
张江综合性国家科学中心服务上海科创中心建设路径

张树义

(上海立信会计金融学院 201209)

【摘要】大科学基础设施是现代基础研究和技术创新的基础。建造全球顶尖的基础设施，不仅可以开展前沿科学研究，而且可以吸引和凝聚全球顶级人才。科技研究人员运用大科学设施，多层次构建研究机构与研发平台，可以突破重大核心技术。科技研究人员深度融入全球科技创新网络，可以不断聚集全球高端创新资源。科学家通过发起系列大型科技行动计划，可以深度参与国际科技竞争与合作。

【关键词】张江 综合性国家科学中心 科技创新 大科学基础设施

【中图分类号】G322.1.51 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1005-1309(2018)03-0005-009

一、张江科学中心功能培育总体评价

(一)张江综合性实验室的功能初显，产生一些标志性成果

1. 基础设施建设方面取得了一批成果。张江大科学基础设施群可分为已建成、正在建设和积极争取 3 类。目前，已建成的科学设施产生了初步成果。如上海光源产生 5 拍瓦激光；中科院计算技术研究所发明世界上第一款模拟人脑神经元和突触的深度学习处理器“寒武纪 1A”，每秒可处理 160 亿个神经元和超过 2 万亿个突触。李政道研究所的暗物质实验组与量子物理团队取得了一些世界瞩目的科研成果，其中两项成果入选《科技导报》评选的 2016 年度 10 项中国重大科学进展。同时，张江大科学基础设施积极支撑国内外科学家从事基础科学研究、关键技术研发，累计为 1.6 万名用户提供实验机时和相应服务。

2. 建成设施催生了一批新设施。源于上海光源一期，科学家提出建设上海光源二期、超强超短激光实验装置、软 X 射线自由电子激光用户装置、活细胞结构与功能成像等设施，已于 2016 年底开工。上海科技大学正牵头筹划硬 X 射线自由电子激光用户装置所需要的 2 千米隧道，这是国内迄今为止最难的土木工程之一。另外，上海科技大学正进行《推进重大科技基础设施管理模式改革》课题研究，探索设施集群的科学管理模式。与此同时，中国科技大学牵头的量子信息与量子科技前沿卓越研究中心、同济大学牵头的张江干细胞产业基础和中美干细胞研究中心、上海科技大学牵头的机器学习与虚拟现实平台和多时空尺度生物影像平台正在加快进行。硬 X 射线自由电子激光用户装置、高效低碳燃气轮机实验装置、国家生物医药大数据等项目也在前期论证中。

基金项目：上海市决策咨询研究重点课题(编号 2017-A-002-A)。

作者简介：张树义，上海立信会计金融学院创新创业学院院长，教授。本文参与撰写人员：鄢德春、罗月领、张高媒、吕品。

3. 发表了一批高水平学术论文。上海光源建成运行 8 年来,共发表论文 3200 多篇,其中约 900 篇论文发表在高端学术期刊,70 多篇发表在《自然》《科学》和《细胞》等顶级期刊。

(二) 初步形成有影响力的创新单元、研究机构与研发平台

1. 张江地区高校调整创新单元。复旦大学、上海交通大学张江校区正调整创新活动布局和创新单元设施,上海科技大学积极组建硬 X 射线自由电子激光用户装置队伍,同济大学正部署海底观测系统。上海科技大学加快推进机器学习与虚拟现实平台、多时空尺度生物影像平台。

2. 国内著名高校踊跃集聚张江。上海科技大学张江校区建成使用,本科生招生完成“小满贯”,附属中小学校 2018 年建成招生,学校将采用“九年一贯制”,实现“大中小”教育链一条龙。中国科技大学在早期浦东校区基础上,正在张江牵头量子信息与量子科技前沿卓越创新中心建设。

3. 组建全球顶尖研究机构。上海交通大学借鉴丹麦玻尔实验室经验,高标准建设李政道研究所,重点开展粒子物理、天体物理宇宙学、量子科学与技术等研究,以提升我国在基础物理及相关前沿领域的话语权和影响力。

