“十三五”开局，上海科技交出亮眼答卷

- 自然科学奖 **22** 项
- 技术发明奖 **30** 项（含 **1** 项特等奖）
- 科技进步奖 **201** 项（含 **1** 项特等奖）

2 位外籍专家获国际科技合作奖
10 人获青年科技杰出贡献奖

- 生物与医药技术领域获奖项目比例最高，占全部获奖项目的比例为 **19.8%**，高等级奖项中同“民生科技”相关的项目有 **10** 项，占 **20.4%**。
- 女性撑起“半边天”：2012 年恢复设立特等奖的 4 年间，共评出 **5** 项特等奖，其中由女科学家主持完成的有 **2** 项。
- 上海作为区域创新高地的创新辐射作用显著，**29.3%**的项目有外地单位参与完成。
- 企业主导成主流，**647** 家参与单位中，企业占 **328** 家，比例达到 **57.7%**；第一完成单位中，企业达到 **105** 家，比例为 **41.5%**，其中国有企业占比 **61.9%**。
- 中青年成为创新主力军。第一完成人中，年龄在 **50** 岁以下的中青年科学家占 **55.7%**；而在所有完成人中，这一比例达到了 **81%**。
- 知识产权产出丰硕。科技进步奖获奖项目共产生了 **93** 项国家标准，比去年提升了 **30%**。

■本报记者 **沈湫莎**

“十三五”开局之年，上海交出了一份“亮眼”的科技答卷。在昨天揭晓的 2016 年度上海市科技奖榜单上，涌现出了不少打破国外禁运封锁，或从全部依赖进口转为我国能自己生产的技术项目，其背后凝聚着一代甚至几代人的心血和梦想。

同一年度首次评选出两项特等奖，近 60%项目由多个单位合作完成，70%以上获奖项目得到政府科技计划资助，高等级奖项中 20%的项目惠及民生……这些具有说服力的数字，让这份榜单“成色”十足。

对标全球科创中心，想国家所想

上海要建设成为具有全球影响力的科创中心，就必须不断提升自身的科研高地作用，勇于承担国家战略任务，想国家所想，急国家所急。

在航天器研制过程中，热环境模拟试验是预先暴露和排除故障的必备技术手段。科技进步一等奖团队、上海交大吴静怡项目组历经近 20 年，攻克了高低温交变、高变温速率、大温差和大占位空间等技术难题，为国家多个重大工程航天器的顺利发射升空和平稳在轨运行提供了保障。

超高分子量聚乙烯纤维是比强度和防弹性能最高的纤维，是重要的战略物资，西方对我国实行严密的技术封锁和高端产品禁售。上海化工研究院王新威团队经产学研联合攻关，实现了高端纤维上下游产品及关键技术的全面国产化，摘得技术发明一等奖。

科研团队“十年一剑”挑战难关的韧劲与勇气，离不开政府选题立项的魄力和眼光。此次获奖的七成项目获得过政府科技计划资助。其中，技术发明特等奖项目先后获得 7 项国家 863 项目的资助。

透过榜单不难发现，上海作为区域创新高地的创新辐射作用凸显。昨天揭晓的 253 个获奖项目中，共有 647 家参与单位，平均每个项目有 2.56 家参与单位。科技进步一等奖项目“我国重要寄生虫虫种资源库的构建与应用”共有 10 家单位投身其中，是本年度所有获奖项目中参与单位数量最多的项目。

在如今这个学科交叉、相互渗透的大科学时代，能否顺应潮流，开放式创新，考验着一座城市的气度与胸怀。此次“摘金夺银” 的重量级成果中，57.7%的项目由多个单位合作完成，近三成项目有外地单位参与，产学研合作、协同创新渐成趋势。

瞄准战略性新兴产业，企业挑大梁

今年的获奖项目，按照所属技术领域统计，生物与医药技术领域有 50 项，占比 19.8%；信息技术、能源与环境领域均为 39 项，占比同为 15.4%；新材料领域有 24 项，占比 9.5%。上海市科技奖励办公室副主任刘海峰说：“这四个技术领域完全契合上海市战略性新兴产业的规划布局，在所有获奖项目中的占比之和，也连续多年超过 60%。”

