

液压支架新国标解析与型式检验

傅京昱

(煤炭科学技术研究院有限公司 检测分院, 北京 100013)

[摘 要] 对 GB25974. 1-2010 ~ GB25974. 3-2010《煤矿用液压支架》系列新国标与原 MT312-2000, MT313-1992, MT97-1992, MT419-1985 行业标准的差异进行了分析, 提出液压支架设计、制造和检验各环节应加强和提高的重点及注意事项; 概述了我国液压支架行业发展, 根据国家支护设备质量监督检验中心对液压支架送检样机试验情况的统计, 分析了支架行业产品质量现状, 提出全面实施新国标, 提高产品可靠性的迫切性; 介绍液压支架产品检验新试验台及试验条件建设的新发展。

[关键词] 液压支架; 国标; 型式检验; 产品质量

[中图分类号] TD355. 41 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2016) 04-0142-05

Type Inspection and New International Analysis of Hydraulic Support

FU Jing-yu

(Test Center of China Coal Research Institute, Beijing 100013 China)

Abstract: The difference between series new national standards as 'Powered Support for Coal Mine' (GB25974. 1-2010 ~ GB25974. 3-2010) and old industry standards (MT312-2000, MT313-1992, MT97-1992, MT419-1985) were analyzed, and then key points and matters need attention were put forward, which were about include hydraulic support design, manufacture and inspection should be strengthen and improve, then hydraulic support industry development in domestic was introduced, on the basis of prototype experiment statistics of hydraulic support that done by National Supporting Equipment Quality Supervision Center, then product quality state of hydraulic support were analyzed, the urgency of new national standard implementation and product reliability improvement were put forward, at last new development of new experimental table and experimental situation construction of hydraulic support were introduced.

Key words: hydraulic support; national standard; type inspection; product quality

液压支架是保障煤矿安全高效生产的重要设备。我国自1984年开始实施 MT86-1984《液压支架试验规范》; 1992年制定并实施 MT312-1992《液压支架通用技术条件》、MT313-1992《液压支架立柱技术条件》和 MT97-1992《液压支架立柱技术条件》等相关标准; 2000年修订 MT312-2000《液压支架通用技术条件》, 并于2001年5月1日起实施。液压支架行业标准的实施对促进液压支架技术发展起到重要作用。但液压支架煤炭行业标准与 EN1804 欧洲标准相比存在较大差距, 特别是随着安全高效矿井建设的发展, 对高端液压支架的需求越来越大, 2003年起高端液压支架国产化进程加快, 迫切需要液压支架标准与国际先进标准接轨, 因此, 2003年开始立项制定《煤矿用液压支架 第1部分: 通用技术条件》、《煤矿用液压支架 第2部分: 立柱和千斤顶技术条件》、《煤矿用液压支架 第3部分: 液压控制系统及阀》。起草单位认真研究了欧洲和其他国外先进标准, 总结了我国几十年液压支架设计研究、制造、试验和使用经验, 在非等效采用 EN1804 欧洲标准的基础上, 保留了 MT312-2000《液压支架通用技术条件》中的非主体结构件试验内容, 吸收了先进的技术理念并加以概括提升, 对产品功能、特性要求更加严格, 试验方法更加科学、严谨^[4]。经过3年多的广泛征求意见、多次会议讨论及标准审查会, 2009年完成报批稿, 于2011年颁布实施。由于多方面原因, 新国标未能如期强制执行, 新旧标准的过渡期被延长, 在一些高端液压支架执行新国标的同时, 大多数企业仍沿用旧行标。目前, 实施新国标、废止旧行标的条件已经具备。

草单位认真研究了欧洲和其他国外先进标准, 总结了我国几十年液压支架设计研究、制造、试验和使用经验, 在非等效采用 EN1804 欧洲标准的基础上, 保留了 MT312-2000《液压支架通用技术条件》中的非主体结构件试验内容, 吸收了先进的技术理念并加以概括提升, 对产品功能、特性要求更加严格, 试验方法更加科学、严谨^[4]。经过3年多的广泛征求意见、多次会议讨论及标准审查会, 2009年完成报批稿, 于2011年颁布实施。由于多方面原因, 新国标未能如期强制执行, 新旧标准的过渡期被延长, 在一些高端液压支架执行新国标的同时, 大多数企业仍沿用旧行标。目前, 实施新国标、废止旧行标的条件已经具备。

