

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2009.06.013

300 m 级拱坝喷涂聚脲防渗仿真模型试验及应用

孙志恒¹ , 喻建清²

(1. 中国水利水电科学研究院结构材料研究所 , 北京 100038 ; 2. 中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院 , 云南 昆明 650051)

摘要 : 针对 300 m 级拱坝可能出现上游坝面裂缝的问题 , 提出了增设柔性防渗层的防渗方案。根据 300 m 级拱坝的受力特点 , 选择了以喷涂聚脲为主的 3 种复合防渗方案 , 并进行了抗折试验、黏结强度试验、高水头迎水面抗渗试验及仿真模型试验。为了检验现场施工的可行性 , 进行了现场工艺性试验 , 选定了粘贴 3 mm 厚 GB 板 + 喷涂 4 mm 厚聚脲和直接喷涂 7 mm 厚聚脲 2 种防渗方案。试验结果表明 : 当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.57 时 , 聚脲可以承受 3 MPa 的水压力不渗漏 , 喷涂聚脲技术可以满足大面积快速施工的要求 , 聚脲与 GB 板的配合使用 , 克服了混凝土开裂而聚脲变薄的缺陷 , 提高了聚脲的防渗效果。

关键词 : 300 m 级拱坝 ; 防渗 ; 聚脲 ; 仿真模型试验 ; GB 板

中图分类号 : TV441 **文献标识码 :** A **文章编号 :** 1006-7647(2009)06-0049-05

Simulation model test of spraying polyurea as anti-seepage layer on 300-m high arch dams and its application//SUN Zhi-heng¹ , YUN Jian-qing² (1. Department of Structures and Materials , China Institute of Water Resources and Hydropower Research , Beijing 100038 , China ; 2. HydroChina Kunming Engineering Corporation , Kunming 650051 , China)

Abstract : The method of adding a flexible anti-seepage layer is put forward as a solution to the problem of cracks in upstream surfaces of arch dams over 300 m high. Three compound anti-seepage schemes using sprayed polyurea as the main body are chosen based on stress characteristics of 300m arch dams. At the same time , bending tests , bond strength tests , anti-seepage tests at high water pressure , and simulation model tests were carried out. In order to check the possibility of field construction , a field technological test was conducted. Two schemes were selected , one combining a 3 mm GB flexible plate and a 4 mm polyurea coat , and the other consisting of the spraying of a 7 mm polyurea coat. The test results indicate that the ployurea layer can resist water pressure over 3 MPa while the ratio of ployurea thickness and the concrete crack is greater than 0.57. Spraying polyurea technology can meet requirements for large areas and quick construction. The compound application for the polyurea coat and GB board not only avoids the thinning of polyurea by a concrete crack but also improves the anti-seepage effect of polyurea.

Key words : 300 m high arch dam ; anti-seepage ; polyurea ; simulation model test ; GB flexible plate

300 m 级拱坝坝高库大 , 安全性和耐久性极为重要。小湾拱坝试验和计算分析表明 , 坝踵区应力比较复杂 , 上游面存在高应力区 , 有开裂的危险。为了防止因上游面裂缝而导致的水力劈裂的发生 , 有必要在高拱坝上游面应力比较复杂的部位及拉应力区部位的混凝土表面增设柔性防护。国内外已有多座混凝土坝上游面增设防渗层的实例。如哥伦比亚 Miel I 坝为 RCC 坝 , 坝高 188 m , 选用 Carpi 公司的 PVC 土工膜 , 并采用 Carpi 公司的专利技术进行连接和安装固定。国内的紧水滩双曲拱坝 , 坝高 102 m , 施工中坝体上游面发生裂缝 , 1985 年采用多元丁基橡胶膜修补 ; 东江双曲拱坝 , 坝高 157 m , 在高程

160 m 以下的浇筑仓面中 , 施工时产生了一些较为严重的裂缝 , 其中有些裂缝延伸到上游坝面 , 对坝体裂缝除采用结构措施处理外 , 还在拱坝上游面粘贴合成橡胶膜进行防渗处理 ; 岩滩重力坝上游面使用了聚合物砂浆防渗层 ; 温泉堡 RCC 拱坝为防止渗漏 , 在上游坝面铺设了 PVC 复合土工膜 ; 130 m 高的沙牌 RCC 拱坝在死水位以下部位 , 采用二布六涂弹性防水涂料进行防渗处理。

