



天津钢管制造有限公司的产品被用于深地川科1井。图为深地川科1井。新华社记者 萧永航摄

# 刘金海：打磨万米深井中的“绣花针”

## 总师对话

◎本报记者 陈曦  
通讯员 王起津

临近中秋小长假，塔克拉玛干沙漠又将迎来一批游客。他们或许不知道，在沙漠腹地，中国石油塔里木油田深地塔科1井正在书写“中国深度”。今年3月4日，这座深地科探井突破万米大关，成为世界陆上第二、亚洲第一垂深井。

深地塔科1井使用的部分石油套管，由天津钢管制造有限公司（以下简称“天津钢管”）研制，属于该公司超深复杂井用高端套管系列产品。相关产品还被用在全球地质条件最复杂、钻井难度最高的万米深地科探井——深地川科1井上。

依靠自主创新，天津钢管总工程师刘金海带领团队成员从零起步，潜心研制并迭代超深复杂井用高端套管系列产品。

近日，刘金海接受科技日报记者采访，讲述了攻坚克难的创新历程。

### “一个细节没处理好，就可能报废一口井”

记者：什么是石油套管？

刘金海：在钻井过程中，石油套管是连接井上和井下的通道，所有油气作业都要借助这一通道完成。同时，井壁也要靠这些套管支撑起来。

除了支撑井壁，石油套管还能隔离不同地层，防止地层间流体相互渗透，提高井眼密封性，防止井喷、油气泄漏等事故发生。

由于所处位置特殊，石油套管如果出问题，维修难度极大。即使被及时修复，套管也难以达到使用要求。有时，一个细节没处理好，就可能报废一口井。

记者：石油套管在地层的工作环境是怎样的？

刘金海：与国外相比，我国大部分油气资源分布在盆地深层，埋藏深度普遍较深。许多油气田的储层深度超过3000米，有的甚至超过6000米。在业内，深度在6000米到9000米的井被称为超深井，超过9000米的井被称为特深井。

超深井、特深井钻探通常在高温、高压、腐蚀性环境中进行。每向地下钻进100米，环境温度就会升高约2摄氏度。钻到约万米深度时，井下温度可能超过200摄氏度，此时岩层压力或超200兆帕，石油套管相当于被2300公斤的重物挤压。

因此，我国油田开采使用的石油套管需满足高强度、高韧性、抗腐蚀、抗挤压等性能要求，才能保证复杂环境中石油开采的安全性。

记者：天津钢管为什么要研制超深复杂井用高端套管？

刘金海：油气被称为“工业血液”，是国家重要的战略资源。近年来，我国深地工程加快开展，油气勘探向地球深部进发，需要大量能够在深地高温、高压、强腐蚀环境下工作的设备。为助力深地油气勘探开发，我带领团队成员研制了适应特殊环境的石油套管产品——超深复杂井用高端套管。

### “没有任何借鉴，只能摸着石头过河”

记者：研制超深复杂井用高端套管难在哪里？

刘金海：石油套管属于无缝钢管。无缝钢管是一种具有中空截面、周边没有接缝的长条钢材，被广泛应用于工程机械、石油勘探等行业。

由于个头小，石油套管被称为无缝钢管中的“绣花针”。研制“绣花针”，首先在材料上。

国外超深井较少，石油套管通常由中等强度等级的125千磅力/平方英寸(ksi)钢材材料制成。我国超深井较多，故大批量使用强度等级较高的140ksi、155ksi钢材材料。

除了强度，材料韧性也要达标。在施工过程中，石油套管常会遭受岩石碾压，稍微碰撞就可能破损，故其制造材料需具有强韧性。但钢材材料的性能规律是强度越高，韧性越低。研发“双高”钢材材料，属于世界难题。

记者：您和团队成员如何解决“双高”材料难题？

刘金海：首先，我和团队成员使用了很多新材料。我们在钢铁材料中加入适量的合金材料，显著提高了钢管的强度和韧性。

其次，我和团队成员尝试了多种新技术。我们利用纯净钢冶炼、控制轧制等技术，使材料具有良好的低温冲击韧性和优良的高温力学性能，保证其可以在苛刻条件下安全使用。

同时，在公司多位特级技师的帮助下，我们大幅优化了制造工艺。我和团队成员冒着高温全程跟踪材料制造过程，比如熔炼、铸造、热轧等，确保成品质量的一致性和稳定性。

经过两年多的攻关，我们开发出从125ksi到165ksi系列高强度材料。

记者：研发过程顺利吗？

刘金海：我们走的每一步都异常艰难。此前，世界范围内没有企业制造出165ksi高强度材料，我们没有任何借鉴，只能摸着石头过河。

例如，165ksi高强度材料的核心组成成分超过10种，但这10种成分所占比例是多少，我们一无所知，只能边做实验边调整。在实验中，我和团队成员需要把炼好的钢材分成30厘米长的小段，对其进行淬火、回火等热处理。之后，我们会在不同温度下，检测它们的拉伸冲击性能、钢级性能等，并将相关数据记录下来。