此外,国内外企业或园区也在积极行动。如张江高科园区大力推进重大科技基础设施和创新平台建设,目前已与以色列、新加坡、美国、德国、俄罗斯成立了“中以创新中心”“中新创新中心”“张江伯克利工程创新中心”“中德清洁水创新中心”和“中俄联合孵化器”。一些在沪跨国企业或加强或组建上海研发中心。如罗氏集团在沪投资 8.6 亿元建设世界级研发中心,2018 年建成使用后将加速提升上海创新药物早期研发能力,同时还将与上海高校院所和本土企业合作创新。

(三) 全球科技创新网络框架初现,放大国家科学中心效应

1. 张江创新的“磁石效应”。依托上海科技、区位、人文等优势,一大批科技创新人员、科研机构向张江集聚,围绕一些方向进行交流、研讨、合作。张江综合性国家科学中心的科技创新的“磁石效应”初步显现。

2. 全球创新网络初现雏形。截至 2017 年 2 月,张江综合性国家科学中心大科学研究设施已经吸引中科院兄弟院所、国内高校院所、国际医学企业等近 200 家单位在此研究,来自美国、法国、西班牙等地的 1.3 万多人次优秀科学家,在张江进行了 2000 多项重大前沿创新课题研究。

3. 初建一批产业联盟。着力构建重点研究领域与方向上的创新网络,努力实现创新链、产业链、资金链、政策链环环相扣,形成闭合。上海科技大学发挥体制和区位优势,在与中国科学院上海分院的上海光源、蛋白质科学研究团队深度合作基础上,主动与浦东科技园区内信息电子、化学化工、生物医药等领域大型企业构建产业联盟。目前产业联盟内已有超过 50 家合作单位。

张江现正积极创建长三角科技创新网络,对接浙江嘉兴、慈溪和江苏南通等地资源,着力构建长三角城市群及区域的创新网络,发挥张江综合性国家科学中心的基础平台功能,积极推动长三角各省市间科技创新资源开放、共享与联动。

(四) 发起大型科技行动计划,彰显国际影响力

1. 发起部分大型科技行动计划。科技研究人员依托其所在单位,发起了一批重大科技计划,如上海科学家发起的国际人类表型组研究计划,得到了“国际代谢组之父”、英国医学科学院院士杰里米·尼科尔森等科学家的认可,彰显了上海的国际影响力。该中心将建立跨尺度、多维度的表型组学测量平台与执行标准,推动我国精准医学发展,引领国际生命健康和生物医药

领域的发展方向。其他如能源领域行动计划、类脑智能科技行动计划、纳米科技行动计划等，正在积极推进中。

2. 国内外合作构思科技行动计划。基于上海光源一期等建成设施及成果，科学家正在构思新的科技行动计划，如上海科技大学的硬 X 射线研究计划，同济大学的海底长期观测计划、张江干细胞产业基础和中美干细胞研究、国家医药生物大数据库等。一些计划的前期项目正在论证或试验中，它们将引致后续系列重大科技行动计划。

二、张江综合性国家科学中心服务上海科技创新中心路径和任务

现代科学研究表明，大科学基础设施是现代基础研究和技术创新的基础。建造全球顶尖的基础设施，不仅可以开展前沿科学研究，而且可以吸引和凝聚全球顶级人才。科技研究人员运用大科学设施，多层次构建研究机构与研发平台，可以突破重大核心技术。科技研究人员深度融入全球科技创新网络，可以不断聚集全球高端创新资源。科学家通过发起系列大型科技行动计划，可以深度参与国际科技竞争与合作。

(一) 打造大型顶尖科学基础设施群，展开前沿科学研究创新

1. 按全球最高标准建造顶级大科学研究基础设施群。张江综合性国家科学中心大科学基础设施是国之重器，是基础研究与技术创新的基础，旨在为探索未知世界、发现自然规律、实现技术变革提供极限研究手段，从而突破科学前沿，解决经济社会发展重大科技问题。

(1) 高度认识大科学基础设施群的重要性。大科学基础设施既为解决科学技术前沿和经济社会重大需求提供长期、关键的科学技术支撑，也是张江综合性国家科学中心全部工作的基石。此外，依托大科学基础设施的国家实验室不断推动和孕育科技创新，如美国布鲁克海文国家实验室聚集了同步辐射光源、成像设施、相对论重离子对撞机、自由电子激光等一大批重要的科研装置。为此，前瞻谋划和系统部署张江综合性国家科学中心重大科技基础设施建设，有助于不断提高上海科学研究与工程水平，实现重点领域融合与跨越，增强原始创新能力，使我国从科技大国迈向科技强国。

