

文章编号: 1672-3031 (2004) 02-0151-05

淮河和渭河防洪工程中的实用新技术探讨

郭军, 董兴林

(中国水利水电科学研究院 水力学研究所, 北京 100038)

摘要: 本文结合国外在防洪工程中一些新技术的应用, 以及我国防洪工程中的实际情况, 探讨在淮河和渭河堤防建设中将土工织物用于过水堤防的基本概念、应用可能性及其特点。为提高我国中小型水库防洪能力, 本文还介绍了一种新型的具有防洪挡水功能的自溃堰, 该项技术可与堤防建设结合起来, 提高流域的防洪能力。上述两种新技术均具有工程投资少、效果好、管理方便、适合我国国情等优点。

关键词: 淮河; 渭河; 过水分洪堤; 自溃堰

中图分类号: TV87

文献标识码: A

在经历了 1991 年淮河大洪水、1998 年长江和嫩江大洪水后, 我国的水利工作者在 2003 年的淮河和黄河秋汛的防洪工作中, 更加科学地采用了各种防洪手段, 如在淮河大洪水中及时运用行蓄洪区及分洪河道, 做到了“拦、分、蓄、滞、排”合理安排; 在应对多年不遇的黄河秋汛时, 通过对三门峡、小浪底、陆浑和故县等干支流水库的联合调度, 有效地减少了下游河道的淹没损失, 并适时进行了第二次调水调沙。通过 2003 年对洪水实行的科学调度和有效管理, 保障了沿河两岸人民群众生命财产的安全, 表明我国防洪救灾工作已跨上一个新的台阶。洪水过后, 结合新一轮的防洪工程建设, 除了目前广泛讨论的防洪规划、流域管理外, 笔者建议还应该进一步转变传统观念, 探讨适合在淮河和渭河等江河堤防工程建设中的实用新技术, 其目的是提高我国在堤防建设中的科技含量、提高抗御洪水的能力、节省工程投资、减少洪灾损失。

1 2003 年淮河大水的分洪特点

1.1 分洪闸的启用 2003 年淮河发生了新中国成立以来仅次于 1954 年的第二位流域性大洪水。在洪水的调度中, 曾多次启用了王家坝等分洪闸, 并在局部堤段采用了爆破方式分洪。总体讲, 2003 年淮河的防洪是成功的, 但开闸分洪中突出的水力学特点是分洪时流速大、分洪量大, 其中茨淮新河和怀洪新河最大分洪流量分别达到了 $1500\text{m}^3/\text{s}$ 和 $1530\text{m}^3/\text{s}$, 累计分洪 9.86亿 m^3 和 16.10亿 m^3 , 虽然有效地降低了河道水位, 但是这种集中分洪方式给分洪闸下游带来的冲刷破坏相当严重。

1.2 炸堤 2003 年淮河的部分堤防仍采用了炸堤的分洪方式, 以快速降低主河道的水位, 保护大堤。炸堤是一种不得已的被动分洪方式, 在洪水过后还需将炸毁的堤段恢复重建。

2 过水分洪堤的应用

上述两种分洪方式虽然都有效地降低了河道的水位, 在相当程度上减少了灾害, 但还是不可避免地沿岸造成了较大的经济损失。为此笔者建议, 在淮河大水和渭河洪水过后的重建工作中, 进一步认真思考, 研究能否在重建工作中引用一些新概念和新的实用新技术, 其最终目的是在今后再发生类

收稿日期: 2004-01-30

作者简介: 郭军 (1953-), 女, 福建人, 教授级高级工程师, 从事水工水力学研究。

E-mail: guojun@iwhr.com

似规模的洪水时，在保证堤防安全和蓄滞洪区人民生命安全的同时，更大限度地降低对沿岸地区造成的经济损失。

根据最近几年土工膜新材料在防洪工程中的广泛使用并借鉴国外的一些工程实例，笔者建议在堤防恢复重建工作中可考虑采用过水分洪堤的实用技术。

2.1 过水分洪堤的概念

(1) 将滞洪区或低洼地区的一段长堤（该段堤防的堤顶要略低于其它段堤防，长度可比较长，如100~300m，甚至更长）改建成过水土堤（按土坝设计要求整修并加固，堤内应做防渗墙），根据洪水调度要求，确定该段的堤顶高程，在一定的洪水水位条件下可以自动分洪。

