

堤防险情应对措施

(自治区防汛办提供)

堤防工程破坏现象常有：滑坡、裂缝、沉降、塌坑、管涌以及集中渗流破坏等。

一、堤防险情与隐患诊断

堤防险情的检查与诊断，应遵循普查和重点检查相结合的原则，采用以外观检查为主，并结合其它有针对性的技术手段（物探、测量、水下探测）的方法。

外观检查包括堤身、堤基、穿堤建筑物和护岸工程等。

(1) 堤身外观检查包括堤顶和堤坡两个方面，主要检查是否发生了裂缝、错断、塌坑、护坡架空、背水坡渗水等现象；

(2) 堤基外观检查包括堤内和堤外两部分，主要检查是否发生鼓胀、裂缝、塌坑、管涌和集中渗水等现象；

(3) 穿堤建筑物外观检查包括控制闸、涵管等，主要检查是否发生裂缝、倾斜、断裂和集中渗流等现象；

(4) 护岸工程检查主要包括裂缝、滑坡检查等。

在外观普查和检查的基础上，应初步分析判断险情的成因、发展趋势和可能产生的后果，分清轻重缓急，采取必要的抢险保安措施。对险情成因、部位和趋势等难以判明和把握的情况，

应采取相应的技术手段进行有针对性的深入检测。

三、堤防破坏的应急除险加固

当遭遇汛期高水位或即将面临高水位情况时，应立即采取抢险应急措施。当距离汛期高水位状况还有一定时间时，应根据具体情况采取除险加固或应急抢险措施，以保证汛期高水位时堤防工程的安全。

(一) 漏洞险情的抢护方法

1. 漏洞险情的抢护原则

一旦漏洞出水，险情发展很快，特别是浑水漏洞，将迅速危及堤防安全。所以一旦发现漏洞，应迅速组织人力和筹集物料，抢早抢小，一气呵成。抢护原则是：“前截后导，临重于背”。即在抢护时，应首先在临水找到漏洞进水口，及时堵塞，截断漏水来源，同时，在背水漏洞出水口采用反滤和围井，降低洞内水流流速，延缓并制止土料流失，防止险情扩大，切忌在漏洞出口处用不透水料强塞硬堵，以免造成更大险情。

2. 漏洞险情的抢护方法

(1) 塞堵法

塞堵漏洞进口是最有效最常用的方法，尤其是在地形起伏复杂，洞口周围有灌木杂物时更适用。一般可用软性材料塞堵，如针刺无纺布、棉被、棉絮、草包、编织袋包、网包、棉衣及草把等，也可用预先准备的一些软楔(见 1)、草捆塞堵。在有效

控制漏洞险情的发展后，还需用粘性土封堵闭气，或用大块土工膜、篷布盖堵，然后再压土袋或土枕，直到完全断流为止。1998年汛期，汉口丹水池防洪墙背水侧发现冒水洞，出水量大，在出口处塞堵无效，险情十分危急，后在临水面探测到漏洞进口，立即用棉被等塞堵，并抛填闭气，使险情得以控制与消除。



图 1 软楔示意图

在抢堵漏洞进口时，切忌乱抛砖石等块状料物，以免架空，致使漏洞继续发展扩大。

(2) 盖堵法

I. 复合土工膜排体(见图 2)或篷布盖堵

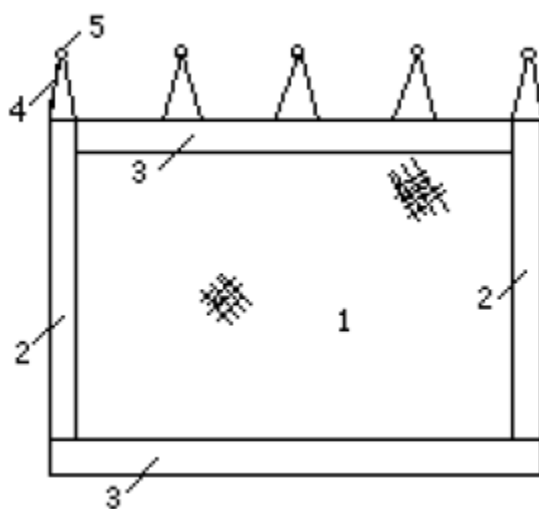


图 2 复合土工膜排体

1-复合土工膜； 2-纵向土袋筒(Φ60cm)；

3-横向土袋筒 ($\Phi 60\text{cm}$); 4-筋绳; 5-木桩

当洞口较多且较为集中，附近无树木杂物，逐个堵塞费时且易扩展成大洞时，可采用大面积复合土工膜排体或篷布盖堵，可沿临水坡肩部位从上往下，顺坡铺盖洞口，或从船上铺放，盖堵离堤肩较远处的漏洞进口，然后抛压土袋或土枕，并抛填粘土，形成前戗截渗，见图 3

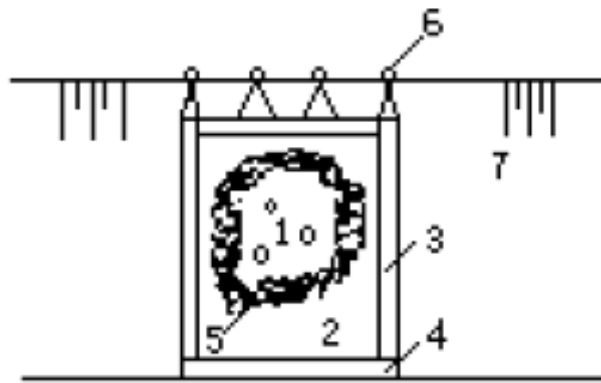


图 3 复合土工膜排体盖堵漏洞进口

1-多个漏洞进口; 2-复合土工膜排体;

3-纵向土袋枕; 4-横向土袋枕;

5-正在填压的土袋; 6-木桩; 7-临水堤坡

II. 就地取材盖堵

当洞口附近流速较小、土质松软或洞口周围已有许多裂缝时，可就地取材用草帘、苇箔等重叠数层作为软帘，也可临时用柳枝、秸料、芦苇等编扎软帘。软帘的大小应根据洞口具体情况和需要盖堵的范围决定。在盖堵前，先将软帘卷起，置放

在洞口的上部。软帘的上边可根据受力大小用绳索或铅丝系牢于堤顶的木桩上，下边附以重物，利于软帘下沉时紧贴边坡，然后用长杆顶推，顺堤坡下滚，把洞口盖堵严密，再盖压土袋，抛填粘土，达到封堵闭气，见图 4。

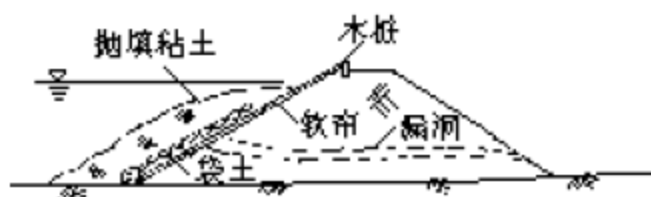


图 4 软帘盖堵示意图

采用盖堵法抢护漏洞进口，需防止盖堵初始时，由于洞内断流，外部水压力增大，洞口覆盖物的四周进水。因此洞口覆盖后必须立即封严四周，同时迅速用充足的粘土料封堵闭气。否则一旦堵漏失败，洞口扩大，将增加再堵的困难。

(3) 戗堤法

当堤坝临水坡漏洞口多而小，且范围又较大时，在粘土料备料充足的情况下，可采用抛粘土填筑前戗或临水筑月堤的办法进行抢堵。

I. 抛填粘土前戗

在洞口附近区域连续集中抛填粘土，一般形成厚 3~5m、高出水面约 1m 的粘土前戗，封堵整个漏洞区域，在遇到填土易从洞口冲出的情况下，可先在洞口两侧抛填粘土，同时准备一些

土袋，集中抛填于洞口，初步堵住洞口后，再抛填粘土，闭气截流，达到堵漏目的，见图 5。

临水筑月堤。如果临水水深较浅，流速较小，则可在洞口范围内用土袋迅速连续抛填，快速修成月形围堰，同时在围堰内快速抛填粘土，封堵洞口，见图 6。



图 5 粘土前缘截渗示意图

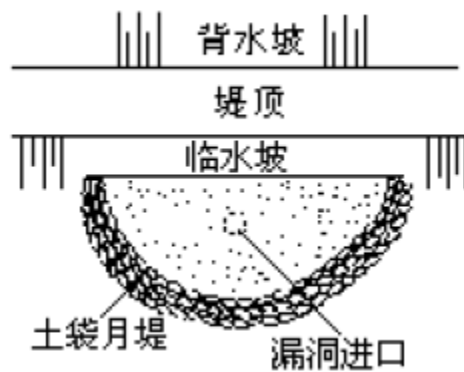


图 6 临水月堤堵漏示意图

漏洞抢堵闭气后，还应有专人看守观察，以防再次出险。

(4) 辅助措施

在临水坡查漏洞进口的同时，为减缓堤土流失，可在背水漏洞出口处构筑围井，反滤导渗，降低洞内水流流速。切忌在

漏洞出口处用不透水料强塞硬堵，致使洞口土体进一步冲蚀，导致险情扩大，危及堤防安全。

(二) 管涌险情的抢护方法

1. 抢护原则

抢护管涌险情的原则应是制止涌水带沙，而留有渗水出路。这样既可使沙层不再被破坏，又可以降低附近渗水压力，使险情得以控制和稳定。

值得警惕的是，管涌虽然是堤防溃口的极为明显和常见的原因，但对它的危险性仍有认识不足，措施不当，或麻痹疏忽，贻误时机的。如大围井抢筑不及，或高围井倒塌都曾造成决堤灾害。

2. 抢护方法

(1) 反滤围井

在管涌口处用编织袋或麻袋装土抢筑围井，井内同步铺填反滤料，从而制止涌水带沙，以防险情进一步扩大，当管涌口很小时，也可用无底水桶或汽油桶做围井。这种方法适用于发生在地面的单个管涌或管涌数目虽多但比较集中的情况。对水下管涌，当水深较浅时也可以采用。

围井面积应根据地面情况、险情程度、料物储备等来确定。围井高度应以能够控制涌水带沙为原则，但也不能过高，一般不超过 1.5m，以免围井附近产生新的管涌。对管涌群，可以根

据管涌口的间距选择单个或多个围井进行抢护。围井与地面应紧密接触，以防造成漏水，使围井水位无法抬高。

围井内必须用透水料铺填，切忌用不透水材料。根据所用反滤料的不同，反滤围井可分为以下几种形式。

I. 沙石反滤围井

沙石反滤围井是抢护管涌险情的最常见形式之一。选用不同级配的反滤料，可用于不同土层的管涌抢险。在围井抢筑时，首先应清理围井范围内的杂物，并用编织袋或麻袋装土填筑围井。然后根据管涌程度的不同，采用不同的方式铺填反滤料：对管涌口不大、涌水量较小的情况，采用由细到粗的顺序铺填反滤料，即先装细料，再填过渡料，最后填粗料，每级滤料的厚度为 20~30cm，反滤料的颗粒组成应根据被保护的颗粒级配事先选定和储备；对管涌口直径和涌水量较大的情况，可先填较大的块石或碎石，以消杀水势，再按前述方法铺填反滤料，以免较细颗粒的反滤料被水流带走。反滤料填好后应注意观察，若发现反滤料下沉可补足滤料，若发现仍有少量浑水带出而不影响其骨架改变（即反滤料不下陷），可继续观察其发展，暂不处理或略抬高围井水位。管涌险情基本稳定后，在围井的适当高度插入排水管（塑料管、钢管和竹管），使围井水位适当降低，以免围井周围再次发生管涌或井壁倒塌。同时，必须持续不断地观察围井及周围情况的变化，及时调整排水口高度，如图 7 所

