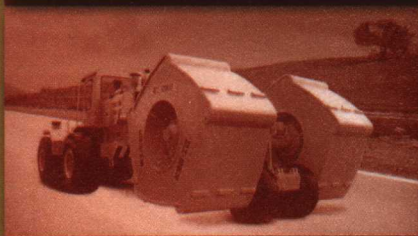


*Application of Impact Roller
in Rehabilitation of PCCP*

冲击压路机破碎改建 旧水泥混凝土路面**技术**

胡昌斌 [著]

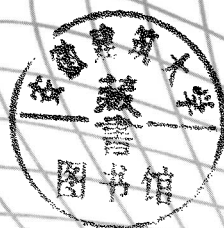
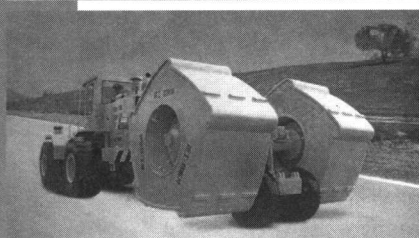


人民交通出版社
China Communications Press

*Application of Impact Roller
in Rehabilitation of PCCP*

冲击压路机破碎改建 旧水泥混凝土路面**技术**

胡昌斌 [著]



人民交通出版社
China Communications Press

图书在版编目(CIP)数据

冲击压路机破碎改建旧水泥混凝土路面技术/ 胡昌斌
著.—北京: 人民交通出版社, 2007.7
ISBN 978-7-114-06697-9

I.冲… II.胡… III.压路机-应用-水泥混凝土路面
-破碎-工程施工 IV.U416.216

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第107411号

书 名: 冲击压路机破碎改建旧水泥混凝土路面技术
著 作 者: 胡昌斌
责任编辑: 王 霞 (wxcepress@126.com)
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号
网 址: <http://www.ccpress.com.cn>
销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 19
字 数: 438 千
版 次: 2007年7月 第1版
印 次: 2007年7月 第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-06697-9
印 数: 0001~3000 册
定 价: 38.00 元

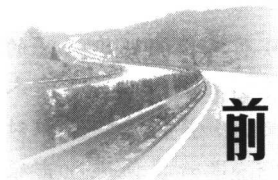
(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

内容提要

本书较系统地研究总结了采用冲击压路机冲击破碎改建旧水泥混凝土路面技术的基本原理、工作机理、施工工艺、路面设计、动力影响以及施工安全等问题。

主要包括:冲击碾压技术特点;冲击压路机的工作特性;冲击碾压现场施工路基路面性状变化试验研究;冲击压路机破碎改建旧水泥混凝土路面的拟静力学、动力学工作机理;冲击碾压改建时对路基的动力作用及土动压力特性;冲击碾压施工对周围环境的振动影响特性;冲击碾压改建施工对沿线构造物(挡土墙、涵洞)的动力影响;冲击碾压改建加铺后水泥混凝土路面结构性能评价、温度场分布特征、路面结构加铺设计;三种新型旧水泥混凝土路面破碎化改造技术(打裂压稳、碎石化、冲击碾压)对比等。

本书可供道路工程、岩土工程专业的科技人员,公路工程领域的从业人员,相关专业的高等院校师生以及研究生参考。



前言 *Qianyan*

近年来,采用冲击压路机冲击碾压旧水泥混凝土路面,进行水泥混凝土路面快速修复的技术,以其良好的实用性,引起了公路养护部门的关注。该项技术施工采用的冲击压路机是一种高冲击能量压实机械,它一改传统的拖式光轮压路机的圆形钢轮为三角形或正方形,当机器行走时,冲击压路机以 $1.5\sim 2.2$ 次/s的低频率连续周期性的高振幅撞击力冲击破碎混凝土板面,冲击路面产生的强烈冲击波还可以向板下基层和土基传播,对旧路基进行补充压实。

