

# 现浇多孔生态混凝土护岸

# 目 录

## 一、 概述

## 二、 技术要点

1、现浇多孔生态混凝土的构造原则（孔隙率） .....	2
2、现浇多孔生态混凝土的抗压强度 .....	3
3、现浇多孔生态混凝土的耐久性 .....	3
4、现浇多孔生态混凝土孔隙内（面）的特殊环境 .....	3
5、现浇多孔生态混凝土专用添加剂 .....	4
6、植被品种选择 .....	5
7、植被建植 .....	6
8、植被养护 .....	7

## 三、 特点

1、满足结构要求 .....	7
2、满足生物多样性的需求 .....	7
3、增强水体自净 .....	8
4、保障水体与土壤的渗透交换 .....	8
5、现浇多孔生态混凝土的防护特性 .....	8
6、现浇多孔生态混凝土的造价 .....	8

## 四、 主要工序（艺）

## 五、 案例

详见宣传册

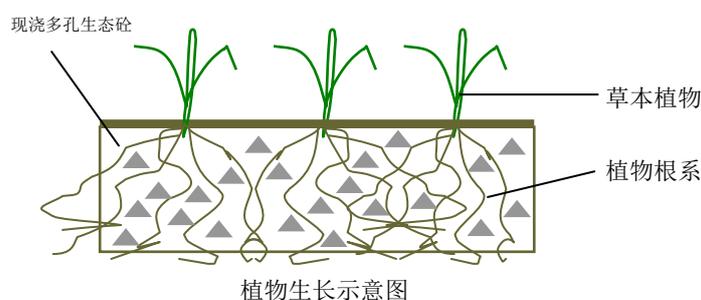
# 现浇多孔生态混凝土

## 一、概述

随着社会的发展与进步,各类水利防护、河道整治工程由以功能性为主,逐渐改变为在保证既有功能的前提下,又实现人与自然的和谐相处,即:由单一的防洪抗旱转变为综合考虑生态、环境、水资源利用。使人类活动、社会发展与生态环境相协调,实现水资源的可持续利用。

现浇多孔生态混凝土亦称生态混凝土或能够生长草本植物的混凝土,即:先用碎石、水泥作为原材料,按特定的配比兑水和专用添加剂拌和,用振动压力成型机制成具有孔隙的混凝土块体,然后在孔隙内充填植物生长所需的材料并在混凝土块体表面建植植被,最终植被根系穿透混凝土块体长至块体下面的土体中。

现浇多孔生态混凝土主要具有保护环境,恢复生态条件,基本保持原有防护功能三个特征。既在满足岸坡稳定的同时,能形成植物生长,生物栖息的空间。在满足防洪排涝输水的同时,达到生态复原,接近自然、亲和环境的目的,是创造自然河川的生态技术。此技术起源于日本,在国外现代国家这种生态型护砌已成为土木护砌防护工程的主流。



## 二、技术要点

### 1、现浇多孔生态混凝土的构造原则（孔隙率）

为使植草能够在混凝土孔隙间生根发芽并穿透长至其下土层,要合理选择骨料粒径(一般选 20~30 mm),保证有一定的孔隙率,有效孔径(表面孔隙率)。孔隙率与强度成反比,应在保证客观强度需求的前提下,尽量加大孔隙率,以创造植被的生长条件。当孔隙率为 25~35%时,强度为 11~6.5Mpa,容重约为 1700kg/m<sup>3</sup>。有效孔径一般在 6~10mm。综合考虑

防护、植被生长及施工强度等因素，现浇多孔生态混凝土护坡的厚度一般120~200mm。

现浇多孔生态混凝土孔隙率的测定，可用容积法或重量法计算得出。

## 2、现浇多孔生态混凝土的抗压强度

绿化混凝土的抗压强度取决于配合比、骨料的品种及粒径、振捣程度。现有工艺条件下绿化混凝土的抗压强度为6.5~11Mpa。考虑到长三角冲积平原地区河网水流速度不大，河宽有限，较少通航等客观条件，上述绿化混凝土的抗压强度已能满足河道岸坡的防护要求。

## 3、现浇多孔生态混凝土的耐久性

资料显示，现浇多孔生态混凝土冻融循环（快冻）次数不小于50次。在温州地区常年处于零度以上，基本上无冻融损失。

## 4、现浇多孔生态混凝土孔隙内（面）的特殊环境

### （1）碱性水环境

水泥中的各种无机盐碱主要是由生产水泥的原料和燃料煤所引入的，其中，一部分以硫酸盐和碳酸盐的形式存在，一部分则固溶在熟料矿物中。当水泥加水后，硫酸盐及碳酸盐形式的盐碱很快溶于水中，而固溶在熟料中的碱则随着水化的进行而缓慢溶入水中。

