



流量计量 现存问题及对策分析

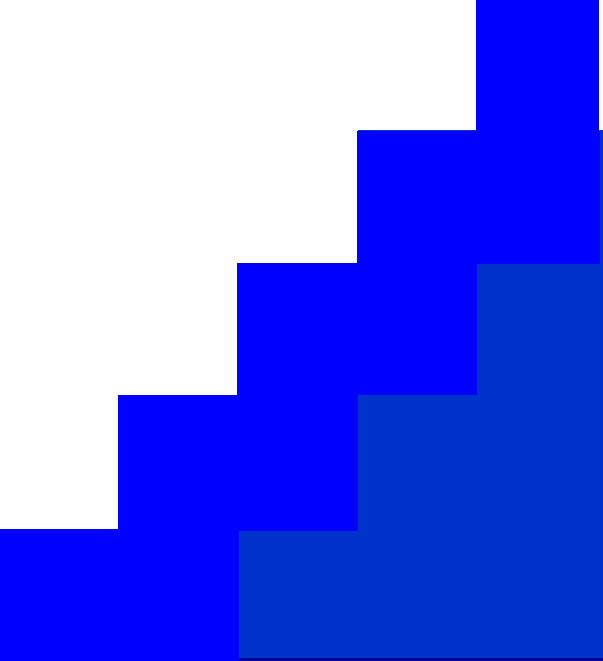
中国计量科学研究院 热工所

王 池

2007-09-20

主要内容

- ❖ 简单回顾
- ❖ 天然气计量：高压和低压装置；现场核查
- ❖ 原始法气体流量装置：钟罩、 $pVTt$ 等
- ❖ 音速喷嘴和音速喷嘴法装置
- ❖ 质量法水流量装置及变水头水流量装置
- ❖ 装置间比对
- ❖ 大口径水流量计量
- ❖ 能源计量



谢谢

中国计量科学研究院 热工所



简单回顾

- ❖ 天然气流量计量的研究和进展
- ❖ 原始法气体流量装置水平的提升
- ❖ 比对工作的初步开展
- ❖ 量值传递体系的完善
- ❖ 能源计量
- ❖ 对检定规程的关注



音速喷嘴

- ❖ 是否是音速喷嘴？达到音速了吗？
- ❖ 临界压力的检查和尺寸法核查的必要性
- ❖ 检定和校准的差异
- ❖ 流出系数的使用条件：湿度、压力、组分
- ❖ 不确定度分析



音速喷嘴法装置

- ❖ 装置设计：温度、压力测量位置；管路布置合理性；阀门选择及密封性检查；有效减少振动
- ❖ 温度压力传感器的计量准确度
- ❖ 喷嘴使用：测量其临界压力比
- ❖ 喷嘴核查：不同喷嘴组合时输出流量的差异
- ❖ 流量计比对



质量法水流量装置

- ❖ 电子秤的检定周期和核查方法
- ❖ 装置核查方法
- ❖ 换向器和计时器的检测方法



变水头水流量装置

- ❖ 体积测量准确度的评估
- ❖ 装置稳定性的影响
- ❖ 上游直管段的影响
- ❖ 结论：适合电磁流量计的出厂检测；其他流量计需研究；装置准确度水平的评价有过高的趋势。



体积测量准确度的评估

- ❖ 原理：动态体积法
- ❖ 液位开关的响应延迟
- ❖ 液位开关的响应一致性
- ❖ 液位不平稳带来的影响（检定流量 $50 \text{ m}^3 / \text{h}$, 远小于使用流量 $18000 \text{ m}^3 / \text{h}$ ）
- ❖ 温度变化带来的罐体积的变化



