

ICS 93.080.99  
P 66  
备案号：78012-2021

# DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 1859.1—2020

## 公路风积沙防治技术规范 第1部分：工程勘察设计

2020-12-09 发布

2021-01-01 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 一般规定 .....	3
5 调查与勘察 .....	4
6 路线设计 .....	5
7 路基设计 .....	6
8 防沙工程设计 .....	8

## 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。

本文件为DB63/T 1859—2020《公路风积沙防治技术规范》的第1部分。DB63/T 1859—2020已经发布了以下部分：

- 第1部分：工程勘察设计；
- 第2部分：工程施工技术；
- 第3部分：工程质量检验评定。

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：青海省公路建设管理局 青海威远路桥有限责任公司。

本文件主要起草人：陈子敬、柳金福、徐安花、阿生寿、柳忠富、张发洪、吴文凯、白成延、余阳、丁海云。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

# 公路风积沙防治技术规范

## 第1部分：工程勘察设计

### 1 范围

本文件规定了公路风积沙防治工程勘察设计的术语和定义、一般规定、调查与勘察、路线设计、路基设计、防沙工程设计等要求。

本文件适用于新建与改扩建二级及以上公路风积沙防治工程勘察设计，三级及以下公路、公路大中修工程风积沙防治工程勘察设计可参考使用。

### 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。

- GB 3095 环境空气质量标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG C20 公路工程地质勘察规范
- JTG D20 公路路线设计规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG/T D31 沙漠地区公路设计与施工指南

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 荒漠

降水稀少、气候干燥、植被贫乏、环境荒凉的地区。

#### 3.2

##### 沙漠

荒漠的一部分，指沙质荒漠，其地表覆盖着大片的风成沙与沙丘。

#### 3.3

##### 风积沙

风力作用下形成的沙物质，一般为细沙或粉沙，颗粒集中，级配不良，粉黏粒含量少，呈松散状。

### 3.4

#### 疏沙率

单位时间内，通过单位宽度断面的气流所搬运的沙粒量。

### 3.5

#### 沙地

表层为沙覆盖，基本无植被的土地。

### 3.6

#### 固定沙丘

沙丘表面稳定固结，不存在风蚀，植被覆盖度 $>50\%$ 。

### 3.7

#### 半固定沙丘

又称半流动沙丘，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，植被覆盖度 $10\% \sim 50\%$ 。

### 3.8

#### 流动沙丘

沙丘完全裸露或只有稀少植被，在风作用下，沙丘流动，植被覆盖度 $<10\%$ 。

### 3.9

#### 风沙流

含有沙粒的运动气流。

### 3.10

#### 过境风沙流

在戈壁、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

#### 防沙工程

利用柴草、树枝、砂砾、黏土等自然材料或土工合成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、作用的各种防护设施及其综合运用。

### 3.12

#### 沙垄

沙垄又称新月形沙垄，在两组风向成锐角斜交的情况下，一翼向前延伸，另一翼相对停止，延伸的一翼发展成为沙垄。

## 3.13

**沙垅**

在两种风向呈锐角斜交的情况下，沙丘移动发展形成沙梁。

## 3.14

**植物固沙**

采用植物种植，提高植被覆盖度，从而控制或固定流沙，减轻或消除沙害的设施。

## 3.15

**化学固沙**

利用化学材料，对易产生沙害的沙丘或沙质建造一层能够防止风力吹扬和改良沙地性质的固结层，以达到控制和改善沙害环境，提高沙地生产力的技术措施。

## 3.16

**矮立式沙障固沙**

用枝条、麦秸、稻草、芦苇、芨芨草、苏丹草和抗老化编织土工沙袋及土工格室等材料，在流动沙丘上设成方格状挡风设施，直立在沙面上，露出地面的高度20 cm~25 cm，以削弱风力对沙面的侵蚀。

## 3.17

**阻沙沙障**

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。一般常用疏透型与紧密型。

## 3.18

**土工格室**

采用土工合成材料按一定距离连接，展开后呈多个菱形的立体格状物。

## 3.19

**防护带宽度**

防护带外缘至路肩边缘的水平距离（与公路垂直）。包括上风侧防护带宽度、下风侧防护带宽度、总防护带宽度。

## 3.20

**防沙工程体系**

利用不同的防沙措施在公路沙害范围内发挥不同的功效，并相互联系、相互配合构成一体的综合体防沙设施。

## 4 一般规定

4.1 对穿越风积沙地区的新建与改扩建公路应进行专项防沙工程设计，灾害严重地区宜绕避。

4.2 防沙工程设计宜坚持“因地制宜、因害设防、就近取材”原则。防沙工程设计应符合 JTG B01、JTG D20、JTG D30、JTG/T D31 中有关规定。

