

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 2013—2024

沙漠公路勘测设计指南

Guidelines for highway design and construction in sandy desert area

2024 - 08 - 26 发布

2024 - 11 - 26 实施

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 调查与勘测 3

 4.1 调查 3

 4.2 勘测 4

5 路线设计 4

 5.1 一般因素 4

 5.2 设计方法 5

 5.3 选线 5

 5.4 线形设计 6

6 路基、路面及排水 8

 6.1 路基设计 8

 6.2 路面设计 10

 6.3 排水设计 11

7 防沙工程设计 11

 7.1 一般因素 11

 7.2 设计方法 12

 7.3 防沙工程设计 12

 7.4 工程与植物综合防沙技术 15

 7.5 防火隔离带 16

8 公路配套设施 16

 8.1 交通安全设施 16

 8.2 服务设施 17

 8.3 管理设施 18

9 沙漠公路预警 18

 9.1 沙漠公路气象预报服务 18

 9.2 高速公路气象风险预警服务 18

 9.3 风力分级表 20

参 考 文 献 21

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。

本文件由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：宁夏公路勘察设计院有限责任公司、宁夏公路管理中心、宁夏交投工程建设管理有限公司、宁夏交通建设股份有限公司、北方民族大学、中南大学、宁夏大学。

本文件主要起草人：尹文华、赵旭东、侯永刚、李伟群、丁小平、罗廷赤、赵涛、艾银强、冀鹏举、张凌云、吴永祥、倪静哲、米永刚、王金国、刘维正、常全信、唐民、葛楠、王芳、田平华、何梅芳、党琮、王文虎、马军文、贾小龙。

沙漠公路勘测设计指南

1 范围

本文件提供了沙漠公路勘测设计的调查与勘测、路线设计、路基路面及排水设计、防沙工程设计、配套设施等建议。

本文件适用于宁夏地区沙漠公路的勘测设计。

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 3430 公路土工试验规程
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG C10 公路勘测规范
- JTG D20 公路路线设计规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沙漠 desert

沙质荒漠，其地表覆盖着大片的风成沙与沙丘。

3.2

风积沙 aerolian sand

风力作用下形成的沙物质。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，基本上为松散状。

3.3

沙地 sandy area

在荒漠地带以外，地表有沙丘覆盖的地带。

3.4

固定沙丘 fixed sand dune

沙丘表面稳定固结，基本上不存在风蚀。一般以植被覆盖度作为判定指标，植被覆盖度在50%以上者即为固定沙丘。

3.5

半固定沙丘 semi-fixed sand dune

也可称半流动沙丘，沙丘整体基本固定或移动量不大，但局部仍处于活动状态，并在风力较大时能产生较强的风沙流活动。以植被覆盖度为判定指标时，覆盖度为10%~50%。

3.6

流动沙丘 mobile sand dune

沙丘完全裸露或只有稀少植被，在起沙风作用下，不仅有较强的风沙流活动，且沙丘整体也会顺风前移。以植被覆盖度为判定指标时，覆盖度小于10%。

3.7

沙漠化 desertification

在干旱、半干旱及部分半湿润地区内，在气候变化和人类活动等因素作用下，所产生的一种以风沙活动为主要标志的土地退化过程。其中包括风力作用下的土地风蚀、风沙流、流沙堆积、沙丘活化与前移等一系列过程。

3.8

沙漠化土地 sandy desertified land

沙漠化过程中受程影响而引起退化的土地，称之为沙漠化土地。

3.9

风沙流 windblown sand

含有沙粒的运动气流称为风沙流，是气流及其搬运的固体颗粒（沙粒）的混合物。

3.10

过境风沙流 non-deposited windblown sandflow

在戈壁、光板地、盐碱地等地区，无沙质地表或地表沙已被盐碱等固结。这些地区的风沙流，其沙源多来自于附近的沙丘或沙地，则称此为过境风沙流或风沙流过境。

3.11

粗糙度 roughness

下垫面之上平均风速减小到零的某一几何高度（以cm为单位），用以表示下垫面粗糙程度。

3.12

下垫面 underlying surface

针对风沙运动而言，能与大气发生热量和水分交换，产生相互影响的表面，如地面、草面、树冠、水面等。粗糙度大的下垫面能大大影响空气的流动。

3.13

输沙率 sediment transport rate

单位时间内，通过单位宽度断面的气流所搬运的沙粒量。其单位常用 $g/(cm \cdot min)$ 。对较长时段单位面积的输沙量称直接输沙量，对较长断面（例如一段公路）的输沙量也称沙通量。

3.14

阻沙沙障 sand fence

亦称高立式沙障，其类型以孔隙度大小来区分，分为紧密型（孔隙度0%~10%）、疏透型（孔隙度20%~40%）、透风型（孔隙度50%~70%）3种。一般常用的为疏透型与紧密型。

3.15

工程防沙措施 control of windblown sand with physical treatment

利用柴草、树枝、砂砾、黏土等惰性材料设置障碍或覆盖沙面，分别对沙体或风沙流产生固沙、阻沙、输沙作用的各种措施及其综合运用。

3.16

化学固沙措施 sand stabilization with chemical treatment

在沙表面喷洒化学加固剂，使其在沙面的表层结成薄膜；或是在沙面喷洒化学黏结剂，渗入沙表后，使沙表沙粒相互结合成一体。

3.17

植物治沙措施 control of windblown sand by vegetation plantin

以人工方式促进植物生长，提高植被覆盖度，从而控制或固定流沙，减轻或消除沙害的措施。

3.18

防护带宽度 width of shelter belt

防护带外缘至路肩边缘的水平距离（与道路垂直）。有上风侧防护带宽度、下风侧防护带宽度、总防护带宽度之分。

3.19

防沙体系 control system of windblown sand

不同的防沙措施在不同的区域发挥不同的功效，并相互联系，构成一体的综合体。

4 调查与勘测

4.1 调查

4.1.1 气象调查

4.1.1.1 收集沿线附近气象台站的常规气象资料，包括气温、地温、降水、蒸发、湿度、风向、风速、动力风向玫瑰图、起沙风矢量图等，重点收集风向、风速、风频率、起沙风的多年观测资料。

4.1.1.2 测定起沙风速、沙丘移动特征（移动方向方式、速度和输沙量），重点掌握大风和高频率起沙风的方向和季节分布。

4.1.2 地形地貌调查

4.1.2.1 调查风蚀谷地、洼地、残丘地貌的形态特征及沙漠类型和分布范围。

4.1.2.2 了解沙丘固定程度、移动方式和速度。沙丘、沙堆、沙垄、沙山的平面形态和分布状态及横断面各部的数据。

4.1.2.3 分析主风向与沙丘、沙垄移动方向及路线走向的关系，查明沿线沙害类型及严重程度。

4.1.3 生态环境调查

4.1.3.1 调查植被的生态特征及其覆盖程度、耐旱和耐盐碱植物种类、群落分布规律和生长条件等情况，了解植被繁衍、更新的可能性和手段，确定用来固沙的乡土植物种类。

