

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—XXXX

煤矿锚杆工作载荷无损监测技术规范

Nondestructive Monitoring Technical Specification for Working Load of Bolt in Coal Mine

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测仪器设备 2

5 监测布置方案 2

6 监测与数据处理 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：山东科技大学、北京昊华能源股份有限公司、新汶矿业集团有限责任公司、泰安泰烁岩层控制科技有限公司、煤炭科学技术研究院有限公司、长沙理工大学、重庆大学、山西大同大学、山东省矿山绿色安全共性技术标准创新平台。

本文件主要起草人：于凤海、邢明录、赵同彬、马成甫、贾光勇、王阁、郭伟耀、谭云亮、张闯、李海涛、陈璐、张玉宝、张振宇、张磊、王继龙、张涛、杨富强、崔建廷、陶文朋、陈建崇、许良珂、梁晨、李图城、闫昌乐、张梟、刘华、姚新宇、王博、马耀荣。

本文件为首次发布。

煤矿锚杆工作载荷无损监测技术规范

1 范围

本文件规定了煤矿锚杆工作载荷无损监测的仪器设备、监测方案及数据处理等技术要求。
本文件适用于煤矿锚杆支护工程中，金属实心锚杆工作载荷的监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35056 煤矿巷道锚杆支护技术规范
KA/T 11 煤矿巷道矿山压力显现观测方法
MT/T 1104 煤巷锚杆支护技术规范
MT/T 1191 煤矿井下锚杆锚固参数机械波无损检测仪通用技术条件
MT/T 979 煤矿用锚杆拉力计

3 术语和定义

GB/T 35056、MT/T 1104、MT/T 1191、MT/T 979、KA/T 11界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锚杆工作载荷 working load of bolt

锚杆安装后，在服务期间内所承受的轴向拉力。

[来源： GB/T 35056-2018， 3.24]

3.2

端头锚固 point anchorage

锚杆的锚固长度不大于锚杆孔长度的1/3。

[来源： GB/T 35056-2018， 3.28]

3.3

加长锚固 partial anchorage

锚杆的锚固长度为锚杆孔长度的1/3~90%。

[来源： GB/T 35056-2018， 3.30， 有改动]

3.4

锚杆工作载荷无损监测 Nondestructive Monitoring about working load of bolt

利用锚杆无损检测仪器监测获取锚杆工作载荷的工作。

3.5

零星监测 Sporadic Monitoring

随机、分散无规律地进行锚杆工作载荷监测的工作。

3.6

线性监测 Linear Monitoring

沿巷道走向布设线性监测测线进行锚杆工作载荷监测的工作。

3.7

全断面监测 Full-Section Monitoring

在巷道断面布设监测测点将断面内全部锚杆进行工作载荷监测的工作。

3.8

全生命周期监测 Whole-Life Cycle Monitoring

自锚杆安设后直至服务结束，对锚杆工作载荷所开展的持续性监测工作。

4 监测仪器设备

4.1 监测仪器

应采用煤矿用锚杆无损检测仪，且能够进行锚杆工作载荷监测。

4.2 仪器要求

4.2.1 技术基本要求应符合 MT/T 1191 的规定。

4.2.2 应具备监测结果修正功能。

5 监测布置方案

5.1 零星监测

5.1.1 在正常锚杆支护区域监测时，应选择代表性锚杆监测，代表性锚杆数量不少于 3 根。

5.1.2 在围岩变形破坏严重或锚杆破断失效区域等监测时，监测锚杆应覆盖该区域范围内的所有锚杆，做到能测尽测。

5.2 线性监测

5.2.1 掘进期进行线性监测时，测线可选择布置在顶板及两帮锚杆，如图 1 所示，监测测线应自掘进迎头向外布设，测线长度 L_1 不小于巷道掘进扰动影响范围。

5.2.2 回采期进行线性监测时，测线优先选择布置在两帮锚杆，如图 2 所示，监测测线应自回采工作面位置沿推采方向布设，测线长度 L_2 不小于预计采煤工作面超前支承压力影响范围。