4.3 防沙工程设计宜采取“固、阻、疏、导”相结合的综合措施，建立“经济、合理、有效”的防沙工程体系。

4.4 防沙工程设计应与地方政府及相关部门治沙规划相结合，应在公路设计使用年限内正常运营。

4.5 防沙工程设计应有总体布置，使路侧各种防沙措施形成完善的综合防护体系，综合防护体系的宽度和耐久性应根据风沙活动特征、疏量、地形、防护材料性质及公路等级和使用要求等进行合理确定。

## 5 调查与勘察

### 5.1 气象调查

5.1.1 应收集公路沿线气象台站的气象资料，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，重点收集主风向、风速、风频率、起沙风的多年观测资料。

5.1.2 应测定起沙风速、沙丘移动特征（移动方向方式、速度和贯沙量、移动方向与路线走向关系），重点调查大风和高频率起沙风的方向和季节分布。

### 5.2 地形地貌勘察

5.2.1 应勘察风蚀谷地、洼地、残丘地貌的形态特征及沙漠类型和分布范围。

5.2.2 应勘察风沙沙源的分布情况、风沙地貌的形成条件、沙丘、沙垄、沙堆、沙山等自然状态。

5.2.3 应勘察主风向与沙丘、沙垄移动方向及公路沿线走向的关系，路线沿线沙害类型及预期危害。

### 5.3 工程地质勘察

#### 5.3.1 工程地质勘察内容

工程地质勘察包括但不限于下列内容：

- a) 地表组成物质的物理化学性质，包括颗粒级配、矿物成份、结构特征、胶结物和含水状况、成层性等。对流沙应调查干沙层厚度、干容重、内摩擦角等；
- b) 地表水的分布、潜水埋藏深度及成份，潜水位以上地层的含盐量和盐份种类及分布；
- c) 沙丘的固定程度及路线沙害情况；
- d) 植物的生态特征及其覆盖度；
- e) 调查沿线及整个地域筑路和防沙的材料。

#### 5.3.2 风沙的危害程度调查

风沙危害程度的判定及划分如下：

- a) 轻度沙害：沙丘密度小于 10%，沙丘高度小于 1 m 的波状粗沙地；
- b) 中度沙害：沙丘密度 10%~50%，沙丘高度 1 m~10 m；
- c) 严重沙害：沙丘密度大于 50%，沙丘高度大于 10 m。

#### 5.3.3 钻探和取样

钻探取样分析沙土层的颗粒组成、盐类、盐份含量、干沙层厚度和沙层含水量等，按照 JTG C20 相关规定执行。

#### 5.3.4 工程地质勘察资料

工程地质勘察资料应包括但不限于下列资料：

- a) 沙漠地区风沙工程地质说明；

- b) 地质调查、勘探、试验资料等；
- c) 路线沙害情况调查及不良工程地质评价资料。

## 6 路线设计

### 6.1 选线原则

- 6.1.1 应注意生态环境保护和可持续发展，在生态敏感区做到兼顾环保选线、防沙和行车安全。
- 6.1.2 应对路线所经区域、走廊带及其沿线沙漠、工程地质、水文地质进行深入调查，查清其对公路的影响程度。路线选线时，应绕避风沙堆积严重地段，无法绕避时，应进行防沙工程专项设计。
- 6.1.3 路线方向宜与主导风向平行或锐角相交。

### 6.2 选线方法

#### 6.2.1 高大沙丘地段选线

在确定路线基本走向的情况下，应结合风沙地貌地形状况，选择标高较低、横断面比较开阔、坦缓的垭口直线穿越。高大沙丘地段选线符合下列要求：

- a) 路线通过沙丘路地段时选择在上风侧，纵断面顺应自然地形可堤堑交替，高路堤采用流线型缓边坡，路堑横断面边坡宜采用敞开式；
- b) 路线宜采用路堤形式通过，路堑长度宜小于 200 m，在地形受限地段采用隧道或明洞穿越。

#### 6.2.2 高大复合型沙垅和复合型沙丘地段选线

高大复合型沙垅和复合型沙丘地段的选线符合下列要求：

- a) 线位布设应在谷地中心附近，谷地宽度较小时，宜设在高大沙丘的迎风坡脚前；
- b) 需穿越高大沙丘背风坡时，宜以最短路线长度通过。

#### 6.2.3 低矮沙丘地段选线

宜在沙丘相对固定且平坦地区选择高线位布设路线。

#### 6.2.4 固定或半固定沙丘地段选线

宜选择固定沙丘或半固定沙丘开阔地段，减少扰动沙丘及植被区。

### 6.3 平面设计

平面设计符合下列要求：

- a) 在平曲线路段，宜选用较大半径的平曲线；
- b) 沙丘路段相对高差小于 20 m 时，宜采用直线的形式通过。

### 6.4 纵断面设计

纵断面设计符合下列规定：

- a) 低矮沙丘地段纵断面线宜设在平均高度的二分之一以上；
- b) 低矮植被及短生植物路段，路基高度小于等于 50 cm，纵坡坡度宜以平缓为宜，竖曲线宜采用大半径；
- c) 凹形竖曲线段应设集中排水设施。

