目 录

第一章 概 述 5
1.1 工程、地质概况 5
1.2 隧道设计及施工完成情况 5
1.3 检测内容 6
1.4 检测依据及评定标准 6
1.5 检测仪器设备 7
第二章 隧道施工质量检测技术 9
2.1 检测方法及原理 9
2.1.1 锚杆、小导管及管棚的施工质量检测 9
2.1.2 锚杆拉拔试验检测 9
2.1.2 初衬喷射混凝土强度、厚度及缺陷检测 9
2.1.3 初衬后隧道断面净空量测 11
2.1.4 初衬钢支撑榀数及间距 11
2.2 隧道施工质量检测工程检测频率汇总 11
第三章 隧道施工质量检测结果 12
3.1 锚杆及管棚的施工质量检测 12
3.1.1 锚杆数量检测 12
3.1.2 管棚数量检测 13
3.1.3 锚杆施工质量检测 13
3.1.3 锚杆抗拔力试验检测 15
3.2 初衬喷射混凝土强度、厚度及缺陷检测 16
3.2.1 初衬喷射混凝土强度检测 16
3.2.2 初衬喷射混凝土厚度及缺陷钻孔检测 18
3.2.3 初衬喷射混凝土缺陷雷达检测 20
3.3 钢支撑榀数及间距检测 20
3.4 隧道初衬断面检测 21
第四章 检测结论与建议 25
4.1 检测结论 25
4.2 建 议 29

第一章　概　述

1.1 工程、地质概况

地质概况

***隧道以白云质灰岩为主，少量第四系残破积碎石土，碎石土厚度不大，结构松散，围岩稳定性一般。岩层产状较平缓，风化中等，节理裂隙发育，岩层较破碎，岩质较软。坡面现状根本稳定，洞口开挖后，岩层易产生垮塌、掉块等现象。

地处云贵高原向湘西丘陵、四川盆地过渡的斜坡地带，属于亚热带季风气候。隧区地形较简单，为单座山丘，山体总体呈向北东走向，属丘陵地貌。

测区中风化基岩出露情况较差，大局部地区被第四系地层及全、强风化岩层所覆盖。地层主要为第四系粉质黏土、碎石土，元古界板溪群变余粉砂岩。

隧道穿越区无断层，但隧道进洞口以南约 240m 发育有红石-太平区域性大断层，出口西北约 20m 沟谷间发育有局部断层。受断层构造影响，隧道区节理裂隙较发育。地下水为第四系空隙睡及风化裂隙水为主，水量受大气降水影响明显，围岩富水性不均一，含水性中等，隧道开挖时呈点滴或淋雨状出水。丰水期易涌水。

1.2 隧道设计及施工完成情况

隧道围岩支护设计

表 1-1　***隧道围岩支护设计

线 位	桩 号	支护形式	备 注
左洞进口	ZK111+592～ZK111+617	S-Ⅴa	支护参数见表1-4
	ZK111+617～ZK111+647	S-Ⅴc	
	ZK111+647～ZK111+687	S-Ⅳb	
	ZK111+687～ZK111+692	S-Ⅳc	
右洞进口	YK111+618～YK111+638	S-Ⅴa	
	YK111+638～YK111+673	S-Ⅴc	
	YK111+673～YK111+713	S-Ⅳb	
	YK111+713～YK111+718	S-Ⅳc	

. ***隧道施工完成情况

截止 2011 年 6 月 12 日，**高速公路***隧道施工完成情况如表 1-2。

表 1-2 ***隧道施工完成情况

线 位	桩号及施工部位	进尺〔m〕
左洞进口	ZK111+592～ZK111+747 上导坑初支	155
	ZK111+592～ZK111+666 下导坑初支	74
	仰拱	0
	二衬	0
左洞进口	YK111+618～YK111+779 上导坑初支	161
	YK111+618～YK111+680 下导坑初支	62
	仰拱	0
	二衬	0

1.3 检测内容

本次对***隧道进口 ZK111+592～ZK111+692、YK111+618～YK111+718 段进行施工质量检测。检测工程包括：锚杆、小导管及管棚施工质量、锚杆抗拔力、初衬喷射混凝土强度、初衬喷射混凝土厚度及脱空、钢支撑加工质量及间距、初衬后净空断面。

1.4 检测依据及评定标准

- 《公路工程技术标准》〔JTG B01-2003〕

- 《公路隧道设计标准》〔JTG D70-2004〕
- 《公路隧道施工技术标准》〔JTG F60-2009〕
- 《公路工程质量检验评定标准》〔JTG F80/1－2004〕
- 《锚杆锚固质量无损检测技术规程》〔JTJ /T 182－2009〕
- 《公路工程物探规程》〔JTG / TC22-2009〕
- 《锚杆喷射混凝土支护技术标准》〔GB 50086-2002〕
- 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》〔JTG E30-2005〕

