

《大尺寸激光三角测长系统校准规范》编写说明

一 任务来源

根据《市场监管总局办公厅关于印发 2025 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量发 2025〔45〕号）文件计划，受全国几何量长度计量技术委员会委托，由山西省检验检测中心、中国合格评定国家认可中心、太原钢铁（集团）有限公司、河南中原光电测控技术有限公司等单位负责制定《大尺寸激光三角测长系统校准规范》。

二 规范制定的目的

工业物联网与智能制造融合发展背景下，基于传感网络的在线检测系统正深度重构现代工业生产模式。以激光三角法为原理的传感器，凭借其非接触式测量、微米级精度、kHz 级采样频率等技术优势，在连续化生产线的几何参数检测领域获得规模化应用，为工业生产提供精确实时的制造信息反馈。由两支及以上激光三角测距仪组成的大尺寸激光三角测长系统，以其远距离（ $>1000\text{mm}$ ）布置、大量程（ $>100\text{mm}$ ）测量的特点，非常适合生产线对大型工件几何尺寸的动态测量。

相比较实验室良好环境，工业在线型传感器的计量校准更加复杂，需要考虑的准确度影响因素更多，卸下或分离传感器到计量实验室校准的方法与此类传感器的使用场景不符。而生产现场复杂环境，导致此类系统缺少适用标准器、标准器工装和科学溯源技术等，缺乏相应的计量技术规范统一指导，致使这类传感器长期处于难以准确溯源的状态，是产业计量“测不了、测不全、测不准”的在线校准难点和痛点。因此制定本规范对保证产品质量，促进相关产业更好发展具有深远的意义。

三 规范的主要内容及主要技术关键

1、术语

由于激光三角测长传感器系统有独有的一些概念，如最大测量距离、最小测量距离，说明此被校系统有采集不到的位置，提醒规范使用者只需关注量程；如多探测设备、辅助设备、直角坐标靶等，这里提出来可以不需在全文中赘述，提高规范的可读性、简洁性。

术语在本规范还起到一个作用。在线校准中，对工业传感器安装位置、形式

的多样性，较难在规范中列举完全。如辅助设备，包含平板、V型块、夹持装置等，不属于标准器中的配套设备，其型式往往依托在线传感器而有各种可能，是校准中支撑标准器必不可少的辅助，所以列入术语解释，在正文中直接使用，增进了校准方法的理解。

2、环境及操作条件

在线校准不同于实验室的标准环境，因此本规范对此做了一些详细说明，提示使用者在校准中需要注意的事项。

3、计量特性及校准方法

1) 准直性、同轴性

由于激光三角测量的原理，想实现一定距离的大尺寸的精确位移测量，会不可避免地会受到激光光束准直、双激光束对齐等误差的影响，如入射激光不能直射被测物表面，而是与被测物表面形成一个斜角入射，则会在测量模型中引入一个倾斜角，在标定和测量中造成非线性误差，且难以补偿，因此直射式激光的准直与对齐非常重要。如这两项不准确，传感器的线性度也将因量程的增加而降低。

2) 示值误差

在工业现场开展校准工作，标准器方便携带、易于使用以及简单的操作步骤，在保证科学准确地量传情况下，都是应该考虑的问题。

a) 方便携带

量块是针对此被校系统很好的标准器，实际应用中，量块引入的不确定度很小，在100mm量程中，对工业级三角传感器，几乎可忽略其不确定度影响。

因此，在大量程测量中，校对杆的使用也是传感器生产商、用户和计量校准者的必选项。

b) 易于使用

现场复杂工况下，量块、校对杆作为实物量具，对其实际长度的温度补偿也方便。

c) 操作步骤简明科学

依激光三角法原理，基准线附近测量最准确，量程两端误差较大，对单支传感器此项指标往往用线性度来表示，而线性度处理无法现场完成。考虑到对向发射传感器采用差分测量，测量模型一般为数值查表法，对双端传感器来说，输出

电压之和是定值，并且测量中输出具体数值，因此直接用示值误差是合适的。此时由于系统是高速采样，一般会采用滤波（如平均值）的方法输出示值，就不再采用通常校准常用的多次示值平均作为最大误差了，直接用所有数据中单次示值误差中最大值作为此系统该项计量特性值，即合理使用测量设备的情况下，任一测量示值都作为观察样本。

.