

科技前沿信息

第 22 期 (总第 143 期)

上海科技成果转化促进会
上海科学技术情报研究所 主办

2019 年 11 月 下旬刊

【专题报道】

从国家实验室的核心能力构成看美国科研的顶层布局（上）

[导读] 作为国家科研体系中的“定海神针”，美国国家实验室与高校、工业界构成了其科研体系的三大支柱。

从国家实验室的核心能力构成看美国科研的顶层布局（上）

作为国家科研体系中的“定海神针”，美国国家实验室与高校、工业界构成了其科研体系的三大支柱。国家实验室在稳定性和前瞻性方面弥补了其他两部分组成的先天不足，具有不可替代的地位，其核心能力构成体现出“长期稳定、局部微调”的特点。

一、美国能源部国家实验室的核心能力

美国能源部（DOE）国家实验室，属于美国顶级的科研机构系统，在一定程度代表了美国在科学和能源领域科研实力的最高水平和发展趋势。能源部国家实验室共有 17 个，其中 13 个以科学研究为主要任务，由能源部科学局直接或间接管理。

每年，能源部科学局都要对其所制定的《科学和能源国家实验室十年规划》进行调整，根据年度统计的数据和分析结果，形成核心能力指标体系，并由能源部主管科研的次部长上报联邦政府。能源部科学局对国家实验室所应具备核心能力体系组成进行甄别的标准，多年以来从未改变，主要有三个方面：以实验室为核心，汇聚大量科研基础设施、高水平科研团队和先进仪器设备；具有独一无二或世界顶级的构成部分（成果、科学家、数据信息等）；与能源部、国家核安全管理局和国土安全部等联邦政府机构所承担的国家使命密切相关。

基于上述标准，能源部科学局甄别出国家实验室的核心能力。2015

年以前，核心能力指标共有 17 项，覆盖基础科学、能源和有关应用领域。2016 年科学局对核心能力作了进一步梳理，新增 7 项，形成由 24 项能力构成的国家实验室核心能力指标集并沿用至今。这 24 项核心能力具体如下：

1、加速器科学与技术 开展离子束物理学领域的试验、计算与理论研究，以及开发在加速器和存储环路中对离子束进行加速、特征描述与操控的技术的能力。

2、在计算机科学与工程领域所有应用的发展中被广泛认可的能力。在这些领域中的核心能力将包含诸多领域内的实践，如：程序设计语言，高性能计算工具，千兆级或千兆兆级的科研数据管理与可视化演示，分布式计算平台，新的计算机体系结构的程序模型，以及提升代码性能的自动调试功能，等等。在这些领域的一个或多个中具有独一无二或世界领先的地位。

3、应用材料科学与工程 通过开展理论、试验和计算研究，实现对各种材料的理解与特性分析，以支持设计、合成、配比，以及对组织性能关系的预测和测量，分析在材料性能控制中缺陷的影响，通过研究材料在恶劣环境中的性能以确定材料的性能与长期环境稳定性，对具有特殊性能新材料大规模生产技术的研发，等等。

4、应用数学 支持开展数学领域基础研究的能力，通过开发数学模型，计算方法和分析技术，支持能源、环境和安全领域国家层次问题的科学与工程方面的解决，通常依靠高性能计算平台的支持来实现。

5、生物学与生物过程工程 应用复杂生物系统和现象的研究成果支持对生物学相关领域中基础成分、技术和系统的设计、原型开发、测试与验证，相关领域包括：生物能源产品，环境污染应对，全球碳循环与生物循环，等等。

6、生物系统科学 该能力针对复杂生物系统研究中的关键科学问题，通过对国家实验室所专有的研究设施、仪器设备国家级的超算系统，以及在生物系统及相关研究领域的高水平专业人员的集成，推动 DOE 在能源、气候和环境领域的国家层次的科研进展。

7、化学工程 该能力支持开展化学领域的应用研究，覆盖从分子级别到宏观级别的多重空间谱系、从皮秒到年的多重时间谱系。化学工程将科学发现转化为可供应用的成果，以推动能源系统和美国在环境、安全和国家实力相关方面的进步。

8、化学与分子科学 该能力通过开展试验、理论和计算研究，在分子系统层面分析化学变化和能量流动的基本原理，为能源的生产、

存储和应用的新方法和工艺的研发提供基础，并支持研究能源应用造成环境破坏的缓解途径研究。

9、气候变化科学与大气科学 该能力应用对大气、海洋、陆地、生态环境、水文和冰冻圈变化规律的研究成果，与对人类活动和人类排放物的研究成果相结合，来分析和预测天气变化和气象条件的不同模式，并为军事和民用应用提供服务。

