

## 宝钢建设记

夏德海

### 一、上海宝山钢铁公司的由来

1976年，华国锋接任中共中央主席，提出建设20个大庆、10个鞍钢的宏伟目标。其中之一是要在冀东建一个千万吨级大型钢铁公司，这个任务就落在了北京钢铁设计研究总院（简称：北京院）。因当时上海的钢铁厂没有炼铁设备，只能炼钢和轧钢；炼钢时只有用南京梅山等地高炉炼成的铁水，冷却铸成铁块后运到上海；再用焦炭加热在化铁炉融化成铁水，用转炉吹炼成钢。这样运输既不便，能源上也存在浪费。不如在上海吴淞口的宝山，用国外引进的铁矿石炼成铁水供给上海的钢铁厂。那时上海的钢铁厂约有10个，规模都不大，所以计划在宝山建一个年产约300万吨的炼铁厂。这一任务本来也是北京院的，但院长王金栋认为，搞冀东大厂是大任务，必须下功夫搞好；而上海炼铁厂远，与上海人合作也不容易，所以推给了重庆钢铁设计研究院去做。

后因华国锋的计划太庞大，不现实，冀东大厂一直拖延下去。直到后来因2008年北京奥运会，首钢要搬迁，才在冀东即唐山附近的曹妃甸建了年产800万吨的钢铁厂。

上海宝山炼铁厂是平地起家的，因宝山镇那边恰巧有一个小机场，为少用农田，就选在了那边。该厂由日本的新日本制铁株式会社（简称：新日铁）设计，全套设备从日本引进。新日铁是日本五大钢铁公司（新日铁、日本钢管、神户、川崎、位友）中最大的一个，年产钢4000万吨；其所属的君律与大分两厂是上世纪六七十年代建的，自动化程度很高，属世界上先进的钢铁企业。

宝钢经日方设计后，提出“大茶壶”“小茶杯”的问题，说是炼铁的高炉大才有效益，所以4000m<sup>3</sup>高炉的铁水量多是大壶；而上海10来个小钢铁厂分布在市区，是“小茶杯”，吃不完，且铁水用鱼雷缶式的铁水车远距离运去，“茶”也凉了，不适合炼钢；所以建议用大转炉炼钢以资配套。当我们统一用大炼钢炉配套后，日方又建议建初轧厂。这样一步步逼着我们跟他走，终于一期、二期、三期，使宝钢最后形成投资近千亿、年产1000万吨的大钢铁厂了。

北京院为了将来要设计冀东大厂，所以通过冶金部派了各专业的14人去参加宝钢的建设、学习。我代表自动化专业，从1979年起到1985年宝钢暂停，在上海工作了5年多。倒是学了不少东西，但冀东大厂2008年才开始建设，我1995年已退休，学到的东西都没用上，颇

为遗憾。

## 二、厂址的选择

当时对厂址的选择有二，即上海与连云港。后者由国家建委与北京院王金栋极力主张，因连云港是深水码头，从海外来的大型矿石船可以直接靠岸；而上海则大型矿船无法直接靠岸，要中转，且宝山地区系冲积层，淤泥多，不适合建大型钢厂。最后由李先念拍板，建在上海，理由是要靠上海的人力、物力等条件。

在上海建大型钢厂是不容易的。在工地上我看到密密麻麻的大型钢管，打下几十米深才能到岩石层。增加的投资真是不少，且污染不可避免，正如首钢一样，早晚得从上海这样一座国际化城市中搬走。

## 三、引进谈判

为了将来建冀东大厂，我们北京院通过冶金部参加了宝钢的引进谈判，以取得经验。后来我院又派出14人参加冶金部组织的百人代表团赴日进行基础设计审查，为期2个月；我担任自动化组副组长。

与美国、欧洲一些国家比，与日本人谈判是不容易的，清规戒律多。他们表面上很礼貌，谈判时黏黏糊糊，技术上很保守；而且了解中国国情，在技术谈判相持不下时，会走上层路线，叫你的领导来压制。相比之下，美国人大大不同，谈话随便，技术上也不保守；欧洲人则比较实际，容易打交道。

## 四、集世界先进之大成的想法行不通

由于宝钢平地而起，全套引进，所以分成若干谈判小组，炼铁、炼钢、轧钢、自动化……当时的指导思想是建设一个国际一流、技术先进的大型钢铁厂。而我们谈判组的重要人员都是刚从冶金部“五七”干校“毕业”出来的，在校2年中，种菜、锄地、做工，对当时国际上的技术发展情况一无所知，现在要建这么大的先进钢厂，不禁大为兴奋。当时有冶金部自动化研究所马竹格（后任该院总工、副所长）等人，我们分头收集国际冶金工业自动化的技术情报，并加以分类，大多是杂志上的文章。

谈判开始，自动化专业日方主谈的是新日铁事业本部自动化部部长（相当于我们设计院的自动化处处长），下设计装（自动化）、电气与计算机3个课（科）。

日方谈判的底线是新日铁君律厂的水平，而不是比君律还要后建的大分厂。君律和大分都是上世纪六七十年代建设的，当时的水平是不低的；当然从单项上来讲，可能比不上别的厂。日本钢铁工业的发展，还得益于朝鲜战争和越南战争，当时美军的补给，大部来自日本，

所以日本也发了战争财。

日本确实比较保守，工艺上就是如此，像1957年德国已产生了连铸的新工艺。采用连铸技术，初轧机就没有必要了。但最后宝钢一期还是引进了初轧机，这笔钱花得冤枉。连铸在宝钢二期才引进，在自动化方面也是如此。DCS 是1975年美国 Honeywell 首先推出，不久各大公司也推出了 DCS；但日方在开始谈判时不同意，直到后来基本设计审查，到日本君律、大分厂参观时，发现两厂都已用了 DCS（DCS 是后加的，原来的模拟仪表盘仍保留）。最后宝钢总算引进了 DCS，但仍保留了全套仪表盘。后来证明 DCS 运行可靠，宝钢2号高炉才取消了几十米长的仪表盘，这笔学费付得够大了。从现在的经验看，保留一些重要参数的仪表作为备用即可，用不到全套备用仪表。

从日本和德国引进来看，可能两国的文化不同：日本像横河的新产品，他们必须在国内试用1年，才到中国销售；而德国则不一样，如 Basf，他们在国内化工厂不用 FF 现场总线，而在国外的生产基地则大量采用。

总体谈判，我们一开始以“集世界先进之大成”与日方的成熟技术（君律厂的自动化水平）相对抗，差距很大。后来，我们说其他国家的先进技术你没有，但你们新日铁的名古屋厂，在杂志上发表过的高炉自动化模型，为什么不提供？对方也不肯说，只说日本的技术如何如何先进，如何的好，双方形成僵局。对方主谈讲不出新的理由，只是闭目“养神”；面对我们的质问，不理不答。这当然气坏了我们，认为他不老实，太保守。我们一方面向领导汇报，另一方面也向对方“炮轰”一阵。最后双方各让些步了事。但总的来讲，我们还是吃了一些亏，所以知道自主知识产权的重要性。

实际上，当时“集世界先进之大成”的愿望是好的，但脱离实际。自动化是为工艺生产服务，与一个国家的国力，与生产管理、操作、维护的水平，与原材料条件、能源的供应、交通运输、信息交换等有关。要结合我国的实际情况，通过学习、分析、应用，才能创新和提高，才能收到实效。

环境决定意识，不能苛求我们这些刚从“五七”干校锄地、种菜了2年的人，但这些经验是宝贵的，是付了高昂学费才学到的，弥足珍贵。

### 五、推广宝钢经验要注意结合中国国情

宝钢建设推动了我国钢铁工业的发展，但在推广宝钢经验时，也走了些弯路，那就是“断章取义”。

宝钢是成套引进，从全部工艺设备到自动化设备等，连主要的矿石材料都是引进的。主

要操作和维护人员都在日本进行过培训，所以是一个大的、配套的系统工程。而要推广宝钢经验，所有设备全靠引进是不可能的。有的看到宝钢采用 DCS，为了赶先进，也竞相采用 DCS，可工艺设备、操作水平、管理水平、维护水平、原材料条件和能源状况等不配套，DCS 发挥不了应有的作用。当时绝大部分 DCS 只发挥了25%~30%左右的功能，浪费了不少外汇，这种情况发生在上世纪80年代和90年代初。

### 六、对日本的一些认识

1、等级制度森严。每当进入会场，日方都是按级别鱼贯而入。在新日铁事业本部，经过他们办公室或会场时，看到大办公室内每个课的办公桌都是排成一长条，头上一个座位必定是课长的。室内鸦雀无声，会场内领导在台上站着讲话，所有人都整整齐齐、毕恭毕敬地站着听。

2、经常回国。日方人员每隔3个月、最多6个月就要回国一次，据说6个月不回去，妻子就要离婚；还有一个理由，说是“不回去，技术上就要落后”。

3、深知中国国情。当谈判桌上解决不了问题时，就不谈了；回去请日方领导做我方领导的工作。这一方法有时还真见效，往往“新”指示在我们这边就下来了。

4、所谓“大和精神”。在电影中常常看到，日军打了败仗，有切腹自尽的。宝钢高炉的一个水塔是日方一名女工程师设计的，施工过程中出现问题，她竟然自杀身亡。后来也发生过一次同样事件。

5、从不谦虚。在谈判中首次见面，对方习惯自我介绍，特别在他自己的领导面前，完全是大言不惭。

6、右翼势力。这在日本南方尤其厉害。我们去八幡、福尚、九州一带时，在住的宾馆每个楼层的楼梯口，或我们集体外出时，均有新日铁保卫人员随同保护，据说其中有的曾是拳击冠军。平时我们外出，也经常提醒我们注意安全。

7、弄虚作假。我们百人代表团由冶金部副部长李非平任团长，先参观君律、大分厂，因君律厂是宝钢的模版，所以特别仔细。谈判结束，又安排我们自动化组参观日本五个仪表大厂恒河、富士、日立等。在参观君律、大分厂时，日方说他们的钢铁厂如何先进、环保，所以发了白手套；爬上高炉，栏杆上果然没有灰尘，每层平台也很干净。但仔细查看，有的地方水渍未干，肯定事先刚打扫过；从转炉车间的上室仔细看，也有淡淡的红烟（氧化铁细粒）；厂内绿化也不错，但细看也显得绿中带黄，够不上郁郁葱葱，并没有他们说的那么好。

