

2015 中国矿山物联网

发展报告

徐州高新技术产业开发区管理委员会
中国煤炭工业协会生产力促进中心 编
中 国 矿 业 大 学



煤炭工业出版社

2015 中国矿山物联网发展报告

徐州高新技术产业开发区管理委员会
中国煤炭工业协会生产力促进中心 编
中 国 矿 业 大 学

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2015 中国矿山物联网发展报告 / 徐州高新技术产业开发区管理委员会, 中国煤炭工业协会生产力促进中心, 中国矿业大学编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2015

ISBN 978 - 7 - 5020 - 4811 - 2

I. ①2… II. ①徐… ②中… ③中… III. ①互联网—应用—矿山管理—研究报告—中国—2015 ②智能技术—应用—矿山管理—研究报告—中国—2015 IV. ①F426.1 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 235144 号

2015 中国矿山物联网发展报告

编 者 徐州高新技术产业开发区管理委员会 中国煤炭工业协会生产力促进中心 中国矿业大学

责任编辑 袁 筠 肖 力

编 辑 郭玉娟

责任校对 邢蕾严

封面设计 王 滨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

电 话 010 - 84657898 (总编室)

010 - 64018321 (发行部) 010 - 84657880 (读者服务部)

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 北京市郑庄宏伟印刷厂

经 销 全国新华书店

开 本 880mm × 1230mm¹/₃₂ 印张 4³/₄ 字数 119 千字

版 次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

社内编号 7666 定价 38.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010 - 84657880

编 委 会

编委会主任 毕于瑞 刘 峰 秦 勇 孙继平

编委会成员 (以姓氏拼音为序)

曹文君	丁 涛	董海林	杜海鹏
付贵祥	侯水云	胡穗延	黄 强
黄寿卿	李敬兆	李首滨	梁运涛
刘 富	毛善君	齐 兵	钱建生
陶建平	王 琦	尤西蒂	张国平
张建明	张 申	张 毅	张元刚
张 勇	郑厚发		

主 编 刘 富 张建明 董海林

编写组成员 (以姓氏拼音为序)

曹光明	陈 辉	崔凤录	冯文彬
高 杨	郭星歌	连向东	田子健
王建维	严效民	张 瑞	周海坤

前 言

党的十八大提出“坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，推动信息化和工业化深度融合”。物联网是新一代信息技术的高度集成和综合运用，是我国两化深度融合的基础和动力，是未来科技竞争的制高点和产业升级的重要驱动力。2013年，国务院发布了《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，为我国物联网的发展指明了方向。随着国家工业化、信息化、城镇化和农业现代化建设步伐的加快，物联网技术发展和产业应用面临着广阔的前景和难得的机遇。

矿山物联网是物联网应用的一个重要领域，是建设智能矿山的基础。矿山物联网通过构建矿山人与人、人与物、物与物相连的网络，将感知技术、网络技术、通信技术、智能计算技术、工业控制技术、GIS技术等与现代采矿及矿物加工紧密结合，描述并控制矿山生产与运营的全过程，为实现矿物资源的安全高效绿色化开采和清洁高效低碳化利用奠定基础。经过数年来的技术发展和应用，我国矿山物联网领域的自主创新能力不断增强，有力促进了我国智能矿山的建设。

为了全面反映我国矿山物联网发展的现状，呈现我国矿山物联网发展的全貌，报告立足于系统性、实用性、全面性和权威性，以我国煤矿物联网发展和建设为主，从政策环境、产业状况、技术发展、行业应用等方面对矿山物联网的发展现状和趋势进行了全面梳理和分析，并介绍了在煤矿生产和经营中的典型应用。

报告图文并茂，内容全面翔实。在报告编写过程中，得到了神华集团、中煤能源集团、陕西煤业化工集团、同煤集团、兖矿集团、山西焦煤集团、开滦集团、淮北矿业集团、中国平煤神马

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

集团、盘江煤电集团、煤科集团沈阳研究院、中煤科工集团重庆研究院、中煤科工集团常州研究院、中国矿业大学（北京）、北京大学、安徽理工大学、北京天地玛珂电液控制系统有限公司、北京龙软科技股份有限公司，以及其他煤炭企业和专家们的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！由于水平和时间有限，局限和不足之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。

