

龙昆沟下游段综合整治工程项目 可行性研究报告

项目编号：2022HQ037KY

第 1 册 共 1 册

2022 年 12 月

目录

1. 概述.....	1
1.1. 项目名称.....	1
1.2. 建设单位.....	1
1.3. 项目建设背景.....	1
1.4. 编制依据.....	3
1.5. 采用的规范和标准.....	4
1.6. 编制原则.....	8
1.7. 编制范围.....	8
1.8. 工程内容及主要经济指标.....	9
1.9. 对工可评审意见的响应.....	9
2. 城市概况.....	14
2.1. 城市概况及自然条件.....	14
2.1.1. 城市概况.....	14
2.1.2. 自然条件.....	15
2.1.3. 社会经济及人口状况.....	26
2.2. 海口市国土空间总体规划（2020-2035）.....	26
2.2.1. 规划期限.....	26
2.2.2. 规划范围.....	27
2.2.3. 战略愿景.....	27
2.2.4. 总体目标.....	27
2.2.5. 发展规模.....	28
2.2.6. 城乡开发建设格局.....	28

3.	项目建设的可行性和必要性.....	30
3.1.	项目建设的可行性.....	30
3.2.	项目建设的必要性.....	错误!未定义书签。
4.	工程方案.....	31
4.1.	水利工程.....	31
4.1.1.	潮汐.....	31
4.1.2.	工程等级和标准.....	32
4.1.3.	工程总布置.....	36
4.1.4.	四孔涵扩深工程设计.....	37
4.1.5.	九孔涵开盖工程设计.....	43
4.1.6.	老防潮闸拆除工程.....	44
4.1.7.	工程实施效果分析.....	46
4.2.	排水工程.....	47
4.2.1.	设计原则.....	47
4.2.2.	设计标准及主要参数.....	48
4.2.3.	排水设计.....	50
4.2.4.	排水管道管材比选.....	52
4.2.5.	排水结构.....	54
4.3.	附属工程.....	63
4.3.1.	道路工程.....	63
4.3.2.	绿化拆除及恢复.....	66
4.3.3.	照明拆除及恢复.....	77
5.	管理机构及项目实施计划.....	81

5.1.	实施原则及步骤.....	81
5.1.1.	管理机构.....	81
5.1.2.	项目实施计划.....	82
6.	土地利用、征地与拆迁.....	83
7.	环境保护.....	84
7.1.	主要污染及处理方式.....	84
7.1.1.	施工期环境影响分析.....	84
7.1.2.	施工期环境保护.....	87
7.1.3.	项目建成后的环境影响及对策.....	89
8.	水土保持.....	90
8.1.	工程水土流失分析.....	90
8.2.	水土保持方案.....	90
9.	项目风险分析.....	92
10.	投资估算及经济评价.....	95
10.1.	工程简要概况.....	95
10.2.	编制依据.....	95
10.3.	其他说明.....	95
10.4.	工程投资.....	97
10.5.	资金来源.....	97
11.	项目招标投标.....	97
11.1.	发包方式.....	98
11.2.	招标组织形式.....	99
12.	结论和建议.....	104

12.1.	结论.....	104
12.2.	建议.....	105

1. 概述

1.1. 项目名称

龙昆沟下游段综合整治工程项目

1.2. 建设单位

海口市路桥建设投资有限公司

1.3. 项目建设背景

2017 年，国务院划定的城市排水防涝补短板范围为近年来内涝灾害严重、社会关注度高的 60 个城市（海口在列），要求用 3 年时间集中整治，使城市易涝点排水防涝能力和应急处置能力达到国家标准。

2018 年 4 月 13 日，习近平总书记在庆祝海南建省办经济特区三十周年大会上宣布，党中央支持海南全岛建设海南自由贸易试验区，支持海南逐步探索、稳步推进中国特色自由贸易港建设，自由贸易港的建设对海口市基础设施提出更高的要求。

2020 年，住房和城乡建设部办公厅发布《住房和城乡建设部办公厅关于做好 2020 年城市排水防涝工作的通知》（建办城函〔2020〕121 号），通知再次强调，要扎实推进城市排水防涝工作，确保城市安全度汛，避免出现因暴雨内涝导致的人身伤亡事故和重大财产损失。

2021 年 4 月 8 日，《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》，国办发〔2021〕11 号。到 2025 年，各城市因地制宜基本形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系。到 2035 年，各城市排水防涝工程体系进

一步完善，排水防涝能力与建设海绵城市、韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象。

2022年3月31日，住房和城乡建设部办公厅、国家发展改革委办公厅发布了“关于做好2022年城市排水防涝工作的通知”。内容提到加快推动城市内涝治理工作取得实效。加强项目前期准备工作，强化政策支撑和要素保障，加快开工建设一批重大项目，做到竣工一批、在建一批、开工一批、储备一批。

2022年4月27日，为进一步加强城市排水防涝体系建设，推动城市内涝治理，住建部发布了《“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划》。

海口经多年的排水防涝整治工作，内涝情况得到有效缓解，但截止目前，建成区范围内仍有25个易涝积水点，其中受龙昆沟流域内涝问题是最严重的。龙昆沟又是海口市中部地区的一条重要排洪河道，河道流域面积大、北侧地势低洼、水面率偏低、河道过流能力不足，导致排涝效果极差，每逢大雨，特别是台风期间高潮位碰头时，造成河道沿途道路严重积水、受淹，给人民的生产生活带来极大影响。

龙昆沟流域治理是一项综合性的系统工程，根据中规院编制的《海口市城市内涝治理系统化实施方案》，龙昆沟流域治理采用高水高排、蓄排并举、管网修复、海绵减量、末端建泵的综合治理措施。

2021年，海口市建成龙昆北排涝泵站，为整个龙昆沟流域的排涝打下坚实基础。龙昆沟末端的规划雨水排涝泵站（规划排涝流量 $80\text{m}^3/\text{s}$ ）已建设完成，泵站建成后能在台风期间高潮位长时间顶托的不利情况下发挥巨大作用，有效缩短积水持续时间，显

著减低龙华桥以北段龙昆沟的河道高水位，缓解龙昆北路（龙华桥以北段）积水问题。但是仅仅依靠末端建泵节点工程无法彻底解决流域内涝积水问题，由于龙昆沟下游局部堤防顶标高仅 2.54m，经核算河道过流能力仅约 $49\text{m}^3/\text{s}$ ，龙昆北排涝泵站暂无法发挥全部效能。

龙昆沟沟底现状为一根污水箱涵，尺寸为 $2.4\times 1.5\text{m}$ ，已建成 30 余年。该箱涵是海口中心城区的重要污水通道，服务面积约 28 平方公里，涉及人口约 40 万人。根据排摸，该污水箱涵目前漏损严重，外水大量进入，已严重影响到下游污水主干管、海甸泵站及白沙门污水厂的运行，同时污水箱涵位于龙昆沟底部，检修困难，污水箱涵漏损导致污水溢流，造成水体水质恶化。

为了加大龙昆沟过流断面，提高排涝泵站运行效果，增强河道驳岸结构稳定性，污水管道上岸减少水体污染。海口市路桥建设投资有限公司委托我院编制“龙昆沟下游段综合整治工程项目”可行性研究报告。

1.4. 编制依据

- 1、《海口市城市总体规划（2011-2020）》，2011 年 05 月
- 2、《海口市蓝线规划（报批稿）》，2014 年 06 月
- 3、《水污染防治行动计划》国发[2015]17 号，2015 年 4 月
- 4、《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》，2017 年 01 月
- 5、《海口市国土空间总体规划》（征求意见稿）（2020-2035 年）
- 6、《海口市城市排水专项规划（2021~2035）》，2022 年 03 月
- 7、《海口市城市内涝治理系统化实施方案》，2021 年 10 月
- 8、《关于龙昆沟下游段综合整治工程项目方案的回复》，海公

交复字〔2022〕364号，2022年9月13日；

9、《研究龙昆沟下游段综合整治工程项目方案有关事宜》，海口市人民政府专题会议纪要〔2022〕337号，2022年7月15日；

10、地形测量、物探资料及其它调查收集资料。

1.5. 采用的规范和标准

1、水利专业

- (1) 《防洪标准》(GB 50201-2014)
- (2) 《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013)
- (3) 《建筑结构荷载设计规范》(GB 50009-2012)
- (4) 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)
- (5) 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)
- (6) 《建筑基坑工程监测技术标准》(GB50497-2019)
- (7) 《土工合成材料应用技术规范》(GB 50290-2014)
- (8) 《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)
- (9) 《城市防洪工程设计规范》(GB/T 50805-2012)
- (10) 《水利水电工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50199-2013)
- (11) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)
- (12) 《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)
- (13) 《水工混凝土结构设计规范》(SL 191-2008)
- (14) 《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL 328-2005)
- (15) 《水利水电工程围堰设计规范》(SL 645-2013)
- (16) 《水工挡土墙设计规范》(SL 379-2007)

- (17) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL 654-2014)
- (18) 《堤防工程管理设计规范》(SL/T 171-2020)
- (19) 《水工建筑物地基处理设计规范》(SL/T 792-2020)
- (20) 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-2012)
- (21) 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)
- (22) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)
- (23) 《城镇内涝防治技术规范》(GB51222-2017)
- (24) 中华人民共和国工程建设标准强制性条文(水利工程部分)

2、排水专业

- (1) 《室外排水设计标准》(GB50014-2021)
- (2) 《城市给水工程项目规范》(GB 55026-2022)
- (3) 《城乡排水工程项目规范》(GB 55027-2022)
- (4) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)(2018版)
- (5) 《城市排水工程规划规范》(GB50318-2017)
- (6) 《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)
- (7) 《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268-2008)
- (8) 《城镇内涝防治技术规范》(GB51222-2017)
- (9) 《球墨铸铁管外表面锌涂层 第1部分:带终饰层的金属锌涂层》(GBT 17456.1-2009)
- (10) 《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》(GB/T 13295-2019/XG1-2021)

3、结构专业

- (1) 《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)

- (2) 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
- (3) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) (2015 年版)
- (4) 《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)
- (5) 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)
- (6) 《构筑物抗震设计规范》(GB50191-2012)
- (7) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)
- (8) 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB50202-2018)
- (9) 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-2012)
- (10) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)
- (11) 《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476-2019)
- (12) 《给水排水工程构筑物结构设计规范》(GB50069-2002)
- (13) 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB50032-2003)
- (14) 《给水排水工程管道结构设计规范》(GB50332-2002)
- (15) 《给水排水工程埋地矩形管管道结构设计规程》(CECS145:2002)
- (16) 《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046-2018)
- (17) 《工程结构通用规范》(GB 55001-2021)
- (18) 《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021)
- (19) 《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003-2021)
- (20) 《砌体结构通用规范》(GB 55007-2021)

4、道路专业

- (1) 《城市道路工程技术规范》GB 51286-2018
- (2) 《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 (2016)
- (3) 《城市道路交叉口设计规程》CJJ152-2010

- (4) 《城市道路路基设计规范》CJJ 194-2013
- (5) 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169-2012
- (6) 《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012
- (7) 《城市快速路设计规程》CJJ 129-2009
- (8) 《道路交通标志和标线》GB 5768-2009
- (9) 《无障碍设计规范》GB50763-2012
- (10) 《城市道路交通标志和标线设置规范》GB51038-2015

5、景观绿化

- (1) 《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ/82-2012);
- (2) 《海南省园林绿化工程施工及验收规范》(DBJ46-037-2016);
- (3) 《中华人民共和国城乡规划法》2008;
- (4) 《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》, 2006年;
- (5) 《海南省园林植物养护技术规程》;
- (6) 海南省地方标准《主要造林树种苗木质量分级》;
- (7) 《公园设计规范》(GB51192-2016);
- (8) 《城市绿化条例》(国务院1992.08.01实施);
- (9) 《公路环境保护设计规范》(JTG-B4-2010);
- (10) 《城市绿地设计规范》(GB50420-2007)(2016年版)

6、电气专业

- (1) 《供配电系统设计规范》GB50052-2009
- (2) 《20kV及以下变电所设计规范》GB50053-2013
- (3) 《低压配电设计规范》GB50054-2011
- (4) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- (5) 《电力工程电缆设计标准》GB50217-2018

- (6) 《城市道路照明设计标准》CJJ 45-2015
- (7) 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011

1.6. 编制原则

- 1、 贯彻国家关于环境保护的基本国策，执行国家的相关法规、政策、规范和标准。
- 2、 本工程应与“滨海立交改造工程”同步实施。
- 3、 采用雨污分流制。
- 4、 结合本工程现有设施使用情况，尽量选用先进实用、经济合理的管道及相关材料，以方便管养。
- 5、 采用现代化技术手段，逐步实现技术可靠、经济合理。

1.7. 编制范围

本项目设计起点为滨海立交桥下四孔涵，终点为龙兴路。道路桩号范围：龙昆路 K2+010~K3+070，全长约 1km，平均道路红线宽度 73m。

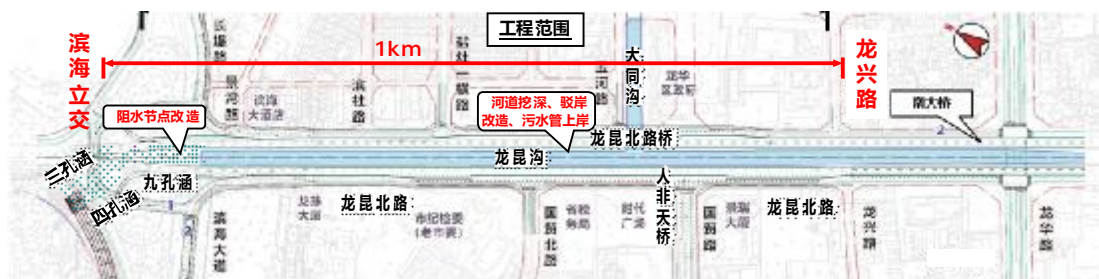


图 2.1.1-1 项目定位图

主要建设内容包括四孔涵扩深、九孔涵墩盖及老防潮闸拆除、河道挖深、驳岸改造、污水管道迁改及附属工程的拆除及恢复。主要涉及专业有水利工程、排水工程、附属工程（含道路交通工程、景观绿化、照明拆除及恢复）及技术经济等。

1.8. 工程内容及主要经济指标

- 1、 四孔涵扩深长度 125m，九孔涵开盖长度 70m，拆除老防潮闸 1 座和管理房 1 套；
- 2、 龙昆沟两侧驳岸拆除及新建，总长 1.8km；
- 3、 龙昆沟挖深长度 0.9km；
- 4、 道路两侧新建 DN1800 污水管及附属构筑物，总长 1.8km；拆除及恢复 2 座现状闸门；龙昆沟沟底现状 2400x1500 污水箱涵拆除，长度 0.9km；四孔涵底现状 2600x1800 污水箱涵迁改，长度 100m。
- 5、 附属工程内容含有交通疏导、道路路基路面拆除及恢复 12727 m²、景观绿化拆除及恢复 7868m² 等。

本工程总投资为 42005.35 万元，各部分投资如下表所示。

序号	项目	金额	占比	备注
1	工程费用	30623.27	72.90%	
2	工程建设其他费用	8270.57	19.69%	
3	预备费	3111.51	7.41%	
4	总投资	42005.35	100.00%	

1.9. 对工可评审意见的响应

一、给排水专业

1. 补充管位规划设计条件，优化管线管位横断面设计；补充龙昆沟防洪评价内容。

答复：已按意见优化管综横断面设计，防洪评价建设单位同步委托编制中。

2. 完善给排水工程方案与规划符合的内容；结合道路周边

排水需求，并且根据地形地貌和管道竖向高程的设计，补充排水系统周边区域、上下游管道衔接的具体方案内容。

答复：已按意见补充，详见《污水管道平面设计图》。

3. 补充汇水面积图，完善水力计算成果内容，复核排水管道管径。

答复：已按意见补充，详见文本 5.2.2. 设计标准及主要参数及《污水管道汇水范围图》。

4. 补充完善其它管线迁改和管线综合设计方案。

答复：已按意见补充，详见《管线综合平面设计图》。

5. 补充清淤淤泥处理处置方案，以及落实淤泥出路。

答复：清淤采用水力冲挖的清淤方式，通过龙珠湾落潮，结合临时泵排水，将龙昆沟河道中的水基本排干，清淤时上游补水闸关闭。采用搅吸设备进行搅拌、抽排，通过吸泥管输送至槽罐车，槽罐车停在河道两侧靠近河道的车行道上，清淤时占用一根车道，为了尽量减小对交通影响，建议在晚间分段完成清淤工作，清淤工作在每年汛前一个月完成。淤泥本阶段暂定为运送至海口市文明村，运距约 25km，后续根据施工单位和业主实际确定的位置做调整。

6. 根据地质评价及沟槽挖深，结合现状龙昆沟沟底结构情况，补充完善沟槽支护、基础处理的内容及施工方案。

答复：管槽支护、地基处理及施工方案详见 5.2.5 排水结构章节，由于现阶段暂缺针对性地勘资料，地质资料参考周边项目，下阶段地质资料补充后，管槽支护、地基处理及施工方案根据地勘报告作针对性调整。

7. 补充完善施工期间交通组织和施工组织方案。

答复：已补充，详见文本 5.3.2。

二、电气专业

1. 补充龙昆沟两侧电力、通信管线迁改方案说明；完善临时保通、拆除、恢复的具体措施。

答复：电力及通信管线迁改已委托相关管线单位设计，具体迁改方案另行论证，费用纳入二类费用。

2. 建议道路功能照明控制、电源系统利旧。

答复：本项目道路照明电源、控制均利用原有照明配电系统。

三、道路交通专业

1. 补充四孔涵和九孔涵的检测报告和地勘报告，有针对性的制定改造方案，并分析改造后的实际效果。

答复：四孔涵和九孔涵的检测报告和地勘报告正在开展当中，本次可研采用临近项目地勘报告作为参考。

2. 补充现状道路结构，建议路面结构与现状保持一致。

答复：为保证本项目施工期间道路的基本通行条件，需在滨海立交改造工程中对龙昆北路东半幅扩容后再进行围挡实施。故本项目与《滨海立交改造工程》采用相同的路面结构，保证与改造后道路路面结构的一致性。

3. 建议补充护栏等交通安全设施。

答复：施工期间交通组织已补充相关工程量。护栏等交通安全设施已在《滨海立交改造工程》中计入，建议本项目对其进行利用，避免浪费。

四、水利专业

1. 补充完整的龙昆沟河流水系图；补充完整的龙昆沟区域内的排水体系基本情况，与城市区域道路分布的关系图。

答复：已补充水系图及道路分布关系图。

2. 龙昆沟设计洪水成果偏大，应复核龙昆沟设计洪水的计算结果。建议利用 InfoWorks ICM 软件进一步分析龙昆沟的城市内涝问题。

答复：龙昆沟设计洪水计算已考虑相应洪水重新计算，设计洪水成果已降低。下一阶段将开展地表~雨水管网~河道耦合模型的专题计算。

3. 水面线计算中，补充说明起算水位 1.0m 确定的依据。补充龙昆沟断面基本资料，复核水面线计算成果。

答复：起算水位 1m 原因为龙昆沟来水流量小于等于 80m³/s 的情况下龙昆沟泵站可将龙昆沟末端水位控制在 1m；龙昆沟断面资料详见附图；已重新复核水面线成果。

4. 补充完善金牛岭水库的功能定位、水库调度原则。水库调洪演算的过程及最大下泄流量。

答复：金牛岭水库直接引用已获批的《金牛岭水库除险加固工程初步设计报告》和《海南海口市金牛岭水库安全评价报告》成果，水库最大下泄流量两本报告均为 3m³/s。

5. 补充施工期间洪水、潮水计算成果，说明过水断面与施工方案的关系。

答复：龙昆沟施工期间在潮位超过多年平均高潮位 1.2m 则关闭龙昆沟末端挡潮闸，可确保围堰顶标高满足挡潮要求，已补充说明施工期过水断面情况，可确保满足过流要求。

五、工程造价

1. 根据标准选用定额。

答复：定额选用已进行调整。

2. 完善工程量及计价依据。

答复：部分已重新组价调整价格。

3. 估算价格偏高，建议按定额测算形式估算。

答复：已按意见进行调整。

4. 工程建设其他费用参照国家及海南省的有关文件规定计算、并结合市场行情综合确定。

答复：已根据有关文件复核调整。

2. 城市概况

2.1. 城市概况及自然条件

2.1.1. 城市概况

海口，别称“椰城”，海南省省会，国家“一带一路”战略支点城市，中国（海南）自由贸易试验区（港）核心城市，位于北纬 $19^{\circ} 31' \sim 20^{\circ} 04'$ ，东经 $110^{\circ} 07' \sim 110^{\circ} 42'$ 之间，地处海南岛北部，东邻文昌，西接澄迈，南毗定安，北濒琼州海峡，是海南省政治、经济、科技、文化中心和最大的交通枢纽。海口市东起大致坡镇老村，西至西秀镇拔南村，两端相距 60.6 千米；南起大坡镇五车上村，北至大海，两端相距 62.5 千米。全市总面积 3145.93 平方千米，其中，陆地面积 2284.49 平方千米，海域面积 861.44 平方千米，海岸线 136.23 千米。

