

## 湖北省水利工程护坡护岸标准设计图集

Atlas of standard design of Revetment and Embankment for Hydraulic Engineering  
in Hubei Province

目 次

前 言 ..... II

1 目的 ..... 1

2 适用范围 ..... 1

3 规范性引用文件 ..... 1

4 护坡护岸形式 ..... 1

5 使用要点 ..... 2

附 录 A ..... 3

附 录 B ..... 5

## 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。

本文件的附录B为资料性附录。

本文件由湖北省水利厅归口。

本文件起草单位：中工武大设计集团有限公司，湖北金浪勘察设计有限公司

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 湖北省水利工程护坡护岸标准设计图集

## 1 目的

为规范湖北省水利工程护坡护岸工程设计，提高工程前期设计质量和工作效率，保障我省水利工程护坡护岸工程的安全、生态和投资效益，特编制本图集。

## 2 适用范围

本图集适用于湖北省内水利工程中河道、湖泊的堤坡和岸坡以及渠道的防护设计，土石坝坝坡和土质库岸的防护设计可参照使用。对于岸坡稳定性不足及位于软土、膨胀土、湿陷性黄土等不良地质段的岸坡，应进行地质处理。

本图集主要对各类常见护坡护岸的结构型式、材料和施工工艺等做出规定，具体尺寸等设计参数为建议值，设计时应根据工程实际情况，参照本图集及现行的国家标准规范进行取值。

## 3 规范性引用文件

本图集根据以下标准和参考文献编制而成。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本标准。

GB 50286 《堤防工程设计规范》  
GB 50707 《河道整治设计规范》  
GB/T 50600 《渠道防渗衬砌工程技术标准》  
GB/T 50805 《城市防洪工程设计规范》  
GB/T 50290 《土工合成材料应用技术规范》  
GB/T 17643 《土工合成材料 聚乙烯土工膜》  
SL 368 《水利水电工程边坡设计规范》  
SL 379 《水工挡土墙设计规范》  
SL 191 《水工混凝土结构设计规范》  
SL/T 225 《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》  
YB/T 4190 《工程用机编钢丝网及组合体》  
CECS 361 《生态混凝土应用技术规程》  
CECS 353 《生态格网结构技术规程》  
《长江中下游护岸工程技术要求》（试行稿）

## 4 护坡护岸形式

4.1 按照所采用的材料类型，本图集将护坡护岸形式分为石材、混凝土、土工制品和植物四大类。

4.2 石材类包含干砌石护坡护岸、渠道干砌石衬砌、浆砌石护坡护岸、渠道浆砌石衬砌、石笼网护坡护岸和抛石护脚 6 种形式。



4.3 混凝土类中，按体型、组装方式、施工工艺等不同分为以下几小类：①现浇混凝土护坡；②渠道混凝土衬砌；③混凝土砌块：包含六方块护坡、空心六方块护坡、自嵌式连锁块护坡、自嵌式挡墙护岸、铰链混凝土排护脚 5 种形式；④混凝土框：包含生态框格护坡、箱式生态框挡墙护岸 2 种形式；⑤混凝土板桩护岸。

4.4 土工制品类包含土工格室护坡、三维土工网垫护坡、生态土工袋护坡、土工模袋护坡、渠道土工膜防渗衬砌 5 种形式。

4.5 植物类包含喷播草籽护坡、铺草皮护坡、活木扦插护坡、活木桩栅栏护坡 4 种形式。

4.6 每种护坡护岸形式有其适用范围，可将多种形式进行组合使用，达到稳定安全、绿色生态和景观提升的综合效果。

## 5 使用要点

5.1 护坡护岸形式的选择应综合考虑地形地质、水流条件、建材条件、施工条件等因素，与周边环境相协调，并考虑工程总体布置和建筑物运用对护坡护岸结构的要求进行设计。

5.2 图集中所列护坡护岸形式，可根据工程实际的需要，与海绵城市中净水措施结合设置。

5.3 在满足结构安全、稳定的前提下，优先选取有利于水体交换、适宜动植物生长的生态亲和性材料和护坡护岸形式，有条件时宜采用工程措施与生物措施相结合的方法，充分发挥植被根系的加筋与锚固作用。

5.4 图集中所列护坡护岸形式的参数指标（护坡厚度、脚槽尺寸、基础埋深等）首先应执行国家、地方及行业内的相关规范标准，设计时应根据工程实际情况进行验算，不局限于图集列举的指标值。

5.5 可采用砂、砾石或碎石、石渣和土工织物作为岸坡防护结构与坡面之间的垫层，砂石垫层厚度不应小于 0.1m，必要时通过透水 and 冲刷试验合理确定垫层的级配，用作反滤的无纺土工织物单位面积质量宜大于 300g/m<sup>2</sup>。

5.6 进行植被绿化时，可依据岸坡顶部到底部土壤含水量的变化，设计水位以上选用中生植物、设计水位至常水位选用湿生植物、常水位以下选用水生植物，形成多层次生态防护；所选植物类别应因地制宜，优先采用本地物种。

5.7 本图集中未尽事宜应满足国家、地方相关法规、规范、规程的要求。

## 附 录 A

护坡护岸形式特性表

| 序号 | 类别   | 护坡护岸形式    | 适宜流速<br>(m/s) | 参考糙率              | 透水性 | 生态性 | 其他                                            |
|----|------|-----------|---------------|-------------------|-----|-----|-----------------------------------------------|
| 1  | 石材类  | 干砌石护坡护岸   | <2            | 0.0250<br>~0.0425 | 一般  | 较好  | /                                             |
| 2  |      | 干砌石渠道衬砌   | <4            | 0.0250<br>~0.0425 | 一般  | 较好  |                                               |
| 3  |      | 浆砌石护坡护岸   | <4            | 0.0150<br>~0.0275 | 差   | 差   | /                                             |
| 4  |      | 浆砌石渠道衬砌   | <6            | 0.0150<br>~0.0275 | 差   | 差   | 浆砌料石允许不冲流速 4~6m/s, 浆砌块石和浆砌卵石允许不冲流速 3~4m/s。    |
| 5  |      | 石笼网护坡护岸   | <4            | 0.0250<br>~0.0330 | 强   | 较好  | /                                             |
| 6  |      | 抛石护脚      | <4            | 0.0350<br>~0.0450 | 强   | 一般  | 适用于坡脚防护、崩岸处理、防汛抢险等, 与岸坡相容性较好。                 |
| 7  | 混凝土类 | 现浇混凝土护坡   | <8            | 0.0120<br>~0.0180 | 差   | 差   | /                                             |
| 8  |      | 六方块护坡     | <5            | 0.0160<br>~0.0180 | 差   | 差   | /                                             |
| 9  |      | 空心六方块护坡   | <3            | 0.0300<br>~0.0350 | 强   | 较好  | /                                             |
| 10 |      | 自嵌式连锁块护坡  | <4            | 0.0300<br>~0.0350 | 强   | 较好  | /                                             |
| 11 |      | 自嵌式挡墙护岸   | <4            | 0.0350<br>~0.0450 | 强   | 较好  | 对墙背填土要求高, 软土地基岸坡慎用                            |
| 12 |      | 铰链混凝土排护脚  | <6            | 0.0250<br>~0.0300 | 强   | 一般  | 适用于水流复杂、主流贴岸及长期处于迎流顶冲的岸线防护; 在长江河道整治工程中应用较多。   |
| 13 |      | 生态框格护坡    | <4            | 0.0160<br>~0.0275 | 强   | 较好  | 对墙背填土要求高, 软土地基岸坡慎用                            |
| 14 |      | 箱式生态框挡墙护岸 | <5            | 0.0350<br>~0.0450 | 强   | 一般  |                                               |
| 15 |      | 混凝土板桩护岸   | <8            | 0.0160<br>~0.0180 | 差   | 差   | 适用于地形条件受限制的岸坡                                 |
| 16 |      | 混凝土渠道衬砌   | /             | 0.0120<br>~0.0180 | 差   | 差   | 现浇混凝土衬砌, 允许不冲流速<8m/s; 预制铺砌混凝土衬砌, 允许不冲流速<5m/s。 |

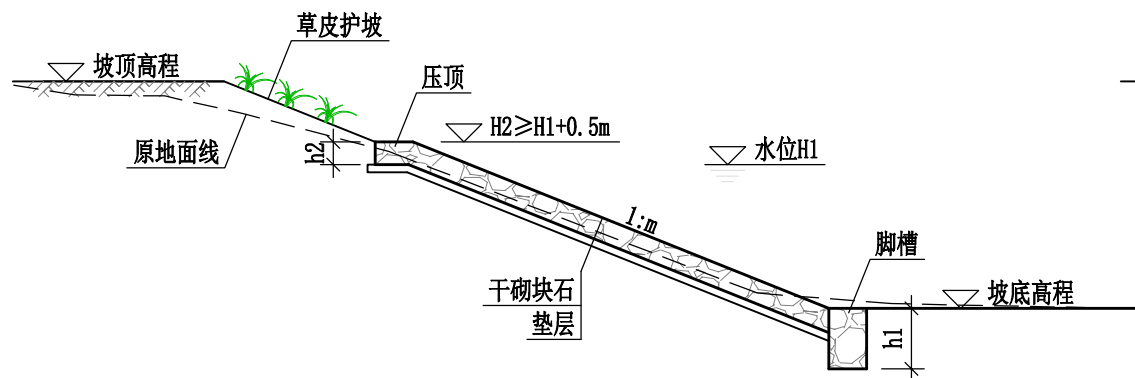
| 序号 | 类别    | 护坡护岸形式   | 适宜流速<br>(m/s) | 参考糙率              | 透水性 | 生态性 | 其他                                            |
|----|-------|----------|---------------|-------------------|-----|-----|-----------------------------------------------|
| 17 | 土工制品类 | 土工格室护坡   | <2            | 0.0300<br>~0.0350 | 强   | 好   | 材料耐久性一般、材料的回收及降解慢、易二次污染                       |
| 18 |       | 三维土工网垫护坡 | <2            | 0.0300<br>~0.0350 | 强   | 好   |                                               |
| 19 |       | 生态土工袋护坡  | <3            | 0.0300<br>~0.0350 | 强   | 好   |                                               |
| 20 |       | 土工模袋护坡   | <6            | 0.0200<br>~0.0250 | 差   | 差   | 整体性好，施工快捷，多用于水下岸坡，对于抗冲要求较高的堤段、渠段效果较好。         |
| 21 |       | 土工膜防渗衬砌  | /             | /                 | 差   | /   | 主要用于渠道防渗，本图集示意的埋铺式，其适宜流速、参考糙率等特性与采用的表层保护层材料有关 |
| 22 | 植物类   | 喷播草籽护坡   | <1.5          | 0.0225<br>~0.0350 | 强   | 好   | 固土保水能力低，易形成径流沟和侵蚀                             |
| 23 |       | 铺草皮护坡    | <1.5          | 0.0225<br>~0.0350 | 强   | 好   | 不适用于坡陡、受冲刷坡面、长期浸水地区                           |
| 24 |       | 活木扦插护坡   | <2            | 0.0225<br>~0.0350 | 强   | 好   | 岸坡绿化见效快、稳固土层效果较好                              |
| 25 |       | 桩木栅栏护岸   | <3            | 0.0225<br>~0.0350 | 强   | 好   | 水位变化区木桩易腐坏，需定期更换                              |

附 录 B  
(资料性附录)  
图集目录

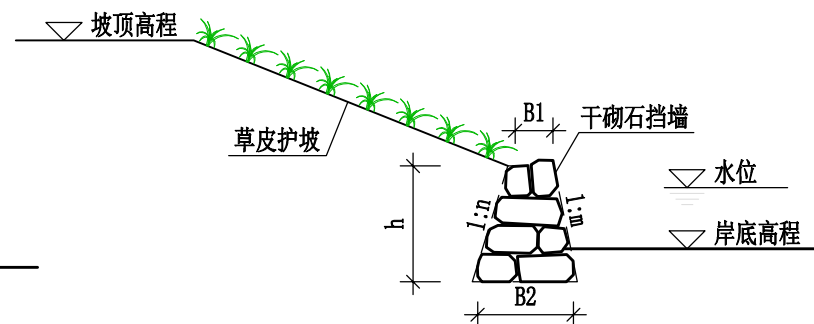
| 序号 | 类别    | 图名        | 页码      |
|----|-------|-----------|---------|
| 1  | 石材类   | 干砌石护坡护岸   | P1~P3   |
| 2  |       | 干砌石渠道衬砌   | P4~P5   |
| 3  |       | 浆砌石护坡护岸   | P6~P9   |
| 4  |       | 浆砌石渠道衬砌   | P10~P11 |
| 5  |       | 石笼网护坡护岸   | P12~P15 |
| 6  |       | 抛石护脚      | P16~P18 |
| 7  | 混凝土类  | 现浇混凝土护坡   | P19~P22 |
| 8  |       | 混凝土渠道衬砌   | P23~P26 |
| 9  |       | 六方块护坡     | P27~P30 |
| 10 |       | 空心六方块护坡   | P31~P34 |
| 11 |       | 自嵌式连锁块护坡  | P35~P36 |
| 12 |       | 自嵌式挡墙护岸   | P37~P39 |
| 13 |       | 铰链混凝土排护脚  | P40~P42 |
| 14 |       | 生态框格护坡    | P43~P46 |
| 15 |       | 箱式生态框挡墙护岸 | P47~P52 |
| 16 |       | 混凝土板桩护岸   | P53~P55 |
| 17 | 土工制品类 | 土工格室护坡    | P56~P57 |
| 18 |       | 三维土工网垫护坡  | P58~P60 |
| 19 |       | 生态土工袋护坡   | P61~P62 |
| 20 |       | 土工模袋护坡    | P63~P64 |
| 21 |       | 土工膜防渗衬砌   | P65~P66 |

| 序号 | 类别    | 图名            | 页码      |
|----|-------|---------------|---------|
| 22 | 植物类   | 喷播草籽护坡        | P67~P68 |
| 23 |       | 铺草皮护坡         | P69~P70 |
| 24 |       | 活木扦插护坡        | P71~P72 |
| 25 |       | 桩木栅栏护岸        | P73~P78 |
| 26 | 复合式护坡 | 混凝土板桩+生态护坡复合式 | P79     |
| 27 |       | 石笼网挡墙+生态护坡复合式 | P80     |
| 28 |       | 混凝土护坡+生态护坡复合式 | P81     |
| 29 | 细部大样  | 亲水步道          | P82~P83 |
| 30 |       | 分缝            | P84     |
| 31 |       | 反滤            | P85     |
| 32 |       | 其他细部结构        | P86     |

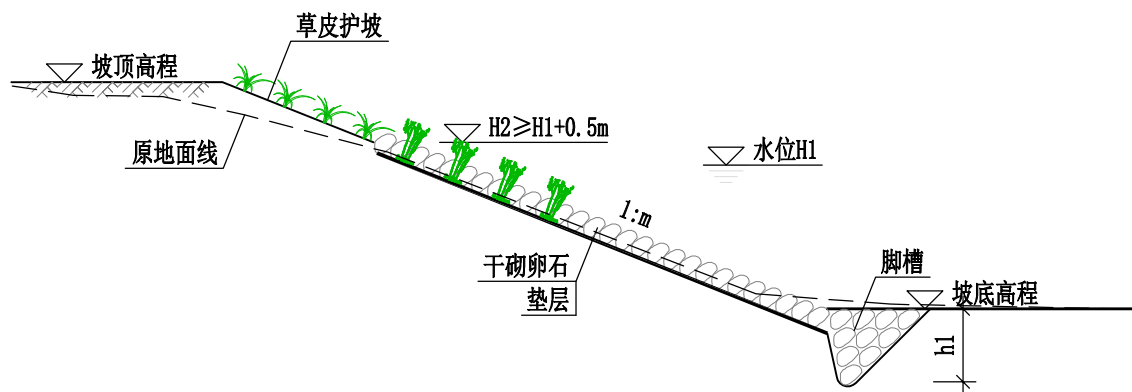
### 干砌块石护坡设计断面图



### 干砌块石护岸设计断面图



### 干砌卵石护坡设计断面图



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 护坡厚度根据计算确定, 宜为300mm~500mm, 下部一般铺设100mm厚砂砾石垫层。
3. 干砌石护岸结构型式一般为重力式, 护岸断面尺寸应根据填土高度经抗滑稳定计算合理确定; 挡墙顶部宽度、基础厚度不宜小于0.5m, 基础埋深宜为冲刷深度以下0.5m~1.0m, 否则应采取可靠的防冲措施。

干砌石护坡最小计算厚度参考表

| 风区长度 (m) | 水深 (m) | 厚度D (mm)    |     |             |     |             |     |             |     |             |     |
|----------|--------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|          |        | 设计风速: 12m/s |     | 设计风速: 15m/s |     | 设计风速: 18m/s |     | 设计风速: 21m/s |     | 设计风速: 24m/s |     |
|          |        | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 |
| 100      | 3      | 45          | 37  | 57          | 47  | 69          | 57  | 82          | 67  | 95          | 77  |
|          | 5      | 45          | 37  | 57          | 47  | 70          | 57  | 83          | 68  | 96          | 78  |
|          | 8      | 45          | 37  | 58          | 47  | 70          | 58  | 83          | 68  | 96          | 79  |
|          | 10     | 45          | 37  | 58          | 47  | 70          | 58  | 83          | 68  | 97          | 79  |
|          | 15     | 45          | 37  | 58          | 47  | 71          | 58  | 84          | 68  | 97          | 79  |
| 200      | 3      | 61          | 50  | 77          | 63  | 91          | 76  | 110         | 90  | 127         | 104 |
|          | 5      | 61          | 50  | 78          | 64  | 95          | 78  | 112         | 92  | 130         | 106 |
|          | 8      | 62          | 50  | 79          | 64  | 96          | 78  | 113         | 93  | 131         | 107 |
|          | 10     | 62          | 50  | 79          | 64  | 96          | 78  | 114         | 93  | 131         | 107 |
|          | 15     | 62          | 50  | 79          | 64  | 96          | 79  | 114         | 93  | 132         | 108 |
| 500      | 3      | 90          | 73  | 113         | 93  | 137         | 112 | 160         | 131 | 183         | 150 |
|          | 5      | 91          | 75  | 116         | 95  | 141         | 115 | 166         | 136 | 192         | 156 |
|          | 8      | 92          | 75  | 118         | 96  | 143         | 117 | 169         | 138 | 196         | 160 |
|          | 10     | 92          | 76  | 118         | 96  | 144         | 118 | 170         | 139 | 197         | 161 |
|          | 15     | 93          | 76  | 119         | 97  | 145         | 118 | 171         | 140 | 198         | 162 |
| 1000     | 3      | 119         | 97  | 149         | 122 | 179         | 146 | 207         | 169 | 235         | 192 |
|          | 5      | 123         | 100 | 156         | 127 | 189         | 154 | 221         | 181 | 254         | 207 |
|          | 8      | 125         | 102 | 160         | 130 | 193         | 158 | 228         | 186 | 263         | 215 |
|          | 10     | 126         | 103 | 161         | 131 | 195         | 159 | 230         | 188 | 265         | 217 |
|          | 15     | 126         | 103 | 161         | 132 | 197         | 161 | 233         | 190 | 269         | 219 |
| 2000     | 3      | 154         | 126 | 191         | 156 | 226         | 185 | 259         | 211 | 290         | 237 |
|          | 5      | 164         | 134 | 206         | 168 | 248         | 202 | 288         | 236 | 328         | 268 |
|          | 8      | 168         | 137 | 213         | 174 | 259         | 211 | 304         | 248 | 349         | 285 |
|          | 10     | 170         | 140 | 216         | 176 | 262         | 214 | 308         | 252 | 355         | 290 |
|          | 15     | 171         | 140 | 218         | 178 | 266         | 217 | 314         | 256 | 362         | 296 |

注：①干砌石护坡厚度计算采用《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）附录D.3.1条计算公式；考虑石料粒径，干砌石护坡厚度一般不小于300mm。  
 ②设计风浪的设计风速采用历年汛期最大风速平均值的1.5倍。

# 干砌石护坡护岸设计说明

## 1. 适用条件

- (1) 当地石材丰富河段，便于就地取材；
- (2) 干砌石护坡适用于 $m \geq 1.5$ 的稳定边坡上；
- (3) 干砌石护岸合理建筑高度在4m以下，适用于非地震区小型工程的较陡岸坡防护。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、护坡厚度、冲刷深度计算按GB 50286-2013附录D的规定执行。

挡墙稳定计算按SL 379-2007第6.3、6.4节的规定执行。

## 3. 材料要求

- (1) 石材的强度等级不低于MU30；
- (2) 石料应大小均匀、质地应坚硬、面石单块重不小于设计要求；
- (2) 无风化剥落和裂纹，表面无水锈和杂物，不得使用薄片、尖角等形状块石以及风化岩、泥岩等。

## 4. 施工工艺

(1) 施工准备：修坡至设计坡比，按设计厚度要求铺设垫层，垫层厚度允许偏差为 $\pm 15\%$ 设计厚度。

(2) 块石干砌：人工砌筑，块石砌筑应平整、稳定、密实、错缝，还应满足以下要求：

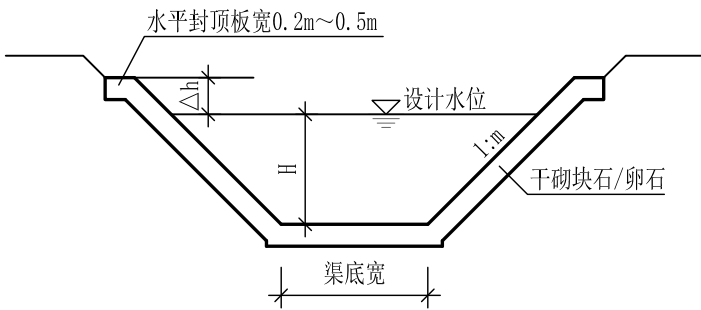
- 1) 坡面应有均匀的颜色和外观。
- 2) 坡面的干砌石砌筑，以一层与一层错缝锁结方式铺砌，严禁出现通缝。护坡表面须平整，砌石空隙率不得超过30%，砌缝宽度不应大于25mm，砌石边缘应顺直、整齐牢固、严禁出现通缝、叠砌和浮塞。
- 3) 不得在外露面用块石砌筑，而中间以小石填心；承受大风浪冲击的堤段，宜用粗料石丁、扣砌筑。
- 4) 应由低向高竖砌，大面朝下，嵌紧、整平、铺砌厚度应达到设计要求。
- 5) 卵石护坡砌筑时应令长尺寸一面与坡面垂直，用以抵御强水流。

## 5. 注意事项

护坡高度超过6m时，临水侧护坡宜设置戕台，戕台宽度不宜小于1.5m。



干砌块石/卵石渠道衬砌断面图



干砌卵石渠道衬砌断面图

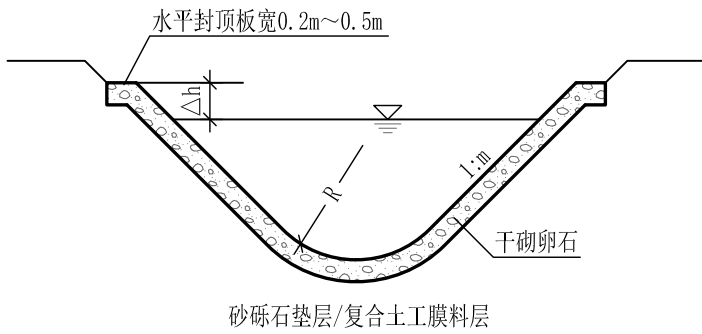


表1 下部垫层说明

| 类型          | 垫层说明                   |
|-------------|------------------------|
| 干砌卵石渠道      | 砂砾石垫层/复合土工膜料层          |
| 防渗等级3级及以上渠道 | 加铺黏土/三合土/塑性水泥土/复合土工膜料层 |

说明：  
1. 本图高程单位以m计，其余尺寸单位以mm计。  
2. m为坡度，H为水深， $\Delta h$ 为超高。

# 干砌石渠道衬砌设计说明

## 1. 适用条件

干砌石坡式衬砌结构宜用于对防渗不做要求，仅保持渠道断面和过流能力的渠道衬砌，防渗等级为V级。

## 2. 设计计算

渠道的断面尺寸计算按GB/T 50600-2020第5.3.4条的规定执行。

干砌石衬砌厚度计算按GB/T 50600-2020第5.6.10条的规定执行。

## 3. 材料要求

料石外形宜方正，表面凹凸不应大于10mm；块石宜上下面平整、无尖角薄边，块重不应小于20kg；卵石的长径不应小于20cm；石板表面应平整、规则，厚度不应小于20kg。

## 4. 施工工艺

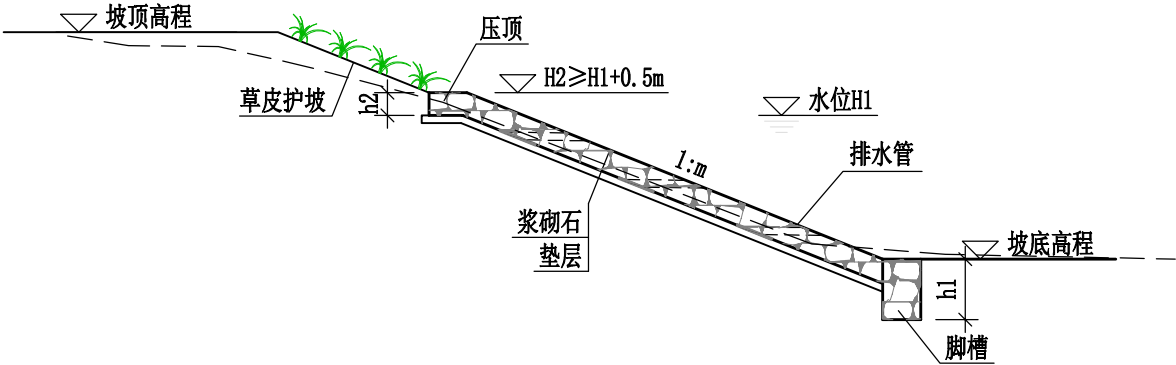
(1) 施工前准备：应先洒水润湿渠基，然后在渠基或垫层上铺一层厚度2cm~5cm的砂浆，再铺砌石料。砌体宜均衡上升，相邻段砌筑高差和每日砌筑高度不宜超过1.2m。

(2) 砌筑顺序：先渠底后渠坡；砌渠底时，平渠底宜从渠坡脚的一边砌向另一边，弧形渠底应从渠中线向两边砌筑；渠坡从下而上逐排砌筑；卵石下铺设膜料时，应在膜料上铺设土料过渡层，边铺膜，边压土，边砌石。

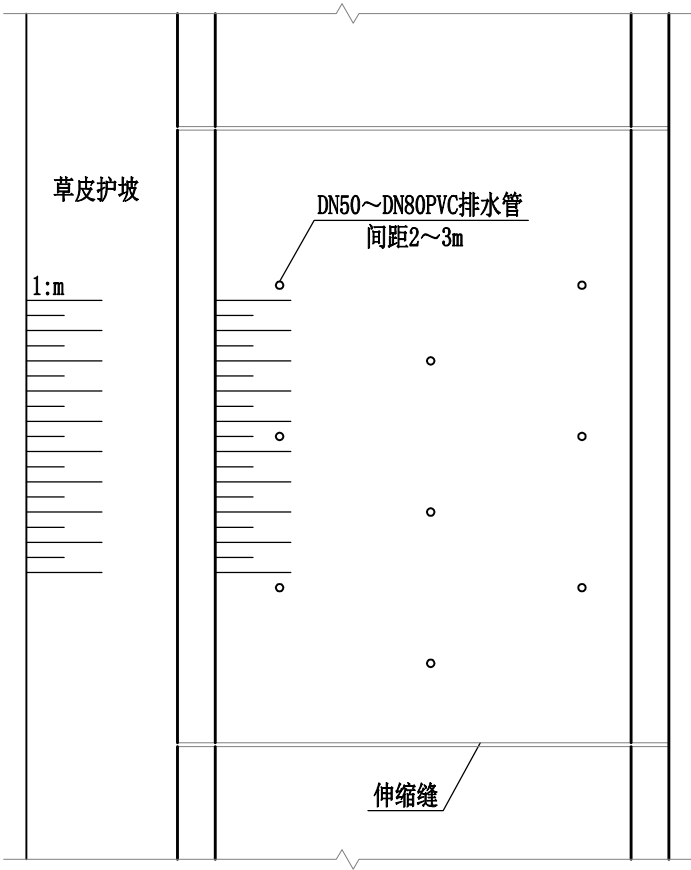
(3) 砌筑：卵石长边应垂直于渠底或渠坡立砌，不应前俯后仰，左右倾斜，卵石的较宽侧面应垂直于水流方向；每排卵石应厚薄相近，大头朝下，错开茬口，挤紧砌实；渠底两边和渠坡脚的第一排卵石，应比其他卵石大8cm~12cm；卵石砌筑后，应先用小石填缝至缝深的一半，再用片状石块卡缝；用较大的卵石水平砌筑封顶石。

(4) 养护：砌筑后应在12h内开始养护，养护时间不应少于14d。

浆砌石护坡设计断面图



浆砌石护坡设计平面图



- 说明：
- 1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
  - 2. 浆砌石护坡在首末端、急流转弯处宜设置封边，脚槽根据冲刷计算确定尺寸及埋深。
  - 3. 浆砌石护坡应埋设排水管，排水管间距不宜大于3m，宜采用直径50mm~80mm的管材，从坡后到坡前应设不小于3%的纵坡，排水后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。
  - 4. 浆砌石护坡顺水流向、垂直水流方向每隔10m~15m设置一道伸缩缝，缝宽20mm，常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等。

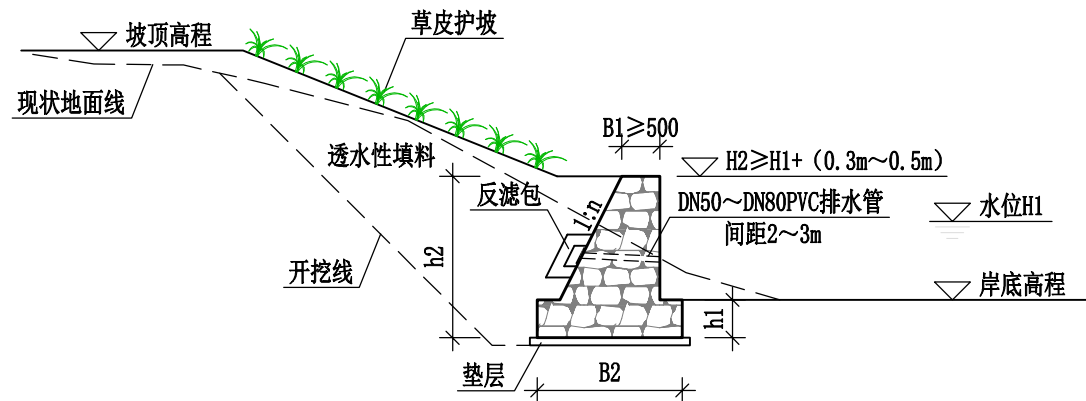
### 浆砌石护坡最小计算厚度参考表

| 风区长度 (m) | 水深 (m) | 厚度D (mm)    |     |             |     |             |     |             |     |             |     |
|----------|--------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|          |        | 设计风速: 12m/s |     | 设计风速: 15m/s |     | 设计风速: 18m/s |     | 设计风速: 21m/s |     | 设计风速: 24m/s |     |
|          |        | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 |
| 100      | 3      | 39          | 32  | 49          | 40  | 60          | 49  | 71          | 58  | 82          | 67  |
|          | 5      | 39          | 32  | 49          | 40  | 60          | 49  | 71          | 58  | 83          | 67  |
|          | 8      | 39          | 32  | 50          | 41  | 61          | 50  | 72          | 59  | 83          | 68  |
|          | 10     | 39          | 32  | 50          | 41  | 61          | 50  | 72          | 59  | 83          | 68  |
|          | 15     | 39          | 32  | 50          | 41  | 61          | 50  | 72          | 59  | 83          | 68  |
| 200      | 3      | 52          | 43  | 67          | 54  | 81          | 66  | 95          | 78  | 110         | 90  |
|          | 5      | 53          | 43  | 67          | 55  | 82          | 67  | 97          | 79  | 112         | 91  |
|          | 8      | 53          | 43  | 68          | 55  | 83          | 67  | 98          | 80  | 113         | 92  |
|          | 10     | 53          | 43  | 68          | 55  | 83          | 67  | 98          | 80  | 113         | 92  |
|          | 15     | 53          | 43  | 68          | 55  | 83          | 68  | 98          | 80  | 114         | 93  |
| 500      | 3      | 78          | 63  | 98          | 80  | 119         | 97  | 139         | 114 | 159         | 130 |
|          | 5      | 79          | 64  | 101         | 82  | 122         | 100 | 144         | 118 | 166         | 135 |
|          | 8      | 80          | 65  | 102         | 83  | 124         | 101 | 146         | 119 | 169         | 138 |
|          | 10     | 80          | 65  | 102         | 83  | 124         | 101 | 147         | 120 | 170         | 139 |
|          | 15     | 80          | 65  | 129         | 83  | 125         | 102 | 148         | 121 | 171         | 139 |
| 1000     | 3      | 103         | 84  | 135         | 106 | 155         | 127 | 181         | 147 | 205         | 167 |
|          | 5      | 106         | 87  | 138         | 110 | 163         | 133 | 192         | 157 | 220         | 180 |
|          | 8      | 108         | 88  | 139         | 112 | 167         | 136 | 197         | 161 | 227         | 185 |
|          | 10     | 108         | 88  | 139         | 113 | 168         | 137 | 199         | 162 | 229         | 187 |
|          | 15     | 109         | 89  | 139         | 113 | 170         | 138 | 201         | 164 | 232         | 189 |
| 2000     | 3      | 134         | 109 | 166         | 136 | 197         | 161 | 226         | 185 | 254         | 207 |
|          | 5      | 141         | 115 | 178         | 146 | 215         | 175 | 251         | 205 | 285         | 233 |
|          | 8      | 145         | 118 | 184         | 150 | 224         | 183 | 263         | 215 | 302         | 247 |
|          | 10     | 146         | 121 | 186         | 152 | 226         | 185 | 267         | 218 | 307         | 251 |
|          | 15     | 148         | 121 | 188         | 154 | 229         | 187 | 271         | 221 | 313         | 255 |