(2) 按国际最高标准设计科学基础设施。顶尖科技基础设施是科学研究的需要，也是人才聚焦的要求。为此，要在全球既有科学研究设施基础上，前瞻科学研究大势，着眼现实研究需求，按全球最高标准超前构思基础设施。考虑到未来一段时间“功能—价值”匹配，对标既有最先进设施，按全球最高标准设计重大科学研究基础。具体来说，硬 X 射线自由电子激光用户装置应对标美国劳伦斯伯克利国家实验室和布鲁克海文国家实验室，在上海光源一期基础上按顶级标准优化设计。因为硬 X 射线是目前世界上最先进的 X 射线光源，具备极高的峰值和平均亮度、超短脉冲和高度相等性质，为物理、化学、生命科学、材料科学、能源科学等前沿领域提供了前所未有的研究手段，由此打造国际一流光子科学中心和科技创新核心区。2020 年建成后，上海光源将有近 40 条光束线站开放，每年将有近万名科研工作者利用此装置开展前沿及应用研究。在海底长期观测系统设计中，对标加拿大和美国“海王星”海底观测网、欧洲海底观测网“ESONET”，参考日本新型实时海底监测网“DONET”技术参数，努力攻克和匹配海底长期观测网络节点关键技术，自主设计一流的观测系统。在高效低碳燃气轮机实验装置设计中，对标欧洲和美国技术，依托上海交通大学重型燃气轮机与民用航空发动机研发中心，做好接驳盒、各种观测仪器等海底观测网组网设备研制，形成优秀设计能力和关键器件组装集成能力。在国家生物医药大数据设计中，瞄准精准医学目标，基于现有《国家人口健康科学数据共享平台》，同时在数据采集、分享、应用诸环节，遵从生物大数据的伦理。

(3) 按全球最高标准建造大科学基础设施。严格按照设施设计要求，制定建造方案，科学确定建造工艺、工期，确保设施质量。在上海科技大学牵头的硬 X 射线自由电子激光装置前期工作中，充分论证比选 2 千米隧道方案，全球招标设计，全球招标施工。借鉴中国中铁、中国铁建等隧道施工的国际一流技术与经验，高标准建设好辅助工程以及后期的主体工程。在国家生物医药大数据建设中，充分做好数据标准化工作，重点做好高维基因组数据的处理与标准化、健康医疗数据的标准化、非结构化数据的转换与分析等，便于后期数据共享、使用。工程建设中要做好施工监理，对照国际最高标准，严格施工工艺，确保基础

设施的建造质量。大科学基础设施多为精密仪器，要认真做好安装方案，做好运输、安装和调试工作。做好建造安装预案，有效应对施工生产和安装中出现的问题，高标准高质量建造好大科学基础设施。

2. 建造大科学基础设施是研究与工程的有机结合。大科学基础设施无外乎购置和建造两条路径。虽然一些通用的基础设施可以全世界范围采购，但是一些顶尖的研究设施，特别是那些体现科学家原创思路的实验设施，国外要么没有或达不到研究要求，要么不愿意提供，这些都需要我国科学家自行设计、自行研发。

(1) 做好研究工作。一方面是突破国外技术封锁；另一方面也要适应我国研究需要，如在建成的上海光源设施中，70%设备是自行研制，它们涉及精密机械、超高真空、精密光学工程等近百项关键技术，最后经过多方努力后都成功实现。即将建设的海底长期观测系统因长期观测需要，从精密观测设备中的核心部件到海底光缆设计与铺设，因国外同类产品满足不了需求，都需要自行研发。又如按最高标准设计的硬 X 射线自由电子装置，其标准远高于同类设施，自然需要根据设施功能超前研制。由此可见，张江研究所需的大科学基础设施，很多是研究与开发的结合。

(2) 做好工程生产。大科学设施设计能否变成现实，满足设计要求，很大程度上取决于工程生产。从这个意义上说，工程质量决定研究水平。鉴于张江综合性国家科学中心的一些设备装置按国际最高标准建造，其工程建设也是国内甚至国际首次，这就需要包括工程师、技术人员在内的所有研究人员、建安人员协同合作，高标准建成科学设施。在此过程中，要充分发挥工程人员的聪明才智，根据设施需求和现场实际，基于当代材料水平和建造工艺，不断地调整或优化，直至高标准建成。

