

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

(2021年1月——2021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：周敏/021-34206894

2021年12月20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	2012 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 (院士)	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	2012 年-今
研究水平 与贡献	论文与专著	发表论文	SCI	107 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	0 项	二等奖	0 项		

	项目到账总经费	2229.35 万元	纵向经费	1921.55 万元	横向经费	307.8 万元	
	发明专利与成果转化	发明专利	申请数	11 项	授权数	5 项	
		成果转化	转化数	1 项	转化总经费	0	
	标准与规范	国家标准	0 项		行业/地方标准	1 项	
研究队伍 建设	科技人才	实验室固定人员	50 人	实验室流动人员	24 人		
		院士	2 人 (新增 1 人)	国家高层次人才计划	长期 1 人 短期 0 人		
		长江学者	特聘 4 人	国家杰出青年基金	4 人		
		国家“万人计划” 领军人才	2 人	青年长江	1 人		
		国家高层次人才计划 青年项目	11 人 (新增 2 人)	国家优秀青年基金	0 人		
		其他国家、省部级 人才计划	37 人	自然科学基金委 创新群体	1 个		
		教育部创新团队	2 个	科技部重点领域创新团队	1 个		
	国外学术 机构任职	姓名	任职机构或组织		职务		
		贾金锋	美国物理学会 (APS)		会士		
		贾金锋	《Surface Review and Letters》		副主编		
		贾金锋	《Quantum Frontiers》		执行主编		
		贾金锋	《Advanced Quantum Technologies》		编委		
		贾金锋	《NPJ Quantum Materials》		编委		
		贾金锋	《Condensed Matter》		编委		
		郑 杭	《Journal of Quantum Sciences》		编委		
		沈文忠	《Frontiers in Energy》		编委		
		刘灿华	美国物理联合会 (AIP)		AIP Publication China Advisory Board		
		朱卡的	《EPJ Quantum Technology》		编委		

		朱卡的		《Scientific Reports》		编委
		郑浩		《Applied Science》		Guest Editor
		秦明普		《New Journal of Physics》		编委
		徐林		国际电工委员会		会员
		沈文忠		International Conference on Silicon Photovoltaics		Reviewing Committee Member
	访问学者	国内		1人	国外	2人
	博士后	本年度进站博士后		7人	本年度出站博士后	3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		129人	在读硕士生	
	承担本科课程	2841学时			承担研究生课程	
	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)	2次
	年度新增国际合作项目				1项	
	实验室面积	3600m 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	200万元	

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。

实验室简介

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月顺利通过教育部的验收，正式成为教育部重点实验室。在2015年度、2020年度两次数理、地学领域教育部重点实验室五年工作评估中均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的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学院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，新引进美国康奈尔大学博士后、国家海外高层次人才引进计划（青年项目）和上海市海外高层次人才引进计划青年学者李昕昕和姜生伟，培养张文涛特别研究员晋升教授。实验室整体人才队伍不断壮大，学科布局 and 人员梯队更加合理。至2021年12月，实验室在职人员有固定人员50人（包

括行政人员 6 人），其中正教授 20 人，40 岁以下研究骨干 12 人。此外，还有兼职教授、访问学者及博士后等流动人员 24 人。

固定人员中包括中国科学院院士两人（雷啸霖、贾金锋）、国家高层次人才计划入选者一人（顾威）和一批优秀学术带头人。学术带头人中四人获国家杰出青年科学基金（沈文忠、贾金锋、郑杭、王孝群），四人为教育部“长江学者奖励计划”特聘/讲座教授（沈文忠、贾金锋、姚忻、钱冬），四人为“百千万人才工程”国家级人选（郑杭、沈文忠、贾金锋，王孝群），两人入选国家“万人计划”科技创新领军人才（贾金锋、钱冬），一人曾入选“教育部跨世纪优秀人才计划”（朱卡的），一人入选中组部“拔尖人才计划”、科技部中青年科技创新领军人才（钱冬）；此外，还有一人入选上海市“领军人才计划”（贾金锋）。

在中青年学术骨干中，有十一人入选国家高层次人才计划青年项目（罗卫东、李耀义、马杰、郑浩、张文涛、史志文、蔡子、王世勇、陈鹏、李昕昕、姜生伟），四人入选上海市高层次人才计划（李贻杰、郑浩、史志文、陈鹏），一人入选教育部“青年长江学者”（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），四人入选上海市“曙光学者”（钱冬、刘灿华、郑浩、史志文），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），二人入选上海市“启明星”计划（钱冬、蔡子）。

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和 2016 年科技部创新人才推进计划重点领域创新团队。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）。表面和界面量子现象与调控团队于 2019 年度加入建设沈阳材料科学国家研究中心量子材料联合研究分部。

年度成果综述

2021年11月18日，中国科学院、中国工程院公布2021年院士增选名单。实验室学术带头人、副主任贾金锋教授当选中国科学院院士。

贾金锋教授，1966年3月出生，汉族，江苏淮安人，现任上海交通大学物理与天文学院副院长、讲席教授，凝聚态研究所所长，李政道研究所拓扑超导量子计算实验平台负责人。1987年毕业于北京大学物理系，1992年获得北京大学物理系博士学位，先后在中科院高能物理研究所、日本东北大学和美国佛罗里达大学、北卡及印第安纳大学从事博士后研究工作，2000年入选中国科学院百人计划、2003年获得国家杰出青年科学基金资助，2009年入选教育部“长江学者奖励计划”特聘教授。在量子材料设计生长、表征及物性调控等方面做出了系统性和创新性贡献。发表高水平论文290多篇，其中Science 5篇，Nature Phys. 3篇，Nature Mater. 2篇，Adv. Mater. 6篇，Phys. Rev. Lett. 27篇，APL/PRB 50多篇。论文被引用16000多次，2018-2021年连续四年入选全球高被引科学家。三次获得国家自然科学二等奖（2011年和2019年为第一获奖人，2004年为第三获奖人），还获1996年国家教育委员会科技进步一等奖、2016年教育部自然科学奖一等奖及2017年教育部自然科学特等奖、2011年香港求是科技基金会“杰出科技成就集体奖”、2013年全球华人物理和天文学会“亚洲成就奖”等奖励。

2021年11月16日，科睿唯安公布了2021年度“高被引科学家”名单，全球70多个国家和地区的6602人入选高被引科学家名单，本实验室贾金锋、郑浩两位教授名列其中。2018-2021年，贾金锋教授连续四年入选全球高被引科学家。2019-2021年，郑浩教授连续三年入选全球高被引科学家。

2021年4月22日，爱思唯尔(Elsevier)重磅发布2020“中国高被引学者”(Highly Cited Chinese Researchers)榜单，实验室主任沈文忠教授入选。沈文忠教授主编（排名第一）上海市住房和城乡建设管理委员会《太阳能光伏发电建筑应用技术标准》2021年3月发布实施，并被《解放日报》报道。

上海交通大学为表彰长期致力于人才培养，师德高尚、贡献卓著、学识渊博的优秀教师，在全校教师中树立标杆，进一步提升学校育人质量，于2021年9月15日召开“教书育人，科研创新”表彰大会召开，公布八位获得首届“交大名师”荣誉称号的教师名单。实验室学术带头人郑杭教授入选。郑杭教授，上海

交通大学物理与天文学院特聘教授、致远学院物理项目主任。曾任上海交通大学物理学系主任。长期从事凝聚态物理学和量子物理学的研究。获国务院学位委员会授予的“做出突出贡献的中国博士学位获得者”称号；曾获国家自然科学基金三等奖、国家级教学成果一等奖、教育部“基础学科拔尖学生培养计划”优秀导师奖、上海市教学成果一等奖、上海交通大学首届“教书育人奖”集体二等奖；上海交通大学“教书育人”一等奖。

