



广东省水利水电第三工程局



广州市生物岛-大学城隧道 土建工程**B**标

设计及施工方案概述

广东省水利水电第三工程局
二00七年十一月



隧道完成效果图



主要内容

- 一、工程簡介
- 二、合約範圍
- 三、各路段因應不同之岩土而採取不同之施工方案
- 四、深層基坑開挖之困難及經驗分享



一、工程简介

(一)、概述

- 1.1、工程概况
- 1.2、设计依据
- 1.3、设计原则和技术标准
- 1.4、工程建设条件

(二)、线路设计

- 2.1、线路平面设计
- 2.2、纵断面设计



1.1、工程概况 ---地理位置



1.1、工程概况

- **设计范围：**设计起点SK0+000，终点SK1+338.587，含隧道及引道工程的土建设计，与隧道相关的通风、给排水与消防、供电与照明、信号与监控、服务与管理设施设计，北端与生物岛路网连接的C、D匝道以及与大学城环路连接的辅道设计，大学城26号路改造设计。
- **工程规模：**车道宽双向4车道，路线长1338.6米（不含连接辅道），隧道段总长810米（其中沉管段长214米），引道长527.6米，连接辅道长240.5米，征用土地90.0亩，拆迁建筑物16590m²。设有隧道管理中心大楼一座（与仑头-生物岛隧道合建），变电所一座，雨水泵房两座，废水泵房1座。

1.2、设计依据

- 广州市建委《广州市生物岛至大学城隧道工程方案设计的批复》
- 市规划局《关于广州市生物岛至大学城隧道方案设计规划审查意见的批复》
- 广州市港务局文件《关于仑头和官洲航道通航标准的复函》
- 广州市生物岛-大学城隧道工程地质勘察报告
- 广州市生物岛—大学城隧道工程场地地震安全性评价报告
- 广州市生物岛—大学城隧道工程地质灾害危险性评估报告
- 广州市生物岛—大学城隧道工程建设项目环境影响报告书
- 广州市生物岛—大学城隧道工程河床演变分析报告
- 《市政公用工程设计文件编制深度规定》

1.3、设计原则和技术标准

1.3.1 设计原则

- 隧道结构安全等级为一级，结构设计应能够满足设计使用年限100年的要求，并满足施工、运营、城市规划、防火、防水的要求
- 结构的净空尺寸除满足建筑限界及使用要求外，尚应考虑施工误差、结构变形及后期沉降的影响
- 隧道设计必须考虑消防及安全疏散
- 管理服务设施应按I、II期工程合用考虑



1.3.2 主要技术标准

道路等级：城市一级主干道

设计速度：50km/h

机动车道宽度：双向四车道

荷载等级：城—A级

抗震烈度：按Ⅶ度设防

排水设计重现期：50年

防水标准：江中段一级，岸上段二级

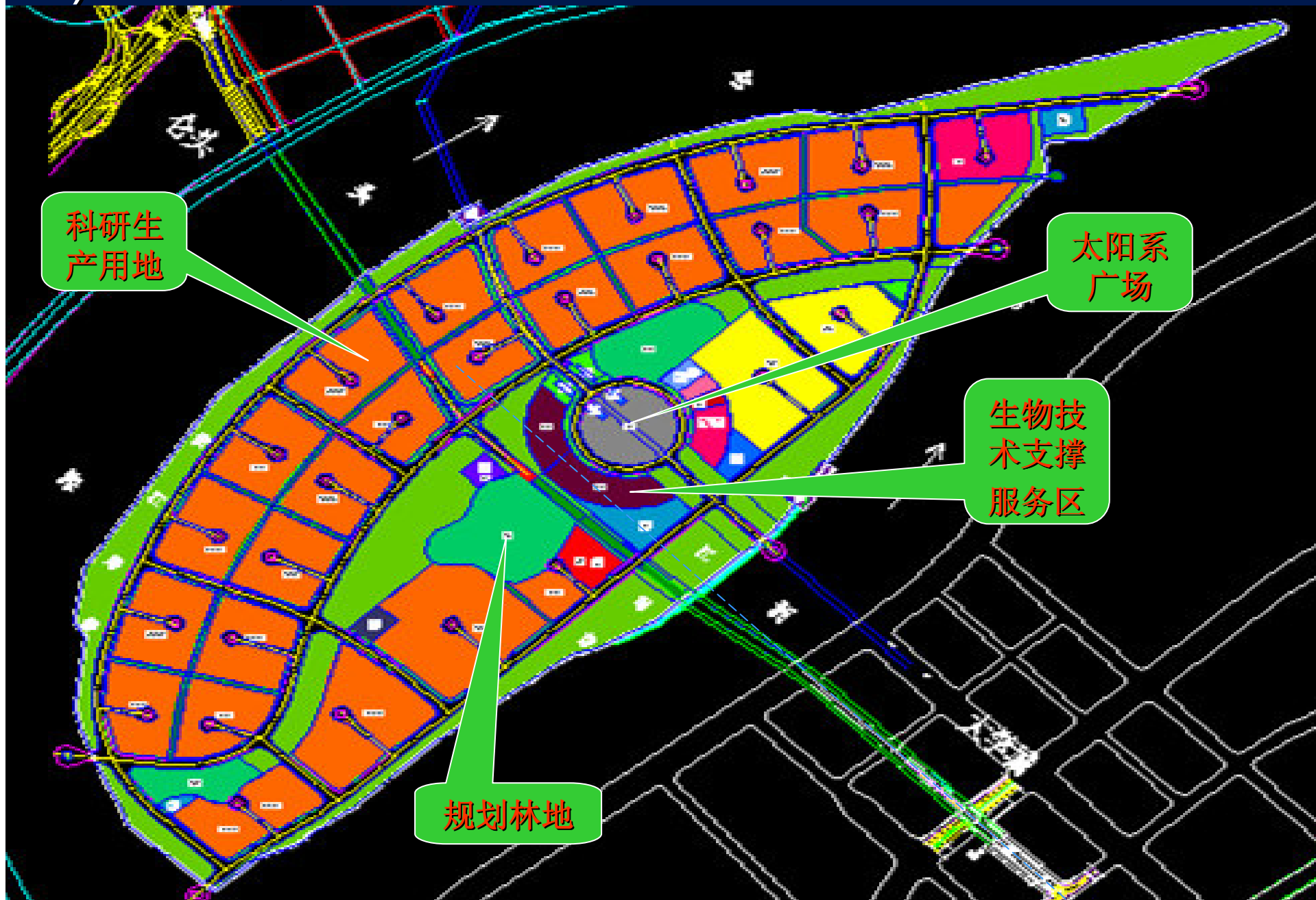
设计净高： $\geq 5\text{m}$

1.4、工程建设条件

- 1) 路网现状与规划
- 2) 地质概况



1) 路网现状与规划---生物岛



1) 路网现状与规划--大学城

生物岛

隧道中线

中环路

外环路

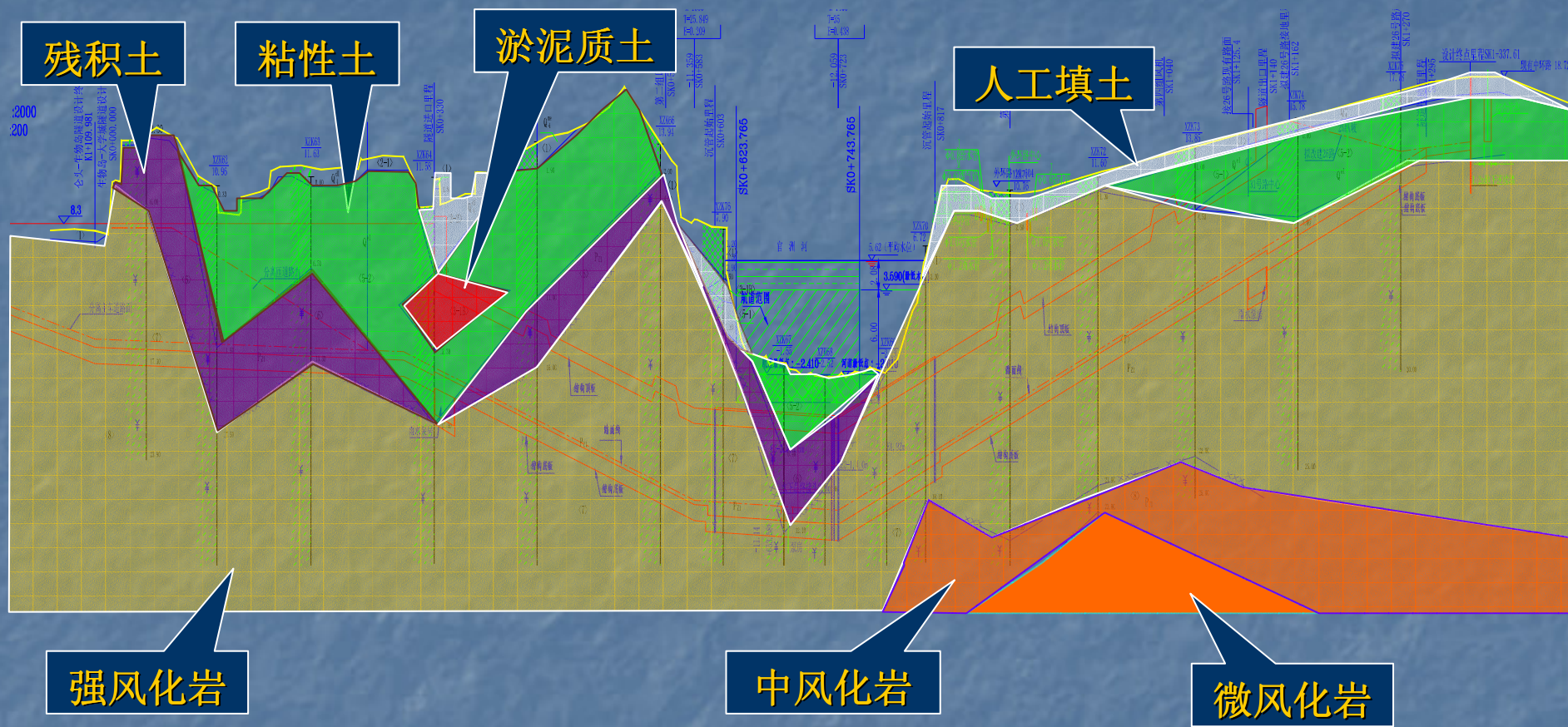
内环路



洛溪岛

长洲岛

2) 地质概况



1. 结构座落在硬塑状残积土、全风化到强风化混合岩。
2. 不存在砂土液化问题。

(一) 地形、地貌

大学城(小谷围岛)原状地貌具有中低山、丘陵、盆地和平原等多种地貌类型,地势自东北向西南倾斜。目前大学城的开发对岛上的原状地貌改变很大,隧道上岛后两侧的山丘基本已被铲平,围护结构地面高程。南岸工程所在段,既有建筑物主要是大学城 26 号路两侧的多层建筑物。

(二) 岩土层及其特征

根据钻探揭露,本工程上覆地层为第四系人工填土及残积层,人工填土主要由粘性土、碎块石、建筑垃圾组成;残积土层主要为砂质粘性土和粘性土,可塑~硬塑状。下伏地层为下古生界地层,岩性为混合岩,全风化~微风化。南岸采用明挖法施工,隧道主要通过残积土、全风化和强风化层,工程地质条件一般。本段地下水为第四系孔隙水和基岩承压水,地下水与河水有水力联系,勘察期间测得钻孔地下水位高程为 7.00~17.30。

每个岩土层分别按岩土层代号、岩土名称、时代成因、岩性描述如下:

1. 人工填土层 (Q_4^m , 层号<1>)

主要为第四系全新统人工填筑的素填土和杂填土。呈灰色、棕红、褐黄等色,主要组成物为粘性土、砂和碎块石,局部充填垃圾,多呈松散状,均匀性差,土粒结构杂乱,埋藏形态无规律,厚度 0.1~3.50m,平均厚度 1.68。

2. 残积土层 (Q_{el} , 层号<5>)

该层按其性质和状态特征的差异可分为<5-1>和<5-2>两个亚层:

<5-1>可塑残积砂质粘性土、粘性土层:混合岩风化残积形成,主要为砂质粘性土,呈褐黄、紫红、棕红等色,呈可塑状,含石英颗粒,粘性较差,遇水易软化崩解;其天然含水量平均值 26.8%,孔隙比平均值 0.82,液性指数平均值 0.14;进行标贯试验 36 次, $N=5\sim 16$ 击,平均 11.8 击,杆长校正 $N'_1=4.9\sim 16.0$ 击,平均 11.1 击。主要分布在地势较低地方。

<5-2>硬塑残积砂质粘性土、粘性土层：由混合岩风化残积形成，主要为砂质粘性土，呈褐黄、紫红、棕红等色，多呈硬塑状，底部过渡为坚硬状，含石英颗粒，粘性较差，遇水易软化崩解；其天然含水量平均值 27.2%，孔隙比平均值 0.82，液性指数平均值 0.05；进行标贯试验 198 次， $N=15\sim 30$ 击，平均 22.7 击，杆长校正 $N' =12.8\sim 29.0$ 击，平均 20.4 击。该层分布广泛。

3. 岩石全风化带 (层号<6>)

岩性为下古生界混合岩，褐黄、褐红间灰白等色，原岩风化完全，岩芯呈坚硬土状，手捏易碎；其天然含水量平均值 23.9%，孔隙比平均值 0.75，液性指数平均值 -0.06；进行标贯试验 207 次， $N=30\sim 50$ 击，平均 38.2 击，杆长校正后 $N' =21.3\sim 46.0$ 击，平均 31.8 击。平均纵波波速为 $V_p=825\text{m/s}$ 。

4. 岩石强风化带 (层号<7>)

岩性为下古生界混合岩，褐黄、褐红间灰白等色，岩石已强烈风化，风化裂隙发育，岩芯多呈土夹碎块状，局部夹薄层中风化岩，岩芯破碎；其天然含水量平均值 23.2%，孔隙比平均值 0.72，液性指数平均值 -0.07；进行标贯试验 322 次， $N=50\sim 300$ 击，平均 70.8 击，杆长校正后 $N' =31.0\sim 219.0$ 击，平均 56.8 击。平均纵波波速为 $V_p=955\text{m/s}$ 。

5. 岩石中风化带 (层号<8>)

岩性为下古生界混合岩，呈黄色、褐灰、青灰色、褐红色等，中粗粒结构、块状及条带状构造，岩石组织结构部分破坏，矿物成分基本未变化，节理裂隙较发育，岩芯较新鲜，多呈碎块状，部分呈短柱状。

6. 岩石微风化带 (层号<9>)

