

滨海砂路基设计与施工技术规范

Technical Specifications for Design and Construction of Coastal Sand
Subgrade

2025 - 02 - 28 发布

2025 - 04 - 01 实施

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。

本文件由海南省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：海南省交通投资控股有限公司、交通运输部公路科学研究院、海南省交通规划勘察设计院有限公司。

本文件主要起草人：吴卓科、李凌云、宋常军、陈长征、陈敬、吴立坚、王康奋、马吉倩、孙振和、张辉、邹威波、卞晓琳、王杰、李鹏、舒平生、李利、杨威、李殿斌、包国军、刘江鑫、李崇、韩善剑。

引 言

本规范在充分总结我国公路填砂路基的工程经验和技术成果的基础上，按照绿色、安全、环保、耐久理念进行编制。本规范力求技术先进、指标合理、可操作性强，满足海南公路滨海砂路基设计与施工的需求。

本规范内容涵盖了公路滨海砂路基的设计与施工，共分7章：1 范围，2 规范性引用文件，3 术语和定义，4 基本规定，5 填方路基，6 零填与挖方路基，7 质量控制，附录A预埋修正环刀测试压实度方法。

滨海砂路基设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了公路滨海砂路基设计与施工的术语和定义、基本规定、填方路基、零填与挖方路基、质量控制等。

本文件适用于海南省各等级公路滨海砂路基的设计与施工。

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。

JTG C20 公路工程地质勘察规范

JTG D30 公路路基设计规范

JTG/T D31-02 公路软土地基路堤设计与施工技术细则

JTG/T D33 公路排水设计规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG 3430 公路土工试验规程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

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

滨海砂 coastal sand

位于滨海附近的海砂。

3.2

滨海砂路基 coastal sand subgrade

采用滨海砂填筑或位于滨海砂地基上的路基。

3.3

压实沉降差 settlement difference before and after compaction

路基作业面在压路机碾压前后的高程差。

4 基本规定

- 4.1 滨海砂路基应具有足够的强度、稳定性和耐久性。
- 4.2 滨海砂路基应遵循因地制宜、保护环境的原则，合理利用滨海砂填筑路基。
- 4.3 滨海砂路基修筑前应先铺筑试验路段。
- 4.4 路面铺筑前滨海砂路基宜经历一个雨季或6个月以上的自然沉降稳定期。
- 4.5 路面铺筑前路基顶面弯沉应满足要求，否则应进行处治。
- 4.6 滨海砂路基的设计与施工，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

5 填方路基

5.1 一般规定

- 5.1.1 滨海砂路基高度不宜大于10m，不宜用于陡坡路堤。
- 5.1.2 应根据滨海砂类型、水文条件、周边环境等，采用合适的路基断面形式、处治方法与支挡措施。

5.2 填料要求

- 5.2.1 滨海砂应根据颗粒级配按表1进行分类。

表1 滨海砂的分类

名称	颗粒组成
粗砂	粒径大于0.5mm颗粒质量大于总质量50%
中砂	粒径大于0.25mm颗粒质量大于总质量50%
细砂	粒径大于0.075mm颗粒质量大于总质量85%
粉砂	粒径大于0.075mm颗粒质量大于总质量50%
注：1. 颗粒筛分试验应符合JTG 3430的规定；	
注：2. 定名时，应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。	

- 5.2.2 滨海砂用作路基填料时，其CBR值应符合JTG D30中的相关规定。
- 5.2.3 滨海砂直接用于路基填筑时，应根据滨海砂类型、公路等级，按表2确定滨海砂填料的适用范围。

