

水保监测（粤）字第 0003 号

广州市凤凰山隧道工程

水土保持监测总结报告

建设单位：广州市凤凰山隧道建设有限公司

监测单位：广东河海工程咨询有限公司

2020 年 12 月



水保监测（粤）字第 0003 号

广州市凤凰山隧道工程

水土保持监测总结报告

建设单位：广州市凤凰山隧道建设有限公司

监测单位：广东河海工程咨询有限公司

2020年12月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：广东河海工程咨询有限公司

法定代表人：孙桂国

单位等级：★★★★★（5星）

证书编号：水保监测（粤）字第0003号

有效期：自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2018年09月30日



单位地址：广州市天河区天寿路101号3楼

邮 编：510610

联 系 人：李庆芳

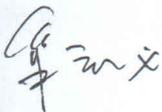
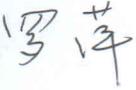
电 话：13560439699

电子邮箱：qf-981606@163.com

广州市凤凰山隧道工程水土保持监测总结报告

责任页

广东河海工程咨询有限公司

批准:	孙栓国		董事长	
核定:	郭新波		副总工/高级工程师	
审查:	巢礼义		高级工程师	
校核:	焦波		工程师	
项目负责人:	李庆芳		高级工程师	
编写:	李庆芳		高级工程师	前言、第 1~4 章节
	罗萍		高级工程师	第 5~8 章节
	罗海峰		助理工程师	附件、附图

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	5
1.1 建设项目概况	5
1.2 水土保持工作情况	15
1.3 监测工作实施情况	18
2 监测内容和方法	21
2.1 监测内容	21
2.2 监测方法	22
3 重点部位水土流失动态监测	23
3.1 防治责任范围监测	23
3.2 取料监测结果	25
3.3 弃渣监测结果	26
3.4 土石方流向情况监测结果	26
3.5 其他重点部位监测结果	26
4 水土流失防治措施监测结果	28
4.1 工程措施监测结果	28
4.2 植物措施监测结果	28
4.3 临时防护措施监测结果	29
4.4 水土保持措施防治效果	30
5 土壤流失情况监测	31
5.1 水土流失面积	31

5.2 水土流失量	31
5.3 取土（石、料）弃土（石、料）潜在水土流失量	34
5.4 水土流失危害	34
6 水土流失防治效果监测结果	36
6.1 水土流失治理度	36
6.2 土壤流失控制比	37
6.3 渣土防护率	37
6.4 表土保护率	37
6.5 林草植被恢复率	37
6.6 林草覆盖率	37
6.7 防治目标完成情况	38
7 结论	39
7.1 水土流失动态变化	39
7.2 水土保持措施评价	39
7.3 存在问题及建议	40
7.4 综合结论	40
8 附图及有关资料	41
8.1 相关资料	41
8.2 附图	41

前言

广州市凤凰山隧道工程位于广州市天河区、黄埔区，是广佛肇高速公路的起始段，路线总体呈东西走向，路线起自广河高速春岗互通，向东与广河共线，加宽广河高速为 10 车道高速公路断面至渔沙坦互通后与广河高速分离，设隧道穿凤凰山后，上跨天鹿南路，设隧道穿牛鼻山后，沿山谷布线，至黄麻村后转向西南，通过牛鼻头大桥上跨广汕公路并设置黄麻互通，设隧道穿越斜山，经水西村后通过水西村特大桥跨水西路及北二环高速公路，终于广惠高速公路萝岗互通。

全长 14.041km(以右线计,含广河高速拼宽段 1.1km,广惠高速拼接段 0.98km)。主线隧道长 4.737km/3 座(以右线计),桥梁长 5.297km/12 座(其中特大桥 2 座),主线路基长度 4.007km,互通立交 3 处,分别为渔沙坦、黄麻、萝岗互通立交。设置匝道收费站 2 处,管养中心 1 处。工程于 2013 年 10 月开工建设,于 2019 年 4 月完工,总工期为 67 个月。工程实际总投资 40.6 亿元,其中土建投资 20.03 亿元,资金来源为财政出资及银行贷款。

2013 年 12 月 9 日,广州市道路养护中心关于授权广州市凤凰山隧道建设有限公司作为凤凰山隧道工程项目管理实施主体的通知,确定本项目建设管理单位为广州市凤凰山隧道建设有限公司。

2012 年 11 月 27 日,广东省发展改革委以粤发改交通函〔2012〕3160 号文《关于广州市凤凰山隧道项目建议书的批复》批复同意该工程立项。

2013 年 6 月 25 日,取得广东省发展改革委《关于广州市凤凰山隧道工程可行性研究报告审批的批复》(粤发改交通函〔2013〕1830 号);

2013 年 7 月 19 日,取得广东省交通运输厅《关于广州市凤凰山隧道工程初步设计的批复》(粤交基〔2013〕872 号);

2013 年 11 月 8 日,取得广东省住房和城乡建设厅《建设项目选址意见书》(选字第 440000201300300 号);

2013 年 11 月 21 日,取得广州市规划局《建设用地规划许可证》(穗规地证〔2013〕376 号)。

2012 年 7 月,广州市道路养护中心委托广东河海工程咨询有限公司(以下简称“我公司”)承担本工程的水土保持方案编制工作。2013 年 3 月,编制完成《广州

市凤凰山隧道工程水土保持方案报告书》（报批稿）。2013年4月11日，广东省水利厅以“粤水水保〔2013〕21号”对《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案报告书》（报批稿）进行批复。根据水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保〔2016〕65号）中第三条及第五条之规定，建设单位于2020年7月委托广东河海工程咨询有限公司承担该项目的水土保持方案变更报告书的编制工作，并于2020年11月完成了《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书》（送审稿），2020年11月20日，广州格策工程技术咨询有限公司在广州市天河区组织召开了《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书（送审稿）》专家技术评审会，同意通过评审；2020年12月，完成对报告的修改，并上报广东省水利厅。2020年12月22日，广东省水利厅以粤水许决字〔2020〕151号文对《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书》作出准予变更行政许可决定书。

2015年4月，广州市凤凰山隧道建设有限公司委托广东河海工程咨询有限公司开展本工程水土保持监测工作，公司抽调水土保持监测技术人员成立了监测项目部，查阅工程初步设计、施工图、监理月报、监理工作总结和建设过程中的影像照片，勘察了现场，重点就扰动土地面积、水土流失量、绿化、排水等进行调查监测。2015年4月编制了《广州市凤凰山隧道工程水土保持监测实施方案》，至施工结束，共编制18期监测季报、4期监测年报，并按照规定定期将监测季度报告分别报送至广东省水利厅、广州市水务局，天河区水务局，黄埔区水务局。2019年9月，我公司经过现场调查监测认为，本项目建设过程中基本落实了水土保持方案中设计的大部分措施，对施工所造成的扰动土地范围进行了较全面的治理，使人为新增的水土流失得到有效控制，施工造成的水土流失得到基本治理。2020年12月，经过内业分析，我公司编制完成《广州市凤凰山隧道工程水土保持监测总结报告》（监测时段为2015年4月~2019年9月）。

在现场勘查、资料收集等过程中，广州市凤凰山隧道建设有限公司、广州诚信公路建设监理咨询有限公司等相关单位同志予以积极帮助，在此一并表示感谢！

广州市凤凰山隧道工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标								
项目名称		广州市凤凰山隧道工程						
建设规模	本项目占地 104.16hm ² ，路线全长 14.041km。	建设单位、联系人		广州市凤凰山隧道建设有限公司 周青 13925122025				
		建设地点		项目位于广州市天河区、黄埔区，项目起点接广河高速春岗互通，终于广惠高速公路萝岗互通D匝道。				
		所属流域		珠江流域				
		工程总投资		40.6 亿元				
		工程总工期		2013 年 10 月开工，2019 年 4 月完工，总工期为 67 个月。				
水土保持监测指标								
监测单位		广东河海工程咨询有限公司		联系人及电话		李庆芳 /13560439699		
自然地理类型		低山丘陵地貌		防治标准		建设类一级		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标		监测方法（设施）	
	1.水土流失状况监测		桩钉法和侵蚀沟量测法		2.防治责任范围监测		调查	
	3.水土保持措施情况监测		调查		4.防治措施效果监测		调查	
	5.水土流失危害监测		调查		水土流失背景值		500 t/km ² ·a	
方案设计防治责任范围		104.16hm ²		容许土壤流失量		500t/km ² ·a		
水土保持投资		4265.68 万元		水土流失目标值		500t/km ² ·a		
防治措施	工程措施	主体工程区	表土剥离 24.73hm ² ，表土回填 7.42 万 m ³ ，排水沟 32.78km，截水沟 7.85km。网格护坡 7.29hm ² ，急流槽 4.95km					
	植物措施	主体工程区	撒播草籽 10.23hm ² ，绿化工程 12.17 hm ² ，植草护坡 17.15hm ²					
		施工生产生活区	全面整地 0.33hm ² 、撒播草籽 0.33hm ² 、栽植乔木 200 株					
	临时措施	临时堆土区	全面整地 0.6hm ² ，撒播草籽 0.6hm ² 、栽植乔木 960 株					
		主体工程区	临时拦挡 9225m，临时排水沟 3152m，临时沉沙池 50 座，临时苫盖 75147m ³ ，灌注桩泥浆池 900 个，坡面急流槽 1531m，路面挡土埂 11888m					
		施工生产生活区	临时排水沟 1821m，临时沉沙池 6 座					
临时堆土区	临时拦挡 1120m，临时排水沟 1285m，临时沉沙池 4 座，临时苫盖 17225m ²							
监测结论	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量				
	防治效果	水土流失治理度（%）	98%	99.60%	防治责任范围面积	104.16hm ²	水土流失总面积	99.98hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	7.29hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a
		渣土防护率（%）	98%	98%	植物措施面积	40.48hm ²	监测土壤流失情况	500t/km ² ·a
		表土保护率（%）	92%	100%	植被恢复面积	40.41hm ²	林草类植被面积	40.41hm ²
		林草植被恢复率	98%	99.80%	实际拦挡弃渣量	219.37 万 m ³	总弃渣量	219.37 万 m ³

前言

	(%)						
	林草覆盖率 (%)	27%	38.8%	防治措施面积	47.77hm ²	扰动土地总面积	99.98hm ²
	水土保持治理	通过水土保持监测，结果表明：实施的水土保持措施布局合理，各项措施运行良好，发挥了水土保持作用，土壤流失量控制在允许的范围内，建设单位水土流失防治责任落实到位。					
	达标评价	六项防治标准均可以达到批复的水土保持方案变更报告确定的建设类南方红壤区一级标准防治目标值。					
	总体结论	建设单位在水土流失防治责任范围内认真履行了水土流失的防治责任，水土保持设施具备正常运行条件，符合交付使用的要求，水土保持设施的管护、维护措施落实到位。					
	主要建议	<p>(1) 对淤积严重的排水沟进行定期清理，加强对工程措施的养护管理，防止被破坏而影响其功能。</p> <p>(2) 对植物措施成活率、生长状况不良的区域应抓紧补种补植，加强养护管理。</p> <p>(3) 建设单位在以后的建设项目实施过程中，在项目开工前即委托具有水土保持监测能力的单位或自行组织水土保持监测工作。</p>					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

