

## 兵工民品行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	火工药剂火焰感度仪校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	陕西应用物理化学研究所		
联系人	薛园园	联系电话	18792989443
任务年限	2 年	申请经费	/
参加单位	/		
目的、意义和必要性	<p><b>1、目的、意义，解决产业的问题和编制必要性、迫切性</b></p> <p><b>1.1 目的及意义</b></p> <p>火工药剂作为火工品能量来源，其本身对摩擦、撞击、静电、冲击、热等环境因素极其敏感，其感度高出常规炸药 2-3 个数量级，微小的能量变化就有可能影响产品的可靠作用。</p> <p>火焰感度是指火工药剂在受到火焰作用时发生爆炸或燃烧反应的难易程度，它反映了火工药剂被火焰引发起爆或燃烧的概率大小，是衡量火工药剂对火焰刺激敏感程度的重要指标。</p> <p>火焰感度仪是火焰高度的专用测试仪，火工品行业使用的火焰感度仪均为本所研制，到目前为止尚未建立火工药剂火焰感度仪校准规范，建立并完善火焰感度仪校准规范对火工药剂的配方研制、感度释能指标的确定、使用范围、储存和运输的条件确定都非常重要，其意义主要体现在以下几方面：</p> <p style="padding-left: 20px;">a)测试设备的可靠性是产品可靠性的首要前提</p> <p>火工药剂火焰感度测试是判定火工药剂可靠性的关键指标之一，精确的火焰感度值能够精准表征火焰刺激对火工药剂敏感度，</p>		

	<p>该参数的准确测量不仅为在复杂工况下评估火工品的可靠安全性提供了量化依据，更是为产品设计阶段确定量化刺激量提供了理论支撑。因此，作为获取火焰感度量值的仪器，火焰感度仪的可靠性成为重中之重，而完善的校准规范则是保障仪器可靠性的基石。</p> <p>b) 为火工品的发展提供技术支撑</p> <p>通过火工药剂火焰仪校准规范的制定，可以起到固化技术指标，提高测试精度和准确性，促进火焰感度试验在产品验收和科研生产中的质量一致性，进而促进武器装备的质量提升，确保武器装备在战场可用、好用、耐用和实用。</p> <p>c) 为火工品的发展提供保障作用</p> <p>目前国内的研究所、军工厂以及民爆行业所使用的仪器虽然原理结构相同，但是不同厂家生产的仪器因机械设计水平和原材料质量参差不气，导致设备在精度上，关键参数上还是有很大差异，火工药剂火焰感度仪校准规范的建立可以使不同生产厂家的设备按照相同标准考核关键参数，从而保证测试数据的一致性。火工药剂火焰感度仪校准规范的形成解决了同类型仪器因缺乏专业校准规范而难以溯源的难题。</p> <p>d) 提升了火工品行业专用测试仪器的标准化水平，具有显著的军事跟民品效益。</p> <p>火焰感度仪作为考核武器装备火焰敏感能力的重要考核手段，其应用越来越广泛。加之军民融合产业迅速发展，所用仪器设备的准确性要求也必须不断提高，除了设备本身的性能提升以外，一个重要的提升手段加强使用设备的评估，即仪器校准方法的科学性和一致性。因此，火工品用火焰感度仪的校准规范可以给军品以及民爆行业提供统一的校准参考方法，从而保障火焰感度仪设备的可靠性和测试一致性。</p>
--	--

## 1.2 必要性分析

火焰感度是火工药剂从性能表征、传爆序列、火工品设计定型全过程可靠性的重要保证，是起爆器材研发、燃气燃油安全性研究、烟花爆竹质量把控的重要支撑。火焰感度的准确测量对火工药剂的配方研制、感度释能指标的确定、使用范围、储存和运输的条件确定都具有极其重要的意义。

目前，火焰感度仪存在溯源性不够的问题，由于没有统一建立相应的规范和技术要求，严重影响火工药剂性能评估，不利于火工药剂测试行业的健康发展，申报《火工药剂火焰感度仪校准规范》的必要性主要有以下几方面：

