河南万里路桥集团
HENAN WANLI ROAD & BRIDGE GROUP

深度理解行业 / 快速响应需求 / 产品和服务打动客户

养护技术 / 养护机械 / 养护材料 / 养护咨询

扫描二维码了解更多
400-069-0399

万里路桥

WANLI ROAD & BRIDGE 道路桥梁养护综合服务提供商

2017/01
总第 11 期
全国建筑行业优秀期刊

内部资料 仅供赠阅
主办：河南万里路桥集团

行业资讯
道路综合养护总承包（HCMC）——未来中国道路管养新模式

养护交流
公路机械化养护中心建设指南

业务巡礼
德通全方位创新发展之路

本期专题
振动搅拌均匀基层抗裂耐久

万里路桥
WANLI ROAD & BRIDGE

非开挖快速加固技术系列

>> 裂缝焊接技术：彻底处治沥青路面反射裂缝病害
>> 高强聚合物注浆技术：处治路面基层脱空病害
>> CGMT 路基非开挖快速加固技术：处治路基湿软病害

深度处治路面基层与路基病害，实现“标本兼治”
采用非开挖施工，作业效率高，养护资金投入小

新年致辞

2016 年，是万里路桥创业第四个“五年计划”的第一年，年初集团制定的“业务划小、领导下沉、销售前移、管理扁平”战略得以顺利实施，成果丰硕！

德通振动搅拌技术迅速普及，一年之内推广至全国 30 多个省市自治区，销售额同比增长 360%；路太机械坚定走品质提升与产品升级之路，销售业绩增长 26%，四年修炼终于走出工程机械制造业的“5000 万元陷阱期”，进入快速发展期；金欧特沥青持续发力产品领先型战略，橡胶沥青、高性能乳化沥青等成果应用取得重大突破；万里路桥非开挖加固技术厚积薄发，相继写进行业工法和国家规范，订单量同比增长 300% 以上；万里路桥集团博士后科研工作站和院士科研工作站相继获批，集团成员高新技术企业数量增至四家；产品领先型战略实施进入新高度！

展望 2017 年，万里路桥将继续实施“业务划小、领导下沉、销售前移、管理扁平”战略，在组织管理及架构调整方面进一步优化，用管理创新来支撑业绩提升，坚持长期走产品领先型发展之路不动摇，继续加快道路桥梁养护与建设新工艺、新机械、新材料、新技术开发与产业化步伐，努力把万里路桥打造成我国道路桥梁养护与建设技术服务领域的顶尖品牌。

河南万里路桥集团董事长　张良奇

CONTENTS / 目录

万里路桥
WANLI ROAD & BRIDGE 道路桥梁养护综合服务提供商

2017/01

季刊 / 总第 11 期

2017 年 1 月 出刊

主办：河南万里路桥集团

内部资料 仅供赠阅

编委会

主任 / 张良奇

副主任 / 孙东坡

编委 / 张良奇　付建红　徐　琦　孙东坡　毛留根
刘澜波　张　培　徐建中　李红亮　郑桂芬
孟　超　王雪兰　田纪荣　马玉伟　杨兴旺
祝晓磊　周　凯　张建国　朱晓静　胡军锋

编辑部

主编 / 孙东坡

副 主 编 / 孟　超

执行主编 / 俎俊锋

文字编辑 / 涂娇妮　李　蕾　时文海　温丽娜

图片编辑 / 郝　超

编排设计 / 钛合图文工作室

地址 / 河南省许昌市永昌西路

邮编 / 461000

电话 / 0374 8319821　　传真 /0374 8319817

免费咨询服务热线 / 400 069 0399

网址 / www.wllq.cn　E mail：wllq@wllq.cn

官方微博 / @ 万里路桥集团

官方微信 /

行业资讯

04 **道路综合养护总承包 (HCMC)——未来中国道路管养新模式**

公司动态

09 集团公司再获国家“守合同重信用”企业认定

集团 4 位专家当选“河南省公路学会专家委员会”委员

集团公司一项非开挖新技术获国家发明专利授权

集团公司《长寿命冷拌冷铺超薄磨耗层路用性能》通过科技成果鉴定

许昌德通荣获“全国桥梁技术和产品创新孵化大奖”

金欧特与中科院签署战略合作协议

德通振动搅拌技术亮相“第四届先进混凝土技术及工程应用”学术交流会

路太除雪装备畅销东三省

养护事业部河南高速除雪保通再建新功

养护事业部广西南友高速公路桥梁加固项目完工

上海沥景 SP 产品在 13 届地坪展备受关注

上海沥景 CTS 产品文化墙彩绘扮靓长治街头

养护交流

12 **公路机械化养护中心建设指南**

业务巡礼

18 **德通全方位创新发展之路**

本期专题

22 **振动搅拌均匀 基层抗裂耐久**

辽宁省振动拌合抗裂型水泥稳定碎石技术应用

江西省水泥稳定碎石振动搅拌技术应用

振动搅拌技术在路面水稳基层施工中的应用

万里路桥人的一天

34 **为公路“体检”的试验检测工程师**

路文化

40 **一直在路上——7 部优秀的公路电影**

保健站

42 **春节：养生好时节**

路行万里

44 **寻觅冷门古镇 乐享静谧假期**

读者文苑

48 **路在脚下**

道路综合养护总承包 HCMC
——未来中国道路管养新模式

Dao Lu Zong He Yang Hu Zong Cheng Bao (HCMC)
—— Wei Lai Zhong Guo Dao Lu Guan Yang Xin Mo Shi

道路综合养护总承包模式（Highway Comprehensive Maitenance Contacts，即 HCMC 模式），系指道路专业养护承包商与业主以签订中、长期总承包管养合同为养护行为合作基础，业主在合理养护资金范围内委托专业养护承包商对道路、桥涵、隧道（简称“道路”）等综合路产进行检测评价、养护设计、养护工程实施等进行科学、全面、经济、全程地总承包养护，而养护承包商始终为业主及道路用户提供满足承包合同中道路绩效考核标准的道路管养新模式。

国内外道路养护现状

国外道路养护现状

国外高速公路起步较早，经过数十年的发展和积累，其养护模式、技术、理念都比较先进。美国高速公路由联邦政府进行宏观管理，日常养护工程由州公路管理部门自行管理或由专业养护承包商完成，而专项养护工程则委托专业养护公司来完成。德国高速公路中除最高级别高速公路的翻新、大修工程公开招投标之外，其他养护工程均由联邦公路管理机构完成。英国干线公路的养护施工、检测评定均采用公开招标、邀请招标、指定承包的形式由专业承包商承担。日本的公路日常保养主要由公路管理机构自行养护或委托社会企业实施，而维修工程则全部市场化。瑞典于 1992 年以后将国家公路局成立的所有养护公司进行市场化运作，进行常规养护、阶段性养护的招投标。而西班牙全国公路网是以马德里为中心的放射形，其中 75% 的公路采用市场化养护。英国的运输部主要负责高速公路、干线公路及主要公路的管养，而其他公路则均由地方政府来养护。各级管养部门只负责养护计划制定、养护公司招投标等工作，而没有自己的养护公司，具体的养护工程均由专业承包商承担。

因此，从道路管理、养护模式的发展来看，国外道路管理大多由政府机构来负责，而实施具体养护工程的专业化工作基本上交由专业化养护承包商来承担，实现了真正意义上的管养分离。

我国道路管养现状

(1) 多年来，我国道路养护管理部门以及养护承包商都将“畅、洁、绿、美、安”作为五位一体的道路管养最高行为准则，而没有回到向道路要效益的轨道上来。对于中国的不同类型道路应该采用不同的管养模式和管养理念，比如对于路网的养护，应以社会公益产品的形式向纳税人提供服务。而大多数依靠国家贷款修建的高速公路则在追求社会效益的同时，也要追求经济效益，也就是说要在道路运营中寻求经济效益与社会效益的平衡。

(2) 从路、桥、隧养护规范的全局来看，标准体系比较完备，但实际上只注重了路桥隧的检测、评定，而在养护决策、养护技术、定额、设计、道路绩效考评方面缺少可操作性，最终导致养护市场的粗放、混乱经营，以至于鱼目混珠。

(3) 目前的养护行为大多发生在裂缝、坑槽、车辙等显性病害出现后，并且主要以“计量支付”的形式进行专项维修。尽管，在各种设计、施工、养护技术规范中近 300 次提到预养护的理念，但实际上到目前仍停留在

预养护理念的炒作阶段，而缺乏真正的可实施的预防性养护技术措施。

(4) 我国多数地区道路养护均采用管理公司一把抓的形式，即从日常养护、中修专项工程、大修工程的设计、施工、评定都是由管理公司进行一手操作，既当运动员，又当裁判员，这将导致养护积极性、创造性不足。另外，对于一条高速公路的管理公司来说，为一条高速公路而配备足额的养护设备、人员，难以保证其利用率，造成极大的浪费。

(5) 对于广东、上海等东南沿海经济发达地区以及江苏、山东、河南、安徽等高速公路建设水平较高的内陆地区，目前开始采用“日常养护总承包 + 专项工程计量支付”相结合的管养模式，从形式上来看已经前进了一大步。但是，从养护模式本质上来看，没有发生质的变化。因为，在道路养护的整个链条上，日常养护不论从资金投入、技术含量方面，还是从养护重要性方面都占较小的比例，而更多的资金仍然投入到专项工程方面。

(6) 在目前的管养体系中，业主仍然更多扮演的是指挥者、管理者、设计师的角色，而承包商只将某一专项工程作为交付业主的养护“作业”，缺乏对道路的长期管养规划。

这将在养护企业中形成大包大干吃饱饭、精修细养饿死人的不良竞争局面。而对于管理部门来说，钱花了，路坏了。更可怕的是钱没少花，路没养好。最终，在道路养护行业，将出现修着烂的、坏好的，看着好的、等烂的养护思想。

只有业主将其定位为服务于管养、承包商将管养工程视为向业主、道路用户输出的产品，道路管养才能走上正常轨道。

HCMC 模式基本架构

HCMC 模式主要基于道路舒适性、安全性、耐久性、可持续性的不同管养需求进行了功能性、结构性、环境友好型设计。否则，将导致道路的功能性病害、结构性病害及破坏自然等不可逆灾害。因此，为了满足这些需求，HCMC 模式将主要以防水抗滑、补强、再生为养护技术主线。

HCMC 模式由养护评价决策子系统与养护工程技术子系统组成，前者主要以沥青混凝土路面透水性检测、水泥混凝土路面结构连续性检测、桥隧可视化检测等有效检测数据与建设、养护、环境、交通等传承数据组成的道路大数据为基础，确保 HCMC 模式言之有据；而后者则由道路、桥梁、隧道预防性养护技术、抢救性养护技术为基础，从而为 HCMC 模式提供行之有效的技术措施。

HCMC 模式实施流程

HCMC 模式实施主要步骤如下：

(1)在对道路大数据调研基础上，确定道路养护的敏感性因素，并建立道路性能衰变与敏感性因素的模型及养护费用变化模型。

(2) 对养护路段进行承包前的综合风险评估，并对现有病害、潜在病害深度了解、科学分析，以便对总承包标底进行科学的测算。

(3) 综合养护总承包商与业主签订综合养护总承包合同，其中涵盖承包年限、标底、道路养护绩效考核标准、养护费用支付方式等关键条款。

(4) 确定不同时间在承包路段上不同位置实施能够满足道路绩效考核标准的养护技术措施。

HCMC 模式是一种对业主、承包商双赢的模式，既保证了业主道路绩效最优化，又保证了承包商收益的合理化。

HCMC 模式分类

根据养护资金筹措来源的不同，可将 HCMC 模式分为业主分期支付承包商总承包和承包商垫付养护资金两种形式，后者也称为 BT 养护总承包模式。

BT 养护总承包模式在缓减养护资金压力、整合养护资源、推广新技术方面有着显著优势，特别对于西部欠发达地区更为适合。

HCMC 模式技术特点

(1) 以道路大数据为基础。

道路大数据系指在道路立体网络中形成且能够反映道路影响因素与道路管养绩效之间相互联系、相互影响、相互促进且富有生命力的海量数据库。其中，一条道路的形成可分解为立体网络，即包括道路 (含桥涵、隧道) 技术、经济、管理横向 3 部分，规划、设计、建设、运营、养护纵向 5 阶段以及天、人、车、路竖向 4 层次。

另外，道路大数据因具有体量大、类型多、处理速度快、价值密度低等特点，大数据的调研和分析将对 HCMC 模式的推广、实施起到制胜的作用。

(2)以道路材料性能衰变为规律。

随着道路路龄的增长，在环境、交通荷载共同作用下道路材料性能将发生不同程度的衰变，材料的储备系数 (即在役性能与原有性能之比) 也随之减小，最终导致道路可靠性水平的下降。

(3) 以科学检测决策为依据。

科学检测是 HCMC 有效实施的基础，比如沥青混凝土路面透水性 HDS 检测技术、水泥混凝土路面结构连续性 CSE(声效 -GBR) 检测技术、GPR 隧道衬砌检测技术、路面 FWD 检测技术、快速可视化桥梁检测技术及高边坡、高路堤、高挡墙可视化监控技术等都将确保 HCMC 养护方案言之有据，否则养护方案的实施都将成为无源之水。

(4) 以合理的道路管养绩效为目标。

首先，路桥隧一般性质 (含路面宽度、坑槽、修补、裂缝、清洁度、粗糙度、弯沉、车辙、磨损、啃边、路堤坡度、绿化、桥面铺装、隧道道面铺装；结构物、排水设施；道路安全信号)；其次，路面、桥面、道面的粗糙度；最后，道路、桥梁结构承载力。当然，还应该包含道路用户对道路的需求。

当然，对于综合养护总承包来说，业主、承包商、第三方联合科学的道路管养绩效考核标准至关重要。

(5) 以实时预防性养护为保证。

目前的养护模式更多的是发生显性病害之后才进行的抢救性养护，而预防性养护的实施仅仅停留在理念炒作阶段。尽管在各种设计、施工、养护及技术评定规范中“预防性养护”概念频繁出现 300 多次，但在实际养护中很难真正实施。

HCMC 模式的总承包内涵不但体现在养护项目涵盖道桥隧方面，更重要的是将预防性养护真正落到实处，坚持养护时间前置、预养护措施为主、隐性病害处治优先的原则。

(6) 由计量支付收入向养护产品输出转变。

目前传统的养护模式以计量支付收入为主，在专项工程前工程量及利润空间已定，承包商只要完成中标工程量，就可以通过计量支付来获得利

润，承包商通过优化工序、节约工、料、机及变更工程量来获得利益最大化。

而 HCMC 模式则有着本质的变化，承包商将道路养护视为养护产品的输出，也就是在总承包前标的已知，但工程量及利润空间均未知，承包商只有达到合同中要求的道路管养绩效考核标准，才能获得应得的利润，承包商通过先进、前置的检测、养护技术来获得利益最大化。

