

附件 2

# “计量测试促进产业创新发展” 优秀案例

市场监管总局计量司 组编

2022 年 10 月

# 目 录

案例 1: 直流电能计量科技创新 促进新能源装备发展.....	1
案例 2: 调频激光干涉三维扫描测量仪.....	2
案例 3: 炼钢物流跟踪系统案例.....	3
案例 4: 多措并举解决新型太阳能电池测量难题.....	4
案例 5: 基于虚拟标准器的关口电压互感器在线监测与状态评价.....	5
案例 6: 大气环境应急监测设备和溯源技术研究.....	6
案例 7: 高性能通用数字集成电路参数量传系统.....	7
案例 8: 气相过氧化氢检测仪国产化及校准技术研究.....	8
案例 9: 广泛征集, 精准对接一产业计量技术创新挑战赛.....	9
案例 10: 国产化高精度氢能计量测试装备研制.....	10
案例 11: 建立和完善国内气体传感器产业计量测试服务体系.....	11
案例 12: 高精度面阵色度学参数测量仪研发与应用.....	12
案例 13: 打造国家智慧计量检定技术机构.....	13
案例 14: 高准确度结算关口电能表研制.....	14
案例 15: 基于区块链的医疗计量器具数据共享中心.....	15
案例 16: 计量助力自动验光机装备首台(套)提升工程.....	16
案例 17: 数字化综合参数校准平台, 助力商发试验质量提升.....	17
案例 18: 液压螺栓拉伸器校准装置的研制.....	18
案例 19: 真空绝热容器用吸气剂性能测试与评价.....	19
案例 20: 载荷测量仪法助力“治超”新突破.....	20
案例 21: 先进测量技术促进交通运输行业高质量发展.....	21
案例 22: 流量计在线监控—全面掌控状态, 持续提升精度.....	22
案例 23: 光源安装动态扭矩测试平台标定案例.....	23
案例 24: 车辆限界量值溯源创新, 促进企业提质增效.....	24
案例 25: 超薄超硬材料切割砂轮智能检测线建立.....	25

案例 26: 原油水含量在线测定方法的优化创新.....	26
案例 27: 沈鼓集团加工损伤的关键问题分析及解决案例.....	27
案例 28: 聚焦测试模式转变一中高频电台自动测试案例.....	28
案例 29: “计量仪表在线校准” 案例.....	29
案例 30: “云计量鹰眼” 管控, 助力企业智慧计量转型.....	30
案例 31: 超大力值传感器试验验证能力研究案例.....	31
案例 32: 民机供电特性参数测试及校准技术研究案例.....	32
案例 33: 扭矩计量助力国家动力产业发展.....	33
案例 34: LNG 加气机在线计量检定及溯源装置的开发.....	34
案例 35: 创新高温腐蚀测厚技术, 助力企业高质量发展.....	35
案例 36: 打造智能工厂数字化管控, 提升企业效率.....	36
案例 37: 长输管道油气计量集约化管理.....	37
案例 38: 深耕磁罗盘校准技术, 推动磁罗盘产业发展.....	38
案例 39: “云、边、端” AI 智慧计量解决方案.....	39
案例 40: 数智赋能促发展—燃气表智能检测无人实验室案例.....	40
案例 41: 自动计量实现储罐油品计量精准及生产可视化管理.....	41
案例 42: 乳制品中功能蛋白检测方法的建立.....	42
案例 43: 以工艺量值计量测试为基础, 实现传统产业升级.....	43
案例 44: “嵌入式” 服务攻坚“卡脖子” 问题.....	44
案例 45: 广东省轨道交通车辆产业计量测试中心案例.....	45
案例 46: 中俄东线数字化远程计量案例.....	46
案例 47: 以输差及能量计量技术服务助力企业节能降耗.....	47
案例 48: 立式金属罐检测用履带式爬壁机器人性能测试方法研究.....	48
案例 49: 创新 ADCP 校准技术, 推进国产化进程.....	49
案例 50: 车轮轮对质检样板小微盲孔底面平面度测量装置及方法.....	50

## 案例 1

# 直流电能计量科技创新 促进新能源装备发展

湖南省计量检测研究院

目前，国内外尚无完善的直流电能计量标准及技术法规，导致直流电能无法计量检测，不便于准确计费、结算，制约了直流电能相关产业的快速发展。

湖南省计量检测研究院聚焦新能源产业直流电能计量需求，围绕新能源装备及仪器仪表领域的直流电能计量发展方向，针对直流电能计量标准及技术法规不完善等问题，突破新能源计量关键技术瓶颈，研制了我国第一套直流电能相对标准不确定度达到 0.001% 的宽量程超高准确度直流电能计量标准装置。该装置构成了直流电能计量溯源体系的重要硬件基础，确保了直流电能量值传递与溯源准确、可靠。制定的直流电能 3 项国家规程规范已顺利通过审定，结合前期制定的 JJG 842-2017《电子式直流电能表》国家计量检定规程，以及送审的《直流电能计量器具》国家计量检定系统表，构成了我国直流电能计量溯源法规体系，使得涉及直流电能表检定装置的计量检定、型式评价、出厂检验、监督检验等工作有法可依。直流电能计量标准装置已在相关企业实现了直流电能计量检测装置产业化，并建成了直流电能计量应用示范工程，解决了光伏直流计量不准的问题，促进了直流新能源装备的进一步推广和应用，助推产业创新发展。



光伏直驱空调电能计量示范工程-光伏阵列

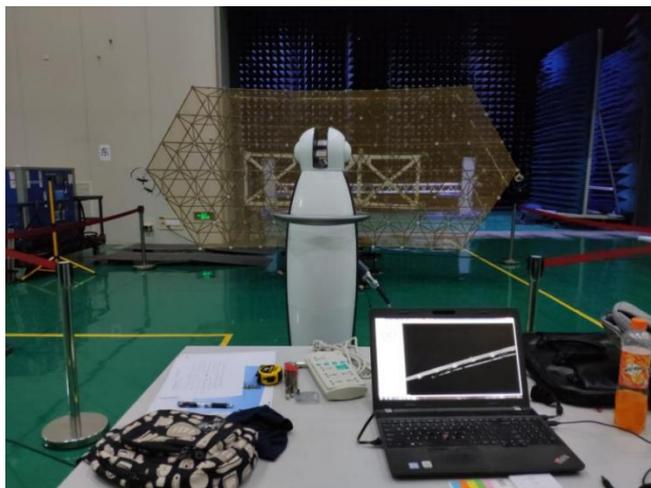
## 案例 2

# 调频激光干涉三维扫描测量仪

北京航天计量测试技术研究所

北京航天计量测试技术研究所针对重大型号工程中存在的非合作、大尺寸高精度、高点密度测量难题，开创性地将光学频率梳测量术与激光干涉术融合，提出了光频校正线性调频激光干涉测量新原理，原创地开展了调频激光干涉大尺寸高精度三维扫描测量关键技术研究，攻克了调频激光干涉扫描测量关键技术，发明并研制成功了调频激光干涉扫描测量仪。调频激光干涉扫描测量仪突破了激光测距激励信号宽频带高动态线性调制、低反射率非合作目标测量微弱回波信号探测、大气扰动引入的多普勒频移及相位抖动抑制、空间极坐标系多参数误差耦合超定解析等技术瓶颈，实现了大尺寸结构外形轮廓的快速、高精度、非接触扫描测量。

相关成果取得了包括美国专利在内的 20 多项发明专利，达到了国际先进水平，打破了该领域国外禁运、垄断的局面。已成功应用于航天、航空、船舶、商用飞机等国防和民用领域，对我国国防科技发展起到了重要支撑作用。



卫星网状天线面型测量

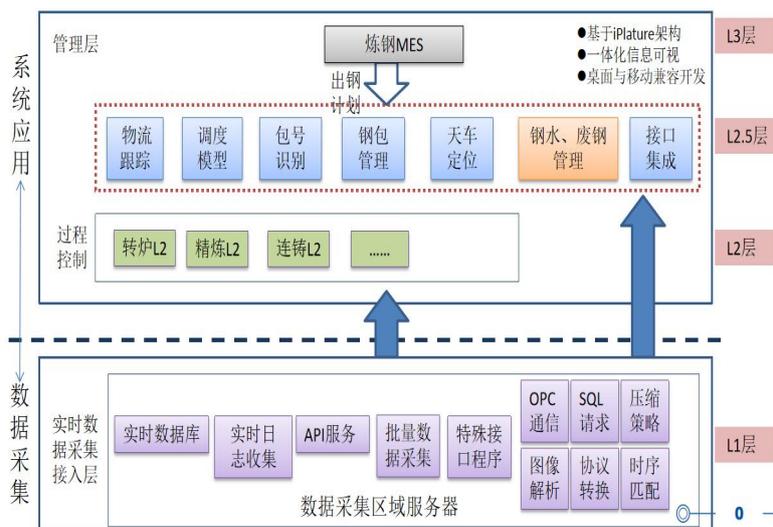
### 案例 3

## 炼钢物流跟踪系统案例

湘潭钢铁集团有限公司

针对湘钢宽厚板厂炼钢区域天车调度、钢包跟踪与识别、工序生产操作、物流跟踪等采用人工操作，存在劳动强度大、出错率高、易发安全事故，以及效率低下等问题，湘潭钢铁集团有限公司结合炼钢区域实际工艺要求、管理模式及现场情况，聚焦打通人、设备、系统之间的关系，采用可靠的大数据采集、天车定位技术、物联网传感器数据融合技术、无线数传技术、AI 图像识别技术对炼钢生产的所有钢包、铁水加料、废钢分类计量与加料进行全流程智能跟踪，解决碎片化管理，实现全局感知，过程控制监督，提高现场执行力及异常情况的处理速度，构建了炼钢物流跟踪系统。

系统具有 5G 无线传输、行车光波定位、钢包号视觉智能识别等功能。采用的 3D 智能调度界面，实现了炼钢生产过程 3D 可视化，能够实时全面反映物流状态，辅助优化调度指挥生产，很好地解决了生产管理及生产组织仍然依靠人工干预、数据不够准确和生产调度指挥的及时性等问题，满足了高产高效的要求。



系统总体架构图

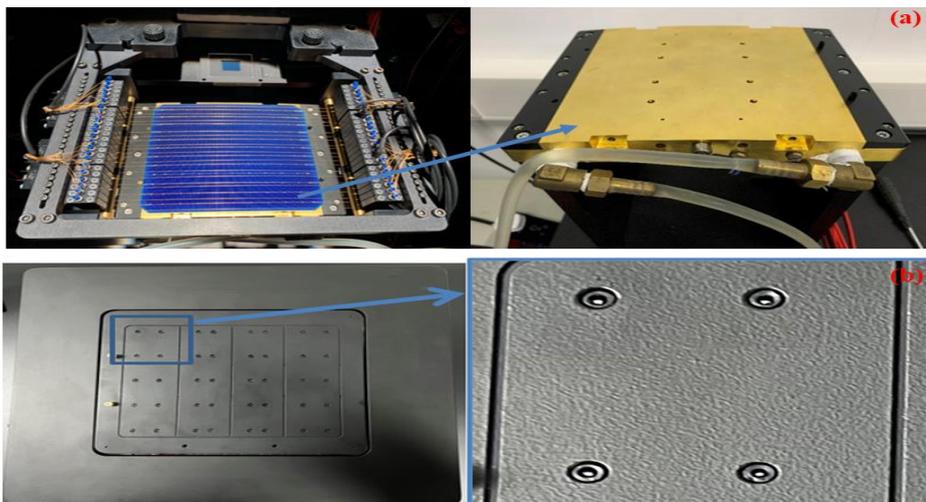
## 案例 4

# 多措并举解决新型太阳能电池测量难题

国家光伏产业计量测试中心

新型太阳能电池产品在产品制程工艺上的改进以及在外观物理设计上的变化使得传统的测试方法、装置以及配套的标准已不再适用，相关测试难题制约了新型太阳能电池的高质量发展。