1.5 检测仪器

表 1-3　隧道检测投入仪器设备

序号	仪器名称	型号	生产厂家	数量	仪器编号
1	地质雷达检测仪	SIR-3000	美国劳雷公司	1 台	ZA-SD-016
2	锚杆检测仪	JL－MG〔C〕	武汉长盛仪器公司	1 台	ZA-SD-014
3	锚杆拉拔仪	LDS-30H	北京中煤公司	1 台	ZA-SD-021
4	隧道断面仪	BJSD-3	北京光电技术研究所	1 台	ZA-SD-010
5	多功能冲击钻	TE76	瑞士喜利得	1 台	ZA-SD-011
6	超声波仪	TICO	瑞士 Proceq	1 台	ZA-SD-011
7	回弹仪	N 型	瑞士 Proceq	1 台	ZA-SD-01
8	皮 尺	50m	上海汇一尺业公司	1 把	ZA-SD-015
9	钢卷尺	5m	上海汇一尺业公司	2 把	ZA-DL-027
10	长焦距高精度数码相机	奥林巴斯	日 本	1 台	/

表 1-4　　***隧道衬砌支护设计参数表

衬砌类型	初期支护				二衬衬砌	备 注
	锚杆	钢筋网	C20 喷砼	钢拱架		
S-Ⅴa	Φ25 中空锚杆 L=350cm 纵环间距 60×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 20×20cm	26cm	I20b 间距 60cm〔封闭〕	拱墙及仰拱 C25 钢筋砼 50cm	/
S-Ⅴb	Φ25 中空锚杆 L=350cm 纵环间距 60×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 20×20cm	24cm	18 工字钢 间距 60cm	拱墙及仰拱 C25 钢筋砼 50cm	/
S-Ⅴc	Φ25 中空锚杆 L=350cm 纵环间距 80×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 20×20cm	24cm	18 工字钢 间距 80cm	拱墙及仰拱 素 C25 砼 45cm	/
S-Ⅳa	Φ22 药卷锚杆 L=300cm 纵环间距 100×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 25×25cm	20cm	14 工字钢 间距 100cm	拱墙及仰拱 素 C25 砼 40cm	/
S-Ⅳb	Φ22 药卷锚杆 L=300cm 纵环间距 100×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 25×25cm	16cm	Φ22 格栅拱架 间距 100cm	拱墙及仰拱 素 C25 砼 40cm	/
S-Ⅳc	Φ22 药卷锚杆 L=300cm 纵环间距 120×120cm	单层Φ6.5 钢筋网 25×25cm	16cm	Φ22 格栅拱架 间距 120cm	拱墙 素 C25 砼 40cm	/

第二章　隧道施工质量检测技术

2.1 检测方法及原理

锚杆、小导管及管棚的施工质量检测

锚杆、小导管及管棚锚杆的数量采用人工目测计数。

锚杆、及小导管的长度及注浆密实度采用 JL-MG〔C〕型锚杆质量检测仪进行抽检，JL-MG(C)锚杆质量检测仪由发射震源、检波器、主机和分析处理软件组成。发射震源产生的弹性波，沿着锚杆传播并向锚杆周围辐射能量，检波器检测到反射回波，并由检测仪对信号进行分析与存储。反射信号的能量强度和到达时间取决于锚杆周围或端部的注浆状况。通过对信号进行处理和分析，可以确定锚杆长度以及注浆密实度的整体质量。

