

ICS 93.080  
P66

# DB35

福 建 省 地 方 标 准

DB35/T 1110—2011

---

## 福建省公路工程水灾害防治技术规范

Technical Specification for Water Damage Prevention and Cure of Highway  
Engineering in Fujian Province

2011 - 03 - 07 发布

2011 - 06 - 01 实施

---

福建省质量技术监督局 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	2
5 路基防护 .....	2
5.1 一般规定 .....	2
5.2 排水工程 .....	2
5.3 坡面生态防护 .....	4
5.4 坡面工程防护 .....	5
5.5 支挡加固防护 .....	6
5.6 冲刷防护 .....	8
6 滑坡防治 .....	11
6.1 一般规定 .....	11
6.2 排水工程 .....	11
6.3 减载与反压措施 .....	11
6.4 坡面防护 .....	11
6.5 支挡加固防护 .....	11
6.6 其他工程防护 .....	11
7 路面防护 .....	12
7.1 一般规定 .....	12
7.2 沥青路面 .....	12
7.3 水泥混凝土路面 .....	12
7.4 砂土路面 .....	12
7.5 除冰 .....	12
8 桥梁防护 .....	12
8.1 一般规定 .....	12
8.2 锥坡防护 .....	13
8.3 墩台、基础冲刷防护 .....	13
8.4 墩台、基础加固 .....	14
9 涵洞防护 .....	15
9.1 一般规定 .....	15
9.2 涵洞进出口维修与加固 .....	15
9.3 涵洞洞身维修与加固 .....	15

10 隧道防护.....	15
10.1 一般规定.....	15
10.2 排水工程.....	15
10.3 渗漏水治理.....	16
附录 A (资料性附录) 边沟、截水沟构造图例.....	18
附录 B (资料性附录) 截水沟设置 .....	20
附录 C (资料性附录) 排水沟设置 .....	21
附录 D (资料性附录) 急流槽、拦水带构造图例.....	22
附录 E (资料性附录) 地下排水设施构造图例.....	23
附录 F (资料性附录) 客土喷播防护设计图例.....	25
附录 G (资料性附录) 三维植被网防护设计图例.....	26
附录 H (资料性附录) 骨架植物防护设计图例.....	28
附录 I (资料性附录) 喷锚网防护设计图例 .....	31
附录 J (资料性附录) 护面墙设计图例 .....	34
附录 K (资料性附录) 挡土墙构造图例 .....	36
附录 L (资料性附录) 土工膜袋、水泥砂袋防护布置图例.....	37
附录 M (资料性附录) 滑坡其他工程构造图例.....	38
附录 N (资料性附录) 墩台基础注浆加固设计.....	39
参考文献.....	40

## 前 言

福建省地处东南沿海，汛期长、台风多、雨量大，春夏季暴雨频繁，夏秋季台风多发。为更好地指导公路工程水灾害防治，提高公路防毁抗灾能力，减少自然灾害损失，保障公路行车安全畅通，根据《福建省普通公路水灾害防治技术研究》的研究成果，结合我省公路工程水灾害防治的实践经验，制定本标准。

本标准由福建省交通运输厅提出并归口管理。

本标准由福建省质量技术监督局批准。

本标准主要起草单位：福建省公路管理局、福州大学。

本标准主要起草人：杨木森、卓卫东、郑瑞清、苏燕、吴斌、涂慕溪、林国仁、上官平、谷音

# 福建省公路工程水灾害防治技术规范

## 1 范围

本标准规定了福建省公路工程水灾害防治技术规范的术语和定义、总则以及路基防护、滑坡防治、路面防护、桥梁防护、涵洞防护和隧道防护等内容。

本标准适用于福建省公路工程水灾害防治设计、施工与养护。

## 2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 50086 锚杆喷射混凝土支护技术规范

JTG D30 公路路基设计规范

JTG H11 公路桥涵养护规范

JT/T 528 公路边坡柔性防护系统构件

DB35/T 1107-2011 福建省公路绿化设计规范

DB35/T 1108-2011 福建省公路绿化施工技术规范

DB35/T 1109-2011 福建省公路绿化养护技术规范

## 3 术语和定义

### 3.1

**客土喷播** external-soil spray seeding

利用机械将土壤、肥料、有机质、保水材料、植物种子、胶结料等混合干料加水后喷射到坡面上，形成有一定厚度、具有耐雨水和风侵蚀、牢固透气、与自然表土类似的多孔稳定土壤结构。

### 3.2

**三维植被网** three-dimensional vegetation net

以热塑树脂为原料，经挤出、拉伸、焊接、收缩等工序制成立体网，将草籽及表层土壤固定在立体网中间所形成的绿色复合结构。

### 3.3

**骨架植物** framework plant

采用空心预制块或现浇混凝土在坡面上形成骨架，并在中间种植物。

### 3.4

**喷浆或喷射混凝土防护** shotcrete protection

利用机械将水泥、粗砂、小石子与水的拌合料高速喷射到坡面上形成的防护结构。

### 3.5

**喷锚网** spray anchor net

将树脂锚杆、砂浆锚杆、塑料锚杆、水泥锚杆和缝管锚杆等嵌入稳固基岩内，进行钢筋挂网后喷射

混凝土。

### 3.6

**钢绳网防护 wire rope net protection**

利用锚固在坡面上的钢丝绳网防止落石危害的柔性安全防护结构。

### 3.7

**土工膜袋防护 fabriform protection**

采用双层织物袋充填流动性混凝土或水泥砂浆形成的防护结构。

### 3.8

**格宾网防护 gabion mesh protection**

在蜂巢形格网组成的箱笼中，装入块石等填充料形成的防护结构。

### 3.9

**预应力锚索防护 prestressed anchor cable protection**

通过对锚索施加预应力加固岩土体，使其达到稳定状态或改善其内部应力状态的支挡结构。

### 3.10

**抗滑桩 slide-resistant pile**

抵抗土压力或滑坡下滑力的横向受力桩。

### 3.11

**格构锚固 anchored framework**

利用现浇钢筋混凝土或预制预应力混凝土形成栅格，并采用锚杆或锚索固定的抗滑结构。

## 4 总则

4.1 公路工程水灾害防治应遵循“安全、耐久、经济、生态”的原则。

4.2 公路工程水灾害防治应贯彻“预防为主、防治结合、因地制宜、综合治理”的方针。

4.3 鼓励技术创新和采用新技术、新材料、新设备和新工艺。

## 5 路基防护

### 5.1 一般规定

5.1.1 应遵循“因地制宜、就地取材、因势利导、顺应水势”的原则。

5.1.2 宜与当地地形、地貌和生态环境相协调形成和谐的整体。

5.1.3 宜根据当地气候、水文、地形、地质和病害等条件采取综合工程措施。

5.1.4 构造物宜采用混凝土材料，混凝土强度不应低于 C20。

### 5.2 排水工程

#### 5.2.1 一般规定

a) 路基排水设计应防、排、疏结合，综合路面排水、路基防护加固、地基处理等措施，形成完善、通畅的排水系统。

b) 排水设施的尺寸和形式应根据地形地质条件、降雨量、汇水面积等实际情况合理选择。

#### 5.2.2 地表排水

a) 边沟

- 1) 边沟可选用梯形、矩形、碟型等断面形式，其构造尺寸参见附录A。有条件的路段，宜采用生态型边沟。
  - 2) 边沟纵坡宜与路线纵坡保持一致，边沟长度不宜大于300m，碟形边沟长度不宜大于200m。
  - 3) 边沟出水口应设置消力设施，以防止路基被冲刷淘空。
  - 4) 集镇路段应设置边沟隔离，过人或车辆通道宜设置盖板边沟。
- b) 截水沟
- 1) 截水沟宜设在路堑坡顶5m或路堤坡脚2m以外，可视实际情况设一道或多道截水沟，其设置参见附录B。
  - 2) 截水沟宜采用梯形断面，宽、深不宜小于0.5m，沟壁坡率宜为1:1~1:1.5；当地面横坡较大时，可采用矩形断面，长度宜为200m~500m，其构造尺寸参见附录A。
  - 3) 截水沟长度超过500m时，应选择适当的位置设出水口，将水引至自然沟中或桥涵进水口。出水口应设置消力设施。
- c) 排水沟
- 1) 将边沟、截水沟、取（弃）土场和路基附近低洼处汇集的水引向路基以外时，应设置排水沟。排水沟布置参见附录C。
  - 2) 排水沟平面位置应距离坡脚以外1m~3m，长度宜在500m以内，底纵坡宜为0.5%~1%。
  - 3) 排水沟宜以梯形断面为主，宽、深不应小于0.6m。
- d) 急流槽
- 1) 急流槽宜设置在落差大、距离短或坡度陡峻地段的坡面上，以及高路堤路段设有拦水缘石的出水口处。
  - 2) 急流槽底纵坡应与地形相结合，断面宜采用矩形或梯形，其构造尺寸参见附录D。
- e) 跌水
- 1) 跌水适用于落差大、距离短的陡坡或深沟地段、涵洞进出水口处以及急流槽的连接处。
  - 2) 跌水的台阶高度应根据地形、地质等条件确定，多级台阶的各级高度可不同，其高度与长度应与原地面坡度相适应。
- f) 拦水带
- 1) 拦水带适用于路堤硬路肩外侧边缘，以防止路面汇水对高路堤边坡的冲刷。
  - 2) 拦水带可由混凝土预制块铺砌或现浇而成，其构造尺寸参见附录D。
- ### 5.2.3 地下排水
- a) 地下排水设施构造宜设置反滤层、封闭层、隔渗层和排水层。
- b) 盲沟
- 1) 盲沟适用于排除潜水或地下集中水流，其构造参见附录E。
  - 2) 盲沟底纵坡不宜小于1%，条件困难时亦不应小于0.5%；出水口处应加大纵坡，并高出地表排水沟常水位0.2m以上。
- c) 渗沟
- 渗沟适用于截断路堑与路堤交界处路堑的层间水，拦截路堑上方和地下出露的潜水，降低路基一侧或两侧的地下水位，也适用于引排、疏干局部出露的上层滞水或泉水，其构造参见附录E。
- d) 渗井
- 渗井用于将路基上层的滞水（或地面汇水）引入透水层，其构造参见附录E。渗井适用于下列情况：
- 1) 路线经过城镇段，路基附近地面水或浅层地下水排除困难时；
  - 2) 路线低凹处（如城市立交桥下）地面汇水无法自然排除时；

3) 当路基含水量较大而影响路基、路面强度且其它地下排水设施不易布置时。

e) 仰斜式排水孔

1) 仰斜式排水孔适用于引排路基边坡内的地下水。

2) 仰斜式排水孔的仰角不宜小于 $6^{\circ}$ ，长度应伸至地下水富集部位或潜在滑动面，并宜根据渗水情况成群分布。

3) 仰斜式排水孔排出的水宜引入路堑边沟排除。

4) 仰斜式排水孔设计参见附录E。

### 5.3 坡面生态防护

#### 5.3.1 一般规定

a) 在坡面条件允许时，宜采用生态防护。

b) 种草、铺草皮、植树应符合现行《福建省公路绿化设计规范（DB35/T 1107-2011）》、《福建省公路绿化施工技术规范（DB35/T 1108-2011）》、《福建省公路绿化养护技术规范（DB35/T 1109-2011）》的规定。

#### 5.3.2 客土喷播防护

a) 适用于风化岩石、土壤较少的软质岩石、养分较少的土壤、硬质土壤、植物立地条件差的高大陡坡面和受侵蚀显著的坡面。

b) 客土喷播防护设计参见附录F。

#### 5.3.3 三维植被网防护

a) 适用于坡度缓于1:0.75的砂性土、土夹石或严重分化的岩石边坡。

b) 应选择出芽迅速、生长快、根系长而发育，对土质和环境适应性强，耐酸、耐碱、耐涝的草灌结合种子，可选择木豆、紫碎槐等适合福建山区种植的品种。

c) 在养护成型期内若遇较大降雨，应采取有效措施防止坡面受直接冲刷。

d) 三维植被网防护设计参见附录G。

#### 5.3.4 骨架植物防护

a) 水泥混凝土骨架植草护坡

1) 适用于坡度缓于1:0.75的土质或全风化的岩质边坡。当坡面受雨水冲刷严重或潮湿时，坡度应缓于1:1。

2) 应视边坡坡度、土质和当地情况确定骨架形式，可选用正方形、菱形、拱形、人字形、主从（肋）式框格骨架等，并与周围景观相协调，其形式参见附录H。框架内应种植植物或采用其他辅助防护措施。

3) 对降雨量较大且集中的地区，骨架宜做成截水沟型。

b) 多边形水泥混凝土空心块植物护坡

1) 适用于坡度缓于1:0.75的土质边坡或全风化、强风化的岩质路堑边坡。

2) 空心预制块内应填充种植土，喷播植草，并视需要设置混凝土骨架。

3) 多边形空心预制块的厚度不应小于150mm。

c) 锚杆混凝土框架植物防护

1) 适用于土质边坡或坡体中无不良结构面、风化破碎的岩石路堑边坡。

- 2) 锚杆宜采用非预应力的全长粘结型锚杆, 锚杆间距、长度应根据边坡地质情况而定。锚杆保护层厚度不应小于20mm。
- 3) 框架结构应采用钢筋混凝土, 混凝土强度不应低于C25, 框架几何尺寸应根据边坡高度和地层情况等确定, 框架内宜植草。

#### 5.4 坡面工程防护

##### 5.4.1 一般规定

- a) 路基坡面防护工程应在稳定的边坡上设置, 防护类型应综合考虑工程地质、水文地质、边坡高度、环境条件、施工条件和工期等因素的影响。
- b) 对路基稳定性不足或存在不良地质因素的路段, 应采用路基边坡防护与支挡加固的综合措施。

##### 5.4.2 喷浆或喷射混凝土防护

- a) 适用于坡度缓于 1:0.5、岩性较差、强度较低、易风化或坚硬岩层风化破碎、节理发育、表层风化剥落的岩质边坡。
- b) 采用喷射混凝土进行坡面防护时, 应在坡面设置菱形金属网或高强度聚合物土工格栅, 通过锚杆或锚固墩固定于边坡上, 以防止混凝土硬化收缩产生裂缝或剥落。
- c) 喷护坡面应设置排水孔和伸缩缝, 沿喷浆(喷射混凝土)坡面顶缘外侧应设置小型截水沟。
- d) 浆体两侧凿槽应嵌入岩层内。
- e) 在喷射混凝土之前, 应清除坡面的风化碎渣、风化土层。
- f) 喷浆防护厚度不应小于 50mm, 采用的砂浆强度不应低于 M10; 喷射混凝土防护厚度不应小于 80mm, 混凝土强度不应低于 C25。

##### 5.4.3 喷锚网防护

- a) 适用于岩性较差、强度较低、易风化的岩石边坡, 或岩石坚硬但风化严重、节理发育、易大面积碎落以及局部小型崩塌、落石的岩质边坡。
- b) 锚杆应嵌入稳固基岩内, 锚固深度应根据岩体性质确定, 并注掺膨胀剂的水泥浆或锚固剂固结。
- c) 喷锚网防护设计参见附录 I。钢筋网喷射混凝土支护厚度应为 100mm~250mm, 钢筋保护层厚度不应小于 20mm。
- d) 喷射混凝土护层内应设置泄水孔, 坡面顶缘外侧应设置截水沟。

##### 5.4.4 钢绳网防护

- a) 钢绳网防护包括钢绳网主动防护和钢绳网被动防护两种形式。主动防护适用于风化破碎较严重的岩石边坡。被动防护适用于边坡岩石不太破碎、坡度较缓(小于 40°)的情况。当落石较大、边坡倾角大于 40°时, 可设置锚钉, 并拴在网上, 以遏制落石的动能。
- b) 钢绳网设计应符合现行《公路边坡柔性防护系统构件》(JT/T528)的规定。钢绳网主动防护系统的常见规格及其构成、功能参见表 1, 钢绳网被动防护系统的常见规格及其构成、功能参见表 2, 可根据设计要求的不同进行构成的调整。
- c) 钢绳网防护可与植物防护相结合, 使植物根系的固土作用与坡面防护系统结为一体。

