

国产变送器技术25年的发展

25 yeas development of domestic transmitter technology

（昆明有色冶金设计研究院） 方原柏



方原柏（1942-）

男，湖北黄冈人，教授级高级工程师，昆明仪器仪表学会副理事长兼秘书长，冶金自动化、世界仪表与自动化、衡器等杂志编委，研究方向为仪表及控制系统应用。发表论文200余篇，出版“电子皮带秤的原理及应用”、“电子皮带秤”两本专著。

摘要：压力/差压变送器是现场仪表中最重要的一类仪表，本文在简单回顾国内外变送器发展历史后，介绍了近年来国内变送器市场中国外独资和合资产品几乎一统天下的现实和一批中国企业的顽强抗争。

关键词：变送器；发展；历史回顾

Abstract: The pressure/difference pressures transmitter is the most important instrument in the field instruments. After reviewing briefly the historical development of the domestic and foreign transmitter the paper introduced the reality of domestic transmitter market in the recent years, namely the overseas sole ownership and the joint capital product monopolized nearly all the transmitter market in China, and some Chinese Enterprises toughly resisted this case.

Key Words: Transmitter; Development; History review

1 前 言

早期用来检测压力、差压等参数的装置有双波纹管式压力计、差压计和水银浮子式压力计、差压计，国外双波纹管式

压力计、差压计上世纪40年代开始生产，而国内最早了解的是水银浮子式压力计、差压计，他是上世纪50年代初期由前苏联引进的。当时将这类产品称为基地式仪表，因为它将测量部分、转换部分、指示记录部分及可能具有的运算部分、调节部分全部集中在仪表壳体之内。随后因为仪表技术的发展，出现了单元组合仪表，将每一项功能交给一类仪表完成，如检测功能交给变送器完成，显示功能交给指示仪完成，记录功能交给记录仪完成，运算功能交给运算器完成，调节功能交给调节器完成，在各类仪表之间，则采用标准的统一信号联系，如4~20mA。

这样变送器（transmitter）就诞生了，他的定义是能感受规定的被测物理量并按照一定的规律转换成规定的标准信号的器件或装置，变送器通常由敏感元件和信号变换器组成。就测量压力、差压类信号的变送器来说，被测物理量包括压力、差压、绝对压力、负压、液位、密度等，规定的标准信号有模拟信号（如0~10mA、4~20mA等等）或/和符合通信系统要求的数字输出信号（如HART®协议、FF总线、PROFIBUS-PA总线等等）。

1969年，美国罗斯蒙特（Rosemount，现为艾默生过程管理的子公司）公司开始生产1151系列电容式变送器，成为享誉世界多年的名牌产品，总产量已达400万台^[1]。早期产品量程范围：0~0.12 kPa ~ 0~41 MPa，精确度指标为0.25%，量程比为6:1。上世纪八十年代初，美国霍尼韦尔（HONEYWELL）公司推出了智能化的现场仪表——ST3000智能变送器，此后，罗斯蒙特公司、日本横河（YOKOGAWA）公司、ABB公司、福克斯波罗（FOXBORO）公司等推出各具特色的智能变送器产品。变送器的工作原理除了电容式之外，还有电感式、单晶硅谐振式、扩散硅式、陶瓷式等。目前高端产品的量程范围：0~0.025 kPa ~ 0~60 MPa，精确度指标为0.075%~0.025%，量程比为100:1~400:1，罗斯蒙特公司3051S型变送器为高端产品的代表，如图1所示。

