

# 湘潭市爱劳渠综合治理项目

## ——黑臭水体处理方案



3

## 目 录

一、爱劳渠现状

二、存在的问题

三、水处理方案设计

## 一、爱劳渠现状

## 一、爱劳渠现状

爱劳渠贯通襄城乡岳塘村、和平村、顺江村周边生活区，全长约6公里，**始建初期是一条灌溉、排涝的主渠道**。多年来，由于渠内未进行疏通清理，淤泥堵塞，流水不畅，产生的环境问题日渐突出。



## 一、爱劳渠现状

### (一) 水质分析

- ◆ 现状水质：根据湘潭市环境保护监测站于2014年5月3日、6日和2015年1月8日、13日、16日对爱劳渠沿线进行的水质监测报告，爱劳渠水体水质属**劣V类水质**，**黑臭水体**，且存在**重金属含量超标**现象。
- ◆ 生活污水水质：参湘潭市江东污水处理厂进水水质。
- ◆ 雨水水质：综合参考国内外部分城市实测雨水水质情况拟定。
- ◆ 合流制雨污混合水水质：结合污水、雨水水质进行加权计算得出。

序号	水质类型		pH值	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	铜	铝	汞	砷	TN	SS
1	红盛物流外	2014年5月3日	7.30	67	-	<b>22.1</b>	1.32	0.003	0.05	0.00006	0.0022	-	-
2		2014年5月6日	7.24	125	-	<b>19.9</b>	1.22	0.004	0.05	0.00002	0.0231	-	-
3	市三中外	2014年5月3日	7.33	64	-	<b>20.1</b>	1.32	0.003	0.05	0.00002	0.0027	-	-
4		2014年5月6日	7.22	121	-	<b>20.5</b>	1.27	0.004	0.05	0.00002	0.0200	-	-
5	入江口	2014年5月3日	7.26	45	-	<b>19.2</b>	1.18	0.003	0.05	0.00003	0.0010	-	-
6		2014年5月6日	7.22	66	-	<b>26.0</b>	1.18	0.003	0.05	0.00002	0.0009	-	-

## (一) 水质分析

序号	水质类型		COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	
1	现状水质	红盛桥流外	2015年1月8日	88	26	9.32	1.35
2			2015年1月13日	88	39	12.00	1.17
3			2015年1月15日	81	34	5.85	0.99
4			平均值	88	33	9.06	1.17
5		市三中外	2015年1月8日	60	30	10.10	0.95
6			2015年1月13日	59	30	11.30	16.80
7			2015年1月15日	62	28	5.51	1.15
8			平均值	60	29	8.97	6.30
9		入江口	2015年1月8日	80	30	17.50	1.52
10			2015年1月13日	73	31	16.80	1.53
11			2015年1月15日	49	27	4.83	1.22
12			平均值	67	29	12.96	1.42

百亩湖上游段	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷
混合水 (截污溢流初期)	80.71	30.96	8.53	1.11
纯雨水 (下游末端)	20.00	6.00	2.00	0.40
生活污水 (旱季时)	202.12	80.68	21.58	2.54

## 一、爱劳渠现状

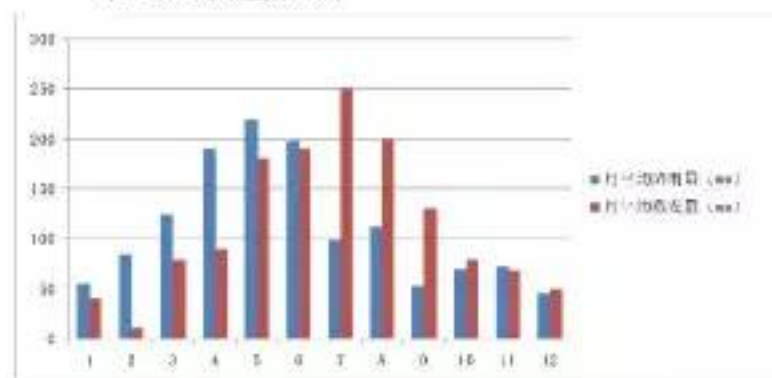
### (二) 汇水面积



河 段	累计汇水面积 ( $\text{km}^2$ )	暴雨强度 ( $\text{L}/(\text{s} \cdot 10^4\text{m}^2)$ )	暴雨流量 ( $\text{L}/\text{s}$ )
上游支流段	2.01	145.36	17.53
中游段	3.95	127.11	30.13
下游段	5.40	120.37	39.00

