

## 六十年回往

——记火电厂自动化技术的发展历程

李子连

电厂自动化系统对发电机组来说，相当于一个人的大脑、耳目和手足，它是顺应发电机组的发展而进步的。以火电厂主机组为例，我国从20世纪50年代初制造出第1台中温中压6MW汽轮机发电机组开始，在引进苏联技术的支持下，不断创新，生产出高温高压50MW、100MW、200MW、300MW汽轮发电机组。80年代，又在引进美国技术的支持下，生产出亚临界300MW、600MW汽轮发电机组。21世纪以来，在与国外厂商技术合作的前提下，生产出超临界600MW~1000MW汽轮发电机组，并建成、投产电厂。主机组技术的发展，带动了火电厂自动化技术的发展和提高。

### 一、建国初期雄心勃勃，“文革”十年无法出力

20世纪50年代初，电厂的机组容量小，自动化系统简单，热力、电气系统为母管制，在锅炉与汽轮机附近设置仪表盘，由人工操作，即可满足锅炉、汽轮机启停和正常运行的要求。发电机、主变压器等控制则在主控制室内进行，此种方式称为就地控制。

50年代中期，从东德和捷克进口了2×50MW机组，分别安装在保定热电厂和唐山发电厂，因热力系统为单元制（一炉对一机），采用了二台机组（炉机电）在一起的集中，主要参数为自动控制，其他为远方操作。

大跃进时期，毛泽东发出“超英赶美”号召。1958年，北京高井电厂设计安装了当时国产单机容量最大的100MW汽轮机，热力系统按单元制设计。考虑到炉机电已成为一个整体，因此自动化系统设计中首次提出2台机组在1个控制室进行集中控制，并按机电值班员、锅炉值班员方式配置控制盘，得到电厂领导的支持。电厂领导也对运行管理体制按单元制机组的特点，大胆改革为运行分场和检修分场制，分别负责机组的运行与检修。高井电厂的实践证明，集中控制方式有利于炉机电之间的联系，便于机组启停，事故处理和正常负荷的调节，受到厂领导与运行人员的欢迎。

与此同时，全国各地建设的单元制机组也采用了集中控制设计，但由于受母管制电厂运行习惯的影响，在管理上仍沿袭炉机电分场制，由此带来一系列问题，如控制室人多，交接班或检修时人更多且乱等。一些电厂对炉机电集控方式提出不同意见，“文革”期间，有的电厂倒退到将电气与机炉控制分开来，仍按母管制电厂模式设电气主控制室。

60年代，美国电厂开始研究应用计算机。1964年，电力部组织力量在上海南京电厂已运行的12MW机组作应用计算机试验，以后还多次在老厂的大机组（200MW）上作科研应用试验。1965年批

准高井电厂新建3号机组(100MW)作为应用计算机的工程试点,实现对机组的数据采集与处理(DAS)和模拟控制(MCS)功能,组成三结合(设计、科研、电厂)设计组在电厂现场进行集中控制与应用计算机的设计。采用的计算机是北京738厂生产的晶体管工业计算机,其可靠性MTBF(平均无故障运行时间)只有50h。当时这两项技术与世界先进技术的发展是同步的。“文革”开始,设计组的骨干被抽调回单位参加运动,计算机的应用留给电厂人员继续工作。1968年投入DAS功能,后因计算机设备落后难以维护,予以拆除,其他两个老厂试点除望亭电厂外也无果而终。

1969年,受极左思潮的影响,当时水电部领导下令将华北电力设计院设计人员分别下放到内蒙、山西、河北和北京四省(市),成立各省市电力设计院,因力量分散使很多高新技术工作难以开展。

1975年,周恩来在四届人大上提出“实现四个现代化”,使自动化工作者再次受到鼓舞,感到责任重大。为此,建议部局领导将自动化设计工作者组织起来,总结过去经验,提高设计水平。在全国电力设计同行们响应下,由当时河北院牵头,开展了《热工自动化设计手册》的编写工作,并在1980年完成书稿,1981年由中国电力出版社出版。这是第一本热工自动化设计经验总结的图书,受到广大同行们的欢迎,为满足读者需要多次再版发行。

在1978年的全国科技大会上,邓小平提出“科学技术是第一生产力”,意味着科学的春天到来。广大科技人员决心再干一场。此时,电力规划设计管理局成立热控(自动化)设计情报网,指定河北电力设计院为热控情报网网长单位,组织各院设计人员交流信息,特别是国外的新技术。藉此机会,由情报网牵头组织有设计、科研、仪表制造人员参加的调查组,对70年代中期成套进口的陡河250MW机组,元宝山、大港300MW机组的热工自动化进行现场调研,编写了《成套进口机组热工自动化调查报告》,提出可供学习的技术和经验。1979年冬,电力规划设计总院调笔者到北京工作,为继续提高自动化设计水平创造了有利条件。

## 二、改革开放增强活力,发展前进提高水平

70年代以前,在应用计算机(试用)科研项目的方面花费的资金多,除培养一批计算机应用人才外,其他效果不显著。在电厂设计的自动化项目中,又因主机可控性差,自动化设备落后等原因,真能投入自动的少。当时在电厂流行的是“自动化、不听话”,在领导眼中,自动化是可有可无的,不被重视。当开展节约运动时,首先要求热工自动化设计进行检查,砍掉一些花钱多的先进技术。为使热工自动化技术进步与发展,笔者认识到必须从专业本身入手,做出成绩,转变观念,化解压力,方能轻装前进。

## 统一思想、鼓舞士气、扭转局面

1982年夏，电力规划设计总院联合部科技司、生产司共同组织开办“热工自动化工作研讨班”，以《成套进口机组热工自动化调研报告》为基础，组织全国的设计、科研、生产方面自动化骨干参加，进行认真研究讨论，结合国情，提出从进口机组中可供学习的技术和经验。经研究总结得出：重点明确火电厂应用计算机要在新建机组中统一设计，纳入自动化系统中随机组同时投产。在水电部第一次计算机应用工作会议上，明确由电力规划设计总院归口领导管理。其他可用的技术、经验写入研究班纪要，由总院颁发《热控设计补充规定 19 条》在设计中实施。自此之后，齐心协力，相互支持，共同解决出现的问题，设计工作有了大的提高。

## 结合国情、实事求是、敢做敢闯

当时的国情是技术落后，一穷二白，特别是外汇匮乏。80年代初，石横电厂引进美国 300MW 机组的自动化系统，采用美国 Foxboro 公司生产的 FOX I/A 计算机，实现 DAS 功能，其合同价为 170 万美元。采用了组件组装仪表 SPEC-200，实现模拟量控制（MCS），花外汇约 150 万美元。显然，要在国产 300MW 机组上采用计算机和控制设备，依靠进口是不现实的。为迎头赶上国外先进技术，并在国内推广，必须立足国内，自主创新。计算机的应用是带动自动化技术发展的龙头，因此先要抓住计算机的应用。

### （1）抓龙头——计算机应用工程试点

选择好试点电厂和计算机机型，是试点工程成败的关键，当时河北唐山陡河电厂 7、8 号机组（200MW）正在设计，有纳入自动化系统统一设计的条件，陡河电厂又有应用从日本成套进口 250MW 机组计算机的经验，电厂领导也积极支持，经有关方面共同研究后，决定以陡河电厂 7、8 号机组作为试点工程，同时追加预算 200 万元。

当时国内可供应的计算机有三种，一为上海福克斯波罗（Foxboro）公司的 FOX-300 型，但国内尚未生产；二为美国 DEC 公司的 PDP-11，是一种通用机，技术先进，但配套不齐；三为华南计算机公司引进的法国 CEM 公司 Solar-16 计算机。通过调查，前两者均需支付外汇，且很难保证工期。Solar-16 计算机配套产品较全，又有在法国核电厂的应用经验，不需外汇。从推广应用角度出发，决定摒弃单纯追求先进的观点，先用 Solar-16 为试点计算机。

当时，上述机型均没有在电厂的应用软件，Solar-16 虽有在核电厂的应用经验，但未引进应用软件，需组织力量开发。经商定以中国电力科学院电厂自动化所为主，东北电力试验研究所参加，组成应用软件开发组。要求应用软件配合计算机的安装、调试工作，能与机组同时投产，为此，多次组织中间检查和试验，及时解决出现的问题。

试点计算机只实现数据采集与处理（DAS）功能，模拟量控制系统（MCS）仍选用组件装仪表。

当时中美合资的上海 Foxboro 公司可以生产 SPEC-200 组装仪表。由于过去对国产组装仪表的可靠性不放心，因而在应用中均加装了硬手操器。该公司称 SPEC-200 不用硬手操器，愿意在国内电厂做试验，可不用支付外汇；陡河电厂也愿意接受，故在陡河 7、8 号机组上进行试用，实践证明 SPEC 是可靠的，简化了控制系统，为在 300MW 机组上推广应用提供了依据。

1987 年，陡河电厂 7 号机组按期投产。只用了 3 年时间，完成设计、应用软件开发、硬件配套、安装调试工作，使计算机与机组同时投入。在控制盘上，可从显示器“CRT”监测机组运行参数。一年多的运行、调试与考核，达到了设计要求，可满足生产需要。1988 年 7 月，由水电部和电子部组织技术鉴定，确认 Solar-16 计算机可以在新建的 300MW 机组上应用，为国家节省了大量的外汇，同时也救活了花费一亿多元引进的 Solar 机生产线。Solar 机从而列入国家的计算机型谱 HN-3000。该项目被电力部评为科技成果一等奖、国家科委科技成果二等奖。

在进行陡河计算机试点的同时，组织厂家开发应用于 200MW 机组的微机数采与处理装置(DAS)，首先制订了技术规范书，为国内厂家开发生产提供技术条件，满足研发生产微机数采装置的需要。经过 2~3 年的努力，生产了约十种类型微机数采装置，如电科院的 EDPF-1000、电子部六所的 CSE-810、新华公司的 DAS-300、南京电力自动化设备厂的 WSJ-500 等。通过试点应用、技术鉴定后，在新建的 200MW 机组推广应用。

## （2）迎头赶上，及时跟踪、掌握 DCS 技术

70 年代，国外在总结功能集中式计算机系统失败的经验基础上，提出功能分散式的计算机系统，即分散控制系统（DCS）。在陡河电厂计算机试点的同时，及时跟踪国外 DCS 技术，多次召开会议研究其发展进程和应用技术。1987 年 2 月，组织分散控制系统技术研究班，首先抓住应用 DCS 中的关键技术——通讯网络，学习通讯技术的基本知识，同时，请国外厂商介绍他们的 DCS 产品和应用情况。在研究班上提出了应用 DCS 的原则意见——应用功能、硬件配置，可靠性和模拟仪表的关系、电源与抗干扰等，并对六种分散控制系统如：西屋的 WDPF、日立的 HIACS-3000、西门子的 Teleperm-ME、美国 Foxboro 的 I/A 系列、贝利的 Infi-90、美国 L&N 的 MAX-1000 进行了对比和评价。此时，华东电管局望亭电厂扩建 14 号 300MW 机组，要求进行 DCS 应用试点，经各方商量后批准了该项目，同时向国家申请了外汇使用指标，为向国外采购设备作准备。

望亭电厂和设计院共同组成谈判组，与外商进行谈判和询价，经性价比后确定采用西屋公司的 WDPF 进行试点，实现 DAS 和 MCS 功能，同样要求 DAS 功能与机组同时投用。在机组调试中妥善解决有关可控性问题之后，投入 MCS 功能，经过近 5 年的努力，达到了设计要求，并进行了验收测试，于 1992 年由电力部组织技术鉴定，得到了专家组的一致好评。该项目获电力部科技成果二等奖，

为 300MW 及以上机组采用 DCS 积累了经验。

“七五”期间，在新建或老厂改造中采用计算机实现监视功能的 200MW 机组 85 台（大多为微机数采装置），300MW 机组 14 台，除个别电厂外，大部分为国产 Solar-16 计算机；采用分散控制系统（DCS）的 300MW 机组有 9 台，随华能国际电力开发公司成套进口的 300MW 机组 18 台，主要是实现 DAS 和 MCS 功能。在改革开放思想的指引下，火电厂应用计算机工作发展迅速，取得了突破性进展，应用水平也在逐步提高。

### （3）增加炉膛保护设计，保障锅炉安全

80 年代以前，锅炉厂供应的电站锅炉只有简单炉膛火焰检测器和灭火停炉保护，设备简陋，加上当时发、供电任务非常紧张，保发电重于保安全，造成不少锅炉炉膛爆炸，损失严重。为减少这类事故，在设计中增加了炉膛保护设计，并力促厂家生产炉膛看火工业电视，解决集控室观看炉火焰问题。机械部在引进 CE 公司的锅炉制造技术的同时，也引进炉膛安全保护设备，仪表局也向美国 Forney 公司引进炉膛安全保护系统（FSSS）——AFS-1000 产品，鉴于当时投资紧张，除安排试点工程外，1000t/h 以下锅炉安装简易炉膛保护，1000t/h 及以上锅炉安装 FSSS。此时，一些单个品种的仪表生产，如开关量仪表、变送器、执行机构等，也借 300MW、600MW 机组引进技术的东风加快了步伐，为提高自动控制系统的可靠性提供了物质基础。

### （4）大胆创新、摆脱控制、研发 DEH

80 年代初，机械部从美国西屋引进 300MW、600MW 汽轮机生产技术，但是没有同时购进汽轮机的数字式纯电调控制系统（DEH），这等于是无头的汽轮机。在国内生产出汽轮机后，还需从美国进口汽轮机控制系统，按当时每台 DEH 约需 200 万美元，否则汽轮机是转不起来的。1983 年，上海发电设备成套研究所组建以计算机为核心的数字电液控制（DEH）国产化研发中心，研究、试制和生产 300MW、600MW 机组的 DEH。第一台引进技术的 300MW 机组在湖北汉川电厂试用时，同时使用了第一台国内自主研发的纯电调控制系统（DEH），虽然试运行中遇到过一些问题，但终于把 300MW 汽轮机开起来，并入电网运行，这是我国汽轮机控制系统发展的一个大飞跃。在 90 年代多次试用、试验，确认国内制造的纯电调控制系统可靠之后，很快得到推广，不再进口国外的 DEH。90 年代末期，在老厂大机组技术改造中，普遍采用了 DCS 实现纯电调的功能，取代原来的电液并存系统，大大提高了汽轮机的调节特性，为电厂自动化水平的提高特别是协调控制的投入做出了突出贡献。

## 建立新规，巩固成绩，打好基础

“文革”中，过去行之有效的规章制度废除了，工作处于混乱状态。电厂自动化系统是发电机组安全经济运行的保障，对系统性能、功能配置和可靠性有严格要求，必须按科学规律办事。在开

展计算机试点工作时，首先制订了应用计算机的暂行管理条例，使试点工作有章可循。借鉴当时引进的山东石横电厂 300MW、安徽平圩电厂 600MW 机组试用 FOX I/A 计算机技术和我们自己试点工作得到的经验，先后制定了应用计算机的暂行技术规定、计算机技术规范书，完善了 Solar-16 的配套设备，在推广应用时有标准可循，不致造成安全隐患和资金浪费。同时，制定了炉膛安全保护设计暂行规定，火电厂应用 DCS 技术原则，微机数采与处理装置技术规范书，对锅炉汽轮机、给水泵及其他辅助机的控制测量要求，计算机在线验收测试规定等。为 90 年代制定行业技术标准打下了基础。

## 培训骨干，提高定额，改革管理体制，发挥各方积极性

培训骨干。为提高计算机的设计水平，华北电力大学开办了两期“计算机知识培训班”，培训了各设计院骨干力量 60 人。

增加设计工时定额。采用计算机内容后增加了设计工作量，为不致工作量增加得不到相应的报酬，影响自动化设计者的积极性，经电规院组织设计院内部各专业的协调，增加了热控设计的工时定额，提高设计费用。

增加自动化投资比例。经对以往工程预算的分析统计，自动化投资仅占总投资的 2~3%。“七五”计划中提出提高自动化投资占总投资的 5~6% 建议；1987 年在水电部、机械部、电子部共同召开的落实国务院“中档水平”意见的大会上，通过与国家计委的沟通，采纳了此项建议。

颁发“新型”电厂管理办法。1992 年 1 月，能源部听取各方面对提高自动化的意见后，颁发《关于新型电厂实行新管理办法的若干意见》。从整个管理体制上进行改革，明确新型电厂必须是两台机组实现集中控制，规定了人员定额指标及素质要求。此后，各新建电厂纷纷要求实行新的管理体制，集中控制和计算机应用得到新建电厂领导的支持，大大加快自动化的发展。

## 三、稳步前进、自主创新、辉煌成就

### 稳步前进，跻身世界先进水平的行列

在 80 年代计算机（包括 DCS）试点应用中，证明了它的可靠性有很大提高，取得了运行值班员的信任。1992 年，能源（电力）部组成以部领导为首、各司局参加的热工自动化领导小组，协调各方意见作出决策，稳步推广应用 DCS 并逐步扩大其应用功能，减少模拟仪表和操作设备。

1995 年，电力部组织 DCS 和 DEH（汽轮机控制系统）调查组对全国 16 个电厂进行调查。查出 DCS 硬件损坏情况严重，分析原因，一是产品本身设计不合理，个别元器件质量差；二是机房环境差，密封不好，尘土大，室温高，电源不稳等；三是安装、维护人员不熟练，使用不当。针对这些情况，及时向制造厂作了通报，并在设计和使用中采取相应措施，提高施工和运行人员的水平，这

些问题很快得到解决。DCS 应用功能从 DAS、MCS 逐步扩大到 SCS（程序控制）、FSSS（炉膛安全保护）和 DEH。到 90 年代末，新建机组以及老厂改造的 200MW、300MW 机组全部应用了 DCS。

发电厂的发电机和主变压器的电气控制系统（ECS），因其反应速度快，比机炉的要求更高，长期不愿也不敢使用 DCS，但通过机炉运行证明，DCS 的可靠性不比原电气控制设备差，而且是发展方向，电气控制系统（ECS）也开始采用 DCS，最终实现了机炉电控制系统的一体化，即 DCS 的应用功能包括 DAS、MCS、SCS、FSSS、DEH 和 ECS。进入 DCS 的 I/O（输入/输出）点数，随机组容量的加大也在逐步增加。通过约 20 年努力，已赶上国外先进水平，使我国火电大机组的自动化水平跻身世界先进水平的行列。

## 实现国产化，自主创新，取得辉煌成果

实现控制设备的国产化是我国的一贯政策。90 年代，通过各种渠道进口的 DCS 已达 14 种。为防止电厂应用的 DCS 品种过多，给电厂运行带来不便，如备品备件供应困难等，也为防止国外 DCS 设备借我国电厂做试验场地，原能源（电力）部热工自动化领导小组决定要加以限制。根据各类 DCS 的性能指标、应用经验、国内是否有合作单位等因素，推荐了 8 种 DCS 作为电厂优先选用的品种。当时强调“国内有合作单位”的主要用意是：希望国内科研、生产单位通过与外商的合作，学习和掌握国外技术，逐步提高国产化率，直至结合国情研发生产具有自主知识产权的 DCS。

目前，国电智深控制技术公司在与外商合作的基础上，消化吸收国外技术，研发生产出具有自主知识产权的 EDPF-NT，国电智深的 EDPF-NT 已在大连庄河电厂超临界 600MW 机组上应用，实现了 DCS 上述六大功能并扩展到主要辅助系统的控制。经过一年多的调试运行，2007 年，中国电机工程学会组织召开了 EDPF-NT 鉴定会，得到电厂和专家们的一致好评，为我国超临界机组的火电厂提供“中国制造的 DCS”开创了先例。新华社报道：在重大装备上装上“中国大脑”标志着我国自动化领域的又一个重大突破，更意味着大机组自动化控制系统只能依靠进口的局面成为过去。2008 年，国电智深的 EDPF-NT 又在谏壁电厂新建的 100MW 机中应用。同时，也希望有潜力的科研、生产单位要立志创新生产出适应各种类型机组的 DCS 供用户选用，迅速改变长期依靠进口的局面。也希望在电力主管部门的支持下，各在建电厂积极采用适合国情、可靠性高、具有自主知识产权的中国 DCS。