1 液压支架新国标解析

GB25974. 1 液压支架新国标与 MT312 行标相比有很多差异, 技术要求更加严格, 试验方法上更

[收稿日期] 2015-12-03

[DOI] 10. 13532/j. cnki. cn11-3677/td. 2016. 04. 036

[基金项目] 煤炭科学技术研究院有限公司技术创新基金 (2014CX08)

[作者简介] 傅京昱 (1963-) 女, 北京人, 高级工程师, 煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会支护设备分会秘书长, 主要从事煤矿支护标准化和检测技术研究及标委会归口技术管理。

[引用格式] 傅京昱. 液压支架新国标解析与型式检验 [J]. 煤矿开采, 2016, 21 (4): 142-146.

加科学和严谨,增加了个别测试项目,也取消了一些重要性不足的项目。

全面实施新国标不仅要求设计者、生产者要充分掌握标准,同时,对检验者和检验设备也提出了更高要求,要求检验设备增加更多的功能。通过认真学习领会新国标,将其与旧行标相比较,可以清晰地看到从设计、制造和检验各个环节应提高的方向和应该注意的事项,从而有利于煤矿企业生产出更高质量的优质产品。

1.1 通用技术条件解析

(1) 增加支架分类 针对我国煤炭资源赋存和开采条件多样性、行业发展不平衡、需求差异化等国情,既要与国际先进标准接轨,推动高端液压支架发展,又要考虑广大中小煤矿推广综采技术装备的要求和条件,保持普通液压支架产品的发展和进步,新国标 GB25974.1《煤矿用液压支架 第1部分:通用技术条件》^[1]在术语和定义中增加了液压支架分类,定义A类支架为“用于年产5.0Mt以上工作面或用户要求按高可靠性设计的支架”,B类支架为“A类之外的其他支架及放顶煤工作面支架”。A类和B类支架的主要差别在于耐久性能试验次数不同。A类支架完全符合EN1804-1欧洲标准,并且增加了对非主体结构件的试验要求等内容。

(2) 强化安全性要求 新国标强化了支架安全性要求,增加了行人通道、灭尘和防漏矸装置、液压元件防护、防片帮装置、起吊点、超前支护装置、单体支柱限位座和危险情况评估等要求。

(3) 改变加载方式 GB25974.1新国标把MT312行标中的支架分别单独加载变为复合加载,复合加载方式完全采用了EN1804-1欧洲标准规定的复合加载方式,同时增加了非主体结构件加载方式的规定。因此,新国标对支架的考核更严格、更充分,更符合支架的实际工况,保证了液压支架的高可靠性。

(4) 检验项目及参数指标变化 顶梁偏载强度试验压力由原1.1倍变为1.2倍,支架设计、焊接加工需高度重视;增加了让缩性能,只针对“具有强制导向”的支架,试验高度分别为支架的高、中、低三处(行程2/3, 1/2, 1/3处);增加了顶梁纵向中间单条加载(图1)、顶梁对角加载、底座对角加载、底座内外侧边对称加载(图2)。此种工况考核支架的纵向刚度,对支架的横向筋板及焊缝设计提出更高的要求。

(5) 判定准则 耐久性能试验不合格时,允

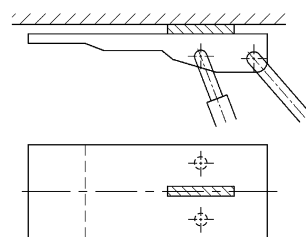


图1 顶梁纵向中间单条加载

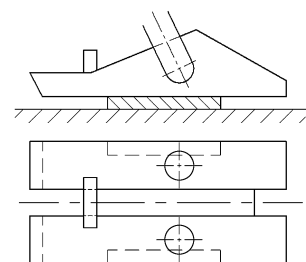


图2 底座内外侧边对称加载

许复验次数不超过2次(只允许2次);其他项目复验次数不超过1次(只允许1次),包括所有项目统计在内;同一元部件只允许更换处理1次,配套液压元部件不合格亦判断支架不合格。

