

骆俊晖, 米德才, 叶琼瑶, 等. 基于 Midas 模型下考虑构造应力场深埋隧道围岩稳定性研究[J]. 灾害学, 2018, 33(S1): 81-86. [LUO Junhui, MIDecai, YE Qiongyao, et al. Surrounding Rock Stability of Deep-buried Tunnel Considering Tectonic Stress Field Based on Midas Model[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(S1): 81-86. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.Z1.014.]

基于 Midas 模型下考虑构造应力场深埋隧道围岩稳定性研究*

骆俊晖¹, 米德才¹, 叶琼瑶¹, 温庆珍¹, 邓胜强¹, 曾富权², 陈德强³

(1. 广西交通规划勘察设计研究院有限公司, 广西 南宁 530029; 2. 广西交通职业技术学院 路桥工程系, 广西 南宁 530029; 3. 广西大学 土木建筑工程学院, 广西 南宁 530004)

摘 要: 地应力是存在于地壳中的应力, 由岩石形变而引起的介质内部单位面积上的作用力。地应力作为地下构筑物的主要影响因素, 在构造应力强烈的地区开挖建设, 由于洞壁成为自由表面容易变形, 使洞体逐渐缩小或造成坍塌, 特别在深埋隧道工程中要考虑其对开挖后围岩的影响, 针对性的采取应对措施, 保障深埋隧道围岩的长期稳定性。传统方法在面对其复杂的地下环境, 均有局限性, 适用范围狭窄, 笔者通过水压致裂法测定岩层的地应力, 结合 Midas 模型模拟深埋隧道围岩和支护结构, 对其受力、变形特点进行分析, 探索其分布规律, 相互影响, 为今后类似工程提供参考借鉴。

关键词: 构造应力; 深埋隧道; 围岩; 稳定性; Sheorey 模型; Midas; 水压致裂法

中图分类号: X43; U451.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)S1-0081-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.Z1.014

构造应力场和重力应力场共同作用形成现今地应力场, 同时河流地质作用也改变地应力场, 使得岩体应力与深度呈非线性变化^[1]。

近年来随着地下工程的建设表明, 地应力场对于地下构筑物影响显著。地下工程往往受到地层结构多重力的相互作用, 特别在深埋隧道的设计施工中必须要考虑到构造应力的影响, 同时也是研究工程岩体应力场、大变形以及失稳的重要因素^[2]。

1 工程概况

1.1 工程背景

广西贺州至巴马高速公路(昭平至蒙山段)石磨岭隧道(ZK57+435-ZK61+505/YK57+425-YK61+475)进口位于广西贺州市昭平县昭平镇寨顶村北西约 1200m 处, 出口位于于昭平县文竹镇丹竹口村南东约 100m 处, 为分离式越岭特长隧道: 隧道总体走向约 295°, 左洞起止桩号 ZK57+435-ZK61+505, 设计长度为 4070m, 进、出口

路基设计高程分别为 188.810m、140.269m, 最大埋深约 552.304m(K59+920 处), 为深埋隧道。

为了解隧道洞身部位的地应力状况, 布置 SSK60-1(设计孔深约 285m)钻孔进行地应力测试, 分析地应力对隧道围岩稳定性的影响, 为隧道工程设计和施工措施提供依据。

1.2 研究内容

研究内容涉及地下空间稳定性的各个方面, 其中包括岩体、岩石强度的估算地应力场特征的调查、分析、预测与评价, 隧道围岩稳定性问题预测。具体的工作内容如下^[3]:

(1) 岩土、岩石强度估算, 工程区原地应力场预测分析, 通过对周边地应力场特征的调查与分析, 以及工程地质资料对隧道围岩基本岩体质量的描述, 对隧道洞身岩体强度以及变形模量等进行估算分析。

(2) 初始地应力性态和量级研究, 内容包括: 采用水压致裂应力测量方法在 1 个设计孔深约 285m 钻孔中进行原地应力测量。确定应力大小的压裂测量安排 13 段, 确定最大水平主应力方向的

