

DOI: 10.16799/j.cnki.csdqyfh.241298

路线、路基岩土及交安设施关键技术体系研究

伍宏宇¹, 欧本祚², 吴龙², 王海珠¹

(1. 四川公路桥梁建设集团有限公司勘察设计分公司, 四川 成都 610093; 2. 四川大垫高速公路有限责任公司, 四川 达州 635100)

摘要: 系统性梳理高速公路路线、路基岩土及交安设施在设计、施工、检测监测、原材料制备、加工等领域已有的科研成果, 形成完善的关键技术体系, 为后续科研提供指导方向。科研清单目录的梳理对形成科研体系具有关键作用, 其能系统化、有序化地开展科研课题研究, 显著提升科研成果转化率。深度融合科研成果和现实生产业务, 建立统一的技术体系标准、形成自有标准体系, 提升管理和技术水平, 树立产品产业化思维, 实现科研成果转化应用, 达到产业化目标, 进而为今后科研开展提供指导性目录文件。

关键词: 高速公路; 路线; 路基岩土; 交安设施; 科研成果; 技术体系; 科研清单目录

中图分类号: U412

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)03-0058-07

Research on Key Technology System of Route, Subgrade Rock Soil and Traffic Safety Facilities

WU Hongyu¹, OU Benzuo², WU Long², WANG Haizhu¹

(1. Survey and Design Branch of Sichuan Highway & Bridge Construction Group Co., Ltd., Chengdu 610093, China; 2. Sichuan Dadian Expressway Co., Ltd., Dazhou 635100, China)

Abstract: The existing scientific research achievements in the fields of design, construction, detection and monitoring, raw material preparation and processing of expressway route, subgrade rock soil and traffic safety facilities are systematically sorted out to form a perfect key technology system in order to provide a direction for the future scientific research. The scientific research list sorted out plays a crucial role in forming a scientific research system, which can carry out the scientific research in a systematic and orderly way, and significantly improve the conversion rate of scientific research results. The scientific research achievements and real production business are deeply integrated. A unified technical system standard is established to form an independent standard system. The management and technical levels are improved, the product industrialization thinking is established, and the transformation and application of scientific research achievements to achieve the goal of industrialization are realized, which provides the guiding directory file for future scientific research.

Keywords: expressway; route; subgrade rock soil; traffic safety facilities; scientific research achievements; technical system; research list

0 引言

多年来,我国一直存在着科技成果向现实生产力转化不力、不顺、不畅的痼疾,创新和转化各个环节衔接不够紧密的现象^[1]。科技部统计数据显示,建筑业产业化应用的科技成果比例长期在50%左右徘徊^[2],科技研发对经济和社会的支撑作用没有得到充分发挥。为实现建设创新型国家和世界科技强

国的目标,我国需要加速科技成果转化。习近平总书记高度重视科技成果转化工作,多次作出重要指示,明确要求“科技创新绝不仅仅是实验室里的研究,而是必须将科技创新成果转化为推动经济社会发展的现实动力”^[3]。

科研清单技术体系既是一个大型企业产业链的核心,也是行业发展的方向,更是强国战略的任务。为服务好美好出行、探索智慧建造、创新数字管养、开拓国际市场,积极抢抓“一带一路”建设,把握长江经济带发展、新时代推进西部大开发形成新格局、成渝地区双城经济圈建设等重大机遇,针对国家需求、行业痛点,瞄准公路路线、路基岩土及交安建养新材

收稿日期: 2024-12-31

作者简介: 伍宏宇(1993—),男,硕士,工程师,从事隧道及BIM设计工作。

通信作者: 欧本祚(1998—),男,学士,助理工程师,从事公路工程建设和管理工作。电子邮箱:1976865771@qq.com

料研发且新旧工艺难融合、建造信息反馈少且智能化程度低、维养施工决策不完善且系统平台不健全等关键“卡脖子”问题,开展路线、路基岩土及交安科研需求清单技术体系专题研究,不仅是对公路路线、路基岩土及交安建设与养护相关技术成果进行梳理、加工和集成,更是对国家、行业和企业需求的精准定位和科学把握,也是加速科研及成果转移转化和标准化建设、提高行业声誉与国际竞争力的有力保障。