**作者简介：**李子连，1927 年 5 月生，籍贯湖南浏阳，毕业于武汉大学，原电力部电力规划设计总院教授级高级工程师，电力部热工自动化领导小组顾问、部科学技术委员会委员。1993 年 10 月起享受国务院特殊津贴。著有《火电厂自动化发展历史见证》。退休后创建过程自动化技术交流

中心并任主任。

## 亲历我国自控设计的成长

——50 余年从一个化工设计公司走向国际工程公司

王大正

### 一、化工设计公司的变迁

1954 年时，我国重工业化工企业只有屈指可数的几家。民族企业家范旭东和著名化学家侯德榜创建的永利化学工业公司仅有三家工厂：永利宁厂、永利川厂和天津大沽碱厂，此外还有一个日军投降后留下的大连化工厂。那年秋天，我毕业于杭州化工学校温州分校化工机械专业。毕业前去南京永利宁厂实习，该厂生产很有名的化肥——三角牌硫酸铵，实习的岗位有硫铁矿焙烧、造气、水洗、酮洗、压缩、合成等工段，除造气工段有一台机械式自动机外，其余都是人工就地操作，工艺参数靠人工定时记录报表，操作工四班制，分三班倒。

我印象最深的是一位师傅坐在转子流量计前，边吃饭边盯着流量计的浮子，若发现流量有变化，便要调整阀门开度。这些温度、压力、流量、液位等检测仪表还都是从美国进口的基地式仪表，温度除玻璃水银温度计外，还有热电偶和摆在焙烧炉前桌上进行多点人工手动切换指示的二次仪表。

同年 8 月，我很幸运与 20 来位同学被统一分配到北京，我进了重工业部化工局化工设计公司机械科。

化工设计公司成立于 1953 年，是当时我国化工系统唯一一家中央直属设计单位，首任经理是开国大将黄克诚的夫人唐棣华，她后调任了中国社会科学院文学研究所副所长等职。我一直在这个单位工作到 1997 年退休，之后仍被继续返聘，直到 2009 年底才告老回家。

50 余年来，公司经历多次机构调整、变迁、更名。在建国后的第一个五年计划中，开始配合苏联援建的吉林、太原和兰州等三个化工基地的建设。1955 年 2 月更名为中央重工业部化学工业管理局化学工业设计院，第二、三任院长是冯伯华，他后升任化工部副部长，全院员工达到 1000 多人。





六十年代初化工设计院老五室部分设计人员留影

当时我国进行的社会主义建设，完全是按照苏联的计划经济模式，口号是：“计划就是法律，完不成计划就等于犯法。”。基本建设工作按苏联模式分为甲方（筹建处或指挥部）、乙方（施工单位）和丙方（设计院）。

甲方：是建设单位的主体，在筹建期间还负责按施工图进行设备、电气、仪表和安装材料等采购工作；对施工质量进行监督；组织生产班子及对生产人员进行培训等。

乙方：按照施工图和施工规范负责安装和施工，对工程施工质量负责，配合甲方进行试车和试生产，并对此过程中出现的问题与设计代表一起负责处理。

丙方：则按国家计划下达的任务负责设计。设计分三个阶段，《初步设计》用于报上级主管部门审批，经批准后则作为第二阶段《技术设计》的依据。《技术设计》经有关技术部门组织专家审查，通过后方能进行第三阶段《施工图》设计，完成施工图后并将设计图纸发送给甲方。并派出各专业设计代表到现场处理施工和试车中的问题。

因此，项目建设的周期很长，如苏联援建的保定电影胶片厂就花了整整8年时间，冯伯华院长称之为八年抗战，给我留下很深的印象。

随着政府机构调整，化工设计院的隶属也随之改变，1970年8月化工部改为燃化部，1975年2月改为石化部，1978年2月又改回化工部。化工部取消后归属中央国务院国资委，现该公司归属中国石油天然气集团，目前是集团公司麾下的中国寰球工程公司。

由于1955年苏联援建三大化工基地，并派专家来指导工作。1966年又派来大批专家，并向我国提供了大量的工厂设计图纸，这些图纸和专家分别来自苏联氮肥设计院、基本化学设计院和合成橡胶设计院。为了与苏联专家对口，化工设计院分成氮肥设计院、基本化学设计院和有机化学设计院，各院人员均也达到1000余人。我被分到有机院，因组长蒋怀笑分到氮肥院，我也被借去工作。

1958年，苏联专家撤走后，三个院又合并成一个院，恢复为化工设计院，员工人数达到3000多人。随后，便开始人员下放，成立了八个分院。氮肥院自控专业首批下放的有5人，组长蒋怀笑

去兰州，陈旭明、王树雍去四川，我是有机院的而留下未被下放。设计院只留下了 1000 余人。



氮肥科自控专业欢送下放干部留影

1965 年，化工部决定将化工设计院更名为化工部第一设计院，下放太原的分院改为化工部第二设计院，淮南分院为第三设计院，武汉分院为第四设计院，兰州分院为第五设计院；化工部第六设计院先在北京，后来去了咸阳；南京分院为第七设计院，成都分院为第八设计院，吉林分院为第九设计院；还有一部分人去上海，成立上海医药工业设计院。1969 年 10 月，根据林彪的 1 号命令，化工部第一设计院从北京迁到山西娘子关程家大队。



在程家大队召开的第一设计院首届三代会

1971 年 6 月，在“文革”的“斗、批、改”中，徐今强部长指示我们院的改革方向是：“撒一批、捆一把、留一手。”

撒一批：小部分人在北京成立化工规划设计院，小部分人去天津市化工设计院，50 多人去山东成立齐鲁设计院；

捆一把：大部分去北京房山燕化，成立北京燕化设计院；

留一手：余下 300 多人留在娘子关程家大队，隶属燃化部第十二化建公司，更名为燃化部十二化建公司石油化工设计所。

1972 年 5 月，与原化工部北京橡胶设计研究院部分留京人员合并，恢复为燃料化学工业部化工设计院，在北京过渡，选址建院，施增琦为第六任院长。

1973 年 3 月，燃化部决定第九化建公司设计所（贵州清镇）归并到燃化部化工设计院。

1975 年 2 月，燃料化学工业部分为煤炭工业部和石油化学工业部。再更名为石油化学工业部化工设计院。

1977 年 6 月，石油化学工业部决定，将其中原北京橡胶设计院人员与橡胶研究院重新合并，组成北京橡胶设计研究院；在程家时为解决两地分居而调入的部分带外地户口家庭的人员和原九化建设计所人员在天津单独组院，使用“化工部第一设计院”名称；其余原石油化工设计所人员为大庆建设 30 万吨/年乙烯石油化工基地，从北京迁往大庆，与大庆设计院合并，组建大庆石油化工设计院。

1978 年 2 月，五届“人大”决定恢复了化学工业部，化工部撤销了从化工部设计院抽调去大庆组建大庆石油化工设计院的决定，设计院在北京恢复改名化工设计公司，施增琦仍任经理。

1984 年 9 月，更名为“中国寰球化学工程公司”，杨义邦为第九任总经理。

1990 年 8 月，又更名为“中国寰球化工设计院”。

1991 年 7 月，继续使用“中国寰球化学工程公司”。

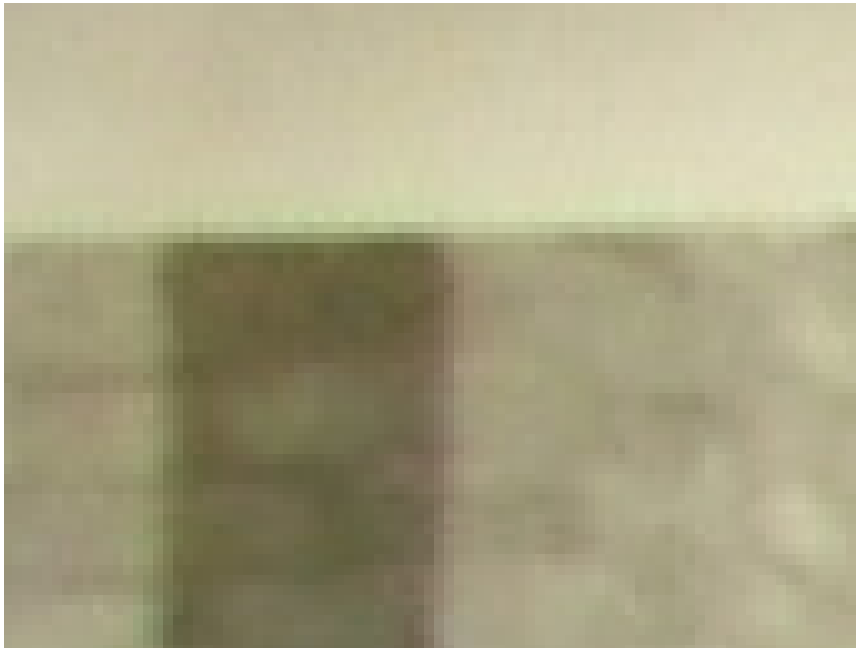
2002 年 1 月，汪世宏任中国寰球化学工程公司第十一任总经理，

2002 年 9 月，国家工商行政管理总局正式批准我公司更名为“中国寰球工程公司”。

2005 年 6 月，国资委进行机构调整，中国寰球工程公司由隶属国资委转而隶属中国石油天然气集团公司至今。

## 二、仪表安装标准图的诞生

1955 年，苏联派仪表专家塞维叶夫到北京，当时设计院没有过程自动化专业，他建议由工艺、电气和机械三个专业抽调技术人员，在动力科计器组的基础上组建自动控制科，首任科长万学达。我和同学王树雍、陈旭明一起改行搞自控设计。我先是参加机械技术员朱忠恕负责的为三大基地建设服务的仪表安装图的翻译和描图工作。后来参加上海溶剂厂福尔马林和乌洛托品车间的设计画图工作。



苏联专家塞维叶夫离开中国时在和平里北街设计院大楼前合影

五十年代至六十年代的工程设计，所选用的仪表，除玻璃水银温度计、弹簧管压力表、环室孔板等节流装置、玻璃转子流量计、U型玻璃管和双管差压计、水银浮子差压计等仪表外，热电阻、热电偶、基地式仪表以及调节阀，也都是我国仿苏产品，大都采用苏联标准和型号。设计参考的仪表手册也是俄文的，如长图记录仪  $\Theta \Pi \Pi$ 、圆图记录仪  $\Theta \Pi \Delta$ 、04型气动压力、差压调节器、04型浮筒液位调节器等都是苏联型号。后来六十年代只有太原化工厂硝酸车间由苏联提供了一套 AYC 气动单元组合仪表。

1956年，主要针对一次仪表（检测仪表）在工艺管道上和设备上的安装详图进行标准化设计工作，在组长蒋怀笑指导下，由我负责，组织机械专业的马永福、王家太等五、六人，参照苏联提供的仪表安装图（中译版），结合我国材料和生产的实际情况，编制了一套《自控安装标准图》，于1957年完成。由于当时已分成了三个设计院，故此套标准图的编号前冠以三个设计院的标识，即“B/D”氮肥院、“B/ч”基化院和“B/J”有机院，作为三个设计院各自专业的标准图使用。这为日后化工部成立化工自控中心站提供编制《化工自控安装图册》（即今日《炼油化工自控安装图册》）打下了基础。这也是我国最早的一套仪表专业安装标准图。

### 三、设计工作与时俱进

54年到设计公司后被分到机械科为实习生，半年后任助理技术员，开始的工作就是画图。每人领到的绘图工具有：2号图板、丁字尺、三棱比例尺、三角板、量角器、绘图仪（德国进口，内有：大、中、小鸭嘴笔；大、小圆规和大圆规伸长杆；大、小分规；大小圆规用的鸭嘴笔；两种改

锥等共 14 件)、计算尺(日本进口)、中华牌绘图铅笔、橡皮、铅笔刀、刮图刀片、还有一把清洁图面的刷子,一应俱全。而绘图用的图纸也很讲究,橡皮擦后不容易起毛。完成一张简单的设计图,至少两级签字,即设计和校对;重要的设计图纸则三级签字,增加审核级;最关键的图纸则要四级签字,还要由总工程师审定。在白纸图上进行修改是必然的,经签字完成的白纸图,还要用描图纸用鸭嘴笔进行描图,比较复杂的图则由专职描图员来描图,返回描好的图则由设计者校描,发现有错,就得用刀片刮图,用鸭嘴笔修改,然后请有关人员在描好的图纸上再签字,此描好的设计图是设计者的成品即底图,然后送底图库入库,由完成科技蓝图申请单向底图库借出底图完成晒图。



德国进口 14 件绘图仪器

后来买进了一部分机械式绘图机,用来绘制 0 号大图,机上装有相互垂直的绘图尺,使用起来很方便。由于丁字尺使用不方便,后又有了改进,用长度与图板相同宽度的一根绘图尺子(一字尺),在一字尺两端装有两个滑轮,用两根弦线两端交叉固定在图板上、下、左、右两端中间通过滑轮使尺子在图板上上下平行移动,这比丁字尺用起来方便多了,这一字尺一直使用到用计算机绘图时才被淘汰。



外商参观设计室设计人员工作

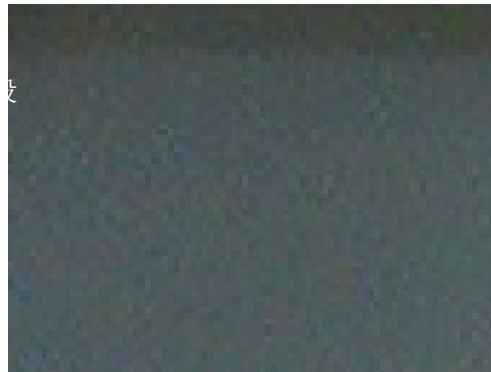
## 1、1958 年设计革命

我从十三陵绿化队回来后也投入了设计革命,当时土建专业在搞活版设计。将毛玻璃切成小

块用鸭嘴笔在其上面绘图，然后拼接成图。而我们专业的设计图若要使用活版拼接，我反复思考认为行不通。为了提高画图效率，我开始设计图形模版。利用锯条磨成刻刀，用分规在厚胶片上刻圆和弧形，我刻了几块从小圆到大圆的模版，还刻了几块画仪表盘布置图用的按仪表外形尺寸 1: 20 比例的仪表外形尺寸图形方孔和画流程图用的仪表图例符号的图形模版。这几块模版很受组内同事们的欢迎，直到用计算机画图后才退出历史舞台，可惜没有保留下来，仅保留下还有使用价值的这一片曲线板。而活版设计在当时就根本就没有成功，浪费了大量的人力和物力。



利用锯条磨成刻刀



用胶片自制的曲线板

## 2、模型设计

**80 年代**为了解决化工装置中各专业错综复杂的管路敷设，为避免管路之间以及这些管路和建筑物的梁柱之间的碰撞问题，按**1 比 20**的比例制作设计模型，在此模型的基础上，工艺、水道等专业绘制配管图，电气、仪表专业绘制电缆桥架走向图，以提高设计质量。并将设计模型送到施工现场，更直观地指导施工人员进行施工。化工部为此成立了模型中心站，该中心站设在上海医药工业设计院，模型中心站对开展模型设计进行统一规定、指导和推广工作。

**1985 年**我公司为大连化工厂引进的磷铵装置设计时，于**1986 年 8 月**制作完成了设计模型，对设计和

施工来说，确实取得了良好的效果。

一直到 1993 年，我公司从国外工程公司分包详细设计，应项目设计需要，从美国 INTERGRAPH 公司引进 PDS 三维绘图软件和从英国 CADCENTRE 公司引进 PDMS 三维绘图软件，用计算机进行三维的模型设计这才使设计模型寿终正寝。下图是当时为磷铵装置制作的设计模型的照片，是历史见证的记录。



大化磷铵装置设计模型

### 3、计算机辅助设计

七十年代初，我院进了一台 DJ-121 晶体管计算机。机柜、穿孔机、操作台、输入机、磁鼓、磁带机还有打印机等，这一套设备整整布置了 36 平方米的一整房间。院领导要求各专业使用计算机进行计算工作，并举办了多期的 ARGOL-60 编程语言学习办。我 74 年 3 月结束了 2348 丙烯腈设计代表工作回京后，便参加了计算机学习班。对我们专业来说，需要计算的工作并不多，只有节流装置和调节阀需要计算。由于调节阀的计算公式比较简单，用不着花工夫去编程。而节流装置的计

算比较复杂，计算过程中还要查图表，故我选定它为主攻对象。首先制定了计算程序框图，为了简化计算，还要把查图表改为用最小二乘法拟合成曲线。因此，在正式编节流装置计算程序前，我先完成《用最小二乘法将数据拟合成曲线》的程序，然后和夏平、史俊杰、苏维团一起共同完成了《节流装置计算程序》。那时完成一个程序投入的工时相当多，好在当时没有设计任务，我们就一门心思编程。用 ARGOL-60 编程语言完成手写程序后，将 0~9 和 A~Z 以及标点、符号变成五位代码，用穿孔机穿成五位码的纸带，还要逐一核对纸带代码，如有错还得在纸带上修改剪贴。完成程序纸带后，预约上机时间，在登记指定的时间内通程序。通程序的过程是个漫长的过程，要反复许多次，有编写程序的错误，有纸带穿孔的错误，还有天气的原因使纸带受潮而使程序打不通，为了查找错误原因，很费神，夜里都睡不好觉。上机人多，计算站机时排不过来时，还不得不去良乡坨里核工业部 401 所去上机，因他们也有与同型号的计算机。我们花了大约一年多的时间完成了这两个程序，可使用时也很麻烦，还要将计算的数据穿成纸带和节流装置计算程序一起上机，很难普及。

80 年代初，室里发给我们组一台德州仪器的 TI-59 袖珍计算机，可以用磁卡存储程序，我想用它计算调节阀口径。刚好万学达总工程师有一本 FISHER 调节阀计算程序说明书，供我参考。其中共有七个小程序卡的代码程序，是用惠普袖珍计算机的程序代码编程的，与 TI-59 袖珍计算机的编程代码不同，而我们没有惠普袖珍计算机，我只得利用业余时间去破解这七个小程序，将其移植到 TI-59 袖珍计算机进行计算。这工作比 DJ121 大计算机编程要容易得多了，也便于推广。此外，还按照山武霍尼威尔公司调节阀口径计算公式编制了计算程序，但由于调节阀计算实在太简单，大伙儿还是不愿意使用。

80 年代室里又发给我们组一台夏普 PC1500 袖珍计算机，并带有打印机，内存可达 16k，可以用 BASIC 语言编程。我又自学了 BASIC 编程语言，将过去的 ARGOL-60 编程语言的《节流装置计算程序》重新用 BASIC 语言编程，程序的转换实现起来实在是太容易了。PC1500 袖珍计算机使用起来也非常方便，这才在组里获得了实际的应用。

88 年个人计算机还不普及，AUTOCAD 绘图软件已经出现，化工自控中心站副站长宋之熊组织开发自控专业绘图软件—化工自控计算机辅助设计（CICAD）软件包。由化四院姚飞龙主任工程师牵头，化一院、化三院、化四院、化五院、化六院、化八院、化九院及寰球公司都派人参加，我们公司派了绳敏仙、陈红捷两位工程师参加，开始分头准备，89 年集中在化四院工作了 5 个月，最后由化四院整合完成。由于这套软件尚存在某些缺陷，大家还是乐意用 AUTOCAD 直接绘图。设计的其他文件则使用 MICRO OFFICE 的 WORD 和 EXCEL 来完成。在个人计算机普及的今天，用 AUTOCAD



画图、WORD 和 EXCEL 编写文件后，校审人员发现设计错误，进行修改也非常方便，设计的效率不知要提高了多少倍，**彻底摆脱过去“面朝图板，背朝天”绘图的艰苦体力劳动，使设计工作真正成为了脑力劳动。**

