

必须从本河道的实际出发，切不可生搬硬套。

九、河流包括水流与河床两个矛盾着的侧面。两者的相互作用是通过泥沙交换来实现的。如果上游来沙量与本河段输沙能力相适应，则河流处于输沙平衡状态，河流将既不冲刷，也不淤积。反之，则河流处于输沙不平衡状态，河床或冲或淤。河床的冲淤使水流和泥沙条件发生变化，从而又引起输沙能力的变化。河床冲刷使本河段过水断面增大，比降减小，上游河段过水断面减小，比降增大，结果使上游来沙量增大，本河段输沙能力减小，终于达到输沙平衡，使冲刷停止。河床淤高与此相反，但最终也是达到输沙平衡，使淤积停止。因此河床的冲淤变化是由于输沙平衡的破坏产生的，又是向着恢复输沙平衡的方向发展的。所以河床的演变是水流与河床两者之间的自动调整过程。这是制约所有河床演变的基本规律。但河流的水流运动不仅沿流程而且沿河宽和水深都在不断变化，属于三维问题，边界条件又极为复杂，目前限于科学技术水平还不能从理论上求得解决。至于床沙运动亦因机理尚不十分清楚，寻求理论的解答也很困难。因此当前大多数的研究成果仍停留在定性的描述和经验公式阶段。对水流泥沙运动的具体规律及其与河床演变的内在联系尚有待于今后的探讨和研究。

### 参 考 文 献

1. 波达波夫著 丁承显译：《河工要义》
2. 华东水利学院等四校合编：《河流动力学》
3. 阿尔图宁 布佐诺夫著：《河道的防护建筑物》
4. 巴辛科著：《防止铁路路基冲刷》
5. 铁路工程设计技术手册——桥涵水文，铁道部第三设计院主编
6. 爱因斯坦著 钱宁译：《明渠水流的挟沙能力》
7. 张书农著：《治河工程学》
8. 平齐线504km+342m嫩江大桥河道整治工程技术档案
9. 平齐线504km嫩江大桥河道整治水工试验报告

## 桥墩基础防护

高 守 谦

(成都铁路局)

近年来，我局先后在宝成、成渝、成昆等线，对一部分浅基病害桥梁进行了防护加固处理。现将各种防护工程及效果，分述于后：

### 一、干砌片石（或浆砌片石）整孔防护

干砌片石整孔防护，属于一种非柔性结构，整体性差，抗冲能力小，一般用于冲深深度不大，平均流速不超过3米/秒，河床较稳定的桥渡防护。我局1959年曾对宝成线汶江大桥采用干砌片石整孔防护，使用至今已有20余年，除下游因铺砌长度不够，垂裙埋置深度过浅，有一部分垂裙砌石被洪水冲走以外，其他部分基本上完好。如图1所示：

这种防护方法，在其他桥渡也有遭受洪水冲刷而破坏的。因此，在有条件使用浆砌片石铺砌的情况下，应该采用浆砌片石整孔防护更为安全。

## 二、混凝土整孔防护

混凝土铺砌护底，是桥梁整孔防护最常用的一种方法。这一类防护工程适用于山区和山前区漂、卵石及砂质河床上的桥渡，也可用于平原区集中冲刷不严重的砂质河床上桥基防护。通常在枯水期河水不深、施工方便、桥梁跨度不大、净空允许、而局部防护又无法设置在一般冲刷线以下者，均可采用这类防护工程。

如宝成线鸭子河、石亭江、青白江以及毗河等几座大中桥，基底为砂卵石层，其中青白江和毗河河床较稳定，而石亭江、鸭子河河槽与浅滩多周期性变化。这几座桥自交付运营以来，先后采用干砌片石、竹笼卵石以及铁丝笼卵石做过局部防护。但由于防护体设置过高，平面尺寸不够，结构布置不合理等原因，以致被洪水冲坏而失去了防护作用。近几年来，又对以上四座桥全部改用混凝土整孔铺砌防护，其护底的尺寸系根据铁道部科学研究院提出的整孔防护公式计算确定。如图 2 所示：

上述几座桥梁经过整孔防护后，经过1981年特大洪水考验，这几座桥的护底工程均完整无损。说明了在山前区冲积平原河流上，采用混凝土整孔防护是有效的。

## 三、铁丝石笼整孔防护

我局曾在青白江和安昌江大桥使用过铁丝石笼整孔防护。据调查，大部份铁丝笼已经锈蚀破损，其使用年限仅8~12年左右。由于这种防护工程使用的时间很短，故一般只宜作为临时性或半永久性防护加固之用。

