

依托指挥与控制学会，促进学科体系研究

侯建鹏，刘义平

(北方自动控制技术研究所，太原 030006)

摘要：在分析指挥与控制学科体系的研究现状基础上，对指挥与控制学科体系理论层次涉及的研究对象、研究任务、学科基础和知识结构进行探讨。提出了作用层次划分法、研究对象的划分法和二维划分法等三种学科体系框架的构建原则，并对指挥与控制学学科体系框架进行了尝试性建构。

关键词：指挥与控制；学科体系；知识结构。

0 引言

增强自主创新能力、建设创新型国家，是党中央、国务院基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求，做出的战略部署。学科创立、成长和发展，是科学技术创新发展的科学基础，是科学知识体系化的象征，是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中，传统的自然科学学科得以不断深入发展，边缘学科、交叉学科纷纷涌现，科学与技术趋向综合化、整体化。“交叉”与“整合”已成为时下科学与技术中的时髦字眼^[1]，从系统论、控制论和信息论的“老三论”到耗散结构、协同学、突变论的“新三论”，均是多学科渗透发展的结果。指挥与控制学科的诞生就是其中代表之一。

1 指挥与控制学科诞生的历史

指挥与控制的概念最早源于作战指挥。对军队指挥与控制系统的研究从上个世纪 50 年代就已经开始了，先后出现了 C²、C³、C³I、C⁴、C⁴I、指挥自动化系统、C⁴ISR、C⁴KISR、综合电子信息系统等多种名词，到目前已积累了丰富的研究成果，但一般是将指挥与控制分开来研究，已有军队指挥学和自动控制理论。进入信息时代，广泛的资源协同利用、技术的发展和和社会的需求对指挥与控制提出了新的要求，系统性研究指挥与控制科学技术是历史的必然。国防领域的军队调遣、训练和作战；经济活动领域的交通运输、航空管理、安全生产、应急救援等；科学研究领域的飞船上天、探月飞行等；社会生活领域的自然灾害和突发事件的应急处理等均离不开指挥与控制。

在国家有关部委及主管部门的支持下，火力与指挥控制情报网/研究会各成员单位以及领域内有关领导和专家一道共同推进了指挥与控制学科建设取得了长足的进展。尤其是北方自动控制技术研究所，依托多年研制指控系统、火控系统的工程经验，以务实创新的精神，率先提出确立指挥与控制学科，开展指挥与控制学科定位研究的总体思路并开展了学会申请及筹备一系列工作。

2005 年 7 月，北方自动控制技术研究所牵头开展了“关于指挥与控制学科建设研究”的软科学课题，获得了 2007 年山西省科技进步奖；2009 年 5 月 6 日，中华人民共和国国家标准《学科分类与代码》GB/T 13745-2009 发布^[2]，“指挥与控制系统工程”学科首次纳入，成为一门新型学科；2009 年 6 月，西北工业大学等高校积极向教育部建议，设立指挥与控制学科；2009 年 11 月，首届“神经中枢 2009”中国指挥与控制控制高层论坛在厦门成功举办；2012 年 9 月 16 日，中国指挥与控制学会在北京正式（CICC）成立。

值得一提的是，《火力与指挥控制》期刊在指挥与控制学科的发展中，桥梁和引领作用功不可没。从一本 1975 年创刊初期发行量仅 500 册的内部创刊--《火控技术》，发展为面向陆、海、空、航天指挥与控制技术领域，发行量为 2000 册，国际个人读者分布在 14 个国家和地区，被多家国际知名文摘检索机构收录的国家核心刊物--《火力与指挥控制》^[3]。

2 指挥与控制学科体系研究的现状

在《学科分类与代码》标准中，规定了学科应具备的基本条件为：“具备其理论体系和专门方法的形成；有关科学家群体的出现；有关研究机构和教学单位以及学术团体的建立并开展有效的活动；有关专著和出版物的问世等条件。”对于指挥与控制学科，最紧迫的就是第一条——具备其理论体系和专门方法的形成。已有部分学者（文^[4]、文^[5]）提出了学科体系的初步概念，但杯水车薪，总体存在以下几个方面的不足：

