维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:1003-1995(2006)10-0063-03

隧道超前地质灾害预报 TSP 系统中应用像点法处理数据的研究

高 军[1,2]

(1. 中国矿业大学(北京)力学与建筑学院,北京 100081; 2. 武广铁路客运专线有限责任公司,武汉 430077)

摘要:TSP 超前地质灾害预报中,应用像点法处理数据时,会受到各种情况的干扰,影响精度。文章对各干扰情况进行了分析,为应用像点法处理 TSP 数据提供参考。

关键词:TSP 像点法 数据处理

中图分类号:U456.3+3 **文献标识码**:A

TSP 超前地质灾害预报中,在震动波域数据处理完成后,为获得相应事例的几何形状和与隧道轴线的相交点,须把不同震动记录道的反射行进时间转换为前方区域及隧道工作面附近的事例坐标[1],这可以通过以下两个程序组件来完成:绕射重叠法计算组件和像点法计算组件。本文主要介绍在应用像点法进行数据处理时应注意的几个问题。

1 像点法的基本原理

在利用像点法计算时,通常由一个平面间断代表一个事例,使接收器 Q1 通过事例 R1 成像(如图 1)。Q1 为接收器,IP(Q1)为接收器的像点,A1、A2、A3 为震源(爆破点),R1 为事例平面(即不良抵制界面),X 代表隧道轴线前进方向,Z 代表隧道顶部方向,α 为不良地质体的视倾角;β 为不良地质体的走向与隧道前进走向的夹角;γ 为空间角,即隧道轴线与不良地质体界面的夹角。

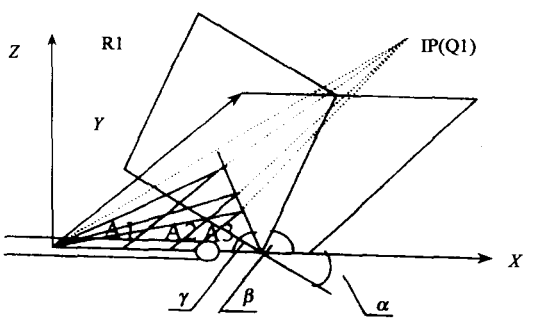


图 1 像点法原理

首先确定波源 A1、A2、A3 到达接受器 Q1 的行进路线,根据光的可逆性,同时也就确定 Q1 到达 A1、A2、A3 的路线,此时,可把像点 IP(Q1)看作波源,A1、A2、A3 看作接受器,从而构成了像点法的计算基础。

设 IP(Q1)坐标为(x,y,z),同时 Q1、A1、A2、A3 坐标已知,可得方程:

$$|\ IP\quad Q1\quad A1\ | = t_1 v_1 \tag{1}$$

$$|\ IP\quad Q1\quad A2\ | = t_2 v_2 \tag{2}$$

$$|\ IP\quad Q1\quad A3\ | = t_3 v_3 \tag{3}$$

t_1、t_2、t_3 可由反射波到达接受器时间直接获得,v_1、v_2、v_3 可用震源与接受器的距离除以直达波到达接受器的时间获得的速度近似代替。由方程(1)(2)(3)联立解出 IP(Q1)的坐标后,就可以获得事例(即不良地质界面)的位置(Q1 与 IP(Q1)的中垂面)。进一步可求出不良地质界面与隧道轴线的交点和隧道轴线与不良地质界面的交角,即空间角 γ,但此角不是不良地质体界面的真倾角[2]。

2 像点法的事例确定

像点法中,主要找寻最大反射能量点。

1)在地质界面明显的情况下,可通过操作指令“Auto”产生 10 个具有最高反射能量的像点,从而可以自动确定事例。

2)一般情况下,为了获得最佳效果,可以采用手工定点的方法,确定最高反射能量点。选中后,在像点法计算屏幕上将自动出现确定事例。

3 数据处理应注意的几个问题

3.1 解译效果的判定

在影象点图的下方,有一震动记录道图像与之对

维普资讯 http://www.cqvip.com

应。确定事例的时候,震动记录道图中也同时出现行进时间双曲线,根据双曲线可以判断所选事例是否合适,对影像点图进行合理的解译后,50 %以上的震动记录道应该显示出行进时间的双曲线范围内的信号振幅(图 2),如果50 %以上的震动记录道不显示出行进时间双曲线范围内的信号振幅,应该删除该事例。

