

Intelligence Changes The Environment

高导热、高耐腐蚀聚合物复合材料
换热材料、换热器简介



MillionenNa

上海塔控智能科技有限公司



前言

《高导热、高耐腐蚀聚合物复合材料换热材料、换热器简介》（以下简称“手册”）介绍了上海塔控智能科技有限公司（以下简称“塔控”）的换热材料、换热器产品。手册介绍了相关产品的工艺、规格参数、对比、应用场景、专利、资质等。为了确保安全、正确地选用产品，请在使用之前先阅读本手册！

塔控换热材料、换热器产品的性能和功能会不断改进，手册内容如有更改，恕不另行通知。

塔控力求简介的正确、全面。如有错误、遗漏，请和塔控联系（service@tower-control.com），我们将非常乐意与您一起改进产品和手册。

为了安全使用塔控产品，操作时请务必遵守以下描述的安全事项。并将本手册交于使用者、操作者阅读。在操作之前，请熟读本手册，并对产品有深入了解。本手册只对产品的功能进行阐述，塔控不保证该产品将适合于用户的某一特殊用途。

塔控智能 TowerControl



安全事项

请阅读以下简明的规则。不遵守这些规则可能会导致危险或损坏产品。请阅读完整手册以获取有关安全事项的更详细信息。

电气安全

塔控高导热、高耐腐蚀聚合物复合材料换热材料、换热器（以下简称“塔控产品”），不涉及接电情况，请勿使用任何方法接入电源使用。

腐蚀性安全

塔控产品在正常使用过程中可能会接触到酸等化学物质，所有的化学物质在人体皮肤接触、衣物接触或吸入体内对人体和衣物均有不同程度的损害，为防止在产品的使用过程中将化学物质飞溅到人体上、衣物上或吸入人体内，强烈建议操作人员在安装、调试、维护产品时务必小心谨慎，身穿防护服然后再进行相关操作。

高温安全

塔控产品可能处于高温工作环境中，在工作状态下，会有超过120℃的高温，为防止高温灼伤，强烈建议在工作状态下勿打开相关产品进行相关操作。

操作安全

- 请定期检查产品状况，若发现其松动，请紧固之后再使用。
- 绝不允许擅自拆卸、加工、改造或修理产品，否则可能导致其工作异常、发生泄漏事故。
- 请使用冷水清洗产品，不可使用酒精、汽油或其它有机溶剂，不可使用150℃以上水或蒸汽。
- 开箱时若发现产品损坏或变形，请勿使用。
- 安装时避免灰尘、线头、铁屑或其它物质进入产品，否则会发生异常或故障。
- 产品各部件有一定的寿命期限，为保证长期使用，务必进行定期保养和维护。
- 报废本产品时，按工业垃圾处理，避免污染环境。
- 如果发现从产品中冒烟，闻到有异味，发出异响等异常情况发生时，请及时与本公司联系。

其他安全注意事项

如需更换产品的零部件，请使用塔控指定的型号规格的配件、零部件。

本产品不适用于直接关系到人身安全的系统。如核动力设备、使用放射能的设备、铁路系统、航空机器、船舶设备、航空设备和医疗器械等。如有应用，用户有责任使用额外的设备或系统确保人身安全。

塔控产品不可改造改装；塔控产品不能食用；请勿把塔控产品作为伤害他人或物体之工具使用。



节能减排、实现双碳目标的政策背景

2020年9月22日，国家主席习近平在第75届联合国大会提出我国2030年前碳达峰、2060年前碳中和目标。

2021年1月5日，生态环境部发布《碳排放权交易管理办法（试行）》，这是在国家发改委2014年颁布的《全国碳排放权交易管理办法》基础上进行的修订，该文件的正式发布是全国碳市场启动的最重要节点，意味着我国全国碳市场第一个履约周期正式启动。

2021年3月，《2021年政府工作报告》提出：踏实做好碳达峰、碳中和各项工作，推动煤炭清洁高效利用。

2021年10月，《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》重点实施节能降碳增效行动。

2021年10月，国家发改委、国家能源局《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》提出：开展锅炉余热深度利用改造，大力推广煤电机组烟气余热深度利用技术。

2022年4月，国家发改委提出适度超前推进碳达峰投资，实施煤电节能降碳改造。

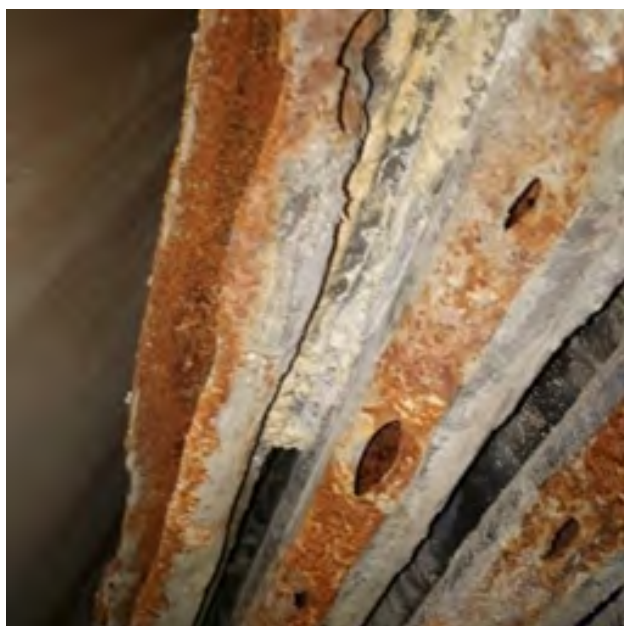
2022年5月，财政部印发《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》，提出支持重点行业领域绿色低碳转型，推动减污降碳协同增效，持续开展燃煤锅炉、工业炉窑综合治理，扩大北方地区冬季清洁取暖支持范围，鼓励因地制宜采用清洁能源供暖供热。

2022年8月，工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部发布《工业领域碳达峰实施方案》。

2022年11月，二十大报告提出要积极稳妥推进碳达峰碳中和，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动。

