

批准立项年份	2009
通过验收年份	2012

教育部重点实验室年度报告

(2016年1月——2016年12月)

实验室名称：人工结构及量子调控教育部重点实验室

实验室主任：沈文忠

实验室联系人/联系电话：蒋震宗/021-54743242

E-mail 地址：wzshen@sjtu.edu.cn; zzjiang@sjtu.edu.cn

依托单位名称：上海交通大学

依托单位联系人/联系电话：谭华/021-34206894

2017年3月30日填报

填写说明

一、年度报告中各项指标只统计当年产生的数据，起止时间为1月1日至12月31日。年度报告的表格行数可据实调整，不设附件，请做好相关成果支撑材料的存档工作。年度报告经依托高校考核通过后，于次年3月31日前在实验室网站公开。

二、“研究水平与贡献”栏中，各项统计数据均为本年度由实验室人员在本实验室完成的重大科研成果，以及通过国内外合作研究取得的重要成果。其中：

1.“论文与专著”栏中，成果署名须有实验室。专著指正式出版的学术著作，不包括译著、论文集等。未正式发表的论文、专著不得统计。

2.“奖励”栏中，取奖项排名最靠前的实验室人员，按照其排名计算系数。系数计算方式为： $1/\text{实验室最靠前人员排名}$ 。例如：在某奖项的获奖人员中，排名最靠前的实验室人员为第一完成人，则系数为1；若排名最靠前的为第二完成人，则系数为 $1/2=0.5$ 。实验室在年度内获某项奖励多次的，系数累加计算。部委（省）级奖指部委（省）级对应国家科学技术奖相应系列奖。一个成果若获两级奖励，填报最高级者。未正式批准的奖励不统计。

3.“承担任务研究经费”指本年度内实验室实际到账的研究经费、运行补助费和设备更新费。

4.“发明专利与成果转化”栏中，某些行业批准的具有知识产权意义的国家级证书（如：新医药、新农药、新软件证书等）视同发明专利填报。国内外同内容专利不得重复统计。

5.“标准与规范”指参与制定国家标准、行业/地方标准的数量。

三、“研究队伍建设”栏中：

1.除特别说明统计年度数据外，均统计相关类型人员总数。固定人员指高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员；流动人员指访问学者、博士后研究人员等。

2.“40岁以下”是指截至当年年底，不超过40周岁。

3.“科技人才”和“国际学术机构任职”栏，只统计固定人员。

4.“国际学术机构任职”指在国际学术组织和学术刊物任职情况。

四、“开放与运行管理”栏中：

1.“承办学术会议”包括国际学术会议和国内学术会议。其中，国内学术会议是指由主管部门或全国性一级学会批准的学术会议。

2.“国际合作项目”包括实验室承担的自然科学基金委、科技部、外专局等部门主管的国际科技合作项目，参与的国际重大科技合作计划/工程（如：ITER、CERN等）项目研究，以及双方单位之间正式签订协议书的国际合作项目。

一、简表

实验室名称		人工结构及量子调控教育部重点实验室				
研究方向 (据实增删)		研究方向 1	人工材料物性的计算研究与结构设计			
		研究方向 2	半导体量子结构与量子过程调控			
		研究方向 3	高温超导材料生长调控与机理			
		研究方向 4	表面和界面量子现象与调控			
		研究方向 5	小量子系统凝聚态理论			
实验室主任	姓名	沈文忠	研究方向	半导体量子结构与量子过程调控		
	出生日期	1968-5-22	职称	教授	任职时间	2009 年-今
实验室副主任	姓名	贾金锋	研究方向	表面和界面量子现象与调控		
	出生日期	1966-3-27	职称	教授	任职时间	2012 年-今
实验室副主任	姓名	朱卡的	研究方向	小量子系统凝聚态理论		
	出生日期	1960-6-15	职称	教授	任职时间	2012 年-今
实验室副主任	姓名	钱冬	研究方向	表面和界面量子现象与调控		
	出生日期	1977-1-24	职称	教授	任职时间	2012 年-今
学术委员会主任	姓名	甘子钊	研究方向	高温超导材料生长调控与机理		
	出生日期	1938-4-16	职称	教授(院士)	任职时间	2009 年-今
研究水平 与贡献	论文与专著	发表论文	SCI	51 篇	EI	0 篇(未统计)
		科技专著	国内出版	0 部	国外出版	0 部
	奖励	国家自然科学奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
		国家技术发明奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
		国家科学技术进步奖	一等奖	0 项	二等奖	0 项
		省、部级科技奖励	一等奖	1 项	二等奖	0 项

	项目到账总经费	5342.70 万元	纵向经费	4587.30 万元	横向经费	755.40 万元
	发明专利与成果转化	发明专利	申请数	5 项	授权数	12 项
		成果转化	转化数	3 项	转化总经费	直接经费： 15 万元 成果年度产值： 超过 4 亿元
	标准与规范	国家标准	0 项		行业/地方标准	0 项
研究队伍 建设	科技人才	实验室固定人员	40 人	实验室流动人员	5 人	
		院士	1 人	千人计划	长期 2 人 短期 0 人	
		长江学者	特聘 5 人 讲座 1 人	国家杰出青年基金	6 人	
		青年长江	1 人	国家优秀青年基金	0 人	
		青年千人计划	4 人	其他国家、省部级人才计划	29 人次	
		自然科学基金委创新群体	1 个	教育部创新团队	2 个	
	国际学术 机构任职 (据实增删)	姓名	任职机构或组织			职务
		刘 荧	美国物理学会 (APS)			会士
		贾金锋	《Modern Physics》			主编
		贾金锋	《Surface Review and Letters》			副主编
		马红孺	《Chinese Physics Letters》			副主编
		沈文忠	《Nano-Micro Letters》			Editorial Advisory Board
		刘灿华	美国物理联合会 (AIP)			AIP Publication China Advisory Board
		朱卡的	《EPJ Quantum Technology》			编委
		刘 荧	《Chinese Physics B》			编委
		沈文忠	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC)			International Advisory Committee Member
		沈文忠	International Conference on Silicon Photovoltaics			Reviewing Committee Member

	访问学者	国内		0 人	国外		1 人
	博士后	本年度进站博士后		1 人	本年度出站博士后		1 人
学科发展与人才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	物理学	学科 2	材料科学	学科 3	
	研究生培养	在读博士生		56 人	在读硕士生		38 人
	承担本科课程	2018 学时			承担研究生课程		542 学时
	大专院校教材	0 部					
开放与运行管理	承办学术会议	国际	0 次		国内 (含港澳台)	4 次	
	年度新增国际合作项目				4 项		
	实验室面积	2320m ²		实验室网址	http://klasqc.physics.sjtu.edu.cn/		
	主管部门年度经费投入	(直属高校不填)万元		依托单位年度经费投入	130 万元		

二、研究水平与贡献

1、主要研究成果与贡献

结合研究方向，简要概述本年度实验室取得的重要研究成果与进展，包括论文和专著、标准和规范、发明专利、仪器研发方法创新、政策咨询、基础性工作等。总结实验室对国家战略需求、地方经济社会发展、行业产业科技创新的贡献，以及产生的社会影响和效益。

上海交通大学“人工结构与量子调控”教育部重点实验室建设项目于2009年2月获批启动，2012年6月实验室顺利通过教育部的验收，正式成为教育部重点实验室。2015年度数理、地学领域教育部重点实验室五年工作评估中被评为优秀类实验室。

实验室获批建设以来，从国家高新技术需求和学科前沿的有机结合点出发，针对人工电子/光子结构体系及其相应的量子调控中的重大基础科学问题，选取已在人工结构及量子调控领域有雄厚工作基础和条件、可望在国际科技竞争中占有一席之地之有限目标作为突破口，形成了五个特色鲜明的研究方向：(1) 人工材料物性的计算研究与结构设计，(2) 半导体量子结构与量子过程调控，(3) 高温超导材料生长调控与机理，(4) 表面和界面量子现象与调控，(5) 小量子系统凝聚态理论。成立以来实验室围绕人工电子/光子结构，以人工结构设计、构造与组装、特异性能表征及应用、量子过程调控、原型器件与理论分析这一系统研究工作为主线，不仅在拓扑绝缘体量子现象、半导体量子器件、高温超导材料物理和小量子系统凝聚态基础理论等方面取得一批国际学术界领先的基础研究成果，而且成功开拓相关第二代高温超导带材和高效硅基太阳能电池技术的产业化应用，已经成为国内外有显著特色的人工结构及量子调控领域创新研究基地。

实验室依托于上海交通大学物理与天文系凝聚态物理国家重点学科，已形成一支相对稳定、学术水平高、具有创新意识和团队精神的学术队伍。近年来，实验室从学科建设和队伍建设实际出发，按重点领域和优先次序，持续对学科和人员结构进行优化。本年度引进“上海市千人计划”、“青年千人计划”学者郑浩特别研究员，培养刘灿华教授入选“上海市浦江人才计划”，培养史志文特别研究员入选上海市“东方学者计划”、“上海市千人计划”。实验室整体人才队伍不断壮大，学科布局和人员梯队更加合理。至2016年底，实验室在职人员有固定人员40人，行政服务人员5人，其中正教授18人，40岁以下研究骨干18人。此外，还有访问学者及博士后4人。

固定人员中包括中国科学院院士一人（雷啸霖）、国家“千人计划”入选者二人（刘荧、顾威）和一批优秀学科带头人。学术带头人中六人获国家杰出青年科学基金（沈文忠、贾金锋、郑杭、马红孺、刘荧、王孝群），六人为教育部“长江学者奖励计划”特聘/讲座教授（沈文忠、贾金锋、马红孺、姚忻、刘荧、钱冬），

五人为“百千万人才工程”国家级人选(郑杭、马红孺、沈文忠、贾金锋,王孝群),两人(朱卡的、马红孺)曾入选教育部跨世纪优秀人才计划;此外,还有二人入选上海市“领军人才计划”(马红孺、贾金锋)。

在中青年学术骨干中,有四人入选国家“青年千人计划”(罗卫东、李耀义、马杰、郑浩),三人入选上海市“千人计划”(李贻杰、史志文、郑浩),一人入选教育部“青年长江学者”及上海市“曙光学者”计划(刘灿华)、四人入选“教育部新世纪优秀人才”计划(董兵、刘世勇、钱冬、刘灿华),一人入选中组部“拔尖人才计划”及上海市、“曙光学者”、“启明星”计划(钱冬),二人入选上海市“东方学者”(钱冬、史志文),三人入选上海市“浦江人才”计划(董兵、刘灿华、管丹丹)。

