

ICS 93.080.10

CCS P 66

备案号: XXXXXX

DB63

青海省地方标准

DB 63/T 2093—2022

盐渍土地区路基施工技术规范

2022 - XX - XX 发布

2022 - XX - XX 实施

青海省市场监督管理局

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 材料要求..... 2

6 路基施工..... 3

7 质量验收..... 8

附录 A（规范性）换填法施工..... 12

附录 B（规范性）冲击碾压法施工..... 14

附录 C（规范性）强夯法和强夯置换法施工..... 17

附录 D（规范性）粒料桩法施工..... 20

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。 本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：中交第二公路工程局有限公司、青海省公路局、中交二公局第三工程有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：薛成、王晓军、曹建国、班玛旦周、程永志、王库、何锐、李福贵、张志伟、王雄、王建功、黄班玛、高继明、任忠生、李亮亮、王晓川、巨高权、马德林、晏鑫、钟海花、杨涛、李传雷、张瑞东、王柯、杨永斌、黄西民、潘博博、焦卫宁、李金龙、祝家庭、李晓林、吴江龙。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

盐渍土地地区路基施工技术规范

1 范围

本文件规定了盐渍土地地区路基施工的术语和定义、总体要求、材料要求、路基施工及质量验收等内容。

本文件适用于盐渍土地地区公路路基施工。

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。

JT/T 1432.2 公路工程土工合成材料 第2部分：土工织物

JT/T 1432.6 公路工程土工合成材料 第6部分：土工膜

JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

JTG/T D32 公路土工合成材料应用技术规范

JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

盐渍土

在公路工程中对不同程度盐碱化土的总称，系指地表以下1.0 m内易溶盐含量平均大于等于0.3 %的土。

3.2

隔断层

由高止水材料或不透水材料构成的隔断毛细水运移的结构层。

3.3 盐胀

由于温度或含水量等因素变化，致使盐渍土路基土体体积增大。

3.4 溶陷

因水对土中盐类的溶解或发生迁移而产生的土体沉陷。

4 总体要求

- 4.1 盐渍土路基施工应遵循“因地制宜、以防为主、防治结合、综合治理”原则。
- 4.2 施工前应根据工程所在区域盐渍土的特性、地形地貌、气象水文等因素，结合设计文件和施工条件编制施工方案。
- 4.3 施工前应核查现场地质、水位、盐渍土路基段落长度、含盐量等。
- 4.4 应根据盐渍土的类型、性质、含盐量、溶陷性与盐胀性评价、环境条件，并考虑路基、构造物的结构要求与特点进行地基处理。
- 4.5 路基施工前应根据工程所在区域的气候特征，建立健全质量、环境、安全、职业健康等管理体系，对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全交底，应符合 JTG F80/1、JTG F90 等相关规范要求。
- 4.6 做好填筑材料的选择、隔断层、防排水施工等环节的质量控制。
- 4.7 路堤应分段连续施工，每一施工段宜一次连续施工至路床顶面。
- 4.8 碾压时先进行路基边缘稳压，再由低处向高处进行稳压，应采用“先边后中、先轻后重、先慢后快、先静压后振动”碾压方式。
- 4.9 应及时合理地布置排水系统，做好施工场地及周边的临时排水设施，临时排水设施应与永久性排水设施相结合，避免施工中路基积水或在低洼处受到浸泡。
- 4.10 在地下水位较高地段，应采取降水措施；地下排水管与地面排水沟渠，应采取防渗措施。
- 4.11 宜在气温较高、不易积水的旱季或少雨季节施工，不宜在冬雨期施工，冬雨期施工应按照规定 JTG/T 3610 中的规定进行。
- 4.12 应合理布置堆料场地和弃渣场地，材料和弃渣不应随意堆放。
- 4.13 天气干燥季节施工，应做好施工现场防尘措施。

5 材料要求

5.1 路基填料

路基填料应符合设计文件及 JTG/T 3610 等相关规定。

5.2 地基处理换填材料

地基处理换填材料应符合表1要求。

表 1 地基处理换填法主要材料指标要求

材料名称	指标要求
天然砂、风积沙	不含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质，砂料中有机质含量应不大于 5 %，并满足 JTG/T 3610 中路基填料强度要求。
碎石、砾石	含泥量应不大于 5 %，石料的粒径不大于 10 cm，并不大于碾压层厚度的 2/3，不含膨胀岩、易溶性岩、崩解性岩石和盐化岩石，级配良好，满足 JTG/T 3610 中路基填料强度要求。

表 1 地基处理换填法主要材料指标要求（续）

材料名称	指标要求
矿渣	符合 JTG/T 3610 中矿渣作为路堤填料的要求。

5.3 隔断层材料

用于隔断层材料应满足表2 要求。

表 2 隔断层主要材料指标要求

材料名称	指标要求
碎石、砂砾	路堤填料粒径应不大于 500 mm，且不大于压实厚度的 2/3；路床底面以下 400 mm 范围内，填料粒径应不大于 150 mm，且小于 5 mm 含量大于 30 %；含泥量应不大于 5 %，不含膨胀岩、易溶性岩、崩解性岩石和盐化岩石，满足 JTG/T 3610 中路基填料强度要求。
天然砂、风积沙	不含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质，砂料中有机质含量应不大于 5 %，并满足 JTG/T 3610 中路基填料强度要求。
土工合成材料	无老化、破损、污染等外观质量缺陷，检测项目及质量标准应符合设计文件和 GB/T 17642、JT/T 1432.2、JT/T 1432.6 相关规定要求。