烟气换热器材料的选择

低低温烟气换热器材料，一般分为金属（ND钢、2205不锈钢、316L不锈钢）和非金属（氟塑料）



金属换热器

优点：导热系数高；刚性好，易加工；

缺点：易腐蚀；易积灰、堵塞；

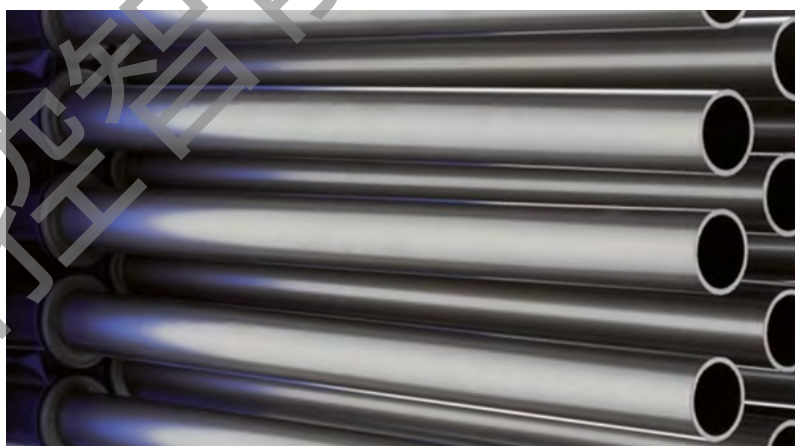


非金属换热器

优点：不易腐蚀；抗积灰、堵塞；

缺点：导热系数低、刚性低，只能纵向布置；

在200℃以下，1.2MPa工作压力范围内，低低温烟气换热器，需要一种高耐腐蚀、抗积灰、抗堵塞、导热系数高、刚性高、易加工的新型材料。



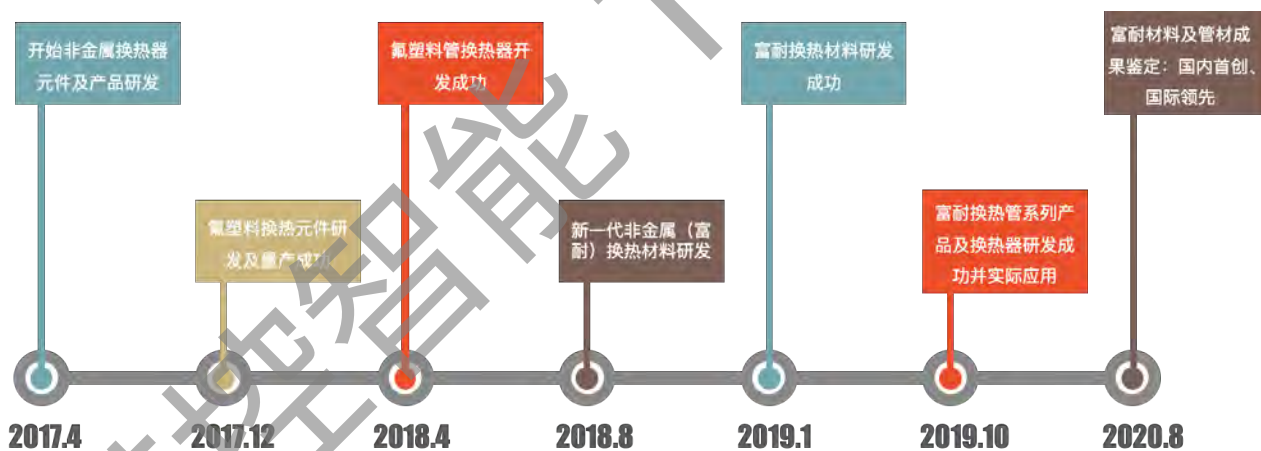
我们与高等院校合作组建有专业的研发团队，致力于高导热、高耐腐蚀聚合物复合材料的研发，为酸环境下的换热提供抗腐蚀解决方案。

富耐材料及管材发展历程

国际领先的“富耐”管材及换热器已经成功应用于燃煤锅炉尾部烟气的余热利用，化工过程的气体 / 液体换热，从材料方面解决了换热管的腐蚀，获得用户及行业广泛认可。经过了化学工业非金属材料和设备质量监督及检验中心的测试及检测，应用于燃煤锅炉的富耐管换热器经过了西安热工研究院的性能测试。

公司列入常州龙城英才计划、江苏省双创计划，产品进入省工信厅、财政厅推荐目录名单等。

2020年8月江苏省工信厅组织产品鉴定，专家组成员来自高校、科研院所、产业公司、电力行业、化工行业。鉴定委员会主任/副主任：王玉忠 院士 / 颜德岳 院士，鉴定意见：“国内首创，国际领先”！





富耐材料及管材规格参数



以高分子材料为基体，通过多种导热填料复合和杂化、高填充、界面调控、设备设计、模具设计，实现导热率高、力学性能优、可热塑性加工的富耐（管）材制备。为了实现富耐材料的高导热率（壁厚方向的导热率大于11W/mK），必须通过导热填料的超高填充（填充大于70wt%）。传统非金属材料极难兼具高导热、高强度、易加工三种特性。本产品通过一系列专有技术实现了高填充高分子复合材料的“魔三角”！

规格及主要性能参数

性能分类	CP	CS
管径×壁厚×长度（mm）	(10-80) × (1.0-3.0) ×可定制	(10-80) × (1.0-3.0) ×可定制
适用工况温度（℃）	<100	<200
密度（kg/m³）	1.55	1.85
导热系数（W/mK）	>20	>20
常温耐压性能(bar)	60	60
拉伸强度（MPa）	21.86	20.68
100℃线膨胀系数（℃ ⁻¹ ）	2.1×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵
摩擦系数	0.2	0.2
磨损率（m³/m·N）	5.28×10 ⁻⁵	3.16×10 ⁻⁵
邵氏硬度（HA）	100	100

富耐材料工艺组成

聚苯硫醚(PPS)、聚丙烯(PP)、三氧化二铝(Al2O3)、石墨（碳元素）等材料进行填充工艺化，形成原料颗粒。原料颗粒通过挤出机挤出形成复合管材。挤出机螺杆组合、温度、挤出速度及模具机温度的调控可调节管材的性能。根据应用环境，复合管材可设计、加工成多用途的换热器。