第一，对指挥与控制学基本理论等宏观方面缺乏深入系统的理论上的概括与总结；

第二，对指挥控制学研究内容综合各个学科研究成果的系统梳理较少，使其深入研究缺乏理论框架的指导；

第三，对指挥与控制活动的工程技术领域尤其是军事应用领域研究较多，社会学视角研究不足；

第四，缺乏指挥控制学理论范式的研究。

文^[4]提出的体系框架包括理论体系、技术及工具体系和应用体系，见图 1 所示。

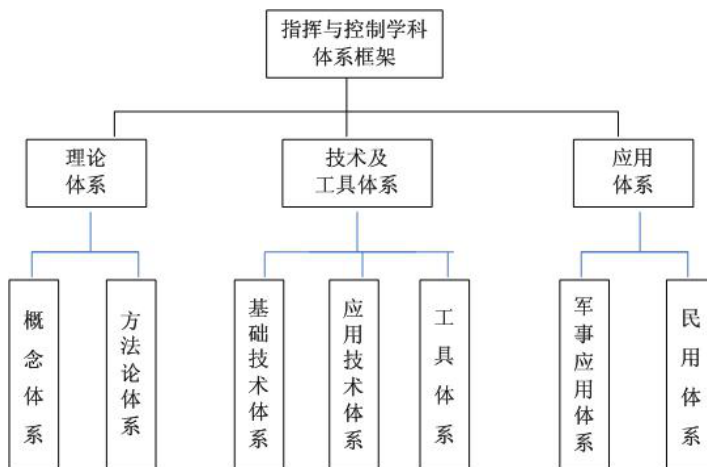


图 1 文^[4]提出的体系框架

文^[5]提出的体系结构从研制工程的方法论角度出发，包括研制理论、指挥与控制系统学和数学及哲学三层次，见表 1 所示。

表 1 文^[5]提出的体系框架

指挥控制系统研制工程									
↓									
指挥控制系统研制理论									
功能与体系结构优化理论	系统性能指标理论	系统集成理论	系统信息融合理论	目标识别理论	指挥决策理论	单目标定位与跟踪理论	系统控制理论	系统通信理论	:
↓									
指挥控制系统学					数 学				
↓									
哲 学									

3 促进指挥与控制学科体系研究的途径

3.1 建立完善各专业委员会，搭建体系研究的技术平台

中国指挥与控制学会（CICC）暂设有火力与指挥控制专委会、C4KISR 专委会、应急救援专委会、无

人系统专委会、赛博空间技术专委会等五个专委会，但这并不能覆盖指挥与控制学科的全部方向。笔者建议还应陆续增设以下几个专委会：指挥与控制理论专委会、指挥与控制系统工程专委会、建模与仿真专委会、信息与控制专委会、标准与规范专委会等。

3.2 尽快纳入现行的学科体系，确立学科地位

“指挥与控制系统工程”学科纳入国家标准学科分类体系是第一步，还需多方沟通交流，争取将该学科尽早纳入教育部的学科分类目录，确立学科地位，加强专业人才培养，满足社会对指挥与控制专业人才的需求。

3.3 加强指挥与控制基础理论的研究，突破理论范式

文^[6]定义了指挥与控制的基本内涵：主体为达到一定目的，对客观的支配、调度和操纵，是一种策略性行为。但给出定义只是迈出了研究指挥与控制学科基础理论的第一步，还需要进一步清理与该学科相关的其他重要概念，如指挥与控制的主体、客体、过程、信息、设施等。在奠定基础后，运用科学研究的基本方法和主要工具来研究指挥与控制学科体系框架及在现代大科学技术体系中的位置与其应用前景^[7]。

