

中国工程院院士 候选人提名书

(院士提名用)

被提名人姓名：凌祥

专业技术职称：教授

专业或专长：能源新技术（过程强化节能技术与装备）

拟提名学部：能源与矿业工程学部

提名院士：陈勇

中国工程院印制

2025 年度

一、基本信息

姓 名	凌祥	性 别	男	出生年月日（公历）	1967.06.10
民 族	汉族	出 生 地	江苏省盐城市		
政治面貌	中共党员	籍 贯	江苏省盐城市		
工作单位	南京工业大学			行政职务	副校长
单位所属部门、省、自治区、直辖市		江苏省			
专业或专长	能源新技术（过程强化节能技术与装备）				
专业技术 职称	教授	专业技术 职务	教授		
曾被提名、推荐为 院士候选人情况	年度（工程院）		2021,2019,2017		
	年度（科学院）		无		

二、主要学历（从大专或大学填起，6项以内）

起止年月	校（院）及系名称	专 业	学 位
1985.09-1988.06	南京化工学院	化工过程机械（动力工程及工程热物理）（跳级，提前一年毕业）	学士
1988.09-1991.06	南京化工学院	化工过程机械（动力工程及工程热物理）	硕士
1999.09-2002.06	南京工业大学	化工过程机械（动力工程及工程热物理）	博士

三、主要经历（10 项以内）

起止年月	工作单位及行政职务/技术职务/职称	主要科研、技术工作（限 50 字）
1991.06-1998.09	南京化工学院(1996 年更名为南京化工大学)///讲师	研究节能装备蠕变和疲劳评价技术
1998.10-2003.08	南京化工大学(2002 年更名为南京工业大学)///副教授	探索紧凑式换热器制造工艺、完善扩缩流强化传热理论
2003.09-2004.12	南京工业大学///教授	主持国自然科学基金，建立在役装备微试样测试体系、完善蠕变和疲劳评价技术，获国家科技进步二等奖（3/10）
2005.01-2008.11	南京工业大学/机械与动力工程学院副院长//教授	主持国自然科学基金，研发了耐高温紧凑型换热装备制造新工艺。提出镍基扩散钎焊大型化制造新工艺
2008.12-2012.12	南京工业大学，江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室/机械与动力工程学院院长/主任/教授	承担国家科技支撑计划重点研究攻关等，研发扩缩流强化传热技术，获国家技术发明二等奖（1/6）
2013.01-2018.07	南京工业大学，江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室，江苏省流程工业节能环保技术与装备工程研究中心/机械与动力工程学院院长/主任/教授	入选万人计划、长江学者计划，开发节能装备表面强化技术，获国家科技进步二等奖（1/10）
2018.09-2021.12	南京工业大学，江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室，江苏省流程工业节能环保技术与装备工程研究中心/副校长/主任/教授	主持国家重点研发课题，研发水蒸气强化压缩工艺，获江苏省一等奖（排名 1），何梁何利奖，全国创新争先奖
2022.01-2024.05	南京工业大学，江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室，江苏省流程工业节能环保技术与装备工程研究中心/副校长/主任/教授	主持基金委重点项目等，研发了太阳能煅烧电石渣生产氧化钙节能新技术，正在建设电石渣太阳能煅烧示范线
2024.06-至今	南京工业大学，江苏省过程强化与新能源装备技术重点实验室，江苏省流程工业节能环保技术与装备工程研究中心，国家热管技术研究推广中心/副校长/主任/教授	研发扩缩流强化分离热虹吸换热技术，并应用于脱硫除尘等环保工艺流程，使整个系统节能增效

