

作为举世瞩目的世纪工程，天然气西气东输工程对各种材料的要求非常严格，而德州一家企业生产的一款药芯焊丝，就被用于西气东输天然气管线上。这家名为山东聚力焊接材料有限公司的企业，自从1997年成立以来，从一个只有30名员工、只能生产冷拔丝的小焊丝厂，成长为同行业国内前三名、全国最大焊丝出口企业，2023年销售额达到35亿元。近日，记者实地探访，揭秘小小焊丝如何“焊接”国际大市场。

文/片 李梦晴 孙文丽
通讯员 韩哲 德州报道

八道大工序、十几道小工序 小小焊丝工艺很复杂

在工业生产中，小小的焊丝扮演着至关重要的角色，作为焊接工艺中的核心材料，其品质与性能直接关系到焊接结构的强度、耐久性和整体质量。在这些看似不起眼的焊丝背后，隐藏着许多高科技和创新的智慧。

走进焊丝生产车间，空气中弥漫着金属的气味。首先映入记者眼帘的是一排排整齐划一的自动化设备，设备发出低沉而有节奏的轰鸣，工人们身着统一的工作服，佩戴着安全帽和防护眼镜，在各自的岗位上忙碌而有序地工作着。“现在生产的就是药芯焊丝。”山东聚力焊接材料有限公司副总经理许慧敏说。

一卷钢卷根据客户需求经过大纵剪、小纵剪后，在粗拉时将提前配好的药粉进行填充，合缝、精拉，经过拉拔，焊丝变细变长，直至达到所需的直径和强度，整个过程中，温度、速度、张力等参数都被严格监控和调整，确保焊丝的品质稳定可靠。最后，经过八道大工序、十几道小工序，包装好的焊丝被整齐地码放在托盘上，它们将被运往全国各地乃至海外市场。

“这款药芯焊丝被用在天然气长输管线上，比如西气东输，对工艺性要求很高，因为是全自动焊接，所以要求焊缝均匀、美观，渣壳容易清理甚至达到自动脱落的效果，另外，因为埋在地下，以及管线运输货物的特殊性，还需要抗震、耐腐蚀、耐低温，在-40℃到-60℃的环境里，依旧能正常发挥作用。”公司技术中心副主任魏超指着一款焊丝介绍说。他表示，同款焊丝长期以来被国外品牌占领，公司研发人员不断调整配方，经过一年多的时间，焊丝的各项性能指标终于达到预期，研发成果转化为实际产品。

小焊丝背后有高科技 每年研发投入3亿元以上

一根纤细的焊丝，最终能够成熟地走向市场，为广大用户所信赖与应用，这一过程的背后，凝聚了无数研发人员和试验人员夜以继日的辛勤付出与不懈努力。从最初的创意萌芽到产品的最终成型，每一步都充满了挑战与艰辛。

研发阶段，研发人员需要深入了解市场需求，明确焊丝需要解决的具体问题，比如提高焊接强度、优化耐腐蚀性能或是提升焊接效率等，他们不断改善焊丝的性能，这一过程往往伴随着大量的理论计算、模拟仿真以及无数次的配方调整，每一次微调都



生产焊丝时需要把钢卷根据客户需求进行大纵剪。

千锤百炼，「德州产」焊丝用于西气东输

无惧零下40℃极寒，小焊丝「焊接」35亿元大市场

可能带来性能上的显著提升或意外的挑战。

与此同时，试验人员还承担起实验室测试的责任，如拉力测试、耐腐蚀试验、焊接稳定性评估等，这些测试不仅要求精确度高，而且往往需要模拟极端工作环境下的使用情况，以确保焊丝在实际应用中能够稳定可靠。试验过程中，任何微小的瑕疵或不足都会被记录下来，反馈给研发团队进一步优化。研发、测试、优化，经历数十次甚至上百次的迭代，直至焊丝的性能达到最优状态。除此之外，研发团队还需要考虑焊丝生产成本、加工便利性、环保要求以及焊接工人身体健康等等。

“为了更好地分析药芯焊丝的药粉成分，我们花费1000多万元购买了一组机器，现在这组机器中的镜像显微镜仍然在分辨率上数一数二。”许慧敏介绍，这组用于成分分析的机器在研发中发挥了大作用，之前一款焊丝产品需要适应海底的低温、高压环境，根据实验结果，不断分析调整30多种药粉的配比，由于百分之零点几的差距就会影响效果，从研发到最终定型，经过了几百次试验。

