

ICS 93.080.30

P 66

备案号: 49007-2016

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 2883-2016

旧水泥混凝土路面碎石化施工技术规范

Construction Specification For Old Cement Pavement Rubblization

2016-03-10 发布

2016-04-10 实施

江苏省质量技术监督局 发布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和符号 1

4 总则..... 3

5 旧水泥混凝土路面状况调查与检测 3

6 碎石化技术适宜性评价 5

7 碎石化后加铺及排水设计 6

8 碎石化施工 9

9 碎石化工程质量检验标准..... 16

前 言

为了更好地规范和指导旧水泥混凝土路面碎石化改造工程的设计、施工，保证碎石化路面的质量，在总结现有应用与研究成果的基础上，参考国内外有关成果、国家以及其他省市标准，针对实际情况和应用经验，制订本标准。

本规范按GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》的规定编制。

本规范由江苏省交通运输厅提出并归口。

本规范起草单位：苏交科集团股份有限公司、盐城市交通运输局

本规范主要起草人：李豪、曾辉、张中云、卢勇、丁武洋、周启兆、曹荣吉、陈日晓、胡坤铭、刘孝江、皇甫铎、王磊

旧水泥混凝土路面碎石化施工技术规范

1 范围

本规范规定了旧水泥混凝土路面碎石化施工技术规范术语、定义和符号、总则、旧水泥混凝土路面状况调查与检测、碎石化技术适宜性评价、碎石化后加铺及排水设计、碎石化施工、碎石化路面质量检验标准。

本规范适用于旧水泥混凝土路面碎石化施工，包括多锤头碎石化和共振碎石化两种技术。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

JTJ 073.1-2001 公路水泥混凝土路面养护技术规范

JTG B01-2014 公路工程技术标准

JTG E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTG D50-2006 公路沥青路面设计规范

JTG D40-2011 公路水泥混凝土路面设计规范

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T D33-2012 公路排水设计规范

JTG H30-2004 公路养护安全作业规程

3 术语、定义和符号

以下术语、定义和符号适用于本规范。

3.1 术语、定义

3.1.1

碎石化技术 Rubblization Technique

采用专用设备对旧水泥混凝土路面板块进行原位破碎利用的技术。

3.1.2

多锤头碎石化技术 Multi-Head Breaker Technique

采用多锤头破碎机对旧水泥混凝土路面板块进行原位破碎利用的技术。

3.1.3**共振碎石化技术 Resonant Rubblization Technique**

采用共振破碎机对旧水泥混凝土路面板块进行原位破碎利用的技术。

3.1.4**试振区 Test Strip**

碎石化正式施工之前，在施工路段选择一定长度区域进行试振，称为试振区。

3.1.5**检查坑 Test Pit**

在试振区内，开挖 1 个~2 个 1.2m 长、1.2m 宽、水泥板厚的检查坑，检查碎石化效果。

3.1.6**应力释放渠 Relief Trenches**

在施工路段沿旧水泥混凝土路面纵向切割开挖并贯穿整个面层厚度的沟渠，称为应力释放渠。

3.1.7**隔振沟 Isolation Trenches**

在道路周边存在敏感建筑物的局部路段，施工前在道路两侧或路肩外侧边缘处开挖具备一定深度及宽度的沟渠，称为隔振沟。

3.1.8**级配碎石 Graded Aggregate Rock**

粗、中、小碎石集料和石屑各占一定比例的混合料，当其颗粒组成符合规定的密实级配要求时，称为级配碎石。

3.1.9**可靠度 Reliability**

路面结构在规定的时间内和规定的条件下完成预定功能的概率。

3.1.10**当量回弹模量 Equivalent Modulus of Resilience**

将旧路面下部看做弹性半空间体时，用顶面回弹模量测试方法测得的模量值。

3.2 符号

表 1 符号

序 号	符号或代号	意义
3.2.1	PCI	路面损坏状况指数
3.2.2	DBL	断板率
3.2.3	CBR	加州承载比
3.2.4	E_t	按可靠度方法折减后的旧水泥混凝土板块破碎压稳后的顶面当量回弹模量
3.2.5	$\bar{E}_t$	当量回弹模量平均值，设计阶段时取当量回弹模量推荐值
3.2.6	r_r	根据顶面回弹模量变异系数数值查表确定的可靠度系数
3.2.7	S	标准差
3.2.8	$E_{t0, i}$	回弹模量测试值
3.2.9	$\bar{E}_{t0}$	实测回弹模量平均值
3.2.10	E_{tp}	实测回弹模量代表值
3.2.11	Ne	设计年限内一个车道的累计当量轴次
3.2.12	MHB	多锤头碎石化专用设备（Multi-Head Breaker）
3.2.13	RPB	共振碎石化专用设备（Resonant Pavement Breaker）

