

锚杆锚固质量检测试验研究及应用

邓超, 郑卫华, 吴琼, 张春晓

(江西交通职业技术学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 在分析常用隧道锚杆锚固质量检测方法即拉拔试验法所存在问题的基础上进行改进, 提出锚杆(索)拉拔仪拉拔试验检测法, 介绍了锚杆(索)拉拔仪的基本构造及检测原理, 并应用于实际隧道工程锚杆施工质量检测中, 分析了其检测效果和优点。

关键词: 隧道; 锚杆支护; 锚固质量; 拉拔试验

中图分类号: U457

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)02-0158-02

锚杆支护通过锚杆将破碎的岩石或容易发生失稳的不稳定围岩和结构物与稳定、牢固的围岩或结构物连接在一起, 充分发挥围岩本身的支撑作用, 将围岩从荷载变为承载体, 从而提高整个围岩的稳定性, 能最大限度地控制围岩变形、位移, 有效抑制围岩裂缝的开展。锚杆锚固质量的优劣直接影响隧道施工的安全。锚杆锚固质量通常采用拉拔试验的静力法检测, 然而拉拔试验在现场试验中存在一些不足和局限。该文对此进行改进, 提出锚杆(索)拉拔仪拉拔试验检测法。

1 锚杆锚固质量静力检测法

1.1 锚杆拉拔试验方法分类及原理

隧道锚杆拉拔试验一般分为蠕变试验、验收试验、锚杆基本试验。其中: 蠕变试验一般针对隧道围岩塑性指数大于 17 的软土层和蠕变明显的岩体中施工的锚杆, 在一定荷载作用下, 锚杆具有随时间发生蠕变的特性; 验收试验主要是确定锚杆的承载力、自由段程度是否满足要求及锚杆蠕变在容许范围内是否稳定; 锚杆基本试验的目的是确定锚杆锚固的最大承载力, 掌握锚杆被拉拔破坏时的拉拔荷载和强度, 从而确定锚杆抗破坏的安全程度。

在隧道锚杆施工质量监控中, 往往采用锚杆验收试验确定锚杆拉拔承载力。进行锚杆拉拔试验时, 首先在托板和螺母之间放入液压拉拔千斤顶, 拧紧螺母并施加一定大小的预应力, 再通过手动液压泵进行加压, 同时记录液压表读数和位移计读数。当液压表或位移计读数达到预定值或液压表读数迅速下降同时位移计读数迅速增大时, 停止液压泵加压, 根据读数绘制位移-荷载曲线, 通过位移-荷载曲线判断锚杆锚固质量的好坏。

1.2 锚杆拉拔试验的基本规定

在锚杆现场拉拔试验中, 取样锚杆数量一般不得低于隧道锚杆总数的 5%, 且不得少于 3 根。若检测的是永久性锚杆, 试验时的最大试验荷载要达到锚杆轴向拉力设计值的 1.5 倍; 若检测的是临时性锚杆, 试验时的最大试验荷载要达到锚杆轴向拉力设计值的 1.2 倍。试验一般按分级加载进行, 初始荷载取锚杆轴向拉力设计值的 0.1 倍, 分级加载值分别取锚杆轴向拉力设计值的 0.5、0.75、1.0、1.2、1.33 和 1.5 倍。每级荷载均应稳定加载 5~10 min, 并记录锚杆位移增量, 其中最后一级试验加载的荷载应维持 10 min。待锚杆位移稳定后卸载, 记录读数并绘制荷载-位移曲线。

1.3 锚杆拉拔试验检测存在的问题

(1) 检查手段复杂, 检查时间较长。在随机抽取(通常抽取比例为 1%)锚杆进行拉拔试验时, 通过拉力计(液压千斤顶)对锚杆施加拉拔力, 直到达到设计要求或锚杆松动为止。由于锚杆在外面预留的部分长短不一, 有些锚杆预留部分较短, 孔深在正常深度的基础上稍作调整, 为保证张拉千斤顶的安装, 锚杆露出围岩的部分要具有一定长度; 或采用正常孔深, 将需要检测的锚杆焊接钢筋进行加长, 为张拉千斤顶提供安装空间。为达到上述试验条件, 需提前 1~2 d 作准备, 不能达到快速检测的目的, 锚杆拉拔试验检查锚杆锚固质量具有明显的局限性。

