

上蛟高速公路茜阳隧道B道进口洞门墙
病害修复工程

施 工 图 设 计

福建省交通规划设计院有限公司

二〇二三年五月

上蛟高速公路茜阳隧道 B 道进口洞门墙 病害修复工程

施 工 图 设 计

项目负责人	林少尊
项目技术负责人	杨为品
项目专业审查人	罗 戌
总工程师	秦志清
公司分管领导	刘秋江
董事长	杨金栋
测设单位	福建省交通规划设计院有限公司
编制日期	二〇二三年五月

上蛟高速公路茜阳隧道 B 道进口洞门墙病害修复工程 设计说明

1. 工程概况

上蛟高速公路茜阳隧道 B 道进口洞门墙出现开裂，严重威胁道路运营安全。受业主委托，2023 年 3 月 9 日，我司工程技术人员进行了现场踏勘并对病害的特征及产生的原因进行分析并进行病害修复工程设计。

2. 病害情况

2.1 病害情况

现场踏勘调查发现，B 线进口洞门墙距中轴线 1m 左右位置出现竖向裂缝，缝宽 1-2cm，墙顶及排水沟开裂，并不均匀沉降；洞门墙与二衬局部错开，洞门墙墙脚外鼓 2-3cm，如图 1~3 所示。



图 1 洞门墙墙顶竖向裂缝



图 2. 墙顶及排水沟开裂

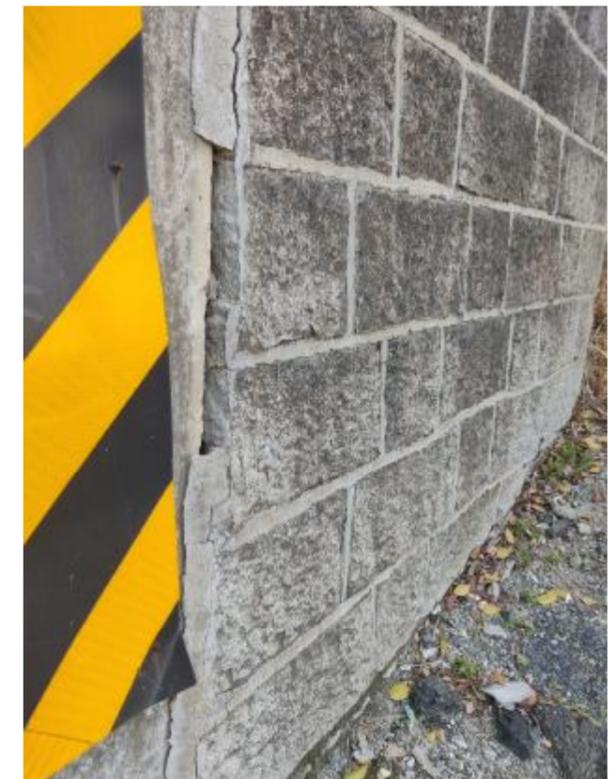


图 3. 洞门墙墙脚外鼓 2-3cm

通过现场病害调查发现，目前病害主要为洞门墙变形，隧道仰坡尚未发现明显变形迹象。

2.2 成因分析

(1) 病害段落洞门墙受降雨影响，洞门墙墙后土体土压力增大；墙脚基础土体泡水软化，承载力降低，造成洞门墙沉降开裂、墙体鼓胀变形。

(2) 洞门墙墙体较薄，且为条石浆砌，结构强度较低，对变形的适应能力较差。

2.3 修复设计

(1) 施工前需对裂缝位置重新排查、核查，如有变化须及时反馈，以便动态调整设计。

(2) 为了确保施工安全，施工期间必须加强安全巡查和坡体变形监测，若有变形迹象立即停止施工，并回填反压，待坡体变形趋于稳定后方可继续进行后续施工。

(3) 洞门墙墙面小导管注浆中导管为 $\Phi 50\text{mm}$ 无缝钢管，钻孔孔径 $\Phi 60\text{mm}$ ，间距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，梅花形布置，上三排 $L=12\text{m}$ ，下三排 $L=9\text{m}$ ，下倾角 $5\sim 10^\circ$ ，详见断面图；注浆小导管施工过程中“分步跳打”。

(4) 洞门墙墙脚布设斜向小导管 $L=4\text{m}$ ，注浆间距 1m ，共布设 3 根，以提高基础下方土体的地基承载力。

(5) 洞门墙墙顶布置地表位移监测点。

(6) 对墙顶及后缘开裂位置进行水泥浆封闭并用砂浆抹面,防止雨水下渗,工程量以现场监理确认的实际发生量计。

(7) 施工过程中应进行交通布控,确保施工安全。

(8) 墙底以上 50cm 设置排水平孔,长 15m,间距 2m(可根据实际情况适当调整位置,竖直方向避开小导管),可以根据现场情况适当调整间距及打设长度,但应确保出水率不小于 50%,待小导管注浆施做完成后方可进行排水平孔施打。

具体详见设计图件。

3. 施工注意事项

3.1 施工组织设计

在工程施工前,应对施工中的施工方法、施工工艺流程、劳动力组织和安全管理给出详细的设计,并制订相应的施工设计书。

3.2 施工放线测量

施工之前,要求按照设计图纸严格测放工程分区治理分界线位置;由于地形的复杂性和前期测设工作的困难因素,难免存在一定的差异,如发现实测地形与设计图纸变化较大,应及时上报设计、监理及业主代表,以便进行必要的设计补充完善或修正变更。

对于加固工程结构放线,原则要求在坡面开挖成形后进行,并且,除特殊要求外,一般宜按设计桩号采用坡面拉线尺量结合水准测量放线,严禁地梁结构悬空,遇有坡面与设计差异或特殊地形地质情况,应及时通告设计、监理及业主代表,必要时进行调整或变更。

对于开挖实际揭露地层情况与设计防护加固工程不符时,应及时通知设计代表确认是否调整或变更防护加固工程措施。

3.3 钢花管注浆施工

(1) 施工机械

主要机械:1、钻机;2、套管机;3、注浆机。

钢花管成孔必须采用干法钻进,钻进时不允许加水,宜尽量选用小型潜孔钻。钻机采用合适的钻头,注浆机以及相应的套管设备额定工作压力不小于 1.0MPa,注浆量不小于 40L/min,