2021 年“35 岁以下科技创新 35 人” 亚太区正式落地中国，旨在为极具发展潜质的青年科技人才提供多元化的国际发展平台。10 月 28 日-29 日，杭州未来科技城联合《麻省理工科技评论》共同举办世界科技青年论坛，公布 2021 年“35 岁以下科技创新 35 人” 亚太区名单，实验室青年学者陈国瑞入选。

2021 年 7 月 7 日，张文涛研究组与我校张杰、向导研究团队合作以“Optical manipulation of electronic dimensionality in a quantum material” 为题在《Nature》发表突破性的研究成果：利用飞秒激光操控量子材料，在三维材料中实现瞬时二维长程有序电子态，并在所形成的二维电子态中发现存在光致超导的迹象。张文涛组博士生段绍峰为论文共同第一作者，张文涛教授为论文共同通讯作者，实验室为第一完成单位。

郑浩、贾金锋教授领导的研究团队利用低温强磁场扫描隧道显微镜在 $\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{NbSe}_2$ 体系中成功产生并探测到由库珀对动量导致的分段费米面。论文“Discovery of segmented Fermi surface induced by Cooper pair momentum” 被《Science》接收，并被选为 First Release，于北京时间 2021 年 10 月 29 日凌晨在线发表。贾金锋组博士后朱朕为论文共同第一作者，郑浩、贾金锋教授为论文共同通讯作者，实验室为第一完成单位。

本年度，实验室固定人员发表 SCI 论文 107 篇，论文平均影响因子为 8.112，其中实验室为通讯作者单位完成 67 篇。重要论文包括：《Nature》、《Science》各一篇，《Nature Materials》两篇，《Nature Communications》六篇，《Physical Review Letters》五篇，《Nano Energy》一篇，《Nano Letters》一篇，《ACS Nano》两篇，《Small》一篇，《Physical Review X》一篇，《Angewandte Chemie International Edition》两篇，《npj Computational Materials》一篇，《ACS Applied Materials & Interfaces》三篇，《Progress in Photovoltaics》一篇，《Science Bulletin》一篇，《Nano Research》一篇，《Journal of Power Sources》一篇，《Journal of Materials

Chemistry C》一篇，《Acta Materialia》一篇等。

本年度，国际国内学术交流受新冠肺炎疫情影响较大。实验室年度内组织大型全国性学术会议一次(第十七届中国太阳级硅及光伏发电研讨会)；组织行业协会年会一次（上海市太阳能学会年会）；组织国际学术研讨会一次（第七届低维量子物理和化学前沿国际研讨会）。组织学术讲座 32 场，其中线上 15 场，线下 17 场。固定人员参加国内会议 25 人次，其中作邀请报告 19 人次；指导研究生获权威会议优秀论文奖 1 篇。开放课题在研项目 8 项，2021 年度共发表 SCI 论文 10 篇，中文核心期刊 1 篇，全部标注实验开放课题资助。

本年度培养研究生获“国家奖学金”等各类奖励 22 人次；指导学生获全国大学生物理学术竞赛一等奖及华东赛区一等奖；指导博士后参加 2021 年全国博士后创新创业大赛获全国银奖；培养学生获上海交通大学 2021 年度“学术之星”1 人，获上海交通大学“三好学生标兵”1 人；培养博士后入选 2021 年上海市“超级博士后”激励计划 2 人，2 人获 2021 年优秀博士毕业生发展奖学金。

实验室教师获上海交通大学烛光奖二等奖 1 项；获上海交通大学教学成果奖特等奖 1 项、一等奖 1 项、二等奖 2 项；上海交通大学优秀共产党员 1 人；获上海交通大学“凌鸿勋奖学金”2 人；获上海交通大学 2021 年度“青年岗位能手”1 人。主持国家级教学项目 4 项，参与 2 项。年度申请国家发明专利 11 件，获国家发明专利授权 5 件；年度经费到款 2229.35 万元。

实验室紧紧围绕国家光伏材料领域重大战略决策，大力推动具有前瞻性、引领性技术创新成果的转化，为相关产业转型升级提供新技术、新产品，为企业跨越式发展提供战略支撑。本年度与中天光伏材料有限公司、江苏林洋光伏科技有限公司、隆基乐叶光伏、东方日升、南通苏民新能源科技有限公司等国内外知名企业继续保持密切合作，推动科学技术的产业化。本年度太阳能光伏团队在沈文忠教授的带领下与福建金石能源有限公司联合共建、成功申报国家发改委“高效太阳能电池装备与技术国家工程研究中心”；与江苏中信博新能源科技股份有限公司联合共建、成功申报“江苏省院士工作站”；与南通苏民新能源科技有限公司联合筹建“上海交大-南通苏民异质结研究院”，以期尽快建成异质结太阳能电池实验线。在 2021 年 12 月安徽滁州举行的中国光伏行业年度大会暨高峰论坛上，团队与滁州经开区合作共建的贝克勒尔光伏研究院正式挂牌成立。

2、承担科研任务

概述实验室本年度科研任务总体情况。

实验室根据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,承担了一批重要的科研项目。

20201 年度新增的主要项目包括:王世勇副教授主持的国家重点研发计划青年科学家专题项目——调控低维石墨烯材料中的量子多体效应(课题经费 480 万元);郑浩教授主持的基金委重点项目——多个马约拉纳零能模之间相互作用的实验研究(课题经费 350 万元);马杰特别研究员主持的基金委联合基金重点项目——二维三角晶格阻挫材料的量子磁性起源及强磁场调控研究(课题经费 300 万元);沈文忠教授主持的两项横向课题(经费 410 万元)、参与的国家重点研发计划课题——高效电池成套制备技术及接触钝化沉积等核心装备技术(负责经费 172.75 万元);钱冬教授等主持的国家自然科学基金面上项目 3 项、青年项目 1 项(总计 212 万元);陈鹏副教授的上海市高层次人才计划以及姜生伟、李昕昕副教授的“海外优青”项目等。在项目申请方面,2021 年新立项项目(项目开始时间为 2022 年)主要有:钱冬教授主持的国家重点研发计划课题——二维材料异质结界面超导和拓扑特性调控(课题经费 550 万元)以及自然科学基金面上项目 4 项,青年项目 1 项。

本年度在研的其他重要项目(开始时间为 2021 年之前)还包括:王孝群教授、贾金锋教授为首席科学家的国家重点研发计划计划项目两项;钱冬教授、刘灿华教授、沈文忠教授、李贻杰教授分别为课题负责人的国家重点研发计划重点专项课题四项;郑浩教授主持的自然自然科学基金重大项目课题一项;贾金锋教授、沈文忠教授主持的自然自然科学基金重点项目两项;贾金锋教授主持的自然自然科学基金委创新群体项目一项;沈文忠教授主持的企业合作项目(江苏林洋光伏科技有限公司);贾金锋教授主持的国家自然科学基金委员会与香港研究资助局联合科研资助合作研究项目等。承担国家高层次人才计划青年项目、上海市高层次人才计划、上海市“东方学者”、上海市“曙光学者”等人才计划项目;主持国家自然科学基金面上项目 7 项。

2021 年在研各类项目 80 余项,合同总金额 1.49 亿元,其中合同金额超过

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）17 项。年度科研经费实际到款 2229.35 万元,其中超过 80%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。年度新增各类科研项目 21 项,其中主要项目 10 项,合同金额 2980 万元。

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,有利于在科学前沿领域实现重点突破。同时,充足的科研经费也为实验室新一年度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过程中,实验室重视项目的过程管理,项目负责人注重科研项目质量和效益,确保高质量完成项目既定任务。