(2) 预留拉拔长度, 检测结果不具备代表性。为方便锚杆拉拔试验, 将部分锚杆预留 30 cm 的长度, 而很多施工单位仅将预留长度符合拉拔试验的锚杆严格按照要求施工, 检测过程中随机抽取这些预留长度符合试验条件的锚杆的概率非常大, 这样检测结果虽然合格, 但不具备代表性。

2 锚杆(索)拉拔仪拉拔试验检测法

2.1 锚杆(索)拉拔仪的构造

根据锚杆检测理论,结合实际应用实践,设计锚杆(索)拉拔仪,解决锚杆拉拔试验检测技术存在的问题。锚杆(索)拉拔仪的构造见图1。

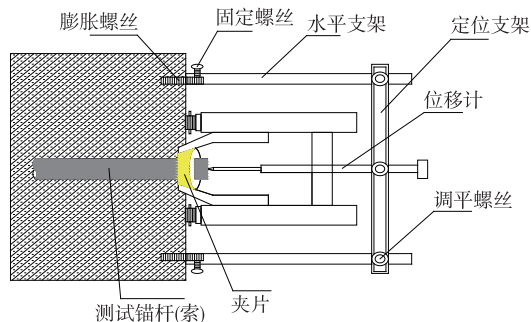


图1 锚杆(索)拉拔仪的构造

2.2 检测原理和优点

锚杆(索)拉拔仪拉拔试验原理:将若干个带螺杆式调整顶盘的千斤顶和特制锥形锚具刚性固定连接,组成具有同步顶升功能的锚杆拉拔仪。特制锥形锚具固定在拉拔仪前端,并突出于千斤顶调整顶盘。测试时,先将锥形锚具中心与待测试锚杆轴线对准,再安装夹片,然后调节同步千斤顶的螺杆式调整顶盘,使每个千斤顶都牢靠支撑在围岩或其他坚固基础上。连接千斤顶与油压泵之间的油管,启动油压泵顶升千斤顶,使锥形锚具将待测试锚杆夹紧,继续加压,即可通过油压表显示,直至拉拔到设计拉拔量。拉拔完成后,松开截止阀。

考虑到拉拔过程中需对被测锚杆的伸长量进行

量测,锚杆(索)拉拔仪设计了配套的位移量测装置,在围岩上钻孔打入膨胀螺丝,再将配套位移量测装置安装在膨胀螺丝上,然后安装量测位移的位移计,使其顶在被测锚杆的外露端头。在同步顶升检测拉拔力的同时,可量测出拉拔过程中锚杆的伸长量。

锚杆(索)拉拔仪可实现快速检测,在锚杆预留长度不足的情况下仍可进行锚杆拉拔试验,从而有效控制工程质量。

3 工程应用

3.1 工程概况

九龙隧道位于江西省某高速公路 A2 标段,进口里程左线为 ZK167+065、右线为 YK167+070,出口里程左线为 ZK169+851.5、右线为 YK169+816.5,全长分别为 2 786.5、2 746.5 m,为分离式长隧道。左洞初期支护采用 $L=3.5$ m 的 $\phi 22$ 水泥砂浆锚杆,水泥砂浆强度等级不低于 M20,必要时采用早强水泥砂浆。注浆锚杆杆体拉断力 ≥ 180 kN。其他初期支护采用 $\phi 22$ 药卷锚杆。

3.2 锚杆(索)拉拔仪拉拔现场试验

对正在施工的九龙隧道进行锚杆施工质量控制,随机抽取左洞 K167+1560、K167+1350、K167+780 三处锚杆进行拉拔试验。锚杆杆体采用左旋无纵筋螺纹钢,直径为 22 mm,长度为 3 m,杆体的弹性模量 $E_s=2 \times 10^5$ MPa,采用树脂药卷锚固剂。围岩级别为 IV 级,锚杆设计拉拔力 ≥ 180 kN。

3.3 试验结果及分析

应用锚杆拉拔仪进行现场拉拔试验,试验记录见表 1。

表1 锚杆拉拔仪现场拉拔试验记录

里程桩号	加载过程	荷载/kN	位移/mm	被测锚杆状态	卸载后锚杆状态
K167+1560	40%	72	0.30	施工时被测锚杆点焊在钢拱架上;	
	70%	126	1.80	加载至设计荷载 90%时,锚杆与拱架焊点分离,油压表急剧变化,	卸载后,被测锚杆不能恢复原状,残余伸长量为总伸长量的 95%以上
	90%	162	15.30	位移量急剧变化,锚杆被拔松动,	
	100%	180	—	再次加压无法至设计荷载	
	卸载	0	14.70		
K167+1350	40%	72	0.32	施工时被测锚杆焊接在钢拱架上;	
	70%	126	0.50	加载至设计荷载 100%时,衬砌局部剥落,锚杆未见明显位移	卸载后,被测锚杆自由段钢筋伸长量与理论弹性伸长量相符
	90%	162	0.63		
	100%	180	0.72		
	卸载	0	0.02		

