

珠三角城际轨道交通项目
佛肇段工程施工总承包 GZZH-10 标段

岩溶路基注浆施工方案



中国中铁

编制：_____

复核：_____

批准：_____

中铁七局集团有限公司 GZZH-10 标项目部

十二月

目 录

1 编制说明	1
1.1 编制依据	1
1.2 编制原则	1
1.3 编制范围	2
2. 工程概况	2
2.1 工程概况	2
2.2 地层岩性及工程地质条件	2
2.3 特殊地质、不良地质及地质构造	2
2.4 水文地质	2
2.5 实验目的	3
2.6 施工人员组织	3
2.7 重要施工机械设备配置	4
2.8 材料进场情况	4
2.9 工期安排	4

3 总体施工方案.....	4
3.1 施工准备.....	4
3.2 总体施工方案.....	5
4 施工工序及工艺.....	6
4.1. 施工工艺流程.....	7
4.2 钻孔.....	8
4.3 注浆.....	9
4.4 地表观测.....	12
4.5 监测及验收.....	13
5 质量保证措施.....	14
5.1 组织保证.....	14
5.2 制度保证.....	14
5.3 技术保证.....	15
6 危险源分析，.....	15
7 邻近营业线施工安全保证措施.....	15

7.1 安全组织机构.....	15
-----------------	----

7.2 安全防护保障措施.....	16
8 文明施工及环境保护措施.....	23
8.1 文明施工措施.....	23
8.2 环境保护措施.....	24
9 应急预案.....	25
9.1 营业线（邻近营业线）施工应急预案.....	25

岩溶路基注浆施工方案

1 编制说明

1.1 编制依据

(1) 佛山至肇庆城际铁路大冲至肇庆段站前工程 DK113+110~DK113+610、DK113+670~DK113+850 段路基设计图。

(2) 《铁路工程地基解决技术规程》(TB 10106-2023)；

(3) 现行设计规范、铁路工程质量验收标准及其它有关文献资料。

(4) 广铁集团营业线施工安全管理实施细则[广铁运发(2023)310号]

(5) 工地现场调查、采集、征询所获取的资料。

(6) 我单位类似工程施工积累的施工经验及设备。

1.2 编制原则

(1)严格按照“边探边灌，探灌结合，分序施工”的原则进行岩溶路基整治施工。结合分序钻孔勘探结果，逐步查清整治范围内隐伏岩溶的分布情况和发育特性，及时调整整治措施和施工工艺，提高注浆施工的效果。

(2)岩溶路基整治施工必须以保护植被、控制水土流失、保护生态环境为原则，对的解决好生态保护与项目建设的关系，贯彻高标准的环境保护和水土保持措施，促进铁路建设与环境保护和水土保持的协调发展。

(3)结合岩溶路基整治工程的特点,建立建设项目管理的目的体系、责任体系、分级控制系统和评价评估体系,按照计划、组织、指挥、协调、控制等基本环节,将质量、安全、工期和环境保护分解细化为实行目的。

1.3 编制范围

DK113+210~DK113+270、DK113+310~DK113+350、

DK113+530~DK113+610、DK113+670~DK113+730,共计 240 米。

2. 工程概况

2.1 工程概况

本工程位于佛肇城际路基 DK113+110~DK113+610、DK113+670~DK113+850 段,注浆范围全长 240m。地处丘间谷底,地势相对较低,地形开阔,地面标高 6.9~16.2m,相对高差 10m,沿线与既有广茂铁路、国道 321 并行。

2.2 地层岩性及工程地质条件

(1) 表层为人工填土,褐黄色,深灰色,松散,潮湿,主要由粉质黏土组成,局部夹大量石块,块径 1~5cm,含量约 10%,层厚 0.5~6.2m。

(2)

Q4p1+d1 卵石土，杂色，上部潮湿，中下部饱和，稍密，局部中密状态，母岩为砂岩等，亚元形，级配差，局部局部夹粗圆粒土夹层，卵石粒径 6-9.5cm 不等，最大粒径 11cm, 约占总量 60%，间隙充填黏性土，层厚在 2-17m。