3. 创新大科学基础设施管理。张江综合性国家科学中心建设在我国是首次建设。其中大科学基础设施群是国之重器，是科研人员感官的延伸。

(1) 高度重视大科学基础设施群的管理。尽管研究设施无论设计还是建造都是国际顶尖水平，然而再精良的设备，如果没有优秀的管理，其作用必然受限。能否发挥国际顶尖功能，最终取决于一流管理。设计、建造、管理 3 个环节是设施 3 个“串联”点，只有 3 个节点同时通畅，才能保障设施整体功能的发挥。

(2) 优化大科学设施的外部管理。在管理框架设计上，借鉴欧美和我国国家实验室先进管理经验，将设施所有权、经营权和使用权分离。张江大科学基础研究设施多由国家投资。无论是国家发展改革委和上海市投资，还是教育部、科技部或中国科学院投资，资金最终源于国家财政，故可视为国家投资。但考虑到上述项目的投资现实，可将经营权交由或委托上海科技大学等在沪高校、中国科学院上海分院等科研机构等，将使用权则交由国内外高校院所研究人员（团队），从而做到所有权、经营权与使用权三权分立，提高设施的管理效益。在具体经营中，采用目标任务合同制，建议由各投资主体代表国家行使国家实验室责任，与委托管理团队签订任务合同书，建立基于绩效的考核机制。从监督管理中，建立质量控制体系，由设施所有者委托第三方机构，通过定期评估和同行评议等形式，考察设施使用和管理质量，评估实验室运行效率与效益。并依此进行干预，充分发挥基础设施作用。

(3) 创新基础设施内部管理。张江综合性国家科学中心后期将集结所有设施，建立张江综合性实验室。围绕每一具体设施，还会建立若干项目实验室。在实验室管理宗旨上，要体现国家意志，维护国家利益，服务国家战略，主要开展大规模、高风险、长周期、巨复杂项目研究。在实验室管理框架上，实行“两会一主任”管理体制。两会是理事会和学术委员会。理事会代表出资方授权，对国家实验室进行领导和监督。理事会通常由行政主管部门（如国家发改委）代表、代管部门（如高校院所）代表、同行专家、知名科学家和实验室主任等人组成。订立理事会章程，负责审定国家实验室建设方针、发展战略、学科方向、发展规划、薪酬制度等重大事项，审定财务预算和决算，审议年度计划和人才培养计划，监督年度工作执行情况。学术委员会是实验室的最高学术指导机构，委员由相关学科领域科学家组成，对实验室提供发展战略、研究方向、建设规划咨询，审议项目申报评审等。

实行主任负责制，全面负责和领导实验室的整体发展与运作，协调内部工作，负责实验室的科学研究、发展建设、学术活动及运行管理等。主任通常在全球范围内选聘。实验室下设研究小组，小组负责人对实验室主任负责。

在实验室运行管理上，实验室下设研究室，细化研究方向；实行目标管理，由张江综合性实验室与各实验室签订合同，明确目标与要求等；实验室人员全员聘用，合同管理。这样既可解决合同单位超编问题，又能匹配责任、权利和义务，规范各方行为。建立资源共享制度，不同国家和地区的科学家几乎免费使用这些设施做试验。规范内部项目行政管理和财务管理等。

(二) 构建多层研究机构和研发平台，努力突破重大核心技术

1. 从“巴斯德象限”看基础研究与技术创新。科学是通过科学方法对知识和认识的客观追求，它通过概念、文字、理论和方程式表达出来。而技术源于有意识地依靠现有的科学或工程知识来努力实现特定的物质结果。研究则是一种系统的探讨，目的是获得研究对象更完全的知识或认识。系统运用从研究获得的知识或认识，目的是生产有用的材料、设备、系统或方法，包括样机和工艺的设计与发展。科学研究可在许多地方开展，其承担者从国家实验室到大学、研究机构和企业。

研究通常划分为基础研究和应用研究。基础研究目的是获得研究对象更完全的知识 and 理解，不考虑具体的应用或产品；应用研究的目的是为了满足不同需求而获得的新知识和理解，其焦点在于创造具有特定用途或与商品、流程、服务相关的商业化目标的新知识；开发则可认为是运用研究所获得的知识，生产实用材料、设备、系统和方法，包括设计和发展样机及相关工艺。

