

坡南街水系生态修复工程——方案设计

中誉设计有限公司

2020.08



坡南街水系生态修复工程方案设计

项目负责人：

许正荣 高级工程师

项目组成员：

汤慧杰 陈严 金皖锋

目 录

1.工程背景 1

 1.1 工程概况..... 1

 1.2 工程实施范围..... 2

 1.3 相关规划依据..... 2

2.工程区现状及存在问题分析 5

 2.1 工程区水系分布概况 5

 2.2 工程区市政设施概况 8

 2.3 水系水质分析..... 10

 2.4 存在问题分析..... 11

3.工程思路 11

 3.1 总体思路..... 11

 3.2 工程目标..... 12

4.工程方案设计 12

 4.1 坡南河活水工程..... 12

 4.2 坡南街沟渠整治工程 18

 4.3 生态驳岸工程..... 18

 4.4 水系清淤工程..... 20

 4.5 水生态恢复工程..... 22

 4.6 皇岙社区污水提升应急工程 28

5.投资估算 29

6.结论和建议 29

1.工程背景

1.1 工程概况

坡南古街位于平阳县昆阳镇的南侧，全长 1600m，是古代陆路和水路的重要交通要道，至今已有 1700 多年的历史，是古代浙闽交通的咽喉要道。古街路面宽 4m，由青石板铺砌而成，全街紧依东侧坡南河，河面宽 3~9m 不等，河上有多座平桥、拱桥，沿街两侧多为二、三层的木结构古建筑民居，具有典型的江南水乡地方特色。现在坡南街仍保留有师儒侍养牌坊、通福门、东岳道观等古迹，坡南街上石路陡斜，街口的通福门曾是古驿道的咽喉，至今尚存“星恒连北斗，驿路达南闽”的石刻楹联。

由于坡南街曾是闽浙往来的必经之路，这里汇集了古城门、千年道观、牌坊、古桥、古民居、古巷等众多人文景观和历史遗迹。坡南街最繁华时每天有上万人经过，是浙江有名的商埠，呈现出一幅商旅百业、市井百态的“清明上河图”。

2006 年，坡南古街被温州市政府授予第一批市级历史文化街区。根据平阳县县域总体规划等要求，坡南古街以保护历史街区、演绎历史文化脉络、改善居住条件、促进旅游发展为原则，形成完整的连续反映坡南古街发展文化特色和建筑特色的街道，并为旅游业发展提供相关设施，把坡南古街打造成温州地区历史文化名街的典型样本区。

2012 年，省人民政府核定公布了第四批省级历史文化街区、名镇、名村，昆阳镇的坡南街名列其中，是此次唯一入选的历史文化街区。2012 年初开始，昆阳镇启动坡南历史文化街区保护与整治工程，总投资 2.1 亿元。2019 年，平阳县坡南历史文

化街区核心区示范段提升（一期）工程正式开展施工，二期已完成招标工作。

坡南河贯穿坡南古街，基本与老街平行。河道北起通福门雨水沟（上段叫通福门沟渠），南至西塘河（龙湖），总长度约为 1.15km，坡南河上仍完整地保留着 14 座石板古桥：聚星桥、永寿桥、紫云桥、凤仪桥、渡星桥、古仕巷桥、儒林一桥、古仓前桥、通德桥、永宁桥、治平桥、蔡英桥、毓秀桥、隘门桥。坡南河是古街千年的历史传承载体，生生不息。

近年来，随着社会的发展，坡南河上游来水受到周边村民的拦截取用，导致河道上游来水减少；周边居民废水仍有直接排放；河道内各种管线杂乱布置；河道垃圾以及淤积严重。现状的坡南河已慢慢失去了以往潺潺流水、清水鱼游的神韵。

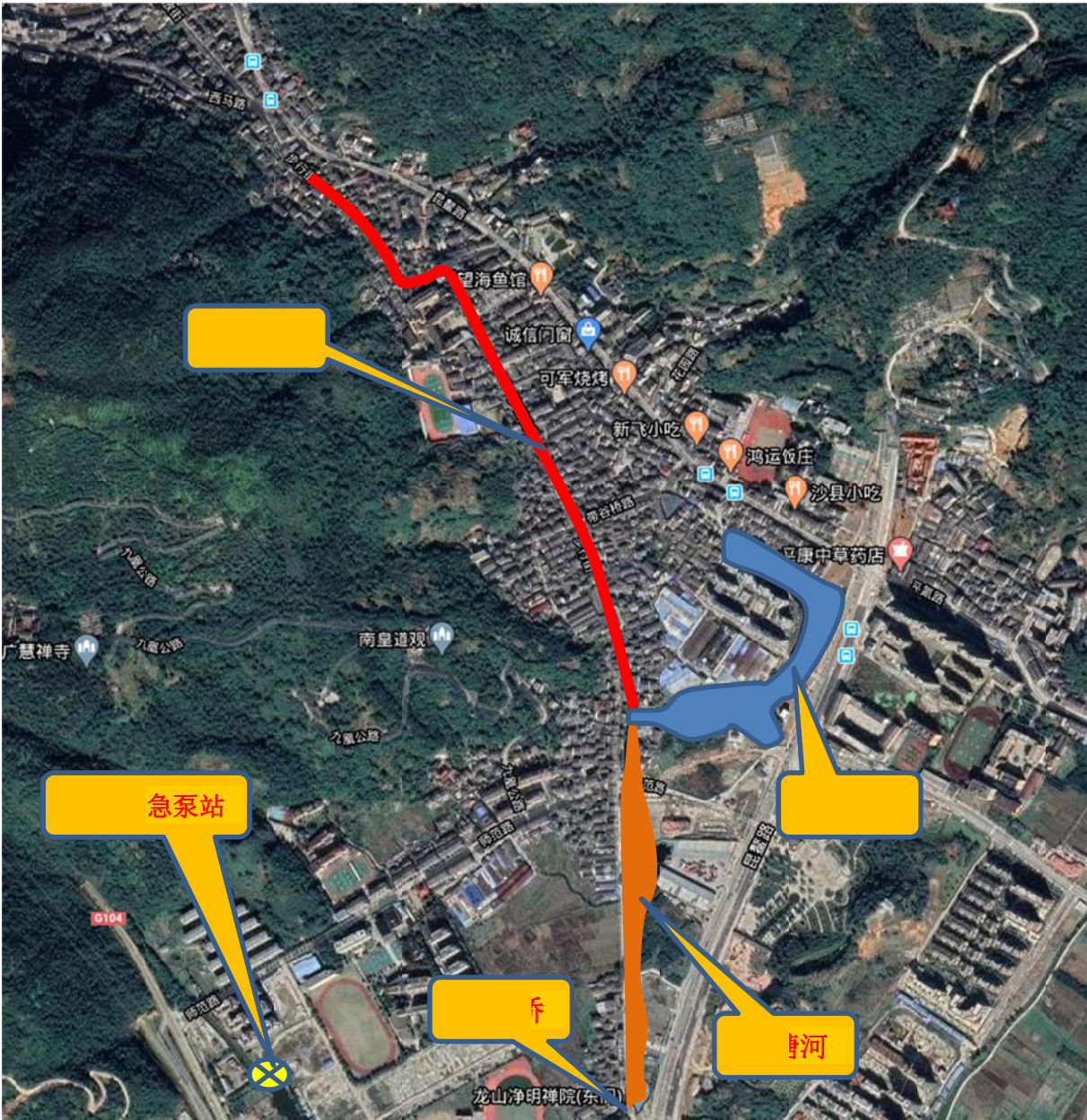
恢复城南街水系小桥流水、水畅鱼游的风景，是打造提升平阳县坡南历史文化街区的重要组成部分，目前老街核心区示范段正在如火如荼施工中，加快对坡南河水系的修复是非常必要和紧迫的。



1.2 工程实施范围

本次坡南河水系修复工程主要实施范围和内容：

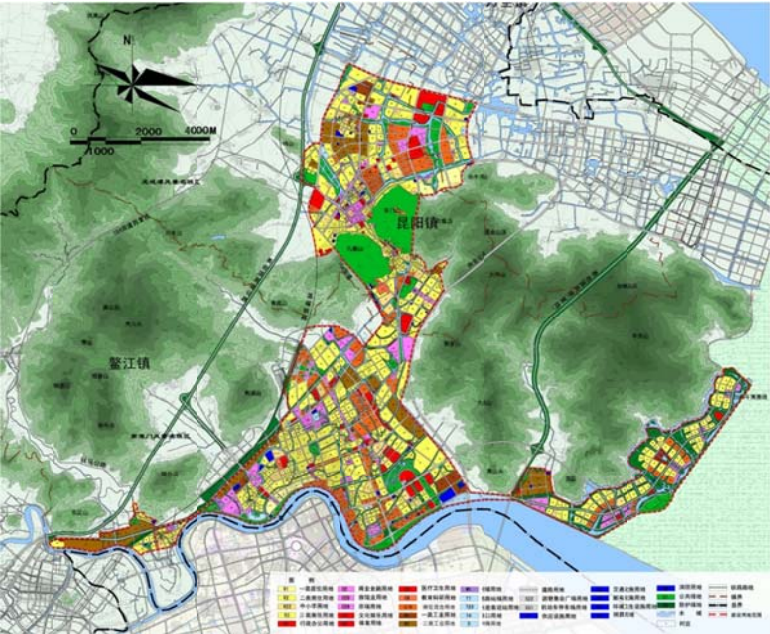
- (1) 坡南河段整治
- (2) 坡南河尾端西塘河段：龙湖~峡屿桥段整治
- (3) 平师路与 G104 交汇处（皇岙社区）处污水泵站应急提升工程



1.3 相关规划依据

1、《平阳县县域总体规划（2006～2020）》

《平阳县县域总体规划（2006～2020）》确定了中心城区采用体现山水特色的“多组团极核发展模式”。在发展方向上，确定昆阳片以东、北面为城市未来发展的主要方向，向西适当发展，而以城南片区为主的南部地区只是分区功能的完善。在总体布局中，确定了以昆鳌组合发展为根本出发点，总体形成“一城两片，九区一组团，三轴两廊”的布局结构，城南片区属于昆阳四片建设规划区中的一区。在发展策略上，确定了城南片区重点保护坡南历史街区，划定重点保护区和历史风貌协调区的范围，建设具有历史文化风貌特色的城市分区。在居住用地布局中，确定昆阳城南居住片区开发建设综合性居住社区，建立完善配套的生活服务设施，同时逐步改造现有居住设施，改善居住环境。规划安排居住人口 3-4 万人。



规划衔接：《平阳县县域总体规划（2006～2020）》确定了城南片区在整个中心城区中的基本定位和主要功能，提出了发展策略，为本次规划提供了原则性的框架，为深化功能定位提供了依据。

2、《平阳县昆阳镇城南片区控制性详细规划（2008）》

规划衔接：《平阳县昆阳镇城南片区控制性详细规划（2008）》确定了坡南街在城南片区发展中的功能定位，是本次规划对坡南老街区域进行规划控制的主要依据，本次规划将把这些内容切实落实到建设中。