(3) Q4p1 粉质黏土，褐黄，褐红色，可塑，重要成份为黏粒，多夹卵]砾石，含量约 30%，厚度 1.2-52.4m。

(4) C 灰岩，中风化，隐晶质结构，层状构造，裂缝及岩溶发育，层面 6.3-57.1m。

2.3 特殊地质、不良地质及地质构造

全段路基基底为覆盖型岩溶发育地段。

2.4 水文地质

地表水发育有少量的小型溪流，最后汇入西江；地下水重要接受大气降水垂直入渗补给，地下水位受季节性降雨影响明显，勘查期间测得地下水埋深 0-5.1m(标高-0.272-7.445m)。地表水、地下水化学侵蚀性为微侵蚀性。

2.5 实验目的

总结出适宜的施工设备选型、施工工艺和方法、施工顺序；及时优化动态整治施工流程、注浆工艺控制参数，保证整治的有效性与针对性。

2.6 施工人员组织

根据现场实际情况，专门成立岩溶注浆施工架子队，各工序分班组作业，组织各班之间流水作业及平行作业。

序号	工种	人数	备注
1	施工负责人	乔巍	负责全施工组织协调工作
2	技术负责人	李海川	负责施工现场技术工作
3	实验人员	张琦	负责实验工作
4	测量人员	邓开东	负责测量工作
5	钻机操作手	8人	负责钻机操作及维修
6	安全员	冯振河	负责现在施工安全
7	质检员	刘庚亚	负责现场质量监控
8	杂工	10人	配合现场作业

项目部安全防护人员名单见下表：

姓名	职务	电话	备注
冯振河	安全员		
文国庆	安全员		

2.7 重要施工机械设备配置

重要施工机械设备配置如下表所示

序号	设备名称	型号和功率	单位	数量	备注
1	钻机	XY—1	台	4	良好
2	注浆机	BW150	台	2	良好
3	搅拌机	HJ800	台	2	良好
4	弹簧式压力表	0~1.6Mpa	台	2	合格

5	流量计	JY-DE-20	支	2	合格
---	-----	----------	---	---	----

2.8 材料进场情况

本着满足施工、减少库存的原则，考虑也许延误供货及节假日的影响，做好物资供应计划。按照施工工期安排，结合实际情况，提前编制年度材料计划，统筹安排，保证材料供应满足现场施工需要。

水泥，外加剂等已备足，经检查合格后可以使用。

2.9 工期安排

本工程施工总工期计划为 2023 年 12 月 20 日~2023 年 1 月 10 日，涉及钻探、注浆、实验验证及排污、钻孔回填、路基基底等工程所有竣工。总工期 20 天。

施工总体上分为：主体施工阶段 18 天，工程效果检查及验收阶段 2 天，共 20 天。

3 总体施工方案

3.1 施工准备

- (1) 上报施工方案并通过广铁集团各设备管理单位批准。
- (2) 与铁路局各相关设备管理单位签订安全协议。
- (3) 地下管线、电力线调查、迁改

签订安全协议后在工务、电务、信号、通信部门的配合下，对现场地下所有管线进行挖探、确认，委派现场安全员按规定做好施工配合工作，如挖探出电缆在电务、信号部门监护员的指导下对施工区域地下光电缆进行防护解决。注浆范围内的光电缆采用割接、改移方案，移至施工区域以外并进行防护解决，施工中设专人防护。

- (4) 施工作业场地清理

3.2 总体施工方案

岩溶钻孔注浆整治施工中贯彻边探边灌、探灌结合的原则，选取钻孔总数的 30%作为先导勘探孔，进一步探明岩溶发育情况，以拟定合理的岩溶地基解决相关参数和施工工艺。施工过程中应注意周边的水利设施和地下水位情况，如有异常及时调整施工方案。