(1) 地理位置

本项目位于广州市天河区、黄埔区。路线总体呈东西走向，路线起自广河高速春岗互通，向东与广河共线，加宽广河高速为 10 车道高速公路断面至渔沙坦互通后与广河高速分离，设隧道穿凤凰山后，上跨天鹿南路，设隧道穿牛鼻山后，沿山谷布线，至黄麻村后转向西南，通过牛鼻头大桥上跨广汕公路并设置黄麻互通，设隧道穿越斜山，经水西村后通过水西村特大桥跨水西路及北二环高速公路，终于广惠高速公路萝岗互通。

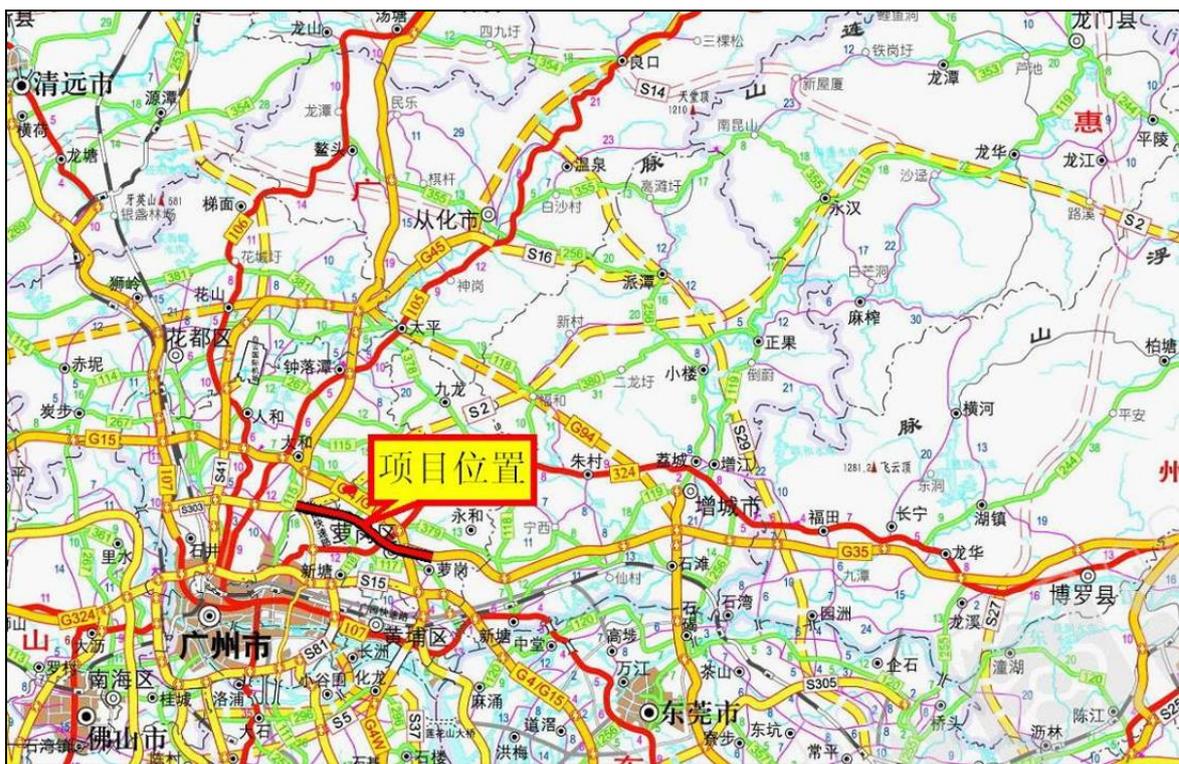


图 1.1-1 项目地理位置图

(2) 主要经济技术指标

项目路线全长 14.041km(以右线计),公路等级为高速公路,设计车速为 100km/h,路基宽度为 33.5m,双向六车道,路面结构类型为沥青混凝土路面。工程主要由路基工程、桥涵工程、互通工程、隧道工程、附属设施等。新建主线隧道长 4.737km/3 座

(以右线计), 桥梁长 5.297km/12 座 (其中特大桥 2 座), 主线路基长度 4.007km, 互通立交 3 处, 设置匝道收费站 2 处, 管养中心 1 处。

本工程于 2013 年 10 月开工, 2019 年 4 月完工, 总工期为 67 个月。本项目实际总投资 40.6 亿元, 土建投资 20.03 亿元, 资金来源为财政出资及银行贷款。建设单位为广州市凤凰山隧道建设有限公司, 负责项目的建设和运行期管理。

本项目工程特性表见表 1.1-1。

表 1.1-1 广州市凤凰山隧道工程工程特性表

一、基本情况				
1	项目名称	广州市凤凰山隧道工程		
2	建设单位	广州市凤凰山隧道建设有限公司		
3	建设地点	本项目位于广州市天河区、黄埔区。		
4	建设内容及规模	项目路线全长 14.041km, 工程主要由路基工程、桥涵工程、互通工程、隧道工程、附属设施等。新建主线隧道长 4.737km/3 座 (以右线计), 桥梁长 5.297km/12 座 (其中特大桥 2 座), 主线路基长度 4.007km, 互通立交 3 处, 设置匝道收费站 2 处, 管养中心 1 处。		
5	技术标准	项目路线全长 14.041km (以右线计, 含广河高速拼宽段 1.1km, 广惠高速拼接段 0.98km), 公路等级为高速公路, 设计车速为 100km/h, 路基宽度为 33.5m, 双向六车道, 路面结构类型为沥青混凝土路面。		
6	工程性质	新建项目		
7	建设工期	2013 年 10 月 ~ 2019 年 4 月, 总工期 67 个月		
8	工程投资	总投资/土建投资: 40.6 亿元/20.03 亿元。		
二、工程占地情况 (单位: hm^2)				
9	项目组成	占地面积	占地性质	备注
(1)	主体工程区	102.95	永久、临时	互通空地临时占地 12.96hm^2
(2)	施工生产生活区	0.61	临时	
(3)	临时堆土区	0.6	临时	
(4)	合计	104.16		
三、土石方情况 (单位: 万 m^3)				
	挖方	填方	借方	余方
	384.87	165.50	0.0	219.37

(3) 项目组成及布置

本项目根据施工特点的不同将本工程划分为路基工程、桥涵工程、互通工程、隧道工程、附属设施等组成。

1) 路基工程

路基工程共长 4.007km, 公路等级为高速公路, 设计车速为 100km/h, 整体式路基宽度为 33.50m, 分离式路基宽度为 16.75m, 双向六车道, 路面结构类型为沥青混凝土路面。

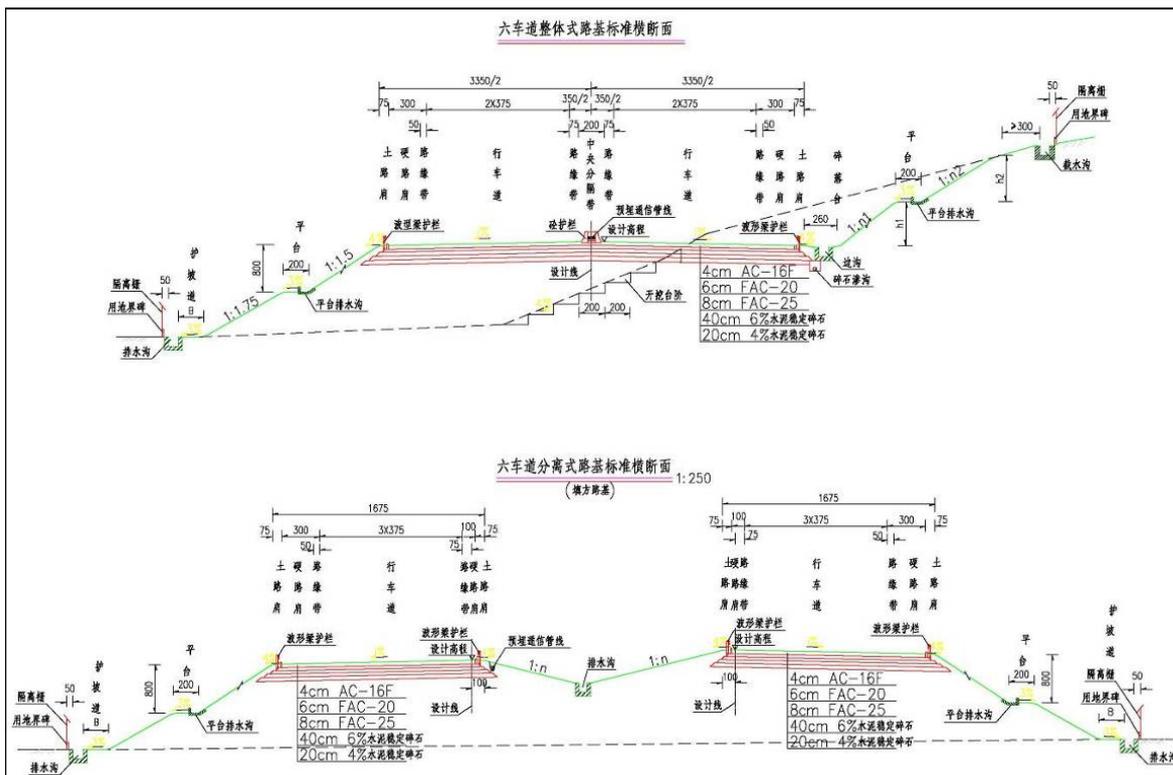


图 1.1-2 路基标准横断面

填方路基边坡高度 $H \leq 4\text{m}$ 时，采用植草防护；边坡高度 $4 < H \leq 6\text{m}$ 时，采用三维网植草防护；边坡高度 $H > 6\text{m}$ 时，采用人字型骨架植草防护；城市内用地受限路段采用加筋土式生态挡土墙。边坡坡率从 1: 1.5 ~ 1: 1.75 不等。挖方边坡原则上每 10m 设一级，各级坡设 2.0m 宽的平台及平台拦水堰，最上一级边坡高度小于 12m 时，可一坡到顶。视土质情况，边坡坡率从 1: 0.5 ~ 1: 1.25 不等。对于土质和全~强风化岩石挖方边坡，当坡顶汇水面积较小时：边坡高度 $H \leq 6\text{m}$ ，采用植草防护；边坡高度 $6 < H \leq 10\text{m}$ ，采用三维网植草防护；边坡高度 $H > 10\text{m}$ ，采用人字形骨架植草防护。当上方边坡汇水面积较大时：边坡高度 $H \leq 4\text{m}$ ，采用植草防护；边坡高度 $4 < H \leq 6\text{m}$ ，采用三维网植草防护；边坡高度 $H > 6\text{m}$ ，采用人字形骨架植草防护。对于局部岩体节理裂隙发育，可能发生楔形体破坏的挖方边坡采用锚杆混凝土框架植草的防护形式。

2) 桥涵工程

桥梁总长 5.297km，占路线总长度的 37.73%，特大桥 2052m/2 座、大中桥 3245m/10 座（其中互通主线桥 2636m/4 座），桥梁详见表 1.1-2；涵洞 965.86m/17 道。

桥梁上部构造主要采用 PC 小箱梁，特大桥、拼宽桥上部结构采用 P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1.1-2 工程桥梁一览表

