

# 加筋土水闸翼墙潜在破裂面的试验研究

刘志祥, 韩华平

(扬州市勘测设计研究院, 江苏扬州 225007)

**摘 要:**通过在水闸翼墙加固改造中对土中加筋材料应力和变形进行实测和研究, 了解加筋土挡墙土体受力状况, 探讨并验证加筋土体破裂面的实际位置和形状。

**关键词:**水闸翼墙; 加筋土; 破裂面; 测试; 设计; 扬州江都

**中图分类号:**TU472 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0060-03

## 1 引言

加筋土挡墙内部稳定分析计算, 筋材抗拔稳定验算都涉及到墙后土体破裂面的位置和形状。根据目前有关行业手册或规范都推荐采用 0.3 H 法, 作为刚度大的筋材在土中的加筋, 并且用作 6 m 以下高度挡土墙的潜在破裂面。本文结合工程实例对该假定进行试验和研究。试验地点选择在需进行除险加固的江都河口闸。该闸位于通向长江的灌、排、航多功能的河道上。该闸建于 1979 年, 共 3 孔, 每孔净宽 7 m, 闸身为钢筋混凝土框架式结构, 翼墙为重力式浆砌块石墙。经多年运行, 随着引排水位、流量的加大, 超负荷运行已成险闸, 需进行除险加固。在防洪标准提高的同时, 水位相应加大, 原有墙体抗滑稳定不能满足规范要求。翼墙加固方案采取了墙后填土挖除换填加筋土结构。翼墙从闸中心向岸边方向共分三节, 试验选择上游第三节东、西两侧翼墙。

## 2 试验过程

### 2.1 目的

通过实例测试了解加筋土受力大小和变化规律。在选用的筋材土工格栅上布置测点, 通过仪表测试应力大小的变化情况, 以期能验证加筋土潜在破裂面的形状和位置。

### 2.2 测试方式

#### 2.2.1 地点和时间

地点分闸东、西两处进行, 西侧翼墙为加筋土, 进行土压力测试和土工格栅变形测试。东侧翼墙为未加筋土, 仅观测土压力的变化, 二者形成对比分析。观测时间从 2002 年 4 月至 7 月, 共 109 d。填

土完成后, 第一个月每天每 2 h 读值一次, 以后为每天读 1~2 次, 中间不间断。

#### 2.2.2 测试仪器的选择

(1) 土压力计: 采用振弦式土压力计, 型号 TYJ-20, 金坛市土木工程仪器厂生产, 量程范围 0.1 MPa。

(2) 电阻应变片: 型号 BQ120-2 AA, 尺寸 5.4 × 3.2 mm, 应变极限 2%, 电阻值 120。

(3) 测试仪器静态电阻应变仪, 型号: YE2539, 为高速静态应变全自动测试系统, 最大测点数达 1000 点。江苏联能电子有限公司制造。

(4) 现场回填土指标测试: 环刀及配套试验设备等。

(5) 材料选择: 土加筋材料: 单向土工格栅, 聚丙烯, 型号 TGDG50, 极限强度: 50 kN/m, 伸长率 < 10%, 网格尺寸: 200 × 25 mm, 山东泰安产品。

填土料: 就地取土, 进行颗粒分析试验和击实试验。东翼墙填土为粉砂土, 最大干容重  $\rho_{\max} = 1.61 \text{ g/cm}^3$ , 最优含水量  $\omega_0 = 16\%$ , 西翼墙填土为粉质壤土,  $\rho_{\max} = 1.62 \text{ g/cm}^3$ ,  $\omega_0 = 18\%$ , 要求回填土压实度  $\geq 0.93$ 。

#### 2.2.3 测点布置和安装

(1) 土压力计: 在东、西翼墙均布置土压力计。墙长度 6 m, 二个测试断面间隔 2 m, 沿石墙高度布设的第一个压力计放在填土面以下 40 cm 处, 以下间距为 75 cm、50 cm 不等, 每个断面间共计 8 只, 土压力计用水泥砂浆嵌入墙内, 土压力计与填土之间用粗砂填充, 使受力均匀。