* 收稿日期: 2018-03-20 修回日期: 2018-08-12

第一作者简介: 骆俊晖(1985-), 男, 福建三明人, 工学博士, 主要从事岩土工程方面的研究、工程工作。

E-mail: 83569159@qq.com

印模测量为3段。

(3)通过获得的构造应力,引入深埋隧道 Mi-das 有限元中,分析考虑构造应力下隧道开挖时围岩应力、变形等稳定性问题^[4]。

1.3 深埋隧道围岩物理力学参数

对石磨岭隧道进行地应力测试前,对岩样进行室内试验,其围岩物理力学参数推荐值见表1所例。

表1 石磨岭深埋隧道围岩物理力学参数推荐值表

围岩等级	完整程度	重度/(kN/m ³)	变形模量	泊松比	粘聚力/kPa	内摩擦角/°	饱和单轴抗压强度/kPa
III	较完整	25.0	8	0.28	1.1	40	40
IV	较破碎	22.0	2	0.35	0.4	25	30~33
	较完整	23.0	3	0.31	0.5	30	40
V	~	20.0	3	0.31	0.5	30	40

2 地应力测量研究

水压致裂法原地应力测量是1970年代发展起来的,该方法是2003年国际岩石力学学会试验方法委员会颁布的确定岩石应力建议方法中所推荐的方法之一,是目前国际上能较好地直接进行应力测量的先进方法之一^[5]。该方法无需知道岩石的力学参数就可获得地层中现今地应力的多种参量,并具有操作简便、可在任意深度进行连续或重复测试、测量速度快、测值可靠等特点,因此近年来得到了广泛应用取得了大量的成果^[6]。

2.1 地应力测量原理

水压致裂原地应力测量是以弹性力学为基础,并以下面三个假设为前提^[7]。

(1)岩石是线弹性和各向同性的。

(2)岩石是完整的,压裂液体对岩石来说是非渗透的。

(3)岩层中有一个主应力分量的方向和孔轴平行。

在上述理论和假设前提下,水压致裂的力学模型可简化为一个平面应力问题,如图1所示^[8]。

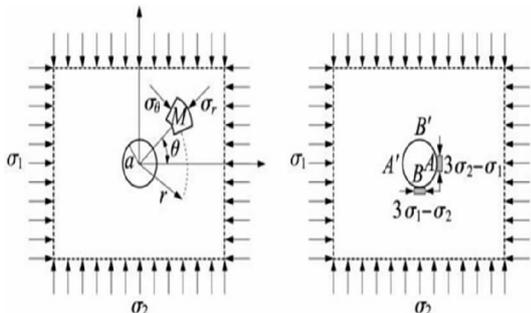


图1 水压致裂应力测量的力学模型

根据弹性力学分析,圆孔外任何一点M处的应力为:

$$\begin{cases} \sigma_r = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \left(1 + \frac{4a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4}\right) \cos 2\theta; \\ \sigma_\theta = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4}\right) \cos 2\theta; \\ \sigma_{r\theta} = -\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \left(1 + \frac{2a^2}{r^2} - \frac{3a^4}{r^4}\right) \sin 2\theta. \end{cases} \quad (1)$$

式中: σ_r 为M点的径向应力, σ_θ 为切向应力, $\sigma_{r\theta}$ 为剪应力, r 为M点到圆孔中心的距离。当 $r=a$ 时,即为圆孔壁上的应力状态:

$$\begin{cases} \sigma_r = 0; \\ \sigma_\theta (\sigma_1 + \sigma_2) - 2(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta; \\ \sigma_{r\theta} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

由式(1)可得出如图1a所示的孔壁A、B两点及其对称处(A',B')的应力集中分别为^[9]:

$$\sigma_A = \sigma_{A'} = 3\sigma_2 - \sigma_1; \quad (3)$$

$$\sigma_B = \sigma_{B'} = 3\sigma_2 - \sigma_1. \quad (4)$$

可求得最大水平主应力:

$$\sigma_H = 3P_b - P_r - P_0. \quad (5)$$

式中: P_b 为临界破裂压力为孔壁产生破裂的外加液压力; P_b 为临界破裂压力等于孔壁破裂处的应力集中加上岩石的抗张强度 T_{bf} ; P_0 为孔隙压力;最大、最小水平主应力分别写为 σ_H 和 σ_h ,即: $\sigma_1 = \sigma_H$, $\sigma_2 = \sigma_h$; P_s 为瞬时闭合压力为裂缝处于临界闭合状态时的平衡压力。 P_r 破裂面重张压力; P_H 静水柱压力; P_0 孔隙压力; T 岩石抗拉强度; S_h 水平最小主应力; S_H 水平最大主应力; S_v 垂直主应力。垂直主应力 S_v 的计算取上覆岩石的容重为 26.5 kN/m^3 。