先导孔(I序孔)完毕后，编制先导孔成果资料，涉及工点地质纵断面图、钻孔柱状图、水文地质实验成果资料、先导孔勘探注浆施工总结报告。先导孔成果资料交建设、监理、设计单位审查后、拟定注浆孔(II序孔)施工。

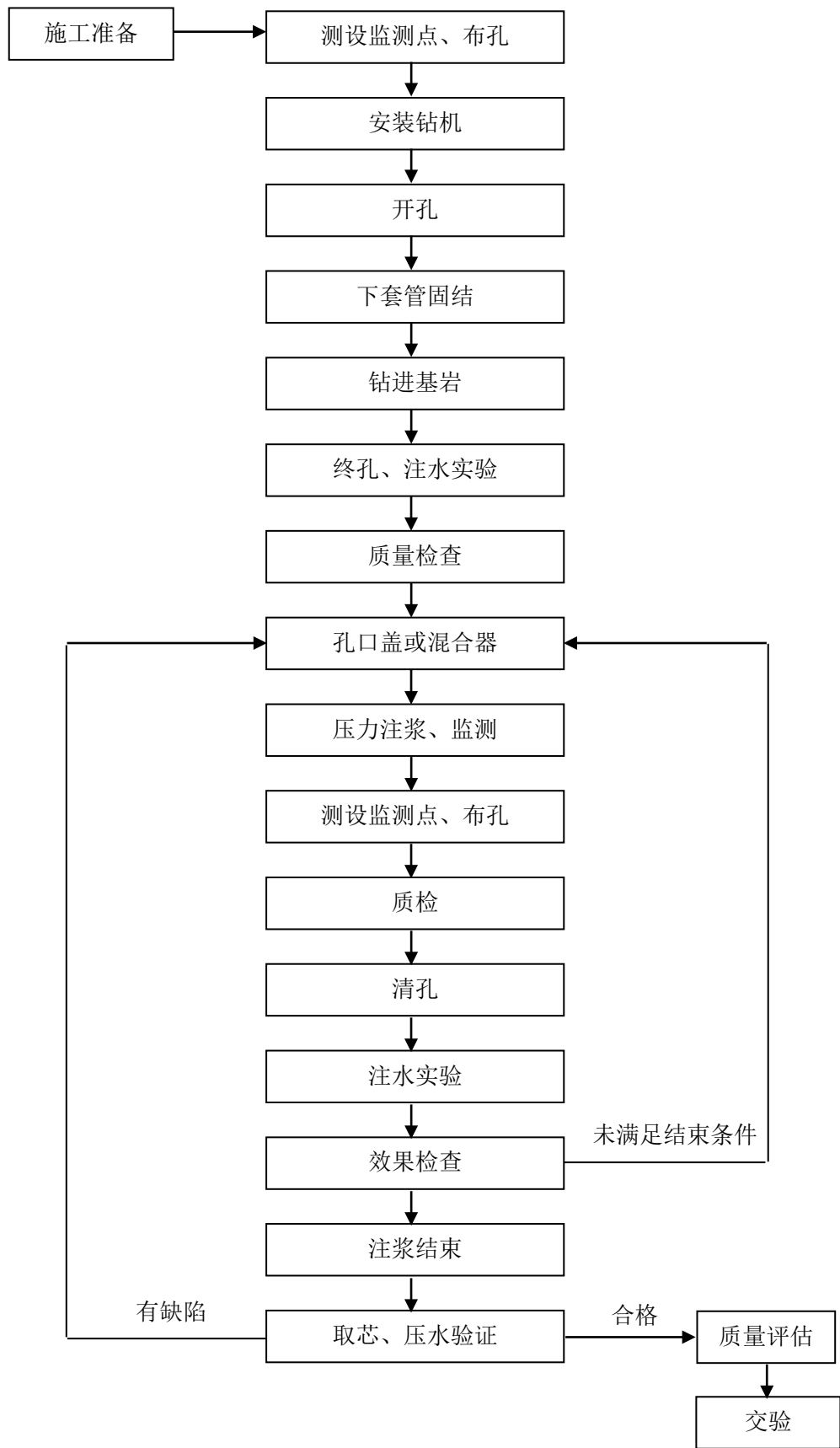
先导钻钻孔严格按照《铁路工程地质钻探规程》执行。保证钻孔取芯质量，粘性土大于 80%；碎石类土大于 50%，岩溶、构造破碎带大于 50%，完整基岩大于 80%，孔底残留岩芯超过 20cm. 认真做好钻探原始记录，资料完整、准确、干净，准确分层，岩芯摆放整齐，贴上分层标签，妥善保管并存留代表性先导孔的岩芯照片。准确描述岩溶发育情况，拟定溶孔，溶隙、溶洞位置及尺寸，描述其发育限度及孔内充填物等特性。