序号	中心桩号	桥梁名称	起点桩号	终点桩号	孔数及孔径	上部构造	长度(m)
					(孔·m)		
1	GZK2+248.9	广河高速拼宽桥左幅	GK1+743.9	GZK2+753.9	14×25+22×30	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	1010
	GYK2+443.9	广河高速拼宽桥右幅	GYK1+893.9	GYK2+993.9	8×25+25×30+6×25	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	1100
2	ZK2+262.363	渔沙坦大桥左幅	ZK1+981.213	ZK2+543.513	30.5+2×30+2×25+12×24.5+5×25	P.C.小箱梁	562.3
	YK2+412.649	渔沙坦大桥右幅	YK2+259.549	YK2+565.749	6×30.5+4×30	P.C.小箱梁	306.2
3	ZK5+509.5	黄陂村特大桥左幅	ZK4+924.5	ZK6+094.5	6×30+10×40+(50+90+50)+7×40+3×30+25	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	1170
	YK5+546.0	黄陂村特大桥右幅	YK4+993.5	YK6+098.5	4×30+10×40+(50+90+50)+7×40+2×30+2×25	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	1105
4	ZK8+326.950	竹仔顶大桥左幅	ZK8+247.0	ZK8+406.9	13×25	P.C.小箱梁	159.9
	YK8+313.3	竹仔顶大桥右幅	YK8+146.0	YK8+480.6	6×25	P.C.小箱梁	334.6
5	ZK8+645	沙埗大桥左幅	ZK8+590.4	ZK8+699.7	6×25	P.C.小箱梁	109.3
	YK8+645	沙埗大桥右幅	YK8+565.4	YK8+724.7	4×25	P.C.小箱梁	159.3
6	ZK9+930	黄麻村大桥左幅	ZK9+851.6	ZK10+008.4	6×25	P.C.小箱梁	156.8
	YK9+930	黄麻村大桥右线	YK9+851.6	YK10+008.4	6×25	P.C.小箱梁	156.8
7	ZK10+401.5	石桥见大桥左幅	ZK10+272.4	ZK10+530.6	11×25	P.C.小箱梁	258.2
	YK10+414.5	石桥见大桥右幅	YK10+272.9	YK10+556.2	10×25	P.C.小箱梁	283.3
8	ZK10+956.68	牛鼻头大桥左幅	ZK10+793.4	ZK11+119.9	3×25+8×30	P.C.小箱梁	326.5
	YK10+948.937	牛鼻头大桥右幅	YK10+788.4	YK11+109.4	3×25+8×30	P.C.小箱梁	321
9	ZK11+881	石头尾大桥左幅	ZK11+731.0	ZK12+031.0	19×25	P.C.小箱梁	300
	YK11+969.5	石头尾大桥右幅	YK11+732.0	YK12+207.0	12×25	P.C.小箱梁	475
10	ZK13+385.066	水西村大桥左幅	ZK12+911.8	ZK13+858.4	6×30+(30+28)+(25.151+3×30)+3×30+(25.825+2×33.5+25)+(30.4+29.6+30)+3×30+8×25	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	946.616
	YK13+385.066	水西村大桥右幅	YK12+911.8	YK13+858.4	6×30+(29+28.151)+(3×30+26)+3×30+(25.825+2×33.5+25)+(30.4+29.6+30)3×30+8×25	P.C.小箱梁+P.C.连续箱梁	946.616
11	ZK14+371.741	萝元中桥左幅	ZK14+334.2	ZK14+409.2	1×25+2×25	P.C.小箱梁	75
	YK14+371.741	萝元中桥右幅	YK14+334.2	YK14+409.2	1×25+2×25	P.C.小箱梁	75
12	ZK14+550	YK14+550 中桥左幅	ZK14+532.5	ZK14+567.5	1×25	P.C.小箱梁	35
	YK14+550	YK14+550 中桥右幅	YK14+532.5	YK14+567.5	1×25	P.C.小箱梁	35
合计左幅							5109.616
合计右幅							5297.816

注：表中加粗字体为互通内主线桥梁。

3) 隧道工程

设隧道 4.737km/3 座（以右线计）占路线总长度的 33.7%。其中长隧道 4202m/2 座、中隧道 535m/1 座。

表 1.1-3 隧道工程设置一览表

序号	隧道名称	起讫桩号	左幅隧道长 (m)	右幅隧道长 (m)	隧道形式
1	凤凰山隧道	ZK2+563 ~ ZK4+926	2363	0	分离式
		YK2+589 ~ YK4+970	0	2381	
2	牛鼻山隧道	ZK6+212 ~ ZK7+986	1774	0	分离式
		YK6+114 ~ YK7+935	0	1821	
3	斜山隧道	ZK11+196 ~ ZK11+707	511	0	分离式
		YK11+140 ~ YK11+675	0	535	
	合计		4648	4737	

4) 互通工程

设渔沙坦、黄麻、萝岗互通共 3 处，分别与广河高速、广汕公路、北二环高速相接。其中主线互通桥梁全长 2636m/4 座（已计入桥涵工程中）；匝道路基全长 13.23km，匝道桥 3.783km/14 座，匝道内涵洞 338.94m/9 道。

本项目共设互通式立交 3 处。互通立交平均间距 4.808km，最大间距 8.463km，最小 2.627km。

表 1.1-4 互通式立交设置一览表

序号	互通立交名称	交叉桩号	被交叉道路		互通形式	备注
			名称	等级		
1	渔沙坦互通	YK2+401.727	广河高速	高速公路	Y 型	采用主线标准
2	黄麻互通	YK9+875	广汕公路	一级公路	单喇叭	工可为不完全 T 型
3	萝岗互通	YK13+707.5	北二环高速	高速公路	部分涡轮型	采用主线标准

5) 附属设施

设置匝道收费站 2 处，管养中心 1 处。

(4) 施工组织及工期

1) 工程土建划分

经咨询建设单位，广州市凤凰山隧道工程的土建划分为 1 个设计标段、7 个路基桥梁隧道施工标段、1 个路面施工标段、2 个绿化工程施工标段、1 个监理标段，各标段参建单位一览表 1.1-5。

表 1.1-5 土建工程参建单位一览表

名称	参建单位	标段	起止桩号	长度(km) (均以右线统计)
设计单位	中交第二公路勘察设计研究院有限公司	SJ01	全线	14.041
监理单位	广州诚信公路建设监理咨询有限公司	JL01	全线	14.041
路基、桥梁、隧道施工单位	杭州市交通工程集团有限公司	TJ-02	GK1+893.9~GK2+993.9 GK1+743.9~GZ2+753.9 YK2+259.549~YK2+565.749 ZK1+981.213~ZK2+543.513	1.406
	葛洲坝集团第五工程有限公司	TJ-03	YK2+565.749~YK4+992 ZK2+543.513 ~ ZK4+923	2.426
	广东长宏公路工程有限公司	TJ-01	YK4+992~YK6+098.8 ZK4+923~ZK6+094.8	1.107
	中铁二十三局集团有限公司	TJ-04	YK6+098.8~YK8+143.5 ZK6+094.8 ~ ZK8+244.5	2.045
	中铁九局集团有限公司	TJ-05	YK8+143.5~YK11+123 ZK8+244.5 ~ ZK11+130	2.980
	中铁七局集团武汉工程有限公司	TJ-06	YK11+123~YK12+900 ZK11+130 ~ K12+900	1.777
	湖北天浩公路工程有限公司	TJ-07	K12+900~K15+200	2.3
路面施工单位	广州市公路工程公司	LM-01	全线	14.041
绿化施工单位	深圳市华美绿环境建设工程有限公司	LH-01	K2+259.549~K11+123	8.864
	广东能达园林生态工程有限公司	LH-02	K11+123~K15+200	4.077

2) 施工便道

本项目实际施工期过程中周边已有完善的村道可供车辆出入，无需新增临时占地作为施工便道进出项目现场；施工便道主要布设在用地红线内，占永久用地 3.31hm²，现阶段施工便道均已建设使用或绿化恢复，施工便道纵坡小于 9%，挖填方路段纵坡不小于 0.3%。本项目共布设临时道路 7366m，采用单车道，车道宽度 3.5m，路基宽度 4.5m。

3) 施工生产生活区

1 建设项目及水土保持工作概况

施工生产生活区主要是作为砼拌和系统、钢筋加工厂、机械修配、临时堆料场以及桥梁预制厂、施工营地等。本工程施工生产生活区面积共 3.61hm²，其中占用主体工程永久占地面积 3.00hm²，临时占地面积 0.61hm²。

表 1.1-6 施工生活生产区设置一览表

序号	位置	占地面积 (m ²)	占地类型	是否属于项目永久占地范围	现状 (按实际统计)	后续情况
1#施工营地	黄麻村村道旁	2766	建设用地	是	未拆除	拆除后作为养护应急基地使用
2#施工营地	水西社区长龙社	2809	未利用地	否 (新增临时用地)	已移交 (已归还)	无
3#施工营地	水西村大桥桥底	3349	建设用地	是	未拆除	拆除后作为养护应急基地使用
1#钢筋加工厂	牛鼻山隧道口附近 (惠州端)	3599	建设用地	是	已拆除, 现为本项目高速公路建设使用	无
2#钢筋加工厂	黄麻村村道附近	3330	未利用地	否 (新增临时用地)	已复绿 (土地权属方自行使用)	无
3#钢筋加工厂	石头尾大桥两幅桥之间	2626	建设用地	是	已拆除, 现为本项目高速公路建设使用	无
1#预制场	凤凰山隧道口附近 (惠州端)	1947	建设用地	是	已拆除, 现为本项目高速公路建设使用	无
2#预制场	凤凰山隧道口附近 (广州端)	4930	建设用地	是	已拆除, 并硬化	无
3#预制场	K10+100 主线路基	3478	建设用地	是	已拆除, 现为本项目高速公路建设使用	无
4#预制场	萝岗互通范围内	7361	建设用地	是	已复绿	无
合计		36195				

4) 临时堆土区

临时堆土区主要是作为临时土方、调配使用, 堆土高度约 2.5m。本工程临时堆土区面积共 0.60hm², 均为临时占地, 1#临时堆土区位于 TJ04 标段 (YK8+250) 竹仔顶大桥 (左幅), 用地面积 3740m²; 2#临时堆土区位于 TJ06 标段 (YK12+000) 石头尾大桥 (左幅), 用地面积 2260m²。

5) 施工工期

土建工程按划分的施工标段分段施工, 最早于 2013 年 10 月开工 (TJ-01 先行标), 于 2019 年 4 月 23 日全线通车, 截至 2019 年 9 月全部工程结束, 桥底绿化施工完毕, 总工期 76 个月。各段施工工期详见表 1.1-7。

表 1.1-7 施工工期一览表

序号	施工标段	开工日期	完工日期	总工期	备注
1	TJ-02	2014年1月	2018年4月	52个月	
2	TJ-03	2014年1月	2017年4月	40个月	
3	TJ-01	2013年10月	2017年11月	50个月	先行标
4	TJ-04	2014年1月	2017年11月	47个月	
5	TJ-05	2014年1月	2018年5月	53个月	
6	TJ-06	2014年3月	2017年11月	46个月	
7	TJ-07	2014年1月	2019年1月	61个月	
8	LM-01	2016年10月	2019年4月	31个月	
9	LH-01	2016年4月	2018年6月	27个月	
10	LH-02	2016年4月	2019年4月	37个月	

(3) 工程占地

根据主体设计资料及现场核查,本工程总占地面积为 104.16hm²,其中永久占地 89.99hm²,临时占地 14.17hm²。按占地类型划分,共计占用耕地 4.72hm²,园地 5.72hm²,林地 46.75hm²,工矿仓储用地 2.2hm²,住宅用地 4.3hm²,交通运输用地 25.83hm²,水域及水利设施用地 4.18hm²,其他土地 10.46hm²。