80 年代初公司给计算站进口了一套 PDP11/71 计算机，又举办了 FORTRAN 编程语言学习班。这比 DJ-121 占用的空间小多了，操作也方便多了。后来计算站又进口一套 APOLLO 工作站，计算机辅助设计这才逐步展开，我没有时间再去学 FORTRAN 编程语言继续编程。

为了引进项目节省外汇和投资，在引进项目的同时，与国外工程公司合作返包详细设计。为此，93 年从美国 INTERGRAPH 公司引进 PDS 三维绘图软件，又从英国 CADCENTRE 公司引进 PDMS 三维绘图软件。

从此三维配管图彻底**解决了化工装置中各专业错综复杂的管路之间以及这些管路和建筑物的梁柱之间的碰撞问题**，三维管段图为工厂预制管段创造了必要条件，大大缩短了施工进度。



#### 4. 将采购工作纳入设计

1984 年 7 月我公司将采购工作纳入设计，组建工程采购部，负责工程设备、材料的采购工作。

1984 年 9 月第九任总经理杨义邦进一步对设计进行改革，走国际工程公司的道路，将设计公司更名为工程公司。根据国家计委和化工部的要求，进行设计收费和事业单位企业化管理的试点。

同时，按照国际上工程公司的通用模式，对设计体制、程序、方法和管理进行一系列改革，逐步由单一的设计院向以设计为主体的、具备咨询、设计、采购、施工管理、开车指导、项目管理等多功能的国际型工程公司过渡。这是我国设计体制改革上的一项重大突破。同年 12 月，公司签订第一项工程承包合同，即柳州化肥厂氨合成热能回收工程。

1988 年 12 月承包顺义化肥厂尿素改建工程。

1994 年，我公司与日本东洋工程公司合作，采用东洋的技术，中标世行贷款总承包的魏县尿素 180 吨/天项目。1997 年 4 月一次开车成功。由于我们采用国际先进的 EPC 管理模式，采购工作是在设计过程中完成，不仅大大缩短了建设时间（通常一个大项目不超过 36 个月）；而施工图是在设备（包括电气、仪表、阀门等）签定合同之后完成，避免了由于订货与设计不一致而造成的施工返工，确保了设计质量，也加快了施工进度，建设周期大大缩短。

1996 年至 1998 年，日本制铁总承包深圳安华 LPG 贮运站项目，我公司返包详细设计和部分采购工作。1998 年 7 月 24 日，石油气低温储存基地竣工试车，这是我国目前最大的液化石油气低温储罐基地，并且填补了我国液化石油气低温储存的技术空白。

1998 年，我在斯里兰卡 CPC 石油公司灌区紧急修复项目中，主要负责仪表采购工作。采用询价、报价模式，货比三家。其中关键的有四套系统（进油计量系统、罐表系统两套及油品发货系统。）的仪表，分成三个包发出询价。响应报价的有新加坡 FISHER-ROSEMOUNT、美国 SMITH METER 和 BROOKS，以及日本 OVAL 等，其中只有新加坡的报价最全，其价格超出概算很多。而澄清问题时响应非常之慢。后来英国宇航公司找到我，说他们有优势，一定要我给他一个机会。他们送来的报价确实不错，可惜没有罐表系统，这样我心里有了底数。

我首先邀请 FISHER-ROSEMOUNT 中国公司前来洽谈，我提了两个要求，一是与新加坡联系不方便，处理澄清问题速度太慢，要求与中国公司签署合同，以便及时沟通；二是三个系统打成大包，以三个报价的总价 65%成交，否则仅签罐表系统一个包，我给他们一周时间考虑。

当时 FISHER-ROSEMOUNT 中国公司在国内仅销售仪表产品，只有销售人员，而未配备软件人员，没有条件完成合同。此时又正赶上东南亚金融风暴，经他们公司内部协调，FISHER-ROSEMOUNT 新加坡公司只得答应我们的条件，由中国公司出面与我们签订合同，新加坡公司负责执行合同。

1998 年 5 月 28 日，何立山总经理在孟加拉国正式签订了硅胶脱水项目合同，2000 年 4 月 11 日，孟加拉国硅胶脱水装置一次开车成功。

2000 年 8 月 14 日，国际工程界公认的权威机构美国《工程新闻记录》(ENR)评选的 1999 年度全球最大的 225 家工程承包公司和 1999 年度全球最大的 200 家工程设计公司排名揭晓，中国寰球

化学工程公司荣列第 161 位和 162 位。比 1998 年度的排名第 191 和 194 位分别前进了 30 位和 32 位。

2000 年 12 月 4 日，公司与斯里兰卡锡兰石油公司签订炼厂改造一期工程（M 灌区）合同，第一次由我国政府对外提供混合贷款，在寰球公司发展历史上，首次实现了开展国际融资业务的重大突破。这一创举，不仅开创我国政府对外提供混合贷款的先例，也为寰球公司今后在国际、国内两个市场的更大发展奠定了坚实的基础。

2001 年 4 月 10 日，公司承包的斯里兰卡新增六台罐项目顺利交工。锡兰石油公司主席和李红凯副总经理出席了交工典礼。

2001 年 6 月 26 日下午，湛江液氨罐区项目总承包合同签订，这是我公司迄今为止签订的境内最大的总承包项目。

2001 年 6 月 28 日，中国政府批准了斯里兰卡财政部和中国进出口银行于 2001 年 1 月 17 日签署的“斯里兰卡 MUTHURAJAWELA 石油产品储运项目”混合贷款协议（NO.MCLA00002）。该协议的批准，标志着中国政府向该项目的实际付款进入可靠的实施阶段，使得我公司与锡兰石油公司签订的科伦坡城北大罐区项目可以正式启动，为公司承担更大型项目和持续发展提供了可靠保证。

2001 年 10 月 26 日，公司正式收到斯里兰卡 Katunayake 机场油罐区项目（A0101）业主—斯里兰卡石油公司（CPC）的授标通知书。这一项目的中标标志着我公司作为一个真正的国际型工程公司，在国际市场上的竞争能力得到了进一步的加强和验证，标志着我公司的报价水平已经踏上新的台阶，也标志着我公司在占领斯里兰卡市场份额上又取得了新的进展，同时对我公司进入机场加油系统市场有着突破性的战略意义。

2003 年 9 月 9 日，我公司承接的南海乙烯项目正式启动。南海乙烯项目是中海壳牌石化项目的一部分，年产乙烯 80 万吨，另外还包括汽油加氢装置、丁二烯抽提装置，建在广东惠州大亚湾。这套装置是中国目前外商投资最大的装置之一，计划在 2004 年完成详细设计，2005 年投产。

2004 年 5 月 27 日，斯里兰卡石油公司(CPC)在斯里兰卡 MUTHURAJAWELA 罐区现场，举行了庄严而隆重的 M 罐区开业仪式。斯能源部部长、副部长、中国驻斯里兰卡大使、CPC 主席、CEB 主席、前能源部部长、前 CPC 主席出席开业仪式，公司副总裁王新革、项目经理尚长友代表中国寰球工程公司应邀参加了开业仪式。M 罐区的顺利开业标志着作为公司目前为止规模最大的海外总承包项目——斯里兰卡 M 罐区项目，终于圆满的画上了句号。

此后，我公司还使用本公司的技术 EPC 总承包了缅甸两个化肥厂、大沽化工厂的 3 万立方米乙烯储罐项目、中油大连 LNG 接收站项目、江苏 LNG 接收站项目等；利用国外技术 EPC 总承包了

越南化肥厂。从此由设计公司走向国际工程公司迈出了一大步。

## 四、气动单元组合仪表的应用

1963年11月，在工艺工程师陈士元带领下，在化工部五院内为兰化公司研究院顺丁橡胶中间试验装置项目进行施工图现场设计。我负责自控专业的设计，参加该项目的还有顾月丽、包承鄂等。由于该项目涉及当时战略物资的需要，中央领导非常重视，卢焕章总工程师亲自莅临现场，审查工艺控制流程图（P&ID），对控制回路逐个检查，并提出建议。他工作非常认真，给我留下了深刻印象。由于丁二烯抽提装置精馏塔多，控制回路多，好在当时我国已经有了气动单元组合仪表的产品，兰炼仪表厂就有生产，就地取材，便于开车调试及今后维修。这也是我首次在设计中采用了气动单元组合仪表。

## 五、密闭电石炉的诞生

由于当时认为我国石油资源贫乏，为解决化工原料及气焊需要的乙炔，生产聚氯乙烯、氯丁橡胶、维尼龙等产品，这些产品都是以电石为原料。在1958年大跃进年代，我公司自行设计了一批开放式电石炉以满足生产需要。可在生产过程中，产生的大量一氧化碳气体却在炉面上白白燃烧掉，炉面温度很高，粉尘很大，操作环境很差，并造成能源的极大浪费，这一问题迫切需要解决。

### 1、首台全密闭电石炉试验装置

1964年6月，我参加上海吴淞化工厂密闭电石炉试验装置的施工图设计。当时，我国有一座苏联援建的吉林电石厂，还是半密闭式工艺的电石炉。为此，要在吴淞化工厂16500 kVA开放式电石炉上进行技术改造，加装一个水冷式的炉盖，将炉子完全密闭，以回收一氧化碳气体，并对气体进行净化处理，使其进入城市煤气管网作为燃料。

当时正值工业学大庆，我院派机械工程师刘诚为首，机械专业有翁甲翘、郭时亮、陈胜周和自控专业的我先期赴吴淞化工厂，进行施工图现场设计。随后加入的有电气专业的俞俊人工程师、陈乐珊，工艺安装专业的郑佩钧及土建专业的赵彦等。而初步设计的依据仅是国外杂志上一篇有关密闭电石炉的报道和几张照片。由于炉内压力很低，工艺要求控制在+3.0 mmH<sub>2</sub>O，在初步设计中，炉内压力控制选用的是仿苏的微差压液压调节系统。但由于厂方采购不到该型号的设备，正好上海自动化仪表一厂试制成功气动单元型微差压变送器，其测量范围为±10 mmH<sub>2</sub>O。1965年，该厂同意提供一台试制品给我们，故决定改用了气动单元组合仪表的气动调节系统。由于厂里没有仪表气源，不得不采用来自该厂空分车间的氮气作为仪表气源的代用品。

电极的升降是采用了卷扬机，而电极的压放则采用油压控制系统程序压放。气体净化则是参照上钢三厂炼钢炉气的文丘里水洗工艺。电极压放装置及其控制系统没有初步设计，刘诚工程师在

现场现构思，而我专业的设计条件无人过问。我只得帮他进行液压元件的调查和资料收集，随之帮他完成油压系统的设计和程序控制的电路设计。由于这些设计文件不属于自控专业，专业组长不给签字。最后还是我们现场设计组刘工和俞工为我设计图签了字，总算完成了设计。

气体净化则由机械技术员陈胜周前往上钢三厂收集资料，并进行计算和设计工作。

在试车过程中发现，在气体净化系统投入使用前，需要先起动电石炉，并将其产生的炉气放空。而初步设计没有考虑到这一过程，自控设计也就未考虑对炉内压力进行放空的自动调节系统。当时，不得不当机立断，将事故放空的沙封临时加以改造当作放空阀，进行人工现场操作来调节炉内压力。那时微差压变送器尚未到货，在炉前现场用一支倾斜式玻璃微压计监视炉内压力，在炉旁用钢丝绳摇车人工操作沙封的翻版来控制炉气的排放量。开车时靠手动操作来控制炉内压力是非常困难的，也有点可怕。由于电极与炉盖之间的密封无法达到预定要求，当炉内压力比大气压稍高时，一氧化碳气体便透过电极周边的密封层逸出到炉面而燃烧；而当炉内压力略低于大气压时，空气便进入炉内引起爆炸，炉盖周遍的防爆盖板便自动开起。因此，操作工都不敢前去操作，我只好硬着头皮带头前去操作，将炉内压力控制到 $\pm 0 \text{ mmH}_2\text{O}$ ，这才使电石炉投入了正常运行。为此也不得不追加了一台放空调节蝶阀，并对炉内压力控制系统再次进行改造，利用旁路操作板上的四通切换阀，从电石炉开车炉气放空的炉内压力自动调节并稳定运行后，平稳切换过渡到气体净化系统投入运行并继续进行炉内压力自动调节。改进后的炉内压力调节系统如图 1 所示。

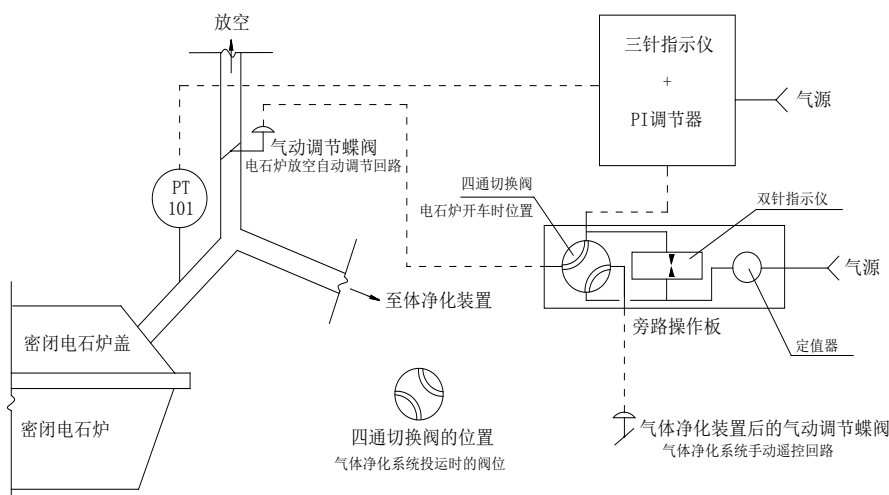


图 1 炉内压力调节系统

气体净化装置是采用两级文丘里水洗工艺，但在试车过程中却发现炉内压力控制不住，炉内压力渐渐爬升。工艺设计者怀疑自控系统有问题。为此，我专门对蝶阀前后压降进行了检测，当负荷

达到蝶阀全开时，结果发现蝶阀前后的压力降只有 3 mmH<sub>2</sub>O 的压差，这说明问题不在仪表专业。最终查明是两级水洗文丘里的压力降太大，大大超过设计值，致使无法将炉内的炉气排出所致。当将注入文丘里水洗的水量减少后，情况就有好转。遗憾的是初步设计有缺陷，未曾考虑注水流量和文丘里前后压差的检测，故处于盲目的状态下操作。在对水洗净化系统工艺进行改进后，此试验装置于 1967 年 5 月使净化系统正式投入了运行，为上海市煤气公司补充了能源。

## 2、引进大型密闭电石炉

1965 年 5 月，我参加贵州有机化工厂（贵州请镇）从日本成套引进 35000 kVA 大型密闭电石炉技术合作设计的班子，该项目利用贵州丰富的石灰石资源，为维尼纶生产装置提供原料。设计管理室主任龚增植带领我们和日方进行技术谈判。日方提供成套技术资料 and 关键设备，由我方完成施工图设计及相应配套部分设计。同时，我方还自行设计了利用电石炉的炉气来生产电石原料石灰的气烧石灰窑装置。项目负责人还是机械工程师刘 诚，并派有电气工程师费毓坤为项目副手。后因文化大革命，日方没有继续派技术人员来中国，除了提供成套技术资料 and 关键设备外，施工图设计及项目的建设完全由我院和第九化建公司自行完成，我是设计代表之一，设计代表负责人是费毓坤。

文革中，建设现场的领导权开始是在甲方（筹建单位）手里，组织了一次设计质量复查，将我们“臭老九”揪到现场参加复查。甲方认为，设计方案中三座大的电石冷却罐不够用，要求再增加一座，我们只得服从，发了设计变更。后来乙方（九化建）掌了权，又组织一次增产节约设计复查，又将“臭老九”们揪到现场参加复查。乙方认为设计三座电石冷却罐太多，是浪费，应该在原设计基础上再砍掉一座，只需两座。我们还得服从，又再发设计变更。回京后，那时上班不是看大字报便是写大字报，两次设计变更都未出任何设计文件，也就不了了之，最后还是按原设计施工。

由于吴淞化工厂密闭电石炉成功投入使用，采用气动蝶阀调节放空进行炉内压力调节效果非常好，故我在日方设计的基础上又增加了一台炉气放空气动调节蝶阀，如图 2 所示，以其与日方设计的利用水封的水位高度电动调节机构自动调节放空进行切换操作，以观察其调节效果来进行对比。遗憾的是因当时正在为第二电影胶片厂进行现场设计，未能参加该项目的试车。

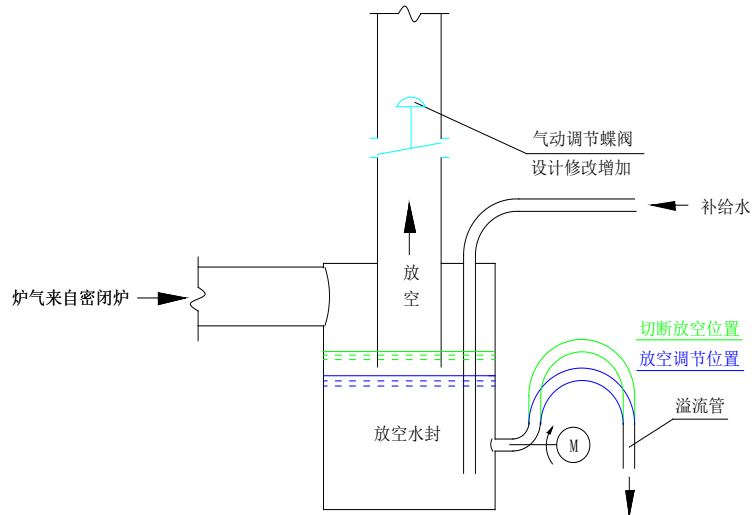


图 2 放空水封液位高度调节炉内压力

### 3、西安化工厂密闭电石炉

1966 年院内机构调整，老五室分为五队和六队，刘 诚、翁甲翘、陈胜周、陈乐珊几位电石专家都去了六队。六队负责西安化工厂 18000kVA 密闭电石炉的设计。同年 5 月，我从五队借到六队再次来到上海吴淞化工厂进行现场设计，我担任技术指导，具体自控专业设计是吕华霖负责，设计是他和沈世昭他们共同完成的，此项目设计是结合上海经验和贵州引进技术进行的。当时我国山西榆次已从日本油研引进了液压元件，额定压力为 210 kgf/cm<sup>2</sup> 系列。参照贵州经验，电极的升降亦由卷扬机改为液压油缸操作。可国内没有油缸同步检测装置和电/液随动阀产品，这些产品又无外汇可以进口。而电极两侧升降油缸的同步控制则成了难点。我当时考虑了两个方案，一为电/液随动阀，可当时国内无此产品；二是向机械部液压研究所我的学兄何国民取经，他建议采用两只技术性能完全相同的活塞式油压马达将其对接，以控制其两侧油流相等，以使油缸升降达到同步的目的，这在当时是唯一的选择。电石炉投产后，实践证明此方案达不到预期效果，因两只油压马达不可能性能完全相同，两侧流量会有累计误差。在实际生产过程中，还需由人工从其中一侧放油来调整使左右两侧油缸保持等高，这是我未能解决的难题，是我一个失败的设计。

### 五、第二胶片厂设计及丙烯腈设计

1969 年 4 月~1971 年 5 月，我为第二胶片厂项目进行设计，这是江青亲自抓的项目，江青将

该厂命名为险峰化工厂，需日夜加班赶任务。张桂华主任带队，先在上海胶片厂接受工人阶级再教育，并参加彩色胶片挤压涂布装置的攻关实验和感光乳剂的生产实习。乳剂是批量生产过程，完全凭师傅的经验靠手工来操作。今天，这种生产过程实现自动化是非常容易的事情。在当时，只能采用常规仪表和继电器电路设计一套自动化批量控制的方案。但由于我家庭出身问题，又解除了我的设计代表，未能去现场参加施工和试车，失去了这个机会，令我深感遗憾。

