

两布一膜在水库大坝防渗工程中的铺设技术与应用研究

杨 路

新疆北方建设集团有限公司 新疆 奎屯 833200

摘要：本文旨在探讨两布一膜复合土工布在水库大坝防渗工程中的应用及其铺设技术。两布一膜作为一种高效的防渗材料，由两层土工布与一层土工膜复合而成，兼具防渗、加固及保护等多重功能。文章通过综述两布一膜的材料特性、铺设技术、在水库大坝防渗工程中的应用实例以及应用效果评估，旨在为水利工程防渗设计提供参考。

关键词：两布一膜；水库大坝；防渗工程；铺设技术；应用效果

引言

随着城市化进程的加快和基础设施建设的蓬勃发展，水库大坝等水利工程的安全与稳定日益受到重视。防渗作为水库大坝工程的关键环节，直接关系到工程的使用寿命和周边环境的安全。两布一膜复合土工布以其出色的防渗性能、抗拉强度和稳定性，在水利工程领域得到了广泛应用。本文将对两布一膜在水库大坝防渗工程中的铺设技术及其应用进行深入研究。

1 两布一膜材料特性

1.1 构成与性能

两布一膜是一种复合土工材料，其核心构成包括两层土工布与一层夹于中间的土工膜。土工布部分，常选用聚酯或聚丙烯等优质高强度纤维材料，这些材料经过特殊工艺编织而成，不仅赋予了土工布卓越的抗拉强度和抗撕裂性能，还使其具备了良好的透水性调节能力，能够确保土体与外界的水分交换在可控范围内。而土工膜部分，则多采用聚乙烯（PE）或聚氯乙烯（PVC）等高分子材料，这些材料以其优异的防渗性能而著称，能够有效阻隔水分和有害物质的渗透。两布一膜的这种独特结构，巧妙融合了土工布与土工膜的优点，既提升了整体结构的抗拉强度，又确保了出色的防渗效果，使得其在各类工程中得以广泛应用。

1.2 优点概述

两布一膜材料优点众多。首先，其防渗性能极为优异，能够有效阻止水分和污染物的渗透，为土壤和地下水体提供坚实的保护屏障。其次，两层土工布的复合设计极大地增强了材料的抗拉强度，使其能够适应各种复杂地形和应力条件下的施工需求^[1]。再者，两布一膜材料具有良好的耐久性能，耐候性、耐腐蚀性和抗老化性均表现出色，即使在恶劣环境下也能长期保持稳定的性能。最后，该材料环保安全，大部分成分无毒无害，符合环保要求，且在施工及后期处理过程中对环境的影响

极小。

2 两布一膜在水库大坝防渗工程中的铺设技术

2.1 施工准备

2.1.1 场地勘查

场地勘查是施工准备的第一步，也是对后续施工具有指导意义的重要环节。勘查人员需要对施工现场进行详细勘察，全面了解水库大坝的规模、形状、高度以及土质情况。特别是要关注大坝的土质类型，如黏土、砂土或混合土等，因为不同的土质对两布一膜的铺设方式和要求也会有所不同。同时，还需要对大坝周围的环境进行考察，包括地形、地貌、水文条件以及交通状况等，以便制定合理的施工方案和运输路线。

2.1.2 材料准备

材料准备是确保施工质量的基础。根据水库大坝的实际需求，需要选购合适的两布一膜材料。在选择材料时，要综合考虑材料的防渗性能、抗拉强度、耐久性以及环保安全性等多个方面。具体来说，土工布应选择具有良好透水性、抗拉强度和抗撕裂性能的材料，如聚酯或聚丙烯纤维材料；土工膜则应选择具有优异防渗性能的高分子材料，如聚乙烯（PE）或聚氯乙烯（PVC）。此外，还需要对选购的材料进行严格的质量检查，确保其符合相关标准和要求。

2.1.3 设备检查

施工机械设备是两布一膜铺设过程中不可或缺的工具。在施工前，需要对所有机械设备进行预检，确保其处于良好的工作状态。具体来说，需要检查挖掘机、摊铺机、压实机械以及热熔焊接机等设备的性能是否稳定，操作是否灵活可靠。对于存在故障或隐患的设备，应及时进行维修或更换，以避免在施工过程中出现故障影响施工进度和质量。

2.1.4 清理场地

清理场地是确保两布一膜铺设平整、紧密的重要环

节。在施工前，需要清除水库大坝底部的杂草、石块及其他障碍物。可以采用人工或机械清理的方式，确保施工表面平整、无凸起或凹陷^[2]。同时，还需要对施工区域进行彻底的清扫，去除表面的尘土和杂物，以免影响两布一膜的粘附和焊接效果。

2.1.5 夯实地基

夯实地基是增强基础承载能力、确保两布一膜铺设稳定的关键步骤。在施工前，需要使用机械对土壤进行夯实处理。具体来说，可以采用振动夯、压路机或强夯等机械设备对土壤进行反复夯击，使其达到一定的密实度。夯实过程中，要注意控制夯击的力度和频率，避免过度夯击导致土壤结构破坏或产生裂缝。夯实地基后，还需要对夯实效果进行检查和验收，确保其满足施工要求。

