



ONGCAI GONGZUOMIAN

Kuangya Jiance Yu Kongzhi

国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2012AA062100)资助

综采工作面 矿压监测与控制

张益东 牛保炉 张付涛 万海鑫 编著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2012AA062100)资助

综采工作面矿压监测与控制

张益东 牛保炉 张付涛 万海鑫 编著

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

综采工作面矿压监测与控制/张益东等编著.
—徐州:中国矿业大学出版社,2012.10
ISBN 978-7-5646-1684-7

I. ①综… II. ①张… III. ①采煤综合机组—
矿山压力—监测②采煤综合机组—矿山压力—控
制 IV. ①TD421.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 243709 号

书 名 综采工作面矿压监测与控制
编 著 张益东 牛保炉 张付涛 万海鑫
责任编辑 姜志方
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 14.25 字数 270 千字
版次印次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷
定 价 45.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书在参阅前人研究成果的基础上,根据作者及其科研课题组近年来的理论研究成果及工程实践而完成;介绍了综采工作面液压支架类型和矿压监测设备及方法,并深入研究了特殊生产地质条件下的工作面矿压监测和控制技术;内容主要包括薄煤层坚硬顶板综采面顶板控制及矿压监测,大倾角中厚煤层综采面液压支架稳定性分析与矿压监测,大采高综采面支架与围岩相互作用关系及关键技术,特厚煤层综放工作面顶煤冒放规律和合理放煤工艺。本书内容可供科研人员、煤矿工程技术管理人员及相关专业高校学生参考与应用,同时对我国具有类似生产地质条件的煤矿具有一定的借鉴作用。

本书是在中国矿业大学负责下,通过与潞安矿业集团、中煤进出口公司、晋煤集团古书院矿、国投新集二矿的合作而完成。衷心感谢中国矿业大学屠世浩教授对作者的关心和指导,以及马立强教授在工作上的支持。

各章节编写分工及人员名单如下:

第一章 张益东

第二章 张益东 巫林平

第三章 牛保炉 万海鑫

第四章 张益东 冯志江 季 明

第五章 张益东 程敬义

第六章 高林生 张付涛 巫林平

书中还引用了一些前人的研究成果,未完全标出,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限及时间限制,书中疏漏及欠妥之处在所难免,恳请读者不吝指正。

作 者

2012年8月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 采煤技术的发展	(1)
1.2 矿压监测技术的发展	(2)
2 综采工作面液压支架及矿压监测	(4)
2.1 概述	(4)
2.2 综采工作面液压支架	(4)
2.3 综采工作面矿压监测	(9)
3 薄煤层坚硬顶板综采工作面顶板控制及矿压监测	(20)
3.1 坚硬顶板及分类	(20)
3.2 坚硬顶板支架—围岩相互作用关系	(21)
3.3 坚硬顶板强制放顶控制技术	(34)
3.4 薄煤层坚硬顶板工作面矿压分析	(40)
4 大倾角中厚煤层综采工作面支架稳定性分析及矿压监测	(60)
4.1 大倾角工作面液压支架稳定性分析及控制技术	(60)
4.2 大倾角工作面大角度俯采及仰采相似模拟研究	(68)
4.3 工作面矿压显现理论分析及工业性试验	(81)
5 大采高综采工作面支架与围岩相互作用关系及关键技术	(115)
5.1 大采高综采面支架—围岩关系研究	(115)
5.2 大采高综采面设备选型与配套	(137)
5.3 大采高采场覆岩活动及矿压显现规律模拟研究	(143)
5.4 大采高工作面煤壁片帮机理及防治技术	(171)

6 特厚煤层综放工作面顶煤冒放规律及合理放煤工艺	(182)
6.1 工程概况	(182)
6.2 特厚煤层综放开采顶煤冒放规律散体实验研究	(183)
6.3 特厚煤层综放开采合理工艺参数数值模拟研究	(197)
6.4 工业性试验	(203)
参考文献	(212)

1 绪论

1.1 采煤技术的发展

煤炭是世界五大能源之一。在我国的能源结构中,目前煤炭仍占我国能源消耗的 70% 左右。目前煤矿广泛采用的是壁式采煤方法,其产量占到了井工开采总量的 90% 以上。我国以长壁为代表的工艺技术发展大体经历了以下三个阶段。

