

# 隧道现场围岩级别判定方法探讨

孙狂飙<sup>1</sup>, 邓文龙<sup>2</sup>

(1 安徽省高速公路总公司, 安徽合肥 230000 2 安徽省公路勘测设计院, 安徽合肥 230041)

**摘要:**通过六潜高速公路康皮畈一号隧道围岩级别的判定方法的成功应用,探讨了快速、客观、准确判断围岩级别的简便方法,可为同类工程提供借鉴。

**关键词:**隧道;围岩稳定性;地质超前预报;方法

**中图分类号:**U452.12

**文献标志码:**A

## 1 引言

交通隧道是在保留周围地层的前提下,在开挖出的有限空间内修筑的能满足车辆和行人通行的条形建筑结构物。隧道工程具有隐蔽性、综合性、高风险性等特点,并且受到现阶段工程勘察手段、技术水平、以及工程投资等因素的制约,在勘察阶段要精确地掌握隧道工程的地质条件,准确地划分围岩级别是一个几乎不可能完成的任务。所以隧道工程从业人员必须注重现场地质围岩判释,根据开挖暴露出来的地质状态,快速、准确地对围岩稳定性作出客观分析,及时根据围岩变化进行变更设计,确保隧道施工安全。

围岩分级是根据岩体的完整程度和岩石强度等主要指标,把围岩分为稳定性不同的若干级别。围岩分级是隧道经验设计的基础,是支护类型与参数选择的主要依据。我省在高速公路建设中,一般采用凭经验判断围岩级别,缺少围岩级别划分的判断准则,判定结果的准确性往往得不到保证。

## 2 隧道围岩级别判定程序

六安至岳西(黄尾)高速公路是济南—广州公路的一段,项目位于大别山腹地东经 $116^{\circ}24'$ ~ $116^{\circ}19'$ ,北纬 $31^{\circ}43'$ ~ $31^{\circ}08'$ 之间。路线所经区域大致可分为低山丘陵区 and 山岭重丘区。康皮畈一号隧道是六岳高速公路上位于霍山县单龙寺乡塘后埂与李家湾之间的一座左、右分离式单向行车隧道,为曲线中短隧道。隧道左线全长439m,右线全长520m。

康皮畈一号隧道是按照隧道工程信息化设计、动态施工的建设理念施工的一条交通隧道,对围岩级别判定,是以现场观察、地质超前预报资料等为依据,由业主、施工单位、监理单位、总监办、设计代表处五方到现场勘察,召开专题会议,对围岩级别进行判定和验证。其工作流程如图1所示。

## 3 隧道现场地质判释和围岩级别判定方法

隧道施工过程中,目前围岩级别的判定方法主要有现场观察、量测数据反馈、地质超前预报等。康皮畈一号隧道在围岩级别评定方面采用了地质超前预报、掌子面观察和监控量测数据反馈相结合的综合判定方法,并提出了适应区域地质条件的掌子面观察评定方法的定量判断准则,既保证了隧道施工进度,又保证了围岩级别划分的准确性。

### 3.1 地质超前预报

地质超前预报的目的是通过科学手段确定隧道掌子面前方的工程地质条件,包括对围岩岩性及其强度、围岩类别、节理(裂隙)、断层破碎带、岩溶、瓦斯、水文地质条件等的判定和预报。

目前在隧道施工中采用的超前地质预报方法可分为常规地质法和物探法两大类。常规地质法包括:超前导坑、正洞地质素描、水平超前探孔等;物探方法包括:声波测试、红外探水、电磁波法、弹性波法等。