示。

II. 土工织物反滤围井

首先对管涌口附近进行清理平整，清除尖锐杂物。管涌口用粗料(碎石、砾石)充填，以消杀涌水压力。铺土工织物前，先铺一层粗沙，粗沙层厚 30~50cm。然后选择合适的土工织物铺上。需要特别指出的是，土工织物的选择是相当重要的，并不是所有土工织物都适用。选择的方法可以将管涌口涌出的水沙放在土工织物上从上向下渗几次，看土工织物是否淤堵。若管涌带出的土为粉沙时，一定要慎重选用土工织物(针刺型)；若为较粗的沙，一般的土工织物均可选用。最后要注意的是，土工织物铺设一定要形成封闭的反滤层土工织物周围应嵌入土中，土工织物之间用线缝合。然后在土工织物上面用块石等强透水材料压盖，加压顺序为先四周后中间，最终中间高、四周低，最后在管涌区四周用土袋修筑围井。围井修筑方法和井内水位控制与沙石反滤围井相同(图 8)。



图 7 沙石反滤围井示意图

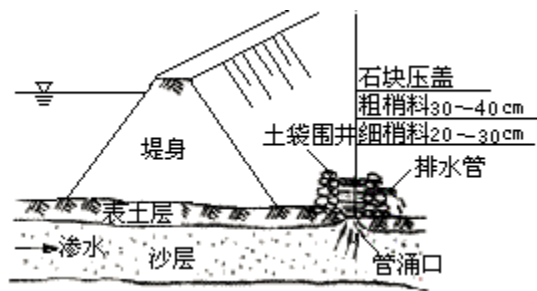


图 8 土工织物反滤围井示意图

III. 梢料反滤围井

梢料反滤围井用梢料代替沙石反滤料做围井，适用于沙石料缺少的地方。下层选用麦秸、稻草，铺设厚度 20~30cm。上层铺粗梢料，如柳枝、芦苇等，铺设厚度 30~40cm。梢料填好后，为防止梢料上浮，梢料上面压块石等透水材料。围井修筑方法及井内水位控制与沙石反滤围井相同(图 9)。

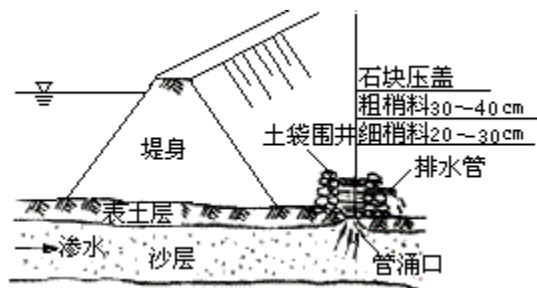


图 9 梢料反滤围井示意图

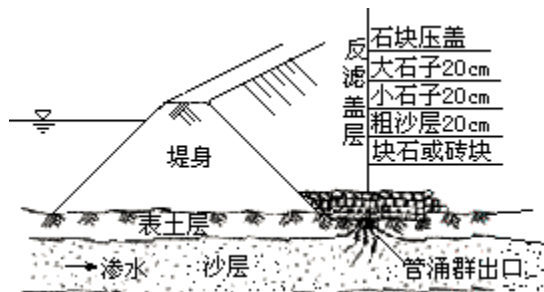


图 10 沙石反滤压盖示意图

(2) 反滤层压盖

在堤内出现大面积管涌或管涌群时，如果料源充足，可采用反滤层压盖的方法，以降低涌水流速，制止地基泥沙流失，稳定险情。反滤层压盖必须用透水性好的材料，切忌使用不透水材料。根据所用反滤材料不同，可分为以下几种。

I. 沙石反滤压盖(图 10)

在抢筑前，先清理铺设范围内的杂物和软泥，同时对其中涌水涌沙较严重的出口用块石或砖块抛填，消杀水势，然后在已清理好的管涌范围内，铺粗沙一层，厚约 20cm，再铺小石子和大石子各一层，厚度均为 20cm，最后压盖块石一层，予以保护。

II. 梢料反滤压盖(图 3-11)

当缺乏沙石料时，可用梢料做反滤压盖。其清基和消杀水势措施与沙石反滤压盖相同。在铺筑时，先铺细梢料，如麦秸、稻草等，厚 10~15cm，再铺粗梢料，如柳枝、秫秸和芦苇等，厚约 15~20cm，粗细梢料共厚约 30cm，然后再铺席片、草垫或苇席等，组成一层。视情况可只铺一层或连铺数层，然后用块石或沙袋压盖，以免梢料漂浮。梢料总的厚度以能够制止涌水携带泥沙、变浑水为清水、稳定险情为原则。

I. 渠道蓄水反压

一些穿堤建筑物后的渠道内，由于覆盖层减薄，常产生一些管涌险情，且沿渠道一定长度内发生。对这种情况，可以在发生管涌的渠道下游做隔堤，隔堤高度与两侧地面平，蓄水平压后，可有效控制管涌的发展。如安徽省的陈洲电排站、新河口站等老险闸站都采用此法除险。

II. 塘内蓄水反压

有些管涌发生在塘中，在缺少沙石料或交通不便的情况下，可沿塘四周做围堤，抬高塘中水位以控制管涌。但应注意不要将水面抬得过高，以免周围地面出现新的管涌。

III. 围井反压

对于大面积的管涌区和老的险工段，由于覆盖层很薄，为确保汛期安全度汛，可抢筑大的围井，并蓄水反压，控制管涌险情。如 1998 年安庆市东郊马窝段，局长江上的一个老险工段，覆盖层厚度仅 0.8~3m，汛期抢筑了五个大的围井，有效控制了 5km 长堤段内管涌险情的发生。

采用围井反压时，由于井内水位高、压力大，围井要有一定的强度，同时应严密监视周围是否出现新管涌。切忌在围井附近取土。

IV. 其他

对于一些小的管涌，一时又缺乏反滤料，可以用小的围井

围住管涌，蓄水反压，制止涌水带沙。也有的用无底水桶蓄水反压，达到稳定管涌险情的目的。

(4) 水下管涌险情抢护

在坑、塘、水沟和水渠处经常发生水下管涌，给抢险工作带来困难。可结合具体情况，采用以下处理办法：

I. 反滤围井。当水深较浅时，可采用这种方法。

II. 水下反滤层。当水深较深，做反滤围井困难时，可采用水下抛填反滤层的办法。如管涌严重，可先填块石以消杀水势，然后从水上向管涌口处分层倾倒沙石料，使管涌处形成反滤堆，使沙粒不再带出，从而达到控制管涌险情的目的，但这种方法使用沙石料较多。

III. 蓄水反压。当水下出现管涌群且面积较大时，可采用蓄水反压的办法控制险情，可直接向坑塘内蓄水，如果有必要，也可以在坑塘四周筑围堤蓄水。

(5) “牛皮包”的处理

当地表土层在草根或其他胶结体作用下凝结成一片时，渗透水压把表土层顶起而形成的鼓包，俗称为“牛皮包”。一般可在隆起的部位，铺麦秸或稻草一层，厚10~20cm，其上再铺柳枝、秫秸或芦苇一层，厚约20~30cm。如厚度超过30cm时，可分横竖两层铺放，然后再压土袋或块石。

(三) 渗水险情的抢护方法

1. 堤身渗水的抢护原则

渗水的抢护原则应是“前堵后排”。“前堵”即在堤临水侧用透水性小的粘性土料做外帮防渗，也可用篷布、土工膜隔渗，从而减少水体入渗到堤内，达到降低堤内浸润线的目的；“后排”即在堤背水坡上做一些反滤排水设施，用透水性好的材料如土工织物、沙石料或稻草、芦苇做反滤设施，让已经渗出的水，有控制地流出，不让土粒流失，增加堤坡的稳定性。需特别指出的是，背水坡反滤排水只缓解了堤坡表面土体的险情，而对于渗水引起的滑动效果不大，需要时还应做压渗固脚平台，以控制可能因堤背水坡渗水带来的脱坡险情。

2. 渗水险情的抢护方法

(1) 临水截渗

为减少堤防的渗水量，降低浸润线，达到控制渗水险情发展和稳定堤防边坡的目的，特别是渗水险情严重的堤段，如渗水出逸点高、渗出浑水、堤坡裂缝及堤身单薄等，应采用临水截渗。临水截渗一般应根据临水的深度、流速、风浪的大小，取土的难易，酌情采取以下方法。

I. 复合土工膜截渗。堤临水坡相对平整和无明显障碍时，采用复合土工膜截渗是简便易行的办法。具体做法是：在铺设前，将临水坡面铺设范围内的树枝、杂物清理干净，以免损坏土工膜。土工膜顺坡长度应大于堤坡长度 1m，沿堤轴线铺设宽

度视堤背水坡渗水程度而定，一般超过险段两端 5—10m，幅间的搭接宽度不小于 50cm。每幅复合土工膜底部固定在钢管上，铺设时从堤坡顶沿坡向下滚动展开，土工膜铺设的同时，用土袋压盖，以免土工膜随水浮起，同时提高土工膜的防冲能力，参见图 13。

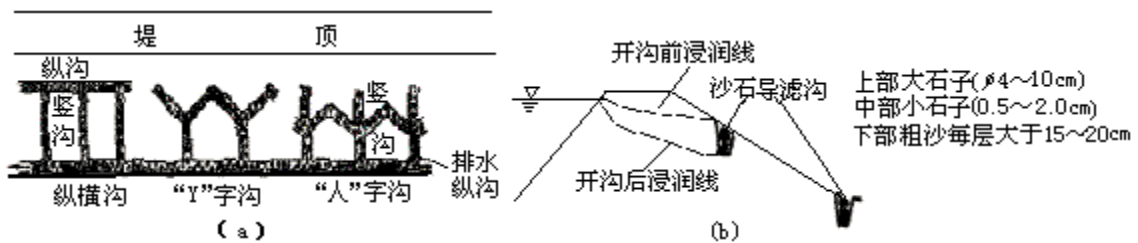
(2) 抛粘土截渗。当水流流速和水深不大且有粘性土料时，可采用临水面抛填粘土截渗。将临水面堤坡的灌木、杂物清除干净，使抛填粘土能直接与堤坡土接触。抛填可从堤肩由上向下抛，也可用船只抛填。当水深较大或流速较大时，可先在堤脚处抛填土袋构筑潜堰，再在土袋潜堰内抛粘土。粘土截渗体一般厚 2—3m，高出水面 1m，超出渗水段 3—5m。

II. 背水坡反滤沟导渗

当堤背水坡大面积严重渗水，而在临水侧迅速做截渗有困难时，只要背水坡无脱坡或渗水变浑情况，可在背水坡及其坡脚处开挖导渗沟，排走背水坡表面土体中的渗水，恢复土体的抗剪强度，控制险情的发展。根据反滤沟内所填反滤料的不同，反滤导渗沟可分为三种：①在导渗沟内铺设土工织物，其上回填一般的透水料，称为土工织物导渗沟。②在导渗沟内填沙石料，称为沙石导渗沟。③因地制宜地选用一些梢料作为导渗沟的反滤料，称为梢料导渗沟。