国家光伏产业计量测试中心聚焦光伏产业在发展中遇到的计量测试需求、测量技术难题以及关键核心标准缺失等问题，在测量方法上，针对新型高效太阳能电池材料特性造成的电池电容效应问题以及测量过程中曝光引起的温升问题，采用 Labview 软件编程，通过性快速扫描、对数快速扫描和阶梯式扫描实现了测试过程控制和数据采集；校准装置开发上，针对不同新型电池的电流输出进行测量系统夹具的设计及开发，研制出了排针夹具、尺寸可调的背接触测量平台及三维探针接触的翻转测量平台，可满足多个独立子电池并联排列结构和背接触结构不同尺寸的新型太阳能电池的测量。相关成果成功为光伏相关企业、科研院所的技术创新、工艺升级、质量控制及提升提供了技术支撑与保障，获得了客户的一致好评。



(a) 无主栅/细主栅电池测量平台 (b) 双面电池测量平台

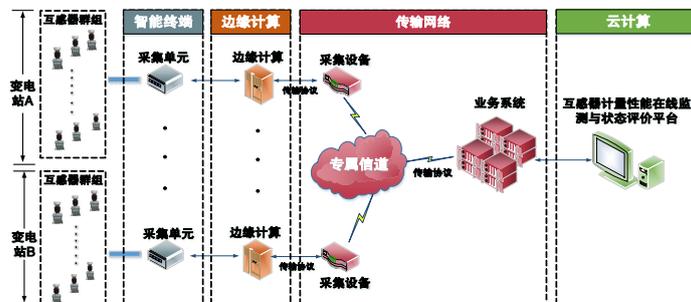
## 案例 5

# 基于虚拟标准器的关口电压互感器在线监测与状态评价

国家智能电网量测系统产业计量测试中心

为实现关口电压互感器在线监测及状态评价，国内外均开展了长期探索，提出了包括带电投入标准器、侵入式状态监测等多种技术思路，但技术本质均是从电力系统的一次高压侧入手，安全风险高，且干扰系统正常运行，无法工程应用，如何实现电压互感器在线监测及运行状态精准状态评价已成为电力量测行业公认的世界性难题。

国家智能电网量测系统产业计量测试中心以构建虚拟标准器为思路，首创面向大规模电压互感器群体的虚拟标准器原理与方法，突破关口电压互感器误差在线准确评估的关键技术瓶颈，研制了“端边网云”协同的互感器计量性能在线监测与状态评价平台。通过站内高精度采集-就地高性能计算-专用网络传输-远程云计算高级应用技术路线，在国内外率先实现了关口电压互感器的不停电误差状态监测。在保证电网运行可靠性条件下，能够实时发现部分失准互感器，更重要的是为海量电压互感器这一国家巨额电能贸易结算“一杆秤”的准确可靠提供了实时的技术监督手段，从而实现公平公正。



互感器在线监测与状态评价系统框架图

## 案例 6

# 大气环境应急监测设备和溯源技术研究

山东省计量科学研究院

当前，我国大气环境 VOCs 应急监测装备及溯源技术存在技术创新能力较弱、自动化程度较低、核心技术部件严重依赖进口、量值溯源不完善、标准物质缺失等问题。

山东省计量科学研究院聚焦 VOCs 监测技术存在的无法判定单个气体组分、抗干扰能力差、分析时间长，以及 NO<sub>x</sub> 监测技术中不能直接检测 NO<sub>2</sub> 的问题，通过研究紫外差分吸收光谱仪所需的光源、长光程气体吸收池、紫外-可见微型光谱仪和算法等核心部件，实现了核心部件的国产化；通过集成无线通信、云存储、云计算等先进信息技术，建立了基于紫外光谱法的 VOCs、NO<sub>x</sub> 应急智能监测平台和手机 app 应用程序，实现了气态污染物检测设备的远程控制与数据传输以及环境应急监测的智能化。

相关研究成果克服了现有开路式紫外差分吸收光谱气体分析仪准确度较低、易受外界测量条件影响、雨雪天气无法工作等缺点，可测量大气中 NO<sub>x</sub>、VOC<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 等百十种污染物，具有检出限低、结果准确、响应快速以及远程控制、数据共享的特点，为我国环境监测提供了有效可靠的终端监测设备，填补了国内核心技术空白。



环境应急紫外光谱气体分析仪

## 案例 7

# 高性能通用数字集成电路参数量传系统

中国船舶集团有限公司第七〇九研究所

集成电路测试生产线生产任务繁重，对在线计量测试、快速、便捷操作等需求强烈。同时，现有的检定、校准装置，主要依赖进口高精度仪器设备组建，存在“卡脖子”风险。

中国船舶集团有限公司第七〇九研究所针对集成电路产业链封装测试核心环节的计量问题，研制了高性能通用数字集成电路参数量传系统。该系统基于数字集成电路参数标准装置设计方法、数字集成电路标准样片设计方法和皮秒级集成电路测试系统总定时精度测量方法，突破了国外在集成电路测试系统计量领域中的技术封锁。系统由有源数字集成电路参数标准、无源数字集成电路标准样片、集成电路标准样片定值装置、基于标准样片的集成电路测试系统校准装置、集成电路测试系统总定时精度校准装置等多个分系统组成，各分系统均是微电子参数完整溯源链的重要组成部分，通过定值、比对、校准等多种方式，将国家测量标准所复现的微电子数字参数量值传递到集成电路测试系统。

相关成果解决了数字集成电路参数量值溯源难题，能够满足数字集成测试系统在线、实际工况条件、系统性综合计量、快速、便捷操作等计量测试需求，可广泛应用到集成电路封测产业现场。



集成电路测试系统总定时精度校准装置

## 案例 8

# 气相过氧化氢检测仪国产化 及校准技术研究

浙江省计量科学研究院

目前，浙江省计量科学研究院为解决过氧化氢检测仪存在依赖进口及量值溯源的难题，聚焦气相过氧化氢检测、校准方法及装置研制，与企业合作国家重点研发计划-重大科学仪器设备开发专项，在国内率先采用近红外可调谐半导体激光吸收光谱（TDLAS）技术、长光程气体吸收池技术、腔衰荡光谱技术等光谱分析技术对灭菌过程中和灭菌后气相过氧化氢浓度实现全量程检测，研制了气相过氧化氢检测仪，打破了国外垄断。同时，采用中红外 TDLAS 技术研制了气相过氧化氢检测仪校准装置，并获得了发明专利授权。此外，还制定了过氧化氢检测仪地方校准规范。

相关成果填补了国内过氧化氢检测仪量值溯源体系空白，在国内首次完成了过氧化氢检测仪的检测校准，先后服务了浙江、江苏、山东等国内 20 余家制药企业及药检机构，有效保障了我国防疫、药品、食品安全。



过氧化氢检测仪校准装置

## 案例 9

# 广泛征集，精准对接 ——产业计量技术创新挑战赛

上海市市场监督管理局、上海牵翼网络科技有限公司

上海市市场监督管理局、上海牵翼网络科技有限公司瞄准长三角区域企业遇到的“测不了、测不全、测不准、测不快”等产业发展计量测试共性、卡脖子等问题，针对企业在产业研发、设计、研制、试验、生产、使用、维保等各个环节中遇到的测试参数、方法、设备、标准等合作需求，在今年“5·20世界计量日”中国主场活动中发布首批需求，在产业计量云（长三角）平台挑战赛官网（www.cyjlyun.cn）及各类平台、媒体、网络等渠道进行“挂榜”发布。活动过程中，承办单位组织行业专家剖析企业服务需求，举办不少于10场的线上线下系列活动，推动企业和机构交流研讨，实现精准对接，促进双方合作。在9月全国“质量月”期间，举办挑战赛现场活动，采用现场需求解决方案论证对接形式，揭榜比拼，实现供需高效、精准匹配。

挑战赛对推动产业计量科技成果加快转移转化，增进区域间服务联动，加强跨区域产业计量资源共享，促进区域一体化管理和协同创新发展，更好地支撑长三角区域产业基础高级化、产业链现代化具有积极意义。



挑战赛 PC 端专栏

## 案例 10

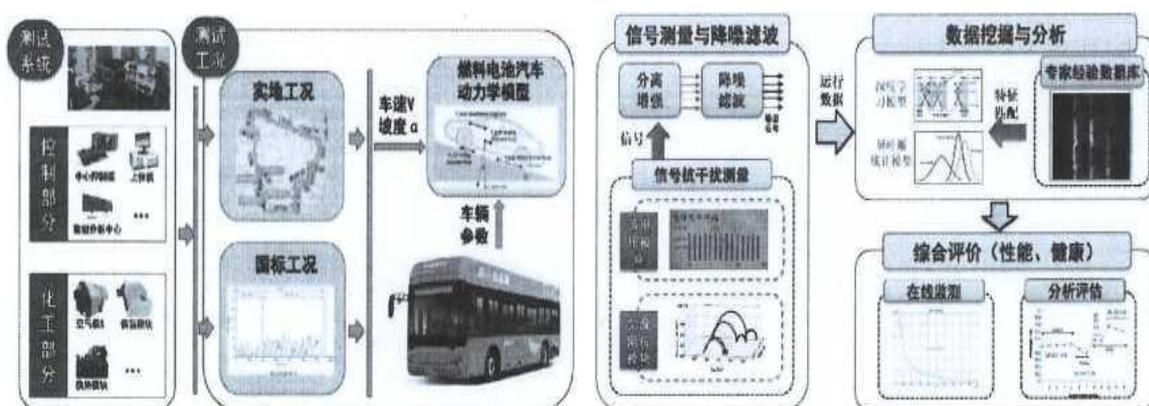
# 国产化高精度氢能计量测试装备研制

中国汽车工程研究院股份有限公司

目前，国内氢能产品存在计量测试标准及方法缺乏全面性、针对性及系统性，仍存在“测不全、测不准、测不快”以及检测仪器国产化率低，持续创新能力缺乏等问题。

中国汽车工程研究院股份有限公司重点针对国内燃料电池汽车产业发展对测试平台的实际需求，通过对车用燃料电池发动机运行工况评估与测试需求分析、测试系统总体设计及核心功能模块开发、控制系统及控制软件开发、车用燃料电池发动机测试台架的集成与应用开展研究，开发了一套适用于百千瓦功率等级的车用燃料电池发动机测试台架。台架的零部件国产化率超过 90%，控制软件具备全部知识产权。