4.1.3.2 调查沿线水环境、土壤、动物等分布和种类。

4.1.4 风沙危害程度调查

4.1.4.1 轻度沙害区：沙丘密度小于 10%，高度小于 1m 的淤土平地、微波状粗沙地。

4.1.4.2 中度沙害区：沙丘密度 10%~50%，高度 2~10m 的沙丘、沙丘链地区。

4.1.4.3 严重沙害区：沙丘密度大于 50%，高度大于 10m 的沙丘链、沙垄、高大复合型沙山地区。

4.1.5 其他

其他调查内容包括但不限于：

——沿线土地类型，避让生态保护区；

——沙害对周边既有公路的影响；

- 沿线不良工程地质；
- 沿线及整个地域筑路和防沙的材料。

4.2 勘测

4.2.1 工程测量

4.2.1.1 沙漠地区公路测量按 JTGC 10 中相关规定执行。

4.2.1.2 流动沙漠公路测量桩志根据沙漠的流动性特点进行埋设，控制测量桩和水准点桩须牢固稳定、易于保存，附近设立明显标志或有其他参照物易于引导寻找，桩顶标示编号（附近有条件时可同时在旁边标识）。

4.2.1.3 平面控制测量采用 CGCS2000 坐标系，测量利用沿线国家和有关部门的平面控制资料进行联测、检测及换算，在满足要求情况下进行平差。

4.2.1.4 高速及一、二级公路高程控制测量宜采用 1985 国家高程基准，三级及三级以下公路联测困难时，可采用假定高程；高程控制精度宜满足 JTGC10 中的要求。

4.2.1.5 地形图测绘宽度，考虑防沙、固沙的需要，在路线上风侧测绘 200~300m，下风侧测绘 100~200m。

4.2.2 工程勘察

工程勘察考虑以下内容：

- 风蚀和风积地表及下层的地质、岩性、地质构造；
- 地表组成物质的物理、力学、化学性能，如风积沙的颗粒级配、矿物成分、结构特征、胶结物、含水状态、成层性、天然密度等；
- 土的易溶盐含量、盐渍化类型及在水平和垂直方向的分布规律；
- 地表水的分布、潜水埋藏深度及成分、潜水位以上地层的含盐量和盐分种类及分布；
- 填筑路基的沙土物理力学性能试验。

4.2.3 资料收集

工程勘察中收集并提交包括但不限于以下资料：

- 风沙工程地质、水文地质调查、勘探、试验资料及说明书；
- 路线沙害情况调查及不良工程地质评价资料；
- 公路沿线气象调查分析资料；
- 筑路材料试验分析资料。

5 路线设计

5.1 一般因素

5.1.1 根据公路等级合理利用地形，正确运用技术标准，保证线形的均衡性，在条件允许的情况下，选用较高的技术指标。

5.1.2 路线设计中妥善处理远期与近期整体与局部的关系，结合地形、地质、水文、气象筑路材料等自然条件，综合考虑农业、环保、防沙及与其他运输方式的关系，通过不同方案的工程造价分析、环境影响评价，达到技术经济和环境效益的统一。

5.1.3 进行公路平纵、横线形组合设计时，保持线形在视觉上的连续和心理上的协调，并且注意与公路周围环境的配合，保持线形美观安全舒适。

5.2 设计方法

5.2.1 安全与经济相结合。兼顾防沙和行车两方面安全，做到安全选线。在不过多增加造价的情况下，提高线形标准，确保交通安全，取得最佳综合经济效益。

5.2.2 环境保护和可持续发展。在沙漠公路建设中既改善环境又得到防沙收益，同时保证公路畅通。在生态敏感区做到环保选线，取得最佳生态效益和良好的社会效益。

5.2.3 技术指标与地形条件相协调。路线与自然环境、宏观地貌相适应、协调，使沙漠公路顺应自然、融入自然。

5.2.4 直穿与合理避让相结合。沙害严重地段宏观避让，微观治理；必须穿过时，选合适位置，缩小穿越范围，并采取必要的防沙措施。

5.2.5 路线设计与防沙工程相结合。路线平纵面线形平顺，线路走向与主导风向平行或锐角相交，路基高度不宜过高，横断面做成缓边坡或流线型，使沙害程度减至最低；同时结合不同沙漠类型、水源情况，采用适宜的工程或植物防沙措施，确保运营安全。

5.3 选线

5.3.1 微丘区

5.3.1.1 平面线形宜以短捷顺适的长直线为主。路线由一个控制点到达另一个控制点，一般不避让转弯，转折处，以设长而缓的平曲线为宜。

5.3.1.2 纵面线形，顺应宏观自然地形之变化，以低路堤为主。

注：沙漠微丘区地貌，一般指丘陵状态的地貌。其形态特征是：沙丘连绵、丘坳交错、此起彼伏、垄低脊宽、丘垄谷洼相对高差较小。

5.3.2 重丘区

5.3.2.1 垭口的选定注意防止形成视距不良的平纵组合线，在依附路线基本走向的情况下，结合风沙地貌地形状况，选择高程较低、纵坡较小横断面比较开阔的垭口布设。

5.3.2.2 翻越高大沙丘区段选线宜考虑：

- 在平面线形上，使路线走向与主导风向平行或锐角斜交。在此条件下，路线纵断面以顺应自然地形大势为宜；
- 填挖方平衡，在防沙工程及时到位的情况下，若弃方容易，挖方可略大于填方。

5.3.2.3 高大复合型沙垄或沙山之间谷地选线宜考虑：

- 平面上路线靠近路线总控制方向线；
- 路线合理位置在谷地中心附近；
- 谷地宽度较小时，路线在高大沙丘之迎风坡脚前，避免将路线设在高大沙丘背风坡脚，不能将路线放在高大沙丘的落沙坡上；
- 路线穿越高大沙丘背风坡时，以最短路线长度通过。

5.3.2.4 固定或半固定沙地及植被带选线宜考虑：

- 保护各种植被的生存条件；
- 通过植被区选线，能绕则绕，不能绕的选植被稀疏的空隙穿过；
- 通过低矮草本植被及短命植物段落，路基形式以路堤为主，将土方填挖数量减至最少，以利植被保护；
- 对植被赖以生存的淤土地、风蚀洼地、盐渍化平地及粗沙平地，予以保护，多设低路堤，使其破坏面缩小到最低限度。

5.4 线形设计

5.4.1 路线平面设计

5.4.1.1 宜按照以下设计方法开展设计：

- 沙漠公路的平面线形，按公路等级并结合沙漠地区的特殊环境进行设计，以汽车行驶舒顺、协调安全，且能获取较高经济、社会效益的长直线接大半径平曲线线形为最佳平面线形；
- 平面线形直捷、连续、均衡，并与风沙地貌地形、地物相适应，与周围环境相协调；
- 为减轻平曲线段的公路沙害，选用较大半径的平曲线，圆曲线最大半径不超过 10000m；
- 同向曲线间设直线，其长度以不小于运行速度的 6 倍为宜，不以短直线相连；
- 两反向曲线间夹有直线段时，其最小长度以不小于运行速度的 2 倍为宜。

5.4.1.2 宜在直线线形设计时考虑以下因素：

- 根据路线所处地段、风沙地形地貌情况，并考虑驾驶者视觉、心理状态合理布设；
- 长直线最大长度不宜超过 10km。采用长直线时，在长直线内通过改善纵断面线形或适当位置增设醒目标志，减轻驾乘人员疲劳困倦；
- 微丘区风沙地形地貌和重丘区的梁窝状沙地，其沙丘(沙垄)相对高差小于 20m 时，采用长直线形式。
- 采用长直线时纵坡不宜过大；长直线或长纵坡尽头的平曲线半径不宜过小，采取增设标志、增强路面抗滑能力等安全措施。

5.4.1.3 宜在平曲线线形设计时考虑以下因素：

- 各级公路平面不论转角大小，均设置圆曲线。在选用圆曲线半径时，与设计速度相适应；
- 沙漠公路圆曲线推荐最小半径见表 1。

表 1 各级沙漠公路圆曲线推荐最小半径

设计速度 (km/h)		120	100	80	60	40	30	20
不受限路段	最小圆曲线半径 (m)	1000	900	700	600	500	500	500
	不设超高最小圆曲线半径	5500	4000	4000	3500	2500	2500	2500
受限路段	最小圆曲线半径 (m)	1000	700	400	200	100	65	30
	不设超高最小圆曲线半径	5500	4000	2500	1500	600	350	150

