

ICS 93.080.01

CCS P 66

DB 65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 4788—2024

路基干压实设计施工技术规范

Technical code for design and construction of subgrade dry compaction

2024 - 07 - 11 发布

2024 - 09 - 10 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 调查与勘察	2
5.1 一般要求	2
5.2 调查	3
5.3 勘察	3
6 试验与控制指标	3
6.1 工程特性试验	3
6.2 控制标准	4
7 路基施工	5
7.1 一般规定	5
7.2 施工准备	5
7.3 试验路段	6
7.4 路基填筑施工	6
7.5 砾（砂）类土路基干压施工工艺	6
7.6 风积沙路基干压施工工艺	7
7.7 盐渍土路段路基干压处理	7
7.8 路基取土、弃土	7
7.9 施工机械	7
8 路基整修、维修（护）及检查验收	7
8.1 路基整修、维修（护）	7
8.2 检查验收	7

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。

本文件由新疆维吾尔自治区交通运输厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：新疆交通科学研究院有限责任公司、新疆维吾尔自治区公路事业发展中心、新疆路桥建设集团有限公司、天鼎丰控股有限公司、新疆交通投资（集团）有限责任公司、新疆交通建设集团股份有限公司。

本文件主要起草人：冯立群、李志农、祝解、史永寒、王刚、刘淑芳、胡慧平、孙晓飞、张永华、张璟、韦振勋、孙云龙、余宏泰、员兰、张波、刘鹏飞、黄利博、凌新鹏、张广辉、虎良、付晓、叶伟、艾来提·司马义、刘强虎、马其林、周志强、欧阳卫锋、杨向军、樊泽、凌远、范志远、关翔、王超平、张鑫、朱旭志、周鑫、乔惠、谢晓东、王浩、谢伟涛、关波。

本文件实施应用中的疑问，请咨询新疆交通科学研究院有限责任公司。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区交通运输厅（乌鲁木齐市沙依巴克区黄河路301号）、新疆交通科学研究院有限责任公司（乌鲁木齐市沙依巴克区经一路17号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市天山区新华南路167号）。

新疆维吾尔自治区交通运输厅 联系电话：0991-5281301；传真：0991-5281301；邮编：830000

新疆交通科学研究院有限责任公司 联系电话：0991-5281007；传真：0991-5281007；邮编：830000

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004

引 言

新疆地处干旱荒漠区，水资源分布不均，土壤盐碱化严重。公路主要分布在戈壁、沙漠、盐碱地又多为路堤，碾压工过程中用水量很大。但是由于这些地区供水极为困难，从而使工程费用也大幅度增加，同时，供水困难还会导致建设周期延长，这使得路基压实用水成为荒漠地区公路建设的重要制约因素之一。

通过室内试验发现砾（砂）类土及风积沙均具有干压实特性，在一定的共振频率下进行振动干压实效果最好，通过相应的工程实践验证砾（砂）类土及风积沙路基经过振动干压实后，其质量完全能达到使用要求。在这里将干压实的适用条件及压实工艺加以整理，编写本文件，以便今后更好的指导施工。

路基干压实设计施工技术规范

1 范围

本文件规定了路基干压实设计施工调查与勘察、试验与控制指标、路基施工、路基整修、维修（护）及检查验收的要求。

本文件适用于干旱缺水地区各等级公路新建与改建工程路基设计、施工，二级及以下公路粒料类路面基层、底基层，养护工程、城市道路工程可参照执行。

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 992.1 公路工程土工合成材料 土工布 第1部分：聚丙烯短纤针刺非织造土工布

JTG C20 公路工程地质勘察规范（附条文说明）

JTG D30 公路路基设计规范（附条文说明）

JTG/T D31 沙漠地区公路设计与施工指南（附条文说明）

JTG/T D32 公路土工合成材料应用技术规范（附条文说明）

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程（附条文说明）

JTG/T 3331-08 盐渍土地区公路路基设计与施工技术细则

JTG 3430 公路土工试验规程（附条文说明）

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程（附条文说明）

JTG/T 3610 公路路基施工技术规范（附条文说明）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

