

文章编号:1671-251X(2020)08-0112-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2020020055

液压支架试验台自动进出架装置设计

赵锐^{1,2,3}



扫码移动阅读

- (1. 煤炭科学技术研究院有限公司 检测分院, 北京 100013;
2. 国家煤矿支护设备质量监督检验中心, 北京 100013;
3. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室, 北京 100013)

摘要:针对液压支架检验时进出试验台效率低且易发生伤人事故的问题,设计了一种液压支架试验台自动进出架装置。采用电动机驱动进出架小车,通过专用轨道将被试支架运输至试验台指定位置;为了使进出架小车将液压支架运送到指定位置后能自由退回,设计了一种水平放置的举升油缸;举升油缸安装在试验台底座内部,通过其推动楔形水平移动块,带动楔形垂直移动块在底座内部沿轨道上下垂直运动;在楔形垂直移动块上按照进出架小车U型内部空间尺寸布置16根顶杆,垂直穿过试验台底座预留的小孔,进入试验台上的被试液压支架,使其与进出架小车脱离,进出架小车退出复位,再放下被试支架,进入试验状态。分析计算结果表明,该装置额定载荷超过120 t,满足液压支架自动进出试验台的需求。实际应用表明,该装置避免了进出架小车不必要的受力加载,实现了进出架全过程的自动化,缩短了液压支架进出试验台的时间,消除了安全隐患。

关键词:液压支架试验台;自动进出架装置;进出架小车;举升油缸

中图分类号:TD355.4 文献标志码:A

Design of automatic in and out device of hydraulic support test bench

ZHAO Rui^{1,2,3}

- (1. Test Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China; 2. National Coal Mine
- Support Equipment Quality Supervision and Inspection Center, Beijing 100013, China;
3. State Key Laboratory of High Efficiency Mining and Clean Utilization of
- Coal Resources, Beijing 100013, China)

Abstract: In view of problems of low efficiency of entering and exiting test bench during hydraulic support inspection and prone to injury accidents, an automatic in and out device of hydraulic support test bench was designed. An in and out trolley is driven by an electric motor to transport the tested support to the designated position of the test bench on a dedicated track; In order to make the tested support transported to the specified position by the trolley, a horizontal lifting cylinder is designed. The lifting cylinder is installed in the base of the test bench to push the wedge-shaped horizontal moving block, the wedge-shaped vertical moving block is driven to move vertically up and down along the track in the base. On the wedge vertical moving block, 16 ejecting rods are arranged according to the size of the U-shaped internal space of the trolley, which pass vertically through holes reserved in the base of the test bench and enter into the tested support on the test bench to make it separate from the trolley. As a result, the trolley exits and resets, and then the tested support is put down to enter test state. Analysis and calculation

收稿日期:2020-02-27;修回日期:2020-07-28;责任编辑:胡娟。
基金项目:中国煤炭科工集团有限公司面上项目(2018-TD-MS002)。
作者简介:赵锐(1982—),男,江苏淮安人,副研究员,硕士,主要研究方向为矿山支护设备检测技术及装备,E-mail:zhaorui_ccri@sohu.com。
引用格式:赵锐. 液压支架试验台自动进出架装置设计[J]. 工矿自动化,2020,46(8):112-116.
ZHAO Rui. Design of automatic in and out device of hydraulic support test bench[J]. Industry and Mine Automation, 2020, 46(8): 112-116.

results show that the rated load of the device exceeds 120 t, which meets requirements of the hydraulic support for automatic in and out the test bench. Practical application shows that the device avoids unnecessary loading of the in and out trolley, realizes the automation of the whole in and out process of hydraulic support, greatly shortens the time for the hydraulic support to enter and exit the test bench, and completely eliminates safety hazards.

