



文章编号:1671-251X(2015)11-0069-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.11.017

郑万波,吴燕清,刘丹,等. 矿山应急指挥平台体系层次模型探讨[J]. 工矿自动化,2015,41(11):69-73.

矿山应急指挥平台体系层次模型探讨

郑万波^{1,2,3}, 吴燕清^{1,3}, 刘丹⁴, 李先明⁵

(1. 瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室, 重庆 400037; 2. 重庆大学 光电工程学院, 重庆 400044;
3. 中煤科工集团重庆研究院有限公司, 重庆 400039; 4. 重庆医科大学 公共卫生与管理学院,
重庆 400016; 5. 重庆煤矿安全监察局 救援指挥中心, 重庆 401121)

摘要:针对中国现有矿山应急指挥平台缺乏理论体系支撑、协调能力差、各级平台差异大而衔接困难的问题,采用宏观体系工程和微观 ICS(事故指挥系统)体系框架结合的方法,从 4 个基本层次(体系的目标使命、体系的服务、系统的目标和系统的行为)的 6 个方面(使命、任务、作战能力、作战体系、平台/设施和系统)构建了一种矿山应急指挥平台体系层次模型,为矿山应急指挥平台体系的定性和定量分析提供了参考。

关键词:矿山; 应急指挥平台体系; 层次模型; 体系工程; ICS

中图分类号:TD77

文献标志码:A

网络出版时间:2015-11-02 14:58

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20151102.1458.017.html>

Study on hierarchical model of mine emergency command platform system

ZHENG Wanbo^{1,2,3}, WU Yanqing^{1,3}, LIU Dan⁴, LI Xianming⁵

(1. State Key Laboratory of Gas Disaster Monitoring and Emergency Technology, Chongqing 400037, China; 2. College of Optoelectronic Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China;
3. CCTEG Chongqing Research Institute, Chongqing 400039, China;
4. School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China;
5. Rescue Command Center, Chongqing Administration of Coal Mine Safety, Chongqing 401121, China)

Abstract:In view of problems of lack of theoretical system support, poor ability of coordination and difficulty of connecting with different platforms existed in mine emergency command platform in China, combining systems engineering and ICS framework, a hierarchical model of mine emergency command platform system was constructed based on six aspects (mission, task, combat capability, combat systems, platform/facility and system) of four basic levels (target and mission of systems, systems service, system target and system behavior), which could provide reference for qualitative and quantitative analysis of mine emergency command platform system.

Key words:mine; emergency command platform system; hierarchical model; systems engineering; ICS

0 引言

国家“十二五”规划以来,国家安全生产监督管

理总局提出加快省、市和重点县以及高危行业(领域)大中型企业应急平台建设,完善安全生产应急平台体系,强化各级平台间的互联互通,实现安全生产

收稿日期:2015-07-31;修回日期:2015-10-08;责任编辑:盛男。

基金项目:重庆市前沿与应用基础研究计划资助项目(cstc2014jcyjA90027)。

作者简介:郑万波(1981—),男,四川自贡人,副研究员,博士研究生,从事矿山救援通信技术和装备、仪器科学与技术方面的研究工作,E-mail: zwanbo2001@163.com。

应急管理和协调指挥的信息化、科学化和智能化^[1]。现有矿山应急指挥平台的建立以各种现场救援需求为基础,缺少科学的理论体系支撑,主要存在以下问题:① 应急指挥平台构建模式固定,难以适应多变的灾情;② 各级应急指挥平台结构复杂、功能差异较大,缺乏基本的层次框架划分方法;③ 现有应急指挥平台多为各类功能子系统的简单集成,在应急救援时缺乏统一的协调机制,各级平台衔接困难。因此,本文引进体系工程的分层方法来研究矿山应急指挥平台的整体框架,同时,采用 ICS(Incident Command System,事故指挥系统)体系的框架模型对应急指挥平台的关键因素进行单元化、模块化划分,最终建立矿山应急指挥平台体系层次模型。

1 体系工程与 ICS 体系框架

(1) 体系工程。体系的基本要素包含使命、单元、能力、信息网络、结构和机制^[2],体系工程方法与过程使得决策者能够理解选择不同方案的结果,并为决策者提供关于体系问题有效的体系结构框架^[3]。体系包括 4 个基本层次,如图 1 所示,体系工程的分层方法使得复杂的体系结构更加清晰。

