

# 水表技术发展趋势与路径

宁波水表股份有限公司（浙江省水表研究院） 姚 灵

## 1. 水表技术发展趋势

水表技术发展趋势可以归结为“产品性能提升”与“产品功能拓展”两个方面。

### 1.1 产品性能提升

产品性能提升应将重点放在水表计量性能的提升上。水表计量性能是水表产品最重要的特性，它主要包括水表测量准确度、可靠性和长期工作稳定性等。这些特性可以用以下指标和方法进行衡量。

1) 测量准确度是反映水表在规定的流量测量范围内工作时其测量结果的准确程度，通常用最大允许误差来表示。测量准确度高的水表，其测量结果的示值误差就比较低；

2) 可靠性和长期工作稳定性可以用测量重复性、耐久性、再现性（仅改变时间因素）、抗环境影响（如电磁、机械、气候等）能力等指标进行试验和评判。

水表产品的性能应按照水表新的国际标准 ISO 4064: 2014《饮用冷水水表和热水水表》要求进行提升（正在修订的新版国家标准 GB/T 778 拟等同采用该标准）。其中应重点关注与水表性能有关的一些技术指标的变化，如：测量准确度等级的扩展、流量测量范围的增加、重复性测量指标的补充等；同时，还应特别关注智能水表 2.0 产品（即电子水表）的长期工作可靠性和稳定性以及提升适应恶劣工作环境的能力。

ISO 4064: 2014 新版标准提出，将水表准确度等级从 2 级扩展至 1 级与 2 级两个级别，其中 1 级水表在流量高区的最大允许误差是 2 级水表的 1/2；水表的流量测量范围  $Q_3/Q_1$  也从原来的 10~800 扩大至 40~1000；同时还新增了水表重复性测量指标。重复性指标规定：在同一流量点，三次测量值的标准偏差应不超过最大允许误差的 1/3，应分别在  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  三个流量点上进行试验。

为了对电子水表长期工作稳定性状况进行有效的识别，在企业制定内控标准时，可以借鉴国际标准 ISO 12242: 2012《封闭管道中流体流量的测量 渡越时间法液体超声流量计》的做法，增加“再现性”（仅改变时间）指标，对水表这方面特性作出进一步的检验与评估。

与此同时，水表产品还应具备在恶劣环境条件下工作的能力。主要应考虑设计、制造和使用环境等方面的影响因素：

1) 结构件密封性。经长期使用，水表产品应仍能达到 IP68 防护性能的要求；

2) 无线通信质量。应关注水表安装位置、信号覆盖强度以及无线收发器的天线位置等问题;

3) 测量管(壳体)机械强度。应考虑水表因野蛮安装等原因造成的水表测量管(壳体)受力变形影响测量准确性的问题;

4) 管道阻流件影响。增加水表前后直管段长度或优化水表设计方案,以减少流速分布畸变对水表测量结果的影响;

5) 抗环境因素(电磁、气候、机械)影响。通过改进设计,确保智能水表抗环境因素影响能力符合标准的要求;

6) 管道粗糙度影响。应关注粗糙度变化对超声水表测量结果的影响(注:实验表明,管道粗糙度变化10倍,会给双声道超声水表测量结果带来约为1.5%的影响)。

## 1.2 产品功能拓展

智能水表的出现,使水表产品除了水计量功能外,还具备了附加使用功能,使其使用价值得到了很大的提升。

目前水表的附加使用功能主要集中在水表测量数据的联网远传(实现自动抄表功能)、IC卡与水表数据交换并启闭电控阀(实现预付费用水与自动售水功能)、定量(定时)控制用水量等方面。随着技术进步和用户需求变化,水表附加使用功能已经拓展至水表的网络阀控、手机移动支付与用水管理、NFC在预付费水表上的应用等方面。

智能水表的出现,正在逐步结束水表单独使用的历史。系统化、网络化、智能化等应用必将成为水表产品服务于水务应用系统的必然结果和趋势。

可以预计,带电控阀的智能水表也将成为今后供排水管网测控系统应用中智能终端表计的必备产品。

## 2. 水表技术发展路径

水表技术发展路径主要是针对智能水表1.0、2.0产品而言的,当前有三条技术路径值得大家关注。

### 2.1 产品升级换代、性能提升

水表产品的升级换代是用户需求变化和技术进步的必然结果。总体上看,机械水表向智能水表1.0发展已经进行了十余年时间,现在还在继续中。由于智能水表相比机械水表产品在计量性能上没有任何实质性变化,仅在使用功能上做了较大的拓展与延伸;又由于智能水表1.0产品制造技术相对成熟,成本又较低,因此这类水表当今能够较好的适应水务信息化