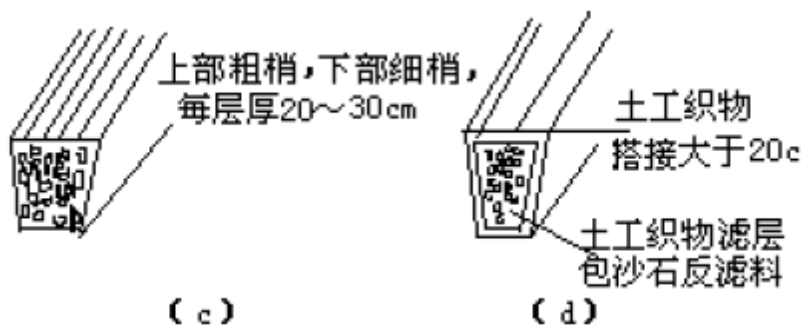
a. 导渗沟的布置形式。导渗沟的布置形式可分为纵横沟、

“Y”字形沟和“人”字形沟等。以“人”字形沟的应用最为广泛，效果最好，“Y”字形沟次之，见图 13(a)。



(a) 堤内坡导渗沟类型平面示意图

(b) 沙石导渗沟剖面图



(c) 梢料导滤沟; (d) 土工织物导滤沟

图 13 导渗沟铺填示意图

b. 导渗沟尺寸。导渗沟的开挖深度、宽度和间距应根据渗水程度和土壤性质确定。一般情况下，开挖深度、宽度和间距分别选用 30—50cm、30—50cm 和 6—10m。导渗沟的开挖高度，一般要达到或略高于渗水出逸点位置。导渗沟的出口，以导渗

沟所截得的水排出离堤脚 2—3m 外为宜，尽量减少渗水对堤脚的浸泡。

c. 反滤料铺设。边开挖导渗沟，边回填反滤料。反滤料为沙石料时，应控制含泥量，以免影响导渗沟的排水效果；反滤料为土工织物时，土工织物应与沟的周边结合紧密，其上回填碎石等一般的透水料，土工织物搭接宽度以大于 20cm 为宜；回填滤料为稻糠、麦秸、稻草、柳枝、芦苇等，其上应压透水盖重，见图 13 (b)、(c)、(d)。

值得指出的是，反滤导渗沟对维护堤坡表面土的稳定是有效的，而对于降低堤内浸润线和堤背水坡出逸点高程的作用相当有限。要彻底根治渗水，还要视工情、水情、雨情等确定是否采用临水截渗和压渗因脚平台。

III. 背水坡贴坡反滤导渗

当堤身透水性较强，在高水位下浸泡时间长久，导致背水坡面渗流出逸点以下土体软化，开挖反滤导渗沟难以成形时，可在背水坡作贴坡反滤导渗。在抢护前，先将渗水边坡的杂草、杂物及松软的表土清除干净；然后，按要求铺设反滤料。根据使用反滤料的不同，贴坡反滤导渗可以分为三种：土工织物反滤层；沙石反滤层；梢料反滤层，见图 14。

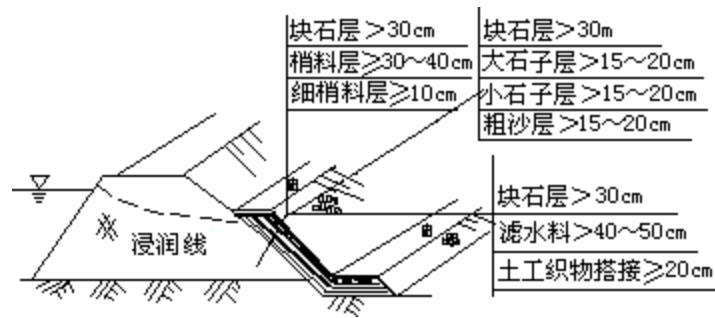


图 14 土工织物、沙石、梢料反滤层示意图

IV. 透水压渗平台

当堤防断面单薄，背水坡较陡，对于大面积渗水，且堤线较长，全线抢筑透水压渗平台的工作量大时，可以结合导渗沟加间隔透水压渗平台的方法进行抢护。透水压渗平台根据使用材料不同，有以下两种方法：

a. 沙土压渗平台。

图 14 土工织物、沙石、梢料反滤层示意图首先将边坡渗水范围内的杂草、杂物及松软表土清除干净，再用沙砾料填筑后戗，要求分层填筑密实，每层厚度 30cm，顶部高出浸润线出逸点 0.5—1.0m，顶宽 2—3m，戗坡一般为 1:3—1:5，长度超过渗水堤段两端至少 3m，见图 15。

b. 梢土压渗平台。

当填筑砂砾压渗平台缺乏足够料物时，可采用梢土代替沙砾，筑成梢土压渗平台。其外形尺寸以及清基要求与沙土压渗平台基本相同，见图 16，梢土压渗平台厚度为 1~1.5m。贴坡段及水平段梢料均为三层，中间层粗，上、下两层细。

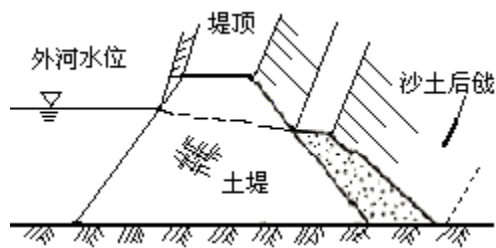


图 15 沙石后戛示意图

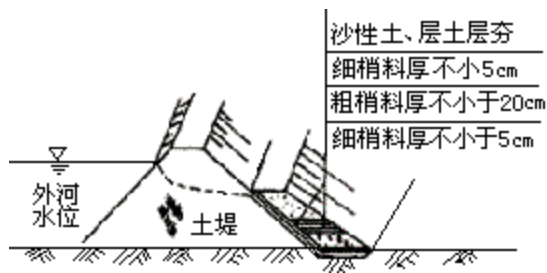


图 16 梢土后戛示意图

(四) 接触冲刷险情的抢护方法

1. 接触冲刷险情的抢护原则

穿堤建筑物与堤身、堤基接触带产生接触冲刷，险情发展很快，直接危及建筑物与堤防的安全，所以抢险时，应抢早抢小，一气呵成。抢护原则是在建筑物临水面进行截堵，背水面进行反滤导水，特别是基础与建筑物接触部位产生冲刷破坏时，应抬高堤内渠道水位，减小冲刷水流流速。对可能产生建筑物塌陷的，应在堤临水面修筑挡水围堰或重新筑堤等。

2. 接触冲刷险情的抢护方法

抢护接触冲刷险情可以根据具体情况采用以下几种方法：

(1) 临水堵截

I. 抛填粘土截渗

a. 适用范围。临水不太深，风浪不大，附近有粘土料，且取土容易，运输方便。

b. 备料。由于穿堤建筑物进水口在汛期伸入江河中较远，在抛填粘土时，需要土方量大，为此，要充分备料，抢险时最

好能采用机械运输，及时抢护。

c. 坡面清理。粘土抛填前，应清理建筑物两侧临水坡面，将杂草、树木等清除，以使抛填粘土能较好地与临水坡面接触，提高粘土抛填效果。

d. 抛填尺寸。沿建筑物与堤身、堤基结合部抛填，高度以超出水面 1m 左右为宜，顶宽 2—3m。

e. 抛填顺序。一般是从建筑物两侧临水坡开始抛填，依次向建筑物进水口方向抛填，最终形成封闭的防渗粘土斜墙。

II. 临水围堰

临水侧有滩地，水流流速不大，而接触冲刷险情又很严重时，可在临水侧抢筑围堰，截断进水，达到制止接触冲刷的目的。临水围堰一定要绕过建筑物顶端，将建筑物与土堤及堤基结合部位围在其中。可从建筑物两侧堤顶开始进占抢筑围堰，最后在水中合拢；也可用船连接圆型浮桥进行抛填，加大施工进度，即时抢护。

在临水截渗时，靠近建筑物侧墙和涵管附近不要用土袋抛填，以免产生集中渗漏；切忌乱抛块石或块状物，以免架空，达不到截渗目的。

(2) 堤背水例导渗

I. 反滤围井

当堤内渠道水不深时(小于 2.5m)，在接触冲刷水流出口处

修筑反滤围井，将出口围住并蓄水，再按反滤层要求填充反滤料。为防止因水位抬高，引起新的险情发生，可以调整围井内水位，直至最佳状态为止，即让水排出而不带走沙土。具体方法见管涌抢护方法中的反滤围井。

II. 围堰蓄水反压

在建筑物出口处修筑较大的围堰，将整个穿堤建筑物的下游出口围在其中，然后蓄水反压，达到控制险情的目的。其原理和方法与抢护管涌险情的蓄水反压相同。

在堤背水侧反滤导渗时，切忌用不透水料堵塞，以免引起新的险情。在堤背水侧蓄水反压时，水位不能抬得过高，以免引起围堰倒塌或周围产生新的险情。同时，由于水位高，水压大，围堰要有足够的强度，以免造成围堰倒塌而出现溃口性险情。

(3) 筑堤

当穿堤建筑物已发生严重的接触冲刷险情而无有效抢护措施时，可在堤临水侧或堤背水侧筑新堤封闭，汛后作彻底处理。具体方法如下。

I. 方案确定

首先应考虑抢险预案措施，根据地形、水情、人力、物力、抢护工程量及机械化作业情况，确定是筑临水围堤还是背水围堤。一般在堤背水侧抢筑新堤要容易些。

II. 筑堤线路确定

根据河流流速、滩地的宽窄情况及堤内地形情况，确定筑堤线路，同时根据工程量大小，以及是否来得及抢护，确定筑堤的长短。

III. 筑堤清基要求

确定筑堤方案和线路后，筑堤范围也即确定。首先应清除筑堤范围内的杂草、淤泥等，特别是新、老堤结合部位应清理彻底。否则一旦新堤挡水，造成结合部集中渗漏，将会引起新的险情发生。

IV. 筑堤填土要求

一般选用含沙少的壤土或粘土，严格控制填土的含水量、压实度，使填土充分夯实或压实，填筑要求可参考有关堤防填筑标准。

(五) 漫溢险情的抢护方法

通过对气象、水情、河道堤防的综合分析，对有可能发生漫溢的堤段，其抢护的有效措施是：抓紧洪水到来之前的宝贵时间，在堤顶上加筑子堰。首先要因地制宜，迅速明确抢筑子堰的形式、取土地点以及施工路线等，组织人力、物料、机具，全线不留缺口，完成子堰的抢筑，并加强工程检查监督，确保子堰的施工质量，使其能承受水压，抵御洪水的浸泡和冲刷。堰顶高要超出预测推算的最高洪水位，做到子堰不过水，

但从堤身稳定考虑，子堰也不宜过高。各种子堰的外脚一般都应距大堤外肩 0.5—1.0m。抢筑各种子地前应彻底清除地基的草皮、杂物，将表层刨毛，以利新老土层结合，并在堰轴线开挖一条结合槽，深 20cm 左右，底宽 30cm 左右。子地的形式大约有以下几种，可根据实际情况确定。

1. 粘性土堰

现场附近拥有可供选用含水量适当的粘性土，可筑均质粘土堰，不得用沼泽腐植土或沙土填筑，要分层夯实，捻顶宽 0.6-1.0m，边坡不应陡于 1: 1，子堰水面可用编织布防护抗冲刷，编制布下端压在堰基下。当情况紧急，来不及从远处取土时，堤顶较宽的可就近在背水侧堤肩的浸润线以上部分堤身借土筑堰，见图 17。这是不得已而为之，当条件许可时应抓紧修复。