1 研究内容

主要以高速公路路线、路基岩土及交安设施在设计、施工、检测监测、原材料制备、加工等领域为研发方向,围绕企业产业链建立完整的技术支撑体系,对企业已有的科研成果进行系统性梳理,收集、整理已有科研成果,形成目录清单。通过文献查阅、调研、查新、征求意见、专家论证等方式开展各子方向的关键技术攻关,并结合行业发展趋势及企业自身需求,确定未来需开展研究的内容和重点。最终形成路线、路基岩土及交安设施已有成果的科研清单目录,并梳理出企业科研需求,制定科研发展框架,指导后续的科研工作。

2 技术路线及研究方法

2.1 总体技术路线图

本课题将按照“组建科研团队—调研及资料收集—研究成果整理—组织评审—形成科研目录体系”的技术路线逐次展开研究,如图1所示。

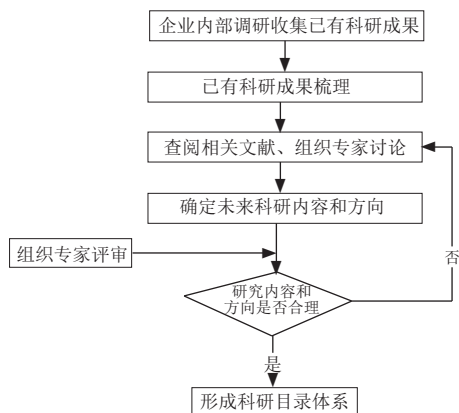


图1 总技术路线图

2.2 理论基础

以高速公路路线、路基岩土及交安设施在设计、施工、检测监测、原材料制备、加工等领域为研发方向,围绕企业产业链建立完整的技术支撑体系,对整

个企业已有的科研成果进行系统性梳理,确定未来需开展研究的内容和重点,实现科研工作从碎片化向系统性研究转变,打造日趋完善的产业技术支撑体系,提高企业核心竞争力,支撑产业高质量发展。

2.3 研究方法

通过对企业内部进行调研,收集整理已有的科研成果,形成一套相对完整的关键技术体系,对于企业内部缺失的关键技术通过联合高校攻关或者外部公司引进。具体解决方案如下。

(1) 科研团队梳理

由业内顶尖设计单位、业内设计施工深度融合的施工单位、高校、业主公司参与方组成的科研团队,能结合当前路线路基岩土及交安设施专业的现实需求进行科研梳理,并把握各专业未来发展的脉络。

(2) 组织专家评审

为取得高质量的需求清单目录,加强调研及评估工作,前期调研阶段应结合参与各方在路线路基岩土及交安设施各专业在建设过程中遇到的难题及需求情况统计,经科研项目组内部反复研讨后形成初步需求清单,并将初步需求清单以电子问卷的形式发给业内专家,广泛征求意见后形成中间成果。组织专家会对中间成果反复讨论评审后形成最终的科研清单目录。

3 研究目标

虽然建筑企业在高速公路路线、路基岩土及交安设施的科技成果相对比较丰硕,但未形成成套体系,需要对其具备良好服役能力所需的设计、施工、检测、原材料制备、加工等领域技术支撑体系具体内容进行研究,形成关键技术体系,对已完成的技术研究成果进行梳理,确定需开展研究的内容和重点。具体目标如下。

(1) 形成研究大纲,明确研究方向,构建研发体系

结合设计院丰富的勘察设计经验,高校深厚的理论功底,施工企业大量的施工经验及业主公司提供的应用场景,梳理路线路基岩土及交安设施专业亟需解决的难题,形成涵盖勘察设计、施工建设、管理养护、新材料新工艺及其他专题研究等各个环节的科研清单大纲,并结合需求情况进行优先级排序,既解决了当下需求,又能契合各专业长远发展,明确未来研究方向。

(2)避免重复研究,提高资金使用效率

基于企业存在大量已建、在建、拟建工程,难免出现科研课题重复研究的问题。结合路线路基岩土及交安设施专业研究现状,梳理各分子公司科研课题,形成科研项目清单,并建立清单库,实现企业内部资源共享,以有限的科研经费支持当下急需解决的问题,避免造成资金浪费。