第一阶段:爆破采煤工艺(20 世纪 50 年代初至 60 年代初)。

采用爆破方法落煤,人工装煤,单体支柱支护,工作面刮板输送机运煤,人工回柱放顶处理采空区的采煤方法称为爆破采煤法,简称炮采。随着装备的发展,我国炮采工艺经历了三个发展阶段:新中国成立初期工作面采用木支柱支护;20 世纪 60 年代中期采用金属摩擦支柱和铰接顶梁支护;20 世纪 80 年代以来,由单体液压支柱代替了金属摩擦支柱。爆破采煤的工艺过程包括钻眼、爆破落煤和装煤、人工装煤、刮板输送机运煤、推移输送机、支护、回柱放顶等主要工序。

第二阶段:普通机械化采煤工艺(60 年代初至 70 年代中期)。

采煤工作面采用滚筒(单滚筒或双滚筒)采煤机或刨煤机破煤和装煤,工作面可弯曲刮板输送机运煤,单体金属摩擦支柱或单体液压支柱与铰接顶梁配套支护工作面顶板的采煤方法称为普通机械化采煤,简称普采。其特点是用采煤机或刨煤机完成落煤和装煤工序,支护和处理采空区工序与炮采相同,仍由人工来完成。我国绝大多数普采工作面由滚筒采煤机破煤和装煤,可弯曲刮板输送机运煤,单体支柱配合金属铰接顶梁支护顶板。少数薄煤层工作面采用刨煤机破煤和装煤。按采煤方法不同,普通机械化采煤又可以分为:单一长壁普通机械化采煤和分层长壁普通机械化采煤两种。前者适用于薄及中厚煤层,后者适用于厚煤层分层开采。

第三阶段:综合机械化采煤工艺(70 年代中期至今)。

综合机械化采煤工艺是采用双滚筒采煤机破煤和装煤、可弯曲刮板输送机运煤、自移式液压支架支护顶板的采煤工艺,简称综采。

综采工作面的主要设备是采煤机、自移式液压支架、可弯曲刮板输送机,与普通机械化采煤工艺的区别在于工作面支护采用了自移式液压支架。这种工艺方式使采煤过程中破煤、装煤、运煤、支护和处理采空区等主要工序全部实现了机械化,大幅度降低了劳动强度,提高了工作面单产及安全性。

综采工作面一般采用双滚筒采煤机,各工序简化为割煤、移架和推移输送机。采煤机骑在输送机上割煤与装煤,一般前滚筒割顶煤,后滚筒割底煤。液压支架与工作面刮板输送机之间用千斤顶连接,可互为支点,实现推移刮板输送机和移架。移架时,支架适当卸载,顶梁脱离顶板或不完全脱离顶板,支架千斤顶收缩,支架前移,而后支架重新加载,支护新位置处的顶板。推移刮板输送机时,移架千斤顶重新伸出,将刮板输送机推向煤壁。综采的移架工序同时实现了普采的支护和处理采空区两道工序。根据工作面破煤、移架及推移刮板输送机三个工序进行的不同顺序,综采工作面液压支架的支护方式可分为及时支护和滞后支护两种方式。

煤层厚度 3.5 m 以上的厚煤层开采,采用的采煤方法有倾斜分层长壁下行垮落采煤法、长壁放顶煤采煤法、大采高一次采全厚采煤法。

倾斜分层长壁采煤法是我国长期应用的一种厚煤层采煤方法。通常把近水平、缓(倾)斜及中斜厚煤层用平行于煤层层面的斜面划分为若干个 2.0~3.0 m 左右的分层,然后逐层开采。根据煤层倾角的不同,可采用走向长壁或倾斜长壁采煤法。分层间一般采用下行顺序开采,垮落法处理采空区,上分层开采后,以下的各分层在已经垮落的顶板下开采。为确保下分层开采安全,上分层一般要铺设人工假顶形成再生顶板。随着科学技术的发展,目前我国已基本不使用厚煤层分层开采的采煤方法。

综采放顶煤技术起源于 20 世纪 50 年代的欧洲,但在我国真正获得发展并且逐步成熟。2000 年以来,放顶煤采煤法已经成为我国煤矿开采厚煤层的主要方法之一。综采放顶煤开采技术,大大提高了劳动生产率,是我国建设高产高效矿井的有效途径之一。