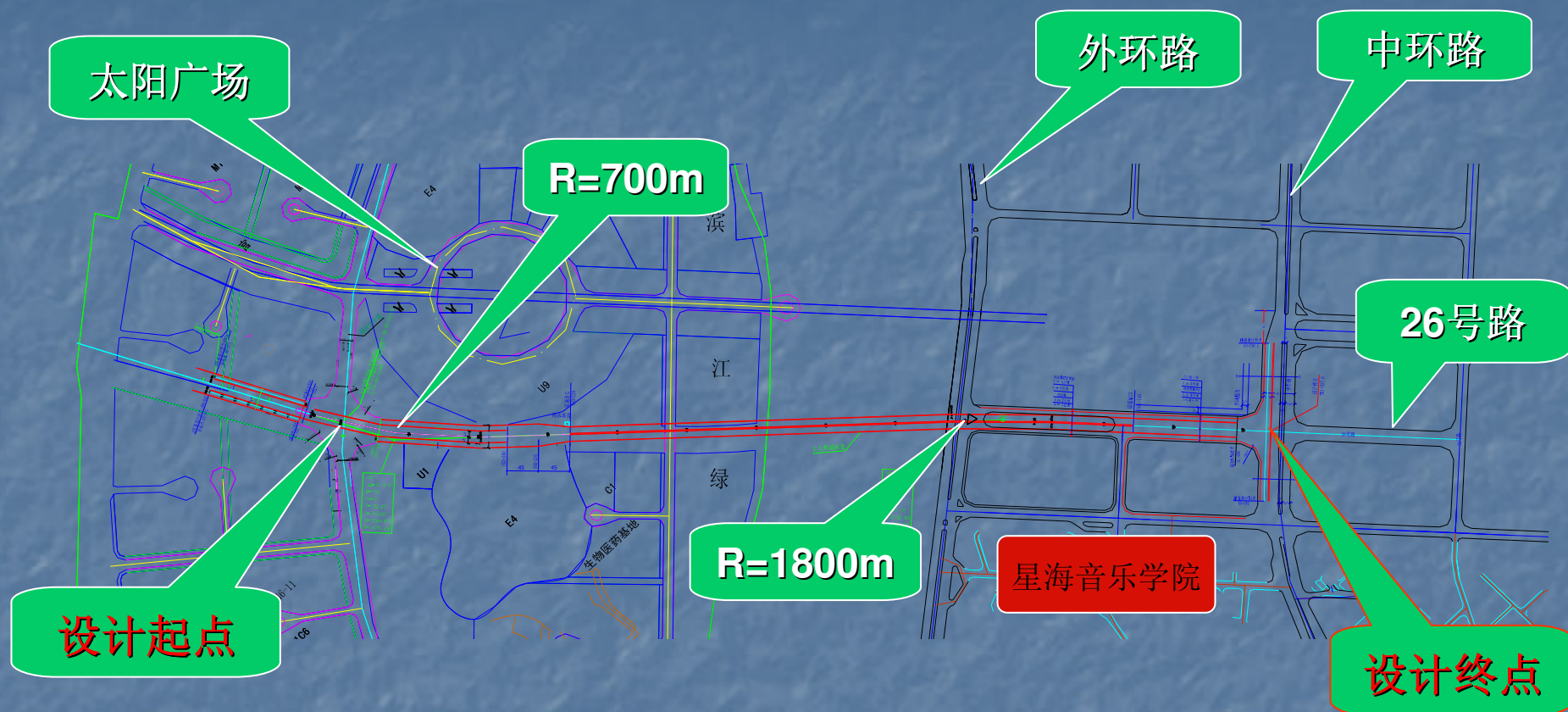
岩性为下古生界混合岩，呈褐红色、青灰色、褐黄色，中粗粒结构、块状及条带状构造，少有风化裂隙，岩芯呈柱状，大部分为长柱状，岩石完整而坚硬，敲击声脆。

本工程属广州市重点建设项目。根据国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)，其安全等级为一级。工程建筑场地类别均为 II 类。

主要岩土设计参数建议值表

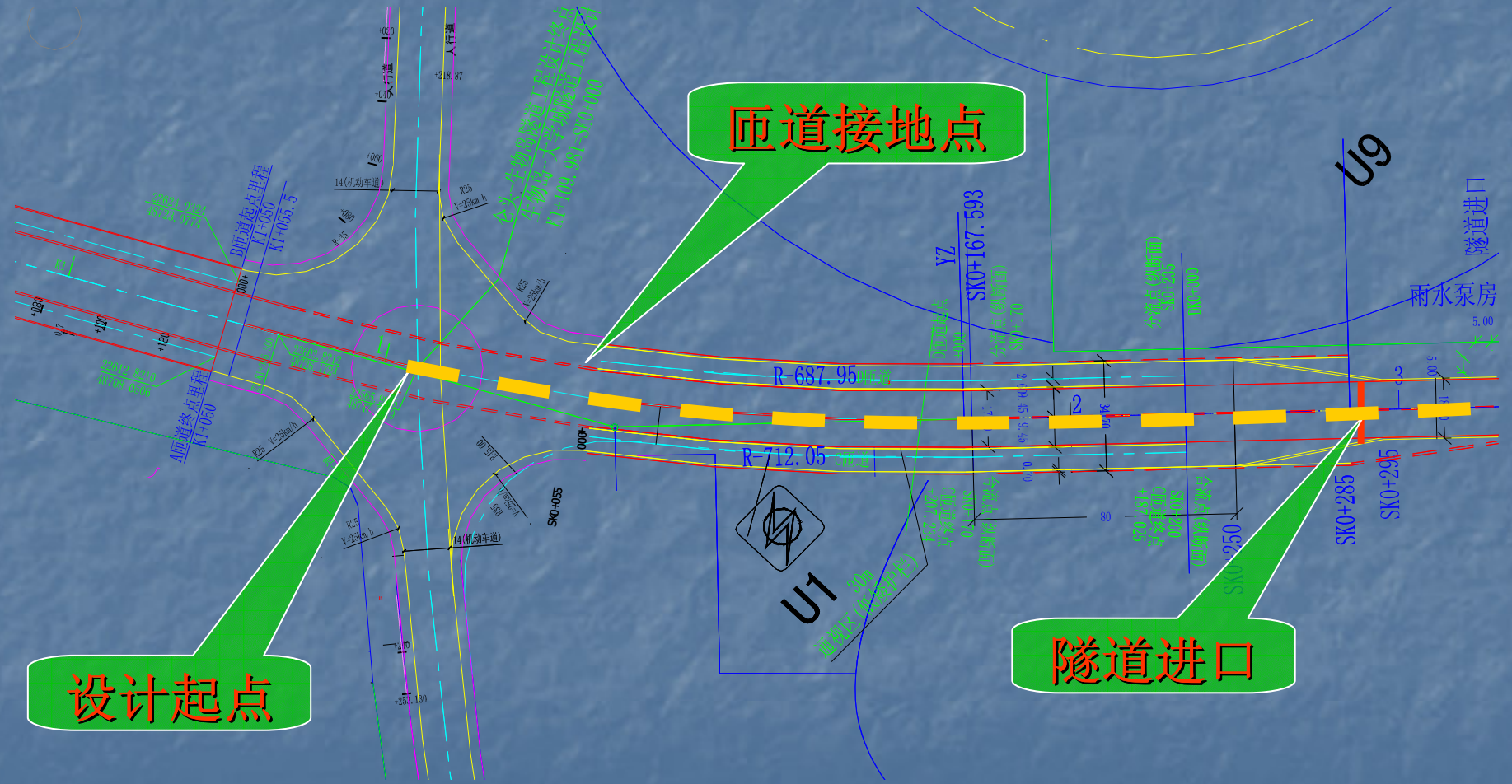
地层编号	时代成因	岩土名称	状态	天然重度	天然含水量	天然孔隙比	直接快剪		压缩系数	压缩模量	回弹模量	泊松比	变形模量	侧压力系数	导热系数	导湿系数	比热容	抗压强度标准值	承载力特征值	桩侧摩阻力特征值	钻孔灌注桩承载力特征值		土体与桩间土体强度特征值
							粘聚力	内摩擦角													承载力特征值	桩端承载力特征值	
							γ	w													e_s	kPa	
<1>	Q_4^{II}	填土	松散	18.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10	/	/	/	
<2-1>	Q_4^A	种植土	松散	18.0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	9	/	/	/	
<2-2>		粘土、粉质粘土	可塑	18.0	52.0	1.00	50.0	15.0	0.188	4.00	/	0.55	20.0	0.558	/	/	/	/	180	50	/	/	20
<5-1A>	Q_4^{II}	淤泥	流塑	16.5	60.0	1.50	4.5	5.0	1.52	1.95	/	0.45	2.0	0.754	/	/	/	/	50	4	/	/	5
<5-1B>		淤泥质土	流塑、软塑	17.5	56.0	1.01	11.1	6.9	0.700	2.50	/	0.40	7.0	0.667	/	/	/	/	75	8	/	/	10
<5-2>		粉细砂	松散	17.8	35.0	1.00	/	25.0	0.488	4.10	/	0.27	15.0	0.570	1.10	0.0019	1.05	/	100	10	150	250	20
<5-1>	Q_4^{II}	砂质粘性土	可塑	18.5	50.0	0.82	55.0	15.4	0.165	4.00	577.0	0.55	24.0	0.495	1.66	0.00171	1.71	/	200	55	500	450	25
<5-2>		砂质粘性土	硬塑	18.8	27.0	0.82	55.6	22.6	0.141	4.10		0.51	50.0	0.449	1.41	0.00164	1.56	/	250	45	500	700	30
<6>	P_{n2}	全风化岩	坚硬土状	19.5	25.9	0.75	56.0	24.0	0.558	5.50	257.4	0.50	100.0	0.429	1.19	0.00156	1.51	/	550	65	600	800	40
<7>		强风化岩	半岩半土状	20.0	/	/	45.0	27.0	0.220	7.50	244.8	0.29	210.0	0.408	1.55	0.00183	1.41	/	600	90	800	1000	30
<8>		中风化岩	短柱状	25.0	/	/	500	29.0	/	/	/	0.27	2.0×10^4	/	2.50	0.00565	1.10	17.4	1500	/	2000	200	
<9>		微风化岩	短柱状	26.9	/	/	1000	32.0	/	/	/	0.25	5.0×10^4	/	3.10	0.0450	0.91	51.0	5000	/	4000	400	

2.1、线路平面

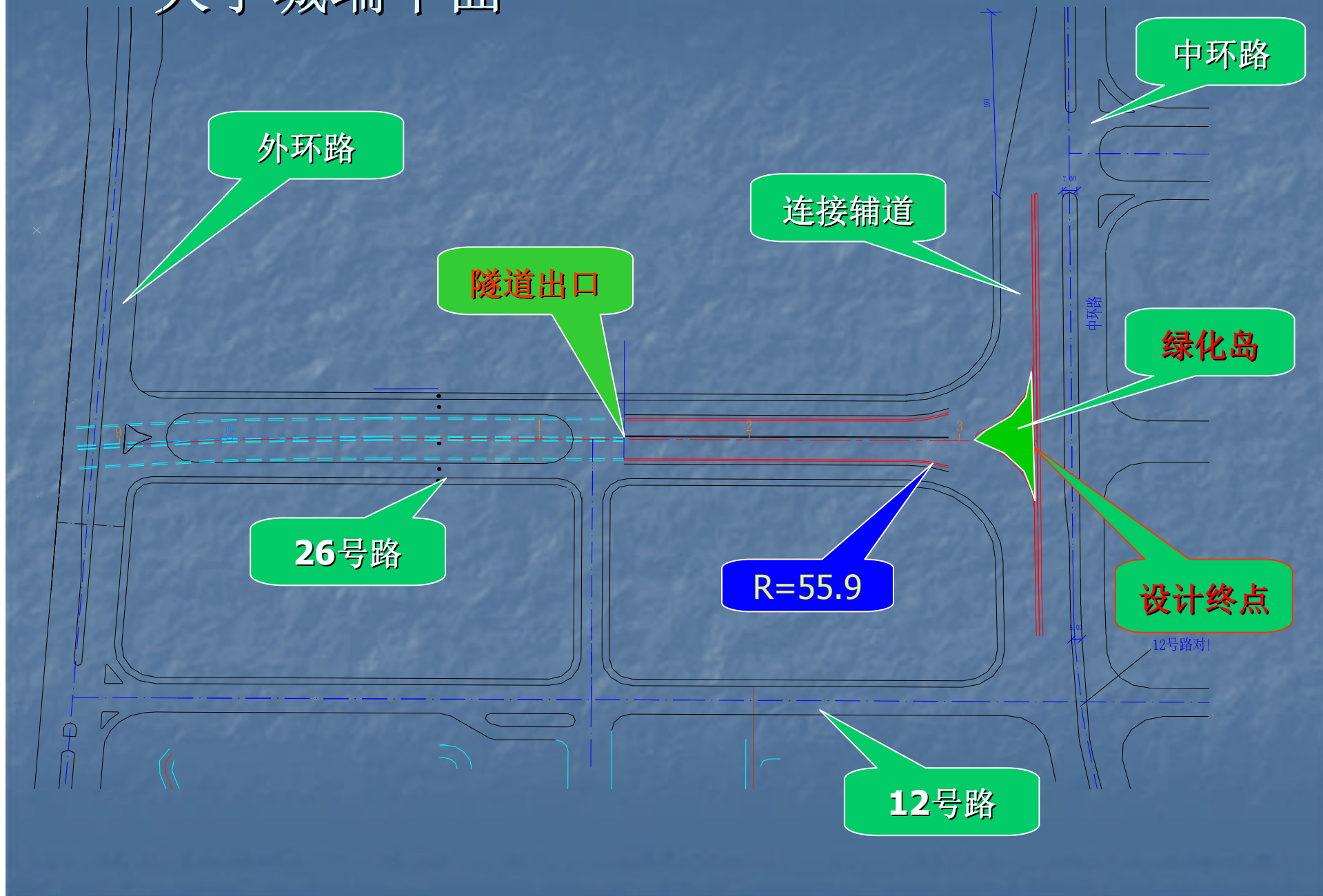


线路总长：1338.6m 隧道长：810m

生物岛端平面



大学城端平面

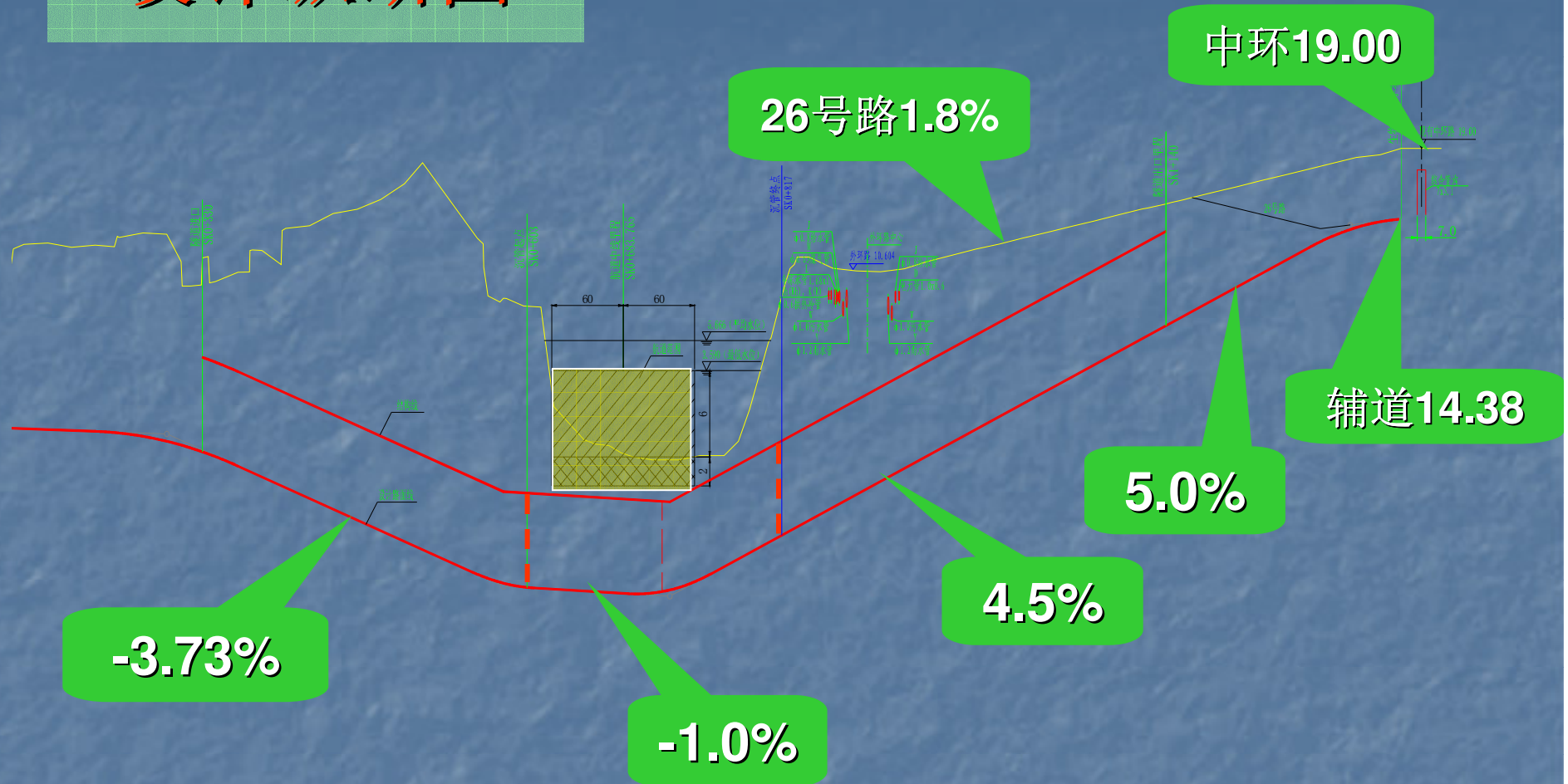


2.2 线路纵断面

- 隧道纵断面的主要控制因素有：仑头-生物岛隧道工程设计终点纵坡及高程，官洲河河床的最低高程及航道通航要求、中环路的控制高程、地下管线埋置深度、隧道的埋深等。



设计纵断面



管段布置: 116+94+4米
最大坡长: 377米 最短坡长: 140米

二、合約範圍

生物島～大学城隧道工程位于广州市的东南部，连接生物島与大学城，隧道线路呈南北走向。本隧道为双向四车道，起点与仑头—生物島隧道相接，两座隧道以生物島东西向主干道中心线为界，本隧道起点设于仑头，终点设于生物島，中间穿越宽**191**米的管洲河；设计出口设于大学城**26**号路位置，终点为大学城**26**号路与中环路 的交点，隧道线路全长**1338.587**米，其中位于地下的暗埋段长**810**米。本工程属广州市重点建设项目，建筑物安全等级为 I 级。