6.5 横断面设计

横断面设计符合下列规定：

- a) 一般路基边坡采用 1: 2 以上的缓坡；
- b) 挖方及半填半挖断面路线走向与主导风向平行或锐角相交时，宜设大于等于 5 m 的积沙台，且宜选用假路堤形式；
- c) 高速和一级公路采用分离式路基时，坡脚间距宜大于 25 m。

6.6 标志标线和护栏等交通安全设施

标志标线和护栏等交通安全设施符合下列要求：

- a) 标志、标线宜做防风沙及风蚀设计；
- b) 护栏宜采用通透式。

7 路基设计

7.1 纯风积沙填筑路基时，可采取铺设土工布等固沙措施。

7.2 路基取土和弃土设计符合下列要求：

- a) 路基取土和弃土设计应保护路基两侧地表原有植被和地表硬壳，不得随意开挖取沙和弃沙。有植被的沙地应集中取土或弃土；裸露的沙地，可利用沙丘、沙垄作取土场，沙窝、洼地作弃土场；平沙地路段不宜取土，应加以保护，取、弃土场均应采取防护措施；
- b) 路基取土宜取自挖方断面，或取自主风向上风侧的沙丘、沙垄。当纵向调运较远、采用路侧取土时，取土坑应设在背风侧坡脚 5m 以外；
- c) 弃土应置于主风向背风一侧的低洼处，距离路堑坡顶大于等于 10m。

7.3 风积沙地区公路路基断面型式宜根据表 1 设计。

表1 风积沙地区公路路基断面型式

沙丘类型	公路等级	风向与路基夹角 (°)	路基型式		边坡率	积沙带宽度 (推荐值) m
			路堤填高	路堑挖深		
流动	一级公路 高速公路	≤30	h ≤ 0.5		1:5.5	
			0.5 < h ≤ 2.0		1:4.0	
			h > 2.0		1:3.0	
		>30	h ≤ 0.5		1:6.0	
			0.5 < h ≤ 2.0		1:4.5	
			h > 2.0		1:3.5	
		≤30		h ≤ 2.0	1:7.0	2.0~3.0
				2.0 < h ≤ 5.0	1:3.0~1:7.0	4.0~6.0
				h > 5.0	1:3.0	3.0~4.0
		>30		h ≤ 2.0	1:8.0	2.5~3.5
				2.0 < h ≤ 5.0	1:3.0~1:8.0	4.5~6.5
				h > 5.0	1:3.0	3.5~4.5

表1 风积沙地区公路路基断面型式(续)

沙丘类型	公路等级	风向与路基 夹角(°)	路基型式		边坡率	积沙带宽度 (推荐值) m
			路堤填高	路堑挖深		
流动	二级公路	≤30	h≤0.5		1:4.5	
			0.5<h≤2.0		1:3.5	
			h>2.0		1:2.5	
		>30	h≤0.5		1:5.0	
			0.5<h≤2.0		1:4.0	
			h>2.0		1:3.0	
		≤30		h≤2.0	1:5.0	1.5~2.5
				2.0<h≤5.0	1:3.0~1:5.0	3.5~4.5
				h>5.0	1:3.0	2.5~3.5
		>30		h≤2.0	1:5.5	2.0~3.0
				2.0<h≤5.0	1:3.0~1:5.5	4.0~5.0
				h>5.0	1:3.0	3.0~4.0
半固定	一级公路 高速公路	≤30	h≤0.5		1:4.5	
			0.5<h≤2.0		1:3.5	
			h>2.0		1:2.5	
		>30	h≤0.5		1:5.5	
			0.5<h≤5.0		1:4.0	
			h>2.0		1:3.0	
		≤30		h≤2.0	1:6.0	1.5~2.5
				2.0<h≤5.0	1:3.0~1:6.0	3.5~5.5
				h>5.0	1:3.0	2.5~3.5
		>30		h≤2.0	1:7.0	2.0~3.0
				2.0<h≤5.0	1:3.0~1:7.0	4.0~6.0
				h>5.0	1:3.0	3.0~4.0
半固定	二级公路	≤30	h≤0.5		1:4.0	
			0.5<h≤2.0		1:3.0	
			h>2.0		1:2.0	
		>30	h≤0.5		1:4.5	
			0.5<h≤2.0		1:3.5	
			h>2.0		1:3.0	
		≤30		h≤2.0	1:4.5	1.0~2.0
				2.0<h≤5.0	1:3.0~1:4.5	3.0~4.0
				h>5.0	1:3.0	2.0~3.0
		>30		h≤2.0	1:5.0	1.5~2.5
				2.0<h≤5.0	1:2.5~1:5.0	3.5~4.5
				h>5.0	1:2.5	2.5~3.5