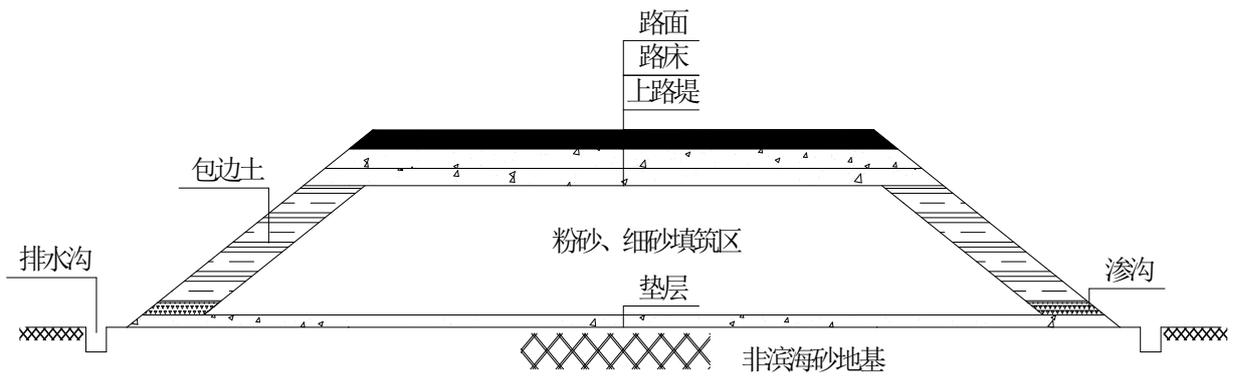
表2 滨海砂填料的适用范围

滨海砂类型	高速公路、一级公路				二级公路				三、四级公路			
	上路床	下路床	上路堤	下路堤	上路床	下路床	上路堤	下路堤	上路床	下路床	上路堤	下路堤
粉砂、细砂	×	×	×	√	×	×	√	√	×	×	√	√
中砂、粗砂	×	×	√	√	×	○	√	√	○	○	√	√
注：“√”为可用，“×”为不可用，“○”需根据具体情况确定。												