由此可见，HCMC 模式是养护理念的革命性的改变，承包商的养护利润真正由市场来决定。

HCMC 模式与传统管养模式比较

传统管养模式优缺点

随着道路运营时间的增加，业主道路管养绩效下降的同时，其公路经济效益也在亏损。通过对国内多条高速公路调研发现，各省、自治区高速公路管理模式大同小异，一个省基本上有 1~3 个高速公路管理机构 (各省交投集团、高速公路管理公司、省公路局)，每个机构分别管辖省内若干条 (段) 高速公路。每个管理机构所属的高速公路中经营状况大致分为 3 种：盈利里程约占 20%，盈亏平衡里程约占 30%，亏损里程约占 50%，盈利道路多难以维持亏损道路的运营，导致无法偿还新建高速公路贷款本金，而多数只能偿还利息而已。

导致道路管养亏损的主要原因如下。

(1) 管养体制：目前高速公路运营除极少数采用 BOT(国有控股 BOT、经营性公路内资 BOT、外资 BOT)、转让公路经营权 TOT 模式外，大多数都由政府主导企业进行管理，强调的更多是政治效益、社会效益，而没有把经济效益作为业主的主要绩效考核。

(2) 养护实施标准：目前业主主要坚持“隐性病害不养、显性病害小养、大中修至上”的养护原则，这与管理领导、技术人员的频繁更换有关，导致养护行为的短期化、领导化、政绩化。另外，大量的养护资金投入到了专项工程，而每年专项工程的中标单位有很大的不确定性，也导致养护没有计划性、传承性、延续性。尤其，目前各地区普遍采用了低价中标的方法，这将使得承包商利润空间少之又少，养护质量也就难以保证。

(3) 养护市场封闭、地区保护：多数省份的养护市场准入都区域化，从养护资质等招投标要求方面都没有体现真正的市场化，对一些在全国具有显著影响力、专业化程度极高的养护企业很不公平。最终导致养护市场上养护企业良莠不齐、鱼目混珠。

当然，传统管养模式因为采用了单价计量方式，养护经费的预算更为准确。

HCMC 模式优缺点

与传统管养模式相比，HCMC 模式则不同，具有如下几方面优势。

(1) 业主管理省时：在 HCMC 模式中，业主委托一家总承包商对道路进行全方位养护 (自然灾害等不可预见性病害可能要在合同中另外约束)，业主对养护路段的管理将更加高效。

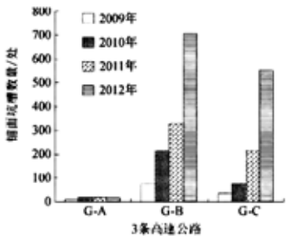
(2) 业主管理省事：业主在道路管养绩效考核评价、养护工程管理等方面只需依据总承包合同对总承包商进行管理即可，不需要面对诸多专项工程承包商。

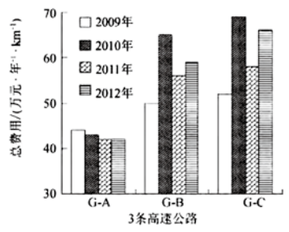
(3) 业主管理省钱：HCMC 模式重在预防性养护，总承包商在确保优质道路管养绩效的前提下，坚持早投入、勤投入、少投入的原则，尽量少发生中修罩面工程，延缓大修期。

(4) 承包商管养计划系统化：HCMC 模式中只有一个总承包商，养护周期较长，这就允许承包商对养护路段进行全面、长期、综合的养护规划，更有利于养护新技术、新材料、新工艺、新装备的使用。

不过，由于我国不同地区、不同道路的新建质量差别较大，在 HCMC 模式下较长的养护周期内，难以准确预测道路发生的病害类型和程度，导致养护总承包合同标的的不确定性。

不同管养模式实体工程效益评价





G-A 采用了 HCMC 模式，G-B、G-C 采用传统养护模式。4 年内，传统模式坑槽数量较 HCMC 模式下增加 2-10 倍，而养护总费用高出 10%-90%。

目前传统的养护模式已经不适应快速增长的高速公路养护需求，通过研究发现得出以下结论：

综合养护总承包模式是我国高速公路未来管养的必然选择，将实现业主和承包商的双赢；基于云计算的大数据采集、分析、应用将是综合养护总承包模式的科学基础；综合养护总承包模式中由计量支付向养护产品输出的转变将是养护理念的革命性变革；先进的病害识别、检测技术是综合养护总承包模式的保障。

(来源：中国公路网)

集团公司再获国家“守合同重信用”企业认定

河南万里路桥集团股份有限公司再次被国家工商行政管理总局认定为“守合同重信用”企业，12 月 8 日上午，许昌市工商行政管理局领导亲临公司现场授牌。

全国“守合同重信用企业”是国家工商行政管理总局根据《合同法》和相关法律、法规规定和工商行政管理机关的职能，对企业合同信用状况的高级评定。公司创立以来一直坚守诚信为本的行业准则，在各大项目中坚决履行合同章程，践行公司严格的规章制度，受到了社会各界的一致认可。

集团 4 位专家当选“河南省公路学会专家委员会”委员

10 月 23 日，河南省公路学会成立“专家委员会”，河南万里路桥集团公司董事长张良奇、副总经理刘澜波、路太机械公司技术总监李冠峰、金欧特沥青公司执行总经理周凯当选“河南省公路学会专家委员会”委员。

中国工程院王复明院士、国家桥梁设计大师王用中教授等出席“河南省公路学会专家委员会”成立大会。河南省公路学会刘章土理事长在会上宣读专家委员会委员名单，希望“河南省公路学会专家委员会”能为河南交通行业的快速发展提供更强有力的支撑和保障，积极探索交通行业前沿技术和设备研发，促进河南交通行业更好更快发展。

集团公司一项非开挖新技术获国家发明专利授权

由工程事业部成功研发的“一种排水管道非开挖压浆修复施工方法”，获得国家发明专利授权 (专利号：ZL 2014 1 0460139.4)。

该发明专利技术属于地下给排水管道渗漏修复技术领域，包括现场勘查、定位、安装内部支撑、钻机、注浆设备就位、制浆、钻孔、注浆、封孔、移机等步骤。本发明专利提供的排水管道非开挖压浆修复施工方法具有修复后流断面损失小、流量基本无损失、注浆操作简单、注浆效果易控制、施工简便、工期短、无需特殊设备、工程成本低、适用范围广、整个修复过程无需开挖路面的优点。

集团公司《长寿命冷拌冷铺超薄磨耗层路用性能》通过科技成果鉴定

由河南万里路桥集团股份有限公司与许昌学院合作研究的《长寿命冷拌冷铺超薄磨耗层路用性能》通过河南省科技厅组织的科技成果鉴定。

该项目研究的冷拌冷铺超薄磨耗层的水稳定性、高温稳定性等路用性能及长寿命路面功能层的技术指标，相关研究成果达到国内领先水平。

许昌德通荣获“全国桥梁技术和产品创新孵化大奖”

11 月 5 日，在重庆举行的“全国桥梁技术及产品创新孵化大赛”上，许昌德通振动搅拌技术有限公司的车载式（桥梁维护）特殊混凝土振动搅拌设备荣获“全国桥梁技术和产品创新孵化大奖”。

“桥梁技术及产品创新孵化大赛”今年 5 月份开始启动，从技术和创新两个方面，共设“最佳投资价值奖”、“最佳创新应用奖”、“最佳创新孵化奖”等奖项。大赛旨在为中国的桥梁企业提供一个展示创新的舞台，把好的创意、好的产品展示给公众，让桥梁产品创新的价值充分体现出来，同时也让创新的理念深入人心。来自全国 21 家企业的代表人分享交流了关于桥梁建设中各项核心技术的研究与开发，以及在具体实践中的运用价值展示，经过选拔，最终 6 家企业获奖。

金欧特与中科院签署战略合作协议

11 月 6 日，2016 年中国科学院科技成果发布暨项目对接会在郑州豫鹰宾馆召开，徐琦董事长代表许昌金欧特沥青股份有限公司与中科院合肥物质科学研究院应用技术研究所签订合作协议书。

金欧特专注高速公路养护新材料研发、生产和销售，是国家高新技术企业。中科院合肥物质科学研究院长期承担着众多国家科研任务，2015 年获得国家自然科学基金项目 169 项，居全国科研机构第一位。双方将在产学研用联合创新方面开展多层、多形式的合作，推进我国高速公路养护新材料的推广和养护新技术的发展。

德通振动搅拌技术亮相“第四届先进混凝土技术及工程应用”学术交流会

10 月 20 日，“第四届先进混凝土技术及工程应用”学术交流会在重庆举行，集团公司董事长兼振动搅拌研究院院长张良奇率德通振动搅拌专家团队参会，并作《高性能水泥混凝土技术的最新研究和应用成果》专题报告。

此次会议以“先进混凝土”为主题，充分体现了“包容综合、先导前瞻、学术与工程紧密结合”等特点，汇聚了来自高校、科研院所、生产与施工企业、材料供应商等众多单位的知名专家学者，充分研讨和交流了有关先进混凝土的学术思想、技术应用和工程实践，反映了我国先进混凝土技术的最新发展动态。

路太除雪装备畅销东三省

10 月末至 11 月初，发往吉林的路太机械装载机专用除雪铲、除雪滚陆续批量发货，这批除雪装备由吉林省高速公路管理局采购，将助力吉林高速公路冬季除雪保通。

路太系列除雪装备广泛应用于东三省、西北、西南、华北、华中、华东地区的道路除雪保通作业，先后投入到湖南、江浙一带除雪抗灾执行救援任务。路太机械除雪融冰系列装备广受全国各地公路交通、市政环卫部门欢迎，已成为各地管养单位除雪设备采购的首选产品。

养护事业部河南高速除雪保通再建新功

11 月 22 日，河南迎来今冬第一场雪，大部分地达到暴雪级别，给交通行业带来巨大影响。

河南万里路桥集团养护事业部担负河南省着数百公里高速公路的日常养护和应急排险任务。“雪情就是命令”！各养护项目部提前做好一切除雪准备，人员、设备、物资全部到位。11 月 22 日凌晨 1 点开始，各项目一线施工人员连续奋战 24 小时，克服路上出现的各种突发状况，不分昼夜进行除雪保通，顺利完成养护路段的各项交通应急保障任务。

养护事业部广西南友高速公路桥梁加固项目完工

由养护事业部旧桥加固工程处承担施工任务的广西南友高速公路桥梁加固项目圆满完工，项目自 2016 年 9 月 9 日开工，工期历时 100 天。

项目位于南宁至友谊关高速公路沿线及龙州联线，路线长 31.637 公里，主要对南友高速公路、龙州联线沿线 88 座桥梁构件病害进行修复。工程中运用了独柱墩连续箱梁桥加固及支座更换（全桥整体顶升）等多项万里路桥旧桥加固的先进技术成果和新工艺，成功克服多项施工难题。

上海沥景 SP 产品在 13 届地坪展备受关注

12 月 1 日，2016 第十三届上海地坪展在上海新国际博览中心盛大开幕，上海沥景在 W1 馆 G60 展位做了 StreetPrint（SP）技术设备和彩绘产品等方面的展示。

上海沥景展位上，前来咨询的人络绎不绝，业内人士被 SP 产品独特的压模工艺、优异的性能及绿色环保性给予了高度评价。采用 SP 尖端的高分子聚合物彩绘技术装扮沥青路面，具有造型独特、色彩丰富、性能卓越、绿色环保，美化环境等特点。

上海沥景 CTS 产品文化墙彩绘扮靓长治街头

2016 国庆前夕，山西长治 CTS 文化墙彩绘项目完工，为城市增加了一道靓丽的风景线。

项目采用上海沥景引进的美国 CANYON TONE STAIN（简称 CTS）。CTS 是美国 QCT 公司研制并生产的一种改性、水基丙烯酸、彩色渗透、密封型水泥建筑保护剂，具有优异的颜色稳定性，极强的抗紫外线、碱侵蚀、污染和阻水性。CTS 可以作为颜色均一的着色剂，在预制或现场灌注的混凝土、玻璃纤维增强混凝土、砖、灰泥和石质表面上使用，还可作为一种水基性涂料应用于内外墙装修。

公路机械化养护中心
建设指南

GONG LU JI XIE HUA YANG HU ZHONG XIN
JIAN SHE ZHI NAN

公路养护机械化是现代公路养护生产的基本形式和先进性的基本标志。社会要求加强公路养护管理，延长公路使用寿命，最大限度地发挥路网效益，而现代公路养护要求实行专业化、规模化。组建公路机械化养护中心，是改革现行公路养护运行机制，实现专业化、规模化经营的突破口、切入点和必由之路。

在中国公路学会养护与管理分会和中国公路养护技术咨询服务平台组织指导下，河南路太养护机械研究院成立调研组，对各地基层养护场站进行了为期 3 年的调研，走访河南、山东、云南、江西、海南、陕西等多个省份公路养护管理部门和大量基层养护道班，获取近千份养护设备配置数据及相关资料，对目前我国公路养护现状和机械化需求有了深度的理解。

基于调研成果综合分析，结合目前各省市机械化养护中心建设需要，河南路太养护机械研究院编制《公路机械化养护中心建设指南》，以期为我国养护事业发展略尽微薄之力。

公路机械化养护中心发展研究

1. 机械化养护中心的发展趋势

随着普通干线公路里程增加和公路网的不断完善，以及现有公路周期性养护高峰的到来，公路养护任务日益艰巨，对公路养护的技术、质量和效率提出了新的更高、更精细化的要求。在公路养护领域大力推广新技术、新工艺、新材料、新设备应用，以保证道路的完好、畅通，目前，公路机械化养护中心建设步伐正日益加快。

2. 未来公路机械化养护中心的功能定位

根据普通国省干线公路养护需求，对公路养护应进行必要的分级管理的模式，即：将普通国省干线养护基层管理单元划分为三级，首先是国家层面的区域性“三位一体”养护应急中心、以县市为管辖的公路机械化养护中心和以个

别路段为主的普通道班三个级别。三个级别的功能定位主要是：

养护场站类别	辐射区域	功能定位
“三位一体”养护应急中心	省、市区域	主要承担公路预防性养护、应急抢通、路网监控等为保障公路安全通行而进行的经常性、系统性维护与、修补和大型机械、物资储备，以及提供力所能及的公共服务等任务。
公路机械化养护中心	县、多路段	主要承担坑槽挖补、灌缝、预防性养护，绿化补植，沿线设施的维修更新，桥隧涵构造物的局部维修等小修类养护作业，以及参与应急处理和衔接功能等。
普通道班	路段	主要承担国省干线公路的巡查和保洁，路基边坡整修，绿化管护、边沟疏通，路况评定、桥涵（隧）日常维护等日常性养护任务。

