

54-56, 59 声频应力波在锚杆锚固状态检测中的应用 TP253.6

汪明武

(南京大学·南京·210093)

王鹤龄

(淮南矿业学院·淮南·232001)

研究了声频应力波法快速普查检测锚杆锚固状态的原理及评价分级标准,并将它成功地应用于潘一矿锚杆施工质量的检测,得出了利用声频应力波快速普查检测锚杆锚固质量的方法是切实可行和有效的。

关键词 锚杆, 声频应力波, 无损检测

固状态检测

目前,锚杆锚固技术正在采掘与岩土工程界广泛应用^[1],煤巷锚杆支护又被列为“九五”煤炭重点科技攻关项目,然而国内外锚杆锚固状态的检测技术尚停留在采用千斤顶拉力计进行破坏性拉拔试验阶段,但近年来现场迫切需要更先进、更可靠的检测新技术以适应大规模工程施工的需要。80年代,瑞典虽曾研究利用超声波法来检测砂浆锚杆的锚固状态,但该方法存在激发条件苛刻和衰减快等缺点,而未得到广泛推广应用;国内出现的机械式扭力矩测力器法精度低,且是破坏性的。本文研究了声频应力波在锚固体系中的传播特征及能量衰减变化规律,并成功地将声频应力波法检测与评价锚杆锚固状态的新技术应用于淮南矿务局潘一矿各类锚杆的施工质量检测。

1 检测原理

瞬态激发的声频应力波在锚固体系的传播过程中,锚固体系广义波阻抗的变化可引起应力波的边界效应,应力波一部分能量可透射出锚固体系,即在锚固段上下界面、施工缺陷等边界条件变化处发生能量重分配,产生反射波和透射波,故锚固体系边界条件变化引起应力波的相位特征,能量衰减规律反映锚杆的锚固状态。研究表明,在锚固体系

中,锚固段广义波阻抗增大而未锚固段则减小;锚固段长度同声频应力波能量的衰减有指数相关的规律:

$$A = A_0 e^{-\alpha x} \quad (1)$$

式中: A_0 —初始波振幅; A —传播距离为 x 的振幅; α —能量吸收系数。

2 现场检测及结果

2.1 检测工作流程及参数

测试系统采用淮南矿业学院等研制的 MJ-1 型锚杆检测仪,测试只需用微型自激自收加速度传感器的射针,轻轻弹射无需任何加工处理的锚杆端头激发声频应力波并接收反射信息,现场可立即对采集的数据进行时域分析、谱分析及能量衰减分析,快速评价锚杆的锚固状态(锚杆长度、自由段长度、锚固段长度和施工缺陷等)和粗评锚固力,因锚固力与锚固段长度、施工缺陷有直接密切的联系。采集到的数据也可储存或打印下来,回到室内处理分析。利用声频应力波法来检测锚杆的锚固状态,只需 2 人工作,1 人也能独立完成。测试系统采样间隔参数应据施工锚杆设计长度合理确定。在现场潘集第一煤矿的工作参数:增益 30dB ~ 54dB;采样间隔 2.1 μ s、4.0 μ s、20 μ s;通道频带 0 ~ 8kHz。

本文 1997 年 9 月收到,王 梅编辑

① 国家“八五”重点科技项目(攻关)资助(85-201-02-04-3)

2.2 检测结果

在潘一矿采用声频应力波法共无损检测了1300余根各种类型锚杆。从现场测试曲线可知,锚固状态不同级别的测试波形记录相位特征有明显区别(图1、图2),且相邻波峰(波谷)的比值有一定的阶梯性;计算分析

得到的能量衰减吸收系数同锚杆实际锚固段长度的相关关系呈指数变化规律。通过大量的岩石全锚、煤层端锚锚杆的检测工作,得出了声频应力波法评价锚杆锚固状态的分级标准(表1、表2)和潘一矿锚杆锚固状态的检测结果(表3、表4。)

