**民航行业标准**

**《架空输电线路航空警示装置技术规范》**

**（征求意见稿）**

**编制说明**

**《架空输电线路航空警示装置技术规范》编制工作组**

**2023年10月**

一、工作简况

（一）任务来源

《架空输电线路航空警示装置技术规范》为2022年标准计划内项目，标准编制周期为12个月。该标准由中国民用航空局运输司提出，牵头起草单位为中国民用航空总局第二研究所。

（二）主要起草单位和编制组成员

主要起草单位：中国民用航空总局第二研究所。

编制组成员：王秉玺、唐赫、边岱泉、朱小波、宋绪家、牛夏蕾、辛宁、舒炎昕、高鸣阳、熊奎、喻辉、叶子。

（三）标准制定的背景、目的和意义

1. 背景

架空输电线路对我国低空飞行安全造成严重威胁。大量的通用航空飞行活动集中在低空空域，形成了较为密集的低空作业和飞行训练区域。此外我国电网布设错综复杂，建设规模逐年增长，目前110（66）千伏及以上输电线路长度已超过110万千米，对航空器的低空运行带来安全风险，对行业管理尤其是安全监管提出了严峻的挑战。

近年来，因挂撞架空输电线路导致的通用航空事故逐年增多且呈快速增长态势，给国家和人民生命财产造成损失。据统计，2018年6月至2020年10月共发生20起直升机安全事故，其中撞线事故7起，占比达到35%，致死率100%。由此可见，直升机发生撞线事故的占比很大，致死率非常高。在架空输电线路上加装航空警示装置，是一种行之有效的降低撞线事故风险的技术手段，在欧美发达国家比较多见。目前国内架空输电线路上安装的航空警示装置不多，且缺乏相关标准指导架空输电线路上航空警示装置的安装。

架空输电线路对通用航空低空飞行安全的影响受到行业内外的持续关注。2018年8月24日，民航局局长冯正霖在署名文章《破除制度性障碍•释放发展活力•打好通用航空高质量发展攻坚战》中，针对通用航空面临的薄弱环节，专门提出要“悬挂直升机飞行障碍球”，“尽快完善出台相关标准”。2021年2月23日，民航局飞行标准司发布了安全运行通告《直升机防撞线》（OSB-2021-01），通告中提出了直升机安全运行建议，为直升机运营人制定风险防控措施提供了技术参考。2021年3月5日，全国政协委员、中国民航大学副校长吴仁彪在《关于在架空线缆加快安装航空警示装置》的提案中建议加强在架空线缆上安装航空警示装置的顶层设计，制定相应的行业或国家标准，排出安装航空警示装置的优先级，并加快成熟产品的推广应用，该提案获评全国政协2021年度好提案。因此，制定《架空输电线路航空警示装置技术规范》用于指导相关工作的开展变得越来越迫切。

1. 目的和意义

开展《架空输电线路航空警示装置技术规范》标准项目研究，提出航空警示装置的分类、技术要求、设置区域和要求等内容，适用于安装在对低空飞行构成安全威胁的架空输电线路上的航空警示装置的设计及设置，为打造更加安全的净空环境，保障低空飞行安全，提供参考建议和技术指导。

本标准的提出和实施，对于补齐该领域标准化工作短板，确保架空输电线路航空警示装置规范化应用，降低撞线事故发生风险，减少国家和人民生命财产损失，具有重要的意义。

（四）主要工作过程

1．组建编制组

2022年1月，成立标准编制组。编制组明确了研究内容、研究方法与技术路线、目标与考核指标、成员、进度安排、任务分工、经费预算等相关内容。

2．调研

（1）2022年2月至3月，编制组对标示障碍物的目视助航设施、架空输电线路、航空警示装置等相关法律规章、政策性文件、国内外技术标准等资料进行搜集、整理和翻译；

（2）2022年4月，编制组开展内部讨论，确定标准框架以及主要研究内容，包括架空输电线路航空警示装置的分类、技术要求、设置区域与要求。

3．开题评审

2022年5月10日，中国民航科学技术研究院（以下简称“航科院”）组织召开了标准开题评审会。为充分论证项目的研究方法和研究过程的合理性，开题会广泛邀请了行业内外相关领域的专家进行评审。编制组按照要求进行了汇报，评审组对架空输电线路航空警示装置技术规范项目的总体技术方案、关键技术、考核指标、进度安排、经费预算、效益分析等方面进行了评审，经过论证质询，评审组认为项目目标明确、内容全面、技术路径可行，符合立项开题要求，并对相关内容提出了如下三条建议：

