

纪念建院四十周年

编者按: 今年 11 月 1 日是中国科学院成立 40 周年纪念日, 本刊特邀了一些科学家及管理工作者撰写纪念文章, 分两期发表, 以飨读者。

中国科学院化学化工四十年

严东生 钱文藻*

(化学部)

中国科学院已经走过了 40 年的历程。在纪念建院 40 周年之际, 回顾中国科学院化学化工科研工作的发展和所取得的一系列重大科研成果以及在国民经济中所发挥的巨大作用, 对于进一步发扬团结协作、奋发向上的传统, 充分发挥我院的优势, 促进学科发展, 并推动科研继续为经济建设做出贡献是很有必要的。

40 年来, 我院根据国民经济、国防建设以及科学发展的需要, 已在全国形成了较为合理的化学化工研究机构布局。目前, 化学化工方面的研究机构共 15 个, 它们是: 北京地区的化学研究所、化工冶金研究所、感光化学研究所、生态环境研究中心, 长春应用化学研究所, 大连化学物理研究所, 上海有机化学研究所, 上海硅酸盐研究所, 成都有机化学研究所, 兰州化学物理研究所, 山西煤炭化学研究所, 福建物质结构研究所, 青海盐湖研究所, 广州化学研究所和新疆化学研究所。截止至 1987 年底, 我院化学化工领域职工逾万人, 其中科技人员 7658 人(高级人员 1641 名, 中级人员 3475 人)。1955 年中国科学院成立学部, 主管化学工作的是数理化学部; 1981 年后成立化学部并主持有关业务工作。

40 年来, 经过科技人员的辛勤努力, 我院化学化工领域在基础研究、应用研究和开发工作的各个方面都取得了一系列重大成果。据统计, 上述 15 个研究机构在国家自然科学奖中共获 33 项, 占全国化学化工领域获奖项目的 54%, 占中国科学院获奖项目的 27%; 在国家发明奖中获 52 项, 占全国化学化工方面的 18%, 占我院获奖项目的 56%; 在国家科技进步奖中获 20 项, 占全国化学化工方面的 14%, 占我院获奖项目的 16%; 在中国科学院颁发的各类奖励项目中, 共获 414 项, 占总数的 24%。各类科研成果数以千计, 在国内外正式学术刊物上发表的论文及研究报告数以万计。

一、对化学新材料工业做出开创性贡献

材料是国民经济的支柱。而旧中国的材料工业零星、落后、品种单一, 合成材料更是微乎其微。中国科学院对我国的新型无机、有机和高分子材料工业起了开创性的作用。40 年来逐步形成了一支强大的材料科技研究队伍。

* 严东生系学部委员, 化学部主任。

钱文藻系院数理化学局局长(化学部原副主任)。

为发展我国的电力工业,需要建立 11 万伏、22 万伏高压输电电网。我院在 50 年代中、后期,从我国的原料出发,系统研究了高压绝缘瓷的配方、组成与电绝缘性能的关系,为建立我国第一个高压电瓷厂提供了科学与工艺学依据。

为发展我国的电讯、广播事业,需要建立超高频、大功率速调管发频装置,我院有关所相互配合,系统研究并解决了高频绝缘瓷及瓷件与金属的无缺陷封接。由于这项成果的系统性、科学性与实用性,获 1962 年中国科学院科学二等奖。

我国热带地区极少,在建国前几乎没有种植天然橡胶。建国后,除我院生物学、地学的有关研究所对天然橡胶北移做了有效工作外,我院有关化学所在合成橡胶方面取得了出色的成果。60 年代初,对顺丁橡胶的合成,系统地探索和比较了多种催化体系以及聚合条件,最后确认以镍催化剂制出的胶性能最好,并确定了最佳聚合工艺。合成顺丁橡胶的主要原料是丁二烯。60 年代以前,我国生产丁二烯的主要技术路线是从乙醇出发经脱水缩合制得,催化剂主要依赖进口,且产量较低,有关所经过几年的深入研究,推出了正丁烯氧化脱氢制丁二烯的新型催化体系。我院与石油、化工等部门密切合作,开发完成了合成顺丁橡胶和正丁烷氧化脱氢制丁二烯二项成果的工业生产工艺及设计工作,70 年代初实现了工业生产。先后建成 6 座万吨级生产丁二烯装置和 5 套生产顺丁橡胶万吨级工业装置,年产 10 多万吨合成橡胶。这两项由我国自己独创的新过程大大加速了我国合成橡胶工业的发展,从而为国民经济和国防建设做出了重大贡献。此外,还开展了用稀土催化剂制顺丁橡胶的研究并取得了中试结果。

