

全预应力锚杆机械锚固装置的设计与应用

王贯东¹, 成云海², 付志亮²

(1. 山东省新泰市新汶矿业集团公司翟镇煤矿, 山东 新泰 271204; 2. 山东科技大学矿山灾害预防控制省部共建教育部重点实验室, 山东 青岛 266510)

摘要 针对目前地下工程中广泛使用的螺纹钢锚杆支护存在的预紧力差、预应力长度短的问题, 设计制造了全预应力螺纹钢锚杆机械锚固装置, 有效加大了锚杆预应力段的长度, 提高了锚杆的预紧力, 解决了施工锚杆后因爆破震动或矿压显现造成的托盘反复松动问题。现场应用和矿压观测表明, 全预应力锚杆支护能适应恶劣条件, 有效控制围岩的变形。

关键词 全预应力; 机械锚固装置; 高预紧力; 围岩稳定性

中图分类号: TD355⁺.9 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2006)05-0042-02

Design and Application of Mechanical Anchoring Device of Full Pre-stressed Bolt/WANG Guan-dong¹, CHENG Yun-hai², FU Zhi-liang²(1. Zhaizhen Coal Mine of Xinwen Mining Group Co., Ltd., Xintai Shandong 271204, China; 2. Key Laboratory of Mine Disaster Prevention and Control, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266510, China)

Abstract: Aiming at screw steel bolt which is widely used in underground engineering and has some disadvantages such as low pre-tension and short pre-stressed area, the author designed mechanical anchoring device. It improved obviously the length of pre-stressed and pre-stressed, which can effectively solve the problem of cyclic loosening of the anchor plate by explosion or rock behavior. After our testing and locale application, the results indicated that it can well adapt for bad rock conditions.

Key words: full pre-stressed; mechanical anchoring device; higher pre-tension; stability of surrounding rocks

地下工程采用锚杆时, 施加足够的预紧力, 不仅能消除锚杆构件的初始滑移量, 而且可给围岩一定的预紧力, 使得锚杆和锚固岩体相互作用而形成统一的承载结构, 可大大提高岩体的抗拉能力; 对于受剪面, 也可大大提高加固体的抗剪能力。

1 普通螺纹钢锚杆支护存在的问题

锚杆端部对顶螺母拧紧时, 使其端部受预紧力 F 作用, 锚杆受轴向拉伸, 在弹性范围内, 静力条件下, 通过托板作用在顶板岩石的压力 F' 大小也应为 F 。依虎克定律得:

$$\Delta L_m = F'L/C_m$$

$$\Delta L_y = F'L/C_y$$

式中: C_m 、 C_y ——锚杆、岩石的刚度($C = EA$, E 为材料弹性模量, A 为杆件的横截面积); L ——锚杆长度。

依据材料力学的小变形假设, 在弹性范围内, 力和变形成正比。故 F 提高时, 锚杆预应力得以提

高, 从而有效地加固围岩。

普通的螺纹钢锚杆, 杆身由螺纹钢制成, 其头部采用托盘和与螺纹钢螺纹相配套的螺母紧固, 孔底锚固形式是在尾部采用树脂药卷锚固, 其不足是:

(1) 头部的螺母依靠杆体的自身螺纹紧固, 螺距大, 紧固时预紧力小;

(2) 尾部采用树脂药卷锚固, 紧固时需待药卷凝固后再进行紧固, 因此安装速度慢;

(3) 树脂锚固段杆体(30 ~ 1000 mm)无预应力, 不能充分利用杆体的全长对岩体施加预应力;

(4) 正常紧固锚杆的扭距为 300 N·m, 产生的预紧力仅为 10 kN 左右, 因此在掘进期间常常因爆破震动或矿压显现导致锚杆托盘松动, 达不到理想的支护效果。

2 全预应力螺纹钢锚杆机械锚固装置结构

针对上述问题, 笔者设计制造了锚杆机械锚固装置(授权专利号 2003201070969)。

收稿日期 2005-12-20; 收回日期 2006-04-18

作者简介 王贯东(1964-)男(汉族), 山东临沂人, 山东省新泰市新汶矿业集团公司翟镇煤矿副矿长、工程师, 采矿技术管理专业, 硕士, 从事采矿技术管理工作, 山东省新泰市, 13953869296; 成云海(1970-)男(汉族), 山东新泰人, 山东科技大学, 采矿工程专业, 博士, 从事矿山压力与岩层控制方面的研究工作, 山东省泰安市岱宗大街 223 号山东科技大学研究生处(271019), 13583859856, chengyunhai2005@126.com; 付志亮(1970-)男(汉族), 山东枣庄人, 山东科技大学, 采矿工程专业, 博士, 从事岩石力学研究工作, 13562898516, fuzhl@eyou.com。

全预应力金属锚杆结构见图 1。杆身由螺纹钢制作 ,杆身的头部有螺纹 ,用螺母配合托盘紧固 ,其特征是杆身的尾部加工螺纹 ,依次装配上限位螺母 ,套上带有倒刺和槽缝的胀壳 ,装配上带有内螺纹的圆台形锚芯 ,锚芯上有销孔 ,插上限位销 ,用以限定锚芯与杆尾的初装位置。杆体头部加工螺纹 ,用螺母和托盘紧固 ,螺母采用铸造六方形大螺母 ,保证与托盘接触面积大。使用时通过转动设备转动杆体前进 ,直至锚芯到达眼底后 ,锚芯顶住眼底不再转动 ,而杆体继续向锚芯旋进 ,将限位销破坏后 ,胀壳即套在锚芯外面 ,使胀壳槽缝胀开 ,倒刺与钻孔壁挤紧 ,之后再上托盘 ,用六方大螺母进行紧固 ,使锚杆产生预应力。而且在紧固过程中 ,锚尾继续向锚芯旋进 ,在锚杆全长形成可达 20 ~ 100 kN 的预紧力。