注：本文件圆曲线推荐最小半径参照 JTC/T D31，其中受限路段指地形条件受到工程量或环保等限制的路段。

- 在风沙地形地貌中，其沙丘(沙垄)相对高差小于 20m 的地段，选用较大的圆曲线半径；
- 在确定圆曲线半径时，同前后线形要素相协调，使之构成连续、均衡的曲线线形要素；
- 平曲线设在开阔平坦的地区，在地形复杂的沙山顶部尽可能避免设平曲线。

5.4.1.4 缓和曲线、平曲线超高、加宽、长度、视距按 JTGD 20 有关规定进行设计。

5.4.2 路线纵断面设计

5.4.2.1 路线纵断面设计方法如下：

- 纵断面线形与风沙地貌地形相适应，设计成视觉连续、平顺而圆滑的线形，避免在短距离内出现频繁剧烈的起伏。
- 路线通过高大的复合型沙山沙垄时，顺应自然地形之大势，多填少挖，控制挖方路堑长度以不超过 200m 为宜。

- 路线通过中等高度沙丘、沙垄分布段的纵坡，顺应自然地形，采用填挖方平衡或填方略大于挖方的设计，其路堤高度以高出地面线平均高度 50~100cm 为宜。
- 路线通过移动速度较快的低矮新月形沙丘或沙地分布地段，其路堤高度以高出沙丘平均高度 0~50cm 为宜。
- 路线通过强度和稳定性差的淤土平地或盐渍化平地地段，不能使用就地土，填筑风积沙，路堤平均高度以大于 80cm 为宜。
- 路线通过胡杨林地及其他植物生长地段，路堤不宜太高，维护各种植物的生存条件，集中取土，利用附近裸露的风积沙丘。
- 纵坡设置注意顺应自然地形，防止频繁变坡，造成纵坡零碎，起伏过多。

5.4.2.2 最大纵坡和最小坡长参照表 2。

表 2 各级沙漠公路的最大纵坡和最小坡长

设计速度(km/h)	120	100	80	60	40	30	20
不受限路段最大纵坡(%)	3	3	5	5	6	6	7
受限路段最大纵坡(%)	3	4	5	6	7	8	8
不受限路段最小坡长(m)	300	250	250	250	250	250	250
受限路段最小坡长(m)	300	250	200	150	120	100	60

5.4.2.3 最大坡长可参考表 3。

表 3 沙漠公路最大坡长

设计速度 (km/h)		120		100		80		60		40		30		20	
		受段	不受 限段	受限 段	不受 限段	受限 段	不受 限段	受限 段	不受 限段	受限 段	不受 限段	受限 段	不受 限段	受限 段	不受 限段
纵坡 坡度 (%)	3	900	800	1000	900	1100	900	1200	1000	——	——	——	——	——	——
	4	700	500	800	600	900	700	1000	800	1100	1000	1100	1000	1200	1000
	5	——	——	600	400	700	400	800	600	900	600	900	700	1000	800
	6	——	——	——	——	500	——	600	400	700	500	700	500	800	600
	7	——	——	——	——	——	——	——	——	500	——	500	——	600	400
	8	——	——	——	——	——	——	——	——	300	——	300	——	400	——

5.4.2.4 竖曲线最小半径及最小长度可参考表 4。

表 4 竖曲线最小半径和最小长度

设计速度	120		100		80		60		40		30		20	
地形	受限	不受	受限	不受	受限	不受	受限	不受	受限	不受	受限	不受	受限	不受限段
凸曲线最小半径	11000	17000	6500	10000	3000	10000	1400	4500	1400	4500	1400	4500	1400	4500
凹曲线最小半径	4000	6000	3000	4500	2000	4500	1000	3000	1000	3000	1000	3000	1000	3000
最小长度	100	100	85	85	70	70	50	70	50	70	50	70	50	70

注：竖曲线段积沙现象较普遍，以凹形竖曲线为重，竖曲线半径宜尽量放大。

5.4.3 平纵线形组合

- 5.4.3.1 在视觉上自然诱导驾驶员视线，保持视觉的连续性。
- 5.4.3.2 平曲线与竖曲线重合时，使平曲线与竖曲线顶点对应，并使竖曲线包括在平曲线内。
- 5.4.3.3 平、纵面线形组合设计注意线形与风沙地貌环境和景观的密切配合。

5.4.4 公路用地

沙漠公路除按一般公路用地考虑外，根据生物或工程防沙范围确定公路用地范围。

6 路基、路面及排水

6.1 路基设计

6.1.1 一般因素

- 6.1.1.1 沙漠地区，对于沙丘、沙包分布密集的路段，取弃土场设计时以沿线两侧就近取弃沙为原则。取弃宽度控制在路基两侧 20 米平整带范围内，并与平整带设置相结合。取沙量较大时，宽度可适当增加；沙地及丘间洼地不设置为取土场。
- 6.1.1.2 在连续沙丘段取沙时，取沙坑宜设在背风一侧距路堤坡脚处至少 5m。两侧取沙时，迎风一侧的取沙坑予封闭或推平。在平沙地路段，取土场宜设置在路基两侧 300~500m 外。
- 6.1.1.3 风积沙填筑路基前，宜对不同料源的风积沙取样进行试验，主要确定风积沙的颗粒级配、天然含水率、最大干密度、加州承载比（CBR）试验等数据，必要时进行有机质含量、易溶盐含量等试验。试验方法、试验步骤及试验仪器按 JTG 3430 相关规定执行。CBR 值按 JTG D30 相关规定执行。不同性质的风积沙不进行混填。
- 6.1.1.4 风积沙不宜直接用于二级及二级以上公路的上路床。风积沙用于三、四级公路的路床填筑时，路床顶面宜设置 15cm~20cm 封层。
- 6.1.1.5 低剂量无机结合料稳定风积沙可作为二级及二级以上公路的路床填料。固化剂稳定风积沙以及土工格室加固风积沙可作为各级公路的路床填料。施工前开展试验段。
- 6.1.1.6 宜对路幅宽度范围内的原地面表层松散的风积沙、草皮、表土等进行清理，坑穴等采用风积沙回填，并按设计要求整平压实。
- 6.1.1.7 采取有效措施保护路线两侧原有植被和地表硬壳。对因施工作业及取、弃沙等造成原地表植被破坏部分，路基成型且边坡整理后，采取有效防护措施，并撒播草籽、恢复植被。
- 6.1.1.8 对填方高度小于 1m 的流动沙丘路段，先将沙丘推平至路床底面以下，并进行填前碾压，达到规定压实度后再进行填筑。
- 6.1.1.9 风积沙路基施工前进行试验段施工。试验路段选择在地质条件、断面形式等工程特点具有代表性的地段，长度不宜小于 200m。
- 6.1.1.10 路堤段先填筑包边土，然后在路槽内填筑风积沙。包边土宽度一般不小于 2.5~3m，选用砾类土或其他粗粒土分层填筑。
- 6.1.1.11 风积沙路基压实度参考表 5。

表 5 风积沙路基压实度标准

填挖类型	压实度（%）		
	高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
路堤	上路床	≥96	≥95

