

工业无线系统应用的春天来了！ Applicative Spring has Come to the Industrial Wireless System

昆明有色冶金设计研究院 方原柏



作者简介：

方原柏（1942-），男，湖北黄冈人，昆明有色冶金设计研究院教授级高级工程师，昆明仪器仪表学会副理事长，《冶金自动化》、《衡器》、《自动化信息》等杂志编委。发表论文240余篇，出版《电子皮带秤的原理及应用》（1994年）、《电子皮带秤》（2007年）两本专著，主要从事仪表及控制系统应用方面的研究。

摘要：本文首先介绍了无线系统设备厂家提供的经济比较、几个用户所作的经济比较及一个无线系统设备厂家产品价格的最新动态。由此可得出一个结论：无线系统与有线系统在现场设备方面的投资差价已逐步减少，从而使无线系统的总投资远低于有线系统。因此，今后工业无线系统推广应用的速度应该更快。

关键词：工业无线系统；经济比较；ISA100.11a；OneWireless；WIA-PA

Abstract: This paper first introduces economical comparisons on wireless system equipment manufacturers and then describes economical comparisons on several users and the latest product prices information from wireless system equipment manufacturers. We conclusion that the investment difference of field device between the wireless systems and wired systems has been gradually reduced, so that the total investments in wireless systems is much lower than the wired system.

Key words: Industry wireless system; Economical comparison; ISA100.11a; WirelessHART; WIA-PA

1 概述

自工业无线技术问世之后，有关传统的有线系统与创新的无线系统的各种经济比较均引人关注。宣传的重点是无线系统不但有众多的创新亮点，而且能节省投资。在四五年前，由于工业无线变送器、网关的价格居高不下，用户投在看得见的无线设备方面的费用要比有线设备高得多，而工厂、安装、维护等费用虽然多个无线设备制造厂家声称可以节省多少，但这些往往是看不见的，部分用户似乎感觉不到投资的节省。近两三年来，虽然无线设备费用这一块有所下降，但还是有用户会对整个系统投资节省持怀疑态度。投资不一定省，而传统的有线系统已成功使用几十年了，其安全性、可靠性早已经过实践验证，那为什么一定要改用无线系统呢？

本文首先介绍无线系统设备厂家提供的技术经济比较，然后介绍了几个用户所作的技术经济比较，后记中介绍了一个无线系统设备厂家产品价格的最新动态，由此可得出一个结论：无线系统与有线系统在现场设备方面的投资差价已逐步减少，从而使无线系统的总投资远低于有线系统。以往新技术的出现都伴随投资大幅增加，现在带来信号传输系统深刻变革的工业无线系统新技术还可以节省投资，这在以往是不可想象的。因此，我们可以期盼今后工业无线系统推广应用的速度应该更快！

2 三大工业无线系统设备厂家提供的经济比较

2.1 ISA100.11a

2010年左右，美国Honeywell公司就一个槽罐区的有线系统与无线系统进行了技术经济比较^[1]。槽罐区需求：共64个槽罐需检测温度、液位。槽罐区的有线系统与无线系统技术经济比较如表1所示。

表 1 槽罐区有线系统与无线系统费用比较（美元）

费用项目	有线系统	无线系统	无线/有线费用比（%）
现场安装	417 000	90 000	21.6
设备	174 000	203 000	116.7
工程	81 000	46 000	56.8
合计	672 000	339 000	50.5

由表1可见，各项费用以有线系统为100%的话，无线系统的设备费用要高出16.7%，但现场安装费用要节省78.4%（约80%），工程费用（我理解是工程设计、工程管理费用）要节省43.2%，总费用要节省49.5%（约50%）。

2.2 WirelessHart

艾默生过程管理集团也就一个30点的系统进行了有线、无线方案的比较，但未列出设备费用比较，仅就材料、施工、调试、5年维护费及后期改造费用进行了比较，如表2所示^[2]。