表 1.1-8 工程占地情况表

项目	合计	占地类型									占地性质	
		耕地	园地	林地	工矿仓储用地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	永久占地	临时占地	
主体工程	路基工程	30.27	0.01	1.86	23.46	1.73		3.16	0.01	0.04	30.27	
	桥涵工程	23.11	0.35	1.66	1.79		1.09	17.02	1.03	0.17	23.11	
	互通工程	49.15	4.36	1.4	20.67	0.47	3.21	5.65	3.14	10.25	36.19	12.96
	隧道工程	0.22			0.22						0.22	
	附属设施	0.2		0.2							0.2	
施工生产生活区	0.61			0.61								0.61
临时堆土场	0.6		0.6									0.6
合计	104.16	4.72	5.72	46.75	2.2	4.3	25.83	4.18	10.46	89.99	14.17	

注: (1) 施工生产生活区实际占地 3.61hm²,其中占用主体工程永久占地面积 3.00hm²,新增临时占地 0.61hm²。占用主体工程范围内占地不再计入总占地面积;

(2) 施工便道实际占地 3.311hm²,全部为主体工程永久占地范围内,不计入总占地面积;

(3) 主体工程中的萝岗互通工程临时占地 12.96hm²,为萝岗互通内(红线范围外)面积,其余互通工程均包括整个占地。

(3) 土石方平衡

本工程土石方数量主要根据主体设计-施工图设计资料进行统计。本项目挖方总

量 384.87 万 m^3 (含表土 7.42 万 m^3), 填方总量 165.5 万 m^3 (含表土 7.42 万 m^3), 无借方, 余方总量 219.37 万 m^3 。为合理利用余方, 并减小弃渣造成的水土流失, 余方大部分就近回填平整在桥底、互通或者运至当地碎石场利用, 部分标段多余土石方运至广州市北二环高速公路一开创大道出入口工程项目作为临时便道、路基回填及砌体等土石方材料利用。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然概况

(1) 地形地貌

项目区地处五岭之南, 珠江三角洲之北。路线经过地段, 低山丘陵与河谷冲洪积槽谷、小平原交替出现, 整体属低山陵地貌单元。沿线海拔高程 20.3m ~ 365.5m, 相对高差一般 150 ~ 250m, 高山顶有凤凰山, 海拔 345.5m, 牛头山 365.5m, 斜山 143.5m。山体斜坡自然坡角一般 10° ~ 25° , 局部为人工陡崖。坡面植被主要为灌木、乔木和荔枝树, 植被覆盖良好, 大部分地段水土保持较好, 少见滑坡与崩塌等不良地质现象。山间谷地、山前平原多为耕地, 种植蔬菜、荔枝、龙眼等, 谷地居民密集。

(2) 水文

项目所在地区气候潮湿, 雨量充沛, 地表水系发育, 沟渠、池塘随处可见, 路线段大小河沟共有四条, 渔沙坦河、天鹿湖河、黄麻河和水西涌, 属于珠江水系。渔沙坦河位于路线起点附近, 发源于南门咀西坑水库以北, 经渔沙坦村、广东树木公园、岑村、黄村, 于东圃汇入珠江; 黄陂河与路线 K5+600 处相交, 发源于水口水库以北, 经联合、白石头、石岗、炮楼山, 于黄埔汇入珠江; 黄麻河发源于黄麻街沙槌村, 经黄麻、长龙, 于长平汇入水西涌, 黄麻河与路线 K9+950、K10+950 处两次相交; 水西涌位于路线终点端 K13+260 处, 发源于木强水库, 经长平、火村、莲塘, 于厦圃围汇入东江。勘察季节, 河宽一般 1.0 ~ 25m, 水深 0.3 ~ 1.0m, 水量大小随季节变化。

(3) 气象

广州地处亚热带沿海, 北回归线从中南部穿过, 属亚热带海洋性季风气候区, 以温暖多雨、光热充足、夏季长、霜期短为特征。全年平均气温 21.6°C , 是中国年平均温差最小的大城市之一。一年中最热的月份是 7 月, 月平均气温达 28.7°C 。最冷月为 1 月份, 月平均气温为 $9 \sim 16^{\circ}\text{C}$ 。平均相对湿度 77%, 市区多年平均年降雨量为 1556mm。全年中, 4 至 6 月为雨季, 7 至 9 月天气炎热, 多台风, 10 月、11 月、和

3 月气温适中，12 至 2 月为阴凉的冬季。全年水热同期，雨量充沛，利于植物生长，为四季常绿、花团锦簇的“花城”。

(4) 土壤、植被

广州市土壤种类多样，主要有花岗岩、砂页岩、质变页岩、石灰岩发育而成的赤红壤、山地黄壤和草甸土，地带性土壤类型为赤红壤。

广州市地带性植被类型为亚热带常绿阔叶林，种类多样而富于热带性，主要以壳斗科、樟科、大戟科、山茶科、桃金娘科、豆科、桑科、梧桐科、五加科、山矾科和冬青科等这些种类组成。但由于人类长期经济活动干扰破坏，原生性森林植被已不复存在，只在些偏远山区和村前屋后的“风水林”还残存有少量的自然次生林，现状植被以各种人工林和灌丛草坡为主，人工林中又以马尾松林和湿地松林为主，林分结构简单，森林的生态效益较差。本工程高速公路两侧有行道树，匝道处现状为林地和耕地，植被覆盖良好，项目建设区植被覆盖率约 63%。

1.1.2.2 水土流失现状

项目区位于广东省广州市天河区、黄埔区，属南方红壤丘陵区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的划分，项目区土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，土壤容许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

根据《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（2013 年 8 月 1 日）统计，广州市总侵蚀面积为 456.84km^2 ，其中，自然侵蚀面积 311.73km^2 ，人为侵蚀面积 145.11km^2 。自然侵蚀中，轻度侵蚀面积最大，为 286.43km^2 ，占自然侵蚀总面积的 91.88%；中度侵蚀次之，占自然侵蚀总面积的 7.49%，强烈、极强烈面积依次递减，分别占自然侵蚀总面积的 0.59%、0.04%，几乎没有剧烈侵蚀类型。

人为侵蚀中，生产建设用地侵蚀面积较大，为 103.68km^2 ，其次为坡耕地，面积为 39.41km^2 ，火烧迹地面积最小，为 2.02km^2 。同时，坡耕地侵蚀中，面积最大的侵蚀强度为中度侵蚀，面积为 14.89km^2 ，占坡耕地总面积的 37.79%；其次为轻度侵蚀，面积为 14.79km^2 ，占坡耕地总侵蚀面积的 37.52%；再次为强烈侵蚀，面积占坡耕地总侵蚀面积的 20.82%，极强烈面积占 3.74%，几乎没有坡耕地剧烈侵蚀。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土流失规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知（办水保[2013]188 号）》、《广东水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（2015 年 10 月 13 日）》及《关于划

分市级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（广州市市政府常务会，2017年10月18日），项目所在地广州市白云区不属于国家级、广东省省级、广州市市级水土流失重点预防区和重点治理区。根据现场实际调查，项目建设区现状为硬化地表及绿化，侵蚀强度为微度，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持工程管理

建设单位对本项目水土保持工程的实施非常重视，将水土保持工程纳入了主体工程施工管理中。工程质量实行“建设单位总负责”、“监理单位质量控制”、“设计单位、施工单位质量保证”和“质量监督机构监督”相结合的质量管理体系。

建设单位在工程建设过程中制定了一系列质量管理制度，建立健全了工程质量管理各项规章制度，主要包括：《施工组织设计申请、审批制度》、《施工组织设计申请、审批制度》、《工程所用原材料、构配件、半成品、设备质量检验制度》、《工程变更处理制度》、《工程计量制度》、《单位工程、分部工程质量验收、交接制度》、《质监记录管理》、《施工备忘录制度》、《监理档案管理制度》、《监理报表、报告制度》、《财务预算管理》、《财务结算管理》等。通过制定内部管理制度，明确了工程实施期间建设、勘测设计、施工、监理、检测和质量监督等参建单位间的工作关系和质量信息流程，明确实行水土保持工程与主体工程的“三同时”制度，避免水土流失危害的发生。了工程质量的控制要点及要求，并对工程做出了具体的质量目标，即单位工程质量合格率 100%，单位工程质量等级优良率 85%以上，外观质量得分率 85%以上，主要建筑物单位工程质量等级为优良。从而形成了“项目法人制、监理单位控制、施工单位保证、政府职能部门监督”的管理机制。

1.2.2 水土保持方案编报情况及变更

2012年7月原建设单位广州市道路养护中心委托广东河海工程咨询有限公司（以下简称“我公司”）开展本工程水土保持方案编制工作，方案编制单位于2012年12月编制完成了《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案报告书（送审稿）》；2013年3月对报告书进行修改和完善后，完成《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案报告书（报批稿）》。2013年4月11日，广东省水利厅以《广东省水利厅关于广州市凤凰山隧道工程水土保持方案的批复》（粤水水保[2013]21号）文批复了工程的水土保持方案

报告书。

《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》（办水保〔2016〕65号）规定，本项目在施工过程中项目土石方挖填总量等发生较大变化，根据变更规定中第三条（三）“开挖填筑土石方总量增加30%以上的”，生产建设单位应补充或者修改水土保持方案，报水利部审批……”。根据上述规定，本项目符合变更要求，具体变更情况见表2-1。故2020年7月，受建设单位委托，广东河海工程咨询有限公司开始开展水土保持方案变更报告的编制工作。

2020年11月，广东河海工程咨询有限公司编制完成《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书（送审稿）》；2020年11月20日，广州格策工程技术咨询有限公司在广州市天河区组织召开了《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书（送审稿）》专家技术评审会，根据专家评审意见，于2020年12月修编完成《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书（报批稿）》。2020年12月22日，广东省水利厅以粤水许决字〔2020〕151号文对《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书》作出准予变更行政许可决定书。

表 1.1-2 对照办水保〔2016〕65号文水保方案变更情况表

序号	办水〔2016〕65文件规定	方案情况	实际情况	项目情况对照	是否符合
1	第三条：方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化，有下列情形之一的，生产建设单位应补充或者修改水土保持方案，报水利部审批	/	/	/	/
1.1	涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区的	原水土保持方案编报于2013年3月，原线路跨越广州市天河区、黄埔区，属于国家级、省级重点监督区	实际线路跨越广州市天河区、黄埔区	项目跨越的区县与原方案保持一致，不属于国家级、广东省、广州市水土流失重点预防区或者重点治理区	否
1.2	水土流失防治责任范围增加30%以上的	根据原水土保持方案报告书，线路总长13.916km，方案确定的防治责任范围为87.62hm ²	实际线路总长14.041km，水保方案变更后水土流失防治责任范围面积104.16hm ²	实际防治责任范围增加16.54hm ² ，比原方案防治责任范围增加了18.9%	否
1.3	开挖填筑土石方总量增加30%以上的	方案确定的挖方总量约293.15万m ³ ，填方总量约48.59万m ³ ，	实际建设期土石方挖方总量384.87万m ³ ，填方总量	土石方挖方总量增加91.72万m ³ ，填方总量增加116.91万m ³ ，挖	是

