



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117627704 B

(45) 授权公告日 2024.12.06

(21) 申请号 202410113244.4

E21D 21/02 (2006.01)

(22) 申请日 2024.01.26

E21F 17/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117627704 A

(56) 对比文件

CN 101266473 A, 2008.09.17

(43) 申请公布日 2024.03.01

审查员 卢鹏

(73) 专利权人 河北宏乾矿山支护装备有限公司

地址 056105 河北省邯郸市冀南新区林坛

镇洛子村村南(林坛工业园区内)

(72) 发明人 马小红 郁超 王树胜 王云雷

米培英 张泽沛 李五庆

(74) 专利代理机构 西安汇恩知识产权代理事务

所(普通合伙) 61244

专利代理师 毕波

(51) Int. Cl.

E21D 21/00 (2006.01)

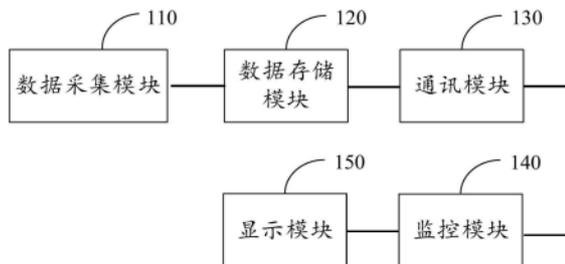
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种矿用锚索张拉自动监控系统

(57) 摘要

本发明涉及锚索张拉监控领域,提供了一种矿用锚索张拉自动监控系统,包括千斤顶及与千斤顶连接的液压或气压系统,千斤顶设置有无线位移传感器,无线位移传感器通过夹具设置于千斤顶的缸体上,千斤顶的回油管设置有无线压力传感器;数据采集模块,用于通过信号线采集无线压力传感器的压力数据以及无线位移传感器的位移数据;监控模块、数据存储模块、通讯模块以及显示模块,监控模块通过通讯模块连接数据采集模块以及液压或气压系统,用于根据压力数据计算第一锚索张拉力,根据位移数据计算第二锚索张拉力,根据第一锚索张拉力与第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格。本发明减少了施工时间和人力成本,提高了施工精度。



1. 一种矿用锚索张拉自动监控系统,包括千斤顶以及与所述千斤顶连接的液压或气压系统,其特征在于,所述千斤顶设置有无无线位移传感器,所述无线位移传感器通过夹具设置于所述千斤顶的缸体上,所述千斤顶的回油管和进油口分别设置有无无线压力传感器,其支撑杆采用高强度合金钢的伸缩式结构,底部设置有嵌入减震弹簧的环形橡胶垫,所述系统还包括:

数据采集模块,用于通过信号线采集所述无线压力传感器的压力数据以及所述无线位移传感器的位移数据;

监控模块,所述监控模块包括处理器模块;

数据存储模块、通讯模块以及显示模块,所述监控模块通过所述通讯模块连接所述数据采集模块以及所述液压或气压系统,用于根据所述压力数据计算第一锚索张拉力,根据所述位移数据计算第二锚索张拉力,根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格;

所述无线压力传感器与张拉设备连接,所述张拉设备包括至少一个千斤顶活塞与至少一个千斤顶缸体,所述千斤顶活塞滑动设置于所述千斤顶缸体的活塞腔内,所述活塞腔内连接有串联油路组件,所述串联油路组件用于将所述千斤顶接入所述活塞腔,所述张拉设备通过夹具夹持各个锚索线束;

所述锚索线束的外端穿过锚具,所述锚具的端面上设置有无无线加速度传感器以及激振器,所述无线加速度传感器通过所述数据采集模块连接所述监控模块;

对采集的所述锚具的振动信号进行处理,获得振动频率,根据所述振动频率计算预应力锚索的张拉力;

所述预应力锚索的张拉力的计算公式为:

$$F = \frac{\alpha \times 10^{-3} \left(w^\sigma \left(\frac{mL}{\sigma} + ME \right) \right) - \beta}{\int A \sigma (x + \Delta x) dA} ;$$

