

抵御长江流域洪涝灾害中的岩土力学问题

Problems of Rock and Soil Mechanics in Flood Control of the Yangtze River Valley

谷志孟 白世伟

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 研究员 武汉 430071)

历史在刻记本世纪 1931 年、1954 年长江的大洪水之后, 无疑还将铭记 1998 年的全流域大暴雨、大洪水、大决战, 回顾这些洪涝灾害, 究竟是天致, 还是人为? 在与洪魔搏斗的抢险中, 人们在反思; 在堤防溃口的救助中, 人们在痛思; 在扒口行洪的转移中, 人们在深思, 长江中下游洪涝灾害的这场空前的大恶战缘自于何方? 答案是: 不能全怪老天。因此, 要研究和解决洪涝灾害问题, 应该吃透大背景(雨情、水情、地情、工情、技情、社情、灾情)→把握主足点(社会经济与生态环境的可持续协调发展)→打准突破口(搞好流域规划, 依靠科技防灾、抗灾、救灾)→舞活主龙头(全民动员、落实规划、标本兼治、根除灾源)→唱好协作戏(软硬协同、上下齐动、政策支撑、件件到位)。

据此, 我们就洪涝成因进行了分析, 并在此基础上, 从岩土力学的观点和岩土工程稳定的角度, 提出相应的对策, 并就堤防工程体系 3DSIS 的功能与作用作些介绍。

一、1998 年长江流域洪涝灾害成因分析

回顾长江流域现代洪水洪灾的历史, 具有以下 3 个特点: “上焦混乱、中焦阻滞、下焦失禁”; “小流量、高水位、大灾害; 上库救不了下洪”。

形成这种态势和后果的主要原因如表 1 所列。从表 1 中不难看出, 形成长江中下游洪涝灾害的原因, 除气候异常、集中降雨量大之外, 还与强调眼前的局部利益, 忽视流域的科学规划, 无节制地强制改造自然导致流域内的环境恶化, 水土流失加剧, 江河泥沙剧增, 行、蓄洪能力锐减, 堤防质量和设防标准低下, 高科技投入不足等因素密切相关。

为根除洪涝灾害, 实现经济、社会与生态环境的协调发展, 国家提出了标本兼治、根除水患的 32 字指导原则, 并作了相应的部署, 但它的落实和受益还需要一个很长的过程, 并非十年八载所能。因此, 防洪抗洪仍是一项不可忽视的长期而又艰巨的任务。

二、洪涝灾害防御体系浅探

实现社会经济与生态环境可持续协调发展的洪涝灾害防抵体系如图 1 所示。

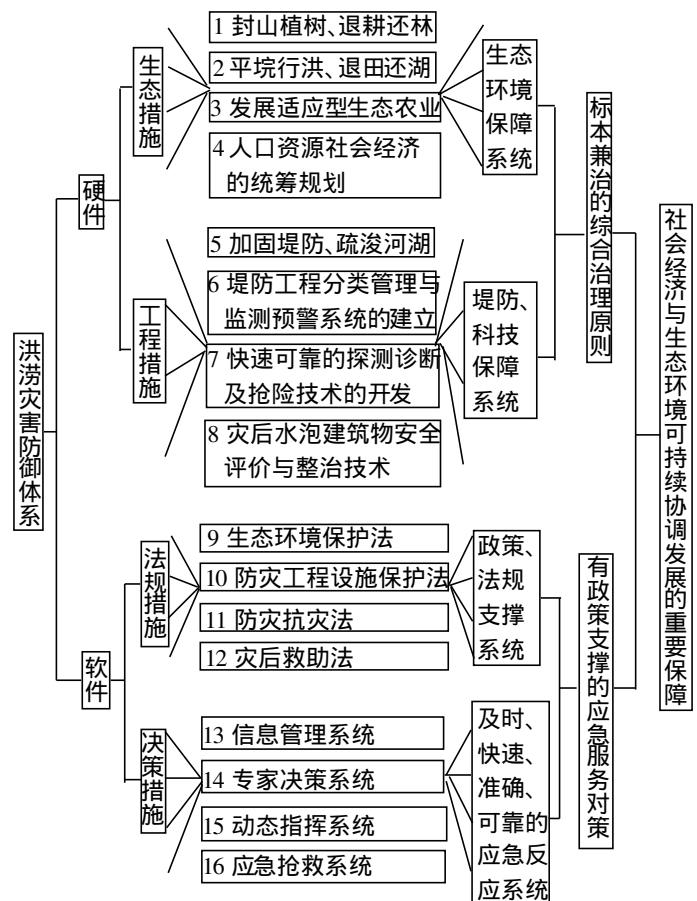


图 1 防抵江洪灾害的保障体系

从图 1 中可见, 该体系从根除和减轻洪涝灾害的角度出发, 既考虑了长远的根治措施和基础性研究, 也面对现实, 强调了可操作、可物化、能付诸实施、取得实效的一面。通过实施肯定会为政府有关部门提供全面、直观、简明的资料系统和决策建议; 为