喷涂聚脲技术是国外近 10 年来 , 为适应环保需求而研制、开发的一种新型无溶剂、无污染的绿色施工技术。聚脲耐磨性、延伸率、抗渗性、黏结性、抗拉强度等性能优越 , 喷涂作业施工简便、封闭效果好、

作者简介 : 孙志恒(1962—) , 男 , 山东淄博人 , 教授级高级工程师 , 硕士 , 从事水工混凝土建筑物的检测、评估和修补加固研究和施工管理。
E-mail : sunzh@iwhr.com

受环境影响小,工程质量易于保证,已开始在水利水电工程中推广应用。针对小湾拱坝上游坝面的防渗要求,笔者进行了 300 m 级拱坝上游面喷涂聚脲防渗材料的试验研究。

1 聚脲防渗材料的特性

聚脲防渗材料为 A、R 双组分,A 组分为 MDI 基异氰酸酯半预聚体,R 组分为端氨基聚醚、液态胺类扩链剂、颜填料和助剂^[1]。针对高拱坝的受力特点,笔者进行了试验及现场施工可行性比较,得出了 300 m 级拱坝上游面防渗选用的聚脲材料的主要技术性能,见表 1。由于聚脲快速固化,5 s 凝结,1 min 即可达到步行强度,可连续进行后续施工,施工效率大大提高,解决了以往喷涂工艺易产生的流挂问题,可在任意曲面、斜面及垂直面上喷涂成型。一次喷涂施工厚度可达设计要求,克服了以往多层施工的弊病。

表 1 聚脲材料的主要技术性能

固含量/ %	凝胶 时间/s	拉伸强度/ MPa	断裂伸 长率/%	撕裂强度/ ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)
100	15~30	>20	>350	>50
邵尔 D 硬度/度	黏结强度/ MPa	耐磨性(阿 克隆法)/mg	颜色	密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
40~50	>2	<20	灰	1.05

GB 板具有与混凝土、橡胶材料和喷涂聚脲黏结好、耐老化、变形大等特点,断裂伸长率大于 1000%,且无毒、无污染。

2 聚脲材料室内性能试验

2.1 聚脲涂层抗弯试验

为了验证聚脲对混凝土出现裂缝后的防渗效果,进行了抗弯试验。把聚脲喷涂在 $4\text{ cm}\times 4\text{ cm}\times 16\text{ cm}$ 和 $10\text{ cm}\times 10\text{ cm}\times 40\text{ cm}$ 的混凝土试件底部(2 mm 厚)进行抗折破坏试验,观察聚脲对混凝土弯拉裂缝的承受能力。试验结果表明:未喷涂聚脲的混凝土试件在荷载作用下,突然发生断裂破坏。喷涂聚脲后的混凝土试件在荷载作用下缓慢开裂,裂缝缝宽逐渐增大,直至裂缝张开 8 mm 或发生错台,聚脲仍未发生破坏(图 1),说明在防渗情况下水不能进入裂缝内部;但是,由于聚脲与混凝土黏结很好,随着裂缝的张开,缝口部位的聚脲会越来越薄。

为防止混凝土开裂后,开裂部位的聚脲厚度变薄对高水头作用下防渗不利,在试件表面先粘贴 3 mm 厚的 GB 板,再在 GB 板表面喷涂 2 mm 厚的聚脲进行抗弯试验。试验结果表明,混凝土开裂后,裂缝附近的聚脲随着 GB 板滑动,混凝土裂缝张开,但聚脲厚度不再发生变化。

2.2 聚脲与混凝土之间黏结强度试验

为了提高聚脲与潮湿面混凝土之间的黏结强度,中国水利水电科学研究院研制了 SK-BE14 潮湿界面剂。室内检测结果表明,聚脲与混凝土之间的黏结强度均大于 2.0 MPa。2006 年,在北京十三陵抽水蓄能电站上库混凝土面板表面进行的喷涂聚脲防护试验采用 SK-BE14 潮湿界面剂。试验进行了 3 年的跟踪测量,现场拉拔强度测量结果见表 2。从表 2 可以看出,经过 3 年的运行,聚脲与混凝土之间的黏结强度均大于 4.00 MPa,基本上没有变化。