1.2 立柱和千斤顶技术解析

(1) 立柱和千斤顶技术条件合二为一 MT313-1992《液压支架立柱技术条件》和MT97-1992《液压支架千斤顶技术条件》煤炭行业标准实施20多年,在我国的液压支架立柱和千斤顶设计、生产和检验过程中发挥了重要的指导作用。随着高端液压支架的发展,旧行业标准与国外先进标准(如EN标准)存在一定的差距,不能适应高端液压支架技术发展要求。在GB25974.2《煤矿用液压支架 第2部分:立柱和千斤顶技术条件》^[2]新国标的制定过程中,充分考虑我国实际技术现状和发展要求,对MT313-1992和MT97-1992中的具有先进水平的部分进行引用并合二为一,对CEN1804-2:2000《煤矿用液压支架安全性要求 第2部分:立柱和千斤顶技术条件》中的安全性和安全性要求检验(附录A)两部分全部修改引用,增加了起吊点、安全装置、让压性、外伸要求、连接点、材料、计算应力等项目,使新标准与国外先进标准有同等的技术水平。

千斤顶分为支撑千斤顶和千斤顶,新标准对两者提出了不同要求,对支撑千斤顶和立柱有相同的要求。这样更能体现实际使用情况,更科学,在井下使用更安全。

(2) 耐久性试验要求更严格 立柱试验比

MT313-1992 中在偏心加载的基础上增加了中心加载和外伸限位试验。立柱偏心加载试验, 偏心量随立柱直径变化, 采用的让压速度 ($100 \pm 10\%$) mm/min, 让压行程 ($50 \pm 5\%$) mm, 缩回行程 ($50 \pm 5\%$) mm, 加载额定力的 ($1.1 \pm 5\%$) 倍, 循环次数 6000 次, 累计让压行程 300m, 缩回行程 300m, 伸出行程 600m, 总计 1200m。比 MT313-1992 要求 (立柱最大行程在柱头和缸底同侧偏心 20mm 的位置在 20mm/min 加载速度下, 用额定力进行连续循环轴向加载 2000 次, 累计压缩行程 300m, 伸出行程 300m, 总计 600m) 加载力大、加载速度高、次数多、行程长, 试验方式贴近实际, 大大提高了立柱的可靠性和安全性。

支撑千斤顶耐久性能试验在 MT97-1992 中心加载的基础上增加了偏心加载和外伸限位试验。要求千斤顶在配套泵站额定压力和额定流量下加以额定载荷全行程循环, 累计 10000 次。新标准支撑千斤顶寿命试验偏心加载, 偏心量随千斤顶的直径变化, 累计让压行程 300m, 缩回行程 300m, 伸出行程 600m, 总计 1200m。这样大大提高了支撑千斤顶的可靠性和安全性。

偏心加载偏心量随立柱和千斤顶的直径变化, 偏心力 (额定力) 比 MT313-1992 (1.1 倍额定力) 在小直径的立柱时的偏心距小, 但要控制弯曲残余变形量 (不得超过检验长度的 0.1%), 这个要求比 MT313-1992 加载后不测变形量要求更高, 更科学。

在全伸出状态, 对立柱和支撑千斤顶柱顶施加 2 倍额定力的中心载荷。新标准与 MT313-1992 和 MT97-1992 在 2/3 行程施加 2 倍载荷相比性能要求提高了。

密封性能检验采用在加载试验的同时或循环试验之后进行 (1+5+5) 的 11min 的密封检验, 比在加载试验后进行重新的加压进行固定压力检验更科学、合理, 可操作性强、经济。

冲击试验采用的 (自由落下的最小质量立柱为 10000kg, 千斤顶为 1000kg, 冲击后达最大允许工作压力的 1.5 倍。压力从初始值到最大值升压应在 30ms 内实现。试验后立柱和千斤顶还能全行程实现其功能) 试验方法比 MT313-92 采用的 (以 $15\text{kN} \cdot \text{m}$ 能量冲击柱头不得产生永久变形和破坏) 方法更有实用价值。因立柱直径变化时, 冲击能量相同冲击压力有大有小不科学。以 200mm 缸径为例, 压力从 60% 升至 150% 时间 30ms, 需冲击能量 $14\text{kN} \cdot \text{m}$, 若立柱为 320mm 时, $15\text{kN} \cdot \text{m}$ 能量

对试验没有意义。

新国标与 CEN1804-2: 2000 比较, 增加缸体爆破试验, 采用了 MT313-1992 或 MT97-1992 的试验方法, 以保证缸体材料的安全性。

