

总 序

党的二十大胜利召开，吹响了以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的前进号角。习近平总书记强调“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”^①，明确要求到2035年要建成教育强国、科技强国、人才强国。新时代新征程对科技界提出了更高的要求。当前，世界科学技术发展日新月异，不断开辟新的认知疆域，并成为带动经济社会发展的核心变量，新一轮科技革命和产业变革正处于蓄势跃迁、快速迭代的关键阶段。开展面向2035年的中国学科及前沿领域发展战略研究，紧扣国家战略需求，研判科技发展大势，擘画战略、锚定方向，找准学科发展路径与方向，找准科技创新的主攻方向和突破口，对于实现全面建成社会主义现代化“两步走”战略目标具有重要意义。

当前，应对全球性重大挑战和转变科学研究范式是当代科学的时代特征之一。为此，各国政府不断调整和完善科技创新战略与政策，强化战略科技力量部署，支持科技前沿态势研判，加强重点领域研发投入，并积极培育战略新兴产业，从而保证国际竞争实力。

擘画战略、锚定方向是抢抓科技革命先机的必然之策。当前，新一轮科技革命蓬勃兴起，科学发展呈现相互渗透和重新会聚的趋

^① 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告. 北京：人民出版社，2022：33.

势，在科学逐渐分化与系统持续整合的反复过程中，新的学科增长点不断产生，并且衍生出一系列新兴交叉学科和前沿领域。随着知识生产的不断积累和新兴交叉学科的相继涌现，学科体系和布局也在动态调整，构建符合知识体系逻辑结构并促进知识与应用融通的协调可持续发展的学科体系尤为重要。

擘画战略、锚定方向是我国科技事业不断取得历史性成就的成功经验。科技创新一直是党和国家治国理政的核心内容。特别是党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央明确了我国建成世界科技强国的“三步走”路线图，实施了《国家创新驱动发展战略纲要》，持续加强原始创新，并将着力点放在解决关键核心技术背后的科学问题上。习近平总书记深刻指出：“基础研究是整个科学体系的源头。要瞄准世界科技前沿，抓住大趋势，下好‘先手棋’，打好基础、储备长远，甘于坐冷板凳，勇于做栽树人、挖井人，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破，夯实世界科技强国建设的根基。”^①

作为国家在科学技术方面最高咨询机构的中国科学院（简称中科院）和国家支持基础研究主渠道的国家自然科学基金委员会（简称自然科学基金委），在夯实学科基础、加强学科建设、引领科学研究发展方面担负着重要的责任。早在新中国成立初期，中科院学部即组织全国有关专家研究编制了《1956—1967年科学技术发展远景规划》。该规划的实施，实现了“两弹一星”研制等一系列重大突破，为新中国逐步形成科学技术研究体系奠定了基础。自然科学基金委自成立以来，通过学科发展战略研究，服务于科学基金的资助与管理，不断夯实国家知识基础，增进基础研究面向国家需求的能力。2009年，自然科学基金委和中科院联合启动了“2011—2020年中国学科发展

^① 习近平. 努力成为世界主要科学中心和创新高地 [EB/OL]. (2021-03-15). http://www.qsttheory.cn/dukan/qs/2021-03/15/c_1127209130.htm[2022-03-22].

战略研究”。2012年，双方形成联合开展学科发展战略研究的常态化机制，持续研判科技发展态势，为我国科技创新领域的方向选择提供科学思想、路径选择和跨越的蓝图。

联合开展“中国学科及前沿领域发展战略研究（2021—2035）”，是中科院和自然科学基金委落实新时代“两步走”战略的具体实践。我们面向2035年国家发展目标，结合科技发展新特征，进行了系统设计，从三个方面组织研究工作：一是总论研究，对面向2035年的中国学科及前沿领域发展进行了概括和论述，内容包括学科的历史演进及其发展的驱动力、前沿领域的发展特征及其与社会的关联、学科与前沿领域的区别和联系、世界科学发展的整体态势，并汇总了各个学科及前沿领域的发展趋势、关键科学问题和重点方向；二是自然科学基础学科研究，主要针对科学基金资助体系中的重点学科开展战略研究，内容包括学科的科学意义与战略价值、发展规律与研究特点、发展现状与发展态势、发展思路与发展方向、资助机制与政策建议等；三是前沿领域研究，针对尚未形成学科规模、不具备明确学科属性的前沿交叉、新兴和关键核心技术领域开展战略研究，内容包括相关领域的战略价值、关键科学问题与核心技术问题、我国在相关领域的研究基础与条件、我国在相关领域的发展思路与政策建议等。

三年多来，400多位院士、3000多位专家，围绕总论、数学等18个学科和量子物质与应用等19个前沿领域问题，坚持突出前瞻布局、补齐发展短板、坚定创新自信、统筹分工协作的原则，开展了深入全面的战略研究工作，取得了一批重要成果，也形成了共识性结论。一是国家战略需求和技术要素成为当前学科及前沿领域发展的主要驱动力之一。有组织的科学研究及源于技术的广泛带动效应，实质化地推动了学科前沿的演进，夯实了科技发展的基础，促进了人才的培养，并衍生出更多新的学科生长点。二是学科及前沿

领域的发展促进深层次交叉融通。学科及前沿领域的发展越来越呈现出多学科相互渗透的发展态势。某一类学科领域采用的研究策略和技术体系所产生的基础理论与方法论成果，可以作为共同的知识基础适用于不同学科领域的多个研究方向。三是科研范式正在经历深刻变革。解决系统性复杂问题成为当前科学发展的主要目标，导致相应的研究内容、方法和范畴等的改变，形成科学研究的多层次、多尺度、动态化的基本特征。数据驱动的科研模式有力地推动了新时代科研范式的变革。四是科学与社会的互动更加密切。发展学科及前沿领域愈加重要，与此同时，“互联网+”正在改变科学交流生态，并且重塑了科学的边界，开放获取、开放科学、公众科学等都使得越来越多的非专业人士有机会参与到科学活动中来。

“中国学科及前沿领域发展战略研究（2021—2035）”系列成果以“中国学科及前沿领域 2035 发展战略丛书”的形式出版，纳入“国家科学思想库－学术引领系列”陆续出版。希望本丛书的出版，能够为科技界、产业界的专家学者和技术人员提供研究指引，为科研管理部门提供决策参考，为科学基金深化改革、“十四五”发展规划实施、国家科学政策制定提供有力支撑。