四、主要学术团体兼职（4 项以内）

起止年月	学术团体名称	兼职职务
2015.11-至今	中国机械工程学会换热器专业委员会	副主任委员

2013.11-2017.11	中国化工节能技术协会	常务理事
2018.12-至今	江苏省能源研究会	副理事长

中国工程院2025年院士增选提名书

五、在工程科技方面的主要成就和贡献（突出对国家发展和安全的贡献，对科学技术发展的贡献和原创性科技成果，突出工程或产业贡献，限 3000 字）

面向国家节能降碳重大需求，凌祥教授三十多年来一直从事流程工业（石化、钢铁、建材等）过程强化节能技术与装备的研究。流程工业用能约占我国能源消费总量的 40%左右，能源利用率总体低于 60%，如能提高 2.5%，可节约相当于三峡大坝一年的发电量。进一步提升能源利用率，面临大量低品位余热和高温、强腐蚀等严苛条件，这对传统的节能理论、材料和工艺形成综合性挑战。围绕高效热利用和严苛环境下节能装备适应性两大难题，聚焦流程节能降碳重构，取得了多项原创性成果。创新性的发展了紧凑表面扩缩流强化传热理论，发明了大型耐高温紧凑式节能装备先进制造工艺；提出了节能装备表面强化抗应力腐蚀和疲劳技术，建立了节能装备蠕变和疲劳失效的设计评价方法；创制了流程节能降碳的新工艺和成套装备。成果应用于 400 余家企业的大型耗能系统，节能降碳效果显著，据统计节能约 1441.35 万吨标煤，减碳约为 3834 万吨，为我国流程工业低碳发展做出了突出贡献。

获国家技术发明二等奖 1 项（排名 1）、国家科技进步二等奖 2 项（排名 1 和 3）、江苏省科技进步一等奖 2 项（排名 1）、中国石化联合会技术发明一等奖 2 项（排名 1）、中国石化联合会科技进步一等奖 1 项（排名 1）、何梁何利科学与技术创新奖、全国创新争先奖。

发表 SCI 论文 228 篇，出版专编著 2 部，获授权发明专利 96 件（美国 7 件），专利转让、许可 24 件，1 件专利获中国石油和化学行业专利金奖。

入选长江学者特聘教授、万人计划领军人才、国家百千万工程人才，享受国务院特殊津贴专家。主要工作如下：

一、面向高效热利用，开发了紧凑表面扩缩流传热强化技术与装备，助推流程工业能效显著提升

热交换器是流程工业实现高效热利用的核心装备，其能效提升对达成我国“双碳”战略目标具有关键意义。以化工行业用能为例，热交换器效率每提升 1%，可降低全系统总能耗约 5%。然而，提升能效面临主要挑战是：增大传热系数往往伴随流动阻力的显著增加。因此，协同高紧凑表面高效传热与阻力调控，成为双碳背景下热交换器高效率指标提升的关键科学难题。

（一）发明了紧凑表面扩缩流强化传热技术。揭示了其内部纵向涡与横向涡强化传热机制，建立了多相态多流态的传热与流动模型，实现了高效传热，减小了流动阻力；研制了高紧凑度的热交换器翅片传热与流动性能风洞测试系统，构建了紧凑式热交换器性能表征方法（附件2），突破了高紧凑表面热交换器工程化应用的瓶颈；研制了大型高炉鼓风除湿的铝合金表冷器，比传统表冷器传热系数提高了2倍，高炉吨铁焦比消耗降低8%（附件4）；开发了焦炉上升管荒煤气余热回收技术，攻克了焦油凝结、温变热应力、换热效率低等难题，替代了传统低效的脱苯管式加热炉，热回收效率提升20%以上（附件4）。

（二）研发了耐高温紧凑型换热装备制造新技术。提出镍基捆扎扩散钎焊大型化制造新工艺，研建的大型耐高温（850℃）紧凑式换热设备连续生产线，解决了接头强度低、缺乏大型化工艺的难题；研制的翅片板和内翅片管扩缩变截面换热设备在加热炉余热回收应用表明：能源利用率比行业领军企业德国林德公司提高3-4%。上述研究成果应用于扬子石化、南钢、沙钢等200多家企业的节能项目；开发的风洞试验平台在杭氧得到了广泛应用，缩短了新产品开发的时间；据统计节能约1036.87万吨标准煤，新增销售约37.68亿元（附件2），获2012年国家技术发明二等奖（排名1）。

二、面向节能装备安全，开发了节能装备表面强化和高温寿命评价技术，保障了严苛环境下节能装备的长周期稳定运行

在高温、强腐蚀等极端严苛环境下，传统的设计、维护方法难以保障节能装备寿命达到设计使用年限，经常发生蠕变、应力腐蚀和疲劳破坏，每年造成经济损失高达数十亿元。当前制约节能装备长周期安全运行的核心难题在于：多场耦合作用下材料的非线性力学行为预测在空间和时间尺度外推上准确度低，缺乏提高服役寿命的有效手段及定量评价方法。