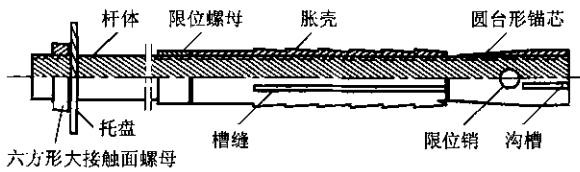


图 1 全预应力金属锚杆结构示意图

3 工业性试验

3.1 工作面概况

试验地点为翟镇煤矿 3405W 掘进工作面 ,该处 4 层煤均厚 2.7 m ,底板为深灰色粉砂岩 ,直接顶为灰黑色粉砂岩 ,厚 0.8 ~ 1.5 m ,泥质胶结 ,其上分层距 4 煤 1.2 ~ 2.5 m ,构成复合顶板。老顶为厚层中细砂岩。原巷道支护设计 :顶板采用钢筋网 + 锚杆支护和锚索的联合支护。锚杆为全螺纹钢等强锚杆 ,规格为 $\varnothing 20\text{ mm}$ $L = 2500\text{ mm}$,间、排距均为 800 mm ;两帮采用金属菱形网 + 钢筋梯子梁 ,锚杆规格为 $\varnothing 18\text{ mm}$ $L = 2000\text{ mm}$,锚索规格选用高强度、低松弛、粘结式 $1 \times 7\varnothing 15.24\text{ mm}$ 钢绞线 ;托盘为 16 号槽钢。

3.2 矿压观测

3405W 轨巷在 2 种锚杆支护分别设立 2 种观测手段 ,一种是表面位移 ,另一种是深部位移 ,同步观测锚杆初锚力及每次爆破后的松动情况。2 组测站共观测 56 天 ,1 号测站用普通螺纹钢锚杆支护 ,2 号测站用全预应力锚杆支护。观测结果见图 2、3 及表 1。

从 2 种支护的观测数据及曲线图分析可知 ,全预应力螺纹钢锚杆支护效果优于普通螺纹钢锚杆支

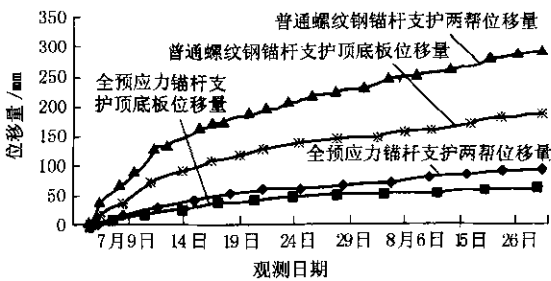


图 2 两种锚杆支护位移量曲线图

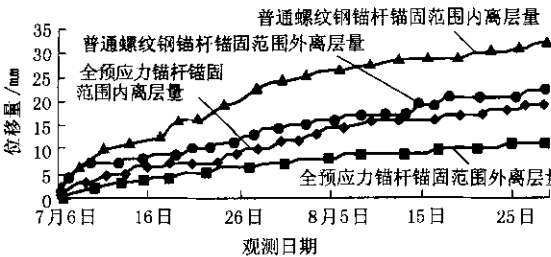


图 3 两种锚杆支护顶板位移曲线图

表 1 两种支护矿压观测数据对照表

项目	位移量		顶板离层指示仪数据		锚杆初 锚力/kN	爆破 后锚 杆松 动数
	/mm		/mm			
	两帮	顶底板	锚固范围 内离层	锚固范围 外离层		
全螺纹钢锚杆	289	189	21	32	10 ~ 15	20
全预应力锚杆	92	63	11	19	30	3

护 ,关键技术在于有效地提高了初锚力 ,锚杆预应力长度加大了 ,预应力就得以增加。

4 结语

普通螺纹钢锚杆支护巷道变形量比全预应力螺纹钢锚杆支护要大 ,全预应力螺纹钢锚杆支护消除了原普通螺纹钢锚杆支护存在的问题 ,能有效地控制巷道变形 ,提高支护效果 ,降低了支护成本 ,减轻了工人的劳动强度 ,提高了巷道断面利用率。

参考文献 :

[1] 郭兴明 ,郭林祥 . 锚杆预紧力和工作拉力[J]. 矿山压力与顶板管理 2000 (4).
[2] 侯朝炯 . 煤巷锚杆支护的关键理论与技术[J]. 矿山压力与顶板管理 2002 ,19(1) 2 - 5 .
[3] 钱鸣高 ,刘听成 . 矿山压力及其控制[M]. 北京 :煤炭工业出版社 ,1984 .
[4] 谢和平 . 深部高应力下的资源开采与地下工程——机遇与挑战[A]. 第 175 次香山科学会议学术讨论会交流材料[C],北京 2001 . 1 - 9 .
[5] 刘泉声 ,张华 ,林涛 . 煤矿深部岩巷围岩稳定与支护对策[J]. 岩石力学与工程学报 2004 ,23(21) 3732 - 3737 .