在本丛书即将付梓之际，我们衷心感谢为学科及前沿领域发展战略研究付出心血的院士专家，感谢在咨询、审读和管理支撑服务方面付出辛劳的同志，感谢参与项目组织和管理工作的中科院学部的丁仲礼、秦大河、王恩哥、朱道本、陈宜瑜、傅伯杰、李树深、李婷、苏荣辉、石兵、李鹏飞、钱莹洁、薛淮、冯霞，自然科学基金委的王长锐、韩智勇、邹立尧、冯雪莲、黎明、张兆田、杨列勋、高阵雨。学科及前沿领域发展战略研究是一项长期、系统的工作，对学科及前沿领域发展趋势的研判，对关键科学问题的凝练，对发展思路及方向的把握，对战略布局的谋划等，都需要一个不断深化、积累、完善的过程。我们由衷地希望更多院士专家参与到未来的学科及前

总 序

沿领域发展战略研究中来，汇聚专家智慧，不断提升凝练科学问题的能力，为推动科研范式变革，促进基础研究高质量发展，把科技的命脉牢牢掌握在自己手中，服务支撑我国高水平科技自立自强和建设世界科技强国夯实根基做出更大贡献。

“中国学科及前沿领域发展战略研究（2021—2035）”

联合领导小组

2023年3月

前 言

当前，全球科技已经进入快速发展阶段，新一轮的科技革命正在以信息技术、生物技术、新能源技术、新材料技术为核心快速发展，并不断改变世界发展的格局，推动经济社会的创新发展，对人类文明进步产生了巨大而深刻的影响。科学的发展是一个不断蔓延生长、不断融合演化的过程。随着科学技术的发展，学术研究的深入和细化导致学科的发展逐渐从综合走向分化，并逐渐形成现代科学意义上的学科体系。学科是指根据学术的性质而划分的科学门类，指规范化、制度化的科学领域。然而在一些快速发展的学科中，前沿领域是学科中新的科学增长点，是指尚未形成学科规模或不具备明确学科属性的新兴领域、前沿交叉领域及与颠覆性技术相关的领域。

学科与前沿领域的发展有相辅相成的关系。学科的发展可以带动产生更多的前沿领域，前沿领域的研究也是学科发展的关键。研究和解决前沿领域的相关问题，既可以促进学科内其他相关问题的解决，又可以将学科向前推进，取得更大的发展。例如，高温超导研究是凝聚态物理学中活跃的前沿领域，随着高温超导研究的推进，角分辨光电子能谱、扫描隧道电子谱等实验技术得到发展，带动了凝聚态物理学及材料物理学相关领域的发展，同时引发并带动了量子临界性、量子自旋液体、庞磁阻、多铁性等问题的研究。

对学科及前沿领域的整体发展情况的研究有助于理解科学发展的脉络与规律，发现宏观视角下前沿领域的形成与演变规律，理解科学发展的驱动因素，预测未来科学发展的趋势，对引领中国学科及前沿领域发展有重要的借鉴意义。

本书是丛书的总论，是对2021~2035年中国学科及前沿领域发展概况的论述。总论分为上篇与下篇两个部分。上篇是在分析总结自然科学发展历史的基础上，分析世界科学发展的整体趋势，研究学科及前沿领域发展的驱动因素，预测到2035年中国学科及前沿领域的发展趋势和目标方向，研判我国学科及前沿领域发展的主要问题，提出对我国未来科技发展的展望及相应的政策建议。通过上篇的研究发现，学科的不断分化与整合是内部逻辑推动及外部社会推动共同作用的结果，两者之间是一种相互作用的关系；国家需求及技术驱动是当前学科及前沿领域研究的主要动力；当前中国学科及前沿领域的发展演进，需要综合研判重大科学技术问题及国家战略需求，并通过体制机制不断完善，进一步提升前沿领域的科技治理能力。下篇以中国学科及前沿领域2035发展战略中各学科及前沿领域的项目研究成果为基础，汇总各学科的科学意义与战略价值，研究特点、发展规律和发展趋势，关键科学问题、发展思路、发展目标 and 重要研究方向等内容。

本书内容的研究和编写历时三年。在项目组组长郑兰荪院士的带领下，由来自厦门大学、中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学技术大学人文与社会科学学院、中国科学院上海营养与健康研究所/中国科学院上海生命科学信息中心的四个研究团队共同完成。

本书内容涉及科学史、科技战略、文献情报、科学与社会、科学哲学、科技政策等诸多领域，在撰写中采取了厚今薄古的原则，微观入手，宏观着眼。本书由上、下两篇组成。在上篇的具体撰写中，由褚龙飞、石云里撰写第一章，熊卫民、丁兆君、李守忱撰写

第二章，赵超、沙小晶撰写第三章，焦健、沙小晶撰写第四章，杜鹏、张理茜撰写第五章，阮梅花、张丽雯、贺彩红、于建荣撰写第六章，杜鹏、张理茜、张丽雯、阮梅花、贺彩红、于建荣撰写第七章；下篇内容来自本丛书的其他 37 个分册。全书由沙小晶、杜鹏完成统稿工作。

本书覆盖范围较广，许多重要的研究方向和研究内容未能包含进来。同时，由于笔者知识水平有限，疏漏之处在所难免，许多分析观点不一定能做到全面。如有不妥之处，敬请广大专家、读者批评指正。

在编研过程中，项目组组织了多次专家研讨交流会，参与研讨的院士专家有百余人次。特别感谢指导组的指导和秦大河院士、包信和院士、李林院士的大力支持，以及李静海院士、郭正堂院士、梅宏院士、胡海岩院士、方新教授等的指导和帮助。在研究过程中，王作跃、王国豫、王小理、尹传红、任定成、刘兵、刘应杰、李侠、李正风、李建军、李真真、杨柳春、宋大伟、张先恩、张培富、张增一、郑念、赵万里、赵延东、段伟文、钮卫星、袁岚峰、徐飞、唐莉、梁兴杰、谭宗颖、熊燕、潜伟等众多学者提供了很好的意见和建议。中国科学院学部工作局、国家自然科学基金委员会计划与政策局的许多同志在此过程中也给予了指导和帮助，科学出版社的编辑也提供了诸多帮助与支持，在此一并致谢！

