



博昇科技
Phaserise Technology



ST100 电磁超声双波 螺栓应力仪

※产品符合国家标准《GB/T 43232-2023紧固件轴向应力超声测量方法》

关于我们

苏州博昇科技有限公司

苏州博昇科技有限公司 (www.phaserise.com) 是行业内领先的高功率超声无损检测设备制造商。公司秉承“无损检测让生活更美好”的愿景,始终坚持“创新满足市场,质量传递价值”的理念,为客户提供专业的电磁超声波(EMAT)、空气耦合声波(ACUT)和共振超声波(RUS)检测设备及技术解决方案。

即检科技(武汉)有限公司

即检科技(武汉)有限公司 (www.goinspec.com) 由苏州博昇科技投资控股成立,专注于为电力(风电、水电、火电和核电)、钢铁、特种设备、工程机械、石油化工、船舶、铁路和桥梁等行业客户提供专业的在役螺栓应力、状态、完整性检测技术和数字化巡检管理方案。

公司以促进和实现基于先进检测技术的高强螺栓数字化巡检为使命,专注于为客户提供螺栓预紧力、状态、完整性的测试产品(服务)和相关云数据服务。



2013年

苏州博昇科技从2013年创立以来,就致力于大功率超声检测设备系统的研究,较早意识到电磁超声系统产生纵波的价值和实际应用可行性。

2019年

2019年,苏州博昇科技推出全球首款纯电磁超声便携式双波螺栓应力仪,使双波法测量螺栓预紧力技术真正走向市场。

2018年

2018年首次在《无损检测》杂志公开发表电磁超声波方法直接产生纵波的证据并且用于材料弹性模量的检测。同时申请了世界上首个可以商业应用的电磁超声双波换能器专利。

同年,博昇科技研制出首款电磁超声双波商用台式检测设备并投入市场应用。

12年+

技术研发+风电行业技术支持经验

880万+

累计检测螺栓预紧力数量

ST100技术发展重要历程记

2022年

苏州博昇科技电磁超声双波商用螺栓应力仪经历了行业内风电主机厂商大量的流程方法验证和精度检验。

2024年

截至2024年12月，苏州博昇科技生产的电磁超声双波螺栓应力仪ST100已经累计为全球客户测量了超过880万颗在役螺栓的应力状态。

同年，公司陆续获得多项美国、欧洲、印度等地的国际专利授权。

2021年

2021年，苏州博昇科技推动并参与了国标《GB/T43232-2023紧固件轴向应力超声测量方法》的起草工作。

2023年

2023年苏州博昇科技实现了免拉力机的螺栓云数据库标定，正式实现了螺栓受力状态的数字化管理和巡检。

同年控股成立了专注于螺栓预紧力检测技术服务的公司“即检科技（武汉）有限公司”，为客户提供交钥匙式的螺栓预紧力检测技术服务以及数据运维。

2025年~未来

2025年以来，公司在技术突破与国际化布局上稳步前行，成功打通进入欧美及全球市场的重要关卡，为合规出海铺平道路；与此同时，通过新增设备探伤功能，进一步升级产品检测体系，推动公司稳步迈向更广阔的国际舞台。

40+

技术/发明专利授权

40+

服务重点行业客户

➤ ST100螺栓应力仪清单及参数



尺寸重量	外形尺寸：270*170*50mm 终端重量：1.2kg	探头类型	电磁超声双波探头
测试速度	4S~10S/颗	适用范围	直径M8~M72 长度80mm~6000mm
缺陷检测	螺栓轴力检测同时 探测螺栓内部缺陷	测量方法	支持终端单机独立测量 手机/平板等远程操控
测试精度	±1~5%	可操作性	设备为物理按键（可戴手套操作） 检测显示一体机
工作温度	-40~50℃（含采集终端）	被测温度	常规（-40~80℃） 可定制宽温（-200~600℃）
数据存储	支持多终端数据同步与回放	数据统计	终端自带统计分析功能
存储容量	128GB（可扩展512GB）	供电方式	便携可更换锂电池 标配备用电池（单块使用6小时）
通信方式	Wi-Fi、蓝牙、USB等	云数据库	支持螺栓云存储、分析、共享
拍照录像	螺栓记录可添加图片和 视频信息并同步到螺栓云	报告方式	可多端报告生成、浏览、分享
标定功能	支持多种标定模式（标准拉力机标定、 空载标定、受载标定、云数据库标定）	防护等级	IP51

