

文章编号:1001-5078(2007)09-0860-03

玻璃钢锚杆加载过程红外辐射实验研究

籍远明¹,朱永娥²

(1. 青岛科技大学数理学院, 山东 青岛 266061; 2. 新乡学院数学系, 河南 新乡 453003)

摘要:应用红外探测技术,对玻璃钢锚杆进行了单向拉伸的红外辐射实验研究,结果表明:玻璃钢锚杆拉伸过程中,其红外辐射温度随着荷载的增加而增加,弹性阶段温升变化微小,塑性阶段温升明显,尤其是临近破裂时,温度升高最快,最大温升值为0.3℃。利用玻璃钢锚杆材料的红外辐射温度特征,可以反演该种材料的锚杆与围岩相互作用过程中的应力、应变以及变形等力学性质。

关键词:玻璃钢锚杆;红外热像;辐射温度

中图分类号:TN219 **文献标识码:**A

Experimental Study on Infrared Radiation of FRP Bolt in Condition of Loading

Ji Yuan-ming¹, ZHU Yong-e²

(1. School of Mathematics and Physics, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266042, China;

2. Mathematics Department of Xinxiang College, Xinxiang 453003, China)

Abstract: The Infrared radiation experiments on FRP bolt in the process of loading were carried out. The result showed that the infrared radiation temperature (IRT) of FRP bolt rose with increase of loading. The IRT increased small at the stage of elastic and obviously during plastic stage. In particular, the IRT rose quickly while approached fracture. The maximum rose 0.3℃. The IRT characteristics can be used to analyse the stress, strain and deformation in the process of FRP bolt and rock interaction.

Key words: FRP bolt; infrared thermal image; radiation temperature

1 引言

玻璃钢锚杆是一种由复合材料制成的锚杆。20世纪80年代,为了使煤巷锚杆具有可切割性能,降低锚杆支护成本,国内外采矿技术发达国家积极探索在煤帮锚杆中采用新型材料代替钢锚杆,其中高分子复合材料,特别是树脂基体复合材料是主要的攻关方向。90年代,试制以玻璃纤维为增强材料的绞合式聚合材料锚杆,1991年生产第一批并进行了井下工业性试验,之后又成功地推出了全螺纹锚杆、注浆锚杆和全螺纹锚索,在矿山、隧道等工程领域得到应用,取得了可喜进展。

我国近年来也相继试验以玻璃钢为杆体材料的锚杆。煤炭科学研究总院、中国矿业大学、杭州环境保护研究所、平顶山矿业集团公司等单位对玻璃钢锚杆的结构、配方和力学性能都进行了广泛深入的

研究,认为玻璃钢锚杆具有良好的可切割性、优良的耐化学腐蚀性、良好的表面性能,同时还有抗拉强度高、质量轻、可设计性和成型工艺性好等优点,可弥补其他材料的缺陷,是良好的煤帮锚杆替代品。然而,玻璃钢锚杆在我国尚未得到广泛应用,主要原因是现有玻璃钢锚杆在技术上还存在一些问题:产品力学性能较低、杆体材料配方需要进一步改进、结构设计还不十分合理等,其中衡量锚杆力学性能好坏的重要指标是锚杆的抗拉伸能力。本文应用红外探测技术,研究玻璃钢锚杆在加载过程中红外辐射温度和红外热像的变化,探索玻璃钢锚杆红外辐射特

基金项目:国家自然科学基金(No. 50374069);国家重点基础研究发展(973)项目(No. 2002CB412701)资助。

作者简介:籍远明(1964-),男,博士,副教授,主要从事红外技术研究。E-mail: jymcumb@163.com

收稿日期:2007-02-28; **修订日期:**2007-03-23

性与变形和应力之间的关系,为进一步推动玻璃钢锚杆应用研究,揭示锚杆支护作用机理,掌握锚杆与围岩相互作用过程红外辐射规律,提供基础实验资料。

2 实验方法

玻璃钢锚杆的树脂杆体一般抗拉强度非常高,而横向抗压强度及层间剪切强度很低,如果把玻璃钢锚杆直接夹在材料试验机的夹头上进行测试,工作区还没有拉断,夹持部位早已被压碎;当增大夹持直径时,对横向抗压强度有所提高,但由于纵向层间剪切强度较低,实验中一般容易出现“抽芯”现象。为了克服这一问题,试验前专门设计了一种夹具,用于完成玻璃钢锚杆拉伸实验。该夹具主要由卡爪、卡盘和实心套管三部分组成,如图1所示。