我院在 60 年代初开展了丙烯定向聚合研究,70 年代初研究了丙烯聚合的高效络合催化剂,80 年代研究出的担载型高效催化剂,具有寿命长、聚合物等规度达 98%、聚合物形态规整、粒度分布窄等特点。通过对聚丙烯分子量和分布与熔体流变特性相互关系的基础研究,找到了我国丙纶(聚丙烯纤维)纺丝温度过高的根本原因,并成功地开发出降温母粒法,大大降低了纺丝温度,获得最佳纺丝效果,从而大幅度提高了丙纶织物的防老性、染色性。此项技术为世界首创,已在全国 60 多个厂家使用,创利税 3 亿多元,并多次荣获国际发明奖。此外还研制成功 PDS 高分子防老化、染色助剂,提高了聚丙烯纤维和织物的产品质量。

我院还首先研制开发了在国民经济中有重大用途的聚四氟乙烯塑料、氟橡胶、有机硅树脂和耐油氟硅橡胶。将硅橡胶复合到玻璃布上可做成柔性抗烧蚀材料;硅油乳液已成功地用于织物后整理,获得巨大的经济效益。此外,铸型尼龙、有机玻璃高分子材料都是由我院首先开发并已生产。

研制成功的弹性聚氨酯灌浆材料,已用于新丰江、新安江和葛洲坝等水坝的防渗堵漏和缝隙填充。XCA 系列抗磨气蚀弹性复合材料的研制和应用,为发展水电工业提供了新材料。

在特种信息材料研究中也取得了许多成果,酸敏变色片、重氮缩微胶片等都有产品生产。

50 年代末至 60 年代,有关化学所不失时机地开辟了若干类重要无机材料的研究。

首先,用高温、高压水热法合成压电水晶满足了电子工业的需要;用高温、超高压法合成金刚石,为我国生产工业用金刚石奠定了基础。

60 年代,开展了合成大面积云母单晶的科研工作。经过近 10 年的努力,终于用高温晶种法制成大面积人工合成氟金云母单晶,并开发出此单晶材料的生产工艺。人工合成的云母在许多性能上优于天然云母,在电子工业和现代科技领域中具有广阔的应用前景。70 年代,以钼酸铅、铌酸锂为代表的一系列声光、电光晶体的研究,为发展相应的新技术提供了基础。

其次,各种陶瓷材料也应运而生,钛酸钡、锆钛酸铅等压电、铁电陶瓷的组成与性能关系的系统研究,为我国的电容器生产和水声、电声、超声换能器的研制与生产提供了材料基础;各种高温氧化物结构陶瓷的研制,解决了国防及原子能工业的需要;氟化铁、硫化锌等红外陶瓷材料与尺寸部件的研制,为我国红外技术的发展做出了贡献。

70年代以来,一批新型无机晶体在我院诞生,其中最为著名的有新型闪烁晶体锗酸铋单晶(BGO)、低温相偏硼酸钡晶体(BBO)以及新近开发的三硼酸锂单晶(LBO)。

锗酸铋是一种新型闪烁晶体材料。我院研制、生产的锗酸铋晶体尺寸大,光学、机械和辐射闪烁性质优良,辐照损伤小及恢复能力强,在西欧核子研究中心进行的评比测试中,不但满足了大型正负电子对撞机中电磁量能器的使用要求,大大提高了基本粒子的检测精度,且各项性能指标远远超过美、日等国生产的晶体,处于国际领先地位。数年来,该晶体已批量出口,占领目前国际市场的70%以上,有很大的经济和社会效益。1983年,我院自行研制、开发的低温相偏硼酸钡晶体是一种性能优越的紫外非线性光学材料,属世界首创。这项成果是在非线性光学效应的结构与性能相互关系理论研究基础上,通过结构选型、合成、相图分析、光学及电学性能等的研究工作而发现的。该晶体能与宽波段相匹配,其有效倍频系数是当时国内通用晶体磷酸二胺晶体的6倍,光损伤阈值高,抗潮性和热稳定性好、极化稳定。最近在此晶体的基础上又推出了应用范围更广的新型非线性光学晶体——三硼酸锂单晶。此晶体材料是目前唯一在紫外波段应用时保持非线性光学系数不下降的晶体,且其倍频效果最好,与偏硼酸钡晶体在性能上形成互补,广泛用于各类激光器上。这些成果引起了国内外学术界、工业界的极高评价,产品已远销一些发达国家。