编写组

2015 年 9 月

目 次

1	概述	1
1.1	矿山物联网概述	1
1.2	矿山物联网特点	3
2	我国煤矿物联网产业状况	6
2.1	我国煤炭资源开发状况	6
2.2	煤矿物联网产业政策环境	7
2.3	煤矿物联网产业发展状况	9
2.4	煤矿物联网知识产权现状	11
2.5	煤矿物联网标准制定现状	14
2.6	煤矿物联网科技研发平台	15
2.7	中国矿山物联网协同创新联盟	19
3	我国煤矿物联网技术发展	20
3.1	煤矿物联网感知技术现状	20
3.2	煤矿物联网传输技术现状	24
3.3	煤矿物联网先进适用技术	33
4	我国煤矿物联网应用分析	56
4.1	煤矿安全领域应用分析	56
4.2	煤矿生产领域应用分析	66
4.3	其他领域应用分析	79
4.4	基于煤矿物联网的智能矿山建设	84

5 我国煤矿物联网应用案例..... 98

5.1 安全领域应用案例..... 98

5.2 生产领域应用案例 111

5.3 其他领域应用案例 121

6 我国矿山物联网发展趋势及建议 132

6.1 煤矿物联网发展趋势 132

6.2 矿山物联网发展措施建议 137

参考文献..... 141

1 概 述

1.1 矿山物联网概述

党的十八大提出推动信息化和工业化深度融合，促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展。两化融合是指将信息化作为企业发展的内在要素，在信息技术和工业技术紧密结合的环境下，实现企业业务系统系统集成、企业间业务协同以及发展模式创新，推进工业企业创新发展。两化深度融合则是在两化融合实践的基础上，推动新一代信息技术的全面渗透、广泛应用和深度集成，创造新的业务模式和产业发展形态，建立更具竞争力的新型生产模式和组织体系，达到工业结构整体优化升级的最终目标。

随着全球进入新的科技革命和产业变革时代，一些重要科学问题和关键核心技术呈现出革命性突破的先兆，带动了各项关键技术交叉融合、群体跃进，也为采矿业带来了前所未有的发展机遇。传统采矿业迈入了信息化、自动化、智能化的高科技发展领域，“数字矿山”“感知矿山”“智慧矿山”等诸多新概念、新理念不断涌现。世界主要采矿国家为取得在采矿工业中的竞争优势，都先后制定并大力实施了“智能化矿山”或“无人化矿山”的发展规划。

物联网是指通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网是新一代信息技术的高度集成和综合运用，广泛应用在军事、工业、农业、环境监测、建筑、医疗、空间和海洋探索等领域。作为未来科技竞争的制高点

和产业升级的重要驱动力，物联网受到了世界发达国家的高度重视，并相继制定了相关发展战略。2004 年，日本首先提出“U - Japan” 战略计划。随后，韩国“U - Korea”、欧盟“物联网行动计划”、美国“智慧地球”等战略计划相继实施。中国也将物联网列入国家重点发展的战略性新兴产业，并在 2013 年由国务院发布了《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》，为我国物联网的发展指明了方向。

矿山物联网是物联网在矿产资源开发领域的应用，是指通过信息传感设备，按照约定的协议，把矿山人与人、人与物、物与物连接而成的网络。矿山物联网是建设智能矿山的基础。传统的数字矿山是对真实矿山整体统一认识的数字化再现，其核心是在统一的时间坐标和空间框架下，将海量异质的矿山信息资源进行全面、高效、有序的管理和整合。智能矿山则是在矿山数字化的基础上，以开采智能化、生产自动化和管理信息化为核心，综合考虑生产、经营、管理、环境、资源、安全和效益等各种因素，对矿山生产过程中的各种信息主动感知、自动分析、快速处理，最终实现整体协调优化。

矿山物联网涉及感知技术、通信技术、网络技术、智能计算技术、工业控制技术、软件技术、采矿技术、安全技术、矿物加工技术等。从技术架构上看，矿山物联网可分为 4 层：感知层、传输层、应用层和服务层。

(1) 感知层。感知层是最底层，主要通过无线射频传感器 (RFID)、静态传感器、动态传感器等各类感知设备，实现对状态数据的实时采集。感知和标识技术是物联网的基础，感知层是物联网识别物体、采集信息的来源。感知层能够为矿山所有有价值物体提供感知服务，包括设备、人员、环境、工矿的监测。各类静态节点和以人、车辆为代表的移动感知节点构成感知平台，通过感知网关接入局域网，执行各类信息的感知。