砾（砂）类土 **gravel soil, sandy soil**

3.1.1

砾类土 **gravel soil**

土颗粒组成中，粒径大于2 mm的颗粒质量超过总质量50%的土。

3.1.2

砂类土 **sandy soil**

土颗粒组成中，0.075 mm~2 mm的颗粒质量超过总质量50%的土。

3.2

干压实 **dry compaction**

适合本文件规定的路基土在天然含水量极低的状态下进行压实的工艺。

注：含水量极低是指宜小于2%，若含水量稍大于2%时，建议将其晾晒，然后采用干压实工艺施工。

3.3

路床 **roadbed**

路面结构层底面以下 0.80 m 或 1.20 m 范围内的路基部分，分为上路床及下路床两层。

注：上路床厚度0.3 m；下路床厚度在轻、中及重交通公路为0.5 m，特重、极重交通公路为0.9 m。

3.4

路堤 **embankment**

高于原地面的填方路基。

注：路堤在结构上分为上路堤和下路堤，上路堤是指路床以下0.7 m厚度范围的填方部分，下路堤是指上路堤以下的填方部分。

3.5

路堑 **cutting**

低于原地面的挖方路基。

3.6

加州承载比 **california bearing ratio; CBR**

表征路基土、粒料、稳定土强度的一种指标，即标准试件在贯入量为2.5 mm时所施加的试验荷载与标准碎石材料在相同贯入量时所施加的荷载之比值，以百分率表示。

3.7

回弹模量 **modulus of resilience**

路基、路面及筑路材料在荷载作用下产生的应力与其相应的回弹应变的比值。

3.8

风积沙 **wind deposited sand, aeolian sand**

风力作用下形成的沙物质。

注：从工程角度来看，风积沙一般为细沙或极细沙，颗粒集中，级配不良，粉黏粒含量少，基本为松散状。

3.9

盐渍土 **saline soil**

不同程度盐碱化土的总称。

注：在公路工程中，盐渍土系指地表以下1 m深度范围内易溶盐的平均含量大于0.3%的土。

3.10

粉黏粒含量 **clay and silt content**

土颗粒组成中，小于0.075 mm的粉土、黏土颗粒质量与土颗粒总质量的比值百分数。

4 符号

下列符号适用于本文件。

n:混合料矿料组成级配曲线（又称泰勒曲线）指数。

5 调查与勘察

5.1 一般要求

5.1.1 干旱缺水地区路基应做好调查研究，收集沿线地质、水文、地形地貌、植被、气象、筑路材料

等资料。

5.1.2 应充分贯彻“适地、环保、经济、可持续性”的原则。由于砾（砂）类土、风积沙具有水稳定性好、易振动压实、整体抗压强度高等特点，应充分利用其做路基填料。

5.1.3 工程地质勘察、水文地质勘察和取样试验，除满足本文件要求外，还应满足 JTG C20 的要求。

5.2 调查

5.2.1 资料收集

收集交通、农林、环境、国土等部门的有关地方法规及规划文件。

5.2.2 工程地质调查

包括以下内容：

- a) 公路全线在公路自然区划中的位置分布；
- b) 沿线土类分布特点、易溶盐分析、含盐路段分布；
- c) 调查沿线水环境和种类，地区性降雨程度和洪水发生的可能性判断；
- d) 公路沿线所在区域自然灾害及其对公路建设的影响。