(3)便于科学决策

通过对路线路基岩土及交安设施内各个专业科研需求进行梳理,可形成初步的科研项目清单,企业可依据现实需求情况及长远规划对课题进行优先级排序,便于决策。同时,清单也可结合实际情况动态调整,加快科技创新和转化。

4 研究成果

4.1 路线专业

路线专业在公路路线设计版块包括2大重点研究方向,内容涉及山区高速公路路线及总体设计研究、BIM+GIS路线设计决策技术研究(见图2),框架中的图例标签释义见图3。



图2 路线专业研究总体框架

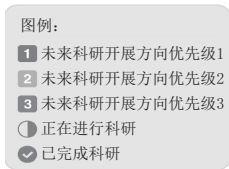


图3 图例标签释义

(1)山区高速公路路线及总体设计研究

a.高原山区小交通量高速公路技术标准研究及应用,预期目标建立高原山区小交通量高速公路相关技术应用的推荐标准^[4]。

b.高海拔高烈度山区高速公路建设标准及适应性研究,其中:一是四川既有高原山区高速公路建设经验总结,预期目标高原山区高速公路建设指标实用绩效评价方法;二是路线设计指标适应性评价研究,预期目标实现高原山区高速公路路线设计关键技术指标参数运用^[5]。

c.高速公路路网韧性评价指标体系研究,预期目标是形成高原山区路网韧性评价指标体系^[6]。

d.区域性路网交通服务能力研究,预期目标形成高海拔山区高速公路路线形设计关键指标值选取、

多特征融合的交通预测模型(见图4)。

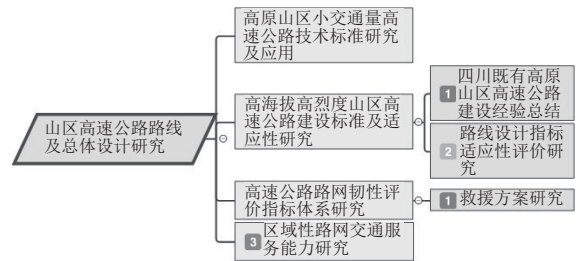


图4 山区高速公路路线及总体设计研究目录体系

(2)BIM+GIS路线设计决策技术研究

a.基于多源勘测设计数据集成技术研究,预期目标构建高效的勘测设计数据一体化管理平台^[7]。

b.基于BIM+GIS技术的智能选线技术研究,预期目标形成基于交通BIM三维数据深度分析的智能选线技术^[8]。

c.基于三维地理信息技术的交通勘察设计工业软件技术研发,预期目标形成《公路勘察设计数字化协同技术指南》一套。

d.BIM+GIS公路外业调查可视化技术应用研究,预期目标是建立公路外业调查基础数据库、研发基于BIM+GIS技术的外业调查系统平台(见图5)。

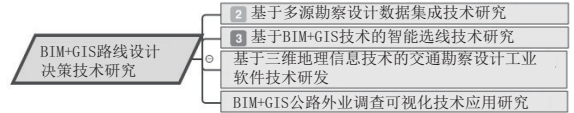


图5 BIM+GIS路线设计决策技术研究目录体系

4.2 路基岩土

路基岩土专业分勘察设计、施工建设、管理养护及专题研究4大版块。勘察设计版块包括4大重点研究方向,内容涉及灾害识别及勘察技术研究、地质灾害致灾机理及处治技术研究、边坡工程设计及处治技术研究、山区公路支挡结构设计研究等;施工建设版块包括3大重点研究方向,内容涉及标准化、机械化施工成套技术研究与应用、山区公路施工关键技术研究、施工监测检测技术研究等;管理养护版块内容涉及高海拔地区公路路基养护技术研究、运营高速公路破碎岩体高边坡加固关键技术研究等重点研究课题;专题研究版块内容涉及土工合成材料在湿热环境下低黏聚力粉细砂土中的研究与设计、工业废渣填筑路堤施工技术研究等重点研究课题(见图6)。