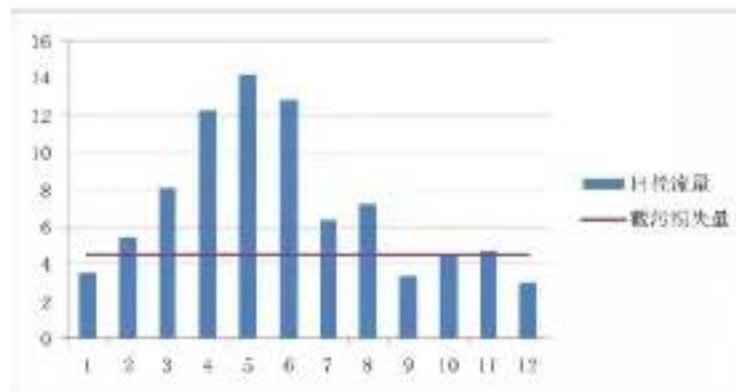
## 一、爱劳渠现状

### (三) 水量分析

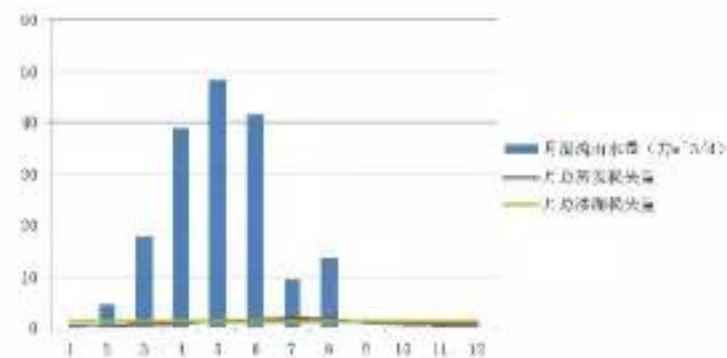


月平均降雨及其耗损

- 上游实施3倍截污；中、下游2倍截污。
- 爱劳渠1、9、10、12月份水量不足。
- 最大缺水月为9月，缺水量为2.17万m<sup>3</sup>。



日径流及截污损失



近期日总水量



## 二、存在的问题

## 二、存在的问题

### (一) 外源污染

➤ 截污不彻底，截污功能丧失

➤ 垃圾堆放和倾倒



➤ 农业、家禽养殖污染



## 二、存在的问题

### (二) 内源污染

- 渠道淤积
- 内源性污染物的释放
- 无补充水源



## 二、存在的问题

### (三) 渠道自身及养护缺陷

- 年久失修、淤积严重、渠堤残缺，导致内外污染齐下，易淤易涝，并存在相应的安全隐患。
- 多处明渠改暗，暗渠成为淤积污染的毒瘤。
- 防洪意识与综合规划不足。  
爱劳渠是利用撇洪在农业灌溉供水系统上形成的渠道，存在上游宽、下游窄，深浅随意的状态。



### 三、水处理方案设计

## （二）内源污染

### 1. 渠道淤积

数十年的渠道淤积，造成狭窄的曼劳渠水体贯通性差，形成渠床的抬高与阻水瓶颈的出现，加剧渠道淤积，造成水体的自净能力减弱。

### 2. 内源性污染物的释放

内源性污染物主要来自渠道淤积的淤泥，其中含有大量的有机物、氮、磷、重金属等污染物。在温度升高时，淤泥释放大量的富营养物质，造成水体富营养化。此外，淤泥中的重金属及难降解物质将对河道植物群落及微生物群落产生负面影响，破坏整个渠道生态系统的完整性，不利于渠道水体自净能力的发挥。

### 3. 补充水源

曼劳渠水系主要依靠雨水与生活污水补给，旱季时径流小、流速慢，自污染冲击能力小，水质容易恶化；雨季时汇水面积较大，造成河水暴涨，无调蓄能力和引配水工程。

## （三）渠道自身及养护缺陷

1. 曼劳渠年久失修，淤积严重，渠道残缺，导致内外污染齐下，淤积加剧，并存在相应的安全隐患。

2. 在旧城的城市发展中，曼劳渠多处被截改修，堵塞成为淤积河渠的瓶颈。由于截渠设置的随意性与不规划，加剧了综合治理的难度与成本，不利于从根本上根治曼劳渠的病患。

3. 防洪意识与综合规划不足，随着城市为高速发展，渠道的防洪问题便体现出来。曼劳渠是利用截渠在农业灌溉供水系统上形成的渠道，存在上游宽、下游窄、深浅随意的状态。加上长期以来缺乏统一的规划和综合治理，易造成淤积堵塞，行洪渐而萎缩，造成渠道行洪能力的不足，给渠道的综合治理增加了难度。

