

薄煤层液压支架优化设计

田可庆¹, 胡敏²

(1. 郑州煤矿机械集团股份有限公司, 河南 郑州 450013; 2. 中原工学院, 河南 郑州 450007)

摘要: 由于支护高度低, 立柱伸缩比大, 空间布局狭小, 液压系统布置困难, 薄煤层支架设计受到制约。针对以上问题, 以 ZY4000/07/15D 薄煤层液压支架设计为实例, 从总体设计、立柱及千斤顶、液压系统方面进行了优化设计。仿真结果及投入使用情况均表明, 优化后的薄煤层液压支架各方面均能满足使用要求。

关键词: 薄煤层; 液压支架; ZY4000/07/15D

中图分类号: TD355.41

文献标志码: A

文章编号: 1003-0506(2014)09-0080-03

Optimization Design of Hydraulic Support in Thin Coal Seam

Tian keqing¹, Hu Min²

(1. Zhengzhou Coal Mining Machinery (Group) Co., Ltd., Zhengzhou 450013, China;

2. Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Due to the low height of support, large contraction ratio of leg, and small space of support layout, the layout of hydraulic system is difficult, the design of hydraulic support in thin coal seam was constrained. Aiming at the above problems, taking the design of hydraulic support ZY4000/07/15D in thin coal seam as an example, optimization design was carried out in the following aspects, such as the integrated design, the leg and the jack, the hydraulic system. Results of simulation and practice show that, optimized hydraulic support can meet the requirements the field application.

Keywords: thin coal seam; hydraulic support; ZY4000/07/15D

近年来,随着部分地区中、厚煤层储量的日益减少及薄煤层综采技术的成功应用,许多煤矿开始重视薄煤层开采工作。研究高质高效的薄煤层液压支架有着重要意义。薄煤层支架高度较低、支架空间有限、立柱伸缩比大,在设计过程中要尽量减小结构件的箱型厚度,改善连杆结构的布置方式,以增大行人空间和液压系统布置空间。如何改善支架的总体结构布置、增大结构件强度、优化液压系统设计,是薄煤层支架设计的关键。笔者以 ZY4000/07/15D 为例,从液压支架总体结构布局、关键件结构、液压系统等方面进行了设计优化,以期对薄煤层液压支架设计起到借鉴作用。

1 总体结构设计

在总体布置时,将前连杆设计成多片单板型式,后连杆设计成整体连杆型式(图1),在最低位置时,既保证了前、后连杆侧投影重叠而不干涉,又能使平

衡千斤顶最低时落在多片单板连杆之间的空当里。采用这种空间交错的总体布置的形式,可以有效满足支架的伸缩比大的要求。

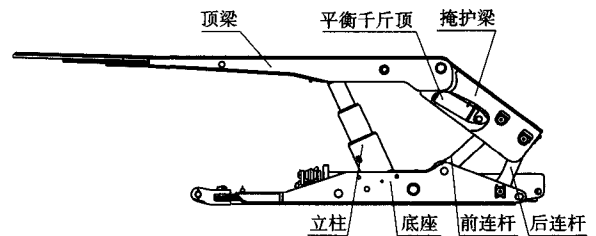


图1 支架总体简图

2 结构件设计

由于受薄煤层支架的空间限制,结构件设计既要满足强度要求,又要使截面高度尺寸尽可能小^[1]。为此,结构件设计时,在顶梁前部及推杆设计中可以采用高强度钢板多层板阶梯叠加焊接结构(图2),但这对焊接的工艺水平要求较高。利用 Pro-E 软件对 ZY4000/07/15D 薄煤层支架建立三维模型,按照液压支架试验标准中的试验工况对虚拟