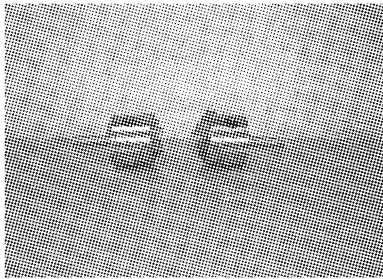


图1 玻璃钢锚杆夹具图

Fig.1 clamping fixture diagram of fiberglass bolt

玻璃钢锚杆拉伸实验采用标准试件形式,总长度为195mm,其中两端30mm为夹具夹持区,中间130mm为工作区,试件直径为10mm。将玻璃钢锚杆试件放入专用夹具中,旋转手柄,锁紧夹具,试件拉伸实验采用长春产CSS-2200电子万能试验机,载荷精度在显示值的0.5%以内;红外探测设备使用TVS-8100MK II型红外热像仪,其温度灵敏度为0.025℃,图像分辨率320×240,图像采集速度可达60帧/s,测量波段为3.6~4.6μm。将红外热像仪放置在正对玻璃钢锚杆试件1m左右的距离上,观察记录试件在拉伸过程中红外辐射温度和红外热像的变化情况,如图2所示。加载方式为匀速加载,加载速率为0.03mm/s,为了对红外热像和应力-应变曲线进行对比,两者的采样速率设计为相等,都为1次/s,且同时开始记录。

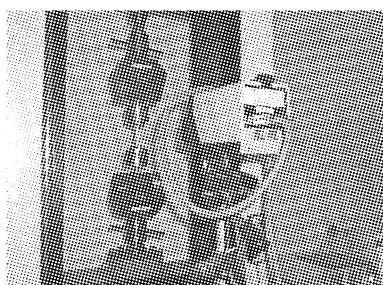


图2 玻璃钢锚杆拉伸红外实验图

Fig.2 infrared experimental diagram of fiberglass bolt under extension

3 实验结果与分析

图3(a)~(d)所示分别为玻璃钢锚杆拉伸过程中红外热像系列图。从图中可以看出,在加载初期,金属夹具与锚杆杆体密切接触,压紧夹实,锚杆红外辐射温度无变化,如图3(a)所示;随着荷载的增加,锚杆进入弹性变形阶段,红外辐射温度变化微小,如图3(b)所示;荷载继续加大,锚杆进入塑性变形阶段,红外辐射温度出现明显的升温现象,其特点是:锚杆两端先升温,然后逐步向锚杆中间部位扩展,如图3(c)所示;当荷载增加到最大值时,锚杆两端出现宏观裂纹,温度升高值达到最高点,最大温升值约为0.3℃,如图3(d)所示;当逐步卸载时,锚杆温度并没有立即降低,而是保持一段原有温度,然后缓慢降温,红外辐射温度的变化稍滞后于力学状态的变化,温度变化越大,滞后效应越明显,这是由于玻璃钢锚杆为热的不良导体,应力导致的温度变化需要一个转化过程。

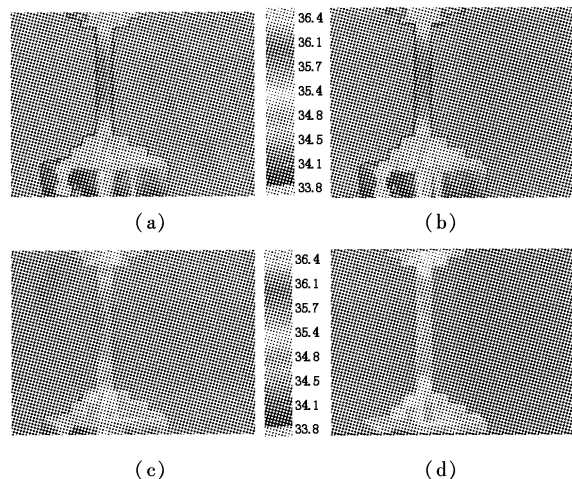


图3 玻璃钢锚杆拉伸过程红外热像图

Fig.3 IR image of fiberglass bolt under extension

如图4所示为玻璃钢锚杆拉伸变形至断裂过程中,其红外辐射温度与轴向应力的关系曲线。

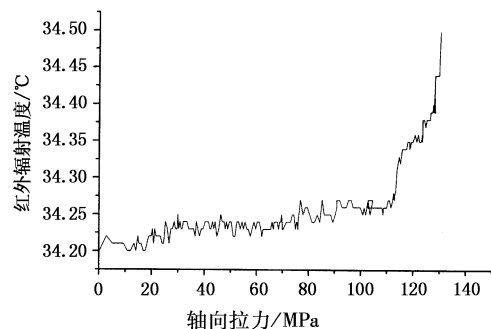


图4 玻璃钢锚杆红外辐射温度-轴向应力关系曲线

Fig.4 IRT - axial stress curve of fiberglass bolt

通过分析实验结果,可以发现,玻璃钢锚杆拉伸过程中,其红外辐射温度随着荷载的增加而增加,弹性阶段红外辐射温升变化微小,塑性阶段温升明显,

尤其是临近破裂时,红外辐射温度升高最快,从开始加载到玻璃钢锚杆破裂,最大温度升高约 0.3°C 。因此,利用玻璃钢锚杆材料的上述红外辐射温度特性,可以反演该种材料的锚杆与围岩相互作用过程中的应力、应变以及变形等力学性质,推动玻璃钢锚杆应用研究,揭示锚杆支护作用机理。