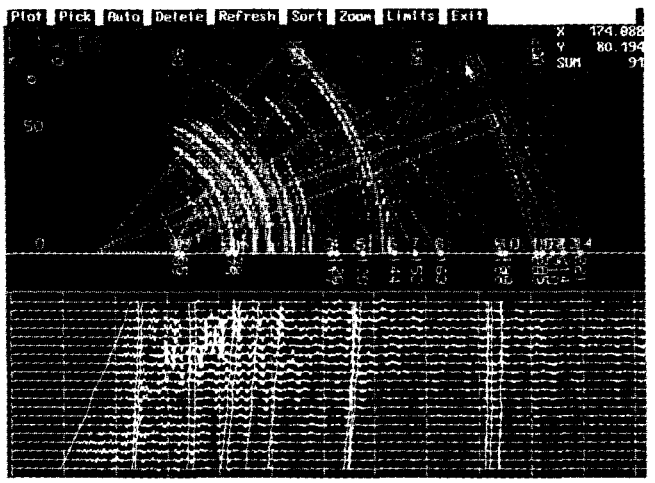


图 2 TSP-202 系统地震波信息处理结果图

3.2 影像点平面上的"空洞"及其空间尺寸

"空洞"即无反射信号的部分(图 2),空洞部分是均质的,不存在波阻抗的变化。这种空洞一般不能直接作出解译。当满足一定的构造关系和地层层位关系时,如与断层相吻合等,可做出初步解译,关于空洞的尺寸,根据 TSP 探测原理,此时的影像点图并非隧道侧壁所在的垂面,所以影像点图中指示的"空洞"高度尺寸不是真实的"空洞"高度尺寸,但其在隧道方向的跨度是准确的,即隧道掘进时的实见宽度。

3.3 软弱带的后边界

在确定软弱带的边界时,往往会有这样一种错觉,认为前边界应选能量大的点,后边界由于能量丧失,应选择能量小的点,实际上,无论前边界还是后边界,都应按照前述原则选择较大能量点。

3.4 TSP 解译时,一次不要解译太多的不良地质状况

可以把不良地质体的产状按相近程度进行分组,分别解译。当探测到掌子面前方的不良地质界面不止一个时,此时的影像点图只能吻合明显的不良地质体,而其他的影像点图只能是满足精度条件下的近似,所以在解译时不要选太多的事例。事例的连线最好不相交,事例的倾角不要有太大的变化,因为当同一次探测到的不良地质体的产状不同时,像点法原理图中和不良地质体所相关的的 Q1、IP(Q1)和点 A1 所在平面并非是同一个,如强行多选,解译的结果会有一定的误差,且这种误差是系统本身原理产生的。当不良地质体的产状相差较大时,应把产状相近的分为一组。

3.5 尽量提高 TSP 系统的探测距离和精度

TSP-202 超前预报探测系统,在理想状态下,当反射系数为 10 %时,可以收集到隧道掌子面前方 500 m 左右的结构面的反射信号。但在实际探测时,由于周围噪声和信号散射等因素的影响,接受的反射信号的距离远未达到设计距离,因而也就影响了 TSP 探测的解译距离。提高解译距离精度,从以下几个方面着手:

1)确定主要探测结构面与隧道的空间关系

对于一个探测地区来说,其地质结构可能十分复杂,各种构造行迹纵横交错。首先,应根据地质力学理论对其构造体系进行划分,确定隧道所处地区隶属的构造带,从而大致确定该地区的主要结构面;然后,通过现场地质勘察,对探测区出露的地质构造行迹进行分期配套,利用地质力学的手段(如绘制主要结构面的产状图),从中得出主要结构面的产状;最后,结合施工隧道中轴线的走向,确定对隧道施工影响最大的结构面与隧道的走向关系。

在确定了主要探测结构面和隧道的空间关系后,就可以在波域处理 P6 阶段设置合适的 δ(收缩角)值,从而增强 δ 范围内的反射波,便于得出有效的解译。

2)选择合适的接受器安装位置和角度

要想提高探测的距离和精度,就要让接受器最大程度地接受到所要探测结构面的反射波,尽可能多采集探测信息,可通过以下两项措施实现:①传感接受器应安置在最先出现不良地质结构面的隧道侧壁上(和爆破孔同侧,见图 3);②传感接受器应稍微向隧道洞口倾斜(15°左右),尽量与主要结构面的走向延伸方向平行。