《平阳县历史文化名城保护规划(2011-10)》提出了“历史文化的再创造必不可

4、《平阳县坡南省级历史文化街区保护规划》

2) 整治规划将文化旅游业的发展同地方居民的生活水平提高紧密结合, 保护开发传统空间, 创造文化情境, 恢复传统商业的活力, 促进良性循环。

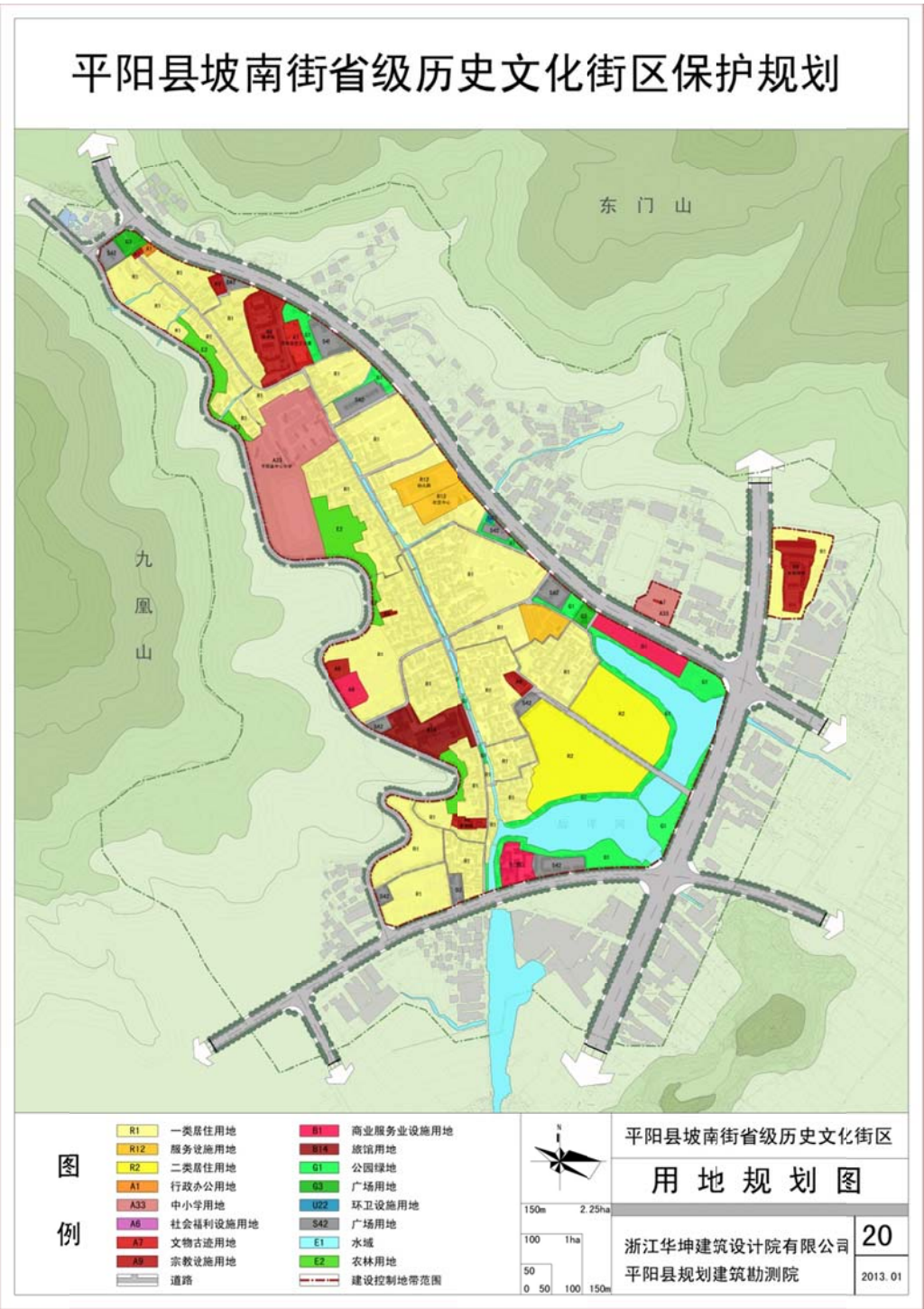
3)整治规划旨在大力提高空间质量，增加居住公共空间和绿地面积，提高居民生活水平。同时提高空间品位，吸引旅游观光。

(2)展示与利用原则。

- 1)保护第一，合理利用，永续利用。
- 2)街区以生活居住、商贸服务、旅游休憩、历史博览、科研教育为主要利用方式。
- 3)坡南街的旅游开发是建立在街区完整有效保护的基础上的，保护是前提。旅游开发是保护街区的同时使居民与政府、投资方获得应有经济收益的一种手段，并非保护的
- 目的。
- 4)对文物古迹和重要历史建筑的保护与利用，不仅体现在旅游开发上，同时也具有热爱祖国优秀文化遗产的教育意义和科学研究价值。

(3)防洪防灾工程规划

按重现期 20 年防洪标准，疏通河道，清除淤泥，完善堤防，严禁向河道内倾倒垃圾。由于历史文化街区地块地势标高低于洪水淹没高度，因此建议在区内设排涝泵站一处，河道上建设防洪闸站，可与桥梁结合设置，以保证安全。其余要求与控制性详细规划为准。



2.工程区现状及存在问题分析

2.1 工程区水系分布概况

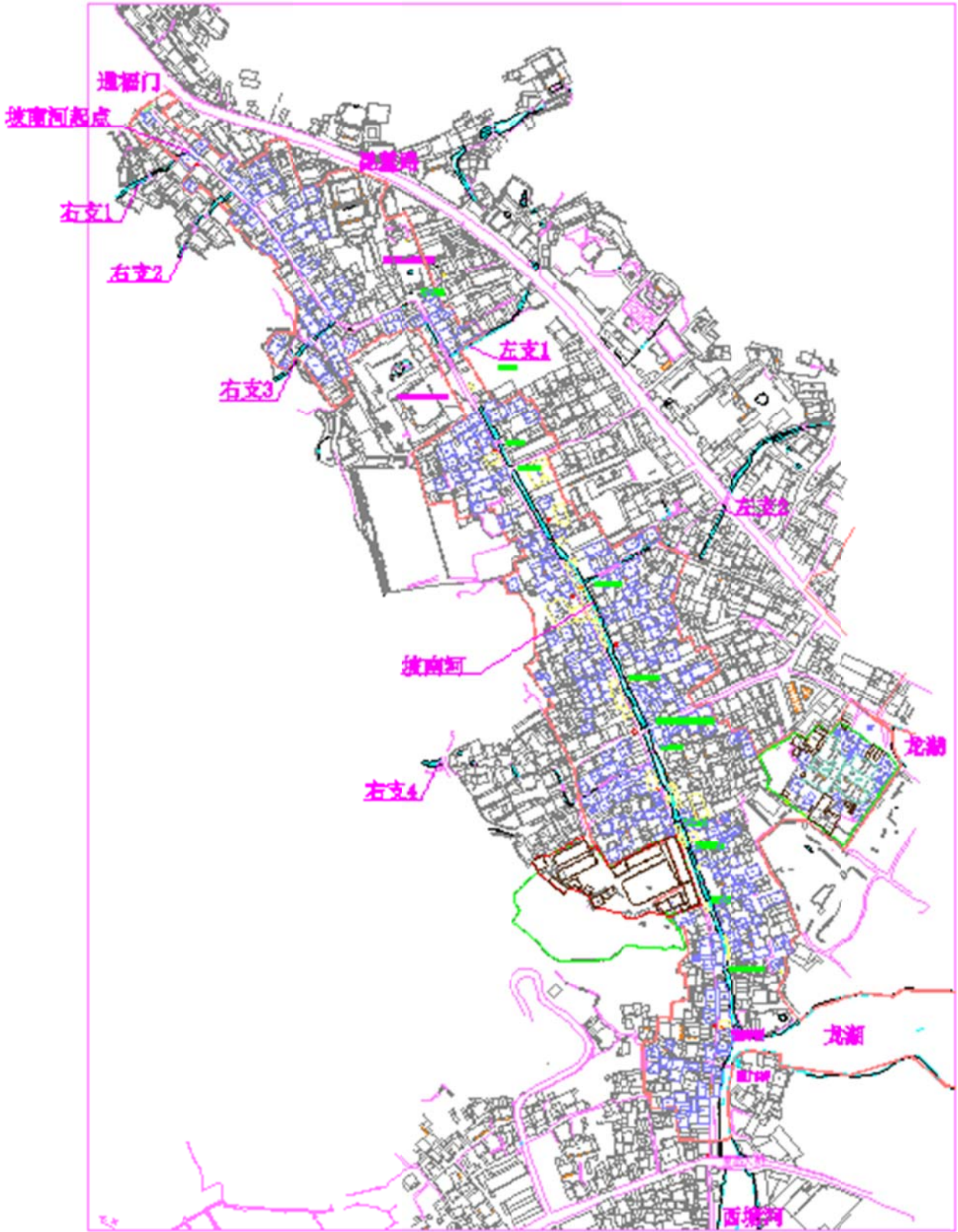
本工程坡南街水系生态修复工程包括坡南河段、西塘河段（龙湖至峡屿桥段）。

2.1.1 坡南河段水系概况

坡南河属于山区性河流，河道短而迫降较大，河道总长度约为 1.15km(末端至龙湖)，平均坡降为 2.3%。河道起点（通福门下）至平阳中心小学段为沟渠（长度约为 300m），渠道宽度约为 1.2m；中心小学至龙湖为河道段，水面宽度 3~9m。

