

# 无锡市城市防治洪涝控制圈 及改善水环境思路

孙雯<sup>1</sup> 朱喜<sup>2</sup>

(1. 无锡市太湖闸站工程管理处, 江苏 无锡 214071;  
2. 无锡市水利局, 江苏 无锡 214031)

**【摘要】** 本文通过分析无锡市主城区控制圈取得的良好洪涝防治效果和改善水环境效益,及无锡市区其他区域存在的洪涝问题,提出全面建设高标准控制圈(区)是无锡市区实行分片洪涝防治的最佳途径。控制圈(区)应有适当规模,宜建尽建,因地制宜,河道和雨水管道防涝标准统一,控制圈与海绵城市建设同步实施;流域机构因势利导,高标准统一规划流域洪涝防治工程;控制圈(区)的分类和建设原则;高标准洪涝防治和改善水环境主要措施。

**【关键词】** 控制圈;高标准;全面建设;分区控制;防治洪涝;改善水环境

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

文章编号: 2096-0131(2017)010-0062-06

## Urban flood prevention and control circle and thought of improving water environment in Wuxi

SUN Wen<sup>1</sup>, ZHU Xi<sup>2</sup>

(1. Wuxi Taihu Sluice Station Engineering Management Office, Wuxi 214071, China;  
2. Wuxi Water Conservancy Bureau, Wuxi 214031, China)

**Abstract:** In the paper, the good effect of flood control and improvement of water environmental benefits in main urban area control circle of Wuxi, and severe flood problem in other areas are analyzed. It is proposed that comprehensive construction of high standard control circle (area) is the best way to implement section flood control in Wuxi. The control circle (area) should have proper size. Area suitable for construction should be constructed as far as possible. Measures should be adjusted according to local condition. River channel and rainwater pipeline flood prevention standards should be uniform. The control circle and the sponge city construction should be implemented synchronously. The river basin institution should make the best use of the circumstances. The river basin flood prevention projects should be uniformly planned with high standard; control circle (area) classification and construction principles are formulated; high-standard flood prevention and improvement of water environment are main measures.

**Key words:** control circle; high standard; comprehensive construction; zoning control; prevention and control of flood; improvement of water environment

### 1 无锡市主城区控制圈及其效益

#### 1.1 控制圈概况

无锡市主城区控制圈(俗称大包围)2007年试运

行,2008年全面建成运行,其位于京杭运河无锡段(下称大运河)东北侧,是无锡市社会经济最发达区域,现人口百万,GDP1500亿元;内有河道近400条,总长360km,水面积6.8km<sup>2</sup>,水深2~3m;控制面积136km<sup>2</sup>,

设计排涝流量  $415\text{m}^3/\text{s}$  (不含其周边圩区直接外排流量)<sup>[1]</sup>。

## 1.2 控制圈效益

### 1.2.1 防治洪涝

建成控制圈后改变了城市低洼地区逢大雨必淹的状况,至今从未发生过城市涝灾(雨水管道系统因施工而导致泄流不畅的个别情况除外),确保了人民生活正常、经济持续发展。如 2012 年 24 小时降雨量 209mm 和苏南地区 2015 年、2016 年汛期连续多日大暴雨,控制圈内均未受淹。

### 1.2.2 改善水环境

改善圈内骨干河道水质,控制圈阻止圈外污染河水进入,且每年从锡北运河调入水质较好的水 2 亿多  $\text{m}^3$ ,使河水水质得到相当程度改善,消除黑臭。如控制圈内骨干河道环城古运河,建控制圈前的 2001—2003 年 TN、TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$  分别达到  $8 \sim 12\text{mg/L}$ 、 $0.45 \sim 0.51\text{mg/L}$ 、 $7.5 \sim 11.6\text{mg/L}$ ,属严重劣 V 类水,河道黑臭;建控制圈后 2015 年分别为  $6.68\text{mg/L}$ 、 $0.293\text{mg/L}$ 、 $3.37\text{mg/L}$ ,较前分别削减 33.2%、39%、64.7%<sup>[2]</sup>;改善了小河道水质,原圈内小河道几乎全部黑臭,现水质得到改善,黑臭比例大幅度减少。

