

锚杆无损检测在水利水电工程中的应用

王天恒

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v6i9.4567

[摘要] 锚杆无损检测在水利水电工程中的应用已变得十分广泛,其可有效避免锚杆结构施工存在的质量隐患与不足,可及时发现锚杆结构存在的不合理之处,进而为水利水电工程结构的加固效果提供有效保障。在本文中,笔者将针对锚杆无损检测在水利水电工程中的应用进行初步分析与探讨,希望借此可对相关从业人员起到一定借鉴价值。

[关键词] 锚杆无损检测; 锚杆检测; 水利水电工程

中图分类号: U455.7+1 **文献标识码:** A

Application of Non-destructive Testing of Anchor Bolts in Water Conservancy and Hydropower Projects

Tianheng Wang

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] The application of non-destructive testing of anchor bolts in water conservancy and hydropower projects has become very extensive, which can effectively avoid the hidden quality dangers and deficiencies in the construction of anchor bolt structures, and can find the unreasonable aspects of the bolt structure in time, so as to provide an effective guarantee for the reinforcement effect of water conservancy and hydropower engineering structures. In this article, the author will conduct a preliminary analysis and discussion on the application of non-destructive testing of anchor bolts in water conservancy and hydropower projects, hoping that this can play a certain reference value for relevant practitioners.

[Key words] non-destructive testing of anchor bolts; anchor bolt inspection; water conservancy and hydropower project

引言

水利水电工程实施期间,工程团队可借助锚固技术,进一步提高结构稳定性与强度,充分挖掘岩土能力,提高岩土结构的自身强度与承重能力,并可避免原有结构重量出现大幅上升,极大减少水利水电工程材料消耗,经济效益良好,可为水利水电工程长久稳定运行提供更为科学的基础保障。锚杆锚固工程比较复杂,所以施工人员应具备足够的技术水平,加之工程隐蔽性强,质量隐患很难被及时发现,一旦出现事故,其影响与破坏很难消除。因此,锚杆无损检测作业是锚杆锚固工程中不可或缺的重要环节,施工单位应积极采取有效的技术措施,不断提高锚杆检测作业质量以及检测评定结果准确性,充分发挥锚固工程在水利水电工程中的正面价值。

1 锚杆锚固作业传统试验检测措施

传统技术条件下,施工单位多采用拉拔试验检测方法完成锚杆锚固作业检测工作,而这种传统检测方法在结果准确性以及场景适应能力方面存在一定问题。

1.1 拉拔试验检测原理

拉拔试验检测方法是一种十分传统的锚杆锚固质量检测机制,工作人员需借助拉力计或扭力扳手等工具,依照检测技术要求,对锚杆结构持续施加拉力,直到拉力上升至锚杆锚固设计要求,抑或是锚杆出现松动现象。拉拔试验实施期间,工作人员需将千斤顶放在托板与螺母之间,随后将螺母拧紧,借手动液压泵,给千斤顶逐渐提高预应力。此时,工作人员也要对液压表与位移表的数据信息进行实时记录,当仪表显示数据达到测试预设数值时,抑或是液压表读数突然下降,而位移表读数突然上升,工作人员应停止加压,记录下来的数据信息将形成位移-荷载曲线,工作人员依靠这些曲线的变化判断出锚杆质量是否符合工程设计标准。

1.2 拉拔试验检测方法存在的局限性

拉拔试验检测方法依靠外界加压的方式测试锚杆的稳固性,但是,这种方式存在很大的局限性。对于水利工程而言,锚杆需组合使用,不同类别的锚杆,以及锚杆不同部段在功能层面也存

在差异,因此,想要充分发挥锚杆结构的固定效能,不同类别锚杆以及锚杆的各段都要均匀有效地与岩体固定在一起,从形态角度分析,锚杆与岩体被组合成一个整体。若锚杆与岩体结合效果不佳,只有外端与岩体结合在一起,内部没有与岩体结合,锚杆的固定效果将变得非常差,且锚杆外端的锚固力将小于岩体自重,最终造成岩体稳固效果无法达到设计需求。

结合以上分析可以看到,锚杆锚固质量不仅与其自身的抗拔力相关,也同样受到锚杆各个部位的实际结合效果影响,而拉拔试验知识对锚杆的整体抗拔力进行测试,并不能准确分析锚杆不同部位的实际锚固效果。现如今,我国水利水电工程建设标准不断提高,而部分建设的锚杆抗拔力设计值远小于实际可达到的数据值,这就导致部分锚杆仅靠某一段带来的锚固力即可满足工程设计指标,而实际锚杆的稳固效果却无法达到建设标准。因此,施工单位不能单纯依靠拉拔试验测定锚杆的锚固质量,而是要配合实施更为科学的无损检测措施。

