

共振碎石化技术在 S248 路面改善工程的应用

李义东

(太湖县公路管理服务中心 安徽安庆 246400)

关键词: 共振碎石化; 砼路面改善; 施工技术应用

引言

20 世纪 80 年代, 共振碎石化技术起源于美国, 使用至今已 40 多年。2006 年引入我国, 至今也已经 16 余年, 累积应用面积超过 2000 万 m², 足以证明该技术的成功性。所以现在越来越多的项目选择使用共振碎石化, 但在我们地区第一次使用, 本省也是第二次使用该项目技术, 从其他地区使用总结来看, 共振碎石化起到节约资源、节省投资、节约工期且工程质量满足要求, 现就 S248 路面改善工程中应用进行浅析与交流探讨。

S248 是国省道干线公路网中的重要组成部分, 起点位于太湖北中镇与湖北交界, 终点位于宿松县复兴镇, 本次设计路段为刘畈乡至天华镇段, 起讫桩号为 K54+000 ~ K82+534, 项目全长 28.534km。

从上表可知, K54+000-K58+000 段路面现状好, PCI 及 DBL 评定均为优; K58+000-K72+000 段路面现状一般, PCI 评定等级为良和中, DBL 评定等级基本为良和中, 少数路段为次; K72+000-K82+534 段路面破碎严重, 病害较多, PCI 评定等级为中

和次, DBL 评定等级为次和差。

山区三级公路。设计时速 40 公里/h。

目前设计路段为水泥混凝土路面, 该公路原为农村公路, 2003 年修建 5 米宽水泥混凝土路面, 2015 年每边加宽 1 米。7 米宽水泥混凝土路面 4 块板 3 条缝, 该段路面总体状况较差, 存在露骨、破碎板、板角断裂、坑槽等病害, 且部分路段受雨水影响存在水毁灾害, 如不及时整治, 病害的进一步发展将对路面结构的稳定形成隐患, 为遏制路面病害的发展, 保证行车安全性及舒适性, 本次设计将对路面采取修复养护措施, 恢复路面功能。

一、老路检测汇总结果分析

a、各路段 PCI 及 DBL 如下表所示:

序号	桩号	PCI (平均值)	DBL (平均值)
1	K54+000-K58+000	92.41	0%
2	K58+000-K72+000	71.49	7.5%
3	K72+000-K82+534	54.22	30.7%

评定结论

本次设计参照《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40-2011、《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1-2001)》养护对策, 结合各路段评定等级确定各路段养护对策如下:

序号	桩号	养护措施
1	K54+000-K64+000	对路面病害进行修复,
2	K64+000-K82+534	对原有水泥砼路面进行共振碎石化处理作为新结构层基层, 结构层自上而下分别为: 5cmAC-16C 中粒式沥青砼上面层(0.35%PR 抗车辙剂)+粘层+8cmAC-25C 粗粒式沥青砼下面层+AC-25C 粗粒式沥青砼路拱横坡调平层+下封层+透层+23cm 水泥砼路面碎石化层。

二、设计方案比较

方案	路面结构	
方案 1	对原有水泥砼路面进行共振碎石化处理作为新路面结构层基层, 结构层自上而下分别为: 5cmAC-16C 中粒式沥青砼上面层(0.35%PR 抗车辙剂)+粘层+8cmAC-25C 粗粒式沥青砼下面层+AC-25C 粗粒式沥青砼路拱横坡调平层+下封层+透层+23cm 水泥砼路面碎石化层。	路面加高 13 厘米, 对路边房屋影响较小; 路面机械化施工快捷, 环保, 安全, 工期短; 每公里造价 140 万元。
方案 2	对原有水泥砼路面进行碎石化处理作为新结构层底基层, 结构层自上而下分别为: 4cmAC-13C 中粒式沥青砼上面层(0.35%PR 抗车辙剂)+粘层+6cmAC-20C 粗粒式沥青砼下面层+20 水泥稳定碎石基层+23cm 水泥砼路面碎石化层。	路面加高 30 厘米, 对路边房屋影响较大; 路面机械化施工快捷, 环保, 安全, 工期较长。每公里造价 161 万元。

方案3	挖出原有水泥砼路面，新建路面结构，结构层自而上分别为：4cmAC-13C 中粒式沥青砼上面层(0.35%PR 抗车辙剂)+6cmAC-20C 粗粒式沥青砼下面层+20 水泥稳定碎石基层。	路面加高 10 厘米，对路边房屋影响较小；路面施工程度低，工期最长。对环境影响大，不环保，安全性差。每公里造价 161 万元。
-----	---	---

经过路面结构方案比较，最终采用方案一。

三、碎石化路段路面结构计算

1、原路面技术状况与交通荷载参数

(1)共振碎石化加铺方案适宜性评价

K64+000-K82+534 段断板率为 14.6%~41.3%，断板率均大于 5%且小于 80%；脱空率为 5%~10%，均小于 10%，根据《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》相关规定与条文，认为本段路面适于共振碎石化改造。

(4)交通荷载参数

本项目为三级公路，交通量预测采用简化的方法进行预测。本项目交通量由区域交通需求正常发展条件下预测的趋势交通量、项目实施后的诱增交通量以及项目实施后 S246、S343 向本项目的转移交通量三部分组成，本路段无交通量自动观测站，本次根据现场 OD 调查资料结合周边道路的交通量资料确定了预测基年交通量，根据交通-经济弹性系数法确定了交通量增长率，交通量年平均增长