研究开发由基础研究、应用研究和开发组成。此前人们一般将科学和技术，研究与开发混合起来，其主要原因在于混淆从什么地方开始与结束。而近代以来，随着人们对科学技术认识的深化，传统的“线性模型”越来越受到质疑。相应地，斯托克斯模型所揭示的科学与技术关系远比线性模型更切合实际。在应用研究中，他区分了“纯应用研究”和“应用导向的基础研究”，后者是“用户激励的基础科学”。在这个巴斯德象限中，研究者的工作是推进知识转化为解决实际问题。

从国务院批复上海科技创新中心建设的定位来看，张江综合性国家科学中心“有助于提升我国基础研究水平，强化源头创新能力，攻克一批关键核心技术，增强国际科技竞争话语权”。这就是说，张江综合性国家科学中心从事 3 种研究。第一种是纯基础研究，旨在取得一流原创成果，这是张江综合性国家科学中心最重要的部分，其承担者主要是高校教授和科研院所科学家。第二种是应用导向的基础研究，它一方面是推进科学知识的进展，另一方面对其发现的实际应用保持着敏锐的意识，主要是将基础研究成果应用于产业或企业，其承担主体是科研机构，也有极少数企业研发人员。第三种是纯粹应用研究，旨在解决企业或生产中具体问题，其研究者主要是企业研发人员。这 3 种研究与开发在后续张江综合性国家科学中心建设中均有体现。

2. 基于创新单元和研究机构的技术创新。张江综合性国家科学中心的核心功能是基础研究，外围功能是技术研发。考虑到科技创新领域众多，项目各异，因此张江综合性国家科学中心在服务上海科技创新中心建设中，应注意以下几点：

(1) 遵循基本服务原则。首先将瞄准世界前沿与服务国家战略相结合。张江综合性国家科学中心重在基础理论研究。为此应瞄准世界科技前沿，集聚资源攻关，实现源头创新，增强国际科技竞争话语权。同时，结合我国科技战略需求，明确基础研究方向，以科技创新带动产业转型，提升经济发展重量和水平。其次将推进重大项目与提升创新能力相结合。张江综合性国家科学中心基于科技基础设施群，以重大项目为载体，以人才集聚为动力，稳步向前推进。所有这些要与我国科技创新能力相匹配，既在现有基础上推进重大项目，也在重大项目推进中提升科技研发能力，培育一大批科技创新人才。最后将转化科技成果与拉动地方经济相结合。上海科技创新中心的功能之一是科技成果转化，实现科技成果价值。在转化过程中应紧密结合上海和我国实际，将科学研究的实验室成果经小试、中试等熟化，应用于企业生产或产业发展，拉动地方经济。同时在企业生产中不断发现新的研究问题，提升研究水平。

(2) 集聚和建设创新单元和研究机构。创新单元是张江综合性国家科学中心创新的细胞，也是上海科技创新中心的基本建设单位，它既包括高校科研院所，也包括企业和中介组织等。加快复旦大学、上海交通大学张江校区建设和校内整合步伐，重点推进复旦大学微电子、新药研发联合创新中心。重点推进上海交通大学建设前沿物理、代谢与发育科学等前沿科学中心。发挥上海科技大学区位、体制和机制优势，结合学校学科与专业定位，加快物质、生命、干细胞与再生医学、新药发现、抗体药物等特色创新研究，对标加州理工大学、麻省理工学院等国外一流高校，建设融教学、科研、创业为一体的高水平、国际化大学。同济大学加快推进海底长期观测系统，尽快优化项目预算，整合前期教育部、科技部等资助的各类研究，争取早日开工。同时基于海底长期观测系统，加快建设海洋科学研究中心和中美干细胞医学研究中心。加快中国科技大学等国内高校在张江布局，拓展既有量子科学研究机构；协助其整合前期三林校区教学、培训功能，并将其引进张江地区。引进国内名校来沪办学。借鉴深圳与境内外众多名校合作办学经验，引进国内北京大学、清华大学等一流高校在沪举办研究生院，在张江独立或合作设置高等级科学研究院，聚集更多优秀人才。创办创业型大学。引导所有在(来)张江的各类高校发扬“二次创业”精神，精准学校办学定位，调整人才培养计划，创新教育、科研、服务等管理方法，在更高的起点上理论联系实际，培养大批优秀人才。整合通用、IBM 等跨国公司在沪研发中心，引导它们围绕上海产业结构升级，结合企业自身实际开展应用技术研发。