4 总则

4.1 本规范用于指导旧水泥混凝土路面碎石化的设计、施工、质量控制与检测验收。

4.2 碎石化技术主要应用于旧水泥混凝土路面的原位破碎再利用加铺改造工程，适用于各等级公路，城市道路可参照执行。

4.3 旧水泥混凝土路面改造前，应根据旧路功能路况、技术条件、经济指标及环境保护等综合分析，确定碎石化技术的适宜性。

4.4 碎石化施工中，应先通过试验路段确定设备参数与质量控制指标，再转入正常施工。施工过程中应加强参数检测与质量控制，并应根据质量情况及时进行适度调整。

4.5 碎石化技术的应用，除应符合本规范的规定外，尚应遵守国家、行业颁布的其他有关标准、规范的规定。

4.6 碎石化施工时，应严格遵守现行《公路养护安全技术规程》（JTG H30-2004）中的相关规定。

5 旧水泥混凝土路面状况调查与检测

5.1 一般规定

旧水泥混凝土路面调查应符合现行《公路水泥混凝土路面养护技术规范》（JTJ

073.1-2001)和《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)的有关规定。

5.2 旧路资料调查

修建及养护历史、构造物与排水设施的调查,应采用收集资料、调研、全线踏勘、结构层调查等方法,并及时填写调查记录。

5.3 路面破损情况调查

路面破损情况调查是判明旧水泥混凝土路面结构的损害程度、评价路面使用状况的重要手段,应对路面损害类型、损害轻重程度及损害范围进行详细调查。

5.4 路面结构强度调查

5.4.1 旧水泥混凝土路面强度调查

旧水泥混凝土面板与基层现场取芯,测试劈裂强度与无侧限抗压强度,并检查是否存在较严重的碱集料反应、冻胀、膨胀与松散等病害。现场取芯时应避开已有裂缝。

5.4.2 道路承载能力、接缝传荷能力及板底脱空情况调查

应测定旧水泥混凝土路面的弯沉值,根据测定弯沉值或弯沉盆资料,以评价旧水泥混凝土板的承载能力、接缝传荷能力,并结合平均错台高度判断板底脱空情况。

5.4.3 基层顶面回弹模量及其稳定性调查

5.4.3.1 宜对旧水泥混凝土路面基层顶面回弹模量进行检测,以评价基层的整体性和强度状况。检测可在破碎板块移除后,采用承载板法测定。

5.4.3.2 基层稳定性调查,可通过开挖露出区域进行。在开挖露出区域内,基层自身有一道以上或有分叉的裂缝,可判定为基层开裂;基层破碎块径在40cm~200cm之间,应判定为基层破碎;当破碎块径小于40cm时,应判定为基层松散。

5.4.4 路基状况调查

宜对旧水泥混凝土路面的路基进行检测和评估。调查内容包括路基强度、含水率等情况,以判明路面结构基础的状况。路基强度调查可采用钻孔取芯、局部开挖现场测试等手段进行,含水率的测定可采用烘箱法或酒精法进行测定;路基强度可采取CBR值进行评定,测定方法按《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60-2008)中规定执行。若现场无法按上述方法进行测试,可采取动力圆锥触探仪(DCP)法进行测定。

5.4.5 位置选择与测试数目要求

5.4.5.1 基层顶面回弹模量的检测,可随机选取有代表性的3个~5个点,破碎移除板块后采用承载板法测定。

5.4.5.2 取芯和试坑位置,应优先在破损程度分级相同的行车道板内病害严重、破损程度较

重处，并应分析该路段路面破损的主要原因。

5.4.5.3 旧水泥混凝土路面板块与基层取芯的频率每 km 每车道不宜少于 1 个，在最小施工段落中不宜少于 3 个点。

5.4.5.4 路基强度与含水率的检测频率每 km 不小于 1 个试坑。试坑开挖到基层时，应清理基层表面，并记录基层的松散、沉陷、裂缝、破碎块径大小等情况。

5.4.5.5 基层开挖完成后清理表面，在每个试坑的露出路基区域内，应随机选取至少 6 个点测试 CBR 值。在测试点附近，清除浮土采集土样，测试路基含水率。

6 碎石化技术适宜性评价

6.1 一般规定

应根据旧路基础资料调查结果，从公路路面损坏状况、基底承载能力、周边设施及周围环境等多方面考虑，决定是否适合碎石化施工技术。

6.2 路面破损状况的适宜性评价

判断道路是否适合碎石化技术的路面破损评定指标包括断板率、平均错台量、路面状况指数、接缝传荷系数、脱空率、纵、横向接缝需修复率、混凝土板需更换或补块率、路面需开挖修补面积率等指标。评价标准参见表 2 所示。

