

附件 3

兵工民品行业计量技术规范项目建议书

项目名称	三模目标模拟装置校准规范		
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	中国兵器工业第二〇九研究所		
联系人	罗宇凡	联系电话	18081799106
任务年限	1 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 目标模拟装置是半实物仿真系统的核心组成部分，不同的目标模拟装置分别能够在实验室内模拟远处目标的可见光、红外和激光辐射特性，实现对探测装置性能的全面检测与验证。红外目标模拟装置作为红外半实物仿真系统的重要组成部分，是检验红外目标识别能力的重要工具，其输出辐射的量值精度和稳定性直接影响仿真试验效果，直接关系到系统的性能评估。需对其输出参数进行定期的测量和校准。激光目标模拟装置则被广泛应用于激光系统测试，在长期使用过程中，激光信号模拟光源的方位会较大幅度偏离设计指标，需要对其进行现场校准测试。 随着现代光电探测及跟踪设备向多模复合方向快速发展，单一光谱目标模拟设备已经难以满足复杂光电系统需求。可见光/激光/红外复合目标模拟装置应运而生。该装置能够模拟多个波段的目标信号，为多模复合探测及跟踪设备提供综合性的半实物仿真测试环境。针对多谱段复合光电设备，需通过多光轴校准设备来测试可见光、红外光、激光等各光轴的平行性，确保各波段光学通道的一致性。现有国家计量技术规范，如《GJB/J 3351-98 红外目标模拟器检定规程》、《JJF（电子） 0069-2021 手持式雷达目标速度模拟器校准规范》针对单模目标模拟器的典型参数进行评估，但在多模复合仿真试验中，现有规范只能分别对三个通道进行独立测试，无法评价系统在真实任务状态下的综合探测能力，无法覆盖诸如多模同轴性等多模复合特性。由此，开展三模目标模拟装置校准规范的制定工作，能够为相关设备提供统一的计量技术依据，规范校准条件、校准项目及数据处理方法，建立较为完整的量值传递体系，对于提高设备测试结果一致性、保障光电系统试验可靠性以及促进多		

	模目标模拟技术工程化应用具有现实意义。 2、先进性和亮点、社会效益和推广前景 目前，针对三模目标模拟装置校准技术的研究，根据其计量特性进行控制，确保其参数指标得到有效溯源，提高其输出结果的可靠性与一致性。 随着多模探测与跟踪技术向复合化方向的持续演进，能够同步模拟红外、可见光及毫米波雷达目标特性的三模目标模拟器，已经成为支撑先进探测器半实物仿真和自动驾驶传感器测试的关键基础设施。然而，现行计量技术规范体系明显滞后于装备发展需求。例如，1998 年颁布的 GJB/J 3351-1998《红外目标模拟器检定规程》仅适用于红外单一谱段，2021 年发布的 JJF(电子)0069-2021《手持式雷达目标速度模拟器校准规范》也只覆盖雷达速度参数的局部，且现有研究已明确指出国内尚缺针对雷达型目标模拟器的系统校准规范。与此同时，2025 年江苏省发布 DB32/T 5159-2025《车载毫米波雷达目标模拟器性能测试规范》，国家相关标准也在加快制定进程，这都表明从单模到多模、从军事到民用的规范化需求正迅速扩大。 本规范申报与新能源汽车产业、民用大飞机产业紧密相关，具有明确的产业需求导向。从光电测量测试产业来看，全国光电测量测试技术及产业发展正处于国家战略与国际竞争双重驱动的关键阶段。七部门联合印发的《关于推动未来产业创新发展的实施意见》重点部署精密测量仪器等中试平台建设。中国光学工程学会等机构联合组织的全国光电测量测试技术及产业发展大会，聚焦高端光学系统集成与装调中的检测难题，以及太赫兹探测与成像系统的校准与标准体系建设等关键领域。本规范的制定，将进一步完善光电测试测量领域标准体系，契合产业发展的迫切需求。 从新能源汽车产业发展需求来看，本规范的制定与实施能够为新能源汽车关键光电感知系统提供更加完善的测试与评价依据，推动智能化新能源汽车产业高质量发展。随着新能源汽车向智能驾驶、环境感知和多传感器融合方向快速发展，车载摄像头、红外探测、激光雷达等设备逐渐成为车辆感知系统的重要组成部分，而传统单一传感器测试方法难以满足复杂道路环境下多源信息融合评价需求。本规范通过建立统一的目标模拟和测试方法，可实现不同光谱通道目标特征的一致模拟，为车载多传感器融合系统的性能验证、算法优化和产品定型提供可靠测试条件。 从民用大飞机产业发展需求来看，本规范的制定能够为民用大飞机光电感知设备、机载任务载荷及智能化航空系统提供更加完善的测试与评价手段。随着民用飞机及低空经济快速发展，机载可见光成像、红外探测、激光测距等光电设备在环境感知、目标识别和自主飞行控制中的应用不断增加，迫切需要具备多光谱、多模式综合测试能力的标准化设备。现有民用航空相关标准已逐步关注光电任务载荷的接口和性能要求，但对于多光谱目标模拟、不同传感器协同工作状态下的综合验证仍存在不足。本规范通过建立统一的三
--	---