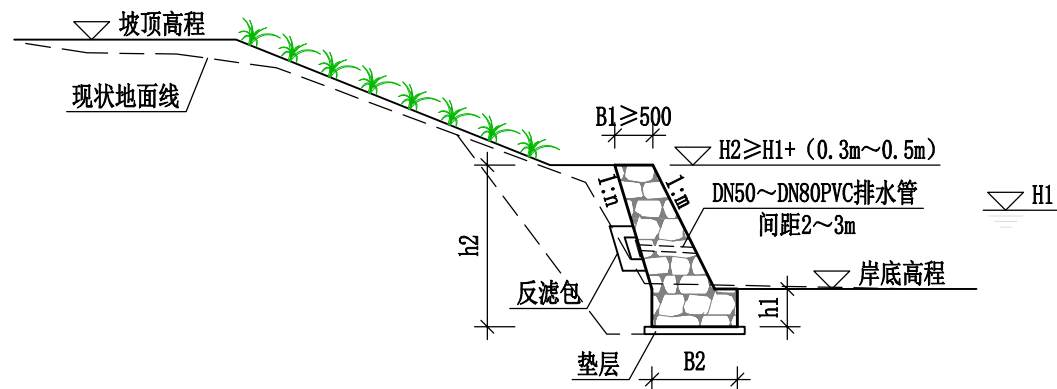
注：①浆砌石护坡厚度计算采用《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）附录D.3.1条计算公式（计算波高一般取用 $H_{1\%}$ 的波高）；考虑石料粒径，浆砌石护坡厚度一般不小于300mm。

②设计风浪的设计风速采用历年汛期最大风速平均值的1.5倍。

## 浆砌石护岸设计断面图一



## 浆砌石护岸设计断面图二



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 浆砌石挡墙护岸顶部宽度不应小于0.5m, 墙后填土不到顶时, 墙顶宽度宜适当放宽; 底板厚度不宜小于0.5m, 墙趾埋深宜为计算冲刷深度以下0.5~1.0m。
3. 护岸分段长度宜为10~20m; 伸缩缝宽20mm, 常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等, 有防渗要求时缝内应设止水。
4. 护岸内应埋设排水管, 排水管间距不宜大于3m, 宜采用直径50~80mm的管材, 从墙后到墙前应设不小于3%的纵坡, 最低一排排水管应高出地面不小于200mm, 排水管应保持通畅, 排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。

# 浆砌石护坡护岸设计说明

## 1. 适用条件

- (1) 当地石材丰富河段，便于就地取材；
- (2) 浆砌石护坡适用于 $m \geq 1.5$ 的稳定边坡上；
- (3) 浆砌石护岸适用于较陡岸坡、迎流顶冲岸坡防护。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、护坡厚度、冲刷深度计算按GB 50286-2013附录D的规定执行。

挡墙稳定计算按SL 379-2007第6.3、6.4节的规定执行。

## 3. 材料要求

块石：石料应大小均匀、质地应坚硬；无风化剥落和裂纹，表面无水锈和杂物，不得使用薄片、尖角等形状块石以及风化岩、泥岩等。

水泥砂浆：强度不应低于M7.5；应具有适宜的和易性，水泥砂浆稠度宜为30mm~50mm。

## 4. 施工工艺

- (1) 浆砌石护坡宜按先脚槽，后护坡，再压顶的顺序施工。
- (2) 砌筑前，应将石料上的泥垢冲洗干净，砌筑时保持砌石表面湿润。
- (3) 应采用坐浆法分层砌筑，铺浆厚宜30mm~50mm，随铺浆随砌石，砌缝需用砂浆填充饱满，不应无浆直接贴靠，砌缝内砂浆应插捣密实；不得先堆砌石块再用砂浆灌缝方式操作。

(4) 上、下层砌石应错缝砌筑；砌体外露面应平整美观，外露面上的砌缝宜预留不少于30mm深的空隙，以备勾缝处理；水平缝应不大于25mm，竖缝宽应不大于40mm。

(5) 砌筑因故停顿，且砂浆已超过初凝时间，应待砂浆强度达到2.5MPa后方可继续施工；继续砌筑前，应将原砌体表面的浮渣清除；砌筑时应避免振动下层砌体。

(6) 勾缝作业应符合下列要求：

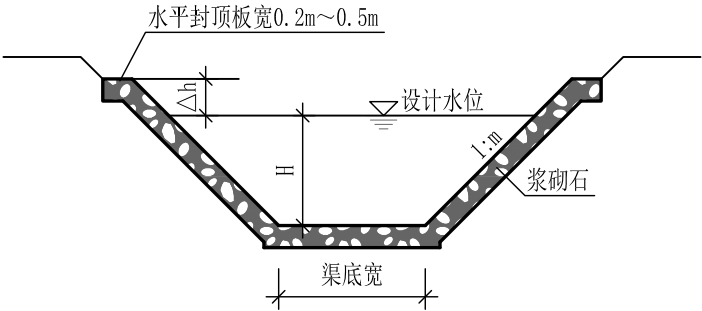
- 1) 勾缝前应先清缝，用水冲净并保持缝槽湿润。
- 2) 砂浆应分次向缝内填塞密实。
- 3) 勾缝砂浆强度等级应高于砌体砂浆。
- 4) 宜按实有砌缝勾平缝，不应勾假缝。
- 5) 勾缝完毕后应保持砌体表面湿润并做好养护。

(7) 砂浆配合比、性能等，应按设计强度等级要求通过试验确定，施工中应在砌筑现场随机制取试件。

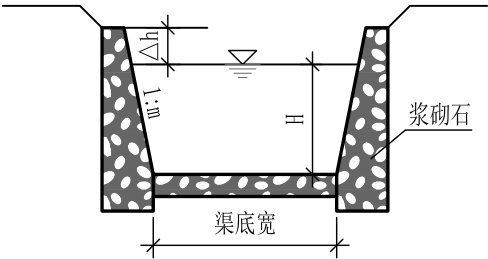
## 5. 注意事项

- (1) 护坡伸缩缝必须上下贯通，在基底土质有变化处或护坡地形变化处，还应增设伸缩缝。
- (2) 为增强护坡稳定性，护坡上端应设置压顶，下端应设置脚槽。
- (3) 拌制的砂浆应在初凝前使用完毕。

浆砌石渠道衬砌断面图一



浆砌石渠道衬砌断面图二



说明：  
1. 本图高程单位以m计，其余尺寸单位以mm计。  
2. m为坡度，H为水深， $\Delta h$ 为超高。

# 浆砌石渠道衬砌设计说明

## 1. 适用条件

浆砌石坡式衬砌结构宜用于对防渗不做要求，仅保持渠道断面和过流能力的渠道衬砌，防渗等级为V级。

浆砌石墙式衬砌结构宜用于对防渗有一定要求，以保持渠道断面和过流能力为主的渠道，防渗等级为IV~V级。

## 2. 设计计算

渠道的断面尺寸计算按GB/T 50600-2020第5.3.4条的规定执行。

浆砌石衬砌厚度计算按GB/T 50600-2020第5.6.10条的规定执行。

## 3. 材料要求

石料：料石外形宜方正，表面凹凸不应大于10mm；块石宜上下面平整、无尖角薄边，块重不应小于20kg；卵石的长径不应小于20cm；石板表面应平整、规则，厚度不应小于20kg；砌石的性能指标与检测方法应符合《砌石坝设计规范》SL 25的规定。

水泥砂浆（细粒混凝土）：强度等级应根据规范和砌石体的设计强度的要求确定，砂浆用水泥强度等级宜不低于42.5级，宜采用中粗砂；拌和物的表观密度不宜小于 $1.9t/m^3$ ；稠度宜在3cm~5cm范围内选用，分层度应不大于3cm；应采用机械搅拌，搅拌时间不应小于120s，掺用粉煤灰和外加剂砂浆搅拌时间

# 浆砌石渠道衬砌设计说明

不应小于180s；度宜在3cm~5cm范围内选用，分层度应不大于3cm；应采用机械搅拌，搅拌时间不应小于120s，掺用粉煤灰和外加剂砂浆搅拌时间不应小于180s；水泥砂浆的性能检测方法宜按《水工混凝土试验规程》SL 352的规定执行。

## 4. 施工工艺

（1）砌石结构在施工时，应先洒水润湿渠基，然后在渠基或垫层上铺一层厚度2cm~5cm的砂浆，再铺砌石料。砌体宜均衡上升，相邻段砌筑高差和每日砌筑高度不宜超过1.2m。

（2）石料安放：浆砌块石应大面朝外、错缝摆放，并应选择较大、较规整的块石砌在渠底和渠坡下部；浆砌料石和石板在渠坡应纵砌，在渠底应横砌，料石错缝距离宜为料石长的1/2；浆砌卵石，相邻两排应错开茬口，并选择较大的卵石砌于渠底和渠坡下部，大头朝下；浆砌块石挡土墙式防渗结构，应先砌角石、面石，后砌腹石，面石与腹石交错连接，面石中应有足量的丁石与腹石相连。

（3）石料砌筑：砌筑前石料表面的泥垢、水锈等杂质应清除干净，并洒水润湿；浆砌料石和块石，应随铺浆随砌石，干摆试放，分层砌筑，坐浆饱满，每层铺水泥砂浆厚度，料石宜为2cm~3cm，块石宜为3~5cm，块石缝宽超过5cm

时，应填塞小片石；卵石可采用挤浆砌筑；浆砌石板应保持砌缝密实平整，石板接缝间的不平整度不超过1cm。

3）勾缝：浆砌料石、块石、卵石和石板，宜在砌筑砂浆初凝前勾缝。勾缝自上而下用砂浆充填、压实和抹光。浆砌料石、块石和石板宜勾平缝；浆砌卵石宜勾凹缝，缝面宜低于砌石面1cm~2cm。

## 5. 注意事项

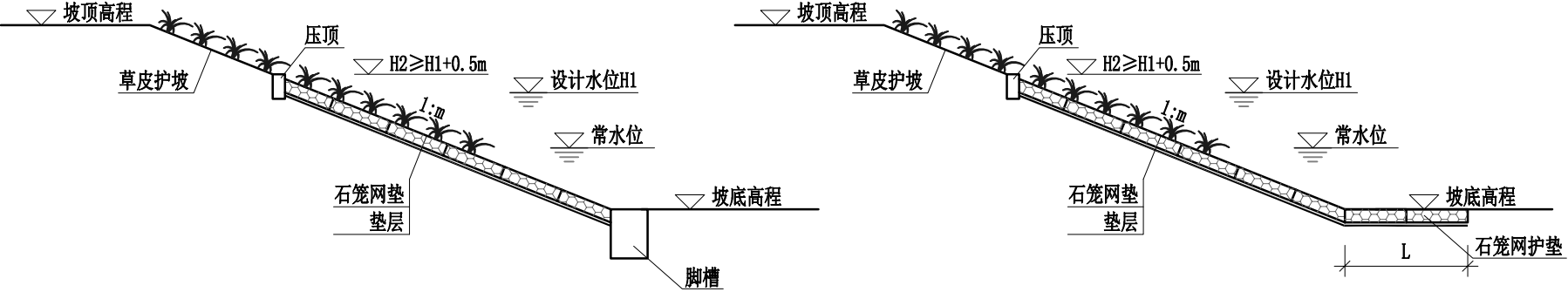
（1）浆砌石板防渗层下，应铺设厚度为4cm~5cm的砂料或水泥砂浆做垫层；

（2）防渗等级3级及以上渠道，在砌石层下应加铺黏土、三合土、塑性水泥土或复合土工膜料层；

（3）浆砌石应采用水泥砂浆或水泥混合砂浆砌筑，水泥砂浆勾缝，可采用细粒混凝土砌筑，细粒混凝土强度等级不低于C25，最大粒径不大于10mm。



石笼网垫护坡设计断面图



石笼网垫常用定型尺寸及适用条件

| 网垫厚度 (mm) | 填充石料      |            | 允许抗冲流速<br>(m/s) |
|-----------|-----------|------------|-----------------|
|           | 石材尺寸 (mm) | $d_w$ (mm) |                 |
| 170       | 70-100    | 85         | 2.5             |
|           | 70-150    | 110        | 3.0             |
| 230       | 70-100    | 85         | 3.0             |
|           | 70-150    | 120        | 3.5             |
| 300       | 70-120    | 100        | 3.5             |
|           | 100-150   | 125        | 4.0             |

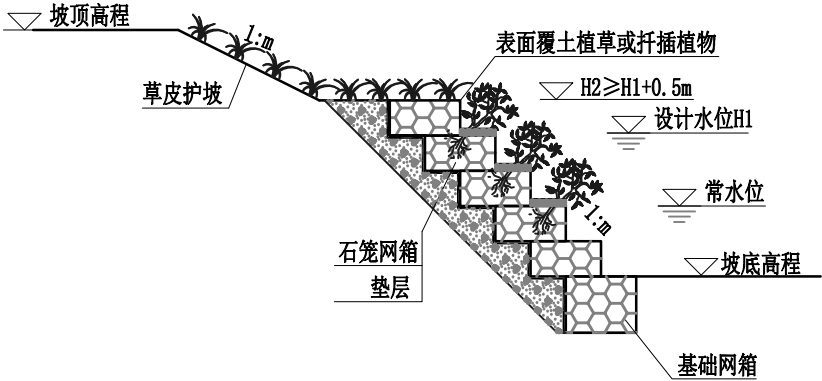
护坡工程量表 (每100m<sup>2</sup>坡面)

| 项目   | 单位             | 数量  | 备注       |
|------|----------------|-----|----------|
| 石笼网垫 | m <sup>2</sup> | 100 | 厚度依计算选取  |
| 种植土  | m <sup>3</sup> | 3   | 30%空隙    |
| 撒播草籽 | m <sup>2</sup> | 100 |          |
| 垫层   | m <sup>2</sup> | 100 |          |
| 土工布  | m <sup>2</sup> | 110 | 松铺系数1.10 |

说明:

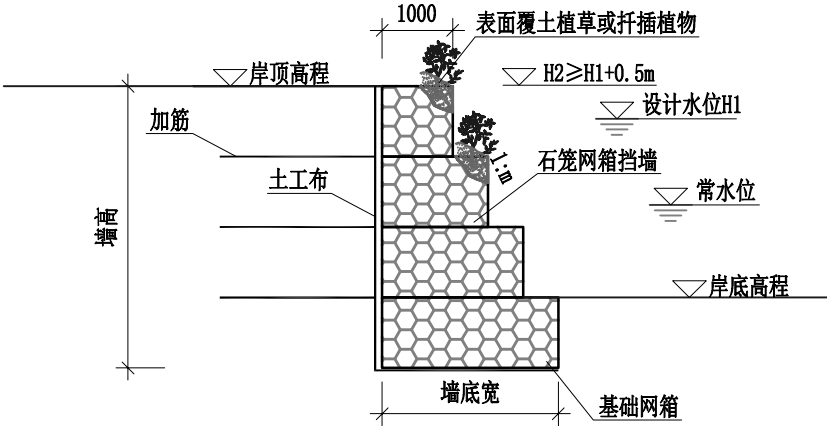
1. 本图高程以m计, 其余尺寸单位以mm计。
2. 当河道水流流速在2m/s~4m/s时可采用石笼网垫进行岸坡防护, 与土接触面可设土工布或砂砾石作为垫层。
3. 坡脚处可采用石笼网箱脚槽防冲, 埋深宜置于冲刷深度以下0.5m~1.5m;  
当冲刷严重或河床起伏不平时, 可设石笼网护垫, 长度L宜为冲刷深度的1.5~2.0倍。
4. 网垫厚度根据设计计算确定。
5. 常水位以上网垫内可填种植土, 表面植草或扦插植物。
6. 石笼网垫铺设边坡坡比宜缓于1:1.5。

石笼网箱护坡设计断面图



- 说明：
1. 本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
  2. 网箱与土结合面可设置土工布或砂砾石等作为垫层；
  3. 基础网箱埋深宜置于冲刷深度以下0.5m~1.5m。
  4. 石笼网箱可以根据工程实际需要选用不同的形式组合，本图集中所提供的为石笼网挡墙的标准断面，可根据不同工况及计算结果进行调整。
  5. 常水位以上网箱内可填种植土，表面植草或扦插植物。
  6. 若墙后填土稳定不足，可采用双向土工格栅等加筋方式进行加固。
  7. 墙后填土需满足工程压实度要求。

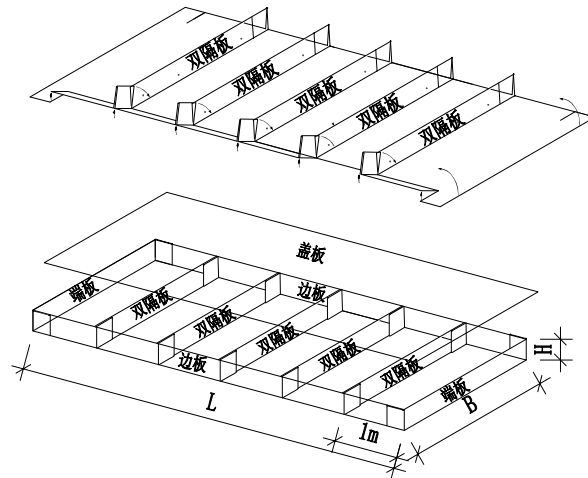
石笼网箱护岸设计断面图



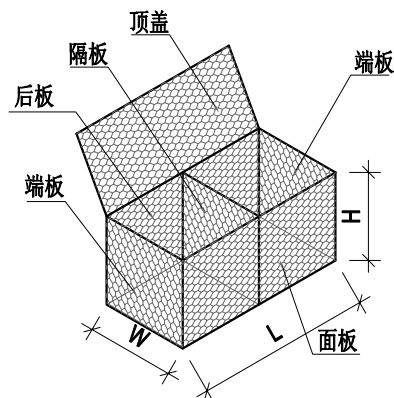
护岸工程量表（墙高1m，每延米）

| 项目   | 单位             | 数量   | 备注           |
|------|----------------|------|--------------|
| 石笼网箱 | m <sup>2</sup> | 1    | 临水面面积        |
| 种植土  | m <sup>3</sup> | 0.03 | 30%空隙        |
| 撒播草籽 | m <sup>2</sup> | 1    |              |
| 垫层   | m <sup>2</sup> | L    | L为斜坡长        |
| 土工布  | m <sup>2</sup> | 1.1L | 松铺系数1.10     |
| 加筋材料 | m <sup>2</sup> | /    | 根据岸坡稳定计算确定尺寸 |

## 石笼网细部构件图

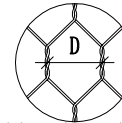


网垫构件部件图



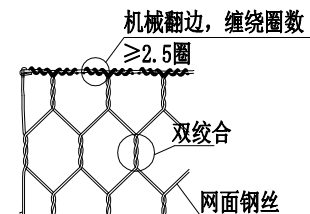
网箱构件部件图

L-网箱长度;  
W-网箱宽度;  
H-网箱高度;

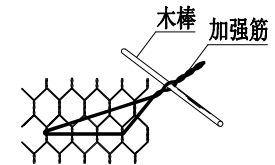


"D"是指两个连续的绞合钢丝轴心之间的距离。  
确定公差时取十个连续网格的平均值。

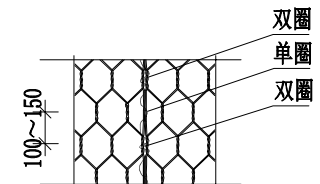
网孔示意图



机械翻边示意图



面板加强筋操作示意图



绞边示意图

说明:

1. 石笼网垫和网箱均属于工程用机编织钢丝网及组合体, 均为六边形双绞合钢丝网编制。
2. 网面裁剪后末端与边端钢丝的连接处是整个结构的薄弱环节, 为加强网面与边端钢丝的连接强度, 应采用专业的翻边机将网面钢丝缠绕在边端钢丝上 $\geq 2.5$ 圈, 不能采用手工绞。
3. 绑扎钢丝必须采用与网面钢丝一样材质的钢丝, 为保证联接强度需严格按照间隔10~15cm单圈—双圈连续交替绞合。
4. 为了保障表面的平整度, 靠表面30cm范围内宜按照干砌石标准进行施工;
5. 网垫、网箱的网面抗拉强度和防腐检测应符合YB/T 4190要求。

# 石笼网护坡护岸设计说明

## 1. 适用条件

石笼网垫常用于水位消落带、冬季水位变化区间、河道凹岸以及护坡坡脚等部位。石笼网箱多用于岸坡土体稳定性差、水流流速较大的水下岸坡。

## 2. 设计计算

- (1) 岸坡抗滑稳定、护坡厚度、冲刷深度按GB 50286 附录D的规定执行。
- (2) 石笼网挡墙稳定按CECS 353《生态格网结构技术规程》第6.3节进行计算。自重计算时应考虑30%的内部空隙率。

## 3. 材料要求

- (1) 钢丝网：工程用钢丝网材料按YB/T4190《工程用机编钢丝网及组合体》和YB/T 4221《工程机编钢丝网用钢丝》标准执行。
- (2) 反滤材料：反滤材料一般采用土工布或砂砾石层作为反滤层，土工布质量基本项技术要求参见GB/T 17640《土工合成材料 长丝机织土工布》，砂石反滤层应符合SL 274反滤层设计要求。
- (3) 填充石料：填充物可采用卵石、片石或块石，要求石材质地坚硬，饱和抗压强度>30Mpa，抗风化，遇水不易崩解和水解，严禁使用风化石。

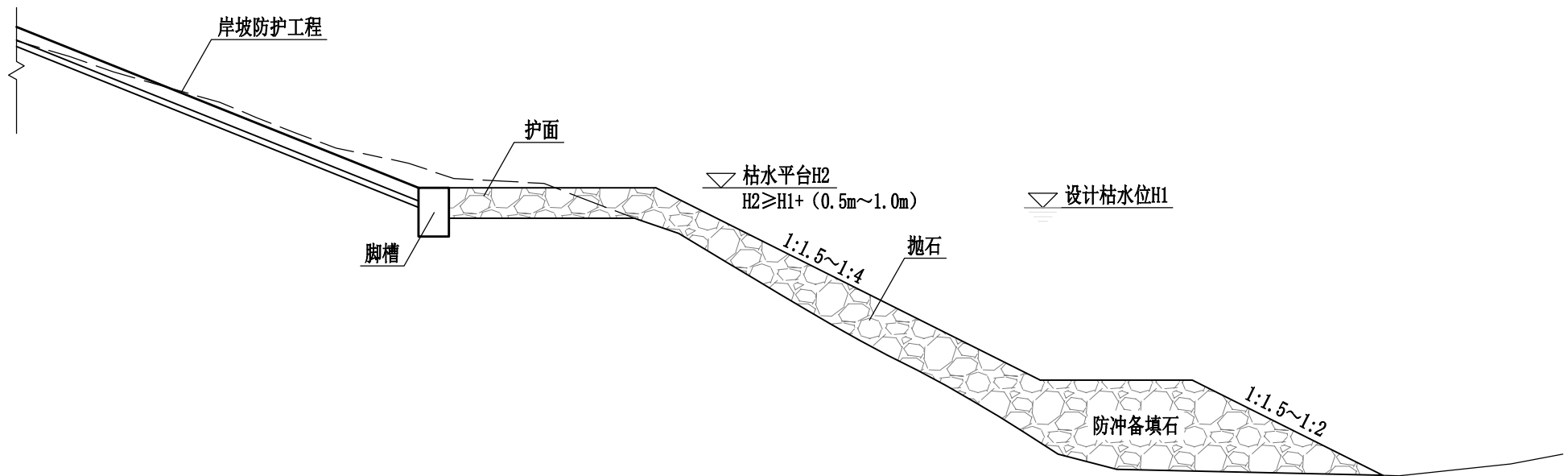
## 4. 施工工艺

- (1) 场地平整：按设计要求削坡并平整铺设面，坡面或基底面应平整、密实、无杂质。网箱的基底及其密实度，基础网箱入土深度和轮廓线长度及宽度，均应符合设计要求。
- (2) 组装石笼网：间隔网与网身成90°后绑扎成型，沿长边方向垂直布置拉筋钢丝，拉筋条数不少于3根/m。可架立临时钢管进行固定，防止变形，施工后拆除。绑扎钢丝和断头钢丝应弯折进石笼网内。
- (3) 填料：同时均匀的向一组石笼网的各个网格内填料，不应往单个网格内填料，网垫填料可一次填满高度，网箱填料应控制每层填料厚度在30cm以下。
- (4) 植被：石笼网封盖后，空隙处宜填满土壤，顶部宜填种植土。

## 5. 注意事项

- (1) 网箱层与层间应纵横交错，上下联结，严禁出现“通缝”。
- (2) 每层网箱组均应适当放置“丁”字箱体。
- (3) 由于植被的生长及成型需要一定的时间，因此要合理安排播种时间，预计施工后过水时间，留足植被生长时间。

## 抛石护脚设计断面图



说明：

1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 抛石范围：上端一般自枯水位开始，下端根据河床形式确定；对于深泓逼岸的河段，下端应达到深泓，对于深泓离岸较远的河段，可抛至河床坡度为1:3~1:4处。
3. 抛石厚度应不小于抛石粒径的2倍，水深流急处宜为3~4倍，大多控制在0.8m~1.2m范围内。
4. 抛石护脚顶部枯水平台，一般应高于设计枯水位0.5m~1.0m；应根据河床的可能冲刷深度、岸床土质，在抛石外缘加抛防冲和稳定加固的储备石方。
5. 枯水平台上部岸坡根据工程具体情况采取岸坡防护措施，坡脚脚槽尺寸及材质结合工程具体情况确定。

# 抛石护脚设计说明(1/2)

## 1. 适用条件

- (1) 当地石材丰富河段，便于就地取材；
- (2) 水下岸坡防护。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、块石抗冲粒径计算按GB 50286-2013附录D的规定执行。

防冲备填石石方量计算按《长江中下游护岸工程技术要求》（试行稿）第

4.2.2条的规定执行。

## 3. 材料要求

块石粒径以30~40cm为主，单个块石重量一般采用30~150kg，水深流急段可为200~300kg。石材要求石质坚硬，遇水不易破碎或水解，饱和抗压强度>30Mpa，干容重一般>24kN/m³，软化系数 $\alpha > 0.75$ ，冻融损失率（质量）<1%；不应使用薄片、条状、尖角等形状块石以及风化岩、泥岩等。

## 4. 施工工艺

(1) 抛石网格划分。划分网格顺水流方向长度一般根据抛石驳船装石甲板的有效长度确定，垂直水流方向宽度一般从保证抛石均匀性和质量检测要求等方面适当考虑。

(2) 测量放样。测量标识可在岸上按网格分界线设置控制桩，同时也可对应在水中设置浮标。

(3) 抛前断面测量。每个断面抛投前，由测量人员采用全站仪及测深仪，并配合以测杆、铅鱼式垂球，测出抛投前断面原始地面线，以便抛投完成后检测抛投效果。

(4) 抛投试验。正式抛石前，在施工水域对各种粒径（重量）的块石在不同水深、不同流速条件下进行落点水平漂移距离的测量试验，取得经验数据，再与漂距计算公式相结合，以指导施工中定位船准确定位。

(5) 石料称重试验。正式抛石前，选择一般装运状态的典型运石船，先进行石方丈量获得松散堆码体积，然后过磅称量石料，并按容重 $1.7t/m^3$ 换算为石料密实堆码体积，通过比较，得到松散堆码转换为密实堆码的空隙率，用于指导施工过程中的石料收方。

(6) 定位船定位。水下抛石施工采用定位船控制平面抛投位置。准确定位之前，须进行水深、流速等参数的测量，以便计算漂距，确定抛投提前量。取得抛投提前量数据以后，进行定位船的精确定位，以保证块石落入预定区域。

## 抛石护脚设计说明 (2/2)

(7) 块石抛投。按照先远岸后近岸，从上游往下游的顺序抛石，保证块石到位的准确性、均匀性和密实性。块石抛投一般采用人工，在单位面积抛投量较大的区域施工，亦可采用自卸式抛石船或机械抛投。

(8) 定位船移位。抛石船抛投块石的落点分布宽度约为1~2m，以此宽度为一个抛投挡位，定位船一次定位可挂靠抛石船完成一个或多个挡位的抛投，完成一次定位抛投区域后定位船即横向移动相应挡位的距离，直至整个断面抛投完成以后，定位船移位到下一个断面，依次进行。

(9) 抛后断面测量。当每一断面抛投完成以后，及时进行水下断面测量，监测抛投效果。同时对抛投的结果进行分析研究，用以指导下一断面的抛投施工。

### 5. 注意事项

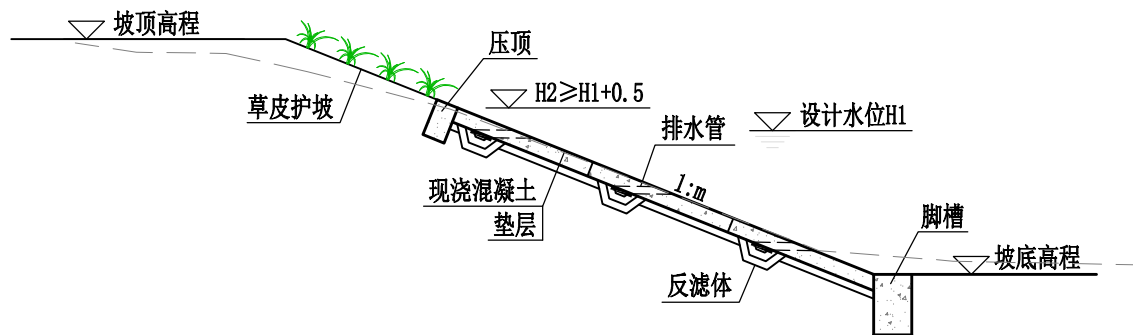
- (1) 抛投时机宜在枯水期内选择。
- (2) 施工前后均应进行水下抛护断面的测量，施工过程中，应定期测量抛投区的水深、流速、抛石位移、断面形状等基本情况。
- (3) 必要时应通过试验掌握抛石位移规律。

(4) 抛石应从最能控制险情的部位抛起，依次展开。

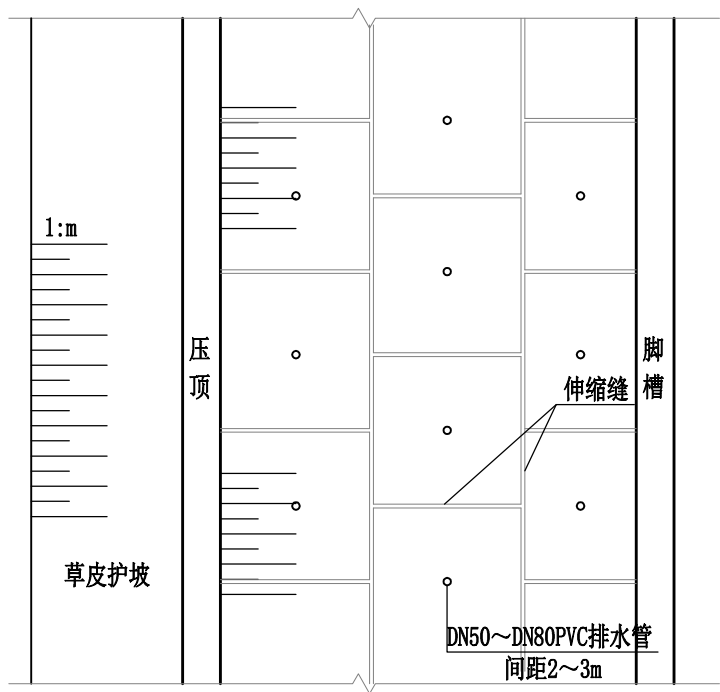
(5) 船上抛石应准确定位，顺序抛投，并及时探测水下抛石坡度、厚度，用以指导调整后续施工。

