

G65 高速黔江服务区地面塌陷应急工程

治理工程施工图

中铁长江交通设计集团有限公司

二〇二一年九月 重庆

目 录

1、工程概况.....	1
2、设计工作依据.....	1
3、设计标准和治理方案.....	1
3.1 设计原则和标准	1
3.2 治理方案	1
4、分项设计.....	1
4.1 注浆	1
4.2 塌陷填筑	2
4.3 修复排水管	2
4.4 监测	2
5、质量检测.....	2
6、建议.....	2

附图：1、图例

2、工程布置平面图

3、注浆布置典型剖面图

4、注浆孔布置图

附件 1：工程地质勘察报告

1、工程概况

受强降雨影响，2021 年 8 月 13 日重庆渝湘高速公路黔江服务区地面发生塌陷（1#塌陷），塌陷位置位于高速公路黔江至酉阳方向正线右侧；2021 年 8 月 21 日距塌陷处约 20m 处的中央隔离带发生塌陷（2#塌陷）。据调查，5 月上旬距离 2#塌陷酉阳方向约 25m 的中央隔离带发生地面沉降（3#塌陷）。初步分析，该段可能存在地下空洞，严重威胁高速公路的行车安全。故塌陷地面进行治理是迫切和必要的。

2、设计工作依据

- (1) 《公路路基设计规范》(JTGD30—2015)；
- (2) 《岩溶塌陷防治工程设计规范》TCAGHP077-2020；
- (3) 《地质灾害防治工程勘察规范》DB50/T143-2018；
- (4) 《地质灾害防治工程设计标准》DB55029-2019；
- (5) 《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012；
- (6) 《G65 高速黔江服务区地面塌陷应急工程工程地质勘察报告》。

3、设计标准和治理方案

3.1 设计原则和标准

本工程以“确保安全、经济、实用”为原则进行设计，兼顾与环境的合理衔接。

工程安全等级：一级。采用动态设计法。

3.2 治理方案

根据场地地形、地层和已建构筑物，岩溶塌陷采用“**注浆复合地基+塌陷填筑+修复排水管**”进行综合综合治理。通过修复排水管和塌陷填筑阻止地表水下渗，切断与岩溶空洞的联系，注浆复合地基填充填筑土空洞，并使填筑土胶结呈整体、提高地基承载力和较少地面沉降。

4、分项设计

4.1 注浆

根据钻孔揭露地层、地下水情况，结合场地施工条件，为了尽量少破坏既有路面等构筑物设施和尽快恢复塌陷范围路面通车，对塌陷区范围分区采用注浆法进行路基加固治理。

(1) 注浆钻孔直径 110mm，外围一圈注浆孔间距为 1.0m，内部注浆孔间距 1.50m×1.50m，梅花形布置。注浆孔错开中央隔离带。

(2) 注浆钻孔深度≥7.0m，且进土粘土层不小于 1.0m；1#-3#塌陷坑四周设置注浆加强区，加强区范围注浆孔深度进入基岩 0.5m。

(3) 注浆材料采用 32.5 级普通硅酸盐水泥浆液，水灰比 1.0:1.0~0.5:1.0（重量比）。若填筑土空隙较大、可灌性好的地层，在浆液中掺入适量细砂，比例为 1: 0.5~1:3（水泥：砂，体积分数）。其中注浆用砂要求：粒径<2.5 mm，细度模数<2.0，含泥量及有机物含量<3%。易坍塌的孔位，注浆时掺入一定量的速凝剂，速凝剂掺入量小于浆液的 3%。

(4) 注浆浆体应经过搅拌机充分搅拌均匀后，方可注浆，注浆过程中应不停缓慢搅拌，搅拌时间应小于浆液初凝时间。浆液在泵送前应经过网筛过滤。

(5) 注浆压力：0.3~0.8MPa。注浆流量：7-10L/min。

(6) 上部填筑土路基应采用多次注浆，间隔时间应按浆液的初凝试验结果确定，且不应大于 4 小时。

(7) 钻孔遇未充填溶洞、土洞可采用细石混凝土充填，碎石粒径用小于 35mm。若钻孔塌孔可采用 PVC 管进行灌注。

(8) 施工采用跳孔间隔注浆，且先外围后中间的注浆顺序。内侧注浆孔施工在外侧注浆孔浆液初凝后终凝前进行。注浆管应插入钻孔底部，自下而上进行注浆。

(9) 对孔口冒浆可采用重新回填黏土或在黏土中掺入少量水泥的方法，封堵套管外壁与孔壁之间的间隙。对孔口以外部分的冒浆，可采用限流、限压及嵌缝的方法处理，如该方法处理无

效，则应停注待凝 24h 后再进行复注。

(10) 在注浆过程中，若出现相邻两孔或隔孔冒浆，处理这种现象，一是将冒浆孔用止浆塞堵上，然后再注浆孔再继续注浆，另一种是将冒浆孔与冒浆孔并联，同时进行灌注。

(11) 达到以下条件可结束注浆：

- 1)当注浆压力 $\geq 0.8\text{Mpa}$ ，吸浆量 $< 2.5\text{L/min}$ ，稳定时间 30min。
- 2)发现地面有上抬的趋势时，立即停止注浆。
- 3)发生浆液漏失严重时，立即停止注浆。

(12) 正式注浆前，利用注浆孔选取 2~3 个代表性工点进行注浆试验，确定注浆压力等参数。

4.2 塌陷填筑

根据现查调查，1#塌陷和 2#塌陷面积较大，深度较深，建议清除塌陷坑中杂草等腐殖质，采用 M10 砂浆片石进行砌筑回填，若砌筑后块体间缝隙大，M10 水泥砂浆可进行灌浆。

4.3 修复排水管

根据现场调查，破损水管为 HDPE 双壁波纹管，直径为 400mm，承插柔性接头。破损检查井型号为 $\phi 700$ 。对地基进行注浆后，本次拟对破坏段排水管和检查井进行修复。由于原检查井采用《02S515 排水检查井图集》已作废，本次修复采用承载力要求低和防渗性能更好的 HDPE 成品检查井，检查井深约 1.60m。排水管修复作业时应校核进出水管的高程，确定检查井底高程。

4.4 监测

注浆加固时，应对注浆区近临近区域的路面（地面）的沉降、倾斜、位移和裂缝进行监测。

5、质量检测

注浆施工结束后，为控制施工质量，应进行注浆效果检查，在成片注浆、初凝后在注浆孔间布置 10%的质量检查孔，且每个施工单元不得少于 3 孔，满足下列条件之一，可认为合格，转入

下一单元施工。

- ① 注浆体后的填筑土达到密实。
- ② 检查岩孔芯可见多处水泥块，基本填满可见缝隙。
- ③ 检查孔的单位吃浆量不超过周围 2 孔单位吃浆量平均值的 30%。
- ④ 检查孔岩芯可见多处水泥结石体，基本填满可注缝隙。

6、建议

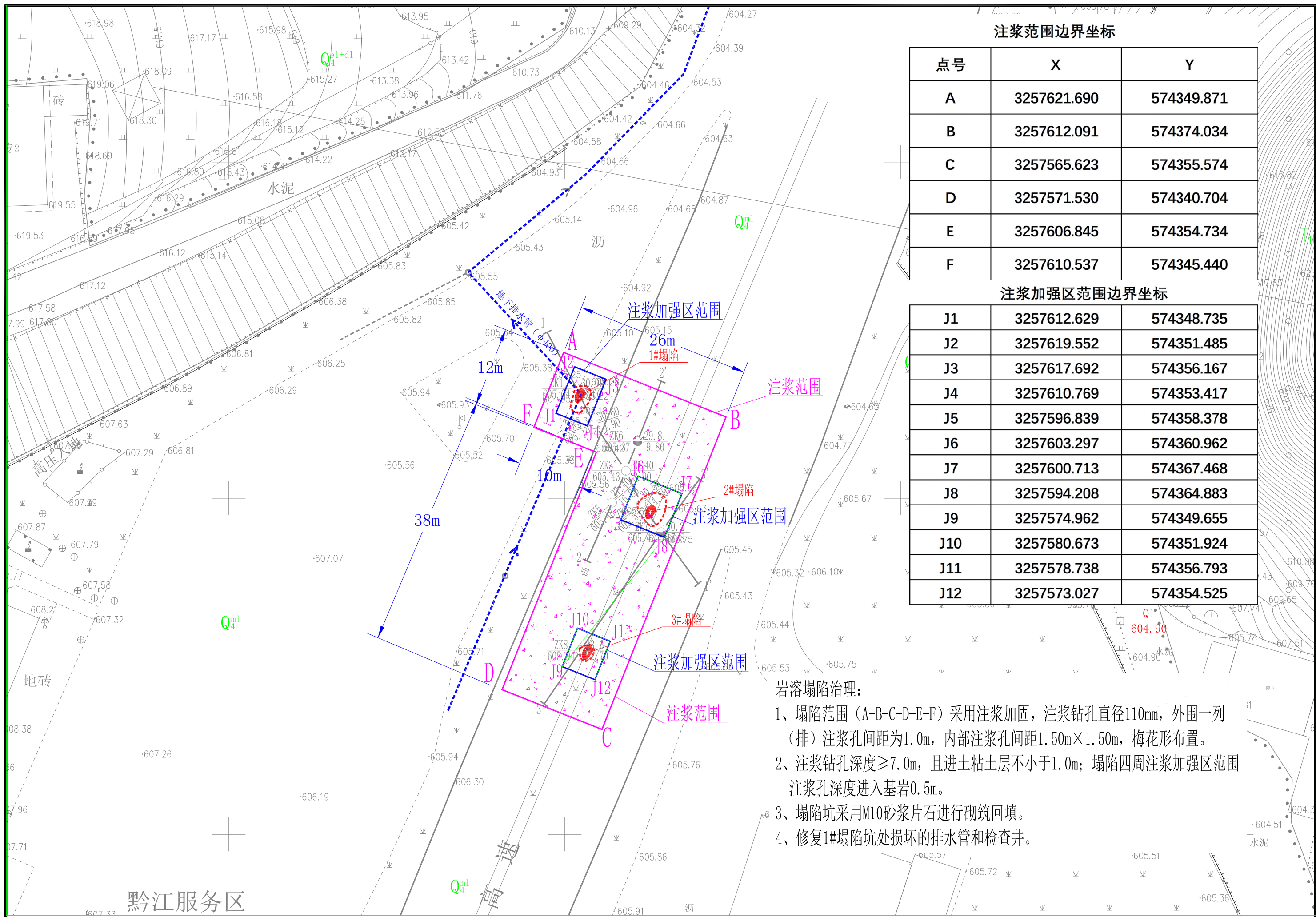
(1) 工程施工所需各类建筑材料质量必须满足设计要求，应附材料证明、出厂单及质量检查合格书。施工期间应对水泥、砂等各种原材进行质量检测。