其中, F 为预应力锚索的张拉力, α 为经验系数, $\alpha \in [1,1.8]$, σ 为经验系数, $\sigma \in [3,5]$, β 为经验系数, $\beta \in [100,150]$, w 为振动频率, m 为钢绞线单位长度的质量, L 为钢绞线预应力筋长度, E 为钢绞线的弹性模量单位, M 为锚具的质量和外露段的质量之和, A 为锚索的截面面积, x 为位移, Δx 为增量位移, dA 为微小面积元素。

2. 根据权利要求1所述的矿用锚索张拉自动监控系统,其特征在于,所述张拉设备设有锚索锁具,所述锚索锁具的一端设置有无无线弹性传感器。

3. 根据权利要求2所述的矿用锚索张拉自动监控系统,其特征在于,若所述无线弹性传感器的数据发生波动时,判断所述无线压力传感器的压力数据是否大于或等于预设设计压力,若是,则判断钢绞线的张拉力为合格,否则,判断所述钢绞线的张拉力为不合格。

4. 根据权利要求3所述的矿用锚索张拉自动监控系统,其特征在于,建立锚索拉力松弛模型,通过所述锚索拉力松弛模型确定各个时间的锚索拉力。

5. 根据权利要求4所述的矿用锚索张拉自动监控系统,其特征在于,所述锚索拉力松弛模型为:

$$P(t) = b_1 \delta e^{-b_1 t} + \frac{b_2 e^{n_1 t}}{[T] \times \sqrt{\frac{b_3 e^{n_2 t}}{\lambda(c, l, d)}}};$$

其中, $P(t)$ 为时间 t 的锚索拉力, t 为时间, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, n_1, n_2 为可调参数, $[T]$ 为锚索温度的最大整数值, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $i = 3, \sum b_i = b_1 + b_2 + b_3$ 。

6. 根据权利要求5所述的矿用锚索张拉自动监控系统, 其特征在于, 预设方程为:

$$(\sum b_i)x^2 + \delta x + \lambda(c, l, d) = 0;$$

其中, x 为任意变量, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $\sum b_i = b_1 + b_2 + b_3$ 。

一种矿用锚索张拉自动监控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及锚索张拉监控领域,具体涉及一种矿用锚索张拉自动监控系统。

背景技术

[0002] 矿用锚索张拉机具是一种用于对矿用锚索进行张拉的设备,主要应用于煤矿、金属矿山等矿井中;它可以提高锚索的预应力,增加锚索的承载能力,从而确保矿井的安全生产;矿用锚索张拉机具通常由张拉千斤顶、油泵、压力表、高压油管等组成;张拉千斤顶是主要的张拉设备,它可以通过高压油管与油泵连接,并通过压力表来控制张拉力的大小;油泵可以为千斤顶提供动力,高压油管用于连接千斤顶和油泵,确保油液的传输。使用矿用锚索张拉机具时,需要先安装好锚索,然后将张拉千斤顶和锚索固定在一起;接下来,启动油泵,通过高压油管向千斤顶输入油液,使千斤顶产生压力,对锚索进行张拉;同时,使用压力表来监测和控制张拉力的大小,确保锚索的预应力符合要求;为了及时判断锚索是否提供了足够的支护力,降低锚索支护失效的现象发生,使得锚索锚固的质量问题及时发现,需要对锚索张拉进行检测监控。

[0003] 现有技术中,由于现有的锚索同步张拉设备是由多个独立控制的设备组成,会出现锚索张拉设备在施工过程中设备较多的现象,另外,在施工过程中,需要多个施工人员分别控制相应的设备且无法有效检测锚索压力与位移的变化;在锚索张拉完进行张拉质量验证时,步骤繁琐且精度没法得到保障,而且时间和人力成本都较高,最终导致现有的锚索张拉检测设备无法实现有效的锚索张拉力检测。