(6) 水深流急时，应先用较大石块在护脚部位下游侧抛一石埂，然后再逐次向上游侧抛投。

现浇混凝土护坡设计断面图



现浇混凝土护坡设计平面图



说明:

1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 现浇混凝土护坡纵横向宜每隔2m~3m设置一道伸缩缝，宜错缝布置；伸缩缝缝宽20mm，常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等，临水面可设置沥青等柔性填料；压顶、脚槽宜每隔10m~15m设置一道伸缩缝，缝宽20mm，嵌缝材料宜与护坡一致。
3. 护坡内应埋设排水管，排水管间距不宜大于3m，宜采用直径50mm~80mm的管材，外倾纵坡缓于3%，排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。



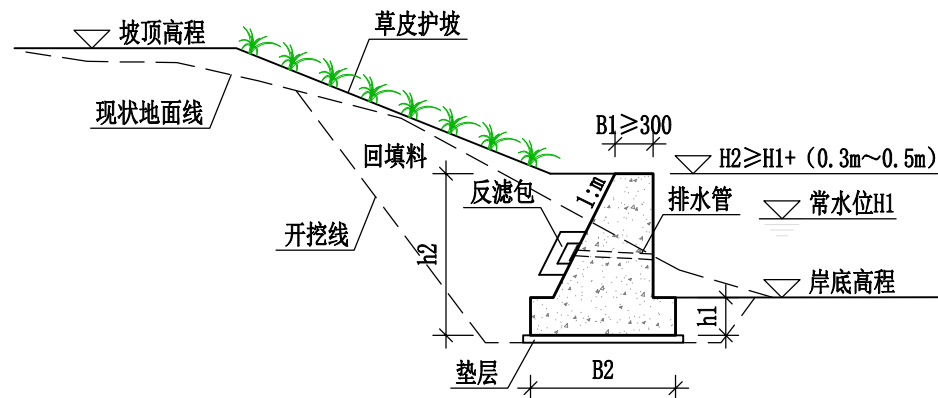
### 现浇混凝土护坡最小计算厚度参考表

| 风区长度 (m) | 水深 (m) | 厚度D (mm)    |     |             |     |             |     |             |     |             |     |
|----------|--------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|          |        | 设计风速: 12m/s |     | 设计风速: 15m/s |     | 设计风速: 18m/s |     | 设计风速: 21m/s |     | 设计风速: 24m/s |     |
|          |        | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 | m=2         | m=3 |
| 100      | 3      | 8           | 6   | 11          | 9   | 15          | 12  | 19          | 14  | 24          | 19  |
|          | 5      | 8           | 6   | 11          | 9   | 15          | 12  | 20          | 15  | 24          | 20  |
|          | 8      | 8           | 6   | 11          | 9   | 15          | 13  | 20          | 15  | 25          | 20  |
|          | 10     | 8           | 6   | 11          | 9   | 15          | 13  | 20          | 15  | 25          | 20  |
|          | 15     | 8           | 6   | 11          | 9   | 15          | 13  | 20          | 15  | 25          | 20  |
| 200      | 3      | 12          | 10  | 17          | 14  | 23          | 19  | 30          | 22  | 37          | 30  |
|          | 5      | 12          | 10  | 18          | 15  | 24          | 20  | 28          | 23  | 38          | 31  |
|          | 8      | 13          | 10  | 18          | 15  | 24          | 20  | 29          | 23  | 39          | 32  |
|          | 10     | 13          | 10  | 18          | 15  | 24          | 20  | 29          | 23  | 39          | 32  |
|          | 15     | 13          | 10  | 18          | 15  | 25          | 20  | 29          | 24  | 39          | 32  |
| 500      | 3      | 22          | 18  | 31          | 25  | 41          | 34  | 48          | 43  | 64          | 52  |
|          | 5      | 23          | 19  | 32          | 26  | 43          | 35  | 51          | 45  | 68          | 56  |
|          | 8      | 23          | 19  | 33          | 27  | 45          | 36  | 52          | 47  | 71          | 58  |
|          | 10     | 23          | 19  | 33          | 27  | 45          | 37  | 53          | 47  | 71          | 58  |
|          | 15     | 23          | 19  | 34          | 27  | 45          | 37  | 53          | 48  | 72          | 59  |
| 1000     | 3      | 33          | 27  | 47          | 38  | 61          | 50  | 70          | 62  | 92          | 75  |
|          | 5      | 35          | 29  | 50          | 41  | 67          | 55  | 77          | 69  | 104         | 85  |
|          | 8      | 36          | 30  | 53          | 42  | 70          | 57  | 81          | 73  | 110         | 90  |
|          | 10     | 37          | 30  | 53          | 43  | 70          | 58  | 90          | 74  | 112         | 91  |
|          | 15     | 37          | 30  | 53          | 43  | 72          | 58  | 92          | 75  | 114         | 93  |
| 2000     | 3      | 49          | 40  | 68          | 55  | 87          | 71  | 106         | 86  | 125         | 102 |
|          | 5      | 54          | 44  | 76          | 62  | 100         | 82  | 126         | 103 | 152         | 124 |
|          | 8      | 56          | 46  | 81          | 66  | 107         | 88  | 137         | 111 | 168         | 137 |
|          | 10     | 57          | 47  | 82          | 67  | 110         | 90  | 140         | 114 | 172         | 141 |
|          | 15     | 58          | 48  | 84          | 68  | 112         | 92  | 144         | 118 | 179         | 146 |

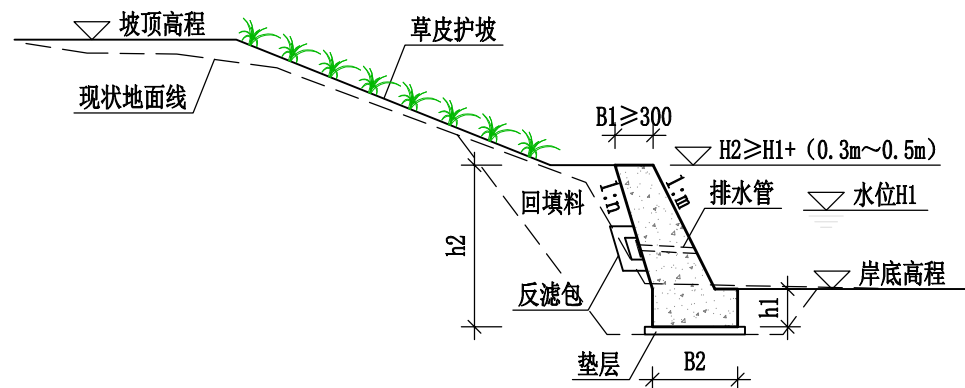
注: ①混凝土板护坡厚度计算采用《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)附录D. 3. 3条计算公式;

②为便于混凝土浇筑振捣, 混凝土护坡护坡厚度一般不小于100mm。

## 现浇混凝土护岸设计断面图一



## 现浇混凝土护岸设计断面图二



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 现浇混凝土护岸顶部宽度不应小于0.3m, 墙后填土不到顶时, 墙顶宽度宜适当放宽; 底板厚度不宜小于0.3m, 墙趾埋深宜为计算冲刷深度以下0.5~1.0m。
3. 护岸分段长度宜为10~20m; 伸缩缝宽20mm, 常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等。
4. 护岸内应埋设排水管, 排水管间距不宜大于3m, 宜采用直径50mm~80mm的管材, 从墙后到墙前应设不小于3%的纵坡, 最低一排排水管应高出地面不小于200mm, 排水管应保持直通无阻, 排水管后应设级配良好的滤层及性能良好的集、排水设施。

# 现浇混凝土护坡护岸设计说明

## 1. 适用条件

(1) 现浇混凝土护坡适用于 $m \geq 1.5$ 的稳定边坡，流速 $2 \sim 8\text{m/s}$ 的河段护坡；地质条件差、冲刷严重河段可采用钢筋混凝土护坡，纵横向配置直径12/14mm双层钢筋网。

(2) 现浇混凝土护岸多为重力式结构型式，建筑质量易控制，自身稳定性好，施工简便，应用广泛。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、护坡厚度计算按GB 50286-2013附录D的规定执行。

## 3. 材料要求

混凝土：强度等级不小于C20；水泥、水、粗细骨料等主要建筑材料的技术指标应满足SL677-2014的规定。

## 4. 施工工艺

- (1) 现浇混凝土护坡宜按先脚槽，后护坡，再压顶的顺序施工。
- (2) 坡面处理：应按设计要求削坡，坡面应平整、压实；坡面应经验收合格后，方可进行混凝土浇筑仓面的准备工作。

(3) 垫层铺设：厚度允许偏差为 $\pm 15\%$ 设计厚度。

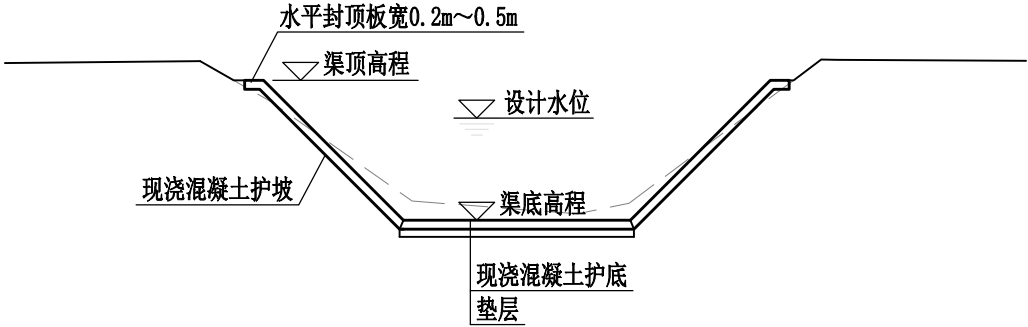
(4) 混凝土浇筑：宜采用平铺法，从低处开始浇筑，入仓混凝土应及时平仓振捣，不应堆积；浇筑面宜保持水平，收仓面与坡面接触处宜与坡面垂直。混凝土浇筑过程中，不应在仓内加水。

(5) 混凝土养护：混凝土初凝后可采用洒水或流水等方式养护。混凝土养护时间不宜少于28d，养护期间混凝土表面及所有侧面始终保持湿润。混凝土养护应有专人负责，并详细记录。

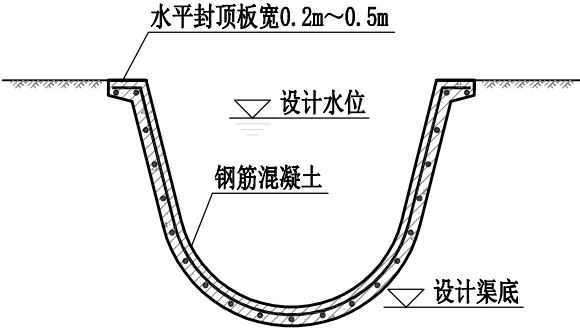
## 5. 注意事项

(1) 合理设计护坡厚度及垫层，重视反滤排水、结构缝设置。

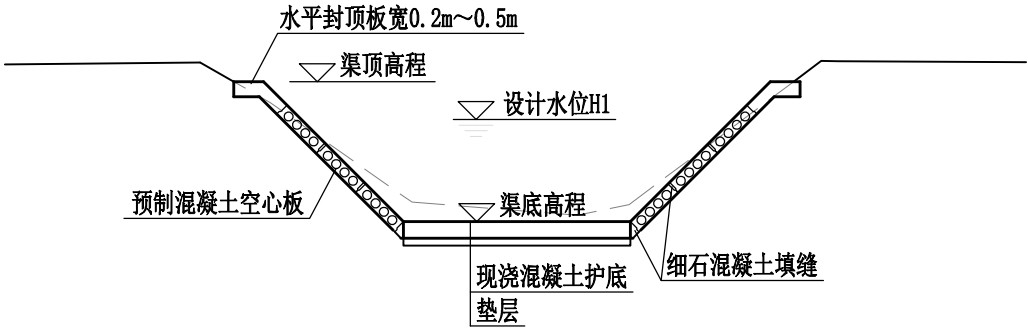
混凝土渠道衬砌设计断面图



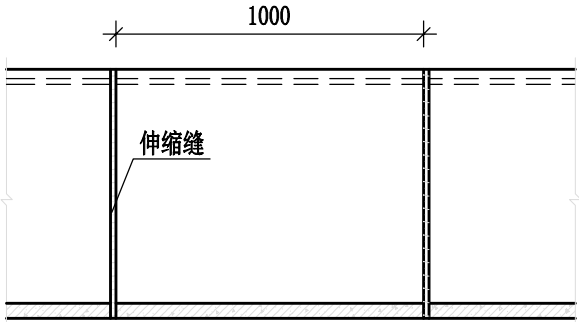
渠道混凝土预制槽设计断面图



渠道空心板衬砌设计断面图



渠道混凝土预制槽纵断面图



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 渠道断面形式可选用梯形、矩形、复合形、弧形底梯形、弧形坡脚梯形、U形, 设计中应根据渠道级别、规模、现状条件、防渗结构和渠基处理形式等因素, 经技术经济比较分析确定。
3. 混凝土渠道衬砌宜采用等厚板, 其中现浇混凝土允许不冲流速 $<8\text{m/s}$ , 预制铺砌允许不冲流速 $<5\text{m/s}$ 。
4. 5级渠道宜采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工的预制混凝土槽; 流量小于 $1\text{m}^3/\text{s}$ 时, 宜采用整体式预制渠槽。
5. 渠道伸缩缝填充材料可选用石油沥青聚氨酯、止水带、沥青砂浆、遇水膨胀橡胶、密封嵌缝板、密封胶等。
6. 地下水位高于渠底时, 混凝土板应设置排水孔, 孔径宜为 $5\text{cm}\sim 10\text{cm}$ , 孔距可为 $2\text{m}\sim 3\text{m}$ , 呈梅花形布置。

表1 渠道防渗衬砌混凝土最低强度和耐久性等级

| 化学侵蚀等级 | 混凝土性能 | 设计使用年限 |      |      |
|--------|-------|--------|------|------|
|        |       | 50年    | 30年  | 20年  |
| 无侵蚀    | 强度等级  | C25    | C25  | C25  |
|        | 抗冻等级  | F100   | F50  | F50  |
|        | 抗渗等级  | ≥W6    |      |      |
| 轻度     | 强度等级  | C25    | C25  | C25  |
|        | 抗冻等级  | F150   | F100 | F50  |
|        | 抗渗等级  | ≥W6    |      |      |
| 中度     | 强度等级  | C30    | C25  | C25  |
|        | 抗冻等级  | F200   | F150 | F100 |
|        | 抗渗等级  | ≥W6    |      |      |
| 严重     | 强度等级  | C35    | C30  | C25  |
|        | 抗冻等级  | F250   | F200 | F150 |
|        | 抗渗等级  | ≥W8    |      |      |

注：预制混凝土构件的最低强度等级要提高一个等级，但不低于C35。

表4 混凝土防渗渠道的伸缩缝间距

| 防渗材料和施工方式  | 伸缩缝间距 (m) |     |
|------------|-----------|-----|
|            | 纵缝        | 横缝  |
| 钢筋混凝土，现场浇筑 | 4~8       | 4~8 |
| 混凝土，现场浇筑   | 3~5       | 4~8 |
| 混凝土，预制铺砌   | 4~8       | 6~8 |

表2 挖方渠道最小边坡系数

| 土类                    | 渠道深度 (m)  |      |      |
|-----------------------|-----------|------|------|
|                       | <1        | 1~2  | 2~3  |
| 夹砂的卵石和砾石              | 1.25      | 1.50 | 1.50 |
| 黏土、粉土、<br>含砾细粒土、含砂细粒土 | 1.00      | 1.00 | 1.25 |
| 黏土质砂、粉土质砂             | 1.25      | 1.25 | 1.50 |
| 含细粒土砂                 | 1.50      | 1.50 | 1.75 |
| 砂                     | 1.75      | 2.00 | 2.25 |
| 强风化岩石                 | 0.10~0.20 | 0.20 | 0.25 |
| 弱风化和未风化的岩石            | 0~0.05    | 0.05 | 0.10 |

表3 填方渠道最小边坡系数

| 土 类                 | 填方高度 (m) |      |      |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|------|------|
|                     | <1       |      | 1~2  |      | 2~3  |      |
|                     | 内坡       | 外坡   | 内坡   | 外坡   | 内坡   | 外坡   |
| 黏土、粉土               | 1.00     | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 1.00 |
| 含砾细粒土、含砂细粒土         | 1.25     | 1.00 | 1.25 | 1.00 | 1.50 | 1.25 |
| 黏土质砂、粉土质砂<br>含砂细粒土砂 | 1.50     | 1.25 | 1.50 | 1.25 | 1.75 | 1.50 |
| 砂                   | 1.75     | 1.50 | 2.00 | 1.75 | 2.25 | 2.00 |

说明：

1. 渠道防渗衬砌混凝土的性能应满足表1的要求，
2. 深挖方和高填方渠道边坡可采用复式或阶梯形断面，渠底以上每隔5m~10m设宽度不小于1.0m的戗台。
3. 渠道深度≤3m的挖方渠道，最小边坡系数可按表2选用，也可按工程类比法确定。
4. 填方渠道的渠堤填方高度≤3m，其内外边坡最小边坡系数可按表3选用。
5. 渠道防渗衬砌混凝土应设置伸缩缝，伸缩缝间距按表4选用，伸缩缝宽度宜为2cm~4cm；当采用衬砌机械连续浇筑混凝土时，伸缩缝宽度可采用1cm~2cm。

# 混凝土渠道衬砌设计说明（1/2）

## 1. 适用条件

（1）现浇混凝土：适用于对防渗要求较高的渠段，防渗等级为Ⅲ级～Ⅴ级；对防渗要求高的渠段，可在衬砌板下部铺设防渗膜料，防渗等级为Ⅰ级～Ⅴ级。

（2）预制混凝土板：采用细石混凝土填缝，适用于对防渗有一定要求，以保持渠道断面和过流能力为主的渠道，防渗等级为Ⅳ级～Ⅴ级；不填缝，适用于对防渗不做要求，仅保持渠道断面和过流能力的渠道。

（3）预制混凝土槽：适用于5级渠道，整体式预制渠槽适用于设计流量为 $1\text{m}^3/\text{s}$ 以下的渠道；矩形槽防渗等级为Ⅱ级～Ⅴ级，U型槽防渗等级为Ⅲ级～Ⅴ级；渠槽下设防渗膜料时，可满足Ⅰ级防渗等级要求。

## 2. 设计计算

渠道的断面尺寸计算按GB/T 50600-2020第5.3.4条的规定执行。

混凝土衬砌厚度计算按GB/T 50600-2020第5.6.10条的规定执行，可参照第20页（现浇混凝土护坡最小计算厚度参考表）。

## 3. 材料要求

混凝土：强度、抗冻、抗渗等级见表1，宜采用集中拌制混凝土，现场拌制

混凝土应采用机械拌制，水泥、水、粗细骨料等主要建筑材料的技术指标均应满足SL 677-2014的规定。

伸缩缝填充材料：应黏结力强、变形性能大、耐温性好、耐老化、无毒、无环境污染，并易于施工嵌填等要求。在运行条件下不应与衬砌体分离，并应适应长期浸泡、低温和冻融循环等环境。

## 4. 施工工艺

### （1）现场浇筑混凝土衬砌

1）浇筑混凝土前，土渠基应先洒水浸润；岩石渠基上浇筑混凝土，需要与早期混凝土结合时，应将岩基表面清洗干净，将原混凝土凿毛并清洗干净，铺一层厚度为2cm～3cm的水泥砂浆。

2）现场浇筑混凝土，宜结合永久缝采用分块跳仓法施工。混凝土自由下落高度应小于1.5m。同一浇筑块应连续浇筑，因故中断或超过规范规定的允许间歇时间，应按施工缝处理。

3）混凝土应采用机械振捣，并符合下列规定：

① 混凝土入仓后应先平仓后振捣；

# 混凝土渠道衬砌设计说明（2/2）

- ② 使用表面式振动器时，振板行距宜重叠5cm~10cm；
  - ③ 坡面混凝土浇筑宜采用滑模施工，并应符合SL 32的规定；
  - ④ 振捣器不应直接碰撞模板、钢筋及预埋件；边角部位及钢筋预埋件周围应辅以人工捣固；
  - ⑤ 振捣时间应以粗骨料无显著下沉且开始表面泛浆时为准。
- (2) 预制混凝土板衬砌
- 1) 砌筑前应复测渠基断面；
  - 2) 垫层砂浆和填缝混凝土（砂浆）应采用机械拌和；
  - 3) 砌筑自下而上铺设和填缝；
  - 4) 预制板安装时应采用垫块定位，缝宽误差应小于2mm；板缝应按设计深度清理，洒水浸润后拆除垫块；板缝回填混凝土（砂浆）应捣固密实，表面与预制板平齐收光，并及时养护。

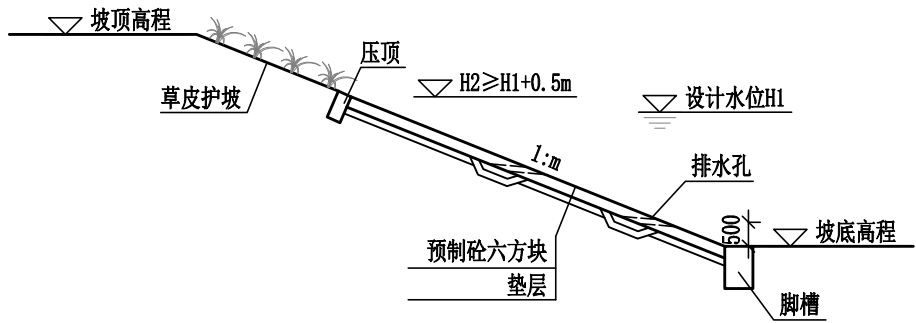
## 5. 注意事项

### (1) 防护与安全设施设计

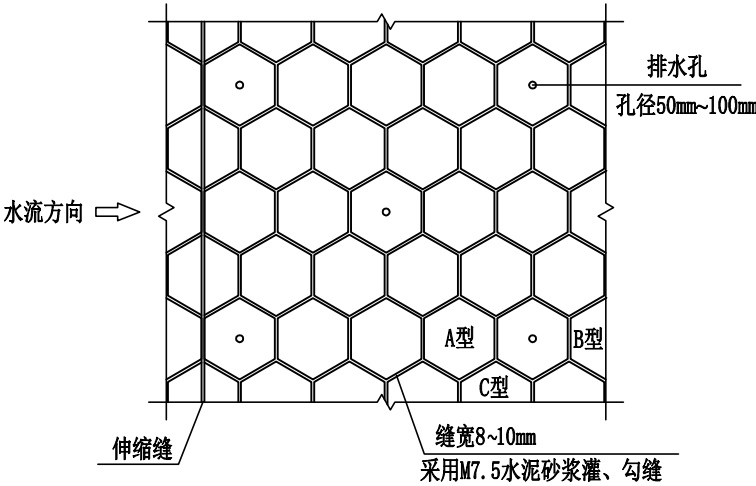
- 1) 踏步等附属设施应与主体衬砌结构同步配套，设计标准应与主体衬砌结

- 构相同；
- 2) 渠道应设置安全警示标识，穿越城镇、乡村等人口密集区的渠道应设置阻拦索和围栏等安全防护设施；
  - 3) 渠道应设置清理树枝等漂浮物的设施。
- (2) 高度和开挖深度≥6m、沉降、特殊土的渠段应进行渠道渗漏、变形和孔隙水压力等监测设计。
- (3) 监测设施、量测水的标准断面、测流桥、量测设施的安装基础与预埋设施等设计应与主体工程同步进行。
- (4) 信息自动采集、传输等设备的安装基础与预埋设施等设计应与主体工程同步进行。

预制砼六方块护坡设计断面图



分缝及排水设计布置图



六方块护坡主要工程量表

| 名称  | 材料      | 单位 | 数量   | 备注             |
|-----|---------|----|------|----------------|
| 六方块 | C20砼    | m³ | 0.12 | 每平米, 护坡厚度0.12m |
| 垫层  | 碎石、砂砾石等 | m³ | 0.1  | 每平米, 垫层厚度0.1m  |
| 排水管 | PVC     | m  | 0.7  | 每孔             |
| 反滤体 | 级配砂砾石   | m³ | 0.1  | 每孔             |

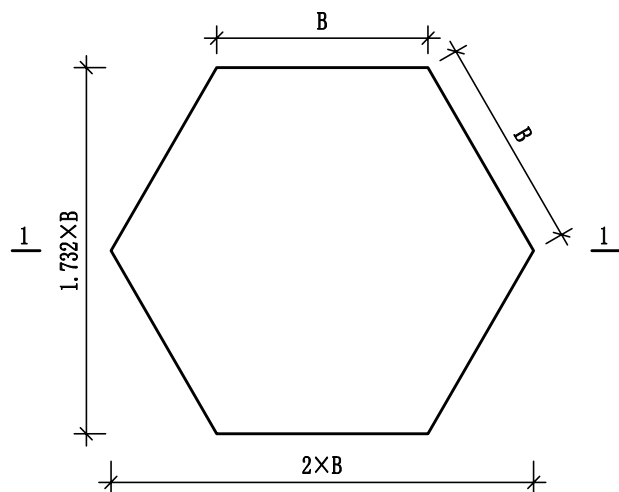
注：脚槽、压顶根据具体设计计算工程量。

说明：

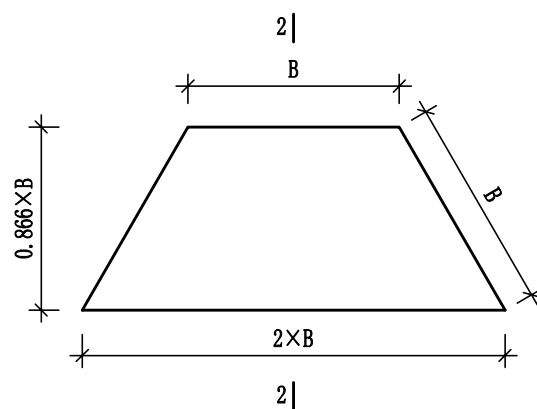
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 该护坡应用于边坡自身稳定的情况。
3. 预制砼六方块护坡纵向宜10~15m设置1道伸缩缝，缝宽10~30mm，常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等。



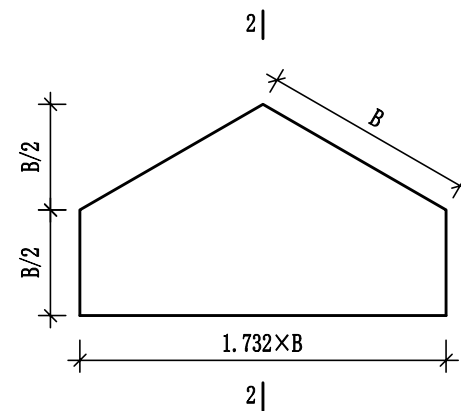
六方块构件A平面图



六方块构件B平面图

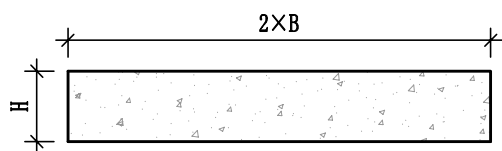


六方块构件C平面图



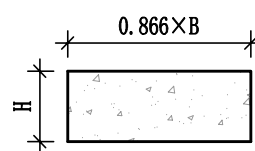
构件A剖面

1—1



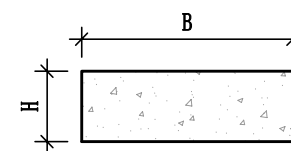
构件B剖面

2—2



构件C剖面

3—3



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 开口六方块边长常见尺寸为150、200、250、300、350、400mm, 砼强度等级一般不低于C20。
3. 预制砼六方块厚度根据计算确定, 一般为100~200mm。

## 六方块护坡最小厚度参考表

| 风区长度 (m) | 水深 (m) | 厚度D(mm)   |          |           |          |           |          |
|----------|--------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|          |        | 风速: 18m/s |          | 风速: 21m/s |          | 风速: 24m/s |          |
|          |        | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) |
| 100      | 3      | 44        | 36       | 50        | 41       | 55        | 45       |
|          | 5      | 44        | 36       | 50        | 41       | 56        | 45       |
|          | 8      | 44        | 36       | 50        | 41       | 56        | 46       |
|          | 10     | 44        | 36       | 50        | 41       | 56        | 46       |
|          | 15     | 44        | 36       | 50        | 41       | 56        | 46       |
| 200      | 3      | 55        | 45       | 62        | 51       | 69        | 57       |
|          | 5      | 55        | 45       | 63        | 51       | 70        | 57       |
|          | 8      | 55        | 45       | 63        | 52       | 70        | 57       |
|          | 10     | 55        | 45       | 63        | 52       | 71        | 58       |
|          | 15     | 55        | 45       | 63        | 52       | 71        | 58       |
| 500      | 3      | 74        | 60       | 83        | 68       | 92        | 75       |
|          | 5      | 75        | 61       | 85        | 69       | 94        | 77       |
|          | 8      | 75        | 62       | 86        | 70       | 95        | 78       |
|          | 10     | 76        | 62       | 86        | 70       | 96        | 78       |
|          | 15     | 76        | 62       | 86        | 70       | 96        | 78       |
| 1000     | 3      | 91        | 74       | 102       | 83       | 113       | 92       |
|          | 5      | 93        | 76       | 105       | 86       | 117       | 96       |
|          | 8      | 95        | 77       | 107       | 87       | 119       | 97       |
|          | 10     | 95        | 78       | 108       | 88       | 120       | 98       |
|          | 15     | 95        | 78       | 108       | 88       | 121       | 99       |
| 2000     | 3      | 109       | 89       | 122       | 100      | 135       | 110      |
|          | 5      | 115       | 94       | 130       | 106      | 144       | 117      |
|          | 8      | 118       | 96       | 133       | 109      | 148       | 121      |
|          | 10     | 119       | 97       | 134       | 110      | 150       | 122      |
|          | 15     | 120       | 98       | 136       | 111      | 151       | 124      |

注: 1、预制砼砌块(开孔和不开孔)质量可采用哈德逊公式计算,即我国现行标准GB 50286计算中斜坡人工块体质量计算公式。

2、对于预制混凝土砌块厚度的计算目前国内外尚无统一的计算公式,最为常见的计算公式包括: Breteler公式、Piłarczyk 公式和南科院公式,对于实体预制混凝土砌块还可以采用GB 50286-2013 中D.3.2-2 公式计算。

3、上表中数值为采用南科院计算公式计算,可作为设计参考使用,实际工程应用中实体砌块厚度一般不小于100mm,对于波浪大的重要水利工程,建议通过模型试验确定砌块厚度。

# 六方块护坡设计说明

## 1. 适用范围

一般适用于流速较大中小河流的堤坡或中小型水库上游坝坡。

## 2. 设计计算

六方块护坡岸坡抗滑稳定按GB 50286中规定执行，脚槽冲刷深度可按照GB 50286中公式计算，六方块护坡厚度参照南科院砌块厚度计算公式计算。

## 3. 材料要求

- (1) 六方块为预制砼结构，强度一般不低于C20。
- (2) 垫层可采用砂、砾石、碎石、石渣和土工织物等，砂石垫层厚度不应小于0.1m，风浪大的岸坡护坡垫层厚度可适当加厚。
- (3) 反滤体可采用砂、砾料或土工织物，土工织物应满足设计和SL/T225中相关要求。

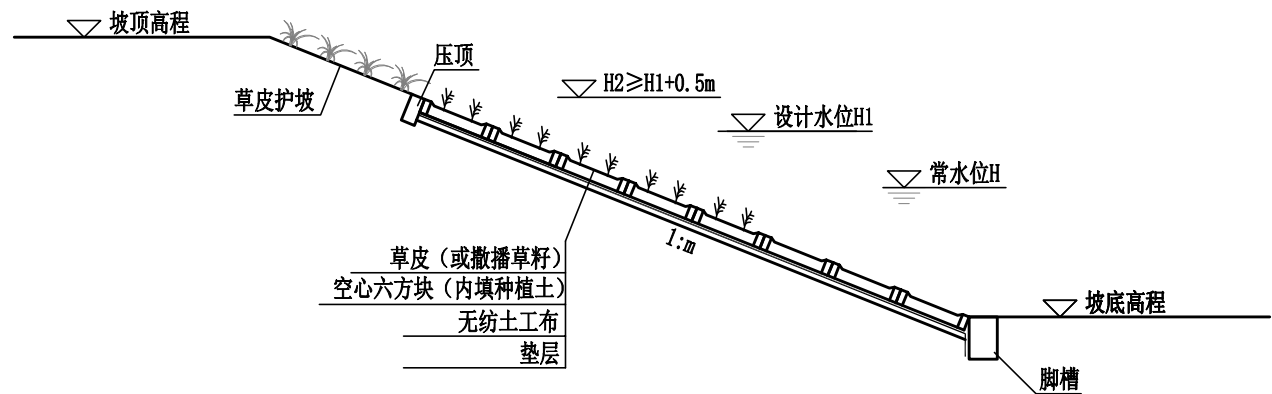
## 3. 施工工艺

- (1) 清基及修坡  
施工前应进行清基和修坡处理，不得有树根、杂草、垃圾、废渣、洞穴及粒径50mm以上的土块。坡面应平整，无软基，坡比及表面压实度应满足设计要