1971年6月，“斗、批、散”后，我属留一手被留下来的，因我去不了第二胶片厂现场当设计代表，故被派到湖南岳阳2348项目岳阳化工厂接手丙烯腈装置的设计代表工作，任现场设计代表负责人，自带行李去了岳阳的云溪4号沟。这套装置建在山沟里，全部采用电动Ⅱ型单元组合仪表，除常规的仪表盘和半模拟流程图盘外，还上了一套日本横河YODIC-100计算机，试点采用计算机进行集中控制。由于氰化氢气体、氰氢酸等剧毒，选用的波纹管密封气动调节阀都是进口日本新潟玫索里兰的产品。在现场将近三年配合施工，装置安装完成后，由于种种原因，一直拖到1974年3月仍无法投入试车。

这是由于当时为了备战，毛主席指示：军工厂要“靠山、分散、隐蔽、进洞”。故2348这一军工项目的化工厂都建在山沟中，而丙烯腈装置生产过程中产生的废气、废水都有剧毒，山沟里窝风，废气很难排出去。当时设计没有考虑废气、废水处理的装置，故其排放便成了大问题，这在当时是无法解决的。因此，这个项目也就不了了之，故现场设计代表工作组也被撤消了。

## 六、成套引进谈判

### 1、天津化纤 DMT 装置

1975年4月，我参加天津化纤厂成套引进西德克鲁伯·库珀公司DMT装置的工作，我以专业组长身份参加谈判。合同谈判是筹建处为主，之后各阶段的设计谈判是在筹建处领导下以设计单位为主进行的。由副主任王卫东带队，技术负责人是徐杰灵主任工程师。我是仪表专业的主谈，从设计条件谈判开始，各专业每天晚上都要向筹建处领导汇报当日谈判的情况，而且还要准备第二天谈判的提纲，每晚只能睡几个小时。



因我 1958 年参加修建十三陵水库和十三陵绿化的劳动时患上了慢性胃炎，经过这段时间的折腾，最后发展成十二指肠球部溃疡。设计条件谈判后，要安排我们一次出国设计联络，但因我有海外关系不能出国，另派我组其他同事出国设计联络。可之后的初步设计审查及技术谈判仍要由我负责主谈，很是无奈。可在后续的详细设计审查及技术谈判，因我们被派去大庆，参加大庆石油化工基地建设而被中止，故将天津化纤整个项目移交给我公司天津部分继续完成。本来，在对外谈判中，国家有规定，要求内事服从外事，但大庆建设高于一切，也就不按这些规定办事了。

## 2、大庆高压聚乙烯装置

1977 年 6 月，为大庆 30 万吨/年乙烯项目的建设，康世恩副总理要将我们设计所与大庆设计院合并，组建新的大庆石油化工设计院。要把我们和家属的户口都迁往大庆，大家都想不通，没人愿意去。大庆派工宣队来北京，要求每家必须去一人到大庆参加学习班，打通思想。当时我的十二指肠球部溃疡已犯病，并在和平里医院预约次年元月 5 日进行钡餐透视检查，我请求检查后再去参加学习班。但工宣队根本不允许，于当年 12 月 19 日去大庆参加学习班，我们的工资关系也被转到了大庆。

由于有天津化纤项目谈判的经验，我不具备出国条件，就主动要求参加国内配套项目的设计，不再参与成套引进项目的谈判，得到主任张桂华的同意。

因我愿意参加国内配套项目设计，我于元月上旬学习班提前毕业了，随主任张桂华回北京作设计准备工作。接着去上海石化总厂进行罐区调研。返京后，才进行钡餐透视检查，和平里医院确诊我患了十二指肠球部溃疡，医生开了全休病假证明，在家吃药养病。

1978 年 5 月，大庆乙烯项目引进合同谈判开始，由于没人愿意去大庆，谈判人员不够。当时我还在病假半休中，非要我参加成套引进高压聚乙烯装置的合同谈判。谈判对方有日本住友公司、三菱油化公司及西德伍德公司。我被安排在三菱油化这个组。最终是伊姆豪逊专利的西德伍德公司中了标，该公司同时还中了该大庆项目的 20 万吨/年合成酒精装置的标，谈判结束后我可以回去搞

国内配套设计了。

没想到，后来又要我参加引进高压聚乙烯装置项目的工作，我坚持我不适合参加引进项目工作，这不利于引进项目的后续技术谈判工作，请领导另派人选，理由很充分，但仍然没能推辞掉参加此项目的引进工作。后来听说，公司领导为我能否出国还专门开会研究，不知哪位领导为我作了政治担保，我被列入了可以出国人员的行列。

因设计人员都不愿去大庆，有人写信向中央反映。终于有一封信递到邓小平手里。他了解情况后终于发话：“既然他们都想不通，就暂缓吧！”这一缓，我们就留在了北京。

1978年11月9日~12月30日，大庆乙烯项目派出出国设计联络，我随团赴西德进行设计联络。当时有两个团组一起前往伍德公司，主任张桂华是合成酒精项目设计联络组的团长，组员有工艺刘万勤、自控张振基、还有设备、电气、大庆代表各一人，石油外事处一位工作人员任英文翻译共七人；高压聚乙烯项目设计联络组的团长是化工规划院的孙敏芝，组员有工艺施益寿、自控是我、设备陈玉志、电气张修正高工兼英文翻译、德文翻译陈义鸣，还有一位是大庆派来的代表，也共七人。我们到达法兰克福巴德索登的伍德公司三部办公室后，德方项目经理哈森拜因立即问我们有没有去瑞士的签证？因超高压压缩机是这个装置的关键设备，要我们一定得去看一看，配套的大电机是西门子公司的。我们团组在国内申请出国时，曾有去瑞士的计划，外事处没有批准而给删去了。结果是德方公司直接与我方外事处联系而获得同意，伍德公司还帮我们补办了去瑞士签证的手续。由于大电机是西门子公司柏林工厂生产的，他们知道我们在当时是办不了去柏林的签证，虽也想邀请我们去考察，但只好作罢，他们表示遗憾。

合成酒精项目出国设计联络组在出国前计划要去法国专利工厂考察，去法国的签证在国内已经办好了，而伍德公司合成酒精项目经理没有同意，因西德就有该专利的工厂，因此未能去成。

高压聚乙烯此次设计联络，我们的重点是考察专利工厂，先后两次考察了鲁尔化学公司的高压聚乙烯车间，查阅生产控制流程图资料，仔细参观生产装置、设备、仪表及控制室，了解生产操作参数等。伍德公司还为我们安排参观有关设备和仪表的制造厂，如伍德哈根工厂（制作超高压容器和设备）、贝尔斯托夫挤出机制造工厂、风送装置研究所、瑞士布卡压缩机工厂及H&B和HIMA等仪表厂以及专利公司的仪表研究所，本项目的ESD系统就是由该研究所专门设计和制造的。

我们还应专利所有者伊姆豪逊教授的邀请，专门拜访了这位老专家。他对我国非常友好，曾来过中国，见过毛主席。多年后，他的逝世还给我们每人发来过讣告，我们也回过唁电。

原本想利用设计联络的机会，对基础工程设计文件作些了解，为初步设计审查和设计技术谈判作准备。遗憾的是未能见到片纸，伍德公司只是带我们去考察制造商。仅安排双方各专业人员仅对装置的设计进行口头交换意见。我不放心风送系统过程的程序控制，建议在模拟盘上对装有不同牌号产品的贮罐应有产品牌号的显示，过程程序控制系统应有识别产品牌号的功能，以免输送过程中出现混料事故等问题提出一些具体要求。对方表示在设计中一定会考虑我方的要求。

拜访高压聚乙烯专利所有者伊姆豪逊教授



该装置的仪表，在当时是比较先进的。全部采用电动仪表，气动调节阀，但超高压部分的控制阀门则采用电/液动作阀门。ESD 系统采用三取二固态电路设计，超高压紧急排放阀及事故切断阀均带有三个防爆电磁阀，也是按三取二才动作。工业电视（CCTV-即闭路电视）在装置中得到应用，装在防爆围墙内的超高压反应器是由三只防爆摄像头来监视，除对环境进行监视外，其中一只专门监视反应器出口调节阀（高压降的电/液调节阀），以确保生产过程安全和危险区内安全生产。

产品聚乙烯颗粒风送系统则采用了西门子可编程控制器（PLC）。聚乙烯生产过程有半模拟流程图，聚乙烯颗粒风送系统则采用全模拟流程图，机柜与仪表盘之间的连接，采用预制的带接插件的电缆，控制室内机柜之间及机柜与仪表盘之间的接线非常方便。

这种成套引进设备和材料的方式对顺利投运确实有保证，风险由对方承担，设计代表的工作也就很轻松。该装置建成后于 1986 年顺利投产。

老院长陈冠荣曾反对在关外建规模大的合成酒精生产装置的规划，理由是：作为易燃易爆的

化工原料酒精，其用户都在关内，危险品长途运输是个难题，不好解决。可石化部领导听不进不同意见，坚持引进并放在大庆。遗憾的是这套 20 万吨/年合成酒精成套生产装置买进后，就没有安装而被存放到仓库。给国家造成极大的浪费。

在该装置 1986 年投产前的空闲期间，于 1980 年至 1984 年我还参加上海石化总厂塑料厂的 PVC 改性 EVA 技改项目，与上海化工研究院合作，以纯氧为引发剂，设计项目负责人是施益寿。我经历了从可研、设计、施工安装到试车的全过程。当时在试车时，曾发生过一次爆炸，所幸的是无人员伤亡，仅将氧过滤器的盖子给炸飞了。追查其原因，是安装前未按规定要求将调节阀进行脱脂处理（应将调节阀与介质接触部分，用四氯化碳进行清洗）所致，教训很深刻。

院长温尚煜去上海 莅临EVA现场视察



## 七、DCS 在化工装置中的应用

我公司在化工装置中应用 DCS 起步较晚，1983 年为扬子石化引进乙二醇装置设计时，采用常规仪表还是采用 DCS 有过争论。部分技术人员及专家担心一下子改用 DCS，操作人员难以适应，最终以常规仪表和 DCS 同时并举这一独特的过渡方式来实现。这也是我公司在工程项目中首次应用 DCS。

1984 年 6 月，我任工、自、设综合室自控副主任工程师兼专业组长后。于 1985 年初，完成了中原化肥厂的可行性研究报告。此报告从全厂集约化角度出发，我提出了采用 DCS 将合成与尿素两个中央控制室合并在一起。以往成套引进的大型化肥厂，由于合成氨与尿素的专利技术引进来自不同的工程公司，生产操作亦各自独立，生产人员也习惯在各自的中央控制室操作。因此，开始时对合并控制室大家也难以接受，后来，控制室合并的方案总算被通过了，但 DCS 的系统仍各自独立。

2008 年我公司为越南（煤头）化肥厂的 EPC 总承包项目中，则由年轻的一代实现了我当初为中原化肥厂可行性研究报告的愿望。该项目的 DCS 将煤的气化、CO 的转换及净化、合成氨、尿

素、空分、水处理及电站等装置整合在一起，集中于一个控制室，选用了 HONEYWELL 的 EXPERION PKS300 过程知识系统，而 ESD 则采用 TRICON、TRIDENT ESD 控制系统。只是尚未将 DCS 和 SIS 完全整合在一个平台上。

1985 年 5 月，我完成了中原化肥厂的可行性研究报告，本想继续完成后续工作。可继任的主任孙治文要我参加大化磷铵项目引进技术谈判工作，这是化工部下达的任务，向美国戴维·麦基公司引进两套磷铵装置的生产技术和基础设计，一套放在大连化工厂，另一套放在南京化工厂，以解决国内复合肥料缺乏的问题。我中途参加了这项工作。1985 年 6 月，项目经理汪子云（机械专业教授级高级工程师）带队前往美国佛罗里达 莱克兰 戴维·麦基公司进行设计联络，接收基础设计，美方提供的控制系统设计方案为气动常规仪表。经过友好协商，戴维·麦基公司同意我方在基础工程设计中改用电子仪表。

美国工会有规定，气动仪表工程师不能从事电子仪表工作，为此美方需另派电子仪表工程师参加设计审查工作。

在佛罗里达 莱克兰 戴维·麦基公司办公楼前设计联络组留影

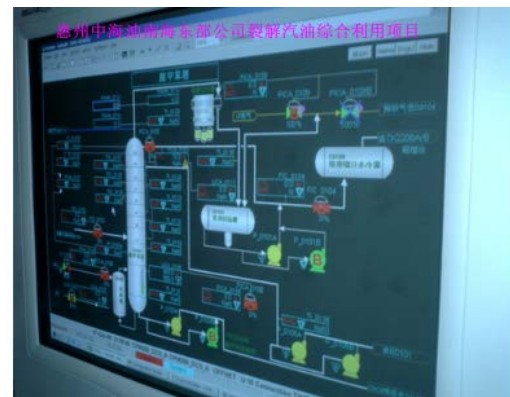


此次技术引进比过去成套引进有了飞跃，主要是引进技术，仅进口了部分当时国内解决不了的设备与材料，成套装置详细设计是我公司自行设计并协助化工外事局采购进口设备和仪表，戴维·麦基公司派专家前来审查基础工程设计。由于美方提供的技术是气动仪表控制系统，而南化和大化的业主都要求采用电动仪表，南化公司决定采用上海 FORXBORO 的组装式仪表，我则考虑采用日本横河 YEW MARK PARK II 小型 DCS，化工部装备总公司答应可以提供产品并服务。为此咨询化工部装备总公司，并请他们对小型 DCS 与 YS-80 单回路数字调节器作技术经济比较，结论是小型

DCS 确比后者略便宜。我向项目经理作了汇报。但有关领导认为这是“香花插在牛粪上”，不同意用 DCS，只好改用西仪的 YS-80。后来南化公司设计院得知 DCS 的报价后，也很后悔，但木已成舟。因此，设计仍然只能采用了仪表盘和半模拟流程图盘的常规设计。上述“模型设计”中提及的《大化磷铵装置设计模型照片》就是为本项目而制作的。

本项目的仪表绝大部分是选用引进技术国内生产的产品。仅可编程控制器采用西门子 S5、用于磷酸和料浆的阀门是专利商指定要 DURCO 公司带内衬的旋塞式调节阀，还有核子称以及国内技术达不到的调节阀选用了进口产品。1989 年底建成并投产。由于进口原料磷酸价格上涨，一开车就要赔钱，经常处于开开停停状态。

2005 年设计的 DCS 在惠州中海油南海东部公司裂解汽油综合利用项目中得到应用，我参加了采购工作，彻底甩掉了仪表盘、半模拟流程图盘和全模拟流程图盘，使操作人员可以坐在操作台前便能监视生产过程并进行操作。以下这两幅照片是我去 HONEYWELL 中国公司进行出厂前检验时拍下的画面，以及裂解汽油综合利用装置的两个分馏塔及其罐群在施工中的照片，在装置投产后生产装置和油品发货装置两个控制室及油罐车列队前往装车的照片。



惠州中海油南海东部公司裂解汽油综合利用项目







## 八、迈向国际工程公司

1986年1月，寰球公司新办公大楼在樱花园东街（和平街北口）正式开工，第九任总经理杨义邦主持奠基仪式，化工部林殷才副部长、基建局何立山副局长等前来我公司参加大楼奠基典礼。



1988年10月，首次与外商签订了第一个派遣设计技术人员出国长期工作的合同，成为同行业中第一个设计技术劳务出口合同。1990年1月，首批人员赴意大利TPL工程公司执行为期2年的技术服务合同，1991年8月派遣6人赴日本宇部工程公司培训一年，9月派遣14人赴日本东洋工程公司培训两年。开创了同行业派出技术人员出国长期工作和培训的先例。1992年6月，经经贸部批准，寰球公司首批获得对外经营权，真正开始迈向国际工程公司。

我公司在工程项目承包中，关键的设备、仪表、阀门大都采用国外品牌产品。发货之前，需前往供货厂商验货，尽可能将问题解决在制造厂。

深圳安华LPG贮运站项目是日本制铁公司总包，我公司分包了详细设计和部分设备、仪表、阀门的采购工作。日本制铁是第一次进入我国市场，总包工作很到位，有设计、采购、施工的监理，我方的设计图纸均要通过设计监理的审查。对于我方采购的重要设备、仪表和阀门，他们还要邀请第三方检验机构前往一起进行检验。

在该项目采购工作中，均要求供货商提交所供产品的技术规格书、产品外形尺寸及总装配图



等设计文件供我方设计者确认，当发现问题时，则传真供货商提出纠正意见，将问题消灭在制造厂。

1997年8月，我为深圳安华LPG贮运站去美国犹他州盐湖城VALTEK公司对控制阀作出厂前检验。首先询问了设计确认图中有6台阀组装图的方位问题是否已处理？该公司项目经理说不知有此事，原来设计对组装图的方位修改的传真被VALTEK公司扣压了而未执行；此外还发现这批货物的外购附件不是同一品牌的产品，我方要求立即纠正。但由于时间所限，仅目击纠正了其中5台阀门。VALTEK公司项目经理承诺，一定按要求执行。

此外，总承包商日本制铁，还雇了国际著名的SGS检验公司的人员进行第三方检验。这位美国女雇员只随同我们，整个检验过程只是一个旁观者。她自我介绍是一位职业检验员，检验过军火、导弹、粮食、医疗器械、工业品等等。我很想了解第三方检验报告将会写些什么，故向她询问可否提供一份贵方检验报告的副本给我方？但回答是报告只提供给雇主，故无法了解到第三方检验报告的内容。

此批阀门在现场安装后，日本方施工监理发现一台阀门的活塞式执行机构是卧躺着的，并未按要求纠正（传真中要求将执行机构与阀门管道成90°角组装），日本施工监理坚持要求纠正。我只得找VALTEK公司驻京办事处负责人交涉，并同赴现场研究解决办法，好在现场施工单位表示能够现场处理。我提出责任是供方的，所引起的全部费用则应由VALTEK公司承担。双方达成协议后，我们共同目击了施工单位处理的全过程，总算圆满解决了，取得日方监理的认可。

同年9月，还是深圳安华LPG贮运站，我去无锡梅思安公司检验可燃气体报警器系统。该系统共有80台可燃气体报警器，按国际惯例，相同规格产品通常是按10%抽检。此次第三方检验仍是SGS公司，派出的是上海分公司的中国雇员。他的作风却大不一样，首先向制造商索要出厂检验的有关文件。由于检验通知中未明确说明按10%抽检，他坚持要按100%进行检验，不但逐个测试，拍了照片，还找出制造商《出厂检验规程》与该公司检验人员的《作业文件》有不同之处的错误，工作非常认真。

1998年9月，为我公司总承包斯里兰卡CPC油罐紧急修复工程项目，我去德国北威州海那市ADAMS公司，对第一批电动三偏心蝶阀进行检验。我要求按10%抽检，可德方不同意，理由是出厂时都已分别进行了检验，以往中国人来检验也只是看看外观、尺寸、铭牌、文件和检验记录，最多看看阀的动作。

因没有提供组装后整体的测试记录，我据理力争，一定要按国际惯例进行整体出厂前的检验。由于我强烈要求，德方只好让步，按要求进行了测试。我目击了试验全过程，结果令我很满意。

1999年1月，为斯里兰卡CPC油罐紧急修复工程项目，我去新加坡的美国费希尔·罗斯蒙特

公司和联邦五金公司进行仪表和消防电动蝶阀的出厂前检验。到费希尔·罗斯蒙特公司后发现系统图中只有一台流量计算机，而合同中是三台。我质询为什么？答复得也很有道理，一台四通道流量计算机更适合系统的要求，无需在仪表盘上进行切换操作。我承认这样修改很好，但对合同的任何修改必须事先通知我们，征得我方同意。而流量计算机是安装在国内供货的仪表盘上，仪表盘已开好三个流量计算机的安装孔，鉴于无法改变的现实，我坚持要按合同执行。对于费希尔·罗斯蒙特公司事先未征得我方许可的设计变更，有违合同，应承担相应的全部责任，最后商定仍采用三台流量计算机按照合同执行。而联邦五金公司的消防用电动蝶阀顺利地通过了出厂前检验。

