

# 7000米水下，海底观测网有了国产“关节”



本报记者 陈瑜

近年来，有关海底观测网的消息层出不穷：北美、西欧和日本等十余个国家已拥有海底观测网。我国最大规模的国家海底科学观测网已于2017年被正式批复建立，项目总投资超20亿元，建设周期5年。

除了船舶、遥感卫星，海底观测网已成为第三种海洋观测平台——通过它，人类可以深入到水下观测和认识海洋。

如果将各类缆系观测网的各类缆线比作胳膊、腿，那么水密连接器就好比关节，起到连接各类缆线的作用，对海底观测网系统的建设、运行和维护有着不可替代的作用。此外，水密连接器可广泛应用于深海探测仪器设备和海洋工程，是发展深海技术的重要支撑配套技术，有着广阔的发展前景。

记者近日在中天科技集团采访了解到，目前我国已攻克了干插拔水密连接技术，我国有了可用于7000米水深的国产连接器。

电接触件会因存在电阻而发热，当发热量超过一定极限值，将破坏连接器的绝缘及接触性能而导致故障。

郭朝阳告诉记者，在关键技术攻关中，技术人员做了大量的试验和验证工作。

插针使用电阻较小的黄铜，并在表面镀金、底部镀镍，使插针耐磨损并降低接触电阻。插孔则依靠弹性结构与插针插合时发生弹性变形而产生的接触压力，与插针形成紧密接触，完成连接。

郭朝阳表示，因为使用环境的特殊性，橡胶原材料还要满足深海环境中的其他性能要求：耐海水腐蚀、良好的水密性能与抗水压性能。

在5000米深海中，1平方毫米橡胶表面会有50N的压力，水压也被认为是橡胶连接器失效的主要情形。在插孔设计时，技术人员将锡青铜套管通过四点压铆安装在插孔弹性部位的外部，从而保护插孔弹性部位，形成接触稳定、可靠的二件组装式插孔，保证电接触的可操作性。

## 水密连接器大多依赖进口

水密连接器又被称为水密接插件。作为水下设备正常工作的重要部件之一，目前，水密连接器的应用范围相当广泛，包括水下工程机械、作业器具、水下照明、水下电力分配系统、潜水装配装置、海洋石油生产平台以及海底观测网等领域。

近年来，随着我国海洋研究和海洋开发事业的日益发展，水密连接器需求正逐年增大。

中天海洋系统有限公司总经理杨华勇博士告诉记者，按照工作方式的不同，水密连接器可分为干插拔水密连接器和湿插拔水密连接器。

干插拔连接器技术相对容易，其插拔操作是在陆地上完成的，然后被放入水下使用。

根据结构形式，干插拔水密连接器又可分为橡胶水密连接器和金属壳体水密连接器。根据生产工艺的不同，橡胶水密连接器一般指电连接器（传输电能、电信号），金属壳体水密连接器既可以是电连接器，也可以是光连接器（传输光学通

讯信号）。两种干插拔连接器里，橡胶水密连接器是深潜器（包括载人、无人）选型最多、应用最广的水密连接器，同时也是世界范围内应用广泛、性能可靠的主要水密连接器产品系列之一。正因如此，研制橡胶水密电连接器具有重要的实用意义及代表性。

由于我国水密连接器研制起步较晚，与西方水密连接器技术有相当大的差距，产品存在无固定型号系列、工艺流程不稳定、达不到产品化水平、无标准化检测规则、无通用技术规范等问题，这些不足导致目前我国的水密连接器产品在技术规格标准化、产品性能稳定性、大批量生产能力等方面均存在问题。

正因如此，目前我国深海通用产品大多依赖进口，这严重制约了我国深海技术的发展。从另一方面来说，打破国外技术垄断、实现产品替代进口、降低投资成本，也显得尤为迫切。

## 攻克深海环境三大技术难点

2017年，中天科技成功转化中科院沈阳自动化所深海系列水密接插件产品技术，开始水密干插拔连接器研发，选择的是橡胶水密电连接器方向。

如何保证橡胶水密连接器在深海环境下工作时的水密性能、绝缘性能、耐压性能，是技术难点，除此之外，连接器长期处于深海恶劣环境中，要做到连接器长期可靠连接、可维护也非常难。

在水下工作期间，水密连接器必须能够保持电气性能的正常以及机械连接的可靠。一旦与电缆连接的插头组件失效，连接器头座之间必

须保证密封的可靠性，从而确保内部设备安全，绝不允许外界高压的海水通过连接器进入设备舱内。

所以密封性成为验证水密连接器产品的关键指标，必须保证连接器插头与插座间的密封；连接器与固定面板间的密封；连接器与配接电缆间的密封。

中天海洋系统有限公司总工程师郭朝阳博士举例说，接触件是连接器完成电连接功能、保证密封性的核心零件，由阳性连接器（一般称为插针）和阴性接触件（一般称为插孔）组成接触对，通过阴、阳接触件的插合完成电连接。当电流通过时，