大采高一次采全厚是采用综采一次开采全厚达 3.5~6 m 的长壁采煤法,大采高综采工作面一般装备成套设备,其特点是大功率采煤机、强力刮板输送机及大支撑高度的液压支架。

1.2 矿压监测技术的发展

矿压监测技术的发展是基于矿压理论的发展为前提。矿压监测技术的系统化发展始于 20 世纪 70 年代,大体经历了四个发展阶段。

第一个阶段:以机械式测量仪表为主的简易仪表发展阶段(70 年代~80 年代初)。

用于顶板运动规律的探索和研究,通过监测为理论分析提供依据,是矿压理论发展的需要。主要以机械简易仪表测量为主,包括顶板下沉量监测、支柱的工作阻力监测等。该阶段的仪表研究往往是为了解决或验证矿压理论某个问题而提出

的。该阶段观测仪表的特点是以机械结构为主,工艺比较粗糙,测量准确度较低。代表产品有机械动态仪、圆图记录仪、双记仪、液压枕等。

第二个阶段:以电子测量方法为标志的第二代仪表发展阶段(80年代~90年代初)。

随着矿压理论的不断发展和完善,许多专家学者提出更系统完整矿压监测思路。同时电子技术的发展也为这些想法的实现奠定了基础。代表产品有:钢弦式压力盒传感器及频率计、应变式压力监测仪、数字显示式动态仪、顶板动态遥测仪(系统)、数字式顶板下沉报警仪等。

第三个阶段:以微处理器应用为代表的智能化监测仪器/系统构成的第三代仪器发展阶段(90年代初~90年代末)。

高速数据运算和总线接口技术使矿压仪表的智能化和系统化成为可能。代表产品有:电脑动态仪、电脑多功能监测仪、岩体声发射监测仪、数显式微型综采测压表、综采工作面压力计算机监测系统、煤矿顶板来压预报计算机监测系统、顶板离层监测、报警系统、综采压力记录仪、巷道断面监测仪、超声波围岩松动圈测量仪。

第四个阶段:基于嵌入式计算机技术和以太网技术应用的矿压监测技术发展阶段(90年代末~21世纪初)。

嵌入式计算机技术的应用,可以将一些复杂的算法模式以程序的形式嵌入到微型化的单元计算机中,使其具备了PC计算机的部分功能。工业以太网技术使具有嵌入TCP/IP协议的末端产品接入到计算机网络中,打破了矿压监测地域的界限,可以建立整个矿井的顶板监测网络,实现矿区局域网的信息共享。具有代表性的技术有:煤矿顶板动态监测系统、岩体/煤体内部应力场电磁波辐射探测技术、围岩破裂带微震探索技术、基于微震波的矿震监测技术。

2 综采工作面液压支架及矿压监测

2.1 概 述

我国长壁工作面的采煤工艺主要有爆破采煤工艺、普通机械化采煤工艺和综合机械化采煤工艺三种,其中综合机械化采煤工艺是我国大中型矿井使用较为广泛的一种采煤工艺。综采工作面的设备实现了工作面的破煤、装煤、运煤、支护和处理采空区等主要工序全部机械化,大幅度降低了劳动强度,提高了工作面单产及安全性。自移式液压支架是综合机械化采煤工作面的主要标志,液压支架是以高压乳化液为动力,由若干个液压元件(油缸、阀件等)与一些金属构件组合而成的一种支撑和控制顶板的采煤工作面设备,具有强度高、移动速度快、支护性能好、安全可靠等特性。

综采工作面矿压监测的目的是为了掌握工作面回采过程中矿山压力显现规律及液压支架工作状况,从而评价分析工作面支架的适应性并对工作面的来压进行预测预报。综采工作面矿压监测的内容主要包括:工作面液压支架支护阻力,支架支护质量,工作面超前支承压力及工作面顶板位移。