特点

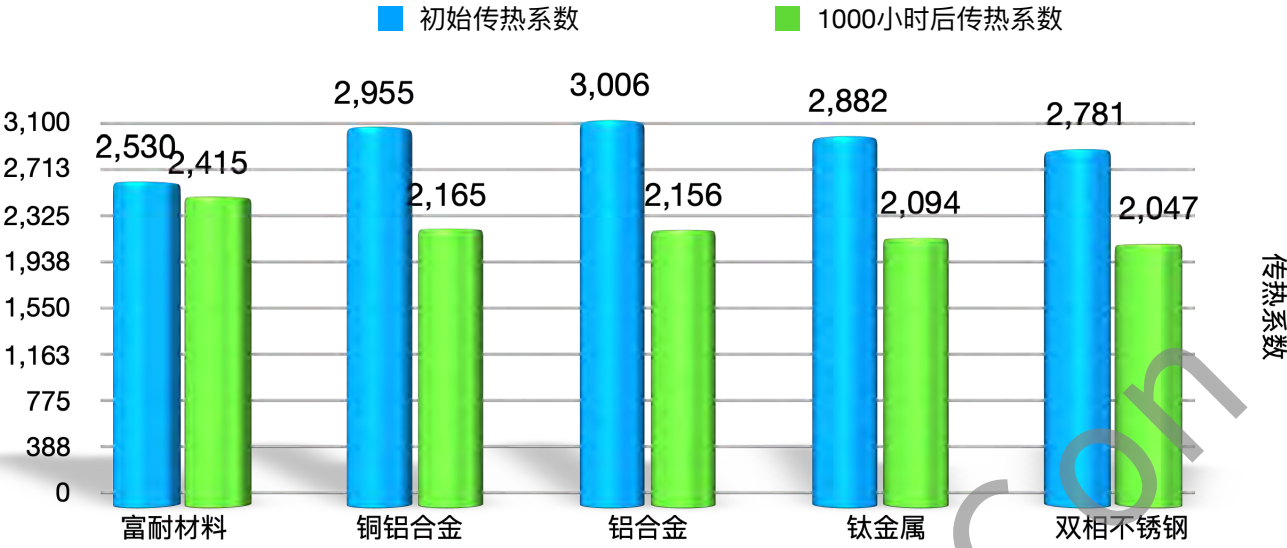
- ① 高导热、耐腐蚀高分子聚合物复合材料
- ② 导热系数高（>20W/m·K），高于双相不锈钢（18W/m·K）
- ③ 可挤塑、注塑成型，并具备机械加工性能
- ④ 管材表面光滑（添加石墨达75%，国际领先水平）、抗结垢、维护量小
- ⑤ 管材常温爆破压力达6.0MPa以上，力学性能优越
- ⑥ 管材的管形与金属管相似，制造的换热器与传统换热器基本相同，便于布置和检修管理

抗腐蚀性能对比

介质	富耐材料	金属材料			
	CS/CP	铝合金	铜铝合金	双相不锈钢	钛
海水3.6% 70度	√	√	√	√	√
海水3.6% 90度	√	△	△	△	√
盐水 大于12% 85度	√	×	△	△	√
盐酸 3%	√	△	△	√	√
盐酸 40%	√	×	×	×	△
硫酸 3%	√	△	△	△	√
硫酸 10%	√	×	×	×	△
磷酸 12%	√	×	△	△	√
磷酸 加热	√	×	×	×	△
氢氟酸 45%	√	×	×	×	×
氯化铁	√	×	×	×	√
硫化氢	√	△	×	△	√
磷酸铵	√	△	×	△	√
√ 抗腐蚀 △ 中等抗腐蚀 × 不抗腐蚀					



整体传热系数对比（海水淡化场景1000小时）



综合性能对比

材料性能	氟塑料	双相不锈钢	CS	CP
抗腐蚀能力	高	低	高	高
添加除垢剂	微量	大量	微量	微量
维护工作量	小	大	小	小
热传导性能	低	高	类似不锈钢	类似不锈钢
热软化性能	260°C	高	260°C	140°C
环保效果	高	低	高	高
设备重量	较轻	重	轻	轻
使用寿命	较长	3~5年	50年	50年
投入成本	高	高	低	低

检验检测数据

项目	导热率(W/(m.K))	密度 (g/cm3)	耐高温力学性能保持率(%)	耐混合酸力学性能保持率(%)	耐烟囱冷凝液腐蚀性能保持率(%)
富耐CP管	20.79	1.65	104	104	98
富耐CS管	20.699	1.85	89	104	97

CMA检验报告



170014230441

NO. 2020083SM

检验报告

INSPECTING REPORT

样品名称: 高导热强耐腐可热塑加工聚合物复合材料 (代号 CP)

PRODUCT

委托单位: 江苏新成碳合新材料科技有限公司

CLIENT

检验类别: 委托检验

INSPECTING TYPE

声明: 1. 报告无本检验机构公章无效; 2. 报告无编制、审核、批准人签章无效; 3. 报告涂改无效; 4. 委托检验仅对样品所检测项目负责; 5. 本报告复印件无效; 6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向本检验机构提出, 逾期不予受理。

化学工业非金属材料和设备质量监督检验中心

Quality Supervisory Centre of Chemical Inorganic Nonmetal Material & Equipment



170014230441

NO. 2020085SM

检验报告

INSPECTING REPORT

样品名称: 高导热强耐腐可热塑加工聚合物复合材料 (代号 CP)

PRODUCT

委托单位: 江苏新成碳合新材料科技有限公司

CLIENT

检验类别: 委托检验

INSPECTING TYPE

声明: 1. 报告无本检验机构公章无效; 2. 报告无编制、审核、批准人签章无效; 3. 报告涂改无效; 4. 委托检验仅对样品所检测项目负责; 5. 本报告复印件无效; 6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向本检验机构提出, 逾期不予受理。