贾金锋教授带领的“新型量子材料物理和器件”研究团队入选 2015 年度国家自然科学基金委创新研究群体。沈文忠教授带领的“半导体量子结构与量子过程调控”群体为教育部“长江学者与创新团队发展计划”2005 年创新团队(2013 年获滚动支持);王孝群教授领衔的“计算物理方法的发展及其在新奇量子效应研究中的应用”群体入选 2007 年度教育部长江学者和创新团队发展计划”创新团队。实验室部分学术带头人参与的“人工微结构科学与技术协同创新中心”入选教育部“2011 计划”(南京大学为牵头单位)。

2016 年度,实验室荣获教育部自然科学一等奖 1 项。年度发表 SCI 论文 51 篇,其中以第一完成单位完成 38 篇,包括在影响因子 7.0 以上的国际一流期刊上正式发表论文 4 篇:在 Phys. Rev. Lett.上发表论文二篇(最新影响因子 7.645);在 Advanced Functional Materials 上发表论文二篇(最新影响因子 11.382)。以上重要论文,实验室人员均为第一作者及通讯作者。实验室固定人员与其他科研机构合作在 Nature Communications(最新影响因子 11.329)发表论文一篇,在 Phys. Rev. Lett.(最新影响因子 7.645)上发表论文两篇。此外,实验室 2016 年以第一单位完成的工作中,一篇 Nano Letters 论文(最新影响因子 13.779),一篇 Advanced Functional Materials 论文(最新影响因子 11.382),两篇 Prog. Photovoltaics: Res. & Appl. 论文(最新影响因子 7.365),均已在线发表,将于 2017 年正式发表。

2016 年度,实验室组织大型全国性学术会议一次(第十二届中国太阳级硅及光伏发电研讨会);国内研讨会三次;实验室固定人员参加国际会议 31 人次,其中作邀请报告 16 人次;参加国内会议 20 余人次,作邀请报告 7 人次;指导研究生获国内权威会议优秀论文奖 2 篇;培养研究生获“国家奖学金”等各类奖励 28 人次;指导博士生荣获上海高校学生“科技创业杯”发明创新一等奖 1 项;指导本科生获 2016 年全国物理学术竞赛一等奖 1 项;本年度获国家发明专利授权 12 件;年度经费到款 5342.70 万元,实际经费到款比上年度增加 107%。

各方向年度主要科研内容和成果如下：

研究方向一：人工材料物性的计算研究与结构设计

材料硬度作为最直观的物理性质之一，一直是大家的研究热点。金刚石作为自然界中硬度最高的材料，是材料硬度研究领域的标杆，其维氏刻压强度可达到 100GPa。寻找硬度超过金刚石的材料长期成为这领域内科研工作者的一个挑战目标，同时这类硬度极高的材料能被用作极端情况下的切削工具、钻头、产生极端高压的对顶砧等等，对于军事、科研、工业、民用都有很重要的意义。

最近国内有研究小组通过在金刚石中引入纳米级别孪晶面，成功合成出了硬度超过晶体金刚石一倍的纳米孪晶面金刚石(nt-Dia)结构 (Nature **510**, 250-253 (2014))。该结果在引发人们热议的同时，也提出了很多挑战。nt-Dia 中孪晶面平均厚度为 5nm，这一颗粒尺寸使得材料处于反常 Hall-Petch 区域，作为纳米材料中被广泛验证的 Hall-Petch 效应认为，纳米材料尺寸存在一个阈值，阈值纳米尺寸对应的材料硬度最大，而处于反常 Hall-Petch 区域的材料硬度将会随纳米尺度减小而下降。很多人尝试对 nt-Dia 反常的硬度提升结果进行解释，包括使用分子动力学，传统剪切模型，计算弹性模量等等，但是都没有得到很好地效果。孙弘教授一直致力于使用第一性原理计算方法对于材料的硬度特性进行探究，对于过渡金属硼化物新型超硬材料，以及各类特殊性质超硬材料都开展过深刻的研究。通过分析实验发现，实验过程中使用硬度较小的金刚石压头去刻压硬度较大的 nt-Dia，但是最终压头并没有损坏。基于这一观察，研究小组提出了最大正压力刻压模型，并使用该模型对 nt-Dia 进行了形变模拟，成功解释了处于反常 Hall-Petch 区域的 nt-Dia 材料硬度达到 200GPa 这一实验事实。计算发现孪晶面相对于一般晶界有着更低的界面能，在切向形变以及压头正压力的共同作用下，将会发生规律性移动，使得材料在形变过程中，通过相变以及“旋转”的方式，从硬度较低的结构转变到硬度很高的结构，提升材料的硬度。本工作最近发表在【Phys. Rev. Lett. **117**, 116103 (2016)】上。

本年度，实验室学科带头人王孝群教授为负责人的“十三五”国家重点研发计划“量子调控与量子信息”重点专项“量子自旋阻挫体系和自旋液体中的新奇量子效应及调控研究”项目正式启动。该项目由上海交通大学联合中国科学院物理研究所、复旦大学、中国人民大学共同承担。项目瞄准我国未来信息技术和社会发展在量子调控领域的重大战略需求，以揭示自旋阻挫和自旋液体量子材料体系中的新奇现象，发现新的自旋阻挫和量子自旋液体材料，推动基于新现象的新应用和建立对新奇物性调控的新技术为目标，认识与揭示量子关联体系的基本现象和规律，推动建立全新的量子调控技术。

研究方向二：半导体量子结构与量子过程调控

沈文忠、郑茂俊教授课题组主要从事太阳能光伏科学技术与新型光电子器件的应用基础研究。本年度，课题组在半导体纳米结构的可控制备、光电特性量子调控及新型太阳电

池的应用基础研究方面取得较大进展,沈文忠教授荣获 2016 年SNEC (世界规模最大的国际太阳能产业及光伏工程展览会暨论坛) distinguished PV scientist award。本年度取得的重要阶段性突破包括: 1) 实现一种基于全溶液过程的随机硅纳米金字塔绒面制备方法, 实验证明利用这种随机硅纳米金字塔进行表面织构的超薄晶硅可以实现接近理想陷光Lambertian极限, 理论结果表明这种随机硅纳米金字塔绒面相比周期性纳米金字塔绒面可以激发出更多的光学共振模式, 从而更有利于宽光谱范围内增强光吸收。相关工作发表在【Advanced Functional Materials **26**, 4768-4777 (2016)】。2) 在硅纳米结构金属辅助化学刻蚀方法可控制备、陷光特性、光生载流子表面复合的有效克服及太阳能电池应用等方面取得重大进展, 成功地在 156mm×156mm的硅片上实现了权威机构认证的转换效率超过 20%的硅纳米结构太阳能电池, 是目前国际上报道的最高水平; 在金刚石线切割硅片上获得了理想的绒面结构, 完全消除了其表面的切割痕迹, 与采用传统方法制绒的电池相比, 绝对效率提升超过了 0.5%, 为工业化生产高效金刚线切割多晶硅太阳能电池了提供了技术指导。相关工作分别发表在【Advanced Functional Materials **26**, 1892-1898 (2016)】(同时网站专题报道 <http://www.materialsvIEWSchina.com/2016/04/20308/>) 和【Solar Energy Materials & Solar Cells **153**, 18-24 (2016)】。3) 通过一个简单的两步刻蚀过程制备了独特结构的 3D InP NPs, 证明了优异光吸收特性以及较大的有效表面积可显著提高PEC制氢性能, ~15.7 μm 长的 3D NPs 最大光转换率达到 0.95%, 分别高出平面结构 7.3 倍和 2D NPs结构 1.4 倍, 与 2D InP NPs相比, 制备的 3D InP NPs的PEC制氢效率提高了~40%; 通过电化学阳极剥离制备石墨烯纳米片, 利用其表面电荷作用力, 同步在泡沫镍基底上协同组装制备 3D Ni(OH)₂/graphene复合薄膜, 呈现出较好的面电容, 在 2mA/cm²电流密度下约为 263mF/cm², 经过 10000 次充放电循环, 还能够保持原来容量的 94.1%。相关工作分别发表在【ACS Applied Materials & Interfaces **8**, 22493-22500 (2016)】和【Chem. Commun. **52**, 13373-13376 (2016)】。

张月衡副教授课题组针对 1.3 至 1.55 微米光纤通信的单光子探测器件进行研究。通过半导体红外上转换实现将光纤通信波段红外单光子转换为 1 微米波长以下近红外单光子, 随后利用 Si 单光子探测器探测。首先针对微弱信号探测的 InGaAs PIN 探测器, 以及在极弱电流驱动下的 GaAs/AlGaAs LED 通过理论进行了研究和优化, 在此基础上生长材料并制备了分立器件。然后利用针对小片键合特别设计的键合夹具, 实现了晶片键合, 将探测器与发光二极管实现器件集成。利用该器件与 Si SAPD 的集成, 成功地在室温情况下实现了飞瓦级别功率的 1.5 微米波长光的探测, 并且在热电制冷条件下可以获得更好的性能。成功验证了基于半导体上转换单光子的可行性。

史志文特别研究员课题组在表面等离激元方面取得突破。二维表面极化子有许多优异的性质, 比如有很强的空间限域效应、较高的质量因子、电场可调控等等, 可用于制备小型化光子器件。然而, 关于二维表面极化子的许多基本性质现在还没有研究清楚。史志文课题组与伯克利的合作者一起, 运用实验和理论手段系统研究了二维极化子在界面边缘处反射的性质。实验发现二维极化子在界面反射时会获得一个额外的相位移动, 相移的大小为 $\pi/4$ 。理

论研究表明,该相位移动来自于一个类似于 Goos-Hanchen 全内反射的相移。该发现为设计基于表面极化子的器件提供了重要的实验和理论基础,该成果发表在【Nano Letters, Published online, DOI: 10.1021/acs.nanolett.6b05077】。

在沈文忠教授的带领下,本研究方向作为半导体量子结构及量子器件团队入选上海交通大学 2016 年度科研团队。

研究方向三: 高温超导材料生长调控与机理

2016 年度,李贻杰教授带领的第二代高温超导带材研发团队在科研项目产业化推进和基础研究方面都取了显著进展。

在科研成果产业化应用方面,课题组 2016 年将一系列通过多年探索研究所取得的新工艺和新方法成功转移到了上海超导科技股份有限公司的生产线上。实现了国内 REBCO 第二代高温超导带材真正规模化意义上的生产。解决了二代高温超导带材生产线上工艺稳定性这一技术瓶颈,实现了 REBCO 第二代高温超导带材的稳定生产,使上海超导科技股份有限公司拥有了真正的二代高温超导带材产品。百米量级带材产品的超导临界电流达到 500 安培以上,公里级带材产品的超导临界电流达到 300 安培以上。上海超导公司的带材产品不仅具有良好的均匀性,各类性能指标均处于世界同类产品领先水平。第二代高温超导带材制造科研成果参加了 2016 年 6 月 1-7 日在北京举办的国家“十二五”科技创新成就展。在 2016“中国国际工业博览会”(工博会)上海超导科技股份有限公司荣获工博会工业设计金奖,二代高温超导带材荣获工博会参展新产品三等奖。在取得以上产业化进展的基础上,上海超导科技股份有限公司 2016 年度启动了上海交通大学理科楼建设工程,共投资 2.6 亿,为上海交通大学建设包括超导研发中心在内的理科群楼。该项目成为我校产学研合作促进科技成果转化的成功范例。目前理科楼工程已基本完成,2017 年内可以投入使用。