《中国学科及前沿领域 2035 发展战略总论》

编写组

2023 年 3 月

摘要

近代科学在其发轫之后的大部分时间，主要是以兴趣为主的自发活动。但从第一次世界大战开始，把科学作为国家重要资源的理解和认识，逐渐在科学家、政治家、企业家和公众中蔓延、发酵。在第二次世界大战中，科学的作用更加突出，雷达、飞机、原子弹等以科学为基础的技术对战争进程产生了深远影响，科学的作用也在战争环境中得到充分体现。这使人们意识到，科学不仅对赢得战争意义重大，而且将是此后国家竞争的关键。1945年，万尼瓦尔·布什在《科学：没有止境的前沿》(*Science: The Endless Frontier*)报告中明确指出了“科学进步是也必须是政府的根本利益所在”。这份报告深刻地影响了美国乃至世界各国科学技术政策的制定。

当前，新一轮的科技革命正在快速孕育发展，并将深刻地改变世界的发展格局，极大地推动经济社会的进步。在全球竞争日益激烈的背景下，各国政府不断调整与完善科技创新战略和政策，增加对科技的投入，加强重点领域的研发，并积极培育新兴战略产业，从而确保在国际竞争中占据有利地位。当前，我国正处于实施创新发展驱动战略和新一轮的科技革命的交汇期，我国科技的发展面临着千载难逢的机遇及严峻的挑战。党的二十大报告中强调“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，开辟发展新

领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势”^①。

2019年，国家自然科学基金委员会和中国科学院联合开展了“中国学科及前沿领域发展战略研究(2021—2035)”，共包含38个项目。其中，总论项目是从书的综合或概要，分为上、下两篇。上篇的研究内容包括学科的历史演进及其发展，学科及前沿领域在国家需求与技术驱动下的发展特征和与社会的关联，世界科学未来发展的整体态势，以及我国学科及前沿领域发展的现状与未来的发展趋势。下篇是在本系列丛书研究成果的基础上进行汇总而成。通过总论研究得到以下观点。

(一) 学科的不断分化与整合是由内部逻辑推动和外部社会推动共同作用的结果，二者之间是一种相互作用的关系

书中从科技史的角度研究了从自然知识分类到近代科学体系建立的过程，我国学科的发展演进过程，同时对近代科学中学科发展的驱动力进行了分析。

在学科不断分化和整合的过程中，近代的知识观逐渐变成了实用主义。学科内部的知识发展及新的研究方法是推动学科发展的主要驱动因素。同时，分学科的学术共同体的出现为学科的稳步发展提供了保障，社会与文化方面的外在需求对科学发展产生了强大的推动作用。

在梳理我国学科发展演进的研究中可以看出，现代科学技术的各门学科在中国的发展经历了一个漫长而坎坷的历程。中国古代有自己独特的知识分类体系，其中夹杂着各种自然知识。从明末到清代，欧洲科学技术知识首次大规模传入中国，而在鸦片战争之后，初具规模的西方近代科学以更加系统的方式传入，中国的学科体系的近

^① 习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2022-10-25). http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm[2023-04-05].

代化开始与国家的近代化同步进行。书中详细介绍了现代大学制度和科研院所制度在中国逐步建立的过程。同时，本书分析了在新中国成立后，随着学科体系的探索与建立，现代科技的各个学科在中国实现了跨越式发展的历程。

(二) 国家需求以及技术驱动是当前学科及前沿领域研究的主要动力

书中对国家需求和技术驱动下的学科及前沿领域发展进行了研究。研究结果显示，国家需求驱动在国家层面建立系统的资助制度、国家直接驱动、通过国家创新体系推动市场导向科学研发的三个层面促进了科学前沿的演进。书中根据以上三个层面分别介绍了现有的学科框架、同行评议以及巩固与革新学科的双重作用，美国联邦国家实验室的相关情况，超越传统学科框架的企业设立研发部门及研发型企业等方面的详细情况。

在学科前沿领域的发展过程中，技术驱动因素产生的带动作用是不容忽视的，并且在技术进步的广泛带动下，实质性地促进了学科融合交叉，推进了学科前沿的研究，同时衍生了更多新的学科生长点。研究通过纳米技术与“纳米+”效应、人工智能技术、大科学装置、生物技术与生物安全从微观、中观和宏观三个层面对技术驱动与学科及前沿领域的演进进行了分析。

(三) 世界科学的发展趋势呈现出与以往明显不同的变化趋势

书中分析了当前科学组织化、学科融合、科学研究的方法、科学的开放性、科学的社会影响等变化，给出了当前学科及前沿领域研究的趋势。

当前，科学研究本身、科学建制及政策和研究文化都处于发展变化中。日趋激烈的竞争和对科学不断增加的期望正推动大学、科研机构、资助机构和出版商的角色、职能及互动关系发生了变化，

形成了新的科学知识生产的利益格局，改变了科学生产与科学知识应用之间，科学、技术与创新之间的关系。

在学科及前沿领域的发展趋势中，研究表明当前学科的组织化越来越强，科学被整合到不同层级的组织范畴中；重大使命任务引导新的学科融合，学科发展日益汇聚融通；超越还原论的研究视角影响日趋扩大，计算机模拟和数据科学发挥越来越大的作用；“互联网+”正在改变科学交流生态，开放科学重塑科学的边界；新兴技术带来了重要的伦理问题，可信任性成了科学技术治理的重要内涵。

(四) 在建设世界科技强国中，我国学科及前沿领域的发展演进需要综合研判重大科学技术问题和国家战略需求，并通过体制机制改善进一步提升前沿领域科技治理能力

书中对我国学科及前沿领域的现状与问题进行了剖析，对新时代科技发展面临的形势与我国学科及前沿领域发展的重点领域方向做出了研判，并给出了相应的政策建议。

本书从技术科学问题驱动和国家需求驱动两个方面分析了我国学科及前沿领域的驱动因素，其中，在技术和科学问题驱动中，本书对重大科学问题需要、攻克战略共性技术需要两个方面进行了研究。在国家需求驱动中，本书从气候变暖、人口老龄化与高龄化、健康的危与机、万物互联与智能化、能源需求、国家安全六个方面进行了深入的剖析。在总结学科发展总体情况的基础上，本书对当前我国学科发展面临的问题做出了研判。本书研究认为，在学科设置方面，我国存在着学科门类划分过细、学科的综合性和交叉性不足、交叉学科体系划分起步晚、学科发展不均衡等问题；在人才队伍方面，我国研发人员人数占比偏低、人才竞争力有待加强、学科交叉型人才缺乏；在自主设施平台方面，我国在中高端仪器设施、科研信息数据、科研试剂等领域有待加强；在体制机制中，我国的评估机制、