同时,实验室积极推动科学技术向生产力的转化,促进技术创新成果的应用。通过与苏州阿特斯阳光电力科技有限公司、南通苏民、林洋能源、江苏沛县经济开发区管理委员会等国内外知名企业、地方政府进行产学研合作,不仅为企业、政府提供技术咨询,而且以项目合作、技术开发、平台共建等形式,将高校实验室里的新技术、新方案、新产品直接应用于企业生产线,为企业跨越式发展提供了战略支撑。2021 年为南通苏民新能源科技有限公司提供产线改造方案,设立横向项目“MW 级高效异质结太阳能电池开发”,合同经费 260 万元,2021 年项目到款 130 万元;协助江苏林洋光伏有限公司开展新产品研发,设立横向项目“先进光伏组件开发及应用”,合同经费 150 万元,2021 年项目到款 150 万元。

本年度承担主要任务（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	马约拉纳零能模 的构筑和操控	2019YFA0308600	贾金锋 (项目首席)	2020-2024	1857	科技部国家 重点研发计 划项目
3	新型量子材料物 理和器件	11521404	贾金锋	2016-2021	1200	国家自然科 学基金委创 新研究群体
4	拓扑二维体系的 界面量子调控	2016YFA0301003	钱冬	2016-2021	847	科技部国家 重点研发计 划项目课题
5	界面和拓扑超导 研究	2016YFA0300403	刘灿华	2016-2021	730	科技部国家 重点研发计 划项目课题
6	面向强场应用的 百米级 FeSeTe 涂层超导带材关 键技术研究	2018YFA0704302	李贻杰	2019-2024	675	科技部国家 重点研发计 划项目课题
7	双面电池先进结 构设计仿真和表 面钝化技术研究	2018YFB1500501	沈文忠	2019-2021	467	科技部国家 重点研发计 划项目课题
8	新型拓扑超导体 和马约拉纳准粒 子的实验室研究	11790313	郑浩	2018-2022	560	国家自然科 学基金重大 项目
9	人造拓扑超导体 与 Majorana 费米 子的研究	11634009	贾金锋	2017-2021	310	自然科学基 金重点项目
10	新型钙钛矿/硅异 质结两端叠层太 阳电池物理与器 件研究	11834011	沈文忠	2019-2023	310	自然科学基 金重点项目
11	高效电池成套制 备技术及接触钝 化沉积等核心装 备技术	2020YFB1506504	沈文忠	2020-2023	172.75	国家重点研 发计划课题* (参与)
12	拓扑超导材料与 器件	/	贾金锋	2020-2022	400	上海市“科技 创新行动计 划”基础研 究领域项目
13	光伏材料产学项 目合作—24%钝 化接触低成本晶 硅电池关键技术 研发	/	沈文忠	2019-2022	300	江苏林洋光 伏科技有限 公司
14	沈阳材料科学国	/	贾金锋	2019-2022	200	沈阳材料科

	家研究中心量子材料联合研究分部					学国家研究中心
15	在拓扑晶体绝缘体/超导体异质节中寻找 Majorana 零能模	1181101036	贾金锋	2019-2022	100	NSFC 与香港研究资助局联合科研资助合作研究项目
16	青年千人计划启动资金	/	陈鹏	2019-2022	200+100	中组部青年千人计划及校内配套
17	年度在研自然科学基金面上项目 7 项	/	沈文忠等		444	自然科学基金面上项目
以下为年度新增项目						
18	调控低维石墨烯材料中的量子多体效应	2020YFA0309000	王世勇	2021-2025	480	国家重点研发计划青年科学家项目
19	多个马约拉纳零能模之间相互作用的实验研究	92065201	郑浩	2021-2025	350	自然科学基金委重点项目
20	二维三角晶格阻挫材料的量子磁性起源及强磁场调控研究	U2032213	马杰	2021-2024	300	基金委联合基金重点项目
21	二维材料异质结的界面超导和拓扑特性调控	2021YFA1400104	钱冬	2022-2026	550	科技部国家重点研发计划项目课题
22	新增自然科学基金面上项目 3 项, 青年项目 1 项	/	王世勇 史志文 钱冬 林高庭	2021-2024	212	自然科学基金面上项目、青年项目
23	获批自然科学基金面上项目 4 项, 青年项目 1 项	/	刘灿华 陈国瑞 姜生伟 李昕昕 杨毅	2022-2025	278	自然科学基金面上项目、青年项目
24	青年千人计划启动资金	/	姜生伟	2021-2026	100+100	海外优青项目及校内配套
25	青年千人计划启动资金	/	李昕昕	2021-2026	100+100	海外优青项目及校内配套
26	先进光伏组件开发与应用	/	沈文忠	2021-2022	150	江苏林洋光伏科技有限公司
27	MW 级高效异质结太阳能电池开发	/	沈文忠	2021-2022	260	南通苏民新能源科技有限公司

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 王孝群、顾威	罗卫东、马杰、蔡子
2、半导体量子结构与量子过程调控	沈文忠	张月蘅、史志文、郑茂俊、陈国瑞、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、李贻杰	刘林飞、邢晖
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、王世勇、姜生伟、李昕昕
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	53	博士	研究人员	教授	2010年至今
2	雷啸霖	男	83	学士	研究人员	教授 (院士)	2010年至今
3	贾金锋	男	55	博士	研究人员	教授 (院士)	2010年至今
4	王孝群	男	59	博士	研究人员	教授	2013年至今
5	郑杭	男	70	博士	研究人员	教授	2010年至今
6	顾威	男	52	博士	研究人员	教授	2015年至今
7	孙弘	男	64	博士	研究人员	教授	2010年至今
8	朱卡的	男	61	博士	研究人员	教授	2010年至今
9	姚忻	男	66	博士	研究人员	教授	2010年至今

10	李贻杰	男	59	博士	研究人员	教授	2010 年至今
11	钱冬	男	44	博士	研究人员	教授	2010 年至今
12	董兵	男	53	博士	研究人员	教授	2010 年至今
13	郑茂俊	男	59	博士	研究人员	教授	2010 年至今
14	王沁	男	61	博士	教学为主	教授	2010 年至今
15	袁晓忠	男	59	博士	教学为主	教授	2010 年至今
16	刘灿华	男	45	博士	研究人员	教授	2010 年至今
17	张月蘅	女	47	博士	研究人员	教授	2010 年至今
18	郑浩	男	41	博士	研究人员	教授	2016 年至今
19	张文涛	男	36	博士	研究人员	教授	2015 年至今
20	罗卫东	男	43	博士	研究人员	教授	2013 年至今
21	王世勇	男	35	博士	研究人员	副教授	2017 年至今
22	史志文	男	38	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
23	李耀义	男	37	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
24	马杰	男	37	博士	研究人员	特别研究员	2015 年至今
25	蔡子	男	37	博士	研究人员	特别研究员	2017 年至今
26	陈鹏	男	36	博士	研究人员	副教授	2019 年至今
27	秦明普	男	36	博士	研究人员	副教授	2019 年至今
28	陈国瑞	男	34	博士	研究人员	副教授	2020 年至今
29	姜生伟	男	36	博士	研究人员	副教授	2021 年至今
30	李昕昕	男	35	博士	研究人员	副教授	2021 年至今
31	刘世勇	男	45	博士	研究人员	副教授	2010 年至今