在第二代高温超导带材基础性创新研究方面,也取得了一系列成果,包括:1)、首先开展了厚度仅为纳米级但具有高结晶性的新型种子层结构研制。通过首先制备一层薄薄的种子层,大大提高了隔离层的质量,在隔离层厚度只有原来值的一半时,面内织构度就能达到 2.7° ,从而大大降低了隔离层所需的厚度,提高了薄膜制备效率。2)、在超导薄膜材料研究方面,系统研究了高温超导薄膜在初始形核阶段的生长机理,尤其是最初沉积的高温超导材料原子层与基底表面的相互作用机理。通过两步生长法大大提高了超导薄膜的临界电流和临界电流密度。使 1 微米厚 YGBCO 超导膜的临界电流密度提高到了 $4\text{MA}/\text{cm}^2$,为下一步制备出 77K,自场下临界电流大于 1000A 的超导层奠定了基础。3)、在磁通钉扎及超导磁通动力学研究方面,通过纳米掺杂,使 YGBCO 超导膜的临界电流密度提高了 2 倍以上,从无掺杂的 $1.25\text{MA}/\text{cm}^2$ 提高到了掺杂后的 $3.75\text{MA}/\text{cm}^2$ 。为后续将 REBCO 第二代高温超导带材的应用范围扩展到大功率超导电机、MRI 超导磁体、加速器超导磁体等强磁场应用领域奠定了基础。

姚忻教授课题组本年度继续在超导晶体生长领域进行深入研究,在几个方面取得研究进展,包括:1)用 CRCMG 的方法在空气条件下制备高性能 SmBCO 块材,通过氧空位控制来实现空气条件下制备高性能的 SmBCO 块材。CRCMG 这种方法应适用于其他 LREBCO 体系,也可进一步应用于功能氧化的制备,从而得到最优的物理性能。该研究结果发表在【J. Alloys and Compounds **663**, 10-15 (2016)】上。2)、缓冷提拉法生长大尺寸 REBCO 单晶,晶体生长时温度从 T_g 缓慢降低,以持续产生一个额外的溶质流密度,从而提供更大的生长驱动力,给出了不同体系的降温速率范围,并讨论了亚稳区内初始过饱和度对晶体生长速度的影响。该研究结果发表在【Scripta Materialia **116**, 36-39 (2016)】上。3)、薄膜热稳定性与籽晶模式、溶液性质关系的研究,发展了一种新的顶部籽晶法—镶嵌式籽晶法,来增强薄膜的热稳定性。该方法在低过饱和度下使薄膜籽晶可承受的最高温度显著提高至少 30°C 。镶嵌式籽晶法可有效地适用于其他拥有更高包晶反应温度的 REBCO (RE=Nd, Sm, Gd)晶体和其他多功能氧化物材料的制备。该研究结果发表在【J. Appl. Cryst. **49**, 873-879 (2016)】上。

研究方向四：表面和界面量子现象与调控

Majorana费米子是一种与其反粒子完全相同的神秘粒子,由于它本身在科学和应用上的重要意义,国际上寻找Majorana费米子的竞赛非常激烈。贾金锋教授带领的表面和界面量子现象与调控研究团队和浙江大学,南京大学,清华大学合作,经过多年的艰苦努力,终于在2016年,利用极低温、强磁场、自旋极化扫描隧道显微镜对 $\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{NbSe}_2$ 拓扑绝缘体/超导体异质结表面上的量子磁通涡旋中心的Majorana束缚态进行了深入研究,首次观测到Majorana费米子的自旋相关性质,这个实验提供了一种用相互作用调控马约拉纳费米子存在的有效方法,还为观察神秘的马约拉纳费米子提供了一个直接测量的办法。该成果引起国际学术界高度关注,中央电视台新闻联播节目作了特别报道,并于2017年初入选《科技导报》2016年度中国十大科学进展。课题组“拓扑材料量子特性实现的若干关键基础问题实验研究”的成果(贾金锋、钱冬、高春雷、刘灿华)获2016年度教育部自然科学一等奖。

本年度,该团队使用自旋极化扫描隧道显微镜,探测到了来源于Majorana费米子的自旋信号。近期的理论计算研究表明,拓扑超导体中的Majorana费米子会导致自旋选择性的安德列夫反射 (spin-selective Andreev reflection, SSAR):当与Majorana费米子自旋同向的电子隧穿入Majorana态时,会导致一个自旋同向的空穴被反射回去;而与Majorana费米子自旋反向的电子则无法隧穿入Majorana态。这样的SSAR特性导致不同自旋取向的电流在隧穿入Majorana态时,表现出明显不同的电导值。根据这一理论预言,贾金锋团队利用一根自旋极化的扫描探针,获得不同自旋极化方向的电流,并于拓扑绝缘体/超导体表面上的涡旋中心处,进行了不同磁场方向下的微分电导谱测量。实验表明,涡旋中心处的微分电导大小取决于外加磁场与针尖的极化方向是同向的还是反向的。结合在不同的条件下进行的一系列的比较试验,如增大外场、改变薄膜厚度以及偏离涡旋中心处的测量等等,该团队得出结论:涡旋中心处的微分电导谱的强度表现是来源于极化电流与Majorana费米子之间产生了

SSAR, 由此而从实验上确切地证实了 Majorana 费米子的存在, 并提供了调控该类 Majorana 费米子的手段。研究结果发表在【Phys. Rev. Lett. **116**, 257003 (2016)】。

研究方向五：小量子系统凝聚态理论

郑杭教授和吕智国副教授、王沁教授课题组本年度在量子物理领域的研究主要集中于小量子体系光谱理论研究和小量子系统动力学调控机制研究。

小量子体系光谱理论研究方面, 他们提出了在一般周期性外场驱动和多个耦合热库下, 计算两能级 (TLS) 系统荧光光谱形式理论。他们从 Floquet 理论和波恩-马尔科夫主方程解析推导给出光谱解析形式。只要计算出简单或复杂的驱动外场下系统的 Floquet 状态和准能量, 无论这些解是解析解还是数值解, 就能够通过得到的光谱形式解系统地来探索光谱特征。为了举例说明这种理论, 他们应用这个一般形式解全面地研究在谐波驱动下 TLS 模型, 他们分析 TLS 同时耦合到辐射库和一个退相位热库情况。(1) 在只有辐射库的情况下, 自然得到了著名的 Mollow 三峰谱; (2) 证明该荧光光谱中, 存在驱动导致光谱不对称性和失相引起的不对称性两种显著光谱特征, 这是由于驱动和退相位相互作用破坏了细致平衡条件。研究发现两种不对称性存在着竞争作用, 通过分析驱动引起 Floquet 态之间的跃迁和稳态布局数上解释了这些现象。(3) 此外, 发现双色和多色外场驱动作用下的荧光光谱有着不同于单色驱动显著光谱特征, 如出现偶次和奇次驱动频率附近的三峰谱结构。他们分析驱动场相位和振幅比对光谱的影响。在双色驱动的情况下, 发现, 光谱有明显不同于旋转波近似 (RWA) 的多重谐振条件下的结果。通过这三个具体的案例应用, 说明了目前理论形式提供了全面探索周期性强驱动 TLS 的荧光光谱常规工具。结果发表于【Ann. Phys. **371**, 159-182 (2016)】。他们还深入研究了纵场调控两能级系统的奇异荧光光谱。基于旋转波近似和 Floquet 理论, 导出了纵向场存在调控下横向驱动场激发的布洛赫方程的形式解, 并数值计算了荧光光谱。发现了奇异的光谱特征, 随着纵向驱动增强, 标准 Mollow 三重峰出现了明显不同的多峰结构。这些结果可以通过实验中实现的人工原子 (超导电路量子比特) 来检验。结果发表于【Phys. Rev. A **93**, 033812 (2016)】。此外, 理论上研究了半导体量子点的吸收光谱特征。通过研究量子点标准模型 (量子点的价带和导带的与无限模式声子耦合模型), 解析地推导出光吸收系数的解析表达式。由此, 分析了半导体量子点的吸收光谱峰值位置, 线的形状, 线宽, 和能量转移与物理参量之间关系, 研究了耦合强度的吸收线不对称的机制, 计算结果清楚地显示在耦合引起的吸收线不对称性。这个分析方法适用于 GaAs 量子点, 其结果是与实验测量结果一致。结果发表于【Eur. Phys. J. B **89**, 109 (2016)】。

小量子系统动力学调控机制研究方面, 研究了偏执外场作用下, 驱动两能级量子系统动力学。发展了能够处理有偏执的物理事的反旋转杂化旋转波方法。该方法不是基于隧穿矩阵元、驱动耦合强度、驱动频率等特征能量的微扰方法, 它既能给出共振或近共振正确的动力学, 又能正确地分析大失谐情况下量子演化, 更有趣的是它保留了旋转波近似方法的简单性。当

驱动能量参数与系统本征能量接近时，传统的微扰方法失效，而此方法依然有效。给出量子 Rabi 频率、频谱分析、偏执诱导的 Bloch-Siegert 移动等。当前的方法可以很容易应用于复杂的驱动场作用下量子动力学分析。结果发表于【Phys. Rev. A **93**, 033803 (2016)】。提出了基于库工程的方案，以保护量子比特相干性泄漏到热库中，为此，用 N 个谐振子强烈干扰洛伦茨热库。研究表明，强烈扰动改变热库的谱密度函数，降低了量子比特与库有效相互作用。此外，通过主方程给出洛伦兹谱的作用下的精确时间演化和通过计算量子比特的共生纠缠度和生存概率表现出的效果充分说明强烈库干扰产生量子相干性保护。同时，通过对比旋转波近似的结果，揭示了反旋转相互作用对量子比特的动力学效应。结果发表于【Quantum Inf. Process. **15**, 3223 (2016)】。

2、承担科研任务

概述实验室本年度科研任务总体情况。

实验室重点面向国家需求和科学前沿组织力量,着力解决拓扑绝缘体相关量子现象、半导体量子器件物理和高温超导电性机理领域的关键科学问题,并与国家产业发展紧密结合,开拓相关研究成果的转化和应用,承担了多项国家级重大任务。