表 2 聚脲与混凝土之间黏结强度测量结果

检测日期	序 号	黏结强 度/MPa	拉拔破坏形式
2006-04-25	1	4.10	40%从聚脲拉开,60%从混凝土面拉开
	2	3.90	90%从聚脲拉开,10%从混凝土面拉开
	3	3.90	100%从聚脲与混凝土之间拉开
	4	4.10	50%从涂层面拉开,50%从混凝土面拉开
	5	4.10	100%从混凝土面拉开
2007-04-08	1	4.37	100%从聚脲与混凝土之间拉开
	2	4.60	80%从涂层面拉开,20%从混凝土面拉开
	3	4.79	70%从涂层面拉开,30%从混凝土面拉开
2008-10-30	1	3.78	20%从涂层面拉开,80%从混凝土面拉开
	2	4.44	100%从聚脲与混凝土之间拉开
	3	4.22	30%从混凝土面拉开,70%从聚脲与混凝土之间拉开
	4	4.02	50%从混凝土面拉开,50%从聚脲与混凝土之间拉开
	5	3.20	60%从混凝土面拉开,40%从聚脲与混凝土之间拉开

2.3 300 m 水头迎水面聚脲抗渗试验

2.3.1 迎水面抗渗试验装置

迎水面抗渗试验采用圆盘试验装置(图 2)。圆盘采用 10 mm 厚的钢板制作,每个圆盘预留了 4 条等宽的缝,缝长 50 mm,3 个圆盘的缝宽分别为 5 mm,8 mm 和 10 mm,分如下 2 种情况进行试验。



图 1 底部喷涂聚脲后的混凝土试件开裂状况

情况 1:分别在 5 mm、8 mm 和 10 mm 裂缝的圆盘表面粘贴 3 mm 厚的 GB 板,喷涂 4 mm 厚的聚脲。3 d 后进行抗渗试验。试验分为 3 组,即第 1 组、第 2 组和第 3 组。

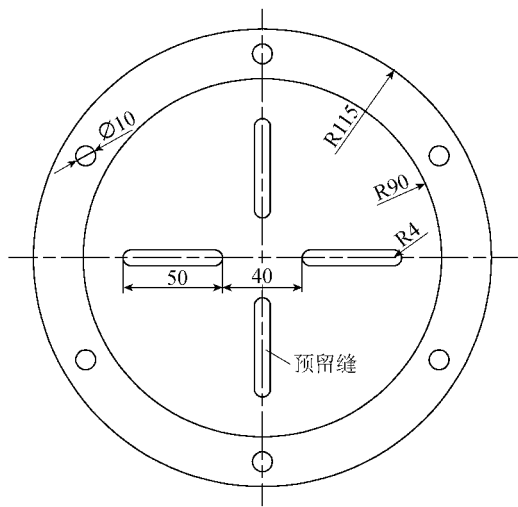


图 2 迎水面抗渗模型尺寸(单位:mm)

情况 2 : 分别在 5 mm、8 mm 和 10 mm 裂缝的圆盘表面直接喷涂 7 mm 厚的聚脲。3d 后进行抗渗试验。试验分为 2 组, 即第 4 组和第 5 组。

2.3.2 迎水面抗渗试验结果

试验加载过程为:先每 2 h 增加 0.5 MPa 的水压力,水压力达到 2 MPa 后再每 2 h 增加 0.3 MPa 的水压力,直到聚脲漏水。5 组抗渗试验结果如下:

第 1 组试验 :在缝宽为 10 mm 的钢板表面直接喷涂 4 mm 厚度聚脲的情况下 ,加载 2.7 MPa ,稳压 2.6 MPa ,试件背水面凸出 7.8 mm ,12 h 后有一点开始漏水 ,水压开始下降 ,试验停止。检查发现钢板缝边锋利 ,聚脲凸起的边缘出现切割破坏现象。

