

## 代表风采

破解光纤陀螺光纤环的绕制及检测工艺研发，解决“卡脖子”问题实现光纤陀螺用光纤环产业化，实现高精度光纤陀螺批量生产……从光纤环到光纤陀螺，北京星网宇达科技股份有限公司惯性技术中心主任李志宏用16年的理论与技能积累，在高精度光纤陀螺领域编织出了一个闪亮的光纤陀螺梦，对推动企业发展和技术创新作出了突出贡献。



## 编织光纤陀螺梦的追光者

——记北京星网宇达科技股份有限公司惯性技术中心主任、正高级工程师李志宏

□本报记者 孙艳/文 彭程/摄

### 带着博士课题走进工厂 变身技术工人解决工艺难题

光纤陀螺作为军民两用惯性设备中不可或缺的仪器，在惯性技术市场中占据重要地位。2008年，国内光纤陀螺还面临工程化系列问题，而随着当时光通信行业的快速发展，光纤陀螺光学器件中，包括光源、耦合器、Y波导、探测器生产工艺和性能发展较成熟，作为光纤陀螺核心器件的光纤环由于起步晚，反而成为制约我国光纤陀螺性能的瓶颈。

当时，李志宏正在攻读博士学位，拜读在光纤传感领域首席科学家刘铁根教授门下，主要从事光纤陀螺相关技术研究。通过查阅国内外大量文献，他发现打破国外对高精度光纤陀螺的技术封锁，突破光纤环核心器件相关技术问题是唯一途径。但由于当时实验室条件及经费有限，李志宏对光纤环的研究仅仅停留在理论研究及仿真阶段，该项课题的研究工作推进缓慢，乃至一度陷入僵局。

新的契机出现在2010年，在接触到苏州光环科技有限公司生产的光纤环产品，同时了解到产线工艺存在缺陷后，2010年9月份，李志宏带着博士课题《三种新颖的陀螺用的光纤环检测技术的提出和验证》来到该公司开展研究工作。

李志宏深入光纤环生产产线，把自己从研发人员转变为产线工人，亲自操作绕环机器绕制光纤环。他从一段光纤、一瓶胶水、一台机器开始，由不懂机器操作和光纤绕制实操，通过倾注大量心血，最终可以熟练掌握机器，并绕制出大量实验光纤环。在工作中，李志宏发现光纤环产品在生产过程中容易出现断纤。利用业余时间，他通过翻阅文献、排查问题、总结分析，经过3个月锲而不舍的钻研，确定了导致光纤环断纤的原因所用用的绕制胶水问题。

“头发丝般粗细的光纤，拉力是非常强韧的。在绕制过程中出现断纤，在理论上讲是不应该的。”李志宏回忆，当时的光纤成本比较高，断纤问题一直是困扰企业的难题。“当时选用的一款进口胶水，它导热率高，性能比较

好，但胶水里掺杂的金属粉末颗粒比较大，容易导致断纤。”确定原因后，李志宏开始了重新选用胶水的工作。他上网搜索了100多款胶水，反复试验每一款胶水的性能，最终选取了一款国产胶水，并加以调制，以一款量身定制的胶水彻底解决了断纤这个难题。

对于李志宏的博士课题研究来说，光纤环断纤问题解决仅仅只是开端，后续还需要投入更多的时间和精力去解决更多的光纤环生产工艺问题，包括：适合于光纤环绕制的胶水选取问题、光纤环对称绕制工艺的实现问题、光纤环绕制过程中的可视化问题、光纤环绕制过程中的张力控制问题等，而解决这些工艺问题需要一种有效可控的检测方法。2011年5月，经过孜孜不倦的钻研，李志宏成功解决了制约光纤环生产的六大核心技术问题，极大提升了光纤环产品性能。他开玩笑说：“深入企业的这几年，让我炼成了高技能绕环工人。”

### 深耕光纤环产品工艺 解决“卡脖子”问题

2012年至2016年，在天津大学精密仪器专业从事博士后工作期间，李志宏再一次转换身份与苏州光环科技有限公司开展合作研究。他以项目负责人申请并完成江苏省自然科学基金项目“光纤陀螺用光纤环检测及绕制关键技术的研究”，以技术负责人参与完成国家国际科技合作专项“中美合作惯导用高品质光纤角度传感器研发”，提出了将偏振串扰分析检测方法用于原料光纤性能检测、光纤环绕制过程性能在线监控、成品性能检测等，解决了光纤环绕制胶水选取、光纤环绕制张力确定、光纤环绕制骨架选取及光纤环绕制工艺制定等一系列工艺问题。