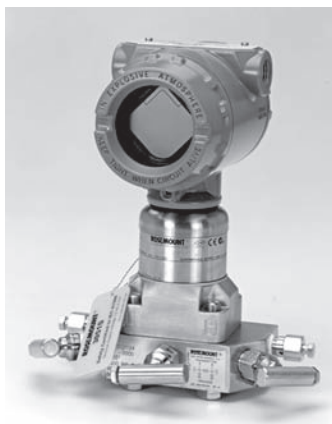


图1 罗斯蒙特公司的3051S型变送器

近年来，国外仪器仪表的增长率大致是3%~4%，我国却达到十倍于世界增长率的速度，有的仪器仪表产品我们国家的用量占到了全世界的1/10。压力/差压变送器是现场仪表中最重要的一类仪表，根据ARC一项题为压力变送器全球展望的最新研究，预计2007年全球压力变送器市场销售额将超过14.71亿美元，可见市场需求之大。中国一年变送器的销售量达到50万台，其销售额肯定超过全世界销售额的1/10。据介绍，仅中石化天津分公司100万t/年乙烯、1000万t/年炼油一个项目招标的变送器数量就达8000台。在国内压力/差压变送器市场中，进口产品、独资合资企业产品大致占了近70%的数量份额和近90%的销售金额。因此，只要是关心中国仪器仪表发展的人，就会把注意力投向国产变送器的发展问题上。

2 国产变送器的早期发展回顾

1958年开始，中国开始研制电动单元组合仪表；1964年，全套27个品种的DDZ-I型仪表全部投入生产；从1965年起，中国开始规划DDZ-II型电动单元组合仪表并于1970年组织了DDZ-II型电动单元组合仪表统一设计；与此同时，气动单元组合仪表QDZ-I、QDZ-II也研制成功；上世纪七十年代中期开始研制DDZ-III型电动单元组合仪表和QDZ-III气动单元组合仪表。其中变送器也是上述单元组合仪表中一个重要的类别，初期生产的是力平衡式（如QDZ-II型变送器、部分DDZ-II型变送器），后开发矢量平衡式变送器（如QDZ-III型变送器、部分DDZ-II型变送器、DDZ-III型变送器），精确度指标大部分为0.5%、1.0%，量程比为4:1~10:1。

上世纪70年代的国产变送器制作粗糙，稳定性差，精确度低，量程比小，调整不方便，产品种类少。

1978年中国开始改革开放，1979年西安仪表厂与罗斯蒙特公司签订1151电容式压力/差压变送器（如图2所示）的技术转让合同，这是中国仪器仪表行业引进的第一个重要产品技术转让合同。对于变送器行业乃至整个仪器仪表行业来说，这应该是一个标志性的事件。



图2 西安仪表厂引进的1151电容式变送器

3 国内变送器市场的竞争

自从西安仪表厂引进罗斯蒙特公司1151压力（差压）电容式变送器后，开创了国外高性能变送器快速进入中国市场的先例，随后日本富士公司FC系列变送器、日本日立公司EDR/EPR系列变送器也在兰炼仪表厂、大连仪表厂引进生产。

而随着国外仪器仪表公司变送器产品的大量涌入，国内生产厂和用户都逐步熟悉了包括美国罗斯蒙特、美国霍尼韦尔、日本横河、德国E+H、美国福克斯波罗、日本富士、日本日立、美国摩尔工业、美国Smar等公司生产的产品。

上世纪90年代初期，四川仪表总厂与横河公司合资成立重庆川仪横河公司（后改成重庆横河川仪公司），生产EJA系列变送器，同时通过川仪总厂及横河公司在华的销售网络大力推销，年销售额快速增长，2007年变送器产品市场订货量达18万台，其风头远远超过罗斯蒙特公司的变送器类产品。ABB公司1999年推出MV2000T智能变送器后，也采用了与罗斯蒙特公司、横河公司几乎相同的方式，在中国寻求合作伙伴——上海威尔泰公司，合资建立生产线，并取得了年销售数万台的业绩。日本富士公司也与浙江中控自动化仪表公司合作生产CXT变送器。近年来，由于跨国公司在中国变送器的销售量大幅增长，除了引进技术或合资生产这种方式外，西门子、德国E+H、ABB均已在中国建立自己的独资变送器生产线。由此可见，在中国变送器市场上的竞争将越来越激烈。