(3) 与 CEN1804-2 相比增加了一般要求 为了规范立柱和千斤顶主要零件的制造及其零件在安全性要求之外的技术要求, 以 MT313-1992 和 MT97-1992 行业标准中的技术条件修改后编入, 主要用于出厂检验之用。

依据目前国内对零件的镀层水平要求, 对 MT313-1992 和 MT97-1992 的电镀技术要求中的空隙率进行了修改, 由原来的 15 点减少到 5 点。

1.3 液压系统和阀技术解析

(1) 定义 A 类阀 液压控制系统及阀是液压支架重要组成部分, 我国自 1985 年开始实施 MT119-1985 《矿用液压支架阀类型式试验规范》, 1995 年制定了 MT419-1995 《液压支架用阀》并开始实施。该标准经过修订, 技术要求有了重大提高, 促进了液压支架液压技术的进步和煤矿综合机械化开采技术的发展。但是, 随着高端液压支架的发展, MT419-1995 已不能满足要求。《煤矿用液压支架 第 3 部分: 液压控制系统及阀》^[3] 新国家标准以我国液压支架液压控制系统及阀的设计、试验和使用研究成果为基础, 并经广泛征求意见, 与 GB25974.1 相对应, 定义 A 类阀为用于 A 类支架的换向阀、立柱安全阀和立柱液控单向阀。A 类阀主要指标非等效采用了 EN1804-3 主要要求。

(2) 耐久试验更严 安全阀类、液控单向阀类、换向阀类和截止阀类的耐久性能试验次数比 MT419-1995 《液压支架用阀》标准有很大的提高; 液控单向阀类、换向阀类增加背压安全性要求; 安全阀类增加冲击压力安全性和撞击安全性试验; 出厂检验抽样方案采用 GB/T2828.1-2003 中正常检验的二次抽样方案; 型式检验抽样方案采用 GB/T2829-2002 中判别水平为 I 的一次抽样方案。

(3) 提出液压控制系统要求和检验方法 液压控制系统应按设计图纸要求进行安装, 不应缺少或装错零部件; 液压控制系统在正常工作时不应有异常渗液; 本架控制系统或邻架控制系统对支架动作的控制及受控支架降架、移架和升架的速度应满足设计要求, 不应产生任何误动作; 支架的初撑压力应大于泵站压力的 90%。当立柱活塞腔压力大于 8MPa 以后, 初撑力保证系统才开始执行初撑力保证功能, 该功能应能随时终止; 液压控制系统应能在支架上操作停止供液; 支架上应安装能显示立

柱活塞腔压力的装置；工作面供液系统应安装过滤装置，每架支架液压控制系统供液入口处应安装过滤器，过滤精度应满足设计要求；当液压控制系统中存在喷射液体的装置时，应对喷射出的液体进行防护，不应造成危害；当支架受到较大外载荷作用时，应在液压控制系统中被封闭的液腔或液路中安装安全阀，予以过载保护；液压控制系统在切断供液和重新供液时不应引起支架误动作和异常渗液；在支架正常工作时，在操作者身体能够触及到的范围内，支架任何部件的运动速度应小于 300mm/s ；手动操作装置的操作力应大于 10N 且小于 130N ；液压控制系统的主回液管路中的压力不应超过 4MPa ，正常的背压情况下液压控制系统应正常工作；液压控制系统可调装置的调整机构应有防护措施；当液压控制系统元件拆卸时不应有大量液体流失，不应要求油箱排净液体；液压控制系统中重量超过 40kg 的零部件，应设置起吊点。

2 液压支架行业发展与产品质量现状

2.1 行业发展概况

2002—2013 年间液压支架行业快速发展，全国共生产了 50 余万架液压支架，其中 2012 年年产突破 10 万架规模（见图 3），按平均 150 架装备一个工作面，则可装备 3330 个工作面^[5]。行业产能快速膨胀，使我国成为世界最大液压支架国。然而，如此大的产能不可能持续保持高速增长，行业产能调整必将长期矛盾，优胜劣汰是必然法则。