3. 路太机械的重点研究对象

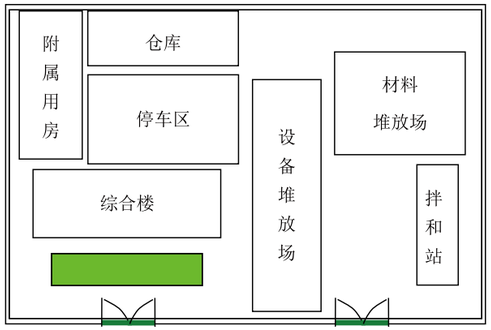
路太机械作为公路机械化养护中心建设技术的发起单位，对于区域性“三位一体”养护应急中心所涵盖的设备多以大型化、社会化力量为主，在此不做为重点研究对象；对于普通道班养护规模最小，也不作为本次应用研究重点。路太机械养护设备产品链最全，覆盖作业内容最广，将以县市级管辖范围的公路机械化养护中心做为本次应用研究对象。

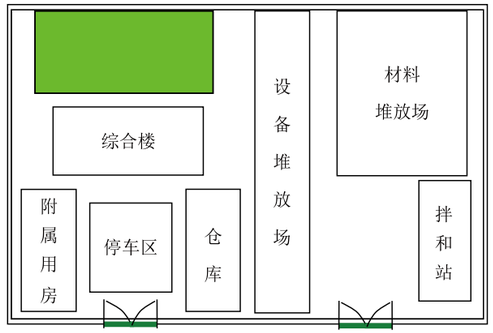
公路机械化养护中心建设方案

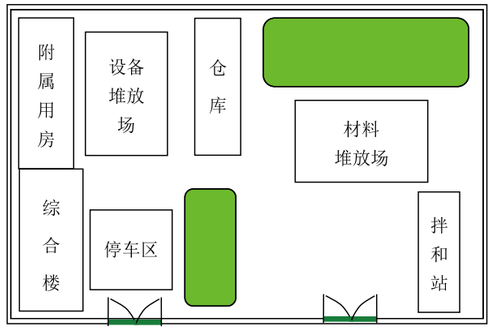
1. 公路机械化养护中心建设规模

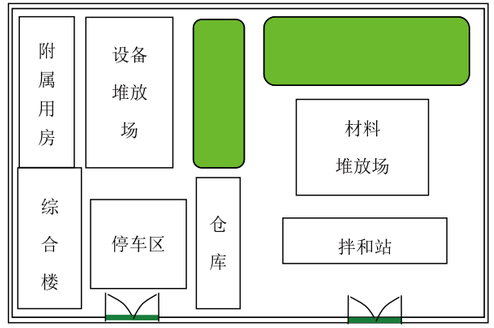
在制定机械化养护中心规模的规划时，要从适应经济和社会发展需要，适应未来社会经济发展的趋势和要求出发，打破小区域行政界限、打破养护界限，合理确定养护中心辐射半径，其中大型以养护高速公路和一、二级公路为主，养护里程在 300km 以上，占地面积约为 30 亩，房建规模 1500 m^2，附属设施 200 m^2，机械设备配套 1000 万元；中型以养护干线公路及县公路的高次级路面为主，养护里程在 200km 以上，占地面积约为 20 亩，房建规模 1000 m^2，附属设施 150 m^2，机械设备配套 500 万元；小型以养护干线公路为主，养护里程在 100km 以上，占地面积约为 10 亩，房建规模 500 m^2，附属设施 100 m^2，机械设备配套 300 万元。

机械化养护中心的平面建设，建议参考以下几种方案：









2. 基层养护机械作业的痛点

（1）产品品种少、规格不齐全，养护机械配套率不足

（2）产品可靠性差、寿命低，故障率高，平均无故障工作时间短

（3）缺少养护机械专用底盘，产品自动化程度不高，养护机械化人员缺乏

（4）投入成本与使用成本不匹配

（5）作业效率低、效果差

3. 路太机械设备解决方案

养护作业内容	常规配置设备及弊端	路太优化设备及优势
路面清扫保洁	人工清扫或简易设备清扫，劳动强度大，不环保	拖式清扫机或扫路车，机械清扫，环保型强
常规裂缝处治	灌缝机，利用率低，闲置现象普遍	灌缝宝，多人同时作业，熔化效率高，不老化
小面积坑槽修补	综合养护车，购置费用高，操作水平要求高	单滚筒综合养护机，不粘锅、不老化、效率高
大面积坑槽修补	大站集中处治，有季节性限制	微拌站 + 沥青保温运输箱，不利季节自主性强

在公路机械化养护中心建设方面，路太机械提出以下建议：

（1）转变观念，建立长效机制，立足养护机械设备效率高、施工速度快、机动性能好等特点，以多功能化为主，采用一机多用，降低成本，不断提高公路养护机械的装备率、配套率。

（2）鉴于养护作业处理范围大小、机械使用效率的高低、施工工艺难易程度及设备特点，有针对性地配备养护机械。如路面小修范围内的病害处治使用灌缝宝、综合养护机等机械设备；路面大面积维修可选用微型节能沥青拌合站加沥青混合料保温运输箱的精细化修补技术。对于摊铺、洒水、装运、压实等通用机械，则以社会租赁方式解决，以减少管理费用和节约资金。部分养护专项维修可发挥社会养护企业力量之优势。

（3）根据现状，以专业化、机械化、规范化为目标，有针对性地对从业人员进行机械设备和养护技术等内容的培训，使一线机械操作、养护技术人员掌握专业化设备和现代养护技术，切实提高机械化养护质量和养护水平。

（4）通常情况下，养护作业设备在 1 小时内能及时赶到作业区域，以满足养护及时性的要求，另外一线养护作业人员和机械设备要能在下班时回到养护中心，以免养护人员因加班承受负荷劳动，危及养护工作的可持续性。

（5）对于大型养护设备使用效率低、闲置老化现象，可给予政策指导和激励，与周边养护中心形成跨区域、专业化、联合养护作业的局面，走市场化运作路子，朝大型养护施工企业迈进。

（6）一线养护作业工人工作单一、枯燥，为调动一线工人积极性，可鼓励他们与设备厂家联合开发实用性小型机械，让养护工人自身工作经验得到应有的发挥，同时节约企业资源，也提高了养护效益，还将产生较为广泛的社会效益。

公路机械化养护中心的机械设备选型配套

根据目前养护具体作业内容，每个机械化养护中心可配备的养护机械和设备（路面结构类型以沥青混凝土路面为主）如下：

公路机械化养护中心配备主要设备种类及数量表

项目	机械名称	规格	机械拥有量（台、辆）	备注
定期保洁	路面清扫车	LTZ5070TCX4QL	3—5	清扫宽度≥ 3m
	多功能洒水车	5000-8000L	3	可扩展高空作业平台、护栏清洗机、除雪铲、喷药装置等

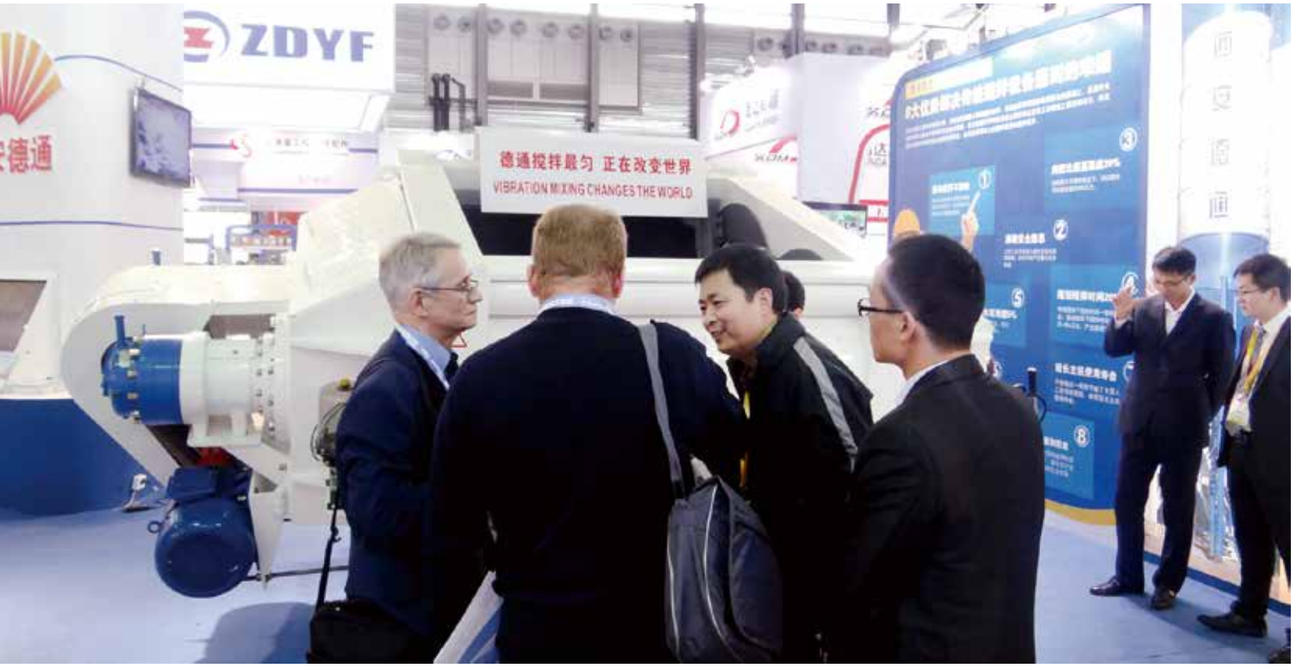
日常养护机械	开槽机	K13、K25	3—5	
	灌缝设备	LT400GF-Ⅱ	3—5	釜容积 400L，自动温控
	四轮运输汽车		1—2	轻型
	养护作业车	双排座	3—5	同时作交通工具上下班
	切缝机	刀宽 2.5—6mm	1—2	水泥砼路面
	清缝机		1—2	同上
	嵌缝机		1—2	同上
路面修复机械	装载机	30、50	2	各 1 台
	路面铣刨机	铣刨宽度 1m	1	
	沥青混凝土拌合机	8—10t/h	1	
	沥青混合料保温运输箱	容积 5m^3	1	
	水泥混凝土拌合机	带有振动搅拌功能	1	砼结构用量大的路段选配
	振捣器	1.1KW	2—3	水泥砼路面较多的县
	沥青路面综合养护车		1	具有破碎、沥青洒布、拌合、压实等功能
	路面破碎机械		1—3	液压或气压破碎装置
	夯实机械		1—2	平板振动夯或冲击夯
	静作用压路机	4—6t	1—2	
	静作用压路机	12—15t	1	或振动压路机
	轮胎压路机	9—16t	1	
装运机械	沥青储罐	200t	1	或沥青罐保温汽车 1—2 台
	挖掘装载机		1	或者小滑移 1 台
	翻斗车		3—4	
	小型拖拉机		1—2	带拖斗
	自卸汽车	5—8t	2—3	
其他	车载升降机	高度 6—8m	1	修复构造物、沿线设施
	除雪车		2	冬季除雪
	融雪撒布机		3	冬季撒盐
	除雪铲		5—8	与其他机械配合使用
	移动照明设备		2	

普通道班配备主要设备种类及数量表

项目	机械名称	规格	机械拥有量（台、辆）	备注
日常养护机械	清扫车	LTZ5060TXL	1	清扫宽度≥ 3m
	扫路机	扫路宽度＞ 3m	2—3	拖式，配合翻斗车使用
	洒水车	5000-8000L	1—2	
	打草机		1—2	
	喷药机		1—2	
	绿篱机		1—2	
	灌缝设备	LT400GF-Ⅱ	1—2	釜容积 400L，自动温控，含开槽设备 1—2 台
	综合养护机	单滚筒	1	
	动力站		1	
装运机械	翻斗车		1	
其他	铁锨、铁镐		若干	按人数配置

路太养护机械一体化解决方案

1. 路太机械研发技术人员可与当地养护管理部门联合组成调研组，共同合作开发新产品；
2. 路太机械可为当地科研立项提供技术支撑，建立样板示范，形成规模化效应；
3. 路太机械可为当地或行业提供地方标准、指南、指导意见提供服务咨询；
4. 路太机械可为养护企业或行业提供工法、养护技术规范的技术支持和服务咨询，例如：高寒地区坑槽精细修补设计施工技术指南等等；
5. 路太机械可提供省市县机械化养护中心设备融资租赁服务，免费提供设备运营管控软件；
6. 路太机械齐全的公路养护设备产品链和完善的售后服务保障，可为公路机械化养护中心提供综合设备维修保养成套服务。



德通全方位创新发展之路

DE TONG QUAN FANG WEI CHUANG XIN
FA ZHAN ZHI LU

许昌德通振动搅拌技术有限公司是河南万里路桥集团下属企业，专业从事振动搅拌机械的应用研发、制造、销售以及振动搅拌节能创效成套技术服务等业务。公司拥有全球首创的振动搅拌技术，是世界独家振动搅拌设备专业制造商，专注于研发制造环保节能、高可靠性、高智能化的振动搅拌设备。德通公司在技术研发、市场开发、产业上下游合作等方面，创造出一套独特的“德通”模式，走出了一条全方位创新发展之路。

“德通”水泥混凝土振动搅拌主机系列

技术创新 引领行业革命

随着社会的发展，科学技术的任务已由过去“最大限度向自然索取财富”变成“保护环境，合理利用资源，实现可持续发展”。建筑、交通基础建设要实现可持续发展，需要绿色、高性能的建筑材料，来提升建筑寿命，减少资源和能源消耗。也只有高性能的水泥混凝土、水泥稳定土、沥青混凝土，才能成就高质量的建设工程。

搅拌是水泥混凝土、水泥稳定土等建筑混合料最基本的制备方法，它是使混合料趋于匀质化的过程，是各种建筑混合材料生产中关键的一道工序，直接影响着工程建设的质量和水平。

常规的搅拌技术虽然短时间内将混合料在宏观上搅拌均匀，但如果通过显微镜观察，会发现宏观上已搅拌均匀的混合料中的水泥颗粒并没有较好地均匀分散在水中，仍有 10%—30% 的水泥颗三三两两地聚集在一起，形成微小的水泥团。这种团聚现象不但降低了水泥的利用率，造成浪费，而且严重地影响了混凝土的和易性和强度。而振动搅拌就是在强制搅拌的同时加以振动作用，使水泥颗粒处于颤振状态，破坏混凝土混合料间的粘性联接，使物料间的内摩擦力大大降低，促使物料中的水泥颗粒从的结团状态变为均匀分布状态，有效地减弱了水泥颗粒的团聚现象，充分提高了水泥的利用率。这样，振动搅拌就可以减少原有配合比中水泥的用量。