资助机制、科研成果转化机制、知识产权保护机制等有待完善。

在建设世界科技强国的形势下，本书研究分析了开放创新与国际合作对我国的科技发展的重要意义及其呈现的新内涵和新要求。本书研究综合科学计量学报告（《2020 研究前沿》《全球工程前沿》）、相关技术趋势报告（Gartner 发布的《重要技术趋势》报告、《麻省理工科技评论》等）、专家访谈与问卷调查等方式，并结合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》及中长期科技规划，考虑基础前沿与核心技术发展需要，初步提出我国学科与前沿发展的关键核心领域。基于未来的发展形势及我国的发展重点，研究从四个方面给出了政策建议：①政策精准发力，消除机制障碍；②重视基础研究，优化学科体系；③创新人才机制，强化智力支撑；④深化学科协同创新平台建设。

Abstract

For much of the time after its genesis, modern science was primarily a spontaneous, interest-based activity. And since the beginning of World War I, the understanding and awareness of science as a vital national resource gradually spread among scientists, politicians, entrepreneurs, and the public. During World War II, the role of science became more prominent, and science-based technologies such as radar, airplanes, and atomic bombs had a profound impact on the course of the war, and the role of science was fully reflected in the wartime environment. This led to the realization that science is not only significant in winning the war, but will also play a key role in the competition thereafter between nations. In 1945, Vannevar Bush clearly stated in his report *Science: The Endless Frontier* that “Scientific progress is, and must be, of vital interest to government”. The report profoundly influenced the formulation of science and technology policies in the United States, and around the world.

At present, a new round of technological revolution is rapidly developing and will profoundly change the development pattern of the world and greatly promote economic and social progress. Against the backdrop of increasingly fierce global competition, governments are constantly adjusting and improving their strategies and policies for science and technology innovation, increasing investment in science

and technology, strengthening R&D in key areas, and actively fostering new strategic industries to ensure a favorable position in international competition. At present, China is at the intersection of the implementation of the innovation-driven development strategy and a new round of scientific and technological revolution, and the development of science and technology in China is facing a once-in-a-lifetime opportunity as well as serious challenges. The Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China emphasizes that “We must regard science and technology as our primary productive force, talent as our primary resource, and innovation as our primary driver of growth. We will fully implement the strategy for invigorating China through science and education, the workforce development strategy, and the innovation-driven development strategy. We will open up new areas and new arenas in development and steadily foster new growth drivers and new strengths”.

In 2019, the National Natural Science Foundation of China and the Chinese Academy of Sciences jointly launched the program “Strategic Research on the Development of Science Disciplines and Frontier Fields for China (2021—2035)”, which contains a total of 38 sub-projects. Among them, the general introduction is a synthesis or summary of the series of books, divided into two parts. The first part covers the historical evolution and development of science disciplines, the characteristics of their development driven by national and technological needs and their relevance to the society, the overall situation of the future development of science in the world, and the current situation and future developing trends of science disciplines and frontiers in China. The second part is a summary based on the results given by this series of books. Here we propose the following conclusions as a result from a review of the general introduction.

1. The continuous differentiation and integration of disciplines have been driven by a confluence of momenta, fuelled not only by the endogenous logic of disciplinary development themselves, but also by the external impetus given by the broader society. The two sources of drivers are in an interactive relationship

From a perspective of science and technology history, the book examines the development of science disciplines in China, examining its evolution from the classification of natural knowledge to the establishment of a modern system of science. Meanwhile, it gives an analysis of the driving forces behind the disciplinary development in modern science.

In the process of continuous differentiation and integration of disciplines, the recent understanding of knowledge has gradually become pragmatic, with intellectual developments within disciplines and new research methods being the main drivers of disciplinary development. The emergence of sub-disciplinary academic communities has provided for the steady development of disciplines; and the external social and cultural demands have given a strong impetus to the development of science.

When combing through the studies on the disciplinary evolution of science in China, it can be seen that the development of the various disciplines of modern science and technology has undergone a long and bumpy journey. Ancient China had its own unique system for knowledge classification, interspersed with all kinds of natural knowledge. The late Ming dynasty and the Qing dynasty witnessed the first wave of introduction of European scientific and technological knowledge into China on a large scale. After the Opium Wars, modern science, which started to take shape in the West, was introduced to China in a more systematic way. At the time, the modernization of China's disciplinary

system began to advance hand in hand with the modernization of the country. The study details the gradual establishment of the systems of modern universities and scientific research institutes in China, and the leapfrogging of the various disciplines of modern science and technology in China after the founding of the People's Republic of China, as a by-product of the exploration and establishment of a disciplinary system in the country.

2. National needs and technological development are the two major drivers for the current disciplinary research as well as the explorations on the frontier areas

The book examines the advancement of science disciplines and frontier areas driven by national demands and technological development. It argues that national demands drive the evolution of scientific frontiers via three devices: the establishment of a systematic funding system at the national level, direct incentives, and the promotion of market-oriented scientific R&D through the national innovation system. Respectively focusing on the above-mentioned three devices, the book examines the dual role of the existing disciplinary framework and the peer review system in the consolidation of innovative disciplines, the current situation of national laboratories affiliated to different governmental sectors, and the establishment of R&D departments in companies and R&D-based enterprises that go beyond the traditional disciplinary framework.

In the development of disciplinary frontiers, the driving role played by technological drivers cannot be ignored. The extensive technological advancement has driven the disciplinary convergence and integration, promoted the advanced research at the disciplinary frontiers, and given rise to more new disciplinary growth points. The study analyzes the relationship between the technological drivers and the evolution of

disciplines and frontier areas at micro-, meso- and macro-scopic levels respectively, based on case studies each focusing on nanotechnology and “nano+” effects, artificial intelligence technologies, mega scientific apparatuses, and biotechnology and biosafety.

3. The global scientific development manifests significantly different trends of change compared with the past

The book analyzes the current changes in the organization of science, the convergence of disciplines, the methodology of scientific research, the openness of science, and the social impact of science, giving trends in the current disciplinary research and frontier explorations.

At present, scientific research itself, the science institution and policy, and its research culture are all currently under constant evolution. The increasingly intensive competition and the growing expectations of science are driving changes in the roles, functions and interactions of universities, research institutes, funding bodies and publishers, creating new patterns of interest in the production of scientific knowledge. This has changed the relationship between production and application of scientific knowledge, and also the relationship between science, technology and innovation.

In the development of science disciplines and frontier areas, the study identifies a series of trending tendencies. First, current disciplines are becoming increasingly organized, with science being integrated into different hierarchical levels of organizational categories. Major national missions and tasks are leading to new disciplinary integration, resulting in more and more intensive convergence and integration in disciplinary development. Research perspectives beyond reductionism are taking momentum, with computer simulations and data science playing an increasing role. The “Internet+” is changing the ecology of science

exchanges, and open science is reshaping the boundaries of science. On the other hand, emerging technologies are raising important ethical issues, and trustworthiness is becoming an important part of scientific and technological governance.