(3) 加快研究外机构张江整合工作。集结中国科学院在沪科研机构力量，推动建设微小卫星研究院、先进核能创新研究院、脑科学卓越创新中心等机构。发挥香港地区高校的研究实力雄厚、联络广泛的优势，借鉴深圳与香港高校(如香港高校在深分校)和机构(香港与深圳共建医疗研发机构等)合作经验，引进香港高校在张江与内地高校合作成立研发机构。大力吸引欧美等海外顶尖实验室来沪建研发机构，分享张江地区大科学基础设施。借鉴上海纽约大学经验，鼓励在沪高校与国外顶尖高校合作办学或成立研发机构，共享双方高校和张江大科学基础设施资源，围绕优势学科开展合作研究。吸引更多的跨国公司在张江新设研究机构，做好应用技术研究和科技成果转化对接工作。加快李政道研究所建设。在前期选址基础上，尽快做好环评、预算等前期工作，尽早开工建设。上海交通大学配合上海市教委做好研究人员全球招聘、研究生招生和培养等工作。举办高层次学术论坛。

3. 运用共性技术平台开展技术创新。共性技术平台是技术研发与成果转化的重要支撑。张江综合性国家科学中心要聚焦国家和上海经济社会发展的重大需求，围绕信息技术、生命科学、高端装备等基础研究领域，建立共性技术平台开展技术创新，支撑上海战略性新兴产业发展。

(1) 好成果外溢企业工作。积极将张江综合性国家科学中心建设中的基础研究成果延展到共性应用技术研发，发掘基础理论的潜在和应用价值。尽可能对接和服务包括张江科技园区企业，或从技术研发，或从研发指导服务企业提出的特定问题。将上海科技大学的材料研究与张江科技园、临港先进制造对接，将上海科技大学的新药发现、复旦大学的新药创制与张江科技城南部和上海医学园对接，将中科院的微小卫星与上海大飞机项目对接。同济大学联合上海海事大学、上海海洋大学，对接海洋研究与海洋开发。等等。

(2) 做好设施共享工作。张江地区部分企业尤其是高科技企业，在问题导向的技术研发中需要高精尖设备，张江大科学研究基础设施可主动分享材料、海洋、医疗数据库、干细胞等研究设施，同时分享沪外甚至国外企业技术研发所需设施，体现大科学基础设施的价值。

(3) 积极做好成果转化服务工作。积极开放张江综合性国家科学中心研发力量，细化上海出台的允许高校和事业单位科技人员在岗兼职、离岗创业等相关规定，顺接离岗期间的人事、职称、养老等政策，以制度保障后期归岗安排，打消他们的顾虑。对国内外企业开放高校、科研院所设施；协调共享企业研发人员、研发设施等资源，指导企业合理使用研发设备。

(三)深度融入全球科技创新网络，不断集聚全球高端创新资源

技术创新网络是企业为获取外部资源与外部组织之间形成的相互信任、长期合作、互利互惠的各种正式或非正式合作关系

的总和。随着现代科学研究向纵横两个方向发展，科技创新不再是孤立的个体行为，而是群体开放式、协同式体验。不同地区的创新主体集结人员、知识、设备等创新资源，形成一张遍布全球的合作创新网络。融入创新网络，整合创新资源，是张江综合性国家科学中心和上海科技创新中心建设的必由之路。

1. 融入地区科技网络，聚焦创新资源。上海科技创新网络由结点和连线组成。结点通常为高校、科研院所等组成的创新单元、创新机构和创新平台，连线为彼此之间的信息、人才、知识等交换，由此形成上海区域性科技创新网络。作为上海科技创新中心的核心组成部分，张江综合性国家科学中心在发挥自身作用的同时，应主动融入创新网络，放大或倍增创新效应，服务上海科技创新中心建设。

(1) 加强沪上高校院所联动。上海科技大学主动联合学科相同、专业相近的高校，如复旦大学、上海交通大学，华东理工大学和上海理工大学等。同济大学在海洋学科上联合上海海事大学、上海海洋大学等。在材料、化工等方面，上海大学联合华东理工大学，东华大学等，各自发挥长处，实现优势互补。同时上海高校还要与中国科学院上海分院等在沪研究机构联动。