6 路基施工

6.1 施工准备

- 6.1.1 施工前，相关技术人员应熟悉设计文件、地质勘察报告等文件。
- 6.1.2 现场核查地质、地形、地貌、水文、气候、盐渍土路基段落长度、含盐类型、含盐量等，根据核查结果完善设计文件。
- 6.1.3 应对路基填料的天然含水率、液限、塑限、颗粒组成、击实、CBR、含盐量等指标进行检测，必要时还应进行填料的相对密度、有机质含量等试验。
- 6.1.4 拆除施工场地障碍物，保证施工便道贯通。
- 6.1.5 施工机械设备配置及性能应满足盐渍土施工组织相关要求。
- 6.1.6 施工前应铺设试验段，取得施工工艺和技术参数，试验段长度宜为 100 m～300 m。

6.2 清表处理

- 6.2.1 按照设计文件要求清除不符合要求的表土。

6.2.2 平整施工场地，基底应做成双向或单向外倾横坡，按试验段确定的工艺参数施工。

6.2.3 清表完成后应做好截、防、排水设施，并合理设置截水沟及临时排水沟，对路基范围内的积水进行疏导。

6.3 地基处理

6.3.1 清表处理后，按照表 3 所示，合理选择盐渍土地基处理方法，消除或减轻盐渍土危害。

表 3 盐渍土地基常用处理方法

处理方法	适用范围	施工工艺
换填法	适应于浅层处理。地下水埋置较深，处理深度在 3 m 以内的浅层盐渍土（含盐渍化盐渍土）路基，不均匀盐渍土路基，以及结构疏松的岩盐路基，溶陷性、盐胀性路基均适用。	按照附录 A 执行
冲击碾压法	适应于浅层处理。处理溶陷等级为 I ~ II 级的砾类土、砂类土及低饱和度的粉质土盐渍土地基，处理深度宜为 0.5 m~1.0 m，不宜大于 1.5 m。不应用于处理盐胀性地基。	按照附录 B 执行
强夯法和强夯置换法	适应于浅层或深层处理。强夯法适用于处理砾类土、砂类土、低饱和度的粉质土及粘质土盐渍土地基；强夯置换法适用于处理高饱和度的粉质土及粘质土盐渍土地基，以及各类盐渍化盐渍土地基；地基土处理深度宜为 3 m~7 m，不应用于处理盐胀性地基。	按照附录 C 执行
粒料桩法	适应于深层处理。处理深度 5 m 以上的盐渍土（含盐渍化盐渍土）地基，溶陷性、盐胀性地基均适用。	按照附录 D 执行

6.3.2 盐渍土地基填方路段应处理至坡脚或排水沟外侧不小于 1 m，且距离坡脚不小于 3 m，挖方路段应与路堑横断面同宽，小型构造物处应与相邻路基段同宽。

6.4 隔断层施工

6.4.1 透水性隔断层施工

6.4.1.1 碎石、砂砾隔断层施工应遵循以下规定：

- 碎石、砂砾隔断层适用于地下水位较高或降水较多的强盐渍土地区；
- 当隔断层上下设透水土工织物反滤层时，土工织物铺设方法按照本文件 6.4.2 执行；
- 隔断层的铺筑和压实方法按照本文件 6.6.4 执行；
- 隔断层施工结束后，按照本文件表 6 执行。

6.4.1.2 天然砂（风积沙）隔断层施工应遵循以下规定：

- 当天然砂（风积沙）隔断层设计厚度小于等于 600 mm 时，可一次性填筑；设计厚度大于 600 mm 时分层填筑，每层松铺厚度为 300 mm~400 mm；
- 隔断层碾压后表面的松散层可不作处理，在上承层填料碾压时增加碾压遍数；
- 隔断层的施工方法按照本文件 6.6.5 执行；
- 隔断层施工结束后，按照本文件表 5 执行。

6.4.2 不透水性隔断层施工

6.4.2.1 一般规定

6.4.2.1.1 盐渍土地段可选用“两布一膜”或“三布两膜”的土工合成材料，其性能指标应满足表 2 要求。

6.4.2.1.2 土工合成材料铺设面应平整、密实、无尖锐凸出物，并应设置与路基表面相同的横坡；对于路基表面有尖硬棱角的碎、砾石块凸出现象，应进行整平处理；如凸出和尖锐棱角不能消除，应在路基表面铺设一层砂垫层，采用平地机刮平，再进行土工合成材料铺设。

6.4.2.1.3 在土工膜上填筑粗粒土的路段，应设上保护层，上保护层厚度宜不小于 100 mm，保护层中不应夹有带棱角的石块，并应控制距离膜材 80 mm 以内的粒料，最大粒径应不大于 50 mm，否则应人工拆除。

6.4.2.1.4 土工膜上保护层填料应采用轻型推土机或人工摊铺，运料车应倒行卸料或人工倒运，摊铺后宜先采用履带推土机或 8 t~10 t 的双钢轮压路机稳压 2 遍；路基填料与保护层一起碾压时，压实厚度应不大于 400 mm。

6.4.2.2 清除下承层松散填料，下承层表面应平整、密实，严禁有碎石、块石等坚硬凸出物，并设置路基横坡。

6.4.2.3 土工合成材料铺设前，应按设计要求铺设砂垫层。

6.4.2.4 土工合成材料铺设应符合下列要求：

- a) 土工合成材料沿线路方向铺设时，前后铺设采用上压下的搭接或缝合方式连接，搭接宽度不小于 50 cm，纵向搭接应内侧压外侧，搭接宽度不小于 20 cm，搭接缝内不应混有土、砂等杂物；
- b) 土工合成材料按路基横断面的宽度全断面铺设，铺设平展紧贴下承层，不应有褶皱，铺装后检查破损状况，对破损处的土工合成材料进行补强或修复处理，并在破损处上面加铺不小于 2 倍破损面积的膜材；铺设时各边预留一定的锚固长度，回折后覆盖在压实处理后的填料表面，在路基边缘外侧利用土进行覆盖压实；
- c) 土工合成材料铺面平顺，无褶皱和悬空等现象；
- d) 土工合成材料铺设完成后，及时回填覆盖，避免长时间暴晒。