表 5 风积沙路基压实度标准（续）

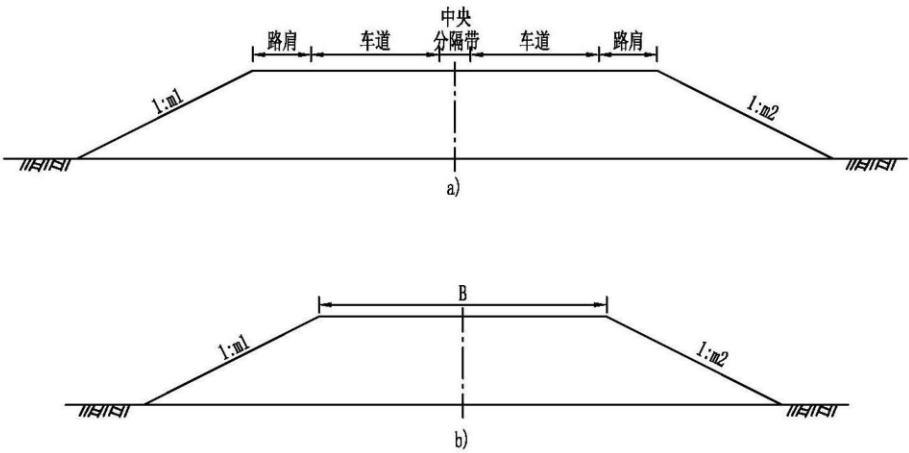
填挖类型		压实度（%）		
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
路堤	下路床	≥96	≥95	≥92
	上路堤	≥94	≥94	≥92
	下路堤	≥93	≥92	≥90
零填及挖方路基	上路床	≥96	≥95	≥93
	下路床	≥96	≥95	—

6.1.1.12 风积沙路基干压法填筑时，最大干密度宜在风积沙含水率接近为 0 时，采用表面振动压实仪法或重型击实试验方法确定；若同时进行了表面振动压实与击实试验，则取两者结果中干密度之大者作为该风积沙的最大干密度。

6.1.2 路基横断面设计

6.1.2.1 沙漠地区公路路基横断面根据公路等级和技术标准，结合风沙地貌特点、填挖情况、风沙运动特征、土质条件等选定。

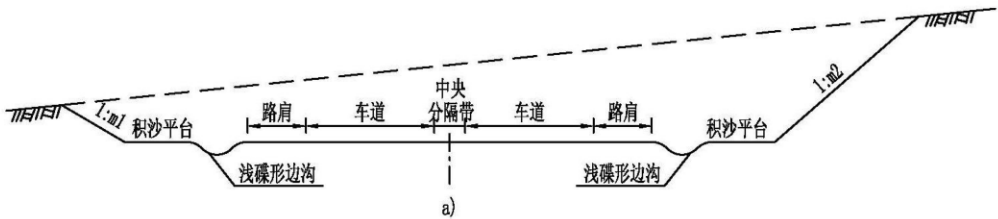
6.1.2.2 路堤横断面如图 1 所示。流动沙漠地区，高速公路和一级公路宜不设置边坡平台。

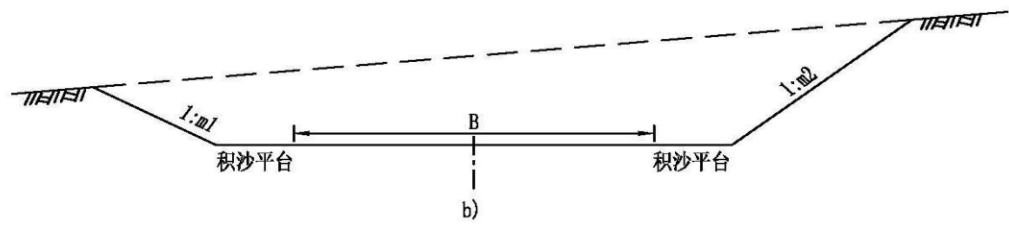


注：a) 高速、一级公路；b) 双车道公路

图 1 路基横断面图

6.1.2.3 路堑横断面如图 2 所示。流动沙漠地区公路两侧可不设置边沟。





注：a) 高速、一级公路；b) 双车道公路

图 2 路堑横断面图

- 6.1.2.4 路基边坡坡率按照 JTG D30 的规定执行。条件允许或有特殊要求时，采用略缓的边坡坡率。
- 6.1.2.5 挖方段路基横断面设置积沙平台，积沙平台的宽度以 2m~4m 为宜。

6.2 路面设计

6.2.1 一般因素

沙漠地区沥青路面设计根据公路等级和使用要求，沿线气候、水文、土质、风沙地貌及筑路材料等条件，进行综合设计。设计充分考虑地表温度的影响因素。

6.2.2 沥青面层

6.2.2.1 用于沙漠公路沥青面层的材料主要有密级配沥青混凝土、密级配沥青稳定碎石、沥青玛蹄脂和厂拌热（冷）再生沥青混合料等。

6.2.2.2 沥青面层选用优质材料。表面层具有坚实、平整、耐磨、抗滑、防渗或排水、抗高温变形、低温缩裂的功能，中面层具有良好的抗高温变形和防渗的功能，下面层具有良好的抗高温变形和抗疲劳性能以及耐久性和水稳性。

6.2.2.3 沥青标号根据公路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点、施工方法等，经技术论证后确定。以满足低温要求为主时，优先选择 90 号或 110 号沥青；同时满足高温要求时，优先选择 70 号或 90 号沥青。二级及二级以上等级公路，宜采用改性沥青。

6.2.2.4 为确保沥青混合料高温抗车辙能力，同时兼顾低温抗裂性的需要，配合比设计时宜适当减少规范公称最大粒径附近粗集料的用量，减少 0.6mm 以下部分细料的用量，使中等粒径集料较多，形成 S 型级配曲线，并取中等或偏高水平的设计空隙率。

6.2.2.5 沙漠地区沥青混合料车辙试验动稳定度技术要求：普通沥青混合料不小于 1000 次/mm，改性沥青混合料不小于 2800 次/mm，SMA 改性沥青混合料不小于 3000 次/mm。

6.2.2.6 路面用粗集料、细集料、矿粉、沥青等原材料以及沥青混合料的浸水马歇尔残留稳定度、冻融劈裂试验的残留强度比、低温弯曲试验破坏应变、渗水系数等技术要求按照现行的 JTG F40 执行。

6.2.3 基层、底基层

6.2.3.1 水泥稳定风积沙和工业废渣稳定风积沙可用作各级公路的底基层及三级和三级以下公路的基层。用作基层时，增加防止反射裂缝的措施。

6.2.3.2 充分试验论证的基础上，可选用固化剂稳定风积沙作为各级公路的底基层。

6.2.3.3 半刚性基层、底基层除符合一般公路半刚性层的材料要求外，沙漠地区公路还需重点考虑半刚性层的干缩和温缩问题以及拱胀病害。根据实际情况考虑采用以粗集料为主的骨架密实型结构，并严格控制水泥剂量。采用无机结合料稳定沙时，采用合理的配比使之满足路用性能的要求。

6.2.4 结构设计

6.2.4.1 对于半刚性基层采取设置改性沥青应力吸收膜、应力吸收层或铺设经实践证明有效的土工合成材料等防止反射裂缝的措施。

6.2.4.2 对于水泥稳定类材料，在满足设计强度的基础上，限制水泥用量，一般基层不大于 5%，底基层不大于 4%；在减少含泥量的同时，限制细集料和粉料用量，合成级配中，0.075mm 以下颗粒含量不宜大于 4%；根据施工时气候条件限制含水量，碾压时含水量不宜超过最佳含水量 1 个百分点。