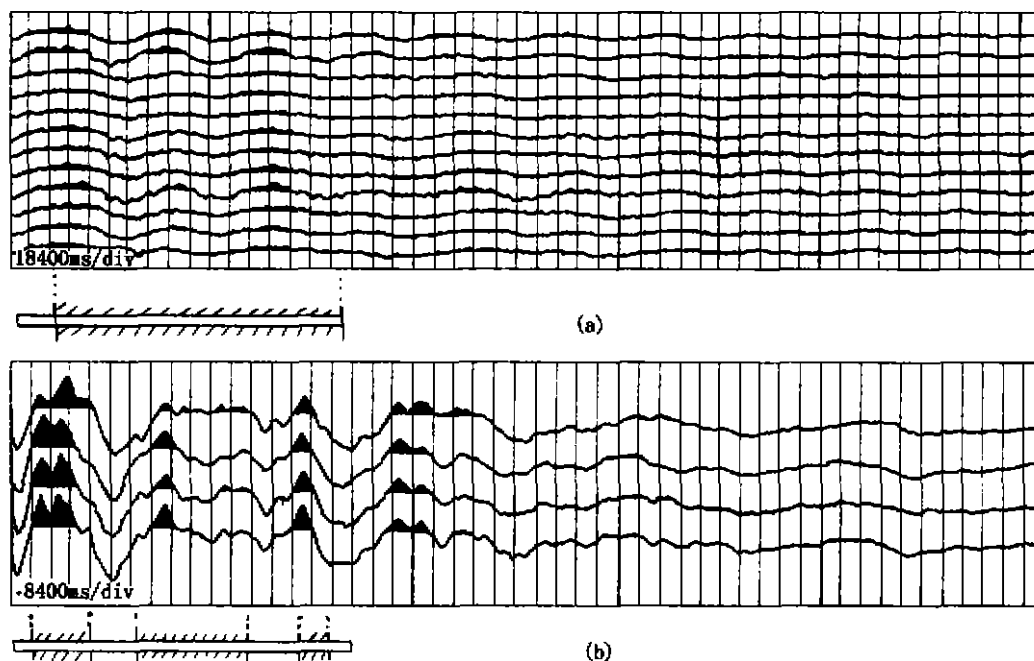


图1 岩石全锚锚杆现场测试纪录($\Delta t = 4.0\mu s$)

(a)—锚固状态好的锚杆12次重复测试记录;(b)—锚固状态差的锚杆4次重复测试记录

表1 煤层端锚锚杆锚固状态检测分级标准

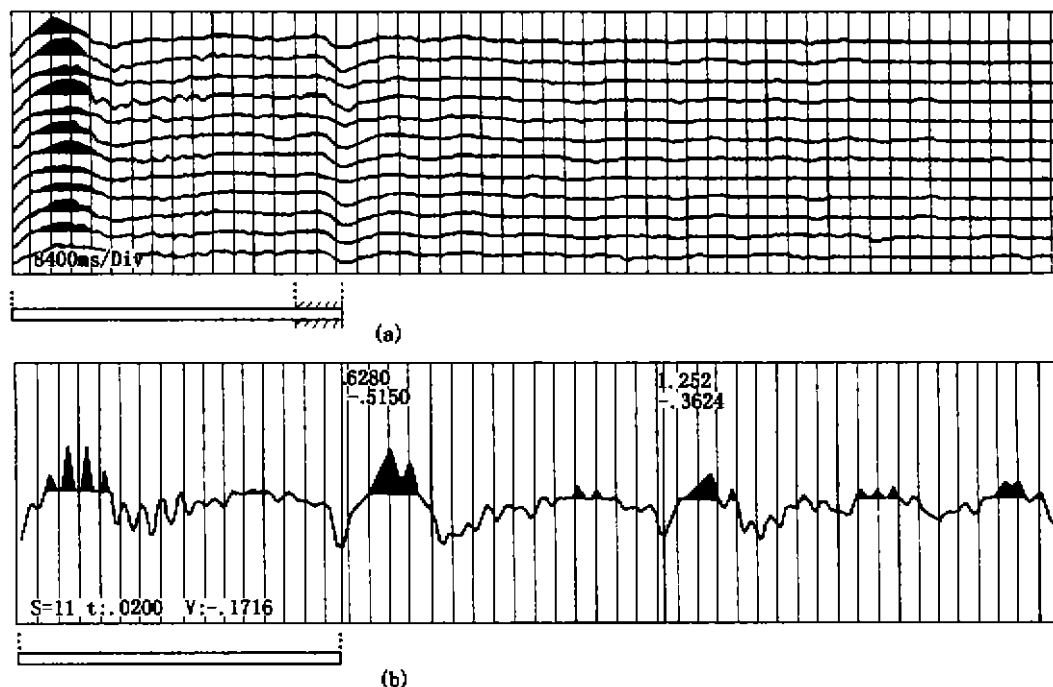
级别	α	反射波相位特征
优(A)	$\alpha > 1.50$	锚固体系底端无反射
良(B)	$1.5 \geq \alpha > 1.35$	锚固体系底端有弱反射
合格(C)	$1.35 \geq \alpha > 1.30$	锚固体系底端有较大明显反射
不合格(D)	$\alpha \leq 1.30$	锚固体系底端有强反射,并出现多次反射

注: α 为反射波相邻振幅比值。

表2 岩石全锚锚杆锚固状态检测分级标准

级别	α	反射波相位特征
优(A)	$\alpha > 6$	杆体内无反射,底端没有反射
良(B)	$6 \geq \alpha > 4$	杆体内有弱反射,底端有弱反射
合格(C)	$4 \geq \alpha > 2.5$	杆体内有明显同相反射,底端有弱反射
不合格(D)	$\alpha \leq 2.5$	杆体内有多处同相强反射,底端有明显一次或二次反射