开孔前必须确认钻孔孔位上、下安全距离内无管线影响，对于不能确认地下管、线位置时，开孔前必须在孔位上开挖一个直径不小于 0.5m 深度不小于 0.8m 的积污坑)

先导钻孔钻孔时比照地勘程序（不取岩、水样、土样、不做标贯、动探）。土层钻进时回次进尺在保证采用率的前提下不超过 1m，岩层钻进时在提高钻进速度和保证采用率的前提下不大于 1.5m，对于特殊破碎的岩层应减小回次进尺。岩层钻探时司钻人员不得离岗，防止溶洞掉钻及岩芯磨钻心。

4 施工工序及工艺

4.1. 施工工艺流程



4.2 钻孔

采用 XY—1 型地质钻机，施工环节及方法如下：

(1) 布孔：孔位采用梅花形布置，横向 2~3 排，间距 5m、纵向间距 15m。

(2) 安装钻机：一方面在孔位处平整出(边坡上搭脚手架)供安放钻机和人员操作的场地，再将钻机移位至孔位处，钻机对位后垫平整稳钻机。凡附近有缆线，钻机就位前必先挖探沟查明缆线位置，就位时避开缆线。钻机高度 1.5m，使用锚固或拉缆风绳等方式固定牢固，实行“一机一人”的监控，防止设备倾覆时侵入铁路限界。暂停施工时要将设备移至铁路安全限界以外，并摆放牢固。

(3) 开孔：钻机就位调整完毕后，采用 $\phi 89$ 岩芯管开孔。开孔深度 2.0~3.0 米。

(4) 安设孔口套管：开孔完毕后，即安设孔口 $\phi 108\text{mm}$ 管，由于孔口管较钻孔孔径略大，以保证套管周边密贴孔壁，因此孔口管是强行夯进孔内的。并用水泥浆结合水玻璃封闭孔口周边，防止冒浆。

(5) 上部土层钻进：上部土层先采用 $\phi 89$ 钻头钻到基岩面，然后打入 $\phi 108\text{mm}$ 套管，到基岩面以上 2-3m 后进行清空，清孔后，先进行土层注浆。如上部为碎石块或卵粒石地层，可用 $\phi 108\text{mm}$ 钻孔及 $\phi 110\text{mm}$ 套管跟管钻进，到基岩面 2-3m 附近，倒入部分水泥浆，然后上下移动套管，使水泥浆封堵套管外壁，避免注浆沿套管外壁冒浆。清孔至基岩面后进行土层注浆。

(6) 安设注浆套管：钻至基岩面以上 2~3m 后安设注浆套管。注浆套管用小于孔口管的套管从孔口直至嵌入基岩面下 0.2~0.5m，并

封闭好。

(7) 岩层钻孔：土层注浆结束后再钻基岩，钻到设计孔深或满足设计规定后进行下部岩溶注浆。灰岩入岩深度 5-6m。设计孔深若遇溶洞，应钻至底板不小于 1.0m，注浆套管嵌入基岩 0.5m，用水泥砂浆固结成一体，若遇开口型岩溶时，可进行一次性注浆。