(2) 施工期间应做好交通疏导，保证施工安全和行车安全。

(3) 工程质量验收应按现行规范进行；隐蔽工程应组织中间验收，上一工序验收合格后才能进入下道工序。

(4) 注浆工程检测合格后，应对施工中破损的路面、中央隔离带线缆沟、护栏等设施进行修复。

采用信息法施工，现场若出现与本设计不符内容，应及时反馈，以便修正设计。未尽事宜，按相关施工规范执行。



注浆范围边界坐标

点号	X	Y
A	3257621.690	574349.871
B	3257612.091	574374.034
C	3257565.623	574355.574
D	3257571.530	574340.704
E	3257606.845	574354.734
F	3257610.537	574345.440

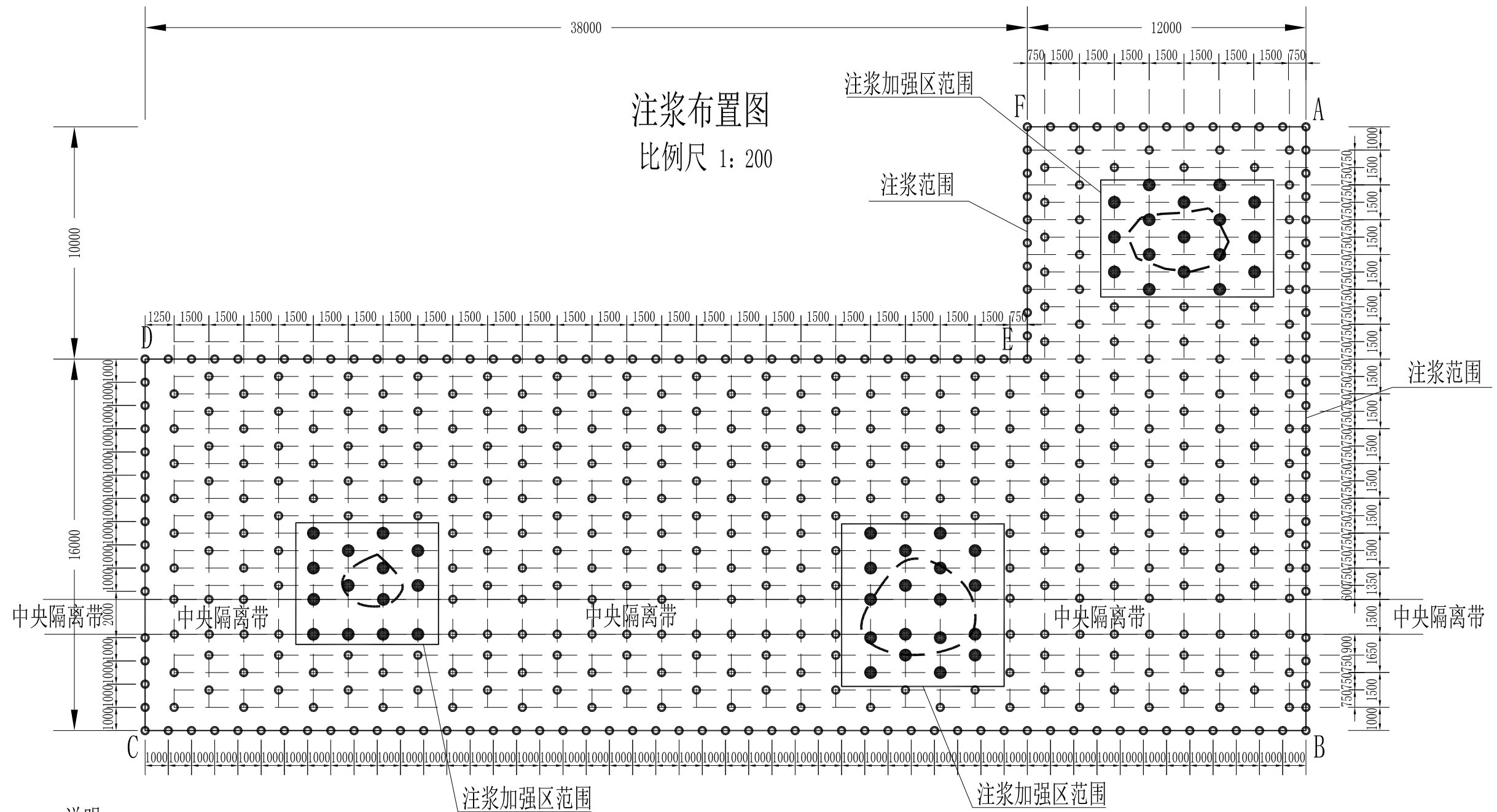
注浆加强区范围边界坐标

J1	3257612.629	574348.735
J2	3257619.552	574351.485
J3	3257617.692	574356.167
J4	3257610.769	574353.417
J5	3257596.839	574358.378
J6	3257603.297	574360.962
J7	3257600.713	574367.468
J8	3257594.208	574364.883
J9	3257574.962	574349.655
J10	3257580.673	574351.924
J11	3257578.738	574356.793
J12	3257573.027	574354.525

岩溶塌陷治理:

- 1、塌陷范围 (A-B-C-D-E-F) 采用注浆加固, 注浆钻孔直径110mm, 外围一列 (排) 注浆孔间距为1.0m, 内部注浆孔间距1.50m×1.50m, 梅花形布置。
- 2、注浆钻孔深度≥7.0m, 且进土粘土层不小于1.0m; 塌陷四周注浆加强区范围注浆孔深度进入基岩0.5m。
- 3、塌陷坑采用M10砂浆片石进行砌筑回填。
- 4、修复1#塌陷坑处损坏的排水管和检查井。

黔江服务区



说明:

1、图中尺寸以mm计。

2、注浆设计参数:

(1) 注浆钻孔直径110mm, 外围一列(排)注浆孔间距为1.0m, 内部注浆孔间距1.50m×1.50m, 梅花形布置。注浆孔错开中央隔离带(见图)。

(2) 注浆钻孔深度≥7.0m, 且进土粘土层不小于1.0m; 塌陷四周注浆加强区范围注浆孔深度进入基岩0.5m。

(3) 注浆材料采用32.5级普通硅酸盐水泥浆液, 水灰比1.0:1.0~0.5:1.0(重量比), 若填筑土空隙较大、可灌性好的地层, 在浆液中掺入适量细砂, 比例为1:0.5~1:3(水泥:砂, 体积分数)。钻孔遇溶洞、土洞可采用细石混凝土充填。

