



2014—2015

指挥与控制 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
COMMAND AND CONTROL

中国科学技术协会 主编 中国指挥与控制学会 编著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

2014—2015

指挥与控制

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
COMMAND AND CONTROL

中国科学技术协会 主编
中国指挥与控制学会 编著

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2014—2015 指挥与控制学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国指挥与控制学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2016.3

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7073-1

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 指挥控制系统—学科发展—研究报告—中国—2014—2015
IV. ① E072-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 025866 号

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	韩 颖
装帧设计	中文天地
责任校对	刘洪岩
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	324千字
印 张	14.75
版 次	2016年4月第1版
印 次	2016年4月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7073-1 / E · 8
定 价	60.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



2014—2015

指挥与控制学科发展报告

首席科学家 戴 浩

专 家 组

组 长 秦继荣

副组长 周献中

成 员 (按姓氏笔画排序)

王飞跃	王积鹏	卢 昱	田卫萍	冯 星
刘玉超	何佳洲	宋 荣	陈 杰	武云鹏
罗雪山	赵克俭	赵爱军	胡晓峰	战晓苏
侯增广	姚富强	贺筱媛	袁宏永	郭志强
曹 江	韩 焱	蓝羽石	潘 泉	

学术秘书 段劲峰 高继革 黄迎馨 刘玉晓

党的十八届五中全会提出要发挥科技创新在全面创新中的引领作用，推动战略前沿领域创新突破，为经济社会发展提供持久动力。国家“十三五”规划也对科技创新进行了战略部署。

要在科技创新中赢得先机，明确科技发展的重点领域和方向，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口十分重要。从2006年开始，中国科协所属全国学会发挥自身优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究，通过对相关学科在发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作、人才队伍建设等方面的最新进展的梳理和分析以及与国外相关学科的比较，总结学科研究热点与重要进展，提出各学科领域的发展趋势和发展策略，引导学科结构优化调整，推动完善学科布局，促进学科交叉融合和均衡发展。至2013年，共有104个全国学会开展了186项学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告186卷，先后有1.8万名专家学者参与了学科发展研讨，有7000余位专家执笔撰写学科发展报告。学科发展研究逐步得到国内外科学界的广泛关注，得到国家有关决策部门的高度重视，为国家超前规划科技创新战略布局、抢占科技发展制高点提供了重要参考。

2014年，中国科协组织33个全国学会，分别就其相关学科或领域的发展状况进行系统研究，编写了33卷学科发展报告（2014—2015）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，近几年来，我国在基础研究、应用研究和交叉学科研究方面取得了突出性的科研成果，国家科研投入不断增加，科研队伍不断优化和成长，学科结构正在逐步改善，学科的国际合作与交流加强，科技实力和水平不断提升。同时本次学科发展报告也揭示出我国学科发展存在一些问题，包括基础研究薄弱，缺乏重大原创性科研成果；公众理解科学程度不够，给科学决策和学科建设带来负面影响；科研成果转化存在体制机制障碍，创新资源配置碎片化和效率不高；学科制度的设计不能很好地满足学科多样性发展的需求；等等。急切需要从人才、经费、制度、平台、机制等多方面采取措施加以改善，以推动学科建设和科学研究的持续发展。

中国科协所属全国学会是我国科技团体的中坚力量，学科类别齐全，学术资源丰富，汇聚了跨学科、跨行业、跨地域的高层次科技人才。近年来，中国科协通过组织全国学会

开展学科发展研究，逐步形成了相对稳定的研究、编撰和服务管理团队，具有开展学科发展研究的组织和人才优势。2014—2015 学科发展研究报告凝聚着 1200 多位专家学者的心血。在这里我衷心感谢各有关学会的大力支持，衷心感谢各学科专家的积极参与，衷心感谢付出辛勤劳动的全体人员！同时希望中国科协及其所属全国学会紧紧围绕科技创新要求和国家经济社会发展需要，坚持不懈地开展学科研究，继续提高学科发展报告的质量，建立起我国学科发展研究的支撑体系，出成果、出思想、出人才，为我国科技创新夯实基础。

