

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB 37/T XXXX—XXXX

高速公路填石路基应用技术规范

Technical specification for the application of highway rockfill subgrades

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

山东省市场监督管理局 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 总体要求 1

5 材料 1

6 设计 2

7 施工 3

8 质量控制与验收 5

9 监测 6

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。

本文件的部分内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山东高速基础设施建设有限公司、山东省交通科学研究院、山东高速董梁高速公路有限公司。

本文件主要起草人：王清明、张磊、侯伟、韦金城、商淑杰、郝建文、孙兆云、李月祥、张建亮、徐长靖。

高速公路填石路基应用技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路填石路基材料、设计、施工、质量控制与验收、监测等技术要求，描述了对应的证实方法。

本文件适用于高速公路的新建与改扩建工程填石路基工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中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。

JTG 3430 公路土工试验规程

JTG 3431 公路工程岩石试验规程

JTG 3432 公路工程集料试验规程

JTG C20 公路工程地质勘察规范

JTG D30 公路路基设计规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

填石路基 rockfill subgrade

用单轴饱和抗压强度大于15 MPa、粒径大于40 mm且含量超过总质量70%的石料填筑的路基。

3.2 过渡层 transition layer

在路床底面以下400 mm范围内设置的结构层。

4 总体要求

4.1 填石路基设计与施工应积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备。

4.2 填石路基设计与施工，应节约用地、减少污染、保护环境。

4.3 填石路基的高路堤、陡坡路堤等应采用动态设计，确保工程安全。

5 材料

5.1 填料分类与适用范围

5.1.1 填料可根据石料的单轴饱和抗压强度划分为硬质岩石、中硬岩石和软质岩石，具体按照表1进行分类。

表1 岩石分类表

单位为兆帕

岩石类型	硬质岩石	中硬岩石	软质岩石
单轴饱和抗压强度 (R_c)	$R_c \geq 60$	$30 \leq R_c < 60$	$15 \leq R_c < 30$

5.1.2 填石路基不同层位选用的岩石填料类型，应符合表2中的要求。

表2 填石路基填料分层选用表

单位为兆帕

路基部位	单轴饱和抗压强度
路床	$R_c \geq 30$
上路堤	$R_c \geq 15$
下路堤	$R_c \geq 15$

5.1.3 当填料的单轴饱和抗压强度小于15 MPa时，应按JTG 3431的规定进行CBR和耐崩解试验。当CBR不低于15%，且耐崩解指数不低于80%时，可当软质岩石使用，否则应按土质路基的技术要求填筑。

5.2 填料级配

5.2.1 当采用硬质岩石、中硬岩石时，路堤填石料粒径应不大于500 mm，且粒径300 mm~500 mm含量不小于60%。

5.2.2 过渡层填料单轴饱和抗压强度应不小于30 MPa，最大粒径应小于150 mm，其中小于5 mm细料含量不应小于30%。

5.2.3 填料的长边与短边之比应不大于4。

6 设计

6.1 一般要求

6.1.1 填石路基应根据层位功能和使用部位，按岩石强度与粒径控制要求选用填料。

6.1.2 填石路基应做好断面设计、结构设计和排水设计，保证填石路基有足够的强度和稳定性。

6.1.3 填石路基设计应按照 JTG C20 的要求进行地基勘察。

6.1.4 填石路基其他设计要求应符合JTG D30的相关规定。

6.2 地基设计

6.2.1 填石路基施工前应清除地表腐殖土、草皮、树根、淤泥及其他不适宜材料，并结合基底类型采取相应处理措施：

- a) 土质基底应进行整平、碾压或夯实处理，基底压实度不小于90%；
- b) 岩质基底应清除松散岩块、浮石及强风化层；
- c) 对于存在裂隙发育、局部软弱夹层或表层破碎的岩质基底，应采取嵌补、换填、整平或局部加固等措施，确保基底稳定。

6.2.2 填挖交界及半填半挖路基的基底处理应符合JTG D30的相关规定：

6.3 路基设计

6.3.1 软质石料和硬质石料不应混合使用，岩性相差较大的填料不应填筑于同一层。

6.3.2 路堤与路床之间，应在路床底面以下400 mm范围内设置过渡层，压实度不小于94%。

6.3.3 填石路基压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标，路床压实质量可用压实度作为控制指标，并符合表3~表5的要求。施工压实质量可采用孔隙率与压实沉降差或施工参数联合控制。

表3 硬质石料压实控制标准

路基部位	单层摊铺厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率 (%)	沉降差 (mm)	压实度
路床	200	≤100	-	由试验段确定	≥96
上路堤	≤400	小于 2/3 层厚	≤23	由试验段确定	-
下路堤	≤750	小于 2/3 层厚	≤25	由试验段确定	-

表4 中硬石料压实控制标准

路基部位	摊铺厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率 (%)	沉降差 (mm)	压实度
路床	200	≤100	-	由试验段确定	≥96
上路堤	≤400	小于 2/3 层厚	≤22	由试验段确定	-
下路堤	≤750	小于 2/3 层厚	≤24	由试验段确定	-