相关基础理论研究包括指挥与控制学研究对象、内容、学科性质及其与相关学科的关系，知识结构，理论范式，学科体系，方法论及指挥与控制学学说史等。

4 指挥与控制学科体系框架建构初探

4.1 指挥与控制学科体系概念

目前，有关学术文献中对学科体系定义的描述不尽相同^[8]。我们可以用两种方式界定指挥与控制学科体系的概念：其一，指的是该学科的研究对象、研究范围和根据一定指导思想将其涉及到多个分支学科组织在一起的研究框架；其二，指的是以某一研究对象展开的知识结构及内容，注重学科内容方面知识单元的内在联系，是一个完整的具有严格逻辑同一性的知识体系。

从学科体系的定义可以看到，指挥与控制学科体系的内容主要有两个方面：一是以特定的研究对象展开的知识结构和内容，包括反映特定研究对象的范畴、概念、原理及逻辑结构所构成的理论体系、研究内容及研究过程、研究方法等；二是以该研究对象和研究范围所组织的学科分支。

4.2 指挥与控制学的研究对象、任务、学科基础及知识结构

(1) 研究对象

在指挥与控制的理论构架研究中，基本问题是研究对象问题。指挥与控制的研究对象决定了指挥与控制的研究内容和研究方法。根据文^[6]，可以理解为指挥与控制过程及指挥与控制系统。

(2) 研究任务

a) 研究指挥与控制过程及指挥与控制系统涉及到的理论、方法和技术。

指挥与控制为指挥与控制过程及指挥与控制系统提供理论上的参考和依据，是其直接又首要的任务；其次，指挥与控制来源于工程实践，是实践经验的总结，具有实践性的特征，反过来应为实践服务，必然要承担为指挥与控制系统服务的任务。

b) 完善和丰富学科研究内容和体系。

指挥与控制作为一门交叉学科，其理论视角、研究框架和理论板块为军事学、指挥学和控制学带来了新鲜血液，开拓了该领域研究的新方法和新领域，并为相关基本理论的不断进步和完善作出贡献。

(3) 学科基础和与相关学科的关系

指挥与控制作为一门新兴学科和交叉学科，其发展与完善与众多的学科密切相关，涉及哲学、相关自然科学与社会科学，尤其与军事学、系统科学、控制科学、计算机科学有着千丝万缕的联系。

在研究指挥与控制时，一方面，要辩证地区分它们之间的关系（尤其是与军事学、系统科学、控制科学、计算机科学等的关系）^[6]，避免混淆有关概念。指挥与控制理论上起源于系统科学，运用系统的观点分析解决问题，但由于其研究对象、目的、内容不同，本质上不同于系统科学；指挥与控制也不同于控制科学。控制科学偏重于执行机构的控制行为，不涉及到人的行为，指挥与控制则侧重于人所采取的指挥控制

的结构、方式、策略及工具体系；指挥与控制不隶属于军事科学。虽然军事领域始终是科学技术最新成果利用得最多、最快，也是对指挥自动化提出最强烈需求的领域，但指挥与控制学科的发展大大扩展了其研究领域和内容，控制对象涉及如军事、战争、武器、企业、市场、经济、社会、政治等方面的复杂系统；指挥与控制不同于计算机信息科学。指挥与控制涉及到社会域、信息域、物理域、认知域四个域，计算机信息科学属于信息域，前者以后者为实施指挥与控制的工具、手段。

另一方面，它山之石可以攻玉。我们应该具有哲学的普遍联系的意识，具体研究时要结合相关学科的研究成果，为之所用。譬如复杂系统与复杂性科学被许多不同学科的学者称为 21 世纪的科学，复杂系统及其涌现现象吸引了许多生物学家、物理学家、计算机专家以及系统科学家的注意力，而控制理论的一个前沿热点就是从系统控制的角度分析系统的复杂特性、研究多模态及多自主体的行为特征与调控方法，尤其是控制系统复杂性研究及典型涌现现象——自组织与趋同性研究，其理论与方法对指挥与控制学科的研究就很有启发意义^[9]。

