

公路水泥混凝土路面再生利用 技术细则

Technical Guidelines for Recycling of Highway Cement Concrete Pavement

2014-04-01 发布

2014-06-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业推荐性标准

公路水泥混凝土路面再生利用技术细则

Technical Guidelines for Recycling of Highway
Cement Concrete Pavement

JTG/T F31—2014

主编单位：交通运输部公路科学研究院

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：2014 年 06 月 01 日

人民交通出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

公路水泥混凝土路面再生利用技术细则 JTG/T F31—
2014 / 交通运输部公路科学研究院主编. — 北京: 人
民交通出版社, 2014. 4

ISBN 978-7-114-11360-4

I. ①公… II. ①交… III. ①水泥混凝土路面—再生
产—技术规范—中国 IV. ①U416.216-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 073900 号

标准类型: 中华人民共和国行业推荐性标准

标准名称: 公路水泥混凝土路面再生利用技术细则

标准编号: JTG/T F31—2014

主编单位: 交通运输部公路科学研究院

责任编辑: 李 农

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.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/16

印 张: 2.25

字 数: 52 千

版 次: 2014 年 4 月 第 1 版

印 次: 2014 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11360-4

定 价: 30.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书, 由本社负责调换)

中华人民共和国交通运输部

公 告

2014 年第 12 号

交通运输部关于发布 《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》的公告

现发布《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》(JTG/T F31—2014)，作为公路工程行业推荐性标准，自 2014 年 6 月 1 日起施行。

《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》(JTG/T F31—2014) 的管理权和解释权归交通运输部，日常解释和管理工作的由主编单位交通运输部公路科学研究院负责。

请各有关单位注意在实践中总结经验，及时将发现的问题和修改建议函告交通运输部公路科学研究院（地址：北京市海淀区西土城路 8 号，邮政编码：100088），以便修订时研用。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2014 年 4 月 1 日

前 言

根据交通运输部厅公路字〔2011〕115号文《关于下达2011年度公路工程标准制修订项目计划的通知》，由交通运输部公路科学研究院承担《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》的制定工作。

本细则的编制以强化科技成果推广，注重资源节约利用，保护生态环境为理念，主要规范了多锤头碎石化、共振碎石化、冲击压裂碎石化及板式打裂等关键技术在新水泥混凝土路面改造工程中的应用。编写组以国内外现有研究成果为基础，结合实际工程经验，广泛征求意见，几经修改补充，完成了细则的编制任务。

本细则分7章，主要包括旧路调查与分析、再生利用设计、就地碎石化施工、就地发裂施工和集中破碎再生等内容，对旧水泥混凝土路面再生决策、方案选择、设计、施工及检查验收等都作了具体的规定。对其他规范已经涉及并阐述得比较清楚的内容，本细则不再涉及，应用时可按相关规范执行。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本细则日常管理组，联系人：赵之杰（地址：北京市海淀区西土城路8号，邮编：100088；电话：010-62079080，传真：010-62079201；电子邮箱：zzjcbms@126.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：交通运输部公路科学研究院

参 编 单 位：汇通路桥建设集团有限公司

重庆交通大学

广东省公路管理局

陕西省公路管理局

湖北省公路管理局

主 编：赵之杰

主要参编人员：张 阳 赵美玲 凌天清 李林生 舒 森

章征春 付 智 范长春 张 峰

主 审：王松根

目次

1	总则	1
2	术语	2
3	旧路调查与分析	3
3.1	一般规定	3
3.2	资料收集	3
3.3	旧路现状调查	4
3.4	沿线构造物及施工环境调查	5
3.5	旧路状况分析	6
4	再生利用设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	再生利用技术选择	8
4.3	旧路处置与排水设计	9
4.4	加铺层结构设计	10
5	就地碎石化施工	14
5.1	一般规定	14
5.2	设备要求	14
5.3	施工准备	15
5.4	试验路段	16
5.5	多锤头碎石化施工	17
5.6	共振碎石化施工	18
5.7	就地碎石化施工质量检验	18
6	就地发裂施工	20
6.1	一般规定	20
6.2	设备要求	20
6.3	施工准备	21
6.4	试验路段	21
6.5	板式打裂压稳施工	22
6.6	冲击压裂施工	23
6.7	就地发裂施工质量检验	24
7	集中破碎再生	25
7.1	一般规定	25