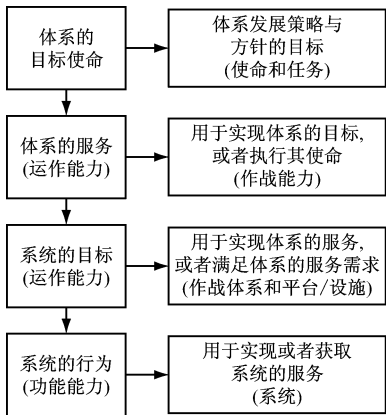


图 1 体系的纵向层次

(2) ICS 体系框架。美国的 NIMS(National Incident Management System,国家事故管理系统)具有现场指挥和管理、模块化和可扩展、交互式管理、适合大范围应急响应的特点,ICS 为 NIMS 的核心部分^[4-6]。ICS 体系采用可扩展的树状结构,根据 ICS 体系设计原则,框架可横向扩展,增加管理幅度,也可纵向延伸,增加管理单元的层次。本文注重研究 ICS 体系微观角度的横向幅度和纵向层次控制,采用其扁平化的架构对矿山应急指挥平台体系的构建进行分析,使得复杂的体系结构易扩展。

因此,结合体系工程和 ICS 体系框架对矿山应急指挥平台体系进行定量和定性分析,从 4 个基本

层次(体系的目标使命、体系的服务、系统的目标和系统的行为)的 6 个方面(使命、任务、作战能力、作战体系、平台/设施和系统)来组建矿山应急指挥平台体系层次模型。

2 矿山应急指挥平台体系的目标使命构建分析

矿山应急指挥平台体系的目标使命包括体系的使命和任务。

(1) 矿山应急指挥平台体系的使命。矿山应急指挥平台体系的使命是根据事故的响应级别和发展状况,完成地面应急救援指挥和井下应急救援指挥。

(2) 矿山应急指挥平台体系的任务。本文主要从矿山应急指挥平台共性的角度进行讨论,在分析煤矿事故和非煤矿事故应急救援过程中,依据《矿山救护规程》的内容和框架,矿山事故应急救援主要任务如图 2 所示。

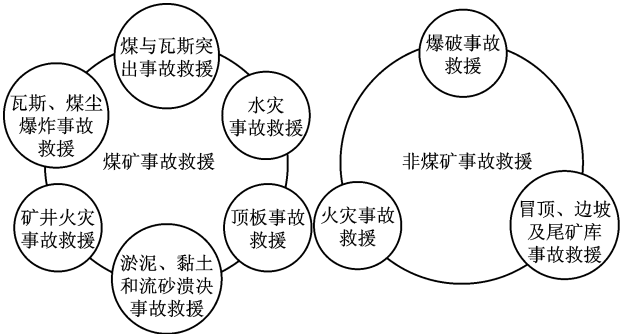


图 2 矿山事故应急救援主要任务

3 矿山应急指挥平台体系的服务构建分析

矿山应急指挥平台体系的服务主要为体系的运作能力,在矿山应急救援指挥中体现为矿山应急救援能力。现有国内应急救援能力的主要分析方法:

(1) 基于时间维的事故生命周期动态应急管理能力分析。应急管理是一个动态的过程,包括预防、监测、控制和恢复等能力^[7-9]。侯金玲^[7]提出评价煤矿应急能力的 8 个一级指标:矿井安全生产系统、应急救援任务、危险源检测、日常建设工作、培训与演练、通信与报警系统、救援行动支持、恢复阶段。刘铁民^[10]提出评价重大事故救援应急能力的 5 个一级指标:隐患监测与预警能力、应急管理与指挥能力、应急资源管理与保障能力、应急处置与减控能力、事后恢复与处理能力,并给出具体二级指标。岳宁芳^[11]提出评估煤矿重大灾害事故应急能力的 7 个一级指标:应急救援任务、危险源监测、日常建设工作、培训与演练、通信与报警系统、救援行动支持、恢复阶段。

(2) 基于因素维和救援能力结构方程模型的分析法。苗成林等^[12]和李树刚等^[13]根据煤矿企业应急救援能力影响因素的结构方程模型,提出 6 个外因潜在变量因素(应急监控能力、应急资源准备能力、应急培训能力、应急组织管理能力、企业恢复能力、企业完善能力)和 3 个内因潜在变量因素(信息传递能力、应急指挥能力、应急救援能力)。

