

附件 1

兵工民品行业计量技术规范项目建议书

项目名称	药柱自动称重测量一体机校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	中国兵器工业第二〇四研究所		
联系人	郭宇欣	联系电话	13991397293
任务年限	2027 年	申请经费	--
参加单位	中国兵器工业标准化研究所		
目的、意义和必要性	1、目的、意义，解决行业、产业的问题和必要性、迫切性 火炸药不仅是实现武器弹药远程打击、高效毁伤的关键和基础，而且在矿山采掘、地质勘探、油田等民爆行业也被广泛使用，为军民两用产品。 火炸药组分复杂，高能，载荷多元等特点，其贮存安全性能、环境适应性等面临新的挑战，宽环境适应性、长寿命、高安全性已成为新型高能弹药的必备要求。弹药在生产、运输、贮存和使用过程中，由于各种环境应力作用下，火炸药结构会发生变化，如果尺寸变化过大，可能会造成影响贮存安全和使用性能，因此关注火炸药药柱的几何尺寸变化至关重要。 加速老化试验和环境试验是进行火炸药配方产品鉴定必测的试验项目，也是新配方及装药开展寿命评估、失效模式及失效机理研究的重要方法手段。实验室加速老化试验和环境试验这两类试验采用加大模拟环境应力水平（高温、低温或高低温交替变化）的方法，强化环境影响，使产品劣化，在较短的时间内预估火炸药及装药的贮存寿命及评价环境适应性。火炸药的加速老化试验、环境试验过程中均有对其质量和几何量尺寸进行跟踪测试的需求。 火炸药作为一种高能高敏感材料，在加速老化试验和环境试验过程中，自身安全性及稳定性变差，试验风险逐渐增高。尤其是试验后人员直接面对炸药药柱进行称重和测量操作，因尺寸测量操作过程中有多次摩擦和静电积累效应，易引发燃烧爆炸。随着二、三代含能材料的应用推广，新型高能量火炸药产品不断涌现，一旦发生燃烧爆炸，后果非常严重。为消除操作过程中的安全隐患，项目组成员研发了一台火炸药药柱自动称重测量一体机（见图 1），基于升降转盘单元与称量单元、测量单元的完美匹配设计，通过工位的旋转实现了火炸药药柱高度、直径多点位自动测量，不仅提升试验过程的本质安全性，而且检测质量得到大幅提升，工作效率也提升 9 倍。 目前药柱自动称重测量一体机没有专用的检定规程或校准规范，由于火炸药药柱自动称测量装置结构、工作原理均与其他测量行业标准有所差异，也不同于市场中常用的物性测量仪，为了实现火炸药军民两用行业药柱自动称重、几何尺寸自动测量方法统一规范、测量数据可比，亟待建立药柱自动		

称重测量一体机校准规范行业标准进行规范。该校准规范的建立，可以实现火炸药药柱自动称重测量一体机校准方法可依可循，实验室间数据可比，实现检测技术的准确计量。



图 1 火炸药药柱自动称重测量一体机（左：装置主体；右：控制台）

现有的 JJG30-2012《通用卡尺检定规程》、JJG31-2008《千分尺检定规程》、JJG31-2011《高度卡尺检定规程》、JJG1036-2022《电子天平检定规程》等通用规程仅可应用于标准量块的校准和检定,对于既有直线位移又有旋转动作的药柱自动称重测量一体机,上述规范均不适用。

2、先进性和亮点、社会效益和推广应用前景

火炸药药柱自动称重测量一体机是火炸药行业“人机黑”改造中自研的设备,创新性强,技术指标达到国内先进水平。该装置实现了人机隔离,彻底解决了老化及环境试验过程中人员与危险品面对面操作的安全隐患,提升了操作的本质安全性;实现了从称重测量操作、测量原始数据记录、测量数据处理、检测报告生成及打印输出的全流程自动化,完全消除了人员手工测量、数据录入及处理、报告编制等产生的人为误差;基于升降转盘单元与称量单元、测量单元的完美匹配设计,将称量测量时间从人工操作的 30min 缩短至 3min,试验效率提高了 9 倍。

在集团公司评价专家组出具的《204 所 2023 年度“人机隔离、机器换人、黑灯工厂”效果评价意见》对该装置及技术给出“新研制的质量称量和几何测量装置自动化程度高、检测效率高,技术成果具有推广应用价值”。

火炸药药柱自动称重测量一体机已在兵器四院分析所某工房全面投入使用,已用于 D****-1 等 20 余种产品/新配方的自动称量和几何尺寸测量,获得了安全、质量、效率等方面的全面提升。同时扩展了另外 5 种药型尺寸炸药的自动称量测量。该装置的推广使用,已经解决了人员称量测量过程中面对面接触危险品的安全问题,极大限度的降低了事故概率,为炸药产品批次检测等危险工序的人机隔离操作提供新思路,为“0 事故”目标的实现提供支撑。装置的推广使用,有效避免称量测量过程中数据读取、记录、处理及输出时的人为误差,显著提高测试结果准确性、可靠性。装置可广泛应用于航空、航天、兵器及民爆领域,用于新型产品的环境适用性评价中对质量、几何量变化的考核,同时可为火炸药产品的质量检验工序的人机隔离改造提供新思路。

药柱自动称重测量一体机校准规范的建立将为系列测量装置的进一步推广应用及发展起到了保障的作用,对该类型装置的使用、推广起到极大的促进作用,该规范的社会效应和应用前景均很大。