（一）改进了材料表层疲劳裂纹扩展速率的预测模型，发展了微试样试验方法，构建了冲击工艺-微观结构-微试样方法-强化效果协同评价体系；发明了基于高强高纯二氧化硅颗粒、超声冲击等表面强化处理新工艺。实现了流程工业节能装备抗应力腐蚀寿命提升5倍以上，撰写《小冲孔微试样材料性能测试技术及应用》专著（科学出版社）。成果已应用于扬子石化、泸天化等节能装

备，特别是 2008 年在扬子石化乙二醇蒸发装置应用后，蒸发器使用年限由不超过 1.5 年提高到 10 年以上（附件 3）。累计增产节支约 5.5 亿元，获 2018 年国家科技进步二等奖（排名 1）。

（二）建立了龙格-库塔-曼森积分耦合连续损伤蠕变多轴本构模型，编制了高温构件蠕变损伤分析软件包。成果应用于扬子石化、金陵石化的装备延寿改造，解决了在役节能装备的设计与安全评定难题。作为创新点之一获得 2004 年国家科技进步二等奖（排名 3）。

三、面向节能降碳流程改造，开发了水蒸汽压缩强化技术和油气 VOCs “四合一”处理工艺，实现了低品位余热高值化利用及高含盐废水、油气 VOCs 低能耗处理

流程工业中，低品位余热经测算折合标准煤约 1.5 亿吨/年，相当于约 100 多个百万千瓦级火电机组年发电量；高含盐废水蒸发过程能耗占总能耗的 5-15%；油气 VOCs 总量约 200 万吨/年。实现上述废弃能源与资源的高效回收利用面临严峻挑战：低品位余热热源分散、回收经济性差；高含盐废水蒸发浓缩结晶能耗高、腐蚀性强；油气 VOCs 多组分、变流量特征导致回收工艺能耗高。

（一）研发了水蒸汽压缩强化技术。提出了多级高效蒸汽压缩机叶轮设计方法，提升了水蒸汽压缩比；攻克了非均匀壁厚复杂曲面构件表面强化难题，突破了高处理量系统寿命短的技术瓶颈，离心压缩机寿命提升 50%；与梯级闪蒸耦合，将低品位热源蒸汽多级压缩提质增效，实现了高值化利用，攻克了困扰工程界数十年的低品位余热利用难题；发明了扩缩流除沫器和扩缩流冷凝装置，耦合水蒸汽强化压缩工艺，显著减小了液体对压缩机叶片的撞击，提高了系统的寿命，与四效蒸发相比系统体积缩减 20%，单位蒸发能耗降低 50%（附件 6）。

（二）发明了“四合一”油气 VOCs 回收技术与装备，将“冷凝、吸附、变压、解吸”四个过程集成同一个通道同时完成，缩短工艺流程，实现复杂组分、变浓度油气 VOCs 的高效低能耗回收。在满足油气 VOCs 回收率 $\geq 99\%$ 、非甲烷总烃浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 条件下，装置运行能耗降低 30%（附件 7）。

相关成果在溧阳德维、惠利特等进行转化，新增销售 62.92 亿元，并在中

石化、云天化、包钢、鲁西石化等 100 多家企业应用，据统计节能约 404.48 万吨标煤。获得中国石油和化学工业联合会技术发明一等奖（排名 1）、江苏省科学技术进步一等奖（排名 1）。

2021 年以来，获江苏省科技进步一等奖 1 项（排名 1），主持国家级重点项目和江苏省科技重大专项各 1 项。服务国家能源安全保障战略，研究太阳能替代化石能源节能技术，提出了“太阳能高温驱动废弃物高值转化”的节能低碳技术路线，创制了太阳能煅烧电石渣生产氧化钙新工艺，正在建设日处理 100 吨电石渣的太阳能煅烧示范线。

凌祥致力于流程工业节能降碳科技人才培养，已培养博士生 25 人，硕士生 89 人，博士后 5 人，形成了一支过程强化节能技术与装备科研创新领军团队，为践行我国“双碳”战略目标做出了突出贡献。