其中,本年度启动的主要项目包括:王孝群教授为首席科学家的国家重点研发计划“量子调控与量子信息”重点专项“量子自旋阻挫体系和自旋液体中的新奇量子效应及调控研究”;国家重点研发计划重点专项课题两项:“拓扑二维体系的界面量子调控”、“界面和拓扑超导研究”,钱冬教授和刘灿华教授分别为课题负责人;贾金锋教授主持的“新型量子材料物理和器件”自然科学基金委创新群体项目;李贻杰教授主持上海市科委高新技术产业化项目“第二代高温超导带材性能提升关键工艺及产线智能化控制技术开发”;沈文忠教授主持的“新南威尔士大学光伏与可再生能源工程学院—上海交通大学太阳能研究所—嘉兴光伏高新技术产业园区共建光伏产业创新研究中心”项目;自然科学基金面上项目9项,青年项目1项;以及“‘985’新一轮学科建设引进人才启动基金”、“青年千人计划”“东方学者”等人才计划项目。

此外,年度在研的其他任务(开始时间为2016年之前)还包括:“973”项目一项,刘茨教授担任项目首席科学家;主持“973”课题三项,子课题一项;“863”课题一项。主持国家自然科学基金重点项目二项、集成重点项目一项、国家重大科研仪器设备研制专项一项。承担中组部“千人计划”二项、“青年千人计划”两项、“拔尖人才”一项;主持国家自然科学基金面上项目12项,青年项目2项。主持上海市科委标准化专项一项等。

在项目申请方面,2016年新立项主要项目4项(开始时间为2017年),合同经费总额1222万元。主要包括:贾金锋教授主持的“人造拓扑超导体与Majorana费米子的研究”项目获自然科学基金重点项目获得资助;钱冬教授主持的“大能隙量子自旋霍尔效应薄膜研究”项目获基金委大科学装置联合基金重点项目资助;郑浩特别研究员入选中组部“青年千人计划”;此外,实验室还有5

项自然科学基金面上项目获批立项。

2016年在研各类项目90余项，合同总金额超过1.55亿元，其中超过100万的主要项目（所有自然科学基金面上、青年项目作为一个项目）24项，合同经费共1.49亿元。年度科研经费实际到款5342.70万元，比2015年增长107%。。其中超过90%来至合同金额超过100万元的国家和省部级重大项目以及重大横向课题。

这些项目的启动与设立，将促进实验室创新性研究的充分开展，有利于发现和培育优势研究方向新的增长点，也有助于挖掘实验室的科研及成果转化潜力。同时，充足的科研经费也为实验室新一年的研究任务的顺利执行提供有力的保障。

在执行国家/省部级重大基础研究任务的同时，实验室特别注重科研项目的创新、产出与效率，积极推进重大发明和成果的应用，使之服务于我国国民经济的发展。本年度与上海超导公司、中天科技、协鑫集成等国内外知名企业继续保持密切合作，有力地推动了科学技术的产业化。其中，实验室成果转化的中天光伏材料有限公司“太阳电池背板产品”2016年度销售达3.8亿人民币；获得实验室“第二代高温超导带材制造”技术的上海超导科技股份有限公司的产品参加了2016年6月1-7日在北京举办的国家“十二五”“科技创新成就展，并在2016“中国国际工业博览会”荣获工博会工业设计金奖。

在高新技术产业化应用获得巨大成功的基础上，上海超导科技股份有限公司2016年度启动了上海交通大学理科楼建设工程，共投资2.6亿，为上海交通大学建设包括超导研发中心在内的理科群楼。该项目已成为我校产学研合作促进科技成果转化的成功范例。目前理科楼工程已基本完成，预计2017年底可以投入使用。

本年度主要任务（合同经费超过 100 万元）如下：

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费(万元)	类别
1	量子自旋阻挫体系和自旋液体中的新奇量子效应及调控研究	2016YFA0300500	王孝群（项目首席）	2016-2021	3200	科技部国家重点研发计划项目
2	新型量子材料物理和器件	/	贾金锋	2016-2018	1200	国家自然科学基金委创新研究群体
3	拓扑二维体系的界面量子调控	/	钱冬	2016-2021	847	科技部国家重点研发计划项目课题
4	界面和拓扑超导研究	/	刘灿华	2016-2021	730	科技部国家重点研发计划项目课题
5	新奇拓扑量子物态与量子器件探索	2012CB927403	刘荧（项目首席）	2012-2016	605+300	“973”计划项目及校内配套
6	拓扑量子薄膜材料的制备与先进谱学研究	2012CB927401	高春雷 (2015 年离职)	2012-2016	569	“973”计划
7	新型量子材料中自旋与谷的电学操控与运输	2013CB921902	贾金峰	2013-2017	597	“973”计划
8	实用化超导材料批量化制备及应用关键技术	2014AA032702	李贻杰	2014-2016	388	“863”
9	基于半导体纳米结构的波长转换技术在硅基太阳能电池上的应用研究	61234005	沈文忠	2013-2017	300	自然科学基金重点项目
10	半导体上转换红外单光子探测研究	91221201	刘惠春 (后张月衢)	2013-2016	340	自然科学基金重点项目
11	低温强磁场超高真空微区输运测量系统的研制	11227404	贾金锋	2013-2016	330	自然科学基金委国家重大科研仪器设备研制专项

12	液氮温区 FeSe 界面超导体的探索	91421312	贾金锋	2015-2017	300	自然科学基金委集成重点项目
13	“985”-新一轮学科建设引进人才启动基金	/	张文涛	2016	800	“985”
14	“985”-新一轮学科建设引进人才启动基金	/	史志文	2016	500	“985”
15	青年千人计划启动资金	/	李耀义	2016-2018	200+100	中组部青年千人计划及校内配套
16	青年千人计划启动资金	/	马杰	2016-2018	200+100	中组部青年千人计划及校内配套
17	凝聚态物理及功能材料的第一性原理研究	2013-131-5	罗卫东	2013-2016	200+60	中组部青年千人计划及校内配套
18	青年千人计划启动资金	15Z127060006	王顺 (2016年离职)	2015-2017	300	中组部青年千人计划
19	“东方学者”岗位计划特聘教授资助经费	/	史志文	2016-2018	100	上海市“东方学者”
20	第二代高温超导带材产品及性能测试标准研究	/	李贻杰	2013-2016	180	上海市科委标准化专项
21	光伏材料产学研项目合作	/	沈文忠	2013-2016	500	中天光伏材料有限公司企业横向合作项目
22	新南威尔士大学光伏与可再生能源工程学院—上海交通大学太阳能研究所—嘉兴光伏高新技术产业园区共建光伏产业创新研究中心	15H300000247	沈文忠	2016-2017	350	三方合作国际项目
23	第二代高温超导带材性能提升关键工艺及产线智能化控制技术	16521108302	李贻杰	2016-2018	250	上海市科委高新技术产业化

	开发					项目
24	2016 年度在研自然科学基金面上项目 21 项，青年项目 3 项	/	沈文忠，潘葳等		1548+92.8	自然科学基金面上项目、青年项目 21+3
以下为年度新增项目						
25	人造拓扑超导体与 Majorana 费米子的研究	/	贾金锋	2017-2021	310	自然科学基金重点项目
26	大能隙量子自旋霍尔效应薄膜研究	/	钱冬	2017-2020	267	基金委大科学装置联合基金重点项目
27	青年千人计划启动资金	/	郑浩	2017	200+100	中组部青年千人计划及校内配套
28	年度新增自然科学基金面上项目 5 项	/	沈文忠、顾威、张文涛、郑浩、李耀义	2017-2021	345	自然科学基金面上项目 5 项

2016 年在研各类项目 90 余项，合同总金额超过 1.55 亿元，其中超过 100 万的主要项目（所有自然科学基金面上、青年项目作为一个项目）24 项，合同经费共 1.49 亿元。年度科研经费实际到款 5342.70 万元，比 2015 年增长 107%。年度新增主要项目（开始时间为 2017 年 1 月）4 项，合同金额 1222 万元。

三、研究队伍建设

1、各研究方向及研究队伍

研究方向	学术带头人	主要骨干
1、人工材料物性的计算研究与结构设计	孙弘、马红孺 王孝群、顾威	罗卫东、马杰
2、半导体量子结构与量子过程调控	沈文忠	郑茂俊、史志文、张月衢、刘洪、徐林、李正平、潘葳
3、高温超导材料生长调控与机理	姚忻、刘荧 李贻杰	王顺 (2016年离职)、刘林飞、邢辉
4、表面和界面量子现象与调控	贾金锋、钱冬 刘灿华	管丹丹、李耀义、张文涛、郑浩
5、小量子系统凝聚态理论	雷啸霖、郑杭 朱卡的、董兵	王沁、吕智国、罗旭东、刘世勇、丁国辉

2、本年度固定人员情况

序号	姓名	性别	年龄	最后学位	类型	技术职称	在实验室工作期限
1	沈文忠	男	48	博士	研究人员	教授	2010年至今
2	雷啸霖	男	78	学士	研究人员	教授(院士)	2010年至今
3	刘 荧	男	54	博士	研究人员	教授	2012年至今
4	王孝群	男	54	博士	研究人员	教授	2013年至今
5	马红孺	男	56	博士	研究人员	教授	2010年至今
6	郑 杭	男	65	博士	研究人员	教授	2010年至今
7	贾金锋	男	49	博士	研究人员	教授	2010年至今
8	顾 威	男	47	博士	研究人员	教授	2015年至今
9	孙 弘	男	59	博士	研究人员	教授	2010年至今

10	朱卡的	男	56	博士	研究人员	教授	2010 年至今
11	姚 忻	男	61	博士	研究人员	教授	2010 年至今
12	李贻杰	男	54	博士	研究人员	教授	2010 年至今
13	钱 冬	男	39	博士	研究人员	教授	2010 年至今
14	董 兵	男	47	博士	研究人员	教授	2010 年至今
15	郑茂俊	男	53	博士	研究人员	教授	2010 年至今
16	王 沁	男	56	博士	研究人员	教授	2010 年至今
17	袁晓忠	男	53	博士	研究人员	教授	2010 年至今
18	刘灿华	男	39	博士	研究人员	教授	2010 年至今
19	郑 浩	男	35	博士	研究人员	特别研究员	2016 年至今
20	王 顺 (2016 年离职)	男	34	博士	研究人员	特别研究员	2013 年至今
21	罗卫东	男	38	博士	研究人员	特别研究员	2013 年至今
22	张文涛	男	31	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
23	史志文	男	33	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
24	李耀义	男	32	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
25	马 杰	男	32	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
26	邢 辉	男	33	博士	研究人员	助理研究员	2015 年至今
27	刘世勇	男	40	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
28	吕智国	男	41	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
29	罗旭东	男	42	博士	研究人员	副教授	2010 年至今

