者	通讯作者
1	Relative roles of competition, environmental selection and spatial processes in structuring soil bacterial communities in the Qinghai-Tibetan Plateau (竞争、环境选择和空间过程在青藏高原土壤细菌群落结构中的相对作用)	Applied Soil Ecology (应用土壤生态学)	2017 年 5 月 31 日	Jinxing Zhou (周金星)	Qian Zhang (张倩)
2	Dynamic wind differences in the formation of sand hazards at high-and low-altitude railway sections (高海拔和低海拔区铁路沙害路段风动态差异)	Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics (风工程与工业空气动力学杂志)	2017 年 10 月 1 日	Shengbo Xie (谢胜波)	Shengbo Xie, Yingjun Pang (谢胜波, 庞营军)
3	青藏铁路南山口段沙害防治措施的效果	林业科学	2016 年 10 月 15 日	姜鑫贵	崔明
4	青藏高原高寒草甸区铁路工程迹地植被恢复过程的种间关联性	生态学报	2016 年 1 月 22 日	罗久富	周金星
5	Competition and habitat filtering jointly explain phylogenetic structure of soil bacterial communities across elevational gradients (竞争和环境选择共同解释了跨海拔梯度土壤细菌群落的系统发育结构)	Environmental Microbiology (环境微生物学)	2018 年 4 月 24 日	Qian Zhang (张倩)	Jinxing Zhou (周金星)
6	Hydrothermal variation and its influence on the desertified ground surface of Qinghai-Tibet Plateau (热液变化及其对青藏高原沙漠化地表的影响)	Applied Thermal Engineering (应用热工)	2017 年 12 月 5 日	Shengbo Xie (谢胜波)	Shengbo Xie, Jianjun Qu (谢胜波, 屈建军)
7	The effects of land degradation on plant community assembly: implications for the restoration of the Tibetan Plateau (土地退化对植物群落构建的影响: 启示青藏高原植被恢复)	Land Degradation & Development (土地退化与发展)	2020 年 3 月 20 日	Jiufu Luo (罗久富)	Jinxing Zhou (周金星)
8	Aeolian sediment fingerprinting in the Cuona Lake Section along the Qinghai-Tibetan Railway (青藏铁路错那湖段风积沉积物指纹图谱)	Journal of Cleaner Production (清洁生产杂志)	2020 年 3 月 23 日	Yang Zhao (赵洋)	Guanglei Gao (高广磊)
9	四种草本植物混播处理在	生态学报	2019 年 11	任康	郑景明

	西藏错那湖沙害区植被恢复中的表现		月 20 日		
10	青藏铁路路基对风沙运动规律影响的数值模拟	林业科学	2018 年 7 月 15 日	孙兴林	张宇清

五、全部完成人情况

周金星，1，教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：项目总体负责，制定研究方案、顶层设计、关键技术的研发。负责每 4 年一次的青藏铁路沿线综合考察监测，首次将青藏铁路沿线进行了生态分区，为分区治理与铁路沿线生态保护提供了重要依据；完成青藏铁路沿线外来植物扩散机理模型的研制；界定了青藏铁路沙害的主要来源，构建了固、阻、输有机结合的青藏铁路沿线沙害综合防治技术体系；首次在青藏铁路沿线 4000 米以上开展乡土木本植物的试验示范，为青藏铁路沿线灌丛植被生态恢复技术构建奠定了坚实基础；以第 1 完成人获得国家发明专利 5 项，实用新型 2 项，国内外期刊发表论文 20 余篇，参与编写专著 1 部，培育植物新品种 11 个。

崔明，2，研究员，中国林业科学研究院。对本项目主要学术贡献：主持了项目的分课题“青藏铁路沿线沙害风险评估与预警”，构建了铁路沿线生态安全监测评估指标体系，研究评估方法，研发了铁路沿线沙害预警系统，开发出铁路沿线沙害预警手机应用 APP，有效提高了沙害预警的及时性和准确性。并参与项目设计及三次青藏铁路沿线植物群落、土壤调查，负责协调野外数据搜集、保存。指导团队成员开展铁路沙害及重点沙害路段风沙源调查，开展沙障效益调查、评估，提出不同类型沙障布设优化方案，为铁路沙害防治示范区建设提供重要参考。此外，参与项目总结材料撰写。