## 3、项目思考

### 3.1 水系与城市

理念一：水系应与城市发展产生良性互动，引导城市发展，确定城市格局；

理念二：雨洪水不应视为灾害，而是宝贵的水资源，是地下水补充和城市景观用水的重要来源；

理念三：城市水系不只是防洪排涝，还应满足居民的休闲游憩需求，成为城市生活的正立面；

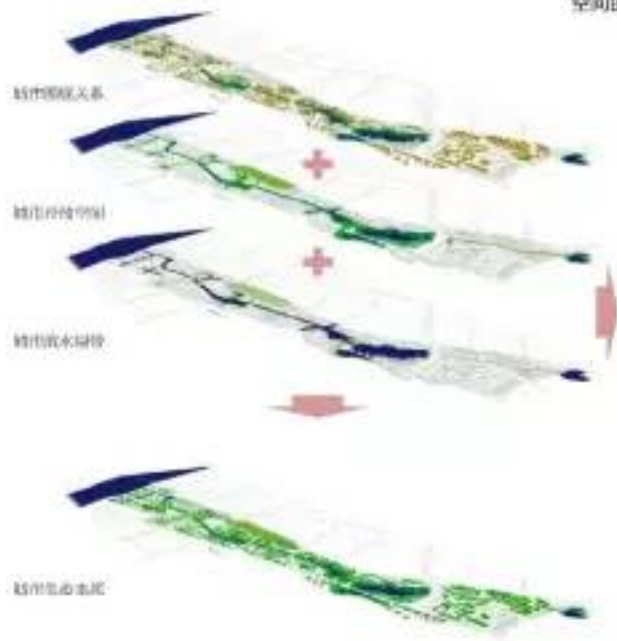
理念四：打造滨水生活服务区，为城市注入活力，主导和凝聚城市生活圈层。

为此，曼劳渠综合治理项目应着眼于构建生态基础设施，完善区域绿地系统格局；应利用多湿地的方式促进城市水资源的循环利用，并构建完善的自然雨水收集和净化系统；应通过构建滨水慢行通道，满足人们的亲水需求，并通过反规划的手法打造城市生态本底，以优化用地模式，提升土地价值。



### 策略一：构建生态基础设施，完善区域绿地系统

1、在尊重城市现有的圈层关系上，进一步完善规划水体，水系两侧设置不少于15m的缓冲绿带以保障水质；



2、以“绿手指”的概念，构建延伸渗透的绿色廊道，汇同已建成的城市公园绿地，形成城市开放空间的重要节点；





#### 策略四：优化用地模式，提升土地价值

##### 土地价值最大化原则

依据土地价值最大化原则，结合核心绿化带沿河休闲娱乐、商贸服务、康体运动、教育科研等功能用地，实现土地价值的最大化。

#### 策略五：开渠为河，弃暗求明

##### 3.2 渠的存在形式

理念一：渠的存在形式的混合，是自身功能意义的部分流失，形成景观元素破碎、绿廊不连续；

理念二：截污纳管的初期部分，是城市初期急功近利的产物，渠分水网较窄，造成绿廊断断续续，游憩空间被打断。

随着加宽改造为河，弃暗求明，不应背道而驰地继续叫渠改造。在有条件打开的区域应下大力气打开；应在有条件的区域将水渠狭窄部分按河道要求适度拓开，思考去向形成优美的景观绿地河道景观。