海口地处热带，热带资源呈现多样性，是一座富有海滨自然旖旎风光的南方滨海城市。自北宋开埠以来，已有上千年的历史。海口于 1926 年 12 月 9 日建市，1950 年 4 月 23 日解放。1988 年 4 月 13 日，海南建省办经济特区，海口市成为海南省省会。

海口气候舒适宜人，生态环境一流，常年位居中华人民共和国生态环境部发布的全国 168 个地级及以上城市空气质量排名榜单之首，城市绿化覆盖率达 43.5%，被世界卫生组织选定为中国第一个“世界健康城市”试点地。截至 2019 年末，全市常住人口 232.79 万人，通行闽南语海南方言。

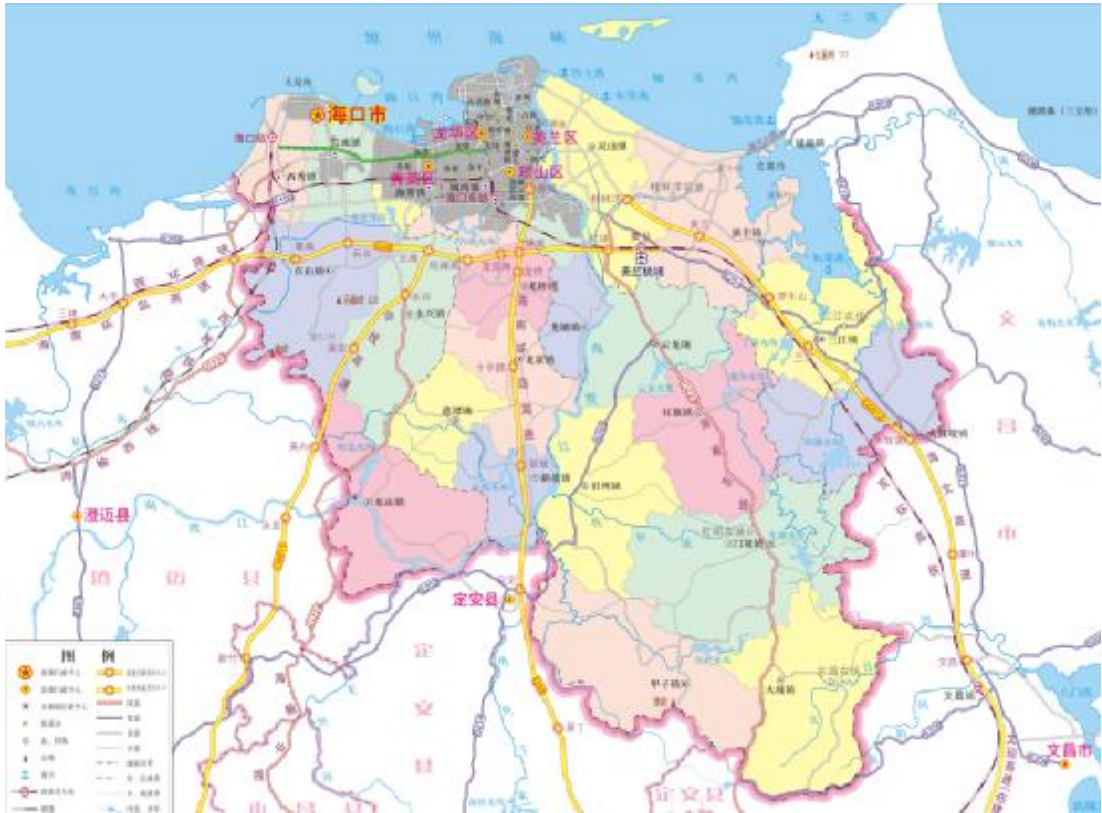


图 2.1.1-1 海口市区位图

2.1.2. 自然条件

1、 地理位置

海口市地处热带滨海地区，热带资源呈现多样性，富于海滨自然特色风光景观。海口从发端至今已有近千年的历史。自北宋开埠以来，海口市随着海南的发展而形成相应的规模。在历史的长河中，海口市融汇在祖国历史的激流中，伴随着中华民族历史脉搏搏动而涌动。海口于 1926 年建市，1950 年解放。1988 年，海南建省办经济特区，海口市成为海南省省会，全省政治、经济、科技、文化中心，交通邮电枢纽。2002 年，琼山市并入海口市，海口市规模明显扩大，海口市的发展翻开了新的一页。

海口市位于北纬 $19^{\circ} 32' \sim 20^{\circ} 05'$ ，东经 $110^{\circ} 07' \sim 110^{\circ} 42'$ 。

地处海南岛北部，北濒琼州海峡，隔 18 海里与广东省徐闻县海安镇相望；东面与文昌市相邻；南面与文昌市、定安县接壤，西面邻接澄迈县。海口市东起大致坡镇老村，西至西秀镇拔南村，两端相距 60.6km；南起大坡镇五车上村，北至大海，两端相距 62.5km。总面积 3134.84km²，其中陆地面积 2304.84 km²，占 73.52%；海域面积 830 km²，占 26.48%。海岛有海甸岛、新埠岛和北港岛。

2、 地形与地貌

海口市属于海滨岗地，由于海蚀及构造作用，形成台阶式地形。市辖区范围内最高为第四级阶地上的群山岭、高程 69.8m，一级阶地分布于沿海，标高 5m 以下，宽约 0.3~0.4km，地势平坦，城区大部分建筑均在这阶地上。二级阶地标高为 18m 至 25m 之间，宽度达 2.8km，地形平坦，三级阶地标高为 30~40m，宽度大 0.4~0.3km，切割剧烈，为宽敞平顶低岗地。四级阶地为该市地形较高之洪积层，标高在 80m 以内，地形破碎，起伏较土系园状岗地。

总体来讲，海口地势西北、东南稍高，北部沿海和南渡江沿岸低平，向海和南渡江倾斜。北部新市村~高山村一带以北为海积一、二级阶地，沿海一带为砂堤砂地，标高 4.0~8.0m（1985 国家高程基准，下同）；南渡江沿岸为河流冲积阶地，标高 8.0~12.0m；西北部石山~中部龙桥~东部演丰一线以南及北面的金牛岭一带为火山岩台地，标高 15.0~100.0m，台地上有几十座火山锥、火山口组成的火山群，呈北西向展布，呈现出连绵起伏的丘陵地貌景观，其中马鞍岭火山锥为全区最高点，标高

222.2m。南渡江河口一带为河口三角洲平原，地形平坦，标高 5.0m 左右。

3、 工程地质

海口市建筑基土主要分全新世和更新世沉积，全新世沉积大部分在海滨一级阶地及南渡江高漫滩地上，地下水埋深在 0.5m 至 2.0m 之间，淤泥层一般在黄粘土之上，厚度 1~10m，受地下水和地层厚度变化影响，一般在海蚀一级阶地上较好，黄色沙土类土是一级阶地表层两种良好的地基之一，允许承载力大于 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ ，浅黄色亚粘土也是一级阶地良好地基之一，厚度在 2m 以内，允许承载力一般在 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右。

4、 地震、地层

海口市位于海南北部文教~王五，东西向断裂带附近，北东、北西两条断裂带的交汇处。1605 年的琼洲大地震，震中即在演丰-三江-灵山一带。自 1605 年至今，没有再发生过强震，据有关部门对东南沿海地震带历史周期性的分析表明，目前仍处于地震活动高潮期，存在着发生强震的地质构造背景。根据中国地震烈度区划图，海口市为 8 度地震烈度区。

海口市主要沉积较厚的新生代以后海相、海陆交替相地层，同时由于伴随多期次火山喷发，地层中夹有多层火山岩。

第四系全统海陆相地层这是一套海相和陆相沉积形成的呈松散状的砂土层和呈流塑一软塑状的淤泥质土，夹有有机质和腐植质。它们主要分布在沿海岸平原和南渡江三角洲平原。

5、 气象

(1) 气象基本特性

海口市地处低纬度热带北缘，属于热带海洋气候，春季温暖少雨多旱，夏季高温多雨，秋季湿凉多台风暴雨，冬季干旱时有冷气流侵袭带有阵寒。多年平均降雨量为 1816mm。其中，5~10 月为雨季，降雨量占全年的 78.1%；9 月为降雨高峰期，平均降雨量为 300.7mm，占全年的 17.8%；11 月至次年 4 月为旱季，降雨量仅占全年的 22%；尤其 12 月至次年 2 月，月平均降雨量小于 50mm，1 月平均降雨量只有 24mm。多年平均水面蒸发量为 1152.4mm。其中，5~7 月蒸发量最大，尤其是高温强光的 7 月最大，为 216mm；其次是 5 月，为 211mm；最小是低温阴雨的 2 月，为 96mm。

海口市全年日照时间长，辐射能量大，年平均日照时数 2000 小时以上，太阳辐射量可达 11 到 12 万卡。年平均气温 23.8℃，最高平均气温 28℃左右，最低平均气温 18℃左右。多年平均相对湿度为 85%，2、3、9 月相对湿度最大，为 96%；7 月最小，为 83%。

海口市北部临海，地势平坦，风向基本一致。冬半年（10 月至次年 2 月），北方冷空气入侵频繁，劲吹东北季风为主；夏半年（4 月至 8 月），受低纬度暖气流的影响，盛行东风；3 月和 9 月，是东北和东南风的转换季节，风向不定。多年平均风速 3.3m/s，冬半年比夏半年风速大。4 月风速较大，为 3.7m/s；8 月较小，为 2.7m/s。多年平均受影响的台风 5.5 个（次），年平均大于 8 级大风 12 天，年平均 12 级以上台风 2~4 个（次）。每

年 4~10 月是台风活跃季节，台风盛季平均个（次）占平均年个（次）数的 81%，以 8、9 月下旬为台风高峰期。由于受大陆冷高压和入海变性高压脊影响，海口市沿海常有含盐分的海雾危害蔬菜和农作物。

（2）暴雨特性

海口市位于南渡江入海口处，常受南渡江洪水影响。南渡江的洪水主要由暴雨形成，暴雨有锋面雨、热雷雨和台风雨等，其中台风雨为主要的致灾暴雨。南渡江流域的暴雨常发生在 4~11 月，个别年份在 3 或 12 月曾发生暴雨，较集中的发生时间为 5~10 月；一次降雨过程 3 天左右，最长可达 13 天，其中暴雨历时 1~3 天，最长 5 天。1954~1989 年（缺 1956 年）松涛水库以上发生暴雨 277 次，平均每年 7.9 次；松涛水库以下区间发生暴雨 289 次，平均每年 8 次；丰水年约 14 次，枯水年约 4 次。暴雨量大小除受各种天气的复合作用影响外，地形的抬升作用也很显著。1954~1989 年（缺 1956 年）松涛水库以上地区发生 1 日雨量大于 300mm、3 日雨量大于 400mm 的特大暴雨分别为 13 次和 15 次，松涛水库以下区间分别为 5 次和 9 次，次数明显少于上游地区；实测最大 1 日和 3 日雨量上游分别为 633.3 和 1178.6mm（1976. 9. 26，什好站），下游分别为 611.0 和 832.0mm（1954. 10. 12，屯昌站），下游降雨量明显小于上游地区。

暴雨的天气系统以热带气旋系统较常见，且雨量大，范围广，其中又以热带风暴和台风为多，约占热带系统 84.49%~87.5%（上游与下游），而冷空气系统带来暴雨较少；一般从五指山以此经过的热带风暴（台风）或从流域下游、雷州半岛南端西行的

热带风暴更能在流域内产生暴雨，如 1977 年的 7703 号台风在志道站 1、6、24 小时内雨量分别为 142.1、405.6、633.1mm，1 小时雨量为有资料以来的最大值；1976 年 9 月发生以热带低压为主，兼受冷空气南下影响，屯昌站 1、3 日雨量分别为 368.0 和 674.6mm。20 世纪 90 年代中后期，流域内也发生几场特大暴雨，尤以 2000 年 10 月中下游地区龙塘（定安县）站的 1 日和塘尾站的 3 日雨量分别达到 419.2 与 806.3mm 为甚。热带风暴和台风将对本流域产生不同程度的暴雨。

6、 水文地表水

地表水：海口市主要河流 17 条。其中南渡江水系 7 条，南渡江干流从海口市西南部东山镇流入境内，穿过中部，于北部入海，流经海口市 75km（出海口段从西向东主要分流有海甸溪、横沟河、潭览河、迈雅河和道孟溪），支流有铁炉溪、三十六曲溪、鸭程溪、昌旺溪（南面溪）、美舍河和响水河；独流入海的有 9 条，分别为滨州河、五源河、荣山河、演丰东河、演丰西河、罗雅河、芙蓉河、龙昆沟和秀英沟；另有白石溪流经文昌市境内出海。

流经城区水系主要有以下几条：

南渡江：南渡江发源于白沙县的南峰山，从儋县、琼中、屯昌、澄迈、定安流入海口，经海口东北部的新埠岛流入琼州海峡。流域面积 7176 km²，干流总长 334km。它的上游建有大型水库——松涛水库，截去集雨面积 1440 km²，中游各县建有多座水利枢纽工程，下游在龙塘镇建有龙塘取水泵站。海口境内流域长度 19km（包括支流），流域集雨面积 48.26 km²（含美舍河），流域

内（海口市境内）集水面积 7.3 km²。

南渡江河口左岸防洪工程等级为 II 等，防洪标准为 100 年一遇，设计水位为设计潮位和设计洪水水面线的外包线，设计堤顶加高为 1m，设计防浪墙加高为 2m。本报告规划范围南渡江河口左岸上游为儒范村，下游沿南渡江主河道经麻余村分流口至新埠大桥，全长约 16.3km。

龙塘水、响水河：响水河为南渡江一级支流，发源于海口市秀英区永兴镇阳南村，发源地高程为 156.4m，流域面积 101 km²，干流河长 26.42km，干流纵坡为 2.95%，与龙塘水汇合后，流入南渡江。

绕城高速公路修建后，响水河流域汇水面积发生改变，一部分区域汇水流入南渡江，其他部分区域汇水经穿路渠涵最终仍汇入响水河。流域内有羊山水库，集雨面积 10.9 km²，库容 209 万 m³（设计洪水水位下），为小（一）型水库。羊山水库下游在东线高速公路以西为白水塘，为一个大面积的涝洼地，集雨面积约 5 km²，对洪水有一定的调蓄作用。

龙塘水沟（东沟）发源于龙桥镇以南 2km 的玉树村，发源地高程为 51.2m。龙塘水流域面积 35.98 km²，干流河长 17.28km，干流纵坡 1.27%。

响水河和龙塘水两沟汇合以下的流域面积 0.09 km²，个钱渡闸口以上总流域面积 137.1 km²。

美舍河：美舍河发源于永兴镇，流经海口市的白水塘、沙坡水库、府城和白龙乡、海甸溪（南渡江支流），最后流入琼州海峡。该河干流长 23.86km，流域面积 52.95 km²，河宽 10~20m。

五源河：源河发源于永兴镇东城水库上游，由浮陵水、砍柴

桥、施茶沟等支流汇合，流经海口市海秀乡、长流镇、新海乡，从新海乡的后海村流入大海。该河长 27.29km，河宽 5~20m，年平均流量为 1.12m³/s，流域集雨面积 84 km²，河流平均坡降为 0.00363，总落差 108.2m，流域东南和西南为丘陵地带，东南地形较高，逐渐倾深。

龙昆沟：汇水面积 27.05 km²，河道全长 8km，干流坡降 2.2‰，水系功能为防洪排涝，现状排水能力为 49m³/s，规划标准为 20 年一遇，河道现状防洪标准不足 5 年一遇。目前龙昆沟流域是海口内涝最严重的流域，其最重要原因是流域内高水低排，大面积地势较高区域道客沟雨水汇至至龙昆沟下游滨海区域地势较为低洼区，现状流域分区过大，龙昆沟、三孔涵、红城湖现状分流涵三个排水通道排水能力不足，无法容纳大面积高地势区域对主排水通道的冲击。市区排水设施水体流入龙昆沟的主要道路及片区为凤翔西路、龙昆南路、南海大道、道路村片区、坡博片区、面前坡片区、国兴大道、海秀路、华海路、义龙西路、国贸路及大同沟等。

东崩潭：水源头在海口市近郊的城西，集雨面积 14.4 km²，河流长度 8.6km，平均坡降为 0.0032；西崩潭水源头在海口市近郊的海秀乡，集雨面积 12.2 km²，河流长度 6.65km，平均坡降为 0.0072。主要支流有穿过市内东西湖经大同沟流入龙昆沟（已建截污管，设分洪沟），该流域集雨面积 2.15 km²，长度 2.9km，平均坡降为 0.0051。

荣山河：荣山河位于海口市长流镇和荣山乡，发源于石山镇马鞍岭，流经长流镇、荣山乡和澄迈县老城镇，出水口经荣山村和长城拦海排水闸流入老城镇的东水港。荣山河长 34.87km，流

域面积 93.77 km²（至长城拦海大坝止）。

金牛岭水库：根据《金牛岭水库除险加固工程初步设计报告》（海南省水利电力建筑勘测设计院 2004 年）成果，金牛岭水库于 2005 年 4 月完成除险加固，除险加固后水库设计洪水标准 20 年一遇，校核洪水标准 100 年一遇，超标准洪水标准为 500 年一遇，金牛岭水库具有缓减下游龙昆沟防洪压力的作用，是龙昆沟防洪体系的组成部分，其防洪调度是按照 3m³/s 进行水库调洪调度，经水库调蓄计算得到设计洪水位 13.43m、当水位超过 13.43m 时，仍按控制泄量 3m³/s 下泄，由此得到校核洪水位为 15.06m，如果水位继续上升，发生超标准洪水位 500 年一遇时，则以保坝为主，加大泄量至 10m³/s，由此得超标准洪水位水位 15.19m，此时，龙昆沟洪峰已过，加大泄量不会对龙昆沟排涝产生较大的不利影响。

表 2.1.2-1 金牛岭水库特征值

金牛岭水库特征水位	水位 (m)	库容 (万 m ³)
死水位	9.08	1.1
正常蓄水位	11.28	32
汛限水位	11.28	32
设计洪水位	13.43	72
校核洪水位	15.06	103

7、 内涝灾害情况

由于龙昆沟流域面积大、北侧地势低洼、水面率偏低、河道过流能力不足，导致流域排涝标准偏低，排涝能力严重不足，近几年台风带期间均使龙昆沟沿线出现严重内涝灾害。今年台风导

致的内涝情况详见下表。

表 2.1.2-2 近年龙昆沟流域内涝积水情况一览表

涝灾事件	雨量	受灾情况
2019 年 8 月台风“韦帕”	7 月 31 日 16 时 15 分-8 月 1 日 16 时 15 分，海口市普降大暴雨，局地特大暴雨，最大累积雨量 342.4 毫米（府城街道政法职业学院）	受强降雨及高潮位顶托共同影响龙昆沟涝水漫溢，龙昆北路、龙华路出现严重内涝积水
2018 年 6 月台风艾云尼	24 小时降雨量超过 100mm（约 2 年一遇）	<p>1、红城湖路烟草公司段：长 150 米，宽 40 米，深 20 厘米，车辆缓慢通行</p> <p>2、金龙路与龙华西路口段：长 100 米，宽 20 米，深 15 厘米，车辆可以通行；</p> <p>3、椰海大道与金福路口段：长 80 米，宽 28 米，深 20 厘米，车辆缓慢通行。</p>
2017 年 11 月强降雨（海葵影响）	3 小时降雨量 158（接近 30 年一遇）	出现严重大范围内涝积水，高潮位顶托龙昆沟洪水漫溢
2016 年 8 月台风电母	最大 24 小时雨量 239mm（接近 10 年一遇）	出现内涝积水，市区 22 个路段积水
2014 年 9 月台风海鸥	最大 24 小时降雨量超 200mm（接近 5 年一遇）	出现大范围内涝积水，龙昆沟海水倒灌



图 2.1.2-12019 年 8 月台风“韦帕”龙昆沟涝水漫溢（龙华桥）



图 2.1.2-22019 年 8 月台风“韦帕”龙昆沟涝水漫溢（龙华桥）



图 2.1.2-32017 年 11 月海葵强降雨高潮位龙昆沟漫溢（龙华路桥）



图 2.1.2-4 2014 年 9 月台风海鸥龙昆沟漫溢（防潮闸）

2.1.3. 社会经济及人口状况

海口市总人口呈现稳步增长态势，占海南省比重呈上升趋势，根据第七次人口普查，全市 4 个区的总人口为 2873358 人。其中，秀英区 567108 人，龙华区 797684 人，琼山区 655553 人，美兰区 853013 人。全市人口中，居住在城镇的人口为 2349239 人，占 81.76%；居住在乡村的人口为 524119 人，占 18.24%。与 2010 年第六次全国人口相比，城镇人口增加了 831829 人，乡村人口减少了 4641 人，城镇人口提高了 7.60 个百分点。