6.4.2.5 保护层填筑应符合下列要求：

- a) 填筑时，将填料卸在施工区段的端部，采用倒填法，由推土机进行初平；
- b) 用推土机或平地机将填料按松铺厚度摊铺平整；
- c) 每一层顶面平整，确保土工合成材料与基面密贴；
- d) 采用轻型、中型钢轮碾压机械依次进行碾压，以静碾为主，不宜高频振动；
- e) 碾压速度为低速或中速状态。

6.5 挖方路基施工

6.5.1 土方开挖应符合下列规定：

- a) 开挖自上而下逐层进行，不应掏底开挖；
- b) 开挖至边坡线前，预留一定宽度，预留宽度保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受扰动；
- c) 拟作为路基填料的土方，分类开挖、分类使用；
- d) 开挖至路堑路床部分后，进行路床施工；不能进行时，在设计路床顶标高以上预留不小于 300 mm 厚的保护层；

- e) 采取临时排水措施，保证施工作业面无积水；
- f) 挖方路基施工遇到地下水时，采取排导措施，将水引入路基排水系统；
- g) 路床土含水量高或为含水层时，采取设置渗沟、换填、改良土质等处理措施。

6.5.2 土方开挖方法见表 4。

表 4 土方开挖方法

开挖方法		适用情况
横向挖掘	单层开挖	路基浅且短
	分层开挖	路基深且短
纵向挖掘	分层纵向开挖	路基较长
	通道纵向开挖	路基较长、较深、两端底面纵坡较小
	分段纵向开挖	路基过长、弃土运距过远
混合式挖掘	分层纵向开挖+通道纵向开挖	路线纵向长度和挖深都很大的路堑

6.5.3 开挖至路床部分后，应对路床土的含盐量进行检测，含盐量符合设计值时，可进行下一步施工；不符合设计值时，应进行地基处理。

6.6 填方路基施工

6.6.1 路基填筑应符合以下规定：

- a) 清除表土后对地面碾压密实，其压实度对于二级及二级以上公路不应小于 90 %；三、四级公路不应小于 85 %；
- b) 进行地基处理的路段，在地基处理并经检验合格后进行路基填筑；
- c) 盐渍土路段路基填筑分段进行，每段填筑在一个施工年度内连续不间断完成；路基设有隔断层时，连续填至隔断层顶部；不设隔断层时，连续填至路床顶面；当年不铺筑路面时，采取防止雨、雪水浸入路基措施；
- d) 路堤填筑时，从最低处起分层填筑，逐层压实，逐层检验，每一填筑层压实后的宽度不应小于设计宽度；
- e) 填方分几个作业段施工时，接头部位如不能交替填筑，先填路段应按 1:1~1:2 坡度分层预留台阶；能交替填筑时，分层相互交替搭接，搭接长度不小于 2 m；
- f) 不同填料，水平分层、分段填筑、分层压实；同一层路基采用同一种填料，不应混合填筑；每一种填料的填筑层压实厚度宜不小于 500 mm；路基上部采用水稳性好或冻胀敏感性小的填料；纵向填筑时，两种不同材料接头处理符合规范要求；
- g) 路基分层填筑，分层压实，每种填料的具体的松铺厚度和压实工艺通过试验确定；
- h) 在透水性差的压实层上填筑透水性好的填料前，在其表面设 2 %~4 %的双向横坡，并采取相应的防水措施，不应在透水性好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性差的填料；
- i) 设有护坡道的路段，护坡道与路基同步填筑，护坡道压实度不小于 90 %。

6.6.2 路基压实应符合以下规定：

- a) 按照试验段取得的工艺、技术参数进行路基压实；
- b) 路基压实分为初压、复压和终压，初压选用静压方式，复压采用振动方式，终压采用静压方式；
- c) 路基压实遵循“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快、轮迹重叠”的原则，压路机的碾压速度不大于 4 km/h；
- d) 碾压一段结束时，采取纵向退行方式继续第二遍碾压；
- e) 对全断面宽度填筑压实时，纵向分段进行，直线段由两边向中间，超高段由内侧向外侧；
- f) 碾压不到的部位采用小型夯压机夯实，防止漏夯，每次夯击重叠 1/4~2/3；
- g) 路基中有过路管涵、管道等构筑物时，根据具体情况，制定压实方案；
- h) 纵向分段碾压结束后，进行第二段压实时，接头段重叠 1 m~2 m。

6.6.3 土质路基的填筑与压实应符合 6.6.1 和 6.6.2 规定。

6.6.4 填石路基的填筑与压实应遵循以下规定：

- a) 根据石料粒径大小选择不同的摊铺方式，石料粒径较大时选用渐进式摊铺法，石料粒径较小时 选用后退式摊铺方法，铺筑层较厚时选用混合式摊铺；
- b) 石料摊铺前对石料的级配进行检查，确保填料的级配良好；
- c) 对摊铺后路基表面明显缺少细料的部位填补细料，使细集料填满大粒径碎石间的缝隙；
- d) 填料的粒径小于压实厚度的 2/3，石料摊铺后进行人工检查，对超过标准粒径的石块进行剔除或二次破碎；
- e) 石料摊铺后进行机械找平，对于找平不满足要求的路段采用人工找平；
- f) 填石路基选用 18 t 以上的拖式振动压路机、20 t 以上的羊足碾或 25 t 以上的轮胎压路机碾压，并结合试验段确定施工工艺参数和压实机具组合方式，碾压速度控制在 2 km/h~4 km/h；
- g) 碾压遍数不少于 5 遍，根据铺筑层厚度，碾压遍数可增减；
- h) 碾压按照先两侧后中间的顺序进行，随时观测路基表面的平整度状况，采用小石块或石屑对路基的空隙进行填充。