2.2 综采工作面液压支架

2.2.1 液压支架的使用现状及发展趋势

煤矿井下综采工作面支护的关键设备液压支架,经历了几个阶段的发展过程。20世纪50年代英国研制的垛式支架和法国研制的节式支架代替了木支架、金属摩擦支架,开辟了采煤工作面支护设备的技术革命;60年代前苏联研制并改进的OMKT型掩护式支架(具有四连杆机构),解决了支架梁端距变化大的问题,开辟了液压支架设计的新时代;70年代主要是“立即支护”方式;80年代以来,为提高生产率和降低生产成本,液压支架在液压性能和自动化程度方面有了大幅度提高,如美国、澳大利亚的大部分长壁工作面都采用了电液控制技术,可对液压支架的各种动作功能进行多种方式的程序控制和性能监测。90%以上的美国长壁综采工作面

使用了电液控制两柱掩护支架,其额定工作阻力最高可达 9 800 kN,初撑比为 0.7~0.85,移架循环时间大多小于 10 s。

我国液压支架的发展历程经历了下列几个阶段。从 1958 年开始设计掩护式支架,1964 年开始由专门研究室全面开展架型及阀类的攻关,20 世纪 70 年代初开始液压支架的研制工作,先后研制出垛式、节式及掩护式支架。1970 年在山西大同首次全工作面装备了 TZ—140 型垛式液压支架。70 年代中期,研制了 QY 型掩护支架和 ZY35 型支撑掩护式支架。20 世纪 70 年代末 80 年代初,我国分三次大规模引进国外支架,尤其是第三批引进了当时西方国家较为先进的综采设备共 100 套,其中液压支架主要以二柱掩护式和四柱掩护式为主,支架的参数和性能比以往支架有了明显的提高。通过消化吸收国外先进技术,我国科研人员自主研发了多种用途的液压支架,最具代表性的有 QY 系列和 YZ 系列支架。20 世纪 80 年代以来,开发了适用于坚硬顶板的大吨位 TZ—720 型支架、分层开采自动铺联网支架、放顶煤液压支架及大流量安全阀和操纵阀等。从 20 世纪 90 年代中期开始,我国液压支架进入了快速发展阶段,全国综掘综采工作面数量大幅度提高,液压支架的性能、参数、可靠性有了明显的提高,支架的架型不断丰富,如大采高支架、薄煤层支架、大倾角液压支架、铺网液压支架和端头支架等。目前,适合于我国高产高效矿井应用的国产液压支架有 20 余种架型。

20 世纪 80 年代以来,世界主要采煤国家一直围绕减面提产、减人提效、降低成本、实现矿井集中生产做努力,他们积极开发和应用新技术,致力于高性能、高可靠性的新一代重型液压支架的研制。新型液压支架普遍具有微型电机或电磁铁驱动的电液控制阀,推移千斤顶装有位移传感器,采煤机装有红外线传感装置,立柱缸径超 400 mm。为减少割煤时间,一般采用 0.8~1 m 的截深。支架还采用屈服强度 800~1 000 MPa 的钢板,既有较高的强度、硬度和韧性,又具有良好的冷焊性能。随着长壁工作面长度的不断增加,为适应快速移架的需要,国外还广泛采用高压大流量乳化液泵站,其额定压力为 10~50 MPa,额定流量 100~500 L/min,可实现工作面成组或成排快速移架,达到 6~8 s/架。

美国早在 1990 年就已采用额定压力 50 MPa、额定流量 478 L/min 的乳化液泵站,以实现支架快速推进,移架速度达 6~8 s/架。美国的高产高效工作面采用两柱掩护式支架,使用寿命 8~10 a,可用率高达 95%~98%;支架平均工作阻力 6 470 kN(最大为 9 800 kN),支架宽度普遍增大,中心距达到 1.75 m,并向 2 m 发展。增大架宽有利于减少工作面架数、缩短移架时间、增加有效工作时间和提高单产。如洛斯公司 20 英里矿在长壁综采面用工作阻力为 8 565 kN 电液控制两柱掩护式支架,1997 年 6 月生产商品煤 90.43 万 t,成为世界上首次月生产商品煤近百万吨的工作面;1995 年 9 月,麋鹿矿用工作阻力为 8 900 kN 电液控制的两柱掩护

式支架,月产煤达到 60.11 万 t。美国综采工作面最高日产超 7 万 t,最高工效 1 336 t/工。澳大利亚也基本上采用一井一面的高度集中化生产,使用两柱掩护式支架,支架的平均工作阻力为 7 640 kN。如尤兰矿用电液控制的两柱掩护式支架,在 1995 年 8 月 8 日创下澳大利亚有史以来日产 3.41 万 t 的最高纪录,班产一直保持在 5 000~6 000 t。英国也在大力发展两柱掩护式支架,工作阻力有了很大提高,达到 5 000~6 000 kN。