(2) 土工格栅作为加筋材料, 端部与墙不连接, 采用包裹式回折, 每层土工格栅布设高度与土压力计错开布置, 第一层位于填土面以下 90 cm 处, 以下每层间隔 75 cm 和 50 cm 共 6 层。在格栅平面内沿墙长方向和垂直墙长方向分别布置了应变片 16~24 只, 每点分别给予编号。测点电缆线全部引出到地面上的临时工作棚内。测试仪表与电脑相连, 自

收稿日期: 2004-10-17

作者简介: 刘志祥(1946-), 男, 江苏扬州人, 高级工程师, 从事水工建筑设计工作。

动调试零点和数字记录。用软件程序控制量测时间和间隔。

(3)应变片粘贴是在室内进行的,将应变片用胶粘接剂粘贴在单向格栅肋中心处。进行预拉伸,确保应变片紧紧地与格栅共同受力。由于土工格栅柔软易变形,粘贴后的格栅采用固定和预拉措施,保持一定的初始拉力,做好数值的调零。

2.2.4 施工

现场回填土采取分层夯实,控制每层批量,上升一批随即取样分析。在土工格栅上的填土夯实很难控制,夯重了则影响格栅上应变片变形值,轻则达不到压实度要求,这给现场测试的精度造成了一定影响,但填土的质量须保证。由于采用了重锤轻夯等办法,工地取土样的试验结果还算理想。土的压实度平均为 90%,含水量 14.9%,干密度 1.46 g/cm³。翼墙东为未加筋土相对容易控制,现场土样土的压实度为 91%,含水量 11.3%,干密度 1.46 g/cm³。基本上达到设计要求,只有使二个翼墙填土的控制条件相近,方可进行两者之间对比分析。

3 土体应力应变分析

3.1 观测土压力的变化

(1)土压力变化速率:

根据实测的数据将加筋土与未加筋土土压力绘成曲线(P-T 曲线)进行比较,见图 1,其变化规律二者并不相同。图 1(a)为加筋土各标高土层,土压力按时间增长数值变化不大。从填土开始格栅即参与作用,压力略有上升加大趋势,随着时间推移,格栅与土之间互相作用,土压力略呈下降趋势。而未加筋土土压力随时间逐渐加大,经历时间也较长才达到平衡稳定,见图 1(b)。

(2)加筋土土压力值比未加筋土土压力小 20%~30%。加筋土在施工结束后很短期内即达到土体应力的平衡。

3.2 潜在破裂面的确定

表 1 给出土工格栅应变片各点应变量。

表 1 土工格栅应变片各点位应变量(με)							
层号	高程 (m)	1	2	3	4	5	6
第 1 层	4.6	950	1 201	1 237	950	507	489
第 2 层	3.85	938	896	967	666	804	528
第 3 层	3.1	618	637	620	496	790	652
第 4 层	2.6	486	567	494	674	878	503
第 5 层	2.1	531	632	679	665	508	
第 6 层	1.6	631	395	647	386		