（1）考虑航空警示装置可靠性和维护便捷性；

（2）考虑航空警示装置优先布设原则；

（3）建议加强行业标准向国家标准的转化。

4．标准起草

2022年5月至2023年4月，开展标准起草工作。

（1）2022年5月，编制组委托中国电力科学研究院（以下简称“中国电科院”）对航空警示装置在10 kV～1 000 kV不同电压等级模拟线路上进行强电场试验。

（2）2022年6月，编制组结合航空警示装置在中国电科院的测试情况，对标准草案进行修改完善，增加电力系统对架空输电线路上加装装置的相关技术及安装要求。

（3）2022年7月至8月，编制组参考《航空障碍灯》（MH/T 6012-2015）《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001-2021）《国际民用航空公约 附件14-机场》（第八版）《障碍物标志和障碍灯》（美国联邦航空局AC 70/7460-1M）和《空中导航-电缆及其支撑结构-标记和安全要求》（澳大利亚标准委员会AS 3891-2008）等文件对障碍物灯光标志的相关技术要求，召开研讨会进行研讨，确定发光型架空输电线路航空警示装置的技术要求和相关指标。

（4）2022年9月至10月，编制组继续修改标准文本技术内容，同时委托国家灯具质量检验检测中心对发光型架空输电线路航空警示装置进行检测，主要包括光度、太阳辐射、辐射和传导发射、泄露电流以及环境等试验，验证相关技术要求和指标参数。

（5）2022年11月至2023年3月，编制组针对标准主要技术内容及指标参数，初步征求一线人员及专家意见，并根据反馈意见对技术内容进行修改和完善，形成标准工作组讨论稿。

（6）2023年4月，编制组召开研讨会，对标准文本内容进行修改和完善，形成标准征求意见稿（草案）。

5．中期评审

2023年4月18日，航科院组织召开了标准中期评审会。会上，评审专家对标准内容、研究方法和技术路线进行研讨，认为现有行业标准草案内容清晰完整，详细规定了架空输电线路航空警示装置的技术要求、设置区域要求等，并形成如下五条评审意见：

（1）标准名称修改为：《架空输电线路航空警示装置技术规范》；

（2）删除术语“不发光型航空警示装置”和“发光型航空警示装置”；

（3）在航空警示装置技术要求下增加通用要求；

（4）对航空警示装置技术要求中的检测项目和方法进行完善；

（5）对航空警示装置的安装位置、间距，特别是“三跨”区域的设置要求，征求电力设计部门和航空器运行单位意见。

会后，编制组根据专家的意见对标准草案相应内容进行了调整。

6．形成标准征求意见稿

2023年4月至10月，编制组在评审专家的意见建议基础上，不断修改完善标准文本，同时邀请行业内外专家对修改后的标准进行审核，依据审核意见，持续进行修订完善，形成标准征求意见稿。

二、编写原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、试验规则等）的编写论据（包括计算、测试、统计等数据），修订标准时应说明主要技术内容的修改情况

（一）标准编写原则

（1）科学性原则

为确保标准技术内容的科学合理，编制组研究了架空输电线路航空警示装置相关的法律法规、标准规范和技术性文件等资料，包括《灯具一般安全要求与试验》（GB 7000.1—2015）《航空障碍灯》（MH/T 6012—2015）等国内标准，以及《国际民航公约 附件十四 国际标准和建议措施-机场，卷I 机场的设计和运行》（第八版）《障碍物标志和障碍灯》（美国联邦航空局AC 70/7460-1M）等国际文件，确定技术要求和相关指标参数，并委托中国电科院和国家灯具质量检验检测中心开展测试验证，确保标准具有较强的科学性。