5.2.3 筑路材料调查

应做好沿线路基可用材料的调查，包括砾（砂）类土、风积沙、工程用水、生活用水的来源，查明其品质和数量。

5.3 勘察

5.3.1 工程、水文地质勘察

应按照 JTG C20 的规定执行。

5.3.2 风积沙勘察

应按照 JTG/T D31 的规定执行。

5.3.3 盐渍土勘察

应按照 JTG/T 3331-08 的规定执行。

5.3.4 提交资料

包括以下内容：

- a) 工程地质、水文地质调查、勘探、试验资料及说明书；
- b) 沿线气象调查分析资料；
- c) 筑路材料试验分析资料。

6 试验与控制指标

6.1 工程特性试验

6.1.1 在料场取土样应具有代表性，土样采集、运输和保管应符合 JTG 3430 的规定。

6.1.2 进行筛分试验时，应注意干筛法和水洗筛分法对级配的影响。

6.1.3 土样的最大粒径应满足 JTG/T 3610 的要求。

6.1.4 应严格控制砾（砂）类土中的粉黏粒含量，宜为 8.5%~13.5%，不宜超过 15%。风积沙中粉黏粒含量不宜超过 10%，应小于 12%。

6.1.5 不同的粒料组成，其干压实所需粉黏粒含量应通过试验确定。

6.1.6 采集典型土样进行颗粒组成分析，级配不良时，应通过人工调节级配，使级配曲线顺滑，与理论曲线接近平行，在工程实践中宜选取 $n=0.45$ 或 n 在 0.40 至 0.45 之间的级配曲线，同时，在同一 n

值的条件下,选取最大粒径较大的级配曲线,使之达到路用性能较稳定的效果。级配曲线满足公式(1)的要求。

$$P_i = \frac{100}{d_{\max}^n} \cdot d_i^n \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_i ——各标准筛的通过质量百分率,数值以%表示;

d_i ——各标准筛的筛孔尺寸,单位为毫米(mm);

$d_{\max}$ ——集料最大粒径,单位为毫米(mm)。

6.1.7 击实时应从极低含水量(或含水量为零)开始击实,逐级加水击实,直至得到完整的击实曲线。具体试验方法应符合 JTG 3430 的规定。

6.1.8 超粒径砾(砂)类土最大干密度应采用 JTG 3430 规定的方法。

6.1.9 砾(砂)类土最大干密度的确定方法:

- a) 最大粒径不小于 37.5 mm,且当 n 值小于 0.4 时,宜采用振动击实仪进行击实;反之宜采用重型击实法。
- b) 最大粒径小于 37.5 mm,且小于 0.075 mm 的粉黏粒含量大于 12%时,宜采用重型击实进行击实;反之用振动击实。

6.2 控制标准

6.2.1 室内试验所用试样和现场检测压实度时应充分注意,应用粗颗粒含量相近的试样击实结果来控制现场压实度。

6.2.2 砾(砂)类土压实度检测方法采用灌砂法或水袋法。风积沙压实度检测方法采用浸水环刀法。用核子仪试验时应进行标定试验,确认其可靠性。检测方法应符合 JTG 3450 的规定。

注:浸水环刀法在风积沙填料地区使用,由于风积沙松散,采用环刀法取样时,不能完全取出芯样。在环刀法的基础上,首先在风积沙上面洒水,确保环刀高度内的风积沙完全湿润,随后插入环刀取样,取样后用小铁锹将环刀和试样缓慢铲起。

6.2.3 检测前应对标准砂松方密度、锥体体积和粗糙度进行标定。

6.2.4 挖探坑时应遵循从中间向周围的原则,挖至要求深度后再修理洞壁,以防坍塌。

6.2.5 从探坑内挖取的土样应采用专门的薄壁取土器采集,在现场采用酒精燃烧法或回实验室用烘干法获取含水量。

6.2.6 出现压实度大于 100%情况时,应把挖取土样带回实验室在同含水量条件下进行击实试验标定。

6.2.7 施工过程中,每一压实层均应检验压实度,检测频率为每 1000 m² 至少检验 2 点,不足 1000 m² 时检验 2 点,必要时可根据需要增加检验点。

6.2.8 压实度应满足表 1 的要求。

表1 压实度要求

填挖类型		路面底面以下深度/m	压实度/%		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路床		0~0.3	≥97	≥95	≥95
下路床	轻、中等及重交通	0.3~0.8	≥97	≥95	≥95
	特重、极重交通	0.3~1.2	≥96	≥95	—

表 1 压实度要求（续）

填挖类型		路面底面以下深度/m	压实度/%		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路堤	轻、中等及重交通	0.8~1.5	≥95	≥94	≥93
	特重、极重交通	1.2~1.9	≥94	≥94	—
下路堤	轻、中等及重交通	1.5以下	≥93	≥93	≥93
	特重、极重交通	1.9以下			

注：标准干密度用重型击实试验法或表面振动击实仪试验法确定。

6.2.9 超粒径砾（砂）类土压实度试验检测。检测前通过标准击实或表面振动击实仪法，测定出不同含石量的干密度和最佳含水量，根据试验绘出不同干密度与粒径关系曲线图，在关系曲线图上，查出与实际含石量相应的最大干密度，用它判定路基的压实度，其具体步骤是：

