

河湖决堤新型封堵方法研究与应用

周继红¹, 林林²

1. 淮安市淮安区河下水利服务站, 江苏 淮安 223200

2. 江苏省淮安市淮安区河道湖泊管理所(入海水道堤防管理所), 江苏 淮安 223200

DOI:10.61369/WCEST.2025100010

摘要: 我国水系众多, 大江大河遍布全国南北, 河湖堤防安全事关国防、民生和社会发展稳定大计。本文重点研究了我国水系源流分布现状、决堤原因及其危害, 阐述了我国河道湖泊决堤防御的重点区域, 分析了当前河湖决堤立堵、平堵和混合堵传统方法存在的不足, 着重对河道决堤封堵方法进行了研究, 在应用实操方面发表自己的观点, 目的是在河湖决人为不可控制的情况下, 如何快速有效的封堵河道决口, 将人员和经济损失降到最低, 确保经济社会持续稳定发展。

关键词: 河湖; 决堤; 封堵

Research and Application of New Methods for Blocking River and Lake Breaches

Zhou Jihong¹, Lin Lin²

1. He Xia Water Conservancy Service Station, Huai'an District, Huai'an City, Huai'an, Jiangsu 223200

2. Huai'an District River and Lake Management Office (Seaport Waterway Embankment Management Office), Huai'an, Jiangsu 223200

Abstract: China has numerous water systems, with major rivers flowing throughout the country from north to south. The safety of river and lake embankments is crucial to national defense, people's livelihood, and social development and stability. This paper focuses on the current distribution of water sources and flows in China, the causes and hazards of embankment breaches, elaborates on the key areas for the defense of river and lake embankment breaches in China, analyzes the deficiencies of the traditional methods of vertical blocking, horizontal blocking and mixed blocking of river and lake embankment breaches at present, and emphatically studies the methods of blocking river embankment breaches. It also expresses its own views on the application and practical operation. The aim is to quickly and effectively block river breaches when they are beyond human control, minimize personnel and economic losses, and ensure the sustained and stable development of the economy and society.

Keywords: river and lake; dike breach; plugging

一、我国水系河流分布现状

目前我国境内主要有“七大水系”均为河流构成, 为“江河水系”, 均属太平洋水系。分别是:珠江水系干支流总长36000公里;长江水系全长6300公里, 通航里程近8万公里;松花江水系全长1927公里, 流域面积约为54.5万平方公里;辽河水系全长1430公里, 流域面积22.94万平方公里;黄河水系全长5464公里, 流域面积79.5万平方公里;海河水系接纳北运等五大支流和300多条较大支流;淮河水系干流全长1000公里, 干支流密布河南、安徽、江苏、山东4省;松花江全长958千米, 流域面积78180平方千米。

二、河道决堤的原因及其危害

(一) 河湖决堤的原因主要有

- 1) 河道湖泊堤坝达不到防护标准;
- 2) 河道湖泊岸线长, 防护管理不到位;
- 3) 上游泄洪以及极端天气引发的河湖水位暴涨;
- 4) 台风、地震等突发自然灾害导致河道湖泊堆堤倒塌;
- 5) 战争等人为恶意因素破坏导致。

(二) 河湖决堤历史事件及其严重危害

中国是世界上自然灾害种类多、灾情最为严重的少数几个国家之一。从历史记载的灾害来看, 在我国七大水系中黄河水系、

作者简介: 周继红(1972.12-), 男, 汉族, 江苏淮安人, 本科, 工程师, 主要研究水利工程建设与管理。

淮河水系、长江水系灾害较为频繁且损失最为严重。近年来由于受厄尔尼诺现象影响，极端天气频发，海河水系和松花江流域等先后出现河湖决堤现象^[1]。

黄河流域水害：公元前602年至公元1938年的2540年间，黄河下游决口1590次，改道26次，重大改道7次，给生活在黄河周边的区域带来了重大危害。1975河南发生史上最惨水库垮坝悲剧，此次灾害波及30个市，共计一千多万人受灾，造成2.6万人遇难，经济损失超百亿，当时被国外媒体称为全球最大的水库溃坝悲剧。

长江流域水害：长江洪水千百年来一直威胁着长江两岸亿万人的生命和财产安全。1949年前的300多年间，长江荆江大堤决堤过34次。据历史记载从汉代到清末的2000多年间，长江中下游平均10年左右发生一次大洪水。到了近代平均5到6年就发生一次较大洪水。1931年的洪水使得武汉的大街上可以划船往来，受灾农田5000多万亩，受灾人口在那个年代已经高达2800万人。1998年特大洪水导致的九江年长江流域九江县江洲堤溃决是近30年来危害最大的一次，决堤封堵时间较长，有抢险人员死亡，直接经济损失按照当时测算统计约3.3亿元。