2.2 水压致裂测试方法

水压致裂原地应力测量方法是利用一对可膨胀的封隔器在选定的测量深度封隔一段钻孔,然后通过泵入流体对该试验段(常称压裂段)增压,同时利用X-Y记录仪、计算机数字采集系统或数字磁带记录仪记录压力随时间的变化对实测记录曲线进行分析,得到特征压力参数,再根据相应的理论计算公式,就可得到测点处的最大和最小水平主应力的量值以及岩石的水压致裂抗张强度等岩石力学参数^[9]。

2.3 测量结果分析

由表2可知,最大水平主应力值范围为 $13.00 \sim 24.34 \text{ MPa}$,最小水平主应力范围为 $8.28 \sim 12.03 \text{ MPa}$,垂直主应力范围为 $4.11 \sim 7.00 \text{ MPa}$ 。分析钻孔不同深度上的三向应力,以水平应力作用为主,三向应力值关系表现为 $S_H > S_h > S_v$ 。

表 2 石磨岭深埋隧道水压致裂应力测量结果

序号	试段深度/m	孔压参数/MPa					应力值/MPa				Sh 方向/(°)
		P_b	P_r	P_s	P_H	P_0	t	s_H	S_h	S_v	
1	154.71 ~ 155.33	23.86	10.54	12.03	1.52	1.20	13.32	24.54	12.03	4.11	
2	155.40 ~ 156.02	18.29	13.13	10.30	1.52	1.21	5.16	16.57	10.30	4.13	331°
3	157.84 ~ 158.46	23.20	10.21	11.49	1.55	1.23	12.99	23.02	11.49	4.19	
4	162.22 ~ 167.84	16.31	11.01	10.86	1.64	1.33	5.30	20.24	10.86	4.44	314°
5	185.43 ~ 186.05	24.89	11.22	10.21	1.82	1.50	13.67	17.90	10.21	4.92	
6	190.20 ~ 190.82	24.41	10.86	9.96	1.86	1.55	13.55	17.48	9.96	5.05	
7	198.50 ~ 199.12	24.09	10.95	10.65	1.95	1.63	13.14	19.36	10.65	5.27	
8	207.31 ~ 207.93	24.94	10.03	9.80	2.03	1.72	14.91	17.66	9.80	5.55	
9	211.53 ~ 212.15	24.20	10.07	9.07	2.07	1.76	14.13	15.39	9.07	5.61	146°
10	222.05 ~ 22.67	33.86	9.18	8.36	2.18	1.86	24.64	14.03	8.36	5.89	
11	233.06 ~ 233.68	27.94	9.88	8.28	2.28	1.97	18.06	13.00	8.28	6.18	
12	264.00 ~ 264.62	28.25	10.19	9.39	2.59	2.27	18.06	15.70	9.39	7.00	

如图 2 所示为石磨岭深埋隧道地应力测试后的钻孔印模结果值, 该孔三段的印模结果, 最大水平主应力方向为 N29°~46°W 之间, 表明测孔附近的地应力场以 NNW 或 NW 向挤压为主。

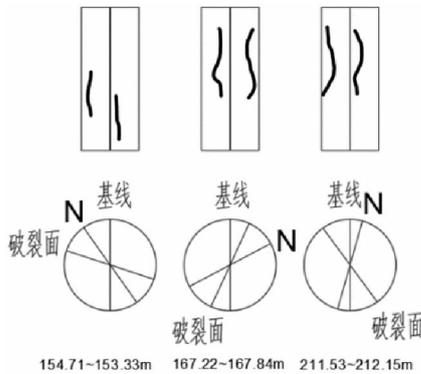


图 2 钻孔印模结果



图 3 Sheorey 模型示意图

$$\sigma_v = \gamma H. \tag{7}$$

引入公式(6)就可以表达为:

$$\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_v + \frac{\beta EG}{1-\nu} (H + 1000). \tag{8}$$