我院最早研制成功的三次群、四次群长波长多模光纤,填补了我国光导纤维方面的空白。各类功能陶瓷材料及新型化学材料已广泛用于国民经济和国防建设的各个方面。目前,正在准备研制更多、更好的各种新型材料,如膜分离材料、高性能结构陶瓷和新型塑料等。

二、为能源工业做出贡献

40年来,中国科学院各化学研究所不仅为国家解决了能源开发中的一批关键性科技问题,而且还积极进行新能源的开发和节能技术的研究。

50年代,我国常用的动力燃料严重匮乏,我院积极组织攻关,在很短时间内就研制出一批供石油炼制、天然气和煤的利用等方面的催化剂,缓解了能源紧张,尤其是液体燃料严重不足的问题。

通过对石油加工和烃类转化的大量研究,仿制和改进了上百种的催化剂和催化新工艺。其中如重整过程的铂催化剂,催化裂化过程的球型铝催化剂,加氢过程的硫化钼,硫化钨催化剂等。50年代研制开发的溶铁催化剂水煤气合成液体燃料等过程,早已投入工业生产。我院还与石油部合作,研制成以大庆直馏蜡油为原料制取冰点航空煤油的加氢异构裂解催化剂,1966年在大庆第一套年处理能力为38万吨原油的加氢异构裂化装置上投产运转。60年代中研制成功的航空煤油抗腐蚀添加剂,解决了航空煤油对发动机喷管的严重腐蚀问题,为我国的航空事业做出了贡献。

近些年来,我院组织开展了对油田强化采油的科研攻关。我国主要油田综合含水量达

80%以上。为提高原油采收率,有关所于“六·五”期间开展了化学法驱油的攻关,对碱水驱油动力学模型和界面活性组分确定和分析等技术进行了探索,并取得了一定成果;同时在稠油热采方面也取得了进展,如用于热驱油泡沫剂和成膜剂的研制,地下油层热力学参数测定等,现正在进行共驱方法的探索。

煤是我国主要的能源之一,为提高煤的利用率我院进行了长期科研工作,取得了不少成绩。如由煤出发制取液体燃料,一氧化碳加氢合成汽油,合成的汽油中无 C_{12} 烃类,汽油收率为60%以上,质量亦有改善,现正进行放大中试,取得了重大进展。我院还开发了用于实现高效燃烧和脱硫目的的快速床燃煤技术。

50年代末开始的天然气能源利用研究也取得了一些成绩,如低水比、低镍含量的天然气水蒸汽转化制合成气催化剂及转化过程研究已有重要结果,获得了国家科技进步奖。目前还在进行天然气液化、天然气转化制汽油等方面的研究。

在节能技术方面,我院研制成功等静压成型半透明陶瓷管制高压钠灯新技术,其耗电量远小于高压汞灯;改进氯酸盐电解生产阴极结构和生产工艺,不仅可节电三分之一,而且还消除了污染;蒸汽热网管道保温技术的开发成功,热损失减少50%。

三、为医疗卫生事业和农业生产服务

40年来,中国科学院化学、化工的研究所在医疗卫生事业上做出了不少成绩。

50年代初对抗生素药物的研究与开发,结束了我国不能自己生产青、链霉素之类的抗生素药物的历史。我院与产业部门合作,对青霉素、链霉素、金霉素和土霉素等在菌种、发酵、分离、化学性质、分析检定、中间试验和生产以及新抗生物质的探索方面进行了广泛研究,取得了突出成绩。

我院早期利用植物资源薯蓣皂苷元为激素药物原料,通过七步反应合成可的松,为生产提供了一条经济的路线。对多种甾族药物中间体的合成也获得成功,如16-甲基地塞米松的中间体、螺旋内酯甾和6 α -甲基强的松龙乙酸酯等的中间体。在医药工作者的合作下,成功地开发了甾族口服避孕药物;此外,中国独创的甲地孕酮已投入生产,并投放市场使用至今。

