

四年磨“一片”

■本报记者 杨琪 实习生 姜天海

中国科学院微电子研究所集成电路先导工艺研发中心(以下简称先导工艺研发中心)通过4年的艰苦攻关,在22纳米关键工艺技术先导研究与平台建设上,实现了重要突破,在国内首次采用后高K工艺成功研制出包含先进高K/金属栅模块的22纳米栅长MOS-FETs,器件性能良好。

由于这一工作采用了与工业生产一致的工艺方法和流程,具备向产业界转移的条件,因而对我国集成电路产业的技术升级形成了具有实际意义的推动作用。同时,该先导工艺研发中心建成了能够开展22纳米及以下技术代研发的工艺平台。

这标志着,我国也加入了高端集成电路先导工艺研发的国际俱乐部。

优势互补“穿插侦察”齐上阵

4位“千人计划”、5位中科院百人计划,30多位工业界核心的工程师团队……先导工艺研发中心拥有这样一支令人艳羡的国际化研发团队。

“我们整个项目团队在构架上做得比较好。海归跟本土团队结合得水乳交融,形成优势互补。”该中心主任赵超表示。

2009年,在国家科技重大专项02专项的支持下,微电子所成团队引进了一大批海归,建成了拥有200多名研发人员的集成电路先导工艺研发中心。

杨世宁、朱慧珑、赵超、闫江4位“千人”在磨合中迅速形成优势互补的决策团队,在4年艰苦的攻关中拧成一股绳,打出了漂亮的短传配合。

例如,杨世宁原是中芯国际的首席运营官,现任中科院微电子所所长执行顾问一职。他具有非常丰富的产业化运营经验,是一个“会做减法的人”,能始终把握主干,而将枝枝叶叶修剪掉,使项目迅速有效率地直奔目标。

先导工艺研发中心的的首席科学家和项目首席专家朱慧珑,是来自IBM的引领发明家和发明大师,主要负责整体技术路线的制定和布局,在器件物理、工艺研发、TCAD和知识产权布局等发挥主导作用。他身先士卒,在项目中完成了200多项专利申请。

赵超曾在世界著名的研发中心IMEC从事了10多年研发工作,其研发领域涵盖集成电路前道工艺和后道工艺,对8英寸、12英寸工艺线上多个技术代工艺研发有较全面的经验。

2011年,他受命担任先导工艺研发中心主任一职,负责中心的行政领导工作;同时,作为项目的副首席专家,他负责工艺平台的建设工作,对研发中心整体建设付出了大量的艰苦劳动。

闫江则拥有在英飞凌公司美国研发部10年的工业界研发经验。他曾参与和负责了从90纳米、65纳米、45纳米和32纳米技术代的

产品研发项目。作为项目的副首席专家,他负责工艺整合子课题的领导工作,带领着30多名工程师冲锋在第一线。

对于先导工艺研发中心的使命,几位“千人计划”专家有着一致的认识:“我们是国家集成电路工艺研发战役中的‘穿插部队’和‘侦察部队’”。

朱慧珑解释道:“穿插部队的特点和任务就是:一要效率高,二要能占领战略要地。”先导工艺研发中心作为穿插部队,它的一个优势就是快速、灵活,可以先于工业界的“大部队”插入敌后,并用专利布局的方法占领与其投入相称的战略要地。

压力山大 时间节点见真章

“4年之前,对22纳米项目能否成功有着各种各样的猜测。对此,我非常理解,毕竟这是一个难度极大的项目。”赵超说。

在此之前,我国曾有过几次建设集成电路研发中心的努力,但都没有达到预期战略目标。面对国家数亿元的大投入和高期待,以及业界同行们的高度关注,几位“千人计划”专家承受着巨大压力。

“做这项大工程,我们有一两年都睡不好觉,‘压力山大’啊!”赵超在回忆道,“你能明显感到别人质疑的目光,却无法解释。我们真有点像挖山的愚公,只能希望用劳作来感动上天。”

在2012年4月,当第一个验证工艺设备器件研制出来时,团队所有人都挤在那小小的示波器前等待结果。

当在看到验证的原理器件出来的那一刹那,在场的所有人都“眼泪汪汪”的。

这项工程不仅面临着从无到有的技术难度,还面临着几乎不可能完成的时间节点。

由于资金等现实问题,闫江的工艺整合集成子课题的完成时间被迫由两年时间缩短至7个月。

为了保证任务按时完成,闫江要保证每批次的流片实验一次成功。为此,他与工艺线上的30多位工程师每天仔细地检测各个工艺步骤是否符合设定的特性,将差错的苗头消灭在第一时间,保证每一步流片的质量。