(3) 调查资料分析法。通过调研和相关资料,承奇等^[14]和朱桂明等^[15]从企业应急系统监测预警能力、应急信息决策系统、应急救援设施情况、救援人员及救援能力、医疗救护能力、消防救援能力、应急恢复能力 7 个方面共 32 个指标入手,对石化企业

的应急救援能力进行整体评价。

应急救援能力是对重大事故全过程的管理能力,贯穿于事故发生的前、中、后各个过程。上述应急救援能力的分析方法中,基于时间维的事故生命周期动态应急管理能力分析更适用于矿山应急指挥平台体系的建模与仿真,其中刘铁民^[10]提出的 5 个一级指标更能全面反映应急管理能力,本文结合《矿山救护规程》中关于矿山应急指挥体系的描述,增加基础建设与保障能力指标,因此,矿山应急指挥平台体系的应急救援能力主要影响因素如图 3 所示。

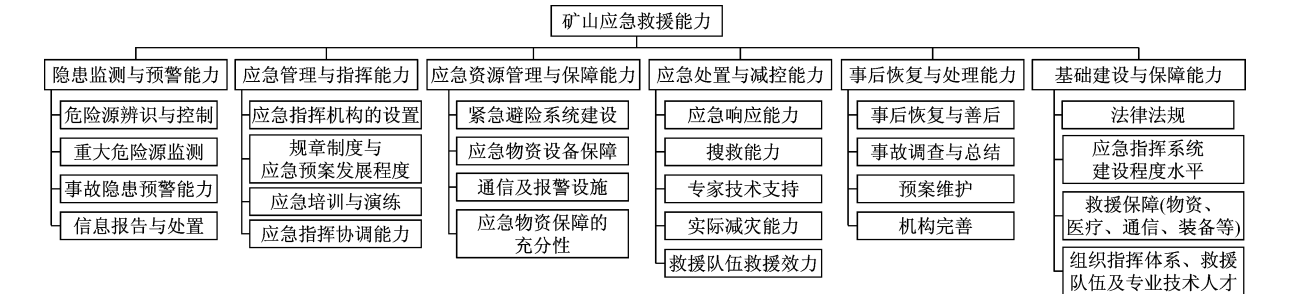


图 3 矿山应急指挥平台体系的应急救援能力主要影响因素

4 矿山应急指挥平台系统的目标构建分析

矿山应急指挥平台系统的目标表现为系统的运作能力,包括作战体系和平台/设施。

(1) 作战体系。现有矿山应急指挥系统可采用 6 种矿山应急指挥通信模式:点状应急救助模式、全局分散救助模式、全局顺序救助模式、局部分散救助模式、混合救助模式、特大面状灾害救助模式^[16]。

(2) 平台/设施。目前国家级突发事件应急平台初具规模,省级及以下突发事件应急平台框架和功能参差不齐。突发事件应急平台框架组成方法:① 按逻辑结构可分为 8 部分^[17-21]:基础支撑系统、综合应用系统、数据库系统、信息接收与发布系统、移动应急平台、应急指挥场所、安全保障体系和标准规范体系;② 按应急管理生命周期的预防、准备、响应、恢复和善后 5 个过程来构建突发事件应急平台^[22-23];③ 以应急指挥信息系统为核心,各功能子系统(模块)协作来构建突发事件应急平台^[24-27]。目前,中国突发事件应急平台按逻辑结构的划分法能够比较全面地描述整体架构,适用于矿山应急指挥平台体系的平台/设施构建。