(2) 传输层。传输层是中间层，作用是把采集来的信息安全快速地传输出去。传输层由各种私有网络、互联网、有线和无

线通信网、网络管理系统等组成,通过各种接入设备实现多网融合。网络传输平台是矿山物联网的主干网,利用工业以太网技术、移动通信技术、M2M 技术以及 6LowPAN 技术,实现感知信息以 IP 为基础的实时可靠传送。矿山生产、安全等信息全部集中到控制中心,然后进行信息处理。

(3) 应用层。应用层是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口,它可实现矿山物联网的智能应用。在矿山企业中,通过分析与管理矿区大量的安全数据和生产数据,对矿区实施智能化控制和监测,包含矿区基于地理信息系统(GIS)技术的三维可视化、综合自动化、人员管理、视频监视、短信管理、矿区应急指挥、调度系统等。当某个事件发生时,可及时做出反应,应用当前数据进行指导和处理。依据采集数据,可对矿山安全生产形势进行评估,排查安全隐患。

(4) 服务层。服务层通过物联网与大数据、云计算的结合来为用户提供服务。物联网产生大数据,大数据为云计算提供数据来源,云计算体现大数据的价值。在矿井监测监控物联网平台中,感知层采集到大量的甲烷浓度、一氧化碳浓度、烟雾、温度、风速等环境参数数据,经 WSN 中的汇聚节点处理后,通过 WSN 高性能网关和数据传输网络把这些矿井环境参数数据发送到云端,云端利用大数据、云计算等技术进行深度数据挖掘,最终实现矿井灾害预警预测,达到对矿山安全生产实时控制、精确管理和科学决策的目的。

1.2 矿山物联网特点

矿产资源是指由地质作用形成的,具有利用价值的,呈固态、液态、气态的自然资源,具有有限性和不可再生性。矿山生产具有易变性和离散性特点,在矿产资源的开采过程中,矿山对象和开采环境总在不断地发生变化,生产作业地点也会发生变化。矿山生产环境具有特殊性,如煤矿井下有瓦斯等爆炸性气体,矿尘大,潮湿,有淋水,巷道空间狭小,巷道弯曲并分支,

严重制约着地面物联网技术在煤矿井下的应用。

以煤矿物联网为例，矿山物联网具有如下典型特点：

(1) 物联网设备要求电气防爆、体积小，具有较强的抗干扰能力。煤矿井下空间狭小，且有甲烷等可燃性气体和煤尘，物联网设备必须是防爆型电气设备，设备的体积特别是天线体积不能很大，且宜采用安全性能好的本质安全型防爆措施，输入输出信号须是本质安全信号。由于煤矿井下机电设备相对集中、功率大，电磁干扰严重，特别是大功率变频器、大型机电设备启停、架线电机车电火花等对物联网设备干扰大，因此物联网设备需具有较强的抗干扰能力。

(2) 物联网设备要求电源电压波动适应能力强，防护性好。由于煤矿井下电网电源电压波动范围在 75% ~ 110% 之间，甚至达 75% ~ 120%，因而物联网设备应具有较强的电源电压波动适应能力。特别当电网停电时，应由备用电源维持不小于 2 h 的正常工作。煤矿井下除有瓦斯等爆炸性气体外，还有硫化氢等腐蚀性气体，矿尘大，潮湿，有淋水，因此物联网设备应具有防尘、防水、防潮、防腐、耐机械冲击等性能。

(3) 传输网络宜采用树形结构。煤矿巷道一般布置在离地表数百米以下，最深已达 1500 m，GPS 信号不能完全覆盖；井下空间狭小，有风门、机车等阻挡体，电磁波传输衰耗大；井下巷道为分支结构，呈树形布置，分支长度达数千米，甚至万米以上，电缆和光缆必须沿巷道敷设，挂在巷道壁上。因此，为便于系统安装维护、节约传输电缆和光缆、降低系统成本，宜采用树形结构。

(4) 传输距离相对较远，网络不宜采用中继器。煤矿（仅单一矿井）相对于一般工业企业覆盖区域较广，采掘工作面距地面调度室距离可达十多千米，井下环境恶劣，设备故障率较高。若采用中继器延长传输距离，由于中继器是有源设备，故障率较无中继器系统高；并且井下电源的供给受电气防爆的限制，中继器处不一定好取电源，若采用远距离供电还需要增加供电芯