7.2 设备要求.....	25
7.3 再生集料质量要求.....	25
附录 A 水泥混凝土路面就地再生加铺层参考结构	27
本细则用词用语说明	28

1 总则

1.0.1 为规范水泥混凝土路面再生利用技术的应用，提高水泥混凝土路面再生利用技术水平，保证水泥混凝土路面再生利用工程质量，制定本细则。

1.0.2 本细则适用于各等级公路普通水泥混凝土路面的再生利用工程。

1.0.3 应遵循资源节约、环境保护、技术可靠、经济合理的原则，选择适宜的再生利用技术。

1.0.4 应积极稳妥地采用成熟可靠的新材料、新设备、新工艺和新技术。

1.0.5 水泥混凝土路面再生利用除应符合本细则的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 水泥混凝土路面再生利用技术 cement concrete pavement recycling

采用就地破碎、发裂或集中破碎等方式，利用旧水泥混凝土路面强度和材料的技术。

2.0.2 就地再生利用技术 in-place recycling

采用专用设备对旧水泥混凝土路面进行原位破碎、打裂压稳或冲击压裂等工艺处置后，作为基层或底基层使用的技术。

2.0.3 就地碎石化再生利用技术 in-place rubbilization recycling

采用多锤头破碎机或共振破碎机等专业设备将旧水泥混凝土路面原位破碎成具有一定尺寸的颗粒嵌挤体，作为基层或底基层使用的技术。

2.0.4 多锤头碎石化再生利用技术 multi-head breaker rubbilization recycling

采用多锤头破碎机和 Z 型单钢轮振动压路机进行旧水泥混凝土路面就地碎石化再生利用的技术。

2.0.5 共振碎石化再生利用技术 resonant rubbilization recycling

采用共振破碎机进行旧水泥混凝土路面就地碎石化再生利用的技术。

2.0.6 就地发裂再生利用技术 in-place cracking recycling

采用板式破碎机或冲击压路机等专用设备将旧水泥混凝土路面原位破碎成不规则的块状嵌挤体，作为底基层使用的技术。

2.0.7 板式打裂压稳再生利用技术 plate breaking and re-rolling recycling

采用板式破碎机进行旧水泥混凝土路面就地发裂再生利用的技术。

2.0.8 冲击压裂再生利用技术 impact compaction recycling

采用冲击压路机进行旧水泥混凝土路面就地发裂再生利用的技术。

3 旧路调查与分析

3.1 一般规定

3.1.1 水泥混凝土路面再生利用路段，应开展有针对性的调查分析工作，为再生利用方式决策、设计和施工提供依据。

3.1.2 旧路面状况调查，应包括旧路基础资料、气候条件、交通量、旧路面技术状况、沿线设施等内容。

3.2 资料收集

3.2.1 应收集旧路设计文件、竣工图纸等资料。

条文说明

收集旧路资料的目的是了解路面结构组成、排水设施等旧路设计情况。

3.2.2 应收集沿线路侧挡墙、桥梁、管涵、地下管线等构造物的位置桩号、结构尺寸等资料。

3.2.3 应收集旧路通车运营期间的养护和路面检测资料。

条文说明

收集旧路运营期间养护和检测资料的目的是了解旧路面曾经产生的病害类型、处置方案及效果。

3.2.4 应收集路段历史交通量、交通组成及轴载资料。

3.2.5 应收集路段气象、水文、地质等相关资料。

条文说明

雨、雪天气，水易灌入破碎体，影响路面结构耐久性，是施工组织中要考虑的重要因素。

3.3 旧路现状调查

3.3.1 旧路现状应调查断板率、脱空率、沥青混合料修补面积、面板强度、换板情况、基层结构类型、基层病害处置方式、路基 CBR 值、路基软弱路段、路基含水率、地下水位深度、交通量及组成等。

3.3.2 断板率、脱空率的调查和计算应按现行《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1) 规定执行，断板率、脱空率相近路段应归并为一个统计段落。

3.3.3 应对调查路段钻芯实测混凝土路面劈裂强度。每公里取样个数不宜少于 3 个；超过 3km 路段，每公里取样个数不应少于 1 个，取样总数应满足统计和计算的需要。试块尺寸宜为 $\phi 15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 。劈裂强度计算应按现行《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30) 的规定执行。