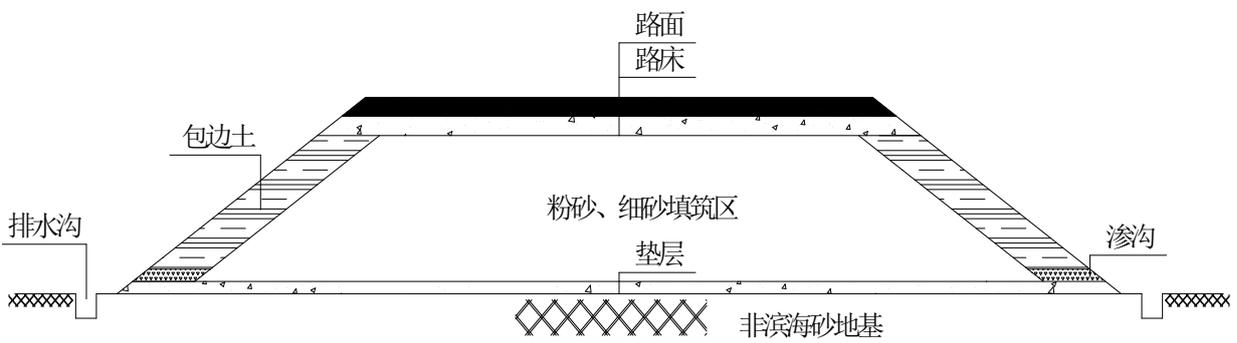
- 5.2.4 粉砂、细砂不宜用于台背、墙背的填筑。

5.3 路堤结构形式

- 5.3.1 基底为非滨海砂地基、路堤采用滨海砂填筑时，可采用图1、图2的路堤结构形式。

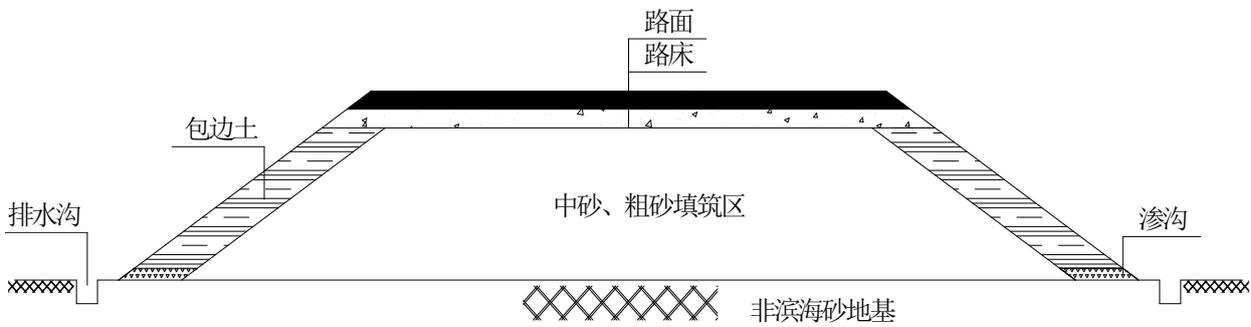


a) 高速公路、一级公路

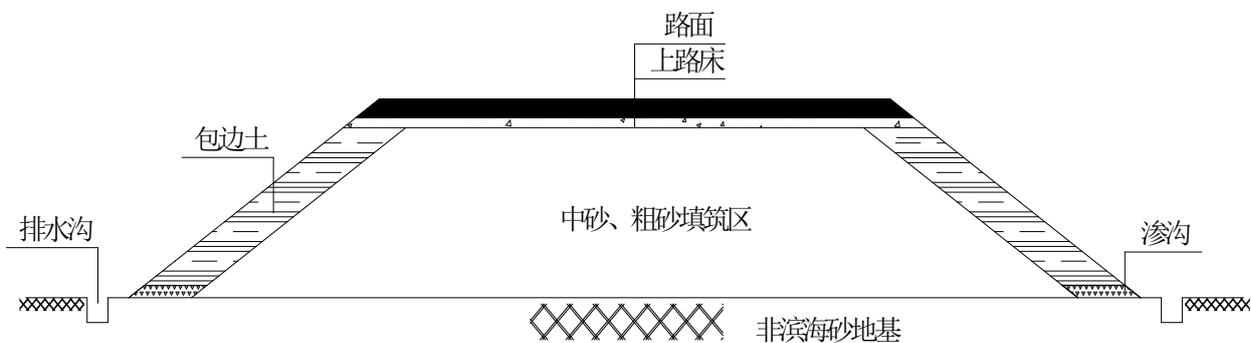


b) 二级及以下公路

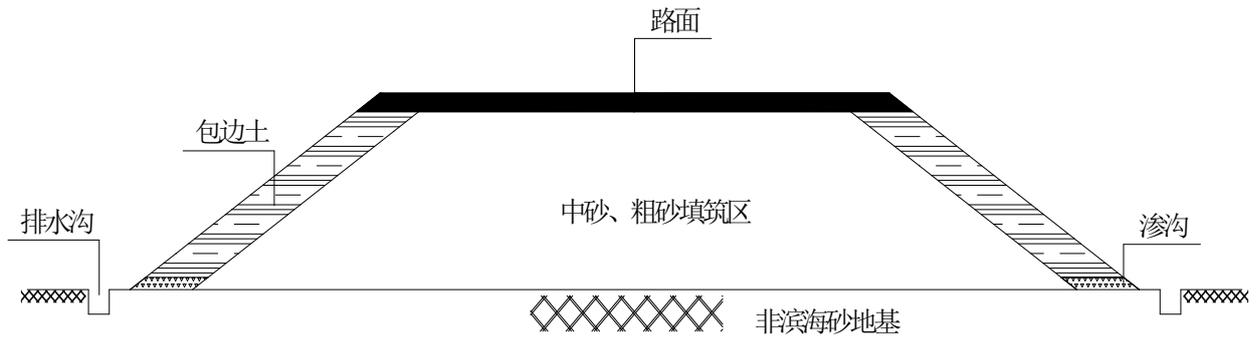
图1 粉砂、细砂路堤结构示意图



a) 高速公路、一级公路



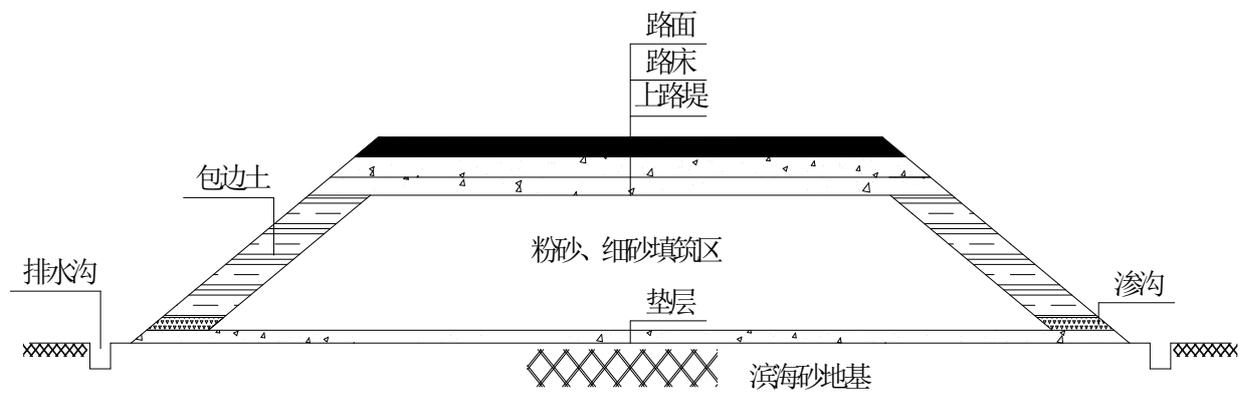
b) 二级公路



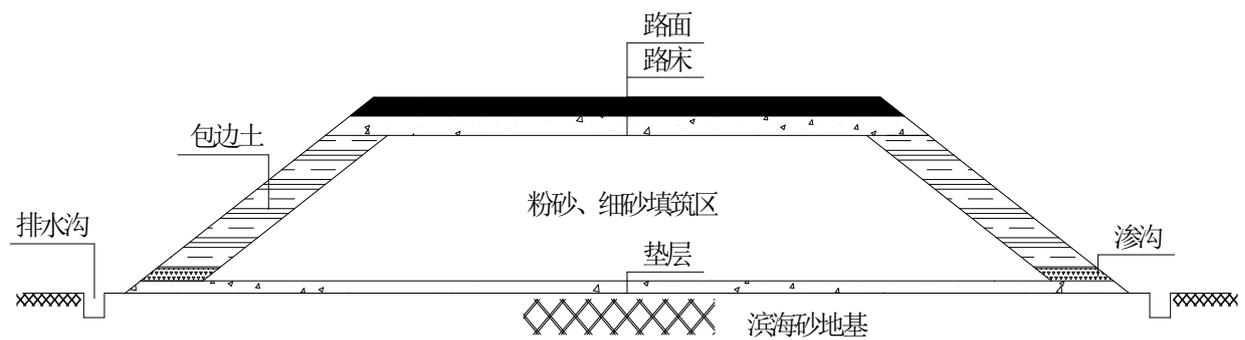
c) 三、四级公路

图2 中砂、粗砂路堤结构示意图

5.3.2 基底为滨海砂地基、路堤采用滨海砂填筑时，可采用图3、图4的路堤结构形式。



a) 高速公路、一级公路



b) 二级及二级以下公路

图3 粉砂、细砂路堤结构示意图

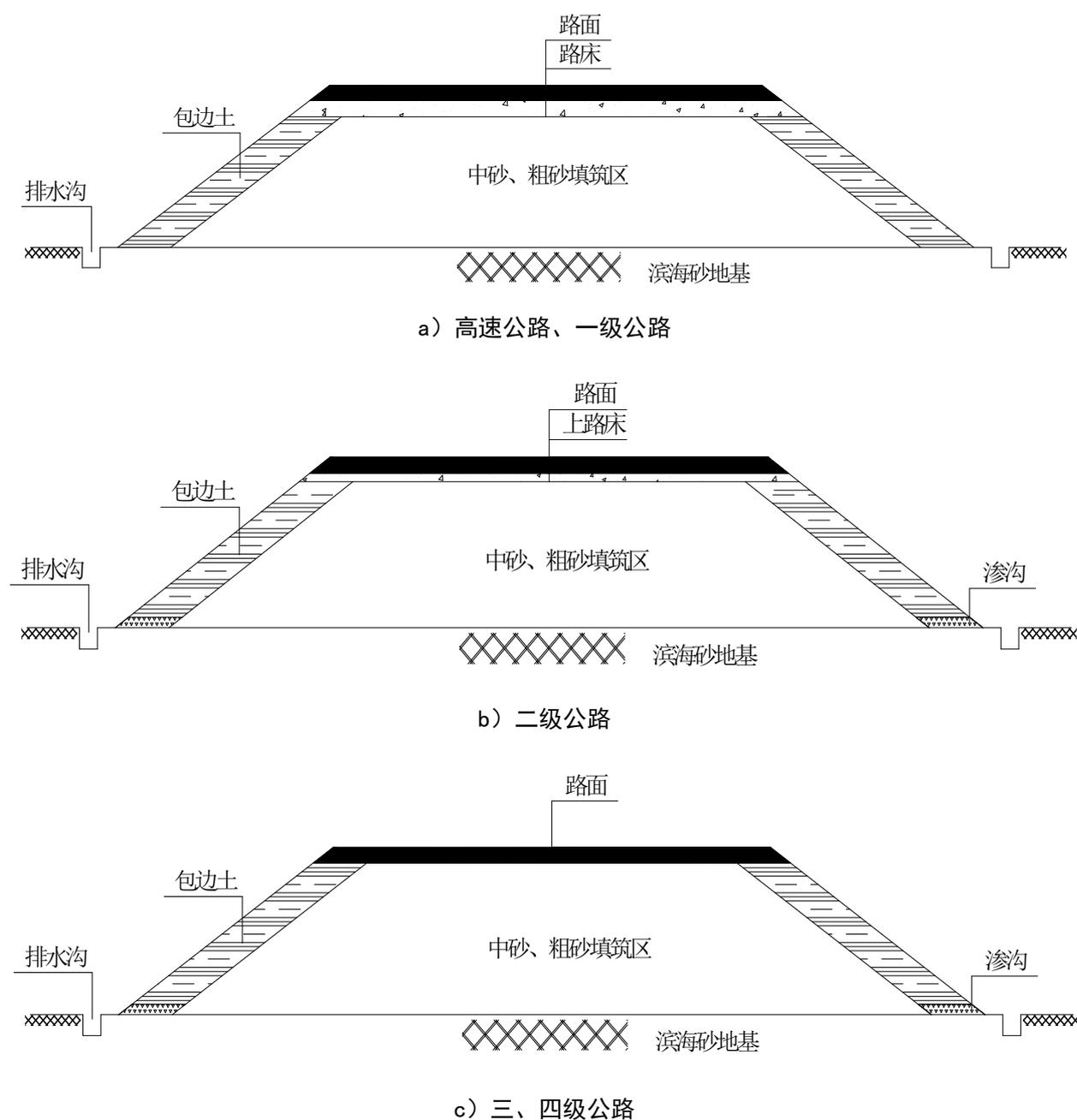


图4 中砂、粗砂路堤结构示意图

5.3.3 滨海砂路基单级边坡高度不宜超过6m，超过时宜设置平台。边坡高度不大于10m时，可按表3确定边坡坡率及平台宽度；当有景观要求时，宜进一步放缓边坡坡率。