地球物理超前预报方法由于占用施工时间少、探

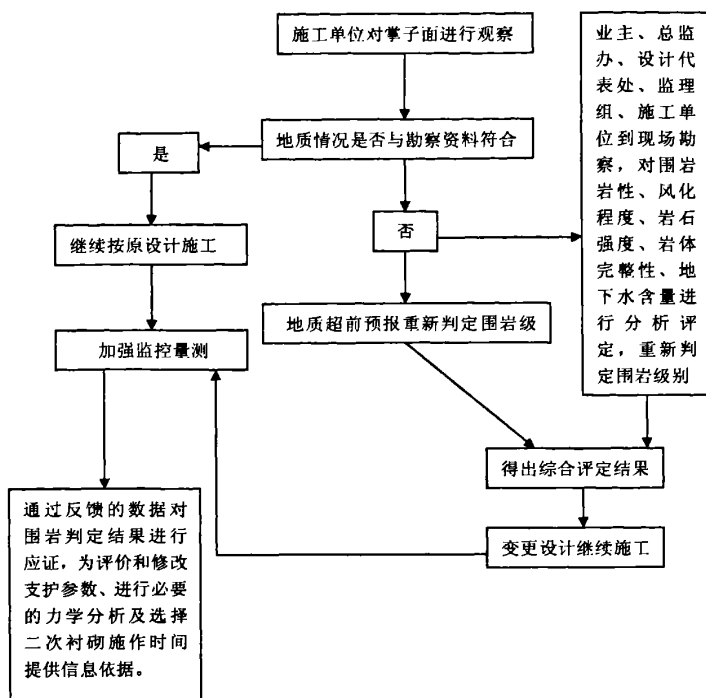


图1 六潜路围岩级别判定工作流程图

Fig.1 Wall rock class judgment flow chart for the Lu-Qian Expressway

测效率高而得到了广泛的应用,基于不同原理的探测设备也层出不穷,其中TSP203探测系统由于技术较为成熟,探测长度和精度都能满足隧道施工的要求而受到众多施工单位的青睐。

### 3.2 掌子面观察现场

掌子面现场观察的方法包括定性判定方法和定量判定方法。

#### (1) 定性判定方法

根据专业技术人员的地质知识和专业经验可以根据各种定性信息准确判定围岩级别的情况下,可以结合岩性、风化程度、不良地质条件、不连续面的分布、产状等直接判定围岩级别并与地质超前预报结果进行比较和印证。

#### (2) 定量判定方法

当不能快速准确判断围岩级别时,可尝试定量评价的方法。该方法一般采取把掌子面观察的各种项目的观察结果(岩石强度、裂隙密度、涌水量等)分别根据普遍的分级标准给出观察点的换算点数,再通过加权平均的方法将这些不同观察项目的定性信息综合在一起,得到综合评价的点数,再根据综合点数的高低,依据相应的判定准则划分围岩级别。

## 4 康皮畈一号隧道现场围岩判定与监控

2006年4月,康皮畈一号隧道在施工过程中,施工单位发现桩号ZK54+225处掌子面岩体裂隙发育,稳定性较差,如按原设计Ⅲ级围岩进行开挖、支护,不能保证工程安全,以工程联系单的方式提出对该段围岩级别重新进行判定。驻地办组织地质超前预报项目组、总监办、设计代表处分别到工地勘察,重新判定了围岩级别并加强了支护措施。

### 4.1 地质超前预报法判定

地质超前预报项目组对该桩号处岩石进行取样实测,得出其单轴饱和抗压强度、岩体声波平均波速、岩石声波平均波速为:

岩石单轴饱和抗压强度:  $R_c = 44.40 \text{ MPa}$

岩体声波波速:  $V_{pm} = 2035 \text{ m/s}$

岩石声波波速:  $V_{pr} = 3469 \text{ m/s}$

岩体完整性系数:  $K_v = (V_{pm}/V_{pr})^2 = (2035/3469)^2 = 0.34$

由岩石单轴饱和抗压强度和岩体完整性系数计算出岩体基本质量指标  $BQ$  值:

$BQ = 90 + 3R_c + 250K_v = 90 + 133.2 + 85 = 308$

由结构面和地下水情况得出:

地下水影响修正系数: $k_1=0.2$   
主要结构面影响修正系数: $k_2=0.2$   
初始应力状态影响修正系数: $k_3=0$   
岩体基本质量指标修正值  
 $[BQ]=BQ-100(k_1+k_2+k_3)=308-40=268$

根据《公路隧道设计规范JTG D70—2004》表3.5.6,该段落围岩级别判定为Ⅳ级。  
4.2 现场观察法判定  
掌子面观察记录表如下:  
计算综合评价点值:

表1掌子面观察记录表  
Table 1 Observing records of heading

工程名称	康皮畈一号隧道	里程桩号	ZK54+225	岩性	凝灰质角砾岩
与支护参数相关的权值	观察项目		掌子面围岩状态		
2	掌子面自稳情况		局部掉块		
2	岩石强度		锤击易开裂,裂成小片		
2	风化程度		沿裂隙风化		
2	裂隙间距		20cm ~ 50cm		
1	裂隙状态		部分张开		
1	地下水		流水成线		

