

湖南省 2022 年交通运输科技成果 推广目录技术信息

二〇二三年一月

目 录

1、码头封闭式堆场大跨度弧形网架拼装技术.....	1
2、内河航道水下钻孔爆破关键控制技术.....	10
3、钢波纹板装配式桥涵结构.....	19
4、絮状玄武岩矿物纤维及纤维增强沥青路面（BMF）.....	27
5、公路路基路面压实质量安全智能管控系统.....	45
6、聚丙烯防裂基布.....	64

码头封闭式堆场大跨度弧形网架拼装技术

一、成果名称：

码头封闭式堆场大跨度弧形网架拼装技术

二、成果来源：

企业科技与生产研发

三、适用范围：

封闭式堆场大跨度弧形网架拼装

四、国内外相关技术现状：

钢结构工程的发展趋势是结构越来越复杂，工程规模不断扩大，需根据设计和施工现场实际情况采取科学的安装方法和安装技术。封闭式堆场大跨度网架类似工程的安装方案一般有：

- （1）分块吊装法
- （2）高空散装法
- （3）操作架滑移法
- （4）结构累积滑移法
- （5）整体顶升法

结构累积滑移就是在拱形网壳覆盖范围内的一端搭设一个网架高空拼装平台，再沿网壳滑移方向铺设滑移轨道进行网架安装的一种方法。其特点是脚手架固定，网架根据拼装进度累积逐次滑移到位。

脚手架滑移法与结构累积滑移法的不同之处在于“结构累积滑移法”是脚手架不动，屋盖结构在动，而“脚手架滑移法”是屋盖结构不动，脚手架在动。

码头封闭式堆场大跨度网架应用于改造工程时，网架施工不能影响码头堆场的正常生产，不能占有大面积拼装场地。和国内同类技术相比较，本技术研究成果在保证码头堆场正常运营的条件下，先进性主要体现在：通过合理设置网架起步段，结构分块单元拼装，采用施工全过程的数值模拟分析手段，结合相应的测量技术，有效提高结构的安装精度，降低了网架安装应力，减少各专业交叉施工，达到了降本增效的目的。

五、成果

1. 技术原理

网架安装选取 2 个柱距宽为起步基准跨。基准跨分为两个对称边块和一个中块，三块在地面由散件拼装成整体后吊装并在空中对接合拢形成闭合网架。两边块吊装过程中一端以预先安装的可转动支座球为支点，另一端悬臂吊装至既定位置后与中块合拢。吊装过程中调节预先设置的保形索，确保网架形态和节点位置达到设计要求。散装部分先在地面拼装成小单元三角锥，然后以形成整体的闭合网架为基准单元，采用悬挑高空散装三角锥的方法，向两侧分别安装，直至全部安装完成网壳。

2. 技术特点

1、占用施工场地小，对码头的正常生产影响小。除对称分块法拼装的基准跨外，其余均在基准跨的基础上小单元拼装，不需要占用大型拼装场地。

2、可多个工作面同时施工，进度快，工期有保障。可根据进度安排架设多个基准跨，基准形成后可多个工作面上安装小单元。

3、安全质量更容易保证。由于大部分小单元采用散装法拼装，利用小型吊车即可满足吊装要求，吊装风险和质量更容易控制。

4、利用保形索调形，确保了网架形态和节点位置满足设计要求。

3. 主要技术指标

1、保形索采用 $\Phi 16\text{mm}$ 钢丝绳用 10 吨倒链张紧锁死。安装过程中如发现形体尺寸误差，可通过 10 吨倒链调节，直至形体尺寸符合图纸要求。

2、起步网架成型后，及时对网架的挠度进行测量，看起步网架是否在吊装过程中有过大的变形。根据规范要求，挠度值不应大于跨度尺寸的 $1/250$ 。

3、挠度监测点设置在跨中、跨度四等分点和起步网架 A 块与 B 块对接点处、B 块与 C 块对接点处，共计 5 处监测点。

4. 功能分析

(1) 起步网架对称分块拼装

1、起步基准跨支座球安装，先将支座板施工完成，支座螺栓球与支座加劲板处在分离状态，保证支座球在支座中能够自由转动。

2、起步基准跨分三块在地面拼装，拼装中设置保形索（位置经计算确定）。

3、三块安装单元拼装完成后进行整体吊装合拢。三块起吊至既定位置进行高空合拢，见图 1。

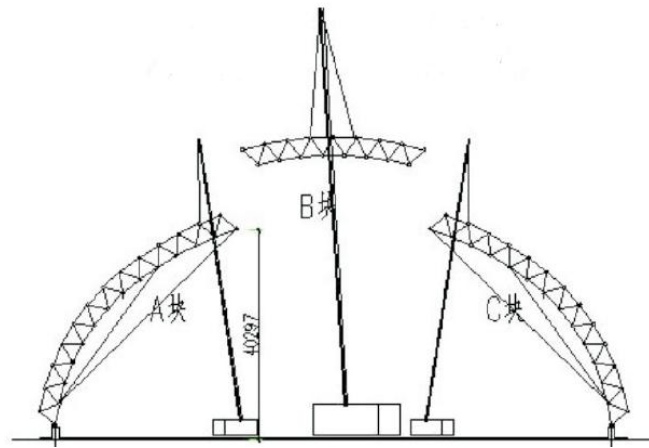


图1 合拢吊装示意图

(2) 高空悬挑散装

起步网架合拢形成稳固单元之后，将预先在地面已组装好的小单元三角锥起吊，在高空顺延起步网架沿两侧方向对接散装，见图2。

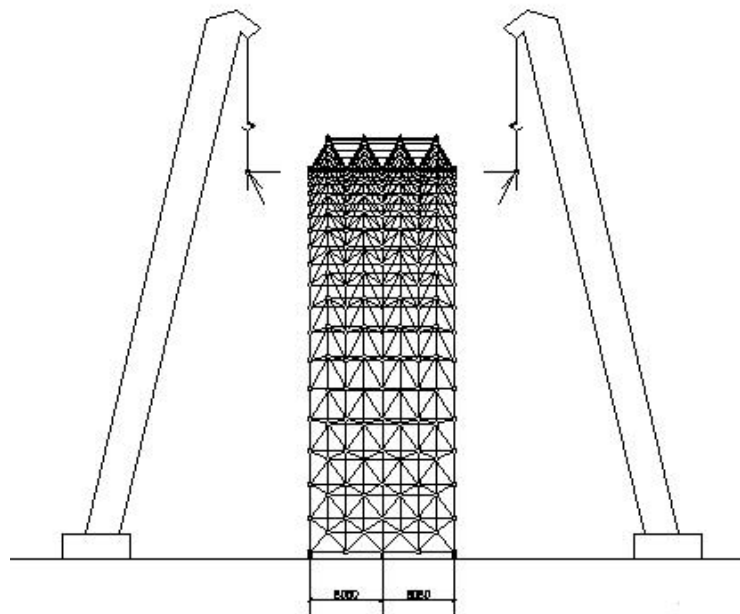


图2 高空散装示意图

随着铁矿石、煤炭等散货露天码头堆场环保提质改造，封闭式大跨度网架结构成为建设新趋势。码头封闭式堆场大跨度弧形网架拼装技术的成功应用科学合理地保证了整个工程的施工进度，满足了施工质量、安全要求，具有很大的推广应用价值。

5. 成果应用情况

(1) 成果应用实例

应用成果名称	码头封闭式堆场大跨度弧形网架拼装技术的应用			
应用单位名称	湖南港航物流投资有限公司			
应用单位信息	地址	长沙市望城区 铜官镇	邮编	
	联系人	邓凌谨	电话	17775998255
	传真		E-Mail	1
应用工程名称	长沙港铜官港区二期工程螺栓球网架大棚仓库			
应用工程省份	湖南省			
应用工程类型	☐ 道路 ☐ 桥梁 ☐ 隧道 ☐ 场站枢纽 ☐ 内河枢纽 ☐ 航道 ☒ 港口 ☐ 运输管理 ☐ 行业信息化			
应用规模	网架长度 180 m，横向支撑跨度为 100m，含通风气楼建筑高度 39.5m			
施工单位	湖南省航务工程有限公司			
投入运行时间	2022 年 03 月	正常生产运行时间 (月)		
经济、社会、环境效益分析 (400 字以内)	长沙港铜官港区二期工程螺栓球网架大棚仓库网架安装创新采用对称分块拼装结合高空散装的施工方法，开展多个工作面施工，加快网架高空安装的施工进度，节约了工期，此项技术的应用经济社会效益显著。			
用户对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）： 长沙港铜官港区二期工程螺栓球网架大棚仓库大跨度网架施工采取对称分块高空对接技术，能多开工作面，大大提高了工作效率，能创造可观的经济社会效益，值得推广。  湖南港航物流投资有限公司 2022 年 8 月 18 日				

（2）使用单位评价

岳阳城陵矶港务有限责任公司码头环保提质改造工程是落实习近平总书记“共抓大保护，不搞大开发”、“生态优先、绿色发展”的新发展理念的重要工程，受到省、市各级领导的高度重视和支持。我们在座各参建单位所有人员不畏艰难，克服了时间紧、任务重、周边环境复杂、施工难度大、交叉作业多、协调量大等一系列困难，通过近1年的努力，才将规划设想的蓝图变为现实。建成后的钢结构大棚已成为岳阳市的一个地标建筑，吸引社会各界的广泛关注。最后，本工程的顺利完成要再次感谢政府各部门的大力支持，以及施工、设计、监理等各方的辛勤付出和默契合作，谢谢大家！



本工程建设规模和技术标准符合《关于岳阳城陵矶港务有限公司码头环保提质改造工程施工图设计的批复》岳地海（2019）67号计施工图设计批复

本次交工范围为散货封闭料场：包括地基和基础、钢筋混凝土下部结构、钢结构网架大棚上部结构。现就本次验收单位工程给出设计符合性意见。

（1）建设内容的符合性

根据现场核查，结合施工过程中的记录资料，施工单位已经按照设计图纸完成了散货封闭料场地基和基础、钢筋混凝土下部结构、钢结构网架大棚上部结构单位工程施工内容。

（2）建设材料的符合性

根据施工、监理现场资料及第三方交工质量检测报告，建设所用材料，如混凝土、钢筋、钢管、无缝钢管、直缝钢管、杆件、高强螺栓、螺栓球节点等具有相应检测报告或合格证，能够满足设计要求的型号和强度要求，符合设计要。

（3）标准的符合性

本设计严格按国家建设工程标准强制性条文执行，设计文件满足国家法律、法规和规范要求，以及 HNCDI 有效版本清单中的技术标准、规范、规程、标准图、通用图及应用软件。

（4）综合评价

本次验收的单位工程已按照设计要求的建设规模和内容实施完成，符合设计要求。

湖南省交通规划勘察设计院有限公司

二〇二〇年九月

岳阳城陵矶老港环保提质改造工程工程经过十个多月的建设，达到了预期的工程效果，工程质量优良，如今的城陵矶港英姿焕发，天蓝水绿，岸线美如画。环保提质改造后的城陵矶港绿草茵茵，焕然一新，巨大的银白色“胶囊”形仓库屹立在洞庭湖边、长江口上，已然成为岳阳市的新地标，为岳阳市又增添了一道亮丽的新景观。岳阳城陵矶老港环保提质改造工程监理的过程中，所有参建人员团结认真、群策群力、共同为创精品、争一流的港口工程尽心尽力。同时通过实际锻炼，使我们岳阳城陵矶老港环保提质改造工程监理部人员的业务素质和思想政治觉悟都有一定的提高。在此，对长期关心、支持、帮助我们工作的各有关部门和人员表示衷心的感谢。回顾总结这近一年的工作，我们清醒地认识到提高工程管理无止境，提高工程质量无止境，我们仍有许多不足和差距。为此，我们将继续发扬“立足岗位，埋头苦干的敬业品质；甘苦与共，风雨同舟的团队精神；脚踏实地，规范运作的实干作风；依靠科学，尊重规律的发展观念。”的精神，认真总结，不断提高，为共同实现把湖南省港务集团有限公司打造为国内领先、高质量发展的内河港口物流集团和长江中游区域性航运物流中心做出应有的贡献。

岳阳城陵矶老港环保提质改造工程监理部

2020.09

六、推广前景

起步跨网架采取“对称分块高空对接技术”，此技术运用比常规的钢结构网架山墙起步后续作业带来更多工作面，大大提高工作效率，节约施工时间。

“对称分块高空对接技术”省去了传统大跨度钢结构中间需要加临时支撑环节，提高工作效率的同时节省了临时支撑成本。

该项安装技术应用，大大缩减了工期，确保工程质量，得到业主和主管部门的一致好评，取得了良好的社会与经济效益。

七、技术持有单位及联系方式

技术持有单位：

湖南省航务工程有限公司

联系人：张虎，电话：15873137330，邮箱：315905542@qq.com。

内河航道水下钻孔爆破关键控制技术

一、成果名称：

内河航道水下钻孔爆破关键控制技术

二、成果来源：

企业科技与生产研发

三、适用范围：

内河航道水下钻孔爆破

四、国内外相关技术现状：

一、国内技术研究现状

国内对水下爆破做了大量的理论研究、实验研究和数值模拟研究。但从水下爆破种类上看大多数研究的是水下裸爆的情况，对于水下炸礁钻孔爆破的研究不多。即使是对水下炸礁钻孔爆破的研究，大多针对单药包，对于群药包水下炸礁钻孔爆破孔网参数的研究较少。

此外，对水下炸礁钻孔爆破优化模型等关键技术的研究几乎没有；对于建立既能反映爆破孔网参数，又能反映作业成本、岩石破碎度和铲装运输成本的水下炸礁爆破经济优化模型研究几乎没有。

二、国外技术研究现状

国外爆破研究人员对爆破数学模型和孔网参数优化进行了探讨，具有代表性的 Harries 模型和 Favreau 模型。其中 Harries 模型提出了岩石在爆破载荷作用下的破坏过程的数学模型，该模型中认为炸药的爆炸能量主要取决于爆炸压力，爆轰速度对其影响较小；Favreau

模型考虑了压缩应力波及其在自由面上反射的拉伸波和爆轰气体膨胀的相互作用效果，并将岩石动态抗拉强度作为破坏判据。

三、与国内外同类技术比较

(1) 在经典的爆破优化模型的基础上进行修正，建立了“基于经济化水下钻孔爆破孔网参数优化模型”，综合考虑炮孔孔距、排距及堵塞长度，求得最优孔网参数爆破模型。

(2) 采用量纲分析建立了地震波能量预测模型，并对地震波现场监测数据进行预测研究，进而采用振动波能量公式计算一次起爆的最大药量。

五、成果

1. 技术原理

1、水下炸礁钻孔爆破振动波对保护体结构的作用体现为能量传递与转化过程，采用振动波能量公式计算一次起爆的最大药量；

2、建立岩石破碎度与爆破药量的方程，结合施工水深、开挖深度、岩石性质及清渣设备，综合考虑炮孔孔距、排距及堵塞长度，求得最优孔网参数爆破模型；

3、通过计算孔内不同起爆位置的应力分析，为使得岩石破碎块度较为均匀，中间起爆爆破效果优于孔底起爆；

4、爆破作业时，采用“多次爆破、整体成型”的爆破方案，根据不同的孔深，精确控制单孔药量，显著降低了爆破质点振动合速度，对水下或地表建（构）筑物都未造成任何影响；

5、采用自动化程度高的 RTK 定位技术对炸钻孔作业平台准确定位，钻机精确定位，实际孔位与设计孔位误差都在 0.2m 以内。

2. 技术特点

(1) 爆破参数设计

1、台阶高度 $H=2\sim 4.3\text{m}$ 时的参数设计（100m 内有民房按 $H<2\text{m}$ 的参数进行设计）

1) 孔径 $D=90\text{mm}$ ；2) $a=2\text{m}$ ；3) $b=2\text{m}$ ；4) 超深 $h=0.9\text{m}$ ；5) 孔深 $L=H+h$ ；6) 单耗 $q=1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ；7) 装药量（见下表）