这个过程非常考验耐心，一次实验就要花费很长时间。我已经记不清做了多少次实验，更记不清失败的次数。功夫不负有心人，我们最终啃下了这块“硬骨头”。我们研制的165ksi高强度材料不仅硬度高，而且综合性能达到预期目标。

记者：除了材料，还有什么难题需要攻克？

刘金海：接下来，我们要解决接头制造工艺难题。在超深井、特深井中，钢管之间需要用螺纹接头连接。一般来说，螺纹接头是管体比较薄的部分。在万米深的油气井中，每10米就需要1根管子，大概需要约1000个螺纹接头。螺纹接头质量不过关，很可能导致油气泄漏等安全事故。为保障施工安全，螺纹接头的抗压缩等方面的性能要求极高。

公司车间的一位老师傅曾说，加工螺纹接头犹如“在大米上刻字”，加工难度可见一斑。一根直径11.43厘

米、长10米的管子，一般重量在0.5吨左右。但其接口螺纹的齿高只有1.4毫米，齿宽5毫米，齿厚2.5毫米。需要极其精密的制造工艺，才能“绣”出这样螺纹。

记者：您和团队成员是如何提升制造工艺的？

刘金海：根据不同工况，我们改进了螺纹接头的制造工艺。当井深超过6000米，重力会变得非常小，但摩擦增大。此时，工作人员要用旋转方式下放钢管。这种下放方式会大幅增加螺纹接头的扭矩压力。如果接头扭矩压力超过标准值，其完整性就会被破坏，无法满足施工要求。

针对这一情况，我和团队成员调整了螺纹的齿形状，将其变为勾形齿，又改进了梯形螺纹的形态，使螺纹接头不容易滑脱，还可弯曲拉伸。

除此之外，我们还不断提升接口性能，增加接口扭矩，让接头不再是钢管的“薄弱部分”。

记者：超深复杂井用高端套管的研制成功，给行业带来哪些改变？

刘金海：此前很长一段时间，我们只能从国外进口相关产品。超深复杂井用高端套管问世后，我国深井、超深井使用的石油套管90%以上实现国产化。

### “沉下心，认准一个目标持之以恒地努力”

记者：能否介绍一下您的团队？

刘金海：在我们团队中，像我这样50岁以上的人员大概只占5%，大部分都是“80后”“90后”。这些年轻人基本都是“双一流”高校，拥有硕士以上学位、博士学位的约占一半。可以说，这是一支既有青春活力又有科研素养的队伍。

记者：年轻人如何在团队中成长？

刘金海：一方面，我们团队中的资深专家会提醒年轻人及时发现问题、正确认识问题、积极解决问题，做到“授人以渔”。另一方面，我们团队有良好的学习氛围，定期组织学术讨论会、青年人沙龙。在这些活动中，年轻人可以畅所欲言，就学术问题展开激烈讨论。

同时，我非常注重培养年轻人的实践能力，鼓励年轻人下工厂、参与工程项目。一般来说，新进人员工作不超过5年，就可以成长为业务骨干。

记者：您认为，企业科研人员进行创新可能面临哪些困难？

刘金海：比如，企业科研人员可能只考虑技术层面的问题，没有做到面向市场，导致产品指标没有达到用户要求。此外，有时科研人员的想法可能难

以实现，导致产品研发与生产能力不匹配。我认为造成这些问题的原因主要在于，企业科研人员能力不足以及试验研究装备欠缺。

记者：结合过往工作经历，请您给企业青年科研人员一些建议。

刘金海：我认为年轻人做科研，首先要坚持“两个面向”：一是面向市场，致力于为用户解决“痛点”问题；二是面向生产，围绕产品提质增效做文章。其次，青年科研人员要沉下心，认准一个目标持之以恒地努力。

## 延伸阅读

### “干我们这行，用产品说话”

和钢管打了30多年交道的刘金海，说起产品研发，滔滔不绝。“干我们这行，用产品说话。我们必须要对产品方面有如指掌。”他说。

研制石油套管，刘金海“憋着一口气”。“有段时间，我国石油套管90%以上依赖进口。这种受制于人的状况，严重制约了我国石油工业的快速发展。”他说，进口石油套管不仅价格昂贵，而且交货周期较长。

“要想改变现状，别无他法，只能迎难而上。”刘金海说，他带着一支几十人的队伍，开始了艰难探索。

他们的尝试伴随着质疑。“外国专家说，中国团队不可能在短时间内造出符合标准的石油套管，你们的深井、超深井只能用国外产品。”刘金海回忆，“他们越是这样说，我越要造出来给所有人看。”

团队开足马力，驶上了研发快车道。在他们的带动下，天津钢管上下几千名员工全力以赴，铆足一股劲填补国内空白，赶超国外无缝钢管企业。如今，天津钢管石油套管产销量跻身世界前列，综合实力跻身世界钢管行业前三强，成为“钢管巨人”。