主动脉疾病严重威胁生命健康，夹层破裂后致死率高达 90%。覆膜支架微创介入治疗手术成功率可达 95%。上海微创医疗器械（集团）有限公司常兆华团队成功开发出国际上第一个术中支架、国内第一个胸主动脉支架和腹主动脉支架，摘得科技进步一等奖，使我国大血管治疗跻身世界一流行列。

在创新驱动转型发展的背景下，越来越多的企业认识到，只有主动创新，才能从激烈的市场拼杀中突围。此次列入获奖名册的参与单位中，企业占据了近六成席位；第一完成单位中，企业占比 41.5%，其中国有企业、民营企业、外资企业分别为 65、30 和 10 家，国企成为创新领头羊。

无人驾驶系统作为轨道交通的发展趋势，具有提高安全可靠性、增大线路通过能力等优势。获得科技进步一等奖的上海申通地铁集团有限公司顾伟华团队，自主创新无人驾驶核心关键技术，在国内首次实现无人驾驶高等级 GoA4 级的所有功能，并成功应用于上海轨道交通 10 号线。

老中青三代接力创新，年轻人冒尖

通常，30–50 岁是科研人员迸发创新活力的黄金期。近年来，上海在培育创新人才体系中，大手笔向青年倾斜，着力构建结构合理的人才梯队。

本年度上海市科技奖所有获奖人的平均年龄为 41 岁，团队平均年龄 50 岁以下的项目组，占到所有获奖项目组总数的 94.9%。253 名第一完成人中，年龄在 50 岁以下的中青年科学家有 141 人，占比 55.7%；而在获奖项目的所有完成人中，这一比例高达 81%。

身为此次技术发明一等奖项目的第一完成人，上海化工研究院副总工程师王新威年仅 38 岁，是高等级奖项第一完成人中年龄最小的。自然科学一等奖项目“芳香化合物立体及对映选择性直接转化新策略”项目组的平均年龄为 35 岁，是高等级奖项中团队平均年龄最小的。

事实上，每个获奖项目的背后，都有一个老中青三代接力创新的感人故事。作为榜单中年龄最长的第一完成人，上海中医药大学附属龙华医院教授陈以平已是 79 岁高龄，而整个项目成员的平均年龄不过 43.5 岁。围绕慢性肾病的中医治疗，自上世纪 80 年代起，陈以平就带领团队开展临床规范和作用机理研究，一批又一批年轻人在老专家的经验指导和精神感召下不断成长。

激光器“心脏”挑战光玻璃世界极限

中科院上海光机所半个世纪专注激光钕玻璃研制，获得上海市技术发明特等奖

■本报首席记者 **许琦敏**

上百束微弱的激光，经过一道道玻璃之后，能量会放大 1 万亿倍。最终，它们将汇聚到一点，点燃人造“小太阳”——激光惯性约束聚变装置，有望实现人类源源不断获得清洁能源的终极梦想。

要得到这足以引发氢同位素核聚变的强大激光，就必须研制出能为激光输送能量的钕玻璃，它是大功率激光器的“心脏”。中科院上海光机所的一群科学家，为实现这个梦想，默默努力了半个世纪。

如今，他们已经是国际上唯一掌握制作大尺寸高性能激光钕玻璃全过程工艺的团队。昨天，他们捧得了 2016 年度上海市技术发明特等奖。

钕玻璃“赋能” 让激光足以引发聚变反应

钕玻璃研究历经半个世纪，经历了 4 次技术迭代，走出了两位中科院院士。团队成员始终怀揣着一个信念：再难，也要做出来！

1 焦耳的能量，可以让 1 瓦的灯泡正常发光 1 秒。1 纳焦耳，只有 1 焦耳的十亿分之一，这个能量级别的激光，微弱得几乎无法察觉。然而，经过一两千片吸收了能量的钕玻璃“赋能”，这束微光将强大到引发聚变反应。

“钕玻璃很奇特，在氙灯的照射下，钕离子会吸收光的能量，从低能状态跃迁到高能状态。”钕玻璃项目负责人、光机所研究员胡丽丽解释，当激光穿过能量满满的钕玻璃时，就会吸收玻璃中的能量而变强，“数千片激光钕玻璃在装置中，反复为激光‘接力’，最终让激光达到科学家的需求。”