台阶高度/m	2	2.5	3	3.5	4	4.3
单孔药量 $Q=qabH/\text{kg}$	9.6	12	14.4	16.8	19.2	20.6
每排孔数 $\times$ 排数/个 $\times$ 个	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5
每次爆破药量/kg	192	240	288	336	384	412

2、 $H\leq 2\text{m}$ 时的爆破参数设计（包含 71~100m 有建筑物的爆点）

1) 孔径 $D=90\text{mm}$ ；2) $a=1.5\text{m}$ ；3) $b=1.5\text{m}$ ；4) 超深 $h=1\text{m}$ ；5) 孔深 $L=H+h$ ；6) 单耗 $q=1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ；7) 装药量（见下表）

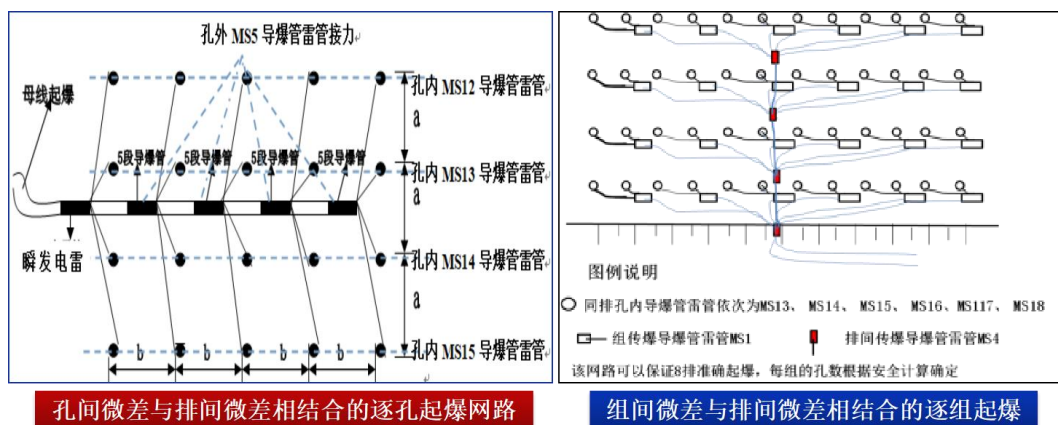
台阶高度/m	0.5	1.0	1.5	2.0
单孔药量 $Q=qabH/\text{kg}$	1.35	2.7	4.0	5.4
每排孔数 $\times$ 排数/个 $\times$ 个	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5	4 $\times$ 5
每次爆破药量/kg	27	54	80	108

(2) 一次起爆允许装同段雷管的孔数

一次起爆允许装同段雷管数量计算表（振动波能量公式）

R/m		71	80	90	100	110	120	130	140
Q_d/kg		8.3	11.9	16.9	23.2	30.9	40.2	51.1	63.8
挖深 $\leq 2\text{m}$	单孔装药量最大值	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
	允许装同段雷管数	1	2	3	4	6	7	10	12
挖深 $2\sim 4.3\text{m}$	单孔装药量最大值	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6
	允许装同段雷管数				1	1	2	2	3

(3) 导爆管起爆网路形式



网路通过孔内装高段位雷管 MS12~MS15, 孔外装较低段位雷管 MS5, 实现逐孔起爆。孔外 4 发 MS5 接力传爆时间为 $110 \times 4 = 440\text{ms}$, 而孔内第一响雷管 MS12 的延期时间为 550ms, 孔外 4 发 MS5 接力传爆完 110ms 后孔内雷管才起爆, 保证了网路起爆的可靠性。

3. 主要技术指标

水下钻孔爆破控制技术基于经济优化模型, 综合考虑炮孔孔距、排距及堵塞长度等因素, 提出了与水深等变量相关的水下钻孔爆破经济模型。根据现场统计资料, 综合运用数理统计方法和破碎块度计算公式, 得到了水下炸礁钻孔爆破工程具体约束方程和约束条件的最优孔网参数。以湘江二级航道二期工程应用为例: 孔径 90mm, 钻孔深度为 5m, 孔距 a 为 2.0m, 排距 b 为 2m, 堵塞长度为 1.0m, 密集系数 m 为 1。采用此参数, 平均块度 X 为 34.88cm, 大块率 YD 为 5.5%, 同时降低了经济成本 (节约成本 6.16% 左右)。

4. 功能分析

本控制技术在施工过程中, 通过采用目前较为先进的定位系统, 达到了实际孔位与设计孔位误差都在 0.20m 以内, 通过优化设计、精

心施工、反复测量、及时调整爆破参数，使得炸药单耗（0.5kg/m³左右）要比类似工程的单耗大幅降低。爆破后平均大块率为 5.5%，比原来降低了 30%，符合清挖设备的要求，提高了清渣效率，避免了二次爆破，大大缩短了施工工期，降低了工程成本。

5. 成果应用情况

（1）成果应用实例

应用证明

湖南省航务工程有限公司负责浦市至桃源枢纽段 248 公里航道按Ⅳ（3）级航道标准整治，其中，施怡滩炸礁航道长约 1200m，宽 60m，岩层厚度最大处有 4.3-5.8m，炸礁工程量 7.73 万 m³，为满足水下炸礁钻孔工艺要求，湖南省航务工程有限公司突破国内外现有技术不足，通过现场调研、理论分析、现场检测、现场试验、数值模拟和先进的施工工艺等为主要研究手段，积极开展《内河航道水下炸礁钻孔爆破关键技术理论研究与应用专项研究》。施工过程中，采用目前较为先进的、自动化程度较高的 RTK 进行定位，实际孔位与设计孔位误差都在 0.2m 以内。通过优化设计、精心施工、反复量测、及时调整爆破参数，使得本项工程圆满完成。该项技术成果中所使用的炸药单耗（0.5kg/m³）要比类似工程单耗降低约 44.44%。经计算，仅炸药节省约 40 万元，具有较高的使用价值，值得推广。

湖南省水运建设投资集团有限公司

三湘航道建设分公司

2017 年 7 月 10 日

应用证明

由湖南省航务工程有限公司承建施工的湘江二级航道二期工程航道疏浚及炸礁工程，主要建设内容为大源渡船闸下游引航道连接段、株洲二线船闸口门区及连接段航道的疏浚和炸礁，以及鱼弄子滩、衡山滩、观湘洲滩三个险滩的航道整治，完成工程量疏浚 210500m³，炸礁 57816m³。为满足水下炸礁钻孔爆破工艺要求，通过现场调研、理论分析、现场监测、现场试验、数值模拟和先进的施工工艺等为主要研究手段，积极开展《内河航道水下炸礁钻孔爆破关键技术理论研究与应用》专项研究，内河航道水下炸礁钻孔爆破施工技术达到了国内外先进水平。施工过程中，采用目前较为先进的、自动程度较高的 GPS 进行定位，实际孔位与设计孔位误差都在 0.25m 以内。通过优化设计、精心施工、反复量测、及时调整爆破参数，使得本项工程圆满完成。该项技术成果中所使用的炸药单耗（0.5kg/m³）要比类似工程的单耗降低约 28.57%，对于本工程项目而言节仅炸药节省约 16 万元，具有较高的经济效益和推广价值。

湖南省水运建设投资集团有限公司
2019年1月20日



应用证明

由湖南省航务工程有限公司承建的湘江二级航道二期工程大源渡航电枢纽二线船闸江心洲炸礁工程,设计挖槽宽度 60m,长度 1150m,完成工程量疏浚 23632m³,炸礁 163621 m³。为满足水下炸礁钻孔爆破工艺要求,湖南省航务工程有限公司及项目部组织相关技术人员通过现场调研、理论分析、现场检测、现场试验、数值模拟和先进的施工工艺等为主要研究手段,积极开展《内河航道水下炸礁钻孔爆破关键技术理论研究与应用》专项研究。施工过程中,采用目前较为先进的、自动化程度较高的 RTK 进行定位,实际孔位与设计孔位误差都在 0.2m 以内。通过优化设计、精心施工、反复量测、及时调整爆破参数,使得本项工程圆满完成。该项技术成果中所使用的炸药单耗(0.4kg/m³)要比类似工程单耗降低约 42.86%。经计算,仅炸药节省约 64 万元,具有较高的使用价值。

湖南省水运建设投资集团有限公司
湘江二级航道二期工程项目建设部

2019 年 12 月 20 日

(2) 协会评价

技术	登记号	20190007
登记	批准日期	2019.9.2

关键技术鉴定证书

中国爆协(鉴)字 2019 第007号

关键技术名称: 内河航道水下炸礁钻孔爆破施工工法

完 成 单 位: 湖南省航务工程有限公司

鉴 定 形 式: 会议鉴定

主持鉴定单位: 中国爆破行业协会 (盖章)

鉴 定 日 期: 2019年8月21日

鉴定批准日期: 2019.9.2

中国爆破行业协会

二〇一七年制

六、推广前景

本技术可广泛应用于内河航道整治、桥梁基础开挖等的水下炸礁作业，获得中国爆破行业协会《科学技术进步一等奖》《部级工法》，入选交通运输部《重大科技创新成果库》，控制技术应用的項目湘江二期获得部级样板工程，具有发明专利多项，技术先进、工艺成熟，施工安全，具有较高的推广应用价值。

七、技术持有单位及联系方式

技术持有单位：

湖南省航务工程有限公司

联系人：张虎，电话：15873137330，邮箱：315905542@qq.com。

钢波纹板装配式桥涵结构

一、成果名称：

钢波纹板装配式桥涵结构

二、成果来源：

湖南省交通运输厅科技进步与创新计划项目：湖南省钢波纹管涵洞通道设计通用图（201324）、大跨径金属波纹管桥涵设计施工成套技术研究（201124）、基于钢波纹板的危桥加固技术研究及应用（201539）。

三、适用范围：

公路新建、改扩建钢波纹板装配式桥涵结构以及危桥加固

四、国内外相关技术现状：

钢波纹桥涵结构相比于常规的钢筋混凝土结构具有力学性能优良、适应性强、施工速度快、后期维护方便等优点，项目组依托龙永高速公路、武靖高速公路、张桑高速公路等项目，进行现场试验研究和理论研究，以及在施工过程中不断总结，将技术的创新与现有同类技术进行对比有以下特点：

本项目创新技术特点	现有同类技术特点
大跨径加筋覆土钢波纹板拱形桥涵结构： （1）显著提高结构的跨径和填土高度，在山区桥隧相连路段中的应用可实现以路代桥，合理消化弃方，保护环境。（2）超高性能砼加筋肋结构补强技术。	传统钢波纹板桥涵及加固技术：（1）传统钢波纹板拱桥因结构较柔导致跨径较小。（2）传统结构补强技术多采用普通混凝土，结构强度提升受限。
一种基于钢波纹板的旧桥加固与拼宽一体的结构体系：（1）避免了旧桥拆除重建带来的交通、环境、工期和资金问题，比拆除重建节约投资约 20%~35%；桥面采用预制拼装结构，比常规施工方案缩短 2/3 的工期；（2）提出了一套基于钢波纹板的 CBS 钢合梁技术。	传统加固方法：大部分是对桥梁部分结构表面进行的加固方法，桥梁结构本身存在的结构损伤并没有得到实质上的修复，故承载力也无法得到较大的提升，加固效果不显著。
钢波纹管涵洞结构设计通用图：提出了多种改善钢波纹管结构受力性能措施，（1）提出了带有环向加强拼接结构技术；（2）提出了敞口式金属波纹板洞口和端墙式格宾墙洞口。针对南方潮湿多雨地区形成了覆土钢波纹板桥涵集设计、施工、检测验收的成套技术。	此前钢波纹管结构：（1）一般钢板局部钢板加厚为常用方案，经济性差，施工困难，无法解决螺栓接缝强度受限的问题；（2）原混凝土八字墙连接强度较差，变形不协调，易开裂，且施工速度慢。而金属波纹管洞口加工难度大。
适应于潮湿多雨气候特点的防腐措施： （1）提出了一种镀锌结合热熔附塑防腐技术；（2）提出了一种耐磨损、耐腐蚀的叠合覆塑波纹钢板。	传统钢波纹板防腐措施：（1）原波纹管防腐技术未镀膜，无塑料覆盖层的热镀锌/碳钢波纹钢管在我国土壤中的防腐寿命较短；（2）传统防腐措施不适应于我国南方潮湿多雨的气候。

五、技术成果

1、成果的技术特点、原理

(1) 研发了多种新型大跨径加筋覆土钢波纹板拱形桥涵结构：

针对高填大跨的工程需求，研发了加筋钢波纹板拱形桥涵结构、钢波纹板超高性能砼加劲肋结构补强技术、高填土大跨径钢波纹板拱桥结构回填区泡沫轻质土填筑技术，将钢波纹板结构跨径达到 16m 跨径，填土高度提高到 26m。

(2) 首创了钢波纹板结构加固旧桥与拼宽的解决方案：提出 CBS 钢合梁新结构，改善结构的受力形式，首次将钢波纹板应用于娄底石门桥旧桥的加固与拼宽一体化项目，实现了无交通中断条件下的快速、可靠、标准化施工，比拆除重建节约投资约 20%-35%，比常规施工方案缩短 2/3 的工期。

(3) 编制了适应于潮湿多雨地区的设计、施工和验收成套标准指南：通过对钢波纹管涵洞通道有限元仿真分析和现场试验测试研究，针对南方地域和环境特点，提出了环向加强拼接、EPS 板减荷等技术提高结构接缝强度和承载力；研发了敞口式金属波纹板洞口和端墙式格宾墙洞口，解决了圬工结构洞口与涵身刚度不协调的问题；编制适应于潮湿多雨地区的设计通用图、施工技术指南和检测验收细则等成套技术文件，为钢波纹管涵洞在南方地区的推广应用扫除了障碍。