6.6.5 天然砂（风积沙）路基的填筑与压实应遵循下列规定：

- a) 天然砂（风积沙）路基两侧设包边填料，先进行路基两侧包边材料的施工，再进行中间路槽天然砂（风积沙）的全幅填筑；
- b) 包边防护的天然砂（风积沙）路基，包边填料应按图 1 所示方式施工，并符合下列规定：
 - 1) 包边填料采用粘土等材料；
 - 2) 考虑松铺系数的差异合理确定包边填料、天然砂（风积沙）一次铺设的厚度；
 - 3) 每层包边填料的顶宽不小于 0.5 m，内边坡采用 1:1，外边坡与路基边坡一致。

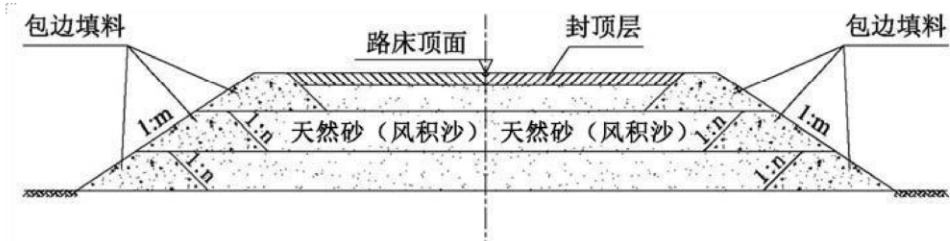


图 1 天然砂（风积沙）路基施工示意图

- c) 不应将天然砂（风积沙）和土混合填筑；
- d) 每层天然砂（风积沙）的虚铺厚度宜为 35 cm，第一层天然砂（风积沙）的虚铺厚度可适当增大，不大于 50 cm；
- e) 当坡度小于 1:5 且基底符合实际要求时，直接在基底上分层填筑路堤；当坡度大于 1:5 时，地面采用台阶法进行施工及压实，填筑顺序由最底层台阶填起，逐步向上填筑、分层压实；
- f) 天然砂（风积沙）路堤路床顶面以下 0.2 m~0.3 m 范围做如图 3 所示的封顶层，封顶层采用水泥稳定天然砂（风积沙）或砂砾、碎石等粒料；
- g) 盐渍土路段天然砂（风积沙）路基选用干压法压实；
- h) 选用推土机和平地机配合，质量不小于 18 t 的振动压路机进行碾压；碾压采用高频低幅的方式；
- i) 天然砂（风积沙）填筑后，采用推土机初平，然后采用平地机精平，调平后负载静压，并采用平地机反复整平，调平复压结束后采用振动压路机高频、低幅振动碾压，将天然砂（风积沙）连同包边土一起从路基两侧向路中心碾压 3 遍~4 遍，碾压速度 3 km/h~4 km/h，最后采用轮胎式压路机碾压两遍；
- j) 天然砂（风积沙）路基碾压过程中适当均匀洒水，材料含水量大于最佳含水量 1%~2%。

7 质量验收

7.1 基本要求

7.1.1 土方路基质量验收应满足以下基本要求：

- a) 在路基用地和取土坑范围内，清除地表杂物、积水和淤泥，处理坑塘，按照 JTG/T 3610 和设计要求对基底进行压实；
- b) 填方路基分层填筑压实，每层表面平整，路拱合适，排水良好，不应有明显碾压轮迹，不应亏坡；
- c) 设置施工临时排水系统，避免冲刷边坡，路床顶面不应积水；
- d) 在设定取土区内合理取土，不应滥开滥挖，完工后按要求对取土坑和弃土场进行修整。

7.1.2 填石路基质量验收应满足以下基本要求：

- a) 填石路基分层填筑压实，每层表面平整，路拱合适，排水良好，上路床不应有碾压轮迹，不应亏坡；
- b) 修筑填石路基时进行地表清理，填筑层厚度符合设计要求；
- c) 填石路基通过试验路确定沉降差控制标准。

7.1.3 天然砂（风积沙）路基质量验收应满足以下基本要求：

- a) 包边材料的强度和压实度及边坡符合设计要求；
- b) 填方路基分层填筑压实，每层表面平整，路拱合适，不应有明显碾压轮迹；
- c) 在设定天然砂（风积沙）取沙区内合理取沙，不应滥开滥挖，完工后对取沙坑进行回填或修整。

7.1.4 透水隔离层应按照其在路基中的位置按路基的标准进行验收。

7.2 实测项目

7.2.1 土方路基实测项目应符合表 5 的规定。

表 5 土方路基实测项目

项次	检查项目				规定值或允许偏差			检测方法和频率	
					高速公路 一级公路	二级 公路	三、四级 公路		
1△	压实度 (%)	填方	上路床		0 m~0.3 m	≥96	≥95	≥94	JTG F80/1-2017 中 附录 B 密度法: 每 200 m 每压实层测 2 处
			下路床	轻、中、重交通	0.3 m~0.8 m	≥96	≥95	≥94	
				特种、极重交通	0.3 m~1.2 m			—	
			上路堤	轻、中、重交通	0.8 m~1.5 m	≥94	≥94	≥93	
				特种、极重交通	1.2 m~1.9 m			—	
			下路堤	轻、中、重交通	>1.5 m	≥93	≥92	≥90	
		特种、极重交通		>1.9 m					
		挖方	上路床		0 m~0.3 m	≥96	≥96	≥94	
			下路床	轻、中、重交通	0.3 m~0.8 m	≥96	≥95	—	
				特种、极重交通	0.3 m~1.2 m				
2△	弯沉 (0.01mm)				≤设计验收弯沉值			JTG F80/1-2017 中 附录 J	
3	纵断高程 (mm)				+10, -15	+10, -20		水准仪: 中线位置 每 200 m 测 2 点	
4	中线偏位 (mm)				50	100		全站仪: 每200 m 测 12 点, 弯道加 HY、YH 两点, 弯道加密不少 于 1 点/50m	
5	宽度 (mm)				满足设计要求			尺量: 每 200 m 测 4 点	
6	平整度 (mm)				≤15	≤20		3m 直尺: 每 200 m 测 2 处×5 尺	
7	横坡 (%)				±0.3	±0.5		水准仪: 每 200 m 测 2 个断面	
8	边坡坡度 (%)				满足设计要求			尺量: 每 200 m 测 4 点	
注1: 表列中压实度按照重型击实试验所得最大干密度评定。评定路段内的压实度平均值不应小于规定标准, 单个测定值不应小于极值 (表列规定值减5个百分点)。按测定值不小于表列规定值减2个百分点的测点占总检查点数的百分率计算合格率。 注2: 特殊干旱、特殊潮湿地区或过湿土路基等, 可按路基设计、施工规范所规定的压实度标准进行评定。 注3: 三、四级公路铺筑沥青混凝土或水泥混凝土路面时路基压实度应采用二级公路标准。									