8、技术来自美国。二战以后，横河与美国 Foxboro 进行技术合作，在参观日本仪表厂

时看到有的变送器壳体上还有 Foxboro 字样。但横河后来的产品 DP-Harp 就采用自己开发的硅谐振原理，说明引进、学习、创新的路是成功的。而我们横河川仪合资厂至今硅谐振的核心部件仍在日方手中。横河总部在东京市区，地方狭小，当时的流量计实验室还及不上上海工业自动化仪表研究所；他们的新厂在甲府，我们没去。

富士电机是与西门子合作的，不知为何，富士的热情接待出乎意料，厂领导亲自和一些职工列队在厂门口迎送，场面隆重，午宴也非常丰盛。日立厂是东京附近的大壅厂，做计算机的，自动化程度非常高，立体仓库自动捡取送运零件，生产线上的机器人动作很快，运送带速度也快，大的主机板做完以后，有计算机快速检验。记得在那边还住了一晚，厂区环境优美，与钢铁厂大不相同。

9、接待下功夫。日本对于接待我们基本设计审查团是下功夫的，先请我们参观宝钢的样板厂君律，还有较新的大分厂；参观供应宝钢自动化产品的各家仪表厂与计算机厂，使我们放心。沿途的交通也经过精选，如九州到东京的新干线、沿海的双体船、飞机、旅游大巴等，而且时间也计算得恰到好处。在日本的2个月，每周日安排旅游和文娱活动。我们不会玩球，成绩一塌糊涂时，还有成绩最差的“安慰奖”，纪念品是一把折叠伞，当时国内很稀罕，质量也不错，一直用到现在。当然宝钢工程是给日本人大大赚了一笔。

10、物质刺激。宝钢工程浩大，谈判小组很多，为加快进度，顺利完成任务，日方让各小组的日方人员展开竞争，看谁先完成任务。有次我们组日方人员有意无意地说，他们的同事家属从日本来电话说公司送来好多钱……因他们组第一个完成谈判任务。言下之意是让我们“高抬贵手”，不要“为难”他们。后来他们的态度也有所转变，能答应的马上答应，不再拖延扯皮，物质刺激确实起了作用。

### 七、得了便宜还卖乖——日本人得意忘形的奸笑

上世纪80年代末，在一次多国仪表（MICONEX）答谢宴会上，与我同席的横河驻京办事处内山先生突然问我：“夏先生，你们怎么 YEWPACK II 组态总学不会？一次又一次要求去日本培训？”我想，自从我院第一次为唐山钢铁公司的高炉采用 DCS，经去日本培训后，早就学会了。至于后来邯郸钢铁公司、本溪钢铁公司加热炉等工程，的确陆续派人出国去学习，但原因不是我们设计院的人不会组态。我想你在中国呆这么久了，早已是中国通，什么原因也清楚，这不是故意嘲笑我们吗？因席上还有欧美外商，也不便多讲，我只淡淡地说：“我们设计院的人早就学会了。”

不久，内山又一脸奸笑地问我：“夏先生，你们引进不少 DCS，怎么都只发挥25%~30%



的功能啊？”因当时我国为了摆脱落后局面，各方面要增加产量，因此物资缺乏，原材料紧缺，能源老变，成分不稳定，不少地方不得已用渣油做燃料，有的甚至原油入炉，这是很危险的。国产的工艺设备和有些仪表质量不过关，管理经验不足等，都限制了自动化的运行。有的连测量仪表都用不好，如渣油做燃料，椭圆齿轮流量计的过滤器17秒就堵了，无法运行。连流量都不知道，怎能与空气流量进行燃烧配比调节？那时，我曾在东北大学杂志《基础自动化》上发表一篇文章《论自动化的前提条件》，指出自动化是为工艺服务的，不能以自我为中心；但反过来，如果工艺设备是落后的，就是用了先进的自动化系统也是没有用处的。所以当时引进的一大批DCS，其调节系统都不是自动的。内山的问题是明明从我们这里赚了大钱，又讥笑我们，得了便宜还卖乖，令人气愤。我当时也回了一句：“内山先生，我也到你们那里最先进的君律、大分钢铁厂去考察过，看到有些调节回路也是手动的啊！”因为这是事实，他也不好再说什么了。

上世纪90年代以后，中控与和利时虽然没有国家资助，却完全靠自己相继推出了国产DCS，已被大型工程采用，而且从数量上早已超过半壁江山，真是大长国人志气，显示了中国人的威风。不知内山现在何处，真想让他出来看看我们的成就。

这里还要答复上面的第一个问题，就是为什么要屡次出国培训，是我们笨吗？还是什么原因？恐怕90后是不知道的。

改革开放前，出国要政治审核，凡有历史问题或海外关系的人是不被批准的，因我有一个舅舅在新加坡，所以原定参加援建阿尔巴尼亚项目，我弟弟去朝鲜参加援朝项目，均没有得到军代表批准。

改革开放后，我才第一次获准去日本。那时出国被认为有了政治待遇，是件十分光荣的事；其次在经济上也有好处。那时工资很低，工程师月薪是102元，大学毕业生是62元，中专生只有36元。粮食有定量，一般每人每月为20多斤，买粮食、到饭馆吃饭都要粮票；买油要油票，每人每月半斤；日用品很紧张，也要票。但有了出国机会，情况就不一样了。国外工资高，生活水平也高，差距很大。第一次去日本，有点像“供给制”，做两套西装（一套回来要上交），领带、行李箱是借的，回来要还。新日铁送的纪念品，一把折叠伞，上交后抵价1元返还给个人。出国期间另给每月20美元，省下来可以到出国人员服务部买东西，我买了一块日产手表。还有装置费700元，一年两次出国，只发一次装置费；第二年又出国装置费就打折。到了国外，生活费就包干了，节约归己。为了多挣外汇，有人开始带方便面，有的国家不准带进，就弄出不少事来。

## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

节约下来的生活费，可买当时国内需票证的商品，出国半年可买免税商品一大件（如电视机）和一小件（如微波炉）。出国时间越久，可买的商品也越多。有的人因出国次数多、时间长，不需要这么多“大件”“小件”，再高价卖出，获利就更多。

既然出国又光荣又实惠，因此趋之若鹜，不必要出国的也出了，获大利的还是外国人。

今昔对比，真要衷心感谢小平同志的改革开放！

**作者简介：**夏德海，男，1930年生，1952年毕业于上海大同大学电机工程系火力发电专业。原北京钢铁设计研究院总院自动化室主任工程师、技术开发部主任工程师、教授级高工。中国仪器仪表学会名誉理事。中国仪器仪表学会自控工程设计委员会名誉主任委员，现为中国仪器仪表学会高级技术顾问。



## 中美合资企业第一家

——上海福克斯波罗责任有限公司

杨桐

1980年9月29日，上海市仪表工业公司任命我为副经理，参加与美国 FOXBORO公司的合资谈判。结果，一干就是10年，直到1990年4月3日正式离休。

这个项目是我国开办中外合资企业的试点单位之一。改革开放之初，国家仪器仪表工业总局选派一批专家赴美国、日本及欧洲等知名仪器仪表企业参观考察，并探索合作的可能和途径，与美国FOXBORO公司交换了合资经营的意愿。1979年2月，由第一机械工业部向国务院提交报告，申请组建中外合资仪表企业。同年，国家仪器仪表工业总局成立，改为其立项并领衔主谈。最初的方案是由国家仪器仪表工业总局与美方合资，在上海、广东、苏州、湖南按产品类型各建一家生产厂，并在上海再由仪表总局独立投资建立一家销售服务公司总揽经销业务。但这一政企不分的方案，由于各方很难协调一致而不得不放弃，最后决定将该项目交由上海市仪表工业公司负责。1981年12月，上海市仪表工业公司与美国FOXBORO公司签订了合资总协议。1982年4月18日，中美双方在北京饭店签订了合资合同，并经国家外委管理委员会外资审字（1982）009号和上海市人民政府沪府办（82）208号文件正式批准。

美国FOXBORO公司创建于1908年，是一家专业的工业自动化控制仪表制造企业，因其技术先进、质量可靠、售后服务周到而国际声誉很高。合资公司的谈判是很具体而艰巨的，与美方一轮又一轮地就经营方针、企业规模、责任权限、利益分配等问题逐字逐句讨价还价，努力寻找双方都能接受的最佳方案。

在长达3年之久的谈判期间，我先后12次赴北京、无数次跑上海各有关部门请示汇报，9次与美方代表会谈（其中4次在国外），最后终于达成一致。合同协议主要包括：

一、由上海市仪表工业公司与美国FOXBORO公司合资成立“上海福克斯波罗责任有限公司”，注册资本为1000万美元，中方占51%、美方占49%，合资期限为20年。

二、由FOXBORO公司连续性转让技术，按照FOXBORO技术标准、使用FOXBORO商标生产工业过程控制系统，每年按营业额的5%支付美方一次性技术转让费，但当净利润达到营业额的10%以上时免付。

三、国内销售由中方独立投资的“上海福克斯波罗销售服务公司”独家代理，国外销售由FOXBORO公司的世界销售网独家代理。

四、外汇平衡责任由美方承担。

五、公司董事长由中方担任、美方任副董事长，前三年总理由美方担任、中方任副总经理，三年后由中方任总经理、美方任副总经理，并不再轮换。据此，开业后的前三年我任副总经理，三年后任总经理。



## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

合同签订以后，进行了一年的筹备，选定原上海第三电表厂进行改建，选拔了475名职工（包括销售服务公司），并选派21名主要领导骨干赴美国FOXBORO公司进行了两个月对口培训，制订了各种规章制度，做好了各项生产技术准备工作。

1983年4月13日，漕宝路161号，上海福克斯波罗责任有限公司正式挂牌开业。

在那个年代，创办中外合资企业是一种新鲜事物，虽然大家都抱积极态度，但因为没有经验，必然会遇到许多新问题的困扰和老观念的障碍。由于我们长期处于封闭环境，对来自西方的事物常常会习惯地、本能地怀有警惕和排斥心理。同样地，外籍人员出于意识形态的影响和盲目的优越感，对中国的现实也会有不切实际的想法。因此，观念冲突难免，磨合总有一个过程。经过各方的共同努力，最终都比较好地得到了谅解和统一。

上海FOXBORO公司合资初期的投资资本为557万美元，以后又多次增资。从合资第二年就开始赢利并逐年上升，销售收入以平均每年20%的速度递增，而且创汇效果很好。

学习国外先进的企业管理经验是创办合资企业的目的之一。我对这一点特别有兴趣。为了适应工作的需要，我粗略地翻阅了一些介绍美国企业管理的书籍，了解西方企业管理的一些基本思路。不管内容方法有多少花样，其目的都集中在一点上，那就是为了得到最高的工作效率和最好的经济效益。在开业以后的几年中，为了改进企业管理，我们做了以下几个方面的努力：