5.2.3 测线布设完成后应对测线上的锚杆进行标记。

5.2.4 线性监测一般为一次性监测，监测结束后应重新布设测线。

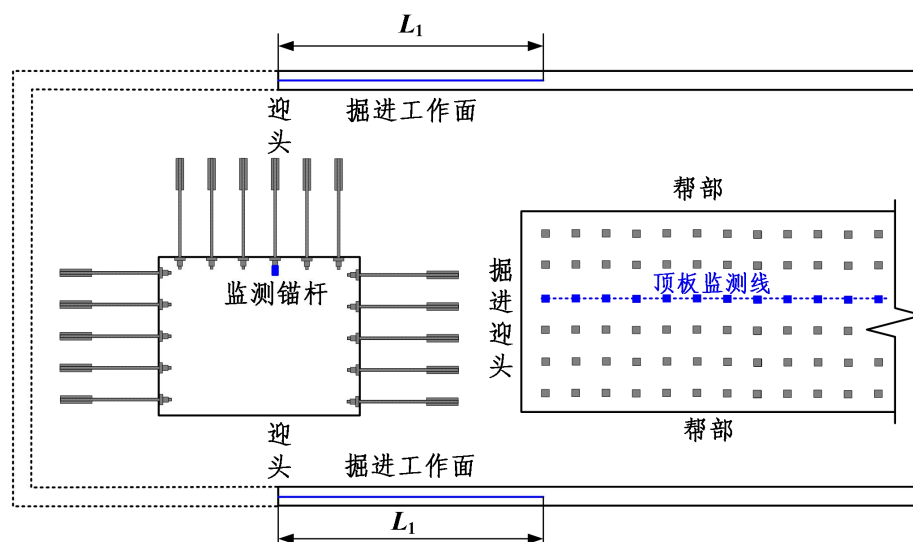


图 1 掘进期间顶板布置示例

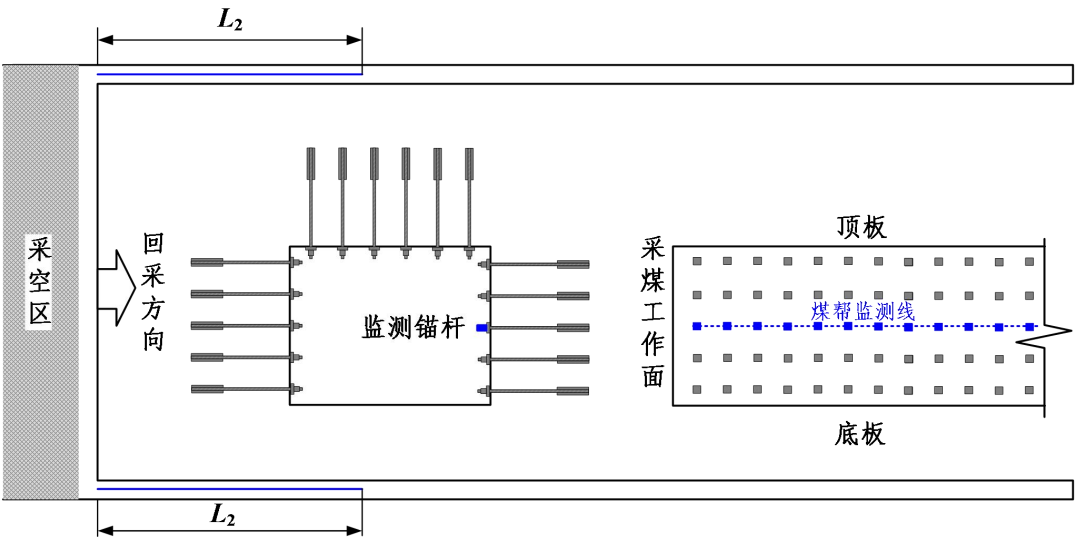


图 2 回采期间开采帮布置示例

5.3 全断面监测

5.3.1 一次性监测

5.3.1.1 根据现场监测要求选择合适的巷道断面布设全断面监测测点，如图 3 所示，断面数量不少于 2 个，两个监测断面不宜超过两倍的锚杆排距。

5.3.1.2 将每一个监测断面内锚杆进行编号。

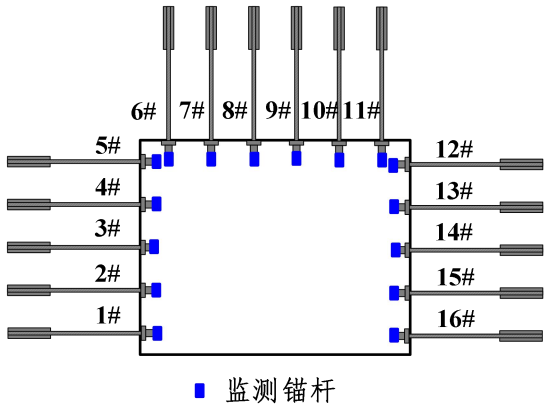


图 3 锚杆工作载荷全断面一次性监测布置示例图

5.3.2 规律监测

5.3.2.1 巷道掘进期间全断面规律监测时，测站布置一般不少于 3 个，相邻测站距离 L_3 一般 20m~200m，如图 3（a）所示，测站宜紧跟掘进迎头布设，每个测站内选择不少于 2 个巷道断面布设全断面监测测点，两个监测断面不宜超过两倍的锚杆排距，并根据现场监测需要进行调整。

5.3.2.2 在回采期间全断面规律监测时，测站布置一般不少于 3 个，测站距离采煤工作面最小距离（ L_{4min} ）不应小于超前支承压力影响范围，相邻测站距离 L_4 一般不小于 30~200m，如图 3（b）所示，每个测站内选择不少于 2 个巷道断面布设全断面监测测点，两个监测断面不宜超过两倍的锚杆排距，并根据现场监测需要进行调整。