(2) 在过水堤段的下游面可用土工布或其它形式进行保护，如模袋混凝土、生态混凝土、或沥青混凝土等，为防止紫外线长期照射产生老化，可在其上面铺设一定厚度的土层进行保护，表面种植草皮。对分流口两端的裹头做适当的保护，防止分洪时由于水流绕流的作用产生冲刷破坏。图1为过水分洪堤剖面的示意图。

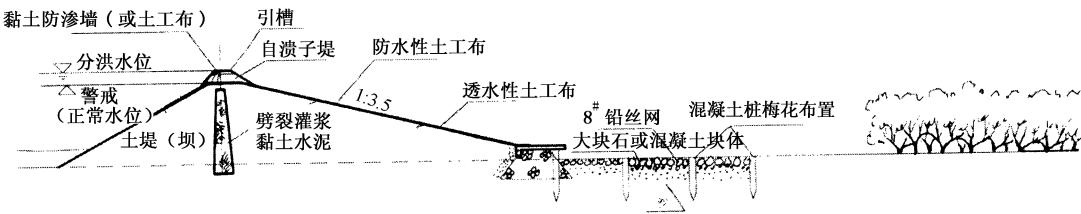


图1 过水分洪堤原理示意

2.2 过水分洪堤的技术特点

(1) 首先是主动分洪，风险分担。由于过水分洪堤堤顶高程和长度是根据整体防洪规划确定的，因此分洪流量和分洪量是在可控制的范围内。如果沿淮河干堤或主要支流建设若干段过水分洪堤以及配套的分滞洪区，则将具有相当可观的分洪能力。变集中分洪为分散分洪，一方面可大大减少对干堤的防洪压力，另一方面也可以减少因开启分洪闸集中分洪对下游造成冲刷破坏，大大降低了风险和灾后重建的资金投入。

(2) 分洪堤段的过水面采用土工织物保护，具有一定的抗冲能力，下游坡脚也是经过试验研究后确定的保护方式，不致因分洪造成对坡脚的冲刷，洪水过后的修复工作量小，投资省。根据国外工程的经验，建议分洪堤的堤防高度以不超过10m为宜，坡脚需要进行适当的保护，可采用大块石铺设，起到消能防冲刷作用，或在坡脚做一混凝土小挑坎将水流挑向下游，以防止水流对坡脚的冲刷。在有条件的情况下，下游衔接一段灌木林，可起到消能作用，减轻水流对堤后庄稼的破坏。采用上述措施后，坡脚处的流速应控制在10m/s以内。

(3) 具有相当可观的分洪能力。以堰顶水头 $h=0.5\text{m}$ 计，堰顶单宽流量 $q=0.55\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ ，当过水堰长100m时，分洪流量为 $54.8\text{m}^3/\text{s}$ （取综合流量系数 $m=0.35$ ），每小时可分洪约 19.7万 m^3 ；当堰顶长为300m长时，分洪流量为 $165\text{m}^3/\text{s}$ ，每小时可分洪约 59.2万 m^3 。表1为过水分洪堤的水力计算结果。

(4) 相应的分滞洪区在正常年份可种植各类庄稼、或作为湿地、水塘等。如有条件可建设具有一定排涝能力的设施、或在一定区域内配备一定装机规模的流动泵站，在洪水后能尽快排除积水，则可更有效地减少农业生产损失。使分洪与排涝相结合，减少损失，国家也可以相应减少分洪后的补偿资金。而采用移动式泵站，还可减少固定式泵站建设投资。

(5) 建设投资不高，技术及施工难度不大，通过一定的技术培训，地方水利设计和施工单位易掌握，工程质量可以得到保障，另外也方便管理。

(6) 如果将分滞洪区与湿地或水塘建设相结合，分洪后可改善该地区的水环境生态条件，是一种洪水资源的积极利用方式。

(7) 具有灵活、分散布置的特点，可因地制宜，堤段可长可短。

表 1 过水分洪堤水力计算 (流量系数按宽顶堰考虑, $m=0.35$)

堰上水头 h/m	单宽流量 $q/(\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m})$	分流堰长 L/m	分流流量 $Q/(\text{m}^3/\text{s})$	分流量/ m^3 时间 $t=3600\text{s}$	分流堰长 L/m	分流流量 $Q/(\text{m}^3/\text{s})$	分流量/ m^3 时间 $t=3600\text{s}$
0.1	0.05	100	4.9	17651	300	14.7	52954
0.2	0.14	100	13.9	49925	300	41.6	149775
0.3	0.25	100	25.5	91718	300	76.4	275155
0.4	0.39	100	39.2	141210	300	117.7	423629
0.5	0.55	100	54.8	197346	300	164.5	592039
0.6	0.72	100	72.1	259419	300	216.2	778256
0.7	0.91	100	90.8	326905	300	272.4	980714