## 4、目标定位

### 规划定位与目标：活力廊道，绿色引擎。

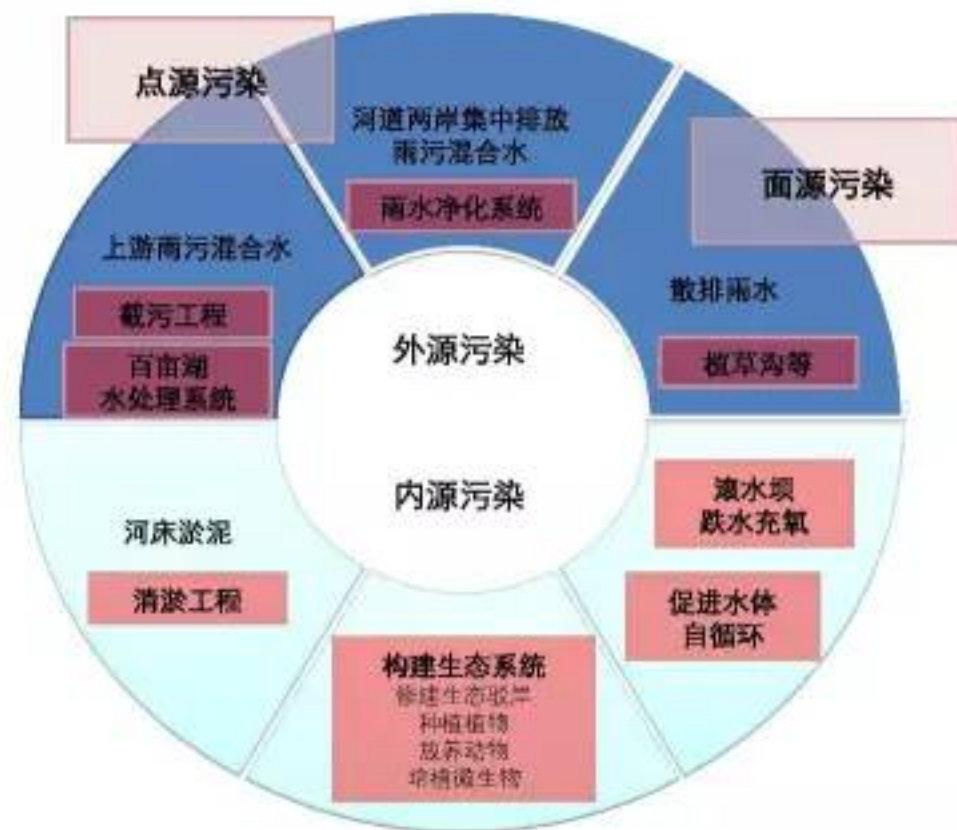
一条城市活力的廊道：恢复河道生机，以河道的整治为引擎带动周边城市区域发展。

一条城市休闲的廊道：营造优美景观，提升吸引力，赋予河道休闲游憩的功能。

一条绿色生态的廊道：维护城市安全，发挥生态效益，保持生物多样性。



### 三、水处理方案设计——总体思路



- 开渠为河，弃暗求明
- 全程清淤
- 全线截污
- 雨污混合水处理系统
- 百亩湖水处理系统  
(结合百亩湖自循环系统)
- 雨水净化系统
- 海绵化初期雨水处理系统
- 爱劳渠生态系统构建
- 蓄水措施
- 补水及应急换水措施

## 三、水处理方案设计

### 1、开渠为河，弃暗求明

- 扩宽河面（不小于27m<sup>2</sup>）
- 梳理河道

近期河道梳理总长为2680m，远期680m。近期拆迁共20栋民房，其中11栋为违章建筑。

类别	长度		备注
	近期	远期	
河道梳理	2680	—	近期拆迁4栋民房，其中3栋属违章建筑
截污改造	780	—	
桥梁改造	110	560	近期拆迁8栋民房，均属违章建筑
新建堤岸	—	430	
合计	3570	990	

河道梳理平面图



## 三、水处理方案设计

### 2、清淤工程

- 本段河道清淤长度约**3.2km**，清除深度为**1.8m**，清淤量**25万m<sup>3</sup>**。
- 上游河道清淤约**2.8km**，清淤量约**20万m<sup>3</sup>**。