表2 30 点的有线系统与无线系统部分费用比较（美元）

费用项目	有线系统	无线系统	无线/有线费用比 (%)
材料	137 050	300	0.22
施工	17 000	0	0
调试	60 000	10 000	16.7
小计（安装）	214 050	10 300	4.8
5 年维护	90 000	12 000	13.3
后期改造	100 000	0	0
总计	404 050	22 300	5.5

由表2可见，各项费用以有线系统为100%的话，无线系统现场安装费用要节省95.2%，5年维护费用要节省86.7%，如果后期存在增加测点等改造项目时，无线系统可不增加费用。由于未对设备费用进行比较，就上述安装、维护、后期改造的总费用来说，要节省94.5%。所以艾默生过程管理集团的宣传资料中常说：至少能节省90%的安装成本。

2.3 WIA-PA

WIA-PA无线标准主要制定单位中国科学院沈阳自动化研究所与鞍山焦耐院等单位合作，为江苏力达宁化工公司二异丙基苯胺项目设计投运了一套WIA-PA无线系统^[3]。该生产装置含原料罐、缓冲罐、反应釜、精馏塔、成品罐等，共使用了无线温度变送器14台、无线压力变送器3台、无线液位变送器3台、无线流量变送器4台、无线电动执行器13台。二异丙基苯胺项目有线系统与无线系统费用比较如表3所示。

表 3 二异丙基苯胺项目有线系统与无线系统费用比较（万元）

项目名称	有线系统	无线系统	无线/有线费用比 (%)
DCS	21	18	85.7
现场仪表	30	32	106.7
安装调试	10	2	20
合计	61	52	86.7

值得介绍的是在计算DCS费用时，有线系统41个I/O点的I/O板卡费用增加35600元，而无线系统省去了I/O板卡，增加的只有一个带ModbusRTU协议的板卡及无线网关，费用仅6000元，所以在DCS费用方面，无线系统可省3万元。

3 用户资料中的技术经济比较

3.1 大型石化装置的配套中间罐区

中国石化集团上海工程有限公司就某大型石化装置的配套中间罐区采用工业无线技术做了细致的工作。该中间罐区共有球罐13台，浮顶罐1台，汽化器1台，分液罐1台，各类物料输送泵和循环水泵17台^[4]。

由于考虑到中间罐区的控制回路比较简单，且随着无线技术的飞速发展，不久的将来必然可以满足现场控制的要求，所以

采用了包括控制回路的工业无线网络设计。

整个装置占地150m×110m，DCS设备放置在装置界区外的现场机柜间和控制室内，现场最远的电缆通信距离为450m。13台球罐和1台分液罐都配有2台液位计进行球罐液位的测量并通信到DCS；浮顶罐和汽化器各有1台与DCS通信的液位仪表；每个静设备都分别有压力和温度DCS监测信号；每个泵的出口都有压力的DCS监测信号；各种物料与界外的交接都有流量的DCS监测；球罐的气相平衡或氮气密封采用压力分程回路进行控制；物料向界区外的输送都通过压力调节回路进行控制；汽化器配有液位控制回路和温度控制回路；每个球罐底部的进出料都由三台开关阀进行控制。装置中与DCS通信的仪表设备清单如表4所示。

表 4 中间罐区仪表设备清单

设备名称	液位仪表	压力仪表	温度仪表	流量仪表	调节阀	开关阀
数量	24	45	17	9	20	42

如果采用传统的有线技术，将所有需要与DCS通信的信号都采用一次单对电缆接线到现场接线箱，然后通过多对电缆接线到生产区外机柜间的DCS端子柜和安全栅柜，所有通信电缆均为非铠装的屏蔽计算机通信电缆，都通过穿线管和电缆桥架进行敷设。现场仪表、DCS之间的通信网络设计是石化装置设计中最常用的方式，其通信网络的结构图如图1所示。