线，因此不宜采用中继器。

(5) 物联网系统要求抗故障能力强。煤矿井下环境恶劣，设备故障率高，顶板垮落等事故会造成电缆和光缆断缆、设备损坏。因此，煤矿物联网系统应具有较强的抗故障能力，当系统中某些设备发生故障时，不会造成整个系统瘫痪，其余非故障设备仍能继续工作。

2 我国煤矿物联网产业状况

2.1 我国煤炭资源开发状况

煤炭是我国的主体能源和重要的工业原料，在我国一次能源生产和消费结构中长期占 70% 左右。2014 年，我国原煤产量为 38.7×10^8 t、消费量为 41.3×10^8 t，分别占一次能源产量和消费量的 74.2% 和 66%。我国煤炭资源储量相对丰富，根据《中国矿产资源报告（2014）》，截至 2013 年底我国已探明煤炭资源储量为 1.48×10^{12} t，占一次能源资源总量的 94%。我国“富煤缺油少气”的能源资源禀赋特点，决定了今后相当长一段时间内，煤炭在能源结构中仍居于主导地位。

我国煤炭资源具有总量丰富、分布不均衡的特点，总体分布格局是北多南少、西多东少。综合开采地质条件、主体采煤技术、实际灾害状况、市场供给能力和行政区划等因素，可将全国划分成晋陕宁蒙甘区、华东区、东北区、华南区和新青区五大产煤区域。我国煤炭资源种类齐全，数量分布极不均衡。褐煤和低变质烟煤数量较大，占保有资源量的 55%；较为稀缺的气煤、肥煤、焦煤及瘦煤等中变质炼焦烟煤数量较少，占保有资源量的 28%；高变质的贫煤和无烟煤数量仅占保有资源量的 17%。

随着大型煤炭基地建设步伐的不断加快，煤炭安全、高效、清洁开发水平显著提高，特别是晋陕宁蒙甘煤炭主产区，安全、高效指标达到世界先进水平。当前，全国煤矿约 1.1 万处，建成年产 120×10^4 t 以上的大型煤矿 970 多处，千万吨级特大型煤矿 53 处。我国已建成安全高效矿井（含露天煤矿）422 个，2013 年煤炭产量合计 13.90×10^8 t，百万吨死亡率为 0.004，采煤机械化程度达 99.86%，平均原煤工效为 17.33 t/工·日。2014 年，

我国原煤入选率达 62.53%，矿井水和煤矸石利用率分别达 67.5% 和 64.8%。

当前，我国东部煤炭资源日渐枯竭，中部资源与环境约束加剧，资源开发加速向生态环境脆弱的西部转移。我国华东地区村庄密集，“三下”压煤平均占矿井可采储量的 60%。西部地区属于干旱半干旱地区，水资源匮乏，矿区土地复垦、生态环境修复技术相对落后。我国煤矿生产条件差异较大，尤其是一些老矿区，地质条件复杂，五大灾害俱全。传统的以高投入、高消耗、高排放、低效率为特征的粗放式煤炭生产方式不仅造成了人力资源的极大浪费，而且对生态环境造成了极为严重的破坏，迫切要求加快推进煤炭生产和消费革命，以最合理的资源扰动和劳动消耗，集约、高效、经济地开采煤炭资源，保障国民经济和社会发展的能源需求。煤矿物联网的发展与应用，将极大地提高矿山自动化、数字化和信息化水平，推动生产过程的低消耗和低排放，有效提高生产效率，加速实现以最小资源扰动获取最大资源收益的目标。

2.2 煤矿物联网产业政策环境

2011 年，国务院办公厅印发《国务院办公厅关于印发安全生产“十二五”规划的通知》(国办发〔2011〕47 号)，提出“建立煤矿安全科技示范工程，先期开展矿区灾害预测预报技术、互联网在安全管理上的应用、应急救援及事故处置技术等重点工程”。

2011 年，工业和信息化部印发《物联网“十二五”发展规划》，提出“到 2015 年，我国要在核心技术研发与产业化、关键标准研究与制定、产业链条建立与完善、重大应用示范与推广等方面取得显著成效，初步形成创新驱动、应用牵引、协同发展、安全可控的物联网发展格局”。