无锡市主城区控制圈已成为全国平原城市洪涝防治和改善水环境的榜样,太湖流域常州、苏州、常熟和上海等城市仿效建控制圈,取得了较好效果。

## 2 无锡市区全面建设控制圈的必要性与可行性

### 2.1 必要性

a. 无锡市区其他区域存在洪涝灾害威胁,也应建设控制圈。市区其他部分及大多数镇均是人口稠密的社会经济发达区域,市民希望建设高标准控制圈(区)。

b. 无锡市区河道水污染仍较重,且有黑臭。建控制圈可调水改善水环境。

c. 无锡市区原许多圩区已不适应目前高标准防

治洪涝的要求。由于市区原有圩区洪涝防治标准相对较低、地下水超采引起地面持续沉陷、圩区土坝的不均匀自然沉陷或由各类原因造成一定的损毁,且今后汛期大运河水位呈继续上涨趋势,使城镇圩区洪涝灾害和河道水污染更加严重甚至出现黑臭。故应改变独立小圩区的管理模式,建立规模较大的高标准控制圈,以提高抵御洪涝能力和改善河道水环境。

d. 控制圈的集中控制优于分散控制。若控制圈内每条河道实行分散控制,会有如下缺点:在每条河道两岸均建设抵御洪涝的堤坝或挡墙,则城市内堤坝挡墙林立,难与现代的美丽城市融洽,且影响市民的生活环境;分散控制工程量很大,估算其工程费用为建设控制圈(如无锡主城区控制圈)的 3~4 倍;分散控制管理人员多、运行费用高;分散控制需要管理的堤坝数量多,安全隐患多,防洪压力大。控制圈若适度集中控制,洪涝防治安全系数大。故建设适度规模的消除城市洪涝的高标准控制圈是必要的。

### 2.2 可行性

a. 无锡市主城区控制圈取得良好经验,宜在市区受洪涝灾害威胁的其他区域推广。

b. 城市控制圈是传承祖先堵疏结合的防治洪涝传统水利措施在现代城市的科学应用。

c. 太湖流域有能力控制并消除各城市洪涝灾害。有人错误地认为城市控制圈向外排水,抬高控制圈外骨干河道特别是大运河水位,会加大流域及其他城市的洪涝防治压力,所以不可取。随着社会进步和经济持续发展,城市乡镇(以下简称城镇)对防治洪涝要求不断提高,均希望建设控制圈消除洪涝保安全和改善水环境,农村圩区也需要加大排涝能力保安全,这是社会经济发展的必然结果,流域机构可因势利导,统一规划流域高标准洪涝防治工程,确保大运河两岸城镇消除洪涝灾害。

d. 无锡市经济实力雄厚,且是全国推广河长制的首创城市,管理经验丰富,有能力全面推广城镇洪涝防治控制圈。

### 3 控制圈(区)分类

控制圈(区)是在城镇河网区或河道的一定范围建设能有效防治洪涝的系列水工程,其目的是堵住外来洪水不入圈、及时排出圈内涝水及有效改善水环境。控制圈(区)分类如下:

a. 以大小分类。河网控制圈,一般指面积较大、涉及河道较多、人口密度大的河网区域;河道控制区,一般指涉及河道数量相对较少的区域,其中只有1条骨干河道的控制区称为骨干河道控制区。