表 2 适用碎石化的路面破损状况标准

评价指标	评价标准	
评定等级	次	差
路面状况指数 PCI	40~54	<40
断板率 DBL (%)	11~20	>20
平均错台量 (mm)	11~15	>15
接缝传荷系数 (%)	31~35	<31
脱空率 (%)	25~30	>30
纵、横向接缝需修复率 (%)	>20，并伴有啃边或角隅断裂现象	
混凝土板需更换或补块率 (%)	>20	
路面需开挖修补面积率 (%)	>10	
/	出现明显的碱-集料反应、裂缝或冻胀开裂征兆	
/	碎石化加铺改建费用明显低于其他处治方案	

注：需根据以上标准对旧水泥混凝土路面综合评定后，确定是否采用碎石化技术。

6.3 基底承载能力的适宜性评价

对旧水泥混凝土路面进行碎石化施工技术时，基底 CBR 值宜大于 8%。

6.4 周边设施及环境的适宜性评价

6.4.1 对旧水泥混凝土路面进行碎石化施工时，应避开城镇及居住集中地段，以防止碎石化噪音对居民的干扰；

6.4.2 若无法避开城镇及居住集中路段，在以下规定限值内，应禁止采用碎石化施工。白天，碎石化施工给附近居民带来噪音超过 70 分贝；夜间，碎石化的施工给附近居民带来噪音超过 55 分贝；

6.4.3 采用多锤头设备进行施工时，施工路段地下构筑物埋深应在 1m 以下，周围建筑物离振源水平距离至少应 25m；采用共振设备时，施工路段地下构筑物埋深应在 0.5m 以下，周围建筑物离振源水平距离至少应 6m；

6.4.4 碎石化施工过程中，对环境污染相对严重，同时会有飞石溅出，环境要求较高地段，应禁止采用碎石化施工。

7 碎石化后加铺及排水设计

7.1 一般规定

7.1.1 旧水泥混凝土路面碎石化后可根据情况直接加铺沥青面层或加铺基层后再加铺沥青面层，设计按现行的《公路沥青路面设计规范》JTG D50-2006 方法进行。

7.1.2 需对原有排水系统进行检查与评估，视具体情况进行修复或设置。

7.2 碎石化后顶面当量回弹模量

7.2.1 碎石化后加铺设计时，取顶面的当量回弹模量代表值作为设计参数。

7.2.2 设计阶段，其平均值可查表 3 取值，代入公式（1）得到代表值。

$$E_t = \bar{E}_t / r_r \quad (1)$$

式中 E_t ——设计阶段，按可靠度方法折减后的旧水泥混凝土板块破碎压稳后的顶面当量回弹模量代表值（MPa）；

$\bar{E}_t$ ——当量回弹模量平均值，取表 3 中的推荐值（MPa）；

r_r ——根据顶面当量回弹模量变异系数查表 5 确定的变异水平等级对应的可靠度系数。

表 3 破碎层模量均值与基层关系

基层类型	石灰土	半刚性基层	半刚性基层
厚度（cm）	/	15~22	30~40
碎石化后顶面回弹模量(MPa)	<200	150~350	250~500

表 4 可靠度设计标准

公路技术等级	高速公路	一级公路	二级公路	三、四级公路
安全等级	一级	二级	三级	四级
设计基准期（年）	15	15	12	12
目标可靠度（%）	95	90	85	80
变异水平等级	低	低-中	中	中-高

注：①本表引用自《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40-2011）

②对沥青路面加铺沿用水泥混凝土路面加铺可靠度设计标准（见表 4）。

表 5 可靠度系数

变异水平等级	目标可靠度（%）			
	95	90	85	80
低	1.2~1.33	1.09~1.16	1.04~1.08	—
中	1.33~1.50	1.16~1.23	1.08~1.13	1.04~1.07
高	—	1.23~1.33	1.13~1.18	1.07~1.11

7.2.3 碎石化施工完成后并按 9.2 节检查验收后的加铺路面优化设计阶段，通过碎石化后顶面回弹模量的实测数据计算每个施工段落的当量回弹模量平均值、标准差和代表值，计算公式如式（2）。

$$\begin{aligned} \bar{E}_{t0} &= \sum_{i=1}^n E_{t0,i} / n \\ E_p &= \bar{E}_{t0} - Z_a S \\ S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_{t0,i} - \bar{E}_{t0})^2}{n-1}} \end{aligned} \tag{2}$$