第2组试验:在缝宽为5 mm、8 mm和10 mm的钢板表面直接喷涂厚度大于7 mm的聚脲。试验结果表明,在水压力大于3 MPa(最大3.92 MPa)的情况下保压72 h以上,7 mm厚的聚脲均没有出现渗漏现象。

第3组试验:在缝宽为5 mm的钢板表面直接喷涂厚度大于3.7 mm的聚脲。试验结果表明:将水压加到3.4 MPa,逐渐稳压到3.24 MPa,保压40 h以上,试件没有出现渗漏现象;再加压到4 MPa后,试件出现渗水现象。

第 4 组试验:在缝宽为 5 mm 的钢板表面涂刷一层 GB 胶(GB 胶性能类似于 GB 板,厚度为 0.5 ~ 1 mm)后再喷涂 5 mm 厚的聚脲;在缝宽为 10 mm 的钢板表面涂刷一层 GB 胶后再喷涂 5 mm 厚的聚脲。试验过程中,试件背水面聚脲最大凸出 13 mm,水压加到 3.4 MPa 停止,逐渐稳压到 3.24 MPa 时,试件均没有出现渗水现象。

第 5 组试验:在缝宽为 5 mm 的钢板表面粘贴一层 3 mm 厚的 GB 板后再喷涂 4 mm 厚的聚脲;在缝宽为 8 mm 的钢板表面粘贴一层 3 mm 厚的 GB 板后再喷涂 4 mm 厚的聚脲。试验过程中,试件背水面 GB

板被挤出 60 mm 高,水压加到 3.5 MPa 时停止,逐渐稳压到 3.3 MPa 时,试件均没有出现渗水现象。

上述试验结果表明 :① 直接在有缝的试件表面喷涂聚脲 ,聚脲在水压力的作用下背水面会逐渐凸起、变薄 ,当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.74 时 ,聚脲可以承受 3 MPa 的水压力。② 在有缝的试件表面先涂刷 GB 胶或粘贴 GB 板后再喷涂聚脲 ,聚脲在水压力的作用下背水面也会逐渐凸起 ,GB 板被挤出 ,但聚脲不会变薄。当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.5 时 ,聚脲可以承受 3 MPa 以上的水压力。GB 胶或 GB 板的作用十分明显。

2.4 仿真模型试验

2.4.1 试验方案

a. 方案 1: 在有缝的试件表面粘贴一层 3 mm 厚的 GB 板后再喷涂 4 mm 厚的聚脲。

b. 方案 2: 在有缝的试件表面涂刷一层 1 mm 厚的 GB 胶后再喷涂 5 mm 厚的聚脲。

c. 方案 3:在有缝的试件表面涂刷界面剂后再喷涂 7 mm 厚的聚脲。

2.4.2 仿真模型设计

仿真模型设计如下:①模型的接缝区域采用混凝土材料。②模型能模拟接缝不断张开的情况,并能够控制裂缝开度。③模型能够施加 3 MPa 的水压力。为了达到这一特殊要求,模型采用内腔长 95 cm、宽 75 cm、高 100 cm 的钢筋混凝土框形结构,壁厚 40 cm。模型分为上、下 2 个框架:上框架也为钢筋混凝土框形结构,其上口内衬有 2 cm 厚的钢法兰口,法兰口与结构配筋焊接为一体,是模型中的可移动部分;下框架与上框架一样,内板底衬有一厚 2 cm 的钢板,是模型中的固定部分。框形结构内壁用来粘贴及喷涂聚脲防渗材料,法兰口上部由 44 个 $\varnothing 24$ mm 的螺栓固定顶盖,以形成一密封结构,然后在内部注水,通过抗渗试验仪施加水压力。

上、下框架由 4 根钢组合梁通过 4 根丝杠连接为一体,在承受 3 MPa 的设计水压时,法兰口的压力达到 2.4 MN。

2.4.3 试验步骤及试验结果

仿真模型内部喷涂聚脲养护 7 d 后开始加水进行试验。

模型内充满水后安装加载设备,设备安装完毕后进行压水试验(水压小于 0.5 MPa),检查有无渗水点。

模型安装调试正常后进行试验。5 d 内模型内水压逐渐增加到 3 MPa(每天加压 0.6 MPa),稳压 1 d 后,通过调整 4 个千斤顶逐步增大预留缝的宽度。在 3 MPa 水压的作用下,模型预留缝张开 5 mm 的裂隙,稳