式中: σ_h 地壳中的水平应力; β 岩石线性热膨胀系数; ν 泊松比; γ 岩石重度; E 岩石弹性模量; G 地壳中地温梯度。

通过对众多文献对岩石线性膨胀系数的研究成果总结, 可知岩石线性膨胀系数的一般规律(表 3)。

根据表 3 可知, 各类岩石的线性热膨胀系数一般为 $8.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, 地温梯度为 $0.024^\circ\text{C}/\text{m}$ 。将参数代入得到浅层地壳水平应力均值与垂直应力的比值随深部的变化^[10]:

$$k = 0.25 + 7E_h(0.001) + \frac{1}{Z}. \tag{9}$$

式中: E_h 为特定深度上岩石的平均水平弹性模量; Z 为地表深度(m)。

考虑岩性不同, 深度不同为:

$$k_2 = k_1 \frac{0.25 + 7E_{h2}(0.001 + 1/H_2)}{0.25 + 7E_{h1}(0.001 + 1/H_2)}. \tag{10}$$

式中: E_{h1} 、 E_{h2} 为不同深度上岩石的平均水平弹性模量; H_1 、 H_2 为距地表的深度。

3 深埋隧道原地应力预测分析

3.1 Sheorey 地应力状态预测模型概述

Sheorey 模型一些文献中也将其称作静态粘弹热应力模型, Sheorey 模型中将地球假设为一个球形壳体, 将地壳、地幔和地核分别当作不同物态的物质分层考虑, 如图 3 所示, 考虑不同深度地壳和地幔的岩体弹性模量、泊松比、地温梯度、岩体热膨胀系数以及岩体密度随地壳深度增加而增加等问题。最后地壳水平应力随深部的变化可以表达为以下公式^[9]。

横向各向同性材料

$$\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu_h} \gamma H + \frac{\beta_h E_h G}{1-\nu_0} (H + 1000). \tag{6}$$

通过大量实测和研究表明, 岩体中的垂直应力可以表达为:

表 3 一些岩石的线性热膨胀系数

岩性	花岗岩	石灰石	大理石	砂岩	片岩	白云石	砾岩	煤
$\beta/10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	6~9	3.7~10.3	3~15	5~12	8.1	9.1	4.1~9.1	30

但通过对公式分析可知,当深度较浅($Z < 100\text{m}$)时, k 值偏大,明显不符合现场实测规律, P. R. Sheorey 也指出本公式仅适用于 138.87 m ~ 33.73 km 的地壳深度范围。

故需要对公式进行修正,由 E. Hoek 和 M. S. Diederichs 对岩体的变形模量进行了详细的分析研究:

$$E_m = 1000 \left(\frac{1 - D/2}{1 + e^{(7525D - GSI)/11}} \right) \quad (11)$$

式中: E_m 为原位岩体变形模量; D 为岩体扰动指数,数值的范围为 0 ~ 1,取决于外界因素对原位岩体的扰动程度,如爆破、岩体开挖、岩体卸荷等行为 GSI 地质体强度指标^[11]。

大多数情况下,实测的原地应力值极为离散,而常用的线性回归拟合方法不能将这些离散数据进行有效归一化处理。通过前面对 Sheorey 模型的介绍,该方法在实测应力值归一化处理上有着很好的优越性。

3.2 石磨岭隧道工程区应力值拟合与预测

根据深埋隧道地质资料,对钻孔周边 280 m 深度的岩体强度以及变形模量利用 Hoek - Brown 准则和 Roclab 法进行估算,结果如表 4。由结果得出:工程区的应力状态一般随着埋深的增大而增大,应力随着围岩质量降低而降低。埋深 160 m 水平最大主应力 6.04 ~ 8.59 MPa,水平最小主应力 3.42 ~ 4.87 MPa;埋深 200 ~ 300 m 左右时,水平最大主应力为 7.65 ~ 9.45 MPa 水平最小主应力为 4.33 ~ 7.49 MPa 深度 500 m 及以上的水平最大主应力为 15.92 ~ 20.25 MPa,水平最小主应力为 9.02 ~ 11.47 MPa。