表 1 1998 年长江流域洪涝灾害成因简析

序号	成因	类别	论 据
1	集中降雨量多, 强度大, 持续时间长, 加之上下压顶、泄洪不畅, 造成了洪峰重叠追加、居高不下的局面。	天 水	(1) 5~ 8月累计进入湖北长江段客水量4 925亿m ³ , 较多年平均量偏多37. 8%; 湖北境内自产水量进入长江548亿m ³ , 形成全流域性大洪水
			(2) 汉口站3月16日水位达21. 33m, 6月26日突破设防, 28日超过警戒水位, 入汛早、涨幅大、来势凶猛
			(3) 7~ 8月, 长江上游寸滩站先后出现11次洪峰, 中游河段出现9次洪峰, 沙市站4次破历史记录, 监利站7次, 破历史记录洪峰次数多, 中游各站洪峰超历史次数多
			(4) 长江中游宜昌至湖口超警戒水位2. 50~ 3. 94m, 沿江诸站洪峰水位高
			(5) 寸滩、宜昌、螺山、汉口7~ 8月洪水总量分别比1954年同期多156亿m ³ 、136亿m ³ 、12亿m ³ 、145亿m ³ 。宜昌至湖口超警戒水位17. 5~ 82 9天; 沙市至湖口超历史最高水位8. 5~ 47. 1天, 洪水总量大, 高水位持续时间长
2	无序围垦, 无章砍伐, 导致生态环境恶化, 水土流失, 行、蓄洪能力减弱, 使得酿成洪涝灾害的可能性加大, 抗洪减灾能力降低。	地 力	(1) 长江上游森林覆盖率由建国初的30%~ 40%, 下降到现在的 10%; 湖北从1994年至今共损失林业面积20. 24万亩
			(2) 长江流域水土流失面积50年代为 36万km ² , 现在增加到 56万km ² ; 年土壤侵蚀达22. 4亿t, 湖北为2. 1亿t
			(3) 长江上游宜昌站多年平均输沙量为5. 3亿t, 出口大通站为4. 72亿t; 城陵矶到汉口240km河段, 自 1966~ 1976年河床淤高0. 43m
			(4) 1949年长江中下游共有湖泊面积25 828km ² , 到 1972年仅余14 073km ² ; 洞庭湖1951~ 1978年共淤积泥沙53. 7亿t, 耕地面积由1949年的3 957km ² 增加到1983年的5 791km ² , 湖面面积年均减少54km ² ; 湖北湖泊有效调蓄容积由1949年到1988年, 从115. 4亿m ³ 减到了33. 7亿m ³
			(5) 长江上游地区大中型水库平均年拦沙淤积1. 5亿t, 塘堰淤积0. 78亿t, 大中型水库因淤积泥沙降低库容量超过100亿m ³ ; 湖北原有水库水面335. 93万亩, 1997年为202万亩
3	大堤设防标准偏低, 堤防质量参差不齐, 加之堤基地层多变, 又没有进行有针对性的加固处理, 是形成漫溢、渗漏、管涌、溃口的根源之一。	人 治	(1) 堤防标准偏低, 如湖北汛期加筑子堤1 147km, 其中直接挡水段达722km, 子堤挡水高度达0. 05~ 1. 6m
			(2) 堤防工程险情数量多。截至9月10日, 湖北收报险情4 971处, 其中重点险情540处; 溃口性险情34处, 除3处为闸险外, 31处均为堤基、堤身险情, 其中属堤身的10处, 属于堤基的21处
			(3) 沿堤堰塘和取土坑多。湖北540处重险中, 有128处发生在堰塘和取土坑内, 距堤脚距离一般在330m以内, 其中大多在 150m左右
			(4) 涵闸、泵站安全隐患不少, 湖北今年540处重险中, 闸站险情有28处
			(5) 汉口属长江高漫滩Ⅰ级阶地, 地表下40~ 60m是基岩, 基岩以上20~ 30m主要为沙、砂砾石等粗粒堆积物, 再上面10~ 20m为粘土、淤泥和粉土等细粒堆积物, 可见基岩面高低不平, 富有代表性
4	高新技术投入不足, 对险情隐患尚无准确可靠的预测预报手段, 不能做到防患于未然, 出现险情全靠水来土挡的“土办法”处理, 费工费时, 延误时机。	技 能	(1) “水情演进模型”借助于芬兰模式; 但我国的监测、预报、决策体系不健全
			(2) 险情探测, 全凭拉网式排队的人工目测, 缺乏先进的探测技术与设备
			(3) 险情处理全靠水来土挡, 缺乏新型的堵、导材料与技术设备
			(4) 对堤防薄弱地段, 心中无数, 只好全线布阵, 大兵团作战
			(5) 灾情评估系统不完善