2000年12月4日，公司与斯里兰卡锡兰石油公司签订炼厂改造一期工程（M灌区）合同，第一次由我国政府对外提供混合贷款，在寰球公司发展历史上，首次实现了开展国际融资业务的重大突破。这一创举，不仅开创我国政府对外提供混合贷款的先例，也为寰球公司今后在国际、国内两个市场的更大发展奠定了坚实的基础。

2003年2月我再度去德国ADAMS公司为斯里兰卡CPC项目M油罐区的三偏心电动蝶阀出厂前检验时，由于1989年曾与他们打过交道，他们也知道我公司对产品检验的要求，故不费任何口舌，顺利地完成了整个出厂前的检验任务。

随后为消防用电动蝶阀则去TYCO公司下属的法国汉姆SAPAG阀门工厂进行出厂前检验。在查看检验报告时，发现气密性试验的压力为6 kgf/cm<sup>2</sup> 气压。而消防管道的最高工作压力达18 kgf/cm<sup>2</sup>，这满足不了要求，我们要求按国际惯例，即按1.1倍操作压力进行气密试验，按10%进行抽检。厂方同意了，共抽检了6台，在目击试验过程中，发现其中一台有外漏、还有一台有内漏。好在其电动头是智能的（意大利BIFFI公司产品），可以调整力矩，加大力矩后，内漏问题解决了；而外漏问题仍无法解决，只好将其阀体（材料来自中国）更换后才得到解决。按检验规定，抽检中有33%有问题，应扩大一倍继续抽检。但由于时间不允许，为此，只能双方签署了备忘录。着重声明其余所有阀门都应按1.1倍操作压力重新进行气密性试验。如在现场发现还有阀门的试验记录达不到要求，试车时出现问题，应自费派人来现场处理，而所有处理的费用则由供方自行承担。

法国汉姆 SAPAG阀门工厂 检验消防用蝶阀



法国汉姆 SAPAG阀门工厂 检验消防用蝶阀



实践证明，对国外品牌产品也不能迷信。即使是国外知名厂商、品牌产品，在执行合同过程中仍会出现一些问题，为使工程项目建设取得最佳效益，设备、材料出厂前检验是必不可省的，这也就是国际工程公司常规的工作程序之一。

五十多年来，我随着我公司从设计公司走向工程公司，经历了过程自动化专业的描图、画图、设计、设计代表、采购、自动化仪表、阀门、材料、DCS 和 SIS 系统的出厂检验等可谓的全过程，自 1997 年 2 月退休后仍能为公司继续发挥余热十余年，我很知足我所从事的专业，感谢公司给我机会和对我的信任及帮助，希望公司乔迁新办公楼后会有更大的发展。

## 编者注：

范旭东（1883 年～1945 年），湖南湘阴人，我国化工实业家，重化学工业的奠基人，被称作“中国民族化学工业之父”。

侯德榜，1890 年 8 月生于福建闽侯，我国化学家，“侯氏制碱法”创始人。在哥伦比亚大学获博士学位后，怀着工业救国的远大抱负回到祖国。他在化工技术上有三大贡献：揭开了苏尔维法的秘密；创立了中国人自己的制碱工艺——侯氏制碱法；为发展小化肥工业作出贡献。

唐棣华，女，湖北武汉人，黄克诚大将之妻。1937 年加入中国共产党，先后任苏皖区党委秘书、阜宁县委书记、齐齐哈尔市委宣传部长等职；解放后，历任湖南省工业党校校长、政务院重工业部化工局化工设计公司经理、化工部设计司司长、之后担任了中国社会科学院文

学研究所副所长等职。

康世恩（1915年~1995年），河北怀安人，1936年入清华大学地质系学习，1936年10月加入中国共产党。历任玉门油矿党委书记、西北石油管理局局长、北京石油管理总局局长、石油工业部副部长、湖北省革委会副主任、燃料化学工业部革委会主任、石油化学工业部部长、国务院副总理等职。

冯伯华（1919年~1993年），浙江宁波人。1936年加入中国共产党，曾任新四军第一师侦察科科长、苏中军区参谋处副处长、苏南军区参谋处处长等职，解放后历任南京市民政局局长、南京永利宁厂党委书记、化学工业部氮肥局副局长、化工设计院院长、化学工业部副部长、中国化工学会副理事长等职。

陈冠荣，中国科学院院士，上海市人。1936年毕业于清华大学。1948年获美国卡内基理工学院化学工程硕士学位。国家经济贸易委员会高级工程师，1953年任化工设计公司副经理、设计院副院长、1965年任化学工业部第一设计院院长（第五任院长）。

杨义邦，教授级高工，中化国际公司总工程师（原国家化工部副部长）、香港万都集团名誉董事长，1984年9月化学工业部化工设计公司更名为“中国寰球化学工程公司”，任命杨义邦同志为公司第九任总经理。

**作者简介：**王大正，1937年1月生于青岛，1952年入浙江省立温州高级工业学校机械专业，1954年秋毕业于杭州化工学校温州分校化工机械专业，分配在中央重工业部化工局化工设计公司机械科工作（现中国寰球工程公司），1955年改行过程自动化专业，1987年聘任高级工程师，1988年任主任工程师直至1997年2月退休。退休后被返聘继续工作至2009年底，现定居于北京。参与编写《工业自动化仪表手册》《化工装置自控工程设计规定》《化工暖通空调设备采购规定》，参与编译《实用自动控制设计指南》等。

## 原子弹研制项目亲历记

李传经

1962年初的一天，王良楣[注]所长找我谈话，我立即忐忑不安地来到1号楼2楼的所长办公室，房间里摆放着两张大办公桌，那是几年前为在这里工作的苏联专家特别置办的。王所长郑重地向我宣布，要交给我一个第一机械工业部（简称：一机部）军工局副局长王新民直接下达的重要任务：根据总设计部门的图纸和技术指标，在不到一年时间里试制一种“三层波纹管”，并达到1200只的一次交货量。王所长说，任务十分光荣，但不准过问元件的用途，如果完不成他要“掉脑袋”。他没说

我也要掉脑袋，大概是怕把我吓傻了。王所长还传达了要以“大力协同”的精神完成项目，后来才知这是毛主席在原子弹项目文件上的批示。此后这四个字被广泛传播，成为军工项目的座右铭。

我当时本能的反应是希望早些拿到有关技术资料，那时所有技术人员的思维方式都和我一样，根本没想过接受与否的问题。具体管理这个项目的是计划科李昌予，从此我就和他建立了密切的工作关系。我工作的所有细节都要随时向李昌予汇报，他会做好一切协调工作。该项目没有固定预算，必要的经费随报随用，没有底线，各职能部门全力配合，不能拖延误事。现在回想起来，没有李昌予的具体指导和支持，任务不可能按期顺利完成。由于元件的集成需要精密氩弧焊工艺，当时我们热工仪表所没有这方面的技术和设备，必须与一机部上海电器科学研究所合作，我们召开项目协调会，该所也成立了试制小组。李昌予在两个所之间担任协调工作。

不久，我看到元件的局部组装图，可以推测是某种阀门的密封件，根据超乎寻常的严格技术指标和我对铀235制备工艺的粗浅了解，可以初步判断元件将用于六氟化铀气体离心机的管路系统中，如果阀门密封出现问题，后果将是灾难性的。制造“单层”波纹管已属不易，“三层”是为了降低元件的刚度和提高工作寿命，工艺难度大为增加。在国内制造这样的元器件并无先例，在浓缩铀制备过程中也是一个关键器件。我感到肩上担子沉重。在党支部书记袁万清的组织下，我们团队除了经验丰富、技术精湛的叶补林师傅，其他包括擅长机械设计的胡世衡、来自清华的程丰寄等近十位刚走出学校的年轻人，所有人都不超过25岁。

有了完善的后勤保障，我们开始了长达一年夜以继日的工作，从四野复员的袁万清也每天陪我们工作到深夜，且常用“林总”的言行鼓舞我们。保密条例规定，我们的课题只对袁万清和李昌予汇报，因此研究室领导和同事只知道我们在干军工课题，具体情况并不知情。后来才了解到，当时参与“两弹一星”项目（子项目）的协作单位约有一千五百个，连同试验基地的部队，参与人数达几十万人，我有幸成为其中之一。

学过《普通物理学》的人，对于铀235的制备和浓缩工艺并不陌生，但是工艺和设备的具体细节则是国家的最高机密。当我们看到“三层波纹管”的详细技术要求时，不禁感到高难度、复杂性和困难重重。首先，在材料方面，我们对当时尚未国产化的特殊弹性材料的性能和热处理工艺所知甚少；对如何将1.5mm厚的板材制成复杂的元件更是茫然；我们夜以继日地查阅资料、制定方案，并在短时间内设计和制造了几台关键的非标准工艺和性能测试设备，使研制工作在两三个月内走上轨道。这期间试制成功了管坯拉制机、波纹管成型机、1050°C 氢气保护高精度控温热处理炉、元件老化设备、刚度测试仪、密封性测试设备及强度试验设备等。这些都是专用非标准设备，由我构思，胡世衡和我绘图设计，研究所附属的加工车间试制。参与试制的技师有陈国权、吴顺福和成祥

林等，他们技术高超：如测绘试制的首台电动打印机中上千个零件全由钳工手工制造，组装后运行正常；黄淞高工主持的“水银喷射式巡回检测仪”由全手工制作，性能良好。当时也采购最先进的国产设备，如氦质谱检漏仪。情报室在提供技术资料方面给予了我们巨大的帮助，芮德先主任对于我们的需求一路开绿灯。

研制过程是困难的，第一批元件成品的性能远未达到技术指标，所用的几十套模具频繁报损，产品的废品率为100%；专用设备也频频发生故障，且发生几次危险事故。以氢气保护热处理炉为例，为保证元件在热处理过程中表面无氧化，必须在1050°C 高温炉内连续通入适量纯氢气，与残余的氧气结合而燃烧。由于热处理是连续进行的，炉体必须敞开，氢气和氧气的化学反应必须控制在炉内发生，其控制难度和危险性不言而喻。热处理工艺十分严格，稍有偏差元件材料就会产生特殊的“晶间腐蚀”，热处理后需要进行“金相分析”，保证材料是完美的纯“奥氏体”。这样才能保证很高的抗疲劳性能和良好的线性特性。限于当时的条件，元件制造过程不可能完全自动化，在后来的批量生产过程中，年轻的操作员朱家骅为此断送了一节手指，成为我们项目流血的第一人。

1962年夏天，我们终于拿出了合格的样品，并通过寿命试验。当时国内对于科学的可靠性评定方法一无所知，元件的技术指标是：每100个元件中抽样5个，进行加权的疲劳试验，不得出现损坏。有了合格元件，我开始了仪表所和电气所之间几十次的跋涉，每次背着一个旅行袋，乘坐43路公共汽车，到长寿路下车，再到武宁路上的电器所进行焊接试验。很难想象当时我的旅行袋里竟然放着原子弹的关键元件。上海电器所和仪表所一样，在相关领域里的技术及科研水平处于国内的最高峰，我国第一台精密氩弧焊机诞生在该所。经过几十次的失败，我们终于看到了细小、光洁，像晶莹的银链一样的焊缝，并通过严格的氦气质谱检漏。最后一道工序是表面处理，采用剧毒的热氢氟酸进行酸洗（没有像样的劳保装备），确保元件表面光洁，所有微孔都要被彻底封闭，以保证长期不被腐蚀。1962年底，我们用雪白的棉纸将1200只漂亮的三层波纹管包装好，附带性能测试报告装箱发运。没有奖金，也没有表扬，只有所有参战人员间意味深长的相互凝视，终于不辱使命，回到正常的生活之中。项目虽不计成本，但最后的财务结算表明，直接费用约24万元，这在60年代无疑是一个可观的数字。

不久前，李昌予对我说，他在翻阅从前的工作笔记时，看到三层波纹管课题鉴定会人员名单，前国家元首江泽民的大名赫然在列，当时江主席是该所的副所长。我只记得鉴定会是在电器所召开的，对于细节已然模糊。我们的课题鉴定会居然由未来的国家元首主持，感觉真好！

**后记：**1964年10月16日，我国第一颗 TNT 当量为2.2万吨的原子弹爆炸成功，成为继美、苏、

英、法之后第五个核国家。1966年10月27日，我国第一次在本国领土上进行导弹和原子弹结合飞行试验。1967年6月17日，我国第一次由飞机空投一颗 TNT 当量为330万吨的氢弹，在新疆罗布泊试验场爆炸成功。1971年9月，我国第一艘自行研制的核潜艇下水，初步建立了自主的核威胁力量。

**【注】：**王良楣（1914年～1991年），生于河北保定市，清华大学电机系毕业，组建我国第一个工业仪器仪表科学研究所，试制成功我国第一台光学高温计和温湿度自动控制仪。曾任国民党政府经济部中央工业试验所工务科长、电工试验室主任，解放后任轻工业部上海科学研究所工业仪器研究室主任、一机部上海仪器仪表科学研究所副所长兼总工程师、重庆工业自动化仪表研究所所长兼总工程师、一机部机械自动化研究所副所长、国家仪器仪表工业总局总工程师、机械部仪表局科技委员会主任等职。

**作者简介：**李传经，1936年生于北京，毕业于天津大学机械工程系，历任上海工业自动化仪表研究院高级工程师、研究员级高工，流量测量研究室主任，硕士生导师等职；现任国际测量学会流量专委会第9技术委员会成员（Member of TC9, Flomeko, Imeko）；曾获国家科技进步奖3次，获5项专利；在国际学术会议上发表论文约10篇，国内多篇；获国务院政府特殊津贴。

## 忆剧毒工程改造

李运光

上世纪六十年代初，除了重点企业，我国的仪表是相当落后的。我大学毕业后分配到一个基层，据说很重要，是为火箭生产液体燃料，还是罗马尼亚的专家设计的。其主要测温仪表居然都是比率计、毫伏计；压力表占大头，到处是U型差压计；流量则是转子流量计、孔板，从来不校正。因为在学校学了电子和相应知识，在单位就我这么个蛮不讲理的专业人员，因此买什么仪表，作主的机会就大些，这叫“蜀中无大将，小混混当家”。电子电位计、电子电桥、色谱仪、各种PII（水银浮子）基地式流量计都陆续武装起来。用了好多好多的水银，每天都在搞，我的头发落得飞快，医生说“都是水银惹的祸”。这是后来开发无水银化仪表的主要原因，如双波纹管差压的研发。但是流量测量却总是不好处理。看了孙淮清先生对我国节流装置标准建立的文章，大有感慨，他们的确做了中国流量测量的奠基工作，十分辛苦，工作量十分沉重，数据处理极其繁琐，其贡献不是几个字能表述的。

为了校准转子流量计，一开始我们采用大的高压气柜以压力减少的数量来进行刻度，后来买OVAL公司的200升、500升标准计量浮筒，乃至自己建立大的标准装置，反正想尽了办法。在西

南地区这个偏僻落后的地方，好处就是干涉得少，乱干也有理。那时候惟一的资料就是孙淮清先生谈到的苏联出版的《节流装置计算》，按照当时的国际标准，50毫米以上的光滑管道，数据比较齐全。我们的实验装置偏偏都比较小，大都在50毫米以下。根据双重孔板受管道、流量干扰较小的情况，我们建立了一套50毫米以下双重孔板的流量系数校正测量设备，在当时的科研单位是较大的装置，并以《100立米/时气体流量计的校验装置》发表在《化学世界》1964年第12期。加工了不同管径、各种尺寸的孔板，反复做数据。发现随着管径减小，流量系数呈上升趋势，一般50毫米以上管径的流量系数在0.62上下，随管径增加而减小；小管径可达0.7以上，随管径减小而增加。并建立了一套数据，我们就按照这个数据设计双重孔板，而且一直工作到八十年代设备增大、管道都变大为止。

因为是“私活”，心中无数，我专门到重庆北碚的一机部自化所向孙淮清老师请教，孙老师很客气，他把他们对大孔板的一些实验数据拿给我们参阅，但对我们的非标行为确实不好表态。这个资料在《化工自动化与仪表》杂志上曾经发表以作参考。我甚至在上海找到正出差的同学毛立德，要他带我到斜土路他们二机部保密的生产电磁流量计的工厂，看能不能想办法搞到高级仪表。当然，随着国家进步，现在什么流量仪表我们都敢用了。讲这些唠什子，只是说明我们这个专业人员在基础工作上的努力。时过境迁，现在的自动化人看了我们的创业史，可能匪夷所思。

当学校里学习米哈伊洛夫判据、奈阔斯特判据，学习苏联的AYC叠层气动仪表时，都觉得不知哪一天才能用上。如果不是“文化大革命”这倒霉的运动，凭我们的知识，很快就会出现自动化的高峰。拖到七十年代初，那倒霉运动收敛一些，我们这些耐不住寂寞的家伙就开动了。

我厂生产剧毒的化工产品氢氰酸（HCN），这个名词始终和剧毒连在一起。的确，极微量的HCN泄漏，人呼吸到，必然像老鼠药形容的——三步倒！而且它并不像电视剧里特务在领口咬一下就倒地呜呼那么斯文，一旦中毒，四个壮汉都拉不住，因此急救员必须在最短的时间里将解毒药注入静脉血管！只要注射进去，人就有救，然而，后遗症会陪伴半生，因此人见人怕。八十年代末，上级要求我们对口帮助鲁西南一所快倒闭的企业，于是我们这批热心人，自己加工设备，出技术、出力气在当地建设一套装置，可以生产当时比较值钱的产品。剪彩、开工那天，领导讲得好诚恳，到点火开始，所有的书记、市长……大马小车呼啦啦都跑光了！用的原料是氨气、甲烷、氧，在铂金网上1100度以上瞬间反应。

然而，从药品链霉素、青霉素……到除草剂、牛仔裤和美元不会褪色的蓝色，北美冬天的融雪剂都大量使用HCN和他的衍生物。这样剧毒物质的生产流程，这么危险的工作，居然是工人眼睛盯着孔板流量计的U型差压计和转子流量计，用手轻轻敲打阀门来控制，晚上轮流敲，眼睛都不敢眨。



巡逻反应器要戴防毒面具，急救医生就呆在操作间门口。真的把“一不怕苦、二不怕死”发挥到淋漓尽致。那不是工人不怕死，而是根本没有条件和死神抗争。

为了锻炼急救医生能够一针到位，为了检验急救药是否合格，经常拿兔子注射 HCN 作试验。当时什么色谱、质谱仪都没有，笨办法就是在兔子细小的静脉血管注射进其体重当量的 HCN，待其中毒现象发作后，准确无误地注射解毒剂，两分钟抢救不过来，就完蛋；抢救过来的兔子是不能饲养了，可以“打牙祭”。在那个困难时代，也算给急救员的奖励，我也吃过，表示自己胆大。

当时，一方面，心里太想干事情，另一方面也知道我在浙大学的就是自动化，我能够干！却没有想想，万一不成功，后果是什么。现在想起来真是有点严重！我是小小技术员，当时仪表组就十来个人，连个中专生的助手都没有，有点儿胆大包天的感觉。生成 HCN 的原料是氧、氨、甲烷，在极其纯净和严格配比的条件下，于 1170℃ 左右迅速反应，用 0.3MP 的高压热水冷却（低温冷却迅速聚合爆炸），产生 8% 上下的稀 HCN，将其用低温水吸收后精馏取得极高浓度的液体。这些过程都很为难，特别是它的沸点是 28℃，一不小心就出事！