1 建设项目及水土保持工作概况

序号	办水〔2016〕65 文件规定	方案情况	实际情况	项目情况对照	是否符合
		挖填总量约 341.74 万 m³	165.50 万 m³, 挖填总量 550.37 万 m³	填总量增加 208.63 万 m³, 共增加 61%	
1.4	线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300m 的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的。	根据原水土保持方案报告书, 线路总长 13.916km	实际线路总长 14.041km	原方案 and 实际线路横向位移小于 300m, 因此无累计长度	否
1.5	施工道路或者伴行道路等长度增加 20% 以上的。	根据原水土保持方案报告书, 临时道路 7366m	实际共布设临时道路 7366m	原方案 and 实际情况基本保持一致	否
1.6	桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的	根据原水土保持方案, 桥梁、隧道总长度约 10.732km	本项目实际桥梁、隧道总长度约 10.034km	桥梁、隧道总长度减少约 0.698km	否
2	第四条: 水土保持方案实施过程中, 水土保持措施发生下列重大变更之一的, 生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案, 报水利部审批	/	/	/	/
2.1	表土剥离量减少 30% 以上的	根据原水土保持方案, 表土剥离约 7.42 万 m ³	本项目实际表土剥离约 7.42 万 m ³	原方案 and 实际情况基本保持一致	否
2.2	植物措施面积减少 30% 以上的	根据原水土保持方案, 植物措施面积约 41.77hm ²	本项目实际植物措施面积约 40.48hm ²	植物措施增加约 1.44 hm ²	否
2.3	水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的	根据原水土保持方案, 工程措施主要包括表土剥离、排水工程、边坡防护、表土回填、截水沟、消力池、排水沟	本项目实际工程措施包括表土剥离、表土回填、排水沟、截水沟、网格护坡、急流槽或跌水	本项目实施的水土保持工程措施基本一致	否
3	第五条: 在水土保持方案确定的废弃砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等专门存放地(以下简称“弃渣场”)外新设弃渣场的, 或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20% 以上的, 生产建设单位应当编制水土保持方案(弃渣场补充)报告书, 报水利部审批	根据原水土保持方案, 无设置弃渣场	本项目实际无弃渣场	本项目实施无弃渣场基本一致	否

1.2.3 水土保持监测成果提交情况

合同签订后向业主提交项目水土保持监测实施方案, 并报水行政主管部门备案

(广东省水利厅、广州市水土保持监测站、天河区水务局及黄埔区水务局)。

本项目共编制水土保持监测年报 4 份,分别为 2016 年~2019 年水土保持监测年报。每季度第一个月向建设单位、原批准水土保持方案机关以及项目所在的水行政主管部门提交上季度水土保持监测季度报表,共提交水土保持监测季报 18 期。监测任务完成后,提交《水土保持监测总结报告》。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施情况

2015 年 4 月,广州市凤凰山隧道建设有限公司委托我公司承担本项目的水土保持监测工作。我公司立即抽调水土保持监测技术人员成立了监测项目部,依据原批复的水土保持方案和工程实际情况,查阅工程初步设计、施工图、监理月报、监理工作总结和建设过程中的影像照片,勘查了现场,重点就扰动土地面积、水土流失量、绿化、排水等进行调查监测。并于 2015 年 4 月完成《广州市凤凰山隧道工程水土保持监测实施方案》,并向建设单位、广东省水利厅、广州市水务局,天河区水务局,黄埔区水务局提交了《广州市凤凰山隧道工程水土保持监测实施方案》,至施工结束,共编制 18 期监测季报、4 期监测年报,并按照规定定期将监测季度报告分别报送至广东省水利厅、广州市水务局,天河区水务局,黄埔区水务局。季度报告中包含了监测记录表、水土保持监测意见。

2020 年 12 月,根据监测实施方案和监测合同要求,我公司在总结和分析前期监测工作的基础上,编写了本监测总结报告(监测时段为 2019 年 3 月~2019 年 9 月)。

1.3.2 监测项目部设置

2015 年 3 月,我单位即成立监测项目小组,组成监测项目部,并于 2015 年 3 月进场监测。

本项目水土保持监测采用项目负责制,由项目负责人对项目委托单位、任务承担单位和全体参加人员负责。项目执行采用项目专职监测人员,成果质量采用检验制,参加人员均接受过水土保持监测专业培训。

项目监测机构及监测人员分别见图 1.3-3 和表 1.3-3。

表 1.3-3 监测技术人员配备表

姓名	职称	服务方式	水保监测资格证书
郭新波	高工	总监测工程师	水保监岗证第(3454)号
巢礼义	高工	技术审查	水保监岗证第(3458)号
杜广荣	高工	技术校核	/
李庆芳	高工	项目负责人	水保监岗证第(3453)号

参与人员：罗萍、罗海峰

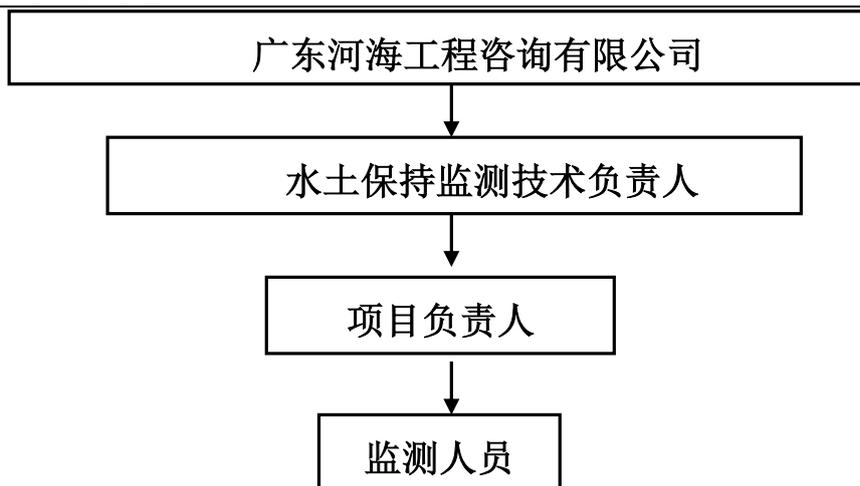


图 1.3-3 监测机构框图

1.3.3 监测点布置

本工程监测点布置在原水保方案监测方案的基础上,根据水土保持监测技术要求及现场调查结果对监测点布置与监测安排进行了优化与完善。本工程水土保持监测点布局见表 1.3-2。

表 1.3-2 水土保持监测布局

编号	位置	监测点	监测方法
1#	路基工程挖方边坡附近	●	观测样地-侵蚀沟测量法
2#	路基工程填方边坡附近	●	观测样地-侵蚀沟测量法
3#	桥涵工程底部	●	调查样地-巡查法
4#	互通工程范围	●	调查样地-巡查法
5#	隧道工程进出口	●	调查样地-巡查法
6#	附属工程范围	●	调查样地-巡查法
7#	施工生产生活区内	●	调查样地-巡查法
8#	临时堆土区内	●	调查样地-巡查法
9#	临时堆土区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
10#	路基工程区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
11#	施工生产生活区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
12#	附属工程排水出入口	●	观测样地-沉沙池

1.3.4 监测设施设备

本项目水土保持监测设备主要投入使用的监测设备有测距仪、皮尺、钢卷尺、数码相机、无人机等。

1.3.5 监测技术方法

本项目水土流失状况监测实际主要采取地面观测法、资料分析法及遥感监测法，具体方法为：

① 扰动地表面积

扰动地表面积主要采用查阅设计文件资料、施工资料，实地量测等综合确定。

② 防治责任范围监测方法

主要采用查阅施工资料、现场调查结合实地量测获得。

③ 水土保持措施监测方法

水土保持工程措施数量主要采用现场量测、查阅施工资料获得，植物措施主要采用抽样统计、调查和测量等方法，采用样方法、样地法确定。

i、灌木盖度的监测采用地面观测及遥感监测法。

ii、草地盖度的监测采用地面观测及遥感监测法。

④ 水土流失状况监测方法

水土流失状况监测方法主要包括工程建设过程中和自然恢复期的水土流失面积、分布、流失量和水土流失程度变化情况，以及对周边地区生态环境的危害及其趋势。

1.3.6 监测意见整改情况

我单位在提交监测成果报告中，对项目建设中水土保持措施不足区域提出整改意见，建设单位根据报告中提出的监测意见完善了项目区的水土保持措施，取得了较好的防治效果。根据调查、询问，本项目施工期间未发生重大水土流失危害事件。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的要求，结合项目实际，本次水土保持监测通过定点地面观测以及实地调查的方法进行水土保持监测，主要包括土壤侵蚀量和水土保持效益等内容的监测。本次监测的具体内容主要包括五方面：

（1）水土流失因子监测

本项监测内容包括影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、气象、植被等自然因子及工程建设对这些因子的影响；工程建设对土地的扰动面积，挖方、填方数量及占地面积，项目区林草植被盖度等。

（2）水土流失状况监测

本项监测内容主要包括工程建设过程中和自然恢复期的水土流失面积、分布、流失量和水土流失程度变化情况，以及对周边地区生态环境的危害及其趋势。

（3）水土流失防治效果监测

本项监测主要包括水土保持防治措施的数量和质量；林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖率；防护工程的稳定性、完好性和运行情况；各项水土流失防治措施的拦渣保土效果。同时结合监测结果，确定扰动地表面积、水土保持措施防治面积、防治责任范围内的可绿化面积以及已采取的植物措施面积。

（4）重大水土流失事件监测

针对重大水土流失事件应及时进行监测，并按照相关规定上报水行政主管部门，防止水土流失危害扩大。

（5）水土流失 6 项防治目标的监测

a. 扰动土地整治率

根据实地调查及设计资料分析，分区统计水土保持防治措施面积、永久建筑面积、硬化面面积及扰动地表面积，分别计算各区的扰动土地整治率。

b. 水土流失总治理度

根据实地调查及设计资料分析，分区统计造成水土流失面积和水土保持防治措施面积，计算得出水土流失总治理度。

c. 土壤流失控制比

根据水土保持定位监测成果，并分析计算各区的土壤侵蚀量，计算各区的水土流失控制比，采用加权平均方法计算该工程项目的水土流失控制比。

d. 拦渣率

根据调查、观测及统计分析，计算出弃渣堆放点的弃渣流失量，弃渣量减去弃渣流失量即为拦渣量，由此可算出该弃渣堆放点的拦渣率。

e. 林草植被恢复率

根据调查、量测统计出实施植物措施面积和可以采取植物措施的面积，由此算得林草植被恢复率。

f. 林草覆盖率

已实施的植物措施面积占项目建设区面积的百分比，即为林草覆盖率。

2.2 监测方法

气象因子监测（主要是降雨量）根据广东水利实时汛情发布系统中的数据查取。

项目建设区水土流失因子采用《水土保持监测技术规程》中 7.4 规定的方法。其中扰动地表面积采用遥感监测、查阅设计文件资料、施工资料，实地量测等综合确定；项目土石方、弃土弃渣量采用查阅施工资料获取；防治责任范围采用遥感监测、查阅施工资料、现场调查结合实地量测获得；林草覆盖度采用抽样统计、调查和测量等方法，采用样方法、样地法确定。

针对各项监测内容所采用的监测方法见表 2.2-1。

表 2.2-1 水土保持监测内容及其对应监测方法

序号	监测内容		监测方法
1	扰动土地情况	原地貌土地利用	采用遥感监测、调查法和资料分析法
		原地貌植被覆盖度	采用遥感监测、调查法和资料分析法
		防治责任范围	遥感监测、实地量测和资料分析
2	取土（石、料）弃土（石、渣）情况		取土场、弃渣场，借土、弃渣采用调查法、资料分析法。
3	水土流失情况	土壤流失面积	遥感监测、实地量测和资料分析
		土壤侵蚀模数	采用调查法结合资料分析；
		土壤流失量	采用调查法结合资料分析；
4	水土保持措施	工程措施	采用实地量测和资料分析结合的方法
		植物措施	实地量测、样方法、树冠投影法
		临时措施	资料分析、调查
		防治效果	调查、巡查

