



煤矿智能化专利技术应用分析

——以大数据技术为例

王昊^{1,2}

煤炭资源是保障我国能源安全的基石，是国民经济的重要组成部分。煤矿智能化已经成为煤炭工业高质量发展的核心技术支撑，煤矿智能化是指将人工智能、工业物联网、云计算、大数据、机器人、智能装备等技术与现代煤炭开采技术深度融合，形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能系统，实现煤矿开拓、采掘、运输、通风、分选、安全保障、经营管理等过程的智能化运行，提高煤炭开采效率，提升煤矿安全生产水平，保障煤炭资源稳定供应^[1-4]。煤矿智能化建设离不开大数据技术的应用。2020年2月，国家发展和改革委员会等八部委联合印发了《关于推进煤矿智能化发展的指导意见》，指出了煤矿智能化发展的指导思想、原则和目标，明确了煤矿智能化发展的主要任务。其中，提出的煤矿智能化发展保障措施之一

就是加强知识产权保护，增强核心技术可控能力。因此，加强煤矿大数据技术的知识产权保护对煤矿智能化建设具有重要意义。

概述

大数据技术通过对大量的、多种类和来源复杂的数据进行高速捕捉、发现和分析，用经济的方法提取其价值，其中也包括对于数据进行挖掘和处理的理论及方法^[5-8]。

近年来，随着煤矿建设的智能化、信息化程度逐渐提高，系统和设备的生产运行数据量不断增加。此外，随着管理方式的进步，煤炭生产和管理过程中也产生了海量的数据，运用传统的数据处理方式难以快速实时地对这些生产运行数据和管理运营数据进行准

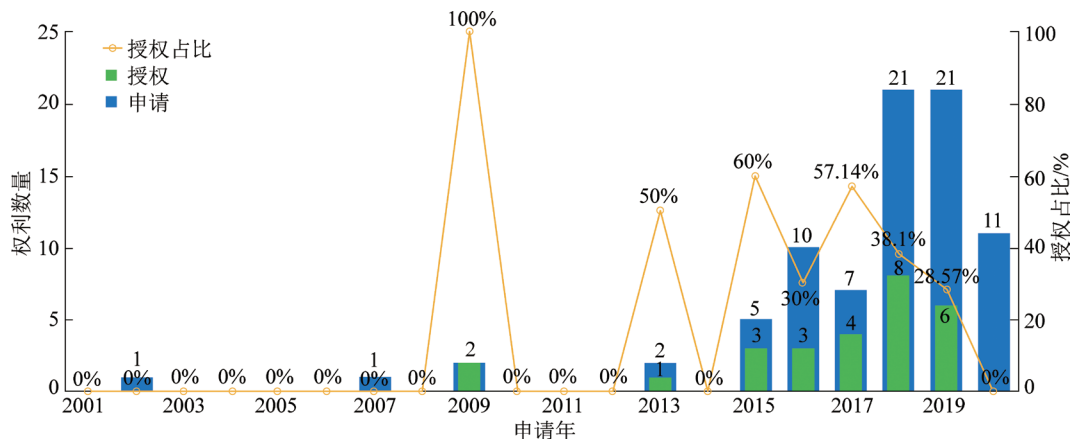


图1 全球煤矿行业大数据技术专利申请量走势

确分析和应用。可以预期,未来将越来越多的应用大数据、物联网、可视化、智能控制等技术,通过智能分析、智能处理、预测及监测控制等手段,为煤矿安全生产提供有力支撑^[9-13]。

大数据技术在煤矿应用领域的国内外专利申请趋势

截至2020年12月28日,涉及煤矿行业的国内外大数据技术领域专利申请共有107项。其中,国内专利申请65项,国外专利申请42项。全球煤矿行业大数据技术领域专利申请数量的年度分布如图1所示。由图1可知,在2015年之后,各国逐渐开始在煤矿大数据技术领域进行专利申请。经过2015—2017年的萌芽时期,在2018年,大数据技术相关专利申请量开始进入稳步增长时期。但是这一发展趋势远远落后于大数据技术的发展趋势,早在2010年左右,大数据这一概念便已在世界范围内被广泛提及和接受,并且随着时间推移,2013年开始大数据技术的专利呈现爆发式增长,首次突破1000项,而从这时开始,大数据这一概念才开始逐渐出现在煤矿领域。