注: α 含义同表1。

图 2 煤层端锚杆锚固状态检测分级标准($\Delta t = 4.0\mu s$)

(a) — 锚固状态好的锚杆 12 次重复测试记录; (b) — 锚固状态差的锚杆单次测试记录

表 3 潘一矿煤层端锚杆锚固状态检测结果

级别	数量(根)	所占比例(%)
A	187	26
B	419	58
C	76	10
D	42	6

表 4 潘一矿岩石全锚杆锚固状态检测结果

级别	数量(根)	所占比例(%)
A	158	26
B	378	63
C	53	9
D	18	3

现场 2 人工作, 平均 1 min ~ 2 min 就可检测 1 根锚杆, 每小时可检测 30 ~ 60 根锚杆, 满足了现场大面积快速非破坏性检测锚杆施工质量的需要。在潘一矿检测工作过程中, 采用无损或破损拉拔试验抽样测定了 43 根锚杆的锚固力, 以验证及评估声频应力波法普查检测锚杆锚固状态的可靠性, 试验结果表明该检测新技术的可靠度高于 86%, 存

在施工质量问题的不合格锚杆全部被检测出。

3 结论

(1) 利用声频应力波法快速普查锚杆锚固状态具有易于接收和激发、简单和方便的特点, 是切实可行与有效的。

(2) 由声频应力波法实测的波形记录可分析计算锚固段长度、自由段长度和锚杆长度等, 也可进行谱分析。

(3) 声频应力波在锚固体系锚固段上、下界面都产生明显的强反射, 并随锚固段长度增加, 反射波衰减增大, 且能量衰减与锚固段长度呈指数关系, 试验证明可用测定能量衰减变化量来预测锚固段长度。

参考文献

- 1 中国岩土锚固工程协会主编. 岩土工程中的锚固技术. 北京: 地震出版社, 1992 (下转 59 页)

项指标均满足了设计要求。

(1)实践证明利用单管分喷法对软土地基加固补强,具有设备轻便,高压泵磨损小,固结体强度高,单桩承载力大,工期短,造价低等优点,同时施工不会破坏建筑物的原有结构,也不影响二层以上楼层的正常使用,是一种加固软土地基的理想方法。

(2)采用单管分喷法加固软土地基,高压喷水扩孔排渣及中压旋喷注浆时冒浆量较多,造成人力和材料浪费,建议尽快研制配套水泥浆净化设备,以回收利用冒出的水泥浆,

达到降低成本和减少环境污染的目的。

(3)进一步研究单管分喷工艺参数对不同类型软土地层的成桩质量影响,以形成规范,来指导设计和施工。

参考文献

- 1 地基处理手册编委会.地基处理手册.北京:中国建筑工业出版社,1988
- 2 徐珂,等.采用旋喷法处理不均匀沉降住宅楼.建筑技术,1995(6)
- 3 鲍忠厚.单管分喷旋喷注浆或桩技术.探矿工程,1992(6)

APPLICATION OF SINGLE - TUBE - RESPECTIVE - JET - GROUTING IN FOUNDATION CONSOLIDATION

Liu Jian, Peng Zhenbin

This paper introduce consolidation construction technology and process of Single - tube - Respective - Jet - Grouting. This method is simple in equipments, trustworthy in quality, short in construction period and low at cost.

Key words single - tube - respective - jet - grouting, foundation, consolidation, settlement



第一作者简介:

刘建男,1969年生。1992年毕业于中南工业大学勘察工程专业。1992年~1995年在桂林工学院建设工程系从事教学和科研工作。现就职于中南工业大学资源环境与建筑工程学院勘察与基础工程研究所,从事勘察与基础工程领域的科研工作。

通讯地址:湖南省长沙市 中南工业大学资源环境与建筑工程学院勘察与基础工程研究所 邮政编码:410083

(上接 56 页)

APPLICATION OF SONIC FREQUENCY STRESS WAVE TO INSPECTION OF ANCHORING STATE OF ROCK BOLTS

Wang Mingwu, Wang Helin

Now research on anchoring state inspection of rock bolts is urgent and necessary in anchoring engineering. Principles and classified standards of inspection and evaluation are studied by a method of sonic frequency stress wave, and their results are applied successfully to the inspection item of the First Coal Mine of PanYi. It is concluded that the method of express inspection is useful and effective.

Key words rock bolt, non - destructive testing, sonic frequency stress wave



第一作者简介:

汪明武男,1972年生,1997年3月获得淮南矿业学院工学院学位,现为南京大学地球科学系博士研究生,主要从事工程物探和环境岩石工程的研究。

通讯地址:江苏省南京市 南京大学地球系 邮政编码:210093