	模目标模拟与测试方法，可为民用航空光电系统研制提供可重复、可量化的实验环境，提升机载传感器性能验证和适航测试能力。利用红外、激光和可见光多模复用技术，可模拟复杂飞行环境下目标特征，支撑航空遥感、智能飞行辅助系统等应用的算法验证和系统集成测试。同时，该规范有助于推动航空光电设备制造、测试服务及整机应用之间形成统一技术体系，降低研发成本，提高民用大飞机可靠性，加快智能航空装备产业化进程。 3、查重结果 经调研，该专用测试设备目前暂无相关民用校准规范，为确保信号调试设备的各项技术指标能够有效溯源，需要开展《三模目标模拟装置校准规范》技术研究，建立有效的溯源链。
产业链应用	1、重点产业链方向 《三模目标模拟装置校准规范》技术研究的主要产业链应用于新能源汽车、民用大飞机等复杂环境监测及跟踪等领域。 2、对本行业重点产业链的支撑作用 当前，计量技术规范全面升级行动正在深入推进，新颁规范对光电器件的测试条件、参数定义和不确定度评定提出了更严苛、更统一的要求。针对复合目标模拟装置制定专门的校准规范，将弥补当前仅有的单一波段规范（如红外目标模拟器检定规程、雷达目标速度模拟器校准规范等）无法覆盖复合特性的不足，形成从单一波段到多波段复合、从分立参数到综合性能的完整规范链条，使光电测试计量技术规范体系更加系统、完备。 在新能源汽车领域，三模目标模拟设备能够构建融合可见光、红外和激光雷达信息的复杂测试场景，为新能源汽车多传感器融合感知算法提供统一的验证环境。通过模拟昼夜变化、雨雾天气、不同目标材质及运动状态，可系统评价目标检测、识别、跟踪和避障算法的鲁棒性，有助于提高汽车的环境感知能力。目前，多光谱模拟目标仿真已成为智能感知系统开发的重要技术手段。 在民用大飞机领域，三模目标模拟技术可用于飞机航电系统、光电传感器和自主导航设备的研发与验证。通过模拟不同飞行姿态、天气条件、背景辐射以及目标运动特性，可对机载红外成像系统、激光测距设备和可见光视觉系统进行联合测试，从而降低大量实飞试验成本，提高产品研发效率和安全性。目前，民用大飞机仿真平台普遍采用半实物仿真和数字场景相结合的方式，对飞控系统、导航系统和机载光电设备开展综合性能验证。 规范的实施将引导相关企业和研究机构按照统一标准开展复合目标模拟器的研发、生产和校准服务，促进国产光电测量设备质量的提升。第三届全国光电测量测试技术及产业发展大会明确提出，要打通科研与产业之间的堵点，为工业、科技和民用等应用领域提供高性能高可靠光电测试测量装备，逐步实现高端测试测量设备的国产化。本规范的制定正是推动这一进程的重要基础性工作。 规范的制定与实施，将催生对可见光/激光/红外复合目标模拟装置校准的市场需求。目前，激光目标模拟器校准装置已在研制和应用中，能够准确测量、检定激光信号模拟光源的方位、发射角、