式中 n——施工段落内的所有测点数，大于等于 6；

$E_{t0,i}$ ——各测点的实测回弹模量值（MPa）；

Z_a ——保证率系数，高速、一级公路取 1.645，二级及以下公路取 1.282；

S ——标准差；

$\bar{E}_{t0}$ ——所有测点的实测回弹模量的平均值（MPa）；

E_{tp} ——实测回弹模量的代表值（MPa）。

每一评定范围内，顶面当量回弹模量测试不少于 6 个随机点，作为加铺结构优化设计的主要参数。

7.3 加铺层设计

7.3.1 沥青混凝土路面加铺厚度

当破碎层顶面回弹模量大于等于 200MPa 时，可只加铺沥青面层，加铺层最小厚度宜为 15cm。针对不同的交通等级，推荐加铺厚度范围如表 6 所示。

表 6 碎石化后加铺层总厚度范围推荐

交通等级	BZZ-100 累计标准轴次 Ne（次/车道）	加铺厚度范围（cm）
轻交通	$<3\times10^6$	15
中等交通	$3\times10^6\sim1.2\times10^7$	15~20
重交通	$1.2\times10^7\sim2.5\times10^7$	20~22
特重交通	$>2.5\times10^7$	≥22

7.3.2 当基层顶面回弹模量低于 200MPa 时，宜将水泥混凝土破碎层作为加铺层的底基层，在其上加铺半刚性基层或柔性基层，典型的加铺结构图见图 1。

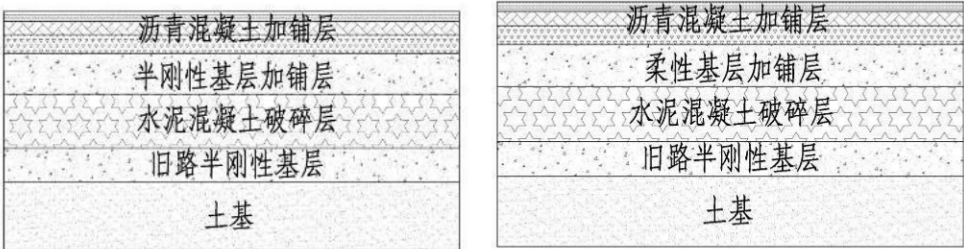


图 1 破碎后典型路面的加铺结构

7.4 沥青加铺面层前封层与黏层设计

7.4.1 在碎石化层顶面在碾压后宜设置封层。封层的集料的规格和用量宜按表 7 选用，其它要求按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的规定进行。

表 7 碎石化层顶面封层材料的规格和用量

沥青种类	集料		乳液用量（kg/m ² ）
	规格	用量（m ³ /1000m ² ）	
乳化沥青	S14	7~9	0.9~1.0

注：表中的乳液用量按乳化沥青的蒸发残留物含量 60%计算，如沥青含量不同应予折算。

7.4.2 加铺层与路缘石、雨水口、检查井等构筑物接触面之间，应喷洒黏层油；粘层油宜采用快、中凝液体沥青，或采用快、中裂乳化沥青，用量应满足表 8 的要求，其他要求按照《公

路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的规定进行。

表 8 碎石化沥青加铺层粘层材料的规格和用量

液体沥青		乳化沥青	
规格	用量 (L/m ²)	规格	用量 (L/m ²)
AL(R)-3~ AL(R)-6	0.3~0.5	PC-3	0.3~0.6
AL(M)-3~ AL(M)-6		PA-3	

7.4.3 在加铺前，还应考虑碎石化施工路段与相邻路段的衔接。对于碎石化施工路段与相邻路段的交界处两侧各设置 2m~3m 的过渡段，宜在该区域破碎层顶面及相邻路段顶面铺设一层土工材料后再加铺沥青层，并充分重视过渡路段的摊铺与碾压。

7.5 排水设计

7.5.1 碎石化施工前，应对旧水泥混凝土路面原有排水系统进行检查与评估，若原有排水系统较为完善，可仅对原有排水系统进行疏通或修复；否则应重新设置排水系统。排水系统的设置可采用以下两种结构形式之一。

(1) 渗入路面结构内的水，先竖向渗入破碎后的破碎层，然后横向流入设在路面边缘或路肩下的纵向集水沟和集水管，再由横向排水管引出路基。

(2) 在路肩一侧铺设一层开级配粒料基层，再设一层密级配粒料基层，开级配粒料基层与已破碎的路面部分可渗水的碎石层相连，可以直接将水排出路面结构外，而不需要设置集水沟、排水管。

7.5.2 排水系统应在碎石化施工前两到四周内设置好，设置后应保证排水顺畅。排水设计其他要求可参考《公路排水设计规范》(JTG/T D33-2012)。

8 碎石化施工

8.1 一般规定

8.1.1 碎石化施工前，施工单位必须提供详实的施工组织设计，符合技术要求后方可施工。

8.1.2 碎石化不得在雨（雪）天施工；施工中遇雨（雪）时，应立即停工。

8.1.3 碎石化的施工现场交通控制应严格按照《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2004)的要求进行，保障施工安全。