天花粉蛋白是我国首先发现的一个具有独特生物功效的植物蛋白,它是从中国传统中药天花粉制得。1967年起,我院有关所在其他单位配合下通过筛选剔除了民间传统外用方草药中的无效组份,证实天花粉蛋白是有效组份,测定了它的一级结构和空间结构,并将外用药改为针剂。近几年来又制成结晶天花粉蛋白针剂,能用于肌肉、宫腔、羊膜腔注射,使剂量降低了两万倍,大大减轻了副作用,提高了用药安全性,在临床中成功地用于抗早孕和中期引产,有效率达98%。这些成果对我国的计划生育工作起了积极作用。

全氟碳代血液是近年研究成功的一种具有输氧功能的人工血液,已成功地用于临床病例和战地救护,这在医学上具有极为重要的意义。

生物碱的研究对镇痛类药物的发展起了重大的推动作用;萜类化合物的研究使一系列青蒿素衍生物的合成成为可能,从而制得一系列高效低毒新型抗恶性疟疾和凶险型疟疾药物。我院还合成并推广了和正在研制一些抗癌药物,如甲氧芳芥、消瘤芥、溶癌呤和新铂类药物等等。

40 年来,我院的化学家们为农业的发展也同样做出了贡献。

合成氨是农用化肥的重要原料。直到 60 年代初,我国的合成氨工业还在 40 年代水平上徘徊。1966 年,我院与有关单位合作研制成功合成氨原料气净化新流程使用的脱硫、水煤气低温交换和甲烷化三种催化剂,使中国的合成氨工业迅速提高到 60 年代水平,至 1982 年,全国已在 14 个省、市的 19 家合成氨厂推广使用。该项成果被誉为中国合成氨工业的一场革命。

尿素研究方面,1985 年由我院研制开发的 DH-2 除氢催化剂用于生产尿素的 CO_2 原料气脱氢,使残氢与设备防腐蚀用的氧脱离爆炸极限,确保生产安全。其性能优于进口催化剂,形成了催化剂生产再生的整套技术,产生了较大的经济效益。

一批新型高效低毒农药由我院研制并推广。具有抑制害虫功效的甲壳质酶和含氟农药的合成等项成果均已大面积推广使用。乙基磺酸酯的硫代物是国外未见相似类型的优良杀菌农药,在防治水稻、棉花、薯类等的病害上得到应用。1980 年从异戊二烯合成二氯菊酯新路线的研究获得成功,已用于生产新型拟除虫菊酯杀虫剂。近年来,又研制开发出除虫新药甲氰菊酯及其生产工艺路线,已在工厂试生产。

我院 70 年代合成的棉红铃虫性信息素,已成为田间虫情预测预报的有效手段。KMS-1 杀雄剂的研制成功,在我国开辟了一类新的化学杀雄药剂,为使用化学杀雄新技术、配制杂交品种和增产粮食创造了良好条件,已在杂交水稻中得到广泛应用。此外,利用蜂蜡和紫萼制取植物生长激素三十烷醇的试验成功以及水稻棉花主要害虫性引诱剂的合成和应用,光可控分解塑料地膜,高效吸水剂的研制和使用,也都促进了农业的发展研制成功的气调储藏设备——氮气发生器和布基硅橡胶气调保鲜膜等保鲜方法已大量用于粮食和多种水果、蔬菜的保鲜。此外,单细胞蛋白饲料,棉子饼去毒方法等多种成果也已推广使用。

四、对天然资源的开发利用做出了成绩

中国矿产资源丰富,但很多重要的矿藏却是复杂的共生矿,无现成的冶炼工艺可直接采用。我院化学、化工有关所对这些重要矿藏的开发利用做了大量卓有成效的工作。

为开发利用白云鄂博含氟铁矿,建立包头钢铁联合企业,有关研究所系统研究了冶炼过程中的物理化学问题,为冶炼这类世界上独特的矿石,设计合理的冶炼规程提供了科学依据。与此同时,通过对氟化物在高温气态、液态介质中与各类耐火材料的反应机理与动力学研究,为合理选用耐火材料提出了建议。

白云鄂博矿中还含有丰富的稀土元素,是我国重要的稀土资源。为此,在 50 年代中、后期,系统研究了从炉渣中提取分析稀土元素的工作,在国内首次用离子交换法分离得到全部单一纯稀土。用萃取法制备高纯镧和高纯氧化钇,镧的富集,萃取法对轻重稀土的全分离;萃取法分离钍以制取混合稀土。对近年来发现的江西离子型稀土矿和龙南矿的开发利用等工艺,都在工业实践中成为正式生产流程。将稀土元素用于制备新型阴极材料、激光材料、辐射材料、发光材料、永磁材料和合金材料等都有了很好的结果。