(4) 注浆压力: 0.3~0.8MPa。注浆流量: 7-10L/min。

3、施工采用跳孔间隔注浆, 且先外围后中间的注浆顺序。内侧注浆孔施工在外侧注浆孔浆液初凝后终凝前进行。注浆管应插入钻孔底部, 自下而上进行注浆。

4、正式注浆前应进行基本注浆试验确定注浆压力、注浆量和注浆有效范围等参数。

G65 高速黔江服务区地面塌陷应急工程

工程地质勘察报告

中铁长江交通设计集团有限公司

二〇二一年九月 重庆

目 录

1、前言.....	1
1.1、工程概况.....	1
1.2 任务.....	1
1.3、 勘察工作依据.....	1
1.4 勘察工作情况.....	1
1.5 勘察工作质量评述.....	1
2、自然地理概况.....	2
2.1 地理位置及交通条件.....	2
2.2 气象与水文.....	2
3、工程地质条件.....	3
3.1 地形地貌.....	3
3.2 地层岩性.....	3
3.3 地质构造和地震.....	3
3.4 水文地质条件.....	3
3.5 环境水、土腐蚀性.....	4
3.6 不良地质作用.....	4
3.7 特殊性岩土.....	4
4、塌陷成因和发展趋势.....	5
4.1 塌陷成因.....	5
4.2 塌陷发展趋势.....	5
5、结论.....	6
6、建议.....	6
6.1 岩溶塌陷治理建议.....	6
6.2 其他建议.....	6

附图：

- 1、图例
- 2、勘察平面图
- 3、工程地质剖面图
- 4、钻孔柱状图

附件 1：高密度物探测试报告

1、前言

1.1 工程概况

受强降雨影响，2021 年 8 月 13 日重庆渝湘高速公路黔江服务区地面发生塌陷（1#塌陷），塌陷位置位于高速公路黔江至酉阳方向正线右侧；2021 年 8 月 21 日距塌陷处约 20m 处的中央隔离带发生塌陷（2#塌陷）。据调查，5 月上旬距离 2#塌陷酉阳方向约 25m 的中央隔离带发生地面沉降（3#塌陷）。初步分析，该段可能存在地下空洞，严重威胁高速公路的行车安全。故我公司受高速集团东南运营分公司委托查明塌陷原因和提供治理建议。



图 1.1-1 1#塌陷照片

1.2 任务

- (1) 搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料；
- (2) 测量工程场地范围的地形图；
- (3) 查明场地地形地貌、地层岩性、地质构造等工程地质条件；

- (4) 查明地下水的埋藏条件，提供地下水水及其变化幅度；
- (5) 查明地面塌陷分布和规模，分析地面塌陷的性质及产生原因和发展趋势；
- (6) 提供岩土层物理力学参数指标和设计参数；

1.3 勘察工作依据

- (1) 《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)；
- (2) 《公路路基设计规范》(JTGD30-2015)；
- (3) 《地质灾害防治工程勘查规范》DB50/T143-2018；
- (4) 《地质灾害防治工程设计标准》DB55029-2019；
- (5) 《岩溶塌陷防治工程设计规范》TCAGHP077-2020；
- (6) 《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012；
- (7) 《渝湘高速公路黔江至彭水段工程地质勘察报告》。

1.4 勘察工作情况

本次勘察于 2021 年 8 月 18 日现场踏勘，8 月 19 日至 8 月 21 日测绘地形图，8 月 22 日至 9 月 2 日进行勘察外业调查和钻探。同步交叉进行内业资料整理、图纸绘制及治理方案设计工作，本次勘察投入 2 台 XY-150 液压钻机全孔取芯钻进。

表 1.4-1 勘察工作量一览表

测量		工程地质 测绘	钻探 本次钻孔 (m/个)	高密度 电法测试 (m/条)	孔内电视 (m/孔)	取样		
地形图 (1:500)	剖面图 (m/条)					岩样 (组)	土样 (组)	水样 (组)
0.2Km ²	140m/3	0.5km ²	240.9/8	466/4	135/5	2	3	1

1.5 勘察工作质量评述

我公司接受勘察任务以后，工程人员在充分收集已有资料的基础上，对拟建工程场区进行踏勘，按《工程地质勘察规范》(DBJ50/T-043-2016)及勘察技术要求编制了勘察方案(大纲)。勘察方法运用地面工程地质测绘、钻探、物探、孔内电视与室内测试等多种手段同时进行。勘察中坚持 ISO9001 质量保证体系的各项要素，对勘测全过程实行动态管理，加强事前指导，中间检查，成果验收的三环节控制，杜绝不合格资料产生。

- (1) 工程地质测绘

工程地质调查和测绘使用比例 1:500 的地形图观测定点,重点观察记录地形地貌及地质构造,各岩土层的分布及工程地质特征,有无不良地质现象及其形成条件、规模、性质及发展情况等。成图后点位精度误差小于 3mm,符合规范要求。

(2) 钻孔测量

勘察测量系统采用重庆市独立坐标、1956 黄海高程系,工程钻孔采用 GPS 移动站 RTK 实测,测放精度满足规范要求。钻探前逐孔核实孔位处地下管线等设施情况,确保施工安全。

(3) 钻探及取样质量

勘探线、点间距、钻孔深度以及测试样品的采集位置和数量均符合规范要求。钻探全部采用岩芯管清水回旋全取芯钻进工艺作业,钻探中人工填土岩芯采取率大于 65%,强风化层岩芯采取率不低于 65%,中风化层不低于 90%。采样数量严格按勘察大纲要求执行,岩样采用岩芯取样,取样岩芯管直径不小于 91mm。钻探及取样质量符合《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87-2012)要求。

(4) 物探测试

本次高密度电阻率法物探测试委托川东南地质队进行测试,测试辅助判断场地异常位置。

(5) 水文地质

全部钻孔按要求进行了孔内水位的观测工作,钻探结束后抽排循环水并观测水位变化和流量的变化情况。抽水试验严格按照相关规范规程执行。

(6) 勘察工作严格按照勘察方案和现行规范组织实施,勘察方案制定的工作内容、勘察目的均得到落实和完成,勘察重点突出,查明了场地的工程地质和水文地质条件。

2、自然地理概况

2.1 地理位置及交通条件

场地位于重庆市黔江区正阳街道,包茂高速黔江服务区北部,距离黔江南互通向南约 1.4Km。



图 2.1-1 场地位置示意图

2.2 气象与水文

黔江区地处渝东南武陵山区,属中亚热带湿润性季风气候。境内地势较为复杂,海拔高度大多在 500~1000 米,相对高度差较大。气候温和,四季分明,热量丰富,雨量充沛,季风明显,但辐射、光照不足,灾害气候频繁。气候具有随海拔高度变化的立体规律,是典型的山地气候。

气温:全区多年年均气温 15.4℃,极端最高气温 39.5℃,极端最低气温 -5.8℃。月平均气温 7 月最高,为 25.6℃;1 月最低,为 4.3℃。大于 0℃的活动积温为 3200~5470℃,大于 10℃的活动积温为 2130~5470℃。无霜期 220~310 天,平均 273.5 天。

降雨量:全区多年平均降雨量为 1200.3 毫米,夏季(6~8 月)515.2 毫米,集中了全年的 42.9%;冬季(12~2 月)67.0 毫米;春季(3~5 月)328.0 毫米;秋季(9~11 月)289.9 毫米。6 月最多,为 205.8 毫米,占全年降雨量的 17.1%;1 月最少,为 18.8 毫米,仅占 1.6%。

场地未见河水、水库、水塘等地表水分布。

3、工程地质条件

3.1 地形地貌

场地原始地貌属溶蚀剥蚀低山地貌区，由于黔江服务区修建，现已成为平坦区域，地面高程 605-606m。

3.2 地层岩性

据工程地质测绘和钻探揭示，建设场地出露三叠系及第四系（Q）地层，从新到老分述如下：

3.2.1 第四系全新统（Q₄）

素填土：灰色、灰褐色，结构稍密-中密状，稍湿，主要由可塑状粉质粘土、灰岩碎块石组成，碎块粒径 2~50cm 不等，硬物质含量约为 50%，均匀性较差，为修建服务区回填压实，回填年限约 10 年。土石等级为 III 级。该层土分布场地上部。