8.1.4 旧水泥混凝土路面碎石化施工应按图 2 所示施工工艺流程进行。

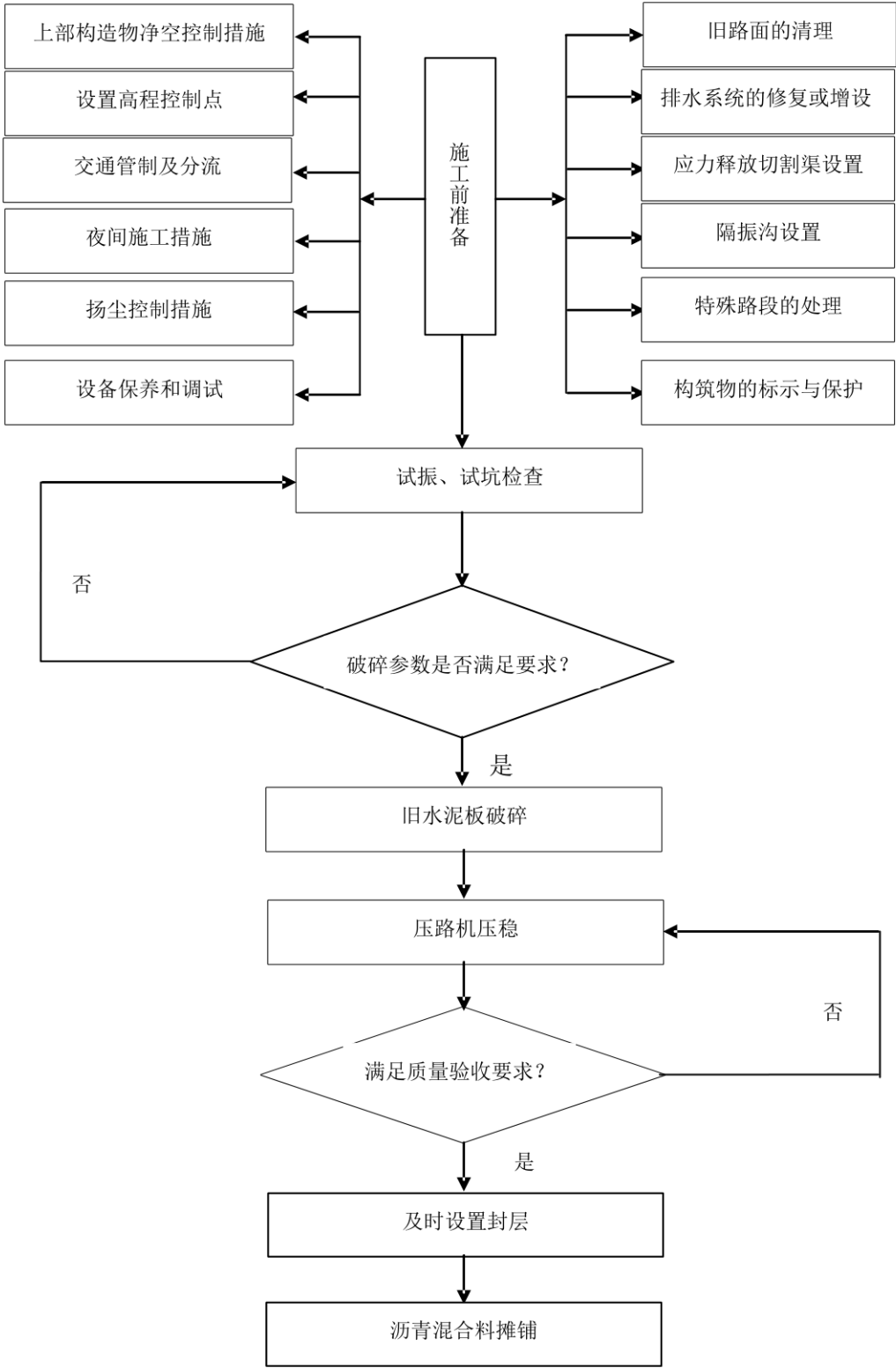


图 2 旧水泥混凝土路面碎石化施工工艺流程

8.2 碎石化设备要求

8.2.1 设备基本性能要求

8.2.1.1 多锤头碎石化应采用专用机械多锤头碎石化机（MHB）和 Z 型压路机配套施工。共

振碎石化应采用专用设备共振碎石化机（RPB）和钢轮振动压路机配套施工。设备的破碎能力应与待破碎水泥混凝土路面的状况相适应，应通过试验段破碎尺寸及效果来确定。

8.2.2 设备主要技术参数要求

8.2.2.1 MHB 设备应为自行式，携带 8 对重锤呈两排分布，每对重锤由单独的液压系统控制，能够以相同的行进速度和不同的提升高度、频率对路面进行冲击破碎。重锤下落时可产生 1383KN·m~11060KN·m 的冲击能量，典型的工作效率为单车道 100m/h。MHB 技术参数如表 9 所列。