同时,由收集到的工程区附近资料及查询到《中国大陆地壳应力环境基础数据库》,得到的工程附近

地应力随深度变化中,埋深 160 m 左右,水平最大主应力为 2.57 ~ 12.2 MPa,水平最小主应力为 1.57 ~ 7.02 MPa;埋深 200 ~ 300 m 左右,水平最大主应力为 6.82 ~ 16.2 MPa,水平最小主应力为 2.15 ~ 9.64 MPa;深度 500 m 左右的水平最大主应力为 14.7 ~ 29.1 MPa,水平最小主应力为 8.9 ~ 15.1 MPa,预测结果与该区域周边的应力值整体较一致^[12]。

4 基于 Midas 模型深埋隧道围岩稳定性计算

根据石磨岭深埋隧道建立 midas 模型(图 4),长宽高取隧道断面长的 3 倍作为余量,隧道衬砌采用混凝土^[13]。

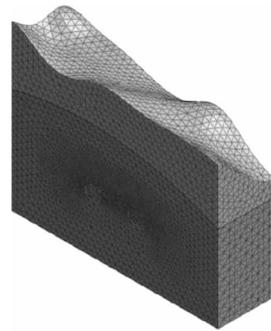


图 4 石磨岭隧道 Midas 三维模型

围岩力学参数由工程勘测资料提供,并结合规范要求数值模拟中参数折减需要,给出围岩的物理力学参数及衬砌混凝土参数,数值计算中材料的力学模型采用莫尔库仑理论模型^[14]。

其岩层参数取值如下表 5。支护采用两种单元形式,板单元和植入式桁架单元用以模拟隧道衬砌的弯矩、轴力、剪力和各个应力^[15]。支护参数取值如表 6。

表 4 石磨岭隧道钻孔原地应力汇总及结果分析

钻孔	深度/m	S_H/MPa	S_h/MPa	S_v/MPa	$K_H = S_H/S_v$	$K_h = S_h/S_v$	k
ssk60-1	27.3.31~29.93	17.66	9.80	5.50	3.21	1.78	2.50
	211.53~2121.15	15.39	9.07	5.61	2.74	1.62	2.18
	222.05~21215	14.03	8.36	5.89	2.38	1.42	1.90
	233.06~266.68	13.00	8.28	6.18	2.10	1.24	1.72
平均值					2.24	1.34	1.79

注:表中 $k = (S_H + S_h) / (2 * S_v)$ 。

表 5 岩层参数取值

岩性	弹性模量/ (kN/m^2)	泊松比	容重/ (kN/m^3)	静止土压力系数	热膨胀系数	阻尼比	容重(饱和) (kN/m^3)	渗透系数 k_x	渗透系数 k_y	渗透系数 k_z	粘聚力 c / (kN/m^2)	摩擦角 φ / $^{\circ}$
中风化岩	2×10^6	0.32	23	0.5	10^{-6}	0.05	23	1	1	1	160	45
强风化岩	6×10^5	0.33	18	0.5	10^{-6}	0.05	18	1	1	1	50	30

表 6 支护参数

材料	弹性模量/(kN/m ²)	泊松比	容重/(kN/m ³)	热膨胀系数	阻尼比
二衬	1.7 × 10 ⁷	0.2	22	10 ⁻⁶	0.05
软喷砼	6.0 × 10 ⁶	0.2	22	10 ⁻⁶	0.05
锚杆	2.0 × 10 ⁸	0.3	60	10 ⁻⁶	0.05
喷砼硬化	1.6 × 10 ⁷	0.2	22	10 ⁻⁶	0.05