1931 年，前苏联、德国等国家的科学家发现混凝土微观重大缺陷，提升混凝土微观均匀程度的科学探索由此启动；1972 年，前苏联实验机（下置式振动）完成室内试验验证，但由于机械结构设计问题无法实现工业化，世界振动搅拌技术研究及工业化陷入停滞；1992 年，长安大学冯忠绪教授以全新理念开启振动搅拌技术研发，历经失败与曲折，解决了一系列技术难题，终于研发成功。2012 年，德通公司与长安大学合作，成功研发出水泥混凝土振动搅拌主机，在 HZS50 混凝土搅拌设备中成功应用；2014 年，德通公司成功研发出水泥稳定土振动搅拌主机，它能够将混合料中的水泥团、灰团震碎，使其均匀分布在混合料中，防止离析发生，科学减少水泥用量，减少半刚性基层裂纹发生。全世界范围内，振动搅拌技术的实验室研究及工业化应用，由德通公司率先取得突破。

德通振动搅拌设备在高效、环保、节能方面具有显著的优势。以一个配备 JSZ2000 主机的 HZS120 商品混凝土搅拌站为例，每年可生产 30 万立方 C25 普通混凝土，需要 10.59 万吨水泥，而采用 DT2000 振动搅拌主机，按照节约水泥用量 15% 计算，可以节约 1.59 万吨的水泥，按水泥 320 元 / 吨的价格，每年可节约人民币 508 万元。再例如一座长 5 公里双层双向 8 通道的跨河大桥，需要约 52.5 万立方的 C50 混凝土，消耗水泥 25.2 万吨，采用振动搅拌技术按节约水泥 15% 计算，可以节约 3.8 万吨水泥，折合人民币 1210 万元。

此外，振动搅拌技术还打破了传统水泥稳定碎石结构层施工技术混合料搅拌不均匀、易离析、通车后易裂缝的瓶颈，在公路施工行业掀起一场新的变革。

市场创新 塑造商业模式

“德通”振动搅拌技术能够从宏观与微观上改善水泥混凝土、稳定土的匀质性，从而有效提高其使用性能，提升建设工程质量，同时可以减少水泥用量，降低资源消耗，是一项增效节能的新技术。

要实现振动搅拌技术产业化，首先必须让振动搅拌新产品得到市场普遍接受。经过 5 年的积极探索，德通逐步建立起以技术服务驱动市场开发的独特商业模式。在新的市场区域，德通公司通过“技术交流——项目样板——试验对比——现场观摩——示范带动”的流程，一步一步让行业客户认识并接受振动搅拌。江西市场的成功开发，就是一个鲜明的实例。

2015 年 9 月，德通研发团队应江西高速集团邀请，出席江西省《公路路面基层施工技术细则》宣贯会议，德通振动搅拌研究院院长张良奇博士作《振动搅拌耐久性水泥稳定碎石路面》技术报告，得到了参会同仁广泛关注。随后，江西省境内东昌高速、铜万高速、安定高速三条新建高速公路建设项目，同时启动振动搅拌耐久性水泥稳定碎石路面基层实际应用。在安定高速 BP1 标段，振动搅拌与两级普通搅拌作了实验数据现场 PK，相同水泥计量条件下，单级振动搅拌 7 天取芯强度高于两级普通搅拌 33.8%，现场观摩的行业专家和技

术人员无不叹服。同年 11 月，江西省交通运输厅为德通公司颁发《江西省公路水路交通运输行业新技术推广证书》，开始在全省范围内大力推广应用振动搅拌技术。

2016 年，德通振动搅拌技术得到了越来越多的关注与认可，成功进入四川、西藏、新疆、甘肃、内蒙等西部省份，服务我国西部公路建设。振动搅拌技术也获得了各地各级政府产业政策支持：“发展高性能振动搅拌机械成套装备”被列入河南未来十年高端装备发展重点领域，编入《中国制造 2025 河南行动纲要》，同时又被列入“河南省重点鼓励使用优质工业产品指导目录”；《内蒙古地区水泥稳定碎石基层振动搅拌技术应用研究》被批准列入 2016 年度第一批内蒙古自治区交通运输科技项目计划；许昌市交通运输局下发《关于推广应用振动搅拌新技术的通知》，在全市公路交通建设工程项目中全面应用振动搅拌技术。

随着振动搅拌产品市场的爆发，德通混凝土、稳定土振动搅拌主机供不应求，以技术服务驱动市场开发的商业模式获得了成功。为贴近客户对接需求，提升服务响应时效，德通公司又将技术服务前移，依托各地重点市场，在南昌、重庆、西安、沈阳、石家庄、桂林等地建立了区域技术服务中心。

如今，从中原腹地，到东南沿海；从江南水乡，到东北沃土；从塞外戈壁，到雪域高原，一个个建设工地，都开始采用一种高效节能的新型搅拌装备——德通振动搅拌。一台台“德通”振动搅拌设备，正从位于中原腹地的许昌德通振动搅拌成品车间，发往全国各个重大项目的建设工地。

合作创新 构建产业生态

为了让德通更快地进入发展快车道，使振动搅拌高科技产品走向世界，在许昌各级政府部门的积极引导与支持下，许昌德通振动搅拌设备总装基地开工建设。总装基地专业从事环保节能、高智能化的振动搅拌设备的研发、制造和组装，2017 年初将建设完工并投入使用。

2016 年 9 月，由科技部、财政部、教育部、全国工商联共同主办的第五届中国创新创业大赛总决赛在洛阳开幕，许昌德通振动搅拌技术有限公司在河南分赛区以总分第五的成绩晋级先进制造行业全国总决赛。在全国半决赛中，许昌德通以小组第三的成绩获大赛“优秀企业”，创造许昌本土企业历届参赛最佳成绩。河南省共 10 家企业入围全国先进制造行业企业组总决赛，许昌德通获得河南分赛区三等奖。

初获成功的许昌德通，正站在行业和历史的高度上，理性思考振动搅拌发展的未来。它要与产业链上下游单位一起，共同构建产业生态，实现合作共赢。

日前，许昌德通联合行业知名企业、高校、科研机构，发起成立“振动搅拌应用技术创新联盟”，以推进我国工程机械搅拌装备研发和应用技术创新工作，普及振动搅拌技术，加快建立以企业为主体、市场为导向、产学研用紧密结合的技术创新体系，实现技术创新成果的快速产业化，推动行业结构优化升级，提升行业核心竞争力，促进我国土木工程行业可持续发展。

通过联盟单位有效协同，振动搅拌技术的科学研究和应用推广工作将不断引向深入。联盟计划建立国内土木工程领域振动搅拌技术和装备国家级重点实验室，推动振动搅拌技术写入国家或行业规范，实现振动搅拌技术在国内土木工程建设领域的全面普及，高性能振动搅拌装备在国内重大基础设施建设项目普遍应用；同时，联盟还要让推动振动搅拌技术走出国门，走向世界，将高端振动搅拌装备打造成为中国工程机械制造行业面向国际市场的一张名片，树立国内工程机械制造业在国际上的品牌形象，形成中国人具有完全自主知识产权的振动搅拌技术核心专利，助力国内大型施工企业参与国际工程市场竞争。

联盟成员中，高校将通过基础理论原始性创新和前沿技术的突破，为联盟的技术创新提供持续的支撑和人才保证；科研机构将通过工艺、工程技术及标准化的研究开发加速技术成果的产业化；企业将凭借先进的生产加工制造技术负责振动搅拌装备的中试和工业化生产；施工与应用企业将以项目建设为载体，开展振动搅拌技术的应用技术研究和集成示范，扩大振动搅拌技术行业影响力。联盟成员将通过持续的发展需求和资源支持，为振动搅拌技术的创新和应用提供空间，产、学、研、用的有机结合和有效集成，将对我国土木工程建设领域的发展产生巨大影响。

许昌德通将专注振动搅拌主机的研发制造，为联盟成员提供高品质的主机产品和技术服务，与合作企业共同开发市场，共享振动搅拌技术革新与发展的红利。

●许昌德通参加创新创业大赛荣获佳绩

本期专题

振动搅拌均匀 基层抗裂耐久

ZHEN DONG JIAO BAN JUN YUN
JI CENG KANG LIE NAI JIU

我国公路建设中大多采用水泥稳定碎石基层沥青路面。然而，水泥稳定碎石基层早期裂缝及由此诱发的沥青路面反射裂缝和水损坏如唧泥、坑槽等问题一直困扰着道路工程界，影响着沥青路面的耐久性。

振动搅拌技术是一种通过释放激振力来强化搅拌过程的有效手段。相对于传统搅拌技术，振动搅拌技术在搅拌机理方面实现了重大突破，在强制式搅拌的基础上，加入振动搅拌，提高了物料的搅拌均匀性。实体工程应用情况表明，采用振动搅拌技术的水稳基层材料离析现象明显减少，压实更加容易，在保证基层强度等指标的同时，可节约水泥 20% 以上，基层裂缝数量大幅度减少。

目前，振动搅拌耐久性水泥稳定碎石技术已在全国 23 个省份科研立项，取得了良好的路用效果，有效提升了我国半刚性路面基层的建设质量。

本期专题

振动搅拌均匀 基层抗裂耐久

ZHEN DONG JIAO BAN JUN YUN
JI CENG KANG LIE NAI JIU

东北地区典型案例

辽宁省

振动拌合抗裂型水泥稳定碎石技术应用

Liao Ning Sheng Zhen Dong Ban He Kang Lie Xing Shui Ni Wen Ding Sui Shi Ji Shu Ying Yong

技术研究背景

结合近年普通公路路网检测结果，我省普通公路主要病害为龟裂和横向裂缝，占路面病害比例分别为 40% 和 20%，横向裂缝则是所有路面病害中分布最广、在各等级公路均密集发生的典型病害，其产生路段均为半刚性基层结构路段，裂缝平均间距在 7-15m，多发生于工程竣工后两至三年内。

针对横向裂缝病害，目前的养护处理手段主要采用乳化沥青或专用灌封胶进行灌缝处理，存在裂缝封闭不完全，使用寿命短，材料凸起明显，影响行车舒适程度等问题。

根据 2014 年全省普通公路养护资金分配统计，横向裂缝病害的养护资金占比高达 43%。如何有效减少横向裂缝病害的发生，对节约养护资金，提高道路服务水平具有重要意义。为有效改善半刚性基层横向裂缝问题，由辽宁省交通厅公路局主持，辽宁新发展交通集团所属辽宁省公路勘测设计公司开展基于振动拌合技术的抗裂水泥稳定碎石应用技术研究。

技术特点

温缩和干缩是半刚性材料的材料属性，也是其横向裂缝病害发生的根本原因。根据现有研究成果，集料组成、水泥剂量及含水量三项为材料层面影响水泥稳定碎石收缩变形的主要因素。

基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石以级配优化、振动击实成型和振动拌合为关键技术，针对半刚性材料收缩机理实现了粗集料多、水泥剂量低和含水量低三项材料特性，振动拌合技术是保证这种材料特性实现的必要工艺条件，并进一步提升成品材料的品质，与抗裂型级配设计相辅相成。

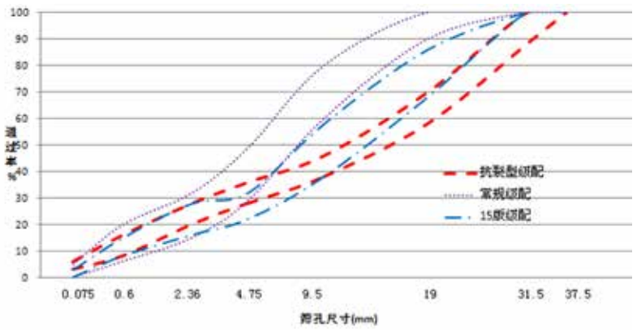
振动拌合的均匀效果比较

1、级配优化

基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石级配设计以粗集料 19mm 以上集料含量多，粗细集料比接近 7：3；4.75mm-9.5mm 档集料含量减少，形成粗骨料形成骨架，细集料满足填充密实的材料特点。

2、低含水量与低水泥剂量

根据现阶段研究成果，基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石最佳含水量为 3.8%-4.2%，降低幅度接近 50%。水泥剂量推荐采用 2.5%-3.0%，降低幅度接近 40%。（级配设计对比见级配对比示意图）



级配对比示意图

3、室内试验采用振动击实成型

振动击实成型试验为根据材料特点，相对于目前无机结合料试验常用的重型击实和静压成型试验而提出，保证室内试验与现场施工的效果统一。

4、拌合采用振动拌合技术

振动拌合技术为采用双卧轴搅拌机，通过强制搅拌和振动搅拌相结合，提高水泥胶结料与集料的充分接触和粘结，使大粒径集料拌合更为均匀，有效减少水泥用量。拌合站只需更换拌缸。

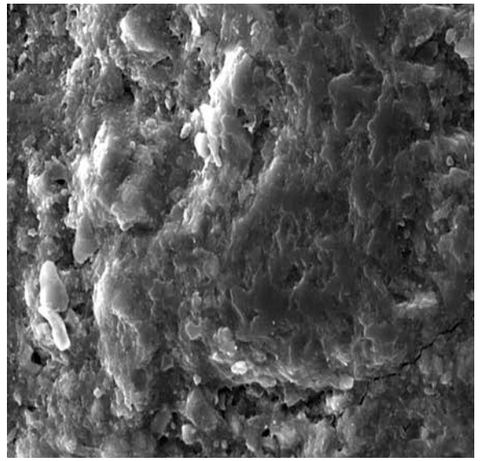
“德通”水泥稳定土振动搅拌主机系列

建设工艺特点

基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石因粗集料多、含水量低和低水泥剂量的材料特点，采用胶轮初压，其他与现有施工要求相近。

施工工序对比表

工序	要求	现有施工	抗裂型级配施工	15 版基层细则要求		备注
试验	设备	重型击实与静压成型	振动击实成型仪	重型击实与静压成型		
	指标	7d 无侧限抗压强度	7d 无侧限抗压强度、7d 劈裂强度	7d 无侧限抗压强度		
拌合	设备	产量大于 400t 连续式强制拌合拌缸	600t/h 连续式振动拌合拌缸	产量宜大于 500t/h，连续式两次拌合或间歇式拌合		
	工艺要求	拌合均匀	按产量设定	拌合时间不小于 15s		
摊铺	设备	沥青混凝土摊铺机或稳定材料摊铺机	沥青混凝土摊铺机或稳定材料摊铺机	不低于 120kW 沥青混凝土摊铺机或稳定材料摊铺机		
	工艺要求	摊铺速度 1-3m/min；控制离析	摊铺速度 1.5-2m/min；需下调搅笼位置等防离析措施	机器间距与设置挡板等防离析措施 下调搅笼同样适用常规级配离析解决		
碾压	设备	3-4 台压路机	4-5 台压路机	不少于 4 台重型压路机		与路幅及现场控制有关
	工艺	初压：12t 双钢轮稳压； 复压：20t 重型振动压路机遍； 终压：12t 双钢轮压路机	初压：26t 胶轮+12t 双钢轮稳压 2 遍； 复压：20t 重型振动压路机 4-6 遍； 终压：胶轮压路机	初压：双钢轮稳压 2-3 遍； 复压：激振力大于 35t 重型振动压路机、1-21t 三轮压路机或 25t 以上轮胎压路机； 终压：双钢轮压路机	初压：25t 以上胶轮稳压 1-2 遍； 复压：重型振动压路机 终压：双钢轮压路机	增加一台胶轮压路机
养生	工艺	洒水、薄膜覆盖、土工布等	推荐土工布	洒水、薄膜覆盖、土工布等		



