



奋发自强 求实创新 文明团结

SSRF

上海光源

Shanghai Synchrotron Radiation Facility



中国科学院上海应用物理研究所
Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences



中国科学院上海应用物理研究所

Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences

通信地址：上海800-204邮政信箱 邮编：201800

地址：上海市嘉罗公路2019号 电话：+86-21-59553998

网页：www.sinap.ac.cn 传真：+86-21-59553021

人类文明史也是一部利用和开发光资源的历史

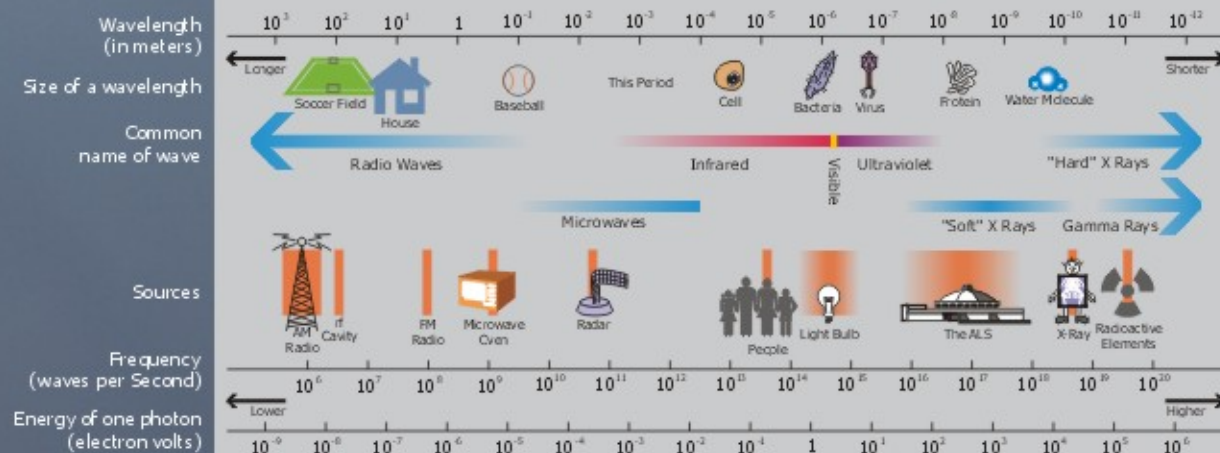
人类生存和发展从来就离不开对“光”的利用和开发，在科学活动中，光是研究物质的宏观与微观性质的重要工具。可以说人类的文明史也是一部利用和开发“光资源”的历史。“光”是一个很大的家族，其中“可见光”只是“光家族”中的一员。光可依其波长不同，分为无线电波、微波、红外、可见光、紫外、真空紫外、软X射线、硬X射线和伽玛(γ)射线等。

光的波长或能量决定了它与物质的相互作用类型。如“可见光”照射人体时，会被反射到我们的眼睛，从而使我们“看到”人体；若用X射线照射人体，就不会被反射而是穿透人体，并在X光底片上留下透过程度的影像纪录，就像医院里给病人作X光透视那样。

光波具有衍射现象，因此在使用光来探测物体或分辨两物体时，光的波长应当与物体大小或两物体的间距相近或更短。这样，科学家为了探索微观世界，必须选用更短波长的光，利用光的衍射、折射、散射等特性或光与物体相互作用产生的光的激发、吸收、荧光、碎片等特性来探究未知世界。

人类生存和发展从来就离不开“光”
人类的文明史也是一部利用和开发“光”的历史

The Electromagnetic Spectrum



新人工光源 带来人类文明的新进步



光是由光源产生的，如太阳、电灯和蜡烛。其中太阳是天然光源，电灯和蜡烛是人工光源。由于天然光源产生的光仅占整个光家族的很小部分，所以人类一直在努力开发和利用各种各样的人工光源。任何一种新光源的发现、发明和利用，都标志着人类文明新的进步，如伦琴发现的X射线、爱迪生发明的电灯、二次大战中发明的微波、20世纪六十年代发明的激光等，都是光源发展史上的重大里程碑，它们都极大地促进了人类文明的进步。

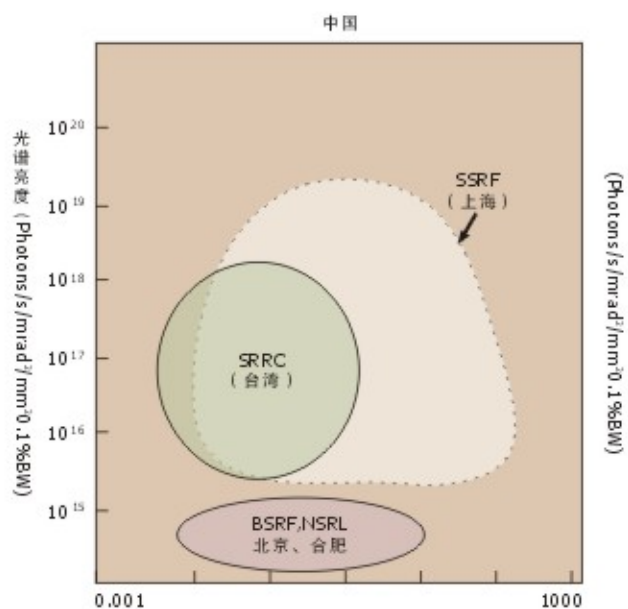


20世纪六十年代开始发展的同步辐射光源，是被誉为“神光”的又一种新光源，它在基础科学研究和高技术产业开发应用研究中有广泛的用途。



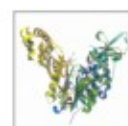
电磁场理论早在1898-1912年就预言：相对论带电粒子在二极磁场作用下偏转时会在其轨道切线方向发射连续谱电磁波辐射。1947年人类在电子同步加速器上首次观测到这种辐射，并称其为同步辐射，后来又称同步辐射为同步辐射光，并称产生和利用同步辐射光的科学装置为同步辐射光源。

三十多年来，同步辐射光源已经历了三代的发展，它的主体是一台电子储存环。第一代电子储存环是为高能物理实验专用的，只是在很少时间里“寄生”地利用偏转磁铁引出同步辐射光，故又称“兼用光源”；第二代电子储存环虽然是同步辐射光的“专用光源”，但它的光亮度较低。第一代和第二代主要是从组成电子储存环的二极偏转磁铁引出同步辐射光，供用户使用。第三代是光亮度更高的专用同步辐射光源，它广泛地使用波荡器等插入件，已成为当今众多学科基础研究和高新技术开发应用研究的最佳光源。

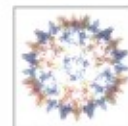


同步辐射光源有广阔的应用前景

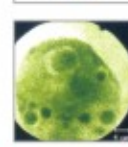
同步辐射光源以其优良的特性，已经成为材料科学、生命科学、环境科学、物理学、化学、医药学、地质学等学科领域的基础和应用研究的一种最先进的、不可替代的工具，并且在电子工业、医药工业、石油工业、化学工业、生物工程和微细加工工业等方面具有重要而广泛的应用。



第三代同步辐射光源的X光晶体衍射技术是目前破解生物大分子三维结构的最好手段，揭示蛋白质空间结构是正在到来的“后基因组时代”生命科学的首要目标，上海光源将使我国生命科学家迅速进入结构分子生物学的世界前列，并从“源头”上促进我国医学、制药和生物技术产业的创新发展和竞争力。



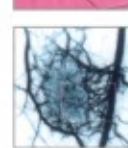
生命科学家可利用上海光源的X光显微成像和断层扫描成像技术直接获取亚细胞结构图像，这将给我国科学家提供全新的生命动态视野，可能成为21世纪初我国生命科学的光辉里程碑。



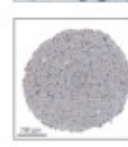
基于第三代同步辐射光源的“双色减影心血管造影”技术，可以为心血管病的早期诊断提供安全、快速、高清晰的诊断方法。



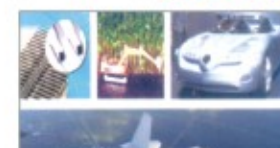
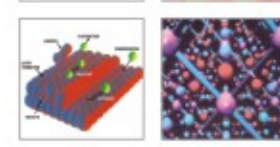
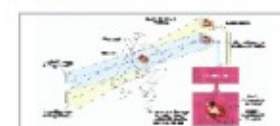
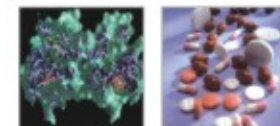
第三代同步辐射光源作为X射线源可以大大提高CT的空间分辨率，缩短扫描时间，提高图像质量。

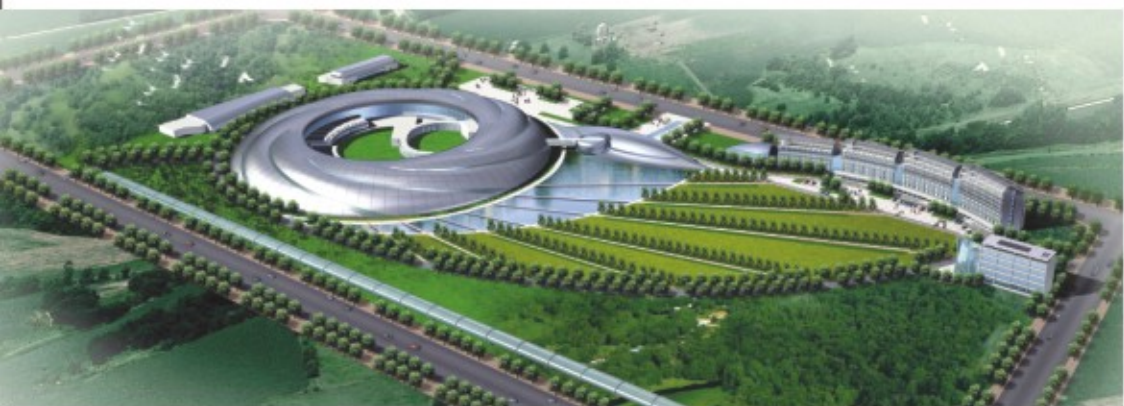


第三代同步辐射光源的高亮度X射线光束可以清楚地揭示材料中原子的精确构造和有价值的电磁结构参数等信息，它们既是理解材料性能的“钥匙”，也是设计新材料的原理来源。



第三代同步辐射光源的X射线深度刻蚀光刻技术(LIGA技术)，可以制造肉眼难以看清的微型马达、微型齿轮、微型传感器、微型喷嘴、微型泵阀、微型电子开关、微型医用器件、微型光纤耦合插件和微型微电子器件接口插件等许多三维微型装置，并可进一步发展为高度智能化、集成化的微型电子-机械系统(MEMS)，如微型仪器、微型机器人，它们在航天、医学、国防、自动化等许多领域有广阔的可开发市场。





上海光源是 先进的第三代同步辐射光源

上海光源 (Shanghai Synchrotron Radiation Facility, 简称SSRF), 是一台高性能价格比的中能第三代同步辐射光源。上海光源的X射线能量仅次于世界上仅有的三台高能光源 (美、日、欧各一台), 设计性能超过同能区现有的第三代同步辐射光源, 是目前世界上正在建造或设计中的性能最好的中能光源之一, 科学寿命大于30年。光子能量范围优化在0.1~40keV。在5~20keV的硬X射线区, 其亮度可接近大而昂贵的6~8GeV的第三代光源。上海光源除了具有宽波段、窄脉冲、高准直、高稳定、高亮度、高通量、微束径和准相干等特点外, 还具有:

- ▶ **高效性:** 未来可建设60条以上的光束线和上百个实验站, 向用户的供光机时将超过5000小时/年, 每天可容纳几百名来自海内外不同学科领域或公司企业的科学家和工程师, 日以继夜地在各自的实验站上使用同步辐射光;
- ▶ **灵活性:** 光源可运行于单束团、多束团、高通量、高亮度和窄脉冲等多种模式, 并可以快速地变换运行模式, 以满足用户的多种需求;

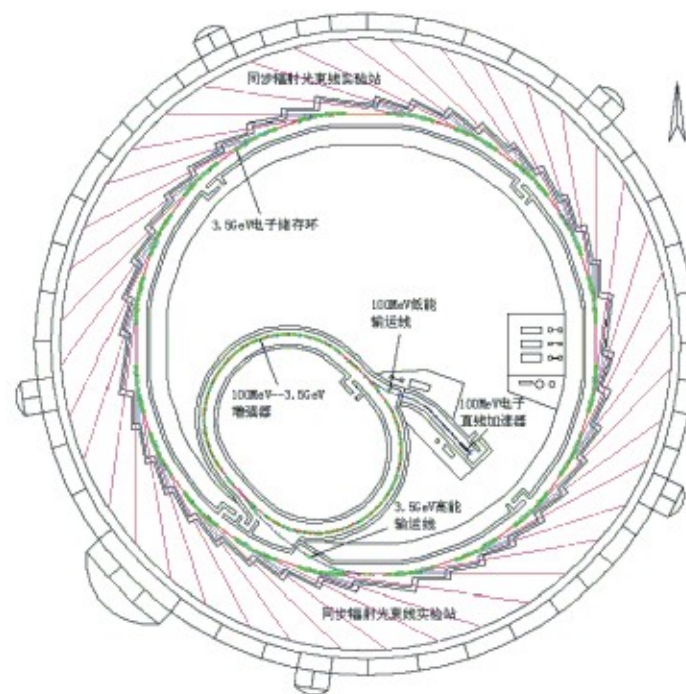
鉴于其上述的优异性能, 上海光源将成为我国迎接知识经济时代、创立国家知识创新体系的必不可少的国家级大科学装置。

上海光源的组成部分

上海光源是国家级大科学装置, 光源主体由全能量注入器、电子储存环、光束线和实验站组成。

▶ 提供电子束的全能量注入器

全能量注入器包括100MeV电子直线加速器、3.5GeV增强器以及高能和低能两条运输线, 其作用是向电子储存环提供所需的电子束。



▶ 产生同步辐射光的电子储存环

电子储存环是一个周长为432m的闭合环形高科技装置, 用以储存高能电子束, 由磁铁、支架、注入、电源、真空、高频、束测和控制等系统组成。

▶ 桥梁作用的光束线

光束线沿着电子储存环的外侧分布, 是用户实验站与电子储存环之间的“桥梁”。它通过安装在真空管道内的一套精密光学系统, 对从电子储存环引出的同步辐射光, 按用户的要求进行再加工, 如分光、准直、聚焦等, 并输送到用户实验站。此外光束线上还有快速真空阀和辐射防护闸以实施真空和辐射安全的连锁保护。

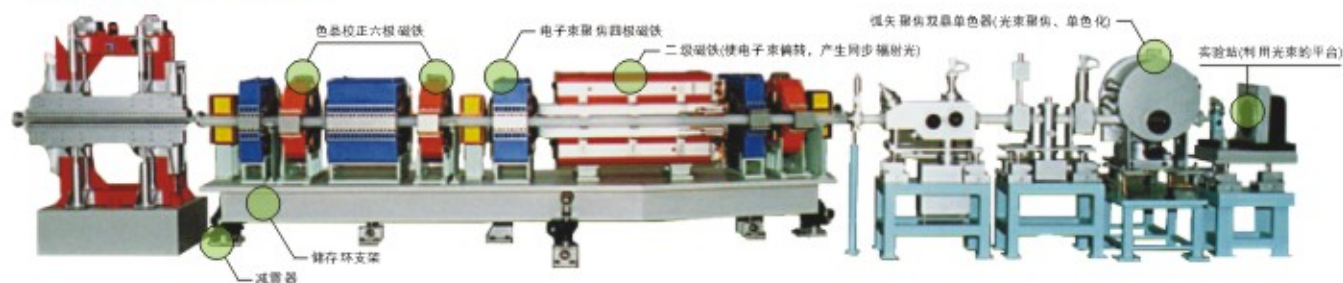
▶ 探索自然奥秘的实验站

实验站是科学家和工程师利用同步辐射光揭开科学秘密、开发新技术产品的综合科技平台。在这里同步辐射光被“照射”到各种各样的样品上, 同时有各式各样的科学仪器记录下样品的各种反应信息或变化, 经高速计算机处理后变成一系列反映自然奥秘的曲线或图像。

上海光源将建设几十个涉及各种前沿科学研究和高技术开发应用的同步辐射实验站, 所有这些实验站都是为准确探测同步辐射光与实验样品的各种相互作用而精心设计的。作为大型公共科学研究平台, 上海光源将陆续向广大用户提供从远红外到硬X射线的同步辐射光, 为物理学、化学、生命科学、材料科学、环境科学、地质科学等诸多学科和信息技术、微电子技术、微纳技术等领域的研究提供必不可少的工具。

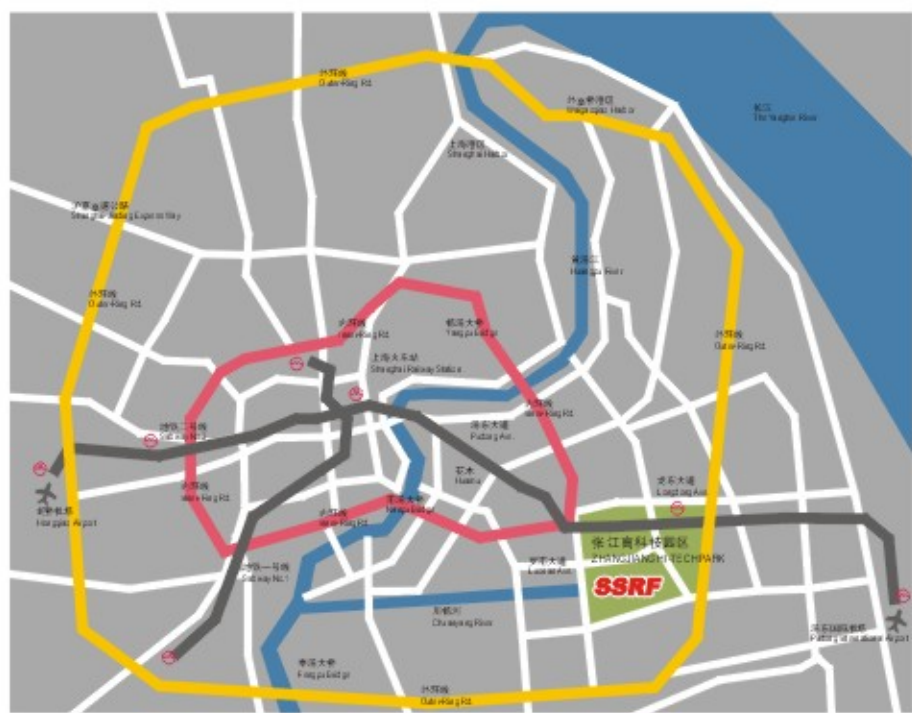


► 存储环标准单元



上海光源落户张江高科技园区

上海光源将建于上海市浦东新区的张江高科技园区内，占地约300亩。周边交通便捷，磁悬浮列车与上海光源近在咫尺，地铁2号线将它与陆家嘴金融贸易区、市中心南京路步行街等直接相连。由此，上海可望在二十一世纪成为全国乃至世界的多学科前沿研究中心。

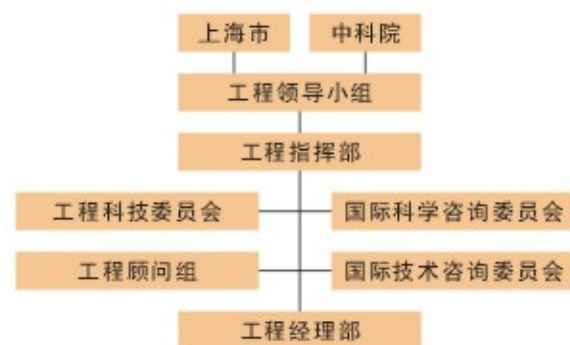


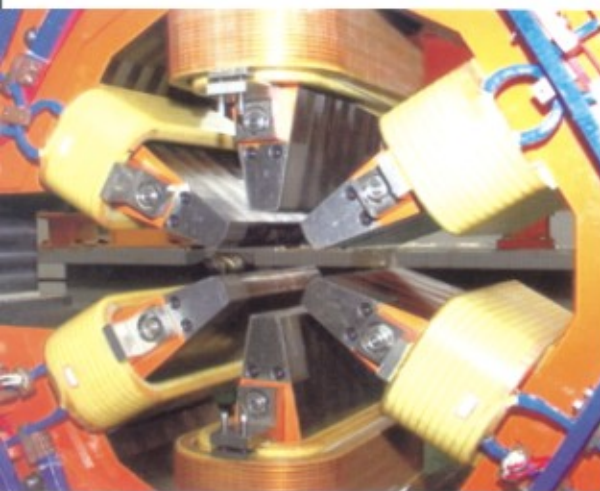
上海光源的组织领导

上海光源是中国科学院与上海市开展“院地合作”的重大项目，也是上海市“科教兴市”重大科技项目。上海光源由中国科学院和上海市人民政府共同向国家建议建设，工程投资总计约12亿人民币。2004年1月，国务院批准上海光源工程项目建议书。2004年7月，中国科学院和上海市人民政府联合成立了上海光源工程建设领导机构，工程领导小组由中国科学院院长路甬祥任组长、上海市市长韩正任副组长；工程指挥部为领导小组的常务机构，由中科院副院长江绵恒任总指挥、上海市副市长杨雄任副总指挥；工程经理部为上海光源工程的实施机构，中科院上海应用物理所徐洪杰任总经理，上海应用物理所赵振堂、上海市建委丁浩任副总经理。上海光源工程还有多个咨询机构，方守贤院士任工程科学技术委员会主任，冼鼎昌院士、杨福家院士、陈霖玉院士任副主任；陈霖玉院士任工程总顾问。



工程建设项目领导组织机构





工程预制研究

在原国家计委和中国科学院、上海市人民政府的共同支持下，工程预制研究自1999年起在中国科学院上海应用物理研究所组织实施。2001年3月通过了由中国科学院基础局和上海市计委共同主持、主要由两院院士组成的专家组的鉴定，专家一致认为由中科院承担的全部41项涉及上海光源大部分重大关键技术非标设备的研制均达到设计指标，其中26项达到国际上第三代同步辐射光源同类设备的先进水平。2004年8月16日，上海光源项目预制研究项目通过国家验收。通过预制研究，切实掌握了建设第三代同步辐射装置的重大关键技术，成功地研制出对工程进度有影响的重要部件的样机等，锻炼出一支专业配套、结构合理的上海光源设计和建造骨干科技队伍，为建设上海光源工程奠定了基础。

项目名称	项目名称
储存环二极磁铁	热阴极电子枪
储存环四极磁铁	聚束器和高功率相移器
储存环六极磁铁	EPICS评估系统
增强器二极磁铁	设备控制器原型试验系统
增强器四极磁铁	主定时系统
增强器六极磁铁	束流位置探测器及标定系统
储存环二极磁铁电源	同步光探测器数据采集及电子学
增强器二极磁铁电源	全金属超高真空快阀和真空保护系统
储存环六极磁铁电源	光束位置监测器
储存环校正子磁铁电源	三维精密调整平台
增强器四极磁铁电源	高热负载光学元件的热缓释
低电平控制	长程面形仪
储存环真空室	弧矢聚焦双晶单色器
光子吸收器	水冷四刀口精密狭缝
高频屏蔽波纹管	储存环束流损失监测系统
增强器薄壁真空室	储存环磁铁准直支架
超高真空大抽速真空泵	增强器磁铁准直支架
注入冲击磁铁	长线圈测磁机
涡流板型注入薄切割磁铁	旋转线圈测磁机
注入薄切割磁铁电源	磁场点测机
冲击磁铁电源	



上海光源工程由中国科学院上海应用物理研究所承担（项目法人单位）。

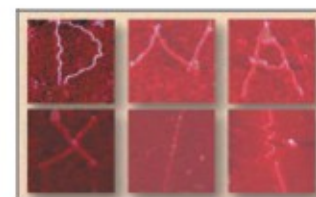
上海应用物理所是2003年6月经国家批准设立的，专业从事民用非动力核技术科学研究的国立研究所，其前身是成立于1959年的中国科学院上海原子核研究所。上海应用物理所以大科学装置的建造和运行为立所之本，以同步辐射、自由电子激光、离子束等加速器物理和技术，探测与成像物理和技术，同位素、标记化合物及辐照装置与辐照新材料科学与技术等民用非动力核技术科学的基础研究、应用研究及其相关交叉、边缘学科研究为主；同时积极推进民用非动力核技术科学研究成果的产业化。

上海应用物理所是中国科学院知识创新工程试点单位。设有粒子物理与原子核物理、核技术及应用、无机化学博士、硕士学位培养点，及物理学博士后流动站；并建有中国科学院核分析技术重点实验室、上海市低温超导高频腔技术重点实验室。现有专业技术人员394

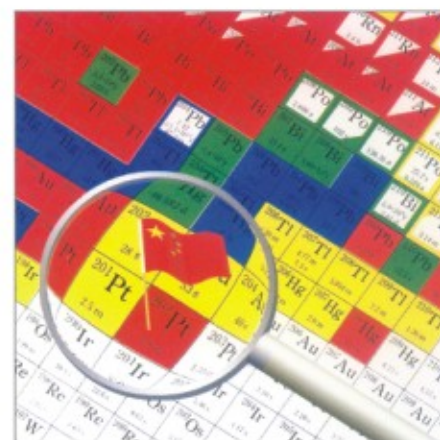


人，包括中国科学院院士2名，973项目首席科学家1名、副首席科学家1名，高级科技人员151人，“百人计划”9人，在读研究生232人(博士110人)。

中国科学院上海应用物理研究所



上海应用物理所拥有两大园区，分别坐落于上海市张江高科技园区和上海市科技卫星城嘉定区，占地面积共700亩。张江园区将建设国家重大科学工程“上海光源”，通过研究和具有国际先进水平的同步辐射光源及束线科学与技术，开展相关的同步辐射应用研究、方法学研究，以及与光源技术、离子束技术及THz相结合的交叉前沿科学、边缘科学的创新性研究，为纳米科技、结构基因组学、分子环境科学、核物理、新型材料、创新药物、医学成像、生物识别、生物传感器等众多创新性研究工作提供国际一流的科学平台。嘉定园区是上海地区唯一的核科学综合研究基地，按照国家关于民用非动力核技术高技术产业发展方向，深入开展核技术应用的科学问题研究、技术前沿及新工艺的研究，在辐照加速器、辐射技术及放射性药物等方面提升核技术应用关键技术创新与系统集成能力，促进民用非动力核技术战略高技术创新和产业化发展。



经过几十年的积累，上海应用物理所已在核技术科学应用于生命、材料、医药、环保、地学、考古等领域内逐步形成了自己的优势。依托这些学科优势，已形成较强的技术开发能力，尤其在特种仪器仪表、辐射材料改性及辐照装置、放射性同位素技术等方面具有很强的优势，建立了核技术产业链，开发出的有较大市场影响力的产品主要有自动报警和消防控制系统、放射免疫 γ 测量系统、恒压变压器和特种电源、碱性电池隔膜、热收缩材料、高频高压电子辐射加速器(“地那米”加速器)、钴源辐照装置、缺中子放射性药物、放射免疫试剂盒等。

上海应用物理所主办《核技术》、《核科学与技术》(英文版)、《辐射研究和辐射工艺学报》等学术刊物。上海市原子核学会挂靠上海应用物理所；2004年起，中国物理学会同步辐射专业委员会挂靠上海应用物理所。