

文章编号 : 0258-0926(2015)02-0113-03; doi: 10. 13832/j. jnpe. 2015. 02. 0113

# 基于多智能体技术的通风降氡系统 协调优化控制研究

戴剑勇<sup>1,2</sup>, 孟令聪<sup>1</sup>, 邹树梁<sup>2</sup>

1. 南华大学核资源工程学院, 湖南衡阳, 421001; 2. 核设施应急安全技术及装备湖南省重点实验室, 湖南衡阳, 421001

**摘要:** 根据氡及氡子体等放射性安全特性, 结合通风系统理论, 应用多智能体技术构建通风降氡多智能体。分析多智能体系统各关键节点智能体功能属性及其关联关系, 构建通风降氡系统多智能体分布式自治逻辑结构及协商机制, 实现了多智能体系统协调优化控制。实例分析表明, 多智能体通风降氡系统体系结构及其协商机制能较好的改善与优化放射性污染物控制, 具有较好的应用前景。

**关键词:** 多智能体系统; 通风降氡系统; 氡及氡子体

中图分类号: X591; TL75; TD76 文献标志码: A

## Study on Collaborative Optimization Control of Ventilation and Radon Reduction System Based on Multi-Agent Technology

Dai Jianyong<sup>1,2</sup>, Meng Lingcong<sup>1</sup>, Zou Shuliang<sup>2</sup>

1. School of Engineering of Nuclear Resources, University of South China, Hengyang, Hunan, 421001, China;

2. Key Laboratory of Emergency Safety Technology and Equipment of Nuclear Facilities in Hunan Province, Hengyang, Hunan, 421001, China

**Abstract:** According to the radioactive safety features such as radon and its progeny, combined with the theory of ventilation system, structure of multi-agent system for ventilation and radon reduction system is constructed with the application of multi agent technology. The function attribute of the key agent and the connection between the nodes in the multi-agent system are analyzed to establish the distributed autonomous logic structure and negotiation mechanism of multi agent system of ventilation and radon reduction system, and thus to implement the coordination optimization control of the multi-agent system. The example analysis shows that the system structure of the multi-agent system of ventilation and reducing radon system and its collaborative mechanism can improve and optimize the radioactive pollutants control, which provides a theoretical basis and important application prospect.

**Key words:** Multi-agent system, Ventilation and radon reduction system, Radon and its progeny

## 0 引言

氡及氡子体等放射性物污染物的析出严重影响人的身体健康, 通风降氡是辐射防护的主要安全措施<sup>[1-2]</sup>。通风降氡控制是通过风机或通风构筑物控制风量大小及风流方向, 改善工作面通风质

量, 减少氡及其子体浓度。通风系统涉及影响因素较多, 传统通风降氡方式缺少系统性及智能性。而多智能体系统(MAS)将通风降氡系统中的自主运行单元抽象为 Agent, 形成多 Agent 组织, 且各 Agent 之间有着一定的通信机制, 应用其协

收稿日期: 2015-01-15; 修回日期: 2015-03-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(51174116); 湖南省研究生科研创新项目(2014SCX09)

作者简介: 戴剑勇(1969—), 男, 副教授, 博士研究生, 现从事核安全系统工程研究工作

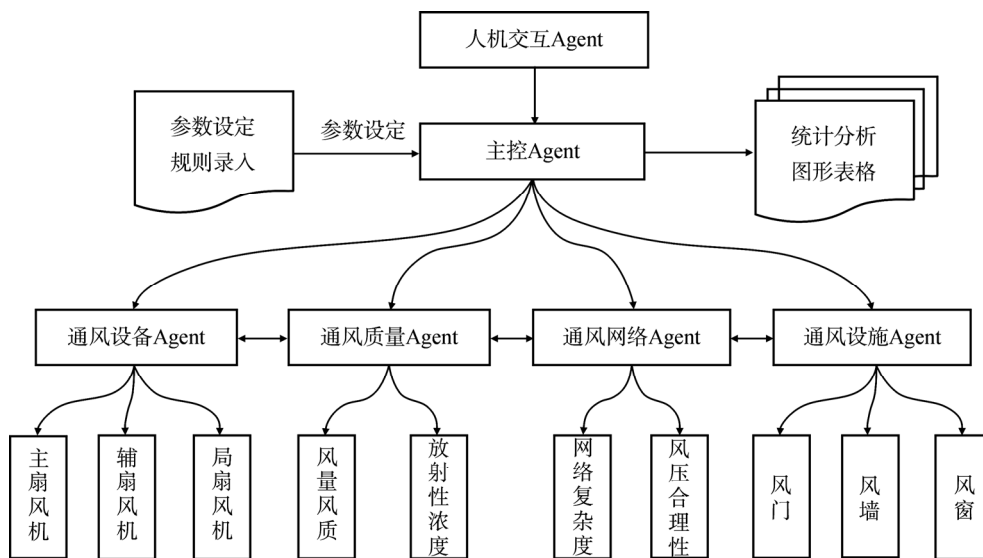


图1 多智能体通风降氡系统体系结构

Fig. 1 Structure of Multi-agent System of Ventilation and Reducing Radon System

商机制实现放射性污染物的优化控制<sup>[3-5]</sup>。

## 1 通风降氡 MAS 结构设计与协商机制分析

根据通风降氡系统本身结构，应用多智能体技术，将通风降氡多智能体结构分为如下任务单元 Agent：主控 Agent、通风设备 Agent、通风网络 Agent、通风质量 Agent、通风设施 Agent 和人机交互 Agent。然后设计各独立 Agent 特有的方法与属性，并结合各 Agent 之间的通信机制构建起相互联系的 MAS 结构（图 1）。