4.1 边界条件设置

边界条件固定端沿 x、y、z 轴移动, 如图 5 所示。

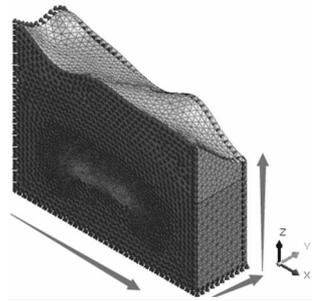


图 5 石磨岭三维边界设置

4.2 自重应力及地应力平衡分析

在地应力中, 根据其水压致裂法测得水平主压力范围为 8.28 ~ 12.03 MPa, 垂直主应力在 4.11 ~ 7.00 Mpa。通过其 Midas 自带的初始平衡力调整可添加进入其石磨岭 Midas 模型中进行计算(图 6)^[16]。

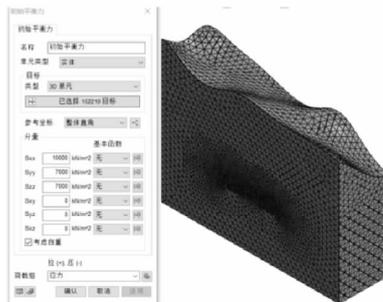


图 6 地应力添加情况

4.3 隧道围岩位移计算分析

模拟隧道开挖后进行初支、二衬, 结果如图 7 ~ 图 12 所示。

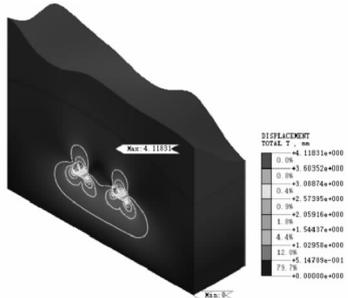


图 7 不考虑地应力下深埋隧道围岩位移情况

不考虑其地应力影响时, 隧道支护结构中喷射混凝土层连接处位移较大, 最大值达到了 4.12 mm, 其次是其仰拱部位。岩体应力呈层状分布, 层次明显, 应力大小水平位置上保持一致, 大小主要受到岩体深度影响, 岩体深度岩越深其地应力越大。应力最大值为顶部压力 3.2 kPa。



图 8 不考虑地应力下深埋隧道围岩支护结构位移情况

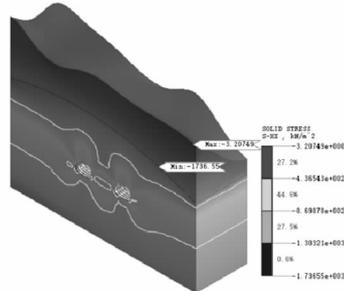


图 9 不考虑应力状态下深埋隧道围岩应力情况

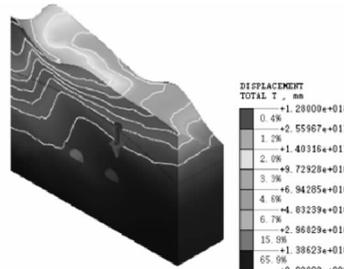


图 10 考虑地应力下深埋隧道围岩位移情况



图 11 考虑应力状态下支护结构位移情况

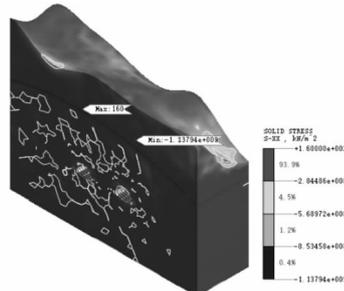


图 12 考虑应力状态下深埋隧道围岩应力情况

考虑构造应力时, 隧道围岩变形及应力都显著增大, 其支护结构喷射混凝土层交接薄弱处位移变化加大, 其拱顶喷射混凝土层交接处位移达到了

8.5 mm。在施工中要加强连接处的支护工作,防止支护结构失稳破坏。岩体应力整体呈不均匀布置。在地形薄弱地段应力较小。其应力压力最大值为7 kPa。

因此,地应力对隧道长期稳定性的影响较大,其应力及位移约增大2倍,设计施工保留的安全余量往往不足,在高应力、深埋段要充分考虑地应力对隧道的影响。

5 结论

(1)基于水压致裂法,对石磨岭深埋隧道进行地应力测试,得到最大水平主应力值范围为13.00~24.34 MPa,最小水平主应力范围为8.28~12.03 MPa,垂直主应力范围为4.11~7.00 MPa。