化学工业非金属材料和设备质量监督检验中心

Quality Supervisory Centre of Chemical Inorganic Nonmetal Material & Equipment



170014230441

NO. 2020084SM

检验报告

INSPECTING REPORT

样品名称: 高导热强耐腐可热塑加工聚合物复合材料 (代号 CS)

PRODUCT

委托单位: 江苏新成碳合新材料科技有限公司

CLIENT

检验类别: 委托检验

INSPECTING TYPE

声明: 1. 报告无本检验机构公章无效; 2. 报告无编制、审核、批准人签章无效; 3. 报告涂改无效; 4. 委托检验仅对样品所检测项目负责; 5. 本报告复印件无效; 6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向本检验机构提出, 逾期不予受理。

化学工业非金属材料和设备质量监督检验中心

Quality Supervisory Centre of Chemical Inorganic Nonmetal Material & Equipment



170014230441

NO. 2020086SM

检验报告

INSPECTING REPORT

样品名称: 高导热强耐腐可热塑加工聚合物复合材料 (代号 CS)

PRODUCT

委托单位: 江苏新成碳合新材料科技有限公司

CLIENT

检验类别: 委托检验

INSPECTING TYPE

声明: 1. 报告无本检验机构公章无效; 2. 报告无编制、审核、批准人签章无效; 3. 报告涂改无效; 4. 委托检验仅对样品所检测项目负责; 5. 本报告复印件无效; 6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向本检验机构提出, 逾期不予受理。

化学工业非金属材料和设备质量监督检验中心

Quality Supervisory Centre of Chemical Inorganic Nonmetal Material & Equipment

专利情况



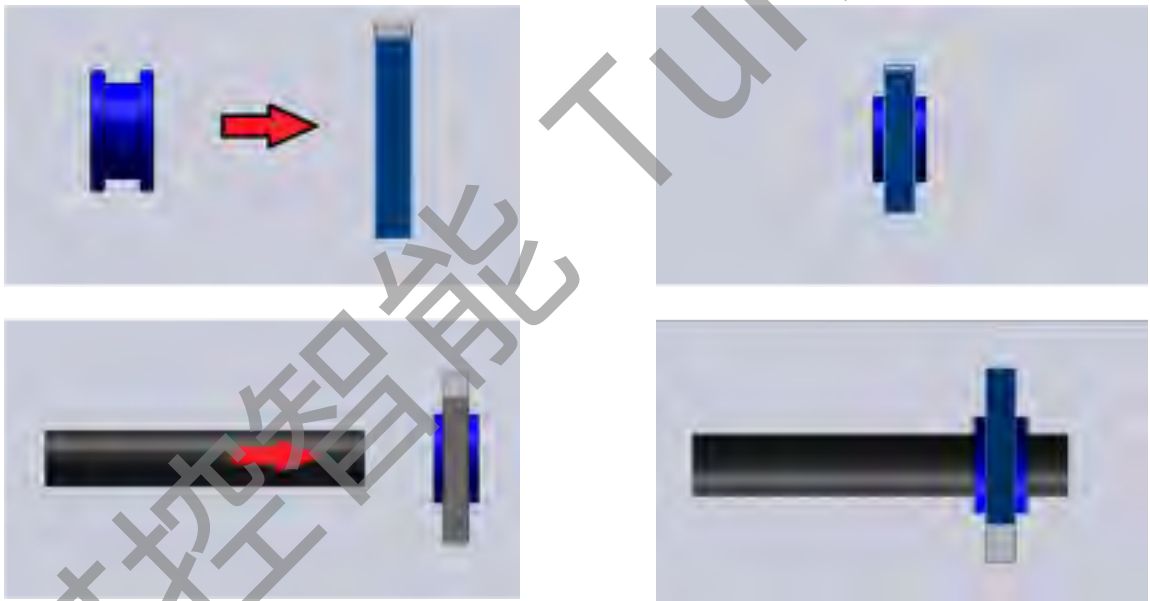


专利清单

名称	专利号	类型
一种高垂直导热率以及力学性能优异的聚丙烯复合材料及其制备方法	201910414513X	发明专利
一种高垂直导热率聚苯硫醚复合材料薄片及其制备方法	2019104122693	发明专利
一种高分子复合材料换热管改善导热性能的制备方法	2019104692004	发明专利
一种换热器板管连接密封件	201920634876X	实用新型
一种换热管与管板固定密封结构	2019207721841	实用新型
一种用于高分子复合材料换热管的挤出模具	2019208208650	实用新型
一种高垂直导热率聚苯硫醚复合材料薄片及其制备方法	PCT CN2019 091 016	PCT