[0004] 因此,如何对矿用锚索张拉机具进行有效监控进而提高施工质量与效率的问题亟需解决。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,提出了本发明以便提供一种克服上述全部或至少一部分问题的矿用锚索张拉自动监控系统。

[0006] 根据本发明提供的矿用锚索张拉自动监控系统,包括千斤顶以及与所述千斤顶连接的液压或气压系统,所述千斤顶设置有无线位移传感器,所述无线位移传感器通过夹具设置于所述千斤顶的缸体上,所述千斤顶的回油管和进油口分别设置有无线压力传感器,其支撑杆采用高强度合金钢的伸缩式结构,底部设置有嵌入减震弹簧的环形橡胶垫;自动监控系统还包括:

[0007] 数据采集模块,用于通过信号线采集所述无线压力传感器的压力数据以及所述无线位移传感器的位移数据;

[0008] 监控模块,所述监控模块包括处理器模块;

[0009] 数据存储模块、通讯模块以及显示模块,所述监控模块通过所述通讯模块连接所述数据采集模块以及所述液压或气压系统,用于根据所述压力数据计算第一锚索张拉力,根据所述位移数据计算第二锚索张拉力,根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力

的比较结果判断锚索张拉是否合格。

[0010] 更进一步地,所述无线压力传感器与张拉设备连接,所述张拉设备包括至少一个千斤顶活塞与至少一个千斤顶缸体,所述千斤顶活塞滑动设置于所述千斤顶缸体的活塞腔内,所述活塞腔间连接有串联油路组件,所述串联油路组件用于将所述千斤顶接入所述活塞腔,所述张拉设备通过夹具夹持各个锚索线束。

[0011] 更进一步地,所述张拉设备设有锚索锁具,所述锚索锁具的一端设置有无线弹性传感器。

[0012] 更进一步地,若所述无线弹性传感器的数据发生波动时,判断所述无线压力传感器的压力数据是否大于或等于预设设计压力,若是,则判断钢绞线的张拉力为合格,否则,判断所述钢绞线的张拉力为不合格。

[0013] 更进一步地,所述锚索线束的外端穿过锚具,所述锚具的端面上设置有无线加速度传感器以及激振器,所述无线加速度传感器通过所述数据采集模块连接所述监控模块。

[0014] 更进一步地,对采集的所述锚具的振动信号进行处理,获得振动频率,根据所述振动频率计算预应力锚索的张拉力。

[0015] 更进一步地,所述预应力锚索的张拉力的计算公式为:

$$[0016] \quad F = \frac{\alpha \times 10^{-3} \left(w \sigma \left(\frac{mL}{\sigma} + M^E \right) \right) - \beta}{\int A \sigma(x + \Delta x) dA};$$

[0017] 其中, F 为预应力锚索的张拉力, α 为经验系数, $\alpha \in [1,1.8]$, σ 为经验系数, $\sigma \in [3,5]$, β 为经验系数, $\beta \in [100,150]$, w 为振动频率, m 为钢绞线单位长度的质量, L 为钢绞线预应力筋长度, E 为钢绞线的弹性模量单位, M 为锚具的质量和外露段的质量之和, A 为锚索的截面面积, x 为位移, Δx 为增量位移, dA 为微小面积元素。

[0018] 更进一步地,建立锚索拉力松弛模型,通过所述锚索拉力松弛模型确定各个时间的锚索拉力。

[0019] 更进一步地,所述锚索拉力松弛模型为:

$$[0020] \quad P(t) = b_1 \delta e^{-b_1 t} + \frac{b_2 e^{n_1 t}}{[T] \times \sqrt{\frac{b_3 e^{n_2 t}}{\lambda(c, l, d)}}};$$

[0021] 其中, $P(t)$ 为时间 t 的锚索拉力, t 为时间, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, n_1, n_2 为可调参数, $[T]$ 为锚索温度的最大整数值, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $i = 3$ 。