7.2.2 填石路基实测项目应符合表 6 的规定。

表 6 填石路基实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法和频率
			高速公路 一级公路	其他公路	
1△	压实 ^① (%)		孔隙率满足设计要求		密度法：每 200 m 每压实层测 1 处
			沉降差≤试验路确定的沉降差		精密水准仪：每 50 m 测 1 个断面，每个断面测 5 点
2△	弯沉 (0.01 mm)		≤设计验收弯沉值		JTG F80-1 中附录 J
3	纵断高程		+10, -20	+10, -30	水准仪：中线位置每 200 m 测 2 点
4	中线偏位 (mm)		≤50	≤100	全站仪：每 200 m 测 2 点，弯道加 HY、YH 两点， 弯道加密不少于 1 点/50m
5	宽度 (mm)		满足设计要求		尺量：每 200 m 测 4 点
6	平整度 (mm)		≤20	≤30	3m 直尺：每 200 m 测 2 处×5 尺
7	横坡 (%)		±0.3	±0.5	水准仪：每 200 m 测 2 个断面
8	边坡 (%)	坡度	满足设计要求		尺量：每 200 m 测 4 点
		平顺度	满足设计要求		
注：1. 上下路床填土时压实度检验标准同土方路基。 2. 土石混填路基压实度可根据实际可能进行检验。					

7.2.3 天然砂（风积沙）路基的实测项目按照土质路基的实测项目进行。

7.2.4 透水隔离层应按照其所在位置路基标准进行验收。

7.2.5 不透水隔离层施工结束后，应按照设计文件、JTG/T 3610、JTG/T D32 要求的试验指标、频次进行质量验收，并应符合表 7 规定。

表 7 不透水隔离层检测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	下承层平整度、拱度	满足设计要求	每 200 m 检查 4 处
2	搭接宽度 (mm)	+50, -0	尺量，抽检 3 %
3	搭接缝错开距离 (mm)	满足设计要求	尺量，抽检 3 %
4	搭接处透点	不多于 1 处	逐缝检测

7.3 外观质量

7.3.1 土方路基外观质量验收应符合以下要求：

- a) 路基边线与边坡不应出现单向累计长度大于 50 m 的弯折；
- b) 路基边坡、护坡道、碎落台不应有滑坡、塌方或深度大于 100 mm 的冲沟。

7.3.2 填石路基外观质量验收应符合以下要求：

- a) 路基边线与边坡不应出现单向累计长度大于 50 m 的弯折；
- b) 上边坡不应有危石。

7.3.3 天然砂（风积沙）路基外观质量验收应符合以下要求：

- a) 路基边线与边坡不应出现单向累计长度大于 50 m 的弯折；
- b) 路基边坡、护坡道、碎落台不应有滑坡、塌方或深度大于 100 mm 的冲沟。

附录 A
(规范性)
换填法施工

A.1 一般规定

- A.1.1 换填法适用于处理深度3 m以内的浅层盐渍土地基以及结构疏松的岩盐地基。
- A.1.2 施工前应选择长度100 m~300 m的代表性路段进行碾压试验，通过试验确定压路机械、数量、施工工艺参数、质量检验方法与标准。
- A.1.3 施工前，应根据设计图纸对换填范围和深度进行核实，复核是否满足换填法要求。
- A.1.4 换填材料宜采用非盐渍化的碎石、砾石、中粗砂、矿渣等。
- A.1.5 在满足承载力要求的前提下，换填深度宜大于溶陷性、盐胀性不良土层的厚度，换填宽度应满足路基基底应力扩散的要求。
- A.1.6 施工前应做好排水设施，施工现场不应积水；当地下水位高于开挖基坑底面时，应按设计的排水、降水措施进行排降水处理。
- A.1.7 换填材料前，底面应先碾压整平，经检验后将换填材料按设计量分段填筑、分层摊铺碾压，分层摊铺厚度不宜大于0.3 m，每层压实遍数宜通过试验确定，并应根据换填材料的不同，采不同的碾压方式。

A.2 施工工艺

换填法施工工艺流程如图A.1所示。

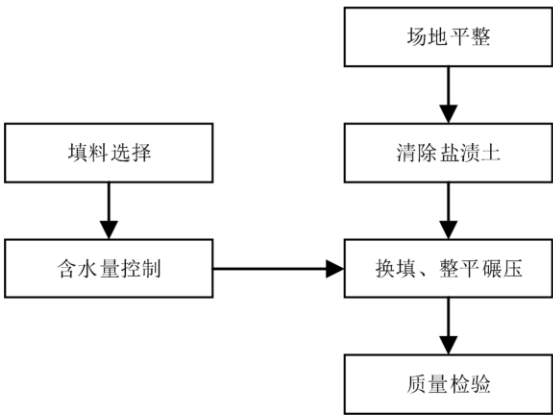


图 A.1 换填法施工工艺流程图

A.3 施工准备

A.3.1 施工前对换填区域进行测量放样，确定路槽开挖范围。

A.3.2 路中线和路边线控制桩可采用木桩，直线段50 m放一个断面桩，平曲线段20 m~30 m放一个断面桩，个别拐点处10 m放一个断面桩，其中边线比路基设计宽度超宽50 cm。