(4) 知识结构

指挥与控制的多学科交叉特性，决定了其研究领域和内容越来越广，一是控制对象如军事、战争、武器、企业、市场、经济、社会、政治等方面的系统等，类型越来越多、规模越来越大和特性越来越复杂，二是涉及的领域和覆盖的内容越来越广，因此，准确描述其知识结构愈显复杂。目前有关资料微乎其微，笔者试图按“知识层”、“知识领域”、“知识单元”的层次^{[9] [10]}，导出指挥与控制学科的塔形知识结构雏形，如图 2 所示。

该知识结构由基础知识层、指挥控制结构知识层和系统知识层三个知识层共十二个知识域构成，详见图 2 所示。

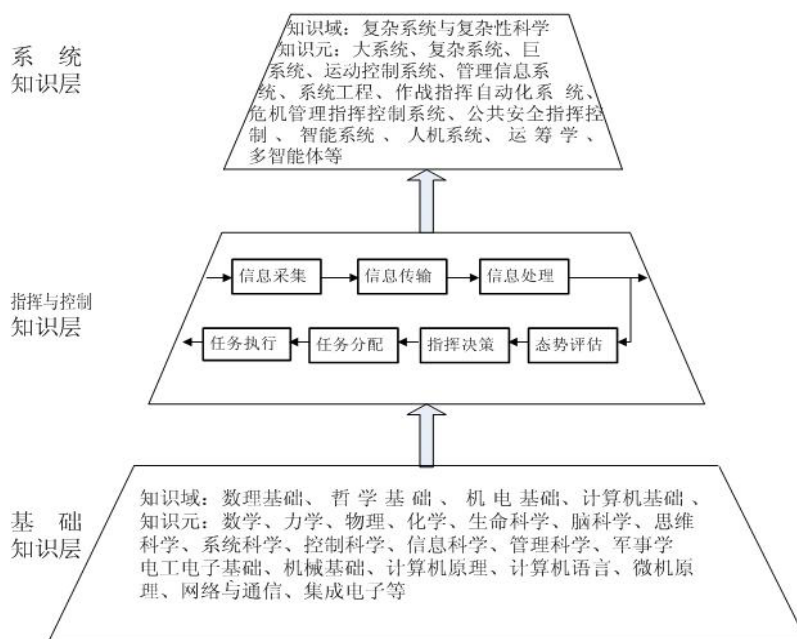


图 2 指挥与控制学的知识结构

4.3 指挥与控制学科的主要特征

作为一门新型学科，指挥与控制具有实践性、数学性、普适性、时代性、系统性、交叉性的特征。

(1) 实践性——指挥与控制学科的发展总是和军事与社会的重大需求紧密联系在一起，其理论来源于工程实践。

(2) 数学（属）性——应用数学的大量应用，形成了系统的指挥与控制数学，从最初的火控系统、指控系统到 C⁴KISR 系统，再到复杂的大系统、巨系统，其理论突破一般都会是数学的主要成果。

(3) 普适性——指挥与控制是随着系统论、信息论、控制论、相变论、耗散结构论、突变论、协同论、混沌论、超循环论等新科学理论诞生的新型交叉学科。研究的是带有一定普遍性和共性的对象，其原理、

方法和技术具有很强的渗透与扩散特性，

(4) 时代性——总是具有最鲜明的时代特征，即“与时俱进”。从有阶级社会存在以来，几乎人类历史所有最新、最先进的科技成果只要可用于军事装备，都被最先应用到军事装备上。例如当今的 C⁴ISR 系统、GIG 应用均具鲜明的时代性。

(5) 系统性——指挥与控制首先属于系统科学与复杂性科学的范畴，它总是从“系统”的角度来分析、研究和实现各种目标，从传统的对物的控制、拓展到人与物皆在系统中，对抗双方皆在系统中的研究，是“大”系统的研究。