本标段工程为：生物岛~大学城隧道土建工程（B标段），工程造价为1.353亿元人民币。

工程内容主要为：

- 1、北岸段长265米（里程：SK0+000~SK0+265），其中主要包括：岸上段维护结构及主体结构。
- 2、南岸段长521.587米（里程：SK0+817~SK1+338.587）。其中主要包括：岸上段围护结构、南岸接头围护结构及护岸结构、岸上段主体结构、雨水泵房及风机房主体结构、变电房、人行天桥、连接辅道。
- 3、路基工程段，其中主要包括：D匝道（DK0+000~DK0+113.983）、E匝道（EK0+000~EK0+116.014）、26路恢复段（GK0+002~GK0+240）、26号路改建段左右线、连接辅道、南端出口段（SK1+270~SK1+295）。

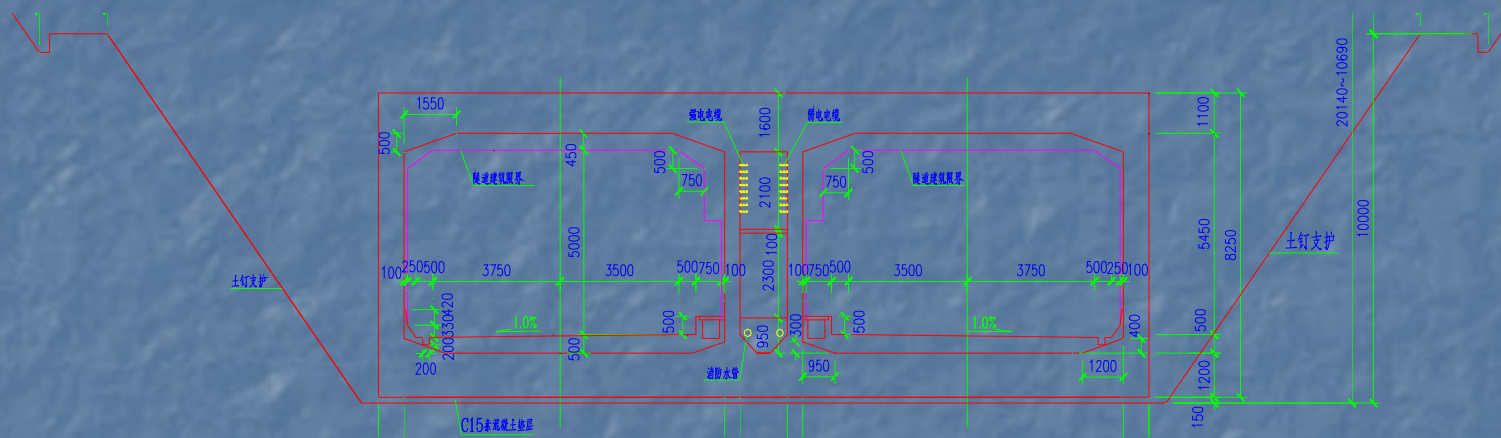
三、各路段因應不同之岩土 而採取不同之施工方案

- 1、岸上段结构设计
- 2、各路段不同基坑支护方案
- 3、结构防水**

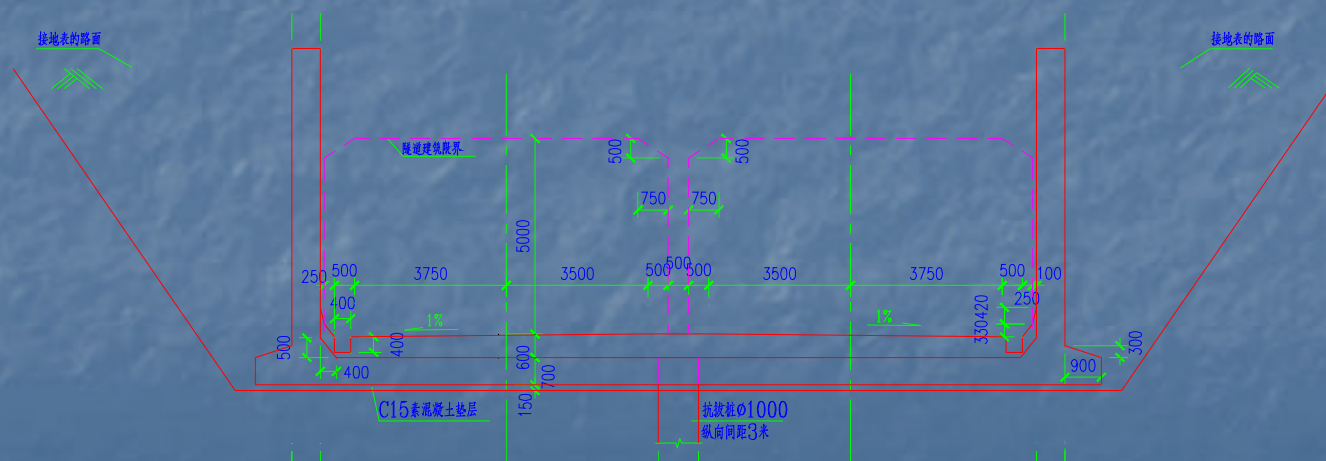


1、岸上段主体结构

A, 横断面



暗埋段



敞口段

暗埋段结构



敞口段结构



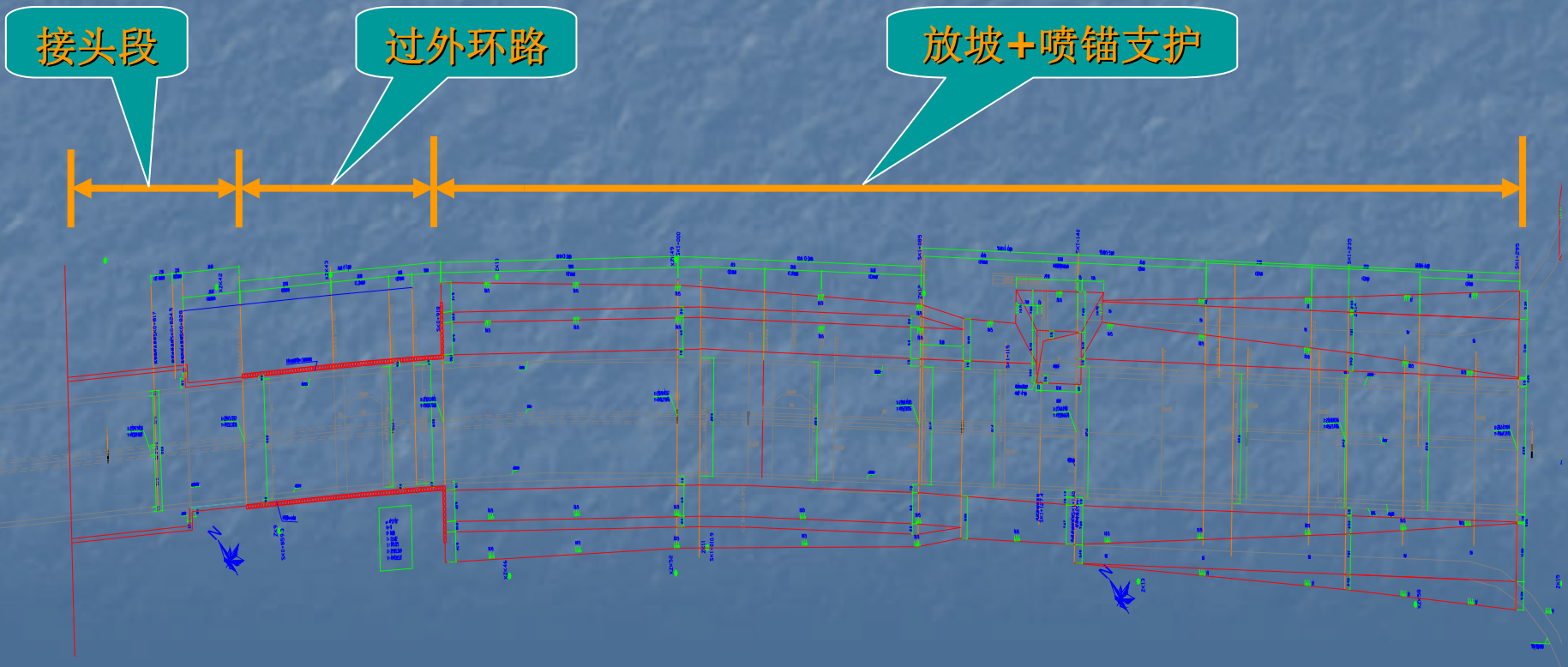
2、各路段不同基坑支护方案

南岸围护结构

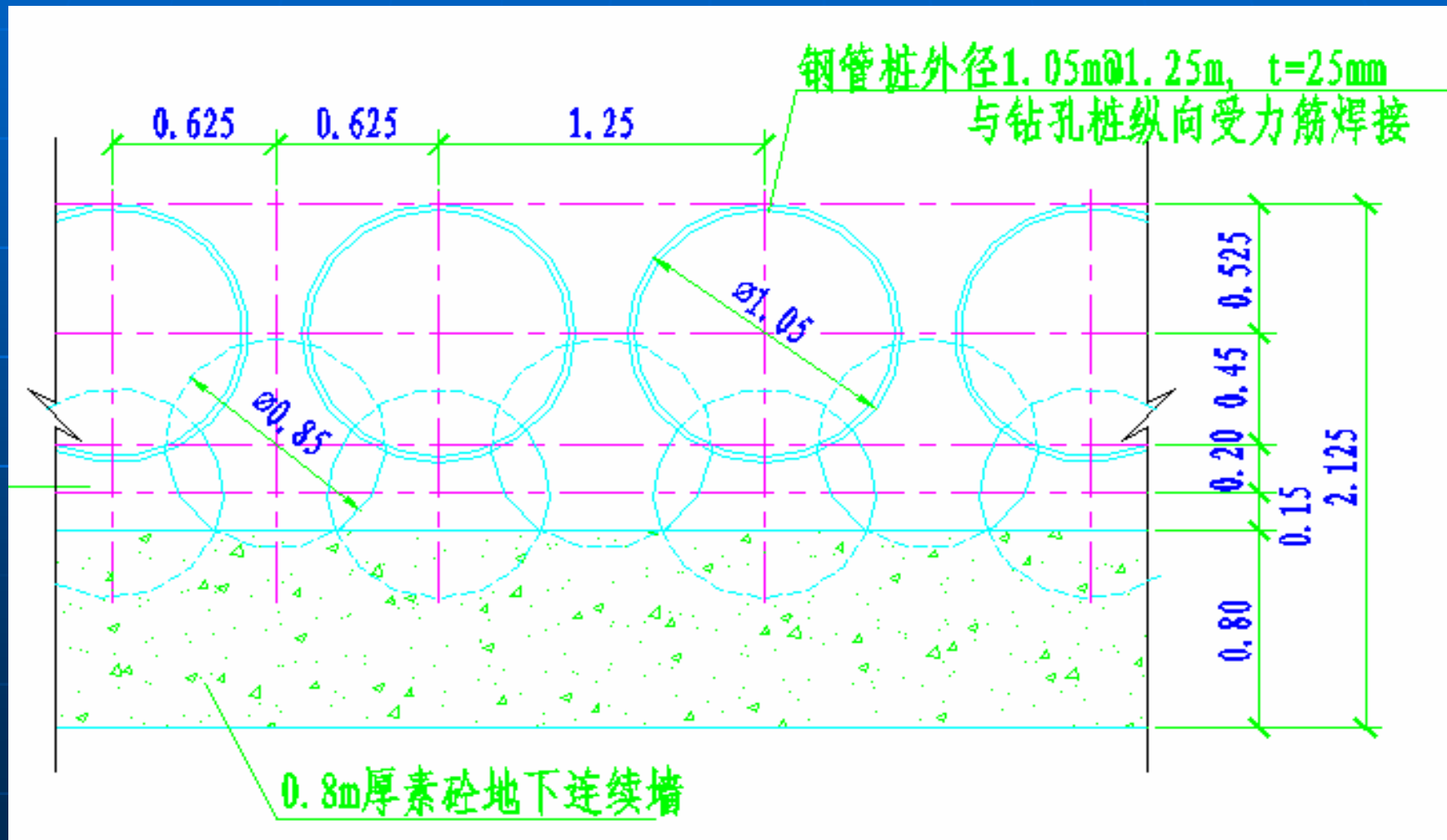
接头段—地下连续墙+预应力锚索+ 钢管支撑

过外环路段—钻孔桩+钢管支撑

其他地段—放坡+喷锚支护



旋喷桩与素混凝土及钢管桩搭接

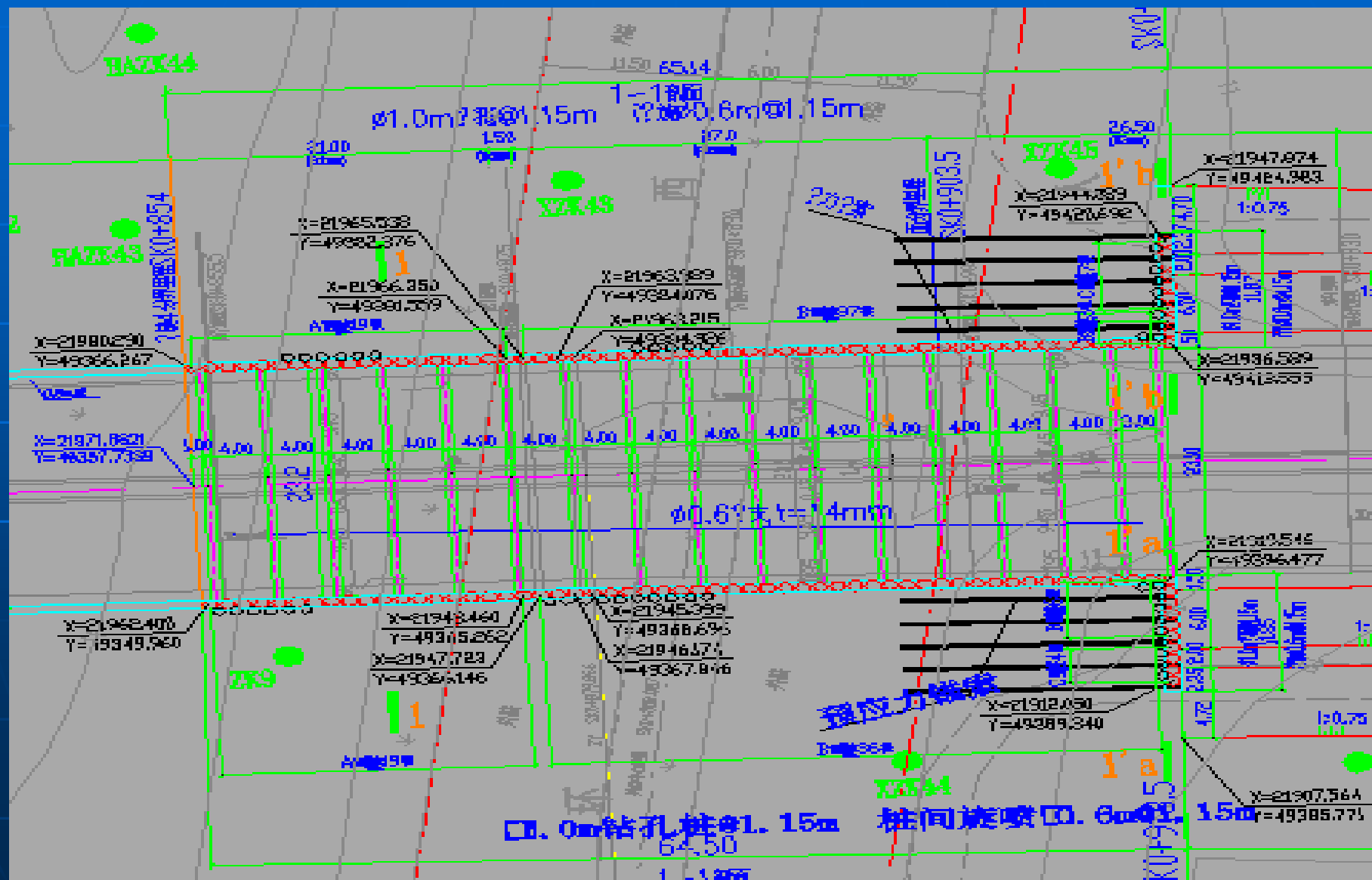