b. 以封闭形式分类。分为全封闭、半封闭河网控制圈或多条河道控制区,一条骨干河道的全封闭、半封闭、开敞式控制区。

c. 以地形高程分类。分为低洼或非低洼控制圈(区)、山前平原型控制区。

d. 以运行形式分类。分为全年或局部时段全封闭、半封闭、不封闭运行。

### 4 建设控制圈(区)原则

a. 流域统一规划、区域统一管理。其中锡澄片(无锡市区和江阴市)由无锡市统一调度和属地管理。

b. 控制圈(区)规模适当、宜建尽建、因地制宜,分区消除洪涝。

c. 高标准洪涝防治。城市洪涝防治标准与已建主城区控制圈(区)相同:防洪设计标准200年一遇,校核标准250年一遇;降雨防涝设计标准250mm/d,校核标准350mm/d。镇控制圈(区):防洪设计标准150~200年一遇、校核标准200~250年一遇,降雨防涝设计标准200mm/d、校核标准300mm/d。

d. 改善河道水质效果良好。

e. 河道与雨水管道的排涝标准统一,均按本地降雨标准设计。

f. 控制圈与海绵城市同步实施,建设大海绵城市。正确理解海绵城市,其无法阻挡外来洪水造成的洪涝灾害,所以海绵城市和控制圈(区)建设须密

切结合。

g. 控制圈(区)间相互协调和长效管理。

h. 分期分片建设。市区全部建成控制圈(区),其总面积超过1000km<sup>2</sup>,占市区面积2/3,投资量大,可分期分片实施。

## 5 控制圈高标准洪涝防治和改善水环境主要措施

### 5.1 高标准防治洪涝总体措施

#### 5.1.1 流域区域骨干河道高标准排泄洪涝

由于已建或将建的各控制圈(区)洪涝防治标准较原圩区标准提高较多,所以流域和锡澄片须增加排泄洪涝能力,统一规划,增加骨干河道排涝能力。

大运河为市区最主要骨干河道,其相关河道应有足够的泄洪排涝能力,使无锡市城区汛期水位一般不超过5.00m(吴淞高程)。

大运河向长江排水,主要为泵排,自排受长江涨潮限制。现泵排能力为:新夏港45m<sup>3</sup>/s、白屈港100m<sup>3</sup>/s、望虞河180m<sup>3</sup>/s;谏壁120m<sup>3</sup>/s。现有排水能力不能满足2015年、2016年汛期多日普降暴雨的排水要求。经计算苏南地区要增加1000m<sup>3</sup>/s排水流量才能保证大运河汛期最高水位不超标准。

建议增加泵站排涝能力(向长江):新沟河180m<sup>3</sup>/s(已建未运行)、新孟河300m<sup>3</sup>/s(已批准)、锡澄运河100~150m<sup>3</sup>/s、张家港100~150m<sup>3</sup>/s、走马塘新建或望虞河扩建100~150m<sup>3</sup>/s;同时增加大运河下游如向黄浦江、钱塘江方向的排涝能力150~200m<sup>3</sup>/s。同时增加相应河道输水能力。其中锡澄运河入长江口处由于土地资源缺乏,可建设地下输水通道(深涵)。长江口泵站一般建双向泵站,其中走马塘为单向排涝。

#### 5.1.2 控制圈应有高标准排涝能力

根据控制圈降雨防涝标准,同时考虑海绵城市建设,计算设计泵站排涝能力。

#### 5.1.3 原有圩区排涝和堤防安全

控制圈内原有二级圩区的堤防按有关排涝标准验

算其泵站排涝能力,一般不必新增排涝能力。

## 5.2 改善河道水环境总体措施

首先进一步推进河长制,一河一策,加强责任制、奖罚制,确保每一条河道均有人管和管好,以控源截污为基本措施及采取相应技术集成措施。

### 5.2.1 骨干河道

a. 控源截污。相应区域建设能处理全部污水的处理设施和全覆盖污水收集管网,提高污水处理标准至相当于地表水  $\text{NH}_3\text{-N}$  II类、TP II类、其他 II ~ III类、TN 较一级 A 提高一倍,经调查目前技术可做到,且提标增加费用不多;封闭全部排污口;工业污水高标准处理或进污水厂;调整产业结构;严格控制养殖、种植和地面径流等面源污染。