Key words: hydraulic support test bench; automatic in and out device; in and out trolley; lifting cylinder

0 引言

近年来,随着我国煤炭行业整合发展,一大批产能突破百万吨级的现代化综采工作面相继出现^[1-3]。随着综采工作面产能快速提升,其对液压支架的需求量也快速攀升。液压支架作为矿用产品安全标志管理目录产品,需通过国家授权的第三方专业机构检测检验合格,并获得安全标志证书方可下井使用^[4-5]。因此,每年有大量液压支架需要检验。根据GB 25974.1—2010《煤矿用液压支架 第1部分:通用技术条件》要求,A类液压支架仅主体结构件的耐久性试验次数已达到31 000次^[6-9]。此外,还有非主体结构件的耐久性试验、各部件的强度试验等,需要耗费大量时间,常常造成检验任务积压。

目前,国内液压支架进出试验台主要通过液压支架自带的推移千斤顶实现,配合使用试验台底座的T型槽板、销轴及插板。这种进出架方式不但效率低,且存在插板飞出伤人的安全隐患。国内部分液压支架生产企业在试验台底座上布置一块钢板,在试验台底座两侧设置超长行程千斤顶与钢板相连。进架时,通过千斤顶伸出将钢板推出试验台,用行车将被试液压支架吊装到钢板上,再收缩千斤顶将钢板连同被试液压支架一起拉进试验台。这种方式虽提高了液压支架进入试验台的效率,但被试液压支架下面的钢板必须跟随液压支架进行各项试验,在强大的试验加载力作用下,钢板常常变形导致进出时别卡,甚至损坏两侧的超长行程千斤顶,维修成本非常高。国外对液压支架进出试验台的设计研究较少,美国和波兰部分实验室的液压支架进出架方式与我国传统进出架方式大致相同^[10-12]。

为了提高液压支架进出试验台的工作效率和安全性,本文设计了一种液压支架试验台自动进出架装置。通过电动机驱动进出架小车,将被试液压支架运送到试验台内部;配合安装在试验台底座内部的举升油缸、楔形移动块及16根顶杆,将被试液压支架顶起,小车自由退回;将被试液压支架放下,进行各项加载试验。该装置避免了进出架小车不必要

的受力加载,实现液压支架进出试验台的自动化。

1 装置总体设计

1.1 液压支架进出架小车、轨道及车库设计

液压支架进出架小车、轨道及车库设置于液压支架试验台进架入口的正前方。进出架小车采用U型箱式结构,以电动机及减速器为驱动,可以在轨道上往返运行。车库采用沉坑式设计,在沉坑四角分别设置1根托起千斤顶,并分别配置比例流量阀,以控制油缸与小车升降平台伸出及收回的同步性。具体结构设计如图1所示,三维设计如图2所示。

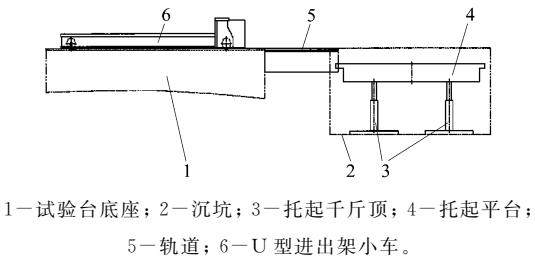


图1 进出架小车、轨道及车库设计

Fig.1 Design of in and out trolley, track and garage

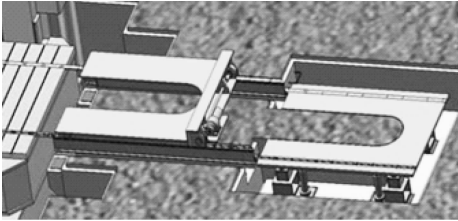


图2 进出架小车、轨道及车库三维设计

Fig.2 3D design of in and out trolley, track and garage

1.2 液压支架举升装置设计

为了使进出架小车将液压支架运送到指定位置后能自由退回,避免强力加载试验过程中与被试液压支架同时受力而损坏,需将被试液压支架与进出架小车进行分离。但试验台底座内部空间有限,且底座下方设计了可以上下运行的垂直外加载平台,所以无法在试验台底座内部垂直安装举升油缸。

为解决上述难题,本文设计了一种水平放置的举升油缸。举升油缸安装在试验台底座内部,通过其推动专门设计的楔形水平移动块,带动楔形垂直移动块在底座内部沿轨道上下垂直运动。在楔形垂