相关成果可为企业提供精准的计量测试服务，在降低研发燃料电池发动机成本的同时不断提升其性能，对推动燃料电池商业化进程具有重要意义。



燃料电池发动机计量测试方法及测试装备开发整体思路

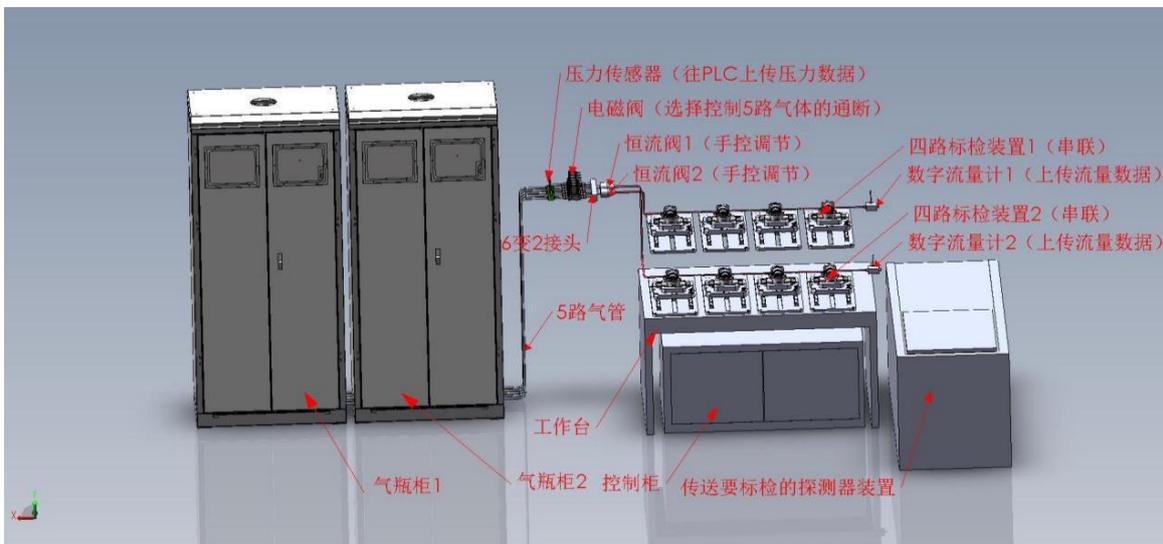
## 建立和完善国内气体传感器产业 计量测试服务体系

河南省计量科学研究院

气体传感器在产业转型升级中涉及到广泛的计量测试技术，但由于缺乏专门的技术支撑机构，企业在研发和生产突破方面心有余而力不足。

河南省计量科学研究院围绕企业在生产气体报警器过程中遇到的“测不了”的计量测试难题，开展了燃料电池发动机测试技术科研攻关。针对燃料电池发动机测试项目中的复杂工况、动态量及多参数耦合等技术难题，建立了有实效的测试工况及数据分析模块；针对燃料电池发动机企业“测不快、测不准”的痛点难点，将燃料电池发动机加速耐久测试方法及健康诊断测试功能集成于测试装备软件中，解决了企业计量测试难题，推动了产品质量迭代提升。

相关成果可为企业新研发的气体报警器产品进行全方位服务跟踪及提供新产品检验测试，大大缩短了新产品型式批准的时间，加快了产品升级换代的进度，推动了气体传感器产品的质量提升。



标定系统整体结构图

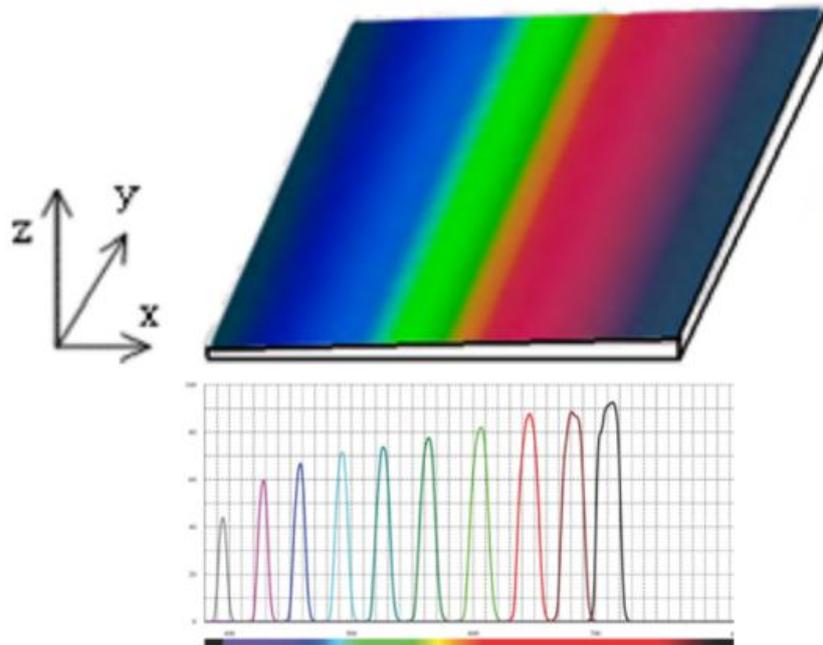
## 案例 12

# 高精度面阵色度学参数测量仪 研发与应用

武汉精测电子集团股份有限公司

目前，显示产品的精确测量技术与仪器绝大部分被国外公司所掌控，制约了我国在相关产业的高质量发展。武汉精测电子集团股份有限公司针对显示面板高精度色度亮度指标的检测需求，突破了多通道光谱成像一致性校准、基于视觉的高精度颜色标定和分析、基于 AI 的多通道光谱融合以及多通道序列图像检测等关键技术，开发了基于多光谱成像检测技术的高精度面阵色度学参数测量仪。

研制的高精度面阵色度学参数测量仪解决了显示产品检测精度不高、速度不快的问题，从根本上打破了国外公司在该领域的技术垄断，形成了我国具有完全自主知识产权的平板显示检测高端产品。



线性可变滤光片 LVF 原理及透过率曲线

## 案例 13

# 打造国家智慧计量检定技术机构

国家管网集团西气东输公司南京计量研究中心

国家管网集团西气东输公司南京计量研究中心围绕推进智慧创新、数字计量，聚焦智慧管网、智能检定、远程检定、数据分析与应用，将计量检定技术与流体力学、热力学、自动化、仪表、机械制造、通讯、大数据、人工智能等多学科融合，依托信息化手段，改革计量管理模式，积极探索智能化、数字孪生、物联网、大数据及区块链等数字化计划的应用，深入开展智慧计量检定技术机构建设工作，打造了智能管理平台、智能检定系统、数据分析中心，实现了智慧服务、智慧检定和智慧评价，建立了一座基于数字孪生体的跨区域智能化检定机构，实现了流量计检定的智能化决策、精准化执行及数字化感知等动态过程，大幅提升了检定效率和检定质量。



远程检定及计量仪表测试评价数据中心

## 案例 14

# 高准确度结算关口电能表研制

威胜集团有限公司

受制于国内制造工艺，承担着重大计量计费任务的关口电能表市场一直被进口关口电能表垄断，限制了我国新型电力系统在关口计量领域的创新发展。

威胜集团有限公司针对上述问题，集合了 0.1S 级计量技术、冲击负荷计量技术、高稳定性计量技术、电能质量检测技术和卫星对时技术，研制了高准确度结算关口电能表。电能表全部采用自有技术，专为电力关口现货交易、新能源上网、非线性负荷等电力关口计量设计，具有高准确度、高稳定性、高可靠性、易扩展、易维护、通讯方式灵活等特点，实现了传统计量无法达到的计量准确度，能够满足发电企业上网、跨区联络线、省网联络线及省内下网等关口计量点以及负荷频繁变化的新能源发电结算计量的需求。相关技术达到国际先进水平，打破了进口关口电能表的技术垄断。



高准确度结算关口电能表

## 案例 15

# 基于区块链的医疗计量器具数据共享中心

安徽省生物医药产业计量测试中心（合肥市计量测试研究院）

医疗计量器具在传统检定模式下，检定人员完成检定工作后，还需编制原始记录、数据计算处理、出具证书报告等，工作量大且容易出错。

合肥市计量测试研究院聚焦上述问题，通过数据网关实现将医疗计量器具检定装置联网、数据采集，实现了检定完成后自动生成原始记录、证书；通过将自动生成的计量数据基于区块链进行存储管理，实现了医疗计量器具检定全过程数据可追溯，不可篡改；通过医疗计量器具数据中心将医疗计量器具在多个监管部门、医疗机构、检定机构、社会公众之间流转，实现了医疗数据作为重要的元素参与社会治理；根据不同的医疗计量器具检定数据，结合检定规程与标准，建立评估模型，实现了对医疗机构对计量器具质量的管理。

相关成果已服务于全市社会公众、各级监管部门、计量所以及医疗机构，探索出了一条计量监管数字化社会治理新模式，打造了监管部门、检定机构、使用单位、消费者共同参与的数字化计量监管新模式。

## 案例 16

# 计量助力自动验光机装备首台（套）提升工程

浙江省台州市路桥区市场监督管理局

针对自动验光头光学系统的稳定性及测量可重复性较差的问题，浙江省台州市路桥区市场监督管理局，在服务企业的调研中得知企业的需求后，组织计量大学、市计量院医电所及有关院所专家多次到公司实地考察，与研发人员讨论互动，建议公司设计制造适合全人类的眼底图像和眼角膜图像信息的采集光路组件，实现屈光度和角膜曲率的参数同步对焦和测量；并大量采集分析不同类型的人眼光斑图像的基础上设计了一种只要眼睛能看到物体就能准确验光的实用的独特的图像分析算法，解决了欧美白种人群则无法验光或偏差较大的问题。采用 ARM 嵌入式技术进行自主底层软件开发，量值溯源至同一计量标准，确保仪器的测量精度和测量速度，最后将整个工艺和设备进行了定型和设计，通过了中试验证，实现了产业化推广应用目标。WZ-1000 自动验光头在完成设计、试制样机、眼科医院病例试用、改进、定型、检测等各项试制工作后，通过了国家食品药品监督管理局杭州医疗器械质量监督检验中心检测并取得检验报告，自动验光仪被认定为台州市装备制造业重点领域首台（套）产品。



路桥区市场监督管理局组建计量专家团队到企业开展技术帮扶

## 数字化综合参数校准平台，助力商发 试验质量提升

中国航发商用航空发动机有限责任公司

传统的型号试验，相关试验设备的现场校准技术存在校准效率低、在线保障能力弱，资源调度难等痛点，逐步成为了制约科研试验准备进度和过程计量保障的技术瓶颈。

中国航发商用航空发动机有限责任公司基于计算机分布式网络结构自主研发了数字化综合参数校准平台。整个平台由 PXI 总线仿真模块和测量模块组成。其中，PXI 总线测试仿真平台是自动测试系统的核心，主要用于控制计算机测控软件，并通过通信接口及测试电缆，控制用户设备执行相应的测试流程。功能模块主要用于接收测控计算机的指令，完成各项仿真及测量功能。

数字化校准平台实现了与各便携式物理量标准、分体式功能模块间的 Wifi 或蓝牙的等无线通信方式的协议对接，保障效率较传统校准技术提升了数十倍，克服了型号试验参数复杂、时效性要求高、复杂工况值守作业难、科研资源损耗大等难题，显著地节约了科研试验准备时间，推进了科研试验进度。



压力远程在线校准逻辑

## 案例 18

# 液压螺栓拉伸器校准装置的研制

内蒙古自治区计量测试研究院

目前，国内液压螺栓拉伸器的校准工作大部分由制造厂家完成，其数据的真实性、准确性、可靠性得不到权威的认证与认可。解决螺栓拉伸器的校准问题，是当前螺栓预紧技术工作发展的重中之重。