A.3.3 在施工区域以外布设两个控制桩，作为恢复中、边桩的依据，在结构物两侧设置一个断面控制桩，防止控制桩损坏。

A.3.4 应修建临时排水设施，以保持施工场地处于良好的排水状态，临时排水设施应与永久性排水设施相结合。

A.4 盐渍土清除

A.4.1 清除换填范围内的全部土体，边部挖成台阶状。

A.4.2 用挖掘机将路槽中的盐渍土及淤泥挖除，并运至指定位置留存备用。

A.4.3 清理盐渍土完成后，检测基底承载力，测量基底标高，填写联测记录。

A.5 换填及碾压

A.5.1 采用水平分层填筑、分层压实方法施工，将路基表土及淤泥清理干净后，进行回填。

A.5.2 压实厚度宜大于30 cm，如遇地下渗水可适当加厚。

A.5.3 换填深度不同时，路基结合面应按施工图挖成台阶或斜坡搭接，搭接处按先深后浅的顺序进行碾压。

A.5.4 按试验段确定的施工方案进行碾压。

A.5.5 详细施工方法可参考本文件6.6填方路基施工。

A.6 质量控制

A.6.1 换填施工过程中，每填筑一层，检测压实度、标高等相关指标，应满足设计要求。

A.6.2 换填层用作小型构造物的基础时，应检测其承载力。每个独立工点或分项工程不应少于3处，承载力应满足设计要求。

附录 B
(规范性)
冲击碾压法施工

B.1 一般规定

B.1.1 冲击碾压法适用于处理溶陷等级为Ⅰ～Ⅱ级的砾类土、砂类土及低饱和度的粉质土盐渍土地基，处理深度宜为0.5 m～1.0 m，不宜大于1.5 m。盐胀性地基不应采用冲击碾压法处理。

B.1.2 冲击碾压法的有效加固深度应根据冲击压路机现场碾压试验或当地经验确定，缺少相关资料时可按式（B.1）估算。

$$D = \alpha \sqrt{mgh/10} \dots\dots\dots (B.1)$$

- 式中：
- D ——有效加固深度(m)；
 - α ——修正系数，弱盐渍土和中盐渍土可分别取0.6和0.5；
 - m ——冲击轮的质量(t)；
 - g ——重力加速度常数(9.81m/s²)；
 - h ——冲击轮外半径与内半径之差(m)。

B.1.3 施工时应查明冲压碾压范围内的地下管线及附近的各种构造物，并应根据构造物的类型制定相应的保护措施。冲击碾压与构造物的最小水平安全距离应符合表B.1的规定。

表 B.1 冲击碾压与构造物的最小水平安全距离

构造物类型	最小水平安全距离(m)
U 形桥台和涵洞通道	距桥台翼墙端或涵洞通道：5
其余类型桥台	10
重力式挡土墙	距墙背内侧：2
扶壁（悬臂）式挡土墙	距扶壁（悬臂）内侧：2.5
互通式立交桥梁	10
房屋建筑	30
导线点、水准点、电线杆	10
地下管线	5

B.1.4 对于不符合表B.1安全距离要求，但又需施工的路段，可采取下列措施：

- a) 开挖宽约 0.5 m、深约 1.5 m 的隔振沟进行隔振；

- b) 降低冲击压路机的行驶速度，增加冲击碾压遍数。

DB63/ TXXXX—2022

- B. 1. 5 冲击碾压施工前应选择长度不小于200 m的代表性路段进行碾压试验，通过试验确定冲击压路机型号、施工工艺参数、质量检验方法与标准。
- B. 1. 6 冲击碾压施工采用钢轮压路机静压或振压将地表适当压实。
- B. 1. 7 冲击碾压宜采用排压法，纵横向轮迹交错，纵向相错1/6轮轴距，横向轴缘相互重叠0. 2 m~0. 3 m。
- B. 1. 8 冲击碾压处理的场地宽度应满足冲击碾压速度的要求。
- B. 1. 9 冲击压路机的行驶速度宜为10 km/h~13 km/h，冲击碾压宜采用低频行驶，以避免冲击坑太深，影响机械行驶及冲压不均匀。
- B. 1. 10 每冲击碾压固定变数后，采用平地机刮平地表，采用钢轮压路机静压或振压将地表压实1~2遍，并进行沉降值、压实度、溶陷系数的测试。
- B. 1. 11 冲击碾压工序完成后，应采用平地机进行初步整平，再用钢轮压路机振动碾压1~2遍，进行压实收光；整平压实后表面应平整密实，无轮迹、松散，边线圆滑、直顺。

B. 2 施工工艺

冲击碾压法施工工艺流程如图B. 1所示。

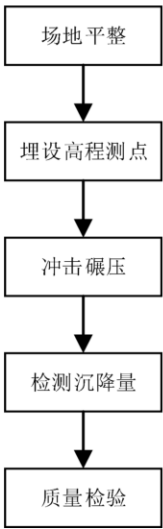


图 B. 1 冲击碾压法施工工艺流程图

B. 3 场地平整

用平地机对冲压工作面进行清理、整平。

B. 4 埋设高程测点

埋设观测点标志，冲击前观测沉降标志的标高，并做好记录。

B.5 冲击碾压

冲击压路机进行冲击碾压，机械行进速度在10 km/h~15 km/h之间，从路基的一侧向另一侧转圈冲碾，冲碾顺序应符合“先两边，后中间”错轮进行，轮迹覆盖整个路基表面为冲碾一遍，以沉降量确定最终的累计碾压遍数。