随着科学技术的发展,新技术、新方法、新材料的不断应用,微电子和计算机技术的进一步普及,为液压支架的发展提供了有利条件。

(1) 液压支架的结构形式继续向简化结构、提高可靠性的方向发展。一般均选用对工作面顶底板适应性较强,防止煤矸石进入工作面的密封性能较好的掩护式、支撑掩护式液压支架,且多采用整体顶梁和两柱掩护式液压支架,以利于简化电液控制系统,增强电液控制系统的可靠性。液压支架的支护范围也逐步加大,目前支撑高度已增加到 5~6.2 m,不断扩大一次采全高的范围。放顶煤支架除向四柱式的发展方向,根据其适用条件的不同,将继续发展多种结构形式的放顶煤支架;综采的适用范围将不断扩大,薄煤层支架、大倾角支架等不同用途的支架将不断发展新结构;适用端头支护的技术发展,特别是铺网支护下新型端头支架和过渡支架等特殊支架也将有较大的发展。

(2) 支护强度和工作阻力不断加大。支护强度一般为 800~950 kPa,最大将达到 1 100 kPa,工作阻力一般为 6 000~8 000 kN,最高已超过 10 000 kN。支护强度和工作阻力加大,有利于液压支架适应地质条件的变化,减少机械事故的发生和延长支架的使用寿命。

(3) 液压支架的宽度逐步增加。目前,其宽度已由 1.5 m 增加到 1.75 m,且已有 2 m 的架型。宽度增加,主要解决液压支架支撑高度增加和工作阻力加大后的稳定性问题,以防支架倾倒,同时还可减少电液控制装置的数量。

(4) 液压支架的结构设计更加合理。钢材选用趋向于多用高强度钢材,国外液压支架的结构件选材已普遍使用优质钢板,其屈服强度 $\sigma_s = 700 \sim 1\,100$ MPa。液压支架样架耐久性加载实验项目达到 15~18 项,加载循环总量已超 30 000 次,液压支架整架重量相对较轻,使用寿命可达 8~12 a。

(5) 液压支架的供液系统正向高压、大流量方向发展。为了适应综采工作面快速移架、推移输送机的需要,泵站供液压力普遍提高到 33.5~40 MPa,总流量已加大到 350~500 L/min。运输巷内采用大管径多路供回液管路,工作面内则采用双线环形供回液系统,液压系统采用大通道、高压大流量液压元件。

(6) 提高应用性、可靠性以及寿命周期。液压支架控制系统的发展,朝扩大电液控制系统的应用功能、提高电液控制系统的可靠性以及延长电液控制系统使用

寿命的方向发展。目前电液控制系统已普遍实现了液压支架双向邻架自动顺序控制和成组顺序控制。有的电液控制系统还具有按照采煤机运行方向和位置,实现全工作面液压支架自动控制的功能。移架速度大大提高,一般为 $6\sim 8$ s/架,最快的移架速度将达到 3 s/架以下。电液控制系统的可靠性正在加强,机械故障很低,使用寿命已达到 5 a 以上,正向 $8\sim 10$ a 发展。

(7) 液压支架的设计将综合应用有限元法、CAD 和 CAM 现代技术,能够在很短的时间内提供最佳设计方案,同时采用三维 CAD 软件直接在计算机上看到液压支架产品的三维图像,观察液压支架与采煤机、刮板输送机之间的相互配合及人机配合关系,使液压支架的设计更加合理。

2.2.2 液压支架的分类

液压支架一般由顶梁、支柱、底座、掩护梁、推移千斤顶和液压控制阀等组成。随着科学技术的发展,液压支架的形式与种类不断增多。根据支架的结构及其支护顶板的机理,一般将液压支架分为支撑式液压支架、掩护式液压支架及支撑掩护式液压支架(含放顶煤支架)。

2.2.2.1 支撑式液压支架

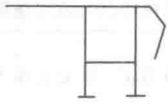
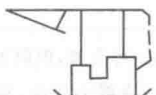
支撑式液压支架是以支撑为主,有顶梁,没有掩护梁的液压支架,包括四柱跺式及节式等。支撑式支架主要由顶梁、底座、立柱、推移装置以及挡矸装置等组成,利用立柱(多为 4 柱式)和较长的顶梁直接支撑和控制工作面的顶板。一般设计的支撑式支架,顶梁长度 $3.5\sim 4$ m。