4. Against the context of China's efforts to build a world power of science and technology, the evolution of its disciplines and frontier areas requires a balancing between the pursuit of major S&T issues and the national strategic needs, and further enhancement of science and technology governance capacity in frontier areas through systematic and institutional improvements

The book provides an analysis of the current situation and problems in China's science disciplines and frontier areas, and makes a positional judgment for the development of science and technology in the new era as well as the developing direction of the key areas in its science disciplines and frontier areas, so as to give corresponding policy recommendations.

The study analyzes the driving factors for the development of science disciplines and frontier areas in China, respectively focusing on the driving factors originated from technical and scientific explorations and those from national needs. For the former, two aspects are specifically studied, namely the requirements from the pursuit of major scientific issues, and the needs to tackle common problems in strategically important technologies. For the latter, the study gives an in-depth analysis targeting six aspects, respectively focusing on national demands in climate change, population aging and advanced aging, risks and opportunities in health issues, intelligence and the Internet of everything, energy demands, and national security. Based on a summary of the overall situation of science disciplinary development, the study makes a positional judgment on the current problems faced by the science disciplinary development in China. The study concluded that in terms of

disciplinary settings, there exist problems such as meticulous division of disciplinary categories, a lack of comprehensive and interdisciplinary integration, the delayed start in the division of interdisciplinary systems, and the imbalanced development of disciplines. In terms of talent, the study identifies a series of problems, including a relatively low proportion of R&D talent and weak competitiveness in the workforce, and an insufficiency of workforce expert at interdisciplinary research. In terms of independent facilities and platforms, there is room for improvement in the areas of medium and high-end instruments and facilities, research information and data, and research reagents. As for institutional factors, the study indicates that improvements are needed in the systems of S&T performance assessment, funding, transfer and transformation of S&T achievements, and protection of intellectual property.

Against the context of China's efforts to build a world power in science and technology, the study analyse the importance of open innovation and international cooperation for China's science and technology development and the new connotations and requirements they present. The study integrates different approaches and methodologies, including scientometrics reports (*e.g.* Research Frontiers and Engineering Frontiers), relevant reports on technology trends (*e.g.* Gartner Strategic Technology Trends, MIT Technology Review, etc.), expert interviews and questionnaire. In combination with the Outline of the 14th Five-Year Plan and 2035 Vision for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the medium- and long-term science and technology layout, and with the needs for the development of fundamental frontiers and core technologies, the study tentatively proposes some key core areas for the development of disciplines and frontiers in China. In consideration of the future development and China's development priorities, the study gives policy recommendations

in four aspects: ① precise policy efforts to eliminate institutional barriers; ② emphasis on basic research and optimization of disciplinary systems; ③ innovative talent mechanisms to strengthen intellectual support; and ④ strengthened construction of disciplinary collaborative innovation platforms.