32	吕智国	男	46	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
33	罗旭东	男	47	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
34	李 晟	男	45	博士	教学为主	副教授	2010 年至今
35	丁国辉	男	51	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
36	潘 葳	女	40	博士	研究人员	副教授	2010 年至今
37	刘 洪	男	43	博士	专职科研	副研究员	2011 年至今
38	刘林飞	女	41	博士	专职科研	副研究员	2010 年至今
39	管丹丹	女	39	博士	专职科研	副研究员	2013 年至今
40	邢 晖	男	38	博士	专职科研	副研究员	2015 年至今
41	徐 林	男	49	博士	研究人员	副研究员	2010 年至今
42	李正平	男	45	博士	专职科研	助理研究员	2013 年至今
43	赵西梅	女	47	硕士	管理人员	实验师	2010 年至今
44	蒋震宗	男	43	学士	技术人员	工程师	2010 年至今
以下为行政人员							
45	韩 辉	女	39	硕士	行政人员	文员	2013 年至今
46	程 莹	女	37	硕士	行政人员	文员	2016 年至今
47	黄彬彬	女	36	学士	行政人员	文员	2018 年至今
48	杨家林	女	34	学士	行政人员	文员	2017 年至今
49	曾元满	女	29	硕士	行政人员	文员	2020 年至今
50	王复芹	女	35	硕士	行政人员	文员	2021 年至今

3、本年度流动人员情况

	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	81	凝聚态物理	教授, 诺贝尔物理学奖获得者, 美国科学院、美国知识学会、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、美国物理学会、美国物理联合会会士, 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 年至今 每年一个月
2	周海东	男	43	材料科学	副教授	美国	田耐西大学	2017 年起 每年 1 个月
3	孔晋芳	女	41	物理学	讲 师	中国	上海应用技术大学	20020 年 -2021 年
以上为兼职教授(访问学者), 以下为博士后研究人员:								
4	王国华	男	40	凝聚态物理	导师: 马 杰	中国		2016 年 -2021 年
5	金 锐	男	34	凝聚态物理	导师: 朱卡的	中国		2018 年 -2021 年
6	苏 威	男	34	凝聚态物理	导师: 王孝群	中国		2018 年 -2021 年
7	唐天威	男	31	凝聚态物理	导师: 钱 冬 张文涛	中国		2016 年至今
8	Anthony Charles Hegg	男	32	凝聚态物理	导师: 顾 威	美国		2016 年至今
9	黄易珍	女	36	凝聚态物理	导师: 蔡 子	中国		2017 年至今
10	景 强	男	38	凝聚态物理	导师: 钱 冬	中国		2017 年至今

11	Waqas Mahmood	男	37	凝聚态物理	导师：董 兵	巴基斯坦		2018 年至今
12	林高庭	男	33	凝聚态物理	导师：马 杰	中国		2019 年至今
13	Rathinam Vasudevan	男	35	凝聚态物理	导师：马 杰	印度		2019 年至今
14	杨 毅	女	29	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2019 年至今
15	刘 键	男	34	凝聚态物理	导师：朱卡的	中国		2019 年至今
16	朱海龙	男	29	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2020 年至今
17	朱 朕	男	32	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2020 年至今
18	杨 浩	男	32	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2021 年至今
19	姚 钢	男	33	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2020 年至今
20	包谷之	男	29	凝聚态物理	导师：郑 杭	中国		2020 年至今
21	王 巍	男	36	凝聚态物理	导师：顾 威	中国		2020 年至今
22	舒明方	男	35	凝聚态物理	导师：马 杰	中国		2021 年至今
23	顾方圆	男	32	凝聚态物理	导师：顾 威	中国		2021 年至今
24	沈 阳	男	38	凝聚态物理	导师：秦明普 罗卫东	中国		2021 年至今
25	丁 东	男	33	凝聚态物理	导师：沈文忠	中国		2021 年至今
26	刘 晨	男	35	凝聚态物理	导师：贾金锋	中国		2021 年至今
27	徐琨淇	男	36	凝聚态物理	导师：史志文	中国		2021 年至今

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学院凝聚态物理学科 2002 年被教育部批准为国家重点学科。2009 年,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,筹建“人工结构及量子调控”教育部重点实验室。2010 年起又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验收,并在 2015 年度、2020 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。

上海交通大学将本实验室作为凝聚态物理国家重点学科建设的主要载体,加大投入,重点予以建设。实验室在“985—新一轮学科建设”、“一流学科建设”、上海市“高峰学科”等国家、地方对高等学校建设项目的支持下,以“海外优青计划启动经费校内配套”、上海市高层次人才计划、“东方学者”等人才项目展开为契机,着重加强了杰出人才的引进和培养,进一步凝聚研究方向和研究内容,推进学科内涵式高质量发展。在具有国内外影响力的优秀学术带头人(2 位中国科学院院士、4 位长江/杰青)的带领下,多位海外归国优秀中青年科研人员(1 位国家高层次人才、11 位高层次青年人才计划)全心投入。目前已形成了五个研究方向,七支各有特色的研究团队,具有开放民主、紧密协作的学术氛围和团队文化。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,逐步发展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

2016 年,王孝群教授作为项目负责人承担了“量子调控与量子信息”重点专项项目“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”,该项目在 2018 年举行的中期评估中获得“优秀”评价。近年来,实验室表面和界面量子现象与调控团队在“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、科技部重点领域创新团队项目等团队建设项目的支持下,研究团队得到充实与加强,取得了一系列国际领先的重要研究成果,荣获 2019 年国家自然科学二等奖,团队负责人贾金锋教授 2021 年当选中国科学院院士。2019 年,贾金锋教授作为项目负责人承担了国家重点研发计划“量子调控与量子信息”重点专项项目“马约拉纳零能模的构筑与操控”。以上两项国家重点研发计划项目的立

项与实施，确立了实验室 3-5 年内科研的主要攻关方向，带动了实验室整体科研能力的提升。

“人工结构及量子调控”教育部重点实验室的建设支撑了上海交通大学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、材料物理等学科的交叉与合作，建立并发展了量子计算、量子材料等新兴学科，为我校物理学一级学科几年来的快速发展做了重要贡献。在 2017 年公布的教育部第四轮一级学科整体水平评估中，上海交通大学物理学被评为 A 类学科。2018 年底公布的上海市高峰高原学科中，上海交通大学物理学入选 II 类高峰学科。2020 年 3 月，QS 全球教育集团公布了第十次世界大学学科排名，上海交通大学物理与天文学科首次跻身 TOP50，位居全球第 48 位。2021 年 5 月，泰晤士高等教育（THE）发布了第二届中国学科评级，上海交通大学物理学获 A+ 评级。

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。

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、输送高素质人才是高等学校教师的主要任务。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，着力提高学生的学习能力、实践能力和创新能力。实验室在我校教学中的作用，主要体现在教学团队和研究型物理实验课程建设两个方面。

实验室教学团队包括一批长江学者、杰青、上海高层次人才、国家高层次人才在等具有国际化视野的高水平人才队伍。所有 60 岁以下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；新进以科研为主的中青年教师，也必须承担本科生、研究生的培养工作。本年度，共有 27 位教师担任本科教学工作，开设 25 门课程，授课 2841 学时；13 位教师担任研究生教学工作，开设 10 门研究生专业课，授课 472 学时；13 位教师被列入上海交大致远学院物理学师资队伍。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。本年度为国际班及试

点班学生开设英文授课课程 3 门，总授课 152 学时。指导 13 人完成本科生毕业设计，指导学生科研实践 92 人次。郑杭教授荣获上海交通大学首届“交大名师”荣誉称号，年度内获上海交通大学烛光奖二等奖 1 项；获上海交通大学教学成果奖特等奖 1 项、一等奖 1 项、二等奖 2 项；上海交通大学优秀共产党员 1 人；获上海交通大学“凌鸿勋奖学金” 2 人；获上海交通大学 2021 年度“青年岗位能手” 1 人。主持国家级教学项目 4 项，参与 2 项。