在7个月内,线上的工程师一度24小时连轴转,片子从这个机台出来就被抱着跑向下一个机台,就这样,他们用15天跑完了全程近300道工艺步骤的流程,达到工业界研发的最快速度。

最终,6个批次的流片实验全部一次成功,团队按时完成了工艺整合集成的项目任务。

拉长战线 为转化生产作铺垫

在谈到团队建设时候,海归们不约而同地提到微电子所所长叶甜春。

“我国在22纳米技术这一高端研发上有所建树——4年前,这会被看做是天方夜谭。然而,中科院微电子所集成电路先导工艺研发中心团队实现重大突破,让这一梦想成真。到目前为止,全球也只有英特尔公司在22纳米技术代实现了大规模生产。”



这批海归以及从国内遴选出来的精英强将,都是叶甜春一个一个挖来的,有的甚至是在别人的招聘会上“劫来的”。

专家们表示,加盟团队的一个重要原因正是因为叶甜春感召力。微电子所副所长陈大鹏是先导工艺研发中心的奠基人和研究所人才战略最直接的执行者。经他之手,一个一个海归加入团队,开始发挥各自聪明才智的创业进程。

正是这一广揽人才的做法,带来了科研理念更新和科研模式质的改变。例如,朱慧珑带来了专利先行的思想,并为项目结出丰硕成果。先导工艺研发中心在项目过程中建立了自主知识产权带动的科研模式,始终坚持“专利先行”的战略。

“过去,我国在知识产权建设上没有合理的战略布局,我们辛辛苦苦研发的技术早就被别人申报了专利。这样,即使有自主研发,也做不到自主知识产权。”赵超感叹道。

在该项目的执行过程中,微电子所与北京大学、清华大学、复旦大学以及中科院微电子研究所的联合项目组完成了1369项专利申请,其中包括424项国际专利申请,为我国在集成电路领域掌握自主知识产权、取得国际话语权奠定了基础。

定了基础。

先导工艺研发中心坚持“通过做项目锤炼团队”的原则,建设成一个在科研人员、科研条件下堪称国际水平的平台。

“通过这个项目,我们可以呈现给国家一支研究力量,而不单单是完成一项科研工作。”赵超如是说。

建成的平台对后续项目发展起到非常重要的作用。现在,中心正在着手开展16/14纳米技术的研发。

“我们现在进展得非常顺利,在跑步追赶,差距不断缩小。”赵超表示。现在,先导工艺研发中心的研发效率和质量管理体系都是工业化标准的,得到工业界研发伙伴的充分认可。

同时,项目对国家科技重大专项其他课题和整个产业链起到了直接的支撑作用。“我们完成了专项交付的各项战略任务。”赵超表示,“研发中心不仅在先导工艺技术研发上起到国家队的验证基地、集成电路工程技术人才的培养基地和该领域的国际交流基地。”

下一步,该中心将加入专项部署的更大规模的“战役”,把先导技术转化成工业生产技术,为国家集成电路产业发展作出更大贡献。

近几年,国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心推广、完善TRIZ理论,推动我国由“制造大国”向“创造大国”迈进。

神奇“点金术”推动“创造大国”

■本报记者 高长安 通讯员 霍占良

创新是什么?是伟大发明家的灵光一闪,还是如解答数学问题一样有章可循?

前苏联科学家根里奇·阿奇舒勒通过对250万件发明专利的分析研究,总结归纳出一套发明创新理论——“发明问题解决理论”(TRIZ),在前苏联军事、工业、航空航天等领域广泛应用并发挥了巨大作用,如今,其已成为当今世界公认指导创新的最佳工具,被誉为“神奇的点金术”。

近几年,国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心(前身为河北省制造业创新方法工程技术中心,以下简称中心)让TRIZ理论在中国落地生根,不断完善、推广这一“点金术”,推动我国由“制造大国”向“创造大国”迈进。

创造多个第一和最

在工程索引EI(The Engineering Index,简称EI)中检索有关TRIZ主题索引,出自国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心论著条目不仅数量最多,且在排名前10位的条目中就占半数以上。

谈起中心创造的多个第一和最,团队负责人、领军人物是河北工业大学副校长檀润华,他在接受《中国科学报》记者采访时如数家珍,出版了国内第一本TRIZ专著《TRIZ—发明问题解决理论》;2001年为研究生开设TRIZ专业课,成为国内首家系统化教授TRIZ理论的大学;开发了国内第一套具有自主知识产权的中文版计算机辅助创新(CAI)软件;建立了全国首家制造业创新方法工程技术研究中心。