一、经营管理明确提出了将“生产围着销售转，销售围着用户转，经营围着利润转”作为当时一切工作的中心的口号，突出销售工作，加强销售力量。因为我们企业属于高科技行业，不懂技术做不成生意，因此下决心将技术水平较高、活动能力较强、大约占一半的技术人员选拔到了销售部门，并送到美国培训。随后又按用户行业对口设立了石化、电站、冶金等专业销售科，与用户建立持久联系，并实行从参与用户工程设计开始到产品选型、安装指导、开车试用、操作人员培训、维修备件供应等全过程服务，很受用户欢迎和信任。

二、生产管理实行“以销定产”。首先根据市场预测调查进行市场准备预安排，再根据自己掌握的销售合同和销售信息，一个季度作一次滚动调整，既有严格的核算又有弹性的调节，可用最少的投入、最快的节奏实现按时交货，基本解决了计划经济时期“没有销售先生产，有了合同交不出货，备料多了压资金”的盲目性。

三、财务管理彻底改变了“当家不理财”“只算政治账，不算经济账”的老习惯，强化了预算控制和成本管理。生产、销售部门要编制销售预测、发运计划、存量控制和采购预算；技术部门要编制技术开发预算；人事劳动部门要编制人力资源控制和工资福利预算；任何部

门添置设备都要提出申请，提交设备动力部门汇总并编制资本设备投资预算。最后，由总会计师领导的财务部门汇总后编制资金平衡（包括外汇平衡）和成本、利润预算，剔除一切重复浪费并监控预算的执行。每年两次滚动调整预算更新，年终进行考核。

四、人事劳动管理和分配制度改革是实现高效率和高效益的前提，开始估计难度较大，但执行结果还较顺利。作为领导，必须根据群众的实际觉悟水平和现实条件，既要教育群众顾全大局、关心国家集体利益，而在制订政策措施时又必须关心群众切身利益，实行按劳分配，体现勤劳致富、多劳多得，以公平、公正、公开原则形成激励机制。我就是根据这一观点，并参考从美国学来的方法建立了新的人事管理和劳动分配制度。

在机构设置上力求精干，上不强调对口、下不因人设事。临时工作按性质归口，不设机构。任务有根本变化就改组机构。人员按工作量和难度以“满负荷”原则定编、定员。领导干部单一配备不设副职（只有销售公司因与用户联系需要设了多名副经理），每个岗位只接受一个人直接指挥，没有特殊情况不得越级指挥。每个岗位的职责权力都制度化，先后制订了《岗位职责范围》230余种，《工作标准》《工作流程图》50余种。干部的奖励晋升和职工的工资奖金评定都以工作成绩考核为主要依据。

在用工任职上彻底打破“铁饭碗”，干部实行“聘任制”，工人实行“劳动合同制”，双方自愿签约，有出有进，可以辞职，可以辞退。

分配制度的改革是人事劳动制度改革的重点和难点。既要大力宣传“按劳分配”精神，又要把新的“级差分配”方法向群众交底。个人报酬分为“企业工资”和“服务津贴”（即奖金）两部分。根据企业发展情况，工资每年评定一次，奖金则月评季发。

此外，为使职工更关心公司整体利益，经董事会批准，从1986年起，每年按税后利润提取5%作为福利奖励基金，其中40%用于集体福利、60%作为红利分配给职工个人（与同样时间内本人工资相当的金额）。这个方法既简便又避免了平均主义。另外，工龄满三年的企业职工每年享受7天“带薪休假”，工龄每增加一年，休假增加一天，最高到15天为止。平时，为保证职工的正常休息和身体健康，我下决心制止了加班加点。

除了企业管理上述四个方面的探索与实践外，在业余兼职条件下开展政治思想工作的体会也颇为深刻。在公司筹建过程中，干部和共产党员对合资企业中能不能实现党的领导、能不能开展党的政治思想工作存在不少疑虑，就连我这个党委书记也心中无数。在合资谈判时都意识到有关政治、法制一类的问题是大事，因此经过双方认真讨论达成了如下协议：

## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

一、合资企业建立在中国，必须遵守中国政府法令，中方员工在美国活动时要遵守美国法律；

二、企业的党、工、团组织及其活动在企业中具有合法地位，外籍人员不得干涉，但活动不得占用工作时间，只在业余时间进行；

三、双方在政治上相互尊重，互不进行干涉和敌对性宣传；

四、美方同意在公司人员编制中，工会可以有三个名额，但党委不设专职人员。

总之，公司的党、工、团活动是公开合法的，但必须在“业余、兼职”条件下进行。党委主要抓党的政策贯彻和思想政治工作，不可过多干预行政决策，但涉及政策、人事等重大事项，如干部提拔、职工奖惩、纪律处分、工资福利调整等仍然要经过党委讨论，必要时再由中方经理与外方经理沟通以取得一致。

我们在摸索过程中的做法和体会在当时受到了各方的关注。1985年1月由上海市委宣传部召开的宣传干部会议、1986年由上海市委组织部召开的组织工作干部会议、1985年于上海宝钢举行的沿海14个开放城市宣传部长会议等都指定我去作了专题发言，并给予了充分肯定。

现在看来，这一套做法当时还算行之有效，但水平却并不算高。企业内部管理涉及面较广，市场营运体验还少；对领导机关的政策依赖还较多，有些措施是利用了合资企业特殊的有利条件。就是取得的成绩，也是公司全体干部、职工的集体创作成果，特别是各级管理干部像一支能征善战的队伍，指向哪里打到那里，对我的信任和支持至今让我感到自豪和感激。

现在，上海FOXBORO公司已经全面实现了计算机管理，通过计算机系统网络进行生产管理和行政管理，提供InterNet和E-mail等服务。公司还推出了Lean Manufacturing（精益企业）管理模式，全面推行Sigma控制理论，向着产品零缺陷的质量管理目标前进。“一切为用户着想、一切让用户满意”的经营理念已经深入人心。

在上海FOXBORO和美国FOXBORO的技术转让协议上清清楚楚地载明：美国FOXBORO对上海FOXBORO的技术转让为连续性技术转让。双方商定，由FOXBORO提供全部制造技术，包括产品图纸、生产工艺及装备图纸、技术标准、产品试验方法、产品安装使用说明，系统工程及系统联调和应用技术，包括所属基础软件和应用软件的设计。“合资协议”规定：上海FOXBORO采用FOXBORO公司注册商标，这就意味着上海FOXBORO生产的产品与FOXBORO总部保持同等技术质量标准，产品在全世界可以互换。上海FOXBORO的所有图纸、技术资料及有关文件都是在FOXBORO总部受控之下，跟踪和保持在同一个最新修改级别上。

从执行情况看，美方较好地做到了这一条。从1983年美方转让的SPEC200组件组装式电子模拟控制装置到1985年转让的E69系列电/气转换器及阀门定位器和820变送器、1986年转让的SPEC200Micro带微机控制仪表等都代表了当时最先进的技术。即使像美方于1990年才研制出来的当时最先进的840系列集成电路硅应变式变送器也于1991年就转让给了上海公司生产。美方1991年还转让了当时世界第一个开放型智能自动化系列系统I/A，以替代尚具先进性的分散控制系统SPECTRUM。这种技术转让是根据国内市场需要以及上海FOXBORO的生产、技术能力，由中美双方总工程师负责制订“转让计划”的，其主要内容包括市场预测、所需设备预算、工程师和工人数量、场地安排、工艺流程布置等，并进行投资回收率计算，交正、副总经理审定，提交董事会批准后即按计划分步实施。产品引进的关键是设备选型和生产线的建立。上海FOXBORO从1994年开始引进SMT生产线，1995年投入运行，使生产技术水平迅速迈上了新台阶，大大增强了产品返销国外的能力。

正是因为有了这样的技术转让，才使上海FOXBORO的技术和产品始终处于国际先进水平，成为我国诸多自动化技术和产品供应商中具有真正生产实体的合资企业，其产品已经广泛应用于石油、化工、矿冶、有色冶金、建材、造纸、轻纺、食品、医药、电站、管道等工业领域，用户遍及全国并返销美国，出口亚太等地区，深受欢迎和好评。多年以来，上海FOXBORO还在美方所提供技术的基础上实施了自主开发和创新，其中用于秦山核电二期的第一套控制装置就是国产核电控制系统的首例。

1984年4月30日，从湛兰而高远的天空中，一架总统专机徐徐降落在虹桥国际机场，美利坚合众国总统里根莅临上海访问。总统及其随员们一下飞机就驱车直奔上海FOXBORO，因为这是他们在中国的第一家高技术合资企业。正如里根总统所说：“这家合资企业作出了值得自豪的成绩，FOXBORO的先进技术有助于开辟新的领域。”

开办这家合资企业，领导部门当时明确提出了三个具体目的：引进先进技术；学习国外先进的企业管理经验；以产顶进节约外汇。可以肯定地说，这三个目的已经全部达到。

不凡的业绩也让上海FOXBORO获得了一个又一个的殊荣：全国最大十佳合资企业；规模最大的300家外商投资企业；全国500家最佳经济效益企业；外商投资双优企业；全国外商投资先进技术企业；全国百强高新技术企业；全国质量管理先进企业；“八五”中国工业行业巨头；上海市文明企业；上海工业优秀企业；优秀工业形象单位；中国第一家获得ISO9001质量体系证书企业；中国第一家核用仪表供应企业等等。



## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

企业的成功也引起了国内外企业、政府机构、媒体、学术界等的广泛关注。除了美国总统里根外，还有美国前国务卿基辛格、总统技术顾问库柏和格雷厄姆，美国“最大500家企业访华团”，美国哈佛、麻省理工、伊利诺斯、斯坦福、华盛顿等知名大学的学者教授，NBC、CBS、美联社、华尔街日报社等媒体记者，以及朝鲜、苏联、东德、波兰、越南、匈牙利、韩国、日本、芬兰、奥地利、荷兰、委内瑞拉、伊朗、巴基斯坦、澳大利亚、喀麦隆等国家的企业或政府代表都曾经前来参观访问。国内来宾（不包括用户和供应商）有记录可查的达2000余人次，其中，有当时的国务院总理赵紫阳，上海市长江泽民、朱镕基，上海市委书记芮杏文，外交部长吴学谦，国务委员陈慕华，中纪委书记韩天石，经济学家钱俊瑞、季崇威等。人民日报、解放日报、新华社、中央电视台和上海电视台等经常对上海FOXBORO的重大活动进行报道。美国媒体称我们公司为“中美经济合作的探空气球”。基辛格参观后说：“我一直想了解，一个高技术合资企业在中国能否成功，看了贵公司我得到了肯定的回答”。