据悉，聚力焊接每年投入资金3亿元以上用于研发，建有国家企业技术中心、省级示范工程技术研究中心、博士后创新实践基地等科研平台，与山东大学、北京工业大学等多家高校及国内行业内最具权威的科研院所都有紧密的合作，研发团队有260多人。

于保刚就是研发团队中的一员，2019年以来，他先后参与了新型环保无镀铜焊丝、自保护药芯焊丝、大线能量药芯焊丝的研发和试验。新型环保无镀铜焊丝的优势在于其产生的烟尘量较低，有利于减少环境污染，保护职工身体健康。自保护药芯焊丝的诞生使原有外部气体保护转变为自产气体保护焊缝成形，不仅操作更加便捷，还可根据不同的应用场景改变药芯配方。大线能量药芯焊丝相比传统焊丝所含能量较大，热量较高，

大大加快了焊接效率。

年销售额达35亿元 出口60多个国家和地区

随着制造业的快速发展和技术的不断进步，焊丝向高端产品转型已成为行业发展的必然趋势。

“我们生产的焊丝不断更新迭代，目前已经发展到第五代。”许慧敏介绍，第一代焊丝是实心焊丝，实心镀铜焊丝，这类产品只能用于普通的修修补补；第二代焊丝为电焊条，药粉在外边，不同配方的药粉满足不同环境和要求，使用灵巧方便，适合人工焊接；第三代焊丝为药芯焊丝，也就是铁皮裹着药粉，更适合机械化焊接，自动化程度高；第四代焊丝为特种焊丝、不锈钢焊丝；第五代焊丝为高端药芯焊丝，适用于航空航天、核电等行业。

如今，聚力焊接拥有药芯焊丝、氩弧焊丝、不锈钢焊丝、铝及铝合金焊丝、各类电焊条、卷钉专用软焊丝以及各种特种焊接材料共计200多个品种，并可根据用户的特殊要求完成开发、研制、生产任务，产品出口60多个国家和地区，2023年销售额达到35亿元。

作为全国最大焊丝出口企业，聚力焊接经历了“主动走出去”到“开门迎客来”的转变。“对于国际市场，以前我们都是积极参加各类国际展会，展示自己的产品和技术实力，与国外企业建立合作关系，如今，品牌知名度和影响力不断提高，不少国外企业慕名前来，今年8月份，就有瑞典、波兰、印度的客户来现场看产品。”许慧敏说。

如今，聚力焊接的订单已经排到年底，并准备在我国西南地区打造新的生产基地。随着制造业的转型升级和新兴技术的不断涌现，对高性能、高质量焊丝材料的需求日益增长，聚力焊接将继续加大研发投入，以满足航空航天、新能源汽车、海洋工程等领域的高端特殊需求。



车间工人正在打包焊丝。

延伸阅读

不同焊丝 各有用途

焊条：可以焊接工业应用中的大多数金属和合金，如低碳钢、低合金结构钢、不锈钢、耐热钢、低温钢、铸铁、铜合金、镍合金等。此外，焊条电弧焊还可以进行异种金属的焊接、铸铁的补焊及各种金属材料的堆焊。

药芯焊丝：作为一种高效焊接材料，广泛应用于造船、海工装备、桥梁、钢结构、工程机械、石油化工、能源装备等领域。

气体保护实心焊丝：作为一种高效、优质、低成本的焊接材料，在造船、压力容器、车辆、建筑工程、矿山机械、钢结构、石油化学、桥梁等诸多行业中取得了广泛的应用，用量超过50%，具有良好的社会效益和经济效益。

埋弧焊丝：主要应用于碳钢及相应强度较低合金钢焊接，尤其适合于中厚板结构长焊缝的焊接。由于其效率高、劳动强度小、焊接质量好等优势，在承压、桥梁、海洋装备、核电、石化、造船、储运装备等领域得到广泛的应用。

有色金属焊丝：有色金属焊丝主要包括铜、铝、镍、钛、镁、钴、钨合金焊丝，硬钎焊材料、软钎焊材料、有色焊剂、焊料/焊剂复合焊接材料等。像钎焊材料主要应用于航空航天、石油化工、轨道列车、船舶、金属家具、空调、家电、自行车等领域。银合金焊接材料，广泛用于钎焊低碳钢、结构钢、不锈钢、高温合金钢、可伐合金、难熔金属、超硬材料、硬质合金等。钛合金主要用于大型石化设备的焊接、压力容器的高精度焊接。钴基、镍基材料及制品，适用于耐高温、耐腐蚀、耐磨的工况。广泛用于冶金、矿山、汽车、石化等行业。镍焊材还应用于焊接镍或高镍合金，也可用于异种金属的焊接或堆焊。