3.3.4 水泥混凝土面板钻芯劈裂强度可按式 (3.3.4-1) 计算面板芯样劈裂强度代表值，并应记录其最小值 $f_{sp,min}$ 。可按式 (3.3.4-2) 计算面板芯样抗压强度代表值。

$$\begin{aligned} f_{sp} &= \frac{\sum_{i=1}^n f_{sp,i}}{n} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{sp,i} - \bar{f}_{sp})^2}{n-1}} \\ f_{sp} &= \bar{f}_{sp} - Z_a S \end{aligned} \tag{3.3.4-1}$$

式中： n ——测点数；
 $f_{sp,i}$ ——各测点的劈裂强度值 (MPa)；
 $\bar{f}_{sp}$ ——所有测点的劈裂强度平均值 (MPa)；
 Z_a ——保证率系数，高速、一级公路取 1.645，二级及二级以下公路取 1.282；
 S ——标准差；
 f_{sp} ——劈裂强度代表值 (MPa)。

$$f_{sc} = 7 \times 1.12 \times f_{sp}^{1.21} \tag{3.3.4-2}$$

式中： f_{sc} ——水泥混凝土面板钻芯抗压强度代表值 (MPa)。

3.3.5 应采用现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60) 测定路基土的 CBR 值。取样个数每公里不宜少于 3 个，取样总数应满足统计和计算的需要。按式 (3.3.5) 计算各施工段落的 CBR 代表值。

$$\overline{\text{CBR}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{CBR}_i}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{CBR}_i - \overline{\text{CBR}})^2}{n-1}}$$

$$\text{CBR} = \overline{\text{CBR}} - Z_a S \quad (3.3.5)$$

式中： n ——测点数；

CBR_i ——各测点的 CBR 值（%）；

S ——标准差；

$\overline{\text{CBR}}$ ——所有测点的 CBR 平均值（%）；

Z_a ——保证率系数，高速、一级公路取 1.645，二级及二级以下公路取 1.282；

CBR ——施工段落的 CBR 代表值（%）。

3.3.6 应调查路基存在 CBR 值小于 5，以及强度不足、出现软弹、过湿、沉陷等状况段落的面积及桩号，并拍照存档。

3.3.7 应采用挖探或钻探等方法实测旧路基含水率，测定可采用环刀法或酒精法。

条文说明

对于低等级公路，旧水泥混凝土路面再生后结构层的稳定性与路基含水率有关。如：当路基含水率处于适当的水平时，采用就地碎石化技术可使路基进一步密实；路基含水率超标时，采用冲击压裂技术容易引起路基弹簧翻浆。

3.3.8 应调查地下水位深度，必要时可采用钻探方法实测地下水位深度。

3.3.9 应调查现有交通量、交通组成及轴载情况。

3.4 沿线构造物及施工环境调查

3.4.1 应调查沿线上跨构造物情况，实测并记录桩号、净空、结构形式。

3.4.2 应调查沿线桥梁、管涵、地下管线情况，实测并记录桩号、结构形式，必要时实测结构尺寸；管涵、地下管线还应实测其埋置深度。

3.4.3 应调查挡墙、边沟及沿线其他构造物的位置、形式及技术状况。

3.4.4 应调查路侧房屋的位置、结构及损坏情况，必要时可拍照记录。

3.4.5 应调查其他对施工有影响或限制的因素。

3.5 旧路状况分析

3.5.1 应分析断板率、脱空率、路基含水率等资料，为再生利用技术选择提供依据。

3.5.2 应分析沥青混合料修补面积、换板情况、基层病害处置方式、路基 CBR 值、路基软弱路段及排水设施等资料，为旧路处置与排水设计提供依据。

3.5.3 应分析面板强度、基层结构类型及交通量等资料，为加铺层结构设计提供依据。

3.5.4 应分析气象、水文、地质情况，沿线构造物及施工环境等资料，保证施工质量及安全。

4 再生利用设计

4.1 一般规定

4.1.1 再生利用设计应包括再生利用技术选择、旧路处置与排水设计、加铺层结构设计和施工期间交通组织设计等内容。

4.1.2 加铺层结构设计应按现行《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)和《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40)的规定进行。加铺层结构设计应按两阶段设计进行。