王进昌，3，正高级工程师，中国铁路青藏集团有限公司。对本项目主要学术贡献：主持了该项目分课题“青藏铁路沿线沙害综合防治技术示范”。针对青藏铁路沿线沙害，重点对南山口、红梁河、北麓河、错那湖沙区工程治沙进行了完善补充，重点开展了红梁河 PE 网大方格控制沙梁迁移问题；对红梁河、北麓河河流沙利用桥梁净空开展了沿河岸设置 PE 网导输沙工程；对错那湖沙区，完善了以沙治沙和以水治沙的工程措施，并对错那湖湖岸边沙害源头的活化沙丘、吹蚀沙地采取覆网压沙技术，促进了天然草地植被的恢复。经过治理，以上沙害段包括沱沱河沙害段，彻底消除了风沙上道危及行车情况的发生。

谢胜波，4，副研究员，中国科学院西北生态环境资源研究院。对本项目主要学术贡献：揭示了青藏铁路风沙危害形成的动力机制，探明了青藏铁路沿线工程防沙积沙后地表水热变化规律。

格桑曲珍，5，高级工程师，西藏自治区林木科学研究院。对本项目主要学

术贡献：参与乡土植物材料采集、筛选以及推广应用，设计乡土植物材料繁育技术试验，开展引种试种植物适应性梯度对比研究试验、监测、数据采集；研发了高寒区城镇木本植物种植微生境改良技术；揭示了那曲地区几种木本植物光合作用特征。

高广磊，6，副教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：参与青藏铁路路域生态保护和荒漠化防治考察。以青藏铁路错那湖段为研究区，首次提出将复杂地形 CFD 数值模拟技术和风速反演方法应用于风蚀风险和动态过程分析，并结合复合指纹识别技术判断风成沉积物定量源信息，提出了一种新的风成沉积物运移过程算法框架，定量判定了青藏铁路错那湖段沿线目标沉积物的主要来源；揭示了研究区复杂地形对风速流场的影响，并阐明了沉积物运移的动态过程。发表学术论文多篇；授权专利多项，获批计算机软件著作权多项。

柯裕州，7，副研究员，西藏自治区林木科学研究院。对本项目主要学术贡献：负责乡土植物材料繁育技术研究与技术人员培训，长期参与青藏铁路沿线原生植被调查与植被恢复试验示范，负责高海拔城镇植树引种试种，督导引种树种数据采集与分析。

屈建军，8，研究员，中国科学院西北生态环境资源研究院。对本项目主要学术贡献：国家林业局林业公益性行业科研专项“青藏铁路沿线沙害综合防治技术研发与示范（项目编号：201504401）课题3——青藏铁路沿线沙害成因机制与分布规律（课题编号：201504401-3）”的负责人，植物纤维阻沙固沙网行业标准的制定人。

刘玉国，9，副研究员，中国林业科学研究院。对本项目主要学术贡献：参与项目设计及青藏铁路沿线植物群落、土壤、微生物调查，负责样地群落数据分析及土壤、植物、微生物样品分析，明确了青藏铁路沿线植被植物群落与土壤特征。同时开展了重点沙害路段风沙源调查，参与铁路沙害防治示范区建设和沙害预警系统研发。

罗久富，10，工程师，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：参与青藏铁路沿线生态系统调查，分析沿线植物群落、土壤数据；实施铁路沿线裸露沙地、流动沙地等困难立地植被快速重建试验，开展高寒退化草地人工促进植被自然恢复试验，开展高寒城镇木本植物引种筛选及适应性评价。研建高寒区裸露沙地、流动沙地植被快速重建技术体系，确定通过人工促进不同退化程度草地植被恢复最适宜氮添加量，揭示围栏封育促进退化高寒草甸自然恢复机理，阐明铁路工程迹地植被自然恢复过程群落结构动态变化，并对人工促进工程迹地植被恢复提出建议，推广运用相关技术到川藏铁路昌都至林芝段路生物多样性调查和生态修复方案设计。