2 锚杆无损检测的依据

锚杆固定过程中,施工人员需使用砂浆作为凝固剂,而砂浆灌注的饱满度将直接影响锚杆与岩体的结合效果。传统拉拔试验措施存在诸多限制无法准确完成锚杆质量测定,即便其自身的抗拔力高于设计值,也无法确定砂浆的实际注满程度,调研研究表明,对于高强度螺纹锚杆而言,锚杆本身所具有的有效锚固长度是锚杆直径的40倍以上,而锚杆的抗拔力并不会伴随锚杆的长度的增加而强化。通常情况下,水利水电工程所使用的锚杆都很长,其长度甚至可达到锚杆直径的400倍,因此,施工人员应结合锚杆无损检测技术优势,选择合适的检测手段,精准完成锚杆锚固强度测评工作。

锚杆支护需借助水泥砂浆、化学锚固剂或数值作为锚固剂,而锚固剂凝固后,锚杆将会与岩体保持紧密贴合。

3 无损检测方法与原理

3.1 无损检测设备与方法

检测过程所要使用的设备,锚杆无损检测需借助专业装置,其通常采用低应变反射波法,而检测装置也将会与计算机连接,自动完成数据采集与整合分析。整套系统借助浮点法完成数据采集,可有效避免震源能量对波信号峰值的影响,可在计算机辅助下快速完成频谱分析、高通或低通滤波任意设置速度、测量范围设置等多项功能,其时间分辨率可高达0.01微秒,检测灵敏度非常高,频带范围广,线性动态范围大。检波器多为微型减速度传感器,其频率范围可设置在1至2.5kHz,电荷灵敏度约为595pc/g,信号传递误差可控制在10%以内。此外,传感器借助自行加工完成的钢环装置,可在钻孔孔口位置与钢筋刚性接触,波传播性能优良。

波信号采集环节,工作人员可采用击振点与接收传感器分离的方式,以免钢筋外端出现过激余振而影响到最终信号的接收。与此同视同,击振方式采用普通力锤,击振点在钢筋外端,而方向需与钢筋保持平行,并与钢筋中轴线处于同一条直线上。数据采集作业需使用浮点自动采集仪,而工作人员对钢筋地击

振力度不会大幅影响反射波幅值,因此,击振力度只要适当即可。调查研究显示,为克服外露钢筋长短不一致造成的钢筋端头不规则现象,工作人员可将换能器固定在孔口钢筋处,而击振点则要选择钢筋外端,在避免钢筋端头不规则现象的同时,亦可减少因手持传感器而产生的数据误差,锚杆检测数据精度得到明显改善。

检测期间,工作人员应具体分析工程建设标准与需求,依照锚杆的参数设置最佳的采样参数,而采样长度则要保持锚杆整体长度的三倍左右。同时,工作人员应将检波器与孔口钢筋牢牢控制在一起,每一根锚杆都要进行多次测试,直到出现三个波形完全重复位置。

3.2 检测原理

击振法检测作业实施期间,锚杆外露端将出现激振现象,并持续产生弹性应力波信号,这些波信号会沿着钢筋进行传播,若钢筋周围或底端锚固剂出现变化,将出现异常反射信号。此外,工作人员也要在钢筋孔洞位置设置检波器,而检波器则会将这些应力波信号进行收集,分析其传播与发射情况,并随后进行波形对比分析工作,若锚杆存在空浆或密实度不足,则波形必然会发生改变,通常情况下,反射点越多,振动均值越大,其表明锚杆所在孔洞的锚固剂不够均匀,其密度也不符合工程设计标准。

试验测试表明,波在介质中传播环节,其所携带的能量也会伴随传播距离地延长而逐渐减小,而在特定的检测场景下,检测波的能量扩散程度也会伴随着传播距离的增加而快速增长。因此,单位面积层面的能量传递将伴随距离的增加而减小,波阵面的扩散引发的能量衰减可称之为扩散衰减。

除扩散衰减现象外,锚杆无损检测技术应用也要关注散射衰减。当平面波在介质中传播时,一旦遇到障碍物,且障碍物的空间尺寸大于平面波波长,则反射与折射现象将变得十分明显,若障碍物的空间尺寸与波长保持一致,将出现平面波绕射现象,若障碍物的空间尺寸小于波长,则平面波可绕过障碍物继续传播。但在此期间,平面波的部分能量将会被障碍物吸收,而这一现象就被称之为散射衰减,其对锚杆无损检测结果判定影响很大。

同时,波在介质中传播时,介质也会吸收波的能量,而这种因介质吸收能量而造成衰减就是吸收衰减,波形分析环节也要对此类现象进行具体评估。

3.3 应力波反射法的局限性

锚杆锚固质量很容易受到诸多因素限制,如锚固段长度、自由段长度、岩体物理性质以及锚固介质与锚固体之间的黏结程度、施工工艺、锚固介质类型等,且这些因素会同时出现,并相互影响,因此,应力波发射法是一种极为复杂的分析过程。因此,应力波发射法得到的数据信号与施工质量之间并不是线性关系,锚杆外露段长度、砂浆强度、岩石节理等要素都会对信号形成干扰,实际检测环节得到的信号数据会存在很多种变化,工作人员很难进行准确评估,滤波处理不当将进一步放大检测误差。若锚杆锚固质量优异,则应力波能量损失速度将变得非常快,这就导