注浆流量计与压力表必须标定。

(2) 施工工序

测放孔位→成孔→击入钢花管→制备水泥浆液→压浆→补浆。

1) 按设计要求间距进行孔位施放;

2) 成孔选用小型潜孔钻进行引孔,钻孔偏斜尺寸不应大于总长度的 1%,成孔后应采用高压风冲洗孔壁;

3) 钢花管制作好出浆孔后沿钻孔位置击入,应保证管体居中;

4) 压浆浆液为纯水泥浆,采用制浆机进行浆液制备,C30 水泥浆液应搅拌均匀,随搅随用,须在浆液达到初凝前用完;

5) 采用压浆泵进行压浆,控制压浆压力,出现压力急剧上升或压浆管剧烈抖动应立即停止压浆,并迅速打开回浆筏门,避免漏浆。

(3) 注浆工艺

注浆采用孔底返浆工艺,通过注浆量与注浆压力进行双控,并结合孔口补浆保证浆液饱满。

1) 分序开孔、埋管、注浆,同排注浆孔实行跳隔施工(至少两孔),注浆顺序是先注边缘孔,后注中间孔;

2) 成孔下管后,先进行第一次注浆,待孔口排气管溢浆后,稳压 3~5 分钟,间歇 5~10 分钟后,再进行一次注浆,此时可扎住排气管,适当升高注浆压力,以加大注浆量且稳压时间不小于 5 分钟。如此往复其注浆压力达到设计确定的稳定压力,并结合孔口补浆保证浆液饱满即可结束该管的注浆工作。

3) 注浆过程中如发现周围坡面有冒浆点,则要暂停注浆,用水玻璃水泥砂浆或干硬性砼把冒浆口堵住后再继续注浆。每一注浆孔都要按规定表格当场填写注浆记录。

(4) 注意事项

在大范围注浆前,应先做实验,结合单孔注浆量选择合适的注浆压力。

1) 为保证水泥浆液质量,拌制时应准确配料,充分搅拌。

2) 现场配备专职技术人员旁站,负责注浆工作全过程的质量控制,并做好注浆钻孔的编号

及位置、水泥品种及标号、孔深、注浆压力、水灰比、注浆量、注浆时间和注浆孔周边情况等原始施工记录。

3) 注浆采用孔底返浆, 并多次补浆, 以保证浆液饱满; 孔口采用土工布, 缝制止浆袋(袋内充填锯末), 以保证注浆效果。在注浆过程中, 发现浆液冒出地表即冒浆时, 采用如下技术措施:

- ①降低注浆压力, 同时提高浆液浓度, 必要时掺砂或水玻璃;
- ②限量注浆, 控制单位吸浆量不超过 30~40L/min 或更小一些;
- ③采用间歇注浆的方法, 即发现冒浆后就停注, 待 15min 左右再注。

4) 在注浆过程中, 当浆液从附近其他钻孔流出即串浆时, 采用如下技术措施加以处理:

- ①加大第一次钻孔间的孔距;
- ②在施工组织安排上, 适当延长相邻两个钻孔施工时间的间隔, 使前一次序孔浆液基本凝固或具有一定强度后, 再开始施工后一次序钻孔, 相邻同一次序孔不要在同一高程钻孔中注浆;
- ③对串浆孔或为待注孔, 采用同时并联注浆的方法处理, 如串浆孔正在钻孔, 则停钻封闭孔口, 待注浆后再恢复钻孔。

3.4 监测设计

施工期监测主要采取地表位移监测, 以变形数据来修正设计, 指导施工, 以确保施工安全, 并且检验工程效果。

监测的频率如下:

施工期间: (1) 地表位移监测 2~3 次/周, 变形时 1 次/天, 变形剧烈时每天数次;

运营期间: 原则上 1 次/月, 变形异常、连续降雨、强降雨或台风后等加密监测;

根据稳定程度, 由业主会同监理和设计代表根据具体情况制定相关监测方案并组织安排专业单位实施, 监测内容及项目等详见表 3.4-1。

表 3.4-1 监测内容

监测内容		监测方案	监测目的
地表监测	水平位移监测	全站仪、光电测距仪	观测地表位移、变形发展情况
	垂直位移监测	水准仪	
	裂缝监测	标桩、直尺或裂缝计	观测裂缝发展情况

3.4 其它

(1) 因变形及病害受地下水影响较大, 故原则上要求在雨季之前施工完毕, 以确保边坡稳定和结构安全。

(2) 小导管注浆时应严格控制注浆压力, 小导管打设角度应严格按设计要求控制, 避开洞身衬砌;

(3) 其他未尽事宜参照《福建省高速公路施工标准化管理指南(高边坡与滑坡)》相关规定。

4 施工安全注意事项

4.1 设计和施工安全法律、法规、规范及规程

- (1) 《中华人民共和国公路法》(中华人民共和国主席令[1999] 第 25 号);
- (2) 《中华人民共和国建筑法》(中华人民共和国主席令[1997] 第 91 号);
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令[1989] 第 22 号);
- (4) 《建设工程质量管理条例》(国务院令[2000] 第 279 号);
- (5) 《建设工程勘察设计管理条例》(摘录)(中华人民共和国国务院令 第 293 号);
- (6) 《建设工程安全生产条例》(摘录)(国务院令[2003] 第 393 号);
- (7) 《建设工程安全生产条例》(摘录)(国务院令[2003] 第 393 号);
- (8) 《公路工程质量管理办法》(摘录)(交通部交公路发[1999] 第 90 号);
- (9) 《实施实施工程建设强制性标准监督规定》(摘录)(建设部令[2000] 第 81 号);
- (10) 《交通勘察设计安全生产质量管理法规文件摘编》(福建省交通规划设计院 2007);
- (11) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2014);
- (12) 《公路工程抗震设计规范》(JTG B02-2013);
- (13) 《公路环境保护设计规范》(JTG B04-2010);
- (14) 《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03-2006);
- (15) 《公路路基设计规范》(JTG D30-2015);
- (16) 《公路路基施工技术规范》(JTG F10-2006);