直移动块上按照进出架小车 U 型内部空间尺寸布置 16 根顶杆,垂直穿过试验台底座预留的小孔,进入试验台上的被试液压支架,使其与进出架小车脱离,达到使进出架小车自由退出试验台的目的。举升装置三维设计如图 3 所示,进出架小车在试验台内部位置如图 4 所示。

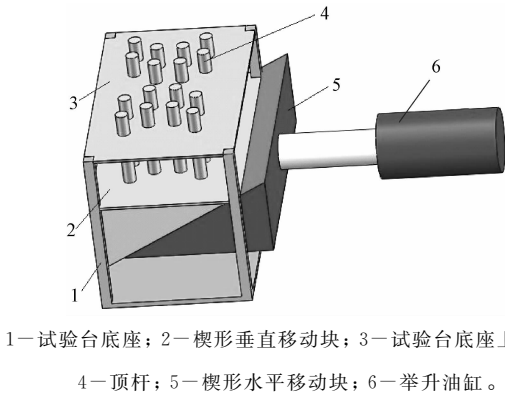


图 3 举升装置三维设计

Fig. 3 3D design of lifting device

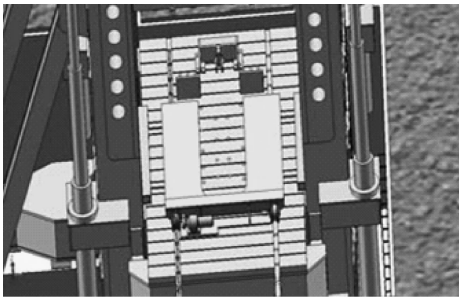


图 4 进出架小车在试验台内部位置

Fig. 4 Internal position of in and out trolley in the test bench

1.3 液压支架自动进出试验台过程

1.3.1 自动进架过程

首先,启动进出架小车车库内托起千斤顶,平稳升起进出架小车,使小车滚轮与轨道对齐,锁止托起千斤顶,启动小车行走电动机驱动小车至试验台进口边缘处停止;然后,用行车将被试液压支架吊装到小车上,再次启动小车行走电动机,继续沿轨道将小车连同被试液压支架运送到试验台内指定位置;接着,启动举升油缸,推动楔形水平移动块带动楔形垂直移动块上的 16 根顶杆伸出,平稳举起被试液压支架后,启动小车电动机反转,使小车退回并复位;最后,操作举升油缸收缩,将被试液压支架放下,进入待试状态,完成液压支架自动进架过程。具体流程如图 5 所示。

1.3.2 自动出架过程

当被试支架完成全部测试后,需要执行退出试验台操作。出架过程与进架过程相反,首先,启动举升油缸,推动楔形垂直移动块连同 16 根顶杆伸出,举升被试液压支架到超过小车上平面的高度后,锁

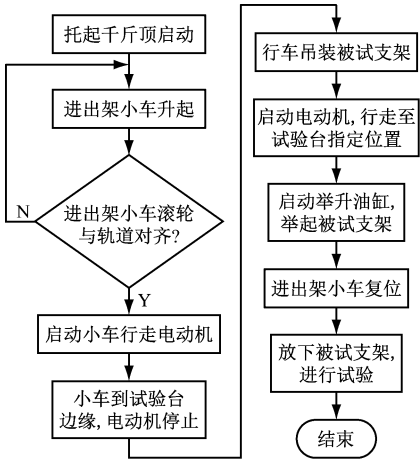


图 5 支架自动进架流程

Fig. 5 Automatic entering process of hydraulic support

止举升油缸;然后,启动小车库的托起千斤顶,使小车滚轮与轨道对齐;再启动行走电动机,将小车运行到被试液压支架正下方,收缩举升油缸,放下液压支架,使其落到小车上;启动小车行走电动机反转,将液压支架运出试验台,再用行车将被试液压支架转运到样品区;最后,小车复位,完成一次自动出架过程。具体流程如图 6 所示。

