CONTENTS 目录

www.hznet.com.cn | 2020年 第6期 总第246期

热 点 Hot

02 | 沉心聚力，坚毅前行 杭州锚定创建综合性国家科学中心

10 | 杭州创建综合性国家科学中心的设想

专 家 Expert

17 | 杭州创建综合性国家科学中心对策建议 周旭霞

22 | 四大综合性国家科学中心建设做法及启示 王立军 王书宇

案 例 Case

29 | 杭州布局四大省实验室 建设世界级科创高地

38 | 杭州大科学装置建设进展及思路建议 刘 娟

43 | 创建综合性国家科学中心城市的科创资源比较 王 宏

45 | 杭州国家重点实验室建设情况速览 王道明

调查研究 Research

47 | 促进杭州集成电路产业高质量发展的对策建议

施勇峰 陈光磊

51 | 杭州国家新一代人工智能创新发展SWOT研究 倪芝青

58 | 美国新型研发机构的创建及运营

——以美国半导体技术联合体为例 陈 雯

63 | **《杭州科技》2020年总目次**

双月刊

主管单位/ 杭州市科学技术局
主办单位/ 杭州市科技信息研究院
编辑出版/《杭州科技》编辑部

出版日期/ 2020年12月
创刊年份/ 1970年（1991年公开）
地址/ 杭州市解放东路18号市民中心C座
电话/ 0571-87024645 87017774
总编/ 施勇峰
主编/ 龚 勤
杂志编辑部主任/ 严晨安
责任编辑/ 王 宏 赵 丽
美工/ 王玛瑛
电子邮件/ hk@hznet.com.cn
印刷/ 杭州恒力通印务有限公司
地址/ 杭州市余杭区仓前工业园东莲街17号
中国标准刊号：ISSN 1004-2652
CN 33-1152/N
广告许可/ 3301004000087
定价/ 8.00元

编辑委员会

顾 问：柯吉欣
主 任：周 扬 赵喜凯
副主任：冯 镭 潘红华 朱崇敏 楼立群 宋新剑 毛国锋
委 员：（按姓氏笔划）
王一军 王 青 王 瑛 方 阳 叶 强
刘海琳 汤一鹏 杜 昊 杨 东 杨 军
汪新来 沈 勇 张 凯 张 健 陈希杨
陈 泳 范悦诚 周 坚 周恺秉 孟小云
俞 钧 施勇峰 姜 宁 姚寿坤 钱东升
柴志冬 徐长明 黄文豪 曹小香 傅 立
赖红芳

本刊已被《中国学术期刊网络出版总库》及CNKI系列数据库、万方数据库、维普数据库等收录，作者文章著作权使用权费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被数据库收录，请在来稿时向本刊声明。

封面摄影：杜铁军

沉心聚力，坚毅前行
杭州锚定创建综合性国家科学中心

□ 文 / 本刊编辑部

百年来，科技创新一直是人类社会进步的主要推动力。

回顾近现代世界科技中心的演变历程，美国、德国、法国、英国这些国家之所以能成为世界科技强国，得益于政府主导的、有组织的前沿基础研究和代表国家意志的重大科技突破，获得原始性创新成果，从而带动创新链、产业链、资金链的整体升级。

国家科研机构是政府主导基础科学研究的尖兵利器。从英国国会1660年支持建设的皇家学会，以及后来的国家物理实验室、卡文迪什国家实验室，到法国的国家科研中心，德国的马普学会、亥姆霍兹联合会，再到美国政府投资的上百个国家实验室，这些科研机构体量越来越庞大，资源集聚效应越来越凸显。世界科技中心的转移很大程度上缘于国家科研机构主导的创新竞争优势。

从世界创新格局和科技中心转移规律来看，针对国家重大战略需求，建设一批具有国际水平、突出基础研究、共性关键技术研究、学科交叉和协同创新的国家级区域性科技创新中心，成为我国创新驱动战略的先行举措之一。

综合性国家科学中心的内涵与机制

2020年9月，浙江省委书记袁家军调研杭州城西科创大走廊建设，并召开座谈会。他强调，要“加快把科创大走廊建成创新策源地，以创新催生发展新动能”。

如何实现这一建设目标？袁家军书记指出，要锚定创建综合性国家科学中心和产业创新中心。

◆ 什么是综合性国家科学中心

综合性国家科学中心是依托先进的国家重大科技基础设施群建设，支持多学科、多领域、多主体、交叉型、前沿性研究，代表世界先进水平的基础科学研究和重大技术研发的大型开放式研究基地。

综合性国家科学中心是国家科技领域竞争的重要平台。建设综合性国家科学中心有助于汇聚世界一流科学家，突破一批重大科学难题和前沿科技瓶颈，显著提升基础研究水平，强化原始创新能力。

综合性国家科学中心首次正式出现在国家层面的政策文件中，是2016年3月16日由全国人大会议批准的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年

规划纲要》，要求把发展基点放在创新上，加强基础研究，强化原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新，瞄准国际科技前沿，依托现有先进设施等资源条件组建综合性国家科学中心，着力增强自主创新能力。

2016年7月，国务院《“十三五”国家科技创新规划》进一步提出按照创新型国家建设的总体部署，发挥地方主体作用，有效集聚各方科技资源和创新力量，在北京、上海、安徽等地建设综合性国家科学中心，在优势领域形成全球竞争力。

2017年，国家发展改革委牵头多部门编制的《国家重大科技基础设施建设“十三五”规划》就从国家层面进行顶层布局，提出依托国家重大科技基础设施相对集聚的区域，在全国初步建成若干综合性国家科学中心。

此后，2018年1月国务院《关于全面加强基础科学研究的若干意见》再次强调，强大的基础科学研究是建设世界科技强国的基石，要聚焦国家区域发展战略，支持上海张江等地建设综合性国家科学中心，打造原始创新高地，统筹部署和建设国家实验室、国家重大科技基础设施。

党的十九大报告强调，要强化世界科技前沿领域的基础研究，实现引领性原创成果重大突破。可以看出，综合性国家科学中心相关政策是在国家科技创新政策系统的整体布局下产生的，从属于国家科技创新政策系统。建设综合性国家科学中心是我国建设世界科技强国的重大战略性部署。

◆ 综合性国家科学中心的基本要求

毫无疑问，综合性国家科学中心的创建门槛很高，并非是触手可及的。需要满足哪些条件？

创建综合性国家科学中心的基本条件是能够依托国家重大科技基础设施相对集聚的区域，一般需要拥有100平方公里左右核心区域面积。

创建综合性国家科学中心的首要条件是建设一批世界一流的重大科技基础设施和国家重点实验室、国家重点工程技术中心等集群，充分整合利用中科院、

2020年7月14日，杭州市科技局楼立群总工程师一行赴浙江大学调研“超重力离心模拟与实验装置”国家重大科技基础设施项目。

2020年8月5日，杭州市科技局楼立群总工程师一行赴之江实验室调研大科学装置和国家实验室建设情况。

“双一流”大学等创新资源，打造多层次的创新体系。

要创建综合性国家科学中心，核心任务包括打造高度集聚的大科学装置群、建设有全球影响力的前沿科学群、推进多学科交叉前沿研究、建立运行管理新机制等方面。其中，“大科学装置”是现代科学技术取得突破的必要条件和国家实验室、国家科学中心的重要支撑，主要由中科院等科研院所承担建设。自2016年起，国家重点研发计划中设立了大科学装置前沿研究重点专项，各地均积极争取大科学装置落地。

◆ 综合性国家科学中心是科技创新的必争高地

综合性国家科学中心的建设，意义深重。综合性国家科学中心是国家创新体系中的金字塔顶尖平台，代表国家参与全球科技竞争与合作的核心力量。

综合性国家科学中心是集“原创思想—技术开发—产品中试—市场推广”于一体的全链条式创新体系，有利于突破一批重大科学难题和前沿科技瓶颈，进而引发颠覆性技术的突破和带动新兴产业成长，产生区域和城市创新的“连锁效应”。

综合性国家科学中心建设情况

习近平总书记在2020年9月召开的科学家座谈会上曾说：“抓住了科技创新就抓住了牵动我国发展全局的牛鼻子”。综合性国家科学中心就是科技创新的牛鼻子。

目前，国家发改委会同科技部已批复4个综合性国家科学中心，分别是上海张江综合性国家科学中心（2016年4月）、合肥综合性国家科学中心（2017年1月）、北京怀柔综合性国家科学中心（2017年5月）、深圳综合性国家科学中心（2019年8月）。其核心载体分别是上海张江科学城、合肥滨湖科学城、北京怀柔科学城、深圳光明科学城。

另外，南京、武汉、成都、重庆、西安等地也积极启动创建。从主体架构来看，先行建设的4个综合性国家科学中心各有特色。

◆ 上海张江综合性国家科学中心：“1+N+4”主体架构

上海张江综合性国家科学中心依照“1+N+4”主体架构布局建设，即建设一个大科学装置群，发展能源科

上海张江综合性国家科学中心

合肥综合性国家科学中心

技、光子科技等N个研究方向，塑造张江综合实验室等4大发展支柱。

张江科学城贯彻落实“网络化、多中心、组团式、集约型”的发展导向，强化对外衔接，注重与市域、长三角乃至全球的创新要素的网络协作；强化内部整合，整体考虑水网、绿网、路网、轨交网和慢行网，构筑“一心一核、多圈多点、森林绕城”的空间格局。

一心：依托川杨河两岸地区，结合国家实验室，集聚科创设施，并引入城市高等级公共服务和科技金融等生产性服务，形成以科创为特色的市级城市副中心，联动南北、辐射周边；

一核：结合南部国际医学园区，增加城市公共服务功能，形成南部城市公共活动核心区；

多圈：依托以轨道交通为主的公共交通站点，基本实现步行600米（10分钟）社区生活圈全覆盖，强调多中心组团式集约紧凑发展；

多点：结合办公楼、厂房改造设置分散、嵌入式众创空间；

森林绕城：连接北侧张家浜和西侧北蔡楔形绿地、东部外环绿带和生态间隔带、南侧生态保育区形成科学城绕城林带。

◆ 合肥综合性国家科学中心：“2+8+N+3”主体架构

滨湖科学城将打造四个“新高地”，即打造成高质量发展新高地、围绕科技创新新高地、现代城市建设新高地和内陆改革开放新高地。《合肥综合性国家科学中心实施方案（2017–2020年）》提出要建设国家实验室、重大科技基础设施集群、交叉前沿研究平台、产业创新平台、“双一流”大学和学科“2+8+N+3”多类型、多层次的创新体系。

2：两个国家实验室。争创量子信息科学国家实验室，积极争取新能源国家实验室。

8：8个大科学装置。新建聚变堆主机关键系统综合研究设施、合肥先进光源（HALS）及先进光源集群规划建设等5个大科学装置，提升拓展现有的全超导托卡马克等3个大科学装置性能。

N:N个交叉前沿研究平台和产业创新转化平台。依托大科学装置集群,建设合肥微尺度物质科学国家科学中心、人工智能、离子医学中心等一批交叉前沿研究平台和产业创新转化平台,推动大科学装置集群和前沿研究的深度融合,提升我国在该细分领域的源头创新能力和科技综合实力。

3:3个双一流大学和学科。建设中国科学技术大学、合肥工业大学、安徽大学3个“双一流”大学和学科。比如,合肥工业大学将着眼“工程管理与智能制造”及“电气工程”等优势方向,布局建设一流学科;安徽大学将重点建设“物质科学与信息技术”学科群。

◆ 北京怀柔综合性国家科学中心:“1+1+1+1”主体架构

北京怀柔综合性国家科学中心的主体建设架构则可被归纳为“1+1+1+1”,即建设1批重大科技基础设施,发展1批高端研发平台,汇聚1批顶尖人才,集聚1批世界级科学研究机构。

在空间布局上,根据《怀柔科学城建设发展规划(2016–2020年)》,怀柔科学城按照“一核四区”进行空间功能布局,规划面积约41.2平方公里。

一核:即核心区,主要包括重大科技基础设施集群和前沿科技交叉研究平台区域,位于怀柔科学城的中部,规划面积2.3平方公里。

四区:即科学教育区、科研转化区、综合服务配套区、生态保障区。其中,科学教育区位于怀柔科学城北部,规划面积5.6平方公里,主要依托中国科学院大学建设;科研转化区位于怀柔科学城南部,规划面积12.3平方公里,主要依托雁栖经济开发区建设;综合服务配套区位于怀柔科学城西部,规划面积10.2平方公里,主要依托雁栖小镇组团建设;生态保障区位于怀柔科学城东南部,规划面积10.8平方公里。

◆ 深圳综合性国家科学中心:“6+1+N”主体架构

2020年4月,《深圳市人民政府关于支持光明科学城打造世界一流科学城的若干意见》(以下简称《若干意见》)正式印发实施,大手笔支持光明科学城高标准、高质量、高水平打造世界一流科学城。

《若干意见》的主要亮点可以归纳为“五个新”:

一是构建产学研深度融合创新的科技研发新体系。借鉴国内外知名科学中心的建设经验,《若干意见》提出

北京怀柔综合性国家科学中心

深圳综合性国家科学中心

光明科学城将面向产业需求构建综合科研体系，以产业需求为导向，系统布局建设重大科技基础设施、前沿交叉研究平台、研究型大学、科研机构、高端智库，强化服务产业、成果转化导向，提升重大科技基础设施科研效率和共享水平，促进产学研深度融合创新。

二是催生实现重大科学突破和引领产业发展的新成果。大湾区拥有高度市场化的优势和雄厚的产业基础，《若干意见》提出光明科学城将紧扣大湾区产业转型升级和高质量发展要求，培育支持高质量发展的新兴产业，开展关键核心技术攻关，建设以科研经济为主导的新型产业园，打造具有全球竞争力的中试转化基地和制造业创新中心，催生能够取得实际应用效果的标志性成果。

三是打造全球高端创新人才和团队汇聚交流的新平台。光明科学城将建立健全高水平人才引进管理机制，推行精准引才创新举措，加大柔性引才力度，探索实行人才薪酬包干制，集聚全球优秀团队和人才，打造具有全球竞争力的创新人才高地。

四是建立充分激发创新要素活力的科技管理新机制。光明科学城除了要打造科学研究的“硬设施”之外，还将积极营造制度创新的“软环境”。通过在重大科技基础设施建设的运行管理、科研项目的经费改革、知识产权保护、成果转化利用以及人才评价制度改革等方面先行先试，为全国深化科技体制机制创新探索新路。

五是开创产业发展和城市建设深度融合的新局面。产城融合已成为现代科学城建设发展的趋势，《若干意见》从资金和空间保障、交通基础设施建设、公共服务配套供给等方面提出系列创新举措，全面提升光明科学城的城市功能和品质，推动实现产城融合发展。

杭州创建综合性国家科学中心的需求和意义

杭州这座城市，不光拥有美丽西湖的湖光山色、五千年良渚的实证文明，更闪耀着坚定的梦想和雄心。一直以来，杭州的创新创业氛围浓厚。“天堂硅谷”“双创示范城”的美名，无疑彰显着杭州是青年创业者的心仪之地。

但随着科技在经济社会发展中的重要性日益显现，原始创新能力匮乏的短板将越来越成为制约杭州进一步发展的瓶颈，创建综合性国家科学中心是探索以科学

中心支撑杭州高新技术产业及经济社会高质量发展的迫切要求。

◆ 基础研究对科技创新的源头作用越来越明显

现在，全球科技创新趋势越来越明确显示：基础研究正在进入从量变到质变、从点的突破到全面提升的发展阶段，学科交叉融合趋势日益明显。

基础研究的突破将带动颠覆性技术不断涌现。而只有颠覆性创新才能实现产业飞跃式发展，掀起真正意义上的技术迭代浪潮。同时，基础研究到产业化的周期越来越短，基础研究成果已成为技术创新和产业发展的重要源头。

当前，由基础研究重大突破引发的科技创新不仅正颠覆现有产业形态、分工和组织方式，而且催生出大量新产业、新业态、新模式。然而，长期以来，我国关键核心技术、前沿科学发现等领域仍处在跟跑阶段，尤其在基础研究领域缺少“从0到1”的原创性成果，国家战略必然向基础性、前瞻性研究倾斜。

党的十九届五中全会提出，让科技自主自强成为国家发展的战略支撑，虽然杭州各项科技创新指标良好，但一批头部企业“缺芯少魂”的局面仍未扭转，科技硬实力亟待提升。

◆ 城市创新实力竞争日趋激烈

目前，已有多个城市正在加入“成为第五个综合性国家科学中心”的竞争队列中（见图1）。据澎湃新闻报道，2020年底，陆续披露的各省市“十四五规划和2035年远景目标的建议”文件中，四川、湖北、江苏、陕西、山东等都提出将支持省会城市创建综合性国家科学中心。

如，成都科学城于2018年参与争创，提出重庆高新区、成都高新区双方将以“一城多园”模式合作共建西部科学城，依托西部科学城共同推进综合性国家科学中心建设。2020年5月，创建综合性国家科学中心第一批支撑项目已在西部（成都）科学城核心承载区集中启动。

武汉东湖高新开发区提出，加强重大科技基础设施和重大研发平台建设，提升脉冲强磁场、国家生物安全（四级）实验室、国家光电研究中心功能。加快推进精密重力测量、生物医学成像设施建设，谋划建设作物表型组学、空间引力波探测“天琴计划”、磁阱型聚变中子源、第四代同步辐射光源、空天信息、脑科学、农业微生物、原子频标等一批重大科技基础设施，力争综合性国家科学中心关键指标取得实质性突破，为申报综合性国家科学中心奠定基础。

南京从2017年开始谋划筹建综合性国家科学中心。2020年6月举办的“2020南京创新周紫金山创新大会”开幕式上，中科院与江苏省签署协议，共建南京麒麟科技城，推动南京综合性科学中心建设。中科院南京分院将组织在宁中科院3家天文领域研究机构联合南京大学等高校，推动国家重大空间基础设施项目建设，力争建成“空间天文前沿科学与技术研究中心”，联合南京大学、河海大学、水利部南京水利科学研究院、生态环境部南京环境科学研究所，谋划建设“水土环境研究中心”，加快把南京麒麟科学城打造成综合性科学中心主要承载区。

在从国家到各省市都高度重视基础研究、加快布

成都科学城

武汉东湖高新开发区

局重大科技创新载体的当下，成功创建综合性国家科学中心，对提升杭州原始创新能力、强化科技支撑产业发展具有重要意义。

◆ 杭州自身建设科技创新高地的必然要求

杭州拥有健全的产业配套体系、发达的投融资体系、完善的双创服务体系和良好的生态环境，目前正深度融入长三角一体化协同发展大局中。

钱塘繁华，始于细微之处的起笔。城西科创大走廊、云栖小镇、之江实验室等一个个创新载体从无到有；万向、娃哈哈、吉利、传化等民营经济龙头不断变革创新、走智能化之路；阿里巴巴、网易、海康威视、大华等头部企业抢占数字经济赛道；大量人才涌入，也为杭州数字经济的腾飞蓄力赋能。

未来，一座城市的创新发展，将呈现出城市间“各扬所长、优势叠加”的特点。杭州必然要找准切入点、支撑点，以更强的硬实力参与其中。

争创综合性国家科学中心，就是杭州自身建设科技创新高地的“切入点、支撑点”。建设综合性国家科学中心，建设一流的重大科技基础设施集群，集聚领军科技人才和团队，培育一批世界级研究机构和研究型大学，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破，辐射带动G60科技创新走廊建设，将会成为杭州引领支撑长三角国际科创中心建设的核心引擎。

未来，杭州将向着新目标不断前进，奋勇争先！ ■

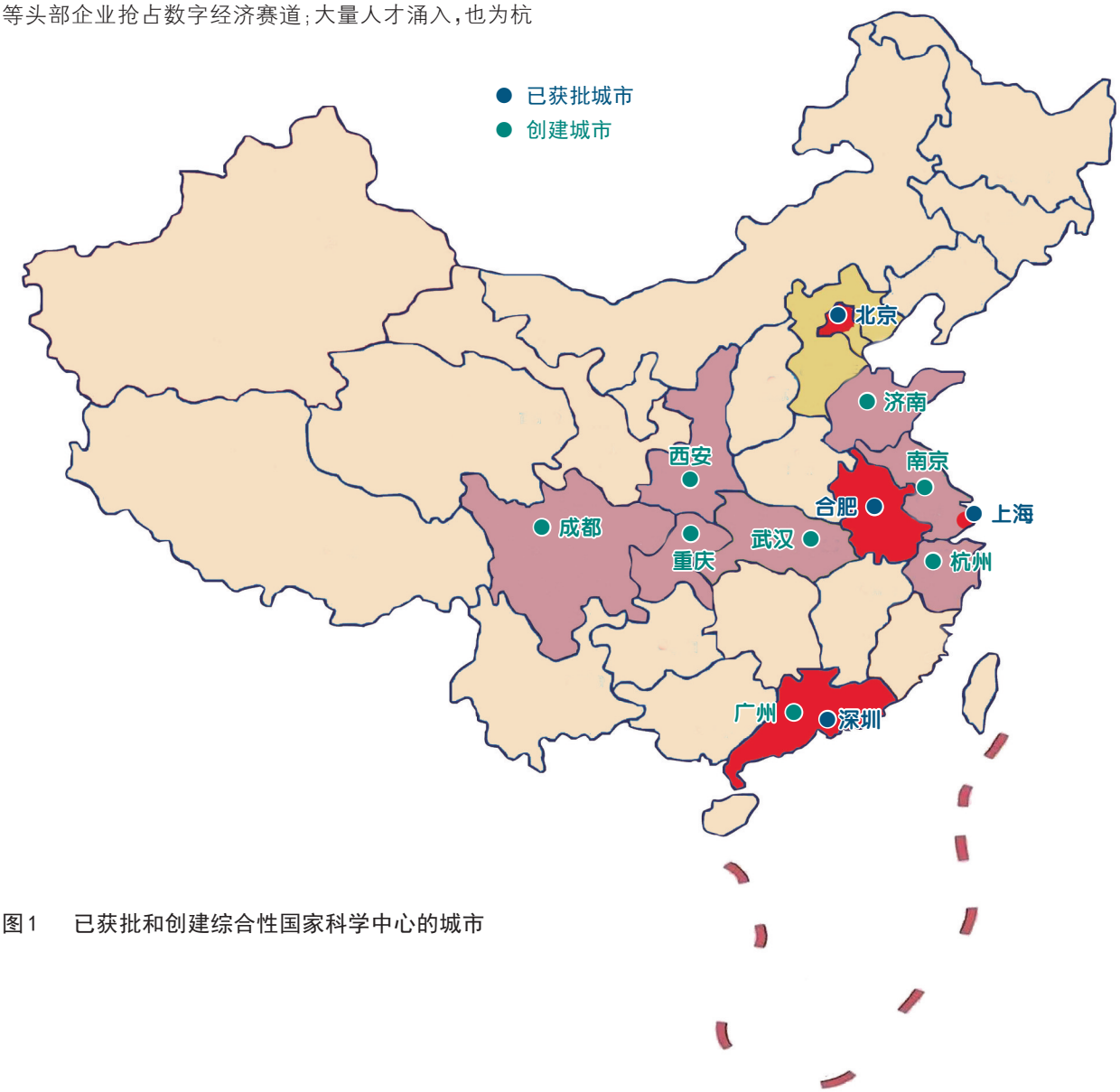
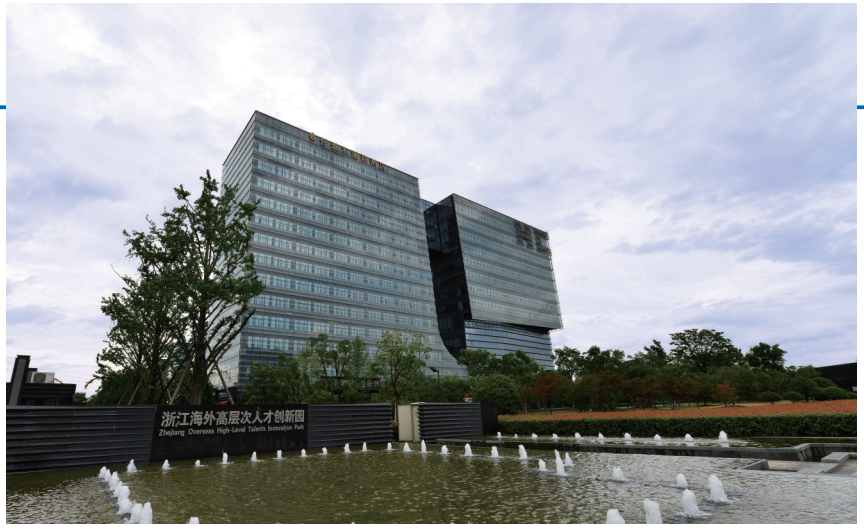


