





# 第五章


## 路基防护与加固



### 主要内容



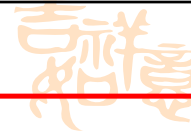
- 第一节 概述
- 第二节 坡面防护
- 第三节 冲刷防护
- 第四节 软土地基加固



School of Transportation Southeast University, China 东南大学道路与铁道工程国家重点学科



# 第一节 概述



## □ 边坡灾害



2008.5.12汶川地震灾害

School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



# 第一节 概述



## □ 边坡灾害



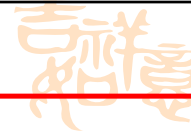
2008.5.12汶川地震灾害

School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



# 第一节 概述



## □ 边坡灾害



2008.5.12汶川地震灾害



# 第一节 概述



## ◆ 1、防护与加固的原因及意义

### ➤ 路基防护与加固的原因

- 1) 坡面冲刷及风化
- 2) 河岸冲刷
- 3) 土质浸水湿软
- 4) 地基湿软沉陷



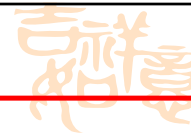
### ➤ 路基防护与加固的意义

- 1) 确保路基路面的稳定
- 2) 确保路基路面的强度
- 3) 确保路基路面的使用耐久性





## 第一节 概述



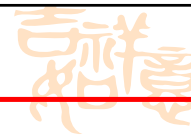
### ◆2、路基防护与加固的设施类型



- **边坡坡面防护：**  
植物防护、工程防护
- **沿河路堤冲刷防护与加固：**  
直接防护、间接防护
- **湿软地基加固处治：**  
换填土、碾压夯实、排水固结、振动挤密、化学加固、土工格栅



## 第二节 坡面防护



### ◆1、植物防护

#### ➤ 种草

适宜坡高不大、边坡不陡于1:1.0的土质易种植边坡，其表面水径流速度应低于0.6m/s。

边坡坡度在1:1.0~1:2.0时也可种草，但应采取固定草种布或网格固定撒种等方法。





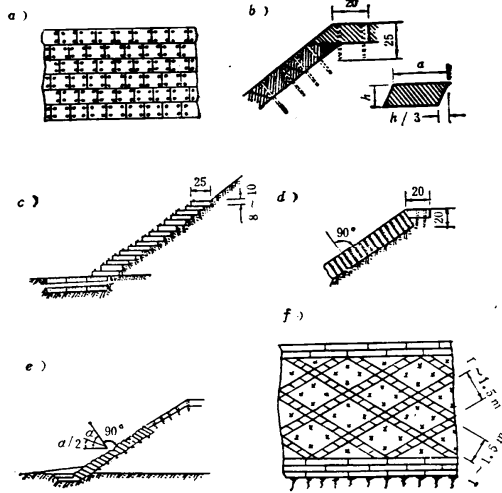


## 第二节 坡面防护

### ◆1、植物防护

#### ➤ 铺草皮

表面水径流速度在  $0.6\text{m/s} \sim 1.8\text{m/s}$  之间时不宜种草，而应根据情况按平铺、水平叠置、垂直坡面叠置、斜叠置等不同方法铺草皮，必要时可先浆砌防护，在浆砌内部铺草皮，以减小水流冲刷。



草皮防护示意图：a) 平铺平面；b) 平铺剖面；c) 水平叠铺；d) 垂直叠铺；e) 斜交叠铺；f) 网格式



## 第二节 坡面防护

### ◆1、植物防护

#### ➤ 植树

主要用于堤岸边的河滩、沙漠及雪害地区的防护林等情况，主要起到：

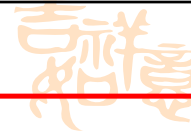
- 1) 降低河滩水流速度及改变水流方向
- 2) 防风固沙
- 3) 防雪等作用。