注:表中点位从 1 到 6 相当于图 2 从左向右排列

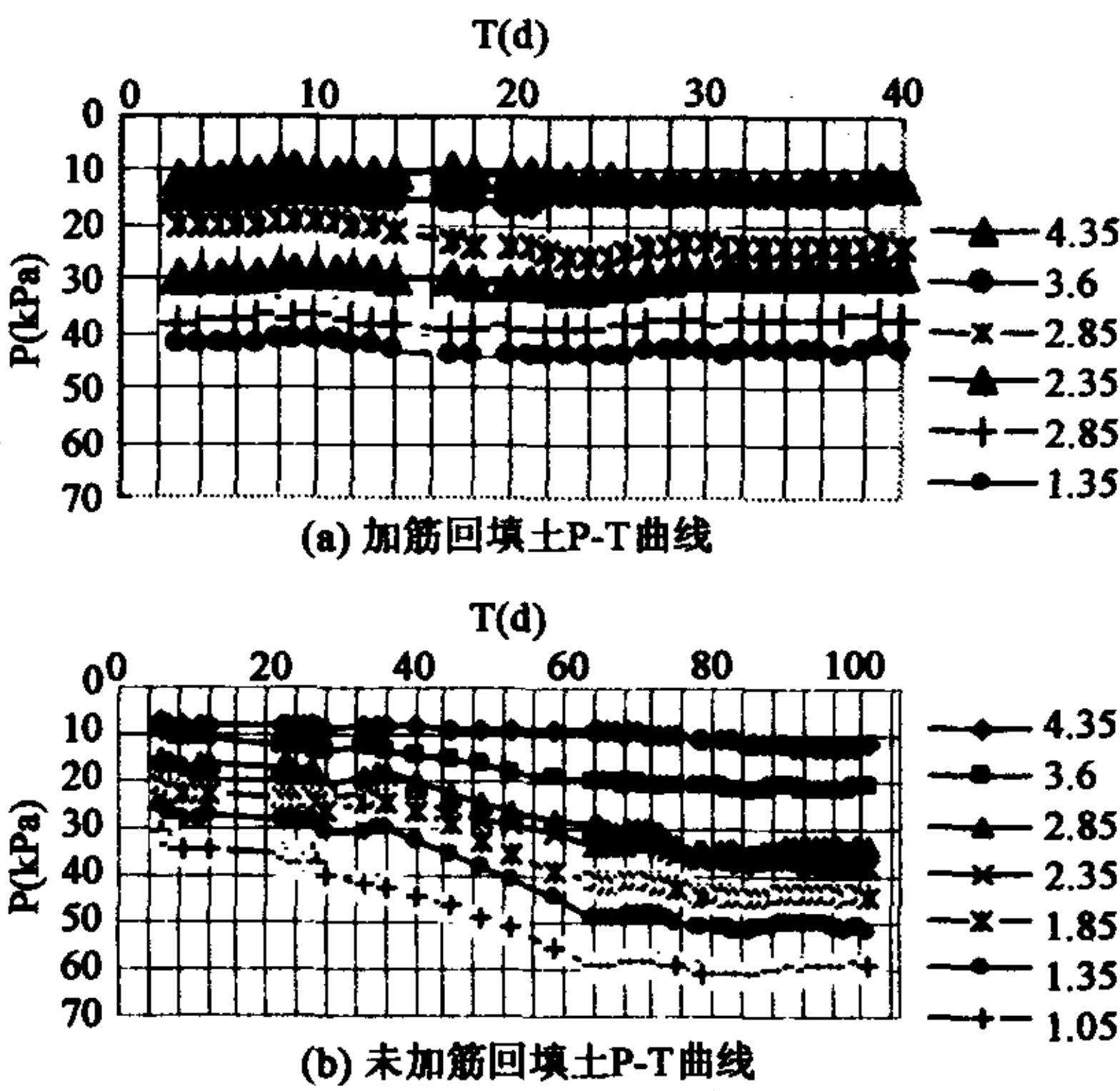


图 1 加筋土与未加筋土压力对比  
(图例中数字为高程,单位:m)

潜在破裂面可从土工格栅应变片拉应变数值分析来确定,每层土工格栅应变片变形量中都有一个相对大值,即表明该点变形最大,也就是格栅内部拉力最大处,将其连成线即为加筋土潜在的破裂面,见图 2。该破裂面与经验破裂面(0.3 H)比较十分接近和相似。可证实经验破裂面假定是与实际接近的,用于设计是安全的。