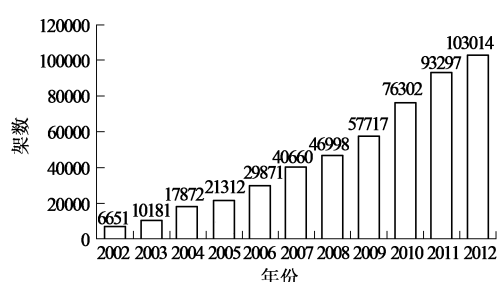


图3 2002—2013 年液压支架年销售架数统计

目前液压支架面临很大挑战，一是技术方面的问题：关键制造装备、材料和工艺与国际先进水平有差距；关键零部件的可靠性差距，尤其是密封件、阀寿命和立柱耐腐蚀性、液控单向阀卸载冲击谐振等问题^[6]；产品的精细化设计，人性化细节差距；技术工艺水平的不平衡，落后技术难以淘汰。二是管理和市场方面的问题：产品质量一致性差，质量体系不完善，委托加工、外协加工企业参差不齐，质量控制不严；价格混战，不公平竞争，

优质难以优价，企业难以实现合理利润，难以依靠技术进步实现可持续发展；用户招标规则，导致以低价取胜；知识产权保护无力，仿造成本低，产品同质化严重；门槛低，监管无力，市场秩序混乱，企业良莠不齐。

2.2 液压支架型式检验情况

近年来，国家支护中心按照部分企业要求，按照欧标 EN1804 的要求对其出口印度、土耳其等国家的液压支架、立柱、液压阀等进行的近似国标 GB25974 的检测检验，同时又鼓励部分企业按照欧标、新国标进行相关委托项目的测试，从而掌握了第一手的数据信息资料。

总体看，只要技术保障体系较完整，严格操作、精细加工，大多数产品能够通过考核，但是，还有相当一些企业存在很大差距，产品型式检验不合格率居高不下^[7]。

2012 和 2013 年按新国标对支架样机型式检验情况（不合格）分项统计见表 1。

表1 2012 年、2013 年国家检测中心部分支架检验情况统计

产品名称	2012 年	2013 年	主要项目、部位
液压支架	14.84%	12.50%	顶梁、掩护梁焊缝开裂
单伸缩立柱	3.57%	3.59%	强度
双伸缩立柱	7.29%	8.54%	强度、耐久
安全阀	54.47%	52.76%	公称流量启溢闭特性、小流量启溢闭特性、小流量溢流寿命
单向阀	11.43%	23.01%	阻力损失
换向阀	17.27%	35.96%	阻力损失

产品质量不高的主要根源是重视不够、投入不够。重生产、轻检验、重模仿、轻研发，产品的检验把关能力与生产规模扩张没有同步提高，产品检验技术的发展远远落后于产品生产技术的发展，仍然同上世纪七八十年代一样、继续沿用“画笔记录曲线、人工判定、眼看手记”的落后检验方式。

3 试验台和试验条件建设

实施液压支架新国家标准面临的首要问题是试验台和试验条件建设，国家煤矿支护设备质量检验中心结合采育园区实验室建设，申请并获得国际资金支持，建设了新的大型检测装备及配套设施，采用自动化、现代化、智能化的精密仪器，使整体测试水平迈上了一个很大的台阶，提高了检验质量，检验装备的技术水平、综合能力世界领先。

3.1 支架试验台

研制了 30000kN 内外加载支架试验台，试验台设计充分考虑台架结构强度和刚度，充分考虑 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 的垫块尺寸对平台的影响，充分考

虑纵向加载的方式对试验台剪切作用及试验台调高档距对支架试验高度的影响。试验台承载能力增大导致孔间距越大,调高档距也随之加大;试验高度应尽量接近标准要求值,即高度偏差介于 200 ~ 300mm 之间,满足标准规定的检测要求,试验台不仅具备垂直内外加载测试条件,而且具备偏载、水平加载、侧向加载的条件。国家煤矿支护设备质量检验中心新支架试验台参数见表 2。

表 2 国家煤矿支护设备质量检验中心新支架试验台参数

名称	数量	功能及参数
30000kN 支架试验台	1	可对 30000kN 及以下的液压支架进行试验,具备水平、垂直、侧向的三维立体组合加载能力
15000kN 支架试验台	2	主要对 10000 ~ 15000kN 的大中型支架进行常规试验
10000kN 支架试验台	1	对 10000kN 以下的小型支架进行常规试验
18000kN 大倾角支架试验台	1	均载 18000kN,集中载荷 10000kN,试验倾角 0 ~ 90°