六、重大工程、重大科研任务和重大科技基础设施建设等方面的成果（限填 6 项以内）

序号	成果简介（国家级需注明）	被提名人的作用和主要贡献（限 150 字）
1	扩缩流强化传热热交换器工业化应用（国家级）：针对流程工业热交换器能耗高的问题，发明了扩缩流紧凑强化传热技术，提出了镍基捆扎扩散钎焊大型化制造新工艺，并将新型热交换器应用于多种流程工业高能耗系统。	国家技术发明二等奖第一完成人，提出了扩缩流高效紧凑传热结构与评价技术，发明了多种高效紧凑传热新结构、提出了大型化制造工艺，研发风洞测试系统、大型铝合金表冷器、荒煤气上升管余热回收装置，解决热交换器提效降阻的重大技术难题，据统计节能约 349.04 万吨标准煤，新增销售 23.17 亿元。
2	特种表面强化抗应力腐蚀工程应用（国家级）：针对长期服役于高温、强腐蚀等严苛环境下因节能装备应力腐蚀和疲劳破坏导致的过早失效难题，发明了节能装备表面强化应力抗应力腐蚀和疲劳技术，显著提高了设备寿命。	国家科技进步二等奖第一完成人，揭示了特种表面强化抗应力腐蚀和疲劳机理，发明了表面强化处理新工艺，建立了材料表层疲劳裂纹扩展速率的预测模型，发展了微试样试验方法，在扬子石化乙二醇蒸发装置应用，使用年限由不超过 1.5 年提高到 10 年以上，成果应用国内 200 多台关键设备，累计增产节支约 5.5 亿元。
3	流程工业典型余热利用关键技术开发与示范（国家级）：针对低品位余热热源分散性，回收利用经济性差、能耗高的难题，探索创新传热部件结构强化传热规律以及其内部非稳态温度场、流场的协同与耦合的机理，揭示温度等关键参数对能量利用效率的影响，提高能源利用效率。	研发了水蒸气压缩提质增效技术，COP 最高可达 9.0，攻克低品位余热利用难题；开发压缩机涡轮表面强化延寿技术，离心压缩机寿命提升 50%。相关技术在溧阳德维转化，新增销售 14.51 亿元，据统计节能 687.83 万吨标煤。获得中石化联合会技术发明一等奖（排名 1）、江苏省科学技术进步一等奖（排名 1）。
4	国家热管技术研究推广中心（国家级）：1997 年国家科委以南京工业大学热管技术为依托，正式命名组建“国家热管技术研究推广中心”，该中心是我国唯一一个热管技术的研究推广机构。面向国家重大需求，开展热管技术的推广应用。	中心主任。负责中心运营及整体研发推广工作，组织开展技术协同攻关，工程应用及人才培养等各项工作。研制太阳能液态金属热虹吸集热器，推动了热管在流程工业的集成应用，提升了反应效率与能源利用效率。
5	基于扩缩流强化的流程工业严苛条件下废弃资源回收技术应用（其他）：针对流程工业生产过程中产生大量废水，且存在回收率低、回收过程能耗高等难题，，开发了蒸汽压缩强化与扩缩流强化蒸发协同的工业污水回收利用新工艺，实现了废弃物资源化，促进流程工业低碳转型。	江苏省科技进步一等奖第一完成人，发明了扩缩流除沫器和扩缩流冷凝装置，耦合水蒸汽强化压缩工艺，显著减小了液体对压缩机叶片的撞击，提高了系统的寿命，与四效蒸发相比系统体积缩减 20%，单位蒸发能耗降低 50%；成果在中石化等进行应用，新增销售近 25.86 亿元，据统计节能 306.6 万吨标煤。

序号	成果简介（国家级需注明）	被提名人的作用和主要贡献（限 150 字）
6	有机废气冷凝-吸附耦合处理工艺及应用（其他）：流程工业有机废气资源丰富，存在多组分、变流量的特征，导致现有回收技术普遍能耗偏高。针对上述难题，发明了“四合一”油气 VOCs 回收装置，实现了油气 VOCs 高效本质安全，促进流程工业低碳转型。	中国石化联合会科技进步一等奖第一完成人，发明了“四合一”油气 VOCs 回收技术与装备，实现油气 VOCs 的高效低能耗回收。在满足油气 VOCs 回收率 $\geq 99\%$ 、非甲烷总烃浓度 $\leq 50\text{mg/m}^3$ 条件下，装置运行能耗降低 30%，成果在江苏惠利特等进行转化，新增销售 37.07 亿元，据统计节能 97.88 万吨标煤。