通过这样的冲击碾压破碎施工,不仅能使混凝土碎块形成块状料嵌锁型基层结构,形成高强度的路面底基层,有效发挥旧板的残余承载能力,而且还能消除旧路基的病害,最终为后续路面加铺层提供一个均匀稳定的支承体系,使旧路改建修复质量较传统方法有较大提高。另外,在修复大面积破损水泥混凝土路面时,此项技术在生产效率和社会经济效益方面亦表现出很大的优越性:(1)施工速度快;(2)工程成本低;(3)影响交通时间短;(4)环境污染少;(5)经济效益明显等。正因为如此,此项新技术一经出现,在短短几年的时间内,即在我国20多个省区公路养护改建中得到了广泛应用。

但也应该看到,作为一项新兴技术,由于应用时间短,目前冲击碾压破碎改建旧混凝土路面技术在很多方面的研究还存在不足。首先是冲击碾压改建技术的施工质量控制标准、施工工艺目前还主要拘泥于施工经验,效果和合理性有待验证;其次是诸如不同机型、不同结构组合、不同板块尺度、不同行走路线、不同冲击能量等情况下,冲击碾压破碎路面的力学机理研究还不深入;第三,冲击碾压路面的适用范围、路面结构的加铺设计方法和长期效果评价等诸多方面也有待进一步研究和总结。特别应提出的是,冲压施工过程中会产生巨大的冲击波,对沿线设施会产生动力影响甚至破坏作用,如何界定其施工影响范围和程度,避免不利影响,在房屋密集区如何尽可能地使用这项技术,而不是简单的避让,都是安全顺利使用该项技术需要重点研究解决的问题。

由于以上现状和问题,直接给技术人员在应用这项新技术时带来了困惑、不便和困难。对此项新技术开展系列、深入地试验和理论研究,研究解决以上关键问题和难题,对于推广此项新技术的应用、保障提高旧路改建质量和施工安全,无疑均具有重要的实践意义。同时作为一个工程动力学问题,对其进行深入理论研究,无疑也具有普遍性,同样具有重要的理论价值。

福建省是我国较早引进冲击碾压技术改造旧水泥混凝土路面的省份之一,近几年各地区广泛应用此项技术,生产实践中同样也遇到如上所述的诸多实际问题。针对于此,2005年起笔者开始和福州市公路局合作在福建省开展了相关课题研究,后续又在福建省交通厅、福建省公路管理局的支持下进行了更深入的系列研究。研究中进行了多项大型现场试验,试验涉及



现场施工监测、环境振动监测、土动压力测试、不同改建方式的 FWD 落锤弯沉、冲击压实改建新铺路面结构的大型动力响应测试、温度场测试等;并开展了包括冲击碾压改建水泥混凝土路面工作的力学机理研究、环境振动有限元分析、冲击碾压施工对沿线公路构造物(挡土墙、涵洞等)的动力影响等相关系列理论研究,取得了第一手试验资料和一些基本成果。

考虑到此项技术在国内的广泛应用和现场需要的迫切性,笔者在前期试验和理论研究的基础上,并注意参考吸收对比国内外近几年主要试验路资料和成果,探索性地整理撰写了这本书。期望通过总结介绍此项技术,为相关科技工作者和公路工程现场技术人员提供一个相对完整的参考平台;另一方面也是抛砖引玉,将问题提出来供大家讨论研究,进一步促进冲击碾压改建旧混凝土路面这项新技术在我国的应用和发展;书中也介绍了作者近几年对此项技术一些关键问题在试验研究和理论研究方法方面的思考,期望能给相关技术人员和研究人员在应用和研究时参考。但限于时间和作者水平,研究和总结必定十分粗浅,总体体现的是作者对此项技术研究的一个探索过程,还恳请读者、专家、老师们批评指正。

国内目前称呼冲击压路机改建旧水泥混凝土路面的名称很多,如冲击压实技术、冲击碾压技术或冲压稳固技术等。为与交通公路科学研究院最新主编出版的《冲击碾压技术指南》名称保持一致,书中特将此项技术定义为“冲击碾压改建旧水泥混凝土路面技术”,或“冲击碾压改建技术”。