秦树高，11，高级实验师，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：参与了国家发明专利“输沙铁路路基”、“风沙地表蚀积动态监测装置”、学术论文《青

藏铁路路基对风沙运动规律影响的数值模拟》的相关研究工作。

吴秀芹，12，教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：首次在青藏铁路格拉段沿线铁路两侧 10km 范围内尝试使用 30m NDVI 数据进行连续 20 年的时间序列变化分析方法，对铁路修建前后线域植被变化情况及驱动因素进行了分析，对铁路沿线植被变化的原因进行了探索，对其在 20 年间的生态弹性及变化进行了对比，揭示沿线不同植被生态系统的生态弹性，并结合人口、GDP 和建设用地等界定了人类活动对铁路沿线生态系统稳定性的影响力。为项目建立青藏铁路沿线生态安全预警体系提供技术支撑。

郑景明，13，副教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：参与青藏铁路沿线生态系统长期调查，划分青藏铁路沿线植被分区与沙害风险评估；设计并指导实施高寒区困难立地植被恢复试验，收集、分析恢复区植物群落生长状况、土壤改良数据，建立错那湖沙害区风沙防治及植被恢复技术体系，筛选耐沙埋乡土草本植物。促进本项目高寒区困难立地植被快速恢复技术体系研发集成。

米玛次仁，14，高级工程师，西藏自治区林木科学研究院。对本项目主要学术贡献：负责协调青藏高原乡土植物材料种子、插穗等繁殖体采集工作，设计、指导乡土植物材料扩繁研究试验，并在拉萨、那曲等高海拔地区开展山体绿化、灌丛植被恢复、植树引种推广示范。推动了项目的实施和推广应用。

刘有乾，15，正高级工程师，中国铁路青藏集团有限公司。对本项目主要学术贡献：对项目的实施提出了有意义的指导，并支持配套科研经费，对完善南山口、红梁河、北麓河、沱沱河和错那湖的沙害治理，尤其是促进人工种草，恢复沙区天然草地的恢复，彻底消除风沙对铁路线路的危害起到了重要作用。

彭霞薇，16，副教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：主要从事生物活性肥研发，筛选、提纯、扩繁适合脆弱区植被恢复的有益功能微生物菌种，并进行微生物菌剂产品研制，在铁路沿线露沙地、流动沙地、退化草地等困难立地植被恢复、植被重建工程中进行试验示范和推广应用。有效缓解青藏铁路沿线植被恢复与重建区域土壤条件贫瘠、微生物活性低的现状，有效提高恢复物种发芽率、成活率和保存率。

关颖慧，17，副教授，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：参与项目设计及青藏铁路沿线植物群落、土壤、微生物调查，同时开展了重点沙害路段风沙源调查，参与铁路沙害防治示范区建设和沙害预警系统研发。授权铁路沙害预警系统 1 项。

万龙，18，讲师，北京林业大学。对本项目主要学术贡献：查明了青藏铁路沿线沙害的时空分布特征，识别了青藏铁路沿线植被从铁路建设至今植被的变化趋势，揭示铁路沿线植被状况变化空间分布规律；通过青藏铁路沿线植物群落和沙害调查分析，结合气象条件分析，建立青藏铁路沿线沙害预警系统。

张倩，19，副研究员，中国林业科学研究院。对本项目主要学术贡献：整理、

分析、建立青藏铁路沿线土壤微生物数据平台，揭示青藏铁路沿线不同立地环境下土壤微生物群落结构、优势种群等，为本项目在铁路沿线开展土壤改良、植被恢复、菌根生物肥研制提供基础数据和技术支撑。

赵俊，20，高级工程师，西藏自治区林木科学研究院。对本项目主要学术贡献：作为项目的主要参与者，从项目的调研立项申请以及项目的具体实施作了大量的工作，为该项目的顺利开展做出了重要贡献，参与乡土植物材料采集、筛选以及推广应用，参与土壤改良技术研发。