30	李晟	男	40	博士	研究人员	副教授	2010年至今
31	张月蘅	女	42	博士	研究人员	副教授	2010年至今
32	徐林	男	44	博士	研究人员	副教授	2010年至今
33	丁国辉	男	46	博士	研究人员	副研究员	2010年至今
34	刘洪	男	38	博士	研究人员	副研究员	2011年至今
35	刘林飞	女	36	博士	研究人员	副研究员	2010年至今
36	管丹丹	女	34	博士	技术人员	特别副研究员	2013年至今
37	潘葳	女	35	博士	研究人员	讲师	2010年至今
38	李正平	男	40	博士	技术人员	助理研究员	2013年至今
39	蒋立峰	男	39	博士	管理人员	讲师	2010年至今
40	赵西梅	女	42	硕士	管理人员	讲师	2010年至今
41	蒋震宗	男	38	学士	技术人员	工程师	2010年至今
以下为行政人员							
42	徐秀琴	女	62	学士	行政人员		2010年至今
43	杨波 (2016年离职)	女	30	硕士	行政人员		2012年-2016
44	韩辉	女	34	硕士	行政人员		2013年至今
45	纪敏捷	女	32	硕士	行政人员		2015年至今
46	程莹	女	32	硕士	行政人员		2016年至今
47	杨家林	女	30	学士	行政人员		2016年至今

注（1）固定人员包括研究人员、技术人员、管理人员三种类型，应为所在高等学校聘用的聘期2年以上的全职人员。（2）“在实验室工作年限”栏中填写实验室工作的聘期。

3、本年度流动人员情况

序号	姓名	性别	年龄	从事专业	技术职称	来自国家	工作单位	在实验室工作期限
1	Anthony J. Leggett	男	78	凝聚态物理	教授，诺贝尔物理学奖获得者，美国科学院院士，美国知识学会院士，美国艺术与科学学院院士，俄罗斯科学院外籍院士，英国皇家学会成员，美国物理学会成员，美国物理联合会成员，英国物理学会荣誉院士	美国	伊利诺伊大学厄巴纳—香潘恩分校	2013-2016年 每年一个月
以上为兼职教授(访问学者)，以下为博士后研究人员：								
2	白旭旭	女	35	凝聚态物理	导师：刘 莢	中国		2015年至今
3	钟思华	男	28	凝聚态物理	导师：郑茂俊	中国		2015年至今
4	马国立	男	33	凝聚态物理	导师：郑茂俊	中国		2016年至今
5	Parvaneh Ravadgar	女	31	凝聚态物理	导师：沈文忠	伊朗	2016年出站	2014年至今

注：（1）流动人员包括“博士后研究人员、访问学者、其他”三种类型，请按照以上三种类型进行人员排序。（2）在“实验室工作期限”在实验室工作的协议起止时间。

四、学科发展与人才培养

1、学科发展

简述实验室所依托学科的年度发展情况,包括科学研究对学科建设的支撑作用,以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况。

实验室所依托的上海交通大学物理与天文系凝聚态物理学科 2002 年被教育部批准为国家重点学科,但当时主要研究方向为凝聚态物理理论、软凝聚体物理理论与实验、半导体光电子物理和超导单晶生长等方面,研究力量还是比较单薄和分散的。2006 年初我国明确将“量子调控与未来信息科学技术基础”列入国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020)重点研究领域,当时我们就认识到量子调控势必承载在人工结构新材料上,人工结构及量子调控研究会是凝聚态物理、材料物理、电子信息最活跃的前沿领域,因为它不仅能为未来信息、材料科学奠定新的物理基础,也能为量子新物态、新材料、新器件的发展提供新思路,将是 21 世纪高新技术发展的重要基础。

在这样的背景下,凝聚态物理国家重点学科从国家需求和学科前沿的有机结合点出发,针对人工电子/光子结构体系及其相应的量子调控中的重大基础科学问题,选取已在人工结构及量子调控领域有雄厚工作基础和条件、可望在国际科技竞争中占有一席之地的有限目标作为突破口。结合理论物理学科,将凝聚态物理理论方向集中于人工材料物性的计算研究与结构设计和小量子系统凝聚态理论领域;引进优秀人才将半导体光电子物理和超导单晶生长方向分别拓展为与半导体量子器件密切相关的半导体量子结构与量子过程调控和高温超导材料生长调控与机理研究领域。2009 年 2 月我们的“人工结构及量子调控”教育部重点实验室获批建设;2010 年起又进一步根据国际上拓扑绝缘体研究热潮,引进了表面和界面量子现象与调控优秀研究团队,2012 年 6 月实验室顺利通过教育部组织的验收。通过验收几年以来,实验室着重加强了杰出人才的引进和培养,凝聚研究方向和研究内容,逐步发展成为国内外有显著特色的人工结构及量子调控领域创新研究基地,在 2015 年度数理、地学领域教育部重点实验室五年工作评估中被评为优秀类实验室。上海交通大学物理与天文系在 2016 年参加了教育部第四轮一级学科整体水平评估,实验室的建设也为上海交通大学物理学一级学科几年来的发展做了重要贡献。

2016 年度,在“新型量子材料物理与器件”国家自然科学基金委创新研究群体建设项目的带动下,上海交通大学将实验室作为凝聚态物理国家重点学科建设的重要载体,加大投入,重点予以建设。随着“985—新一轮学科建设”、“青年千人计划启动经费及校内配套”、“东方学者”等人才项目的展开,以及新进的六位海外归国优秀中青年科研人员的全职投入,实验室呈现出良好的发展态势,并瞄准国际学术前沿和国民经济发展需求对研究方向的原有布局进行了完善和加强。目前实验室已有 1 个国家自然科学基金委创新研究群体、2 个教育部创新团队,并已在拓扑绝缘体量子现象、半导体量子器件、高温超导材料物理和小量子系统凝聚态基础理论等方面取得一批国际学术界领先的基础研究成果,同时成功开拓相关第二代高温超导带材和高效硅基太阳能电池技术的产业化应用。

因此可以看到“人工结构及量子调控”教育部重点实验室的建设支撑了我校凝聚态物理国家重点学科的发展,并有力地推动了与我校理论物理、材料物理和微电子与固体电子学等学科的交叉与合作。而上海交通大学对凝聚态物理学科的重点建设,也为实验室的快速发展带来了机遇。

2、科教融合推动教学发展

简要介绍实验室人员承担依托单位教学任务情况，主要包括开设主讲课程、编写教材、教改项目、教学成果等，以及将本领域前沿研究情况、实验室科研成果转化为教学资源的情况。

教学工作是高等院校最重要工作之一。本实验室的教学工作着眼于国家发展和人的全面发展需要，坚持传授知识、培养能力、提高素质协调发展，更加注重能力培养，着力提高学生的学习能力、实践能力和创新能力。实验室学术带头人在潜心科研的同时，也时刻铭记为社会培养、输送高素质人才是教师的主要任务。因此，实验室所有教授均担任了本科生、研究生基础课程或主要专业课程的主讲教师；共 6 位教授、副教授担任教学为主岗位，不安排科研任务；新进以科研为主的中青年教师，也必须承担研究生培养工作。本年度，共有 18 位教师担任本科教学工作，开设 22 门课程，授课 2018 学时；14 位教师担任研究生教学工作，开设 14 门研究生专业课，授课 532 学时；其中 1 人担任上海交通大学基础学科拔尖学生培养试验计划“致远学院”物理学项目主任，13 位教师被列入上海交大致远学院物理学师资队伍；指导 6 人完成本科生毕业设计。在实验室学术带头人开设的课程中，不仅有基础理论知识课程，还有专门介绍凝聚态学科前沿热点、最新成果的《固体物理专题》、《物理研究实践》、《专业物理实验》等专题课程；针对不同的学生类型，部分课程采用双语教学或者全英语授课。本年度，袁晓忠教授获得上海交通大学唐立新教学名师奖；李晟副教授、罗卫东特别研究员获得上海交通大学烛光奖；刘世勇副教授获“高等教育杯”全国高等物理基础课程青年教师讲课比赛上海赛区一等奖；李晟副教授为第一完成人的《全英文教学专业及国际合作办学班建设》荣获 2016 年上海交通大学校级教学成果奖一等奖。

在教学实践中，实验室教师积极探索并建立以问题和课题为核心的教学模式，倡导以本科学生为主体的创新性实验改革，鼓励学生开展课外科技、实验和创新实践活动，积极参与到国际前沿学术研究中。“本科生研究计划（简称 PRP）”是上海交通大学为培养具有“宽厚、复合、开放、创新”特征的高素质创新人才而制定的一项教学改革，实验室结合本领域的研究情况，年度内设立适合本科生完成的 PRP 项目 5 项，将基础理论与科学实践相结合，大大拓宽了本科生的科学视角，也为他们研究生阶段更快熟悉科研工作打下了坚实的基础。其中，实验室学术带头人姚忻教授指导大三学生杜舸海完成 PRP 项目“在空气条件下生长大尺寸高性能 NdBCO 块材”研究，相关成果发表在 Journal of the American Ceramic Society 上，杜舸海同学也以该成果参加在日本名古屋举办的第 18 届国际晶体生长会议并发表 Poster。中国大学生物理学术竞赛（CUPT）是实践国家教育中长期发展规划纲要的重要大学生创新竞赛活动，是国内具有重要影响力的大学生物理竞技赛事之一，被列入中国物理学会物理教学指导委员会的工作计划。姚忻教授指导我校致远学院大三学生梁昆完成 PRP 项目“废弃高温超导体材料回收研究”，项目成果荣获 2016 年中国大学生物理学术竞赛（CUPT）一等奖。以上两项成果的取得表明了实验室引导大学生进行创新性科学实践的教学工作是卓有成效的。

3、人才培养

(1) 人才培养总体情况

简述实验室人才培养的代表性举措和效果，包括跨学科、跨院系的人才交流和培养，与国内、国际科研机构或企业联合培养创新人才等。

高等学校肩负着为国家输送各类专业型人才的重任，这就要求高等学校培养的人才不仅应具有扎实的科学文化知识、精良的专业技能、高尚的道德情操、健康的身体及心理素质，而且应该具有适应科学技术不断发展、解决实际问题的能力及创新能力。作为依托于高等院校的科研机构，实验室成立以来以培养拔尖创新人才为宗旨，以“知识探究、能力建设、人格养成”三位一体为理念，以“创新性、多元化和国际化”为驱动，形成了有自身特色的人才培养模式。年度代表性举措包括：

1、注重应用型人才培养

科学技术的进步最终要体现在对生产力的推动上，科研成果的转化与应用离不开技术、应用型人才的培养。实验室根据部分研究方向与产业化应用紧密结合的特色，有针对性对部分学生制定了特殊的研究生培养方案，要求高年级硕士研究生和博士生在结束基础理论课程后，必须有一半时间深入企业了解研究领域的产业化流程与标准，了解行业发展的瓶颈，并且在实验室获得的科研成果必须经过企业的中试生产线的验证。在太阳能光伏和第二代高温超导带材领域，实验室与国内外知名企业密切合作，一方面实验室为企业培训和输送了一批具有专业知识背景的人才，另一方面，企业为青年教师、研究生提供了科研成果测试和应用的实践平台。这样的举措，使得科研成果更加贴近产业化应用，更加符合企业需求，能更好的服务于国民经济。

