



加筋麦克垫在护滩工程中的应用及 施工质量控制

冯丛林¹, 周凯², 杨再常¹, 黄倩²

(1. 长江武汉航道工程局, 湖北 武汉 430014;

2. 马克菲尔(长沙)新型支档科技开发有限公司, 湖南 长沙 410001)

摘要: 在长江下游马当南水道航道整治工程中, 洲滩下游段守护首次采用了新型的加筋麦克垫。普通三维网垫在抵抗水流冲蚀应用时, 通常在防护性能发挥到极限前, 就会出现材料破坏(如撕裂)的情况。根据马克菲尔集团与美国犹他州立大学的试验研究, 发现通过高强度钢丝网加筋的三维网垫, 其材料自身抵抗破坏的性能有显著提高, 能够保证材料的冲蚀防护性能得以发挥。除此之外, 其自身的稳定性也是保证防护性能的关键。针对加筋麦克垫重量轻的特点, 在基床整平、网垫锚固以及搭接绞合等方面进行了严格的施工质量控制, 保证加筋麦克垫在护滩工程中首次应用就取得了良好的防护效果。

关键词: 加筋麦克垫; 护滩; 长江航道整治; 施工质量控制

中图分类号: U 617

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2014)03-0183-05

Application and construction quality control of Macmat-R in beach protection project

FENG Cong-lin¹, ZHOU Kai², YANG Zai-chang¹, HUANG Qian²

(1. Changjiang Wuhan Waterway Engineering Co., Wuhan 430014, China;

2. Maccaferri(Changsha) Enviro-Tech Co., Ltd., Changsha 410001, China)

Abstract: Macmat-R was first applied to the beach protection of Madangnan Waterway Regulation Engineering of the Yangtze River. The normal geomat is frequently damaged before its protection performance limit is reached, when applied in the water erosion control. According to the research of Maccaferri Group and Utah State University, when geomat is reinforced with wire mesh, the damage resistance can be significantly improved and the performance of the geomat can be fully played. Apart from this, the beach protection also depends on the stability of Macmat-R. Due to the light weight of the Macmat-R, the quality control on the bed flattening, intermediate pinning, overlay and lacing should be kept strictly. A satisfactory effect has been achieved at the very first application.

Key words: Macmat-R; beach protection; Yangtze waterway regulation; quality control

1 工程概况

1.1 工程规模

长江下游马当南水道位于长江下游的马当河段, 地处江西彭泽县, 上距九江市60 km。该航道整治目标为: 通过实施工程措施, 维持马当南水道的双槽格局, 遏制马当南水道左槽快速发展,

守护棉外洲洲头, 稳定右槽的航道条件。

1.2 工程结构形式

棉外洲心滩守护工程由沿心滩滩脊顺水流布置的顺坝和沿顺坝坝体中部右侧布置一道护滩带组成。ST1[#]顺坝长度为2 907 m, SH1[#]护滩带长度为370 m(图1)。

收稿日期: 2013-07-08

作者简介: 冯丛林(1974—), 男, 工程师, 从事工程管理。

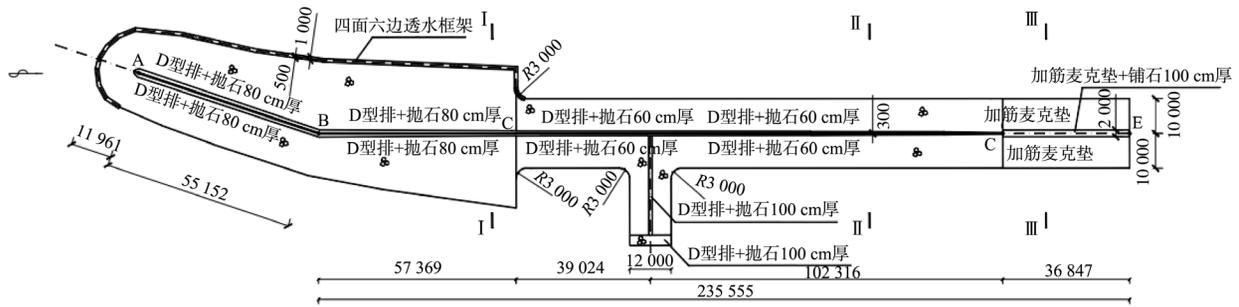


图1 顺坝平面

护滩：施工水位以下采用D10型排护底（AD段），排体横向搭接宽度为5m，排体纵向用 $\phi 1.5$ mm尼龙线缝合并采用 $\phi 15$ mm尼龙绳系接，接缝强度 \geq 原排垫强度70%。