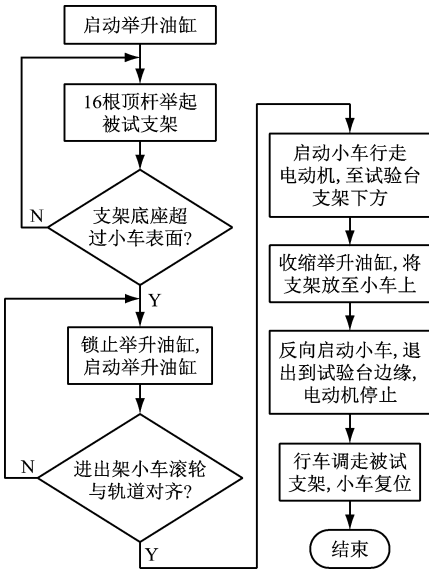


图 6 支架自动出架流程

Fig. 6 Automatic exiting process of hydraulic support

2 举升装置举升力分析与计算

目前,市场上工作阻力最大、支撑高度最高及自身质量最大的液压支架是 ZY26000/40/88D 型掩护式液压支架。该支架工作阻力达到 26 000 kN,立柱缸径为 600 mm,最大支撑高度为 8.8 m,支架质量达 99.5 t,采用电液控制操作方式。采用液压支架试验台自动进出架装置对该支架进行进出架测试。考虑液压支架技术的进一步发展需要,将举升

装置额定载荷设计为 120 t。

试验台底座内置举升油缸推动楔形水平移动块,使试验台底座内的楔形垂直移动块向上移动,并带动 16 根顶杆伸出,举起被试液压支架,其具体受力分析如图 7 所示。

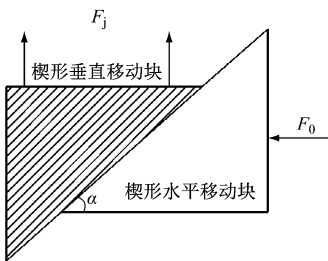


图 7 液压支架举升力分析

Fig. 7 Lifting force analysis of hydraulic support

因为楔形块的接触面为强制润滑的光滑接触面,计算时忽略其摩擦力及楔形移动块的质量^[13-14],得到向上的举升力为

$$F_j = F_0 \sin \alpha = \frac{1}{4} \pi D^2 P \cdot 10^{-3} \sin \alpha \quad (1)$$

式中: F_j 为液压支架举升力, kN; F_0 为举升油缸加载力, kN; α 为楔形块接触面与水平方向的夹角, ($^\circ$); D 为举升油缸缸径, mm; P 为举升油缸压力, MPa。

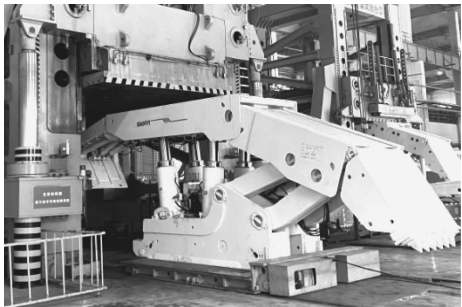
举升油缸缸径 D 设计值为 320 mm, 计算可知, 系统压力达到 21.2 MPa 时, 即可满足举升力 1 200 kN (120 t) 的设计要求。液压系统额定压力一般为 31.5 MPa, 完全满足使用需求。

3 应用分析

液压支架试验台自动进出架装置已成功应用于国家煤矿支护设备质量监督检验中心 30 000 kN 强力液压支架试验台上, 已完成 150 余次液压支架进出测试。将被试液压支架吊装到进出架小车上后, 通过操作按钮即可完成液压支架自动进出, 大大降低了工人的劳动强度, 彻底消除了插板飞出伤人的安全隐患。实际应用现场如图 8 所示。

4 结论

- (1) 液压支架试验台自动进出架装置通过举升油缸、楔形移动块及 16 根顶杆设计, 成功举起被试液压支架, 使小车可自由返回, 避免了不必要的受力加载, 大大提升了进出架小车的使用寿命及安全性。
- (2) 通过 ZY26000/40/88D 型液压支架进行进出架测试, 计算结果表明, 该自动进出架装置额定载荷超过 120 t, 满足目前及未来 10 a 液压支架自动



(a) 小车带动支架进入



(b) 支架被举起, 小车退回

图 8 实际应用现场

Fig. 8 Actual application site

进出试验台的需求。

(3) 实际应用表明, 该装置成功实现了进出架自动化, 大大节约了液压支架进出试验台的时间, 提高了检测效率, 降低了人工劳动强度, 同时消除了插板飞出伤人的安全隐患。

参考文献 (References):

[1] 王国法, 庞义辉, 任怀伟, 等. 煤炭安全高效综采理论、技术与装备的创新和实践[J]. 煤炭学报, 2018, 43 (4): 903-913.