坡南河沿线有 5 条支流汇入，左岸 2 条（左支 1~2），右岸 4 条（右支 1~4，其中右支 4 通过管涵排至坡南河）。

坡南河现状日常补水水源主要为两侧山体来水，尤其是左支 1 和左支 2 山体来水量较大。





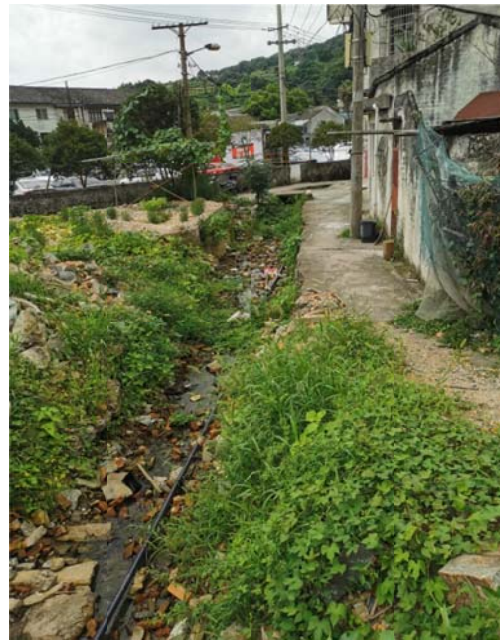
汇入口



山体段



段1



段2



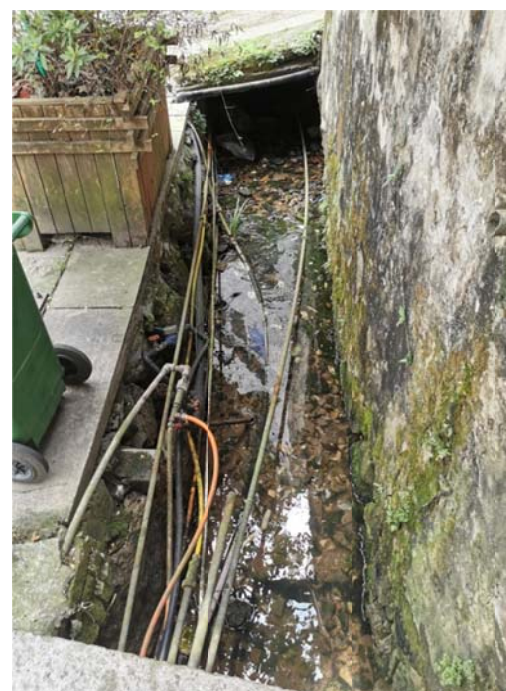
二入口



段2

坡南河上游沟渠段(通福门沟渠段)现状基本被居民盖板封闭,只零星间隔出露。

上游沟渠 300m 长度范围内只有 3 处,出露长度只有 35m。渠道尺寸约为 1.2m×1.4m(H)。



露段

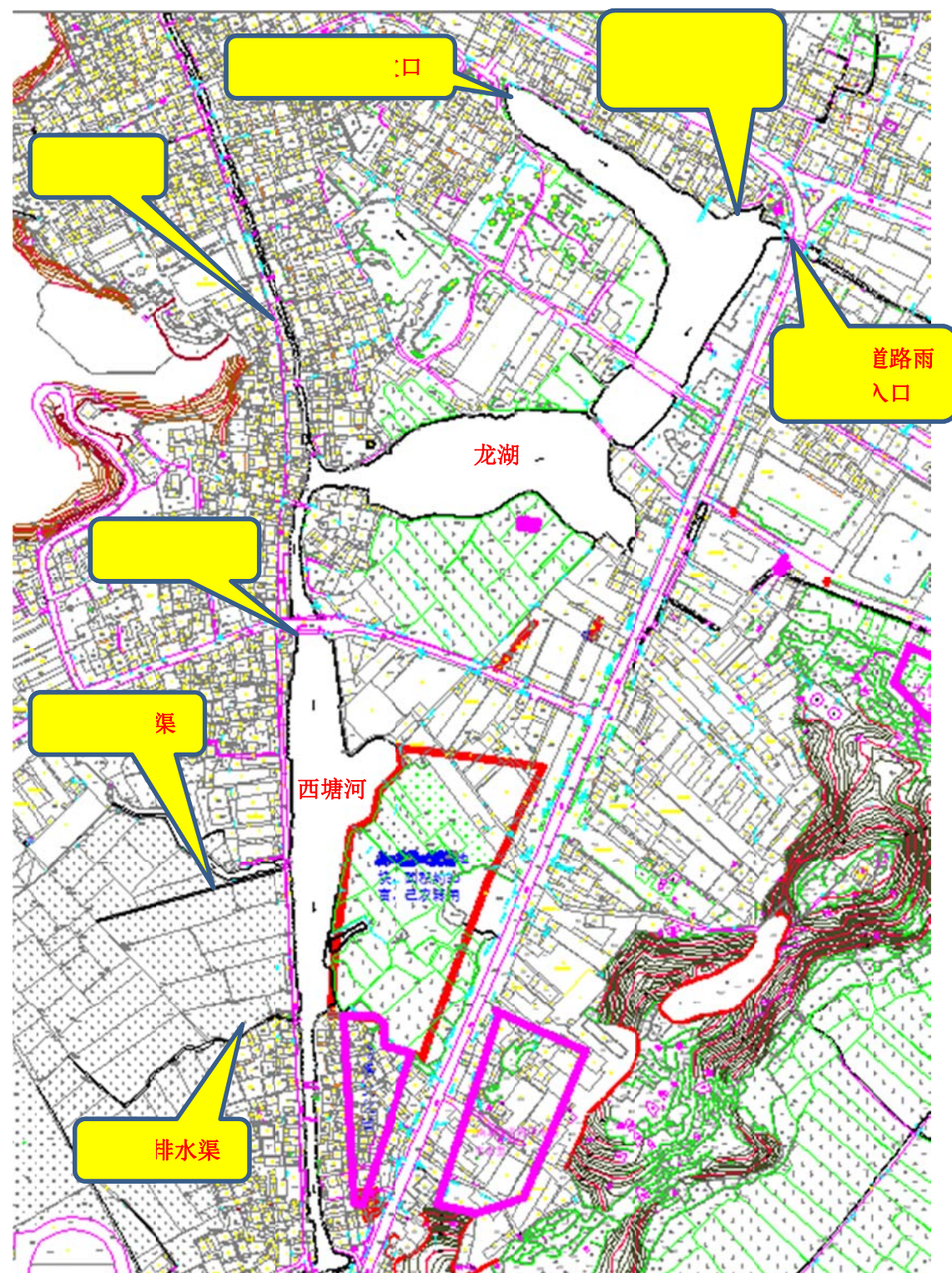
2.1.2 西塘河水系概况

西塘河北起昆阳镇坡南（龙湖端部），南至鳌江镇交界，总长度约为 2280m。本次坡南街水系生态修复工程对西塘河（龙湖至峡屿桥段）进行治理，总长度约为 1.27km，龙湖段水面开阔（皇岙大桥止，水面面积约为 3.26 万 m^2 ）。

该段水系除了在坡南河末端毓秀桥处汇入坡南河水体外，在龙湖的端部分别汇入 2 股周边山体水体以及多股城镇区雨水排放口。

西塘河段沿线周边农田及地表径流均通过排水渠（沟）汇入西塘河。

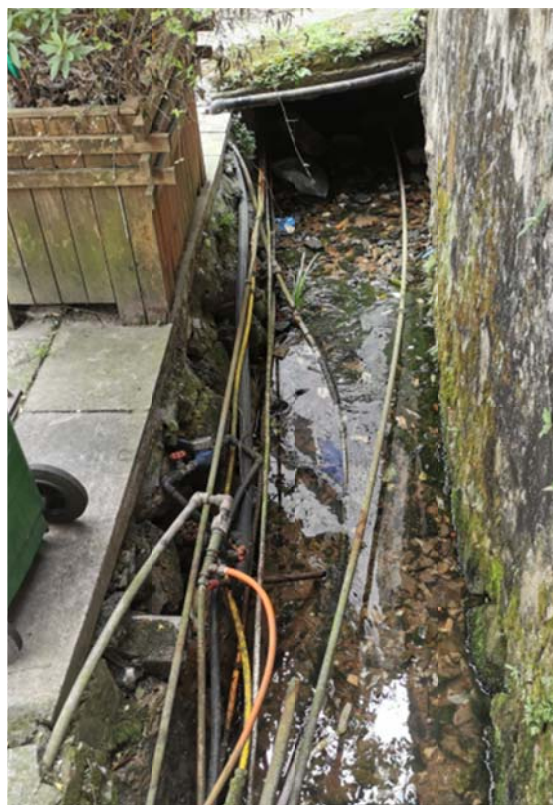




2.2 工程区市政设施概况

本工程涉及的坡南河、西塘河，工程所在的昆阳镇坡南街区已于 2012 年实施了给排水改造工程。沿线主管都已铺设。根据对工程现场查看，沿线仍有不少散排的居民污废水直接排放至水系内。河道水系沿线各种管线（给水管、排水管、电信管、废弃管线）杂乱无章布置；建筑垃圾局部河段随意丢弃；河道沿线拦鱼网多处设置造成水面垃圾局部堆积，严重影响了水系整体感官和水体质量。

水系周边的地面雨水径流（包括局部山体汇流）均直接排入坡南河和西塘河水体内。

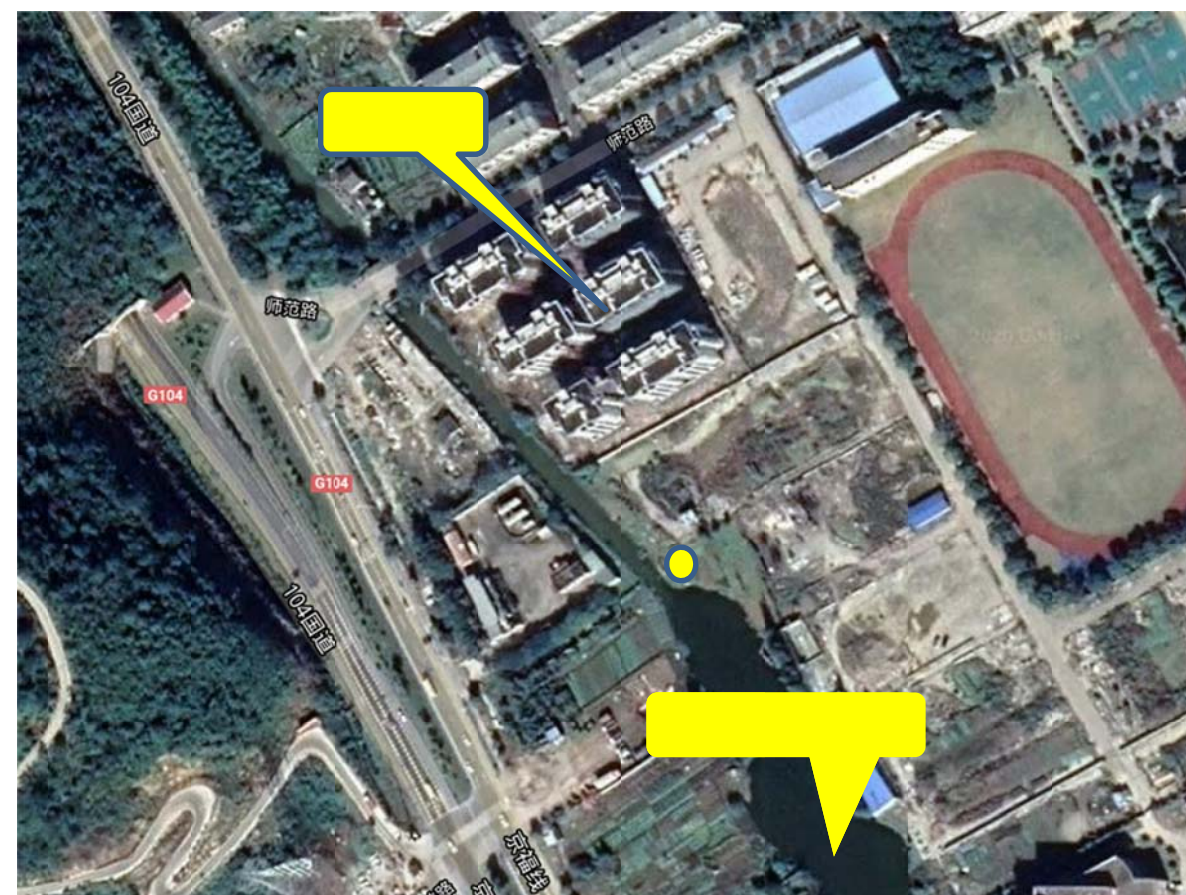


！



非

此次工程把皇岙社区污水应急提升内容也一并纳入本次工程中。

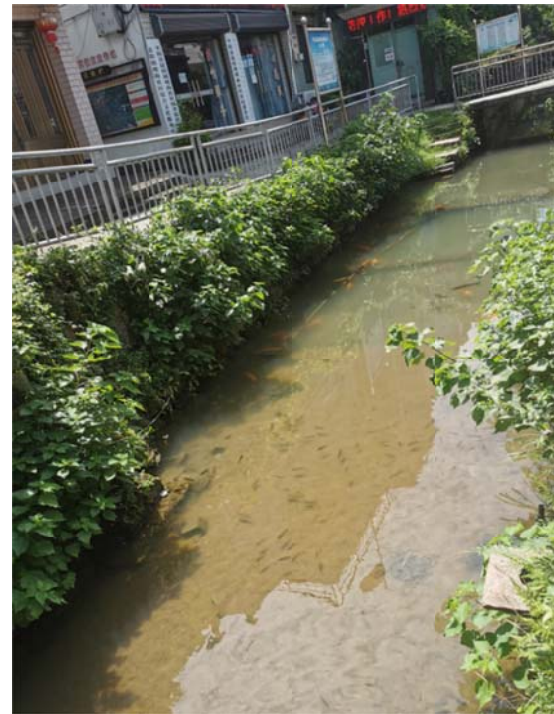


本工程下游西塘河支流与平师路交汇处的皇岙社区，污水管网排至下游。由于下游鳌江污水泵站时有（或突发）发生。由于该居住区段污水管网地势较低，当下游污水提升泵站停机检修时，该处污水就会通过污水检查井外溢，严重影响了居民居住。

2.3 水系水质分析

坡南河为山区性河流，西塘河为平原性河流。坡南河河流外部水源均依靠周边山体来水进行补充。西塘河则汇集周边多条河流水系来水，涉及本工程西塘河段主要为周边地块雨水、农田排水等汇入。

坡南河水质从起点至儒林一桥段，水质尚可，水质较为清澈，能清晰看见群鱼嬉戏。儒林一桥下游段直至龙湖，河道水体逐渐变差，水流流速逐渐减缓，由灰白色直至墨绿色。



西塘河段处于平原性河道，水面较为开阔，水流流速非常缓慢。由于西塘河长度较长，末端受下游鳌江镇水系控制。该段除了接纳周边山渠来水外，也是周边道路、城镇、农田排水的接纳水体。工程段沿线农田、村镇分布较多。该段河流河底多年未进行清淤，且处于坡南街道（南丰村）下游，污废排放处理未彻底，局部排入龙湖中。特别是龙湖西南北角的凤山农贸市场范围内，水体水质非常差，水体富营养化污染严重，能见度低，绿藻繁殖，整体成深绿色，基本为Ⅴ类水体。