收稿日期: 2014-05-14

作者简介: 田可庆(1983—),男,河南郑州人,助理工程师,2005年毕业于河南农业大学,现主要从事液压支架设计研究工作。

样机进行模拟加载试验,得到该薄煤层液压支架样机的加载试验数据,根据有限元分析的结果来指导支架的总体及关键部件的设计^[2]。支架部分应力云图如图3、图4所示。

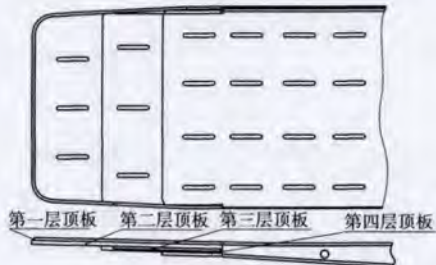


图2 高强度钢板多层板阶梯叠加焊接结构示意图



图3 顶梁偏载一底座扭转整体应力云图

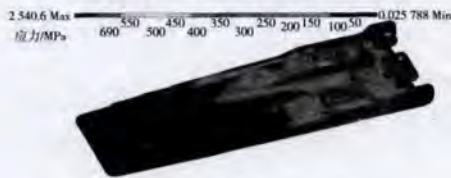


图4 顶梁偏载应力云图

从以上主要结构件的应力云图可知,支架总体及关键部件的结构强度能够满足设计需要,板材比例的选取及分布合理,既满足了强度要求,又达到了节省空间的需要。

3 立柱、千斤顶结构设计

立柱采用内注液技术,在中缸壁、外缸壁上打深孔(图5),取消了传统双伸缩立柱缸体上焊接的上、下腔接头座、通液管、护罩等,既节省空间,又便于液压支架总体结构设计和液压系统的布置^[3]。

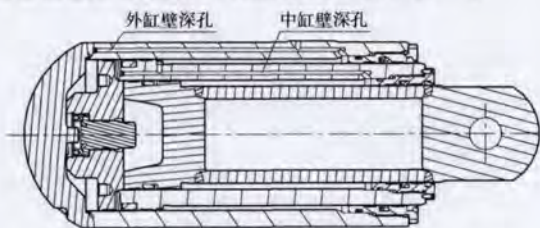


图5 双伸缩立柱缸壁打深孔结构示意图

4 液压系统优化设计

为实现薄煤层支架高产高效开采,薄煤层支架通常采用电液控制系统,可实现本、邻架成组自动控制。在液压系统设计时,可从以下方面进行改进:①通过联动功能设计,减少电控阀的功能数量,既方便操作,又能减小电控阀的尺寸,方便布置。如立柱与抬底进行联动、推移千斤顶与底调千斤顶联动、推移千斤顶与喷雾功能联动等。②液压阀流量不宜选取过大。通常薄煤层支架工作阻力都不大,立柱、千斤顶缸径较小,通过对液压系统仿真分析,在满足使用要求的情况下,应尽量选取小流量阀,以方便阀的布置。③在满足使用要求的前提下,尽量采用规格小的液压管路系统^[4]。管路规格越大,液压系统阀及管路辅件体积越大,胶管压力也越大,硬度也越高,占用空间也越大。

设计中,用 AMESim 软件建立 ZY4000/07/15D 薄煤层液压支架仿真分析模型(图6、图7),并按照要求填写所需设计参数,对降柱—移架—升柱一个工作循环进行仿真分析。液压系统仿真参数见表1。降柱、移架、升柱仿真计算曲线如图8—图10所示。需要说明的是,升柱过程必须使立柱下腔达到 30 MPa 及以上时立柱升柱才算结束。仿真结果表明,支架降柱 50 mm 时间为 2.993 s,拉架 700 mm 时间为 5.489 s,升柱 50 mm 立柱下腔压力达到 30 MPa 的时间为 1.59 s,一个工作循环时间为 10.072 s。以上液压系统参数均能满足生产需求^[5]。