支撑式液压支架主要有如下特点:立柱支撑力的合力作用点距煤壁较远,立柱直立支撑,支撑效率高,切顶能力强;支架的工作空间大;对采空区的挡矸能力较差。

支撑式液压支架分为跺式和节式两种,其结构特点和适用条件见表 2-1。

表 2-1

支撑式液压支架

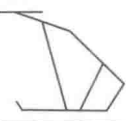
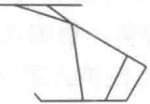
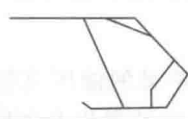
支架类型	图 示	结构特点及适用条件
支撑(节)式		每节支架由两根立柱、顶梁、移架千斤顶等组成。支撑力较大,切顶能力强,遮盖顶板面积约 65% ,支架稳定性差。对破碎、不稳定顶板,大采高,大倾角适应性差。
支撑(跺)式		支柱由 $4\sim 6$ 根立柱、顶梁、底座、移架千斤顶等组成,支撑力集中在后部,切顶能力较强,但是后部支护阻力小,抗水平推力较差,顶板遮盖率约 85% ,不适于不稳定顶板。

2.2.2.2 掩护式液压支架

掩护式支架由托梁、掩护梁、底座与支柱四个主要部件组成。掩护式液压支架的支柱可支在掩护梁下,也可以支在顶梁下。掩护式液压支架的主要特点是:顶梁较短,单排支柱,掩护梁较长,挡矸性较好,但支撑能力小。

根据《采矿工程设计手册》,我国常用掩护式液压支架见表 2-2。

表 2-2 掩护式液压支架

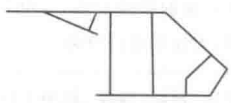
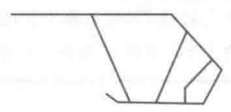
支架类型	图 示	结构特点及其使用条件
插腿掩护式 (短托梁)		支撑力靠近煤壁,顶梁最短,顶板反复支撑次数少,底板比压最小,支架稳定性好,支架造价低。切顶力小,通风断面小,适用于不稳定顶板。
插腿掩护式 (长顶梁)		基本特点同前,是一种掩护式支架,但是端部支撑力小于前一种,通风断面高于前者。支撑效率较低(与支撑式比较),约为 70%。适用于不稳定顶板。
掩护式		顶板遮盖率较高(90%)以上,支撑力较高,抗剪切能力较大,支架的纵横向稳定性好,对不稳定顶板适应性强。对软底板,底座前端有陷入可能。

掩护式液压支架主要适用于顶板中等稳定以下或破碎顶板、来压不明显、瓦斯含量较小的工作面。

2.2.2.3 支撑掩护式液压支架

支撑掩护式支架在结构和性能上综合了支撑式和掩护式支架的特点,具有较长的顶梁和较短的掩护梁,在以支撑作用为主的同时又具有掩护功能。一般在顶板较破碎、来压较明显的条件下使用。我国较常用支撑掩护式液压支架见表 2-3。

表 2-3 支撑掩护式液压支架

支架类型	图 示	结构特点及适用条件
四柱支撑掩护式		基本特点同四柱支撑式,但是支撑力低于前者,结构较复杂。
支撑掩护式 (混合式)		基本结构接近于前一种支架,但附加了掩护梁及放煤窗口的可调千斤顶,支撑力较高,对不稳定顶板适应性较好。对大倾角适应性差,造价高。

2.2.2.4 放顶煤液压支架

综采放顶煤支架是一种结构相对复杂、应用于放顶煤工作面的液压支架,该支架在具有普通液压支架功能的同时还具有放顶煤功能。放顶煤支架根据放煤口的位置可以分为:高位放顶煤液压支架(单输送机)、中位放顶煤液压支架(双输送机)及低位放顶煤液压支架(双输送机)。目前我国放顶煤综采工作面使用较多的是安全性能高、放煤效果好的低位放顶煤液压支架。