表3 路堤边坡坡率及平台宽度

边坡高度 / m	边坡坡率		边坡平台宽度 / m	
	高速公路、一级公路	二级公路及以下等级公路	高速公路、一级公路	二级及以下等级公路
<6	$\leq 1:1.5$	$\leq 1:1.5$	-	-
6 ~ 10	$\leq 1:1.75$	$\leq 1:1.5$	≥ 2.0	≥ 1.0

5.3.4 垫层应符合下列规定：

- a) 宜采用碎石土、砂砾等水稳性良好的粗粒土填筑；
- b) 厚度不应小于 0.5 m；
- c) 垫层顶面应铺设一层无纺土工布作为隔离层。

5.3.5 包边土应采用黏质土、碎石土等，根据公路等级、路基高度等按表 4 确定水平宽度。

表4 包边土水平宽度

路基高度 / m	包边土水平宽度 / m		
	高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
< 6	≥ 2.5	≥ 1.5	≥ 1.0
6 ~ 10	≥ 3.0	≥ 2.0	≥ 1.5

5.3.6 路床应符合下列规定：

- a) 高速公路、一级公路的路床宜采用碎石土、砂砾等水稳性良好的粗粒土或无机结合料稳定土填筑；
- b) 二级及二级以下公路的上路床宜采用碎石土、砂砾等水稳性良好的粗粒土或无机结合料稳定土填筑；
- c) 填料 CBR、最大粒径和压实度应符合 JTG D30 的规定；