图1　已获批和创建综合性国家科学中心的城市



□ 文 / 本刊编辑部

杭州创建综合性

2018年7月，在之江实验室的“首席科学家聘任仪式”上，中国工程院院士潘云鹤受聘之江实验室人工智能领域首席科学家，中国工程院院士邬江兴受聘之江实验室网络安全首席科学家。自此，人才资源迅速在余杭区汇聚成澎湃发展动力。目前，之江实验室集聚了1800余名来自全球各地的高端青年科研人才，类脑计算与脑机融合、人工智能平台、多模态智能网络等12支创新团队均由国内外院士、IEEE Fellow等顶尖科学家领衔，显示出新型科研机构强劲的生命力和强大的创新活力。

近年来，杭州在全国城市的“抢人大战”中，可谓“拔得头筹”，近4年人才净流入率、互联网人才净流入率保持全国第一，连续10年入选“外籍人才眼中最具吸引力的十大中国城市”。

集聚“天下英才”，是杭州提升科研实力、厚植创新土壤，打造全国乃至全球的创新“高地”的第一步。

杭州梦想小镇成立5年，集聚了创业项目2200余个、创业人才1.9万名。城西科创大走廊、“城市大脑”国家新一代人工智能开放创新平台等建设，正在打造创新策源地。

然而，2016年以来，各市在建设大科学装置、科学城上纷纷发力，四个综合性国家科学中心的获批成立，对全国的优秀人才和项目产生了很强的“虹吸效应”。

杭州要在科技创新上持续走在全国前列，展现“重要窗口”的“头雁风采”，有必要为创建综合性国家科学中心提出“杭州设想”。

杭州综合性国家科学中心的构建基础

钱塘自古繁华。杭州所在的长江三角洲地区，是中国经济发展最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一。杭州民营经济发达，民间资本活跃，数字经济领先，创新创业氛围浓厚，培育和产生了阿里巴巴、海康威视、大华科技等一批世界级高科技企业。

编辑部特别制作了《杭州基础科研创新资源地图》，较为详尽地汇集了在杭基础科研资源布局情况，包括2个纳入国家实验室建设序列实验室、1个大科学装置、22家在杭国家级科研院所、13家国家重点实验室、4家国家工程实验室、4家国家工程技术中心、23家中科院驻杭点等机构。

国家科学中心的设想

☆ 杭州基础研究创新土壤

近年来，杭州不断修炼基础研究“内功”，加深综合性国家科学中心的构建基础。

研发投入不断加大。2019年，杭州市研究与试验发展（R&D）经费530.4亿元，比2018年增长14.2%，R&D经费投入强度（占地区生产总值比重）达3.45%，比2018年提高0.2个百分点。在引导全社会加大科技投入的同时，市委、市政府更加注重基础研究和应用基础研究，积极开展“卡脖子”技术攻关。

重大科技基础设施建设取得新突破。国家大科学装置、国家实验室是创建综合性国家科学中心的支撑条件。2019年，浙江大学建筑工程学院陈云敏院士牵头的国家重大基础设施——超重力离心模拟与实验装置（CHIEF）获批启动建设，取得了零的突破。同时，之江实验室、北航杭州研究院、浙江大学、西湖大学等单位正积极谋划建设新一批国家重大科技基础设施，阿里巴巴积极争创国家技术研究中心，海康威视积极打造国家重点实验室。

基础研究高能平台逐步集聚。自2018年市委、市政府推出“三名工程”以来，杭州已经集聚国家级高能平台20家以上。2020年，浙江省首批建设的西湖大学“西湖实验室”、浙江大学“良渚实验室”、阿里巴巴达摩院“湖畔实验室”以及“之江实验室”等4家浙江省实验室全部落地杭州，进一步增强了杭州基础研究能力。西湖大学、北航杭州创新研究院、国科大杭州研究院、中科院肿瘤所等新型研发机构的加快推进建设，进一步夯实了杭州基础研究基石。

科技产业支撑发展迅速。2020年，杭州市GDP突破1.6万亿元，增速达3.9%，位居全国城市GDP第8位。其中，数字经济重点产业较快增长，继续保持引领之势，核心产业实现增加值3795亿元，增长15.1%，积极打造“全国数字经济第一城”“全国数字治理第一城”。同时，杭州民营经济无论是数量还是质量都领跑全省、领先全国。2019年，杭州成功举办全国“双创”周活动，获评国家小微企业创新创业城市示范建设（2015年–2017年）第一名。

☆ 城西科创大走廊

从西湖出发，一路向西，有一条长长的“康庄大道”，像项链串起明珠一样，把浙江大学紫金港校区、浙大科

杭州基础科研创新资源地图

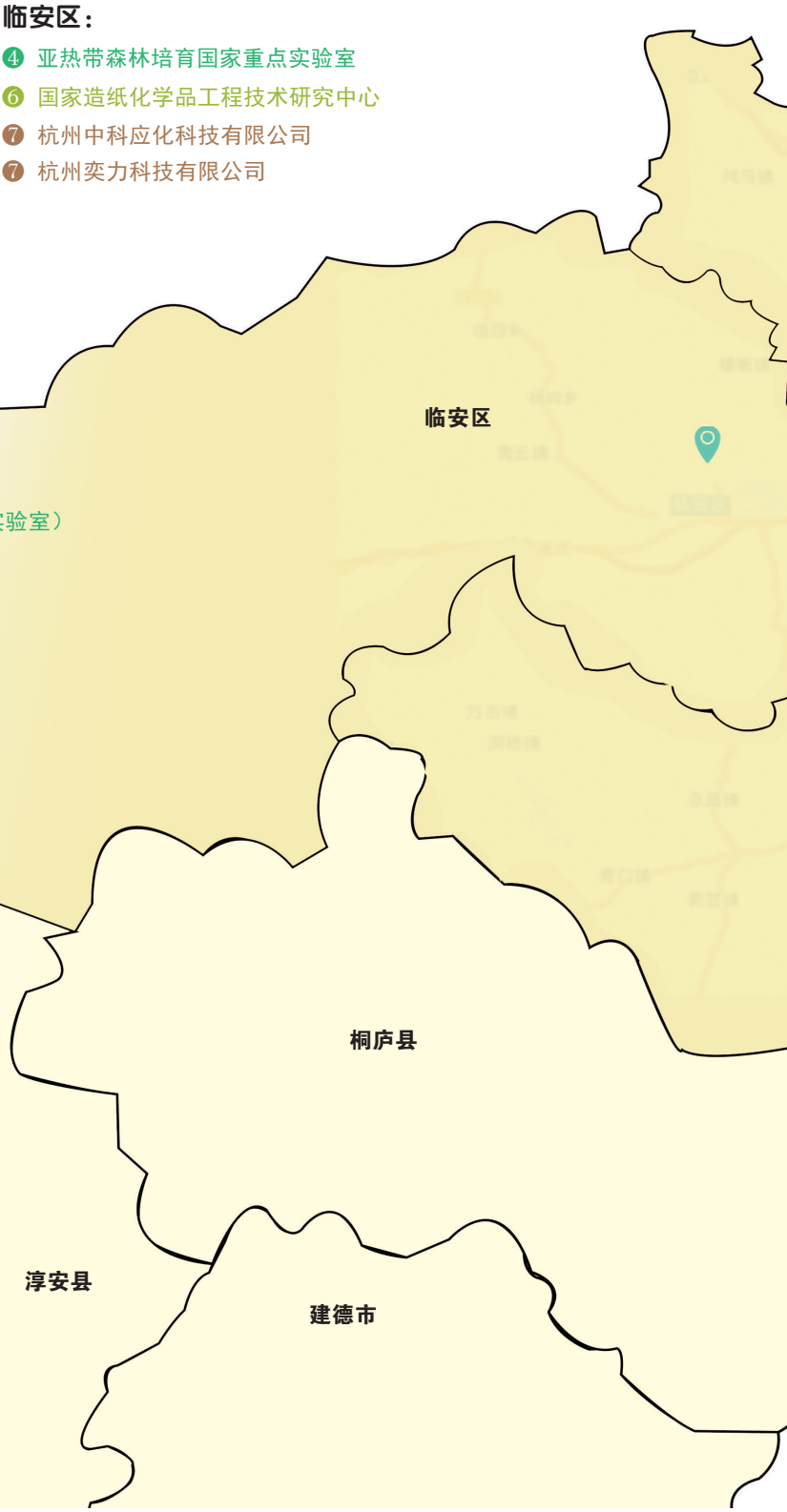
制作： 本刊编辑部 绘图：王玛瑛

西湖区：

❶ 西湖实验室（云栖校区、云谷校区）
❸ 中国农科院茶叶研究所
❸ 国家海洋局第二海洋研究所
❸ 华电电力科学研究院有限公司
❸ 水利部农村电气化研究所
❸ 水利部杭州机械设计研究所
❸ 杭州水处理技术研究开发中心
❸ 中国船舶重工集团公司第七一五研究所
❸ 杭州照相机械研究所
❸ 中国石油集团杭州地质研究院
❸ 国家林业和草原局竹子研究开发中心
❹ 硅材料科学国家重点实验室
❹ 化学工程联合国家重点实验室（聚合反应工程国家重点实验室）
❹ 计算机辅助设计与图形学国家重点实验室
❹ 流体传动及机电系统国家重点实验室
❹ 工业控制技术国家重点实验室
❹ 现代光学仪器国家重点实验室
❹ 植物生理学与生物化学国家重点实验室
❹ 卫星海洋学与海洋环境动力过程国家重点实验室
❹ 能源清洁利用国家重点实验室
❹ 含氟温室气体替代及控制处理国家重点实验室
❺ 生物饲料安全与污染防控国家工程实验室
❺ 工业控制系统安全技术国家工程实验室
❺ 垃圾焚烧技术与装备国家工程实验室
❻ 国家列车智能化工程技术研究中心
❻ 国家液体分离膜工程技术开发中心
❼ 国家科技大学杭州高等研究院

临安区：

❹ 亚热带森林培育国家重点实验室
❻ 国家造纸化学品工程技术研究中心
❼ 杭州中科应化科技有限公司
❼ 杭州奕力科技有限公司



❶ 纳入国家实验室建设序列实验室	2家
❷ 大科学装置	1家
❸ 在杭国家级科研院所	22家
❹ 国家重点实验室	13家
❺ 国家工程实验室	4家
❻ 国家工程技术中心	4家
❼ 中科院驻杭点	23家

余杭区：

❶ 之江实验室
❷ 超重力离心模拟与实验室装置
❸ 中国水电顾问集团华东勘测设计研究院
❸ 轻工业杭州机电设计研究院
❺ 制浆造纸国家工程实验室

拱墅区：

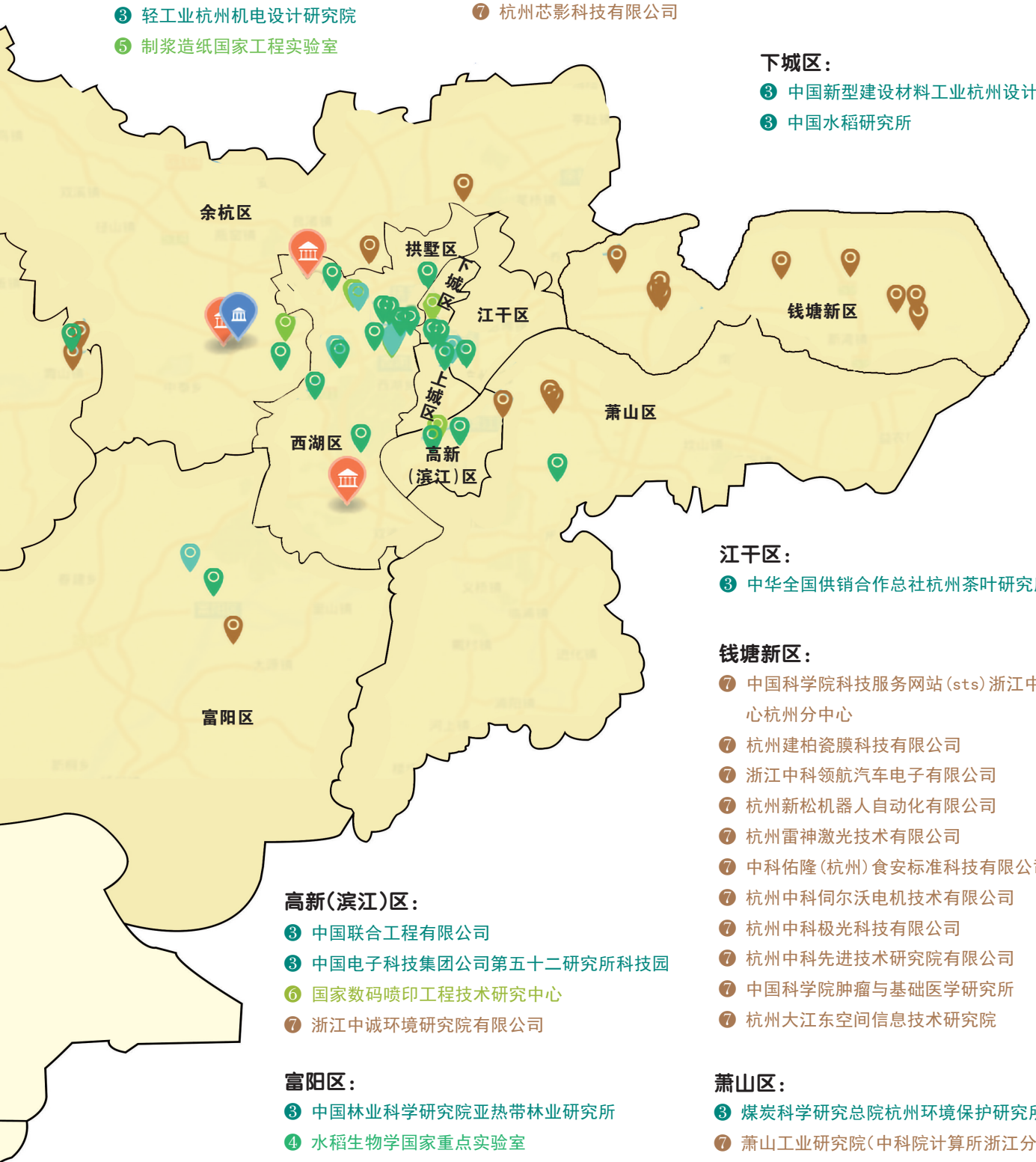
❸ 轻工业自动化研究所
❸ 中科院长春应用化学所杭州分所
❼ 杭州射频识别技术研发中心
❼ 杭州芯影科技有限公司

上城区：

❸ 中国机械科学研究院浙江分院
❹ 传染病诊治国家重点实验室
❼ 杭州中科天维科技有限公司

下城区：

❸ 中国新型建设材料工业杭州设计研究院
❸ 中国水稻研究所



江干区：

❸ 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究所

钱塘新区：

❼ 中国科学院科技服务网站（sts）浙江中心杭州分中心
❼ 杭州建柏瓷膜科技有限公司
❼ 浙江中科领航汽车电子有限公司
❼ 杭州新松机器人自动化有限公司
❼ 杭州雷神激光技术有限公司
❼ 中科佑隆（杭州）食安标准科技有限公司
❼ 杭州中科伺尔沃电机技术有限公司
❼ 杭州中科极光科技有限公司
❼ 杭州中科先进技术研究院有限公司
❼ 中国科学院肿瘤与基础医学研究所
❼ 杭州大江东空间信息技术研究院

高新（滨江）区：

❸ 中国联合工程有限公司
❸ 中国电子科技集团公司第五十二研究所科技园
❻ 国家数码喷印工程技术研究中心
❼ 浙江中诚环境研究院有限公司

富阳区：

❸ 中国林业科学研究院亚热带林业研究所
❹ 水稻生物学国家重点实验室
❼ 中国科学院上海光学精密机械研究所杭州分所

萧山区：

❸ 煤炭科学研究总院杭州环境保护研究所
❼ 萧山工业研究院（中科院计算所浙江分所）
❼ 中科宝盛科技园

技城、未来科技城、云城、青山湖科技城、浙江农林大学、梦想小镇、海创园等科技创新重地串联了起来。

这就是杭州城西科创大走廊。它以文一西路为主轴，全长约33公里。在这片总面积224平方公里的区域里，密布着不同功能的特色小镇和创新区块，汇聚着诸多高校、研究院、高新技术企业等高端要素。自2016年10月规划建设以来，这条以“科创”为魂，集万千高端要素为一体的大走廊，正成为浙江创新发展的重要引擎。

前不久，“以杭州城西科创大走廊为主平台建设创新策源地，打造综合性国家科学中心和区域性创新高地”的新定位被写入《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，城西科创大走廊将成为杭州建设综合性国家科学中心的重要依托。

现在，之江、西湖、湖畔、良渚等实验室相继加入城西科创大走廊高能级平台“大家庭”。目前，区域内已集聚国家重点实验室12家，占全省总数的80%；科研院所61家，诺奖和院士工作站19家，博士后工作站22家。

一条大走廊，锻造出一个面向世界的科技高地。回归源头，创新策源地的根本源泉在于人。

城西科创大走廊上的浙江人才大厦，启用短短一年，已挂牌入驻了来自丽水、舟山、金华等省内其他9个设区市的创新企业，汇聚了数百名研究人员。

4年来，城西科创大走廊聚焦高层次人才的引进、培育和扶持，建成全省首批国家海外人才离岸创新创业基地和国际人才创新创业园，率先推进浙江人才之家、国际人才创新创业板、外籍人才申请在华永居“直通车”等改革举措。

事实上，自城西科创大走廊建设伊始，“我负责阳光雨露，你负责茁壮成长”这句话早已让创业者们耳熟能详了。

杭州创建综合性国家科学中心的不足与短板

对标综合性国家科学中心的建设要求，杭州在国家大科学装置、国家实验室建设和布局上还存在不足。

大科学装置是我国战略科技力量最重要、最核心的组成部分。要保证某项学科的基础科研能力保持全国领先，就应当要形成一个大科学装置群。现在全国有多个城市宣布要争创综合性国家科学中心，但如果没有大科学装置群，这个“争创”将是无源之水。

杭州的基础研究创新土壤条件良好，多项资源数据尚算丰厚，但在“大科学装置”上，杭州只有1家，与北京、上海、合肥等城市比，存在明显短板。

截至2018年，在已经建成和计划建立的国家大科学装置总数中，合肥共有8个、上海有5个、北京有7个（见表1）。截至2020年，深圳主要依托光明科学城，已建有未来网络基础设施、深圳国家基因库、国家超级计算深圳中心等3个大科学装置。而杭州截至2020年底，在建的国家大科学装置仅1个（浙大超重力离心模拟与实验装置）。经北航杭州创新研究院、之江实验室的努力，“超高灵敏量子极弱磁场和惯性测量”和“多维超级感知”重大科技基础设施已经通过国家发改委组织的专家评审，有望获批建设。

在国家实验室数量方面，合肥结合中科院有关布局，已拥有同步辐射等3个国家实验室；上海拥有船舶与海洋工程国家实验室；北京拥有正负电子对撞机等8个国家实验室。杭州拥有国家实验室仅2家，分别为之江实验室和西湖实验室。

表1 国家大科学装置分布

已建成		
序号	装置名称	所在城市
1	中国地壳运动观测网络	全国
2	子午工程	全国
3	合肥同步辐射加速器	合肥
4	合肥HT-6M受控热核反应装置	合肥
5	合肥环流器HL-1装置	合肥
6	合肥HT-7托卡马克	合肥
7	合肥EAST托卡马克	合肥
8	合肥稳态强磁场	合肥
9	北京正负电子对撞机	北京
10	遥感卫星地面站	北京
11	H1-13串列式静电加速器	北京
12	北京5兆瓦核供热试验堆	北京
13	北京遥感飞机	北京
14	上海“神光”系列高功率激光装置	上海
15	上海神光Ⅱ装置	上海
16	贵州FAST望远镜	贵州黔南
17	2.16米光学望远镜	河北兴隆
18	兰州重离子加速器	兰州
19	宁波种质资源库	宁波
20	短波与长波授时系统	陕西临潼
21	武汉国家脉冲强磁场科学中心	武汉
22	新疆太阳磁场望远镜	新疆博州
新 增		
1	加速器驱动嬗变研究装置	合肥
2	未来网络试验设施	合肥
3	模式动物表型与遗传研究设施	北京
4	地球系统数值模拟器	北京
5	海底科学观测网	上海
6	转化医学研究设施	上海
7	上海光源线站工程	上海
8	空间环境地面模拟装置	哈尔滨
9	大型低速风洞	哈尔滨
10	高效低碳燃气轮机试验装置	连云港/南京
11	中国南极天文台	南京
12	强流重离子加速器	兰州
13	精密重力测量研究设施	武汉
14	综合极端条件实验装置	长春
15	高海拔宇宙线观测站	成都/甘孜州
16	高能同步辐射光源验证装置	保定

资源来源：中国（深圳）综合开发研究院整理

在全国多个省会城市争创综合性国家科学中心的强大压力下，杭州创建基础不够雄厚，面临较大挑战。

杭州创建综合性国家科学中心的建议

不久前，《中共杭州市委关于制定杭州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》发布，明确提出：建设高能级科创平台。高水平建设国家自主创新示范区，以城西科创大走廊为主平台争创综合性国家科学中心和区域性创新高地，优化高新区体制机制，做强做优国家和省级经济技术开发区、特色小镇，积极培育一批差异化发展的高能级科创平台，规划建设杭州科学城，推动重要科研机构、重大科技平台、科研基础设施集群发展，努力打造面向世界、引领未来、服务全国、带动全省的创新策源地。持续深化“名校名院名所”工程，全力支持浙江大学“双一流”建设、西湖大学建设高水平研究型大学，加快建设中法航空大学、国科大杭州高等研究院。加快构建新型实验室体系，全力支持之江、西湖实验室打造国家实验室，着力推进湖畔、良渚等省实验室和阿里达摩院建设，全力支持“极弱磁场和惯性测量”“多维超级感知”大科学装置建设，建成浙大超重力离心模拟与实验装置国家重大科技基础设施，支持浙大国际科创中心、中科院肿瘤与基础研究所、北航杭州创新研究院等建设，基本建成国际一流的“互联网+”、生命健康和新材料科创高地。

下一步，在政策指引下，建议从以下几方面推进杭州综合性国家科学中心创建工作。

尽早编制建设方案。进一步明确杭州综合性国家科学中心的核心区域、总体思路、发展目标、功能定位等，尽早编制《杭州综合性国家科学中心建设方案》。建议重点打造以城西科创大走廊（未来科技城）为核心或一点多园，统筹推进综合性科学中心建设。

加快布局和建设国家重大科技基础设施。加快推进浙江大学“超重力离心模拟与实验装置”建设。加强与中国科学院、浙江大学的战略合作，布局和建设一批国家重大科技基础设施，进一步夯实杭州创建综合性