速率与迭代目标之间的关系,在训练效果好的前提下尽量减少训练时间。

4 结语

该文利用递归神经网络的循环连接特性,通过对桥梁变形趋势预测对桥梁健康状况进行评估。工程实例应用分析结果表明,递归神经网络在桥梁变形趋势预测、隐患发掘及健康状况评估方面具有较大优势,通过预测使桥梁的管养集“防、管、控”为一体,使桥梁的健康评估既科学又便捷。该方法可推广应用用于滑坡、地面塌陷等不良地质体的安全监测,具有一定参考价值和实践意义。

参考文献:

[1] 任宝双,钱嫁茹,聂建国,等.在用钢筋混凝土简支梁式桥结构综合评估方法[J].土木工程学报,2002,35(2).

[2] 袁海庆,杨燕,范剑锋,等.模糊层次分析法在桥梁综合评估中的应用[J].武汉理工大学学报,2005,29(6).

[3] 马亚丽,王东伟,张爱林.在役桥梁结构健康等级的多级模糊综合评判[J].北京工业大学学报,2005,31(1).

[4] Han H, Qiao J. A self-organizing fuzzy-neural network based on growing and pruning algorithm [J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2010, 18(6).

[5] Wang X G, Tang Z, Tamura H, et al. An improved back-propagation algorithm to avoid the local minima problem [J]. Neurocomputing, 2004, 56.

[6] Sutskever I, Vinyals O, Le Q V. Sequence to sequence learning with neural networks[A]. Advances in Neural Information Processing Systems[C]. 2014.

[7] 徐丽娜.神经网络控制[M].北京:电子工业出版社,2003.

[8] Hinton G E, Osinde Ro S, Teh Y. A fast learning algorithm for deep belief nets [J]. Neural Computation, 2006, 18(7).

[9] 李克强.基于 Spark 的大规模 RNNLM 系统[D].镇江:江苏大学,2016.

[10] 冯秀芳,肖文炳.神经网络的数据分类算法在物联网中的应用[J].计算机技术与发展,2012,22(8).

[11] 周惠芳,王迎旭,陈文明.一种改进的 BP 神经网络[J].自动化技术与应用,2013,32(9).

[12] 彭晓波,桂卫华.动态 T-S 递归神经网络及其应用[J].湖南工业大学学报,2011,25(3).

[13] 丛爽,陆婷婷,戴谊.递归神经网络的设计与应用[J].计算机工程与应用,2009,4(1).

[14] 陈启丽.递归神经网络结构设计方法及应用研究[D].北京:北京工业大学,2014.

收稿日期:2017-12-10

(上接第 159 页)

续表 1

里程桩号	加载过程	荷载/kN	位移/mm	被测锚杆状态	卸载后锚杆状态
K167+780	40%	72	—		
	70%	126	—	锚杆与钢拱架未焊接;加载至设计	
	90%	162	—	荷载 40%时,油压表急剧变化,锚	锚杆被拔出
	100%	180	—	杆被拔出	
	卸载	0	—		

现场拉拔试验结果显示:K167+1560 处锚杆由于施工时点焊在钢拱架上,加载至设计荷载 90%时,锚杆与拱架焊点分离,油压表急剧变化,位移量急剧变化,锚杆被拔松动,再次加压无法至设计荷载;K167+1350 处锚杆施工时被焊接在钢拱架上,加载至设计荷载 100%时,衬砌局部剥落,锚杆未见明显位移;K167+780 处锚杆与钢拱架未焊接,加载至设计荷载 40%时,油压表急剧变化,锚杆被拔出。据此判断 K167+1560、K167+780 处锚杆施工质量未达到设计要求。

参考文献:

[1] CECS 22:2005 岩土锚杆(索)技术规程[S].

[2] 柯玉军.锚杆检测技术研究及应用[D].兰州:兰州大学,2006.

[3] GB 50007-2011,建筑地基基础设计规范[S].

[4] 郑卫华,邓超.锚杆拉拔垫板[P].中国专利:ZL2013 2 0405258.0.

[5] 郑卫华,张春晓,邓超,等.锚杆锚索拉拔仪[P].中国专利:ZL2015 2 0319871.X.

收稿日期:2017-08-17