b. 充分利用水工程持续适量调水改善水质。

c. 适度清除污染严重底泥。

d. 局部河段利用曝气增氧、磁分离或过滤等技术净化水体。

e. 部分河道实施生态修复。

### 5.2.2 开敞式(黑臭)小河道

a. 封闭全部排污口和完善污水收集管网。第三产业污水进入雨水管道的也应作为排污口封闭,全部城镇和有关村的生活污水进污水收集管网或直接利用简易污水处理设施处理;检修污水收集管道减少其渗漏。

b. 将黑臭小河道内的污水接入污水收集管网。

c. 河道旁的雨水污水管采用合流溢流制,即无雨时的水流和下大雨初期的水流进污水厂处理。

d. 建设海绵城市,控制雨水污染。

e. 利用曝气增氧、磁分离或过滤等技术净化河水、黑臭水体。

f. 实施机械清淤和微生物清除有机底泥。

g. 采用分段建橡胶坝等形式建设挡水坝,减慢流速,利于净化水体。

h. 充分利用水工程调水改善水环境。

i. 充分发挥微生物或制剂在黑臭河道治理中的作用。用小型生化处理设备处理或用高效复合微生物直接处理黑臭水体,其特别适用固载微生物处理,不易被水流冲走,可持续净化水体和消除有机底泥。

j. 有条件河道修复以植物为主的生物系统。

调水可采用以下方法:

a. 正常流通小河道,从水质较好的骨干河道或湖泊调水进入小河道,排向下游。

b. 接通断头浜,即接通 2 条相邻断头浜,使骨干河道水流从上游一条断头浜进,从下游一条排出。

c. 断头小河浜可采取三种调水方法:①往复循环调水。即关闭断头小河浜控制水闸,抽引骨干河道水进断头浜,抬高水位后再开启控制水闸向外排水;或抽引断头浜水进骨干河道,降低其水位后再开启控制水闸,引骨干河道水进断头浜。如此往复循环,至河道水质改善至目标值。②纵向围隔单向调水。在较短的断头浜中设置纵向围隔,从有一定流速的骨干河道中调水,使骨干河道水流从断头浜纵向围隔上游一侧进,流至断头浜尽头,再从另一侧排出。③浜顶调水。在骨干河道中用水泵取水,经铺设的管道深入断头浜数百米或至其顶端,再使水回流。上述调水方法,在小河道达到水质目标后就不会增加骨干河道污染。

### 5.2.3 箱式暗河

暗河为城建过程中把原开敞河道盖上盖板而成。暗河黑臭治理的难度最大,关键是采用适合本地情况的技术集成。在封闭全部排污口基础上,将黑臭水引入污水厂或直接采用简易生化或过滤设备处理;或先用上述调水方法减轻污染,或结合干式清淤、水力清淤后再采用高效复合微生物等技术治理。

各控制圈(区)的骨干河道、(黑臭)小河道改善水环境措施基本相同,以下改善水环境论述中一般不再重复。



## 6 主要控制圈分类防治洪涝和改善水环境

### 6.1 主要骨干河道控制区

#### 6.1.1 大运河控制区

大运河为全年不封闭运行控制区。其2015年、2016年的大运河最高水位分别达到2.18m、2.28m,苏南地区进入大运河的流量超过 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 。所以大运河洪涝防治主要增加北排长江、东排下游的能力和合理调度南排太湖,控制其水位在汛期不超过5.0m,适当提高两侧护岸高度至5.50m(主城区段)。

改善水环境:大运河流量较大,水质较好。加上采用前述控源截污通用技术集成治理,可使水质达到Ⅱ~Ⅲ类。

#### 6.1.2 梁溪河控制区

梁溪河为全封闭控制区,半封闭运行。洪涝防治:平时关闭西侧犊山闸,梁溪河水排入大运河;汛期超标洪水期,开启梁溪河东侧仙蠡桥控制水闸和西侧犊山闸,使大运河水泄入梅梁湖。需适当加高加固梁溪河两侧挡墙至5.50m,加强两岸居民小区防渗控制。