表1 风积沙地区公路路基断面型式(续)

沙丘类型	公路等级	风向与路基 夹角(°)	路基型式		边坡率	积沙带宽度 (推荐值) m	
			路堤填高	路堑挖深			
固定	一级公路 高速公路	≤30	h≤0.5		1:4.0		
			0.5<h≤2.0		1:3.5		
			h>2.0		1:3.0		
		>30	h≤0.5		1:5.0		
			0.5<h≤2.0		1:4.0		
			h>2.0		1:3.0		
		≤30		h≤2.0	1:5.5	1.0~2.0	
				2.0<h≤5.0	1:2.5~1:5.5	3.0~5.0	
				h>5.0	1:2.5	2.0~3.0	
			>30		h≤2.0	1:6.0	1.5~2.5
					2.0<h≤5.0	1:3.0~1:6.0	3.5~5.5
					h>5.0	1:3.0	2.5~3.5
固定	二级公路 高速公路	≤30	h≤0.5		1:3.5		
			0.5<h≤2.0		1:2.5		
			h>2.0		1:2.0		
		>30	h≤0.5		1:4.0		
			0.5<h≤2.0		1:3.0		
			h>2.0		1:2.5		
		≤30		h≤2.0	1:4.0	0.5~1.5	
				2.0<h≤5.0	1:2.5~1:4.0	2.5~3.5	
				h>5.0	1:2.5	1.5~2.5	
			>30		h≤2.0	1:4.5	1.0~2.0
					2.0<h≤5.0	1:2.5~1:4.5	3.0~4.0
					h>5.0	1:2.5	2.0~3.0

## 8 防沙工程设计

### 8.1 防沙工程体系设计

8.1.1 在风沙流较严重的地区,应在路基两侧建立完善的防沙体系,包括整平带、防护带和保护带。在丘间地地下水水位较高或有引水灌溉条件的地方,宜采用植物固沙,营造防沙林带。

8.1.2 路线走向与主风向夹角大于 $60^\circ$ ,在单一风向地区宜设防护带,主风向一侧可设置两道及以上高立式沙障阻沙,两道沙障之间的距离宜为外侧一道沙障有效高度的10倍~15倍,同时固沙带的宽度宜为15m~20m。