压 24 h, 压力表无异常;继续增大模型预留缝宽至 8 mm, 稳压 10 d, 无漏现象, 压力表未见异常;继续增大模型预留缝宽度至 15 mm, 稳压 48 h, 无渗漏现象, 压力表无异常。随后进行破坏试验, 继续增大模型预留缝宽度至 20 mm, 1 h 后模型顶盖出现微渗现象, 四周无渗水现象, 维持 3 MPa 水压力 6 h 后模型预留缝仍未见异常, 但需要一直充水, 故停止试验。

卸载后将模型内防渗材料拆除, 并测量了聚脲的实际厚度: 方案 1 喷涂聚脲的最小厚度为 4.2 mm, 聚脲在水压力的作用下呈凹状; 方案 2 喷涂聚脲的最小厚度为 6.5 mm; 方案 3 喷涂聚脲的最小厚度为 8.5 mm。

由于模型内尺寸较小, 喷涂的聚脲厚度较设计厚度偏大。为了弥补这一不足, 在加载试验中将预留缝的宽度加大到 15 mm, 是原设计最大缝宽的 2 倍。在破坏试验中, 顶盖出现渗水现象时, 预留缝宽度达到 20 mm。

仿真模型试验结果表明, 喷涂聚脲对混凝土裂缝的防渗、止水效果显著。直接在有缝的混凝土表面喷涂聚脲, 当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.57 时, 聚脲可以承受 3 MPa 的水压力而不渗漏。在有缝的混凝土表面先涂刷 GB 胶或粘贴 GB 板后再喷涂聚脲, 当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.5 时, 聚脲可以承受 3 MPa 的水压力。试验采用的 3 种方案均满足混凝土开裂 8 mm 宽、承受 3 MPa 水压力不渗漏的要求。

3 现场生产性工艺试验

3.1 试验位置

为了验证上述 3 种方案的可施工性、大面积喷涂聚脲的工艺参数和喷涂后的防渗效果, 在现场进行了生产性工艺试验。

现场试验位置选在小湾拱坝 13 号坝段上游贴角以上, 共布置 A、B、C 3 个试验区。A 试验区粘贴 3 mm 厚 GB 板 + 4 mm 厚聚脲; B 试验区涂刷 1 mm 厚 GB 胶 + 5 mm 厚聚脲; C 试验区喷涂 7 mm 厚的聚脲。每个试验区的面积均为 28 m², 试验区包括贴角部位及细部。

3.2 试验目的

a. 喷涂过程中观察聚脲和 GB 板(胶)之间、GB 板(胶)和混凝土之间是否出现脱落现象。

b. 在试验喷涂完成后 20 d 内连续观察聚脲和 GB 板(胶)之间、GB 板(胶)和混凝土之间是否出现变形和脱落现象。

c. 对喷涂聚脲取样进行拉伸强度、扯断伸长率、撕裂强度试验, 每个试验区取 5 块试样, 在实验室进行检测。

d. 对每个试验区进行复合防渗层与混凝土面的黏结强度检测, 每个试验区检测 10 处。

e. 对直接喷涂在混凝土面上的聚脲, 抽样检测聚脲与混凝土之间的黏结强度, 每个试验区检测 5 处。

3.3 试验施工工艺

a. 清除坝面保温板、黏结胶, 露出坚固混凝土。

b. 将混凝土表面打磨平整, 除去表面粉尘、油污等杂质, 用修补腻子将混凝土表面缺陷修补平整, 用高压水清洗表面, 使混凝土表面保持干燥。

c. 方案 1 涂刷 GB 板专用胶, 表干后粘贴 3 mm 厚的 GB 板, 然后喷涂 4 mm 厚的聚脲。方案 2: 直接分层涂刷 GB 胶, 涂刷 3 遍即可保证 GB 胶的厚度达到 1 mm, 表干后喷涂 5 mm 厚的聚脲体。方案 3: 混凝土基面处理验收合格后, 涂刷 SK-BE14 潮湿界面剂(要求尽量薄), 8~24 h 之内喷涂 7 mm 厚的聚脲。