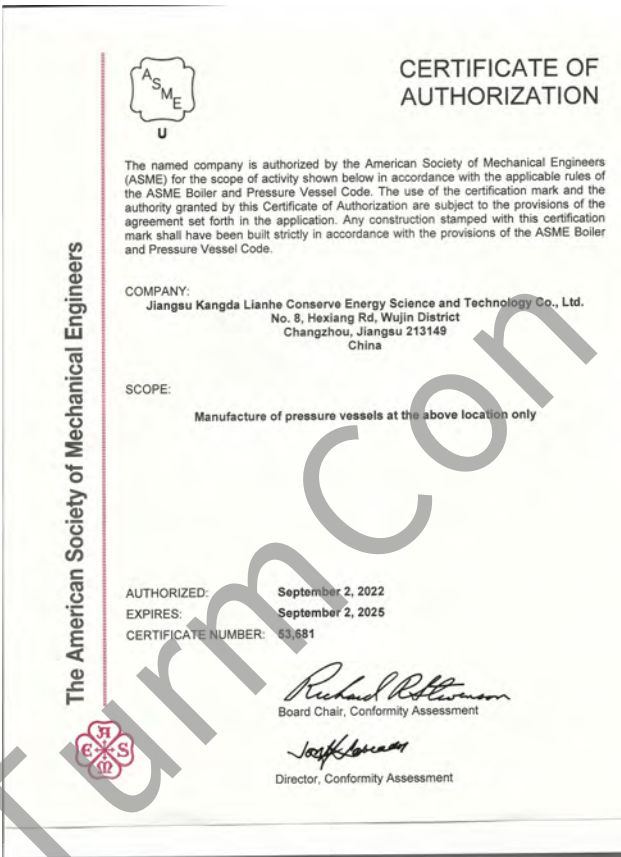
专利密封技术

自主研发新型的密封技术及工艺，解决了换热器密封的技术难点，并申请了专利（201920634876.X），可在恶劣工况条件下保证设备长期稳定、安全运行。



可在260℃，1.2MPa工作条件下保证密封性能。

资质情况







研发和生产能力



高分子成型加工空间

研发设备



万能拉伸机



热重分析仪



动态机械分析仪



扫描电镜



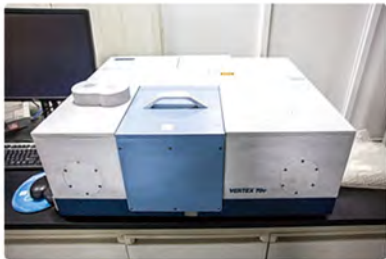
原子力显微镜



透射电镜



差示扫描量热仪



红外光谱仪



相位差偏光显微镜

生产设备



PTFE制管生产线



自动化拌料、筛料机



专用成型生产线



注塑设备



专用造粒机



专用整形机



实验平台（性能测试）



废气、废水处理装置

富耐材料及管材应用场景



基于自主开发的富耐材料换热器，可为各类工业用户提供多种富耐材料换热器应用系统，包括：

■低低温省煤器换热器系统

低低温省煤器采用富耐聚合物材料制造的烟气余热回收换热器系统，可以在酸露点以下回收烟气热量，不发生腐蚀，能够最大限度利用可回收余热，帮助用户节煤、节水、提高效率。

■烟气冷凝提水系统

烟气冷凝提水系统利用富耐聚合物材料换热管内的冷却水将烟气降温、冷凝，烟气中的水分得以析出，汇集后回收利用。使用烟气冷凝提水系统提取回收的凝结水可以进入脱硫处理系统重复利用，降低脱硫处理工艺耗水量，提高水的利用率，节约全厂的水消耗，达到节水目标。

■烟气脱白处理系统

烟气脱白处理系统利用富耐聚合物材料换热器对烟气进行冷凝脱水和再加热，可以在确保安全运行不发生腐蚀的前提下高效脱除烟气中含有的水分，降低排烟的含水率，显著改善甚至完全消除白烟现象，改善烟囱排放视觉效果。

■垃圾电站气-气换热器系统

垃圾电站气气换热器专门应用于垃圾焚烧发电领域。采用列管式布局结构，原烟气和净烟气通过富耐聚合物材料换热管直接换热。换热器内部和烟气相接触部分均采用富耐聚合物材料防腐，将金属部件和烟气彻底隔离开，可以达到零腐蚀，零泄露。

■危废焚烧装置气-气换热器系统

应用于危险废物焚烧处置行业的专用烟气换热器设备。根据换热量的大小，危废焚烧气气换热器可以采用多种形式的结构和布局，烟气流程和方向也可以灵活安排，以方便上、下游设备的布置和烟道的连接。由于危险废物的复杂多样性，焚烧所产生的烟气通常包含十分复杂的强腐蚀性气体，烟气量和温度也有一定的波动变化，为了满足不同运行工况的变化，危废焚烧气气换热器均采用客户定制化设计方案，有针对性的适应多种多样的需求。

富耐材料及换热器在低低温省煤器里的应用

为了最大限度的利用锅炉排烟余热，提高电厂的热经济性，锅炉烟气余热利用很有必要。通常会利用锅炉尾部烟气余热加热凝结水和冷风，提高机组的经济性，节约能源。

目前，几乎所有火电厂低低温省煤器换热器均采用金属材质，一般采用2205和316L不锈钢组合。但由于双相不锈钢耐酸腐蚀性性能差，尤其是在低温酸腐蚀环境下（120度左右及以下），1年左右即会发生腐蚀穿孔、破损，差不多每隔5年更换一遍换热器模组，成本巨大，经济效益极差！





局部腐蚀泄漏图片



换热管和除尘器堵灰图片

低低省静态投资回收期：5年~8年。金属材质换热器生命周期：3~5年。需要延长换热器生命周期，才能实现正向投资回报！对于防止低低温省煤器的磨损、腐蚀、堵灰而言，换热管材选择是关键！

“富耐”材料换热器，几乎可以100%抗酸腐蚀，在酸环境下耐磨性能远远高于双相不锈钢，但整体成本却与双相不锈钢材质差不多，而且生命周期达到了20年以上，真正实现了低低省的设计目标，节能降耗、降低碳排放，为用户实现投资正向回报。





对于防止低温省煤器的磨损、腐蚀、堵灰而言，换热管材选择是关键。

富耐材料具有耐腐蚀、高导热、抗磨损、重量轻、抗沾污、蠕变小、刚度大及可加工性能，导热性与2205不锈钢相当，可用于布置在引风机出口的第二级低温省煤器，造价与316L、2205钢材生产的设备价格相当，但耐腐蚀性、抗磨损性能好，使用寿命长。

低低温省煤器——深度节能应用

低低温省煤器是采用富耐材料制造的烟气余热回收系统，可以在酸露点以下回收烟气热量，不发生腐蚀，能够最大限度利用可回收余热，帮助用户节煤、节水、提高效率。



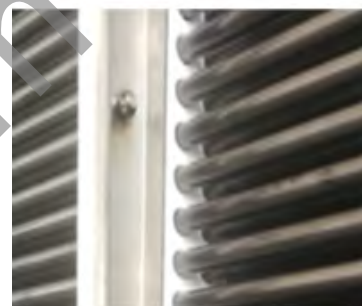
低低温省煤器通过深度冷却，可以将进入脱硫系统的烟气温度降低到80℃以下，节约脱硫系统的水消耗量，特别有利于用户耗水指标的改善。

- 1 加热空预器进风，提高锅炉效率，有助于防范空预器发生低温腐蚀。
- 2 加热凝结水，通过排挤汽轮机抽汽，加大汽轮机出力，提高电厂的整厂热效率。
- 3 加热供热机组的热网回水，改善供热效率。