这强大的激光，可以助力科学家进行高能量密度物理基础研究，创造了激光瞬时输出功率世界纪录的浦东张江超强超短激光装置中，也用到钕玻璃阵列；激光钕玻璃也可用于聚变研究，我国的“神光”装置就是世界上性能最好的聚变“点火器”之一。

胡丽丽在检查钕玻璃成品质量。（摄影/赵侃）

从 1964 年起，上海光机所就开始了钕玻璃的研究，并走出了干福熹、姜中宏两位中科院院士，团队成员目前稳定在 80 多人。从第一代硅酸盐钕玻璃，到现在磷酸盐钕玻璃，整整经历了 4 次技术的代际提升。胡丽丽说，与硅酸盐钕玻璃相比，磷酸盐钕玻璃十分“娇气”：使用时，温度、湿度都要精准控制，不然玻璃会发霉，熔炼时也非常困难，“可它的能量放大能力是硅酸盐钕玻璃的 10 倍，大功率激光装置离不开它。”

再难，也要做出来！没有它，我国激光科学冲击世界前沿将只能是纸上谈兵。

制造工艺全掌握 世界独此一家

“攻克”两个字的背后，是彻夜难眠的思索、一次次失败之后从头再来、无数个紧急会议和被放弃的休息日。伴随结婚生子的人生历程，年轻人把要攻关的技术当成了另一个孩子。

磷酸盐钕玻璃为何难造？它要同时满足 28 个技术参数，几乎每一个都是一道难跨越的坎：高纯度的原料既容易吸水，又“性格”活泼，连生性“懒惰”的白金都会被它“拉”下马。而激光钕玻璃中，又容不得杂质的存在。大功率激光装置动辄需要上千片钕玻璃，它们必须规格性能一模一样，才能让两三百路激光最终精准汇聚到仅有毫米量级的靶点上。

按照传统方法，熔炼出一片钕玻璃平均需要两天。早在上世纪 90 年代，美国、日本、德国 3 家公司共同投入研发，花了 6 年时间，掌握了钕玻璃连续熔炼技术。

“中国买不到国外的钕玻璃，也得不到相关技术，国外对我们禁运。”胡丽丽说，要让中国科研走到世界最前端，只有自己突破这个“卡脖子”的难关。

2002 年，在国家科技重大专项的支持下，胡丽丽率领团队，开始了攻克钕玻璃的连续熔炼技术的征程。

“这真是太难了！”胡丽丽说，它挑战了光学玻璃连续熔炼的极限，尺寸大、指标要求多且极高。

除水、除白金、除杂质……每道关口都得花上两三年才能攻克。而这“攻克”两个字的背后，则是彻夜难眠的思索、一次次失败之后从头再来、无数个紧急会议和被放弃的休息日。“整个团队连续 7 年，连春节假期都放弃了。”胡丽丽说，只有当约 1 米长、半米宽的紫红色玻璃走下生产线并检测合格时，大家的心里才会生出一丝轻松。

纯净的紫红色玻璃，包裹着一圈淡绿色的玻璃包边，钕玻璃美得应该放在少女梳妆台前。然而，在专业人士眼中，那是一个完整的光学器件——连粘结两种玻璃用的胶水，都必须严格符合钕玻璃的技术参数。

项目第二完成人、光机所正高级工程师陈树彬解释，钕玻璃在接收能量之后，会产生一些杂乱的光散射，包边玻璃不仅要能吸收“杂光”，还要能消除应力，不然钕玻璃就会碎裂。

每一个细小之处，都决定着整个研制过程的成败。“这个团队里，好多小伙子一毕业就加入进来，十几年钻在一门技术里，真是做到了极致。”胡丽丽说，有些人年纪轻轻就已经花白了头发，“伴随结婚生子的人生历程，他们把自己要攻关的技术当成了另一个孩子。”

连续稳定支持 安心攻克难关

让团队倍感欣慰的是，这么多年来，从没有为经费和实验场地发过愁。有了安心做科研的环境，才能做成这件大事。

走进光机所嘉定北区的一幢大楼，世界上唯一一条大口径高品质钕玻璃连续熔炼生产线，正在为下一次开工做准备。这条生产线一年可产出钕玻璃 1200 片。陈树彬说，与手工单片制作钕玻璃的时代相比，现在的生产效率提升了 10 倍，成品率也大幅提升。