(6) 交叉性——指挥与控制作为“系统”、“集成”学科，是一门综合性学科，它在形成和发展的过程中借鉴和吸收了哲学、社会科学、自然科学、军事科学和工程技术等领域诸多学科的许多成果，并不断地互相渗透和相互促进。

4.4 指挥与控制学科体系框架建构

指挥与控制基本理论的研究目的是形成区别于其他学科的有自身特色的学科理论体系，而确定该体系的基本框架是基础。根据国内学术界对于一般学科体系的划分方法，笔者提出了按照知识在学科领域的作用层次划分法、按照研究对象的划分法和综合两者的二维划分法等三种体系的构建原则，并尝试性进行了建构。

(1) 按知识作用层次划分法建构

其主要依据是钱学森依据知识在人们认识世界和改造世界中的作用层次对学科知识体系进行划分的理论基础，即科学技术三分法（三层次法）文^[7]，如图 3 所示。

第一层次是基础理论层次，它包括目前学科体系中的大部分学科，总起来叫指挥控制学或指挥控制理论，主要包括指挥与控制的研究对象与研究内容、研究方法论、学科体系结构、基本理论、理论范式、与相关学科交叉关系及其他等。

第二个层次是技术理论层次，主要包括结构理论、情报综合处理技术、态势评估技术、任务规划技术、智能决策、行为协同方法、人机环理论、效能评估理论、仿真方法、综合集成方法等。

第三层次是应用技术层次，即指挥与控制系统工程，主要包括军队指挥系统工程、武器装备建设系统工程、指挥自动化系统工程、交通指挥控制系统、航天指挥控制系统工程、安全生产指挥控制系统工程、应急指挥控制系统工程、社会事物管理的指挥控制系统工程、标准与法规系统工程及其他。

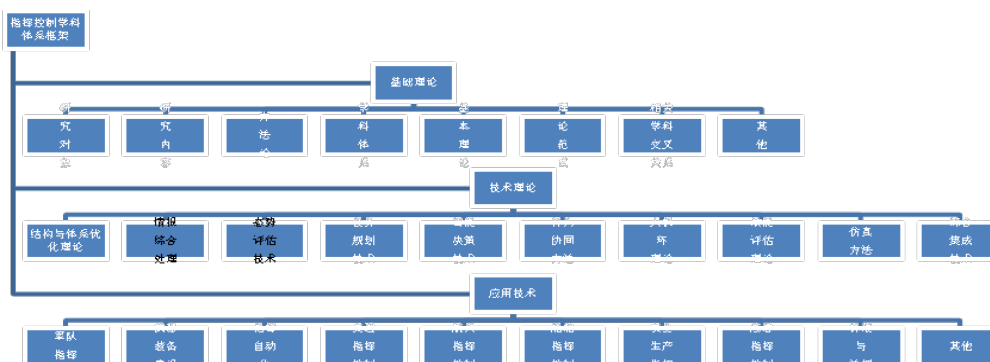


图 3 按知识作用层次划分的学科体系

(2) 按学科知识专业领域划分法建构

指挥与控制学科研究对象是复杂系统，它不仅研究军事、战争、武器，还研究企业、市场、经济、社会、政治等方面的系统。遵从传统社会科学学科体系的划分办法，可以把指挥与控制科学的研究对象划分为“九个部分”，即：指挥与控制思想、指挥与控制发展史、指挥与控制技术、军事指挥与控制（包括军队指挥控制、作战指挥控制、武器装备指挥控制、航天指挥控制等）、社会事务指挥与控制、交通指挥与控制、应急指挥与控制、大型活动指挥与控制、安全生产指挥与控制等，各学科具体研究对象不再赘述。