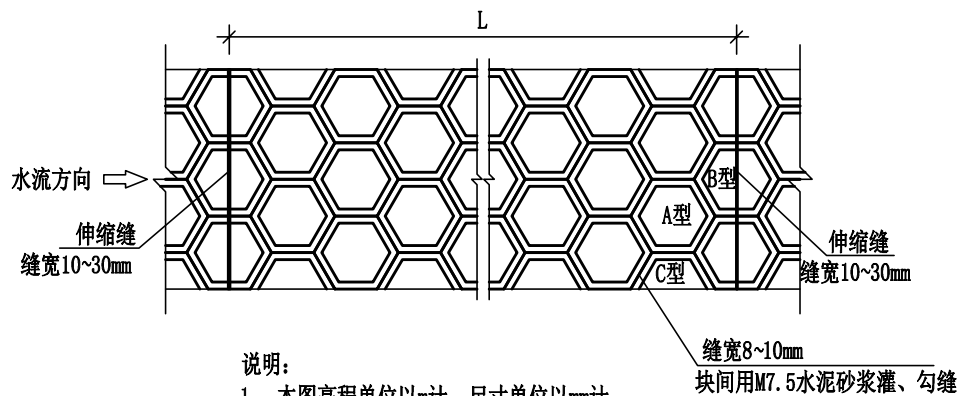
求；局部不易压实部位采用砂石混合料回填压实。

- (2) 垫层施工：宜采用人工摊铺，铺设自下而上进行，垫层摊铺均匀、密实，保证顶面平整。
  - (3) 六方块铺设：六方块应自坡底向上沿坡面铺设，表面应平整；平直段水平缝缝宽8~10mm；边缘部位应视空缺大小，采用切割六方块进行铺设或C20以上等级砼浇筑。
  - (4) 灌、嵌缝：六方块之间缝隙采用M7.5等级以上水泥砂浆灌、嵌缝，每10~15m设伸缩缝，采用聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等嵌缝，表层采用沥青油膏封口。
- ## 4. 注意事项
- (1) 铺设六方块时应保证六方块紧贴坡面，流水面与表面平顺。
  - (2) 六方块护坡砌块施工时不应直接用铁锤等击打砌块，宜用橡皮锤敲击。

预制砼空心六方块护坡设计断面图



空心六方块构件铺设平面图



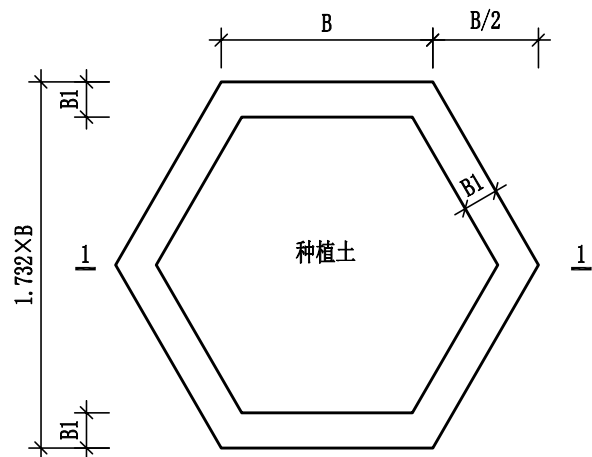
- 说明:
1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
  2. 该护坡应用于边坡自身稳定的情况。
  3. 预制砼六方块护坡纵向宜10~15m设置1道伸缩缝, 缝宽10~30mm, 常用嵌缝材料为聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等。

空心六方块护坡主要工程量表

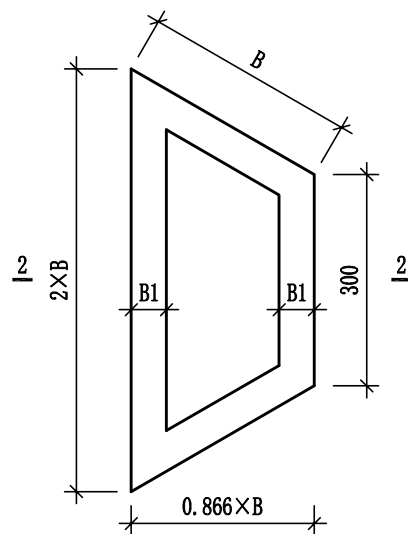
| 名称    | 材料      | 单位 | 数量    | 备注                   |
|-------|---------|----|-------|----------------------|
| 空心六方块 | C20砼    | m³ | 0.051 | 每平米, 厚度150mm, 开孔率66% |
| 垫层    | 碎石、砂砾石等 | m³ | 0.1   | 每平米, 垫层厚度0.1m        |
| 反滤层   | 无纺土工布   | m² | 1     | 每平米, 垫层作为反滤层时, 无此项   |
| 草皮护坡  | 草皮      | m² | 0.66  | 每块, 开孔率66%           |
| 种植土   | 种植土     | m³ | 0.10  |                      |

注: 脚槽、压顶根据具体设计计算工程量。

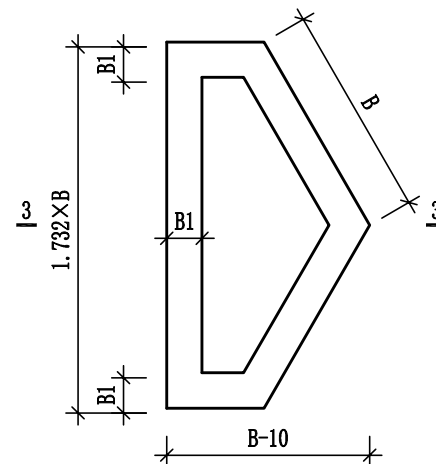
六方块构件A平面图



六方块构件B平面图

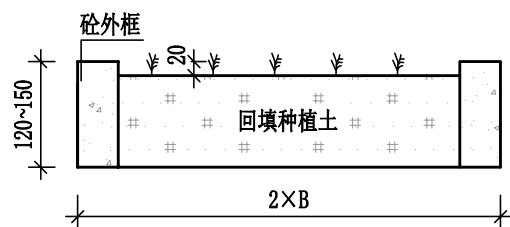


六方块构件C平面图



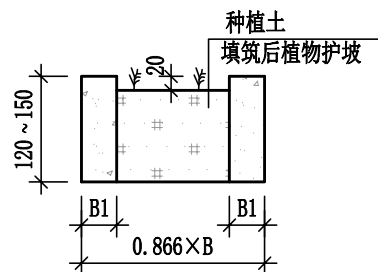
六方块构件A剖面图

1—1



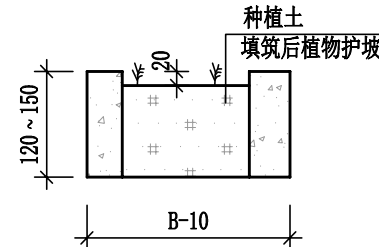
六方块构件B剖面图

2—2



六方块构件C剖面图

3—3



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 空心六方块厚度根据计算确定, 一般为120~150mm。
3. 空心六方块边长常见尺寸为150、200、250、300、400mm, 肋宽50~80mm, 孔隙率不小于50%。

### 开孔砌块护坡最小厚度参考表

| 风区长度 (m) | 水深 (m) | 厚度(mm)    |          |           |          |           |          |
|----------|--------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|          |        | 风速: 18m/s |          | 风速: 21m/s |          | 风速: 24m/s |          |
|          |        | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) | 坡度 (1:2)  | 坡度 (1:3) |
| 100      | 3      | 36        | 30       | 41        | 33       | 46        | 37       |
|          | 5      | 36        | 30       | 41        | 34       | 46        | 37       |
|          | 8      | 36        | 30       | 41        | 34       | 46        | 37       |
|          | 10     | 36        | 30       | 41        | 34       | 46        | 38       |
|          | 15     | 36        | 30       | 41        | 34       | 46        | 38       |
| 200      | 3      | 45        | 37       | 51        | 42       | 57        | 47       |
|          | 5      | 45        | 37       | 52        | 42       | 58        | 47       |
|          | 8      | 45        | 37       | 52        | 42       | 58        | 47       |
|          | 10     | 45        | 37       | 52        | 42       | 58        | 47       |
|          | 15     | 45        | 37       | 52        | 42       | 58        | 47       |
| 500      | 3      | 61        | 49       | 68        | 56       | 76        | 62       |
|          | 5      | 62        | 50       | 70        | 57       | 78        | 63       |
|          | 8      | 62        | 51       | 70        | 57       | 78        | 64       |
|          | 10     | 62        | 51       | 71        | 58       | 79        | 64       |
|          | 15     | 62        | 51       | 71        | 58       | 79        | 64       |
| 1000     | 3      | 75        | 61       | 84        | 69       | 93        | 76       |
|          | 5      | 77        | 63       | 87        | 71       | 96        | 79       |
|          | 8      | 78        | 63       | 88        | 72       | 98        | 80       |
|          | 10     | 78        | 64       | 89        | 72       | 99        | 81       |
|          | 15     | 78        | 64       | 89        | 73       | 99        | 81       |
| 2000     | 3      | 90        | 73       | 101       | 82       | 111       | 90       |
|          | 5      | 95        | 77       | 107       | 87       | 118       | 96       |
|          | 8      | 97        | 79       | 110       | 90       | 122       | 100      |
|          | 10     | 98        | 80       | 111       | 90       | 123       | 100      |
|          | 15     | 99        | 80       | 112       | 91       | 125       | 102      |

注: 1、预制砼砌块(开孔和不开孔)质量可采用哈德逊公式计算,即我国现行标准GB 50286计算中斜坡人工块体质量计算公式。

2、对于预制混凝土砌块厚度的计算目前国内外尚无统一的计算公式,但最为常见的计算公式包括: Breteler公式、Piłarczyk 公式和南科院公式,对于实体预制混凝土砌块还可以采用GB 50286-2013 中D.3.2-2 公式计算。

3、上表中数值为采用南科院计算公式计算,可作为设计参考使用,实际工程应用中开孔砌块厚度一般不小于120mm,对于波浪大的重要水利工程,建议通过模型试验确定砌块厚度。

# 空心六方块护坡设计说明

## 1. 适用范围

适用于流速较小、生态性要求较高的中小河流的岸坡或风浪较小的湖泊岸坡。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、冲刷深度按GB 50286中规定执行。空心六方块厚度参照南科院砌块厚度计算公式计算。

## 3. 材料要求

- (1) 空心六方块为预制砼结构，强度一般不低于C20。
- (2) 垫层可采用砂、砾石、碎石、石渣和土工织物等，砂石垫层厚度不应小于0.1m；垫层作为反滤层时，厚度宜适当加厚。
- (3) 土工织物作为反滤材料时，宜选用无纺土工布，无纺土工布应满足设计和SL/T 225中相关要求。
- (4) 空腔内回填种植土、植草，也可填筑生态砼或其他辅助措施，草种宜选用当地物种，采用两种以上草籽进行混播。
- (5) 空心六方块骨架内可根据具体工程增设钢筋。

## 4. 施工工艺

- (1) 清基及修坡

施工前应进行清基和修坡处理，不得有树根、杂草、垃圾、废渣、洞穴及粒径50mm以上的土块。坡面应平整，无软基，坡比及表面压实度应满足设计要求；局部不易压实部位采用砂石混合料回填压实。

(2) 铺设土工布：土工布应顺坡铺设，两幅之间应保证一定的搭接宽度，搭接宽度不宜小于500mm；土工布应与坡面紧贴密实。

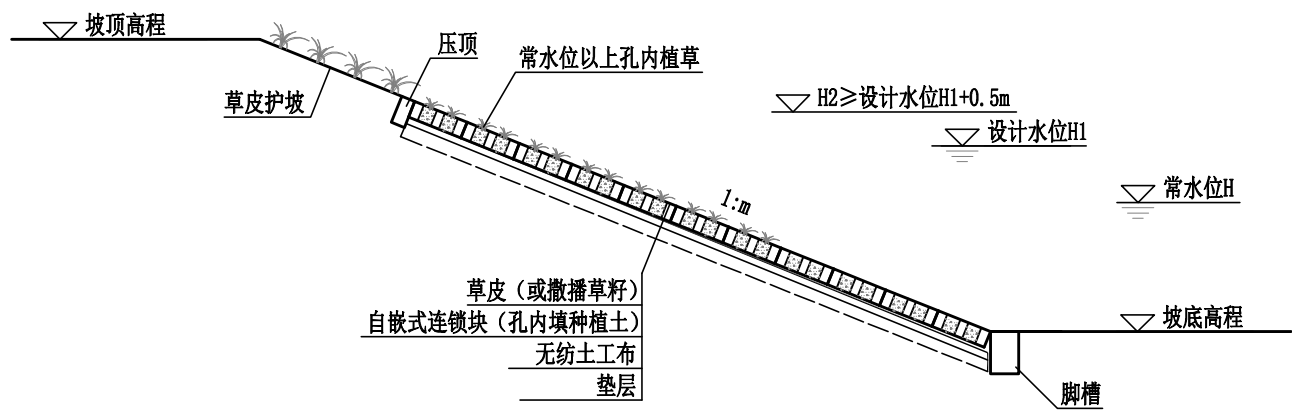
(3) 空心六方块铺设：六方块应沿坡面铺设顺直、垂直坡面应平整，边缘部位应视空缺大小，采用C20以上等级砼现浇。

(4) 回填土、植草：受破浪冲击大的边坡或正常水位以下的孔内填筑级配碎石，常水位以上孔内填筑种植土，植草。

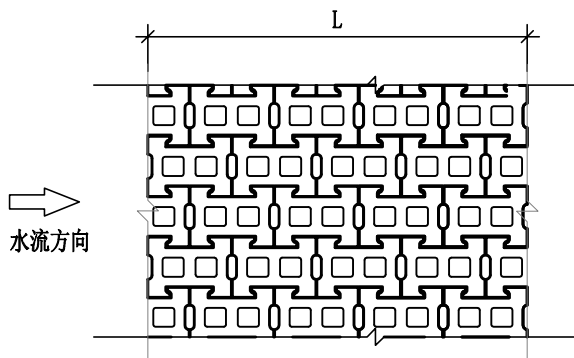
## 5. 注意事项

- (1) 铺设空心六方块时应保证空心六方块紧贴坡面，表面平顺。
- (2) 六方块护坡砌块施工时不应直接用铁锤等击打砌块，宜用橡皮锤敲击。
- (3) 土工织物应避免阳光长时间照射，随铺随填；与岸坡结构物连接处，不得留空隙。
- (4) 植草后应加强养护，保证成活率。
- (5) 根据具体工程需要，空心六方块骨架内可增设钢筋。

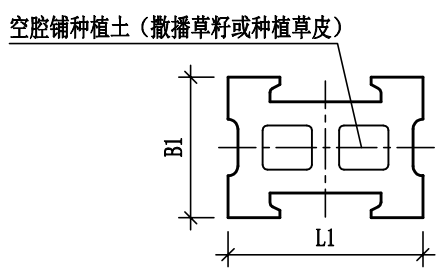
自嵌式连锁块护坡设计断面图



自嵌式连锁块铺设平面图



自嵌式连锁块块体平面大样



自嵌式连锁块护坡主要工程量表

| 名称     | 材料      | 单位 | 数量    | 备注                 |
|--------|---------|----|-------|--------------------|
| 自嵌式连锁块 | C20砼    | m³ | 0.113 | 每平米，厚度0.15m，开孔率25% |
| 垫层     | 碎石、砂砾石等 | m² | 0.1   | 每平米，垫层厚度0.1m       |
| 反滤层    | 无纺土工布   | m² | 1     | 每平米，垫层作为反滤层时，无此项   |
| 草皮护坡   | 草皮      | m² | 0.25  | 每块，开孔率25%          |
| 种植土    | 种植土     | m³ | 0.04  |                    |

注：脚槽、压顶根据具体设计计算工程量。

说明：

1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 该护坡应用于边坡自身稳定的情况。
3. 自嵌式连锁块厚度根据计算确定，厚度一般为100~150mm，常见尺寸有500mm×300mm、400mm×300mm。



# 自嵌式连锁块护坡设计说明

## 1. 适用范围

适用于流速一般、生态性要求较高的中小河流、人工渠道等岸坡或中小型水库常水位以上岸坡，不适用于弯曲段较多的岸坡。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、冲刷深度按GB 50286中规定执行。自嵌式连锁块厚度参照南科院砌块厚度计算公式计算。

## 3. 材料要求

(1) 自嵌式连锁块砼强度等级一般不低于C20, 开孔率为20%~25%。

(2) 垫层可采用砂、砾石、碎石、石渣和土工织物等，砂石垫层厚度不应小于0.1m；垫层作为反滤层时，厚度宜适当加厚。

(3) 土工织物作为反滤材料时，宜选用无纺土工布，无纺土工布应满足设计和SL/T2空腔内回填种植土、植草，也可填筑生态砼或其他辅助措施，草种宜选用当地物种，采用两种以上草籽进行混播。

## 3. 施工工艺

### (1) 清基及修坡

施工前应进行清基和修坡处理，不得有树根、杂草、垃圾、废渣、洞穴

及粒径50mm以上的土块。坡面应平整，无软基，坡比及表面压实度应满足设计要求；局部不易压实部位采用砂石混合料回填压实。

(2) 铺设土工布：土工布应顺坡铺设，两幅之间应保证一定的搭接宽度，搭接宽度不宜小于500mm；土工布应与坡面紧贴密实。

(3) 铺设连锁块：连锁块应沿坡面铺设顺直、垂直坡面应平整，边缘部位应视空缺大小，采用切割连锁块进行铺设或C20以上等级砼现浇。

(4) 回填土、植草：受破浪冲击大的边坡或正常水位以下的孔内填筑级配碎石，常水位以上孔内填筑种植土，植草。

## 4. 注意事项

(1) 连锁块护坡宜10~15m设防冲齿槽，齿槽深度应满足防冲要求。

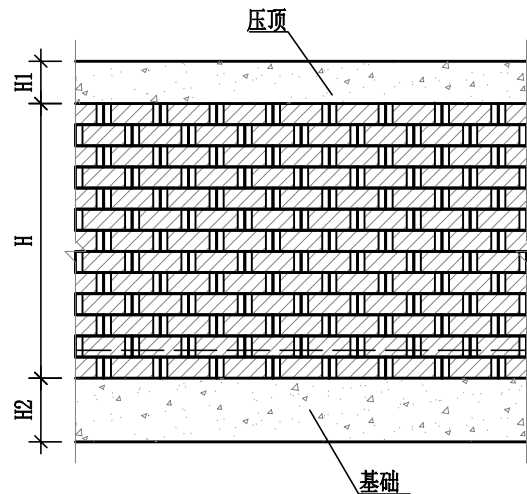
(2) 自嵌式连锁块应紧贴坡面，表面平顺。

(3) 自嵌式连锁块护坡砌块施工时不应直接用铁锤等击打砌块，宜用橡皮锤敲击。

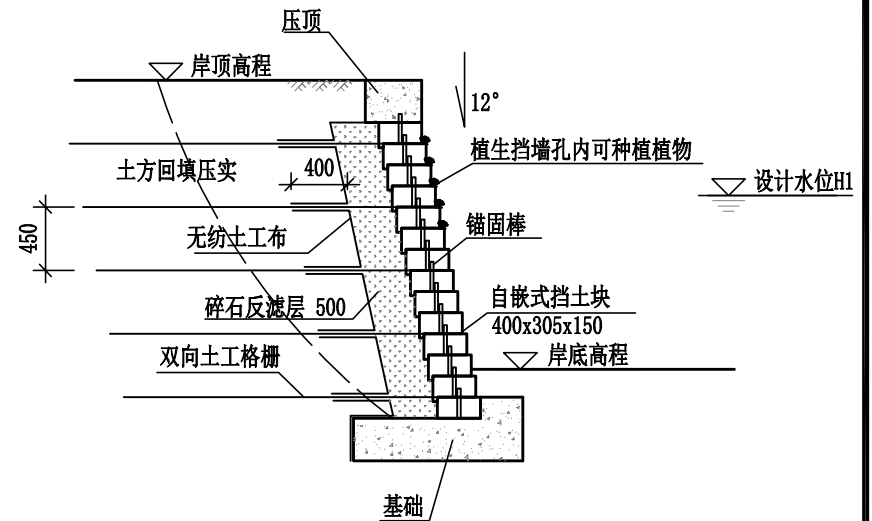
(4) 土工织物应避免阳光长时间照射，随铺随填；与岸坡结构物连接处，不得留空隙。

(5) 植草后应加强养护，保证成活率。

自嵌式挡墙护岸立面图



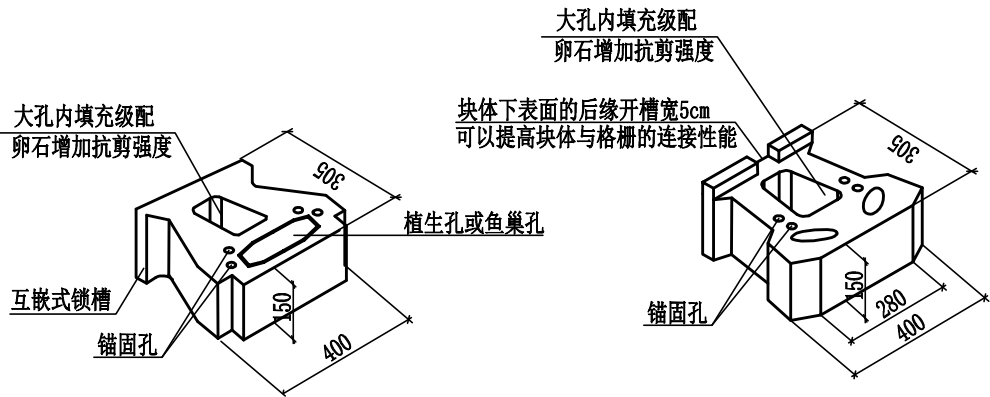
自嵌式挡墙护岸设计断面图



自嵌式挡墙护岸主要工程量表

| 名称     | 材料                      | 单位             | 数量  | 备注          |
|--------|-------------------------|----------------|-----|-------------|
| 自嵌式挡墙  | 砼砌块                     | m <sup>2</sup> | 2   | 每延米, 墙高2.0m |
| 反滤料    | 级配砂砾石                   | m <sup>3</sup> | 1.0 | 每延米         |
| 无纺布    | 300g/m <sup>2</sup> 土工布 | m <sup>2</sup> | 6.8 | 每延米         |
| 双向土工格栅 | 聚丙烯                     | m <sup>2</sup> | 15  | 每延米, 长3.0m  |

注: 1、表中为墙高2.0m时, 计算的工程量。  
2、脚槽、压顶、绿化根据具体设计计算工程量。

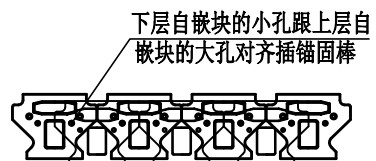


自嵌式植生挡土墙砌块

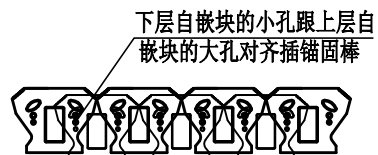
自嵌式景观挡土墙砌块

- 说明:
1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
  2. 自嵌式挡土墙是拟重力式柔性结构, 高度由计算确定。
  3. 自嵌式植生挡土墙砌块常用规格为400×260×150mm、400×305×150mm、400×305×400mm (长×宽×高), 有植生孔或鱼巢孔设计, 起到绿化和生态环保的作用。

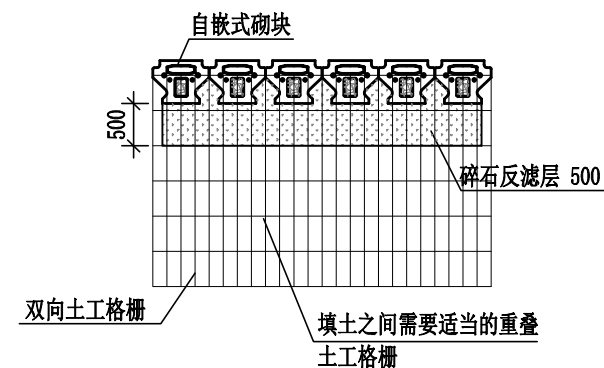
### 植生砌块的上下层错位干垒



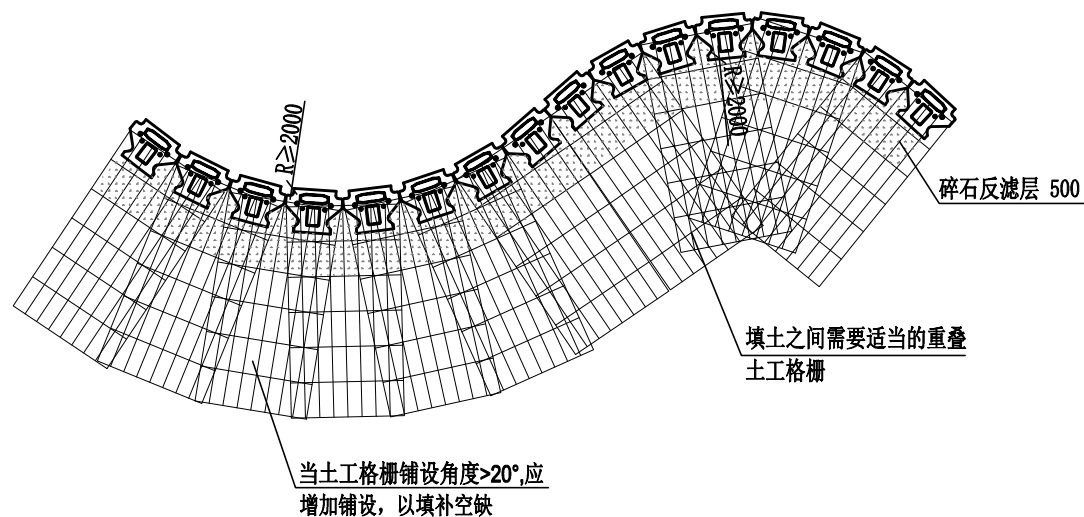
### 景观砌块的上下层错位干垒



### 自嵌式植生挡土墙干垒块直线做法



### 自嵌式挡墙弧线做法



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。

# 自嵌式挡墙护岸设计说明

## 1. 适用范围

适用于流速一般，景观性、生态性要求较高的城镇河道。

## 2. 设计计算

自嵌式挡墙外部稳定性验算（抗水平滑动稳定性验算、抗深层滑动稳定性验算、地基承载力验算）及内部稳定性验算（筋材强度验算、抗拔稳定性验算）按照SL/T 225计算或按照GB 50290计算。

## 3. 材料要求

- （1）自嵌式砌块砼强度等级一般不低于C30，砌块开孔率不小于20%。
- （2）土工格栅纵横抗拉强度由计算确定，一般不小于50KN/m，其上必须覆土20cm~30cm才能碾压。
- （3）锚固棒长 $\geq 250\text{mm}$ ，直径不小于10mm；纵向冲击强度50~80Mpa，纵向弯曲强度800~1000Mpa。直线施工时小孔对小孔，曲线施工时上层挡土块打孔对下层小孔。
- （4）反滤层采用级配砂砾石，厚度为500mm，粒径级配应满足SL265中相关规定。
- （5）自嵌式挡墙应坐落在坚硬的基础上，基础不满足承载力及变形要求时，应按照设计对其处理。

（6）无纺土工布规格由设计确定且满足相应规范要求，土工布与土工格栅搭接长度不小于400mm。

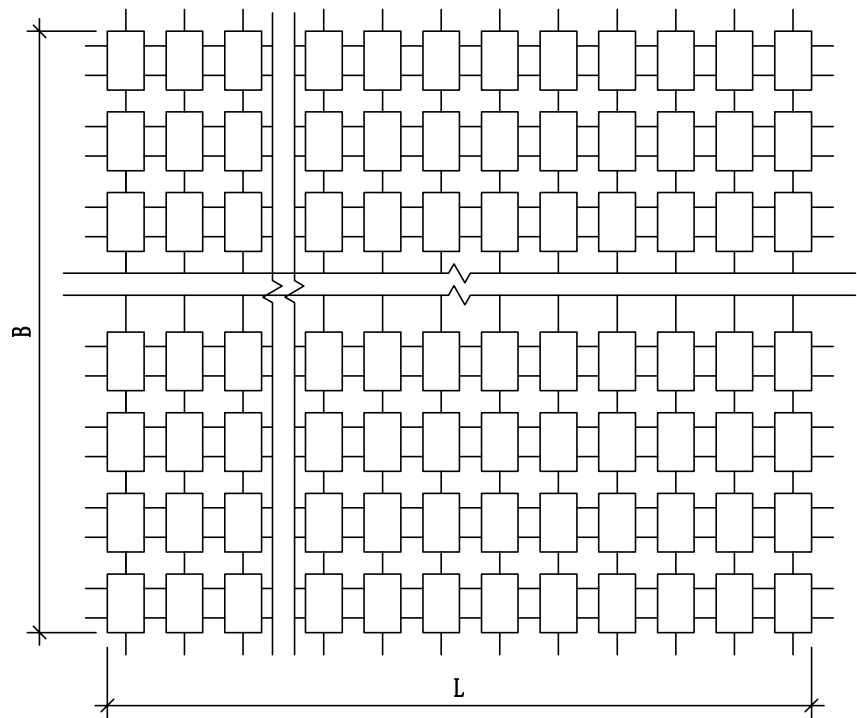
## 4. 施工工艺

- （1）施工顺序为测量放样，基础开挖、平整，砼基础浇筑，自嵌式砌块安装，反滤料和土工格栅施工、砌块背后土体回填、压实，压顶浇筑等。
- （2）砌块安装：在厂家指导下安装，第一层砌块应严格按照图纸、通过放线排列砖块，确保安装水平、垂直后，采用橡胶棒锚固。
- （3）反滤料和土工格栅施工：土工格栅、反滤料应依次分层施工，级配碎石反滤料采用人工压实。
- （4）砌块背后土体回填、压实：砌块背后土体应分层回填压实，每层厚度200~300mm。砌块背后2m范围内应采用小型夯击设备夯实。

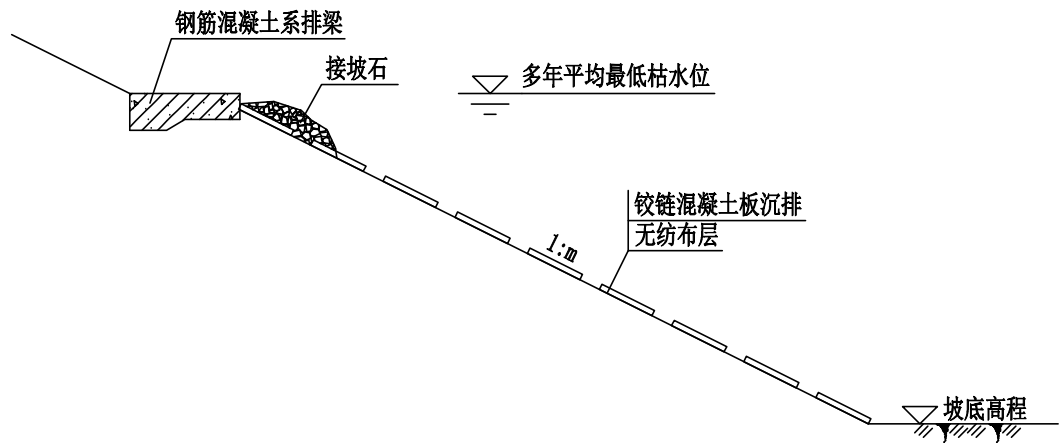
## 5. 注意事项

- （1）自嵌式挡墙砌块施工前，应根据地质情况及设计要求对地基进行处理，保证地基稳固。
- （2）砼基础及第一层砌块施工时应严格控制竖向沉降及水平位移。

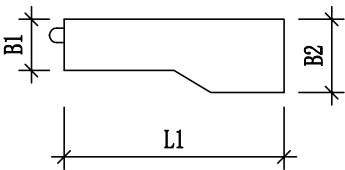
铰链混凝土排平面图



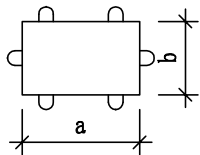
铰链混凝土排剖面图



钢筋混凝土系排梁



混凝土板  
(板厚h)