施工水位以上采用加筋麦克垫进行守护（DE段）。加筋麦克垫（图2）是一种加筋的三维土工垫，它是将立体聚酯材料挤压于机编六边形双绞网面上形成的，钢丝采用特殊防腐处理，具有

优良的耐久性能，足以满足永久性工程的需要。在以往工程中，江滩主要采用软体排进行守护；而加筋麦克垫较多地应用于土质边坡植被恢复前的表土冲刷防护^[1]。其表面糙率大，抗拉强度高，质量小，较之软体排具有促淤性能好、施工损伤小、施工便捷等优点。尤其是在植被长出后，网面90%以上的孔隙率^[2]能够使网面与植被根系紧密缠绕，在土体表面形成永久加筋层，进一步提高

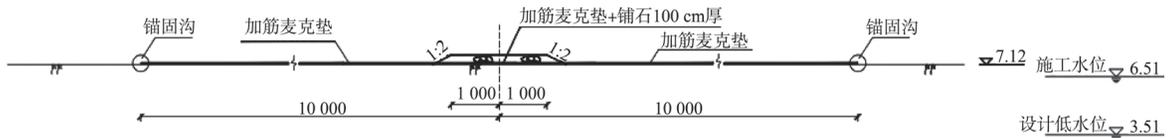


图2 III-III断面

其抗冲性能。

1.3 加筋麦克垫的特点

不同于传统意义上固土防冲的结构，加筋麦克垫有以下独特之处：

1) 强度高。加筋麦克垫中双绞合六边形金属网强度可达35~50 kN/m，这意味着加筋麦克垫不仅保留了传统麦克垫的网孔细密，表面粗糙等特点，同时还利用金属网骨架提高了自身的强度。

2) 连贯性好。通过绞合钢丝或金属环将加筋麦克垫边端绑缚，从而实现防护系统的连贯性。减少薄弱点。

3) 损耗最小。高强度意味着在施工过程中遭受意外而破坏的几率得到降低。而且良好的连贯性使得加筋麦克垫之间只需要很少的搭接。减少的损耗和重叠部分材料用量，使得总体的费用得到有效控制。

4) 施工简便。加筋麦克垫施工相当简便，除防护范围边界处需要挖锚固沟将网垫埋起来以

外，其它部分只需要将成卷的网垫按照施工拟定的方向展开，再用U型钉将加筋麦克垫固定在洲滩表面即可，无需投入大量人力、物力，施工速度相当快。

5) 抗冲刷性能好，促淤效果强。加筋麦克垫细密的聚合物垫能够保证防止河水对洲滩表面细沙的冲刷；其粗糙的表面，还能降低其附近水流的局部流速，使水流中挟带的部分细沙沉积落淤，进一步稳固洲滩；对于局部有植被生长条件的区域，植被的根系能够与麦克垫紧密的缠绕结合，大大提高其抗冲刷的性能。

2 抗冲试验

土工网垫在河道岸坡、河床防护工程中应用时，其抗冲刷性能失效的情况一般主要有2种：

1) 材料强度不足，麦克垫本身发生撕裂、与防护对象脱离等情况，使河床、岸坡失去保护，称为材料失效；2) 麦克垫本身的强度足够，但抗冲能

力有限, 水流透过网垫本身对其下部基土持续淘刷, 称为性能失效。

1994年, 意大利马克菲尔集团联合美国犹他州立大学的水利研究所对(加筋)麦克垫的抗冲性能进行了试验研究, 验证了上述结论^[3]。

2.1 试验装置

试验以一个宽4 ft (约1.22 m), 长48 ft (约14.63 m) 的矩形断面水槽来模拟河道, 在水槽中填土来模拟河床基土。通过将填土填筑成水平断面或斜坡断面来分别模拟河床或河岸的边界情况(图3, 4)。