- d) 路床顶面弯沉应满足路面设计要求。

5.3.7 渗沟应符合下列规定：

- a) 材料应采用洁净的砂砾、碎石，粒径宜为 10 mm ~ 40 mm；
- b) 渗沟四周应采用无纺土工布包裹；
- c) 渗沟纵向间距宜为 20 m ~ 30 m；
- d) 渗沟宽度宜为 0.3 m ~ 0.5 m，高度宜为 0.2 m ~ 0.3 m；
- e) 渗沟出水口应高出地表排水沟常水位 0.2 m 以上。

5.4 基底处理

5.4.1 基底为滨海砂时，基底处理应符合下列规定：

- a) 应清除地表草皮、树根、腐殖土等；
- b) 粉砂、细砂基底碾压可采用履带式挖掘机、履带式推土机或双钢轮压路机；
- c) 中砂、粗砂基底碾压可采用振动压路机；

5.4.2 基底为非滨海砂时，基底处理应符合 JTG D30、JTG/T 3610 的有关规定。

5.5 试验路铺筑

5.5.1 试验路段应选择地形平坦，且地质条件、路堤断面形式具有代表性的地段，长度不宜小于 200 m。

5.5.2 试验路铺筑前，应对拟用作路堤填料的滨海砂进行室内试验，试验项目应包括天然含水率、液限、塑限、颗粒分析、击实、CBR 等。

5.5.3 试验路铺筑应完成下列工作：

- a) 确定垫层、滨海砂路堤的施工工艺，包括上料、摊铺、压实机械、松铺厚度、碾压含水率、碾压速度、碾压方式、碾压遍数等；
- b) 确定垫层、滨海砂路堤的压实质量检测指标及控制标准；