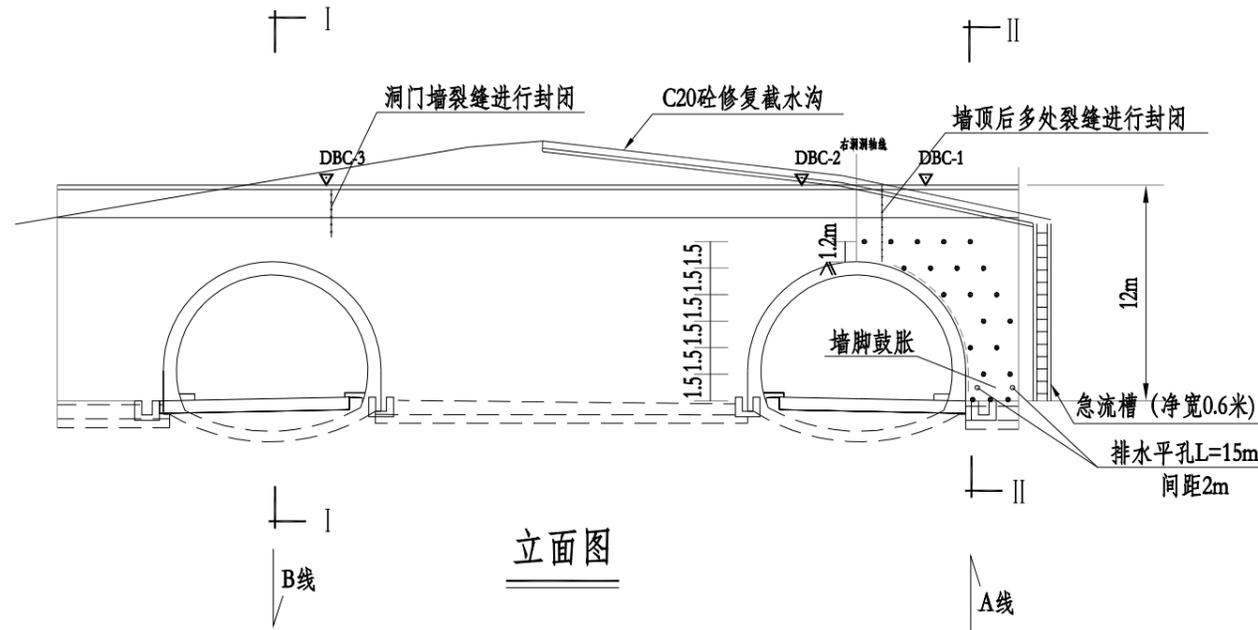
- (17) 《公路排水设计规范》(JTG/T D33-2012)；
- (18) 《公路土工合成材料应用技术规范》(JTG/T D32-2012)；
- (19) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63-2007)；
- (20) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)；
- (21) 《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)；
- (22) 《公路交通安全设施设计规范》(JTJ D81-2006)；
- (23) 《公路交通安全设施设计细则》(JTJ/T D81-2006)；
- (24) 《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTJ D80-2006)；
- (25) 《公路交通安全设施施工技术规范》(JTJ F71-2006)；
- (26) 《公路工程安全施工技术规范》(JTJ 076-95)等；

4.2 施工安全基本原则

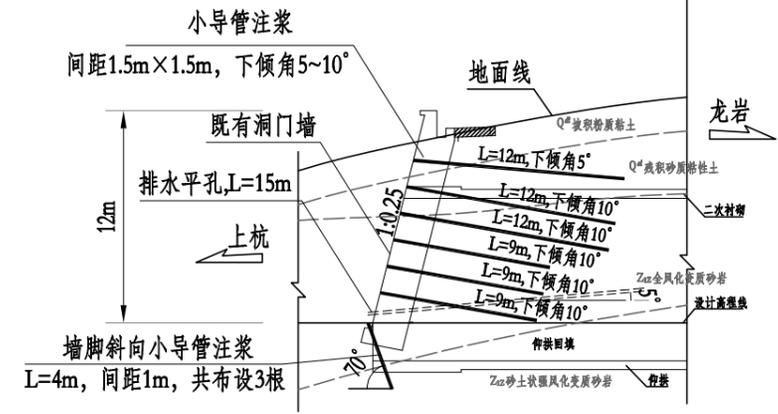
- (1) 按相关规范、规程，以设计图为准，安全文明施工；
- (2) 以监测指导施工，做好临时支护、临时排水等临时应急措施；
- (3) 施工前应进行隧道洞口交通安全管控，施工期间应做好洞门临边保护措施，施工机具应根据现场实际情况调度，注意保护对既有洞门的保护。

比例 1:400

上蛟高速公路茜阳隧道B道进口洞门墙病害修复工程立断面设计图

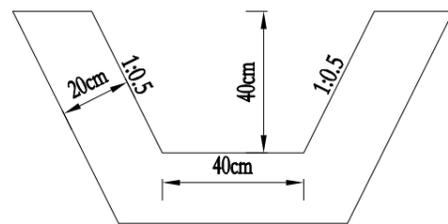


立面图



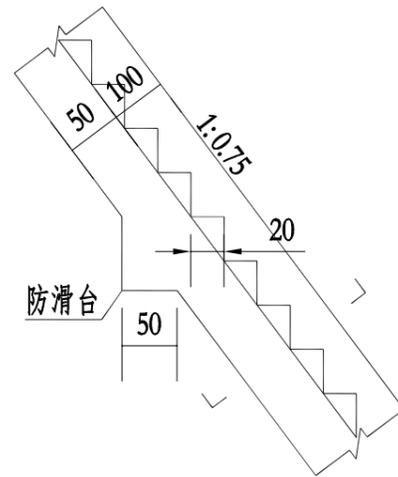
II-II剖面图

- 图例:
- 裂缝 (示意)
 - 错开 (示意)
 - 小导管 (墙身施工)
 - ▽ 水平位移观测点
 - 排水水平孔



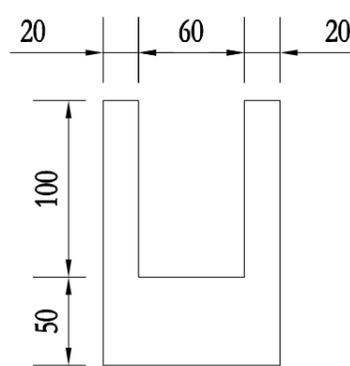
截水沟大样图

(每延米0.33m³)