数年前，国际上已有机构找到光机所，希望购买产品。“当他们知道中国一家科研机构就掌握了全套生产工艺，产品指标全优，除了佩服，还是佩服。”光机所科研处处长贺洪波说，钕玻璃的直接销售额目前已达 3.76 亿元，它在高技术领域所打开的局面，其影响深远是难以估量的。

胡丽丽感觉非常欣慰的是，在国家科技重大专项、国家工信部、上海市经信委的支持下，这么多年来，团队从没有为经费发过愁。“光机所也尽可能优先为我们提供更好的实验场地。”她说，有了安心做研究的环境，才能做成这件大事。

一套核心算法，实现高精度卫星定位

上海交大领衔团队潜心 30 年破解北斗导航关键技术，获得上海市科技进步特等奖

■本报记者 **姜澎**

在我国远洋捕捞的渔船上，搭载着 2 万多台套北斗导航系统终端，每年服务 3 亿人次以上。仅去年一年，就有上百名海上遇险的渔民利用北斗导航的精确定位得到了救援。

在东北和新疆广袤的农场里，2000 多套无人耕种机械，接收着来自北斗卫星的定位信号，在大田里循着既定路线自助耕作……

曾经，我国 95%的民用导航市场被美国主导的 GPS 全球定位系统所垄断；如今，大部分市场份额已被我国自主知识产权的北斗导航系统所取代。这场扬我国威的导航产业之战背后，是上海交大郁文贤教授团队潜心 30 年的科研攻关。就在昨天，郁文贤领衔的“北斗导航与位置服务关键技术及其产业化”项目，获得了 2016 年度上海市科技进步特等奖。

以国家重大专项为依托，项目团队在核心算法、基础产品和特色应用三个技术层面取得重要突破，直接催生和持续带动了上海西虹桥北斗产业园的快速崛起，建立的北斗应用系统在智能公交、精准农业、海洋渔业等六个典型行业取得了广泛应用。

国之重器 说什么也要争取突破

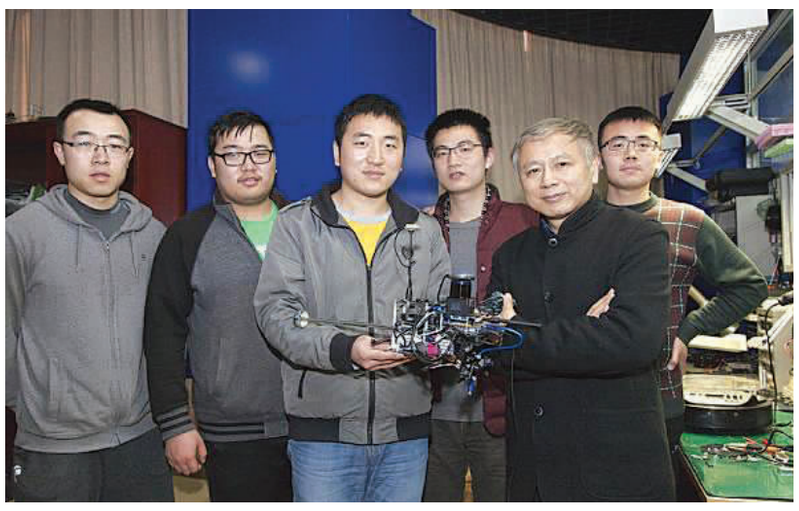
“上世纪 80 年代，我们还在设想卫星导航时，导师就跟我说，美国的 GPS 已经研发出来了；上世纪 90 年代，美国已将 GPS 技术用于导弹发射了，我们的卫星导航技术才刚刚起步。”郁文贤说，关系国家战略和核心竞争力的技术，困难再多、花再长的时间，也要争取突破。

卫星导航系统及其产业是国家安全的重要支撑，研制具有自主知识产权的全球定位系统，既是国家战略需求，也是大国核心竞争力的重要体现。

卫星导航技术是否先进，关键是误差要小，信息处理的速度要快，而这主要取决于算法。长期以来，我国卫星导航与位置服务产业面临的核心技术瓶颈就是缺少高精度、高稳定、高可信的定位算法，因此我国的卫星导航系统一直卡在“最后 1 米”。要知道，误差哪怕只有 0.1 米，定位的精确性也差很多。