主要章节内容如下:

1. 结合国内外文献和工程实践对冲击碾压技术的应用与技术特点、冲击压路机及其工作特性进行较系统的总结(第一章~第二章);

2. 通过试验路的现场监测(沉降、弯沉、回弹模量、环境振动、动土压力、裂缝发展、取芯)试验研究和理论分析,研究冲击碾压旧水泥混凝土板时路基路面的性状变化,并系统总结对比国内多条其他地区试验路的监测结果和结论,基于研究进一步讨论冲击碾压破碎施工的质量控制标准和路面结构加铺设计(第三章);

3. 采用有限元数值分析手段,探讨研究了冲击压路机冲击碾压破碎旧水泥混凝土板的拟静力学工作机理和动力学工作机理,并讨论地基刚度、板块尺度、机型(四楞和五楞)、冲击能量、碾压遍数、轮压位置等复杂因素对冲击破碎效果的力学影响规律(第四章~第五章);

4. 通过理论研究、现场测试,探讨分析冲击碾压路基的基本原理、冲击碾压改建旧水泥混凝土路面时压实路基的基本原理和土动压力特性(第六章);

5. 结合有限元分析重点讨论冲击碾压对重力式挡土墙的稳定性的影响,以及对盖板涵洞的动力作用影响,并采用滑动块法和转动块法分析了重力式挡土墙在重复冲击碾压荷载下的累计位移效应,并探讨相应的施工安全、安全距离等问题(第七章);

6. 通过现场环境振动测试,分析了冲击碾压对于公路沿线建筑物的环境振动特性,并通过频谱分析和建筑物动力时程响应分析,探讨冲击碾压对周围建筑物的振动影响特性,并结合强夯、打桩、地震等动力环境振动影响研究成果,研究冲击压实的安全距离、防护标准等(第八章);

7. 采用落锤弯沉仪 FWD,对包括冲击碾压改建在内的不同改建方式加铺水泥混凝土路面结构性能进行评价对比;基于温度场现场监测,了解冲击碾压破碎改建旧混凝土路面作垫层加铺路面结构温度场的分布特征(第九章);



8. 结合国内试验资料和文献,对国内目前新出现的水泥混凝土路面破碎化方法的打裂压稳、碎石化、冲击碾压破碎三者之间的联系和区别、适用范围、路面结构加铺设计方法、加铺路面效果、施工工艺进行详细对比(第十章),提出了冲击碾压破碎简明施工工艺和研究展望(第十一章)。

9. 美国各州打裂压稳和碎石化技术规范(附录)。

本研究主要是在福建省交通厅立项资助的《冲击压实改建旧水泥混凝土路面技术》、《福建省公路水泥混凝土路面结构与技术性能》两个项目支持下,分别和福州市公路局、福建省公路管理局通力合作下完成的。研究过程中得到了福建省交通厅、福建省公路管理局、福州市公路局的众多领导和同志的直接关心和指导,在此特别感谢交通厅许莹副厅长、科教处叶长基处长、省公路管理局陈宜国局长、林国仁副局长、杨肩宇总工、方德铭科长、福州市公路局左美俊局长两年多来给予本研究的现场指导和支持!也特别感谢以上相关部门众多其他同志和技术人员在现场的合作和全力支持!

本书在进行研究和总结时,参阅了大量国内外文献和资料,尽可能的都一一引出,在此一并向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢!在博士后研究阶段,本研究也得到了东南大学邓学钧老师和黄晓明老师的指导,本书的出版得到了福州大学土木工程学院出版专项基金的资助,本研究所袁燕博士翻译了附录,我的研究生孙晓亮、张涛、林太清、邹雪英、曾惠珍、陈锦峰、杨建军、林欣、蔡丁锡、谢代纯等在现场试验、计算、绘图等方面也做了大量的辛勤工作,这个成果是大家的,作者在此一并向他们的辛勤工作和帮助表示最诚挚的感谢!