2021 年，经初步核算，全市实现地区生产总值 2057.06 亿元，按可比价格计算，比上年增长 11.3%。按产业分，第一产业增加值 85.43 亿元，增长 4.7%；第二产业增加值 346.75 亿元，增长 8.0%；第三产业增加值 1624.88 亿元，增长 12.3%。产业结构持续优化，三次产业结构比为 4.1：16.9：79.0；三次产业对经济增长的贡献率分别为 1.8%、11.9%和 86.3%

2.2. 海口市国土空间总体规划（2020-2035）

2.2.1. 规划期限

规划目标年为 2035 年，近期至 2025 年，远景展望至 2050 年。

2.2.2. 规划范围

规划范围为海口市域行政辖区范围，包括秀英区、龙华区、琼山区、美兰区及下辖村镇以及合法填海的岛屿，陆域国土面积 2289.09 平方公里，近岸海域面积 791.19 平方公里。

规划协调范围为海澄文一体化综合经济圈范围，包括海口市、澄迈县和文昌市行政辖区范围，陆域国土面积 6824.86 平方公里。

2.2.3. 战略愿景

规划延续海口市发展脉络、传承海口地域特征，积极响应国家自贸港战略，围绕海南省“三区一中心”战略定位，站在以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局之下，将海口建设成为：中国特色自由贸易港引领区、具有全球影响力的开放城市、滨江滨海生态宜居示范城市。

2.2.4. 总体目标

衔接《海南自由贸易港建设总体方案》时间节点，规划明确海口市近期（2025 年），规划目标年（2035 年）和远景（2050 年）三个阶段的建设目标。

至 2025 年，初步建立中国特色自由贸易港制度。

至 2035 年，全面建成面向国际的自由贸易港核心城市。

远景至 2050 年，率先实现社会主义现代化，形成高度市场化、国际化、法治化、现代化的制度体系，成为综合竞争力和文化影响力全球领先的开放之城、汇集综合服务和辐射引领区域发展的省域核心、智慧生态宜居的幸福之都，成为经济繁荣、社会文明、生态宜居、人民幸福的世界城市。

2.2.5. 发展规模

社会经济规模：海口市现状 GDP 总量 1671.93 亿元（2019 年），名义增速 10.7%，实际增速 7.5%（按可比价格算）。考虑自贸港政策红利影响，预计未来 15-20 年内，海口市经济保持较高增长态势，支柱产业 2035 年经济总量达到 7500 亿元，GDP 年化增长率（名义增速）9.8%，总量增幅 390%。

人口规模：海口市现状常住人口 232.79 万人（2019 年），旅游、旅居、商务出差等短期流动人口约 24 万人，城市实际服务人口规模约 257 万人。预计至 2035 年，海口市实际服务人口规模可达 400 万，其中常住人口自然增长至 295 万，人才引进和就业带动流入人口 60 万，旅游、旅居、商务出差等短期流动人口 45 万；海口市人口占海南省比重由 24.6%提升至 28%，省会吸引力进一步增强。

用地规模：依据《海南省国土空间规划（2020-2035）》（征求意见稿），海口市至 2035 年，全市建设用地 550.73 平方公里，其中，农垦建设用地 14.10 平方公里。此外，在美安科技新城二期、观澜湖旅游园区北部、云龙产业园西侧，结合第二绕城高速建议选线，预留 37.99 平方公里城镇弹性发展区，为未来项目落地做好空间预控。

2.2.6. 城乡开发建设格局

以城镇建设承载规模评价和城镇建设适宜性评价为依据，统筹城乡发展，优化城市功能布局，严格管控建设用地供给与空间配置，提高土地利用效率，增强城市基础设施、公共服务设施和资源环境承载能力，集中布局承载城镇生产、生活、生态功能的

城镇空间，并以此为本底构建“一心两翼一组团，一廊一带四向连”的全域城乡开发建设格局，引领海口全域高质量发展。

一心，指海口中心城区组团。两翼，指江东新区和长流组团。一组团，指位于主城区近郊的四龙创新集群。一廊，指环城创新经济走廊。一带，指市域南部小城镇产业带。四向连，指结合区域骨干路网加强“海澄文定”四向联动发展。

统筹区域城乡空间，内涵优化提升海口中心组团，大力发展两翼副中心组团，构建“主城区-创新组团-中心镇-一般镇”梯次明显、功能互补、结构合理的四级等级机构。

其中主城区规划人口 320 万人（其中中心城区 148 万人，江东新区 85 万人，长流组团 87 万人，主城区年均增速 3%），城镇人口 304.5 万人，城镇化率 95%左右。

四龙创新集群包括云龙镇、龙桥镇、龙泉镇和龙塘镇，是主城区外溢产业和城郊地区重要的增长点，规划人口 40 万人（年均增速 6%），城镇人口 27 万人，城镇化率 68%左右。

中心镇 4 个，为区域提供较高的公共服务，包括三门坡镇、东山镇、永兴镇、大致坡镇，规划人口 18-20 万人，城镇人口 8.5 万，城镇化率 42%-47%左右。

一般镇 9 个，为镇域提供全面的公共服务，包括石山镇、遵谭镇、大坡镇、旧州镇、甲子镇、红旗镇、演丰镇、三江镇、新坡镇，规划人口 20-22 万人，城镇人口 5 万，城镇化率 23-25%左右。

3. 项目建设的可行性和必要性

3.1. 项目建设的可行性

继习近平总书记在海南建省 30 周年大会上提出支持海南全岛建设自由贸易区和自由贸易港以来，海南省抓住历史机遇，积极争取国家层面的战略支持和政策支持。党和国家的一系列重大战略政策为海南省在人流、物流、资金流的跨境自由流动，关税减免、税制改革、税率降低等方面提供了最大程度的保障和支持。海口作为海南的省会，也作为国家“一带一路”的战略支点城市，其发展迎来契机的同时也面临更高的要求，亟需解决污水能力不足、污水溢流、水体黑臭等影响生态环境的问题。

因龙昆路及其辐射区域现有交通困局，为改善出行环境，海口开展了四大关键拥堵节点交通改善以及龙昆路周边路网贯通工程前期研究工作，并提出了节点优化、路网分流等多措并举的“点·线·面”结合的总体方案。将龙昆路至滨海大道快速交通转换。而本项目工程范围为龙昆路北段，同时属于龙昆路快速交通转换的实施范围。现滨海立交桥至龙昆路北段节点已开展可行性研究工作，为避免龙昆路形成快速化后，本项目的实施造成该路段交通影响，同时污水管道铺设及九孔涵开盖又将路面重复开挖。

2022 年 3 月 4 日，海口市水务局组织召开了《龙昆沟排涝系统提升改造方案》专家咨询会。经专家组研讨，形成意见：原则同意通过九孔涵拆改等措施提高龙昆沟过流能力，降低运行水位。有助于缓解龙昆沟干流服务流域的内涝问题，原则同意污水迁改方案，建议与滨海立交改造项目同步实施。

4. 工程方案

4.1. 水利工程

4.1.1. 潮汐

1、 潮汐基本特性

南渡江河口段受潮汐影响，潮汐类型为混合潮。据海口站 1952~1997 年潮位资料统计，海口站多年平均最高潮位为 2.00m，多年平均最低潮位为 -0.68m。海口站实测最高潮位为 3.45m（2014 年 9 月 16 日），实测最低潮位为 -0.99m（1969 年），潮流界可上行至铁桥，潮区界可达更远些。

南渡江河口是风暴潮的多发区和重灾区，一年四季都可能发生，但由热带风暴或台风引发的风暴潮增水高，危害大，由强风引发的风暴潮较弱，一般不在海岸或河口成灾。风暴潮来去时间短暂，涨落过程约半天，最高潮位驻留不足半小时，与台风的强度、移动速度、天文潮及沿岸地形密切相关。本地区台风增水一般 1.0m，最大 3.0m 以下，实测最大增水 2.49m（1980. 7. 22）。当台风自万宁市以北经过时，南渡江河口地区会发生风暴潮。1948 年以来，南渡江河口地区发生 3.0m 以上的风暴潮三次（1955 年海口站没有观测）。海口潮位站实测资料表明，1948 年 9 月 27 日潮位最高，为 3.28m；1963 年 9 月 7 日次之，为 3.18m；1980 年 7 月 22 日第三，为 3.11m。这三大风暴潮均为台风从本地区或邻域经过产生。

2、 设计潮位

海口市属滨海城市，排水易受潮位顶托影响。故需对其潮位进行一定的分析计算。海口沿海地段潮汐属于不规则半日潮，日潮不等现象显著，潮位在一天内两次高潮和两次低潮均不相等。

龙珠湾设计潮位将借用海口（三）站的设计值来确定。

据海口（三）站 1974 年~2012 年潮位资料统计，多年平均潮位 0.62m（85 高程 m，下同），多年平均高潮位为 1.12m，多年平均低潮位为 0.1m，实测最高潮位 3.05m（1980 年 7 月 22 日），实测最低潮位为-1.025m（1984 年 1 月 19 日和 2005 年 6 月 24 日）。

对海口（三）站 1974 年~2012 年年高潮位序列进行频率计算，频率曲线采用 P-III 线法确定。

表格 4.1.1-1 海口（三）站设计潮位成果表

均值	Cv	Cs/Cv	Cs	频率 P (%)					
				50	20	10	5	2	1
2.00	0.20	10.00	2.00	1.88	2.25	2.53	2.80	3.17	3.45

4.1.2. 工程等级和标准

1、 工程等级及建筑物级别

本工程为治涝工程，主要建设内容包括：河道挖深、新建驳岸，九孔涵开盖和老挡潮闸拆除等。

本工程治涝面积约 4.0 万亩，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）3.0.1 条，本工程等别为 IV 等，工程规模为小（1）型。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）5.5.1 条，本工程治涝标准为近期 5 年一遇，远

期 50 年一遇，本工程永久性水工建筑物按远期 50 年一遇洪水标准确定，河道堤防等级为 2 级，永久性水工建筑物级别为 2 级，围堰和导流等临时水工建筑物级别为 4 级。

2、 内涝防治标准

根据《城镇内涝防治技术规范》（GB51222-2017）第 3.2.3 条表 3.2.3 大城市内涝防治设计重现期应在 30~50 年一遇之间选取，考虑龙昆沟流域排水条件差，提升改造难度大，根据规范规定可分期达到标准，通过近远期系统排涝工程建设（管网改造、海绵城市建设、上游分洪滞蓄工程），在遭遇“三碰头”极端不利潮位条件下，设计重现期近期为 5 年一遇，远期流域综合治理后达到 50 年一遇。

3、 防洪标准

龙昆沟末端已建成两孔防潮闸，龙昆沟内河防洪工程按达到龙昆沟流域内涝防治标准时，水系内的最高水位为设计防御水位，与排涝标准同频率，本工程龙昆沟河道远期按 50 年一遇治涝标准对应的最高水位设防。

4、 施工期洪水标准

本工程拟安排在非汛期施工，导流临时水工建筑物级别为 4 级，相应施工期导流建筑物设计洪水标准采用非汛期 5 年一遇洪水标准，设计洪峰流量为 $25\text{m}^3/\text{s}$ 。

5、 抗震标准

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)、《中国地震动峰值加速度区划图》海南省区划一览表、《建筑抗震设计规范 GB50011-2010 (2016 年版)》，本工程地震设防烈度为 8 度，工程场地地震动峰值加速度为 0.30g。

6、 主要设计允许值

(1) 建筑材料特性及设计参数

根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008) 确定的材料设计参数如下。当施工中实际使用材料不同时，将根据生产厂家提供的材料特性指标和试验检测结果，按规范规定进行调整。

1) 材料容重

混凝土： 24kN/m³；

钢筋混凝土： 25kN/m³；

钢材： 78.5kN/m³。

2) 混凝土

混凝土强度设计值见表 5.2.4-1，混凝土弹性模量见表 5.2.4-2。

表 4.1.2-1 混凝土强度设计值

强度种类	混凝土强度等级				
	C15	C20	C25	C30	C35
轴心抗压 (N/mm ²)	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7
轴心抗拉 (N/mm ²)	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57

表 4.1.2-2 混凝土弹性模量

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35

弹性模量	2.20x10 ⁴	2.55x10 ⁴	2.80x10 ⁴	3.00x10 ⁴	3.15x10 ⁴
------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

3) 钢筋

钢筋强度设计值见表 5.2.4-3。钢筋弹性模量见表 5.2.4-4。

表 4.1.2-3 钢筋强度设计值

钢筋种类	HRB400	HPB300
抗拉、抗压 (N/mm ²)	360	270

表 4.1.2-4 钢筋弹性模量

钢筋种类	HRB400	HPB300
弹性模量 (N/mm ²)	2.00x10 ⁵	2.10x10 ⁵

(3) 护岸边坡稳定

根据《堤防工程设计规范》第 3.2.3 条，土堤边坡抗滑稳定采用瑞典圆弧法计算时，安全系数的允许值见下表。

表 4.1.2-5 土堤边坡整体稳定安全系数

运行条件	堤防工程级别				
	1	2	3	4	5
正常运用条件	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
非常运用条件I	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05
非常运用条件II	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00

(4) 结构安全稳定

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007) 规定，各种荷载组合情况下基础底面平均应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍，最大值与最小值之比的允许值见下表。

表 4.1.2-6 基底压应力最大值与最小值之比的容许值表

地基类别	荷载组合	容许值
------	------	-----

软土地基	基本组合	1.50
	特殊组合	2.00
中等坚实	基本组合	2.00
	特殊组合	2.50
坚实	基本组合	2.50
	特殊组合	3.00

2) 按《水工挡土墙设计规范》规定, 土基上的安全系数如下表。

表 4.1.2-7 土基上结构安全系数的允许值

荷载组合		水工建筑物级别		
		1	2	3
抗滑稳定安全系数	基本组合	1.35	1.30	1.25
	特殊组合I	1.20	1.15	1.10
	特殊组合II	1.10	1.05	1.05
抗倾稳定安全系数	基本组合	1.60	1.50	1.50
	特殊组合	1.50	1.40	1.40
基底应力大小比值允许值	基本组合	2.00	2.00	2.00
	特殊组合	2.50	2.50	2.50

4.1.3. 工程总布置

本工程水利工程部分主要建设内容包括: 龙昆沟河道整治、九孔涵开盖及老挡潮闸阻水点拆除。其中龙昆沟河道整治总长 896.0m, 包括河道挖深长 896.0m, 拆除重建驳岸长 1792.0m, 河道走向、宽度均与原龙昆沟河道一致, 新建驳岸的设计驳岸线与原老驳岸一致, 九孔涵开盖长 70.0m。老挡潮闸拆除位置位于九孔涵上游 30.0m。



图 4.1.3-1 水利工程总体布置图

4.1.4. 四孔涵扩深工程设计

5.1.6.1 四孔涵现状

根据现场调查和搜集的箱涵资料，四孔箱涵一端接 9 孔箱涵，另一端接防潮闸，全长约 120m，其中分别下穿甸昆路回填路基和港湾路地面道路，沿线左、右侧分别紧邻既有桥梁基础和 3 孔涵，见下图 5.1.6-1 和图 5.1.6-2 所示。

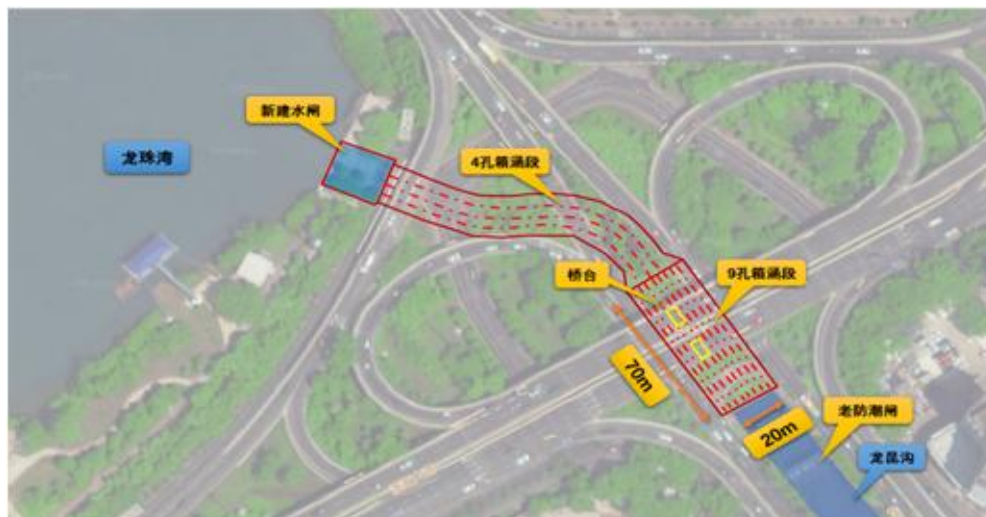


图 5.1.6-1 四孔涵与既有道路平面关系图

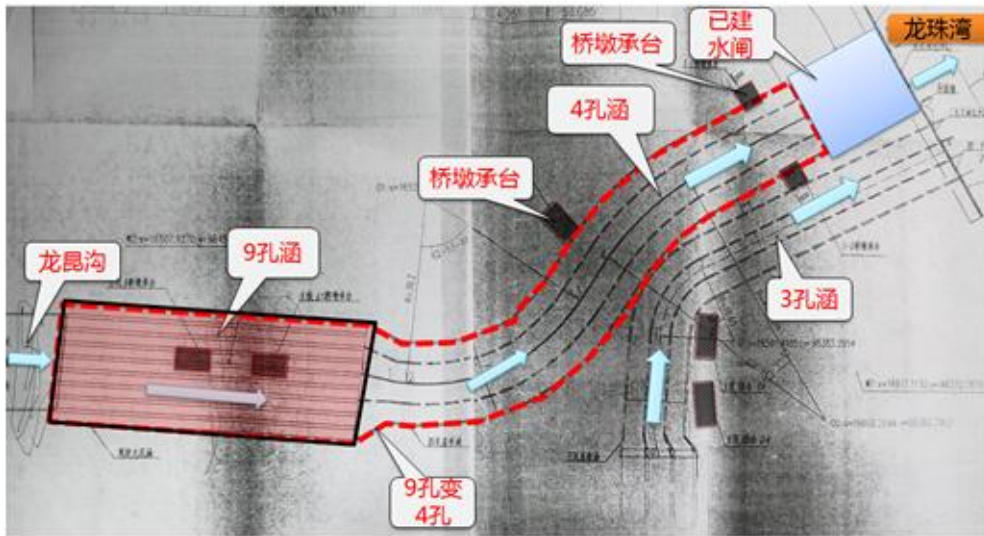


图 5.1.6-2 四孔涵与周边控制性建筑物基础关系图



图 5.1.6-3 九孔涵现场照片

根据收集的资料，四孔涵箱上覆土层厚度从 0.3m 至 2.8m 不等，在有桥梁桩基时采用钢筋混凝土箱涵结构，在其余地段侧墙和中墙均采用素混凝土扩大基础，盖板采用钢筋混凝土板，孔净高 3m，净宽 4m，基底位于淤泥质粉质黏土层，持力层采用复合地基，如图 5.1.6-4 所示。

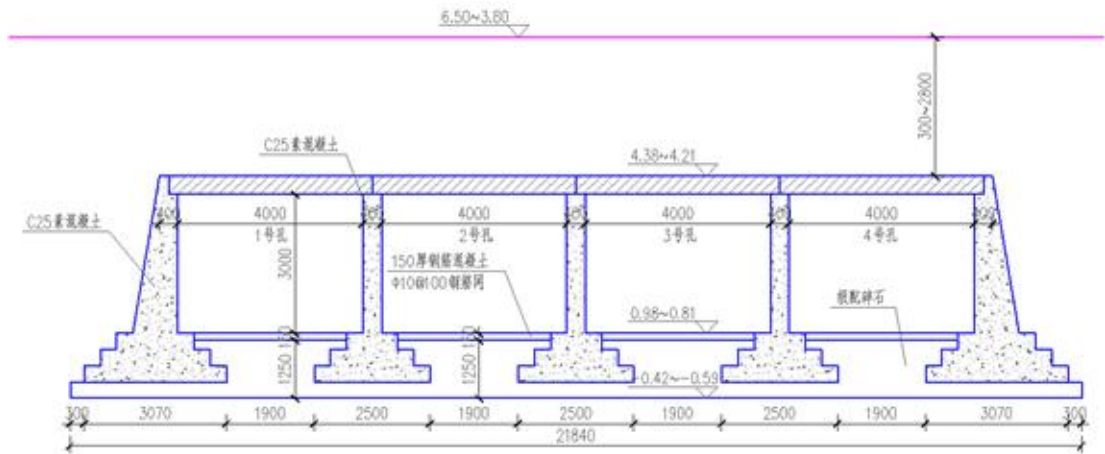


图 5.1.6-4 非桥梁桩基段的四孔涵施工图断面

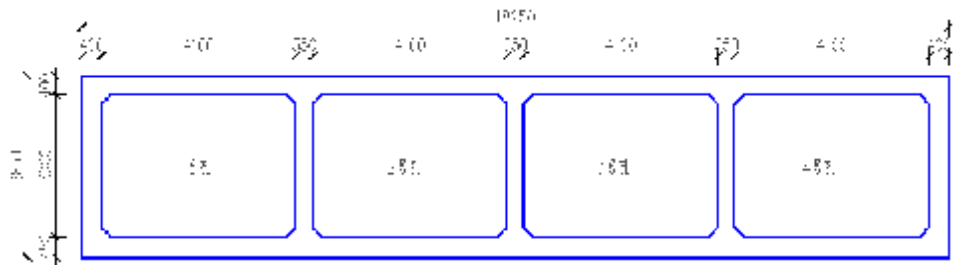


图 5.1.6-5 桥梁桩基段的四孔涵施工图断面

5.1.6.2 地质条件

根据收集的邻近路基和桥梁资料，工程处地质主要如下：

①杂填土 (Q_4^{ml})：杂色，松散状，稍湿，主要由块石、建筑垃圾、生活垃圾等组成，层顶约 30cm 为粘性土(ZK1~ZK6、ZK28、ZK50、ZK54~ZK59 层顶约 1.0m 为路基)，人工堆填，堆积年限约 5-7 年，土质不均匀，未完成自身固结，属欠固结土，漏水、漏浆严重。该层在场地均有分布。