4 结 论

通过对玻璃钢锚杆拉伸过程中红外辐射特性实验研究,得出以下结论:玻璃钢锚杆红外辐射温度随着荷载的增加而增加,加载初期,玻璃钢锚杆红外辐射温度无变化;锚杆进入弹性变形阶段,红外辐射温度变化微小;塑性变形阶段,玻璃钢锚杆红外辐射温度出现明显的升温现象;当荷载增加到最大时,温度升高值达到最高点,最大温升值为 0.3°C 。当逐步卸载时,玻璃钢锚杆温度并没有立即降低,而是保持一段原有温度,然后缓慢降温,红外辐射温度的变化稍滞后于力学状态的变化,温度变化越大,滞后效应越明显。

参考文献:

- [1] Wooqkf 3 H. The research and application of new type of bolt [C]//Translation Volume of Foreign Bolt Support Technology Beijing Mining Research Institute, China Coal Research Institute, 1997:20-22.
- [2] Peterson D A, Palmisani R. Fiber-glass anchor rope [C]// Translation Volume of Foreign Bolt Support Technology Beijing Mining Research Institute, China Coal Research Institute, 1997:36-37.
- [3] Jonathan P Furniss, David J Reddish. A study of the performance of glass fiber rock reinforcement components [C]// The Sixteenth Conference on Ground Control in Mining. Lakeview Resort and conference Center, Morgantown, West Virginia, West Virginia University Department of Mining Engineering, 1997:51-55.
- [4] MA Nianjie. The new structure of fibre glass reinforcement plastics bolt [J]. Journal of Coal Science & Engineering, 2003, 9(1):8-11.
- [5] 马念杰,李英明,顾爱珍. 新型玻璃钢锚杆成型工艺研究 [J]. 玻璃钢/复合材料, 2006, (1):42-44.
- [6] 韩洪亮. 玻璃钢锚杆杆体主要性能的试验分析 [J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(4):67-69.
- [7] Wu L X, Cui C Y, Geng N G, et al. Remote sensing rock mechanics and associated experimental studies [J]. Int. J. Rock mech. and Min. Sci., 2000, 37(6):879-888.
- [8] 刘善军,吴立新,等. 多暗色矿物类岩石单轴加载过程中红外辐射定量研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(11):1-5.
- [9] 籍远明. 锚杆与围岩相互作用的红外辐射规律实验研究 [D]. 北京:中国矿业大学, 2005:30-35.
- [10] 籍远明,安里千. 锚杆与围岩作用的红外辐射实验研究 [J]. 矿冶工程, 2005, 25(3):14-17.

现代科技 光电子信息 内容丰富 开卷有益

敬请订阅《激光与红外》杂志(月刊)

《激光与红外》杂志是中国光学光电子行业协会、电子工业激光与红外专业情报网、中国电子学会量子电子学与光电子学分会的联合刊物,国内外公开发行人。报道以激光与红外为重点的光电子技术及应用领域的科技进展、新技术成果等。主要栏目有:综述与评论、激光技术、红外技术、光电材料器件、光学元件与材料、光纤技术、图像与信号处理、市场动态、企业介绍、行业概况等。是国内本专业创刊最早的刊物之一。本刊为中国科技论文统计源期刊、中文核心期刊,并被“中国期刊网”、“中国科技期刊(光盘版)”、“万方数字化科技期刊群”、“中文科技期刊数据库”和美国 CA、中国台湾华艺等数据库全文收录。

本刊为月刊,大 16 开本,2008 年每期定价 12.5 元,全年定价 150 元。

订阅办法:可在全国各地邮局订阅,邮发代号 2-312。也可直接向本刊编辑部订阅。汇款方式:开户行:中国工商银行北京市望京支行营业部,帐号:0200003509089113201,户名:《激光与红外》杂志社;邮局汇款请寄:北京 8511 信箱,激光与红外杂志社收,邮编:100015。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

通信地址:北京市 8511 信箱《激光与红外》杂志社 邮编:100015
电话:010-84321112 传真:010-64387667 E-mail:paper@laser-infrared.com jgyhw@ncrleo.com.cn