2.2 铺设步骤

2.2.1 膜的展开

首先，将两布一膜材料沿着水库大坝底部进行均匀展开。在展开过程中，要特别注意膜的重叠部分，确保每一幅膜之间的重叠宽度不少于15厘米。这是为了保证在接缝处形成有效的防渗屏障，防止水分渗透。同时，铺设时膜不要绷得太紧，应留有一定的松弛度。这是因为水库大坝在使用过程中，由于水压、土壤沉降等因素，可能会发生一定的变形。如果膜绷得太紧，就容易因为变形而产生拉力，导致膜破裂或接缝处渗漏^[3]。因此，两端埋入土体部分应呈波纹状铺设，这样可以增加膜与土体的接触面积，提高防渗效果，并适应大坝的变形。

2.2.2 固定膜边

膜展开后，需要立即对膜的边缘进行固定。固定膜边的目的是为了防止施工过程中的风力、水流等因素造成膜的位移或飘动。固定方法可以采用重物压实或机械锚固。重物压实是选择适当的重物（如沙袋、石块等）均匀放置在膜的边缘，确保其稳定不动。机械锚固则是使用专用的锚固设备将膜的边缘固定在大坝基础上。无论采用哪种方法，都要确保固定牢固可靠，无松动现象。

2.2.3 上层布的铺设

在膜固定好后，开始铺设上层土工布。上层土工布的主要作用是保护膜，防止其在施工过程中受到损伤，并增加防渗层的整体强度。铺设时要确保土工布的边缘重叠部分与膜的重叠部位一致，这样可以保证防渗层的连续性。同时，要注意土工布的铺设方向，通常应与大坝的轴线方向一致，以减少因大坝变形而对土工布产生的拉力。铺设过程中要拉平、拉紧，避免产生褶皱或气泡。

2.2.4 下层布的铺设

接下来，在底部再铺设一层土工布。下层土工布的

主要作用是作为基础层，提供额外的防渗保护，并增加整个防渗系统的稳定性。同样要确保土工布的重叠部分符合要求，并与上层土工布形成良好的连接。铺设下层土工布时，要注意与大坝基础的贴合度，确保无空隙或松动现象。

2.2.5 边缘处理

为了防止雨水冲刷导致的脱落或位移，需对边缘进行加固处理。边缘处理是防渗层施工中的重要环节，直接关系到防渗效果和使用寿命。可以采用混凝土或土工钉等材料将布和膜的边缘进行固定。具体方法是在边缘处挖掘一定深度的沟槽，然后将混凝土倒入沟槽中，将布和膜的边缘埋入混凝土中。或者使用土工钉将布和膜固定在大坝基础上。固定时要确保牢固可靠，无松动现象。同时，要注意边缘处理的美观性，尽量使其与大坝的整体外观相协调。

2.2.6 填土覆盖

在上层土工布铺设完成后，进行适当的填土覆盖。填土覆盖的目的是增加土工布的稳定性，防止其在使用过程中受到风力等外力的影响而发生位移。填土时要选择符合要求的土壤，确保其无杂质、无尖锐物体，以免损伤土工布。填土要均匀分布，厚度要适中，既要保证土工布的稳定性，又要避免过厚的填土对大坝产生过大的压力。

2.3 接缝处理

接缝是两布一膜防渗效果的关键部位，因此必须进行严格的处理。接缝处理的好坏直接关系到防渗层的整体效果和使用寿命。应采用热焊或搭接等方式进行处理。热焊是使用专用的热焊设备将两幅膜的接缝处加热融化，然后压合在一起，形成牢固的焊缝。搭接则是将两幅膜的重叠部分用专用的粘接剂或密封胶进行粘接^[4]。无论采用哪种方式，都要确保接缝处无渗漏。搭接宽度应根据工程需求和材料性能进行确定，通常建议搭接宽度大于15厘米。在焊接或粘接过程中，应随时检查接缝的质量，确保无漏焊、烫伤、褶皱或气泡等缺陷。如果发现接缝存在问题，应立即进行修补或重新处理，以确保防渗层的整体效果。

3 案例分析：新疆兵团第五师八十三中心团阿卡尔水库工程

3.1 工程背景：新疆兵团第五师八十三中心团阿卡尔水库工程（以下简称阿卡尔水库），位于八十三中心团一片区的阿卡尔河出山口处自然河床以东约1.3km的IV级阶地上，为注入式全库盘防渗山区水库，库盘防渗材料采用两布一膜（规格：SN2/PE-700g，其防渗结构的型式自上

而下为40cm厚的砂砾石层、20cm厚的细砂保护层、两布一膜层、10cm厚的细砂垫层（洒水碾压、整平），膜采用宽6.5m，长60.5m，焊接完成后宽度6m，长度60m。