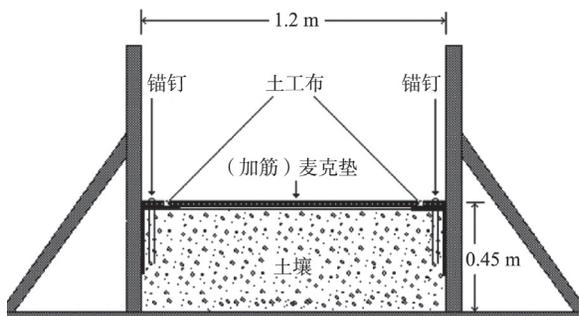


图3 水平槽断面

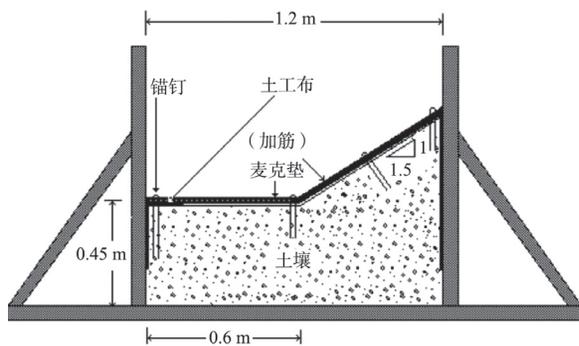


图4 斜坡槽断面

2.2 试验工况

针对模拟的2种河床断面形式, 分别对无防护裸土、铺设普通麦克垫、铺设加筋麦克垫、铺设无植被的普通麦克垫及铺设无植被的加筋麦克垫的工况进行不同强度的冲刷试验(表1), 并在试验中进行观测及数据采集。

表1 试验工况

试验对象	产品种类	每种产品试验组数	试验总组数	冲蚀流速/ ($m \cdot s^{-1}$)
裸土	1	3	3	0.6 3.7 6.1 0.0
无植被(普通/加筋)麦克垫	4	4	16	0.6 2.4 4.3 6.1
有植被(普通/加筋)麦克垫	2	3	6	2.4 4.3 6.1 0.0

2.3 数据采集

参考犹他州立大学的试验报告, 每组工况的冲蚀标准时长为60 h, 分别在第1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 h进行流速、冲刷深度的数据采集。60 h以内出现材料失效或性能失效中的任意一种情况, 则结束当组试验, 并停止数据采集。其中材料失效定义为麦克垫发生撕裂或掀起(用于固定麦克垫的U型钉被拔出); 性能失效定义为水槽中有50%区域的平均冲刷深度超过1 ft (约2.54 cm) 时。

2.4 试验结论

根据对28组不同试验的统计分析, 得到了如图5的麦克垫防护能力与过流持续时间的关系曲线。从图5可知, 加筋麦克垫的防护能力较普通麦克垫有明显的提升; 植被的恢复能够使加筋麦克垫及麦克垫的防护能力提高近1倍。

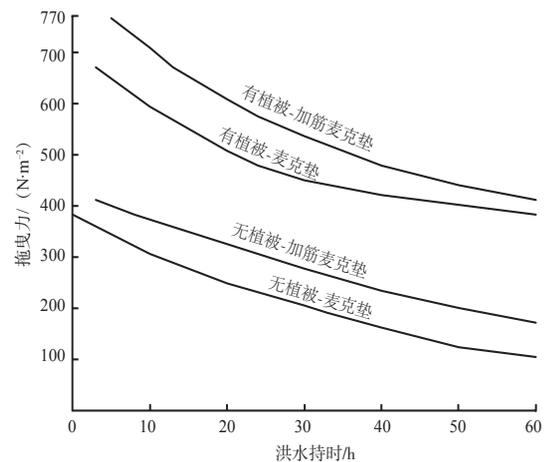


图5 麦克垫防护能力与过流持续时间的关系

此外, 即使在最大流速的情况下, 加筋麦克垫也未出现任何材料失效的情况。由此可见, 在设计麦克垫的厚度足以满足工程抗冲性能要求的情况下, 如何保证麦克垫不出现材料撕裂及脱离防护对象, 是保证工程质量的关键所在。而前者主要依靠材料本身的加筋强度, 后者就在于对施工质量的控制。