► ST100设备特点



操作便捷性

高集成设计：便携机身 + 单手可操作
工业级交互：物理按键适配戴手套操作，防误触



功能复合性

同步诊断：测试过程中完成螺栓内部缺陷检测
效率提升：预紧力测量与缺陷诊断一体化流程



技术创新性

双波巡检：实现高精度预紧力跟踪，解决温差补偿问题
智能联动：对接螺栓云系统实现数据互通



管理智能化

云端集成：螺栓云系统支持多设备数据汇总与分析
全周期追溯：历史数据可查，支撑寿命预测模型



数据安全性

独立系统架构：单机闭环运行，保障数据可靠不泄露
加密防护：本地数据加密存储



存储灵活性

跨区域适配：满足多区域共用设备的数据存储需求
数据云存储：使用螺栓云存储数据时可同时进行数据分享

► 为什么需要定期测量连接部位的螺栓预紧力

01 工程事故的惨痛教训

在工业生产与设备运行中，因轴力不足导致的螺栓断裂事故频发，引发安全事故，造成了严重的损失与危害。

满足行业要求与安全追溯需求 02

在核电、石油化工、风电等涉及重大安全可靠要求的关键行业，其行业标准对螺栓连接的可靠性有强制性合规要求，定期测量轴力是满足合规性的核心环节。



03 传统控制方法的局限性

传统螺栓预紧力控制方法依靠“间接控制”（依赖扭矩、转角、拉伸力等间接参数），结果存在较大偏差，操作时无预紧力反馈，同时对人工技能依赖较大，无法有效满足对螺栓连接“高精度、高可靠性、高效率”的需求。

全生命周期运维的现实需求 04

随着设备运维从“故障维修”向“预测性维护”转型，实时掌握螺栓预紧力变化成为关键。检测技术的发展既是应对安全风险的必然选择，也是行业技术升级的重要标志。

► 传统巡检方法的局限性

安全

1、人员安全

传统巡检用液压工具（如液压扳手、液压拉伸器）复拧时，人员安全风险不仅来自“工具损坏”，还源于高压系统、操作空间限制及突发载荷等。

2、部件安全

传统复拧本质是通过工具再次施加扭矩/拉力，试图修正预紧力衰减，但这种操作会打破螺栓与被连接件的原始平衡状态，可能引发比预紧力不足更严重的问题。

3、效果不可控

传统巡检采用抽检的方法，看似高效，实则由螺栓失效的随机性和关联性，极易导致故障隐藏，抽检结果无法代表整体状态。

效率

1、设备重量大

常规液压工具超过10kg，长期操作易导致肌肉劳损、关节损伤，重量叠加高空/受限空间，放大安全风险，进一步降低效率。

2、多人操作：人力成本高

传统液压工具的多人配合模式，看似是分工协作，实则存在人力浪费、协同风险等问题，尤其在施工人员技能存在差异的场景中，易导致操作效率下降。

3、巡检速度慢

工具复拧速度慢，安装步骤繁琐，不同规格螺栓需要更换工具操作，耗时占比高，狭窄空间操作受限，安装工具需要大量时间，速度进一步放缓。不同工作面转移工具费时费力。

精度

1、预紧力影响因素多

根据《VDI 2230》对不同预紧工艺的精度定义，扭矩法精度约为 $\pm 17\% \sim 23\%$ 、转角法的精度约为 $\pm 9\% \sim 17\%$ ，核心原因是扭矩-预紧力间接转化，易受多类变量干扰，且复拧难以弥补初始误差。

2、巡检过程多因素干扰

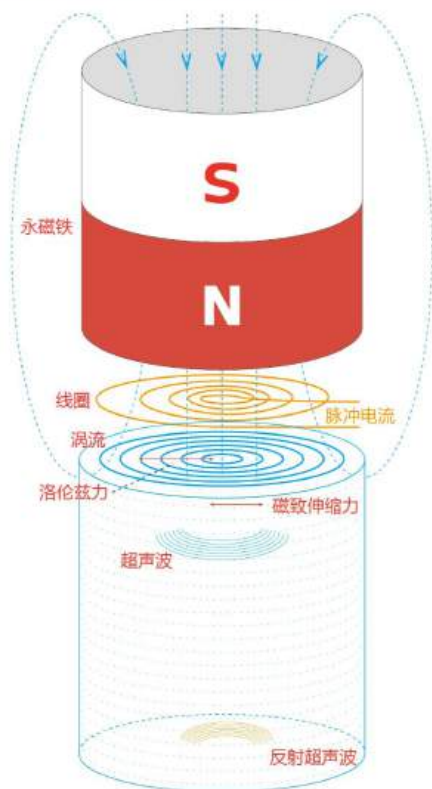
巡检过程中因摩擦系数干扰问题，无法准确判断是预紧力衰减还是摩擦系数变化；螺栓自身因材料蠕变或疲劳损失，也会降低巡检精度。