液位开关的响应延迟

- ❖ 光电开关的时间响应一般以 **ms** 计，当装置的稳定度为 **(3-5) %** 时，光电开关时间延迟带来的影响不可忽略。例如：水塔直径 **4m**，当流量为 **16000 m³/h** 时其液位下降速度为：**0.3m/s**。当通过两光电开关的流量变化为 **5 %** 时，两光电开关处水流速的差异为 **0.015 m/s**。如果光电开关的时间响应为 **1ms**，则由速度差异带来的液位高度测量误差为 **15mm**。



装置稳定性的影响

- ❖ 很多装置都没有给出最大流量下装置稳定性的指标
- ❖ 装置稳定性直接影响体积准确度
- ❖ 装置稳定性导致检定偏离检定规程的规定
- ❖ 少数时间延迟很小的流量计对稳定性不敏感



上游直管段的影响

- ❖ 多数装置的上游直管段达不到规程的要求
- ❖ 直管段长度对很多流量计是有影响的



装置间比对

- ❖ 比对的目的和意义
- ❖ 比对工作开展的情况
- ❖ 传递标准的选择
- ❖ 已完成的工作和初步结论
- ❖ 下阶段的工作重点



比对的目的和意义

- ❖ 统一量值
- ❖ 对检测质量的认可
- ❖ 应反映日常工作状况，不应突击送检。



比对工作开展的情况

- ❖ 国际关键比对
- ❖ 亚太地区比对
- ❖ 全国比对
- ❖ 国内地区比对



传递标准的选择

❖ 要求：长期稳定性好

❖ 气体：腰轮（引起流动不稳定）

涡轮（小流量没有满足要求的表、
注意输出频率）

❖ 液体：涡轮（水质影响）

质量流量计（安装应力的消除、零点调整等）

电磁流量计

❖ 油：容积式流量计



已完成的工作和初步结论

- ❖ 装置间量值差异在合理范围内，表明装置差异没有想象中的大（前提是装置检测合格）
- ❖ 已发现一些装置存在问题，在换向器、计时等环节比较严重，需规范。
- ❖ 电子秤的稳定性需要经常性核查
- ❖ 装置的质量流量和体积流量的换算，如采用查表法，存在着较大误差，在**0.03 %**量级。