(1)灾害识别及勘察技术研究

a.遥感3S技术适用性评价研究,预期目标是形成复杂场地条件下适用性强的遥感3S技术^[9]。

b.瑞雷面波法勘探适用性评价研究,预期目标形

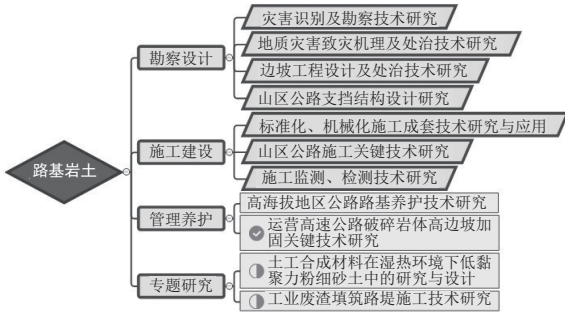


图6 路基岩土专业研究总体框架

成地质灾害高极化分辨率的瑞利波物探成套技术。

c. 物探技术适用性评价研究,预期目标形成复杂艰险山区灾害识别物探成套技术(见图7)。

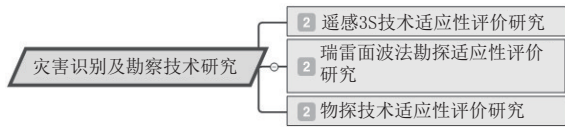


图7 灾害识别及勘察技术研究目录体系

(2)地质灾害致灾机理及处治技术研究

a. 泥石流对公路影响及处治技术研究,预期目标是形成泥石流对公路的危险性评估^[10]。

b. 高速公路穿越活动性断裂破坏机理及防灾减灾技术研究,预期目标是形成高速公路跨越活动性断裂破坏的力学机制。

c. 高海拔地区公路路基冻害防治技术研究,预期目标是形成高海拔山区公路路基冻害典型的破坏特征及机理^[11]。

d. 复杂地形古滑坡体变形控制与生态防护关键技术研究,预期目标是形成复杂地形古滑坡体复活及变形机理、古滑坡生态防护的关键技术。

e. 高速公路跨越多场耦合条件下沟谷地段防灾减灾及综合处治关键技术研究,预期目标形成泥石流成因机制及特征参数研究。

f. 强震区桩墙地震动土压力现场监测及特征分析,预期目标是揭示在地震动作用下,抗滑桩、衡重式挡土墙的动土压力特征(见图8)。

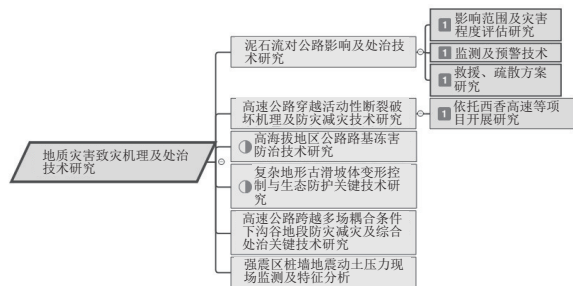


图8 地质灾害致灾机理及处治技术研究目录体系

(3)边坡工程设计及处治技术研究

a. 高山峡谷区崩塌地质灾害对公路的影响及应

对措施研究,预期目标是形成高山峡谷区高位崩塌灾害公路危险性评价方法^[12]。

b. 沿金沙江不良地质群风险评估及应对技术研究,预期目标是形成沿金沙江不良地质群风险评估理论。

c. 昔格达边坡渗透变形破坏机理研究,预期目标是形成昔格达边坡渗流变形破坏演化机理^[13]。

d. 复杂地质环境下山区公路高边坡灾变机制及安全防控技术研究,预期目标是形成复杂地质环境下山区公路高边坡灾变机制^[14]。

e. 山区公路支挡结构设计研究包括高速公路支挡、防护关键技术研究,预期目标是形成高速公路新型支挡防护技术。

f. 边坡桩板式防护关键技术研究,预期目标是形成边坡桩板式防护关键技术。

g. 高边坡框架式抗滑桩及高衡重式挡土墙强震响应与抗震设计关键技术研究,预期目标是提出一套耐震型框架式抗滑桩板墙和高衡重式挡土墙的结构合理选型与减隔震措施设置方法(见图9)。