②淤泥质粉质粘土 (Q_4^m)：灰、灰黑色，软塑为主，局部流塑，切面稍光滑~光滑，无摇振反应，干强度较低，韧性中等，局部呈淤泥混砂状，夹少量腐植物，臭味，污手，土质不均匀。该层在场

地均有分布。

③粗砂 (Q_4^m): 灰、灰黄、灰白色, 稍密~中密状, 饱和, 砂粒成分以石英为主, 次棱角状~亚圆形, 级配较好, 土质不均匀。该层局部地段缺失。

④粉质粘土 (Q_1^m): 灰、灰黄色, 可塑状, 切面稍光滑, 无摇振反应, 干强度中等, 韧性中等, 层间夹薄层粉细砂, 土质不均匀。该层在场地均有分布。

质粘土 (N_2^m): 深灰色, 可塑状, 切面稍光滑, 无摇振反应, 干强度高~中等, 韧性高~中等。具页状层理及水平交错层理特征, 为粘土与粉土, 或粘土与粉~中砂互层, 含较多贝壳碎屑, 土质不均匀。由于受孔深控制, 未揭穿, 该层在场地均有分布。

5.1.6.3 四孔涵扩深方案

四孔涵在有条件明挖处可直接采用明挖方案进行扩深, 在下穿既有道路处需采用非明挖扩深, 为了确保工程安全实施及涵洞排水功能, 挖深主要考虑以下几个方面:

(1) 扩深后的涵洞过水断面面积不小于原过水断面, 底标高满足设计要求。

(2) 下穿道路路基段采用非地面开挖法实施, 并确保路基段基本通行要求。

(3) 箱涵挖深施工时, 确保至少一孔排水连续, 必要时两孔排水。

(4) 在有条件采用明挖施工时采用明挖法挖深。

由于明挖法属常规方法，仅对非地面开挖的方案进行论述，原四孔涵方案实施步序如下：

第 1 步：将四孔箱涵的左侧两孔围堰后排干积水，右侧两孔（第 1 号孔和第 2 号孔）作为临时排水通道。

第 2 步：左侧两孔基础基底处结构引孔后采用 MJS 加固，其目的是提高地基承载力，延长渗水路径、保持向下挖深侧向土体稳定，从而确保箱涵结构体的安全。

第 3 步：根据排水沟纵向 5m 一道沉降缝，对拟处理分段两孔均架立临时支架。实施时左侧两孔不同步进行结构改造施工以便降低施工风险。

第 4 步：施工箱涵左侧第 1 孔垫层及内部 U 型钢筋混凝土结构。

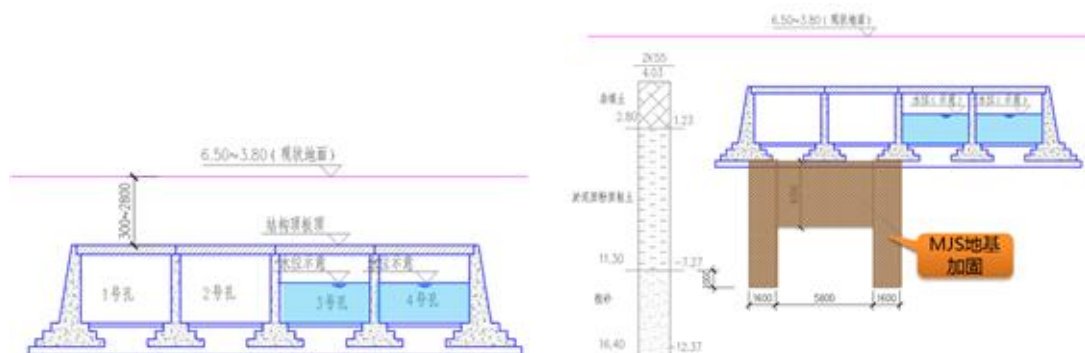
第 5 步：对第 2 号孔进行上述第 3、第 4 步的施工。

第 6 步：将箱涵水体引至左侧第 1、第 2 号孔中，对右侧两孔（第 3 号、第 4 号孔）进行基础加固。

第 7 步：对第 3 号、第 4 号孔进行上述 3-5 步的施工。

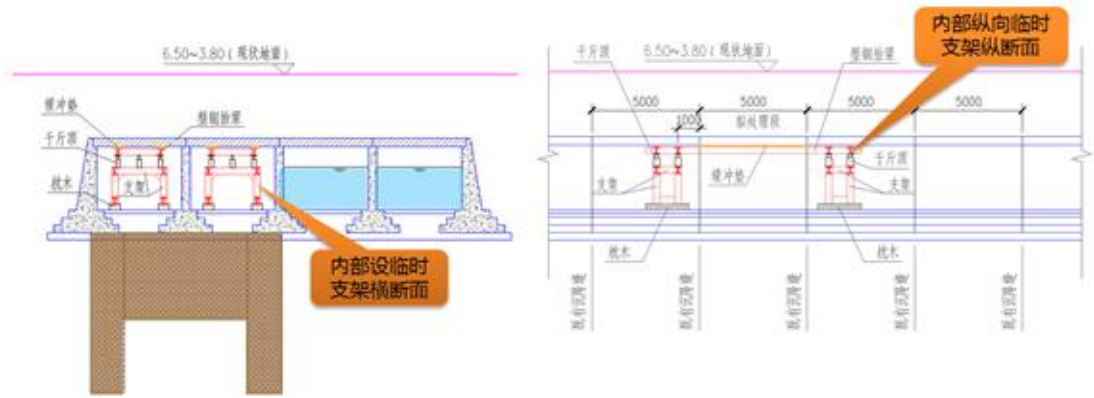
第 8 步：整个箱涵完成改造后通水。

改造步序示意如图 5.1.6-6 所示：

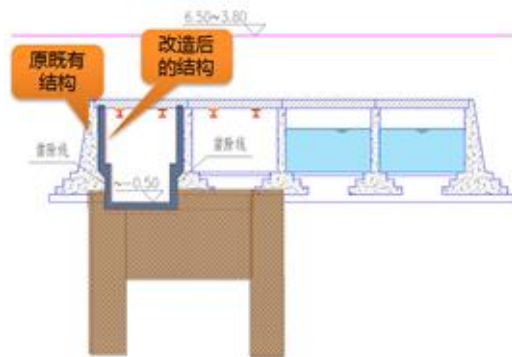


a) 第 1 步 围堰导流至右侧两孔

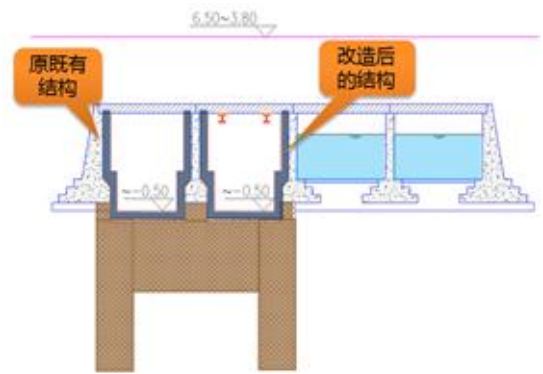
b) 第 2 步 左侧两孔基底加固



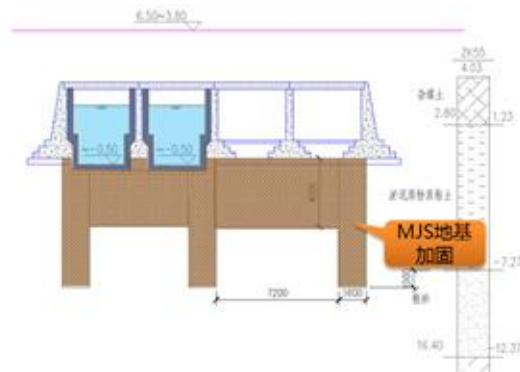
c) 第 3 步 左侧两孔分段架空顶板



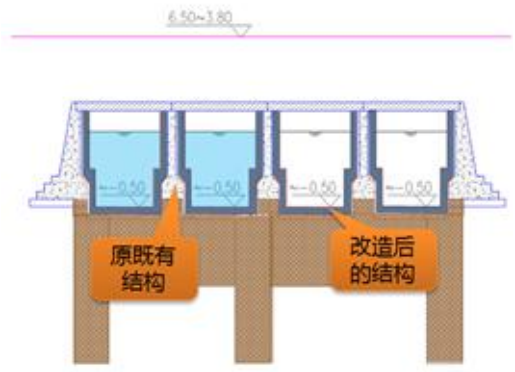
d) 第 4 步 左侧第 1 孔挖深



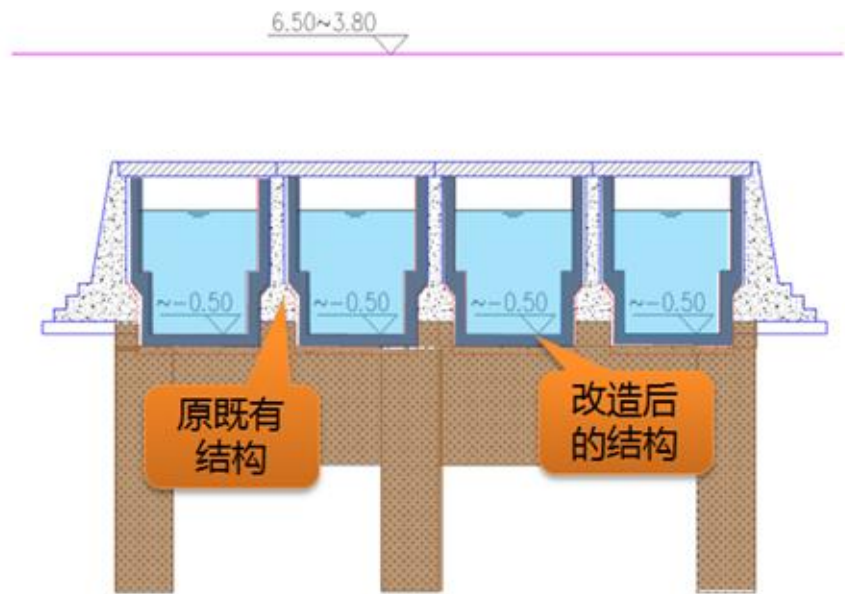
e) 第 5 步 左侧第 2 孔挖深



f) 第 6 步 右侧两孔地基加固



g) 第 7 步 右侧两孔改造



h) 第 8 步 改造完成

图 5.1.6-6 四孔涵挖深改造步序示意图 (a~h)

4.1.5. 九孔涵开盖工程设计

九孔涵开盖采用坞式结构断面，开盖范围为九孔箱涵上游 70m，开盖宽度约 20m，拆除箱涵隔墩；现状箱涵底标高 0.3（85 高程），开盖后底标高调整为-1.06~-1.10m。

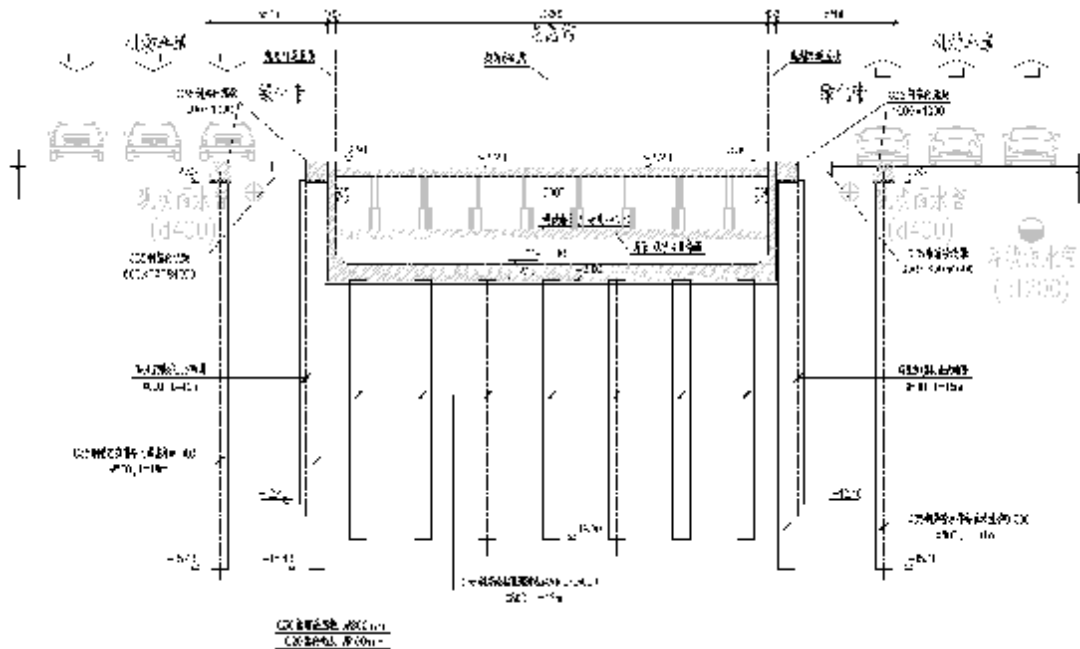


图 4.1.5-1 九孔涵开盖断面图

4.1.6. 老防潮闸拆除工程

龙昆沟老防潮闸建成于 2011 年，防潮闸沟底底板高程为-0.11 米，龙昆沟防潮闸处闸墙 4.35m，河道宽 20.27 米，分别设置有三孔闸槽，现状防潮闸开启高度仅约为 1.94 米，过水断面减少约 40%，存在阻水情况。

2020 年龙昆沟北雨水排涝泵站建成后在龙昆沟末端入龙珠湾四孔涵出口处已新建两座闸门用于调控水位，龙昆沟防潮闸防潮作用可由上述两座闸门替代，由于老防潮闸阻水情况明显，建议予以拆除，同时拆除现状老防潮闸管理用房。



图 4.1.6-1 老防潮闸现状照片

1. 拆除主要工程量

需将原闸室段拆除，其中包括闸门、启闭机、启闭机房、机架桥板、闸墩拆除以及土建部分的拆除，预计拆除钢筋混凝土 200 立方，旧闸门体 3 个，旧起闭机 3 台等。

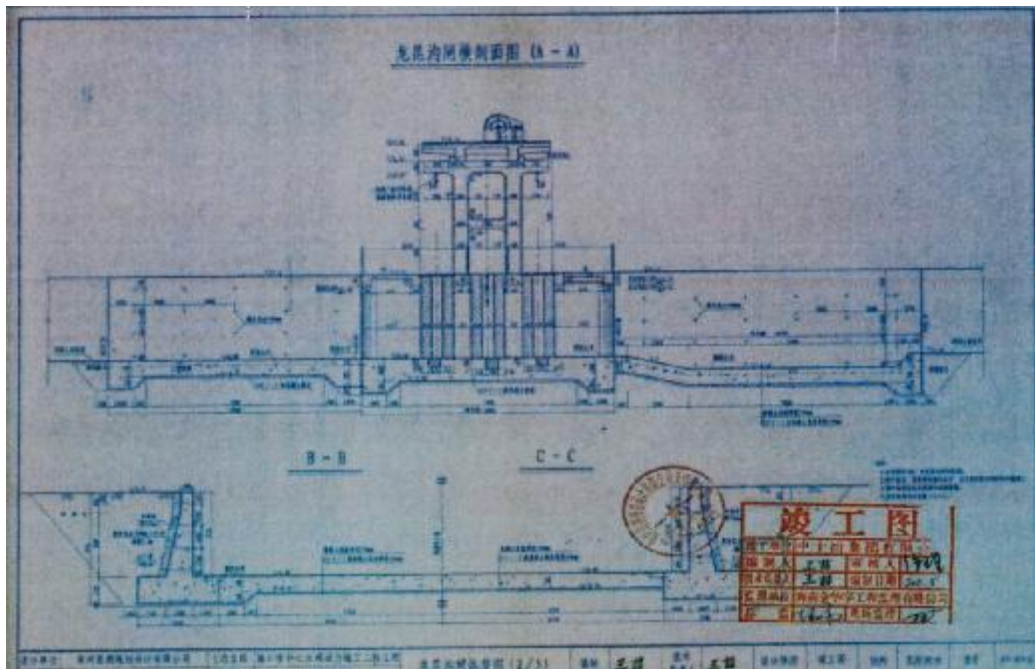


图 4.1.6-2 老防潮闸竣工图

2. 拆除方案

(1) 拆除施工工序：闸门拆除→启闭机拆除→检修口设备拆除→闸墩（土建部分）拆除

(2) 水闸的拆除遵循先机电设备和金属结构后钢筋混凝土结构的原则进行拆除，钢筋混凝土按照自上而下的顺序拆除。闸室段拆除顺序：先拆除机电设备启闭机、闸门及其他金属结构，再进行钢筋混凝土的拆除。混凝土结构拆除按先上后下的顺序进行，拆除的小块废渣用工程五小车及时运出拆除区域，大块或者成片屋面板运至场地附近区域分解成小块，再外运至弃土场。在拆除闸体过程中，应清除混凝土块，拆除时尽量采用快捷安全的人机配合化作业。分部拆除施工方法：

1) 闸门拆除 使用 8t 吊车安支在交通桥上，配合启闭机将闸门吊至九孔

涵桥体后，再用吊车吊到车上运至安全场地。

2) 启闭机拆除 拆除时先将启闭机用吊绳挂住吊钩并确保牢固，再拆除启闭机固定螺丝小心运至吊装孔下拆除时，8t 吊车安支在九孔桥上吊出运至安全场地。

3) 闸墩拆除拆除前先进行脚手架搭设，拆除完毕后，再将闸室中原破碎的建筑垃圾装车运至专门场地。

4.1.7. 工程实施效果分析

经计算对比，当发生近期 5 年一遇 $68.1\text{m}^3/\text{s}$ 的雨洪峰值流量时，推荐方案河道挖深至 -0.5m ，九孔涵开盖、四孔涵挖深至 -0.5m ，老防潮闸拆除工程实施后龙华桥处下游水面可下降约 61cm ；当发生近期 5 年一遇 $68.1\text{m}^3/\text{s}$ 的雨洪峰值流量时，河道挖深至-