次生红粘土：灰黄色，局部含约 10% 碎块石，可塑状，切面光泽，无摇振反应，干强度和韧性较高。位于塌陷区域的土层受土洞塌陷扰动破坏，结构松散，钻探速度快，岩芯采取率低。土石等级为 II 级。

~~~~~不整合~~~~~

##### 3.2.2 三叠系下统嘉陵江组一段（T<sub>1j</sub><sup>1</sup>）

石灰岩：灰色，主要由碳酸盐矿物组成，隐晶质结构，中厚层状构造；强风化层，岩芯较破碎，呈短柱状、块状；中风化层，岩芯较完整，呈短柱状、柱状。中风化岩体较完整，土石等级为 V 级。

#### 3.3 地质构造和地震

场地区域属七曜山凹褶束，场地位于铜西向斜西翼，岩层产状  $120^{\circ} \angle 66^{\circ}$ ，场地未发现断层通过，根据区域资料，拟建场地受应力作用影响相对微弱，岩体结构面主要受构造裂隙控制，岩体裂隙特征如下：

J1 裂隙产状  $213^{\circ} \angle 84^{\circ}$ ，裂隙微张 1~3mm，裂隙间距 3~5m，延伸 4~10m；裂隙面较起伏，钙泥质半充填，结合差，为硬性结构面。

J2 裂隙产状  $282^{\circ} \angle 37^{\circ}$ ，裂隙张开度多为 2~3mm，裂隙间距 2~4m，延伸 3~4m；裂隙面较起伏，偶见钙泥质充填，结合差，为硬性结构面。

根据地震烈度区划图，拟建场地抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。

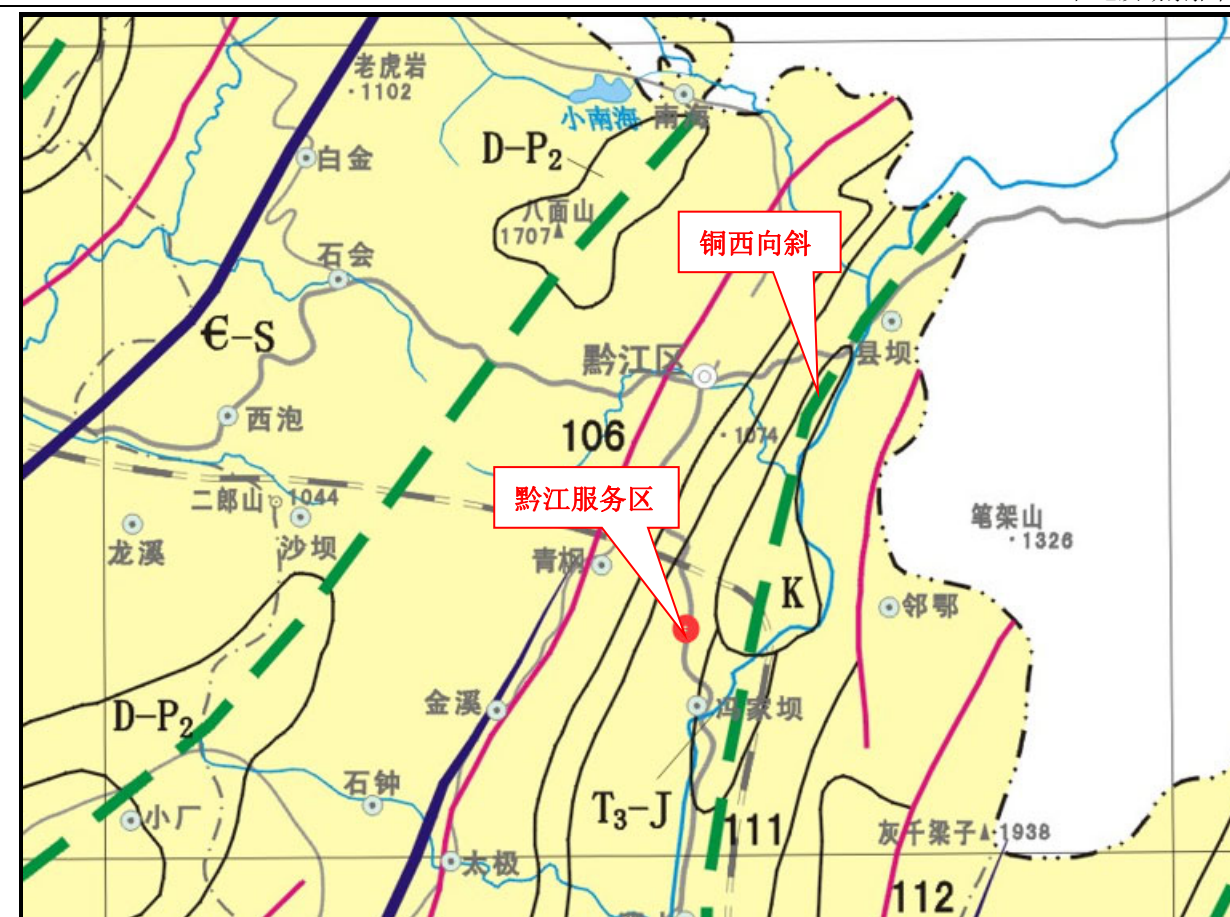


图 3.3-1 场地区域构造纲要图

#### 3.4 水文地质条件

##### 3.4.1 地表水

据调查走访，场地及其周边修改高速公路之前为山间耕地及居住用地，耕地大多为旱地，无古河道存在，故建设场地的地表水主要为大气降雨形成的地表汇水，其分布范围受场地内微地形和表层土的渗透性控制，大多会沿填土孔隙下渗形成地下水。

##### 3.4.2 地下水

根据地下水赋存介质及水动力特征，勘察区地下水主要可分为第四系松散层孔隙水、基岩岩溶水两种类型。

##### (1) 第四系松散层类孔隙水

该类型地下水主要分布于场地填土之内，接受大气降水和地表水的补给。受地表水量大小、下伏基岩面起伏形态、填土物质组成和均匀性的影响，第四系松散层类孔隙水的分布范围和水量大小具有明显的时空特性，在局部基岩面凹槽地带和细颗粒填土区域，往往形成地下水封闭区，从而形成上层滞水或潜水，水量大小受季节影响明显，地下水位较低，水量较小。孔隙水沿基岩界面向低处流出场地或下渗至岩溶管道向低处排泄出场地。

(2)岩溶水

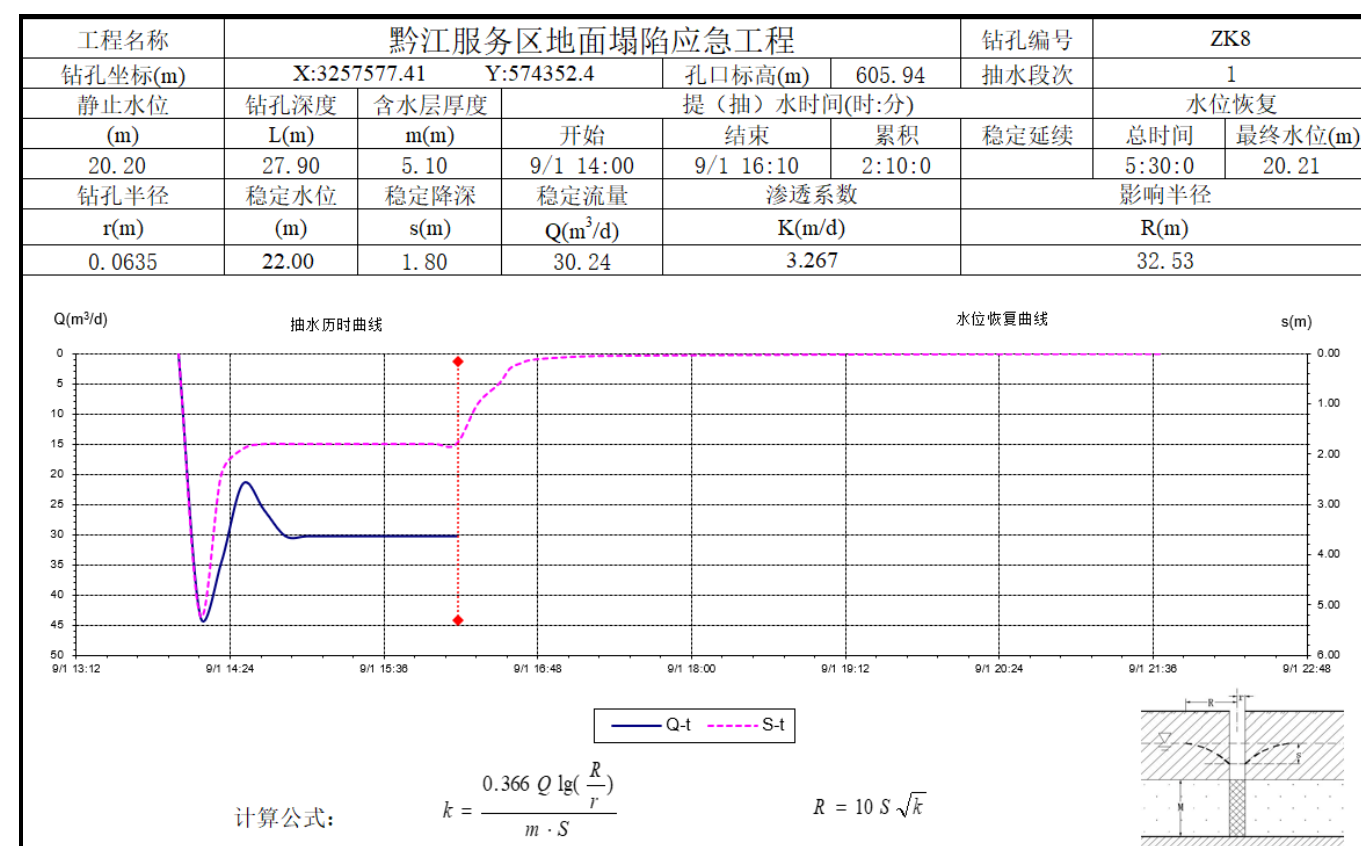
场地分布地层为石灰岩可溶岩地层，存在裸露型和隐伏型岩溶。裸露型岩溶接受降水补给，由地表岩溶漏斗、落水洞及岩溶溶隙进入地下，沿地下岩溶管道运输，排泄于当地最低侵蚀基准面一带，以峰丛、孤峰、残丘自成一个补迳排的完整水文地质体系—裸露型岩溶浅层循环系统。

岩溶水的补给主要是大气降雨补给，其次在某些地段有地表水的补给和地下水的越层补给。

岩溶水的径流，区内主要有两种方式：岩溶裂隙径流和岩溶管道径流。

勘察期间无降雨，钻孔终孔后利用简易提桶将钻孔内残留水提干，根据观测，除 ZK8 钻孔局部存在较稳定地下水外，其他钻孔水位恢复慢。ZK8 钻孔上覆覆盖较厚的次生红粘土，局部为承压水，进行抽水试验，钻孔流量 30m<sup>3</sup>/d，渗透系数 3.3m/d。根据经验，破碎石灰岩渗透系数偏低。主要原因为水流经管道（溶洞）排泄，本身不是均匀含水层，而且裂缝多被粘土充填。

表 3.4-1 ZK8 钻孔提(抽)水试验成果图



3.4.3 岩土体渗透性

根据钻探揭露岩土情况和经验，场地人工填土均匀性差，为强透水层，渗透系数为 8.0m/d，场地次生红粘土为微透水，渗透系数可取 0.005m/d；灰岩裂隙较发育，为强透水地层，渗透系数可取 50m/d。

3.5 环境水、土腐蚀性

环境地下水对混凝土结构和混凝土中钢筋具微腐蚀性。场地土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

3.6 不良地质作用

场地主要不良地质为 3 处岩溶塌陷和钻孔中溶洞，具体特征表 3.6-1 和 3.6-2，场地范围未发现断层、滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象，也未发现采空区、有害气体，埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞等对工程不利的埋藏物。

表 3.6-1 塌陷一览表

| 塌陷编号 | 分布位置               | 塌陷形状及大小           | 塌陷深度   | 备注     |
|------|--------------------|-------------------|--------|--------|
| 1#   | 酉阳方向服务区内草坪边缘       | 椭圆形，长边约 6m，短边约 5m | 约 1.8m | 雨水管破裂处 |
| 2#   | 中央隔离带位置，1#东南侧 20m。 | 似圆形，直径约 6.0m      | 约 2.0m |        |
| 3#   | 中央隔离带位置，2#南侧 23m。  | 似圆形，直径约 2.0m      | 约 0.5m | 现已回填   |

表 3.6-2 钻孔中溶洞一览表

| 钻孔编号 | 分布深度      | 溶洞高度 | 充填情况      | 备注 |
|------|-----------|------|-----------|----|
| ZK2  | 7.8-9.0   | 1.2  | 无填充       |    |
| ZK3  | 11.4-12.3 | 0.9  | 无填充       |    |
| ZK3  | 15.4-17.5 | 2.1  | 黏土和碎块石半充填 |    |
| ZK6  | 17.2-17.8 | 0.6  | 无填充       |    |
| ZK8  | 23.7-26.1 | 2.4  | 泥质半充填     |    |

3.7 特殊性岩土

场地特殊性岩土为填土和红粘土。填土为高速路和服务区修建回填，经碾压等处理，厚度分布不均匀，粒径差异性较大，均匀性较差，结构中密，受塌陷影响，周边填土坍塌破坏，结构松散；红粘土具有遇水膨胀、软化和失水干缩的特征，红粘土属于弱透水。

## 4、塌陷成因和发展趋势

### 4.1 塌陷成因

路面塌陷成因是由场地地形地貌，地层岩性及地下水的共同作用的结果。

(1) 查阅原地勘报告平面图，场地为山间平地，覆盖层较厚，地表未见落水洞和洼地，但一地形整体较低洼，原地形易形成汇水。

(2) 场地位于三叠系下统嘉陵江组石灰岩地层，属于区域内岩溶最发育的地层。根据临近出露岩层调查和钻孔揭露岩溶情况，其发育特点是溶隙和溶洞顺陡倾岩层产状和裂隙发育，溶洞宽约 0.5-2.0m，沿结构面发育深度大。



图 4.1-1 临近边坡揭露溶洞顺层发育照片

(3) 场地修建高速公路和服务区后，路面和服务区地面多进行了硬化和修建了排水结构，地下水整体贫乏。由于场地为填方区，填方厚度差异大，局部沉降差异大，原排水管易破损漏水，或排水通道年久失修或堵塞，地面积水无法及时排除场地。特别是暴雨季，地表积水沿破碎或堵塞处下渗入地下，地下水量较大。



图 4.1-2 ZK1 钻孔位置排水管破坏照片

综上所述，本次地面塌陷属于岩溶塌陷，主要由于地下水长期下渗，使地下水局部较丰富，地下水往隐伏的溶洞、溶隙排泄，打开了岩溶通道，带走沿途的土体，随着土洞扩大坍塌，最终造成地面塌陷。

### 4.2 塌陷发展趋势

场地土层较厚，特别是 2#和 3#塌陷区域土层厚度大于 20m，随着水土流失，塌陷范围将越来越大，最终塌陷范围可达直径大于 40m。该段渝湘高速全部位于塌陷范围，阻断交通，甚至造成最大交通事故。

## 5、结论

本次勘察采用工程地质测绘、钻探、物探、孔内电视与室内测试等多种勘察方法。查明地面塌陷属于岩溶塌陷，主要由于地下水长期下渗，使地下水局部较丰富，地下水往隐伏的溶洞、溶隙排泄，打开了岩溶通道，带走沿途的土体，随着土洞扩大坍塌，最终造成地面塌陷。场地土层较厚，随着水土流失，塌陷范围将越来越大，将阻断本段 G65 高速交通，甚至造成最大交通事故。

## 6、建议

### 6.1 岩溶塌陷治理建议

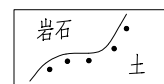
根据场地地形、地层和已建构筑物，建议岩溶塌陷治理方案：

- (1) 对塌陷区域进行注浆或旋喷桩等地基加固处理。
- (2) 1#和 2#塌陷坑进行填筑处理。
- (3) 修复 1#塌陷坑附近破损排水管

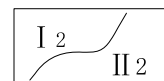
### 6.2 其他建议

- (1) 治理施工期间应做好交通疏导，保证施工安全和行车安全。
- (2) 加强现场地面沉降变形监测，采用信息法施工。

# 工程地质图例



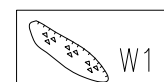
岩土体地质界线



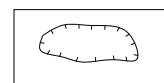
工程地质岩组界线 (虚线为推断部分)



地层分界线 (虚线为推断部分)



危岩/崩塌 (虚线为推断部分)



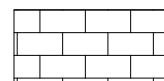
溶蚀洼地



填土



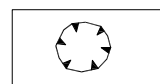
粘土



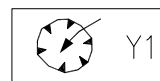
灰岩



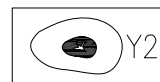
强风化岩石



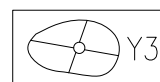
岩溶 (不分类)



落水洞及岩溶编号



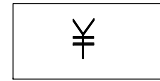
岩溶塌陷及岩溶编号



漏斗及岩溶编号



溶洞及岩溶编号



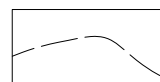
中风化岩石



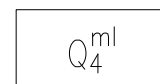
工程地质岩土体界线



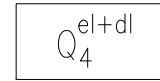
岩石风化程度分界线



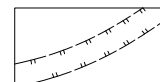
地层界线



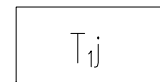
第四系人工填土层



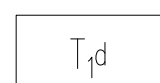
第四系残坡积层



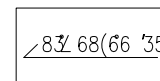
水平溶洞及暗河



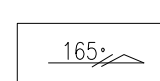
三叠系下统嘉陵江组



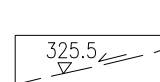
三叠系下统大冶组



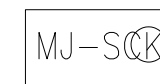
真倾角(视倾角)



断面方向(°)



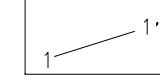
地下水及地下水位线



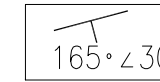
钻孔及编号



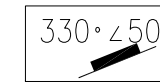
探坑、探井及编号



断面位置及编号



岩层产状 (数字表倾向 ∠ 倾角)



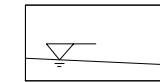
节理、裂隙产状 (数字表倾向 ∠ 倾角)



钻孔位置 (孔号  $\frac{\text{孔口标高}}{\text{孔深}}$ )

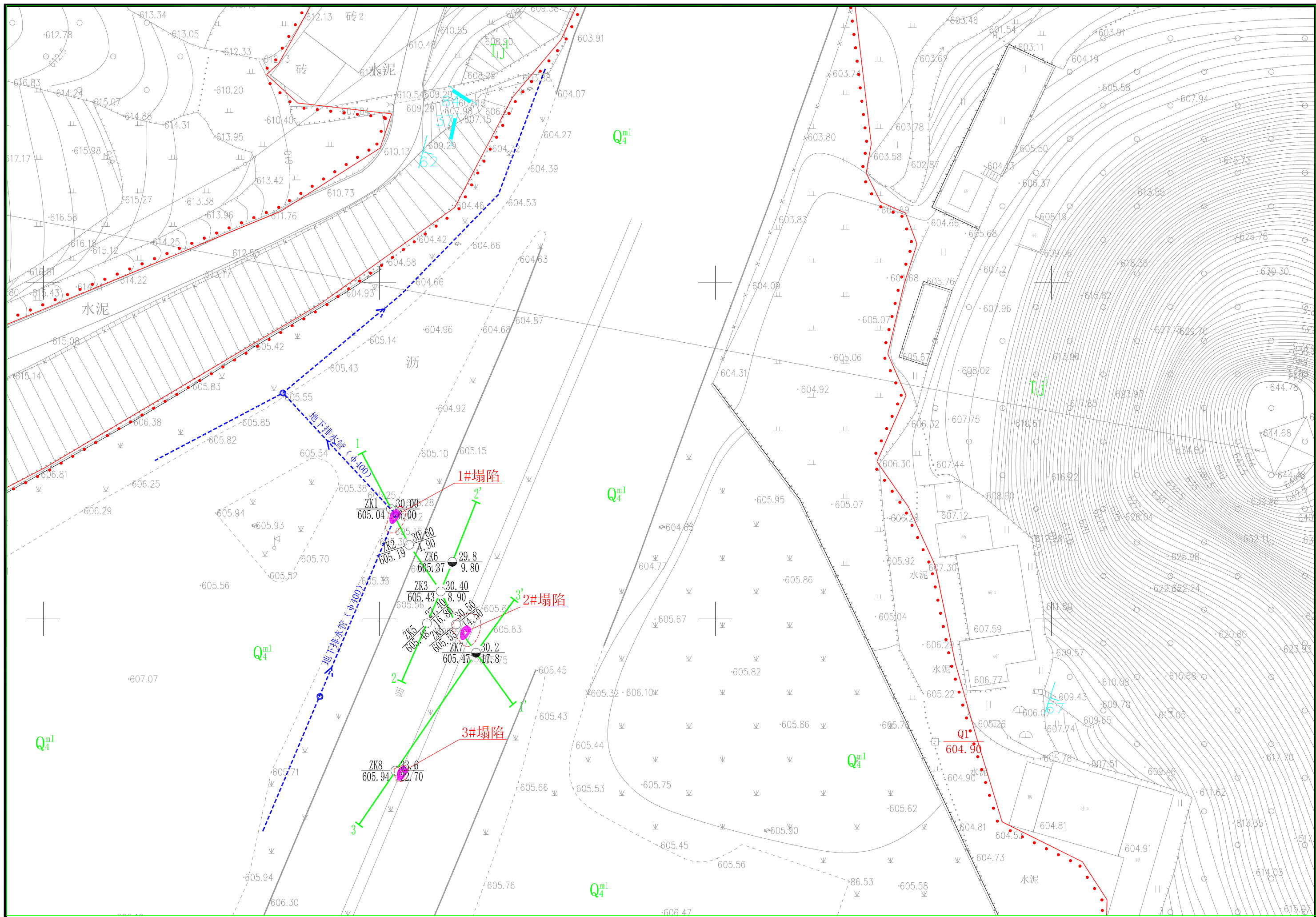


勘探断面位置及编号



路面位置及高程





中铁长江交通设计集团有限公司

黔江服务区地面塌陷应急工程

勘察平面图 (1:500)

设计  
复核

*设计人*  
*复核人*

一审  
二审

*李军*  
*周馨*

图号  
日期

NO.1-01  
2021.09

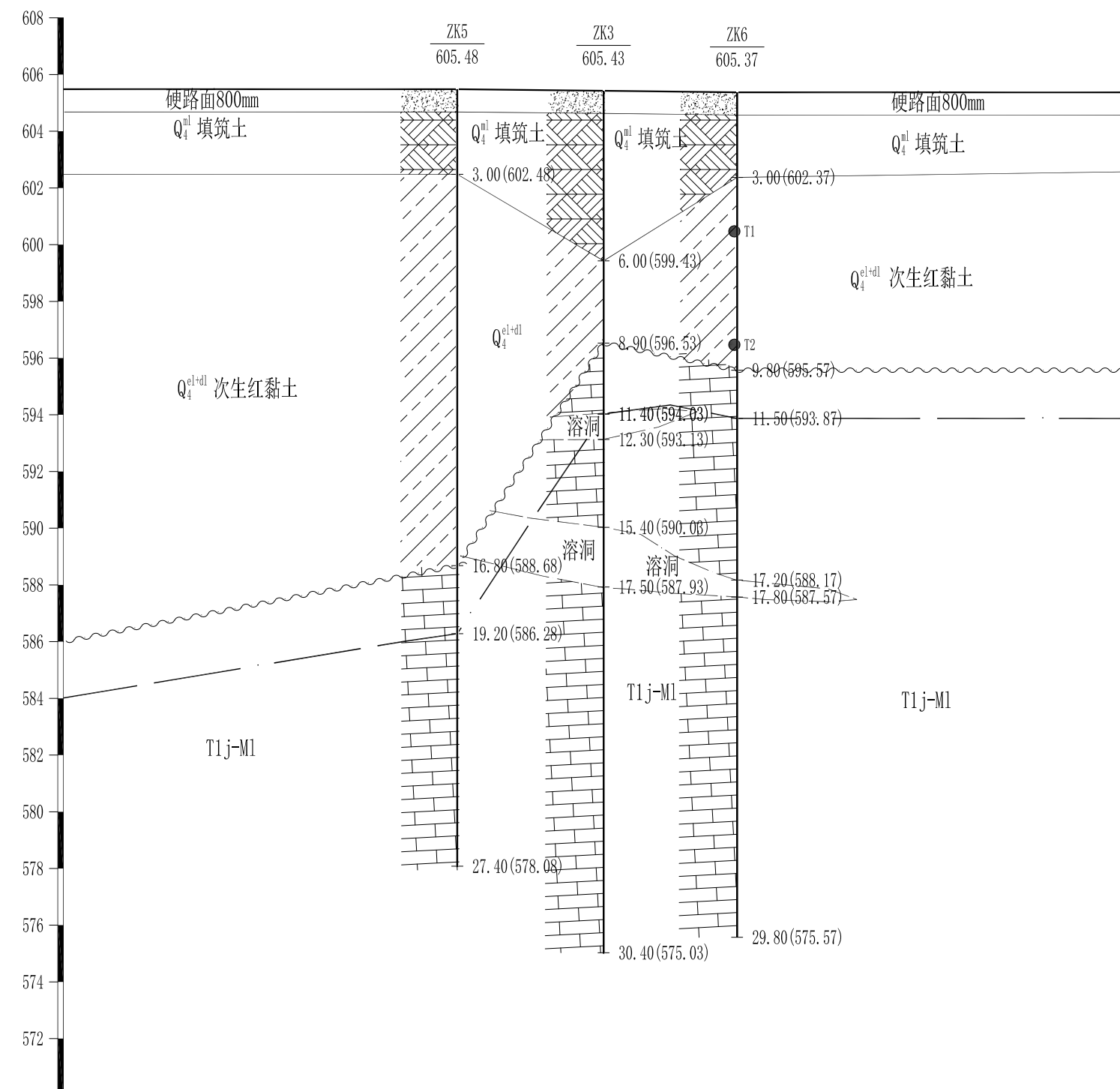


# 工程地质剖面图 2-----2'

比例尺 水平 1: 200 垂直 1: 200

高程 (m)  
(黄海高程系)

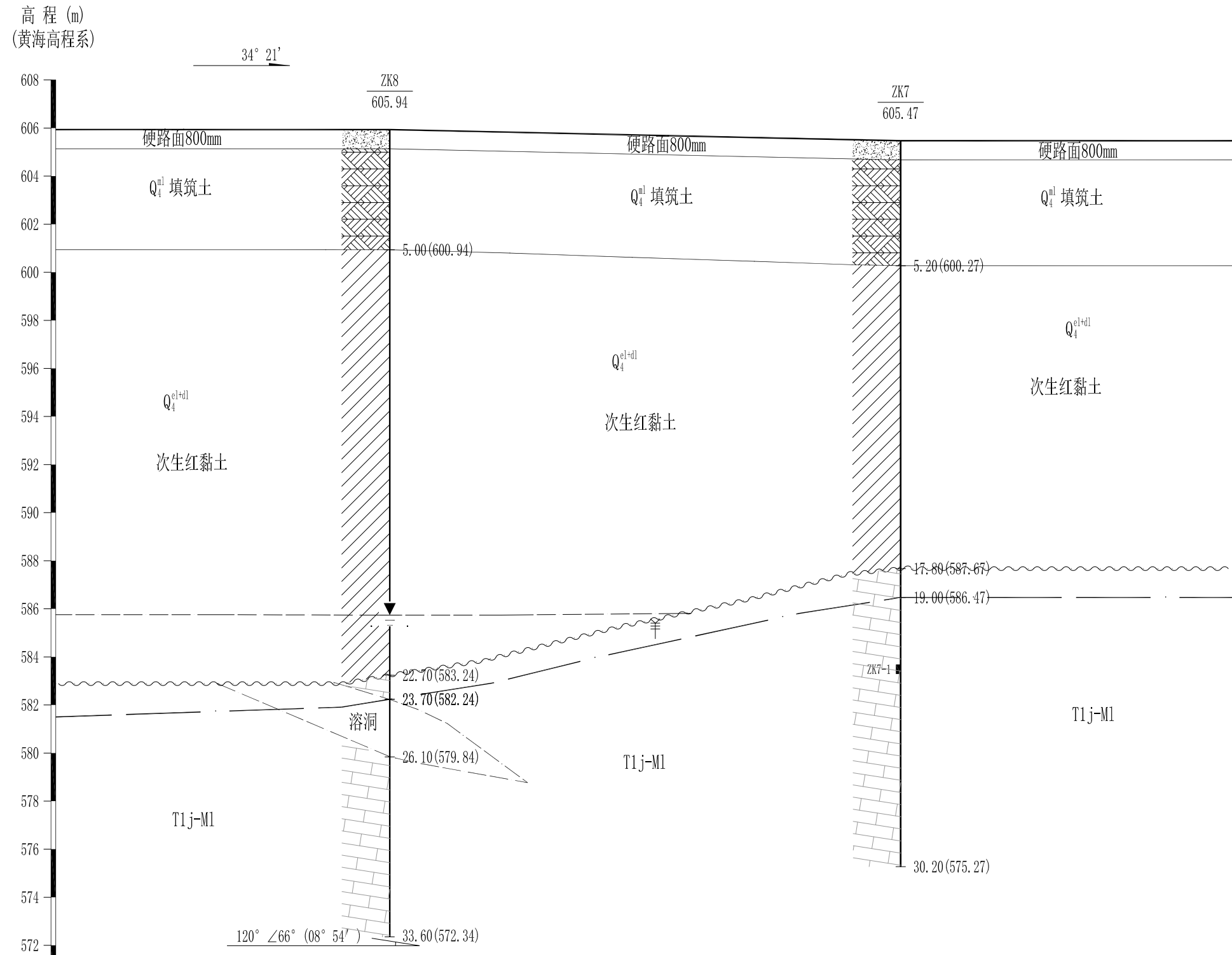
23° 23' 48" 21° 33' 27"



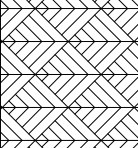
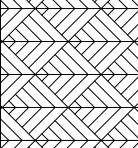
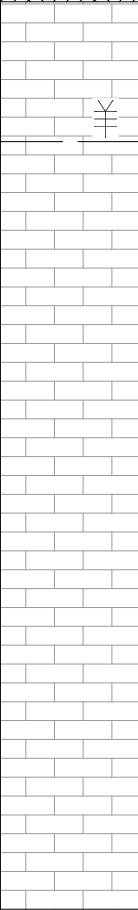
|           |      |      |
|-----------|------|------|
| 钻孔间距 (m)  | 5.16 | 4.71 |
| 地下水埋深 (m) |      |      |

# 工程地质剖面图 3-----3'

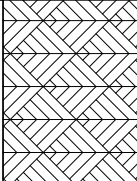
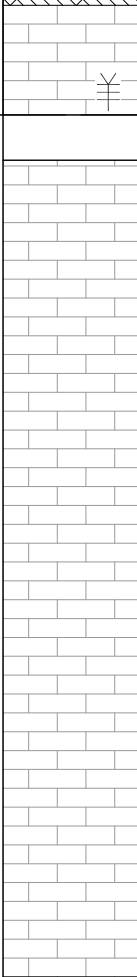
比例尺 水平 1: 200 垂直 1: 200



|           |       |  |