- a) 根据试验规程进行颗粒分析，最大干密度和最佳含水量试验；
- b) 以 0.075 mm~20 mm 最大干密度为基点，填加 40 mm~60 mm 的砾石（分 3 次至 5 次填加到筛分时 60 mm 以下颗粒所占的百分比）求取最大干密度；
- c) 用 40 mm~60 mm 砾石等质量代替大于 60 mm 颗粒分 5 次以上求取最大密度；
- d) 找出以最大干密度为纵轴，大于 20 mm 砾石所占百分比为横轴的关系曲线，使用该曲线图应用灌砂法进行标定和对比，对比的点数不少于 40 组，通过对比按数量统计方法找出 2 种试验结果的相关性和关系式，以便将关系曲线法的试验结果换算为灌砂法相应的试验值；
- e) 现场检测压实度时，应对测点的土样采用筛分法进行分析，测算出土石含量，从而判断压实情况。

6.2.10 路基回弹弯沉不大于设计值，回弹模量、CBR 取值，应满足 JTG D30 的要求。

7 路基施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 路基施工应贯彻“安全生产、质量第一”的原则。
- 7.1.2 干压实工艺适用于砾（砂）类土和风积沙压实，不适宜粉黏土压实。
- 7.1.3 砾（砂）类土、风积沙符合干压实条件的路基应采用振动压实工艺。
- 7.1.4 路基土方调配宜以挖作填，减少调配距离，做到填、挖、借、弃合理。
- 7.1.5 路基施工前，应清除原地面上的植被，含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土不应作为填料。
- 7.1.6 路基施工前应做试验段，以取得施工必需的参数。
- 7.1.7 路线主要控制桩、护桩、水准基点桩、路基施工边桩等要认真保护，并设有明显标志，以防施工时被破坏。

7.2 施工准备

- 7.2.1 路基开工前，应按照 JTG/T 3610 规定和合同要求进行前期准备工作，包括各类控制点的测量放样和场地清理。
- 7.2.2 路基施工前，应对路基基底土进行相关试验，每公里不少于 2 点；土质变化大时，视具体情况增加取样点数。
- 7.2.3 应加大材料筛分、击实、易溶盐等室内试验频率。
- 7.2.4 应及时对来源不同、性质不同的作为路堤填料的材料进行复查和取样试验。土的试验项目包括天然含水量、液限、塑限、标准击实试验、易溶盐含量、颗粒分析试验等。

7.3 试验路段

7.3.1 试验路段应选择地质条件、路基断面型式等工程特点具有代表性的地段，路段长度不宜小于 200 m。

7.3.2 试验路段所用的路基填料和各种机具应与正常施工所用的材料和机具相同，通过试验得出合理的压实参数。

7.3.3 每层路基完成后按规范要求的检验项目对路基进行检验，测定其各项技术指标。

7.3.4 试验路段完成后及时总结人员及机械设备最佳组合方式，确定压实机械作用下的填料松铺厚度、碾压速度、碾压方式、碾压遍数。

7.4 路基填筑施工

7.4.1 易溶盐超过允许含量的土，不应直接用于填筑路基；确需使用时，应采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。

7.4.2 路堤填筑采用水平分层填筑方式，填筑时按照横断面全宽推筑，根据压路机的吨位确定填筑及压实厚度。风积沙每层平均厚度 30 cm~60 cm，路堤填筑宽度每侧应宽出设计宽度不小于 50 cm。砾（砂）类土应按照 JTG/T 3610 的规定执行。