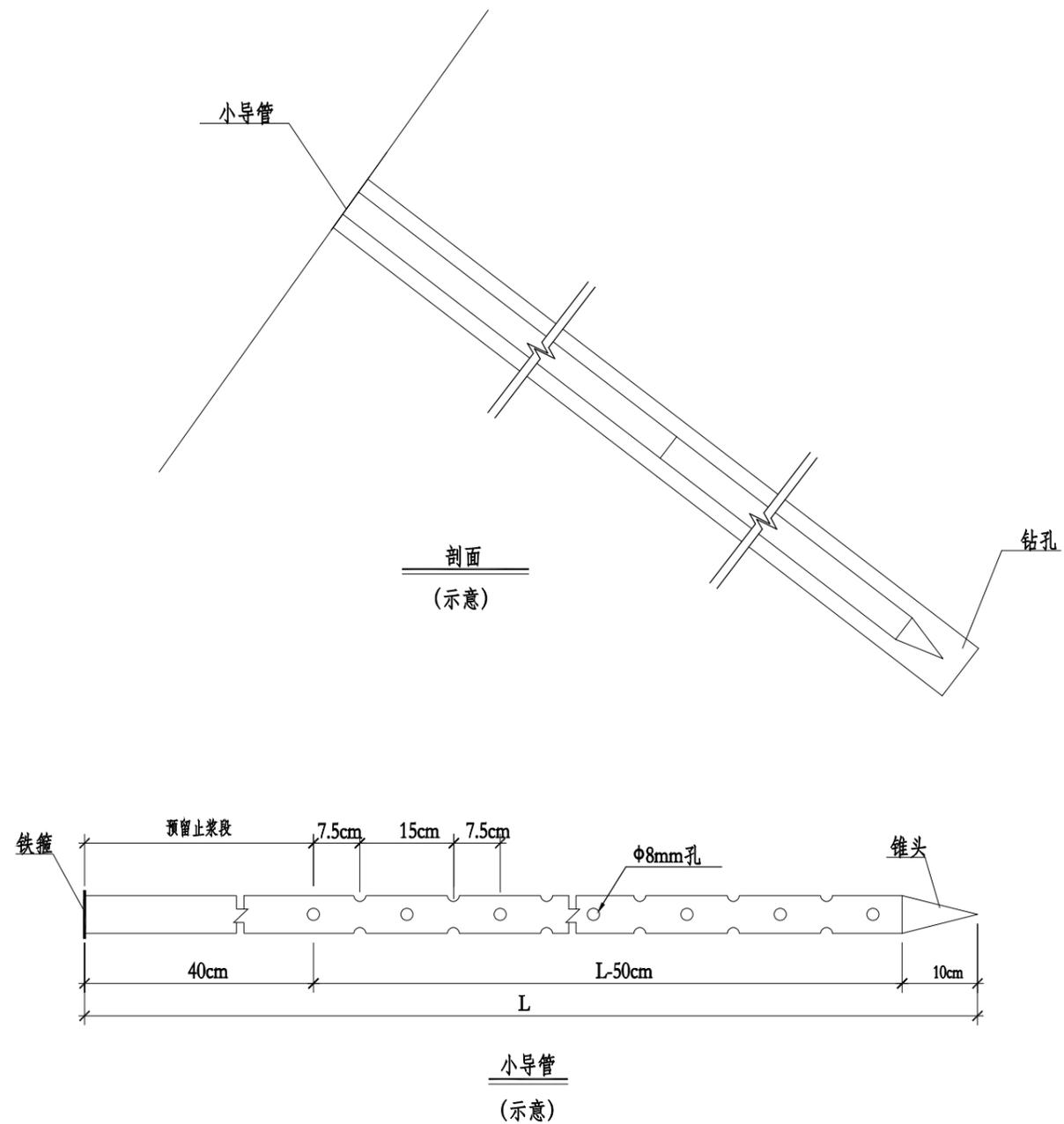
流水槽大样图

(每延米0.936m³, 每道防滑台0.167m³)



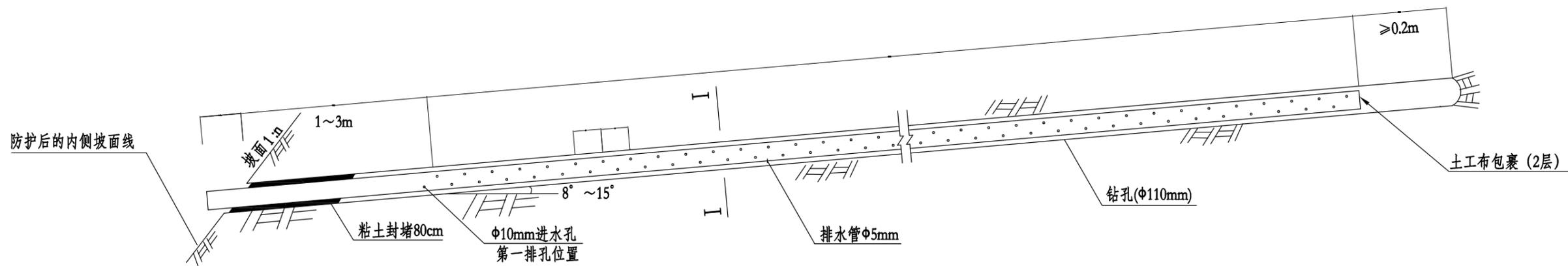
附注:

- 1、本图尺寸标注除注明者外均以m计。
- 2、施工前需对裂缝位置重新排查、核查,如有变化须及时反馈,以便动态调整设计。
- 3、为了确保施工安全,施工期间必须加强安全巡查和坡体变形监测,若有变形迹象立即停止施工,并采取保护措施,待坡体变形趋于稳定后方可继续进行后续施工。
- 4、洞门墙墙面小导管注浆中导管为Φ50mm无缝钢管,钻孔孔径Φ60mm,间距1.5m×1.5m,梅花形布置,上三排L=12m,下三排L=9m,下倾角5~10°;墙脚斜向小导管L=4m,注浆间距1m,共布设3根,下倾角70°,详见断面图;可根据现场实际情况适当调整小导管注浆位置、角度,确保小导管与隧洞有足够的距离,注浆小导管施工过程中“分步跳打”。
- 5、DBC1~3为地表位移监测点。
- 6、对墙顶及后侧水沟开裂位置进行水泥浆封闭并用砂浆抹面,防止雨水下渗,工程量以现场监理确认的实际发生量计。
- 7、施工过程中应进行交通布控,确保施工安全。
- 8、墙底以上50cm设置排水水平孔,长15m,间距3m(可根据实际情况适当调整位置,垂直方向避开小导管),可以根据现场情况适当调整间距及打设长度,但应确保出水率不小于50%,待小导管注浆施完成后方可进行排水水平孔施打。
- 9、未尽事宜参照相关规范及规定办理。