在专利领域,通常将中国国家知识产权局、美国专利商标局、欧洲专利局、日本特许厅和韩国知识产权局称为“世界五大知识产权局”(以下简称“五局”),“五局”的统计数据具有较强的代表意义。总体看来,煤炭行业中国专利申请构成了专利申请总量的主体,中国的创新主体除了将大数据技术相关的65项专利布局在中国,还有5项专利布局在美国。而美国和韩国的创新主体仅有少量专利布局在本国,日本的创新主体在欧洲、美国和本国均有少量的专利布局。实际上大数据技术领域除了5大国之外,澳洲的专利布局也相对比较活跃,澳洲总计布局了18项专利申请,占比仅次于中国。

煤矿行业大数据技术领域专利基本情况

煤矿行业数据主要分为生产运行相关和涉及管理运营的2大类数据。由于煤矿运行的特点,各种数据之间并非完全独立,而是紧密关联,具有以下5个主要特点:①数据体量巨大,来源于煤矿各类生产设备和系统;②数据类别较多,包括结构化、半结构化、非结构化的数据;③单个数据价值密度低,但是总体数据

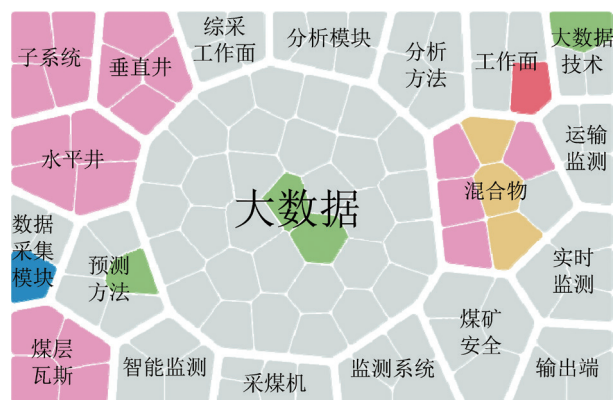


图2 煤矿行业大数据技术领域地图

对于煤矿的可靠产业服务性、经济性具有较大价值;④数据之间的内在联系和内在价值需要分析和挖掘;⑤数据处理需满足实时性、准确性的要求^[14-18]。

结合煤矿行业的运行和管理特点,将其大数据领域的技术分支分为:智能设备层、智能控制层、智能管理层和其他层面。其中,智能设备层包括智能巡检、设备故障诊断、智能检修等,其关键技术主要涉及数据获取、数据处理和分析等;智能控制层包括系统优化控制、性能评估、监测和报警等,其关键技术主要包括数据处理和分析,以及基于此的数据模型和控制算法;智能管理层包括经营决策、安全管理等方面,其关键技术涉及数据预测、数据挖掘、神经网络和模糊理论等。

国内外煤矿大数据各技术分支专利申请量对比如图1所示。其中,国内申请主要集中于智能控制层和智能管理层,其他部分主要涉及与煤矿行业及大数据领域自身特点相结合的技术内容,包括数据信息及数据仓库结构、数据处理结构等。智能设备层的关键技术涉及基于大数据挖掘的设备性能监测、数据采集、维护等;智能控制层主要涉及基于数据计算的性能分析和统计,以及相应的生产过程监测和预警,但是较少涉及综合不同智能控制方法的优点;智能管理层主要涉及安全管理,对于数据计算的调度管理、煤炭价格和采掘量预测等专利申请数量较少。此外,由表1可知,大数据技术领域国内外申请人进行专利申请的技术分支不尽相同,国外集中在智能控制层和智能管理层的专利申请相对较少。