烟气提水换热器——节能环保应用

烟气冷凝提水系统利用富耐换热管内的冷却水将烟气降温冷凝，烟气中的水分得以析出，汇集后回收利用。

使用烟气冷凝提水系统提取回收的凝结水可以进入脱硫处理系统重复利用，降低脱硫处理工艺耗水量，提高水的利用率，节约全厂的水消耗，达到节水目标。



管式气气换热器——脱硫系统应用

管式气气换热器可以降低除尘后烟气的温度，保证其以80℃~90℃的最佳反应温度进入脱硫装置，提高脱硫效率，减少脱硫工艺水消耗，实现部分除尘。



排烟温度提升后，可以减轻对烟道和烟囱的腐蚀。烟气经过湿法脱硫处理后，烟气中含有酸性气体和水蒸气，温度在45℃~55℃区间，达到湿饱和状态，容易在烟囱出口凝结形成水雾，特别是在温度低，气压低，湿度大的天气情况下，烟气中携带的脱硫浆液以及酸性溶解物容易沉降凝结，对烟道和烟囱有较强的腐蚀，采用管式气气换热器将烟气温度提升可以减轻这种腐蚀。

水媒式换热器——烟气处理应用

水媒式换热系统利用水作为媒介，通过水循环方式将脱硫前高温烟气的热量吸收用于加热脱硫后的净烟气，提升净烟气的温度，提高烟气排放的抬升高度，降低污染物的落地浓度，实现GGH的所有功能。

水媒式换热系统由烟气冷却器和烟气再热器两部分换热器组成，配有循环水泵和相应的水管路。系统中还配备稳压、加药、补水装置，可确保系统安全稳定运行。

由于采用水媒换热方式，烟气冷却器和烟气再热器的设备体型较小，并且可以分开布置，整个系统节约空间，布置灵活，特别适合于老机组改造应用。



气气换热器——垃圾焚烧应用

垃圾电站气气换热器专门应用于垃圾焚烧发电领域。采用列管式布局结构，原烟气和净烟气通过富耐管直接换热。换热器内部和烟气相接触部分均内衬氟塑料防腐，将金属部件和烟气彻底隔离开，可以达到零腐蚀零泄露。

使用垃圾电站气气换热器，可以将垃圾焚烧排放的高温腐蚀性烟气所含有的热量吸收下来，加热提升净烟气温度，满足烟气排放环保达标。

气气换热器——危废焚烧应用

危废焚烧气气换热器是应用于危险废物焚烧处置行业的专用烟气换热器设备。

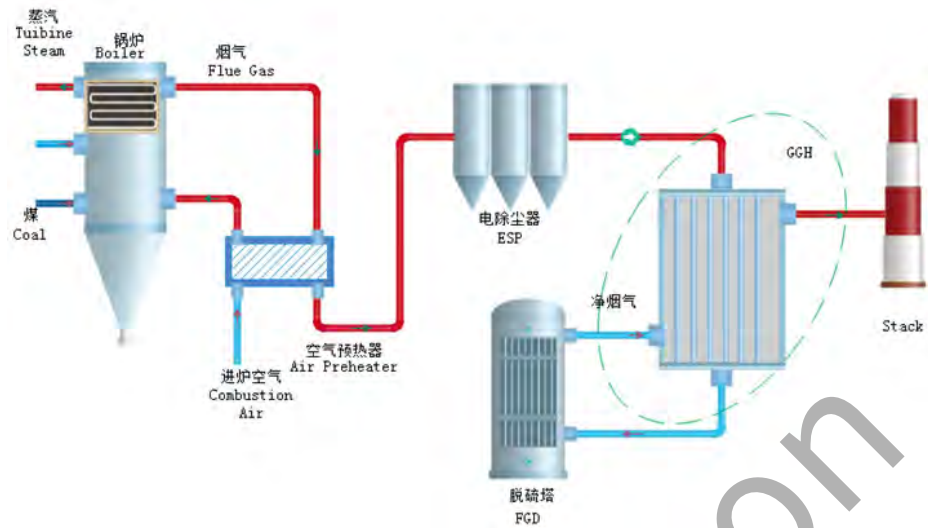
根据换热量的大小，危废焚烧气气换热器可以采用多种形式的结构和布局，烟气流程和方向也可以灵活安排，以方便上、下游设备的布置和烟道的连接。

由于危险废物的复杂多样性，焚烧所产生的烟气通常包含十分复杂的强腐蚀性气体，烟气量和温度也有一定的波动变化，为了满足不同运行工况的变化，危废焚烧气气换热器均采用客户定制化设计方案，有针对性的适应多种多样的需求。