（2）实用性原则

本标准针对近几年来我国低空飞行航空器撞线及撞障事故多发、频发，造成人员伤亡和财产损失等现实问题，围绕架空输电线路航空警示装置应用的迫切需求，以及我国现行关于障碍物标识的行业标准仅适用于机场净空范围内，未覆盖其他低空空域，缺乏相应的技术标准指导的现状，给出架空输电线路航空警示装置的分类，包括发光型航空警示装置和不发光型航空警示装置，并提出相关技术要求，明确架空输电线路航空警示装置的布设区域和安装要求，确保标准具有较强的实用性。

（3）规范性原则

本标准的编制符合《中华人民共和国国家标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》（中华人民共和国国务院令第53号）等标准化法律法规规章，以及《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）给出的规则。

（二）标准主要内容

本文件共包括6章正文。

第1、2、3章为标准的常规性描述，包括范围、规范性引用文件、术语和定义。

第4章对架空输电线路航空警示装置的组成及基本特征进行描述。

第5章对架空输电线路航空警示装置的技术要求进行描述，提出航空警示装置的通用要求，在此基础上，按照不发光型和发光型两类航空警示装置分别进行描述，重点是以国际民用航空组织《国际民用航空公约 附件14-机场》等国内外对架空输电线路标志物的相关标准为参考，结合我国电力行业标准关于在架空输电线路上加装附加装置的技术要求进行完整阐述。

第6章对架空输电线路航空警示装置的设置区域与要求进行描述，重点阐述了航空警示装置的设置区域、装置类型、安装位置与间距等技术内容。

主要内容的论据如下。

1. 第5.1条参考了澳大利亚标准委员会《空中导航-电缆及其支撑结构-标记和安全要求》（AS 3891.1-2008）第1部分4.1条和4.5条，我国《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》（GB/T 35697—2017）“6技术要求”中“6.1工作条件”和“6.2外观和结构”，以及《航空障碍灯》（MH/T 6012—2015）“5技术要求”中“5.1环境要求”等内容及专家意见，确立了航空警示装置的工作环境、构件材料、结构外观等通用要求。
2. 第5.2条参考了国际民航组织《国际民用航空公约 附件14-机场》（第八版）第6章6.2.5.3条、6.2.5.4条和6.2.5.6条，美国联邦航空局《障碍物标志和障碍灯》（AC 70/7460-1M）第3章3.5.1条，澳大利亚标准委员会《空中导航-电缆及其支撑结构-标记和安全要求》（AS 3891.1-2008）第1部分4.2条和4.5条，我国《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》（GB/T 35697—2017）“6技术要求”中6.2.5条，《电力设施高空警示球》（DL/T 2129-2020）“4组成、产品类别及基本参数”中4.3条等内容及专家意见，确立了不发光型航空警示装置的可识别距离、外形尺寸、颜色、标识、重量等技术要求。
3. 第5.3条参考了美国联邦航空局《障碍物标志和障碍灯》（AC 70/7460-1M）第3章3.5.1条、第4章4.4条、4.8条和第10章10.3条，我国《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》（GB/T 35697—2017）“6技术要求”中6.2.5条和6.9.2条，《航空障碍灯》（MH/T 6012—2015）“5技术要求”中“5.2设计要求”和“5.3性能要求”，《电力设施高空警示球》（DL/T 2129-2020）“5技术要求”中5.3.1条等内容及专家意见，确立了发光型航空警示装置的发光方式、外形、标识、电源、重量等技术要求。
4. 第6.1条参考了美国联邦航空局《障碍物标志和障碍灯》（AC 70/7460-1M）“10.3架空线路障碍灯”及专家意见，确立了机场及其周边、作业飞行、航空应急处置、电网跨越等区域的航空警示装置设置要求。
5. 第6.2条参考了国际民航组织《国际民用航空公约 附件14-机场》（第八版）第6章6.2.5条，美国联邦航空局《障碍物标志和障碍灯》（AC 70/7460-1M）“3.5无障碍灯标志物”“4.4带障碍灯标志球”“第十章 架空线路及其支撑建筑物的标志和障碍灯”，澳大利亚标准委员会《空中导航-电缆及其支撑结构-标记和安全要求》（AS 3891.1-2008）第1部分4.6.2条、5.1条、5.2.3条，我国《架空输电线路直升机巡视作业标志》（DL/T 289-2012）“5技术要求”中5.1.4条等内容及专家意见，确立了一般要求和位置、间距等要求。