三、现有河湖决口的封堵方法及其缺陷

（一）河道湖泊决堤封堵目前的方法主要是

对于决口处水流速较快时，采用重型石块和货车等抛至决口阻止水流，当水流较缓时，采取人员和机械相结合的办法进行封堵。封堵一般采取立堵、平堵和混合堵三种。一是堤防决口立堵法。堵口时用土和料物，从口门两堤头相对进堵，堵到龙门口，最后进行合龙，主要方法有填土进堵和打桩进堵^[2]；二是堤防决口平堵法。平堵通常是利用架桥或平抛料物，如抛散石、混凝土体、柳石（土）枕、铁丝笼或土袋等，从河底开始逐层填高，直至高出水面，以堵截水流；三是堤防决口混合堵法。混合堵是立堵与平堵相结合的堵口方法。如在软基上堵口，可先在口门两端进占立堵，当口门缩小，流速较急，再采用平堵。

（二）目前封堵河湖决口的主要缺陷

无论采用上面哪一种方式封堵决口，最大的不足：

- 1) 对于河道决口上下游水位落差较大、水流较快时，堤坝封堵速度慢。
- 2) 对于运用石块、铁笼、货车等材料封堵时，由于所投的料物透水性大，截流后堤坝不易闭气，给封堵增加难度。
- 3) 需要动用更的人力和物资，比如：1998年九江决堤曾先后动用几万抢险人员和相当数量的机械。
- 4) 对封堵决口抢险人员生命构成严重威胁。从历次大型抢险决堤的情况来看，均存在不同程度的人员伤亡。

四、河道决堤防御的重点区域及新型封堵方法

（一）我国河道湖泊决堤防御的重点区域

由于我国内陆河流众多、河道湖泊岸线长，一般来说在山区

有山体作为河道的屏障，相对来说河道决堤的可能性不大。在当今重大自然灾害仍然频发的年代，长江、黄河、淮河、松花江、海河等流域及其干流、支流，河道决堤仍然是防御的重点，尤其是内陆平原的干、支流堤防是防御的重中之重，无论其决口下游是城市，还是工业企业乃至农田，一旦河道决堤，其产生的损失都是不可估量的。只有在第一时间内迅速有效封堵河道决口，才能最大限度的降低人员死伤和财产损失^[3]。

（二）封堵船的主要构成及其用途

1) 船舶的主要构件。船体与正常船体一样，船体可分大、中、小，决口较宽时可以多个船舶单独作业，也可以组合作业。根据任务不同，船舶的主要构件通常由船舶动力装置、卷扬机、打桩机、土石料传送装置、固定船舶用的若干铁锚、发电装置和照明设施等等。

2) 船舶构件用途

船舶与船舶动力装置：船舶的船体为普通船舶，动力装置通常是由柴油内燃机组组成，用于保证船舶行驶的动力装置。动力装置还可为船舶上的卷扬机、打桩机、传送装置提供动力。

船舱：船舱通常位于船体中间部位，主要用于存储封堵河道决口的填土石料、草包、钢管以及其他物资等。

卷扬机：固定在船舶的一侧，通常配备一台或数台卷扬机，卷扬机绳索另一端与铁锚或链接，利用卷扬机的伸缩实现将封堵船舶在河道内任意位置的固定。

船配打桩机：通常在船体的一侧或两侧，主要用于船舶在河道内进行打桩，一方面可用来辅助固定船舶，防止船舶在水中发生漂移，另一方面可以对堆堤缺口处进行打桩。

传送装置：该装置主要是将岸上的填石料等物资输送到船舱，减少人工搬运。另，针对瘦弱堆堤无法采用机械车辆运输填石料的，以及需要从较远距离运输填石料的情形，可通过多个船舶运输填石料，提升抢险效率。

发电装置和照明设施：发电装置主要是为船舶电力系统提供电力（包含电力驱动的卷扬机、打桩机、传送装置等），照明设施主要是便于抢险作业24小时进行。

（三）封堵船舶的固定方法

1) 抛锚固定船舶法：通常是将船舶上的数个铁锚放置到河道底部，利用船舶上的卷扬机将封堵船舶进行灵活固定，通常是将封堵船舶固定到堆堤的缺口处。

2) 河道内打桩固定船舶法：在河道内打木桩或钢管或螺纹桩，固定桩通过连接绳索对船舶进行固定。必要时用螺纹桩，利用螺纹桩增加摩擦应力，螺纹桩的固定相对来说牢固，一般适用于沙质土壤的河床和堆堤。

3) 河道对面树木、岩石和硬基固定船舶法（主要适用于河道不是特别宽的场景），一般情况下河道堆堤都长有树木，将绳索固定在决口对面堆堤的较为粗壮的树木上，绳索的另一端用来固定封堵船舶。或是利用对岸的岩石、硬基堆堤，在岩石或硬基路面上打深孔（一般是带有适当角度的斜深孔，深孔与绳索的角度保持约30–85度的锐角），深孔里插入钢质的桩钉，钢质的桩钉可以对河道内的封堵船舶形成强大的拉力，利用船舶上的绞

盘机将船舶固定到河道内的任何位置，便于对决口开展快速有效封堵。

4) 对岸起重机固定船舶法（主要适用于河道不是特别宽的场景）。在决堤对岸的堆堤上没有大树、岩石和硬基堆堤的情况下，可以在对面的堆堤上固定一台或数台起重机，将起重机上的钢丝索与船舶连接，利用起重机灵活固定封堵船舶。