3、无法数据追溯

传统方法螺栓与工况的关联缺失，操作状态无数据记录，无法判断是工具精度不足还是操作失误，无法实现全生命周期的变化趋势跟踪。

► ST100为螺栓预紧力检测带来全新的解决方案

① 电磁超声技术原理



无需耦合剂，适应复杂环境

无需像压电超声那样依赖水、油等耦合剂填充探头与被测物间隙，能在高温、低温、真空、粉尘等恶劣环境下直接检测，也避免了耦合剂对检测面的污染或腐蚀。

检测对象更广泛

能对表面粗糙、有氧化层/涂层的导体（如锈蚀钢管、高温钢板）直接检测，无需预处理表面；定制设计还可适配非铁磁导体。

耐高温能力更强

压电材料（如压电陶瓷）高温下易失效，而电磁超声探头无压电元件，仅通过线圈和磁场工作，可承受数百摄氏度的高温（如热轧钢在线检测），无需冷却装置。

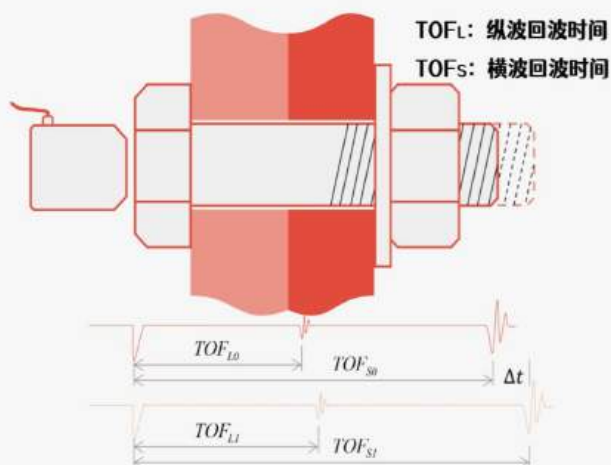
适合高速、动态检测

非接触特性使其能与被测物保持固定距离，可用于高速移动的工件检测（如流水线钢板、钢轨探伤），避免了压电探头因接触摩擦导致的磨损和检测稳定性问题。

② 电磁超声双波应力（轴力）测量方法

电磁超声双波螺栓应力仪以先进的电磁超声传感器技术为基础，可直接对在役螺栓进行原位轴力测量，优于压力垫片、贴应力片等传统测量方式。

利用我司获得专利的双波巡检测量方法，可获得优于 $\pm 1\%$ 的巡检测量精度。



$$R_1 = \text{TOFS}_1 / \text{TOFL}_1$$

$$R_0 = \text{TOFS}_0 / \text{TOFL}_0$$

轴力计算

$$F = (R_1 - R_0) * K$$

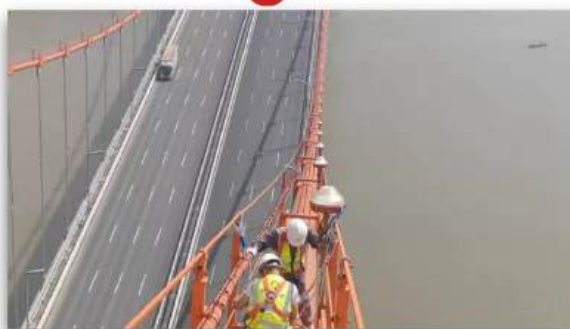
R_0 、 K 值可提前获得，同规格同批次螺栓为常数

► ST100行业应用类型

ST100可以满足不同规格螺栓测试，尺寸范围M8-M72，长度可达6000mm，可定制更大测量范围，常规螺栓检测速度约10S/颗，支持高精度巡检温度补偿；可进行多终端数据同步，包含仪器、云数据库、手机、平板、电脑等一键分享。