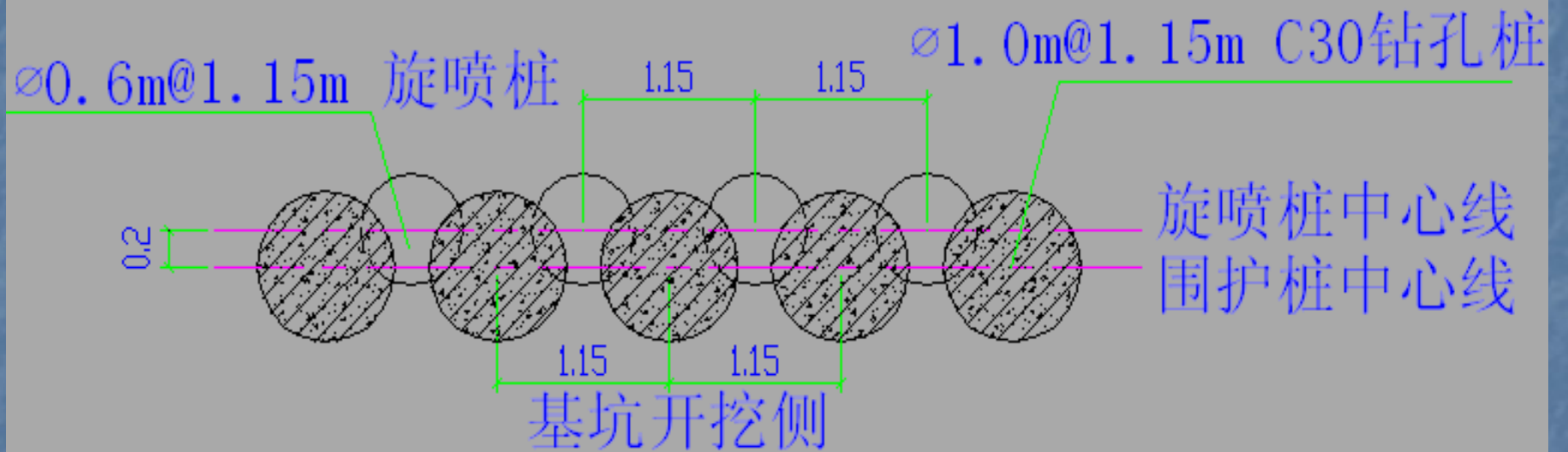




过外环路段—钻孔桩+钢管支撑







桩间旋喷大样图

1:50







3、 结构防水

1) 防水设计原则

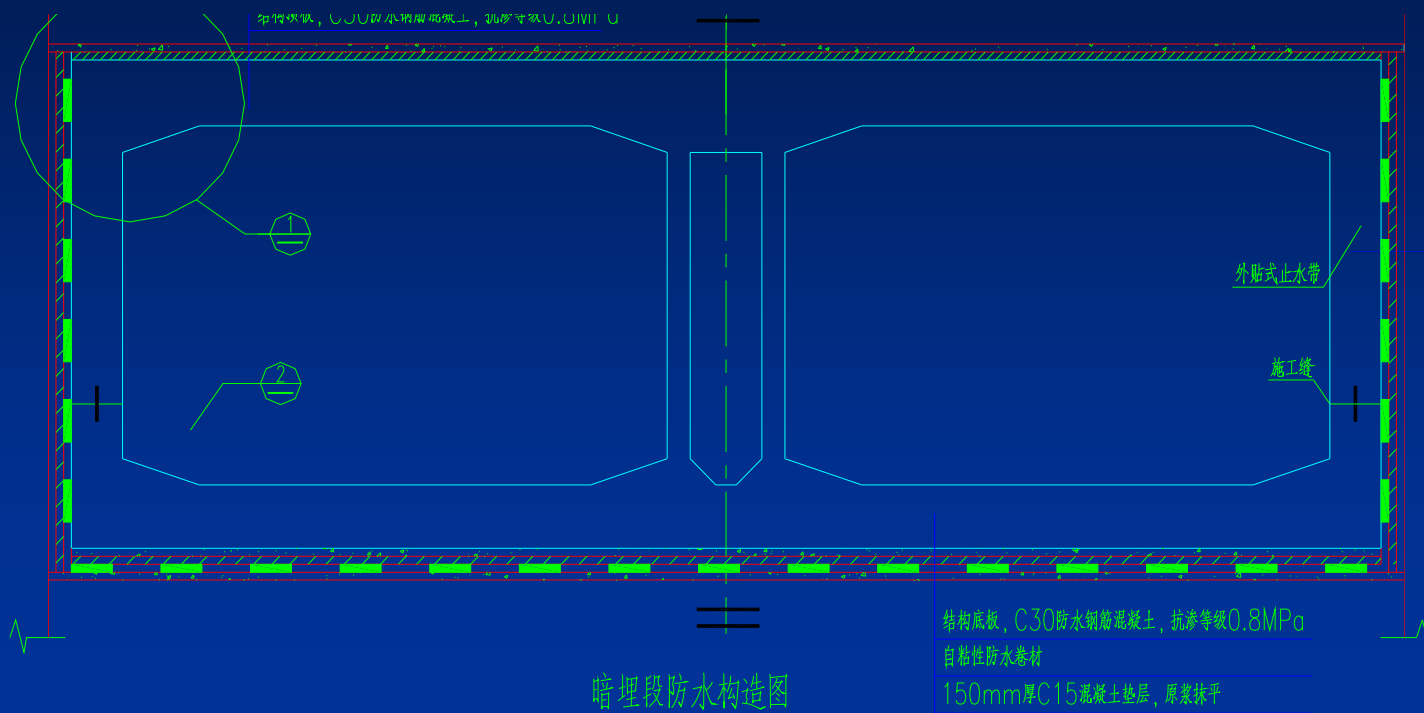
以混凝土自防水为根本，以接头防水为重点，多道防水、综合治理。

2) 防水等级标准

沉管段为一级，岸上段为二级



3) 结构防水



岸上段采用防水混凝土, 抗渗标号S8, 顶板、侧墙和底板采用自粘性防水卷材, 全外包防水



2007 1 18



2007 9 28



2007/10/21



2007/09/10



2007/06/01







四、深層基坑開挖之困難及經驗分享

- 1、土方开挖方案
- 2、经验分享
 - (1) 南岸接头施工顺序的改变对施工质量和防水的影响
 - (2) 止水旋喷桩水泥用量的控制



1、土方施工方案

■ 基坑开挖分区、分层划分

■ 1施工分区

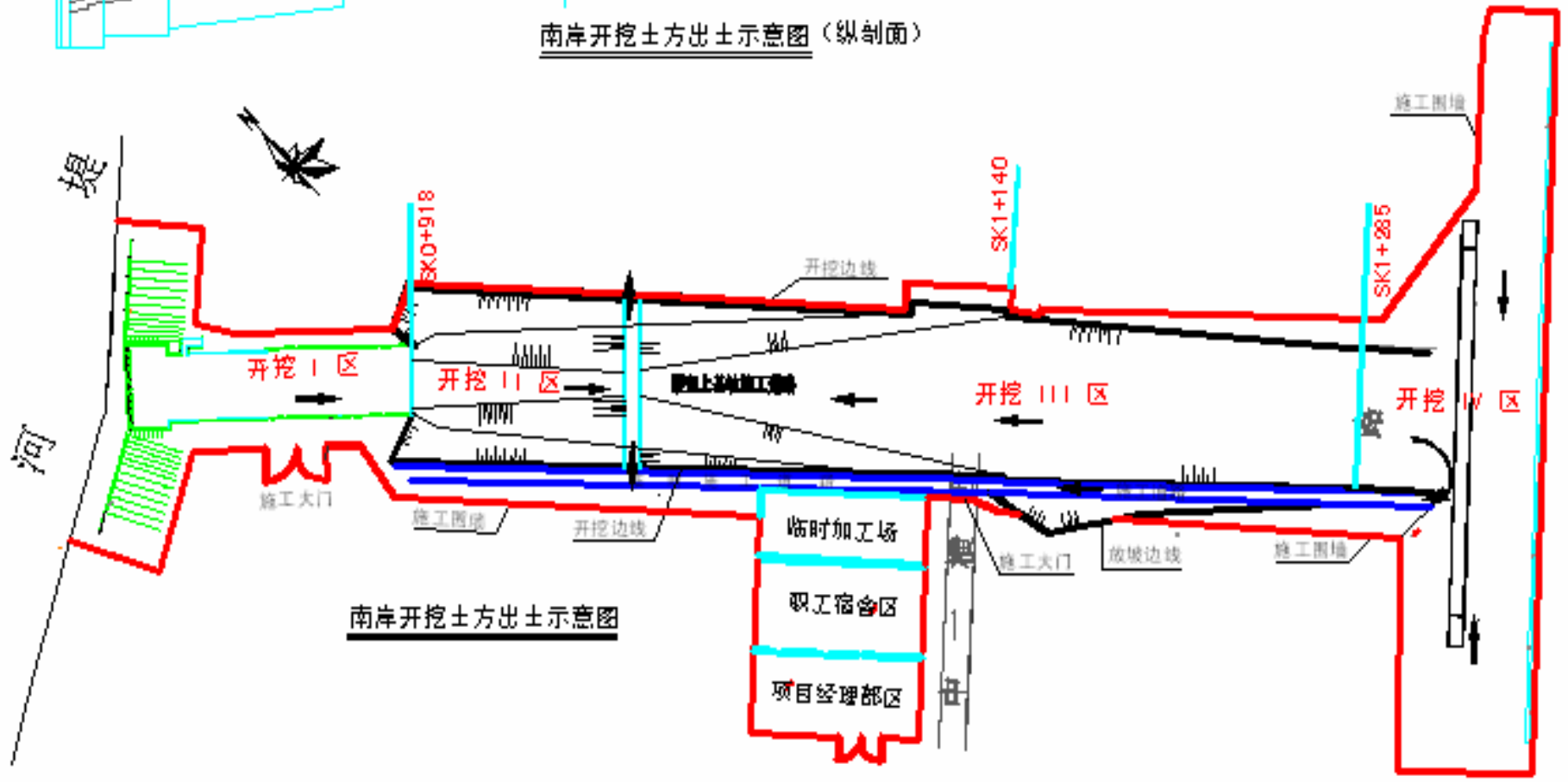
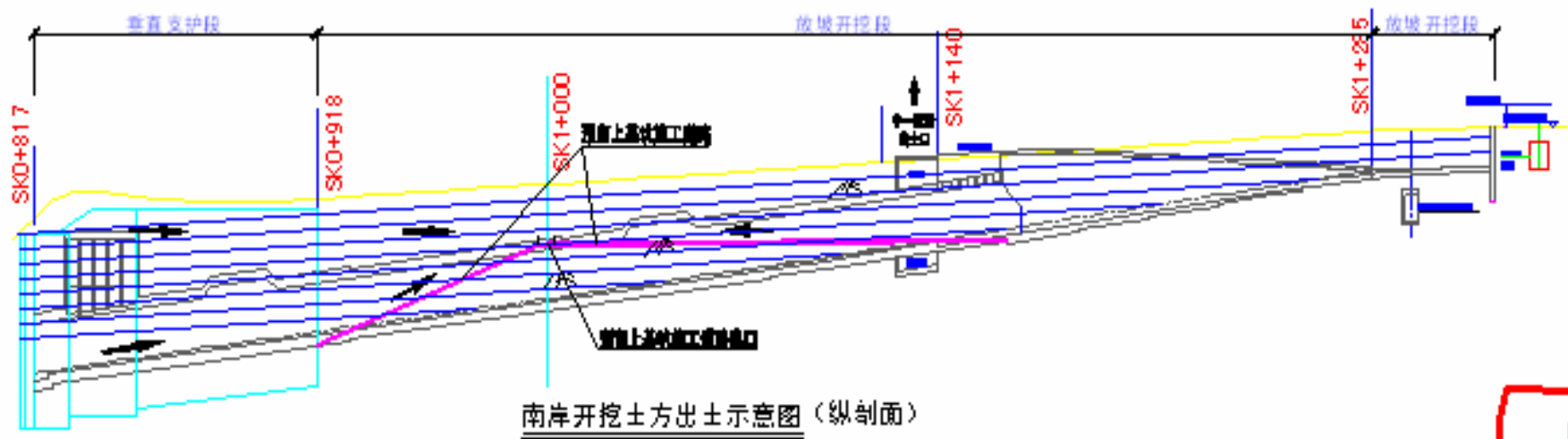
- 基坑开挖采用全断面开挖法施工，开挖量大，工期紧，直接影响隧道主体结构部份的施工，是本工程能否按期完工的关键工序。本基坑开挖分区根据支护形式来分区。南端分4个开挖区。第一区：SK0+817~SK0+918；第二区：SK0+918~SK1+140；第三区：SK1+140~SK1+285；第四区为过街通道施工；北岸分为两开挖区：第一区：SK0+000~SK0+115；第二区：SK0+115~SK0+265。