	信号功率等参数，各项性能指标均满足使用要求。在此基础上，进一步研发覆盖可见光、激光、红外三波段的复合校准装置，将形成一个具有自主知识产权的计量装备产业链环节，带动相关校准技术服务和标准物质市场的发展。
范围和主要 计量特性	适用范围： 本规范适用于三模目标模拟器的校准。 主要计量特性： 总体指标： 1) 目标重合精度：$\leq 0.1^\circ$ 最大允许误差：$\pm 0.01^\circ$； 红外通道： 2) 工作波段：$8\sim 12\mu\text{m}$（红外通道）最大允许误差：$\pm 5\%$； 3) 视场：$\geq 7^\circ \times 5.6^\circ$ 最大允许误差：$\pm 0.2^\circ$； 4) 图像非均匀性：$\leq 6\%$ 最大允许误差：$\pm 1\%$； 5) 可模拟温度范围：$20^\circ\text{C}\sim 100^\circ\text{C}$ 最大允许误差：$\pm 5\%$； 6) 帧频：$50\text{Hz}\sim 100\text{Hz}$；最大允许误差：$\pm 3\%$； 可见光通道： 7) 工作波段：$0.4\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 最大允许误差：$\pm 5\%$； 8) 视场：$\geq 6.4^\circ \times 4.8^\circ$ 最大允许误差：$\pm 0.2^\circ$； 9) 帧频：$50\text{Hz}\sim 100\text{Hz}$ 最大允许误差：$\pm 3\%$； 10) 温度照度范围：$500\text{Lx}\sim 100000\text{Lx}$ 最大允许误差：$\pm 3\%$； 激光通道： 11) 工作波长：$1064\text{nm}\pm 5\text{nm}$ 最大允许误差：$\pm 5\text{nm}$； 12) 激光脉冲功率密度：$2\times 10^{-7}\text{mW}/\text{cm}^2\sim 0.1\text{mW}/\text{cm}^2$ 最大允许误差：$\pm 5\%$； 13) 输出能量不稳定性：$\leq 2.5\%/h$ 最大允许误差：$\pm 1\%/h$； 14) 脉宽：$10\text{ns}\sim 100\text{ns}$ 最大允许误差：$\pm 3\%$；

水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1、与国内相关技术规范之间的关系 经调研，当前计量技术规范体系对这类复合目标模拟装置的覆盖尚存在显著空白。从现有规范体系来看，针对单一波段的目标模拟装置已有部分校准规范或检定规程可供参考：如 JJF（电子）0069-2021《手持式雷达目标速度模拟器校准规范》适用于 K 波段雷达目标速度模拟器的校准；已有红外目标模拟器检定规程规定了光谱范围在 1~14 μm 之间的点源红外目标模拟器的技术要求、检定项目和方法。车载毫米波雷达目标模拟器校准规范也已进入征求意见阶段。但对于融合可见光、激光、红外三个波段于一体的复合目标模拟装置，缺乏统一的、涵盖多波段复合特性的校准技术规范。 2、指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况 未发现知识产权的问题，涉及发明专利《激光红外可见光三模复合目标模拟器》、《用于多传感器光电设备调焦调轴的目标模拟器》。			
推荐意见		三模目标模拟装置校准规范可以解决行业光电探测设备相关特性参数测量校准问题，实现光电产品测试系统量值溯源，对于提高设备测试结果一致性、保障光电系统试验可靠性以及促进多模目标模拟技术工程化应用具有现实意义。 建议上报《三模目标模拟装置校准规范》。			
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。