锚杆抗拔力检测

锚杆拉拔试验的原理是通过对锚杆施加正应力，使锚杆与浆体、浆体与围岩之间产生相互作用力，锚杆所能抵抗的最大应力为彼此界面上的摩擦力抵抗外力，即抗拉拔力。

锚杆拉拔试验合格条件：

$$P_{An} \geqslant P_A$$

$$P_{AMIM} \geqslant 0.9P_A$$

P_{An} ——同批试件抗拔力的平均值〔KN〕；

P_A——锚杆设计锚固力〔KN〕；

P_{AMIM}——同批试件抗拔力的最小值〔KN〕。

初衬喷射混凝土强度、厚度及缺陷检测

1．检测目的

① 检测初期支护喷射混凝土强度是否到达设计要求；

② 掌握初衬喷射混凝土实际施工厚度，检验是否满足设计要求；

③ 确定初衬喷射混凝土缺陷大小及分布范围。

2．检测方法及原理

初期支护喷射混凝土强度采用现场喷大板法取样进行抗压强度试验评定。

标准试块制作方法：

① 在喷射作业面附近，将模具敞开一侧朝下，以与水平 80°左右交角置于墙角。

② 先在模具外的边墙喷射，待操作正常后，将喷头移至模具位置，由下往上，逐层向模具内喷满混凝土。

③ 将喷满混凝土的模具移至平安的地方，用三角抹刀刮平混凝土外表。

④ 在隧洞内潮湿环境中养护 1d 后脱模。将混凝土大板移至实验室，在标准养护条件下养护 7d，用切割机去掉周边和上外表后，加工成边长 100㎜ 的立方体试块。

⑤ 加工后的立方体试块继续在标准条件下养护至 28d，进行抗压强度试验。

初期支护喷射混凝土厚度及缺陷检测采用美国劳雷公司生产的 SIR—3000 型地质雷达、900MHz 天线与瑞士 TE-70 冲击钻相结合进行检测。

① 检测方法

以雷达天线扫描及冲击钻钻孔检测混凝土厚度及背部空洞大小。

② 雷达探测原理

地质雷达工作时，在雷达主机控制下，脉冲源产生周期性的毫微秒信号，并直接反应给发射天线，经由发射天线耦合到地下的信号在传播路径上遇到介质的非均匀体〔面〕时，产生反射信号。位于地面上的接收天线接收到地下回波后，直接传输到接收机，信号在接收机经过整形和放大等处理后，经电缆传输到雷达主机，经处理后，传输到微机。在微机中对信号依照幅度大小进行编码，并以伪彩色电平图/灰色电平图或波形堆积图的方式显示出来，经软件处理，可用来判断地下目标的深度、大小和方位等特性参数。

③ 测点布置

钻孔检测：每 10 延米布置一个测试断面，环向共布置 5 个测点，布点位置在拱顶、左右拱腰和左右边墙各布一测点；雷达检测：沿隧道纵向共布置 5 条测线，纵向布线同上〔具体视现场而定〕，假设在检测中发现缺陷地段，需加密测点〔线〕进行检测。

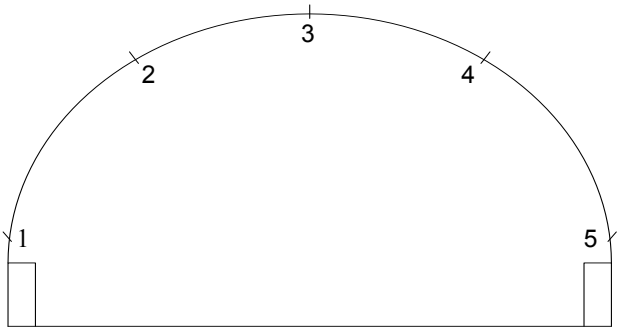


图 2-1 雷达探测及钻孔检测衬砌厚度、缺陷测点布置示意图

2.1.3 初衬后隧道断面净空量测

1．检测原理

隧道净空断面检测采用激光测距原理，利用伺服马达带动激光测距头转动，扫描当前断面，测量出仪器中心点到隧道初衬外表的距离来到达检测隧道净空断面的目的。

2．检测方法及频率

采用 BJSD-3 型隧道激光断面仪进行自动测量，每 20m 检测一个断面，测量精度为±1mm。

3．数据处理

根据 BJSD-3 型隧道激光断面仪采集数据：

① 绘制隧道实测净空断面图；

② 将实测净空断面图与设计净空断面进行比照，确定限界受侵位置及侵限尺寸。

初衬钢支撑榀数及间距

钢支撑尺寸、安装间距采用钢尺进行量测，量测精度为±1mm，在施工现场对初衬钢支撑榀数进行人工计数，根据计数结果得出钢支撑平均施工间距。

2.2 隧道施工质量检测工程检测频率汇总

表 2-1　隧道施工质量检测工程频率汇总表

序号	检测工程	检测频率	备 注
1	锚杆、小导管施工质量	每 50 米为一抽检段，数量按总数的 10%进行	隧道总检测频率：进出口 100m 按 100%检测，其余除进出口 100m 外的中间段按长度的 10%根据开挖进度进行抽检。
2	管棚施工质量	每根检测，数量人工计数	
3	锚杆拉拔	每 300 根至少 1 组	
4	初衬喷射混凝土厚度及缺陷	每 10 延米检测一断面	
5	初衬喷射混凝土强度	每 10 米抽检一组	
6	二衬模铸混凝土强度	每 10 米为一段，每段 5 个测区	
7	初衬后隧道断面	每 20m 设置一检测断面	
8	初衬钢支撑加工尺寸、榀数及安装间距	每榀检查	