国家科学中心基础。力争更多的国家大科学装置落地杭州，以国际一流大设施为基础，推进杭州基础科学研究水平向世界一流迈进。

积极构建世界一流前沿交叉研究平台。发挥浙江大学、西湖大学、中法航空大学、国科大杭州高等研究院等学科优势，结合杭州机制灵活、转化快速、融入长三角的优势，充分调动各类社会资源，多元化投入，在杭州产业发达及未来发展急需的数字经济、人工智能、生命健康、新材料等领域，积极参与国际大科学计划和大科学工程，吸引国际顶尖人才团队来杭建设新型科研机构，支持世界一流科研机构在杭设立分支机构，与重大科技基础设施互为支撑，搭建世界一流前沿交叉研究平台。

积极创建国家实验室。加快推进精准医学等4个已获批建设的浙江实验室建设，创建国家实验室，力争实现零的突破，为国家构建战略科技力量作出贡献。

依托长三角一体化发展机遇。目前，杭州科技创新面临发展不均衡的瓶颈——经济发展水平很高、技术创新也很快，但基本上是偏市场化的技术创新，而不是偏基础研究领域的创新。长三角地区在科教资源、管理水平、人力资源方面占据优势，借力长三角一体化发展优势，有望解决上述难题。江苏省政府参事、南京师范大学教授蒋伏心建议，可以建立长三角科学联盟，在已有的合肥综合性国家科学中心、张江综合性国家科学中心的基础上，建立南京和杭州综合性国家科学中心，以四个科学中心支撑长三角创新高地发展。

积极深化科技体制改革创新。以创建国家综合性科学中心为动力，探索更合理的创新要素分配模式，深入推进协同创新，形成职责规范、科学高效、公开透明的科技组织管理机制。探索更加科学高效的评审方法，解放科研人员，营造公开公正公平的环境，充分激发科研人员的科技创新活力，造就一批世界一流科学家、科技领军人才和高水平创新团队。■

杭州创建综合性国家科学中心对策建议

□ 文 / 周旭霞 杭州市社会科学院

习近平总书记在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上多次强调：中国成为世界科技强国，必须拥有一批世界一流科研机构。综合性国家科学中心是国家创新体系中的顶级平台，是国家科技领域参与全球竞争的重要载体，是国家创新体系建设的核心力量，是国家实施创新驱动战略的基础支撑。

当前，北京、上海、合肥、深圳都把综合性国家科学中心建设作为科技创新的核心任务。武汉、南京、成都、西安、广州等中心城市已经启动创建工作，都把创建综合性国家科学中心作为抢占科技创新制高点、打造发展高地的重大战略举措。

杭州作为全国领先的创新城市，应全力争取设立综合性国家科学中心，以充分发挥科技创新的引擎作用。

杭州争创综合性国家科学中心的战略意义

综合性国家科学中心不是以实现短期经济效益为目标，而是以追求科学发展、以科学推动社会进步为导向，综合性国家科学中心的建设，必然会对城市的定位、气质与未来产生重大影响。对杭州而言，申建综合性国家科学中心具有重要的战略意义。

有助于杭州提升城市创新能级

近年来，杭州坚持数字赋能产业变革，不断推进产业基础高级化、产业链现代化，主要是实现了从1到N的数字化技术应用。而综合性国家科学中心则偏向于基础研究，着力点在0到1的原始创新上，这也正是杭州快速发展中的短板。

随着全球科技竞争不断向基础研究领域前移，杭州未来产业发展所需的知识，可能极大依赖于基础研究和原始创新积累。所以，争创综合性国家科学中心有助于杭州提升城市创新能级。

有助于杭州强化城市的首位度

当前，我国城市发展均处于重要战略机遇期，但在错综复杂的国际形势和新冠肺炎疫情广泛深远影响的背景下，杭州城市高质量发

之江实验室园区

展、省会城市首位度的提高，根本出路在于创新，关键要靠科技“硬核”支撑。

因此，杭州充分利用争创综合性国家科学中心的机遇，建设高能级科创平台，有效汇聚世界一流科学家和国家重大科技基础设施，有效整合杭州都市圈的创新资源，形成都市圈创新产业链和生态链，全面塑造创新驱动发展新优势，有助于杭州强化省会城市的首位度。

有助于杭州打造成果转化示范区

科技成果转化作为科技与经济紧密结合的关键环节，是产业结构转型升级和经济发展方式转变的重要途径。争创综合性国家科学中心有助于杭州加强前瞻性基础研究，增加源头技术供给，以基础研究的突破带动引领性原创成果、关键核心技术、战略性技术产品的重大突破。

杭州凭借厚实的民间资本和市场活力，已建立起研发成果技术熟化、产业孵化、企业对接和成果落地的完整机制。综合性国家科学中心将有大量科技成果需要由“实验室”向“大市场”迈进。

杭州有能力聚焦科技成果转移转化，以特色小镇、专业园区建设为具体抓手，高起点打造长三角成果转移转化示范区。

杭州创建综合性国家科学中心的基础

近年来，杭州社会经济快速发展，在全国的战略地位日益提高，国际知名度与影响力持续提升，为申建综合性国家科学中心奠定了坚实基础。

综合实力显著增强，科创大走廊超速发展

2020年，杭州人均生产总值超2万美元，常住人口超1000万人。G20杭州峰会成功举办，良渚古城遗址成功申遗，连续14年被评为“中国最具幸福感城市”。杭州市“十四五”规划明确提出，以城西科创大走廊为主平台争创综合性国家科学中心。科创大走廊从2016年成立建设至今，各类高端要素快速汇聚，始终呈现出高速度、高质量的良好发展态势，连续四年在全省集聚区综合考评中位列第一，产业增加值、服务业增加值、高新技术产业增加值三大指标连破千亿元大关，各项主要经济指标持续走在全省全市前列。

创新平台亮点纷呈，科研院所资源较丰富

一是以浙江大学、西湖大学等高校院所为主体的创新平台不断提升。浙江大学聚焦“双一流”发展目标，围绕“综合型、研究型、创新型”办学定位，努力建设成为在国际国内具有显著教育影响力和学术影响力的创新型大学；西湖大学建设世界一流新型研究型大学，全力打造“中国新型大学第一城”；浙江工业大学、杭州师范大学、浙江农林大学等建设专业特征明显、国内一流的高校，整体上形成了创新层次互补的高校体系。

二是以之江实验室、阿里达摩院、超重力实验室等为载体的“国之重器”体系初现。初步构建起“高能级实验室–新型研发机构”智库级的科研源动力平台，汇聚了之江实验室、湖畔实验室、良渚实验室、西湖实验室等4家省实验室和香港大学浙江科学技术研究院、省化工研究院等60余家科研机构。

三是以国家级孵化器为主体的科技服务平台体系逐步形成。拥有浙江知识产权交易中心、医疗器械创新发展技术服务平台、创新药物早期成药性评价公共服务平台、微纳技术研发开放平台等重大公共科技服务平台。

四是以科技城引领的产业平台品牌影响力不断提升。未来科技城、青山湖科技城、紫金港科技城等“三城”产业集聚力不断提升，相互错位发展又各具特色的产业布局逐渐形成。

基础设施不断完善，高层次人才快速集聚

杭州坚持“三生融合”的发展理念，城西科创大走廊内拥有浙一医院余杭园区、浙一医院青山湖园区、文澜学校、学军中学、西溪印象城、西溪银泰城、海港城等公共服务设施，医疗、教育、卫生、文体配套齐全。

在2022年举办亚运会之前，按照规划将建成杭州城西交通枢纽，以杭州铁路西站为核心，以地铁3号线、5号线以及城市轻轨为动脉，以道路网、轨道网、航空网、地面公交网为支撑的综合交通体系，城西科创大走廊区位交通极为便利。

不断完善的基础设施为人才营造了优越的事业发展环境，城西科创大走廊进一步完善了海外引才体系，牵头建立省内首批（全国十大）国家级海外人才离岸创新创业基地，进一步优化了人才服务环境，在全市首次创建人才生态示范区，优化各类人才政策兑现落实流

阿里达摩院

程，建立更加多元、规范、便捷的人才融资服务，对高层次人才的吸引力得到进一步提升，成为全市全省人才密度最高、增长速度最快、人才效益最明显的人才高地。

杭州争创综合性国家科学中心的路径

争创综合性国家科学中心是一项长期而艰巨的任务，涉及到战略布局、科技研发、产业发展等诸多环节，必须遵循科技创新与发展规律，正确处理政府与市场关系，坚持问题导向和目标导向，加强国际国内广泛合作，推动关键核心技术取得突破，为争创综合性国家科学中心积蓄科技力量。

探索争创新路径

综合性国家科学中心建设是系统性工作，应统筹兼顾，做好争创的顶层设计和整体布局。

一是准确把握杭州的定位。综合性国家科学中心包含三类创新活动，即：以科学研究为先导的知识创新，以标准化为主导的技术创新，以信息化为载体的管理创新。杭州争创综合性国家科学中心，需要准确把握综合性国家科学中心的发展定位，特别是要与前4家综合性国家科学中心形成错位发展格局（见表1）。杭州以数字经济为主攻方向，发挥阿里巴巴、网易、海康威视等龙头企业的带动作用，着力打造电子商务、视觉AI、人工智能、云计算、大数据、物联网、区块链等具有国际竞争力的数字产业集群，努力成为全球视觉AI产业中心、全国云计算之城和中国区块链之都。

二是处理好和上海、合肥的关系。杭州应明晰综合性国家科学中心与上海、合肥综合性国家科学中心的协作联合关系，而非竞争关系，与上海、合肥探索建立大科学装置合作机制，围绕科技项目联合攻关、科技成果转移转化、重大仪器设备共享、学术交流等方面开展合作，形成科技产业错位发展，科学研究协同创新的三级支撑体系，致力于共同打造长三角世界级创新城市群。

三是遵循“巴斯德模式”，形成学科交叉和集成创新的特色与优势。杭州应该强调由应用引起的基础研究，以市场需求为导向，强调研发与生活、市场的紧密连接，真正体现出科技创造价值的真谛，实现科技强国富民的目标。

优化科研新体制

综合性国家科学中心肩负着提升基础前沿领域源头创新能力的重要使命，在使命感、紧迫感的双重要求下，需要优化科研创新体制。

表1　各市建设综合性国家科学中心的科技创新领域重点对比

	依托资源	聚焦领域
北京怀柔	中科院以及若干国家实验室、大科学装置	物质、空间科学、大气环境、地球、信息与智能、生命
上海张江	复旦大学及若干国家实验室、大科学装置	生命、材料、环境、能源、物质
安徽合肥	中国科技大学、中科院合肥物质科学研究院以及若干国家实验室、大科学装置	能源、信息、材料、生命、环境和先进制造
深圳	深圳大学、中山大学深圳校区、中国科学院深圳理工大学、香港科技大学以及若干国家实验室、大科学装置	5G、人工智能、网络空间科学与技术、生命信息与生物医药实验室
杭州	浙江大学及若干国家实验室、西湖大学、之江实验室、湖畔大学、阿里达摩院、超重力实验室、重点企业	信息技术（电子商务、视觉AI、人工智能、云计算、大数据、物联网、区块链）、生命健康、新材料

一是开辟原始创新赛道。借鉴上海重大专项经验，凝练若干重大方向，提升重大专项引领功能和协同效应。借鉴合肥科学岛经验，高站位、大手笔规划杭州大科学装置集聚区，搭建聚集国际优势科技资源的科研试验和协同创新平台。聚焦信息技术、生命健康、新材料等前沿领域，会同中科院、中国科协、浙江大学遴选重大科学问题和工程技术难题，组建战略专家咨询委员会，面向全球揭榜组织产学研联合攻关。积极承担国际前沿科学合作项目，联合长三角等高校院所争取国家科技创新重大专项，支持高校院所承担国家重大基础研发任务，共同建设重大科学基础设施。

二是优化开放创新网络。与全球高端创新要素对接，加大力度引进全球高端人才，加大开放力度，形成全球创新研发网络。拓宽多元参与渠道，鼓励以PPP等模式参与公共服务、基础设施类项目建设。探索创建“创新飞地”“人才飞地”，吸引多元化资本参与科研基础设施及大装置的共建，做大做强创新共同体。探索成立社会资本参与的建设发展基金，保障发展需要。

三是推进长三角协同创新。在上海张江、安徽合肥综合国家科学中心探索离岸孵化建设，即加快建成沪杭创新中心和合肥特色小镇，吸引跨国大公司和高精尖人才高端科技要素，推进产业互补发展。

推进成果新转化

综合性国家科学中心侧重于前沿性基础科学研究和重大技术研发，处于创新链的最前端。但创新成果要转化为生产力和经济实力，最终需要实现研发成果转化，因此，需要着力推进研发成果顺利转化。

一是开启知识产权融资渠道。构建资产池和专利池，推进知识产权证券化，完善知识产权质押登记制度、知识产权质押融资风险分担机制以及质物处置机制；实行以增加知识价值为导向的分配政策，积极向国家争取将技术转让所得免征额由500万元提高至2000万元，适当放宽享受税收优惠的技术转让范围和条件。

二是构建应用新场景。加大数据、场景开放力度，坚持国防民生和“新基建”的需求牵引，促进基础研究、应用研究与产业化对接融通，助力数字技术、新材料、生命健康原创成果加速转化，实现发展新范式。

三是激励社会资本投入。建立股权激励代持股制度和天使投资人制度，制定更加优惠的股权激励和天使投资税收政策，优化高端人才个人所得税和激励天使投资的税收优惠，投资前沿战略性新兴产业。

四是提升科研要素产出效率。拓宽大科学装置使用的准入范围，提高设备使用效率，逐步形成市场化的科研服务定价机制，充分发挥大设施与高技术产业的相互促进作用，探索通过机制创新、市场化运作等方式，解决大设施收入不足等突出问题。■

超重力实验室

西湖大学效果图

四大综合性国家科学中心建设做法及启示

□ 文 / 王立军 王书宇 中共浙江省委党校

基础研究和原始创新能力不足是我国创新型国家建设的短板之一，国家经济社会发展对战略科技力量的需求比以往任何时期都更加迫切。

综合性国家科学中心是国家创新体系建设的基础平台，集中体现了国家创新战略和区域发展战略，推动着科研基础设施群与政产学研多元创新主体的系统集成，将成为增强国家战略科技力量的有力抓手和建设创新型国家的重要支撑力量。

综合性国家科学中心是国家战略科技力量的重要抓手

建设创新型国家的内在需要

全球科学研究进入大科学时代，科学前沿的革命性突破越来越依赖于重大科技基础设施提供的综合性极限研究手段，离不开强大的基础科学研究。从各国科技发展历史看，基础研究的深度决定了前沿技术创新的高度。

经过多年发展，我国基础科学研究已经取得长足进步，综合科技实力显著提升，在全球范围内的影响力不断扩大。但与建设世界科技强国的要求相比，基础科学研究能力不足的短板依然突出，重大原创性成果大幅落后于全球科技领先国家。

增强国家战略科技力量是一项长期的任务，建设综合性国家科学中心是其中一项重要举措。综合性国家科学中心是国家参与全球科技合作与竞争的重要载体，对全国乃至全球科学技术创新具有示范引领和辐射带动作用。

科技创新中心是科技创新在城市或者地域空间上的功能表现，其数量和等级直接体现一个国家的科技实力和综合国力。要发挥好重大科技基础设施在集聚科研人才、强化协同效应、促进跨学科研究等方面的关键作用，利用好综合性国家科学中心具有的平台属性——汇聚世界一流的科学家，促进资源优化配置，推进多学科合作研究。

实现高质量发展的有力支撑

以重大科技基础设施为抓手的综合性国家科学中心建设是增强国家战略科技力量的重要举措，对于加快解决一批“卡脖子”的重大科学难题，突破核心技术瓶

颈，提升我国在交叉前沿领域的源头创新能力和科技综合实力具有重要意义。

现在，国家要实现可持续发展，以低成本资源和要素投入形成的驱动力已经明显减弱，必须把发展动力从资源和要素投入转向效率提升和创新驱动上来，需要通过持续高水平的科技创新为经济发展打造强大引擎。

未来，必须通过增强国家战略科技力量，提升科技的创新力、保障力和引领力，发挥其在维护国家安全、提升综合国力、保障国计民生方面的支撑作用，以科技高质量发展支撑经济高质量发展。

从国内发展看，我国已经进入创新驱动的高质量发展阶段，就是要推动经济从规模型、速度型增长向高质量发展转变，在发展动力上从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。

国家综合性科学中心作为中国实施创新区域发展战略和国家创新体系建设的重要载体平台，就是要致力于在原始创新、基础创新、前沿创新领域不断取得新突破，这将有利于显著提升我国基础研究水平、提升原始创新能力，为高质量发展源源不断提供内生动力。

四大综合性国家科学中心建设经验分析

目前，我国的综合性科技创新中心——北京怀柔、上海张江、安徽合肥和广东深圳，主要分布在创新条件好、创新能力强的区域，代表着国家科技创新发展的前沿。分析比较四大综合性国家科学中心建设情况，可以发现它们既有共性特征，也各有所长（见表1）。

科学规划，明确建设方向

从建设目标看，怀柔综合性国家科学中心强调世界级原始创新承载，旨在推动原创成果的重大突破。按照规划部署，怀柔到2035年要成为“与国家战略需要相匹配的世界级原始创新承载区”。上海张江综合性国家科学中心强调前沿交叉创新能力，提升我国在交叉前沿领域的源头创新能力和科技综合实力，代表国家在更高层次上参与全球科技竞争与合作，未来要建成“科学特征明显、科技要素集聚、环境人文生态、充满创新活力的世界一流科学城”。合肥综合性国家科学中心则侧重于国家创新体系的基础平台建设，开展多学科交叉和变革性技术研究，未来要“形成中国特色、世界一流的综合性国家科学中心及产业创新中心”。

从建设规划看，北京怀柔综合性国家科学中心是我国最早成立的国家科学中心。目前，北京已经编制了《怀柔科学城总体城市设计方案》《怀柔科学城规划（2018–2035）》《怀柔科学城科学规划（2018–2035）》。根据规划文件，怀柔综合性国家科学中心以怀柔科学城为建设核心，主要支持物质、空间、地球系统、生命、智能五大学科发展方向。目前，已建成全球最大的风洞实验室、北京超级云计算中心、国家空间科学中心，并拥有世界上最大的高速列车模型实验平台——钱学森国家工

表1 四大综合性国家科学中心创新资源比较

	北京怀柔	上海张江	安徽合肥	广东深圳
大科学装置	• 综合极端条件实验装置 • 地球系统数值模拟装置 • 高能同步辐射光源 • 空间环境地基综合监测网 • 多模态尺度生物医学成像设施	• 上海光源 • 国家蛋白质设施 • 超强超快激光装置 • 活细胞成像平台 • 软X射线自由电子激光装置 • 硬X射线自由电子激光装置 • 海底长期观测网 • 高效低碳燃气轮机试验装置	• 全超导核聚变托卡马克装置(EAST) • 稳态强磁场大科学装置 • 同步辐射光源装置 • 聚变工程实验堆(CFETR) • 合肥先进光源(HALS) • 大气环境综合探测与实验模拟设施 • 超导质子医学加速器	• 脑解析与脑模拟 • 合成生物研究 • 材料基因组 • 空间引力波探测 • 空间环境与物质作用研究 • 精准医学影像
研发平台	• 材料基因组研发平台 • 清洁能源材料测试诊断与研发平台 • 先进光源技术研发与测试平台 • 空间科学卫星系列及有效载荷研制测试保障平台 • 先进载运和测量技术综合实验平台	• 张江实验室 • 李政道研究所 • 中美合作干细胞医学研究中心 • 上海转化医学研究中心等	• 中科院量子信息实验室 • 综合性超导核聚变研究中心 • 大气环境物理研究中心	• 中国科学院先进技术研究院 • 深圳清洁能源研究院 • 中国(南方)知识产权营运中心
产业创新中心	• 北京石墨烯产业创新中心 • 北京市医疗机器人产业创新中心等	• 上海微技术工业研究院 • 新能源汽车及动力系统国家工程实验室 • 上海产业技术研究院等	• 微电子中心 • 离子医学中心 • 大基因中心 • 中科大先进技术研究院 • 合工大智能制造研究院	• 深圳科技创新合作区展示交流中心
战略性新兴产业布局	• 新一代信息技术 • 集成电路 • 医药健康 • 智能装备 • 节能环保 • 新能源汽车 • 新材料 • 人工智能 • 软件和信息服务和科技服务	• 集成电路 • 生物医药 • 智能制造装备 • 新能源智能汽车等	• 新型显示 • 生物医药 • 医疗器械 • 智能语音及人工智能 • 光伏新能源等	• 高端通信器件 • 高性能医疗器械

资料来源:根据各科学中心规划,经作者整理。

程试验基地。未来,还计划引进培育科研仪器设备设计、开发、研制、运维、服务的技术支撑型企业进驻怀柔,把怀柔科学城打造成尖端科学仪器的研发高地。

上海出台了《张江科学城规划实施行动方案》《张江科学城建设规划》等文件,以张江科学城为建设核心,基于“1+6”模式,按照“四大支柱”的框架有序推进。即:建设一个大科学装置群和主攻光子科学与技术、计算科学、纳米科技、能源科技、生命科学、类脑智能等六个研

究方向。“四大支柱”中，第一支柱是张江科学城内的综合性实验室，主要立足于重大科技基础设施群；第二支柱是研究机构与创新研发平台，开展基础研究和开放合作的前沿交叉研究；第三支柱是创新网络，全面深入网络化协同创新；第四支柱是大型科技行动计划，积极组织、主导、参与全球科技竞争与合作计划。

合肥出台了《合肥综合性国家科学中心实施方案（2017–2020）》《合肥滨湖科学城（国家级合肥滨湖新区）总体规划（2018–2035）》。安徽合肥综合性国家科学中心以滨湖科学城为建设核心，将重点筹建国家实验室、大科学装置和交叉平台。

2020年8月，《中共中央国务院关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》发布，提出“以深圳为主阵地建设综合性国家科学中心，在粤港澳大湾区国际科技创新中心建设中发挥关键作用”。2020年11月，中科院与广东省签署《中国科学院深圳市人民政府共同建设综合性国家科学中心先行启动协议》，根据协议内容，院省双方将充分发挥全面战略合作优势，以深圳光明科学城、深港科技创新合作区深圳园区、东莞松山湖科学城为载体，着力加强基础与应用基础研究、关键核心技术攻关和高水平创新平台建设。

对标国际，重视重大科技基础设施和科研平台建设

北京怀柔综合性国家科学中心围绕原始创新承载、超前布局重大科技基础设施，目前正在加快建设26个重大科技项目，包括综合极端条件实验装置、地球系统数值模拟装置、高能同步辐射光源等5个重大科技基础设施。

上海张江综合性国家科学中心也注重超前部署重大科技基础设施，已建成上海光源一期、国家蛋白质设施（上海）大科学装置等，正在推进超强超快激光装置、活细胞成像平台、软X射线自由电子激光装置等项目。此外，上海张江还建立了上海微技术工业研究院、新能源汽车及动力系统国家工程实验室等产业创新中心，与上海科技大学、中科院上海高等研究院等研究机构确立合作关系，并先后成立张江实验室、中美合作干细胞医学研究中心等重大创新研发平台。

安徽合肥综合性国家科学中心的重大科技基础设施规划数量位居全国前列，已陆续建成同步辐射光源装置、全超导核聚变托卡马克装置、稳态强磁场大科学装置等。安徽合肥还建立了微电子中心、离子医学中心等产业创新“四中心”，与中国科技大学、中科院合肥物质科学研究院等研究机构确立合作关系，并先后成立中科院量子信息实验室、综合性超导核聚变研究中心等重大创新研发平台。