2.4 存在问题分析

（1）上游来水不足，河道流水保障率不高

坡南河为山区性河流，河道水源全部依靠降雨径流。因此，河道的流水状况受天气影响控制，台汛期降雨量足，河道来水充足；枯水期，上游来水变少，河道流量减少，有时甚至会断流。特别是，左支流 1，2 上游被居民拦截蓄水后，来水量更少。坡南河来水保障率低的实际对于坡南老街的旅游开发以及恢复坡南河小桥流水的风貌而言的是一大制约因素

（2）来水不足，水体自净能力差

坡南河以及工程区的西塘河位于水系的上游，基本依靠天然降雨来补充水体。非汛期上游来水不足，加之下游西塘河平原水系水流缓慢，造成坡南河以及本工程段西塘河水体自净能力差，水质容易恶化。

（3）河道管理不到位，整体感官较差

河道位于坡南街道的中心区，沿线居民密集，生活生产活跃，昆鳌路（大道）、平师路、G104 从工程区周边穿过。居住区、农田区、公共区穿插期间，加之坡南

河两侧地形狭窄，房屋密集，造成工程区河道管理不到位。河道内以及沿线明露管线杂乱布置，废弃管线、建筑垃圾随意丢弃在河道内。这与坡南老街的旅游定位是格格不入的。

（4）水系周边截污、河道清淤未完全实施

坡南河以及龙湖周边截污纳管未完全到位，局部散排依然存在，加剧水体水质恶化。另外，坡南河中段以下以及西塘河多年未进行清淤，底泥污染严重（特别是龙湖段）。在夏季，底泥会向水体释放污染物质及气体，恶化水体环境和周边环境，滋生蚊蝇。

峡屿桥上游段的西塘河段沿线为农田和村庄，普遍存在点、面源污染，特别是农田化肥的施工，加剧了河道水体的富营养化污染。

（5）西塘河局部段为自然状态河道驳岸，与城镇规划发展定位不协调

本工程区段西塘河周边村庄居住点已拆迁，该河道地块已纳入城镇规划用地（商业用地）。现状的自然驳岸杂乱无章，不能与区块的开发匹配。

3.工程思路

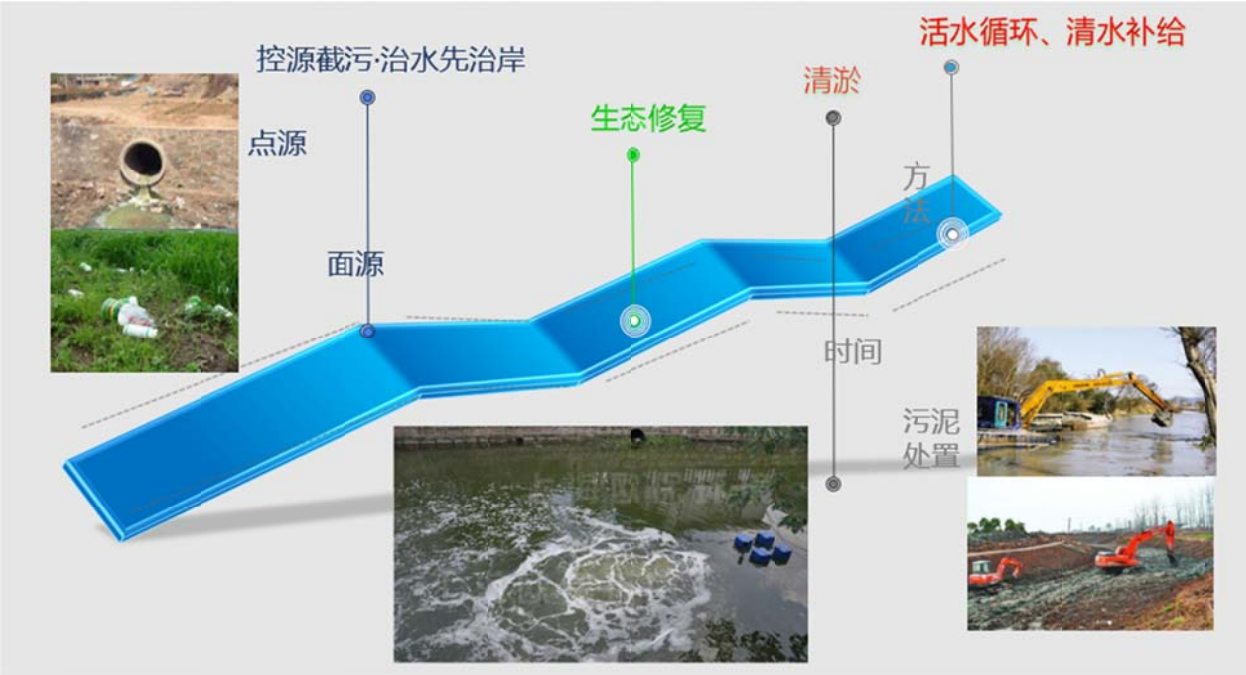
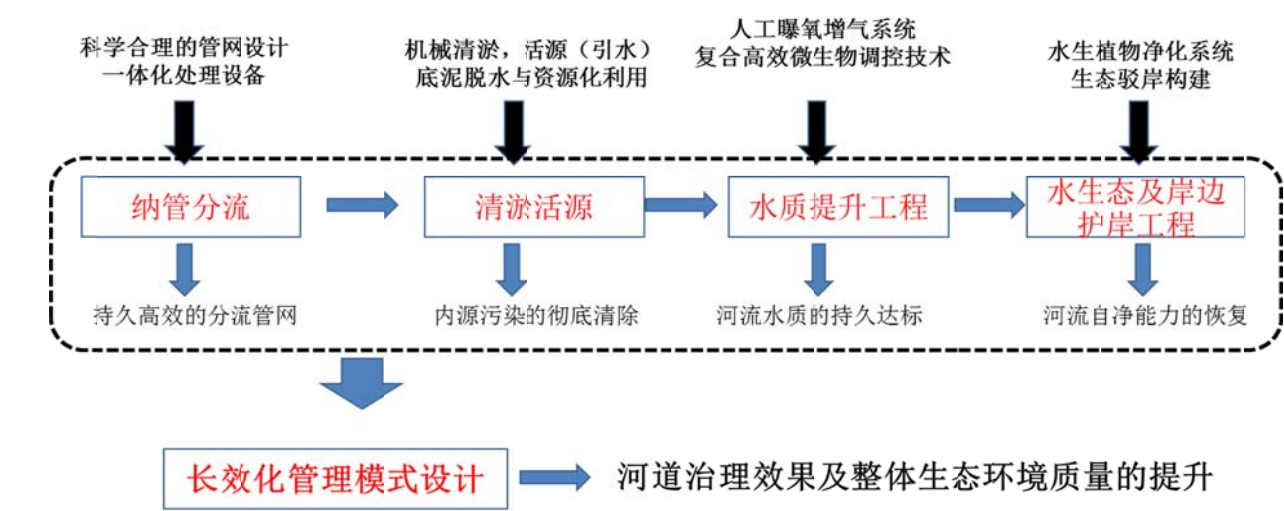
坡南街水系生态修复工程是一项系统性工程，必须加强领导，明确责任，完善机制，落实措施，强化管理，才能实现河道水体畅流、水环境质量的逐步提升的目标。

3.1 总体思路

本工程实施的主要目标有两个，一是实现坡南河常年流水的状态；二是实现水系水生态修复改善的目标。这两个目标看似不同，实则都是为了实现坡南老街历史风貌

的保护以及旅游开发服务的，是一个有机的整体。坡南河常年的流水可以改善坡南河以及工程区西塘河段的水体水质，水系水生态的修复改善又能提升坡南老街的整体生态环境，促进老街的保护和旅游的开发。

坡南街水系工程区污染源有点源、面源、内源，针对不同类型的污染源和有机物的降解机理，从减污截污、底泥清淤、生态修复、水体流动等各个环节做好水体污染的防治和水质保护工作，是可以改善水质的。因此，本工程提出“外源减排、内源控制；水质净化；补水活水、生态修复”的基本技术路线。其中外源减排、内源控制是基础和前提，水质净化是阶段性手段，补水活水和生态恢复是长效保障措施。



3.2 工程目标

结合工程区现有的地形水利现状，在充分利用现有山体来水的情况下，通过龙湖水体净化，实施龙湖水体引水工程，对相关河道进行综合整治，沟通、盘活工程区现有河道水系水体，实施河道周边截污纳管工程、水系清淤工程，提升坡南街水系水环境，实现坡南老街清水流畅的美景。

4.工程方案设计

4.1 坡南河活水工程

4.1.1 活水水源的选择

坡南河现状的来水水源主要为山体来水。由于天然降雨的不稳定性以及缺少调蓄

的措施，周边上体坡度均较陡。为保持坡南河常年有水畅流的景观需求，河道上游需有充足的水源供给。通过对工程区现有供水设施的分析，活水水源主要有如下几种方式：

（1）山水拦截蓄水

该方式拟在各支流合适位置设置蓄水池，蓄集雨水期的来水，在非降雨期进行均匀排放补充河道水体所需。

通过对坡南河各支流分析，来水量比较大、稍微稳定的只有左支流 1 河左支流 2。但是左支 2 位于坡南河中下游，无法对坡南河头部进行水流补充。合适的只有左支 1。

左支流 1 从昆鳌路左侧（北侧）山体汇集山水，穿昆鳌路后从平阳中心小学处与坡南河汇合。



调蓄池位置可以设置于山体侧或者设置于昆鳌路侧。根据实地查看，考虑后期维护以及山洪安全考虑，建议在停车场与昆鳌路以及现有左支 1 的三角汇合处设置调蓄池。

该区块面积约为 450m²。现状已经拆除为空地。可调蓄库容约为 900m³。该三角地块规划用地性质为绿化用地。





(2) 水厂供水

坡南河端部靠近通福门的九鳳山上建有平阳第一水厂老厂（通福门老水厂）。平阳第一水厂老厂负责西马路、坡南、东门山、九鳳山几万人的供水重任。



该水厂出水稳定可靠。且靠近坡南河端部，有现状供水管通往坡南社区。方便接入坡南河端部。相关调整的管线费用、土建费用较省。但利用自来水来对河道进行补水，补水成本太高，社会影响也不利。

(3) 西塘河引水

坡南河末端的龙湖水面开阔，水量充足，是西塘河的起点。可以作为坡南河的补水水源。该方案的优点是补水水源稳定且充足，缺点是水源水质较差，且需要加压泵站补水至坡南河端部，运行成本较大。

综合如上引水水源的分析，本方案建议采用山体蓄水与西塘河引水的方式结合的方案。即雨水期，由山体来水对坡南河进行活水，多余水体进入调蓄池，供非雨期对坡南河补水。枯水期或者调蓄水量不足时，由龙湖提升泵站提水进行活

水补充。

4.1.2 引水泵站方案设计

(1) 选址

引水泵站通过引龙湖水体提升至坡南河端部，再回流至龙湖。该引水泵站即可以向坡南河引水进行河道活水，又可以促进龙湖本身水体的流动，改善水质。根据用地规划图，泵站拟设置于龙湖北侧靠近昆鳌路的绿化带内。