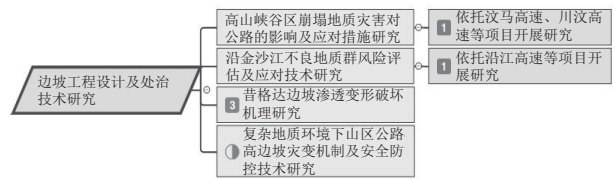


图9 边坡工程设计及处治技术研究目录体系

(4)标准化、机械化施工成套技术研究与应用

a. 矩形截面桩机械化施工技术研究与应,预期目标是形成矩形截面桩高效机械化的施工工艺。

b. 大直径圆桩抗滑施工技术研究与应,预期目标是形成大直径圆桩抗滑施工的关键技术(见图10)。

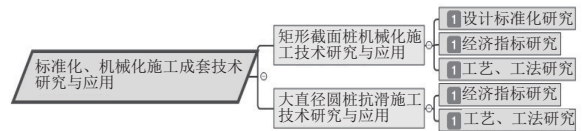


图10 标准化、机械化施工成套技术研究与应用目录体系

(5)山区公路施工关键技术研究

a. 软土地基综合处治技术研究,预期目标是形成软土地基综合处治关键技术^[15]。

b. 路基填筑技术研究,预期目标是形成路基填筑关键技术。

c. 山区公路爆破施工关键技术研究,预期目标是形成山区公路爆破施工关键技术。

d. 岩溶及采空区处治关键技术研究,预期目标是形成岩溶及采空区破坏机理、岩溶及采空区新型

处治技术。

e.公路改扩建施工技术研究,预期目标是形成公路改扩建关键施工技术。

f.柔性装配式框锚结构承载设计及施工关键技术,预期目标是形成柔性装配式框锚结构承载机理、柔性装配式框锚结构施工关键技术。

g.强震区装配式框锚抗震系统关键技术研究,预期目标是形成强震区装配式框锚抗震系统关键工艺技术。

h.高寒高海拔山区公路沿线边坡动态施工关键技术研究,预期目标是形成高寒高海拔山区公路沿线边坡动态施工关键技术和优化理论。

i.基于防水式对拉螺栓模板体系挡土墙成套技术研究,预期目标是形成防水式对拉螺栓模板体系挡土墙施工关键技术。

j.施工便道经济技术指标研究,预期目标是形成经济可行、技术先进的施工便道经济技术指标。

k.复杂松散堆积体陡坡陡崖地形施工便道关键技术研究,预期目标是形成复杂松散堆积体陡坡陡崖地形施工便道关键技术(见图11)。

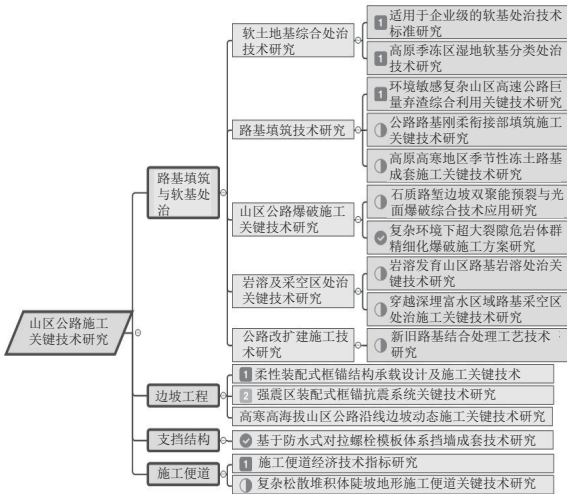


图11 山区公路施工关键技术研究目录体系

(6)施工监测、检测技术研究