矿产资源的开发利用对分析化学提出了要求,如包头稀土铁矿等由于成份多,有的元素含量低,一般经典方法不易检出。早在 50 年代,我院就研究建立了包头矿的分析方法,并写成了

《白云鄂博矿样分析汇编》。随着稀土资源的开发,一整套用于稀土的开采、选矿、提纯、利用的元素分析方法已由我院建立起来。

钒钛磁铁矿使用高炉冶炼,世界上尚无先例。在详细研究了含钛炉渣的粘度以及在还原时粘度升高与结构变化的关系后,结合高炉冶炼理论提出高压炉顶、高风温、高蒸汽含量及鼓风渣口喷石灰(即“三高一喷”技术)来冶炼攀枝花矿,并在 11.7 立方米高炉上进行了较长期的冶炼,为攀枝花的建设及投产做出了很大贡献。此外,还对攀枝花矿中钒的回收,铬、钒的萃取分离,钒的回收做出了成绩。

60 年代初提出的以近代高炉技术处理中低品位磷矿石制取黄磷取得较好结果。对云南东川铜矿选矿流程进行改造,提出加压氨渍流程,建成日处理 100 吨矿石的试生产装置,为发展中国加压湿法冶金技术做出了出色贡献。

我院还最早组织了对青藏高原盐湖资源的科学考察,并于 1965 年建立盐湖研究所,以全面研究盐湖形成的基本规律、资源综合利用的途径和盐类分离提取技术为主要任务。建立了盐和卤水的全分析方法,得出盐湖化学类型的分布。60 年代中,以隔离式盐田日晒卤水,制取光卤石和光卤石冷分解浮选氯化钾工艺,为国家大规模开发察尔汗盐湖提取钾肥奠定了工艺技术路线的基础。随后,又解决了制取钾盐过程中一系列关键技术问题,使之成为目前我国大规模制取钾盐的主要工业路线。经过大量研究还提出了提取硼酸和氯化锂的新工艺;对盐湖中存在大量镁盐的利用也逐步开拓了各种新的途径。

由有关研究所提出的苧麻纤维碱法变性工艺,使微原纤维形成网状结构,纤维空腔增大、强度高、耐疲劳性好、着色力强,可纺 54 支和 60 支纯麻细纱,适用于机织和针织,并已在广州绢麻厂等几个厂家推广生产。

此外,松节油用于合成龙脑、樟脑、松油醇等三大产品,均已在工厂投入生产。对天然羊毛的改性研究也获得了一定的经济效益和社会效益。

五、重视环境保护研究

随着工农业生产的发展,环境保护问题日趋尖锐。为此,我院除专门成立了环境化学研究所(现改为生态环境研究中心)外,还组织各有关所进行了各种环境化学方面的研究工作。

我院组织并参加完成了“京津渤区域环境综合研究”和“京津地区生态特征和污染防治研究”等课题,以京津渤总体环境为研究对象,揭示了污染规律并寻找合理开发方案,探索改善环境途径,为环境区划与治理规划提供了科学依据。如利用多种实验手段与方法研究了大气中颗粒物质和气相物质的化学特征及二氧化硫等重要污染物质的化学转化规律;对该地区水域布点采样和有机污染综合指标及有机毒物定性定量分析,列出 60 种有机污染物作为京津地区水域优先控制的有机污染物,提出京津地区水域有机污染防治措施等等。

对于我国西南地区酸雨污染问题进行了系统考察研究,分析了酸雨的形成过程、酸雨中重金属的分布、含量和酸雨危害生态系统的机制,提出了防治工业酸雨的对策,为该地区建设规划的制定提供了科学依据。

有关研究所在锁“黄龙”的研究中,开发出以活性炭为担体,以碘为活性组分的催化剂,对工业排气中 SO_2 进行吸附转化,较有效地抑制了有害气体对环境的污染。此外,烟气脱硫喷雾

干燥法扩大试验,干法和湿法氮氧化物治理等也都取得成功。

化学化工有关所对我国主要江湖的污染状况详尽地进行了考察分析并提出了对策性建议。如对湘江地区有机磷农药的污染状况及防治措施提供了资料和依据;对黄浦江、太湖地区进行了水质分析;研究了长江水中有机氯、有机磷和总有机碳的分析检测;对松花江的水质、底泥等进行分析调查;对珠江口海区的污染调查等,为研究这些河流的污染状况,生态平衡及对水产、作物的影响提供了重要数据。