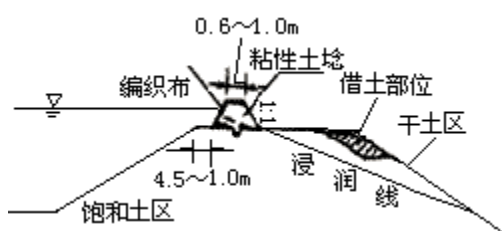


图 17 粘性土地剖面示意图

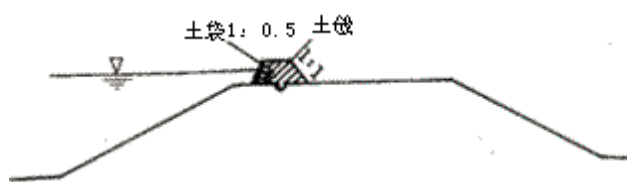


图 18 袋装土埝剖面图

2. 袋装土堰

这是抗洪抢险中最为常用的形式，土袋临水可起防冲作用，广泛采用的是土工编织袋，麻袋和草袋亦可，汛期抢险应确保充足的袋料储备。此法便于近距离装袋和输送。为确保子堰的

稳定，袋内不得装填粉细沙和稀软土，因为它们的颗粒容易被风浪冲刷吸出，宜用粘性土、砾质土装袋。装袋 7-8 成，最好不要用绳索扎口，可用尼龙线缝合袋口，使土袋砌筑服贴，袋口朝背水面，排列紧密，错开袋缝，上下袋应前后交错，上袋退后，成 1: 0. 3—1: 0. 5 的坡度。不足 1m 高的子堰临水面叠铺一排(或一丁一顺)，较高于捻底层可酌情加宽为两排以上。

土袋内侧缝隙可在铺砌时分层用沙土填密实，外露缝隙用稻草、麦秸等塞严，以免袋后土料被风浪抽吸出来。土袋的背水面修土戗，应随土袋逐层加高而分层铺土夯实，见图 18。

3. 桩柳(桩板)土堰

当抢护堤段缺乏土袋，土质较差，可就地取材修筑桩柳(桩板)土堰。将梢径 6—10cm 的木桩打入堤顶，深度为桩长的 $1/3 \sim 1/2$ ，桩长根据堰高而定，桩距 0. 5 ~ 1. 0m，起直立和固定柳把(木板或门板)的作用。柳把是用柳枝或芦苇、秸料等捆成，长 2 ~ 3m，直径 20cm 左右，用铅丝或麻绳绑扎于桩后(亦可用散柳厢修)，自下而上紧靠木桩逐层叠捆。应先在堤面开挖 10cm 的槽沟，使第一层柳把置入沟内。柳把起防风浪冲刷和挡土作用，在柳把后面散置一层厚约 20cm 的秸料，在其后分层铺土夯实(要求同粘性土捻)作成土戗。也可用木板(门板)、秸箔等代替柳把。

临水面单排桩柳(桩板)戗，顶宽 1. 0m，背水坡 1: 1。见图

19. 当抢护堤段堤顶较窄时，可用双排桩柳或壮板的子埝，里外两排桩的净桩距：桩柳取 1.5m，桩板取 1.1m。对应两排桩的桩顶用 18~20 号铅丝拉紧或用木杆连接牢固。两排桩内侧分别绑上柳把或散柳、木板等，中间分层填土并夯实，与堤结合部同样要开挖轴线结合槽，见图 20。

4. 柳石(土)枕埝

对取土特别困难而当地柳源丰富的抢护堤段，可抢筑柳石(土)枕埝。用 16 号铅丝扎制直径 0.15m、长 10m 的柳把，铅丝扎捆间距 0.3m，由若干条这样的柳把，围包裹作为枕芯的石块(或土)，用 12 号铅丝间距 1m 扎成直径 0.5m 的圆柱状柳枕。若子埝高 0.5m，只需 1 个柳石枕置于临水面即可，若子埝是 1.0m 和 1.5m 高，则应需 3 个和 6 个柳石枕叠置于临水面(成品字形)，底层第一枕前缘距临水堤肩 1.0m，应在该枕两端各打木桩一个，以此固定，在该枕下挖深 10cm 的条槽，以免滑动和渗水。枕后如同上述各种子埝，用土填筑餞体，埝顶宽不应小于 1.0m，边坡 1: 1。若土质差，可适当加宽顶部放缓边坡，见图 21。

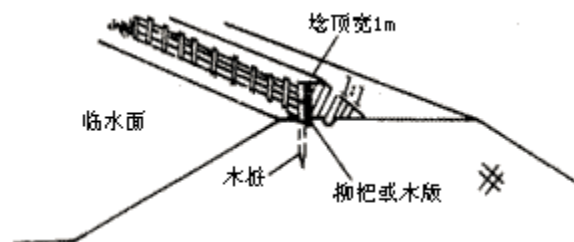


图 19 单排桩柳(木板)埝示意图

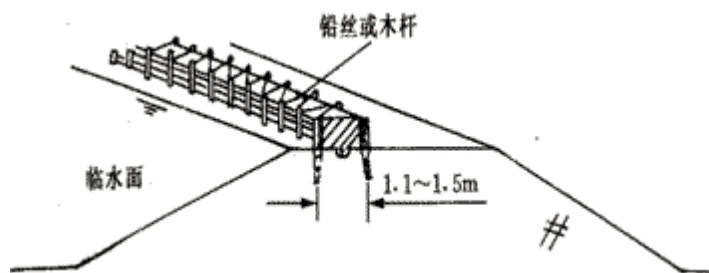


图 20 双排桩柳（木板）埝示意图

5. 防浪墙子埝

如果抢护堤段原有浆砌块石或混凝土防浪墙，可以利用它来挡水，但必须在墙后用土袋加筑后戗，防浪墙体可作为临时防渗防浪面，土袋应紧靠防浪墙后叠砌（同袋装土埝）。根据需要还可适当加高档水，其宽度应满足加高的要求，见图 22。

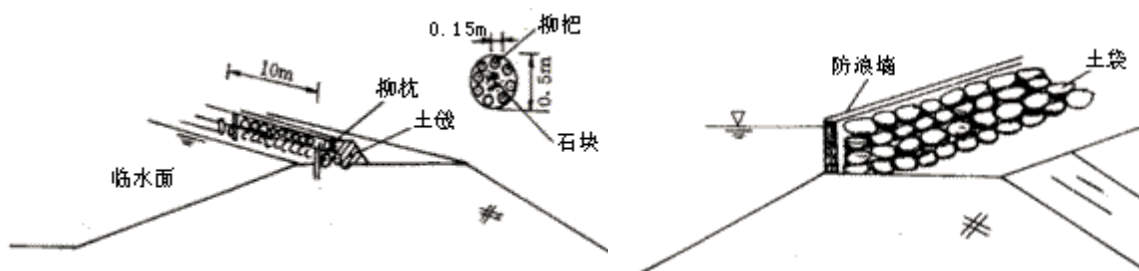


图 21 柳石（土）枕埝示意图 图 22 防浪墙子埝示意图

（六）风浪险情的抢护方法

1. 河段封航

根据《中华人民共和国防洪法》第四十五条，当宣布进入紧急防汛期，必要时，公安、交通等部门可按防汛指挥机构的决定依法实施水面交通管制，对部分或全部河段实行封航措施，消除船舶航行波浪的危害。

2. 堤坡防护

对未设置护坡的土堤，临时用防汛料物加工铺压临水堤坡面，增强其抗冲能力，这是常用的方法，具体有以下几种。

(1) 土(石)袋防护

用编织袋、麻袋或草袋装土、沙、碎石或碎砖等，平铺迎水堤坡，装袋要求与前述袋装土埝相同。此法适于土堤抗冲能力差，缺少柳、秸等软料，风浪破坏较严重的堤段，4级风可用土、沙袋，6级以上风浪应使用石袋。

放置土袋前，对于水上部分或水深较浅的堤坡适当削平，并铺上土工织物，也可铺软草一层大约0.1m厚，起反滤作用，防止风浪把土掏出，在风浪冲击的范围内摆放土袋底向外、口向里，互相叠压，袋间要挤压严密，上下错缝，铺设到浪高以上，确保防浪效果。如果堤坡稍陡或土质太差，土袋容易滑动。可在最下一层土袋前面打木桩一排，长度1m，间隔0.3~0.4m，见图23。此法制作和铺放简便灵活，可随需要增铺，但要注意土袋中的土易被冲失，石袋为佳；草袋易腐烂，如使用时间长则需更换。

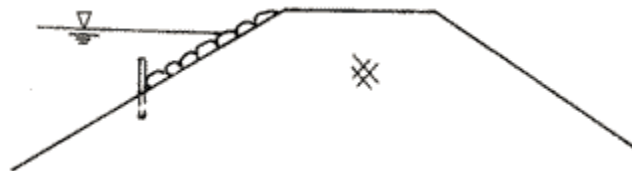


图 23 土(石)袋防护剖面示意图

(2) 土工织物防护

在受风浪冲击的坡面铺置土工织物之前，应清除堤坡上的块石、土块、树枝等杂物，以免使织物受损。织物宽度不一，一般不小于 4m，宽的可达 8~9m，可根据需要预先粘贴、焊接，顺堤格接的长度不小于 1m，织物上沿一般应高出洪水位 1.5~2.0m。为了避免被风浪揭开，织物的四周可用 20cm 厚的预制混凝土压块，或碎石袋(土袋不宜)镇压，如果堤坡过陡，压石袋可能向下滑脱，在险情紧迫时，应适当多压。此外，也可顺堤坡每隔 2~3m 将土工织物叠缝成条形土枕，内冲填沙石料，见图 24。

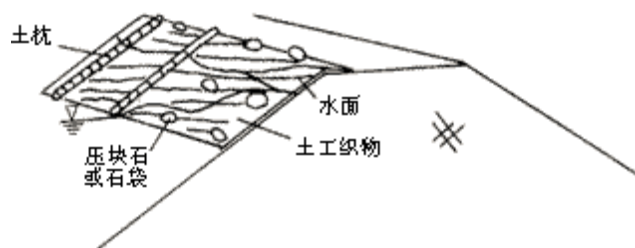


图 24 土工织物防护示意图

(3) 柳箔防护

将柳、苇、稻草或其他秸料编织成席箔，铺在堤坡并加以固定，其抗冲、抗淘刷性也较好。具体做法是用 18 号铅丝捆扎成直径 0.1m、长约 2m 的柳把，再连成柳箔，其上端以 8 号铅丝或绳缆系在堤顶打牢的木桩上，木桩 1m 长，在距临水堤肩 2~3m 处，打上一排，间隔 3m 一个。柳箔下端适当坠以块石或土袋，使柳箔贴在堤坡上，柳把方向与堤线垂直，必要时可在柳

箔面上再压块石或沙袋，防止其漂浮或滑动。必须把高低水位范围内被波浪冲刷的坡面全部护住，如果铺得不严密，堤土仍很容易被水淘出。使用此方法要随时观察，防止木桩以及起固定作用的沙袋被风浪冲坏，见图 25。

(4) 柴草(桩柳)防护

在受风浪冲击的堤坡水面以下打一排签桩，把柳、芦、秸料等梢料分层铺在堤坡与签桩之间，直到高出水面 1m，以石块或土袋压在梢料上面，防止漂浮，如图 26 所示。当水位上涨，一级不够时，可退后同法做二级或多级。

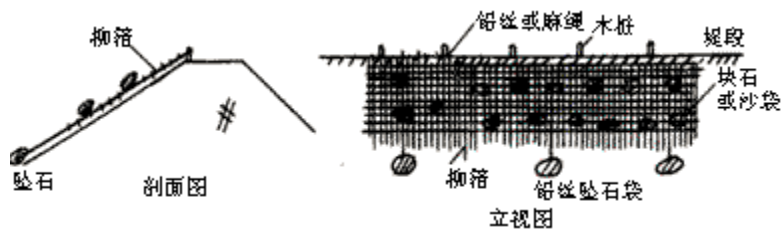


图 25 柳箔防护示意图



图 26 柴草(桩柳)防护剖面示意图

4. 消浪防护

为削减波浪的冲击力，可以在靠近堤坡的水面漂浮芦柴、柳枝、湖草和木头等材料的捆扎体，设法锚定，防止被风浪水流冲走。消浪方法具体有以下几种。

(1) 柳枝消浪

凡沿江河湖泊堤防种植柳树很多的地方可用此法。用大柳树枝叶多的上部，要求干长 1m 以上，枝径 0.1m 左右，也可几棵捆扎使用，在堤顶打木桩，其桩长 1.5~2m，直径 0.1~0.15m，桩距 2~3m。用 8 号铅丝或绳子把柳枝干的头部系在木桩上，树梢伸向堤外，并在树杈处捆扎石(沙)袋，使树梢沉入水下，顺堤边坡推柳入水。如果堤坡已有坍塌，则从其下游向上游顺序逐棵压茬。应根据溜坡和坍塌情况确定棵间距及挂深，在主溜附近要挂密一些，边上挂稀一些，根据防护的需要可在已挂柳之间，再补茬挂。此法一般在 4~5 级风浪下，枝梢面大，消浪作用较好，但要注意枝杈摇动损坏坡面。当柳叶腐烂失效时，可采取补救措施，防止效能的减低，见图 27。