站址 1 位于龙湖西北角端部（龙湖尾端），现状为居民拆除点空地以及村民广场。



现状照片

该站址的优点是，引水时能带动整个龙湖水体的水体流动，改善湖区水质。缺点是，该站址靠近区块雨水排放口，水质较差。

站址 2 位于龙湖东北角的昆鳌路与昆鳌大道交汇处的绿化带内，现状该处为绿化

带。该站址的优点是避开湖区死水区，水质较好。缺点是，输水管线比站址 1 方案远 185m。



考虑现阶段工程开展的时间紧迫性、施工的面以及引水对水质的要求综合考虑，方案推荐引水泵站设置于站址 2 位置处。



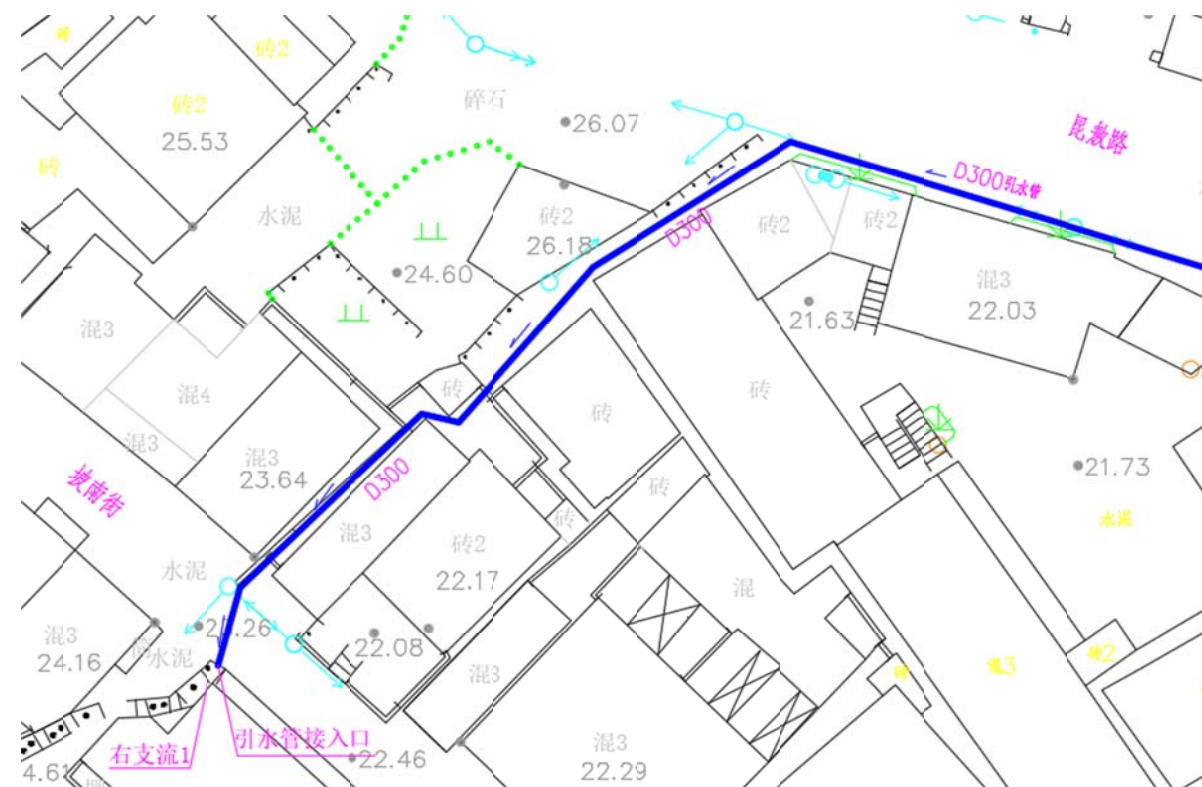
拟建引水泵站站址处

(2) 输水管线走向

引水泵站出水输水管线沿昆鳌路南侧绿化带内布设。现阶段昆鳌路正在实施扩宽工程。输水管线可以与道路工程同步实施。输水管线沿着昆鳌路向北至坡南河端部注入点，管线总长度约为 1.2km。



图



向图

(3) 引水规模的确定

引水泵站主要作为缺水期坡南河补水用。为了营造河道畅流的感官效果。泵站引水规模按坡南河核心区段水流考虑，（河道平均宽度 5m 考虑，水深 0.5m，流速 0.1m/s），引水规模为 $0.25\text{m}^3/\text{s}$ 。

(4) 泵站及输水管的选择

引水泵站拟采用施工安装简便的一体化泵站。一体化泵站具有智能化的无人值守系统，确保泵站自动可靠运行。一体化泵站采用集成化设计，井筒、水泵、管路、阀门、格栅、液位检测系统、



智能控制系统等所有零部件均在工厂标准预制完成。泵站运至现场，只需进出水口法兰的对接，接通电源即可投入运行。



输水管道采用 DN300HDPE 管，该管材不仅应具有良好的经济性，而且应具备接口稳定可靠、材料抗冲击、抗开裂、耐老化、耐腐蚀等一系列优点。



相应泵站选用 2 台套 200QW350-45-75F 型潜污泵进行提水，不设备用泵。

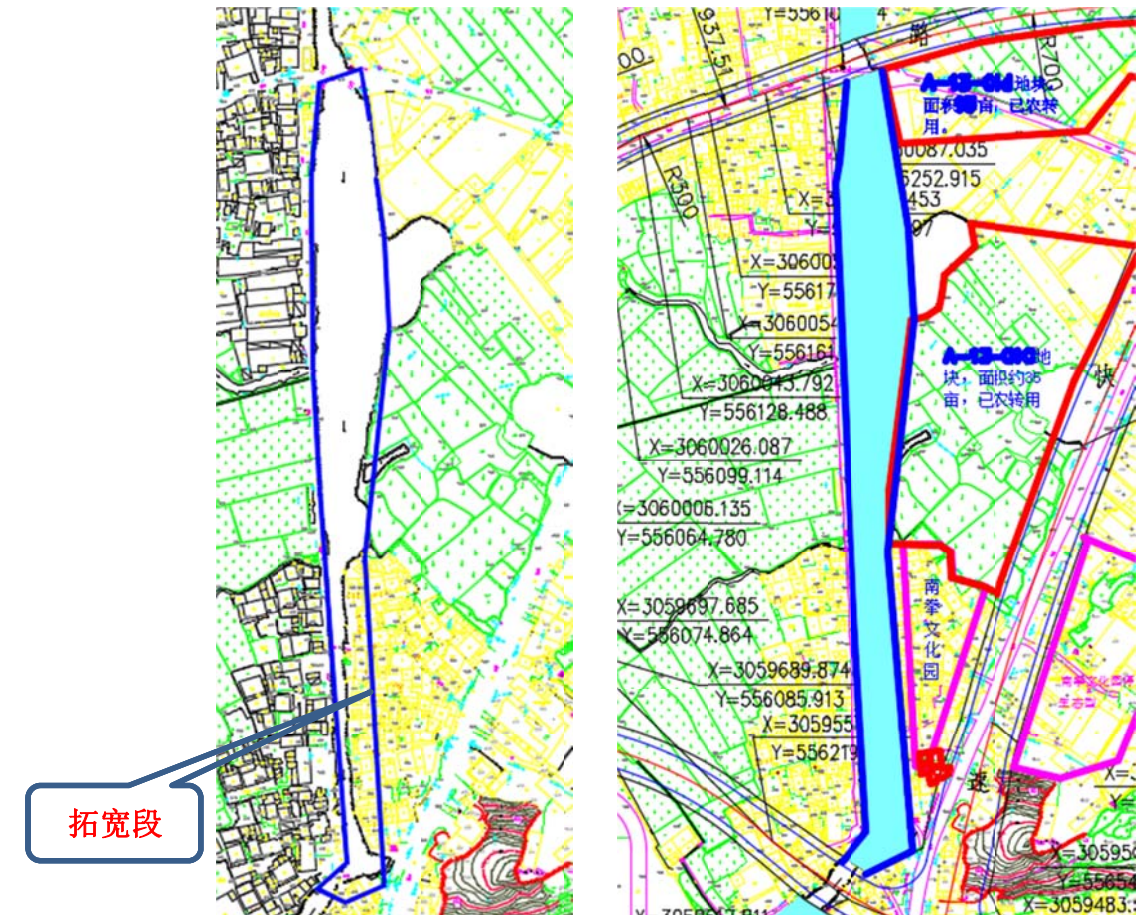
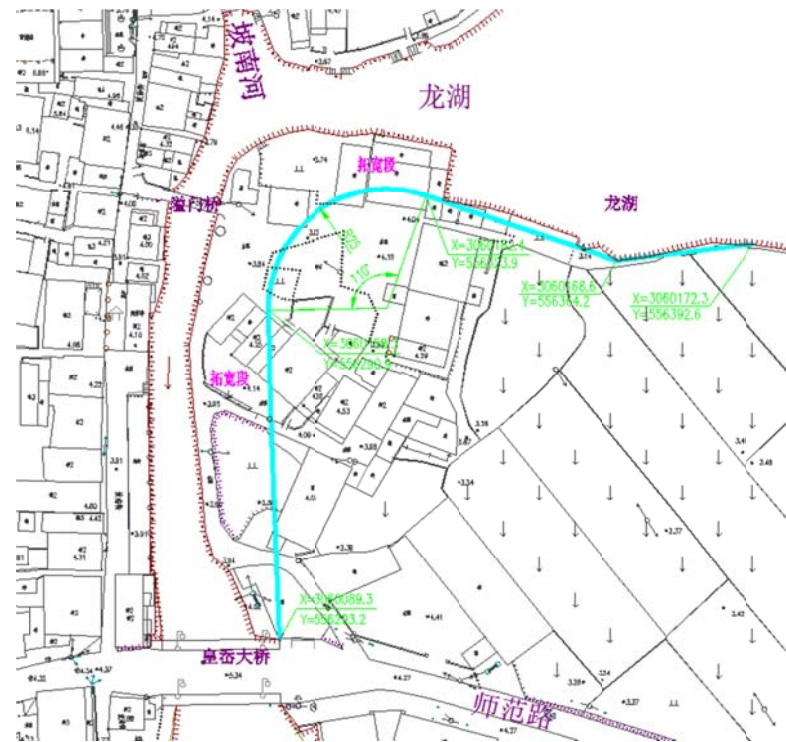
4.2 坡南街沟渠整治工程

坡南河上游（通福门下至平阳中心小学段）沟渠长度越 300m 范围内基本已被沿街居民盖板封闭占用。为使沟渠实现畅流的效果，建议对沿线有条件的盖板路段进行开窗处理，增加流水的感官效果。

同时对沿线污废水管线排查及处理，对废弃的管道进行清除，对杂乱无章的管线进行整合或隐蔽式处理。

4.3 生态驳岸工程

本工程生态驳岸工程主要对龙湖至峡屿桥段的西塘河进行治理，岸线治理长度约为 1.23km。岸线整治根据《昆阳镇城南片区控制性详细规划》，需对龙湖隘门桥段以及西塘河南拳文化园段进行河道拓宽，拓宽宽度按 25m 控制（拆迁及征地另行考虑，不计入本工程）。



(1) 设计原则

1) 安全适用、经济合理、施工方便

本工程河道长度不长，两侧空间较为狭小，驳岸型式应结合当地实际，便于施工，减少不必要的工程费用。

2) 突出水景观设计，避免硬化

河道生态建设过程中需注重保持和营造河道的自然状态，保护、创造和维持多样的生物生存环境，改变笼统采用连续混凝土、块石衬砌的做法，岸边及近岸部位尽量用生态材料和措施进行保护。

3) 生态护岸

生态护岸是以多种生物共存、保护和创造生物良好的生存环境、具有良好生态景观的近自然的河岸结构。生态护岸结构的关键是保证护岸的多孔隙性，其根本目的是为河岸生物创造适宜的生存空间。本工程基本全线采用生态护岸形式，堤脚防护主要采用块石、松木桩、抛石、干砌石等天然材料，护坡主要采用植物措施。护岸断面以缓坡为主，增加水岸交融，增加河岸的生态性。

4) 充分利用植物措施进行驳岸防护

植物具有固土护岸、绿化美化河岸、净化水质的作用，更重要是能为水生生物提供有机物和食物，给水面提供遮阴、沿河岸提供遮蔽条件，为河流和河岸生物提供栖息地空间和生存地，植物是河流生态系统的重要载体。植物运用上增加彩化、香化树种。特别是本工程定位为生态湿地水系，构建原生态型滨水环境是一大亮点。

5) 构建生物友好的设施和环境

多样的水流条件，多孔隙的河床和护岸介质，多姿多彩的植物带，多种形式的生物构造措施，如沿线设置生态浮床、水生植物区，利用湾凹构建生态小湿地等，为河流及河岸的生物的生存提供了良好的生存条件。