表 9 MHB 设备主要技术参数

设备参数	要求	设备参数	要求
锤重范围（kg）	700~1100	最大破碎宽度（cm）	≥375
最大落锤高度（cm）	≥150	工作速度（m/h）	50~120

8.2.2.2 与 MHB 配套使用的是 Z 型压路机，通过在钢轮上附设的 Z 形条纹，对 MHB 破碎后的路面进行补充破碎。

8.2.2.3 共振碎石化的主要设备为 RPB，破碎机械在工作底盘后部装有一个悬臂的巨型锻造合金钢梁，梁的端处设有 22cm 宽的锐状破碎器，发动机功率为 257 kw~448kw，总重达 27.2 t~31.8t，锤宽 15.2cm~30.5cm。破碎机械是将水压能量通过方形钢梁传递给锤头，在偏心轴力的驱动下产生 42Hz~50Hz 频率的振动谐波，其振动能量传递到水泥混凝土板，引起板的共振并迅速破碎开裂。RPB 设备主要技术参数如表 10 所示。

表 10 RPB 设备主要技术参数

设备参数	要求	设备参数	要求
发动机功率（kw）	257~448	振动频率（Hz）	42~50
振幅（mm）	10~20	工作速度（km·车道/天）	1.6~2.7

8.3 碎石化施工准备

8.3.1 旧水泥混凝土路面的清理

碎石化施工前，应先清除旧混凝土板块上存在的沥青加铺层和沥青表面修补材料。

8.3.2 碎石化施工前，应对排水系统修复或增设。

8.3.3 应力释放切割渠设置

若待施工道路不能提供路面共振碎石化所需的膨胀伸缩空间，宜设置沿路面纵向切割开挖并贯穿面层厚度的沟渠，具体适用情况及设置方法如下：

1) 以下三种情况，宜对旧水泥混凝土路面沿纵向切割，通常沿纵缝切割，切割深度应贯穿旧水泥混凝土路面。

- (1) 待采取共振碎石化施工的旧水泥混凝土路面为六车道及六车道以上时；
 - (2) 属于城市道路，两边为路缘石或非机动车道、人行道，不便由行车道外侧向内侧破碎时；
 - (3) 道路无中央分隔带，左右路幅直接相连形成整体，而道路两侧又没有可伸缩空间。
- 2) 以下两种情况，应将共振碎石化区域与非共振碎石化区域切割分开，以防施工对非共振碎石化路段或其它结构物造成损伤，切割深度应贯穿面层和基层。
- (1) 碎石化路段与其它路段连接处；
 - (2) 桥梁、涵洞、挡土墙等特殊构造物位于共振碎石化路段内，且未设置安全施工距离，则需在碎石化区域与构筑物连接处切割。
- 3) 切割处设置的传力杆均需剪断。

8.3.4 隔振沟设置

经对周边设施及环境的适宜性评估，碎石化施工的振动可能会对周边建筑物造成损害的局部路段，需沿路肩外侧边缘或道路路基外侧设置隔振沟，开挖深度不应小于 0.8m，宽度不应小于 0.1m。

8.3.5 特殊路段的处理

在碎石化施工之前，应对出现严重病害的软弱段进行修复处理。

- (1) 清除路基翻浆等不稳定部位的旧水泥混凝土路面板；
- (2) 开挖基层或路基直至稳定层；
- (3) 在挖除部位换填碎石等材料，顶面高程应与破碎混凝土板顶高程相同；
- (4) 挖除与未挖除的过渡位置应采用与加铺底层相同的混合料，回填料应进行适当的摊铺和压实，最小控制尺寸应不小于全车道宽和 1.2m 长，以保证压实效果。

8.3.6 构筑物的标示和保护

碎石化施工前，应按照 6.4 的要求在现场对沿线需要保护的构造物做出明确标识，以确保这些构造物不会因碎石化施工造成损坏。

8.3.7 上跨构造物的净空

施工前需测量上跨构造物的净空，应尽量同时确保加铺后的净空和加铺层的厚度。如加铺层后的最终净空不足，可采用如下措施。

- (1) 当桥下净空相差较小时，可在满足疲劳验算的前提下，适当减少加铺层厚度；也可在保证足够承载力的前提下，铣刨桥下路面，降低至指定高程。
- (2) 当桥下净空相差较大时，则应根据设计净空挖除原路面结构，修复或新建基层至