长江流域和相似地区提供先进实用的防汛抗洪技术手段; 为地方生产部门组织安排生产提供科学依据; 同时, 也会在基础理论研究上有所突破, 并可为今后的科学研究提供系统的资料。

为改变当前被动防汛抗洪的局面, 本着“安全第一、常备不懈、以防为主、积极抢险”的精神, 为着力提高防汛抗洪技能, 我们从岩土力学的观点与岩土工程稳定的角度, 提出了以下问题。

三、防御洪涝灾害中的岩土力学问题

防御洪涝灾害中的岩土力学问题如图 2 所示。

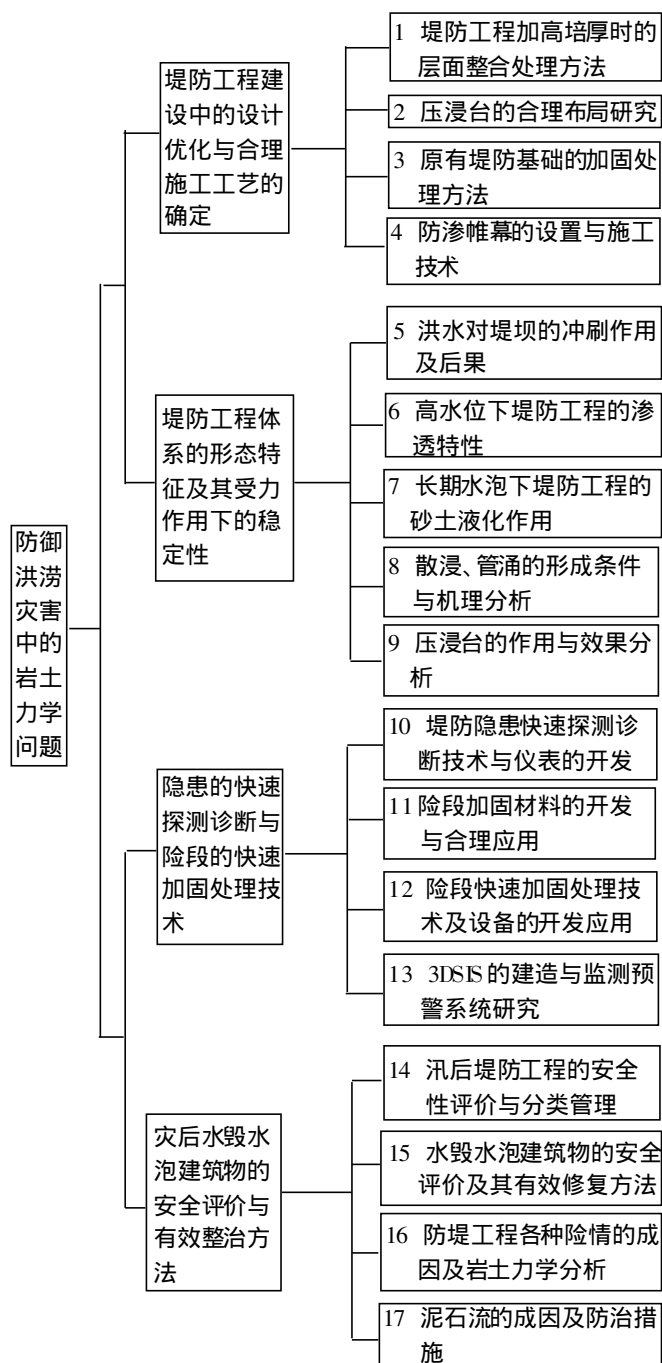


图 2 防抵洪涝灾害中的岩土力学问题

从图 2 中列出的问题看：最困难、最关键的一是堤防工程体系 3DSIS 的建造与评价归类和分级整治与防范；二是快速、准确探测诊断堤防隐患与快速、可靠地加固整治险段险情的材料和方法、技术、设备的开发研究。