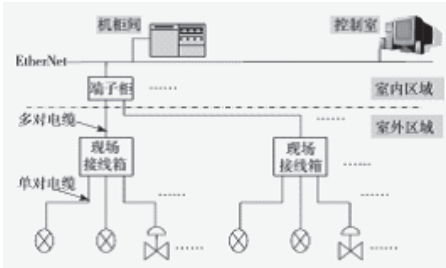


图1 传统有线技术网络结构图

假如采用艾默生公司的WirelessHart工业无线网络技术，现场液位、压力、温度和控制阀与DCS之间的通信不需要使用通信电缆、接线箱及其配套的穿线材料和电缆桥架，相应的DCS内的端子柜和安全栅柜数量也可以减少。由于罐区设备布置比较宽松，艾默生的智能无线网关与现场仪表设备的最远通信距离为200m（不经过中继器）。每个智能无线网关可以管理不多于100个仪表信号，现场需与DCS通信的仪表信号数量大概在280个左右（已经包括业主要求的15%的点数备用量），所以，装置内现场仪表与DCS的无线通信，采用4台智能无线网关，其中三台为正常使用，一台为备用。智能无线网关可设置在控制室/机柜间建筑物外易于维护的高处，例如，机柜间的屋顶上。智能无线网关采用有线电缆连接到DCS。在工程设计上，整个通信网络的结构比有线网络要简洁很多，网络的搭建也方便快捷很多。无线通信网络结构如图2所示。

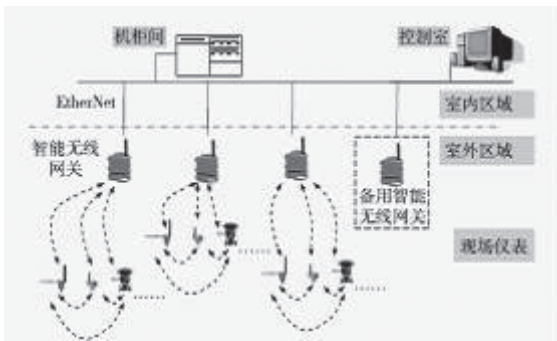


图2 WirelessHart工业无线技术网络结构图

中间罐区装置采用无线技术和有线技术投资费用上的比较如表5^[4]所示。

表5 有线方案和无线方案投资费用比较表

序号	费用类别	有线系统	无线系统	无线/有线费用比(%)
1	液位仪表	1 920 000	2 160 000	112.5
2	流量仪表	360 000	450 000	125
3	温度仪表	102 000	255 000	250
4	压力仪表	270 000	675 000	250
5	调节阀	800 000	1 000 000	125
6	开关阀	2 100 000	2 520 000	120
7	智能无线网关	0	120 000	
8	桥架费用	500 000	20 000	4
9	一次电缆	250 000	10 000	4
10	多芯主电缆	550 000	0	0
11	接线箱和穿线 GLAND (密封接头)	100 000	0	0
12	接线箱和穿线 GLAND 安装费用	20 000	0	0
13	穿线管穿线盒等材料	50 000	5 000	10
14	仪表安装费用(有线仪表包括接线和配线)	400 000	250 000	62.5
15	仪表桥架施工费用	100 000	1 000	1
16	电缆施工费用	100 000	2 000	2
17	DCS 硬件费用	1 200 000	1 100 000	91.7
18	其他费用	200 000	200 000	100
19	总计	9 022 000	8 768 000	97.2

表5中的比较做得特别细，其中无线/有线费用比是作者添加的，通过对表5的分析我们可以得到这样几个信息：

(1) 序号1~6涉及现场仪表的基本设备，由于无线仪表是在仪表本体上外加信号转换及信号发射、转发等功能，投资增加是显而易见的，但作者认为液位仪表增加12.5%、流量仪表增加25%、调节阀增加25%、开关阀增加20%都是正常的，而温度仪表、压力仪表增加150%就太多了，这一方面可能是选型问题，比如无线温度仪表可能选的是单点的，另一方面可能是供货商报价过高。由于投资增加较少的序号1、5、6无线仪表涉及的总费用较高，所以序号1~6涉及现场仪表部分的总费用计算下来无线系统仅增加27.2% (706/555.2)。