叶片 / 主轴螺栓故障处理



桥梁螺栓无损年检



石油管道法兰螺栓测量



定期螺栓预紧力巡检



现场施工质量验收



车间螺栓质量管理及工艺验证

ST100为客户创造价值

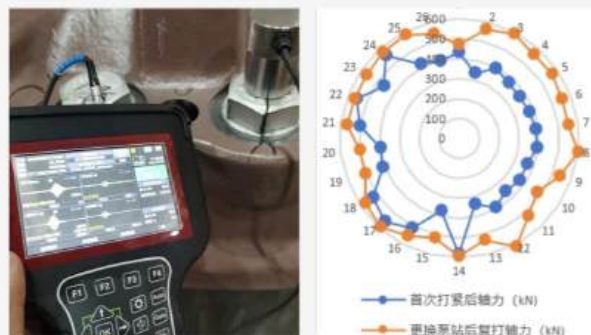
应用1

传统的方式是工程师们通过贴应变片或使用压力垫圈传感器测量螺栓轴力来辅助工艺设计，这种方式准备周期长，并且改变螺栓连接结构，测量时与最终使用时结构不一致。不利于工艺快速优化迭代。使用 ST100，快速、准确、无损测量轴力，可实现批量螺栓的工艺验证。



应用2

齿轮箱厂螺栓紧固完成后进行螺栓预紧力测量，发现M36法兰面螺栓预紧力的平均值远低于设计值。经过排查，发现所用液压泵存在故障，更换液压泵后重新补打，并再次测试螺栓预紧力，此时轴力均达到设计要求。通过生产过程中的螺栓轴力测量，进行过程质量控制，将质量隐患尽早排除。



应用3

石化管道有成千上万的连接法兰，一颗螺栓的失效就可能造成内部流体泄漏。

通过测量螺栓预紧力，实现高效、可靠的巡检，有效避免因螺栓失效导致的泄露风险。



应用4

预紧力测量代替“工具”巡检，减少现场工人的工作量。此处的螺栓规格是M64，以前使用液压扳手巡检，需要3人配合。M64的液压扳手头非常沉重，至少需要两人才能抬起，并经常因两人配合不当导致人员受伤。使用ST100进行预紧力测量，只需要单人操作即可完成。且速度很快，节约巡检时间。



► ST100应用案例

案例1

机组现场吊装完成后，通过仪器测量螺栓轴力，发现其中1颗螺栓忘记紧固。

图中螺栓是10.9级M56螺栓，轴力合格范围是1200~1700kN，左图正常螺栓测量结果约为1400kN；右图显示为-15.5kN，可判断右图螺栓实际未紧固。



案例2

某风场出现了轮毂-变桨轴承螺栓断裂问题。

通过对该风场轮毂-变桨轴承螺栓轴力进行测试，确定轴力不合格的机组并对其螺栓进行维护，避免其它机组出现同类问题。

左图为发现一颗螺栓轴力非常低；

右图为对机组其余螺栓进行巡检维护。



案例3

某风场对风机主轴连接螺栓进行轴力巡检测试，测试发现部分机组螺栓轴力值低，测试波形异常，反应出螺栓受到剪切力影响，现场对异常螺栓进行拆松检查，发现该部分螺栓安装时未按要求涂抹润滑剂，导致法兰面整体轴力偏低，法兰面轻微错孔，现场对螺栓按要求涂抹润滑剂后拧紧，螺栓轴力恢复正常。



案例4

下图为两种机型风机的塔架-机舱连接螺栓。

左图：10.9级M36螺栓，测得螺栓轴力只有288.9kN，螺栓轴力不足，分析原因为安装或维护不到位。

右图：10.9级M36螺栓，测得螺栓轴力为483.1kN，其轴力正常，安装工艺满足要求。



※本手册中的“轴力”、“轴向应力”、“预紧力”均指螺栓紧固后的轴向受力（应力），不作数值计算时，概念等价。

► 荣获多项国内外发明专利及CE认证证书

在技术创新与国际合规领域双重突破，拥有多项国内外发明专利，并且产品通过 CE 认证，为产品品质保驾护航。



► 专于螺栓预紧力测量技术 获得行业认可



CONTACT US

-联系我们-

苏州博昇科技有限公司

无损检测让生活更美好

官 网： www.phaserise.com

E-mail: sales@phaserise.com

电 话： 0512-6502 2999 400-995-2595

地 址： 江苏省苏州市工业园区创苑路188号A栋4楼

即检科技（武汉）有限公司

致力于螺栓状态测量的数字化巡检

官 网： www.goinspec.com

E-mail: sales@goinspec.com

电 话： 027-59267880 13027104989

地 址： 湖北省武汉市软件新城1.1期A3栋



-打开微信扫一扫-