由于我们先走了一步，工作的经验体会也引起了社会各界的兴趣，特别在后来全国大力推进合资企业的进程中，我曾多次被指定在国家经委、国家外资委、上海市经委、上海市外资委等领导部门组织的专业会议上作专题汇报，还先后30余次被邀在上海交通大学管理学院、清华大学管理学院、上海经济管理干部学院、中共上海市委党校、上海第二工业大学以及各工业系统举办的培训班上讲课。

企业的成功，首先要归功于各级领导的重视和支持。1979年2月，这个项目由第一机械工业部孙有余副部长亲手写了立项报告，时任国务院副总理余秋里、国家计委副主任顾明亲手审批。在起草章程合同、与外方谈判中，国家外资委员会、国家仪器仪表工业总局都从头至尾派人参加。预计到开业之初外汇平衡有困难，国家计划委员会特批了1000万美元额度的平价外汇补助，后来发现仍然不够，时任国家经委副主任的朱镕基又批准追加了400万美元的额度。因为这个项目是试点性的，碰到的新问题多，往往无先例可循，我们的报告各级领导都很重视，都能及时答复处理，有时还会派专人前来共商对策。公司创建初期的几位董事长都发挥了重要作用。首任董事长是上海市仪表工业局郁品芳局长，不管向他请示汇报的问题多杂乱，他都能一下子抓住问题实质，并提出切实可行的解决方案。后来，他升任上海市经委副主任，董事长由上海仪表工业公司顾巨川经理接任。顾经理在合资公司筹办时的选址、调人和生产上的协调配合等方面都十分支持，任董事长后更认真负责。上海工业自动化仪表研究所吴钦炜所长是我国自动化仪表行业一位德高望重的仪表专家，在合资公司谈判阶段负责技术指导，开业以后长期担任公司董事，有关技术问题都由他把关，所以公司在技术决策



## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

上从未有过大的失误。还有上海市仪表工业局党委书记吴康、林树楠等领导，他们虽然在合资公司没有任何职位，但对公司的重大决策、组织建设、政治思想工作等都非常重视，并详细指导，对合资公司的发展同样功不可没。

毫无疑问，合资公司的成功也是全体职工共同努力的结果。到我离休时为止，一个400人左右的单位就有181人次先后被评为“先进工作者”，仅此一例就足以说明问题。至于我本人，不过是在领导和职工的支持下履行了自己的职责，但却得到了很大的荣誉：1987年被评为上海市仪表工业局“优秀共产党员”，1988年被评为上海市仪表工业局“党务先进工作者”，1989年上海市经委评我为高级经济师，1992年又聘我为“企业家教授团”成员和上海市经济管理干部学院兼职教授。

企业办得成功，经济效益很好，理应皆大欢喜，可是却在利益分配，尤其是外汇平衡等问题上中美双方发生了分歧和矛盾。作为总经理和中方代表的我，虽然在维护国家利益和寻找双方都能接受的解决途径方面尽了最大努力，但由于种种复杂的因素，没有能如我所愿。再加上自己身体健康原因，我谢绝挽留，于1990年3月26日由上海市仪表电讯工业局党委以【沪仪电委（90）第115号】文正式批准我离休，4月3日我在公司全体职工大会上向大家告别，随后又辞去公司董事职务，从而结束了长达10年之久的中外合资工作。

我离开上海FOXBORO已经二十多年了，虽然情况已了解不多，但感情依旧，而且我仍然知道外方的施压还在逐步发展。公司的经济效益在高速增长，但已不能中外共享，因为企业的权益结构早已发生了根本变化，企业的性质也已经由“中外合资”改为了“中外合作”。中方已经不再享有管理权，也不能再分红，只能每年得到一点“固定补偿”。

与此形成鲜明对照的是国内工业自动化仪表行业的每况愈下。我们兴办中外合资企业引进了资金、技术和市场经营的方法理念，对我们的经济建设和社会发展大有帮助。合资企业办得好是我们大家所希望的。但带动国内行业发展，实现“中外两利”也应该是一个不可偏废的目标。从自动化仪表行业现状来看，“技术依赖、行业排斥”已是不争的事实，“合资企业独资化”也有了实例。自动化仪表是工业系统实现高科技化、现代化的关键设备，被称为“近代工业的神经系统”，是实现工业现代化的基础条件之一。如果命运掌握在别人手里，后果的严重性不言而喻。

当初，我满腔热情去搞中外合资，想的是为行业的发展摸经验、找门路。没想到合资企业办成功了却将国内自动化仪表行业挤得如此狼狈，我是立了大功还是犯了大罪？就连我自己都说不清楚。作为一名在仪表行业工作了30余年的老职工，从感情上讲怎么也是不愿看

到的。出现目前的尴尬局面，我们应该好好反思。作为握有决策权的领导们，千万不能片面热衷于“资产运作”和“市场营运”，而放弃了行业发展建设的根本责任，千万不能利用外资反被外资利用，千万不能忙于“手段”而忘了“目的”。国内仪表行业下一步应该怎么办？我已经年老力衰，只能将希望寄托于有识之士、有力之人。依我愚见，当前至少有两点可以考虑：一、对合资企业所得税实行“三免五减半”的优惠政策应该有所调整，一般性质的可实行“国民待遇原则”，让一般合资企业与国内企业在同一条起跑线上竞争，只对技术引进和行业发展具有特殊意义的才有选择性地给予奖励性优惠，禁止各地方政府以“普惠制”招商引资；二、国内自动化仪表行业至少应该保留一个技术研发基地和一个生产基地，集中优势技术力量，在技术上取得发展突破，必要时给予财政支持和政策优惠以保留种子，否则就谈不上希望和未来。

**作者简介：**杨桐，1928年8月生，江苏东海县人。1943年7月参加革命工作，1958年5月到上海市仪表电讯工业局工作，历任上海大华仪表厂厂长、上海调节器厂厂长。1982年参与建立中美合资企业谈判，1983年4月成立上海·福克斯波罗有限公司，任副总经理，后任总经理。1990年3月离休。



## 仪表自动化在焦化行业的发展历程

吴荫厚

随着钢铁工业的快速发展，我国焦化行业也取得了辉煌成就，钢铁和焦炭产量已跃居世界第一。焦化行业的大发展，也促进了仪表自动化装备水平的大幅提高。

回顾过去，硕果累累，令人感到成绩喜人。同时，也充分意识到创业的艰难，成果确实来之不易。记得上世纪五十年代末，建国十周年时，我国年钢产量只有一千余万吨，焦炭还不足一千万吨。我当年亲身参加过建国十周年、北京十大国庆工程之一的北京焦化厂的施工

服务工作，深有感触。十大国庆工程，除人民大会堂、革命历史博物馆等之外，还包括为人民大会堂提供煤气的北京焦化厂项目。在当时的条件下，全靠动员全国的人力、物力大力支援，才得以在当年国庆节建成投产。焦化厂的仪表自动化水平，无法与现在相比，检测手段很有限，控制措施更缺乏。当时全国只有上海、大连等为数很少的几家仪表厂能够生产一些基地式仪表。所以设计也只能采用包括动圈式温度指示仪、电子管式大型圆图和长图电位差计及电子平衡电桥记录仪、环秤及浮子式流量计等几种基地式仪表。仪表功能少、精度低、体积大，而且导压管直接进盘，无法防爆，安全得不到保障，更谈不上环保。

进入六十年代后期，随着石化等行业成套引进项目中新型仪表的出现，对国内仪表行业的发展起到了积极的带动作用，使人们进一步认识到仪表自动化在工业生产中的作用。越是技术先进、工艺复杂、产品质量要求高的生产装置，就越离不开仪表自动化的配合。在这期间，国内仪表行业得到很快发展，电动及气动单元组合仪表替代了又大又重的基地式仪表。仪表信号也采用了与计算机通用的标准信号。从此，焦化厂的仪表设计水平也迈上了新的台阶，拓展了设计思路，检测及控制手段也不断增加。设计中采用单元组合仪表，可以灵活组成各种自控系统，除单参数控制外，还广泛采用了流量配比、前馈、串级、三冲量等复杂控制系统。变送器的普遍采用彻底解决了导压管进控制室污染环境的问题。

最令人欣慰的是，从上世纪七十年代后期改革开放以来，仪表行业通过引进、合资生产等方式，不断吸收国外先进技术，仪表品种大量增加，功能越发齐全，性能更加稳定，精度明显提高，智能型仪表大量涌现，而且大力开发计算机技术在仪表领域中的应用。目前焦化厂的仪表自动化设计，普遍采用各种类型的智能型变送器，输出的标准信号集中送至DCS分散型控制系统或PLC系统，进行集中检测、控制、报警及连锁等。确保了焦炉、煤气净化及干熄焦等工艺装置安全稳定运行，提高了控制与管理水平，对发挥工艺装置最佳经济效益，提高劳动生产率起到了不可忽视的作用。

展望未来，充满信心。但也感到形势逼人，任重道远。如今已经不同六十年前了，今非昔比。现在我国已具备一定的工业基础和科技水平，仪表行业也取得迅猛发展，仪表制造厂遍地开花，但我们也应客观看看到，当前仪表行业还存在一定的薄弱环节。首先，应进一步提高国产化率。现在部分技术含量较高的特殊仪表及核心部件，仍被外国垄断，要经代理商从国外进口，甚至受到技术封锁。这种现象不应长期存在，应加大研发力度，攻克技术难关，大力支持搞国产化，生产“中国制造”产品的仪表企业。其次，国产仪表急需提高质量。目前的现实是，合资企业仪表质量和价位高于国产化仪表，而进口仪表质量和价位又高于合资

## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

企业产品。但在设计中有些企业对我们设计选型就明确要求，宁愿多花钱也要进口或合资企业仪表。这足以说明国产仪表质量还是不尽人意，与某些国外品牌仪表存在一定差距，尤其是中小民营企业产品更令人担心。第三，强化售后服务是不可忽视的一环。由于仪表属于精密仪器，在安装和调试过程中专业性较强，应由专业人员参与，尽可能由仪表厂技术人员现场指导、培训。投运后也应保持供、需方及时沟通，质量信息反馈，出现问题及时处理，这样才能不断地改进产品，提高质量，取得用户信任，扩大产品知名度。