(2) 序号8~16涉及安装（包括材料及施工）费用，作者统计下来是无线系统仅相当于有线系统的13.9% (28.8/207)，可见安装费用节省90%的说法基本可信。

(3) 序号7、17涉及到使用无线系统后需增加的设备（智能无线网关），同时DCS系统中的硬件（如I/O组件）相应减少，在本

例中，网关费用12万，而DCS硬件费用减少10万，两者大体相当。

(4) 总计的费用无线系统节约25.4万，约省2.8%。

(5) 由于作者引用的论文投稿日期为在2010年5月，大体上反映的是在国内应用无线系统早期的市场信息。随无线系统应用越来越多，无线系统现场仪表的价格将会降低，而安装费用相对变动不会太大，所以未来的趋势是无线系统在投资方面的优势会越来越明显。

(6) 如果与国产无线系统WIA-PA的投资进行比较的话，本例中无线现场设备的平均单价是国产设备的5倍，无线网关是7倍，虽然目前进口无线设备的价格下降较多，但国产工业无线系统的价格优势仍然是非常明显的。

3.2 大型乙烯项目的乙烯罐区

中国石化工程建设公司副总工程师林融在2010年3月所作的“石油化工自动化技术的应用趋势与战略考虑”报告中对石化某大型乙烯项目的乙烯罐区的无线系统应用做了一下比较：乙烯罐区82个球罐主要分布在原料、中间、产品罐区，数量分别是29、29、24个^[5]。无线产品配置包括：

- 3+1台无线网关(1台离线备用)；
- 82台无线雷达液位变送器；
- 82台无线压力变送器；
- 82台无线温度变送器；
- 上位控制系统DCS。

林融对预计节省工程费用作了估算：每台现场仪表设备费+材料费可节省25%以上，假设每台现场仪表的平均设备费10000元；平均材料费10000元，则：82台无线雷达液位变送器+82台无线压力变送器+82台无线温度变送器共需投资：20000×(82+82+82)=492万元，可节省：492×25%=123万元。另外，还可节省约5%的建安费=492×5%=24.6万元，共计：123+24.6=147.6万元。

但这个比较较为粗放，未单独对现场仪表设备费用进行比较。

3.3 海上平台

艾默生过程管理集团针对一个海上平台作了调查^[6]，整个平台I/O点数4000点，大约17%的信号是通过无线设备传送的，在安装无线网络时节省了7% (100万美元) 的安装费用，减少了约800个有线节点，由于减少了电缆、线槽、接线盒和机柜，因此占用空间减少了129 m³ (或者表示为占用面积423m²)，设备总量减少了35t (对海上平台来说，减少占用空间和减轻重量的效益不能仅仅用节省投资来衡量)。

综合以上数据，我们可以绘制出这样两张图，图3所示为采用有线系统和无线系统的工程、安装、维护费用（下转至29页）

4 个性化控制软件成为占领市场制高点的关键

科学技术部印发的智能制造科技发展“十二五”专项规划指出，智能化就是在信息化和自动化的基础上，将专家的知识不断融入制造过程以实现设计过程智能化、制造过程智能化和制造装备智能化，将实现拟人化制造。

智能化纺织机械将推动纺织工业及纺机行业向价值链高端发展，促进产业结构升级和战略调整，同时能否为纺织企业带来明确的利益是判断成败的主要依据。纺机企业要集设备、控制和纺织工艺的三结合，研制出含有自己独特技术（Knowhow）个性化的控制软件，提升纺机产品的技术能级和使用价值，又能保护技术创新，避免恶性价格竞争。可以说，个性化控制软件成为企业占领市场制高点的关键因素。