(4) 提出了针对南方潮湿多雨气候特点的防腐技术：针对南方气候特点的开展钢波纹板应用的关键问题-耐久性研究，提出了热熔

附塑防腐技术、叠合覆塑波纹钢板新型结构等新型耐磨损、耐腐蚀改进措施和结构，解决了南方潮湿多雨地区钢波纹板桥涵的耐久性难题。

2、技术指标

钢波纹桥涵结构相比于常规的钢筋混凝土结构具有力学性能优良、适应性强、施工速度快、后期维护方便等优点。本项目通过对钢波纹结构的研究取得了下列创新性成果：

1. 编制了适用于潮湿多雨气候的覆土钢波纹管桥涵设计通用图、施工技术指南和检测验收细则，可实现标准化设计，规范化施工，验收有依据。

2. 首创了一种基于钢波纹板的旧桥加固与拼宽一体的结构体系，将钢波纹板应用于旧桥的加固与拼宽，实现了无交通中断条件下的快速、标准化施工。

3. 本项目研发了新型大跨径钢波纹板桥涵结构改善技术，极大提高了覆土钢波纹板桥梁的跨径和填土高度。

项目发表了学术论文 21 篇，获得授权专利 11 项，培养硕博研究生共 12 名，获得全国公路微创新大赛金奖、银奖共 2 项。本课题的研究成果在湖南、湖北、广东等多个省份的 40 多个项目中完成了推广应用。经专家对科技成果评价指出，研究成果总体居国内领先水平，其中中波波纹管涵设计达到国际先进水平。



3、经济指标

该项目属于工程建设类项目，对比常规工程造价和钢波纹板桥涵改造的工程造价，以节约的工程造价作为经济指标来统计新增利润。

龙永高速公路 17 道钢波纹板桥涵节省项目投资 370 万元，G5515 张桑高速 30 道钢波纹板桥涵 2015-2016 年节支 1150 万元。经类比测算，2012-2021 年，176 个项目合计节省直接建设投资约 6000 万元。

娄底至涟源石门桥改扩建项目节支 150 万元，伏口至漆树公路龙安一桥节支 30 万元，经类比测算，12 座旧桥改扩建项目预计可产生经济效益达约 1000 万元。

本课题的研究成果在湖南、湖北、广东、贵州、云南、四川等多个省份典型多雨潮湿地区的共 40 多个项目中完成了推广应用，社会经济效益显著，市场占有率逐步提高。截止 2021 年底，共建设了钢波纹板涵洞 176 道/13126m，旧桥加固、拓宽 12 座，累计节省投资近 7000 万元。

部分应用情况如下表：

1. 湖南省龙山至永顺高速公路；
2. 桑植至张家界高速公路；
3. 湖南省武冈至靖州（城步）高速公路；
4. G354（原 S312）娄底至涟源公路（金子塘至秀溪段）改建工程；
5. 湖南省马迹塘至安化高速公路；
6. 广东河源木棉牌桥危桥改造；
7. 广州荔湾桥改造工程；
8. 湖南省娄底至新化高速公路；
9. 大围山（湘赣界）至浏阳高速公路；
10. 湖南省炎陵至汝城（湘粤界）高速公路；
11. 湖南省安化（梅城）至邵阳高速公路；
12. 湖南省洞口至新宁高速公路；
13. 涟源伏口至漆树公路工程龙安桥改造工程；
14. 长沙市绕城高速公路；
15. 怀化市绕城高速公路；
16. 吉首市绕城高速公路；
17. 湖南省怀化至通道（湘桂界）高速公路；
18. 通城至平江高速公路；
19. 湘潭县向阳桥拓宽工程；
20. 怀化车坪危桥加固工程；
21. 怀化会同吉巢桥加固工程；

- 22. 湖南省临湘(湘鄂界)至岳阳高速公路;
- 23. 湖南省长沙市芙蓉大道;
- 24. 湖南省南岳高速公路;
- 25. 长沙县北山官桥加固工程;
- 26. 浏阳文竹桥;
- 27. 来凤县 S248 瓦场坝二桥;
- 28. 汉中隧道加固;
- 29. 永顺至吉首高速公路;
- 30. 湖南省邵阳至坪上高速公路;
- 31. 湖南省张家界至花垣高速公路里耶连接线;
- 32. 耒阳市竹市至哲桥公路;
- 33. 湖南省益阳至娄底高速公路;
- 34. 云南省磨思高速公路服务设施改扩建工程。



六、推广前景

成果适用于高速公路、城市道路等新建工程，和各等级公路老桥加固、改扩建项目，用于指导钢波纹板桥涵的设计和施工，实现标准化设计，规范化施工，验收有依据。

特别是对高填方地区、软土地区、潮湿多雨环境等问题取得的系列创新成果，对提升了我国钢波纹板桥涵结构领域整体技术水平有明显的推动作用。

对于在山区桥隧相连高填方路段以路代桥，合理消化弃方，大大减少圬工量，实现环境友好。

七、技术持有单位及联系方式

技术持有单位：

湖南省交通规划勘察设计院有限公司

南京联众工程技术有限公司

衡水益通管业股份有限公司

湖南大学

联系人：贺耀北，电话：18975149949，邮箱：heyaobei@qq.com

絮状玄武岩矿物纤维及纤维增强沥青路面 (BMF)

一、成果名称：

絮状玄武岩矿物纤维及纤维增强沥青路面（BMF）

二、成果来源：

企业自主研发，自主理论研究创新，自主生产及应用技术研发。

已获四项发明专利授权。

BMF 玄武岩纤维及应用发明专利知识产权

1： ZL-2012-1-0539838.9 【一种含改性玄武岩纤维和聚合物的复合材料及其制备方法】

2： ZL-2012-1-0539583.6 【一种高弹性模量纤维复合沥青】

3： ZL 2017 1 0239212.9 【一种玄武岩纤维颗粒及其制备方法和应用】

4： ZL 2018 1 0593246.2 【一种玄武岩纤维颗粒的制备方法及其装置】

三、适用范围：

【絮状玄武岩矿物纤维及纤维增强沥青路面 BMF】是采用 BMF® 北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维复合增强的沥青路面。

BMF 北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维采用玄武岩等矿石以专利配方为原料，以专利成型工艺制造而成。

“三维网络状的不规则絮状颗粒 BMF 纤维”在沥青混合料中起『增强、增粘、稳定、增韧』作用。

BMF 是沥青路面的通用型高性能增强材料技术，可适用于各种沥青路面结构，如 SMA、AC、OGFC 等。是降本增效、绿色发展、国家创新创优发展战略，产业升级的高新材料技术，是成熟可靠的技术。

四、国内外相关技术现状：

国际上，美国在多个州使用絮状玄武岩矿物纤维，国内近十年多省在试用短切丝束玄武岩矿物纤维。

美国的产品纤维不易分散，施工效果不理想，而短切丝束玄武岩矿物纤维有其天生的制造瓶颈，它纤维直径很粗一般 16 微米，而且纤维丝束有 400 根纤维，在沥青混合料很难分散，使用效果不好。

BMF 絮状玄武岩矿物纤维及应用是北美孚公司肖菁经长达十多年多学科研究的科研成果，是纤维增强沥青路面的升级换代产品。

经过中国高科技产业化研究会、科技部火炬计划中心、交通部科研院专家鉴定，评审为“国内领先”技术水平，该科研成果已纳入国家科技部及国家统计局科技成果库。

五、成果

1. 技术原理

（一）BMF®絮状颗粒玄武岩矿物纤维是由玄武岩及其他矿石等按一定配比的化学成分，通过熔融后经过离心法制备制成的絮状玄武岩纤维棉，用熔融离心法或吹喷法制成玄武岩矿物纤维棉的特点是成纤工艺简单，生产成本较低，纤维直径细。

玄武岩纤维还可以通过铂铑合金拉丝漏板法来制备，但因为漏板孔的目数较少一般为 400 目，成纤效率较低、纤维成本高昂。将熔融的熔体拉丝进行表面处理后进行切割，得到玄武岩纤维的短切丝束。而该纤维束在沥青混合料中极难在几十秒钟的拌和时间内分散。

在工程实践中，不管是什么工艺制得的玄武岩纤维，需将纤维均匀地分散在沥青混合料中才能形成有效的三维网络状沥青基树脂纤维复合材料体系。否则，将适得其反造成沥青路面的病害，如油斑或空隙。所以，这种纤维用于沥青混合料的关键之一就是要使纤维能迅速地在十几秒钟内均匀分散以满足施工应用的节拍要求。

采用离心法或吹喷法成纤工艺与拉丝漏板法成纤工艺相比要有三方面优点。第一，高速离心法或吹喷法制成的玄武岩纤维平均直径 $\leq 5\mu\text{m}$ ，而拉丝法制成的连续玄武岩纤维平均直径 $16\mu\text{m}$ ，纤维越细，单位重量纤维的比表面积就越大，比强度、比模量更高，实际使用时更细的纤维对沥青增粘效果更理想。第二，离心法或吹喷法的生产成本比铂铑合金拉丝漏板法来制备低得多。第三，单位产量的生产效率要高很多，而且能耗低。

（二）本发明中的玄武岩纤维颗粒也称为颗粒状的玄武岩纤维，是由若干单根的玄武岩纤维无规则的组成，所以就单个颗粒而言，内部的玄武岩纤维是呈絮状分布的，所以也可以称为**絮状颗粒**。而玄武岩纤维棉是指由离心法或吹喷法直接得到的棉絮状的产物，尺寸较大，无法直接应用于沥青混凝土。

（三）沥青混合料是由不同直径的骨料加矿粉和沥青及其他添加物和改性剂按一定的级配比例混合而成的沥青基树脂复合材料，在这种材料体系中掺入玄武岩纤维絮状颗粒的作用是因为该种纤维很细，平均纤维直径可 ≤ 5 微米，利用该纤维较大的比表面积来与沥青相互作用吸持增粘，这样可增大沥青混合料中沥青膜的厚度，并增加沥青

的粘度和韧性，通过在基体材料中掺加纤维或粒子型材料形成“基体+纤维”复合材料。所谓“复合材料化”，是指纤维与基体是一种物理合成叠加。二者完全以独立的物质形态存在，因此，复合材料可以把基体材料和纤维材料各自的优点叠加起来。“复合材料化”是唯一能同时增弹、增强、增韧的材料科学手段，避免了“合金化”方法（SBS改性沥青）在增弹、增强的同时也增脆的缺陷。

（四）从沥青路面抗变形的实际要求来看，希望沥青高温增弹（粘）。从沥青路面低温抗裂的要求来看，希望低温时不增大沥青的弹性模量。纤维作为复合材料增强、增弹元素，所以增强纤维都是弹性体。纤维复合沥青的粘度与纤维加入量及纤维的长径比有关。纤维复合沥青的弹性模量与纤维加入量及纤维的弹性模量有关。因为纤维的增弹（粘）与温度无关，所以不损害沥青的低温韧性，在高温下当沥青的粘度降低时，可有效补偿沥青的粘度。因此，从性质上讲，纤维是良性的增粘材料。纤维的增弹（粘）作用是解决沥青路面车辙变形缺陷问题的一个重要手段。

2. 技术特点

它具有“二高、一长”的特性：高强度，高承载能力，绿色长寿命。

它在 AC 混合料中可提高抗车辙抗裂性能和强度可提高达 300%，SMA 混合料抗车辙抗裂性能可提高 50%，抗水损害性能可提高 5-30% 以上。

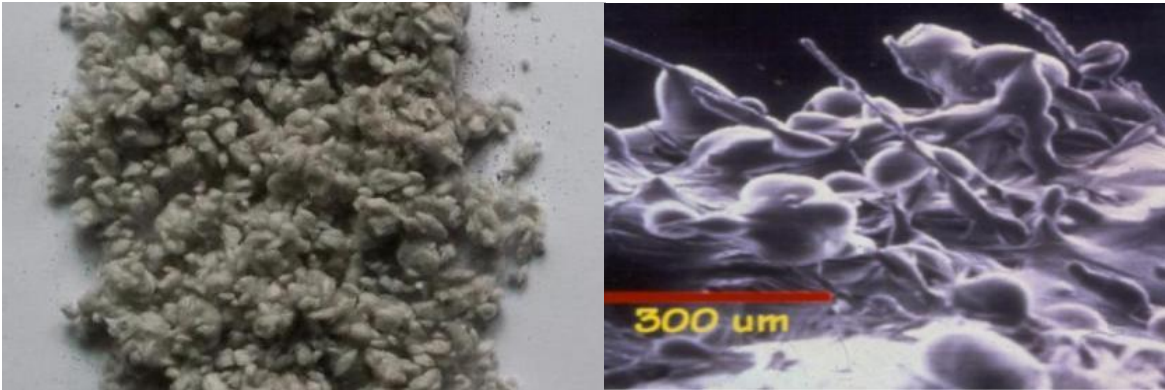
它特别有益于沥青路面的后期循环再生利用，还可再次大幅降低路面全寿命周期成本。

它还可增加路面磨擦力，增加行车安全性。

BMF 是沥青路面的通用型高性能增强材料技术，可适用于各种沥青路面结构。施工工艺极为简单。

3. 主要技术指标

BMF 北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维、BMF 纤维增强沥青，见下图：



（一）BMF®北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维企业标准：

参数	平均 /范围		试验方法
纤维直径 (μ)	平均	≤5	GB/T 7690.5--2013
纤维长度 (mm)	平均	≤6	JT/T 776.1--2010
筛分 (wt. %)*	通过直径 63μ筛	≥75 wt. %	JT/T 533--2004
	通过直径 250μ筛	≥95 wt. %	
含水率(wt. %)	≤0.2 %		GB/T9914.1--2013
吸油率(wt. %)	≥300 %		JT/T 776.1--2010
密度 (g/cm3)	2.65±0.15		T0330
纤维分散性 (纤维粒度分布)	1mm~4mm, 35 %		JT/T 533--2004
	4mm~12mm, 60 %		
	其余: 5 %		
不燃性要求 (600℃恒温箱, 5分钟)	不燃, 不变质 重量减少≤1.5 %		GB/T9914.2--2013
外观 纤维分布形态	色泽应均匀, 灰白色或灰褐色, 三维向随机分布, 呈不规则絮状颗粒, 合格率 ≥90 %		(目测)

(二) BMF®北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维技术要求也可用以下方式表述：交通部行业标准 JT/T 533-2020 《沥青路面用纤维》絮状矿物纤维：

絮状矿物纤维技术要求和试验方法

序号	项目	技术要求	试验方法
1	平均长度 (mm)	≤ 6	附录 H
2	平均直径 (um)	≤ 5	附录 H
3	渣球含量 (0.15mm) (%)	≤ 20	附录 O
4	0.15mm 质量通过率 (%)	60 ± 10	附录 A
5	0.15mm 通过率增加值 (%)	≤ 22	附录 P
6	吸油率 (倍)	≥ 2.0	附录 D
7	密度 (g/cm ³)	≥ 2.600	附录 I 或 J
8	含水率 (%)	≤ 1.0	附录 E
9	絮状纤维团质量百分率 (%)	≤ 20	附录 Q

(三) 絮状玄武岩矿物纤维增强沥青路面

SMA (BMF) 设计关键技术要求：

试验项目	单位	技术要求	试验项目	单位	技术要求
击实次数	次	2×75	沥青饱和度	%	65~80
稳定度	KN	≥ 8.0	残留稳定度	%	≥ 85
矿料间隙率	%	≥ 15.0	冻融劈裂强度比	%	≥ 80
设计空隙率	%	3.0~4.5	动稳定度	次 / mm	≥ 8080
析漏损失	%	≤ 0.3	粗集料骨架空隙率 VCA_{MX}	%	$\leq VCA_{DRC}$
飞散损失	%	≤ 15	破坏应变 (-10℃)	$\mu \epsilon$	≥ 2500