第三章　隧道施工质量检测结果

3.1 锚杆及管棚的施工质量检测

3.1.1 锚杆数量检测

由于现场锚杆大局部未外露，锚杆数量采用随机沿环向破开初衬喷射混凝土点数及测量锚杆环向间距推算锚杆数量进行检测。

表 3-1　***隧道左洞进口锚杆数量检测统计表

序号	检测桩号	实测数量〔根〕	设计根数〔根〕	环向平均间距〔m〕	备注
1	ZK111+605	19	21	1.3	全断面
2	ZK111+610	22	21	1.15	全断面
3	ZK111+615	17	21	1.45	全断面
3	ZK111+625	21	21	1.2	全断面
4	ZK111+640	20	21	1.2	全断面
4	ZK111+650	21	21	1.2	全断面
5	ZK111+665	14	14	1.2	上台阶
6	ZK111+685	15	16	1.3	上台阶

表 3-2　***隧道右洞进口锚杆数量检测统计表

序号	检测桩号	实测数量〔根〕	设计根数〔根〕	环向平均间距〔m〕	备注
1	YK111+615	21	21	1.2	全断面
2	YK111+625	19	21	1.3	全断面
3	YK111+640	21	21	1.2	全断面
4	YK111+650	21	21	1.2	全断面
5	YK111+668	20	21	1.2	全断面
6	YK111+685	15	16	1.3	上台阶
7	YK111+692	16	16	1.2	上台阶

3.1.2 管棚数量检测

管棚在套拱上外露，直接计数统计如下表。

表 3-3 ***隧道进口管棚数量检测结果表

序号	检测断面位置	数量〔根〕	
		实测	设计
1	左洞	37	37
2	右洞	37	37

3.1.3 锚杆施工质量检测

由于***隧道进口 ZK111+592～ZK111+692、YK111+618～YK111+718 段第一次检测时锚杆外露少，经施工单位整改后，于 2011 年 7 月 6 日再次检测。综合两次检测，锚杆施工质量检测结果分别如下表 3-4、表 3-5。受现场条件限制，抽检锚杆为拱腰、边墙部位。

表 3-4 ***隧道左洞进口锚杆质量检测结果表

序号	直径(mm)	设计长度(m)	检测长度(m)	自由段长(m)	注浆密实度(%)
1	22	3.0	1.67	0.08	79
2	22	3.0	2.91	0.11	80
3	22	3.0	2.95	0.09	83
4	22	3.0	2.89	0.09	80
5	22	3.0	3.01	0.10	82
6	22	3.0	2.87	0.08	79
7	22	3.0	2.96	0.10	80
8	22	3.0	2.92	0.08	79
9	22	3.0	3.01	0.12	79
10	22	3.0	1.66	0.09	83
11	22	3.0	3.02	0.09	80
12	22	3.0	2.86	0.10	82
13	22	3.0	2.99	0.06	78
14	22	3.0	3.01	0.10	87
15	22	3.0	2.93	0.09	83

16	22	3.5	3.41	0.01	83
17	22	3.5	2.19	0.06	80
18	22	3.5	3.5	0.08	86
19	22	3.5	3.38	0.03	80
20	22	3.5	3.42	0.03	84
21	22	3.5	3.38	0.05	82
22	22	3.5	3.5	0.08	82
23	22	3.5	3.38	0.03	80
24	22	3.5	3.44	0.12	88
25	22	3.5	3.48	0.02	76
26	22	3.5	3.5	0.01	83
27	22	3.5	2.08	0.03	88
28	22	3.5	3.39	0.01	90
29	22	3.5	3.49	0.02	88
30	22	3.5	1.78	0.01	80
31	22	3.5	1.64	0.12	83
32	22	3.5	3.48	0.02	88
33	22	3.5	3.38	0.08	80
34	22	3.5	1.85	0.05	83
35	22	3.5	3.50	0.03	88
备注	抽检设计φ22 、L=3.0m 药卷锚杆共计 15 根，合格 12 根，合格率为 80%；抽检设计φ25 、L=3.5m 中空注浆锚杆共计 20 根，合格 15 根，合格率为 75%。				

注：锚杆长度≥0.95 设计长度，且注浆密实度≥75%判定为合格。

表 3-5 ***隧道右洞进口锚杆质量检测结果表

序号	直径(mm)	设计长度(m)	检测长度(m)	自由段长(m)	注浆密实度(%)
1	22	3.0	2.93	0.10	85
2	22	3.0	2.86	0.10	88
3	22	3.0	3.02	0.09	75
4	22	3.0	2.88	0.10	77
5	22	3.0	3.04	0.12	78
6	22	3.0	1.42	0.09	85
7	22	3.0	3.04	0.08	83
8	22	3.0	2.86	0.10	80

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
https://d.book118.com/757116010015010024