多智能体通风系统主要依赖于任务单元 Agent、通信机制及相关参数标准值规定，以保证工作面氡及其子体等放射性物质浓度在国家标准以内。根据各任务单元 Agent 特有属性，设计多智能体智能逻辑结构。以主控 Agent 为系统入口，通过与人-机交互 Agent 通信设定通风质量参数限值，并展现系统运行状态；主控 Agent 以通风质量 Agent 作为智能控制模块的运行起点激活多智能体智能逻辑结构（图 2）；通风质量 Agent 实时获取工作面风量、风压、放射性物质浓度等通风质量参数值，并根据获取数据不同值做出不同的响应机制。

## 2 实例分析

以我国某通风降氡系统为例，开展实例程序

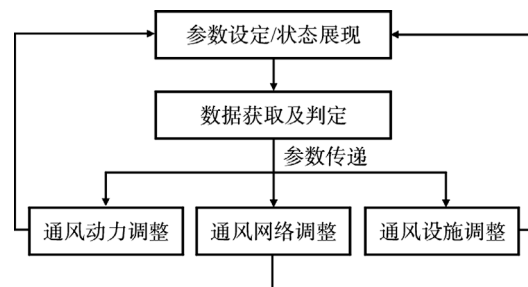


图2 智能逻辑结构示意图

Fig. 2 Diagram of Intelligent Logic Structure

分析。根据该实地情况，获取此 MAS 设定相应的参数如下。工作面风量的上限设定为  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ，氡浓度管理限值为  $3.7 \text{ kBq}/\text{m}^3$ ，氡子体浓度管理限值为  $6.4 \mu\text{J}/\text{m}^3$ <sup>[6]</sup>。此 MAS 能够实时获取通风动力和通风质量相关参数值，数据获取时间间隔为 15 s；然后将获取到的数据存入系统数据库中。系统管理员可以通过向 MAS 发送指令以调整风流方向、风量、风压等参数，并且可对系统获取的数据进行数据统计分析等操作。系统分析模块将选取数据库中最近一小时内数据进行统计分析，统计内容包括风量、风压、氡及其子体浓度等通风质量参数。分析结果如图 3 所示。

在缺少人为干预的前提下，通过获取工作面风量、风压及放射性物质浓度等参数，然后根据智能化处理逻辑对获取不同参数做出不同的响应机制，其在一定时间内能够很好的调整系统运行状态，并对通风质量进行自我改善。

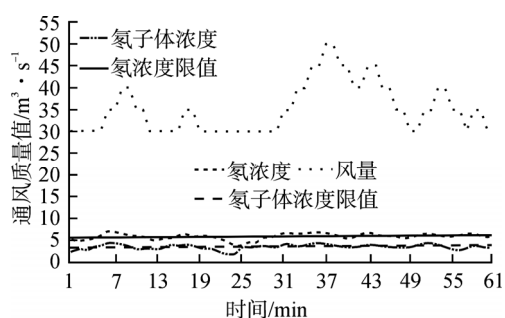


图3 通风质量统计图

Fig. 3 Ventilation Quality Statistics

### 3 结束语

本文结合多智能体技术，构建多智能体通风降氡系统，结合智能体通讯机制设计出能够自我调节的系统运行逻辑结构，较好地实现了多智能体通风降氡系统集成优化控制。统计结果表明，此智能体模型能够很好地适应多变环境，通过智能化处理模块中的自我调节功能在一定时间内能够保持工作面通风质量在标准值之内。

### 参考文献：

- [1] Jia Ting-gui, Liu Jian. Stability of mine ventilation system based on multiple regression analysis[J]. Mining Science and Technology, 2009, 19(4): 463-465.
- [2] Arif Widiatmojo, Kyuro Sasaki, Nuhindro Priagung Widodo. Numerical simulation to evaluate gas diffusion of turbulent flow in mine ventilation system[J]. International Journal of Mining Science and Technology, 2013, 23(3): 349-355.
- [3] Jeya Mala D, Iswarya R. A Multi agent based approach for critical components identification and testing[J]. International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering, 2014, 4(1): 21-22.
- [4] 罗小元, 邵士凯, 关新平, 等. 多智能体最优持久编队动态生成与控制[J]. 自动化学报, 2013, 9(39): 1431-1435.
- [5] 蒋伟进, 张莲梅, 史德嘉. 复杂自适应系统的 MAS 动态协作任务求解时序逻辑模型[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32 (6): 1305-1313.
- [6] 邓文辉, 李先杰, 黄银萍. 铀矿山井下氡及氡子体浓度管理限值的讨论[J]. 辐射防护通讯, 2004, 141(3): 27-30.

(责任编辑：杨洁蕾)