2.3 工程应用情况 我国实际上已建有若干过水土坝，如安徽省的石桥过水土坝，设计条件下泄洪落差达 13.5m，单宽流量 $12.5\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ ，鼻坎处流速 14.5m/s ，溢流面采用沥青混凝土护面。工程建成后进行了过水试验，堰顶过流单宽流量达到了 $2.1\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ ，陡槽末端流速达到了 12m/s ，经过 2.3h 的过流试验后检查过流面情况良好，说明在技术上实施过水运行是可行的^[1]。

美国首先提出利用土工护面的过水土坝，并在科罗拉多州卡顿伍德溢流坝上获得成功^[2]，后又通过一系列工程实践证明是可行的。美国垦务局计划对低于 15m 的土坝，增建土工布护面的过水土坝，以提高其泄流能力。日本小贝川母子岛滞洪区，将 500m 长的堤改为过水分洪堤（自动分洪），当时尚未发明土工布护面技术，该堤采用扁石笼护面。我国的海河流域部分堤防建设中也采用了这种概念。

2.4 工程试点研究

(1) 建议进行过水堤防相关技术的联合研究。主要研究内容为分洪规划、过水分洪堤的过水能力、土工织物的抗冲能力和保护方式、土工织物的铺施工艺技术等。

(2) 建议在淮河、渭河堤防建设中选取相应堤段进行工程试点应用研究，与淮河水利委员会和黄河水利委员会等有关部门共同合作，选择示范点，在防洪规划和洪水管理中统筹考虑过水分洪堤的作用，进行工程实施，包括堤防断面的复核、过水面土工防护膜的施工工艺设计、对施工人员进行相关管理和技术培训，在实践中总结经验等等。

3 新型防洪挡水式自溃堰的研究与应用

2003 年淮河、渭河洪水表明，其上游、支流上的水库防洪能力偏低，以致在发生大洪水时不能有效拦蓄大量洪水，加剧了干堤的防洪压力。如何在提高水库的防洪能力的前提下，又能保证大坝自身的安全，本文结合国外的工程实践，介绍一种新型防洪挡水式自溃堰。

3.1 自溃堰工作原理 法国人 Lempeirefa^[3]发明了一种新型的自溃堰 (Hydroplus)，获得了多项专利，并在 14 个国家的 20 余个工程上得到了应用，包括在我国安徽省的红枫水库 (1995 年完成)，获得了良好的效果。这种新型自溃堰吸取了翻板门、传统自溃堰和迷宫堰的工作原理，并进行了巧妙的设计，使其在运行上仍采用水力控制原理，当堰顶水头超过一定值时会自动倾倒，起到自身保护的目，其工作原理见图 2。采用这种形式的堰，其优点是在发生一般洪水时可提高水库蓄水能力，减少对下游的防洪压力。图 3 为该设施在南非 Shongweni 溢洪道上的应用情况。该工程坝高 39m，溢流堰长 $L=126\text{m}$ ，工程于 1920 年建成，改建于 1994 年，采用这种新型防洪挡水型自溃堰后，增加泄量 $5000\text{m}^3/\text{s}$ ，增加泄流能力 235%。

3.2 自溃堰的特点

(1) 工程结构简单。可以是混凝土结构，钢丝网结构，也可以是钢结构。如果采用混凝土结构，将比安设钢闸门大大节省工程费用。自溃堰的数量不受限制，如在津巴布韦 Ruti 坝的 693m 长的溢流堰上增设了 256 个这种混凝土结构的自溃堰，增加了蓄水量 20%。

(2) 投资少。以在 50m 宽的堰顶上增设 2.5m 高的控制性挡水建筑物为例 (平板钢闸门、弧形钢闸门、橡胶坝、新型防洪挡水式自溃堰), 经初步比较, 采用混凝土结构的这种新型防洪挡水式自溃堰投资最少, 仅需 17.5 万元, 钢结构形式次之, 为 71 万元, 橡胶坝与翻板门投资在 75 万元左右, 而平板钢闸门需 119 万元, 弧形钢闸门则需 160 万元。

(3) 无人操作, 方便管理。由于依靠水力控制, 不设任何机械和动力设备, 可以做到无人管理, 且安全可靠, 这对于地方上小型水库尤为适用。对比橡胶坝, 不存在老化问题。