低等级公路也可在路两侧进行植树，以起到固土、降尘、绿化、诱导视线等作用





## 第二节 坡面防护



### ◆2、工程防护

#### ➤ 砂浆抹面防护

主要用于石质挖方坡面，以防止岩石表面风化。但要求岩表完整未剥落、表面较平整，一般抹面的厚度在2~10cm。

#### ➤ 喷浆防护

用于易风化且坡面不平整的岩石挖方边坡，一般厚度在5~10cm。喷浆坡面应设置排水孔。

#### ➤ 勾缝、灌浆、嵌补 防止水分渗入缝隙。



School of Transportation S

20.5.2009

点学科



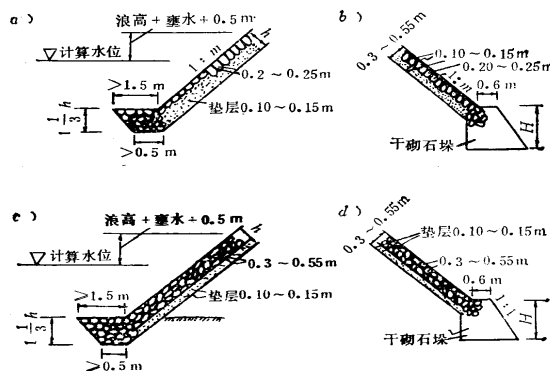
## 第二节 坡面防护



### ◆2、工程防护

#### ➤ 干砌片石护面

有单层与双层之分，须做砂垫层，厚度一般不小于20cm，主要用于坡面或排水沟渠。

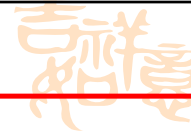


School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第二节 坡面防护



### ◆2、工程防护

#### ➤ 浆砌片石护面（墙）

封闭软质岩层、高填方路堤表面及较破碎的挖方边坡，一般立交内凹的夹角部分及较破碎的挖方边坡须全浆砌防护，其它可采用菱形、拱形、方格形等防护方式，其间土体可种草或铺草皮。

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

School of Transportation Southeast University, China

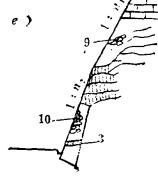
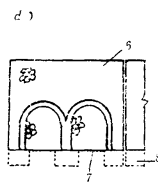
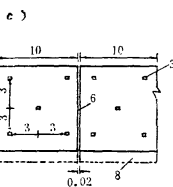
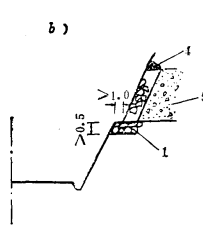
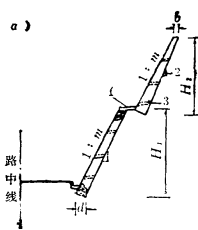
东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第二节 坡面防护



### ◆2、工程防护



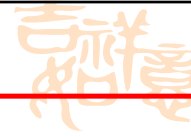
护面墙示意图：a) 双层式；b) 单层式；c) 墙面；d) 拱式；e) 混合式

School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第二节 坡面防护



### ◆2、工程防护

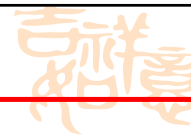


School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第三节 冲刷防护



### ◆1、路基冲刷破坏



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科





### 第三节 冲刷防护



#### ◆2、直接防护措施

- 植物防护
- 石砌防护
- 抛石防护：水流速度在3.0m/s~5.0m/s
- 石笼防护：水流速度大于5.0m/s
- 支挡防护
- 土工织物软体沉排防护



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



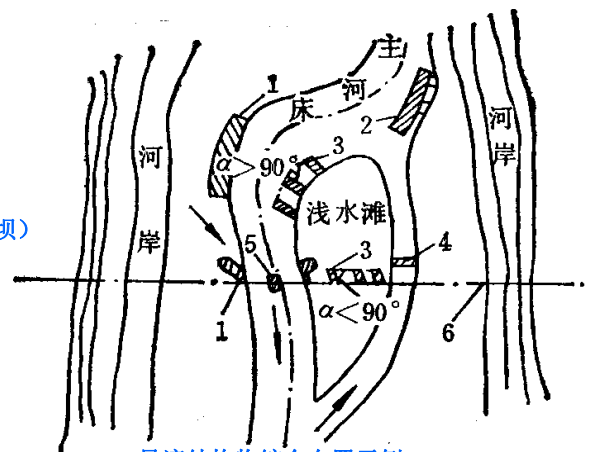
### 第三节 冲刷防护



#### ◆2、间接防护措施

- 建导治结构物  
即设坝，一般有丁

- 1-顺水坝
- 2-格坝
- 3-挑水坝（丁坝）
- 4-拦水坝
- 5-导流坝
- 6-桥墩
- 7-路中线



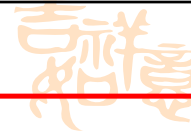
导流结构物综合布置示例

School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ◆1、地基加固的作用及方法

#### ➤作用

- 1) 考虑使路基保持稳定
- 2) 使路基沉降均匀且沉降量小



#### ➤地基加固的主要方法

- 换填法;
- 夯实法;
- 排水固结法;
- 挤密法;
- 化学加固法;