那时我们的领导不错，头儿有长征的、抗日的，管我的在延安时是李鹏的同学，到苏联攻修专业。人家官越当越大，他因为办事太认真，人厚道，官就越当越小。正因为他学过技术，对我还真的很信任。我的态度是，你拿钱，我敢干！于是他替我遮风挡雨，我呢，西安仪表厂、肇庆仪表厂、上海的什么厂都跑遍，到吴泾、青浦……买气动仪表，买调节阀。其实，只要仪表质量过硬，自动化真的不难，因为老师都教过的，稀里哗啦就上去了，全部在主控室操作。气动仪表从 II 型到 III 型，到电 II、电 III，再到电脑控制。随着国家的发展，自动化也真的从梦想到现实，现在我国大型氢氰酸企业基本上都是这个自控模式。但是不敢恭维的是，我们的仪表特别是专用仪表，例如在线酸度计、各种气体分析仪表，大都不过关。以至于基本上被国外仪表取代。

我们的职工不错，你要什么样精度的节流孔板，要那种加工件，都是一句话的事。那时没找到无油压缩机，只有普通压缩机，水分控制是气动调节的关键，喷嘴挡板在气动装置里到处都有，必须严格控制气源水分。如今可以有各种方案，当时为了尽快完成自控，想到原料液氨要气化，是个吸热过程，就将压缩机出来的空气通过液氨蒸发器。我们真的不讲科学，焊工把蒸发器打开，把压缩空气盘管放进去，居然在这种压力设备两边开孔进出，出来的空气里水分全冷凝了，每一班按规定排放冷凝水，气体质量好极了。今天看来，上述事情怎么都该受处分，万一有点氨气进入控制用的压缩空气，所有气动仪表的铜件迅速腐蚀，真是太可怕了。但是我们的哥儿们把工作质量搞得那么好，整个施工过程没有一点纰漏。那时没有计算机哪怕是计算器，就凭一把计算尺，算孔板、算调节阀开度，指数、对数，统统在计算尺上完成。不是天助我也，而是我们的职工们太好了！

一个剧毒工程改造居然没有领导指挥，就凭一个共青团都不要的家伙（后来共产党要了）折腾，想想还真有趣！三个原料气体进节流装置前，温度、压力要稳定，要装压力调节阀，要保持孔板前直管长度，流量调节阀装在孔板后面，调节阀两端要装截止阀，同时要装旁通，以便自控故障时手动。所有的工作只要向工艺和机械技术员交代，在停车检修时就改造好了。生成HCN的反应器是高温、有压的，不能回火，在前面装一人高的调节阀以及相应的旁通，所有人没有见过调节阀是什么样子（包括我），当时连张施工图纸都没有，就凭我的描述，大家的努力，事情就一步步的进展，而且也一点都没有折腾地成功了。当大家不用提心吊胆地用普通光学温度计对着反应器视孔测温，下面的监护员不用时刻准备把中毒人员拉走，就在主控室里查看所有电子仪表和气动三针仪的指针时，那心情是很难描述的。

又如原来生产高能液态燃料的原料是甲烷、硝酸等，在高温下反应，控制温度都用半人高的自耦调压器，车间里排满了调压器，工人在热得要命的环境里盯着温度变化，手握调压器的圆盘操作。一旦看到可控硅的应用，很快，小小的可控硅就代替了一大堆调压器进行自动调节，车间反而空荡荡的叫人感到不可靠了。一旦看见单板机的应用，我们立即学习汇编语言，用单板机组装成饱和蒸汽流量计算机，并且在整个研究院的所有流量、温度、压力等信号采集、处理使用，之后什么高级语言、离散数学模型、计算机中心控制都难不倒我们了。研究院因此在好多层次都拿奖，仪表组也扩展成人见人羡的有许多功能的研究室。我觉得知识的更新完全得益于在浙大的基本功，我在《基础课和老师》一文里多次谈到并且感谢老师给我的学识，终生难忘。

我们头几届的同学，在事业上，困难重重。首先，因为我们是摸着石头过河的产品，学习面广而不够精，深造的机会极少；再者，虽然作了极大努力，当时的技术和产品不足以让大家施展才华；最关键的是政治气候压制了人们的努力钻研和拼搏。一面为事业苦干，一面谨慎地提防；怀揣着货真价实的毕业证，清理着数不清的检讨书，在山雨欲来风满楼的环境中，摩拳擦掌要去解放受苦受难的全人类。那一代人的青春就在两难的日子中耗去。“我们经历了多少苦难，才得到今天的翻身解放”，等到阳光灿烂的日子，大多数人已廉颇老矣！今天看到才华横溢的后来者的成就，这批过了河的老哥们，奠基者、铺路石，坐在河滩上，仰望着从“化仪”走向“化自”，走向“远程控制”的彩虹桥，“了却君王天下事，赢得生前身后名，可怜白发生”，聊以自嘲。

这就是我们这代人。

**作者简介：**李运光，1939年生，浙江缙云人，1961年毕业于浙江大学化自专业。曾就职于四川天然气化工研究院，任副院长、研究员，一直从事氢氰酸自控工作。享受国务院政府特殊津贴。

## 自动化技术发展中的巨化

何孙寅

化工仪表及自动化控制在我国已有六十年历史。在这一过程中，巨化（现衢州巨化集团公司）作为大型化工企业发挥了它应有的作用。

### 一、开创国产仪表全面应用先河

第一个五年计划期间，一批上马的工程项目均使用国外仪表，国产仪表应用只在个别点上，大面积应用还是从巨化开始。1962年11月，我国第一套自行设计、制造、安装并投产成功的巨化合成氨分厂25000吨化肥装置是由化工部设计的，巨化派人参加，后来部分仪表由巨化设计处作了修改。当时没有控制室，仪表主要采用上海自动化仪表一厂的CF型浮子差压流量仪表、液位仪表，就地或远传；因为水银有毒，后来采用CW型双波纹管差压流量计和CM型膜片差压流量计等。还有上海自动化仪表二厂、三厂，济南仪表厂的EW、XW、XD和EQ XQ系列温度仪表，上海自动化仪表四厂的Y型弹簧管压力表、YW波纹管压力计、M型膜片压力计，上海自动化仪表六厂的XC系列动圈式温度计、EL系列比率计、EF毫伏计式温度计，上海自动化仪表七厂的自动调节阀和上海大华仪表厂的温度记录仪等，开创国产仪表在中型化工企业中应用的先河。1964年，合成氨厂II期扩建中采用国内第一套气动单元组合仪表（QDZ-I），实现变换炉温度和变换汽-气比值自动调节系统，在使用先进仪表方面迈出了可喜的一步。

1965年~1968年，巨化设计处在仪表车间合作下，设计国内首创，以重油为原料，生产合成氨新工艺流程的浙江兰溪化肥厂项目（获国家科技进步奖），气化炉温度（1300℃、0.7Mpa）的测量采用压力跟踪、充氮保护方法，此关键技术在全国推广使用。后来，在合成氨III期扩建中，因控制要求高，生产车间强烈要求油气化炉非国外仪表不开车。我们顶住压力，全部采用国内仪表实现开车成功，得到操作人员好评，极大地巩固了国产仪表的地位，在国内化工生产厂中树立了榜样。

70年代~80年代，巨化仪表厂试制生产GQH-T型红外线CO、CO<sub>2</sub>成份分析仪和WKL型微库仑定硫仪，是国内首先投入生产的新型分析仪。在温度测量元件防腐蚀技术和材料上有一定创新，满足了强腐蚀行业用户的要求。1985年，国内首次引进的美国普里森氢气回收装置中，需要3块小口径孔板测量合成塔出口支管的流量。当时国内没有此产品信息，又因量少、时间紧，厂商不愿试制。巨化仪表厂就承担了这项艰巨任务，设计、制作高压320KG、小口径10mm的孔板，为该装置胜利投产作出贡献。

60年代~90年代，巨化各厂是浙江各大中专院校仪表自动化专业学生的实习基地，也是全国中小型化工厂仪表工人的培训场所，为国家培养了数以千计的仪表人才。

石油化学工业出版社两次委托巨化编写仪表使用、维修方面的技术资料。1973年~1974年，由巨化3位同志专职编写化工仪表维护检修系列书3册：《压力仪表》《流量仪表》《温度仪表》，共计82.5万字，分别于1975年、1976年、1978年由石油化学工业出版社出版，全国发行。1982年~1983年，由巨化4位同志业余编写完成《工业成份分析器的使用和维修》一书，计58.6万字，1986年由化学工业出版社出版，全国发行。1988年，巨化计量处、合成氨厂编写了《计量器具检定规程中 QDZ-II 系列气动单元组合仪表》、化学工业部《设备维护检修规程》中仪器仪表部分的 QDZ-II、III型仪表。

## 二、应用自动化技术，确保生产安全和改善操作条件

1962年投产的合成氨厂，采用继电器联锁系统的全厂信号系统，开车、停车、事故信号设计简单、可靠、实用，为兄弟厂应用。

1958年以来，电石厂电石炉电极的升降均由人工操作，劳动强度大、条件差，电极升降不好会引起事故。1970年，巨化率先实现开放式电石炉电极油压自动升降系统，结束了十几年来人工放电极的历史，大大改善操作人员的操作条件，提高了电石炉的操作安全，该系统在全国推广应用。在全国第一个大型生产石灰氮迴转炉中，成功解决迴转设备温度测量问题。

1977年，合成氨厂III期扩建中，由巨化设计处设计的1~3号合成塔集中自动控制，大大改善操作条件。采用的上海计算机厂首次生产的 TQ-15型工业控制机，实现部分功能，因机器质量不过关，未能实现控制；但培养出了一批计算机人才，锻炼了队伍，后来他们都成为公司计算机中心的骨干力量。1980年，在油气化车间和合成车间使用的工业成份气相色谱分析仪是日本8100型产品，但配套的气体预处理装置是自己设计的，节省一半费用（约20万元），且解决了色谱柱的活化技术和载气纯化处理技术，气化炉温度和合成塔氢氮比自动控制系统长期稳定运行，大大提高自动化水平，确保生产质量，受到在巨化召开的化工部氮肥自动化会议的好评，并在全国推广。

## 三、积极推广计算机应用技术

1984年，巨化成立计算机中心，到2001年巨化积极推广计算机应用技术，经过技术鉴定的有12项，其中获得部级奖励1项、省级奖励4项、市级奖励6项。巨化独立完成的有单板机实现电石炉电流的自动控制、电化厂聚合釜温度自动控制、工业废水微机自动检测系统、150吨动态电子轨道衡系统、电化厂管理信息系统、浙江氮肥企业信息网络。其中巨化铝厂与冶金部自动化研究所合作完成的“MCS-8101微机电解制铝自动控制系统”科技项目，获得电子工业部电子工业科技成果一等奖；化工企业生产经营决策支持系统由计算中心与杭州大学合作完成，获得石化厅一等奖。1985年、1986

年巨化连续两年被评为华东区和省计算机优秀用户。2001年，巨化计算机中心获得由中国企业联合会信息工作委员会颁发的2000年度中国企业信息工作先进集体。

1990年开始，巨化积极在全公司工程项目中推广应用DCS。中控JX-100 DCS是国产第一套有冗余技术的DCS，于1994年在巨化锦纶厂6500吨环己酮项目中应用，开创了国产DCS在化工企业中的应用先河。之后，又在合成氨厂、硫酸厂和热电厂的中小型工程上推广应用，取得良好的成果。

1997年，巨化巨圣公司国内首套3000吨聚四氟乙烯工程中，5000余控制点，5个车间集中一个中央控制室，实现计算机自动检测和控制；虽然采用国外某知名公司系统，但自动控制为巨化规划设计院自行设计、自行安装、自行组态开车，确保生产一次开车成功，也为后来电化厂、氟化厂各套系统设计、安装、组态打下坚实基础。

**编者注：**本文由巨化骆寿高、鲁烈明、秦学礼、李连焕、郭志毅、蔡茂兴、褚惠民、陈敦彬8位老同志回忆并提供资料，由何孙寅整理而成。

**作者简介：**何孙寅，1961年毕业于浙江大学化工自动化专业，1961年~1998年在巨化合成氨厂、电石厂、设计处、开发处、计算机中心、规划设计院工作，先后担任计算机中心主任、开发处处长、规划设计院院长兼公司仪表总工程师。

## 感怀那八年

中控研究院 徐义亨

### 一、走进“新中国钢铁科技的摇篮”

生命的流逝总是以我们毫不觉察的方式化成缕缕烟尘，但到时光老去时，那缕缕烟尘又会重新聚集起来，让你绕不过去。1972年初，我从原化工部沈阳化工研究院调入原冶金部鞍山焦化耐火材料设计研究院（简称：焦耐院）工作，四十年过去了，对这座大院的记忆虽然遥远，可是仍然清晰。



位于鞍山市府广场的焦耐院大楼

近二十年来，城市在变化，变得合理，也很荒谬。看多了那些风格雷同的高层建筑，在带着热情而张扬气息的同时，也充斥着挤压与平俗，在走进一座城市的时候，你已无法在风貌和文化上辨别出它与其他城市的差异，本色和个性离我们似乎越来越远。而四十年前，当我第一次走进鞍山焦耐院那座大楼的时候，就被它独有的风韵所惊叹，被它的文化象征所折服，让我在视觉上留下了永久的印痕。

从鞍山的市府广场望去，大楼塔楼上的八角形亭，四个角上的仿石宫灯以及塔底周围的玉石栏杆，还有栏杆基座下部向楼外伸出的飞檐，散发着一股浓浓的艺术味道，似乎让人置身于古代的亭台楼宇之中。然而整个大楼的造型又是欧洲的建筑模式。中西风格的和谐统一，使这座大楼别有洞天，让人们迷失于时光的流转。

大楼始建于1953年，原名“新建鞍钢设计办公室”，是前苏联援建我国156项工程中的重点工程之一。之后，大楼作为冶金部黑色冶金设计总院鞍山分院办公楼。随着国家建设的变迁，从这里陆续分出了五个钢铁设计院、两个矿山设计院、一个洛阳耐火材料设计研究院、一个热能研究所，于是这座大楼被后人誉为“新中国钢铁科技的摇篮”。建筑与科学技术在漫长岁月里的融合，让这座大楼成了无字的史籍。

在这座大楼里，我前后工作了八年，留下了事业上的些许足迹。

## 二、在“40工程”现场

上世纪七十年代初，虽属那个特殊的年代，但已从造反武斗、上山下乡转到了开始文化重建的阶段。后来的事实证明，那是周恩来在收拾“烂摊子”，这是后人认为文革中“惟一具备正面文明价值”的阶段，它不应被笼统地归入“文革十年”而一起否定。

就在这文化重建的年代，作为全国仅有的两个红旗设计单位之一的焦耐院（另一个是原化工部第六设计院），已将重点设计工作从援外工程（包括对阿尔巴尼亚、罗马尼亚、巴基斯坦、越南等国的援外设计）转向国内三线工程的建设，特别是以“40工程”作代号的一座大型钢铁企业（即现在的攀枝花钢铁公司）的建设，焦耐院承担了焦化厂和耐火材料厂的全部设计。我作为一名仪表控制专业的设计人员有幸参加了这一工程，从现场设计、施工服务直至开工调整，期间曾两次常驻在现场。

上世纪五、六十年代，我国工业装置上使用的仪表大多是基地式仪表，即将信号转换、显示、纪录、控制等功能融为一体的仪表，如仿前苏联的ЭПП型电子电位差计、ЭМД型电子平衡电桥、04型气动调节器以及动圈表等。在“40工程”，我们已大量采用国产的气动和电动单元组合式仪表，先是I型的，后用II型的，在仪表自动化水平上这不能不说是一次跨越。

有一天，在耐火材料厂的施工现场，老院长周宣城要我给他介绍有关单元组合式仪表的详细情况，一位高层领导，想细致地了解一个在设计院里属辅助专业的技术内容实属难得。在我向他介绍到变送器的原理和应用时，他若有所思地说：“哦！这就是Trasmitter”。当时我有点惊讶，莫非他在繁忙之际，也在关注着仪表自动化的国际动向。我知道他早年去过苏联考察学习，随即附和了一句：“俄文叫Д а т ч и к”，他点了点头。这不是文化的装扮，而是真诚的交流。周宣城接受过大学教育，上世纪四十年代初参加新四军，解放后曾任鞍钢化工总厂厂长，后到焦耐院任职。因平易近人，平时大家很爱和他聊天乃至开玩笑，也从不用“院长”的称谓，直呼他“老干部”。忆想起当年这种和谐的上下级关系，较之当今有些高官、大款那盛气凌人的架势，让人难以释怀。

在现场的每天，我们的时间安排几乎是千篇一律，白天去工地，傍晚回驻地，晚上挑灯夜战，趴在图板上画图设计，直至半夜。唯有消遣便是每周六晚可看一场露天电影，但总是《地道战》《地雷战》《南征北战》等几部片子，还有朝鲜电影《卖花姑娘》，周而复始，看了又看。一个月改善一次生活的是吃一小碗红烧肉，可惜我不吃肥肉，故只能以喝汤来减馋。若用“艰苦、紧张、单调”来概括该时的工作和生活并不为过，好在人人如此，包括身为高干的部领导和院领导来现场蹲点，也丝毫没有点滴特殊。

经过无数设计人艰苦卓越的劳动，作为一项宏大的整体工程设计，“40工程”后被评为“国家级优秀工程设计”金质奖。开工后的攀钢依托着独特的资源优势，依靠自主创新，形成了一批在国际国内领先并拥有自主知识产权的专有技术，特别是普通高炉冶炼高钛型钒钛磁铁矿技术在这个世界上处于领先地位。攀钢故被后人誉为“象牙微雕钢城”“金沙江畔的明珠”和“中国

钢铁工业的骄傲”。作为一名参加过该工程的普通设计者，其贡献虽不足为外人道，但心里却蕴藏着点滴欣慰。

### 三、反思“炉龄大会战”

对一名工程技术人员，可贵的是经验的积累，但真正能成为经验的往往不是成功的荣耀，而是失败的教训。

我曾多次参加焦化厂工业萘装置的开车，教训极深。在自动化工程的实践中，让你感到困难的有时不是“控制”，而是“测量”。萘是一种凝固点为 80° C 左右的物料，只要温度低于凝固点，物料就会冻结，故如何测量管道里萘的压力和流量，是件很挠头的事。焦耐院历来的设计是在导压管内充变压器油作隔离液的方法进行测量。我在现场开工时发现，运行不了多少时间，导压管里的隔离液就会被工艺物料带走，萘一旦进入导压管，导压管立马堵塞，根本无法测量。此时我和现场的老师傅们只得用蒸汽吹扫导压管，重新灌装隔离液，其麻烦程度可想而知，显然这种测量方法无法被现场工人所接受。从此，就逼使我们在后来的工程，特别在“精萘工程”（萘的凝固点比萘还高，测量更难）中去采用更先进、更合理的测量方法。

设计中因个别不当所造成的影响毕竟是有限的；但如果在技术路线上的决策失误，带来的影响和损失就不言而喻了。

也在那个年代，为了提高钢产量，有“权威人士”提出这样一个观点：通过提高转炉的炉龄可提高钢产量。其理由是，国内转炉的炉龄一般仅 30 炉左右，到时就得停炉检修；如果炉龄提高了，将检修时间用于炼钢，产量不就上去了吗？这是其一。其二是转炉炉龄之所以短，是其炉衬用的耐火砖是小砖，缝隙多，钢水对炉衬的腐蚀往往就发生在砖间的缝隙上，如果改小砖为大砖，缝隙少了，炉龄自然就上去了。似乎很有道理。于是，1975 年在鞍钢启动了一场声势浩大的“炉龄大会战”，总指挥是著名的全国劳动模范王崇伦。作为仪表自控专业的设计负责人，我被指定参加这场大会战。

会战的气势很大，工程进展的速度之快也是空前绝后的，它似乎把我带回到 1958 年大跃进的年月。整个工程采用“边设计，变施工”的模式，那是后来完全被否定的一种模式。

可是，大砖砖坯的成型、隧道窑的烧制都不是一件易事，由于始终没有生产出合格的大砖，炉龄会战就此结束。我和许多参加者一样，为此付出了不少心血与汗水，却无法在自己的业绩上注上一笔光彩的文字。

然而，在会战中，我认识了许多鞍钢的老劳模，在一起的日子里，让我看到他们总是默默地在工作，从不张扬。善良的天性，朴素的责任感以及他们的技艺在告诉我，中国产业工人所彰显的优