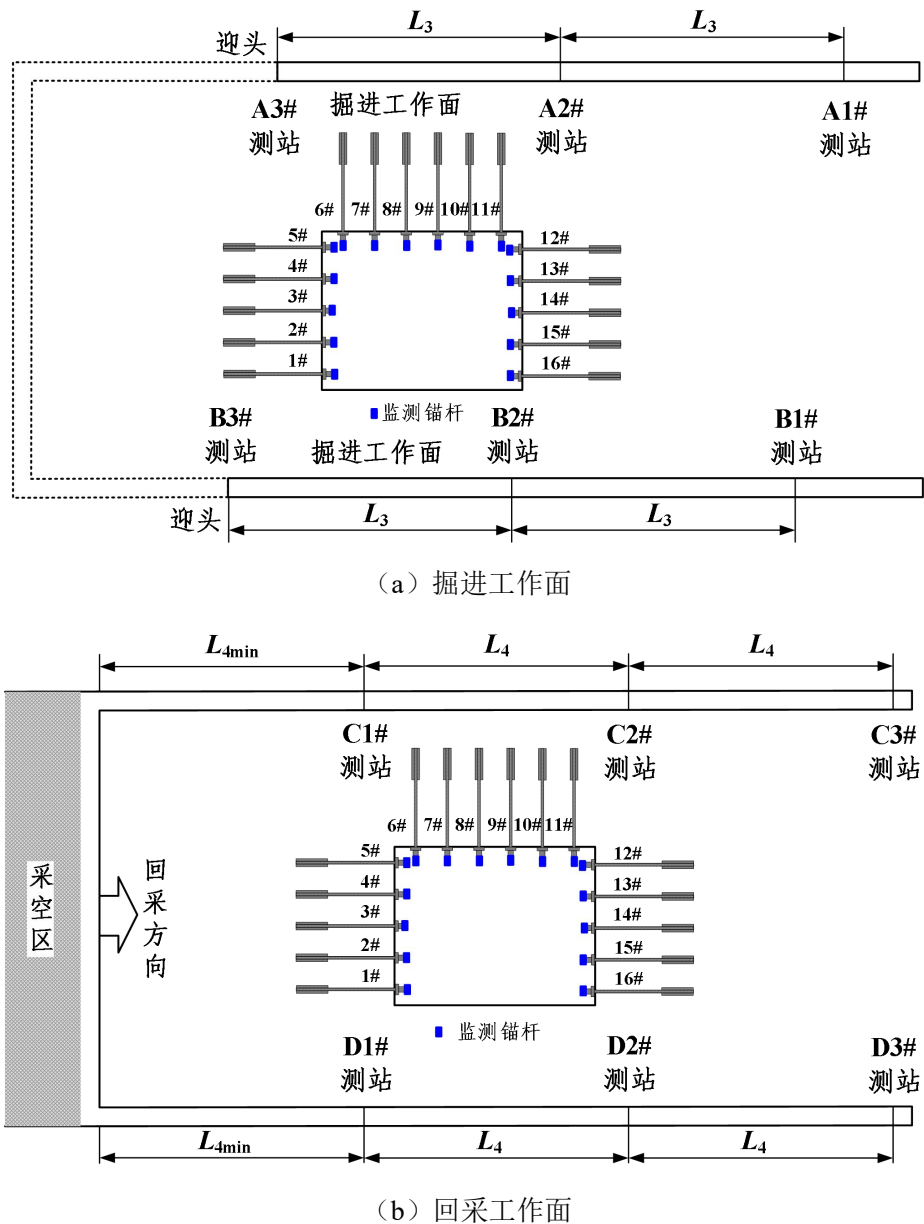


图4 锚杆工作载荷全断面规律监测布置示例图

- 5.3.2.3 将每一个监测断面内锚杆编号。
- 5.3.2.4 测站布设完成后，按照现场监测要求，悬挂监测牌板。
- 5.3.2.5 测站监测频度按照 GB/T 35056、KA/T 11 等相关要求执行。

5.4 全生命周期监测

5.4.1 掘进期间

- 5.4.1.1 测站布设按照 5.3.2.1 的规定执行。
- 5.4.1.2 每一测站内应布设不少于 6 根锚杆工作载荷监测，顶板、两帮各不少于 2 根，也可根据需要增加监测锚杆数量。
- 5.4.1.3 测站布设完成后，按照现场监测要求，悬挂监测牌板。
- 5.4.1.4 测站监测频度按照 GB/T 35056、KA/T 11 等相关要求执行。

5.4.2 回采期间

5.4.2.1 测站布设按照 5.3.2.2 的规定执行。

5.4.2.2 每一测站内应布设不少于 6 根锚杆工作载荷监测，顶板、两帮各不少于 2 根，也可根据需要增加监测锚杆数量。

5.4.2.3 测站布设完成后，按照现场监测要求，悬挂监测牌板。

5.4.2.4 测站监测频度按照 GB/T 35056、KA/T 11 等相关要求执行。

5.4.3 全生命周期

全生命周期监测布置按照 5.4.1 掘进期间监测布置执行。

6 监测与数据处理

6.1 监测修正

采用锚杆无损检测仪测试已安设锚杆测力计的锚杆，对比锚杆无损监测结果与锚杆测力计的结果，按照所采用仪器的结果修正方法，确定适宜现场工程实际情况的锚杆无损修正与监测方法。