5 矿山应急指挥平台系统的行为构建分析

矿山应急指挥平台系统的行为即系统的功能能

力,由通用功能单元和专用功能单元组成。

(1) 通用功能单元。矿山应急指挥平台属于安全生产应急指挥平台的重要组成部分,安全生产应急指挥平台的综合应用系统包括 9 个子系统^[28],如图 4 所示。

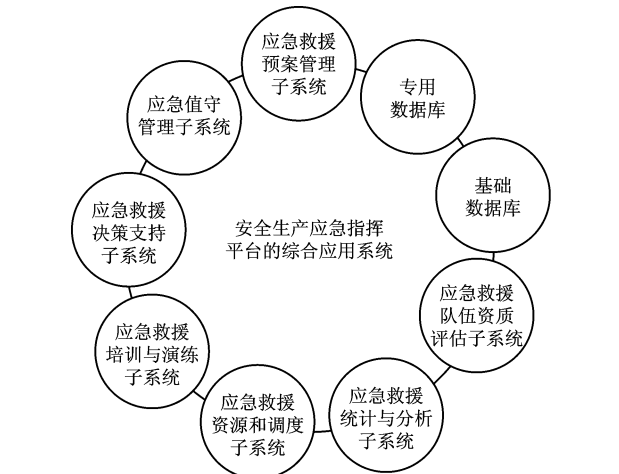


图 4 安全生产应急指挥平台的综合应用系统的子系统

(2) 专用功能单元。中国矿山应急指挥系统多限于企业级,属于“六大系统”或功能扩展子系统,其整体框架仅满足小范围的应急处置和管理,与其他领域突发事件的应急指挥平台相比结构简单。依据《矿山救护规程》,按照 ICS 基本架构原理,矿山应急指挥平台体系层次架构如图 5 所示。

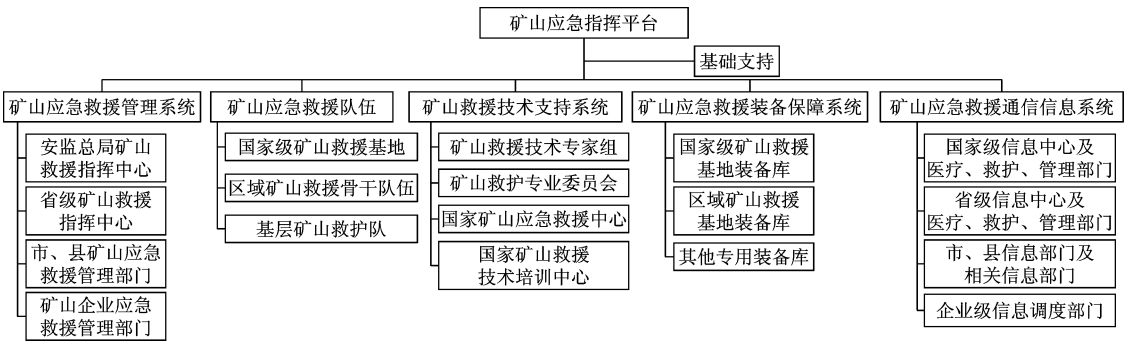


图 5 矿山应急指挥平台体系层次架构

6 矿山应急指挥平台体系层次模型

按 ICS 体系设计原则,对矿山应急指挥平台体系进行分层:在横向上,以 ICS 体系框架元素为基本单元模块,增加管理幅度;在纵向上,增加管理单元的层次。以体系的目标使命需求为依据,遵循“自

顶向下”定性分析与“自底向上”定量分析相结合的原则,以运作能力为纽带连结“自顶向下”的分解工作与“自底向上”的综合集成工作,最终形成与使命匹配的体系^[2],构建柔性化的二维框架体系。矿山应急指挥平台体系层次模型如图 6 所示。