目 录

总序 / i

前言 / vii

摘要 / xi

Abstract / xvii

上篇 / 1

第一章 从自然知识分类到近代科学学科体系的建立 / 3

第一节 欧洲古代到中世纪的自然知识分类 / 4

第二节 中国古代知识分类系统中的自然知识 / 7

第三节 近代科学学科体系在欧洲的建立及其外传 / 9

第四节 近代科学学科发展的驱动力 / 14

本章参考文献 / 16

第二章 学科在中国的演进及其推动力 / 18

第一节 近代科学在中国的传播 (1582 ~ 1911 年) / 19

第二节 现代大学制度、现代科研院所制度在中国的建立
(1912 ~ 1949 年) / 25

第三节 新中国学科体系逐渐建立及探索（1949年至今） / 31

本章参考文献 / 37

第三章 国家需求驱动下的科学前沿演进 / 39

第一节 从“小科学”到“大科学”：现代科学演进与国家需求 / 40

第二节 各国政府系统化支持科学前沿探索 / 43

第三节 美国联邦政府对学科及前沿领域探索的系统推动 / 46

第四节 通过整合市场和社会资源推动科学研究 / 49

本章参考文献 / 51

第四章 技术驱动与学科及前沿领域发展的演进 / 54

第一节 技术发展对学科及前沿领域的促进作用

——以显微技术和基因测序技术为例 / 55

第二节 关键共性技术对多学科的使能作用

——以纳米技术和人工智能技术为例 / 59

第三节 大科学装置对学科知识演进的带动效应 / 62

第四节 技术产生的内在逻辑与学科发展的内在技术需求

——以病原微生物学科领域为例 / 66

本章参考文献 / 70

第五章 学科及前沿领域演进的未来趋势 / 73

第一节 科学的组织化趋势 / 74

第二节 学科交叉与学科融合 / 76

第三节 科学方法的整合与发展 / 78

第四节 科学与社会的融通 / 83

本章参考文献 / 86

第六章 中国学科及前沿领域的现状与问题 / 89

第一节 中国学科发展总体概况 / 89

第二节 中国学科及前沿领域发展的驱动因素 / 100

第三节 中国学科发展面临的问题 / 112

本章参考文献 / 119

第七章 中国学科及前沿领域发展的形势与对策 / 124

第一节 新时代的开放创新与国际合作 / 124

第二节 我国学科与前沿领域发展的重点方向 / 130

第三节 对策建议 / 131

文章参考文献 / 136

下篇 / 139

第八章 学科发展战略研究 / 141

第一节 中国数学 2035 发展战略 / 142

第二节 中国物理学 2035 发展战略 / 145

第三节 中国天文学 2035 发展战略 / 148

第四节 中国力学 2035 发展战略 / 151

第五节 中国化学 2035 发展战略 / 154

第六节 中国纳米科学 2035 发展战略 / 156

第七节 中国生物学 2035 发展战略 / 159

第八节 中国农业科学 2035 发展战略 / 162

第九节 中国地球科学 2035 发展战略 / 165

第十节 中国资源与环境科学 2035 发展战略 / 168

第十一节 中国空间科学 2035 发展战略 / 171

第十二节 中国海洋科学 2035 发展战略 / 175

第十三节 中国工程科学 2035 发展战略 / 178

第十四节 中国材料科学 2035 发展战略 / 180

第十五节 中国能源科学 2035 发展战略 / 183

第十六节 中国信息科学 2035 发展战略 / 185

第十七节 中国管理科学 2035 发展战略 / 188

第十八节 中国医学 2035 发展战略 / 190

第九章 前沿领域发展战略研究 / 194

第一节 中国人工智能基础研究 2035 发展战略 / 195

第二节 中国量子物质与应用 2035 发展战略 / 199

第三节 中国基于加速器的粒子物理 2035 发展战略 / 202

第四节 中国合成科学 2035 发展战略 / 203

第五节 中国精准医学 2035 发展战略 / 205

第六节 中国生物信息学 2035 发展战略 / 208

第七节 中国分子细胞科学与技术 2035 发展战略 / 211

第八节 中国再生生物医学 2035 发展战略 / 213

第九节 中国生物安全 2035 发展战略 / 216

第十节 中国合成生物学 2035 发展战略 / 219

第十一节 中国基因治疗 2035 发展战略 / 221

第十二节 中国地球系统科学 2035 发展战略 / 224

第十三节 中国定位、导航与定时 2035 发展战略 / 227

第十四节 中国深地科学 2035 发展战略 / 231

第十五节 中国工业互联网 2035 发展战略 / 233

第十六节 中国集成电路与光电芯片 2035 发展战略 / 237

第十七节 中国机器人与智能制造 2035 发展战略 / 239

第十八节 中国高超声速航空发动机 2035 发展战略 / 241

第十九节 中国先进材料 2035 发展战略 / 245

关键词索引 / 248

上 篇

从自然知识分类到近代科学 学科体系的建立

“学科”（academic discipline）是按学术性质和教学科目加以划分的知识领域及其分支，具体体现在专业研究机构、专业学会和期刊及大学系科专业的划分中。学科的划分规定了特定知识领域的问题集和研究范式，因此又具有“规训”作用。学科及学科体系的确立与发展固然受其待解问题集的大小、重要性和内在知识逻辑等因素的支配，但在不同国家和不同的文明中又会受到不同的社会、经济、政治等因素的影响，表现出不同的特点。

人类对自然的认识经历了由简单到复杂的变化过程。随着相关知识的积累与发展，古人逐渐出现了对其进行分类的观念。“轴心时代”以来，无论是西方的古希腊，还是东方的中国，都形成了自己的知识分类体系。及至近代，由于大航海时代的到来及科学革命的发生，欧洲的自然知识也开始急剧扩张，并导致其知识分类体系加速变化。随着近代科学的稳步发展、研究对象范围的不断扩大，各种新的学科开始出现，新的科学学科体系逐步形成。此后，当近代科学知识在全球传播时，欧洲的科学学科体系也流传到世界各地。

第一节 欧洲古代到中世纪的自然知识分类

在人类社会的早期，人们尚无法对自然开展深入的分析与研究，许多认识还停留在笼统直观的阶段。这时候的各种知识都包罗在统一的哲学当中，基本不存在其他独立的科学。尽管此时人类对自然的探索往往服从于追寻世界本原的哲学目的及对日常经验的解释，但是随着生产力的发展与知识的积累，人们逐渐开始对自然形成了比较系统的认识。在古代欧洲，古希腊人认为哲学是高于“自由技艺”的知识，是真实客观的、理性的、超越经验的，其中也包括自然哲学。古希腊哲学家的自然知识随着古希腊哲学的发展而变化。他们在讨论万物本原、变与不变等问题之外，还对感官认识和真正的知识（即真理）进行了区分。例如，柏拉图（Plato，公元前427~前347年）对知识进行了等级划分——越抽象的知识越高级。他认为“感知世界”（visible world）包括现实物体及其“影子”，研究它们主要是通过“物理学”（physics）或“自然学”（study of nature），但由此获得的认识并非真知。只有通过“理智世界”（intelligible world）才可以获得真知，认知它必须转向现实物体的“形式”与纯粹的“理念”，研究前者主要通过数学（包括几何学、天文学、算术学与和声学），研究后者需要通过辩证学（dialectics，后来称为“第一哲学”或“形而上学”）^[1]。

作为古希腊哲学的集大成者，亚里士多德（Aristotle，公元前384~前322年）对知识的分类方式对后世影响最大。他将知识分为三种，即创制技艺（productive art）、实践知识（practical science）和理论知识（theoretical science）（表1-1）。三种知识对应不同的思维，第一种思维对应创制的思维，可创制的东西的本原内在于创制者之中，或为心灵，或为技艺，或为一种能力；第二种思维对应实践的思维，可实践的东西的本原同样内在于实践者之中，这就是选择（可实践的东西和可选择的东西是同一的知识）；第三种思维对应静观的思维，无论是自然事物还是数学对象都不是实践和创制的对象，

因而只能进行理论的静观。在亚里士多德的知识分类体系中，自然知识也是有区别的，世界本原、宇宙发展和存在的原因等问题属于形而上学，天文学、光学、力学等属于数学，运动学、生物学等属于物理学或自然学。值得注意的是，与其师柏拉图不同，亚里士多德并不认为数学高于物理学，尽管它确实更抽象。另外，他还指出天文学、光学、和声学、力学比较独特，在数学中却具有更多物理学的特质，是一种“中介科学”（*scientiae mediae*）^[2-4]。

表 1-1 亚里士多德的知识分类体系

| 分类 | 包含的学科 |
|------|---|
| 创制技艺 | 医学、体育、语法、雕塑、音乐、逻辑、修辞、诗歌 |
| 实践知识 | 政治学、经济学、伦理学 |
| 理论知识 | “第一哲学”或“形而上学”（包括神学）、数学（包括算术学、几何学、天文学、光学、和声学、力学）、物理学或自然学（包括生物学、心理学等） |

自亚里士多德之后的上千年时间里，欧洲的知识分类体系基本上没有进一步的发展。中世纪经院学者将神学元素融入亚里士多德的体系中，但已经逐渐搞不清楚“物理学”、“伦理学”或“形而上学”具体指什么了。到了12世纪，圣维克多的休（Hugh of St. Victor, 1096~1141年）做了一次知识分类的综合，在亚里士多德体系的基础上进一步增加了许多细节。圣维克多的休将创制技艺分成逻辑知识与技艺知识，后者包括织造、军备制造、商贸、农事、捕猎、医学、戏剧等^[5,6]。在此期间，欧洲修道院学校的首要课程是神学，其他课程则主要为“七艺”——不过，学习“七艺”也是为学习神学而做准备的。“七艺”的理念起始于古希腊，成型于古罗马晚期，到中世纪才成为一种制度化的固定课程。“七艺”包括“三艺”（*trivium*）和“四艺”（*quadrivium*）。前者包括辩证法、文法、修辞学，后者包括几何学、算术、天文学和音乐^[7]。