其余，按 JTG F40-2004。[SMA (BMF) 其中“BMF”是指“絮状玄武岩矿物纤维”]。

(四) 絮状玄武岩矿物纤维增强沥青路面 AC (BMF) 中，加纤维后

动稳定度 ≥ 8080 次/mm；其余，按 JTG F40-2004。

（五）（BMF）沥青混合料纤维掺量为沥青混合料重量的 4‰。

（六）实验室试验请注意：先用手将纤维颗粒初步拨散，加纤维后与集料干拌时间 60~90 秒，再加沥青湿拌 60 秒，再加矿粉湿拌 60 秒。

（七）现场施工时由 BMF®北美孚专用风送投料设备投料，投入纤维后干拌 15~25 秒，湿拌 30 秒。少量使用时也可由人工投料。

（八）上述絮状玄武岩矿物纤维增强沥青路面的技术要求，交通部已经在修订升级标准，即将发布。

4. 功能分析

BMF®北美孚【絮状颗粒玄武岩矿物纤维】采用玄武岩等矿石以专利的配方为原料，经特定的预处理，在 1380℃--1500℃ 高温熔炼，经多轴高速离心法成纤，经特殊的表面处理，以特有的成型工艺制造而成。

产品生产效率高，每吨纤维生产能耗比传统玄武岩短切纤维低 80% 以上，而且性能更好。作为沥青路面专用的功能性高性能纤维材料，在沥青混合料中它是传统铂铈合金拉丝漏板法成纤的连续玄武岩短切纤维的升级换代产品。

它可大幅提高沥青路面的抗车辙、抗裂、抗冻融能力；大幅提高沥青路面耐老化、抗疲劳损伤性能；大幅增加路面的承载能力及使用寿命，降低路面全寿命周期成本。

（一）絮状颗粒玄武岩矿物纤维材料具有七大材料特性：

1. 纤维直径很细，比表面积大：纤维平均直径 $\leq 5\mu\text{m}$ ，比强度、比模量高；三维网络状的“不规则絮状颗粒 BMF®北美孚纤维”，在沥青混合料中起增强、增粘、增韧、稳定作用；

2. 纤维表面浸润性好：与沥青很好地粘合；

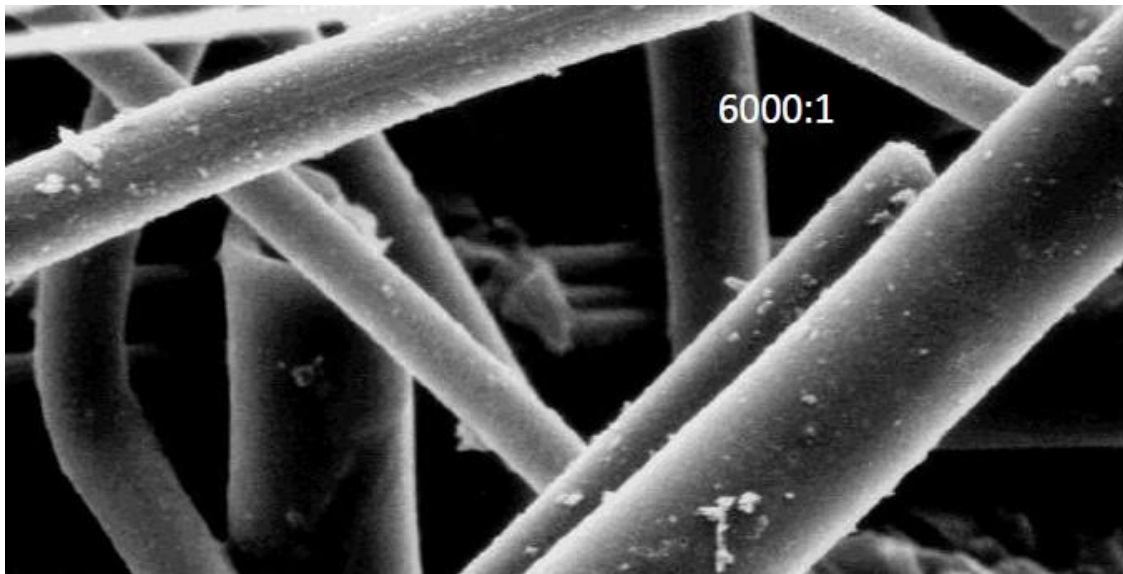
3. 纤维分散性好：为絮状颗粒状态，在沥青混合料中可均匀分散；

4. 力学性能优异：无机类的矿物纤维的抗拉强度大约是钢纤维的 3 倍，是有机类纤维（如聚合物，植物纤维）的 3-10 倍，弹性模量是有机类纤维的 3 倍以上。因此，可大幅增强沥青混合料，有助于提高沥青混合料的韧性和弹性恢复，提高沥青路面的疲劳耐久性。

5. 水稳定性好：易于运输贮存，能提高沥青路面的至密防水性，防止早期水损害；

6. 绝热性能和电绝缘性能好：有助于沥青油膜的高温稳定性，防止沥青膜的电化学腐蚀；化学稳定性好，工作温度范围大，高温拌合时不与沥青产生任何化学反应，适应沥青路面的各种酸碱工作环境；

7. 抗老化性能好：不变质退化，不受高温拌和影响，它与‘集料’一样不溶解于沥青，也不污染沥青，它在沥青混合料高温拌合及路面长期使用时不溶解、不老化、不变质，有助于抑制沥青老化，有利于沥青混合料的循环再生利用，有利于环境保护，降低碳排放。



（二）【絮状玄武岩矿物纤维增强沥青路面（BMF）】的特点

【絮状玄武岩纤维增强沥青路面】是采用 BMF®北美孚絮状颗粒玄武岩矿物纤维复合增强的沥青路面。它具有“三高一长”：高强度、高粘度、高承载能力，绿色长寿命。它可大幅降低全寿命周期成本，是高性能材料技术帮助公路产业实现“降本增效，高质量发展”的高新材料技术，能够为公路工程建设带来长久的高价值和社会效益。

根据纤维复合材料增强原理，它适用于各种路面结构、各种环境条件，是【沥青路面的通用型高性能复合材料增强技术】。

按高速公路总造价（每公里约 1 亿—1.5 亿元）计，它只需约每公里不到 1/300—1/360 的建设成本 [（见表 1）]，即可提高路面的承载能力达 30%，并增长路面使用寿命 30% 以上，降低路面养护成本 30% 以上，增长路面使用寿命 3-10 年；它还特别有益于沥青路面的后期循环再生利用，还可再次大幅降低路面全寿命周期成本，经济效益显著，性价比极优。

它还可提高沥青路面的磨擦力和行车安全性。

北美孚公司作为“絮状玄武岩矿物纤维及纤维增强沥青路面（BMF）”的创新性发起者，经过十九年持续多学科跨行业技术研究，通过了十多年几十项高速公路工程实践案例，证明它是成熟可靠的技术，见证了这一“高性能材料技术”为公路产业实现“降本增效、高质量发展”的作用。

表 1、絮状颗粒纤维增强沥青路面（BMF） 性价比分析：

技术方案 路面厚度 cm: 上+中+下=4+6+8 双向四车道 路面宽 23m	抗车辙 (%)	抗水及 抗冻融 损害 (%)	抗裂 能力 (%)	承载 能力 (%)	建设期 纤维+沥青 比较成本 (万元 / 公里)	路面 设计 寿命 (年)
传统方案: SMA13+AC20+AC25	100	100	100	100	X	15
1、增强方案一: [(SMA13+AC20+AC25) +F]	155	138	160	≥145	X+68.0	≥25
2、增强方案二: [(SMA13+AC20)+F]+AC2 5	140	125	135	≥130	X+33.0	≥22
3、增强方案三: [SMA13+F]+AC20+AC25	125	105	125	≥118	X+10.0	≥19
4、增强方案四: [(AC13+AC20)+F] +AC25	116	105	125	≥115	X-3.0	≥18
5、增强方案五: AC13+(AC20+F)+AC25	106	100	110	≥105	X-20	≥15

注：1、上表“+F”为“加絮状颗粒玄武岩矿物纤维”的“纤维增强

沥青路面（BMF）”。上述数据来源于北美孚多年实践和对比试验。

2、上表“+F”中，BMF[®]纤维的掺量为沥青混合料重量的 4‰。

3、在 SMA 结构的沥青路面中，BMF[®]纤维除可替代掺木质素纤维外，还可节约 10% 的无效沥青用量。

4、上表“建设期（纤维+沥青）成本”为工程施工综合造价，其中 BMF[®]絮状颗粒玄武岩矿物纤维的市场售价按 1.68 万元 / 吨（含税，工地交货价），SBS 改性沥青 0.58 万元 / 吨，木质素纤维 0.65 万元 / 吨。

5、可根据工程项目实际情况和需求，按上表选择不同的增强方案。

5. 成果应用情况

（1）成果应用实例

BMF 北美孚纤维增强沥青路面 重点案例：

2006 年，长沙绕城高速湘江三叉矶大桥钢桥面铺装 SMA-13；

2007 年，沪昆国道主干线湖南段醴潭高速公路路面 AC20、AC13 试验段；

2007~2008 年，G50 湖北省沪蓉西高速公路 SMA-16、AC-20；

G4 京港澳高速公路湖北段 SMA-13 和 AC-20；

G50 重庆市石忠高速公路 SMA-13；重庆市绕城高速公路西南段 SMA-13；

2010 年，浙江省黄衢南高速公路 AC-13、SMA-13 试验段；

2011 年，广东省顺德绕城高速公路 SMA-13；

浙江省邵兴至诸暨高速公路 AC-20;

2012 年, 湖南省娄新高速公路长大纵坡路段 AC-20;

G76 湖南省郴宁高速公路 SMA-13, 104.7 公里;

2013 年, 湖南省张花高速公路 SMA-13;

G4 京港澳耒宜高速公路大修工程 SMA-13 、 AC-20;

2014 年, 浙江省东永高速 SMA13 试验段 ;

G55-13 湖南省益常高速路面大修改造 AC20;

2015 年, 长沙市芙蓉南路万家丽--湘潭段 SMA-13;

浙江绍兴滨海新区新东线路面 SMA-13、 AC-20;

G50 浙江杭金衢高速公路拓宽工程 SMA-13、 AC-20;

2016 年, G60 潭邵高速公路大修第一期改造 SMA-13、 AC-20,
117 公里;

2017 年, 湖南省张桑高速 AC-13;

交通部科研院宁夏高速公路超薄磨耗层 OGFC 路面;

2018 年, G60 沪昆高速潭邵大修二期 SMA-13, 110 公里;

2019 年, 浙江省 G15w2 苏嘉甬高速杭州湾大桥北接线 SMA-13;

2020 年, 湖南省长益扩容高速公路 SMA-13;

湖北省大冶市锦冶大道路面大修工程 AC-13、 AC-25;

2021 年, 湖北省 106 国道麻城上畈至彭店段改建工程 AC-13;

江苏省扬州市扬州港润扬路路面工程 AC13、 AC25。

该技术现已在全国多省数十条高速公路项目上成功应用, 至今工程质量全部优良。

(2) 使用单位及学会评价

BMF 经中高科鉴定为“国内领先”科技成果。本材料经中国高科技产业化研究会鉴定（中高科鉴字〔2015〕286、由中国科技部制定并由国家统计局批准文号国统制〔2012〕111 编号，登记号 6032015Y0286）

成果 登记	登记号	
登记	批准日期	

科学技术成果鉴定证书

中高科鉴字〔2015〕286号

成果名称：用于沥青路面的玄武岩矿物纤维

完成单位：长沙北美孚新材料科技有限公司

鉴定形式：会议

组织鉴定单位：中国高科技产业化研究会（盖章）

鉴定日期：2015年2月12日

鉴定批准日期：2015年2月28日

中华人民共和国科学技术部
二〇〇五年制

表 号：CG003
制表机关：科学技术部
批准机关：国家统计局
批准文号：国统制〔2012〕111号
有效期至：2014年10月

科技成果登记表
(应用技术类成果)

成果名称：用于沥青路面的玄武岩矿物纤维

第一完成单位：长沙北美孚新材料科技有限公司
(盖章)

研究起始日期：2005年01月
研究终止日期：2009年12月

推荐单位：中国高科技产业化研究会
(盖章)

批准登记单位：中国高科技产业化研究会
(盖章)

批准登记号：6032015Y0286

批准登记日期：2015-03-14

中华人民共和国科学技术部制定
中华人民共和国国家统计局批准

二〇一二年

鉴定委员会名单

序号	鉴定会职务	姓 名	工 作 单 位	所学专业	现从事专业	职称职务	签 名
1	主任委员	付 智	交通运输部公路研究院	无机非金属	道路工程	研究员/副总工	付智
2	副主任委员	杨勇新	中冶建筑研究总院	结构工程	结构工程	教授级高工	杨勇新
3	委 员	李临西	科技部火炬中心	材料	科技管理	研究员	李临西
4	委 员	石云兴	中国建筑工程总公司技术中心	混凝土材料	土木工程	教授/副总工	石云兴
5	委 员	黄颂昌	交通运输部公路科学研究院	道路工程	道路工程	教授级高工	黄颂昌
6	委 员	边天佑	北京金隅集团	无机材料	玻璃纤维	高 工	边天佑
7	委 员	朋改非	北京交通大学	土木工程材料	土木工程材料	教 授	朋改非

科学技术成果证书

登记号 6032015Y0286

经审查核实“用于沥青路面的玄武岩矿物纤维”被确认为科学技术成果，特发此证。

完成单位：长沙北美孚新材料科技有限公司

发证机关：中国高科技产业化研究会

发证日期：2015年3月14日

BMF®特种玄武岩纤维已通过长沙市重点科技计划
项目验收：



BMF 纤维增强沥青路面 G76 厦蓉高速湖南省郴宁高速, 2012 年通车, 全线 104.7 公里 SMA-13, 至今路面全部路段完好。

同年通车的桂武高上面层使用掺木质素纤维的 SMA, 第二年就进行大面积翻修。

应用证明

项目名称	BMF®北美孚™特种玄武岩纤维在湖南郴州至宁远高速公路 SMA 路面工程的全面推广应用			
应用单位	湖南省郴宁高速公路建设开发有限公司			
通讯地址	长沙市开福区马栏山金色比华丽 13 栋 1301 室	邮政编码	410000	
应用时间	2012 年~2014 年			
产生的效应	玄武岩 SMA 与木质素 SMA 造价相当, 路面性能好且可循环再生利用, 经济、社会效益显著			
联系人	经理: 杨献章	联系电话	13517489316	电子信箱

应用推广情况说明:

郴州至宁远高速公路是国家高速公路网 7918 规划 18 横中的第 16 横, 为厦门至成都高速公路在湖南省境内三个建设项目的第二段, 也是湖南省规划的“五纵七横”高速公路网中的一段。路线起点位于郴州市苏仙区坳上镇水龙村附近 (接厦蓉线汝城至郴州高速公路终点), 终点止于永州市蓝山县祠堂圩镇 (接厦蓉线宁远至道县高速公路起点), 主线全长 104.25 公里, 采用四车道高速公路标准修建, 设计车速为 100 公里/小时, 路基宽度采用 26 米。沥青路面厚度为 18cm, 即 40mmSMA-13 细粒式改性沥青砼上面层+60mm 改性沥青 AC-20C 中面层+80mm 粗粒式沥青混凝土下面层。

传统的 SMA 采用木质素纤维稳定剂, 因其不利于再生使用, 已被美国多个州明确淘汰使用。但在我国玄武岩纤维在 SMA 沥青路面中的应用还处于起步阶段。鉴于玄武岩纤维在 SMA 沥青混合料中的作用机理与木质素纤维完全不同, 它可以有效增加沥青膜的厚度, 改善沥青混合料的高温抗车辙、低温抗开裂、抗水损害、抗疲劳和老化损害等性能, 使用玄武岩纤维的 SMA 混合料其实际沥青用量要比使用木质素纤维的 SMA 混合料少, 可减少约 10%~12% 的无效沥青用量。

经广泛调研和对比试验后决定采用性能最好的由长沙北美孚新材料科技有限公司研制的 BMF®北美孚™特种玄武岩纤维用于全线 104.25 公里上面层 SMA 沥青混合料。

BMF®北美孚™特种玄武岩纤维的关键技术指标是: 平均纤维直径 $\leq 5(\mu\text{m})$; 平均纤维长度 (mm) 3~6; 筛分 (wt.%) 通过直径 $63\mu\text{m}$ 筛 ≥ 75 wt.%, 通过直径 $250\mu\text{m}$ 筛 ≥ 95 wt.%; 纤维含水率 (wt.%) $\leq 0.2\%$; 吸油率 (wt.%) $\geq 300\%$; 纤维分散性 (纤维粒度分布) 1mm~4mm (35%), 4mm~12mm (60%), 其余 (5%); 密度 (g/cm^3) 2.65 ± 0.15 ; 不燃性要求 (600℃ 恒温箱, 5 分钟) 不燃、不变质、重量减少 $\leq 1.5\%$ 。

掺加玄武岩纤维 SMA 混合料关键技术要求: VMA $\geq 15\%$, VFA 为 65%~80%, 空隙率为 3.0%~4.5%, 混合料析漏率 $\leq 0.2\%$ 。在不增加工程造价基础上, 进行沥青混合料的配合比设计和现场施工质量控制, 玄武岩纤维 SMA 是“看上去又黑又亮的路面”。

本项目于 2012 年底建成通车以来, 历时将近二年, 目前使用情况良好, BMF®北美孚™特种玄武岩纤维 SMA 具有抗车辙、低温抗开裂、抗水损害、抗疲劳性能好, 且沥青混合料后期可循环再生利用的优点显著, 性价比好, 也是对公路 SMA 沥青路面相关设计和施工规范的补充和完善, 是响应国家十二五发展规划有关新材料及节能环保循环经济等重大技术举措, 该技术的推广应用对实现公路建设的可持续发展具有重大而深远的经济与社会效益。

单位 (盖章)

2014 年 6 月 16 日

六、推广前景

1)、BMF®是沥青路面的**通用型高性能增强材料技术**，可适用于各种沥青路面结构，是降本增效、绿色发展、国家创新创优发展战略，产业升级的高新材料技术，是成熟可靠的技术。普及推广应用，可为我省的公路建设高质量发展创造较大的价值。

2)、中国已通车高速公路 16.1 万公里，二级以上等级公路里程 70.24 万公里；只需约 1/300—1/360 的建设成本，即可大幅提高沥青路面的抗车辙、抗水损害、抗疲劳、抗裂性能，大幅提高沥青路面承载能力 30% 以上，增加使用寿命 3-10 年。AC 混合料抗车辙抗裂性能和强度可提高达 300%，SMA 混合料抗车辙抗裂性能可提高 50%，抗水损害性能可提高 5-30% 以上。

3)、它特别有益于沥青路面的后期循环再生利用，还可再次大幅降低路面全寿命周期成本。它还可增加路面磨擦力，增加行车安全性。

4)、该材料技术性能优越、性价比好，施工技术简单成熟可靠。普及该技术每年可为国家节省上千亿元建设维修投资，经济效益社会效益极为显著。

5)、长沙北美孚新材料科技有限公司作为行业领先企业和国家高新技术企业，是交通部标准 JT/T 533-2020《沥青路面用纤维》矿物纤维的为主制订单位及专家团队，可为中国产业技术升级提供技术支持和优质产品及服务。

6)、使用单位应按习近平主席“保护知识产权就是保护创新”的要求，根据国家法律和政策支持科技创新，防止仿制侵权产品的使用，保证工程质量，保护科技创新。

七、技术持有单位及联系方式



技术持有单位：长沙北美孚新材料科技有限公司

长沙市开福区三一大道 500 号,马栏山金色溪樾 18 栋二单元 303

房

电话：0731-85540395 ， 85540769

肖菁：14789792999 ， 13974966956

[http//: www.bmf666.com](http://www.bmf666.com)



公路路基路面压实质量安全智能管控系统

一、成果名称：

公路路基路面压实质量安全智能管控系统

二、成果来源：

2016 年度由湖南省交通厅组织的科学技术成果鉴定项目：公路路基路面智能压实监控系统研究开发（编号：湘交科鉴字[2016]第 02 号）

三、适用范围：

公路、机场、市政、铁路、水利、轨交等的路基路面压实的运用

四、国内外相关技术现状：

1、国内外同类技术产品的概况

国内外同类技术产品主要有：（1）西安依恩驰（ENH）网络技术有限公司研发的 RQS 公路施工质量智能监测系统；（2）苏交科集团股份有限公司研发的沥青路面信息化质量管控系统；（3）湖南省交通科学研究院研发的路面施工智能控制系统；（4）西南交大智能压实质量检测仪；（5）麦格天宝连续压实控制系统。

上述的路面施工智能控制系统、RQS 公路施工质量智能监测系统和沥青路面信息化质量管控系统都十分庞大复杂、采集的数据种类繁多，但压实数据融合和多台设备的协同作业控制功能欠缺，故实际压实质量管控的可操作性、精准性存在问题。

上述产品中西南交大智能压实质量检测仪和麦格天宝连续压实

控制系统是压实质量检测，属于结果控制系统，将振动压路机作为加载设备，连续测量振动压路机振动轮竖向振动响应信号，根据压实机具与路基路面之间的相互作用，通过路基结构的反作用力（抗力）来分析和评定路基路面的压实状态，提出并定义了振动压实参数（VCV），实现碾压过程中压实质量的连续控制。该系统最大的缺点是要求材料和施工工艺需完全一致，在国内施工现状下是无法满足条件，故准确性很差。

上述五个产品还有一个共同缺失，对压实作业的安全智能管控都未考虑，不能满足沥青路面施工全面、全过程数字化智能管控的需求。

2、本系统的特点：

（1）本系统的质量控制模式更有效。本系统融合了压实质量控制流程，施工过程处于受控状态。本系统根据压实质量控制流程主动向相关人员推送必要的数据和状态，监管人员在掌握现场工作动态和实时压实状态图像的情况下，实时与施工人员进行信息、指令传递，保证了监控切实有效。其它系统只可远程查看现场工作情况，施工过程缺乏直接的信息与指令交互，监管作用有限。

（2）本系统以试验路段的压实工艺参数作为质量控制标准，控制指标明确、有效。本系统采用高分辨率（可达 4cm*4cm）图像精确表达压实工艺，工作面压实遍数及其它工艺参数指标一目了然。压实遍数计算方法符合施工规范要求，可实时、准确、快速发现并准确对应漏压、欠压区域，实时指导压路机手对不合格区域进行补压。

（3）本系统采用 B/S 模式和通用交互终端，能够在 PC、机载平

板、手机 APP 多种终端使用，系统适应性、通用性好，扩展、维护方便。本系统的监控平台采用 B/S 模式，可在各种软硬件平台下使用，扩展性好，容易维护。本系统的机载交互端为安卓平板或安卓手机，通用性强、体积小、功耗低，可方便地连接移动互联网，交互界面友好，符合用户对手机等的使用习惯。

其它系统大多采用 C/S 模式，只能在特定的软硬件平台（如 windows PC）使用，应用限制较大。由于每台终端均需安装客户端，故障点较多，维护升级比较困难。

（4）本系统的定位方法准确可控。本系统采用网络 RTK 进行精确定位（厘米级），且具备超长基线 RTK 功能，可在基线长度达到上百公里时仍能精确定位。同时，采用网络 RTK 可使 RTK 流动站（安装于压实机械上的差分定位设备）和 RTK 基准站之间不受地形蜿蜒起伏产生的对差分信号遮挡、屏蔽的限制，避免了现场施工人员时常对基准站进行移机，提高了工作效率。

（5）施工安全防撞系统配备了双重安全防护装置：

机械式防撞系统，由可翻转式支架、安全传感器、控制单元、制动单元组成。防撞支架由管材制作而成，重量适中。长宽高根据不同车型，可调节至合适位置。产品部件化，使用费用低。可翻转式支架可保证运输不受限。配置安全传感器和制动单元，遇障碍时可紧急停车。非接触式防撞系统，由安全传感器、控制单元、制动单元组成。雷达传感器安装于车体前后方，检测行进方向障碍物。10 米监测距离，五级安全预警。可实现超前鸣笛预警驾驶员、降速减档、自动刹

车功能。在双重保护装置的防护下，压路机可以实现有效的障碍物检测与刹车制动，保障压路机施工的安全性。

3、同类产品对比

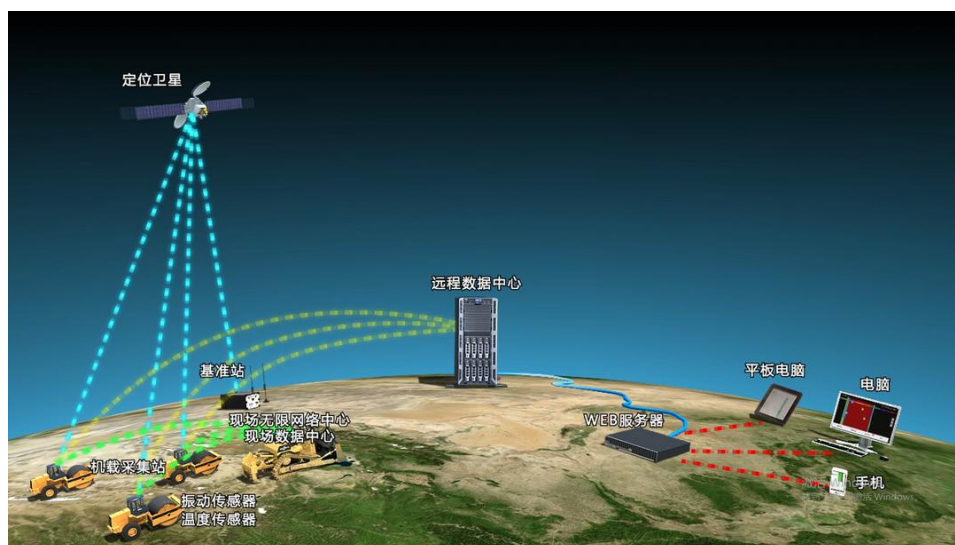
不同智能压实产品对比表

研发单位	系统名称	系统主要参数及功能	效益	市场竞争力
致同科技	路基路面智能压实监控系统	监控压实机械精确位置、振动状态（振幅和频率）、碾压温度等压实工艺参数，特别强化碾压遍数参数；融合了压实作业质量管理流程，面向参与工程的全部单位，包括施工单位、监理单位和业主单位。	实时展示碾压状态画面，避免漏压、少压现象，保证压实一致性；提高施工人员、监管人员工作效率；避免压实不合格时而返工时导致的直接经济损失；延长道路使用寿命。	竞争力强。工程适用性强，各种路基路面均适用；可多机协同作业；面向参与施工的多方；质量安全管理流程符合监管需求；后期服务全面周到；使用成本较低；工程案例多，技术较成熟。
麦格天宝	连续压实控制系统	监控压实机械精确位置、振动状态（CMV）、碾压温度等施工参数，主要使用 CMV 指标。面向施工人员。	提高质量验收合格率；延长道路使用寿命。	竞争力一般。CMV 指标可靠性欠佳，土石、填石不适用；应用前期工作复杂；只适用于单机作业；面向施工单位；使用成本很高。
西南交大	智能压实质量检测仪	监控振动状态，主要使用 CMV 指标。面向施工人员。	提高质量验收合格率；延长道路使用寿命。	竞争力一般。CMV 指标可靠性欠佳，土石、填石不适用；应用前期工作复杂；只适用于单机作业；面向施工单位；使用成本较高。
西安依恩驰	RQS 公路施工质量智能监测系统	监控压实过程、路面材料生产工艺、运输过程、摊铺工艺、压实工艺。	保障施工材料质量，提高施工过程规范程度。	竞争力一般。系统庞大复杂、监控内容并不精细；使用成本高，效费比不高。
苏交科	沥青路面信息化质量管控系统	监控沥青混合料的拌合、运输、摊铺和碾压全过程。	保障施工材料质量，提高施工过程规范程度。	竞争力一般。系统庞大复杂、监控内容并不精细；使用成本高，效费比不高。
湖南交科	路面施工智能控制系统	监控运输过程、摊铺速度、碾压位置及遍数；视频监控。	提高施工过程规范程度。	竞争力一般。监控内容未精细化；使用成本较高，效费比不高。

五、成果

1. 技术原理

(1) 公路路基路面压实质量管控系统：该系统采用三星座 GNSS 定位模块通过网络 RTK 技术精确定位压路机的实时三维坐标，采用微机电传感器实时测量压路机的振捣状态（静压、弱振和强振），采用温度传感器采集沥青路面碾压温度；采集的数据通过移动互联网或现场无线网络发送至远程或现场数据中心；服务器实时计算当前工作面的碾压状态；机载终端、监控终端实时向服务器请求碾压状态或碾压结果；压路机手、质量监管人员可通过机载终端、监控终端的信息交互轻松融入压实作监控的业务流程并实时查看当前的碾压状态和碾压结果。



(2) 公路路基路面压实安全管控系统：综合运用机械式和非接触式两种防撞装置，由可翻转式支架、毫米波雷达、控制单元、LED 警示灯、制动单元、高分贝喇叭组成。系统可实现 10 米检测障碍、五级安全预警、声光报警提醒驾驶员降速减档、自动刹车等功能。特别是在视野盲区、视线不好、驾驶员注意力不集中、夜晚视线不好等情况下，可有效避免施工过程中的安全事故。