表1 钢绳网主动防护系统

型号	基本构成	防护功能
WF	上边缘钢丝绳锚杆+支撑绳+钢丝绳网+缝合绳	柔性防护网，限制大块落石的运动范围，部分抑制崩塌的发生
JG	系统钢丝绳锚杆+支撑绳+钢丝绳网+缝合绳+孔口凹坑+张拉	柔性防护主动加固系统，主要抑制崩塌、风化剥落及坍塌的发生，限制局部或少量落石运动范围
JG-A	预应力钢筋锚杆+高强钢丝绳+孔口凹坑+缝合绳	同JG，能满足更长的防护寿命要求，但加固能力较JG低，不适合于体积大于 $1\text{m}^3$ 大块落石的防护

表2 钢绳网被动防护系统

型号	基本构成	防护能量 (kJ)
PD-025	钢柱，带减压环的 $\phi 12$ 双支撑绳和 $\phi 16$ “1”字形上拉锚绳（每跨3个减压环）， $\phi 12$ 侧拉锚绳（单绳），DO/08/250型钢丝绳网， $\phi 8$ 缝合绳	250
PD-050	钢柱，带减压环的 $\phi 16$ 双支撑绳和 $\phi 14$ “人”字形上拉锚绳（每跨6个减压环）， $\phi 16$ 侧拉锚绳（单绳），DO/08/200型钢丝绳网， $\phi 8$ 缝合绳	500
PD-075	钢柱，带减压环的 $\phi 18$ 双支撑绳和 $\phi 16$ “人”字形上拉锚绳（每跨10个减压环）， $\phi 18$ 侧拉锚绳（单绳），DO/08/150型钢丝绳网， $\phi 8$ 缝合绳	750

#### 5.4.5 护面墙

- 适用于防护易风化或风化严重的软质岩石，以及较破碎岩石的挖方边坡和坡面易受侵蚀的土质边坡，边坡不宜陡于 1:0.5。
- 护面墙基础应设置在稳定的地基上，其埋置深度应根据地质条件确定。护面墙前趾应低于边沟铺砌的底面。
- 护面墙设计参见附录 J，高度不宜超过 10m；当高度超过 10m 时，应分级砌筑，每级高度宜为 6m~10m，中间设平台，墙背可设耳墙，纵向应设置伸缩缝，墙身应预留泄水孔，顶部应封闭。当墙基承载力不匀时，可设拱跨过软弱地基。护面墙高度、厚度与路堑边坡坡率关系参见表 3。

表3 护面墙高度、厚度与路堑边坡坡率关系

护面墙高度 H (m)	路堑边坡坡率	护面墙厚度 (m)	
		顶宽 b	底宽 d
不大于 2	1:0.5	0.40	0.40
不大于 6	陡于 1:0.5	0.40	$0.40+0.10H$
6~10	1:0.5~1:0.75	0.40	$0.40+0.05H$
10~15	1:0.75~1:1	0.40	$0.60+0.05H$

### 5.5 支挡加固防护

#### 5.5.1 挡土墙

- a) 挡土墙类型应综合考虑工程地质、水文地质、冲刷深度、荷载作用情况、环境条件、施工条件、工程造价等因素选用。
- b) 在勘察阶段，应查明挡土墙地基地质条件和地基承载能力。在设计阶段，应分析预测挡土墙对环境产生的影响，确定必要的环境保护方案和植物措施；在施工阶段，应采用合理施工方法，减少对环境和相邻路基段的不利影响。
- c) 挡土墙墙背填料宜采用渗水性强的砂性土、砂砾、碎（砾）石、粉煤灰等材料，严禁采用淤泥、腐殖土、膨胀土，不宜采用粘土作为填料。
- d) 挡土墙可采用锥坡与路堤连接，墙端应伸入路堤内不应小于 0.75m，锥坡坡度宜与路堤边坡一致，并宜采用植草防护措施。挡土墙端部嵌入路堑原地层的深度，土质地层不应小于 1.5m，风化软质岩层不应小于 1.0m，微风化岩层不应小于 0.5m。
- e) 应根据挡土墙墙背渗水量合理布置排水构造物。具有整体式墙面的挡土墙应设置伸缩缝和沉降缝。
- f) 路肩式挡土墙的顶面宽度不应超过硬路肩、行车道及路缘带的路基宽度范围，并应设置护栏。
- g) 挡土墙设计应符合现行《公路路基设计规范》（JTJ D30）的规定，其断面构造参见附录 K。
- h) 挡土墙修复
  - 1) 当挡土墙基础冲空时，应采用水泥混凝土充填密实，并根据冲刷深度浇筑水泥混凝土套基。
  - 2) 当基础发生不均匀沉降导致挡土墙断裂倾斜时，应将损坏部分拆除重建，新旧结合处应设置伸缩缝。
  - 3) 当挡土墙外倾时，可采用预应力锚索框架加固。
  - 4) 当挡土墙倒塌或损坏严重时，应拆除新建。

### 5.5.2 预应力锚索防护

- a) 可用于土质、岩质边坡加固，尤其适用于滑面倾角较陡的岩质边坡，但不宜用于对锚索（杆）有腐蚀性的工程环境。预应力锚索与钢筋混凝土梁组合，可用于碎块石滑坡和密实的土质边坡加固。
- b) 宜布置在滑体后缘和前缘，不宜布置在水库蓄水位和最高地下水位以下。
- c) 预应力锚索结构设计应符合现行《公路路基设计规范》（JTJ D30）的规定，并应进行锚固试验，试验内容和要求应符合现行《锚杆喷射混凝土支护技术规范》（GB 50086）的规定。
- d) 预应力锚固工程应根据边坡工程的重要性和实际条件，对预应力锚杆的工作状况和锚固效果进行施工期和永久运行期的原位监测。
- e) 预应力锚索锚固段应置于边坡内部稳定岩土体内，必要时可对内锚固段进行预灌浆处理。锚索孔高压注浆时，应确保浆液充实裂隙和孔隙。
- f) 预应力锚索布置间距宜为 4m~10m，长度不宜超过 50m，杆体直径宜为 16mm~25mm，单根锚索设计吨位不宜超过 3000kN。
- g) 锚梁混凝土强度不应低于 C20。
- h) 采用先注后插法施工时，砂浆的配合比宜为水泥：砂=1:1，水灰比宜为 0.42~0.45，杆体头部应做成尖头；
- i) 采用先插后注法施工时，砂浆的配合比宜为水泥：砂=1:1，水灰比宜为 0.45~0.50。

### 5.5.3 格构锚固

- a) 适用于坡面坍塌和深部滑动的综合防护，有腐蚀性地下水的地段不应采用。
- b) 当滑坡整体性较好，但前缘表层开挖可能失稳、滑塌时，可采用现浇混凝土格构护坡，并用锚杆固定。

- c) 当滑坡稳定性差且滑坡体厚度不大时,宜采用现浇钢筋混凝土格构加锚杆(索)进行滑坡防护,且锚杆(索)应穿过滑动面。
- d) 当滑坡稳定性差且滑坡体较厚、下滑力较大时,应采用现浇钢筋混凝土格构加预应力锚杆(索)进行滑坡防护,锚杆(索)应穿过滑带。
- e) 应在格构锚固体系的周边设置排水沟。

#### 5.5.4 抗滑桩

- a) 适用于易滑体或正在活动的浅层和中层滑坡前缘附近的防护,宜设置在滑坡厚度较薄、推力较小、锚固段地基强度较高的地段。
- b) 支挡巨型的滑坡体时,应采用成排的抗滑桩,布置方向应与边坡主滑动方向垂直。
- c) 抗滑桩截面形状宜为矩形,其短边应与滑动方向垂直。当滑坡的滑动方向多变或不确定时,亦可采用圆形截面。
- d) 抗滑桩结构设计应符合现行《公路路基设计规范》(JTJ D30)的规定。

### 5.6 冲刷防护

#### 5.6.1 一般规定

- a) 沿河路基受水流冲刷时,应综合河流特性、水流性质、河道面貌、地质等因素,选用适宜的防护工程、导流或改河工程。
- b) 冲刷防护工程的顶面高程应为设计水位加上波浪侵袭、壅水高度及安全高度。基底应埋设在冲刷深度以下不小于 1m 或嵌入基岩内。当冲刷深度较深、水下施工困难时,可采用桩基、沉井基础等防护措施。
- c) 设置导流建筑物时,应根据河道地貌、地质、水流特性、河道演变规律和防护要求等,设计导治线,并应避免农田、村庄、公路和下游路基的冲刷加剧。在山区河谷地段,不宜设置挑水导流建筑物。

#### 5.6.2 抛石防护

- a) 适用于经常浸水、受水流冲刷和淘刷的路基边坡、坡脚以及挡土墙、护坡的基础等。
- b) 可直接抛石或混凝土预制块,亦可将石料或混凝土预制块装入石笼后进行抛筑;抛石可用混凝土胶结并填实,混凝土强度不应低于 C20。石笼可采用铁丝或竹子编织。
- c) 在水流或波浪作用很强烈的地方或缺乏石料的地区,宜采用混凝土预制块。
- d) 抛石边坡坡度应视水深、流速和波浪情况而定,石料粒径应大于 300mm,不应陡于所抛石料浸水后的天然休止角。

#### 5.6.3 混凝土护坡

- a) 混凝土护坡适用于易受洪水浸淹、允许流速为 2m/s~8m/s 的路堤边坡。
- b) 混凝土护坡厚度应为 10cm~20cm,混凝土强度不应低于 C20。

#### 5.6.4 混凝土预制板护坡

- a) 混凝土预制块应能抵抗较大的流速和波浪冲击,容许流速在 4m/s~8m/s 以上,容许波浪高可达 2m 以上。
- b) 混凝土块板可预制成方形,并配置一定的构造钢筋。相邻板块间不连接,靠近铺砌即可。砌缝宽宜为 1cm~2cm,并用沥青麻筋或沥青木板填塞。

- c) 土坡与混凝土块板之间应按反滤层要求设置砂砾或碎石垫层。混凝土块板边长不宜小于1.0m，厚度不应小于6cm。对干燥边坡，砂砾或碎石垫层的厚度应为10cm~15cm；对较湿的边坡，厚度应为20cm~30cm；对潮湿边坡，厚度应为30cm~40cm。

#### 5.6.5 土工膜袋防护

- a) 适用于修建堤坡堤脚、构筑丁坝、堤坝主体以及堤坝崩塌、江河崩岸险情的抢险防护，其布置参见附录L。
- b) 采用土工膜袋护坡的坡度不应陡于1:1。当在水下施工时，水流速度不应大于1.5m/s。
- c) 土工膜袋选型应根据工程要求和当地土质、地形、水文、经济与施工条件等确定。应根据水流量选定膜袋滤水点分布数量；当选用无滤水点膜袋时，应增设滤水渗管。
- d) 土工膜袋材料应满足表4的技术要求。充填混凝土时，粗集料最大粒径应符合表5的要求，坍落度不宜小于20mm，强度不应低于C20；充填砂浆时，强度不应低于M10。

表4 土工膜袋材料要求

指标内容	指标要求
顶破强度 (N)	不小于 1500
渗透系数 ( $10^{-3}\text{cm/s}$ )	0.86~10
等效孔径 $O_{95}(\text{mm})$	0.07~0.15
延伸率 (%)	不大于 15

表5 混凝土集料的最大粒径要求

土工膜袋厚度 (mm)	集料最大粒径 (mm)
150~250	不大于 20
不小于 250	不大于 40

#### 5.6.6 水泥砂袋护坡

- a) 适用于缺少石料的地区或作为洪水来临前的应急、洪水抢险措施，其布置参见附录L。
- b) 对于永久性护坡，宜采用15%的水泥与85%的砂混合。水泥砂袋层间应错开码砌。

#### 5.6.7 浸水挡土墙

- a) 适用于允许流速为5m/s~8m/s的峡谷急流和水流冲刷严重的河段。
- b) 浸水挡土墙应符合5.5.1的规定，并应注意浸水挡土墙和岸坡的衔接，断面构造参见附录K。

#### 5.6.8 格宾网防护

- a) 格宾网防护包括格宾网垫和格宾网箱，适用于路基坡脚的冲刷防护，亦可作为护坡、挡墙基础的防护措施。
- b) 格宾网垫和格宾网箱应采用粒径级配好的碎石或卵石填充，非裸露部位可采用废混凝土碎块或耐火化的建筑废料填充。对格宾网垫，5cm~10cm粒径的宜占90%以上；对格宾网箱，8cm~25cm粒径的宜占80%以上；缝隙处应以碎石填充，以确保结构的密实度。
- c) 高度0.5m以上、外露墙体的单元网箱应采用加筋网。格宾网片的拉伸强度不宜小于 $40\text{kN/m}^2$ ，延伸率不宜大于10%；格宾箱体填实后容重不宜小于 $19\text{kN/m}^3$ 。
- d) 铺设时网间上下左右应连接好，坡脚应有足够的埋深。

## 5.6.9 丁坝防护

- a) 适用于宽浅变迁性河段、容许流速  $6\text{m/s}\sim 10\text{m/s}$  的河段，路基受水流冲刷、需改变水流流向的地段，用以挑流或减低流速，减轻水流对河岸或路基的冲刷。
- b) 用于路基防护的丁坝宜采用漫水坝或潜坝，丁坝与水流方向的交角不宜大于  $90^\circ$ 。
- c) 当设置群坝时，坝间距离不应大于前坝的防护长度。丁坝间的河岸或路基边坡所能承受的允许流速小于水流靠岸回流流速时，应缩短坝距，或对河岸及路基边坡采取防护措施。
- d) 丁坝的横断面形式和尺寸应根据材料种类、河流的水文特性等确定，坝顶宽度应根据稳定计算确定。

## 5.6.10 顺坝防护

- a) 适用于河岸河床地质较差的路基地段的冲刷防护。
- b) 顺坝与上、下游河岸的衔接，应使水流顺畅，起点应选择在水流匀顺的过渡段，坝根位置宜设在主流转向点的上方。
- c) 坝顶宽度应根据稳定计算确定，坝根应嵌入稳定河岸内不小于  $3\text{m}$ 。对漫溢式顺坝，应在坝后设置格坝。

## 5.6.11 导流堤防护

- a) 适用于宽浅变迁性河流上游，以稳定河床和改变水流方向，防止沿河路基的冲刷。
- b) 应结合河段的水文、地形和地质等自然条件，综合考虑高、中、枯水位对两岸及上下游河床变形的影响，合理选择导流堤的平面型式和尺寸，并保证足够的基础埋深。导流堤的断面尺寸参见表 6。

表6 导流堤横断面尺寸

堤顶宽 (m)		坡率		
堤头	堤身	堤头	堤身	
			迎水面	背水面
3~4	2~3	1:2~1:3	1:1.5~1:1.2	1:1.5~1:1.75

- c) 导流堤上游堤头的高程除考虑设计水位沿堤长向上游的升高、桥前壅水高度、波浪爬坡高度(侵袭高度)、床面淤积等水面升高外，还应加  $0.25\text{m}$  的安全高度值。其余各个断面的堤顶高程，可从上游端堤顶高程按水面比降来推算。
- d) 当导流堤位于河槽内时，基底应埋入冲刷线以下  $1\text{m}\sim 2\text{m}$ ；当位于河滩时，基底应埋入冲刷线以下  $0.50\text{m}$ 。

## 5.6.12 河道整治

- a) 应按河道演变的规律，采用河道疏浚、理顺、改移河道等方式调整、稳定河道主流位置，以改善水流、泥沙运动和河床冲淤。
- b) 沿河路基受水流冲刷严重或防护工程艰巨，以及路线在短距离内多次跨越弯曲河道时，宜改移河道。主河槽改动频繁的变迁性河流或支流较多的河段不宜改河。
- c) 改河起点和终点的位置应与原河床顺接。为防止水流重归故道，宜在改河入口处加陡纵坡并设置拦河坝或顺坝。新河槽断面应按设计洪水频率的流量设计。