至11~13世纪，欧洲大学开始出现，其主要由文学部（*faculty of arts*）、神学部（*faculty of theology*）组成。其中，文学部主要是“七艺”的延续，后来又增设了法学部（*faculty of law*）和医学部（*faculty of medicine*）。当时大学的学科体系是围绕神学构建起来的，认为神学最好地解释了世界的起源和规律，所有知识都是上帝赋予的，发现真理的方法主要是通过经院哲学的逻辑论证和推理，各学科的研究与教学也都是在神学知识的规范和框架下展开的。

之后随着翻译运动的进行，亚里士多德及其评注者的著作得以传入，并进入中世纪后期的大学课程。尽管与基督教神学存在一定的冲突，但是亚里士多德的哲学最终还是被学校所接受。与此同时，世俗王权力量日益增强，文艺复兴运动逐渐兴起，大学的学科体系也随着社会的转型发生着变化，学者们逐渐走出以神学为中心的学科范畴，开始追求关于自然和人类的知识，学科日益丰富，相继出现古希腊和古罗马经典、政治学、物理学、自然史、数学等课程，语言文学、诗歌等新学科也进入大学。虽然大学还沿袭着中世纪大学神学、文学、医学和法学这四大学部的格局，但是出现了大量的古典人文学科。这时也有学者开始反思原有的知识分类体系。例如，基尔沃比（Robert Kilwardby，约1215~1279年）便提出了一个能够包含全部已知学科的分类体系（图1-1）。尽管仍可以看到圣维克多的体的影响，但基尔沃比的分类体系显然更加精密、丰富且全面。不过，14世纪后的欧洲学者的兴趣从知识分类转向了新的逻辑学和物理学问题，直到科学革命时期，知识分类才出现新的变化^[8,9]。

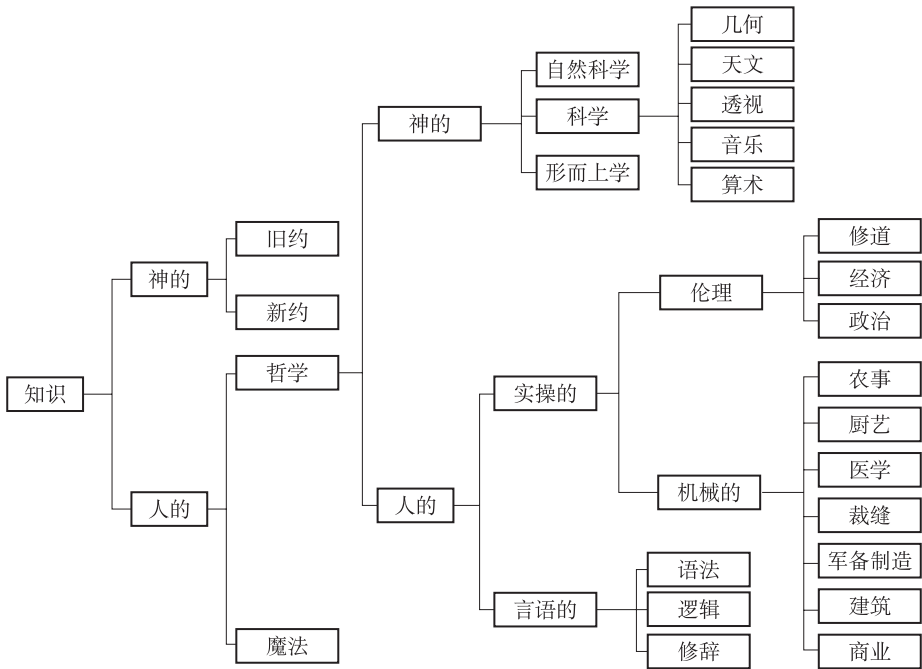


图 1-1 基尔沃比的知识分类体系

第二节 中国古代知识分类系统中的自然知识

中国古代的学术分科观念具有悠久的历史，早在先秦时期就出现了初步的知识分类。《周礼·地官司徒·保氏》云：“保氏掌谏王恶，而养国子以道。乃教之六艺：一曰五礼，二曰六乐，三曰五射，四曰五驭，五曰六书，六曰九数。”《易经·系辞上传》提到的“形而上者谓之道；形而下者谓之器”，也是典型的分类标准。孔子（公元前 551～前 479 年）按照《周礼》的知识分类讲授“六艺”，即礼、乐、射、御、书、数，相当于六门课程。另外，孔子后学对孔门弟子所长的分类还有“孔门四科”，即德行、言语、政事和文学四个领域。总体来看，先秦时期的知识分类还没有出现明显与自然知识相关的门类。

西汉时期，中国古代知识分类逐步成型。不过，与西方不同的是，中国古代对知识的分类主要是通过书籍分类（即目录之学）来体现的。西汉末期，刘向、刘歆父子提出了七略分类法，对后世产生了重要影响。如表 1-2 所示，七略分类法实际上只有六个门类（“辑略”为总论，不计），每大门类下又细分出许多种类，其中，自然知识主要分布在诸子略、数术略和方技略三个门类下，如诸子略中的道家、阴阳家、墨家、农家，数术略中的天文等。此外，其余三类也会有所涉及，如六艺略儒家经典《易》当中也包含对自然的一些认识，兵书中会记述地理学方面的知识，诗赋略屈原《天问》中包含不少天文相关知识等。《汉书·艺文志》沿用了七略分类法，后世学者又在其基础上有所调整。

表 1-2 七略分类法分类体系

| 类次 | 类目 |
|-----|------------------------|
| 辑略 | 总序、大序、小序 |
| 六艺略 | 易、书、诗、礼、乐、春秋、论语、孝经、小学 |
| 诸子略 | 儒、道、阴阳、法、名、墨、纵横、杂、农、小说 |

续表

| 类次 | 类目 |
|-----|-------------------------|
| 诗赋略 | 屈原赋之属、陆贾赋之属、孙卿赋之属、杂赋、歌诗 |
| 兵书略 | 兵权谋、兵形势、阴阳、兵技巧 |
| 数术略 | 天文、历谱、五行、蓍龟、杂占、形法 |
| 方技略 | 医经、经方、房中、神仙 |