- c) 验证路床的填料要求;
- d) 验证路基顶面弯沉验收控制标准。
- 5.5.4 试验路段作业内容应符合下列规定:
- a) 滨海砂填筑区每碾压一遍检测一次压实沉降差和压实度, 每遍压实沉降差和压实度检测点数分别不少于 30 个和 6 个;
- b) 压实度宜采用预埋修正环刀法, 检测方法见附录 A;
- c) 绘制压实度、压实沉降差与碾压遍数的关系曲线, 确定施工参数与压实沉降差的控制标准。
- 5.5.5 试验路段完成后, 应及时整理分析试验数据, 形成试验报告。
- 5.6 路堤填筑
- 5.6.1 填砂作业段长度宜为 400 m ~ 500 m, 或相邻两个构造物之间为一个作业段。
- 5.6.2 非滨海砂地基路段垫层施工应符合 JTG/T 3610 的有关规定, 滨海砂地基路段垫层施工应符合下列规定:
- a) 每层压实厚度不宜超过 0.5 m;
- b) 宜先采用 22 t 以上振动压路机静压 1 ~ 2 遍后, 再进行冲击碾压, 冲击碾压应符合下列规定:
 - 宜采用三边形冲击压路机, 冲击势能不应小于 25 kJ;
 - 行驶速度宜为 8 km/h ~ 12 km/h;
 - 冲压遍数应通过试验路段确定, 一般不宜少于 15 遍。
- c) 冲击碾压结束后, 宜采用平地机平整, 再进行振动压路机碾压, 碾压应符合下列规定:
 - 压路机吨位自重应不小于 22 t;
 - 碾压遍数应根据试验路段确定, 一般不宜小于 5 遍。
- 5.6.3 包边土施工应符合下列规定:
- a) 两侧包边土宜对称施工, 水平宽度应符合表 4 的规定; 包边土宜外侧超宽填筑 0.5 m, 超宽部分在路堤边坡修整时清除;
- b) 包边土应与填砂路堤同步施工;
- c) 包边土应分层压实, 每层松铺厚度不得大于 0.3 m;
- d) 碾压机械应根据包边土水平宽度、压实厚度等确定;
- e) 振动压路机无法碾压的部位应采用小型压 (夯) 实机具碾压密实。
- 5.6.4 粉砂、细砂路堤压实应符合下列规定:
- a) 松铺厚度不应超过 0.3 m;
- b) 宜采用自重 12 t 以上的双钢轮压路机碾压, 碾压方式宜为静压 → 振压 → 静压;
- c) 直线段碾压由两边向中间, 小半径曲线段碾压由内侧向外侧;
- d) 碾压轮迹重叠宽度不应小于 1/3 轮宽;
- e) 碾压遍数应根据试验路段确定, 一般不宜小于 8 遍;
- f) 包边土与砂芯之间不得留有空隙; 局部碾压不到的部位, 应采用小型压 (夯) 实机具补压。
- g) 前后相邻两区段应纵向重叠碾压不少于 2 m, 达到无漏压、无死角。
- 5.6.5 粗砂、中砂路堤压实应符合下列规定:
- a) 松铺厚度不应超过 0.4 m。
- b) 振动压路机吨位自重不宜小于 20 t;
- c) 碾压方式宜为静压 → 低频强振 → 高频弱振 → 静压;
- d) 碾压遍数应根据试验路段确定, 一般不宜小于 6 遍。
- 5.6.6 填砂路堤宜连续施工。
- 5.6.7 不同作业段施工时, 接头部位应相互交替搭接填筑, 搭接长度不宜小于 2 m。不能交替填筑时,

先填路段宜按缓于 1:2.5 坡度预留斜坡。

5.7 路床填筑

5.7.1 采用碎石土、砂砾填筑时，应符合下列规定：

- a) 压路机吨位自重不宜小于 26 t；
- b) 松铺厚度不宜超过 0.3 m；
- c) 碾压遍数根据试验路段确定，一般不宜少于 6 遍；
- d) 二级及二级以上公路可在下路床顶面进行冲击碾压，冲击碾压应符合 5.6.2 中的相关规定。
- e) 路床顶面应采用石屑等水稳性良好的材料进行嵌缝、找平。

5.7.2 采用无机结合料稳定土填筑时，应符合下列规定：

- a) 无机结合料的掺量应通过试验并结合工程经验确定；
- b) 采用水泥稳定时，其初凝时间宜大于 3 h，终凝时间宜大于 6 h 且小于 10 h；
- c) 采用路拌法时，拌和遍数不宜少于 2 遍，拌和深度应达到所拌层厚的底部；
- d) 压路机吨位自重不宜小于 26 t；
- e) 碾压含水率宜高于最佳含水率 1% ~ 2%。

