

# 隧洞开挖可燃气体燃烧影响洞段 处理方案应用

张巍伟

(辽宁水利土木工程咨询有限公司,辽宁 沈阳 110003)

**【摘要】** 隧洞在开挖过程中有时会遇到可燃气体燃烧,影响洞段施工安全。在朝建引水工程遇到可燃气体溢出燃烧情况后,立即成立了应急小组和气体检测小组,对燃烧影响洞段采取排险、支护、气体检测管理等安全保证措施。实践证明,以上处理方法可操作性强,施工安全可靠,可为同类工程处理提供有益的参考。

**【关键词】** 隧洞开挖;可燃影响;处理措施

中图分类号: TV554+.9

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)04-006-04

## Application of tunnel excavation combustible gas combustion influence tunnel section treatment plan

ZHANG Weiwei

(Liaoning Water Conservancy Civil Engineering Consulting Co., Ltd., Shenyang, China)

**Abstract:** Tunnels encounter combustible gas combustion sometimes in the process of excavation, which affect tunnel construction safety. After water diversion project construction encounters combustible gas overflow construction, an emergency group and a gas detection group are established immediately, risk removal, supporting, gas detection management and other safety guarantee measures are adopted for the combustion influence tunnel section. The practice proves that the above treatment methods is highly practical, the construction is safe and reliable, thereby providing useful reference for similar projects.

**Key words:** tunnel excavation, combustible influence; treatment measures

### 1 工程概况

朝建引水工程主体工程为引水隧洞,主洞全长12256.514m,桩号为C1+999.901~C14+256.415.00。隧洞为有压隧洞,开挖断面为圆拱斜墙,成洞断面为圆形,成洞直径为3.9m。桩号C3+318~C5+634、C6+062~C7+655、C12+605~C12+948存在极软弱岩洞段,底拱采用仰拱开挖。

共布设支洞和斜井5条,分别为C1号支洞、C1-1

号斜井、C2号斜井、C3号支洞、C4号支洞,长度分别为1631.544m、820.701m、708.983m、1931.816m、1393.312m,断面分为两种,C1号、C3号、C4号支洞断面形式为圆拱直墙型,成洞断面尺寸均为5.0m×5.0m(宽×高),C3号为永久支洞;C1-1号、C2号斜井断面形式为圆拱直墙型,成洞断面尺寸为5.0m×5.5m(宽×高)。

C1号支洞长度1631.544m,进口高程261.5m、底高程73.349m,高差188.151m;主洞全长2090.099m,

其中上游 1291.916m、下游 798.183m。目前开挖施工已完成 311.8m,其中上游完成 169.117m、下游完成 142.683m。

## 2 C1 号洞 C3 + 122.7 可燃气体溢出燃烧情况

### 2.1 可燃气体溢出燃烧情况

2017 年 10 月 1 日 4 时 20 分,C1 号支洞控制段主洞上游施工至桩号 C3 + 122.7(距洞口 1796 米)掌子面开挖过程中,在距右侧边墙 50cm 辅助周边孔及底板孔进行清孔作业时,作业人员发现 5 个钻孔有气体溢出并出现燃烧,具体位置见图 1。发现情况后作业人员全部撤离,未造成人员伤亡,洞内施工作业暂停。

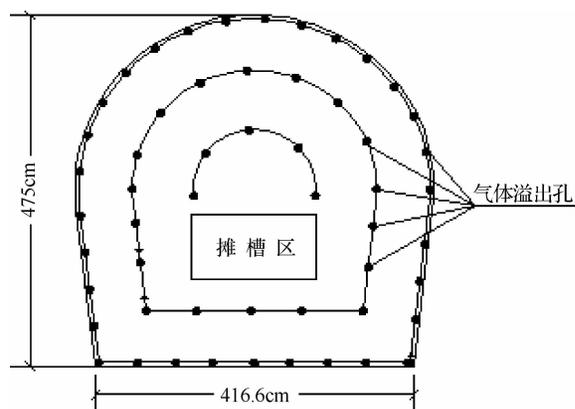


图 1 III类围岩炮眼布置

### 2.2 燃烧过程采取的主要措施

情况发生后,洞内作业人员立即停止作业,全部撤离至洞外,同时切断洞内总电源,采取加强洞内通风,洞口进行戒严,禁止人员进洞。过程中参建各方根据现场情况多次组织召开现场会,主要采取如下措施:

- 成立应急处理小组,负责气体溢出燃烧处理过程中的安全。
- 加强洞内通风,配备发电机和备用通风机确保 24h 不间断通风,使洞内溢出气体能够充分燃烧。
- 成立洞内气体检测小组,按照规定的频次、位置对洞内气体含量、温度进行监测记录并进行分析。主洞上游安装视频监控系统,在值班室安置了显示器,安排专人进行值班观察洞内火焰情况。
- 加强洞口封闭值守管理,严禁无关人员进入。

e. 设计地勘院进行了地质补勘。

### 2.3 气体燃烧熄灭后处置措施

2017 年 12 月 15 日 0 时 17 分可燃气体燃烧火焰熄灭,持续燃烧 75 天,参建各方组织召开了现场会,通过查看现场情况,对气体检测值进行分析,洞内气体满足人员作业安全条件,会议决定了复工前的处置原则,成立复工前处置工作领导小组,按照原有检测项目、频次继续进行主支洞检测,由五方会商确定气体燃烧影响段排险范围及支护形式等相关事宜。

## 3 可燃气体溢出燃烧影响洞段处理

2017 年 12 月 17 日,参建各方根据 C1 号洞可燃气体燃烧火焰熄灭后处置工作的会议决定,在 C1 号洞工区会议室召开五方会商,针对可燃气体燃烧造成已开挖完洞段岩石强度降低、岩层脱落、喷射混凝土开裂掉块的影响洞段处理,确定了排险范围、支护形式,相关安全注意事项。排险处理方案为:

排险处理范围:主洞上游掌子面 C3 + 122.7 后 0.5m 范围暂不做处理,排险处理范围为 C3 + 123.2 ~ C3 + 183.7(60.5m),位置详见图 2。排险支护施工过程中现场设专人负责,安全员全程盯控,设专人进行洞内气体实时监测,如果气体监测数值超限有异常,则立即停止作业,作业人员全部撤离至洞外,并上报相关情况,确保施工安全。利用挖掘机进行排险处理,处理后对排险量进行现场测量确认。将掌子面开挖台车移出,同时对主支洞交通道路进行清理,保障洞内交通畅通,无障碍。对排险处理段进行支护,支护参数为:顶拱 180°范围挂设  $\phi 8@150 \times 150$ mm 钢筋网、打设  $\phi 22$  随机锚杆  $L = 2000$ mm,全周喷射 C25W8 混凝土 100mm。具体工程量以现场签证单为准。严格做好进洞作业人员进行安全技术交底、进洞登记管理、气体检测管理、临时用电、安全隐患排查等现场施工安全管理工作。