表5 软质石料压实控制标准

路基部位	摊铺厚度 (mm)	最大粒径 (mm)	孔隙率 (%)	沉降差 (mm)
上路堤	≤300	小于 2/3 层厚	≤20	由试验段确定
下路堤	≤400	小于 2/3 层厚	≤22	由试验段确定

6.3.4 填挖交界及半填半挖路基设计应按JTG D30的规定执行。

6.3.5 对填高大于4 m的路基，可采取冲击碾压或强夯等增强补压处理措施。

7 施工

7.1 一般要求

7.1.1 填石路基施工前应进行现场调查，编制施工组织设计和专项施工方案。

7.2 施工准备

7.2.1 施工前，应对周边环境、原始地貌、填筑范围、植被、水系等施工现场进行详细的调查。

7.2.2 通过试开挖，对填料的岩石类别、填料性能特征进行分析，确定适用填料。

7.2.3 施工机械设备应根据工程需要合理配置，设备型号、数量及性能应满足施工要求，并经验收合格后方可投入使用。

7.3 试验段

- 7.3.1 试验路段应选择地质条件、路基断面型式等具有代表性的地段，长度宜不小于200 m。
- 7.3.2 试验段的铺筑应确认以下内容：
- a) 确认填石料能否利用及填筑厚度；
 - b) 确认采用的压实机械型号及组合；
 - c) 确定压实的合理施工工艺；
 - d) 确定合适的质量检测方法；
 - e) 确定合理的质量控制标准。

7.4 路基填筑

- 7.4.1 基底处理应符合JTG/T 3610的规定。
- 7.4.2 根据试验路段确定的工艺流程、铺筑层厚、机械组合、碾压遍数、压实标准等技术指标及要求，进行填石路基施工，具体施工流程宜符合图1的要求。

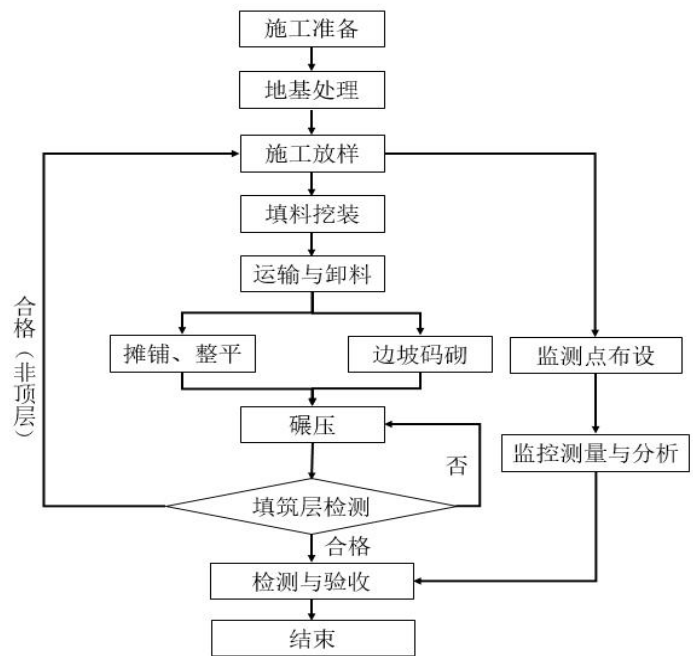


图1 填石路基施工流程图

- 7.4.3 填料开挖与运输应符合下列规定：
- a) 岩石填料开挖后设分解区，对粒径超过500 mm的大块岩石进行解小处理；
 - b) 岩石填料采用大型自卸车运输，装车时注意取料的均匀性，避免粒径相差过大、不同岩性或风化程度岩石填料混装。
- 7.4.4 摊铺与整平应符合下列规定：
- a) 分层填筑前打方格计算填料用量，采用倒车上土法铺料，运料汽车在新填的松料上呈梅花型布点卸料，先低后高、先两侧后中央逐渐向前卸料，推土机随时摊铺整平；
 - b) 摊铺施工采用机械作业为主、人工配合的方式，采用试验段确定大功率的推土机向前摊铺，保证使最大的石块居于每层的底部；
 - c) 摊铺整平后，表面明显缺少细料的地方采用粒径不大于30 mm的碎石或石屑进行填补；

- d) 细料填充找平后的路基表面应平整，无明显坑洼、无孤石突出，确保压实前的路基平整度。

7.4.5 当填石路基填筑层厚不大于500 mm时，采用常规振动压实法碾压，施工方法按照JTG/T 3610的相关规定执行。

7.4.6 填石路基填筑层厚大于500 mm时，采用大吨位压实方法碾压，施工时应符合下列要求：

- a) 选用不低于32 t的振动压路机，最大激振力不小于660 kN，振动频率控制在20 Hz～38 Hz，振幅控制在1 mm～3 mm；
- b) 压实工艺推荐为：先静压2遍，然后强振碾压不少于6遍，最后静压1遍。具体压实遍数等技术指标通过试验段确定；
- c) 压实时按照先两侧后中间进行，曲线段由内侧向外侧碾压，压实路线纵向互相平行，压路机的错轮宽度不小于轮宽的1/2，横向接头重叠5 m～10 m；
- d) 初压速率控制为2.0 km/h～3.0 km/h、复压速率控制为2.5 km/h～4.0 km/h、终压速率不超过4.0 km/h。