B.6 检测沉降量

B.6.1 沉降观测点垫上20 cm×20 cm钢板，再由测量人员、试验员对沉降观测点进行检测。

B.6.2 随后按照每强振一次，相应观测压实沉降差一次，直至满足设计及规范要求。

B.7 质量控制

B.7.1 施工结束后7 d~14 d内，按1处/2000 m²的抽检频率，在设计处理深度内每隔0.5 m采取1~2个土样进行室内试验，测定土的压实度、压缩系数和溶陷系数。

B.7.2 施工结束后15 d~30 d，可采用载荷试验、标准贯入试验、瞬态瑞利波法和钻孔取样试验等方法检验地基土的强度变化情况，评价冲击碾压的效果。载荷试验的频率应按1处/3000 m²控制，且不应少于3处，其他方法的检测频率可适当增大。

附 录 C
(规范性)
强夯法和强夯置换法施工

C.1 一般规定

C.1.1 强夯法适用于处理砾类土、砂类土、低饱和度的粉质土及粘质土盐渍土地基，强夯置换法适用于处理高饱和度的粉质土及粘质土盐渍土地基，以及各类盐渍化软土地基，地基土处理深度宜为3 m~7 m。盐胀性地基不应采用强夯法和强夯置换法处理。

C.1.2 施工前应选择长度为100 m~300 m的代表性路段进行试验路施工，确定机械型号、数量、施工工艺参数、质量检验方法与标准。

C.1.3 强夯法和强夯置换法施工前，应通过现场试验确定其适用性和处理效果，同时确定夯击能量、有效加固深度、夯点间距、夯击间隔时间、夯击次数等工艺和参数；试夯区应具有代表性，试夯区面积应不小于500 m²。

C.1.4 根据现场条件，地表可铺设一定厚度的垫层，强夯垫层材料宜采用碎石、矿渣等坚硬粗颗粒，强夯置换垫层材料宜与桩体材料相同。

C.1.5 强夯锤宜采用圆形或多边形底面的钢筋混凝土锤或铸钢锤，锤体内宜对称设2个~4个上下贯通、孔径为250 mm~300 mm的排气孔；锤体质量宜取10 t~40 t，强夯锤锤底静接地压力值可取25 kPa~40 kPa；强夯置换锤锤底静接地压力值宜取100 kPa~200 kPa。

C.1.6 强夯宜分为主夯、副夯、满夯三遍实施；第一遍主夯完成后，第二遍的副夯点应在主夯点中间穿插布置；副夯点与主夯点的布置间距及夯击能级应相同；满夯夯点应采用彼此搭接1/4连续夯击，满夯能级可采用主夯能级的1/2~2/3。

C.1.7 两遍夯击之间应有一定的时间间隔，间隔时间可根据地基土的渗透性确定。

C.1.8 换填料顶面宜高出地下水位1.0 m~2.0 m，确保强夯置换土体的整体性、密实性和透水性。

C.2 施工工艺

强夯法施工工艺流程如图C.1所示。

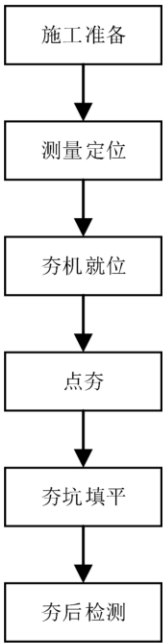


图 C.1 强夯施工工艺流程图

C.3 施工准备

- C.3.1 强夯置换的桩体材料宜采用级配良好的块石、碎石、矿渣等坚硬粗颗粒材料，粒径大于300 mm 的颗粒含量不宜超过30 %。桩体材料的最大粒径不宜大于夯锤底面直径的0.2倍，含泥量不宜超过10 %。
- C.3.2 起吊夯锤用的机械设备宜选用履带式起重机。夯锤重量大、落距大时，可在吊臂两侧辅以门架，以提高起重能力，并防止落锤时机架倾覆。履带式起重机脱钩装置应有足够的强度，使用灵活，脱钩快速、安全。
- C.3.3 通过水准点、导线点标记出路线边线、中线及标高控制点，确定强夯范围。
- C.3.4 用全站仪在现场恢复和固定线路测量桩点，并设立标记，在施工过程中严格保护主要控制点。
- C.3.5 为便于强夯施工，施工机具进入场地前，先用推土机平整场地，铺砂垫层。施工便道贯通，通电、通水、拆除障碍物。

C.4 测量定位

- C.4.1 放出路基两侧控制桩，根据试验确定的夯点间距用钢尺放出每个点位，并用石灰做出明显标记。
- C.4.2 测量场地夯前高程。

C.5 夯机就位

应先画出一定面积的试夯区，夯实机械进场，根据测量放样位置夯机就位，使夯锤对准夯点位置。

C.6 第一遍点夯

C.6.1 测量夯前锤点高程，将夯锤起吊至预定高度，待夯锤脱钩，自由下落后，测量夯坑内及周围地面高程。

C.6.2 夯机按照设定的冲击频率、冲击锤重量等设定指标进行夯击。

C.7 夯坑填平

C.7.1 如地基土为粗粒土，应采用推土机将场地推平压实。

C.7.2 如地基土为细粒土，要等孔隙水压力部分消散后，击坑内回填粗粒土，或用场地的土推平压实。

C.7.3 最后一遍夯击后，将场地平整到设计高程，由压路机压实。

C.8 质量控制

C.8.1 强夯施工结束30 d后，可采用载荷试验、标准贯入试验、静力触探、十字板剪切、瞬态瑞利波法和钻孔取样试验等方法检验地基土强度变化情况，评价强夯的效果。载荷试验频率应按1处/3000 m²控制，且不应少于3处；其他方法的检测频率可适当增大。