图3 重庆横河川仪公司的EJA差压变送器

在“用市场换技术”的引进潮流中，我们付出了沉重的代价，国有品牌除了在低端产品市场上挣扎以外，老的国有企业几乎全线崩溃。就在此时，以中国的民营企业为代表的一些厂家悄无声息地出现并发展壮大，给几乎令人绝望的中国变送器行业带来一线生机。

4 几个给我们带来希望的国产变送器生产厂

4.1 重庆市伟岸(WECAN)测器制造有限公司

重庆市伟岸公司，是一家专业从事变送器研发、生产、销售的高科技仪器仪表企业。从1992年5月12日创立以来，不断克服资金短缺、技术人才匮乏、厂房面积狭小、设备技术落后、没有可借鉴经验的种种困难，16年来始终坚持走“自主研发、创新优化、市场导向、规模生产”的革新之路，不断以创新精神广泛吸收世界工业自动化测量与控制及前沿材料领域研发成果应用于“伟岸”品牌自动化产品。变送器电路从模拟型、智能型再到数字化进行了三次更新换代，结构也从灵巧型直接跳到悬浮式，产量从2000年的3000台一跃到2007年的50000台。主力产品SST系列数字化智能变送器获得了2006年中国仪器仪表最高奖项“科技成果奖”，该产品同时获得重庆市科学技术委员会“高新技术产品”认定，其精确度为0.075%。2007年公司产品在中国国内市场占有率达到8.37%，成为国产品牌在国内变送器行业占有率最高的企业，2008年公司销售目标：6万台数字化压力/差压变送器。

2007年伟岸测器公司与宇通仪表、海王仪表、东电仪表等公司强强联手，为实现产业互补、规模经营，共同出资成立“重庆中智联仪表（集团）公司”，并在重庆北部新区高新园建成中智联仪表工业园。园区占地72000平方米，建筑面积40000平方米，该基地的建成使中智联集团成为国内仪器仪表产业链较为完善的大型仪表企业之一，也使伟岸测器成为国内仪器仪表行业一家专业化非常强的公司。2007年11月9日，中智联仪表工业园举行竣工典礼，伟岸测器正式迁入新厂房（如图4所示）。



图4 中智联仪表工业园中的伟岸测器公司高规格厂房

作者曾参观过伟岸测器公司变送器现代化工艺流水生产线，对所看到的像精密激光焊接设备（如图5所示）和大型测试箱这样的先进设备留下了深刻印象。大型测试箱标定精度在0.01%，240只组装好的变送器作为一个批次自动推入大型测试

箱，操作员只需启动电脑键盘，中央计算机对每台变送器自动设定、存储、补偿、修整数据，并根据环境改变作进一步补偿，最后自动检测出厂。



图5 伟岸测器变送器生产线上的精密激光焊接

4.2 北京华控技术有限责任公司

北京华控公司主要产品包括：符合HART协议、FF协议的变送器圆卡散件，符合HART协议的CDS3151系列智能变送器、H375HART手操器、HART232组态调试工具HART协议智能网桥，符合CAN总线标准、PROFIBUS协议的智能分布式系统（SDS）和集散控制系统、现场总线控制系统等，华控公司于1996年成为现场总线基金会（FF）成员、HART通讯基金会成员、OPC基金会成员。

华控公司生产的CDS3151系列金属电容智能变送器精确度：0.07%，量程比：40:1。

该公司已具备生产带FF协议的变送器的生产能力，但目前尚未正式生产。在2008年第三届中国国际工业自动化（PA/FA）新产品和新技术发布会上，华控公司、广州森纳士、上海赛索、阳江丽田四家公司共同发布了“0.075级金属电容式压力/差压变送器的关键技术”的报告，介绍了在0.075级变送器多个关键技术上的突破。