下阶段的工作重点

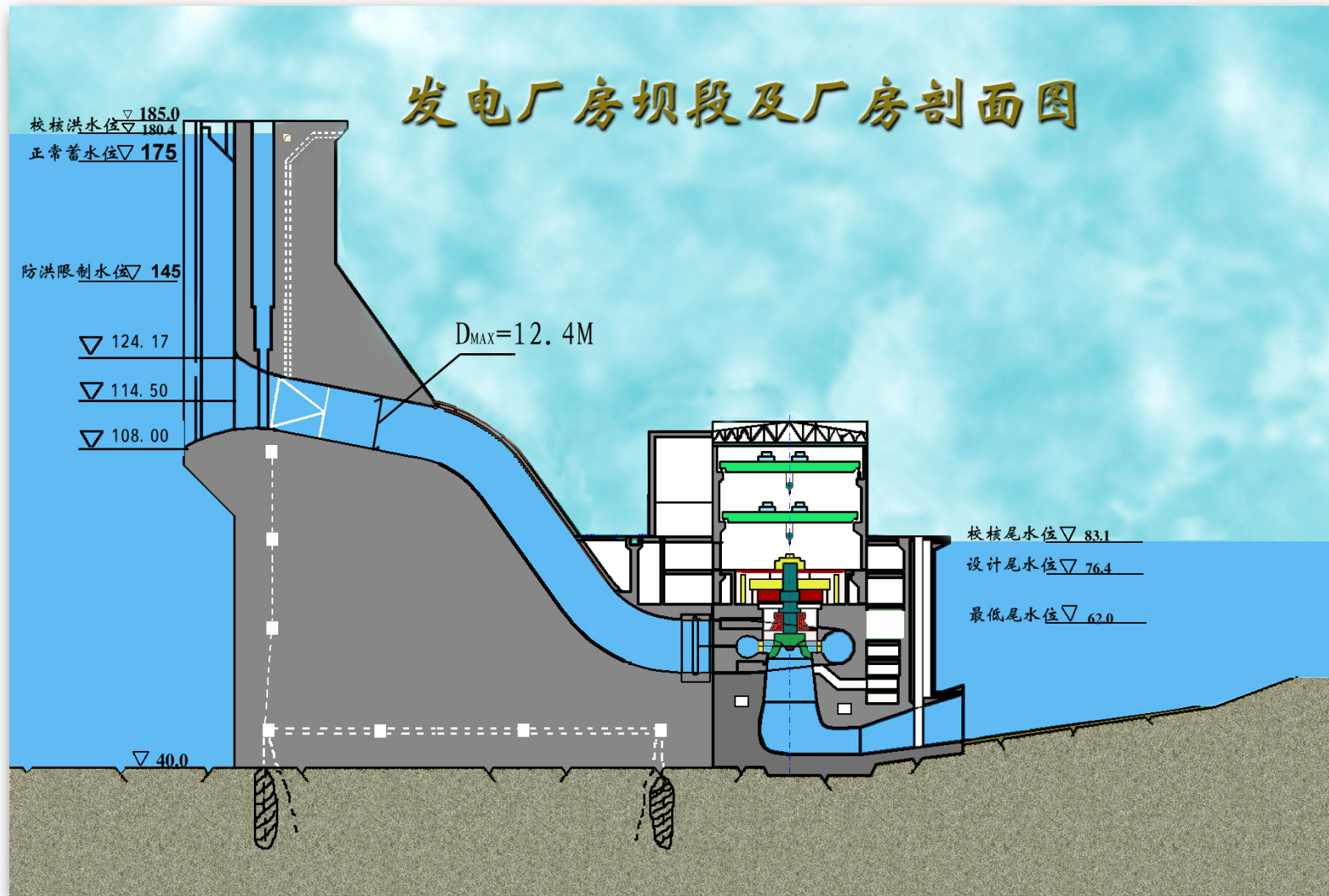
- ❖ 更广范围地开展装置比对，使装置比对经常化。使比对结果处于有效期。
- ❖ 在比对中加强对装置的研究，完善设计、使用和检测规范。
- ❖ 确认装置比对口径和流量范围，形成完整的比对组件
- ❖ 装置上其它口径或台位的量值应与比对台位建立联系
- ❖ 完善比对程序文件



