

许俊强:研究环保催化剂助力绿色化工发展

本报见习记者 胡倩



“化工”这个词,相信大家都不陌生,但若让人来解释,外行的人似乎也很难解释清楚,大多数人可能对它还有些害怕,会把化工与“危险”“污染环境”“破坏生态”这样的词联系起来。

许俊强与化工打交道的的时间已有24年了,从就读博士起,他就一直致力于工业催化剂的研究。工业催化是化学工程与技术一级学科下的二级学科,它以催化科学技术为核心。催化科学技术是当今化学品、燃料、材料、医药和食品生产及环境净化的支柱科学技术,对于国民经济、环境和公众健康起着基础性的作用。许俊强很早就了解工业催化科学的妙用,所以力图通过自己的研究实践成果向人们证明,化工不是“洪水猛兽”,而是推动经济社会发展的“一剂良药”。

学习征程

幸遇两名研究指路人

1997年夏天,许俊强在四川参加完高考,因为当时能了解到的资料太少,填报志愿的时候化工并不是他的首选专业,由于各种原因,他被调剂到了青岛化工学院化工系的化工工艺专业。化工作为当时青岛化工学院的王牌专业,拥有很好的实验条件,加之学院的产学研合作进展得十分顺利,许俊强每个学期都可以去企业进行一个月左右的实习。“所以我在大学期间,是真的很喜欢化工,以至于我后来读硕、读博都没有换方向。”许俊强说道。

2001年9月,许俊强到广西大学化学化工学院攻读化学工艺硕士学位;2007年7月,他获得了四川大学化学工程学院工业催化专业的工学博士学位。在攻读硕士学位与博士学位期间,许俊强幸遇了两位对他研究生涯产生重大影响的指路人。第一位就是他的硕导黎铨海教授。有一件事至今让许俊强记忆犹新,当时导师和他正在合成一种化合物,名叫九水硫酸铜。这种化合物在当时极难合成,关键技术被国外垄断,黎老师和许俊强根据已有的报道和申请的专利进行了一年的研究实验,仍无法合成,但黎老师一直在坚持,临近50岁的他天天和学生们一起泡在实验室里,最后发现了合成的主控因素。一次意外的实验结果,九水硫酸铜成功合成了,“像一朵冰花一样,非常漂亮。”

“他(黎老师)给我最大的感受就是脚踏实地。必须要一步一步去做,哪怕是一个很细微的因素,都很有可能是成功与否的关键。”许俊强说道。

许俊强的另一位指路人就是他读博时候的导师储伟,储老师曾是一位少年天才,18岁就从南京大学本科毕业,之后去法国里尔大学攻读硕士,去斯特拉斯堡大学攻读博士。回国之后,储老师一直致力于低温液相法合成甲醇的研究。“储老师最感染我的就是做研究一定要坚持,如果半途而废的话就没什么意思了,还有就是不要去盲目地追逐那些学术热点问题,找准了自己的方向后就要一直做下去。”许俊强谈道。



人物介绍

许俊强,重庆理工大学研究生院副院长,历任重庆理工大学化学化工学院副院长、科研处副处长。科技部科技特派员,重庆市首批青年骨干教师,入选重庆市第五批高等学校优秀人才计划、重庆市巴南区2018年“菁英人才”计划,重庆市巴南区学科带头人,重庆市青年科技领军人才协会会员。

主持国家自然科学基金和科技部科技专项等国家级项目2项,主持重庆市重点主题专项、科技支撑示范工程、重点研发计划、重大自然科学基金等20余项,参研省部级课题30余项。指导学生在学科竞赛中获国家级一等奖6项。发表科技论文100余篇,多篇文章发表于Chemical Engineering Journal(SCI一区,IF=13.372)、Journal of Energy Chemistry(SCI一区,IF=9.676)、International Journal of Hydrogen Energy(SCI二区,IF=4.939)等期刊,三大检索60余篇,申请中国发明专利14项,其中授权发明专利5项,主编著作1部。

研究途中

开发新型SCR脱硝催化剂

目前,燃煤仍是我国发电的主力军,为了防止锅炉内煤燃烧后产生过多的烟气(NO_x)污染环境,需要对煤进行脱硝处理。脱硝就是去除燃烧烟气中氮氧化物的过程,现在世界上比较主流的脱硝工艺有SCR和SNCR两种。催化剂作为“工业味精”,它的转化率高,直接影响排放到大气中烟气质量的优劣,是化工产业发展的核心关键技术。

由于我国燃煤品质复杂,燃煤电厂运行时产生的烟气普遍存在高灰、高硫、高碱金属、高重金属含量等恶劣工况,绝大部分锅炉在低负荷运行时,SCR脱硝烟道处进口烟温均低于烟气脱硝系统运行的下限温度,使催化剂里面出现砷中毒、碱金属中毒、汞氧化率

催化剂技术仍需从国外进口,核心问题就是国内现有的催化剂技术在350℃及以上的高温活性下可以运作,但面对350℃以下的低温活性就不足了,为了设计和合成这种新型的宽温SCR催化剂,许俊强团队采用浸渍、溶胶凝胶、共沉淀等技术,合成复合基金属氧化物催化材料的制备;研究催化剂的构效关系,优化催化剂配方和反应工艺参数,扩宽催化剂的操作温度窗口,使目前的催化剂技术可以满足在190-350℃的低温环境下达到90%的转化率。