振动搅拌混凝土微观效果

材料性能

1、收缩性能

抗裂型级配干缩系数：2.5% 水泥剂量降低 67%，3.0% 水泥剂量降低 27%，干缩性能改善效果明显。温缩系数低于常规级配，温缩变形平缓，温度敏感性低，对高温差区域具有明显的适用优势。

2、力学性能

已完成的试验路，抗裂型级配最低数值进行比较。

2015 年试验路不同级配力学性能对比表

项目	抗裂型级配		常规级配	试验标准
	2.5%	3.0%		
7d 无侧限抗压强度 (MPa)	13.1	15.6	6-8	7
7d 劈裂强度 (MPa)	0.72	0.86		0.65

3、抗冻性能

基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石耐冻系数在 0.97 以上，冻融循环后强度损失接近于零。表明振动拌合技术所带来的均匀拌合和集料水泥胶浆均匀分布，对提升材料性能，减少混合料受力薄弱点效果明显。

综上：基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石在明显降低材料收缩变形开裂的基础上，力学指标满足各等级公路的建设需求，并具有较高的抗冻性能，满足我省公路基层的建设需求。

裂缝观测情况

2015 年京沈线彰武段和沈营线辽阳段两条试验路建成后，进行逐月的裂缝发展情况跟踪，根据观察结果，基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石基层较常规级配水泥稳定碎石具有明显改善裂缝间距、裂缝发育较缓、受冻融影响较小的特点。

截止至 2016 年 5 月，两条试验路裂缝情况如下：

京沈线彰武段试验路横向裂缝对比表

级配类型	拌合方式	水泥剂量(%)	段落长度(m)	裂缝总数(条)	裂缝间距(m)
抗裂型级配	振动拌合	3	500	8	62.5
		3.5	400	12	33.33
		4	400	13	30.77
		4.5	502	14	35.86
常规级配	振动拌合	3.5	2000	66	30.3
		4	2000	92	21.73
		4.5	2000	91	21.98
		5	1500	99	15.15
	非振动	5	1500	111	13.51

沈营线辽阳段试验路横向裂缝对比表

级配类型	拌合方式	水泥剂量(%)	段落长度(m)	裂缝总数(条)	裂缝间距(m)
抗裂型级配	振动拌合	2.5	600	9	66.67
		3.0	602	12	50.17
		3.5	820	17	48.24
		4.0	850	17	50.00
常规级配	非振动	5.0	2000	86	23.26

其中，沈营线辽阳段贯通裂缝间距最短为 170 米，最大间距为 300 米，并自 16 年 3 月份以来未见明显增加。

2016 年试验路情况

2016 年，公司进行朝葫线朝阳段、平桓线抚顺段、庄西线营口段及十大线沈阳段四条试验路建设，其中平桓线抚顺段首次试验 2.0% 水泥剂量。

通过近两年的研究应用，采用基于振动拌合技术的抗裂型水泥稳定碎石应用技术的路面可大幅度提高路面的抗裂、抗疲劳破坏能力，大幅度延长路面横向裂缝间距，应用效果良好，得到业主和施工单位的一致认可，具有重大的社会效益，必将在我国普通公路建设中得到广泛应用。

本期专题

振动搅拌均匀 基层抗裂耐久

ZHEN DONG JIAO BAN JUN YUN
JI CENG KANG LIE NAI JIU

西南地区典型案例

江西省

水泥稳定碎石振动搅拌技术应用

Jiang Xi Sheng Shui Ni Wen Ding Sui Shi Zhen Dong Jiao Ban Ji Shu Ying Yong

项目概况

江西省铜鼓至万载高速公路建设项目路面工程 P1 标，路线起点 K0+000 位于宜春市铜鼓县三都镇小山村，路线终点 K21+840，全长 21.840KM，根据项目工程进度需要，共设置水泥稳定碎石混合料厂拌设备 2 台套，其中双拌缸二次搅拌设备 1 台套，施工路段为：K0+000—K3+810；水稳振动搅拌设备（已获得省交通厅推广应用证书，见附件）1 台套，施工路段为：K3+810—K21+840。两个拌合站均使用相同的原材料和施工工艺，以便于验证水稳振动搅拌设备与双拌缸二次搅拌设备对水稳碎石混合料性能和基层路面质量的影响。

水泥稳定碎石振动搅拌技术机理与效率

水泥稳定碎石振动搅拌技术采用“对流运动 + 扩散运动”充分实现了混合料微观均匀，激发了材料潜能，不但比普通搅拌机搅拌频率高，同时搅拌装置每分钟释放 1500 次以上振动弹力波，搅拌装置每次对混合料撞击能量达到静力搅拌机至少 5 倍以上，水泥等细集料充分弥散，水泥水化更加充分，水泥水化产物与骨料表面牢固粘结，使混合料强度耐久性及耐冲刷性等指标得到革命性提升。

水泥稳定碎石振动搅拌技术应用效果

经过项目经理部实际使用对比验证，水稳振动搅拌设备相较于双拌缸二次搅拌设备，具有以下明显特点和优势：

1、由于高转速及振动装置释放的振动力作用，使得水泥颗粒、水分子和细集料充分均匀弥散，杜绝了大骨料未沾水，未裹灰现象。

2、振动装置使得级配稳定，大大减少了混合料离析现象，增加压实效率，提升结构层强度，芯样 100% 完整且密实度好，未出现“断根”或松散无法取芯现象。

3、适当降低水泥计量条件下，水稳碎石下基层 7d 无侧限抗压强度至少提升 25% 以上。见下表：

桩号 / 用途	结合料计量	强度平均值	强度（MAX）	强度（MIN）	强度代表值	变异系数	强度提升	厂拌设备
K03+200-K03+810 下基层	3.8	4.7	4.9	4.0	4.19	6.5	0	二次搅拌
K19+690-K20+078 下基层	3.7	6.2	6.8	5.2	5.4	7.5	28.9%	振动搅拌
K06+646-K06+681 下基层	3.7	6.0	6.6	5.1	5.3	7.3	26.5%	振动搅拌

4、将水泥剂量微调至 3.9% 后，使用振动搅拌设备对路面中基层 7d 无侧限抗压强度提升效果显著，强度最大值为 9.2Mpa，代表值为 7Mpa 左右，变异系数控制在 9% 以内。见下表：

桩号 / 用途	结合料计量	强度平均值	强度（MAX）	强度（MIN）	强度代表值	变异系数	试验日期
K18+902-K19+670 中基层	3.9	8.5	9.2	7.1	7.4	7.8	2016.5.4
K20+359-K20+740 中基层	3.9	7.5	8.5	6.8	6.4	8.7	2016.5.26
K20+740-K20+905 中基层	3.9	7.7	8.4	6.8	6.8	6.8	2016.5.30
K21+766-K21+840 中基层	3.9	7.7	8.3	6.9	6.9	6.0	2016.7.5

5、截至目前，使用振动搅拌设备生产混合料摊铺的路面基层表面光滑，粗糙度小，基本无反射裂缝，减少了面层摊铺前对基层反射裂缝处理的几率，从而保证了沥青混凝土路面的平整度和耐久性要求。

6、结合现场强度试验数据远高于设计强度和振动搅拌设备特性判断，水泥剂量存在较大向下调整空间，但是考虑到初次应用振动搅拌设备，又为了保证现场水泥稳定材料的和易性，项目经理部在施工中仅对水泥剂量略微下调。

总结

江西省铜鼓至万载高速公路建设项目路面工程 P1 标项目部通过对水稳振动搅拌设备的应用，不仅保证了混合料均匀性，解决了离析和反射裂缝问题，提升了路面基层的强度和耐久性，确保了我项目部施工路段工程质量，而且积累了振动搅拌设备应用数据，为集团公司其他工程项目建设使用水稳振动搅拌设备提供数据支撑；同时推动集团公司与南昌工程学院、西安（许昌）德通振动搅拌技术有限公司依托本项目联合开展振动搅拌技术课题研究（已通过省交通厅立项评审），是集团公司又一项在路面工程建设领域新设备、新工艺、新技术推广应用创新举措。

江西省公路水路交通运输行业
新技术推广应用证书

持 有 人：西安德通振动搅拌技术有限公司
新技术名称：联轴器同步式双卧轴振动搅拌机(DT600ZBT)
推广应用方式：引导性
证书编号：201501-GⅢ-08
有效期限：2017年11月28日

二〇一五年十一月二十九日

本期专题

振动搅拌均匀
基层抗裂耐久

ZHEN DONG JIAO BAN JUN YUN
JI CENG KANG LIE NAI JIU

振动搅拌技术
在路面水稳基层施工中的应用

ZHEN DONG JIAO BAN JI SHU
ZAI LU MIAN SHUI WEN JI CENG SHI GONG ZHONG DE YING YONG

■ 张良奇 张振兴

引言

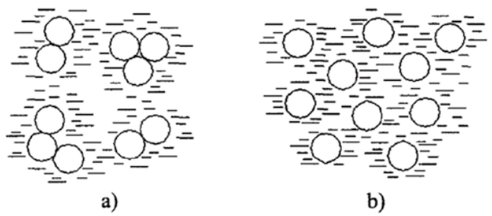
半刚性基层具有良好的板体性，承载能力高，是路面结构的主要承重层，但同时半刚性基层也存在着抗变形能力差，易出现干缩和温缩裂缝的问题。水泥稳定碎石混合料作为一种良好的半刚性基层修筑材料，目前在我国路面基层施工中普遍采用，但施工中普遍存在水泥剂量偏大、易离析、压实困难等问题，造成基层质量隐患。相关研究表明，搅拌均匀程度对水稳基层的施工质量影响至关重要[1]。2015 年 8 月 1 日，交通运输部发布了新版《公路路面基层施工技术细则》，对搅拌均匀性提出了更高要求，为延长搅拌时间，推荐了两次搅拌或间歇式搅拌生产工艺，并且规定了搅拌时间不少于 15s[2]。

振动搅拌技术是一种通过释放激振力来强化搅拌过程的有效手段，相对于传统搅拌技术，振动搅拌技术在搅拌机理方面实现了重大突破，在强制式搅拌的基础上，加入振动搅拌，提高了物料的搅拌均匀性。实体工程应用情况表明，采用振动搅拌技术的水稳基层材料离析现象明显减少，压实更加容易，在保证基层强度等指标的同时，可节约水泥 20% 以上，基层裂缝数量大幅度减少。

振动搅拌技术简介

1 振动搅拌技术的起源和发展历程

早在 1931 年，前苏联和德国等国的科学家就发现了水泥混凝土存在微观上的重大缺陷，如果将搅拌完成后宏观上均匀的混凝土放在显微镜下观察，会发现有 10%~30% 的水泥颗粒出现了团聚现象（图 1），水泥颗粒的比表面积下降，造成水泥水化不充分，不仅浪费了水泥，而且会对混凝土的和易性和强度造成负面影响[3]。



（a）水泥颗粒团聚　　（b）水泥颗粒均匀弥散

图 1 水泥颗粒分布状态

自上世纪 30 年代开始，前苏联、美国、德国和日本等国相继展开了振动搅拌技术的研究，其中尤以前苏联的研究处于国际领先地位。70 年代末，前苏联研发出了振动螺旋式搅拌机，用其拌制而成的水泥混凝土、砂浆、沥青碎石等人工复合型材料的各方面技术指标均要比普通搅拌有大幅度提高[4]。但由于当时的机械工业水平很难解决振动强度大与机器可靠性之间的矛盾，且对振动作用下混凝土流变特性的认识不够深入，前苏联的研究成果一直停留在试验室阶段，未能实现工业化应用。至此，国际上振动搅拌技术的研究基本停滞。

相比国外，国内关于振动搅拌技术的研究起步较晚，上世纪 90 年代初，国内有学者开始了相关方面的研究，其中长安大学冯忠绪教授的科研团队从 1992 年开始一直致力于振动搅拌理论和设备的研发，历经 20 余载，攻克了一系列技术难题，于 2012 年成功研制出世界上首台混凝土振动搅拌工业机，2015 年又推出水泥稳定土振动搅拌机，并开始在公路路面基层施工中推广应用。

2 传统搅拌理论和设备的缺陷

我国《混凝土质量控制标准》（GB50164 - 2011）中对于混凝土搅拌均匀性的评价指标采用的是不同位置取样的混凝土砂浆密度的相对误差 △ M 和单位体积粗骨料质量相对误差 △ G，要求 △ M ≤ 0.8%，△ G ≤ 5%。但是相关研究表明，在搅拌方式不同的情况下，尽管 △ M 和 △ G 比较接近，但实际强度却相差很大。因此，△ M 和 △ G 表征的只是物料宏观上的均匀，难以表征微观层面的均匀[4]。

搅拌过程中，粒料团聚的问题必须通过提高物料各组成单元参与运动的次数和运动轨迹交叉的频率来解决，就目前常用的强制式搅拌设备而言，主要有以下几个方面的不足[5]：

(1) 搅拌速度和搅拌效率较低

由于不同粒径的物料惯性力不同，当搅拌速度过快时，物料各组分会以不同的速度抛离而发生离析，致使搅拌均匀度下降。因此，传统搅拌机难以简单地通过提高转速来解决粒料团聚问题。

(2) 存在速度梯度和搅拌低效区

搅拌叶片做圆周运动时存在速度梯度，靠近圆筒中心部位的搅拌速度低，而靠近筒壁处速度较高，使得搅拌筒内不同圆周带物料的均匀性存在明显差异。搅拌筒的中心部位成为搅拌低效区，这是圆筒形强制搅拌机的固有缺陷。

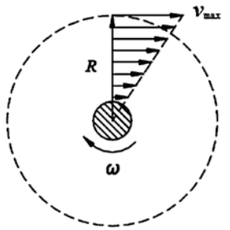


图 2 搅拌速度梯度

(3) 搅拌机构参数的选取与不同物料之间的匹配不尽合理

搅拌机构参数指拌锅结构与几何参数、搅拌装置结构与几何参数以及运动参数等。目前关于搅拌机构参数

与物料之间匹配的相关研究较少，设计的随意性比较大，参数的匹配也不尽合理。

3 振动搅拌理论

振动搅拌技术首先是在搅拌理论上对传统搅拌技术的突破，通过搅拌机物理模型和搅拌过程数学模型相结合的综合模拟方法，对复杂的搅拌过程进行模拟，得到了搅拌过程扩散方程[5]，如式 1 所示。

$$\frac{\partial W}{\partial t}=-v\frac{\partial W}{\partial x}+b_{//}\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}+b_{\perp}\left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 W}{\partial z^2}\right) \quad (1)$$