6.2 监测方法

6.2.1 零星监测

6.2.1.1 根据现场锚杆实际支护情况，设计锚杆工作载荷零星监测方案，给出监测结果评价标准。

6.2.1.2 选择监测锚杆、记录所监测锚杆情况，并按照所采用监测仪器使用规范进行测试。

6.2.1.3 将监测结果与评价标准进行比较，评价当次监测结果。

6.2.1.4 确认本次监测是否到达监测目的，若尚未达到，则继续监测，直至达到监测目的。

6.2.2 线性监测

6.2.2.1 根据线性监测的目的与监测巷道的支护情况，设计锚杆工作载荷线性监测方案，具体按照 5.2 所述执行。

6.2.2.2 按照所设计的监测方案，选择监测锚杆、记录所监测锚杆情况。

6.2.2.3 按照所采用监测仪器使用规范进行测试，直至所设计监测的锚杆全部监测完成。

6.2.3 全断面监测

6.2.3.1 根据全断面监测目的与监测巷道的支护情况，设计锚杆工作载荷全断面监测方案，具体按照 5.3 所述执行。

6.2.3.2 按照所设计的监测方案，选择监测锚杆、记录所监测锚杆情况。

6.2.3.3 按照所采用监测仪器使用规范进行测试，直至所设计监测的锚杆全部监测完成。

6.2.3.4 当为全断面规律监测时，按照 5.3.2.5 规定的频度进行持续监测。

6.2.4 全生命周期监测

6.2.4.1 根据全生命周期监测目的与监测巷道支护情况，设计锚杆工作载荷全生命周期监测方案，具体按照 5.4 所述执行。

6.2.4.2 按照所设计的监测方案进行监测布置，选择监测锚杆、记录所监测锚杆情况。

6.2.4.3 按照所采用监测仪器使用规范进行测试，直至所设计监测的锚杆全部监测完成。

6.2.4.4 根据监测周期的不同分别按照 5.4.1.4、5.4.2.4、5.4.3.4 规定的频度进行持续监测。

6.3 数据整理

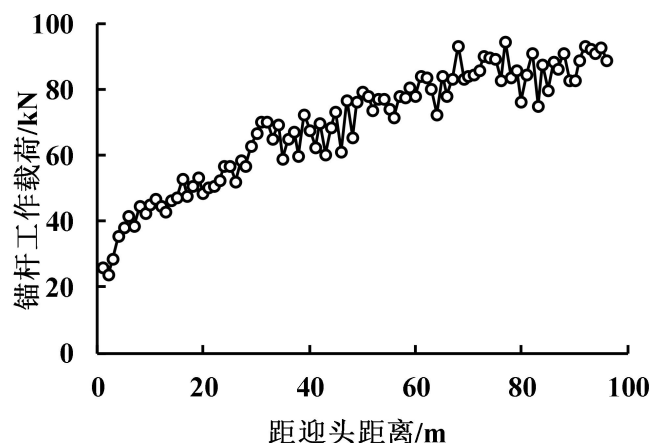
6.3.1 零星监测

零星监测所得的数据直接对比评价标准给出评价结果。

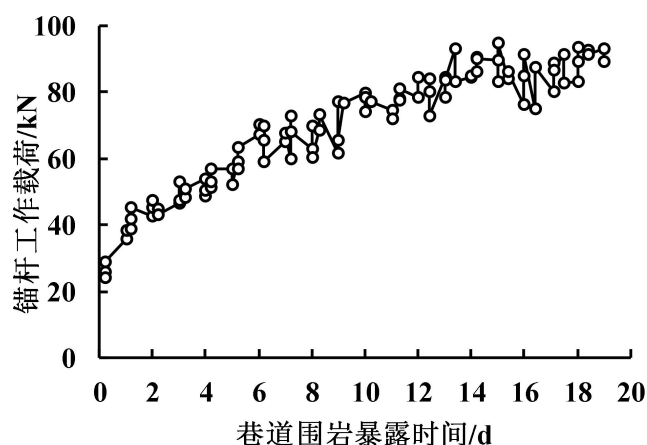
6.3.2 线性监测

6.3.2.1 掘进期间

根据监测分析的目的，可绘制锚杆工作载荷与距迎头距离关系曲线，如图5（a）所示；也可绘制锚杆工作载荷与巷道围岩暴露时间曲线，如图5（b）所示；前者可分析得到锚杆工作载荷随距迎头距离的变化规律、稳定位置及稳定时工作载荷，后者可分析锚杆工作载荷随巷道暴露时间的变化规律、稳定时间及稳定时工作载荷。



（a）顶板锚杆工作载荷随距迎头距离变化曲线



（b）顶板锚杆工作载荷随巷道围岩暴露时间曲线

图5 巷道掘进期间线性监测分析曲线示例图

6.3.2.2 回采期间

参照KA/T 11 7.4 锚杆（锚索）端部载荷数据处理规定，绘制锚杆工作载荷与距采煤工作面距离关系曲线，如图6所示，该曲线可用于分析超前支承压力影响范围、受采动影响锚杆工作载荷峰值及判断锚杆是否失效等。