王玉婷，21，工程师，西藏自治区林木科学研究院。对本项目主要学术贡献：，参与乡土植物材料采集、筛选以及推广应用，设计乡土植物材料繁育技术试验。

六、主要完成单位情况

北京林业大学：组织项目负责人及骨干成员统筹协调项目设计、实施、总结，组织项目技术人员对青藏铁路沿线植物、土壤、微生物开展长期固定样地调查，首次将青藏铁路沿线划分为6个生态区，研发了适用于脆弱生态区的菌根生物肥菌剂，研建露沙地、流动沙地等困难立地植被快速恢复技术、人工促进退化草地植被自然恢复技术、铁路沿线人口聚居地和车站木本植物种植技术；组织技术人员界定青藏铁路沿线78.8km重点沙害路段，揭示沙害时空分布规律及成因机制，并进行了沙害防治技术体系研发，系统提出了固、阻、输防沙治沙技术体系，建立示范区1800亩，长4km，并在沿线沙害段进行推广应用；研发铁路安全预警系统。

西藏自治区林木科学研究院：长期合作参与高海拔地区原生植被调查、乡土植物材料筛选、植物快繁技术研建、灌丛植被恢复技术研发集成及关键技术推广应用等工作。单位推荐相关技术人员参与青藏铁路沿线植被长期调查，合作筛选扩繁乡土木本植物材料30余种，并参与在当雄、拉萨建立了4个长期的灌丛植被恢复关键技术试验示范基地建设、乡土植物材料种植及管护关键技术推广应用，在自治区拉萨、那曲、山南、日喀则等地植被恢复生产实践中推广应用，建设乡土植物选育生产中试线1条，扩繁中试基地2处，面积200亩。培育乡土树种苗木300万株，推广500亩，辐射推广面积达10000亩。上述工作为本项目顺利开展、实施和总结起到了重要的支撑作用。

中国林业科学研究院：主持了项目的分课题“青藏铁路沿线沙害风险评估与预警”，构建了铁路沿线生态安全监测评估指标体系，研究评估方法，研发了铁路沿线沙害预警系统，开发出铁路沿线沙害预警手机应用APP，有效提高了沙害预警的及时性和准确性。参与青藏铁路沿线植物群落、土壤、微生物长期调查、数据采集、分析；参与青藏铁路沿线沙害时空分布调查，对重点沙害路段开展防沙治沙技术的研发与集成，建设铁路沙害综合防治技术试验示范区，对石方格、

PE 网、高立式等沙障的防沙治沙效益进行分析评估，并针对不同的地貌下的沙害特征提出相应的防沙治沙技术优化方案；为铁路沙害防治示范区建设提供重要参考。

中国铁路青藏集团有限公司：1. 加大了源头治理。完善前沿阻沙措施，彻底阻止沙梁风沙前移。2. 完善了风沙输导体系建设。主要是利用格拉段大江大河风沙区域风沙主导风向与铁路垂直的特点，完善了对沿河岸、沿桥下导风输沙设施。3. 完善了以沙治沙、以水治沙的治理方式，一是在风沙前沿，通过设置 2-3 道间距 20 米的高立式 PE 网沙障，通过在这沙障内自然积沙形成沙坝，利用沙体本身作为挡沙墙拦截流沙前移。二是利用沱沱河、错那湖沙区等有季节性流水的条件，采取措施拦截水流蓄水，夏季以水压沙，冬季大风季节以冰覆盖沙面的治沙形式。4. 开展了覆网植被恢复。对错那湖湖岸活化沙丘、吹蚀沙地进行了 PE 网覆盖压沙，固定沙丘表面，促进草地恢复，取得了良好效果。

中国科学院西北生态环境资源研究院：参与青藏铁路沿线沙害长期调查、数据采集、分析；参与青藏铁路沿线沙害时空分布调查并界定其分布规律，揭示湖滨、退化草地、河谷等不同地貌的沙尘源和起沙机理，对重点沙害路段开展防沙治沙技术的研发与集成，对南山口、北麓河、红梁河、错那湖等重点沙害路段沙障的防沙治沙效益进行分析评估，并针对性提出相应的防沙治沙技术优化方案；制定中国铁路总公司企业标准和中华人民共和国林业和草原行业标准各 1 项。