高速公路地质灾害监测预警系统应用示范,预期目标是形成基于区域性预警模型与单体边坡蠕变理论预警模型^[16](见图12)。

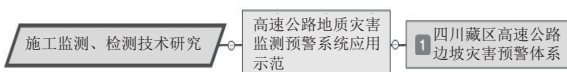


图12 施工监测、检测技术研究目录体系

(7)路基岩土管理养护

a.高海拔地区公路路基冻害防治技术研究,预期目标是形成高海拔地区公路路基冻害防治技术^[17]。

b.高海拔地区路基病害机理研究,预期目标是形成高海拔地区公路路基病害类型及机理。

c.运营高速公路破碎岩体高边坡加固关键技术研究,预期目标是形成运营高速公路破碎岩体高边坡加固的关键技术(见图13)。

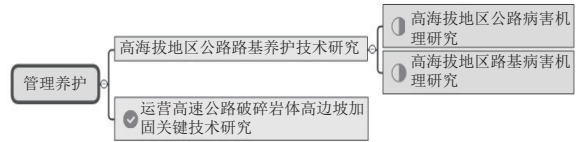


图13 路基岩土管理养护目录体系

(8)路基岩土专题研究

a.土工合成材料在湿热环境下低黏聚力粉细砂土中的研究与设计,预期目标是形成在湿热环境下低黏聚力粉细砂土中适用性强的土工合成材料。

b.工业废渣填筑路堤施工技术研究,预期目标是形成工业废渣填筑路堤施工关键技术方案和技术标准(见图14)。

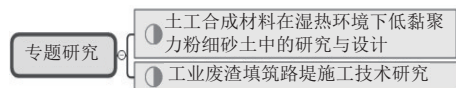


图14 路基岩土专题研究目录体系

4.3 交安设施

交安设施专业分勘察设计、施工建设及管理养护3大版块。勘察设计版块内容涉及交安设施综合设计关键技术研究、交安设施环境适应性研究方向;施工建设版块内容涉及交安设施施工关键技术研究、交通组织关键技术研究方向;管理养护版块内容涉及复杂特殊路段及环境运营安全技术研究、交通运行风险及预警研究方向(见图15)。

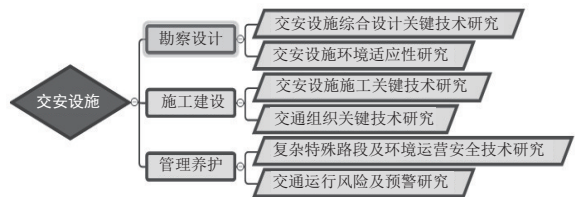


图15 交安设施研究总体框架

(1)交安设施综合设计关键技术研究

a.防撞护栏全寿命周期适应性方案研究,其中:一是高速公路波形梁护栏高度提升方案防护性能研究,预期目标是形成编写波形梁护栏提升验收技术指南;二是全寿命周期公路波形梁护栏可提升关键技术研究,预期目标是形成提出多种四级(SB)波形梁护栏预留提升方案^[18]。