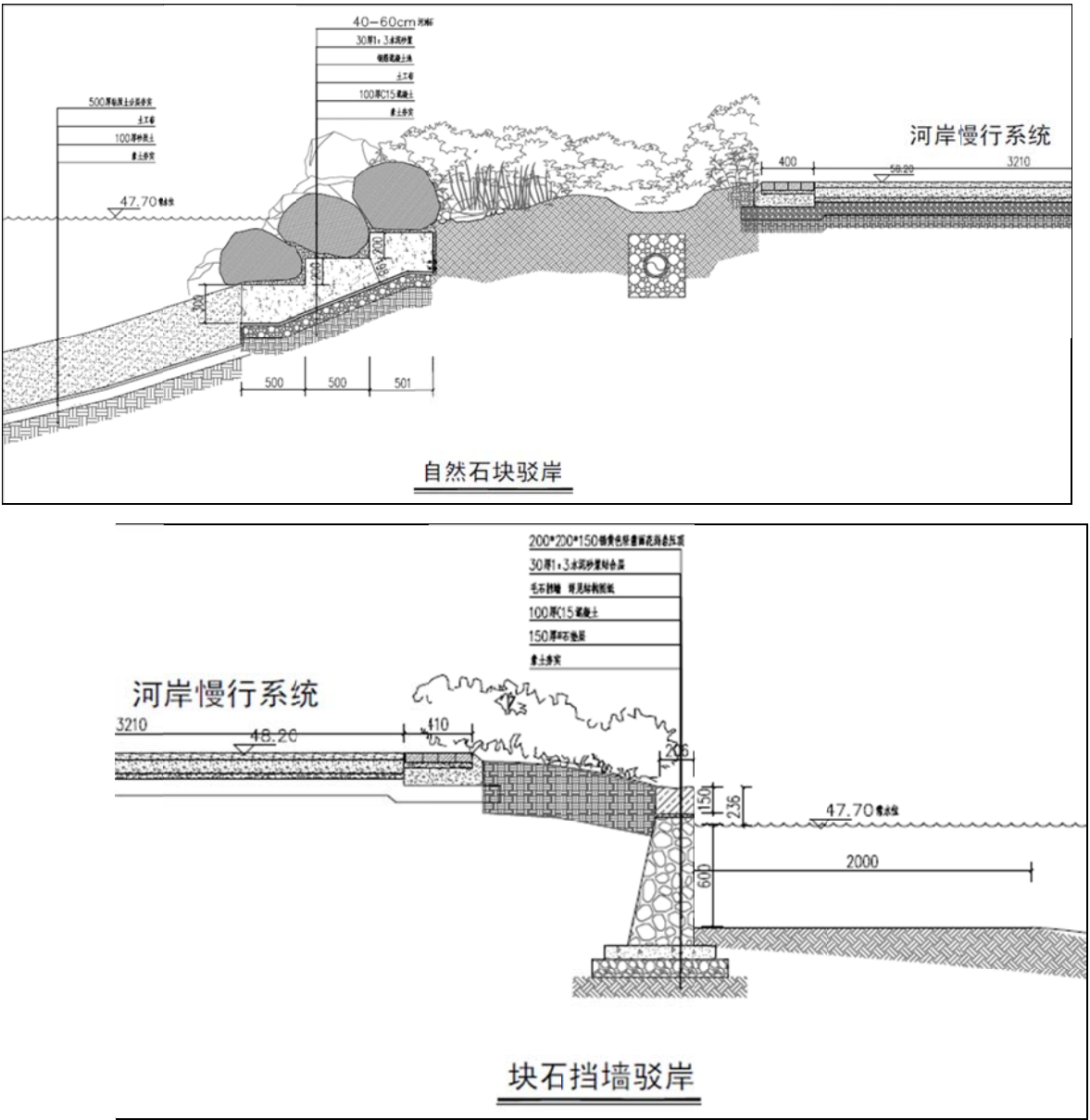
(2) 方案比选

河道驳岸是防洪、挡土、护坡、防浪的建筑物，是保护河道边坡稳定、防止水土流失，减少河道淤积的工程措施。按照上述设计原则，河道驳岸结构不仅要考虑其稳定性，而且要重视其生态价值，使河道两岸岸绿水清，创造人水亲近、和谐、美丽的生态环境。

本阶段将根据岸线沿线节点功能特点进行设计。

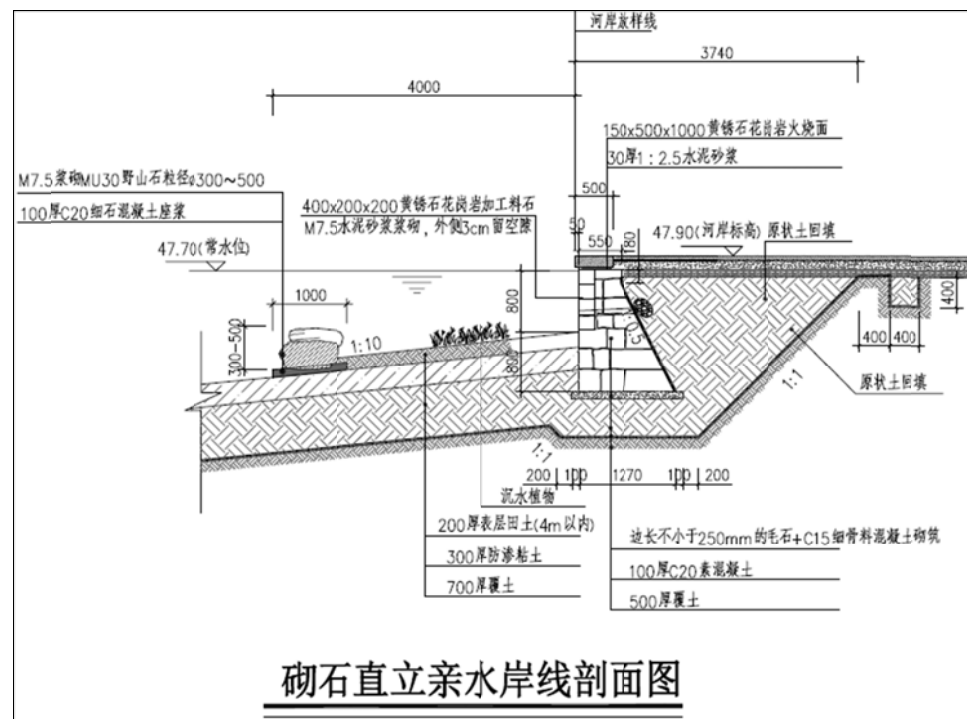
1) 沿河慢行系统驳岸型式

考虑慢行系统体系要求全线贯通，在地形受限区段，河道驳岸与河道较近。此时慢行系统与驳岸之间由绿化带隔离开。



2) 亲水型岸线

该型岸线适用于亲水区域，如亲水节点，下水嬉戏平台、岸侧观景平台等。



(1) 突出重点的原则：龙湖段以及西塘河水体由于多年来的长期污染，河床底部沉积了大量的垃圾、淤泥等污染物，这些污染物将长期影响河道水质，所以对河道进行底泥清淤，是后期水体修复能否达到预期目标的关键。

(2) 环保清淤的原则：清淤过程中，不给周围环境造成影响是清淤过程的一项重要工作，所以必须做好清淤过程中的保洁工作和淤泥运输过程中的防渗防漏工作，做到文明清淤，不影响沿岸居民的生活。

(3) 淤泥四化原则：减量化、无害化、稳定化、资源化。

4.4.2 清淤工程范围及清淤量

清淤工程范围：对坡南河段、龙湖水体段、西塘河段区域范围进行底泥清淤处置。

环保清淤深度：坡南河段按0.5m考虑，西塘河段按1m考虑。总的清淤量约为4.7万方。

4.4.3 清淤方案

目前的河道清淤工程，大多数具有水质改善的目的，因此尚属“环保清淤”范围。现在的清淤工程具有系统化施工的特点，在清淤之前应该进行初步的底泥调查，通过测量明确河道底床的形状特征。在前期工作的基础上，根据淤积的数量、范围、底泥的性质和周围的条件确定包含清淤、运输、淤泥处置和尾水处理等主要工程环节的工艺方案，因地制宜选择清淤技术和施工装备，妥善处理处置清淤产生的淤泥并防止二次污染的发生。

(1) 机械开挖

4.4 水系清淤工程

4.4.1 清淤原则

水系清淤是坡南街水系水生态修复工程的基础。通过清淤可以消除内源污染，增加水体的可观性和景观水体要求，特别是打造坡南老街龙湖段水上游船的需要，是非常必要的。另外，通过水系清淤，改善水体水质后，引水泵站的龙湖水源才可以满足引水的要求，达到坡南河畅流的美景。

本工程为水系综合整治工程，河道清淤主要目的为挖除被污染的底泥，清除水体中的内污染源，为水生生态系统的恢复创造条件。因此既要考虑清淤工程实施中技术上的可行性及经济上的合理性，

又要满足环保的需要。清淤主要原则有以下几点：

主要采用挖掘机进行开挖，将清理出来的河道污染底泥堆放在临河临时堆场，淤泥静置一段时间排走部分水分后，再挖装到自卸汽车上，由自卸汽车转运到堆泥场。

机械开挖的优点是：清淤彻底，对设备和技术要求不高，淤泥含水率低，对后河水位的控制比较容易；缺点是：淤泥上岸困难，需要临河临时堆场，可能对环境造成二次污染。



机械开挖图

(2) 水陆两用搅吸泵

主要采用水陆两用搅吸泵进行搅吸，通过管道将搅吸的河道污染底泥输送至堆泥场。水陆两用搅吸泵的优点是：方便快捷，适合于窄河道，由于使用管道输送淤泥，对环境无二次污染；缺点是：淤泥含水率高，设备成本、运行费用高。



水陆两用搅吸泵

(3) 绞吸挖泥船清淤

绞吸挖泥船清淤主要是利用装有绞刀、耙头、吸头、抓斗等设备的挖泥船，是一种具备破土、挖掘、提升、输送等功能的清淤工具。

绞吸挖泥船的优点是：施工精度高，由于使用管道输送淤泥，对环境无二次污染，适用于水位较高的河道；缺点是：淤泥含水率高，设备成本、运行费用高。



绞吸挖泥船

考虑本工程实际情况，结合坡南街水系河道特点，清淤采用因地制宜的原则，本工程不同河段推荐采用同的处理方式。坡南河由于两侧路面狭窄，河道宽度较小，采用人工清淤以及绞吸泵结合的方式进行清淤；龙湖段由于水面开阔，水体较深，拟采用挖泥船进行清淤；西塘河段对于水面较窄段，采用围堰人工清淤和绞吸泵清淤方式结合。

4.4.4 淤泥处置方案

河道清淤后底泥的处理是环境保护的一个难题。清淤底泥以其量大、成分复杂、含水率高而处理困难。

清淤底泥的资源化利用应遵循减量化、无害化、稳定化、可靠化的原则。底泥的资源化应采取治理与开发相结合，集中利用与分散利用相结合，长远利益与近期利益相结合的原则，充分利用土地及底泥的资源价值。刚从河道中清理出来的底泥含水量大，可用封闭式罐车或者管道输送至底泥转运场地。处理完的底泥部分可用于景观提升工程中植物的种植土，余下部分可用于河道、堤坝、建筑用土，还可送至砖厂，烧制成道路用砖，作为建筑材料使用。

本次设计在平师路与龙湖交汇处的空地设置淤泥转运场地，淤泥转运场地的设置要求如下：紧邻河岸，便于排除淤泥内水分；远离居民区，防止对居民生活造成影响；交通便利，便于土方车运输淤泥。



4.5 水生态恢复工程

4.5.1 技术方案

水生态恢复工程将以提高河道生态系统对氨氮的削减能力为主要目标，在截污处理工程的控源成效上，在坡南河以及西塘河水体内设立若干个生态净化控制区，对氨氮等污染物进行强化处理，削减水体污染。

通过比选各类水质净化措施的优缺点，本方案选择原位生态修复的方式，选取了人工曝气技术、复合微生物强化净化工程和清水态水生态系统的处理措施，共同完成污染负荷的削减和水质的原位净化。