课程建设方面，针对本实验室的特点，实验室完成了《研究型系列物理专业实验课程》的建设，该课程曾获得上海交通大学教学成果一等奖，课程师资中有 7 名实验室固定人员，郑茂俊教授为课程负责人。课程的设立有效推进了前沿科研与物理专业实验深度融合，实现了科研反哺教学，突破了一直以来高精尖一流科研设备只能用于研究生培养而不能服务于本科教学的瓶颈或现象，使本科生真正分享和受益实验室一流师资和一流科研平台的建设成果。该课程依托实验室平台，建立了内容涵盖凝聚态物理学科领域完善的、具有鲜明特色的国际一流研究型课程体系。新设实验与科研紧密联系，例如：依托国际先进的低维物理和界面工程实验室、拥有从带材制备到检测分析等一整套先进设备的高温超导实验室、自主搭建的在物理层面上真正实现的空间超分辨近场显微光学实验室和凝聚态光谱与光电子物理实验室等开设的研究型系列物理专业实验，均为国际前沿热点研究领域，真正做到物理专业实验教学和科研紧密结合。让本科生接触到目前热门、前沿的研究课题，接触大型精密科学仪器，拓宽了学生视野，激发了学生探究前沿科学问题的兴趣，取得很好的教学效果。

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，鼓励学生开展课外科技、实验和创新实践活动，积极参与到前沿学术研究中。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。潘葳、罗旭东副教授带队参加 2021 年第十届中国大学生物理学术竞赛（CUPT），荣获上华东赛区比赛一等奖，全国决赛一等奖。

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。

“围绕提高自主创新能力、建设创新型国家，以高层次创新型科技人才为重点，努力造就一批世界水平的科学家、科技领军人才、工程师和高水平创新团队，注重培养一线创新人才和青年科技人才，建设宏大的创新型科技人才队伍。”是《国家中长期人才发展规划纲要》对高等院校人才培养方向的指导方针。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，形成了有自身特色的人才培养模式。近几年，在研究生教学改革、研究生成果评价等方面进一步采取创新举措。主要包括：

1、坚持“少而精”的教学模式，培养精英型科技人才

实验室将研究生的培养目标定位为物理学基础学科培养一批精英型人才。因此，长期以来坚持“少而精”的教学模式。由一批热爱教育事业、学术造诣深厚、具有国际视野的导师，对有志于攀登世界科学高峰的优秀学生予以精心的专门指导。要求研究生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。在导师的全心投入和重点指导下，实验室培养了一批掌握本领域坚实的基础理论和宽广的专门知识，掌握解决实际问题的先进方法和现代技术手段，了解本专业的国内外现状和发展方向，勇于在学术前沿深入探索的优秀研究生代表。研究生以第一作者在 Nature、Phys. Rev. Lett.等顶尖学术期刊上发表一批高水平论文，已成为实验室科研工作的中坚力量。

本年度，实验室博士研究生在国际上首次利用超快激光实现对量子材料中电子态维度的操控，发现光致非平衡态超导的迹象，研究成果以第一作者发表于顶级科学期刊 Nature；以共同第一作者在物理一区 Physics Review X 上发表高水平学术论文一篇，入选 ESI 年度高被引论文和热点论文。申请国家发明专利 2 项，已授权 1 项。

2、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

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研究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。

实验室主任、国内光伏科学与技术领域著名学者沈文忠教授长期以来把科研工作的目光聚焦于新型太阳电池的应用基础研究，以是否具有产业化应用前景，是否有利于企业产业升级作为研究生科研工作的重要评价标准。本年度，丁东、赵洋、王闻捷等 5 名研究生在南通苏民新能源科技有限公司、东方日升新能源股份有限公司、上海欧普泰科技创业股份有限公司等知名企业生产第一线完成大部分科研工作。相关 6 篇产学研合作成论文发表在 Prog. Photovoltaics Res. Appl. 、Sol. Energy Mater Sol. Cells 等领域内顶尖期刊上。其中，赵洋同学在上海欧普泰科技创业股份有限公司完成的基于深度学习的光伏组件多类型缺陷自动检测方法的研究成果，以封面论文发表在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》【Progress in Photovoltaics: Research & Applications 29, 471-484 (2021)】。该方法在实际产线上具备非常高的应用潜力，已在相关企业得到规模化应用（年产能超过 15GWp），有望成为解决光伏行业缺陷自动检测问题的标准方案。课题组博士生丁东，在东方日升新能源股份有限公司完成大部分博士期间的大部分工作，2021 年获得博士学位后继续从事光伏科学与技术领域博士后研究。丁东博士 2020 年在沈文忠教授指导下获第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛上海赛区银奖，2021 年入选上海市“超级博士后”激励计划，并代表上海交通大学参加第一届全国博士后创新创业大赛，荣获全国银奖。

3、加快研究生教学改革，完善研究生成果评价

近年来，实验室所属上海交通大学物理与天文学院对研究生采取“双向选择、宽进严出”的培养方式，根据学术型硕士、直博生、硕博连读生、留学生等不同学生类型，采用不同培养方案。2017 年起，增加博士生中期考核（资格考试），所有博士生在入校两年后，必须参加《量子力学》、《电动力学》、《固体物理和高等凝聚态物理》等专业课程的书面考试（根据研究方向选取其中 1-2 门）；2019 年起，博士生入学后第一年不确定导师，第二年可参考第一年的研究兴趣、个人特点、课题组氛围来确定研究方向。博士生导师也可根据学生的工作态度、实际能力等选取合适的博士生。这些举措，有助于提升研究生专业素养，同时也

对研究生导师提出了更高要求。

创新人才的培养是研究型大学研究生培养目标。为鼓励研究生选择具有一定风险性的学科前沿领域课题或对国家经济建设、科技进步和社会发展具有重要意义的课题，在论文数量、影响因子等毕业条件或指标上进行弱化。增加了开题报告、中期考核、学位论文评审等中间过程，对研究生培养质量做监督。对在成果转化及产学研项目、基础前沿研究领域做出重要贡献的研究生，放宽其申请学位的要求。这样的举措，缓解了研究生的毕业压力，使其能安心科研，对领域内重要课题进行深入探索。在实验室良好的学术氛围下，2021年毕业的研究生中，7位博士生加入国内外科研机构继续从事博士后研究工作，其中赵晓晨（导师贾金锋教授）前往瑞士联邦材料科学技术研究所，袁家兴（导师郑杭教授）前往东京大学，两位同学均获得上海交通大学2021年优秀博士毕业生发展奖学金（全校15人）。

4、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。依托单位上海交通大学正在朝着“双一流”大学的建设目标迈进，实验室以此为契机，近年来在吸引和培养高水平中青年科研人员方面取得长足进步。实验室44名固定人员中，有27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，具有很强的学术潜力，研究工作至少达到了世界一流大学助理教授水平。以“海外优青”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。本年度，引进姜生伟、李昕昕副教授入选国家高层次人才计划青年项目，培养张文涛副教授晋升长聘教授，陈国瑞副教授入选2021年度亚太区“35岁以下科技创新35人”。目前实验室有中科院院士和国家高层次人才3人，国家“万人计划”2人，“长江学者”“杰青”4人；国家高层次人才11人，“青年长江学者”“上海市高层次人才”等38人的各类国家/省部级中青年人才计划获得者。贾金锋、郑浩两位教授入选科睿唯安2021年度“高被引科学家”名单；沈文忠教授入选爱思唯尔2020“中国高被引学者”榜单。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。在实验室运行费使用上，不用论文、专利、“帽子”等指标作为分配依据，而是尽量满足每位实验室固定人员的合理使用需求，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。