应用系统的最低要求。

随着水资源的紧缺和用水科学管理的重视,提升水表计量性能和使用可靠性已将成为相关产业的当务之急。经多年技术积累和水表企业的不懈努力探索与研究,智能水表 2.0 产品从 2005 起已被国际标准正式列为新一类的水表产品。智能水表 2.0 产品的计量机构由于采用了全新的水流量传感与信号处理技术和无机械运动机构,因此其具有测量准确度高、性能稳定可靠、测量范围宽、压损小、方便信号输出等特点。

从现状和发展趋势看,水表产品已从原先普遍使用机械水表逐步过渡到机械水表与智能水表 1.0 产品并存使用的状况。随着智能水表 2.0 产品技术与性能的不断成熟和完善,水表产品全面升级换代至智能水表 2.0 产品的日子也为期不远了。

综上所述,在智能水表性能提升方面,主要寄希望于智能水表 2.0 产品。目前较有可能成为 2.0 主流产品的有超声水表、电磁水表和射流水表等三类。所谓性能提升,主要是指水表的:

- 1) 测量准确度与测量范围;
- 2) 长期使用可靠性与稳定性;
- 3) 压力损失与电源功耗;
- 4) 适应使用环境能力等特性。

在“测量准确度与测量范围”特性方面,要努力使水表在较大的流量测量范围内稳定实现较小的测量误差,即要有较高的测量准确度。条件成熟时,水表测量准确度要向 1 级水平靠拢。流量测量范围的差异,是区分智能水表 2.0 产品与液体流量计产品的重要标志,智能水表的流量测量范围通常是液体流量计的数十倍。当前,在 2 级准确度条件下,智能水表 2.0 产品要稳定实现并逐步超越流量测量范围  $R250$  (针对大口径水表) 和  $R160$  (针对小口径水表) 的目标。

在“长期使用可靠性与稳定性”特性方面,通过测量重复性、测量再现性(仅改变时间)以及耐久性等试验方法来识别智能水表在这方面的性能特性。要使智能水表能够长时间稳定、可靠工作,必须对水表的传感单元和信号处理部件进行深入研究,优化设计、合理选材、精心制造。

在“压力损失与电源功耗”等特性方面,智能水表 2.0 产品测量流道与嵌入式系统设计水平的优劣分别与压损和功耗指标关系精密。2.0 产品压损指标除了必须满足标准规定的最低要求外,还应显著提升该项技术指标水平,使其真正体现出这方面的优越性;功耗问题影响产品使用寿命和成本,除了选用高质量的大容量电池外,软硬件的低功耗设计非常重要。

在适应使用环境等方面，应充分考虑到水表工作环境的非标性与恶劣性。水表工作时，很可能受到外部电磁场干扰、环境温湿度的变化、机械振动、测量管受力以及水的长期浸泡影响等因素，因此智能水表要有这方面要有足够的超标抗扰度和超标承受能力。

## 2.2 拥有网络接入与阀控功能

智能水表必须接入应用系统时才能真正发挥其作用。目前智慧水务应用均离不开供排水管网管理和生产过程的测控系统，数据传输与处理需要用到互联网（物联网）技术，因此智能终端只有接入网络才能成为系统中的一个环节。

智能终端（表计）接入网络可以用有线和无线两种方式。无线网络接入方式已经或即将成为水表接入物联网的主要技术和方式。实时性不高和数据量不大的无线通信和网络接入方式当前主要有三种：无线局域网组网方式接入互联网，无线广域网方式接入互联网，直接接入运行商的无线蜂窝网。

1) 无线局域网（WLAN）组网接入方式，又称短距离无线通信组网接入方式。适合水表使用的标准主要有 GB/T 26831（EN 13757：社区能源计量抄收系统规范）和 IEEE 802.15.4（ZigBee 联盟标准）等。局域网信号覆盖范围一般为数百米；需要自组网络，需要自行维护和技术升级；采用 ISM 频段，抗干扰性能有待提高；功耗较低，适合电池供电的终端使用；一般由无线集中器将终端数据采集处理后通过无线 GPRS 方式接入无线蜂窝公网，进入物联网。或通过铜线、光纤直接接入互联网。