内蒙古自治区计量测试研究院围绕螺栓拉伸器校准装置缺乏的问题，研制了“液压螺栓拉伸器校准装置”。校准装置主要通过施加反力的方法，把液压拉伸器与标准测力仪连接，通过高压泵施加输出力值，读取标准测力仪和压力表的读数，建立二者的关系，进而实现液压螺栓拉伸器的校准，切实解决了风电企业液压螺栓拉伸器“测不了、测不全、测不准、测不快”的计量痛点和难点。



液压螺栓拉伸器校准装置

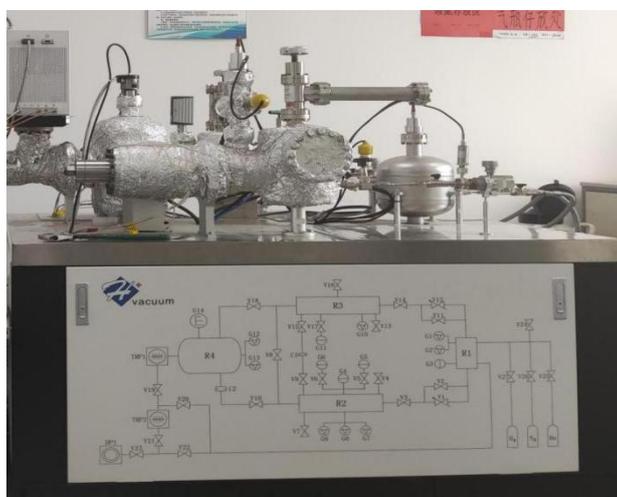
## 案例 19

# 真空绝热容器用吸气剂性能测试与评价

中国航天科技集团有限公司第五研究院五一〇研究所

针对真空绝热容器用吸气剂的测试，已有的测试装置精度低、误差大，导致测试结果的不确定度较大。特别是针对第三类后过渡金属氧化物吸气剂，无法实现吸气性能的准确测试，使得产品的性能无法得到确切保障，制约了行业水平的提高和发展。

中国航天科技集团有限公司五院 510 所针对液氢、液化天然气等低温液体的有效存储存在的难题，开发研制出一套专用的吸附性能测试装置及吸附性能测试和评价方法。测试装置主要包括抽气系统、进样系统和样品测试系统三大部分。其中抽气系统用于样品测试系统的抽气处理，提高测试灵敏度；进样系统是用于给样品测试系统用于提供定量指定品种的待测气体；样品测试系统是整个装置的核心部分，用于出吸气剂样品的吸附性能的测试。同时，在《吸附剂低温低压吸附性能试验方法》的基础上，通过改进样品处理工艺和具体测试条件等，建立了吸气剂性能评价方法，满足了新增系列容器的需求，降低了容器的生产及维修成本，延长了容器的使用寿命，加快了国产吸气剂自主可控的步伐，促进了产业的迅猛发展。



吸气剂专用测试装置

## 案例 20

# 载荷测量仪法助力“治超”新突破

福建省计量科学研究所

随着国家交通“治超”力度、难度的不断加大，一些载重动辄上百吨，以及对桥梁、道路破坏有严重影响的超载车辆，因特殊环境条件以及司机违规驾驶等原因，无法实施称重数据的核验。

福建省计量科学研究所针对南平、福州两地交通执法部门因无法出具执法数据，导致特种装备施工企业施工进度受阻等问题，通过现场仔细勘察，制订称重测试方案，最终应用“载荷测量仪法”先进技术，克服了路面狭窄，物件庞大、水平定位不易等困难，高效地解决了该批超限车辆总重超 400 吨的称重数据核验。同时，执法过程中遇到的总长 50.9 米、总宽 5.28 米、总高 4.8 米的货车因受场地与设备条件限制，无法对其进行过磅称重的问题，结合大件运输车辆的特殊挂车车架结构、脱挂动力源动作控制规律，制订借助脱挂动力源动作控制规律，应用携带至现场的一衡器载荷测量仪及相关仪器装置，通过循序渐进的多次预称重，判断出称重全程的安全指标，最终圆满高效地解决了超限车辆称重数据执法核验难题。

该案例成功解决了长期困扰“治超”领域的全国性技术难题，取得良好成效。该技术目前正逐步推广至全国各地，广泛地应用于综合执法、交通、运输、建设、汽车制造、飞机制造、港口等十余个领域，对产业创新发展有显著的推动作用。



福建省计量院技术团队联合福州交通执法部门  
在治超工作现场

## 先进测量技术促进交通运输行业高质量发展

山东省交通科学研究院

沥青三项指标的测定受试验方法及条件影响较大，随着试验检测仪器功能的逐渐完善以及仪器自动化程度的提高，对计量技术也提出了更高要求，传统的校准方法已无法满足现代化测量的需求。

山东省交通科学研究院为解决影响沥青针入度、软化点和延度三大指标试验检测仪器计量准确性的因素，对沥青试验检测仪器进行数字化改进。针对沥青针入度仪试验过程中人工肉眼定位标准针初始位置、人工手动调整试样位置等影响试验结果准确性的因素，设计了一种智能化针入度仪；针对沥青软化点仪温度传感器动态响应性能不符合要求和升温速率校准数据不准确的问题，设计了沥青软化点仪校准装置；针对沥青延度仪试验过程中恒温槽水温因水循环系统关闭而改变过大和人工肉眼无法准确判定沥青断裂位置的问题，设计了带有内外双循环系统和图像采集功能的新型沥青延度仪。试验检测仪器的数字化改进有效消除了试验过程中外界因素对试验数据的影响，为推进试验设备向数字化、智能化转变提供了实践参考。



沥青自动软化点测定仪

# 流量计在线监控 ——全面掌控状态，持续提升精度

中国石化扬子石油化工有限公司

石化企业使用的流量计运行状态监控系统多为国外进口品牌，存在信息安全难以保证、采购价格昂贵、维护成本高以及兼容性差（只能监控本品牌的同类型仪表）等问题。

中国石化扬子石油化工有限公司聚焦上述问题，利用智能化监测技术开发在线监控系统，实现了计量仪表故障自诊断、形成诊断案例库，系统可对系统采集的数据进行分析，了解事发前、中、后的运行状况，并提供数据化的分析和处理。同时，通过建立流量计状态参量与运行准确度之间的联系，用数字化手段进行现场运行准确度判断，开辟现场校准新途径。在计量管理上，该系统构建了企业级智能计量仪表监控中心，提供丰富的数据接口，能够与实时数据库、移动应用平台等系统接口连接、实现数据共享，对计量仪表进行集中管控，并为将来打造工业元宇宙提供真实、可靠、透明、可溯源的基础数据支撑。



流量计监控总览图

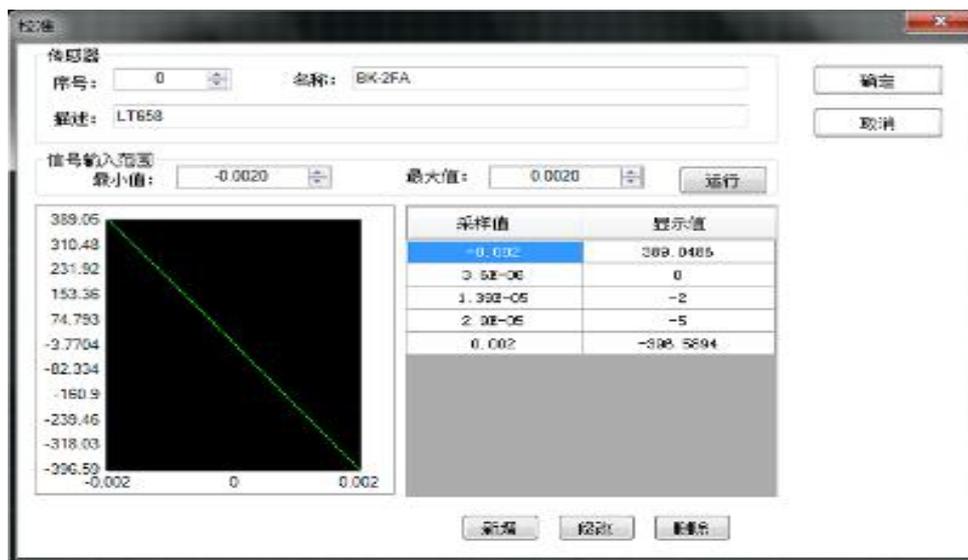
## 案例 23

# 光源安装动态扭矩测试平台标定案例

上海市质量监督检验技术研究院

现有扭矩测试装置的相关标准无法满足实际使用过程中工况条件下的动态标定需求，如何为动态扭矩测试设备制定计量标定方案一直困扰着技术人员。

上海市质量监督检验技术研究院充分借鉴传统动态力校准方法的经验，针对扭矩测试设备的动态监测使用要求，通过伺服电机进行标准扭矩动态加载，使用图形化编程软件 Lab-View、PXI 数据采集平台捕捉系统的实时动态扭矩，进而实现扭矩动态标定的目的。该方法已在扭矩测试平台上实现了在线校准与应用，校准结果表明该方法得出的测试结果高度符合设备实际使用工况，对汽车行业和生物医疗行业中诸如汽车转向系统疲劳试验台架、人造骨骼拉扭疲劳试验系统等设备的计量校准具有较高的参考及推广价值。



标定界面

## 案例 24

# 车辆限界量值溯源创新，促进企业提质增效

中车株洲电力机车有限公司

限界试验的传统试验方法一般需要三到五个工作日，且部分环节需要多人协同配合，效率低下。同时，限界模板的存放也需要占用较大的场地，且存放不当会造成变形而影响后续使用，这些都是传统限界试验的痛点。

中车株洲电力机车有限公司聚焦上述痛点，通过调研行业动态及最新计量测试技术，与某航空工业公司一起进行技术攻关，研发出了全新的限界试验设备—非接触式限界检测装置。该装置主体结构为门型框架，结构内侧四边分布着 12 台高精度相机。相机可通过激光测控技术获取测量范围内结构体的空间位置信息，实时扫描出相机视场内部结构的几何参数，大大提高了限界试验数据的准确性。同时该装置采用一次安装成型，完全消除了传统模板“通用性差”、“安装/调整繁琐”等痛点，极大提高了限界试验的效率。此外，该公司还开发了相应的校准方法，改变了原有溯源链，有效促进了车辆产业创新发展。



车辆限界检查

## 案例 25

# 超薄超硬材料切割砂轮智能检测线建立

国家磨料磨具产业计量测试中心

现有超薄超硬材料切割砂轮检测仍处于人工手段测量，测试精度低、误差较大，不利于产品的稳定性控制。同时，喷码、标签打印、包装环节均采用人工操作，效率低、人工成本较大，在一定程度上限制了产品的产量提升。

国家磨料磨具产业计量测试中心积极联合相关单位，针对影响超薄超硬材料切割砂轮产品遇到的计量测试问题，进行科技攻关，攻克厚度检测、内孔检测、电阻检测、平面度高效在线检测技术，针对超薄超硬材料切割砂轮产品自动喷码、打标、包装进行了定制化设备研制，通过模块化、集成化设计，运用工业互联网技术，将各个检测模块、喷码、打标、包装模块功能进行了集成，成功搭建了国内首条超薄超硬材料切割砂轮智能检测线。该检测线的搭建，显著提升超薄超硬材料切割砂轮检测效率，及检测精度；缩短了产品交付周期，提高了产品占有率，逐步实现封装切割用超薄砂轮国产化进程。