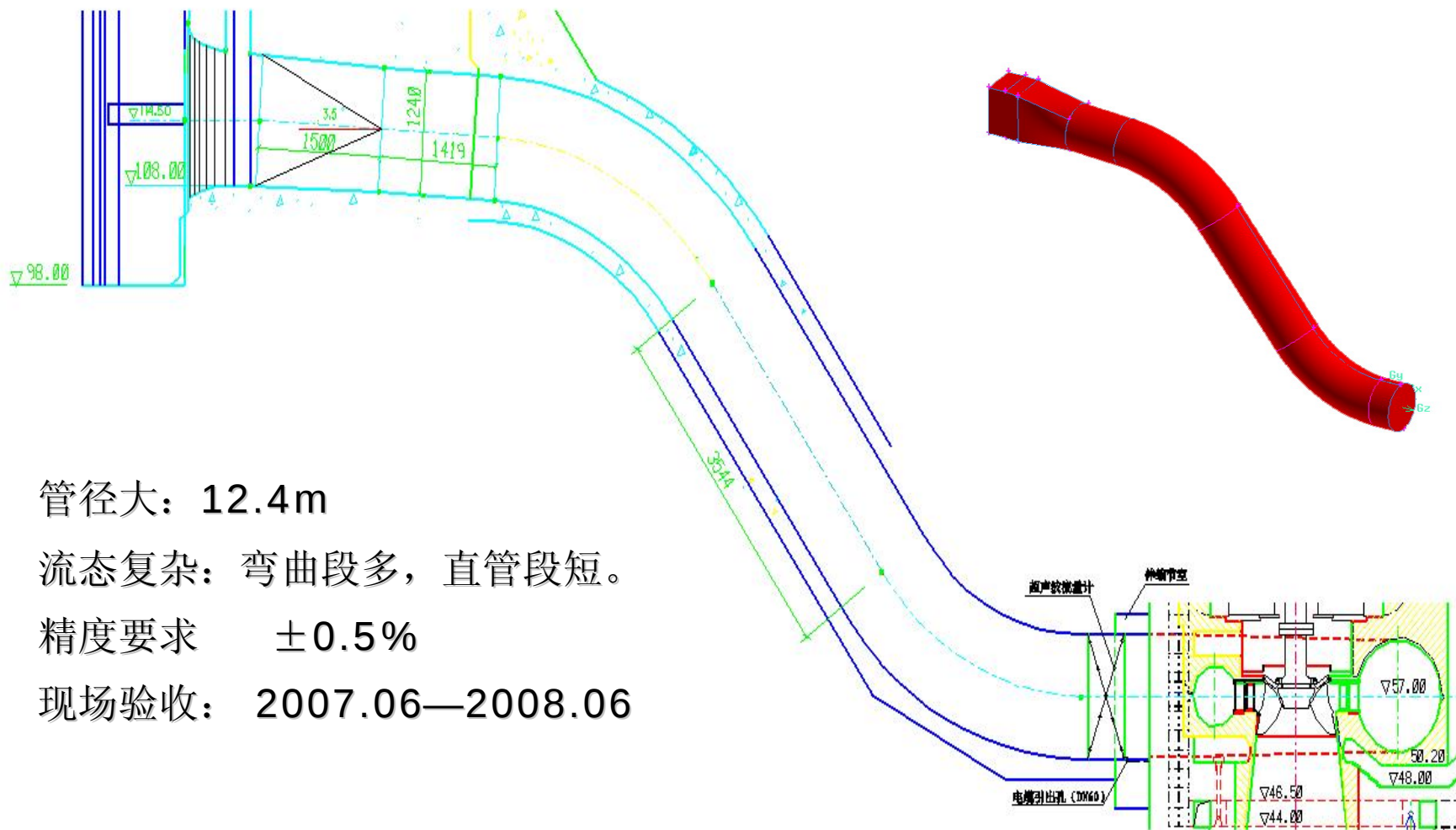
大口径水流量计量

- ❖ 需求量大面广、贸易纠纷不断，以超声流量计为主，有部分电磁流量计
- ❖ 首检已很困难，无法实现周期检定。
- ❖ 厂家权威不够，检测校准方法不一致。
- ❖ 借助模拟计算，模型实验，现场实验，理论分析等手段实现测量，形成规范，初步解决问题。

三峡流量测量



三峡机组测流系统



IEC60041与ASME PTC 18

- ❖ **4声道和9声道超声流量计**
- ❖ **探头布置方式和具体安装位置**
- ❖ **流速加权平均时各声道的加权系数和流量计的修正系数**
- ❖ **对上下游直管段长度的要求**
- ❖ **测量的流速范围**
- ❖ **除流速分布带来的影响外，4声道流量计的测量准确度可以达到0.5 %**
- ❖ **系统的测量准确度可以达到1~2 %**