8.1.3 路线走向与主风向夹角大于 $60^\circ$ ,在多风向地区或单一风向地区防护带,高立式沙障以外宜采用沙障固沙、化学固沙、植物固沙等。

8.1.4 疏沙区防护带不设置沙障。

8.1.5 防护带根据流沙裸露状况，可采取全封闭、斑状封闭沙障固沙，同时配以高立式阻沙沙障。

8.1.6 对于水文条件稍好的干旱沙漠或半固定沙漠地区，应采用工程和植物保护带相结合的措施，植物固沙应以灌木和半灌木为主。

8.1.7 在水文条件好的微湿和半干旱草原地带、半干旱沙漠或固定沙漠地区应以植物保护带为主、工程防沙或化学固沙为辅，植物固沙宜采取乔、灌、草相结合。

## 8.2 防沙工程总体布置

8.2.1 应在路基两侧设整平带、防护带和保护带，总体布置要求如下：

- a) 流动沙丘地段。对于路线与主导风向成  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$  相交的大面积流动沙丘地段，路基两侧宜设  $10\text{ m} \sim 20\text{ m}$  的整平带，应清理或推平；整平带外侧为防护带，宽度宜大于  $500\text{ m}$ 。防护带外侧为保护带，在路基上风侧宽度宜为  $400\text{ m} \sim 600\text{ m}$ ，在下风侧宜为  $200\text{ m} \sim 300\text{ m}$ ，当主导风向与路线的交角小于  $45^{\circ}$  时，可适当减少路基防护带的宽度；
- b) 半固定沙丘地段。当路线与主导风向的交角大于  $30^{\circ}$  或垂直的半固定沙丘地段，路基两侧宜设  $10\text{ m} \sim 20\text{ m}$  的整平带，应清理或推平原有的突起物（包括灌丛），对于防护带内的局部流沙，应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。防护带的宽度为：在路基的上风侧大于等于  $300\text{ m}$ ，在下风侧大于等于  $100\text{ m}$ 。保护带的宽度在路基上风侧应大于  $500\text{ m}$ ，下风侧则应大于  $200\text{ m}$ 。主导风向与路线平行时，可不设防护带，但仍保留整平带和保护带；
- c) 固定沙丘地段。路基两侧仅设保护带，保护带内植物应予以保护，其宽度在路基上风侧宜为  $300\text{ m} \sim 500\text{ m}$ ，在下风侧宜为  $100\text{ m} \sim 200\text{ m}$ ；
- d) 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疏沙断面。路基上风侧宜有适当宽度的疏沙带，防护带内设置带状隐蔽固沙设施，防护带宽度在路基上风侧为  $100\text{ m} \sim 150\text{ m}$ ，下风侧大于等于  $50\text{ m}$ 。当主导风向与路线的交角小于  $45^{\circ}$  时，宜采用一般路基断面形式，可适当减少路基防护带宽度。

8.2.2 防沙工程设计应根据下列不同的危害类型，采取对应的措施：

- a) 路基风蚀。风蚀路段路基边坡应进行封固，并保持平顺；
- b) 路面积沙路段有以下两种：
  - 1) 风沙流积沙路段。应在路基附近分别采用“固”、“阻”、“导”措施或其中的两种以上措施，宜在清除路基附近的障碍后，采取“疏”的方法；
  - 2) 沙丘前移路段。应采取“固”、“阻”措施加以防治。宜采用“阻”、“导”与“疏”措施结合，以“阻”或“导”来防止其前移，并将沙丘前移化解为风沙流运动或当沙丘较小时，可将其运走或推平；再以“疏”的方法。

## 8.3 固沙设计

### 8.3.1 植物固沙

#### 8.3.1.1 树种选择

应以乡土树种为主，引进树种应经过试验后方可使用。同时选择耐干旱、耐高温、耐盐碱、耐风蚀沙埋、生长较快，防风固沙性能好的适生树种。

#### 8.3.1.2 防护布局 and 宽度

应考虑风向、公路的走向、公路沿线的地形地貌及所选物种植物学特性等。防护布局 and 宽度应符合下列规定：

- a) 防护布局应结合公路沿线生产、生活设施进行布局；
- b) 林带边缘距输油管线中心线距离应大于  $5\text{ m}$ ，距离阴极保护站等辅助设施距离应大于  $10\text{ m}$ ；

- c) 有高压输电线路、设施地段应根据相关要求保证安全距离；
- d) 林带边缘距离生活设施应大于 3 m；
- e) 公路两侧防护林带距离路基坡脚距离应大于 2 m，裸露沙地需采取其它措施固定；
- f) 预留野生动物、车辆通道、防火通道，宽度应大于 8 m；
- g) 防护带的宽度应依据沙地类型和风沙危害状况确定。上风向防护林带防护宽度应大于 30 m，不同类型林带隔离带宽度应大于 10 m；
- h) 布局模式。沙垄间和小沙丘分布区林带，上、下风侧各设置 1 条固沙林带，上风侧设 2 条阻沙林带；高大复合沙垅与垄间结合区林带结构，上、下风侧各设置 1 条固沙林带，上风侧设 1 条阻沙林带；高大复合沙丘沙垅区林带，上、下风侧各设置 1 条固沙林带。

### 8.3.1.3 种植方式

应以灌木为主，条件较好地段可采取先草后灌、草灌混植、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）。为保证早期防护效果，宜采取合理密植方式，灌木林株行距不应小于 1 m。

### 8.3.1.4 植物固沙灌溉系统

#### 8.3.1.4.1 灌溉系统基本要求如下：

- a) 具有灌溉条件，应制定灌溉措施；
- b) 需要灌溉的地区应根据所选择植物计算工程需水量。工程需水量和各灌溉单元区域需水量不应大于当地水源正常补给水平；
- c) 应采取节水型灌溉措施，并满足植物正常生长需要。水源水质地区总矿化度大于等于 4 g/L 的地区不宜采取喷灌措施；
- d) 灌溉材料应满足环境、技术和环保的要求；
- e) 应根据选择植物生态生理特性、气候土壤状况选择灌溉方式。