河道去直取弯

## 三、水处理方案设计

### 3、截污工程



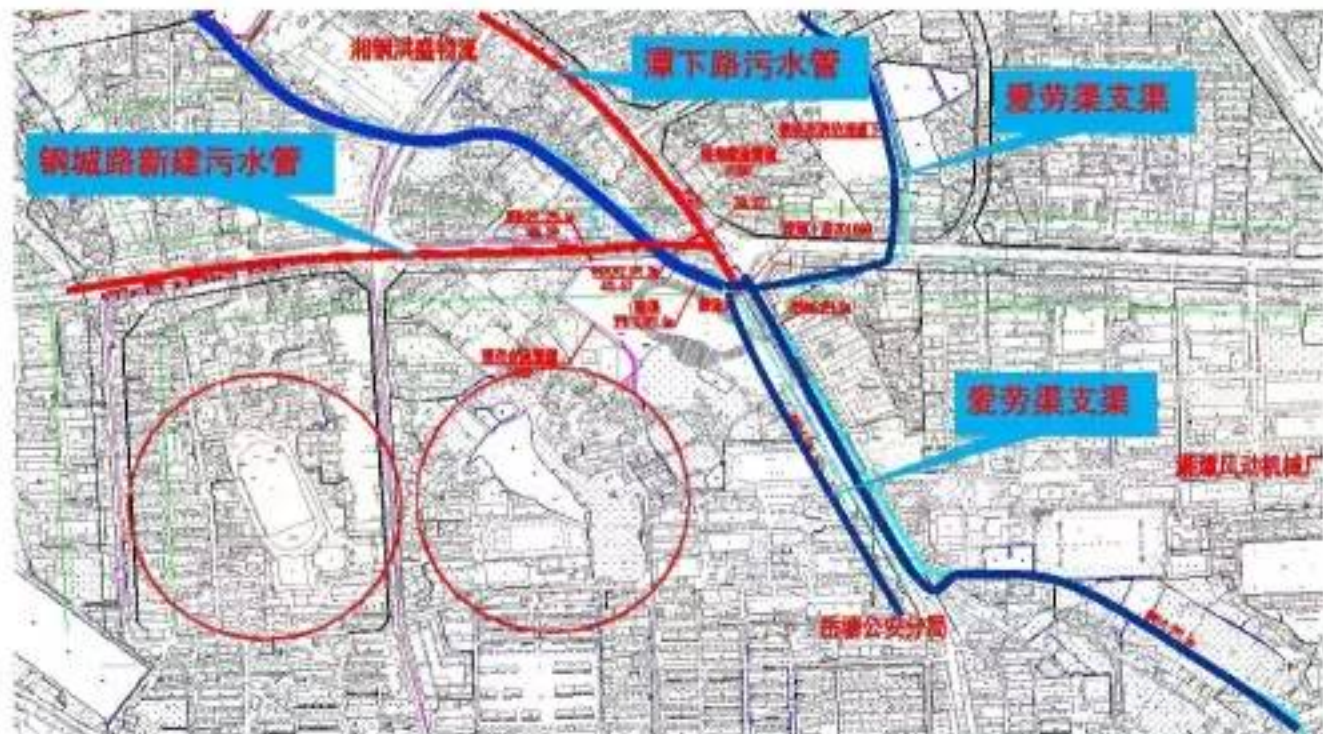
- 采用截留式合流制排水体制；
- 河道两侧设置截污干管；
- 截流倍数：上游3.0；本段2.0。

- 截流倍数：3.0；
- 设置污水调节池，有效容积100m<sup>3</sup>；
- 经由污水管送至下游截污干管。

## 三、水处理方案设计

### 3、截污工程

- 上游截污工程：利用潭下路现有D1200污水干管；新建钢城路设D1000截污管道。



## 三、水处理方案设计

### 3、截污工程

- 百亩湖截污工程：环湖设置截污管道，管径D600-800。



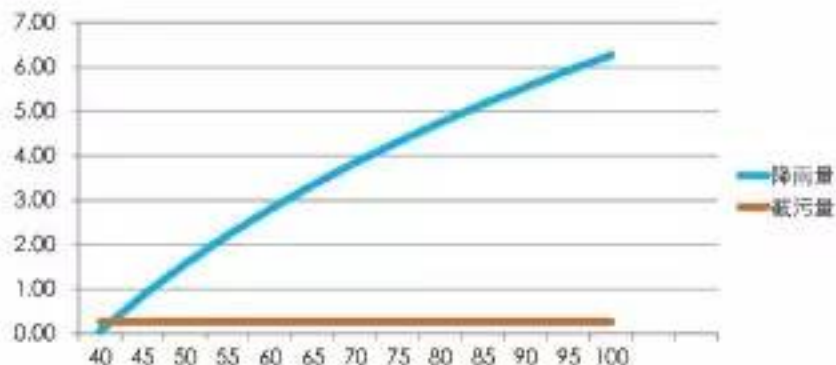
### 三、水处理方案设计

#### 4、百亩湖水处理系统

##### ➤ 百亩湖与爱劳渠关系定位：

百亩湖为爱劳渠的上游水源水库，保障整段爱劳渠原水的水质的同时，具有一定的调蓄能力。

##### ➤ 溢流的概率



重现期为**41天**时，超过设计截污水量，方有雨水溢流



## 四、水处理方案设计

### ➤ 水质标准

设计水质标准

水质指标	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	SS	透明度	溶解氧
初始溢流混合水（超过3倍截污）	80.71	30.96	8.53	1.11	--	--	--
计算溢流入湖水	29.70	9.99	3.04	0.50	--	50	--
水处理设备出水	40.00	8.00	5.00	0.50	10	100	--
一级A标准（景观水基本要求）	50.00	10.00	5.00	0.50	10	50	--
地表V类水	40.00	10.00	2.00	0.20	--	--	≥2.0
地表IV类水（百亩湖目标水质）	30.00	6.00	1.50	0.10	--	--	≥3.0