式中： 和 分别为水平和垂直方向上的搅拌系数，其值由物料的流变特性、搅拌机构的运动和结构参数决定。

将函数 的解变换为均匀系数，可得表达式：

$$V_t=V_0e^{-t\alpha_{n,k,l}} \quad (2)$$

式中：V0—搅拌刚开始时组分含量的均匀系数；

Vt—搅拌结束时组分含量的不均匀系数；

t —搅拌时间；

αn,k,l — n，k，l 有一个大于零时，搅拌速度系数中的最小值；n，k，l 取值为 1 或 0。

由此可得均匀度与搅拌时间的关系曲线，如图 3 所示。

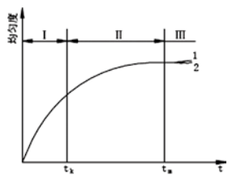


图 3 搅拌曲线

由图 3 可知，在第 1 阶段，搅拌主要是靠物料的循环流动来实现。搅拌过程在宏观水平进行，扩散现象不明显。第 2 阶段，扩散分布加快，循环流动与扩散运动在拌和中起的作用趋于相近，各组分的重新分布已在微观水平上进行。第 3 阶段，循环流动作用不大，扩散运动起主要作用。可知，一个比较完善的搅拌过程，物料位移必须由良好配合的对流运动和扩散运动来共同完成。这为采用振动搅拌技术来强化扩散运动的振动搅拌方案提供了理论依据[6]。

根据数学模型可知搅拌设备的优化目标：若在搅拌室内不同坐标方向达到给定的均匀度的搅拌时间是相近的，那么这种搅拌机械的搅拌时间将最短，表达式为：

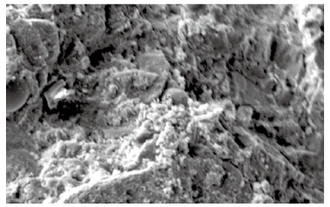
$$\bar{t}_{l,0,0}\approx\bar{t}_{0,l,0}\approx\bar{t}_{0,0,l} \quad (3)$$

式中：搅拌平均时间的角标与搅拌速度系数中的角标相对应，表示圆筒形拌缸的三维坐标及其顺序。

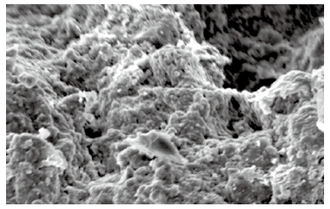
搅拌过程的模型化，为搅拌参数的优化提供了理论指导，但由于搅拌过程极其复杂，不能采用常规的机械工程优化方法，必须通过试验来进行优化。在三维坐标空间中，在不同搅拌时间，按三维坐标测搅拌均匀度便可得到在所以方向都达到给定均匀度的时间。根据 试验 结果，不断调整搅拌设备结构和搅拌参数，逐步逼近目标[7]。

振动搅拌水稳碎石基层的施工特点

水泥稳定碎石材料中，水泥颗粒粒径 3~80μm，粉煤灰颗粒粒径 45μm，水滴最小直径 20μm，当这些微小粒径的颗粒性材料在混合料中均匀弥散分布才能实现微观上的均匀，而传统搅拌技术由于搅拌机理方面存在缺陷，很难实现微观均匀。同配比情况下，将传统搅拌和振动搅拌水稳材料在扫描电镜下放大 2000 倍（图 4），两者的区别非常明显。传统搅拌水稳材料中，细小松散的 CSH（水化硅酸钙）凝胶颗粒散落于骨料表面而没有强力粘附，粗细骨料和水化产物界面明显，期间的过渡相结构疏松。而振动搅拌水稳材料水泥水化充分，粗细骨料和水化产物浑然一体，微小颗粒材料均匀弥散，整体结构致密均匀。



（a）传统搅拌



（b）振动搅拌

图 4 2000 倍扫描电镜图

振动搅拌技术实现了水稳材料微观上的均匀，反映到宏观层面，在实际施工当中，有两个方面的突出优势。

1 离析现象明显减少

水稳基层施工当中，材料离析现象经常发生（图 5），而搅拌环节的生产工艺对于控制离析非常重要。实体工程中可以观察到，振动搅拌大粒径（最大粒径 37.5mm）的水稳材料在摊铺层的肩部，顶部和底部均有粗骨料的分布，没有出现骨料溜肩的离析现象（图 6）。碾压过后的基层表面可以看出粗骨料的分布均匀，整体平整密实（图 7）。

图 5 材料离析现象

图 6 现场摊铺图

图 7 碾压表面图

2 和易性好，压实容易

基层碾压中，经常会出现表面过压，骨料被压碎，而底部压实不足，骨料松散的问题，从而造成取芯时“断根”现象时有发生（图 8）。由于振动搅拌使得水泥水化充分，水泥水化物和细集料将粗骨料包裹均匀，大粒径的粗骨料表面相当于均匀涂抹了一层“润滑剂”（图 9），骨料之间的摩阻力大大减少，压实功更容易向下传递。

基层底部的抗弯拉能力是影响结构层抗荷载疲劳能力的关键因素，所以必须保证底部均匀密实。振动搅拌水稳基层芯样从上至下，大骨料的分布连续均匀，芯样底部完整密实（图 10），基层整体的耐久性会大大提高。

图 8 芯样烂根

图 9 粗骨料表面均匀裹覆

图 10 振动搅拌水稳碎石芯样

实体工程应用情况

笔者对振动搅拌技术在路面水稳基层的实体工程应用情况进行了调研，根据原材料、级配和施工工艺方面的不同，选取了河南、江西、四川和甘肃四个省份的振动搅拌水稳基层典型工程应用案例。

1 河南骨架密实型水泥稳定碎石基层

该项目是省道 103 线许昌境内一级公路改建项目，施工时间是 2013 年 10 月。水稳基层配合比设计采用的是河南省地标《 公路水泥稳定碎石抗裂设计与施工技术规范》（DB 41/T 864-2013），如表 1。细集料采用天然砂，细度模数 2.8；水泥 P.o 42.5 散装水泥； Ⅱ 型粉煤灰。水稳碎石密度ρd=2.473g/cm3，含水量 ω0=4.5%。

表 1 河南许昌基层配合比设计

各档矿料粒径比例（%）				水泥含量（%）	粉煤灰含量（%）
19~37.5mm	9.5~26.5mm	4.75~9.5mm	砂		
39	20	18	23	3.5	4

骨架密实型水稳碎石由于粗骨料形成嵌挤结构，具有很强的抗变形能力。但粗骨料粒径较大，达到 37.5mm，离析风险较高，且传统的连续式搅拌机搅拌时间只有 7~8s，大骨料容易出现干燥露白的现象，很难保证水稳碎石的均匀性。振动搅拌技术很好的弥补了搅拌时间短，骨料表明包裹不均匀的问题，非常适用于骨架密实型水稳碎石基层的施工。最终，7d 取芯芯样完整密实（图 11），强度达到 15.4MPa。

图 11 许昌工地水稳碎石芯样

2 江西水泥稳定碎石振动搅拌与双拌缸拌和工艺对比

该项目是江西安定高速的 BP1 标，施工时间为 2015 年 12 月。配合比设计情况如表 2。

表 2 江西安定高速基层配合比设计

各档矿料粒径比例（%）				水泥含量（%）
19~31.5mm	9.5~19mm	4.75~9.5mm	砂	
24	34	12	30	5.5

江西省安定高速指挥部在同一料场进行了单拌缸振动搅拌和双拌缸两级搅拌的对比试验，各铺筑了 200m 的试验段。在同配比的情况下，出料的效果对比较为明显（图 12），振动搅拌水稳碎石的粗细集料分布十分均匀，整体颜色偏浅，这是由于水泥水化充分的作用，而双拌缸水稳碎石出现了明显的粗骨料表面富集现象，且许多粗骨料的表面干燥，没有被很好地包裹。

（a）振动搅拌水稳碎石

（b）双拌缸水稳碎石

图 12 水稳碎石出料效果

7d 取芯的试验结果如表 3 所示。可知，振动搅拌变异系数较双拌缸减小了 58.4%，强度代表值提高了 51.2%，表明水稳材料的宏观和微观均匀性都有大幅度的提高。

传统搅拌技术从物料的运动方式来看，有周向、轴向和径向三种方式，但从搅拌理论来看，这三种运动都属于对流运动，而一个真正完善的搅拌过程必须加以扩散运动，而振动搅拌通过轴振动释放激振力的方式很好地弥补了传统搅拌方式缺乏扩散运动的缺陷 [8]。

双拌缸搅拌是《新细则》推荐的拌和工艺，目的就是延长拌和时间，提高拌和均匀性，但实体工程应用情况来看，在不改变搅拌机理的情况下，双拌缸的搅拌效果很难有大的改善。

表 3 取芯试验结果

搅拌工艺	强度平均值 (MPa)	强度代表值 (MPa)	变异系数 (%)
振动搅拌	7.3	6.5	6.9
双拌缸搅拌	5.9	4.3	16.6

3 四川阆中水泥稳定砾石基层

该项目国道 212 线阆中境内界牌垭至孙家垭段大修工程，全长 4.6km，基层施工时间为 2015 年 11 月。矿料级配设计参照《新细则》推荐 C-B-1 级配范围，配合比设计如表 4。

表 4 四川阆中水稳砾石基层配合比设计

各档矿料粒径比例（%）				水泥含量（%）
19~26.5mm	9.5~19mm	4.75~9.5mm	砂	
34	20	14	32	3.5

水泥采用海螺 P.C32.5，细集料为本地产机制砂，细度模数 2.79。阆中当地的石料基本上都是嘉陵江的河卵石，本身石料品质不高。阆中市当地公路部门按照以往施工经验，水泥用量原本设计为 5.5%，采用振动搅拌技术进行室内配合比设计后，将水泥用量降低到 3.5%。养生七天后，取芯完整（图 13），室内试件强度 7.4MPa，现场芯样强度 8.4MPa。

图 13 阆中水稳基层现场芯样

4 甘肃白明高速水泥稳定碎石底基层宽幅大厚度摊铺

近年来，随着筑路机械水平的提高，宽幅大厚度摊铺施工工艺成为热点。原先的两层摊铺工艺存在着层间分离，工期较长等问题，而全厚式一次成型工艺能够彻底解决这些问题。但宽幅大厚度摊铺也存在离析和压实困难这两个突出问题，而振动搅拌技术对解决这两个问题都有很好的技术支撑。

该项目是京新高速甘肃境内白疙瘩至明水段，底基层设计厚度为 32cm，于 2016 年 4 月进行了底基层铺筑（图 14），工地试验结果如表 5 所示。

图 14 白明项目宽幅大厚度摊铺施工

图 15 白明项目现场取芯情况

表 5 白明项目强度数据

桩号	强度平均值 (MPa)	变异系数 (%)	强度代表值 (MPa)	强度设计值 (MPa)
K1920+290 ~ K1920+630 左幅	4.2	7.9	3.7	3.5
K1934+990 ~ K1935+400 右幅	4.4	6.7	3.9	3.5

水泥采用 P.O42.5，剂量为 3.8%。工地试验室强度数据来看，强度值完全能够满足设计要求。现场施工中，未出现材料离析，养生 7 天后，现场取芯完整（图 15），未出现断根现象。

结论

振动搅拌技术在搅拌理论上具有重大创新，提出了完善的搅拌过程应该是对流运动必须配合扩散运动的搅拌新理念。搅拌机械方面，通过轴振动释放激振力，打碎水泥颗粒的团聚，使得水泥水化更加充分，混合料宏观和微观上的均匀度都得到提高。

半刚性基层路面在我国的应用已有半个多世纪的历史，从最初的石灰和二灰稳定材料到现在普遍使用的水泥稳定碎石，半刚性基层的质量也在不断提高。但目前基层早期损害问题仍然大量存在，尤其是开裂问题一直是行业痛点。基层的铺筑是一个原材料选择、配合比设计、混合料拌和、摊铺碾压和养生的系统工程，每个环节都需要保证质量 [9]。振动搅拌技术的出现很好地提高了混合料拌和的均匀性，保证了拌和阶段的工程质量。笔者认为，随着大粒径骨架密实型水泥稳定碎石和大厚度摊铺工艺的逐渐推广，亟待需要振动搅拌技术提供拌和环节的技术支持。同时，振动搅拌技术在水泥混凝土、沥青混合料等人工复合材料搅拌工艺的应用前景也十分广泛，这需要相关的工程人员不断研究和优化。

参考文献

[1] 张良奇，孔鲜宁，冯忠绪 . 水泥稳定碎石振动搅拌装置的研制及工业试验 [J]. 广西大学学报（自然科学版），2015（5）:1155-1161

[2] 中华人民共和国交通部，JTG/T F20-2015. 公路路面基层施工技术细则 [S]，北京：人民交通出版社，2015

[3] 余艳 . 混凝土振动搅拌机理的研究 [D]. 西安：长安大学，2009

[4] 冯忠绪 . 搅拌理论与设备的研究进展 [J]. 工程机械，2014，45(5): 1-7

[5] 张良奇，冯忠绪，赵利军 .1m3 双卧轴混凝土振动搅拌装置的试验研究 [J]. 广西大学学报：自然科学版，2013,38(2): 250-255

[6] 赵利军，张磊，冯忠绪等 . 混凝土振动搅拌的合理振动参数 [J]. 混凝土，2009, (12): 126 ~ 128

[7] 余艳 . 混凝土振动搅拌机理的研究 [D]. 西安：长安大学，2009

[8] 赵利军，杜占领，冯忠绪 . 新型振动搅拌装置的试验研究 [J]. 中国公路学报，2005, 18(2): 120-122

[9] 沙爱民 . 半刚性基层的材料特性 [J]. 中国公路学报，2008, 21(1): 1-5

试验检测是对公路工程施工质量实施有效控制的重要手段，它直接影响着工程质量的优劣。一项工程如果没有科学的试验检测数据，就无法对其工程质量作出真实评价和验收。河南万里路桥集团试验检测有限公司提供各种公路工程试验检测与评价服务，拥有一支业务素质过硬、态度严谨、团结协作的试验检测工程师团队。