任务内容：

- （1）作为截污处理工程的补充，对零散入河污水进行原位消纳净化；
- （2）消纳净化初期雨水携带的污染物；

- （3）提升水体感官指标；
- （4）削减对西塘河的污染贡献，将入河污染控制在各支流（沟渠）区域内，保障引配水水质；
- （5）控制内源污染释放，延长疏浚周期。

4.5.2 技术工艺

水生态工程工艺的选择通常根据河道的基础条件（包括水深、流速、河道断面形状、周边环境条件等）和污染源特征（如长期污染负荷、冲击污染负荷、面源污染、内源污染等）综合选择。水生态工程的工艺确定不仅要考虑水质效果，还要考虑运行稳定性、运行费用的高低、管理操作的复杂程度等多方面，因此需综合实际情况选择最佳效果的处理工艺。

目前国内外常用的水生态治理技术主要可分为物理、微生物、生态法。

物理的方法主要是通过设备对水体进行净化，微生物的方法主要通过投放微生物制剂达到净化效果，生态法则是通过水生生物及土著微生物作用达到水质净化的目的。然而，河道体系错综复杂，污染来源多，依靠单一的方式或技术措施往往不能达到预期的水质提升效果。

常见水质净化方式比选

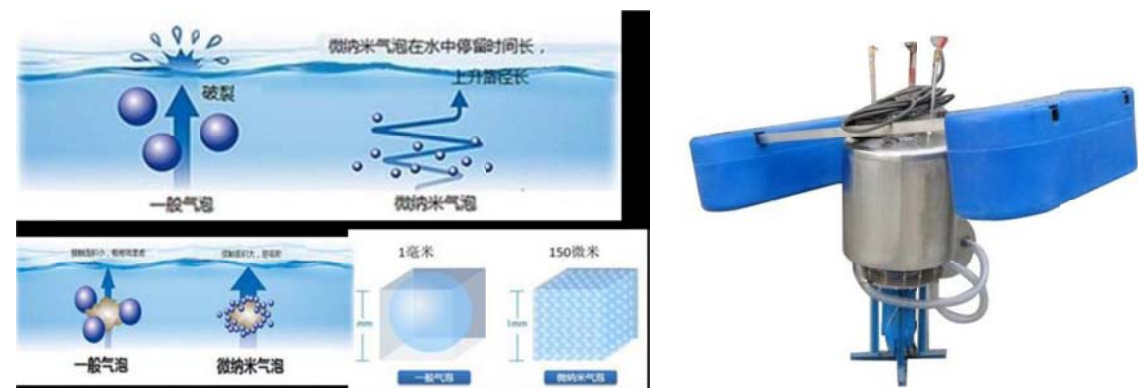
项目	物理法	微生物方式	生态方式	水生态综合修复体系
主要方式	曝气复氧 底泥疏浚	复合工程菌	生物操纵 水生植物 生物膜技术	河道体系复杂，依靠单一的方式或技术往往不能达到预期的水质提升效果。实际工程应用中，往往选取其中的一种或几种共同作用，组合成水生态综合修复体系，各方式之间相互协同作用，达到共同的水质目标。
建设成本	高	较少	一般	
占地面积	需考虑接电等	少	/	
运行成本	很高：耗电、人工费、设备维护保养费	较高：菌种需一直投加	较低	
效果	一般	较明显	较明显	
维持时间	长期有效	较短	长期有效	
综合优点	建设速度快 安装工艺快	前期建设成本低	没有二次污染； 水质稳定； 能耗相对低； 后期维护简单； 与自然景观更协调	
综合缺点	设备运行成本较高； 设备后期维护成本及设备折旧成本比较高	微生物受温度、pH等影响较大； 菌种需不断投加	水质及景观效果较易形成，但系统建成初期需一定的稳定时间。	

（1）物理方法

常用的物理方法包括人工曝气复氧、底泥疏浚等。曝气复氧被认为是治理河道污染的一种有效措施，可以提高水体中的溶解氧含量，强化水体的自净功能，促进水体生态系统的恢复，目前已在工程实践中应用广泛。河道曝气复氧的主要方式有微气泡曝气增氧、固定式微孔曝气增氧、推流曝气增氧、喷泉曝气增氧等。

1）微气泡曝气微气泡比表面积大，在水中停留时间比普通气泡长，可有效提高水体溶解氧，维持水体富氧环境，强氧化降解微生物，增强土著微生物菌的生化作用，

促进水生植物及微生物的生化降解作用；微气泡与水接触面积大，气泡更易粘附水体污染物，提高水体透明度。



微气泡曝气系统示意

2) 固定微孔曝气系统

固定微孔曝气系统是采用多孔性材料如陶粒、粗瓷等掺以适当的如酚醛树脂一类的粘剂，在高温下烧结成为扩散板、扩散管和扩散罩的形式。

固定微孔曝气系统主要由微孔曝气管、风管、鼓风机等部分组成。

其工作原理是：空气从微气泡曝气管后盖的通气孔进入曝气管，曝气管的管壁上密布者许多细小的孔隙，管内空气在压力差的作用下，从管壁的孔隙中扩散出来，在污水形成许许多多微小的气泡，并造成水的紊流，从而达到了将空气中的氧溶入水中的目的。

固定微孔曝气系统通常采用由粗瓷或刚玉等烧结而成的曝气管，管壁在烧结过程中产生许多极微小的孔隙，它的主要特点是能产生微小的气泡，气泡直径约0.1～0.2mm，气、液接触面积大，氧利用率高，一般可达到20～25%；其缺点是气压损失较大，易堵塞，送入的空气需经过滤处理，易损坏，一旦损坏，氧利用率就开始快速下降。



固定微孔曝气系统示意

3) 推流曝气增氧

推流曝气利用喷射导流原理发展起来的一种多用途曝气方式，用于水体中上层推流，在河道断头布置一些推流曝气机可以增加河道水动力，加快水中物质流和能力流循环，强劲的水流与空气混合喷射，使搅拌均匀、完全，在导流装置的作用下，形成强大的溶氧喷射，喷射水流的卷吸作用下是周围水体形成大流量前驱运动趋向，产生大流量充氧循环效果。

推流曝气机广泛应用于人工湖、黑臭河道、湖泊、公园水体等景观水域的曝气、造流、混合。但是，推流曝气机容易扰动底泥，使底泥上翻，造成水面感官效果差。水深小于50厘米的泥质底的水体不适宜使用该设备。



推流曝气系统示意

4) 喷泉曝气增氧

喷泉曝气机可以实现全水面水花充氧并提升景观效果，促进水体表层与底层物质交换，有效防止非流动的水质腐烂发臭，有效改善水质，削减污染物浓度。

技术特点：

迅速增加水体溶解氧，推动水体上下循环；体积小，不受水位波动影响，适应范围广；强大动力产生的水花覆盖整个水面，提升景观效果的同时全水面充氧；促进水体的垂直循环运动，实现表层水体与底部水体交换，消除水的层化现象，防止发生厌氧消化，降低水体的污染物浓度；充足的氧使水体养分保持平衡状态，控制沉积物与淤泥的积累。



喷泉曝气系统示意

各类充氧设备比选表

名称	固定式微孔曝气	推流曝气	喷泉曝气	微气泡曝气
气泡大小	较小	中等	/	微小
易损坏程度	不易损坏	易损坏	不易损坏	不易损坏
环境影响程度	较美观	影响较小	美观	较美观
通航影响	不影响	不影响	不影响	不影响
氧的利用率	较高	较低	低	高
可移动性	不可移动	可移动	可移动	可移动
安装难度	较复杂	较复杂	简单	简单
成本	较高	较低	低	较高
能耗	较高	高	高	较低
适用范围	局部强化充氧	局部强化充氧	景观需求	河道全范围全水层充氧

通过综合比选各种曝气设备的优缺点，结合本项目现场实际情况，坡南河选择能耗低，充氧效率高的微纳米曝气机；龙湖水面开阔区选择美观、成本低的喷泉曝气。

(2) 微生物方式（复合工程菌）

投放复合微生物菌可以迅速降解底质中营养物质，降解产物以水、二氧化碳、氮气和有益生物量为主，防止营养物质在厌氧菌的作用下大量产生甲烷、氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等有害物质的可能性，改变恶臭底质。

当河道底部溶解氧大于2mg/L 以上时，微生物可以迅速确立优势，快速分解底部淤泥中的有机质；快速提高池底氧化性，降低有害物质（NH4+-N、NO2--N 等）

的含量，降低对鱼类等水生动物的生物毒性；提高底泥及水体的氧化状态；去除有机物在低氧条件下不完全分解的产物有机酸，稳定水体pH 值。

西塘河水系与下游水系连通，投放微生物可能会对下游乃至鳌江的生态系统造成影响，因此本次设计不考虑微生物方式治理后河水生态。

(3) 生态方法

河道水生态恢复是重现河道自然本色的必经之路，也是长效和稳定改善水环境质量的重要手段。河道治理的生态方法可以从根本上恢复河道系统的生态功能，是国内外近年来发展很快的一种技术。主要包括生物操纵技术、水生植物净化技术和生物膜技术。它利用培育的植物或培养、接种的微生物的代谢活动，对水体中的污染物进行转移、转化和降解，改善河道水质，同时构建具有完整营养级结构的水生态系统，从根本上恢复河道系统的健康。生态法应用于河道的治理，具有稳定有效、安全持久、工程造价较低、运行成本低廉、可与绿化环境及景观改善相结合等特点，但其处理效果易受水文和气候等外部条件的影响，同时系统地有效后续管理维护是生物-生态法应用过程中急需解决的重要问题。

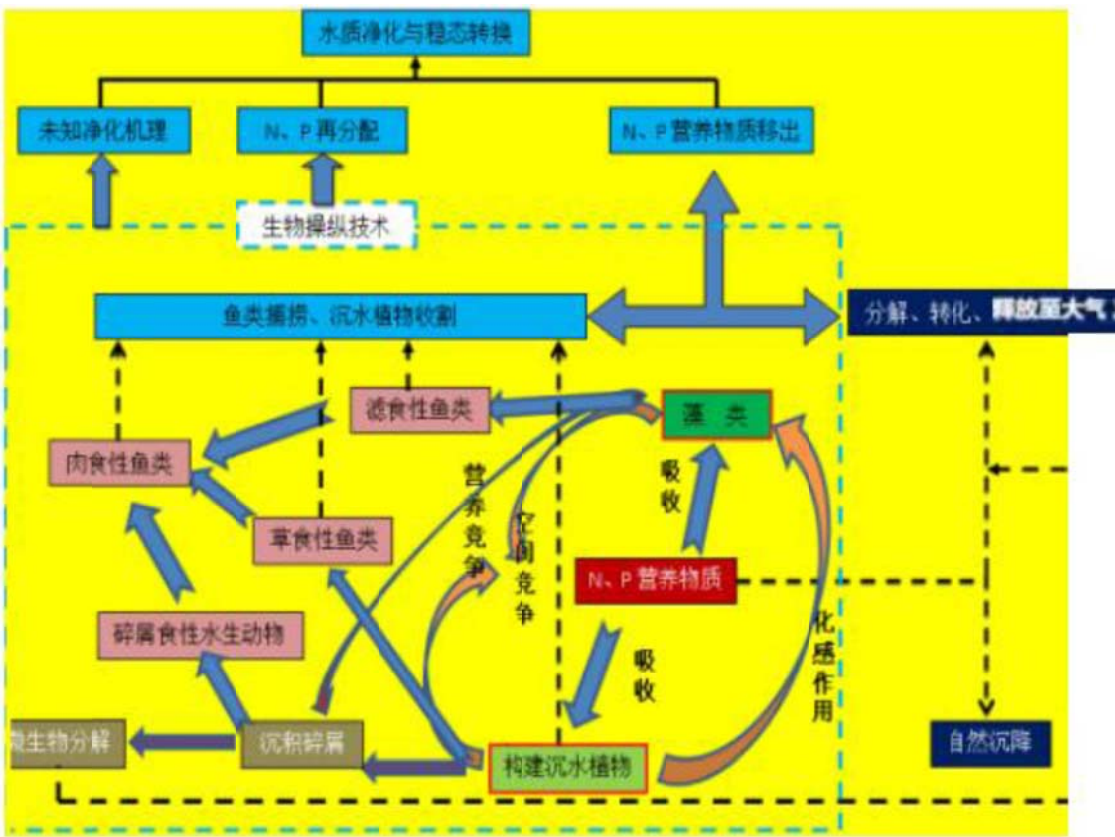
1) 生物操纵技术

生物操纵即通过对水生生物群及其栖息地的一系列调节，以增强其中的某些相互作用，促使浮游藻类植物生物量下降。

生物操纵的对象主要集中于鱼类，特别是浮游生物食性的鱼类，即通过去除食浮游生物者或添加食鱼动物降低浮游生物食性鱼的数量，使大型浮游动物的生物量增加，从而提高浮游动物对浮游植物的摄食效率，降低浮游植物的数量。这称之为经典生物操纵。由于浮游动物无法摄食形成群体的水华蓝藻，我国学者提出了通过控制凶猛鱼