说明:

1. 注浆采用小导管, 外径50mm、壁厚5mm的无缝钢管。
2. 小导管注浆采用水泥浆液, 水灰比: 0.5:1, 注浆压力: 0.1~0.3MPa (具体根据注浆试验现场调整)。达到压力时持续15分钟即可终止注浆。
3. 注浆施工之前, 须进行注浆试验, 以调整注浆参数。
4. 未尽事宜参照相关规范及规定办理。



仰斜排水孔结构图

滤膜技术要求

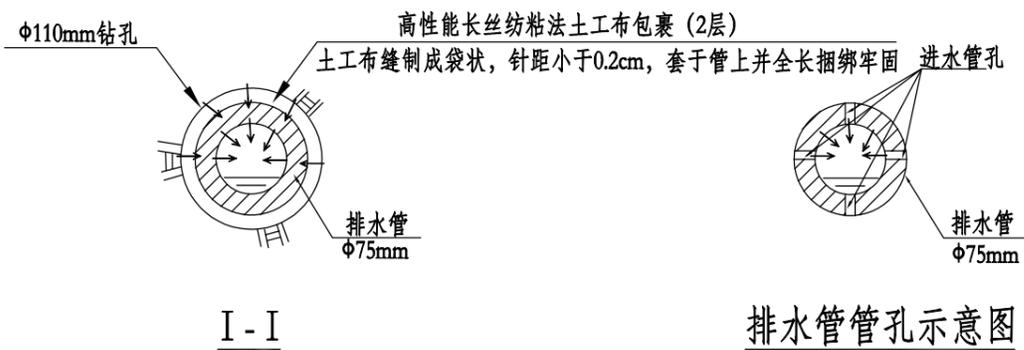
项目	单位	技术要求
单位面积质量	g/m ²	≥110
厚度	mm	≥0.3
纵向干态抗拉强度	N/cm	≥60
横向湿态抗拉强度	N/cm	≥50
粘合缝抗拉强度	N	≥20
渗透系数	cm/s	≥5.0×10 ⁻³
等效孔径	mm	≤0.075

排水孔工程数量表

单根排水孔长度	外径φ75mm 塑料管长度 (m)	粘土 (m ³ /根)	钻孔深度 (m)	高性能长丝纺粘法 土工布 (平方米)
L	L+0.1	0.00471	L+0.2	(0.25+0.02×2) L×2

附注:

- 1、本图尺寸除注明者外均以厘米计,比例见图注。
- 2、钻孔采用水平钻机钻进,如遇塌孔需跟管钻进,钻孔孔径采用φ110MM。
- 3、排水管要求采用φ75MM的PVC管,壁厚不小于2.5mm,管材物理力学性能指标应满足下列要求: 密度1350~1550kg/m³;维卡软化温度(VST) ≥79℃; 纵向回缩率≤5%;二氯甲烷浸渍试验表面变化不劣于4L; 拉伸屈服强度≥40MPa; 落锤冲击试验TIR≤10%。
- 4、PVC管上需钻10mm的圆孔, 间距50mm, 并沿管周分四排均匀排列, 一排在管的顶部, 一排管的底部, 另两排分别在管的两侧, 顶底排圆孔与两侧呈交错排列。
- 5、靠近出水口边坡防护内侧线1.0~3.0米长的范围内, 应设置不带孔的塑料排水管。并在距出水口边坡防护内侧线80厘米长的范围内, 应用粘土堵塞钻孔与排水管之间的空隙, 里端头采用滤网封堵。
- 6、为了保证排水孔的长效性, 防止粘土颗粒堵塞孔眼, PVC管外裹滤膜应采用高性能长丝纺粘法土工布, 物理力学性能指标应满足表中所示的技术要求。
- 7、PVC管应用土工布包裹(2层, 缝制成袋状, 针距小于0.2cm), 分层套于管上并分别用绳子全长捆绑牢固(里端头必须封堵, 以防砂土进入): 套第一层土工布(缝制成袋状)→绳子全长捆绑牢固→套第二层土工布(缝制成袋状)→绳子全长捆绑牢固→放入排水孔中→用粘土堵塞钻孔与排水管之间的空隙。
- 8、一般情况下排水孔间距5m, 地下水丰富及坡面出水点部位间距适当加密。另外, 排水孔孔位、孔数、孔深、排水管布置的具体长度(L)和各阶的具体排数, 应根据施工揭示实际地质水文情况及坡体渗水量大小调整确定, 所打排水孔应保证50%以上的出水率。
- 9、图中边坡排水孔设置仅为示意, 具体防护设计请详见边坡防护设计相关图件。
- 10、未尽事宜, 参照有关施工规范、规定。