堤防工程体系的三维地层信息系统（简称

3DSIS，图 3），是在对堤防工程体系进行全面勘测普查的基础上，依据工程的实际形态和运行状态的实测资料集成的可视化数字、图像显示、输出源库。它的内容构架主要包括：堤防工程的形态参数及其物理力学特性指标；堤防工程中涵闸、泵站部位及状态参数；堤防工程不同地段的挡水受力状态；堤防工程历次险情的发生地址、状态及排除方法；堤防工程的安全监测体系及相应的预警预报系统。

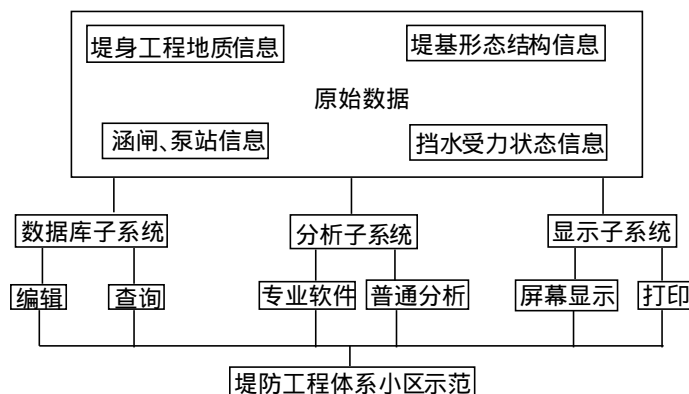


图 3 堤防工程体系的 3DSIS 功能模块图

在建造堤防工程体系 3DSIS 中，需要着力解决：

1. 反映堤防工程体系结构特点的三维数据结构。目前所有的三维数据结构，如三维矢量数据结构、三维栅格数据结构以及矢栅一体化结构均不能很完善地应用于解决地层信息处理问题。对于岩土工程这个特殊领域，要处理的对象复杂。因此，需要研究适用的三维数据结构，这是本系统实现快速、高效显示与分析的前提。最近研究较多的面向对象数据库技术为复杂对象存储提供了较好的手段和方法，将钻孔、涵闸、泵站以及地层资料都视为相互关联的对象，研究它们之间的拓扑关系，可为存储、查询带来很多便利。

2. 三维地层模型的建立和显示技术。对三维地层对象进行建模和屏幕表达比二维问题复杂得多，目前三维可视化技术是国内外 GIS 研究中的前沿课题。它涉及到原始数据的存储结构问题、地层层面插值算法的有效性与准确性问题，以及从原始数据到显示数据转换算法的效率问题，对于面向对象的数据结构，有很多算法尚待进一步研究。

3. 三维空间中的分析技术以及系统与外部分析软件的集成技术。目前 GIS 缺乏有效的三维分析手段，这已成为 GIS 进一步发展与深入应用的障碍，由于 GIS 的研究刚刚开始不久，在空间分析功能上不如二维 GIS 成熟，在二维 GIS 中应用较多的如空间插值、统计分析、转换分析、叠加分析等，要推广到三维空间仍须很多努力。另外，目前一些专业模型（或系统）在进行空间分析时有着各自的特点与优势，越来越多的 GIS 研究人员已认识到，将这些特点和优势与

（下转第 33 页）

修建淤地坝坝系的目的和作用,主要有三:一是使因水土流失而产生的泥沙,在小流域内流而不失,拦泥淤地,发展农业生产;二是抬高沟床侵蚀基点,削减沟崖重力侵蚀,从而进一步稳定地形,全面减缓水土流失;三是高标准地控制沟内洪水泥沙,削减水沙对下游主干河道及两岸的危害,从根本上快速地为大江大河防洪减淤服务。但从实际工作中看,这三个方面,现在都存在有明显的问题,必须认真解决。

1. 从拦泥淤地方面看 打坝淤地,是以打坝为手段,拦泥淤地为目的一种保持水土、建设基本农田的有效方法,拦泥越彻底,时间越长,淤地越多,待淤到一定程度,例如每平方公里流域面积内淤出坝地100亩左右时,再加上坡面综合治理的加强,所有沟坝地就将成为干旱地区肥沃耐旱的农业高产基地。这样的目标是振奋人心的,但要达到这样的目标,却是有难度的。首先是连续拦淤的工作必须跟上,但现在的实际情况一般是:在淤出少量坝地后,就全面转为种植利用;不再对坝体进一步加高拦淤了,而是围绕已有坝地,大修防洪坝,大挖排洪渠。这方面过去是如此,现在有的地方在群众对淤地坝的建、管、用三者有了自主权后,仍然是如此。致使许多淤地坝的拦泥淤地作用,成了昙花一现的短暂现象,这正是坝地面积长期增长缓慢,个别地区甚至有负增长的主要原因之一。