在大气污染及防治方面有:大气中二氧化硫转变为硫酸盐及其对北京-天津地区可见度的影响;燕山地区大气污染及防治,有机污染物与羟基自由基反应研究,大气污染背景值的研究等。

此外,我院还研制出一批较为先进的环境分析监测仪,供各有关单位使用。

六、化工新技术的研究开发形成特色

40年来,我院在化学工程研究上形成了自己的特色,主要是:以金属矿和煤炭资源为主要对象,结合新过程的开发,研究和发展流态化、气液固三相反应器,液液及气液反应器;萃取与浸取理论及高温冶炼技术;催化反应工程传质与分离新技术。

早在50年代初,我院就提出了高炉炼铁中的新概念,首次从化学工程学观点,系统和深入地分析了高炉冶炼过程,从动量传递、传热和传质三方面计算了高压炉顶、高风温和蒸气鼓风的效应,从理论上证明了采用“三高”可使高炉产量提高1倍的科学理论。“三高”冶炼理论丰富了近代强化高炉的理论,把高炉冶炼理论提高到一个新的高度。

针对中国多金属共生矿、贫赤铁矿、难选矿等特点,提出了多种流态化选择性焙烧和提取过程。50年代对某低品位铜钴难选氧化矿,进行选择性硫酸化焙烧,分离提取铜钴;利用流态化技术对贫铁矿进行磁化焙烧,富集铁矿;发展了两相流态化焙烧炉,利用稀相换热、浓相还原达到快速加热与反应的两项技术,已成功地用于贵州汞矿提取金属汞的过程。红土矿的选择还原,联合湿法,分离镍钴铁过程,处理量达80吨矿/天的工业试验规模。

1976年,我院研制成功气控式双气源多层流态化床,成功地用于活性炭吸附,回收有害气体二氯乙烷,该工艺克服了溢流管卡料、喷料、窜气等不稳定性,实现了多气源和双气源两种多层床的稳定操作,为我国化工、轻工、冶金等工业废气的净化回收提供了新设备和工艺。

双混合室萃取箱的研制成功,为湿法冶炼工艺提供了比较理想的设备,在成都电冶厂分离Ni、Cr应用结果表明,产品收率提高,原有生产规模不变,产值可翻一番。转盘萃取塔的多项工程研究为大型糠醛精制润滑油转盘塔的改造与顺利投产做出了贡献。研究发展了多层气体提升三相反应器,在日处理100吨矿石的试生产工厂得到应用。

1966年,我院在920-1芳香聚酰胺中空纤维反渗透膜研究中,突破了连续制备 $\phi 100$ 微米中空纤维的关键技术;1982年完成组装 $\phi 105 \times 600$ 毫米的示范性反渗透器;1984年研制成功的中空纤维氮氢膜分离器,解决了合成氨生产中大量氢回收的一系列关键技术,其经济效益和社会效益都极为可观。“七·五”期间,国家决定在我院建立工业示范性膜生产基地。

50年代初,我院在国内最早进行了固定床催化反应器中传热、传质的研究,经过多年的研究和学术积累,在催化剂颗粒的工程设计,尤其是在催化剂活性组分在催化剂上的不均匀分布

对催化剂的影响等化工过程的系统研究上取得了重大突破,从而开发出一种乙炔选择加氢的薄壳催化剂和耐积炭、抗高温的一氧化碳加氢甲烷化催化剂,并完成城市煤气甲烷化的化工新过程设计,已在许多城市推广使用。

七、解决国防建设中的部分关键问题

40 年来,我院化学化工领域科研人员为火箭、导弹和人造卫星等国防建设做出了重大贡献。

50 年代末,我国决定自行研制“两弹一星”,各有关化学研究所积极承接了许多有关的科研课题。

为确保空间飞行器正常工作,研制出一批必需的无机、有机温控涂层材料。如用于克服卫星远地点发动机点火使星体尾部升温的高效轻质金属及玻璃陶瓷纤维复合材料;变形铝合金材料;隔热屏内壁耐高温、高热辐射率、高太阳吸收率的温控涂层材料;保障飞行器内外各种仪器、仪表正常工作用的低温多层隔热系统;能在真空热震、长期真空紫外辐照、高能粒子辐照等空间环境下正常工作的长期飞行卫星的外表涂层等等。各种陶瓷复合材料的研制成功,解决了洲际导弹返回大气层时的高温烧蚀问题。