率 7.0%。

根据公式 (A.4.2) 计算得到对应于沥青混合料层永久变形和疲劳开裂的当量设计轴载累计作用次数为 4710984。本公路设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量为 2287002，交通等级属于轻交通。

2、预估设计阶段

(1)验算方法一：对加铺层进行结构验算，对留用路面结构层不进行计算

①水泥混凝土路面再生后顶面当量模量预估

根据基层结构类型、水泥混凝土面层实测抗压强度代表值，按照《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》表 4.4.7-1 选取 $E_c = 200$ MPa, 可靠度系数 $R_c = 1.10$, 按可靠度折减后的顶面当量回弹模量预估代表值 $E'_c = E_c / R_c = 181.8$ MPa。

②初拟加铺结构及参数

结构层编号	层位	材料类型	厚度(mm)	模量(MPa)	泊松比
1	表面层	AC-16C	50	10500	0.25
2	下面层	AC-25C	80	12000	0.25
3	基层	碎石化层	/	181.8	0.35

(2)验算方法二：对加铺层和留用路面结构层均进行结构验算

①初拟加铺结构及参数

结构层编号	层位	材料类型	厚度(mm)	模量(MPa)	泊松比
1	上面层	AC-16C	50	10500	0.25
2	下面层	AC-25C	80	12000	0.25
3	原路面面层	水泥砼碎石化层	230	500	0.35
4	原路面基层	级配碎石	200	400	0.35
5	路基	土基	/	45	0.35

②路面结构验算

沥青混合料层永久变形验算

各层永久变形累加得到沥青混合料层总永久变形量 $R_a = 11.6$ (mm)，沥青层容许永久变形为 15.0 (mm)，拟定的路面结构满足要求。

3、优化设计阶段

优化设计阶段应实测再生层顶面当量回弹值，计算再生层顶面当量回弹模量代表值，再计算再生层顶面计算回弹模量值，重新验算加铺层路面性能要求。

(3)路面验收弯沉值 (0.01mm)

共振碎石化基层验收弯沉值：80，经检测全部合格。

AC-16C 沥青上面层验收弯沉值：42，经检测全部合格

AC-20C 沥青下面层验收弯沉值：52，经检测全部合格

四、设备工作原理

使用 RB 系列共振设备为美国 RMI 公司研发设计的专业设备，

独具优势的共振梁技术为其技术核心，该设备通过发动机提供功率，由液压系统驱动偏心块转动产生振动源，通过大梁将振动传递至锤头。调节偏心块转动速率，从而调节合适的振动频率，使其接近水泥面板的固有频率，激发水泥面板在锤头下局部范围内产生共振，使得混凝土内部颗粒间的内摩擦阻力迅速减少而碎裂。

1) 处理反射裂缝效果好

共振碎石化技术将旧混凝土面板进行了彻底破碎，形成了上层粒径为 3 cm 以下的碎石层和下层粒径不大于 20cm 的块体层，经碾压后，粒料啮合嵌挤稳定；共振碎石化后水泥板块上层粒径较小且松散，在沥青混凝土铺装层下形成应力吸收层，阻止了下层混凝土板裂缝的反射。

2) 粒料尺寸均匀，弹性模量高，可直接用作基层

共振碎石化技术破碎后粒料尺寸均匀，结构层具有较高的柔性和高弹性模量，所需加铺的沥青混凝土面层厚度较薄，可直接用作基层

五、共振碎石化施工工艺

1、设备要求

(1) 共振碎石化施工应采用共振破碎机和单钢轮振动压路机

等设备。

(2) 共振碎石机应采用高频低幅类, 设备主要性能参数应符合下表要求:

共振碎石机主要性能参数表

参数	要求	参数	要求
振动梁	长 > 3.5m	行进速度 (Km/h)	2.0-4.0
锤头宽度 (mm)	150-300	振幅 (mm)	10-20
振动频率 (Hz)	40-46	发动机功率 (hp)	不低于 600

(3) 单钢轮振动压路机的自重不宜小于 12t。

2、作业面与构造物间距及防震措施

(1) 作业面与构筑物的最小距离应满足下表要求:

构造物类型		最小距离 (m)
桥梁、涵洞		1.5
挡墙	有防震沟	--
	无防震沟	0.5
地下管线		1
地下构造物顶部以上		1
互通式立交桥梁		---
建筑物	有防震沟	5
	无防震沟	8

(2) 防震措施

对于施工区域周边受振动影响敏感的建筑物、构筑物和管线, 为减小或消除共振破碎施工产生的不良影响, 可采取以下防震措

施:

- 1) 共振破碎前, 对道路边缘 0~80cm 内的水泥板预先打裂;
- 2) 距离路肩外侧不宜小于 1m, 开挖深度 50cm-80cm, 宽度 30cm-50cm 的防震沟 (本次对该段路路侧边沟可提前按防震沟的要求进行沟槽的开挖作为防震沟使用, 待共振结束后再进行边沟的混凝土浇筑)。

参考文献:

- [1]美国 RMI 公司共振碎石化设计思路、要点及施工方案要点
 [2]熊志欣. 共振碎石化技术在水泥混凝土路面"白改黑"工程中的应用[J]. 交通世界, 2011(11): 3.

作者简介: 李义东 (1969---), 身份证号码: 34082519690000 男, 太湖县公路管理服务中心, 汉族, 安徽太湖人, 1991 年东南大学交通运输工程系道路专业, 本科, 学士学位, 一级建造师, 高级工程师, 研究方向: 公路与桥梁工程建设、养护与管理。