4.1.3 应按充分利用旧路面强度和材料的原则,综合考虑路面状况、路基条件、构造物、净空要求、施工限制条件、当地材料供应情况等因素,结合技术经济比较,合理选择再生利用技术,提高资源利用率。

4.1.4 应根据旧路状况,分段进行再生利用设计,分段长度不宜小于1km。

4.1.5 对损坏严重路段应进行特殊设计。

条文说明

为了给水泥路面再生工程的技术人员以更多的灵活度,对损害严重路段的判别标准在条文中没有给出明确规定。目前,大多地区的经验一般是当路段出现CBR值小于5,强度不足,出现软弹、过湿、沉陷的情况时,就要求做特殊设计。这些实践经验可以作为具体项目中的参考。

特殊设计指为使特殊路段满足强度要求而进行的设计工作,对特殊路段的换填深度、换填材料以及压实要求作出具体规定。

4.1.6 应在设计图中详细标注出受施工影响的桥涵结构物、沿线设施和房屋的位置。

4.1.7 应对施工期间的交通组织进行详细设计,维持通车路段应明确交通管制方案。

4.2 再生利用技术选择

4.2.1 旧水泥混凝土路面再生利用宜选择就地再生利用技术。当施工条件受限时，也可选择集中破碎再生方案。

4.2.2 断板率不小于5%时，不宜采用再生利用技术；断板率大于5%且小于80%时，宜采用就地碎石化再生利用技术；断板率小于20%，且脱空率不大于10%时，也可采用就地发裂再生利用技术。

条文说明

根据实体工程经验，当板底脱空率高于10%时，采用就地发裂技术无法彻底解决板底脱空现象，易导致再生层强度不均匀。

4.2.3 旧路面地下水位深度小于1m或路基含水率超出最佳含水率4%时，不宜采用冲击压裂技术。

4.2.4 采用多锤头碎石化和就地发裂再生利用技术时，应满足下列要求：

1 作业面距构造物最小距离应符合表4.2.4的规定。不能满足时，可采取共振碎石化技术或集中破碎技术。

表 4.2.4 作业面距构造物最小距离

构造物类型		采用就地发裂技术时 最小距离（m）	采用多锤头碎石化技术时 最小距离（m）
桥梁 ^a 和涵洞		5	1.5
挡墙	有隔振沟	2.5	—
	无隔振沟	4	0.5
地下管线		5	1
地下构造物顶部以上		3	1
互通式立交桥梁 ^b		10	—
建筑物	有隔振沟	20	5
	无隔振沟	30	8

注：^a与桥梁的距离为作业面到桥头搭板之间的距离。
^b与互通式立交桥梁的距离为作业面到桥墩之间的距离。

2 当公路沿线或两侧有对施工振动特别敏感的构造物或设备时，应与相关部门协商确定安全距离。

条文说明

隔振沟可消减设备的振动影响。

4.3 旧路处置与排水设计

4.3.1 对调查确定的路基软弱路段，应采用换填方式进行处置。换填要求应符合下列规定：

- 1 应按旧路面结构逐层开挖至满足该层设计承载力要求的深度。
- 2 换填材料宜采用透水性较好的材料。
- 3 基层回填宜采用与原基层相同的材料进行换填。
- 4 面层回填宜采用级配砾石，并宜符合表 4.3.1 的规定。换填层的顶面当量回弹模量应满足设计要求。

表 4.3.1 级配砾石技术要求

项 目		通过质量百分率（%）
筛孔尺寸 (mm)	53	100
	37.5	90 ~ 100
	31.5	81 ~ 94
	19.0	63 ~ 81
	9.5	45 ~ 66
	4.75	27 ~ 51
	2.36	16 ~ 35
	0.6	8 ~ 20
	0.075	0 ~ 7
液限（%）		<28
塑性指数	潮湿多雨地区	<6
	其他地区	<9

5 应采用满足要求的振动压路机。

4.3.2 有沥青混凝土罩面或其他柔性材料修补的，应制订清除方案。

4.3.3 就地再生利用路段，路面板边缘应设置纵向盲沟；路肩应设置横向盲沟，盲沟的设置可参照图 4.3.3 进行设计，并应满足下列要求：

- 1 纵向盲沟应设置于旧路面板边缘下，底面深度宜为旧路面板底面以下 15 ~ 20cm，宽度不宜小于 20cm，高度不宜小于 30cm。
- 2 横向盲沟的设置间距宜符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 横向盲沟的设置间距