4.3 上海光华仪表有限公司

上海光华仪表有限公司1981年自行研制开发CEC系列电容式变送器，这是中国国内最早研制生产的核安全级变送器，产品精确度为0.25%、0.5%，符合国标GB12727及GB13625（等效IEEE-323、IEEE-344有关标准）相关的核安全技术要求，该产品已成功用于秦山一期、秦山二期、秦山三期核电站、巴基斯坦恰希玛核电站、清华大学高温气冷堆、中国快堆、中国先进堆等核工程。

4.4 上海威尔泰工业自动化有限公司

1992年，威尔泰工业自动化股份有限公司成立，2000年与ABB公司合资建立生产线，生产MV2000T智能变送器，2006年

8月2日，公司股票在深交所上市。

威尔泰公司在引进ABB MV2000T智能变送器的同时，原有变送器产品的生产和开发工作一直没有停顿，先借鉴国外先进压力变送器技术而设计开发了WT1151、WT2000变送器，其中WT2000变送器精确度为0.1%，量程比为40:1，带HART协议并获得国际HART基金会认证，具有自诊断和远程诊断功能，在2003年获得欧洲CE认证。威尔泰公司的自有品牌与引进产品构成低中高不同档次的变送器，可适应不同用户、不同应用场合的需要。2005年威尔泰推出WT3000系列小型化高精度变送器（如图6所示），基本误差为 $\pm 0.075\%$ ，宽量程比：100:1，采用数字温度补偿技术，温度性能优异，符合HART通讯协议。2006年，达到核安全级的WT3000N系列变送器通过了上海市经委组织的新产品鉴定，因而在2008年6月一次就接到核电秦山联营公司400余万的订单。2007年1月，国家科技部决定由上海威尔泰公司与浙江中控自动化仪表公司共同承担国家863计划课题——高精度差压/压力变送器，后国家发改委将该项课题列入2007年重大装备自主化项目，并安排国债专项补助资金。



图6 威尔泰公司WT3000系列变送器

5 结束语

为了贯彻实施国务院《关于加快振兴装备制造业的若干意见》，国家发改委牵头组织编制了《十一五自动化控制系统和关键精密测试仪器国产化规划》，仪器仪表行业制定了“重

大工程自动化控制系统和关键精密测试仪器”专项规划并逐步付诸实施。

目前国内压力/差压变送器市场虽然仍令人担忧，但从上面的介绍中我们还是看到了一些希望。首先，国内市场需求非常强劲；其次，国家非常重视重大装备自主化，国家领导人先后到北京和利时公司、浙江中控公司、北京国电智深公司等控制系统生产厂调查，传达了党和政府对仪器仪表自主化的关心；在招标项目中对歧视国内厂家的做法有了一些限制；在新产品的研制项目上给与经费支持等等。

国内变送器的生产厂家目前应该踏踏实实做好基础工作，争取在产品核心技术方面有所突破，在变送器的传感器部分、电路板部分应加大投入。如伟岸测器投入巨资建立了从原材料购进到精密数控加工、光学研磨、镀膜、真空热处理、烧结等集多种产业为一体的综合研发体系，从而完成“隔离型悬浮式复合传感器”及数字化专用转换芯片的研发。原仪表司司长奚家成先生对该项成果的评价是“在3051这类高端市场上取得的关键技术突破”^[2]。

带多种现场总线功能的变送器是高档变送器的标志之一，目前国内生产的智能变送器只有带HART®协议的产品。其实早在1996年浙江中控就开发出具有自主知识产权的中国第一块现场总线变送器圆卡，可以将模拟变送器升级成智能变送器，但至今带FF、PROFIBUS-PA总线的产品尚未正式生产。

我们希望，再经过5~10年的时间，国内自主开发的变送器能够在国内高档产品市场上具有与国外公司及合资企业生产的变送器竞争的實力，市场的销售数量份额能达到50%。

参考文献

[1]www.emersonprocess.com 网站. Rosemount — History.

[2]创新中国——仪表行业中的民族脊梁. wecankj@tom.com 网站资料.