(2) 研究生代表性成果（列举不超过 3 项）

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、本年度，张文涛教授指导的博士研究生段绍峰同学当选第六届上海交通大学研究生“学术之星”（全校共 10 人），同时被评为上海交通大学 2021 年度十大“三好学生标兵”。段绍峰同学博士期间，荣获研究生国家奖学金和三好学生等荣誉。在国际上首次利用超快激光实现对量子材料中电子态维度的操控，发现光致非平衡态超导的迹象，研究成果以第一作者发表于顶级科学期刊 Nature；以共同第一作者在物理一区 Physics Review X 上发表高水平学术论文一篇，入选 ESI 年度高被引论文和热点论文。申请国家发明专利 2 项，已授权 1 项。

2、贾金锋教授指导的两位 2021 年毕业博士研究生杨浩、赵晓晨分别入选上海市“超级博士后”激励计划和上海交通大学 2021 年优秀博士毕业生发展奖学金。贾金锋、郑浩教授指导的博士后（2020 年度博士毕业生）朱朕，首次在实验上观察到了 50 多年前理论预言的分段费米面。并发现可以用磁场方向和大小来调节这个费米面的形状和大小，还能调控拓扑性，构建新的拓扑超导。开辟了调控物态的新方法。研究成果以第一作者发表于顶级科学期刊 Science 上。

3、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，沈文忠教授指导的研究生赵洋同学在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》【Progress in Photovoltaics: Research & Applications 29, 471-484 (2021)】发表封

面论文；2021 年毕业博士研究生丁东入选上海市“超级博士后”激励计划，并获 2021 年第一届全国博士后创新创业大赛全国银奖；马胜同学在国内权威会议上提交的论文荣获大会优秀论文奖。

(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

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。通过验收以来至 2021 年底，经学术委员会审核通过或推荐，已为国内青年学者设立开放课题 19 项，其中 2013 年度 4 项，2014 年度 1 项，2016 年度 4 项，2018 年 2 项（另有延长资助 1 项），2019 年度 2 项，2020 年 6 项，资助经费共 76 万元，课题执行期为两年。在这些开放课题的资助下，2013-2020 年度共发表了包括 Phys. Rev. Lett.、Nanoscale 在内的 24 篇高水平 SCI 论文。其中，在研开放课题已发表标注实验室名称的 SCI 论文 10 篇，中文核心期刊 1 篇，均标注实验室开放课题资助：

1. Optimization of the cryogenic light-emitting diodes for high-performance broadband terahertz upconversion imaging,
P. Bai, Y. H. Zhang, W. Z. Shen, N. Yang, and W. D. Chu,
Frontiers in Physics **9**, 774524-(1-10) (2021)
2. Enhancement in external quantum efficiency of light-emitting diode based on

- colloidal silicon nanocrystals
H. L. Hao, Y. Zhao, T. L. Song, X. Wang, C. W. Li, W. Y. Li, and W. Z. Shen,
Nanotechnology **32**, 505611-(1-6) (2021)
3. Interfacial engineering of reduced graphene oxide for high-performance supercapacitor materials,
H. L. Hao, J. J. Wang, Q. Lv, Y. D. Jiao, J. Li, W. Y. Li, I. Akpınar, W. Z. Shen and G. J. He,
Journal of Electroanalytical Chemistry **878**, 114679-(1-8) (2020)
4. Optical coupling enhancement of multi-color terahertz quantum well detector
X. Q. Bai, P. Bai, X. H. Li, S. H. Huang, X. L. Lian, W. J. Song, Z. W. Shi, W. Z. Shen and Y. H. Zhang,
Journal of Applied Physics **130**, 203102-(1-9) (2021)
5. Flexible all-solid-state supercapacitors based on PPy/rGO nanocomposite on cotton fabric,
S. Z. Xu, H. L. Hao, Y. N. Chen, W. Y. Li, W. Z. Shen, P. R. Shearing, D. J. L. Brett and G. J. He,
Nanotechnology **32**, 305401-(1-11) (2021)
6. Surface-engineered homostructure for enhancing proton transport,
F. Z. Wang, E. Y. Hu, H. Wu, M. Yousaf, Z. Jiang, L. Fang, J. Wang, J. S. Kim and B. Zhu,
Small Methods, 2100901-(1-8) (2021)
7. PN heterostructure interface-facilitated proton conduction in 3CSiC/Na_{0.6}CoO₂ electrolyte for fuel cell application,
F. Z. Wang, Y. M. Xing, E. Y. Hu, J. Wang, J. Shi, S. N. Yuan and B. Zhu,
ACS Applied Energy Materials **4**, 4719-4725 (2021)
8. Synthesis of few-layer MoS₂@N-doped carbon core-shell hollow spheres using a cationic surfactant as a template for highly stable lithium-ion storage,
F. Z. Wang, F. G. Li, J. Wang and M. J. Zheng,
Materials Advances DOI: 10.1039/d1ma00504a (2021)
9. Accelerated proton transport based on a p-i-n heterostructure membrane for low-temperature solid oxide fuel cells,
Z. Jiang, J. Wang, E. Y. Hu, J. J. Liu, L. Yu and F. Z. Wang,
ACS Applied Energy Materials DOI:10.1021/acsaem.1c02773 (2021)
10. Porous 3D graphene aerogel co-doped with nitrogen and sulfur for high-performance supercapacitors,
Y. N. Chen, H. L. Hao, X. K. Lu, W. Y. Li, G. J. He, W. Z. Shen, P. R. Shearing

and D. J. L. Brett,
Nanotechnology **32**, 195405-(1-10) (2021)

11. 热电材料与非弹性中子散射技术,
 任清勇, 陈闽楠, 耿艳胜, 马杰, 童欣
《中国科学》 **51**, 087332-(1-6) (2021)

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。

实验室开放课题列表:

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	有序胶体硅纳米晶(Si NCs)薄膜的制备	4 万	郝惠莲	副教授	上海工程技术大学	2019.12-2021.11
2	结合光子晶体-表面等离子体的薄膜太阳能电池吸收效率提升的研究	4 万	沈宏君	教授	宁夏大学	2019.12-2021.11
3	MnCoGe 磁相变材料中的自旋晶格耦合	4 万	任清勇	副教授	中国科学院高能物理研究所	2020.11-2021.10
4	一个完全阻错量子磁性模型家族的基态相图研究	4 万	李 涛	教授	中国人民大学	2020.11-2021.10
5	掺杂层状 Ti 基超导体 BaTi ₂ Sb ₂ O 电子结构研究	4 万	郭艳峰	教授	上海科技大学	2020.11-2021.10
6	幂律长程相互作用低维强关联体系的量子	4 万	任 杰	副教授	常州理工学院	2020.11-2021.10

	相变					
7	基于热空穴效应的太赫兹探测器研究	4万	白鹏	师资博后	北京应用物理与计算数学研究所	2020.11-2021.10
8	有序介孔 MoS ₂ 纳米阵列的制备及其在电催化中的应用研究	4万	王法泽	讲师	东南大学	2020.11-2021.10

(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	召开时间地点	参加人数	类别
1	2021 第十七届中国太阳级硅及光伏发电研讨会 (17 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)	2021.12.7-12.9 苏州 线上线下结合	线上800 线下5万	全国
2	碳中和战略下太阳能技术应用与产业发展研讨会暨 2021 上海市太阳能学会年会-城市分布式光伏和 BIPV 技术应用专题	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)、西安隆基新能源科技股份有限公司、阳光电源股份有限公司、上海迈新能源科技有限公司	沈文忠	2021.9.8	150	国内研讨会
3	第七届低维量子物理和化学前沿国际研讨会	表面和界面量子现象与调控团队	大会主席: 薛其坤 组织委员会主席: 贾金锋 郑浩	2021.7.31-8.2	线上40 线下100	国际研讨会