(4) 在常年洪水年份, 这种新型自溃堰可起到多蓄水的作用, 以缓解山区及缺水地区在汛后水资源短缺的问题。

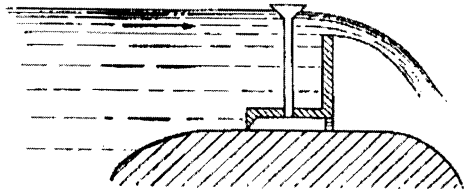


图2 fuseplus 工作原理



图3 在南非 Shongweni 坝溢洪道上的应用

有关这种新型挡水式自溃堰的详细工作原理、适用性、经济比较分析, 笔者已另有文章专门阐述^[4]。

我国有数以万计的小型水库, 淮河、渭河的支流、以及上游地区也建有许多小型水库, 这些小型水库多数防洪能力和管理水平较低, 如果能在一部分没有控制闸门的坝上采用这种新型自溃堰, 可以提高其水库的防洪能力和蓄水能力, 缓解防洪与水资源短缺的矛盾。目前笔者所在单位正在与法国方面开展相关合作研究。

4 结语

淮河、渭河流域是我国农业粮食的重要产地, 同时也居住着大量的农业人口, 因此在防洪工程的建设中, 拟进一步考虑提高其技术含量, 提高其抵御洪水的能力, 减少洪灾损失, 改善农民的生活条件。在工程实施前, 应考虑进行必要的科学研究, 采用对基层工程技术人员进行技术培训的方式, 使地方设计、施工、管理人员真正掌握这些技术, 保证工程质量, 并通过取得经验在更大范围内进一步推广。

参 考 文 献:

[1] 安徽省水利科学研究所. 付光、石桥过水土坝工程介绍 [J]. 安徽省水利科技, 1980, (4): 1- 11.

[2] Lloyd O, Timblin Jr, Peter G Grey, William R Morrison. Emergency spillways using geo-membranes [A]. Proceedings of Transaction of 16th ICOLD [C], Vol. II, Q. 61, R. 28, San Francisco, USA, 1988. 525- 537.

[3] Lemperiere F. More cost data may help to optimize spillways [J]. The International Journal on Hydropower Dams, 2000, 7 (4): 132- 138.

[4] 郭军, 孙双科, 耿运生, 高季章. 一种新型防洪挡水式自溃堰 (hydroplus) 及其应用 [J]. 水利水电技术, 2004, (4): 13- 26.

Application of new techniques on flood control for Huaihe River and Weihe River

GUO Jun, DONG Xing-lin

(Department of Hydraulics, IWHR, Beijing 100038, China)

Abstract: The authors discussed the basic concept, application feasibility and the technical characteristics of geo-membrane applied for overtopping dikes in flood control of Huaihe River and Weihe River. A new technique of hydroplug was also introduced, which was widely used abroad. The hydroplug could be adopted to increase impounding capacity of reservoirs and operated in a way of self-breaking in case of extreme floods. Other characteristics of these two techniques were also discussed, such as, low cost, effectiveness, reliability, and convenience in management.

Key words: overtopping dike; self-breaking; geo-membrane; hydroplug

(责任编辑: 李福田)

(上接第 150 页)

Study on critical conditions of scour and siltation in flood seasons
in the lower Yellow River

LIANG Zhi-yong¹, LIU Ji-xiang², ZHANG Hou-jun²

(1. Department of Water Hazard Research, IWHR, Beijing 100038, China;

2 Reconnaissance, Planning, Design and Research Institute of Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The channel bed of the lower Yellow River changes tremendously during flood seasons because of great sediment concentration. Critical conditions between scour and siltation are distinct in different river reaches. The authors summarized previous researches on the critical conditions for the lower Yellow River, analyzed statistically the hydrological data of 422 flood events from 1960 to 1999 and set up critical equations for 4 river reaches (Huayuankou upward, Huayuankou to Gaocun, Gaocun to Aishan and Aishan to Lijin) under different combinations of flow and sediment at 3 stations (Sanmenxia, Heishiguan and Xiaodong). The critical relations between flow discharges and sediment concentration for the 4 reaches were depicted. These relations may be used in the regulation of Xiaolangdi Reservoir in order to mitigate siltation for the lower Yellow River.

Key words: critical conditions between scour and siltation; flow and sediment coefficient; fluvial process; combination of water and sediment; lower Yellow River

(责任编辑: 王冰伟)