超薄超硬材料切割砂轮智能检测包装线

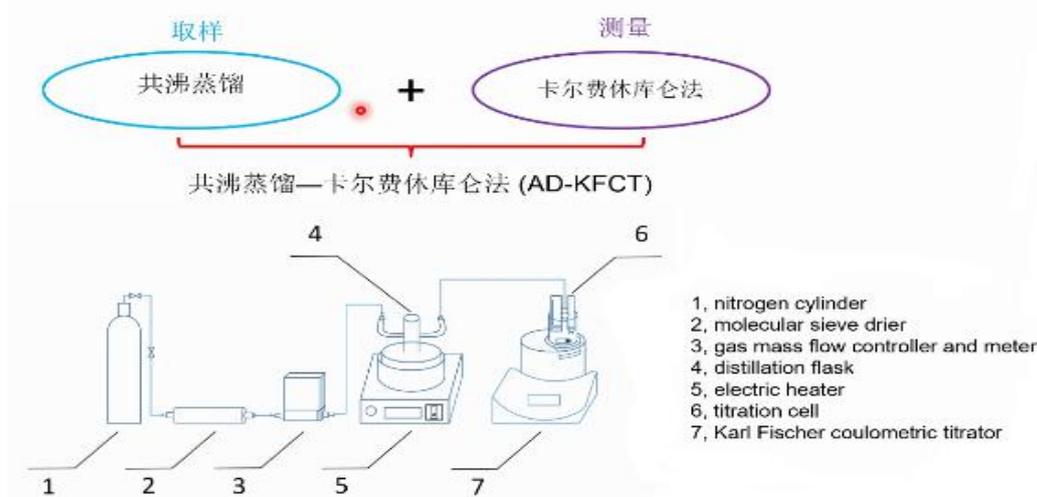
## 案例 26

# 原油水含量在线测定方法的优化创新

中国石油华北油田公司二连分公司

目前，油田企业原油含水检测基本采用人工取样、化实验室蒸馏法进行样品含水检测，测量结果为原油样品的静态含水值。由于测量过程的不连续，测量结果不理想，存在一定的误差。

中国石油华北油田公司二连分公司采用气化进样的卡尔费休库仑法进行原油水含量测定优化创新：即将样品在气化室内加热蒸发，利用洁净干燥的气体（空气、氮气）作为载气，将蒸发释放出的水分子输运到卡尔费休库仑微量水分测定仪进行电解测量，避免了试剂与原油样品的直接接触，克服了原油样品直接进样测量的系统误差和对反应装置的污染。该方法达到了痕量级的测定，具有操作简单、准确度高的优点，解决了企业原油水含量计量中采用间接方法无法克服的油相、水相物化特性变化干扰测量结果的问题，以及蒸馏法无法克服的测量时间长、难于无人化操作，且对操作人员潜在健康伤害的问题。



共沸蒸馏-卡尔费休库仑法

## 案例 27

# 沈鼓集团加工损伤的关键问题分析及解决案例

辽宁省计量科学研究院

沈鼓集团生产的裂解式离心压缩机是石化行业的关键设备。2021年5月，沈鼓集团在生产裂解式离心压缩机的过程中发现数控五坐标加工中心加工叶轮零件时，零件表面出现凹凸不平的加工损伤，经过多次的程序调试及加工原料分析调整均未解决问题。

辽宁省计量科学研究院针对上述问题，组织相关技术人员赶到现场，经过与现场技术人员和操作者的详细沟通后，提出了用社会公用计量标准—检定光学仪器标准器组—双频激光干涉仪对数控五坐标加工中心的A轴、B轴进行定位精度检测的技术方案。检测结果显示，存在B轴的定位精度偏差、反向量偏差及正反两方向启动速度不一致的问题。经对加工中心进行精度补偿、B轴维修后，生产的叶轮零件已完全满足相关技术要求。



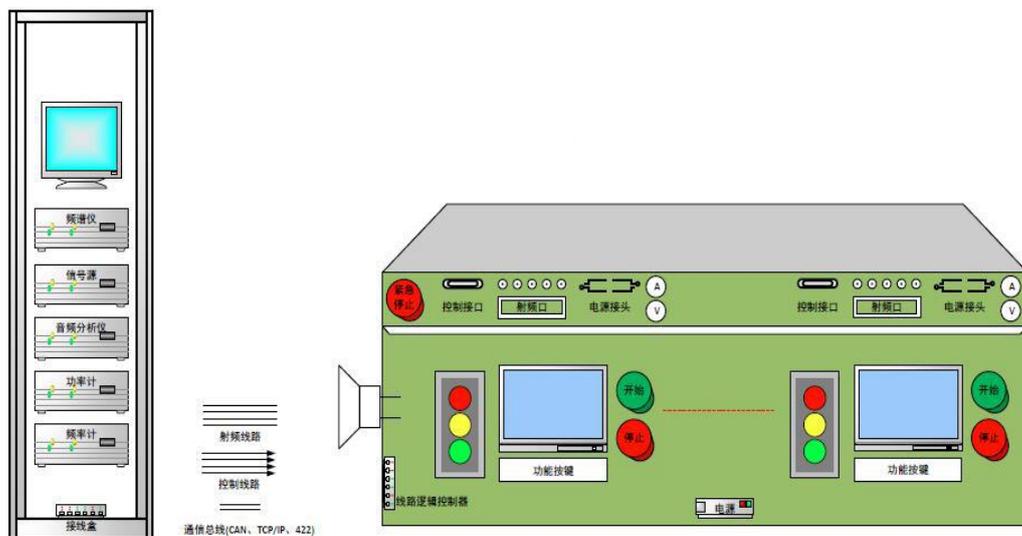
案例实施现场

# 聚焦测试模式转变 —中高频电台自动测试案例

中国电子科技集团公司第三十六研究所计量测试中心

中高频电台研发、生产过程中测试的环节多、流程长，传统的测试手段依赖企业员工手动测试，存在人力成本较高，容易出错等问题。

中国电子科技集团公司第三十六研究所计量测试中心为解决上述问题，在认真分析了中高频电台的国际标准及国内相关规范的基础上，与企业进行了反复沟通，结合企业的特定诉求制定了中高频电台自动测试的研制方案，分别从硬件和软件两方面入手，搭建了一套中高频电台自动测试系统，实现了测试仪器集成化、测试过程自动化、报告生成简单化。该系统帮助企业高效、准确地实现了对中高频电台的自动测试，减少了人工参与及中间测试环节，支撑企业真正达成了降本增收。企业应用后反馈，该系统的应用帮助企业减少了操作人员 80%-86%，测试周期缩短了 75%，测试时间降至了 15 分钟，企业综合效率提升了 80%。



自动测试系统结构图

## “计量仪表在线校准”案例

中国石油化工集团有限公司

石化企业应用的各类流量计、计量罐、压力表等仪表，由于连续生产原因，无法定期下线进行量值溯源。同时，计量仪表拆检过程对安全生产存在难以预估的潜在风险，而且，实验室条件下的离线溯源与工况条件下的使用存在一定计量误差，不能真正反应工况条件下仪器的使用情况。

中国石油化工集团有限公司聚焦上述问题，联合多家兄弟单位开展攻关，实现了对流量计、衡器、计量罐、电能表、石油勘探/钻井计量器具等 18 种常用计量仪表的在线校准。例如，针对流量计类在线校准技术，利用移动式计量撬、标准表、轨道衡、汽车衡及计量罐等器具，进行规范、有效的比对和计算，确定被校准流量计的示值误差，给出合理的不确定度评价。又如，针对压力表的在线校准，设计了一种压力校准装置，测量范围为（0~60）MPa，实现了现场离线或不拆卸压力计量器具的快速连接、快速升压、平稳降压、数据采集及误差计算的全自动操作，进而实现对压力表的现场、在线校准。相关在线校准技术填补了国内在线校准技术空白，达到了计量仪表量值可溯源、操作可在线、方法易推广、作业更安全的现场工作要求，对企业提高量值溯源水平和降本增效具有深远意义。



流量积算仪在线校准



压力表在线校准

流量积算仪、压力表在线校准

## 案例 30

# “云计量鹰眼”管控，助力企业智慧计量转型

中国石化青岛炼化化工有限责任公司

随着国内炼化企业加快推进转型发展的步伐，传统的人工计量模式严重制约着进出厂效率的提高和计量风险管控的提升。加强计量业务的全方位、全过程、立体化管控，开创与企业高效管理相适应的计量管控模式，成为计量管理的重要课题。

中国石化青岛炼化化工有限责任公司积极探索科技创新类计量之路，以“数据+平台+应用”为策略，应用“智能+”与5G网络等信息技术建立云计量管控中心，开展“工业互联网+计量”建设应用，开启“一证式物流、自助式计量、立体化管控、全景式展示、多维度应用”的云计量“鹰眼”管控模式，建立了具有企业特色的平台化数据管控中心，完成了传统计量向创新计量，人工计量向智能计量，分散计量向集中计量的转变，强化了计量业务的立体化管控和计量数据的多维度应用，实现了企业进出厂业务的现场自助“云”计量和远程智慧“云”监管。



青岛炼化公司云计量管控平台界面

## 超大力值传感器试验验证能力研究案例

上海工业自动化仪表研究院有限公司

国内对超大、特别是 60MN 以上的力值传感器研究目前还是空白，用于轧制力测量的超大力值传感器基本依赖进口，应用在关键工艺和重大设施的传感器仍然被国外品牌产品垄断。

上海工业自动化仪表研究院有限公司聚焦超大力值传感器的研究，在金属材料 and 热处理工艺、结构设计、弹性体加工、传感元件、贴片工艺、测量方法和封装技术等方面进行了研究。同时，针对 100MN 力标准测力机，在结构、量程扩展等方面开展研究，最终建立了 100MN 超大力值试验能力，实现了检定过程中不需要更换标准传感器，计算机可以根据用户的要求输入需检测量程大小，自动选择需要加载的缸体和使用的标准传感器组，可在一台设备上完成 1MN ~ 100MN 范围内的任意力级的检定。相关成果为促进我国超大力值传感器的自主研发，提升行业的整体水平，打破国外产品的技术垄断，支撑产业的发展具有重要意义。



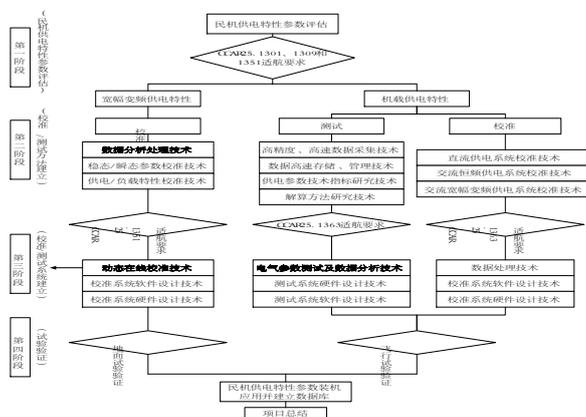
100MN 力标准测力机

# 民机供电特性参数测试及校准技术研究案例

中国商飞计量测试中心

目前，国内尚缺乏飞机供电特性参数的现场校准方法和规范，不能满足产品研制和适航试验、验证的参数量值溯源要求。

中国商飞计量测试中心聚焦上述问题，研究了飞机供电特性参数校准技术，确定了用于民用飞机电网测试系统校准的稳态参数、调制参数、畸变参数、瞬态参数和非正常工作极限参数等信号类型和技术指标，建立了宽幅变频交流供电特性参数校准系统、机载供电系统特性参数测试及校准系统。其中，宽幅变频交流供电特性参数校准系统由航空电源参数测试平台和用于仿真飞机供电系统电气参数值的标准电压、电流校准源及专用信号源（如畸变信号）共同构成。系统通过测试结果与被校参数标准值的分析、比对，给出校准结果，完成宽幅变频交流电源相应技术指标校准的系统。机载供电系统特性参数测试及校准系统能够完成飞行试验中对供电系统进行大规模实时数据的采集、解算与测试系统的现场校准。相关成果保证了飞机地面集成与飞机试验过程电源测试数据的准确性和溯源性，填补了我国在民用飞机供电特性参数测试及校准领域的空白。