铰链混凝土排最小厚度参考表

| 河流性质  | 风速 (m/s) | 风区长度 (m) | 平均水深 (m) | D (mm)<br>m=2 |
|-------|----------|----------|----------|---------------|
| 大江、大河 | 21       | 1000     | 5        | 85            |
|       | 21       | 1000     | 10       | 90            |
|       | 21       | 1000     | 15       | 92            |
|       | 21       | 2000     | 5        | 126           |
|       | 21       | 2000     | 10       | 140           |
|       | 21       | 2000     | 15       | 144           |

- 说明：
- 1、本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
  - 2、铰链排排体由混凝土预制块用“U”型环连接而成，其下为土工布，起反滤与抗冲刷作用，铰链混凝土板起压重与抗冲作用。
  - 3、混凝土预制块不低于C20砼，混凝土板内受力筋按纵向布置。混凝土板间的连接采用自制“U”型接环，连接环钢筋采用 $\phi 14$ 的钢筋，螺栓采用 $\phi 14$ 的粗制螺栓。
  - 4、系排梁的作用之一是稳定整个排体，断面尺寸根据具体工程确定。

## 铰链混凝土板排护脚设计说明(1/2)

### 1. 适用条件

适用于水流复杂、主流贴岸及长期处于迎流顶冲的岸线坡脚防护；在长江河道整治工程中应用较多。

### 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、混凝土板厚、冲刷深度按GB 50286-2013附录D的规定执行。

### 3. 材料要求

混凝土预制板强度等级不低于C20砼，混凝土板内受力筋按纵横向布置。混凝土板间的连接采用自制“U”型接环，连接环钢筋采用 $\geq\phi 14$ 的钢筋，螺栓采用 $\geq\phi 14$ 的粗制螺栓。系排梁的作用之一是稳定整个排体，断面尺寸根据具体工程确定，强度等级不低于C20砼。

### 4. 施工工艺

(1) 拼排：根据拼运排船宽度，确定标准单元排体的长度。先铺好特制滑道，再拼装排体。预制混凝土板须对称搁置在滑道上，可将两端各2排~3排预制混凝土靠紧拼装，以方便拉、沉排操作。

(2) 拉排：对拼排船配载，调整单元排体高度，以便于拉排梁于排首连接及单元排体间的连接。在排首梁与排首及拉排卷扬机钢丝绳连好，校正船位，即可拉排。排体沿工作船上滑道向岸侧移动。当上一层单元排体的尾端落至排体工作平台时，将上层单元排体尾端与下层单元排体首端连接好，即可继续拉排。

当排首拉到沉排工作平台前沿，靠近圆弧滑板处时，将排首梁改与岸上地锚滑车组相连，倒拉排首。当排首拉至系排梁位置时，用U型环与系排梁上预留环连接。

(3) 沉排、止排：沉排顺序垂直水流方向由岸边逐渐向河心铺沉、顺水流方向由下游侧依次向上游侧铺沉，应将上游排体搭压在下游排体上。排首上岸就位后，即可进行沉排施工。用拉排梁依次、轮换、循环向前拉动排体，同时启动锚机，使沉排工作平台船同步、平行向后移动，排体沿圆弧滑板缓慢下沉。在下沉过程中，应及时检测已落河床部分的排体位置及水位、水深、流速、长度等资料，分析偏位，进行纠位，勤校勤纠，调整提前量，确保沉排搭接。

(4) 排尾下沉：当最后一个单元排体拉至沉排工作平台后，用特制扣将排尾梁与排尾及止排卷扬机钢丝绳相连，按沉排步序继续沉排，直至排尾沉至江底落床，在平台上抽掉特制扣插销，取起排尾梁，完成一块排体的沉放工作。

(5) 沉排试验：岸坡状况、流速、流场及分布对施工影响较大，施工前编制《沉排施工试验大纲》，试验施工中测设相关技术数据，及时对施工数据进行复核处理。

### 5. 注意事项

(1) 排的顶端应位于多年平均最低水位处，其上应加抛接坡石，厚度宜为0.8m~1.0m。

## 铰链混凝土板排护脚设计说明(2/2)

(2)混凝土板厚度应根据水深、流速经防冲稳定计算确定。

(3)沉排垂直于流向的排体长度应符合《堤防工程设计规范》(GB 50286)

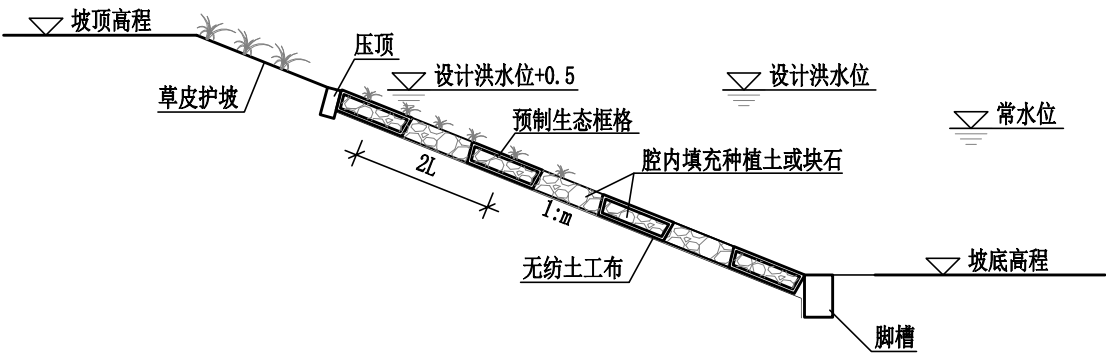
第8.2.8条的规定。

(4)顺水流向沉排宽度应根据沉排规模、施工技术要求确定。

(5)排的顶端可用钢链系在固定的系排梁或桩墩上，排体坡脚处及其上、下端宜加抛块石。

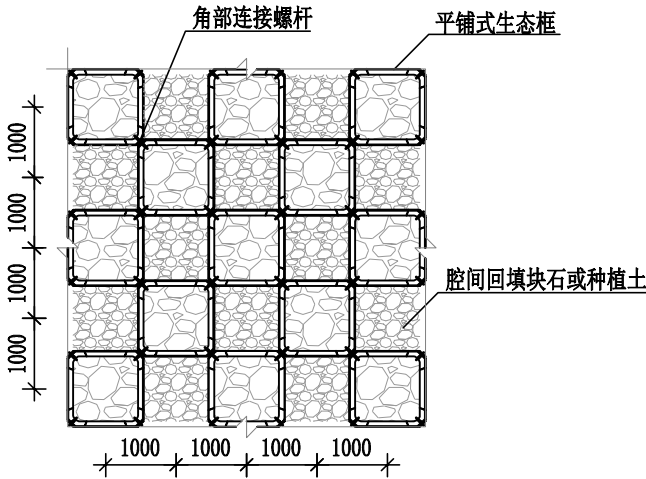
生态框格护坡设计断面图

(预制生态框格)



生态框格构件拼装平面图

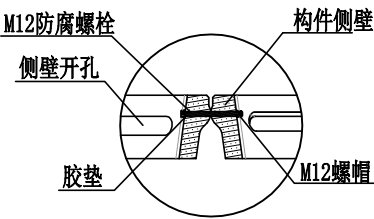
(预制生态框格)



生态框格护坡主要工程量表

(预制生态框格)

构件连接大样图



| 名称      | 材料      | 单位             | 数量   | 备注                |
|---------|---------|----------------|------|-------------------|
| 平铺式生态框格 | C30砼    | m <sup>2</sup> | 0.04 | 每平米               |
| 反滤层     | 无纺土工布   | m <sup>2</sup> | 1    | 每平米               |
| 腔内回填料   | 碎石、种植土等 | m <sup>3</sup> | 0.24 | 每块，开孔率80%，回填厚度300 |

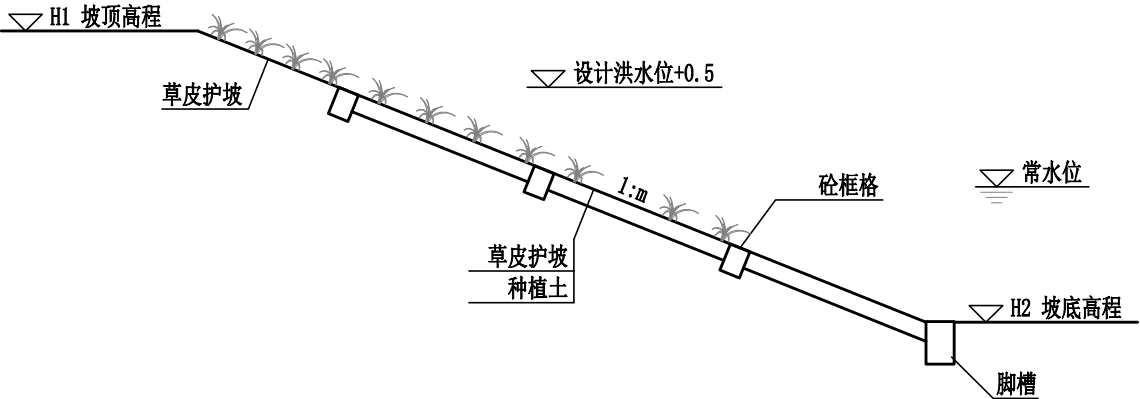
注：脚槽、压顶根据具体设计计算工程量。

- 说明：
1. 本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
  2. 预制生态框格厚度一般≥150。



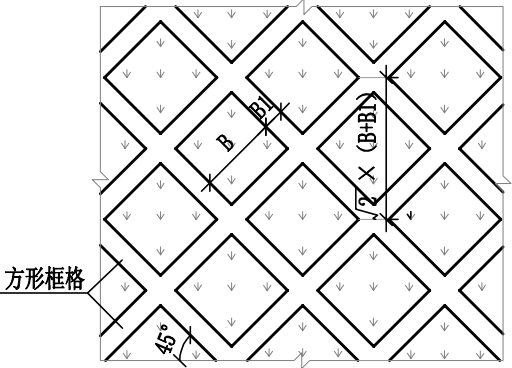
生态框格护坡设计断面图

(现浇砼框格)



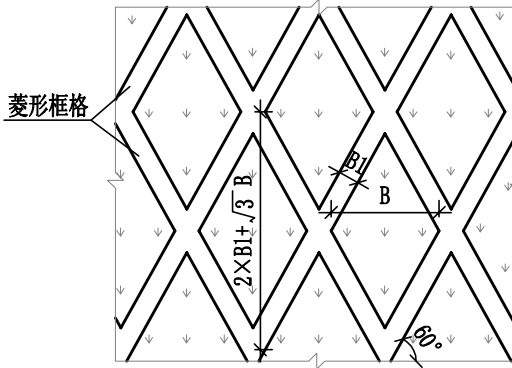
方格形骨架坡面布置图

(现浇砼框格)



菱形骨架坡面布置图

(现浇砼框格)



生态框格护坡主要工程量表

(现浇砼框格)

| 名称     | 材料   | 单位 | 数量   | 备注                         |
|--------|------|----|------|----------------------------|
| 现浇框格骨架 | C20砼 | m³ | 0.16 | 每延米, 0.4m×0.4m             |
| 种植土    | 种植土  | m³ | 0.14 | 每平米, 开孔面积占整个面积比0.7, 厚度0.2m |

注: 脚槽、压顶根据具体设计计算工程量。

说明:

1. 本图高程以m计, 其余尺寸单位以mm计。
2. 图中方格形骨架、菱形骨架尺寸供参考, 骨架尺寸可根据具体设计调整。

# 生态框格护坡设计说明（1/2）

## 1. 适用范围

预制框格（水位以下腔内回填块石）适用于流速一般，景观性、生态性要求较高的顺直岸坡。

## 2. 设计计算

岸坡整体稳定、护脚冲刷深度按照GB 50286进行计算。

## 3. 材料要求

### （1）预制砼生态框格

1) 预制砼生态框格宜采用工厂制作，砼强度等级不宜低于C30。厚度一般≥150，尺寸一般为1.0m×1.0m。

2) 无纺土工布技术参数需满足GB/T 50290相关要求。

3) 空腔内回填块石应采用质地坚硬、无风化，块石粒径宜为100~300mm，抗冲粒径应根据计算确定。

4) 种植土应采用可耕作的土料，框格内植草皮或喷播草籽，草种宜选用当地物种，采用两种以上护坡进行混播。

5) 框格内亦可根据具体工程设计填筑生态砼等其他材料。

### （2）现浇砼框格

1) 框格砼强度等级一般不低于C20。可根据实际设计成菱形、矩形等多种形式，边长尺寸一般为1.5m、2.0m及2.5m等，骨架宽、高一般为0.3~0.5m。

2) 骨架框格可根据具体工程需要设置钢筋。

## 3. 施工工艺

### （1）清基及修坡

1) 施工前应进行清基和修坡处理，不得有树根、杂草、垃圾、废渣、洞穴及粒径50mm以上的土块。

2) 坡面应平整，无软基，坡比及表面压实度应满足要求。

3) 修整后的坡面无天然可耕作表土时，应根据设计要求，覆盖适合植物生长的土料。

4) 对清除的表土应外运至弃土场，不得重新用于填筑边坡，对可利用的种植土料宜进行集中和贮备，并采取防护措施。

（2）框格施工或安装：现浇砼框格采用立模法施工；预制生态框格安装前应铺设无纺布，无纺布应顺坡铺设，两幅之间应保证一定的搭接宽度。框格安装应分段进行，安装过程中应及时校准安装偏差。

# 生态框格护坡设计说明（2/2）

（3）框格内回填料施工：

1) 框格内回填块石：

应采用人工施工，控制块石的重量和回填方法，确保制品结构的安全。

2) 框格内现浇生态砼：

①应根据设计的分仓形式先进行分仓施工。浇筑前，应预先在底面铺设一层小粒径碎石。

②生态砼进入框格内后，应及时平整，可采用微型电动抹具压平或人工压实表面，保证与框格紧密结合，不宜采用大功率振捣器进行振捣。

③生态砼浇筑厚度应满足设计要求，浇筑作业时间不宜过长，以避免骨料表面风干。

④生态孔隙填充前应按生态砼盐碱改性要求和营养供应要求配制好填充材料，并摊铺在生态砼表面，厚度为生态砼厚度的25%~30%。

4. 注意事项

（1）应保证生态框格紧贴边坡，流水面与框内填料表面平顺。

（2）预制生态框格品起吊时不得在坡面拖滑，应一次起吊到位；安装过程

中应采取有效措施，防止碰撞造成偏位和损坏。

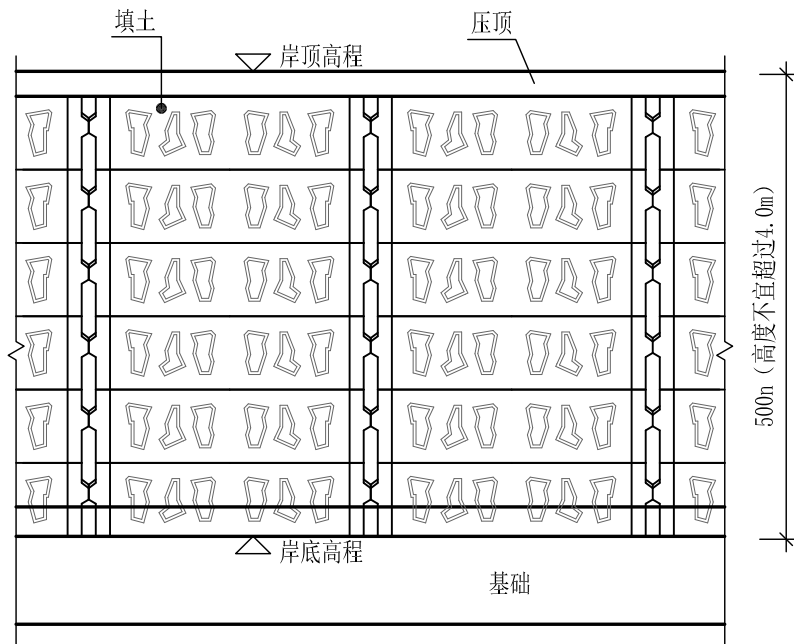
（3）安装预制生态框格制品后，空腔内应及时回填，并按设计要求压实。

（4）生态护岸制品内栽植植物后应进行养护和管理。

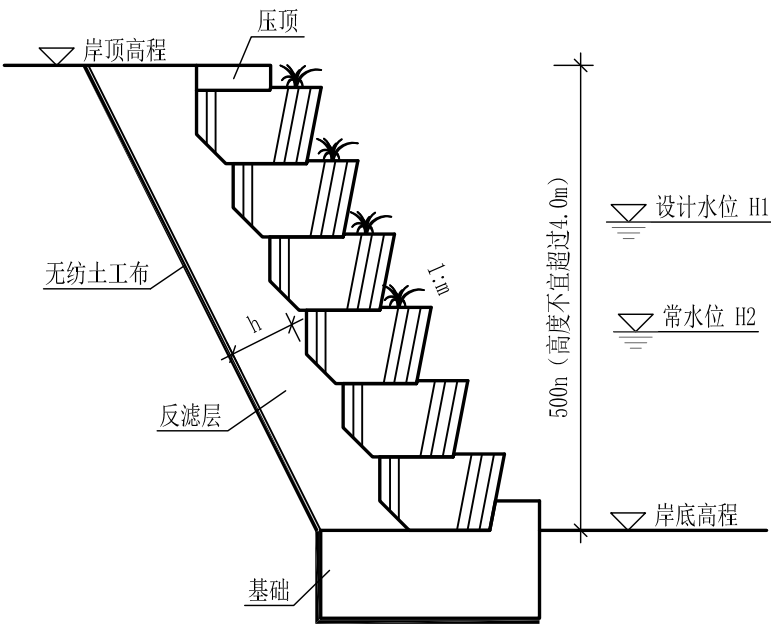
（5）生态砼自身应具有一定的反滤能力，当被保护土特征粒径较小时，应在护坡结构下部设置土工布反滤层。

（6）在存在季节性冰推、冰冻的防护面上，不宜采用生态砼进行防护。

箱式生态框挡墙护岸立视图（铺设示意图）  
(样式A)



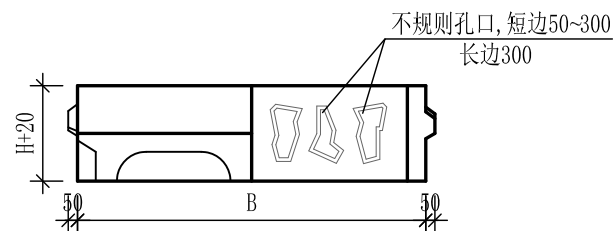
箱式生态框挡墙护岸断面图  
(样式A)



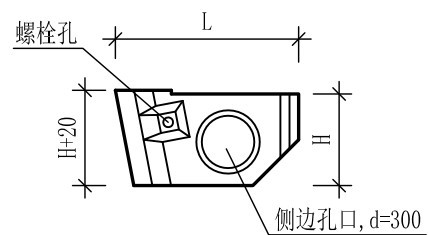
说明:

1. 本图高程单位以m计，其余尺寸单位以mm计。
2.  $m$ 为坡度， $n$ 为生态框个数， $h$ 为反滤层厚度。
3. 常水位以下框体内应回填块石，粒径宜为10~30cm；常水位以上框体内可回填种植土，利于植物生长。
4. 基础和压顶的尺寸、材料等由具体设计确定。基础根据冲刷计算确定埋深，基础及压顶每10~15m设一道伸缩缝，缝宽20mm，沥青杉板嵌缝。
5. 若墙后土层为砂性土，反滤层可取消。

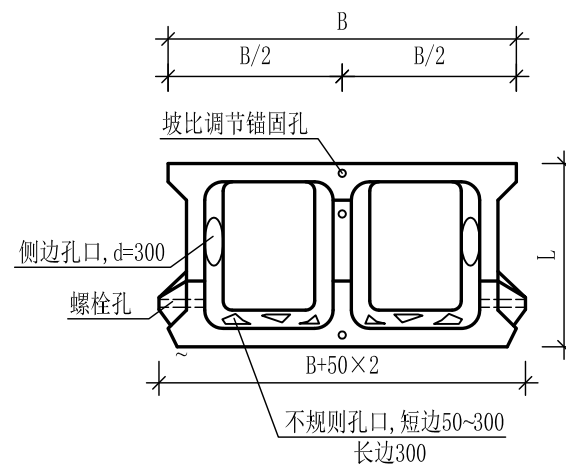
正视图



侧视图



俯视图



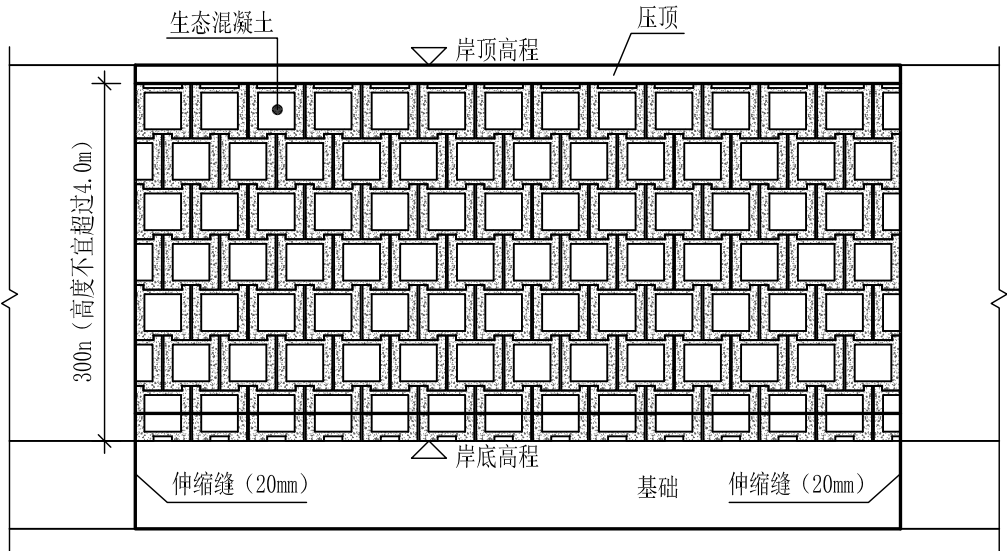
护岸工程量表 (墙高3.0m)

| 项目       | 单位             | 数量   | 备注            |
|----------|----------------|------|---------------|
| 生态框A     | m <sup>3</sup> | 3.00 | 每延米           |
| 生态框内回填材料 | m <sup>3</sup> | 1.50 | 每延米 (回填分土、块石) |
| 脚槽       | m <sup>3</sup> | A×1  | 每延米 (A为脚槽截面积) |
| 压顶       | m <sup>3</sup> | A×1  | 每延米 (A为压顶截面积) |
| 反滤层      | m <sup>3</sup> | 3×h  | 每延米 (h为反滤层厚度) |
| 无纺土工布    | m <sup>2</sup> | 4.00 | 每延米           |

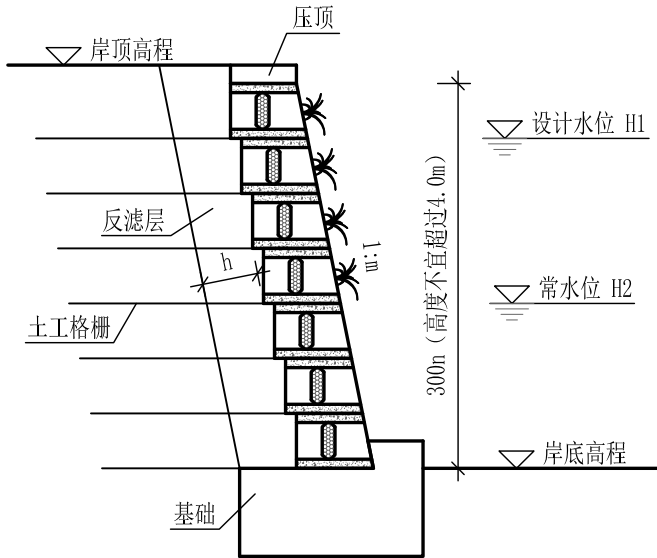
说明:

1. 本图高程单位以m计, 其余尺寸单位以mm计。
2. 此图中生态框为一种尺寸型式, 可根据模具情况采用其它尺寸。

箱式生态框挡墙护岸立视图（铺设示意图）  
(样式B)



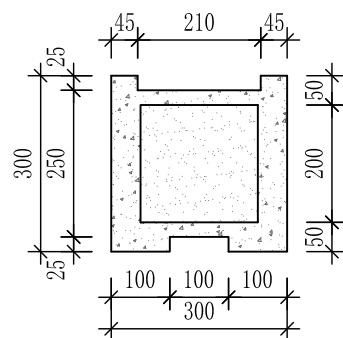
箱式生态框挡墙护岸断面图  
(样式B)



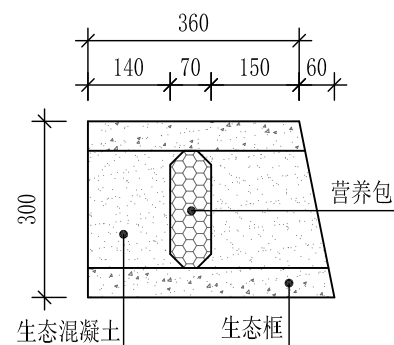
说明：

1. 本图高程单位以m计，其余尺寸单位以mm计。
2. m为坡度，n为生态框个数，h为反滤层厚度。
3. 生态框混凝土孔隙率25%~30%，环境水PH值控制在7~8，墙高不宜超过4.0m。
4. 土工格栅布置应根据《土工合成材料 塑料土工格栅》（GB/T 17689）和《水工挡土墙设计规范》（SL379）进行计算确定。
5. 基础和压顶的尺寸、材料等由具体设计确定。基础根据冲刷计算确定埋深，基础及压顶每10~15m设一道伸缩缝，缝宽20mm，沥青杉板嵌缝。
6. 若墙后土层为砂性土，反滤层可取消。

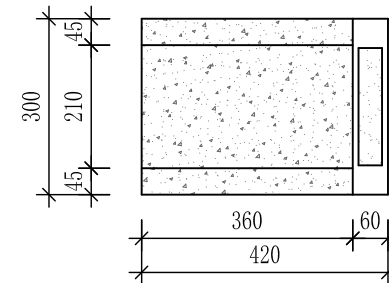
正视图



侧视图



俯视图



护岸工程量表 (墙高3.0m)

| 项目    | 单位 | 数量   | 备注              |
|-------|----|------|-----------------|
| 生态框B  | m3 | 1.20 | 每延米             |
| 生态混凝土 | m3 | 0.17 | 每延米             |
| 压顶    | m3 | A×1  | 每延米 (A为压顶截面积)   |
| 脚槽    | m3 | A×1  | 每延米 (A为脚槽截面积)   |
| 反滤层   | m3 | 3×h  | 每延米 (h为反滤层厚度)   |
| 营养包   | m3 | 0.03 | 每延米             |
| 土工格栅  | m2 | L×10 | 每延米 (L为设计土工格栅长) |

说明:

1. 本图高程单位以m计, 其余尺寸单位以mm计。
2. 此图中生态框为一种尺寸型式, 可根据模具情况采用其它尺寸。

# 箱式生态框挡墙护岸设计说明（1/2）

## 1. 适用条件

生态框挡墙护岸适用于基础条件较好，对生态景观有较高要求的工程中，墙高≤4.0m。当地基承载力不满足要求时，需进行基础处理。

## 2. 设计计算

- （1）箱式生态框挡墙抗滑稳定计算按SL 379-2007第3.2.7条的规定执行。
  - （2）箱式生态框挡墙抗倾覆稳定计算按SL 379-2007第3.2.12条的规定执行。
  - （3）整体抗滑稳定计算按GB 50286-2013第3.2.3条的规定执行。
- 土质地基上或软弱岩基上基础前趾可简化为固支在墙体上的悬臂板，按受弯构件计算，也可按弹性地基梁计算。

## 3. 材料要求

- （1）生态框应采用专用设备制作，混凝土强度等级不宜低于C20。
- （2）无纺土工布技术参数应按《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290的相关规定执行。
- （3）墙后反滤层级配参照《水闸设计规范》SL 265的相关规定执行。
- （4）样式A生态框纵向或角部宜采用螺杆连接，宜采用M12、性能等级不低于4.8级、表面经镀锌钝化的螺杆，质量应按《螺杆》GB/T 15389的相关规定执行。

（5）样式B生态框宜采用水泥砂浆砌筑，缝宽20~30mm，砂浆饱满度不应小于80%。

（6）生态框内填料：

- 样式A：1）块石：应采用质地坚硬、无风化石块，块石粒径宜为10~30cm；  
2）种植土：应按设计植物需求回填。

样式B：只能填充生态混凝土。

（7）生态混凝土

水泥：宜采用通用硅酸盐水泥。

骨料：宜采用单级配，粒径宜控制在20mm~40mm之间，针片状颗粒含量不宜大于15%，逊径率不宜大于10%。含泥（粉）总量不宜大于1%。

添加剂：用于水上护岸的生态混凝土，空隙内应添加盐碱改良材料，以改善空隙内生物生存环境，宜添加缓释肥，对有抗冻融要求的地区，应添加引气减水剂，提高抗冻融能力。

配合比：水泥用量宜为280kg/m<sup>3</sup>~320kg/m<sup>3</sup>，水灰比不宜大于0.5，必要时应加入减水剂。

配制：宜采用强制式拌和机拌制，采取两次加水方式；在运送途中应避免阳光暴晒、风吹、雨淋，防止形成表面初凝或脱浆。



# 箱式生态框挡墙护岸设计说明（2/2）

## 4. 施工工艺

箱式生态框挡墙施工工序主要包括基坑（槽）开挖、地基处理（如有）、基础浇筑、生态框安装、填料填筑、压顶浇筑及植物种植等。

（1）基坑（槽）开挖：按照设计要求进行开挖，开挖时应做好降水、排水等措施。

（2）生态框安装：生态框在厂家指导下安装，第一层砌块应严格按照图纸、通过放线排列砌块，确保安装水平、垂直。样式A生态框构件通过锚固孔调整坡比；样式B生态框构件在不影响挡墙安全稳定性的条件下，可采用适当错位方式摆放，提高挡墙空间异质性程度，增加生态修复效果。生态框顶部应设压顶，保持整体稳定。

（3）反滤料及生态框内填料：生态框、墙后反滤料及生态框内填料应依次分层施工，反滤料采用人工压实。

样式B生态框内填料可采用：底层浇筑生态混凝土140mm，中间放置营养包70mm，上层浇筑生态混凝土150mm。营养包采用无纺土工布制成袋，袋内充填配制好的盐碱改良材料及其他植物营养填充材料。用于水上的生态框，应在填料生态混凝土浇筑并养护7d后，向孔隙内充灌盐碱改良材料。

（4）样式A中植物的种植可选用撒播、栽种等方式，播种量与普通草坪相同。撒播、喷播时，草籽均匀地撒入覆土的生态框内，浇水养护。

## 5. 注意事项

（1）样式B生态框采用普通混凝土时，其混凝土强度不应低于C20，在季节性寒冷地区冻融循环次数不应少于50次。

（2）被防护土体应根据稳定要求设置加筋措施。

（3）基础埋置深度应综合地形、地质、冲刷深度等因素确定。

（4）基坑（槽）开挖宜在枯水期施工，开挖深度较大时宜分层开挖，确保边坡安全。

（5）基础浇筑后应根据环境条件选择适宜的养护方法进行养护，混凝土强度达到设计强度的70%以上，方可进行生态框的安装施工。

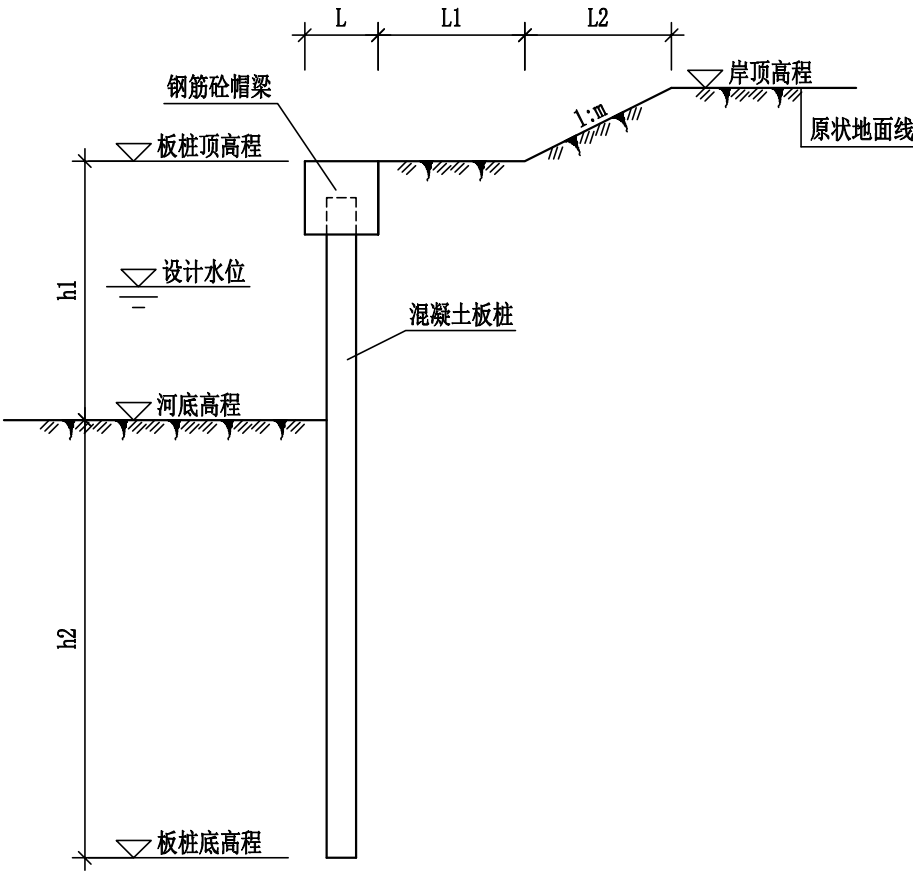
（6）构件起吊时不得在坡面拖滑，应一次起吊到位；安装过程中应采取有效措施防止碰撞造成偏位和损坏。