0.5m，九孔涵开盖挖深至-0.5m，四孔涵保持现状，老防潮闸拆除工程实施后龙华桥处下游水面可下降约 45cm；

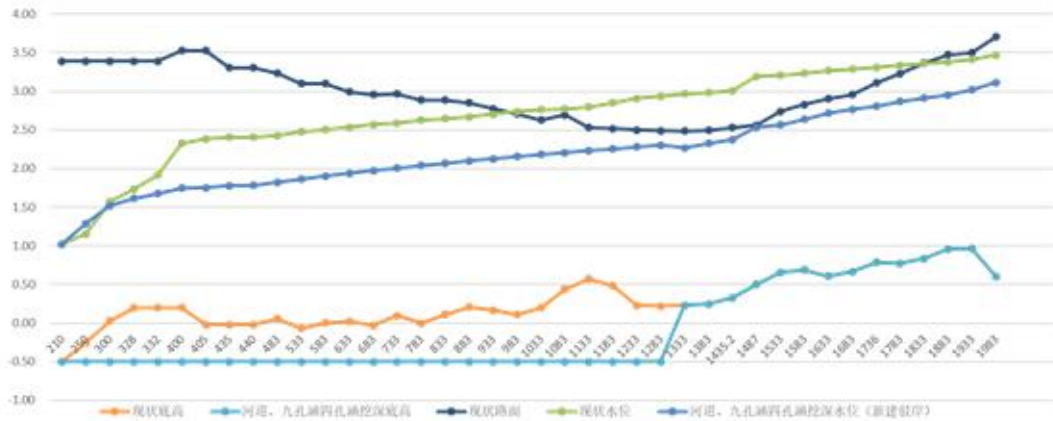


图 4.1.7-1 九孔涵开盖、四孔涵、河道挖深至-0.5m、老挡潮闸拆除工程实施后水面线降低对比分析（近期 5 年一遇 68.1m³/s）

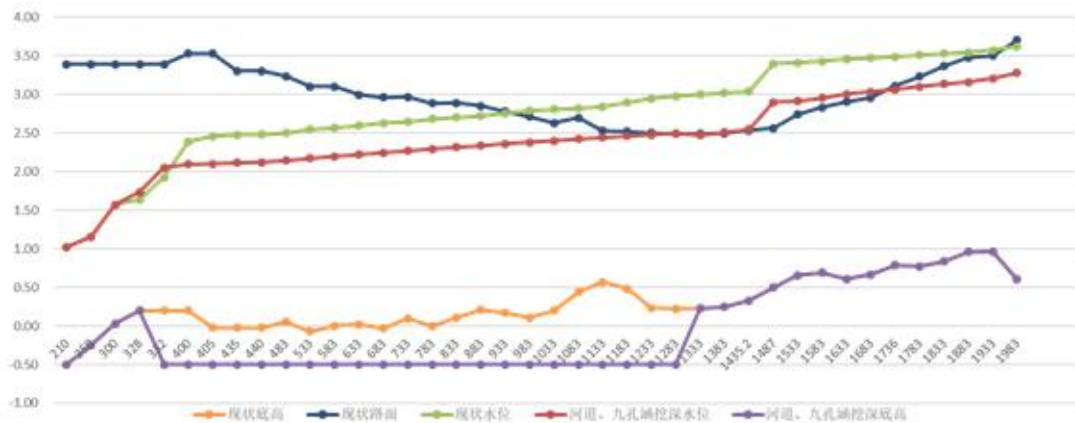


图 4.1.7-2 九孔涵开盖、河道挖深至-0.5m、老挡潮闸拆除工程工程实施后水面线降低对比分析（近期 5 年一遇 68.1m³/s）

4.2. 排水工程

4.2.1. 设计原则

- 1、 排水体制：采用雨污水分流制；
- 2、 设计排水管道主要采用重力流的形式；
- 2、 污水箱涵迁改避让调整遵循现状标高关系，保障上下游

顺接；

- 3、污水管道采用球墨铸铁管；
- 4、对不满足排水设计标准的雨水管道进行升级改造。

4.2.2. 设计标准及主要参数

污水：

1、2025 年城市单位人口综合用水量指标保持不变，取 0.40 万立方米/（万人·天），2035 年城市单位人口综合用水量指标取 0.39 万立方米/（万人·天）。

2、截流雨水量指标确定

规划污水处理厂雨天规模为旱天规模的 1.5-2 倍，分流制区域初期雨水截留水量指标取旱天流量的 0.5 倍。

3、其他指标

① 地下水渗入量指标确定

表格 4.2.2-1 规划单位建设用地污水量指标统计表

年份	中心城区外水渗入系数	长流片区外水渗入系数	江东片区外水渗入系数	南部片区外水渗入系数
2025 年	0.3	0.2	0.2	0.2
2035 年	0.25	0.15	0.1	0.15

②产污系数：规划产污系数取值 0.9。

③ 弹性系数：1.2 倍。

污水设计流量公式

$$Q = N \cdot Kz \cdot F / 86400 \quad (\text{L/S})$$

式中：

Q—污水设计流量 (L/s)

N—设计污水量标准

F—流域面积 (公顷)

Kz—总变化系数

表 4.2.2-1 污水量总变化系数

污水平均日流量 (L/s)	5	15	40	70	100	200	500	≥ 1000
总变化系数	2.7	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5

表格 4.2.2-2 污水量测算表

规划年限	人口数量 (万人)	平均日综合用水量指标 L/人·d	折污系数	外水渗入率	污水量 万 m ³ /d	弹性系数	总变化系数	雨季流量倍数	设计规模
现状	39.6	333	0.9	30%	15.46		1.50	0.50	30.9
2025	47.6	333	0.9	30%	18.55	1.20	1.50	0.50	37.1
2035	57.1	325	0.9	25%	20.86	1.20	1.50	0.50	41.7

表格 4.2.2-3 污水管道水力计算表

窨井编号		泄水	污水量(l/s)		设计	计算	坡度	流速 (m/s)	位差 (m)	充盈度 (h/d)
自	至	面积	地区	累计	污水量	管径				
		(ha)			(l/s)	(mm)				
西侧 2	西侧 1	47.00	83.06	83.06	83.06	588	0.001	0.80 1	1.00	0.406
西侧 4	西侧 3	1873.0 0	3309.9 4	3309.9 4	3309.9 4	1800	0.002	2.62 0	10.6 0	0.497
西侧 1	西侧 0	47.00	3309.9 4	3393.0 0	3393.0 0	1800	0.001	2.02 0	0.05	0.627
东侧 2	东侧 1	87.00	153.75	153.75	153.75	1200	0.001	0.89 5	0.66	0.209
东侧 4	东侧 3	903.00	1436.7 2	1436.7 2	1436.7 2	1800	0.002	2.09 3	10.6 0	0.315
东侧 1	东侧 0	990.00	1436.7 2	1590.4 7	1590.4 7	1800	0.001	1.67 5	0.10	0.400

雨水：

(1) 海口市的暴雨强度公式为：

$$q = \frac{3245.114 \cdot (1 + 0.256 \lg P)}{(t + 17.172)^{0.654}} \quad \text{L/s} \cdot \text{ha}$$

式中：

P — 设计重现期，地面排水选用 10 年；

$$t = t_1 + t_2$$

t — 降雨历时 (min)

t_1 — 起始管段地面集水时间；根据径流区面积的大小、雨水流程长短、地形坡度大小等不同情况，地面排水取 $t_1=5$ 分钟；

t_2 — 管内流行时间 (min)；

管道粗糙系数 n ：

钢筋砼管：满流 $n=0.013$ ；HDPE 缠绕管： $n=0.01$ ；钢管： $n=0.01$ 。

(2) 流量公式：

$$Q = q \cdot \psi \cdot F \quad (\text{L/s})$$

式中：

Q — 雨水设计流量 (L/s)

q — 设计暴雨强度 (L/s · ha)

F — 雨水汇水面积 (ha)

ψ — 综合径流系数，取 $\psi = 0.65$ 。

4.2.3. 排水设计**污水：**

经上述测算污水量，本次设计管径采用 DN1800，双侧布置。

1、 西侧

起点接现状 2400x1500 污水箱涵，污水流向由南向北，沿线龙兴路（桩号 K3+011.2）现状 d1000 污水管接入，管内底标高 0.15；国贸路（桩号 K2+807.8）现状 d1000 污水管接入，管内底标高-0.03；国贸北路（桩号 K2+688.6）现状 DN600 污水管接入，管内底标高 0.07；在桩号 K2+183 位置采用顶管施工穿过滨海立交桥，最终接至桩号 K2+082.4 位置 2600x1800 现状污水箱涵，现状箱涵底标高为-1.89。

2、 东侧

起点接现状 2400x1500 污水箱涵，污水流向由南向北，龙阳路（桩号 K2+936.9）现状 DN600 污水管接入，管内底标高-0.16，本段设计污水管最终接至桩号 K2+218.6 位置 3000x1800 现状污水箱涵，现状箱涵底标高为-1.55。沿线玉河路至景湾路现状东侧已建 d1200 污水管，改管道已收集玉河路至景湾路东侧污水，本次设计将该段污水管进行保留。

雨水：

根据现场踏勘和管线物探资料，龙兴路~滨海立交桥路段内有 16 处雨水排口排至龙昆沟，排放口标高范围-0.8~1.4m，现状道路内、外侧行车道均有设置雨水管，管径为 d400~BxH=1000x500。为避免两项工程交织影响，将龙昆北路两侧雨水管及雨水连管统一由“滨海立交改造工程”项目。在驳岸实施过程中，提前预留接入的雨水管及排放口。具体设计位置详见附件。

4.2.4. 排水管道管材比选

管材的选材取决于输送流量大小，施工方法，管道埋深，管道内压、工程造价等因素，各种管材各有利弊，现就海口目前常用的几种管材作一技术经济比较。

(1) 钢筋混凝土管

钢筋混凝土管目前海口使用较多，制作工艺成熟，可以根据不同的埋深、压力进行制作，产品系列齐全。管道接口如采用橡胶圈密封，止水效果较好，价格较低，施工经验丰富，适用于开槽埋管和顶管施工。

(2) 玻璃钢夹砂管（RPM 管）

玻璃钢夹砂管是将浸有树脂的玻璃纤维，按照一定的工艺条件缠绕到芯模上，并进行固化、脱膜而成。该管道具有耐腐蚀、抗老化、使用寿命长、重量轻、抗渗漏、安装方便，摩阻系数小等优点。

(3) 硬聚氯乙烯（UPVC）、高密度聚乙烯（HDPE）管

硬聚氯乙烯（UPVC）、高密度聚乙烯（HDPE）管均是一种高分子管材。该管道具有重量轻、耐腐蚀、使用寿命长、抗渗漏、安装方便，环刚度可设计，可根据需要作成特殊管节，摩阻系数小等优点。

(4) 球墨铸铁管

离心球墨铸铁管是铁水球化处理和离心铸造工艺完美结合的产物，它具有可与钢管相媲美的机械性能，因此球墨铸铁管一出现就得到了迅速应用，广泛应用于给排水及输油输气管网。离心

球墨铸铁管管材强度高，工作压力高，出厂产品外喷涂沥青、内衬水泥砂浆，具有良好的防腐性能，其接头简单、可靠，运输安装过程中破损率低；离心球墨铸铁管采用柔性接口，当发生挠曲时不易发生泄漏，该管材对安装人员的技术要求低，安装速度快，水泥砂浆内衬能承受较大的环向挠度，能承受较大的外荷载，对回填土无特殊要求，可使用原土回填，使用寿命长。

以上各种管材的优缺点详见下表。

表 4.2.4-1 各种管材的优缺点比较表

管材性能	钢筋混凝土管	高密度聚乙烯 (HDPE) 管	玻璃钢夹砂 (RPM) 管	球墨铸铁管
止水 (防渗) 性能	一般	好	一般	好
质量保证	较好	一般	好	好
施工进度	一般	快	快	快
适用寿命	约 50 年	约 50 年	约 50 年	约 50 年
摩阻系数	0.013~0.014	0.01	0.01	0.01
综合造价	一般	适中	适中	较高
管材运输	较难	方便	方便	方便
防腐性能	一般	好	好	好
施工方法	开槽、顶管	开槽、牵引 (适于 HDPE 管)	开槽、顶管	开槽、顶管

经过以上比较，可以看出球墨铸铁管虽然整体造价较高，但其输送液体阻力小、耐化学和电腐蚀性能好、运输安装方便、施工

进度快、使用寿命长等。同时管材接口密封性能好，管道系统不易渗漏，生态环境效益高，在《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》中明确提倡优先采用球墨铸铁管道等管材。钢筋混凝土管在海口是常作为雨水管道使用，管材的费用较低，本地施工经验较为丰富，且取材方便。

综上所述，鉴于本工程为中心城区的主干管道，重要性很高，本次污水管材推荐选用球墨铸铁管，雨水管材推荐选用钢筋混凝土管。

4.2.5. 排水结构

1. 工程概述

本工程结构设计内容为龙昆沟下游段综合整治工程项目中的污水管道、污水箱涵及其构筑物结构设计。新建污水管道管径为DN1800~ DN2600,采用球墨铸铁管，污水箱涵净尺寸 2.6 x1.8m 、1.8x1.8m，采用现浇钢筋混凝土结构。

2. 工程地质及水文情况

(1) 土层条件

本工程拟建场地无地勘资料，地质资料参考周边项目工程地质勘察报告，根据参考地勘资料显示，场地土层自上而下依次为：

①层素填土（Q^m）：全场地均有分布，褐灰、褐红色、灰黄色，稍湿~饱和，松散状，主要成份为石英砂粒及粉、粘粒，含植物根茎，局部顶部含有块石、碎砖和混凝土碎块等建筑垃圾，欠压实，均匀性较差。层顶标高 2.56m~4.81m，平均值 3.52m；层底埋深 1.70~8.50m，平均值 4.22m；层厚 1.70~8.50m，平均值 4.22m。

②层淤泥质粘土 (Q_4^m): 全场地均有分布, 灰、深灰色, 软塑状, 主要成份为粉、粘粒, 局部粉细砂含量较高, 含少量腐植质及贝壳碎屑, 局部夹有石英中、细砂粒较高, 微具臭味, 砂粒的主要矿物成分为石英。层顶标高-4.74m~1.19m, 平均值-0.70m; 层底埋深 10.20~12.60m, 平均值 11.34m; 层厚 4.00~9.50m, 平均值 7.12m。

③层粗砂 (Q_4^m): 仅 ZK19、ZK20、ZK21 钻孔有揭露, 浅黄色、灰色, 饱和, 中密状, 主要成份为石英粗砂粒, 次为中粒、细砂粒, 次圆状, 级配较差。层顶标高-8.14m~-7.48m, 平均值-7.79m; 层底埋深 13.40~14.50m, 平均值 13.90m; 层厚 2.70~3.80m, 平均值 3.27m。

④层粘土 (Q_1^m): 全场地均有分布, 褐黄色、青灰色, 可塑状, 主要成份为粘粒, 切面有光泽, 干强度高, 韧性高, 无摇晃反应。层顶标高-11.28~-6.37m, 平均值-8.09m; 层底埋深 12.30~16.40m, 平均值 14.78m; 层厚 1.80~4.50m, 平均值 3.16m。

⑤层粘土 (N_2^m): 全场地均有分布, 青灰、深灰色, 可塑~硬塑状, 主要成份为粉粒、粘粒及石英细砂粒, 局部夹有薄层粉砂, 切面稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。层顶标高-13.18~-9.47m, 平均值-11.26m; 层底埋深 23.50~30.20m, 平均值 25.65m; 层厚 8.70~15.20m, 平均值 10.87m。

⑥层粉砂 (N_2^m): 全场地均有分布, 深灰色, 饱和, 中密~密实状, 主要成份为石英细砂粒, 次为粉粒, 局部粘粒含量较高, 含有贝壳碎屑。层顶标高-27.64~-19.26m, 平均值-22.13m; 层底埋深 27.80~36.10m, 平均值 31.14m; 层厚 1.80~8.90m,

平均值 5.49m。

⑦层粗砂 (N_2^m): 全场地均有分布, 深灰色, 饱和, 中密~密实状, 主要成份为石英中砂粒, 次为细粒、粉粒, 局部粘粒含量较高, 含有贝壳碎屑。层顶标高-33.54~-24.95m, 平均值-27.62m; 层底埋深 30.50~45.50m, 平均值 39.56m; 层厚 2.20~15.5m, 平均值 8.42m。

⑧粘土 (N_2^m): 全场地均有分布, 青灰、深灰色, 可塑~硬塑状, 主要成份为粉粒、粘粒及石英细砂粒, 局部夹有薄层粉砂, 深部局部夹有泥质胶结硬块, 厚 5~8cm, 切面稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等。层顶标高-42.61~-27.65m, 平均值-36.04m; 层底埋深 55.00~55.60m, 平均值 55.34m; 本次钻探未钻穿, 揭露层厚最大 24.70m。

(2) 水文地质条件

根据参考地勘, 勘察结束后, 实测潜水稳定水位埋深为 1.20~2.83m, 水位标高 0.32~2.17m(85 国家高程)。根据区域水文地质资料, 地下水位年变幅约 2.50m。

龙珠湾地表水对混凝土结构具微腐蚀性, 对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替环境具强腐蚀性, 在长期浸水环境均具弱腐蚀性; 本场地地下水对混凝土结构具微腐蚀性, 对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替环境具弱腐蚀性, 在长期浸水环境具微腐蚀性; 场地土对混凝土结构具弱腐蚀性, 对钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

(3) 场地地震效应

按《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010 2016 年版), A.0.19 的规定, 本场

地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.30g，设计地震分组为第二组。本场地位于 8 度抗震设防区，本场地 55.60m 深度范围内饱和砂土有第③层粗砂、⑥层粉砂、⑦层粗砂，为第四纪晚更新世(Q3)以前的地层，依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 年版)第 4.3.3 条规定，可判为不液化土层。

3. 工程设计原则

a. 结构设计应满足工艺设计要求，遵循结构安全可靠，施工方便，造价合理的原则。

b. 结构设计应根据拟建场地的工程地质，水文资料及施工环境，优化结构设计，选择合理的施工方案。

c. 结构设计应遵循现行国家和地方设计规范和标准，使结构在施工阶段和使用阶段均能满足承载力、稳定性和抗浮等承载力极限要求以及变形、抗裂度等正常使用要求。

d. 成品管管材需满足相应规范规程及施工、使用的要求。

4. 结构设计标准

设计标准及参数

a. 新建构筑物结构设计基准期为 50 年；设计工作年限 50 年；结构安全等级二级，重要性系数为 1.0；混凝土结构的环境类别为"二 b"类，与污水接触或受污水水气影响的结构按《给水排水工程构筑物结构设计规范》(GB50069-2002)的环境类别取用。

b. 拟建场地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.30g；DN1800~DN2600 污水管道及其构筑物抗震设防类别为乙类，抗震等级为二级；地基基础设计等级丙级。

c. 钢筋砼构筑物的最大裂缝宽度限值应根据构筑物的部位和

环境条件取 $\omega_{\max} \leq 0.20\text{mm}$ ，并根据与污水接触和气蚀情况另加防腐涂料。

d. 最高抗浮地下水位取设计地面标高，最低水位按测量资料的最低水位计。

e. 构筑物地面超载按 10kN/m^2 计（地面局部堆高除外），当位于车行道下时，按相应道路等级选用；基坑超载按 20kN/m^2 计。

f. 抗浮工程设计等级丙级。构筑物不计侧壁摩阻力的抗浮安全系数 $K_f \geq 1.05$ ；排水管道抗浮安全系数 ≥ 1.10 。

5. 管道及箱涵结构设计

（1）管道及箱涵施工方案

管道施工可视管道埋深、管径大小、管道沿线地形以及周边环境等合理选择开槽埋管、定向钻法或顶管法等施工方法进行施工。当管道埋深较浅、沿线场地较为开阔、周边环境较为简单时，可采用开槽埋管施工；当管道埋深较深、周边环境较为复杂时，可采用定向钻法施工或顶管法施工，其中定向钻法施工适用于小口径管道，目前较成熟的最大口径为 DN800，顶管法施工适用于大口径管道。

本工程西侧 W-2~W-3 段管道下穿现状滨海立交桥，西侧 W2~W2-1、W-3~W-4 段管道过现状昆北路，此 3 段管道拟采用顶管施工。其余管道埋深最深约 5.6m、箱涵埋深约 4.5~8.0m，为降低工程造价、减小施工难度，均拟采用开槽埋管施工。

顶管施工：西侧 W-2~W-3 段 D1800 管道下穿现状滨海立交桥，支护桩施工净空受限，埋深约 6.3m；西侧 W2~W2-1 段 D2600 横穿现状道路，埋深 8.4~8.8m，施工期间需保证道路通行；西侧

W3~W4 段 D1800 管道横穿现状道路,埋深 6.2~6.3m, 施工期间需保证道路通行, 此 3 段管道拟顶管施工。结合场地条件及周边环境, 西侧 W-2、W-2-1 顶管坑深度约 9.8~10.1m, 拟采用 $\phi 800$ 钻孔灌注桩支护; 西侧 W-3、W-4 顶管坑深度约 7.5~7.6m, 拟采用 $\phi 600$ 钻孔灌注桩支护。顶管坑均采用 $\phi 800@500$ 高压旋喷桩止水帷幕, 坑底设置压密注浆加固及止水。

开槽埋管: 除顶管施工的两段管道外, 其余管道及箱涵开槽深度 3.5~6.1m, 均拟采用开槽埋管施工。对于布设于龙昆沟两侧、管道坐落于新建挡墙基础上的管道, 可随河道驳岸实施时同步开挖施工(具体支护形式见水工相关图纸)。其余管道及箱涵需单独支护开挖施工, 根据参考地勘, 场地存在较厚的①层素填土及②层淤泥质粘土, 土层力学性能差。其中西侧 W 节-1~西侧 W 节-2 段 2.6*1.8m 箱涵基坑深度约 8.5m, 拟采用 15.0m 长 FSP-IV 型拉森钢板桩支护, 坑底设置 2.5m 厚压密注浆加固; 西侧 W 节-15~西侧 W 节-18 段管道基坑深度约 6.0m, 拟采用 12.0m 长 FSP-IV 型拉森钢板桩支护, 坑底设置 2.0m 厚压密注浆加固; 西侧 W 节-24~东侧 W 节-17 管道基坑深度约 3.5~4.0m, 拟采用 9.0m 长 FSP-III 型拉森钢板桩支护, 坑底设置 1.5m 厚压密注浆加固; 东侧 W 节-11~东侧 W 节-12 段雨水箱涵基坑深度约 5.0m, 拟采用 12.0m 长 FSP-IV 型拉森钢板桩支护, 坑底设置 2.0m 厚压密注浆加固。