指定高程。

8.3.8 设置高程控制点

应在有代表性路段设置高程控制点，以便在施工中监测高程的变化，指导加铺层施工。

8.3.9 交通管制控制

在碎石化施工之前，应制订施工区段的交通管制及分流方案，满足通车及施工交通的安全要求。

8.3.10 夜间施工

在夜间施工，碎石化施工前需在现场准备符合操作要求的照明设备。对于需要保护的构筑物、小桥涵、路面下埋设的管线等应设置围栏，并悬挂红灯警示标志；对于高路堤旧水泥混凝土路面的碎石化，应在离路堤边缘 1.5m 处设置反光标志，以防碎石化机械开过路堤边缘发生危险事故。

8.3.11 扬尘控制

在碎石化施工前用洒水车在需要破碎的车道上洒水以控制施工中的扬尘现象，洒水时间与进行破碎的时间宜控制在 0.5h 以内。

8.3.12 设备保养和调试

碎石化施工前做好设备保养和调试，保证施工所需的破碎机械、碾压设备的完好性。

8.4 碎石化试验段

8.4.1 碎石化正式施工前，应根据路况调查资料选择有代表性的路段作为试验段，长度不应小于 200m。

8.4.2 多锤头试破碎过程中应按 8.2.2.1 中主要技术参数，安排不同的落锤高度、频率和行车速度在不同区间完成设备调试，直至破碎后路表面呈现均匀的鳞片状，清除破碎层表面 2cm 左右碎屑至碎石化嵌挤层顶，观察裂缝情况，并与粒径范围要求（表 11）对比，粒径合适时记录设备参数，同时保存破碎层照片作为工程质量验收的比对板（见图 3）。

8.4.3 共振试破碎过程中应按 8.2.2.3 中主要技术参数，分区域对试验路段进行共振碎石化施工，并对每个区域采用的施工参数进行记录，同时保存破碎层照片作为工程质量验收的比对板（见图 4）。

8.4.4 在试验段内随机选取 1~2 个 1.2m 长、1.2m 宽、水泥板厚的检查坑，在全深度范围内检查碎石化后的颗粒是否满足（表 11、表 12）的规定。如不满足，必须增加试验区调整设备控制参数，直至满足要求。试坑检查完后，应采用密级配粒料回填并压实。

8.4.5 通过以上程序得出的施工设备控制参数应记录，并保存破碎层及试坑的照片，以指导

正常施工。正常施工中，仅可根据路面实际状况对破碎参数作出微小的调整，当必须对参数作出较大调整时，应得到监理工程师的认可。



图3 多锤头碎石化比对板



图4 共振碎石化比对板

8.5 碎石化施工

8.5.1 多锤头碎石化施工顺序应从外侧车道向内侧车道破碎，共振碎石化施工顺序也遵照执行，当共振碎石化施工中相邻车道沿纵缝进行了切割，也可由中间向两边破碎。

8.5.2 多锤头碎石化施工中，边缘应防止破碎过度，在破碎路肩时，可采取适当降低外侧锤头高度、减小落锤间距的措施，及保证破碎效果，又不至于破碎功过大而造成过度破碎。

8.5.3 多锤头碎石化施工中，两幅破碎一般要保证 10cm 左右的搭接破碎宽度。

8.5.4 共振碎石化施工中，每一遍锤头破碎宽度约 0.2m~0.3m，在破碎一遍后，紧接着破碎第二遍时，第二遍破碎区域间隔应控制在半个锤头宽度以内，严格控制隔行破碎现象，共振碎石化一个车道的过程中，实际破碎宽度应超过一个车道，与相邻车道搭接部分宽度至少 15cm。

8.5.5 碎石化施工过程中，应根据旧水泥混凝土路面的强度差异随时优化调整施工参数，尽量达到破碎均匀。

8.5.6 对于碎石化施工路段内的构造物及标定的沿线敏感建筑物，在施工期间应派人进行实时观察，一旦发现开裂现象应立即停止施工，并向监理单位、业主报告，经调查分析原因并采取相应的保护措施后方可再进行施工。

8.5.7 难破碎路段

8.5.7.1 基层强度过高或面板厚度过大时，宜采用其他手段进行旧水泥混凝土路面的预裂，确保碎石化后达到预期效果。预裂后的区段应重新进行试验段施工，确保其碎石化的各项施工参数。

8.5.7.2 若待修建道路外侧车道边缘、内侧车道靠中央分隔带边缘有路缘石或其它设施，共振式破碎机施工时可能会受到阻碍，车道边缘将会有 0.5m~0.75m 宽的路面难以顺利破碎，此时可让共振式破碎机与车道边缘纵向成 30°~50°的角度破碎。