6.2.4.3 沙漠地区公路的半刚性基层、底基层，宜通过添加粉煤灰、预设伸缩缝、加强半刚性层的养护等措施改善其干缩性能。

6.2.4.4 基层、底基层的级配要求及 7d 龄期无侧限抗压强度标准值按照 JTG/T F20 执行。

6.2.5 路肩设计

6.2.5.1 各级沙漠公路的路肩结构形式与厚度需考虑使用性能、防风蚀、方便施工及节省投资等原则选用。

6.2.5.2 对于高速和一级公路，可采用硬化路肩，对于二级及二级以下公路，可采用厚度 10cm~15cm 的天然砂砾加固路肩，并在下部设置一层土工布。土工布可采用聚丙烯编织布。

6.3 排水设计

6.3.1 固定和半固定沙漠地区，路基受两侧地表径流影响的路段，考虑设置排水设施。边沟、排水明沟等设施采用宽浅型。

6.3.2 沙漠地区高速和一级公路不设置专门的中央分隔带排水设施。中央分隔带采用铺卵石或混凝土板（块）等措施进行封闭。

6.3.3 高速和一级公路的填方路段，二级公路路基高度在 2m 以上的路段，平曲线内侧和竖曲线低凹处易形成集中冲刷的段落，宜设拦水带和急流槽。三、四级公路根据具体情况设置。

6.3.4 流动沙漠公路不设或少设涵洞。路线经过固定、半固定沙漠、沙地，以及沙漠边缘区域，通过水文地质调查，路基两侧可能产生较明显的集中汇流的段落，选择横向沟槽合理设置小桥涵。

6.3.5 高速和一级公路，在填挖交替的边坡处，当高差大于 4m 时，对积沙平台首尾处 3m 范围进行加固，并在端部设置喇叭形拦水带，下设急流槽。

7 防沙工程设计

7.1 一般因素

7.1.1 设计中包括对防沙工程养护的管理方式、养护水平、难易程度、费用多少、周转年限及防沙材料的重复利用等的建议。

7.1.2 加强新材料、新结构、新技术、新工艺的引进与运用。

7.1.3 防沙工程设计在正常的施工及养护水平下，保证公路在设计使用年限内基本正常运营。

7.1.4 防沙工程设计根据不同的危害类型，宜采取对应的措施，具体如下：

——路基风蚀，在需要防止风蚀的路段，将路基表面进行封固，并保持平顺；

——路面积沙：

- 风沙流积沙，在路基附近分别采取“固”、“阻”措施或与其他措施结合，防止风沙流出现。可将路基附近的障碍物清除，形成合理的路基断面形式，增加风沙流的输沙能力，使其从路上吹过；

- 沙丘前移，采取“固”、“阻”措施加以控制，既阻止沙丘前移，又防止风沙流出现。可“阻”与“输”措施结合，以“阻”来控制其前移，并将其沙丘前移化解为风沙流运动，或沙丘较少时，可将其运走或推平，再以“输”的方法，使风沙流从路上吹过。

7.1.5 防沙工程总体布置宜考虑以下因素：

- 流动沙丘地段：当路线与主导风向成 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 相交的大面积流动沙丘地段，路基两侧均设计 $10\text{m} \sim 20\text{m}$ 的整平带，该地带内的障碍均运走或推平，以使挟沙风顺利通过路基；整平带外侧为防护带，宽度一般为 500m 以上，或视当地情况而定。采取植物固沙与工程防治的综合措施，工程防治设施失效后，由植物防护发挥作用。无植物固沙条件时，工程设施即作为永久性防治手段，须经常加以维护。对此种情况也可考虑“输”、“阻”措施。防护带外侧为植被保护带，在路基上风侧宽度宜为 $400\text{m} \sim 600\text{m}$ ，在下风侧宽度宜为 $200\text{m} \sim 300\text{m}$ ，植被保护带内的植物严加保护，不伐垦和放牧；当主导风向与路线的交角小于 30° 时，可适当减少路基防护带的宽度；
- 半固定沙丘地段：当路线与主导风向的交角大于 30° 或垂直的半固定沙丘地段，将整平带原有的突起物(包括灌丛)夷平，以免积沙威胁路基，整平带的宽度 $10\text{m} \sim 20\text{m}$ 。对于防护带内的局部流沙，采取工程防治与植物固沙的综合措施，并保护和利用原有植被，以彻底根治流沙。防护带的宽度为：在路基的上风侧不小于 300m ，在下风侧不小于 100m 。植被保护带的宽度在路基上风侧大于 500m ，下风侧则大于 200m 。主导风向与路线平行时，可不设防护带，但仍保留整平带和植被保护带。
- 固定沙丘地段：路基两侧仅设植被保护带，带内植物严加保护，以免风沙再起。保护带宽度为：在路基上风侧宜为 $300\text{m} \sim 500\text{m}$ ，在下风侧宜为 $100\text{m} \sim 200\text{m}$ 。
- 流动沙地地段：当路线与主导风向成 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 相交，且流动沙地地形较为平坦开阔，路基宜采取缓边坡的路堤或路基输沙断面，以便于过境沙顺利通过。路基上风侧宜有适当宽度的输沙带。防护带内设置带状隐蔽固沙设施，以保护风能稳定，不使过境风沙流达到饱和状态，防护带的宽度在路基上风侧为 $100 \sim 150\text{m}$ ，下风侧不小于 50m 。当主导风向与路域的交角小于 30° 时，宜采用一般路基断面形式，可适当减少路基防护带宽度。

7.2 设计方法

7.2.1 贯彻预防为主、防治结合、因地制宜、就地取材，标本兼治的原则。

7.2.2 防沙工程设计有总体布置，使路侧各种防沙措施形成一个完善的综合防护系统，综合防护体系的宽度和耐久性根据公路的重要程度进行合理确定。

7.2.3 半干旱的干草原地带，以植物治沙为主，工程防沙或化学固沙为辅，植物治沙采用乔、灌、草相结合。在干旱的半荒漠地带，采用工程防沙或化学固沙为主，配合植物治沙，固沙植物以灌木和半灌木为主。在干旱的荒漠地带，采用工程防沙或化学固沙措施；在丘间地下水位较高或有引水灌溉条件的地方，进行植物治沙，营造防沙林带。

7.3 防沙工程设计

7.3.1 固沙设计

7.3.1.1 植物固沙

7.3.1.1.1 适合植物固沙方法有种草、种植灌木和乔木。

7.3.1.1.2 植固沙设计需考虑以下因素：

- 植物立地条件：

- 根据沙地栽植经验，若沙层内具有含水量不小于2%的常年稳定湿沙层，则可保证耐旱的草、灌木成活生长；
- 沙层中的有机质及盐分含量、温度及通风条件影响植物的成活生长。

——植物种类选择要求如下：

- 选择分枝多、树冠大、根系发达、耐旱、耐盐碱、耐贫瘠、耐风沙、固沙能力强、发芽迅速的乡土植物种；
- 根据不同的立地条件选择可引进适合本地的树种。

7.3.1.1.3 防护规划包括以下内容：

——公路两侧防沙林带宽度设计内容如下：

- 林带宽度主要根据风沙流活动强度和沙丘移动特征来决定。一般情况下，在路基迎风一侧的宽度为200m~300m，背风侧的宽度为50m~100m。在单一风作用的地区，背风侧的林带可不设；
- 为根治沙害和保护固沙林带，在两侧防护带之外划出植被保护带。