致波无法传递至锚杆底端,接收传感器得不到底部的反射信号,一旦锚杆底部位置存在质量问题,检测人员将无法及时发现。

4 水利水电工程建设过程中锚杆无损检测应用要点及注意事项

4.1 应用要点

水利水电工程建设期间,施工单位可借助锚杆无损检测技术,快速完成锚杆作业质量审查工作,高效便捷的检测措施已成为当前水利水电工程不可或缺的重要组成部分。锚杆无损检测也同样存在诸多应用限制,其实施环节应充分注意技术细节掌控,在提高检测结果精准度的同时,也要注意问题挖掘的及时性与有效性,以免锚杆支护作业进度与建设质量受到影响。因此,施工单位应从技术层面着手,做好相关技术管理,充分展现锚杆无损检测技术的科学性与实效性,详细了解锚杆无损检测技术的应用要点,具体分析技术应用环节所面临的挑战。

锚杆无损检测技术应用期间,工作人员应及时进行实时动态跟踪工作,并提前做好技术培训,检测人员可对锚杆当下存在的各类问题拥有明确认知与了解,方便施工团队可快速开展补救处置措施,针对锚杆作业细节进行完善与修正。

此外,锚杆注浆作业现场情况十分复杂,注浆效果很容易受到多种因素影响,尤其是锚固剂与岩体及锚杆的黏结程度,若现场技术管控不严格,注浆作业很容易出现诸多异常。此外,检测作业实施期间,波振的种类以及振波的接收方式也会存在很大差异,而这种差异也会带来波形特征、衰减速度以及频率等方面出现不同,检测人员需对这些数据进行深入分析,以便详细了解锚杆内部的实际注浆饱满程度。通常情况下,若锚杆注浆饱满度较高,其所呈现的波形将具有一定规律,其反射杂波很少,且波形频率很高,衰减速度较快,振幅较小。若锚杆内注浆饱满度不足,锚固剂凝结后,锚杆与岩体无法保持紧密贴合,其所呈现波形也会反映出具体缺陷位置以及饱满度异常的实际长度。因此,工作人员应结合实际应用深入分析波形变化情况,确保可对灌注效果进行更为精准分析。

现场检测作业完成后,工作人员可得到试验检测的具体波形图谱,此时,借助计算机软件,工作人员可对这些波形图谱进行分析。检测期间,外界环境对测试信号的影响较大,因此,波形图谱本身存在诸多噪声,而工作人员则要进行滤波处理,精准把控主频特征以及与锚固主频相近的峰值作为中心频率,在两侧出现对应频率位置处进行滤波,而滤波完成后的波形将会与原波相保持一致,若存在多个主频,则说明锚杆注浆存在缺陷,因此,工作人员需要对这些波形图谱进行保留,作为后续缺陷位置

判定的核心依据。

锚杆无损检测技术应用期间,针对锚杆的长度判定存在具体规则,其主要指杆体底部具有反射信号计算出来的杆体长度,并同时借助杆体反射信号,精准定位缺陷位置,评估缺陷长度,因此,检测技术人员也要对反射波信号性质进行有序计算与判定,并最终得到更为周期内的锚杆有效长度。实际检测环节,锚杆不同部位的密实度必然会存在较大差异,因此,其不同部位所具备的波速也会出现不同,若单纯采用平均声速对锚杆有效长度进行计算,其得到的数据结果必然会存在偏差,因此,技术人员应提前做好测试与波速分析。

4.2 注意事项

锚杆无损检测工作开始前,检测技术人员应对工程现场的地址情况、锚杆类型以及锚杆支护作业所采用的施工工艺进行全面调研分析,结合得到的数据信息,对锚杆无损检测技术的实施细节进行调整。此外,检测工作正式开始后,工作人员也要对锚杆外露段存在的浮渣进行清理,若锚杆存在断面,则要对断面进行磨平处理,确保信号接收传感器的轴心可与锚杆中轴线保持一致。工作人员在用小锤进行击振作业期间,应采用快速敲击方式。为尽量减少噪声振动带来的异常干扰,工作人员应尽量避免击振过程与波信号接收传感器发生接触,而在进行多次检测期间,测试通道得到的数据波形应保持大体一致。

5 结束语

综上所述,伴随着水利水电工程事业蓬勃发展,锚杆支护技术工艺愈发先进,锚杆支护技术所具备的工程价值更是得到广泛认可。锚杆应用期间,受多种因素影响,其实际作业质量很容易出现偏差,因此,施工单位应积极采取合理有效的检测方法,结合实际工作,合理运用锚杆无损检测技术,注重质量问题排查与挖掘,及时消除锚杆作业质量隐患,进而为我国水利水电工程的可持续健康发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]张侨.无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用[J].黑龙江水利科技,2020,48(06):129-131.
- [2]丁丽霞.锚杆无损检测在水利水电工程中的应用[J].百科论坛电子杂志,2020,(011):1504.
- [3]毛卓良.锚杆无损检测在水利水电工程中的应用探讨[J].建材与装饰,2021,17(14):291-292.

作者简介:

王天恒(1995--),男,汉族,新疆乌鲁木齐人,大学本科,助理工程师,研究方向:水利水电工程检测。