

T/QHHS

青海省公路学会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

高原特殊区域农村公路砂砾路面就地再生 技术规范

点击此处添加标准名称的英文译名

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

青海省公路学会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 材料 2

 4.1 胶结材料 2

 4.2 水 2

 4.3 填补料 2

5 设计 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 设计流程 2

 5.3 路况调查 3

 5.4 材料试验 3

 5.5 材料应用技术要求 4

 5.6 配合比设计 4

 5.7 路线设计 4

 5.8 路面结构设计 4

 5.9 环境保护设计 5

 5.10 施工组织设计 5

 5.11 编制设计文件 5

6 施工 5

 6.1 一般要求 5

 6.2 施工准备 5

 6.3 铺筑试验路段 6

 6.4 就地再生施工工艺 6

 6.5 修整 8

7 质量控制与验收 8

 7.1 质量控制 8

 7.2 质量验收 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省公路局提出。

本文件由青海省公路学会归口。

本文件起草单位：青海省公路局、青海省交通科学研究院、青海省交通建设工程造价站、青海省交通工程技术服务中心、青海省公路学会、长安大学。

本文件主要起草人：冯海东、郭建芳、何文哲、付明洲、王斌、陈迎亮、魏亮、周玉翠、赵玉明、李永寿、谢慧、王志华、董珍林、李刚、杨有根、户琳琳、开东东、祁海玲、刘维伟、杨洪福、盛燕萍、马晓燕。

高原特殊区域农村公路砂砾路面就地再生技术规范

1 范围

本文件规定了高原特殊区域农村公路砂砾路面就地再生技术的术语和定义、材料、设计、施工、质量控制与验收等要求。

本文件适用于高原特殊区域农村公路砂砾路面就地再生技术。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥
CJ/T 486 土壤固化外加剂
CJJ/T 286 土壤固化剂应用技术标准
JT/T 1507 公路工程施工安全标志设置规范
JTG/T 3311 小交通量农村公路工程设计规范
JTG 3430 公路土工试验规程
JTG 3432 公路工程集料试验规程
JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T F20 公路路面基层施工技术实施细则
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG H30 公路养护安全作业规程
DB63/T 2052.8 农村公路勘察设计规范 第8部分：绿色农村公路生态文明设计要求
DB63/T 2052.9 农村公路勘察设计规范 第9部分：施工组织和工程造价

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高原特殊区域

海拔高度在2500 m以上、累年最冷月平均温度不高于-10℃或日平均温度不高于5℃天数在145 d以上、年平均日设计交通量在400辆小客车及以下、生态保护区、生态脆弱区等限制或禁止开发区、公路建设条件特别困难的区域。

3.2

胶结材料

通过物理或化学反应将松散颗粒（如骨料、再生骨料、土壤等）黏结为整体，并形成稳定结构的物质。

3.3

A类固化剂

通过与无机结合料、路面材料、水和空气的物理或化学反应，改善原路面材料工程性能的外加剂，为粉体或液体。

[来源：CJJ/T 286-2018, 2.0.4, 有修改]

3.4

B类固化剂

通过与路面材料、水和空气的物理或化学反应，单独使用，不与无机结合料复掺使用的固化剂，为粉体。

[来源：CJJ/T 286-2018, 2.0.5, 有修改]

3.5

就地再生

充分利用原路面材料，必要时加入部分填补料或胶结材料，在自然环境下利用特定施工机械组合，一次性就地连续完成路面材料的铣刨、拌和、摊铺、整平、压实、养护成型的作业过程。

3.6

再生深度

冷再生机设定的铣刨深度，一般为原路面表面距再生层底部的深度。

3.7

边坡修整

对公路边坡进行加固、修复和美化，保证边坡的稳定、安全和美观的一系列工程措施。

4 材料

4.1 胶结材料

4.1.1 固化剂

A类固化剂应符合CJ/T 486规定，B类固化剂应符合CJJ/T 286规定。

4.1.2 无机结合料

无机结合料应符合下列规定：

- a) 水泥：符合 GB 175 规定，宜采用 P·O 42.5 普通硅酸盐水泥；
- b) 石灰：符合 JTG/T F20 规定；
- c) 工业废渣：粉煤灰、高炉矿渣、钢渣等工业废渣符合 JTG/T F20 规定。