于是，编制一套高精度卫星定位的核心算法，成了郁文贤团队的“一号课题”。自打 1993 年从国防科技大学毕业，郁文贤就一直从事数据融合与目标识别技术研究，他参与、领衔的科研课题和国家项目几乎都与导航技术相关。“还记得研发北斗一号卫星时，得专门制造一个超大的机柜来接受并处理卫星信号，每次要花很长时间；而现在，处理万级平方米的数据，1 分钟都用不了。”

郁文贤从北斗一号开始参与研制，现在已是第三代北斗卫星了。目前，这套系统在复杂环境下的单点定位精度优于 0.8 米，动态定位精度优于 5 厘米，室内定位精度优于 1 米，达到了分米级。“这意味着，如果在路上开车，可以精确到你在哪一根车道；即使在室内，通过多种传感器技术的融合，也可知道你在哪个房间、坐在哪张桌子前。”团队成员、上海交大上海北斗导航与位置服务重点实验室的陈新告诉记者。



郁文贤（右二）和他的项目团队在一起。（摄影/薛志明）

卫星导航的竞争 说到底是产业的竞争

打赢导航产业的争夺战，单有先进的算法不够，还要有先进的芯片制造业和完善的产业链才能实现。

通常，高校的特长是破解原理性问题，解决基础研究到应用型基础研究中的技术难题，而要将技术实现，则需要产业来对接。当郁文贤团队的高精度、高可靠性核心算法有所突破时，面临的最大难题就是，要将这一算法用于星载芯片上。

为了验证郁文贤团队这一算法的可靠性，2009 年，上海专门成立卫星导航产业技术创新联盟，由政府持续进行投入，产学研由此成为一个有机整体。国家相关部委和上海市政府为课题组配套支持了“长三角卫星导航应用示范工程”“上海智慧城市北斗综合应用示范工程”等重大科技专项。

“卫星导航的竞争，说到底是导航产业的竞争。”郁文贤告诉记者，整个协同创新团队中，除了交大，还有上海产业技术研究院，以及微系统领域、芯片制造领域、导航领域等的 7 家企业。有了这样的研发构架，项目才能取得丰硕成果。

与此同时，上海的芯片设计、制造和封装行业在国内一直处于领先水平，也使得团队的科研成果能够最终走向产业化。

通过这一协同创新平台，项目成果得到了广泛应用：北斗车载终端在国内商用车前装市场占有率达 30%以上；北斗智能公交系统实现了公交车辆的精确到站预报和智能化管理，平均到站时间预报误差小于 1 分钟；室内地图数据库已被高德、腾讯等公司采用，日访问量达到千万人次。

核心技术突破 支撑产业快速发展

核心技术的突破，往往会带来整个产业的升级，提升相应的市场占有率，加速推动产业的发展。而市场的提升，反过来又会“倒逼”技术升级。

就在不久前，北斗导航系统副总设计师杨元喜透露，今年我国将发射 6 至 8 颗北斗三号卫星。到 2020 年，我国将建成由 40 颗卫星组成的北斗卫星导航系统网络，提供覆盖全球的高精度、高可靠的定位、导航和授时服务。

“眼下我们正在研发的是，利用视觉传感器配合北斗导航系统，实现真正的无人驾驶。未来，北斗系统还将更多地应用于机器人工厂。”郁文贤告诉记者，2020 年，整个北斗系统将建成全球系统，为全世界提供导航服务。

核心技术的突破，有力支撑了产业的快速发展。3 年来，上海导航产业的增长率保持在 30%以上，新增直接产值 16.4 亿元，带动间接产值约 100 亿元。项目沿途还孵化出了 4 家新三板上市导航企业；本月 21 日，“华测导航”在深圳创业板上市，成为上海第一家上市的导航相关企业。

目前，上海西虹桥的北斗产业园内已有 100 多家与导航相关的企业入驻，涵盖上游技术研发企业和北斗系列产品用户企业。未来，他们将推动上海北斗导航领域的产业集聚，为上海建设具有全球影响力的高精度导航位置服务技术创新中心和新兴产业策源地，奠定重要基础。