胡昌斌

2007年5月

于福州大学土木工程学院



目 录 *Mulu*

第一章 绪论	1
第一节 引言.....	1
第二节 冲击碾压改建旧水泥混凝土路面技术研究现状.....	4
一、冲击碾压技术及其特点	4
二、冲击碾压改建旧水泥混凝土路面施工试验研究	6
三、冲击碾压破碎旧水泥混凝土路面的力学机理研究	8
四、冲击碾压改建旧水泥混凝土路面时的动力影响及安全标准	9
五、交通部公路科学研究院《公路冲击碾压应用技术指南》研究情况.....	11
第三节 本书研究内容	12
第二章 冲击压路机及其工作特性	14
第一节 冲击压路机	14
第二节 冲击压路机的基本构造	15
第三节 冲击压路机常见型号与厂家	17
第四节 冲击压路机的基本参数与工作特性	21
一、冲击能量.....	21
二、冲击力.....	23
三、影响深度.....	25
四、冲击碾压遍数与压实能力.....	26
五、冲击压路机的工作特性.....	27
第五节 冲击压路机的应用及发展方向	28
一、冲击压路机的应用.....	28
二、冲击压路机的研究和发展方向.....	29
第三章 冲击碾压破碎改建旧水泥混凝土路面现场试验	32
第一节 旧路状况调查评价	32
一、路面平整度调查.....	32
二、路面破损状况调查.....	33
第二节 冲击碾压旧水泥混凝土板试验时的施工工艺	35
一、施工机械.....	35
二、施工工艺.....	35



三、施工相关防护措施	36
第三节 路面沉降监测	37
第四节 冲击碾压过程中路面破碎监测与分析	40
一、路面板裂缝与碾压遍数的关系	40
二、裂缝在板内的分布情况	41
三、裂缝分布特征及评价方法	43
第五节 弯沉检测	44
第六节 回弹模量检测	45
一、回弹模量检测	45
二、旧混凝土路面回弹模量与冲击破碎效果的关系	47
第七节 各地试验路监测数据分析对比	48
一、各地试验路监测数据	48
二、各地试验路监测数据分析与对比	48
第八节 冲击碾压施工质量控制标准与路面结构加铺设计	58
一、冲击碾压处理旧水泥混凝土路面的施工质量控制标准	58
二、路面结构加铺设计	60
第九节 结论	61
第四章 冲击碾压破碎水泥混凝土路面的力学机理	63
第一节 四楞冲击压路机冲击碾压路面板的力学机理	63
一、模型尺寸及约束条件	63
二、冲压荷载及力学参数	64
三、轮压位置工况	64
四、路面板变形分布特征	65
五、路面板应力分布特征	65
六、路面板破坏分析	67
七、基层及土基的受压效果分析	68
八、土基顶面的垂直应力及沉降	69
九、土基中附加应力及下沉随深度的变化	71
十、土基中冲击附加应力与自重应力的关系	72
十一、结论	72
第二节 四楞与五楞冲击压路机冲击破碎板块效果对比	73
一、冲击压路机与力学模型	73
二、路面板变形对比	76
三、路面板应力对比	76
四、路面板破坏分析	81
五、基层受力变形情况对比	82
第三节 板块尺度对冲击破碎效应的力学影响分析	83
一、路面板变形	84