(8) 扫孔：现场钻进一般均采用干钻工艺，部分粒径较大的卵砾石层和强至中风化的岩层采用循环钻进工艺。为保护孔壁，卵砾石层多采用泥浆循环，基岩层采用清水循环。但终孔时，都必须进行扫孔。扫孔方法：采用 $\phi 89\text{mm}$ 岩芯管或管靴活页钻头清除孔内沉渣。

10. 终孔检查：根据设计规定，钻进完整灰岩 5m 取芯样，经监理工程师确认后量测孔深，拧上孔口盖，等待注浆。

4.3 注浆

(1) 注浆顺序：注浆孔应跳孔施钻，不应所有钻孔完后再注浆，以免孔位串浆，增长难度及清孔工作量。注浆孔施工应自路基坡脚向线路中心的顺序进行，先两侧后中间，保证注浆质量。注浆孔有空洞时采用中粗砂或水泥砂浆直至溶洞充填后才干进行注浆。

(2) 水泥浆配制：现场采用 HJ800 型水泥浆搅拌缸进行搅拌。注浆水泥采用 P. 032.5 水泥，水玻璃 38-43Be, 模数 2.4-3.0。分别按不同施工段浆液浓度规定配制 0.8: 1~ 1: 1

不同水灰比的水泥浆液。浆液浓度根据注浆孔地质情况、进浆情况、孔口压力情况随时调整。若遇空的岩溶通道、较大溶洞和裂隙处，视具体情况先灌注粉煤灰或中粗砂对溶蚀腔体进行充填，再采用水泥浆液或双液注浆，全充填溶洞一般采用单液注浆。当注浆量较大时，可添加速凝剂，但掺入量不大于浆液量的 3%，以免影响水泥结晶体强度。

水泥浆搅拌时间不少于 5 分钟，发现沉淀或结团要延长搅拌时间，充足搅拌均匀。

(3) 安装注浆管路和压力表：注浆管路多用高压软管，若管路过长，软管移动耗时费事，可在中间预先布设钢管。注浆管路和套管用一专用的注浆孔盖连接。

(4) 注浆：采用 BW150 型注浆泵进行压力注浆。注浆前均进行再次压水清孔，本次压水重要是为了冲开裂隙处的泥浆，以利浆液扩散。当压力达成 0.15Mpa 以上；即停止注水，暂停 5—10 分钟后开始注浆。

(5) 注浆压力：压力控制在 0.1~0.3Mpa 之间，岩土界面附近逐步加大至 0.3-0.5Mkpa。注浆压力视注浆方法、注浆深度和地下水位而定，并针对注浆过程中出现的情况随时调整压力。终孔注浆压力 0.5-0.8Mpa。