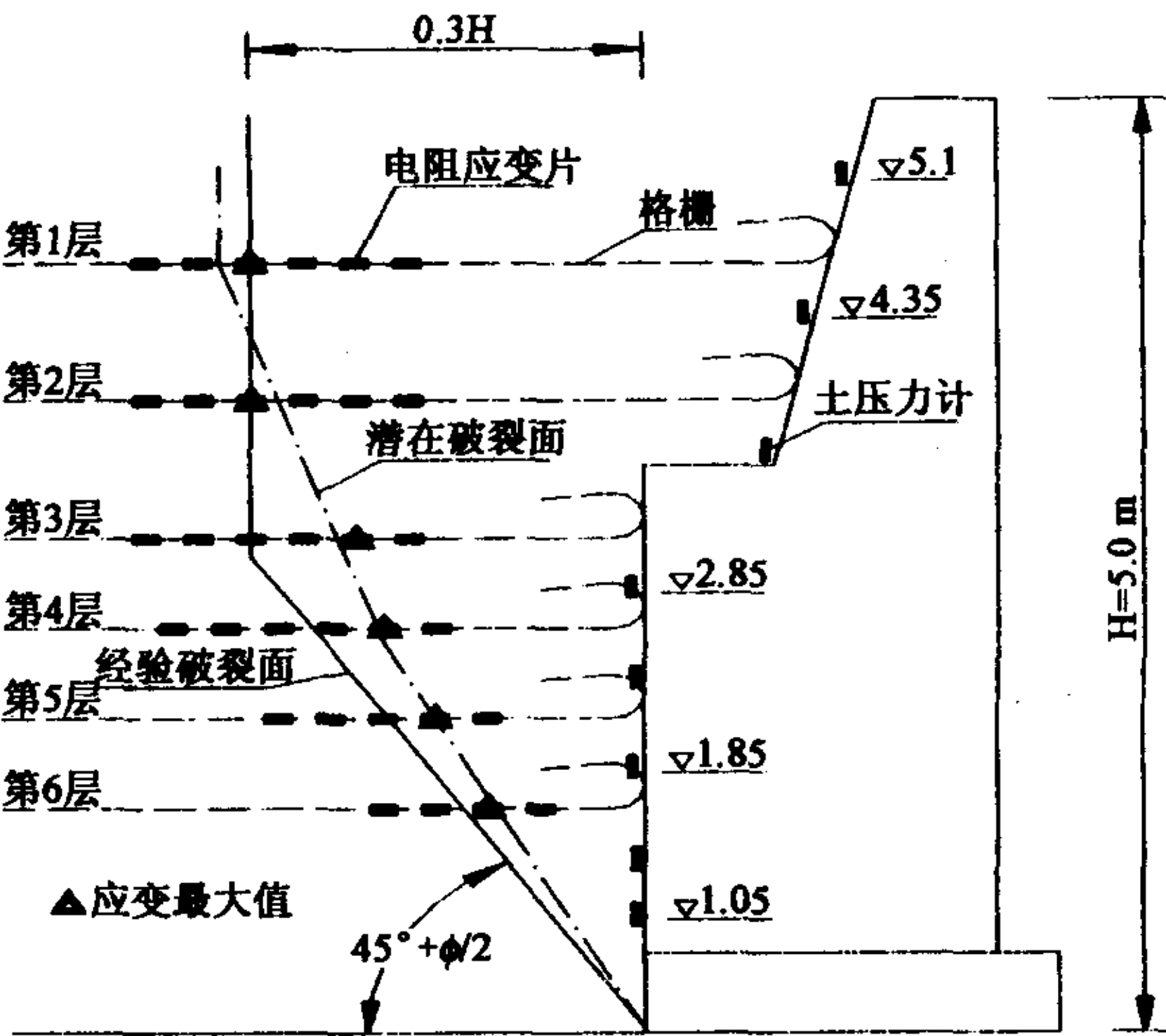


图 2 加筋土破裂面形状和位置

3.3 加筋土内部应力分析

表 1 中各层土工格栅应变的最大值接近墙的顶部,其他各层应变由顶部向底部逐渐变小,呈倒梯形分布,即格栅拉力也呈上大下小的倒梯形分布,出现了顶部应变量大而对墙体作用的土压力相对低的现象。

在无加筋情况,墙体在土压力作用的同时,必然产生变形或转动,使土压力从静止土压转为主动土压力。墙体本身的变位,在墙顶处相对较大。这是

# 论青海省的水资源开发及其可持续发展

韩永荣

(青海省水利厅,青海西宁 810001)