5 注重研发过程的高速实时测试

随着纺织专用数控系统、独立伺服驱动系统，多电机传动控

制等驱动技术的应用，纺织机械逐步改变了单电机驱动+各种复杂机械机构的传动模式，带来了性能和灵活性等方面的进步。

传动方式的改变产生了新的问题：测试和判定控制的精度和效果。我们在新型数控化纺织机械的研制实践中感受到这个问题的重要性和紧迫性，如2,000~25,000rpm转速的高精度快速测量，毫秒速率的电压、电流数据采集等。对纺机企业，要改变仅靠传统测量仪器进行测试的做法，重视新型数控化纺机的高速实时测试技术，要有专门的设备、软件和专业的测试工程师，要从研发的开始就考虑如何进行测试并为测试预留必要的测试点和接口。

数控化、智能化纺织机械是发展方向，专用控制器、工业以太网、个性化控制软件和研发过程的高速实时测试等发展趋势值得关注。大力推动数控化、智能化纺织机械的发展，对纺织机械行业的产业结构调整、升级有着重大的战略意义，也是自动化控制技术发展的重要机遇。

（上接第27页）

比较，大体上可以认为无线系统这方面的费用相当于有线系统的20%。如果无线系统传输距离越远，无线系统节省的费用越多，但这个费用最近几年的变化不大。图4所示为采用有线系统和无线系统的现场设备费用比较，5年前，无线系统的现场设备费用可能要贵30%以上，3年前可能降至20%左右，目前也许在10%左右。

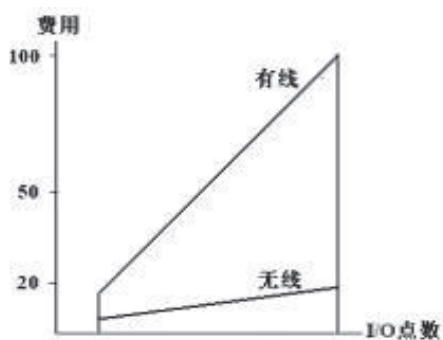


图3 有线系统和无线系统的工程、安装、维护费用比较

4 后记

最近在我院的工程设计过程中与某工业无线设备供应商磋商时，该供应商承诺，仅就现场设备，该公司对这一工程的报价，无线设备与有线设备完全相同，当然，这也可能是个个例。在

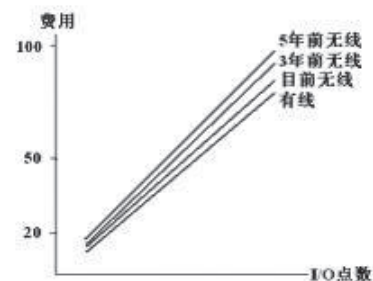


图4 有线系统和无线系统的现场设备费用比较

经历了工业无线系统应用初期无线设备高价阶段后，由于无线设备供应量的大幅增加和各种无线系统供应商数量的增加（ISA100.11a 应该有三五个，WirelessHart应该有十多个），无线设备的价格已经大幅回落，目前这一部分的价差应该在10%。

在中国的竞争环境下，不仅是中低端用户，连高端用户也要考虑成本这个因素。无线设备的价格降到这一步，从经济方面考量，使用工业无线系统的障碍可以说完全消除了，这必将迎来无线系统的应用进一步普及。

无线系统的应用的春天来了！

参考文献：

- [1] 江天生. 工业无线仪表的应用场合和优势 [R]. 昆明仪器仪表学会技术交流会, 2011 (3) .
- [2] 姚永斌. 艾默生智能无线产品和方案 [R]. 中国工控网无线通讯研讨会, 2009 (3) .
- [3] 张琼, 王红艳, 白冰颖. 工业无线网络在化工领域的应用实例 [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2011, (2) : 24-27.
- [4] 陈俊. 工业无线技术在流程工业中的应用探讨 [J]. 医药工业设计, 2010, (4) : 38-42.
- [5] 林融. 石化工业自动化技术的应用趋势与战略思考 [R]. 2010中国石油化工重大工程仪表自控技术高峰论坛, 2010 (3) .
- [6] David Newman. 如何发挥无线仪表的作用 [J]. 软件, 2010, (1) .