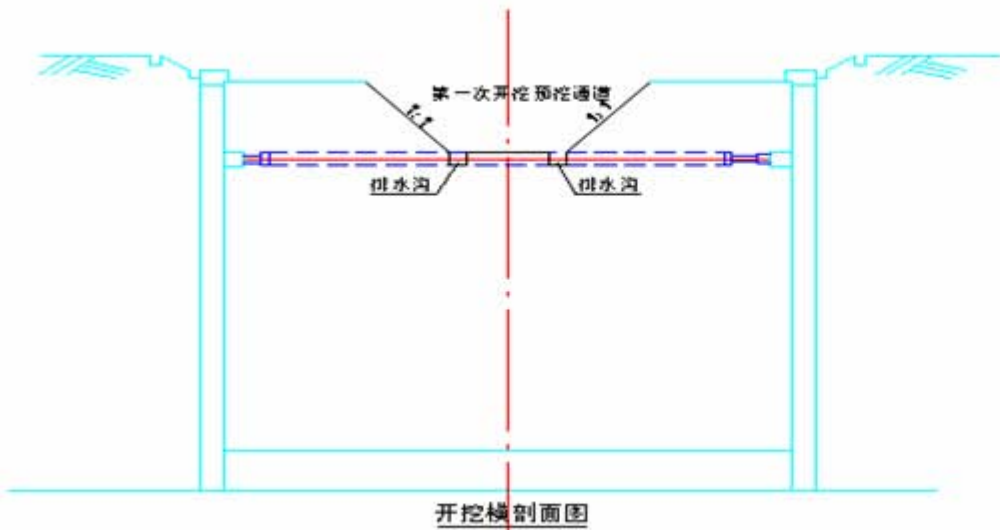
■ 2施工分层

- 放坡开挖段每1.5m为一层。
- 支护结构段基坑开挖竖向分5层（第5层其中有0.5m厚为预留保护层）进行：第一层为地表路面至冠梁底面开挖深度为0.6~1.0米；第二层为第一道钢支撑至第二道钢支撑底，开挖深度为4.0m；第三层为第二道钢支撑底至第三道钢支撑底，开挖深度为3.7m；第四层为第三道钢支撑底至第四道钢支撑底，开挖深度为5.01~5.5m；第五层为第四道钢支撑底至0.5m厚预留保护层（主要采用人工配合小型机械和机具进行开挖）。

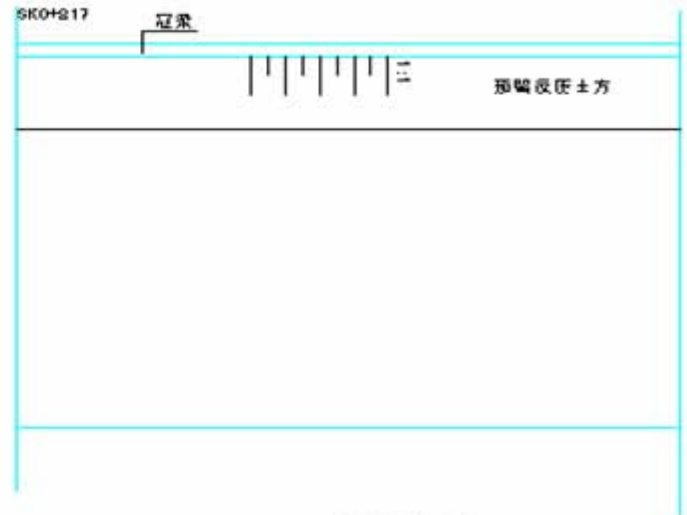
■ 3、施工通道

- 预挖施工通道，可以方便又快捷的将开挖面进展下去，同时又利于开挖土方的运输。预挖通道宜将通道轴线与基坑中心重合，通道净宽4.5m，边坡为1:1，两侧预留反压土堆，每侧反压土堆底宽9.25m，通道净高（从上一道支撑底算起到下一道支撑底）为 $\geq 7.5m$ 。将施工通道挖好，再依次边支撑边将反压土堆挖除，同时开挖下一层施工通道。



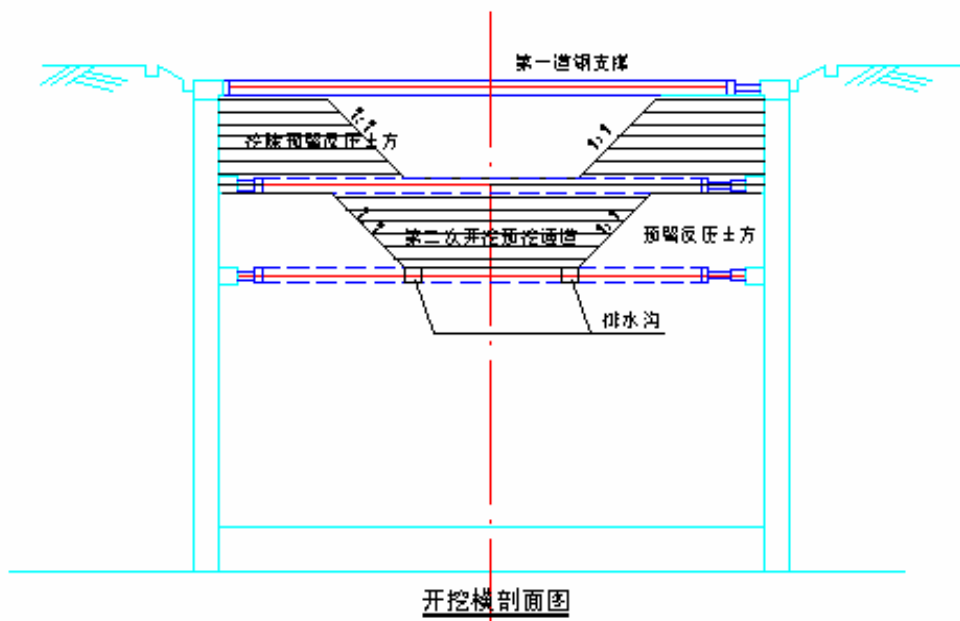


开挖横剖面图

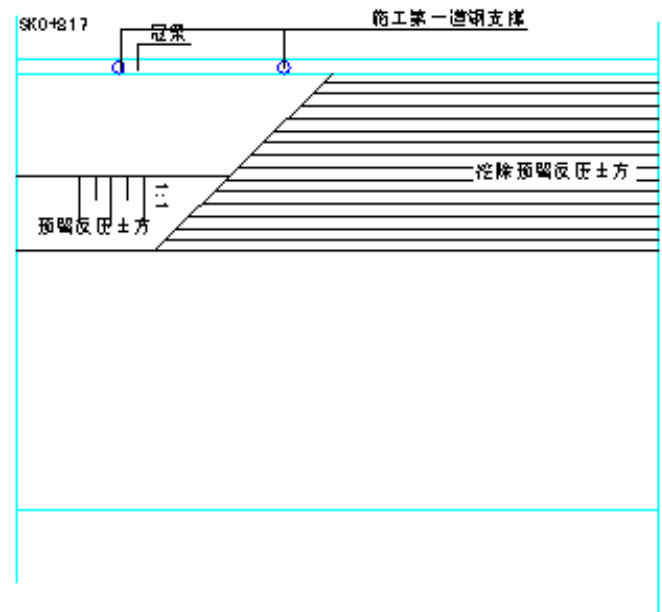


开挖纵剖面图

图 一

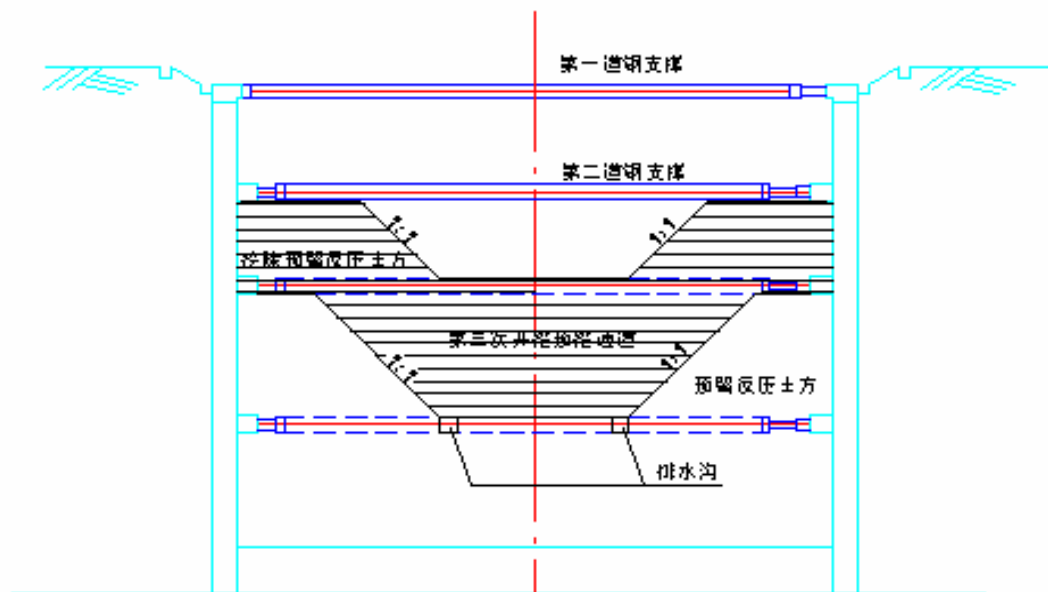


开挖横剖面图



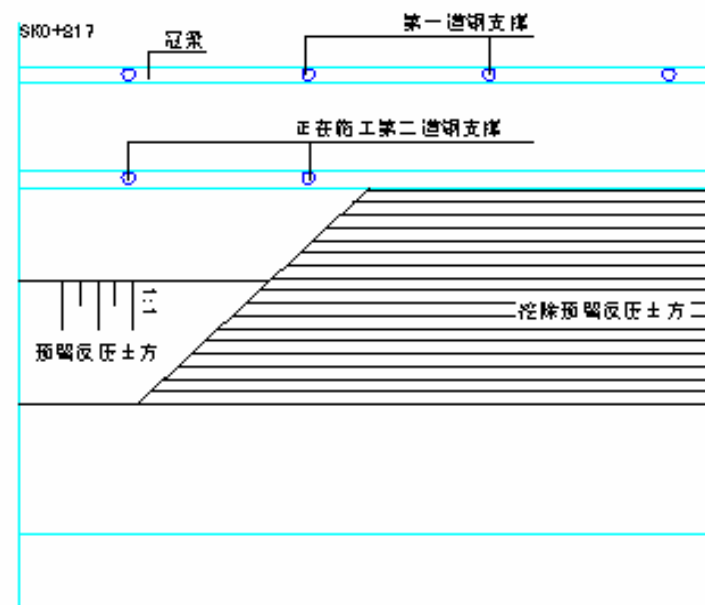
开挖纵剖面图

图 二

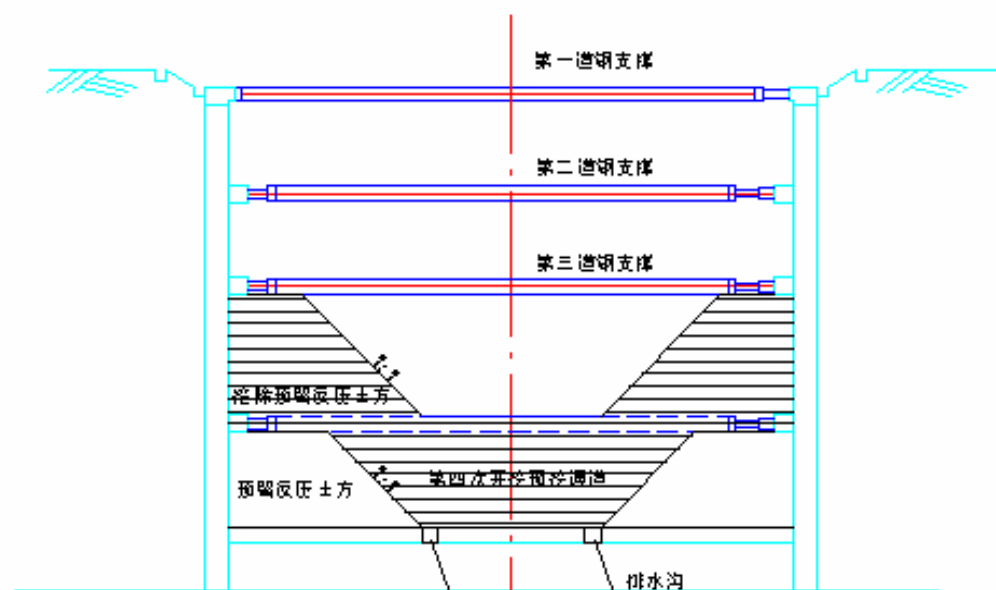


开挖横剖面图

图 三

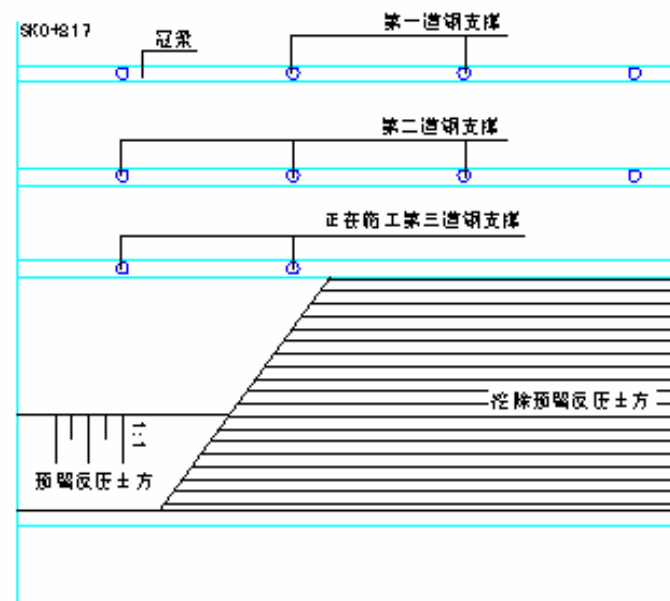


开挖纵剖面图



开挖横剖面图

图 四



开挖纵剖面图











2006 12 10













2007/02/07

















2007/07/17

经验分享

- 1、南岸接头施工顺序的改变对施工质量和防水的影响
- 2、止水旋喷桩水泥用量的控制

围护结构施工顺序 对施工质量及防水效果的 影响

广东省水利水电第三工程局
大学城隧道工程QC小组



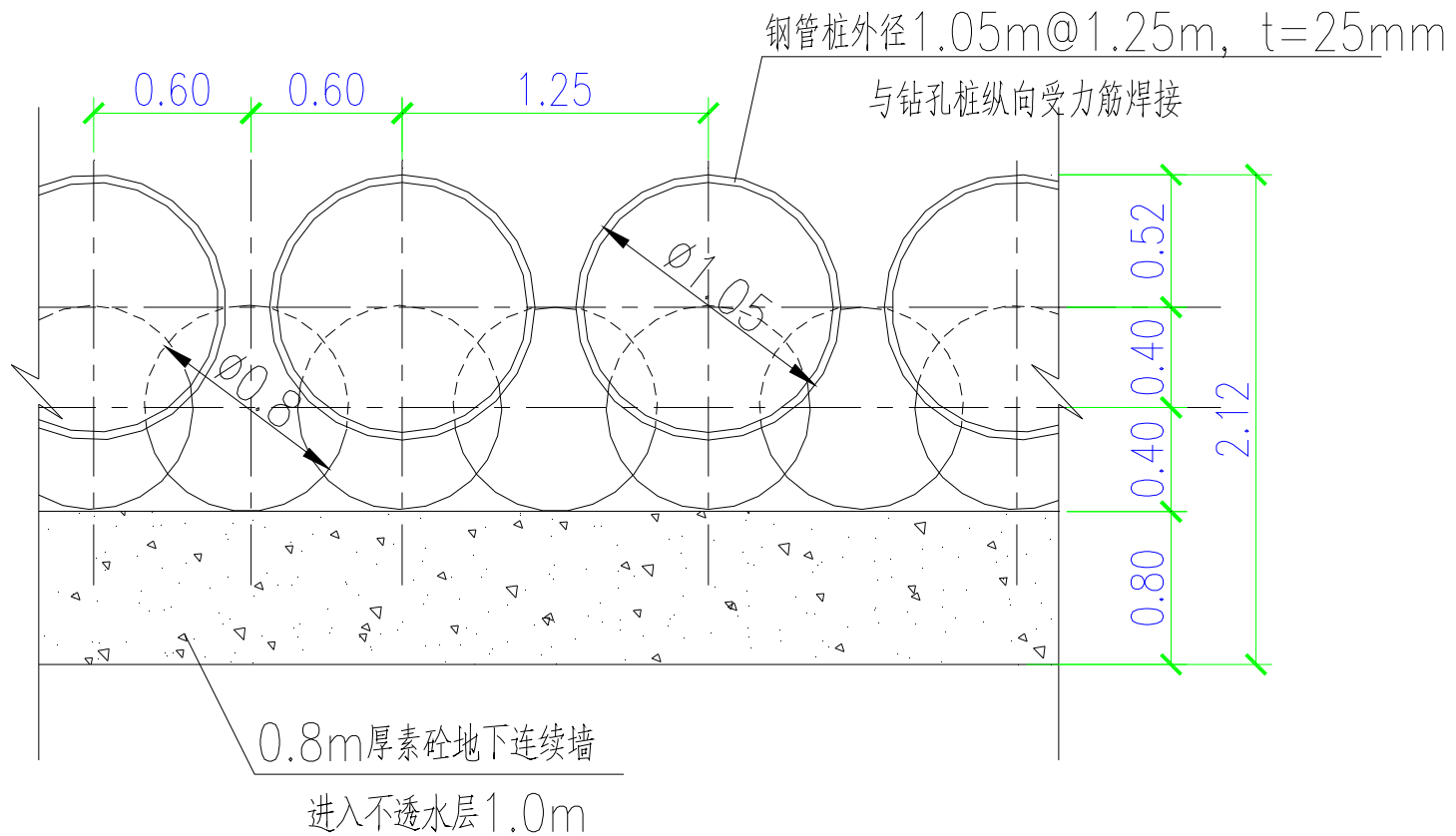
工程概况

- 生物岛—大学城隧道工程位于广州市的东南部，连接生物岛与大学城，本隧道起点SK0+000，中间穿越宽191米的管洲河；终点为大学城26号路与中环路 的交点，隧道线路全长1338.587米，其中位于地下的暗埋段长810米。