60 年代初开展的固体火箭推进剂和固液火箭推进剂燃烧过程的实验和理论研究,对固体推进剂的燃速规律进行了比较深入的探讨,发展了复合推进剂的多层火焰模型和分解扩散微火焰理论,为火箭推进器的设计提供了可靠的理论依据。对固液火箭推进剂燃烧过程的稳定性、完全性、均匀性和点火延迟期等问题做了认真研究,并取得了满意的结果。研制成功遥爪型液体橡胶——端羧基液体聚丁二烯、端羧基液体丁腈、端羟基液体聚丁二烯和端羟基液体丁腈等,并利用这类液体橡胶研制成固体推进剂。还研究成功多种燃速调节剂。所有这些成果均已成功地用于多种型号的火箭、导弹。

60 年代末,受航天部委托,组织力量对火箭及人造卫星等空间飞行器的飞行姿态肼分解催化剂进行研制。经过短时间攻关,研制出多种高效肼分解催化剂,可使卫星的工作寿命大幅度增加,已用于东风五号洲际导弹、长征三号运载火箭以及六颗人造卫星。

此外,还研制出石墨材料和碳纤维、玻璃纤维复合材料,已用于火箭发动机的喷管喉衬材料及其它部件作为耐高温、抗热震、耐烧蚀材料。研制成功的一种可低压成型的酚醛树脂,已用于洲际导弹返回大气层时的抗烧蚀材料。研制了环氧玻璃纤维复合材料,已成功地用于火箭、卫星的壳体、支架、蒙皮等部件。在“两弹一星”中大量应用的特种润滑材料、密封材料、高比重陀螺油、超高空摄影胶片、碳纤维和芳香聚酰胺纤维等等,也大多由我院主持研制,提供给国防部门使用至今。

我院在 50 年代初研制成功的高强度微晶氧化铝陶瓷,是我国目前生产量最大、应用面最广的高温结构陶瓷材料,它用于轻型披挂式装甲车防弹板,有效地提高了防护能力,比美国相应的防弹复合材料轻 27%。在此基础上发展的氧化钙、氧化镁、氧化铍陶瓷新材料,用于我国原子能工业熔炼铀、钚以及反应堆中子慢在剂。

我院还为核能事业解决了许多关键的化学问题。研制了多种原子能工业专用的离子交换树脂和萃取剂,提出了重铀酸铵的生产工艺,为三碳酸铀酰胺的生产工艺提供了相图、热分解

机理等重要依据；提出核燃料前、后处理工艺；重水、硼(^{10}B)分离取得了重要研究成果；提出萃取法分离锂(^6Li)的独创新工艺；制备的全氟润滑油，成功地在铀分离工厂使用；激光分离铀同位素完成了双光子和三光子原理性实验，使我国成为第三个取得这项成就的国家。

根据中国宇航事业发展的需要，1970 年以来，开展了航天用氢-氧燃料电池系统的研究，在国内首次研制成功两种氢氧燃料电池系统，并顺利通过环境试验。该技术的主要技术指标达到使用要求，并在关键技术方面有所创新。

结合半导体、原子能和航空材料的发展，我院在国内较早开展了痕量分析研究工作，推进了化学分析逐步向仪器化发展。

八、重视基础研究，开拓新兴学科

我院化学化工领域在紧紧围绕国民经济和国防建设开展科研工作的同时，还积极重视和发展各学科的基础研究工作。40 年来能为国家做出如此重大的贡献，是与扎实而雄厚的基础研究密不可分的。同时，在科研为国民经济服务过程中又促进了基础学科的发展。目前，我院各化学所在实验仪器上得到了更新，一批年轻科研人员的加入使科研队伍补充了新生力量，不断在新的学科领域和学科交叉点开展工作，国际间学术交流与合作大大发展，学术水平不断接近或达到世界先进水平。因此在原有工作的基础上，出现了一批重要的科研成果。