——林带防护结构或种植方式如下：

- 紧密结构或密植方式，株行距一般不小于1m，成林后间伐，林带透风系数较小，具有较大的阻沙作用；
- 稀疏结构或稀疏种植方式，透风系数较大，风沙流通过的速度逐步消减，使风沙流中的沙粒较均匀地分布在林带内；
- 布置时将紧密林带安排在靠近路基的两侧，一般迎风侧为100m，背风侧为50m，在其外缘则布置稀疏林带，采用稀疏种植方式；
- 防护结构采取多种植物混交并坚持灌木为主的方式，先草后灌或草灌结合；条件较好地段乔、灌、草结合，采取合理的株距、行距、密度、混交方式(带状混交、行间混交或株间混交)。

7.3.1.2 沙障固沙

7.3.1.2.1 平铺式沙障，利用柴草、粘性土、砾石或其它材料，平铺于沙面上，防止风蚀。多用于对路基两侧沙面的防护。具体如下：

——柴草类平铺式沙障设计内容如下：

- 层铺防护，采用麦秸、稻草、苏丹草、沙蒿、野麻、芦苇或其它草类，以层铺形式覆盖沙面。层厚5cm~10cm；
- 平铺植物束或芭块，采用各种枝条、芦苇、芨芨草等，扎成束把或织成芭块，以平铺形式覆盖沙面，平铺或叠铺草皮。

——土类平铺式沙障设计内容如下：

- 粘性土覆盖沙面(粘土沙障)适用于沙丘微起伏的地区，覆盖前平整沙面，所用土的塑性指数大于7，覆盖厚度在迎风坡及丘顶为5cm，背风坡及丘间地10cm；
- 为增加覆盖层的抗冲蚀强度并避免干裂，可掺10%~15%的沙或20%~30%的砾石(体积比)。

——砂砾石覆盖沙面(砾石沙障)，厚度5cm~10cm，以平铺或格状形式覆盖，后者先用10cm以上的砾石在路基边坡上做成1mx1m或2mx2m，并与路肩边缘成45°的方格，然后再于格内铺粒径较小的砾石。

7.3.1.2.2 低立式沙障，为防护工程中的主体，材料用量大，就近取材时注意不破坏原有的生态平衡。沙障的外露高度以10cm~20cm为宜，距离路基大于20m。具体如下：

——草方格或条带状沙障的扎制主要采用具有柔性的麦秸、稻草、苏丹草、压碾改性芦苇等；草方格规格以1mx1m(路基两侧的固沙带)和1mx0.5m(路肩及边坡)为宜；

——丘顶等强烈风蚀部位采用1mx0.5m规格；

——主导风向明显或风向单一的流沙地区，可采用条带状沙障，沙障走向与主导风向垂直，间距小于 0.8m。

7.3.1.2.3 沙袋沙障，固沙选用抗老化编织土工布，该材料具有抗老化、密度小、耐酸碱、耐腐蚀、强度高等优点。沙袋沙障可分为有鳍和无鳍两种，具体如下：

——有鳍沙障：制作沙袋时，接口处预留出 8cm，在第一道缝线外侧每隔 1cm 增加一道缝线，共增加三道，以增强鳍底部的刚度。；在长桶形有鳍沙障的基础上，将缝线以上的编织布横线抽出，使其发挥类似于麦草沙障的作用。对风产生扰动，在袋内装满沙，袋直径分别为 5cm、10cm、12.25cm；

——用有鳍沙障组成的带状沙障，以带距为 1m 的规格，防风效果最好(适用于风向单一地区)；

——有鳍与无鳍沙袋沙障按 50cm、100cm 及 200cm 的间距带状排列时，间距为 50cm 时二者的相对固沙能力：有鳍者略高于无鳍者；间距为 100cm 时，则相差 40%左右；间距 200cm 时，相对固沙能力均为 50cm 的 50%左右。

7.3.1.2.4 格状沙袋沙障，把有鳍沙障设为主带，无鳍沙障设为付带的方格沙障，宜选用规格为 1m×1m。随着沙障规格的加大，其风速降低率和粗糙度逐步降低。这种沙障适用于多风向地区。

7.3.1.2.5 土工方格沙障，在上风侧流动沙丘上设置，宜选用规格为 1m×1m。

7.3.1.3 化学固沙

7.3.1.3.1 用化学合成材料均匀喷洒沙面，使之形成固结层。化学固沙材料主要有乳化原油、乳化沥青、高矿化度盐水、高分子聚合物、土壤凝结剂等。

7.3.1.3.2 固化剂固沙法主要有沙埂沙障固沙技术，具体如下：

——用刮耙将流沙耙成各种规格的沙埂，一般底宽 30cm~40cm，高 15cm~25cm，截面为等腰三角形，然后用土壤凝结剂喷洒固结，沙埂表面形成界壳，或筑成沙子方格沙障；

——堑底宽 30cm，高 15cm~20cm，规格为 1m×1m，堑上喷洒 30%浓度土壤固结剂，结皮厚度 1.5mm~2.0mm，设置于迎风坡；

——沙埂沙障可与植物固沙结合使用，在所设置的沙埂沙障或方格沙障中种植各种植物。

7.3.2 防沙设计

7.3.2.1 设计依据

设计时根据当地的自然状况(包括风况、风沙流程度等)、材料类型品质来源、施工条件、管养水平、管养难度、费用等。

7.3.2.2 设计要点

7.3.2.2.1 阻沙沙障一般分为墙式、堤式、栅式、带式 and 防风林五类，适用于沙源极为丰实的流沙地区。布置在距路基迎风侧 100m 以外，一般栽于沙丘顶部，沙障越高，间距越大，与主导风向正交时，阻沙效果好。有条件时，栽种乔、灌结合的密集防风林，形成永久阻沙体系。

7.3.2.2.2 确定合理的阻沙沙障类型、制作材料、设置形式及布设数目。

7.3.2.2.3 确定阻沙沙障的制作方法，考虑其稳固性，在沙面上阻沙沙障能抵御八级大风或当地最大风力，而不全线倒伏。

7.3.2.2.4 考虑沙障的定期拔高或重设及固沙材料的再利用问题，注意外侧来沙较多，积沙在短期内就能达到饱和之处。

7.3.2.3 阻沙栅栏设置

- 7.3.2.3.1 与沙丘运动方向垂直时，宜选择沙丘脊，在距沙丘脊线 1m~1.5m 的迎风坡顶上。
- 7.3.2.3.2 与沙丘运动方向近于一致时，阻沙沙障沿沙丘迎风坡横向较高处至坡顶，然后直穿落沙坡，以使其在落沙坡处的延伸尽量地短；
- 7.3.2.3.3 沙丘密集、地形起伏较大的地区，阻沙沙障不宜按直线布设，适当调整，可偏离直线，以使阻沙沙障处在相对较高处，充分发挥其阻沙的功能，加速人工阻沙堤的形成。
- 7.3.2.3.4 阻沙沙障只能纵向直穿沙丘落沙坡，即顺沙丘落沙坡倾向方向穿越，不斜向穿越、横向穿越。
- 7.3.2.3.5 局部风沙流活动较强烈的地区，考虑设两道阻沙沙障，其间距不大于所防御沙丘的最大尺寸。
- 7.3.2.3.6 阻沙沙障外露高度以 1.2m~1.7m 为宜，被沙埋至外露高度仅剩 40cm 时，将其拨起或原地重设，以恢复其阻沙功能。
- 7.3.2.3.7 固定立桩间距，地形平坦时为 4m~6m，地形起伏较大时，加密至 2m~4m。固定立桩的埋入深度一般 40cm~50cm，其两侧宜用衔于栅栏并与立桩呈 45° 左右夹角的牵引铁丝拉紧。
- 7.3.2.3.8 在风蚀强烈部位，栅栏两侧扎制 2~3 道草方格(1mx1m)固沙，以防掏蚀。