4.2 水

应符合JTG/T F20规定。

4.3 填补料

填补料主要为天然砂砾、碎砾石、石屑、黏土等，最大粒径不宜大于53 mm。

5 设计

5.1 一般要求

5.1.1 高原特殊区域农村公路砂砾就地再生技术设计，应遵循生态优先、因地制宜、安全耐久、经济适用的原则。

5.1.2 高原特殊区域农村公路砂砾就地再生技术设计应按调查阶段、试验阶段、设计阶段的流程进行。

5.1.3 未添加胶结材料的路段应不进行配合比设计。

5.2 设计流程

设计流程见图1。

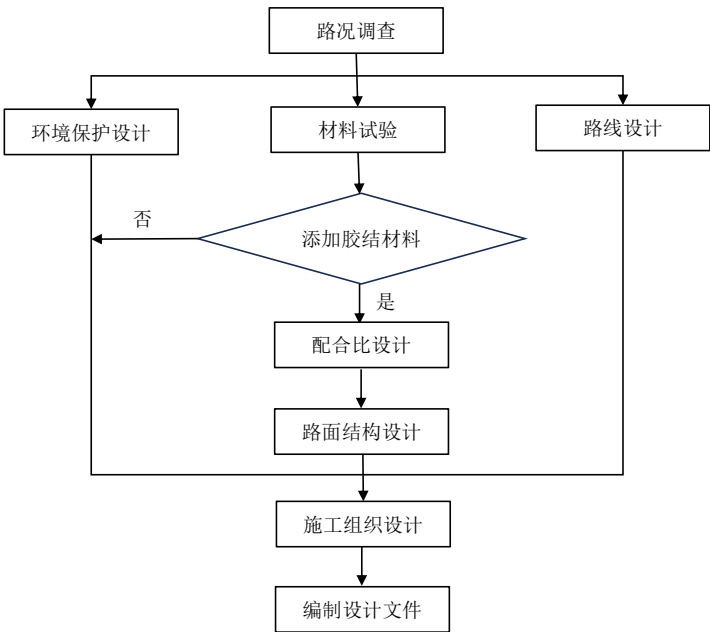


图 1 设计流程图

5.3 路况调查

5.3.1 调查和资料收集

- 包括但不限于：
- a) 调查高原特殊区域环境状况、地质条件，包括气候、地形地貌、水文、生态环境特征、环境保护要求等，及其对路面状况及公路施工的影响；
 - b) 调查路面的交通状况，包括车流量、车型、轴载等；
 - c) 调查路面宽度、厚度、路线线形、路基断面等；
 - d) 调查路面出现坑槽、沉陷、车辙、波浪搓板等损坏情况、严重程度和分布情况；
 - e) 调查沿线桥梁、盖板涵分布情况；
 - f) 公路施工和养护历史，包括施工时间、施工工艺、养护措施等。

5.3.2 划分路段

- 划分路段应依据以下因素：
- a) 路面状况：原路面材料状况、路面厚度、桥梁、盖板涵等；
 - b) 路线线形：路线的直线、曲线、坡度等；
 - c) 路基断面：路堤、路堑、半填半挖等。

5.4 材料试验

- 材料试验包括但不限于：
- a) 对原路面材料进行取样，取样方法按 JTG 3432 执行；
 - b) 原路面材料试验包括但不限于：
 - 粗集料筛分、密度、硫酸盐含量试验（必要时做）：试验方法按JTG 3432执行，
 - 液限和塑性指数试验、击实试验：试验方法按JTG 3430执行，
 - 有机质含量试验（必要时做）：试验方法按JTG 3430、JTG 3432执行；
 - c) 需要填补料的路段，根据试验结果，明确填补料的类型；
 - d) 对级配不良的砂砾材料，宜通过掺加部分填补料以改善砂砾级配；填补料（包括胶结材料）路段试验包括但不限于：
 - 粗集料筛分、密度、压碎值、硫酸盐含量试验（必要时做）：试验方法按JTG 3432执行，

- 液限和塑性指数、有机质含量试验（必要时做）：根据填补料类型，试验方法按JTG 3430、JTG 3432执行，
- 击实试验：试验方法按JTG 3441执行，
- 无侧限抗压强度：取混合后的材料按照JTG 3441成型试件，测试其7d无侧限抗压强度。

5.5 材料应用技术要求

5.5.1 填补料

根据试验结果和路面调查情况，填补料的应用应符合下列规定：

- a) 级配不良路段：根据试验结果选择适宜的填补料，例如石屑、黏土、碎砾石等；
- b) 原路面填料细集料含量较高路段：适当掺配碎砾石等粗集料；
- c) 细集料含量较低且较为松散路段：补充黏土、石屑等细集料；
- d) 原路面厚度不满足要求路段：根据试验结果选择适宜的砂砾材料；
- e) 取料困难且条件允许路段：可在路段内纵向调配。