中国工程院2025年院士增选提名书

七、科技奖项（限填 4 项以内。同一成果相关科技奖项，只填写 1 项最高奖项。请在“基本信息”栏内按顺序填写成果（项目）名称，奖项名称，获奖类别（国家、省部等），获奖等级，排名，获奖年份，证书号码，主要合作者）

序号	基本信息	被提名人的作用和主要贡献（限 100 字）
1	高效节能的新型紧凑式换热器及其工业化应用，国家技术发明奖，国家级，二等奖，排名：第一，2012 年，证书号码：2012-F-306-2-03-R01，主要合作者：涂善东，缪志先，彭浩，李阳，朱跃钊。	1.提出多种新型高效紧凑换热结构；提出了铝合金与不锈钢紧凑换热器制造新工艺；主持紧凑换热器性能评价方法的研究。 2.是 10 件授权发明专利发明人（国内 8 件，国际 2 件），软件著作权人，多篇论文通讯作者。
2	特种表面冲击强化抗应力腐蚀与疲劳技术及应用，国家科技进步奖，国家级，二等奖，排名：第一，2018 年，证书号码：2018-J-213-2-03-D01，主要合作者：夏翔鸣，孔德军，杨新俊，魏新龙，杨思晟，范根芳，史永红，马刚，朱晓磊。	1.提出表面冲击强化结构残余应力场和微观组织变化预测方法。建立材料表层应力腐蚀及疲劳裂纹扩展速率预测模型。 2.是 8 件授权发明专利发明人，多篇论文的通讯作者。
3	化工设备预测性维修规划关键技术的研究，国家科技进步奖，国家级，二等奖，排名：第三，2004 年，证书号码：2004-J-213-2-11-R03，主要合作者：涂善东，巩建鸣，张礼敬，周昌玉，王正东，耿鲁阳，陈嘉南，柳雪华，喻红梅。	1.建立了龙格-库塔-曼森积分耦合连续损伤多轴本构模型。 2.编制了高温构件蠕变损伤分析软件包。
4	何梁何利科学技术创新奖（产业创新奖），梁何利科学技术创新奖（产业创新奖），个人奖，排名：第一，2020 年，证书号码：，主要合作者：。	个人奖，致力于流程工业过程强化节能技术开发，技术创新及产业化研究，在与装备的研究，在能源高效利用、节能装备安全、节能降碳流程改造方面取得系统性成果，以自主创新促进科技成果工程化应用。

八、发明专利（限填6项以内。请在“基本信息”栏内按顺序填写已实施的发明专利名称，批准年份，专利号，排名，主要合作者。如无实施证明材料则视为专利未实施）

序号	基本信息	被提名人的作用、主要贡献及专利实施情况（限100字）
1	不锈钢板翅式换热器制造工艺，2004年，专利号：ZL02112891.X，排名：第一，主要合作者：周帼彦，耿鲁阳，涂善东。	提出了零件制备、清洗、组装、真空钎焊、总装、试验等流程的工艺参数；主持该专利在无锡宏盛、托普等企业转化，制造的紧凑式换热器应用于余热回收。
2	热翅板换热器，2005年，专利号：ZL02112881.2，排名：第一，主要合作者：周帼彦，虞斌，涂善东。	发明了热翅板换热器的结构和制造工艺，主持该专利在无锡宏盛换热器股份有限公司实施，并开发了多种不同规格产品，已应用于华为等企业。
3	一种烟气余热回收装置，2011年，专利号：ZL200910035097.9，排名：第一，主要合作者：。	发明了一种烟气余热回收装置，具有结构紧凑、冷却效果好、腔内流动阻力小，压力降低、烟气侧不易堵塞等特点，该专利在扬州中材机器制造公司实施。
4	一种抗应力腐蚀开裂的超声冲击处理工艺，2009年，专利号：ZL200910025630.3，排名：第一，主要合作者：马刚。	提出了抗应力腐蚀开裂的超声冲击工艺参数，该技术应用于扬子石化、金陵石化等多台关键节能设备，处理后的设备抗应力腐蚀性能大大提高，减少了检验和修补工作。
5	一种换热装置，2009年，专利号：ZL200710131475.4，排名：第一，主要合作者：。	发明了集预冷、冷却、过滤于一体的紧凑结构和加工工艺，该项专利在江苏惠利特环保科技有限公司转化，成功开发出高效、紧凑油气回收装置，在中石化、中海油油库和加油站得到广泛应用。
6	脉冲热翅板式散热器，2011年，专利号：ZL200910032907.5，排名：第一，主要合作者：杨新俊。	基于脉冲自激振荡界面相变传热基本原理，提供了一种脉冲热翅板式散热器。其优点是：结构、功能紧凑、体积小、重量轻、寿命长、散热效率高、制造成本低。该专利在江苏枫叶能源技术有限公司实施。