10、计算科学 该能力实现应用数学计算机科学与其他科研学科（如，生物学、化学、材料学、物理学等）的连接。该领域的核心能力包含在应用数学、计算机科学和其他科研学科领域的专业经验，通过一种被证明是有效且高效的模式，利用高性能计算资源来得到其他学科领域重要的科研和工程成果，以满足 DOE 和其他联邦政府部门在国家层次的需求。

11、凝聚态材料物理学与材料科学 该能力通过开展试验、理论和计算研究来获得凝聚态材料物理学与材料科学的基础研究成果，为开发新材料提供基础，以提升能源生产、转化、运输和应用中的效率、经济性、环境方面的可接受性和安全性。

12、赛博与信息科学（2016 年新增，下简称为“新增”） 构建用于保护、分析和传播来自计算机系统、计算机网络和传感器网络所构成电子资源信息的学科、技术和实践。这一领域的能力将包含在以下一个或多个领域中被认可的实践经验：赛博安全、情报安全、情报分析、知识描述、信息论、控制系统设计与工程、嵌入式系统、逆向工程，以及高级破解技术。

13、决策科学与分析（新增） 从观测的数据和构建的数学模型的集合中推导知识和信息，以提升对来自不同资源和技术选择之中的理解和权衡，辨识和量化分析在环境系统中当前和不断涌现新技术的风险和影响，并评估市场变化，人类的行为与法规、政策，及研究机构的实践对技术的开发和应用所造成的影响。

14、地球系统科学与工程（新增） 通过研究环境和生态系统及其变化过程和相互关联关系，以实现过去、当前和未来能源的生产、运输、分配和应用对地下、大陆、沿海与海洋环境所造成影响的预测、评估与缓和。

15、环境地表科学 通过从物理学、化学和生物学角度对地下环境的结构和功能的分析和预测，实现系统层次的环境预测和决策支持，以解决地下资源可承受开发问题，将地下作为核武器生产、存储和试验所造成的环境问题，以及利用地下处理核废料的长期安全性问题等。

16、大规模用户设计/先进设备 构想、设计、研发和运营具有引领先进研究设施的能力，以支持高校、工业界和国家实验室的乙方开展具有突破性的研究与开发活动，或支持对技术成果的“最权威的”测试和演示。

17、机械设计与工程(新增) 应用物理学、机械学和化学的基础，实现对先进工程系统、机械和工具的分析、设计、测试、校验，并支持其运行。

18、核工程(新增) 通过使用各类设施、仪器、设备，并组建多学科团队，应用核工程、机械工程、核反应堆物理学、测量学和风险评估领域的知识、数据、方法和技术，完成 DOE 和国土安全部所负责的国家级任务。

19、核物理学 通过开放式试验和理论分析，提供对物质和能源本质的新认识，并更新现有知识。

20、核与放射物化学(新增) 通过使用各类设施、仪器、设备，并组建多学科团队，应用核化学、机械工程、化学工程的知识、数据、方法和技术，完成 DOE 和国土安全部所负责的国家级任务。

21、粒子物理学 通过进行开放式试验和理论分析，提供对物质和能源的本质以及空间和时间本身的基本属性的新认识，并更新现有知识。

22、等离子体与聚变能科学 开展具有世界领先的等离子体研究，覆盖从低温到高温/高压等离子体的全部范围。

23、能源系统与电机工程(新增) 应用对电磁现象的研究成果，实现对电路、电气和电子设备和仪器、传感器、测量仪器和控制系统的设计与制造，以解决电能传输和分配系统的效率和可靠性问题，并支持对结构和负载不断发生复杂变化的输电网络的接口设计。

24、系统工程与集成 通过多学科交叉融合，解决从概念和方案阶段到最终交付和完成阶段全寿命周期内各种问题的能力，并获得和应用最优方案/最优解。

能源部国家实验室在核心能力方面保持高度稳定，3~5年内几乎不发生变化；核心能力在各个国家实验室之中并不呈非常均匀的分布，最少的艾姆斯实验室仅占其中的3项，而橡树岭国家实验室几乎拥有全部核心能力，充分体现出实验室的个性差异。

(未完待续)