(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。

2021 年度,继续受疫情影响国内国际人员往来交流大幅减少。但实验室坚持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。本年度,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;邀请美国田纳西大学副教授周海东做访问学者,获实质性科研成果,发表在 Nature Communications 等期刊上。至 2021 年底,实验室共有博士后 21 人,其中包谷之、朱联入选 2020 年上海市“超级博士后”激励计划;丁东、杨浩入选 2021 年上海市“超级博士后”激励计划。

国内交流方面,实验室年度内组织大型全国性学术会议一次(第十七届中国太阳级硅及光伏发电研讨会);组织行业协会年会一次(上海市太阳能学会年会)。组织国际学术研讨会一次(第七届低维量子物理和化学前沿国际研讨会)。组织学术讲座 32 场,其中线上 15 场,线下 17 场。固定人员参加国内会议 25 人次,其中作邀请报告 19 人次;指导研究生获权威会议优秀论文奖 1 篇。邀请国内外著名专家定期作学术报告,本年度共邀请 27 位海内外著名学者作专题学术报告。实验室表面和界面量子现象与调控团队加入建设沈阳材料科学国家研究中心量子材料联合研究分部。实验室骨干团队继续与南京大学(牵头单位)等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。

国际交流方面,受疫情影响较大,2021 年实验室在研各类国际合作项目 3 项,新增国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作”中挪合作项目一项(参与)。贾金锋教授担任期刊《Quantum Frontiers》执行主编,另有 12 人次担任国际期刊编委;王孝群教授当选 2021 年第 30 届国际纯粹与应用物理联合会 C20 计算物理专业委员会的委员,另有国际学术机构任职 4 人。

产学研合作方面,本年度太阳能光伏团队在沈文忠教授的带领下与福建金石能源有限公司联合共建、成功申报国家发改委“高效太阳电池装备与技术国家工程研究中心”;与江苏中信博新能源科技股份有限公司联合共建、成功申报“江苏省院士工作站”;与南通苏民新能源科技有限公司联合筹建“上海交大-南通苏民异质结研究院”,以期尽快建成异质结太阳电池实验线。在 2021 年 12 月举行的中国光伏行业年度大会暨高峰论坛上,团队与滁州经开区合作共建的贝克勒

尔光伏研究院正式挂牌成立。

(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。本年度主要举措与成果如下:

- 1、沈文忠教授主编(排名第一)上海市住房和城乡建设管理委员会《太阳能光伏发电建筑应用技术标准》,2021年3月颁布,2021年3月29日的《解放日报》予以报道。
- 2、实验室继续成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,本年度的实践课程受疫情影响改为线上专题报告形式。2021年10月18日、22日,沈文忠教授、刘洪副研究员、李正平老师以及两位博士研究生分两个专题为80多名本科生做光伏产业、晶硅电池、新型钙钛矿电池等领域的进展报告。
- 3、因实验室光伏团队在异质结技术上具备10年以上的技术储备和研发积累,早在2014年,沈文忠、李正平合著《硅基异质结太阳能电池物理与器件》一书就由科学出版社出版。本年度南通苏民新能源科技有限公司与实验室光伏团队联合筹建“上海交大-南通苏民异质结研究院”,以期尽快建成异质结太阳能电池实验线。2021年9-12月,沈文忠教授、李正平老师多次赴南通,为苏民新能源科技有限公司技术人员开展异质结太阳能电池理论、技术培训,共计40课时,培训技术人员超过100人。沈文忠教授团队还承担了该公司“MW级高效异质结太阳能电池开发”横向课题,负责异质结太阳能电池生产线的设计调试工作。
- 4、2021年4月,上海交通大学携手 Science 杂志发布了“新125个科学问题”——《125个科学问题:探索与发现》,沈文忠教授提出的问题是“什么将是地球上最便宜的能源”,该问题以论文形式发表在2021年度《上海交通大学学报》第55卷上。沈文忠教授、赵洋同学受邀在《科学》杂志发表科普文章《人工智能在光伏组件缺陷检测中的应用》(2021年第73卷6

期)。

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)	83	北京大学	否
2	沈学础 (副主任)	男	教授 (院士)	83	复旦大学	否
3	薛其坤 (副主任)	男	教授 (院士)	58	南方科技大学	否
4	祝世宁 (副主任)	男	教授 (院士)	72	南京大学	否

5	陶瑞宝	男	教授 (院士)	84	复旦大学	否
6	孙昌璞	男	教授 (院士)	59	北京计算科学研究中心	否
7	闻海虎	男	教授	58	南京大学	否
8	陆卫	男	研究员	59	中科院上海技术物理研究所	否
9	陈鸿	男	教授	61	同济大学	否
10	张文清	男	研究员	55	南方科技大学	否
11	雷啸霖	男	教授 (院士)	83	上海交通大学	否
12	郑杭	男	教授	70	上海交通大学	否
13	马红孺	男	教授	61	上海交通大学	否
14	沈文忠	男	教授	53	上海交通大学	否

(2) 学术委员会工作情况

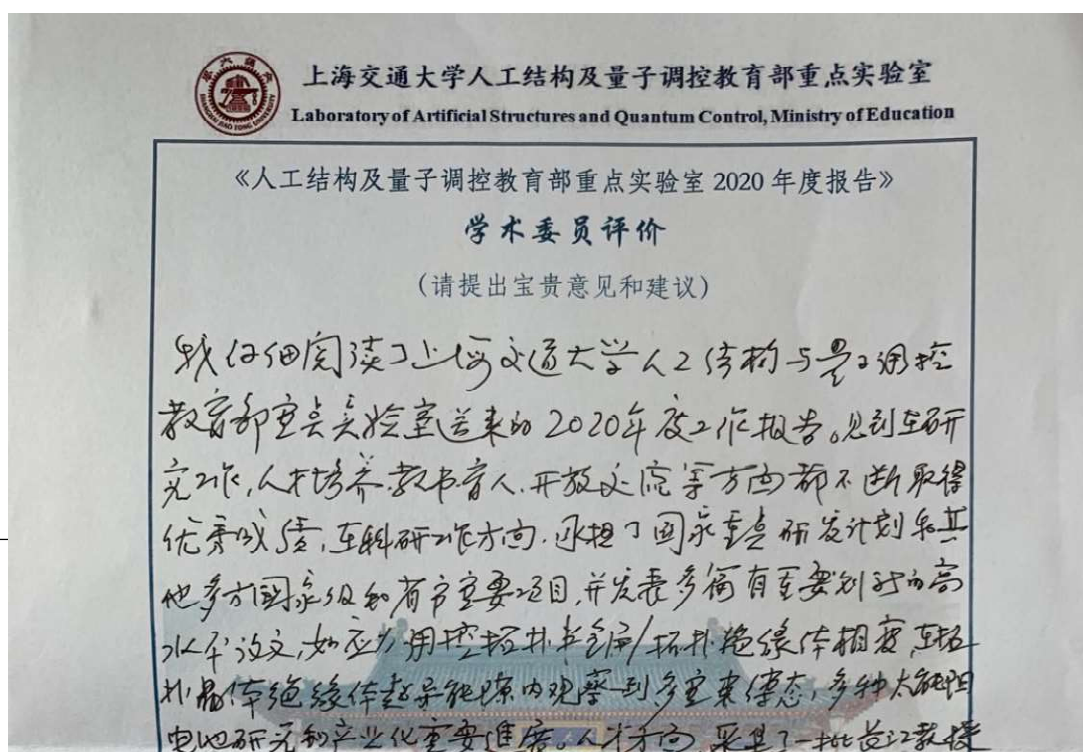
请简要介绍本年度召开的学术委员会情况，包括召开时间、地点、出席人员、缺席人员，以及会议纪要。