b.高速公路避险车道设置研究,其中:连续长大下坡段新型自救匝道安全保障系统设计建造关键技

术研究与应用,预期目标是形成有限条件的避险车道选址方法。

c. 便携易拼易拆高速公路养护施工安全标识系统的研究,预期目标提出便携易拼易拆安全标志设计方案。

d. 隧道进口段交通安全防护设施及设置方法研究,预期目标提出特长隧道区域交通安全引导和防护技术集成应用方案。

e. 高速公路中分带混凝土护栏与路域设施协同技术研究,预期目标形成一种可双幅协同受力的大宽度中央分隔带护栏结构(见图16)。

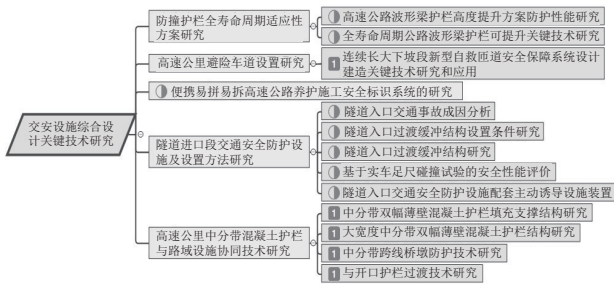


图16 交安设施综合设计关键技术研究目录体系

(2)交安设施环境适应性研究

a. 复杂环境下的交安设施设计方案研究,其中:高强度护栏研究,预期目标形成申报高强度合金钢波形护栏、高强度混凝土护栏的发明专利^[19]。

b. 高速公路网事故多发路段的道路特征识别及安全性提升技术研究,预期目标形成高速公路典型事故多发路段识别方法。

c. 桥梁波形梁护栏后锚固技术研究,预期目标形成研发一种桥梁波形梁护栏后锚固结构(见图17)。

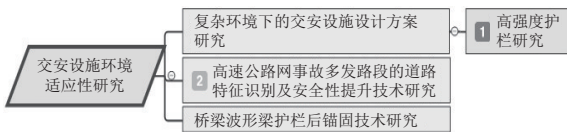


图17 交安设施环境适应性研究目录体系

(3)交安设施施工关键技术研究

预制装配式钢筋混凝土护栏成套技术研究与应用,预期目标形成预制装配式钢筋混凝土护栏优化设计方案(见图18)。



图18 交安设施施工关键技术研究目录体系

(4)交通组织关键技术

a. 基于通道网韧性需求的高城镇化地区高速公路扩容工程交通组织关键技术,其中:公路改扩建交通组织方案设计关键技术研究,预期目标形成高

城镇化地区高速公路改扩建衔接段交通组织仿真方案。

b. 高速公路大中修超远转换交通分流关键技术研究,预期目标形成高速公路大中修作业区布局设计仿真模型和通行能力计算模型(见图19)。

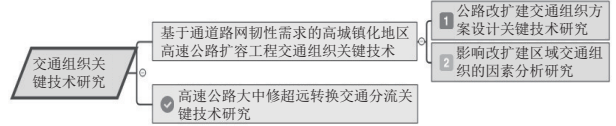


图19 交通组织关键技术目录体系

(5)复杂特殊路段及环境运营安全技术研究

a. 大交通量高速公路夜间作业安全技术研究,预期目标形成大交通量高速公路夜间养护作业区行车风险源辨识与分析方法^[20]。

b. 山区高速公路特殊路段运营安全风险防控关键技术研究,其中:团雾的形成机理及运营应对方案研究,预期目标形成团雾风险路段判别与运营管理分级方法。

c. 成渝高速公路重载大交通量条件下安全运营成套技术研究,其中:一是大交通量重载交通条件下的高速公路安全隐患排查与评估研究,预期目标形成适用于大交通量重载交通条件下的高速公路安全隐患排查评估标准;二是大交通量重载交通条件下的公路多维感知与主动管控关键技术及应用,预期目标形成形成大交通量重载交通条件下的高速公路多维感知与主动管控技术方案;三是大交通量重载交通条件下的节假日公路高效畅通关键技术研究及应用,预期目标形成建立大交通量重载交通条件下拥堵状态分级判别标准;四是大交通量交通条件下的服务区智慧升级改造技术研究,预期目标形成形成服务区智慧化升级改造综合管理平台建设方案(见图20)。