### a) 填补火工药剂火焰感度仪校准规范空白的状态

经检索，目前国内没有火焰感度仪校准规范。建立火焰感度仪校准规范，明确各环节应遵循的准则与规范流程，系统引领火工药剂火焰感度仪的测试工作。

### b) 完善火焰感度仪校准项目及相应校准参数

在现行标准体系中，与火焰感度仪相关的仅有 GJB 5891.25 - 2006《火工药剂火焰感度试验》，该标准虽详细阐述了火工药剂火焰感度试验原理与操作流程，但其在校准项目及相应校准参数方面存在严重短板，其中关键校准参数缺失，如对于火焰强度、立柱示值精确度等核心参数没有给出精准界定，无法确保仪器校准的全面性与准确性。

### c) 建立科学的校准方法，引领行业校准的有序状态

由于缺乏完善的校准标准，火工品生产和研发单位校准火焰感度仪时无章可循。现有校准方法缺失，各单位只能凭借自身经验与有限认知来操作，有的侧重于简单的外观检查，有的则随意设定几个自认为关键的指标进行校验，缺乏科学性与规范性。各单位按照自身理解校准，导致校准结果无法对比，严重影响火工品性能评估

	<p>的科学性与可靠性。这种无序状态极大阻碍了行业内技术交流与协同创新，拖慢整个行业技术革新与进步的步伐，建立科学的校准方法，可以有效引领行业校准的有序状态，使得火焰感度测试更具科学性与可靠性。</p> <p><b>2、先进性和亮点、社会效益和推广应用前景</b></p> <p><b>2.1 先进性和亮点</b></p> <p>《火工药剂火焰感度仪校准规范》填补了火焰感度仪校准规范缺失的空白，从仪器的工作原理和仪器构造出发，针对立柱、底座、托盘等部件构造提出了更精细的校准要求，创新性提出以标准黑火药柱的发火火焰长度作为计量特性，借助本所在火工品测试中的技术优势，使用高速摄影检定火焰长度的方法，有可视化高、适配性好等诸多优势。</p> <p><b>2.2 社会效益和推广应用前景</b></p> <p>火工品是涉及国防、航空航天、船舶等多个行业的重要基础工业产品，是国防建设不可或缺的重要支撑，是提升兵器作战效能和打击力的关键因素。在航空航天领域，火工品被广泛应用于火箭、卫星等航天器的控制、导航、姿态调整等，是实现航天器可靠运行和精确控制的关键部件。在船舶领域、火工品被广泛应用于各种水下武器和爆炸装置中，如鱼雷、深水炸弹、水雷等，是提高船舶作战能力和安全性能的关键因素。在民品领域，火工品被广泛应用于民用航天火箭、采矿、石油钻探、隧道挖掘、铁路穿孔、多点爆破、汽车安全气囊等领域，是实现高效、安全作业的重要工具。火工药剂火焰感度仪校准规范的制定，可以固化火焰感度仪的技术指标，提高测试精度和准确性，保证测试结果的一致性和可追溯性，为火工品测试能力的提升提供支撑和保障，同时提升了火工品行业专用测试仪器的标准化水平。</p>
--	--

### 3、查新结果

经检索,在现行标准体系中,与火焰感度仪相关的标准仅有 GJB 5891.25-2006《火工药剂火焰感度试验》,该标准对火工药剂火焰感度试验原理和试验操作步骤进行了详细的描述,对火工药剂火焰感度仪的校准项目及相关参数仅有简单描述,且缺少关键校准参数,针对仪器计量项目及相关参数的校准方法却未提及。这种校准参数不完善、校准方法缺失、缺乏统一校准标准指引的状态,使得各火工品生产和研发单位均按照自己的理解和需要进行火焰感度仪的校准,校准方法缺失导致行业内各单位火焰感度仪校准的一种无序状态,使得各单位校准不具备对比性,影响火工品性能评估的科学性和可靠性,阻碍了行业内的技术交流与协同创新,造成行业技术革新与进步的步伐不一致。

火工药剂火焰感度仪校准规范与 GJB 5891.25 - 2006《火工药剂火焰感度试验》的区别如表 1 所示:

1) GJB 5891.25 - 2006《火工药剂火焰感度试验》是针对火工药剂火焰感度的试验方法,该标准仅对仪器主体之间立柱和底座的不垂直度、底座平面和顶盖的不平行度、药柱模中心与托盘试样座中心同轴度、仪器底座平面的不水平度有大致要求。除此外对仪器的点火装置、点火丝、立柱等提出了目视化的要求,并无明确的校准方法和溯源性。