|-----------|-------|--|
| 钻孔间距 (m)  | 21.27 |  |
| 地下水埋深 (m) |       |  |

| 工程名称                         |         |          |         | 黔江服务区地面塌陷应急工程  |      | 孔号                                                                                 | ZK1 <th>里程桩号</th> <td></td>                                                                                                                                                                                   | 里程桩号      |         |
|------------------------------|---------|----------|---------|----------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| 孔口高程                         |         | 605.04 m | 坐       | X=3257616.34 m | 施工日期 | 2021/8/24 ~ 2021/8/26                                                              | 稳定水位                                                                                                                                                                                                          | m         |         |
| 钻孔深度                         |         | 30.00 m  | 标       | Y=574351.73 m  | 钻孔直径 | 108 mm                                                                             | 测量水位日期                                                                                                                                                                                                        | 2021/8/27 |         |
| 时代成因                         | 层底深度(m) | 分层厚度(m)  | 层底高程(m) | TCR (%)        | 风化带  | 柱状图 1:200                                                                          | 地层描述                                                                                                                                                                                                          | 取样        | 标贯击数(击) |
| Q <sub>4</sub>               | 2.00    | 2.00     | 603.04  | 80             | 强    |   | 空洞:无物, 空洞.                                                                                                                                                                                                    |           |         |
|                              |         |          |         | 0              |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
| Q <sub>4</sub> <sup>pl</sup> | 6.00    | 4.00     | 599.04  | 22             | 强    |   | 填筑土:杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 碎块石含量约650%, 块石粒径3-42cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。采取率较差。                                                                                                                         |           |         |
|                              |         |          |         | 26             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 25             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 30.00   | 24.00    | 575.04  | 86             | 9.70 |  | 灰岩:灰色、灰褐色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 9.7m以上为强风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状; 余段为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、柱状, 节长3-37cm, 其中11.5-13.6m、15.0-17.0m、23.6-25.7m段岩芯破碎呈碎块状, 19.6-20.5m、24.0-24.5m段见溶隙, 直径约2cm, 钙泥质半充填, 整体裂隙较发育, 局部可见方解石脉。 |           |         |
|                              |         |          |         | 89             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 85             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 88             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 89             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 94             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 92             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 91             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 87             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 91             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 88             |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |
| 90                           |         |          |         |                |      |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                               |           |         |



  

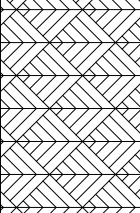

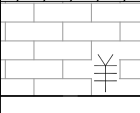
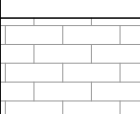
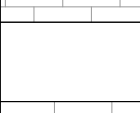
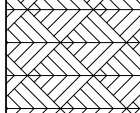
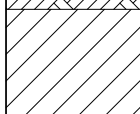
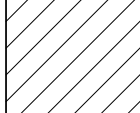
| 工程名称                         |         |          |         | 黔江服务区地面塌陷应急工程  |      | 孔号                                                                                   | ZK2 <th>里程桩号</th> <td></td>                                                   | 里程桩号      |         |
|------------------------------|---------|----------|---------|----------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| 孔口高程                         |         | 605.19 m | 坐       | X=3257611.01 m | 施工日期 | 2021/8/26 ~ 2021/8/27                                                                | 稳定水位                                                                          | m         |         |
| 钻孔深度                         |         | 30.60 m  | 标       | Y=574354.44 m  | 钻孔直径 | 108 mm                                                                               | 测量水位日期                                                                        | 2021/8/28 |         |
| 时代成因                         | 层底深度(m) | 分层厚度(m)  | 层底高程(m) | TCR (%)        | 风化带  | 柱状图 1:200                                                                            | 地层描述                                                                          | 取样        | 标贯击数(击) |
| Q <sub>4</sub> <sup>pl</sup> | 4.90    | 4.90     | 600.29  | 68             | 强    |   | 填筑土:杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 块石含量约55%, 块石粒径3-40cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。 |           |         |