深圳正加快建设光明科学城、深港科技创新合作区、西丽湖国际科教城和国家实验室、广东省实验室等重大科技创新平台。

创新机制，探索科学中心建设运行管理方式

目前，各地通过制定规划方案、成立领导组织等，创建科学中心建设管理机制。

一是创新管理体制。目前已经成立怀柔、张江科学城管理办公室以及省（安徽）院合作建设领导小组，创新

综合极端条件实验装置现场图

国家蛋白质设施

运行管理体制。探索理事会领导下科学中心自主管理、科学家决策的运行机制。

二是创新政策支持机制。上海实施“双自联动”方案以支持张江科技创新和制度创新深度融合，并制订上海科创中心核心功能区2020行动方案；安徽则颁布合肥国家科学中心项目支持管理办法，规范科学中心项目管理并给予人才、土地等支持。

三是创新科学中心科研治理机制，探索科研平台治理创新和科研项目治理创新。例如，上海探索院市共建张江实验室并由中科院管理，为首席科学家提供专业实验室定制服务；合肥探索科学中心企业化运转、人员合同制管理、实行中长期目标考核等创新；北京、安徽颁布完善财政科研项目管理及提升科研绩效的政策，强化承担单位法人责任以及赋予科研人员技术方案决策等。

引进人才，探索人才政策实验

各大国家科学中心均建立了以引进高层次人才为目标的配套政策及组织机制。

一是建立引才政策体系。怀柔实施高层次人才聚集行动计划；张江落实市级、区级支持其人才工作政策；合肥实施国家科学中心人才工作20条和高层次人才创新创业12条。

二是建立引才工作机制。例如，上海成立海外人才局及张江（硅谷）人才工作站；合肥设置人才服务平台及引才大使；两地均创新外籍人才签证制度。

三是开展人才政策实验。怀柔构建国际基础研究人才创新创业生态；张江建设国际人才试验区；合肥建设国际人才城。

通过上述措施，四个城市以国家综合性科学中心为依托，展开高层次人才的“抢人大战”。例如，怀柔大力引进具有世界水平的领衔科学家及创新团队；上海推出首席科学家和著名科学家领衔发展计划；安徽合肥综合性国家科学中心以中国科学技术大学和中科院合肥物质科学研究院“双引擎”为研究队伍核心，通过成立人才服务联盟，持续培育研究机构和团队。《深圳建设中国特色社会主义先行示范区综合改革试点实施方案（2020－2025年）》规定，按程序赋予深圳外国高端人才确认函权限，探索优化外国人来华工作许可和工作类居留许可审批流程；支持探索制定外籍“高精尖缺”人才认定标准，为符合条件的外籍人员办理R字签证和提供出入境便利等。

科学协同，实施大型科技行动计划

紧扣地区科学发展方向，实施大型科技计划。怀柔关注物质、空间等基础研究，承接国家科技创新重大项目；张江开展光子科学、类脑科学等前沿研究，布局量子信息技术等专项；合肥紧扣信息、能源等领域，启动量子通信与量子计算机研究国家重大专项。

推进核心技术研发。怀柔落实市技术创新行动计划，实施5G关键技术验证等11个前沿技术研究；上海设立市级科技重大专项，实施硅光子、脑与类脑智能等8个专项。此外，张江发起“全脑介观神经联接图谱”国际大科学计划，提升在运行大科学装置开放度，以形成多学科综合研究平台。

全超导核聚变托卡马克装置

同步辐射光源装置

优化科研协同机制。在构建协同创新网络方面，怀柔推进在京创新主体对接，加强大科学设施联动；上海建立科技创新功能集聚区建设联席会议制度，推进空间、产业和功能融合。

此外，中科院在科学中心建设中发挥了重大作用。中科院与北京签署共建协议并共建中科院怀柔校区，与安徽签署创新合作协议并共建合肥科学中心。在重点建设协同研究平台方面，中科院与上海市和北京市分别共建张江实验室、怀柔纳米能源所等平台。

四大综合性国家科学中心对杭州创建的几点启示

根据各省已经公布的“十四五”规划和2035远景目标，南京、武汉（东湖）、成都、西安、青岛等地都将申建综合性国家科学中心。

杭州是浙江的省会城市，具有丰富的科教资源，经济实力雄厚，数字经济发达，人文底蕴深厚，应聚焦数字经济、生命健康、新材料等领域，集聚一批国家重大科技基础设施、前沿交叉研究中心、关键共性技术平台和一流高校、科研院所，汇聚国际顶尖人才和创新团队，建设成为代表浙江省和长三角地区参与全球科技创新竞争与合作的重要力量和重要创新策源地，争创综合性国家科学中心。

学习四大综合性国家科学中心的建设经验，可以得到以下几点启示。

超强超快激光装置

打造重大基础设施集群

重大技术突破都离不开投入巨大财力与人力的大科学工程或重大科技基础设施。要使集中科技资源、开展协同攻关的制度优势更好地转化为前沿科技领域的竞争优势，还需以建设完善国家重大科技基础设施集群为抓手，引进高端生产要素和整合全球创新资源，深度融入全球科技创新网络。

科技基础设施是建设综合性国家科学中心的核心要件，是吸引和集聚高层次人才和优化创新资源的重要因素，要以建设重大科技基础设施集群为重点，打造科技创新策源地，努力提升原始创新能力，构建优势科研力量汇集的基础条件。

目前杭州仅浙江大学拥有1个在建的国家重大科技基础设施——超重力离心模拟与实验装置项目。顺应大科学时代学科交叉融合以及依赖重大科技基础设施的科学范式变化趋势，瞄准国际科技前沿，杭州应围绕数字经济、生命健康、海洋科学等领域，依托浙江大学、阿里巴巴、之江实验室、中国科学院肿瘤与基础医学研究所、北京航空航天大学杭州创新研究院等优势主体，加快推进建设新一代工业控制系统装置、量子精密测量与传感系统、重离子肿瘤精准治疗装置、城市大脑等重大科技基础设施（装置），打造国际引领性大科学装置集群。围绕芯片设计、操作系统等软硬件基础平台，将工业互联网平台、阿里eWTP（电子世界贸易平台）等建设成为国际公共科研大平台。

重大科技基础设施建设以省、市地方财政投入为主，建立相关行政审批绿色通道，在设施用地、市政配套等方面给予充分保障。

着力支持重大科技项目和人才团队建设

集全省之力，着力支持重大科技项目和人才团队建设。长三角三省一市要争取国家设立地区科技创新重大专项，联合攻关产业发展关键共性技术，加快推进一批科技合作项目建设。加强与四个科学城建立常态交流机制，积极承担国际前沿科学合作项目。在人才建设上构建具有竞争力的人才集聚制度，加强对青年人才的培养，加快吸引海外人才，借鉴北京、上海、深圳等地的

海外引才方式，分专业类别搭建全球高端人才资源平台，在全球范围内搜索关键人才，将全球高层次人才纳为己用。

建议深化科技人才领域“最多跑一次”改革，进一步完善分类管理、分级负责的外国人才管理监督机制。探索外国人工作、居留两项许可并联受理。畅通海外科学家来华工作通道。提高外国人才签证“含金量”，给予持证人免办工作许可权益。积极推进外国高端人才服务“一卡通”工作，在职业资格许可认定、商业医疗保险以及在境内停留、居留等方面提供便利。鼓励专业化、社会化服务组织为国际人才在杭州工作生活提供服务保障。建立科技人才安全预警和风险防范机制，做好海外引才安全保护工作。

构建科技成果转化生态体系

科技成果转化既是一轮创新研发活动的终点，也是后续创新研发活动得以持续涌现的起点和源头。以浙江省建设国家科技成果转移转化示范区为契机，构建科技成果转化生态体系。

一是建立有利于高水平科技成果发明创造和转移转化的评价体系。建立多元的成果评价体系和科学的考核分类体系，把产业需求、国家发展战略需要与研究工作和个人发展结合起来，改变科研人员迫于短期考核压力难以开展具有挑战性和长期研究的不当激励，为高水平创新人才创造潜心研究的环境。

二是形成成熟的转移转化模式和利益分配机制。真正调动广大科技人员参与科技成果转化积极性，探索构建多环节联合创新资助体系，提供宽松的政策环境和制度环境。

三是培育成果转化专业服务机构与人才。充分发挥社会各界的力量，支持社会化、专业化的技术转移机构，打造专业人才队伍，做好服务和支撑。

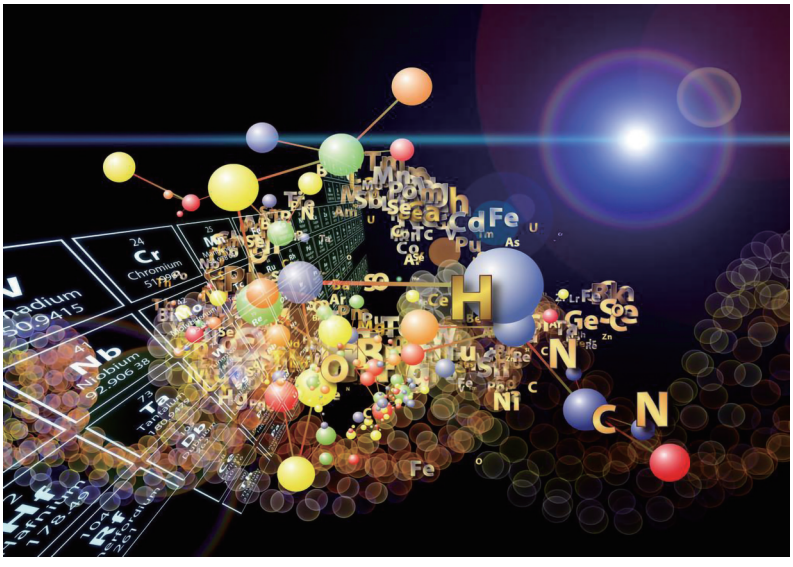
四是建设科技成果转化应用中心，以专业化、市场化、国际化服务为载体，构建从科研到产业化、再到资本运作的成果转化、企业高效孵化通道。坚持引进与培育相结合的产业发展战略，推动基础科研与产业发展需求有机衔接，形成双向协同的产业发展体系，强化新兴产业的策源作用。

培育构建协同创新网络式生态系统

创新生态系统是一个地区和城市创新发展的高级形态，综合性国家科学中心作为原始创新平台，同样需要积极营造多元主体协力的创新氛围，通过知识创造主体和技术创新主体间的深入合作和资源整合，形成以大学、企业、研究机构为核心要素，以政府、金融机构、中介组织、创新平台、非营利性组织等为辅助要素的多元主体协同互动的网络创新生态系统。

建议围绕国家科学中心建设，着力构建“产学研用金、才政介美云”十联动创新创业生态系统。加快推进科技企业孵化器、众创空间等平台载体建设，完善低成本、便利化、全要素、开放式的公共服务体系，办好创新创业大赛等品牌活动，形成创新创业新热潮。

本文为浙江省政府重大委托课题“高水平建设创新型省份的路径和对策研究”和浙江省软科学研究计划重大项目（编号：2021C15004）的阶段性研究成果。■



合成生物研究

杭州布局四大省实验室 建设世界级科创高地

□ / 文 本刊编辑部

2020年7月3日，浙江印发《关于建设之江实验室等浙江省实验室的通知》，提出建设之江实验室、良渚实验室、西湖实验室、湖畔实验室等4个实验室，从创新源头出发，集中力量加快建设高水平创新型省份。

“浙江省实验室”是一个全新的、以国家战略和浙江需求为导向而构建的实验室体系。围绕当前浙江大力推进的“互联网+”、生命健康和新材料三大科创高地建设，首批实验室布局十分明晰：之江实验室和湖畔实验室聚焦“互联网+”科创高地建设，良渚实验室和西湖实验室聚焦生命健康科创高地建设。每家实验室平均总投资达5年100亿元。

4家省实验室全都位于杭州城西科创大走廊这条创新大动脉上，这将为杭州城西科创大走廊高起点打造面向世界、引领未来、辐射全省的创新策源地提供充沛动能（见表1）。

表1 四家浙江省实验室建设情况

名称	地址	内容	聚焦产业	建设单位	性质
之江实验室	余杭区南湖科学中心	智能科学与技术浙江省实验室	布局智能感知、智能网络、智能计算、大数据与区块链、智能系统五大研究方向，打造智能科学基础前沿研究的核心高地。	浙江省政府 浙江大学 阿里巴巴	混合所有制事业单位性质的新型研发机构
西湖实验室	西湖区（分为云栖和云谷两个校区）	生命科学和生物医学浙江省实验室	突出代谢与衰老疾病、肿瘤机制研究两大领域，开展转化应用和应急医学研究，打造生命健康领域引领性高能级基础应用研究平台。	西湖大学 杭州市第一人民医院 浙大药学院	事业单位性质的新型研发机构
湖畔实验室	余杭区南湖科学中心	数据科学与应用浙江省实验室	面向世界数据科学与应用领域最前沿方向，开展基础研究和颠覆性技术创新，推动浙江成为世界数字经济创新策源地。	阿里巴巴达摩院	企业性质的新型研发机构
良渚实验室	未来科技城浙江大学医学中心	系统医学与精准诊治浙江省实验室	以系统与多组学研究和疾病精准诊治研发为主线，建设国内领先、国际一流的生命健康重大科创平台。	浙江大学	事业单位性质的新型研发机构

之江实验室：智能科学与技术浙江省实验室

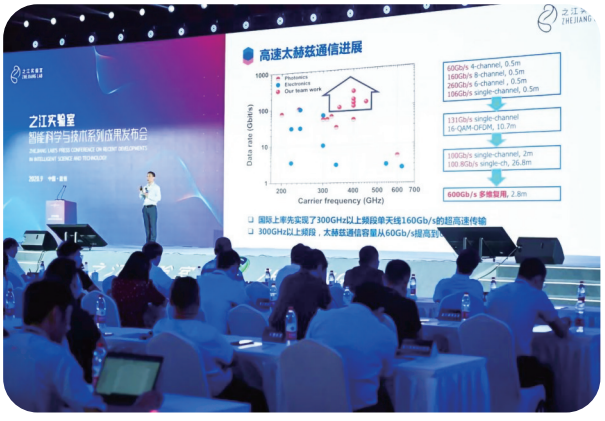
之江实验室位于余杭区南湖科学中心，是由浙江省政府、浙江大学、阿里巴巴集团采用混合所有制共同组建的新型研发机构，定位为打造“智能科学与技术领域全国领先的创新中心”。之江实验室以重大科技任务攻关和大型科技基础设施建设为主线，围绕智能感知、智能网络、智能计算、智能系统四大研究方向，开展前沿基础研究、关键技术攻关和核心系统研发，打造世界领先的基础研究和技术创新中心，全面支撑国家安全、数字经济和社会治理等重大战略领域的发展。目前，之江实验室已形成三个研究院和一个交叉研究中心，人员规模已超1800人，拥有11位国内外院士、80余位学术带头人。

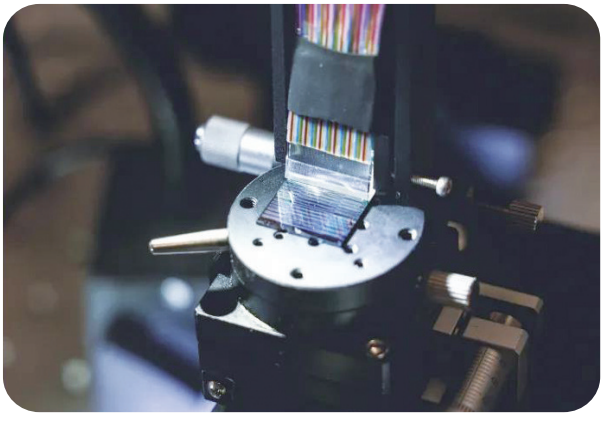
之江实验室坚持以国家重大战略为牵引，高标准谋划科研布局和装置平台建设，实施“1481创新工程”，获批承担国家级科研项目48项、省级项目35项，进一步拓展了服务国家战略和地方发展的深度和广度。

近年来，之江实验室聚焦关键核心技术，加强原始创新，一批重大科技成果竞相涌现——16个重大项目取得突破性进展；成功研制全球神经元规模最大的类脑计算机；开源上线完全具有自主知识产权的之江天枢人工智能开源平台；太赫兹通信系统实现全球领先技术指标；发表高水平论文115篇，实现Nature论文的连续突破；主导立项国际标准2项，国家标准1项。

之江实验室创造性地提出了“高原造峰”的协同攻关机制。实验室正大力推进的“先进工业互联网安全平台”项目，由邬江兴和孙优贤两位院士牵头，联合了国内10家优势科研单位的力量，较短时间内成功研制出内生安全文件存储系统、内生安全云管平台等多款核心装备。在项目实施上，实验室采取“大兵团作战”，突破学科界限，按需组织顶尖科研力量协同攻关。之江实验室智能机器人研究中心目前集聚了近100名全职科研人员，根据项目需要，灵活组合形成了多个科研项目团队，开展深海机器人、双足机器人、智能低空载人飞行器、智能机器人云控平台等研究。

之江实验室坚持“一切围绕科研，全力服务科研”，实施“摘星工程”，全力推动科研体制机制创新，积极探索新型举国体制的浙江实践，主动融入全球创新网络，携手剑桥大学、东京大学等国际知名高校科研攻关，深度参与全球首个人工智能伦理问题建议书编制，已与7家国内优势科研单位共建联合研究中心。





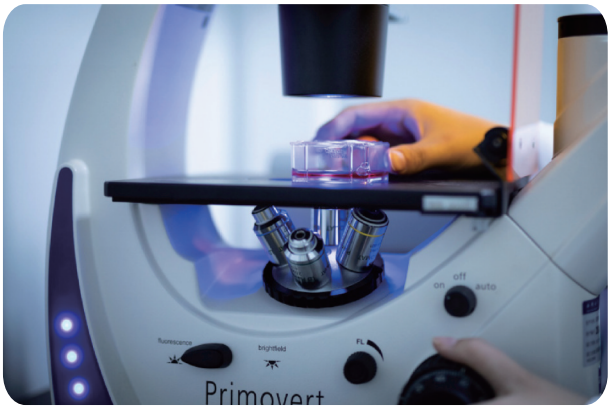
西湖实验室：生命科学和生物医学浙江省实验室

西湖实验室位于西湖区，分为云栖和云谷两个校区，2020年7月纳入浙江省第一批省实验室建设行列，由西湖大学、杭州市第一人民医院、浙江大学药学院共同组建，定位于成为“生命科学发展引领者、生物医学创新策源地和生物产业升级新引擎”，重点攻关代谢与衰老疾病、肿瘤机制研究两大领域。

西湖实验室依托西湖大学，是非营利独立法人单位，实行理事会领导下的主任负责制，下设基础研究中心、转化应用中心和应急医学中心三大实体中心。西湖实验室的创办宗旨是聚焦国家和浙江省生命健康重大战略需求，围绕生命科学和生物医学领域重大科学问题、重大科技任务，加快取得生命科学根本规律和生物医学先进技术等领域重大原创性成果和核心关键性突破，打造“国际一流、国内领先”的生命健康重大创新平台。截至2020年底，西湖实验室已签约独立实验室负责人55位、入职50位，建立起一支国际化、年轻化的队伍。目前实验室云栖校区已投入使用；云谷校区一期工程已全面封顶，拟于2021年7月交付使用。

西湖实验室自成立以来，取得了多项国际顶尖研究成果，在科技成果转化应用方面也取得一定进展。2020年，实验室成立3家生物技术公司，其中西湖生物医药科技（杭州）有限公司完成近亿元Pre-A轮融资。西湖生物医药以临床研究为基础，细胞治疗为核心，致力于开发多种针对罕见病、癌症、免疫与代谢等重大疾病的创新细胞治疗产品。打造红细胞药物技术平台REDx，即通过工程化改造红细胞，使其携带各类药物并回输患者体内，治疗各类重大疾病。

周强团队在国际顶尖期刊《Science》发表文章，首次成功解析新型冠状病毒细胞表面受体ACE2的全长三维结构，以及新型冠状病毒表面S蛋白受体结合结构域与细胞表面受体ACE2全长蛋白复合物的三维结构，并解析了新冠病毒S蛋白与中和抗体4A8复合物的结构，为靶向S蛋白N端结构域的药物设计和治疗策略提供了基础。



郭天南团队在国际顶尖期刊《Cell》发表论文，揭示了重症患者的血清中存在多种独特的分子变化，并找出了重症患者一系列特征性的重要生物标志物，将有望为预测轻症患者向重症发展提供导向。系统描绘了新冠患者多器官病变的蛋白质组全景，揭示了分子病理改变，为新冠感染的机制研究和新冠患者的治疗提供新的线索。

卢培龙团队在世界上首次实现跨膜孔蛋白的精确从头设计，为人工设计具有重要功能的跨膜蛋白质奠定了坚实的基础，也为人工蛋白质后续可能的应用打开了大门，有望为纳米孔基因测序、分子检测等生物技术提供新的检测手段，相关研究成果发表在国际顶尖期刊《Nature》。

施一公团队在国际顶尖期刊《Science》报道了世界上第一篇剪接体重塑机制的结构研究。首次揭示了位于剪接体原位的ATPase/helicase高分辨率的三维结构，为理解剪接体激活重塑的分子机理提供了迄今最清晰的结构信息。

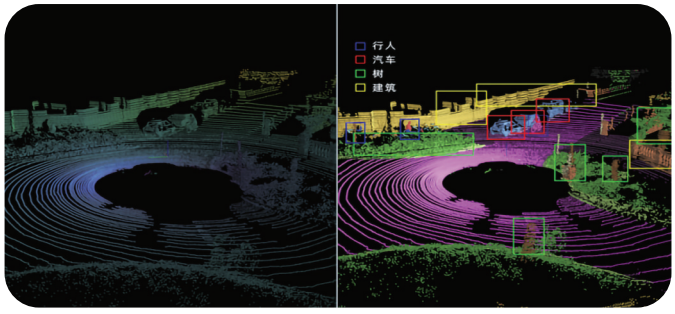
湖畔实验室：数据科学与应用浙江省实验室

湖畔实验室位于余杭区南湖科学中心，以阿里达摩院为建设主体，阿里云智能为支撑单位，定位于建成“国际一流水平的引领型、突破型、平台型国家级重大创新平台”。阿里达摩院成立于2017年，近3年来频频取得重大技术突破和世界级科研成果，目前已在全球顶级学术会议上发表论文650余篇，获得了机器智能国际大赛的60余项冠军，在以机器智能为代表的数据科学研究领域处于全球领先地位。达摩院目前建有语音实验室、视觉实验室、语言技术实验室、决策智能实验室等14个实验室，是目前国内在前沿数据科学研究布局最广最深的研究机构。

湖畔实验室将构建数据科学中心、前沿科技中心、产业应用中心三大基础能力中心，与外界共建学术合作、人才培养两大核心支撑基地，打造面向未来的数据科技公共服务平台，形成“三中心、双基地、一平台”的实验室布局。一期建筑预计2023年建成。

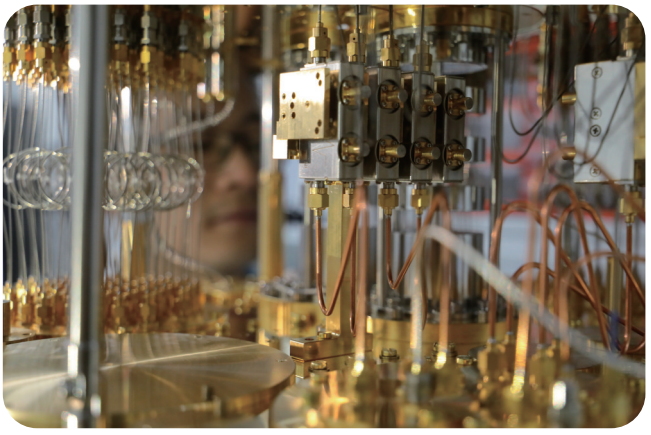
至今，湖畔实验室在设立的“4+X”研究领域，即机器智能、数据计算、机器人、金融科技和“X”的研究方向，取得了许多创新成果。