韩明

2016 年 3 月

学科发展研究项目是中国科学技术协会自 2006 年起推出的一个基础学科建设的品牌项目。中国指挥与控制学会承担了 2014 年指挥与控制学科发展研究工作,负责编写《2014—2015 指挥与控制学科发展报告》。

《2014—2015 指挥与控制学科发展报告》面向国家战略需求和学科发展前沿,总结指挥与控制技术近年的研究成果,提出我国指挥与控制学科未来发展趋势和研究方向,并在指挥与控制学科队伍建设、人才培养、科学研究等诸多方面提出建设性意见,将推进指挥与控制技术创新发展,为今后学科发展提供引领和支撑。《2014—2015 指挥与控制学科发展报告》是国际、国内首部指挥与控制学科发展报告,对我国指挥与控制学科发展建设具有重要历史意义和现实意义。

《2014—2015 指挥与控制学科发展报告》是在中国科学技术协会指导下,由中国指挥与控制学会精心组织完成的。学会领导高度重视,学会理事长戴浩院士担任首席科学家,为报告编写把握正确研究方向,为报告终稿的顺利完成付出了巨大的心血。学会秘书长秦继荣研究员担任报告编写组组长。费爱国院士、董志荣教授等专家对报告编写也提出很多宝贵建议。国防大学、国防科技大学、总参某信息化研究所、南京电讯技术研究所、军械工程学院、南京大学、清华大学、北京理工大学、兵器科学研究院、北方自动控制技术研究所、南京电子工程研究所、华北计算技术研究所、江苏自动化研究所、洛阳电光设备研究所等单位领导,对报告编写工作给予高度重视与大力支持。在此,对以上单位和各位专家的辛勤付出和大力支持表示衷心感谢!

指挥与控制学科,既是一门综合学科,又是一门横断学科。由于其本身的广泛性和复杂性,指挥与控制长期以来一直隐藏在其他学科的背后而默默无闻地推动着相关学科和技术的进步。目前,指挥与控制学科正处于由工程技术经验总结阶段向技术科学阶段发展的关键时期。因此,要想在非常有限的篇幅内,把整个指挥与控制学科近年来所取得的进展进行详细综述,实在是一件非常困难的事情。《2014—2015 指挥与控制学科发展报告》所涉及的学科发展领域、分支和内容,只是整个指挥与控制学科发展的一个缩影。幸运的是,《指挥与控制学科发展报告》将作为一份持续定期编纂和出版的专门报告,在以后编纂过程中,有很好的机会对指挥与控制学科领域、分支和内容等进行更为丰富、精彩的评述。

本报告由综合报告和7个专题报告两部分构成，从基础理论、体系结构、关键技术、系统建设与应用四个方面有重点地对近5年指挥与控制学科发展的新观点、新理论、新方法、新技术、新成果等进行系统介绍，并尽可能地加强评述与展望的力度，以更好达到报告的咨询功能，供社会各界、广大读者对指挥与控制学科的发展有更为全面的认识。

受选题范围特别是编者的水平、时间和信息掌握等诸多因素之限，加上指挥与控制学科与其他学科最大不同之处，是指挥与控制在军事领域非常活跃，指挥与控制学科发展报告在编写中，由于涉密原因，部分新方法、新技术、新成果无法写入。因此，本报告存在很多不足之处，恳请读者批评、指正，并欢迎提出修改意见，以便在后续报告编撰中予以吸收、改进。