C.8.2 强夯置换施工结束30 d后，采用载荷试验检验单桩承载力，抽检频率应为总桩数的0.5 %，且不应少于3处。也可根据需要同步检测桩间土的承载力。测定的承载力应达到设计要求。

C.8.3 强夯置换在施工结束30 d后，应采用超重型 (N120) 或重型 (N63.5) 动力触探检测桩体的密实度和桩长，抽检频率应为总桩数的1 %~2 %。桩体的密实度和桩长应达到设计要求。

C.8.4 强夯法实测项目应符合表C.1的规定。

表 C.1 强夯法实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	锤重	设计值	锤重和落距的乘积不小于设计要求
	落距		
2	夯点位置	符合规范要求	每个夯点逐点检查
3	夯沉量	符合规范要求	每个夯点逐点检查
4	夯击遍数	满足规范	现场检查

附录 D
(规范性)
粒料桩法施工

D.1 一般规定

- D.1.1 粒料桩法施工前应先对地表陷穴进行回填处理，其后采用砾石桩加固地基，粒料桩施工后，应将松散表层挖除或压实，宜在桩顶铺设200 mm～400 mm的碎石垫层，必要时也可设置盐分隔离层。
- D.1.2 施工前应选择有代表性的场地进行现场试验，确定施工方式、施工机械、施工参数和处理效果，试桩的数量不宜少于5根。
- D.1.3 对于盐渍化软土地基处理宜采用振动沉管法，振动沉管法成桩时，应根据沉管和挤密情况控制填料数量、拔管高度和速度、挤压次数和时间、电机的工作电流等施工控制参数。
- D.1.4 施工中应对砂石（碎石）桩的桩长、桩径、桩距等进行检测，并符合设计文件及规范要求。

D.2 施工工艺

粒料桩法施工工艺流程如图D.1所示。

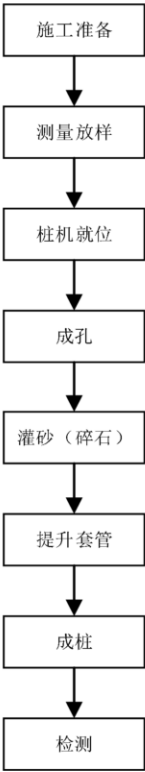


图 D.1 粒料桩法施工工艺流程图

D.3 施工准备

D.3.1 粒料桩宜就地取材，所用粒料宜有一定的级配；用于一般软土地基的粒料桩，粒料最大粒径不宜大于50 mm；用于十字板抗剪强度低于20 kPa的软土地基，粒料最大粒径不应大于100 mm，其中粒径为50 mm~100 mm的粒料质量应占粒料总质量的50 %~60 %；粒料的含泥量不应大于5 %。

D.3.2 作业场地作好排水设施，确保施工现场不积水。

D.3.3 施工场地用平地机刮平，并用光轮振动压路机压实。

D.4 测量放样

D.4.1 根据已批复的导线点，放出粒料桩施工段落的中线和边线，并用石灰线进行标注。

D.4.2 人工根据粒料桩间距，详细放出粒料桩桩位位置，并用木桩做出标记。

D.4.3 在粒料桩两侧布设桩位时，应预留钻孔灌注桩施工位置。

D.5 桩机就位

D.5.1 将打桩机就位，合龙活瓣桩尖，将桩管向下垂移，使桩尖对准标记。

D.5.2 调整桩机塔架，使桩管与地面垂直，并将桩管沉入土0.5 m~1.0 m。

D.5.3 再从桩的两个正交倾斜面校正桩身的垂直度，控制好桩管入土的垂直度在±1 %以内。

D.6 成孔

D.6.1 锤击成孔按隔排跳打进行，采用沉桩机将与桩孔同直径钢管打入土中拔管成孔。

D.6.2 开始成孔阶段要轻击慢沉，打入设计深度后，立即关闭油门，桩管停滞1 min后开始缓慢匀速地拔锤。

D.7 灌砂（碎石）

D.7.1 提升内管往外管内装入卵石，放下内管至外管内的卵石面上，提升外管与内管平齐，锤击内外管压实卵石。

D.7.2 加料时应停机加料，并注意提升速度，防止因提升过高而出现断桩或颈缩现象，每提升2 m投料1次。

D.8 提升套管

D.8.1 停止振动，灌料，直至灌满为止，启动拔管，拔管前留振1 min，以后边振动边拔管，拔管速度需均匀，每拔1 m留振1 min。

D.8.2 提升桩管，高于地面停止振动，进行孔口投料（第三次投料），直至地表。

D.9 成桩

- D.9.1 桩孔内的卵石灌入量应通过现场试验确定，也可估算，估算时按设计桩孔乘以充盈系数确定。
- D.9.2 如施工中地面有下沉或隆起现象，则填料数量应根据现场情况予以增减。
- D.9.3 施工过程中记录沉桩深度、制桩时间、每次卵石灌入量及累计碎石灌入量。
- D.9.4 粒料桩施工完毕后，按照设计图纸要求及验标要求成桩检验。

D.10 质量控制

- D.10.1 在成桩30 d后，采用重型动力触探检测桩身密实度和桩长，抽检频率应为总桩数的1 %~2 %；要求贯入量100 mm时，锤击数不应小于5次。
- D.10.2 在成桩30 d后进行载荷试验，检验单桩承载力和复合地基承载力，抽检频率应为总桩数的0.2 %~0.5 %，且不应少于3处；测定的承载力应达到设计要求。
- D.10.3 其余检测项目应符合表D. 1的规定。

表 D.1 粒料桩法实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距（mm）	±150	抽查 2 %
2	桩径（mm）	不小于设计值	抽查 2 % 查施工记录
3	桩长（m）	不小于设计值	
4	竖直度（%）	1.5	查施工记录
5	灌碎石量	不小于设计值	查施工记录