[0022] 更进一步地,预设方程为:

$$[0023] \quad (\sum b_i) x^2 + \delta x + \lambda(c, l, d) = 0;$$

[0024] 其中, x 为任意变量, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $i = 3$,

$$\sum b_i = b_1 + b_2 + b_3。$$

[0025] 根据本发明提供的矿用锚索张拉自动监控系统,包括千斤顶以及与所述千斤顶连接的液压或气压系统,所述千斤顶设置有无线位移传感器,所述无线位移传感器通过夹具设置于所述千斤顶的缸体上,所述千斤顶的回油管设置有无线压力传感器;数据采集模块,用于通过信号线采集所述无线压力传感器的压力数据以及所述无线位移传感器的位移数据;监控模块包括处理器模块;自动监控系统还包括数据存储模块、通讯模块以及显示模块,所述监控模块通过所述通讯模块连接所述数据采集模块以及所述液压或气压系统,用于根据所述压力数据计算第一锚索张拉力,根据所述位移数据计算第二锚索张拉力,根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格。本发明可以及时判断锚索是否提供了足够的支护力,降低了锚索支护失效的现象发生,使得锚索锚固的质量问题能够及时发现,减少了施工时间和人力成本,提高了施工精度。

附图说明

[0026] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了;附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制;而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0027] 图1示出了本发明实施例的矿用锚索张拉自动监控系统的结构示意图;

[0028] 图2示出了本发明实施例的矿用锚索张拉自动监控系统的架构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面将参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例;虽然附图中显示了本发明的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例所限制;相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明,并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0030] 图1示出了本发明实施例的矿用锚索张拉自动监控系统的结构示意图。本发明为解决上述问题,设计了一种矿用锚索张拉自动监控系统:

[0031] 具体地,如图2所示,包括:千斤顶以及与所述千斤顶连接的液压或气压系统,所述千斤顶设置有无线位移传感器,所述无线位移传感器通过夹具设置于所述千斤顶的缸体上,所述千斤顶的回油管和进油口分别设置有无线压力传感器,其支撑杆采用高强度合金钢的伸缩式结构,底部设置有嵌入减震弹簧的环形橡胶垫;在安装无线位移传感器时,将夹具按照预定的位置固定在缸体上,并与缸体表面保持平整,使用适配器或连接件将无线位移传感器与夹具连接起来,确保无线位移传感器与夹具之间的连接牢固。在使用之前,对无线位移传感器进行充分的测试和验证,以确保其性能和稳定性。

[0032] 在千斤顶的进油口安装压力传感器,用于监测千斤顶进油口的压力变化,可以将实时压力数据传输给控制系统,控制系统根据压力数据对千斤顶的工作状态进行调节和控制;通过安装压力传感器,可以实现对千斤顶工作状态的实时监测和精确控制,提高操作的稳定性和安全性;在千斤顶的进油口附近设置便捷的更换密封结构装置,使密封结构的更换更加方便快捷。其中,密封结构是千斤顶的重要部件之一,用于防止油液泄漏。由于长时间使用或外部环境的影响,密封结构可能会出现老化或损坏的情况,需要及时更换以保证

千斤顶的正常使用,可以采用快速接头设计,通过简单的操作即可完成密封结构的更换。

[0033] 支撑杆采用高强度合金钢的伸缩式结构,减轻了千斤顶的重量,并且能够确保千斤顶在承受重负载时具有出色的稳定性和支撑能力,即,能够承受高压而不易变形或损坏;通过在千斤顶的底部设置有嵌入减震弹簧的环形橡胶垫,有效减少了千斤顶在使用过程中对底部产生的冲击和振动,能够吸收和分散外部冲击力,保护千斤顶和底部结构免受损坏,同时提供更稳定的工作环境;例如,环形橡胶垫使千斤顶在放置时更加平稳,避免了因不平地面导致的倾斜或不稳定情况;此外,橡胶垫的柔软性质还能够适应不同形状的底部结构,减少对底部的划伤或压痕,起到良好的保护作用;通过减震弹簧和环形橡胶垫的组合使用,千斤顶在操作过程中更加平稳可靠,减少了因振动或冲击而引发的操作失误或事故风险,不仅提高了工作效率,还增强了操作人员的安全性。