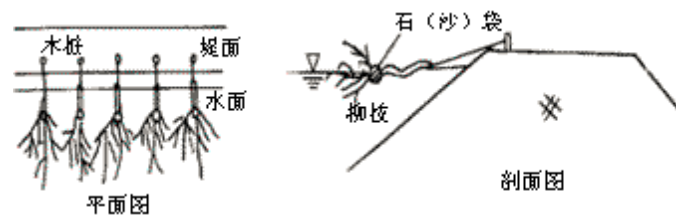


图 27 柳枝消浪示意图

(2) 枕排消浪

将柳枝、芦苇或秸料扎成枕，其直径 0.5~0.8m；堤直的用长枕，可达 30~50m，弯度大的堤用短枕，枕心卷入直径 5~7cm 的竹缆二根或粗 3~4cm 的麻绳做龙筋(芯)，枕的纵向隔 0.6~1.0m 用 10~14 号铅丝捆扎。在堤顶距临水堤肩 2~3m 到背水

坡之间打木桩，校长 0.8~1.2m，桩距 3~5m，用绳缆将枕拴牢于桩上，绳缆可以收紧或松开，使枕随水位变化而上下移动，起到消浪作用。拴一枕称为单枕，也可挂用两个或更多的枕，用绳缆木杆或竹竿把它们捆扎在一起成为枕排，也叫连环枕，要使最外面的枕高浮水面，枕径也要大一些，它直接迎击风浪，后面的枕径可小一些，以消除余浪。枕排要比单枕牢固，效果也高，可防七级以下的风浪。枕位不稳，可适当在枕上拴上块石或沙袋，见图 28。此法不损坏堤坡面，消浪效果好，制作简单，但必须扎结牢实，柳枕使用时间较短，而造价低。

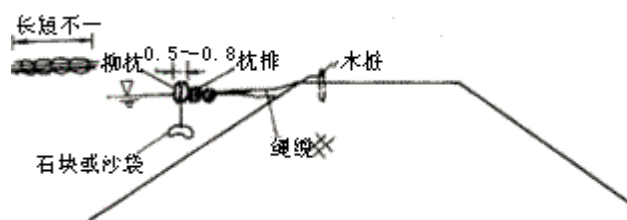


图 28 枕排（单枕、多枕）消浪示意图

(3) 湖草排消浪

汛期割下湖区菱、茭等各种浮生水草，编扎草排(也称浮敦)，有些蔓植草类可用木杆、竹杆捆扎，排的面积尽可能大，可用船拖动就位，也可把湖草运到现场捆扎。拴固方法同上述枕排，系在木桩上，也可锚固，使其浮在距堤坡 3~5m 的水面上。缺湖草时也可用其他软草代替。此法防浪效果好，造价低，但易被风浪破坏，不能防大风浪，见图 29。随着洪水位的变化，随时注意调整拴排缆绳和锚索的长短，使湖草排能正常起到消浪

的作用。

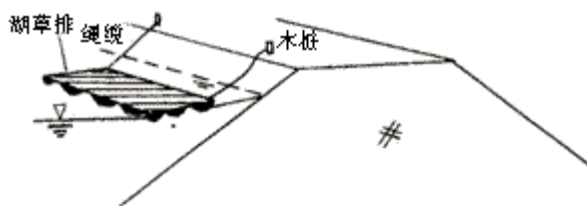


图 29 湖草排消浪示意图

(4) 木排消浪

使用木排或竹排消浪，效果较好，结构比其他排牢固、耐用，不易散架，汛后还可运用。但用量大，锚链困难，属硬性材料，一旦断开，直接威胁堤坝安全，因此使用时要随时检查，及时加固。将 5~15cm 的圆木以绳缆或铅丝捆扎，重叠 3~4 层，使厚度达到 30~50cm (一般为水深的 1/10~1/20 效果较好)，宽度 1.5~2.5m (越宽效果越好)，长度 3~5m，可把几个木排连接起来。圆木间的空隙约为圆木直径的一半，可夹以芦柴把和柳把等，节省木材用量，降低造价。楠竹与圆木处理办法相同。为了增强防浪效果，应在竹木排下面坠以块石或沙石袋。防浪竹木排应抛锚固定在堤边坡以外 10~40m 范围，水面越宽，距离应越远，避免撞击堤身。锚链长度应稍大于水深，防止锚链被拔起(走锚)。为了防止木排自己移动，锚链也不要过长。若木排较小，可以直接拴在堤顶木桩上，但要随时调整绳缆，防止撞击堤身。木排距堤坡一般为浪长的 2~3 倍，此时消浪效果较好，太近易撞，太远会失效。所谓浪长指两个浪峰的距离。

一般使用木排消浪要特别慎重，使用不是很多，见图 30。

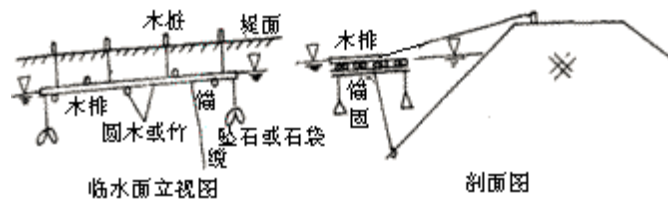


图 30 木（竹）排消浪示意图

在选用漂浮物消浪的方法时，注意满足消能作用大、范围宽广的要求，避免余波淘刷，力争多使水体本身干扰消能，少与波浪直接撞击。以上防浪措施中都要注意不要对堤身造成过分损伤。例如，打木桩不宜过密过深，以免破坏堤身土体结构，降低自身的抗洪能力。

（七）临水面滑坡的抢护方法

1. 临水面滑坡抢护的基本原则

抢护的基本原则是：尽量增加抗滑力，尽快减小下滑力。

具体地说，“上部削坡，下部固坡”，先固脚，后削坡。

2. 临水面滑坡抢护的基本方法

汛期临水面水位较高，采用的抢护方法，必须考虑水下施工问题。

（1）增加抗滑力的方法

I. 做土石戗台。在滑坡阻滑体部分做土石戗台，滑坡阻滑体部位一时难以精确划定，最简单的办法是，戗台从堤脚往上做，分二级，第一级厚度 1.5~2.0m，第二级厚度 1.0~1.5m(见

图 31)。

土石戗台断面结构，如图 32 所示。

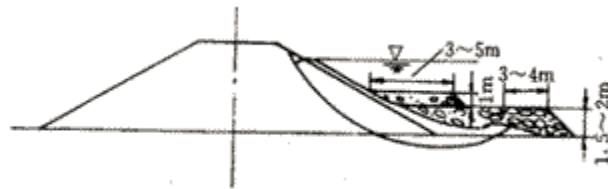


图 31 土石戗台断面示意图

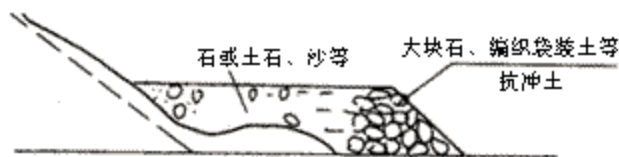


图 32 土石戗台断面结构示意图

采用本抢护方案的基本条件是：堤脚前未出现崩岸与坍塌险情，堤脚前滩地是稳定的。

II. 做石撑。当做土石戗台有困难时，比如滑坡段较长，土石料紧缺时，应做石撑临时稳定滑坡。该法适用于滑坡段较长，水位较高。采用此法的基本条件与(1)做土石戗台的基本条件相同。石撑宽度 4~6m，坡比 1: 5，撑顶高度不宜高于滑坡体的中点高度，石撑底脚边线应超出滑坡下口 3m 以远(见图 33)。石撑的间隔不宜大于 10m。

III. 堤脚压重，保证滑动体稳定，制止滑动进一步发展。滑坡是由于堤前滩地崩岸、坍塌而引起的，那么，首先要制止崩岸的继续发展，最简单的办法是堤脚抛石块、石笼、编织袋装土石等抗冲压重材料，在极短的时间内制止崩岸与坍塌进一步

发展。

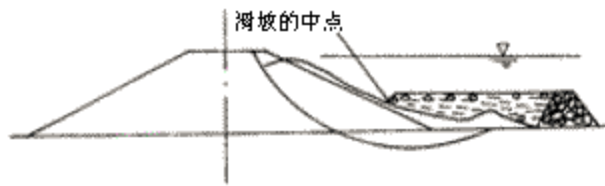


图 33 石撑断面示意图

(2) 背水坡贴坡补强

当临水面水位较高，风浪大，做土石戗台、石撑等有困难时，应在背水坡及时贴坡补强。贴坡的厚度应视临水面滑坡的严重程度而定，一般应大于滑坡的厚度，贴坡的坡度应比背水坡的设计坡度略缓一些。贴坡材料应选用透水的材料，如沙、沙壤土等。如没有透水材料，必须做好贴坡与原堤坡间的反滤层(反滤层做法与渗水抢险中的背水反滤导渗法相同)，以保证堤身在渗透条件不被破坏。背水坡贴坡补强断面参见图 34。背水坡贴坡的长度要超过滑坡两端各 3m 以上。

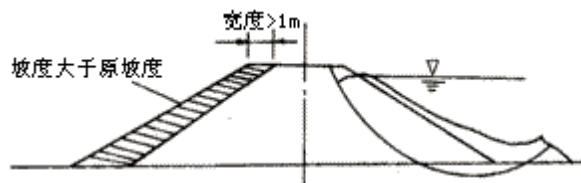


图 34 背水坡贴坡补地示意图

(八) 背水面滑坡的抢护方法

1. 背水面滑坡抢护的基本原则

减小滑动力，增加抗滑力。即上部削坡，下部堆土压重。

如滑坡的主要原因是渗流作用时应同时采取“前截后导”的措

施。

2. 背水面滑坡抢护的基本方法

(1) 减少滑动力

I. 削坡减载。削坡减载是处理堤防滑坡最常用的方法，该法施工简单，一般只用人工削坡即可。但在滑坡还继续发展，没有稳定之前，不能进行人工削坡。一定要等滑坡已经基本稳定后(大约半天至1天时间)才能施工。一般情况下，可将削坡下来的土料压在滑坡的堤脚上做压重用。

II. 在临水面上做截渗铺盖，减少渗透力。当判定滑坡是由渗透力而引起的，及时截断渗流是缓解险情的重要措施之一。采用此法的条件是：坡脚前有滩地，水深也较浅，附近有粘土可取。在坡面上做粘土铺盖阻截或减少渗水，尽快减小渗透力，以达到减少滑动力的目的。

III. 及时封堵裂隙，阻止雨水继续渗入。滑坡后，滑动体与堤身间的裂隙应及时处理，以防雨水沿裂隙渗入到滑动面的深层。保护滑动面深处土体不再浸水软化，强度不再降低。封堵裂隙的办法有：用粘土填筑捣实，如没有粘土，也可就地捣实后覆盖土工膜。该法与上述截渗铺盖一样只能是维持滑坡不再继续发展，不能根治滑坡。在封堵滑坡裂隙的同时，必须尽快进行其他抢护措施的施工。