此后，技术创新融入天津钢管的血液。“光有产量不行，还要有核心技术，不断实现自主突破。”刘金海说，哪怕是前些年，行业大环境变化，部分企业艰难维持时，公司凭借领先技术，依然订单不断。近几年，企业更是不断提升研发投入力度。2023年，研发支出占公司营业收入的3.2%，远高于钢铁行业企业平均研发投入比例。

采访最后，刘金海对记者说：“我们坚持产品研发‘三个一代’原则，即开发一代、储备一代、研究一代，通过长远布局规划，持续稳固市场领先地位。天津钢管人相信，只有不断探索和突破，才能在激烈的竞争中立于不败之地。”

## 人物剪影

刘金海，天津钢管制造有限公司总工程师，带领团队研制出多款耐高压、耐高温、耐腐蚀油气管线产品，参与项目获国家科学技术进步奖二等奖。



受访者供图 田晶娟制图

## 用好第一资源

### “西藏特培”已培养本地专技骨干1800名

科技日报讯（记者杨宇航）记者近日从西藏自治区人民政府新闻办公室举行的新闻发布会上获悉，截至目前，西藏少数民族专业技术人才特殊培养工作（以下简称“西藏特培”）已实施第三批15期，为西藏培养本地专业技术骨干1800名。

“西藏特培”于2009年经国务院批准，由人力资源和社会保障部、财政部等部门联合西藏自治区人民政府共同组织实施。它主要通过把西藏少数民族专业技术人员送到有关省（区、市）高校、科研院所等单位进行特殊培养和实践学习，同时邀请国内相关领域专家赴西藏进行技术指导，培育本地专业技术人才。

据介绍，自2009年以来，“西藏特培”培养地域覆盖全区7个地市，培养领域涉及科教文卫、农林牧、水利交通等26个行业；累计开展15期专家团服务活动，210余名专家学者深入基层帮助解决技术难题，指导培训医疗卫生、工程技术、农牧科技等紧缺人才，为西藏高质量发展奠定坚实人才基础。

### 山西阳泉推出20条举措 加强人才引进培育

科技日报讯（记者韩荣）山西省阳泉市近日出台《关于加强新时代人才培养引进工作的若干措施（试行）》（以下简称《若干措施》）。《若干措施》包含5个方面、20条举措，聚焦阳泉市医疗卫生、教育科技等领域人才需求。

在引才留才方面，《若干措施》提出，阳泉市将通过多种方式畅通全市人才引进渠道，引导各类人才来阳泉创新创业。同时，鼓励市属高职院校、驻地高校和经营性人力资源服务机构向阳泉市企业输送高校毕业生，按照每人600元至1200元的标准给予推荐单位奖励性补助。

在激励保障方面，《若干措施》提出，对符合条件的引进人才，阳泉市将给予每月1500元至5000元生活补贴，以及5万元至20万元购房补贴；开通高层次人才医疗保健“绿色通道”，持续健全阳泉市人才服务保障体系。

在人才培养方面，《若干措施》提出，阳泉市加大对优秀人才的表彰力度，开展“阳泉工匠”“阳泉乡村工匠”等评审认定工作；支持青年科技人才干事创业，为各类人才施展才华提供广阔平台。



山西省阳泉市热力公司专业技术人员准备下井对热网管设备进行检查。新华社记者 魏晓霞

### 内蒙古鄂尔多斯发布人才友好型城市建设实施方案

科技日报讯（记者张景阳）内蒙古自治区鄂尔多斯市委、市人民政府近日召开新闻发布会，发布《鄂尔多斯市人才友好型城市建设实施方案》（以下简称《方案》）。

《方案》明确了人才友好型城市建设的指导思想，提出打造人才集聚高地、人才创新高地、人才发展金地、人才生态绿地、人才政策洼地的“人才五地”目标，以及涵盖近期（2025年）、中期（2030年）和远期（2035年）3个阶段的工作要求。

在重点任务中，《方案》围绕实施制度友好、发展友好、环境友好、民生友好、文化友好“五大工程”，提出25条工作措施。

鄂尔多斯市住建局副局长王奋林介绍，对于首次使用住房公积金贷款在该市购买首套自住住房的人才，贷款限额最高可放宽到当期限额的2倍。

鄂尔多斯将2024年作为人才友好型城市建设启动年，围绕制度、文化、环境、民生、发展5个维度制定建设方案；深入推进人才发展体制机制综合改革，持续完善科研任务“揭榜挂帅”“赛马”制度，为各类人才搭建干事创业的平台，以事业激励人才，让人才成就事业。



在内蒙古鄂尔多斯赴兰州资源环境职业技术大学专场引才招聘会上，学生与招聘单位工作人员交流。李亚龙（甘肃分社）/中新社