7.3.3 输沙设计

7.3.3.1 浅槽输沙

- 7.3.3.1.1 利用路基上风侧的边坡设置宽度 L 与 H 之比 $L/H=10\sim25$ 的弧形浅槽，浅槽的深度为 1.0m~2.5m。
- 7.3.3.1.2 槽的下风侧与路基相互平顺衔接，且槽的表面用土石类封闭。
- 7.3.3.1.3 适用于平坦的流动沙地和风沙流地区，以减少风沙流对路基的危害。

7.3.3.2 浅槽与风力堤综合输沙

- 7.3.3.2.1 在浅槽的上风一侧与邻近的流动沙丘之间，设一个比邻近沙丘高出 0.3m~0.5m 的风力堤，以形成吹扬地带。
- 7.3.3.2.2 堤顶设成流线型，风力堤的迎风坡一般以 1:4 为宜。风力堤的表面亦封闭，迎风面的封闭厚度为 5cm~10cm，背风面为 3cm~5cm。
- 7.3.3.2.3 适用于路线与主导风向交角为 45°~90° 情况下路段的流动沙丘。

7.3.4 导沙设计

设计内容如下：

- 当路线与主导风向为 25°~30° 斜交时，风沙容易在路线附近堆积，在路基的迎风侧 50m~100m 以外设置导沙措施，借助风力的作用，改变风沙流或沙丘的移动方向；
- 导沙措施包括有导沙墙（土墙、石墙、柴草墙等）、导沙板（木板、笆块等）。

7.4 工程与植物综合防沙技术

7.4.1 综合防沙技术

在水气条件稍好的半干旱沙漠或半固定沙漠地区，采用工程和植物防治的综合防沙技术，具体如下：

- 首先用工程措施将流沙固定，然后种植植物；
- 在流沙活动比较严重的路线上风侧，视沙害危害程度的大小，设置不同宽度的机械沙障防护带，防护带宽从 50~100m 不等。方格沙障规格有 4m×4m，2m×3m，带状沙障间距 2m。固沙材料选用沙蒿。

7.4.2 固沙植物

7.4.2.1 固沙植物选择

通过对各种环境因子及植物种源的调查，本着适地适树的原则，选择乔木旱柳，大灌木柠条，小灌木杨柴，沙柳，沙打旺作为主要固沙植物种。旱柳耐旱，生长迅速，易成活，造林简便，是沙地主要乔木造林树种。其经济利用价值也高，树叶可以作羊的冬季饲料，树干可以出售或造林。柠条极耐干旱，根系发达，适合在干旱的硬梁地生长。杨柴耐干旱，根蘖性强，防风固沙作用大，适合在流沙上生长。沙柳造林简便易行，不怕风打沙埋、生长迅速，短期内即可发挥固沙作用，是固沙的首选灌木。

7.4.2.2 固沙植物的配置

7.4.2.2.1 合理的密度是植物生长发育的基本条件，根据对立地条件的调查，灌木株行距 50cm 合适，可防止种间过于竞争，快速起到固沙作用。乔木间距 3m~4m 则比较合适。

7.4.2.2.2 造林时避免将对环境有相同要求的树种放在一起种植。沙柳系浅根系植物，柠条则是深根系植物，两种植物可一起种植，地下部分就不致于发生水分和养分的竞争。

7.5 防火隔离带

防火隔离带设置如下：

- 植物秸秆、枝条等易燃材料设置的机械防护体系及植物固沙带宜设置纵向和横向防火隔离带；
- 纵向(与公路平行)防火隔离带设在路堤段的边坡坡脚外侧；横向(与公路相交)防火隔离带每公里设置两条。在沙丘密集区沿丘间地蜿蜒设置；在平坦沙地上，与主线合成风向垂直设置；
- 机械防护体系中，防火带宽度为 2m~2.5m，植物固沙带的防火带宽度为 3m~4m。在防火带内经常清理地表的柴草，并利用其它惰性材料，如粘性土、砂砾石或喷洒化学固沙剂等，固定防火隔离带中的。

8 公路配套设施

沙漠公路交通安全设施优化由于沙漠公路交通安全影响因素的独特性，其交通标志、标线及交叉口等交通设施的设置需考虑沙漠公路交通安全的系统性、合理性及有效性等因素。避免交通工程设施及基础产生阻沙、积沙现象。

8.1 交通安全设施

8.1.1 交通标志

8.1.1.1 沙漠公路交通标志的设置根据沙漠公路路线线形、路线交叉、地形特征、交通组成及沿线设施等情况，从全局出发通盘考虑，满足连续性、实用性及各种交通信息的需要，与沙漠环境相呼应。

8.1.1.2 交通标志的设置考虑公路使用者在沙漠环境中对标志的感知、认识和理解所需要的心理及生理特征。

8.1.1.3 小半径曲线弯道处，外侧设置一定数量的线形诱导标，且应在曲线范围内连续看到不少于 3 块。

8.1.1.4 T 型交叉口路口设置诱导标志，如图 3 所示形诱导标志。



图3 T型断头处交叉口诱导标

- 8.1.1.5 白底黑字的疲劳警示标志设置间隔在 60-80km 时对沙漠高速公路的行驶疲劳刺激效果最明显。
- 8.1.1.6 沙漠公路反光膜宜采用耐久性较高的反光膜。

8.1.2 交通标线

- 8.1.2.1 沙漠公路标线线形流畅、衔接科学合理，充分发挥其引导交通流的功能。
- 8.1.2.2 在不满足会车视距的路段，设置对车车道分界线（实线）。

8.1.3 护栏

- 8.1.3.1 沙漠公路护栏的设置根据路侧危险程度、事故概率、行车速度和交通流组成等因素合理设置，并与沙漠景观相协调。
- 8.1.3.2 注意立柱、护栏板的风阻、产生积沙效应，采用风阻和积沙少的护栏型式且护栏的设置不侵占公路建筑界限。

8.1.4 视线诱导设施

- 8.1.4.1 视线诱导设施能对驾驶人进行有效视线诱导，沙漠公路全线宜连续设置轮廓标，同时设置反光性能较高、反射体尺寸较大的轮廓标。
- 8.1.4.2 有条件时可采用具有预警、定位和信息发布功能的智能轮廓标。

8.1.5 防眩设施

沙漠高速公路防眩设施宜采用防眩网。

8.1.6 其他交通安全设施

宜采用智能交通安全设施，如智能轮廓标、护栏防撞端头等。

8.2 服务设施

8.2.1 通则

- 8.2.1.1 服务设施包括服务区、停车区和客运汽车停靠站，服务设施按照 JTG B01 规定执行。
- 8.2.1.2 服务区、停车区的位置根据区域路网、建设条件、沙漠景观和环境保护要求等规划和布设。客运汽车停靠站的位置宜根据地区公路交通规划、公路沿线城镇分布、出行需求布设。

8.2.2 服务区设置

- 8.2.2.1 沙漠高速公路设置服务区，作为干线的一、二级沙漠公路宜设置服务区。
- 8.2.2.2 服务区平均间距宜为 50km，可根据公路周围沙漠环境条件制约因素适当加大，服务设施地点的选择，能利用地形条件，使其产生与公路的隔离的效果，宜选择沙害小、取水取电便利的位置作为服务设施的选址位置。

8.2.3 停车区设置

- 8.2.3.1 沙漠高速公路设置停车区，作为干线的一、二级公路宜设置停车区。
- 8.2.3.2 停车区可在服务区之间布设一处或多处，停车区与服务区或停车区之间的间距宜为 15～25。宜考虑沙漠环境提供车辆特种服务，客货不混停，防止超长车倒车停放。