- 本工程南岸暗埋段与沉管段交接处，该处围堰采用三道桩墙结构组成，从江往岸上依次是： $\Phi 800$ 素砼连续墙、 $\Phi 850$ 旋喷桩和 $\Phi 1050$ 钢管桩+ $\Phi 1150$ 钻孔桩。原设计施工顺序为：钢管桩→素砼连续墙→旋喷桩。钢管桩与素砼连续墙之间净空270mm。

旋喷桩与素混凝土墙及钢管桩搭接大样



选题理由

- 生物岛~大学城隧道土建工程B标段为广州市形象重点工程，其施工质量直接影响其形象。
- 本工程为我公司在广州市第一个市政工程，确保“省优”，争创“金杯奖”是我公司对本工程的质量目标。
- 本工程的防水质量，是影响本工程质量目标的直接因素。
- 南岸接头处围护结构施工顺序，会影响接头段的防水效果。

现状调查

- 同本条隧道相接的北段“仑头~生物岛隧道土建工程B标段”先本标段开工一年，其结构形式和施工方法与本标段完全相同，由于其接头围堰施工质量和防水效果不理想，基坑开挖后漏水严重，使岸上段施工无法开展，目前正在花大量的人力、物力和资金在处理接头围堰的漏水问题。因此，本标段应吸取教训，认真研讨设计的施工方法和施工顺序，确保接头围堰施工质量及其防水效果。

止水效果不理想的施工现场

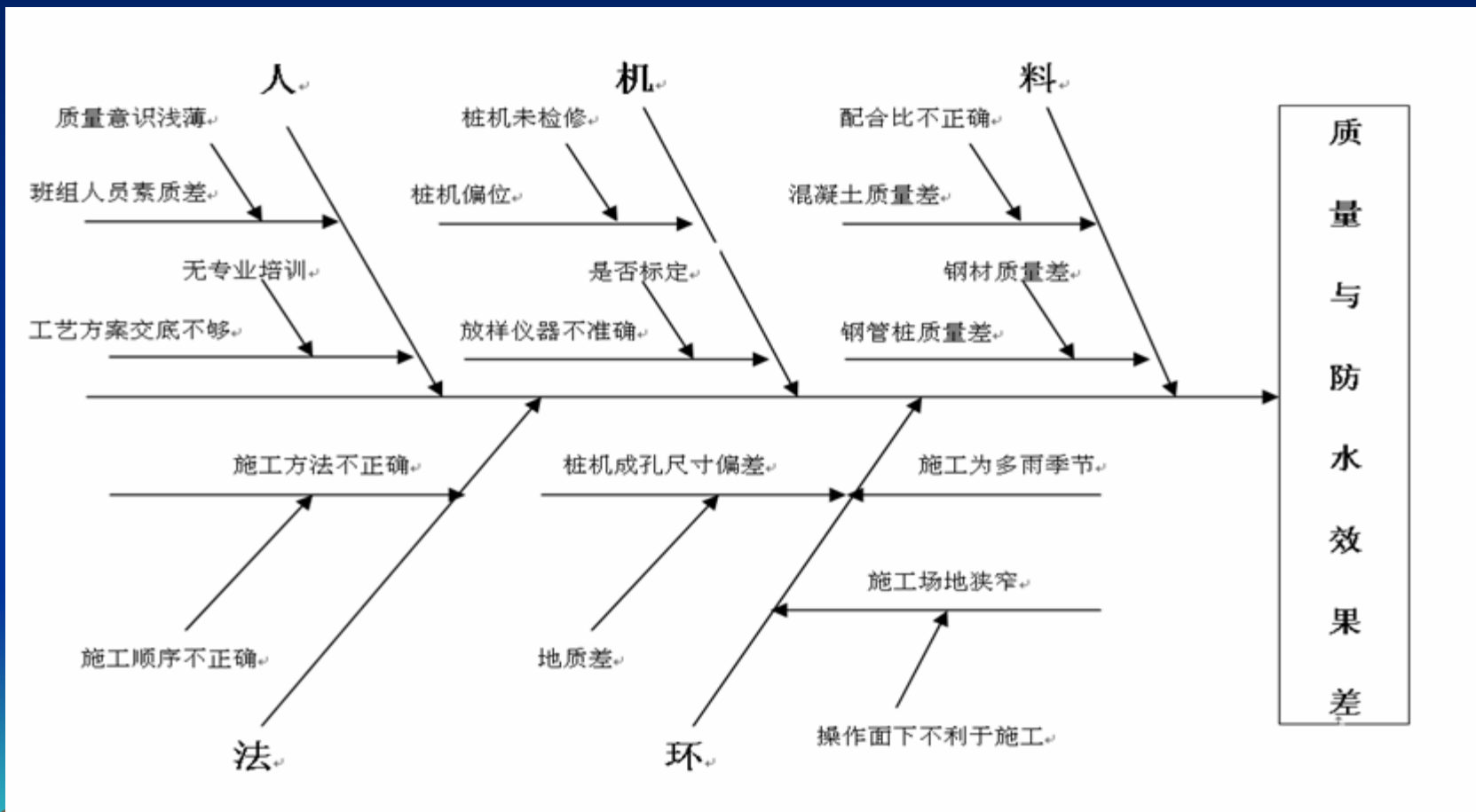


目标设定

- 改变接头围堰钢管桩、素砼连续墙、旋喷桩的施工顺序，确保围堰施工质量及其防水效果。



原因分析



要因确认

- 工人无专业培训
 - 工艺方案交底不够
 - 施工参数不合理
 - 施工顺序不合理
- 四项因素确定为要因。

实施对策

- 实施一：针对部分新进工人无专业培训的情况，实施对新进工人进行专业培训、工序培训，重新考核上岗，达到新进工人100%受过专业培训。
-
- 实施二：针对工艺方案交底不够的情况，实施工序技能培训计划。
- 实施三：改变施工顺序。由原来的钢管桩→素砼连续墙→旋喷桩，改为素砼连续墙→钢管桩→旋喷桩，同时调整素砼连续墙与钢管桩之间的间距，由270mm调整为500mm。
- 实施四：针对旋喷桩施工参数不合理的问题，我们通过试桩，确定最佳施工参数。

效果检查

- 通过实施QC活动查找要因、实施对策，本项目素砼连续墙、钢管桩、旋喷桩经过第三方检测单位检测，施工质量良好，基坑开挖后，止水效果明显。

现场实施效果图



现场实施效果图








现场实施效果图



第三方检测报告(1)

广州市生物岛一大学城隧道土建工程（B标段）
地下连续墙钻芯法试验检测报告

现场检测人员：（上岗证号：0000408）
报告编写：（上岗证号：0000407）
校核：（上岗证号：0000403）
审核：（上岗证号：5020108）
批准：（上岗证号：5020108）

声明：1、本检测报告涂改、换页无效。
2、如对本检测报告有异议，可在报告发出后 20 天内
向本检测单位书面提请复议。
3、检测单位名称与检测报告专用章名称不符者无效。

广东省物料实验检测中心
二〇〇六年十月十日

地址：广州市东风东路 751 号 邮政编码：510080
电话：87770370、87621591 联系人：倪卫东



广州市生物岛一大学城隧道土建工程（B标段）地下连续墙钻芯法检测报告 广东省物料实验检测中心

五、结论：
本次检测的 S12、SJ17、M1、M2、M3 共 5 段墙体完整性分类属 I 类墙，墙身连续、完整，断口拼接性好，粗细骨料分布均匀，混凝土胶结好；抽检墙身混凝土芯样抗压强度代表值满足 C30 的设计要求，墙底无沉渣，符合设计及施工验收规范要求。S12 槽段墙端支承于强风化岩上，其余 4 个槽段墙端支承于弱风化岩上。检测墙深与施工记录墙深基本相符。

广东省物料实验检测中心
二〇〇六年十月十日

六、附图表：
1、钻芯验墙砼岩综合柱状图 10 页
2、混凝土钻芯法强度检测报告 4 页
3、检测墙砼岩芯照片 4 页

第三方检测报告(2)

MA 02041 02041 02041 02041
 旋喷桩钻芯法试验 No. L0029

检测报告

工程名称: 广州市生物岛—大学城隧道土建工程 (B标段)
 工程地点: 广州市生物岛, 大学城
 委托单位: 广州市市政园林局
 检测日期: 2006年8月29日至2006年8月31日
 报告总页数: 15 (含此页)
 报告编号: 2006CI004

广东省物料实验检测中心
 二〇〇六年九月十日

各桩抽芯检测情况一览表

表 3-1

桩号	钻孔深度 m	检测桩长 m	桩身混凝土 质量情况	试验 龄期 天	取样编号	抗压强 度值 kPa	持力层 土性
					取样深度 m		
XA46	23.00	22.10	0.00~8.50m 为预积 土水泥土, 旋喷较均 匀, 胶结好。 8.50~22.10m 为全风 化花岗岩水泥土, 旋 喷较均匀, 胶结好。		XA46-1	4370	强风化花 岗岩
					2.80~3.00		
					XA46-2	5680	
					16.20~10.50		
					XA46-3		
20.00~20.30	3820						
XB15	24.50	23.90	0.00~9.50m 为预积 土水泥土, 旋喷均 匀, 胶结好。 9.50~23.90m 为全风 化花岗岩水泥土, 旋 喷均匀, 胶结好。		XB15-1	1450	强风化花 岗岩
					3.20~3.50		
					XB15-2	1770	
					12.15~12.45		
					XB15-3		
18.20~18.50	2010						
XB33	24.00	22.90	0.00~12.60m 为预积 土水泥土, 旋喷均 匀, 胶结好。 12.60~22.90m 为全 风化花岗岩水泥土, 旋喷均匀, 胶结好, 局部胶结稍差。		XB33-1	3580	强风化花 岗岩
					2.30~2.60		
					XB33-2	4387	
					11.20~11.50		
					XB33-3		
21.05~21.35	6830						

五、检测结论

本次共检测的 3 根旋喷桩, 旋喷较均匀, 与原土胶结好; 抽检桩身水泥土芯样无侧限抗压强度为 1450~6830kPa。桩端持力层为强风化岩, 检测桩长与施工记录桩长基本相符。

广东省物料实验检测中心
 二〇〇六年九月十日

巩固措施

- 组织成员进行QC活动，进一步强化工序管理，提高人员的质量意识，从而提高工程质量。
- 对工序设置质量控制点，明确岗位责任制，实行全方位、全过程的施工质量的预控，确保工程质量。
- 强化QC小组活动的制度化、标准化与合理化建议相结合，解决实际问题，广泛调动职工积极性，以期达到开展QC小组的目的。

总结

- 通过这次QC小组活动，对改变南岸接头段施工顺序可以更好保证旋喷桩施工质量，达到接头段的防水效果，取得了一定的成绩，经过业主、设计及监理组织的预验收，一致评价良好，为工程评优奠定了基础。
- 通过QC活动，培养了QC小组成员勇于探索、勇于钻研的科学精神，也大大提高了施工工人的技术素质和质量意识。特别是增加了小组成员勇于技术攻关的信心，使其成为技术骨干和管理人才相结合的复合型人才。

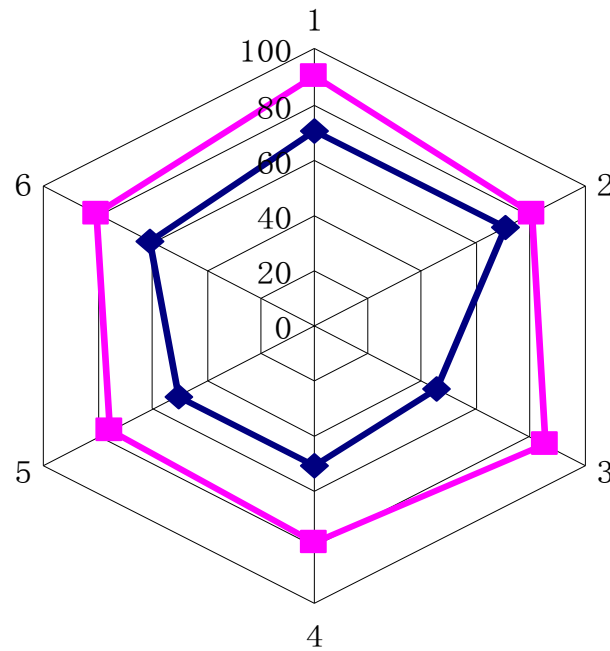
QC小组活动照片



QC活动前后效果比较

编号	项目	自我评价	
		活动前	活动后
1	质量意识	70	90
2	个人能力	70	80
3	团队精神	45	85
4	改进意识	50	78
5	QC工具运用技巧	50	75
6	工作热忱干劲	60	80

活动前后效果雷达图



◆ 自我评价

活动前

■ 自我评价

活动后

旋喷桩水泥用量的控制

广东省水利水电第三工程局
大学城隧道工程QC小组

工程概况

- 生物岛—大学城隧道工程位于广州市的东南部，连接生物岛与大学城，本隧道起点SK0+000，中间穿越宽191米的管洲河；终点为大学城26号路与中环路 的交点，隧道线路全长1338.587米，其中位于地下的暗埋段长810米。



- 南岸位于广州大学城，部分围护型式采用桩径 $\phi 1000$ 钻孔灌注桩，共131条，桩长约15.40m~25.00m，设计桩底持力层为强风化~中风化混合岩。钻孔灌注桩间距1.15m，其桩间采用 $\phi 600@1150$ 旋喷桩止水，共131条，桩深约14.40m~24.00m，设计参数：水泥浆水灰比1:1~1:1.5，水泥浆比重1.5~1.6，喷浆杆提升速度12cm/min，高压泵灌浆压力22Mpa。

选题理由

- 旋喷桩施工质量好坏直接影响到基坑的防水效果问题。
- 旋喷桩施工水泥用量的大小直接关系到成本控制问题。
- 旋喷桩施工各参数的确定与现场实际地质情况是紧密相关的。
- 我公司对本工程的质量目标为广东省市政优良样板工程。