(3) 二维划分法（矩阵体系法）建构

二维划分方法，或矩阵体系法，按照研究对象维和知识作用层次维的二维空间来对指挥与控制系统工程

程学科体系进行划分，以期实现两种截然不同方法的统一。

第一维，知识专业领域维。即指挥与控制科学的九个部分。各学科具体研究对象不再赘述。

第二维，知识作用层次维。包括基础理论、技术理论和应用技术三个作用层次。处于基础理论层次学科的任务重在认识客观世界，发现客观规律，对客观世界的现象和进程作出描述、解释和预见，主要回答“是什么”、“应当做什么”的问题。处于技术理论层次学科的任务是应用科学技术方法研究指挥与控制活动，为决策优化提供理论和方法的新兴学科。实现把成果转化为具体指导改造客观世界实践的理论和方法，并通过这种转化过程，深化对客观世界的认识，主要回答“能做什么”、“用什么方法做”的问题。处于应用技术层次的学科是研究应用科技方法和手段，进行指挥与控制活动组织与管理的新兴学科。通过把技术层次研究成果转化为直接改造客观世界的方法、手段和工具，主要回答“怎么做”的问题，如图 4 所示。

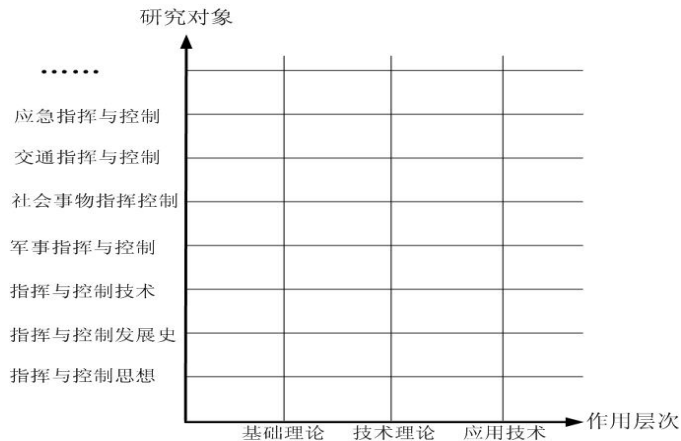


图 4 矩阵结构的学科体系

5 结束语

著名科学家、诺贝尔奖获得者伊·普里高津在《从混沌到有序》中指出，应当把自然科学、人文科学、社会科学结合起来，在一个更高的基础上建立人与自然的新的联盟，形成一种新的科学观和自然观。某种意义上，指挥与控制学科体系的研究目的就是建立人与自然的新的联盟，形成一种新的科学观和自然观。

古人云，“求之而后得，为之而后成，积之而后高，尽之而后圣。”作为一门新生交叉之学科，指挥与控制学科体系的探究不可能一蹴而就。学科体系框架构建只是学科体系建设万里长征的第一步，系统性研究指挥与控制学科体系任重而道远。

参考文献：

- [1] 刘大椿. 中国哲学社会科学发报告--交叉学科[M]. 广西师范大学出版社, 2008, 11.
- [2] 国家技术监督局. GB/T 13745-2009 学科分类与代码[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [3] 刘义平, 张立祥. “指挥与控制工程”学科发展综述. 中国“指挥与控制”高层论坛论文集[M]. 国防工业出版社 2009, 10.
- [4] 秦继荣. 指挥与控制学科建设中需要重点研究的问题[J]. 火力与指挥控制, 2009, 34 (1)
- [5] 董志荣. 创建“指挥控制科学与工程”学科管见. “指挥与控制”高层论坛论文集[M]. 国防工业出版社, 2009, 10.
- [6] 秦继荣. 理解指挥与控制. 中国“指挥与控制”高层论坛论文集[M]. 国防工业出版社 2009, 10.
- [7] 钱学敏. 钱学森的大成智慧学[J]. 中国工程科学, 2002, 4 (3).
- [8] 吴正荆. 信息社会学研究内容、理论范式与学科体系研究[D]. 吉林: 吉林大学博士学位论文, 2007.
- [9] 任煜海, 侯建鹏. 应用智能控制提高火控技术进步的几点思考 [J]. 火力与指挥控制. 2012, 37 (增刊).
- [10] 教育部高等学校自动化专委会. 自动化学科专业发展战略报告. 高等教育出版社 2007.03