中国人有能力、有智慧，年轻一代更加聪明。仪表制造领域在赶超世界先进水平道路上定会越走越宽，取得更加丰硕的成果。

**作者简介：**吴荫厚，1934年11月生，辽宁辽阳人，高级工程师。1956年9月毕业分配到冶金部北京热工控制设计研究院从事仪表设计。1958年10月转入冶金部鞍山焦化耐火材料设计研究院。参加冶金工业自动化仪表设计手册及安装图册编写工作。1994年退休后先后受聘于焦耐院技术开发公司、中钢热能研究院设计所及鞍山辽宁科技大学设计院从事仪表自动化设计工作。



## 忆 DD28 电度表更新淘汰工作

陈铁君

电度表在工业生产过程中作为能源计量、监控、管理的必要手段，和其它工业自动化仪表一样，在生产过程中起着保证质量、节能降耗、降低成本等重要作用。电度表又广泛用于民生领域，在仪器仪表行业13大类上万种产品中，是为数不多的既用于工业又用于民生的较特殊的仪表产品。在民生领域中它是家家户户不可缺少的电能计量产品。到目前为止，我国的电能供应仍以国有电力企业为主，它的用户除了企事业单位外，就是普通百姓。因此它的质量关系到国家和千千万万百姓的利益。

我国真正独立自主大量生产，并提供用户使用的电度表，是在上世纪50年代中期，主要是由哈尔滨电表仪器厂生产的仿苏产品DD1型电度表。然而，面对当时日益发展的基本建设对高质量电度表的大量需求，DD1型电度表无论在质量上和数量上都难以满足用户的需要。于是，在1972年由第一机械工业部仪表局下达新产品试制计划，由哈尔滨电工仪表研究所组织全行业技术力量开展联合设计工作，并完成了我国第一代自主开发的DD28型电度表的统一设计，并由几十家电度表厂家投产供用户使用，基本上满足了国家基本建设及千家万户居民的需要。

但是，随着科学技术的发展，在上世纪80年代初，国外科技先进国家已开始大量生产高过载、长寿命电度表。如美国GE公司的磁悬浮轴承电度表、瑞士兰迪司公司的磁推轴承电度表。而DD28和其他型号的表都是基于双宝石轴承结构的，无论是过载能力还是使用寿命都大大落后于国外电度表。

为改变我国电度表的落后面貌，由机械部仪表局再次安排了以世界先进水平为目标的新产品试制计划。1984年开始，由哈尔滨电工仪表研究所组织第二次全国主要电度表企业联合设计，并于1986年通过了全部86系列电度表的技术鉴定。新型86表过载能力达到4倍，通过可靠性寿命实验，证实其使用寿命可达10年。这两项指标均比28系列表提高一倍，达到了当时的世界先进水平。为尽快推广使用86系列新型电度表，由当时的国家机械工业委员会（原机械部、五机部等组建）科技司技术处，仪表司科技处有关人员与生产企业研究，依国家“淘汰耗能高、技术落后产品”的方式，明令限期淘汰28系列电度表。于是在1987年12月21日，由国家机械工业委员会、国家计划委员会、国家经济委员会、财政部、水利电力部、中国工商银行、国家工商行政管理局等联合，以机委科1987[208]号文，下发了《关于下达机械工



## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

业第十批淘汰能耗高、落后产品的通知》，淘汰 DD5、DD9、DD10、DD12、DD14、DD15、DD17、DD20、DD28等民用单相及一批工业用三相电度表，该文1988年1月1日正式执行，淘汰期限为1988年12月31日。

在仪表司科技处，我负责这项工作。我当时主管的是科技攻关项目协调管理，大多数时间是在马少梅总工程师的领导下工作，但产品更新淘汰工作的主管领导是陈杏蒲副局长，因此陈局长是除马总之外，我接触最多的司局领导。陈局长工作认真，待人处事永远是一副爽朗与直率，特别在工作遇到困难时，她会亲自出马。通过三年多在她具体领导下开展28表的更新淘汰工作，对她的工作作风深有体会。我从基层研究所调部机关工作的16年来，虽困难重重，但无太大的风波，与同事共同努力，克服困难，各项工作有序完成。但淘汰28表的过程却大不一样，那是我工作生涯中最艰难的一段经历。若没有陈司长这坚强的后盾，我们无论如何也抵挡不住各方面的冲击。

我清楚地记得，1988年1月1日，也就是208号文正式执行的第一天，在个别对推广新表心存疑虑的企业鼓动下，一位不明真相的记者在《上海文汇报》上发表了一篇文章，矛头直指七部委联合发布的[208]号文。一石激起千层浪！电度表生产企业纷纷打电话给我，说用户仍要签老表的合同，地方商业部门也不收新表。并开始互相告状，说某某厂还在签老表的合同，还问[208]号文到底还执不执行？这丝毫未估计到的巨大冲击波一下子把我震懵了！

他们问我执不执行，那我问谁去？我唯一能问的就是主管领导陈局长。是坚持真理，还是向保守势力低头？面对多方面的反对声浪，我意识到要坚持[208]号文，一场激烈的斗争在所难免。1988年新年伊始，陈局长和我就被推到风口浪尖上。到底该怎么办？我即刻把参与筹划这项工作的谋士、哈表所总工程师王文中找来，和陈局长一起研究对策。我们感到，86表是集中行业精兵、吸取国际上先进技术联合开发的成果，它最大的优势是减少“轻载失电”、节约能源，减少损失。此外它使用寿命长，节省了更换电表的开支，技术附加值高，提高企业的经济效益，对国家、用户、生产厂都有利。为什么不坚持？

面对复杂形势，陈局长毫不动摇、坚持真理的决心，极大增强了我们的勇气和力量。我们认为统一思想是首要任务，立即着手组织，并在北京召开了第一届专门针对贯彻[208]号文的全行业会议。这次会议业内十分重视，当时除机械部系统外，还有其他部委所有生产电度表的，大约200余家企业的主要领导到会。会上陈局长，王文中和我都发了言。特别是陈局长坚持技术进步、维护国家利益、提高企业技术水平、坚决贯彻执行[208]号文的慷慨激昂的讲话，表达了政府部门的决心。给已做好新表生产准备企业极大地鼓舞，对观望企业也

## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

是一种鞭策。在以后的执行中，我们多次召开会议交换情况，统一思想步调，一步步推进工作。我也记不清召开过多少次议，但几次大型会议（北京2次，天津、长沙、兰州各1次），陈司长都亲自到会，她那声音宏亮、激情澎湃的讲话给所有到会者留下了深刻的印象。

我们除做好行业内的工作外，还努力做好相关部委工作。每次陈司局长都亲自出马，我们先后跑过商业部五交化局、国家技术监督局计量司、能源部电力司等，向负责人做耐心的解释并听取他们的意见。对那些与事实不符的无理要求，也据理力争。通过接触，我们也看出矛盾虽多，但主要方面是电度表用户的电力部门，具体就是能源部电力司。在陈局长的指导下，我们也逐渐理清了思路，工作重点放在自己的企业和用户。我们无论到那里，都不忘去当地的电度表企业了解情况，听取意见，鼓舞他们的士气。也正是这项工作，使我们和电度表企业建立了深厚感情。

那时企业也不容易，特别是几个积极坚定执行[208]号文的企业，不顾失去老表市场，艰难开拓新表市场，以致短时间经济效益下滑。但他们从国家利益出发，从企业长远利益出发，坚定不移地和我们站在一起，我们为他们的精神感动着。当新表终于被用户接受，首先得利的也是他们，我们和这些企业也同时为胜利欢欣雀跃。按陈局长的要求，我们不遗余力地做好用户的工作。我们和电力司用电处的史新城处长、陈丽高工及某些地区电力部门主管表计的人员经常接触，逐渐磨合，虽有不同意见，但久而久之彼此之间也逐渐建立了可相互理解的友谊。

以往我们也发过多批产品更新淘汰的文件，但所公布的产品都是在市场已经少见，只极少数小企业还在生产的产品，均无太多工作量，所以没有安排专人处理这项非经常性的工作。但淘汰28电表却不是一项短期可奏效的工作，必须有专人盯着处理，或通报可能随时出现的问题。但处理人手本来就少，我那时“攻关项目”管理也一刻不能放松，参与这项工作担子已很重，也只能把这件事临时担起来。

在这最艰难时刻，一位北工大新毕业的研究生郭连锁到我处报到，正好解这燃眉之急。可我也不知他一个研究生看不看得起这小小电度表，也不知他能否胜任这大量的面对基层企业和用户的工作，反正先干着看看。我向他介绍了一些新旧表的情况，目前更新淘汰工作的进展及下一步工作打算。然后交给他相关文件，供他熟悉情况。我十分高兴的是，小郭痛快地接受了这项工作，并满腔热情地投入。他当时年轻朝气，有初生牛犊不怕虎的精神，无任何负担面对基层开展工作，很快结识了众多电度表企业的人员。特别他那种善于结交、真情待人的味道，在企业中有很好的缘故，使我们在新表生产及推广工作有很好地进展。

淘汰工作告一段落以后，郭连锁还继续投入与电度表技术更新、产品开发推广有关的工作，特别是电子式电度表，低压电力载波自动超表系统方面的工作，直到1993年机构改革，按他本人愿望离开机关，但他的切入点仍是电度表行业，他曾组织过开发自动超表系统的高科技企业，后从事电子式电度表生产、销售等工作，曾任北京第三电表厂总工程师，现任一电度表企业的副厂长。我想正是那段经历，使他与电度表结下不解之缘，电度表竟成他毕生的事业。

随着工作的步步深入，与积极生产新表的企业团结奋战，并努力做好用户的工作，到1989年，淘汰更新28电表的工作在用户方面也有很大进展，86新表逐渐得到上海、江苏、浙江、湖南等电力部门的认可并开始大量使用。