不过，中国古代最重要的图书分类体系是四部分类法。四部分类法最早出现于西晋，荀勖（？～公元289年）编撰《中经新簿》时未采用七略分类法，而是将群书分为甲、乙、丙、丁四部。甲部为六艺及小学，乙部为诸子百家、兵书、术数等，丙部为史书、旧事等，丁部为诗赋、图赞等。由于先秦诸子的著作不再增加，而史书类文献却持续出现，故而荀勖将诸子百家、兵书、术数、方技等合并为一部，并新增史书类为一部。在该分类体系中，自然知识几乎都被分到了乙部下面，即后来的子部。这种四分法对后世影响深远，《隋书·经籍志》将四部依次命名为经、史、子、集，并附录佛经、道经，正式确立了四部分类法的体系（表1-3）。从此，四部分类法成为后世图书分类的主流，经历代不断调整与完善，至清代编修《四库全书》时达到巅峰。

表 1-3 《隋书·经籍志》四部分类法分类体系

| 分类 | 具体内容 |
|----|---|
| 经部 | 易、书、诗、礼、乐、春秋、孝经、论语、讖纬、小学 |
| 史部 | 正史、古史、杂史、霸史、起居注、旧事、职官、仪注、刑法、杂传、地理、谱系、簿录 |
| 子部 | 儒、道、法、名、墨、纵横、杂、农、小说、兵、天文、历数、五行、医方 |
| 集部 | 楚辞、别集、总集 |

不过，也有学者不墨守成规，在四部分类法上另辟蹊径，其中以南宋郑樵（1104～1162年）尤为独特。他在《通志·艺文略》中创立了十二分法，构建了一个分类细密、结构严谨、相对完善的类、家、种三级分类体系。与四部分类法相比，郑樵从经部分出礼、乐、小学三类，又从子部分出天文、五行、艺术、医方、类书五类，说明他可能已经意识到不同学科之间的差异及对知识进行进一步分类的必要。另外，三级分类也是《通志·艺文略》的一大特色，如将经类分为九小类，而其中易小类又分古易、石经、章句、传、

注、集注、义疏、论说、类例、谱、考正、数、图、音、讖纬、拟易等十六种。可以说，郑樵的分类法已经包含了现代学科分类思想的萌芽，只是可惜未能得到后人进一步的发展。

总的来说，自然知识在中国古代知识体系中的位置不甚重要却又不可或缺。之所以形成这种局面，与占据主流思想地位的儒家文化关系密切。儒者一般倾向于成为通才，因而对专门的自然知识缺少兴趣。另外，“形而上”与“形而下”的对分也会影响儒者对自然现象和科学知识的态度，因为大多数普通的自然现象都伴随着有形的性质和物理效应，故而属于“形而下”，并非儒家追求的更高级的“形而上”知识。不过儒家在将道与器分离并认为道高于器的同时，还一直存在着一种“道不离器”的倾向，故自然界的现象与物体也是“君子”知识和修养中的合法内容。除此之外，经世致用也是儒家的基本面向之一，因为自然与科技知识的实用性也会促使学者对它们产生兴趣，尤其是天文历法、算学和医学这些与国计民生密切相关的知识。历朝历代都设立专门机构负责研究、传承和发展自然知识。除儒家思想外，宗教信仰也会影响中国古人对自然知识的看法，如道教对长生的追求可以激励人们对自然现象的探索，尽管这种激励让人重视自然的同时也会引入更多的神秘元素。

第三节 近代科学学科体系在欧洲的建立及其外传

16~17世纪，欧洲学者对经院哲学和亚里士多德自然哲学越来越不满意。出现这种情况的原因比较复杂，一方面和亚里士多德哲学与基督教之间的冲突有关，另一方面和文艺复兴、宗教改革等时代背景也有关系。虽然托马斯·阿奎那（Thomas Aquinas，约1225~1274年）将亚里士多德哲学融入了基督教神学体系，但这种折中方案并不能让所有人满意，寻求可以替换亚里士多德哲学的努力一直没有停止。因此，人文主义者重新发现的古代资料受到重视，柏拉图等的哲学陆续被研究和讨论，对亚里士多德哲学的质疑也与日俱增。伴随着天文学、物理学及炼金术等领域新的研究所带来的冲击，

尤其是哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473~1543年）、第谷·布拉赫（Tycho Brahe，1546~1601年）、帕拉塞尔苏斯（Paracelsus，1493~1541年）等的新成果的出现，人们开始对旧知识分类体系进行反思。

17世纪出现了两种截然不同的知识观：以培根（Francis Bacon，1561~1626年）、洛克（John Locke，1632~1704年）为代表的经验主义和以笛卡儿（René Descartes，1596~1650年）、斯宾诺莎（Baruch Spinoza，1632~1677年）为代表的理性主义。前者强调经验和感观的重要性，认为从对个别现象的感知经由归纳的途径可以获得一般原理的认识；后者则对感觉经验的可靠性持怀疑态度，认为只有由思想获得的知识才是清晰可靠的。与此同时，一些科学分类的方案也陆续出台。例如，笛卡儿认为哲学有三大部门，即无形世界的形而上学、有形世界的物理学、知识应用的应用学；洛克把科学分为物理学、实践和逻辑学；霍布斯（Thomas Hobbes，1588~1679年）试图把主观原理和客观原理结合起来进行分类，认为数学方法是普遍应用的方法，几何学位于演绎科学之首，物理学位于归纳科学之首^[10]。

对后世影响最大的则是培根的知识分类法。他认为，人类的不同智力领域依赖于三种不同的理解能力：历史，包括自然志、地理、政治史、宗教史、市民史及机械技术和工艺，有赖于记忆；诗歌，包括书面和视觉的作品，如戏剧、绘画、音乐和雕塑，有赖于想象；哲学，包括所有的技艺和科学，有赖于理性。在培根的知识分类体系中，自然哲学受理性和部分的哲学能力的控制，包括物理学、形而上学和数学。其中，数学又分为纯粹的和混合的两种，前者包括几何与算术，后者包括光学、天文学、和声学、力学及宇宙学、建筑学等。自然志从属于记忆能力，负责对矿物、植物、动物做出适当描述（记载）、收集和分类，以及关于手工艺和机械的重要描述。培根在自然哲学和自然志之间划出了一条大的分界线，对自然志从属于自然哲学的观点提出挑战，指出精确的观测和自然志的“事实”比自然哲学体系中的很多所谓的证明与公理更确定和可靠^[11]。

培根的知识分类方案新颖而精致，摆脱了传统上按学科领域划分的做法，成为18世纪知识分类的一个参照点。尤其是狄德罗（Denis Diderot，1713~1784年）和达朗贝尔（Jean Le Rond d'Alembert，1717~1783年）在编撰《百科全书》时便把培根的体系看作是“百科全书树”（encyclopedia tree），并进