8.3 管理设施

- 8.3.1 管理设施包括监控、收费、通信、供配电、照明和管理养护等设施，并按照 JTG B01 规定执行。
- 8.3.2 监控设施安装需考虑：
- 监控设施等级；
 - 各等级监控设置均对风沙环境及风沙影响严重路段进行监测，有条件时设置风沙灾害预警设施。

9 沙漠公路预警

9.1 沙漠公路气象预报服务

沙漠公路气象预报服务宜参照表6。

表 6 沙漠公路气象预报服务表

服务形式	服务内容	服务时间
交通气象要素预报服务		
沙漠公路精细化气象预报	未来三天内沙漠公路逐小时能见度、降水量、风速、路面温度等预报，包含受影响的高速里程段和影响时间等信息	每日08时、16时
沙漠公路交通日报	当天沙漠公路交通气象预报，以及未来两天天气提示。重点关注低能见度、降雨、沙尘暴等高影响天气对早晚高峰、节假日等高流量时段的影响	每日08时、16时
沙漠公路交通周报	未来一周沙漠公路交通气象趋势预测，重点关注高影响天气发生时段、路段和影响程度	每周五16时
沙漠公路交通旬报	未来一句沙公路交通气象趋势预测，重点关注高影响天气发生时段、路段和影响程度	每旬末16时
重要交通气象信息专报	对沙漠公路交通安全有较大影响的天气过程预报，包括影响时段、影响路段、影响程度及防御文件	不定期
交通气象指数预报服务		
沙漠公路行车气象指数	给出综合气象条件对高速公路行车安全的影响预报，包括无影响、一定影响、较高影响、高影响、极高影响五个等级，分别用绿色、蓝色、黄色、橙色、红色表示	每日 08 时、16 时
沙漠公路抗滑指数	基于风速、降水、风积沙、路面温度等，给出对高速公路路面湿滑的影响预报，包括无影响、一定影响、较高影响、高影响、极高影响五个等级，分别用绿色、蓝色、黄色、橙色、红色表示	不定期
沙漠公路积沙指数	基于风速、周边沙丘、风沙流、路面温度、流动沙丘、半固定沙丘等，给出对高速公路路面积沙的影响预报，包括无影响、一定影响、较高影响、高影响、极高影响五个等级，分别用绿色、蓝色、黄色、橙色、红色表示	不定期

9.2 高速公路气象风险预警服务

高速公路气象预报服务宜参照表7。

表7 高速公路气象风险预警服务

服务内容		风险预警指标	风险预警等级
高速公路大雾风险（扬沙）	受影响程度、受影响路段、受影响时段、能见度趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来12小时内可能出现能见度 200m~500m的雾、雾团或扬沙，或者已经出现并将持续	蓝色预警
		高速公路未来6小时内可能出现能见度 100m~200m的雾、雾团或扬沙，或者已经出现并将持续	黄色预警
		高速公路未来6小时内可能出现能见度 50m~100m的雾、雾团或扬沙，或者已经出现并将持续	橙色预警
		高速公路未来2小时内可能出现能见度小于50m的雾、雾团或扬沙，或者已经出现并将持续	红色预警
高速公路降雨风险	受影响程度、受影响路段、受影响时段、降雨趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来12小时内可能出现 10 分钟降水量 2.1mm~3.6mm，或 1小时降水量 6.0mm~10.0mm 的降水，且能见度降到 500m 左右，或者已经出现并将持续	蓝色预警
		高速公路未来 6 小时内可能出现 10 分钟降水量 3.6mm~5.0mm，或 1 小时降水量 10.0mm~15.0mm 的降水，且能见度降到 200m 左右，或者已经出现并将持续	黄色预警
		高速公路未来 3 小时内可能出现 10 分钟降水量 5.0mm~7.0mm，或 1 小时降水量 15.0mm~25.0mm 的降水，且能见度降到 100m 左右，或者已经出现并将持续	橙色预警
		高速公路未来 3 小时内可能出现 10 分钟降水量大于 7.0mm，或 1 小时降水量大于 25.0mm 的降水，且能见度降到 50m 左右，或者已经出现并将持续	红色预警
高速公路大风风险	受影响程度、受影响路段、受影响时段、降雨趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来 24 小时内可能出现平均风 6 级（10.8m/s~13.8m/s）或阵风 7 级（13.9m/s~17.1m/s）的大风，或者已经出现并将持续	蓝色预警
		安全行驶措施建议。高速公路未来12小时内可能出现平均风7级~8级（13.9m/s~20.7m/s）或阵风 9 级（20.8m/s~24.4m/s）的大风，或者已经出现并将持续	黄色预警
		高速公路未来 6 小时内可能出现平均风 9 级（20.8m/s~24.4m/s）或阵风 10 级（24.5m/s~28.4m/s）的大风，或者已经出现并将持续	橙色预警
		高速公路未来 6 小时内可能出现平均风 10 级（大于 24.5m/s）或阵风11 级（大于 28.5m/s）以上的大风，或者已经出现并将持续	红色预警
高速公路沙尘暴风险	受影响程度、受影响路段、受影响时段、沙尘天气趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来 24 小时内可能出现能见度 500m~1000m 的沙尘暴，或者已经出现并将持续	黄色预警
		高速公路未来 12 小时内可能出现能见度 50m~500m 的强沙尘暴，或者已经出现并将持续	橙色预警

表 7 高速公路气象风险预警服务（续）

服务内容		风险预警指标	风险预警等级
高速公路沙尘暴风险	受影响程度、受影响路段、受影响时段、沙尘天气趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来 6 小时内可能出现能见度小于 50m 的特强沙尘暴，或者已经出现并将持续	红色预警
高速公路路面 积沙风险	受影响程度、受影响路段、受影响时段、沙尘天气趋势预报、道路管控和安全行驶措施建议	高速公路未来12小时内可能出现路面积沙厚度大于22mm以上的风积沙，或者已经出现	绿色预警
		高速公路未来12小时内可能出现路面积沙厚度16~22mm以上的风积沙，或者已经出现	蓝色预警
		高速公路未来12小时内可能出现路面积沙厚度12~16mm以上的风积沙，或者已经出现	黄色预警
		高速公路未来12小时内可能出现路面积沙厚度4~12mm以上的风积沙，或者已经出现	橙色预警
		高速公路未来12小时内可能出现路面积沙厚度4mm以下的风积沙，或者已经出现	红色预警

9.3 风力分级表

风力分级宜参照表8。

表 8 风力分级表

风力（级）	风速（m/s）	风力（级）	风速（m/s）
0	0.0~0.2	9	20.8~24.4
1	0.3~1.5	10	24.5~28.4
2	1.6~3.3	11	28.5~32.6
3	3.4~5.4	12	32.7~36.9
4	5.5~7.9	13	37.0~41.4
5	8.0~10.7	14	41.5~46.1
6	10.8~13.8	15	46.2~50.9
7	13.9~17.1	16	51.0~56.0
8	17.2~20.7	17	≥56.1

参 考 文 献

- [1] GB 5768 道路交通标志和标线
- [2] GB/T 18833 道路交通反光膜
- [3] GB/T 28593 沙尘暴天气预警
- [4] JT/T 280 路面标线涂料
- [5] JTG/T D81 公路交通安全设施设计细则
- [6] JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
- [7] QX/T 111 高速公路交通气象条件等级
- [8] QX/T 415 公路交通行车气象指数
- [9] DB37/T 3794 高速公路团雾预警等级