2011 年，国家安全生产监督管理总局印发《安全生产科技“十二五”规划》(安监总科技〔2011〕170 号)，提出“加强关

键性应用型技术研究，加快自主创新，依靠科技进步提高安全生产控制力和事故防范能力，亟须在监测监控传感器、物联网、云计算等方面加大开发与应用力度，做到提前感知、超前防范，早期化解风险，使安全生产科技水平与生产力发展水平相适应”。

2012 年，国家安全生产监督管理总局印发《国家安全监管总局关于加强安全生产科技创新工作的决定》（安监总科技〔2012〕119 号），提出“加强物联网、新型传感器、透地通信和无域限、无时限、可视化互联互通共享系统等共性技术研究”“煤矿领域要重点建设煤与瓦斯突出防治、高瓦斯零超限、采空区高精度综合勘探、水害隐患防治、顶板与地压灾害防治、安全生产监管物联网应用等示范工程”。

2013 年，国务院办公厅发布《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》（国发〔2013〕7 号），提出“积极利用物联网技术改造传统产业，推进精细化管理和科学决策，提升生产和运行效率，推进节能减排，保障安全生产，创新发展模式，促进产业升级”。

2013 年，国家发展改革委、工业和信息化部、教育部、科技部等 14 个部门共同印发《关于印发 10 个物联网发展专项行动计划的通知》（发改高技〔2013〕1718 号），提出“在煤炭、石化、冶金、汽车、大型装备工业中各选择 4~5 个重点企业开展面向生产过程、供应链管理和节能减排的物联网应用示范”“开展煤矿安全设备监管国家物联网应用示范工程”“加快实施国家矿井安全生产监管物联网应用示范工程，逐步扩大应用规模”。

2015 年，国家安全生产监督管理总局印发《国家安全监管总局关于开展“机械化换人、自动化减人”科技强安专项行动的通知》（安监总科技〔2015〕63 号），明确“煤矿安全物联网”专项行动内容：“通过采用多信息融合、海量数据挖掘、嵌入式实时分析、故障诊断、信息共享等技术，应用新型传感器、煤矿大型机电设备状态监测与故障智能诊断系统、矿山物资智能储运管控系统等，代替传感器定期调校、设备定期检修、物资人工管

理，实现设备、物资、环境等智能监测与管理，减少人员 30% 以上。”

2.3 煤矿物联网产业发展状况

2012 年，煤炭行业开展了首次两化融合发展水平评估工作。通过对 85 家煤炭企业（集团）评估样本数据进行整理和分析，确定煤炭行业两化融合发展水平总体处于“中级水平阶段”，与机械、电子等先进行业相比，还有很大的发展空间和漫长的发展历程。

经过数年来的建设和发展，数字矿山、矿山综合自动化在我国煤炭企业已经有众多的实际应用，煤矿自动化、数字化和信息化水平也获得明显提高。所有煤矿都建设了安全监测监控系统、井下人员定位系统、通信联络系统等多种系统，井下 4G 通信网络系统成功示范，自动化综采工作面推广应用，主运系统和辅助运输装备实现智能监测监控，中央变电所、水泵房、通风机房等场所实现无人值守，大型选煤厂实现集中控制，煤矿物联网综合管理平台建设启动。

目前，我国煤矿物联网的开发和应用处于发展阶段，在国家政策的支持下，已经形成从技术研发、设计、生产到工程应用的完整产业体系，产业发展初具规模，集聚发展态势明显，技术研发取得突破，应用推广初见成效。煤矿物联网产品基本实现了自主研发，但从产品结构看，老产品占比较高，新产品明显不足，尤其是数字化、智能化、微型化产品严重欠缺。

我国煤矿物联网产品涉及各类矿用传感器、通信设备、自动化开采装备等。目前，煤矿物联网相关设备生产企业主要集中在长三角地区，并逐渐形成以北京、上海、南京、沈阳和西安等中心城市为主的区域空间布局。我国煤矿物联网技术研发实力较强的单位有煤科集团沈阳研究院、煤炭科学技术研究院、中煤科工集团重庆研究院、中煤科工集团常州研究院、中国矿业大学、中国矿业大学（北京）等。一批高新技术企业，如北京天地玛珂