#### 8.3.1.4.2 灌溉系统设计主要内容包括：

- a) 水源工程。应满足下列要求：
  - 1) 采用打井方式进行灌溉；
  - 2) 利用其它水源；
  - 3) 水质应符合 GB 5084 相关规定。
- b) 首部枢纽。首部枢纽应满足下列要求：
  - 1) 对于滴灌措施，应包括水质过滤系统、施肥装置，以及配套计量装置和流量控制系统等；
  - 2) 在扬水管进入首部枢纽前应装设一个排污阀，在启泵时应首先排污，以保护首部装置。
- c) 动力系统。采取就近接入供电电网的方式，无供电电网区段采用柴油机或太阳能、风能等发电方式供电。水泵选型和供电系统应经过灌区水力计算后确定，并应符合 GB 3095、GB 16297、GB 50052 的规定；
- d) 管网系统。管网系统应满足下列要求：
  - 1) 管网系统整体布设应根据防护林带的布局设计，满足灌溉需求；
  - 2) 干管应沿公路两侧敷设，距离公路路基坡脚应大于 7 m，埋设在冰冻线以下。管材应选用硬质管材，管径和耐压强度根据各灌区水力计算确定；
  - 3) 支管应根据植物特性选择、设置，对于滴灌系统，支管垂直于干管敷设。管材应采用抗老化的管材，管径和耐压强度根据各灌区水力计算确定。支管埋深应大于等于 20 cm；
  - 4) 毛管应选用抗老化的管材，管径应大于等于 16 mm，管壁厚应大于等于 1.1 mm，对于鼠兔危害严重地段，管壁厚应大于等于 1.2 mm；
  - 5) 滴灌系统的滴头应是压力补偿式，抗老化、能适当埋土，单个滴头流量应大于等于 3.5 L/h；

- 6) 附属设施包括各类型阀门井、控制阀门等,控制阀门及连接件宜采用硬质材料,灌溉系统要根据实际情况装置减压阀、排气阀和安全阀等安全保证设施。
- e) 水力计算。应根据植物防护区域地形地貌特点、水源状况合理分区,计算主管和支管管径。

### 8.3.1.5 工程与植物综合防沙

采用工程和植物防治的综合防沙技术,满足下列要求:

- 用工程措施将流沙固定,再种植植物;
- 工程措施包括各种沙障;
- 宜减少流沙对植物幼苗的侵害。

### 8.3.2 沙障固沙

#### 8.3.2.1 平铺式覆盖物固沙

平铺式覆盖物固沙符合下列要求:

- 层铺防护宜采用麦秸、稻草、苏丹草、沙蒿、野麻、芦苇或其他草类,以层铺形式覆盖沙面,厚度为 5 cm~10 cm;
- 枝条麦秸、稻草、芦苇、芨芨草等覆盖沙面时,扎成束把或纺织成芭块,宜采用平铺或叠铺;
- 草皮覆盖沙面宜采用平铺或叠铺;
- 黏性土覆盖沙面宜采用塑性指数大于 7 的黏性土覆盖沙面。厚度为 5 cm~10 cm。当增加抗冲蚀强度和避免干裂时,宜掺 10%~15%的沙或 20%~30%的砾石;
- 盐盖覆盖沙面宜采用盐块以平铺形式覆盖沙面,厚度为 10cm~15 cm;
- 砂砾、卵石覆盖沙面宜以平铺或格状形式覆盖沙面,厚度为 5 cm~10 cm。

#### 8.3.2.2 矮立式沙障固沙

矮立式沙障符合下列要求:

- 沙障材料包括枝条、麦秸、稻草、芦苇、芨芨草、苏丹草和抗老化编织土工沙袋及土工格室等;柴草类材料的基本性能要求见表 2、土工格室材料基本性能要求见表 3、蜂窝式塑料网沙障基本性能要求见表 4、土工编织沙障基本性能要求见表 5;
- 矮立式沙障的外露高度宜为 20 cm。可采用立式植入或扎成束后平放并固定牢固;
- 格状固沙方格规格有多种,路基两侧的固沙带以 1 m×1 m 为宜,路肩及边坡以 1 m×0.5 m 为宜,丘顶强烈风蚀部位应采用 1 m×0.5 m 规格;
- 主导风向明显或风向单一的流沙地区,采用条带状沙障,沙障走向应与主导风向垂直,间距大于 0.8 m。

表2 柴草类材料的基本性能要求

种类	序号	项目	指标
芦苇	1	质量	水生芦苇秆,不能采用早生芦苇(当年或上一年产)
	2	外观	无变色、霉变,有弹性
麦秸、草	1	质量	当年产
	2	外观	无变色,霉变,有弹性

表3 土工格室材料基本性能要求

序号	项目	聚丙烯材料	聚乙烯材料
1	环境应力开裂 F <sub>50</sub> (h)	-	≥800
2	低温脆化温度(°C)	≤-23	≤-50
3	维卡软化温度(°C)	≥142	>112
4	氧化诱导时间(min)	≥20	≥20