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围监测

(1) 方案确定的水土流失防治责任范围

根据 2020 年 12 月 22 日广东省水利厅《广东省水利厅准予变更行政许可决定书》(粤水许决字〔2020〕151 号), 项目建设期水土流失防治责任范围为 104.16hm²。

(2) 工程实际防治责任范围

在施工过程中, 建设单位对工程各项占地进行严格控制, 根据征地资料、征地协议、工程图纸和现场调查情况, 分析、统计工程建设期防治责任范围总面积为 104.16hm², 实际防治责任范围详见表 3.1-1。

表 3.1-1 施工期水土保持防治责任范围 单位: hm²

项目分区	建设区面积	直接影响区	界定依据	防治责任范围
主体工程区	102.95	/	控制在用地范围内	102.95
施工生产生活区	0.61	/	控制在用地围墙内	0.61
临时堆土区	0.60	/	控制在用地范围内	0.60
合计	104.16	/		104.16

(3) 运行期水土流失防治责任范围

工程施工完成后, 运行期本项目水土保持防治责任范围不包含直接影响区和项目建设区中的临时用地。本工程总占地面积为 104.16hm², 其中永久占地 89.99hm², 临时占地 14.17hm², 因而其运行期的水土保持防治责任范围为 89.99hm²。

(4) 水土流失防治责任范围变化情况

通过对项目竣工资料、监测资料、历史影像等调查, 工程建设实际扰动面积为 104.16hm², 防治责任范围面积与批复的水土保持方案变更报告防治责任范围一致。

表 3.1-2 实际发生与方案批复的水土流失防治责任范围对照表

行政区划	项目建设区		项目建设期防治责任范围		项目运行期防治责任范围	
			防治责任范围	较方案增 (+) 减 (-)	防治责任范围	较方案增 (+) 减 (-)
黄埔区	主体工程区	路基工程区	25.84	0	25.84	0
		互通工程区	43.67	0	30.71	-12.96
		桥涵工程区	20.34	0	20.34	0
		隧道工程区	0.04	0	0.04	0
		附属工程区	0.20	0	0.20	0
	施工生产生活区		0.61	0	0	-0.61
	临时堆土区		0.60	0	0	-0.60
	小计		91.30	0	77.13	-14.17
天河区	主体工程区	路基工程区	4.43	0	4.43	0
		互通工程区	5.48	0	5.48	0
		桥涵工程区	2.77	0	2.77	0
		隧道工程区	0.18	0	0.18	0
	小计		12.86	0	12.86	0
合计			104.16	0	89.99	-14.17

3.1.2 背景值监测

根据《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（2013年8月1日）统计，广州市总侵蚀面积为456.84km²，其中，自然侵蚀面积311.73km²，人为侵蚀面积145.11km²。自然侵蚀中，轻度侵蚀面积最大，为286.43km²，占自然侵蚀总面积的91.88%；中度侵蚀次之，占自然侵蚀总面积的7.49%，强烈、极强烈面积依次递减，分别占自然侵蚀总面积的0.59%、0.04%，几乎没有剧烈侵蚀类型。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土流失规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知（办水保〔2013〕188号）》、《广东水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（2015年10月13日）》、《广州市水务局关于划分市级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（穗水规字〔2018〕3号），项目区不属于国家、广东省及广州市划定的水土流失重点预防区和重点治理区。

项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主，土壤容许流失量为500t/(km²·a)。广州市主要任务是治理采石取土、修路及开发区建设等人为侵蚀和以沟蚀为主的部分自然侵蚀。

工程区域位于南方红壤丘陵区，水土流失侵蚀强度属微度，工程建设用地区域土壤侵蚀背景值为 500t/(km².a)。

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据本工程征占地资料，结合现场核实，本工程建设期实际扰动地表面积共计 104.16hm²，各扰动类型占地面积统计表 3.1-3。

表 3.1-3 工程建设期扰动土地面积表 单位：hm²

项目	合计	占地类型								占地性质		
		耕地	园地	林地	工矿仓储用地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	永久占地	临时占地	
主体工程	路基工程	30.27	0.01	1.86	23.46	1.73		3.16	0.01	0.04	30.27	
	桥涵工程	23.11	0.35	1.66	1.79		1.09	17.02	1.03	0.17	23.11	
	互通工程	49.15	4.36	1.4	20.67	0.47	3.21	5.65	3.14	10.25	36.19	12.96
	隧道工程	0.22			0.22						0.22	
	附属设施	0.2		0.2							0.2	
	小计	102.95										
施工生产生活区	0.61			0.61								0.61
临时堆土场	0.6		0.6									0.6
合计	104.16	4.72	5.72	46.75	2.2	4.3	25.83	4.18	10.46	89.99	14.17	

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据批复的水土保持方案变更报告书，本工程未设置取土场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据有关施工、监理和交工资料以及对现场的勘查，本项目实际建设过程中，所需的砂石料均从合法料场购买，未设置取土场。本工程填方均利用挖方，无借方，不设取土场。

3.2.3 取料对比分析

工程实际借方与水土保持方案变更报告设计保持一致。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣（土、石）情况

根据批复的水土保持方案变更报告书，本工程共产生弃方 219.37 万 m^3 ，弃方就近回填平整在桥底、互通或者运至当地碎石场利用，部分标段多余土石方运至广州市北二环高速公路一开创大道出入口工程项目。本工程未设置弃渣场。本项目各标段多余土方详细去向如表 3.4-1。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本工程未设置弃渣场。工程实际弃土与水土保持方案变更报告设计保持一致。

3.3.3 弃渣对比分析

本工程实际弃渣与水土保持方案变更报告设计保持一致。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据现场监测和查看相关资料，本项目实际发生土石方与水土保持方案变更报告计算的基本相符，根据施工资料，本项目施工实际开挖 384.87 万 m^3 (含表土 7.42 万 m^3)，填方总量 165.5 万 m^3 (含表土 7.42 万 m^3)，无借方，余方总量 219.37 万 m^3 。为合理利用余方，并减小弃渣造成的水土流失，余方大部分就近回填平整在桥底、互通或者运至当地碎石场利用。土石方监测情况表详见表 3.4-1。

本工程未设弃渣场，本工程实际产生的土石方调配合理，尽量减少了开挖与调运，达到了良好的水土保持效果。

3.5 其他重点部位监测结果

根据现场调查发现，本项目已全部完工，项目建设区内的扰动区域已全部建设完成。监测中未发现裸露地表现象，路基挖方边坡防护工程已完成并绿化，填方边坡也已完成相应的水保措施；路面工程已完成路肩绿化；桥头防护工程已完成；隧道口周边已完成绿化措施；管养中心的各项防护措施已完成；施工生产生活区大部分拆除恢复绿化或硬化；临时堆土区已完成临时用地土地复垦验收。施工结束后项目区植物措施成活率高、生长状况良好，各项水土保持措施完好，发挥了较好的水土保持防护作用，项目建设区基本无水土流失现象。

3 重点部位水土流失动态监测

表 3.4-1 土石方情况监测表 单位: 万 m³

标段	桩号	挖方				
		表土	土方	钻渣	淤泥	石方
TJ-02	YK1+893.9~YK2+565.749	0.22	0.94	0.27	/	/
	去向	标段内表土回填利用	土方填在渔沙坦互通内(堆高 1.3m, 占地 0.87hm ²)	钻渣晒干后填在渔沙坦互通内(堆高 0.3m, 占地 0.90hm ²)	/	/
TJ-03	YK2+565.749~YK4+992	0.04	13.28	/	/	56.96
	去向	标段内表土回填利用	回填 1.3 万 m ³ , 其余 11.98 万 m ³ 土方填在黄陂特大桥底及渔沙坦互通(堆高 3.5m, 占地 4.11hm ²)	/	/	回填 0.56 万 m ³ , 其余 56.4 万 m ³ 石方运至当地碎石场利用
TJ-01	YK4+992~YK6+098.8	0.15	1.86	0.22	/	1.3
	去向	标段内表土回填利用	土方填在黄陂特大桥底(堆高 1.5m, 占地 1.49hm ²)	钻渣晒干后填在黄陂特大桥底(堆高 0.3m, 占地 0.73hm ²)	/	1.3 万 m ³ 石方运至当地碎石场利用
TJ-04	YK6+098.8~YK8+143.5	0.05	25.78	/	1.54	52.41
	去向	标段内表土回填利用	回填 0.3 万 m ³ 。其余 25.48 万 m ³ 土方填在竹仔顶大桥、黄陂特大桥桥底、管理中心(堆高 5m, 占地 6.12hm ²)	/	淤泥填在在竹仔顶大桥、黄陂特大桥桥底(堆高 3m, 占地 0.62hm ²)	回填 1.76 万 m ³ , 其余 50.65 万 m ³ 石方运至当地碎石场利用
TJ-05	YK8+143.5~YK11+123	3.4	68.45	0.6	9.78	56.55
	去向	标段内表土回填利用	回填 67 万 m ³ 。其余土方 1.45 万 m ³ 填在黄麻互通内桥底及绿化种植区(堆高 5m, 占地 0.35hm ²)	钻渣晒干后填在黄麻互通内桥底及绿化种植区(堆高 0.3m, 占地 1.20hm ²)	淤泥填在黄麻互通内桥底及绿化种植区(堆高 3m, 占地 3.91hm ²)	回填 15.11 万 m ³ , 其余 120.27 万 m ³ 石方运至当地碎石场利用
TJ-06	YK11+123~YK12+900	0.74	58.67	0.18	0.72	16.01
	去向	标段内表土回填利用	回填 4.47 万 m ³ , 调出 47.96 万 m ³ 到 TJ-07 标段利用。其余土方 5.88 万 m ³ 填在石头尾桥底及北二环项目(堆高 3m, 占地 2.35hm ²)	钻渣晒干后填在石头尾桥底(堆高 0.3m, 占地 0.36hm ²)	淤泥填在石头尾桥底(堆高 1.2m, 占地 0.72hm ²)	回填 9.63 万 m ³ , 其余 6.38 万 m ³ 石方运至 TJ-07 标段萝岗互通内及北二环项目(堆高 3m, 占地 2.55hm ²)
TJ-07	YK12+900~YK15+200	2.82	9.99	0.69	1.25	/
	去向	标段内表土回填利用	全部土方均在本标段利用	钻渣晒干后填在石头尾桥底(堆高 0.3m, 占地 1.38hm ²)	淤泥填在石头尾桥底(堆高 1.2m, 占地 1.25hm ²)	/

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

根据已报批的水土保持方案变更报告书以及施工期的水土保持监测成果,结合主体工程施工的监理资料、设计资料等,得出本项目的工程措施主要有表土剥离、表土回填、排水沟、截水沟、网格护坡、急流槽或跌水。实施时间为2013年10月~2019年4月,截止目前,由于管理良好,目前该区工程措施运行情况良好。各分区工程措施详见表4.1-1。

表 4.1-1 工程措施水土保持监测成果表

项目分区	措施	实施情况	单位	方案设计	实际完成	增减情况
主体工程区	表土剥离	2013.10~2014.3	hm ²	24.73	24.73	0
	表土回填	2016.10~2019.4	万 m ³	7.42	7.42	0
	排水沟	2015.1~2019.4	km	32.78	32.78	0
	截水沟	2014.11~2019.4	km	7.85	7.85	0
	网格护坡	2014.11~2019.4	hm ²	7.29	7.29	0
	急流槽或跌水	2014.6~2018.12	km	4.95	4.95	0
注：“-”表示减少，“+”表示增加，“0”表示无变化。						