在此期间，通过对大量光纤环产品的测试，李志宏验证了其就读博士期间提出的针对光纤环温度性能等相关等效不对称度检测及补偿方法的可行性，并将该方法作为公司产品检测标准进行推广。同时，他对10余名光纤环绕制职工进行指导培训，建立光纤环绕制产线，从而大大提高了光纤环核心器件的成品率。

2016年至2017年10月，李志



### 人物档案

李志宏，男，1982年9月出生，天津大学光学工程博士，专注于陀螺用光纤环的绕制及检测工艺研发。2017年至今，在北京星网宇达科技股

份有限公司任惯性技术中心主任。2021年，被授予北京经济技术开发区亦麒麟领军人才（高技能类）；2023年5月，被授予首都劳动奖章。

宏将光纤环性能检测及补偿方法作为一项企业检测标准，在公司及行业内完成推广。此举大大提高了精度光纤环的成品率，有效解决了光纤环的工程化，累计创造经济效益达1亿元。

### 从光纤环转战光纤陀螺 3个月解决产品工艺问题

2017年11月，李志宏入职北

京星网宇达科技股份有限公司，并完成单兵作战寻北系统的前期论证工作，即将进入批量交付阶段。李志宏通过对该型号高精度光纤陀螺产品批量交付时存在的风险评估，初步定位与陀螺产品的装配相关工艺需要进一步优化，并再一次担起解决光纤陀螺产品工艺相关的问题。经过超过3个月的高强度工作后，他对10余种光纤陀螺装配胶水进行反复试装、测试，最终完成光纤陀螺生产相关工艺的优化，并提升了光纤陀螺的装配工艺。

推动光纤陀螺产品产业发展步履不停，李志宏带领团队建立核心器件光纤环质量检测体系，从而确保了光纤陀螺产品的性能，并大大提高了光纤陀螺产品的成品率，实现了光纤陀螺产品的工程化。他还亲自指导培训22名光纤陀螺装配职工，并建立了光纤陀螺装配产线。

### 组建惯性技术中心 批量生产高精度光纤陀螺

走进坐落于北京西六环外的北京星网宇达科技股份有限公司的光纤陀螺产品研制生产基地生产车间，记者看到，从光纤环绕制到器件组装，百米长的生产线上，一款高精度陀螺正在进行批量生产，它将应用于某型侦察车下寻北装置。这里还生产高精度光纤陀螺惯性组合导航系统、光纤陀螺组合航姿系统，用于高空长航时无人机、无人车领域。

据介绍，北京星网宇达科技股份有限公司多年来始终深耕商业航天领域，惯性导航产品是该领域的关键器件之一。2020年5月份，结合公司发展战略，李志宏牵头组建惯性技术中心，全面负责公司与惯性产品相关技术的研发工作，其中包括解决光纤陀螺特别是高精度光纤陀螺的批量生产，并使装配水平达到国内同行业领先水平。

短短的3年时间，李志宏带领团队创新性解决了光纤陀螺生产工艺和环境适应性问题，公司惯性技术产线产能实现突破，并通过自主创新及研究成果完成产业化推广。产品广泛应用于无人机、无人车、无人船等自动驾驶，铁路轨道智能检测，低轨卫星的姿态，矿山智能煤矿开采，单人飞行滑板，大气航姿测量等领域，各类产品转化产值累计超3亿元。

据李志宏介绍，与机械式的传统陀螺相比，光纤陀螺具有启动时间短、结构简单、重量轻、环境适应能力强、耐真空、抗辐射、无活动部件等诸多优点，可以说，光纤陀螺快速推动了导航变革。现阶段，光纤陀螺系统正朝着小型化、高精度、高稳定性的方向发展，已成为各种高技术现代化装备制导和导航的惯性部件。

“我相信，再用一两年的时间，光纤陀螺产品将逐步实现国产化，在行业的牵引下，以及上下游企业的共同努力下，成本也将有所降低。通过产品技术的迭代，精度更高、体量更小的光纤陀螺惯导产品将应用于更广阔的领域。”李志宏说。

未来的路任重而道远，李志宏深知，在科研探索的道路上解决核心技术问题永无止境，他愿深耕研发、生产一线，怀着追求卓越的工匠精神，为首都高精尖企业发展贡献力量。

京星网宇达科技股份有限公司，负责光纤陀螺的生产研发。光纤陀螺是一种用于惯性导航的光纤传感器，此前李志宏一直深耕研究的光纤环只是光纤陀螺里面的一个器件。从光纤环转战至光纤陀螺领域，这次身份转换对于他来说是一次研发领域的全新升级。

李志宏入职之初，北京星网宇达科技股份有限公司一高精度