3 施工工艺

3.1 施工工艺流程

加筋麦克垫施工从下游向上游铺设, 主要工艺流程为: 测量定位→铺设加筋麦克垫→检查搭

接量→网垫边沿锚固→加筋麦克垫绞合→钉U型钉锚固网垫。

3.2 施工要点

加筋麦克垫规格为25 m×2 m×0.012 m（长×宽×厚），网格尺寸为6 cm×8 cm，网格钢丝直径为2.2 mm。

相邻的加筋麦克垫之间搭接6 cm，并用锚固钉固定；防护范围边界处加筋麦克垫需埋入锚固沟，锚固沟上底宽0.8 m、下底宽0.4 m、高0.4 m，沟内碎石填充，并用锚固钉固定。在D型排和加筋麦克垫交接处，D型排搭接在加筋麦克垫上部。

铺设前，根据设计要求对坡面杂物进行清除，对局部凹凸不平的滩面用推土机进行平整。虽然加筋麦克垫属柔性材料，可以良好的适应滩面的略微起伏，但为了水流流过其表面时的流态稳定，进一步提高加筋麦克垫的稳定性，最后用人工进行精细平整。整理后要求滩面平顺、整洁。

滩面整理完成后，先打放样桩固定出每卷宽加筋网垫的位置，再进行铺设；铺设前，先由测量人员根据设计提供的控制点坐标用CAD绘制出施工作业图，然后测量工程师根据施工图中表示的每幅加筋麦克垫铺设的实际控制坐标点，通过GPS放出需铺设网垫边线位置，预留搭接量6 cm，用旗杆作标志。施工人员依靠该标志将网垫在滩上铺开进行安放。网垫安放完毕后再采用挂线的方式进行网垫搭接处的调整。

为了保证加筋麦克垫在施工完成后、汛期来临前不长期暴露在阳光下受紫外线的照射，加筋麦克垫铺好后，在加筋麦克垫上洒1~2 cm泥土，既可防加筋垫老化，又可加快绿草生长。

4 施工质量控制要点

4.1 施工中潜在的问题

1) 由于加筋麦克垫质量较轻，抗掀起能力较弱。在一般的河道护底工程中，在施工完成后需要在其表面按照一定间距及布置形式插入锚固钉，尤其还要在防护范围的上下游边界处设置锚固沟，将加筋麦克垫埋入锚固沟中，防止其在水流作用下被掀起。本工程采用加筋麦克垫防护的

部位是在整个护滩带的最下游，上游紧接软体排防护段。该处虽然流速不大，但流态比较混乱，防护范围顺水流的两侧边界处的锚固沟施工质量直接决定了整个防护面的有效性。

2) 加筋麦克垫是在工厂生产的成品运送到工地现场直接铺设，其单幅宽度、长度都为定值，且较传统排体其幅宽较窄，容易铺斜。加筋麦克垫的铺设方向、相邻加筋麦克垫的搭接顺序及绞合质量也对加筋麦克垫的局部抗掀起具有很大的影响。

3) 加筋麦克垫表层未形成植被覆盖前，裸露在水流中时，其抗冲性能相对较小，此时基本靠分布在其表面的锚固钉来保证麦克垫与滩地的紧密贴合，所以，锚固钉的尺寸、分布密度控制，是保证加筋麦克垫能够在早期过水时稳定的关键。

4.2 控制方法及要点

1) 为了保证整个防护范围的安全，防护范围四周需按照设计要求，将加筋麦克垫埋入锚固沟底，在沟底插入U型钉锚固，并回填碎石压实。锚固沟顶宽80 cm，底宽40 cm，深40 cm（图6）。

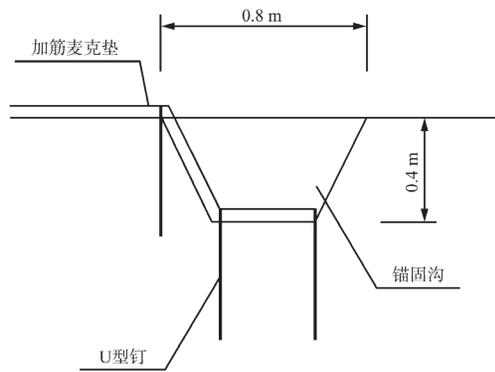


图6 锚固沟示意图

2) 在滩面上沿水流和变形方向铺设加筋麦克垫，由下游向上游，高滩向低滩方向铺设，两边铺设应平顺、速度应一致。为防止加筋麦克垫铺斜，应预先测量网垫铺展开后的位置，并用小木桩及细绳将铺展范围标记出来，铺展时如果发现偏差即可进行调整。每一幅加筋麦克垫铺设完成后，应对网垫的铺设方向、搭接顺序及搭接量进行验收，确保按照设计要求铺设；验收通过后再进行U型钉的锚固。