城市黑臭水体污染程度分级标准（水环境指标）

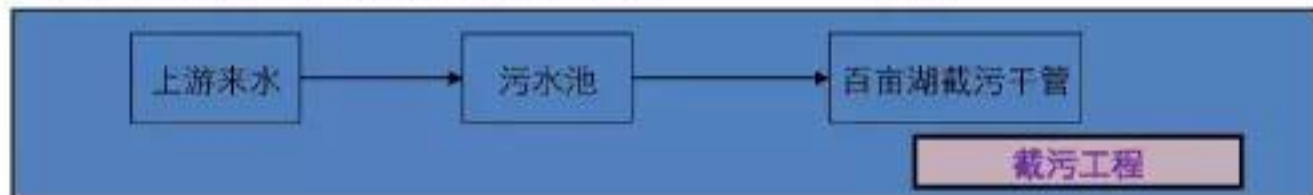
特征指标（单位）	轻度黑臭	重度黑臭
透明度（cm）	25~10	<10
溶解氧（mg/L）	0.2~2.0	<0.2
氧化还原电位（mV）	-200~50	<0.2
氨氮（mg/L）	8.0~15	>15

## 四、水处理方案设计

### 4、百亩湖水处理系统

#### ➤ 处理流程

◆ 旱季及初雨时（3倍上游污水量，小于1.25mm降雨量）：



	水质指标	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷
属黑臭水体	生活污水（旱季时）	202.12	80.88	21.58	2.54
	初始溢流混合水	80.71	30.96	8.53	1.11
	一级A标准（景观水体基本要求）	50.00	10.00	5.00	0.50
	地表V类水	40.00	10.00	2.00	0.20

## 四、水处理方案设计

### 4、百亩湖水处理系统

#### ➤ 处理流程

#### ◆ 雨季：

✓ 小雨时（41天一次降雨，1.25-5mm降雨量）：



属轻度黑臭水体

水质指标	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	SS	透明度
初始溢流混合水	80.71	30.96	8.53	1.11	--	--
水处理设备出水	40.00	8.00	5.00	0.50	10	100
一级A标准（景观水基本要求）	50.00	10.00	5.00	0.50	10	50
地表IV类水（目标水质）	30.00	6.00	1.50	0.10	--	--

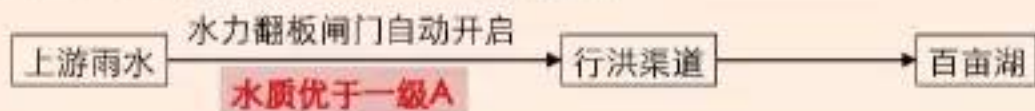
### 三、水处理方案设计

#### 4、万亩湖水处理系统

##### ➤ 处理流程

##### ◆ 雨季：

✓ 大雨时（50天一次降雨，大于5mm降雨量）：



水质指标	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	SS	透明度	溶解氧
计算潜流入湖水	29.70	9.99	3.04	0.50	--	50	--
一级A标准（景观水基本要求）	50.00	10.00	5.00	0.50	10	50	--
地表IV类水（万亩湖目标水质）	30.00	6.00	1.50	0.10	--	--	≥3.0