### （2）温度环境

吸收并蓄存太阳辐射热能，表层温度较一般土坪为高，对植物种子发芽、根系生长均有影响。选配植物品种时需注意。

### （3）湿度环境

保湿能力：表面（含客土）120~150mm 风干较快，其下，风干缓慢。另，孔隙内毛细管水补给能力不强。

因此，考虑在孔隙填充材料中添加保水剂，并在播种时，采取保湿措施，同时，需安排春、秋灌水。

## 5、现浇多孔生态混凝土专用添加剂

采用具有自主知识产权的专用添加剂 GCF-2，添加剂能够促进水泥的水合反应，提高混凝土早期强度，确保孔隙均匀和控制孔径大小；增加

水合物与骨料的附着能力，增强骨料间粘结层的强度，提高了耐久性。在骨料表面形成致密的保护层，提高抗化学的侵蚀能力，同时防止  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的溶出，改善了生态混凝土的环境亲和性。促进植物的光合作用，便于动植物及微生物栖息，提高了和生物共生能力，有效促进水质的自然净化作用。

## (2) 调节植物生长

由于现浇多孔生态混凝土孔隙内生长空间有限，当块体以下为可耕做土时，应设法调节植物根系尽快穿透绿化混凝土块体，长至土体中。可根据需要适当混用生根剂（吲哚丁酸）。

## 6、植被品种选择

### (1) 使用要求

根据观赏、耐践踏性及抗逆性的不同需求，选择不同质地、密度、色泽、耐践踏、抗逆性的品种，如狗牙根，结缕草，马尼拉等。

### (2) 经济因素

对城镇段河道护坡（岸）等有美化环境要求的，可采用草坪草，虽建植及养护费用稍高，但景观效果好；对其他河道护坡宜选用耐粗放管理的植被品种。

另外，各植被品种由于种子产量，成被速度及适应性等因素不同，使其建植，特别是养护成本相差很大。

### (3) 沿坡（岸）面的植物分布

水位变动区是自然水环境的重点，在水、水生植物、水生动物、空气组成的水环境中，水生植物及附着其上的昆虫、微生物是水生动物食物链的组成部分，亦是水环境的中心。通过水生植物促进水边生态系统的建立，鱼类、鸟类、昆虫类多在水生植物中觅食、产卵，隐藏巢穴。

水生植物具有吸收水中  $\text{N}$ 、 $\text{P}$  的功能，同时附着在茎、叶上的藻类和微生物也会吸收  $\text{N}$ 、 $\text{P}$ ，并有可能随着进一步的物质循环，出现累加的效应。

在此区域多选择挺水型水生植物。

水位变动区以上，根据项目要求及自然条件，选配多年生草本植被。

水位变动区以下，可选择沉水型水生植物，其整个植株沉入水体中，通气组织发达，可在水中进行气体交换，植株各部分均能吸收水中养分，但对水质有一定要求。

#### (4) 常用植被品种

水生植物：千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>
黄菖蒲	<i>Iris pseudoacorus</i>
香蒲	<i>Typha orientalis</i>
慈姑	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
雨久花	<i>Pontederia cordata</i>
水葱	<i>Scirpus validus</i>
草本植物：结缕草	<i>Zoysia japonica Steud</i>
狗牙根	<i>Cynodon dactylon Pers</i>
假俭草	<i>Eremochloa ophiuroides Hack</i>
百喜草	<i>Paspalum notatum Flugge</i>
紫羊茅	<i>Festuca rubra L</i>
早熟禾	<i>Poa annua L</i>
白三叶	<i>Trifolium repens</i>

根据需要，可以混播。

## 7、植被建植

### (1) 客土喷覆

客土既是现浇多孔生态混凝土的组成部分之一，同时可提高植被发芽率，防热晒，阻止氮肥逸出。

客土一般用可耕做土、草炭土、土壤改良剂、粘合剂混合而成，通过专用设备搅拌并喷射于绿化混凝土块体表面，厚度 20~30mm。

### (2) 种子处理

对部分发芽困难的品种，播种前要对种子进行处理。

常用方法有：

低温处理——克服种皮不透性，解除休眠；

高温处理——解除种皮休眠；

变温处理——利用热胀冷缩促进种皮开裂；

药物处理——腐蚀种皮；

植物激素——提高种子发芽率。

### (3) 播种期

暖地型植被，春季日均温达到 12℃，保证率 80% 以上时为宜。

冷季型植被，春季日均温达到 6~10℃ 以上，夏季日均温达到 20℃ 之前，秋季日均温降至 15℃ 之前均可播种。

### (4) 播种量

根据种子的千粒重，发芽率以及温湿条件确定。

### (5) 液压喷播法

即：将植物种子、纸木纤维、粘合剂、保水剂、肥料、色素在液压喷播设备的容器内兑水混合并充分搅拌，然后，通过高压水泵喷射在绿化混凝土客土的表面，一般 2~3 周出芽，约 2 个月形成植被。此方法具有良好的种植和保湿条件，种子萌芽生成和定植均块。