5) 船体一侧打桩固定法。当决口处水位落差较大时，船舶固定到决口处有可能被强大的水流冲到下游，利用船体自身的打桩机垂直向下打桩，用于固定船舶，确保船舶不被水冲到下游。

当河流底部和堆堤土壤为沙质土壤时，决口上下游水位落差较大时，由于水流湍急不利于船舶固定，此时需采用上述多种船舶固定法同时进行固定，以达到固定船舶的最佳效果。

（四）河道决堤封堵的操作流程及方法

通常来说，前期的河道决堤都存在着上下游落水差，人员下去强行封堵存在着生命危险，封堵物料下填很容易被水流冲走。以下操作步骤主要是针对决口较宽、决口处上下游水位落差大的情况，但同样适用小缺口、上下游无水位差的情况，具体操作步骤如下：

1. 现场勘测，制定封堵方案。

具体来说，主要是勘测决堤段河道内及堆堤的土质类型、决口处的深度和宽度、决口处水的流速以及决口下游保护的对象等相关情况，通过勘测上述情况，明确决口封堵的方法、填石料的物资种类、抢险队伍数量、需要出动的机械、启用封堵船的大小和数量、封堵船舶的固定方法等等。

2. 迅速做好封堵前期准备工作。

1) 抢险人员到位。主要是指封堵决口的指挥人员、启动封堵船舶的技术人员、抢险队员以及现场安全观察人员和警戒人员等。

2) 填堵决口物资到位。视决口处的土质情况，按照就近的原则，准备相应的填石料作为填堵物资。

3) 封堵船舶到位。根据决口处的深度和宽度不同，选择封堵船舶的大小和数量。

3. 有序组织决口封堵。

1) 固定封堵船舶。视决口的宽度，选择相应数量的封堵船舶开到决口处上游，采取相应的船舶固定方法，利用船舶自身的卷扬机，将船舶固定到决口处。

2) 利用封堵船舶有效阻止水流。

a 当缺口处较浅时：将土石料装至封堵船舶上，测量船舶的吃水深度，船舶吃水深度不能超过缺口处的深度，否则船舶无法固

定到缺口处，将船舶固定到缺口处后，利用船体有效阻止决口处水流继续向下游泄漏。

b 当决口处深度过深时：船舶吃水深度不足以阻止水流继续向下游泄漏时，在封堵船靠近堆堤的一侧打木排桩或钢板桩，以达到阻止水流的目的。

c 当决口处较宽时：可以采用多艘封堵船舶协同作业，可从缺口两端采取立堵的方式渐进填堵，也可以在两端渐进填堵的基础上，从缺口中间进行立堵。

4. 反复检查，堆堤加固。

当决口处堆堤封堵基本完成后，需用机械对堆堤进行压实，由专业人员检查堆堤封堵是否闭气，最后，将决口处堆堤与周边堆堤恢复原貌。

（五）河道决口封堵船的主要优点

1) 机械操作封堵效率相对较高。与目前传统的封堵方法相比较，封堵船舶单独作业和多船作业，采用的是机械化操作，对上下游落差较大决口封堵效率高，可极大的提升河道决堤封堵的速度。

2) 灵活机动性强。由于水系贯通，该船舶所到之处均可以有效开展封堵作业，灵活机动性较强。

3) 安全高效。由于采用的船舶封堵，基本上不需要抢险人员下入到水中封堵决口，有效避免抢险人员伤亡。

4) 结构简单，操作方便。船舶所需要搭载的卷扬机、铁锚、打桩机、电器设备等均为普通的设备，安装简便，易于操作。

五、应用实操

1) 培训必要的技术人员。河道决口抢险现场指挥员、船舶操作人员、安全员在整个抢险过程中承担着重要的任务，必要的培训可以有效提升抢险工作的效率。

2) 作为防汛抢险演练的重要内容。各级防汛机构每年均开展防汛抢险演练，由于该方法与传统的决口封堵方法有所不同，既有指挥员与操作员的密切配合，也有机械与抢险人员的配合，经常性开展抢险演练可有效提升河道决堤抢险的实战能力。

3) 作为防汛抢险重要物资装备。作为防汛抢险物资产品易于装备普及推广。防汛抢险历来是奉行“宁可备而不用，不可用时无备”的原则，将河道决堤封堵船舶作为防汛抢险装备进行储备，非汛期可以作为船舶进行运输，汛期可作为抢险装备用于抢险，对于洪水决堤抢险以及应对自然灾害有着极其重要的意义。

参考文献

- [1] 刘徐三. 水基钻井液防塌封堵材料封堵特性实验研究 [J]. 钻探工程 , 2021(06).
- [2] 何瑞兵 ; 苗海龙 ; 陈增海 ; 徐安国 ; 席江军 . 高效封堵性水基钻井液体系研究 [J]. 石油化工应用 , 2020(05).
- [3] 曾文韬 . 水基钻井液加强泥页岩井壁稳定研究 [D]. 长江大学 , 2019.