二、路面板应力分布	84
三、路面板破坏分析	85
四、讨论	88
第四节 地基刚度对冲击压实破碎效果的影响	89
一、路面板变形	89
二、路面板应力分布	89
三、路面板破坏分析	89
第五节 不同冲击能量对冲击压实破碎效果的影响	90
一、路面板变形对比	90
二、路面板应力对比	91
三、路面板破坏对比	92
第六节 结论	93
第五章 冲击碾压破碎路面板的动力效应研究	95
第一节 混凝土与土的本构关系模型	95
一、混凝土单轴与多轴力学性能	95
二、混凝土塑性本构模型	96
三、土的本构关系模型	96
第二节 有限元单元分析模型的建立	96
一、有限单元选择与模型接触面定义	96
二、冲击荷载模型	97
三、阻尼处理与人工边界	98
四、动力有限元模型建立	98
第三节 冲击碾压荷载下路面结构变形与受力特征分析	100
一、典型工况及相关假定	100
二、路面板变形特征分析	100
三、路面板受力特征分析	101
四、路面板破坏特征分析	103
五、基层受力变形特征分析	104
六、土基受力变形特征分析	107
七、结论	113
第四节 单遍冲击后路面板动力变形及受力特征分析	113
一、施工线路及工况	113
二、路面板变形分析	114
三、路面板受力特征分析	116
四、路面板破坏特征分析	118
第五节 路面板变形及受力随冲击遍数变化分析	119
一、路面板变形分析	119
二、路面板受力特征分析	120



三、路面板破坏特征分析	122
第六节 土基与基层对面板破碎的影响	124
第七节 结论	128
第六章 冲击碾压对旧路基的动力压实效应研究	131
第一节 路基压实	131
第二节 冲击碾压路基的工作原理	132
一、路基压实方法对比	132
二、冲击碾压路基的两个作用	134
三、冲击碾压处理路基的施工特点	135
第三节 冲击破碎水泥混凝土路面时的土压力现场测试	136
一、动态土压力数据采集系统	137
二、动态土压力盒	137
三、工程概况及动态土压力盒的埋设	138
四、动态土压力测试	140
五、路基动力响应测试结果及垂直向与侧向动土压力分析	141
第四节 测试结果分析	142
一、动态土压力测试时程分析	142
二、动态土压力随冲击碾压遍数关系	143
三、动土压力沿土基深度方向分布特性	145
四、冲击压路机施工速度对动土压力的影响	145
五、动土压力的衰减规律	147
第五节 冲击碾压荷载下板底基层及土基受力变形分析	147
一、基层受力变形特征分析	147
二、土基受力变形特征分析	150
第六节 不同冲击碾压遍数下土基中的土压力分布	155
一、单遍冲击破碎时土基中的土压力分布	155
二、多遍冲击破碎后土基中的土压力分布	156
第七节 冲击碾压路基的影响深度	158
第八节 结论	160
第七章 冲击碾压施工对沿线建筑物的环境振动影响	162
第一节 引言	162
一、冲击碾压振动对建筑物的影响	162
二、冲击碾压振动对人的影响	163
三、研究的特点	163
第二节 冲击碾压引起的环境振动及动力影响特性	164
一、冲击震源下土介质中波的传播规律	164
二、环境振动衰减规律研究	165
三、冲击碾压振动判断控制标准与安全距离	167



第三节 冲击碾压旧水泥混凝土路面现场环境振动监测	170
一、振动测试的方案	170
二、振动测试结果分析	172
三、其他单位的振动测试结果分析	174
第四节 振动激励的频谱分析	175
第五节 建筑物在冲击碾压振动下的动力时程响应计算分析	176
一、计算模型和计算方法	176
二、结构参数	177
三、抗震变形验算	178
第六节 冲击破碎时地基振动有限元分析	180
一、单遍冲击破碎时土基中的振动加速度	180
二、多遍冲击破碎后土基中的振动加速度	182
三、有限元结果与实测比较分析	186
第七节 冲击碾压振动对建筑的影响机理、安全标准与防护	187
一、冲击碾压振动安全控制标准与防护	187
二、防护	189
第八节 结论	190
第八章 冲击碾压施工对挡土墙和涵洞的动力影响	192
第一节 重力式挡土墙与加筋挡土墙	193
一、重力式挡土墙	193
二、加筋土挡土墙	193
第二节 冲击碾压荷载下挡土墙的破坏模式	194
一、重力式挡土墙的破坏形式	194
二、加筋土挡土墙的破坏形式	195
第三节 冲击荷载作用下土基中的应力分布	195
一、模型与力学参数	195
二、各工况下土基中附加应力分布分析	195
三、挡土墙墙背土压力分布	196
四、对重力式挡土墙的影响计算	197
五、结论	200
第四节 冲击碾压改建时重力式挡土墙的累积位移分析	200
一、冲击压路机改建施工的动力荷载特性	200
二、冲击碾压的动力影响计算假定	201
三、挡土墙的运动方程图示	202
四、加速度阈值系数 k_{ts} 和 k_{tr} 的确定	202
五、纯转动位移的确定	203
六、滑移先出现的联合运动 ($k_{ts} < k_{tr}$)	204
七、转动先出现的联合运动 ($k_{tr} < k_{ts}$)	204