**摘要:**论述青海省水资源开发利用的现状、存在问题以及因地制宜、因势利导确保水利可持续发展的策略与措施。

**关键词:**水资源;开发利用;生态保护;可持续发展;青海省

**中图分类号:**TV213 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0062-03

## 1 概述

坚持人与自然和谐相处的发展理念,处理好经济发展与人口、资源、环境的关系,树立全面、协调、可持续的发展观,解决水利发展中不断出现的新问题、新矛盾,加强政府对水资源的管理职能,抑制水土流失和水旱灾害,推进政策研究和立法工作,充实和完善执法监督体系,全面开发利用水资源的综合功能,是十分必要的。

水资源与其它各种自然资源相比更具有特殊作用和功能。水对每个地区、每个人、每个动植物都同样的重要、不可缺少,但由于它的分布的极不均衡性,特定了青海水多成灾、水少干旱这样一个先天性格局,加之后天开发和利用不当,造成了任其浪费和污染,因而不少地区怨天忧人,经济发展、社会进步、人民生活水平的提高已经受到不同程度的制约,如此发展下去,就会引发一系列矛盾和问题。因此,在党中央、国务院的关怀下,在国家有关部委的支持帮

助下,青海各级水利部门按照国务院新时期的治水方针,努力实践水利部治水新思路。

## 2 水资源开发利用喜中有忧

青海是黄河、长江和澜沧江的发源地,也是主要水源涵区,境内地表水多年径流总量 626.3 亿  $m^3$ ,地下水总量为 269.3 亿  $m^3$ ,扣除重复量净为 10.1 亿  $m^3$ ,全省水资源总量为 636.4 亿  $m^3$ ,人均占有量 1.2 万  $m^3$ ,可谓水资源大省。但全省多年平均降水量只有 285.6 mm,单位面积产水量仅为 8.8 万  $m^3/km^2$ ,为全国平均的 1/3,居全国第 27 位。据统计,2002 年全省实际用水量为 27.03 亿  $m^3$ ,仅占水资源拥有量的 4.2%。虽开发利用率低,但区域差异性很大,如人口聚集、经济发育的湟水流域,水资源量只有 20.7 亿  $m^3$ ,仅占全省总量的 3.25%,可开发利用率已高达 62.7%,加之水环境污染,这里缺水已成为制约经济社会可持续发展的瓶颈。缓解该流域日趋尖锐的缺水矛盾,除加强管理、合理调配、优化配置、污水处理、节约利用外,务必尽早立项建设引大济湟调水总干渠和石头峡水库,实施一期调水 3.6 亿  $m^3$  来弥补湟水应急缺水之需。

收稿日期:2004-07-28

作者简介:韩永荣(1950-),男,青海循化人,高级工程师,水政水资源水文处处长,从事水政水资源水文管理工作。

一种由墙体变位带动墙后填土侧移,由上而下逐步从静止土压力转变为主动土压力的状态。当土中有加筋时,筋材给土体约束,筋材内部产生拉应变,大应变量出现在挡土墙顶附近。因此在加筋土墙设计时,墙顶筋材抗拉强度的计算要考虑变形条件,该部位配筋强度不应降低。目前规范采用了静止土压力来计算,可能也是出于这点考虑,实际设计时应从墙顶到墙底等强度配置筋材的概念。

## 4 结论

(1)通过对加筋土墙驳岸工程实例的测试与分

析,以土工格栅作为筋材,采用包裹式连接方式形成的加筋土挡墙,墙后土压力值变化较平稳,较短时间内即达到最终数值,比一般挡墙土压力减少 30% 左右。在水工建筑挡墙中加固使用,比其他加固措施更合适,能节省造价,降低成本。

(2)验证了现有国内外资料介绍的关于加筋土墙潜在破裂面位置和形状。有关的经验公式是适用的。

(3)了解了各层加筋的受力状况,为墙高小于 6 m 加筋土挡墙设计中对筋材的强度计算和配置的要求提供参考,为从墙顶到墙底范围应等强度配置加筋材料的做法提供了实测依据。