本校准标准的建立是为了填补火工药剂火焰感度仪校准规范的空白,适用于敏感性较强的火工药剂火焰感度测试。本校准标准主要从仪器的工作原理和仪器构造出发,针对立柱、底座、托盘等部件构造提出了更精细的校准要求,创新性提出以标准黑火药柱的发火火焰长度作为计量特性,借助本所在火工品测试中的技术优势,实用高速摄影检定火焰长度的方法,有可视化高、适配性好等诸多优势,并且有较高的创新性和行业推广价值。

	表 1 现有标准与本标准对比表								
	序号	GJB 5891.25 - 2006 《火工药剂火焰感度试验》				火工品用火焰感度仪校准规范			
		计量项目	校准参数	校准方法	不确定度分析	计量项目	校准参数	校准方法	不确定度分析
	1	底座不水平度	应小于 3.6'	无	无	底座水平度	0-3.6'	有	有
	2	立柱-底座不垂直度	小于 0.25mm	无		立柱-底座垂直度	0-1.0 mm/m	有	
	3	底座-顶盖不平行度	小于 0.15mm	无		底座-顶盖平行度	0-1.0 mm/m	有	
	4					立柱示值误差	±0.5 mm	有	
5				点火火焰长度		300 mm±20mm	有		

产业链应用	<h3>1、重点产业链方向</h3> <p>火工药剂火焰感度仪是火工品及民用爆破等行业安全质量把控的必备仪器，其校准规范的制定，可为火炸药、仪器仪表、新型显示等产业链的优化与升级提供支撑。</p>
	<p>1) 随着科技的不断进步和市场的不断变化，火工药剂火焰感度仪校准产业链也需要不断优化和升级。这包括引入新技术、新设备、新方法等，以提高校准的精度和效率；同时还需要加强产业链上下游的协作与整合，以提高火工行业检测整个产业链的竞争力。</p>
	<p>2) 为了确保火工药剂火焰感度仪以及火工药剂检测用检测仪器的准确性和可靠性，需要制定一系列的校准标准。这些标准应涵盖校准方法、校准条件、校准周期等内容，以确保校准结果的统一性和可比性。</p>
	<p>3) 在火工品检测中，专业的校准服务机构扮演着重要角色。这些机构应提供全面的校准服务，包括校准前的咨询、校准过程的实施以及校准结果的分析与报告等。同时，他们还应具备相应的资</p>

火工药剂火焰感度仪是火工品及民用爆破等行业安全质量把控的必备仪器，其校准规范的制定，可为火炸药、仪器仪表、新型显示等产业链的优化与升级提供支撑。

2) 为了确保火工药剂火焰感度仪以及火工药剂检测用检测仪器的准确性和可靠性, 需要制定一系列的校准标准。这些标准应涵盖校准方法、校准条件、校准周期等内容, 以确保校准结果的统一性和可比性。

3) 在火工品检测中,专业的校准服务机构扮演着重要角色。这些机构应提供全面的校准服务,包括校准前的咨询、校准过程的实施以及校准结果的分析与报告等。同时,他们还应具备相应的资

	<p>质和认证，以确保校准服务的质量和可靠性。</p> <p>相关产业链，主要涉及火炸药、仪器仪表、新型显示产业链，随着武器装备作战环境日益复杂，各类系统和装置作用可靠性和安全性对火工药剂火焰感度的精准测量提出更高的要求，火焰感度仪作为考核火工药剂火焰敏感能力的重要仪器，其校准的准确性、一致性至关重要，是提高产业链应用水平的有力保障。</p> <p><b>2、对本行业重点产业链的支撑作用</b></p> <p>建立火工药剂火焰感度仪校准规范，可以改善火工品行业火焰感度仪器设备质量残次不齐的杂乱现象，提升设备的标准化水平，使火工药剂火焰感度仪校准测试有据可循，确保火工药剂火焰感度测试科学性和一致性，其校准规范的制定在火工品行业具有以下支撑作用：</p> <p>（1）校准规范是确保火工药剂火焰感度仪测量准确性和可靠性的基础。通过定期校准和检测，可以及时发现设备偏差，并采取相应的调整措施，确保测量结果的准确性和一致性。这对火工品行业产品安全质量把控至关重要。</p> <p>（2）校准规范的不断完善和更新，可以有力推动火工药剂火焰感度仪甚至是其他检测技术的创新和发展。为了满足校准需求，产业链上下游企业会加大研发投入，引入新技术、新设备和新方法，提高校准的精度和效率。这有助于提升整个火工品行业的技术水平和竞争力，推动产业升级和转型。</p> <p>（3）校准规范为火工品行业内的企业提供了统一的校准标准和要求，有助于加强产业链上下游企业之间的协作与整合。企业可以更加明确各自的责任和角色，形成紧密的合作关系，共同推动产业链的健康发展。这种协作与整合有助于提升整个产业链的效率和竞争力，实现资源共享和优势互补。</p> <p>（4）通过实施严格的校准规范，可以确保火工药剂检测技术</p>
--	---