5.5.2 胶结材料

根据试验结果和路面调查情况，填补料的应用应符合下列规定：

- a) 通 15 户及以上较大人口规模自然村、建制村等的砂砾路：宜添加胶结材料；
- b) 有机质含量超过 2%或硫酸盐含量超过 0.25%的砂砾材料：不应单独使用水泥或与水泥主要化学成分相似的 B 类固化剂；
- c) 道路升级为轻型或中型交通道路：宜添加胶结材料；
- d) 遇水易软化、崩解（如黏土含量高）、多雨、冻融频繁地区：应添加胶结材料，优先选用 A 类固化剂或 B 类固化剂；
- e) 原路面砂砾材料性能良好，且有强度要求时：宜添加水泥作为胶结材料；
- f) 干旱少雨、气候干燥的区域：宜添加水泥、石灰等作为胶结材料；
- g) 强度要求较高时：结合砂砾材料试验结果，宜添加 A 类固化剂、B 类固化剂作为胶结材料。

5.6 配合比设计

需添加胶结材料的路段，应通过试验确定胶结材料类型及掺配比例，其混合料 7d 无侧限抗压强度应符合表 1 的规定。

表 1 混合料 7d 无侧限抗压强度指标

胶结材料类型	7d无侧限抗压强度（MPa）
固化剂	≥1.5
水泥	≥2.0
石灰粉煤灰	≥0.7 ^a
水泥粉煤灰	≥2.0
石灰	≥0.8
注：年平均日设计交通量低于200辆小客车的低流量路段，可在保证基本强度要求的前提下适当降低强度标准。	
^a 其他工业废渣参照此标准。	

5.7 路线设计

应符合下列规定：

- a) 与原路面线形基本保持一致，根据实际情况局部调整，达到线形整体平顺、美观；
- b) 设涵管路段填土高度应满足最小填土厚度要求。

5.8 路面结构设计

应符合JTG/T 3311规定外，还应符合下列规定：

- a) 根据路况调查及原材料试验、配比，分段确定路面厚度、宽度、横坡度；
- b) 再生深度不添加胶结材料路段宜不小于 20 cm；添加胶结材料路段宜不小于 12 cm。
- c) 路面横坡度宜采用较大值；
- d) 施工条件受限，路基宽度小于 5 m 且位于半填半挖路段时，宜设置单向横坡。

5.9 环境保护设计

应符合DB63/T 2052.8规定外，还应符合下列规定：

- a) 建筑垃圾临时堆放场地应避让生态敏感区；
- b) 清运车辆应做好防尘措施；
- c) 边坡绿化及生态修复植被应与自然景观协调，以乡土植物为主。

5.10 施工组织设计

应符合DB63/T 2052.9规定外，还应符合下列规定：

- a) 针对工程实际，明确拟投入的技术人员、施工机械配置；
- b) 制定施工部署、施工准备工作及质量保证措施；
- c) 编制工期安排计划（横道图），控制施工进度；
- d) 制定安全生产管理目标、应急救援预案和安全技术措施等。

5.11 编制设计文件

应编制设计文件，设计文件内容应涵盖项目概述与目标、路况调查与资料收集结果、路段划分方案、材料试验与配合比设计结果、路线设计方案、路面结构设计方案、环境保护设计措施、施工组织设计方案等。

6 施工

6.1 一般要求

- 6.1.1 根据设计文件进行现场核查，与设计文件不符时及时调整。
- 6.1.2 原材料进场应有合格证，施工前应对进场胶结材料按设计要求，分批次进行检查验证。
- 6.1.3 进场材料应分类存放，并做好防雨（雪）等措施。
- 6.1.4 施工前对粉料撒布车、冷再生机、平地机、压路机等施工机械设备进行调试，确保运转良好。
- 6.1.5 施工控制区设置按照 JT/T 1507、JTG H30 执行。
- 6.1.6 工程开工前应铺筑试验路段，不宜小于 200 m。
- 6.1.7 不宜在雨雪、大风等天气和污染的路面上施工，当室外日平均气温连续 5 d 低于 5℃时，不应进行胶结材料路段施工。
- 6.1.8 施工前清理路面杂物、积水，确保路面干净。