由上表可以看出,工程措施设计的工程量与实际完成的基本一致。

4.2 植物措施监测结果

本项目植物措施主要为绿化工程、植草护坡、全面整地、撒播草籽措施。实施时间为2015年5月~2019年4月,截止目前,由于管理良好,目前该区植物措施生长情况良好,成活率较高。各分区植物措施详见表4.2-1。

表 4.2-1 植物措施水土保持监测成果表

项目分区	措施	实施情况	单位	方案设计	实际完成	增减情况
主体工程区	撒播草籽	2016.4~2019.4	hm ²	10.23	10.23	0
	绿化工程	2016.4~2019.1	hm ²	12.17	12.17	0
	植草护坡	2015.5~2019.1	hm ²	17.15	17.15	0
施工生产生活区	全面整地	2017.12~2019.4	hm ²	0.33	0.33	0
	撒播草籽	2017.12~2019.4	hm ²	0.33	0.33	0
	栽植乔木	2017.12~2019.4	株	200	200	0
临时堆土区	全面整地	2018.6~2019.1	hm ²	0.6	0.6	0
	撒播草籽	2018.6~2019.1	hm ²	0.6	0.6	0
	栽植乔木	2018.6~2019.1	株	960	960	0

注：“-”表示减少，“+”表示增加，“0”表示无变化。

由上表可以看出，工程措施设计的工程量与实际完成的基本一致。

4.3 临时防护措施监测结果

本项目方案设计较完善的临时措施，有效的控制了施工期项目区的水土流失，减小了项目施工水土流失对周边的影响。本项目临时措施施工随主体施工，施工时间从2013年10月开始~2019年4月，水土保持监测时间从2015年3月开始至2019年9月。各分区临时措施详见表4.3-1。

表 4.3-1 临时措施水土保持监测成果表

项目分区	措施	实施情况	单位	方案设计	实际完成	增减情况
主体工程区	临时拦挡	2013.10~2017.5	m	9225	9225	0
	临时排水沟	2013.10~2017.5	m	3152	3152	0
	临时沉沙池	2013.10~2017.5	座	50	50	0
	临时苫盖	2013.10~2019.4	m ²	75147	75147	0
	灌注桩泥浆池	2013.10~2016.8	m	900	900	0
	坡面急流槽	2015.3~2018.6	m	1531	1531	0
	路面挡土埂	2014.1~2017.5	m	11888	11888	0
施工生产生活区	临时排水沟	2013.10~2014.3	m	1821	1821	0
	临时沉沙池	2013.10~2014.3	座	6	6	0
临时堆土区	临时拦挡	2013.10~2015.5	m	1120	1120	0
	临时排水沟	2013.10~2015.5	m	1285	1285	0
	临时沉沙池	2013.10~2015.5	座	4	4	0
	临时苫盖	2014.1~2014.8	m ²	17225	17225	0

注：“-”表示减少，“+”表示增加，“0”表示无变化。

由上表可知，实际完成的临时措施与方案变更报告设计保持一致。各分区临时措

施有效的防治了工程施工中产生的水土流失，区域水土保持效果良好。

4.4 水土保持措施防治效果

本项目实施的水土保持措施总体情况，详见表 4.4-1。

表 4.4-1 水土保持措施监测汇总表

项目分区	防治措施监测结果	单位	方案工程量	实际完成
主体工程区	表土剥离	hm ²	24.73	24.73
	表土回填	万 m ³	7.42	7.42
	排水沟	km	32.78	32.78
	截水沟	km	7.85	7.85
	网格护坡	hm ²	7.29	7.29
	急流槽或跌水	km	4.95	4.95
	撒播草籽	hm ²	10.23	10.23
	绿化工程	hm ²	12.17	12.17
	植草护坡	hm ²	17.15	17.15
	临时拦挡	m	9225	9225
	临时排水沟	m	3152	3152
	临时沉沙池	座	50	50
	临时苫盖	m ²	75147	75147
	灌注桩泥浆池	m	900	900
	坡面急流槽	m	1531	1531
	路面挡土埂	m	11888	11888
施工生产生活区	全面整地	hm ²	0.33	0.33
	撒播草籽	hm ²	0.33	0.33
	栽植乔木	株	200	200
	临时排水沟	m	1821	1821
	临时沉沙池	座	6	6
临时堆土区	全面整地	hm ²	0.6	0.6
	撒播草籽	hm ²	0.6	0.6
	栽植乔木	株	960	960
	临时拦挡	m	1120	1120
	临时排水沟	m	1285	1285
	临时沉沙池	座	4	4
	临时苫盖	m ²	17225	17225

由上表可知，本项目实施了较完善的工程措施、植物措施和临时措施，有效的防治了工程施工中产生的水土流失，同时减小了工程施工对周边的影响，根据连续多个季度的跟踪监测，本项目施工期未发生重大水土流失现象，未发生水土流失灾害性事件。因此，通过实施一系列的水土保持措施，有效的降低了工程施工造成的水土流失量。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

(1) 施工期

通过实地调查，随着本工程土建施工，项目后期基本均硬化或绿化，水土流失基本控制在项目用地范围内，具体变化过程如下：

表 5.1-1 施工期水土流失面积变化情况 单位：hm²

扰动类型	施工期水土流失面积				
	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
主体工程区	102.95	102.95	98.83	92.66	68.38
施工生产生活区	0.61 (3.0)	0.61 (3.0)	0	0	0
临时堆土区	0.6 (3.36)	0.6 (3.36)	0.6 (3.36)	0.6 (3.36)	0.6 (3.36)
施工便道区	(3.31)	(3.31)	(3.31)	(3.31)	(1.35)
合计	104.16	104.16	99.43	93.26	68.98

注：（）为占用主体工程区用地，不重复统计统计。

(2) 自然恢复期

通过实地调查，主体工程于 2019 年 4 月完工，除部分遗留工程绿化措施相对滞后，各项目工程措施恢复较好，截至 2019 年 9 月现场调查，项目各项工程及植物措施恢复较好，因而后续未再开展自然恢复期监测。

5.2 水土流失量

5.2.1 土壤流失背景值

土壤侵蚀背景值通过实地调查地面坡度、植被覆盖度等水土流失主要因子，结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准(见表 5-2)，调查项目区土壤侵蚀背景值。

根据施工期的照片和工程监理报告，采用土壤侵蚀分级分类法按标准对各地类进行推测，其中，各种类型的土壤侵蚀容许量和相应的地质条件有关，南方降雨量大，水力侵蚀强。本项目位于南方红壤区容许土壤流失量为 500t/(km².a)，即为轻度范围内，具体的分级和指标见表 5.2-1。

表 5.2-1 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数[t/(km ² ·a)]	平均流失厚度(mm/a)
微度	<200, <500, <1000	<0.15, <0.37, <0.74
轻度	200, 500, 1000~2500	0.15, 0.37, 0.74~1.9
中度	2500~5000	1.9~3.7
强烈	5000~8000	3.7~5.9
极强烈	8000~15000	5.9~11.1
剧烈	>15000	>11.1

注：本表流失厚度系按干密度 1.35g/cm³ 折算，各地可按当地土壤干密度计算。

本工程水土流失量主要采用沉沙池法、调查法等进行预测，根据工程特性、施工工艺、项目区的气候条件、地形地貌、土壤、植被、水土保持状况等进行比较分析，确定项目区的土壤侵蚀模数。结合表 5-2，项目区原地貌水土流失强度属轻度范围，无明显侵蚀现象，土壤侵蚀模数背景值取 500t/km²·a。

5.2.2 施工期土壤流失强度

工程自 2013 年 10 月开始施工，我公司于 2015 年 3 月初接受监测委托开展监测工作，根据工程的扰动形式，我公司技术人员将工程划分各防治分区，然后采取沉沙池法、调查法对其水土流失侵蚀强度进行动态监测。

(1) 侵蚀强度的测定

我公司自 2015 年 3 月开始监测以来，共布设监测点 12 个，水土保持监测点布置情况详见下表。

表 5.2-2 水土保持监测点布设情况

编号	位置	监测点	监测方法
1#	路基工程挖方边坡附近	●	观测样地-侵蚀沟测量法
2#	路基工程填方边坡附近	●	观测样地-侵蚀沟测量法
3#	桥涵工程底部	●	调查样地-巡查法
4#	互通工程范围	●	调查样地-巡查法
5#	隧道工程进出口	●	调查样地-巡查法
6#	附属工程范围	●	调查样地-巡查法
7#	施工生产生活区内	●	调查样地-巡查法
8#	临时堆土区内	●	调查样地-巡查法
9#	临时堆土区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
10#	路基工程区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
11#	施工生产生活区排水出入口	●	观测样地-沉沙池
12#	附属工程排水出入口	●	观测样地-沉沙池

(2) 施工期平均土壤侵蚀强度

在对各个监测样方实际观测成果的基础上,根据地形条件、降雨情况对各个扰动形式进行修正,得出本工程开展监测工作后的施工期(2015年3月至2019年9月)各个扰动形式水土流失平均侵蚀强度,监测结果如下表 5.2-2:

表 5.2-2 施工期平均土壤侵蚀强度监测值 单位: t/km².a

扰动类型	施工期平均土壤侵蚀模数				
	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
主体工程区	4259	4842	5747	7382	3956
施工生产生活区	3513	878	0	0	0
临时堆土区	1065	12306	8750	10833	4975
施工便道区	2004	2004	2127	2870	1704

5.2.3 施工期土壤流失量

根据2015年3月~2019年9月监测所得的工程建设扰动地表面积及各季度监测所得平均土壤侵蚀强度,工程施工期因建设产生土壤流失总量24933.05t,详见下表。

表 5.2-3 施工期土壤侵蚀量

时间 \ 分区	主体工程区	施工生产生活区	临时堆土区	施工便道区	合计
2015年2季度	1120.31	7.45	72.77	16.58	1217.11
2015年3季度	1084.14	7.45	121.83	16.58	1230
2015年4季度	1084.14	7.45	121.83	16.58	1230
2016年1季度	1084.14	7.45	121.83	16.58	1230
2016年2季度	1300.16	0	121.83	16.58	1438.57
2016年3季度	1300.16	0	121.83	16.58	1438.57
2016年4季度	1300.16	0	121.83	16.58	1438.57
2017年1季度	1000.13	0	10.77	11.05	1021.95
2017年2季度	1360.17	0	107.74	14.37	1482.28
2017年3季度	1760	0	124	25	1909
2017年4季度	1560	0	104	20	1684
2018年1季度	1680	0	106	22	1808
2018年2季度	1680	0	106	22	1808
2018年3季度	1780	0	114	28	1922
2018年4季度	1700	0	103	23	1826
2019年1季度	1300	0	119	23	1442
2019年2季度	483	0	46	0	529
2019年3季度	246	0	32	0	278
合计	22822.51	29.8	1776.26	304.48	24933.05

5.2.4 自然恢复期土壤流失量

通过实地调查，工程于 2019 年 4 月完工，经过 2 个季度后各项工程及植物措施恢复较好，水土保持防护作用良好，基本达到验收条件，因而后续未再计自然恢复期的土壤流失量。

5.2.5 土壤流失量分析

本项目监测期水土流失总量 24933.05t，新增水土流失总量为 22458.33t，主要为施工期。施工建设期水土流失量以主体工程区最多，主体工程区新增水土流失量总占水土流失量的 82.24%，是水土流失重点监测区域，主要由于其扰动面积最大。具体详见表 5.2-4。