提取涉及煤矿行业大数据技术领域的107项专利申请关键词形成的技术领域地图如图2所示,图中每个



表1 国内外煤矿行业大数据各技术分支专利申请数量对比

国别	专利申请数量 / 项			
	智能设备层	智能控制层	智能管理层	其他
国内	8	29	18	10
国外	6	19	1	15

格子代表相同数量的专利。大数据技术领域地图显示了这107项专利的主要关键词，通过关键词可以更明显地看出煤矿行业大数据技术专利主要集中在各类的智能监测和分析系统中。

煤矿行业大数据技术领域重要专利申请介绍

为了清楚地了解国内外煤矿行业大数据技术领域的技术演进情况，通过对全球专利数据样本进行分析，同时结合企业关注的重要专利，笔者基于主要技术分支选取了较为典型的专利申请进行介绍，主要包括如下内容。

1) 智能设备层。三一重型装备有限公司于2019年12月13日提交的专利申请1(公开号: CN110987396A)，公开了一种用于采煤机摇臂的智能故障诊断及寿命预测方法，其中依据大数据深度学习，构造智能算法分析函数，并确定分析方法的权重系数，从而精确逐级智能定位故障轴系及部件，进一步通过数学统计方法，利用多项式拟合方程推算剩余使用寿命，进一步预测计算出采煤机摇臂的剩余使用寿命。

2) 智能控制层。东北大学于2018年11月16日提交的专利申请2(公开号: CN10926807 2A)，公开了一种煤矿底板突水灾害智能、实时预测预警的大数据云平台，采用大数据计算方法，根据待预测采煤工作面底板工程地质条件，确定煤层底板所属类型，然后根据工面监测数据实现煤层底板突水灾害的智能、实时预测预警，即使采取防护措施，以防止煤层底板突水灾害的发生。

3) 智能管理层。北京大学于2017年12月14日提交的专利申请3(公开号: CN111325434A)，公开了一种基于大数据分析的煤矿安全生产动态诊断系统及方法，基于大数据分析的煤矿安全生产动态以综合集成的信息系统和监测监控系统为基础，结合矿井开采日常业务数据和实时性监测监控数据，基于三维虚拟

矿井模型，建立煤矿安全动态诊断系统，对实现煤矿安全管理的信息化和现代化起到推动作用。

结语

1) 大数据技术将在煤矿智能化发展中成为1个广泛且重要的应用方向。随着煤矿智能化建设的不断推进，煤矿企业采集并积累了巨量的监测数据，为大数据技术的应用和专利布局提供了必要的基础条件。

2) 从整体的专利申请数量来看，大数据技术领域的全球专利申请量仅为107项，整个领域的专利布局仍较为空白，在大数据技术领域进行专利布局大有可为。

3) 从大数据领域专利申请的技术分支来看，国内外的主要申请均集中在智能控制层，即基于数据计算的性能分析和统计，及以此为基础的生产过程监测和预警，而智能设备层和智能管理层的专利布局仍为盲点。例如，智能设备层的基于大数据挖掘的设备性能监测和维护，这类煤矿行业需求较大的专利布局较少；智能管理层的基于数据计算的调度管理、煤炭价格和采掘量预测等专利布局同样较少，因而应加强在上述盲点的专利布局。

4) 从国内外大数据领域专利申请对比来看，大数据技术领域国内外的专利布局均不多，这为我国煤矿智能化装备抢占国内外市场提供了1个良好的知识产权条件。国内申请人目前主要的专利布局在国内，仅有5项专利申请布局在美国。因此，应当尽早将相关技术在目标国家进行专利布局，为未来煤矿智能化相关技术走向国际奠定基础。

■ 责任编辑：李金松

作者简介：

王昊，陕西渭南人，助理研究员，硕士。

E-mail: 328975575@163.com

作者单位：1.中国煤炭科工集团有限公司；

2.天地科技股份有限公司