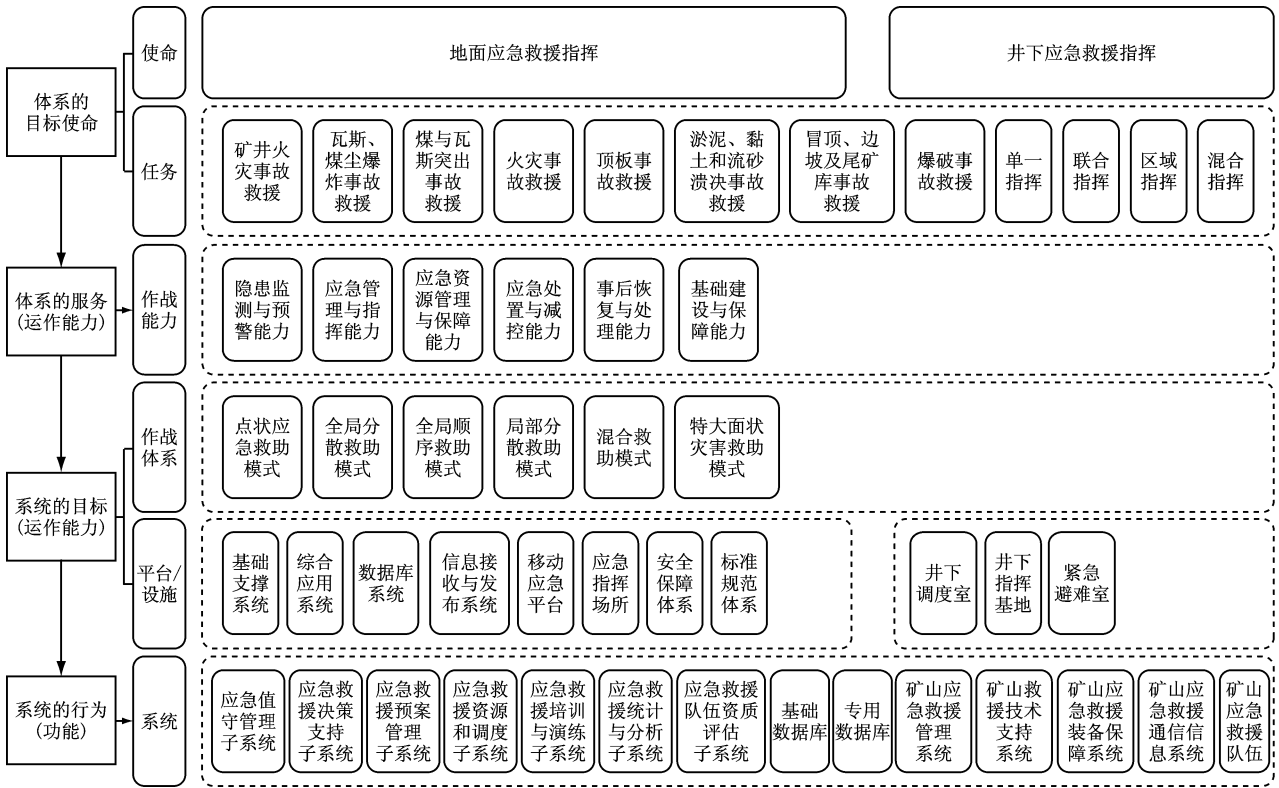


图 6 矿山应急指挥平台体系层次模型

(1) 体系的目标使命。矿山应急指挥平台体系包括地面应急救援指挥和井下应急救援指挥两部分,主要由 6 种煤矿事故救援任务和 3 种非煤矿事故救援任务组成。同时,按事故指挥类型可分为单一指挥、联合指挥、区域指挥和混合指挥^[29]。基于任务和使命,从应急救援顶层需求角度来调配救援资源,将使得各应急单元协调一致,解决现有各级平台难以衔接、系统模式固定难以适应多变灾情的

情况。

(2) 体系的服务。采用基于时间维的事故生命周期动态应急管理能力分析,贯穿预防与应急准备、检测与预警、应急处置与救援和事后恢复 4 个阶段。

(3) 系统的目标。作战体系分为 6 种救助模式,根据救助模式形成对应的应急救援体系;平台/设施以突发事件应急平台的 8 个构成要素作为地面

应急救援指挥的基本组成单元,同时,煤矿井下设置井下调度室、井下指挥基地、紧急避难室。

(4) 系统的行为。包括 9 个通用功能单元和 5 个专用功能单元。

7 结语

体系工程注重宏观角度的纵向控制,而 ICS 体系注重微观角度的横向幅度和纵向层次控制。采用体系工程和 ICS 体系框架构建的理论方法,提出了矿山应急指挥平台体系层次模型,为矿山应急指挥平台体系的定性和定量分析提供了一种参考模型,可使各应急单元协调一致,各级平台上下贯通、左右衔接,成为一个有机整体,根据灾情灵活选择应急救援模式,提高矿山应急指挥平台的通用性、实用性和高效性。

参考文献:

- [1] 国家安全生产监督管理总局. 安全生产应急管理“十二五”规划[EB/OL]. (2011-12-08)[2015-07-28]. http://www.china.com.cn/policy/txt/2011-12/08/content_24102358.htm.
- [2] 张维明,刘忠,阳东升,等. 体系工程理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2010:7-88.
- [3] 张维明,修保新. 体系工程问题研究[J]. 中国电子科学研究院学报,2011,6(5):451-456.
- [4] DOCTERMAN M. National Incident Management System(NIMS) and Incident Command System(ICS) training[EB/OL]. [2015-07-28]. http://icma.org/en/icma/knowledge_network/documents/kn/Document/302235/National_Incident_Management_System_NIMS_and_Incident_Command_System_ICS_Training.
- [5] 郑双忠,邓云峰,刘铁民. 事故指挥系统的发展与框架分析[J]. 中国安全生产科学技术,2005,1(4):27-31.
- [6] 刘铁民. 重大事故应急指挥系统(ICS)框架与功能[J]. 中国安全生产科学技术,2007,3(2):3-7.
- [7] 侯金玲. 基于灰色-模糊综合评价法的煤矿应急救援能力研究[D]. 西安:西安科技大学,2010:9-19.
- [8] 冯珍,郝晶星. 煤矿企业应急救援能力评估[J]. 电子科技大学学报:社会科学版,2010,12(3):53-56.
- [9] 杨力,刘程程,宋利,等. 基于熵权法的煤矿应急救援能力评价[J]. 中国软科学,2013(11):185-192.
- [10] 刘铁民. 重大事故应急救援体系建设[J]. 劳动保护,2004(4):6-10.
- [11] 岳宁芳. 煤矿重大灾害事故应急能力评估指标体系的构建[J]. 煤炭技术,2009,28(2):3-5.
- [12] 苗成林,孙丽艳,杨力,等. 基于结构方程模型的煤矿企业应急救援能力评价研究[J]. 中国安全生产科学技术,2014,10(2):106-113.
- [13] 李树刚,石钰,成连华,等. 煤矿企业应急救援能力影响因素的结构方程模型研究[J]. 西安科技大学学报,2012,32(1):8-12.
- [14] 承奇,张礼敬,邢培育,等. 基于层次分析法的化工事故应急演练模糊综合评估[J]. 南京工业大学学报:自然科学版,2009,31(4):98-102.
- [15] 朱桂明,程凌,高健,等. 石化企业应急救援能力评估研究[J]. 中国安全生产科学技术,2010,6(2):82-87.
- [16] 郑万波. 基于应急救援模型的矿山应急指挥通信模式探讨[J]. 工矿自动化,2015,41(8):29-34.
- [17] 陈建宏,杨立兵. 现代应急管理理论与技术[M]. 长沙:中南大学出版社,2013:168-223.
- [18] 陈安,陈宁,武燕南,等. 现代应急管理技术与系统[M]. 北京:科学出版社,2011:20-31.
- [19] 袁宏永. 应急平台体系关键技术研究的理论与实践[M]. 北京:清华大学出版社,2013:6-37.
- [20] 胡继华,章云龙,莫善军. 省域安全生产应急救援指挥平台框架体系研究[J]. 中国安全科学学报,2009,19(1):137-144.
- [21] 王星. 非常规突发事件现场应急指挥信息通信体系研究[D]. 南京:南京邮电大学,2013:1-5.
- [22] 谢旭阳,邓云峰,李群,等. 应急管理信息系统总体架构探讨[J]. 中国安全生产科学技术,2006,2(6):27-30.
- [23] 姚国章. 江苏省应急指挥系统建设研究报告[J]. 南京邮电大学学报:社会科学版,2007,19(2):7-16.
- [24] 孙玉. 应急通信技术总体框架讨论[M]. 北京:人民邮电出版社,2009:145-168.
- [25] 刘碧波. 城市突发公共事件应急指挥系统设计[D]. 石家庄:河北科技大学,2010:16-27.
- [26] 张强. 城市突发事件应急指挥系统研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2007:24-45.
- [27] 王凌志. 北京市海淀区城市运行与应急管理一体化模式研究[D]. 北京:中国矿业大学(北京),2013:77-89.
- [28] 国家安全生产监督管理总局. 国家安监总局关于进一步加强安全生产应急平台体系建设的意见[EB/OL]. (2012-09-10)[2015-07-28]. http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_6288/2012/0910/177802/content_177802.htm.
- [29] 刘铁民. 突发事件应急指挥系统与联合指挥[J]. 中国公共安全:学术版,2005(4):31-35.