### (6) 水生植物栽培

用于水位变动区栽培水生植物的现浇多孔生态混凝土在预制时边缘留孔，铺砌时对孔成洞（直径约 80~100mm）。将事先培养在苗圃的水生植物成株移栽至现场。

## 8、植被养护

主要有：施肥、浇水、修剪、杂草防除、病虫害及防治等内容，暂不详述。

## 三、特点

## 1、满足结构要求

理论计算和实验结果都证明，用现浇多孔生态混凝土做河道护坡时，岸坡是稳定安全的，对土体的防护是有效的。

## 2、满足生物多样性的需求

现浇多孔生态混凝土植被护岸把水、河道、岸坡植被连成一体，在自然地形、地貌的基础上，建立起阳光、水、植物、生物、土体、护岸之间的河道生态系统。现浇多孔生态混凝土植被护岸的坡面具有高孔隙率多生物生长带、多流速变化带、多鱼类巢穴，为水生动物和两栖类动物提供了栖息、繁衍和避难的场所。两岸的植被为陆上昆虫、鸟类提供了觅食、繁衍的环境。水边水生植物的茎、根系为鱼类产卵、幼鱼生存提供了空间。

## 3、增强水体自净

水体自净作用是指有机污染物受氧化作用而变成无机物的过程。排入河中的污染物首先被细菌和真菌作为营养物而摄取，将有机污染物降解为无机物，细菌被原生动物吞食，产生的无机物（如氮、磷等）作为营养盐被藻类吸收，藻类通过光合作用产生氧供其他水生生物利用，过量的藻类又被浮游动物食用，以上过程既为按食物链方式使污染物浓度降低。

## 4、保障水体与土壤的渗透交换

由于现浇多孔生态混凝土的多孔隙结构，可以使护岸以下的土体透气、透水，有利于土壤动物和微生物的生存，同时，丰水时，水向岸堤土体中渗透储存，减少径流；枯水时，储水反渗入河流或蒸发，即：水土相互涵养，良性循环。

## 5、现浇多孔生态混凝土植被护岸的防护特性

实验证明：当现浇多孔生态混凝土的植被根系穿透混凝土并充分生长至土体中时，在垂直坡面方向拔出绿化混凝土植被护岸的块体，约需要 5 倍于块体自重的力量。这说明根系具有锚固作用，植物的根系增加绿化混凝土块体对土体的防护作用，增加了岸坡的稳定性。

## 6、现浇多孔生态混凝土的造价

框格 3m*3m, 厚度 12cm 生态混凝土护岸造价分析表					
序号	名称	单位 (10m <sup>2</sup> )	数量	单价 (元)	合价(元)
一	直接费				
1	材料费				
1.1	生态混凝土添加剂	kg	10	45.00	450.00
1.3	混合种子	g	50	6.00	300.00
1.4	石子	m <sup>3</sup>	1.3	60.00	78.00
1.5	水泥	袋	5	23.00	115.00
1.6	混凝土	m <sup>3</sup>	0.216	400.00	86.40
1.7	模板费用	m <sup>2</sup>	5	45.00	225.00
1.8	肥料及营养材料	kg	6	8.00	48.00
1.9	营养型无纺布	m <sup>2</sup>	10	2.00	20.00
1.1	喷灌设备	m <sup>2</sup>	10	15.00	150.00
	小计				1472.40
2	机械费				
2.1	机械费用	时	1.2	260.00	312.00
2.2	燃油费	时	1	120.00	120.00
2.3	人工费	m <sup>2</sup>	10	3.50	35.00
	小计	m <sup>2</sup>			467.00
3	养护费(一年)	m <sup>2</sup>	14	10.00	140.00
	合计一	m <sup>2</sup>			607.00
二	间接费				
1	现场管理费	10 m <sup>2</sup>		10%	60.70
1.1	临时设施费	10 m <sup>2</sup>		人工费 5%	9.00
2	利润	10 m <sup>2</sup>		7%	42.49
3	税金	10 m <sup>2</sup>		3.40%	20.64
	合计二	10 m <sup>2</sup>			132.83
三	工程造价	m <sup>2</sup>			221.22

#### 四、主要工序(艺)

- 1、边坡修整
- 2、准备填充材料及客土
- 3、(根据需要)无纺布铺设

如原岸坡为砂性土壤, 则需要在铺设绿化混凝土块体之前加铺无纺土工布做为反滤层, 防止细小颗粒的流失。

- 4、现浇多孔生态混凝土的制备及铺设
- 5、养护
- 6、客土喷覆

7、植被喷播建植

8、水生植物栽培

9、养护管理

待植被根系穿透混凝土深入土体后，可减少养护。

## 五、案例项目

详细见宣传册