### 三、水处理方案设计

#### 4、万亩湖水处理系统

##### ➤ 处理流程

- ◆ 旱季及初雨时（3倍上游污水量，小于1.25mm降雨量）：



### 三、水处理方案设计

#### 4、百亩湖水处理系统

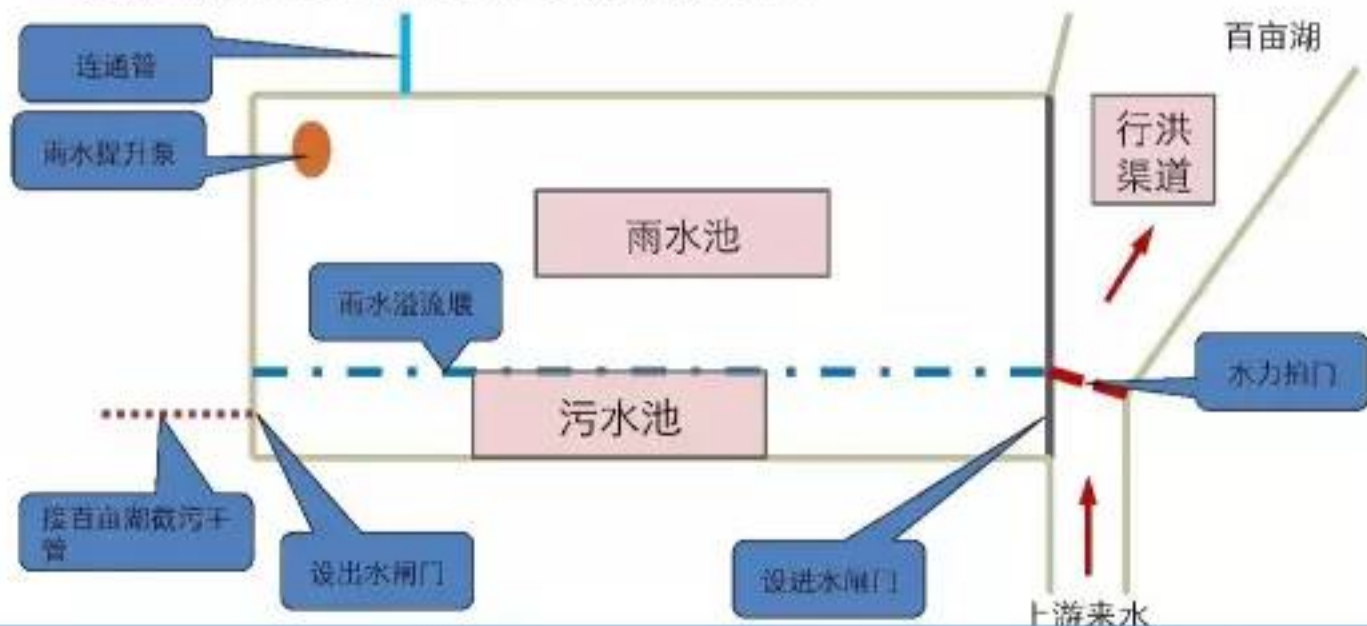


### 三、水处理方案设计

#### 4、百亩湖水处理系统

##### ► 调蓄池设计：

- ◆ 分为污水池和雨水池：污水池与百亩湖截污干管想接，主要用于旱季及初雨时过流污水；雨水池主要用于雨季时沉砂、调蓄和提升雨水至一体化污水处理设施；
- ◆ 与行洪渠道合建，并设置水力翻板闸门泄洪。



### 三、水处理方案设计

#### 4、百亩湖水处理系统

➤ 一体化水处理设施设计：

- ◆ 处理规模10000m<sup>3</sup>/d；
- ◆ 全埋地设计，占地面积约400m<sup>2</sup>；
- ◆ 出水水质高于一级A标准。

水质	水质 (mg/L)			
	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷
进水水质	80.71	30.96	8.53	1.11
出水水质	40	8	1.5	0.3



### 三、水处理方案设计

#### 4、百亩湖水处理系统

##### ➤ 湿地设计：

- ◆ 处理规模10000m<sup>3</sup>/d；
- ◆ 湿地有效净化面积约6000m<sup>2</sup>；
- ◆ 湿地形式以潜流+表流湿地相结合。

水质		COD	BOD	NH <sub>3</sub> -N	TP
近期	进水水质 (合流制雨污混合水 水质)	40	8	10	1.3
	出水水质 (IV类标准)	30	6	1.5	0.3
远期	进水水质 (初期雨水水质)	20	6	2.0	0.4
	出水水质 (III类标准)	20	4	1.0	0.2



**表流湿地**



潜流湿地



潜流  
湿地



百亩湖湖边——挺水植物



溪流入湖湿地——挺水 + 浮水 + 沉水植物



## 三、水处理方案设计

### 4、百亩湖水处理系统

#### ➤ 本方案优点

- ✓ 净化设施占地面积小;
- ✓ 上游污水不存在隐患;
- ✓ 处理效果有保障
- ✓ 施工难度较小;
- ✓ 游人参与性较强;
- ✓ **释放土地价值高。**

## 三、水处理方案设计

### 4、百亩湖水处理系统

➤ **工程投资：4000万元。**

- ① 调蓄池工程造价（含设备）**900万元**；
- ② 一体化水处理设施造价**2500万元**；
- ③ 湿地净化区工程造价**600万元**（不含景观）。

➤ **运行费用：140万元/年。**

- ① 调蓄池运行费用**20万元/年**；
- ② 一体化水处理设施运行费用**75万元/年**；
- ③ 湿地净化区运行维护费用**0.15元/m<sup>3</sup>水**，每年按运行300天计，每年运行费用为**45万元**。