(2) 建立长三角科技创新网络。主动对接浙江、江苏、安徽等地高校及其陆续在沪建立的机构。密切“双一流”高校联系，主动加强与浙江大学、南京大学、中国科技大学等“双一流”高校对接，根据张江综合性国家科学中心建设需要，适时整合上海的机械、电子、信息、医学、力学、计算机等优势资源，形成创新合力。

(3) 强化结点之间的联系。通过沪上高校之间，上海与国内外高校院所之间的合作研究、高端论坛、学术访问等形式，加大结点间的人力资源、设备资源、金融资源等联系，巩固并提高联系强度。建立上海高校联盟，分享学术交流、合作活动；建立长三角地区高校、科研院所联盟，共享科研、学术资源。同时尽量延展上海高校院所与全国、全世界优质教育资源联结，不断拓宽与加强上海内外的科技创新网络。

(4) 张江与合肥国家综合性科学中心联动。张江与合肥同属首批国家科学中心，两者地理位置相邻，科学实力接近，具有建设互补性。一方面，加强交流、取长补短；另一方面，同心协力、共同建设好国家科学中心，在华东地区形成两个亮点，并由点成线，带动浙江、江苏创新；然后在此基础上由线到体，上联山东，下联福建，中联江西，形成华东片区的立体创新格局。

2. 融入全球科技网络，融合创新资源。全球目前已有美国的硅谷、波士顿、纽约，德国的慕尼黑、巴伐尼亚，日本的东京、筑波，英国的伦敦、曼彻斯特等创新区域，以及创新型国家以色列等。相比来说，上海科技创新只是全球科技创新网络的一个节点，并且创新力量还不够强大。为此，张江综合性国家科学中心要通过基础研究与技术开发，壮大自身的创新实力，强化上海科技创新中心实力，融入全球创新体系。经过几年努力，随着创新能力的增强，使上海成为全球科技创新网络中的重要节点，拥有国际科技创新的话语权。

(1) 教育融入。沪上高校积极与国外高校合作，在既有线下教育教学基础上，加强线上教育教学合作。基于互联网，通过远程“虚拟+现实”课堂，中外教师开展实时网络教学。

(2) 科研融入。中外高校院所在前期充分讨论的基础上，着重在生命、材料、环境、能源、物质等领域选定研究项目，分头收集资料，比较研究，并通过线上线下交流等形式，及时通报研究进展，最后形成共同的研究成果。

(3) 创业融入。一方面将上海科技大学、上海中医药大学、上海理工大学等高校建成创业型大学；另一方面将科技与实践相结合，学习和借鉴麻省理工学院等经验，推动科技成果转化，师生合作解决企业问题。加强上海高校国家大学园与国外大学联系，交流国内外师生创新创业经验，提升科技服务企业水平。

(4) 产业融入。分别围绕上海科技创新中心和国外科技创新中心的产业布局，加强上海重点发展的电子、材料、医学、健康、

计算机、环保、制造等产业交流。一方面通过科技创新推动经济发展，另一方面在国际分工背景下，实现产业交融互动。

3. 探索全球科技创新网络整合机制。全球科技创新网络既是一张“实网”，它将包括上海在内的世界各地科技创新资源有机联结在一起，同时它又是一张“虚网”，它看不见摸不着，创新资源分属于不同的创新主体，难以协调使用。为此需要通过有效管理机制，融合各地的创新子网。

(1) 实行开放机制。本着开放式创新理念，开放张江综合性国家科学中心的研究设施、科研人员等创新资源，供上海、全国乃至全世界使用，尤其将大科学基础设施几近免费地提供给各创新主体。

(2) 实行合作机制。倡导上海内外合作，国内外多主体、多学科、多专业合作，发挥和放大网络外部性功能。

(3) 实行协调机制。协同国家政策引导和机制安排，促进企业、大学、研究机构发挥各自的能力优势，融合互补性资源，实现各方的优势互补。由于各创新主体拥有不同的利益诉求，彼此之间某种程度上还可能存在矛盾或冲突，为此应充分调动企业、高校、科研院所等各类主体的创新积极性、创造性，实施跨学科、跨部门、跨行业组织、跨区域的深度合作和开放创新，加快不同领域、不同行业、不同区域以及创新链各环节之间的技术融合与扩散。本着求同存异、彼此共赢的原则，协调处理好国家利益、群体利益和个体利益之间的关系。