调水改善水环境:梅梁湖泵站平时全年抽水运行,已改善梁溪河水质至Ⅲ~Ⅳ类;结合控源截污,改善梁溪河两侧断头浜水质,梁溪河水质可达Ⅱ~Ⅲ类。

#### 6.1.3 排江引江河道控制区

白屈港、望虞河为原有排江引江河道,运行多年;新沟河一直湖港已建成排江引江河道,将运行;走马塘为排涝河道;锡澄运河现为排涝河道。

a. 增加排涝引水能力。增加泵站排水、引水能力,如锡澄运河、张家港、走马塘(望虞河)等增建长江口泵站;拓宽河道使与泵站提水、排水能力相适应。

b. 洪涝防治。洪涝期半封闭运行,抽排河水入长江或自排入江。

c. 调水改善水环境。平时半封闭运行。采取控源截污通用集成技术治理,调水路径为:抽引长江水入锡澄河网区、主城区控制圈、梅梁湖、竺山湖、贡湖;根据调水需要分别关闭全部或部分河道两侧联通河道的

控制水闸,开启受水区方向有关水闸,使水流向预定的受水区。为保证调水质量,需在有关河道相交处建水闸、倒虹吸等水控制工程。如白屈港与锡北运河相交处建倒虹吸,保证白屈港水进入主城区控制圈时不受污染。

### 6.2 主城区控制圈

#### 6.2.1 洪涝防治

主城区控制圈为城市低洼河网平原区全封闭控制圈,全年全封闭运行。汛期根据雨量大小和控制圈内外水位,开启控制圈周围的全部或部分泵站排涝,使控制圈内水位不超过3.40m。涝水排入周围大运河、锡北运河、锡澄运河等骨干河道。其中圩区涝水排入圈内骨干河道或直接排入圈外骨干河道。

#### 6.2.2 调水改善圈内骨干河道水环境

结合控源截污和净化水体通用技术集成治理。调水路径为:调长江水经白屈港进控制圈,或调望虞河水进控制圈。需在相应河道交叉处建水控制工程;在冬春太湖蓝藻不爆发时调梅梁湖水经梁溪河、大运河地涵进控制圈,这样既省钱,改善水质的效果又好。在白屈港调水通道未建成前,现调锡北运河水入圈。

#### 6.2.3 改善(黑臭)小河道水环境

控制圈(黑臭)小河道主要是古运河旁的耕读圩、羊腰湾圩、梁溪河圩、酱园浜、北塘联圩等圩区及锡山城区的黑臭暗河。采用控源截污和净化水体通用技术集成,使小河道全年有较好水质。

### 6.3 锡南片东部平原河网控制圈

#### 6.3.1 洪涝防治

此为城市一般河网平原区全封闭控制圈,面积 $101\text{km}^2$ ,位于长广溪以东与望虞河、大运河、贡湖、蠡湖、曹王泾之间区域。全年全封闭运行。汛期,根据雨量大小和控制圈内外水位,开启控制圈周围的全部或部分泵站排涝,使控制圈内水位不超过4.0m。河道入大运河处设置水控制工程和建设合计 $100\sim 200\text{m}^3/\text{s}$ 流量的排涝泵站。汛期向大运河排水,若大运河水位过高,可向贡湖排水。

### 6.3.2 调水改善河道水环境

结合控源截污和净化水体通用技术集成治理。调水路径为:利用已建小溪港泵站( $Q=50\text{m}^3/\text{s}$ )调贡湖水进控制圈,自流排入大运河。若大运河水位高,则用泵站排水,水质可改善至Ⅲ~Ⅳ类。此区域无黑臭河道。