d. 喷涂厚度要均匀, 聚脲层的喷涂间隔时间应小于 3 h, 超过 3 h 时应刷一道活化剂, 30 min 后(不宜超过 2 h)再喷涂聚脲。

e. 周边采用单组分聚脲进行封边处理^[2]。

3.4 试验结果

对 A 试验区和 B 试验区的混凝土表面直接喷涂聚脲进行黏结强度试验, 检测仪器采用 TJ-10 型黏结强度检测仪。检测结果表明, 8 d 时直接喷涂在混凝土表面的聚脲试样断开面均在标准块与聚脲黏结剂处, 聚脲与混凝土之间的黏结强度大于 2.3 MPa。15 d 时粘贴 3 mm 厚 GB 板 + 喷涂 4 mm 厚聚脲方案(试验区 A)的检测结果表明, 聚脲与 GB 板黏结很好, GB 板与混凝土之间的黏结强度大于 0.25 MPa, 破坏面发生在 GB 板内。15 d 时涂刷 1 mm 厚 GB 胶 + 喷涂 5 mm 厚聚脲方案(试验区 B)的检测结果表明, 聚脲与 GB 胶黏结很好, GB 胶与混凝土之间的平均黏结强度为 0.39 MPa, 破坏面发生在 GB 胶内。

在聚脲喷涂过程及聚脲喷涂完成后的 20 d 中, 对 2 个试验区进行了观察及仪器检测, 未发现聚脲和 GB 板(胶)之间、GB 板(胶)和混凝土之间有变形和脱落现象, 上述 3 个方案均满足施工要求, 证明试验是成功的。

从施工工艺及施工进度来看, 粘贴 3 mm 厚 GB 板后再喷涂聚脲方案施工更简便、快捷, 质量容易控制。涂刷 1 mm 厚 GB 胶的方案, 涂刷时厚度不易控制, 部分有流挂现象, 喷涂聚脲后表面不平整。粘贴 3 mm 厚 GB 板后再喷涂聚脲能够很好地弥补、遮盖混凝土的缺陷。由于 GB 板具有优异的耐老化、耐水性能以及柔性高、水密性和耐久性好的特点, 因此 GB 板能适应坝体变形, 更好地起到防渗效果, 并且

喷涂聚脲后外观平整 适合大面积施工作业。

施工期间拱坝上游坝面坝前边坡陡峭 ,上下同时施工干扰大、条件艰难 ,因此柔性防渗体系的施工是否方便快捷成为选择施工方案的重要因素。通过现场试验比较和论证 ,设计确定将粘贴 3 mm 厚 GB 板 + 喷涂 4 mm 厚聚脲和直接喷涂 7 mm 厚聚脲方案定为正式施工方案 ,并在随后进行了大面积的施工。

4 在小湾拱坝中的应用

拱坝坝面柔性防渗体系设置范围确定为拱坝上游面大于 1 MPa 拉应力区域 ,整个坝面柔性防渗体系从 7 号坝段到 36 号坝段 ,共 30 个坝段 ,长约 660 m ,高度从坝踵诱导缝高程开始向上 30 m ,两岸延伸至 1 127 m 高程 ,防渗面积约 2 万 m²。

坝面采用网格状喷涂方式 ,网格带宽 30 cm ,网格水平间距 10 m ,网格高度方向间距 5 m ,直接在处理后的干净混凝土面上喷 7 mm 厚的聚脲 ,作为防止渗漏区互串的封边结构。网格中间部位在处理干净后的混凝土面上粘贴 3 mm 厚的 GB 板 ,再在 GB 板上喷 4 mm 聚脲。粘贴 GB 板基层后 ,运行期拱坝混凝土开裂时 ,裂缝开度产生的变形就可以由基层 GB 板来承担 ,而不直接作用在聚脲防渗体上 ,从而可保证防渗体的安全。