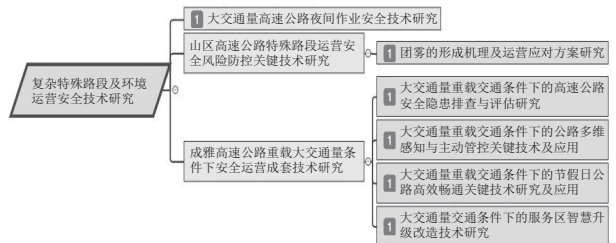


图20 复杂特殊路段及环境运营安全技术研究目录体系

(6)交通运行风险及预警研究

a. 基于全息监测的四川高速公路网运行风险预测预警技术研究,预期目标形成高速公路网全息监测技术研究及全息监测系统布设标准建立^[21](见图21)。



图21 交通运行风险及预警研究目录体系

5 结 语

通过科研清单目录的梳理,使得企业在科研课题开展上将变得系统化、有序化,科研成果转化率大为提高。

(1)形成覆盖路线路基岩土及交安设施科研需求目录清单,既能满足各专业当下的需求、又能明确远期路线路基岩土及交安设施科研开展方向。

(2)形成成套体系目录,指导科研有效开展。体系目录的形成,对今后科研的体系化整理、产业化转化、针对性技术攻关均有较强的指导价值。

(3)目录清单对研究领域做出科学划分,便于各参与方结合自身优势开展科研工作。

(4)目录清单对研究课题给出优先级建议,为后期科研工作的开展提供决策依据。

(5)提升科研成果的转化率。推动关键技术体系应用于生产,真正实现产业化。

(6)项目应用推广情况。项目完成时,形成路线路基岩土与交安设施关键技术体系目录,并持续更新,供企业在运营高速中推广应用。

参考文献:

- [1] 中共中央文献研究室. 习近平总书记关于科技创新重要论述摘编[J]. 新湘评论, 2024(8): 5-7.
- [2] 丁宏. 科技成果转化:打通“最后一公里”堵点[J]. 施工企业管理, 2023(9): 24.
- [3] 辛声. 让更多科技成果从“书架”走上“货架”[J]. 新湘评论, 2023(22): 64.

- [4] 陈忠义. 川西高原公路建设分区研究[D]. 西安: 长安大学, 2021.
- [5] 贺亦彭. 高原山区公路路线方案综合比选研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.
- [6] 马筱栋, 樊博. 降雨对山区高速公路运行车速的影响研究[J]. 公路与汽运, 2020(5): 33-36.
- [7] Ali-a Darvishsefat, Ahad Setoodeh, Majid Makhdom. Environmental consideration in railway route selection with GIS[C]//Map Asia. Beijing: GIS development.net, 2004.
- [8] 吴迪迪. 基于BIM技术的施工阶段应用研究[D]. 长春: 吉林建筑大学, 2017.
- [9] 唐新建, 陶洪久, 章光, 等. 利用遥感图像对滑坡进行调查和监测分析研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2002(增刊2): 2515-2520.
- [10] 万飞鹏, 杨为民, 邱占林, 等. 甘肃岷县纳古呢沟滑坡-泥石流灾害链成灾机制及其演化[J]. 中国地质, 2022(6): 10-24.
- [11] 杜兆成, 张喜发, 辛德刚, 等. 季节冻土区高速公路路基冻胀试验观测研究[J]. 公路, 2004(1): 139-144.
- [12] 陈洪凯, 张瑞刚, 唐红梅, 等. 压剪型危岩破坏弹冲动力参数研究[J]. 振动与冲击, 2012, 31(2): 30-33.
- [13] 魏建贵. 加竹筋三七灰土回填边坡稳定性及非饱和渗流分析[D]. 成都: 西华大学, 2014.
- [14] 申永江, 杨明, 项正良, 等. 柔性双排长短组合桩滑坡推力的计算方法[J]. 岩土力学, 2018, 39(10): 3597-3602.
- [15] 郭杰. 高速公路高填方路基施工关键技术[J]. 四川建材, 2023(2): 181-182.
- [16] 钟佳迅, 虞先国, 张兆义, 等. 路堑边坡施工期多参数远程监测预警系统应用[J]. 传感器与微系统, 2012, 31(11): 149-152.
- [17] 王跃武. 钢管注浆法在季节性冻土区整治路基冻害中的应用研究[J]. 兰州工业学院学报, 2017, 24(6): 24-27.
- [18] 侯德藻, 李勇, 杨曼娟, 等. 高速公路组合型波形板活动式钢护栏开发[J]. 公路交通科技, 2011, 28(9): 136-141.
- [19] 彭国冬, 刘梓伟, 冯启江, 等. 路侧波形梁护栏对分离式路基风雪雪害影响的仿真分析[J]. 冰川冻土, 2023, 45(1): 277-284.
- [20] 王玉合, 叶贵, 汪红霞, 等. 人因视角下建筑安全研究现状及发展趋势分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(8): 58-63.
- [21] 李斌, 柯巍, 刘盈, 等. 基于雷达增强型机器视觉的全息隧道监测预警技术[J]. 中国交通信息化, 2022(4): 116-119.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadfloodbridge@163.com

