

大国重器  
中国制造

国内最大单系列天然气制氢装置转化气蒸汽发生器

# “蒸”出一片氢天地



- **主人公:**天津石化10万标准立方米/小时天然气制氢装置转化气蒸汽发生器
- **特点:**整体技术具有自主知识产权,填补国内空白,达到国际先进水平
- **研发人员:**天津石化牵头研发
- **绝活儿:**攻克大型制氢装置关键设备国产化难题,提高了设备可靠性和稳定性,实现对大型制氢装置中的高温余热有效回收,降本增效、节能减排

天津石化10万标准立方米/小时天然气制氢装置是国内最大的单系列天然气制氢装置,主要生产纯度99.99%氢气。

11月10日清晨,天津石化10万标准立方米/小时天然气制氢装置区里,技术人员认真检查转化气蒸汽发生器的设备参数。这个长约12米的大设备,像个卧倒的火箭,蓄势待发。

大型转化气蒸汽发生器是制氢装置的关键设备,其运行状态直接影响着整个装置的长周期运行和绿色节能效果。“它就像个热水锅炉,又是个大型的能量转化器,回收换热气余热后产生蒸汽,再将蒸汽送到管网带动汽轮机运转。”天津石化首席专家李春树打了个形象的比喻。

一直以来,大型转化气蒸汽发生器都是从国外引进,成本高,制造周期长,维护难度大。为突破技术壁垒,天津石化牵头研发的国内最大单系列天然气制氢装置转化器蒸汽发生器,从设计到制作全采用自主知识产权,填补国内空白。投入工业应用两年来,装置管板防腐蚀能力明显提升,绿色节能效果显著。

## 敢做第一个吃螃蟹的人

氢能是当前最有前景的清洁能源之一。天津石化10万标准立方米/小时天然气制氢装置应用的是具有国内自主知识产权的大型水蒸气转化制氢技术,实现了进口工艺包的国产化替代,是中国石化推进氢能事业的先锋力量。

随着装置大型化发展和稳定化需求,对关键设备的可靠性和稳定性提出更高要求。大型制氢装置薄管板转化气蒸汽发生器主要是从国外引进,成本高,制造周期长。

“为什么不试试用国产设备替代进口呢?”两年前,技术人员提出大胆的想法。经过无数次激烈的“头脑风暴”和充分的技术论证后,李春树带领团队下定决心钻研国产转化气蒸汽发生器。这个想法得到公司领导的肯定,也得到集团公司物资装备部国产化办公室的大力支持。

“说实话,这个决定是需要很大的底气和勇气的。我们在自有两套小制氢装置上摸爬滚打积累了宝贵经验,也锻炼出一支敢打敢拼的技术骨干队伍。另外,这些年来,国内装备制造水平有了很大的提升,让我们更有信心打这场硬仗。”攻关团队的主要成员、天津石化装备研究院院长刘景明拿出几大本厚厚的设备运行台账,已运行25年的两套小制氢装置的成长轨迹全在这里。“接下来就是把在小装置的收获嫁接到大装置上去,我们要做第一个吃螃蟹的人。”刘景明的语气坚定。

## 多方联手攻克技术壁垒

制氢装置规模从每小时3万标准立方米到10万标准立方米,简单的数字跨越,需要突破一个又一个技术壁垒。

“大的制氢装置要实现长周期稳定运行,转化气蒸汽发生器必须具有长周期造血功能,这个问题怎么去解决?”前所未有的压力,扑面而来。

“咱们就以现有的问题为基础,去解决新问题。”李春树提出以问题为导向的研发思路。

攻关团队与设计及制造单位密切交流,在检修现场不断摸索,想尽办法把这些问题一一解决。一次次的技术攻关后,逐步建立自有的关键核心技术体系。

为了把想法尽快变成现实,攻关团队联合多方力量。在设计阶段,他们和中国化工集团天津设计院联手,发挥对方在结构应力计算等领域的设计优势,结合自身专长,提升设备抗腐蚀性能及安全可靠性,最终完成工业化设计,并进行工业化设备的试制。

制造过程中,攻关团队多次前往制造厂,密切关注技术关键点。监督制造厂按设计要求执行制造工艺。两年来,经历无数次检验、试验,国内最大的单系列天然气制氢装置转化气蒸汽发生器终于制造成功。