我院有关研究所与其它单位合作，于 1965 年在世界上首次合成结晶牛胰岛素。胰岛素合成研究当时在国际上竞争激烈，我院充分发挥协作力量，在 A、B 链化学合成中严格要求，又设计了较佳的合成路线，掌握了最适的 A、B 链氧化重组条件和结晶纯化条件，终于首先成功地合成了牛胰岛素。这一成果推动了中国多肽激素医药工业的建立和生化试剂工业的发展。随后，我院又在世界上首次人工合成化学结构相同并有完整生物活性的酵母丙氨酸转移核糖核酸，它标志着在人工合成生物大分子以及在核酸化学的研究方面，我国继续居于世界领先地位。这一成果在化学合成和酶促合成，各种工具酶的制备应用，天然分子的拆合、重组和合成产物活性的测定等方面都取得了大量数据，探索了许多新问题，积累了丰富经验。

化学模拟生物固氮是当代仿生化学前沿课题之一。1973 年，有关化学所从结构化学的角度，提出了固氮酶活性中心的 Fe_2MoS_2 四核鸟窝状单立方烷模型，即“福州模型 I”，接着又发展出 Fe_2MoS_2 李合双网兜结构模型，即“福州模型 II”。在此基础上进行了活性中心模拟物的合成，测定了 10 余种具有活性的模拟物晶体结构，并证明活性簇或过渡态由于蛋白在溶液中的存在而得以稳定下来，从而提出固氮酶活性中心的基本结构单元和活性元件组装设想，并开展了一系列试验研究，受到国际化学界的好评。

经过多年研究，发现诱导效应指数和同系物线性规律等分子结构与性能间的定量关系。诱导效应指数是利用元素电负性、原子共价半径，根据分子结构式，用一定的经验公式计算出的一种结构参数。它可以普遍适用于有机及无机基团，可以预计未知化合物性质，区别不同基团效应，验证和推断反应机理。同系物线性规律是关于广义同系物 $\text{X}-\text{An}-\text{Y}$ 所有电子活动性能的一种线性函数，具有高度的精确性和专一性。它不但可预测未知物的性能、确定性能的结构基础，也可用来作为选择基团设计分子结构的理论依据，受到国内外化学界的重视。

我院在 1962 年首先提出必须重视传热、传质、动量传递和化学反应，即“三传一反”的理论

研究,经过 30 多年的不懈努力,在无气泡气固接触理论上取得重大进展,逐渐形成了改善鼓泡气固流态化的整体概念;开拓了稀相流态化,快速流态化和浅流态化床三者能相互贯穿的系统实验方案,自成学术体系,在国内外未见有如此完整、系统的研究报道。“无汽泡气固接触”由我院首先提出,并形成完整的理论及技术体系,在国际上赢得了声誉并获奖,可应用于多种矿的选矿及冶炼。

我院开辟了分子反应动力学、激光化学等新兴学科。70 年代末,在中国建立了第一个微观反应动力学实验室,并研制出第一台交叉分子束化学反应装置和分子束激光裂解产物谱仪,考察和研究了多种简单分子的基元反应,在国际分子反应动力学研究领域占有一席之地。一系列化学激光器的研制成功,激光分离同位素的研究成果都是中国激光化学发展的重要标志。

此外,我院在金属有机、物理有机、高分子物理、光化学、电化学、热化学和化学热力学、计算机化学和分析化学的某些领域都做了大量的基础性研究工作,取得了丰硕成果。

随着科技体制的改革,我院化学化工领域保持了一支精干力量继续从事基础理论的研究。目前已开放和正在筹备开放的基础实验室共 15 个。

* * *

40 年来,负有学术指导责任的中国科学院化学部在为解决国民经济建设和国防建设重大问题的攻关、引导学科发展、开拓新兴学科方面提出了许多重要的建议,做了大量的指导性工作。化学部还积极组织科学发展远景规划的制定,对各研究所进行学术评议,组织专家对国家重大科技问题提出政策性意见。较好地协调了各化学所之间,与院外有关单位之间的协作关系,从而保证了科研工作的顺利进行。

回顾中国科学院化学化工 40 年的历史,广大科技人员兢兢业业、任劳任怨,为国家的发展和民族的兴旺,为经济的繁荣和科学的进步做出了巨大贡献。在纪念建院 40 周年之际,我们要感谢全体科技人员的辛勤劳动,怀念那些为新中国化学科学做出出色贡献的已逝去的老一辈科学家和不幸早逝的中年科学家们。

目前,我院化学化工科技力量不仅能为进一步发展国民经济服务,而且还具备了开辟新兴学科和从事重大科学技术问题研究的能力,在改革开放中,必将继续为国家做出重大贡献,造福于子孙后代。