

努力实现硫酸工业系统流程装备合金化

创造更大更高综合经济效益

宣达实业集团有限公司 叶际宣

宣达实业集团公司是服务于硫酸、化肥、冶金、环保、化纤、电力、石油和各种化工工业，为其提供成套系统流程耐腐蚀装备的集团公司。自宣达公司成立开始就十分重视先进的特殊金属合金材料的引进、研究、开发与应用。积极与国内知名科研院所和高等院校建立联系，共同合作开发研究硫酸工业用特种耐腐蚀金属材料，积极开发泵阀塔釜容器等新产品。从而促进了企业的快速发展，创造了独具特色的宣达品牌，在国内用户和行业内享有很高的信誉和知名度。

一. 以研究开发为先导 打造产学研一体化实体

结合宣达产品特色和市场需要，本世纪初在建设小试/中试生产基地的同时，着手筹划特种金属材料研究院。研究院定位为特种耐腐蚀金属材料研究与开发。硫酸工业用耐腐蚀金属合金材料的研发是其中的重点。

2012年8月经浙江省科技厅批准，宣达研究院晋升为省级企业研究院，既宣达耐腐蚀特种金属材料研究院，2013年又被浙江省确定为省重点研究院。目前研究院具有扫描电子显微镜、X-射线衍射和 ICP 等离子发射光谱等高端电子仪器和设备。有先进的腐蚀与电化学测试系统和先进的金相显微镜、立体金相显微镜等金相分析设备。有试验生产配套的真空感应炉和电渣精炼炉等特种冶炼设备，冶炼和加工生产试验设备齐全。实验室由普通层面提高到高级层面，研究和开发水平更上一个新台阶。研究院实验设备基本达到国内先进水平。同时在江苏滨海征地 300 多亩成立奥琪晨公司，进行耐腐蚀特种金属材料 and 设备的规模生产。一个集产、学、研为一体的经济实体在不断发展和壮大。

二. 创新促发展 宣达合金在硫酸工业结硕果

历经 20 多年的奋斗历程，紧紧围绕硫酸、化肥、冶金、电力、石油、石化等基础工业，研究开发了 20 多种金属合金材料。其中硫酸工业用特种耐腐蚀金属合金材料有十多种，主要研究成果有：

(1) 宣达 XD-4 耐热钢研究与 1200℃ 高温调控蝶阀开发。为了满足中国硫酸工业的需要，上世纪 90 年代宣达公司开始开发研制 1200℃ 高温调控蝶阀。同时研究

耐热性能更好的节镍的铬-镍-氮-稀土耐热钢代替进口产品使用的传统 25-20 耐热钢，不仅节约金属镍降低成本，抗氧化和抗硫化性能优于 25-20，使用温度比 25-20 提高近 100℃。

宣达高温调控蝶阀应用效果良好，取代进口产品被列为国家火炬计划，成为国内独家产品。近年来宣达耐热钢煤化工耐热阀门也取得良好的使用效果。

(2) 抗氯离子耐稀硫酸 6 钼型不锈钢与稀硫酸板式换热器的研究与开发。宣达研究院开发的 6 钼不锈钢 XDS-5，具有优良的耐腐蚀性能、力学性能、焊接和成形性能。在 55℃ 含 3% 氯离子的浓度 5% 稀硫酸中腐蚀速度只有 0.0026mm/a。薄板拉伸强度大于 700Mpa，延伸率达 50%。开发的稀硫酸板式换热器，完全可以替代国外进口的同类产品。由于合金具有优良的抗氯离子腐蚀性能，更是海水、核电以及燃煤电厂脱硫系统和湿烟囱用优良耐腐蚀合金材料。

(3) 抗氯离子耐稀硫酸 6 钼型铁镍铬合金与稀硫酸设备的研究与开发。为了提高抗氯离子和耐稀硫酸腐蚀性能，在 6 钼不锈钢的基础上，提高铬含量并以高镍和氮平衡奥氏体组织，从而发展了 6 钼型铁镍铬奥氏体合金，在稀硫酸中耐腐蚀性能优于著名镍基耐蚀合金 C-276。合金可用于硫酸生产净化工段，废酸回收，化纤生产，铜、锌电解浸出，电厂烟气脱硫，湿法磷酸和海洋开发等耐腐蚀设备。在稀硫酸中可代替 C-276 镍基耐蚀合金。