中国指挥与控制学会

2015年10月

序 / 韩启德

前言 / 中国指挥与控制学会

综合报告

指挥与控制学科发展报告 / 3

一、引言 / 3

二、我国指挥与控制学科最新研究进展 / 6

三、指挥与控制学科国内外研究进展比较 / 35

四、指挥与控制学科发展趋势 / 42

参考文献 / 50

专题报告

指挥与控制体系结构技术 / 61

军事指挥与控制系统理论及技术 / 81

指挥与控制系统建模仿真 / 103

信息网络安全与控制 / 122

火力控制系统理论与技术 / 142

电磁频谱安全与控制技术 / 161

应急救援指挥与控制 / 187

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report / 211

Advances in Command and Control / 211

Reports on Special Topics / 213

Advances in Architecture Technology of C2 Systems / 213

Advances in Theory and Technology of Military C2 Systems / 214

Advances in Modeling and Simulation of C2 Systems / 214

Advances in Information Network Security and Control / 215

Advances in Theory and Technology of Fire Control Systems / 216

Advances in Security and Control Technology of Electromagnetic Spectrum / 217

Advances in C2 Systems in Emergency Rescue / 218

索引 / 219

综合报告



指挥与控制学科发展报告

一、引言

（一）指挥与控制学科概貌

自人类诞生以来，指挥与控制行为就伴随而生。随着科学技术的进步，指挥与控制的方法、技术、工程与系统均随时代变迁而不断推进。长期以来，指挥与控制现象的广泛性和过程的复杂性都一直在其他学科的背后默默无闻地伴随并推动相关科学技术的进步。

指挥与控制学科兴起于 20 世纪 70 年代，是综合运用自动化、信息化、智能化等高新技术，通过情报收集、信息处理、分析决策、指令编制和传递、指令执行与全程监控等过程，对群体性社会活动进行快速协调、调度、指挥、控制的学科。指挥与控制学科的形成是自动化、信息化和智能化技术发展的必然，是自然科学、工程与技术科学和人文与社会科学中多学科交叉融合而形成的一门新兴综合性学科。推进我国指挥与控制科技发展，对促进经济社会发展、维护国家安全具有十分重大的意义。

指挥与控制学科的特征主要体现在三个方面：

一是指挥与控制兼顾。按照中国人民解放军军语的解释，指挥与控制系统就是保障指挥员和指挥机关对作战人员和武器系统实施指挥和控制的信息系统。它清晰地阐明了指挥与控制系统的主体、客体和内容，规定了指挥与控制系统包括对军队的指挥和对武器的控制这两个领域。应当指出的是，这种对指挥与控制相结合的认识，特别是对控制的理解，与国外对指挥与控制的理解是有区别的。

二是军民共用。指挥与控制技术不仅适用于作战指挥，还适用于一切非战斗军事行动，或者是有组织、有目的的群体性的活动。例如抢险救灾、应急处置、消防指挥、民防管控、交通管理、航空管制、生产调度、行政指挥、公共事务管理等。参与这些行动的实体是多种多样的，有军事组织、政府组织、非政府组织、个人自愿组织、国际组织，甚至

志愿者的个体。这就需要建立一套协调、协商、系统运作的机制,指挥与控制就是为满足这类需求而对群体性活动和事件的快速响应、实时协调调度、科学指挥与控制进行理论、技术和应用研究的学科。

三是多元系统。指挥与控制涉及军事、工业、学术界、教育以及国际关系等众多领域,涉及海、陆、空、天等军种的指挥机关和作战部队,涉及我国的航空、电子、兵器、船舶、航天等军品生产部门,涉及军内外的指挥院校、工程院校、技术院校、科研院所、实验基地。

从指挥与控制技术和系统的进步上看,随着信息技术和网络技术的飞速发展,信息化、网络化时代(以下简称“信息时代”)早已到来。针对机械化时代指挥与控制技术从最高层到基层分队纵长横窄、横向不能连接、平级间不能交流的“树状”指挥体制,信息时代利用计算机网络建立起的收集、传输网络和智能化信息平台,极大地提高了信息处理和利用能力,使情报收集、信息处理、通信联络、态势控制等实现了自动化和实时化。

同时,信息平台已成为主导指挥与控制范畴内各种要素行动的关键。信息平台的特点是互连、互通、互操作。信息技术、人工智能技术和指挥与控制系统的成功融合,使指挥与控制系统发生了如下变化:由“二维指挥与控制系统”向“多维指挥与控制系统”的转变,由“滞后指挥与控制系统”向“近实时指挥与控制系统”的转变和由人工指挥与控制系统向人机结合智能化、自动化指挥与控制系统的转变。目前,人机结合的智能化指挥与控制系统是研究发展的重点。