WANG Guofa, PANG Yihui, REN Huaiwei, et al. Coal safe and efficient mining theory, technology and equipment innovation practice[J]. Journal of China Coal Society, 2018, 43(4): 903-913.

[2] 范京道. 大采高工作面智能化综采关键技术研究[J]. 工矿自动化, 2018, 44(12): 1-8.

FAN Jingdao. Research on key technologies of intelligent fully mechanized mining on working face with large mining height [J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(12): 1-8.

[3] 黄乐亭, 黄曾华, 张科学. 大采高综采智能化工作面开采关键技术研究[J]. 煤矿开采, 2016, 21(1): 1-6.

HUANG Leting, HUANG Zenghua, ZHANG Kexue. Key technology of mining in intelligent fully mechanized coal mining face with large mining height [J]. Coal Mining Technology, 2016, 21(1): 1-6.

[4] 张勇, 戎明彦, 吴兆宏, 等. 煤矿安全生产检测检验标准体系现状分析[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(12):

110-112.

ZHANG Yong, RONG Mingyan, WU Zhaohong, et al. Status analysis on measurement and test standard system for coal mine safty product[J]. Coal Science and Technology,2008,36(12):110-112.

[5] 王海军. 大采高液压支架自动控制技术研究[J]. 工矿自动化,2018,44(3):53-58.

WANG Haijun. Research on automatic control technology of large mining height hydraulic support [J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44 (3): 53-58.

[6] GB 25974.1—2010 煤矿用液压支架 第 1 部分:通用技术条件[S].

GB 25974. 1-2010 Powered support for coal mine-part 1:general specification[S].

[7] EN 1804-1-2004 Machines for underground mines-safety requirements for hydraulic powered roof supports-part1: General specification[S].

[8] 赵锐,沙宝银,赵忠辉,等. 30 000 kN 液压支架试验台自动调高液压系统设计[J]. 煤炭科学技术,2011,39 (12):99-101.

ZHAO Rui, SHA Baoyin, ZHAO Zhonghui, et al. Design on hydraulic power system of automatic height adjustment in 30 000 kN hydraulic powered support test rig[J]. Coal Science and Technology, 2011, 39 (12):99-101.

[9] 王国法. 工作面支护与液压支架技术理论体系[J]. 煤炭学报,2014,39(8):1593-1601.

WANG Guofa. Theory system of working face support system and hydraulic roof support technology [J]. Journal of China Coal Society, 2014, 39 (8): 1593-1601.

[10] 李博. 液压支架动载特性及疲劳寿命分析[D]. 太原:太原理工大学,2013.

LI Bo. The analysis of dynamic load property and fatigue lifetime of hydraulic support [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology,2013.

[11] 胡洋. 超高压液压缸试验台增压系统的研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2014.

HU Yang. Study for pressurization system of ultrahigh pressure hydraulic cylinder test-bed [D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2014.

[12] 赵锐,姜金球,赵忠辉. 液压支架试验台自动进出架系统设计[J]. 煤炭科学技术,2009,37(11):63-64.

ZHAO Rui, JIANG Jinqiu, ZHAO Zhonghui. Design on support automatic in/out system of hydraulic powered support test rig [J]. Coal Science and Technology,2009,37(11):63-64.

[13] AMIRANTE R, VESCOVO G D, LIPPOLIS A. Flow forces analysis of an open center hydraulic directional control valve sliding spool [J]. Energy Conversion and Management, 2006,47(1):114-131.

[14] 程江超. 齿轮箱强制润滑系统设计[J]. 机械工程与自动化,2018(5):219-220.

CHENG Jiangchao. Design of forced lubrication system for gear box[J]. Mechanical Engineering & Automation,2018(5):219-220.