6.2 施工准备

6.2.1 设备

现场施工机械设备组合应按表 2 选用。

表 2 施工机械设备

序号	设备名称	设备参数	数量（台/套）
1	冷再生机	≥353 KW	1
		≥500 KW	1
2	洒水车	自定	1
3	平地机	自定	1

表2 施工机械设备（续）

序号	设备名称	设备参数	数量（台/套）
4	振动压路机	≥18 t	2
5	胶轮压路机	≥25 t	1
6	粉料撒布车		1
注1：冷再生机配备有喷洒系统。 注2：功率≥500 KW的冷再生机适用于砾石较大的特殊路段。 注3：胶轮压路机和粉料撒布车适用于添加胶结材料的路段。 注4：表中数量为每套设备组合最低选用数量，根据现场施工实际情况，可做适当调整。			

6.2.2 人员

现场配备1~2名专业技术人员，10~15名劳务人员配合施工。

6.2.3 生产（施工）配合比确定

对于添加胶结材料路段，按照目标配合比，将旧路面材料进行铣刨、拌和，并取样、试验验证，根据现场实际调整目标配合比，确定生产（施工）配合比，并验证实际性能，试验结果作为检测验收的依据。

6.3 铺筑试验路段

6.3.1 根据路面材料类型和损坏情况选取具有代表性试验路段。

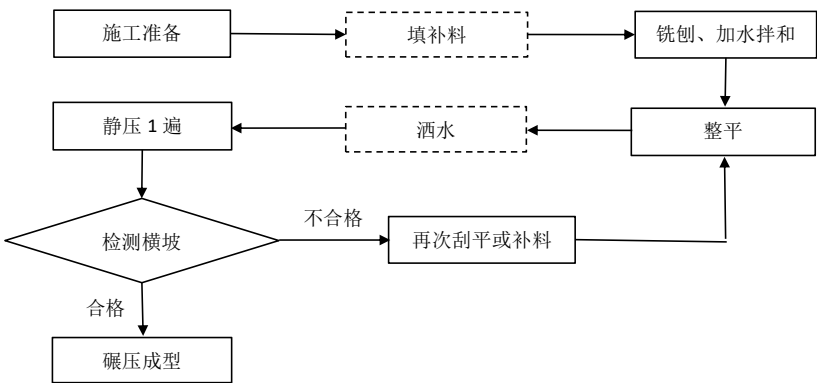
6.3.2 按设计厚度确定再生深度。

6.3.3 通过铺筑试验路段，总结施工工艺，确定施工参数如下：

- a) 冷再生机行驶速度和转子旋转速度，确定冷再生机与施工机械的合理间距；
- b) 压实方案，包括压实遍数、压实顺序、压实设备组合等；
- c) 再生材料的生产（施工）配合比；
- d) 施工工艺流程；
- e) 记录施工过程中的关键参数，包括再生深度、碾压遍数、最佳含水率等；
- f) 施工质量和效果，包括平整度、压实度、横坡度等指标。

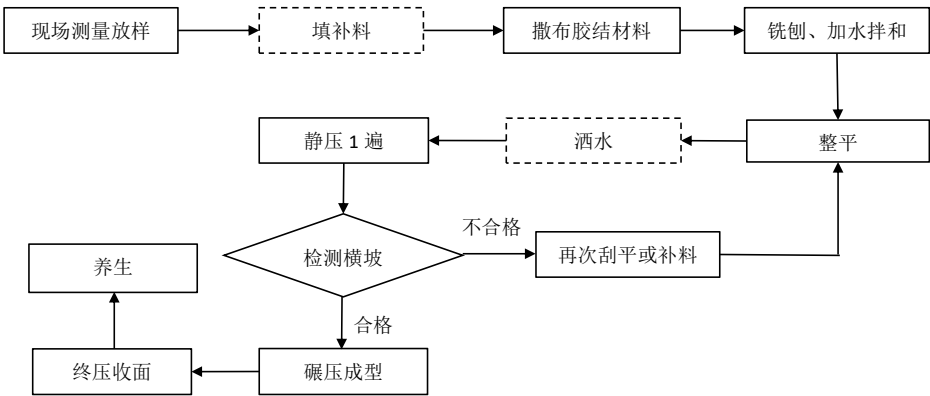
6.4 就地再生施工工艺

6.4.1 工艺流程施工工艺流程见图 2 和图 3。



注：图中虚框部分可根据实际情况选择或调整。

图 2 施工工艺流程（无胶结材料）



注：图中虚框部分可根据实际情况选择或调整。

图 3 施工工艺流程（有胶结材料）

6.4.2 填补料

- 6.4.2.1 填补料前对路面的坑槽、车辙等进行预处理，使路面基本保持平整。
- 6.4.2.2 用补料车（粉料撒布车）将选定的填补料（胶结材料）均匀撒布。
- 6.4.2.3 添加胶结材料路段，一次摊铺工作面长度 200 m~500 m。