为公路“体检”的
试验检测工程师

WEI GONG LU TI JIAN DE SHI YAN JIAN CE GONG CHENG SHI

一个新建公路项目，万里路桥试验检测的工程师团队到现场作试验检测。大家一行 8 人迅速完成工作分工，分头开展各项检测采集任务。

专业检测车上，郭晓丹和刘智旭用激光检测仪器对路面平整度进行数据采集。

侯小娜、张珊珊用摆式仪检测路面摩擦系数。

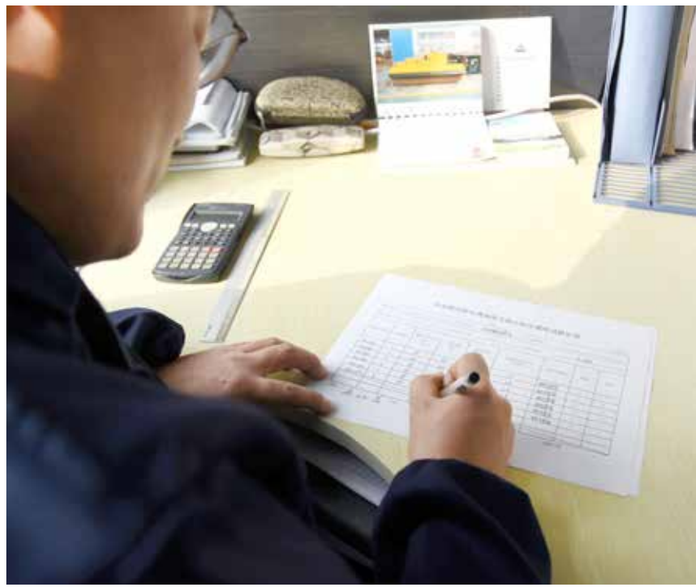
刘智旭用沥青路面渗水试验仪，测定路面渗水系数。

现场采集的芯样，郑远东要为每一个样本做清标记。

完成外检任务，郑远东、张珊珊带着取芯样本回到公司，对芯样压实度、抗压强度等指标进行室内试验检测。

卡尺测量后，对水泥稳定碎石芯样进行切割。

使用万能材料试验机，对采集的芯样作抗压强度试验。



完成系列室内检测试验，检测室主任郑远东认真填写试验记录。

用水中重法对芯样进行密度检测，以确定沥青路面压实度。

业务室是公司对外开展试验检测服务的窗口，门口显要位置悬挂着各种证照。

在业务室，刘志红接待前来取检测报告的客户。

每一份检测报告，都在用科学的数据为工程质量保驾护航，见证着试验检测人的神圣使命。

一直在路上 7部优秀的公路电影

典型的公路片产生在美国。美国号称是“装在汽车轮子上的国家”，美国人对于汽车的感情就像中国人对于自行车一样深厚。也许是因为电影来源于生活，那些蜿蜒的公路、星罗棋布的汽车旅馆和在公路上奔走的形形色色的人自然而然地成为了美国电影演绎故事的舞台。

公路片诞生之初，多半是由当时好莱坞的青年导演执导，以反映青年人失落、孤独、愤懑和反叛的生活方式为主题。其主人公们多驾驶着各色汽车，怀着破碎的梦，疾驰在穷乡僻壤上。

◎ 逍遥骑士

比利（丹尼斯•霍珀 Dennis Hopper 饰）和怀特（彼得•方达 Peter Fonda 饰）用一次毒品交易的钱骑着他们的机车上路了，他们的目的地，是新奥尔良的狂欢节。在路上，他们经过了离群索居的波西米亚人群落，短暂逗留的数天里目睹了他们自由放浪但也贫穷困苦的生活。在德克萨斯州，他们仅因为行为举止诡异就被警察关进了监狱，在那里，他们遇见了律师汉森（杰克•尼科尔森 Jack Nicholson 饰），汉森帮助他们逃离了牢狱之灾，他们怂恿汉森同他们一起上路。抵挡不住内心的骚动，汉森同意了。三人来到一个保守的小镇，在那里受尽了居民的白眼。不受欢迎的三人只得露宿荒野，夜里，当地的居民乔装袭击了他们，汉森被打死。比利和怀特虽然震惊，但这一切都没能阻止他们前进的脚步。到达目的地的两人并没有感到喜悦，有的只是无尽的空虚，沮丧的两人打道回府，但令人意外的是，一个卡车司机和他的双杆猎枪使得他们的行程截然而止。

这是影史上最伟大的公路电影，也是为数众多的公路电影的鼻祖。

◎ 完美的世界

单亲孩子菲利普·佩里（T·J·劳瑟 T.J. Lowther 饰）的母亲对他管教甚严，8岁的小菲利普甚至从未参加过一次鬼节讨糖果的游戏。附近州监狱的两名罪犯越狱成功，劫持了菲利普作为人质，向德州边界逃窜。途中，罪犯之一的布奇（凯文·科斯特纳 Kevin Costner 饰）干掉了鲁莽愚蠢的同伙，却对小菲利普照顾有佳。与此同时，德州警探瑞德（克林特·伊斯特伍德 Clint Eastwood 饰）带着手下和州长特派的犯罪专家萨利（劳拉·邓恩 Laura Dern 饰）一同火速追捕布奇。双方在德克萨斯州境内展开了一场公路赛大竞技；而小菲利普也经历了很多从未想过过的刺激与快乐，并与布奇产生了一种近似父子的不寻常感情……

◎ 心花路放

二手音响商耿浩（黄渤 饰）婚姻失败，他想用锤子爆小三（李晨 饰）的头，却迟迟没有勇气，幸亏在剧组做制片的兄弟郝义（徐峥 饰）及时发现自暴自弃的耿浩，他决定带着耿浩开启一段“治愈之旅”。于是一对好基友带着一只狗上路，邂逅三千公里的“桃花”。“阿凡达女郎”（陶慧 饰）、“杀马特”周丽娟（周冬雨 饰）、“白富美”（张俪 饰），各式各样的女人接连登场，耿浩一路艳遇一路疗伤。时光倒转，5年前的此时，大龄文艺女青年（袁泉 饰）因为听了一首流浪歌手耿浩的歌，毅然前往大理……在经历一连串奇葩遭遇之后，大家都放下了心里的“阴影”，找到了通向幸福的道路。

◎ 后会无期

故事开始于虚构的中国最东边的小岛“东极岛”，智力低下的青年胡生（高华阳 饰）讲述了关于他的两个哥们儿——马浩汉（冯绍峰 饰）和江河（陈柏霖 饰）的故事。浩汉在外闯荡多年后回到故乡，却发现全岛面临着拆迁问题，而他最好的朋友，岛上唯一的老师江河也将被调到更为偏远的地区。于是 浩汉做出了一个决定，那就是开车送江河去三千多公里外的学校报到。兄弟三人踏上了前所未有的旅程，途中他们见了当临时演员的童年玩伴周沫（陈乔恩 饰），误入歧途的苏米（王珞丹 饰），还有浩汉心仪多年从未见面的笔友刘莺莺（袁泉 饰），以及不羁的摩托车手阿吕（钟汉良 饰）。看似平常的旅程却暗藏伏笔，浩汉和江河最终走到了终点，开始了截然不同的人生轨迹。

本片是著名作家兼赛车手韩寒的电影导演处女作。

◎ 无人区

小有名气但利欲熏心的律师潘肖（徐峥 饰），凭借扎实的法律知识和巧舌如簧的庭辩技巧，成功帮盗捕国家珍禽阿拉泰隼并残忍杀害一名警察的西北盗猎团伙老大（多布杰 饰）洗脱罪名。老大承诺十天后付清余款，潘肖则要求对方用一辆红色轿车抵押。在此之后，他驾驶着新车踏上从西北荒漠返回大都会的路程。谁知路上险情不断，先是和一对开卡车拉茅草的哥俩（王双宝 & 巴多 饰）发生摩擦，导致人伤车损，接着又不慎撞飞一个似乎拦车求助的男子（黄渤 饰）。自知摊上人命的潘肖辗转来到一家专事不法勾当的黑店，并在此结识了受困于此的妓女（余男 饰）。与此同时，盗猎老大尾随其后，似乎另有凶险计划。

此时潘肖还没真正意识到，他前方是怎样一条充满凶险的旅途……

◎ 落叶归根

老赵（赵本山饰）是个五十多岁的农民，他南下深圳打工，因好友老刘死了，不得不走上背对方尸体回家安葬之旅。他先把老刘伪装成醉鬼，混上长途车，却不幸在途中遇上劫匪（郭德纲等饰）。救了一车人钱财的他反而给乘客赶下了车。

老赵只好在路上拦车，晚上住店，钱却被偷。他到别人（午马饰）的葬礼哭丧，混得饭吃……一路上，老赵遇到形形色色的中国人。目标在望之际，他累晕了，在医院中苏醒后，警察告诉他，要按规定把尸体火化。

老赵带着老刘的骨灰回到他的家乡，那儿却已经拆迁了。门板上，写着老刘的儿子的留言。

◎ 朝圣之路

影片导演艾米利奥·艾斯特维兹是本片主演马丁·辛的大儿子，这是这对父子在影视剧里的第七次合作。

美国医生汤姆（马丁·辛 Martin Sheen 饰）在儿子丹尼尔（艾米利奥·艾斯特维兹 Emilio Estevez 饰）不幸在法国遇难之后，动身前往法国取回儿子的遗体和遗物。丹尼尔死在了比利牛斯山，在去往圣地亚哥德孔波斯特拉大教堂的朝圣之路上，他遇到了暴风雨，然后就这么平静地离开了人世。这条通往教堂的路，又被叫做“圣雅各之路”（Way of St. James）。

最初，汤姆的目的只是取回丹尼尔的遗体，但是在到达了法国之后，汤姆却决定要重新将丹尼尔已经走过的和没有走完的路重新走一遍，以更好地体会儿子的生活、更好地理解自己的孩子。在重走圣雅各之路的过程中，汤姆遇见了三个从不同国家来到这里的“徒步旅行者”，他们都在寻找着生命力更大的意义，并希望通过徒步重新在世俗的世界里得到心灵的慰藉。

春节：养生好时节

CHUN JIE YANG SHENG HAO SHI JIE

春节是指汉字文化圈传统上的农历新年，俗称“年节”，传统名称为新年、大年、新岁，但口头上又称之为度岁、庆新岁、过年，是中华民族最隆重的传统佳节。

春节时令 代表春季的开始

在现代，人们把春节定于农历正月初一，但一般至少要到正月十五，才算结束。而在民间，传统意义上的春节是指从腊月二十三或二十四的“小年”（祭灶节）始，一直到正月十九。春节时令代表了春季的开始，涵括立春、雨水 2 个节气。2016 年农历丙申年春节前 4 天为立春节气、正月十二为雨水节气。

立春为春季之始，时间点在每年公历 2 月 3 日 -5 日（农历正月初一前后），太阳到达黄经 315 度时。立春期间，气温、日照、降雨，开始趋于上升、增多。但这一切对全国大多数地方来说仅仅是春天的前奏，春天的序幕还没有真正地拉开；雨水，是我国二十四节气中的第 2 个节气，时间点为每年的公历 2 月 18 日 -20 日（正月十五前后），太阳黄经达 330 度时。此时，气温回升、冰雪融化、降水增多，故取名为雨水。雨水节气时段一般从公历 2 月 18 日或 19 日开始，到 3 月 4 日或 5 日结束，万物萌动、春意渐浓。

春节至 正是养生好时节

春季自然界阳气开始升发，但是天气变化最为反复无常，人们易出现种种不适症状。因此，春天也是“百草发芽，百病发作”的季节，应该注意营养养生。

养“肝”为先 中医学中的“肝”比西医学中肝脏的功能更广，是人体五脏六腑之中重要的一脏，具有调节气血，帮助脾胃消化食物、吸收营养的功能以及调畅情志、疏理气机的作用。因此，春季养肝得法，将带来整年的健康安泰。春季养肝应多吃些温补阳气的食物，如：葱、姜、大蒜、韭菜、香菜、芥末、花生等。这些食物都带有香气，都可促进阳气生发，适应春天的自然规律。此外，饮食中应少吃性寒食品，如：黄瓜、茭白、莲藕等，以免阻止阳气生发。

增甘少酸 《千金方》载，春季饮食宜“省酸增甘，以养脾气”。中医认为，脾胃是后天之本，人体气血化生之源，脾胃之气健壮，人可延年益寿。而春天是肝旺之时，多食酸性食物会使肝火偏亢，损伤脾胃。因此，春季宜吃甜品食物，以健脾胃之气。如大枣，性味平和，可以滋养血脉，强健脾胃，既可生吃，亦可做枣粥、枣糕，以及枣米饭；山药也是春季饮食佳品，有健脾益气、滋肺养阴、补肾固精的作用，可做拔丝山药、山药豆沙包、山药冰糖葫芦等。同时，可多吃一些性味甘平，且富含蛋白质、维生素和矿物质的食物，如瘦肉、禽蛋、牛奶、蜂蜜、豆制品、新鲜蔬菜、水果等，有利于发寒散邪，扶助阳气。

健脾祛湿 随着雨水节气的到来，润物的春雨会慢慢增多，但若雨水过多或人体机能较差时会导致人体“湿气过盛”，易出现食欲不振、消化不良、腹泻等症状。此时养生首重“健脾祛湿”，建议食用苡仁芡实莲子粥。苡仁含有丰富的营养物质，可促进新陈代谢和减少胃肠负担的作用，并有利水渗湿、健脾、除痹、清热排脓之功效；在此基础上加入健脾益肾的芡实和莲子等即成芡实莲子苡仁汤，即祛湿健脾益肾兼具。

早睡早起 春季晚上不要睡得太迟，早上要早起，养成早睡早起的习惯，以适应自然界的生发之气。老年人晚间睡眠质量一般不高，宜安排一定时间的午睡。

“动”为养阳 春天，万木吐翠，空气清新，正是采纳自然之气养阳的好时机，而“动”为养阳最重要一环。做一些运动，如散步、慢跑、钓鱼、赏花、做操、打球、练气功、打太极拳或到近郊、风景区去春游等。春暖花开之际，一天紧张繁忙工作之后，到街头巷尾走一走，可以很快消除疲劳。散步要不拘形式，因人而异，同时也应注意：初春时晨练不要太早，强度较大的运动前要做好准备活动，运动后脱穿衣服要预防感冒，不宜在饭后立即运动，老年人不宜空腹运动，运动时衣着要宽松，运动强度应根据自身情况决定。

注意“春捂” 春季乍暖还寒，气候多变，要保暖防寒，不使阳气受遏。“春捂秋冻”就是顺应气候的养生保健经验。因为春季气候变化无常，忽冷忽热，加上人们穿着冬衣捂了一冬，代谢功能较弱，不能迅速调节体温。春天尽管天气转暖，但是气温变化大，尤其是早晚与中午的温差还相当大。如果衣着单薄，稍有疏忽就易感染疾病，危及健康。患有高血压、心脏病的中老年人，更应注意防寒保暖，以预防中风、心肌梗塞等病的发生。春天气候变化较大，加之人体皮肤已开始变得疏松，故穿着上的要求是：一方面要宽松舒展，另一方面又要柔软保暖，并且还要做到衣服不可顿减。衣服宜渐减，衣着宜“下厚上薄”，体质虚弱的人要特别注意背部保暖，衣着的颜色宜偏淡色。

