

中国科学院上海原子核研究所 **SINR** Shanghai Institute of Nuclear Research, CAS



上海光源简介 SSRF

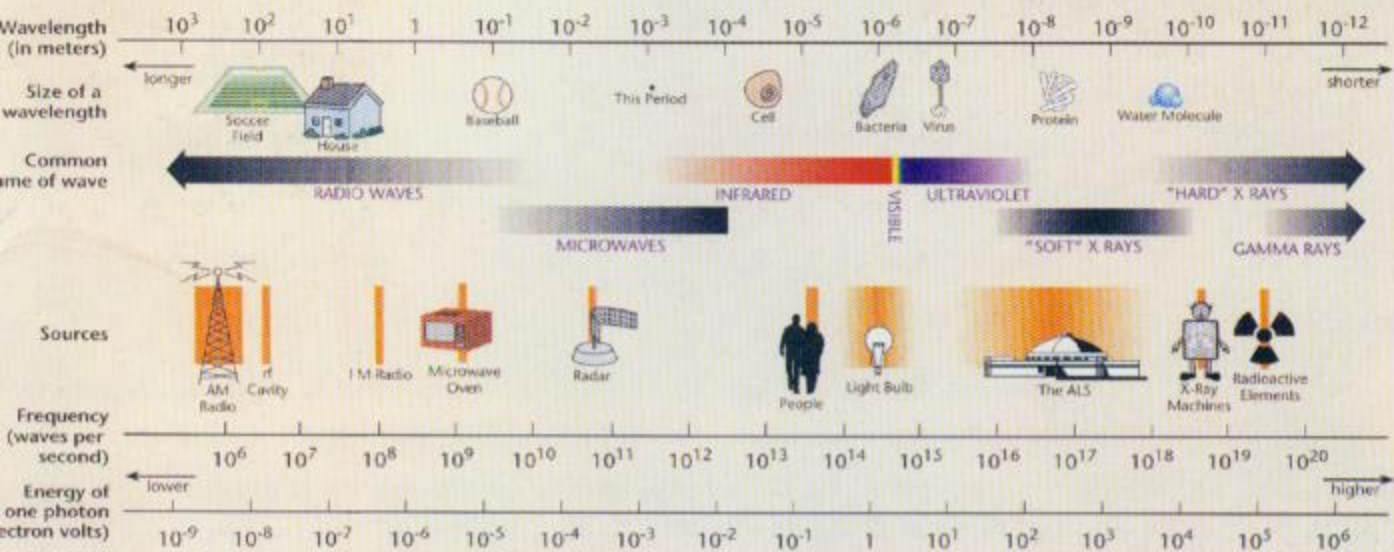
Shanghai Synchrotron Radiation Facility

人类生存和发展从来就离不开“光”
人类的文明史是一部利用和开发“光”的历史



人类文明史也是一部利用和开发光资源的历史

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

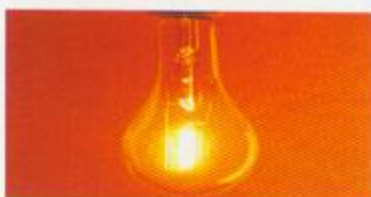


人类生存和发展从来就离不开对“光”的利用和开发，人类的文明史是一部利用和开发“光资源”的历史。“光”是一个很大的家族，其中“可见光”只是“光家族”中的一员。光可依其波长不同，分为无线电波、微波、红外、可见光、紫外、真空紫外、软X射线、硬X射线和伽玛(γ)射线等。

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的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。

新人工光源带来人类文明的新进步

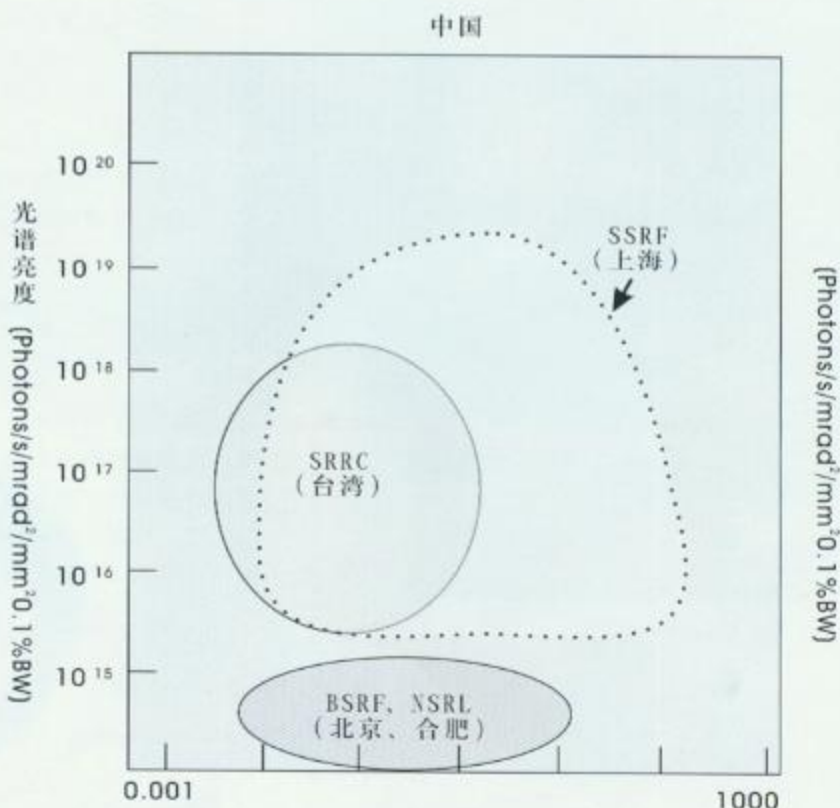


光是由光源产生的，如太阳、电灯和蜡烛。其中太阳是天然光源，电灯和蜡烛是人工光源。由于天然光源产生的光仅占整个光家族的很小部分，所以人类一直在努力开发和利用各种各样的人工光源。任何一种新人工光源的发明和利用，都标志着人类文明新的进步，如伦琴发明的X射线、爱迪生发明的电灯、二次大战中发明的微波、20世纪六十年代发明的激光等，都是人工光源发展史上的重大里程碑，它们都极大地促进了人类文明的进步。

20世纪六十年代末出现的同步辐射光源，是被誉为“神光”的又一种人工光源，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，它的主休是一台电子储存环。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”；第二代的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。第一代和第二代都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。





上海光源是先进的第三代同步辐射光源

上海光源又名上海同步辐射装置 (Shanghai Synchrotron Radiation Facility, 简称SSRF), 是一台世界先进的中能第三代同步辐射光源。第三代同步辐射光源依其光子能量覆盖区划分为硬X射线高能光源、软X射线中能光源和真空紫外低能光源三档。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), X射线的亮度和通量优化在用户最多的5~20keV能区。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: 总共将建设近五十条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/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, 可依据用户需求快速变换运行模式, 以满足用户的多种需求;

前瞻性: 光源科学寿命至少30年, 电子直线加速器同时用于发展深紫外区高增益自由电子激光第四代光源。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

全能量注入器包括电子直线加速器、增强器和注入/引出系统，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

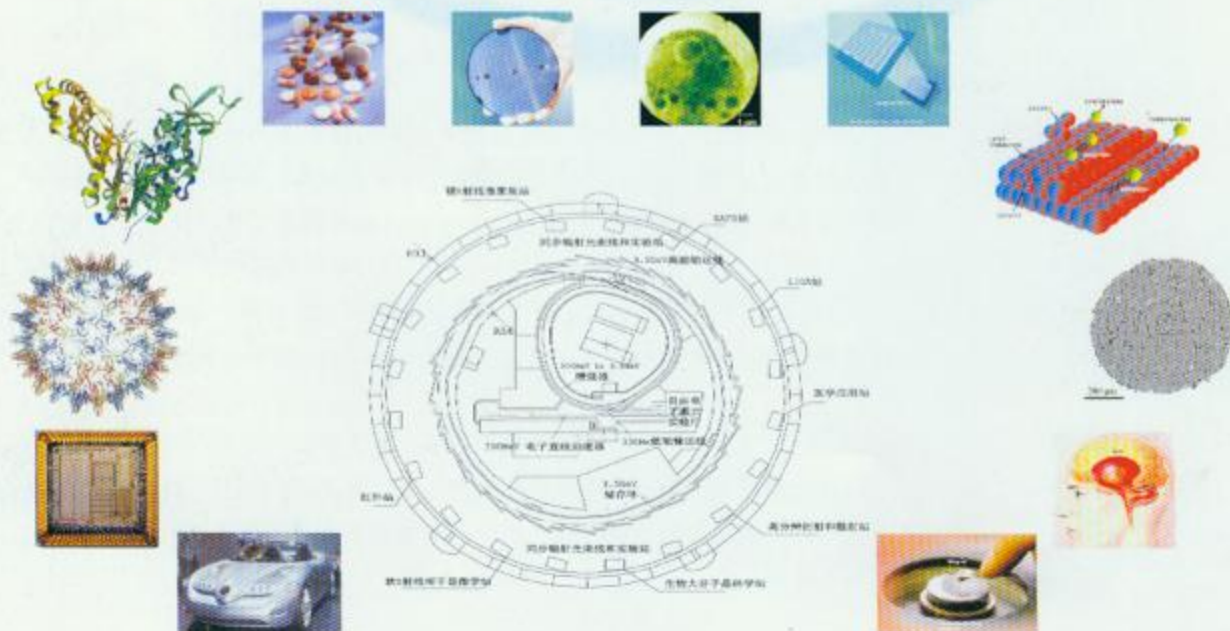
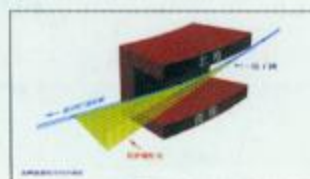
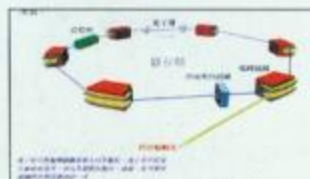
电子储存环是一个周长为396米的闭合环形高科技装置，用来储存高能电子束，它由超高真空室、高精度磁铁系统、高频加速腔、高灵敏的束流探测仪器和控制系统等组成。

桥梁作用的光束线

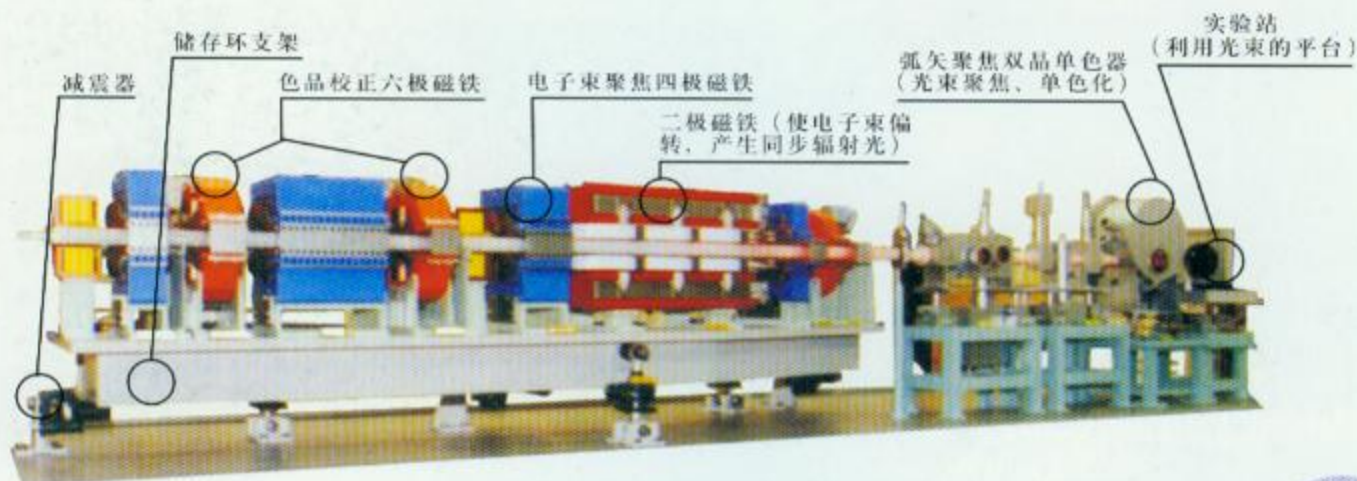
用户要在实验站上使用电子储存环中电子束发射的同步辐射光，必须用“光束线”做连接“桥梁”，它通过安装在真空管道内的一套精密光学系统，对从电子储存环引出的同步辐射光，按用户要求进行再加工，如分光、准直、聚焦等，并输送到用户实验站。此外它还有快速真空阀和辐射防护闸以实施真空和辐射安全的连锁保护。

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，同时科学仪器记录下样品的各种反应信息或变化。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。上海光源将陆续向广大用户提供扫描光电子能谱、X射线吸收边精细结构、硬X射线微聚焦、软X射线相干显微、高分辨衍射和散射、生物大分子晶体、扫描透射X射线显微、X射线荧光显微、X射线非弹性散射、医学诊断和光加工（微电子光刻、微制造深度刻蚀）等几十个实验站，使几百名来自海内外的科学家和工程师可以日以继夜地同时使用上海光源的同步辐射光。



储存环标准单元



上海光源的组织领导和现状

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。1998年9月成立了上海光源工程领导小组，现由中国科学院院长路甬祥任组长，上海市市长陈良宇、国家科技部副部长邓楠任副组长；1998年10月成立了上海光源工程指挥部和上海光源工程科学技术委员会，现由中国科学院上海原子核研究所所长徐洪杰研究员任指挥部总经理，中国科学院方守贤院士和沈鼎昌院士任科技委员会正、副主任。

上海光源将落户张江高科技园区

1999年7月上海光源工程领导小组审议并批准上海光源落户上海浦东新区的张江高科技园区，占地300亩。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，行程15~20分钟。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。



工程预制研究和工程初步设计



国家科技领导小组已于1997年6月批准上海光源先进行工程预制研究，以掌握建设上海光源的关键技术，形成骨干科技队伍。在国家计委和上海市人民政府的共同支持下，工程预制研究自1999年起，由工程指挥部在中国科学院上海原子核研究所组织实施。目前已完成41项涉及上海光源大部分重大关键技术非标设备的研制，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，并于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。与此同时还完成了《上海同步辐射装置工程初步设计》，形成了一支专业配套、结构合理的上海光源的设计、建设和研发骨干科技队伍。

上海光源已完成的预制研究项目

储存环二极磁铁

储存环四极磁铁

储存环六极磁铁

增强器二极磁铁

增强器四极磁铁

增强器六极磁铁

储存环二极磁铁电源

增强器二极磁铁电源

储存环六极磁铁电源

储存环校正子磁铁电源

增强器四极磁铁电源

低电平控制

储存环真空室

光子吸收器

高频屏蔽波纹管

增强器薄壁真空室

超真空大抽速真空泵

注入冲击磁铁

涡流板型注入薄切割磁铁

注入薄切割磁铁电源

冲击磁铁电源

热阴极电子枪

聚束器和高功率相移器

EPICS评估系统

设备控制器原型试验系统

主定时系统

束流位置探测器及标定系统

同步光探测器数据采集及电子学

全金属超高真空快阀和真空保护系统

光束位置监测器

三维精密调整平台

高热负载光学元件的热缓释

长程面形仪

弧矢聚焦双晶单色器

水冷四刀口精密狭缝

储存环束流损失监测系统

储存环磁铁准直支架

增强器磁铁准直支架

长线圈测磁机

旋转线圈测磁机

磁场点测机



同步辐射光源有广阔的应用前景

同步辐射光源籍其优良的特性，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。

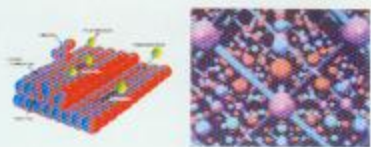
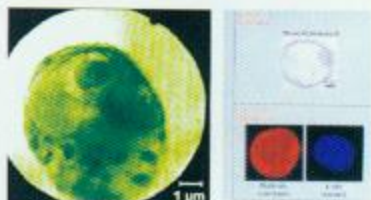
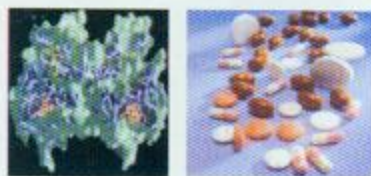
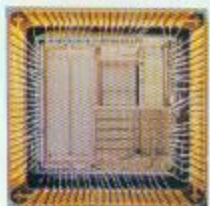
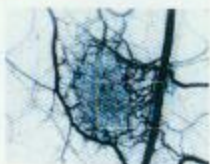
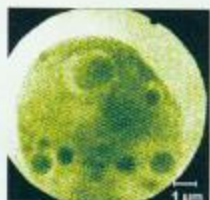
生命科学家可利用上海光源的X光显微成像和断层扫描成像技术直接获取亚细胞结构图像，这将给我国科学家提供全新的生命动态视野，可能成为21世纪初我国生命科学的光辉里程碑。

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、微型光纤耦合接插件和微型微电子器件接口接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。



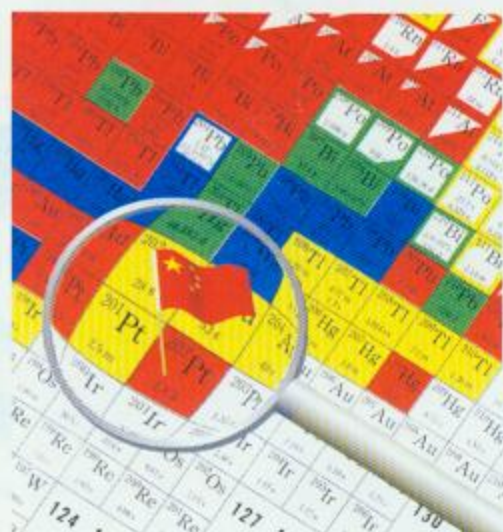
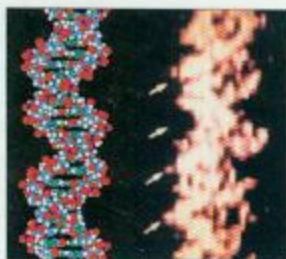
中国科学院上海原子核研究所 **SINR** Shanghai Institute of Nuclear Research, CAS



中国科学院上海原子核研究所创建于五十年代末，是专业从事民用非动力核技术科学研究的基地型研究所，以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，并继续推进核技术科学研究成果的产业化。拥有一支优秀的研究队伍，主要从事先进光源和束线、先进离子束的科学与技术研究，核物理及交叉、边缘学科研究，核技术科学的应用研究等三个学科领域的研究工作；

开展先进光源和束线的科学与技术研究、先进离子束的科学与技术研究、核物理实验和理论研究、基于核技术与纳米技术的交叉与边缘科学研究、放射性药物研究、辐射改性新材料研究、应用加速器的研制及先进探测技术研究等七个学科方向上的研究工作，在核科学技术应用于生命、材料、医药、环保、地学、考古等领域内逐步形成了自己的优势。现拥有国际首创的超灵敏小型回旋加速器质谱计、原子级分辨率的扫描隧道显微镜 (STM) 和原子力显微镜 (AFM)、4兆伏静电加速器、扫描质子微探针 (SPM)、10兆伏脉冲电子加速器及顺磁共振谱仪、2×6兆伏串列加速器、旋风30回旋加速器、地那米加速器、双栅板钴源等先进的仪器设备。经过三十多年的积累，原子核所已形成较强的技术开发能力，尤其在特种仪器仪表、辐射材料改性及辐射装置、放射性同位素技术等方面具有很强的优势，产品在国内外市场具有相当的竞争力。上海原子核研究所设有粒子物理与原子核物理、核技术及应用、无机化学博士学位及硕士学位培养点，并设有物理学博士后流动站。上海原子核研究所主办、编辑《核技术》、《核科学与技术》(英文版)、《辐射研究和辐射工艺学报》。上海市原子核学会挂靠上海原子核研究所。

上海原子核研究所是中国科学院知识创新工程试点全面推进阶段的试点单位。通过知识创新工程的实施，上海原子核所将在中国科学院新时期办院方针指导下，面向科学前沿、面向国家需求，取得进一步的发展。



奋发自强、求实创新、文明团结



储存环二极磁铁及长线圈测磁机



插入件前端区及三维精密调整平台



旋转线圈测磁机及储存环四极磁铁



高频功率源低电平控制



高热负载光学元件的热缓释装置



长程面型仪 (LTP)



热阴极栅控电子枪



储存环铝合金超高真空室



储存环注入冲击磁铁和切割磁铁



储存环二极磁铁电源



中国科学院上海原子核研究所

SHANGHAI INSTITUTE OF NUCLEAR RESEARCH, CAS

地址: 上海市800-204信箱 邮编: 201800
电话: 021-59553998 传真: 021-59553021
Web: www.sinr.ac.cn E-mail: sinr@sinr.ac.cn