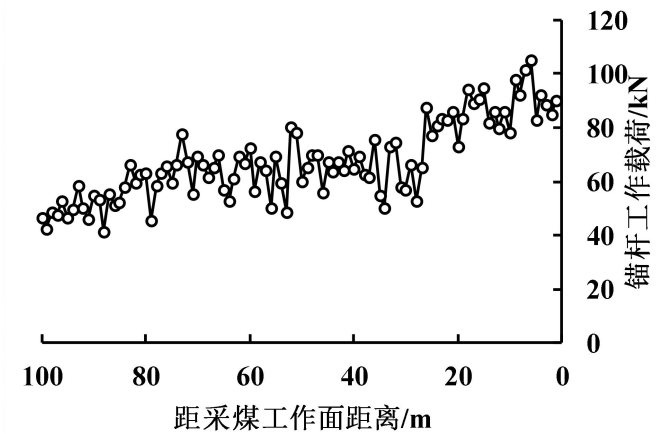


图 6 回采期间线性监测分析曲线示例图

6.3.3 全断面监测

6.3.3.1 一次性监测

根据监测分析的目的，可绘制锚杆工作载荷与锚杆编号柱状图，如图7所示。

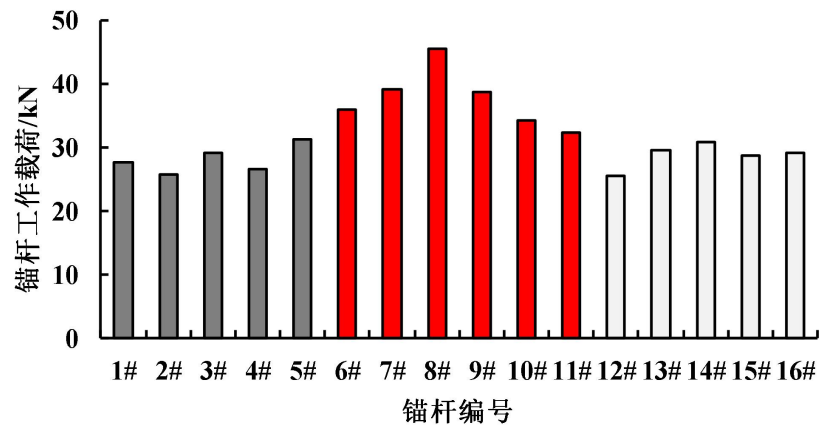


图 7 锚杆工作载荷全断面一次性监测分析示例图

6.3.3.2 规律监测

根据监测分析的目的，可绘制锚杆工作载荷随时间的变化曲线，如图8所示。

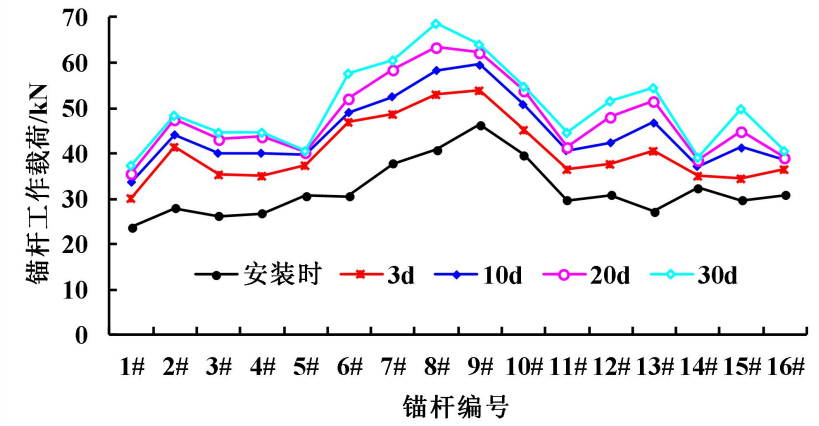