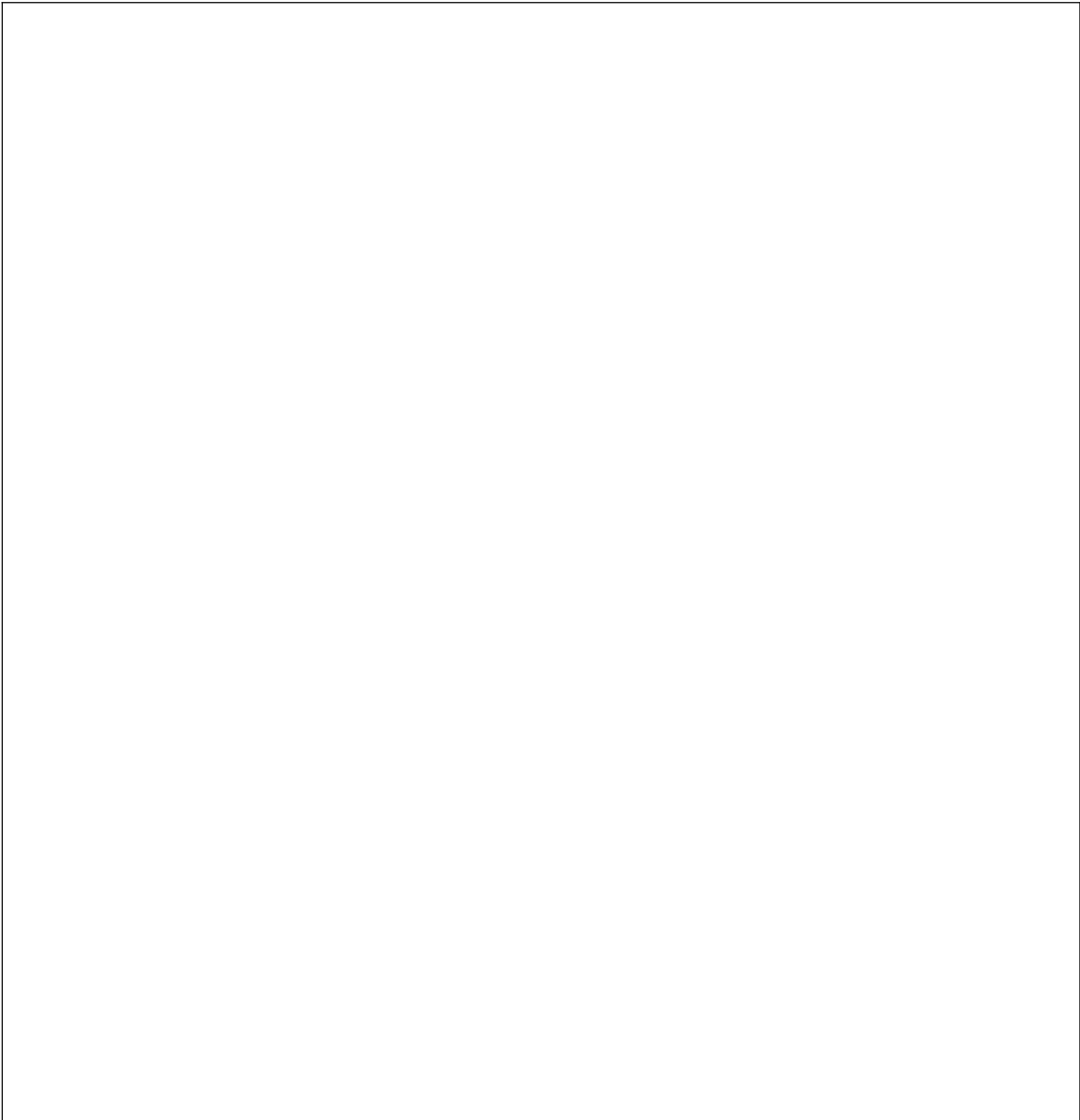
按《教育部重点实验室建设与运行管理办法》的要求，实验室成立了由十四位知名学者组成的学术委员会，指导实验室的学术方向，评估实验室的研究成果，审议实验室的重大学术活动和年度工作计划、审批开放研究课题。实验室同时制定了《人工结构及量子调控教育部重点实验室学术委员会工作条例》，对学术委员会的组成和相关职能进行规范。

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，2021年度的学术委员会计划于2022年举行。

本年度，因受疫情影响，我们将2020年度学术委员会召开的形式由现场会

议变为通讯评议。通过函评的方式向学术委员会介绍实验室的年度工作进展，请学术委员予以评议。我们的评议评审材料寄出后，收到了 14 位学术委员中的 10 位委员的反馈。学术委员会对实验室 2020 年的工作高度评价，所有委员均给予实验室“优秀”评价。以下为学术委员会副主任意见：





(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。上海交通大学每年为实验室划拨每年至少 100 万元的基本运行经费（具体额度由考核结果而定），2021 年度实验室实际获拨运行费 200 万元。运行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，近年来（2015-2020 年），学校已投入“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”、高峰学科建设等超过 5000 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，实验室几年内搭建起了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，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办公用房在上海交通大学闵行校区新理科楼5号楼七、八层，总面积超过 1200 平米。科研用房全部集中在上海交通大学闵行校区新理科楼 4 号楼，分别在一、三和四层，总面积约 2400 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。

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等基地建设过程管理。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 2021 年度，本实验室通过验收后，在历年校内评估中多次获评“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。

截至 2021 年底，本实验室固定资产总额超过 1.6 亿元，包括 50 万元以上的大型设备 43 台（套），总价值 10075 万元。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。

为提高设备使用效能，加强大型精密仪器共享，实验室副主任钱冬教授 2020 年负责筹建了上海交通大学物理与天文学院微纳加工和测试平台。该平台建设有百级超净间，总面积约 400 平方米。设备包括场发射扫描电镜、物理性能综合测试、X 射线衍射仪、光学显微镜、光学浮区炉、等离子体清洗机等。该平台 2021 年已投入使用，并向社会相关科研机构与企业公开开放，提供相关项目合作与微纳加工服务。实验室所属物理与天文学院 2021 年上线院级设备共享平台，实验室 23 台高精设备纳入线上平台，实现校内外设备共享。

先进设备的研制及创新性测试技术，是实验物理基础研究方向持续取得突破性进展的关键和基础。近十多年来国际上基于角分辨光电子能谱技术和飞秒激光技术发展的时间分辨角分辨光电子能谱技术（Time- and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy, trARPES），成为研究物质在光场作用下相变、光致新物态等超快电子结构的直接技术手段。在国家和学校人才计划的支持下，张文涛研究组自主研制了基于氟硼铍酸钾（KBBF）和偏硼酸钡（BBO）非线性光学晶体的时间分辨角分辨光电子能谱仪，时间能量分辨率乘积接近光学极限；并在该系统上实现超高能量分辨，分辨率高达 0.4 meV。所研制的仪器是研究超快激光作用下电子结构超快演变和精细电子结构的关键实验手段，并已获授权专利一项。近两年，利用该自行研制仪器发表高水平论文 3 篇，包括最近利用自行研制仪器在利用激光操控材料取得重要进展，文章发表在 Nature 上【Nature 595, 239 (2021)】。

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。

本人承诺所填写内容属实，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)

2021年12月21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)

年 月 日