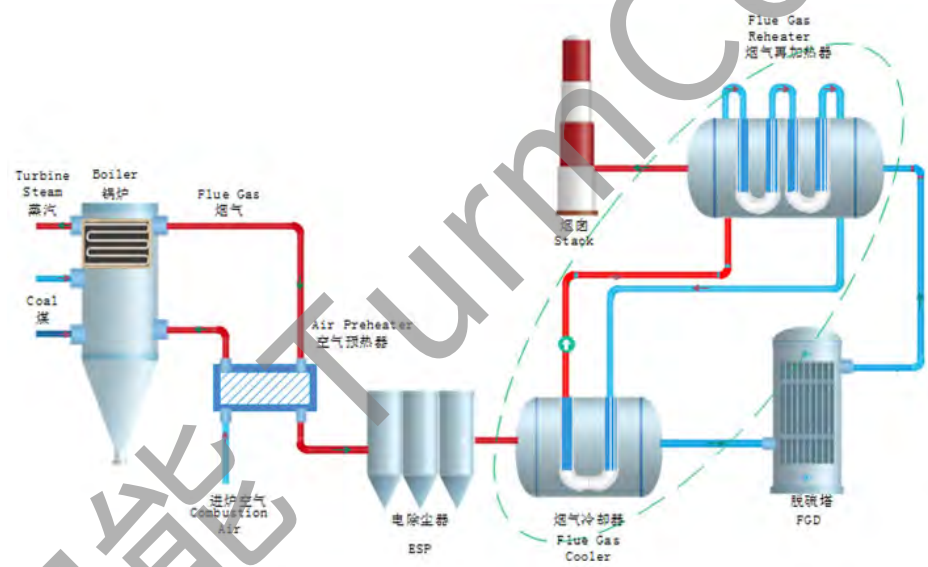




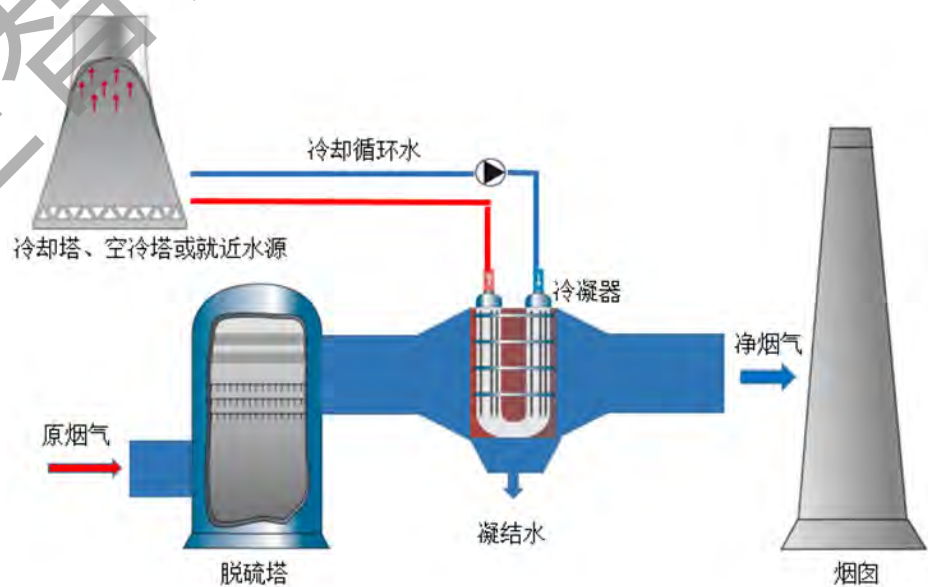
烟气直接加热（换热器）- GGH



烟气直接加热（换热器）- MGGH

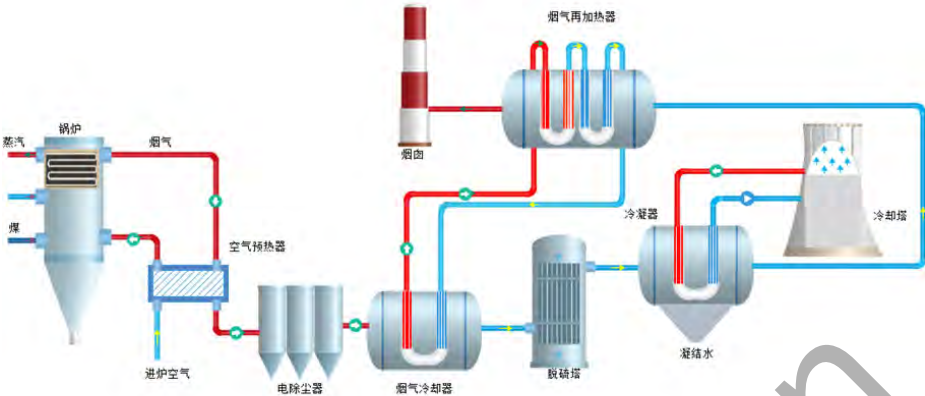


烟气（换热器）冷凝-专用
冷凝（提水）换热器





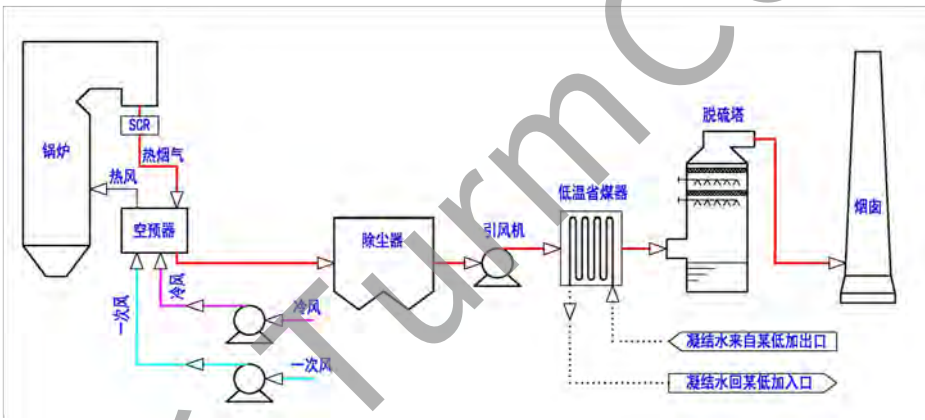
集成消白换热器组



燃煤电厂加热冷凝水
余热利用系统

低温省煤器采用富耐复合管。

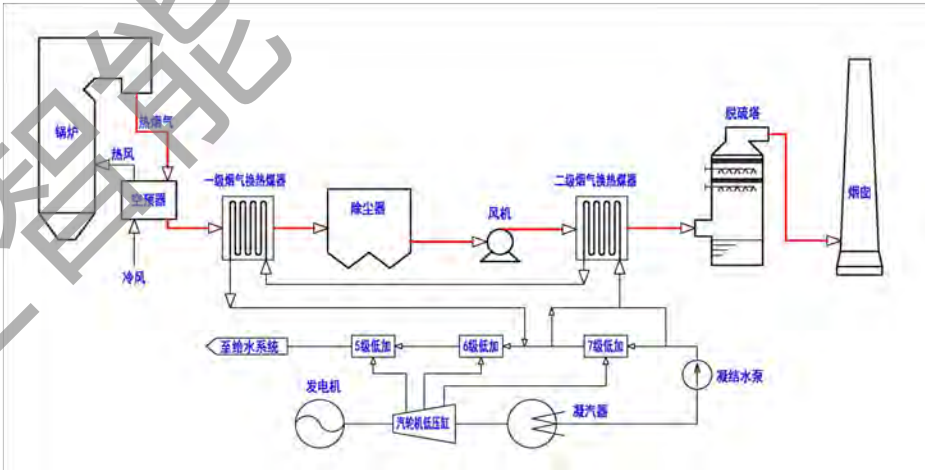
耐腐蚀、防结垢、寿命长、烟温可降至75℃及以下，可替代316L、2205等合金钢。