图 8 锚杆工作载荷全断面规律监测分析示例图

6.3.4 全生命周期

6.3.4.1 掘进期间

根据监测分析的目的，参照6.3.2.1的规定，绘制锚杆工作载荷与距掘进工作面迎头距离关系曲线；也可绘制锚杆工作载荷与距巷道围岩暴露时间关系曲线。

6.3.4.2 回采期间

参照6.3.2.2的规定，绘制锚杆工作载荷与距采煤工作面距离关系曲线。

6.3.4.3 全生命周期

参照6.3.2.1的规定，绘制锚杆工作载荷与距巷道围岩暴露时间关系曲线，如图9所示。

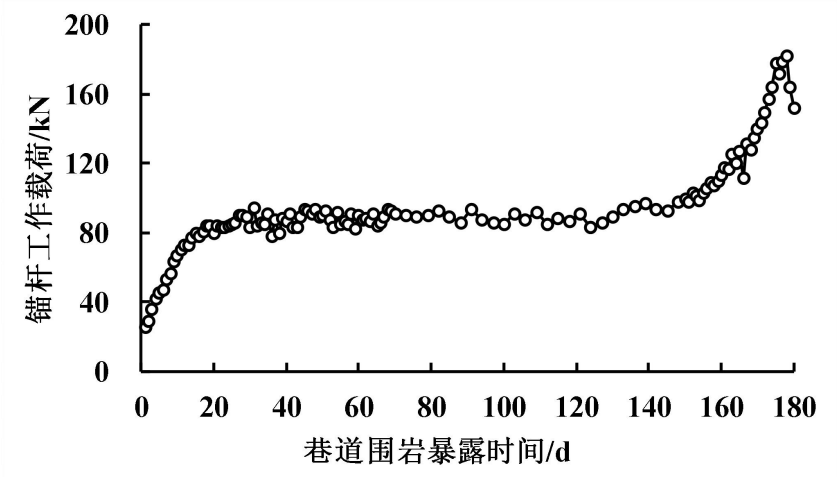


图9 锚杆工作载荷全生命周期监测分析示例图