调理情志 五行学说中，肝属木，与春相应，在志为怒，喜畅达疏泄而恶抑郁。所以，养肝首要一条是调理情志，保持乐观开朗的情绪。

在人事繁杂的节假日，人们会由于过于忙碌而应接不暇，三餐不继，晨昏颠倒，如若能分出一点精力和时间来兼顾这些则会避免很多麻烦。

寻觅冷门古镇 乐享静谧假期

XUN MI LENG MEN GU ZHEN LE XIANG JING MI JIA QI

去古镇，最想感受的是那份古朴与安静，可是现在有太多的古镇被商业侵袭……以下 10 个中国美丽的古镇，因为相对冷门，还保持着那份质朴和静谧，让我们趁假期去体验一下吧！

龚滩古镇

龚滩古镇坐落于乌江与阿蓬江交汇处的乌江东岸（资料、团购、论坛），是一座具有 1700 多年历史的古镇。

串联全镇的青石板街，青幽如玉；街边林立着古香古色、临崖高挑的木制吊楼；被赋予了美丽传奇的锦楼、织女楼、鸳鸯楼，又为小镇添了一笔神秘色彩；还有夏家院子、董家祠堂、巨人梯、鲤鱼跳龙门、永定成规等景点值得一游。龚滩古镇是访古、猎奇、探险的理想景区。

必游：童家祠堂、土家吊脚楼、织女楼

地址：重庆市酉阳土家族苗族自治县西部

最佳旅行时间：春秋最佳

查济古镇

查济位于安徽，是中国现存最大的古民居群之一，古镇原有 108 座桥梁，100 座祠堂、108 座庙宇，现尚有古代建筑 140 余处。它破败颓废的沧桑之美，能让人看见中国乡村时代辉煌的历史。在查济，除了居住需要外的民居之外，现存的遗迹主要是祠堂和牌坊，它们都深深地打上了氏族时代里彰显孝道和祖先崇拜的烙印。

在查济，素有“奇葩三雕，交相辉映”之说。三雕就是用在建筑上的木雕、砖雕和石雕。在查济，处处散落着三雕的身影，或优雅，或雄浑，或繁复，姿态各异，美轮美奂。

必游：查济古建筑群、查济景区、一树山

地址：安徽省宣城市泾县厚岸乡　最佳旅游时间：四季皆宜，春秋最佳

如果仅仅一个地名也能给人一种隔世的味道，那么廿八都就是。廿八都地居浙江省衢州市仙霞岭高山深谷之中，三省边界的地理位置和历史上的频繁战争、屯兵、移民，使廿八都成为“方言王国”和名副其实的“百姓古镇”，镇上有 9 种方言和 130 余种姓氏。

长条形布局的城镇，古建筑风貌依旧。枫溪水自北向南穿镇而过，民居依山傍水，缘溪而建。青山绿水间，黛瓦青墙、保存完整的古建筑群错落有致，至今仍保留着 19 世纪的风貌。镇区有许多保存完好的明清古建筑，属省级历史文化保护区。

必游：姜遇鸿旧居、戴笠老宅、文昌阁

地址：浙江省衢州市江山市　**最佳旅游时间：**全年皆宜，夏秋最佳

如果在一个小镇之上，拥有 3 公里长骑楼街道，约 600 座房子，当年那又该是何等的繁荣！这个小镇，就是江门开平的赤坎古镇。自王家卫的电影《一代宗师》播出后，赤坎古镇开始进入大众的视野，这里很热闹，沿河的街道，俨然一个热闹的小集市。

赤坎境内保留有大量的华侨建筑，中西合璧，仅碉楼就有 200 多座，尤其是具有 400 年历史的迎龙楼、抗日旧址南楼、远近闻名的关族和司徒氏图书馆、堤西路的骑楼建筑群更是侨乡一绝，被省政府定为文物保护单位。

必游：马降龙碉楼群、赤坎骑楼、欧陆风情街、开平赤坎影视城

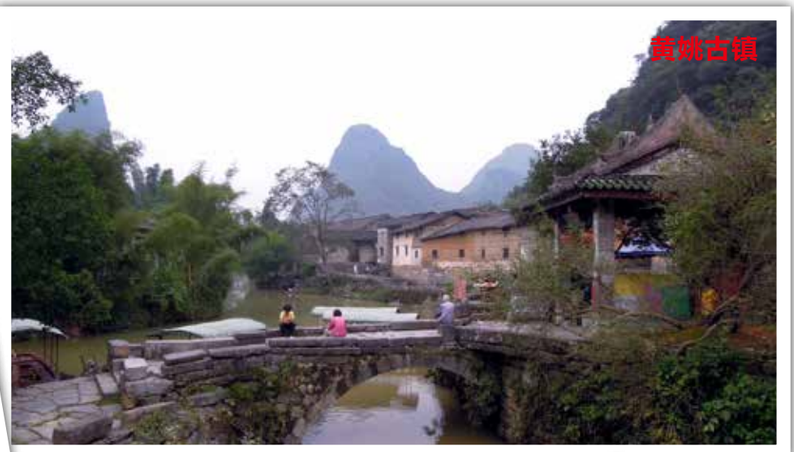
地址：广东省珠江三角洲开平市中部　**最佳旅行时间：**四季皆宜，夏季最佳

同里是一场梦，一场青葱的梦。无数急的、慢的脚步蹭亮的只是坚硬的石板路，却惊不了千年的梦。不用凝视，只需一瞥，那一瞥便了尽尘世缘……

苏州城和同里镇，坐车只有半个小时的路程。可是，繁华的城市和通幽的小镇，却有着遥不可及的距离。很多时候，距离，不是用路程来丈量，而是用心去经历。

所以，当你决定去漂泊的时候，你不用一个人背上包去天涯海角，只需来到同里，这个有“东方小威尼斯”之称，“小桥，流水，人家”般诗情画意的江南古镇。

必游：退思园、三桥景区、珍珠塔
地址：江苏省苏州市吴江区
最佳旅行时间：春夏季



黄姚古镇如同一本千年的诗集，被人遗忘在图书馆僻静的书架上，当人们不经意地走过，翻开这美丽的篇章，古朴而优雅的格调（资料、团购、论坛）立即征服了人的心。见惯了江南的烟雨古镇，对这颗遗落在外的明珠，既怕惊扰，又不忍错过。

与丽江、凤凰等诸多人声鼎沸的古镇相比，黄姚养在深闺人未识，因交通尚不便利，宣传力度不大，恰使这座古朴小镇的人文和风情免受污染。全镇方圆 3.6 平方公里，为典型的喀斯特地貌。镇内山水岩洞多，亭台楼阁多，寺观多，祠堂多，古树多，楹联匾额多。镇内的建筑按九宫八卦阵势布局，与周围环境形成一体，是一个天然的山水园林古镇。

必游：带龙桥、石板街、龙爪榕
地址：广西省贺州昭平县东北部 **最佳旅行时间：**9 月下旬至 11 月上旬

前童古镇，从南宋到明清，它完好地保留着旧时江南的最后一缕呼吸。推开木门，光阴自明砖清瓦间倾泻而出，带着穿梭千年的古老故事，徐徐入梦来。

古韵浓重乡村画前童古镇，是一座不凡的江南明清时期的民居原版，是一幅古韵浓重、活色生香的乡村画，一段美轮美奂的江南丝竹调。前童古镇是个典型的浙东风格古镇，却与常见的江南水乡建筑风格全然不同。走进那里“家家有雕梁，户户有活水”，八卦水系，流水哗哗，碧水幽幽，流遍家家户户，不似水乡，胜似水乡，是欣赏浙东民俗文化的好去处。

必游：南溪温泉、双虹落彩、摩崖石刻
地址：浙江省宁波市宁海县境内
最佳旅行时间：四季皆宜

培田古镇有着八百多年的历史，中心是一条千米长的古街，贯穿全村，旁列古祠、民居、商铺，是培田的主要商业集市，有着“民间故宫”之美誉。

培田保存着 30 幢大宅、21 座祠堂、6 处书院、1 条千米古街、2 座跨街牌坊、4 处庵庙道观，组成一个连片成群、规模宏大、布局讲究、设计精美的古民居建筑群村落。曲折古街，巷道，互为连通，把错落的明清古建筑有机连为一体，这便是“客家祖地”闽西山区连城一个古老的客家山村——培田。

必游：恩荣牌坊、龙门枋、高堂华屋
地址：福建省龙岩市连城县
最佳旅游时间：四季皆宜

我想跟你去山下人迹稀少的小镇生活。清晨爬到高山颠顶，下午去集市买蔬菜水果。午后读一本书。晚上在杏花树下喝酒，聊天，直到月色和露水清凉。在梦中，行至岩凤尾蕨茂盛的空空山谷，鸟声清脆，树上种子崩裂，一起在树下疲累而眠……醒来时，我尚年少，你未老。这个小镇，定是古堰画乡。

这里有古街、古亭、古埠头……瓯江清澈，青瓷古窑址、大大小小的古村落和古樟树群。古堰堰头村和画乡大港头村隔江相望，景区之间有游船想通。而在大港头老街，画廊是老街的灵魂，有一大批来自五湖四海的店主们选择在这里进行绘画创作，来到古堰画乡，一定能满足你所有的文艺梦。

必游：古通济堰、大港头老街、堰头村
地址：浙江丽水莲都区大港头镇
最佳旅行时间：夏季、秋季

养在闺蜜人未识相比那些远近闻名的江南水乡，德清的新市古镇多了一份不被打扰的安详和宁静。这里没有拥挤的人潮，也没有繁华的商店，有的是浓厚的生活气息和深宅老巷子中等待被倾听的故事。

这儿还孕育了许许多多神奇的故事，这些有趣的传说为古镇蒙上了神秘的色彩。张一品羊肉和茶糕享誉内外，清晨的古镇往往洋溢着美食的味道。新市的街道与街道之中，现有 36 条弄堂贯穿，每条巷弄都有一个古老的故事，

电影《林家铺子》、《蚕花姑娘》中都留下了新市古弄和古桥的画面，一派水乡的原汁风味。

必游：明清宅居群、觉海寺、古桥梁
地址：浙江省湖州市德清县新古镇新北路
最佳旅行时间：春天、夏天

中山古镇俗称三合场，又名龙洞场，地处江津市南部山区，古镇背山临水，场镇建筑靠水而建，由龙洞、荒中坝、高升桥三条小街连接而成。以前，三合场曾是繁华的水码头，为渝川黔山区的商品集散地，目前尚存的南宋题刻共 82 字，记叙李脊用、鱼子仙等泛舟游览一事，境内还有汉代古墓葬枇杷岩墓群。

中山古镇旅游需要细细品赏，大概需要 2–3 天，期间住宿中山古镇临河吊脚楼客栈，是不错的选择。中山古镇客栈大都沿笋溪河而建，为穿斗式木质吊脚楼，推窗即有山色入怀。古镇保存着许多历史人文景观，如七百米古街、迎恩门古城墙、武侯祠、东平王庙、相公塔、永安桥、朱德旧居等，还拥有十里翠竹、龙岩雨霁、聚仙岩等秀美、奇异的自然景观。

必游：迎恩门古城墙、东平王庙、七百米古街
地址：广东省中山市市辖区
最佳旅行时间：春秋最佳

路在脚下

LU ZAI JIAO XIA

闲暇之余，独自站立在高速公路建设工地，看着来回穿梭一路汽笛长鸣的车辆，不由将我的思绪也引向了远方，与宽阔平坦的高速公路一路前行。

不知不觉，我已经参加工作近二十载了。可以说我是一直伴随着交通而成长的，父亲是老交通人暂且不提，单就我走出校门参加工作以来，所从事的职业一直与交通有关，先后干过公路养护、公路施工、高路建设、公路行政管理等工作，眼下又步入了高速公路收费运营管理这个崭新的行当，依然与交通行业血肉相连。有时候静下心时，掬一捧交通蓬勃发展的岁月，仔细聆听流年的足音。你会听到一阵阵勤政拼搏、开拓进取的鼓点；你会听到一首首廉洁自律、无私奉献的赞歌。没有动人的诗篇，更没有豪言壮语，只见天天勤学善思、务实敬业的身影，只见人人神采奕奕、精神抖擞。如果说我们交通行业是一条不断上升的坐标曲线，那么我们高速公路收费站的二十几位俊彦就是这曲线上一个小小跳跃的“点”，正是有了这么多千姿百态的“点”才构成了荆楚交通这幅绚丽的画卷。

入职交通行业近二十载，为了理想信念而奔波不止，恰如一叶远航的小舟，颠簸于风里浪中，似乎没有回旋的闲暇让你做过多的思考，更不允许你慢条斯理地去静静体味人生。今天，我的工作虽然几经转换，但仍然没有脱离交通这个大家庭。进入高速公路收费站这个令人陌生的职业，虽然有过内心的忐忑不安，但是静下心来冷静思考，只要目标确定，一路虚心好学、不懂就问，“门外汉”也能变成“座上宾”，求知、上进、赶超已经成为习惯，脚下的路依旧平坦如故。孟子曾说过：“故天将降大任于斯人也，必先苦其心志，劳其筋骨，饿其体肤，空乏其身，行拂乱其所为，所以动心忍性，曾益其所不能。”讲的就是忧愁患害可以使人生存，而安逸享乐使人萎靡死亡的道理。

一年又一年的光阴，稍纵即逝，岁月真的并没有多少空白可以让我们任意挥霍。人生正如逆水行舟，不进则退，正确的思路决定正确的道路。一年的时光既是幸福的也是快乐的，一年的时光既是压力也是挑战，一年的时光既是责任也是担当……。我们要做的唯有找准自己人生的坐标，找到属于自己的轨迹，珍惜生命，珍惜时间，珍惜岗位，用心去取长补短，用心去爱岗敬业，用心去开拓进取，永葆一颗年轻的奋进的心，承担起历史赋予我们的重任。

路有着它的执著，它的追求，也有着它的性格，它的情感。这些道路承载着从过往而来的记忆，它们象征着我们对生命的敬畏，对家庭的和睦，对工作的认知，对社会的担当，对未来的憧憬。路，也只有你走过之后，才知道路程是否艰辛，沿途的风景是否靓丽。

希望永远在路上，路永远在我们脚下，所以请你勇敢上路，在新的起点再一次扬帆起航！

作者：金伟忠（湖北十房高速公路土城收费站）

路太®机械
LUTAI JIXIE
国内领先的道路机械化养护解决方案提供商
LUTAI
精/益/制/造 精/心/服/务

匠心所致 未来已来

依托院士工作站、博士后科研工作站、省级道路养护工程技术中心

- 为省（市）公路局机械化养护中心建设提供设备配置成套方案
- 提供产品定向研发
- 联合建设机械化养护中心样板
- 联合申报科技创新项目，专利共享
- 联合制定公路养护作业工法、规范规程、地方标准
- 提供设备集中采购融资租赁方案
- 免费赠送养护设备调度管理系统

官方微信二维码

河南路太养路机械股份有限公司
HENAN LUTAI ROAD MAINTENANCE MACHINERY CO.,LTD
HTTP://WWW.LTYH.CN
TEL:400-168-6687