现状调查

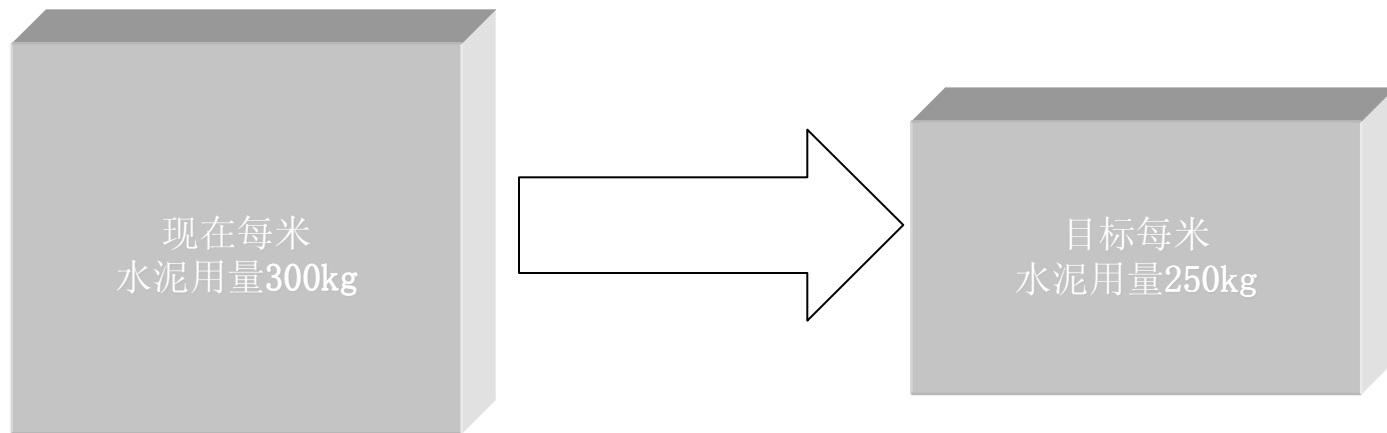
- 对以往完成工程同类旋喷桩每米水泥用量情况进行了调查统计，如下：

序号	项目	水泥用 (kg/m)
1	飞来峡水利枢纽工程	238
2	东江太园抽水站工程	215
3	广东省东江~深圳供水改造工程	246
4	珠海中珠联围洪湾水闸重建工程	250

- 设计参数：水泥浆水灰比1: 1，水泥浆比重1.5~1.6，喷浆杆提升速度12 cm/min，高压泵灌浆压力22Mpa施工旋喷桩，每米水泥用量300kg，施工经验告诉我们 ϕ 600旋喷桩每米水泥用量应该200~250kg较正常，其设计参数需调整。

目标设定

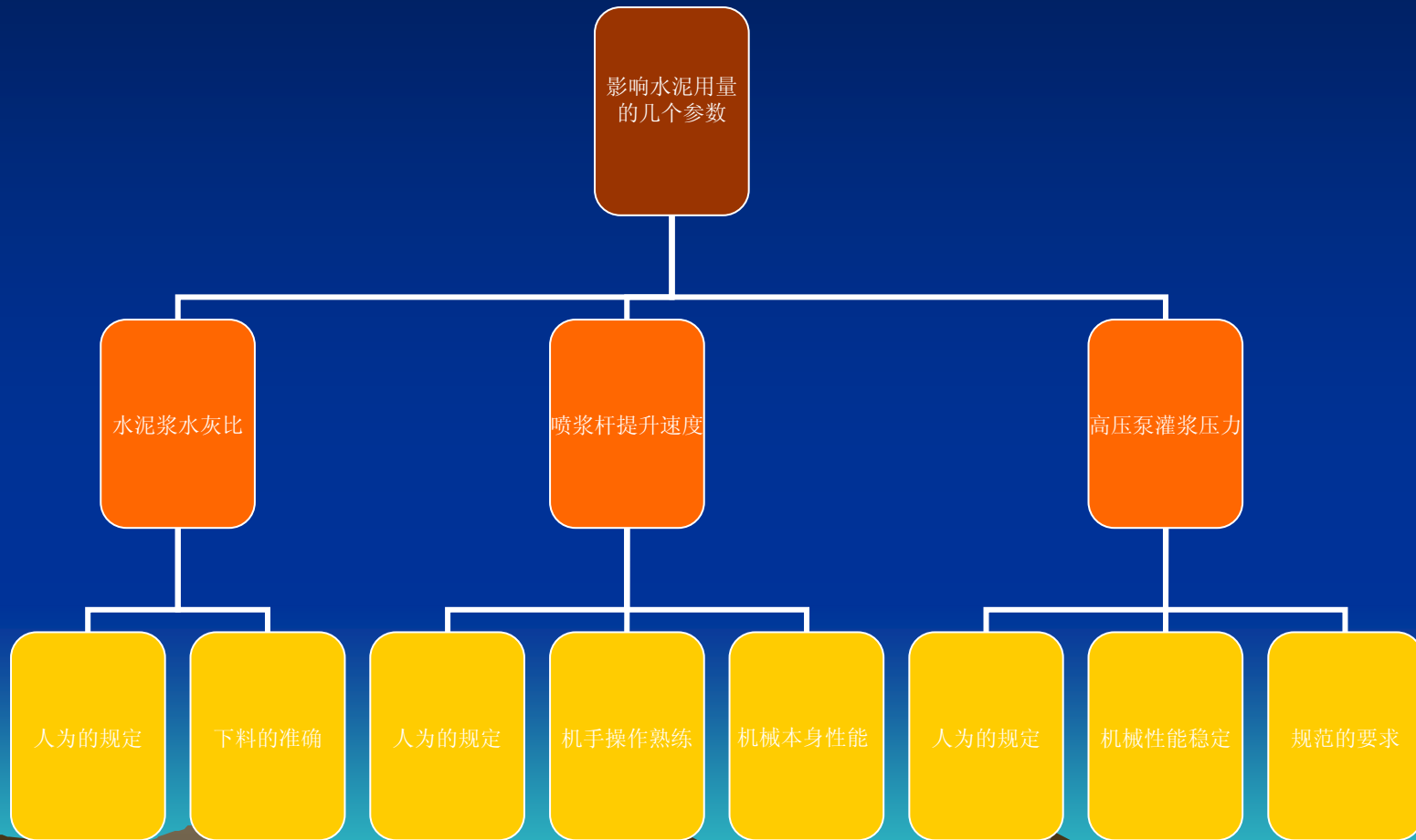
- 目标设定:



目标可行性论证：

- 根据调查已完工程的施工经验， $\phi 600$ 旋喷桩每米水泥用量控制在250kg内是完全可行的。
- $\phi 600$ 旋喷桩每米水泥用量同其施工参数：水泥浆水灰比、喷浆杆提升速度、高压泵灌浆压力是紧密相关的，灌浆压力一般是不变的，而旋喷桩每米水泥用量完全决定于水泥浆水灰比大小和喷浆杆提升速度。
- 在保证旋喷桩质量的前提，通过调整水泥浆水灰比和喷浆杆提升速度，完全可以实现 $\phi 600$ 旋喷桩每米水泥用量控制在250kg内。

原因分析



要因确认

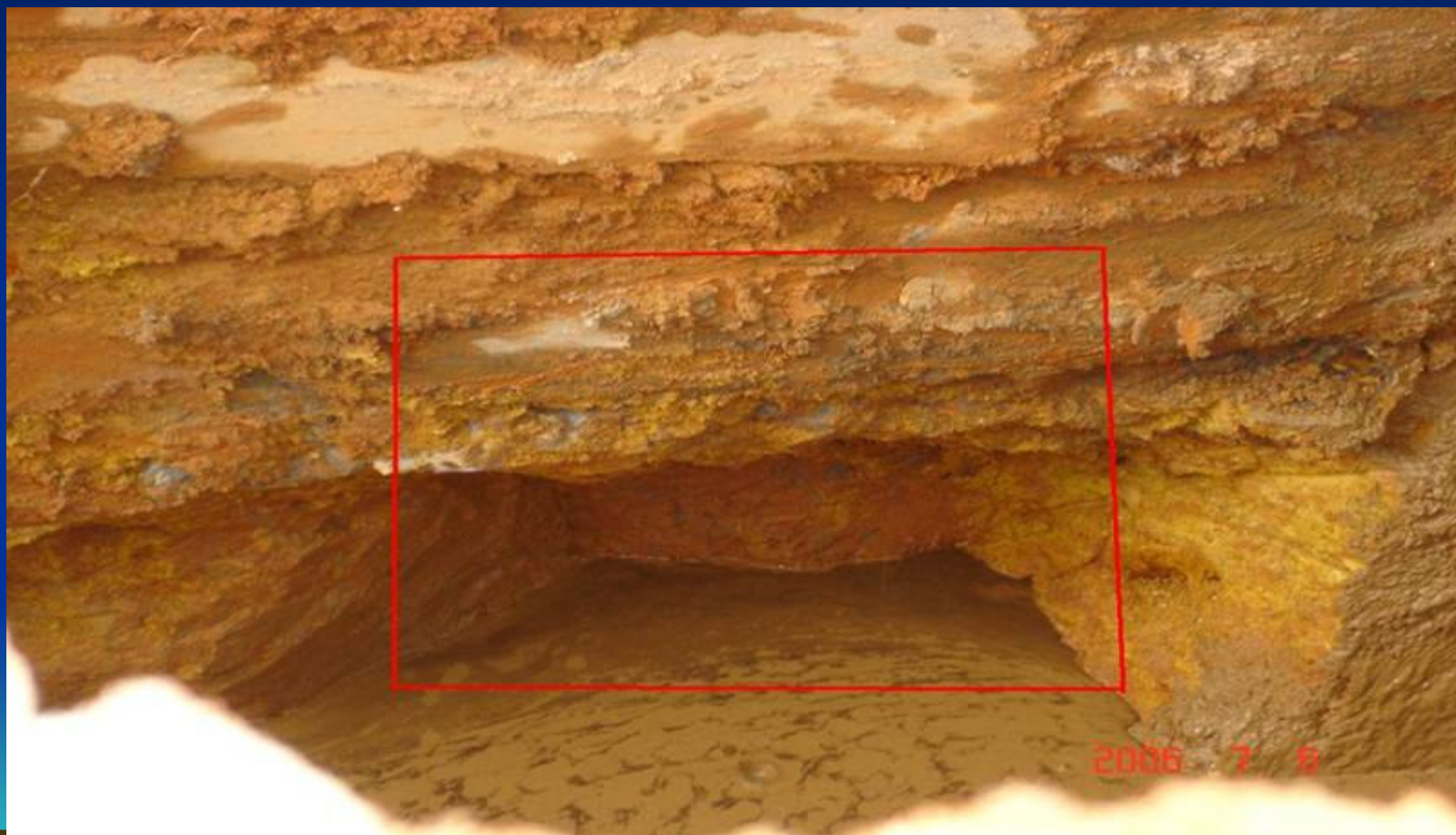
- 工人无专业培训
- 操作不够规范
- 水泥浆水灰比不合理
- 喷浆杆提升速度不合理

对策制度及实施

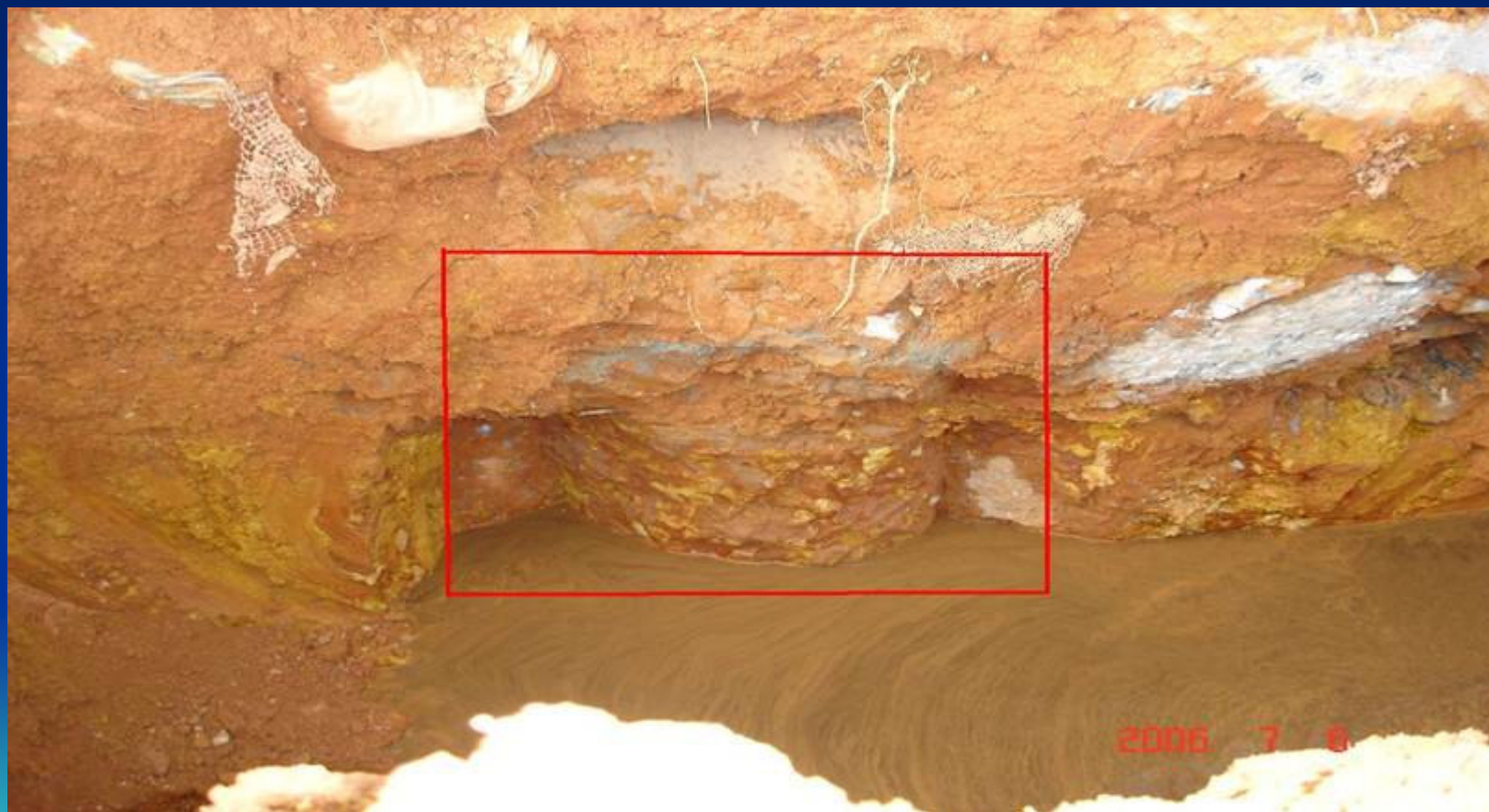
- 实施一： 针对部分新进工人无专业培训的情况， 实施对新进工人进行专业培训、工序培训，重新考核上岗，达到新进工人100%受过专业培训。
- 实施二： 针对操作工人操作水平低的情况，实施工序技能培训计划，并制定奖励措施。
- 实施三： 针对水泥浆水灰比和喷浆杆提升速度问题，我们通过现场试验进行对比确认。