IV. 在背水坡面上做导渗沟，及时排水，可以进一步降低

浸润线，减小滑动力。

(2) 增加抗滑力

增加抗滑力才是保证滑坡稳定，彻底排除险情的主要办法。增加抗滑力的有效办法是增加抗滑体本身的重量，见效快，施工简单，易于实施。

I. 做滤(透)水反压平台(俗称马道、滤水后戛等)。如用沙、石等透水材料做反压平台，因沙、石本身是透水的，因此，在做反压平台前无须再做导渗沟。用沙、石做成的反压平台，称透水反压平台。

在欲做反压平台的部位(坡面)挖沟，沟深 20~40cm，沟间距 3~5m，在沟内放置滤水材料(粗沙、碎石、瓜子片、塑料排水管等)导渗，这与第四章中所述的导渗沟相类似。导渗沟下端伸入排渗体内将水排出堤外，绝不能将导渗沟通向堤外的渗水通道阻塞。做好导渗沟后，即可做反压平台。沙、石、土等均可做反压平台的填筑材料。

反压平台在滑坡长度范围内应全面连续填筑，反压平台两端应长至滑坡端部 3m 以远。第一级平台厚 2m，平台边线应超出滑坡隆起点 3m 以远；第二级平台厚 1m，详见图 35。

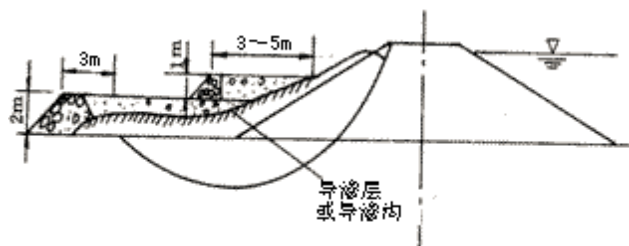


图 35 滤（透）水反压平台断面示意图

II. 做滤（透）水土撑。当用沙、石等透水材料做土撑材料时，不需再做导渗沟，称此类土撑为透水土撑。由于做反压平台需大量的土石料，当滑坡范围很大，土石料供应又紧张的情况下，可做滤（透）水土撑。滤（透）水土撑，与反压平台的区别是：前者分段，一个一个的填筑而成。每个土撑宽度 5~8m，坡比 1:5。撑顶高度不宜高出滑坡体的中点高度。这样做是保证土撑基本上压在阻滑体上。土撑底脚边线应超出滑坡下出口 3m 以远，土撑的间隔不宜大于 10m。土撑的断面如图 36 所示。

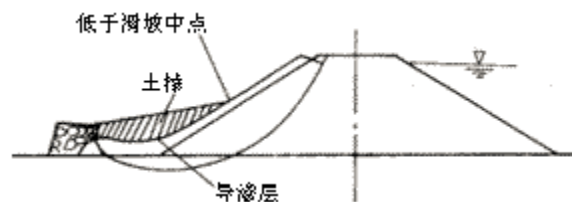


图 36 滤（透）水土撑断面示意图

III. 堤脚压重。在堤脚下挖塘或建堤时，因取土坑未回填等原因，使堤脚失去支撑而引起滑坡时，抢护最有效的办法是尽快用土石料将塘填起来，至少应及时地把堤脚已滑移的部位，用土石料压住。在堤脚住稳后基本上可以暂时控制滑坡的继续发展，争取时间，从容地实施其他抢护方案。实质上该法就是反压平台法的第一级平台。

在做压脚抢护时，必须严格划定压脚的范围，切忌将压重加在主滑动体部位。抢护滑坡施工不应采用打桩等办法，震动

会引起滑坡的继续发展。

(3) 滤水还坡

汛前堤防稳定性较好，堤身填筑质量符合设计要求，正常设计水位条件下，堤坡是稳定的。但是，如在汛期出现了超设计水位的情况，渗透力超过设计值将会引起滑坡，这类滑坡都是浅层滑坡，滑动面基本不切入地基中，只要解决好堤坡的排水，减少渗透力即可将滑坡恢复到原设计边坡，此为滤水还坡。滤水还坡有以下四种做法。

I. 导渗沟滤水还坡。先清除滑坡的滑动体，然后在坡面上做导渗沟，用无纺土工布或用其他替代材料，将导渗沟覆盖保护，在其上用沙性土填筑到原有的堤坡，如图 37 所示。

导渗沟的开挖，应从上至下分段进行，切勿全面同时开挖。

II. 反滤层滤水还坡。该法与导渗沟滤水还坡法一样，其不同之处是将导渗沟滤水改为反滤层滤水。反滤层的做法与渗水抢险中的背水坡反滤导渗的反滤做法相同，详见堤基管涌险情抢护。

III. 梢料滤水还坡。当缺乏沙石等反滤料时可用此法。本法的具体做法是：清除滑坡的滑动体，按一层柴一层土夯实填筑，直到恢复滑坡前的断面。柴可用芦柴、柳枝或其他秸杆，每层柴厚 0.2m，每层土厚 1~1.5m。梢料滤水还坡断面如图 38 所示。

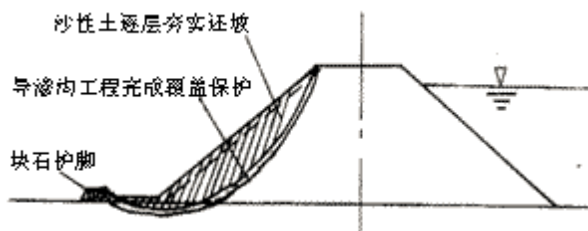


图 37 导渗沟滤水还坡示意图

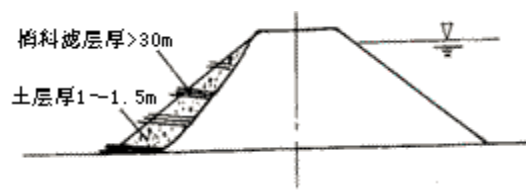


图 38 梢料滤水还坡示意图

用梢料滤水还坡抢护的滑坡，汛后应清除，重新用原筑堤土料还坡。以防梢料腐烂后影响堤坡的稳定。

IV. 沙土还坡。因为沙土透水性良好，用沙土还坡，坡面不需做滤水处理。将滑坡的滑动体清除后，最好将坡面做成台阶形状，再分层填筑夯实，恢复到原断面。如果用细沙还坡，边坡应适当放缓。

填土还坡时，一定严格控制填土的速率，当坡面土壤过于潮湿时，应停止填筑。最好在坡面反滤排水正常以后，在严格控制填土速率的条件下填土还坡。

(九) 崩岸险情的抢护方法

崩岸险情的抢护措施，应根据河势，特别是近岸水流的情况，崩岸后的水下地形情况以及施工条件等因素，酌情选用。首先要稳定坡脚，固基防冲。待崩岸险情稳定后，再酌情处理岸坡。处理崩岸险情的主要措施有：护脚固基抗冲、缓流挑流防冲、减载加帮等。

1. 护脚固基抗冲

一旦发生崩岸险情，首先应考虑抛投料物，如石块、石笼、

土袋和柳石枕等，以稳定基础、防止崩岸险情的进一步发展。

(1) 抛石块

抛投石块应从险情最严重的部位开始，依次向两边展开。首先将石块抛入冲坑最深处，逐步从下层向上层，以形成稳定的阻滑体。在抛石过程中，要随时测量水下地形，掌握抛石位置，以达到稳定坡度（一般为 1:1 ~ 1:1.5）为止（见图 39）。

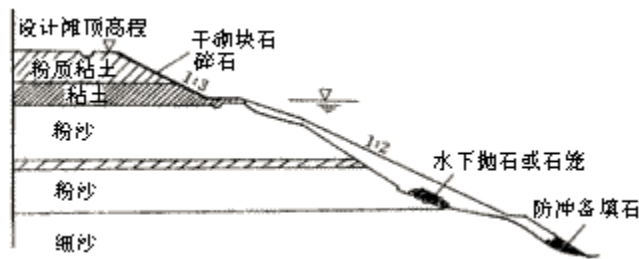


图 39 抛石块、石笼等示意图

抛投石块应尽量选用大的石块，以免流失。在条件许可的情况下，应通过计算确定抗冲抛石粒径。在流速大、紊动剧烈的坝头等处，石块重量一般应达 30 ~ 75kg；在流速较小，流态平稳的顺坡坡脚处，石块重量一般也不应小于 15kg。

抛石的落点受流速、水深、石重等因素的影响，在抛投前应先作简单现场试验，测定抛投点与落点的距离，然后确定抛投船的船位。可根据荆江堤防工程多年的实测资料，按表 1 的抛石位移查对表，进行初步定位。

表 1 抛石位移查对象

水深(m) 流速(m/s) 位移(m) 块石重量(kg)	10				15				20			
	0.5	0.8	1.1	1.4	0.5	0.8	1.1	1.4	0.5	0.8	1.1	1.4
30	3.6	5.7	7.9	10.0	5.4	8.6	11.8	15.1	7.2	11.4	15.7	20.1
50	3.2	5.2	7.2	9.2	4.9	8.0	10.8	13.8	6.6	10.5	14.4	18.5
70	3.1	5.0	6.9	8.7	4.7	7.5	10.3	13.1	6.3	10.0	13.8	17.4
90	3.0	4.8	6.0	8.4	4.5	7.2	9.9	12.5	6.0	9.6	13.1	16.7
110	2.9	4.6	6.4	8.1	4.4	7.0	9.6	12.2	5.8	9.3	12.7	16.2
130	2.8	4.5	6.2	7.9	4.2	6.8	9.3	11.8	5.6	9.0	12.4	15.8
150	2.7	4.4	6.0	7.7	4.1	6.6	9.0	11.5	5.5	8.8	12.1	15.4

在水深流急情况下抛石，应选择突击抢抛的施工方法。集中力量，一次性抛入大量石块，避免零抛散堆，造成不必要的石块流失。从堤岸上抛投时，为避免砸坏堤岸，应采用滑板，保持石块平稳下落。当堤岸抛石的落点不能达到冲坑最深处时，这一施工方法不宜单独运用。应配合船上抛投，形成阻滑体，否则，起不到抛石的作用。

(2) 抛石笼

当现场石块体积较小，抛投后可能被水冲走时，可采用抛投石笼的方法。

抛笼应从险情严重部位开始，并连续抛投至一定高度。可以抛投笼堆，亦可普遍抛笼。在抛投过程中，需不断检测抛投面坡度，一般应使该坡度达到 1:1。

应预先编织、扎结铅丝网、钢筋网或竹网，在现场充填石料。石笼体积一般应达 $1.0 \sim 2.5\text{m}^3$ ，具体大小应视现场抛投手段而定。

抛投石笼一般在距水面较近的坝顶或堤坡平台上，或船只上实施。船上抛笼，可将船只锚定在抛笼地点直接下投，以便较准确地抛至预计地点。在流速较大的情况下，可同时从堤顶和船只上抛笼，以增加抛投速度。

抛笼完成以后，应全面进行一次水下探摸，将笼与笼接头不严之处，用大块石抛填补齐。

（3）抛土袋

在缺乏石料的地方，可利用草袋、麻袋和土工编织袋充填土料进行抛投护脚。在抢险情况下，采用这一方法是可行的。其中土工编织袋又优于草袋、麻袋，相对较为坚韧耐用。

每个土袋重量宜在 50kg 以上，袋子装土的充填度为 70%~80%，以充填沙土、沙壤土为好，装填完毕后用铅丝或尼龙绳绑扎封口。

可从船只上，或从堤岸上用滑板导滑抛投，层层迭压。如流速过高，可将 2~3 个土袋捆扎连成一体抛投。在施工过程中，需先抛一部分土袋将水面以下深槽底部填平。抛袋要在整个深槽范围内进行，层层交错排列，顺坡上抛，坡度 1:1，直至达到要求的高度。在土袋护体坡面上，还需抛投石块和石笼，以作保护。在施工中，要严防尖硬物扎破、撕裂袋子。