2. 技术特点

(1) 硬件系统技术特点：

- ① 定位精度高；
- ② 定位速度快；
- ③ 抗干扰能力强；
- ④ 能自主修正随机误差；
- ⑤ 监控振动状态灵敏；
- ⑥ 监控路面温度精准；
- ⑦ 监控压实设备速度精准；
- ⑧ 采用无线传感测速技术，实时检测机动车行使速度；
- ⑨ 具有超速声光报警，支持电子油门和机械油门两种限速控制；
- ⑩ 采用毫米波雷达技术探测目标，实现快速捕抓目标，实现防

撞预警；

(2) 软件系统技术特点：

- ① 地理信息切片技术，消耗网络资源小；
- ② 系统吞吐量大，响应速度快；

- ③ 开始作业到结束作业业务流程，符合工程需要；
- ④ 直观表达压实作业合格、不合格分布；
- ⑤ 远程通讯渠道，简单实用；
- ⑥ 能实时对压实不规范区域报警；
- ⑦ 能真实有效展示多机协同作业情况；
- ⑧ 内设三种预防碰撞距离，提示区距离，警示区距离，制动区距离，分别对应提示区限速，警示区限速，制动区限速；
- ⑨ 多种限速模式共存，普通超速报警限速，提示区和预警区限速，制动区制动等；
- ⑩ 多级权限及业务角色区分，满足不同用户需求；
- ⑪ 能在机载平板、PC、手机 APP 多终端应用，数据共享。

3. 主要技术指标

（1）软件技术指标

经湖南省软件评测中心，对路基路面压实质量安全智能管控系统软件系统测试，结果表明：

① 功能性（适合性）

该软件各项功能运行正常，能够较准确地完成移动客户端（监理端、施工端）、PC 端（压路状态、压实数据管理、基础数据管理、系统管理）等功能，对施工机械进行智能分组，对施工进行全过程监管，随时调阅碾压情况和压路机工作状况。

系统有用户登录权限要求且对用户权限设置完善，相应的用户有相应的访问权限，方便监理单位可实时监控机械施工状态，进行远程作业监管，指导机手施工。

系统将施工过程转化为可溯源的电子文档，给质量问询追溯机制

提供有力依据。

系统提供了智能化数据挖掘分析工具，以采集的海量数据为基础，使用大数据及智能化技术，综合采用定量、定性、趋势分析、图形分析等综合分析处理手段，多维度进行数据挖掘分析统计，为管理决策提供有力手段。

结合公路施工质量管理体系，系统构建了 P（质量计划标准）-D（执行）-C（质量检查控制）-A（问题处置）循环对路面压实施工过程进行质量控制，确保工程施工质量可监控、可指导、可查询、可追溯，具有强大的质量管控功能。

② 效率（时间特性）

通过采用性能测试工具对系统进行性能测试，在 1000 个用户情况下并发执行在线核心业务，验证系统的用户容量、响应时间。通过测试表明：在当前部署环境下，平均响应时间为：0.266s，TPS 为 685.34，成功率 100%，系统无明显异常，满足 1000 个并发用户的活跃访问。

（2）硬件技术指标

经湖南省计量检测研究院，对路基路面智能压实系统硬件系统测试，结果表明：

① 水平定位精度（典型值）：1 - 3 cm；

② 高程定位精度（典型值）：2 - 5 cm；

经过长期对硬件设备精度测试，其他相关指标精度分别达到以下水准：

- ① RTK 定位时间（典型值）：30 s；
- ② 激振频率测量范围：20 - 60 Hz；
- ③ 激振频率分辨率：1 Hz；
- ④ 振幅测量范围：0 - 3 mm；
- ⑤ 振幅分辨率：0.1 mm；
- ⑥ 机载端功耗： ≤ 10 W。

4. 功能分析

（1）公路路基路面压实质量管控系统：该系统采用三星座 GNSS 定位模块通过网络 RTK 技术精确定位压路机的实时三维坐标，采用机电传感器实时测量压路机的振捣状态（静压、弱振和强振），采用温度传感器采集沥青路面碾压温度；采集的数据通过移动互联网或现场无线网络发送至远程或现场数据中心；服务器实时计算当前工作面的碾压状态；机载终端、监控终端实时向服务器请求碾压状态或碾压结果；压路机手、质量监管人员可通过机载终端、监控终端的信息交互轻松融入压实作监控的业务流程并实时查看当前的碾压状态和碾压结果。

（2）公路路基路面压实安全管控系统：综合运用机械式和非接触式两种防撞装置，由可翻转式支架、毫米波雷达、控制单元、LED 警示灯、制动单元、高分贝喇叭组成。系统可实现 10 米检测障碍、五级安全预警、声光报警提醒驾驶员降速减档、自动刹车等功能。特别是在视野盲区、视线不好、驾驶员注意力不集中、夜晚视线不好等情况下，可有效避免施工过程中的安全事故。

5. 成果应用情况

该系统是我省交通建设行业唯一入选交通运输部 2016 年度《交

通运输建设科技成果推广目录》的项目，并于 2019 年再次入选，已在全国多个项目投入应用。路基项目包括：湖南省娄衡、张桑、益娄、益马、马安、莲株、长益复线等高速，广东省龙怀、怀阳、紫惠、梅平等高速，甘肃省张扁高速，以及福建长福高速。路面项目包括：湖南省娄衡、张桑、大岳、常安、武靖、永吉、莲株、娄益、马安、等高速，广东省英怀、连英、新博、云湛高速等高速，以及福建省厦蓉高速等。机场项目包括：西安机场、乌鲁木齐机场、奇台机场、长乐机场、昌北机场等。据统计，在多条高速公路路基项目应用设备 72 套，路面项目应用设备 460 套，机场项目应用设备 180 套，共使用设备 712 套，技术和设备服务价值达 5000 余万元。

公路路基路面压实质量安全智能管控系统用户表

序号	项目名称	省份	项目业主	施工标段	时间	应用规模(套)
1	娄衡高速公路	湖南省	湖南省娄衡高速公路建设开发有限公司	路面 11 标、12 标、13 标	2015 年 4 月至 2016 年 7 月	20
				路基 1 标	2015 年 5 月至 2016 年 5 月	5
2	张桑高速公路		湖南省张桑高速公路建设开发有限公司	路基 1、2 标	2015 年 8 月至 2016 年 12 月	5
				路面 3 标、6 标	2017 年 8 月至 2017 年 12 月	11
3	潭邵大修改造		湖南省潭邵大修改造建设有限公司	路面 3 标	2016 年 6 月至 2016 年 11 月	7
4	常安高速公路		湖南常安高速公路建设开发有限公司	路基 3 标	2015 年 3 月至 2016 年 3 月	2
				路面 1、2、3 标	2016 年 3 月至 2016 年 9 月	24
5	大岳高速公路		湖南省大岳高速公路建设开发有限公司	路面 2 标	2016 年 5 月至 2016 年 10 月	7

6	益娄高速公路		湖南省益娄高速公路建设开发有限公司	路基 5 标	2016 年 6 月至 2017 年 8 月	1	
				路面 16、17、18、19 标	2017 年 5 月至 2018 年 12 月	27	
7	益马高速公路		湖南省益马高速公路建设开发有限公司	路基 1、4 标	2016 年 4 月至 2017 年 8 月	6	
				路面 1、2 标	2017 年 5 月至 2017 年 12 月	25	
8	马安高速公路		湖南省马安高速公路建设开发有限公司	路基 3、4 标	2016 年 4 月至 2017 年 7 月	2	
				路面 1 标	2018 年 5 月至 2018 年 11 月	6	
9	莲株高速公路		湖南省莲株高速公路建设开发有限公司	路基 2、3 标	2016 年 8 月至 2017 年 12 月	2	
				路面 5、6 标	2018 年 3 月 2018 年 12 月	12	
10	长益高速公路		湖南长益高速公路有限公司	路基 TJ4、5、6 标	2017 年 10 月至今	3	
11	邵坪高速公路		湖南省邵坪高速公路建设开发有限公司	路面 7 标	2015 年 7 月至 2015 年 12 月	6	
12	武靖高速公路		湖南省武靖高速公路建设开发有限公司	路面 9、10、11	2017 年 7 月至 2017 年 12 月	18	
13	岳望高速公路		湖南省岳望高速公路开发建设有限公司	路面 1、2 标	2017 年 10 月至 2018 年 10 月	17	
14	永吉高速公路		湖南省永吉高速公路建设开发有限公司	路面 21、22、23 标	2017 年 5 月至 2017 年 12 月	20	
15	南益高速公路		湖南省南益高速公路管理有限公司	路面 10、11 标	2018 年 10 月至今	14	
16	龙怀高速公路		广东省	广东省南粤交通龙怀高速公路管理中心	路基 20、26 标	2016 年 10 月至 2017 年 9 月	2
17	英怀高速公路				路面 8 标、9 标	2018 年 3 月至 2018 年 12 月	12
18	连英高速公路				路面 4、5、6、7 标	2018 年 3 月至 2018 年 12 月	22
19	梅平高速公路			广东梅平高速公路有限公司	路基 1、3 标	2017 年 7 月至 11 月	4
					路面 2 标	2018 年 9 月至今	6
20	紫惠高速公路			广东紫惠高速公路有限公司	路基 TJ1、6 标	2017 年 12 月至今	2
21	怀阳高速公路	广东省南粤交通投资有限公司怀阳管理中心		路基 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 标	2017 年 5 月至今	33	

22	云湛高速公路		广东省南粤交通云湛高速公路管理中心	路面 3、4、5、6 标	2017 年 5 月至 2017 年 10 月	24
23			广东省南粤交通云湛高速公路管理中心	路面 7、8、10 标	2017 年 5 月至 2017 年 10 月	21
24	新博高速公路		广东省南粤交通仁博高速管理中心	路面 4、5、6 标	2018 年 6 月 2018 年 12 月	23
25	佛开高速南段改扩建		广东省佛开高速公路有限公司	路面 1 标	2018 年 9 月至今	5
26	西安国际机场	陕西省	西部机场集团有限公司	南三指廊	2017 年 8 月至今	4
27				1 标、2 标	2017 年 8 月至今	5
28				三期飞行区 3 标、4 标	2019 年 11 月至今	39
29	长福高速公路	福建省	福州长福高速公路有限责任公司	路基 1 标、5 标	2018 年 4 月至今	4
30	厦蓉高速公路		福建省厦蓉高速公路漳龙段扩建工程有限公司	路面漳州段 B2 标	2018 年 4 月至 2019 年 10 月	8
31	乌鲁木齐国际机场	新疆	乌鲁木齐地窝堡国际机场改扩建工程指挥部	试验段 2 标	2018 年 7 月至 2018 年 10 月	2
32	张扁高速	甘肃省	中铁建甘肃张扁高速公路有限公司	路基 2 标	2018 年 9 月至今	1
33	蒲都高速公路	四川省	中铁十五局集团第五工程有限公司	路面 2 标	2019 年 5 月至今	7
34	新疆准东（奇台）民用机场	新疆	奇台县金穗民用机场有限责任公司	1 标、2 标、3 标	2022 年 4 月至 2022 年 9 月	22
35	新疆塔什库尔干帕米尔机场	新疆	塔什库尔干县帕米尔机场建设有限公司	1 标、2 标、3 标	2020 年 4 月至 2021 年 4 月	49
36	西宁曹家堡机场	青海	西部机场集团青海机场有限公司	航站区 1 标、飞行区 2 标	2021 年 6 月至 2022 年 5 月	14
37	漠河古莲机场	黑龙江	漠河古莲机场改扩建项目指挥部	飞行区	2021 年 4 月至 2022 年 10 月	9

38	西藏阿里普兰机场	西藏	西藏阿里普兰机场建设指挥部	航站区和飞行区	2021 年 4 月至今	30
39	闽侯 S211 改扩建工程	福建省	福建省高速公路养护工程有限公司	路面 1 标	2022 年 6 月至今	6
40	白新高速路面	湖南省	中交路桥建设有限公司	路面 1 标	2022 年 9 月至今	6
41	宁韶高速公路	湖南省	中交第三公路工程局有限公司	路面 1 标、2 标	2022 年 9 月至今	12
42	靖黎高速公路	湖南省	湖南路桥建设集团有限责任公司	路面 1 标、2 标	2022 年 9 月至今	16
43	漳武高速公路	福建省	福建路桥建设有限公司	路面 B1 标、B2 标	2021 年 6 月至 2022 年 8	12
44	江杉高速公路	湖南省	湖南路桥建设集团有限责任公司	路面 1 标	2022 年 9 月至今	6
45	平益高速	湖南省	湖南建工交通建设有限公司	路面 1、2、3、4、5、6 标	2021 年 12 月至今	36
46	海翔大道改扩建工程	福建省	中交一公局集团有限公司	路面 1 标	2021 年 12 月至 9 月	6
47	翔安机场高速	福建省	大成工程建设集团有限公司	路面 1 标	2022 年 9 月至今	6
48	城陵矶高速	湖南省	湖南路桥建设有限公司	路面 1 标	2022 年 7 月至今	6
49	宜遂高速	江西省	江西省交通工程集团有限公司	路面 1 标	2021 年 5 月至至今	12
合计（套）						712

(2) 使用单位及学会评价

① 湖南路桥建设集团有限责任公司应用评价（平益高速）

七、推广应用实例（可多附）

应用成果名称	公路路基路面压实质量安全智能管控系统		
应用单位名称	湖南路桥建设集团有限责任公司		
应用单位信息	地址	岳阳市平江县	邮编 410400
	联系人	李友	电话 15173143021
	传真		E-Mail
应用工程名称	湖南省平益高速公路工程		
应用工程省份	湖南省		
应用工程类型	☒ 道路	☒ 桥梁	☒ 隧道
	☐ 场站枢纽	☐ 内河枢纽	☐ 航道
	☐ 港口	☐ 运输管理	☐ 行业信息化
应用规模	1个标段路基路面智能压实监控		
施工单位	湖南路桥建设集团有限责任公司		
投入运行时间	2020年3月	正常生产运行时间	31
		(月)	
经济、社会、环境效益分析 (400字以内)	1、为保证高速公路的工程质量，延长公路的使用寿命，降低以后的养护成本提供了可靠的保障，间接社会效益巨大。 2、使工程质量控制部门实现了随时随地可对现场压实设备的作业情况进行实时监管，杜绝偷工减料的现象。 3、促使施工单位严格按照规范、合同、试验路报告进行施工，有效的保证了路基路面压实质量。		

用户对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）：

平益高速是平江至益阳公路，是湖南省“七纵七横”中的第三横—平江（湘赣界）至安化高速公路的东段，位于湘东北地区、洞庭湖南缘，横跨岳阳、益阳二市。平益高速是湖南省在建投资最大、里程最长的高速公路项目，分为平伍段、伍益段，东起平江县石牛寨镇（对接江西修平高速），西至益阳市赫山区笔架山（对接长常北线高速长益段），线路全长176.66公里。平益高速分两段建设，东段为龙门（湘赣界）至伍市，西段为平江（伍市）至益阳。概算总投资243.24亿元。其中，平江县境内（平益高速平伍段）约99.7公里。项目预计2022年底建成通车，通车后对推动湘赣边区域合作示范区建设、湘赣边革命老区对接长江经济带发展具有重要意义。