8.6 碎石化施工后处治与碾压

8.6.1 破碎层清理与保护

8.6.1.1 在进行破碎层碾压前，应对破碎层进行清理。

(1) 人工清除破碎层上原水泥混凝土接缝之间的条状填料；

(2) 如果破碎层表面有钢筋外露，若钢筋埋深较浅且条件允许，应移除整片钢筋，否则应将外露部分剪除至与破碎层顶面齐平，破碎层中的钢筋可保留在原处；

(3) 破碎层洒水碾压后，若有尺寸过大的碎块应予以清除，并采用密级配碎石粒料回填。

8.6.1.2 破碎层的保护

在路面碎石化施工过程中以及沥青层加铺前，禁止通行与施工无关的车辆，同时还应控制施工车辆通行次数，禁止车辆随意在破碎层上掉头、刹车与启动。

破碎层应充分做好防止雨水的工作，同时要保证路面边缘排水系统的正常而有效地工作。

8.6.2 隔振沟恢复

隔振沟的回填材料经碾压后强度不应小于原有强度，可采用级配碎石材料回填。

8.6.3 脱空处理

碎石化后，应对脱空处的凹处开挖回填处治。

碾压完毕后，破碎层表面若有竖向位移超过 2cm 的区域，应用级配碎石回填并压实。

若碎石化后脱空对应区域的块径过大，存在明显大于其他路段的碎块，则应挖除该区域对应的破碎层，用级配碎石回填并压实。

8.6.4 碾压

8.6.4.1 一般规定

直线和不设超高的平曲线段，应由两侧路肩开始向路中心碾压；设超高的平曲线段，应由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。

8.6.4.2 多锤头碎石化碾压工艺

碎石化之后应通过碾压，将表面的扁平颗粒进一步破碎，同时稳固下层块料，为新建沥青面层提供一个平整的表面。对于一次破碎后个别面积大于 1m^2 的板块，宜在碾压前用人工或小型气动冲击设备补充破碎。

多锤头破碎后的路面采用 Z 型压路机压实，压实遍数 1~3 遍，压实速度不应超过 5km/h ，再采用钢轮振动压路机振动压实或静压 1~3 遍。

8.6.4.3 共振碎石化碾压工艺

共振碎石化后应采用不小于 9 吨的双钢轮振动碾压机压实 2~5 遍，碾压速度不得大于 5km/h 。采用振动压路机碾压时相邻碾压带应重叠 10~20cm 的碾压宽度，折回时应先停止振动。

8.6.4.4 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难以碾压的部位，宜采用自重 1t~2t 的小型振动压路机或振动夯实板作补充碾压。

8.6.4.5 为加强碾压效果，可在第一遍和第三遍之间洒水。在施工条件允许下，应尽可能提高碾压遍数。

8.6.5 碾压完成后，宜尽快进行封层施工，防止雨水渗入和扬尘。

9 碎石化工程质量检验标准

9.1 一般规定

9.1.1 检查测试位置选择应符合随机性要求。

9.1.2 破碎层检查验收可分为施工单位过程自检，监理、业主检测，质检部门的质量检验验收。质量检验验收合格后，方可进入下道工序施工。为了加快施工各工序的衔接，质量检验验收应在每个施工段落的碎石化工序完成后尽快进行。

9.2 碎石化层破碎质量检验标准

9.2.1 多锤头碎石化层的质量检验标准应符合表 11 的规定。

表 11 多锤头碎石化施工破碎层质量检测内容与检查方法

项次	检查内容	标准	检查方法和频率
1	表层粒径	<8cm	直尺，20m 一处；与试验段比对板进行对比
2	上部粒径（1/2 厚度）	<23cm	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%；与试验段比对板进行对比
3	下部粒径（1/2 厚度）	<38cm	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%；与试验段比对板进行对比

注：以上检测应在碾压完成后进行

9.2.2 共振碎石化层的质量检验标准应符合表 12 的规定。

表 12 共振碎石化施工破碎层质量检测内容与检查方法

项次	检查内容			标准	检查方法和频率
1	粒径	无钢筋	上部松散层 (应小于 1/2 板厚)	<5cm	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%；与比对板进行对比
			下部嵌锁层	<23cm	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%；与比对板进行对比
		有钢筋	钢筋以上部分	<5cm	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%；与比对板进行对比
			钢筋以下部分	<23cm	
2	破碎层厚度/原水泥板厚度			≤1.05	直尺，试验段 50m 一处，正常施工不均匀时抽检 5%

注：以上检测应在碾压完成后进行

9.2.3 施工过程自检结果应与表 11、表 12 中的规定数据及比对板相对照。有差距时应及时查明原因, 调整后续施工段落的施工参数, 以达到碎石化层的质量要求。

9.2.4 碎石化层碾压后, 不应有钢筋外露, 不应有沥青接缝料、补块等存在; 摊铺前碎石化表面不应出现凹陷深度超过 2cm。