## 4 资源配置计划

### 4.1 主要劳动力配置计划

排险支护施工人员配置:工区负责人 1 人,负责现场安全施工组织;作业队长 1 人,负责现场施工、人员

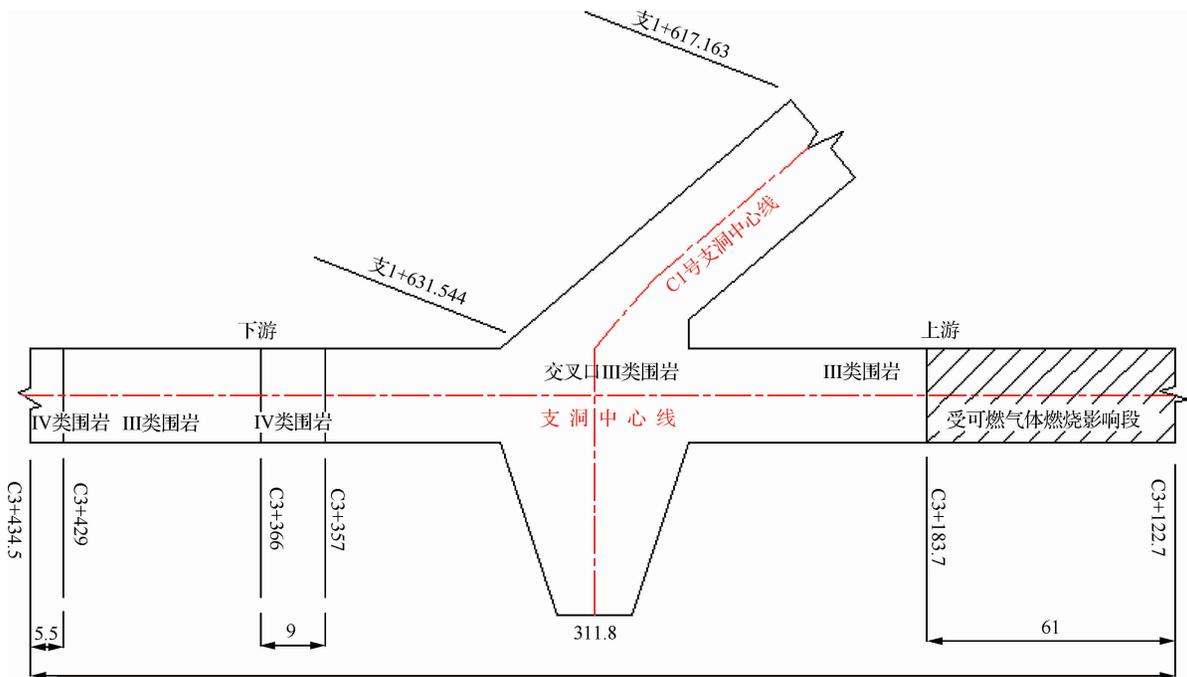


图2 受可燃气体燃烧影响段示意图(单位:m)

调配;技术员1人,负责现场技术交底、施工自检报验;安全员2人,负责施工过程安全盯控、隐患排查;气体监测员2人,负责洞内气体监测记录;支护班10人,进行施工排险支护作业;自卸车司机3人,负责施工材料、弃渣运输等作业;挖掘机司机2人,负责洞内排险作业;装载机司机2人,负责洞内排险、装渣等作业;电工2人,负责施工用电。

#### 4.2 主要施工设备配置计划

排险支护施工主要设备配置:2×75轴流风机1台;发电机2台;凿岩机6套;空压机2台;装载机1台;挖掘机1台;自卸汽车3台;四合一便携式气体检测仪2台;光干涉瓦斯测定仪2台;便携式瓦检仪2台;甲烷报警传感器2台;水泵5台。

### 5 施工安全保证措施

#### 5.1 成立施工安全领导小组

成立隧洞排险处理施工安全领导小组,由项目经理任组长,主管生产副经理、总工程师、安全总监任副组长,项目各部室负责人任成员,明确职责和分工,落实好各项安全管理制度。职责范围:

组长全面负责小组内管理工作。副组长负责协调

安排领导小组内其他成员工作。遇到险情,通知立即停工,采取应急措施。总工程师在协助组长工作的同时,主要提供技术支持服务。副经理主要负责现场施工安全管理,组织人员、设备投入配备,施工过程安全盯控。安全员主要进行施工安全盯控隐患排查,检查气体监测人员的日常工作,指导气体监测人员进行洞内气体监控,特别是关键部位,瓦斯易聚地点,不易通风处等重点部位,负责检查气体监测小组的交接记录及瓦斯监测日志,制定并执行奖罚措施。技术部门向施工人员下发技术交底书时,由安全部门提供相应的有毒有害气体预防知识、应急措施等。