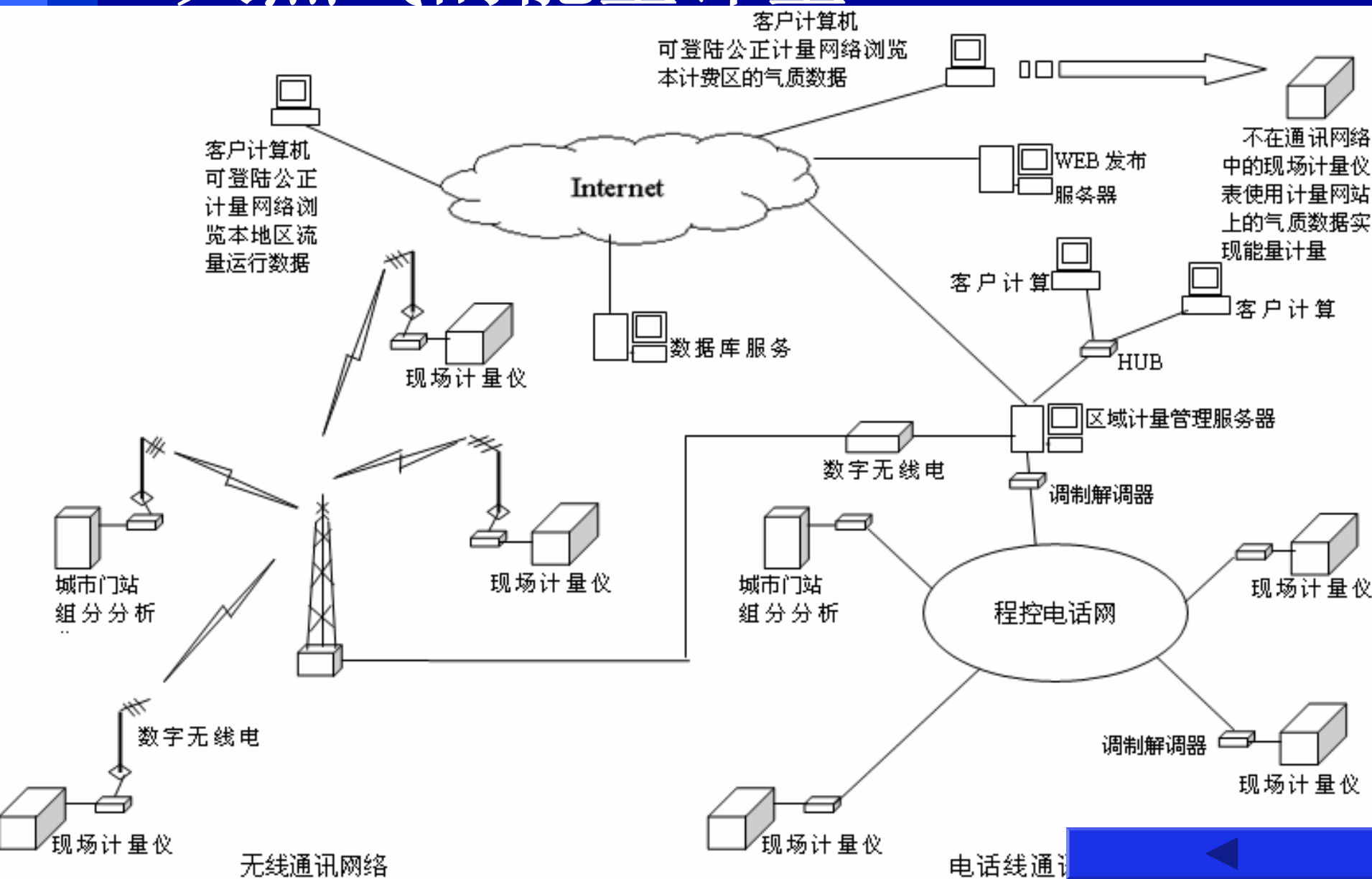


能源计量

- ❖ 天然气的能量计量
- ❖ 热水的能量计量
- ❖ 蒸汽的能量计量



天然气的能量计量



热水的能量计量

- ❖ 中口径热水流量装置
- ❖ 热水流量装置的技术提升：换向器、标准表选择、气泡的影响等
- ❖ 配对温度传感器的检测方法
- ❖ 通讯接口：标准化
- ❖ 热水使用的水量及热能计算



蒸汽的能量计量

- ❖ 蒸汽流量计的校准
- ❖ 计算模型标准化