国际光伏科学与技术领域最高水平学术刊物《光伏研究及应用进展》2017年初连续报道了沈文忠教授研究组 2016 年度在工业化高效晶体硅双面太阳能电池、高效晶体硅背结背接触(BJBC)太阳能电池领域的最近研究成果【Prog. Photovoltaics: Res. & Appl. **25**, 280-290 (2017), IF:7.365】(封面论文)、【Prog. Photovoltaics: Res. & Appl. 2017, DOI: 10.1002/pip.2881】。两篇文章的第一作者均为沈文忠教授指导的博士研究生鲁桂林，这两项成果都是与上市公司上海航天汽车机电股份有限公司（股票代码 600151）合作完成的，相关技术已经在企业高效晶硅太阳能电池中试生产线上取得较好的进展，有工业化应用的前景。

2、增加良性竞争机制，探索创新型人才联合培养的模式

实验室还积极探索和实践与国内科研机构间联合培养创新人才的新途径，取得了优异成绩。“人工微结构科学与技术协同创新中心(CICAM)”是由本实验室为主体的上海交通大学凝聚态物理研究团队与南京大学(牵头单位)、复旦大学、浙江大学、中国科技大学及中科院合肥物质科学研究院共六家凝聚态物理研究领

域的科研人员构成的科研机构，成立于 2014 年。CICAM 将六家科研机构的研究队伍纳入了统一培养和奖励体系，鼓励和推动六家单位各课题组研究生间的交换、交流与合作、竞争。为表彰和激励该中心所属研究组的优秀博士研究生，CICAM 每年度设立三项奖励计划，包括优秀博士后奖、研究生英才奖和研究生入学奖。本年度，实验室有 7 名在读博士研究生与 6 名博士新生入选 CICAM 优秀研究生奖励计划，其中贾金锋教授指导的孙昊桦同学因在实验中首次观测到人工拓扑超导体量子磁通中的 Majorana 费米子态的自旋相关性质的工作而被 CICAM 评为特等奖。沈文忠教授指导的钟思华博士因两年来在太阳能光伏领域出色的工作荣获优秀博士后一等奖。

3、建立具有国际化视角的教学科研一体化教师队伍，坚持以人为本的教育理念

教师队伍水平的高低直接决定了人才培养的高度。教师的视野，决定了他施教的广度和深度。为学生提供国际化教育，培养拥有全球视野的创新型人才是世界一流大学的共识。依托单位上海交通大学正在朝着建设世界一流大学的目标迈进，实验室以此为契机，近年来在吸引和培养具有国际化视角的高水平中青年科研人员方面取得长足进步。实验室 40 名固定人员中，有 23 人拥有超过一年的海外高水平科研机构工作、学习的经历；2014 年起，新引进的年轻人员均具有世界一流大学博士学位和学术工作经历，在学科前沿领域开展创新性研究，取得重要的研究成果，表现出很强的学术潜力，研究工作至少达到了世界一流大学助理教授水平。以“青年千人”计划为主的海外归国青年学者已经在实验室承担越来越重要的研究工作，成为实验室科研工作可持续发展的重要保障。目前实验室有“中科院院士”和“千人计划”3 人，有“长江学者”“杰青”12 人；有“青年千人”“青年长江学者”“东方学者”等 29 人的各类国家/省部级中青年人才计划获得者，已形成一支老中青结合的具有国际化视野的高水平人才梯队。

实验室骨干人员既是一名科研工作者也是人民教师，承担科研和教学两项基本工作。如何把科研和教学两项任务有机的结合起来，建立一支既具备高水平的科研能力，又具备良好的教学能力的教学科研一体化教师队伍，是实验室人才培养的关键。实验室根据各位老师的特点制定不同的分工，取长补短，互相合作。并关注每位教师个体的发展，将教师个人特长、利益目标和实验室整体利益目标相结合。承认能力差异，在管理上重心下移，考核和激励不作一刀切，不作硬性规定。使得每位教师充分发挥其特长和自身价值，快乐工作，真正实现教育以人为本的宗旨。本年度实验室年轻教师引进和培养方面，引进“上海市千人计划”、“青年千人计划”学者郑浩特别研究员，培养刘灿华教授入选“上海市浦江人才计划”，培养史志文特别研究员入选上海市“东方学者计划”、“上海市千人计划”。在教学方面，袁晓忠教授获得上海交通大学唐立新教学名师奖；李晟副教授、罗卫东特别研究员获得上海交通大学烛光奖；刘世勇副教授获“高等教育杯”全国高等物理基础课程青年教师讲课比赛上海赛区一等奖；李晟副教授为第一完成人的《全英文教学专业及国际合作办学班建设》荣获 2016 年上海交通大学校级教学成果奖一等奖。

(2) 研究生代表性成果

简述研究生在实验室平台的锻炼中，取得的代表性科研成果，包括高水平论文发表、国际学术会议大会发言、挑战杯获奖、国际竞赛获奖等。

在研究生培养过程中，实验室十分重视学生的创新能力、独立工作能力的培养，始终坚持高标准、严要求，并制定了规范的研究生管理条例和学术论文发表条例。研究生已成为实验室科研工作的中坚力量，其中优秀研究生代表有：

1、表面和界面量子现象与调控研究方向在贾金锋教授的带领下，形成了严谨求实、着重创新的良好学术氛围。2016 年度，贾金锋指导的博士研究生孙昊桦同学在实验中首次观测到人工拓扑超导体量子磁通中的 Majorana 费米子态的自旋相关性质的成果，以第一作者在国际顶尖学术期刊 Phys. Rev. Lett. 上发表高水平论文，并荣获 2016 年度研究生国家奖学金，同时获得 10 万元的“人工微结构科学与技术”协同创新中心研究生英才奖特等奖。

2、半导体量子结构与量子过程调控方向在沈文忠教授的带领下，本年度在太阳能光伏领域获得重大进展，团队研究生做出了重要贡献。其中，沈文忠教授指导的博士生（后继续从事博士后研究工作）钟思华两年内以第一作者在包括 Advanced Materials、Advanced Functional Materials 等期刊上发表 SCI 论文 5 篇，2015 年曾荣获研究生国家奖学金；并曾获第十三届全国博士生学术年会优秀论文奖和上海市优秀毕业生等荣誉称号，2015 年度获得国家博士后基金一等奖，2016 年荣获优秀“人工微结构科学与技术”协同创新中心博士后一等奖。沈文忠教授指导的另一名博士研究生鲁桂林同学 2016 年度的工作以第一作者 Photovoltaics: Res. & Appl. (最新影响因子: 7.365) 上发表两篇高水平论文（均在 2017 年初正式发表），其中一篇为该杂志首篇封面文章。团队中郑茂俊教授指导的博士研究生李强同学荣获 2016 年度研究生国家奖学金，王法则同学荣获“人工微结构科学与技术”协同创新中心研究生英才奖二等奖。

3、李贻杰教授、姚忻教授为在学术带头人的高温超导材料生长调控与机理团队也涌现一批优秀的研究生。其中，博士研究生相辉、王伟同学的“高效生长基于器件开发的大尺寸高温超导单晶体的研究”课题荣获 22 届上海高校学生创造发明“科技创业杯”发明创新一等奖；相辉同学 2016 年度共发表 SCI 论文 5 篇（其中三篇为第一作者，全部为上海交通大学认定的 A 类学术论文），荣获 2016 年研究生国家奖学金及“人工微结构科学与技术”协同创新中心研究生英才奖二等奖。硕士研究生王斌斌同学硕士期间以第一作者发表 SCI 论文 3 篇，也荣获了 2016 年研究生国家奖学金。

4、人工材料物性的计算研究与结构设计研究方向的研究生人数很少，但在学术带头人孙弘教授、朱卡的教授的悉心指导下，李冰、吴文浩两位同学双双荣获“人工微结构科学与技术”协同创新中心研究生英才奖一等奖。其中，孙弘教授指导的李冰同学关于纳米孪晶面金刚石超强硬度机制探究的研究成果以第一作者在国际顶尖学术期刊 Phys. Rev. Lett. 上发表高水平论文，并荣获 2016 年度研究生国家奖学金。朱卡的教授指导的吴文浩同学博士期间共发表 SCI 论文 4 篇，全部为第一作者。

(3) 研究生参加国际会议情况（列举5项以内）

序号	参加会议形式	学生姓名	硕士/博士	参加会议名称及会议主办方	导师
1	口头报告	庄宇峰	博士	26th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-26), <i>Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS)</i>	沈文忠
2	口头报告	吴蔚	博士	2016 Applied Superconductivity Conference (ASC'16), <i>IEEE Council on Superconductivity/GE Global Research</i>	李贻杰
3	发表会议论文	吴祥	博士	2016 Applied Superconductivity Conference (ASC'16), <i>IEEE Council on Superconductivity/GE Global Research</i>	李贻杰
4	发表会议论文	贾敬岳	博士	The 8th International Symposium on Ultrafast Phenomena and THz Waves, ISUPTW 2016 <i>中国科学院重庆绿色智能技术研究院、中国科学院物理研究所、美国罗切斯特大学光学研究所、首都师范大学、上海理工大学主办</i>	张月蘅
5	发表会议论文	白鹏	博士	The 8th International Symposium on Ultrafast Phenomena and THz Waves, ISUPTW 2016 <i>中国科学院重庆绿色智能技术研究院、中国科学院物理研究所、美国罗切斯特大学光学研究所、首都师范大学、上海理工大学主办</i>	张月蘅

注：请依次以参加会议形式为大会发言、口头报告、发表会议论文、其他为序分别填报。所有研究生的导师必须是实验室固定研究人员。

五、开放交流与运行管理

1、开放交流

(1) 开放课题设置情况

简述实验室在本年度内设置开放课题概况。

实验室于 2012 年通过教育部验收以后，遵循《教育部重点实验室建设与运行管理办法》的规定，充分开放运行，建立访问学者制度，设立开放课题，吸引优秀人才开展合作研究。2013 年度开始设立实验室开放课题。在实验室网站专门设立了开放课题专栏，公开接受课题申请。

实验室的开放课题特别面向国内优秀的年轻学者，希望能为他们明确研究方向、加快科研启动提供帮助。通过验收以来，经学术委员会审核通过，已为国内青年学者设立开放课题 9 项，其中 2013 年度 4 项，2014 年度 1 项，2016 年度 4 项，资助经费共 36 万元，课题执行期为两年。在这些开放课题的资助下，2013-2016 年度共发表了包括 Phys. Rev. Lett.、Nanoscale 在内的 13 篇高水平 SCI 论文，均标注有实验室名称。2016 年度的四项开放课题分别资助了中国科学院物理研究所、电子科技大学（2 人）、上海师范大学的四位年轻学者，开放课题名单见下页表格，四项开放课题负责人的平均年龄为 37 岁。

2016 年至今，开放课题申请者共发表 SCI 论文 4 篇：

1、 Radicals and ions controlling by adjusting the antenna-substrate distance in a-Si:H deposition using a planar ICP for c-Si surface passivation, H.P. Zhou, S. Xu, M. Xu, L.X. Xu, D.Y. Wei, Y. Xiang and S.Q. Xiao, Applied Surface Science **396**, 926 (2016).