[0034] 工作前将无线位移传感器及无线压力传感器数据归零,在千斤顶加压锚索张拉的过程中,无线位移传感器检测锚索的位移数据,无线压力传感器检测锚索与千斤顶之间的压力数据。

[0035] 数据采集模块110,用于通过信号线采集所述无线压力传感器的压力数据以及所述无线位移传感器的位移数据。

[0036] 如图2所示,通过信号线采集无线压力传感器的位移信号,并将位移信号传输至监控模块140,通过压力计或压力传感器采集千斤顶的压力数据,并将压力信号传输至监控模块140。

[0037] 监控模块140包括处理器模块(未示出)。

[0038] 自动监控系统还包括数据存储模块120、通讯模块130以及显示模块150,所述监控模块140通过所述通讯模块130连接所述数据采集模块110以及所述液压或气压系统,用于根据所述压力数据计算第一锚索张拉力,根据所述位移数据计算第二锚索张拉力,根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格。

[0039] 本实施例中,通过监控模块140可以实现油压数据和位移数据的自动上传,同时根据所述位移数据计算第二锚索张拉力,根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格;例如,通过自动转换程序可以将油压换算成相应的锚索张拉力,也可通过胡克定律将位移换算成相应的锚索张拉力,实现油压/位移双指标监控;进而可以控制整个施工过程,解决了现有技术中锚索同步张拉设备是由多个独立控制的设备组成,施工过程中需要多个施工人员分别控制相应的设备且无法有效检测锚索张拉力与位移的变化技术问题的技术问题,因此,减少了施工时间和人力成本,提高了施工精度。

[0040] 进一步地,监控模块140设置预设的张拉参数,没有问题则根据预设的张拉参数工作,若压力数据有异常,自动通过修改控制模块的张拉参数,张拉到位后自动放张,同时将位移数据及张拉过程数据输出显示并保存。

[0041] 更进一步地,所述无线压力传感器与张拉设备连接,所述张拉设备包括至少一个千斤顶活塞与至少一个千斤顶缸体,所述千斤顶活塞滑动设置于所述千斤顶缸体的活塞腔内,所述活塞腔间连接有串联油路组件,所述串联油路组件用于将所述千斤顶接入所述活塞腔,所述张拉设备通过夹具夹持各个锚索线束;进一步地,所述张拉设备包括多个相互独立的顶压限位器、钢绞线导向器以及限位器弹簧,所述钢绞线导向器供锚索线束通过,所述顶压限位器能活动顶接各个所述锚索线束的锁具夹片,所述限位器弹簧在后侧顶紧所述顶

压限位器,以避免所述锚索线束受拉后回退。

[0042] 更进一步地,所述张拉设备设有锚索锁具,所述锚索锁具的一端设置有无线弹性传感器;无线弹性传感器有较大数值波动时,即表明锚索锁具发生了滑移。

[0043] 更进一步地,若所述无线弹性传感器的数据发生波动时,判断所述无线压力传感器的压力数据是否大于或等于预设设计压力,若是,则判断钢绞线的张拉力为合格,否则,判断所述钢绞线的张拉力为不合格。

[0044] 更进一步地,所述锚索线束的外端穿过锚具,所述锚具的端面上设置有无线加速度传感器以及激振器,所述无线加速度传感器通过所述数据采集模块连接所述监控模块;加速度传感器可以通过磁力吸座或橡胶泥或石膏泥固定安装在锚具的端面处,加速度传感器的振动方向平行于锚固后的钢绞线的轴线,加速度传感器与钢绞线配套的锚具端面处联结或分离均十分方便,进而能够提高监控模块的快速监控能力;激振器用于采集各类型号钢绞线与钢绞线配套的锚具产生振动的测试振动信息,同时可以通过监控模块140发出信号采集指令控制激振器以使锚具振动。