(4) 实行共享机制。在共享经济背景下，各创新体共享科技研究人员、研究设施、创新网络、创新利益。

(四) 发起系列大科技行动计划，深度开展国际科技竞争与合作

大科学行动计划是科技创新的重要抓手。通过参与、主导和发起等方式加入大型科技行动计划，有利于渐进积累科技创新实力，对张江和上海积极参与国际竞争与合作、把握世界科技前沿趋势、突破重大核心技术、培养锻炼国际一流人才、提升科研管理能力与水平至关重要。

1. 参与大科技行动计划，提高创新能力。科技创新是科技工作者在特定领域从事创新活动的自主行为，参与大型科技行动计划是提高创新能力，拓宽创新网络的第一步。参与因创新主体、创新领域各异。对于张江综合性国家科学中心建设来说，它受设施、人才与领域限制。尽管上海科技创新中心领域宽于张江综合性国家科学中心，但也面临着设施、人才限制。因此，在设施、人才与领域制约下，张江综合性国家科学中心乃至上海市参与国际科技竞争与合作宜注意以下几点：一是坚持“三贴近”原则。贴近既有领域、贴近既有专家、贴近既有设施，充分利用上海既有科技资源，从而起到事半功倍的效果。扫描张江和上海目前学科与专业进展，选择合适的参与对象。侧重于上海战略性新兴产业急需的光科学与技术、健康和医学、生物与制药、海洋探测等领域。二是实施全面学习战略。在所有参与领域，通过多种方式向有关国家和地区、专家和学者虚心学习请教，尤其像发达国家学习，积累创新能量。就具体行动而言，近期尤应注重学习汲取机器人、大数据、人工智能、互联网等领域的知识与做法，倡导学用结合。同时，也应通过参与计划、主导项目等形式，快速提高创新水平。

2. 主导大科技创新项目，贡献中国智慧。对在某些张江或上海强项领域，在广泛参与基础上，通过主导计划或项目形式，提供中国解决方案，贡献中国科学家智慧。一是坚持有所为有所不为原则。对于张江或上海强项，积极展示并做强，迅速提高实力与国际竞争力。对于相对弱项，尽快补强或弃之(如从长远来看，农业科技非上海主攻领域)，以利于集中主要精力。二是运用弯道超车战略。比如，在某一项目上张江或上海处于较高水平，但在此领域的科技资源与创新实力与国外相比还有一定距离，甚至同比国内北京等地也有一定差距;为此，需集中优势资源，迅速补强张江综合性国家科学中心，争取在较短时间内达到国际领先水平，获得国际科技创新的话语权。在具体计划选择上，可集聚同济大学、上海海洋大学、上海海事大学 3 所高校实力，主导海底长期观测系统;整合上海交通大学、复旦大学、上海科技大学、上海中医药大学和中科院上海分院实力，主导转化医学、质子离子治疗等。其他还可以考虑补强上海今后希望发展但目前还不强的领域，如先进制造、类脑科学、纳米技术、微

小卫星、大数据等。

3. 发起大科技行动计划，引领全球创新。上海致力于成为全球创新网络的重要结点，其重要标志是引领和组织全球大科技行动计划。通过过去多年建设，上海已经在一些领域走在世界前列，可以据此发起大科学行动计划。为此，一是坚持突出亮点原则。即突出张江或上海在优势领域上的绝对话语权，组织大科学项目研究与创新，代表国家参与全球科技竞争与合作。二是采用全面引领战略。在整个计划开展中，上海及我国始终掌握主动权，全面组织和领导计划展开，并以此带动其他计划或项目。在具体计划选择上，张江综合性国家科学中心应在光科学技术、天体物体、生物医药和计算机科学等领域，布局顶尖科学设施，吸引顶级科研人才，形成顶级科技成果和顶级科技人才的双高峰。远期在生命、材料、环境、能源、物质等基础科学领域，发起多学科交叉前沿研究计划。近期可在发起的人类表形组基础上，推进能源领域科技行动计划、类脑智能行动计划、纳米科技行动计划，同时可考虑由中国科学院上海分院和上海科技大学发起光子科学与技术计划，中国科技大学、李政道研究所发起量子信息与量子科技计划等。