总体研究技术路线图

# 扭矩计量助力国家动力产业发展

中国船舶集团公司第七〇四研究所

燃气轮机、柴油机等船舶动力装置试验台轴系转速高，结构紧凑，国内尚无适用产品，而加装国外的扭矩传感器会破坏轴系的动力学特性。如何准确的测量船舶动力装置的输出功率，并溯源到对应的量值标准，成为船舶动力装置试验领域的重要难题，亟待攻克。

本案例为解决某燃气轮机试验台扭矩功率准确测量的难题，聚焦现场扭矩高精度测量、高速旋转状态下的无线供电及信号传输等关键技术，通过已掌握的扭矩传感器设计经验，再消化吸收国外先进旋转式扭矩传感器的结构设计，结合现场安装条件与接口尺寸，并通过理论计算、静力学分析、旋转动力学分析、结构优化等一系列手段，成功设计出适用于该型燃气轮机的高转速旋转式扭矩传感器，能够保证传感器在高速旋转状态下，能实时反映出扭矩的变化。大扭矩传感器成功将船舶动力装置输出扭矩量值溯源到国防扭矩最高标准，大幅提高了现场计量测试的准确性，为船舶动力装置产品升级提供了可靠的计量测试保障。



在 200kNm 扭矩标准装置上的校准试验

## LNG 加气机在线计量检定 及溯源装置的开发

中国石化销售股份有限公司北京石油分公司

目前，北京市运营的 LNG 加气机的后续检定方法有待完善和规范，致使 LNG 加气机计量准确度无法保障，具有潜在计量风险。

中国石化销售股份有限公司北京石油分公司为解决北京地区 LNG 加气机计量检定及溯源装置不完善的问题，自 2015 年起开展 LNG 加气机在线计量检定及溯源装置的开发，并于 2021 年完成项目开发，通过了北京市市场监督管理局计量标准考核及授权，为华北地区首家 LNG 加气机在线检定及溯源装置。溯源装置的原理为利用流体力学连续性，将标准流量仪表和被检流量仪表串联在同一管径的管道上，使流体在相同时间间隔内连续通过标准流量仪表和被检流量仪表，由标准流量仪表给出标准流量值，与被检流量仪表输出的流量值比较，确定被检流量仪表的技术指标。

该装置的成功研发，填补了首都地区 LNG 加气机强检空白，有效解决了 LNG 加气机量值溯源问题，为完善首都 LNG 加气机计量检定体系，确保 LNG 贸易交接的公平准确，消除贸易纠纷隐患具有重要的意义。



在线检定装置现场应用

## 案例 35

# 创新高温腐蚀测厚技术，助力企业高质量发展

中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司检测中心

工业生产有害物质的泄漏是安全生产的重大诱因，其中静设备在高温部位腐蚀减薄，又是泄漏产生的主要原因。

中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司检测中心针对高温腐蚀测厚变送器应用技术，采用超声波干耦合在线实时测厚技术，不同材质、不同厚度、不同温度下声速传播衰减厚度校正补偿技术，实时高温在线腐蚀测量技术及高温腐蚀测厚变送器无线传输技术，开发了可以对高温易腐蚀设备和管线进行厚度监测与变送、高温（500℃）腐蚀监测、具备国内先进水平的高温腐蚀测厚变送器，可实现石油化工企业设备的预知性维修，填补了国内高温在线腐蚀厚度变送器的空白。



案例实施现场

## 案例 36

# 打造智能工厂数字化管控，提升企业效率

浙江正泰仪器仪表有限责任公司

浙江正泰仪器仪表有限责任公司聚焦打造智能电能表、智能燃气表智能化生产工厂，投入 5180 万元实施智能化制造工厂改造，着力提升核心智能制造、计量测试与信息化技术，完成了信息系统与制造自动化系统的深度融合，建立起了从产品研发、物料采购、产品制造、计量测试、质量管控、仓库管理到销售与服务的产品全生命周期信息化体系。智能化工厂具有全面集成、数据互通、人机交互、柔性制造与信息分析的特点，优化了运行模式，改善了业务流程，实现了全工厂精准管控，达到了国内外先进高端智能化制造水平。



智能工厂架构图

# 长输管道油气计量集约化管理

国家管网集团西部管道有限责任公司

管道油气分输计量点多线长，计量人员基数大流动性高，专职计量管理人员变动频繁，管理难以持续发展；计量交接双方需专人定时定点在现场交接，费时费力；计量系统管理间断性巡检，无法保证连续性和追溯性，无法实时发现计量故障。

针对上述问题，国家管网集团西部管道有限责任公司聚焦油气在线计量，进行交接功能开发、建立电子签章模块，在保证签章合法有效的基础上完成交接凭证在线签章，实现原油、成品油、天然气在线油气的交接确认；同时，在油气计量业务中应用互联网信息化、智能设备自动诊断功能等技术，建立了流量远程诊断系统，实现了异常情况及时报警，并通过定期诊断进行预防性维护，实现设备的准确可靠运行。



在线计量数据流向图

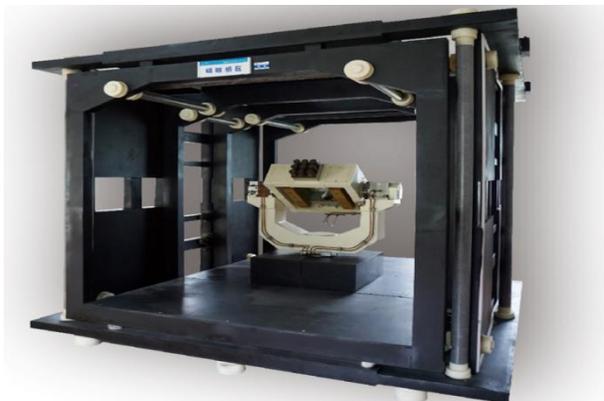
## 深耕磁罗盘校准技术，推动磁罗盘产业发展

中国船舶集团有限公司第七一〇研究所

2018 年以前，我国高精度数字磁罗盘主要依赖进口，产品性能指标以生产厂家提供的说明书为准，国内没有较好的计量测试手段。

中国船舶集团有限公司第七一〇研究所为解决数字磁罗盘长期依赖进口、缺乏有效计量手段的问题，开展了数字磁罗盘及其校准装置的研制。根据不同行业用户的应用需求以及现场校准条件，研发了多种磁罗盘现场校准技术，包括：磁场空间多点校准技术、磁场空间旋转校准技术、平面多点校准技术以及平面圆周校准技术等，可适用于数字磁罗盘不同的应用场景，可对用户设备上广泛存在的硬磁干扰、软磁干扰以及安装误差进行现场快速校准，保证了数字磁罗盘检测数据的准确性和可靠性。

自主研发的系列高精度数字磁罗盘产品一举打破了国外磁罗盘在国内单兵装备领域应用的垄断地位，达到了国际领先水平。已广泛应用于国内单兵装备、飞机、舰艇、UUV 等平台导航、石油、煤矿等资源勘探、海洋探测等领域，为相关产品的性能提升和全面国产化奠定了基础。



磁罗盘校准装置

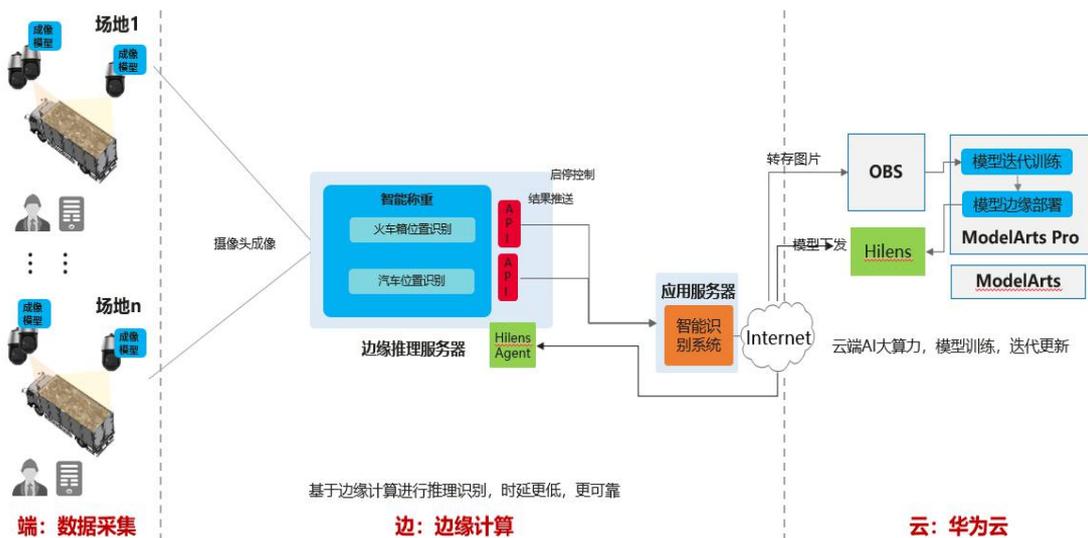
## 案例 39

# “云、边、端” AI 智慧计量解决方案

柳州钢铁股份有限公司

随着柳钢多基地物资转运模式的增加、行业转型的不断推进，计量的要求与需求越来越大，而计量工作又面临着管理、人力资源、效率三方面的巨大压力，传统以司磅员现场作业的计量模式不仅耗费人力，而且存在人为操作风险，不再适应柳钢集团的高速发展。

柳州钢铁股份有限公司聚焦上述问题，采用华为云计算，结合 5G 网络、边缘计算，在现场终端搭建了一个智慧计量 AI 机器视觉平台，在钢厂物资计量场景如动态轨道衡计量、钢卷计量、集装箱转运计量、铁水计量、汽车衡计量等开展了应用，实现了无人值守、自动计量，达到了降本增效的目的。



“云、边、端”一体化系统体系

## 数智赋能促发展 —燃气表智能检测无人实验室案例

广州能源检测研究院

目前，大部分法定计量检定机构均采用人工操作或半自动方式检定燃气表，容易出现效率低、出错率高、人工成本高等问题。

广州能源检测研究院聚焦上述问题，采用工业机器人配套视觉、智能物流、传感、实时监控检测、互联网+及大数据等技术，自主研发了国内第一座民生计量燃气表智能检测无人实验室。该实验室具有智能无人检定、自动化程度高、准确度高和范围度宽等优点，有利于燃气表检测工作提质增效、节能降耗低碳、推动 NB-IoT 智能燃气表产业发展进程的不断推进。