秀品质更多地存在于他们的身上。

## 四、跨越控制和工艺的边缘

许多工程问题的解决，往往仰仗于盘根错节的知识之网，更强调种种互补和联动。一个看似控制的问题，然而它的最终解决却依赖于工艺。

一次笔者在首钢焦化厂的精苯装置上进行控制系统的调试。这是一个酸洗法的苯精制流程，装置的吹苯塔前有一台蒸发器，其上设有一个温度控制系统和一个流量控制系统。

刚调试时，发现两个控制系统即便投“自动”，流量和温度波动依然很大，我们拿出整定控制器参数的“看家本领”都无济于事，殚精竭虑，似乎成了才尽江郎。

摸索一段时间后发现，将蒸发器出口温度设定在工艺允许的 110℃ 以下或 140℃ 以上时，再通过控制器参数的整定，可以将温度和流量控制得很平稳。到此，问题似乎已经解决。但只知其然而不知其所以然，还想探个究竟。后来我们又经过工艺机理的分析和计算，方知其内的道理所在。

事情已过去了数十年，它常让我追思和认定，打通控制和工艺间的边缘往往能发现一些不为常人所知的规律，犹如站在山外观山，才能领略到“横看成岭侧成峰”一样。

著名的精馏塔双温差控制系统就源自对工艺机理的分析。介绍该系统的论文最先发表在美国《化学工程进展》1975 年第 6 期上，学者 D. M. Boyed 在文章的一开头就这样告诫读者：

依据精馏塔成份分布的特性，利用简单易行的温度测量装置对精馏塔进行控制，比许多厂的实验室分析控制要有效得多。

笔者读到此文后迅速将它翻译成中文并在《炼油化工自动化》1976 年第 5 期上发表，之后又应用于北京焦化厂的苯加氢装置中（该装置的自控工程是由焦耐院、北京焦化厂以及西安仪表厂联合设计的，其内共有控制系统 50 多套）。

我常想，自动化技术无论怎样在向高端发展，掌握和了解工艺层面上的基本单元和基本规律总是必不可少的。在上世纪六十年代末，陈伯达想在首钢焦化厂的精苯装置上搞计算机控制的试点，以示最高指示“抓革命，促生产”。为了建模，调来了几位数学专业人员，由于这些专家们不懂精馏操作的工艺原理，在现场呆了几个月后，事情也就不了了之。

历史证明，人类科学和技术的发展，总是通过学科边缘的延伸展现出它的优势；就象蜡烛火焰温度的最高处，不在其最亮丽的黄色火焰的中心，却在它和空气接触的边缘一样。自动化工程作为一门技术学科，前辈们曾经从电子学里引进了反馈理论，又从力学中移植了系统的稳定性判断，还有通信技术和优化技术的移植，诸如此类举不胜举。今天，我们若忽视边缘，就会失去光辉灿烂的明天。

## 五、曾经的一点想法

在焦耐院的八年中，我曾从事过“典型系统设计”这一业务建设，其目的是规范相关工艺流程的控制系统设计。在工程中如何设计控制系统一直是自动化设计人员十分关注的一个命题。

我在查阅前苏联的科技资料中发现，他们常根据受控对象的静态特性来设计控制系统（我曾编译过一篇《板式精馏塔的静特性》，发表在“化学工程译丛”1965年第8期上）。受控对象的静态特性可以理论推导，又多半源自现场工艺参数的回归分析。所以我在编写《焦油蒸馏过程的自动调节》时，大量引用了前苏联学者在研究该流程中的许多受控对象时所得到的回归方程和试验曲线，规范了该工艺流程控制系统的设计。成果发表在《炼焦化学》1974年第12期上，在焦化界反响颇好。

已知被处理物料的特性以及产品的质量要求，怎样去设计一个工业装置，那是工艺专业所从事的工作。而我们自动化专业感兴趣的却是它的另一面，即一个既有的工程装置，当操作参数发生变化时，它对装置的工艺会产生怎样的影响。前者谓之“设计”，后者谓之“分析”。现有的《化工原理》课程无疑偏重于设计，为此，笔者一直有个不成熟的想法：如果有哪位学者能着力研究诸如流体输送、传热、传质、反应器（即所谓“三传一反”）等单元操作的分析，创建一门新的学科，可把它命名为《过程控制静力学》，提炼和浓缩自动化人所要的知识，那该多好啊！

## 六、结束语

几月前，就在我为撰写本文作准备时，鞍山的挚友计中坚给我打来电话，说焦耐院已于上月全部迁往大连。这个全国惟一的一所从事焦化、耐火材料专业的设计院从鞍山迁到大连，自有它的原因所在，前程也一定更美好。而我听到此消息时，脑海里顿然浮起的却是那座久已成为鞍山市地标的，也是我人生中最依恋的大楼。我随即问：那座楼将归属谁？挚友无语。“故旧有如林叶间，一日秋风一日稀”，一旦大楼通过商业买卖而易主，它以后的命运将会如何？它还会有“新中国钢铁科技的摇篮”之美誉吗？

我珍藏着一本签名册，里面有一首是我在1980年离开焦耐院时另一位挚友王毓炎的赠诗，它总让我回味和思考。诗的内容虽是人生处世，其实在事业场上何尝不该是“埋露心胸盛大海”和“薄名寡利少烦恼”呢。现附于后，就算是拙文的结束语吧！

## 七律 人生处世学

——赠义亨友临别留念并自勉

花红有意苦争妍，  
柳绿无心恋斗鲜。  
埋露心胸盛大海，  
闭塞耳目杜谗言。  
当留余地铺明月，

不筑高墙看远山。  
莫道人生难处世，  
薄名寡利少烦恼。

## 人物注释：

1、周宣城（1916～2007）：上海崇明人。1940年毕业于沪江大学工业化学系，1944年11月加入中国共产党。1942年赴苏北新四军抗日根据地，同年筹建新四军第三师供给部苏北造纸厂并担任厂长。1945年日本投降后，随新四军三师到东北，先后任东北阜新医院副院长、通辽发电厂副经理、鞍钢化工部副主任等职务。1951年赴苏联学习，1953年回国后，任鞍钢化工总厂厂长，冶金部鞍山焦化耐火材料设计研究院院长、冶金部基建局副局长、计划司司长等职。1979年至1982年，任国家进出口管理委员会副主任，中国金属学会炼焦化学学会名誉理事长。

2、王崇伦（1927～2002）：辽宁辽阳人。全国著名劳动模范。在我国第一个五年计划期间，大搞技术革新，研制了万能工具台，一年完成了四年的工作任务，被誉为走在时间前面的人。他曾任鞍钢工会主席、中华全国总工会副主席、中国发明协会副会长、哈尔滨市委副书记等职。先后当选为一至五届全国人大代表，中共十二大代表、中共十二届中央委员会委员，七届全国政协委员。

**作者简介：**徐义亨，1940年生，祖籍上海。1962年毕业于浙江大学化工自动化专业。先后于原化学工业部沈阳化工研究院、原冶金工业部鞍山焦化耐火材料设计研究院、杭州大自然集团、中控集团等单位从事过程控制系统的设计、研究工作。现为中控研究院高级技术顾问。

## 难忘的记忆

——黄岛原油计量装置工程记实

开封仪表有限公司 张世忠

1981年4月4日，来自交通部水运局、国家仪器仪表工业总局、国家计量总局、国家商检总局、中国计量科学研究院、铁道部建厂局北京设计指挥部、国家科委三局、石油部规划设计总院、交通部标准计量研究所、科技局、上海工业自动化仪表研究所；以及国内各大港务局、各省市计量局、流量仪表制造厂家和新闻单位等，共计：六十多个单位，一百多人齐聚黄岛宾馆会议厅，参加

由交通部、国家标准计量局、国家仪器仪表工业总局联合组织的开封仪表厂《黄岛原油计量装置》技术鉴定会场。

会议领导小组成员：中国计量科学研究院谢纪绩工程师，宣读对《黄岛原油计量装置》的技术鉴定结论：“鉴定会认为，该原油计量装置是：目前国内最大的以流量计为计量器具，用标准《体积管》进行在线标定的输油计量装置。是我国港口，用流量计计量输油的第一套装置。主要部分 LL—400B—B2C 型《腰轮流量计》的“精度”和 LJC—38 型标准《体积管》的“复现性”均达到国外同类产品的水平。该装置配套完备……，可以投入使用和批量生产。”鉴定会后，颁发了：由组织鉴定单位三方盖章的技术鉴定证书。

鉴定结论宣读完毕，全场响起热烈的掌声，表达对开封仪表厂、对全体参与工程人员的祝贺、鼓励和鞭策。此时我等众人，心情激动、欣慰、感慨万千……。

## 项目背景

黄岛原油码头，有五万吨和两万吨级油轮泊位各一个。主要是将胜利油田的原油，经过东—黄管线输送到黄岛末站，经对储油岸罐检尺计量后装船，或装船后按船舱计量。这就是当时所通行的计量方法。

根据（73）交水基字 1969 号文，批准的黄岛油区扩初设计，计量装置作为配套工程进行建设，但由于当时的政治和经济环境所限，这套装置既不能从国外引进，国内又不能制造。造成黄岛油港投产三年来，在原油计量上的空白，使我国港口石油计量仍处于落后状态。

1974 年～1975 年，交通部曾先后组织国内外港口石油计量的技术交流，了解并收集了国外石油计量的情况和技术资料，1975 年 8 月经国家计委、国家计量总局、一机部、交通部研究决定：我国港口第一套大型的石油计量装置，由国内立即进行试制。

## 任务来源

根据第一机械工业部（75）一机生字 1447 号文和（75）一机仪字 1505 号文的安排，由开封仪表厂（当时为国家仪器仪表工业总局直属厂）承担青岛港务局黄岛油港，最大 6000m<sup>3</sup>/h 装船输油量的成套油品计量装置（黄岛一期工程）的研制任务。在 1975 年 9 月 28 日由供需双方协商签定了试制协议。本装置采用标准《体积管》，作为对流量计检定、校准的标准设备；采用《腰轮流量计》为流量计量仪表；哈尔滨电工仪表研究所，提供《油品数据处理装置（微处理机）》；有关《球阀》由吴忠仪表厂供货。

从技术层面来说：《黄岛原油计量装置》是容积式计量装置，可供港口原油外输装船时作自动计量用。

## 抓住机遇 克难攻坚

任务下达了，仪表局立即派员到厂，指导和落实有关“工程”的各项事宜。如何组织实施，并如期保质完成，必须要成立一个专门的工作班子，组织管理、安排计划、统一调度、开展对内、对外协调工作。调集全厂的优势人力和物力，确保各项工作落实和进度一路绿灯。

基于此，黄岛工程办公室成立。当务之急是，选配技术人员组成专项设计组。当时本文作者，正好处于无新产品设计任务在身，仅仅是面对生产车间，进行技术服务的状态。

接受一项新产品的的设计任务，对每一个希望在本专业上，有所作为的人来说，是极大的期待，必须抓住这一难得机遇，上呈请战！项目研制设计组成立，本人有幸在列。工程由三大部分构成，“成套计量系统”由史景学总负责；计量仪表“腰轮流量计”主管设计由张振春负责；标准校验装置“体积管”主管设计由本人负责；并参加“成套计量系统”工艺流程的设计和整体部局。专项组内各专业技术人员参与相关的工作。

在起始阶段，首先要进行总体方案论证、技术参数相互要求、适配、整体布局、相互衔接等工作。紧接着就是各自为战，无暇它顾。

酷暑高温、汗流夹背，数九寒天、冷风刺骨，加快进度、挑灯夜战，凝聚力量、攻坚克难。经过工人师傅们，几百个日日夜夜的辛苦劳作，将纸上的绘图，变成一个个实体零部件，并组装成型。在此衷心感谢他们！对工作进程中，出现的困难和解决办法，本文不能一一列举，以下仅撷其值得记载的几件，分别作简略叙述：

成套计量系统主机“腰轮流量计”的研制，首先遇到的问题是，大型仪表壳体铸钢毛坯（近吨重）的外协，和确保质量的供给来源。经禹县某厂精心攻关得以解决，（铸件缺陷，是个令人头痛的事！）。流量计的核心零件是“腰轮”，为内外螺旋形摆线形状（为了减低仪表在工作时的振动，减低噪音）。如何保证计算正确、无误，为此，专门赴河南 大学数学系，请教老师给以指导。该零件如何加工成形，又是一道要过难关。当时，承担“腰轮流量计”制造和装配任务的，是厂动力科大修组，技术人员和工人师傅相结合，在多种 加工方案中最后优选了办法，设计出专门压削装置和刀具，得以加工成形。

成套计量系统的容积基准“体积管”的研制，首先遇到的困难是：适合的工作场地？现有的厂房内，均不能满足大型钣焊件的制作，为此，在室外专门划出场地，扩充钣焊车间。为解决大型制件的起吊问题，又自行设计制作了5吨龙门吊车，解决了生产急需。

对单向一球“体积管”的试制，由于当时并无样机可仿！因此，该产品试制经历了几个步骤：资料收集、研读、技术消化、优化方案、决策型式、出图、实施。为了降低研制风险，确保成功。

先对小口径“体积管”（DN200）试制，探索、开路；大口径“体积管”（DN500）的试制，以随后紧跟的方式进行，这是扎实举措，有益于发现问题及时改进。

业内周知：标准“体积管”主要是美国研制并改进的，1965年取名为“机械置换式流量计检定装置”，发表在API—2531标准中。直到现在，世界各国所使用的，基本都以这个标准为准。

标准“体积管”是一种新型的流量标定装置，它能对流量计在线实行密闭实液标定。由于标定和计量工况一致，这就消除了因流体状态，粘度、温度、压力不同给流量计带来的影响。保证了流量计可靠的“准确度”。

七十年代中期，“体积管”这种新型的流量计校验装置，已经被我国大庆油田设计院等有关部门所关注！并开始与哈尔滨仪器仪表一厂合作，选定DN300规格，单向型三球“体积管”进行试制。继之上海自动化仪表一厂、开封仪表厂也相继开始试制，并将产品投入现场使用。该型式的“体积管”，在使用中故障频出、操作不便、而且“重复性”不易达到规程的要求（至今该型式基本已被市场淘汰），一球双向“体积管”曾是方案之一，但是考虑到，研制该型式“体积管”必须要进口美国将军阀门公司的“三位四通阀”，鉴于当时国内情况，受种种因素制约，从国外进口的可能性不大，但国内又无技术力量和工艺水平研制。鉴于此况：我厂果断选型，试制一球单向型“体积管”。并按上文所述开始试制。

“体积管”的关键零件是，名称为“标准管”的大口径无缝钢管（DN500），对其内壁的质量和公差要求严格。当时国内尚不能生产，经部局领导大力帮助，指明供货渠道，经过精心挑选，得以解决。

另一个关键零件是，弹性橡胶“球”（直径DN500，重近90Kg），它是“体积管”标定标准容积时的置换器，要作出合格的“球”，必须要有相应模具，提供给定点橡胶制品厂。而且模具对“光洁度”和“不园度”要求极高。可喜的是，厂内工人中，的确有技艺高超的能人，解除了忧虑。

“标准管”内壁理应进行加工，以消除钢管缺陷（轴向拉痕、局部疤凸等），但限于当时的条件无法实现，只能集思广益，另想办法。最后采取在钢管内部装填一些碎砂轮，放在专门制作的滚动装置上，磨削内壁，得到较理想的结果。

“标准管”内壁必须要进行喷涂工艺，当时购买大型喷涂设备并不现实，项目组自行设计制造出了，适用的静电喷漆设备，很好地完成了这道工序。

最令人忧虑的是：大口径90度钢制弯头的来源。虽经多方联系和苦寻，未能找到满足技术要求的制件。只有立足本厂，开动脑筋想办法了。经商议决定，将一个完整的弯头，按对称的两半铸造毛坯、经机械加工后、组焊成一体（为了确保质量，专请省安装公司高级焊工操作），再经精

心、细致的手工磨削方法，最终制成一个完整的合格的弯头。工程进展过程中，同事们凝聚力量，攻克了道道难关。正是，困难没有办法多！诸事繁杂、情景难忘、篇幅有限，不再一一赘述。

“世上无难事，只要肯登攀。”1978年3月，[全国科学大会](#)在北京隆重召开。华夏大地，迎来了科技的春天。“科学技术是生产力”“知识分子是工人阶级的一部分。”叶帅诗云：“攻城不怕坚，攻书莫畏难；科学有险阻，苦战能过关。”1978年12月，十一届三中全会确立了“以经济建设为中心的方针”，如春风送暖，极大地激励了大家的工作积极性。

在有关各级领导的重视和支持下，凝聚人心、鼓舞士气、全厂协力，克服了工艺设备、原材料、外协、外购件等诸多方面的困难，成套计量装置所属的体积管、流量计、标准量器、消气器、过滤器，及有关附属设备等，相继制造完成，出厂待运。

## 多彩的工地生活

长期工作在黄岛工地，家庭是顾不上照应了。在计划经济年代，工厂的规划设计理念（1958年7月11日是开封仪表厂建厂纪念日）是工厂办社会，故而，家属居住区和厂区比邻而建，内设幼儿园、小学等，生活设施尚属齐全，社会治安良好，邻里（也是同事）和睦相处，可互相照应，家有贤内助的理解和支持，可解后顾之忧。

设备运抵现场后，在黄岛油区的大力配合下，由〈山东省工业设备安装公司一处〉，担当有关施工安装作业，于1979年9月安装完毕。之后，首先进行的是，《体积管》标准容积的厂方自行检定工作（因为体积管属大型设备，必须拆分后方能长途运输到现场，而后再组装好），组装完成后，根据规程，先进行体积管“标准管”段漏失量的检测。为了仔细观察“球”在“标准管”中的运行状况，采取人爬入“标准管”内部，球前接通自来水源，作为试验介质和推“球”动力，球后人面对球体，随着“球”体在管道中前进而后退的方法，（工作伙伴在外，手动调节进水阀门的开度，保持一定流量，控制“球”的运行速度），在内部观察“球”的运行和流体漏失情况，结果，无点滴泄漏。亲历、亲为，得到的第一手资料是弥足宝贵的。

在“体积管”试运行过程中，发现投“球”后进入“标准管”不顺畅，故而和工作伙伴，多次钻入“体积管”腹内，对导引滑道进行修整。一切准备工作就绪后，开始自行检定。结果，“体积管”技术性能指标符合规程要求，能作为检定、校准流量计的标准装置。因为，这是整套计量装置投入有效地、有数据试运行的前题条件。

工作时，身心劳累着、满身着油污、休息时，放松、欢悦。沙滩漫步、凭岩垂钓、游泳戏海、摸蛤捉蟹、视听电视、阅读书刊、围坐斗牌、海阔天空，大摆龙门。这就是我们现场人员，当时在工地，工作和生活的真实写照。

1979年12月18~28日，相继对LJG38—38型一球单向无阀式标准“体积管”和LL—400B—B<sub>2</sub>C型螺旋形双转子组合式“腰轮流量计”，由国家计量总局责成：中国计量科学研究院、山东、河南省计量局，在现场进行了正式标定，“体积管”的检定结果符合技术要求（复现性为0.013%优于0.02%的要求）。

随后，用“体积管”对五台“腰轮流量计”检定的结果为：计量精度均优于±0.2%，由中国计量科学研究院出具检定证书，准予这两种计量器具作标准器使用。并从1980年1月开始投入港口的原油运输装船流程。

投入试运行后，在将近一年的时间里，共累计装船三十多艘次。期间，又多次对流量计进行了复标，以期能更深入地考验计量系统中，各种仪表的性能；多积累现场运行经验、运行生产记录；培训和提高，油区计量技术人员和仪表工的操作技能。为即将举行的预审会，精心地作好各项准备工作。