[0045] 更进一步地,对采集的所述锚具的振动信号进行处理,获得振动频率,根据所述振动频率计算预应力锚索的张拉力。

[0046] 基于振动频率计算锚索张拉力的原理源自物理学理论,即,索的振动频率与索的张力、质量、长度有直接的关系。通过测量索的振动频率,就可以计算出索的张力。

[0047] 更进一步地,所述预应力锚索的张拉力的计算公式为:

$$[0048] \quad F = \frac{\alpha \times 10^{-3} \left(w^\sigma \left(\frac{mL}{\sigma} + M^E \right) \right) - \beta}{\int A \sigma (x + \Delta x) dA};$$

[0049] 其中, F 为预应力锚索的张拉力, α 为经验系数, $\alpha \in [1,1.8]$, σ 为经验系数, $\sigma \in [3,5]$, β 为经验系数, $\beta \in [100,150]$, w 为振动频率, m 为钢绞线单位长度的质量, L 为钢绞线预应力筋长度, E 为钢绞线的弹性模量单位, M 为锚具的质量和外露段的质量之和, A 为锚索的截面面积, x 为位移, Δx 为增量位移, dA 为微小面积元素。

[0050] 现有预应力锚索的张拉力公式多是基于下述公式计算得到:

$$[0051] \quad \Delta P1 = (E \times A \times \Delta L1 - 2/L1) \times 2;$$

[0052] 其中, $\Delta P1$ 表示预应力锚索的张拉力增量, E 表示钢绞线的弹性模量, A 表示钢绞线的截面面积, $\Delta L1$ 表示钢绞线的伸长量变化, $L1$ 表示钢绞线的长度;但由于弹性模量、截面面积和伸长量变化等参数的变化直接影响到 $\Delta P1$ 的计算结果,在实际应用中,需要频繁调整和校准这些参数,增加了计算的复杂性;该公式基于伸长量变化与长度为线性关系(在实际情况中并不成立),并且,未考虑锚索的几何形状和锚固区的变形等因素对锚索的张拉力的影响,在实际中导致较大的计算误差。

[0053] 本实施例中,通过引入锚索截面形状对增量拉力的影响,进一步提高了计算的准确性与可靠性;经验系数 α 调整锚索张拉力的计算结果,振动频率 w 描述锚索的振动特性,增量位移 Δx 描述锚索在反弯点附近的微小位移变化,位移 x 描述锚索的位置变化;其中,钢绞线单位长度的质量 m 、钢绞线预应力筋长度 L 、钢绞线的弹性模量 E 、锚具的质量

和外露段的质量之和 M 通过实验或工程测量获得。

[0054] 例如,根据工程条件和实验数据选择经验系数 α 、 σ 和 β 的取值,测量钢绞线单位长度的质量 m 、钢绞线预应力筋长度 L 、钢绞线的弹性模量 E 、锚具的质量和外露段的质量之和 M 等参数。测量位移 x 和增量位移 Δx ,计算积分 $\int A\sigma(x + \Delta x)dA$ 之后,代入上述公式得到预应力锚索的张力 F 。

[0055] 更进一步地,建立锚索拉力松弛模型,通过所述锚索拉力松弛模型确定各个时间的锚索拉力;由于加固坡体的预应力锚索结构存在锚索拉力随时间松弛问题,为了合理预测分析锚索拉力松弛,建立了锚索拉力松弛模型,以推导锚索拉力。

[0056] 更进一步地,所述锚索拉力松弛模型为:

$$[0057] \quad P(t) = b_1 \delta e^{-b_1 t} + \frac{b_2 e^{n_1 t}}{[T] \times \sqrt{\frac{b_3 e^{n_2 t}}{\lambda(c, l, d)}}};$$