## 6 滑坡防治

### 6.1 一般规定

6.1.1 滑坡防治应查明滑坡性质及滑坡体附近的地形地貌、水文地质和工程地质条件，以及滑坡的成因类型、滑坡的规模与特征等，分析评价滑坡稳定状况、发展趋势和对公路工程的危害程度。

6.1.2 滑坡防治应根据滑坡类型、规模、地质、稳定性和施工条件，采取排水、减载、反压、支挡加固及综合治理措施。

6.1.3 滑坡防治应进行监测，对规模大、性质复杂、变形缓慢以及短期内难以查明其性质的滑坡，宜采取避让或整治的方案。

### 6.2 排水工程

6.2.1 排水工程设计应在滑坡防治总体方案的基础上，结合工程地质、地下水及降雨条件，制定排水方案。

6.2.2 地表排水工程应在滑坡后缘的稳定地层上设置环形截水沟。滑坡范围较大时，应在滑坡体范围内设置树枝状排水沟。截水沟与排水沟的设置应符合 5.2.2 的规定。

6.2.3 地下排水工程应视滑动面状况、滑坡所在山坡流域水文地质条件及地下水动态特征，选用盲沟、渗沟、仰斜式排水孔等排水方案，盲沟、渗沟、仰斜式排水孔的设置应符合 5.2.3 的规定。

### 6.3 减载与反压措施

6.3.1 减载适用于以边坡表面剥落和表层坍落为主的陡倾边坡，在滑体或滑带土具有卸载膨胀开裂的情况下不应采用。对推移式滑坡或由错落转化的滑坡，宜采用滑坡后缘减重，前缘反压措施。对小型崩塌落石，可采取全部清除的方法。

6.3.2 减载应考虑清方后滑坡后部和两侧山体的稳定性，防止后缘产生新的滑动。

6.3.3 减载应以刷减顶部、后部岩土体为主，中部及前缘处不宜刷方。当前缘部分极为松散破碎时，可适当清除，但应在顶部、后部刷方后进行。不应在滑坡体的弯曲隆起带及前缘刷方。

6.3.4 采取填土反压措施应防止堵塞滑坡前缘地下水渗出通道，并考虑基底的稳定性，必要时应进行地基处理。

6.3.5 减载与反压措施可结合使用。

### 6.4 坡面防护

6.4.1 滑坡坡面防护应符合 5.3、5.4 的规定。

### 6.5 支挡加固防护

6.5.1 滑坡支挡加固防护应符合 5.5 的规定。

### 6.6 其他工程防护

6.6.1 可采用拱形明洞、板式棚洞等遮挡建筑物防治滑坡，其构造参见附录 M。拱形明洞适用于路堑、半路堑及隧道进出口等路段，板式棚洞适用于地形较陡的半路堑地段。

6.6.2 在基岩地段，可采用落石平台、拦石堤、拦石墙等拦截工程防治滑坡，其构造参见附录 M。落石平台适用于不太高的山坡或路堑边坡的坡脚，拦石堤适用于陡峻山坡下部有较厚的松散堆积层且坡度小于 30°的缓坡地带，拦石墙适用于坡度小于 25°~35°且有一定宽度的地表平台地段。

## 7 路面防护

### 7.1 一般规定

7.1.1 应加强预防性养护，防止地表水通过裂缝、接缝、坑洞等浸入基层。

### 7.2 沥青路面

#### 7.2.1 裂缝处理

宜采用乳化沥青、改性沥青或专用密封胶等材料进行封缝或灌缝处理。封缝适用于宽度小于3mm的裂缝，材料应灌入裂缝并覆盖表面一定宽度。灌缝适用于宽度大于3mm且无明显周期性变化的裂缝，将材料灌入裂缝内即可。

#### 7.2.2 坑槽处理

宜将坑槽范围挖成矩形，槽壁垂直，在四周刷涂热沥青后，从基层到面层采用与原结构相同的材料填补，并用碾压机械压实。

### 7.3 水泥混凝土路面

#### 7.3.1 填缝料填补

当路面接缝、路肩接缝以及路缘石与路面接缝变宽渗水时，应进行填缝处理。填缝宜在冬季缝隙增宽时增补或更新填缝料，并做到填料饱满。

#### 7.3.2 裂缝修补

- a) 对较小的裂缝，应及时将裂缝内的尘土清除干净，再灌满沥青砂或沥青玛蹄脂封缝，或用环氧树脂胶结。
- b) 对严重的裂缝，可刻槽开缝并清除干净后，在干燥的情况下填入专用填缝材料；亦可采取其他裂缝修补方法。

#### 7.3.3 整板修复

当裂缝分布遍及全板时，可将板块挖除，必要时还应重做基层，再浇筑新混凝土面板。

### 7.4 砂土路面

7.4.1 应加强日常养护，保持合适路面横坡度，及时排除地表水。

7.4.2 出现坑槽时，应及时用砂砾等材料填补并压实。出现路基沉陷、翻浆等病害时，应对基层进行处理。

### 7.5 除冰

7.5.1 当路面可能结冰时，可采取洒工业盐、砂和木屑等预防措施。路面结冰后应尽快除去冰体。

## 8 桥梁防护

### 8.1 一般规定

8.1.1 桥梁设计应充分考虑流域的汇水面积、地形、地貌、水文及工程地质等因素，满足泄洪和通航要求，并与引道路基、路面排水和堤防设施等相配合。

8.1.2 桥梁宜采用桩基础。易冲刷河段上的桥梁，应进行河底铺砌，或加深基础的埋置深度，墩台基础埋置深度应在最大冲刷线以下。

8.1.3 应按照现行《公路桥涵养护规范》（JTG H11）的规定做好桥梁经常性检查、定期检查和特殊检查，在桥梁遭受洪水、滑坡、地震、风灾、漂流物或船舶撞击以及因超重车辆通过等造成损害时，应进行应急检查并作出鉴定。

## 8.2 锥坡防护

- a) 锥坡沉陷或锥坡基础冲刷严重时，宜采用石笼或抛石防护。
- b) 河床比降大或河床冲刷下切严重时，应在桥位 30m~50m 河床内修筑拦淤墙，对墩台及锥坡基础进行冲刷防护，拦淤墙的埋深应根据河床冲刷情况确定，其顶面标高宜与现有河床标高一致。
- c) 由填土不实引起的锥坡沉陷破损，修复时应仔细夯实；土质不好时，应掺拌或更换较好的土质。
- d) 锥坡应全高防护，冲刷严重时应扩孔，使锥体后移。锥坡防护的坡脚伸入一般冲刷线以下不应小于 0.25m。
- e) 锥坡严重损坏时应拆除，并改建混凝土八字墙，混凝土强度不应低于 C25。

## 8.3 墩台、基础冲刷防护

### 8.3.1 抛石防护

- a) 对大桥和特大桥，抛石防护宜用于深水墩台，石块应抛在墩台四周被冲刷的坑内，抛石宽度宜比基础宽 0.2m~0.4m，并使抛置面成斜面。
- b) 对中小桥墩台，横桥跨门坎埋置深度宜比墩台四周深 1.2m~1.5m，抛石后应进行理坡，使抛置面成平面。
- c) 对扩大基础或承台底掏空进行抛石加固时，其加固高度宜达到基础底面以上 1.0m，且坡度不宜大于 1:1。
- d) 施工前应测量水流流速、流向，以确定石块抛置位置。
- e) 抛石防护应符合 5.6.2 的规定。

### 8.3.2 护脚和沉箱防护

- a) 可在墩台周围设立护脚和沉箱，以防冲刷。
- b) 护脚宜护至冲刷线以下 0.5m~1.0m。护脚处于枯水位以下、需水下施工时，可采用土工膜袋、抛石等防护措施。
- c) 沉箱应采用混凝土结构，混凝土强度不应低于 C20。

### 8.3.3 板桩墩头防护

- a) 适用于土质和砂砾石的变迁性河段。
- b) 板桩顶面宜在冲刷线以下，不宜高出河床面。
- c) 板桩尖头宜做成单向斜口式，板桩嵌固深度宜为 0.5m~1.0m。

### 8.3.4 生物防护

- a) 可栽植亲水性强的树木等对桥梁墩台进行生物防护。

- b) 可在河湾内设置石笼、丁坝、顺坝等导流构造物，将洪水调离河湾区域，待丁坝、顺坝间落淤稳定后，再于坝间配植树木，形成生物“柔性坝”。
- c) 宜在桥址河道两岸的滩地栽植防水林，形成生物护岸。

#### 8.3.5 丁坝、顺坝和导流堤

- a) 应结合河段特性、水文、地形和地质等自然条件，采用丁坝、顺坝和导流堤等导流建筑物，控制桥址处河道变迁，减少水流冲刷作用，保护基础和墩台。
- b) 丁坝、顺坝和导流堤设置应符合 5.6.10、5.6.11 和 5.6.12 的规定。

### 8.4 墩台、基础加固

#### 8.4.1 墩台基础注浆加固

- a) 注浆适用于处理淤泥、淤泥质黏土、黏性土、粉土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等地基的墩台基础。
- b) 应在现场选取各层土样，按加固需要和现场可能达到的水泥、水、土三者之比，进行配比试验，确定满足水泥、水、土三者固结体材料强度的配比。
- c) 灌浆使用的胶结剂宜选用甲凝、环氧树脂或水泥浆等。
- d) 旋喷浆液数量计算参见附录 N。

#### 8.4.2 桥墩抬桩

- a) 适用于因河床冲刷导致承载力不足的桩基加固。
- b) 应将新桥墩与原承载力不足的桩基连为一体、协同受力，以提高桥梁安全性。
- c) 桥墩抬桩可参考下列施工工艺：
  - 1) 向河床插打钢管桩，以钢管桩为支撑搭设桩机操作平台；
  - 2) 插打钢护筒；
  - 3) 桩机设备就位；
  - 4) 冲孔；
  - 5) 下钢筋笼；
  - 6) 灌注桩基混凝土；
  - 7) 架设托梁底模支撑及立模；
  - 8) 制安托梁钢筋；
  - 9) 混凝土一次浇筑；
  - 10) 混凝土二次浇筑；
  - 11) 拆模；
  - 12) 预压抬桩以及托梁、桩基连接固定。

#### 8.4.3 桥墩套箍

- a) 适用于桥墩墩身出现裂缝或桩基缩径导致桥墩强度不足的情况。
- b) 墩身裂缝应压浆封闭处理，其缺陷部分应先凿除并清理干净，再植埋锚筋，外挂钢筋网，立模浇筑混凝土。
- c) 墩身表面应凿毛，混凝土骨料应外露，凹凸差不宜小于 6mm；水平钢筋应采用焊接，并形成闭合环形；浇注新混凝土前，混凝土界面应清理干净，无碎石、尘土等污物，再喷涂界面剂，以保证新旧混凝土可靠粘合。

## 9 涵洞防护

### 9.1 一般规定

9.1.1 涵洞设计应重视位置选择、结构形式、净孔大小、进出口布置等。

9.1.2 应按照现行《公路桥涵养护规范》(JTG H11)的规定做好涵洞的经常性检查和定期检查,汛期前应对涵洞进行一次全面检查,及时采取相应措施。

9.1.3 应加强对涵洞的经常性保养、维修,对损坏严重的涵洞应及时加固或改建。

### 9.2 涵洞进出口维修与加固

9.2.1 涵前沟底纵坡较陡、洞身纵坡平缓时,应在进口处设缓坡段;涵洞经常发生泥砂淤积时,可在进口处设沉沙井;洞内纵坡较大、涵底纵坡与河沟坡度基本可以平顺连接时,可设置陡坡涵洞;洞口末端应视沟床的地质、地形和水力等条件,采用急流槽(等截面和变截面)、跌水(单级或多级)、消力池、消力槛、人工加糙等消能措施。

9.2.2 应保持洞口清洁无杂物,洞内排水畅通,发现淤塞应及时疏通和清除;涵底铺砌,洞口上下游路基护坡、引水沟、泄水槽、沉沙井发生变形或出现缺口,应及时修理;涵洞进出水口的沉沙井和出水口的跌水构造,应适时检查其与洞口是否结合成整体,如有损坏或发现裂隙甚至脱离,应及时修复加固。

9.2.3 当涵洞进出水口严重冲刷时,应在进水口翼墙前增设混凝土铺砌,在出水口延长铺砌、加深截水墙,铺砌长度视土质和流速而定。

### 9.3 涵洞洞身维修与加固

9.3.1 涵洞圯工砌体表面发生局部风化、裂缝及灰缝剥落等,可分别采取勾缝、局部拆除重建、表面抹浆或喷浆、加设涵内衬砌等措施进行加固。

9.3.2 涵洞产生裂缝或断裂,可采用开挖回填、套衬补强及裂缝嵌补处理。缝宽大于 0.2mm 的深层裂缝宜采用灌浆处理;缝宽小于 0.2mm 的浅层裂缝宜采用表层涂抹、表面粘补、喷浆修补等方法处理。

9.3.3 对洞身受力不均匀或地基沉降相差较大处,应根据涵底纵坡及地基土情况,每隔 4~6m 设置一道沉降缝;对高路堤路基边缘以下的洞身及基础,每隔适当距离应设置沉降缝。

## 10 隧道防护

### 10.1 一般规定

10.1.1 隧道水灾害防护应遵循“防、排、截、堵结合,因地制宜,综合治理”的原则。

10.1.2 隧道的排水设施应定期清理,洞内部分的每年不宜少于 1 次,洞外部分的每月不宜少于 1 次。

### 10.2 排水工程

#### 10.2.1 排水沟

- a) 隧道内宜设置双侧纵向排水沟。有仰拱或需要设置深埋排水沟的隧道,可设置中心排水沟。
- b) 隧道内排水沟应采用预制钢筋混凝土盖板,并设置检查井。隧道内排水沟边墙上应预留足够的泄水孔。

#### 10.2.2 盲管(沟)

- a) 在衬砌两侧边墙背后、底部应设置纵向排水盲管（沟）。纵向排水盲管（沟）应沿隧道两侧边墙脚全隧道满敷贯通，且孔径不应小于 80mm。
- b) 横向盲管应沿隧道拱背敷设，可横向成环，亦可竖向设置，直径宜为 50mm~80mm，纵向间距宜为 5m~20m。
- c) 沿衬砌背后环向应设置导水盲管。导水盲管纵向间距不应大于 20m，遇水量较大时，环向盲管应加密。对有集中出水处，应单独设置竖向盲管。环向盲管、竖向盲管的直径不应小于 50mm。
- d) 环向盲管、竖向盲管应与边墙底部的纵向排水盲管（沟）连通。纵向排水盲管（沟）应与横向导水管连通，以形成完整的纵横向排水系统。环向盲管、竖向盲管、纵向排水盲管应采用无纺布包裹。
- e) 盲沟设置应符合 5.2.3 的规定。

#### 10.2.3 洞顶截水沟

- a) 洞顶截水沟应修筑在距洞门边仰坡一定距离外，环抱隧道洞门。
- b) 截水沟应设于边仰坡坡顶 5m 以外。
- c) 截水沟设置应符合 5.2.2 的规定。

#### 10.2.4 泄水孔

- a) 泄水孔应设置于衬砌边墙下部的出水孔道，以将盲沟流出的水直接泄入隧道内排水沟。
- b) 泄水管可采用钢管、PVC 管等。泄水孔位置应按设计要求布设。
- c) 在水量较大位置，立边墙模板时应安设泄水管，并使其里端与盲沟接通，外端穿过模板。
- d) 在水量较小位置，可待模筑边墙混凝土拆模后，根据记录的盲沟位置钻泄水孔。