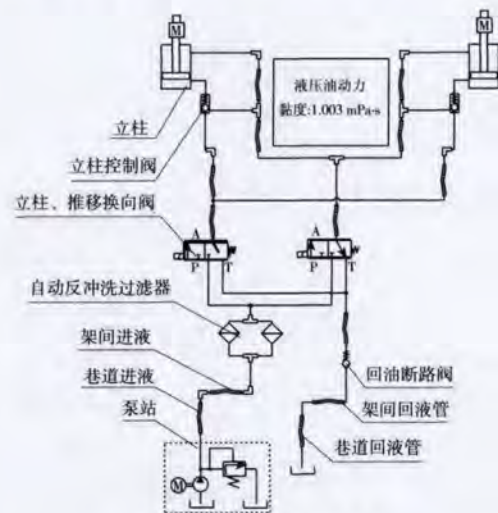


图6 立柱液压系统模型

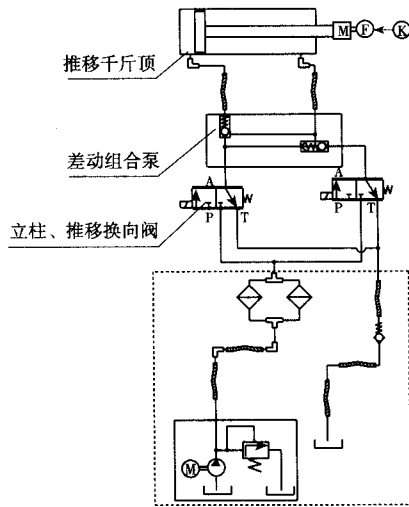


图 7 推移液压系统模型

表 1 液压系统的仿真参数

序号	名称	项目	数值
1	泵站	额定流量/(L·min ⁻¹)	400
		额定压力/MPa	31.5
2	巷道进液	管径/mm	31.5
		长度/m	100
3	架间进液	管径/mm	25
		长度/m	295
4	自动反冲洗过滤器	额定流量/L·min ⁻¹	500
		额定压力损失/MPa	6
		过滤精度/μm	25
5	立柱、推移换向阀	P 到 A 额定流量/(L·min ⁻¹)	200
		P 到 A 额定压力损失/MPa	5.8
		A 到 T 额定流量/(L·min ⁻¹)	200
		A 到 T 额定压力损失/MPa	5.5
6	立柱控制阀	流量/(L·min ⁻¹)	200
		压力损失/MPa	5
		开启压力/MPa	0.3
7	立柱	缸径/mm	250
		杆径/mm	235
8	回油断路阀	额定流量/(L·min ⁻¹)	500
		额定压力损失/MPa	1
9	架间回液管	管径/mm	32
		长度/m	295
10	巷道回液管	管径/mm	38
		长度/m	100
11	差动组合阀	流量/(L·min ⁻¹)	125
		压力损失/MPa	5
		开启压力/MPa	0.3
		行程/mm	105
12	推移千斤顶	缸径/mm	160
		杆径/mm	105
		移架负载/N	25 000

5 结语

针对薄煤层液压支架 ZY4000/07/15D 支架设计中的难点,从总体结构布局设计、关键件结构设计、液压系统设计等方面进行了优化改善,为薄煤层

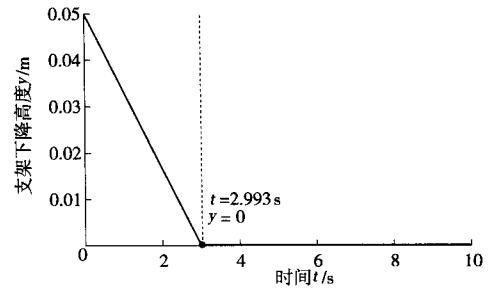


图 8 支架降柱 50 mm 时立柱位移曲线

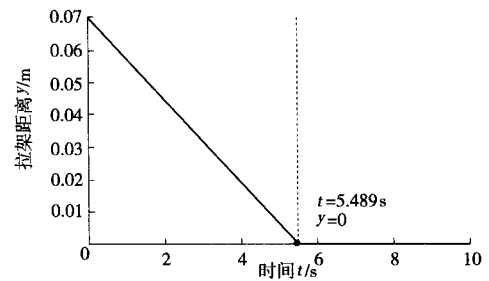


图 9 移架仿真计算曲线

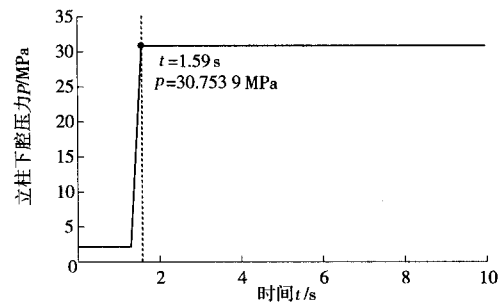


图 10 支架升柱 50 mm 曲线

液压支架设计提供了借鉴。该薄煤层液压支架已于 2013 年 12 月投入生产,现已下井使用,情况良好。

参考文献:

- [1] 郑兰芳. 薄煤层、大采高及放顶煤液压支架技术综述[J]. 煤矿机械, 2011(1): 5-8.
- [2] 王新亚. ZF4000 型液压支架强度有限元分析[J]. 中国煤炭, 2010, 36(9): 73-75.
- [3] 朱永战, 朱燕燕, 吕根帅. 薄煤层支架双伸缩立柱的设计[J]. 煤矿机械, 2013, 34(6): 30-31.
- [4] 朱小明. 液压阀组的设计与制造[J]. 建筑机械, 2008(11): 115-118.
- [5] 吴小旺. 液压支架机液联合仿真与液压控制系统分析[D]. 青岛: 山东科技大学, 2010.

(责任编辑: 刘欢欢)