类以增加滤食群体蓝藻的

食浮游生物鱼类（鲢、鳙）从而达到控制蓝藻水华的非经典生物操纵理论，已得到广泛应用。



2) 植物修复:

植物修复是指以植物忍耐和超量积累某种或某些化学元素的理论为基础，利用植物及共存微生物体系清除环境中污染物的一门环境污染治理技术。水生植物修复技术就是以水生植物忍耐和富集某种或某些有机、无机污染物为理论基础，利用水生植物或其与微生物的共生关系，清除水环境中污染物的一种环境生物技术。

水生植物能够有效地净化水体，提高水体的自净能力，让“死水”变成“活水”。通过植物的吸收、挥发、根滤、降解、稳定等作用可以净化土壤或水体中的污染物，达

到净化环境的目的。利用水生植物进行水体净化修复主要是利用水生植物的吸收和富集、吸附、沉降、过滤及抑制藻类生长的作用，并且多种水生植物的组合能起到更好作用。

水生植物的生长环境只要求水质的PH 值为6-8，在其生长过程中需要大量的N、P 及微量元素，是再生能力很强的绿色能源植物，在生活污水或养殖业排放的污水中可以更加速生长。由于不同的植物对不同的污染物有其不同的耐受限度，故有必要知道其对各种离子的耐受临界值。

3）生物膜法（人工水草）

人工水草是一种水处理高分子生物科技材料，除具有很大的比表面积外，还带有正负表面离子，为微生物生长提供理想的附着基质。

微生物附着在人工水草的表面进行大量繁殖，形成生物膜。同时水草又会随着水流的摆动，吸附水中大量的有机质及其他物质在生物膜表面，而微生物膜内的微生物以此为自身的营养。



通过以上介绍，对上述几种生态措施进行对比分析，如表所示：

各类生态措施比选表

名称	生物操纵	植物修复	生物膜法 (人工水草)
环境影响程度	美观	美观	较美观
通航影响	不影响	不影响	不影响
可控难度	投入后控制困难	可控	可控
安装难度	简单	较复杂	简单
成本	较高	较高	较低
生态恢复能力	较好	较好	一般
水体净化效果	较好	较好	一般
适用范围	富营养化水体	景观水体	各类水体

通过综合比选各生态措施的优缺点，为了构建河道完整生态体系，营造良好的水体景观效果，本次方案设计选用生物操纵和植物修复措施来治理水环境。



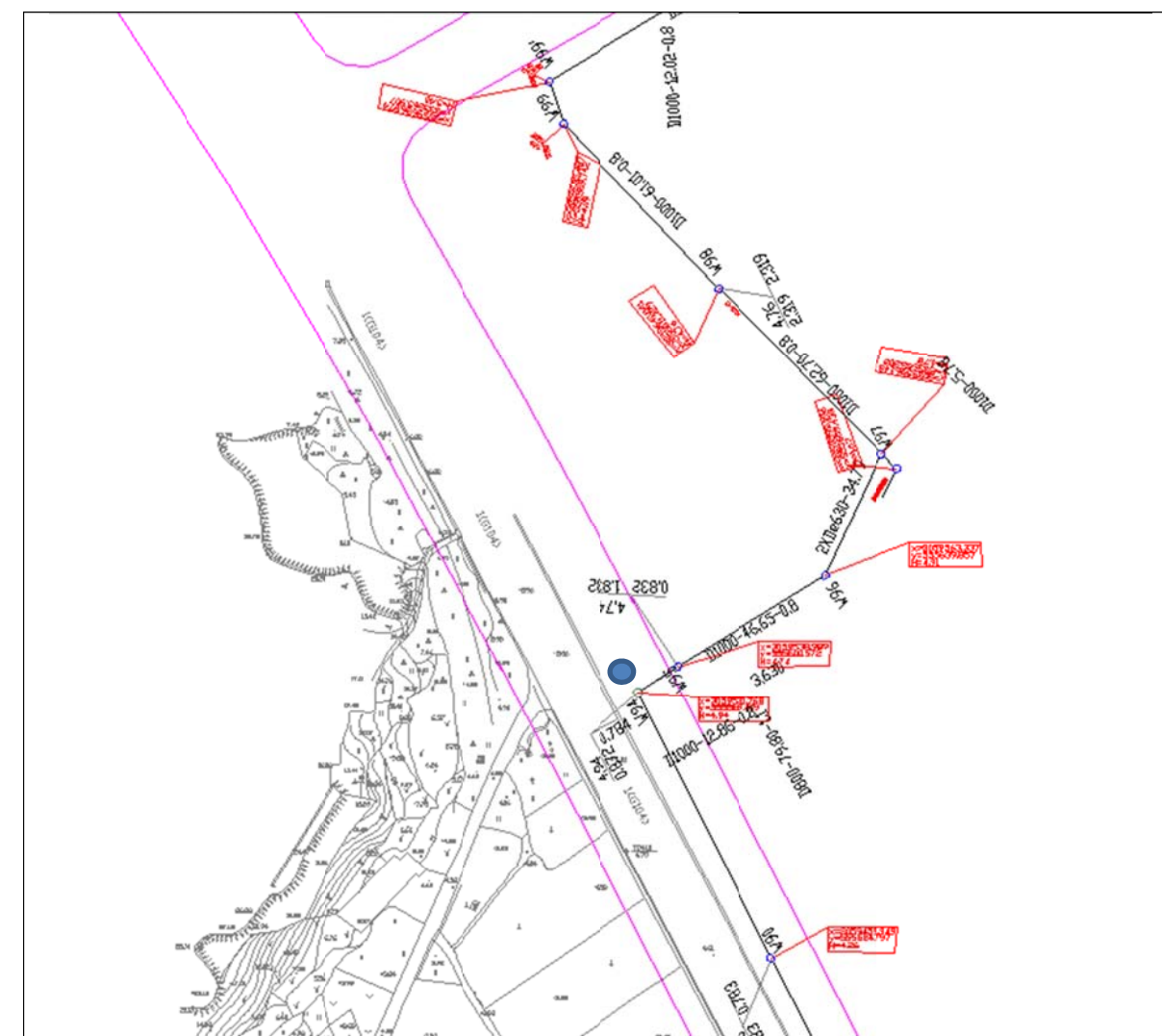
里

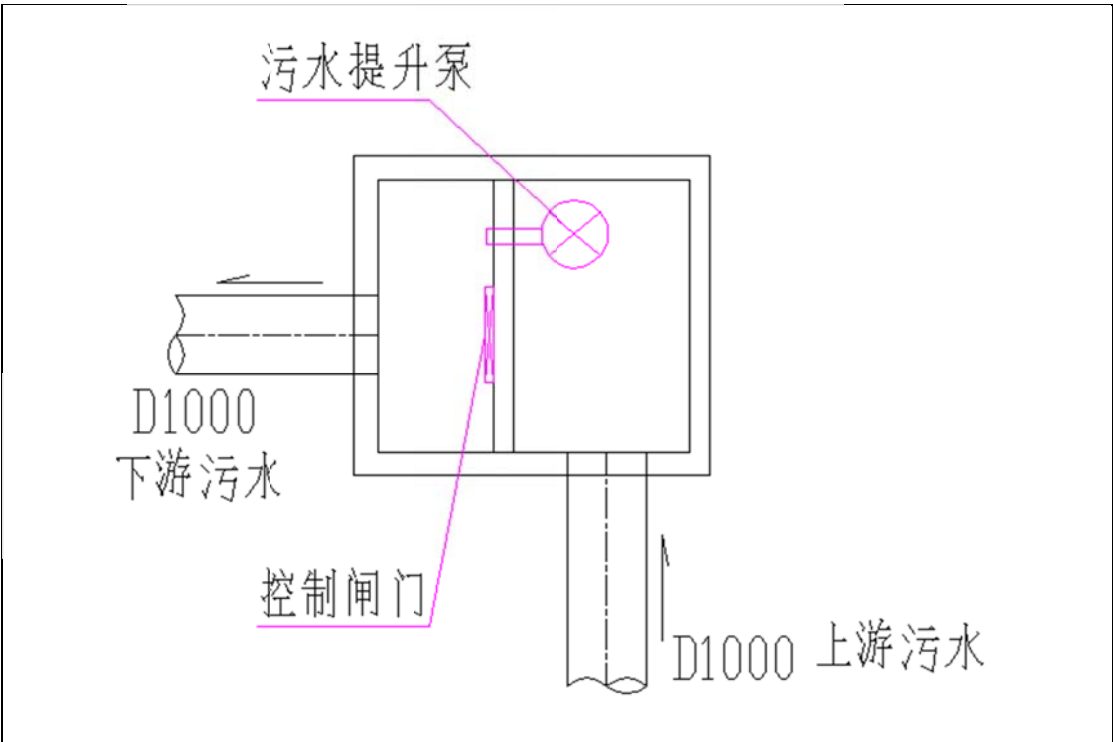
4.6 皇岙社区污水提升应急工程

皇岙社区位于平师路与 G104 交汇口的东南角。上游城区污水管网穿过平师路后沿皇岙社区西侧空地布置，在 W96 号检查井穿西塘河支河后接入 W95 号检查井后沿 G104 侧绿化带向南排至鳌江污水提升泵站后接入污水处理厂，污水管管径为 D1000。

为避免下游污水提升泵站检修，上游污水溢出的问题，拟在皇岙社区穿西塘河支河处设置污水应急提升泵站。当下游污水处理设施停电或者事故检修时，可以强制提升上游污水至下游管道。

工程拟在社区对岸的 W95 号检查井处，另设一检查井，检查井内设置控制闸门，污水提升泵，人工控制。新建检查井采用钢筋砼结构，尺寸为 3.5m×4.0m。配套闸门采用铸铁闸门，污水提升泵设置一台提升流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 4m。





5.投资估算

工程主要投资估算表

序号	内容	单位	工程量	投资估算（万元）	备注
1	河道清淤	m3	47000	310	人工+绞吸，外运 5km
2	引水泵站	座	1	160	
3	输水管线	km	1.2	144	包括开挖铺设,PE100dn315SDR13.6
4	山水调蓄池	座	1	65	450m2
5	西塘河段整治工程				
5.1	生态驳岸挡墙	m	1230	369	
5.2	河道拓宽	m3	16000	80	
6	生态修复	项	1	354	曝气、水生动植物等
7	皇岙社区污水应急泵站	座	1	150	
8	水系附属构筑物整理	项	1	45	管线整理，散排污水管接入等

本工程主要土建投资约为 1677 万元。

6.结论和建议

- （1）坡南老街是平阳县最具深厚历史积淀的承载体，打造该省历史街区，保护老街风貌和历史传承是一件非常有意义的工作。坡南河作为老街中心的纽带，贯穿南北，恢复水系水流畅流对于提升老街的品质、改善老街环境有着重要的作用。
- （2）坡南老街现正在对核心区进行提升改造工程，抓紧开展坡南街水系生态修复工程是十分必要和紧迫的。
- （3）建议抓紧开展河底淤泥淤积情况进行测量，便于为后续设计提供准确依据。
- （4）建议与龙湖段景观规划做好协调对接工作，便于工程实施。
- （5）建议成立坡南街水系运营管理小组。制定相应的运行维护规程，对水面保洁、水生态维护设施的管理等。