“小蛮驴”——2020年9月，阿里巴巴达摩院发布首款物流机器人小蛮驴。小蛮驴的定位是面向小区、高校园区和办公园区等末端物流场景，提供快递包裹、新零售和本地生活的最后三公里配送服务的智能机器人。它具有类人认知智能，大脑应急反应速度达到人类的7倍。小蛮驴主要使用达摩院的AI和自动驾驶等技术，如算法能力、软硬一体化设计能力

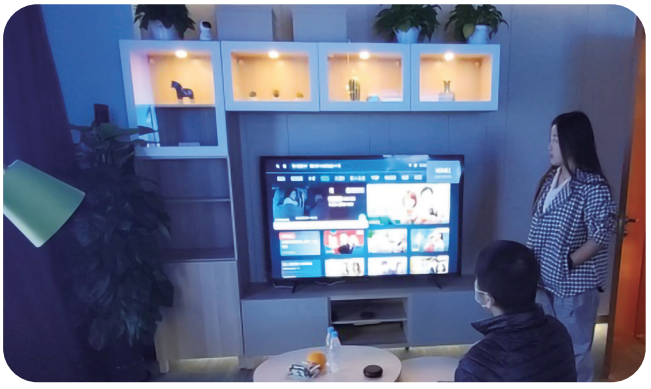


等。在算法架构层面，达摩院提出“小前台、大中台”算法架构。在算法感知方面，小蛮驴借助达摩院自研的3D点云语义分割算法，能识别“厘米级”障碍物，且具备精细化理解环境的能力。

“太章2.0”——2020年12月，阿里巴巴发布阿里云量子开发平台，开源自研量子计算模拟器“太章2.0”及一系列量子应用案例。这将有力地支持从业人员设计量子硬件，测试量子算法，并探索其在材料、分子发现、优化问题和机器学习等领域内的应用。达摩院量子实验室在量子计算的经典模拟方向长期处于国际领先。此前，其自研的“太章1.0”提出了独创的张量网络收缩的动态拆分办法，大幅减少量子电路模拟的代价，为学界与业界广泛采用。此次开源的内核量子引擎“太章2.0”通过进一步的算法创新，再次大幅度降低资源消耗。



“读光计划”——2020年12月，阿里巴巴与中国盲文图书馆、浙江大学共同发起“读光计划”，将为1732万名视障人群创造更友好的数字生存环境。首批成果包括阿里云、浙江大学与中国盲文图书馆联合共建“智能家居馆”。其中，达摩院视觉实验室与浙江大学合研的OCR技术取得突破，实现了复杂排版下段落及表格顺序的识别，整体识别准确率达99%以上。



良渚实验室：系统医学与精准诊治浙江省实验室

良渚实验室坐落于未来科技城的浙江大学医学中心，设有医学研究、临床试验和医疗（浙大一院余杭院区）三个模块。良渚实验室集聚创新技术和临床优势资源，聚焦未来医学需求，在系统解析疾病发生发展机制的基础上发展精准诊治技术，致力成为集“疑难重症诊治中心”“个性化诊疗技术创新源”和“健康产业孵化基地”于一体的生命健康领域科技创新高地。

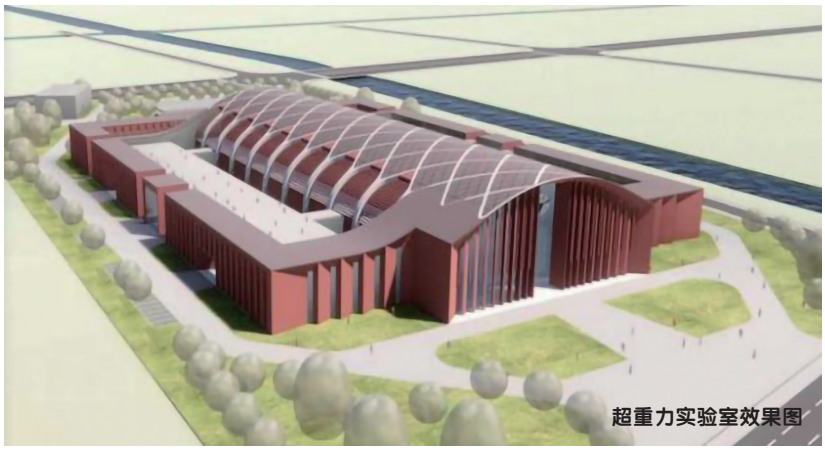
良渚实验室以疾病为导向，聚焦共性临床需求，以多组学等高能科技为支撑，融合生物技术和信息技术，以明确疾病表型组差异的发生发展规律为根本科学任务，重点推进重大精神神经疾病、疑难未诊断疾病、血液与免疫疾病等疾病方向的系统与多组学及精准诊治创新研究，搭建高标准的公共服务平台，形成从前沿科学、应用基础到临床试验的全链式研发体系，打造国内领先、国际一流的生命健康重大创新平台。

实验室牢牢把握“浙江省医学科技策源地，生命健康产业主引擎”的定位，以重大临床问题为导向、前沿基础研究为核心、精准诊疗技术创新为抓手，依据“强核心、多基地、网络化”总体布局要求，充分发挥“一核多点”优势。

“一核”即依托浙江大学学科综合优势这一核心优势。浙江大学大力支持实验室建设，充分发挥综合性大学学科和人才优势。同时，学校积极推动实验室的人才队伍建设，符合学校高层次人才引进标准与聘任条件的人员将纳入学校教师队伍管理。

“多点”即调动全省医学领域优势科研团队的力量。近年来，浙江省高校及科研院所在基因编辑、细胞治疗、蛋白药物、合成生物学等领域形成了一批掌握核心关键生物技术的团队，也在大数据、互联网、人工智能等核心信息技术前沿方向涌现出一大批科技人才，产生了一批高水平成果，形成了交叉融合的发展态势。

实验室建设将积极发挥新时代新型举国体制的优势，整合政府、高校、社会、企业等多方资源，以“突破引领、学科交叉、综合集成、对标一流”的路径共同打造国际一流、国内最高水平医学创新载体，成为浙江省生命健康科学规律的第一发现者、精准诊治技术发明的第一创造者、创新产业的第一开拓者、创新理念的第一实践者。■


超重力实验室效果图

杭州大科学装置建设进展及思路建议

□ 文 / 刘 娟 浙江大学工业技术转化研究院

基础研究是科技创新的供给源头。

为了有效解决“从0到1”环节的创新基础研究成果欠缺问题，科技部等五部委根据《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》，于2020年1月21日印发了《加强“从0到1”基础研究工作方案》。方案明确指出，北京怀柔、上海张江、合肥、深圳已建设我国综合性国家科学中心，并鼓励和支持地方政府结合自身优势和特色，制定出台加强地方基础研究和应用基础研究的政策措施，加大地方政府对基础研究的支持力度。

2020年10月，十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中提出，坚持创新在现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。这是我们党在编制五年规划建议历史上的第一次。

大科学装置是新基建的重要内容

作为综合性国家科学中心重要组成部分的“大科学装置”，是重大科技基础设施建设的重要内容，也是“新基建”（包含信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施）中创新基础设施的重点建设内容之一。

大科学装置之“大科学”一词出自1962年6月美国科学家、科学计量学奠基人和情报科学创始人之一普赖斯。他在《小科学、大科学》中提出，二战后，随着科学快速发展，大学实验室所从事的“小科学”研究逐渐向多学科综合应用型的“大科学”研究转变，其特征主要为研究经费投入大、学科领域交叉广、参与研究人员及机构多、实验设施条件精贵且复杂、研究目标宏大等。

关于大科学装置的定义，尚未有定论。综合学界的说法，主要指：为在科学技术前沿取得重大突破，通过较大规模投入和工程来建设，建成后需长期稳定运行和持续开展科学技术活动，以实现重要科学技术和公益服务目标的国家大型基础设施。因而，大科学装置又称为国家重大科技基础设施。

建设大科学装置的意义在于用极限研究手段去突破前沿科学的挑战，发现自然规律、探索未知世界、实现技术变革。大科学装置是创新驱动发展、增强科技国际竞争力、实现科技强国目标的重要公共平台，支撑着基础科学前沿研究和多学科交叉前沿研究发展，标志着一个国家核心、原始创新能力的高低。同时，大科学装置是众多高新技术的源泉和高新技术产业的摇篮，推动着经济社会全面、协调、可持续发展，也为国家安全提供着必不可少的基础科技。

表1 大科学装置分类表

应用目的	投资渠道	承建形式	运行方式	发展生命期
● 为多学科领域的基础研究、应用基础研究和应用研究服务的公用实验装置 ● 为特定学科领域的重大科学技术目标建设的专用研究装置 ● 为国家经济建设、国家安全和社会发展提供基础科技数据与信息等技术支撑，并开展相关科学技术研究的公益科技设施	● 国家投资 ● 国家和其他方共同投资	● 一个法人单位独立建设 ● 一个法人单位负责并与多个单位共同建设或委托其他单位运行	● 一个法人单位独立运行 ● 一个法人单位负责并与多个单位共同运行或委托其他单位运行	● 工程预先研究期 ● 工程建设期 ● 装置运行期

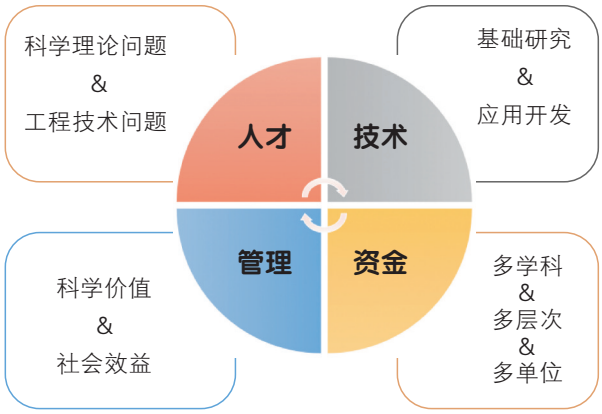


图1 大科学装置系统要素图

我国大科学装置建设特色

中国科学院作为中国自然科学最高学术机构、科学技术最高咨询机构、自然科学与高技术综合研究发展中心，亦成为了建设和运营大科学装置这一科学“重器”的主要力量。据统计，我国现有在运行的大科学装置20个，在建的有11个。从相关管理规定可知，中科院对大科学装置分别按照应用目的、投资经济建设、承建形式和运行方式及发展生命期进行了相关分类，具体如表1所示。

从现有布局来看，中国的大科学装置正在朝多领域、综合性、地域分散及多部门共建方向发展，其特征也日趋凸显，主要体现为“两性一大一长三集聚”：“两性”指其大科学装置兼具科学性和社会性，既有明确的前沿科学技术目标又面向国家发展战略，既是先进的复杂的科研专用设施又是开放性的社会公共平台；“一大一长”是指规模大、建设运行周期长；“三集聚”则是人才集聚、资金集聚及技术集聚。

“两性一大一长三集聚”的特性亦意味着大科学装置建设运营具有复杂性、系统性，既有基础研究又有应用研发，既有基础科学问题又有工程技术问题，需从无到有来建设，更需长期良性运营，在产生科学技术巨大价值意义的同时还需有力推动经济社会发展，如图1所示。

杭州大科学装置的建设路径

为鼓励社会企业积极与高校、院所开展产学研合作，承担重大创新载体平台建设，早在2016年，杭州市就针对浙江省下发的《关于补齐科技创新短板的若干意见》，出台了《关于深化改革加强科技创新加快创新活力之城建设的若干意见》（市委〔2016〕16号），政策核心点即就省文件中条款“我省企业牵头承担国家工程实验室、国家重点实验室、国家工程（技术）研究中心、国家企业技术中心、国家地方联合工程研究中心（工程实验室）、国家制造业创新中心等国家级重大创新载体建设任务的，予以最高3000万元支持”予以响应，对本市企业承担国家级重大创新载体建设进一步给予资金支持，明确原则上按浙江省扶持经费1:1比例予以配套。

近几年来，杭州不断加大全市研发投入，研发经费投入占地区生产总值比重逐年提高，2019年杭州市研发与实验发展经费达到530.4亿元，其中财政科技支出为148.2亿元。与此同时，在基础研究和应用基础研究方面得到了政府的进一步关注，大科学装置建设布局取得了突破性进展。

2019年，浙江大学牵头的“超重力离心模拟与实验装置”获批启动建设。“多维超级感知重大科技基础设施（之江实验室）”“超灵敏量子极弱磁场和惯性测量重大科技基础设施（北航杭州研究院）”“新一代工业互联网系统信息安全大型试验装置（浙江大学）”等3个大科学装置已进入国家发改委评审阶段，有望获批建设。

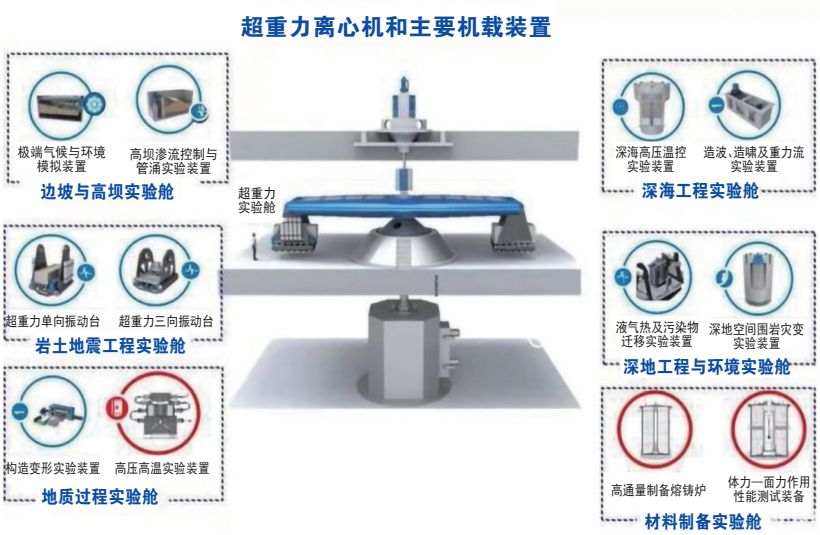
超重力离心模拟与实验装置建设的“浙大模式”

“超重力离心模拟与实验装置”是第一个落地浙江省的国家重大科技基础设施项目。

浙江大学作为牵头单位，早在2017年筹备酝酿期就在机构设置和科学家人才团队配置上做了精心部署，成立了浙江大学超重力研究中心，组建了10名院士为核心的科学与技术队伍。陈云敏院士担任中心主任兼首席科学家，并设立了学术委员会，其中有8名院士委员，张泽院士担任委员会主任。

之后，教育部和浙江省政府建立了省部协同机制，浙江大学于2020年6月印发《浙江大学超重力离心模拟与实验装置国家重大科技基础设施项目建设管理办法（暂行）》通知，成立了国家重大科技基础设施建设（推进）指挥部，总指挥由校领导兼任。指挥部下设办公室，设置综合组、工艺组、工程组等三个工作组，由指挥部办公室负责三个工作组的统筹协调。项目建设的体制机制也在不断创新，项目建设以问题为导向，边论证边建设边出成果，逐步形成了高校建设国家重大科技基础设施项目的“浙大模式”。

据公开数据，作为“十三五”时期优先启动建设的10项国家重大科技基础设施项目之一，“超重力离心模拟与实验装置”主要建设内容包括2台全球容量最大的高速超重力离心机，容量分别为1900g·t（重力加速度·吨）和1500g·t（重力加速度·吨）；6座超重力实验舱，分别为用于验证重大工程服役性能的边坡与高坝实验舱和岩土地震工程实验舱，支撑我国能源和矿产资源开发向国际先进水平迈进的深海工程实验舱和深地工程与环境实验舱，增强我国地球科学和材料科学研究的原始创新能力的地质过程实验舱和材料制备实验舱；18台机载装置，其中6台为世界首创、12台技



由陈云敏团队自主研发的高速铁路全比尺动力试验创新装置

术指标国际领先。

该项目计划总投资约为21亿元，其中国家投资18.5亿元，浙江省配套2.5亿元，用地89亩，建筑面积34560平米，建设周期5年。

该项目首席科学家陈云敏院士介绍，这一在建的全球容量最大、应用范围最广的超重力多学科开放共享实验平台通过超重力离心机与力学激励、高压、高温等机载装置综合集成，构建了超重力场与极端环境叠加一体的复杂科学实验场景。在此场景内，可以对从瞬态到万年时间尺度、从原子级到千米级空间尺度、从常温常压到高温高压等多相介质运动进行观测，具有时空压缩、能量强化和加速相分离三种基本科学效应，为地质过程演变与成岩成矿、岩土体大时空演变与成灾、合金熔体超重力凝固的机理研究，为深地深海资源开发、重大基础设施建设、高性能材料研发等提供基础支撑。

杭州3个待建大科学装置介绍

除了超重力离心模拟与实验大科学装置获批启动建设以外，杭州还有3个大科学装置已进入国家发改委评审阶段。

据有限的公开材料得知，多维智能感知大科学装置作为之江实验室“1481科研工程”（1个国际大科学计划，4个大科学装置，8个重大科技应用平台以及100个重大科研项目）的重点版块，将围绕多维感知融合和类人五感极限感知研发并建设超级感知数据与计算支撑平台。

2020年10月，北京航空航天大学房建成院士团队与杭州高新区（滨江）“超高灵敏极弱磁场和惯性测量装置”重大科技基础设施培育项目签约。该设施的培育建设将紧密围绕“四个面向”，服务国家战略、军民融合，助力产业变革。落地在滨江区的北航量子精密测量与传感技术实验大楼未来应用将促进芯片化量子传感器的产业化，带动无人系统导航及高端医疗设备等千亿级产业的形成和发展。

2020年7月发布的《浙江省新型基础设施建设三年行动计划（2020—2022年）》中，明确提出要大力推进大科学装置建设，建设大规模、通用化、高拟合的新一代工业

互联网系统信息安全大型实验装置。该装置将实现工业互联网在大规模、高精度、高逼真极限条件下信息安全与功能安全的综合深度分析、检测、验证与评估，从根本上解决我国工业互联网系统信息安全重大隐患。

大科学装置发展的“杭州战略”探索

为进一步推进大科学装置建设在杭州的快速稳步发展，杭州应以国内大科学装置的建设发展的几十年历程及美国、德国、日本等发达国家的成功经验为鉴，进一步加强开放合作。

一是尝试程度不等的国际合作，充分集聚参与方在规划设计、投资评估、建设运营和管理服务等方面的优势，提高大科学项目成功率；

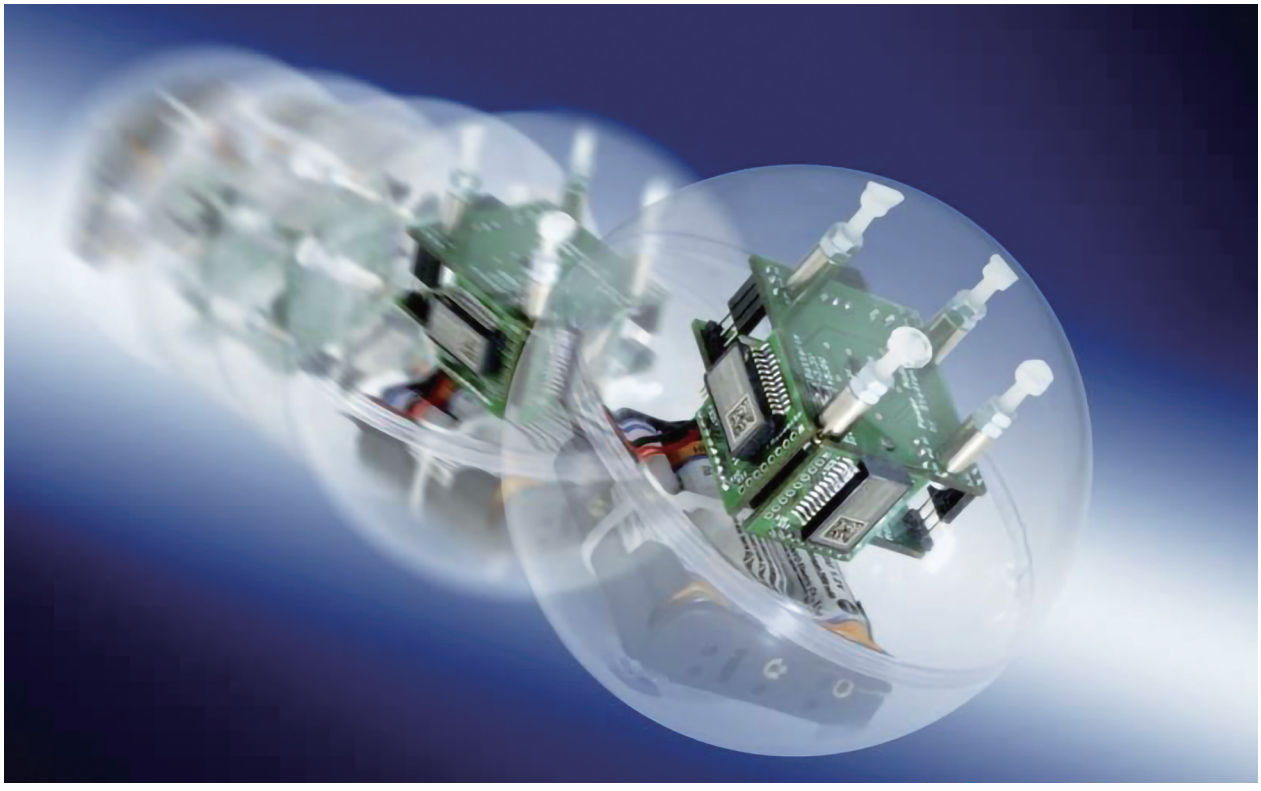
二是应进一步重视从不同视角不定期发布未来大科学装置发展战略报告和发展路线图，设立专门机构制定发展指南和发展战略规划；

三是在确保大规模持续稳定投入的同时，鼓励支持大科学装置向社会开放，公益免费使用与市场收费使用并行，充分发挥其社会效益，成为高层次人才培养基地和高端科普教育基地；

四是进一步发挥大科学装置的产业集聚和辐射效应，提升装置经济价值，聚焦优势重点产业，加速成果转移转化，形成产业与装置设施的良性互动，打造经济发展新引擎。

继北京、上海、合肥和深圳成功创建成为综合性国家科学中心城市后，我国又有多个省会城市开始角逐，争创综合性国家科学中心。与科教强市武汉、南京、西安，国家中心城市成都，以及国家第一大经济省份广东的省会广州等强劲对手相比，杭州创建综合性国家科学中心有其得天独厚的优势积累——既可依托以浙江大学为首高校院所科研人才高地，又可借助阿里巴巴、海康威视等企业集群的强大科技成果转化与应用技术能力。

高速的产业发展和经济社会发展使得重大科技基础设施群建设成为必然亦可能，大科学装置布局和集聚必将吸引一批全球顶尖科研机构和一流研究团队，有效推动多学科交叉前沿研究，从而有力保障杭州在科技创新方面持续位居全国前列。■



超灵敏量子极弱磁场和惯性测量重大科技基础设施

创建综合性国家科学中心城市的科创资源比较

文 / 王 宏 杭州市科技信息研究院

近年来，我国科技创新跨越发展动能加快集聚，已经进入从量的积累到质的跃升、从点的突破到系统提升的关键时期。

当前，从省域到市域，创新实力竞争日趋激烈，特别是在基础研究方面，各地区的竞争加剧，各地在研究与试验发展经费（R&D经费）上的投入强度也显示出对研发的重视程度（见表1）。综合性国家科学中心是国家科技领域竞争的重要平台，也是国家创新体系建设的基础平台，可以预见，它必将成为各省域间科技竞争的高地。

目前，国内已创建有四个综合性国家科学中心，分别位于上海张江、安徽合肥、北京怀柔、广东深圳，分布在华东、华北以及华南地区，未来将必定会有更多综合性国家科学中心落地。

根据《中国基础研究竞争力报告2020》数据，强省之间的基础研究竞争尤为激烈。北京基础研究竞争力卓越，为第一梯队；第二梯队总体优势较为显著，竞争进入白热化，江苏、广东、上海之间的差距不是很大；第三梯队成员之间竞争较为激烈（见图1）。目前，基础研究竞争力前三梯队里的江苏、广东、浙江、湖北、山东、陕西、四川，都提出将支持省会城市创建综合性国家科学中心。与其争论第五家综合性国家科学中心花落谁家，不如看看这些省会城市都有哪些“硬本领”（见表2）。

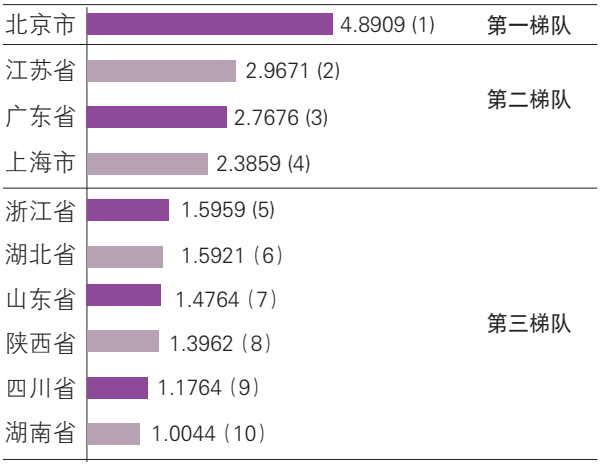
各国各地的发展轨迹一再表明，科学技术才是第一生产力。哪里的科技走在前，哪里就能提升社会、经济、工业地位。研究一个地域的科创资源，在一定程度上可以更好的了解这一地域的科技硬实力。创建综合性国家科学中心的条件不仅于此，但它却是一个重要的基础条件。

表1 2019年各地区R&D投入情况（前十名）

地 区	R&D经费（亿元）	R&D经费投入强度（%）
北京	2233.6	6.31
上海	1524.6	4.00
天津	463	3.28
广东	3098.5	2.88
江苏	2779.5	2.79
浙江	1669.8	2.68
陕西	584.6	2.27
山东	1494.7	2.10
湖北	957.9	2.09
辽宁	508.5	2.04

数据来源：《2019年全国科技经费投入统计公报》

图1 2019年基础研究竞争力指数（综合排名）



数据来源：《中国基础研究竞争力报告2020》

习近平总书记在科学家座谈会上指出："我国面临的很多'卡脖子'技术问题，根子是基础理论研究跟不上。"要解决一些重大科技问题，仅凭一家之力是远远不够的。目前，各地在争创综合性国家科学中心的过程中，也纷纷发力加强基础研究，相信在可预见的将来，中国的科技版图必将呈现百家争鸣的盛况。■

表2 创建综合性国家科学中心城市科创资源对比

城市	预想承载主体	重大科技基础设施	国家重点实验室（家）	重大创新研发平台	依托高校资源	相关文件
成渝（成都–重庆）	西部科学城	中国环流器二号M装置、高海拔宇宙线观测站、空间环境地基综合监测网（子午工程二期）圆环阵太阳风射电成像望远镜、极深地下极低辐射本底前沿物理实验设施、转化医学研究设施（四川）项目、多功能结冰风洞、大型低速风洞等	22	华为成都研究院、京东方创新中心、成都超算中心、国盾融合创新中心、中国自然人群资源库重庆中心等	四川大学、电子科技大学、西南交通大学、重庆大学、西南大学等	重庆高新区、成都高新区提出双方将以"一城多园"模式合作共建西部科学城，依托西部科学城共同推进综合性国家科学中心建设，构建成渝协同创新共同体。
武汉	长江科学城	国家脉冲强磁场科学中心、精密重力测量研究设施、极低频探地工程WEM台、第四代同步辐射光源（武汉光源）、武汉国家生物安全实验室等	22	抗病毒疫苗药物研发中心、云湖平台–湖泊复合生态研究模拟器等	武汉大学、华中科技大学、中国地质大学（武汉）、武汉理工大学等	《中共湖北省委关于制定全省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提到，争创武汉东湖综合性国家科学中心，打造具有全球影响力的科技创新策源地。
南京	南京麒麟科学城	中国南极天文台、未来网络试验设施、作物表型组学研究设施、生物医学大数据基础设施、高效低碳燃气轮机试验装置等	29	空间天文前沿科学与技术研究中心、水土环境研究中心等	南京大学、东南大学、南京航空航天大学、河海大学、南京理工大学等	《中共江苏省委关于制定江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提到，支持南京创建综合性国家科学中心。
广州	南沙科学城	人类细胞谱系大科学研究设施、冷泉生态系统观测与模拟实验装置等	20	人工智能与数字经济广东省实验室（广州）、广州再生医学与健康实验室、南方海洋等科学与工程实验室等	中山大学、华南理工大学、暨南大学等	广州市进一步加快促进科技创新的政策措施》提到，加强创新基础能力建设，积极创建综合性国家科学中心。
济南	济南科创城	电磁驱动地面超高速科学研究与测试装置、大气环境模拟系统等	21（山东省数量）	国际医学科学中心、量子大科学中心、国家超级计算济南中心等	山东大学等	《中共山东省委关于制定山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提到，加快建设中国科学院济南科创城，布局建设大科学装置，全力创建综合性国家科学中心。
西安	西安科学城	国家分子医学转化科学中心、西安高精度地基授时系统——总体运控中心和科学实验平台等	21（陕西省数量）	国家超算（西安）中心、交叉信息核心技术研究院等	西安交通大学、西北工业大学、西安电子科技大学、长安大学等	2020年11月27日，《中共陕西省委关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中，陕西省委全会提出了"着力推动西安综合性国家科学中心建设"。

数据来源：各市2019年国民经济和社会发展统计公报、科技局网站

杭州国家重点实验室建设情况速览

□ 文 / 王道明 杭州电子科技大学

杭州作为浙江省会、长三角城市群副中心城市，是近年来风头正劲的科技创新型城市，建设综合性国家科学中心，杭州有基础、也有条件。

目前，杭州有13个国家重点实验室，2个企业国家重点实验室（见表1）。杭州全力支持各大实验室建设，力争打造国际一流的“互联网+”、生命健康和新材料科创高地。■

表1 在杭国家重点实验室和企业国家重点实验室

计算机辅助设计与图形学国家重点实验室	依托浙江大学，由校内计算机系、数学系和机械系三系共建。实验室于1989年正式列入国家建设计划，1992年建成并通过验收。主要从事计算机辅助设计、计算机图形学的基础理论、算法及相关应用研究。实验室具备较大的国际学术影响。
现代光学仪器国家重点实验室	依托浙江大学，于1989年批准成立，1995年建成并通过验收，1996年正式对外开放。实验室设有精密光学检测技术及仪器、光学与光电子薄膜、光辐射测量与光谱技术、激光与非线性光学和光子信息技术五个研究方向。
硅材料科学国家重点实验室	原名高纯硅及硅烷国家重点实验室，于1985年批准建设，1987年通过验收，1988年正式对外开放，是国内最早建立的国家重点实验室之一。实验室坚持长期、系统、稳定地工作，在以硅为核心的半导体材料领域，包括半导体硅材料、半导体薄膜材料以及复合半导体材料等研究方向，已成为国家在硅材料及半导体材料方面的科学研究创新及高级人才培养的主要基地之一。
化学工程联合国家重点实验室（浙江大学分室）	实验室于1987年批准建设，1991年建成并开放运行，由清华大学、天津大学、华东理工大学和浙江大学四个分室组成。浙江大学分室坚持以占整个石油化工产值近70%的高分子合成工业为对象，以聚合过程效能的最大化、聚合物产品结构的可控化、聚合过程与聚合物的绿色化、功能聚合物材料的实用化为目标，根据国际化学工程学科的发展趋势，将研究方向定位于“聚合过程工程”与“聚合物产品工程”。
工业控制技术国家重点实验室	它是国家计委于1989年批准建设的第一批国家级高科技研究重点实验室之一，依托单位为浙江大学，1995年通过验收，正式对外开放。实验室以控制理论、自动化仪表及系统、系统工程与优化以及机器人技术为主要研究方向，与许多国际知名的自动化研究单位建立了良好的合作关系。
能源清洁利用国家重点实验室	其前身为1993年成立的“洁净燃烧技术国家教委开放研究实验室”，2005年批准建设，2006年6月通过验收，依托单位为浙江大学。实验室以建设国内领先、国际先进的能源科学技术研究基地为目标，为我国能源与环境的高技术产业发展提供原创性的、具有自主知识产权的核心技术，为解决我国能源与环境的重大需求提供科学技术支撑，并成为国家能源科学技术领域的重要研究基地、技术应用与辐射基地、凝聚和培养拔尖创新人才基地和高技术产业关键核心技术的源泉。

传染病诊治国家重点实验室	依托浙江大学和传染病学国家重点学科，2007年批准建设，2009年通过验收。实验室融科研、医疗、教学为一体，围绕传染病的诊断和治疗等科学前沿问题开展研究，重点研究解决严重危害人类健康的传染病发病机制与诊治的关键问题。
卫星海洋学与海洋环境动力过程国家重点实验室	其前身是国家海洋局海洋动力过程与卫星海洋学重点实验室，集中了国家海洋局第二海洋研究所在物理海洋、海洋遥感和海洋生态等方面的传统优势和人才力量，于2006年批准建设，2009年通过验收。实验室以卫星海洋环境动力学为主攻方向，以国家海洋环境安全和海洋生态系统产出与服务中的重大需求为牵引，以卫星遥感和Argo浮标等海洋观测新技术为重要手段，开展多学科交叉与整合研究，重点解决在中国近海及邻近洋区中所面临的海洋环境科学问题。
水稻生物学国家重点实验室	2003年批准建设，2006年通过验收，以水稻资源学研究和分子育种为重点，以水稻种质改良与创新的遗传学、发育生物学、环境生物学和分子育种为主要研究方向。
流体传动及机电系统国家重点实验室	其前身是由原国家科委、国家教委联合批准于1981年成立的浙江大学流体传动及控制研究室。1985年1月被原国家教委批准为首批开放实验室，1989年进入世界银行贷款国家重点实验室建设系列，1995年建成并通过验收，1997年通过评估。实验室提供了本领域国内一流的研究条件。
含氟温室气体替代及控制处理国家重点实验室	实验室由浙江省化工研究院申报，于2015年获批建设。含氟温室气体替代及控制技术体现了应用基础研究和竞争前共性技术发展前沿，为含氟温室气体减排提供了解决方案。实验室确立了气候友好替代品创制、应用技术开发研究、替代品标准体系建设和资源化利用研究四个研究方向。
亚热带森林培育国家重点实验室	2017年由科技部和浙江省政府联合发文批准建设，依托单位是浙江农林大学，是浙江省省属高校首个国家重点实验室，也是一个以应用基础研究为主，并承担高层次人才培养任务的森林培育领域综合性国家级开放实验室。实验室围绕亚热带地区森林资源质量精准提升及生态安全等问题，设立亚热带林木种质创新与繁育、亚热带林木栽培生理与品质调控、亚热带森林经营与生产力提升、亚热带森林生态服务功能与利用四个研究方向。
植物生理学与生物化学国家重点实验室	在原农业部中国农业大学植物生理生化开放实验室的基础上建立，2002年1月经科技部正式批准建设，2006年7月通过国家重点实验室评估。实验室主要围绕我国实现资源节约型可持续农业发展战略中的重大科学问题和国家需求开展基础及应用基础研究工作。
特种化学电源国家重点实验室杭州新材料研究中心（企业国家重点实验室）	由梅岭电源与浙江鹏辰造纸研究所有限公司共同组建特种化学电源国家重点实验室杭州新材料研究中心，充分发挥梅岭电源的化学电源技术专业优势和浙江鹏辰的材料研发专业优势，2019年12月挂牌，旨在通过优势互补、资源共享，共同促进电池新材料及相关技术的研究和应用。
风力发电系统国家重点实验室（企业国家重点实验室）	实验室是浙江省首个依托企业建设的国家重点实验室，依托浙江省大型清洁能源企业浙江运达风电股份有限公司建立，于2010年获批建设。实验室紧密围绕风力发电的关键共性技术问题开展研究，凝练了风力发电机组的总体设计技术、控制技术、检测和试验技术、海上风电关键技术等四大研究方向，建设了半物理仿真试验平台、6MW全功率试验平台、变桨系统试验平台，为我国风电技术产业的发展做出了积极的贡献。

促进杭州集成电路产业高质量发展的对策建议

□ 文 / 施勇峰 杭州市科技信息研究院 陈光磊 浙江省半导体行业协会

集成电路产业和软件产业是信息产业的核心，是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。2019年，美国打压华为，将杭州市海康威视、大华股份等列入“实体清单”，由此狙击我国科技进步和产业升级，凸显芯片的重要性，警示我们必须毫不犹豫地加快推进集成电路产业高质量发展。

近日，国务院印发了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》，让社会进一步聚焦集成电路产业发展。市科技信息研究院、省半导体行业协会对杭州市集成电路产业进行了专题调研，形成了促进杭州市集成电路产业高质量发展的对策建议。

浙江集成电路产业发展格局的变化

2019年，浙江省集成电路产业实现销售收入781亿元，同比增长17.3%，产业规模居国内省（区、市）前列。其中，集成电路设计实现销售收入202亿元，同比增长46.4%；集成电路制造(含封测业)销售收入112亿元，同比增长3.7%；半导体分立器件实现销售收入83.7亿元，同比增长3.0%；半导体光电子器件实现销售收入48.4亿元，同比增长5.8%；半导体材料业实现销售收入266.6亿元，同比增长20.4%；半导体专用装备业实现营收68.3亿元，同比下降4.3%。2019年，浙江省共生产集成电路143.9亿块，约占全国同期产量的7.1%（见表1）。在本文中，半导体是一类材料的总称。集成电路是用半导体材料制成的电路的大型集合。芯片是由不同种类型的集成电路或者单一类型集成电路形成的产品。

表1 2017-2020年浙江省集成电路产业主要经济指标

序号	产品名称	2017年		2018年		2019年		2020年预测数	
		数量	±%	数量	±%	数量	±%	数量	±%
1	集成电路设计业	112.5	28.3	138.0	22.7	202.0	46.4	210.0	4.0
2	集成电路制造业	105.5	1.5	108.0	2.4	112.0	3.7	138.0	23.2
3	半导体分立件业	76.0	12.4	81.3	7.0	83.7	3.0	75.0	-10.7
4	半导体光电器件	41.6	2.7	45.7	9.9	48.4	5.8	50.0	1.0
5	半导体设备业	65.8	17.1	71.4	8.5	68.3	-4.3	75.0	10.3
6	半导体材料业	169.8	8.0	221.5	30.4	266.6	20.4	280.0	4.9
7	合计	571.2	11.3	665.9	16.6	781	17.3	828.0	7.4

2019年，浙江省集成电路产业空间格局发生了根本性变化。由于近两年来，宁波、绍兴、嘉兴在集成电路领域的巨额投资开始收获成果，浙江省集成电路产业格局已由过去杭州“一家独大”初步变成“四强争锋”格局（见图1）。数据显示：2019年杭州、宁波、绍兴、嘉兴集成电路产业合计实现销售收入753亿元，约占全省集成电路产业总值的96.41%。其中，杭州集成电路产业以302亿元的总规模领跑全省，占全省比重为38.67%，仅以超出宁波11亿元、1.41个百分点的微弱优势暂时位居第一。宁波近两年发力集成电路产业终获回报，2019年实现销售收入291亿元，占全省比重提高到37.26%，几乎与杭州平分秋色。绍兴和嘉兴分别以约98亿元和62亿元的产业规模分列全省第三和第四，其产业规模分别占全省的12.55%和7.94%。

杭州集成电路产业的发展情况

杭州市集成电路产业发展起步早，是2001年科技部批准建立的8个国家集成电路设计产业化基地之一，集聚了一批芯片设计、硅材料生产、特种工艺芯片制造等领域的优秀企业，已经形成了相对完整的集成电路产业链，为下一步发展奠定了基础。

◆ 全省集成电路产业的创新和制造基地

2019年，杭州市集成电路产业实现主营业务总收入302亿元，同比增长14.0%。全市140余家集成电路设计企业实现业务收入158.3亿元，同比增长24.65%。其中，营业收入超亿元的集成电路设计骨干企业26家，实现主营业务总收入123.7亿元，占集成电路设计企业总收入的78.14%。

这26家设计企业中，士兰微、矽力杰是上市公司；平头哥半导体、国芯科技、华澜微电子、中科微电子、晟元数据、万高科技、联芸科技、铖昌科技等是一批创新能力强并处于国内细分领域领先地位的中小设计企业；海康威视、大华股份、紫光新华三等龙头企业亦成立了集成电路设计公司或部门；阿里巴巴集团已正式进入集成电路设计领域并取得优异成绩。

杭州士兰微电子是中国最大的IMD集成电路设计企业，也是浙江最大的半导体分立器件芯片设计和制造企业。杭州立昂微电子不仅是浙江最大的单一半导体分立器件产品生产商，也是国内著名的中高端半导体硅片材料供应商。杭州远方光电信息与浙大三色半导体器件测试装备的骨干企业。杭州可靠性仪器厂是国家定点的包括半导体器件在内的电子元器件可靠性试验设备研制单位。杭州长川科技专注于集成电路测试设备的研发、生产和销售。

◆ 集成电路产业链相对完整，新项目推进力度大

杭州市已经建立完整的集成电路产业链，形成了从电路设计、芯片制造、封测、材料到专用设备研发制造等较为完整的产业链，在设计领域处于全国领先地位。

杭州市集成电路设计除具有全国比较优势以外，在芯片特色工艺制造领域拥有8条芯片制造生产

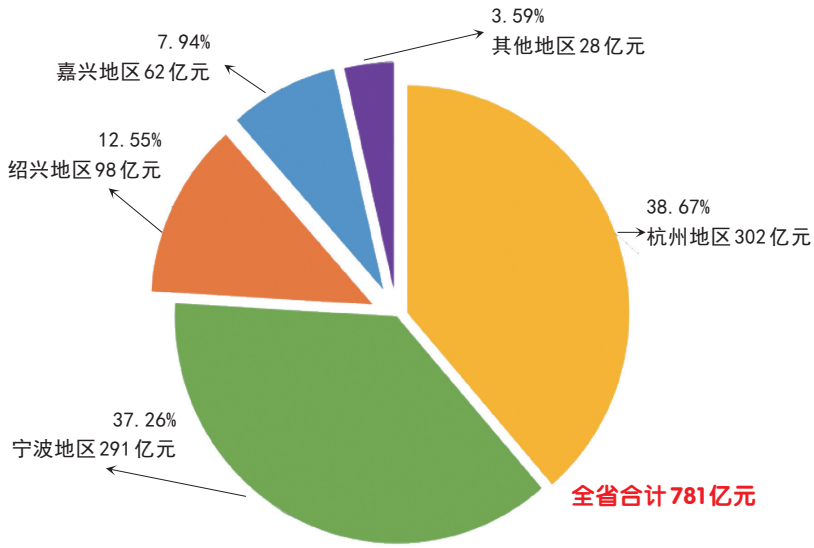


图1　2019年浙江集成电路产业规模空间分布比重示意图

线，分布在士兰集成、士兰集昕、立昂微电子、立昂东芯、中电海康和海康微影等企业；在封测、材料、设备等方面，也已经具备一定规模，代表企业有大和热磁、中欣晶圆、海纳半导体、长川科技、浙江启尔机电技术有限公司、浙江杭可仪器有限公司、杭州福斯特应用材料有限公司和杭州科百特过滤器材有限公司等。

2019年以来，包括紫光恒越项目、积海半导体项目、富芯半导体项目、中欣晶圆12寸大硅片项目二期等一批集成电路重大产业化项目加快建设，为未来杭州市集成电路产业向更高领域攀登奠定先进工艺和基础材料支撑。

◆ 具有集成电路设计的创新优势

2019年是浙江省集成电路设计业再攀高峰并取得新突破的一年，主营业务收入首次突破200亿元大关，同比大幅增长46.4%，居全国第4位。浙江省85%以上的设计企业和近80%的设计业务收入集中在杭州（见表2）。

杭州市的集成电路设计业蓬勃发展，在嵌入式CPU、微波毫米波射频集成电路、AI芯片、存储器控制芯片、高端模拟芯片和数字音视频等集成电路设计细分领域，处于国内领先水平，成为全省集成电路设计产业的绝对核心，拥有士兰微、矽力杰、平头哥、国芯科技、嘉楠耘智、晟元、联芸科技、华澜微等一批业内知名企业。

联芸科技、士兰微电子在工信部赛迪院组织的2019“中国芯”优秀产品评选中，获得优秀技术创新产品奖。美国存储公司博帝科技新款2TB SSD P200固态硬盘采用联芸科技的MAS0902A，这是博帝首次采用中国品牌的主控芯片。诺尔康、暖芯迦通过深耕耳科、视网膜等细分领域，自研新一代生物芯片打破市场垄断格局，形成新的产业生态。成立两年的平头哥半导体有限公司发布了玄铁910芯片和含光800这两款具有世界水平的芯片，含光800芯片在业界标准的ResNet－50测试中，性能达到78563 IPS，比目前业界最好的AI芯片性能高4倍。1颗含光800的算力相当于10颗GPU，可以说是目前全球性能最强的AI芯片。

杭州集成电路产业发展存在的问题

◆ 在省内的领跑地位受到挑战

从杭州市集成电路产业发展的总体来看，迎来了新高潮，形成了新局面。但是集成电路产业的发展犹如“逆水行舟”，发展慢了，就会被别人超过。近两年来，随着宁波、嘉兴、绍兴等地在集成电路领域的大投入大建设陆续投产收获成果，杭州市集成电路产业传统优势地位受到严峻挑战，集成电路核心产业产值占全省的比重出现了较大幅度下滑，从2018年的占比80%大幅降至2019年的40%，占全省设计业的比重也从90%下降至78.37%。

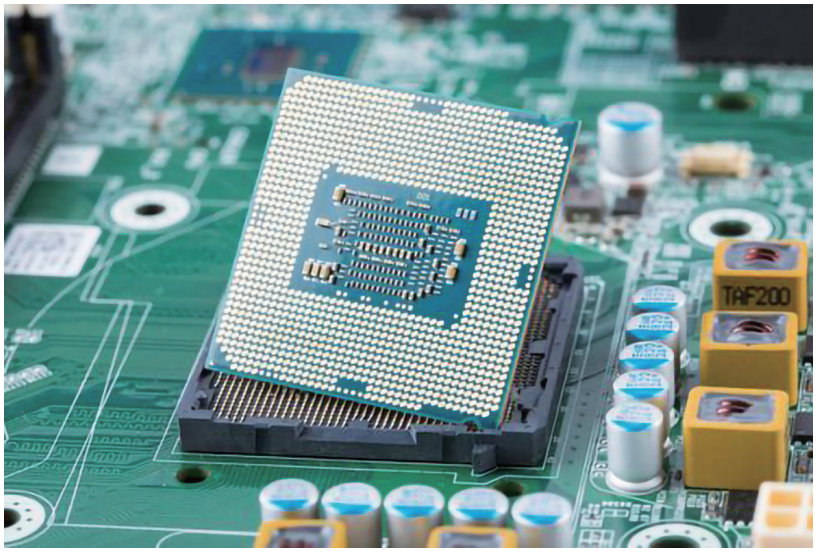


表2　杭州与省内其他城市集成电路设计业收入比较

	杭州	宁波	绍兴	嘉兴	其它市合计	全省市合计
销售（亿元）	158.3	15.2	2.0	25.0	2.0	202.5
占比（%）	78.12	7.5	1.0	12.3	1.0	100.0

◆ 政策引导和扶持与其他省市存在差距

杭州集成电路产业是政策扶持出来的，也是因为失去强力政策扶持而陷入停滞。

在集成电路产业发展的黄金时期，浙江省观望了15年左右，既没有政府那只“有形的手”的强力支持，也没有大型企业的参与，更没有外资企业的加盟，只有一批怀有芯片情节的民营中小企业，在追求芯梦的崎岖道路上，筚路褴褛，栉风沐雨。

与此形成对比的是，武汉、深圳、合肥、南京、无锡、厦门等地高度重视集成电路产业发展，领导高度重视，政府巨资投入支持产业发展和项目引进，产业发展的氛围和气势起来了，成为集成电路产业发展的新高地。

2017年，随着浙江省《关于加快集成电路产业发展的实施意见》的发布，阿里、海康、大华、紫光新华三等相继加入，杭州市集成电路产业迎来了新发展期。过去一段时间，杭州市集成电路产业发展放缓，原因是多方面的，但与缺乏高起点的规划和政策的有力引导，有着重要关系。

◆ 金融支持力度不足

集成电路产业是“资本、知识、人才和经验”沉淀积累的高、大、上、难的产业。

目前，浙江省集成电路产业投资模式少，与其他省市相比，浙江的金融投资模式缺乏多样性。深圳、无锡、成都等地普遍设立了支持集成电路产业发展的基金，成为推动项目落地和企业发展的助推器。浙江集成电路产业投资模式少，投资强度不足，而且“重软轻硬”。政府多采用一对一投资方式，通过引进项目直接配资。投资的市场化程度不够，大基金投资项目少，针对集成电路的产业基金尚未充分发挥作用，国资、外资、游资等缺席。

推进杭州集成电路产业高质量发展的建议

◆ 加强顶层设计规划

集成电路是一个市场高度国际化、投入巨大、影响深远且见效较慢的战略性行业，单靠国内部分企业的力量是无法和国外占垄断地位的跨国公司相抗衡的。打破跨国公司垄断、发展壮大自主可控的集成电路产业必须是“一把手工程”。发展集成电路产业，需要持续的巨额投资，而集成电路项目达产爬坡期长，见效比较慢，所以政府主要领导必须高度重视，做好顶层设计，营造发展环境，制定有限目标，突出特色，发挥优势，围绕产业链构建，注重产业要素的集聚，才能把集成电路产业做强做优。

◆ 加大金融支持力度

建立集成电路产业投资基金，引导金融机构、国有企业和民营企业积极参与资金池建设，与最优秀的基金公司和管理团队合作，高效地用好产业投资基金，给集成电路设计和制造领域的头部企业予以支持，形成“资本+产业”的良好生态。争取国家集成电路产业投资基金支持，以项目引基金，以基金促项目，重点推进集成电路芯片制造，设计、封装测试、设备和材料等产业领域重大项目落地。

◆ 加速创新人才培养、激励机制

建立健全集成电路人才培养体系，加快推进在杭高校设立集成电路一级学科和相关学科专业建设，加强集成电路职业培训。鼓励和支持龙头企业与高校共建集成电路学生实践教学基地。有针对性地开展公派出国（境）留学或培训项目，重点培养国际化、高层次、复合型集成电路人才。强化人才引进，瞄准全球集成电路高端领军人才和管理团队，开展引智工作。制定能激励、易实施的集成电路人才创新创业支持政策。

本文系浙江省中央引导地方科技发展项目“百城百园——杭州市国家新一代人工智能创新发展试验区建设”（编号2020ZY1010）研究成果。■

杭州国家新一代人工智能创新发展SWOT研究

□ 文 / 倪芝青　杭州市科技信息研究院

人工智能（Artificial Intelligence）是研究使用计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为（如学习、推理、思考、规划等）的学科，主要包括计算机实现智能的原理、制造类似于人脑智能的计算机，使计算机能实现更高层次的应用。

人工智能产业可分为三层：基础层、技术层和应用层。基础层包含硬件存储与计算资源和大数据资源等，芯片、云计算平台、传感器、大数据等均包含在此层中；技术层包含算法、模型平台，感知智能算法、认知智能算法等均在此层中；应用层包含硬件产品和软件与服务，硬件中包含无人机、机器人及其他智能硬件等，软件与服务包含语音输入法、虚拟助手、自动驾驶及智能安防等。

2017年7月，国务院出台了《新一代人工智能发展规划》，标志着发展人工智能已经上升至国家战略高度。作为新型信息基础设施建设中的重要一环，人工智能既是战略性新兴产业，将带动相关领域快速发展，同时也将赋能传统产业，加速助力其转型升级。

杭州市一直高度重视人工智能的创新发展，预计到2023年，杭州市人工智能产业规模将超过2000亿元。

运用SWOT分析法对杭州市AI创新发展状况进行分析，明确其优势和不足，有利于形成可持续发展的AI创新发展策略。

★☆ 优势分析（strength） ☆★

产业发展地位明显，人工智能产业链已基本建成

杭州市人工智能在基础层、技术层、应用层均有布局，人工智能产业链已基本构建，形成以阿里巴巴、海康威视等少数综合型领军企业引领，虹软科技、浙江中控等一批行业应用标杆企业带动，绿湾网络、华数智屏等大量细分领域专精特中小企业聚集的产业格局。

2018年7月工信部赛迪顾问发布《中国人工智能城市发展白皮书》，从政策环境、科研能力、产业水平、资本

环境等4个一级指标，专项政策、重点实验室、龙头企业、投融资活跃度等10个二级指标，以及30个三级指标进行评估，杭州人工智能综合排名全国第3（见图1）。

根据德勤2018年《中国人工智能产业白皮书》显示：杭州算力第1，专利第2，智能生活第1，智能城市管理第3，企业数量和人才数量均居第4。

2019年据中国新一代人工智能发展战略研究院连续两年发布的《中国新一代人工智能科技产业区域竞争力评价指数》，北京、广东、上海、浙江和江苏在人工智能科技产业的区域竞争力指数综合排名上均处在第一梯队。同年5月根据该院发布的《中国新一代人工智能科技产业发展报告（2019）》，人工智能企业主要分布在北京、上海、深圳、杭州（见图2）。

经济基础好、财政投入强

杭州市经济发展位居前列，有着扎实的人工智能布局。2019年，杭州市实现地区生产总值15373亿元，居全国省会城市第四（据2019公报）；科技投入持续加大，2019年财政科技支出148亿元，实现较快增长，同年全社会研发经费支出占地区生产总值3.4%左右，投入强度达到中等经济发达国家水平（见图3）。

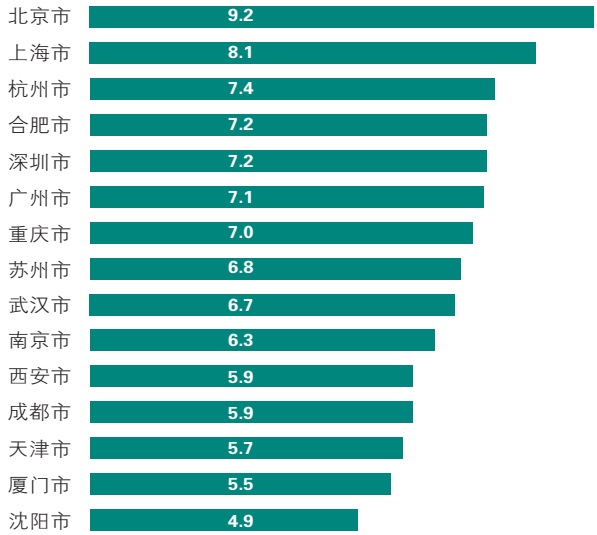
应用场景丰富

杭州城市大脑基于大数据和人工智能探索“智慧城市”建设，通过数字化手段打通信息壁垒，为优化公共资源配置、宏观决策指挥、事件预测预警、治理“城市病”等提供支持。

在赋能抗疫防疫中，杭州人工智能应用场景取得实效。全球首创的杭州“健康码”实现人员精准管理，成为数字赋能社会治理的一项创新实践。

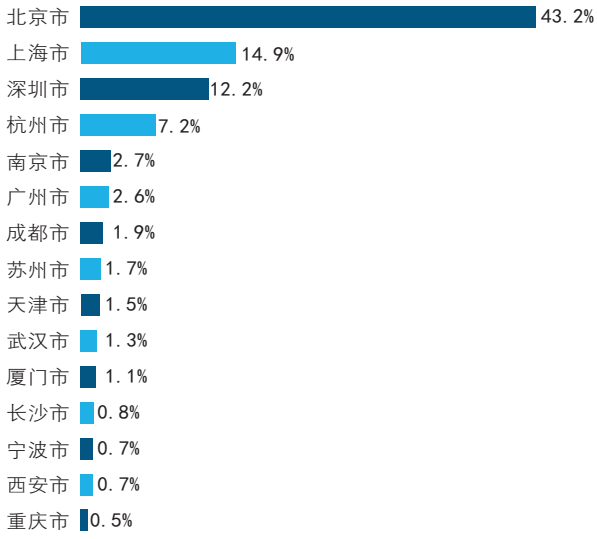
全国首创“亲清在线”平台，实现惠民惠企政策“码”上兑付，为16万家企业、65万名员工兑付补贴近15亿元。海康威视的热成像测温仪、优思达的全自动POCT新型冠状病毒（2019-nCoV）核酸检测试剂盒、之江实验室与明峰医疗研发的智能反馈式医学影像系统等都在抗疫防疫中发挥重要作用。

图1 中国人工智能城市十五强榜单（综合评分）



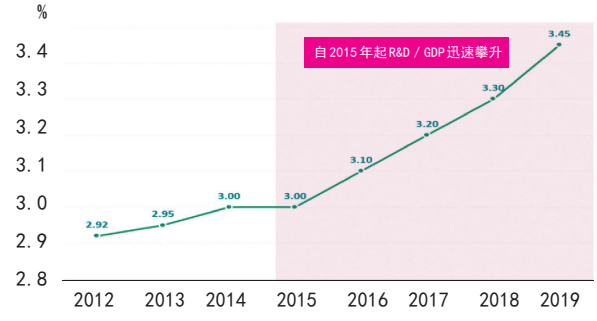
数据来源：《中国人工智能城市发展白皮书》

图2 人工智能企业在主要城市的分布占比



数据来源：《中国新一代人工智能科技产业发展报告（2019）》

图3 杭州市全社会研发经费支出占地区生产总值比重（R&D/GDP）



数据来源：杭州《2012-2019统计公报》

积极推动人工智能产业布局

重点打造杭州人工智能产业园、中国(杭州)人工智能小镇、青山湖微纳智造小镇等产业聚集地,构建产业生态,形成成熟企业"头雁"效应的特色地区发展模式,更是坐拥阿里巴巴城市大脑国家人工智能开放创新平台和海康威视视频感知人工智能开放创新平台,加速传统产业数字化转型。

杭州先后发布了《杭州市人工智能产业发展规划》《杭州市城市数据大脑规划》等规划,明确设立人工智能产业发展基金、人工智能创业(天使)投资基金等,进而为人工智能科研与试验的蓬勃发展提供保障。

科创研学环境优良,理论研究活跃

近些年,杭州市积极打造数字经济第一城,双创环境不断优化,成果不断涌现。2019年杭州数字经济核心产业增加值达3795亿元,占GDP24.7%;2019年技术合同成交额501.1亿元,全年发明专利授权量11748件,有效发明专利数保持在全国副省级城市第2位(数据来源:2019年杭州市国民经济和社会发展统计公报)。

杭州人工智能基础理论研究活跃,学术氛围浓厚。浙江大学、浙江工业大学、杭州电子科技大学等8所知名高校,及阿里巴巴、海康威视两家行业巨头近十年的人工智能论文发表数总体呈上升趋势。特别是浙江大学论文数量遥遥领先。浙江大学设有人工智能研究所,是国内最早的人工智能研究机构之一,建有与人工智能相关的国家重点实验室、科学中心和协同创新中心等。之江实验室、西湖大学、阿里达摩院等创新机构把人工智能作为研究的重点领域,之江实验室以未来网络计算和系统、泛化人工智能、泛化信息安全、无障感知互联、智能制造技术为方向,开展重大前沿基础研究和关键技术攻关,推进前沿基础研究和应用技术研究的有机互动和深度融合;西湖大学设置涵盖机器人与人工智能、先进制造等领域的8个重点实验室。

人工智能算力全国领先,人才优势全国领先

算力是人工智能的三要素之一,由于数据的爆发式增长,计算能力的提升迫在眉睫,在2019中国AI计算力发展评估城市中杭州位居第2,仅次于北京,特别是人工智能政策和策略、投资规模等有显著优势,人工智能技术发展水平、实际应用、生态建设和算力投资呈明显优势,新华三等企业拥有国际先进水平的算力产品。

杭州人工智能智力人才配给稳定,借助"浙大系""浙商系""海归系"和"阿里系"新四军扶植产业研发能

力。杭州连续多年在人才净流入率、海外人才流入率、互联网人才净流入率等方面保持全国第1，加上基于“互联网+”的创业创新生态初步构建，杭州人工智能人才总量将达到新高水平，人才优势全国领先。

★☆ 劣势分析（weakness） ☆★

AI芯片企业相对较少，基础层研究较弱

基础层主要功能是实现数据的采集与计算，包括AI芯片、传感器、云计算与大数据等。从整体来看，目前杭州市人工智能基础层存在结构不合理等问题，杭州市AI芯片领域企业相对较少，以未来科技城为例，AI芯片相关企业仅占到1%。尽管涌现出平头哥、中天微、嘉楠耘智、矽力杰等一批芯片设计企业，处于国内领先位置，但在芯片制造方面缺乏竞争力，呈现“设计强、制造弱”的特点。

专业化高端人才仍缺乏

杭州连续10年入选“外籍人才眼中最具吸引力的中国城市”，汇聚了一批人工智能领域的顶尖人才，形成了强大的基础科研团队。据德勤统计，杭州人工智能人才约7000人，占全国人才总数的6.5%，位居全国第4。虽然杭州市人才吸引力较强，但排名前三的北京、上海、深圳占据了全国人工智能领域近半数以上的人才，杭州市在高端人才的吸引力度、行业人才的培养力度仍有待进一步加强，人才培养机制需要进一步完善，保证高端人才“进得来，留得住”。

★☆ 机会分析（opportunity） ☆★

政府高度重视AI发展

杭州市持续稳固政策扶持力度，强化政策落实，推动人工智能核心技术攻关和深度融合应用，保证产业创新力和延续力。

杭州2017年出台了《杭州市人民政府关于加快推动杭州未来产业发展的指导意见》（杭政〔2017〕66号），明确提出把人工智能等产业作为杭州市今后几年未来产业发展的重点。2018年出台《全面推进“三化融合”打造全国数字经济第一城行动计划（2018—2022年）》《加快国际级软件名城创建助推数字经济发展的若干政策》等相关的意见政策，将人工智能作为赋能杭州工信经济高质量发展的核心助推器。

目前，杭州已初步构建人工智能企业库，结合近期发布的《浙江省促进新一代人工智能发展行动计划（2019–2022年）》，研究推动杭州市人工智能产业发展。在国家和浙江省指导下，杭州先后出台《杭州市建设国家新一代人工智能创新发展试验区行动方案》《杭州市人工智能产业发展规划（2018–2023）》。

借力亚运契机

2022年亚运会将在杭州举行。“智能”是本届亚运会的四大办赛理念之一，打造一届“智能亚运”盛会不仅可以向全世界展示杭州数字经济的最新成果、智慧城市的基本形态和企业创新的发展实力，也可以给杭州带来丰富的数字遗产，促进杭州数字经济发展。

根据亚运需求，杭州加快推进以5G、人工智能、工业互联网、物联网为代表的“新基建”，统筹安排基站分布规划，促进建设落地实施，完善配套平台体系，保障亚运网络用量和用户网络体验感。

大力实施科技专项攻关，支持企事业单位、高校科研院所重点围绕智能指挥、智能安防、智能安检、智能生活、智能表演、智能场馆、智能语音服务、智能出行、智能观赛等领域开展关键核心技术攻关。

举办“智能亚运”相关论坛、比赛等创新创业活动，为杭州“智能亚运”建设出谋划策，提供强大智力支撑和决策服务。利用AI、大数据、物联网、虚拟现实、增强现实、5G通信、北斗差分毫米定位等信息技术，建设统一、高效、安全的智慧亚运体系，实现对亚运会前期筹备、赛前运行、赛时组织、赛后转型等工作实现智能化管理和应用。

依托城市大脑平台，融合各类亚运信息系统和各类数据，建立智慧亚运中控中心，实现对各类场馆、各类赛事活动和参会人员的统一高效的指挥、管理和综合应急保障。依托城市大脑的交通、气象、旅游、安保、医疗、环境等各子系统，打造智能、高效、便捷的亚运会出行、住宿、餐饮、支付等服务保障体系。打造智能亚运，建设统一、高效、安全的智能亚运体系，推进实施亚运会前期筹备、赛前运行、赛时组织、赛后转型等工作的智能化管理和应用。

利用虚拟现实、增强现实、4K/8K裸眼3D超高清等技术，建设赛事广播电视系统，实现多维度、多角度的比赛影像采集、个性化观看、回放和观众参与互动等功能。

依托长三角一体化

杭州区位条件得天独厚，是长三角的“地理中心”，沪杭宁、沪杭甬、杭宁合三大板块在杭州形成了空间交汇。这个交汇为杭州提升城市综合能级和核心竞争力带来了千载难逢的重大历史机遇，突出表现为三个方面：

一是上海的溢出效应更加明显，接轨上海将给杭州发展带来巨大机遇。

二是长三角主要城市的协同效应，上海、南京、合肥、宁波、苏州等城市的人工智能各具特色、互补性强，有利于协同发展，形成优势叠加，提升整体竞争力。

三是都市圈的共建效应，由杭州、嘉兴、湖州、绍兴构成的杭州都市圈是浙江四大都市圈之一，在此基础上加入衢州、黄山两市形成了“4+2”体系的杭州都市圈。六个城市抱团发展、共同成长，为产业发展赢得更加广阔的空间。

在这个机遇期，杭州要找准定位，加强与周边兄弟城市，整合自身与周边各类先进技术资源和制造企业形成完整的供应链，一方面拉动消费，一方面拉动生产与投资，整体推动人工智能全产业链发展协同，从而打造中国数字第一城。

★☆ 威胁分析（threat） ☆★

来自国内外的竞争

2016年，以Alpha Go与世界顶级围棋高手人机世纪对战，把全球推上了人工智能浪潮的新高，人工智能成为各国关注的焦点，各发达国家纷纷制订发展计划，不惜花重金谋划抢占新一轮科技变革的先机。

从国外角度，无论从企业数量和企业发展质量来看，美国均在人工智能领域独占鳌头。美国的人工智能市场主要以苹果、谷歌、微软、亚马逊、脸书等科技巨头为领军企业，行业布局合理，发展势头强劲。中国的互联网领军企业阿里巴巴、腾讯、百度也已将人工智能作为重点战略，但具有行业影响的人工智能开发平台和产业业态尚未形成，也没有产生世界知名的人工智能重大产品，与美国具有明显的差距。发达国家组成经济体，他们利用原有的科技与人才优势抢占人工智能技术前沿，促进其“再工业化”。近几年来，美国对本国利益的维护逐步走向激进，致使我国中兴等企业严重受创。发展人工智能产业需要以坚实的理论研究、强大的技术能力以及完善的配套产业作为支撑，而我国由于缺乏核心科技，不得不受制于人，从而面临着国际上激烈的竞争压力。

从国内角度，北京、上海、广东的人工智能产业起步早，水平高，拉开了同浙江省的差距，杭州人工智能产业发展形势不容乐观。科研基础不如北京、上海，科研投入又远低于深圳。在市级科技部门支配的资金仅为深圳同期投入的零头，能够用于人工智能领域的资金少之又少。在科研基础不强、投入不多的情况下，杭州具有被南京、合肥、武汉等后期之秀赶超的威胁。

系统面临安全的威胁

人工智能系统面临安全的威胁。人工智能的快速发展，面临着设施安全与网络安全的重大挑战，涉及法律、制度等问题都已经逐渐暴露出来。与其他复杂系统一样，人工智能系统需要应对复杂且不确定的环境、难以预测的突发事件、人机目标设定偏差等问题，嵌入到关键系统的人工智能必须能够抵御各种故意的网络攻击，为了解决这些问题，需要通过增加投资来提高人工智能的设施安全与网络安全。

技术对于劳动力市场的冲击

人工智能带来的工业推动社会进步是毫无争议的，同时无法避免转变过程会对劳动力市场造成巨大影响。伴随工业化的进程，人们需要花费时间重新学习工作技能适应人工智能。在技术发生巨大变革的这段时间，采取积极相应措施才能缓解对劳动力市场的冲击，保持较好的就业水平。许多高技术水平的工人被机器和低水平劳动力所取代，被解雇或者降薪的高技术工人产生不稳定因素。因此需提前做好相关就业人员的就业培训工作。

★☆ 总体评价 ☆★

综上所述，杭州人工智能的发展，优势和劣势并存，机会和威胁同在。在制定发展战略时，应充分利用自身优势，抓住机会，克服劣势，防范风险。

下面用战略分析中常用的SWOT分析图来分析杭州在现有条件下发展人工智能的战略选择（见图4）。图4中横向列出了杭州人工智能发展面临的优势与劣势，纵向列出了机遇和威胁，交叉部分则列出了各种情况下可能的战略选择。■

图4 杭州AI发展SWOT分析

	优势S	劣势W
	1. 产业发展地位明显，人工智能产业链已基本建成 2. 经济基础好、财政投入强 3. 应用场景丰富 4. 积极推动人工智能产业布局 5. 科创研学环境优良，理论研究活跃 6. 人工智能算力和人才优势全国领先	1. AI芯片企业相对较少，基础层研究较弱 2. 专业化高端人才仍缺乏
机遇O 1. 政府高度重视AI发展 2. 借力亚运契机 3. 依托长三角一体化	**SO战略** 1. 依托于AI发展的良好宏观环境，充分利用国家和地区鼓励AI发展的政策，加强平台建设，大力发展AI产业。 2. 鼓励人工智能新应用场景，进一步推动AI在智慧金融、城市管理、企业管理、物流、家居等方面的新应用。 3. 围绕AI新应用场景强化关键核心技术攻关和基础算法研究。	**WO战略** 抓住机遇，弥补劣势，通过健全法律法规、完善管理体制、加强人才队伍建设，加大对AI人才的引进力度，通过廉租房、人才房等措施，提高杭州对人才的吸引力。改变AI产业发展的不足，提升杭州AI的创新能力。
威胁T 1. 来自国内外的竞争 2. 系统面临安全的威胁 3. 技术对于劳动力市场的冲击	**ST战略** 围绕人工智能发展的环境要求，持续深化改革，加快政策和机制创新，生成一批创新改革举措，创造良好的人工智能发展政策环境。加强长三角城市间合作，抱团做大做强AI产业，对抗来自国内外的竞争。	**WT战略** 避开劣势，迎接挑战，加大AI规模，拓宽融资渠道，完善科技成果转化机制。 打造差异化优势，主攻人工智能的算法研究和应用场景创新，在AI芯片等硬件方面积极开展国内外合作，稳定和发展多元化供应链。

美国新型研发机构的创建及运营
——以美国半导体技术联合体为例

□ 文 / 陈 雯 杭州市科技信息研究院

新型研发机构是指整合多方资源组建而成，有着“不完全像大学、不完全像科研院所、不完全像企业、不完全像事业单位”特点的“四不像”单位，它在组织上进行重大创新，能有效整合创新链、产业链、资本链，实现前瞻性技术、共性技术和实用性技术等技术的开发。新型研发机构是我国实施创新驱动战略的一项新探索，是促进科技研发、成果转化、产业孵化以及人才聚集培养的助推器。