|                              |         |          |         | 70             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 76             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 7.80    | 2.90     | 597.39  | 69             | 强    |  | 灰岩:灰色、灰褐色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为强风化层, 岩芯较破碎, 呈短柱状、块状。                  |           |         |
|                              |         |          |         | 80             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 86             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 0              |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 93             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 93             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 91             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 88             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 90             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
|                              |         |          |         | 89             |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 91                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 90                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 90                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 92                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 92                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |
| 90                           |         |          |         |                |      |                                                                                      |                                                                               |           |         |

中铁长江交通设计集团有限公司

黔江服务区地面塌陷应急工程

钻孔柱状图

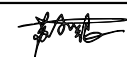

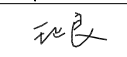

|    |                                                                                       |    |                                                                                       |    |         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|
| 制图 |  | 一审 |  | 图号 | NO.3-01 |
| 复核 |  | 二审 |  | 日期 | 2021.09 |

| 工程名称                         |         |          |         | 黔江服务区地面塌陷应急工程  |       | 孔号                                                                                  | ZK3 <th>里程桩号</th> <td></td>                                                                                      | 里程桩号      |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|------------------------------|---------|----------|---------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--|--|
| 孔口高程                         |         | 605.43 m | 坐       | X=3257604.09 m | 施工日期  | 2021/8/25 ~ 2021/8/26                                                               | 稳定水位                                                                                                             | m         |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 钻孔深度                         |         | 30.40 m  | 标       | Y=574359.14 m  | 钻孔直径  | 108 mm                                                                              | 测量水位日期                                                                                                           | 2021/8/27 |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 时代成因                         | 层底深度(m) | 分层厚度(m)  | 层底高程(m) | TCR (%)        | 风化带   | 柱状图 1:200                                                                           | 地层描述                                                                                                             | 取样        | 标贯击数(击) |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| Q <sub>4</sub> <sup>nl</sup> | 6.00    | 6.00     | 599.43  | 90             | 强     |    | 填筑土:杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 块石含量约60%, 块石粒径4-37cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。采取率较差。                              |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 55             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 60             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 63             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| Q <sub>4</sub>               | 8.90    | 2.90     | 596.53  | 59             | 11.40 |    | 次生黏土:灰黄色, 主要由粘土矿物组成。稍湿, 可塑状, 干强度、韧性较高, 切面光泽, 无摇振反应, 含少量碎块石。                                                      |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 61             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 11.40   | 2.50     | 594.03  | 60             | 11.40 |    | 灰岩:灰色、灰褐色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为强风化层, 岩芯较破碎, 呈块状、碎块状。                                                     |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 62             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              | 12.30   | 0.90     | 593.13  | 0              |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         | 溶洞: 直接掉钻。              |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              | 15.40   | 3.10     | 590.03  | 85             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         | 18.00                  |   | 灰岩:灰色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、块状, 裂隙发育, 见钙泥质、铁质半充填, 裂隙面呈紫红色。                                                         |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              | 17.50   | 2.10     | 587.93  | 86             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         | 溶洞: 黏土和碎块石半充填, 钻进速度很快。 |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              | 30.40   | 12.90    | 575.03  | 88             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         | 24.20-25.00            |  | 灰岩:灰色、灰褐色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、柱状, 节长3-22cm, 其中18.0-18.8m、24.0-25.0m段岩芯破碎呈碎块状, 整体裂隙较发育钙泥质、铁质半充填, 17.9-18.9m段陡向裂隙。 | ZK3-1<br>24.20-25.00 |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 91             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 91                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 93                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 90                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 90                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 90                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| Q <sub>4</sub> <sup>nl</sup> | 3.50    | 3.50     | 602.03  | 86             | 强     |  | 填筑土:杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 块石含量约55%, 块石粒径3-47cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。                                    |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 83             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 79             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 80             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 91             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 83             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 14.50   | 11.00    | 591.03  | 88             | 18.00 |  | 次生黏土:灰黄色, 主要由粘土矿物组成。稍湿, 可塑状, 干强度、韧性较高, 切面光泽, 无摇振反应。                                                              |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 87             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 91             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 93             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 93             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 92                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 91                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| 92                           |         |          |         |                |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 30.50   | 16.00    | 575.03  | 92             | 18.00 |  | 灰岩:灰色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 18.0m以上为强风化层, 岩芯较破碎, 呈短柱状、块状; 余段为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、柱状, 节长3-30cm, 裂隙较发育, 泥质半充填。 |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 88             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 90             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |
|                              |         |          |         | 92             |       |                                                                                     |                                                                                                                  |           |         |                        |                                                                                     |                                                                                                                                             |                      |  |  |

中铁长江交通设计集团有限公司

黔江服务区地面塌陷应急工程

钻孔柱状图

|    |                                                                                       |    |                                                                                       |    |         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|
| 制图 |  | 一审 |  | 图号 | NO.3-02 |
| 复核 |  | 二审 |  | 日期 | 2021.09 |



| 工程名称                         |          |          |                | 黔江服务区地面塌陷应急工程 |                       | 孔号        | ZK7 <th>里程桩号</th> <td></td>                                                    | 里程桩号                                                                                                                  |                      |                                                    |  |  |
|------------------------------|----------|----------|----------------|---------------|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------|--|--|
| 孔口高程                         | 605.47 m | 坐        | X=3257594.96 m | 施工日期          | 2021/8/29 ~ 2021/8/31 | 稳定水位      | m                                                                              |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| 钻孔深度                         | 30.20 m  | 标        | Y=574364.40 m  | 钻孔直径          | 108 mm                | 测量水位日期    | 2021/8/31                                                                      |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| 时代成因                         | 层底深度 (m) | 分层厚度 (m) | 层底高程 (m)       | TCR (%)       | 风化带                   | 柱状图 1:200 | 地层描述                                                                           | 取样                                                                                                                    | 标贯击数 (击)             |                                                    |  |  |
| Q <sub>4</sub> <sup>nl</sup> | 5.20     | 5.20     | 600.27         | 86            | 强                     |           | 填筑土: 杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 块石含量约60%, 块石粒径3-50cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。 |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 83            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 79            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 80            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| Q <sub>4</sub>               | 17.80    | 12.60    | 587.67         | 90            |                       | 强         |                                                                                |                                                                                                                       |                      | 黏土: 灰黄色, 主要由粘土矿物组成。稍湿, 可塑状, 干强度、韧性较高, 切面光泽, 无摇振反应。 |  |  |