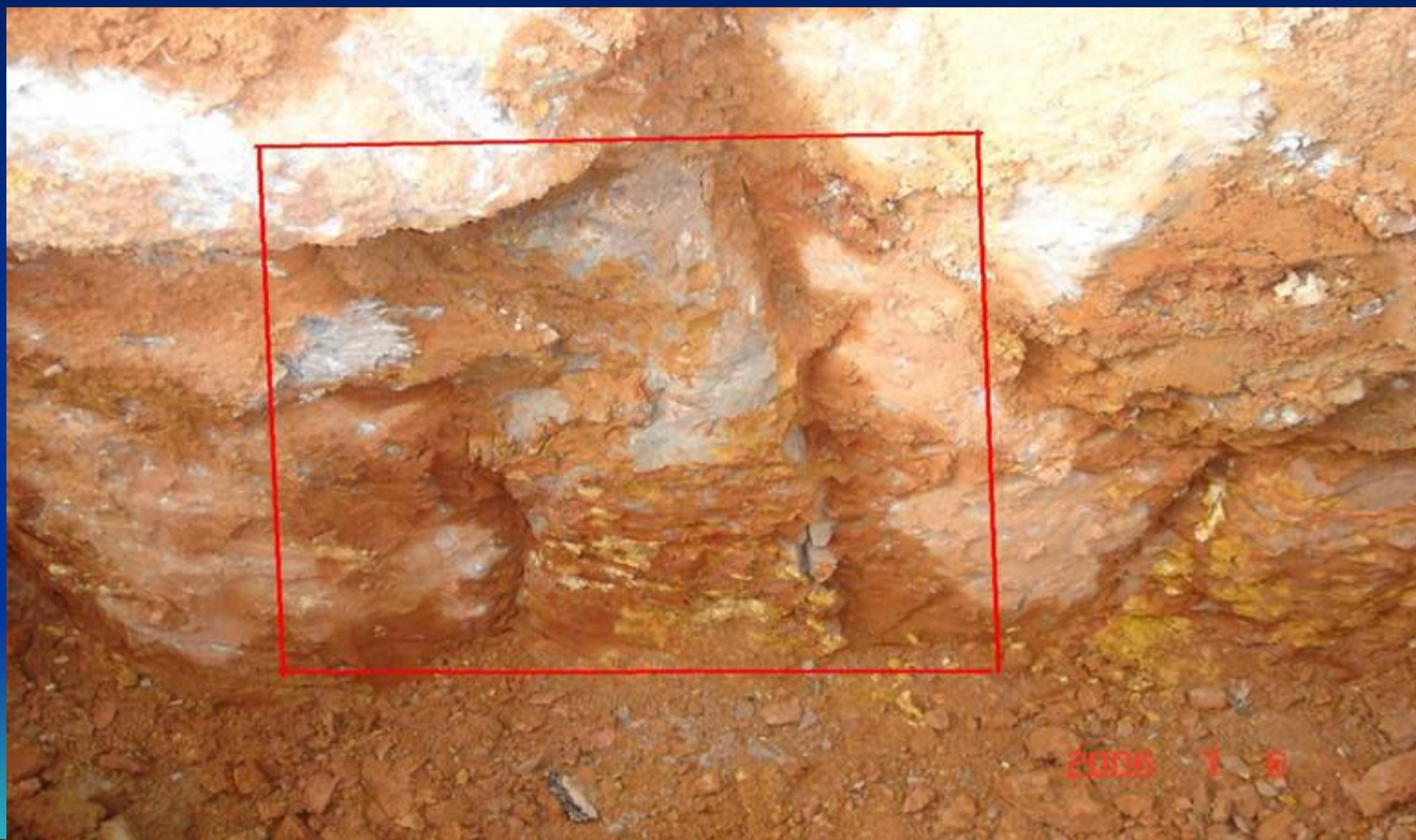
试验桩对比图（1）



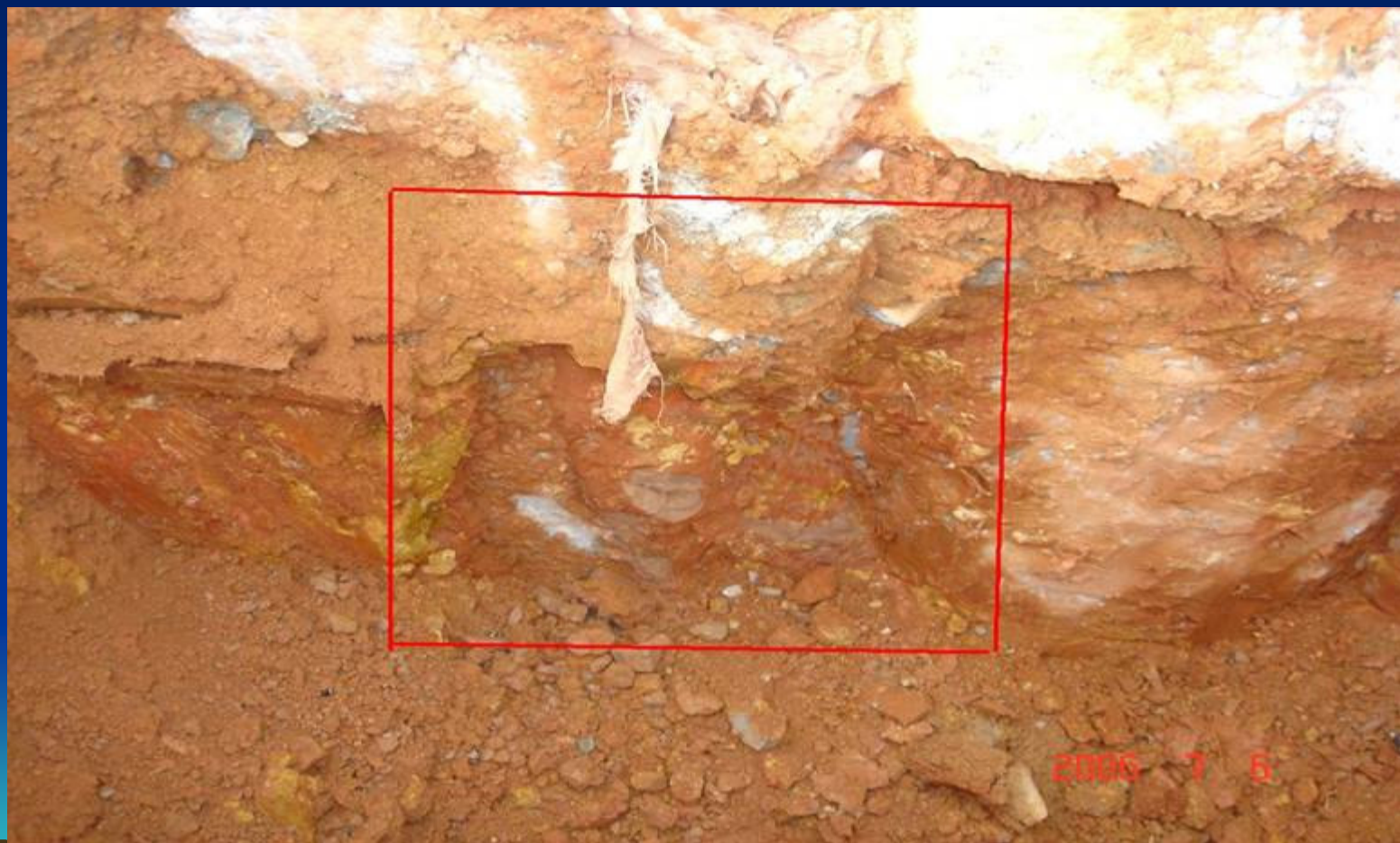
试验桩对比图 (2)



试验桩对比图 (3)



试验桩对比图（4）



试验桩报告

根据上述试桩结果，决定选取以下参数作为旋喷桩施工参数：

序号	项目名称	施工参数	备注
1	高压泵压力(Mpa)	22.0	
2	喷嘴直径(mm)	1.80	
3	气压(Mpa)	0.70	
4	钻杆旋转速度(r/min)	12.0	
5	钻杆提升速度(cm/min)	15.0	
6	水灰比	1:1	
7	比重	1.52	

会 签 栏

姓名	单位名称	职务
陈少波	省水电厅	项目副经理
林少强	水电厅	合同部经理
陈少波	广州市政工程监理单位	项目负责人
陈少波	中铁隧道勘测设计院有限公司	设计代表
陈少波	市政园林工程管理中心	土代代表

年 月 日

市政基础设施工程 旋喷桩试桩报告报审表

工程名称：生物岛-大学城隧道工程(B标段) 编号：0016 市政监-2

报：广州市市政工程监理有限公司 (监理单位)

我方已根据施工合同的有关规定完成了旋喷桩施工试桩报告的编制，并经我单位上级技术负责人审查批准，请予审查。

附：旋喷桩施工试桩报告

承包单位： (章)

项目经理：陈少波

日期：2006年6月22日

总/专业监理工程师审查意见：经设计、监理、施工四方现场对试桩外观质量检查后，认为合格。试桩施工技术交底如下：
1. 水泥浆液的水灰比为1:1，对应比重为1.52g/cm³。
2. 高压泵压力为22MPa，气压为0.7MPa。
3. 注浆后提升速度为15cm/min，注浆管的水灰比为1:1。
日期：2006.7.11

设计单位意见：

同意监理单位确定的技术参数，但必须保证桩径要求。

设计单位： (章)

日期：2006.7.11

建设单位意见：

同意按试桩确定的参数提供施工。

建设单位： (章)

日期：2006.7.11

效果检查

- 通过实施QC活动查找要因及制定对策，本项目旋喷桩经过第三方检测单位检测，施工质量良好，基坑开挖后，止水效果显著。实现了预期的目标。
- 通过QC小组活动，旋喷桩每米水泥用量由300kg降到249.5kg，因此旋喷桩每米水泥用量节约47.5kg，本工程 $\phi 600$ 旋喷桩共4250米，节约水泥用量： $4250 \times 50.5 = 214625\text{kg}$ ，每公斤水泥按0.435元，共节约费用：9.34万元。

施工现场止水效果图（1）





施工现场止水效果图（2）



施工现场止水效果图（3）



第三方检测报告

MA (2004) 检测认证字(2033)0008

旋喷桩钻芯法试验 No. L0029

检测报告

工程名称: 广州市生物岛—大学城隧道土建工程 (B标段)

工程地点: 广州市生物岛, 大学城

委托单位: 广州市市政园林局

检测日期: 2006年8月29日至2006年8月31日

报告总页数: 15 (含此页)

报告编号: 2006CI004

广东省物料实验检测中心
二〇〇六年九月十日

各桩抽芯检测情况一览表

表 3-1

桩号	钻孔深度 m	检测桩长 m	桩身混凝土 质量情况	试验龄期 天	取样编号 取样深度 m	抗压强度值 kPa	持力层 土性
XA46	23.00	22.10	0.00~8.50m 为堆积土水泥土, 旋喷较均匀, 胶结好。 8.50~22.10m 为全风化花岗岩水泥土, 旋喷较均匀, 胶结好。		XA46-1	4370	强风化花岗岩
					2.80~3.00	5680	
					XA46-2		
					10.20~10.50	3820	
XB15	24.50	23.90	0.00~9.50m 为堆积土水泥土, 旋喷均匀, 胶结好。 9.50~23.90m 为全风化花岗岩水泥土, 旋喷均匀, 胶结好。		XB15-1	1450	强风化花岗岩
					3.20~3.50	1770	
					XB15-2		
					12.15~12.45	2010	
XB33	24.00	22.90	0.00~12.00m 为堆积土水泥土, 旋喷均匀, 胶结好。 12.00~22.90m 为全风化花岗岩水泥土, 旋喷均匀, 胶结好; 局部胶结稍差。		XB33-1	3580	强风化花岗岩
					2.30~2.60	4387	
					XB33-2		
					11.20~11.50	6830	
					XB33-3		
					21.05~21.35		

五、检测结论

本次共检测的 3 根旋喷桩, 旋喷较均匀, 与原土胶结好; 抽检桩身混凝土芯样无侧限抗压强度为 1450~6830kPa。桩端持力层为强风化岩, 检测桩长与施工记录桩长基本相符。

广东省物料实验检测中心
二〇〇六年九月十日

巩固措施

- 将本次QC小组活动中对旋喷桩技术参数确定与水泥用量的控制报告公司技术部，作为施工经验在公司内部推广。



总结

- 本次活动，小组成员分工协作，各尽所长，充分发挥各自主观能动性，提高团队成员的协同作战能力和个人能力，增强了组员的质量意识和解决问题的信心。
- 下次课题为：《提高旋喷桩施工质量》，着重对不同地质情况和施工工艺上研讨。



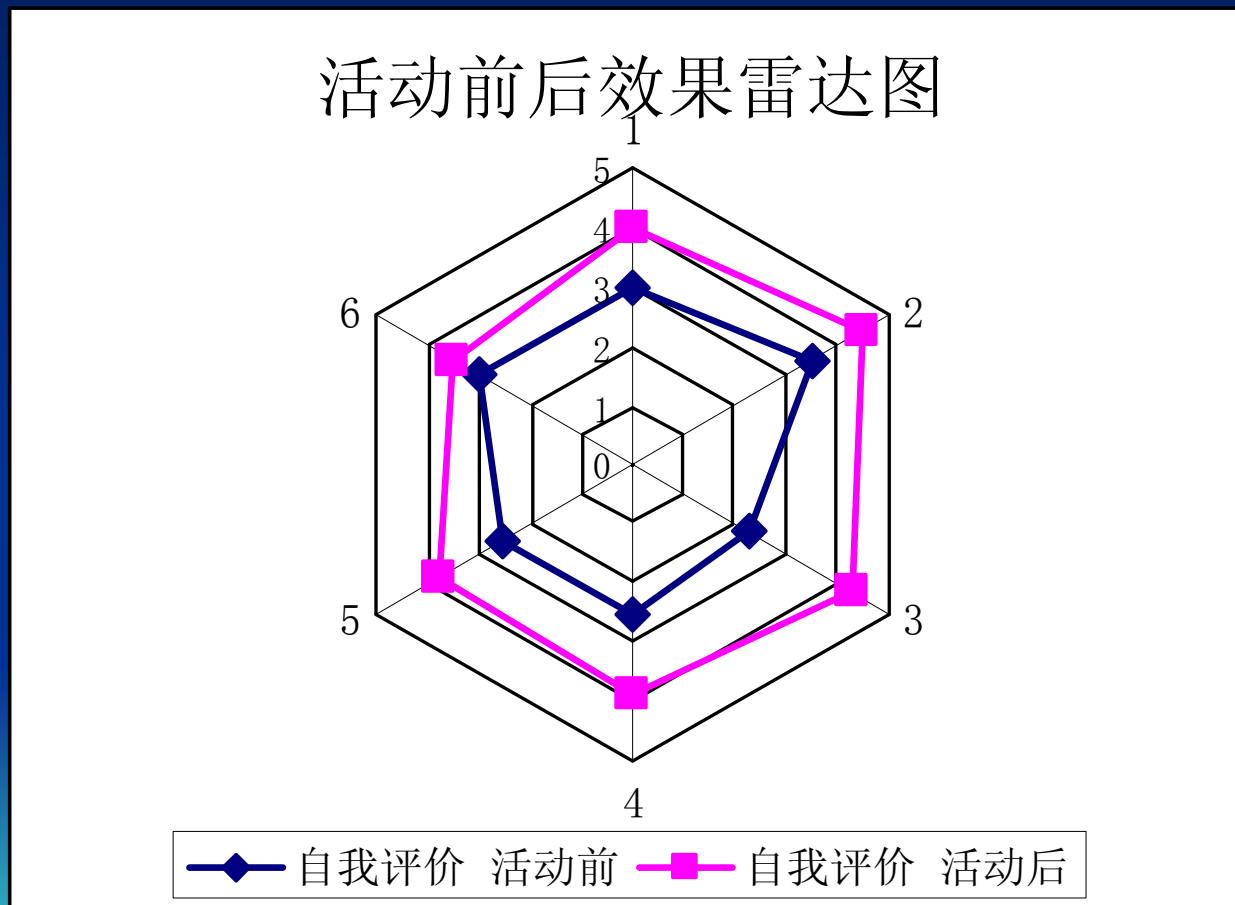
QC小组活动照片



QC活动前后效果比较

编号	项目	自我评价	
		活动前	活动后
1	质量意识	3	4
2	个人能力	3.5	4.5
3	团队精神	2.25	4.25
4	改进意识	2.5	3.9
5	QC工具运用技巧	2.5	3.75
6	工作热忱干劲	3	3.5

活动前后效果雷达图



谢谢大家