2.3 综采工作面矿压监测

综采工作面矿压监测的目的是为了掌握工作面回采过程中矿山压力显现规律及液压支架工作状态,从而评价分析工作面支架的适应性并对工作面的来压进行预测预报。综采工作面矿压监测的内容主要包括:工作面液压支架支护阻力,支架支护质量,工作面超前支承压力及工作面顶板位移。

2.3.1 综采工作面常用观测设备

2.3.1.1 有线监测

在目前的众多矿压监测设备中,山东尤洛卡股份有限公司研制的 KJ216 煤矿顶板压力监测系统应用非常广泛。KJ216 煤矿顶板压力监测系统是基于以太网平台建立的可实现全矿井矿压在线监测的综合监测系统。该系统利用矿区或矿井已经建立的计算机网络平台,将各生产矿井顶板动态监测系统组成矿务局级监测网络,实现矿压监测的自动化和信息共享。

KJ216 煤矿顶板动态监测系统的主要特点是采用环形总线结构,可涵盖全矿井多类型矿压参数监测。系统以计算机网络为主体,兼容井下通信电缆、光缆专线、以太网多种数据传输模式。监测参数包括工作面支架工作阻力监测、围岩离层运动监测、锚杆载荷应力监测、岩层(煤层)内部应力监测四个方面。

系统的监测功能组成:监测系统由井下和井上两大部分组成,如图 2-1 所示。监测系统由 4 个不同监测功能的子系统组成。4 个监测子系统从功能上加以区分,硬件结构使用统一的总线地址编码,系统的分站实际布置上可以混合排列,监测服务器通过通信协议区分数据类型。井上监测服务器(计算机)可接入矿区局域网络,支持网络在线监测和信息共享。

井上监测信息与报警网络如图 2-2 所示,井上监测信息与报警网络包括:数据接收单元、监测服务器;矿井办公局域网和客户端;GPRS 数据收发单元和图文短信手机用户群。

井下监测网络通过井下的监测主站接入矿井工业以太环网交换机或电话通信

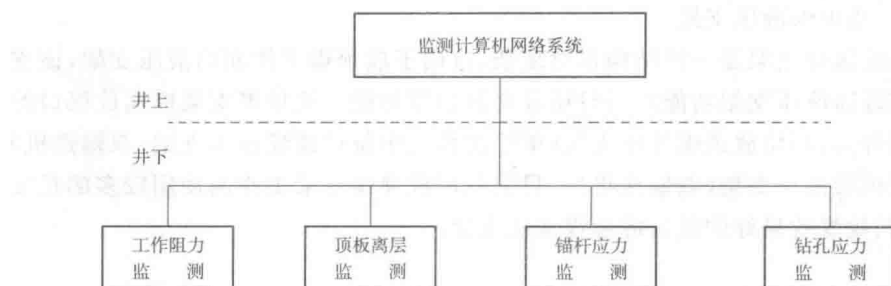


图 2-1 KJ216 顶板安全监测系统功能组成示意图

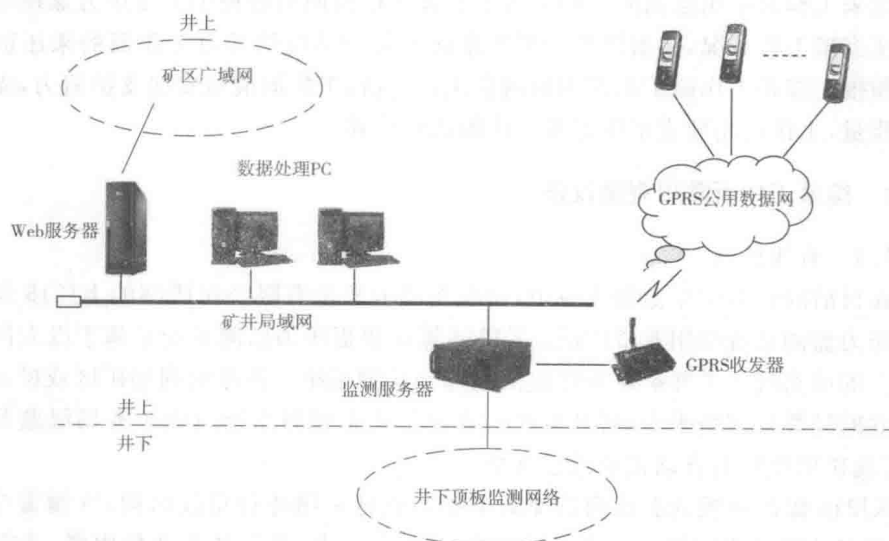


图 2-2 KJ216 顶板动态监测系统井上部分组成图

电缆将数据传送到井上。当使用工业以太环网传输数据时,选用主站的 RJ45 接口并将主站设置成 NPORT(以太网联网服务器)模式。当选用电话通信线路时将主站配置成 RDS(基带差分传输)通信模式。