|                              |          |          |                | 92            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 91            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 90            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 92            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 90            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 30.20    | 12.40    | 575.27         | 88            | 强                     |           |                                                                                | 灰岩: 灰色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 19.0m以上为强风化层, 岩芯较破碎, 呈短柱状、块状, 余段为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、柱状, 节长3-30cm, 裂隙较发育, 局部见方解石半充填。 | ZK7-1<br>22.00-22.80 |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 90            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 87            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 90            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 91            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 91            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 92            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                | 92            |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| 91                           |          |          |                |               |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
| 91                           |          |          |                |               |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |
|                              |          |          |                |               |                       |           |                                                                                |                                                                                                                       |                      |                                                    |  |  |

| 工程名称                         |          |          |                | 黔江服务区地面塌陷应急工程 |                      | 孔号        | ZK8 <th>里程桩号</th> <td></td>                                                    | 里程桩号 |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|------------------------------|----------|----------|----------------|---------------|----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|------|----------|----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 孔口高程                         | 605.94 m | 坐        | X=3257577.41 m | 施工日期          | 2021/8/30 ~ 2021/9/1 | 稳定水位      | 20.2 m                                                                         |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| 钻孔深度                         | 32.00 m  | 标        | Y=574352.40 m  | 钻孔直径          | 108 mm               | 测量水位日期    | 2021/9/1                                                                       |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| 时代成因                         | 层底深度 (m) | 分层厚度 (m) | 层底高程 (m)       | TCR (%)       | 风化带                  | 柱状图 1:200 | 地层描述                                                                           | 取样   | 标贯击数 (击) |                                                                            |  |  |  |  |  |
| Q <sub>4</sub> <sup>nl</sup> | 5.00     | 5.00     | 600.94         | 83            | 强                    |           | 填筑土: 杂色, 主要由灰岩碎块石和黏土组成, 块石含量约55%, 块石粒径3-40cm。黏土呈可塑状, 稍湿, 中密, 为高速公路, 回填年限大于10年。 |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 80            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 81            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 79            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| Q <sub>4</sub>               | 22.70    | 17.70    | 583.24         | 65            |                      | 强         |                                                                                |      |          | 黏土: 灰黄色, 主要由粘土矿物组成。稍湿, 流状, 干强度、韧性较高, 切面光泽, 无摇振反应。                          |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 60            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 60            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 23            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 20            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 18            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 30            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 27            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 36            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 22            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 23.70    | 1.00     | 582.24         | 18            | 强                    |           | 灰岩: 灰色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为强风化层, 岩芯较破碎, 呈短柱状、块状。<br>溶洞: 泥质半充填。        |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 25            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 18            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 18            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 26.10    | 2.40     | 579.84         | 91            |                      | 强         |                                                                                |      |          | 灰岩: 灰色, 主要由碳酸盐矿物组成, 隐晶质结构, 中厚层状构造; 为中风化层, 岩芯较完整, 呈短柱状、柱状, 节长3-45cm, 裂隙较发育。 |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 91            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 92            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 90            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
| T <sub>1j</sub> <sup>1</sup> | 33.60    | 7.50     | 572.34         | 91            |                      |           | 强                                                                              |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |
|                              |          |          |                | 91            |                      |           |                                                                                |      |          |                                                                            |  |  |  |  |  |

中铁长江交通设计集团有限公司

黔江服务区地面塌陷应急工程

钻孔柱状图

|    |  |    |  |    |         |
|----|--|----|--|----|---------|
| 制图 |  | 一审 |  | 图号 | NO.3-04 |
| 复核 |  | 二审 |  | 日期 | 2021.09 |