表4 蜂窝式塑料网沙障基本性能要求

序号	项目	指标
1	丝网覆盖率	范围:25%~50%, ±5%
2	经向断裂强度(N)	≥600
3	纬向断裂强度(N)	≥400
4	经纬向断裂伸长率(%)	≤50
5	梯型撕破强力(N)	≥40
6	顶破强力(N)	≥500
7	网孔隙度	30%~45%, ±5%
8	单位面积质量(g/m <sup>2</sup> )	65~185
9	抗化学腐蚀性	能抵抗自然存在的所有酸碱环境
10	抗紫外线强力保持率	沙漠化自然环境使用10年

表5 土工编织沙障基本性能要求

序号	项目	指标
1	材质	PP
2	长度(mm)	2100(+15, -10)
3	有鳍沙袋折径宽度(cm)	23.7(+5, -10)
4	无鳍沙袋折径宽度(cm)	15.7(+15, -10)
5	质量(展开单层, g/cm <sup>2</sup> )	≥150
6	密度(目)	10
7	网孔隙度	30%~45%, ±5%
8	拉伸负荷(N/50mm)	经向≥150, 纬向≥650, 缝底向>350
9	耐热性(90°C)	无黏附、融痕等异常现象
10	抗化学腐蚀性	能抵抗自然存在的所有酸碱环境
11	抗紫外线强力保持率	沙漠化自然环境使用10年

### 8.3.3 化学固沙

化学固沙符合下列规定：

- a) 适用于水资源匮乏、植物难以生长的流动沙地。具备植物生长条件的地区，化学固沙宜与机械治沙、植物固沙相结合；
- b) 化学固沙材料包括饱和卤水、土壤凝结剂、沥青乳液、沥青化合物、乳化原油、泥炭胶液等。选用的材料应无毒，无污染。固沙材料的适宜粘度一般为  $12 \text{ Pa}\cdot\text{s} \sim 15 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。喷涂厚度宜为  $0.2 \text{ cm} \sim 0.5 \text{ cm}$ ，且具备  $100 \text{ kPa}$  以上的抗压强度。

### 8.4 阻沙沙障设计

8.4.1 阻沙沙障适用于沙源极为丰实的流沙地区。布置在距路基迎风侧  $100 \text{ m}$  以外，栽于沙丘顶部，宜与主导风向正交，有条件时，应栽种乔、灌结合的密集防风林。

8.4.2 阻沙沙障要根据当地的自然状况（包括风况、风沙流程度等）、材料类型、材料来源、施工条件、管养水平、管养难度、费用等情况设置。

8.4.3 阻沙沙障需确定合理的阻沙沙障类型、制作材料、设置形式及布设数目。阻沙栅栏的材料宜选用具有一定强度的天然植物枝条、秸秆、土工防沙网。阻沙栅栏结构应为疏透型，植物秸秆、枝条、竹片等天然材料编制的栅栏的疏透度应为  $30\% \sim 50\%$ ，采用土工防沙网做栅栏时，网目应为  $16 \text{ 目} \sim 22 \text{ 目}$ 。阻沙栅栏孔隙率为  $40\% \sim 45\%$ ，阻力系数为  $1.5$ ，断裂强度：经向大于等于  $400 \text{ N}/5 \times 20 \text{ cm}$ ，纬向大于等于  $600 \text{ N}/5 \times 20 \text{ cm}$ ，经纬向断裂伸长率成  $50\%$ ，梯形撕破强力大于等于  $500 \text{ N}$ 。

8.4.4 防沙沙障设置地点应设计在防护带外围，与固沙带边缘之间应留有栅栏外露高度  $5 \text{ 倍} \sim 10 \text{ 倍}$  距离的空留带。

8.4.5 阻沙沙障与沙丘运动方向垂直时，布设方向宜选择沙丘脊主向平行，距沙丘脊线  $1 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$  的迎风坡顶上；当与沙丘运动方向近于一致时，阻沙沙障应沿沙丘迎风坡横向较高处至坡顶，直穿落沙坡。

8.4.6 沙丘密集、地形起伏较大的地区，阻沙沙障可偏离直线，阻沙沙障应处在较高处，应纵向直穿沙丘落沙坡。局部风沙流活动较强烈的地区，应设两道阻沙沙障，间距应小于所防御沙丘的最大尺寸。