[0058] 其中, $P(t)$ 为时间 t 的锚索拉力, t 为时间, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, n_1, n_2 为可调参数, $[T]$ 为锚索温度的最大整数值, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $i = 3$,

$$\sum b_i = b_1 + b_2 + b_3。$$

[0059] 温度对锚索的物理性能和拉力松弛行为具有显著影响,现有锚索拉力松弛模型未考虑温度影响,导致计算结果与实际情况存在偏差;通常而言,为了引入锚索长度、直径和温度的影响,锚索拉力松弛模型需要引入更多的参数并进行复杂的调整,因此,增加了模型的复杂性和调参难度,导致在实际应用中难以实施;以及,现有模型大多基于静态假设,而实际上锚索拉力松弛是一个动态过程,受到多种因素的影响;因此,由于缺乏对锚索长度、直径和温度等因素的全面考虑,现有模型可能在特定条件下的预测性能较好,但在其他条件或不同工程环境中应用的通用性受到限制。

[0060] 本实施例中,为了提高锚索拉力松弛模型的预测准确性和实用性,充分引入锚索长度、直径、温度和其他环境因素的影响,并建立更具有理论基础的锚索拉力松弛模型;不仅引入了锚索的长度、直径等特性,还考虑了温度因素,能够适应不同类型的锚索和不同的工程环境,更准确地预测锚索拉力的变化趋势;例如,该模型可以更准确地计算矿井工程中使用的不同类型锚索(如钢绞线、高强钢丝等)在不同温度下工作的锚索拉力。

[0061] 进一步地,锚索拉力松弛模型还可以加入降雨、潮湿、地震等外部因素对锚索变形的影响因子,进而确定锚索拉力随时间的松弛变化规律,本文对此不加以限定。

[0062] 本实施中,锚索拉力松弛模型的锚索拉力计算值与试验或实测结果的误差小于现有模型的计算误差,计算得到的锚索拉力松弛收敛值的最大计算误差约为6%,松弛历时的最大误差约为3%,可用于定量评估预测矿用预应力锚索加固坡体的锚拉力松弛效应,进而可用于分析矿用锚固边坡的长期稳定性。

[0063] 更进一步地,预设方程为:

$$[0064] \quad (\sum b_i)x^2 + \delta x + \lambda(c, l, d) = 0;$$

[0065] 其中, x 为任意变量, b_1, b_2, b_3 为经验系数, δ 为拉伸应变系数, c, l, d 分别为锚索的类型、长度与直径, $\lambda(c, l, d) = \alpha \times c^{\sum b_i} \times l^{c/d}$, α 为经验系数, $i = 3, \sum b_i = b_1 + b_2 + b_3$ 。

[0066] 本实施例中, 通过该预设方程求解锚索拉力松弛模型中的可调参数 n_1, n_2 , 通过该预设方程约束参数关系 (如拉伸应变系数、经验系数以及锚索的类型、长度与直径之间的关系), 减少模型中的人为因素和主观性, 使得模型的计算结果更加可靠和可信, 进而更精确地求解出可调参数 n_1, n_2 的值, 从而提高锚索拉力松弛模型的计算精度。

[0067] 本发明提供的矿用锚索张拉自动监控系统, 适用于有气源状态下煤矿井下矿用锚索的张拉该机具配备液压件和退锚顶。

[0068] 根据本发明提供的矿用锚索张拉自动监控系统, 包括千斤顶以及与所述千斤顶连接的液压或气压系统, 所述千斤顶设置有无线位移传感器, 所述无线位移传感器通过夹具设置于所述千斤顶的缸体上, 所述千斤顶的回油管设置有无线压力传感器; 数据采集模块, 用于通过信号线采集所述无线压力传感器的压力数据以及所述无线位移传感器的位移数据; 监控模块包括处理器模块; 自动监控系统还包括数据存储模块、通讯模块以及显示模块, 所述监控模块通过所述通讯模块连接所述数据采集模块以及所述液压或气压系统, 用于根据所述压力数据计算第一锚索张拉力, 根据所述位移数据计算第二锚索张拉力, 根据所述第一锚索张拉力与所述第二锚索张拉力的比较结果判断锚索张拉是否合格。本发明可以及时判断锚索是否提供了足够的支护力, 降低了锚索支护失效的现象发生, 使得锚索锚固的质量问题能够及时发现, 减少了施工时间和人力成本, 提高了施工精度。