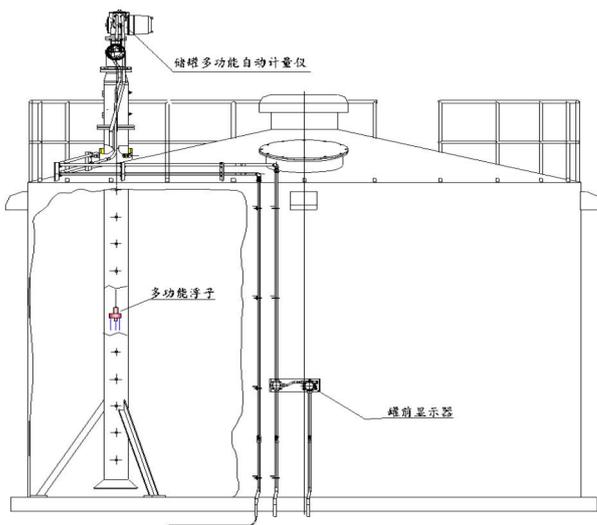
待检、完检燃气表交互过程

# 自动计量实现储罐油品计量精准及生产可视化管理

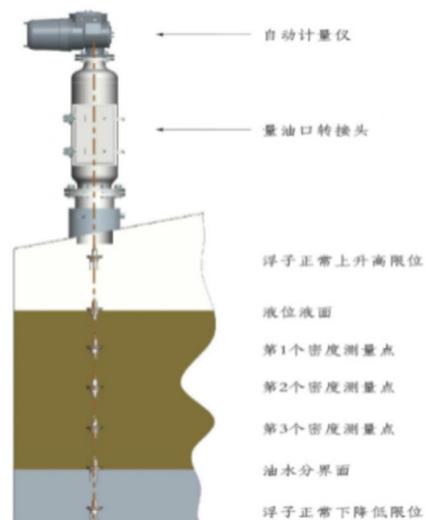
中石化镇海炼化分公司

目前，国内储罐的自动计量方式解决不了油品密度和油水界面准确测量的问题，在油品实际计量时，仍需要人工爬罐完成水高测量、密度取样化验等工作。

中石化镇海炼化分公司聚焦上述问题，通过对油罐增设自动计量设施，该设施结构主要由伺服液位计和多功能浮子组成。伺服液位计主要用于测量液位，多功能浮子主要用于测量温度、密度和水位，并完成储罐油品体积、油品质量的计算，实现了液位、温度、密度、水位、体积及质量等计量过程的动态自动化操作，降低了油品损耗和人工成本，一年节省 200 万元，可满足目前环保、大数据管理需要，可最大限度地防范企业计量、安全和职业健康风险，实现企业经济及社会效益最大化。



安装示意图



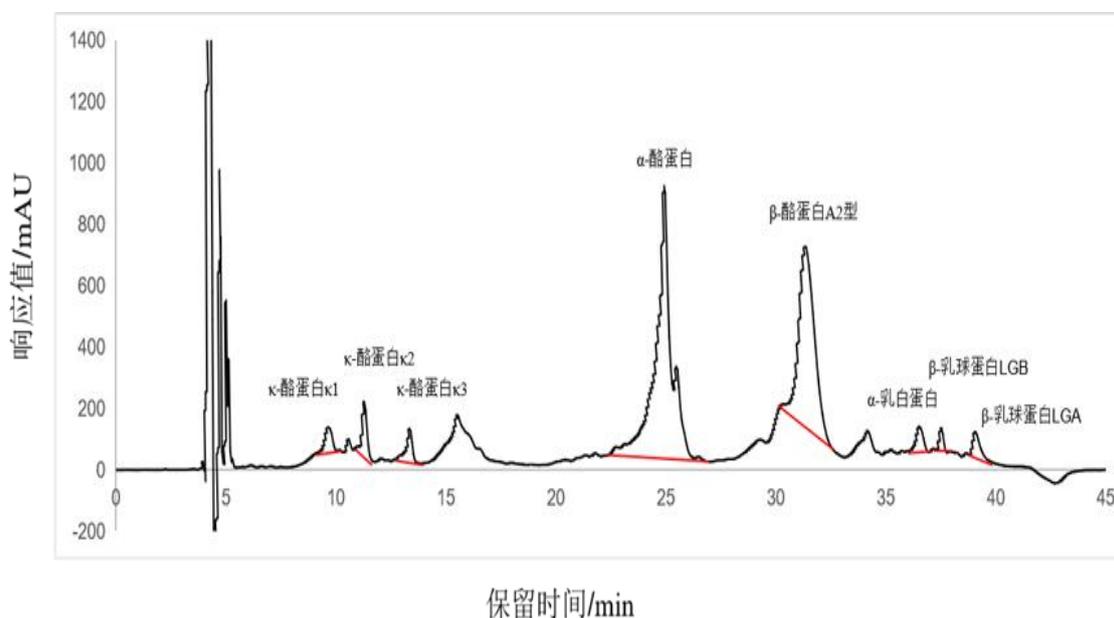
测量示意图

## 案例 42

# 乳制品中功能蛋白检测方法的建立

国家乳制品产业计量测试中心

国家乳制品产业计量测试中心针对乳制品新产品研发及产品质量改善中蛋白活性成分的检测需求，建立了一种超高温 (ultra high temperature UHT) 灭菌乳中  $\alpha$ -酪蛋白、 $\beta$ -酪蛋白、 $\kappa$ -酪蛋白、 $\alpha$ -乳白蛋白、 $\beta$ -乳球蛋白的液相色谱检测方法。该方法采用含双三(羟甲基)氨基甲烷、盐酸胍、柠檬酸钠、二硫苏糖醇等的缓冲液及试剂使蛋白溶解变性，运用液相色谱仪紫外检测器进行检测、外标法定量，可以有效监测 UHT 乳中蛋白含量，为乳制品企业后续工艺改善、生产过程控制提供参考。



A2  $\beta$ -酪蛋白牛乳蛋白液相色谱图

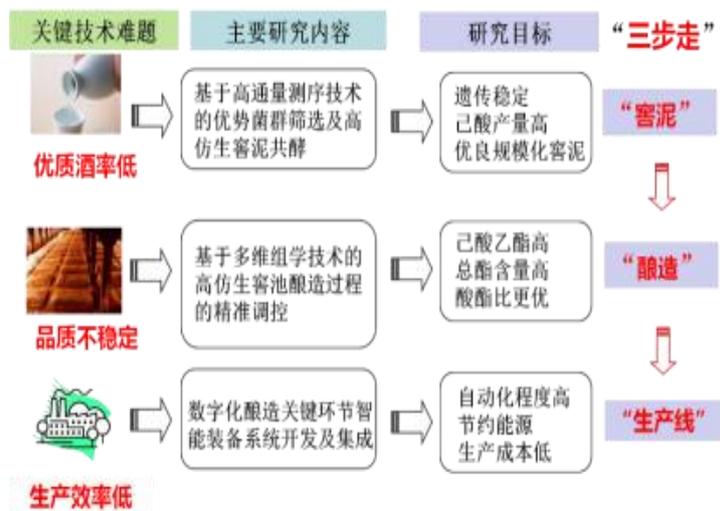
## 案例 43

# 以工艺量值计量测试为基础，实现传统产业升级

泸州市市场检验检测中心、泸州老窖股份有限公司

国内白酒产业属于劳动密集型产业，酿造过程多采用人工操作和半机械化操作，工人劳动强度较大，仅在白酒酿造过程的出入窖、摊晾、拌料等离散环节上实现了机械化，缺少贯穿酿造全流程的标准化、自动化生产，导致生产效率低下。

针对以上问题，泸州市市场检验检测中心、泸州老窖股份有限公司首次解析了 400 余年国宝老窖泥微生物菌群结构，首次发明了基于三维非稳态温度场分布模型的立体可移动高仿生发酵设备，首次发明了以工艺量值为基础的数字化浓香型白酒酿造关键环节的成套智能装备、检测与控制系统。并通过量化、优化和固化的计量手段，实现传统固态酿造工艺模糊的工艺量值清晰化、清晰化的工艺量值标准化、标准化的工艺量值可复制，可复制的量值智能化和自动化，推动了浓香型白酒的清洁化绿色、数字化精准生产。



项目技术路线图

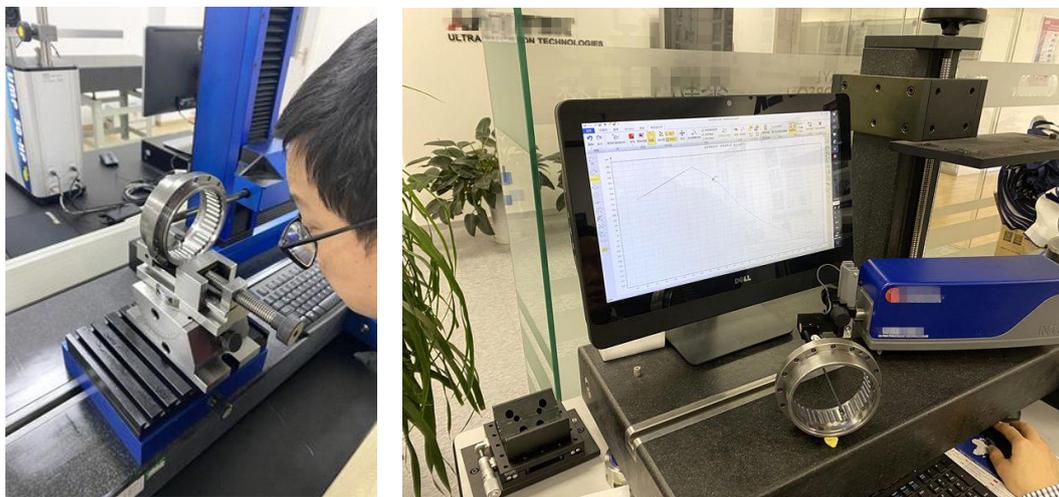
## 案例 44

# “嵌入式”服务攻坚“卡脖子”问题

江苏省计量科学研究院

南传智能从 2016 年开始了 RV 减速机的研发和量产，目前已形成了 1.5 万台的量产规模。但是，在研发的过程中依然存在大量的测试难题，急需有能力的技术机构帮助解决测试难题。

国家精密机械加工装备产业计量测试中心针对南传智能在减速器产品研发的需求，创新性地为企业提供“嵌入式”计量测试服务。在该服务模式下，产业中心技术人员多次赴上海、苏州、北京等技术机构寻找测量技术和测量方案，并携带大量工件现场进行测量比对，花费两个月时间最终成功找到了解决方案。在此基础上，编制了详尽的技术分析报告，告诉企业用什么方法可以实现测量，哪种方法更为合适，并给出了有数据支撑的分析结构，形成了一套完整的测量技术方案，有效地解决了这一行业难题。