3.2 施工程序

施工准备→（材料、测量，放线等）→库盘基面压实平整、验收→膜下细砂垫层铺设并压实平整、验收、→土工膜铺设、拼接、膜上保护层铺设→质量检验

3.2.1 施工准备

材料检查：（1）确保每批两布一膜进入现场前都经过物理性能检查，并附有详细的信息标签及装卸使用说明书。（2）基层处理：在铺设前，对铺设面进行清理，确保无杂物、平整且符合施工图纸的要求。同时，排除铺设工作范围内的积水。（3）人员与设备：组织一支经验丰富的施工队伍，并准备好必要的施工设备，如挖掘机、装载机、热熔焊接机等。（4）平整场地：清除一切尖角杂物、卵石等，作好排渗设施，挖好固定沟。基底洒水碾压密实均匀，相对密度不低于0.75。

3.2.2 库盘基面压实平整、验收

库盘防渗拟分区铺设施工，分区宽度采用平行主坝轴线连接阻滑体后每6m，长同主坝长度，施工时从北向南的顺序施工，依次为库盘平整、膜下砂垫层铺设、土工膜铺设、膜上砂垫层铺设、砂砾石压重，第一区完成120m膜上砂垫层后开始第二区开挖，开挖料用于第一区砂砾石压重。

3.2.3 膜下细砂垫层铺设并压实平整、验收

膜下细砂垫层铺设：细砂垫层料场位于阿卡尔水库现场筛分料场，采用1m³挖掘机挖装、20t自卸车运输，每片（区）膜下10cm细砂垫层料直接后退法进仓，3m³装载机平料，平碾碾压，然后铺设防渗膜，膜上20cm细砂垫层料采挖掘机甩入，人工配合小推车进料并平仓，碾压采用小型平板夯压实。

砂砾石压重：待土工膜上20cm细砂垫层铺设完成后，砂砾石盖重采用挖掘机挖装、自卸车拉运至现场铺设区外，再采用3m³铲车配合人工进仓的方法。

在防渗土工膜和膜上细砂垫层料及盖重料的铺设过程中，要防止重型机械在膜上行走产生对防渗膜的损坏。土工膜铺设时结合膜下细砂垫层的铺设分台阶施工，由主坝方向至水库南面铺设，直到整个库盘防渗铺设完。

膜上细砂保护层：按设计要求，先在铺设验收合格的复合土工膜上铺设20cm厚层细砂保护层，要求最细砂大粒径d<0.5mm（0.5~0.25mm含量大于80%），适当洒水碾压，使其干密度不小于1.8g/cm³，要求细砂垫层料中严禁含带尖角的颗粒，垫层的铺设根据地势尽可能做到密实、

均匀、平整，垫层铺设可与两布一膜铺设搭接进行。

3.3 膜上压重覆盖层铺设

两布一膜按设计要求铺设不小于40cm厚的覆盖层进行压重（d<100mm，50~100mm含量小于10%），靠近膜的覆盖层中严禁含带尖角的颗粒，在没有防护设备的情况下，保护层铺设过程中禁止机动车辆在其上行驶，避免过量荷载的挤压和揉搓损坏土工膜，保护层的铺设可与土工膜的铺设搭接进行。

3.3.1 复合土工膜拼接：采用热熔焊法，局部修补采用胶粘法，焊缝搭接宽约15cm，保证拼接的质量。

3.3.2 复合土工膜保护：在进行复合土工膜运送、铺设、焊接和铺砂垫层等施工时，施工机械和人不得损坏膜，如有损坏即刻修补，禁止在库盘防渗土工膜铺设施工中留下任何渗漏隐患。

3.3.3 接缝处理

两布一膜的接缝处理是施工的关键环节，直接影响工程运行寿命。采用热熔焊接法，焊接前须将上下两层防渗膜重叠15公分，经过调节压力、设定温度、设定速度等工序后，进行焊缝搭接检查，确保焊缝整齐、美观、不得有滑焊、跳走现象。

3.4 应用效果

实践结果表明，两布一膜防渗技术在水库防渗应用中防渗效果良好。与传统的钢筋砼板防渗技术相比，两布一膜防渗技术具有施工工艺简单、工期短、投资省等优点。同时，两布一膜能够适应基础变形，耐久性好，单位造价低，约为混凝土造价的1/2~1/3。

结语

两布一膜作为一种高效的防渗材料，在水库大坝防渗工程中具有显著的应用优势。其出色的防渗性能、抗拉强度和稳定性为工程的安全与稳定提供了有力保障。未来，随着材料科学和工程技术的不断进步，两布一膜的性能将进一步提升，应用领域也将更加广泛。同时，应加强对两布一膜铺设技术的研究和创新，提高施工质量和效率，为水利工程的安全与稳定做出更大贡献。

参考文献

- [1]周治宇.复合土工膜在小型水库除险加固工程中的应用[J].陕西水利,2025,(02):125-126+130.
- [2]李奇.两布一膜防渗在察古景观水库工程中的应用[J].西藏科技,2017,(08):75.
- [3]蒋垒.复合土工膜在水库防渗加固中的应用[J].水利科技与经济,2024,30(05):155-158.
- [4]庄作义,郝雷.复合土工膜技术在塘坝防渗加固中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(05):138-140.