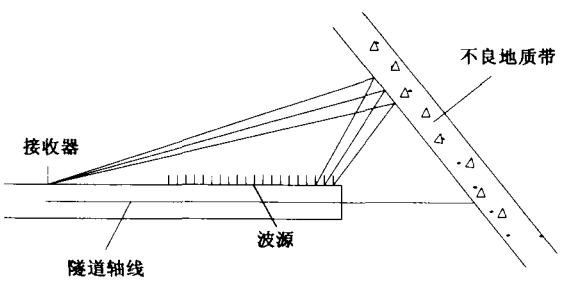


图 3 TSP-202 系统原理图

3)扩大采样间隔,提高采样数目,延长采样时间

在延长采样时间、提高探测距离的同时,必然会导致探测精度的降低,因此,应该注意处理好探测长度与精度的关系,合理选取参数。

维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:1003-1995(2006)10-0065-03

软岩隧道施工技术

张树珺,杨秋玲

(南阳理工学院 土木工程系,河南 南阳 473004)

摘要:杭州向山路象山隧道属浅埋隧道,地层风化严重、围岩稳定性差。文章介绍隧道施工采用小导管预注浆加固围岩技术方案、不同围岩采用不同的开挖方法,顺利地完成了施工任务。

关键词:软弱围岩 隧道 小导管预注浆

中图分类号:U455.49 **文献标识码**:B

1 工程概况

向山路象山隧道及接线工程位于杭州市西湖风景名胜区西南侧的转塘镇内。象山连体隧道长 189 m,K2 + 340 ~ K2 + 529,其中进口明洞段长为 47 m,出口明洞段长为 11 m,暗洞段长 131 m。受接线道路的影响,全线均属浅埋隧道,隧道进口端 K2 + 340 ~ K2 + 420,明洞段表层为新堆积土,暗洞段表层为残坡积层,层厚 2 ~ 3 m,下伏 10 ~ 11 m 为全风化的泥岩,呈块状松散结构,其下为强风化,呈碎石压碎状结构。隧道底板座落在强风化泥岩中,围岩稳定性差,易坍塌。

K2 + 420 ~ K2 + 460 段属山鞍坡地形,坡度 5° ~ 10°,表层为残坡积层,层厚 4 ~ 5 m,下伏为弱风化次生石英岩,呈块石状压碎结构,节理较发育,开挖后有滴水或渗漏现象,埋深为 10 ~ 15 m,属浅埋路段。

K2 + 460 ~ K2 + 518 段属缓坡地形,相对较陡,坡度 10° ~ 20°,表层为残坡积层,其厚 6 ~ 7 m,下伏粉砂质泥岩。强风化层层厚 2 m 左右,其下为弱风化层,均呈碎石状压碎结构,围岩稳定性差,节理发育,易产生坍塌和沉陷。

隧道出口端 K2 + 518 ~ K2 + 529 段属缓坡地形,坡度 5° ~ 10°,表层 6 ~ 7 m 残坡积层,下伏全风化粉砂层 8 ~ 11 m,呈松散结构,围岩稳定性很差,易产生坍塌和地表沉陷现象。

2 方案设计

针对本标段隧道工程复杂的地质条件及连拱隧道结构等特点,在认真研究设计文件的基础上,根据国内外工程实践,从施工进度、安全和经济等方面进行综合考虑,制订了如下施工方法:

隧道按新奥法原理组织施工,浅埋段及不良地质段采取“管超前、严注浆、短进尺、强支护、快封闭,勤量测”原则开挖,具体开挖方法是象山隧道根据不同的围岩类别采用不同的开挖方法,其中Ⅰ、Ⅱ类围岩段采用三导坑法开挖,Ⅲ类围岩段采用中导洞先行,留核心土上台阶法开挖。

4 结语

TSP 超前地质预报系统由瑞士 Amberg 测量技术公司研制、开发,是目前国内外超前预报领域最先进的隧道隧洞探测设备,能够有效探测掌子面前方 150 m 范围内的断层、特殊软岩、溶洞、暗河等不良地质。TSP 超前地质灾害预报在应用像点法进行隧道的数据处理时,事例的确定会受到解译的效果、影橡点平面上的“空洞”及其空间尺寸、软弱带的后边界的确定的影响,并受到 TSP 系统探测距离和精度的影响。文中提到应注意的几个问题,对提高隧道地质 TSP 超前地质灾害预报中像点法进行数据处理时的精度具有一定的指导意义。

参 考 文 献

[1]丁恩保,凌荣华,马继平.隧道工程地质预报方法探讨[J].工程地质学报,1995,3(1):28-31.

[2]肖书安.瑞士 Vereina 隧道工程中的地质预报测量[J].广东公路交通,2001,(2):115-120.

修回日期:2005 - 07 - 03

(责任审编 王天威)