6.4.3 铣刨、拌和

- 6.4.3.1 根据试验路段确定的洒水量，取代表性点位测定含水率，计算施工段所需补水量，宜略大于最佳含水率，将水加入冷再生机喷淋系统中，采用 A 类液体固化剂时，按掺配比例计算用量，先将其溶于水。洒水宜与铣刨、拌和同步进行。
- 6.4.3.2 根据路段划分情况，相似路段可不调整冷再生机的速度方案，对于差异较大路段，冷再生机行驶速度根据铣刨深度和现场情况调整，不宜过快或过慢。
- 6.4.3.3 铣刨作业从一侧开始，搭接宽度为 10 cm~20 cm，铣刨应覆盖整幅路面。
- 6.4.3.4 安排专人对铣刨深度进行检查，不满足要求时及时调整。
- 6.4.3.5 每施工作业段完成后，应检查冷再生机的刀头及刀架，发现损坏及时维修或更换。
- 6.4.3.6 超大粒径砾石应检出。
- 6.4.3.7 冷再生机作业遇桥梁、盖板明涵路段，应预留不小于 1 m 的安全距离，预留部分采用人工或小型机具处理。

6.4.4 整平

- 6.4.4.1 铣刨后由平地机整平，直线段和不设超高的平曲线段由公路两侧向路中心进行；设超高平曲线路段由内侧向外侧进行。横坡度符合设计要求。
- 6.4.4.2 平地机整平时应安排人员捡拾表面超粒径砾石、草根、塑料及建筑垃圾，并及时清理防护栏、防护立柱、网围栏等构筑物区域堆积的铣刨料，集中堆放运走。
- 6.4.4.3 平地机初平后，压路机静压 1 遍，并检测横坡；不满足要求时，及时调整。

6.4.5 碾压

- 6.4.5.1 根据现场实际情况和试验路段的压实方案及时碾压，不准许漏压。
- 6.4.5.2 压路机应在行走后起振，先弱振碾压 3~4 遍，再强振碾压 3~4 遍，碾压速度为 1.5 km/h~3 km/h，且保持匀速，停车前关闭振动。
- 6.4.5.3 直线段和不设超高的平曲线段施工时应由路肩向路中心碾压，每次重叠 1/3 轮宽，压完路面整幅为 1 遍。
- 6.4.5.4 碾压时路面应保持湿润，若水分蒸发过快应适量洒水；出现“软弹”等现象时，应及时翻挖晾晒或换填混合料后碾压。

6.4.5.5 碾压成型后的路面应平整、无轮迹。添加胶结材料路段应采用胶轮压路机进行终压收面，碾压遍数需根据现场实际情况调整。碾压应在胶结材料初凝前完成。

6.4.5.6 压路机不准许在碾压路段“掉头”或紧急制动；不准许随意停放，应停放在已碾压完成的路段。

6.4.6 养生及交通管制

6.4.6.1 添加胶结材料的路段，每一作业段碾压完并经检测合格后及时养生，宜采用覆盖或洒水方式养生，不小于7d；养生期间保持路面湿润。

6.4.6.2 养生期间宜封闭交通，洒水车除外；无法封闭交通时，车速不超过15 km/h，不准许重载车辆通行。

6.5 修整

6.5.1 边坡修整

边坡修整应符合下列规定：

- 结合设计要求和现场实际情况，采用机械+人工方式进行边坡修整；
- 边坡坡面排水应畅通；
- 坡面平顺、稳定，表面无明显孔洞，曲线圆滑，无亏坡。

6.5.2 排水设施

施工后应及时修整、清理边沟、排水沟、桥涵等排水设施。

6.5.3 环境保护

环境保护应符合下列规定：

- 建筑垃圾、堆积的铣刨料及时清运，运输车辆做好防尘措施；
- 对路线原有取土坑进行回填、修复；
- 原有取土坑回填、整平后，对裸露地面通过撒播草籽、移植草皮等方式进行生态恢复。