7.4.3 每层填筑完毕后，用推土机沿纵向整平，并分层碾压。

7.4.4 达到路基设计高度后，用推土机推平，进行复压之后，用平地机进行精平。

7.5 砾（砂）类土路基干压施工工艺

7.5.1 工艺流程

测量放线→原地表清理→原地表处理→测量放线→自卸车上料→推平填料→压路机压实→压实度检测→总结数据。

7.5.2 施工方法及施工要点

包括以下内容：

- 路基填筑工程采用配套的机械化施工，形成挖、装、运、摊、平、压机械化流水作业，保证路基填筑高质量完成；
- 实际施工中，干压实应采用重型压路机，以低频、低速进行碾压；
- 施工中采取梅花状卸料，推土机、平地机从中间向两边摊料，下路床控制最大粒径含量宜为 10%~20%，不应超过 30%，配合人工拣出超粒径颗粒，基本清除大粒径填料集中现象；
- 恢复路基中线，每隔 20 m 定出中桩及边桩位置，用石灰撒出坡脚线；
- 路基填筑必须根据设计断面逐层水平填筑、分层压实；
- 路基填料采用挖掘机装料，自卸汽车运输，运到卸料地点后，料车根据现场人员的指挥将料卸在由白灰线组成的方格内，先用推土机将填料摊铺粗平，然后人工配合平地机根据边桩竹竿挂线高度控制松铺厚度，沿纵向灰线范围内精确整平。精平后的填料面平整，平整度控制在 2 cm 以内。

7.5.3 干压实工艺

包括以下内容：

- 压实顺序及压路机械组合：整平好的分层填料应先用胶轮压路机进行初压，以防止振压时材料离析，随后用振动压路机进行碾压，最后用光轮压路机进行终压，以使表层压实。压路机按照从路边向路中，由低侧向高侧，纵向进退式施工，前后两次轮迹重叠不小于 1/3 压路机轮宽；

- b) 压实厚度：路床填筑范围每层最大压实厚度不宜大于 30cm，路堤填筑范围的松铺厚度应通过试验确定；
- c) 碾压速度：初压时的胶轮压路机以中速即 5 km/h~6 km/h 为宜，振动压路机压实时以 3 km/h 速度为宜，终压时光轮压路机以 3 km/h~4 km/h 速度为宜；
- d) 碾压遍数：对应上述压实厚度，初压 2 遍，振动 4 遍后进行压实度检测，若达不到要求，再碾压 2 遍，最后终压 2 遍。最终通过试验路段确定碾压遍数；
- e) 振动压实参数控制：振动频率控制在 30 Hz~40 Hz 为宜，开始压实时先用低频，随后过渡到高频。振幅应取压路机本身具有的上限值。

7.5.4 用于路基干压实的压路机

应具有以下技术性能：

- a) 10 t~20 t 铰接式自动振动压路机；
- b) 振动频率在 30 Hz~45 Hz 之间，振幅在 0.1 mm~0.4 mm 之间。

7.6 风积沙路基干压施工工艺

应按照 JTG/T D31 的规定执行。

7.7 盐渍土路段路基干压处理

7.7.1 应按照 JTG/T 3610 和 JTG/T 3331-08 的规定执行。

7.7.2 路基承载力不足路段，可采用土工合成材料处理，应按照 JTG/T D32、JT/T 992.1 的规定执行。

7.8 路基取土、弃土

7.8.1 取土宜遵循就近原则，合理设置取土场，宜将挖方移作填方利用。

7.8.2 取、弃土场的设置，应结合环境保护的要求，作出统一规划设计。

7.8.3 风积沙弃土应将其推运至下风侧路基坡脚以外不小于 20 m。

7.8.4 取土及弃土作业时应做好防尘措施。

7.9 施工机械

7.9.1 用于路基施工的机械，均应保持良好的技术状态，应保证有满足工程所必需的各类机械数量。

7.9.2 除本文件要求之外的工程机械作业方法、规定，应按照 JTG/T 3610 的规定执行。

8 路基整修、维修（护）及检查验收

8.1 路基整修、维修（护）

8.1.1 路基工程基本完成后，施工单位应会同监理，按设计文件进行检查。根据检查情况，施工单位编制整修计划、措施，并进行路基整修。

8.1.2 边坡缺土时应用人工或机械补土，并及时进行边坡防护。

8.2 检查验收

8.2.1 路基施工应严格按照批准的设计图纸、文件、施工规范施工，进行交验。

8.2.2 应对路基场地进行清理。特殊土质地段处理、工程基础开挖等项目，进行隐蔽检查和中间验收。

8.2.3 工程验收应按照 JTG F80/1 的规定执行。