表 5.2-4 土壤侵蚀量

项目分区		水土流失面积 (hm ²)	总水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)	各分区新增水土流失量总占水土流失量的百分比 (%)
施工期	主体工程区	102.95	22822.51	20506.14	82.24%
	施工生产生活区	0.61 (3.0)	29.8	26.75	0.11%
	临时堆土区	0.6 (3.36)	1776.26	1687.16	6.77%
	施工便道区	(3.31)	304.48	238.28	0.96%
合计		104.16	24933.05	22458.33	90.07%

5.3 取土（石、料）弃土（石、料）潜在水土流失量

本项目挖方总量 384.87 万 m³(含表土 7.42 万 m³)，填方总量 165.5 万 m³(含表土 7.42 万 m³)，无借方，余方总量 219.37 万 m³。余方均就近回填平整在桥底和互通、项目多余的土方运至北二环开创大道出入口项目，石方是运至当地碎石场利用。因此，本项目不存在取土（石、料）弃土（石、料）潜在水土流失量。

5.4 水土流失危害

根据水土保持监测报告以及水行政主管部门监督检查资料得知。

2015 年 11 月 10 日，广州市黄埔区水务局关于做好凤凰山隧道工程项目水土保持措施的函（埔水函〔2015〕143 号），发现 TJ-04 标段未做好覆盖及拦挡措施、TJ-05

标段施工中堆土侵占了河道，裸露土方没有覆盖、TJ-06 标段护坡未种植草皮、TJ-07 标段在北二环高速跨南岗河桥底河道边施工时没有对土方进行覆盖。

整治情况：11 月 22 日，TJ-04 合同段施工单位现已对淤积的管涵进行了清理，并实施覆盖拦挡措施；TJ-05 合同段已清理河边泥浆，并使用土工布覆盖；TJ-06 合同段裸露的边坡进行防绿化防护；TJ-07 合同段已对北二环高速跨南岗河桥底河周边进行土工布覆盖，并用砂包码砌拦挡。

2016 年 7 月 6 日，广州市水土保持监测站关于广州市凤凰山隧道工程水土保持监督检查意见的函（穗水保监测函〔2016〕2 号），项目部分路基部分挖、填方边坡防护不及时，缺乏临时水土保持措施；施工场地缺乏有效的排水、沉沙措施；TJ-07 标段桥梁跨越河涌，河涌中有泥沙淤积，两岸防护措施不够完善，存在一定的水土流失隐患。

整治情况：2016 年 7 月，在河涌内设置了临时拦挡，采用土工布对沿河边坡进行了覆盖，在坡脚码砌沙包围堰，并疏通了淤积的泥砂。

2017 年 1 月 5 日，广东省水利厅关于广州市凤凰山隧道工程水土保持监督检查意见的函（粤水水保函〔2017〕21 号），TJ-07 标段桥梁跨越南岗河，桩基施工造成的水土流失对河道淤积较严重；TJ-05 标段施工场地裸露面较大，截、排水和拦挡等防护措施不足，防护标准低，水土流失较为严重。黄麻村高填方路段仍有较大的水土流失隐患。

整治情况：2017 年 3 月，施工单位（中铁九局集团有限公司）增加作业人员按照图纸再填方路段边坡设置了人字形骨架防护和排水沟。并对黄麻互通内的黄麻渠沟清淤工作，同时增加投资在原有土沟边增设石笼防护并接上之前已施工改造好的混凝土排水沟，并完成在坡顶施作拦水堰；施工单位（湖北天浩公路工程有限公司）已完成水西村大桥 13-14 # 墩、H 匝道桥 12 # 墩以及施工便桥前后 30m 范围内的河道清淤工作，同时对沿河边坡进行了绿化或土工布覆盖。

6 水土流失防治效果监测结果

水土流失防治效益监测指实施水土保持措施后，水土流失控制和景观改善的效果，是否满足开发建设项目水土流失防治标准的要求。主要通过随机抽取样方实施调查监测，根据监测数据计算工程的扰动土地整治率、水土流失总治理度、拦渣率、土壤流失控制比、林草植被恢复率、林草覆盖率等防治指标，是否达到已批复的水保方案和批复文件要求以及国家和地方的有关技术标准。

根据《广州市凤凰山隧道工程水土保持方案变更报告书（报批稿）》，项目采用建设类一级防治标准，方案确定项目防治目标值见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土保持方案变更报告水土流失防治标准计算表

水土流失防治目标	方案目标值
水土流失治理度 (%)	98
土壤流失控制比	1.0
渣土防护率 (%)	98
表土保护率 (%)	92
林草植被恢复率 (%)	98
林草覆盖率 (%)	27

6.1 水土流失治理度

本项目占地面积 104.16hm²，水土流失面积为 99.98hm²（不含水域 4.18hm²），水土流失治理达标面积 99.58hm²，水土流失治理度达 99.60%，本项目水土流失治理度计算详见表 6.1-2。

表 6.1-2 水土流失治理度计算表

防治分区	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)				水土流失总治理度%
		工程措施	植物措施	硬化或其它	小计	
主体工程区	98.77	7.29	39.55	51.81	98.65	99.90
施工生产生活区	0.61		0.33		0.33	54.10
临时堆土区	0.60		0.60		0.60	100.00
合计	99.98	7.29	40.48	51.81	99.58	99.60

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比=项目区容许土壤流失量（侵蚀模数）÷方案实施后土壤侵蚀强度×100%。根据本项目所在区域的土壤侵蚀类型与强度，项目区容许土壤侵蚀模数值为 500t/（km²·a），项目建成后的平均土壤侵蚀强度将≤500t/（km²·a），建设区土壤流失控制比≥1.0，能够达到目标值。

6.3 渣土防护率

渣土防护率（%）=采取措施后实际拦挡的弃土（石、渣）量÷弃土（石、渣）总量×100%。本项目挖方总量 384.87 万 m³（含表土 7.42 万 m³），填方总量 165.5 万 m³（含表土 7.42 万 m³），无借方，余方总量 219.37 万 m³。其中淤泥 13.29 万 m³、钻渣 1.96 万 m³、土方 47.95 万 m³、石方 156.17 万 m³。施工期渣土防护率超过 97%，设计水平年渣土防护率超过 99%。

6.4 表土保护率

表土保护率（%）=项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。根据施工实际情况，本项目共剥离表土 7.42 万 m³，项目设计剥离表土量为 7.42 万 m³。因此表土保护率可达 100%。

6.5 林草植被恢复率

本项目可恢复植被面积 40.48hm²，至设计水平年末，恢复林草类植被面积 40.41hm²，林草植被恢复率 99.80%，本项目林草植被恢复率计算详见表 6.6-1。

6.6 林草覆盖率

本项目水土流失防治责任范围面积 104.16hm²，恢复林草类植被面积 40.41hm²，林草覆盖率 38.8%，本项目林草覆盖率计算详见表 6.6-1。

表 6.6-1 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

项目区名称	防治责任范围面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草种植面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
主体工程区	102.95	39.55	39.5	99.8	38.3
施工生产生活区	0.61	0.33	0.33	100	54.1
临时堆土区	0.6	0.6	0.6	100	100
合计	104.16	40.48	40.41	99.80	38.8

6.7 防治目标完成情况

本项目六项指标完成情况详见表 6.7-1。

表 6.7-1 水土流失防治指标对比分析表

指标名称	防治目标值	实际值	是否达标
水土流失治理度 (%)	98	99.60	达标
土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
渣土防护率 (%)	98	98	达标
表土保护率 (%)	92	100	达标
林草植被恢复率 (%)	98	99.80	达标
林草覆盖率 (%)	27	38.80	达标

通过表 6.7-1 可以看出,本项目的六项指标基本都达到生产建设类项目一级标准,根据现场监测,项目区布设的各项工程、植物措施满足生产建设项目要求。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

土壤侵蚀背景值通过实地调查得出；施工期的土壤侵蚀模数现场调查、沉沙池法及类比得出。运行期土壤侵蚀模数通过现场调查实测得出。

建设过程中主体工程区等的开挖、土方临时堆放、施工机械碾压等，增加了地表起伏，植被覆盖度降为零，土壤流失量剧增；项目建成后，人为扰动停止，各项水土保持措施逐步发挥效益，土壤流失量降低至原地貌程度。

水土流失动态变化说明项目建设过程中，人为扰动将各项土壤侵蚀因子叠加，在降雨、重力等外营力作用下，土壤流失量将剧增；同时，在采取各项水土保持措施后，土壤流失量可控制在允许的范围内。

本工程水土流失动态变化同时也印证了人为扰动是开发建设项目的主要水土流失因素，采取防治措施是控制水土流失的必要手段。

7.2 水土保持措施评价

(1) 工程措施

总体来看本项目的工程措施满足批准的水土保持方案变更报告要求，综合分析得出如下评价结论：项目建设区各扰动场地已完成了排水、坡面防护、拦挡等设施，水土保持效果良好。通过查阅监理资料，水土保持工程修建所需原材料、中间产品等质量合格，外形整齐，符合设计要求。目前绝大部分水土保持工程结构保持完好，没有明显的破坏痕迹。

(2) 植物措施

总体来看本项目的植物措施满足批准的水土保持方案变更报告要求。综合分析得出如下评价结论：全区可绿化区域采取植物措施进行恢复，植被生长情况较好，通过现场调查，林草植被盖度在 99%以上。项目建设用地范围内未硬化用地基本以乔灌草的方式进行立体绿化，通过选点调查，平均盖度大于 95%。目前项目区植被恢复情况较好，林草植被恢复率达 99.8%，林草覆盖率达 38.80%，均满足一级防治标准。。

通过水土保持监测成果、巡视以及典型样地调查，施工扰动区域可绿化区域植被生长良好，植被成活率高、未发现大面积裸露地表和枯死植被，水土保持作用明显。

(3) 临时措施

工程临时措施要包括临时拦挡、临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖、灌注桩泥浆池、坡面急流槽、路面挡土埂等，工程建设完毕后基本拆除完毕。通过施工期现场勘查，各项措施运行效果良好，沉沙池数量基本满足排水要求，场地内排水较为通畅。

(4) 整体评价

本工程水土保持措施布局合理、措施体系完善、各项设施保存完好、外型美观，工程措施与植物措施相结合，景观效果与生态效益良好，具备良好的水土保持功能。各分区的各项水土保持措施已经基本实施到位，地表植被恢复情况良好，各项措施水土保持效益发挥得当，扰动地表经治理后防治水土流失功能基本得以恢复。

7.3 存在问题及建议

希望建设单位今后更加重视水土保持工作，加强水土保持设施运行期的管理维护和林草抚育，保证水土保持设施的正常运行，更好的保证主体工程安全运行。

7.4 综合结论

通过监测结果表明：各项措施运行良好，六项防治指标全部达标，土壤流失量控制在允许的范围内，水土保持措施布局合理，发挥了水土保持作用，建设单位水土流失防治责任落实到位；通过走访周边群众，未发生由于施工带来水土流失造成危害的现象。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内认真履行了水土流失的防治责任，水土保持设施具备正常运行条件，且持续、安全、有效运行，符合交付使用的要求，水土保持设施的管护、维护措施落实到位。

8 附图及有关资料

8.1 相关资料

附件 1 可行性研究报告审批的批复

附件 2 水土保持方案原批复及水土保持方案变更报告批复

附件 3 项目土石方去向说明文件

附件 4 交工验收报告

附件 5 水行政主管部门的监督检查意见及建设单位整改情况

附件 6 监测影像资料。

8.2 附图

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 项目总平面图；

附图 3 水土流失防治分区及防治责任范围图（含水土保持监测点）；

附图 4 项目建设前、后遥感影像图。