## 6.4 玉祁前洲洛社控制圈

玉祁前洲洛社为与圩区联合运行的城镇河网平原区全封闭控制圈,面积 $99\text{km}^2$ ,位于新沟河以东与锡澄运河、大运河、北塘河之间。此圈内大部分为圩区,如玉祁、前洲镇的全部和洛社镇的部分就在圩区中,包括玉前大联圩、芙蓉大圩、石塘湾大联圩、万张联圩、北圩、中圩、南圩等。

### 6.4.1 洪涝防治

汛期全封闭运行。根据雨量大小和控制圈内外水位,开启控制圈周围全部或部分泵站排涝,使控制圈内水位不超过 $4.50\sim 4.70\text{m}$ 。控制圈内涝水排入圈外新沟河、锡澄运河、大运河。控制圈建设泵站和相应水工程。控制圈与原有圩区协调管理。

### 6.4.2 调水改善河道水环境

全封闭或半封闭运行。采用控源截污和净化水体通用技术集成治理。调水路径为:调水质较好的新沟河水进控制圈内印桥港—万寿河、西塘河、泰西河等骨干河道及相应圩区河道,最终排入锡澄运河。若锡澄运河水位高,用泵站排水。圩区河道先排入控制圈内的骨干河道,再排入锡澄运河。

## 6.5 梁溪河南平原河道全封闭控制区

### 6.5.1 洪涝防治

此控制区面积 $27\text{km}^2$ ,位于梁溪河以南与大运河、蠡湖、曹王泾之间。其间为南北向小河道。汛期全封闭运行。通梁溪河断头小河浜,水位高时抽水外排梁溪河;通蠡湖和梁溪河小河道,为保护蠡湖,一般抽水外排梁溪河;通蠡湖断头小河浜,降暴雨后期,可排入蠡湖。小河浜的梁溪河侧应全部建设水控制工程和设

置双向水泵。

### 6.5.2 调水改善水环境

全封闭或半封闭运行。控制区尚有较多如庙东浜等黑臭小河道,采用控源截污和净化水体通用技术集成治理。调水路径为:通梁溪河断头小河浜选择适宜的断头小河浜调水措施;通蠡湖断头小河浜,降暴雨前期雨水和污水进污水收集管网,暴雨后期可入蠡湖;通蠡湖和梁溪河的小河道,若蠡湖水位高于梁溪河时,打开两侧水闸,调蠡湖水入梁溪河;若蠡湖水位低于梁溪河,则关闭蠡湖侧水闸,采用与断头小河浜调水方法。另外可采用梁溪河每天1~2次的大小流量交替调水,即梅梁湖泵站采用流量 $Q=20\text{m}^3/\text{s}$ 或 $Q=50\text{m}^3/\text{s}$ 的定时交替调水,每天1~2个回合,可在一定程度上改善断头浜一定距离内水质。

## 6.6 惠山南麓山前平原河道控制区

控制区面积 $16\text{km}^2$ ,位于梁溪河以北与大运河、大其山、梅园之间区域。控制区内有北向南小河道,上游有丘陵、山洪河沟,平时无山洪时水量很小,有山洪时流量较大和流速较快。

### 6.6.1 洪涝防治

不封闭或半封闭运行。有山洪时,开敞泄洪,排入梁溪河;平时有一定水量(未接管生活污水)时部分泄水。每条小河道均建控制水闸、橡胶坝等水工程。

### 6.6.2 改善水环境

控制区有如河埭浜等较多黑臭小河道(暗河),采用控源截污和净化水体通用技术集成治理,水量小或不流动时实行全封闭运行。或采用梁溪河每天1~2次的大小流量交替调水,改善河道一定距离范围内水质。

## 参考文献

- [1] 朱喜,王震.浅析无锡市洪涝防治控制圈[J].无锡城市科学研究,2015(3):32-35.
- [2] 张耀华,孙雯,朱喜.太湖流域平原城市洪涝防治思路[J].江苏水利,2016(2):56-20.