取得决定性胜利的是1990年8月，与能源部电力司联合召开的吉林会议上，进一步强调了淘汰耗能高、技术落后的28表的意义，电力司用电处史新诚处长和陈丽高工表示大力支持电度表行业的技术进步，特别批评了个别对推行[208]号文仍有抵触情绪的地方电管局。会议形成了积极贯彻执行[208]号文的决议。会议休息时，有位地方电力局同志拉着我的手说：“老哥没白忙，你们胜利了！”听到他的话，我激动不已。他的话不仅是说这项工作的胜利，也是他做为一个用户，对他亲眼看到的，我们如何不畏困难，顶着巨大压力坚持不懈努力奋斗的同情与评价。自这次会议后，曾有较大抵触情绪的东北、华北、北京、西北电管局开始大量接受新表，一些持观望态度的地方电力部门也改变了态度。一时间形成了全国性的新表大量需求。那些坚持生产新表的企业曾经一度陷入困境，吉林会后是苦尽甘来。面对这雪片般的86系列新表订单，这些厂长们个个喜出望外。

看到新表大量需求，给新表企业带来可观的经济效益，一些观望甚至抵制企业也发生了根本转变。个别厂家新表设备一时难于筹划，这时上海电度表厂以老大哥的姿态给予他们无私支援。开始时他们接了定单做不了，就由上度厂提供机芯生产，保住市场。同时上度厂支援他们新表生产设备，很快形成了新表生产能力。而本有一定技术实力的企业，吉林会后不得不正视市场变化，凭自己实力也很快形成新表生产能力。此后形势发展势如破竹，不久28表就基本绝迹，涉及电度表行业兴衰的一场斗争也基本告一段落。

20多年前的往事，大都已印象模糊。但这项工作时间再长我都难以忘却，也不禁想起当年与我们共同奋斗的勇士们，他们是哈尔滨电工仪表研究所总工程师王文中、上海电度表厂厂长张敬德、杭州仪表厂厂长陈亚簧、江北机械厂刘总工程师、苏州红旗电表厂厂长王自德、余杭电表厂厂长汪立成、湖南电表厂厂长向祖健、天津第三电表厂厂长李宝璋、青岛电度表

## 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

厂厂长李国盛、北京第三电表厂厂长赵志明、驻马店电表厂厂长余留柱、上海工业电度表厂厂长秦济南、哈尔滨电度表总厂厂长孙作新等。如今，他们大部分已退休，也有已离人世。当年都和我结下深厚的友谊，有的退休多年还保持联系。张敬德厂长比我晚一两年退休，每年中秋、春节都打电话问候。有一年春节我打电话给他，他夫人告知他已去世，令人倍感悲痛。在写此文时，不免又引起对他深切的怀念、哀悼！

此后，全行业快速实现产品更新换代，生产技术条件升级，经济效益大幅提高。更重要的是对保守思想给予极大冲击，对清除阻力和障碍有着极大的意义。我后来高兴地看到，在电度表行业中，不断出现的磁推、磁悬浮轴承电度表，预付费电度表、复费率电度表、多功能电子式电度表，全电子式单、三相电度表，自动超表系统等，产品不断飞速地更新换代。而这种更新换代再也不需要政府部门的文件去工作，而是无任何阻力的自然而然地进行着！

**作者简介：**陈铁君，曾任机械工业部仪器仪表局（司）科技处副处长，国家机械工业局基础装备司仪器仪表处处长。中国仪器仪表行业协会副秘书长，现场总线专业委员会秘书长等职。教授级高级工程师。参与组织“七五”“八五”“九五”工业生产过程自动化控制国家科技攻关项目的实施管理工作。



## 东深供水工程记事

张世忠

**编者按：**封闭管道里连续流动的流体在通过诸如孔板、喷嘴、文丘里管等节流件时，动

压力将增加，静压力减少；通过节流件两侧静压差的测量就可推算出管道里流体的流量，这是一种历史久远、极为经典的流量测量方法，至今还被广泛地应用着。

在上个世纪的 80 年代初，国外在城市供水工程中已采用电磁流量计和超声波流量计进行计量，而国内尚无此类的大口径产品。面临这样的情况，是依赖引进还是迎难而上，自行解决？开封仪表厂的同仁们在东深供水大流量的计量工程中，就是采用上述的文丘里管，用他们的开拓精神回答了这个问题。

## 一、工程背景

缺水问题一直困扰着香港。

早在 1950 年代，香港当局就希望我们帮助解决缺水问题。周恩来总理曾为此指示广东省兴建大型调水工程，将东江水引到深圳水库后，再输水到香港。这样，东江水便成了香港的最大稳定水源。

东江——深圳供水一期工程，始建于 1974 年。随着香港经济的高速发展，用水量在不断增加，应香港要求，又对供水工程进行扩建。整个工程由广东省水电设计院设计，广东省水电厅第三工程局施工，管理方为广东省东深供水工程管理局，广东省机械成套局负责设备配套。1979 年末，二期扩建工程开始动工。之后，东深供水工程又进行几次扩建，规模一次比一次大。

东深供水工程为香港的繁荣稳定，为深圳经济特区的快速发展作出了重要贡献，它不仅具有经济较益（稳定的外汇收入）和社会效益，更具有重要的政治意义。

开封仪表厂作为当时机械工业部及国家仪器仪表工业局直属的、全国最大的流量仪表厂，承接二期扩建工程的“量水间流量计量装置”是责无旁贷的。

根据有关条例，城市供水贸易结算用的计量水表，应采用经质量技术监督部门或其授权的检定部门检定过的合格产品，并鼓励采用先进的、技术成熟的、多种技术合成的流量计作贸易结算。但是，在那个年代，诸如电磁、超声流量计等大口径流量计量仪表国内尚处于初期开发阶段。考虑到文丘里管结构简单，坚固耐用，性能稳定，压力损失相对又较小，可节约流体输送所需的能源，它可用于测量封闭管道中单相稳定流体的流量，常用于测量水、空气、天然气、煤气等流体的流量，故决定选用大口径文丘里管作供水计量。

以孔板、喷嘴和文丘里管为测量部件的差压式流量计，成功应用于工业领域已愈百年。我国早在上个世纪的 60 年代，就已在工业生产过程中大量地应用节流装置，但采用的设计计算资料是前苏联的。1980 年，国际标准化组织（ISO）将国际标准《ISO 5167》正式发布并



执行（国内等同采用的标准为《GB/T 2624》）。该标准规范了国际上常用的几种节流件（孔板、喷嘴和文丘里管）的计算与设计，即在一般情况下，无须通过实验校准就可确定差压与流量的关系，并可估算其测量误差。

该标准规定，砂型铸造成型的“喉部管”经机械加工的文丘里管，在通径为 DN100~DN800 的范围内，不需要实流标定；若超出这个范围，可以参比设计制造，当需要较高精确度时，必须进行实流标定。

### 二、承接任务

广东省水电厅对东深供水工程进行扩建后，到 1995 年，预期供水量可达 6.2 亿立方米/年，可获得外汇折合人民币约 1.55 亿元/年。据悉，针对计量仪表选型，港方曾考虑选用超声波流量计或电磁流量计。但限于当时国内的技术能力，没有厂家可提供大口径产品；若从国外进口，价格昂贵，要化费大量外汇。因此，广东方面与港方协商，本着彼此兼顾的原则，各自的水计量仪表均采用“文丘里管”。

另考虑到在工程现场，计量仪表需安装在特定的量水间内，其它类型的仪表在安装、离线拆卸、复检、校验等诸方面都存在较大的困难；而“文丘里管”结构简单，无任何运动件，可长久运行而不用维修。再则，双方选择同一型的仪表，还有益于进行计量数据的比对，减少贸易结算纠纷。

整个供水工程由广东省水电勘测设计院设计，“量水间流量计量装置”的设计、制造、总成、安装、技术服务由我厂承担。1981 年 10 月，我厂派员赴广东深圳作现场考察，并与对方人员进行技术座谈，双方签订了技术协议书和供货协议书。我厂立即将其列为 1982 年新产品试制计划，并呈报仪器仪表工业局批准立项。

我厂负责该项目的主要技术负责人为刘忠纪、沈丕扬、赵友善（负责工艺）。项目从协议签订，到圆满完成历时近 2 年。这段时间里，我先是厂仪表研究所所长，后任厂总工程师，参与了这项工作的方案论证、审定、计划和统筹。

### 三、试制和运行

经广东水电勘测设计院对整个工程进度、“量水间流量计量装置”的技术要求等作进一步介绍后，考虑到现场安装和日后维护的特殊性，既要在工艺上可行，又有利于加工与运输上的统筹考虑，经反复论证、集思广益，最终确定了设计方案：将整体文丘里管分成 4 节（单节最大重量约 2400kg，最大外型口径为  $\phi 1675$ ），各部分加工成型后再组装一起。但是，囿于我厂没有重、大型零件的加工能力，也没有对铸件的质量（探伤、金相、强度）进行检查

## 大路蹄痕（工程篇）

飛鴻踏雪泥

和尺寸、公差等项目的测试手段，所以外协是最佳选择。文丘里管各件（节）均采用灰铸铁毛坯件，经洛阳矿山机械厂机械加工成型，其中“喉部管”内镶精密加工的铜套（上海求新造船厂外协）。为了防腐，内部采用了当时较为先进的金属热喷涂铝工艺（郑州大桥工程处综合厂施工），外部再喷环氧底漆和面漆。

此前我厂并未制造过“文丘里管”，为确保大口径“文丘里管”试制成功，决定先对整个试制过程进行演练。为此，投入了两台采用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢板焊接成型，规格为 DN150 口径的“文丘里管”，为主攻任务打前站。


将整体“文丘里管”（总长约 5110mm、总重约 8400Kg）从厂内运到校验装置上，是一个难题。当时厂内没有大型载重车辆，经现场勘察和车辆加载变形，解决了该问题。

大口径、超“标准”的“文丘里管”能否试制成功，还应有与其相适配的实流水校验装置，以提供有计量法定依据的校验数据评定其性能。

令人欣慰的是，我厂的水大流量校验装置，在 1982 年已通过验收并正式交付使用。为了应对校验“口径”和“流量”的要求，委托开封化建公司机修厂，将固有的 DN1000 管线经扩管和缩管，并按校验规程规定的要求，在文丘里管前后设置足够长的直管段，并局部改制为 DN1400 管线，用于对“文丘里管”进行水标定。从而解除了超“标准”以外的技术难题，为完成试制任务打下了基础。

为保持校验流量的稳定性，又为了节省电费开支，安排在用电“谷时段”进行检表（要使流量达到  $18000\text{m}^3/\text{h}$  的设计能力，须同时开动三台 630KW 和一台 380KW 的水泵，确保水源稳压）。