(4) 高温浓硫酸用高硅奥氏体不锈钢和干吸流程设备的研究与开发。高温浓硫酸用高硅奥氏体不锈钢是 20 世纪 80 年代国外开发的新钢种。世界上只有几个发达国家研发和生产。宣达公司研究开发高温浓硫酸用高硅不锈钢始于 20 世纪 90 年代。经过几年的努力，于本世纪初研发出具有独立知识产权的我国高温浓硫酸用高硅奥氏体不锈钢 (XDS-1 和 XDS-2)。力学性能和耐腐蚀性能均达到国际先进水平，于 2004 年 7 月通过浙江省科技厅鉴定。

继 2002 年研制出高硅不锈钢热轧板材后，又相继开发出丝材、带材、管材和冷轧薄板 (0.6mm)。已经成功地用于我国硫酸工业制造干燥塔、吸收塔、循环槽、贮酸罐、阀门、管线以及板式或管壳式酸冷器等设备。国产高硅不锈钢已获得长足发展和广泛应用，打破了洋人一统天下的垄断局面。使我国成为世界少数几个研究、开发和应用高温浓硫酸用高硅不锈钢的国家。对推动我国传统硫酸工业设备改造、向全合金化现代化制酸设备发展，具有十分重要的意义。

(5) 高温浓硫酸用高铬铁素体不锈钢和硫酸设备的研究与开发。铁素体不锈钢由于可节约大量贵重金属镍，同时抗氯离子腐蚀和应力腐蚀优于一般奥氏体不锈钢而受到关注，也是国际不锈钢研究的热点。宣达研究院结合高温浓硫酸的腐蚀特点，研究开发了含 25%Cr 并用 Nb+Ti 双稳定的超纯高铬铁素体不锈钢 (XDS-7-2)，在高

温浓硫酸中耐蚀性能优良。研究发现加入少量钼以及镍、铜和稀土元素，耐腐蚀性能、力学性能和焊接成型等性能可得到进一步改善。在 98%浓硫酸中，100℃腐蚀速度为 0.048mm/a，200℃腐蚀速度为 0.095mm/a。是制造干吸工段高温浓硫酸和低温位热回收用泵阀、管线和干吸塔等设备的物美价廉的合金材料。

(6) 低温位热回收系统特种不锈钢及其流程装备的研究与开发。美国 Monsanto 公司 1987 年成功地推出低温位热回收系统 HRS 并在美国本土和境外开始推广应用。低温位热回收被认为是硫酸工业的前沿技术。美国 Monsanto 公司只出售成套设备，对于低温位热回收技术尤其是耐腐蚀合金材料严格保密。中国硫酸工作者长期以来也在不断探索这一先进的新技术。20 世纪 90 年代中期，中国宣达集团投入资金和人力，研究开发出一系列硫酸工业低温位热回收系统用耐腐蚀金属合金材料(如 XDS-1、XDS-7-2、XDS-8、XDS-9 和 XDB-6 等)。在此基础上，结合中国特点，研究开发了具有自主知识产权的中国特色的低温位热回收系统(DWHS)。2006 年中国国产的第一套低温位热回收系统在浙江忠盛集团试验成功，多年来运转顺利指标正常。宣达公司成为继美国孟山都公司之后，世界上第二个掌握低温回收技术并应用于硫酸工业的公司。打破了美国公司一统天下的垄断局面。工程投资只有美国公司的二分之一，迫使美国公司也不得不降低售价。这一技术成果社会意义和经济意义都十分重大。从此国产低温位热回收系统在中国得到了迅速发展和应用。

(7) 硫酸工业泵阀合金材料创新与特种泵阀的研究开发。在特种金属材料研究与开发的基础上，宣达公司研制开发了一系列特种阀门。早期的 610℃三偏心金属硬密封蝶阀、1200℃高温调控蝶阀和近期的煤化工用耐热耐磨闸阀等特种耐热阀门，都是在宣达及其改性的特种耐热钢的基础上研制开发成功的。

高温浓硫酸泵出口历来使用非金属衬里阀门。由于高温浓硫酸的腐蚀与冲刷损坏很快，使用寿命平均只有几个月，已成为老大难的问题。高硅不锈钢研发成功后用以制造高温浓硫酸泵出口蝶阀使用寿命极大地提高。大冶有色公司 2006 年最先改用宣达 XDS-1 高硅钢蝶阀，至今已经连续使用七年仍然在用。这种高硅不锈钢蝶阀在国内很多硫酸厂应用都十分成功，成为独家专利产品。

高温浓硫酸循环泵是干燥塔和吸收塔的循环酸泵，是干吸工段重要设备之一。宣达公司从 1996 年开始研发新的 XDB 高温浓硫酸泵。过流部件选材进一步创新。泵轴采用自主研发的高强度、高耐蚀性的镍-铬-钼-铜合金球铁 XDB-3，不包四氟可直接使用，取消了泵轴包四氟的传统方法。叶轮采用自主研发的高铬并用钼铜氮合金化的第二代双相不锈钢 XDB-1，具有优良的耐腐蚀-磨蚀性能。宣达 XDB 高温浓硫酸泵被评为国家级新产品。