八、算例分析	206
九、小结	207
第五节 冲击碾压破碎施工对盖板涵的影响研究	208
一、基本假定	209
二、计算截面尺寸与配筋	209
三、影响验算分析	210
第六节 结论	212
第九章 冲击碾压改建路面结构性能评价与温度场	214
第一节 水泥混凝土路面维修结构加铺设计	214
一、直接加铺沥青面层	214
二、直接加铺水泥混凝土面层	215
三、水泥混凝土路面破碎改建加铺	217
四、破碎水泥混凝土路面的沥青路面加铺层结构设计	217
第二节 冲击碾压改建加铺沥青路面工程实践	218
一、320 国道(嘉兴至海宁段)一级公路改建工程实践	218
二、307 国道吕梁境内 K650+550~K651+050 段大修工程	220
三、323 国道南雄段旧水泥混凝土路面修复工程	220
四、浙江省 37 省道嵊义线水泥混凝土路面破损修复试验研究	221
五、泰化路碎石化技术在水泥混凝土老路改建中的应用	221
六、浙江仙居打裂压稳水泥混凝土路面维修加铺工程	222
七、其他路段	223
第三节 冲击碾压改建水泥混凝土路面 FWD 路面性能评价	224
一、普通机械击碎压稳加铺路段	225
二、冲击碾压处理后加铺路段	225
三、置换板法改建路段	226
四、不同施工方法改建路段性能对比	227
第四节 冲击碾压改建加铺水泥混凝土路面结构温度场	229
一、温度场实测方案	229
二、观测仪器	230
三、观测路段及温度传感器布置方案	231
四、仪器布设	232
五、温度场观测过程	234
六、小结	238
第十章 水泥路面破碎化改建方法对比	239
第一节 旧水泥混凝土路面破碎化改造技术	239
第二节 打裂压稳旧水泥混凝土路面改造技术	240
一、打裂压稳技术	240
二、施工工艺	241



三、工程实例	242
第三节 碎石化	243
一、碎石化技术简介	243
二、多锤头碎石化设备(MHB)	243
三、共振式碎石化破碎机	245
四、共振破碎与重锤冲击式破碎效果比较	246
五、碎石化技术的适用范围	247
六、旧水泥路面碎石化设计	248
七、碎石化施工要点	249
第四节 三种旧混凝土路面破碎改造技术对比	251
一、技术原理对比	251
二、施工功效对比	251
三、施工费用对比	252
四、加铺路面结构的效果评价	252
第五节 水泥混凝土路面改造工艺适用范围和选择	253
一、水泥混凝土路面改造工艺选择	253
二、小结	257
第十一章 研究总结与简明施工工艺	259
第一节 研究总结	259
第二节 冲压碾压破碎改建简明施工工艺	263
一、路况普查	263
二、适用范围	263
三、安全标准	264
四、冲击压路机机型的选用	264
五、铺筑试验路段	265
六、施工质量控制标准	266
七、冲击碾压改建路面施工	267
八、施工安全	269
九、施工工艺流程图	269
附录	270
1. 美国各州打裂压稳技术规范(截至 1997 年)	270
2. 美国各州碎石化技术规范(截至 1997 年)	272
3. 美国各州打裂压稳技术规范(中文翻译)	274
4. 美国各州碎石化技术规范(中文翻译)	276
参考文献	280