(2)采用Hoek-Brown准则和Roclab法对地应力测试结果进行计算,得出:工程区的应力状态一般随着埋深的增大而增大,应力随着围岩质量降低而降低。埋深160 m水平最大主应力6.04~8.59 MPa,水平最小主应力3.42~4.87 MPa;埋深200~300 m左右时,水平最大主应力为7.65~9.45 MPa水平最小主应力为4.33~7.49 MPa深度500m及以上的水平最大主应力为15.92~20.25 MPa,水平最小主应力为9.02~11.47 MPa。

(3)结合地应力测试结果,进行石磨岭深埋隧道有限元分析,得到:不考虑其地应力影响时,隧道支护结构中喷射混凝土层连接处位移较大,最大值达到了4.12 mm,其次是其仰拱部位。应力最大值为顶部压力3.2 kPa。考虑构造应力时,拱顶喷射混凝土层交接处位移达到了8.5 mm。应力压力最大值为7 kPa。

参考文献:

- [1] 陆培炎. 三峡永久船闸高边坡直墙顶的水平位移估计及意见[J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(1): 120-125.
- [2] 付成华, 汪卫明, 陈胜宏. 溪洛渡水电站坝区初始地应力场反演分析研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(11): 2305-2312.
- [3] 李明亮. 高地应力条件下的隧道围岩松动圈分布规律研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2017.
- [4] 陈真才. 软弱围岩大断面隧道结构稳定性研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2016.
- [5] 陈坤城, 张巍, 黄立财. 基于MIDAS/GTS的高压隧洞渗流场与应力场耦合分析[J]. 广东水利水电, 2016(4): 22-25.
- [6] 吴开健. 高地应力条件下软岩隧道的变形分析及控制研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016.
- [7] 邹旭颖. 大断面煤巷锚杆强力支护技术研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2013.
- [8] 曾艳. 西安地铁二号线会展中心~三爻区间隧道施工现场监测及数值模拟[D]. 西安: 西安科技大学, 2012.
- [9] 曹天书. 基于隧道位移量测的围岩参数反分析[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.
- [10] 金春福. 地下大跨度新管幕结构体系施工力学性能研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2012.
- [11] 林业. 开阳磷矿深部高地应力软岩巷道支护技术研究[D]. 长沙: 中南大学, 2011.
- [12] 张琦. 京张城际铁路八达岭地下车站水压致裂地应力测量及施工方案优化[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [13] 孔飏. 京张城际铁路八达岭地下车站结构优化研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [14] 魏博. 大跨度高边墙地下洞室设计施工关键技术研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [15] 高广臣. 青岛市地下街逆作施工过程中对周边建筑影响分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- [16] 刘波. 地铁隧道围岩监测与有限元模拟[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2009.

Surrounding Rock Stability of Deep-buried Tunnel Considering Tectonic Stress Field Based on Midas Model

LUO Junhui¹, MI Decai¹, YE Qiongyao¹, WEN Qingzhen¹, DENG Shengqiang¹,
ZENG Fuquan² and CHEN Deqiang³

- (1. Guangxi Communications Planning Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Nanning 530029, China; 2. Guangxi Vocational and Technical College of Communications, Nanning 530029, China; 3. College of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University, Nanning, 530004, China)

Abstract: Ground stress is the force acting on the unit area of a medium caused by rock deformation in the presence of stress in the earth's crust. As the main influence factor of underground structures, the ground stress is excavated in the area with strong tectonic stress. Because the wall is easily deformed as a free surface, the cave body gradually reduces or causes collapse. Especially in the deep buried tunnel project, it should consider its influence on the surrounding rock after the excavation, and take measures to ensure the depth of the excavation. The long-term stability of the surrounding rock of buried tunnel. In the face of the complex underground environment, the traditional method has the limitation and narrow scope of application. Through the water pressure cracking method, we measure the ground stress of the rock stratum, combine with the Midas model to simulate the surrounding rock and supporting structure of the deep buried tunnel, analyze the stress and deformation characteristics of the deep buried tunnel, and explore the distribution law of its distribution and influence on each other to provide reference for similar projects in the future.

Key words: tectonic stress; deep buried tunnel; surrounding rock; stability; Sheorey model; Midas; hydraulic fracturing method