5.8 路堤排水

5.8.1 路基排水应遵循合理布局、防排疏结合、少占农田、保护环境的原则，设置完善、通畅的防排水系统，做好路基防排水与地基处理、路基防护等综合设计，并与路面、桥梁、涵洞等防排水系统相协调。

5.8.2 水质敏感区的地表排水，应采取必要工程措施，保护水环境。

5.8.3 有地下水出露时，应采取渗沟、暗沟、暗管等引排。

5.8.4 路基填筑时，宜合理设置拦水埂，引排地表水，避免坡面冲刷。

5.8.5 路面排水应与边坡防护工程相结合。

5.8.6 边坡平台宜设置截水沟，并宜采用浆砌片石、现浇砼等进行封闭处理。

5.9 路堤防护和支挡

5.9.1 坡面防护应根据边坡高度、边坡坡率、水文条件等合理确定，并应符合以下规定：

- a) 边坡高度不大于 4 m 时，宜采用植物防护；
- b) 边坡高度大于 4 m 时，宜采用骨架植物防护；
- c) 浸水路堤和潮水位以下路堤宜采用现浇砼、实心六棱块等工程防护，并应符合下列要求：
 - 现浇砼护坡厚度不宜小于 0.25 m，并应设置伸缩缝和泄水孔，伸缩缝间距宜为 10 m ~ 15 m，泄水孔间距宜为 2 m ~ 3 m；
 - 实心六棱块厚度不宜小于 100 mm；
 - 铺砌层下应设置砂砾或碎石垫层，厚度不宜小于 100 mm。

5.9.2 植物防护应选用当地优势群落，可因地制宜地选用铺草皮、植物纤维毯、土工格室植草防护等。

5.9.3 骨架植物防护可采用人字形、拱形等水泥砼骨架，骨架内植草。骨架内应设拦水带和排水槽。

5.9.4 路堤在下列情况下应设置支挡结构：

- a) 路基整体稳定性不足路段；
- b) 受水流冲刷影响路基稳定的浸水路段；
- c) 为减少用地或保护附近既有建筑物路段。

5.9.5 支挡结构物设计、施工应符合 JTG D30、JTG/T 3610 的有关规定。

5.10 施工监测

- 5.10.1 二级及二级以上公路填砂路基高度大于 5m 的路段，应进行沉降监测。软土地基路段尚应进行稳定性监测。
- 5.10.2 监测周期宜贯穿地基处理、路基填筑和路面铺筑的全过程，必要时可延长至通车后 2 年。
- 5.10.3 地表沉降监测断面在一般路段宜每 100 m 布设一处，不足 100 m 的路段应布设 1 个监测断面。在地基条件差、地形变化大的部位应加密设置监测断面。
- 5.10.4 沉降监测断面上的沉降板应设置于路中心，与结构物相邻段路堤宜在两侧路肩及边坡坡脚位置增设沉降板。
- 5.10.5 沉降板、监测基点等在监测期间应设置醒目的警示标志，并采取有效保护措施。
- 5.10.6 沉降监测允许误差应不大于 ± 1 mm。
- 5.10.7 沉降监测频率应满足下列要求：
- 施工期宜每填 2 ~ 3 层观测 1 次；
 - 临时中断施工或填筑间隙期宜每 7 d ~ 10 d 观测 1 次；
 - 填筑完成至路面铺筑宜每 15 d ~ 20 d 观测 1 次；
 - 沉降速率出现异常时，应暂停填筑施工并分析原因，必要时应增加观测频率；
 - 运营期宜每 2 ~ 3 个月观测 1 次。
- 5.10.8 路面结构层铺筑时，路基沉降速率应满足连续 2 个月每个月的沉降量不超过 3mm。
- 5.10.9 条件允许时可采用自动监测方法。
- 5.10.10 软土地基滨海砂路堤的稳定性监测应按照 JTG/T D31-02 的有关规定进行。

6 零填与挖方路基

6.1 一般规定

- 6.1.1 挖方边坡开挖应与填方路基填筑统筹考虑，做好填挖调配。
- 6.1.2 挖方边坡应开挖一级防护一级、开挖一段防护一段，开挖与防护宜同步。
- 6.1.3 挖方边坡宜在旱季施工。

6.2 路床换填

- 6.2.1 路床换填厚度应根据工程经验和试验段确定，且不宜小于表 5 的规定。

表5 路床换填厚度

单位为米

滨海砂类型	公路等级		
	高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
粉砂、细砂	1.2	0.8	0.5
中砂、粗砂	0.8	0.5	0.3