## 为全海深水密接插件技术打下基础

在完成7000米橡胶水密连接器省级鉴定后，郭朝阳带领的开发团队正在开展的一项工作，是提高产品的可靠性、稳定性，形成多种不同规格橡胶水密电连接器产品，实现7000米内深海覆盖（97%海域）、达到稳定的电传输要求，及10年水下长期工作寿命的要求，形成年产5000只（套）橡胶水密电连接器产品的生产能力。

随着国家重点研发计划“深海关键技术与装备”重点专项“全海深水密接插件产品化技术研究及示范应用”项目启动，科研人员将水密连接器的深度目标从7000米提高到10000米。

显然，这会带来更多的全新挑战。郭朝阳说，中天科技集团将联合中国科学院沈阳自动化研究所、北京化工大学、中国电子科技集团第23研究所、沈阳橡胶设计研究院有限公司等，围绕全海深潜水器实际需求，在“十二

五”国家863计划相关课题研究的基础上开展研究攻关，满足全海深潜水器通讯和电源传输等方面的实际需求，实现产品国内自主生产，全面替代进口。

项目专家组组长、上海交通大学教授任平指出，作为深海关键通用配套元器件之一，全海深水密连接器对深海探测及全海深潜水器的研制具有不可或缺的作用。项目的实施，将彻底解决全海深水密接插件研制及产品化生产的关键材料、工艺等瓶颈问题，进一步完善水密接插件性能检测技术，对推动我国深海科学技术发展、实现国家深海战略具有重要现实意义。任平希望项目组进一步分析国内外接插件产品差距及全海深水密接插件的特殊要求，从材料、结构、工艺3个方面攻克关键技术难题，加快研发进度，为国内全海深潜水器提供关键器件配套。



海底观测网水密连接器

# 稀土光源让光照具有“靶向性”

## 第二看台

李宝乐 本报记者 张景阳

近日，首届包头稀土杯科技创新邀请赛启动仪式在中国科学院包头稀土研发中心举行。作为本次启动仪式的项目路演代表，研发中心的智能蔬菜工厂推出了最新产品：宝宝果蔬。

宝宝果蔬的研发人员王强向记者展示了其中的奶油生菜，从外表看来，这些蔬菜似乎没什么特别之处，但实际上，它们都经过了独特的光照过程，营养成分含量、糖度、酸碱性都发生了变化。

“基于稀土元素补光的新技术，我们种植出了这种专门针对婴幼儿消化系统的高质量蔬菜。”王强说。

光是植物生长的核心要素之一。光作为环境信号，通过光子密度（光强度）、光子（光谱）和光照时间（光周期），对植物生长发育的各个阶段都有着极其重要的影响，营造满足作物光合需求的小气候环境，是提高光合效率、加速物质积累、提

高产量和品质的关键，对设施园艺产业转型升级和提质增效具有重要作用。

冬季光照时长不足7小时，对于北方的设施农业来说是不够的，因此很多地方都要依靠人工补光灯来延长光照时间。固阳示范基地负责人介绍，他们以LED灯为光源建立了一套补光系统，根据植物所需的时长，限定一个补光时间范围。以番茄为例，24小时为一个周期，14个小时昼，10个小时夜，在这个基础上再加一个光感探头，如果阴天没有太阳，有效光照降低，这时候灯会自动开启。

凭借对稀土元素的充分了解和大量实验，中科院包头稀土研发中心的研究团队在LED灯光的基础上，将稀土元素加入光源中，根据不同作物光合需求组合不同光谱光源形成补光阵列，使针对作物光合作用所需多个特征波段的按需调控成为可能。

据介绍，稀土农用光源主要是让稀土发光材料在不同的发光材料及化合物的作用下，通过电激发产生不同波段的光谱。这种新技术与普

通人工补光技术的区别在于稀土发光材料的光谱更准确。

研发中心稀土农用光源项目负责人张彤告诉记者：“比如我想要红光，但因为它的光谱比较宽，可能会把橙光、甚至黄光也包括进来，对于植物来说，可能不需要这么多的黄光或橙光。而有稀土元素参与的人工光照过程，其光谱是非常准确的，我们想要哪个波段的光谱，它就能定位到哪个波段；另外，稀土发光材料还有一个优点，它的光电转化效率很高，能把近90%的电能转化成光能，植物又能将大部分光能吸收，这样一来，大大提高了光照吸收的效率。”

在中科院包头稀土研发中心2号基地人工气候实验室，一排排拉着遮光帘的植物培养架整齐地摆放着。将植物培养架四周的遮光帘拉开，高矮不一的果蔬幼苗出现在眼前，幼苗上方，一盏盏稀土补光灯正在“关照”着这些幼苗。

张彤说：“这个实验室所有光源都是人工光源，排除自然光，我们就是在纯人工光源下进

行极值试验，从而观察不同植物在各种光源下的生长状况。”