（7）安装应采用阶梯状推进，并分层、分段进行，安装过程中应及时校准安装偏差。

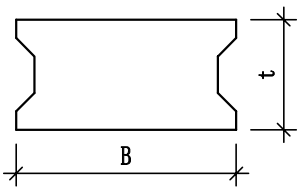
（8）生态框内回填块石时，应控制块石的重量和回填方法，确保制品结构的安全。

（9）常水位以下植物应选择耐水湿品种，常水位以上宜根据河道（湖泊）风貌情况，不同河段选择叶形和色彩不同的植物，以提升河道整体观感。

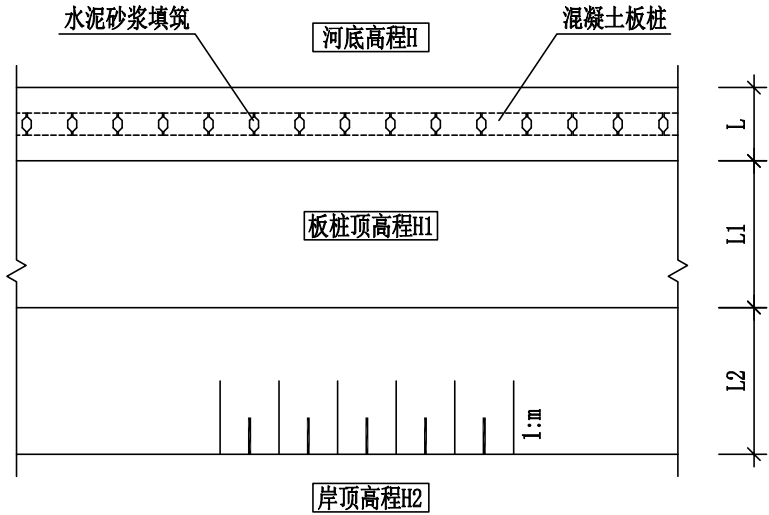
混凝土板桩护岸断面图



混凝土板桩大样图



混凝土板桩护岸平面图



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 本图为混凝土板桩护岸与坡式护岸结合的复合断面典型设计, 适用于受地形条件限制、地质条件较差的地段。
3. 在选用预制混凝土板桩时, 其强度等级不宜低于附表中规定的要求, 裂缝控制要求和抗渗、抗冻、抗侵蚀、抗冲刷等耐久性要求应满足国家现行有关标准的规定。
4. 混凝土板桩大样图仅为其中一种形式。

### 预制混凝土板特征及适用条件

| 桩 型              |        | 生产<br>工艺 | 混凝土<br>强度等级 | 截面形式<br>及尺寸                         | 单节最大<br>桩长 (m) | 适用土层               | 沉桩方法            | 是否<br>可接桩 |
|------------------|--------|----------|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------|
| 方<br>形<br>桩      | 护壁桩    | 离心法      | 不低于C80      | 截面为外方内圆的空心桩, 边长400mm~800mm          | ≤18            | 黏性土、粉土、砂土、碎石土、强风化岩 | 锤击法、振动法、静压法、植桩法 | 可         |
|                  | 方桩     | 浇筑法      | 不低于C60      | 截面为正方形的实心桩, 边长300mm~600mm           | ≤15            |                    |                 | 可         |
| 平<br>板<br>形<br>桩 | 平板桩    | 浇筑法      | 不低于C60      | 截面为矩形的实心桩, 宽度为600mm, 高度为200mm~300mm | ≤11            | 黏性土、粉土、砂土          | 锤击法、振动法、植桩法     | 否         |
|                  | 空心平板桩  | 离心法      | 不低于C80      | 截面为矩形的空心桩, 宽度为600mm~1300mm          | ≤14            |                    | 锤击法、振动法、植桩法     | 否         |
|                  | 翼边板桩   | 离心法      | 不低于C80      | 截面为带翼边的矩形空心桩, 宽度为600mm~1300mm       | ≤14            |                    | 锤击法、振动法、植桩法     | 否         |
| 异<br>形<br>桩      | 凹形板桩   | 离心法      | 不低于C80      | 截面为U形的异形桩, 宽度为400mm~1000mm          | ≤18            | 黏性土、粉土、砂土          | 锤击法、振动法、植桩法     | 否         |
|                  | 波浪桩    | 离心法      | 不低于C80      | 截面为半圆环形的桩, 高度为250mm~600mm           | ≤15            |                    | 锤击法、振动法、植桩法     | 否         |
| 圆<br>形<br>桩      | 混合配筋管桩 | 离心法      | 不低于C80      | 截面为圆环形的桩, 直径为400mm~800mm            | ≤23            | 黏性土、粉土、砂土、碎石土、强风化岩 | 锤击法、振动法、静压法、植桩法 | 可         |

# 混凝土板桩护岸设计说明

## 1. 适用条件

适用于受地形条件限制、地质条件较差地段。

## 2. 设计计算

混凝土板桩护岸稳定计算按SL 379-2007附录B的规定执行；

混凝土板桩护岸结构计算按SL 379-2007附录C的规定执行。

## 3. 材料要求

混凝土板桩主要依靠自身锚固力或设帽梁、拉杆及固定在可靠地基上的锚碇墙以维持稳定的挡土建筑物。

在选用预制混凝土板桩时，其强度等级不宜低于附表中规定的要求，除应满足结构强度、抗裂（或限裂）要求外，还应根据工作条件、地区气候和环境等情况，分别满足抗渗、抗冻等要求。

## 4. 施工工艺

（1）根据不同的施工方法，板桩式挡土墙的墙体又可分为打入式和地下连续墙两种结构。

（2）采用打入式预制构件施工时，可选用钢筋混凝土预制板桩，考虑到刚度要求和施工方便，钢筋混凝土预制板桩厚度不宜小于0.3m；对于地下连续墙的厚度，最少厚度应在0.4m以上。

（3）板桩式护岸还应验算桩顶的水平位移，并控制入土点的变位值不宜大于10mm；现浇式地下连续墙的强度应以墙顶位移不大于5mm。

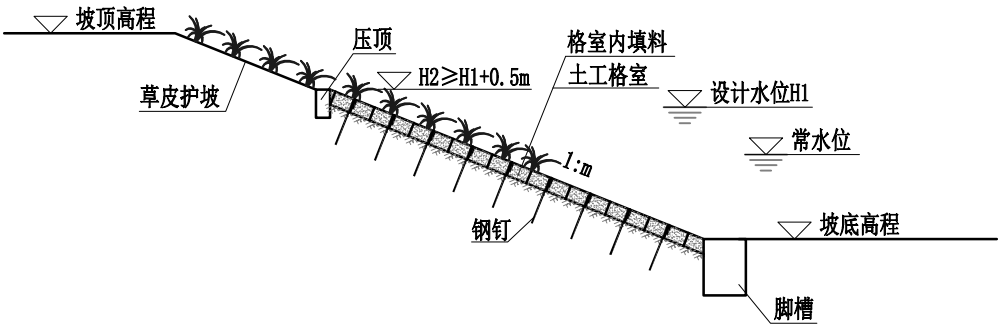
（4）由于无锚碇墙的板桩式挡土墙在水平力作用下变位较大，一般仅在挡土高度不大的情况下采用；而有锚碇墙的板桩式护岸依靠锚碇墙维持结构稳定，因此可用于挡土高度较大的场所。

## 5. 注意事项

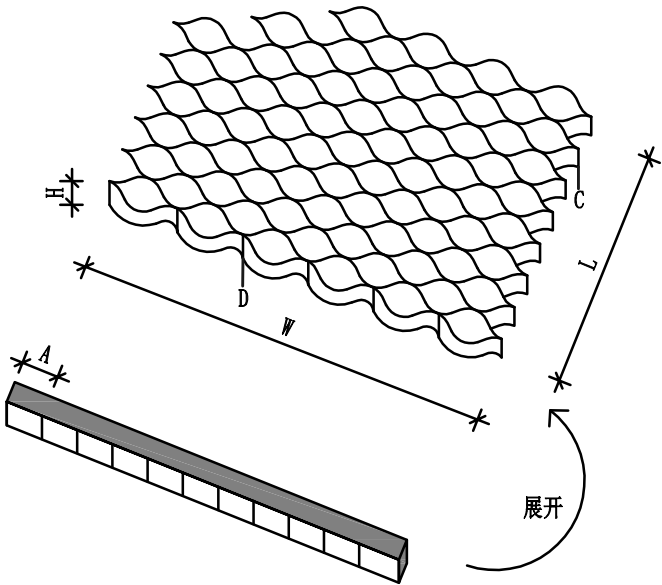
（1）土质地基上混凝土板桩护岸应根据有锚碇墙或无锚碇墙情况分别计算。无锚碇墙的板桩式护岸应按悬臂结构计算。有锚碇墙的板桩式护岸应按施工顺序，在拉杆未受力前可按悬臂结构计算；拉杆受力后，应按有锚碇墙的结构计算。拉杆应按受力杆件计算。锚碇墙可按立置的弹性基础板计算。

（2）板桩式墙体结构除应考虑自身稳定外，还应采取防止墙后土体由墙体接缝中流失的措施。

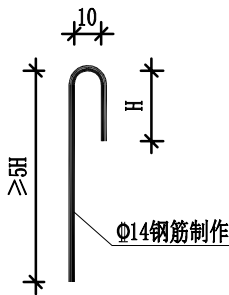
土工格室护坡设计断面图



单组土工格室示意图



钢钉大样图



A-焊接距离;  
H-格室高度;  
C-格室间格室片的边缘连接处;  
L-单组格室展开后的长度;  
D-格室间格室片的中间连接处;  
W-单组格室展开后的宽度;

土工格室常用定型尺寸及适用条件

| 格室常用规格高度H (mm) | 适用条件                              |
|----------------|-----------------------------------|
| 50/80/100      | 填料可选用土、碎石或混凝土<br>适用于现状岸坡扰动不大的表层护坡 |
| 120/150/200    | 填料可选用土或碎石<br>适用于河道、湖泊等受侵蚀岸坡       |

护坡工程量表 (每100m<sup>2</sup>坡面)

| 项目   | 单位             | 数量      | 备注            |
|------|----------------|---------|---------------|
| 土工格室 | m <sup>2</sup> | 100     | 格室常用规格高度H     |
| 填料   | m <sup>3</sup> | 100H    | 填料可选用土、碎石或混凝土 |
| 撒播草籽 | m <sup>2</sup> | 100     | 填土时撒播草籽       |
| 钢钉   | 根              | 300~500 | 每平米3~5根       |

- 说明:
1. 本图高程以m计, 其余尺寸单位以mm计。
  2. 土工格室是由长条形的塑料片材, 通过超声波焊接等方法连接而成的蜂窝状立体网格结构, 运输时缩叠, 使用时展开。
  3. 为保证土工格室体系的稳定, 采用钢钉对格室进行固定, 钢钉长度为格室本身高度的5倍以上, 钢钉间距3~5根每平方米。
  4. 常水位以下格室内可填充碎石或混凝土, 以上格室内宜填充种植土。
  5. 脚槽根据冲刷计算确定尺寸及埋深。
  6. 土工格室铺设边坡坡比宜缓于1:1.5。

# 土工格室护坡设计说明

## 1. 适用条件

土工格室护坡适用于深层稳定，岸坡表面遭受雨水冲蚀或水流冲刷的坡面上，利用格室中的填料或植物实现固土护坡的作用。

## 2. 设计计算

冲刷深度按GB 50286 附录D的规定执行。

## 3. 材料要求

土工格室遵循的国家标准为GB/T 19274《土工合成材料 塑料土工格室》。

## 4. 施工工艺

- (1) 场地平整：对不规则坡面或坡体进行整平处理。
- (2) 铺设：在平整后的坡顶固定好钢钉，每根钢钉之间距离要和格室展开格子之间距离相对应。土工格室由上到下铺设，最上端固定在坡顶钢钉处，格室沿坡面路线充分张开，为保证土工格室体系的稳定，采用钢钉对格室进行固定，钢钉间距3~5根每平方米。检查确认固定土工格室的钢钉有无脱落，格室是否充分张开等。

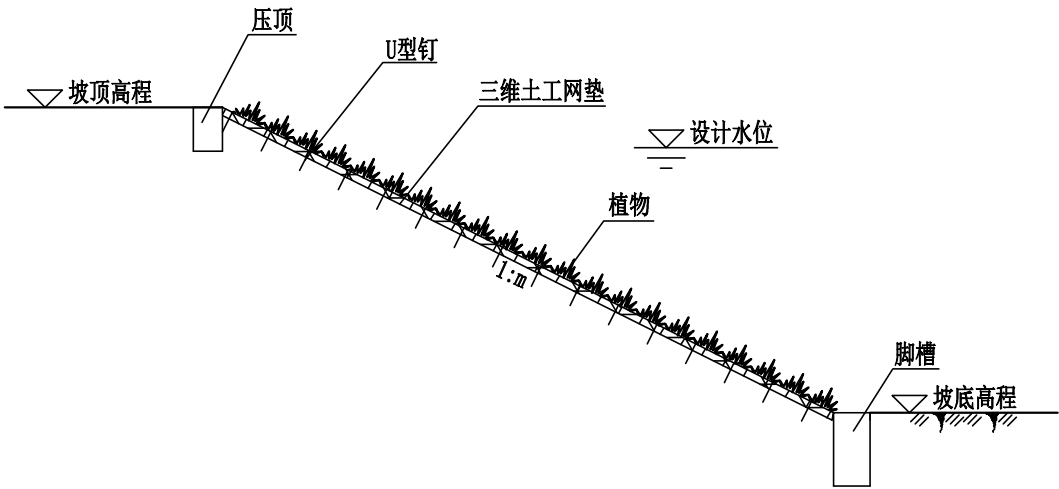
(3) 填土：填土前应再次检查土工格室是否充分张开，填土应采用倾卸式卡车沿坡顶格室边缘卸土，先填顶部，再自上而下铺土。铺土可由人工配合推土机平土，也可以用挖掘机向格室内填土，落土高度不宜大于1m。

(4) 压实：根据地基情况确定土质及土壤配比，填土高度应高于格室高度3-5cm，进行压实工作。可采用平板式振荡器或立式震动夯碾压密实。

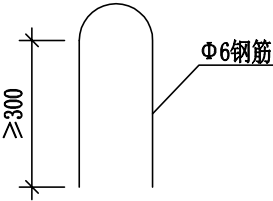
## 5. 注意事项

- (1) 沿坡线方向将格室张拉，使格式处于张力状态，不应有松弛感。
- (2) 格室内回填宜分两次进行，首先人工回填厚度约8cm左右，使格室整体稳定，然后用小型机械回填碾压，碾压过程中不得有变形或褶皱。
- (3) 钢钉成孔位置应位于格室对角上方，以保证格室重量能传到锚杆上。
- (4) 格室与格室之间应完全连接，以形成片，连成一个整体。

三维土工网垫护坡



U型钉大样图



说明:

- 1、本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
- 2、三维土工网垫护坡适用于边坡坡率不宜陡于1:1的稳定边坡上，填方边坡的土壤硬度一般在5kg / cm<sup>2</sup>以下。
- 3、三维土工网垫在坡上、下两端各留有40cm~80cm，上端应埋入土中，下端应留成水平面；将网放在坡顶上，然后顺坡拉出网垫，自上而下至坡脚处。网与网之间搭接不小于10cm，并使网紧贴坡面无悬空褶皱现象。
- 4、三维土工网垫规格型号分为：EM2、EM3、EM4、EM5。
- 5、施工时可用小竹杆或小木棍穿于整卷网垫中，顺坡拉出网垫，四周用U型铁钉钉住，钉子间距为30cm。钉子长度一般为30cm（距离地面），疏松地表则加长钉子长度，在高坡铺设时，上坡使用的钉子长度应大于下坡钉子的长度。

三维土工网垫护坡工程量表

| 项目     | 单位             | 数量   | 备注         |
|--------|----------------|------|------------|
| 三维土工网垫 | m <sup>2</sup> | 100  | 网垫厚度H依计算选取 |
| 种植土    | m <sup>3</sup> | 100H |            |
| 植物     | m <sup>2</sup> | 100  |            |
| U型钉    | 根              | 1000 | 300        |

（注：按每100m<sup>2</sup>坡面）

# 三维土工网垫护坡设计说明（1/2）

## 1. 适用范围

适用于流速小于 $\leq 2\text{m/s}$ ，景观性、生态性要求较高的城镇河道。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、冲刷深度按GB 50286-2013附录D的规定执行。

## 3. 材料要求

三维土工网垫对河岸（堤）进行防护时，其材料特性应符合国家标准要求，中小河流治理中植被网规格要求达到EM3以上标准，单位面积重量 $\geq 350\text{g/m}^2$ ，厚度 $\geq 14\text{mm}$ ，最大抗力 $\geq 2.0\text{kN}$ 。

三维土工网垫规格性能参数表

| 规格                       | EM2 | EM3 | EM4 | EM5 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 项目                       |     |     |     |     |
| 单位面积克重( $\text{g/m}^2$ ) | 220 | 260 | 350 | 430 |
| ( $\text{kN}$ ) $\geq$   |     |     |     |     |
| 厚度( $\text{mm}$ ) $\geq$ | 10  | 12  | 14  | 16  |
| 纵向拉伸强度                   |     |     |     |     |
| ( $\text{kN}$ ) $\geq$   | 0.8 | 1.4 | 2.0 | 3.2 |
| 横向拉伸强度                   |     |     |     |     |
| ( $\text{kN}$ ) $\geq$   | 0.8 | 1.4 | 2.0 | 3.2 |
| 备注：特殊规格尺寸可根据合同或协议要求生产    |     |     |     |     |

## 4. 施工工艺

（1）清坡：将边坡上杂石碎物清理干净，将低洼处回填夯实平整，确保坡面平顺。

（2）铺设：将三维土工网垫沿坡面由上至下铺于坡面上，网与坡面之间保持平顺结合。

（3）预埋：三维土工网垫铺于坡顶时需延伸 $40\sim 80\text{cm}$ ，埋于混凝土或浆砌石压顶中。

（4）锚固：将三维网自下而上用 $\phi 6\text{mm}$ 以上的U型钢筋将三维网固定，U型钢筋长约 $15\sim 30\text{cm}$ ，宽约 $8\text{cm}$ ，U型钢筋搭接部位每间隔 $1\text{m}$ 一根，其他部位间隔约 $1\sim 2\text{m}$ 一根。

（5）覆土：三维植被网铺设完毕，将泥土均匀覆盖于三维植被网上，将网包覆盖住，直至不出现空包，确保三维植被网上泥土厚度不小于 $12\text{mm}$ ，然后将肥料、生长素、粘固剂按一定比例混合均匀，施洒于表层，肥料为氮：磷：钾 $=10:8:7$ 的复合肥及含N有机质，肥量约为 $30\sim 50\text{g/m}^2$ 。

（6）喷播：覆土回填完毕，进行液压喷播，即将草籽（按 $25\text{g/m}^2$ 左右喷播）和促使其生长的附着剂、木纤维、肥料、生长素、保湿剂及水按一定比例混合搅拌，形成均匀混合液，通过液压喷播机均匀喷洒于坡面上。

（7）喷草施工完成之后，必需定期进行养护，直到草坪成坪。



## 三维土工网垫护坡设计说明（2/2）

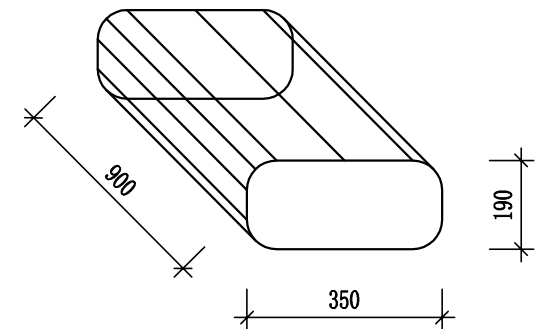
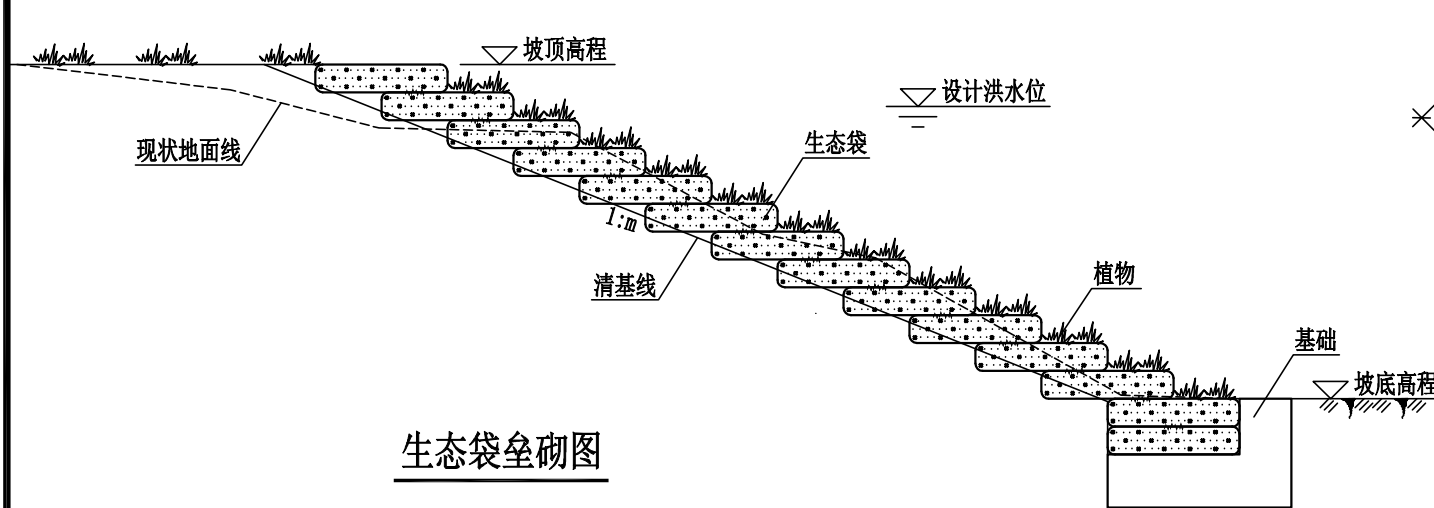
### 5. 注意事项

（1）在采取植物措施护坡的河段，当工期与植被培植期发生矛盾时，在工程竣工即进入暴雨季节时，可采取“加筋草皮”对工程进行快速防护，“加筋草皮”是采用三维土工网垫在草坪种植或工地附近的空地上预先培植好草皮，成坪后即可整卷移至需防护的边坡上。

（2）对于流速较低的平原区河道顺直河段临水面及背水面均可采用三维土工网草皮防护，河道断面平均流速不大于2m/s。

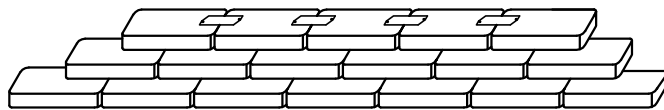
## 生态土工袋护坡

## 生态袋袋体成型尺寸

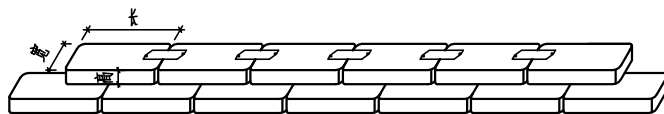


## 生态袋垒砌图

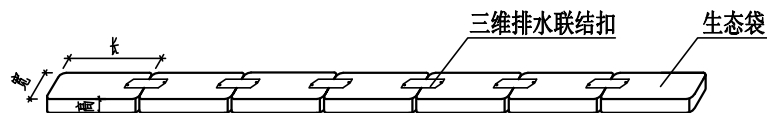
三：重复一～二进行上层施工



二：放置第二层生态袋及三维排水联结扣



一：放置第一层生态袋及三维排水联结扣



说明：

- 1、本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
- 2、铺设土工袋前需对现状坡面进行修整，清除杂物、杂草等。
- 3、常水位以下生态袋填充中粗砂，常水位以上填砂土，配合比为中粗砂：粘土=9:1。掺和蘑菇肥以利植物生长。有机肥加入量按 $3\text{kg}/\text{m}^2$ 。
- 4、回填土压实度不低于规范要求，根据现场情况确定合适的碾压方式。
- 5、建议植被方案，采用当地常用植被。

# 生态土工袋护坡设计说明

## 1. 适用范围

适用于流速小于 $\leq 3\text{m/s}$ ，景观性、生态性要求较高且有后期维护条件的城镇河道。

## 2. 设计计算

岸坡抗滑稳定、冲刷深度按GB 50286-2013附录D的规定执行。

## 3. 材料要求

生态袋应以聚丙烯为主要原料，具有抗紫外线辐射、抗酸碱盐、抗微生物侵蚀等功能，对植物非常友善，透水不透土。其力学参数应符合以下技术要求：纵横向断裂强度 $\geq 5.0\text{kN/m}$ ，纵横向标准强度对应伸长率为40~80%，CBR顶破力 $\geq 1.4\text{kN}$ ，纵横向撕破强力 $\geq 0.16\text{kN}$ ，垂直渗透系数为 $i \times 10^{-1}\text{cm/s}$ ，等效孔径 $0_{95}$ 应满足保土防堵要求，抗紫外线指标按照ASTM04355试验500h保有率 $\geq 70\%$ 。

目前生态袋尚无国家标准，其材料特性主要参照《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》（GB/T17639-2008）。

## 4. 施工工艺

(1)生态袋材料指标要求，应根据被保护土体的特性计算出生态袋适宜的有效孔径，选择符合要求的产品，根据不同的坡比选择尺寸规格不同的生态袋，使连接部件尽可能被上下两层生态袋所覆盖。

(2)采用生态袋护坡的岸坡应清除原坡面的建筑垃圾和生活垃圾，清除表层松

散土，由于护坡结构为层层堆叠而成，边坡坡比不必强求一致，生态袋可堆砌在稳定的自然边坡上。

(3)生态袋应填充密实，填筑料宜为级配良好的砂类土，一般情况不得使用会快速收缩和膨胀的重粘质土以及有机粘土。生态袋的缝袋线或扎口带必须具有抗紫外线性能。

(4)生态袋垒砌时上下层应骑缝布置，连接部件也应骑缝布置，扎口袋和缝袋线不宜外露。

(5)生态袋植物措施处理可以选择喷播、植播、铺种草皮等，对于边坡原有乔木应进行保护。

## 5. 注意事项

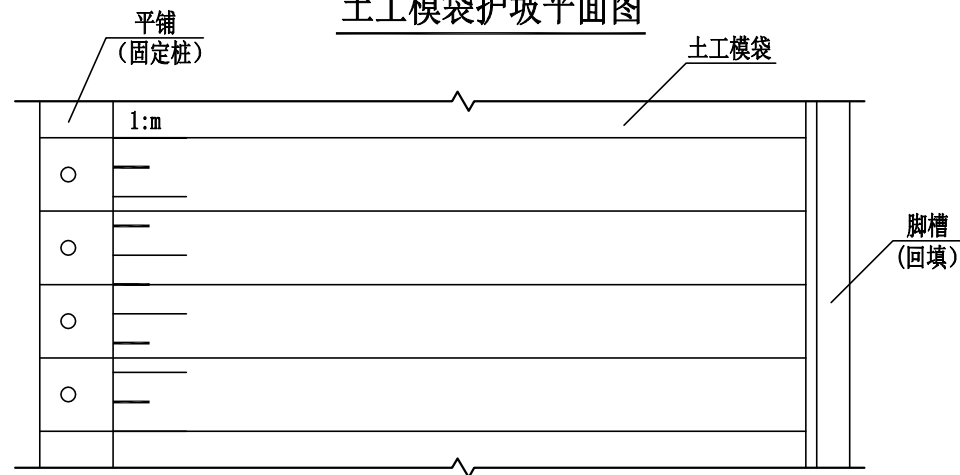
(1)采用生态袋护坡时边坡自身应能满足稳定要求，生态袋主要起防冲和防止水土流失的作用，对于边坡较陡时应考虑加筋对土体进行加固。

(2)中小河流治理中生态袋重点运用区域主要位于景观要求较高的城镇河段，且具备后期维护条件，可用于岸坡防护和生态修复，农村河段应慎重使用。

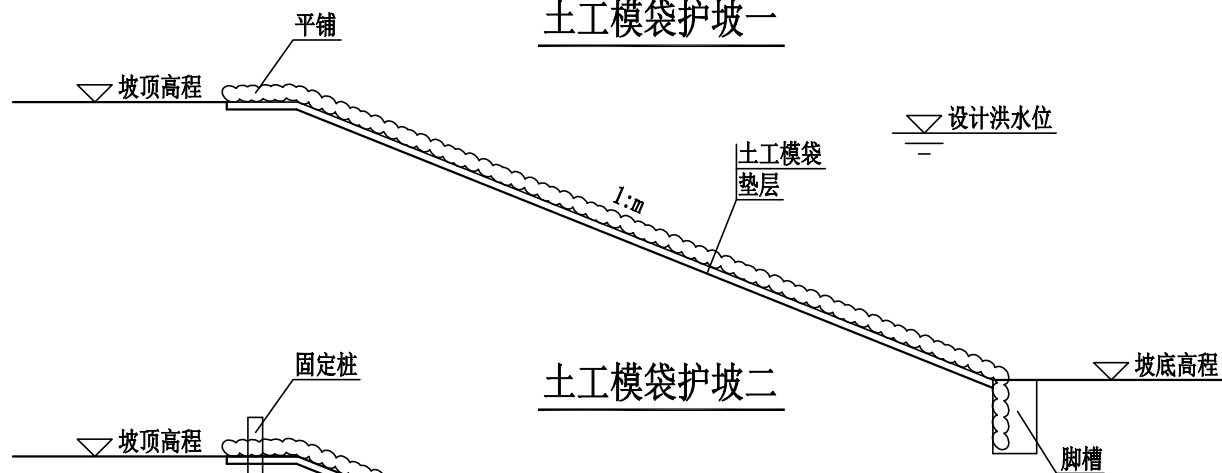
(3)生态袋护坡可应用于河道顺直的岸坡，当冲凹岸不宜使用，其允许不冲流速不大于 $3\text{m/s}$ 。

(4)采用生态袋护坡的河道断面型式应尽量采用斜坡式结构。

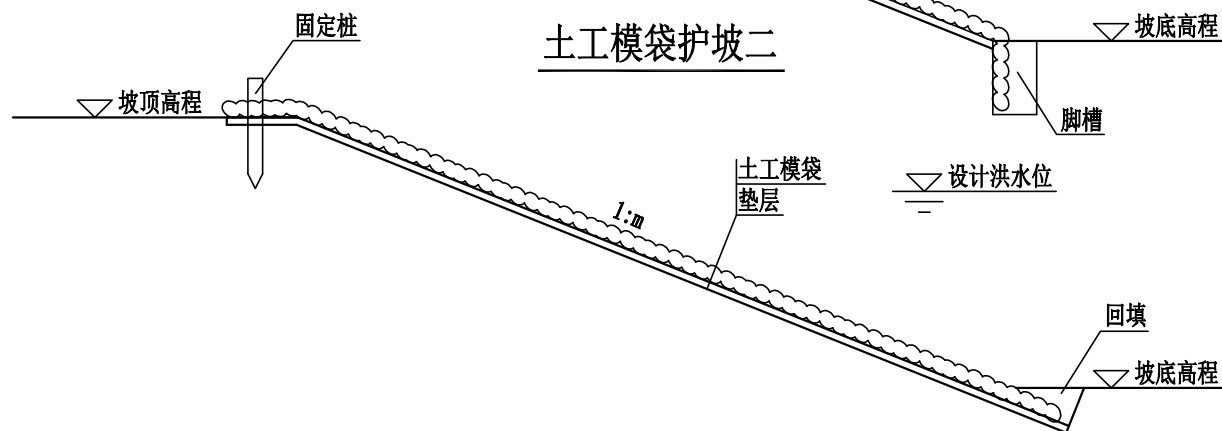
# 土工模袋护坡平面图



## 土工模袋护坡一



## 土工模袋护坡二



说明:

- 1、本图高程以m计，其余尺寸单位以mm计。
- 2、铺设模袋前需对现状坡面进行修整，清除杂物、杂草等。
- 3、模袋布应具有耐碱性、耐酸性及耐紫外线方面的性能要求，其技术性能指标应符合GB/T 17640规定。
- 4、混凝土的水泥用量，应满足混凝土的强度、耐久性要求。
- 5、模袋底部渗水应及时排走，以保稳定，如排渗能力不足，应增设排水孔。
- 6、为增加抗滑稳定，可根据不同条件，采取合适措施。

# 土工模袋护坡设计说明

## 1. 适用范围

具有整体性好、耐久性好、地形适应性强、施工速度快、省工省时、便于操作等特点，广泛应用于水库、河渠等工程护坡上。

## 2. 设计计算

土工模袋厚度、稳定性、排渗核算和抗滑稳定计算按《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》SL/T225 规定执行。

## 3. 材料要求

模袋布应具有耐碱性、耐酸性及耐紫外线方面的性能要求，模袋布产品，其技术性能指标应符合GB/T 17640规定。模袋上下层的扣带间距应经现场试验确定，采用20cm×20cm为宜；模袋上下两层边框缝制应采用4层叠制法，缝制宽度不应小于5cm，针脚间距不大于0.8cm。

模袋混凝土的强度等级、耐久性等级性能指标和检测方法应符合GB/T 50600-2020第4.2节的规定。

## 4. 施工工艺

- (1)模袋铺设前，首先进行坡面基础验收，验收合格后，方可进行模袋铺设。
- (2)将模袋布展开，灌入口朝上，检查模袋布表面。是否有无破损、脱线另需检查模袋尺寸是否满足设计要求，将相邻块模袋布缝合成一体。

(3)混凝土灌注口制定在封顶下的倒齿墙上。在吹填时人工调整模袋横纵缝，使模袋吹填完成后横纵缝平直。

(4)混凝土灌注口制定在封顶下的倒齿墙上。在吹填时人工调整模袋横纵缝，使模袋吹填完成后横纵缝平直。

(5)拌制的混凝土要具有良好的和易性和流动性，拌和好的混凝土应作塌落度试验，塌落度宜控制在18~22cm之间。水灰比0.5~0.55。掺用粉煤灰采用Ⅱ级粉煤灰，密度为2.20t/m<sup>3</sup>，不应大于15%，掺用高效引气减水剂不应大于0.2%。水泥采用普通硅酸盐水泥，强度等级32.5~42.5R。

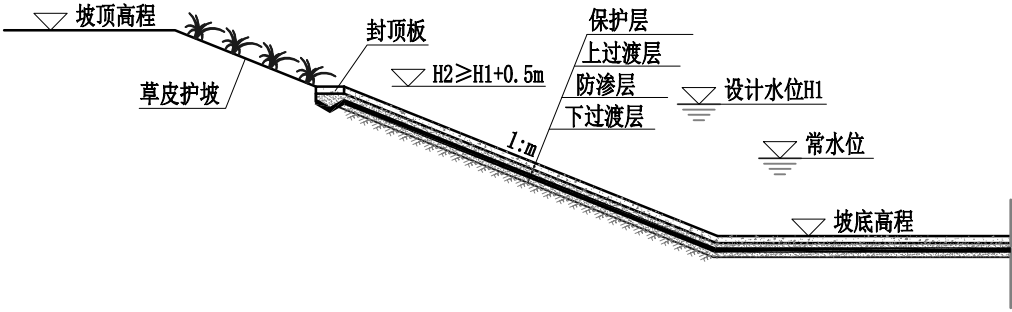
(6)地泵泵送距离单向不应超过100m，充灌速度控制在10m/h以内，混凝土出口压力以0.2Mpa~0.8Mpa为宜。

(7)充灌混凝土必须连续进行，当膜袋内混凝土充灌将近饱满时暂停5min~10min，待水分析出后，再灌至饱满。

## 5. 注意事项

- (1)当气温低于4℃时，不应进行混凝土作业。
- (2)施工人员应注意避免劳动工具破坏模袋。

土工膜防渗衬砌断面图



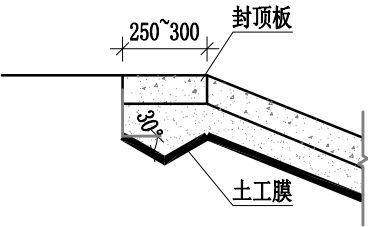
保护层厚度取值表

| 保护层材料      | 素土    | 块石、卵石 | 砂砾石   | 混凝土  |     |
|------------|-------|-------|-------|------|-----|
|            |       |       |       | 现浇   | 预制  |
| 保护层厚度 (cm) | 30~50 | 20~30 | 25~40 | 4~10 | 4~8 |

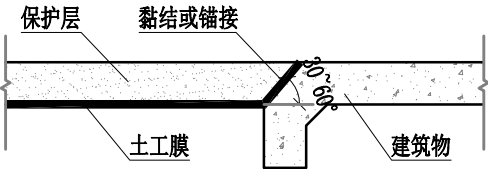
过渡层厚度取值表

| 过渡层材料      | 灰土、塑性水泥土、砂浆 | 素土、砂 |
|------------|-------------|------|
| 保护层厚度 (cm) | 2~3         | 3~5  |

土工膜顶部铺设大样图



土工膜与建筑物连接大样图



护坡工程量表 (每100m<sup>2</sup>坡面)

| 项目  | 单位             | 数量  | 备注          |
|-----|----------------|-----|-------------|
| 土工膜 | m <sup>2</sup> | 110 | 松铺及搭接系数1.10 |
| 保护层 | m <sup>2</sup> | 100 | 厚度根据计算选取    |
| 过渡层 | m <sup>2</sup> | 100 |             |

说明:

1. 本图高程以m计, 其余尺寸单位以mm计。
2. 土工膜护坡多用于渠道, 防渗性能好, 适应变形能力强, 质轻量少, 运输、施工方便。
3. 土工膜的类型有聚合物类土工膜、沥青类土工膜、复合土工膜, 一般常用类型为复合土工膜。
4. 保护层: 多用混凝土、水泥土、素土或块石, 防止紫外线照射等引起土工膜老化, 防止外力对土工膜的破坏, 在寒冷地区兼做保温层;  
上过渡层: 多用砂浆, 防止保护层材料对土工膜的破坏;  
防渗层: 土工膜防渗层, 当采用复合土工膜(两布一膜)时, 可不单独设过渡层;  
下过渡层: 多用砂石, 防止地基不平整或有粗颗粒料时对土工膜的破坏, 土基时可不设此层, 岩石或砂砾石基础时一般要设。

# 土工膜防渗衬砌设计说明

## 1. 适用条件

土工膜防渗衬砌适用于有防渗要求的河道或渠道，一般边坡和底部都一同铺设，整体防渗，防渗效果好，适应变形能力强。

## 2. 设计计算

土工膜防渗土料保护层边坡稳定计算按GB/T 50600 附录H的规定执行。

## 3. 材料要求

土工膜应遵循的国家标准为GB/T 17643《土工合成材料 聚乙烯土工膜》和GB 18173《高分子防水材料 第1部分：片材》。

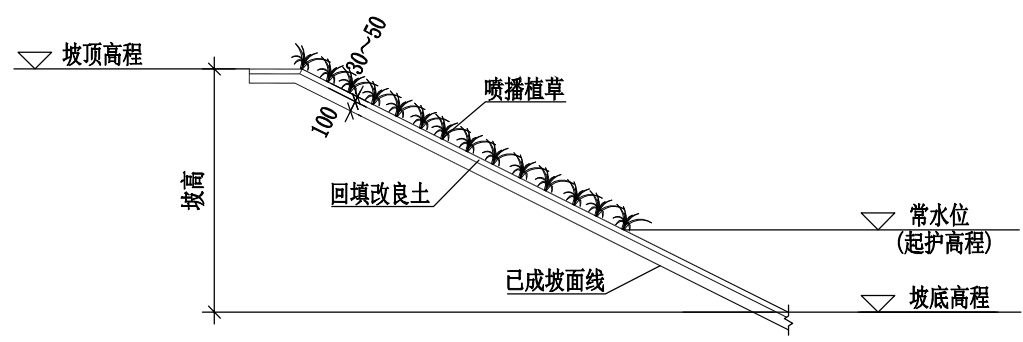
## 4. 施工工艺

- (1) 场地平整：对不规则坡面或坡体进行整平处理，清除尖锐棱角部分。
- (2) 铺设：根据设计要求依次铺设过渡层，防渗层和保护层。过渡层铺设应平整、无突出物；铺设过渡层或保护层的施工速度应与铺膜速度相匹配，避免膜层裸露时间过长。
- (3) 压实：可采用平板式振荡器或立式震动夯将各层碾压密实。

## 5. 注意事项

- (1) 膜料应根据渠道尺寸合理选择幅宽，减少现场拼接量。
- (2) 铺设顺序应先 上游后下游, 上游压下游, 接缝应垂直水流方向；
- (3) 膜料铺设应预留 3%~5%的伸缩变形余量, 应排除膜下空气；
- (4) 膜料连接可采用焊接、黏结和搭接, 焊接、黏结的搭接宽不应少于10cm, 搭接宽不应小于20cm, 破洞修补搭接范围应大于孔洞周边10cm~20cm; 坡脚、坡顶转折处、断面变化处等应力集中区1m范围不应设连接缝；
- (5) 焊接工艺及参数应根据焊接试验确定, 焊缝应整齐, 不得滑焊和漏焊；
- (6) 作业人员应穿胶鞋或软底鞋作业; 焊机不用时不得直接放置膜面; 铺设完成后, 应尽量减少膜面作业; 温度低于5℃时, 应停止焊接作业。

喷(撒)播草籽护坡横断面图



每100m²坡面主要工程数量表

| 回填改良土 (m³) | 喷播植草 (m²) | 无纺布 (m²) |
|------------|-----------|----------|
| 10         | 100       | 110      |

- 说明:
- 1. 本图尺寸单位除注明外均以mm计。
  - 2. 当坡面土质适合草种生长时, 可以不回填改良土。
  - 3. 雨季施工时, 需用无纺布或其他材料覆盖。



# 喷(撒)播草籽护坡设计说明

## 1. 适用条件

适用于边坡稳定, 坡面受雨水轻微冲刷, 边坡坡率缓于1: 1.5, 易于植被生长的土质边坡。

## 2. 材料要求

(1) 喷播草籽护坡一般是由草种、木纤维、保水剂、粘合剂、肥料、染色剂等与水组成的混合物。其材料配比一般是每平方米用水4000ml, 纤维200g, 粘合剂(纤维素)3~6g, 保水剂、复合肥及草种根具体情况而定。

(2) 草种应根据气候区划选用, 应具有优良的抗逆性, 并采用两种以上的草种进行混播(详见本页说明4中)。

(3) 木纤维由天然林木加工后的剩余物再经特殊加工制成, 加工纤维的长短和粗细比例应达到合适的纤维分离度, 保证喷播层有良好的交织性能。

(4) 保水剂一般常用合成聚合物系列, 如丙烯酸、丙烯酰胺共聚物等。

(5) 粘合剂可以选用纤维素或胶液。粘合剂应与保水剂相互匹配而不削弱各自功能, 同时也要求对草坪和环境无害。

(6) 根据土壤肥力状况, 喷播时配以草坪植物种子萌芽和幼苗前期生长所需的营养元素, 一般采用氮、磷、钾复合肥。

(7) 染色剂染色是为了提高喷播时的可见性, 便于喷播者观察喷播层的厚

度和均匀性。喷播时也可直接用不染色的原色木纤维。

## 3. 施工工艺

喷播草籽护坡施工工序:

(1) 平整坡面(人工整平, 清除所有石块、碎泥块、植物、垃圾, 回填改良土时厚度为100mm, 需改良土壤的pH值时, 应提前进行)。

(2) 排水设施施工(根据坡面过流量大小考虑是否设置坡面横向排水沟)

(3) 播草施工(按比例配合草种、木纤维、保水剂、粘合剂、染色剂及水的混合物料, 均匀播种)。

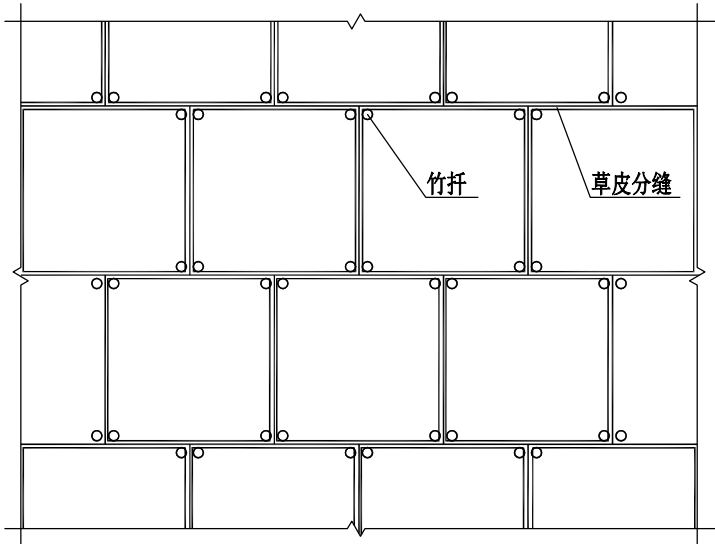
(4) 覆盖保护(雨季施工避免雨水冲刷, 可用稻草、秸秆编织席覆盖)。

(5) 前期养护(洒水养护不少于45d, 定期进行病虫害防治、追肥, 草种发芽后及时补播)。

## 4. 华中地区常用坡面植物(地被)

选用根系发达、叶茎低矮、多年生长且适宜于当地土壤和气候条件的草种, (无熟土时, 表土厚度  $\geq 20\text{cm}$ ) 表土层。如: 假俭草、紫羊茅、草地早熟禾、白三叶、双穗雀稗、小糠草、细叶结缕草、匍匐翦股颖、马尼拉结缕草、香根草、结缕草、早熟禾, 狗牙根草等。

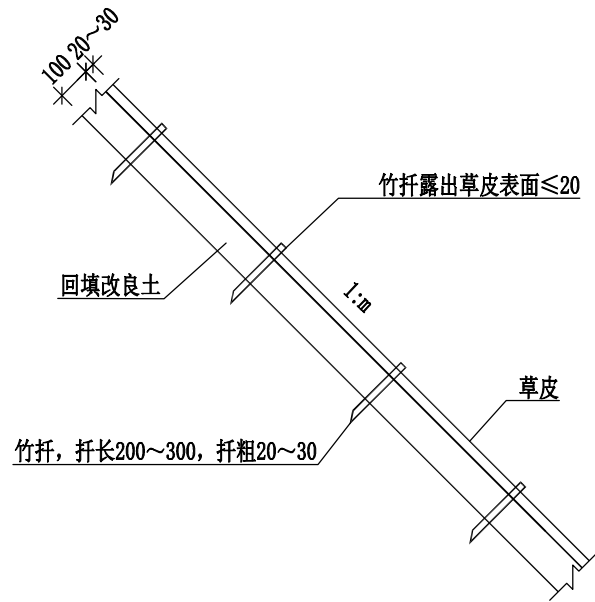
铺草皮护坡平面布置图



每100m<sup>2</sup>坡面主要工程数量表

| 回填改良土 (m <sup>3</sup> ) | 草皮 (m <sup>2</sup> ) | 竹杆 (根) |
|-------------------------|----------------------|--------|
| 10                      | 99.5                 | 110    |

铺草皮护坡横断面图



- 说明:
1. 本图尺寸单位除注明外均以mm计。
  2. 当坡面土质适合草种生长时, 可以不回填改良土。
  3. 植草护坡适用于边坡坡率缓于1: 1.5的坡面, 当边坡坡率陡于1:1.5时必须结合其他方法使用。
  4. 施工宜在春季和秋季进行, 应尽量避免在暴雨季节施工。在干旱、半干旱地区应保证养护用水的持续供给。

# 铺草皮护坡设计说明

## 1. 适用条件

适用于土质和严重风化的软质岩石边坡，需要迅速绿化的土质边坡。

## 2. 材料要求

草皮应具有优良的抗逆性。草皮块厚度为20~30mm，草皮可切成长×宽为300mm×300mm大小的方块。

## 3. 施工工艺

铺草皮护坡施工工序：

(1) 平整坡面（清除坡面石块和杂物，翻耕200~300mm，若土质不良需按植草护坡对土体进行改良，铺草皮前轻振1~2次坡面，并洒水润湿坡面）

(2) 准备草皮（注意防止草皮水分损失）

(3) 铺草皮（间铺法和条铺法）

(4) 前期养护（洒水养护不少于45d，定期进行病虫害防治、追肥，草种发芽后及时补播）。

## 4. 注意事项

(1) 铺草皮护坡常用边坡坡率为1:1.5~1:2.0，每级坡高不宜超过8m。

(2) 起草皮前一天应浇水，以保证草皮有足够的水分、不易破损，并防止运输过程中失水。

(3) 铺草皮时避免过分伸展和撕裂草皮，草皮块与块之间保留5mm间隙，并填入细土，将草皮四角用竹杆与坡面垂直固定，竹杆露出草皮表面不超过20mm，在草皮上洒水，并用木锤将草皮与坡面拍实贴紧。

(4) 施工宜在春季和秋季进行，应尽量避免在暴雨季节施工。在干旱、半干旱地区应保证养护用水的持续供给。

## 5. 草种草种选用原则

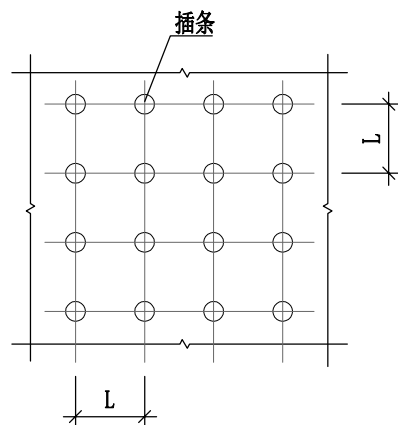
(1) 适应当地气候、土壤条件（包括水分、pH值、土壤性质等）。

(2) 抗逆性强（包括抗旱性、抗热性、抗寒性、抗贫瘠性、抗病虫害性等）。

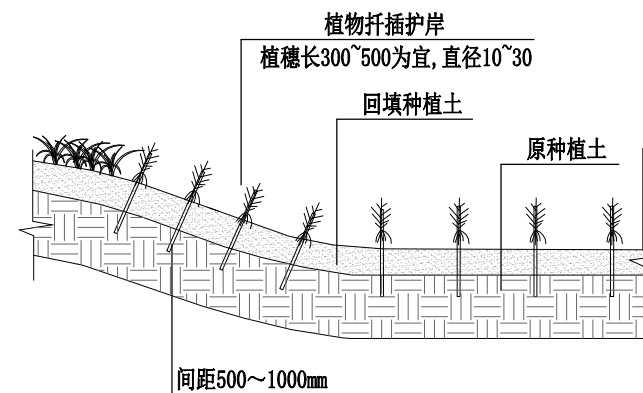
(3) 易成活，叶茎矮，根系发达，生长迅速，能在短时期内覆盖坡面，适应粗放管理，能生产适量种子。

(4) 种子易得且成本合理。草种选择可参考喷（撒）播草籽护坡设计说明中第4条。

活木扦插护坡平面图



活木扦插护坡断面图



说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 不适用于坡度大于1:2.0的岸坡。
3. 原则上插条露出地面50mm为宜, 埋入地下长度250mm以上为宜, 树枝与树枝间间隔 $L=500\sim1000\text{mm}$ 。

# 活木扦插护坡设计说明

## 1. 适用条件

适用于湖泊及河道上不易受冲刷的岸坡, 这类岸坡一般植被稀少, 存在一定程度的土壤侵蚀。

## 2. 材料要求

(1) 柳树枝: 在无叶的所谓休眠插条时, 用直径为10~30mm左右, 长度约100~300mm的柳枝。 柳树品种: 最好使用已长在周围的柳树。以叶子窄的品种为佳。“细柱柳”、“犬狐柳”等细干柳树作为丛生栽。

(2) 易生根的阔叶树: 此类树种包括连翘、锦带、荚迷、忍冬、水桤木、蔷薇类等, 插条在一年生枝上选取, 此时枝条刚木质化, 具有较强的分生能力。

## 3. 施工工艺

选取母枝 → 修整插穗 → 埋入插条

(1) 选取母枝: 为了获得好的插首先要选好其穗之“母枝”, 最佳者是健康坚硬的母枝。母枝之树龄若太老则出根能力低下, 应选年轻有生命力者。

(2) 修整插穗: 将插穗基部切割, 切割面最好为斜切或反切。

(3) 埋入插条: 截取直径10~30mm的柳枝, 埋入时要分清上下, 原则上插条露出地面在50mm为宜, 埋入地下长度要达到250mm以上为宜, 斜插为宜。树枝与树枝间间隔以500~1000mm左右为宜。

## 4. 注意事项

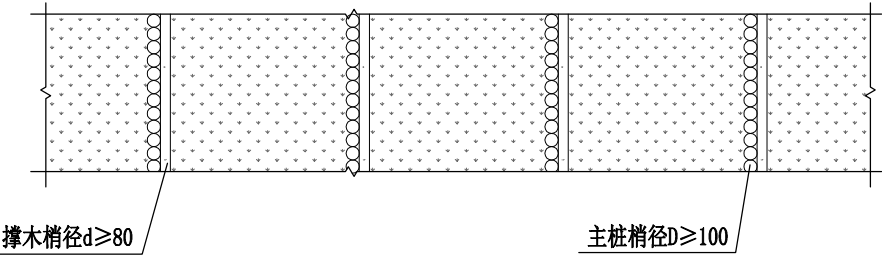
(1) 插条适合生长在高出平均水位0.3—2.0m的地方, 不同品种各有其适宜的土壤。

(2) 当遇洪水, 树木会将过流断面缩窄, 变更水流方向, 在培植或恢复河畔树林时应充分考虑洪水时的安全性。

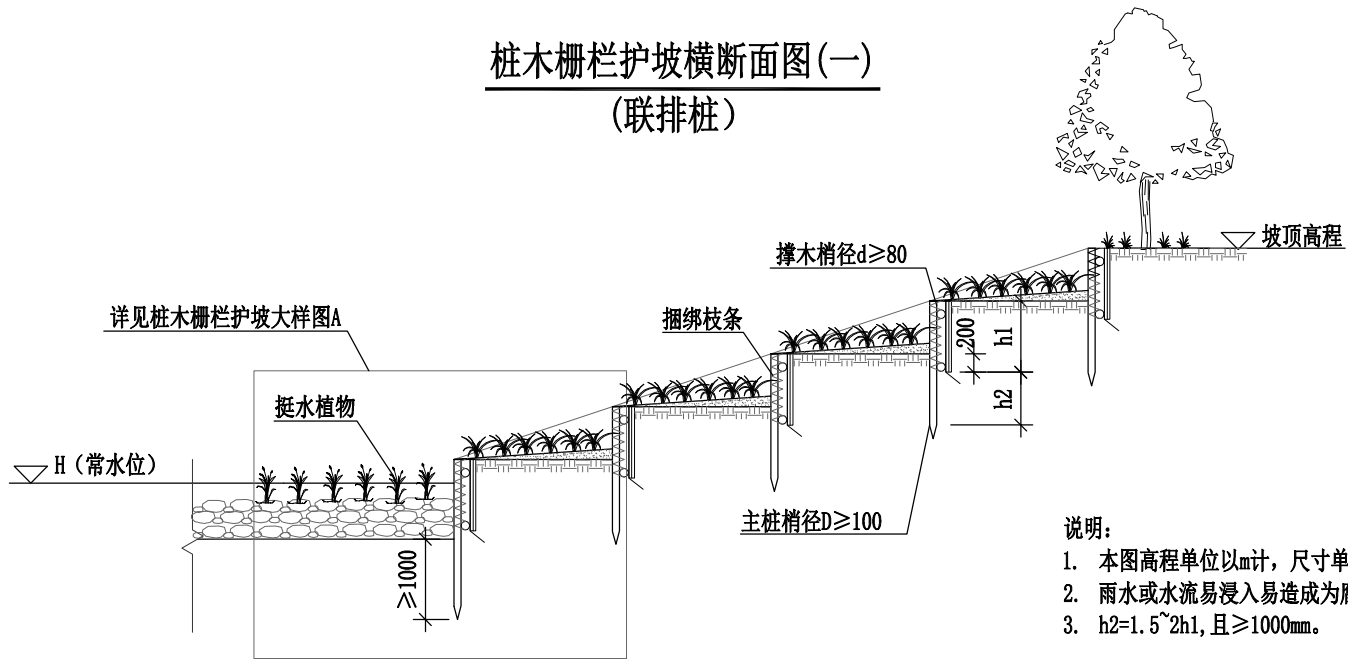
(3) 应注意当地的水位变化, 因为如柳树一类树木, 在生长期如泡水时间不长, 水退后可正常生长, 常年泡水根将腐烂。

(4) 在种植不久其根系尚未发达以前, 如有受洪水或水位变动之害的可能时, 宜采用木栅, 板材等土木构造保护其根系生长岸坡的稳定。

桩木栅栏护坡平面图(一)  
(联排桩)



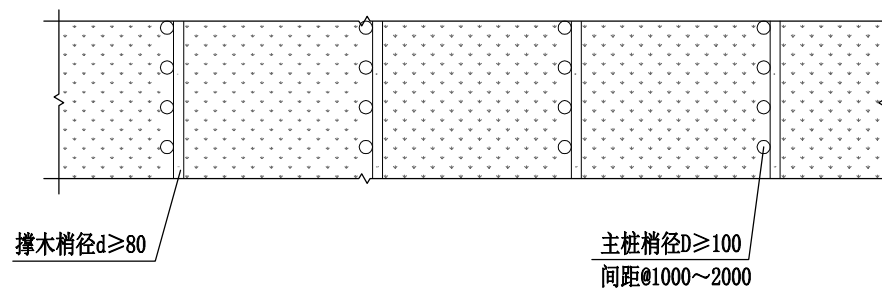
桩木栅栏护坡横断面图(一)  
(联排桩)



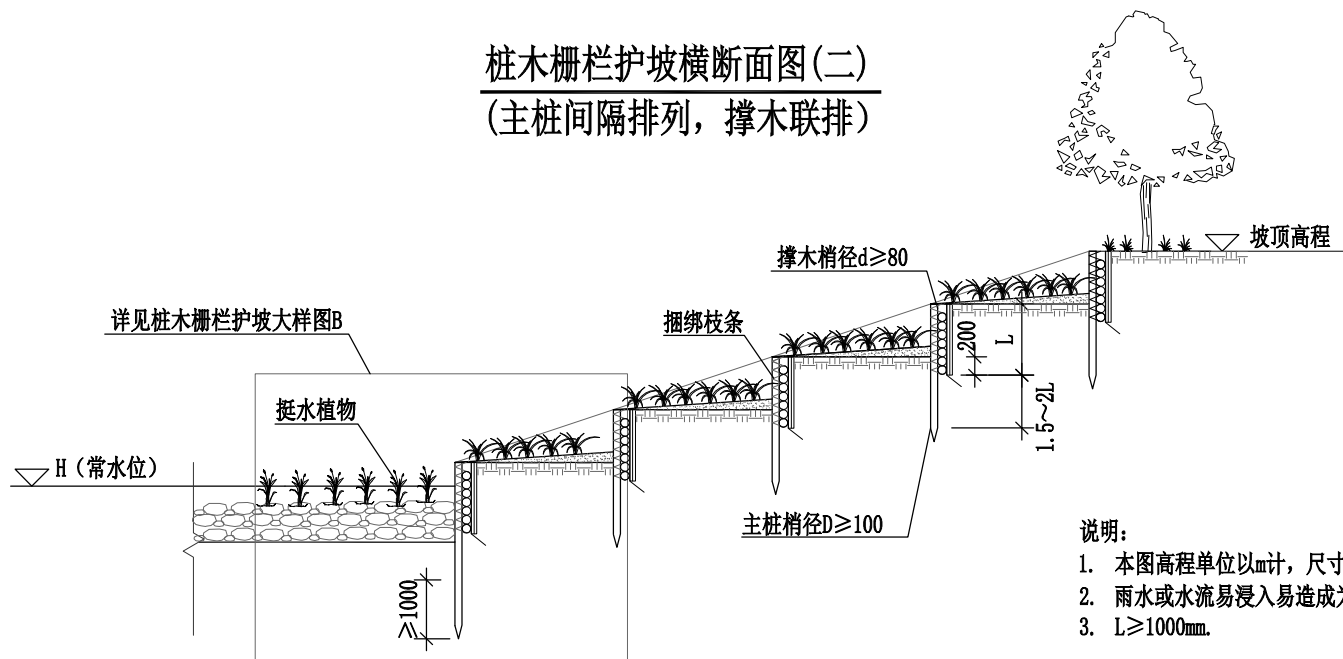
说明：  
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。  
2. 雨水或水流易浸入易造成腐坏，定期要及时更换。  
3.  $h2=1.5\sim2h1$ ，且 $\geq1000mm$ 。



桩木栅栏护坡平面图(二)  
(主桩间隔排列, 撑木联排)



桩木栅栏护坡横断面图(二)  
(主桩间隔排列, 撑木联排)

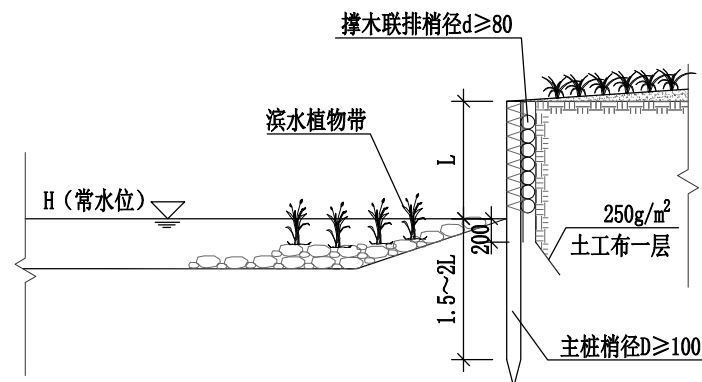


说明:

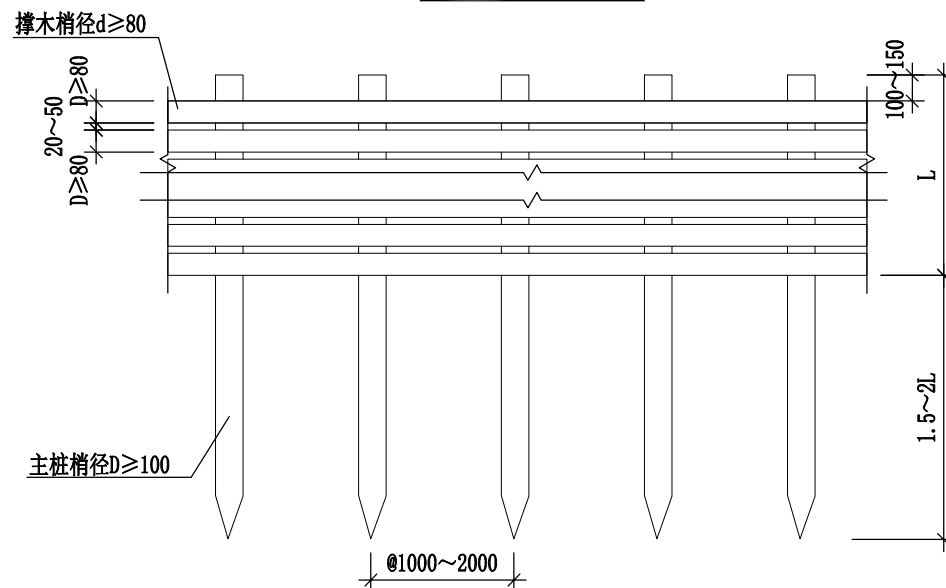
1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 雨水或水流易浸入易造成腐坏, 定期要及时更换。
3.  $L \geq 1000\text{mm}$ 。



桩木栅栏护坡大样图B  
(主桩间隔排列, 撑木联排)



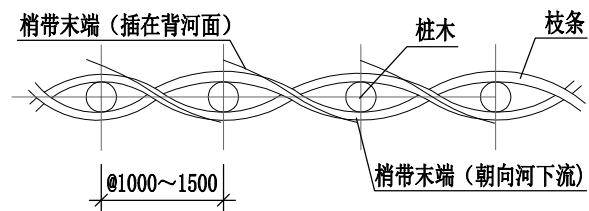
联排桩立面图B



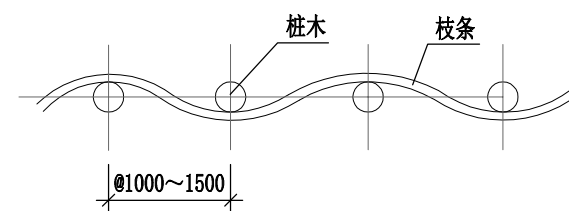
说明:

1. 本图高程单位以m计, 尺寸单位以mm计。
2. 雨水或水流易浸入易造成腐坏, 定期要及时更换。
3.  $L \geq 1000\text{mm}$ 。

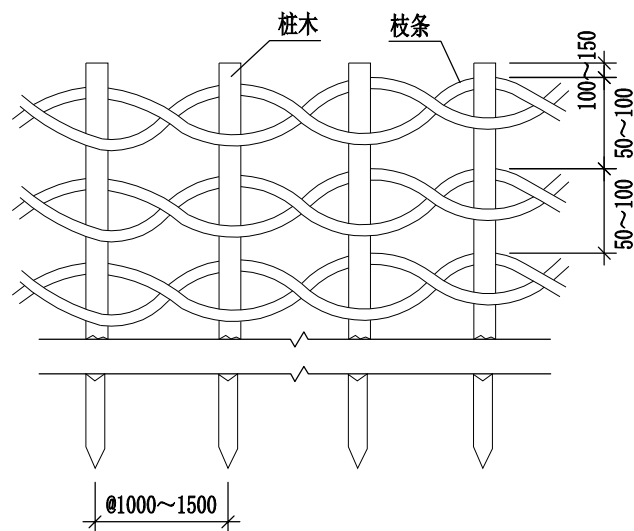
桩木栅栏平面图(三)  
(枝条撑木)



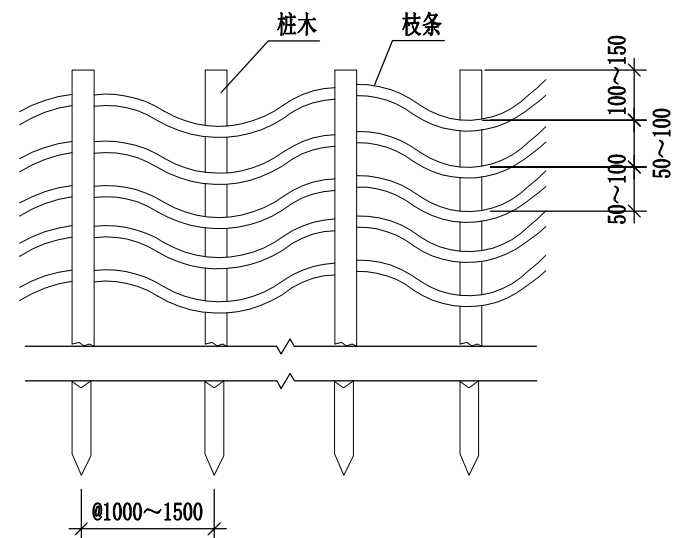
桩木栅栏平面图(四)  
(枝条撑木)



枝条栅栏编织法A  
(捻编法)



枝条栅栏编织法B  
(织布法)



# 桩木栅栏护坡设计说明

## 1. 适用条件

一般用在湖泊或河道缓流部，也可用于河纵坡陡峻的地方。除了用于河、湖水际岸线挡土以外，也可用于岸坡上挡土。

## 2. 材料要求

- (1) 圆桩木：多用于松木，主桩梢径 $D \geq 100\text{mm}$ ，撑木梢径 $D \geq 80\text{mm}$ 。
- (2) 螺栓：用于固定主桩，横担撑木和圆桩木之间固定。
- (4) 枝条：用于防止土壤被带走及分散土压力使用竖条捆。使用当地可采集到的柳条，根端约6mm为宜，长1~2m左右。

## 3. 施工工艺

- (1) 主桩木  
可将桩木并排打入，两侧夹上横担撑木，用螺栓连接在一起；或者以1~2m间隔打下主桩，将横担木用螺栓固定其上，最后将桩木紧贴着打入土中。为防止桩木向前倾倒，在主桩后面约1~2m处再下桩，并用撑木、铅丝、螺栓等与主桩连结一起，增强桩木栅栏强度。
- (2) 横撑木

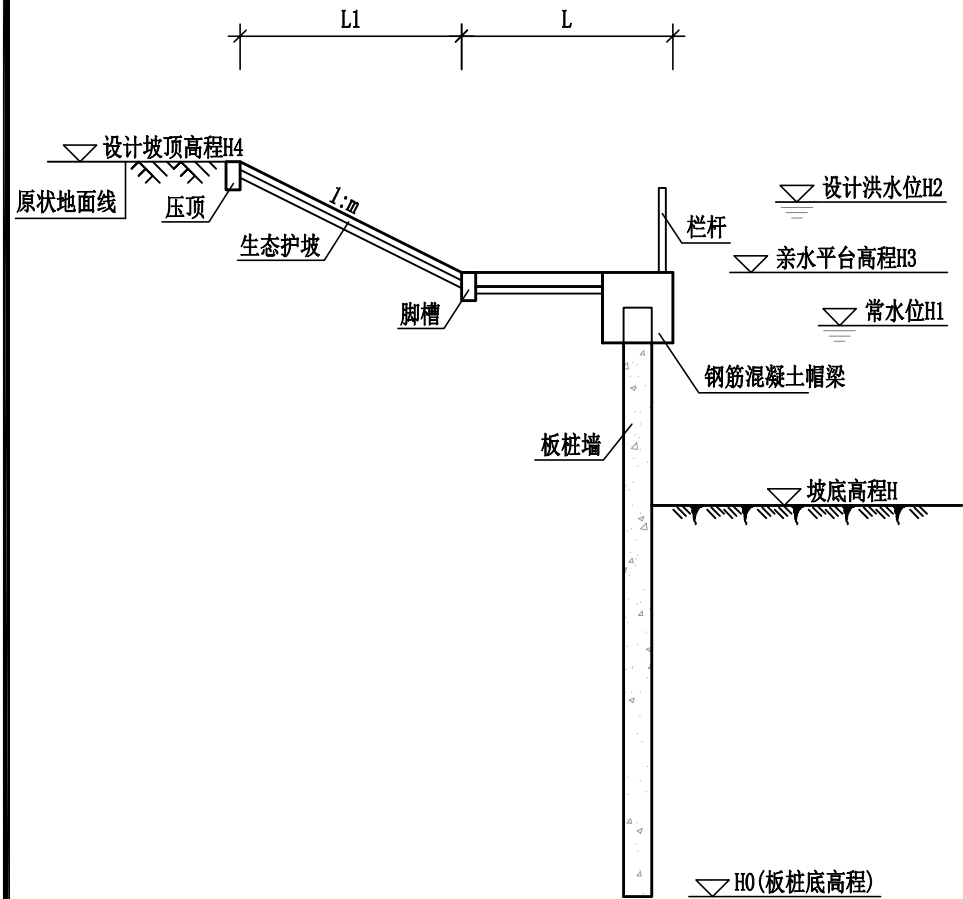
当为联排桩时横撑木可设置2排，也可以只设置1排置于顶部；当为枝条横撑木时编栅栏方式有以下两种：

- ① 捻编法：梢带在桩间交叉盘绕进行编造。（详见图中枝条栅栏编织法A）
- ② 织布法：常用于水中作业，先在桩的上端部分编栅，然后用脚踩下水，踩完一次再重复编一次，这样重复进行编造。（详见图中枝条栅栏编织法B）

## 4. 注意事项

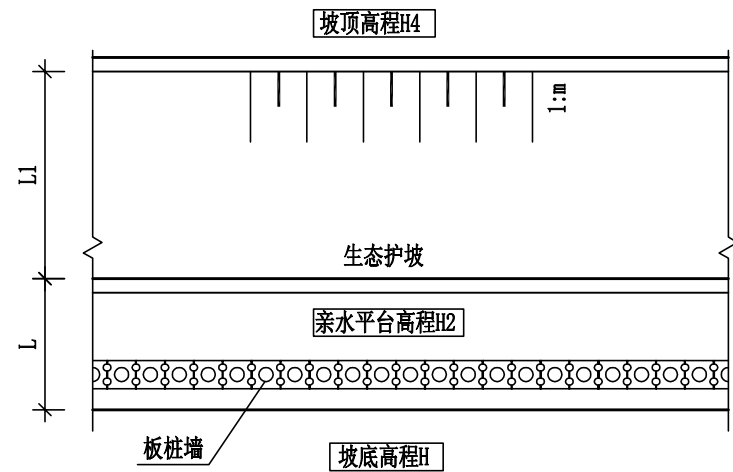
- (1) 所用枝条宜选用本土树种，枝条宜采取发芽之前者，发芽后采割或旧枝干一旦发芽后夏季存活率降低。
- (2) 桩木的耐用年数为2-6年左右。打入木桩时，木桩头部若被击坏，则雨水或河水易于浸入而导致腐烂，应予以注意。

混凝土板桩+生态护坡复合式断面图

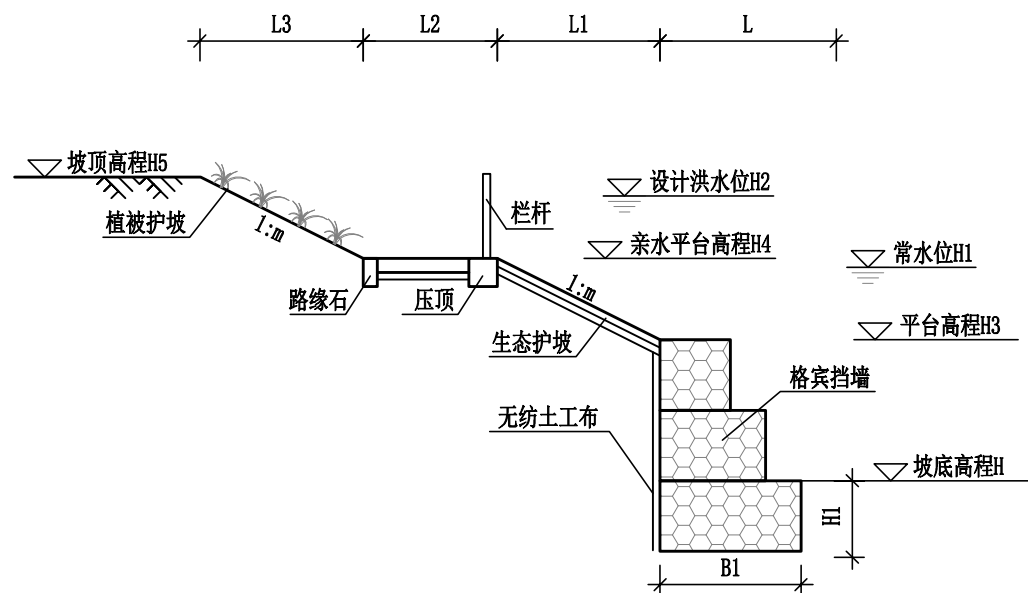


说明：  
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。  
2. 混凝土板桩详见“混凝土板桩护岸设计图”及“混凝土板桩护岸设计说明”。  
3. 生态护坡形式可选用石笼网护坡、预制块、土工制品类或植被类护坡等，具体详见本图集相关设计图纸及说明。

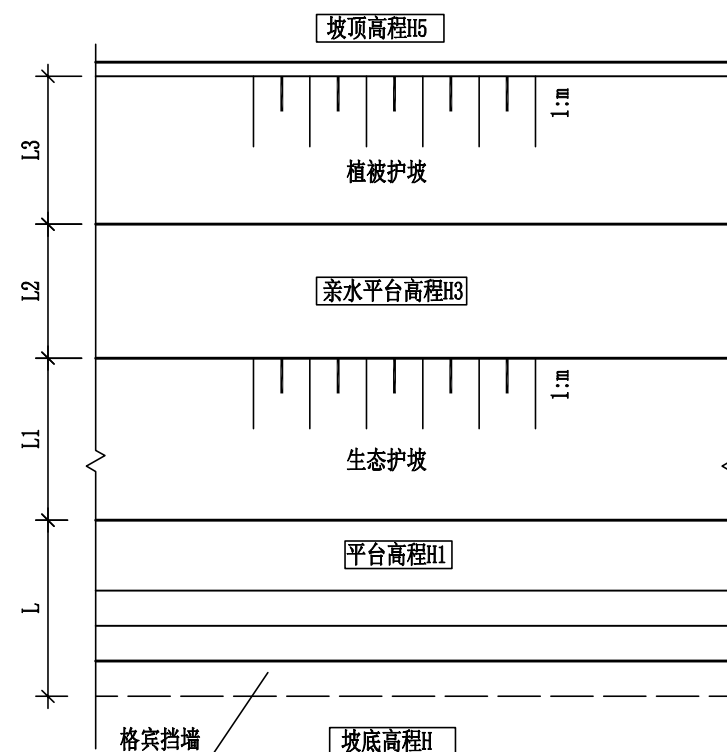
混凝土板桩+生态护坡复合式平面图



# 石笼网挡墙+生态护坡复合式断面图



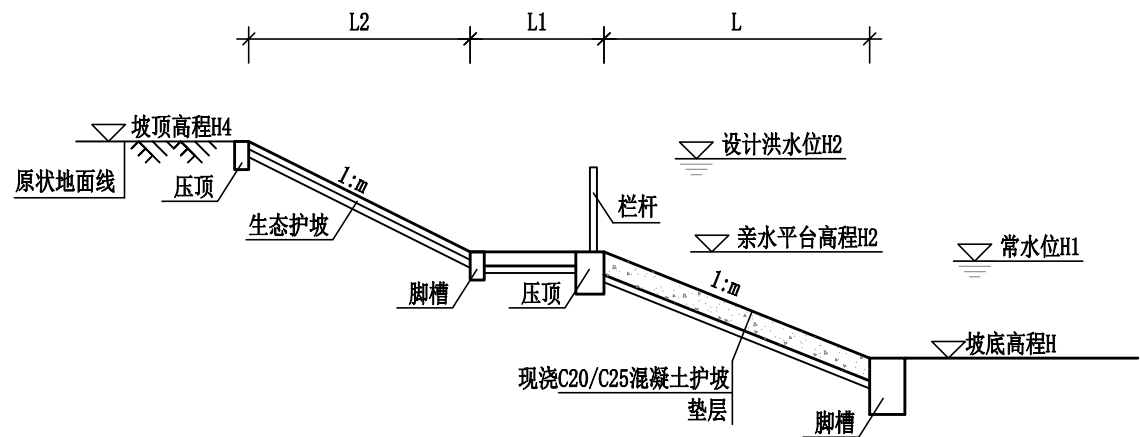
# 石笼网挡墙+生态护坡复合式平面图



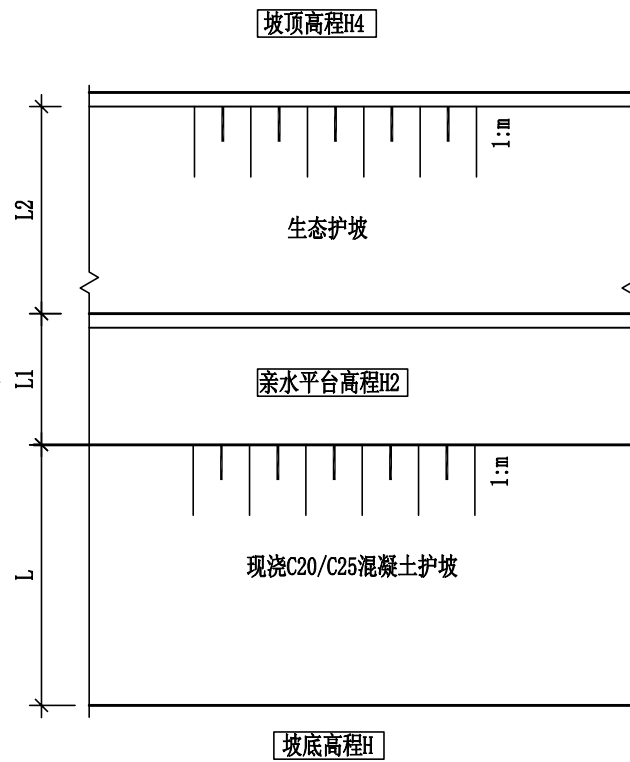
说明:

1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 下部格宾挡墙亦可根据具体工程水条件采用混凝土挡墙、浆砌石挡墙、生态框挡墙、自嵌式挡墙等形式。
3. 生态护坡形式可选用石笼网护坡、预制块、土工制品类或植被类护坡等。
4. 各护坡具体设计详见本图集相关图纸及说明。

混凝土护坡+生态护坡复合式断面图

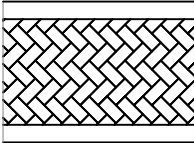
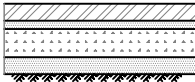
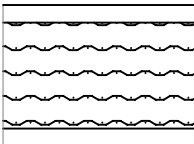
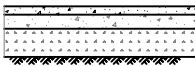
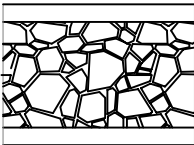
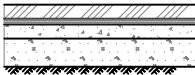
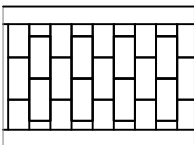
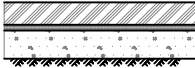
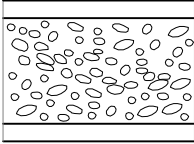
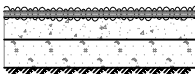


混凝土护坡+生态护坡复合式平面图



- 说明:
- 1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
  - 2. 下部现浇混凝土护坡可根据具体工程条件选用六方块护坡、干砌石护坡、浆砌石护坡、石笼网护坡混凝土预制块等形式。
  - 3. 生态护坡形式可选用石笼网护坡、预制块、土工制品类或植被类护坡等。
  - 4. 各护坡具体设计详见本图集相关图纸及说明。

亲水步道做法选用表

| 类 型   | 面层铺装材料 | 构造做法                  | 平面示意                                                                                  | 断面示意                                                                                  |
|-------|--------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 透 水 型 | 透水步道砖  | 60厚透水步道砖              |    |    |
|       |        | 30厚缓冲层（中粗砂）           |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 100厚基层（级配砾石砂）         |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 60厚垫层（中粗砂）            |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 素土夯实                  |                                                                                       |                                                                                       |
|       | 透水混凝土  | 30厚4-6mm粒径彩色透水混凝土     |    |    |
|       |        | 50厚5-12mm普通透水混凝土      |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 100厚5-20mm粒径级配碎石夯实    |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 素土夯实                  |                                                                                       |                                                                                       |
| 不透水型  | 板岩碎拼   | 50厚碎拼彩色板岩             |    |    |
|       |        | 20厚1:2.5干硬性水泥砂浆结合层    |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 50厚C15素混凝土            |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 100厚7%水泥稳定石粉层垫层       |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 素土夯实                  |                                                                                       |                                                                                       |
|       | 花岗岩石板  | 600×300×80mm花岗岩石板     |   |   |
|       |        | 30厚1:2.5干硬性水泥砂浆结合层    |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 100厚7%水泥稳定粉层垫层        |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 素土夯实                  |                                                                                       |                                                                                       |
|       | 卵石路面   | φ30~80黑色鹅卵石贴片，露5~10mm |  |  |
|       |        | 20厚1:2水泥砂浆结合层         |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 100厚C20混凝土            |                                                                                       |                                                                                       |
|       |        | 素土夯实                  |                                                                                       |                                                                                       |

# 亲水步道设计说明

## 1. 适用范围

透水步道一般设置在人流量大的村庄、景观节点等位置，高度布置在常水位以上0.5m左右，宽度一般为2~4m。

## 2. 材料要求

### （1）透水步道砖：

透水步道砖可采用透水烧结路面砖或透水混凝土路面砖，劈裂抗拉强度 $f_{cu}$ 不小于3.0Mpa，透水系数不小于 $1.0\times 10^{-1}cm/s$ ，抗冻指标不小于D25，尺寸、外观质量及耐磨性和防滑性须满足《透水路面砖和透水面板》GB/T25993相关要求。

### （2）透水混凝土：

材料采用C52.5水泥（彩色专用水泥）、LDA增强剂，路面抗压强度 $\geq 20Mpa$ ，路面抗折强度 $\geq 3Mpa$ ，路面孔隙率 $\geq 20\%$ ，透水系数 $\geq 1.0\times 10^{-1}cm/s$ 。

### （3）花岗岩（板岩）：

板石材的技术等级、光泽度、外观质量均应满足国家标准《国家天然花岗岩建筑板材》GB18601相关要求。

### （4）卵石：

鹅卵石有害物质含量、坚固性、抗压强度及压碎指标等均应符合《建筑物

卵石、碎石》GB/T14685相关要求。

## 3. 施工工艺

（1）基础平整：基础整平、压实，压实系数应满足具体设计要求，基础填土基础须等沉降基本稳定后方可施工亲水步道。

（2）垫层施工：铺设中粗砂或7%水泥稳定石粉层垫层。

（3）基层施工：级配碎石基层应采用人工压实，压实度满足设计要求，找平层用中粗砂，粒径0.3~5mm；混凝土基层承受荷载较大时，应设变形缝，间距10m左右，缝宽20mm，内填聚乙烯泡沫板。混凝土基层达到设计强度的70%时方可施工上部面层。

（4）面层施工：面层为透水装或板材时，施工时应轻轻平放，采用橡胶棒捶打稳定，不得损伤边角。不规则石材铺装，缝宽均为10~15mm，并勾凹平缝，不规则石材周边用手工切割并使边缘自然。卵石面层做法，1：2干水泥沙满铺，密排卵石，拍实后洒水养护。

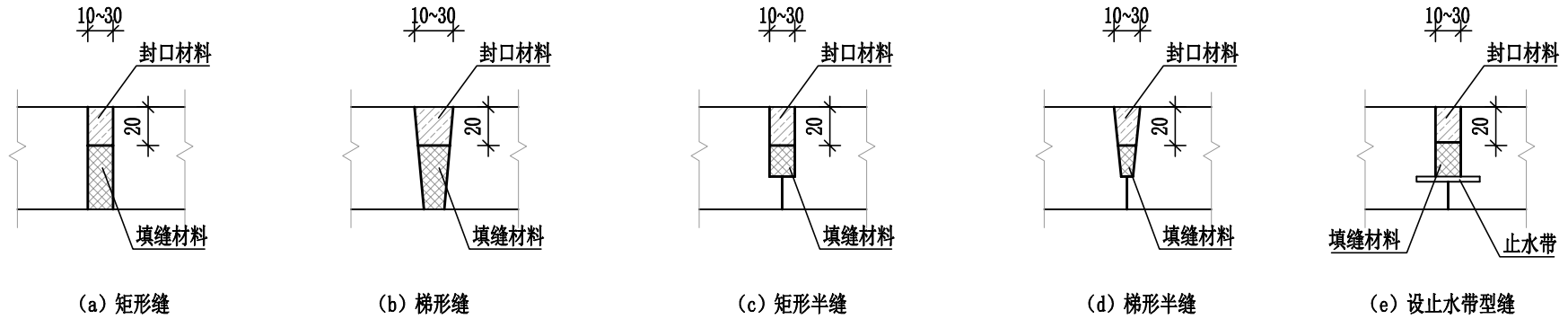
## 4. 注意事项

（1）不透水步道面层应设排水坡度，坡度0.3%-0.5%。

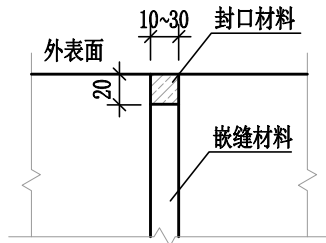
（2）混凝土面层施工后应洒水养护。



护坡伸缩缝大样



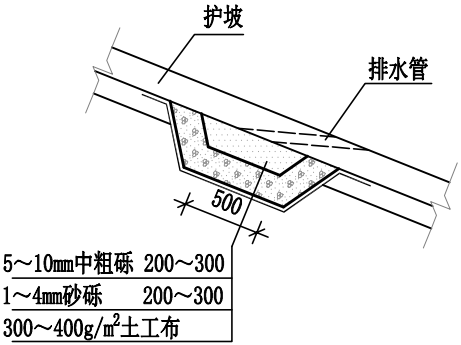
挡墙变形缝大样图



说明:

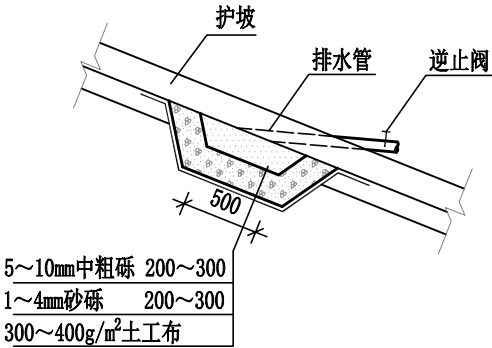
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
2. 分缝间距:
  - (1) 墙式护岸沿长度方向应设置变形缝，钢筋混凝土结构护岸分缝可为15m~20m，混凝土浆砌石挡墙护岸分缝间距可为10m~15m，在地基条件改变处应增设变形缝。
  - (2) 混凝土、钢筋混凝土、浆砌石护坡应设置变形缝（伸缩缝），其中现浇钢筋混凝土护坡纵向伸缩缝间距宜为4~8m，横向伸缩缝间距4~8m；现浇素混凝土护坡伸缩缝间距宜为3~5m，横向伸缩缝间距3~5m；浆砌石护坡和预制混凝土砌块护坡横向宜10~15m设置1道变形缝。
3. 缝型:
  - (1) 挡墙护岸（挡墙）变形缝为矩形贯通缝，缝宽10~30mm。
  - (2) 无防渗要求的护坡一般设置为矩形贯通缝，缝宽10~30mm。
  - (3) 有防渗要求的护坡（一般为渠道岸坡）应根据具体条件和要求选用选用本图中（a）、（b）、（c）、（d）及（e）中的一种或多种。当渠道容许漏水时，可选用施工方便、造价低的接缝形式，如（a）、（b）；如不容许漏水，则应采取不透水的可靠缝型，如（e）。
4. 填缝:
  - (1) 无防渗要求的变形缝常用填缝材料可选用聚乙烯闭孔泡沫板、沥青杉板、沥青砂板等，表层用沥青油膏封口。
  - (2) 有防渗要求的变形缝填缝材料可选用石油沥青聚氨酯接缝材料、焦油塑料胶泥，表面用沥青砂浆封口。

护坡排水反滤大样图（一）

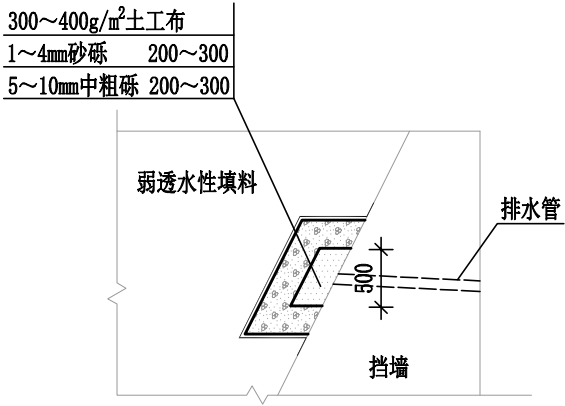


护坡排水反滤大样图（二）

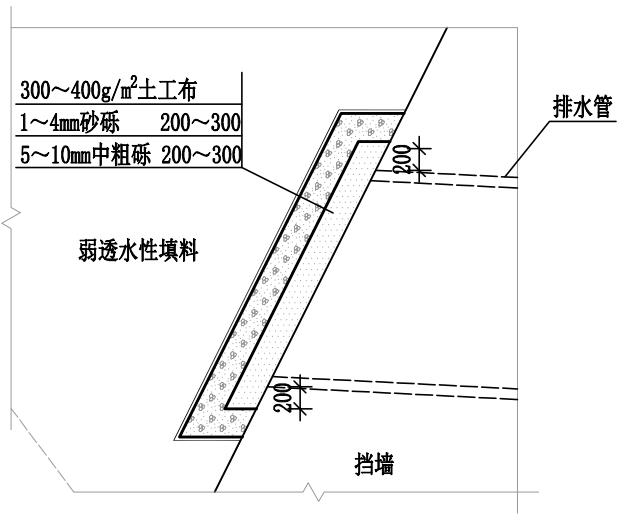
（设逆止阀）



挡墙排水反滤大样图（一）

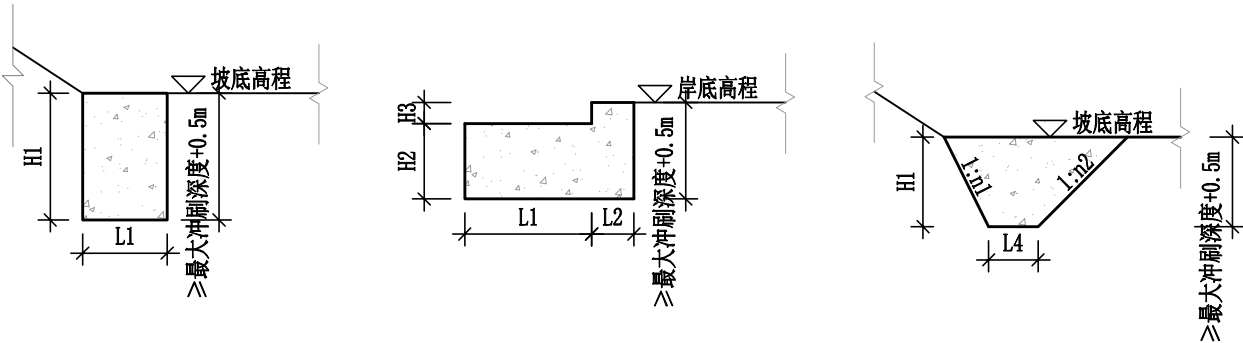


挡墙排水反滤大样图（二）



- 说明：
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
  2. 排水孔设置：
    - （1）浆砌石、混凝土、钢筋混凝土等护坡或护岸，当存在坡（墙）背地下水位高于坡（墙）内水位的工况时，应设置排水孔，孔径可为50~100mm，孔距为2~3m，宜呈梅花形布置。
    - （2）灌溉渠道等对水量损失有严格要求的渠道工程，当护坡（岸）设置排水孔时，且存在渠道内水通过排水孔外流的工况时，应在排水管上设逆止阀。
  3. 反滤设置
    - （1）是否设置反滤层应根据坡（墙）岩土渗透性和工程存在的工况综合确定，当坡（墙）被保护土体不满足反滤要求时，应设置反滤层。
    - （2）反滤层的级配和层数应能满足被保护土体的稳定性和滤料的透水性要求，具体按照SL265中相关要求设置，滤层的每层厚度一般取200~300mm。

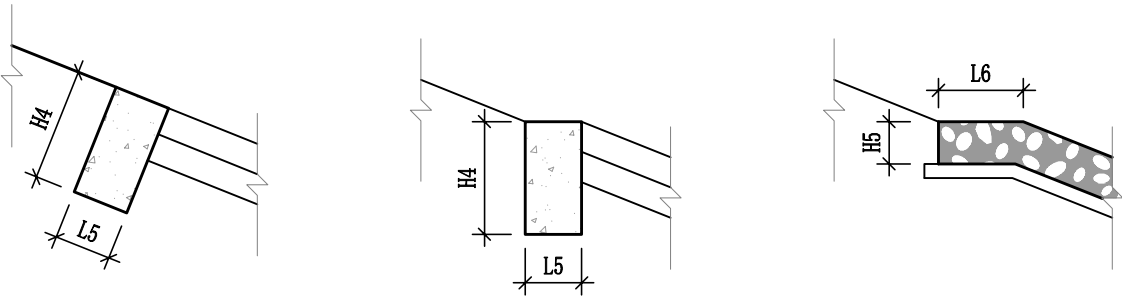
脚槽大样图



脚槽规格尺寸参考表

| 项目  | 规格尺寸 (mm)                  |
|-----|----------------------------|
| 宽L1 | 300、400、500、600、700        |
| 宽L2 | 700、800、900、1000、1100、1200 |
| 宽L3 | 150、200、250、300            |
| 宽L4 | 300、400、500                |
| 高H1 | 400、500、600、800、1000、1500  |
| 高H2 | 400、500、600、800            |
| 高H3 | 100、150、200、250、300        |

压顶大样图



压顶规格尺寸参考表

| 项目  | 规格尺寸 (mm)           |
|-----|---------------------|
| 宽L5 | 200、300、400、        |
| 宽L6 | 300、400、500、700、800 |
| 高H4 | 300、400、500         |
| 高H5 | 300、400、500         |

- 说明：
1. 本图高程单位以m计，尺寸单位以mm计。
  2. 脚槽可采用混凝土、浆砌石、格宾石笼等，脚槽埋置深度应满足防冲要求。
  3. 防渗渠道在边坡防渗结构顶部应设置水平封顶板，其宽度应为150~300，当防渗结构下有砂砾石置换层时，封顶板宽度应大于防渗结构与置换层的水平向厚度100mm；当防渗结构高度小于渠深时，应将封顶板嵌入渠堤。