2) 无线广域网（WWAN）组网接入方式，又称长距离无线通信组网接入方式。适合水表等终端使用的广域网主要有美国 Semtech 公司近几年退出的 LoRa 技术；LoRa 技术采用产业联盟方式进行推广，是一项私有技术；广域网信号覆盖范围一般超过数十公里；需要自组网络，需要自行维护（运行商组网服务除外）和技术升级；采用 ISM 频段和扩频降噪技术，抗干扰性能有待验证；功耗较低，适合电池供电的终端使用；接入互联网方式与无线局域网相似。

3) 直接接入无线蜂窝网方式：在智能终端产品上安装上 GPRS 或 NB-IOT 等通信功能的无线收发器，直接与无线蜂窝基站进行数据通信。其中 GPRS 采用的是 2.5G 移动通信技术，NB-IOT 则采用 3~4G 技术。该接入方式不需终端企业自行组网，也不需日常维护，其中 NB-IOT 移动通信则代表了未来的一种无线网络接入新技术，尤其适合电池供电、低速率通信条件下的物联网应用。

NB-IOT 与 GPRS 两种利用无线蜂窝公网的网络接入技术，它们之间的简要区别见表 1。

表 1

采用技术	GPRS	NB-IOT
主要特征	信号覆盖面不很广；通信功耗大（与 NB-IOT 同样使用条件下，电池寿命较短）；成本高于 NB-IOT；终端接入数少；2G 通信基站将逐步退出使用等。	信号覆盖较广（地下两层；信号强度是 GPRS 的 100 倍）；模组通信功耗低（电池寿命大于 10 年）；模组成本低（小于 5 美元）；终端接入数多（接入容量是 GPRS 的数十倍以上）等。

ZigBee、Bluetooth 与 WiFi 技术之间的对比见表 2。

表 2

对比内容	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)	WiFi (IEEE 802.11A, B, G)
应用范围	测控等传感器与表计	代替电缆线	视频、语音、邮件、WEB
电源功耗	30 mA	40 mA	400 mA
单个网络节点数	65000 多个	8 个	30 个
带宽（传输速率）	20~259 kb/s	1 Mb/s	16 Mb/s
工作频段	2.4G, 868MHz, 915MHz	2.4G	2.4G, 5G
传输距离	10~75m	10~30m	10~30m
主要特征	低功耗、低成本、高效	低成本、高效	高速、可靠

测控应用系统的数据流通常都是双向传输的，它既要完成测量任务，也要实现控制目的。一方面控制中心从计量表计、传感器获取相关信息，另一方面控制中心通过对信息的分析与处理，将其转化为控制策略，向终端发出控制指令，由智能执行器完成执行任务。因此，从发展趋势看，智能水表需要自带电控阀，完成控制端发出的各种启闭阀的控制命令。

### 2.3 融入智慧水务与测控系统

智能水表只有融入智慧水务与测控系统才能发挥其自身应有的作用，因此我国水表行业十三五发展规划的目标是努力实现“互联网+智能水表+智慧水务应用系统”的深度融合。

发展新型智能水表的根本目的是要促进智慧水务新业务的推广应用，推动“两化融合（即信息化与工业化的融合）”战略的深入实施。智慧供水是智慧水务业务中的最重要环节之一，包括了“供水”、“用水”和“管水”等内容。新业务主要体现在以下几方面：

- 1) 自动抄表与营收、客服系统
- 2) 水务信息化管理系统（ERP）
- 3) 管网供水科学调度系统

4) 供水管网地理信息系统 (GIS) 与全球定位系统 (GPS)

5) 供水管网渗漏水检测与定位系统

6) 供水管网水质在线实时监测系统

7) 饮用水制水过程测控系统

与此同时, 还需建立起供水管网智能终端测量特性的自检与自校正系统, 保证其正常、可靠运行。这方面内容任务有: 与智能水表 (传感器) 测量准确度有关的关键特性参数的自检与自校正, 供电电池放电曲线的检测与分析、电池电量剩余使用期的预测与报警, 对无法进行自校正的故障和其它异常情况向控制中心发出信息等。

### 3. 水表行业应重点关注与思考的几个技术问题

1) 如何尽快提升智能水表 2.0 产品的计量性能、可靠性和长期工作稳定性?

2) 如何解决低成本、低功耗、高可靠无线网络接入问题 (期盼 NB-IOT 能够满足大部分要求)?

3) 在手机水务信息处理应用基础上, 如何扩展移动互联网使用范围? 有何新的创新方案?

4) 智慧水务 (智慧供水) 应用需要用到双向无线数据传输和实时数据检测和阀控等问题, 如何来保证水表可靠持续供电?

5) 在水务应用系统中如何进一步发挥 “互联网+” 的作用?

2016. 8. 20