- 6.2.2 路床换填材料应符合 5.3.6 的规定，换填工艺应符合 5.7 的规定。
- 6.2.3 换填开挖完成后应及时进行换填，否则宜预留 0.3 m 的保护层，后续施工时再开挖。

6.3 路堑边坡坡率与防护

6.3.1 边坡坡率及平台宽度应根据边坡高度,并结合当地工程经验确定,且坡率不宜陡于表6的规定。当边坡高度超过6m时,宜采用台阶式断面。

表6 边坡坡率及平台宽度

边坡高度 / m	边坡坡率	边坡平台宽度 / m
< 6	1:1.5	-
6 ~ 10	1:1.75	2.0

6.3.2 高度大于10m的挖方边坡应进行稳定性计算分析,其稳定性应符合JTG D30的相关规定。

6.3.3 边坡防护形式可根据公路等级、边坡高度、环境条件,并结合当地工程经验按表7确定。

表7 边坡防护形式

边坡高度 / m	公路等级	
	高速公路、一级公路	二级及以下等级公路
≤ 4	植物、骨架植物	植物
4 ~ 10	骨架植物、护面墙	骨架植物

6.3.4 采用植物、骨架植物时,坡面应培植种植土,其厚度不小于20cm。植物种类宜采用当地优势群落,并兼具景观效果的植物。

6.3.5 边坡平台宜采用浆砌片石、水泥砼封闭,其厚度不小于0.15 m。

6.3.6 在下列情况下宜设置支挡结构:

- a) 边坡稳定性不足路段;
- b) 地形、建筑物等限制,放坡困难路段;

6.3.7 支挡结构物设计、施工应符合JTG D30、JTG/T 3610的有关规定。

6.3.8 坡顶的植被与覆盖层宜保留。

6.3.9 边坡开挖后应及时进行防护,否则宜预留0.5 m的保护层。

6.4 挖方边坡排水

6.4.1 应根据地形地貌、水文条件、降雨等,做好地表和地下排水系统的综合设计,及时引排地面水和地下水。

6.4.2 边坡开挖前,宜先施工坡顶截水沟,截水沟沟沿应略低于地表,距边坡开挖线的距离不宜小于5m。

6.4.3 边坡开挖时,宜设置临时排水设施,临时排水设施宜与永久排水相结合。

6.4.4 边坡平台应设置截水沟。

6.4.5 边坡开挖遇地下水渗出时,应采取导排措施。

7 质量控制

7.1 路基施工应逐层进行压实质量检测,合格后方可进行下一层施工。

7.2 垫层、包边土、滨海砂、路床填料的承载比和最大粒径应符合JTG/T 3610的有关规定。

7.3 垫层、包边土、滨海砂、路床的施工应符合试验路确定的施工参数。

7.4 垫层施工压实质量可采用压实沉降差进行检测，检测频率为每 1000 m² 不少于 10 点；其控制标准应通过试验路确定，且最后两遍的压实沉降差不应大于 3 mm。

7.5 包边土施工压实质量应符合下列规定：

- a) 水平宽度不应小于设计值；
- b) 两侧的包边土宜分别进行压实质量检测；
- c) 包边土为细粒土时，压实质量应采用压实度进行检测，检测频率为每 100 m 不少于 1 点，不足 100 m 时，应按 100 m 确定检测点数；其控制标准应符合 JTG/T 3610 的有关规定；
- d) 包边土为碎石土、砂砾时，压实质量可采用压实沉降差进行检测，检测频率为每 100 m 不少于 6 点，不足 100 m 时，应按 100 m 确定检测点数；其控制标准应通过试验路确定，且最后两遍的压实沉降差不应大于 3 mm。

7.6 滨海砂施工压实质量可采用压实沉降差控制，检测频率为每 1000 m² 不少于 10 点，压实面积不足 1000 m² 时，应按 1000 m² 确定检测点数；其控制标准应通过试验路确定，且最后两遍的压实沉降差平均值不应大于 7 mm。

7.7 路床施工压实质量应符合下列规定：

- a) 路床为粗粒土时，压实质量可采用压实沉降差进行检测，检测频率宜为每 1000 m² 不少于 10 点，压实面积不足 1000 m² 时，应按 1000 m² 确定检测点数；其控制标准应通过试验路确定，且最后两遍的压实沉降差不应大于 3 mm；
- b) 路床为无机结合料稳定土时，压实质量应采用压实度进行检测，检测频率为每 1000 m² 不少于 2 点，压实面积不足 1000 m² 时，应按 1000 m² 确定检测点数；其控制标准应符合 JTG/T 3610 的有关规定。

7.8 路基完成后，应按 JTG F80/1 的规定进行检测与交工验收。