早在1998年,檀润华就开始从事TRIZ等相关创新理论与方法的研究,是我国最早的应用和推广TRIZ理论的专家之一。

通过长期研究,檀润华将创新理论分为设计哲学、创新方法和领域应用三个阶段,并在

通解和领域解间,首次提出应用TRIZ的“未预见发现”原理。

据悉,该中心在进行理论研究的同时已完成包括科技部创新方法工作专项、国家科技支撑计划、“863”计划项目、国家自然科学基金、教育部重点项目等科研项目数十项。在国内外期刊、杂志发表300多篇学术论文,出版TRIZ著作7部,自行开发了国内第一套具有自主知识产权的计算机辅助创新软件InventionTool,并已实现产业化,填补了我国CAI技术领域的一项空白,为企业进行创新提供知识保障。

培养“创新工程师”

该中心创造的第一和最中中还有一项,即率先提出“创新工程师”概念,其在全国“创新工程师”培养及创新方法推广应用方面场次之多、层次之高、规模之大也堪称国内之最。

“创新工程师不同于其他工程师,在企业专门负责产生新技术与新产品的种子,如果可行,其他人完成后续设计、制造及商品化”。檀润华介绍,对经验丰富的工程师进行培训,通过消化、吸收以及灵活运用TRIZ,使其成为创新工程师解决我国制造业高层次创新人才缺乏这一严重问题的有效途径之一。

檀润华介绍,中心依托技术创新方法研究成果和CAI软件,制定了科学可行的创新人才培训体系;根据推广应用单位需求和学员知识结构层次,在培训时间、知识、技能深度上有所区别,编写出分级适用的培训教材,并不断增加最新的研究成果和应用案例,有针对性地向企业进行的技术创新方法培训。

据悉,该中心于2009年和2010年承担科技部创新方法师资培训,先后在河北、广东、黑龙江、天津、青海、内蒙古等省市区和三一重工、唐山轨道车辆、广州无线电信集团、新奥集团等

单位进行创新工程师培训工作。5年间,中心培训学员近万余人次,其中创新工程师900余人,帮助企业解决技术难题500余项,申请专利400余项。

促进成果落地 结出“创造”果实

美国著名战略咨询公司兰德公司提出,一个国家如果没有技术独立,就没有经济独立,也就没有政治独立。这说明任何转型没有技术的创新都无法支撑。设计人员创新的点滴积累,铸就企业产品附加值的提升,实现企业利益最大化,这正是企业进行TRIZ培训的根本。

从2003年的3000万元产值到如今的2亿元,石家庄阀门厂股份有限公司在创新方法的指导下健康发展。

机构名片

国家光电子晶体材料工程技术研究中心

国家光电子晶体材料工程技术研究中心依托于中国科学院福建物质结构研究所和福建福晶科技有限公司。该中心面向交叉和重大科学前沿、信息科技、空间科技等创新基地,以光电子晶体材料自主创新为主导,以光电子晶体材料应用技术的开发为核心,推动光电子晶体材料及器件的产业化,使中心成为国际知名的光电子晶体材料研究中心之一,促进我国跻身世界光电子产业化发展强国的行列。

中心围绕产业发展、科研攻关、人才培养和成果推介等内容,提高光电子材料的自主创新能力和工程化的水平,解决该领域国家重大需求的基础性、关键性和技术集成问题。

国家钛及稀有金属粉末冶金工程技术研究中心

国家钛及稀有金属粉末冶金工程技术研究中心依托于广州有色金属研究院。

该中心近年来在承担钛及稀有金属粉末冶金领域的国家各级科研攻关任务及企业委托与合作的研究项目的同时,对行业及相关应用行业的一些共性与关键性技术难题进行有针对性的研究,部分工程技术成果先后向近100家企业进行推广,取得了可观的经济效益和社会效益。如微孔钛管在啤酒饮料行业的滤水应用技术、氯化/脱氢法制取钛粉技术等6项工程技术成果在中心组建初期就已经向近百家企业进行推广转让。(晓琪整理)

上世纪八九十年代,全国多达1000多家中小型合成氨厂,相当于全国每县几乎都有一家合成氨厂。在当时,这些中小型合成氨厂是我国农业生产安全的保障,但其能耗和污染问题却不容小觑。

为了解决上述问题,原国家计委(现国家发展和改革委员会)锁定了在系列化化肥催化剂研发和推广作出突出贡献的中国工程院院士魏可镁及其团队。1996年,化肥催化剂国家工程研究中心(以下简称中心)落户福州大学。

几十年如一日地辛苦,魏可镁团队始终坚持基础研究、应用研究和产业化开发紧密结合。因为在他们心中,把化肥催化剂、脱硫净化剂和环保催化剂等领域做强做大才是夙愿。

节能环保是永远的主题

创业初期的日子总是艰辛却又令人乐此不疲。忙到星夜离校,铁门早已关闭,课题组成员经常攀门回家。在魏可镁团队的奋斗下,研发成功了3个氨合成催化剂A110-3、A201和A202,均获得了国家发明奖或技术进步奖。