为了解决新型宽温SCR烟气脱硝催化剂的使用寿命和再生问题,许俊强团队重点研究载体-活性组分-助剂之间的相互作用关系,分析活性组分-助剂对脱硝的关联度,探讨催化剂失活的主要影响因素,进而阐释如何抑制活性组分迁移、覆盖、团聚等失活。分子筛是一种具有均一微孔结构的固体物质,

发及产业化”立项支持。

教学路上

做学生的传道解惑者

站在讲台上,把毕生所学倾囊相授,享受桃李满天下的自豪,是许俊强的人生理想,于是2007年他从四川大学获博士学位后,来到重庆工学院(重庆理工大学前身)投身于教育事业。2010年,他接到了领导委派的任务——带领学生参加全国大学生化工设计竞赛。

全国大学生化工设计竞赛是目前国内规模最大、影响最广的化工专业大学生的顶级赛事,每年有近300所学校约3500支队伍参赛,总共需要近8个月的参赛时间。在经历了前两年的失之交臂后,许俊强和他的学生们不言放弃,放弃假期休息时间,顶着重庆夏天的酷热,在没有空调的实验室里扎了几顶帐篷,吸取曾经失败的教训,突出“绿色环保、安全节能、清洁生产”理念,强化了“工程意识和工程思维”的内容,一遍遍修改作品,反复完善。终于,在2012年8月,许俊强和他的学生们进入了全国总决赛,从2012年到2017年连续六年入围全国总决赛一等奖。自2010年参加竞赛以来,他们总计获得全国总决赛一等奖(6项)、二等奖(9项)等各类奖励共计60余项。

当提及独特的教学方法时,许俊强教授总结出了本科生和研究生的两套教学模式。对于大多数本科生来说,化工可能还是个不太清晰的概念,许俊强会采用探究式的方法,用一个经典案例来开启课堂,抛出许多问题让学生去思考、探讨,再由他进行总结,回答学生关于“是什么”“为什么”的疑惑。这样的方式,既让学生学到了基础知识,又调动了学生们的兴趣,让他们真正爱上化工。对于基础扎实的研究生而言,许俊强采取的是引导式教学,他会在课堂上给学生们展示关于某种化学工艺的最新研究成果,以此来引导学生思考我们为什么不能想到这种方法,还有没有其他方法可以实现,着重回答“怎么办”这一问题。同时,他也会让研究生们参与到自己的研究课题中来,通过解决实际问题来成长。

“不忘初心,方得始终”是许俊强从中学到现在一直坚守的座右铭。他告诉记者,这不是一句口号,而是自己一直在坚持的东西。在接下来的人生路途上,他会“两手抓”科研与教育,做学生的传道解惑者,做环保工业催化剂的“研究探索者”,为早日实现碳达峰目标、达成碳中和愿景贡献力量。



▲许俊强在第19届全国催化学术会议上作报告。

▲许俊强(右一)给学生讲解合成氨工艺。

受访者供图

较低、硫酸氢铵沉积等情况,导致催化剂快速失活及下游设备腐蚀等一系列问题,脱硝难度大;复杂煤种因为形式、煤种以及硫含量的不同,致使发电时产生的烟气浓度有明显差异,脱硝技术复杂。对此,国内多家大型环保公司只得投巨资从国外引进SCR脱硝技术,其造价较高,且催化剂的核心技术始终受制于人。因此,研究开发基于复杂煤质的催化剂并产业化应用迫在眉睫。

2016年10月到2020年10月,许俊强和他的团队开展了“基于复杂煤质及锅炉低负荷工况的脱硝催化剂配方及工艺研究”项目研究,主要工作有两项,一是针对我国烟气本身的特性,研制具有自主知识产权的新型宽温烟气脱硝催化材料的配方,开发新型宽温SCR脱硝催化剂,降低处理成本;二是分析我国烟气脱硝工艺特点,解决新型宽温SCR烟气脱硝催化材料应用技术共性关键技术,即催化剂的使用寿命和再生。

它能将大小(或性质)不同的分子分开,它的功效之一就是可用作催化剂。脱硝的高转化率要求催化剂的高活性,高活性则要求高比表面积,但通常拥有高比表面积的分子筛稳定性不好。为解决这个问题,许俊强团队创新地采用了廉价的工业级硅酸钠为原料,研制高收缩度微结构单元,提高催化材料的壁厚,进而显著提升了分子筛的稳定性,达到提高催化剂寿命的目的。

当然,许俊强团队的研究成果也不是“纸上谈兵”,通过工业实验,最终实现了推广应用。他们联合国家电投集团远达环保催化剂有限公司,开展核心技术攻关,进行示范应用,实现近三年企业累计销售收入超过2亿元,有效降低了燃煤锅炉氮氧化物的排放,实现了节能减排,带来了经济效益和社会效益的双丰收。该研究也获得重庆市科技局开展的重庆市重点产业共性关键技术创新专项“基于复杂煤质的催化剂开