3.2 立柱试验台

立柱试验台设计充分考虑了安全防护措施,防止被试立柱发生炸缸、开裂、变形现象时不对人员和设施产生危害;试验台参数见表 3,试验台参数确定充分考虑了先进性和前瞻性,满足液压支架发展需要。试验台既要具备设定的承载能力,又要具备良好的密封性;具备外加载、让压测试能力,特别是不同速度的加载测试能力;标准允许内加载的测试方法,但双伸缩立柱试验时应采用特殊方式,必须充分保证双伸缩立柱的二级缸的 2 倍承压测试。因为二级缸近 2 倍的面积差,并且立柱 2 倍的试验压力换算到二级缸上就变为 4 倍的工作压力,立柱设计和制造应充分满足强度要求。

表 3 国家煤矿支护设备质量检验中心新立柱试验台参数

名称	数量	功能及参数
26000kN 立柱试验台	1	最大能力达到 2600t,外载能力 2000t,最大被试立柱缸径 630mm,最大高度 8.0m。连续压缩全行程达 6.0m,具备立柱冲击性能,30ms 内压力达到 1.5 倍,冲击载荷 2000t
16000kN 立柱试验台	1	最大能力达到 1600t,外载能力 1200t,最大被试立柱缸径 500mm、最大高度 6.0m
6000kN 千斤顶试验台	1	千斤顶的最大试验能力达到 600t,最大被试千斤顶缸径 300mm
6000kN 立柱冲击试验台	1	最大能力达到 600t,外载能力 600t,最大被试立柱缸径 280mm,最大高度 5.0m。具备 280mm 以下立柱的冲击功能,30ms 内压力达到 1.5 倍,冲击载荷 600t

3.3 液压阀试验台

液压阀试验台测控系统必须具备抗干扰能力,即干扰信号的过滤功能。干扰信号与测试信号叠加时可能会造成测定值的超标误判,相反,抵消时可能会掩盖真实数据;压力波动值大小体现了阀件的性能质量的高低。但是,试验台本身的压力波动也会对阀的波动值产生干扰。因此必须保证试验台液压系统的稳定性;为了保证数据的真实、准确,必须淘汰简易画笔记录曲线、人工判定、落后的测试手段与方式,全面采用微机采集、处理、自动判定的先进仪器与设备;优化测试流程,一次装卡,全部完成项目测试。避免过多的无为、反复的插拔造成的误操作。

4 结 论

(1) 液压支架新国标不但与国际先进标准接轨,同时,又体现了我国国情和我国液压支架设计研制和使用经验总结,标准符合国际先进水平。全面实施新国标的条件已经成熟,新国标的全面实施将极大地促进国产液压支架产品可靠性的提高。

(2) 实施液压支架新国标要从设计、制造、试验各环节做相应的变化,提高设计计算标准,改进焊接和加工制造工艺、完善试验条件、加强产品检验。支架样机型式检验发现的问题,反映了行业质量现状,应引起充分重视。

(3) 国家煤矿支护设备质量检验中心建设的液压支架整架、立柱和阀试验台,完全能满足实施新国标的全部检验试验要求。

[参考文献]

- [1] GB25974.1-2010 煤矿用液压支架 第 1 部分:通用技术条件 [S]. 2011.
- [2] GB25974.2-2010 煤矿用液压支架 第 2 部分:立柱和千斤顶技术条件 [S]. 2011.
- [3] GB25974.3-2010 煤矿用液压支架 第 3 部分:液压系统和阀,煤矿用液压支架 [S]. 2011.
- [4] 王国法,蒲宝山. 液压支架通用技术条件修订对设计的影响 [J]. 煤炭学报, 2002, 27 (4): 434-439.
- [5] 王国法. 液压支架技术体系研究与实践 [J]. 煤炭学报, 2010, 35 (11): 1903-1908.
- [6] 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 (18): 1593-1601.
- [7] 刘欣科,赵 岩. 国产液压支架现状及质量分析 [J]. 煤矿开采, 2007, 12 (3): 92-94.
- [8] 赵忠辉. 液压支架新国标与现行行标的差异性分析 [J]. 矿山机械, 2012, 40 (9): 14-16.
- [9] 王国法. “十二五”煤矿开采装备技术的发展展望 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (3): 19-24, 50. [责任编辑:邹正立]