第一章 绪 论

第一节 引 言

水泥混凝土路面具有强度高、稳定性、耐久性好等特点,我国国道干线广泛采用水泥混凝土路面。据统计截至 2005 年底,我国已经建成水泥混凝土路面 306 622km,占到高级路面(水泥混凝土路面和沥青混凝土路面)总里程的 58%。迄今,中国已成为当今世界拥有水泥混凝土路面里程最多的国家之一,而且随着“十三纵十五横”的国家重点公路建设,及国家启动的“通畅工程”和“通达工程”,近几年我国水泥混凝土路面公路仍将会以每年数万公里的速度向前延伸。

公路基本建设一般会经历 3 个阶段:新建阶段、新建与养护并重阶段、养护与改建阶段。从我国公路发展及路网分布的状况分析来看,我国部分省份地区已进入了新建与养护并重阶段,对于较发达的地区,则已进入以养护、改建为重点的阶段。另外近年来,由于交通量的大幅度增长和超重轴载的破坏作用,暴露了以往水泥混凝土路面设计施工中的一些薄弱环节,许多地区的水泥混凝土路面破损严重,都需要进行养护、维修和改建。对旧水泥混凝土路面进行养护维修与改建,提高路面服务质量,目前已逐渐成为各地公路交通养护部门的一项重要工作。

依据路面状况,水泥混凝土路面养护可分为日常养护、局部修复、路面功能恢复改善性加铺和路面改建加铺、加宽等多种类别。在路面加铺改造中,对于水泥混凝土路面非结构性病害,最常用的方法之一就是沥青罩面;对于路基、基层等结构性病害,传统的方法是把旧混凝土板打碎,挖掉(如图 1.1、图 1.2),处理基层、土基后再加铺。也有采用落锤式破碎机将路面破碎作垫层的方法。



图 1.1 传统的水泥路面破碎修复方法

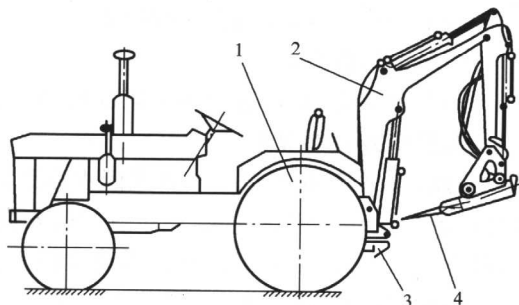


图 1.2 路面开凿机^[32]

1-拖拉机;2-工作臂;3-支腿;4-工作头



但对于沥青罩面,如不事先对水泥混凝土路面进行处理,混凝土板的裂缝、缩缝、纵缝等就会很快反射出现在沥青混凝土铺面层上,如何防治反射裂缝始终是困扰公路养护部门的一个难题。传统的打碎、挖除等方法,往往也存在费工费时、妨碍交通、施工效率低、旧路基病害难以根治、施工速度和效果难以适应大面积工程要求、扔弃的破碎旧水泥板会对环境造成污染等问题。

因此,寻求新的修复方法,减少反射裂缝,更快更好地破碎大面积水泥混凝土面板,根治路基病害,尽量减少扔弃破碎旧水泥板对环境的污染,提高路面改建质量,已成为我国目前大面积旧水泥混凝土路面改建工作中需要重点研究的一个问题。

近年来,采用冲击压路机进行旧水泥混凝土路面冲击碾压破碎的改建技术,以其各方面良好的实用性和明显的经济效益引起了我国公路养护部门的关注。

冲击碾压施工采用的冲击压路机是一种具有高冲击能量的压实机械。它一改传统的拖式光轮压路机的圆形钢轮为三角形或正方形,当机器行走时,冲击压路机以 $1.5 \sim 2.2$ 次/s 的低频率连续周期性的高振幅冲击力直接冲击破碎混凝土板面(如图 1.3)。冲击路面产生的强烈冲击波还可以向板下基层和土基传播,对旧路基进行补充压实。