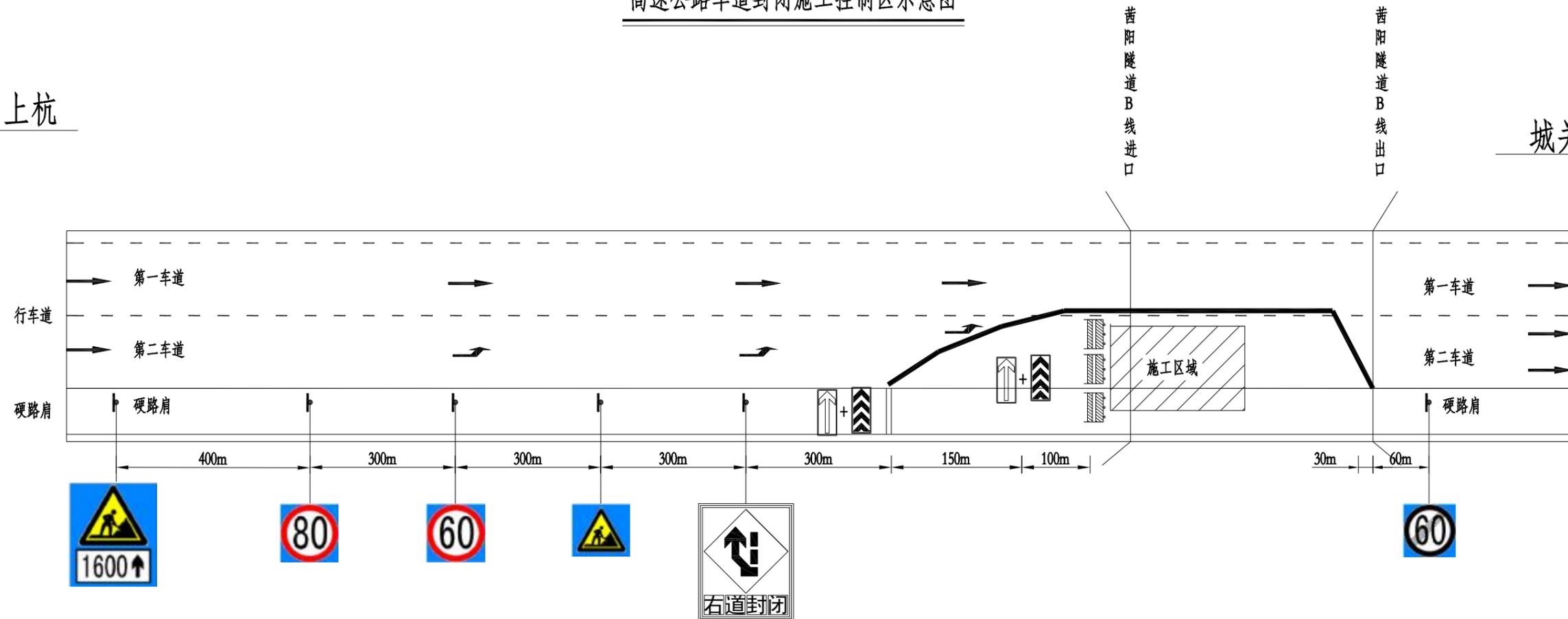


排水管管孔示意图

高速公路车道封闭施工控制区示意图

上杭

城关



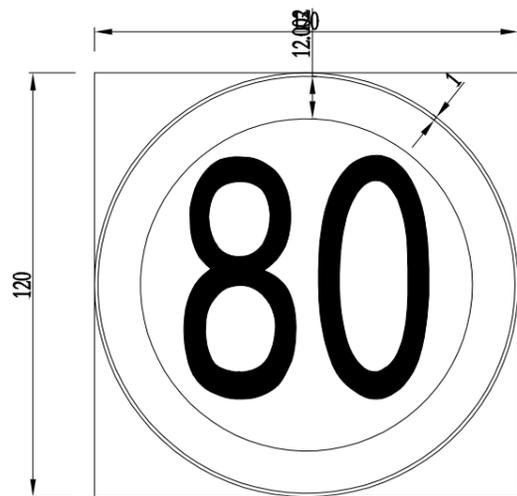
图例

- 附设施工警示灯的路栏
- 标志牌
- 车流行驶方向
- 水马或其它渠化交通的安全设施
- 行驶方向导向牌
- 可变信息导向牌

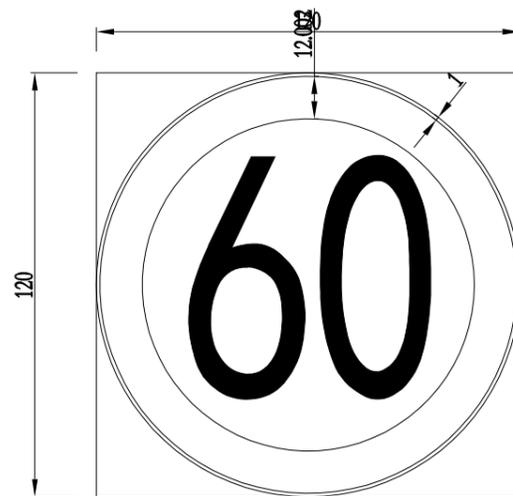
注:

- 1、本图依据《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2004)、《公路安全保障工程实施细则》、《福建省高速公路多车道养护安全布控指南》绘制,具体实施前需经相关部门同意认可,实施过程中可根据现场实际情况微调。
- 2、控制区域内按《福建省高速公路多车道养护安全布控指南》要求需设置2名以上安全员。
- 3、当作业控制区在2公里以内时,按同一布控区布控;当作业控制区在2公里以上时,应分别布置两个作业控制区。
- 4、施工控制区按整条车道布置,不得超出车道标线。
- 5、施工作业区必须设置施工警告灯,所设置的交通标志必须具有良好的反光功能。
- 6、对于施工作业现场及施工未完成现场,夜间均应有专人看护,定时进行巡查。
- 7、每隔100米设一处施工警示灯。
- 8、三角锥每隔4m布置一个梅兰灯。