这些催化剂在全国上百家中合成氨厂推广应用,取得了不同凡响的经济效益和社会效益。

曾经,原化工部领导突然找到魏可镁,原来,中小型合成氨生产工艺用量最大的铁路系一氧化碳高温变换催化剂含有致癌物质铬,已在一些工厂对工人造成不同程度的伤害。

而在当时,使用该催化剂每年排放的铬高达1000多吨。能否研发新型催化剂加以替代,牵动着众多一线工人的心。

接到任务后,魏可镁带领年轻的研发骨干,投入到新型铁系一氧化碳高温变换催化剂的研究中。研究人员创新性地利用经水热法处理的天然矿物,取代部分铬在催化剂中的作用,使得铬用量比传统的催化剂下降了三分之二。

由此研发出的B116型一氧化碳高温变换催化剂,在全国合成氨厂推广应用,并获得了国家科技进步二等奖。

然而,他们并没有因此自满。取得荣誉后,大家想得更更多的是怎样把铬污染降到最低。最终,完全无铬污染的B121型无铬一氧化碳高温变换催化剂在实验室诞生了。之后,经福建连江合成氨厂近3年的工业应用,已完全满足生产需要。

“化肥催化剂怎么跟汽车尾气催化剂搭上了”

“做化肥催化剂怎么跟汽车尾气搭上了?”刚上汽车尾气催化剂项目时,好多人当着魏可镁的面,提出了类似质疑。

但在魏可镁看来,如果只把催化剂的研发聚焦在合成氨这一块,显然眼光局限。这一想法自他1992年从日本考察回来更为强烈。

5年后,国内汽车工业快速发展,然而国内多数科研院所开展的汽车尾气催化剂研究尚停留在基础研究和发表论文阶段。于是,中心决定着手汽车尾气催化剂的研发。

CO是汽车尾气中没有完全燃烧的三大有害气体之一。而中心研发成功的变换催化剂让CO和H₂O反应,生成CO₂和H₂,大大降低了有毒气体CO对环境的污染和对人体的伤害。

在这个过程中,魏可镁带领一批年轻的博士奋力攻关。从催化剂的涂层纳米材料到纳米催化剂的制备合成方法、热处理条件,研发出了高耐热、高储量的复合纳米材料,通过特殊制备方法,使负载在涂层材料中的贵金属活性组分高度分散并避免了高温烧结,最终诞生了FD型汽车尾气催化剂。

去年,FD型汽车尾气催化剂在我国一汽集团进行了欧V标准的检测,并进行了16万公里的耐久性寿命实验。检测结果显示,完全达到了上述要求。FD型汽车尾气催化剂成为国内唯一能和德国BASF、英国庄信、荷兰优美克同台竞争的汽车尾气催化剂。

目前,FD型汽车尾气催化剂开始在一汽生产的三款车上配套使用,并在其他国内主流汽车开展欧V试验,力图实现汽车尾气催化剂更大规模的国产化。

产学研用融合发展是归宿

工程中心要进行改制,与大型企业实现共建。这不仅仅是国家发展改革委的要求,也是魏可镁长期以来琢磨的事情。

尽管国内生产化工催化剂的企业不少,但愿意沉下心来搞研发的企业并没有预期中的多。几番寻觅,北京三聚环保新材料股份有限公司走进了中心科研人员的视野。

经过多次洽谈,这家专业从事加氢精制催化剂、脱硫净化等的上市企业与中心合资建立了福建三聚福大化肥催化剂国家工程研究中心有限公司,真正实现了中心和企业的深度融合发展。

如今,中心的产学研用之路正在如火如荼地铺开。现有大型合成氨厂均采用中高压气化技术,在科研人员江莉龙的带领下,中心于短期内研发出了针对中高压煤气化技术配套使用的系列中高压耐硫变换催化剂,各项指标性能已达到甚至超过国外某知名品牌,同时成本也大幅下降。中心正组织在大型合成氨企业推广应用该催化剂。

此外,随着化肥工业往大型化方向发展,中心、合资公司也及时将化肥催化剂的研发方向调整为大型合成氨厂的“颈拓”催化剂研发和改进。

“开拓、创新、拼搏和奉献是中心工作人员的理念。”魏可镁说,中心正在国家发展改革委的支持下积极组织实施二次创新能力建设,朝着新的催化剂产业化目标迈进。

把新型催化剂做强做大

■本报记者 温才妃