### 10.3 渗漏水治理

#### 10.3.1 凿槽引排

- a) 适用于点、线状及裂纹渗漏水情况。
- b) 应避免因水流中细小颗粒沉淀物将排水管堵塞。

#### 10.3.2 封闭法

- a) 适用于隧道渗漏水有限且水流分散处，以及衬砌混凝土密实性较差、网状深层裂缝产生的散渗处，亦适用于不利于引排的拱部施工缝、衬砌裂缝及个别出水点、面。
- b) 当水压大于 0.1MPa 时，宜采用灌浆堵漏法，注浆压力宜控制在 0.3MPa~0.5MPa。当水压小于 0.1MPa 时，宜采用直接堵漏法或导管堵漏法。

#### 10.3.3 预注浆

- a) 适用于工程开挖前加固地层，以及帷幕注浆预计涌水量大的地段和软弱地层。
- b) 应根据岩层裂隙状态、地下水情况、设备能力、浆液有效扩散距离、钻孔偏斜率和对注浆效果等要求，综合分析确定注浆孔数、布孔方式及钻孔角度；并根据水文地质条件，确定掘进时需保留的止水岩层厚度。
- c) 注浆应采用全孔封闭整体注浆。注浆时，应先注周边孔，以形成周边止浆墙，防止跑浆。
- d) 注浆孔底距开挖轮廓底边缘，宜为毛洞高度（直径）的 0.5 倍~1.0 倍。

#### 10.3.4 围岩注浆

- a) 适用于开挖后有大股涌水或大面积渗漏水的情况。
- b) 注浆孔宜长短结合，呈伞形辐射状，其倾斜角度随注浆段长度而异，在孔的终端断面，注浆孔距开挖轮廓距离宜为隧道开挖高度的 0.5 倍~1.0 倍。
- c) 应在水量较大处布孔。大面积渗漏水时，布孔宜密，钻孔宜浅；裂隙渗漏水时，布孔宜疏，钻孔宜深；大股涌水时，布孔应在水流上游。
- d) 宜先压注内圈孔，后压外圈孔（在双排孔或多排孔的条件下），先压注无水孔，后压注有水孔。宜从拱顶顺序向下压注，如遇串浆或跑浆，则间隔一孔或几孔灌压。
- e) 宜采用大功率注浆泵和压注性好的注浆材料。

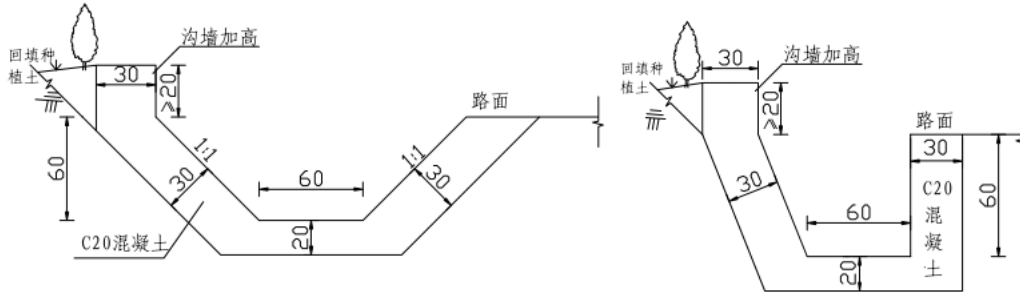
#### 10.3.5 回填注浆

- a) 适用于衬砌渗漏水严重的地段或充填壁后的空隙地段。
- b) 回填注浆孔径不宜小于 40mm，间距宜为 2mm~5mm，可按梅花形排列；压浆孔宜深入岩壁 200mm~300mm。

#### 10.3.6 衬砌内注浆或衬砌后围岩注浆

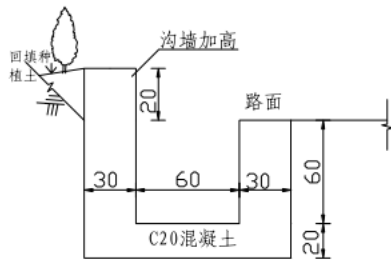
- a) 适用于衬砌或回填注浆后仍有渗漏水的情况。
- b) 衬砌内注浆应根据衬砌渗漏水情况布置，孔深不应超过衬砌厚度的 2/3。
- c) 衬砌后围岩注浆钻孔深入围岩不应小于 1m，孔径不宜小于 40mm，孔距应根据渗漏水情况确定。

附录 A  
(资料性附录)  
边沟、截水沟构造图例

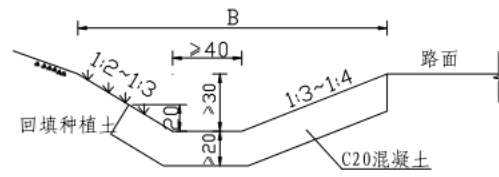


图A.1 梯形边沟I式

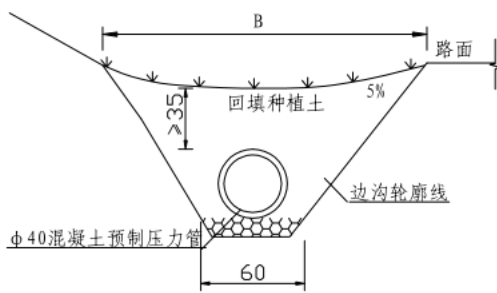
图A.2 梯形边沟II式



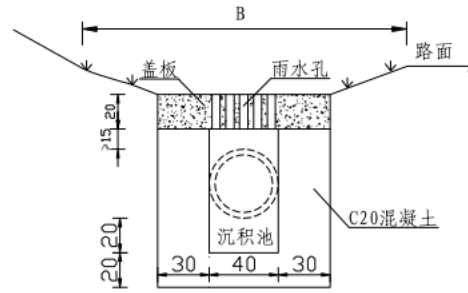
A.3 矩形边沟



图A.4 浅碟形生态边沟

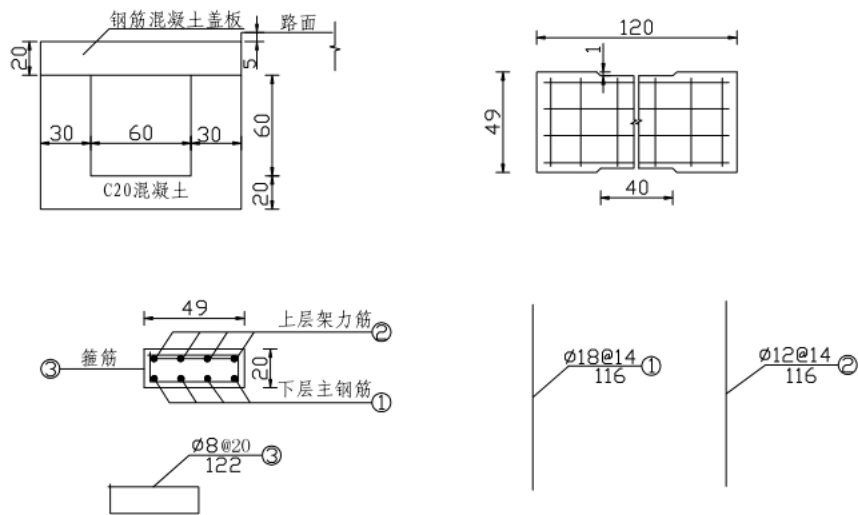


图A.5-1 暗埋式生态边沟

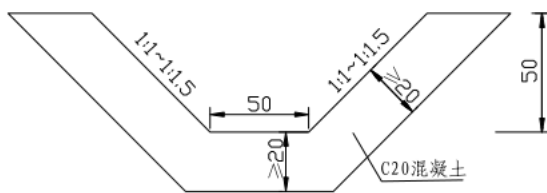


图A.5-2 暗埋式生态边沟雨水口

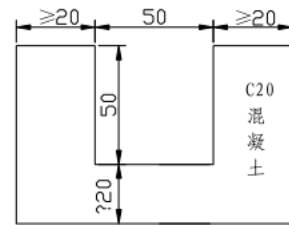
- 说明:
- 1、图中尺寸均以cm计。
  - 2、水沟侧坡坡率和水沟尺寸可根据土质和汇水面积实际情况调整确定。



图A.7 盖板边沟



图A.8 梯形截水沟



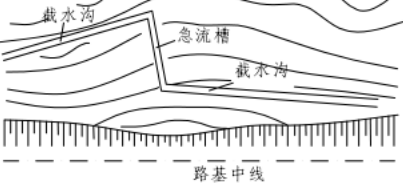
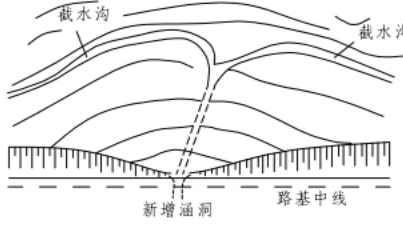
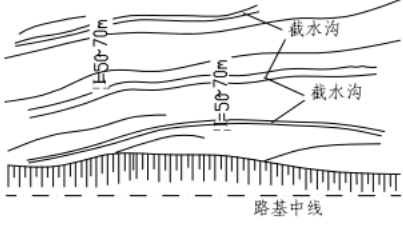
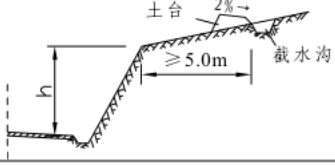
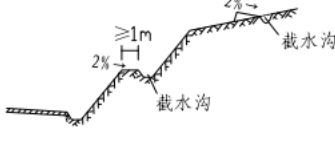
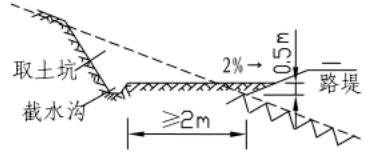
图A.9 矩形截水沟

说明:

- 1、图中尺寸除钢筋直径以mm计，其余均以cm计。
- 2、水沟侧坡坡率和水沟尺寸可根据土质和汇水面积实际情况调整确定。

附录 B  
(资料性附录)  
截水沟设置

表B.1 截水沟的布置图式

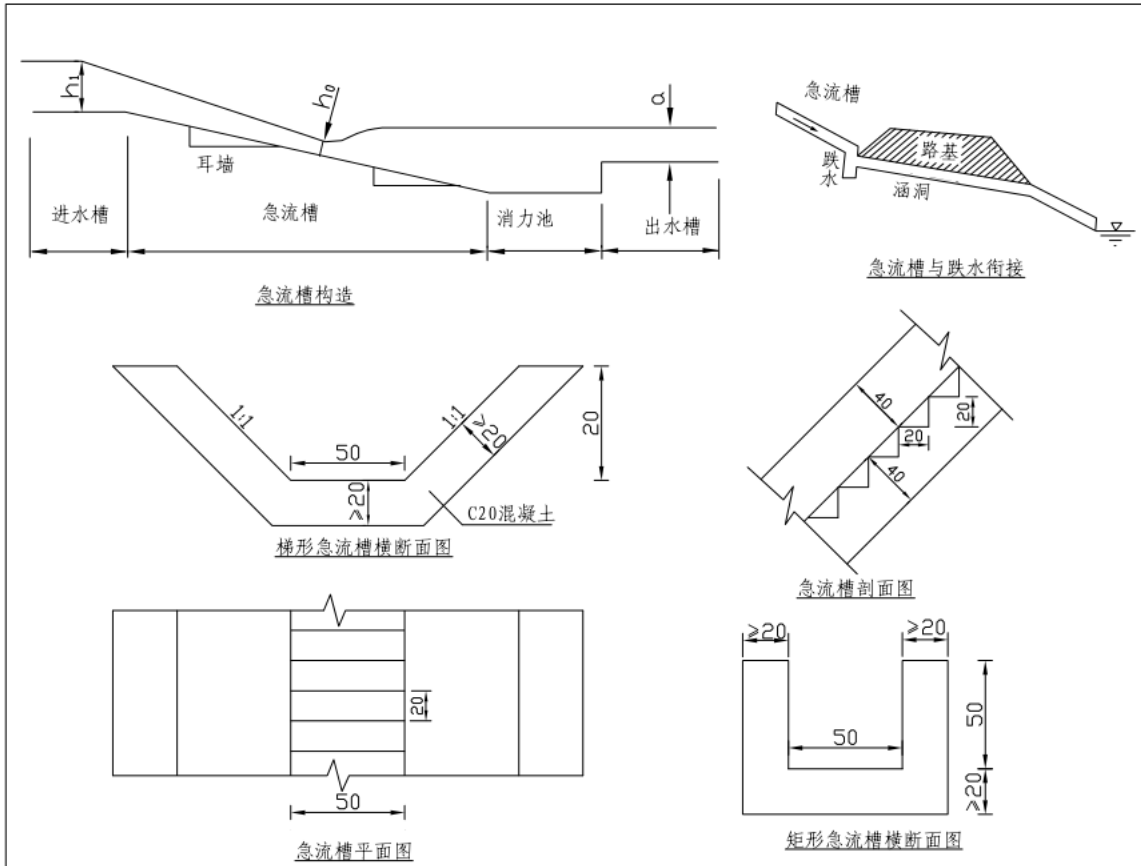
名称	图示	设置要求
截水沟与截水沟的衔接		<p>当受地形限制，绕行较长，工程艰巨，附近又无出水口时，可分段考虑，中部用急流槽衔接。</p>
截水沟与涵洞的衔接		<p>当有条件时，可采取增设涵洞，用急流槽与涵洞衔接。</p>
多道截水沟的布置		<p>当边坡口距分水岭距离较长，山坡坡面土质较差坡度较陡，植被较差时应布置多道截水沟。</p>
截水沟的横向布置		<p>一般土层 <math>d&gt;5m</math>；有软弱夹层 <math>d&gt;5m</math>，但不应<math>&lt;10m</math>。</p>
边坡平台上截水沟横向布置		<p>当土质边坡高度较大，降雨量较大时，可考虑在边坡平台上设置截水沟。</p>
山坡路堤上方设截水沟横向布置		<p>填方路堤上方截水沟，离开路堤坡脚至少2m。</p>

附录 C  
(资料性附录)  
排水沟设置

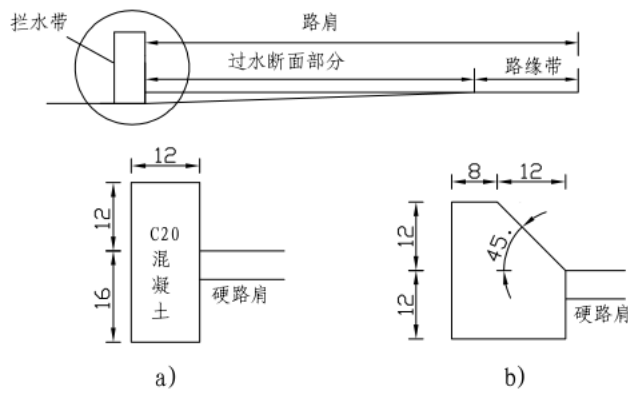
表C.1 排水沟设置图式及要求

图式	布置要求
<p>The diagram illustrates the layout of a drainage ditch relative to a road centerline. A vertical dashed line represents the '路基中线' (road centerline). To the left of the centerline, a horizontal '沟渠' (channel) flows from right to left. Two '排水沟' (drainage ditches) are shown: one above the channel and one below. Both ditches curve away from the channel with a radius labeled as <math>R=10b</math>, where <math>b</math> is the top width of the ditch. Arrows indicate the flow direction: from the channel towards the ditches, and then down the length of each ditch.</p>	<p>(1) 排水沟应尽量采用直线，如必须转弯时其半径不宜小于10~20m；排水沟的长度根据实际需要而定，通常宜在500m以内；</p> <p>(2) 当排水沟的水流入河道或沟渠时，为让原水道不产生冲刷或淤积，一般应使排水沟与原水道的水流流向成锐角相交，并力求小于45度，保证汇流处水流顺畅。如限于地形，锐角连接有困难时，可用半径及<math>R=100b</math>的圆弧（弧长等于1/4圆周，<math>b</math>为排水沟顶宽）</p>