	3、查新结果 在所检索的国内外相关数据库中，国标、国军标和各个行业均未见火炸药药柱自动称重测量一体机校准规范。
产业链应用	1、重点产业链方向 该校准规范紧扣仪器仪表产业链需求，面向高精度、自动化、高效化发展趋势，结合材料特殊性，聚焦药柱称重测量装置一体机一致性、可溯源性，填补专用测量仪器校准方法空白，支撑产业链项目自主可控、质量安全升级。 2、对本行业重点产业链的支撑作用 规范为药柱称重测量提供统一量值溯源与判定依据，保障科研-生产-验收-交付全链条数据精准可比；解决几何尺寸测量“危险测、测不准、测不快”的痛点难题，筑牢装药一致性、产品可靠性、本质安全防线；支撑民用火炸药产业链提质增效、风险防控与自主可控，筑牢国防科技工业质量安全基础。 矿山采掘、地质勘探、油田射孔等民爆行业领域:本装置可以通过跟踪炸药药柱质量和几何尺寸的变化率，预判不同环境下炸药性能变化，保障使用可靠性。火炸药药柱作为主要的民爆材料会在生产、贮存、使用等过程中经历高低、温湿度，震动等复杂环境(露天矿山、山区基建、井下油田射孔、长途运输)，在经历了这些环境变化下，其体积和质量势必会发生改变。验证其在极端环境条件下爆速，猛度，起爆感度,安定性等指标是否仍满足使用要求，避免出现拒爆，通爆不完全，威力不足等失效问题，保障爆破作业顺利实施。
范围和主要计量特性	1、适用范围 本校准规范规定了药柱自动称重测量装置的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果表述和复校时间间隔。 被校准规范适用于新制造、使用中、维修后的药柱自动称重测量装置。 2、主要计量特性的技术指标 2.1 外观和工作正常性 2.2 称重模块测量重复性: 量程 (0~320g): $\pm 1\text{ mg}$ 量程 (0~3Kg): $\pm 1\text{ g}$ 2.3 测量模块直径测量重复性: $\pm 0.05\text{mm}$ 2.4 测量模块高度测量重复性: $\pm 0.05\text{mm}$ 3、主要测量标准的技术指标 标准砝码: 100g, 允许误差为$\pm 5\text{mg}$, 依据 JJG99-2022 检定, 符合 M1 等级要求; 500g, 允许误差为$\pm 25\text{mg}$, 依据 JJG99-2022 检定, 符合 M1 等级要求; 1Kg, 允许误差为$\pm 50\text{mg}$, 依据 JJG99-2022 检定, 符合 M1 等级要求; 2 Kg, 允许误差为$\pm 100\text{mg}$, 依据 JJG99-2022 检定, 符合 M1 等级要求。3 Kg, 允许误差为$\pm 150\text{mg}$, 依据 JJG99-2022 检定, 符合 M1 等级要求。 标准量块: $\Phi \times H: (20\text{mm}-160\text{mm}) \times (20\text{mm}-160\text{mm})$、$118\text{mm} \times 132.5\text{mm}$、$89.7\text{mm} \times 33.6\text{mm}$ 和 $28.4\text{mm} \times 39.6\text{mm}$ 参照 GB/T1958-2017 、GB/T4249-2018 和 GB/T17851-2022 进行检测, 结果扩展不确定度为 $0.002\text{mm} (k=2)$。(工作量块见图 2)



图 2 工作量块

4、主要计量项目的技术原理

药柱自动称重测量一体机是一款由 PLC 进行运动控制和数据采集处理的仪器，该装置通过升降旋转机构把样品自动运送至称重天平平台和尺寸测量平台，通过重力测量和位移测量把电信号、光信号转变成数字信号，最后通过分析软件系统获得质量、直径和高度的测量。

通过对过去十年试验数据的统计，为了保证装置的通用性，上料台（见图 3）设计了三发药柱的存放孔，通过升降旋转机构（见图 4）的运动，将药柱自动转移至称量平台或测量平台，药柱到达称量平台（见图 5）开始作业前，称量防护罩下降，确保 0.1mg(0.1g)的称量精度。在测量单元（见图 6）上设置有三个测量传感器，一个用于高度测量，两外两个用于直径测量其接触探头具有一定的弹性，通过设定探头的测量力度（通常为 1.0N），不但确保了药柱不被破坏，而且保证了测量的准确性和重复性，以托盘平面作为测量高度的基准点（测量零点）实现药柱高度的测量，左右两个传感器的加持实现药柱直径的测量，通过旋转机构的旋转，实现一发药柱多点位的测量。

自动测量采用“光栅刻度尺脉冲系统”技术，该技术能够检测绝对位置，无需进行零点校准，不会产生追踪误差，对作业现场环境条件要求低，测试重复精度高达 0.003m。



图 3 上料台

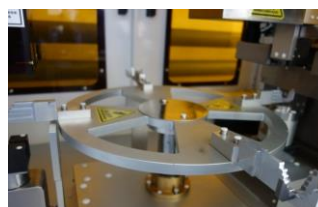


图 4 升降旋转机构



图 5 称量平台



图 6 自动测量单元

水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进
国内外情况 简要说明	在所检索的国内外相关数据库中，国标、国军标和各个行业均未见火炸药药柱自动称重测量装置校准规范。
推荐意见	药柱自动称重测量一体机校准规范的建立将实现药柱自动称重、几何尺寸自动测量方法统一规范、测量数据可比，为系列测量

		装置的进一步推广应用及发展起到了保障的作用，对该类型装置的使用、推广起到极大的促进作用。 建议上报《药柱自动称重测量一体机校准规范》。			
主要起草单位	(签字、盖公章) 月 日	技术委员会	(盖公章) 月 日	部委托支撑单位	(盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。