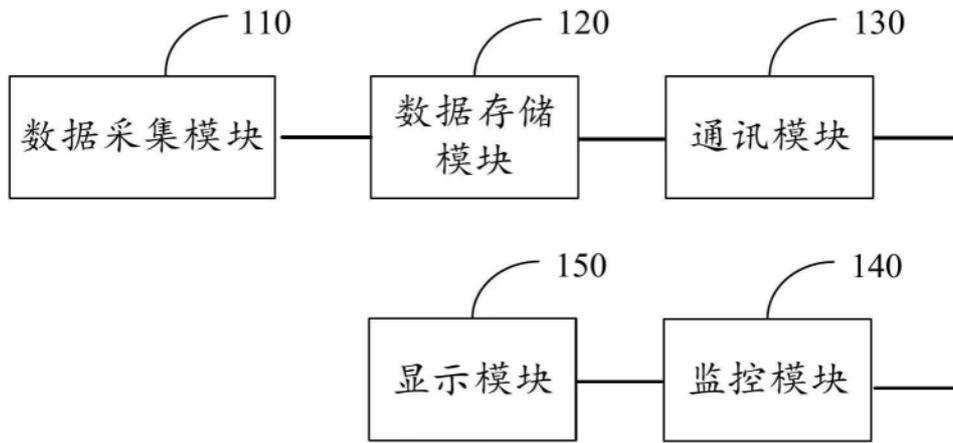


图1

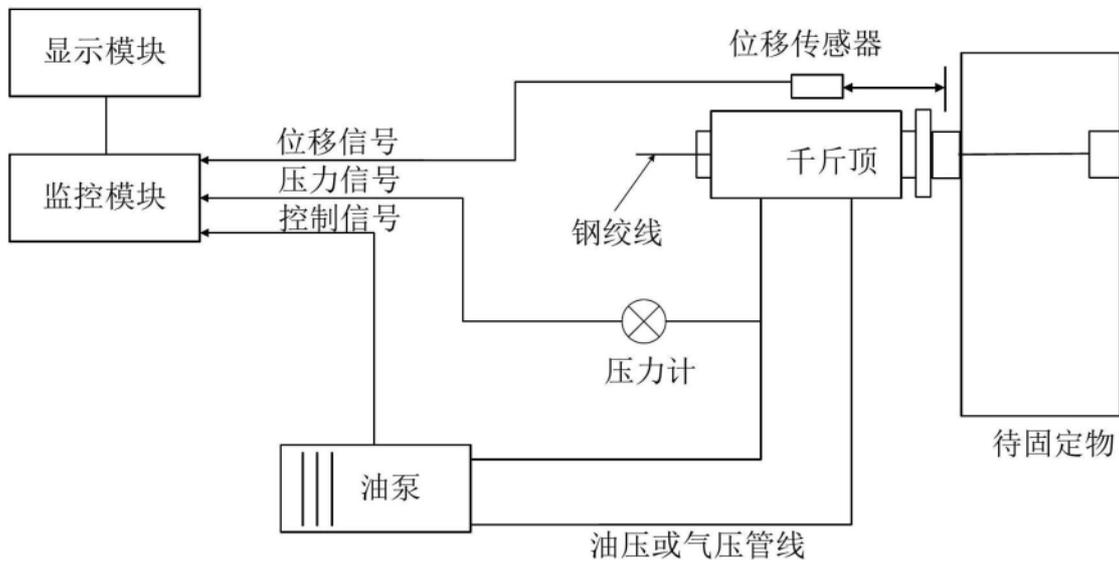


图2