7 质量控制与验收

7.1 质量控制

7.1.1 质量控制应符合表3规定。

表3 质量控制的技术要求

项次	项目	检查方案或内容	频率	规定值或允许偏差
1	填补料数量	现场验收	/	符合设计要求
2	胶结材料撒布量 (m ²)	现场测算	每个工作面测算1次	符合设计要求
3	摊铺目测	是否离析	随时	无离析
		粗估含水率状态	随时	满足施工要求
4	冷再生机行驶速度与转子速度 (m/min)	从仪表读取	每200 m测1次	以试验路段结果为准，适当调整
5	再生深度 (mm)	开挖、尺量	每200 m测1次	±10
6	拌和均匀性	随时观察	/	颜色均匀一致，无离析现象
7	碾压目测	压实机械	随时	满足施工要求
		碾压组合、次数	随时	碾压组合、次数合理

表3 质量控制的技术要求（续）

项次	项目		检查方案或内容	频率	规定值或允许偏差
8	厚度（mm）	均值	挖坑	每1500~2000 m ² 6点	≥ -12
		单个值			≥ -30
9	宽度（mm）		尺量	每40 m 1处	>0
10	横坡度（%）		水准仪法	每100 m 3处	$+0.5$
11	平整度（mm）		3 m直尺法	每200 m 2处，每处连续10尺	≤ 15
12	压实度检测	含水率（%）	烘干法	每一作业段检查6次以上	测定的含水率与规定的含水率的绝对误差 $\leq 2\%$
		压实度	整层灌砂法，灌砂深度应与现场摊铺厚度一致	每一作业段检查6次以上	以每天现场取样的击实结果确定的最大干密度为标准
13	钻芯检测		随机取样；芯样顶面、四周应均匀、致密；龄期不少于7d	每一作业段不少于9个	芯样的高度不小于实际摊铺厚度的90%
14	强度检测		对完整芯样切割成标准试件，测定强度	每一作业段不少于9个	以生产（施工）配合比确定的试件强度为标准

7.1.2 添加胶结材料路段应钻取芯样，进行强度检测；若无法取出完整芯样时应返工处理。

7.1.3 钻取芯样的取芯龄期见表4。

表4 胶结材料取芯龄期

胶结材料	取芯龄期（d）
固化剂（A类、B类）	7
水泥	7
石灰粉煤灰	14~20 ^a
水泥粉煤灰	10~14
石灰	14~20
^a 其他工业废渣参照此龄期。	

7.2 质量验收

7.2.1 检验评定应按 JTG F80/1 执行。

7.2.2 基本要求应符合下列规定：

- 具有完整的施工记录、质量控制记录、生产（施工）配合比试验结果、试验路段总结报告及质量自检资料；
- 验收前应确保养生期满足设计要求；
- 芯样完整且强度达标；
- 验收时间：未添加胶结材料的路段应在施工后1个月内完成，添加胶结材料的路段应在施工后1~2个月内完成；
- 籽播或移植的植被生长势良好。

7.2.3 实测项目应符合表5规定。

表5 砂砾路面就地再生实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法和频率
			添加胶结材料	未添加胶结材料	
1△	压实度（%）	代表值	≥97	≥95	按JTG F80/1附录B检查，每200 m测2点
		极值	≥93	≥91	
2	平整度（mm）		≤12	≤15	3 m直尺：每200 m测2处×5尺
3	宽度（mm）		满足设计要求	满足设计要求	尺量：每200 m测4点
4△	厚度（mm）	代表值	-10	-12	按JTG F80/1附录H检查，每200 m测2点
		合格值	-20	-30	
5	横坡度（%）		+ 0.5	+ 0.5	水准仪：每200 m测2个断面
6△	强度（MPa）		符合生产（施工）配合比确定的强度标准	—	按JTG F80/1附录G检查
注：△为关键项目。					

7.2.4 外观质量应符合下列规定:

- 路线顺直, 路基边坡坡面平顺、稳定, 曲线圆滑, 无亏坡, 排水设施畅通;
- 表面平整密实、无轮迹、无松散、无坑洼、裂缝, 离析累计长度不应超过 100 m;
- 胶结材料施工路段表面颜色均匀, 无泛白、泛碱或局部硬化不均现象;
- 边沟、桥涵、护栏等设施处无建筑垃圾残留;
- 生态修复区域植被无连续空秃, 覆盖率达到设计要求, 并与周边自然环境协调。

7.2.5 质量缺陷责任期: 添加胶结材料路面宜为 1 年, 不添加胶结材料路面宜不超过 1 年, 且应覆盖 1 个冻融期。