8.4.7 阻沙沙障外露高度宜为  $1.5 \text{ m} \sim 2.0 \text{ m}$ 。固定立桩间距：地形平坦时为  $4 \text{ m} \sim 6 \text{ m}$ ，地形起伏较大时，加密至  $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ 。固定立桩的埋入深度宜为  $40 \text{ cm} \sim 50 \text{ cm}$ ，其两侧宜用衔于栅栏并与立桩呈  $45^\circ$  左右夹角，在风蚀强烈部位，栅栏两侧应设置  $2 \text{ 道} \sim 3 \text{ 道}$  网格固沙。

### 8.5 疏导沙设计

#### 8.5.1 适用条件

适用条件满足如下要求：

- a) 沙源相对不丰富，一般只有过境风沙流，宜用疏沙断面疏沙；
- b) 风向单一且与公路夹角小于  $15^\circ$  时，宜采取导沙措施。

#### 8.5.2 设计要点

疏沙设计满足如下要求：

- a) 路堑边坡不宜陡于  $1:6$ 、路堤边坡不宜陡于  $1:4$ ；
- b) 应用化学固化剂、黏性土等材料喷洒、覆盖边坡；
- c) 依主导风向与公路走向的夹角使导沙堤、导沙板、羽毛排等排成雁阵并合理转换角度，使来沙反射到防护范围之外。

#### 8.5.3 浅槽疏沙

在平坦的流动沙地和风沙流地区，利用路基上风侧的边坡设置宽度与高度之比为10~25的弧形浅槽，浅槽的深度为1.0 m~2.5 m。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。

#### 8.5.4 风力堤导沙

在路线与主导风向交角为45°~90°流动沙丘路段，浅槽的上风一侧与邻近的流动沙丘之间，应设风力堤。风力堤顶应比邻近沙丘高出0.3 m~0.5 m；堤顶采用流线型，风力堤的迎风坡一般以1:4为宜；风力堤的表面应封闭，迎风面的封闭厚度为5 cm~10 cm，背风面为3 cm~5 cm。

### 8.6 路肩及边坡防护设计

#### 8.6.1 平铺全覆盖固沙

平铺全覆盖固沙应满足下列要求：

- 将植物秸秆、枝条等截成50 cm左右的短节，平铺于坡面上并灌沙压实；或将植物秸秆整枝扎成束把并编成篱笆，平铺于边坡或路肩，篱笆衔接处应加固；
- 在黏性土掺入砂砾石或砂砾石中掺入水玻璃、沥青砂、水泥砂、化学固化剂覆盖或喷洒沙面；
- 采用砂砾卵石覆盖路基边坡时，先用10 cm以上的卵石在路基边坡上做成1 m×1 m或2 m×2 m的方格，并与路肩边缘成45°，方格内宜铺粒径2 cm~4 cm的碎砾石。

#### 8.6.2 半隐蔽式沙障固沙

路基边坡采用柔性植物秸秆、枝条扎制草方格或条带状沙障，草方格宜用0.5 m×1 m规格；条带状沙障间距0.5 m×0.8 m，草方格长边和条带沙障走向应垂直于主风向。

#### 8.6.3 路肩及边坡防护措施

防护措施具体要求见表6。

表6 各类路肩及边坡防护措施要求

公路等级	防护类型		材料	防护厚度(cm)	
	分类	形式		路肩	边坡
一级公路、高速公路	石类防护	平铺	碎石、卵石	10~15	5~7
		栽砌格状	砾石、卵石、片石	10~15	5~10
	化学类防护	喷洒化学加固剂或黏结剂	化学加固剂或黏结剂	—	—
	沥青类防护	平铺沥青沙	沥青沙	1~3	1~3
	格栅防护	平铺土工格栅	聚合物土工格栅	—	
二级公路	柴草类防护	层铺	麦秸稳草、芦苇、沙蒿等	5~10	5~10
		平铺植物束或芭块	枝条、芦苇、芨芨草等	5~10	5~10
		平铺草皮	草皮	10~15	10~15
	土类防护	摊铺黏土	塑性指数大于7的黏质土	10~15	10~15
		平铺盐盖	盐盖	10~15	5~10
	矮立式沙障	固沙方格或条带状沙障	柴草、土类、砂砾、卵石等	方格0.5 m×1.0 m, 条带状沙障间距0.5 m~0.8 m	

## 8.7 防火隔离带设计

8.7.1 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应设置纵、横向防火隔离带。

8.7.2 纵向防火隔离带设置在路堤段的边坡坡脚外侧，横向防火隔离带每公里两条，应沿丘间地蜿蜒设置；在平坦沙地上，应与主合成风向垂直设置。

8.7.3 机械固沙带中防火隔离带的宽度为 2m~3m，植物固沙带的防火隔离带宽度为 3m~4m，防火隔离带上不得有柴草等杂物，防火隔离带之间应喷洒化学固化剂。

---