此外,在信息时代,指挥与控制相关的特别是军事方向上的使命空间和作战环境也表现出了更加复杂的变化。使命空间呈现出威胁多元化、使命多样性、非战争军事行动或混合战争更加突出等特征。作战环境则突破了传统的陆、海、空、天地理环境,具有不确定性、多变性和复杂性的赛博空间(Cyberspace)正成为指挥与控制活动的主要环境。

从2006年开始,我国指挥与控制学科建设的研讨气氛渐入高潮。经过几年的努力,2009年,国家标准GB/T 13745—2009的发布使得指挥与控制学科以“指挥与控制系统工程”的名称正式列入中华人民共和国学科分类中,代码为4131015。至此,横跨14个一级学科、36个二级学科的指挥与控制学有了自己的学科归属。2012年中国指挥与控制学会的成立,标示着指挥与控制学科开始迈入正常的自身发展轨道。

目前在中国指挥与控制学会下已成立了10个专业委员会,它们分别是:火力与指挥控制、无人系统、C⁴ISR(Command、Control、Communication、Computer、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance)理论与技术、建模与仿真、海上指挥控制、富媒体指挥、空天安全平行系统、数据处理与集成、电磁频谱安全与控制、认知与行为。这些专业委员会的牵头单位不仅有来自军内外的高等院校,而且有来自不同技术(产业)领域的研究机构,体现了指挥与控制学科专业方向和研究团体的广泛性。

（二）指挥与控制学科定位和学科发展报告内容组织

指挥与控制学科是通过综合利用自然科学和社会科学领域多种学科理论、方法和手段,研究在人类生产、生活、安全等各项实践活动中都存在的指挥与控制活动,揭示指挥与控制普遍规律的一门学科。指挥与控制实现的是人类(主体)的共同目标及为达到这一目标对客体实施支配、调度和操纵的过程,该过程既是人类形成合力发挥群体效应的过程,也是信息与物质和能量有效结合的过程。

本质上指挥与控制学科的研究对象是复杂系统,不仅包括军事、战争、武器,还包括企业、市场、经济、社会、政治等;不仅包括各种复杂的环境,还包括为应对变化所需的技术体系和工具。研究方法是定性判断与定量计算相结合、微观分析与宏观综合相结合、还原论与整体论相结合、科学推理与哲学思辨相结合的方法,所用的工具包括数学、计算机模拟、形式逻辑、语义学等;研究目的不仅要描述指挥与控制涉及的主/客体特征与行为,更重要的还要揭示这些要素相互关联的机理及其演化过程,并力图尽可能准确地预测其未来的发展趋势。

可见,指挥与控制学科既是一门综合学科,又是一门横断学科。就目前发展来看,指挥与控制学科正处于由工程技术经验总结阶段向技术科学层次蓬勃发展的时期,涌现出了众多的研究方向和分支,其中最活跃的是军事领域的指挥与控制。

近五年来,我国指挥与控制学科专家和学者在相关方向的探索和研究中已为本学科概念体系、理论方法等的发展和完善取得了相当丰富的成果。在这样的背景下,编写本报告对相关理论技术和实践应用进行总结和综述,不仅是对本学科目前所取得主要成果的一次梳理,也希望能为本学科今后更加快速全面科学的发展奠定基础。

本报告是本学科的第一份学科发展报告,在内容选择上力求有重点地对近五年本学科的新观点、新理论以及新方法、新技术、新成果等进行介绍。为此,本报告共分为四部分:第一部分是引言,简要说明指挥与控制学科的特征与特点、学科的定位及报告的内容组织等;第二部分是本学科近五年的最新研究进展,包括研究综述、理论研究进展、技术研究进展、军事应用进展和民事应用进展等;第三部分是本学科国内外研究进展比较,包含国外指挥与控制理论、指挥与控制关键技术、信息网络安全与控制、网络空间指挥与控制、无人机系统指挥与控制五个方向的综述和国内外对比分析与评述等;第四部分是本学科发展趋势及展望,阐述了赛博空间的内涵和特点,重点对赛博环境下的指挥与控制,包含平行指挥与控制、基于大数据的指挥和基于云计算的指挥与控制进行了展望,最后强调了赛博环境要求指挥与控制走向全面智能化。