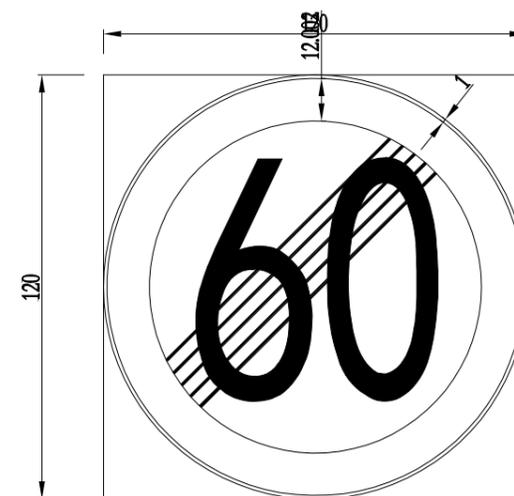
禁令标志 限速80公里/小时



禁令标志 限速60公里/小时



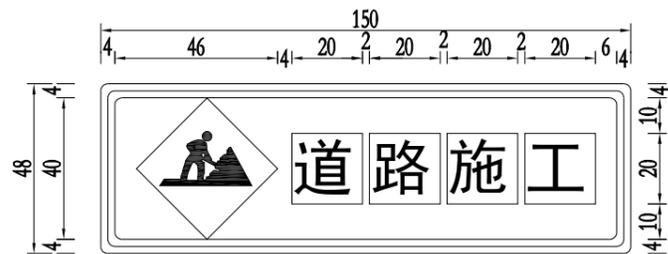
禁令标志 解除限速60公里/小时



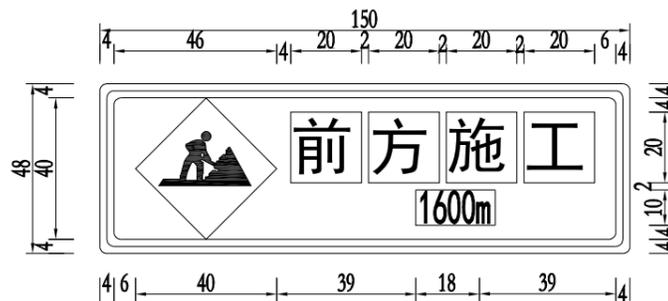
注:

- 1、本图均以cm为单位，比例为1: 50;
- 2、图中标志采用可移动式支撑。

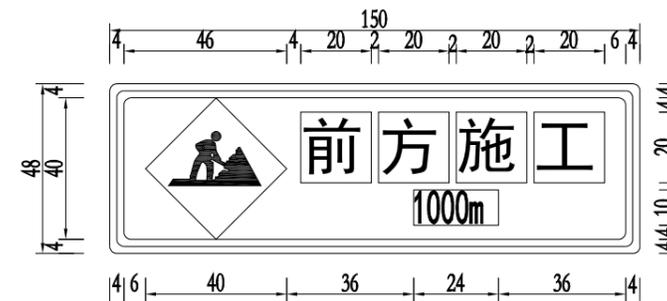
道路施工



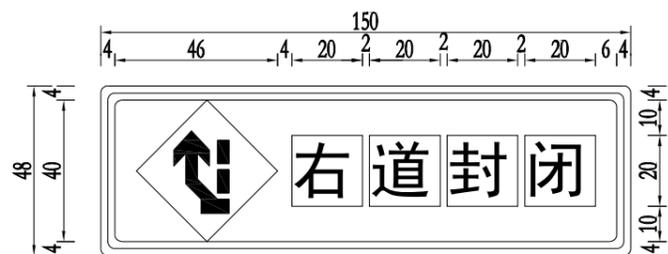
前方施工



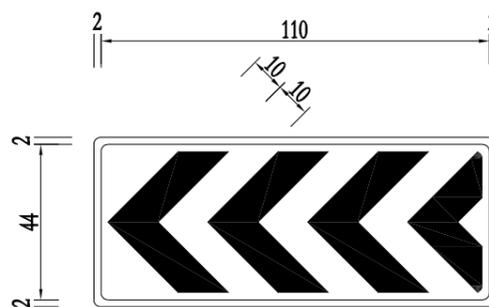
前方施工



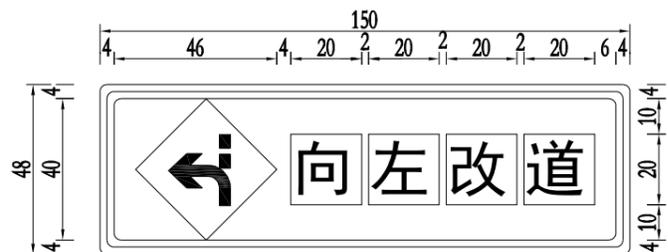
右道封闭



向左行驶

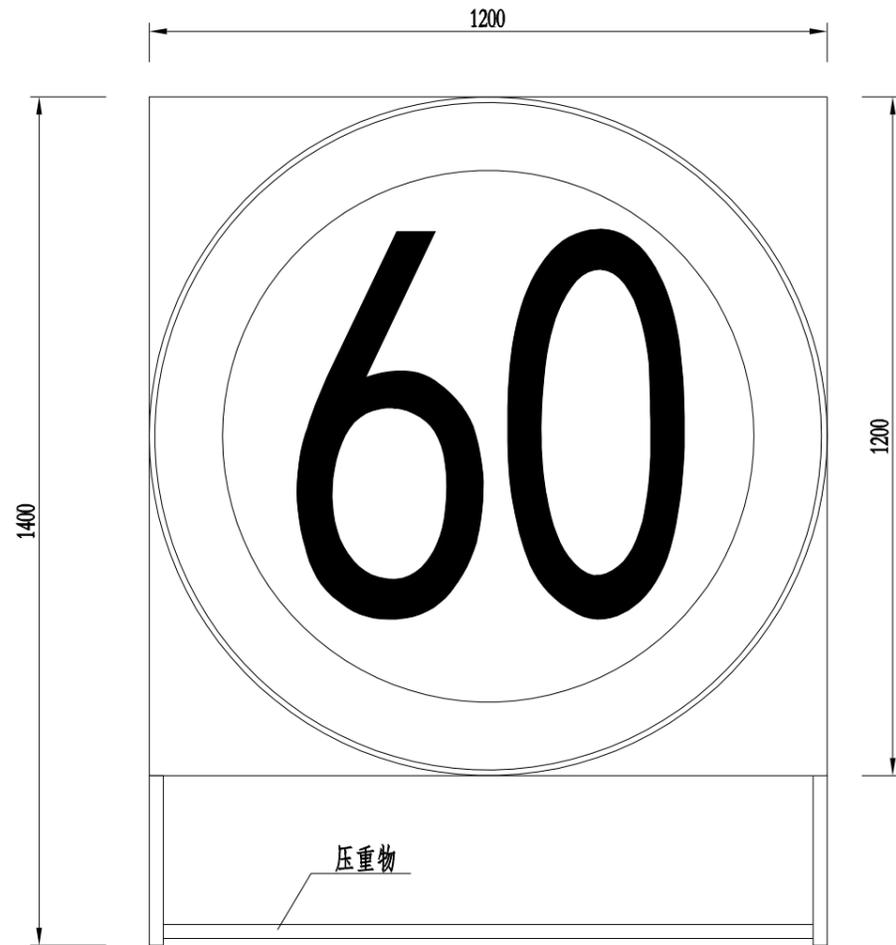


向左改道



注:

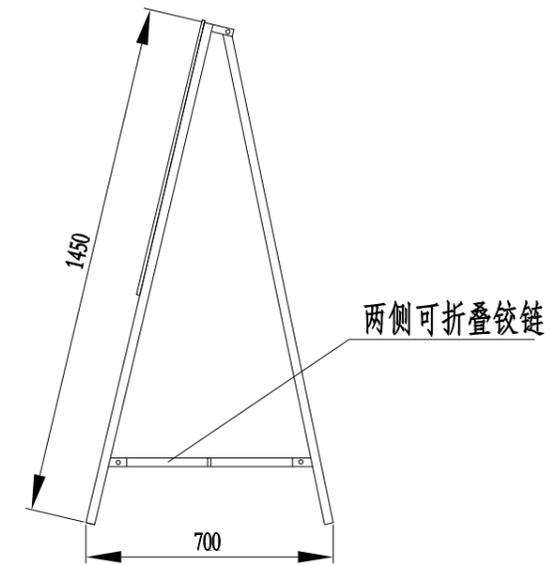
- 1、本图均以cm为单位，比例为1:20;
- 2、本图尺寸仅供参考;
- 3、施工区标志为长方形，蓝底白字，图案部分为黄底黑图案，
- 4、图中标志采用可移动式支撑。



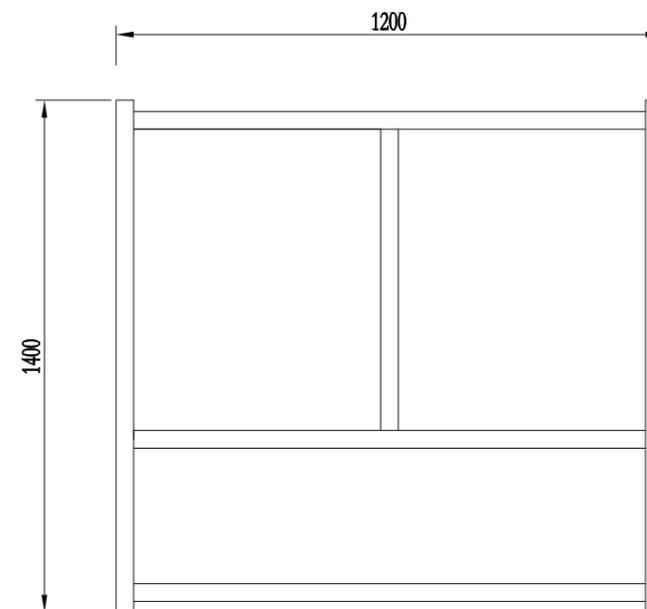
施工标志立面图

单个施工标志材料数量表

名称	编号	截面	长度	件数	单件重 (kg)	总重 (kg)	合计
方形钢管	1	40×40×4	1450	4	6.79	27.16	72.02
	2	40×40×4	1200	5	5.62	28.10	
	3	40×40×4	1150	2	5.38	10.76	
	4	40×40×4	320	4	1.50	6.00	
铝合金板	5	1200×1200		1	11.67	11.67	3mm厚
钹链	6			8			25扁钢
铆钉	7	M8	50	28	0.024	0.672	



施工标志立面图



支架立面图

说明:

- 1、图中尺寸为毫米为单位。
- 2、施工标志使用时，支架下横梁需压重物（沙袋）。

修复工程数量表

上蛟高速公路茜阳隧道B道进口洞门墙病害修复工程

序号	工程名称	坡率	工程数量																		
			预应力锚索框架（梁、十字面板）				洞门墙拆除、新建				挂网锚喷+回填面封闭				注浆小导管		绿化				
			预应力锚索		地梁		锚索锚具	C40水泥浆	C20素砼	洞门墙拆除	回填洞渣	新建水沟C20砼	泄水孔	EVA防水板+防渗土工膜	场地整平洞渣	φ8钢筋网	C20喷射砼	φ50无缝钢管	C30水泥浆	客土喷播	
			孔径φ150mm 6束锚索	无粘结钢绞线重量	HRB400钢筋	C30混凝土框架梁														基材（厚4cm）	草籽
(m)	(kg)	(kg)	(m³)	(套)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(个)	(m²)	(m³)	(kg)	(m³)	(m)	(m³)	(m²)	(kg)		
1	2	5	6	7	9	10	11	12	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	茜阳隧道B道进口洞门墙																				
	小导管注浆																	210.0	40.4		
	裂缝封闭																		2.0		
	本段小计		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.0	42.4	0.0	0.0

标注：1、小导管注浆考虑扩散半径35cm，土层孔隙率0.5，注浆量为估算工程量，以现场监理确认的实际发生量计。

编制：

复核：

审核：

交通布控数量表

上蛟高速公路茜阳隧道B道进口洞门墙病害修复工程

序号	标志名称	版面内容	版面尺寸 (cm × cm)	支撑形式	布控数量												护栏安拆 (m)	备注	
					数量	铝合金面 板 (kg)	外径60mm 、壁厚4mm 无缝钢管 (kg)	铝合金滑 槽 (kg)	铝合金角 钢 (kg)	抱箍及底 衬 (kg)	法兰盘 (kg)	地脚螺栓 及紧固件 (kg)	反光膜衬 底 (m ²)	反光膜字 符 (m ²)	基础钢筋 (kg)	25号水泥 混凝土(m ³)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
上蛟高速公路茜阳隧道B道进口洞门墙病害修复工程																			
1	警告标志 施工+辅助标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78					
2	警告标志 施工+辅助标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78					
3	施工长度标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78					
4	禁令标志 限速80公里/小时		120 *120	单柱	1	12.31	119.23						1.44	0.86					
5	禁令标志 解除限速80公里/小时		120 *120	单柱	1	25.31	119.23						2.96	1.78					
6	警告标志 施工		△130	单柱	1	12.31	64.58						1.44	0.86					
7	行驶方向导向牌		95*40	支架	1	2.128	67.07						2.5	1.20					
	总计:	标志			7	127.99	888.78						17.22	10.04					
		可变信息标志牌			3														
		1500mm*800mm附设施工警示灯路栏			4														
		施工警示灯			10														
		1500mm*800mm水马			300														
		护栏安拆长度 (m)																20	

编制:

复核:

审核: