



中国科学院强磁场科学中心

High Magnetic Field Laboratory of the Chinese Academy of Sciences

## 强磁场实验装置 2013 年年度报告

(稳态, 合肥)

中国科学院强磁场科学中心

稳态强磁场大科学工程经理部

2014 年 2 月

## 一、装置概况

### 装置概况

强磁场实验装置(HMFF)项目是由中国科学院和教育部联合申报并获批准的“十一五”国家重大科技基础设施建设项目。根据《国家发展改革委关于强磁场实验装置国家重大科技基础设施项目建议书的批复意见》(发改高技[2007]188号文件),强磁场实验装置采取“一个项目,两个法人,两地建设,共同管理”的建设模式—在中国科学院合肥物质科学研究院(简称合肥研究院)建设稳态强磁场实验装置(SHMFF);在华中科技大学建设脉冲强磁场实验装置(PHMFF)。

SHMFF的法人单位是中国科学院合肥物质科学研究院,共建单位是中国科学技术大学。稳态强磁场实验装置工程经理部负责SHMFF建设的组织实施,各项任务以中国科学院强磁场科学中心为依托完成。

SHMFF于2008年5月19日获批开工,建设目标是:建立40T级稳态混合磁体实验装置和系列不同用途的高功率水冷磁体、超导磁体实验装置,使我国的强磁场水平跻身于世界先进行列。建设满足上述稳态强磁场实验装置运行所需要的20MW高功率高稳定度电源系统、20MW高功率去离子水冷却系统、氦低温系统和中央控制系统;建设强磁场实验装置上的输运、磁性、磁光、极低温、超高压和组合显微等科学实验测试系统,为开展凝聚态物理、化学、材料科学、地学、生物学、生命科学和微重力等学科的前沿研究提供强磁场平台。

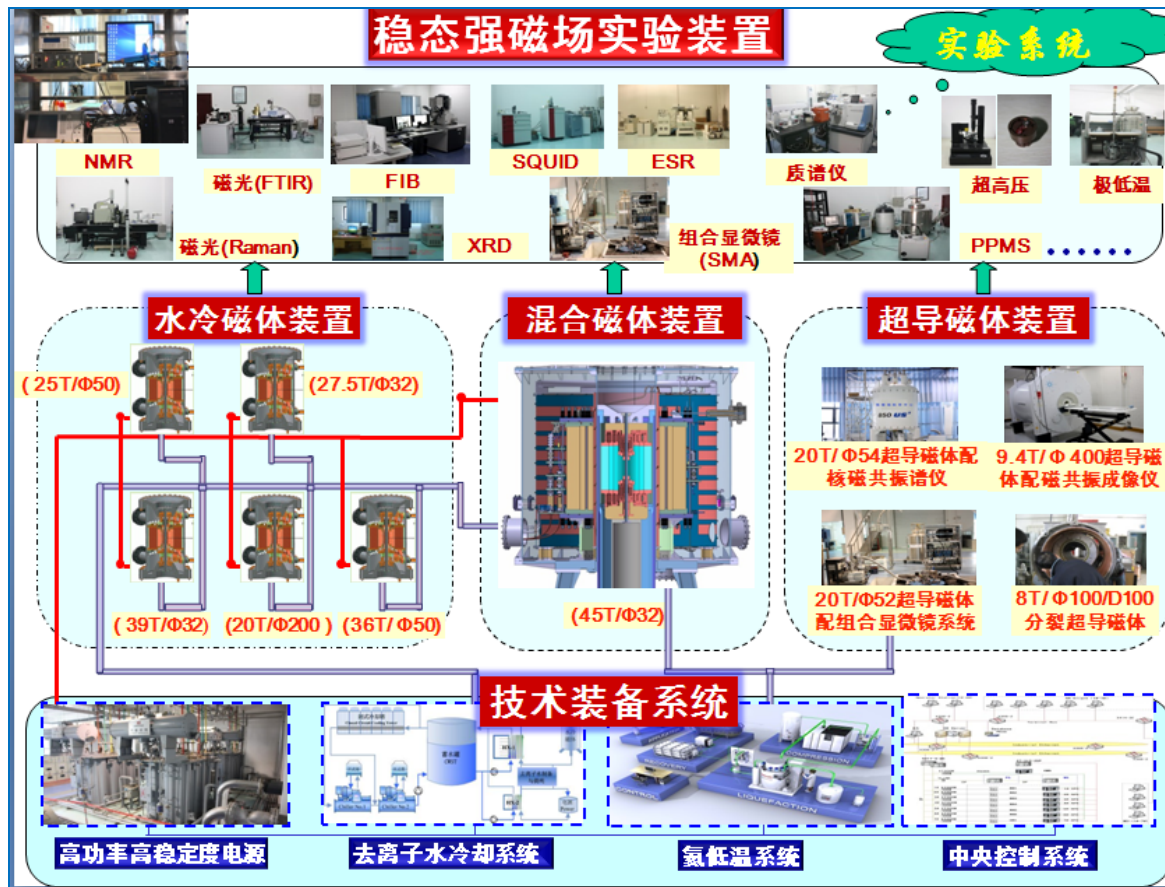
### 建设内容

SHMFF 建设内容一览表

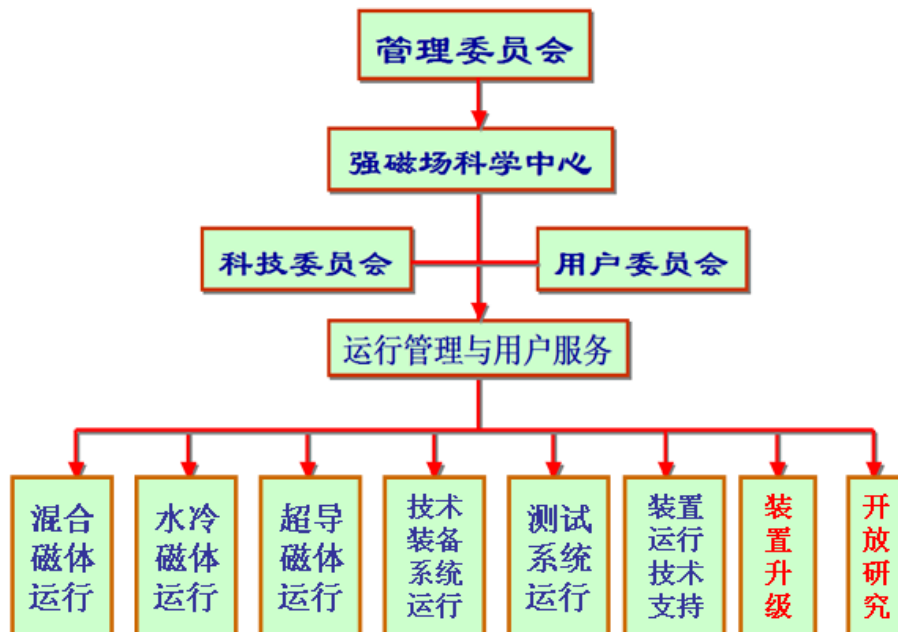
分类	名称	数量	备注
稳态磁体装置	混合磁体 HM1	1 套	HM1=HSM1+HWM1/HWM2
	水冷磁体	5 台	WM1, WM2, WM3, WM4, WM5

	超导磁体	4 台	SM1, SM2, SM3, SM4
技术装备系 统	高稳定度电源系统	1 套	PS
	去离子水冷却系统	1 套	WS
	氦低温系统	1 套	LHS
	中央控制系统	1 套	CCS
科学实验测 试系统	输运实验测试系统	1 套	TMS
	磁性实验测试系统	1 套	MMS
	磁光实验测试系统	1 套	OMS
	极低温实验测试系统	1 套	LTMS
	高压实验测试系统	1 套	HPMS
	组合显微实验测试系统	1 套	SMA
	核磁共振实验系统研究/研制	1 项	NMR
基建与公共 工程	科研实验楼	1 栋	总建筑面积 10000 平方米
	实验装置厅	1 栋	
	技术装备厅	1 栋	
	供电和给排水	1 组	配套

SHMFF 磁体、系统构成示意图



组织框架



## 二、研究进展及成果

### 科技论文发表、获奖及专利统计

2013 年用户利用稳态强磁场实验装置进行实验并公开发表论文 119 篇，其中：SCI 收录论文 103 篇，EI 及其它论文 16 篇。此外，授权专利 9 项，其中发明专利 8 项，实用新型专利 1 项。软件著作权登记 34 项。

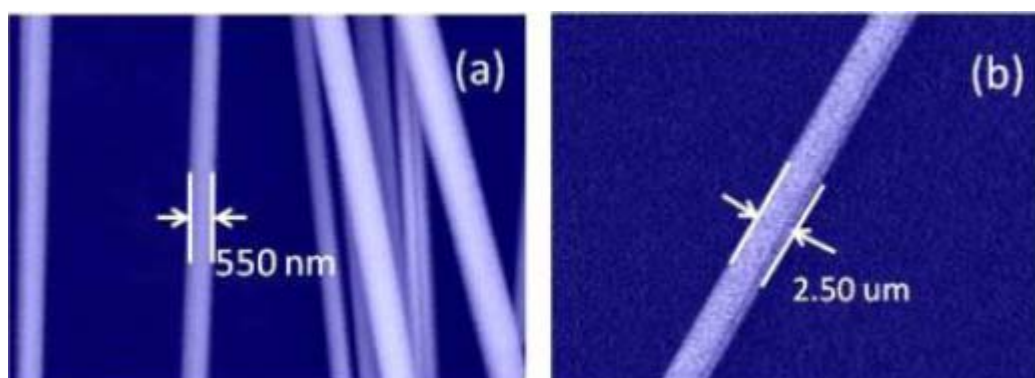
#### 科技论文发表、获奖及专利

SCI 收录 论文数	论文引 用数	国外发 表论文 数	用户相 关论文 数	获省部 级以上 奖数	发明专利 授权	实用新型 专利授权	软件 著作 权
103	81	102	119	0	8	1	34

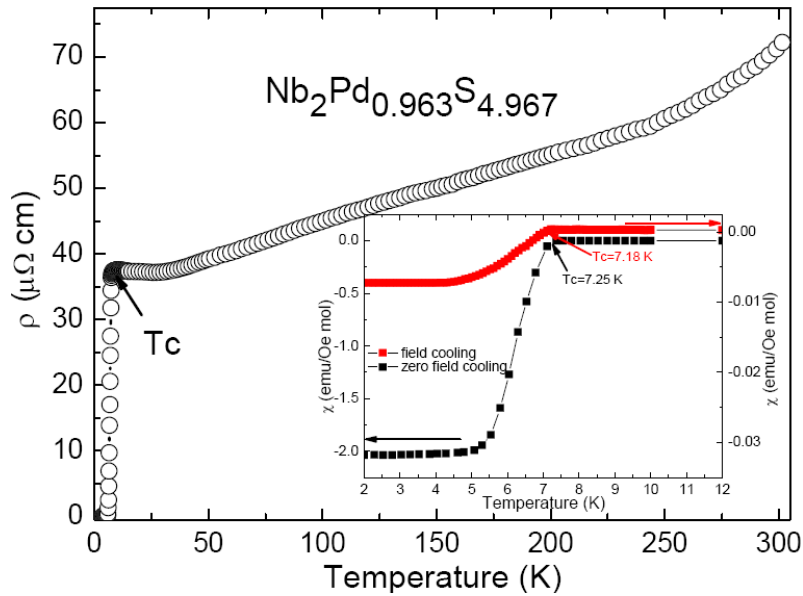
### 重要成果

- **科研成果一：新型  $\text{Nb}_2\text{Pd}_x\text{S}_{5-y}$  超导纤维的发现和强磁场下的物性研究【J. American. Chemical. Society., 135: 12987 (2013)】**

中科院强磁场科学中心张裕恒院士和张昌锦研究员课题组利用稳态强磁场实验装置的综合物性测试系统 (PPMS)，对该课题组新发现的  $\text{Nb}_2\text{Pd}_x\text{S}_{5-y}$  超导纤维的上临界磁场和在强磁场下的临界电流密度进行了深入研究，取得了一些重要研究结果，相关结果发表在《美国化学会志》上 (Journal of The American Chemical Society)。



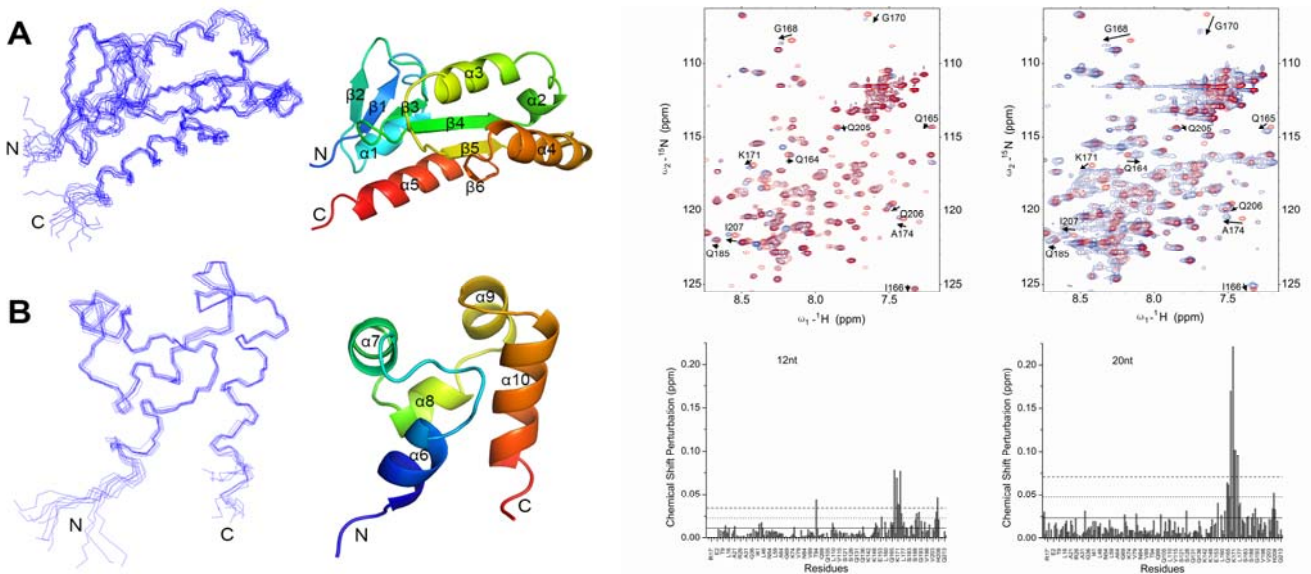
典型的  $\text{Nb}_2\text{Pd}_x\text{S}_{5-y}$  纤维样品的扫描电镜形貌图



$\text{Nb}_2\text{Pd}_{0.963}\text{S}_{4.967}$  样品的电阻率随温度变化曲线，插图是该样品在零场和加场冷却下的磁化率随温度变化曲线

● 科研成果二：范可尼贫血症相关蛋白 **FAAP24** 的结构和功能研究取得新进展【*Cell Research*, 23:1215-1228 (2013)】

中科院强磁场科学中心田长麟教授研究组和中科院生物物理所龚为民研究员研究组以及美国德州大学安德森癌症中心的李磊教授研究组利用稳态强磁场实验装置超导磁体 SM3 及核磁共振谱仪系统开展了范可尼贫血症相关蛋白 FAAP24 的结构和功能研究，相关研究成果发表在《Nature》集团下属期刊(*Cell Research*)杂志上。

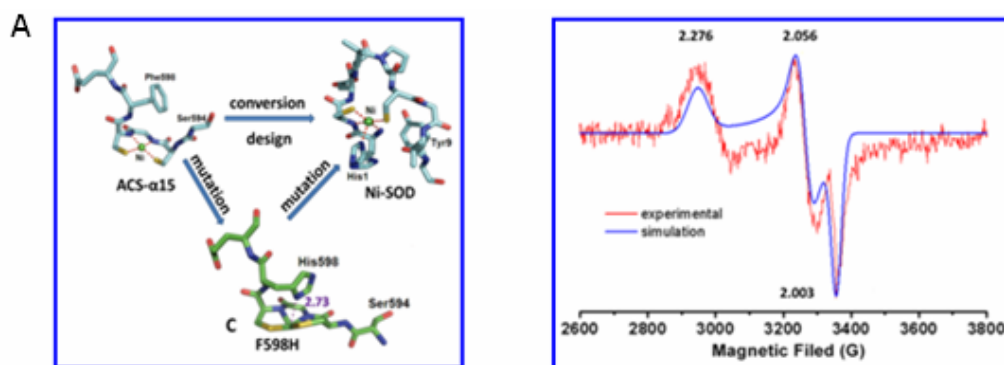


FAAP24 的 ERCC4 结构域 (A) 和 (HhH)<sub>2</sub> 结构域 (B) 的溶液结构

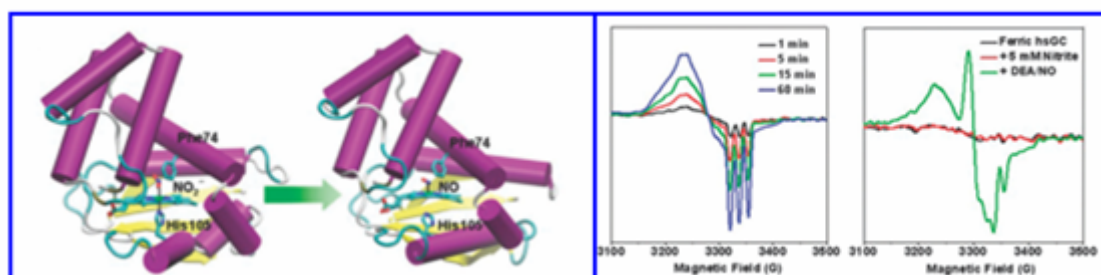
全长 FAAP24 与 12 碱基 (左) 和 20 碱基 (右) 单链 DNA 的核磁滴定实验和数据分析

● 科研成果三：电子自旋共振在金属蛋白/金属酶的结构与功能研究中的作用【[Chemical. Communication., 49: 1452\(2013\)](#); [Chemical. Communication., 49:7454\(2013\)](#)】

复旦大学化学系谭相石教授研究组利用稳态强磁场实验装置电子自旋共振装置(ESR)对涉及生理/病理过程中重要的金属蛋白质的金属中心进行了系统的研究。相关结果发表在《化学通讯》(Chemical Communication)上。



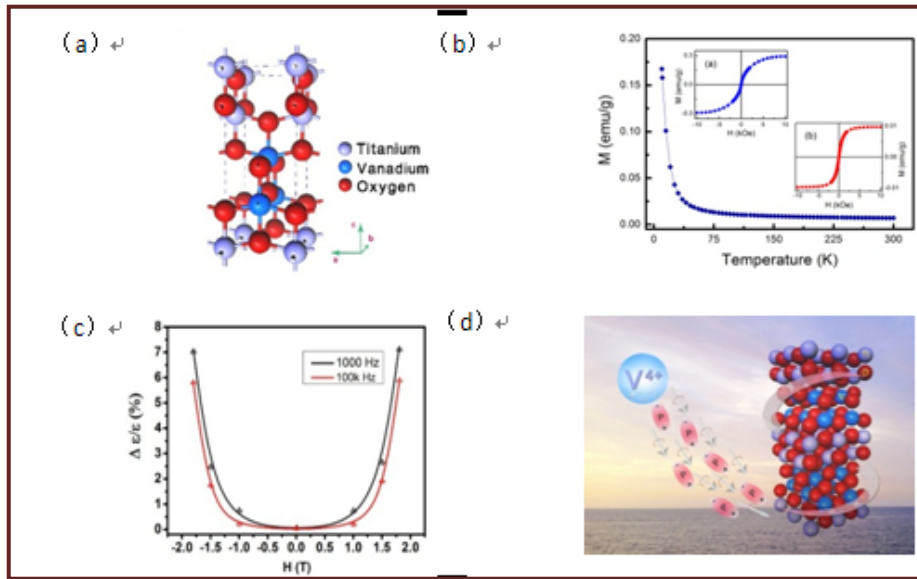
ACS 到 NiSOD 的功能转变



sGC 的亚硝酸盐还原

● 新物相锐钛矿型  $\text{VTiO}_4$  呈现出室温强磁介电耦合效应【[Chemical. Communication., 49\(89\):10462-10464\(2013\)](#)】

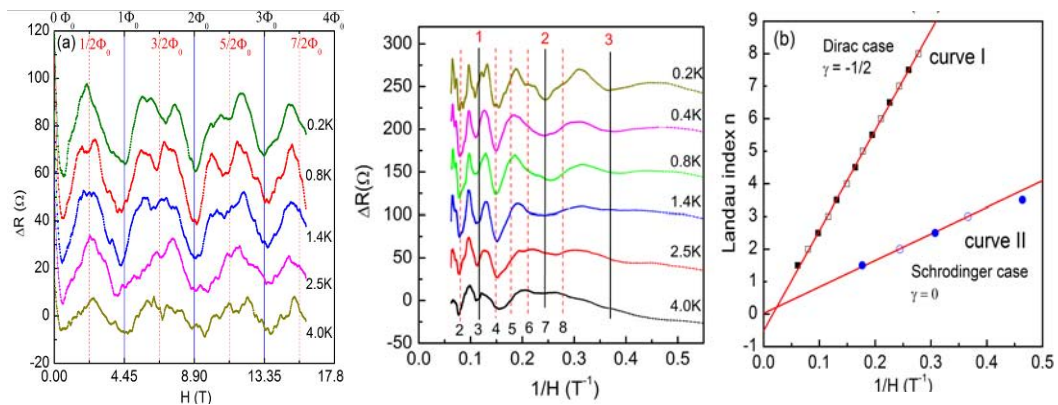
中国科学技术大学化学与材料科学学院吴长征特任教授、谢毅教授课题组和中科院强磁场中心研究人员利用稳态强磁场实验装置综合物性实验测量系统 (PPMS) 研究了合成的新物相锐钛矿相  $\text{VTiO}_4$  的磁介电效应，相关研究结果发表在《化学通讯》(Chemical Communication)上。



(a) 锐钛矿  $\text{VTiO}_4$  的晶体结构；(b)  $\text{VTiO}_4$  的磁性能；(c)  $\text{VTiO}_4$  的室温磁介电效应；(d)  $\text{VTiO}_4$  磁介电耦合效果图

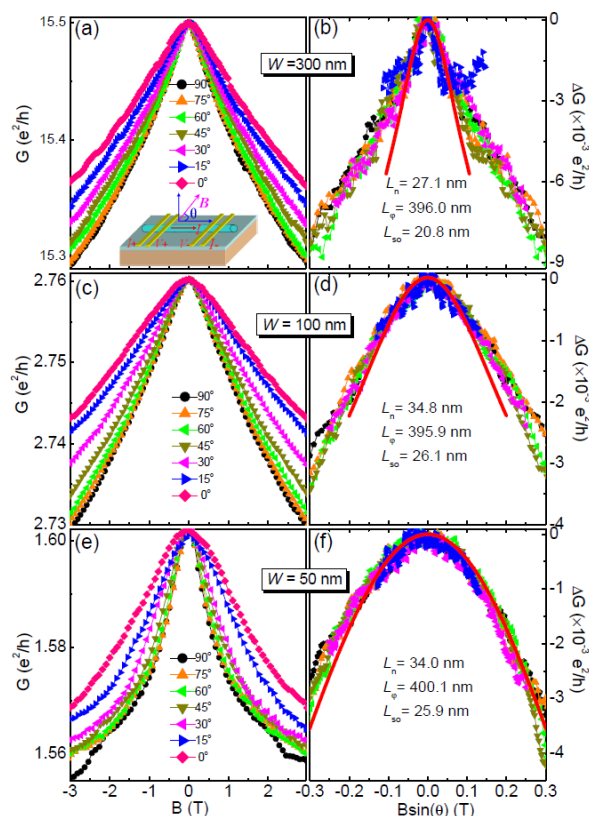
● 三维拓扑绝缘体  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  纳米线表面态的量子输运探测 **【Scientific Reports., 3:1212 (2013); Scientific Reports., 3: 1564 (2013)】**

中科院强磁场科学中心田明亮研究员课题组利用稳态强磁场实验装置综合性测量系统 (PPMS) 开展了拓扑绝缘体  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  纳米线表面态性质的研究，相关结果发表在英国自然子刊《科学报告》 (Scientific Reports) 上。



(左) 平行磁场下的 0-AB 振荡；(中) 垂直磁场下的 SdH 振荡；(右) 朗道指数  $n$  与  $1/H$  的关系，曲线 I 证明来自拓扑表面态 SdH





(a)(c)(e)不同直径  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  纳米线磁电导随磁场角度的变化；(b)(d)(f)不同直径纳米线低场表面电导在不同角度垂直分量的归一化行为；红色实线为一维反弱局域化理论模型拟合曲线

## ● 承担项目情况

中科院强磁场中心除承担着国家重大科技基础设施-稳态强磁场实验装置建设和运行任务外，积极争取各类科研项目。中心 2013 年在研项目有：国家重点基础研究计划（973 计划）课题 1 项，国家重大研究计划课题 3 项，国家重大科技专项 1 项，国家自然科学基金 24 项（面上项目 5 项、青年项目 15 项、大科学装置联合基金 4 项），安徽省自然科学基金 5 项，合肥研究院院长基金 5 项，合肥物质技术中心方向项目 2 项（重点支持 1 项，培育项目 1 项）。

2013 年中心争取国家自然科学基金 21 项，其中面上基金项目 7 项，青年基金项目 10 项，大科学装置联合基金项目 4 项。此外，中心 2013 年新增“中国科学院个性化药物战略性先导科技专项”课题 1 项、“国家磁约束核聚变能发展研究专项”1 项、安徽省自然科学基金 1 项（面上项目）、合肥研究院院长基金 3 项。

### 三、装置建设、运行与改造

#### 装置建设情况

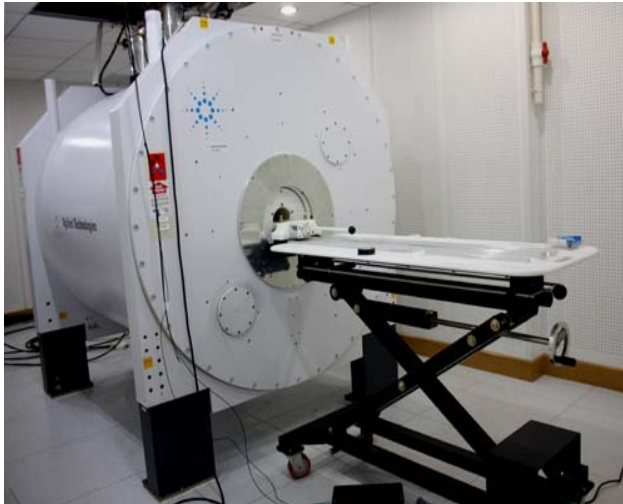
稳态强磁场实验装置自 2010 年部分磁体和系统陆续建成并投入运行,实现了“从第三年起进入边建设、边运行”这一重要阶段目标。

2013 年水冷磁体 WM4 实验创下纪录(机器研究获得 27.53T 的磁场强度);超导磁体 SM4 及磁共振成像系统投入运行。建立了亚太地区第一台磁体强度为 9.4T、磁体口径为 400mm 的大型哺乳动物高场磁共振成像系统;同时也是国内首个一体化的高场磁共振成像-动物实验研究平台,是国内首个达到万级清洁标准的磁共振成像实验室。已利用此平台开展研究并取得初步成果。

水冷磁体 WM1, WM2, WM3 建成、陆续投入运行;混合磁体内水冷磁体比特片加工完成;混合磁体外超导磁体股线全部到货,正在加工,外杜瓦、冷屏和低温阀箱等关键部件加工基本完成;超导磁体 SM1 组装基本结束;用于高场磁体的 25T 磁共振谱仪到位。



水冷磁体 WM4



超导磁体 SM4 及磁共振成像系统



磁共振成像实验室超净室（小动物 IVC 系统）

### 装置运行情况

2013 年，稳态强磁场实验装置（稳态）已投入运行的磁体和系统运行状况良好，为印第安纳州立大学、加拿大多伦多大学、美国强磁场实验室、北京大学、华中科技大学、中国人民大学、南京大学、中国科学技术大学、中科院大连化物所、高能物理所、近代物理所等 42 家单位 304 个课题提供了实验条件。

### 2013 年各设备运行机时、用户人次、课题情况一览表

设备名称	实际运行时间（小时）				用户人次 (外部用户)	课题数 (外部课题)
	总机时	有效机时	机器研究	维护检修		
水冷磁体 WM4	33.5	9	24.5	0	3(0)	3(0)
超导磁体 SM2	5256	4896	360	0	16(15)	16(150)
超导磁体 SM3	8640	7320	1200	120	49 (34)	44(30)
多功能物性测量系统 PPMS	4160	3600	160	400	22(8)	22(8)
超导量子干涉仪 MPMS	6736	6720	0	16	25(16)	24(15)
拉曼光谱仪	1432	1168	216	48	36(20)	33(19)
红外光谱仪	2280	1480	800	0	12(4)	12(4)
闭循环制冷机	1760	1680	80	0	17(3)	15(3)
电子自旋共振波谱仪 ESR	954	872	52	30	63(50)	63(50)
X 射线衍射仪	1794	1552	192	50	39(25)	35(21)

XRD						
组合显微测试系统 SMA	4480	4240	240	0	17(16)	17(16)
超导磁体 SM4	2482	2250	0	232	20(17)	20(17)

## 四、科技队伍与人才培养

截止 2013 年年底，中科院强磁场科学中心共有在职人员 154 人。其中，中科院院士 1 名，研究员 30 人，副高职称 34 名，中级 34 名，初级及以下 37 名，博士后在站 13 人，合肥研究院/中心特聘研究员/专家 5 人。

2013 年新进人员 26 人。其中研究员 4 人，双聘教授 1 人，海外回国留学生 2 人，博士 2 人，硕士 11 人，本科及以下人员 1 人，进站博士后 5 人。

设施人员总数	按岗位分			按职称分			学生			在站博士后	引进人才*
	运行维护人员	实验研究人员	其他	高级职称人数	中级职称人数	其他	毕业博士	毕业硕士	在读研究生		
154	41	91	22	70	47	37	3	7	80	14	4

\*2013 年引进研究员 4 人。

## 五、合作与交流

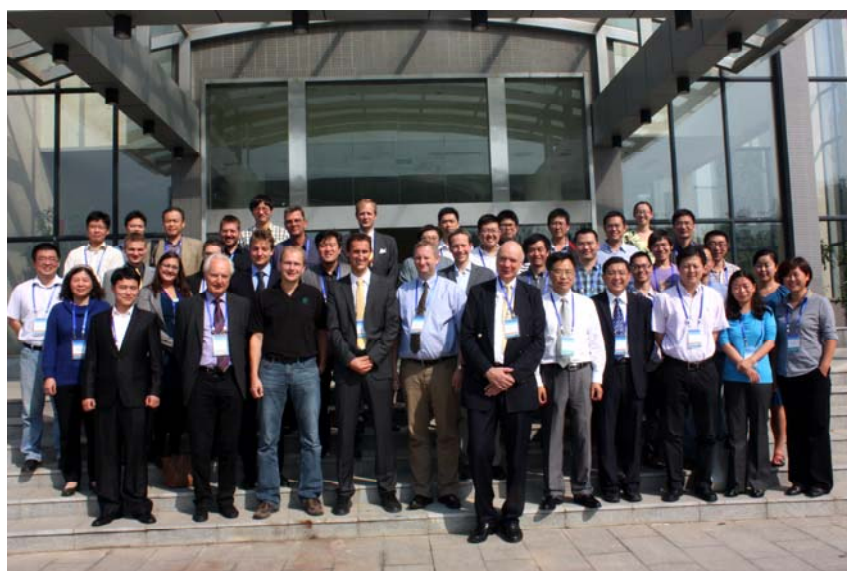
中科院强磁场科学中心注重与国内外研究机构和强磁场实验室的合作和学术交流，充分发挥中科院强磁场科学中心国际咨询委员会的作用。为借鉴国际先进强磁场实验装置的建设经验，加快强磁场实验条件下科学研究工作的开展奠定了良好的基础。主要举措包括：邀请国际知名专家来中心开展学术交流或短期工作，并聘请其中的部分专家为合肥研究院和强磁场中心“特聘研究员”，召开国际会议、派出科研人员到国际著名研究机构进行培训、进修和学习；与院内外科研机构和高等院校保持密切的学术交流与合作；加强科教合作，先后与中国科学技术大学、安徽大学、合肥工业大学联合培养研究生。

- 7 月 9 日，召开了中科院强磁场科学中心学术委员会第一次会议。学术委员会由来自中科院武汉物理与数学研究所、中国科学技术大学、南京大学、中科院物理研究所和中科院合肥物质研究院的 14 位专家学者组成，中科院武汉物理与

数学研究所的叶朝辉院士担任委员会主任并主持了本次会议，会议就中心的发展定位、战略布局等进行了讨论。



●10月13日-17日，召开了由中科院强磁场科学中心和德国弗赖堡大学联合主办的“中德高场磁共振成像研讨会”，来自德国弗赖堡大学医学中心放射学系、马格德堡大学生物医学磁共振系、德国图宾根大学、中科院上海生物所、北京生物物理所、中科院武汉物理与数学所、中科院长春光机所、苏州生物医学工程技术研究所、中国科技大学、厦门大学、合肥物质科学研究院及安徽省医科大学、合肥工业大学等单位的四十多位生物成像、认知神经科学和临床医学等专业的中外专家学者参加了研讨会。



●10月25日-26日，召开“国家基金委 SHMFF 大科学装置联合基金”研讨会，来自浙江大学、南京大学、中国科学技术大学、中科院广州生物医药与健康研究院、中科院固体物理研究所和技术生物与农业工程研究所的二十余位稳态强磁场实验装置联合基金项目负责人参加了此次会议。



●12月23日，召开了中科院强磁场科学中心磁共振生命科学部2013年会，就生命科学研究最新研究进展和发展前沿进行了探讨。



## 六、大事记

- 1月16日，稳态强磁场实验装置（SHMFF）首台水冷磁体通电获得圆满成功；
- 1月29日，中科院詹文龙副院长视察强磁场科学中心，中科院基础科学局刘鸣华局长陪同；
- 4月24日，中组部干部一局副局长郭海华一行到强磁场科学中心参观考察；
- 6月5日，中科院詹文龙副院长视察强磁场科学中心。

## 七、中国科学院强磁场科学中心通讯录

单位地址：安徽省合肥市1110信箱，中科院强磁场科学中心

邮编：230031

电话：0551-65592855, 0551—65591005

传真：0551-65591149

网址：<http://www.hmfl.cas.cn>

联系人：邱宁（E-mail: [qiun@ipp.ac.cn](mailto:qiun@ipp.ac.cn)）

邵淑芳(E-mail:[shfshao@aiofm.ac.cn](mailto:shfshao@aiofm.ac.cn))

## 八、编委及责任编辑

编委成员：匡光力；责任编辑：邵淑芳