(6) 岩溶注浆后，由于水泥浆固结，体积收缩会导致注浆充填

的上部残存空洞的现象，宜采用分序注浆和反复注浆，在确认无残存空洞后，方可采用 M7.5 水泥砂浆将注浆孔封填饱满至孔口。

(7) 注浆结束标准：

①当注浆达成下列标准之一时，可结束该孔注浆，当达不到上述结束标准时，应清孔再次注浆。

②注浆孔口压力达成终注压力（ $\geq 0.3\text{MPa}$ 左右），10分钟连续注浆量不大于 5 升；

注浆钻孔基岩完整，或多次注浆，孔口压力超过 1.5MPa 时（附近分布既有建筑物时为 1.0MPa ）。

③冒浆点已出注浆范围外 $3\sim 5\text{m}$ 时，可视路基范围岩溶通道堵塞完毕。

④单孔注浆量达成平均注浆量 $1.5\sim 2.0$ 倍，且进浆量明显减少时。

（8）注浆施工注意事项：

施工前应向有关部门收集和调查地下设施、地下管线的具体位置，不明确时，可采用物探探测与开挖相结合，挖探深度不小于 2m ，在确认地下无管线时，方可钻探。

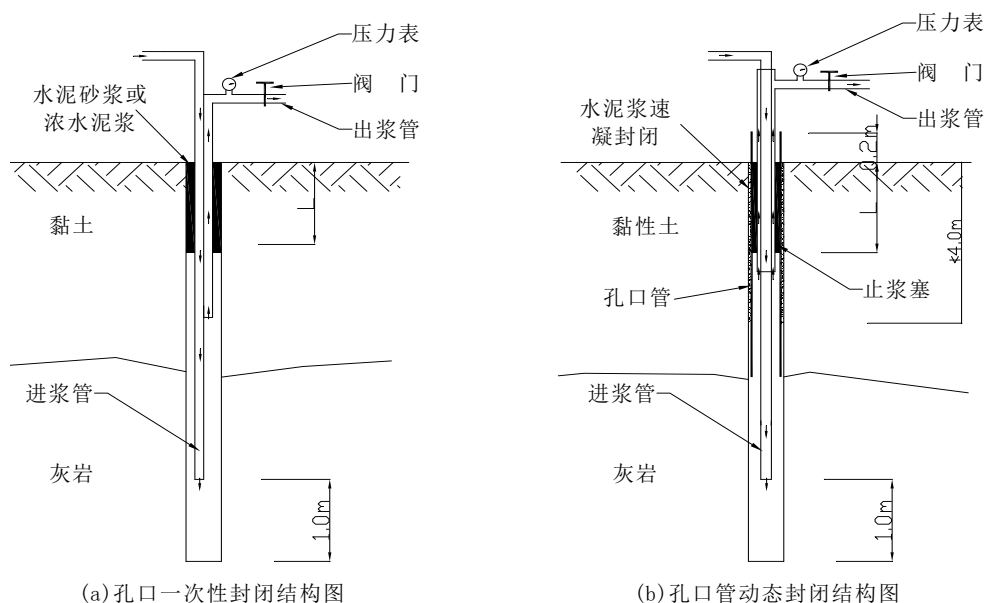
施工地点与既有线或既有建筑关系密切时，施钻和注浆时严禁侵入限界，应注意人身、机具安全。高压线下工作，钻探机具视安全情况对钻架进行改装。

注浆应按自线路坡脚向线路中心的顺序进行。注浆孔有空洞时灌注中粗砂或水泥砂浆直至溶洞充填后才干进行注浆，特别是距线路中心线最外一排注浆孔必须灌注水泥砂浆。

各孔注浆量依据具体地质情况有较大的差异，当连续注浆单孔超过 15 吨水泥不见升压时，应考虑提高浆液浓度、添加粉煤灰双液注浆，必要时间歇注浆。注浆量过大时，应提请有关四方会勘，采用适当的工程措施进行解决。

岩溶注浆加固工程数量对每个孔来讲不应以平均量来衡量，由于岩溶发育的特殊性和复杂性，单孔注浆量应根据现场钻孔的岩溶分布和发育情况进行调整。

注浆孔封孔必须采用 M7.5 水泥砂浆封孔严实且饱满，以免对路基留后患。



注浆孔封孔结构示意图



孔口管动态阻塞法实行照片和止浆阀结构示意图

4.4 地表观测

为了对岩溶路基压浆施工的质量进行宏观控制，避免施工导致环境的影响。施工时安排专人进行质量、环境的监测。

(1)施工前，调查每段工地的周边环境特性，依据设计注浆孔的布置，影响半径及范围设立监测点、控制点，定期进行仪器监测地表变化。每个压浆工班的孔口压浆工负责当班的地表观测，一旦有异常即停止注浆，分析因素并调整压浆工艺。

(2)调查施工区的泉、坍塌以及民居的生活水源分布，保证生活用水的质量，农田无污染。

(3)岩溶注浆施工地段，除应加强地面观测外，还必须对既有线路基、立柱基础、电缆槽、线间沟、综合接地系统等易受挤压变形破坏的建筑物、构筑物通过设立变形观测点加强变形观测。

建立安全巡查制度，派专职安全员负责巡查施工安全，发现安全隐患时，应立即停止注浆施工，采用对策。

4.5 监测及验收

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/197025151033006124>