监测服务器采用工业级 PC,扩展了 RDS 数据接发通信单元。工业 PC 配置 Earthnet 以太网接口(RJ45)与局域网交换机连接。监测服务器获取井下以太网 NPORT 接口监测数据时需保证与环网相通的物理链路。

本系统监测分析软件 CMPSES 运行于 Windows 2003 server 平台,数据库采用 SQL server,采用 C/S 和 B/S 结构,支持矿井局域网客户端模式和 Web 访问模式。

CMPSES 监测分析软件支持 GPRS/CDMA 公用数据传输网络的图文短信群发信息和报警功能。监测服务器连接 GPRS/CDMA 数据接发单元,根据软件的配置信息,授权的手机用户可接收不同的数据信息和报警服务。报警信息分 2 级:预警信息和紧急报警信息。

井下部分硬件组成:KJ216 顶板动态监测系统井下部分包括通信主站、测区通信分站、测区压力监测分机、顶板离层监测传感器、锚杆/锚索应力监测传感器、钻孔应力传感器以及防爆型供电电源和通信电缆(系统图如图 2-5 所示)。如图 2-3、图 2-4 所示,井下部分采用两级隔离 485 总线,通信主站下位总线连接测区通信分站,最大可连接 16 个测区分站。测区通信分站承担不同的监测功能,一般一台通信分站负责监测一个开采工作面及回采巷道,测区内总线连接压力分机、离层总线式传感器、锚杆总线式传感器、钻孔应力总线式传感器。每个通信分站最大可连接 64 个监测站点(分机或传感器),可满足国内大型矿井多采区布置的矿压监测需要。不同类型的监测站点采用统一编码,通过通信协议中的标志符区分参数类型。

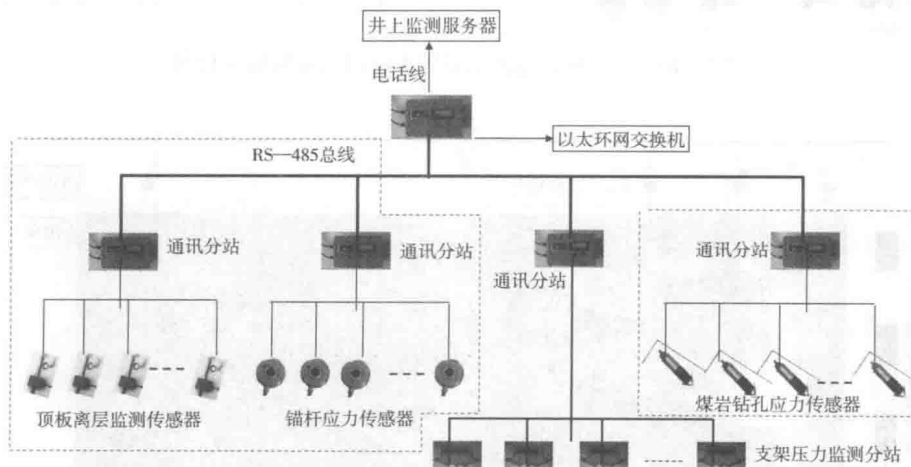


图 2-3 顶板离层监测系统组成图(通信线路传输方式)

通信主站内置 RDS-100、PTS485、DE311 通信接口,分别支持电话线、单模光纤、以太网(TCP/IP 协议)数据传输。井下通信主站可通过电话线路、单模光纤或以太环网与井上的监测服务器连接。

2.3.1.2 无线监测

随着科学技术的不断发展,综采工作面矿压监测设备越来越多,现在应用较多的无线设备为 KJ26 无线矿山压力监测系统。

目前由于无线传感器具有成本低、功耗低、容量高、自组网、多功能等不同于其