	<p>的测量结果准确可靠，提升火工品行业的形象和信誉。这有助于军方和民用客户对火工产品的信任度，促进市场需求的增长。同时，校准规范还有助于提高企业在国际市场上的竞争力，推动火工品行业的国际化发展，减小火工技术与国际先进水平的研发设计差距。</p> <p>在火炸药产业链中，火工药剂火焰感度仪校准规范是火炸药科学研究和质量安全把控的重要支撑，为火炸药能量传递与控制、安全性可靠性试验与评估、多界面药剂能量转换等基础研究提供可靠的数据支撑。</p> <p>在仪器仪表产业链中，火工药剂火焰感度仪校准规范是保证仪器仪表性能稳定和可靠的重要手段。通过对火焰感度仪的校准，可以确保其测量结果的准确性和一致性，为各个领域的研究和应用提供理论参考。</p> <p>在新型显示产业链中，显示材料在研发和生产过程中，对于材料的物理化学稳定性，安全性及可靠性要求极高，火焰感度仪可用于以下方面：其一，材料研发及安全性评估；其二，生产过程中的质量控制；其三，产品可靠性验证；其四，安全认证与法规合规；其五，特殊场景的应用。总之，在新型显示行业中，火焰感度仪的应用从材料研发到终端产品验证贯穿全产业链，能保证材料安全，提升产品可靠性，使产品满足新型显示产业链的发展要求。</p> <p>此外校准规范的建立还有助于提升火工品制造行业的整体水平。通过统一的校准方法和标准，促进行业内的技术交流与合作，推动火工品制造技术的不断创新和进步。</p>
--	--



<p>范围和主要 计量特性</p>	<p><b>1、适用范围</b></p> <p>本规范适用于火工药剂火焰感度仪的校准测试，其它相似类型的火焰感度仪也可参照使用。</p> <p><b>2、计量特性的技术指标</b></p> <p>(1) 底座水平度：</p> <p>仪器底座上平面的水平度在 0-3.6′ 之间。</p> <p>所用校准设备：高精度数显水平仪，分辨率 0.01′ 。</p> <p>(2) 立柱-底座垂直度：</p> <p>两立柱对底座上平面在 550mm 范围垂直度在 0-1.0 mm/m 之间。</p> <p>所用校准设备：高精度数显水平仪，分辨率 0.01 mm/m。</p> <p>(3) 底座-顶盖平行度：</p> <p>底座上平面与顶盖上平面的平行度差值在 0-0.10 mm/m 之间。</p> <p>所用校准设备：高精度数显水平仪，分辨率 0.01 mm/m。</p> <p>(4) 立柱示值误差：</p> <p>托盘与点火装置之间的高度，即立柱的示值误差为±0.5 mm；：</p> <p>所用校准设备：数显卡尺，分辨率 0.01 mm；</p> <p>(5) 点火火焰长度：</p> <p>每次发火，黑火药药柱火焰长度均落在 300±20mm。：</p> <p>所用校准设备：标准黑火药柱（WJ636），高速摄影仪。</p> <p><b>3、主要测量标准的技术指标</b></p> <p>底座水平度、立柱-底座垂直度、底座-顶盖平行度、立柱示值误差、发火火焰长度</p> <p><b>4、主要计量项目的技术原理</b></p> <p>(1) 底座水平度</p> <p>基于重力原理，当水平仪放置在底座平面上时，感应装置能检测平面与重力垂直方向的夹角变化。在底座平面选取多个点（不少于五个）测量，是因为底座平面可能存在局部不平整。通过比较这</p>
-----------------------	---