#### 5.2 采取施工安全保证措施

a. 做好施工前培训及安全技术交底工作。对全体施工人员及管理人员进行岗前培训及施工安全技术交底,内容主要为:瓦斯隧洞施工的技能培训和系统知识讲座,使管理和施工人员了解瓦斯的特性及防范措施,确保施工安全。学习各种关于瓦斯的技术规范、安全规程。

b. 施工过程中现场负责人、安全员、气体检测人员全程盯控,及时进行安全隐患排查处理,如遇有毒有害气体超标必须立即停止作业,组织所有作业人员撤

离至洞外,并及时上报相关情况。

c. 做好进出洞人员管理,所有进洞人员在值班室进行登记,并将违禁物品(打火机、火柴、易燃易爆品等)放入指定位置,同时发放安全用品佩戴进洞。出洞人员将使用的安全用品交回值班室并进行出洞登记,同时取回自己的物品。

d. 除气体检测人员外,作业面带班班长、安全员必须配瓦斯检测报警仪,随时监测掌子面瓦斯含量。

e. 施工前由现场负责人组织,必须进行洞内安全隐患排查,对支洞、主洞其他部位混凝土开裂、掉块部位及时进行排险处理,加强支护。

f. 施工过程中加强通风,配备发电机、备用通风机,专人负责通风管理。

g. 高空作业必须佩戴安全绳等防护用品,进行支护作业前人工再进行一次排险处理,防止松动岩石掉落伤人。

h. 现场配备应急运人车辆,如遇紧急情况保证作业人员能够及时出洞。

i. 施工中应对机械设备进行定期检查、养护、维修。

j. 严禁带明火和火种进入隧道,隧道内禁止吸烟。

k. 作业开始前和结束后,应认真检查、清洗机械管道和接头,检查后,还应经过试运转方可正式作业,以防止发生剧烈振动、管道堵塞等现象。当发生注浆管路或接头堵塞时,需在消除压力之后,方可进行拆卸及维修。各种机械电力设备、安全防护装置与用品,应按规定进行定期检验、试验与日常检查,不符合安全技术要求者严禁使用。

## 6 结 语

该工程在遇到可燃气体溢出燃烧情况后,立即停止作业,采取成立应急小组、气体检测小组等措施,以保证施工安全。对燃烧影响洞段采取排险、支护、气体检测管理等安全保证措施,通过实践证明,按以上方法处理,可操作性强,施工安全可靠,也为以后相似工程施工处理提供经验,可供同类工程处理相似问题参考。◆

(上接第 17 页) 2 段、0 段,浆液由稀到浓使用频率逐渐减少,说明试验选用的各个比级水灰比符合地层情

况,能够满足灌浆需求。

表 9 灌浆使用水灰比统计汇总

排序	段数	灌浆使用水灰比级(级/频率)					结束水灰比(段数/频率)					
		1	2	3	4	5	5:1	3:1	2:1	1:1	0.8:1	0.5:1
单排	117	33/28	52/44	23/20	7/6	2/2	33/28	52/44	23/20	7/6	2/2	0

### 4.8 灌浆压力分析

从现场实际施工情况及灌浆资料统计结果来看,所有灌浆孔均能达到设计要求的最大压力,在达到设计压力下,趾板均未发生抬动且达到了灌浆效果,说明各段压力选择能够满足设计要求。

通过检查孔施工,接触段透水率为 2.71Lu,单位注灰量为 12.81kg/m,说明接触段压力选择能够满足设计要求。

### 4.9 灌浆结束条件分析

帷幕灌浆结束条件:灌浆段在最大设计压力下,注入率不大于 1L/min 后,继续灌注 30min 即可结束,结

合该次试验段 117 个灌浆段成果资料,认为试验施工结束标准能够满足要求。

## 5 结 论

通过试验可以得出结论,试验段按设计技术参数进行施工,完全可以达到设计要求的灌浆效果;施工机具选用科学合理,可以满足施工要求。在后续工作中,可以试验段为依据,拟定施工方案,合理安排施工。◆

### 参考文献

- [1] 赵英. 浅析帷幕灌浆施工方法及效果[J]. 水利建设与管理, 2016(6):14-17.
- [2] DL/T 5148—2012 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S]. 北京:中国电力出版社, 2012.