2□ Hydrogen-plasma-induced rapid, low-temperature crystallization of μm -thick a-Si:H films, H. P. Zhou, M. Xu, S. Xu, Liu, C. X. Liu, L. C. Kwek, and L. X. Xu, Scientific Reports, **6**, 32716; DOI: 10.1038/srep32716 (2016).

3□ Rapid and sensitive detection of malachite green and melamine with silver film over nanospheres by surface-enhanced Raman scattering, G. N. Xiao, W. B. Huang, Z. H. Li, Plasmonics, DOI 10.1007/s11468-016-0372-5 (2016).

4、 Highly sensitive, reproducible and stable SERS substrate based on reduced graphene oxide/silver nanoparticles coated weighing paper, G. N. Xiao, Y. X. Li, W. Z. Shi, L. Shen, Q. Chen, L. Huang, Applied Surface Science **404**, 334 (2017).

开放课题的设立，为实验室与国内各单位学者间创造了学术接触、交流和讨论的良好环境。有利于拓宽原有研究方向的学术空间，有利于在学术方向上的集思广益、优势互补，形成创新机制，并有效提升了实验室在领域内的影响力和知名度。

序号	课题名称	经费额度	承担人	职称	承担人单位	课题起止时间
1	宽禁带窗口层硅基异质结太阳能电池界面钝化与载流子输运机理研究	4万	周海平	副教授	电子科技大学	2016.7-2018.7
2	高热稳定性薄膜探索、制备及其应用	4万	熊杰	教授	电子科技大学	2016.7-2018.7
3	FeSe/SrTiO ₃ 超导薄膜的声子振动模式研究	4万	单欣岩	高级工程师	中科院物理研究所	2016.7-2018.7
4	表面增强拉曼光谱技术快速检测非法食品添加剂	4万	肖桂娜	副教授	上海师范大学	2016.7-2018.7

注：职称一栏，请在职人员填写职称，学生填写博士/硕士。

(2) 主办或承办大型学术会议情况

序号	会议名称	主办单位名称	会议主席	召开时间	参加人数	类别
1	2016 第十二届中国太阳级硅及光伏发电研讨会 (12 th CSPV)	半导体量子结构与量子过程调控团队(上海交通大学太阳能研究所)、中国可再生能源学会、浙江大学、中山大学	石定寰 朱俊生 沈文忠 (会议副主席、秘书长)	2016.11.24-26	900	全国
2	第一届“自旋阻挫与自旋液体”上海论坛	人工材料物性的计算研究与结构设计研究团队	王孝群	2016.10.15-16	50	国内研讨会
3	“人工微结构科学与技术”协同创新中心上海交通大学&中国人民大学 2016 年度学术交流	上海交通大学物理与天文系&中国人民大学物理系	王孝群 贾金锋	2017.1.7-8	30	国内研讨会
4	2016 上海市太阳能学会年会暨协鑫先进技术集成研讨会	半导体量子结构与量子过程调控团队(上海交通大学太阳能研究所)、协鑫集成科技股份有限公司	沈文忠	2016.7.27	200	国内研讨会

注：请按全球性、地区性、双边性、全国性等类别排序，并在类别栏中注明。

(3) 国内外学术交流与合作情况

请列出实验室在本年度内参加国内外学术交流与合作的概况,包括与国外研究机构共建实验室、承担重大国际合作项目或机构建设、参与国际重大科研计划、在国际重要学术会议做特邀报告的情况。请按国内合作与国际合作分类填写。

实验室坚持请进来和走出去相结合,瞄准科学研究的国际前沿和热点,积极开展与国内外科研机构的合作与交流,取得了一批实质性的合作成果。实验室本年度在基础研究领域的重要研究成果,均是国内外高水平课题组合作完成,国内外的学术地位与影响力正在稳步提升。本年度,实验室继续邀请 2003 年诺贝尔物理学奖获得者、著名物理学家 Anthony J. Leggett 教授担任兼职教授;邀请国内外著名专家定期作学术报告,年度内共邀请到了包括原香港科技大学校长,美国科学院、美国人文及科学学院、中国科学院、俄罗斯工程学院、台湾“中央研究院”及第三世界科学院院士朱经武先生在内的共 30 多位海内外著名学者作专题学术报告 37 场。年度内组织大型全国性学术会议一次(第十二届中国太阳级硅及光伏发电研讨会);组织国内研讨会三次;实验室固定人员参加国际会议 31 人次,其中作邀请报告 16 人次;参加国内会议 20 余人次,作邀请报告 7 次;指导研究生获国内权威会议优秀论文奖 2 篇。

国内交流方面,实验室骨干团队继续与南京大学(牵头单位)、复旦大学、浙江大学、中国科技大学及中科院合肥物质科学研究院五家单位联合深入开展教育部“2011 计划”——“人工微结构科学与技术协同创新中心(CICAM)”项目的科研工作。项目针对后摩尔时代人类信息技术可持续发展的迫切需求,以新型微结构材料中的量子调控科学与技术为核心,推动信息载体和信息处理手段从经典到量子系统的演变,力争为新一代信息技术革命奠定材料和器件物理基础,已取得了重要的阶段性成果。2017 年 1 月 7 日-8 日,“人工微结构科学与技术”协同创新中心上海交通大学&中国人民大学 2016 年度学术交流会在上海举行,来自上海交大和人大近 30 名中心成员参加会议,Tony Leggett 教授也出席并参与了学术讨论,会议由王孝群、贾金锋两位教授倡导和主持。会议在超导电性、拓扑与狄拉克材料、量子理论与计算、自旋阻挫等主题方向进行了热烈活跃的讨论,取得了很好的交流效果。

国际交流方面,实验室继续与美国、英国、日本、法国、韩国、乌克兰、加拿大等 10 余个国家的高水平的科研机构保持密切的学术合作。实验室年度在研

各类国际合作项目 6 项，其中 2016 年启动的科学研究国际合作项目包括：姚忻教授主持的科技部—中波兰合作项目：“化学掺杂YBCO晶体生长及其超导性能研究”及科技部—中塞兰合作项目：“REBCO超导体晶体生长和特异正常态物理研究”；贾金锋教授与香港大学合作的“应变状态下的拓扑绝缘体薄膜的研究”项目；刘茨教授与美国宾夕法尼亚州立大学、美国杜兰特大学合作的“ Sr_2RuO_4 合作研究”项目等。

实验室牢记科技服务于经济建设和社会发展的宗旨，特别注重科学成果的转化与应用，努力将科学技术的进步体现在对生产力的推动上。2016 年度沈文忠教授带领的太阳能光伏研究团队与新南威尔士大学光伏与可再生能源工程学院、嘉兴市政府共同创建的嘉兴光伏高新技术产业园区光伏产业创新研究中心于 2016 年 6 月正式运营，研究中心拥有场地 2000 多平方米，其中办公、展示、培训场地 400 多平方米，试验测试场地 1600 多平方米。目前已立项三个有产业化前景的光伏项目，分别是《金刚线切割多晶硅片的纳米/微米制绒技术及产业化》，《基于智能优化器光伏云服务平台》和《10-100kWh 电池储能系统的研发和产业化》。嘉兴市政府根据每个项目的产业化的进展提供一定的经费支持。此外，研究中心积极开展国际交流，在 2016 年 11 月 24-26 在嘉兴召开的第 12 届中国太阳级硅和光伏发电研讨会上，来自新南威尔士大学光伏与可再生能源工程学院的光伏领域的教授们专门组织了一场高效太阳电池的专题研讨会，介绍各自的高效太阳能技术成果，与光伏界的同仁充分研讨。研究中心项目受到同行、浙江省、嘉兴市等各级部门的关注，其产学研模式得到充分肯定，2017 年初嘉兴光伏众创空间在研究中心挂牌，成为我国光伏行业产学研结合的示范基地和创业孵化器。

(4) 科学传播

简述实验室本年度在科学传播方面的举措和效果。

作为依托高等院校的科研单位，实验室不仅肩负科研与教学两项重要任务，也承担着进行科学传播的社会责任。本年度实验室的科学传播主要面向青少年，包括大学生和中学生，主要举措与成果如下：

- 1、定期邀请物理学各个领域的著名大师、学者做科学报告，向实验室研究生介绍物理学各分支的发展历史和最新研究进展。
- 2、实验室继续作为上海电力学院数理学院的“本科生科学认识实践”课程的合作基地，2016年1月，接待该校本科生80余人。这些活动，给予校外大学生利用实验室先进平台进行科研基本训练的机会，也让他们近距离的接触到凝聚态物理学学科的学术前沿，有助于吸引了更多优秀学生致力于物理学。此外，2016年7月4日至2016年7月9日，上海交通大学物理与天文系联合中科研物理所举办了第六届全国优秀本科生物理学、天文学及其交叉学科暑期学校，面向全国著名高校的大三优秀本科生，全面介绍物理学和天文学的各个二级学科。实验室学术带头人担任暑期学校中凝聚态学科的主讲教师，受到了学员的好评，实验室也面向暑期学校学员全面开放。
- 3、实验室参与组织本科生“维裕杯”科创竞赛，“维裕杯”以上海交通大学物理系首任系主任裘维裕先生之名命名，旨在为物理与天文系学生提供一个交流、互动和展示的学术平台，增强物理与天文系本科生和研究生之间的科研交流，提高学生的思辨能力和口头表达能力，激发学生们对物理研究的兴趣与激情。“维裕杯”科创竞赛受到了昂立集团的资助。2016年10月23日，实验室与区域光纤通信网与新型光通信系统国家重点实验室共同组织了“昂立高中生走进交大物理系”活动，让昂立高中的同学们近距离感受物理的独特魅力，提前体验美好而充实的大学生活，感受实验室的求学精神与治学风貌。
- 4、实验室每年设立一天的公众开放日，对参加上海中学生科学夏令营的学生开放，激发中学生对科学研究的浓厚兴趣。