2. 从抬高沟床侵蚀基点,削减沟崖重力侵蚀方面看 黄土丘陵沟壑区的沟谷横断面多呈凹形,沟道陡崖部份的高度多在35~50米之间,是经常产生沟壁重力侵蚀的主要部位,要稳定沟壁减少重力侵蚀,淤地坝须高达40米左右才行。但现有淤地坝坝高多在10米上下,达20米的较少,达30米以上的更少;而且各坝建成淤满后,一般不再加高坝体,坝内

淤厚自然也就不可能达到必要的厚度,因此也就不可能对沟壁陡崖起支撑稳定作用。相反,沟壁在排水渠的冲刷掏挖之下,反而会造成前所未有的新的塌岸和沟蚀,增加下泄泥沙量,加剧水土流失。

3. 从永续滞洪拦泥方面看 坝系要经常起到滞洪拦泥作用,就必须长期(而不是短时内)具有强大的拦蓄能力,直至达到相对平衡,否则就不可能发挥应有的作用。但现有淤地坝一般都是在建坝初期拦蓄一阵子,淤出少量坝地后,便变拦为排,围绕已成坝地大修防洪堤和排水渠,滞洪拦泥作用随即终止,结果是堵了一条旧沟,又排挖出一条新沟,排水渠越冲越大,完全背离了建坝的初衷而走向自己的反面。

上述种种情况,说明我们当前在淤地坝建设的操作运用过程中,大量的短期行为和临时观点,缺乏长远的战略目标。关键的关键是人的认识上不去,工作没有明确的大方向,没有从根本上治理好水土流失、治理好黄河的战略眼光,拿不出切实控制洪水泥沙的魄力,使淤地坝建设老是在低标准上循环往复而不能有所突破,结果只能是费了不少劲,却越来越被动。

水土流失是在不良的客观条件下而产生的一种坏现象,是很顽固的。水土保持工作有如逆水行舟,不进则退,没有明确的方向和应有的力度,即使开展了,也难取得应有的效果。同样,淤地坝坝系建设,更有如深井中提水,在井水未提上井口之前(这里所说的井口,是指坝系达到相对平衡而言)是不能松劲的,松劲就会倒退,就会前功尽弃。淤地坝坝系建设的前景很好,但工作的难度也大,难就难在必须持之以恒地拦下去,要突出一个“拦”字。我们必须提高认识,组织力量,知难而上。

(责任编辑 王宏章)

(上接第27页)

GIS集成以增加GIS的分析能力,无疑将为GIS的深入应用提供有效的帮助。集成技术目前主要有三种结构:对称结构、嵌入结构、动态链接结构。其中动态链接结构较好地体现出了Windows的优点,而且开发速度较快,是发展趋势之一。

在建造堤防工程体系3DSIS的基础上,依据量度堤防工程体系中堤身质量、堤基状况以及挡水堤面承受水力冲刷状态的诸多参数,分区分段对堤防工程予以综合评价,然后按照一定的标准和规则将堤防工程的区段划分成不同的安全等级,再根据不同情况,采用相应的加固整治措施和防范对策。

在面向21世纪,加速实现“数字地球”进程的今天,建造堤防工程体系的3DSIS,既是智力抗洪、科学决策的客观要求,也是我国综合科技实力的展现。建立堤防工程的3DSIS,将有助于实现堤防工程地层信

息共享,对全面进行信息数据管理、分析、评价,支持科学决策,具有重大的现实科学意义。

由于堤防工程体系3DSIS的研究开发是针对堤防工程地质信息的特点,以工程地质、水文地质、土木工程、环境工程和岩石力学、土力学等理论为基础,基于三维地理信息系统之上,利用面向对象技术、图形图像学、多媒体技术、人工智能与专家系统等信息技术的最新成果,实现堤防工程信息共享,支持科学决策,故有着重要的科学价值和广阔的应用前景,同时也将产生重大的社会效益和显著的经济效益。

主要参考文献

[1] 王笑海等. 地理信息系统(GIS)在岩土工程中应用的现状及存在的问题. 岩土力学研究与工程实践. 黄河水利出版社, 1998年8月

(删去7篇会议发言、文件等内部文献)

(责任编辑 王宏章)