经过设计（1982 年 1 月通过图纸审定）、加工制造、标定校验等过程，1983 年初，第一台“文丘里管”及配套的差压变送器、流量显示器、流量积算仪、电器仪表柜和有关附件交付用户，5 月投入运行。其余“文丘里管”也陆续交货。1983 年 6 月，由广东省水电厅、东深供水扩建工程指挥部、省水电设计院、省自来水公司等单位，对仪表进行实流通水试验，试验结果良好。之后，与港方供水站联合试验运行，对计量数据进行核对，表明仪表的性能达到技术协议书上规定的要求，运行稳定、可靠。

东深供水二期扩建工程“量水间流量计量装置”，主要由五台 DN1400“文丘里管”（含引压管路和球阀）、与之相应配套的 1151DP 型  差压变送器（西安仪表厂供货）、三阀组、流量积算仪、流量显示器、压力、温度变送器、仪表控制盘（屏）等部分组成。

## 四、鉴定和验收

工程项目完成后，我厂以《开仪（83）048号文》报国家仪器仪表工业总局组织产品鉴定，同年8月18日接到批复：由机械工业部仪器仪表工业局科学技术委员会组织鉴定。

鉴定会于1983年9月6日至8日在开封召开，应邀参加会议的单位有：中国计量科学研究院、上海工业自动化仪表研究所、广东水电勘测设计院、东深供水管理局、航天部（704所、11所、四院）、河南省机械电子工业厅、河南省计量局、开封市（重工局、科委、标准局）以及有关省市的流量仪表厂和水口有关单位共计20多个单位参加。

鉴定会决定，抽取任意一台“文丘里管”，在大流量校验装置上进行实流标定，检测其达到的技术参数与性能指标：

- 公称通径：DN=1400；
- 最大流量：16500m<sup>3</sup>/h，最小流量：7200m<sup>3</sup>/h，公称压力：PN=4kgf/cm<sup>2</sup>；
- 经鉴定会测试结果，流量系数相对误差：≤±0.5%，流量测量总误差：≤±1.0%。

鉴定委员会给予的结论为：

DN1400“文丘里管”是目前在我国最大的水流量标准装置，经水流量标定，且能给出流量系数和流量测量总误差的最大水流量节流式测量仪表。

该装置的设计、计算参照了国际标准“ISO5167”（超过了该标准规定的范围），设计正确。又经现场运行检验，性能满足要求，具有良好的稳定性。所取得的数据和实践经验，为进一步研制大口径“文丘里管”，提供了可供借鉴的依据。佐证了：利用几何相似原理和流体力学相似原理，设计大口径“文丘里管”是可行的，对今后大口径的“文丘里管”设计、制造提供了有益的经验 and 借鉴。

距此多年以后，虽然国内多个生产厂家已陆续引进国外的电磁流量计和超声波流量计，也在众多领域得到应用，但大口径“文丘里管”仍然是用于供水计量，具有竞争力的、可供选择的产品之一。

## 五、效应和嘉奖

鉴定会后，国内有关计量部门尤其是城市供水部门，都十分关注这一成功的实践。为了从根本上解决供水水质问题（供水方式由天然河道和人工渠道引水改为封闭管道输水，实现清、污分流），增强供水能力，满足周边乡镇的用水，东深供水工程又进行了大规模的全线改造。

自1989年11月始，我厂又陆续承接了东深工程三期、四期扩建改造工程用表，总共选

用“文丘里管”60余台（包括各镇供水管理部门用表），其中DN1000~1400口径的“文丘里管（不锈钢板焊成型）”共30余台。

藉此效应，多个供水单位及冶金、电站、石化、环保等行业，又先后订购了多种口径的“文丘里管”100多台，大部分用于供水。在取得较大经济效益的同时，也扩充了我厂可供货品种。此外，对技术人员的水平、创新能力的提高都有很好的促进作用。

因此，东深二期扩建工程“量水间流量计量装置”获1984年机械工业部科技成果三等奖、节能产品奖，获1985年开封市科技成果奖。

### 六、结束语

综上所述，东深供水工程“量水间流量计量装置”走过了下述的几个阶段：

始于七十年代的一期工程选用的流量计系广东省某厂生产的铸造成型的两台“文丘里管”，未经实流校验，其技术性能、配套差压计和流量记录仪等不知其详，只是“有了可以读出的数据”，应被视为计量的初级阶段。

我厂承接的，始自上世纪八十年代初的东深供水二期扩建工程的流量计量仪表，其计量手段已有了较大进步，主要表现在量水间计量用的“文丘里管”通过了实流标定，达到预期的各项技术指标并给出满足要求的量值，具有法定的计量依据。该计量装置所配套的1151型差压变送器，是西安仪表厂从国外引进的，是当时最好的产品。流量积算、显示仪是由分体元件组成的仪表。从仪表间安装的电子仪表即可反映出当时的技术水平。1989年末，承接的东深工程三期和2001年的四期扩建工程，“量水间流量计量装置”的主机，经方案论证仍选用“文丘里管”（但改为不锈钢板焊接制作成型）。与之配套的已是具有高准确度、高灵敏度、高稳定性、宽量程的3051型智能差压变送器，差压数据的传输采用现场总线（HART方式）。具有计算、存储、补偿、五段修正流出系数功能的XSW 1型智能流量显示、积算仪（我厂与北京某单位协作生产）也已具有掉电保护和记忆功能，支持MODBUS通讯，可以方便地和PLC、计算机实现通信联接，将计量数据上传（通信和监控系统的设计和配置由东深供水改造工程总指挥部“东深电子”负责）。至此，东深供水计量，进入了一个崭新的技术阶段。

总之，就亲情而言，东深供水工程将滔滔不尽的东江水一路欢歌流向深、港，把两地人民紧紧地联系在一起；就技术而言，东深供水工程几经大规模扩建，其计量技术的演变和提升，正是浓缩了流量仪表的发展历程。可谓“仪表事业花似锦，多少工夫始织成”。



图1 量水间文丘里管的安装布局



图2 量水间电器仪表室

**作者简介：**张世忠，男，1940年10月生，高级工程师。1964年毕业于天津大学精密仪器工程系化工生产检测仪器及自动化专业，同年分配到开封仪表厂工作。先后任厂研究所所长，副厂长兼总工程师，1985年任厂长，1991年任调研员，2000年退休。1986年获河南省劳动模范称号，1991年享受国务院政府特殊津贴。





## 厂校结合结硕果

潘立登

### 一、专业催货队伍

1970年初，中央号召一方面深挖洞，广积粮；另一方面抓革命，促生产，并积极筹备“四五”计划。化工部响应中央号召，计划建一个生产军队急需物资的合成橡胶厂，而且要求当年设计，当年建厂，当年生产。这个计划很快被中央批准，厂址选在房山县东方红炼油厂旁。计划宏伟，任务紧急而艰巨，因为那个年代，生产效率低，物资奇缺，供不应求。国务院非常关注这个项目，专门发布一个盖了三部委带国徽红章的红头文件，希望各部门给予大力支持。我们学校马上组建教改队，尽力帮助建厂。

试制完成靶式流量变送器后，我被抽调到这个教改队，这时这个厂的设计已经完成，正在安装施工，但是很多设备和仪表都没有到货。急需懂专业的人员去帮助催货，一旦缺货，就要考虑更换设备或仪表。我们几个自动化和化机的专业老师被选中，分别派往上海、天津等地。我和一位机械系的老师被分配到上海，那里已经有一个工作组，一位比我年长20多岁的老供应科科长带着几个人常驻上海催货，但毕竟他们专业知识有限，很多货物催不上来，知道我们到来，非常热情地迎接了我们。我们虽然懂专业，有热情，但从未催过货，心里还是没有数。

第二天老科长就怀里揣着国务院的红头文件，带领全体人员下厂催货，真是一支小分队，

雄赳赳、气昂昂，直奔供货厂的生产处、库房，有时还去技术处。这样催货还真灵，不少原来不打算供货的，这次催货就取到了货，我们还分头去发运。当然，还是有很多货催不上来，尤其是仪表，工厂生产不出来，装配调试不过来。这回就可以发挥我的作用了，我就直接进入装配车间。装配车间人手不足，我就参加了结构稍简单的色带指示仪的调试。调试了几个，他们看到我的身手不凡，了解了我的来历，就逐渐地放开，让我参加稍复杂一些仪表的调试，如气动压力变送器、气动差压变送器、气动单法兰压力变送器和差压变送器、气动双法兰差压变送器，最后还让我参加气动控制器的装配与调试，加快了出产品的速度。而且我们比总后的 2348 厂更有了优先权，当车间验收合格送库房时，就可以直接取到成品。

那时我们还详细讨论了关于单法兰、双法兰和差压变送器测液位时的正、负迁移量问题。当时迁移量是一个新概念，过去测液位，变送器正压室都安装在最低液位取压口处，一般输出指针都反转，也就是液位为零时指针指向最大，当液位满量程时，指针才指向零位。现在有了这个负迁移机构，可以使指针恢复正常指示，大大方便了用户。但是这个新事物很多人没有弄明白，尤其对于双法兰差压变送器，制造厂也不提供两个法兰之间所填充的硅油的密度，这使用户无法确定负迁移量的数值，不论这个变送器安装在任意高度，该负迁移量数值应该是该变送器量程乘上硅油的密度。对于单法兰来说，要考虑变送器的安装高度，尤其将它安装在最低液位取压法兰的下面时，就要进行正迁移量的计算和调试。

经过这样的催货，不仅为建厂赢得时间，也为我们理论联系实际创造条件，学到一些新的如正、负迁移量的知识，新型结构的气动 PI 控制器，增强了动手调试的能力。

### 二、最早的自动化系成立

1971 年初要招收工农兵大学生了。北京市那时兴建很多大型化工企业，急需大批技术人员，尤其自动化专业人才奇缺，北京市教委要求这次招生，要多招仪表与自动化专业的学生。“文革”前我们每年最多招 2 个班，这次新招生就要招 4 个班，可是我们没有多少教师呀！当时宣传工农兵上大学是要来改造大学的，我们只能认真地接受工农兵大学生的“上、管、改”。

为了迎接 4 个班的新生，决定从机械系分离出来，成立自动化系。1971 年 2 月底，我还在上海帮胜利橡胶厂催货，正接近尾声，工厂也已一切就绪，很快就能出产品了，但学校已等不及，没有跟工厂商量就直接打电报催我马上回校。我还不知什么原因催我回校，等我匆匆赶回学校时，才知道又要办大学了，要招收工农兵大学生，而且形势大发展，自动化要单独成立一个系。这在有化工自动化专业的几所大学中还是破天荒的。