7.4.7 当填石路基采用冲击碾压法进行压实补强时，应符合下列要求：

- a) 宜选用压实轮为正三角形的冲击式压路机，最大瞬间冲击功不小于25 kJ，轮重不小于16 t；
- b) 冲击式压路机压实遍数不少于20遍，工作速度10 km/h～15 km/h；
- c) 采用横向错轮碾压的方式进行冲压，循环错轮完成全部作业场地的冲压计为冲压1遍；
- d) 冲击碾压施工段长度不小于100 m；
- e) 冲击碾压应考虑对附近构造物的影响，避开涵洞、桥台的位置。涵洞顶保护层厚度应大于3 m；
- f) 冲击碾压补强完成后，应对作业面进行整平，再采用振动压路机静压1遍～2遍，消除轮迹和表面松散层，使表面平整密实，经检验合格后方可进行上层填筑。

7.4.8 当填石路基采用强夯法进行压实补强时，应符合下列要求：

- a) 强夯补强采用点夯和满夯相结合的方式进行，通过试验路段确定夯击能、夯击遍数、间歇时间等参数。点夯宜不小于2000 kN·m，满夯宜不小于1200 kN·m；
- b) 夯点采用正方形或等边三角形布置，在强夯能级不变的条件下，宜采用重锤、低落距的方式；
- c) 在居民聚居区或其他振动敏感建筑物附近强夯作业时，应在路堤坡脚处5 m外，开挖深度不小于1.5 m、宽度不小于0.5 m的临时防震沟，施工完毕后回填；
- d) 以最后两击平均夯沉量不大于设计值作为止夯条件；
- e) 强夯补强完成后，应对作业面进行整平，再采用振动压路机压实2遍～3遍，消除夯坑和表层松动，使表面平整密实，经检验合格后方可进行上层填筑。

7.5 冬期雨期施工

冬期、雨期施工按照JTG/T 3610中相关规定执行。

8 质量控制与验收

8.1 通用要求

8.1.1 每1 km～3 km 路段长度的路基作为1个分项工程进行质量检验评定，并应按照 JTG F80/1 的规定进行质量检验与验收。

8.1.2 填石路基施工过程质量检测采用沉降差和孔隙率联合控制方法。

8.1.3 填石路基交工验收时应实测下路堤顶面和路床顶面弯沉值，并应按照JTG F80/1的有关规定执行。

8.2 施工质量过程控制

8.2.1 施工过程控制包括如下内容：填料最大粒径、填料均匀性、铺筑厚度、碾压速度、碾压遍数、压实机具等应符合前述相关规定，并有相应的现场记录。

8.2.2 填石路基的压实质量宜采用施工过程中的工艺和参数与压实质量检测联合控制，施工中采用沉降差检测压实质量。

8.2.3 沉降差平均值宜小于5 mm，并通过试验段确定，对于不满足要求的应重新碾压或采取增强补压措施。

8.3 质量验收

8.3.1 填石路基填筑至设计高程并整修完成后，其施工质量检测项目及检测方法按JTG/T 3610中规定的施工质量标准执行。

8.3.2 填石路基通过检测孔隙率评价压实质量时，孔隙率按公式（1）计算。

$$\eta = \left(1 - \frac{\rho_d}{\rho_a}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中：

η ——孔隙率，%；

ρ_d ——填料干密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)，干密度按照JTG 3430中T0110测得；

ρ_a ——填料表观密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)，表观密度按照JTG 3432中T0304测得。

9 监测

9.1 对于存在软弱地基或高填方填石路段，路基填筑期间和运营期应进行沉降监测，沉降监测包括地基沉降和路基沉降，并应符合JTG/T 3610的相应要求。

9.2 监测指标包括地表水平位移量及隆起量、地下土体分层水平位移量和路堤顶沉降量等。

9.3 施工期监测周期与频率应符合下列规定：

9.3.1 监测周期为整个施工期，直至工程交工验收。

9.3.2 在填筑施工期间，每填筑一层前后应监测一次，两次填筑间隔时间较长时，可间隔3天监测一次。

9.3.3 当填筑至路床顶面后，宜根据沉降速率变化3天~15天监测一次。

9.3.4 当每次实测沉降量变化大于3 mm时，应增加监测频次。

9.4 运营期监测周期与监测频率宜符合下列规定：

9.4.1 监测周期起于工程交工验收，与施工阶段相衔接，止于公路运营后不少于2年。

9.4.2 填筑工程施工完成后3个月内，根据路堤沉降速率变化4天~7天监测一次；3个月~8个月，10天~15天监测一次；8个月后每个月宜监测一次。

9.4.3 雨季监测数据时，每次实测沉降量变化大于3 mm时，应提高监测频率。