## 从技术到制造实现100%国产化

2020年11月,新研发的国产转化气蒸汽发生器在10万标准立方米/小时天然气制氢装置中投入工业应用。

接下来的日子里,攻关团队夜以继日奋战在装置现场,紧盯关键参数,认真记录每一个数据变化。

今年4月,天津石化利用检修时机,对10万标准立方米/小时天然气制氢装置进行计划性停工维修,重点对转化气蒸汽发生器进行全面体检。

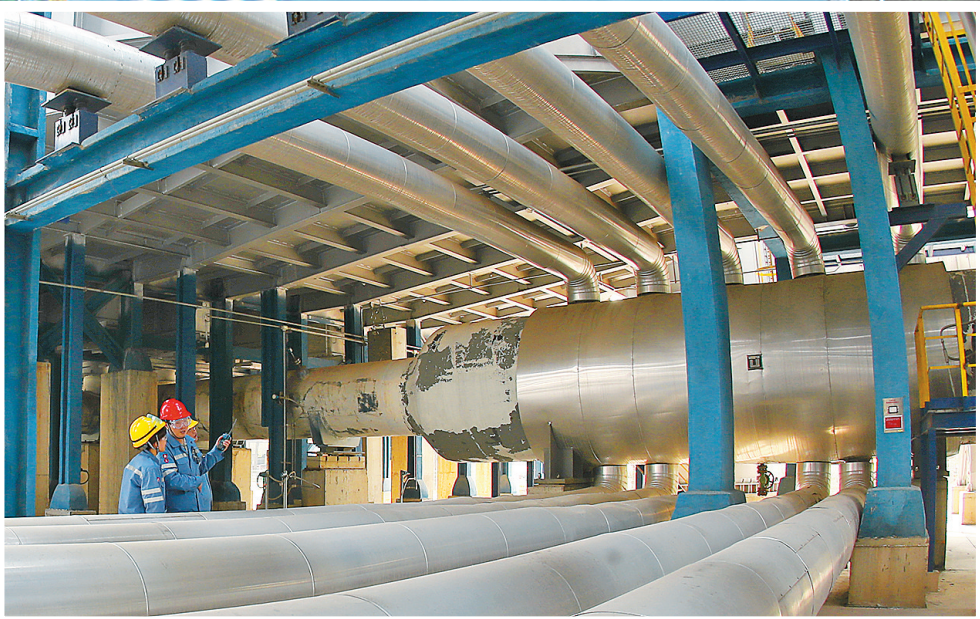
“打开设备时,内部情况比预计得还要好。”回忆当初的场景,刘景明仍掩饰不住激动。

6月,因运行情况良好、稳定可靠,满足生产工艺要求,达到技术开发目标,该设备顺利通过集团公司专家委员会鉴定。该项目申请了中国发明专利1项、实用新型专利1项,整体技术具有自主知识产权,达到国际先进水平,填补了国内空白,同时促进了国内大型余热回收装备制造业的发展,社会效益和经济效益显著,具有广泛的推广应用价值。

值得一提的是,该设备采用的技术均100%具有自主知识产权,从设计到制造实现了完全国产化,所采用的原材料如板材、锻件、管材等所有金属原材料国产化率为100%。

“在对大型转化气蒸汽发生器研发过程中,我们多点开花,把中国制造变成中国创造。”刘景明自豪地说。

(本版文图由 柴润金 董波 张训棟 王微 祁晓娇 陈勇 胡玉华 提供)



员工在检查转化气蒸汽发生器设备运行情况。



攻关团队针对设备投用后出现的问题,展开多次研讨,寻找最优方案。



员工在制氢装置巡检。



天津石化首席专家  
李春树

## 没有先例,就创造先例

“受制于人的滋味,不好受。”聊起自主研发的初衷,天津石化首席专家李春树回忆。

2018年,天津石化10万标准立方米/小时天然气制氢装置准备筹建,在采购关键设备转化气蒸汽发生器时却遇到了很大的难题。当时,国外仅有一家企业具备该设备供货能力。进口设备虽然在质量和性能上占有优势,但高昂的价格,以及超长的采购周期,无法满足项目建设要求。

从那时起,李春树就意识到,关键设备的国产化之路势在必行。此前,国内生产的转化气蒸汽发生器最大制造能力限于8万标准立方米/小时制氢装置,且运行周期较短。如何在10万标准立方米/小时天然气制氢装置上,研发出能确保长周期运行的转化气蒸汽发生器,是李春树和他带领的攻关团队要面对的问题。

综合行业及天津石化两套3万标准立方米/小时天然气制氢装置的生产经验,李春树带领攻关团队决心啃下这块硬骨头。他们从设备材料入手,深入研究工艺应用,提出了许多大胆想法。

“敢想,敢做!”攻关团队成员佩服李春树的专业能力,更欣赏他的创新能力。在他的带领下,这些大胆的想法一步步转化为现实。

“没有先例,我们就创造先例。”李春树严谨而又执着的工作态度,也深深感染了制造商。他们说:“按照李春树的方法要求去做,我们的制造工艺水平都有了很大的提升,观念一转天地宽。”

对李春树来说,重大装备国产化永远在路上。如今,他正忙着组织下一个国产化攻关项目……



天津石化炼油部  
联合九车间主任师  
田小晖

## 像呵护自己的孩子那样精心

看着身边这台转化气蒸汽发生器,天津石化炼油部联合九车间主任师田小晖的激动之情溢于言表:“从最初的设备选型、安装,再到投入运行,我全程参与。”

“初期材质选材,我们就耗费了大半年时间。”转化气蒸汽发生器操作条件比较苛刻,对材质要求很高。田小晖与团队成员走访调研了多家兄弟单位,搜集同类设备操作工况的第一手资料,为攻破研发瓶颈打下基础。

2020年8月底,这台“大家伙”成功安装。大家欢呼的时候,田小晖并没有感到轻松。

为确保设备顺利投运,运行初期,田小晖加大监管力度,安排班组人员每两个小时记录一次出入口温度,每天记录一次塞阀开度。“来不得半点疏忽”成了田小晖的口头禅。

功夫不负有心人,经过近一个半月的持续监测和调整,设备运行参数平稳,各项指标均达到技术要求。

与设备打了12年交道,田小晖积累了丰富的设备管理经验。在他看来,国产化应用既是一个探索的过程,也是一个持续发现问题不断改进的过程。“就像呵护自己的孩子那样精心。”谈起对这个“大家伙”的维护,田小晖脸上露出了笑容,“我会继续密切关注转化气蒸汽发生器的运行状况。”