些点的水平度偏差值，可全面了解底座平面整体的水平情况，从而确定底座的水平度是否符合要求。

(2) 立柱-底座垂直度

当水平仪探头对准立柱测量点时，其内部感应装置（如水准泡或电子传感器）会感知测量点与重力方向的夹角变化。这种变化通过检具微处理器被转换为电信号（数显水平仪）显示垂直偏差数值。沿立柱每隔一定距离设测量点，能全面了解立柱不同高度的垂直度，以此准确评估立柱整体的垂直度状态。

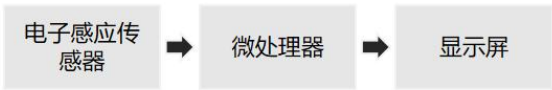


图 1 数显水平仪工作原理

(3) 底座-顶盖平行度


数显水平仪能够感知平面与重力方向的夹角变化，并将其转换为可读的数值。在底座测量时，确定其自身的水平状态，记录不同位置的读数。然后在顶盖相同位置测量，由于如果两个平面平行，在相同位置相对重力方向的夹角差值应该相同。通过计算底座和顶盖相同位置读数的差值，就能得到两平面间的平行度偏差，从而判断底座 - 顶盖的平行情况。

(4) 立柱示值误差

通过高精度量具检测立柱示值是否符合要求。

(6) 发火火焰长度

火工药剂火焰感度是采用标准黑火药柱引燃被试药剂，通过上下调节被试药剂高度，测定 50 % 发火高度，以此表征火焰感度，因此标准黑火药柱的发火火焰长度稳定对于精准测量火焰感度至关重要。该过程选用符合 WJ636 的标准黑火药柱，通过高速摄影技术测量标准黑药柱点燃后的火焰长度，从而评估黑药柱的发火稳定性。通过多次测定，确保火焰长度在预定的标准范围内，以判断火焰感度仪发火稳定性。

	<div data-bbox="823 203 1029 553"></div> <div data-bbox="730 577 1125 613">图 2 标准黑火药柱发火图示</div>
水平	<div data-bbox="576 714 738 750"><input type="checkbox"/>国际先进</div> <div data-bbox="863 714 1026 750"><input checked="" type="checkbox"/>国内先进</div>
国内外情况 简要说明	<div data-bbox="461 851 976 887"><b>1. 与国内相关技术规范之间的关系：</b></div> <div data-bbox="461 913 1393 1016"><p>火工药剂火焰感度仪校准规范与 GJB 5891.25 - 2006《火工药剂火焰感度试验》的区别如下：</p></div> <div data-bbox="461 1046 1393 1415"><p>1) GJB 5891.25 - 2006《火工药剂火焰感度试验》是针对火工药剂火焰感度的试验方法，该标准仅对仪器主体之间立柱和底座的不垂直度、底座平面和顶盖的不平行度、药柱模中心与托盘试样座中心同轴度、仪器底座平面的不水平度有大致要求。除此外对仪器的点火装置、点火丝、立柱等提出了目视化的要求，并无明确的校准方法和溯源性。</p></div> <div data-bbox="461 1444 1393 1881"><p>2) 本校准标准的建立是为了填补火工药剂火焰感度仪校准规范的空白，适用于敏感性较强的火工药剂火焰感度测试。本校准标准主要从仪器的工作原理和仪器构造出发，针对立柱、底座、托盘等部件构造提出了更精细的校准要求，创新性提出以黑火药柱的发火火焰长度作为计量特性，借助本所在火工品测试中的技术优势，实用高速摄影检定火焰长度的方法，有可视化高、适配性好等诸多优势，并且有较高的创新性和行业推广价值。</p></div> <div data-bbox="461 1910 817 1946"><b>2、不涉及知识产权问题。</b></div>

推荐意见		通过火工药剂火焰感度仪校准规范的制定，固化技术指标，提高测试精度和准确性，给火工品涉及的军民品各行业提供统一的校准参考方法，从而保障火焰感度仪设备的可靠性和测试一致性。 建立上报《火工药剂火焰感度仪校准规范》。			
主要 起草 单位		技术 委员 会		部委托 支撑 单位	
	月 日		月 日		月 日