三、是否涉及专利，涉及专利的，说明专利名称、编号及相关信息

本标准不涉及专利。

四、主要试验或验证的分析、综述报告、技术论证、预期的经济效益和社会效益

（一）主要试验或验证的分析、综述报告、技术论证

根据研究需要，编制组委托中国电科院开展强电场试验，验证了航空警示装置在10 kV～1 000 kV不同电压等级模拟线路最高运行电压电场环境中能够正常发光警示、信息传输和远程控制；委托国家灯具质量检验检测中心开展试验，主要包括高低温、淋雨、太阳辐射等环境试验，发光强度、发光颜色等光度试验，以及泄露电流、辐射和传导发射等试验，验证了装置满足民航行业标准要求。此外，编制组还委托成都产品质量检验研究院对装置外壳材质进行强度试验，上述试验为标准内容的确定提供验证依据。

（二）预期的经济效益

本标准的实施有利于促进架空输电线路航空警示装置的安装使用，减少航空器撞线事故风险，降低人员伤亡、航空器损毁、电力设施损坏等经济损失，以及由此带来的停电事故对生产活动造成的影响和损失。此外，航空警示装置国内外需求量大，潜在市场空间预计上亿元。因此，本标准的实施预期具有很好的经济效益。

（三）预期的社会效益

本标准的实施有利于促进《民用航空法》第61条的落实落地，发挥法律法规构建安全低空飞行环境的重要作用，提升航空医疗救护、应急救援等低空飞行安全保障能力，营造安全的大众飞行环境，促进通用航空的高质量发展。因此，本标准的实施预期具有很好的社会效益。

五、采用国际标准和国外先进标准的程度以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

该标准未规范性引用国际标准和国外先进标准，故不存在版权问题。

标准以国际民航组织的要求为基础，结合我国国内具体情况，从民航的低空飞行安全要求和电力的防撞线要求提出对架空输电线路这种障碍物上加装的航空警示装置的技术、设置等具体要求，实际指导作用更为明确。

六、与有关的现行法律、行政法规、民航规章和国家标准、行业标准的关系

标准按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草，在标准编制过程中规范性引用了《电力金具试验方法 第2部分：电晕和无线电干扰试验》（GB/T 2317.2—2008）《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温》（GB/T 2423.1—2008）《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温》（GB/T 2423.2—2008）《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）》（GB/T 2423.4—2008）《环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）》（GB/T 2423.10—2019）《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾》（GB/T 2423.17—2008）《环境试验 第2部分：试验方法 试验S：模拟地面上的太阳辐射及太阳辐射试验和气候老化试验导则》（GB/T 2423.24—2022）《外壳防护等级（IP代码）》（GB/T 4208—2017）《高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求》（GB/T 16927.1—2011）《电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验》（GB/T 17626.2—2018）《电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验》（GB/T 17626.3—2016）《电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验》（GB/T 17626.8—2006）《电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验》（GB/T 17626.9—2011）《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》（GB/T 35697—2017）《航空障碍灯》（MH/T 6012—2015）和《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001—2021）。

标准结合民航和电力行业现行相关标准，对在影响低空飞行安全区域内（特别是机场净空范围以外低空空域）的架空输电线路上加装的航空警示装置提出技术、分类及设置要求，是对我国民航现有标准的重要补充，对于进一步落实《民用航空法》，推动架空输电线路航空警示装置的配备使用，具有重要作用。

本标准与国内现行法律、法规和国家标准、行业标准相一致，无冲突。

七、重大不同意见的处理和依据

无。

八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等）

建议对在影响低空飞行安全的架空输电线路上安装的航空警示装置作为推荐性标准使用。

建议本标准发布实施后，行业标准化管理单位及时组织本标准宣贯，强化标准技术内容对后续工作的指导。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、重要内容的解释和其他应说明的事项

无。