## 四、平面局部护基

平面局部护基，是在桥墩周围用混凝土或其他材料将河床铺砌起来，用以防止水流对桥墩基础的冲刷。目前铁路部门常用的平面护基有混凝土或浆砌片石护基、混凝土块体护基、钢筋混凝土围墩护基等。这类防护工程比整孔防护面积小，工程量省、而且施工简便。它不仅适用于砂卵石河床上桥基的防护，同样也可用于岩石河床上桥基冲刷的防护。我局曾在成渝线沱江大桥、宝成线涪江大桥以及成昆线岷江大桥和安宁河5号大桥进行了平面局部防护。经过多年洪水冲刷的考验，大部分起到了防冲的作用，但也有个别的桥墩，由于护基不当，在护基的周围发生了再生冲刷。如岷江大桥3\*~6\*墩，1964年采用混凝土围墩进行了防护，因为护基时基底未嵌入完整岩层内，1981年特大洪水将河床覆盖层冲走之后，并在桥墩周围护基之下产生了强烈的再生冲刷，造成护基底部悬空，致使沉井基础周围岩面也发生了冲刷。又如安宁河5号大桥，由于主流摆动，严重威胁着8号和9号墩的安全。1980年在这两个桥墩周围用三角形混凝土块体进行了防护加固，因为抛填混凝土块后抬高了河床面，而在1981年大洪水期间又造成冲刷7号墩的不利情况。因此，在不稳定的河段上，局部防护的顶面标高应控制在一般冲刷线以下，并且在桥渡范围内增设必要的导流设备用以校正流向，使其减小对其它墩台的危害。

## 五、立体局部防护

立体局部防护是在桥墩周围打入板桩或钻孔桩做成围堰，然后在桩围堰内填石料，或者用压注化学浆液的办法来提高土层的强度，用以增加基底的抗冲能力。它实质上是相当于加深桥墩基础的埋置深度。下面仅就化学浆液加固基础、钻孔桩围堰压浆和旋喷桩等立体局部

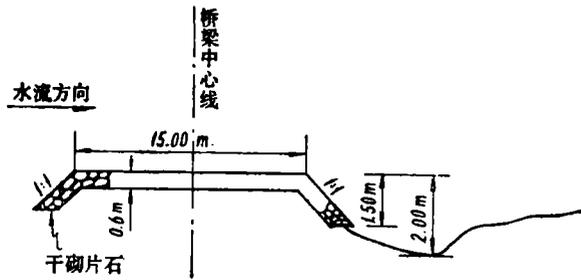


图1 汶江大桥干砌片石整孔铺砌图



防护介绍如下:

### 1. 化学压浆加固基础

化学压浆系用空压机或泵将水玻璃与水泥砂浆混合液(或其它的化学浆液),通过注浆管注入桥墩周围地层。使浆液和土粒之间固结起来成为一整体,用以增强抗御洪水冲刷的能力。压浆孔沿桥墩周围成梅花形内外交错排列,孔间距约2~3米,内层孔距墩基边约0.4~0.5米,压浆层顶在桥墩基底以上1米,压浆层底面在基底以下5~5.5米左右,如图3所示:

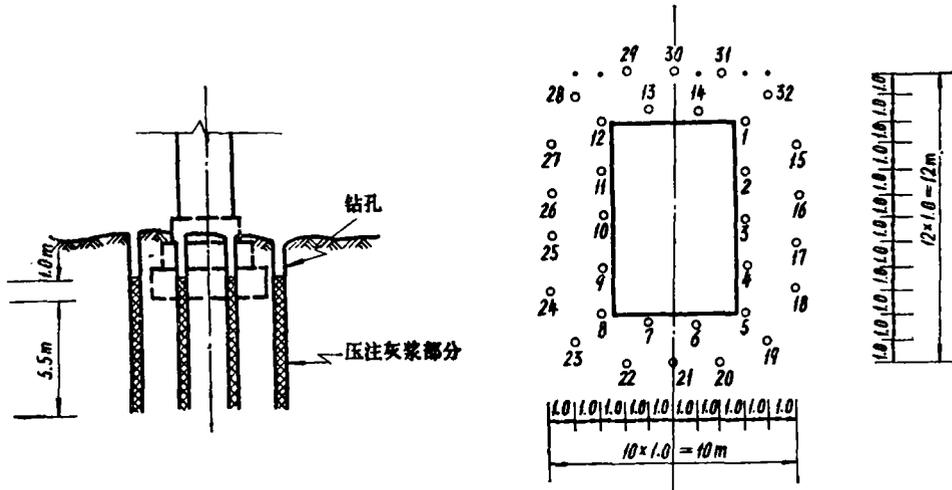


图3 化学压浆加固基础示意图

根据鸭子河大桥5号墩压浆后实地挖探检查,大部份效果较好,但是也存在浆液的扩散范围控制不好及胶结不均匀现象。同时还发现基底夹有粘土层时浆液分布也不均匀。

化学压浆加固基础,在加固过程中不影响行车和建筑物的安全使用。用于砂和砂卵石河床上桥基的加固是有效的。

### 2. 钻孔桩围幕压浆立体防护

钻孔桩围幕压浆是在桥墩周围钻孔,孔内设置钢筋骨架,压注水泥砂浆。由于钻孔间距很小,因此在桥墩周围形成围幕,然后在围幕内压注纯水泥浆,以防止水流的冲刷。如宝成线涪江大桥4号墩,沉井刃脚被洪水冲刷悬空,基底岩层亦遭冲刷。1971年用直径168×6000毫米钻孔灌注桩130根,距墩边1.5米做围幕,桩底钻入岩层,内压水泥砂浆,历经4米/秒流速的考验,至今效果良好,如图4所示:

### 3. 旋喷桩立体防护

旋喷桩是加固基础和防止桥基冲刷的一种新的结构型式。它与化学压浆加固基础的性质基本相同。不同的是旋喷桩以高压快速的办法把浆液喷入桥墩周围及基底土层内,它比压力注浆的压力要大,而且能够有效的控制加固范围。

旋喷桩的桩径与钻孔的布置,一般视需要而定,如中观支线涪江大桥采用旋喷桩加固桥墩基础,钻孔采用XT<sub>100</sub>型钻机,桩径为100毫米,每个桥墩沿基础周围布置8孔,如图5所示:

旋喷桩的施工方法,系利用高压泵把浆液通过钻杆端头的特制喷嘴,高速喷入土层,喷

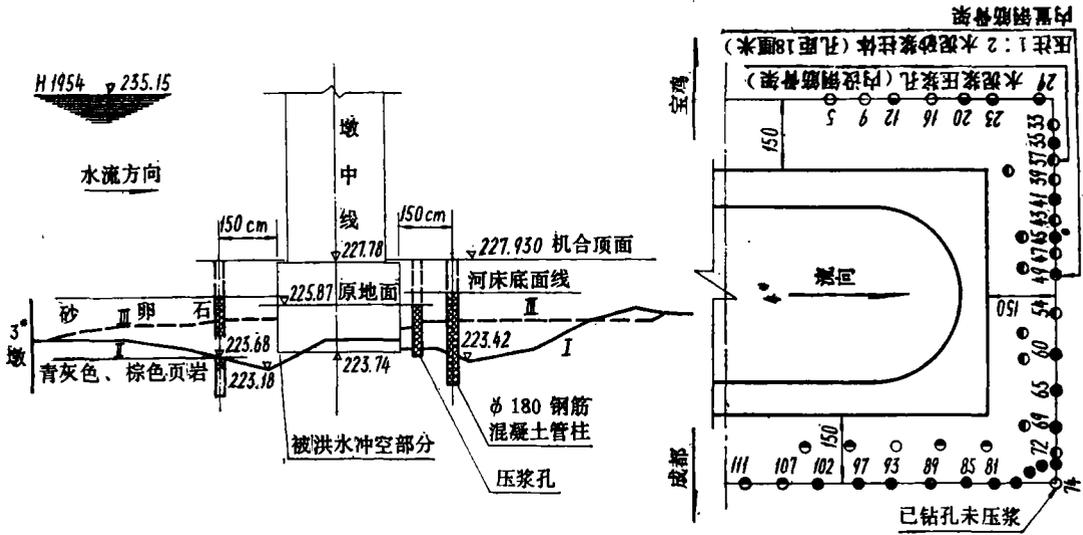


图4 钻孔桩围幕压浆立体防护示意图

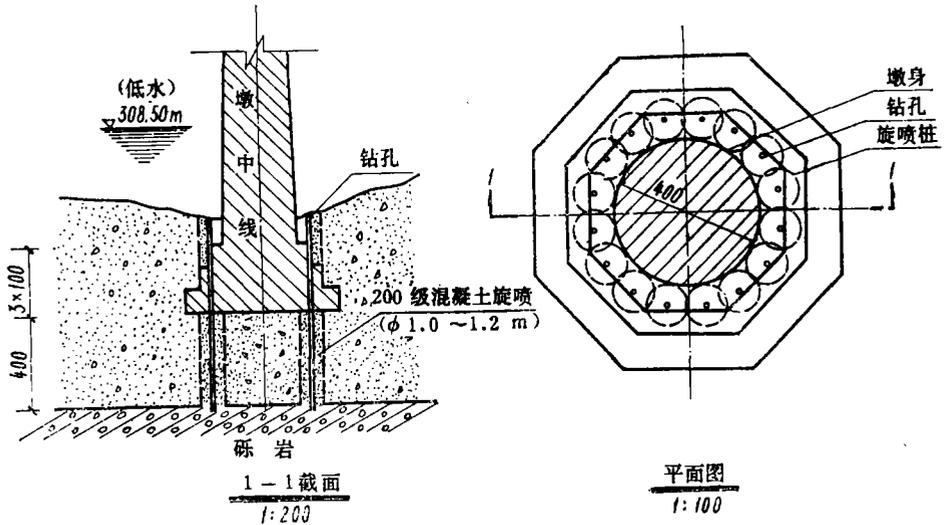


图5 涪江岩嘴大桥5\*6\*7墩旋喷桩加固基础

嘴边喷边缓慢的旋转，并徐徐地向上提升，高压浆液从水平方向喷射入土层，并和钻孔周围的土壤混合，形成一个圆盘状柱形的凝固体，使其增加基底土层的强度，用以防止对桥基的冲刷。此法施工简单，操作方便，同时能有效控制加固的范围和深度，它是桥基防护、土体加固以及其它建筑物基础补强的一种好方法。