2、运行管理

(1) 学术委员会成员

序号	姓名	性别	职称	年龄	所在单位	是否外籍
1	甘子钊 (主任)	男	教授 (院士)	78	北京大学	否
2	沈学础 (副主任)	男	教授 (院士)	78	复旦大学	否
3	薛其坤 (副主任)	男	教授 (院士)	53	清华大学	否
4	祝世宁 (副主任)	男	教授 (院士)	67	南京大学	否
5	陶瑞宝	男	教授 (院士)	79	复旦大学	否
6	孙昌璞	男	研究员 (院士)	54	中科院理论物理研究所	否
7	闻海虎	男	教授	53	南京大学	否
8	陆卫	男	研究员	54	中科院上海技术物理研究所	否
9	陈鸿	男	教授	56	同济大学	否
10	张文清	男	研究员	50	中科院上海硅酸盐研究所	否
11	雷啸霖	男	教授 (院士)	78	上海交通大学	否
12	郑杭	男	教授	65	上海交通大学	否
13	马红孺	男	教授	56	上海交通大学	否
14	沈文忠	男	教授	48	上海交通大学	否

(2) 学术委员会工作情况

请简要介绍本年度召开的学术委员会情况，包括召开时间、地点、出席人员、缺席人员，以及会议纪要。

按《教育部重点实验室建设与运行管理办法》的要求，实验室成立了由十四位知名学者组成的学术委员会，指导实验室的学术方向，评估实验室的研究成果，审议实验室的重大学术活动和年度工作计划、审批开放研究课题。实验室同时制定了《人工结构及量子调控教育部重点实验室学术委员会工作条例》，对学术委员会的组成和相关职能进行规范。

实验室通过验收以来每年均举行学术委员会会议。为了完整的对年度工作进行梳理后向学术委员会汇报，每年的学术委员会会议均在次年度的4-5月份举行，2016年度的学术委员会将于2017年4月底举行。

2016年4月29日，我们在上海交通大学闵行校区举行了实验室2015年度的学术委员会会议，参加会议的有学术委员主任：北京大学甘子钊院士；副主任：复旦大学沈学础院士，南京大学祝世宁院士；委员：北京计算科学研究中心孙昌璞院士，中科院上海技术物理研究所陆卫研究员，同济大学陈鸿教授，中科院上海硅酸盐研究所张文清研究员，上海交通大学的雷啸霖院士、郑杭教授、马红孺教授和沈文忠教授。实到委员11人，超过学术委员会总人数的三分之二。

上海交通大学物理与天文系系主任王孝群教授，系党委书记朱卡的教授，校科研院平台基地办谭华主任，以及实验室学术带头人、骨干教师、校科研院代表等30余人也参加了会议。

会议中，学术委员会认真听取了实验室主任沈文忠教授作的关于实验室2010-2014年五年评估期建设情况及2015年度进展的报告，还听取了贾金锋教授、顾威教授、史志文特别研究员分别作的学术进展报告，对实验室的发展进行了讨论，并对实验室收到的开放课题申请进行了审议。

学术委员会对实验室的年度工作予以了肯定，并提出了宝贵意见和建议。会议纪要如下：

上海交通大学“人工结构及量子调控”教育部重点实验室 2015年度学术委员会会议纪要

2016年4月29日，“人工结构及量子调控”教育部重点实验室在上海交通大学物理与天文系召开了2015年度实验室学术委员会会议。委员们认真听取了实验室主任沈文忠教授作的关于实验室2010-2014年五年评估期建设情况及2015年度进展的报告，还听取了贾金锋教授、顾威教授、史志文特别研究员分别作的学术进展报告，对实验室的发展进行了讨论，形成以下意见：

1. 实验室在教育部2010-2014五年工作评估中取得优秀，表明实验室经历了五年的筹建、验收和评估三个阶段的快速发展，已经成为我国高校一个特色鲜明、结构合理和具有申请获得国家重点实验室实力与基础的优秀创新研究基地。学术委员会充分肯定实验室取得的阶段性成绩。
2. 2010年以来，实验室围绕凝聚态物理与重大科技领域在人工结构及量子调控的多个重要科学问题，在拓扑绝缘体量子效应、半导体量子器件、高温超导物理和小量子系统凝聚态理论等前沿研究方向取得一批有国际影响的重要研究成果，如界面高温超导、拓扑超导体和Majorana费米子的发现和证实等方面的成果获得国际普遍认可和好评，在国内外产生了广泛的影响。这些成果发表在Science、Nature、Nature子刊、Phys. Rev. Lett.等学术期刊上。
3. 实验室在解决人工结构及量子调控领域基础科学问题的同时，开拓了相关科研成果向高技术应用领域的转化，第二代公里级高温超导带材和高效硅基太阳能电池两方面的技术在工业界得到成功应用。
4. 实验室很好地面向国家在量子调控相关领域的重大需求，承担了国家科技部973、863和国家自然科学基金重点与仪器专项等一批重要科研项目，出色地完成相关任务。学术交流和国际合作日益频繁，不断产生实质性的合作成果。
5. 实验室已建立了一支以中科院院士、国家千人计划专家、教育部长江学者和国家杰出青年基金获得者为学术带头人的创新性研究队伍。年度内新增了一个国家自然科学基金委创新群体，培养两位青年教师分别入选教育部长江学者特聘教授及青年长江学者，并积极引进几位高水平中青年学者，使人才队伍得到加强，人员梯队结构更加合理，人才培养与人才发展成效显著。
6. 实验室制度完善、运行顺畅，研究方向布局合理，建设目标明确并具有很好的发展前景。建议上海交通大学按照教育部的相关要求，在政策上给予倾斜，在队伍建设配套经费等方面给予充足的支持，把该实验室早日建成国家重点实验室。

学术委员会主任：



2016年4月29日

(3) 主管部门和依托单位支持情况

简述主管部门和依托单位本年度为实验室提供实验室建设和基本运行经费、相对集中的科研场所和仪器设备等条件保障的情况，在学科建设、人才引进、团队建设、研究生培养指标、自主选题研究等方面给予优先支持的情况。

本实验室是依托单位上海交通大学校内注册的独立实验室，在实验室用房、设备管理、人员编制等方面独立统计，并给予专职管理人员名额。上海交通大学本年度为实验室划拨 130 万元的基本运行经费，由实验室主任负责，专款专用，保证了实验室正常运转。同时，学校投入“985”新一轮学科建设经费、“青年千人”配套、教育部“中央高校改善基本办学条件经费项目”等超过 2000 万元经费为实验室新引进的海外归国青年科技人才提供科研启动经费。利用这些投入，实验室正在搭建新的具有国际领先水平的材料生长及测试平台，这些平台的建立，将为优势研究方向培育新的增长点，为实验室的可持续发展奠定扎实的基础。

上海交通大学为实验室提供的科研用房全部集中在上海交通大学闵行校区物理/物理实验群楼，分别在一、九和十层，总面积约 2320 平方米，下设计算凝聚态物理实验室、凝聚态光谱与光电子物理实验室、超导和其它功能晶体生长实验室、高温超导带材实验室、表面和界面量子现象与调控实验室以及太阳能研究所等。上海超导科技股份有限公司正在为上海交通大学正在建造新的理科大楼，本年度，实验室对未来在理科大楼内的科研、办公空间布局进行了多次详细的讨论与论证。新理科大楼预计 2017 年末可以投入使用，届时本实验室的科研用房面积又将进一步增加，并且场地布局更加合理，科研环境更加安全规范。

实验室的建设运行中，关系到实验室发展大局的中长期规划通常由学术委员会及实验室主任、学术带头人共同讨论制定，依托单位配合实施。上海交通大学在人才引进、团队建设、研究生培养指标、自主选题研究等方面给予了充分的支持。依托单位在管理上给予的自主权及优先权，为实验室更好的凝练研究方向，完善学科结构提供了良好的条件。

上海交通大学十分重视对创新基地的培育和考核。学校科学技术发展研究院每年组织专家集中对校内各省部级重点实验室（2016 年为 29 个）进行考核，并将考核结果与实验室运行经费挂钩，促进了校内各实验室间的良性竞争。截至 2016 年度，本实验室已经连续四年在我校校内评估中获评“优秀”。

3、仪器设备

简述本年度实验室大型仪器设备的使用、开放共享情况，研制新设备和升级改造旧设备等方面的情况。

本实验室目前共有 20 万元以上的大型设备 63 台（套），总价值 8431 万元。其中年度新增 20 万元以上设备 11 台（套），共计 1129 万元。2016 年度，表面和界面量子现象与调控方向、高温超导材料生长调控与机理研究、半导体量子结构与量子过程调控几个方向的新测试平台已基本完成。其中，表面和界面量子现象与调控方向张文涛特别研究员已完成超快角分辨光电子能谱仪的招标与购买。高温超导材料生长调控与机理研究方向刘茨教授团队采购的极低温、矢量磁场电输运测量系统的搭建已经完成并投入使用，半导体量子结构与量子过程调控方向史志文特别研究员负责的凝聚态纳米光学实验室年度内新搭建了一套扫描近场光学显微镜/原子力显微镜系统，一套可见光光谱仪

实验室大型仪器设备均设专职管理员，负责重大仪器设备的登记、使用与维护。在所制定的《人工结构及量子调控教育部重点实验室管理条例》中，对实验室的设备购置、大型仪器设备使用与维护做出明确规范。实验室的管理贯彻“三个整合、两个保证”的原则，即实验设施整合、研究队伍整合、学科交叉整合，保证稳定的主体研究队伍、保证固定集中的实验研究平台与仪器共享平台，现有的大部分的平台与上海交通大学其他实验平台实行资源共享。实验室仪器设备在优先满足本实验室科学研究、教学实验需求的前提下，面向社会、开放使用，以提高使用效率。

实验室鼓励固定人员积极开发已有仪器的新功能，表面和界面量子现象与调控方向在自主研发的基础上搭建了世界上第一套与 STM 兼容的极低温、强磁场、超高真空环境下的四探针输运测量系统。该系统实现了样品的原位生长与原位表征及物性测量，在对样品的表面形貌、表面原子排列、电子结构等原位表征后，即可实施原位的电输运测量。该系统弥补了传统输运测量技术与样品表征技术相分离的缺点，其关键技术已获得两项国家发明专利授权，其中年度新增授权一项（电输运特性测量装置及测量方法，刘灿华，张马淋，贾金锋，ZL201410097057.8）。对已有设备平台进行升级改造和整合，并摸索出具有自主知识产权的材料生长和测试的创新性工艺，成为本年度实验方向取得重要成果的关键和基础。

六、审核意见

1、实验室负责人意见

实验室承诺所填内容属实，数据准确可靠。

数据审核人：蒋震宗

实验室主任：沈文忠

(单位公章)

2017年3月30日

2、依托高校意见

依托单位年度考核意见：

(需明确是否通过本年度考核，并提及下一步对实验室的支持。)

依托单位负责人签字：

(单位公章)

2017年3月30日