# 大路蹄痕（工程篇）

飞鸿踏雪泥

学校以连队编制，学习“三湾”精神，党支部建在连队。教师队伍打破以往的教研室编制，挑选数学、物理、化学、英语、制图、化工原理、仪表自动化等教师组织在一起，构成一个专业连队，成立一个党支部。我们在一起备课，一起讨论教育计划、课程大纲和教材内容等。专业教师这时的任务更重，不仅要做好自己的专业课内容改革，还要从学生的教育计划出发，对各门课程提出教学要求。积极准备专业概论课程内容，并编写讲义。

开学伊始，首先就介绍专业概论，让学生对自动化专业有一个总体概念，要学习哪些课程，明白将来毕业可以做哪些工作等。为那些只有高一、初三水平的学生建立自动化专业基本概念，真不是一件容易的事。课余时间我们几位专业教师，也分成几组，深入学生班组，与他们一起讨论，反复解释一些最基本的专业术语和基本概念。当结束专业概论之后，学生开始学习基础课程时，我们就赶快组织队伍去编写专业教材。

目录	
第一章	气机的工艺流程及控制方案
第一节	气机的气路系统及控制方案
一	液相气压气路的气路系统及控制方案
二	气相气压气路的气路系统及控制方案
三	气相气压气路的气路系统及控制方案
第二节	气机的油路系统及控制方案
一	液相及气相气压气路的油路系统及控制方案
二	液相气压气路的油路系统及控制方案
三	气相及气相气压气路的油路系统及控制方案
四	液相气压气路的油路系统及控制方案
第三节	液相气压气路的气路系统及控制方案
第四节	气相气压气路的气路系统及控制方案
第二章	气机工程中的特殊调节系统及特殊问题
第一节	近况调节系统
第二节	远况调节系统
第三节	串级调节系统
第四节	汽轮机调节
第五节	汽轮机控制
第六节	调速系统



当时编写的讲义都是学生自己刻蜡纸油印

### 三. 下厂编教材的收获

那年3月，招了120名自动化专业的工农兵大学生，研究了教育大纲和课程改革，马上就要编写专业教材。首当其冲的就是编写气动仪表教材。1971年7月份我们先去天津仪表厂调研，记得那时正值美国国务卿基辛格秘密来华，天气特别闷热，我们正在商讨教材内容呢。我们向天津大学借一间学生宿舍，就在那里开始了编写，每人分工，完稿时一起讨论，一旦遇到困难我们也一起讨论，研究解决办法。

1971年10月国庆节刚过，我们就去上海的仪表厂调研。我们向在漕河泾的上海化工工业学校借来学生宿舍，开始了走访。好多个仪表厂，如上仪一厂、上仪二厂、直到上仪九厂，了解他们的生产动态，收集有关资料，有时我们也参加车间的仪表调试，回到住处就开始编写相关教材。那时正好遇到传达“林彪事件”，逐层传达，弄得特别神秘，产生很大震动。

一次，在上仪某厂遇到一件印象非常深刻的事。我们去那里主要是为了编写沉筒液位变送器的讲义，正好赶上车间在调试新产品。该新产品的力平衡式比之原来的扭矩平衡式要先进一些，有这么好的学习机会，我们当然不会放过，起初向车间师傅学习工作原理，了解调试步骤和方法，接着就参加了调试。我在调试过程发现了问题，就根据结构推导这个控制器的传递函数，结果发现这个控制器不是通常的PI控制器，找出其产生问题的原因在于它的反馈回路，我就反复推到几种场合下的传递函数，发现在负荷干扰作用下，无法实现无差控

制。这是一个控制器控制规律的大失误，对于生产厂来说，这是一个大事故，对用户来说，将来将无法实现预期控制目标。我将我的推导结果跟我们其他老师讨论，确认我的观点之后，开始和工厂的调试人员打听，该产品是谁设计和负责的，原来他就是这个厂的主要技术负责人，我们在车间里经常见面。为了用户，我必须提出来，并将推导的传递函数给他看，他半信半疑，他说该产品曾拿到高桥化工厂试运行 1~2 年，没有什么反馈意见，他们看工厂没有意见，就决定小批量生产了。因为那个时代，无论生产什么仪表，销路都非常好。我说你可以向高桥化工厂仔细问问情况，原来该产品放在高桥化工厂一个无关紧要的设备上，根本就没有什么试验，没有人照管，试验不出存在的问题。在这种情况下，必须用实验数据来说话，我为他设计了一个小型实验装置，告诉他不是改变设定值的干扰，而是改变负荷量的干扰，比如控制阀安装在贮罐入口，则改变出水口手动阀的开度，这时这个控制器就无法保持液位在原来的设定值上，不能消除控制误差，无法实现 PI 的无差控制。他经过自己的反复实验，证实上述情况后，就跟我研究解决办法，我提出几点修改意见供他参考，这时厂部经过研究，决定下令停止了这批产品的生产，解决了一个生产上的大隐患，避免了一次重大经济损失和产品事故。我也为理论能解决实际问题出点力而感到欣慰。

#### 四、研制我国第一台气动纸浆浓度变送器

1974 年 2 月，第一届工农兵大学生快要毕业了。毕业环节我指导 8 名学生，与广东仪表厂合作，开发试制我国第一台气动纸浆浓度变送器。

我们找到一篇杂志中的资料，有了这篇资料，加上我已经试制成功靶式流量变送器的经验，认为只要将靶式流量变送器的靶修改为资料上的刀，就能转变为纸浆浓度变送器，关键在于这把刀的受力情况要与纸浆的浓度关系找出来。

经过调研，了解到福建青州造纸厂从芬兰引进了这种浓度变送器，从那里也了解到这把刀的受力与化学浆的浓度关系，仔细观察产品的结构，主要是了解这把刀的形状之后，我们心里更有底了。又从广东造纸厂了解到磨木浆的浓度与粘度的关系，而粘度与剪切力又有一定关系。经过查资料与反复调试，也找到这把刀受力与磨木浆浓度的关系。

找到这把刀型传感部件与浓度的关系之后，我们学生就开始进行全面设计、制图，工厂进行机械加工，我们装配和调试。经过几个月的奋斗，终于有了眉目，在广东仪表厂试制出几台样机，经过老化处理，用砝码校验仍达到一级精度，我们试制的纸浆浓度变送器产品出来了，大家无比激动，工厂领导也来祝贺。





潘立登和 8 位学生及纸浆浓度变送器与广东仪表厂厂领导及合作人员合影

我们带着样机就去青州造纸厂化学浆车间，将我们的样机与从芬兰引进的产品进行对比调试，初步试验很成功，达到预期目标，将样机留在工厂，请他们帮助留意运行情况，及时沟通，为后续提高产品质量积累数据。

我们继续将另一台样机送往广东造纸厂磨木浆车间，这是另一种木浆，纤维短，刀型传感部件受力情况大不相同，我们也将它安装到现场，与分析数据进行对比调试。经过几天的试验，大获成功，该厂总算有了在线浓度变送器了，大大改变原来需要几个小时后才能知道的生产情况，现在可以了如指掌。纸厂总工非常满意，特意派人跟我们一起去北京，一方面欢送我们，更主要的是向轻工部汇报该项新成果的应用情况。

### 五、参与 30 万吨乙烯安装

1975 年，我国引进的 13 套化肥厂和 3 套乙烯厂都进入施工的紧要关头。第二届工农兵大学生也面临毕业环节，我带着他们参加北京化建公司仪表队在全国最大的乙烯工地安装仪表。这是一次非常难得的机会，这次全国大引进，也是先进技术的大引进，而这个乙烯厂更是他们之中的代表，尤其在自动化与仪表方面，最为突出，学生不仅可以学到很多先进技术，而且可以参加这些新仪表的安装。

我们一边参加安装，一边整理资料，并给安装队培训。我印象深刻的是遇到很多特殊仪表，如高压蒸汽向中压释放的低噪声控制阀，它的阀芯是套筒结构，套筒周围有很多小孔，体积庞大，重达一吨多，周围布满气动管线和很多电磁阀，这是难得一见的；还有涡轮流量

计，很精密，也很娇气；更为奇特的，全部仪表，除了气动控制阀之外，基本上都采用电动 I 系列仪表。在前几年，国内的化工厂、炼油厂，现场有可能出现易燃易爆气体的泄漏，都要采用具有天然防爆性能的气动仪表。现在这么易燃、易爆的环境下，怎么敢用电动仪表呢？原来这些仪表都采用二线制变送器，控制室给现场变送器供电都要经过安全栅，一旦现场有短路现象，安全栅能瞬间熔断，防止火花送到现场，避免事故发生；也就是说，现在的电动仪表是本安型的，也像气动仪表那样，具有本质安全的；信号报警系统工作方式也跟以前有所不同，采用励磁型的，常闭式，而且能区分第一信号，第二信号等。也就是说，正常工作时，信号灯是供电的，其触点是闭合的，一旦达到报警界限，信号灯点亮，这种方式可以避免过去采用常开触点，且正常工作时不给报警电路供电，在出现报警时，会由于触点长期不用，积累灰尘，而需要使用时却接触不良，或由于信号系统供电失效而很难被发现，真正需要报警时却由于无电无法实现报警。在控制系统中，更出现一些先进的控制方法，如超驰（选择性）控制系统，它是一种很好的控制方法，两个控制器选择一个控制阀，是一种软连锁控制，当没有被选上的控制器，它处于开路状况，必须采用比例、比例积分切换型控制器，开路时自动切换为比例控制作用，防止产生积分饱和问题。对于次要场合，可以采用开关选择型，即当变量信号达到界限，发出一个开关信号，切断原来控制器的输出，来实现超驰控制，那么，这个控制器只要采用积分限幅型就可以了。

为了普及这些技术，我们编写了相关讲义，作为培训教材。还要指出的是，不是所有超驰控制系统都要采用比例、比例积分型控制器的。如锅炉的燃烧系统，设计有空气流量和燃料流量比值控制系统，同时设计一套双向选择控制系统，希望增加负荷时，先加大空气流量后增燃料，防止燃烧不完全而锅炉冒黑烟；反之，当减负荷时，先减燃料后减空气，同样可以防止冒黑烟。这个系统所有控制器无论被那个选择器选择，控制器总是处于闭合状态，没有开路，这就没有必要采用比例、比例积分切换型控制器。从日本引进的四川化工厂，就有一套类似的双向选择控制系统，结果原设计选择比例、比例积分切换型控制器，导致无法开车，日本公司只好再补两台普通控制器才解决问题。说明这种控制系统，刚提出来，应用时间不长，还没有被完全认识消化，需要不断地深入理解。