本文以美国半导体技术联合体（SEMATECH）的创建及运营为例，为新型研发机构的建设提供借鉴。

SEMATECH的机构概况

美国半导体技术联合体（Semiconductor Manufacturing Technology Research Consortium，以下简称“SEMATECH”）是20世纪80年代美国为恢复本国在半导体制造领域领先地位而成立的技术研发联盟。作为非盈利研发组织，它最初的目标是提供一个中心机构，集中成员单位力量研发新技术，以帮助美国降低半导体研发成本和提高制造工艺。

后来，由于成员单位担心搭便车的风险，它将工作重心转向促进成员单位与美国半导体设备供应商在竞争前技术上的合作，内容包括：制造设备和材料的开发，新设备、新材料与制造系统的集成工作和最佳实践技巧的推广。

1987年8月，由美国国防部支持，美国半导体工业协会（SIA）推动，共有14家美国公司参加的半导体制造技术研发联合体（SEMATECH）宣告成立。

1993年，SEMATECH制造出0.35微米线宽集成电路。此后，它逐渐发展成为一个国际合作研发机构。

SEMATECH的成员

按组织性质分，SEMATECH的参与者可分为：企业、政府部门、高校与联邦实验室、中介机构4大类。各类参与者在联合体中都扮演了不同的角色（见图1）。

企业参与者主要有半导体制造公司和半导体设备与材料供应商。半导体制造公司是成员单位，首批成员单位由14家美国半导体制造公司组成（见表1），这些公司占据了当时美国半导体组件制造领域80%以上的市场份额。成员单位负责提供资金、人力和技术支持。

政府部门主要涉及美国联邦政府及其部门，在联盟运行中起到了立法保障、项目管理、经费支持和战略咨询等作用。在立法保障方面，1984年，美国国会颁布《国家合作研究法案》，破除《反垄断法》对合作研究的限制，使组织间合作研究合法化。在项目管理及经费支持

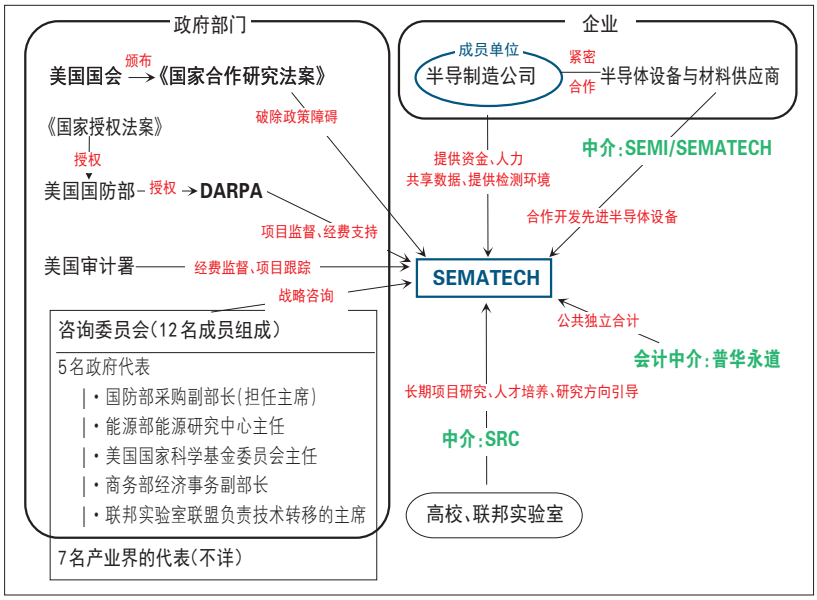


图1 SEMATECH的参与者

表1 SEMATECH首批14家成员单位

公司名称	主营业务
先进微器件公司(AMD)	计算机和通讯用IC制造
惠普公司	信息电子工业、IC、芯片制造
国际商业机器公司(IBM)	信息系统技术供应商
英特尔公司	半导体设计和生产、芯片制造
摩托罗拉公司	芯片制造、电子通讯
德州仪器公司	半导体设计与制造
美国电报电话公司(AT&T)	通讯服务和通讯设备制造
罗克韦尔国际公司	电子控制和通讯设备制造商
美国数字设备公司(DEC)	数字设备制造
美国国家半导体公司	模拟半导体技术供应商
哈里斯公司	无线电系统和服务提供商
美国LSI逻辑服务公司	创新芯片、系统和软件技术
美国镁光公司	内存颗粒生产商
美国国立现金出纳机公司	电子应用系统供应商
备注:1997年之前,成员单位只限于美资半导体公司和合资公司,外国企业在美国的附属子公司受到入会限制。	

数据来源:根据方厚政、纪占武和王庆的研究整理

方面,擅长于项目研发管理的美国国防部高级研究计划局负责监管SEMATECH,但它并不进行过多的微观上的管理,而是通过参加董事会、咨询委员会等方式来提供宏观指导。在战略咨询方面,根据美国《国防授权法案》要求,SEMATECH在政府参与期间设立了执行技术咨询委员,为其研发目标以及年度经营计划提供合理建议。

高校与联邦实验室主要通过联合资助的方式参与SEMATECH长期研究项目。这些项目致力于基础性、先进性的研究。SEMATECH建立了11个卓越中心,涉及11个州的高校和联邦实验室(见表2),其目的是:为先进制造工程技术创建一个有声望的氛围;培养高素质制造工程师;引导研发需求向联盟阶段三的制造技术靠近。

中介机构是非成员单位联系SEMATECH的重要纽带,在其间充当了媒介的作用。SEMI/SEMATECH是SEMATECH与美国半导体设备与材料供应商之间的中介,由美国半导体材料和设备产业界的公司于1987年9月组织成立。当时美国半导体材料和设备产业界大约有800家公司,其中有135家公司是这个组织的成员,它们占据了美国半导体材料与设备销售额的85%以上。半导体研究公司是SEMATECH与高校和联邦实验室之间的中介,是美国半导体工业协会在1982年成立的一家由行业资助的组织,其目的是成立基金,资助并协调美国高校开展半导体教学和研究。普华永道国际会计事务所是SEMATECH选择的会计中介机构,为其提供第三方的、相对独立并且专业的会计指导。

表2 参与SEMATECH卓越中心的高校和联邦实验室

高校和联邦实验室	研究领域
亚利桑那大学，桑迪亚国家实验室	半导体制造中的污染物/缺陷的评估和控制
加州大学伯克利分校，斯坦福大学	光学光刻和图形转移研究
马萨诸塞州微电子中心，东北大学	用于柔性集成电路制造的单晶片处理技术
新泽西理工学院，罗格斯大学，史蒂文斯理工学院，普林斯顿大学	先进的等离子刻蚀加工技术
新墨西哥大学，桑迪亚国家实验室	半导体制造的在线分析和计量
伦斯勒理工学院，科罗拉多州立大学，桑迪亚国家实验室，美国国家标准与技术研究院	多层金属
北卡罗来纳州立大学，北卡罗来纳大学，杜克大学，三角研究院，北卡罗来纳农工州立大学	汽车微电子制造
德克萨斯大学，德克萨斯A&M大学	亚微米互补金属氧化物半导体制造系统研究
威斯康星大学	X射线光刻
佛罗里达大学	建立测试技术中心
卡内基梅隆大学	建立计算机集成化制造技术的软件设计中心

来源：根据美国联邦审计署政府研究报告整理

SEMATECH的组织结构

SEMATECH最先采取职能型组织结构，按照联合体的总体职能和三阶段计划组建了制造作业、制造系统和制造工艺等业务部门。1989年，SEMATECH将组织结构从职能型调整为项目型，以项目研发为中心，打破部门边界，将不同部门中的专业人才集中到项目组中发挥专长。

在组织结构中，联盟的最高决策机构是董事会，负责制定联盟管理政策及聘请首席执行官（CEO）等事宜。

设备和材料制造部门是SEMATECH的核心或中心部门，主攻三阶段计划涉及的项目，这些项目由不同的设备研发组完成。

技术交流部门负责技术转移、技术咨询、研讨会、文档管理等事宜。其中技术咨询依赖于技术咨询委员会，SEMATECH成立了14个技术咨询委员会，领域涵盖组装和包装、设计和工艺、环境安全、设备、光刻技术、制造系统、度量衡、等离子工艺、质量、硅材料及外延、标准、技术转移、收益管理等，他们可以对SEMATECH的战略目标、目的、技术项目进度等管理问题提出建议。

制造技术与标准部门负责分析实验室、质量推进、统计方法、流程架构标准和其他标准制定等业务。其中，质量推进业务要求双方共享战略目标和计划，并向供应商提供设备长期性能数据和竞争分析数据，以支持供应商产品开发业务。而标准制定业务主要是为设备接口和设备评估开发标准，促进系统性创新。

制造方法部门负责制造方法论证、制造技能、设备论证、新工具支持等业务。

战略数据分析部门负责数据采集、成本建模、竞争分析、作业计划等。其中，竞争分析团队负责联合体的竞争情报工作，共9–11人，均来自成员单位，他们需要对全球半导体产业领域的设备、技术、厂商、商业趋势等信息进行收集、分析和加工，形成有价值的情报产品，为SEMATECH制定战略规划以及成员单位了解世界级竞争对手动态而服务。竞争分析团队重点分析行业领先者的成本构成，并由成本建模团队设计出一套评价设备拥有成本的标准模型，为成员单位降低设备采购成本提供重要决策。

大学和联邦实验室项目部门负责“卓越计划”以及联邦实验室的长期合作项目事宜。

制造系统开发部门负责系统架构、单元控制、自动化、计算机辅助制造等业务。

SEMATECH的运营管理

为达到预期目标，SEMATECH建立了一套管理机制，主要涉及成员单位管理、经费筹集与管理、人才招纳与管理和研发管理。

在成员单位管理方面，SE–

MATECH与每个成员单位都签署一份参与协议，其中规定在联合体运行的前4年，成员单位通过全额拨款的形式委派人员参与，同时要求成员单位退出需要提前2年告知。

在经费筹集与管理方面，SEMATECH的经费来源由两部分组成：一部分是成员单位贡献的会员费，另一部分是联邦政府、州及当地政府的财政资助。其中，会员费是根据成员单位上年度半导体设备销售额或采购额的1%收取，金额最低不少于100万美元，最高不超过1500万美元。而财政资助则根据《国防授权法案》要求，需要国防部与SEMATECH达成一份谅解备忘录后才可获得。

在人员招纳与管理方面，SEMATECH的员工可以分为外聘全职人员和来自成员单位的高级代理人两类。其中，高级管理人员都是外聘全职人员，均来自企业，由联盟董事会聘任，如：联盟首任CEO就是由集成电路的共同发明者、英特尔的创始人之一的Robert Noyce担任；首任COO是IBM公司技术委员会的高级成员Paul Castrucci，他在IBM工作了32年。SEMATECH特意设立了一套制度和程序来吸引和留住高级代理人，如设定高级代理人的职业要求、为高级代理人提供职业提升的预期、建立严格的筛选制度、必须经由成员单位的允许才能被雇佣、报销成员单位的一些费用等。

在研发管理方面，SEMATECH的研发项目均从提议开始，经过项目遴选、确立、攻关、监督等过程，并完成技术的转移和扩散。特别值得指出的是，SEMATECH一些最成功的项目都是基于高级代理人的首创精神，而不是管理者从成员单位挑选而出。SEMATECH的研发重点在制造设备和系统技术上，而不是产品，并且将约80%的研发资金用于12个月至3年能见效的项目上，剩下约20%的经费用于在3年或更久见效的项目上。SEMATECH主要有3类项目：一是联合开发项目（Joint Development Programs，JDPs）。JDPs支持满足下一代半导体技术需求的新工具、新材料或工艺改进开发，由SEMATECH研发小组和外部供应商（通常是SEMI/SEMATECH的成员单位）、大学或者联邦实验室共同承担。二是设备改进项目（Equipment Improvement Programs，EIPs）。EIPs是为解决美国半导体制造设备低可靠性问题而设立的，重点是改进现有制造设备或系统，以提高性能。EIPs更多是在成员单位或供应商处完成。三是SEMATECH改进项目（SEMATECH Improvement Programs，SIPs）。与JDPs和EIPs这两类外部研发项目不同，SIPs是SEMATECH的内部研发项目，一般由SEMATECH自己承担，需要至少6个月时间完成。在以上三类项目中，JDPs的数量占比过半，其余两类项目数量相当，三类项目的政府资助占比大约在5:3:1左右。

在项目监督方面，SEMATECH启用一种主交付式清单来加强项目管控。主交付式清单提供了有关项目的定义、目标、方法和关键点等详细信息，特别是包括设备规格定义、设备检测和质量分析等关键点清单。成员单位需要在项目定义阶段给主交付式清单一个整体评价，而SEMATECH的技术交流部门需要在这个整体评价的基础上就合适的项目管理者和项目管理为成员单位提供建议。在项目实施过程中，SEMATECH董事会和执行技术咨询委员会都会跟踪项目进展，当重点项目落后于计划时提出纠正措施。

在技术转移方面，来自各成员单位的高级代理人在参与项目的过程中可以将学到的知识和技术转移到成员单位中。此外，SEMATECH举行各类会议，比如执行技术咨询委员会和其他技术咨询委员会召集的会议，以及工作组讨论、研讨会等，促进技术交流和扩散。以洁净室技术SIPs项目为例，高级代理人被分配到项目实施地参与规划和建造，在实施过程中，他们与成员单位、半导体设备制造商和材料供应商的代表开了20次研讨会，研究讨论建造洁净室所需的设施、设备、化工、材料和气体。当洁净室完工后，SEMATECH为每家成员单位提供一份完整的设备技术转移方案，内容包括报告、建议、计划、记录、手册、规范以及涉及建设洁净室及配套设施的图纸，并召开一个为期3天的研讨会，同时邀请成员单位技术代表团现场参观。在研讨会后，SEMATECH还提供一个11小时的研讨会录像，并对会间提出的194个问题提供书面答复。除了召开会议，SEMATECH还开发技术路线图，促进联盟各方的协同创

新，并采取事先约定的方式，避免技术转移中使用权、所有权不清等问题。

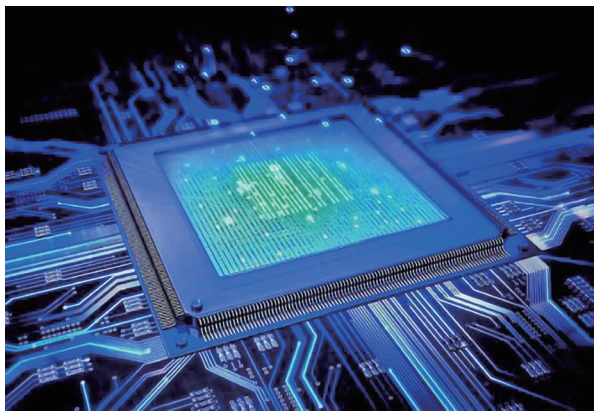
SEMATECH的借鉴意义

美国SEMATECH是特殊历史背景下以及不同国家制度下的产物，有时代性和特殊性。但是，其创建和运营过程中的一些具体做法能够为我们打开思路、提供启发。以下主要从三个方面概括其亮点和特色做法。

参与者的选择和协调。美国SEMATECH的参与者涉及政府部门、半导体制造公司、半导体设备与材料供应商、高校与联邦实验室以及中介机构。多元主体的参与不仅让联合体拥有更多的可支配利用资源，而且也增强联合体的专业性，即让各参与方都能在擅长领域发挥优势。当然，多元主体也带来了组织协调上的挑战。美国SEMATECH通过不同参与方式的设定来降低协调多元主体的难度。其中，作为联合体的最直接利益相关者，半导体制造公司是所有参与者中唯一以成员单位的方式直接参与联合体，为其提供资金、人力、设施环境等支持，是联合体的主力和核心。作为产业链上游的半导体设备与材料供应商以及擅长新技术研发和人才培养的高校、联邦实验室，则多以项目合作的方式间接参与联合体，通过项目合同等明确双方的权利和义务。此外，政府部门在破除政策障碍、财政资助、项目监督、战略咨询等方面给予间接帮助和指导，如此便于保持政府部门在施政方面的客观性和独立性，避免出现政府“既当运动员，又当裁判员”的情况。而中介机构则以执业的独立性、服务的专业性等特点在联合体相关参与者之间发挥着牵线搭桥、咨询服务的作用。

运营中的调整与创新。建立新型研发机构意味缺乏现成的成功路径参考，需要“摸着石头过河”，在实践中摸索出合适的运营模式。美国SEMATECH在创建和运营过程中，并非一直按照最初设定的方案实施，期间也根据实际运行过程中发现的问题进行了工作重心和组织结构的调整，以更好地促进联合体目标的达成。其中，工作重心的调整使原先成员单位之间的横向合作转向成员单位与其核心半导体设备与材料供应商之间的纵向合作，消除了成员单位之间对搭便车的顾虑，增加了各方合作的意愿。在组织结构方面，联合体采用了企业常规的组织结构，设立最高决策机构董事会，以及CEO、COO、CAO等职位，最初采用职能型结构，后来为更好地抓项目研发，将组织结构调整为项目型结构。新型研发机构在创建过程中，必然会遇到与最初设想不一致的情况，这就需要以实现最终目标为导向对遇阻环节进行调整。同时，新的机构并不意味着从零开始摸索，要善于集成创新，将好的管理理念、组织结构“嫁接”运用到新组织上，巧借旧瓶装新酒，建立有效适用的运营模式。

以人为载体的技术转移策略。美国SEMATECH的“高级代理人”即是联合体的研发主力，又是承担联合体技术转移任务的重要载体。高级代理人由成员单位派出并负责支付薪水工资，成员单位可派遣高级代理人的数量由其所缴纳会员费的贡献大小决定。这些高级代理人需要具备较高的业务能力和和相对弹性的工作时间，他们通过亲身参与研发项目、参加各类研讨会，输出已有的技术、知识和经验，同时也在吸收他人的输出，通过彼此之间的分享、交流和碰撞让技术扩散和融合。当他们返回成员单位时，在有形无形中也实现了技术的“软”转移，甚至在此期间催生出新的创意。相较以技术成果直接转移的方式，这种以人为载体的技术转移策略，具有更强的灵活性、针对性和综合性，特别适合复杂技术、隐性知识的转移，对激发新的创造力也起到了积极作用。而人作为研发活动的核心资本，其本身技能的提升对机构而言也是一种资本增值行为，对机构培养技术创新人才、增强持续创新能力都具有十分重要的意义。■



《杭州科技》2020年总目次

第1期（NO.1/总第241期）

热　点

02 杭州“智慧”抗疫：用科技增强城市活力
06 发挥科技力量 打赢疫情防控和复工复产双线战
10 杭州企业疫情防控、复工复产政策指南

盘　点

21 2019年杭州市科技工作数字回顾
24 杭州市“十三五”科技规划目标实现度评价

探　索

28 关于加快抗击疫情新技术推广的建议
31 杭州科技型企业复工复产情况摸底与建议
38 信息技术在COVID-19防控中的应用与思考
44 关于促进杭州医药制造企业做大做强的建议

成　果

50 艾米机器人：用AI机器人军团抗击新冠肺炎
51 大华股份：热成像人体测温初筛系统
53 恒天软件：零接触云招聘会系统
54 华为：新型冠状病毒蛋白同源建模及超大规模计算机辅助抗病毒药物筛选平台
56 健海科技：新冠肺炎风险人群AI追踪平台
58 脉兴医疗：重症监护智能辅助决策系统
59 天壤智能：城市大脑中的疫情防控AI平台
61 浙江讯飞：疫情防控语音随访虚拟机器人系统
62 浙江移动：基于医疗知识图谱的新冠肺炎智能辅助问诊系统
64 中国电科：“一网畅行”产品包

第2期（NO.2/总第242期）

热　点

02 创新长三角：科技支撑区域一体化战略
07 加快长三角创新共同体建设的建议
13 杭州需要“第三中心”——重构城市空间格局，打造全球创新策源地

G60科创走廊

19 打造长三角G60科创走廊 落实国家重要创新战略
24 沿着“走廊”通往富强——访长三角G60科创走廊

协同创新

28 长三角数字经济关键技术协同创新研究
33 长三角一体化格局下的杭州产业发展选择

都市圈

36 高水平打造长三角空间治理数字化样本
39 拓展都市圈经济腹地 打造长三角金南翼
42 杭州“智圈融合”推进长三角一体化发展的思考

政　策

44 图解《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》
50 《浙江省推进长江三角洲区域一体化发展行动方案》的九大重点任务
57 图解《杭州市落实长三角区域一体化发展国家战略行动计划》

第3期（NO.3/总第243期）

热　点

02 加快构筑新一代人工智能发展的“杭州高地”
09 圆桌会：打造“AI无限想象之城”

重磅发布

13 2020杭州人工智能创业生态报告
18 2020杭州人工智能企业图谱
24 杭州人工智能产业发展现状

专家点评

27 AI赋能、教育先行，构建人工智能生态圈

32 城市大脑孕育数字经济新物种

36 构建人工智能发展的良好生态

行业聚焦

40 人工智能与浙江传统制造业融合发展的思考

43 杭州人工智能可持续发展的建议与思考

46 后疫情背景下AI+医疗发展的分析与展望

调查研究

50 优化“互联网+”小微企业公共服务供给的对策研究

55 杭州泛人工智能企业专利分析

59 国家新一代人工智能创新发展试验区建设综述

第4期（NO.4/总第244期）

热　点

02 新基建杭州样本：“数字经济第一城”的蝶变

08 图解《浙江省新型基础设施建设三年行动计划（2020–2022年）》

13 杭州“十四五”新基建布局的建议

专　家

19 新基建带头突围新冠危机：5G如何引领浙江高质量发展

22 新基建与新场景双轮驱动，形成数字经济研发全球竞争力

圆桌会

27 数字基建：赋能创新，支撑企业数字化转型

行业聚焦

34 AI新基建架构设计与经济价值研究

42 新基建浪潮下网络安全建设的思考

调查研究

46 长三角一体化下的杭州创新型基础设施建设探索

52 加快发展边缘计算 抢占5G时代高地的建议

57 杭州高新区（滨江）抢占5G产业制高点的对策建议

62 共建共治共享下城市社区网格化管理的对策

第5期（NO.5/总第245期）

热　点

03 创机制长效 取精准实效——科技特派员工作的“杭州答卷”

08 2020年杭州市科技特派员工作的七大亮点

11 开展“四双”实践 打造杭州特色科技特派员模式

专家点评

13 邵晖：彰显新时代科技特派员制度的“浙江辨识度”

14 包崇来：给农业插上科技的翅膀

15 刘兴泉：发挥专业特长，助推乡村振兴

政　策

16 中共浙江省委关于建设高素质强大人才队伍 打造高水平创新型省份的决定（节选）

21 《杭州市科技特派员工作管理办法》政策解读

田间故事

24 程小林：“老”科技特派员的奋斗之路

27 董建华：山核桃“营养师”守护林农

29 傅鸿妃：最接地气的蔬菜专家

31 李庆海：成就“网红”桃园样板

33 刘辉：百江人的“蓝”颜知己

35 刘军波：科技上山稻鱼香

38 毛宇骁：村里来了个“茶百通”

41 彭智群：用农科画笔着色“五彩”乡村

44 吴迪：高校博士为寿昌经济“问诊把脉”

46 忻雅：让草莓技术“成果”落地

48 闫静：益农的“益”农人

区　县

50 淳安县汾口镇：科技春风吹得茶园冒新绿

52 萧山区益农镇：上下协同助力三农

54 临安区：科技特派员为农业科技增彩

56 桐庐县：创新先行先试，赋能乡村振兴

调查研究

59 精准对接，倾心助农——浅析杭州市农科院科技特派员工作

62 科技管理工作者胜任力浅谈

第6期（NO.6/总第246期） 详见本期目录