采用该课题成果中的碾压遍数及碾压轨迹监测方法，对平益高速公路6个标、路面6个标进行压实监控，重点监控重型压路机碾压填挖交界、台背回填等区域，采集了9800多万条数据，严格监控了压实设备的工作。路基完工之后，沥青路面碾压的6个标全部压路机安装压实监控设备，实现了全天候作业远程监管。该监控方法精准、高效，能及时反馈现场信息，服务满意，有效的协助我公司监管部门从源头上控制了路基路面压实质量。

用户单位（公章）



年 月 日

② 湖南路桥建设集团有限责任公司应用评价（宁韶高速）

应用成果名称	公路路基路面压实质量安全智能管控系统		
应用单位名称	湖南路桥建设集团有限责任公司		
应用单位信息	地址	长沙市宁乡市	邮编 410400
	联系人	刘咏华	电话 18674871922
	传真		E-Mail
应用工程名称	湖南省宁韶高速公路工程		
应用工程省份	湖南省		
应用工程类型	☒ 道路	☒ 桥梁	☒ 隧道
	☐ 场站枢纽	☐ 内河枢纽	☐ 航道
	☐ 港口	☐ 运输管理	☐ 行业信息化
应用规模	1个标段路基路面智能压实监控		
施工单位	湖南路桥建设集团有限责任公司		
投入运行时间	2020年2月	正常生产运行时间	32
		(月)	
经济、社会、环境效益分析 (400字以内)	1、为保证高速公路的工程质量，延长公路的使用寿命，降低以后的养护成本提供了可靠的保障，间接社会效益巨大。 2、使工程质量控制部门实现了随时随地可对现场压实设备的作业情况进行实时监管，杜绝偷工减料的现象。 3、促使施工单位严格按照规范、合同、试验路报告进行施工，有效的保证了路基路面压实质量。		

用户对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）：

宁韶高速是湖南省“六纵七横”高速公路网之一，建成后将有效缓解宁乡城区交通压力，为湘西北通往韶山毛泽东故居、南岳衡山等著名景点增添一条旅游大通道。项目主线全长42.603公里，主要有特大桥1座，大、中桥梁19座，全线路基工程、路面工程、交安工程、绿化工程和通信管道预埋工程，并设有南田坪互通、东湖塘互通、韶山北枢纽互通及宁乡南服务区。采用双向四车道高速公路技术标准，设计行车时速100公里，计划工期三年，有望于2022年底建成通车。

采用该课题成果中的碾压遍数及碾压轨迹监测方法，对宁韶高速公路1个标、路面1个标进行压实监控，重点监控重型压路机碾压填挖交界、台背回填等区域，采集了9800多万条数据，严格监控了压实设备的工作。路基完工之后，沥青路面碾压的1个标全部压路机安装压实监控设备，实现了全天候作业远程监管。该监控方法精准、高效，能及时反馈现场信息，服务满意，有效的协助我公司监管部门从源头上控制了路基路面压实质量。

用户单位（公章）



年 月 日

③ 中交路桥建设有限公司（白新高速）

应用成果名称	公路路面压实质量安全智能管控系统		
应用单位名称	中交路桥建设有限公司		
应用单位信息	地址	邵阳市邵阳县	邮编 422100
	联系人	蔡豪	电话 13469062422
	传真		E-Mail
应用工程名称	湖南省白新高速公路工程		
应用工程省份	湖南省		
应用工程类型	☒ 道路	☒ 桥梁	☐ 内河枢纽
	☐ 场站枢纽	☐ 内河枢纽	☐ 航道
应用规模	☐ 港口	☐ 运输管理	☐ 行业信息化
	1 个标段路面压实与压路机防撞智能管控		
施工单位	中交路桥建设有限公司		
投入运行时间	2022 年 6 月	正常生产运行时间 (月)	6
经济、社会、环境效益分析 (400 字以内)	1、为保证高速公路的工程质量，延长公路的使用寿命，降低以后的养护成本提供了可靠的保障，间接社会效益巨大。 2、使工程质量控制部门实现了随时随地可对现场压实设备的作业情况进行实时监控，杜绝偷工减料的现象。 3、压路机作业过程的动态智能防撞监控，监测行进方向障碍物，通过预警和自动刹车，增强了压实作业的安全性，降低质量和安全事故的发生。 4、促使施工单位严格按照规范、合同、设计文件资料进行施工，有效保证了路面施工的质量安全。		

用户对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）：

采用该课题成果中的压实过程工艺参数（轨迹、遍数、速度、温度、振动）监测、安全预警、自动刹车等技术，对白新高速路面 1 个标进行压路机作业质量和安全的智能监控。沥青路面施工时，全部 7 台压路机均安装了智能压实和智能防撞监控设备，实现了全天候作业远程监管。该监控方法精准、高效，能及时反馈现场信息，服务满意，有效的协助我公司监管部门从源头上控制了路面施工的质量和安全的。

用户单位（公章）

年 月 日

④ 江西省交通工程集团有限公司（宜遂高速）

应用成果名称	公路路面压实质量安全智能管控系统		
应用单位名称	江西省交通工程集团有限公司		
应用单位信息	地址	南昌市红谷滩区	邮编 330038
	联系人	汤仁志	电话 18779529966
	传真		E-Mail 40379258@qq.com
应用工程名称	宜遂高速 SSA 标路面分部		
应用工程省份	江西省		
应用工程类型	☒ 道路	☐ 桥梁	☒ 隧道
	☐ 场站枢纽	☐ 内河枢纽	☐ 航道
应用规模	☐ 港口	☐ 运输管理	☐ 行业信息化
	1 个标段路面压实与压路机防撞智能管控		
施工单位	江西交工宜遂高速 SSA 标路面分部		
投入运行时间	2021 年 12 月	正常生产运行时间 (月)	12
经济、社会、环境效益分析 (400 字以内)	1、为保证高速公路的工程质量，延长公路的使用寿命，降低以后的养护成本提供了可靠的保障，间接社会效益巨大。 2、使工程质量控制部门实现了随时随地可对现场压实设备的作业情况进行实时监控，杜绝偷工减料的现象。 3、压路机作业过程的动态智能防撞监控，监测行进方向障碍物，通过预警和自动刹车，增强了压实作业的安全性，降低质量和安全事故的发生。 4、促使施工单位严格按照规范、合同、设计文件资料进行施工，有效保证了路面施工的质量安全。		

用户对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）：

宜遂高速公路项目是《江西省高速公路网规划修编（2018—2035 年）“10 纵 10 横 21 联”中第 9 纵的重要组成部分。路线起点位于宜春市袁州区新田镇，途经宜春、吉安两市 5 个县市、区、28 个乡镇，终于遂川县堆子前镇，建设里程 194.44 公里，建设总工期 36 个月。项目采用四车道高速公路标准建设，设计速度 100 公里/小时。

采用该课题成果中的压实过程工艺参数（轨迹、遍数、速度、温度、振动）监测、安全预警、自动刹车等技术，对宜遂高速路面 1 个标进行压路机作业质量和安全的智能监控。沥青路面施工时，全部 5 台压路机均安装了智能压实和智能防撞监控设备，实现了全天候作业远程监管。该监控方法精准、高效，能及时反馈现场信息，服务满意，有效的协助我公司监管部门从源头上控制了路面施工的质量和安全的。

用户单位（公章）

年 月 日

⑤ 福建省路桥建设集团有限公司（彰武高速）

应用成果名称	公路路面压实质量智能管控系统		
应用单位名称	福建省路桥建设集团有限公司		
应用单位信息	地址	福州市鼓楼区	邮编 350001
	联系人	杨太到	电话 15880077717
	传真		E-Mail
应用工程名称	漳武高速南靖段 B1 标		
应用工程省份	福建省		
应用工程类型	☒ 道路 ☒ 桥梁 ☒ 隧道 ☐ 场站枢纽 ☐ 内河枢纽 ☐ 航道 ☐ 港口 ☐ 运输管理 ☐ 行业信息化		
应用规模	1 个标段路面压实与压路机防撞智能管控		
施工单位	福建省路桥建设集团有限公司		
投入运行时间	2021 年 3 月	正常生产运行时间 (月)	6
经济、社会、环境效益分析 (400 字以内)	1、为保证高速公路的工程质量，延长公路的使用寿命，降低以后的养护成本提供了可靠的保障，间接社会效益巨大。 2、使工程质量控制部门实现了随时随地可对现场压实设备的作业情况进行实时监管，杜绝偷工减料的现象。 3、压路机作业过程的动态智能防撞监控，监测行进方向障碍物，通过预警和自动刹车，增强了压实作业的安全性，降低质量和安全事故的发生。 4、促使施工单位严格按照规范、合同、设计文件资料进行施工，有效保证了路面施工的质量安全。		

用户对对本项成果的综合评价意见（包括存在的问题及有待改进的地方）：

漳武线永定至南靖高速公路南靖段，起于南靖县丰田镇五川，途径山城镇、南坑镇、船场镇，止于南靖县书洋镇的曲江附近，与漳武线永定至上杭高速公路永定段相连，全线采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度为 100 公里/小时，路基宽度 26 米，合同总价 3.56 亿元，合同工期 12 个月。沿线包含南靖东复合枢纽，南靖互通，南坑互通，南靖服务区。沿线共有特大桥 1 座，大桥 21 座，中桥 2 座，隧道 2 座，桥隧比 37.8%。工期短、作业难度大，如何在抢抓工程进度的同时保障施工人员安全，降低项目建设风险是施工单位的重点考虑方向。

采用该课题成果中的压实过程工艺参数（轨迹、遍数、速度、温度、振动）监测、安全预警、自动刹车等技术，对彰武高速路面 1 个标进行压路机作业质量和安全的智能监控。沥青路面施工时，全部 5 台压路机均安装了智能压实和智能防撞监控设备，实现了全天候作业远程监管。该监控方法精准、高效，能及时反馈现场信息，服务满意，有效的协助我公司监管部门从源头上控制了路面施工的质量和施工安全。

用户单位（公章）
年 月 日

（有多项应用实例的技术可复制本页）

⑥ 湖南省科技厅科学技术成果鉴定

成果	登记号
登记	批准日期

科学技术成果鉴定证书

湘交科鉴字 [2016] 第 02 号

成果名称：公路路面智能压实监控系统研究开发

完成单位：湖南省高速公路建设开发有限公司
湖南省衡高速公路建设开发有限公司
湖南省张桑高速公路建设开发有限公司
湖南省邵坪高速公路建设开发有限公司
湖南致同网络科技有限公司

顾问：谢立新

主要研制人员：李健、朱自强、章熙宏、袁桐森、龚毅、唐盛、黄毅、黄斌、杨献章、唐承铁、侯运秋、冯宇、曾志雄、杨大承、邹芒、刘鹏、单文法、曾智力、周勇、周迎、汪金泉、杨德钊、郭锐

鉴定形式：会议鉴定

主持鉴定单位：湖南省交通运输厅

组织鉴定单位：湖南省交通运输厅 (盖章)

鉴定日期：2016 年 3 月 26 日

鉴定批准日期：2016 年 3 月 21 日

湖南省科技厅
二 000 年制

鉴定意见

2016 年 3 月 26 日，湖南省交通运输厅在长沙主持召开了“公路路面智能压实监控系统研究开发”成果鉴定会，鉴定委员会（名单附后）认真听取了项目组的汇报，审阅了相关技术资料，经质询答辩和讨论，形成如下鉴定意见。

1. 项目组提交的鉴定资料齐全，数据翔实可靠，符合鉴定要求。

2. 项目针对国内外路面压实质量全过程监管的迫切需求，对公路路面智能压实监控的关键理论和技术问题进行了全面深入的研究，取得了以下成果：

(1) 自主研发了路面智能压实监控系统。该系统集成了卫星精确定位、移动互联网、物联网、云计算技术，研发了 RTK 基准站、车载采集站、车载终端、现场数据中心、现场无线网络中心等成套设备、PC 端应用程序及 WEB 管理系统和 android 端 APP 软件，为路面压实质量控制提供了可靠的成套解决方案，并形成了专利。

(2) 发明了用于压路机碾压遍数自动计算方法和高精度轨迹图显示方法，适用于多台压路机协同作业管理，解决了对路面压实作业全过程智能监控的技术难题。

(3) 该系统经现场复杂工况实际验证，其可靠性和稳定性可满足公路工程实际需求。

3. 研究成果已成功应用于湖南省衡高速公路和张桑高速公路路基工程、邵坪高速公路路面工程，实现了对公路压实质量的有效监控。

综上所述，该项目成果具有显著的创新性、良好的社会效益和广阔的推广应用前景，总体达到国际先进水平。

建议：加强推广应用，加快与现有质量管理体系的融合。

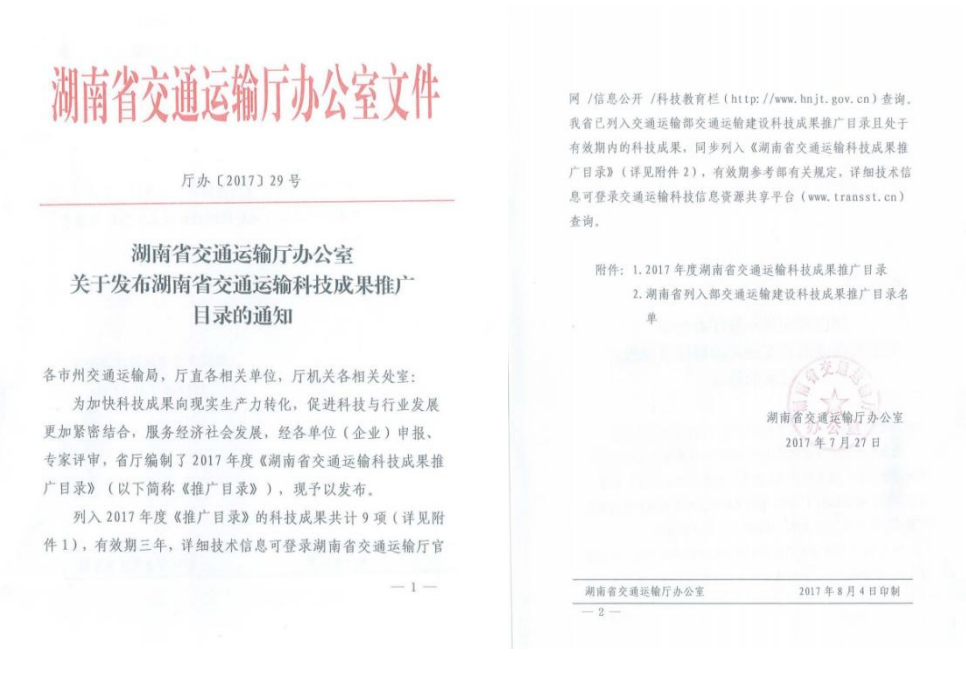
鉴定委员会主任：[签名]
副主任：[签名]
副主任：[签名]
2016 年 03 月 26 日