二、我国指挥与控制学科最新研究进展

(一) 学科发展概况

与人类科学技术体系中其他学科的发展类似,指挥与控制学科也经历了概念萌芽、原型系统设计与试用、概念与系统再认识、理论体系构建、独有技术创新、通过多学科融合提升自身水平的螺旋式发展过程。在这个过程中,学术论文最能反映本学科理论和技术发展的现状和水平。因此,本报告利用中国知网(CNKI)的“知识网络服务平台(KNS)”,对我国指挥与控制学科近五年发表的学术论文情况进行统计和分析,以求达到客观反映本学科研究进展的目的。

1. 研究热点和领域

为较全面地了解 and 掌握本学科的研究进展信息,在KNS中分别以“主题(指挥与控制、指挥控制)”和“全文(指挥与控制、指挥控制)”及“发表时间”(2010年1月1日至2015年10月31日)为检索条件,对近五年本学科的研究热点关键词进行筛选和提炼,其结果如表1所示。

表1 2010年1月1日至2015年10月31日本学科热点关键词*

按“主题”——指挥与控制、指挥控制		按“全文”——指挥与控制、指挥控制	
1	仿真	1	模型
2	模型	2	仿真
3	体系结构	3	体系结构
4	效能评估	4	效能评估
5	态势感知	5	信息融合
6	无人系统	6	无人系统
7	辅助决策	7	辅助决策
8	系统集成	8	系统集成
9	信息安全	9	态势感知
10	信息融合	10	信息安全
11	赛博空间	11	赛博空间

注:*词序按出现的频次排列。

从表1看出,近五年来本学科的研究热点主要分布在“模型”“仿真”“体系结构”“效能评估”和“态势感知”等方向,而对“赛博空间”的研究则刚刚起步。

根据表 1 所列的 11 个关键词，本报告分别按军事、应急、交通、消防、航空管制五个领域进行了检索，结果如表 2 所示。

表 2 五个领域发表的与关键词相关的论文篇数

	模型	体系结构	效能评估	系统集成	信息融合	态势感知	辅助决策	仿真	信息安全	赛博空间	无人系统
军事	4620	811	458	145	437	231	191	3855	188	85	349
应急	1112	206	48	100	62	54	98	595	119	13	72
交通	3332	284	68	113	345	48	108	2363	101	18	136
消防	351	45	5	32	21	0	37	130	12	0	9
航管	20	4	2	0	1	0	2	21	1	0	3

从表 2 中可以得出，近五年在热点关键词所示方向最活跃的研究领域是军事领域，其次是交通和应急指挥。从具体方向看，模型、仿真、体系结构是受关注最多的方向，系统集成、赛博空间相对成果较少。

2. 分方向研究话题分布

为更清晰地了解与本学科研究相关的内容，在表 1 所给研究热词基础上，再对各方向按研究话题进行细分，获得近五年来论文发表的情况，见表 3。

表 3 近五年与本学科研究方向相关论文发表的情况

方 向	话 题	期刊	会议	博士论文	硕士论文
模 型	概念模型	96	7	18	25
	组织模型	13	1	6	14
	仿真模型	387	29	36	252
	数据模型	49	3	12	33
	结构模型	143	11	19	75
体系结构	网络体系结构	180	8	28	105
	软件体系结构	107	5	19	105
	高层体系结构	53	3	5	29
	仿真体系结构	206	11	41	102
效能评估	评估模型	184	5	4	22
	评估方法	201	9	5	40
	评估技术	13	1	1	4
	评估系统	27	0	1	9