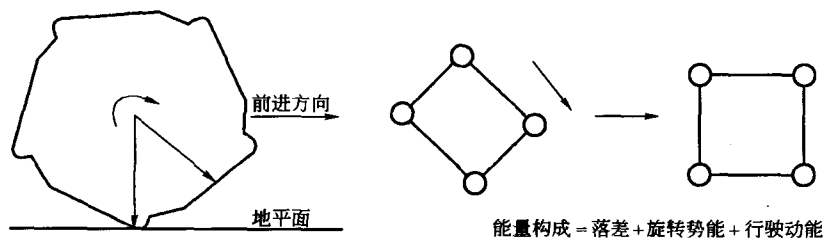


图 1.3 冲击碾压技术原理图

通过这样的冲击碾压破碎施工,不仅能有效发挥旧板的残余承载能力,使混凝土碎块形成块状料嵌锁型基层结构,形成高强度的路面底基层,大大减少和缓解原路面反射裂缝,而且还能消除旧路基的病害,最终为后续路面加铺层提供一个均匀稳定的支承体系。不仅改建修复质量高,而且在修复大面积破损旧水泥混凝土路面时,此项技术还有以下优点:

- (1) 修复质量高;
- (2) 施工速度快;
- (3) 工程成本低、影响交通时间短;
- (4) 环境污染少;
- (5) 多种用途,既可进行冲击碾压破碎,也可打裂压稳(如图 1.4、图 1.5);
- (6) 经济效益明显等。

因此,2000 年此项新技术在我国水泥路面改建工程中一经出现,短短几年时间,即在我国各地广泛应用。目前在福建、广东、山东、安徽、浙江、江苏、黑龙江等国内众多省份均有采用冲击碾压技术进行旧水泥混凝土路面改建的工程,以广州加络公司 Impactor2000 冲击压路机截至 2005 的工程应用为例^[38],就可见一斑。

1. 破碎压实工程记录

- (1) 省道郊三线福建省三明市段。



图 1.4 福建三明 24 公分厚水泥混凝土路面破碎工程



图 1.5 美国加州 99 号高速公路罩面前的打裂压稳^[38]

- (2)205 国道福建省三明市段。
- (3)319 国道福建省龙岩市郊阳段、长汀段。
- (4)205 国道福建省龙岩市连城段。
- (5)205 国道、316 国道福建省南平市段。
- (6)广东省省道 118 线增城段和花都段。
- (7)福建省莆田市区路段。
- (8)207 国道湖北省枣襄段。
- (9)319 国道福建省漳州段。
- (10)福建省永定适三线公路改建工程。
- (11)323 国道广东省韶关段。
- (12)广东省三水市大南路。
- (13)广东省银英公路英德段。
- (14)广东省银英公路清远段。
- (15)106 国道曲江县茨菇塘至南华寺改建工程。
- (16)广东省省道 342 线乌迁镇段。

2. 打发裂工程记录

- (1)102 国道河北省廊坊三河市段。
- (2)广州市北环高速公路。
- (3)107 国道清远龙狮公路。

3. 压实(补压)工程记录

- (1)107 国道广东省清远市段。
- (2)广州市西环高速公路沙贝段。
- (3)广州北二环高速公路。
- (4)京珠高速公路湖北段全线。
- (5)黑龙江省哈双高速公路。
- (6)广西全州至黄沙河高速公路。
- (7)G323 线南雄市头塘铺至古市段改建工程。
- (8)106 国道曲江县茨菇塘至南华寺改建工程。

但如同冲击碾压技术在其他领域的应用一样,作为一项新兴技术,冲击碾压破碎技术在我