附录 D  
(资料性附录)  
急流槽、拦水带构造图例



图D.1 急流槽构造图

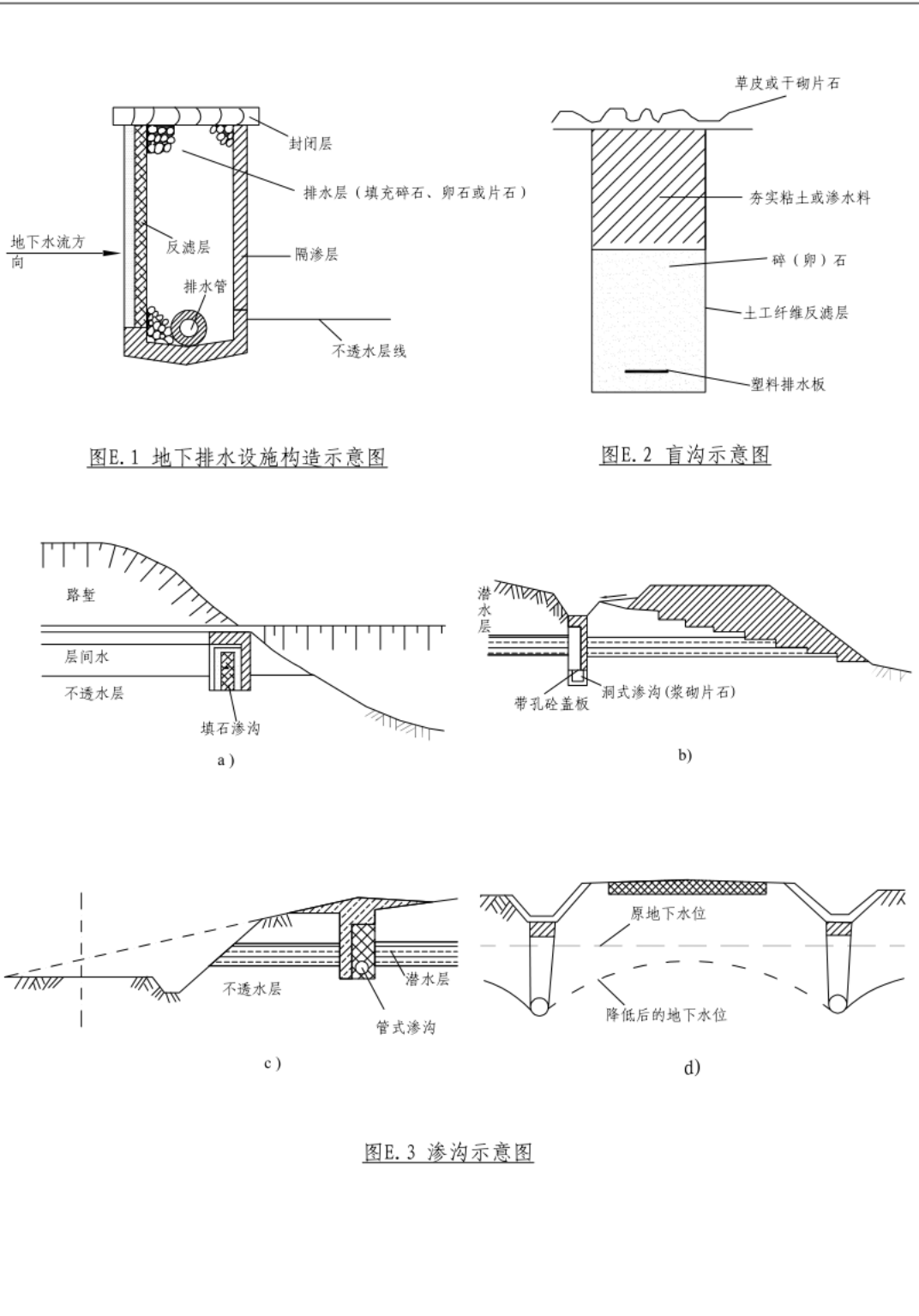


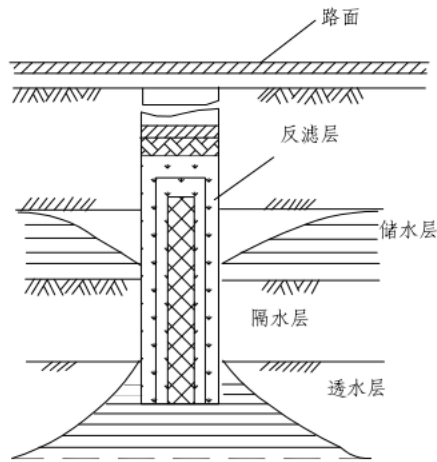
图D.2 拦水带设计图

说明:

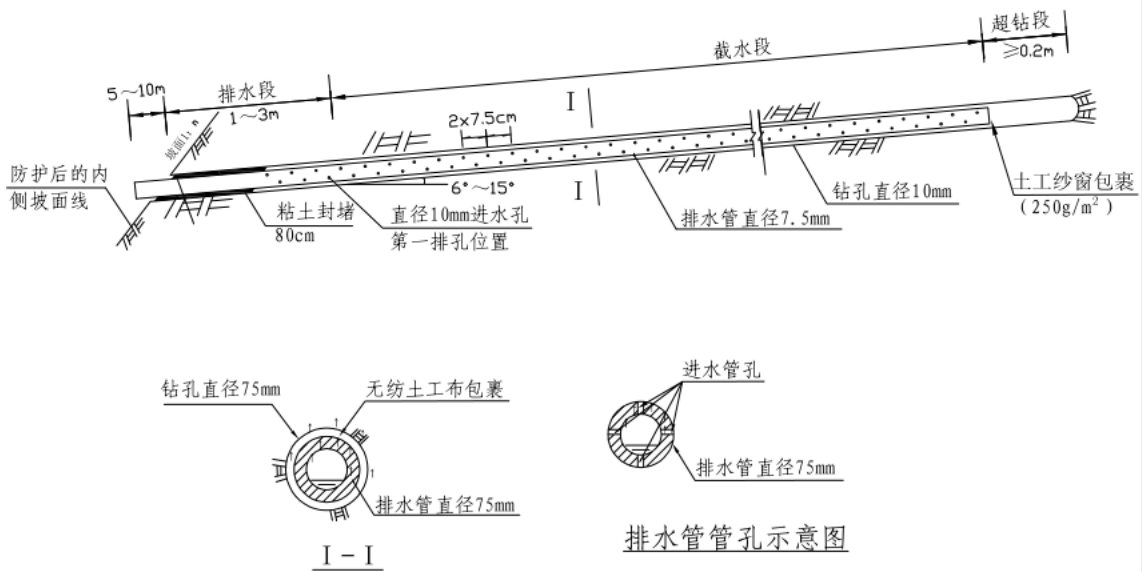
- 1、本图尺寸均以cm计。
- 2、矩形急流槽坡面、平面图设计同梯形。

附录 E  
(资料性附录)  
地下排水设施构造图例





图E.4 渗井示意图

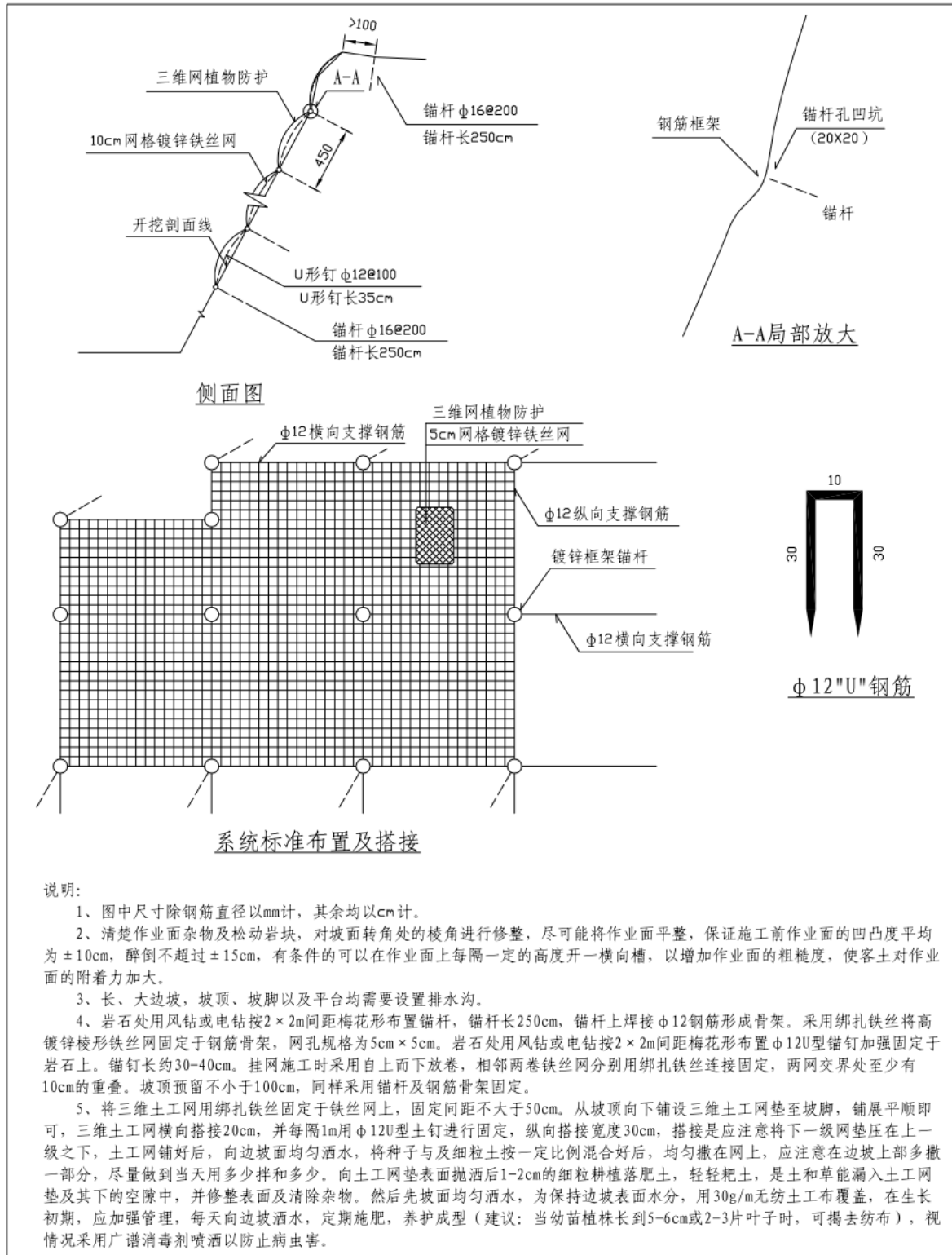


图E.5 仰斜式排水孔设计图

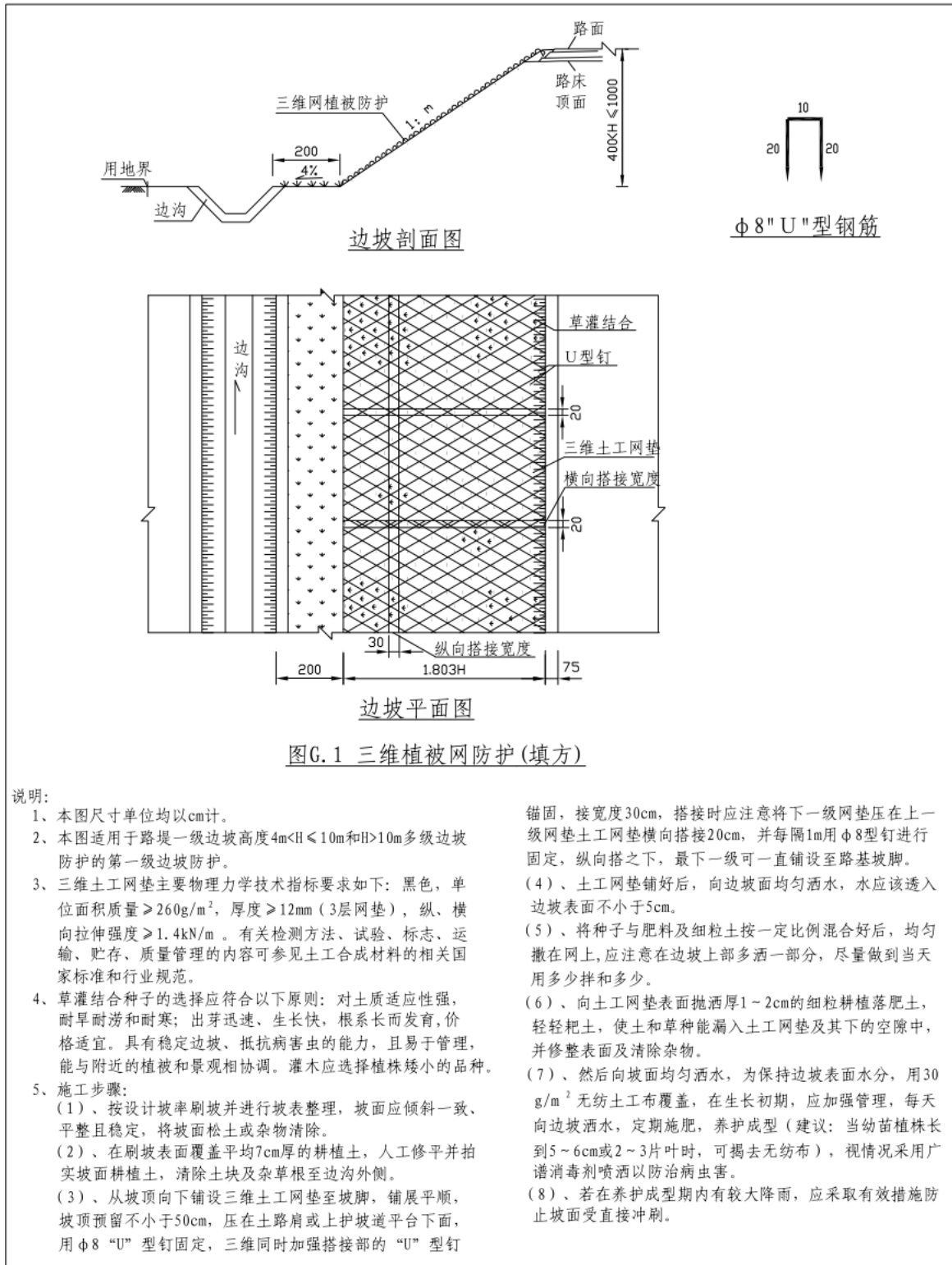
说明:

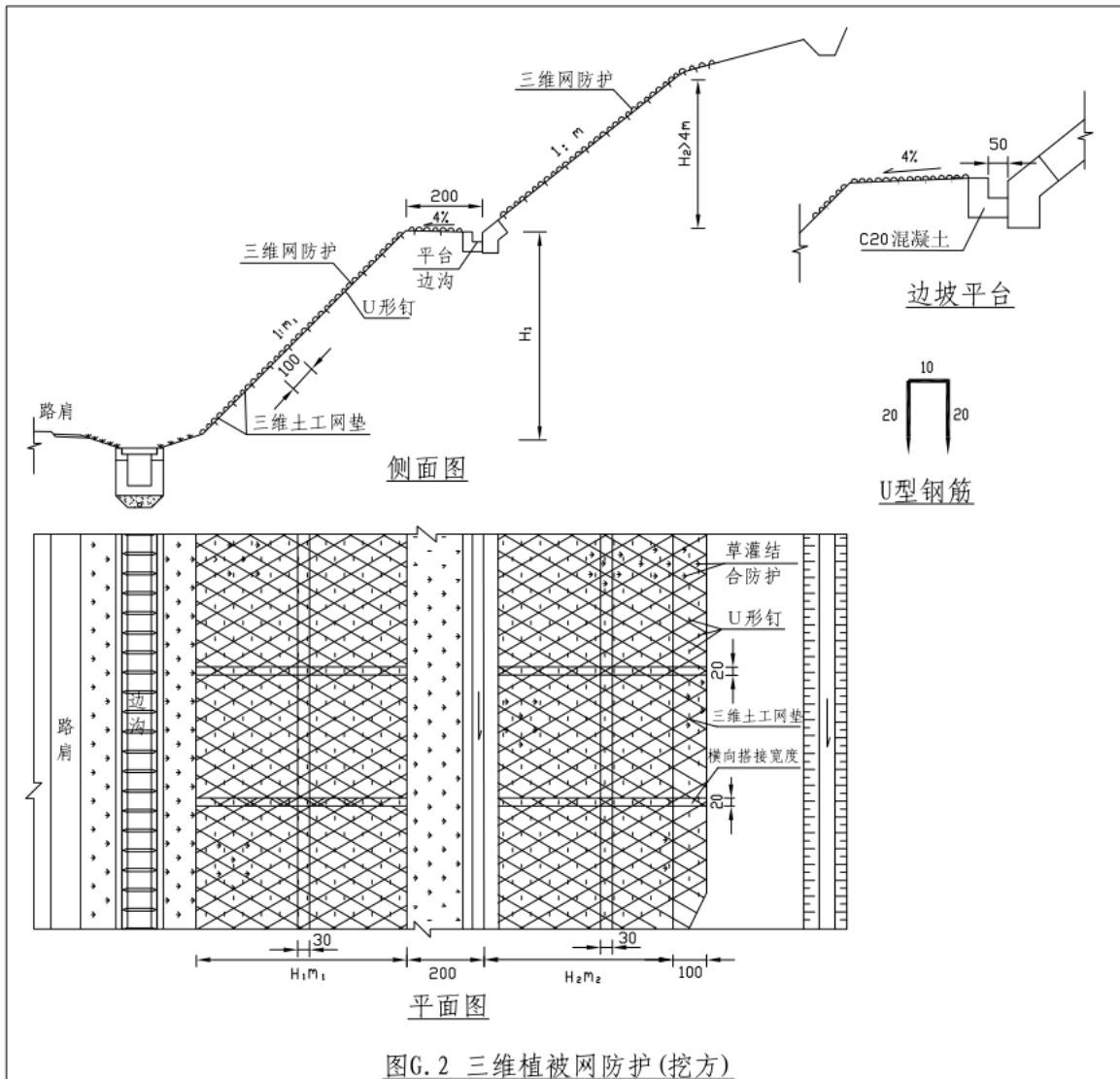
1、本图尺寸除已标明外,其余均以cm计。

附录 F  
(资料性附录)  
客土喷播防护设计图例



附录 G  
(资料性附录)  
三维植被网防护设计图例





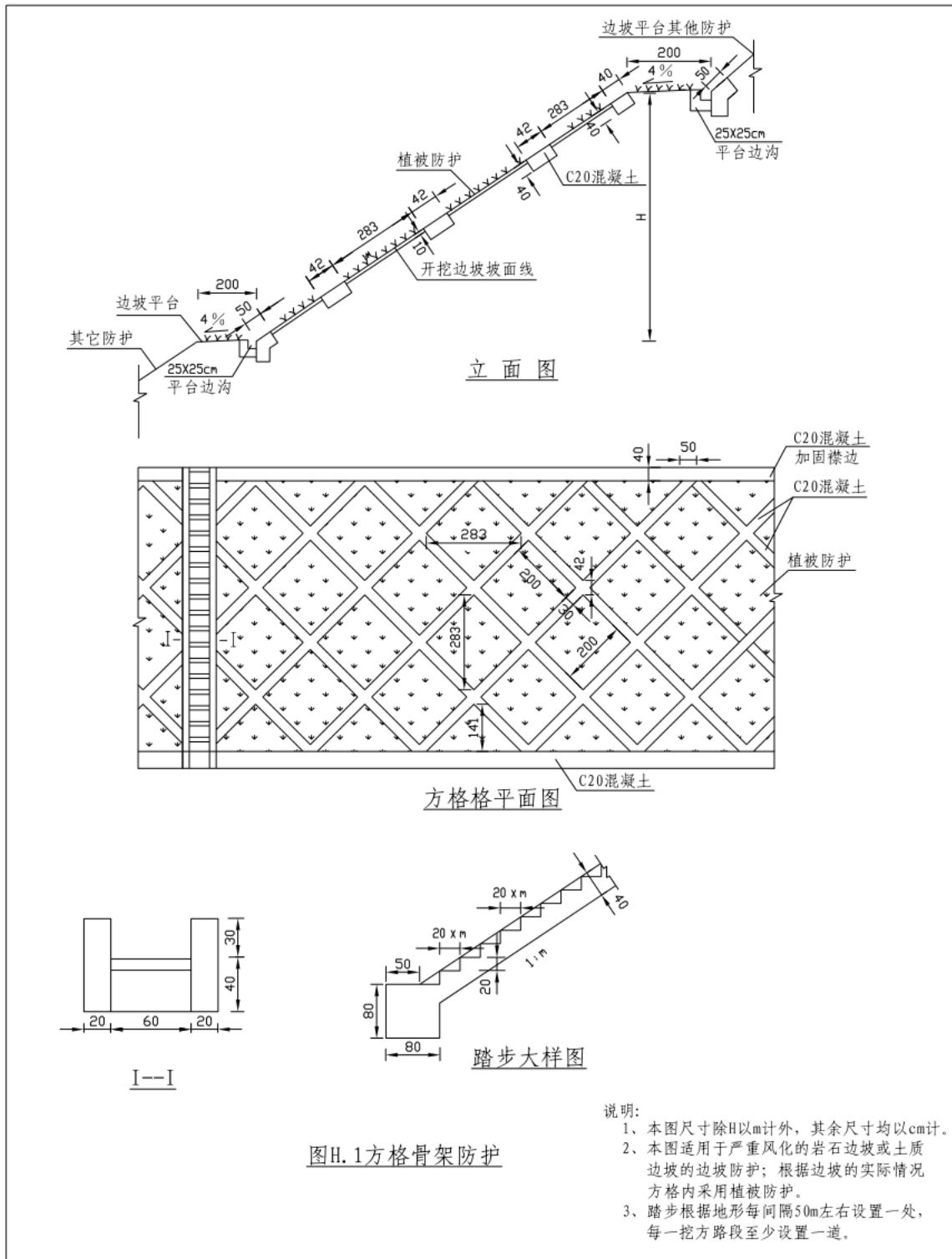
图G.2 三维植被网防护(挖方)

说明:

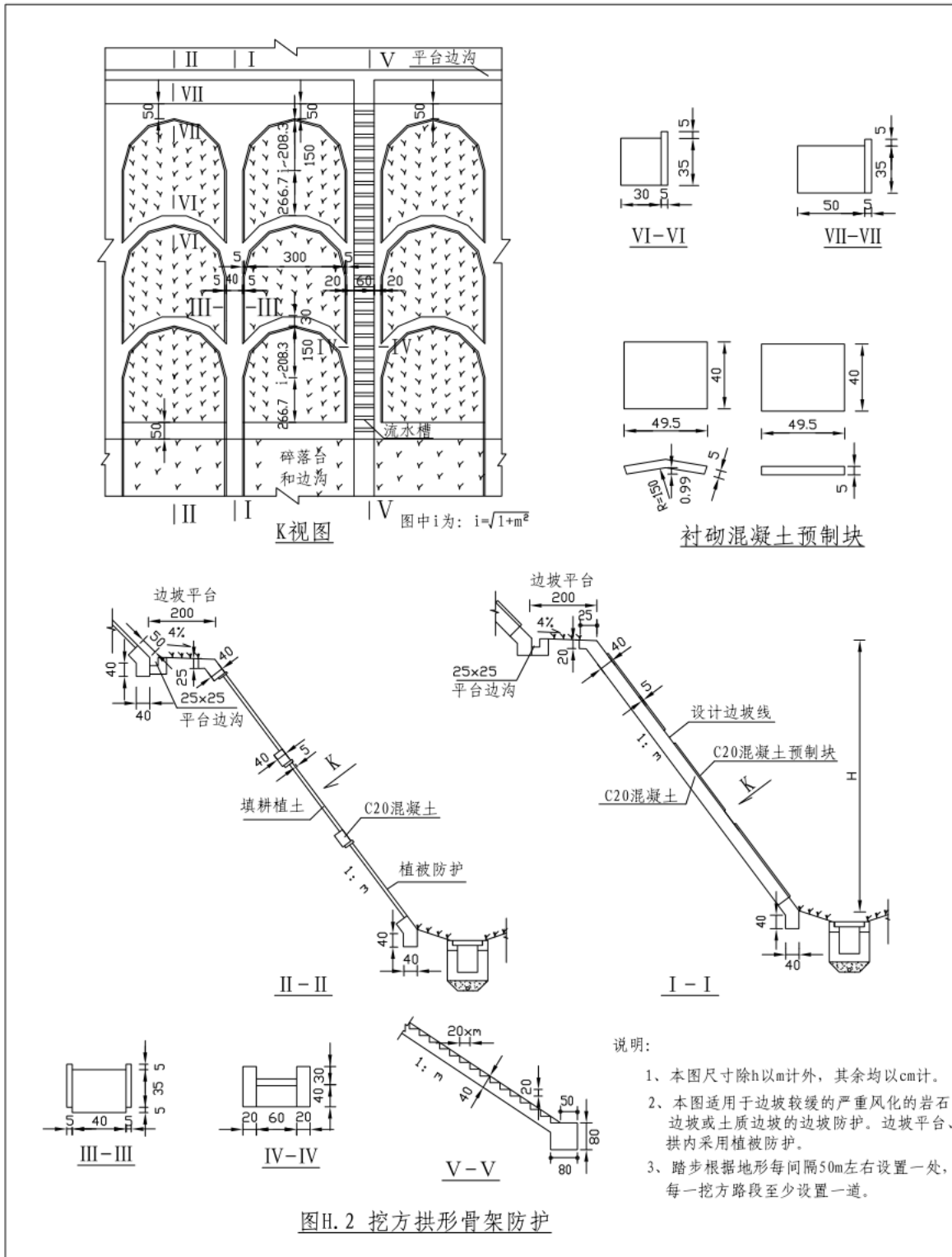
- 1、本图尺寸除H以m计外，余均以cm计。
- 2、本图适用于路堑一级土质边坡 $4m < H_1 < 12m$ 边坡防护和多级边坡最上两级土质(并且最上一级的边坡高度 $H_2 > 4m$ )边坡的防护。
- 3、三维土工网垫主要物理力学技术指标要求如下：黑色，单位面积质量 $\geq 260g/m^2$ ，厚度 $\geq 12mm$ （3层网垫），纵、横向拉伸强度 $\geq 1.4kN/m$ 。有关检测方法、试验、标志、运输、贮存、质量管理的内容可参见土工合成材料的相关国家标准和行业规范。
- 4、三维网防护的中间平台边沟采用C20混凝土砌筑，其上级边坡采用C20混凝土砌筑，踏步流水槽的设置与其他防护相同。
- 5、施工工艺：坡表处理→挂网→固定→回填土→喷播→揭膜。
- 6、施工方法及要求：
  - a：坡表处理：坡面应倾斜一致、平整且稳定，将坡面不稳定石块或杂物清除。

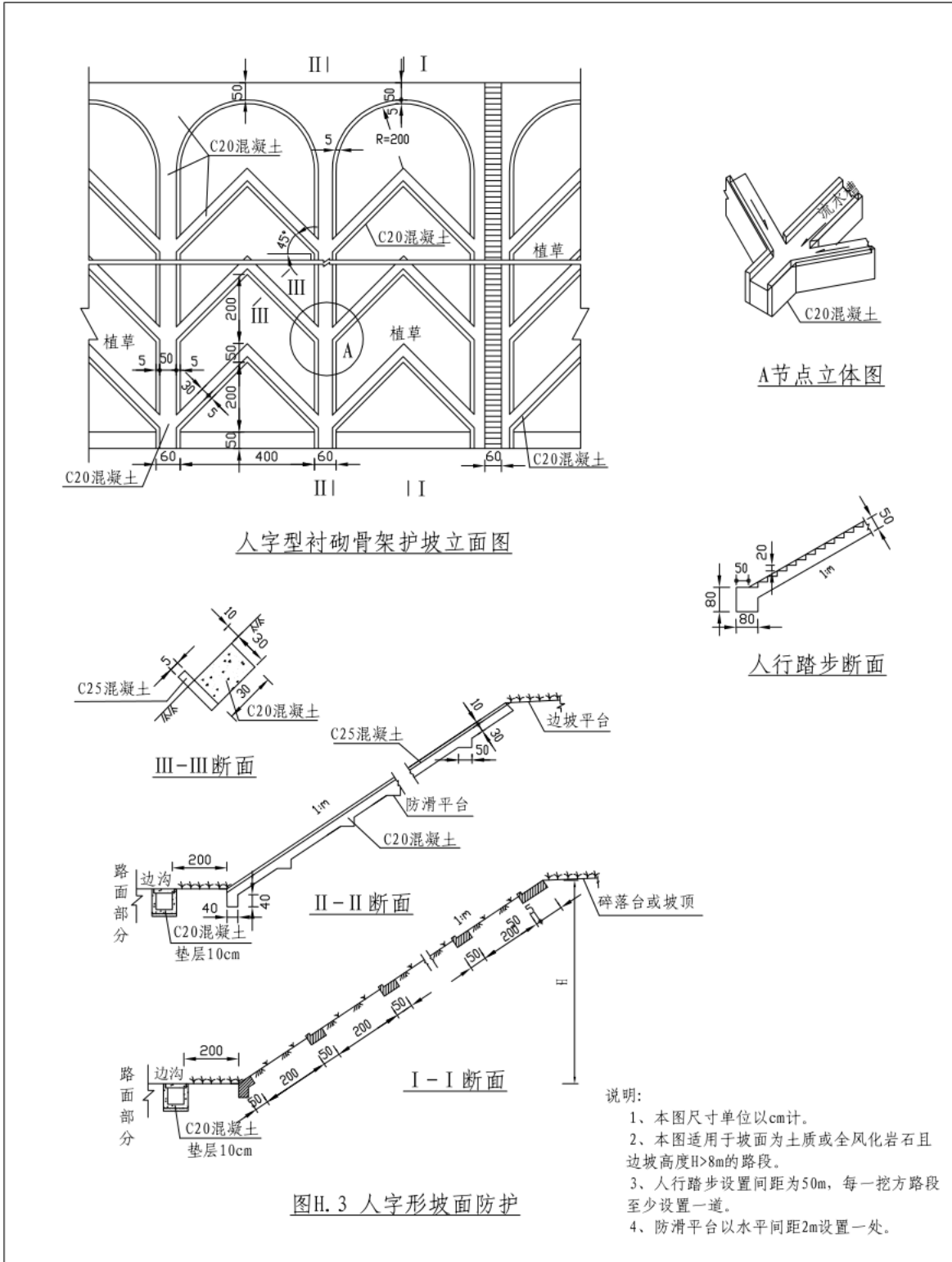
- b：挂网：三维网在坡顶延伸 $0.8 \sim 1.0m$ 固定后，埋入截水沟或土中至少 $0.5m$ ，然后自上而下平铺至坡底，三维土工网垫横向搭接宽度 $20cm$ ，纵向搭接宽度 $30cm$ ，网紧贴坡面，无褶皱和悬空现象。
- c：固定：用 $\phi 8$ 钢筋做成“U”型钉进行固定，坡面固定间 $100cm$ ，坡顶间距 $50cm$ ，固定时，钉与网紧贴坡面。
- d：回填土：选用路基清表的耕植土或粘性土填入三维网内，填土平均厚度 $7cm$ ，填土后坡面应平整，无网包外露、悬空和空包现象。
- e：喷播种子：在填好土的坡面上喷播符合要求的草灌结合的种子，向土工网垫表面抛洒厚 $1 \sim 2cm$ 的细粒耕植落肥土，使土和种子能漏入土工网垫及其下的空隙中，并修整表面及清除杂物。向坡面均匀洒水，再用 $30g/m^2$ 的无纺布覆盖好。
- f：揭膜：喷播后应加强管理，适时适度喷水。当幼苗植株长到 $5 \sim 6cm$ 或 $2 \sim 3$ 片叶时，揭去无纺布。