开挖深度不大于 3.0m 时, 拟采用明沟排水; 开挖深度大于 3.0m 时, 拟采用井点降水。

现状管道及箱涵废除: 由于新建管道实施, 部分现状管道及箱涵需废除, 当废除管线与新建管道同管位或距新建管线平面距

离较近时，可与新建管道同沟槽开挖施工废除；当废除的现状管线距新建较远时，需单独开挖废除，由于管道埋深较浅（不超过 3.0m），均采用横列板支护开挖废除，废除的管道及箱涵沟槽采用良质土回填，位于道路下时回填需满足道路要求。

特殊节点：本工程存在多处新建管道接入现状箱涵，施工时需破除现状箱部分结构后接入，管道接入后对破除的箱涵结构进行修复，施工时连接的现状箱涵需考虑采取临时调水措施。

桩号 K2+740 东侧新建 1800x1800 污水箱涵避让大同沟接入龙昆沟处的桥涵，该处桥涵资料暂缺，利用水工施工围堰，采用钢板桩支护开挖施工。

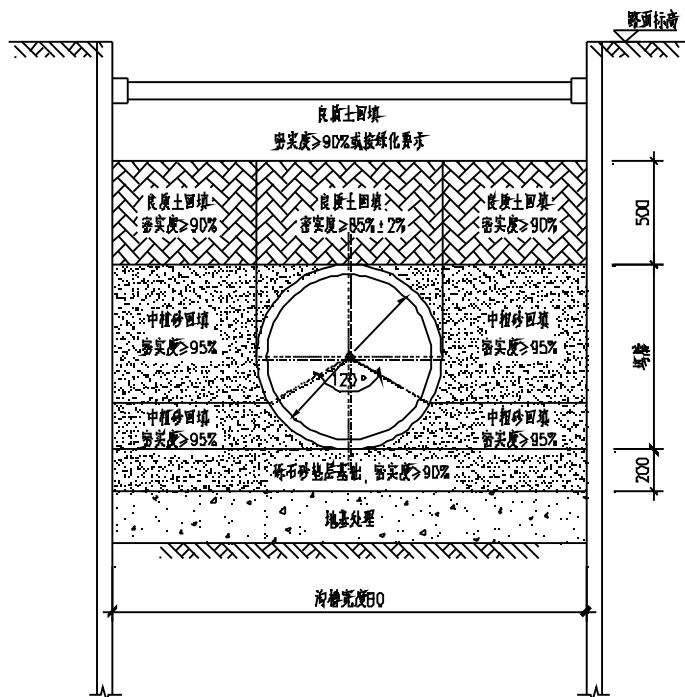
2) 管道及箱涵

新建污水管道管径为 DN1800、DN2600，采用球墨铸铁管，污水箱涵净尺寸 1.8x1.8m、2.6 x1.8m，采用钢筋混凝土结构，每 20~25m 设置变形缝。

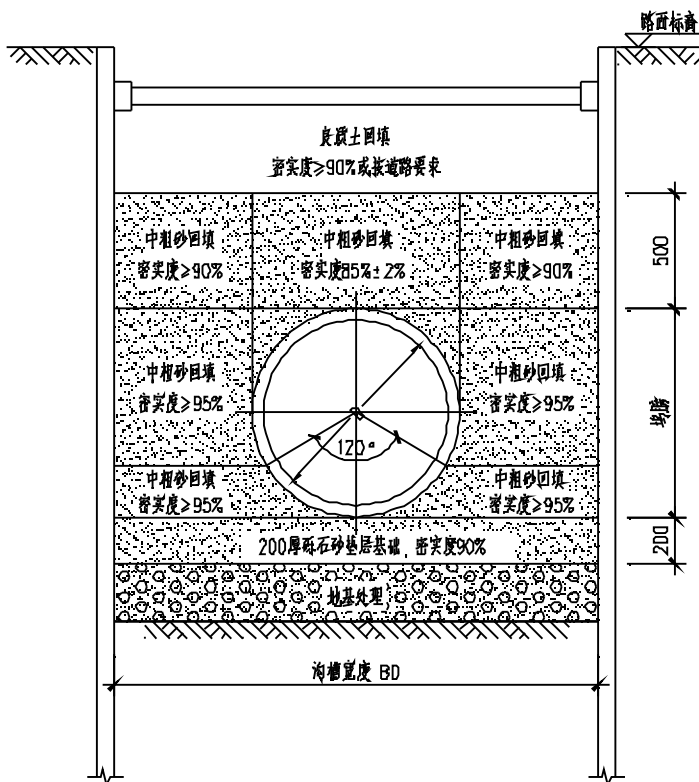
3) 开槽埋管管道基础及地基处理

本工程西侧 W-24~东侧 W-17 段管道埋设于龙昆沟底，由于管径较大、河底覆土较薄，考虑管道抗浮，拟对管道采用 C30 素砼包封处理。

与河道驳岸同槽施工时，新建球墨铸铁管道离驳岸挡墙后踵板顶较近，管道与挡墙后踵板间隙均采用砾石砂垫层铺设作为管道基础；其余不与河道驳岸同槽施工时，球墨铸铁管均管道基础采用 200mm 厚的砾石砂垫层。当位于机动车道下时，中粗砂回填至管顶以上 500mm，当位于非机动车道或绿化带下时，中粗砂回填至管顶，以上部分采用良质土回填并满足道路或绿化压实要求。箱涵两侧采用良质土回填。



球墨铸铁管管道基础及回填示意图 (非机动车或绿化带下) 1:25



球墨铸铁管管道基础及回填示意图 (位于机动车下) 1:25

对于坐落于龙昆沟驳岸挡墙基础上的管道，结合挡墙地基处

理，不再单独考虑管道地基处理。其余管道及箱涵均采用钢板桩支护开挖施工，坑底设置压密注浆加固，管道及箱涵地基利用坑底压密注浆加固成果，不再另行处理。

4) 管道附属构筑物

本工程沿线设一般检查井（若干），检查井做法采用国标通用图 06MS201《市政排水管道工程及附属设施》。由于检查井与管道对地基的附加应力不同，两者间经常产生不均匀沉降，检查井往往凸出路面，对行车带来影响，因此本工程对位于车行道下或机非共板的非机动车道下的检查井井盖采用一体式防沉降井盖，以协调检查井与周边道路的差异沉降，减少检查井处的跳车现象，从而保证行车的顺畅和安全。

为减小污水检查井内污水外渗对周边环境的影响，污水检查井采用现浇钢筋砼井。检查井内均设置高强度聚乙烯安全网，聚乙烯安全网耐久性需满足检查井使用要求。

5) 管道抗震措施

抗震措施：管道间的接口、管道与检查井间的接口采用柔性接口。

6. 工程材料

a. 混凝土：污水检查井混凝土强度等级为 C30，抗渗等级 S8，垫层采用 C20 混凝土；顶管坑灌注桩、砼围檩、底板及内衬强度等级为 C30，垫层强度等级 C20；污水箱涵混凝土强度等级为 C30，抗渗等级 S8，垫层强度等级 C20。

b. 水泥：采用普通硅酸盐水泥，强度等级 42.5。

c. 钢筋：钢筋采用 HPB300 级钢筋以及 HRB400 级钢筋。

d. 钢材：型钢、钢板均采用 Q235b 钢。

e. 砖砌体：地面以下采用 MU20 普通砼实心砖，Mb10 水泥砂浆砌筑。

f. 外防腐：钢筋砼污水箱涵、钢筋砼污水检查井外表面（含垫层上表面、侧壁外侧，顶板顶面）采用沥青冷底子油涂刷两边，干膜总厚度不小于 300 μm 。

g. 内防腐：钢筋砼污水箱涵、钢筋砼污水检查井内表面（包括顶板底面）采用防腐涂料（成分主要为聚氨酯或环氧树脂）涂面，采用二底二面，干膜总厚度不小于 200 μm 。

7. 存在问题

由于现阶段暂缺针对性地勘资料，管道施工方法、基础形式、地基处理及防腐措施可能在下阶段根据针对性的地勘资料做出调整。

4.3. 附属工程

4.3.1. 道路工程

1、 路面设计原则

1) 路面设计应根据道路等级与使用要求，遵循因地制宜，合理选材，方便施工、利于养护的原则，结合当地条件和实践经验，对路基路面进行综合设计，以达到技术经济合理，安全适用的目的。

2) 面层材料应具有足够的强度与温度稳定性；基层应采用强度高稳定性好的材料。

2、 路面设计总体方案

横断面布置已考虑尽可能利用既有设施。对于现状道路，根

据路面病害情况，进行铣刨加罩或基层翻挖加固处理；对于现状人行道，根据管线迁改情况进行翻挖新建。

3、 路面结构设计

1) 车行道恢复

4cm 细粒式沥青玛蹄脂碎石 SMA-13 (SBS 改性沥青)

6cm 中粒式沥青混凝土 AC-20C (SBS 改性沥青)

8cm 粗粒式沥青混凝土 AC-25C

0.8cm 改性乳化沥青稀浆封层

18cm C20 混凝土

18cm C20 混凝土

20cm 级配碎石

$\Sigma = 74.8\text{cm}$

2) 人行道恢复

采用与现状一致的花岗岩铺装。

6cm 花岗岩道砖

3cm 1:5 干硬性水泥砂浆找平层

15cm C15 混凝土

10cm 级配碎石

$$\Sigma = 34\text{cm}$$

4、既有路面处理

1) 既有沥青路面铣刨加罩

施工期间由于大型车辆碾压、施工机械的作业导致施工围挡范围外现有路面使用品质下降，本次考虑地道施工作业完成后，对围挡外保留利用且路面基层未出现病害的既有地面道路进行铣刨加罩，铣刨表面 4cmAC-13C，加罩 4cm 改性沥青 SMA-13。

2) 新老路面搭接

为避免新旧路面接缝对沥青面层的影响，对新旧路面衔接处具体处置措施如下：

新旧路面衔接处先铣刨 80cm 宽 4cm 沥青砼上面层，然后翻挖 50cm 宽旧路面上基层形成台阶，翻挖部分与新建部分一同摊铺 C20 混凝土、粗粒式沥青砼和中粒式沥青砼面层，再摊铺 SMA 上面层，各面层底面统一铺设一层聚酯玻纤布，自上而下宽度分别为 1.3m、1m、1m。

3) 旧路面挖除

对因工程实施无法保留利用的旧路面进行挖除处理，挖除范围包含以下几类情况：道路改造后，路面结构类型变化的全部旧路面，如调整为机动车道的旧人行道路面或绿化带。

5、 道路标线材料要求

车道路缘线、可跨越同向车道分界线、道路中心双黄线和导向车道线涂料采用震荡型涂料，其余标线涂料采用热熔型涂料。震荡型标线的标线厚度为 5mm，热熔型标线的标线厚度为 2mm。产品应附有合格检测报告。涂料预混玻璃微珠，热熔施工时再面撒布玻璃珠。涂料密度 1.8~2.3 (g/cm²)，软化点 90℃~120℃，涂膜外观应无发皱、泛花、起泡、开裂、发粘等现象，涂膜颜色和外观应与标准板差异不大。不粘胎干燥时间≤3 (min)，抗压强度≥12Mpa，玻璃珠含量 15%~23%；预混的玻璃微珠和面撒玻璃珠应符合《路面标线用玻璃珠》JT/T446-2020 中的要求。

连续设置的实线类标线，应每隔 15m 设置排水缝，其他标线有可能阻水时，应沿排水方向设置排水缝，排水缝宽度一般为 3cm~5cm。

4.3.2. 绿化拆除及恢复

1、 现状分析

项目现状主要涉及区域有：龙昆北沟两侧行道树(A区)、顶管操作井区域(B区)以及九孔箱涵区域(C区)(区域位置详见图5道路分析图)

(1) 龙昆北沟两侧行道树(A区)

龙昆北沟两侧目前种植的植物均以椰子树作为行道树，具有浓郁的热带地区特征。除少数生长矮小外，椰子树整体长势良好，立地环境整体一般，并无明显问题。(如图2所示)



龙昆北沟两侧绿化现状

(2) 顶管操作井区域 (B 区)

顶管操作井区域种植的植物主要是小叶榕和芒果树，数量较少但长势和立地环境都相对良好，并无明显问题。(如图 3 所示)





顶管操作井绿化现状

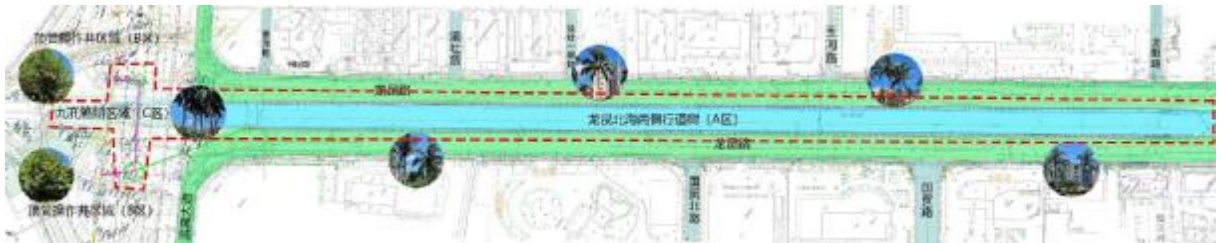
(3) 九孔箱涵区域 (C 区)

九孔箱涵区域乔木中大王棕，长势良好，高度和冠幅大致相同，整体统一，立地环境一般，无明显问题。其余树木以三药槟榔、红车、垂叶榕柱为主，红车和垂叶榕柱数量较多，整体长势良好，立地环境一般，无明显问题。(如图 4 所示)





九孔箱涵区域现。



道路分析图

2、 设计原则

(1) 因地制宜，生态优先

结合地形地貌及自然环境，围绕“生态”为主线的设计指导思想，强调道路生态功能与景观功能的结合，合理处理沿线内地形、植被、生物等多种自然环境因子与人之间的互动，营造和谐、共生、环保、优美的生态景观氛围。

(2) 注重衔接，特色突出

注重道路绿化与自然风光、周边路网绿化的衔接，重点突出海口生态景观的特色。

(3) 节能环保，可持续发展

坚持“适地、适树”原则、提倡使用本岛乡土树种、提高树

种存活率；防止过于追求视觉冲击而栽植的外来“高档”树种、避免建设与管养成本过高。

(4) 保护生态原则：

充分保护利用现有绿化成果、在改造与新建项目过程中，尽量以保留现状植被为主；着重保护自然山体、植被、水系等地形地貌和生物物种资源、因地制宜结合周边环境、塑造热带海岛景观；绿植配置要有利于植物生长，有利于水土保持，便于养护管理。

3、 设计目标

打造兼具生态性、标识性、功能性、安全性、环保性、科技性的高品质景观道路绿化。

4、 设计理念

(1) 回归自然淳朴

通过协调周边景观，充分利用现状植物资源，营造回归自然的生态道路绿化。

(2) 充分利用水文、地质、地形等自然条件，为工程提供较好的建设条件，降低工程难度，最大限度的降低造价。

(3) 处理好工程建设与沿线居民的关系，满足沿线居民的日常出行的需要，降低对沿线居民的正常生活和生产的影响。

(4) 考虑道路所处区位，结合苗木特性，选择适地适树品种。

5、 方案设计

城市景观绿化是给无机的城市添上有机的自然色彩，是环境景观的主要因素。城市绿化的景观设计，首先要考虑的是景观美化功能，同时通过有效的绿化设计，加强司机的视线诱导，减轻行驶造成的紧张。

设计构思

以延续道路整体风格为主要思路，兼顾沿线前后关系，同时结合龙昆沟改造措施，创建优质的道路景观。

设计方案

1) 龙昆沟两侧绿化改造

有效梳理现状乔木品种及规格，同时为保证现状整体景观的一致性及延续城市居民记忆的载体，针对现状苗木中老化及杆高较高的椰子树进行迁出不在迁回处理，将其更换为相同规格品质且生长力较好的海南椰子。

2) 顶管区域绿化改造

现状顶管影响范围内乔木主要为景观芒果，均具有较好的景观效果，针对此部分乔木考虑暂时迁出，待项目建设完成后迁回种植。

3) 九孔箱涵区域绿化改造

考虑到后期九孔箱涵开盖清淤后将不再进行覆盖处理，因此此区域影响范围内乔木考虑迁出后不再迁回处理。

6、 种植设计

(1)配置原则

注重可操作性，植物选择上大力提倡乡土树种，以乡土、适应性强、管理粗放的树种为主，便于建设并降低后期的养护成本。同时，在重要景观节点处使用优良新品种，凸显多样性的植物风貌。

(2)方案设计

场地现状主要种植乔木为椰子树，考虑到本次项目仅针对区域内进行管道开挖及恢复处理，同时沿线现状主要以椰子树为主，为保证景观一致性，恢复后期种植乔木建议采用椰子树作为骨架树种。



(3)种植意向：椰子树, 建议绿化养护期一年，养护等级一级

(4)绿化种植

土壤的改良

由于新换入的土壤大部为生土；不能直接用于苗木的种植，因此要对土壤改良，土壤的改良要有以下几个步骤：

①土壤田值的测试：对土壤的 PH 值进行测试，根据土壤的酸碱性确定改良土壤目的肥料。

合格利种植土的标准，含盐量 ≤ 200 ，PH 值-7-8.5。

②土壤的砂性测试土壤的砂性小则粘性大，土壤气性差，许多苗木的活率会大大降低；土壤砂性大，则土壤不能存水、存肥对苗木的生长不利。

③对土壤进行中耕松土：用犁地机，旋耕机，对土壤进行松土。对于机械不便工作的地方如排水井边、路边等，进行人工松土。松土的最小深度为 30cm。

④整平：将地按图纸要求及现场特点整平，做好起伏。

绿化利植穴的定点放线工程

①整理绿化地：土壤良工作完成后，整绿化地的工作主要是地，达到绿化条件。

②苗木栽植前的准备

选苗：选苗标准：植株壮，无病虫害，根系发达而完整，枝条丰满，无机械损伤，高度合适，主侧枝分枝均匀，能够形成优美的树冠。

苗木起挖：根据季节原因，大部分苗木要考虑栽植的季节性，须带上球起挖的苗木，起挖土球直径为苗木地径的 10-12 倍。起挖时，保存好苗木的毛细根系，减少对苗木的人为损伤，带土球的苗木起出后，用草绳捆扎，裸根苗木起出后根系蘸泥浆，随挖

随运，尽可能少蒸腾作用对苗木的伤害。在苗木的装卸过程中，杜绝人为因素对苗木造成损伤。

种植穴：种植穴定点放线应符合设计图纸要求，位置准确，标志明显，同时应标明树种名称（或代号）规格，种植穴的大小，应符合设计要求。

苗木运输

裸根乔木在运输时，应覆盖并保持根系湿润，装车时应码放整齐，装车后，将树干捆牢并加垫层防止磨损树干，裸根乔木必须当天种植，裸根苗木起苗开始暴露时间不宜超过 8 小时，当天不能种植的苗木应进行假植。

苗木种植前的修剪

利种植前应进行苗木根系修剪，宜将劈裂根，病虫根，过长根剪掉并对树冠进行修剪，保持地上地下平衡。乔木类修剪：具有明显主干的高大落叶乔木应保持原有树形，适当疏枝，对保留的主侧枝应在健壮芽上短截，可剪去枝条 1/5-1/3。无明显主干、枝条茂盛的落叶乔木；对干径为 5-10cm 的苗木，可选留主干上的几个侧枝，保持原有树形进行短截。

苗木种植

①苗木种植前，经过监理人员，质检人员对种植尺寸，苗木质量认可后方可施工。树木置入种植前，应先检查种植穴大小及深度，不符合根系要求时，应修整种植穴。落叶乔木在非种植季节时，苗木必须是前采取疏枝、环断根或在适宜季节起苗用容器假植等处理。苗木应进行强修剪，剪除部分侧枝，保留的侧枝也

应疏剪或短截，并应保留原树的三分之一，同

时必须加大土球体积。可摘叶的应摘去部分叶片，但不得伤害芽。

夏季可搭棚遮阴、树喷雾、树干保湿，保持空气湿润；冬季应防风防寒。

②干旱季节，种植裸根树木应采取根部喷布生根激素、增加浇水次数等措施。针叶树可在树冠喷布聚乙烯树脂等抗蒸腾剂。

③对排水不良的种植穴，可在底铺 10-15cm 砂或铺设渗水管、
3、苗木运输裸根乔木在运输时，应覆盖并保持根系湿润，装车时应码放整齐，装车后，将树干捆牢并加垫层防止磨损树干，裸根乔木必须当天种植，裸根苗木起苗开始暴露时间不宜超过 8 小时，当天不能种植的苗木应进行假植。

苗木种植前的修剪

种植前应进行苗木根系修剪，宜将劈裂根，病虫根，过长根剪掉并对树冠进行修剪，保持地上地下平衡。乔木类修剪：具有明显主干的高大落叶乔木应保持原有树形，适当疏枝，对保留的主侧枝应在健壮芽上短截，可剪去枝条 1/5-1/3。无明显主干、枝条茂盛的落叶乔木；对干径为 5-10cm 的苗木，可选留主干上的几个侧枝，保持原有树形进行短截。