燃煤电厂加热冷凝水
余热利用系统

二级低温省煤器采用富耐复合管。

耐腐蚀、防结垢、寿命长、烟温可降至75℃及以下，可替代316L、2205等合金钢。



燃煤电厂加热冷凝水及暖风器余热利用系统

低温省煤器采用富耐复合管。

耐腐蚀、防结垢、寿命长、烟温可降至75℃及以下，适用于暖风器回水温度低工况，可替代316L、2205等合金钢。

燃煤电厂加热净烟气余热利用系统

低温省煤器和烟气再热器采用富耐复合管。

耐腐蚀、防结垢、寿命长、低温省煤器烟温可降至75℃及以下，可替代316L、2205等合金钢。

某电厂改造方案

脱硫塔前布置二级低温省煤器，烟气温度由95-100℃降到75℃左右。

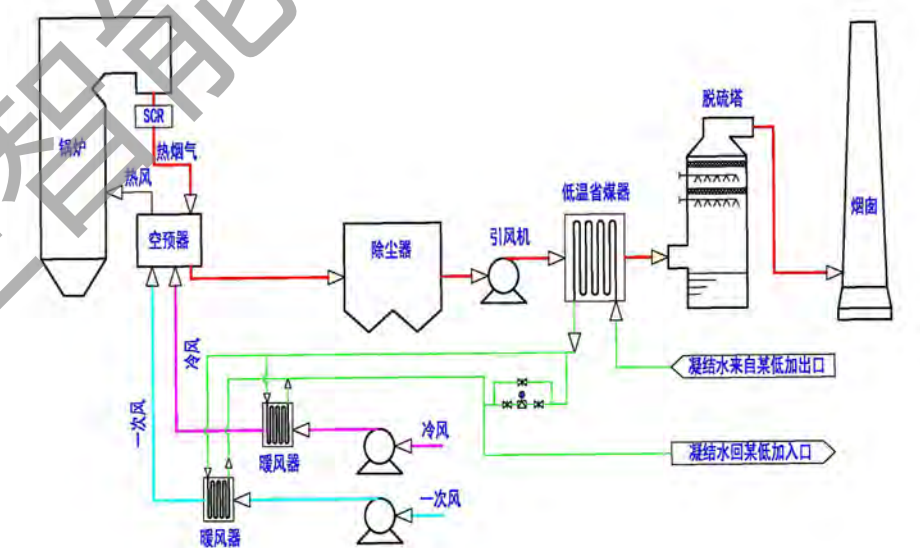
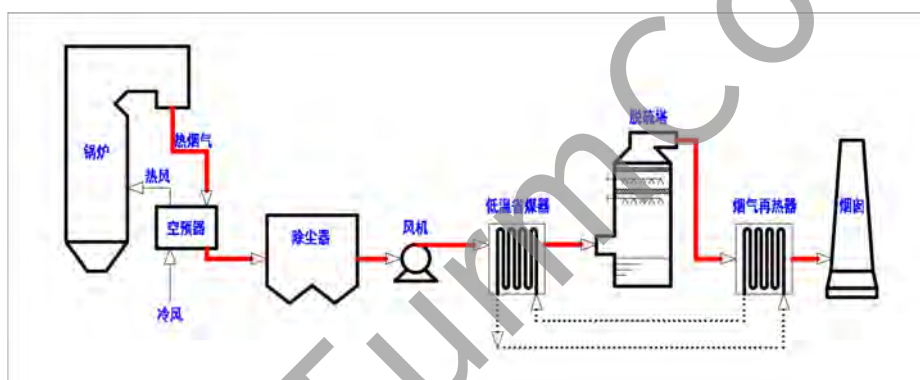
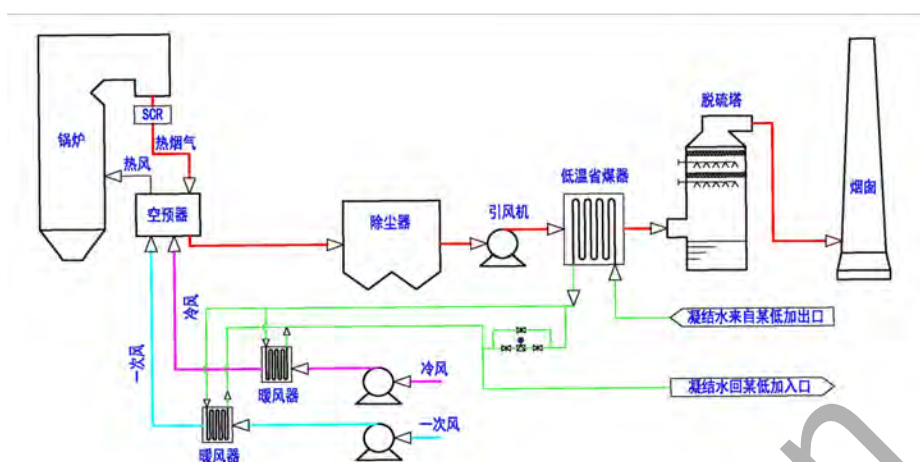
在空气预热器前加暖风器，二次风加热到70℃。一次风温加热到65℃。

烟气降温器与暖风器间的热量由热媒水传递。

烟气降温器采用富耐管，管径φ 19，壁厚2mm，顺列布置。

暖风器可采用光管，也可采用三维肋片管。

预计降低煤耗1.5g/kwh





MillionenNa

上海塔控智能科技有限公司

上海市杨浦区佳木斯路353号白玉兰环保广场19层

info@tower-control.com