九、论文和著作〔限填 6 篇（册）以内代表性成果。设计报告、技术报告等视同为著作。请在“基本信息”栏内按顺序填写论文、著作名称，年份，排名，主要合作者，发表刊物或出版社名称〕

序号	基本信息	被提名人的作用和主要贡献（限 100 字）
1	小冲孔微试样材料性能测试技术及应用，2012 年，排名：第一，主要合作者：郑杨艳，周建新，发表刊物(出版社)：科学出版社，是通讯作者。	该著作作为被提名人 10 多年从事节能装备小冲孔微试样材料性能测试技术研究成果的总结，详细阐述了小冲孔的试验系统、试样制备、试验操作以及小冲孔试验的塑性损伤理论，完成了全书的统稿和审核工作。
2	Experimental and numerical studies of $\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{CaO}$ dehydration process in a fixed-bed reactor for thermochemical energy storage, 2023 年，排名：第四，主要合作者：Zhihao Zhang, Danyang Song, Hengxing Bao, Xiaogang Jin，发表刊物(出版社)：Chinese Journal of Chemical Engineering，是通讯作者。	一作为被提名人硕士生。被提名人构思了论文总体框架，指导混合加热反应器中 $\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{CaO}$ TCES 系统的储热实验平台搭建，和数值模型建立。
3	Efficiency and optimal performance evaluation of organic Rankine cycle for low grade waste heat power generation, 2013 年，排名：第二，主要合作者：Dongxiang Wang, Hao Peng, 发表刊物(出版社)：Energy，是通讯作者。	一作为被提名人博士生。被提名人构思了论文总体框架，指导了 ORC 热效率理论模型推导、验证，分析了热源和工质物性对热效率的影响机理，建立了热源与工质间筛选规律，SCI 他引 226 次，ESI 高被引论文。
4	Analysis of heat transfer and flow characteristics over serrated fins with different flow directions, 2011 年，排名：第二，主要合作者：Hao Peng, 发表刊物(出版社)：Energy Conversion and Management，是通讯作者。	一作为被提名人博士生。被提名人提出了一种变截面扩缩流道锯齿形翅片，指导建立了其热力性能的三维数值预测模型，对其传热流动特性开展研究，SCI 他引 23 次。
5	Effect of Ultrasonic Impact Treatment on the Stress Corrosion Cracking of 304 Stainless Steel Welded Joints, 2009 年，排名：第一，主要合作者：Gang Ma, 发表刊物(出版社)：Journal of Pressure Vessel Technology，是通讯作者。	被提名人制定了超声表面冲击的工艺参数，指导建立了超声表面冲击的三维有限元数值模型，获得了超声表面冲击后的残余应力分布，制定了验证冲击效果的应力腐蚀开裂试验方案。SCI 他引 28 次。
6	Application of Runge-Kutta-Merson algorithm for creep damage analysis, 2000 年，排名：第一，主要合作者：Shantung Tu, Jianming Gong, 发表刊物(出版社)：International Journal of Pressure Vessels and Piping，是通讯作者。	提出了一种结合龙格-库塔-曼森积分算法的蠕变损伤分析方法，并耦合了连续损伤力学本构模型，给出了积分时间步长自动选择和接受的准则以及失效高斯点的处理方法，SCI 他引 22 次。