低温位热回收专用超高温浓硫酸液下泵以前国内不能制造，只能从国外进口。

美国路易斯公司生产这种泵，但拒绝卖给中国。宣达研究院已研究开发了一系列高温浓硫酸用不锈钢其中也包括低温回收用特殊不锈钢。公司自行制造低温回收超高温浓硫酸泵的条件完全具备。结果表明，宣达合金泵在浙江上虞硫酸工程低温回收系统，从 2006 年已经安全运行至今，泵的质量优良主要零件没有更换。泵的价格只有进口泵的五分之一，完全取代了进口泵。

钛白粉生产废酸回收循环浓缩泵使用时，稀硫酸温度高、含固量高，腐蚀-磨蚀十分苛刻。针对含大量固体颗粒的高温稀硫酸用腐蚀-磨蚀金属材料，宣达研究院研究开发了一种镍-铬-铁系并采用硅、钼、铜、钛补充合金化的复杂合金，具有优良的耐蚀性能。经时效硬化处理，硬度 HRC 可达 50 或更高，保证了优良的耐磨性能。是废酸回收浓缩循环泵理想的耐腐蚀/磨蚀金属合金材料。

三. 实现硫酸工业系统流程装备合金化 创造更大更高经济效益

(1) 宣达合金使硫酸生产系统流程装备合金化成为可能

从上面典型合金与设备研发事例可以看到，宣达研发的硫酸工业用耐腐蚀合金材料，基本涵盖了国际先进硫酸生产设备所采用的全部耐腐蚀合金材料。所制造的硫酸设备经过现场多年实际应用与考核效果良好，品质达到国际先进水平。宣达公司可提供具有国际先进水平的从燃硫、净化、转化、干吸直到低温热回收硫酸生产成套系统流程装备。如合金干吸塔、循环槽、管线、泵阀和酸冷器、蒸发器等设备。从而实现硫酸设备从“砌砖时代”向“合金时代”的转变，其经济效益和社会效益十分明显。

(2) 流程装备合金化可减少甚至避免停产大修提高生产率和利用率

停产并更换设备和零部件给企业造成的经济损失是不容忽视的。可以设想一个企业不停产没有大修将会带来多大的经济效益。系统流程装备合金化只需做好日常的维护和检修，可实现流程化连续生产。如果耐腐蚀合金材料选择得当，甚至可以做到设备与企业同寿命，经济效益是不言而喻的。

(3) 流程装备合金化可收到运行可靠安全环保的双重效果

众所周知，化工流程装备跑、冒、滴、漏不仅影响生产，严重的是污染环境，甚至造成安全事故。如前所述，流程装备合金化后只需做好日常的维护和检修，可减少乃至避免跑、冒、滴、漏，安全环保得到保证。不仅具有经济效果而且社会环保意义很大。

(4) 流程装备合金化便于实施采用新工艺和新技术

新工艺和新技术的引进和采用，是以新的先进的流程装备作保证的。在一套老旧的装置上新工艺新技术是很难实施的。低温位热回收技术就是最明显的例子。只

有当吸收塔、循环槽、管线、泵阀、酸冷器和蒸发器等系统流程装备全部实现合金化后低温位热回收才有可能。

(5) 以使用周期成本为依据—选用材料与新理念

我国设计和生产部门选用材料和设备往往局限于采用所谓的性（能）/价（格）比，甚至单纯以价格为标准，严格说这是不科学的尤其是后者，往往得不偿失，造成很多无形的经济损失。近期一些发达国家尤其是美国，采用一种新的选用材料和设备的标准—使用周期成本（LCC—Life Cycle Cost）。不是仅仅对比一块耐酸砖和一张耐酸合金板的价格，而是把投资、成本和材料、设备使用周期寿命紧密结合，考虑综合经济效益。以火电厂烟气脱硫湿烟囱防腐为例，采用防腐涂料需要年年停产大修，采用耐酸砖只少 2~3 年也要停产大修。而美国选用 C-276 合金薄板衬里防腐，设计使用寿命 50 年基本与电厂同寿命，使用周期成本是最低的。同样硫酸系统流程装备实现全合金化后，减少甚至不用年年停产大修，同样会付出最低的使用周期成本，而获得更大更高的综合经济效益。

展望未来，任重道远。中国硫酸界的朋友们，让我们携起手来，为我国硫酸生产系统流程装备的根本改造，创造更大更高的综合经济效益而努力！