（4）抛柳石枕

对淘刷较严重、基础冲塌较多的情况，仅抛石块抢护，因

间隙透水，效果不佳。常可采用抛柳石枕抢护，见图 40。

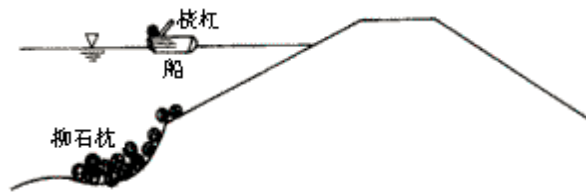


图 40 抛柳石枕示意图

柳石枕的长度视工地条件和需要而定，一般长 10m 左右，最短不小于 3m，直径 0.8 ~ 1.0m。柳、石体积比约为 2: 1，也可根据流速大小适当调整比例。

推枕前要先探摸冲淘部位的情况，要从抢护部位稍上游推枕，以便柳石枕入水后有藏头的地方。若分段推枕，最好同时进行，以便衔接。要避免枕与枕交叉、搁浅、悬空和坡度不顺等现象发生。如河底淘刷严重，应在枕前再加抛第二层枕。要待枕下沉稳定后，继续加抛，直至抛出水面 1.0m 以上。在柳石枕护体面上，还应加抛石块、石笼等，以作保护。

捆枕和推枕的方法，各地有很多经验，这里不再赘述。

选用上述几种抛投料物措施的根本目的，在于固基、阻滑和抗冲。因此，特别要注意将料物投放在关键部位，即冲坑最深处。要避免将料物抛投在下滑坡体上，以加重险情。

在条件许可的情况下，在抛投料物前应先做垫层，可考虑选用满足反滤和透水性准则的土工织物材料。无滤层的抛石下部常易被淘刷，从而导致抛石的下沉崩塌。当然，在抢险的紧

急关头，往往难以先做好垫层。一旦险情稳定，就应立即补做此项工作。

2. 缓流挑流防冲

为了减缓崩岸险情的发展，必须采取措施防止急流顶冲的破坏作用。

(1) 抢修短丁坝

丁坝、垛、矾等可以导引水流离岸，防止近岸冲刷。这是一种间断性有重点的护岸形式，在崩岸除险加固中常有运用。

在突发崩岸险情的抢护中，采用这一方法困难较大，见效较慢。但在急流顶冲明显、冲刷面不断扩大的情况下，也可应急地采用石块、石枕、铅丝石笼、沙石袋等抛堆成短坝，调整水流方向，以减缓急流对坡脚的冲刷。

在抢险中，难以对短丁坝的方向、形式等进行仔细规划，但要求坝长不影响对岸。修建丁坝势必增强坝头附近局部河床的冲刷危险，因此要求坝体自身(特别是坝头)具有一定的抗冲稳定性。

应尽量采用机械化施工，以赢得时间。争取主动。

(2) 沉柳缓流防冲

这一方法对减缓近岸流速，抗御水流冲刷比较有效。在含沙量较大的河流中，采用这一方法效果更为显著。

首先应摸清淘刷堤脚的下沿位置等，以确定沉柳的底部位

置和应沉的数量。

用船运载枝叶茂密的柳树头，用铅丝或麻绳将大块石等重物捆扎在柳树头的树杈上。然后，从下游向上游，由低到高，依次抛沉，要使树头依次排列，紧密相联。如一排不能完全掩护淘刷范围，可增加堆沉排数，层层相迭，以防沉柳之间空隙掏冲。

此外，还有挂柳缓流防冲等措施，具有防冲、落淤和防风浪作用。

上述缓流挑流防冲的几种措施，一般只能作为崩岸险情抢救的辅助手段，它们可以减缓险情的发展，但不能从根本上解决问题。

3. 减载加帮等其他措施

在采用上述方法控制崩岸险情的同时，还可考虑临水削坡、背水帮坡的措施(见图 41)。

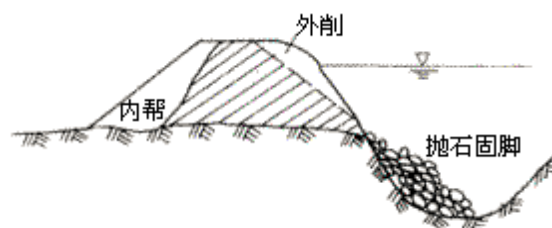


图 41 抛石固脚外削内帮示意图

为了抑制崩岸险情的继续扩大，维持尚未坍塌堤脚的稳定，应移走堤顶堆放的料物或拆除洪水位以上的堤岸。特别是坡度较陡的砌石堤岸，尽可能拆除，并将土坡削成 1:1 的坡度，以

减轻荷载。因坍塌或削坡使堤身断面过小时，应在堤的背水坡抢筑后戗或培厚堤身。

当崩岸险情发展迅速，一时难以控制时，还应考虑在崩岸堤段后一定距离抢修第二道堤防，俗称月堤。这一方法就是对崩岸险工除险加固中常采用的退堤还滩措施。退堤还滩就是主动将堤防退后重建，以让出滩地，形成对新堤防的保护前沿。在抢险的紧急关头，为防止堤防的溃决，有时也不得不采用这一应急措施，以策安全。

(十) 裂缝险情的抢护方法

裂缝险情的抢护方法，一般有开挖回填、横墙隔断、封堵缝口等。

1. 开挖回填

这种方法适用于经过观察和检查已经稳定，缝宽大于 1cm，深度超过 1m 的非滑坡(或坍塌崩岸)性纵向裂缝，施工方法如下。

(1) 开挖

沿裂缝开挖一条沟槽，挖到裂缝以下 0.3~0.5m 深，底宽至少 0.5m，边坡的坡度应满足稳定及新旧填土能紧密结合的要求，两侧边坡可开挖成阶梯状，每级台阶高宽控制在 20cm 左右，以利稳定和新旧填土的结合。沟槽两端应超过裂缝 1m，如图 42 所示。

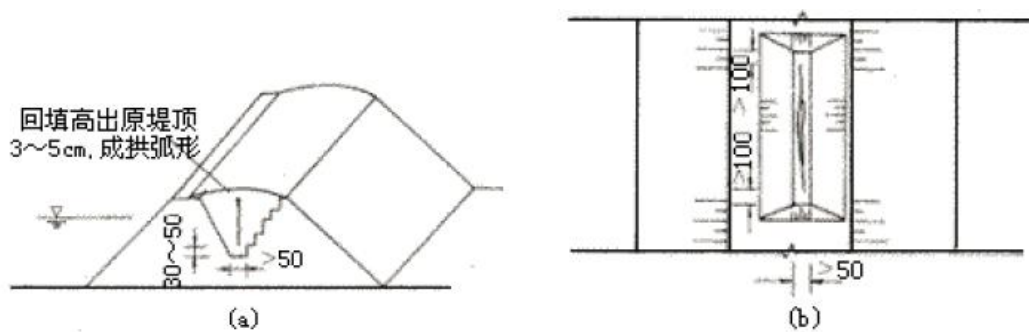


图 42 开挖回填处理裂缝示意图

(尺寸单位: cm) (a) 剖面图; (b) 平面图

(2) 回填

回填土料应和原堤土类相同，含水量相近，并控制含水量在适宜范围内。土料过干时应适当洒水。回填要分层填土夯实，每层厚度约 20cm，顶部高出堤面 3~5cm，并做成拱弧形，以防雨水入浸。

需要强调的是，已经趋于稳定并不伴随有坍塌崩岸、滑坡等险情的裂缝，才能用上述方法进行处理。当发现伴随有坍塌崩岸、滑坡险情的裂缝，应先抢护坍塌、滑坡险情，待脱险并裂缝趋于稳定后，再按上述方法处理裂缝本身。

2. 横墙隔断

此法适用于横向裂缝，施工方法如下。

(1) 沿裂缝方向，每隔 3~5m 开挖一条与裂缝垂直的沟槽，并重新回填夯实，形成梯形横墙，截断裂缝。墙体底边长度可按 2.5~3.0m 掌握，墙体厚度以便利施工为度，但不应小于 50cm。

开挖和回填的其他要求与上述开挖回填法相同，如图 43 所示。

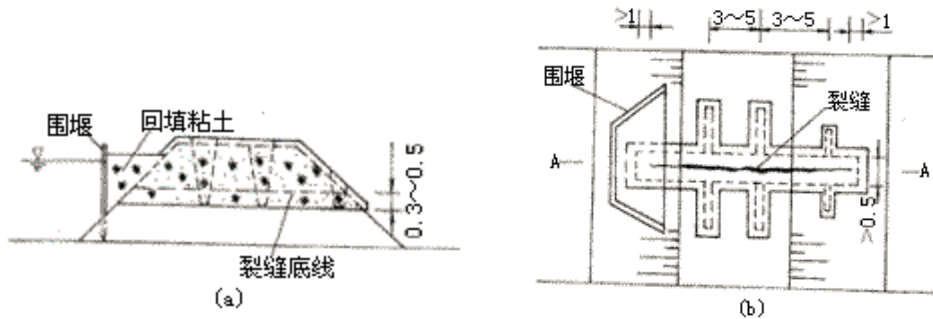


图 43 横墙隔断处理裂缝示意图

(尺寸单位:m) (a) 剖面图; (b) 平面图

(2) 如裂缝临水端已与河水相通，或有连通的可能时，开挖沟槽前，应先在堤防临水侧裂缝前筑前戕截流。若沿裂缝在堤防背水坡已有水渗出时，还应同时在背水坡修做反滤导渗，以免将堤身土颗粒带出。

(3) 当裂缝漏水严重，险情紧急，或者在河水猛涨，来不及全面开挖裂缝时，可先沿裂缝每隔 3~5m 挖竖井，并回填粘土截堵，待险情缓和后，再伺机采取其他处理措施。

(4) 采用横墙隔断是否需要修筑前戕、反滤导渗，或者只修筑前戕和反滤导渗而不做隔断横墙，应当根据险情具体情况进行分析。

3. 封堵缝口

(1) 灌堵缝口

裂缝宽度小于 1cm，深度小于 1m，不甚严重的纵向裂缝及

不规则纵横交错的龟纹裂缝，经观察已经稳定时，可用灌堵缝口的办法。具体作法如下。

I. 用于而细的沙壤土由缝口灌入，再用木条或竹片捣塞密实。

II. 沿裂缝作宽 5~10cm，高 3~5cm 的小土埂，压住缝口，以防雨水浸入。

未堵或已堵的裂缝，均应注意观察、分析，研究其发展趋势，以便及时采取必要的措施。如灌堵以后，又有裂缝出现，说明裂缝仍在发展中，应仔细判明原因，另选适宜方法进行处理。

(2) 裂缝灌浆

缝宽较大、深度较小的裂缝，可以用自流灌浆法处理。即在缝顶开宽、深各 0.2m 的沟槽，先用清水灌下，再灌水土重量比为 1:0.15 的稀泥浆，然后再灌水土重量比为 1:0.25 的稠泥浆，泥浆土料可采用壤土或沙壤土，灌满后封堵沟槽。

如裂缝较深，采用开挖回填困难时，可采用压力灌浆处理。先逐段封堵缝口，然后将灌浆管直接插入缝内灌浆，或封堵全部缝口，由缝侧打眼灌浆，反复灌实。灌浆压力一般控制在 50~120kPa (0.5~1.2kg/cm²)，具体取值由灌浆试验确定。