(3) 推广文件

① 2016、2019 年交通部交通运输建设科技成果推广推广证书



② 2017 年湖南省交通厅交通运输建设科技成果推广证书



附件 2

湖南省列入部交通运输建设科技成果推广目录名单

序号	成果名称	第一申报单位	部证书编号
1	沥青路面施工智能控制系统	湖南省交通科学研究院	2014014
2	连续配筋混凝土-沥青混凝土复合式路面技术	长沙理工大学	2014029
3	大跨度悬索桥加劲梁“轨道滑移法”架设技术	湖南路桥建设集团有限责任公司	2014037
4	服役石拱桥安全性评估与加固改造技术	湖南省交通科学研究院	2014043
5	雪峰山公路隧道勘察通风防灾管养技术	湖南省交通规划勘察设计院	2014046
6	高速公路新型加筋土结构技术	湖南省交通规划勘察设计院	2015008
7	山区高速公路安全行车保障技术及设施	湖南省交通规划勘察设计院	2015026
8	公路路基路面智能压实监控系统	湖南致同工程科技有限公司	2016007
9	铝合金厢式运输半挂车	晟通科技集团有限公司	2016051

六、推广前景

该系统在应用过程中充分考虑业主、监理及施工方工作便利，满足不同用户需求，得到了各方使用者的高度肯定和认可。本系统于 2016 年 3 月省成果鉴定评价“达到国际先进水平”，2016 年 12 月荣获交通部重点科技推广目录，被交通部列为重点推广的科技成果项目。

2017 年获得湖南省交通厅推广项目。2019 年 12 月，连续第二次荣获交通部重点科技推广目录，被交通部列为重点推广的科技成果项目。外省同行和机场、市政等部门考察系统后都对本系统非常认可，通过总结本系统在公路压实中的经验，该系统将在路基路面工程压实作业中发挥巨大作用，为保障路基路面的压实质量起到保驾护航，市场应用前景巨大。

七、技术持有单位及联系方式

技术持有单位：湖南致同工程科技有限公司

联系人：姚君，电话：13278886366，邮箱：yj@hnztgckj.cn，

传真：0731-89671011。

聚丙烯防裂基布

一、成果名称

聚丙烯防裂基布

二、成果来源

成果源于 2016 年科技部将其列入重点基础材料研发产业化重点专项（“高强抗老化土工材料多重结构复合加工关键技术”，编号 2016YFB0303203）

三、适用范围

本技术产品适用于沥青路面新建及大中修养护中加铺延长反射裂缝的发生时间，延长沥青路面使用寿命。

四、国内外相关技术现状

国内公路半刚性基层应用非常广泛，该工艺具有很好的板体性，刚度、扩散应力强，具有良好的抗拉强度、抗疲劳强度、良好的水稳定特性。基于半刚性基层的良好的力学性能和造价低的优点，相比较其他类型基层，半刚性基层仍将作为一种主导性基层应用于我国的公路建设。随着水泥稳定基层在公路工程中的广泛应用，沥青混凝土路面的裂缝是公路工程普遍存在的病害之一，路基温缩裂缝反射至面层形成裂缝，从裂缝中不断进入水分，道路行车荷载路面形变水压变化冲刷水稳层，导致路面承载力下降，产生唧浆、龟裂、网裂等病害，从而加速路面破坏。针对反射裂缝问题国内有增加面层厚度，优化基层，下封层等方案，特别是《公路土工合成材料应用技术规范》-JTG/T

D32—2012 对土工材料等技术防治反射裂缝也给出了明确的应用条件，材料和施工要求，但基于当时国内材料行业的发展基础薄弱，更多引用国外标准。

在欧美等发达国家，聚丙烯（PP）长丝针刺土工布广泛应用路面裂缝防治已经有长时间的应用基础，有些国家甚至达到新建和维修占比 50%以上。然而国内有该类产品以前，高强粗旦 PP 长丝针刺土工布的核心制备技术被国外厂商（如荷兰 Tencate 公司和美国 DuPont 公司）垄断，我国重大工程用 PP 长丝针刺土工布处于长期依赖国外进口的现状，严重制约了我国土工材料和工程建设行业的发展。2016 年科技部将其列入重点基础材料研发产业化重点专项（“高强抗老化土工材料多重结构复合加工关键技术”，编号 2016YFB0303203），天鼎丰为该专项课题承担单位。2016 年底，第一批国产高强粗旦聚丙烯长丝针刺土工布正式下线。这标志着我国打破了国外技术垄断地位，填补了我国土工合成材料领域一项重大空白。

国内最早在西藏地区拉林高速开始防裂基布应用研究，于 2016 年底正式出台《高海拔地区防裂基布应用技术指南》，后续国家颁布了《公路沥青路面土工织物应力吸收层应用技术规程》T/CECS G:D56-02-2021，《公路工程土工合成材料 第二部分：土工织物》JT/T 1432.2-2022 也进一步为材料的行业应用奠定了良好的基础。

五、产品特点

防裂基布，学名高强粗旦聚丙烯（PP）长丝针刺纤维布，具有极强的化学稳定性，又因织造中纤维相互叠加，内部成三维结构，所以

具有力学各向同性、延伸性和水力学性能，在道路中应用具有以下作用：

（1）隔离阻断作用。防裂基布的铺设将面层和基层隔开，以降低接缝或裂缝处应力集中对面层的影响，从而延缓反射裂缝的产生。

（2）加筋作用。可承担一定的沥青层底拉应力，并且通过嵌锁作用提高结构层整体刚度，起到对结构层的加筋作用，减小裂缝张开变形。

（3）防渗作用。防裂基布浸润沥青后形成不透水层，防止水分渗入软化道路结构，起到保护基层作用。

（4）消能缓冲作用。防裂基布具有一定延展性和柔韧性，铺设在路面层之间，可将裂缝拉应力扩展至更宽的范围，从而消散、吸收裂缝处集中应力。

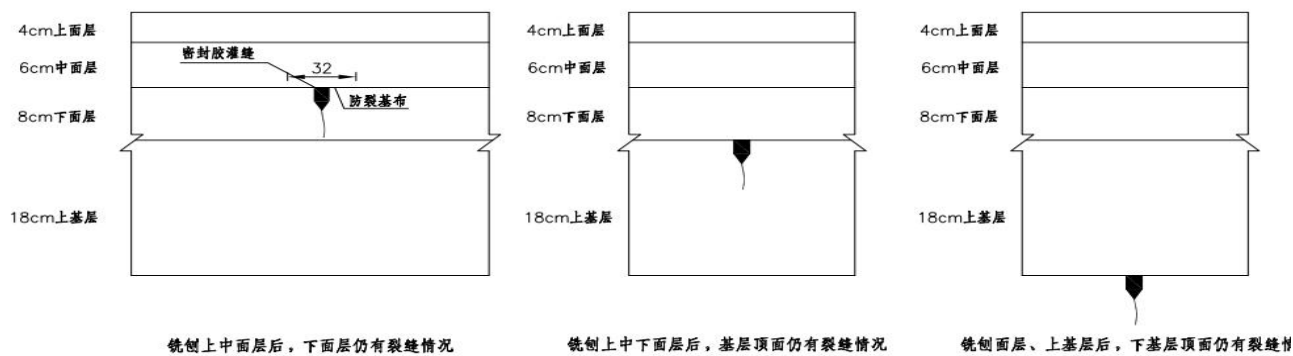
（二）技术指标

材料属性	100%聚丙烯长丝		
技术指标	单位	技术要求	实验方法
单位质量面积	g/m ²	120-160	《公路土工合成材料试验规程》 JTGE50
纵横向拉伸强度	KN/M	≥9	
纵横向伸长率	%	70-100	
CBR 顶破强力	KN	≥1.65	
撕破强力	N	380	
吸油率（参考）	KG/m ²	≥1.2	《公路沥青路面土工织物应力吸收层应用技术规程》 -T/CECSG:D56-02-2021

由于材料能够与沥青材料良好结合，在公路半刚性基层间和沥青层间，加铺该织物可有效延缓路面反射裂缝的产生、抑制裂缝扩展，提高沥青路面使用寿命。

成果应用

湖北地区



聚丙烯长丝防裂基布在随岳南高速公路路面养护专项工程中的应用

一、 应用背景

项目路段建成投入运营后，随着时间推移，交通量剧增，其重载、超载车比例较大，导致局部路段出现了不同形式的病害，虽然每年都进行了路面养护维修，但是路面病害范围逐渐加大，破坏程度呈进一步发展、恶化的趋势。特别是近几年路况检测评定和养护设计时徒步调查发现横向裂缝发展迅猛，出现了横缝错台、块裂、唧浆、坑槽等系列严重次生病害，不仅影响行车舒适，对行车安全也带来了威胁。经过早期路面专项工程实践跟踪观察，铣刨摊铺后约两年开始出现反射裂缝，将此问题和设计工程师进行沟通后，推荐在横缝密集路段使用聚丙烯防裂基布以延缓反射裂缝。

二、 应用效果

当路面产生裂缝，且裂缝已贯通面层后，在行车荷载作用下，渗入路面中的雨水顺着沥青路面空隙或裂缝被挤出路面，同时，将基层甚至路基中的细料和泥粉以浆液的形式带出，形成唧浆；随岳南高速公路在每年的路面养护专项工程中都会对唧浆严重路段进行铣刨重

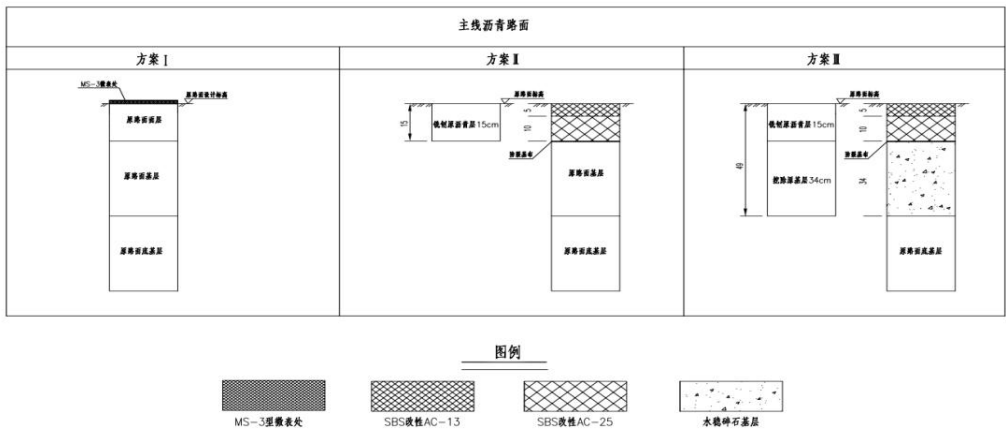
- 1、本项技术是成熟的，主要是材料有所提升，建议可在试验段基础上规模开展应用；
- 2、本项技术对道路养护，特别是路面专项工程实施效果明显，可以有效防止原路面性能轻微不足引发的次生病害；
- 3、 本项技术可作为四新技术进行推广，大大节约养护成本。

湖北随岳南高速公路有限公司
养护工程部
二〇一九年五月

山西地区

第 1 页
共 1 页

路面结构设计图



山西交通控股集团有限公司科技项目
立 项 申 请 书

项 目 名 称 :半刚性基层沥青路面聚丙烯长丝

防裂基布的应用与研究

项 目 类 别 :一般计划项目

项目承担单位:山西诺通公路养护有限公司 (盖章)

项目 负责人:段广文

申 请 日 期 :2020 年 5 月

山西交通控股集团有限公司
二〇二〇年制

六、项目预期目标、经济与社会效益、应用前景分析

聚丙烯长丝防裂基布可防止基层裂缝反射到公路面层,同时形成一个防水层,防止路面降水对基层的破坏,有效减少和延缓路面裂缝的产生,且耐久性强,经过表面特殊处理,采用机械化摊铺,不易粘轮,施工更为便利,并可延长公路使用寿命。

相关证明材料

工材料，大幅度提升材料在土工建筑领域的服役性能水平，建立完善的检测方法、标准和示范体系，推动我国土工建筑材料制造技术的发展，有力支撑国民经济发展与国家安全。

主要考核指标：以项目任务书为准。

七、项目课题安排

序号	课题编号	课题名称	课题负责人	课题承担单位	中央财政经费 (万元)
1	2016YFB0303201	建筑增强短切纤维、土工材料的制备机理及其服役与失效机理研究	邹黎明	东华大学	600
2	2016YFB0303202	建筑增强短切纤维制备及其在应用中的高分散关键技术研究	沈志刚	中国石油化工股份有限公司上海石油化工研究院	533
3	2016YFB0303203	高强抗老化土工材料多重结构复合加工关键技术研究	王先锋	天鼎丰非织造布有限公司	467
4	2016YFB0303204	短切纤维在水泥混凝土和沥青中的应用示范研究	岳清瑞	中冶建筑研究总院有限公司	207
5	2016YFB0303205	土工材料在交通、矿山、垃圾填埋领域的应用示范研究	刘力奇	北京高能时代环境技术股份有限公司	193

报告编号: 201736000G050038

科技查新报告

项目名称: 高强粗旦聚丙烯纺粘针刺土工布关键技术
研究及产业化

委托人: 天鼎丰聚丙烯材料技术有限公司

委托日期: 二〇一七年三月二十八日

查新机构: 教育部科技查新工作站 G05

完成日期: 二〇一七年四月十日

教育部科技发展中心

二〇一三年制

证书号 第 4659250 号



发 明 专 利 证 书

发 明 名 称：一种防水防裂基布及其制造方法

发 明 人：聂松林;姜瑞明;李洪昌;镇垒;孙丰华

专 利 号：ZL 2019 1 0099111.5

专利申请日：2019 年 01 月 31 日

专 利 权 人：天鼎丰聚丙烯材料技术有限公司

地 址：251500 山东省德州市临邑县花园大街 18 号

授权公告日：2021 年 09 月 03 日

授权公告号：CN 109811419 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨

2021 年 09 月 03 日

第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见续页

“聚丙烯防裂基布”产品

评 价 报 告

 湖南省交通工程学会

2022 年 10 月

项目名称：“聚丙烯防裂基布”产品评价

项目委托单位：常德天鼎丰非织造布有限公司

项目承担单位：湖南省交通工程学会

湖南省交通工程学会理事长：邵建星

项目负责人：邵建星

执笔：邵建星

速公路集团有限公司等相关业务处室负责同志和专家(参会人员名单见附件3)发表评价意见;最后专家组讨论形成了评价意见(详见附件4)。

四、评价结论

根据专家评价意见得出以下结论:

1、提供的评价资料齐全,内容详实,符合评价要求。

2、在提高沥青路面抗裂、防水、延寿等方面具有良好的使用效果,能有效降低路面全寿命周期成本,具有一定推广应用价值。

3、在公路的新建及维修改造工程中推广应用前景广阔。

4、建议:

(1) 在省内选取合适路段开展试验工程应用研究,进一步验证其使用效果。

(2) 优化完善施工工艺,跟踪观测防裂基布路用性能,促进产品的规模化应用。

附件: 1、专家名单

2、会议议程

3、评价会议参会人员名单

4、专家意见

5、评价资料汇编



技术持有单位及联系方式

技术持有单位：常德天鼎丰非织造布有限公司

联系人：李滔，电话：18152679263，

邮箱：litao03@yuhong.com.cn