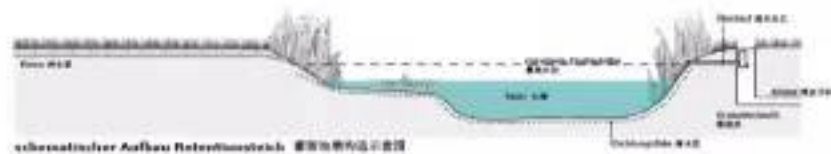


## 三、水处理方案设计

### 5、雨水净化系统

为了充分保证爱劳渠的补给水源，爱劳渠沿岸地块的雨水采取分片收集处理后排入爱劳渠。

雨水排放口处均设置小型净化区，共**10处**，采用自然生态湿地的处理模式对入河补给水进行处理。



沉砂池——洼地系统



雨水沉降过滤系统



雨水沉砂池湿地

编号	名称	占地面积 (m <sup>2</sup> )	水力停留时间 (s)
1	1#雨水净化区	200	120
2	2#雨水净化区	150	120
3	3#雨水净化区	220	120
4	4#雨水净化区	150	120
5	5#雨水净化区	200	120
6	6#雨水净化区	100	120
7	7#雨水净化区	100	120
8	8#雨水净化区	150	120
9	9#雨水净化区	100	120
10	10#雨水净化区	100	120
11	合计	1470	

## 四、水处理方案设计

### 6、河道湿地系统

为恢复爱劳渠自然的河道生态系统，提高爱劳渠水体的自净能力，处理爱劳渠沿线由合流制排水管道溢流而来的雨污混合水，持续的保证爱劳渠水体水质要求，本工程考虑在爱劳渠内设置**36000m<sup>2</sup>河道湿地**，湿地种植具有具有水质净化作用的水生植物，对河体进行生态修复，从而维持爱劳渠整个生态系统的平衡。



苦草



菹草



睡莲



人工浮岛



香蒲



芦苇



香根草



风车草

## 三、水处理方案设计

### 7、下游湿地系统

- 下游湿地公园：2处，总占地面积7660m<sup>2</sup>（合11.5亩）。
- 湿地公园主要功能为经河道湿地处理后的爱劳渠沿线雨污合流溢流水的后续加强处理。

### 三、水处理方案设计

拦水坝位置图



#### 8、蓄水措施

➢设计河道上设置**拦水坝6座**，最大总有效调节蓄水量为**9.6万m<sup>3</sup>**。

➢主要考虑对雨水的调蓄。

➢利用多雨季节蓄水，以补充旱季的水量损失，旱季适当的降低坝高，让上游来水流动至下游，即保证水体的流动性，也保证河道的景观效应。





### 三、水处理方案设计

#### 10、爱劳渠水量、水质保障工程近期主要内容：

- A. 河道梳理2680m；
- B. 实施河道清淤工程，清淤量45万 $m^3$ ；
- C. 实施截污工程；
- D. 建设万亩湖水处理系统，规模1.0万 $m^3/d$ ；
- E. 新建雨水净化系统，总占地1470 $m^2$ ；
- F. 河道湿地3600  $m^2$ ；
- G. 下游湿地系统，总占地7660 $m^2$ ；
- H. 修建拦水坝6座；
- I. 新建补水及应急换水工程，规模2.0万 $m^3/d$ 。



△ 百亩湖公园

### 景观工程

1、景观主题：旧日城市的水岸

2、景观规划结构：“一核、一廊、多节点”

一核：以百亩湖为核心的市民活动与湿地体验性公园；

一廊：以爱劳渠两侧绿带构成城市生态绿色廊道，以各种人工湿地、表流湿地、垂直性湿地串联沿线各景观节点；

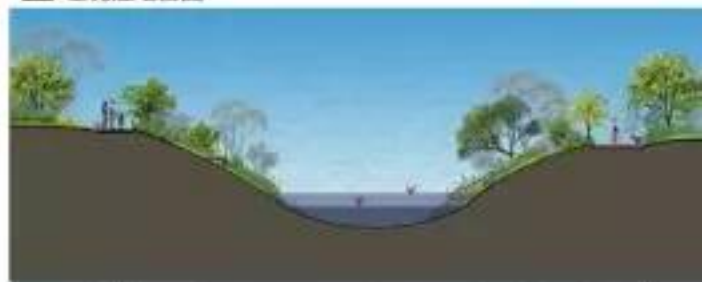
多节点：凤园路街头绿地、垂钓湿地公园



△ 凤园路街头绿地



△ 垂钓湿地公园



△ 爱劳渠绿道断面



THANK YOU