苗木种植

①苗木种植前，经过监理人员，质检人员对种植尺寸，苗木质量认可后方可施工。树木置入种植前，应先检查种植穴大小及深度，不符合根系要求时，应修整种植穴。

落叶乔木在非种植季节时，苗木必须是前采取疏枝、环断根或在适宜季节起苗用容器假植等处理。苗木应进行强修剪，剪除部分侧枝，保留的侧枝也应疏剪或短截，并应保留原树的三分之一，同时必须加大土球体积。可摘叶的应摘去部分叶片，但不得伤害芽。夏季可搭棚遮阴、树喷雾、树干保显，保持控气润；冬季应防风防寒。

②干旱季节，种植裸根树木应采取根部喷布生根激素、增加浇水次数等措施。针叶树可在树冠喷布聚乙烯树脂等抗蒸腾剂。

③对排水不良的种植穴，可在底铺 10-15cm 砂或铺设参水管、花；模纹修剪要根据植物生长情况，按照设计要求逐步修剪成形。

灌溉、施肥：根据植物生长及开花习性进行合理灌溉和施肥，每年春、秋季重点施肥 2-3 次，促进花芽分化，花芽分化后适追施磷、钾肥，使花多、色艳、花期长，肥料不能裸露，采用埋施或水施等不同方法。

④除杂草：经常除草松土，除草时不能伤根及造成根系裸露，更不能造成黄土裸露。

⑤补植、改植：及时清理死苗，一周内补植原来的种类，规格与原种类规格相同，补植按种植规范进行。

防台风：台风前加强防御措施合理修剪，加固护树支撑，以增加抵御台风的能力，台风来后 48 小时内要清理倒树断枝，歪斜树扶正，补好残缺支撑，清除断枝，落叶和垃圾，使景观绿化尽快恢复

A、施工和养护的各个环节

各项措施都必须确立艺术标准，工程建设初期充分体现苗木的精选、栽植的精心、支撑等措施的精细来营造工程美，通过精细养护促进植物生长，使植物枝壮叶茂来达到生态美，通过对植物精雕细琢，创造造型美。

B、苗木的效果

乔木保持生长旺盛，枝叶健壮，树形美观，行道树，树陈，下缘线整齐，修剪适度，干直冠美，无死树缺株，无枯枝残叶，景观效果优良，其他乔木整形效果要与周围环境协调，对树形不正或明显与周围环境要求不协调的树应及时进行改植更换。

C、支撑的效果

支撑材料要精选加工，同时同形式支撑用材一致，高度一致，搭设方向一致，同一形式的支撑绑扎手法一致。

4.3.3. 照明拆除及恢复

1、道路照明

(1) 现状照明情况

根据现场踏勘，龙昆北路沿线在道路中央龙昆沟两侧设置有普通路灯杆照明，人行道侧未设置路灯。灯杆高度 12 米左右。



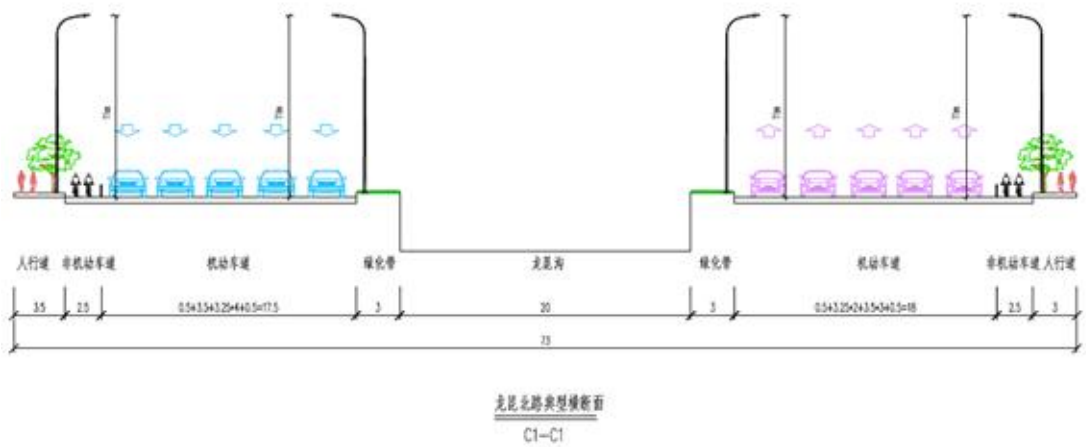
龙昆北路现状照明

(2) 建设方案

本项目建设时开挖龙昆沟两侧绿化带，施工期间需拆除现状路灯。另外，在滨海立交改造项目中，龙昆北路两侧道路拓宽为 5 车道，拆除现在机非分隔带。

根据改造后道路断面，在两侧人行道及龙昆沟两侧绿化带内新建路灯，采用双侧对称布置，间距 35 米，杆高 11 米，光源采用 250W LED 灯。其中人行道两侧路灯由滨海立交改造项目负责实施。

现状电缆及管线考虑新建。照明主干线电缆采用 YJV-0.6/1kV 型电力电缆，以确保照明线路最远点灯具压降控制在 5% 额定电压内。照明干线穿 $\phi 75$ PVC 管埋地敷设。



改造后龙昆北路照明断面

2、 景观照明

(1) 现状照明情况

龙昆北路中央分隔带树木旁设置有景观灯，景观灯采用腰鼓灯，腰鼓灯布置在树木旁，根据树木的品种及胸径大小分别布置 2~4 盏。



龙昆北路现状景观照明

(2) 建设方案

本项目建设时开挖龙昆沟两侧绿化带，施工期间需拆除现状景观灯。

现状景观灯考虑拆除后集中布置到一个区域保存，等项目施工完成后，在继续沿用。由于景观灯拆除及搬运中存在破损、老化事宜，考虑按 30%折损率考虑新购。

现状电缆及管线考虑新建。景观灯主干线电缆采用 YJV-0.6/1kV 型电力电缆，以确保照明线路最远点灯具压降控制在 5% 额定电压内。照明干线穿 $\phi 75$ PVC 管埋地敷设。

电缆在绿化带内埋设深度距地面不小于 1.0 米，在机动车道下埋设深度距地面不小于 1.0 米。

5. 管理机构及项目实施计划

5.1. 实施原则及步骤

本工程项目的实施首先应符合基本建设项目的审批程序。

建立专门机构作为项目的执行单位负责项目实施的组织协调和管理工作。项目实施过程中的决策、指挥、执行、招投标以及谈判与联络等均由项目实施负责人全盘负责。

项目的设备、供货、施工安装等履行单位应与项目执行单位履行必要的法律手续，违约责任应按国家的有关法律法规执行。

项目执行单位应与项目履行单位协商制定项目实施计划表，并在履行前通知有关各方。项目执行单位应为履行单位开展工作创造有利条件，项目履行单位应服从项目执行单位的指挥和调度。

5.1.1. 管理机构

应组建专门的项目执行单位，下设五个职能部门：

行政管理：负责日常行政工作与项目履行单位的接待，联络等工作。

计划财务：负责项目的财务计划和实施计划安排与项目履行单位办理合同协作与手续，以及资金使用安排及收支手续。

技术管理：负责项目的技术文件，技术档案的管理工作，主持设计图纸的会审，处理有关技术问题，组织技术交流，组织职工的专业技术培训，技术考核等工作。

施工管理：负责项目的土建施工安装的协调与指挥，施工进度与计划的安排，施工质量与施工安全的监督检查及工程的验收工作。

设备材料管理：负责项目设备材料的订货、采购、保管、调拨等工作。

5.1.2. 项目实施计划

下表列出本工程建设进度计划，供参考。项目具体实施计划，由相关单位根据实际情况制定。

表格 5.1.2-1 项目实施计划表

期限	节点目标
~2022.12.5	工可编制、审批
2022.12.10~2023.02.13	招标及勘察设计
2023.02.20.~2024.03.13.	施工招标、河道施工及管道安装
2024.03.14~2024.04.12	围挡拆除、路面恢复

6. 土地利用、征地与拆迁

本工程建设位于龙昆北路及滨海立交桥道路红线范围内，不涉及征地事项。

拆迁：本工程拆除内容有龙昆沟两侧驳岸、九孔涵盖板、老防潮闸及管理房、沟槽范围内现状路面、管线及绿化。其中龙昆沟两侧旧驳岸、九孔涵盖板、老防潮闸及管理房结合本工程设计方案进行拆除。沟槽范围内现状路面、管线及绿化为施工期间需考虑临时拆除，待施工完成后恢复。

具体如下：

- 1、现状 2400x1500 污水箱涵拆除，长度 0.9km；
- 2、景观绿化拆除及恢复 7868m²、道路路基路面拆除及恢复 12727 m²、龙昆沟两侧驳岸拆除重建共 1.8km（现状电力及通讯管线搬迁）；
- 3、龙昆沟挖深，长度约 1.0km；
- 4、九孔涵开盖长度 70m，拆除老防潮闸 1 座和管理房 1 套。

7. 环境保护

7.1. 主要污染及处理方式

7.1.1. 施工期环境影响分析

1. 工建设期对周围大气环境的影响分析

拟建场地在建设施工期间对附近区域大气环境有影响的主要因素是：施工工地的各类建筑扬尘和施工机械燃烧柴油或汽油排放的废气污染。不同施工阶段的主要污染源和排放的污染物列于下表。

表 7.1.1-1 不同施工阶段的主要污染源和排放的污染物表

建筑施工阶段	主要污染源	主要污染物
现有建筑拆除、围场、平整土地	1. 垃圾、堆场 2. 铲车、推土机、运输卡车	尘、NO _x 、CO、HC
挖土、打桩	1. 裸露地面、土方堆场、土方装卸、道路扬尘、建材堆场等 2. 挖土机、打桩机、铲车、运输卡车等	尘、NO _x 、CO、HC
建筑物构筑	1. 建材堆场、建材装卸、混凝土搅拌、地面和道路扬尘等 2. 运输卡车	尘、NO _x 、CO、HC

在施工的各个阶段均有扬尘排放，且持续时间长，如建筑堆场扬尘和车辆行驶产生的道路扬尘在各个施工阶段都存在。建设期间施工机械排放的废气污染主要集中在打桩、挖土阶段，在建筑施工围场、平整土地和建筑构成则主要是大型运输卡车排放的尾气污染，污染物是NO_x、CO和HC。

工程施工期间，挖掘的泥土通常堆放在施工现场，洒落附近

地面，直至管道埋设，短则几星期，长则数月。堆土裸露，晒干风吹，致使车辆过往，满天尘土，使施工现场附近的民居遭受影响，若挖土堆置不当，导致雨天随径流流上道路，道路泥泞，很容易造成交通事故。需加强管理，及时清理弃土。

对于地面堆场和道路扬尘，由于排放高度有限，根据国内外的研究结果，对仅距离（100~200m）内区域有所影响。

建议施工现场设立隔离围墙，建筑材料应堆放在围墙内，由于围墙的阻挡作用，可减少对外界的影响。施工过程中使用水泥时要注意防止水泥的飘洒和飞扬。

2. 施工建设期对周围噪声环境影响分析

建设过程中噪声为施工噪声，根据不同的施工阶段可分为以下四类：

（1）土石方阶段：挖掘机、推土机、空气压缩机、装载机等，及运输车辆产生的噪声；按照《建筑施工场界噪声限值》（GB12523—90）规定，等效声级白天不得大于75dB（A），夜间不得大于55dB（A）。据有关实测资料，运输土石方的重型运输车进出工地时其等效声级要大于90dB（A），车辆进出工地的进出口须选在远离敏感区域的位置。

（2）打桩阶段：打桩机噪声，这类噪声在距离30m远处平均声级仍可达91dB（A）。

（3）结构阶段：混凝土搅拌机、振捣器、电锯等噪声，如果采用商品混凝土，运输车辆产生的噪声影响也十分严重；按照国标GB12523—90要求，场界噪声等效声级，白天不得大于70dB（A），

夜间不得大于55dB (A)。

(4) 装修阶段的吊车和升降机噪声，这类造对周围环境的影响较小；按照国标GB12523—90要求，场界噪声等效声级白天不得大于65dB (A)，夜间不得大于55dB (A)。

3. 施工建设期对周围水环境影响分析

开挖基础时排除地下水时产生的泥浆水和清洗混凝土浇捣设备所产生的泥浆水，若排入下水道，将会引起下水道堵塞污泥淤积。这部分泥浆水的水量和水质取决于施工地块的地下水水位、排水机械和排水方式、施工时间、气象条件等因素。施工阶段产生的泥浆水一般情况下只含固体物质，施工时往往将这部分泥浆水排入雨水管道。

在排除地下水和捣浇混凝土时产生的泥浆水时，建议在施工现场挖一简易池子，将泥浆水沉淀后排除上清液，或用离心机将泥水分离后排放，严禁将泥浆水直接排入下水道，防止下水道因此而堵塞。

4. 施工建设期建筑垃圾影响分析

建设阶段的固体废物主要为多余的土方，应及时外运处理。

施工人员的粪便，生活废弃物应妥善处理，禁止随意便溺，乱扔生活废弃物，为防止传染病发生和疾病传播，施工现场应有临时厕所和垃圾堆放点。

5. 施工队伍的检疫、防疫

由于施工人员集中，来源面广，既带来病源，又易感染当地疾病。需做好免疫工作，提高抗病能力，防止疫情流行。同时，

要认真做好居住、生活和饮食卫生管理及防疫工作。施工完成后，施工中剩余失效的灰砂、混凝土等应选择合适的低洼地堆放、填埋，还必须做好施工现场的清理工作，对所有的施工人员临时居住的工棚应及时拆除，各工地居住区的污染水沟，粪便及垃圾应做好消毒灭菌清除工作，并用净土填埋、压实。

7.1.2. 施工期环境保护

1. 交通影响的缓解措施

建筑材料、设备、渣土等运输对于交通特别繁忙的道路要求避让高峰时间。挖出的泥土除作为回填土外，要及时运走，以保证工程顺利进行。

2. 减少扬尘

工程施工中挖出的泥土堆在场地或路旁，旱流风导致扬尘和机械扬尘导致尘土飞扬，影响附近居民和工厂。为了减少工程扬尘对周围环境的影响，建议施工中遇到连续的晴好天气又起风的情况下，对弃土表面洒上一些水、防止扬尘。工程承包者应按照弃土处理计划，及时运走弃土，并在装运的过程中不要超载，装土车沿途需加盖罩，避免洒落和飞扬，车辆驶出工地前应将轮子的泥土去除干净，防止沿程弃土满地，影响环境整洁，同时施工者应对工地门前的道路环境实行保洁制度，一旦有弃土、建材撒落应及时清扫。

3. 施工噪声的控制

重视施工期的环境保护工作，尤其重视施工期夜间作业的噪声扰民，严格执行当地政府有关要求。同时要求建设单位加强文

明施工，尽量缩短工期，最大限度减小建设施工对周围环境的不利影响。

工程施工开挖现场、运输车辆喇叭声、发动机声、混凝土搅拌声以及复土压路机声等均可造成施工的噪声。应避免在夜间施工时使用机械设备。

4. 施工现场废物处理

工程建设需要几十甚至几百个工人，实际需要的人工数决定于工程承包单位的机械化程度。有关单位应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的生活废弃物，应对施工人员加强教育及管理，不随意乱丢弃物，保证工人工作生活环境卫生质量。

施工过程中产生的污水，经污水处理厂处理后按规定排放。

5. 倡导文明施工

要求施工单位尽可能地减少在施工过程中对周围环境的影响，提倡文明施工，做到“爱民工程”，经常组织施工单位及业主联络会议，及时协调解决施工中对环境影响问题。

6. 制定弃土处置和运输计划

工程建设单位将会同有关部门，为本工程的弃土制定处置计划。项目开发单位应与运输单位共同作好驾驶员的职业道德教育，按规定路线运输，按规定地点处置弃土和建筑垃圾，并不定期地检查执行计划情况。施工中遇到有毒有害废弃物应暂时停止施工并及时与地方环保、卫生部门联系，经他们采取措施处理后才能继续施工。

7. 绿化影响缓解措施

首先要严格控制挖掘的树木和草地。

由于工程建设而遭破坏的绿化待工程完成后，应在道路两侧裸露的土地上种上大片树木和草皮，以恢复工程前植被，增加地区绿地面积。

7.1.3. 项目建成后的环境影响及对策

项目的建成对改善地区的排水状况及环境必将产生很大的作用。但河道对周围环境也会产生一定的影响，因此就环境保护方面，需采取一定的措施。

1. 恰当规划施工活动，以保证对社会最小的干扰；
2. 选择适当的路线运送材料和设备，使交通中断最小；
3. 设置警告讯号，道路封闭时按需进行交通管理，以保证工程正常进行和减少交通障碍；
4. 为安全目的，在任何时间尽量沟槽暴露时间，并在施工场地设围，防止儿童进入；
5. 限制场地清理范围，能满足工程需要即可；
6. 在所有车辆和设备装设低噪声和消降污染的设施，以限制噪音和空气污染。

8. 水土保持

8.1. 工程水土流失分析

水土流失时段分建设期和使用期两个时段。

在项目建设施工期间，由于道路地基开挖回填、道路及管线等基础设施施工、土石方临时堆放、机械碾压等原因，破坏了本工程区的原有地貌和植被，扰动了地表结构，致使施工区域内土壤抗蚀能力降低，水土流失强度加剧，对周围的生态环境造成破坏。

工程施工结束后的使用初期（即植被恢复期 2 年），工程区内土石方开挖及回填已经结束，扰动地表、占压土地和损坏林草植被的施工活动亦基本停止，产生水土流失的因素基本消失，水土流失强度和水土流失量较项目建设期大幅降低，但仍会产生一定量的水土流失。

8.2. 水土保持方案

综合以上分析，建设期及使用期均将产生一定的水土流失，其中建设期是水土流失产生的重点时期，也是实施各项水土保持措施的关键时期。

本工程施工期间水土保持的重点在于工程措施的考虑及良好的施工组织设计，包括：

1. 工程措施方面的考虑

为避免场地开挖在雨天时造成水土流失，影响水环境，本工程施工时要采取有效的防护措施，尽量做到挖填平衡。开挖堆存的土方要妥善管理，尽量做到随挖随填不留松土，开挖的土方尽量作为

施工场地平整回填之用；建设产生的弃土在回填后多余部分及时运送至其它建筑施工场地用于施工的填方以及绿化用土。

施工场地应注意土方的合理堆置，距下水道和河道保持一定距离，尽量避免流入河道和下水道，减少水土流失对河流及雨水管网的影响；在砂石料场地周围堆置草包挡砂，场地四周可开挖简单的排水沟引走场地上的积水。

施工结束后，临时占地都要进行清理整治，拆除临时建筑，打扫地面，重新疏松被碾压后变得密实的土壤，洼地要覆土填平，并及时进行绿化，把水土流失降低至最低水平。

2. 工程施工组织设计的考虑

良好的施工组织也可以大大减少工程施工对环境的影响及对植被的破坏，从而减少水土的流失，措施包括：

（1）施工场地安排及施工便道布置

合理布置施工大临设施，在满足功能需要的前提下尽量减少占地；同时对工程施工便道进行优化布置，组织合理的车行线路，减少施工车辆对现状植被等的破坏。

（2）施工顺序的考虑

在开挖建设中，应尽量避免雨季。合理安排工程施工顺序，协调施工进度并做好开挖方的调运利用，减少土体裸露面的暴露时间。

工程施工应分期分区进行，不要全面铺开以缩短单项工期，开挖的裸露面要有防治措施，尽量缩短暴露时间，减少水土流失。

充分考虑绿化对防治水土流失的作用，对建设构筑物的区块首先进行绿化，其余区块逐步绿化，以达到尽量减少水土流失的目的。

（3）其他水土保持措施

其他水土保持措施包括耕植土临时堆场、施工沉砂、施工场地临时排水设施、施工结束后临时占地的清场和绿化恢复等，总之通过各种措施尽量将工程建设过程中产生的水土流失降至最低程度。

9. 项目风险分析

1、 项目风险影响预测

本工程风险分析包括：地震及管道损坏等。这些风险或多或少，或大或小影响整个工程的运行。尽管在工程设计时已经考虑了一些措施，但在工程建成后仍然必须对以下可能产生的风险做好防范工作。

（1）地震对构筑物的可能影响

地震是一种破坏性很大的自然灾害，涉及的范围也很大，万一发生地震，必将造成很大破坏，致使构筑物损坏，污水将溢流于厂区及附近地区及水域，造成严重的局部污染。

由于本工程结构已考虑了抗震问题，以建筑抗震设防烈度为8度进行设计，因此一般地震对工程造成的破坏，从而造成对环境的不良影响的可能性较小。

（2）污水管道损坏的可能影响

污水管道损坏会产生泄漏溢流等情况，此时需操作工人进入管道和检查井内操作，因污水内含有各类污染物质，有些污染物质以气体形式存在，如H₂S等，若管道内操作人员遇上高浓度的有毒气体，则会造成操作人员的中毒、昏迷，直至丧失生命。