交通部科学技术局（80）科技水字126号文“请抓紧进行黄岛原油外输计量装置技术鉴定会准备工作的函”下达。据此文：于1980年9月14日~23日在黄岛油区召开了，由机械部上海工业自动化仪表研究所、交通部标准计量研究所、和铁道部建厂局北京设计指挥所负责组织，多家流量仪表制造厂和有关单位参加的预审会议，对原油计量装置进行了技术审查。确认“体积管”的“复现性”后，用标准“体积管”对“腰轮流量计”，进行了又一番的在线实液标定（定点流量），以及电控、显示、计量主令控制和阀组等，相关设备的联动检验。采用油罐出油，经流量计、体积管、阀，附属设备，工艺管线回流到油罐的打循环方式进行。

测试结果表明：系统各部分动作正常、可靠、各项技术指标符合要求。可提供鉴定会进行正式审查。随后，经过商议确定了鉴定会的各项事宜。

根据上级部委的指令，黄岛一期工程由交通部、机械部仪表局派员。会同黄岛油区、开封仪表厂筹备会议。“黄岛原油计量装置”的组织鉴定单位为：中华人民共和国交通部、国家仪器仪表工业总局、国家计量总局三方。鉴定日期：1981年4月1日至4日。

## 深入工作 获得认可

众所周知，黄岛油区是青岛港的一个原油码头，承担胜利油田东—黄输油管线的原油运输任务。外贸运输由青岛商品检验局计量；国内运输由胜利油田黄岛末站计量，末站并与油区交接，形成三个单位分别管计量的局面。鉴于此况，该套计量装置，必须要有令业内信服的业绩，来佐证其存在的价值！获得认可。为此：

鉴定会后，经与油区商议投入输油装船演练运行，用实际输油流程进一步检验、考核装置性能



和可靠性（此时，当然不会以流量计计量的数据为贸易结算的依据），该套计量装置经过几个月的运行，对计量系统各组成部分不足之处，作了改进和完善。经国家经委以经文（1981）507号发文批准，据交通部（81）交水运字2614号文《关于转发国家经委同意使用黄岛流量计复函的通知》。

成套计量装置开始投入试运行。但是流量计作为“动态法”计量手段，用于油码头装船的贸易结算方式，受各种因素的制约，在当时尚不被有关部门认识和认可，毕竟人工船舱检尺和岸罐检尺，这两种传统的计量方法是成熟的，并且国家已制定有相关标准、规章可循，被业内有关部门所接受。但是这两种计量方法均存在某些缺点，从技术方面而言：这两种计量方法都属于“静态法”，计量数据误差大、劳动强度高、效率低、操作具危险性等，从经济方面来说：受人为因素、利益驱动等，产生出种种弊端，导致买、卖、交通运输三方对结算数据疑异，引发纠纷。

不言而喻：一种新计量手段的问世，其长处优于传统的方法，必须要在实践中来证明。鉴于此，该套流量计计量系统试运行了较长时间，实时地在线接受考验，积累了计量系统运行经验和大量数据。

为了更好地应对下一步的对比工作，应国家商检局的要求：国务院港口口岸领导小组办公室，责成青岛市口岸办，组织各相关单位（青岛商检局、港务局、胜利油田末站、山东省计量局、开封仪表厂等单位）组成工作组。于1982年1月18日到12月14日，对黄岛原油成套计量装置的流量计计量、载油船舱检尺计量、储油岸罐检尺计量，这三种计量方法实时实液地输油装船进行数据积累对比，在规定的流量范围内，按自流小流量或启动油泵改变油流量的方式，以确定三种方法各自给出的数据差异。

在此期间供对比运行装油的油轮，据不完全统计有：华福号、大庆247号、大庆254号、大庆232号、太湖号、宝湖号、东方大使号等多艘次油轮。对比运行试验积累了大量数据，得出了对比结果，总结成文，层层上报各自的上级主管部门。

1983年2月7日，国务院港口口岸领导小组办公室呈文：“关于青岛港黄岛油区原油计量对比试验结果的报告”同年2月10日，国家经济委员会以经港（1983）118号文转发通知。现将报告原文摘要如下：

“三种计量方式对比试验结果，出口国外原油流量计大于船检，船检大于岸罐。国内运输原油流量计少于船检，大于岸罐。三种计量方法计量准确度都在最大允许误差 $\pm 0.2\%$ 以内。

通过对比试验证明流量计精度是准确、性能稳定、计量方法先进。

**几项决定：**1. 今后出口原油出证，青岛商检局应按流量计，若贸易合同对计量方法有明确规定按合同执行。2. 当有明显误差时（流量计），青岛商检局可用船检及岸罐对外出证，以维护国家

信誉和权益。3. 国内原油计量仍按港务局和胜利油田协议执行。

三种方法互相监测，确保出具数据准确。

该项工程进行至此，已给出了一个令人信服的答案，国家有关部门批准可以正式投入生产运行。我厂接到上级部门下达的上述文件后，全厂上下如释重负、心潮如涌，职工们喜色溢于言表、难以平静，正是：今日得宽矣！

## 经济效益 荣获奖励

我们认识到：任何经营单位进行了财力、物力的投入，期盼的就是要获取经济效益，中外概莫如此！黄岛计量装置的正式投入运营，应该为黄岛油区增加利润。

现将黄岛油区计划财务科，1987年初提供的资料摘录如下：

1983年装置计量原油 781.98 万吨（含外贸出口），实现利润 53.95 万元；

1984年            904.20 万吨            74.55 万元；

1985年            980.32 万吨            97.65 万元；

1986年            1116.16 万吨            103.21 万吨。

任何有相当技术含量的项目完成后，上级部门会授予相应嘉奖：LL—400B—B2C型螺旋型腰轮流量计和LJG—38型标准体积管式流量校验装置，获1979年机械工业部科技成果一等奖、获1980年河南省重大科技成果一等奖；黄岛原油外输成套计量装置；获1981年机械工业部科技成果2等奖。LJG—33型标准体积管式流量校验装置；获1979年河南省重大科技成果三等奖。

## 结束语

黄岛工程圆满完成，成绩斐然。也使我们深刻地体会到，承担一个大型计量工程的任务，对厂的经营管理、对技术人员水平和工作能力的提高，有极大的推进作用，受益非浅。这也为我厂的技术进步，拓开了一条新路，大大地扩展了仪表的品种，和增加经济效益的产品格局。

这些年来，在外购美国将军阀门公司，“三位四通阀”的基本条件保证下，又陆续开发了双向型一球“体积管”。至今，口径系列已覆盖DN150~600，并且安装型式多样，均可满足用户需求。目前我公司已发展成为，国内最大的“体积管”制造厂。与之相配套的附属装置也已成为我厂的定型产品。

由于其声誉在外，产生了极好的后续效应，故而，相继承接的工程项目接踵而来！

仅举几个项目，《黄岛二期工程原油计量装置》：据1986年11月10日报载：“我国首次大型工程成套机电设备，国内招标成功。拟进口的，青岛港二十万吨油码头机电设备，大部分转由机械部自动化系统控制总公司等国内单位制造。这次招标成功，预示着国内机电装备能力上了一个新等级，

这座油码头建成后，将成为我国最大的油码头。”

青岛港黄岛油区二期工程是国家“七五”期间重点项目之一，纳入了国家指计划。为此，机械工业部仪器仪表工业总局，以（86）仪中字第 280 号文下达了关于黄岛原油成套计量装置，主机和配套设备的任务。为了确保工程合同顺利执行，“黄岛二期工程办公室”成立，随即开展工作。之后的几年里，又陆续承接了：〈北京计量局，能源测试中心站流量标准计量装置〉、〈中原油田原油外输计量站〉、〈胜利油田东辛计量首站〉、〈胜利石油管理局油气集输公司，东营原油库原油外销计量标定系统〉、〈台湾“台塑集团”成套计量（油、水）装置〉、〈东一深输水工程〉。本文不再一一列举。

毋庸讳言：当时，该套油品计量装置，虽然两大主机：“体积管”和“腰轮流量计”在主要技术性能方面已赶上世界水平，但在产品的制造工艺、自动化程度（如液压系统、尤其是显示、积算、数据处理、自控系统），以及有些配套部件、设备和材料的质量及可选择性、外协条件等方面，与国外同类产品相比，还有一定的差距。

特别指出的是：安装在控制盘上的显示仪表，均为分立元件构成（虽然选用军品），当时，仪表专用集成电路，尚未在流量显示仪表中应用。直到 1983 年才由机械工业部，以关于《计算机与专用集成电路发展规划》，专文下达：“集成电路在自动化仪表中的应用研究。”因此，当时为了提高其稳定、可靠性，颇费周折！可喜的是，我国改革开放以来，新技术、新材料、新工艺，已得到长足发展，今非昔比！

## 感言

中国仪器仪表行业协会、中国仪器仪表行业学会，为我们这些老仪表工作者，提供了一个回顾往事的“平台”（刊物），这一举措是：“善事、实事、佳事”，对此深表敬意。

时光飞逝、岁月如流，人生走过了多少年华，回首往事、感慨万分、难以忘怀。

当今，欣逢盛世，科技创新、实力提升、展望前景，仪表行业将会得到飞速发展。仪表精神的上溯和延续，激励仪表事业的工作者们，奋进向上！

祝愿我们的仪表事业，走向更加辉煌灿烂的未来。祝愿我（我们）工作过的开封仪表厂（现已改制为开封仪表有限公司），在现任经营者的努力之下，走向兴旺发达！同时也籍此文，缅怀已逝去的，在那个难忘的岁月里，互相鼓励、帮助、共同拼搏的伙伴和朋友：史景学高级工程师、张振春高级工程师，愿他们在天之灵安息。

**作者简介：**张世忠，男，1940 年 10 月生，中共党员，高级工程师。1964 年 7 月毕业于天津

大学精密仪器工程系化工生产检查测量仪器及自动化专业。同年9月分配到开封仪表厂工作。1964年~1981年任技术员，1981年任厂研究所副所长，1982年任厂研究所所长，1983年任副厂长兼总工程师，1985年任厂长，1991年任厂调研员，2000年退休。1986年获河南省劳动模范称号，1991年享受政府特殊津贴。

## 石油化工仪表自动化发展的回忆

解怀仁

### 一、忆周春晖先生

1973年，燃化部成立石油化工规划设计院，我从石油设计院调到规划设计院后，负责仪表设计审查、设计专业建设等工作，曾有幸与来北京的自控老前辈周春晖先生会面。他很关心石化仪表自动化的应用，提出发展自控技术的新见解，对我们很有启发，很有帮助。在一次石化仪表大会上，我们还专门讨论了石化仪表自动化的发展问题。

### 二、推广应用 DCS

70年代，了解到国外炼油厂已采用计算机控制生产装置，计算机控制生产装置是用 CRT 显示操作，而我国炼油厂大多是用气动仪表或电动仪表控制与操作。经生产部与规划院研究后，制定了炼油生产装置第一步先上20套 CRT 的规划，并列入生产计划，逐步实施。

我们负责中石化仪表控制系统规划和设计审查，制定石化仪表与计算机应用及 DCS 控制的五年规划。当时上不上计算机或 DCS 控制，设计院与企业意见是不统一的。我们内部有个不成文的规定：对新建或改造项目的仪表控制系统审查时，凡设计、企业、仪表负责人三方都同意上 DCS，均会批准上 DCS。只有各方意见统一，DCS 工程实施才有保证。到“七五”期间，中石化总公司的 DCS 已达90多套。

为进一步推广应用 DCS，1991年中石化总公司对 DCS 应用作了调研，石化系统共有122套 DCS，其中炼油30套、化工47套、化纤18套、化肥13套、公用工程等14套，应用良好并取得很好效益。

2000年前，规划院组织调研石化系统 DCS 应用。这时中石化已有上千套 DCS，有的企业 DCS 集中在一个控制室操作。后来，新建厂实现了 ERP-MES-DCS 或 ERP-MES-DCS/FCS 一体化综合控制系统，已达到国际先进水平。

### 三、研发国产 DCS

国务院重大办要求中石化规划院研究：航天部军转民，能为石化做什么？根据这一要求，我院组织石化仪表专家对航天部进行考察，参观航天部航天测控系统。该系统用欧洲 KAMAK 卡件组成，可靠性很高。经研究，我们认为航天部研发国产 DCS 是可行的，并向中石化总经理报告：与航天部合作研发国产 DCS，用于石化企业。这一报告得到批准。

## 国产化与企业结合

一开始，规划院邵院长就要求我们找一家企业，否则 DCS 开发出来没人用。我们与航天部联合开发的国产 DCS 首先落实到沧州炼油厂。我们的想法是在风险小的生产装置如常减压上试用，但沧州炼油厂的改造项目是已用气动仪表的催化裂化装置，工艺复杂，对控制系统要求高，大家有些担心。又经过多次讨论，沧州炼油厂也很有信心，最后决定在该厂催化裂化装置改造项目上用国产 DCS 替换气动仪表。沧州炼油厂与航天部签订合同，支付预付款，该厂技术人员也参加开发工作，以加快 DCS 国产化的进度。

## 技术难度大

为开发国产 DCS，组成几个开发组：总体组（我所在的组）、硬件组、软件组、接口组等。航天部人员对计算机很熟，但对石化工艺流程不够了解，特别是对催化裂化装置的控制系统不了解。因此，我们专门安排时间，给航天部各开发组介绍工艺流程、操作要求、仪表测量与控制系统，并解答各开发组的问题。经过几个月，我们与航天部提出初步的 DCS 方案，制定冗余的控制站方案；又组织石化专家对各组的方案进行审查，提出宝贵的修改意见。DCS 的网络系统难度很大，航天部又请搞网络的人员参与开发。原计划一年完成，实际两年才完成。记得夏天时，酷暑炎炎，我骑一个小时自行车到航天部去讲课，研究讨论总体方案，解决开发过程中的问题。

## 外国公司关心我国 DCS

有一次多国仪器仪表展览会，我参加日本一家大公司的 DCS 技术交流会。休息时，一个日本公司的销售人员来到会场，我听到他自言自语地说：“中国还没有自己的 DCS。”80年代我国就引进国外 DCS，国外产品和技术占领了国内 DCS 市场。外国公司非常关心我国的 DCS 国产化，担心与他们争市场。现在不同了，我们已有国产 DCS，如中控、和利时、航天部测控公司等，有的营业额已达几十个亿。目前，采购 DCS 已采用国际先进做法即 MAV<sup>[注]</sup>，如神华、赛科、海南等大项目都用 MAV。今后对中控、和利时、航天部测控公司等取得大项目难度更大了。前几年，我们就对国内 DCS 厂家说明有关 MAV 采购事宜的影响，引起他们重视。

## 现场试运责任重大

现场试运 DCS 涉及装置的安全问题，特别是催化裂化装置，更不能出问题。安装后，我们按引

进第一套 DCS 投运时的要求，对催化裂化装置的 DCS 每个回路都要调试，一共用50~60个回路，每个回路都不能有问题，确保系统可靠性。在试用时，我们请了石化专家、企业 DCS 人员和设计人员组成试运小组，协助开车。沧州炼油厂还编了培训资料，培训企业操作员，考试合格上岗。这些措施保证了 DCS 一次开车成功。

1988年我们开始与航天部合作，1990年国产 DCS 研发成功，1991年~1993年在沧州炼油厂安装试运成功。1995年，这一项目获中石化总公司科技进步一等奖，国家科技进步三等奖。包括我（排名第三）在内，航天部、规划院、沧州炼油厂有七名获奖者。

此后，国产 DCS 又在洛阳炼油厂 FCC 采用、投运，在其他化工项目上应用。

## 四、设计审查与规划

我在规划院主要负责仪表自控设计审查和规划工作。审查项目有燕山、大庆、扬子、齐鲁、金山、广石化、独山子和抚顺乙烯等；石化总公司新建催化裂化、聚丙烯、加氢精制等；辽化化纤、天津化纤、石家庄炼油厂扩建；福建炼油厂、镇海石化全厂及各装置设计仪表自控审查，共完成近30家企业100个以上项目的审查。完成近30个石油化工仪表自动化（DCS）项目评估和后评估。制定石化总公司 DCS 发展规划及组织实施；负责石化集团公司仪表控制高级培训班—专家组组长和讲师的培训；参加原机械部组织的《现场总线总体设计组》工作。

在工作中有几件事印象很深，电Ⅱ、电Ⅲ、Ⅰ系列仪表的选用。当时电Ⅲ属新仪表，Ⅰ系列刚引进。洛阳设计院为茂名石化动力厂设计用电Ⅲ，为九江炼油厂一装置设计用电Ⅱ。两家单位均向石油部提出：一家要电Ⅲ，一家不要电Ⅲ。为此，决定由部里供应、设计院和规划院组成调查组到西安调研。我去西安仪表厂调研，该厂刚引进Ⅰ系列，正在组装。我详细了解Ⅰ系列仪表，供货时间也可满足工程进度要求。后来，我们提出两个厂均用Ⅰ系列仪表，部里批准了。西安仪表厂第一批Ⅰ系列仪表就这样用于石化系统。

二十多年后，我在茂名见到石化动力厂厂长，他一见面就说起当年改电Ⅲ为Ⅰ系列仪表之事，说Ⅰ系列很可靠，很好用；几次去北京时想要谢谢，都没见到我，现表示感谢。我很受感动，自己只做了一点应该做的事，企业还记着我。

规划院工艺专家提出，福建炼油厂 DCS 集中控制的方案，由北京设计院设计。在审查时，企业领导因对 DCS 不放心，提出要改用气动仪表。我去做说服工作，最终福建炼油厂同意了，DCS 集中控制方案也通过审查，实施后效果显著。

## 五、提高石化仪表应用水平

针对炼油厂的计量工作，我主编了石油部第一部计量仪表规范。规划院组织孔板计量讨论会，

为提高孔板计量精度，提出孔板加直管段成套制造、供货并由设计院出图，后有十几个厂生产带直管段的孔板成套设备，对提高计量精度效果很好。通过炼油计量讨论会，与日本计量仪表厂的技术交流，引进仪表等提高炼油厂的计量精度，增加了效益。

为顺利推进加氢等有压缩机装置的工程建设，石油部引进日本石川岛、日立、三菱等压缩机。1978年，石油部组成赴日压缩机检验小组，一行4人：压缩机专业2人，日文翻译1人、仪表1人是我。我们到压缩机厂检验，并参观日本横河电机，详细观摩其仪表和最新DCS生产线，为日后引进横河DCS打下基础，还参观了日立仪表的生产线。

加热炉节能控制与调合优化。由规划院主持引进的先进控制软件如软测量软件用于炼油厂，开发和设计加热炉先进控制方案分发给炼油厂参考应用。开发的油品调合优化控制系统用于大连和南京炼油厂，支持和促进先进控制技术的应用。

500万吨炼油厂由洛阳设计院设计，其新产品有100多项，中石化总公司规划院提给第一机械工业部（简称：一机部）仪表局安排新产品开发，经各方几年的努力，基本可配套。按石化成套项目的新产品组织开发工作更有利于仪表发展和工程建设。

这几十年仪表工作，我们以专题方式，深入研究和落实有关计量仪表、新型调节阀、在线分析仪、DCS应用、FCS应用、APC、SIS、MAV、加热炉节能、压缩机控制等项目；和一机部仪表局、热工所、高等院校、设计院和企业仪表人员合作，共同努力为石化仪表自动化发展做了一点工作。

**作者简介：**解怀仁，1940年生于北京，1965年毕业于天津大学，曾任石化规划院计算机室主任；主要从事石化仪表自控设计，负责石化仪表自控设计审查和规划工作；主编《石油化工仪表控制系统选用手册》，发表论文近20篇；获国家科技进步三等奖。

## 附：八声甘州·夜读《飞鸿踏雪泥》文章

美文章读罢夜未眠，灯下思绵绵。  
记当年分配，乱点鸳鸯，夫复何言。  
羸马关山孤客，雕弓挽断弦。  
落魄江南道，诗赋残年。  
谁想区区仪表，控流程信息，魅力无边。  
制化工材料，事业气冲天。

# 大路蹄痕（工程篇）

飛鴻踏雪泥

高速路、智能楼宇、地下铁，运现场总线。  
六十年，重提刀笔，集腋成篇。

——林寰寓