拱坝上游面喷涂聚脲后诱导缝附近再回填厚 2 m 的粉煤灰 ,粉煤灰外层设过渡料 ,过渡料采用河砂 ,过渡料以外回填石渣压重。

5 小 结

a. 300 m 级拱坝上游面选择喷涂聚脲的方案是合适的。选择聚脲的主要目的是防渗 ,因此需要选择扯断伸长率高和拉伸强度大的聚脲材料。比较分析结果表明 ,选用扯断伸长率大于 350%、拉伸强度大于 20 MPa 的聚脲材料 ,能满足实际工程的要求。

b. 中国水利水电科学研究院研制的 SK-BE14 潮湿面界面剂 ,是一种 100% 固体环氧底漆 ,可允许在饱和或干燥的混凝土表面施工。这种特种高性能环氧树脂含有排湿基团 ,能够在潮湿表面涂装和水下固化 ,可以保证聚脲涂层与基底混凝土之间的黏结强度大于 2 MPa。

c. 针对水利水电工程的特点和防渗要求 ,对聚脲的耐久性、抗渗性进行了多种试验 ;为了小湾拱坝上游面防渗方案选择的需要 ,进行了混凝土喷涂聚脲后的抗折试验和圆盘试验。试验结果表明 :直接在有缝的混凝土表面喷涂聚脲 ,当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.57 时 ,聚脲可以承受 3 MPa 的水压力而不渗漏。在有缝的混凝土表面先涂刷 GB 胶或粘贴 GB 板后再喷涂聚脲 ,当聚脲厚度与缝宽之比大于 0.5 时 ,聚脲可以承受 3 MPa 的水压力而不渗漏。

d. 为了验证设计方案 ,进行了仿真模型试验。试验结果表明 ,3 个设计方案均能满足小湾高拱坝坝踵运行期混凝土开裂 8 mm 宽且承受 3 MPa 水压力作用时柔性防渗材料不渗漏的要求。

e. 300 m 级拱坝上游坝面现场试验证明 ,喷涂聚脲技术可以满足大面积、快速施工的要求。聚脲与 GB 板(胶)配合使用 ,可以避免混凝土开裂聚脲变薄问题的出现 ,增加聚脲的防渗效果。从整个试验过程和效果来看 ,试验采用的施工方案和施工工艺是可行的 ,为今后国内外 300 m 级高混凝土坝迎水面防渗施工提供了工程参考实例 ,积累了宝贵经验。

参考文献 :

[1] 孙志恒 ,岳跃真. 喷涂聚脲弹性体技术及其在水利工程中的应用 [J]. 大坝与安全 ,2005(1) :64-66.
[2] 孙志恒 ,夏世法 ,付颖千 ,等. 单组分聚脲在水利工程中的应用 [J]. 水利水电技术 ,2005(1) :71-72.

(收稿日期 2009-09-22 编辑 陈吉平)

· 简讯 ·

“ 河口海岸泥沙运动及其与人类活动的响应关系 ”青年科学家论坛将在河海大学举行

中国科学技术协会主办、河海大学承办的“ 河口海岸泥沙运动及其与人类活动的响应关系 ”青年科学家论坛将于 2009 年 12 月 25 ~ 27 日在河海大学举行。此次论坛参加对象为高校和科研院所的青年专家 ,同时还特别邀请来自海洋科学、环境科学和水利工程等方面的青年专家与会 ,从不同的学科和不同的视角来探讨河口海岸泥沙运动及其与人类活动的响应关系问题。论坛主要议题有 :① 河口海岸泥沙输运机理 ;② 河口海岸泥沙运动特性及其与人类活动的响应关系 ;③ 河口海岸泥沙底床特性的合理描述及底沙交换机理 ;④ 河口海岸泥沙冲刷、搬运和沉积的规律 ;⑤ 泥沙为载体的污染物运移机理及其应用的理论和方法 ;⑥ 河口海岸泥沙的来源、归宿及其对河口海岸区国民经济的影响 ;⑦ 河口海岸泥沙研究面临的问题以及工程泥沙问题的经验和教训 ;⑧ 极端水文和灾害天气条件下泥沙运动的特殊性及其骤淤的灾害性。全部论文将由海洋出版社结集出版。

(本刊编辑部供稿)