在各种不同的技术机构对针齿壳测量方法进行比对研究

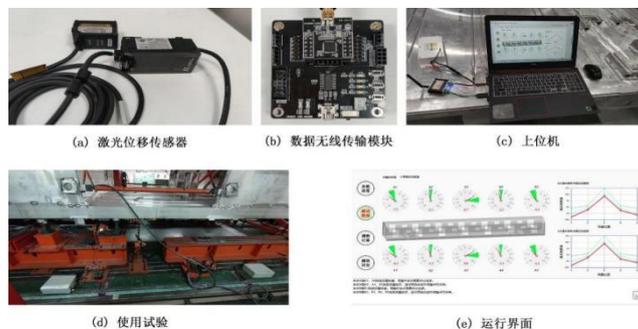
# 广东省轨道交通车辆产业计量测试中心案例

广东省江门市质量计量监督检测所

中车公司面向轨道交通车辆的挠度测量方法主要有百分表测量法和连通管测量法，两种测量方法自动化程度都比较低，测量效率低下，且均难以实现动态、在位、实时监测。

广东省江门市质量计量监督检测所针对轨道交通车辆车体挠度测量效率低下、测量时间长、自动化程度低的技术难题，开展技术科研攻关，不断进行微创新、再创新。根据轨道交通产业标准和实际测量需求，提出了十点挠度测量点布置法，并基于激光位移传感的车体挠度多点快速测量技术，研发了轨道交通车辆装配车体挠度测量数据处理平台和挠度快速测量系统。通过多激光位移传感器测量不同测量点的基准面与车体表面之间的距离，实现了车体挠度多点非接触动态在位测量。通过数据通讯模块将挠度动态测量数据及时发送至上机位终端处理系统，实现了上位机系统与传感器模块间控制命令与数据的传输以及挠度测量数据的存储。

相关成果满足了生产现场车体挠度实时动态、在位、快速准确的测量要求，助力轨道交通车辆产业向互联化、智能化方向升级发展，推动产业提质增效。



基于移动互联网激光位移传感的装配车体挠度测量装置图

# 中俄东线数字化远程计量案例

国家管网集团北方管道有限责任公司

长输管道有着线长点多的特点，依靠人为巡检维护设备，将付出极大的成本。国家管网集团北方管道有限责任公司聚焦数字化远程计量，基于先进计算机技术、网络技术以及大数据分析技术，开发了计量远程管理系统和计量远程诊断系统。计量远程管理既可读入计量数据、诊断数据、工艺数据等实时参数，也可读入视频，图像等非结构化数据，实现组分对比、中俄计量参数对比、计量参数核查等。计量远程诊断系统可完成计量关键数据的实时采集，在线监测超声波流量计、质量流量计、流量计算机、变送器、色谱分析仪等关键设备的运行状况，完成对整个计量系统的远程监控、故障诊断、设备维护等工作，提高贸易交接计量的准确度，实现计量设备的全生命周期管理。数字化远程计量案例开创了新型“互联网+计量”管理模式，极具推广价值。



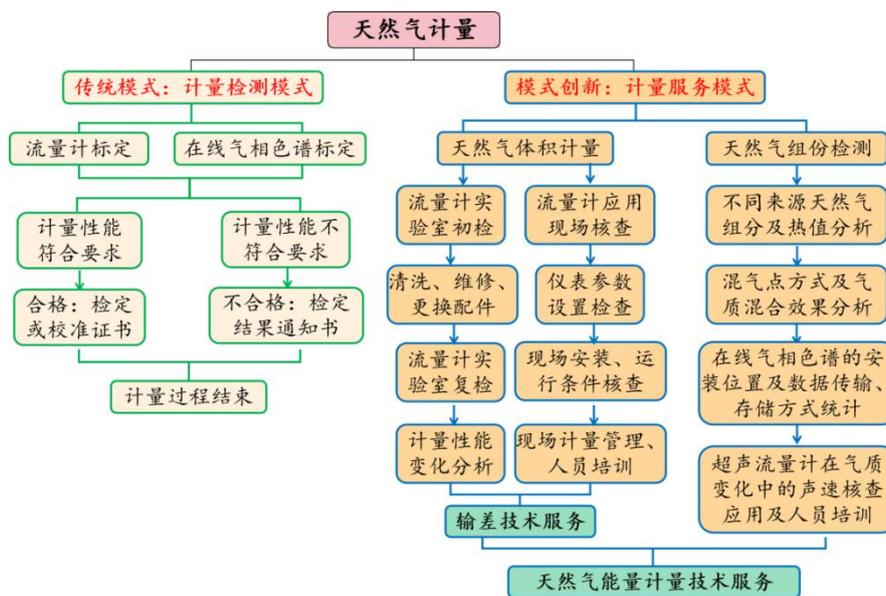
远程诊断系统概图

# 以输差及能量计量技术服务 助力企业节能降耗

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

如何降低天然气输差，是决定天然气经营单位输气成本的重要指标，过去粗放的体积计量方式已不能适应我国天然气高质量发展的内在需求。

新疆计量院从企业实际计量问题出发，创新计量服务模式，组建了技术服务团队，从城市燃气供给-输送-销售各个环节入手，开展计量精准施“测”服务，提供全方位、全产业链提供计量技术支持，形成了一整套有效的输差技术服务方案，提供了覆盖设计、选型、使用、维护、现场核查等全过程、全方位、全产业链的一整套输差技术服务方案，大幅度降低了企业低输差比例，达到了节能降耗、提质增效的目的。同时，该院积极响应国家建立天然气能量计量计价体系的号召，紧跟天然气计量计价方式行业变革的时代步伐，打造国产化能量计量解决方案，推动计量转型升级。



本案例技术服务内容与传统计量相比的模式创新

## 立式金属罐检测用履带式爬壁机器人性能测试方法研究

国家海洋油气资源开发装备产业计量测试中心

立式金属罐检测用履带式爬壁机器人用于立式金属石油罐的精密测量，必须要保证其性能可靠，为此需要对对其进行性能评价分析。

国家海洋油气资源开发装备产业计量测试中心(以下简称中心)接到该委托后，依托三维空间高精度的测量能力，组织力量研究立式金属罐检测用履带式爬壁机器人性能测试的技术方案，即使用激光跟踪仪等计量设备，定制了跟踪靶球夹具，使得靶球随着立式金属罐检测用履带式爬壁机器人沿油罐表面爬行。通过激光跟踪仪对靶球进行定位，并进行数据拟合分析，实现对爬壁机器人相关性能指标的评价。通过对立式金属罐检测用履带式爬壁机器人系统在5kg负载下和30m高度范围内位移测量系统的罐体测量能力及爬行速度进行测试，结果表明，机器人位移测量系统定位误差 $\leq 1\text{mm}$ ，在负载5kg重物时机器人能在垂直罐壁上自由水平、竖直爬行、转向，爬行位移满足(0~30)m高度要求，爬行速度为0.28m/s。相关成果极大地提高了履带式爬壁机器人的检定效率和准确度。



爬壁机器人油罐罐体测试

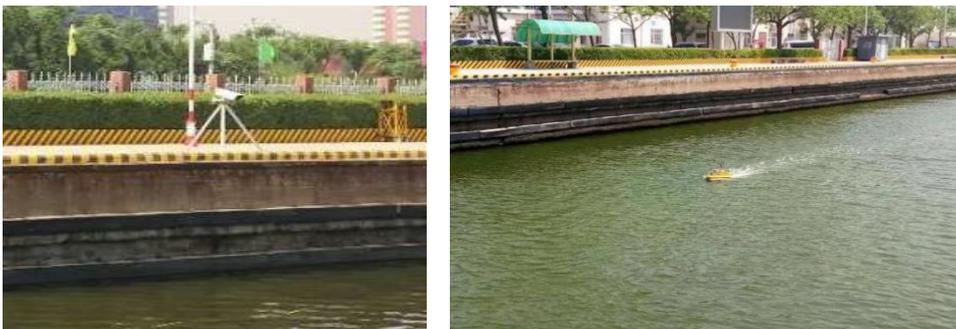
## 创新 ADCP 校准技术，推进国产化进程

交通运输部天津水运工程科学研究所

目前，声学多普勒流速剖面仪（ADCP）的计量测试存在计量标准缺失，关键量值无处送检、无法溯源等一系列问题，导致国内企业研发的 ADCP 测量精度低、数据稳定性差、使用寿命短。

交通运输部天津水运工程科学研究所针对上述问题，为加快该设备优化升级步伐、把好质量关卡，研制了 ADCP 计量标准。该方法的具体做法为：在室外入海口处可开启/关闭的船闸航道中，通过全站仪放样 1 条与水池长边平行且通过水池短边中点的 150m 虚拟直线作为航迹线，并将航迹线划分为加速段（25m）、测量段（100m）及减速段（25m）。采用两台高速运动摄像机分别作为流速测量段起始点和结束点的时间计量标准器，采用全站仪作为流速测量段的距离计量标准器，无人船带动 ADCP 进入测量段即刻触发虚拟预警线启动计时，离开测量段时即刻触发虚拟预警线结束计时，计算测量段平均流速作为标准值，与 ADCP 流速示值比对，实现流速校准；通过采用实时差分动态定位技术测绘无人船的运动航迹，推算航向方位角和偏航误差，设计  $0.1^\circ$  分辨率的全向（ $360^\circ$ ）可调节安装装盘匹配不同型号被检 ADCP，进而实现 ADCP 流向校准。

相关成果极大地提高了 ADCP 关键研发过程质量评价的科学性与规范性，对推动 ADCP 国产化进程具有重要意义。



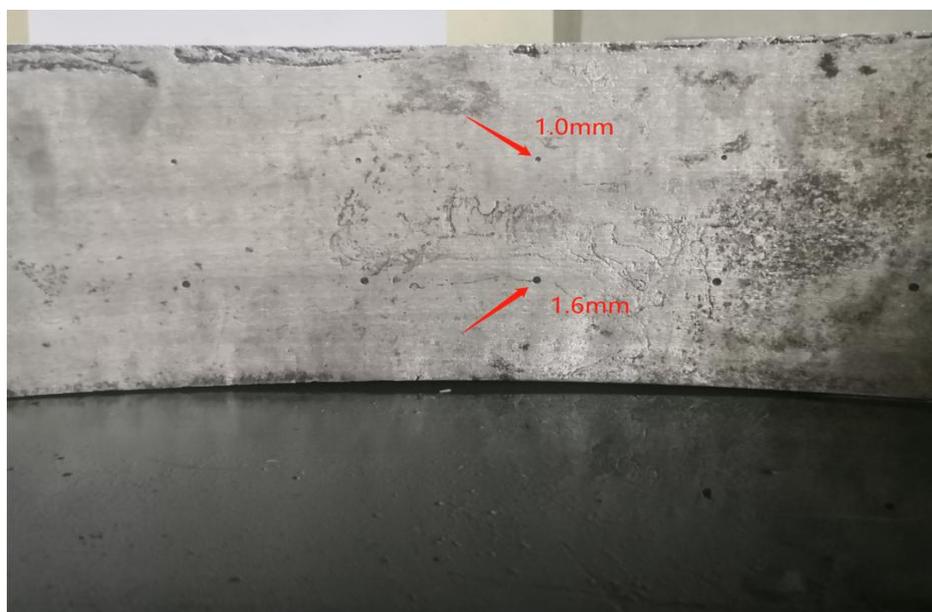
ADCP 校准过程

## 车轮轮对质检样板小微盲孔底面平面度 测量装置及方法

马鞍山钢铁股份有限公司

高铁车轮生产过程中，质量检验是最重要的环节。在对质量检验用探伤设备的校准过程中，对于常规几何尺寸计量，均可用相应的装置和方法实现溯源。但对于小孔径、深径比过大底面平面度的测量，缺少合适的装置及方法。

马鞍山钢铁股份有限公司针对检验高铁车轮质量的探伤设备在校准时遇到的标准样块小孔径、深径比过大底面平面度的测量难题，利用量针和定位滑块组合测量盲孔底平面不同位置的深度，根据平面度评定方法处理计算内部平面度，精准地测量出了较大深径比的微小平底盲孔的底面平面度，提升了车轮产品质量，成为了马钢计量突破案例。



平底盲孔