附录 H  
(资料性附录)  
骨架植物防护设计图例

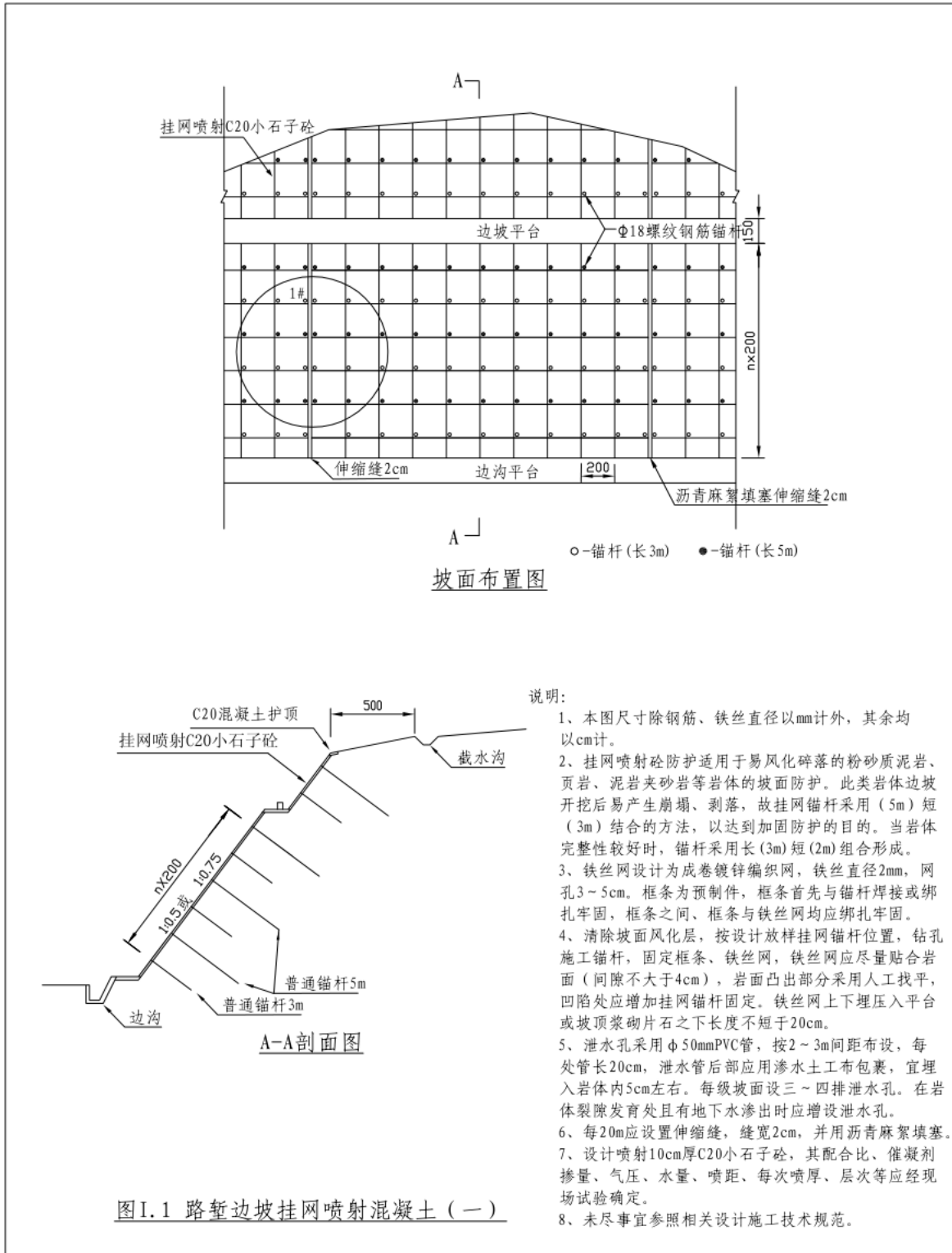


图H.1方格骨架防护

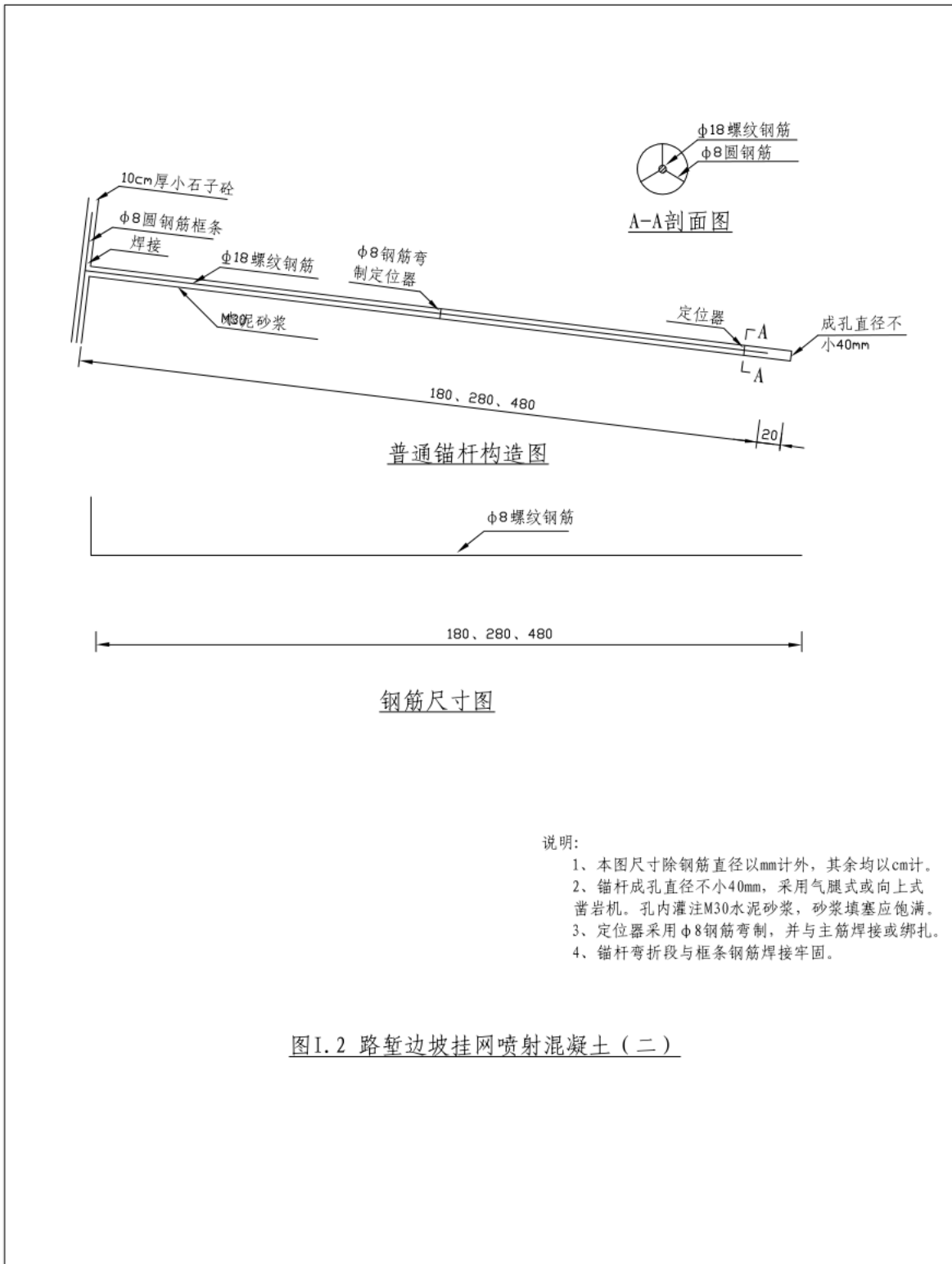


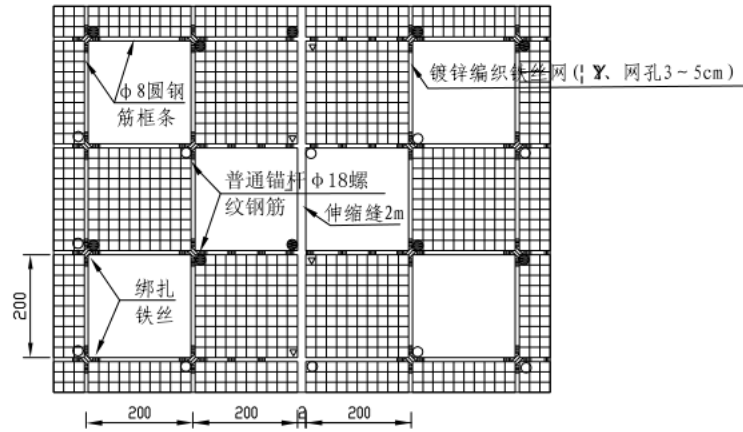


附录 I  
(资料性附录)  
喷锚网防护设计图例

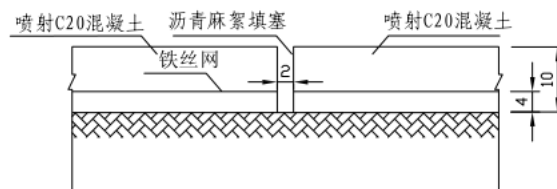


图I.1 路堑边坡挂网喷射混凝土(一)

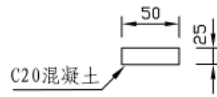




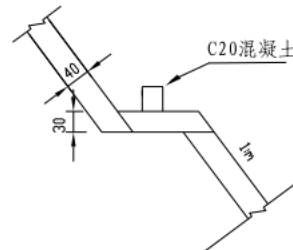
1#大样图



伸缩缝大样图



护顶断面



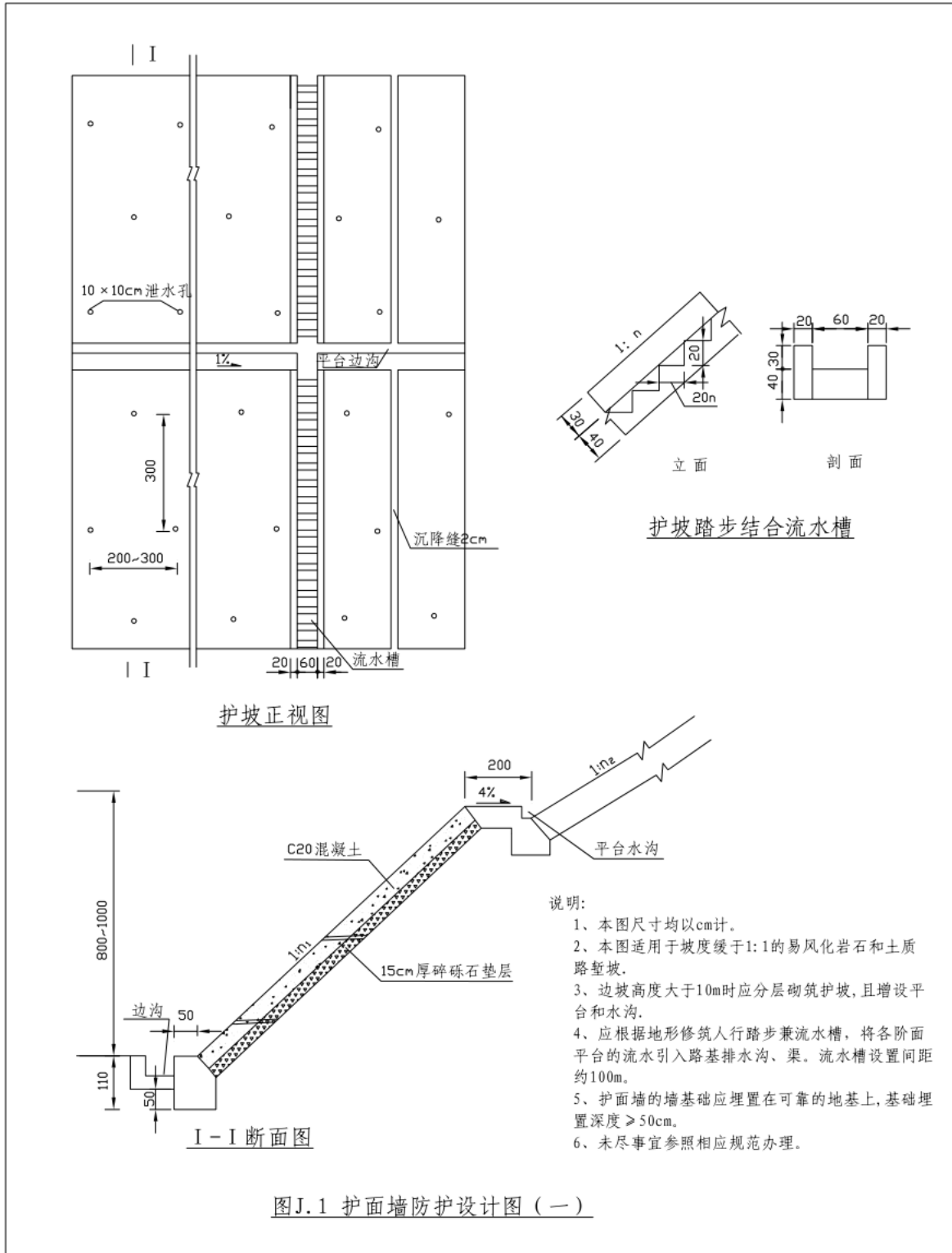
平台、平台截水沟

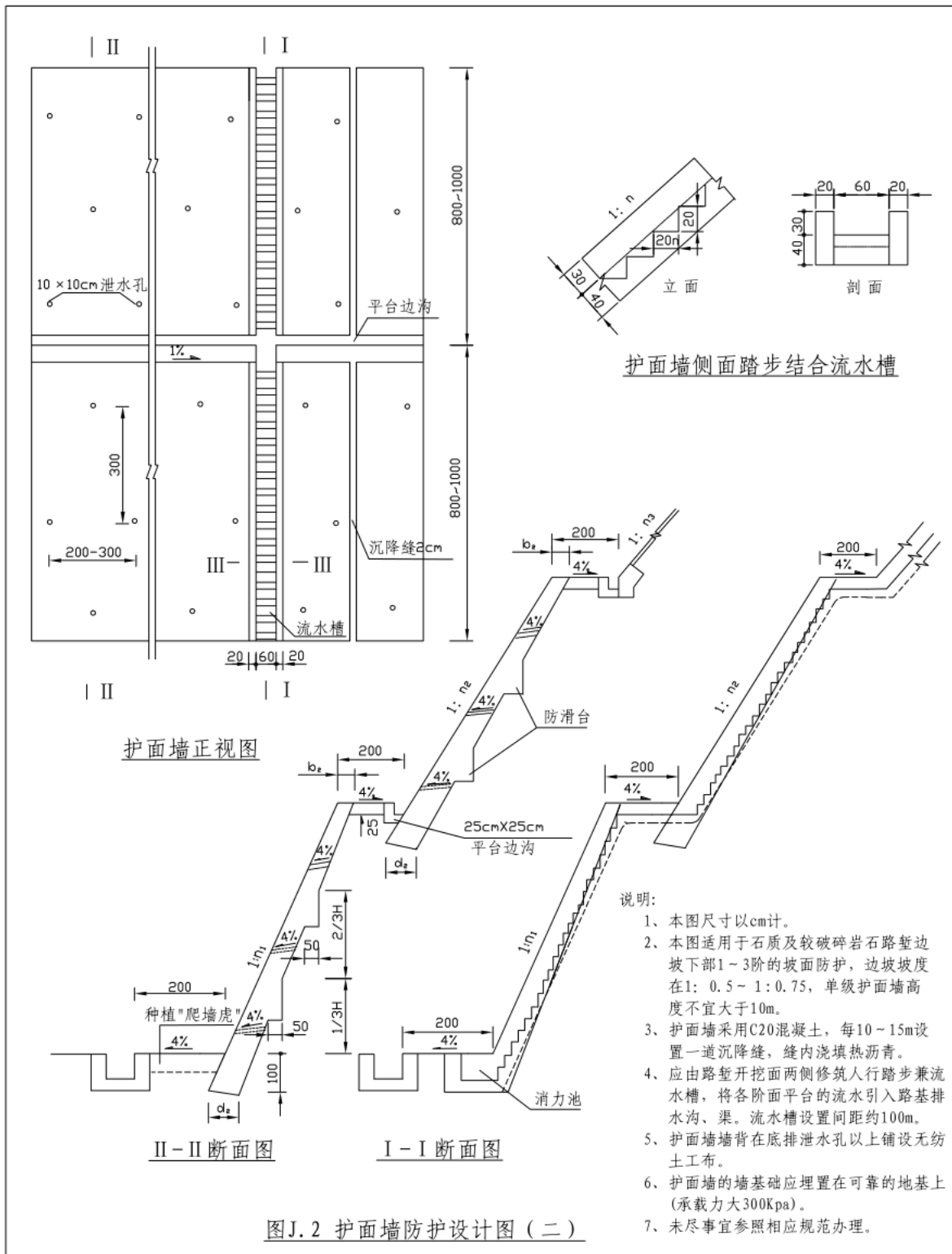
说明:

- 1、本图尺寸除钢筋直径以mm计外,其余均以cm计。
- 2、平台、平台截水沟、镶边石护顶均用C20混凝土浇筑。

图I.3 路堑边坡挂网喷射混凝土(三)

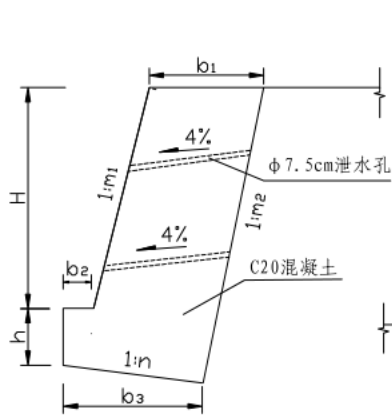
附录 J  
(资料性附录)  
护面墙设计图例



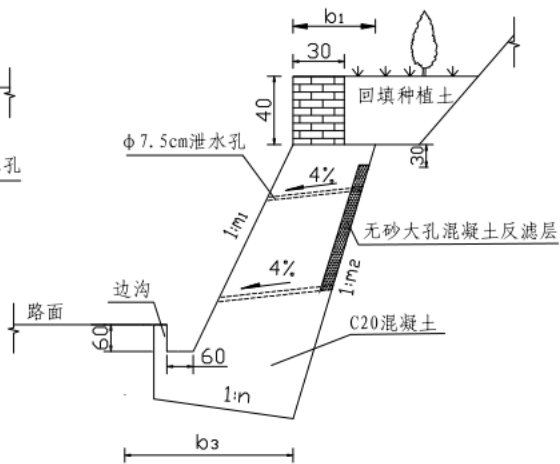


图J.2 护面墙防护设计图(二)

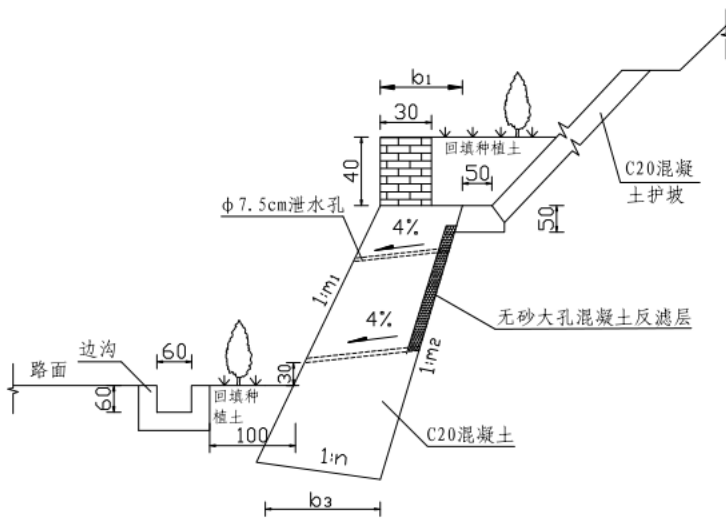
附录 K  
 (资料性附录)  
 挡土墙构造图例



图K.1 路肩墙断面图



图K.2 路缘挡墙断面图

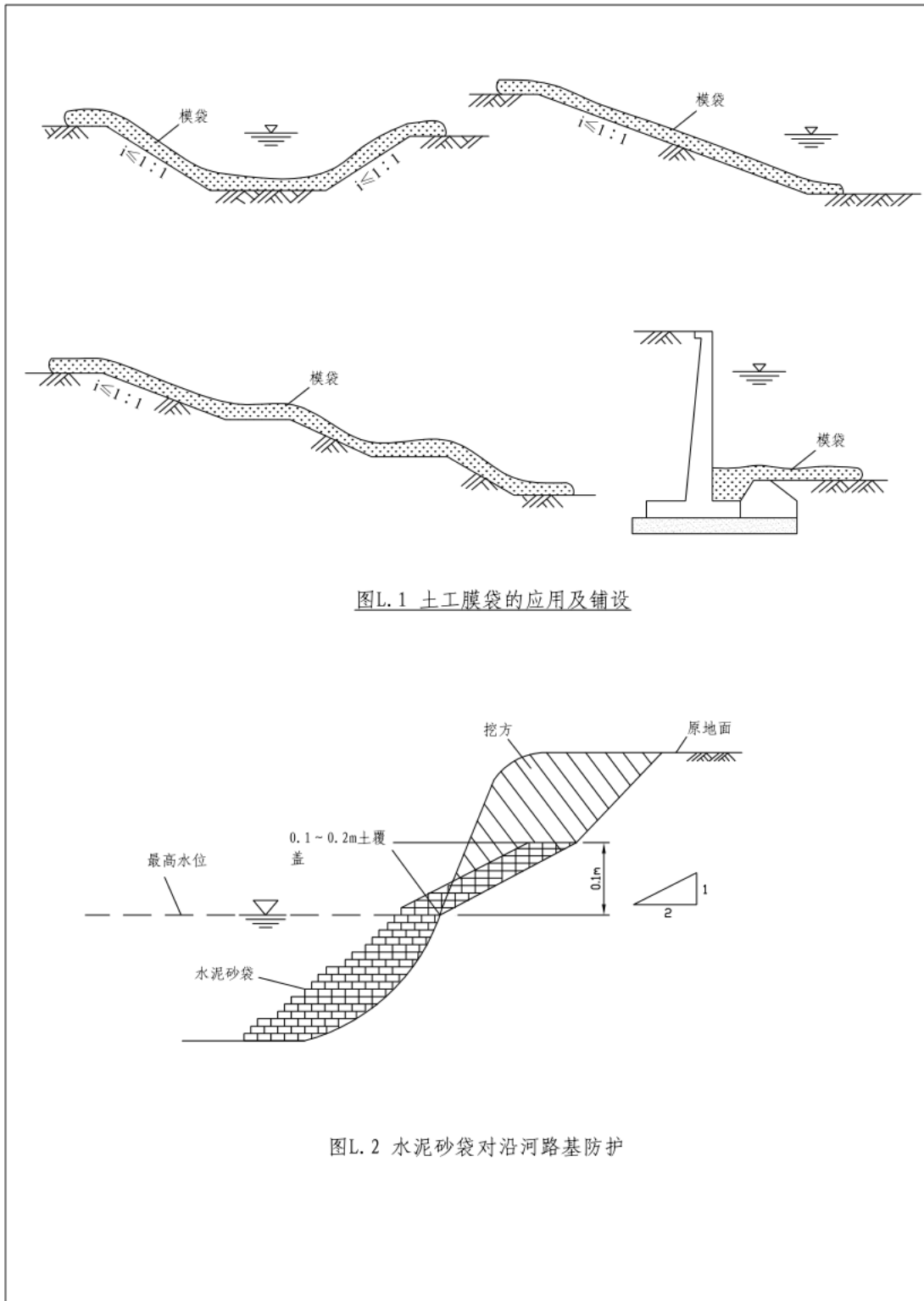


图K.3 脚墙+混凝土护坡连接图

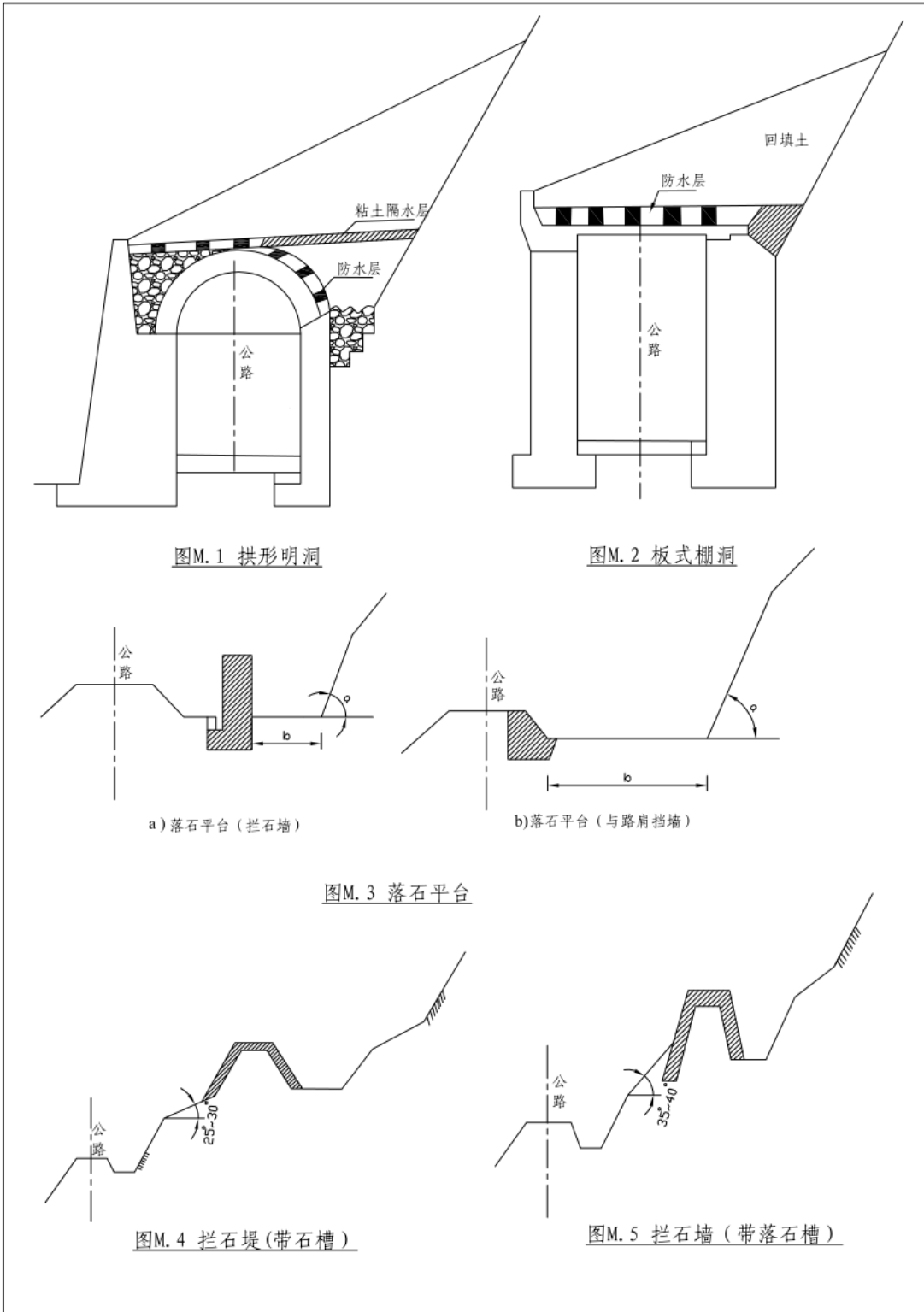
说明:

- 1、本图尺寸均以cm计。
- 2、基础开挖到位后,须经试验验证地基容许承载力满足设计要求,方可砌筑挡墙。
- 3、每10~20m设沉降缝和伸缩缝一道,缝内采用沥青麻筋填塞,深入墙体20cm,缝宽2cm。
- 4、挡墙上设 $\phi 7.5\text{cm}$ PVC泄水孔,间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ,呈品字形交错。泄水孔孔后须按规范设置反滤层。
- 5、挡土墙断面尺寸参照有关技术规范确定。
- 6、其他结构型式断面参照有关技术规范。

附录 L  
 (资料性附录)  
 土工膜袋、水泥砂袋防护布置图例



附录 M  
(资料性附录)  
滑坡其他工程构造图例



附 录 N  
(资料性附录)  
墩台基础注浆加固设计

## a) 旋喷浆液数量的计算:

## 1) 体积法

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 H \alpha (1 + \beta) \quad (\text{N.1})$$

式中:

- $Q$  ——旋喷浆液用量( $\text{m}^3$ );  
 $D$  ——固结体直径(m);  
 $H$  ——旋喷长度(m);  
 $\alpha$  ——折减系数;  
 $\beta$  ——损失系数,  $=0.1 \sim 0.3$ 。

## 2) 喷量法

$$Q = \frac{H}{v} q (1 + \beta) \quad (\text{N.2})$$

式中:

- $Q$  ——旋喷浆液用量( $\text{m}^3$ );  
 $v$  ——注浆管的提升速度( $\text{m}^3/\text{min}$ );  
 $H$  ——旋喷长度(m);  
 $q$  ——单位时间喷浆量( $\text{m}^3/\text{min}$ );  
 $\beta$  ——损失系数,  $=0.1 \sim 0.3$ 。

## b) 注意事项

- 1) 旋喷前要检查高压设备和管路系统,其压力和流量必须满足设计要求。注浆管、喷嘴内不得有任何杂物,注意管接头密封圈良好。
- 2) 钻机安放在孔位上后应保持垂直,施工时旋喷管允许倾斜度不得大于 1.5%。
- 3) 在插管和旋喷过程中,防止喷嘴堵塞,在拆卸、安装注浆管时动作要快。水、气、浆的压力和流量必须符合设计值,如发生堵塞应拔管清洗,再重新进行插管和旋喷。使用双喷嘴时,若一个喷嘴被堵,则可用复喷方法继续施工。
- 4) 旋喷时要做好压力,流量和喷浆量的量测工作,并要求逐项记录。钻杆的旋转和提升必须连续不中断。
- 5) 深层旋喷时,应先喷浆,后旋转和提升,以防注浆管扭断。
- 6) 搅拌水泥时的水灰比要按设计规定,不得随意更改,在旋喷过程中应防止因水泥浆沉淀而使浓度降低。
- 7) 施工完毕应立即拔出注浆管,彻底清洗注浆管和注浆泵,管内不得有残存水泥浆。然后再将钻孔等机具设备移到新的孔位上。

### 参 考 文 献

- [1] GB 50086-2001 锚杆喷射混凝土支护技术规范
- [2] DL/T 5353-2006 水利水电工程边坡设计规范
- [3] JTG D30-2004 公路路基设计规范
- [4] JTG D70-2004 公路隧道设计规范
- [5] JTG H11-2004 公路桥涵养护规范
- [6] JTJ 018-1997 公路排水设计规范
- [7] JT/T 528-2004 公路边坡柔性防护系统构件

福建省地方标准

福建省公路工程

水灾害防治技术规范

DB35/T 1110—2011

\*

2011年3月第一版 2011年3月第一次印刷