注:本表主要通过参考和借鉴相关科研成果拟定,应用到具体工程应进行适当调整。

$$PM = \sum_{i=1}^N (a_i \cdot E_i) / \sum_{i=1}^N a_i$$

$PM$ ——围岩综合评价点值;  
 $a_i$ ——掌子面观察项目*i*的权值;  
 $E_i$ ——掌子面观察项目*i*的换算点;  
 $N$ ——掌子面观察项目的总数;  
如上表掌子面观察结果,则其综合评价点值为:  
$$PM = \frac{(2 \times 2/4 + 2 \times 2/5 + 2 \times 2/4 + 2 \times 3/5 + 1 \times 2/4 + 1 \times 3/4) \times 100}{2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1}$$
 $PM = 52.5$

如上例所示,用该处掌子面的PM值52.5与表2所列各级别围岩的综合评价点数取值范围相对应,判定围岩级别为Ⅳ级。  
其中各调查项目的权值及综合评价点值与围岩级别的对应范围是通过借鉴临近相似地质条件下其它隧道的资料和六潜高速公路现场地质调查结果采取解析方法求得。该方法为掌子面观察判定围岩级别提供了判定准则,是一种简便可行的手段。  
康皮畈一号隧道桩号ZK54+225处地质超前预报

表2综合评价点数与围岩级别参考对应表  
Table 2 Comprehensive evaluation scores vs wall rock class for reference

综合评价点数	0~15	16~30	31~45	46~60	61~80	81~100
围岩级别	I	II	III	IV	V	VI

注:本表主要通过参考和借鉴相关科研成果拟定,应用到具体工程应进行适当调整。

对围岩级别的判定与现场观察判定的结论一致,故将该隧道ZK54+225 ~ ZK54+235段围岩级别调整为Ⅳ级围岩,要求加强衬砌。  
Ⅳ级围岩加强衬砌支护参数见表3:

4.3 监控量测  
监控量测技术是新奥法理论的基础之一,在康皮畈一号隧道施工过程中,通过对地质条件、支护结构状态进行观察,重点对隧道洞周收敛、拱顶下沉、地表

表3Ⅳ级围岩加强衬砌支护参数表  
Table 3 Strengthened lining support for class-Ⅳ wall rock

项目	超前支护		初衬			二衬
	类型	喷射砼	锚杆	钢拱架	钢筋网	
支护参数	φ 25mm × 5mm 中空注浆锚杆,长4m,环向间距40cm	C25早强砼厚20cm	φ 25mm × 5mm 中空注浆锚杆,长3.5m,间距90m × 100cm	114工字钢,间距90cm	φ 8mm钢筋网	C25素砼,厚40cm

下沉、锚杆抗拔力进行测量。通过这些测量,掌握围岩和支护在施工过程中的力学动态,确定支护阻力是否与围岩级别相适应,保障施工安全;并为评价和修改支护参数、进行必要的力学分析及选择二次衬砌施作时间提供信息依据。

## 5 结束语

六潜路围岩现场判释方法在康皮畈一号隧道的施工中得到了成功的运用,围岩现场定性、定量判别与地质预报相结合的围岩判定方式保证了围岩级别划分的准确性。这些工程经验值得我们探讨和思考的地方有以下几点:

(1) 采取多种方法独立进行判断,各种方法的判断结果相互补充和验证,保证了评定结果的准确性。

(2) 康皮畈一号掌子面现场观察的定量判定方法

为围岩级别的现场判释提出了定量准则,通过与地质超前报结果进行相互比较、验证,证明该方法判断结果准确,在六岳路上的应用是成功的。

(3) 应坚持施工、设计一体化的技术路线,对隧道围岩掌子面观察的定量判定围岩级别的方法进行更深入的探讨和研究,进一步总结和完善适合皖西地质环境的围岩级别简便判断方法和准则,并将研究成果向其它地区推广。

## 参考文献:

- [1]重庆交通科研设计院.公路隧道设计规范JTG D70—2004[S].北京:人民交通出版社,2004
- [2]关宝树.隧道工程施工要点集[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [3]朱汉华,尚岳全,等.公路隧道设计与施工新法[M].北京:人民交通出版社,2002.

# DISCUSSION OF ON-THE-SPOT WALL ROCK CLASS DISCRIMINATION METHOD FOR TUNNEL

SUN Kuang-biao<sup>1</sup>, DENG Wen-long<sup>2</sup>

(1. Anhui Expressway Corporation, Hefei, Anhui 230000, China; 2. Anhui Institute of Highway Reconnaissance and Surveying, Hefei, Anhui 230041, China)

**Abstract:** With successful application of discrimination method to the class of wall rock for the Pifanfan No.1 tunnel of the He-Qian Expressway, this paper discussed a simple method for quick, objective and accurate judgment of wall rock class.

**Keywords:** tunnel; wall rock stability; superior geological forecast; method