路线纵坡坡度 (%)	设置间距 (m)
≤0.3	10 ~ 20
0.3 ~ 3	20 ~ 30
≥3	30 ~ 40

- 3 横向盲沟方向宜为路肩合成坡度方向，其断面不应小于纵向盲沟断面。
- 4 盲沟底部宜设置用反滤织物包裹的多孔 PVC 管，管径不宜小于 10cm。碎石层顶面应设置反滤织物。
- 5 盲沟的回填宜采用粒径在 19 ~ 37.5mm 范围内的单级配石料，填充高度不宜小于 25cm，剩余部分可采用砂土等透水性材料回填。
- 6 超高路段外侧路面板边缘可不设置纵、横向盲沟，有中央分隔带的应在内侧路面板边缘设置横向集水设施，防止外侧水流入内侧路面范围内。

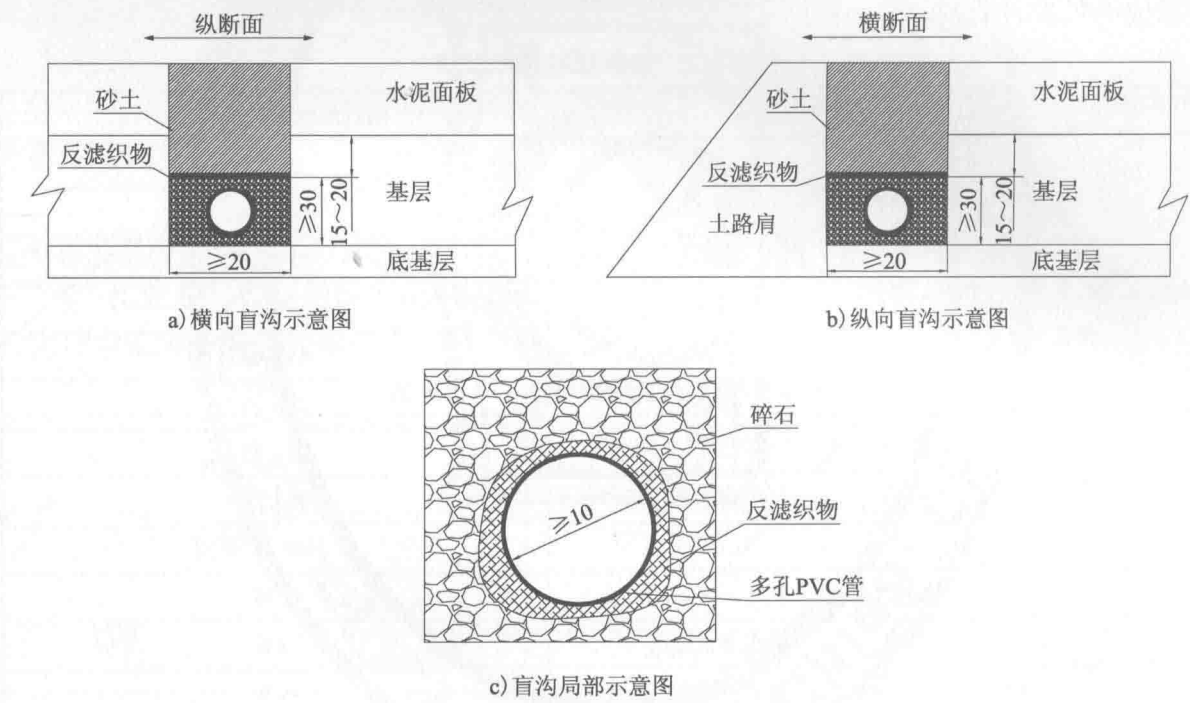


图 4.3.3 盲沟设置示意图 (尺寸单位:cm)

- 4.3.4 应疏通修复旧排水系统，新建排水系统应与旧排水系统相结合。
- 4.4 加铺层结构设计
- 4.4.1 加铺层结构设计应根据交通量、气候条件、路面状况、路基条件、沿线设施及再生利用技术等分段进行。
- 4.4.2 净空受限路段宜采取调整加铺层结构组成等方法减少加铺层总厚度，也可采