压力灌浆的方法适用于已稳定的纵横裂缝，效果也较好。但是对于滑动性裂缝，将促使裂缝发展，甚至引发更为严重的

险情。因此，要认真分析，采用时须慎重。

（十一）跌窝的抢护方法

抢护跌窝险情首先应当查明原因，针对不同情况，选用不同方法，备妥料物，迅速抢护。在抢护过程中，必须密切注意上游水情涨落变化，以免发生意外。抢护的方法一般有以下几种。

1. 翻填夯实

未伴随渗透破坏的跌窝险情，只要具备抢护条件，均可采用这种方法。具体作法是：先将跌窝内的松土翻出，然后分层回填夯实，恢复堤防原貌。如跌窝出现在水下且水不太深时，可修土袋围堰或桩柳围堤，将水抽干后，再予翻筑，见图 44。



图 44 翻填夯实跌窝示意图

翻筑所用土料应遵循“前截后排”的原则，如跌窝位于堤顶或临水坡时，须用防渗性能不小于原堤土的土料，以利防渗；如位于背水坡则须用排水性能不小于原堤土的土料，以利排渗。

翻挖时，必须清除松软的边界层面，并根据土质情况留足坡度或用桩板支撑，以免坍塌扩大。需筑围堰时应适当围得大些，以利抢护方便与漏水时加固。回填时，须使相邻土层良好

衔接，以确保抢护的质量。

2. 填塞封堵

这是一种临时抢护措施，适用于临水坡水下较深部位的跌窝。具体方法是：用土工编织袋、草袋或麻袋装粘性土或其他不透水材料，直接在水下填塞跌窝，全部填满跌窝后再抛投粘性散土加以封堵和帮宽。要求封堵严密，避免从跌窝处形成渗水通道，见图 45。

汛后水位回落后，还需按照上述翻填夯实法重新进行翻筑处理。

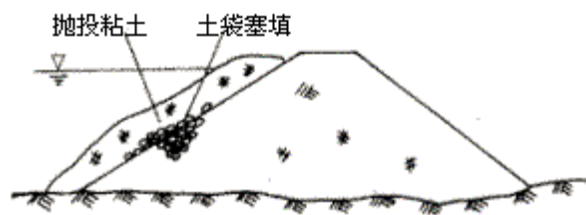


图 45 填塞封堵跃窝示意图

3. 填筑反滤料

对于伴随有渗水、管涌险情，不宜直接翻筑的背水坡跌窝，可采用此法抢护。具体作法是：先将跌窝内松土和湿软土壤挖出，然后用粗沙填实，如渗涌水势较大，可加填石子或块石、砖块、梢料等透水料消杀水势后，再予填实。待跌窝填满后，再按反滤层的铺设方法抢护，见图 46。

修筑反滤层时，必须正确选择反滤料，使之真正起到反滤作用。

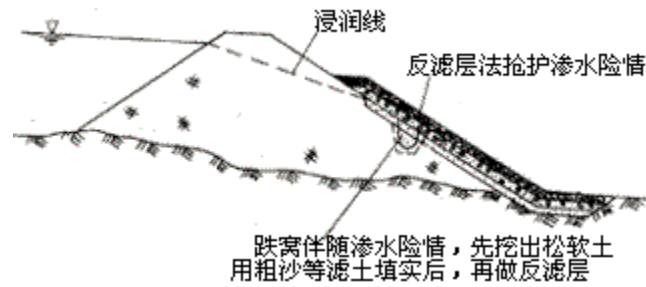


图 46 填筑滤料示意图

4. 伴有滑坡、漏洞险情的抢护

(1) 跌窝伴有漏洞的险情，必须按漏洞险情处理方法进行抢护，详见漏洞险情处理方法。

(2) 跌窝伴有滑坡的险情，必须按滑坡险情处理方法进行抢护，详见滑坡险情处理方法。

(十二) 决口抢险的实施

堤防溃口险情的发生，具有明显的突发性。各地在抢险的组织准备、材料准备等方面都不可能很充分。因此，要针对这种紧急情况，采用适宜的堵口抢险应急措施。

为了实现溃口的封堵，通常可采取以下步骤。

1. 抢筑裹头

土堤一旦溃决，水流冲刷扩大溃口口门，以致口门发展速度很快，其宽度通常要达 200~300m 才能达到稳定状态，如湖北的簰州湾、江西九江的江心洲溃口。

如能及时抢筑裹头，就能防止险情的进一步发展，减少此后封堵的难度。同时，抢筑坚固的裹头，也是堤防决口封堵的

必要准备工作。因此，及时抢筑裹头，是堤防决口封堵的关键之一。

要根据不同决口处的水位差、流速及决口处的地形、地质条件，确定有效抢筑裹头的措施。这里重要的是选择抛投料物的尺寸，以满足抗冲稳定性的要求；选择裹头形式，以满足施工要求。

通常，在水浅流缓、土质较好的地带，可在堤头周围打桩，桩后填柳或柴料厢护或抛石裹护。在水深流急、土质较差的地带，则要考虑采用抗冲流速较大的石笼等进行裹护。除了传统的打桩施工方法，可采用螺旋锚方法施工。螺旋锚杆其首部带有特殊的锚针，可以迅速下铺入土，并具有较大的垂直承载力和侧向抗冲力。首先在堤防迎水面安装两排一定根数的螺旋锚，抛下沙石袋后，挡住急流对堤防的正面冲刷，减缓堤头的崩塌速度；然后，由堤头处包裹向背水面安装两排螺旋锚，抛下沙石袋，挡住急流对堤头的激流冲刷和回流对堤背的淘刷。亦有采用土工合成材料或橡胶布裹护的施工方案，将土工合成材料或橡胶布铺展开，并在其四周系重物使它下沉定位，同时采用抛石等方法予以压牢。待裹头初步稳定后，再实施打桩等方法进一步予以加固。

2. 沉船截流

根据九江城防堤决口抢险的经验，沉船截流在封堵决口的

施工中起到了关键的作用。沉船截流可以大大减小通过决口处的过流流量，从而为全面封堵决口创造条件。

在实现沉船截流时，最重要的是保证船只能准确定位。在横向水流的作用下，船只的定位较为困难，要精心确定最佳封堵位置，防止沉船不到位的情况发生。

采用沉船截流的措施，还应考虑到由于沉船处底部的不平整，使船底部难与河滩底部紧密结合的情况，见图 47。这时在决口处高水位差的作用下，沉船底部流速仍很大，淘刷严重，必须迅即抛投大量料物，堵塞空隙。在条件允许的情况下，可考虑在沉船的迎水侧打钢板桩等阻水。有人建议采用在港口工程中已广泛采用的底部开舱船只抛投料物，见图 48。这种船只抛石集中，操作方便。在决口抢险时，利用这种特殊的抛石船只，在堵口的关键部位开舱抛石并将船舶下沉，这样可有效地实现封堵，并减少决口河床冲刷。

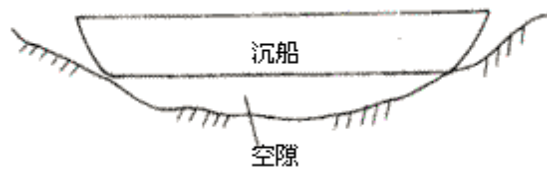


图 47 沉船底部空隙示意图

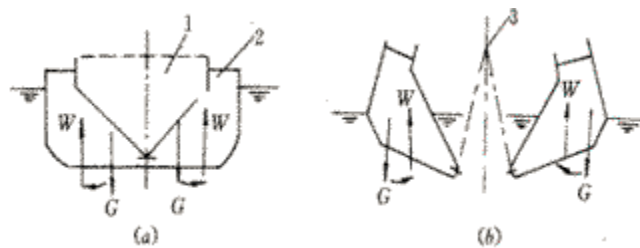


图 48 底部开舱船舶示意图

(a) 装料时; (b) 卸料时

1-料舱; 2-空舱; 3-统舱; G-重心; W-浮心

4. 进占堵口

在实现沉船截流减少过流流量的步骤后, 应迅速组织进占堵口, 以确保顺利封堵决口。常用的进占堵口方法有: 立堵、平堵和混合堵三种。

(1) 立堵法

从口门的两端或一端, 按拟定的堵口堤线向水中进占, 逐渐缩窄口门, 最后实现合龙。采用立堵法, 最困难的是实现合龙。这时, 龙口处水头差大, 流速高, 使抛投物料难以到位。在这样的情况下, 要做好施工组织, 采用巨型块石笼抛入龙口, 以实现合龙。在条件许可的情况下, 可从口门的两端架设缆索, 以加快抛投速率和降低抛投石笼的难度。

(2) 平堵法

沿口门的宽度, 自河底向上抛投料物, 如柳石枕、石块、石枕、土袋等, 逐层填高, 直至高出水面, 以堵截水流。这种方法从底部逐渐平铺加高, 随着堰顶加高, 口门单宽流量及流速相应减小, 冲刷力随之减弱, 利于施工, 可实现机械化操作。这种平堵方式特别适用于前述拱型堤线的进占堵口。平堵有架桥和抛投船两种抛投方式。

(3) 混合堵

混合堵是立堵与平堵相结合的堵口方式。堵口时，根据口门的具体情况和立堵、平堵的不同特点，因地制宜，灵活采用。如在开始堵口时，一般流量较小，可用立堵快速进占。在缩小口门后流速较大时，再采用平堵的方式，减小施工难度。

在 1998 年抗洪斗争中，借助人民解放军工兵和桥梁专业的经验，采用了“钢木框架结构、复合式防护技术”进行堵口合龙。这种方法是用 40mm 左右的钢管间隔 2.5m 沿堤线固定成数个框架。钢管下端插入堤基 2m 以上，上端高出水面 1~1.5m 做护拦，将钢管以统一规格的连接器件组成框网结构，形成整体。在其顶部铺设跳板形成桥面，以便快速在框架内外由下而上、由里向外填塞料物袋，以形成石、木、钢、土多种材料构成的复合防护层。要根据结构稳定的要求，做好成片连接、框网推进的钢木结构。同时要作好施工组织，明确分工，衔接紧凑，以保证快速推进。

4. 防渗闭气

防渗闭气是整个堵口抢险的最后一道工序。因为实现封堵进占后，堤身仍然会向外漏水，要采取阻水断流的措施。若不及时防渗闭气，复堤结构仍有被淘刷冲毁的可能。

通常，可用抛投粘土的方法，实现防渗闭气。亦可采用养水盆法，修筑月堤蓄水以解决漏水。土工膜等新型材料，也可用以防止封堵口的渗漏。

四、堤防溃决影响范围快速评估

开展堤防溃决或漫溢后影响范围和程度的快速评估工作，这对于预防洪水次生灾害的发生，指导应急预案的编制、预警报的形成和群众转移安置，减少堤防溃决造成的人员伤亡和经济损失等具有重要的意义。

开展决堤影响范围的快速评估一般包括以下步骤：

1. 收集整理堤防保护区的地形、土地利用和 DEM 数据等资料；
2. 采集流域内的降雨、水文、基本断面和防洪工程等资料；
3. 快速建立堤防溃决分析模型；
4. 运用模型快速评估堤防溃决后可能影响的范围和淹没区内的最大淹没水深。

五、预警和警报的发布

预警是对可能出现或即将发生的暴雨、洪水及堤防溃决或漫溢后可能造成的危害发布警示信息。预警发布的基础是要掌握各种灾害的实时信息，信息自动监测技术的广泛应用为信息的实时监测、传输、收集、整理提供了有效手段。利用堤防溃决或漫溢分析模型，快速评估堤防溃决后可能影响的范围和淹没区内的最大淹没水深，是提高预警时间提前量的有效的方法。

一般情况下，警报的发布应按照防汛应急预案的规定，根据事件可能造成危害的程度，由不同级别的行政主管部门分别

发布相应等级的警报。