3) 网垫搭接好后,要按照设计要求用配套的与网垫金属网材质相同的绞合钢丝进行绞合,并严格遵循单双圈连续绞合的方式进行(图7)。

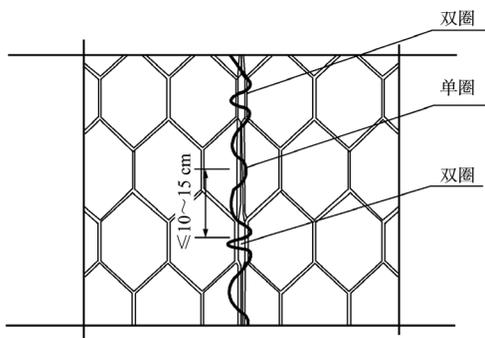


图7 单双圈绞合示意图

4) 根据设计要求,加筋麦克垫表面需按照1m间距、梅花形布置钉U型钉进行锚固,间距可以有适当的调整,应尽量靠近^[4]。保证加筋麦克垫紧贴滩面、平整,无局部鼓胀现象;搭接部分适当加密U型钉布置。

5) 施工过程中禁止在加筋麦克垫上行驶车辆、机械等。

5 结语

为保证麦克垫的抗冲性能得以完全发挥,建议采用力学性能更高的加筋型麦克垫,以避免麦克垫在应用中出现材料失效的情况。除加强麦克垫自身的强度外,其结构稳定也是保证工程质量

的关键。

1) 防护范围边界处,加筋麦克垫需按设计要求埋入锚固沟,防止在水流作用下掀起。

2) 相邻的加筋麦克垫需要一定量的搭接,并严格依照单双圈绞合的方式用钢丝绞合连接。保证加筋麦克垫在整个防护范围内形成整体,尽可能的减少薄弱环节。

3) 锚固钉的密度与长度,需要根据基层土壤的紧密程度及坡率进行适当的调整,以保证加筋麦克垫在水流作用下能够保持与基层土壤的紧密贴合,保证长期的防护效果。

以上几点必须作为质量控制工作的关键来抓,从而保证加筋麦克垫的施工质量符合设计及施工规范的要求,实现预期的防护效果。

参考文献:

- [1] 龚晓明. 三维土工网垫护坡应用技术[J]. 隧道建设, 2003, 23(2): 55-56.
- [2] 陈梅, 邱郁敏. 河流护坡工程生态材料的应用[J]. 广东水利水电2005, 4(2): 18-20.
- [3] Paolo D P, Gilberto U. Performance testing on a three-dimensional composite high-strength soil erosion TRM(Turf Reinforcement mat) [R]. USA: Utah Water Research Laboratory, Utah State University, 1996.
- [4] SL/T 225—1998 水利水电工程土工合成材料应用技术规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)

· 消 息 ·

二航局自主设计制造的国内最先进移动模架投入使用

日前,由二航局自主设计和制造的国内最先进的2 500 t-50 m自行式移动模架成功投入使用,并顺利完成了温州瓯江南口大桥主桥第一跨预压、浇筑和过孔的施工。

该移动模架在国内50 m等截面跨箱梁移动模架中具有自重最轻、承载能力最大、维护成本低、拼装时间短等特点。通过优化设计,该模架自重较其他同类设备减轻了15%~20%,承载力达2 500 t;二航局对该模架进行了相对标准化设计,通过增减标准节段即可满足40 m, 50 m, 60 m等截面跨箱梁桥梁施工需求,从而实现了该类非标设备的重复利用,降低了设备使用和维护成本;该模架还可快速拼装到位,拼装时间较其他同类设备相比缩短20%以上。

(摘编自《中国交通建设网站》)