据统计资料，在维修时常有工作人员因通风不畅吸入污水管

中有毒气体而感到头晕、呼吸不畅等症状，严重的甚至死亡。

对凡要进入管道内或泵房池子内工作的人员，采取如下措施：

- 1) 首先填写下井下池操作表，对操作工人进行安全教育；
- 2) 由专人在工作场地监测 H₂S，急救车辆停在检修点旁；
- 3) 戴防毒面具下井，一感不适立即上地面；
- 4) 重大检修井采用 GF2 下水装置；
- 5) 提高营养保健费用，增强工人体质；
- 6) 定期监测污水管内气体，拟对污水系统维修防护技术措施进行研究。

2、 社会稳定风险分析

(1) 风险因素分析

本项目建设内容主要为土建、安装工程，风险源主要来自项目施工过程中可能引发的社会稳定风险，主要风险因素如下：

施工过程中，施工垃圾的运输，可能给周边路面带来污染，影响环境。

施工过程中，施工车辆的进出、施工垃圾的堆放，可能对周边道路交通、群体出行带来影响与不便。

施工过程中，可能对周边群体带来噪音、建筑材料气味、粉尘等污染，给周边群体带来日常生活、工作影响。

(2) 项目风险等级评判

参照相关重点建设项目社会稳定风险分析和评估试点办法的分级标准，风险等级分为 A 级、B 级、C 级。

A 级：重点项目的实施可能引发大规模群体性事件；

B 级：重点项目的实施可能引发一般性群体性事件；

C 级：重点项目的实施可能引发个体矛盾冲突。

综合考虑本项目风险的分析，本项目的建设基本不会引起群体性事件，按照风险等级划分标准，本项目社会稳定风险等级预判为 C 级。

（3）相关建议

1）积极与周边的办公企业机构、居民进行沟通，制定合理的施工组织方案，采取适当措施，尽可能缩短工期，减少施工对周边群体的影响。

2）本项目风险主要为由于施工带来的环保问题（如噪音、建筑材料气味、粉尘、建筑垃圾等），建设单位严格按照有关环保规定，采用环保要求达标的建筑材料，采取相应的防尘、防噪措施，进行文明施工。

3）建议施工单位安排专人负责管理施工车辆进出，避开早晚高峰时段，减轻施工对周边道路带来的压力及给周边群体带来不便。

10. 投资估算及经济评价

10.1. 工程简要概况

本工程项目位于海口市中心主城区龙昆北路，工程范围起点为滨海立交桥，终点为龙兴路，全长约 1km。主要内容有龙昆沟原污水箱涵废除、新建污水管道、河道驳岸改造、河道挖深、九孔涵开盖、老防潮闸及管理房拆除、道路路面破除及恢复、交通设施等内容。包括水利工程、道路工程、土石方工程、给排水工程、绿化工程等。

10.2. 编制依据

- (1) 本项目工程招标文件及设计资料；
- (2) 《海南省市政工程计价定额》（2017 版）；
- (3) 材料价格采用《海南工程造价信息》（2022 年第 02 期）；
- (4) 类似工程技术经济资料。

10.3. 其他说明

工程建设其他费用分别按照国家发改委及建设部有关规定以及地方政策规定计取。其中项目前期工作咨询费、工程勘察设计费、招标代理费、工程监理费、环境影响咨询费依据发改价格〔2015〕299 号规定，实行市场调节价，但因目前的建设市场没有较成型的市场价格调节规律，所以仍参照原取费标准计费，并做适当调节，取费文件如下：

- (1) 建设用地费中管线迁改费为管线单位提供估算费用，最终以签订合同为准；

- (2) 建设单位管理费：按财建〔2016〕504号；
- (3) 监理费：按发改价格〔2007〕670号文关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知；
- (4) 可行性研究报告费：按计价格〔1999〕1283号文国家计委关于印发《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》的通知；
- (5) 勘察费按第一部分工程费按1.1%计列
- (6) 设计费：计价格〔2002〕10号文国家计委、建设部关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知；
- (7) 工程造价咨询费、竣工结算审核：按琼价协〔2020〕001号关于规范工程造价咨询服务收费指导意见的通知；
- (8) 工程招标代理服务费：琼价费管〔2011〕225号关于降低部分招标代理服务收费标准的通知；
- (9) 施工图审查费：琼价费管〔2011〕224号服务收费标准通知；
- (10) 环境影响报告书编制费，环境影响报告书评估费：琼价费管〔2011〕214号关于降低部分行业建设项目环境影响咨询收费标准的通知；
- (11) 场地准备及临时设施费按第一部分工程费用的1%计列；
- (12) 工程保险费按第一部分工程费按0.5%计列；
- (13) 水土保持费：按保监〔2005〕22号关于开发建设项目水土保持咨询服务费用计列的指导意见；
- (14) 规划放、验线费：参考琼价审批〔2010〕397号，暂计，最终以签订合同为准
- (15) 供电外线、路基沉降监测、深基坑监测、深基坑方案编

制、交通疏导、防洪评价、地震安全性评价报告、项目节能评估等为暂估，以实际合同调整；

(16) 工程预备费按（工程费用+工程建设其他费）为基数按 8% 计取；

(17) 本项目采用政府财政投资，暂不计建设期利息。

10.4. 工程投资

本工程总投资为 42005.35 万元，各部分投资如下表所示。

序号	项目	金额	占比	备注
1	工程费用	30623.27	72.90%	
2	工程建设其他费用	8270.57	19.69%	
3	预备费	3111.51	7.41%	
4	总投资	42005.35	100.00%	

10.5. 资金来源

本项目资金来源为政府投资。

11.项目招标投标

在工程项目建设的执行阶段以招标的方式选择承包人，是保证按照竞争的条件来采购工程的一种方式。通过项目法人与承包方签订明确双方权利义务的经济合同，将工程项目的实施过程纳入了法制化管理。

为控制工程造价，保证工程质量，工程的设备供货与安装、土建施工、监理等均应进行招标。招投标必须严格遵守《中华人民共和国招标投标法》（2000 年 1 月 1 日起施行）及商务部《机电产品国际招标投标实施办法》（商务部令 2004 年第 13 号）等相关

法律法规的要求。

11.1. 发包方式

招标的工作范围即指招标文件中约定承包方完成的工作内容，工作内容可以由一个承包方完成包括勘察设计、施工、试运行等全部工程内容，也可以由不同的承包方完成其中的一项或几项工程内容。前者称为工程项目的建设全过程总承包或“交钥匙工程承包”，简称总承包；后者称为单项工作内容承包。

总承包一般通过招标选择总承包方，再由他去组织各阶段的实施工作。一般来说，经常由于总承包方限于专业特点、实施能力等条件限制，合同履行过程中不可避免的要采用分包方式实施，因此承包价格要比单项工作内容招标所花费的投资要高。这种发包方式通常适用于业主对项目建设过程中的管理能力较差的中小型工程项目，业主基本不参加建设过程的管理，只是对项目的建设过程进行较宏观的监督和控制。

单项工作内容承包一般适用于工程规模较大或工作内容复杂的建设项目，业主将需要实施的全部工作内容按照不同阶段的工作、单位工程或不同专业工程的工作内容进行分别招标，分别包发给不同性质的承包商。由于工作内容的单一化，可以吸引更多有资格的投标人参加投标，有助于业主取得有竞争性价格的合同而节约投资。另外，业主直接参与各个阶段的实施管理，可以保障项目的建设顺利实施。当然，这也同时要求业主有较强的项目管理能力。

何种发包方式最适合项目的目标，取决于项目的性质和复杂程度，投资来源，业主的技术和管理能力。由于本项目包括内容繁多，

专业性要求较强，较为复杂，因此用单项工作内容包发方式较为适合。

11.2. 招标组织形式

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种。具备编制相应招标文件和标底，组织开标、评标的能力的业主可以自行招标；凡不具备条件的业主应委托具有相应资质证书的建设工程招标投标代理机构代理招标。

1、招标方式

招标方式可分为公开招标、邀请招标和议标（直接委托）三大类型。

1) 公开招标

公开招标又称无限竞争性招标，是指招标单位通过报刊、广播、电视等新闻媒体发布招标公告，凡具备相应资质，符合投标条件的单位不受地域和行业限制均可以申请投标。

这种招标方式的优点是，业主可以在较广的范围内选择承包实施单位，投标竞争激烈，因此有利于将工程项目的建设任务交与可靠的承包商实施，并取得有竞争性的报价。但缺点是，由于申请投标人的数量多，一般要设置资格预审程序，而且评标的工作量也较大，因此招标的时间长、费用高。因此通常大型项目的施工采用公开招标方式选择施工单位，尤其是使用世界银行、亚洲开发银行等国际金融机构贷款建设的工程项目，都必须按照规定通过国际或国内公开招标的方式选择承包商。

2) 邀请招标

邀请招标亦称有限竞争性招标，是指业主向预先选择的若干家具备相应资质、符合投标条件的单位发出邀请函，将招标工程的情况、工作范围和实施条件等做出简要说明，请他们参加投标竞争，被邀请单位同意参加投标后，从招标单位获取招标文件，并按规定要求进行投标报价。

邀请投标对象是项目法人对资质信誉、技术水平、过去承担过类似工程的实践经验、管理能力等方面比较了解，信任他有能力完成所委托任务的单位。为了鼓励投标的竞争性，邀请对象的数目已不小于 3 家为宜。与公开招标比较，邀请招标的优点是简化了招标程序，不需要发布招标公告和设置资格预审程序，因此可以节约招标费用和缩短招标时间；而且由于对投标人以往的业绩和履约能力比较了解，减小了合同履行过程中承包方违约的风险。尽管不设置资格预审程序，为了体现投标人在投标书内报送表明其资质能力的有关证明材料，作为评标时的评审内容之一，邀请招标的缺点是，投标竞争的激烈程序相对较差，有可能提高中标的合同价。另外在邀请对象中也有可能排除了某些在技术上或报价上有竞争实力的实施单位。

3) 议标

议标是指招标单位与两家或两家以上具备相应资质，符合投标条件的单位，分别就承包范围内的有关事宜进行协商，直到与某一单位达成协议，将合同工程委托他去完成。

议标与前两种招标方式相比，招标程序简单灵活，但由于投标的竞争性较差，往往导致合同条件和合同价格对承包方较为有利。

议标方式仅适用于不易公开招标或邀请招标的特殊工程或限定条件下的工作内容，而且必须报请建设行政主管部门批准后才能采用。

议标方式通常适用的情况包括：

(1) 保密工程

由于工程性质决定不能在社会上进行广泛招标，因此可以采用议标或直接发包的形式委托任务。

(2) 专业要求非常高的工程或特殊专业工程

完成这类工作任务往往要求实施单位拥有专门的技术、经验或施工的专用设备，以及可能使用某项专利技术、此时只能考虑少数几家符合条件的单位。

(3) 与已发包大工程有联系的新增工程

承包方已顺利完成了主要工程的委托任务，具备完成新增工程或工作能力，为了节省开办费用和缩短完成时间，以及便于施工现场的协调管理，可在原承包合同价格的基础以议标方式委托新增工程任务。

(4) 不能让投标人准备报价的紧急工程

性质特殊，内容复杂，承包时工程量或若干细节上难确定的紧急工程，以及灾后急需修复的工程，只能以议标的方式采用成本加酬金合同委托承包单位实施。

(5) 估计采用公开招标或邀请招标不会取得预期效果的工程这种情况通常是指工程处于偏远地区，且工作内容属于劳动密集型的中小型工程，以及限额以下的建设工程。若采用公开招标或邀请招标，不会有较多的实施单位响应，则只能采用议标。

公开招标和邀请招标均要通过招标、开标、评标、决标程序优选实施单位，然后签订承包合同，而议标则不设开标、评标程序，招标单位与投标单位分别进行协商，与某一投标单位达成一致即可签订合同。此外，前两种招标方式规定，投标截止日期后投标单位不得对所投标书再做实质性修改，而议标尽管要求投标单位递交投标书和报价，但在协商谈判过程中允许双方就合同条件，合同价格，付款方式，材料供应条件等诸多内容讨论修改，对此没有任何限制。

本工程涉及政府专项资金的使用，需严格按照公开招标方式对勘察设计及设备供货与安装、土建施工、监理等单项内容进行招标。

2、投标

投标人应当具备承担招标项目的能力；国家有关规定对投标人资格条件或者招标文件对投标人资格条件有规定的，投标人应当具备规定的资格条件。

当投标截止时间到达时，投标人少于三个的应停止开标，并依照相关法律法规的条款重新组织招标。

3、开标、评标与中标

招标机构按照招标公告规定的时间、地点进行开标。开标时，应当邀请招标人、投标人及有关人员参加。

评标由招标人依法组建的评标委员会负责，评标委员会由具有高级职称或同等专业水平的技术、经济等相关领域专家、招标人和招标机构代表等五人以上单数组成，其中技术、经济等方面专家人数不得少于成员总数的三分之二。

在评标结束后，招标机构应当在制定信息网络及媒体进行评标

结果公示，公示期为七日。

	招标范围		招标组织形式		招标方式		直接委托	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标		
勘察	√			√	√			
设计	√			√	√			
安装工程	√			√	√			
监理	√			√	√			
重要材料	√			√	√			
建设单位盖章： 年 月 日								

12. 结论和建议

12.1. 结论

1、本工程的建设可加大龙昆沟过流断面；提高排涝泵站运行效果；增强河道驳岸结构稳定性；污水管道上岸减少水体污染。

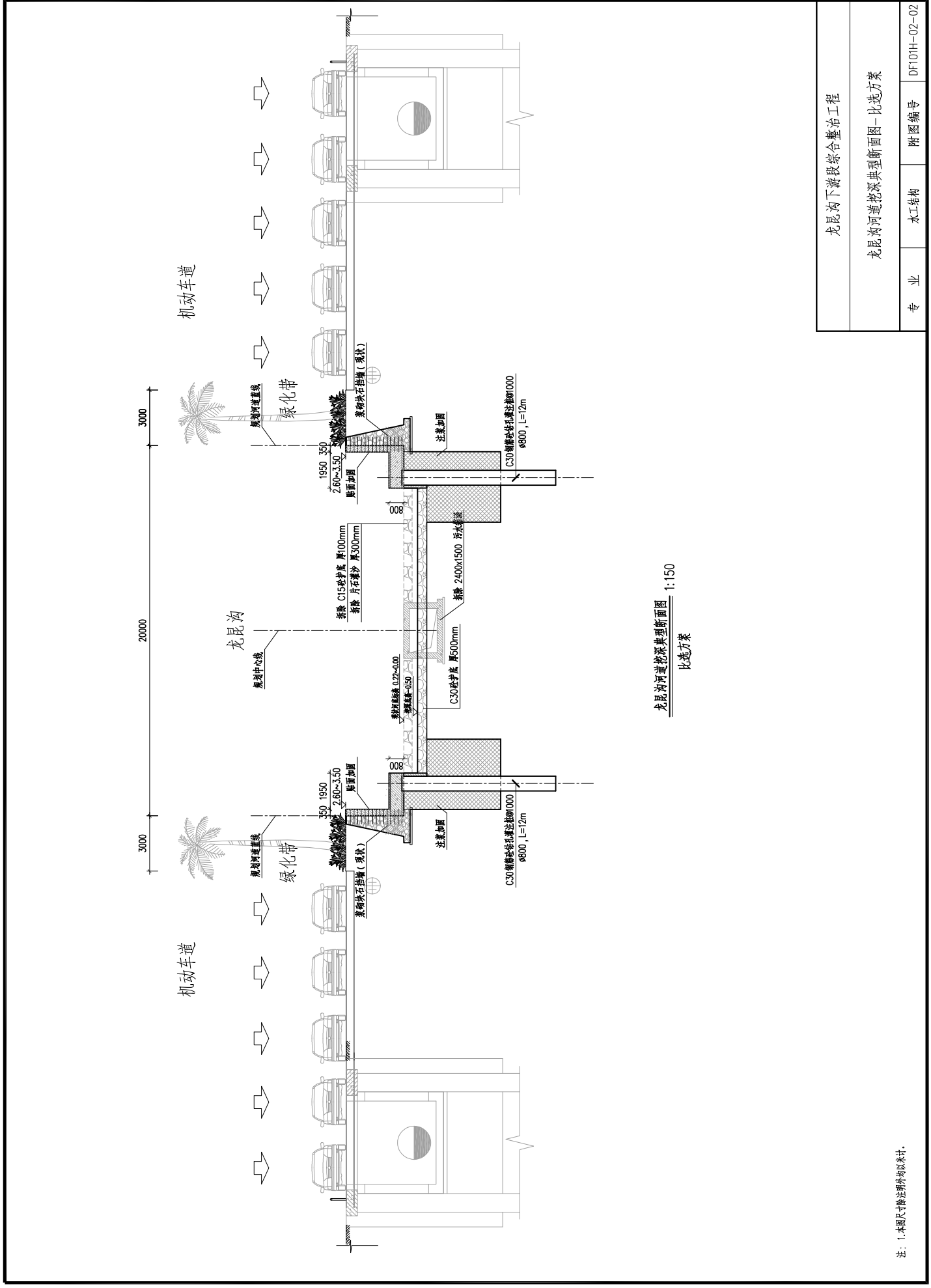
2、龙昆路至滨海大道将实现快速交通转换，现“滨海立交改造项目”已开展设计工作，本工程与滨海立交改造项目同步实施可避免龙昆路形成快速化后，造成该路段交通影响，同时避免了污水管道铺设及九孔涵开盖又将路面重复开挖，从而降低工程投资。

3、2021年4月8日《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》[2021]11号中提到的工作目标。到2025年，各城市因地制宜基本形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系。2022年3月31日，住建部、国家发改委发布了“关于做好2022年城市排水防涝工作的通知”，内容提到加快推动城市内涝治理工作取得实效。2022-04-27住建部发布了《“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划》的通知。④海南以水环境综合治理为突破口，推进六水共治，严格控制外源污染影响河道、着力消除易淹易涝片区。根据上述四点，本工程的建设既符合国家防涝政策要求，也为实现海南省推动六水共治中治污水、排涝水的重要目标。

4、本工程主要建设内容有：四孔涵扩深、九孔涵开盖、老防潮闸拆除、河道挖深、驳岸改造、污水管线迁改及附属工程（道路、绿化及照明等拆除及恢复）。

12.2. 建议

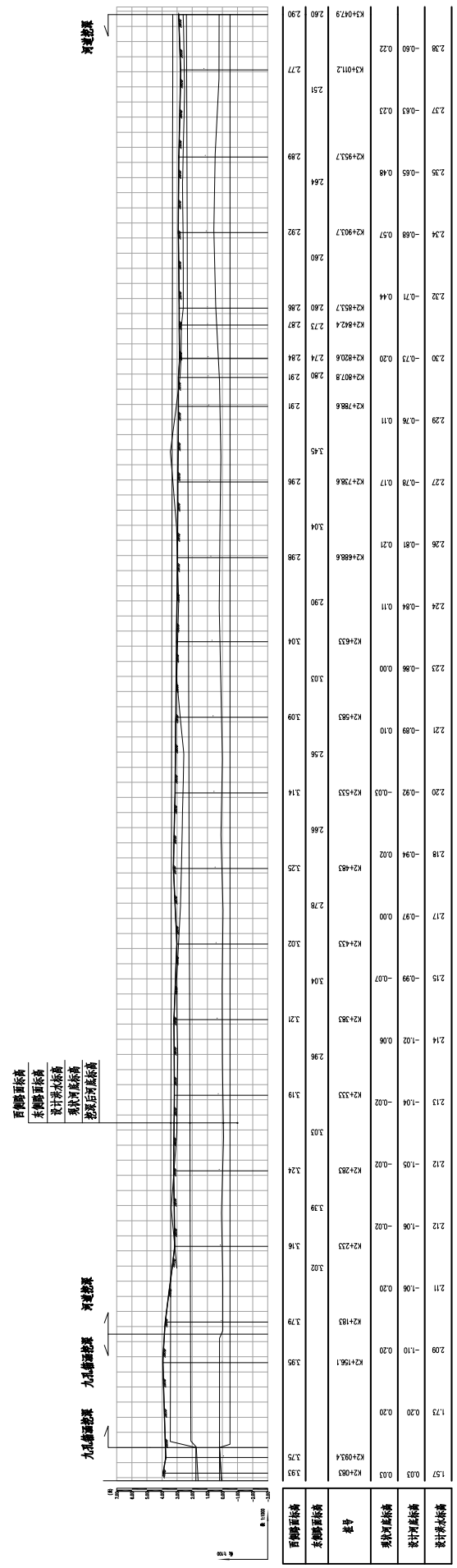
- 1、建议本工程结合龙昆路快速化改造同步实施，缓解龙昆沟流域下游的内涝及污水溢流现象。
- 2、建议尽快开展行洪影响评价，为工程方案提供依据。
- 3、现阶段无勘察、测量及管线物探完整资料，由于本工程地形较为复杂，特别是九孔涵位置，涉及到滨海立交、立交桥墩、九孔涵和污水干管交错，对工程方案、可行性和实施效果影响较大，需尽快开展相关勘察和测量工作。
- 4、建议对龙昆沟流域下游开展数模论证，可多层次分析验算工程水面线变化情况。



龙昆沟河道挖深典型断面图 1:150
比选方案

注：1.本图尺寸除注明外均以米计。

河道挖深纵断面图



注：1.本图尺寸按注明外均以米计。