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ➤2、砂垫层法

在软土地基上铺设厚度为0.5~1.2m的砂层，以保证所需的排水能力

下图：已完成的斜坡砂垫层

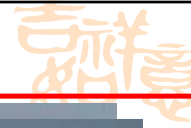


School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### 3、换填法

换填后的成型路基

✓ 换填素土（或灰土）

✓ 换填砂

✓ 砂垫层

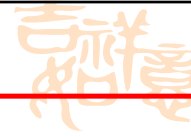


School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ➤3、反压护道法

反压护道的高度一般为路堤高度的1/2~1/3，并且不得超过由下式确定的高度值：

$$H_e = \frac{H_c}{F_s}$$

- 式中：He——反压护道最大高度；  
Hc——路堤极限高度；  
γ——填土的容重；  
Cu——软土的不排水剪粘聚力；  
Ns——稳定系数；  
H——填土高度；  
D——软土层厚度；  
Fs——安全系数。

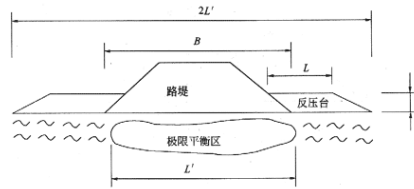
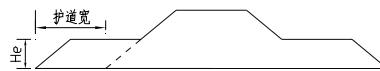


图 6-1 路堤下极限平衡区



## 第四节 软土地基加固



### ➤4、夯实法

- ✓ 重锤夯实
- ✓ 强夯







## 第四节 软土地基加固



### ➤5、排水固结法

#### ✓ 排水堆载预压法

- 1) 塑料排水板或砂井
- 2) 砂垫层或连通的排水砂沟
- 3) 堆载预压（一般堆载、等载、超载）



#### ✓ 降水预压法

#### ✓ 真空预压法



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ➤6、挤密法

- ✓ 砂桩
- ✓ 碎石桩
- ✓ 石灰桩

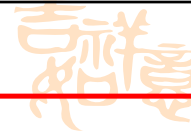


School of Transportation Southeast University, China

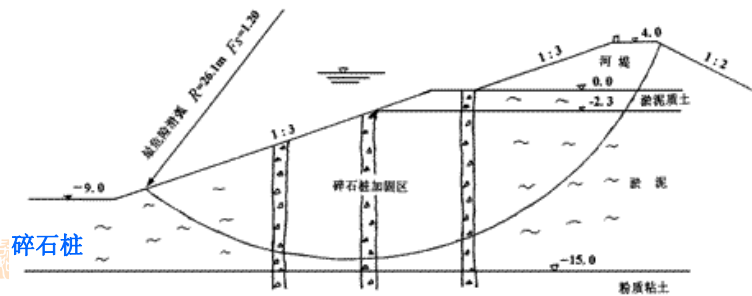
东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ➤6、挤密法



School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 第四节 软土地基加固



### ➤7、化学加固法

- ✓ 水泥浆液加固目前使用较多，一般采用压力灌注或搅拌混合措施，后者使用较普遍，使用旋喷工艺。

### ➤8、管桩加固法

- ✓ 采用薄壁管桩加固路基

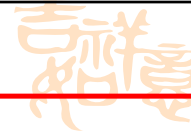


School of Transportation Southeast University, China

东南大学道路与铁道工程国家重点学科



## 复习思考题：



- 1、路基的防护与加固的设施主要有哪些？
- 2、边坡坡面植物防护有哪些主要方法？各适宜怎样的水流冲刷速度？边坡坡面工程防护有哪些主要形式？石砌护坡是否需要考虑其结构受力？
- 3、冲刷的间接防护有哪些种类？如何应用？
- 4、地基加固的方法有哪些？



## 课外任务四：



请分析软土地基沉降分析计算的  
分层总和法的优缺点及其在工程施工监  
控中的适应性与改善措施！