据包头市农业技术人员介绍，在当地，如果普通番茄不补光，最长只有7小时的自然光照时间，苗期会很长，一般60天以上才能开花，生育期就拉得很长，自然也会影响产量。

张彤表示，今年1月初，包头市现代农业固阳示范基地与中科院包头稀土研发中心“稀土农用光源”项目组合，在大棚内安装了基于LED农用光源的稀土元素补光系统，对番茄、黄瓜等时令果蔬实施人工补光。

“如果一天保证14个小时的稀土光源光照，番茄在40天到50天就可以开花。而且经过人工补光的番茄与未补光的番茄相比，花期提前，果期也会提前。番茄的果实都有一个转色期，即由青变红，如果光照时间不足，植物转色期也会拉长。经过对比，补光的番茄在90天就能上市销售，而没有补光的番茄需要120天以上。对于农业来说，打一个合理的时间差，是提高提升经济收入的很好手段。”张彤说。

## 情报所

### 国内最高强度级别钢板下线

国内最高强度2000MPa级别贝氏体耐磨钢日前在鞍钢股份鲅鱼圈分公司顺利下线。该钢种产品的各项技术指标均处于国内领先水平，不仅填补了鞍钢在超强耐磨钢领域的空白，而且极大提高了我国超强耐磨钢的国际竞争力。

2000MPa级别贝氏体耐磨钢是目前实际应用的最高强度级别钢板，远超出现有的常规应用强度级别，高强贝氏体耐磨钢广泛应用于港口、电厂等行业输送系统和挖掘机铲车等机械设备的键部，拥有耐腐蚀、易焊接等性能，还具有高韧性、高硬度、高耐磨性等一般钢种不具备的优点。（记者郝晓明）

## 科技汇

### 纳米黑金 给它一束阳光，还你一方净水

本报记者 张晔

只要有太阳，就能淡化海水、净化污水；从可见光到红外光，像黑洞般“遇”光就吸收，光吸收率达99%、光热转换效率高达90%以上，水净化效率领先全球……

记者近日从南京大学获悉，该校朱嘉教授团队研发成功的一种“纳米黑金”材料，目前正在江苏沿海某县建设500吨级海水淡化生产线，使用该材料后，海水淡化前后盐度降低4个数量级，产水速度快、产水质量高、适用于各种水质，并且不需要其它能耗，只需太阳能即可。

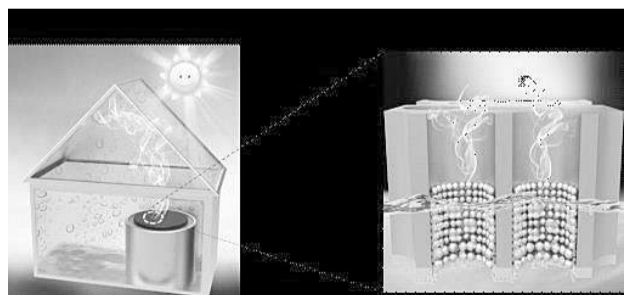


移动式水堡模型图示

在南京大学现代工程与应用科学学院实验室里，记者看到了这款纳米材料做成的斗笠状、直径60厘米的便携式太阳能海水净化装置——移动式水堡。把它放在污水表面，太阳照射后，纳米材料吸收阳光并转化为热能，产生水蒸气，蒸馏得到的纯净水顺着斗笠壁收集到净水袋中。在夏天光照好时，每平方米每小时就能收集净水1升，远超市面上同类产品。

支撑这套装置背后的核心技术叫作“纳米黑金”。这项技术的发明人是南京大学朱嘉教授带领的科研团队。团队实验中意外出现了一面金色一面黑色的材料，经过半年的反复实验论证，团队发现了世界上吸收光能力最强的纳米金属材料。此材料是一种光吸收波段宽（400nm—10μm）、光吸收效率高（>99%）、光热转换效率高（>90%）的吸收体。

有统计数据显示，到2030年，我国沿海地区淡水资源缺口将达到214亿立方米/年。这相当于河北省一年的用水量。海水淡化无疑将成为沿海缺水地区的重要选择。光热海水淡化技术的特点就是不需要外部能量输入，只需要太阳能，能耗低、成本低、多种水质都适用。



光蒸馏过程（左图）与界面加热技术（右图）

朱嘉介绍说，纳米黑金强大的光热转换能力，特别适合用于太阳能海水淡化、污水净化，经过严格检测，净化后水质可达到世界卫生组织和我国饮用水标准。如果这种材料被广泛应用，不仅不用建大型污水处理厂，不造成能源消耗，还能把传统的太阳能转化效率翻倍提高，让高效太阳能海水淡化的产业化成为可能。

世界顶级学术期刊《科学》专门报道称：“这项新的水纯化技术可以为世界解渴”。越南、巴基斯坦等国的机构也纷纷寄来需求信咨询，朱嘉也因此作为科技先锋，入选麻省理工科技评论评出的全球35名35岁以下创新者榜。

今年4月，他的团队在第47届日内瓦国际发明展上捧回特别嘉许金奖。目前，该团队已开发大规模生产工艺，可被广泛用于海滩晒盐、印染污水处理、采油采气废水处理等多个水处理相关领域。

（本版图片来源于网络）