



T/CECS1XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

微机电系统大气电场仪应用技术规程

Technical specification for application of MEMS atmospheric electric
field meter

(征求意见稿)

中国 ×× 出版社

中国工程建设标准化协会标准

微机电系统大气电场仪应用技术规程

Technical specification for application of MEMS atmospheric electric
field meter

T/CECS 1XXX-202X

主编单位：四川中光防雷科技股份有限公司

北京中科飞龙传感技术有限责任公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 X 月 X 日

中国 xx 出版社

202x 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2022]40 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程共分 5 章和 2 个附录，主要内容包括：总则、术语、系统要求、施工与验收、运行与维护等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会雷电防护专业委员会归口管理，由四川中光防雷科技股份有限公司和北京中科飞龙传感技术有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给四川中光防雷科技股份有限公司（地址：四川省成都市高新西区天宇路 19 号，邮编：611731，邮箱：XXX）。

主 编 单 位：四川中光防雷科技股份有限公司

北京中科飞龙传感技术有限责任公司

参 编 单 位：北京信息科技大学

中国科学院空天信息创新研究院

南京云凯防雷科技股份有限公司

北京雷电防护装置测试中心

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 系统要求	(4)
3.1 系统组成与功能.....	(4)
3.2 技术要求.....	(4)
4 施工与验收	(7)
4.1 布点与选址.....	(7)
4.2 场地要求.....	(7)
4.3 安全要求.....	(7)
4.4 安装与验收.....	(8)
5 运行与维护	(9)
附录 A 微机电系统大气电场仪安装验收报告	(10)
附录 B 微机电系统大气电场仪型式检验和出厂检验	(11)
制 定 说 明	(18)
用 词 说 明	(19)
引用标准名录	(20)
条 文 说 明	(22)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms.....	(2)
3	System requirements	(4)
3.1	Composition and function of system	(4)
3.2	Technical requirements	(4)
4	Construction and acceptance.....	(7)
4.1	Site arrangement and selection	(7)
4.2	Site requirements	(7)
4.3	Safety requirements	(7)
4.4	Installation and acceptance	(8)
5	Operation and maintenance.....	(9)
Appendix A	Installation acceptance report of MEMS atmospheric electric field meter	(10)
Appendix B	Type inspection and factory inspection of MEMS atmospheric electric field meter	(11)
	Setting instructions.....	(18)
	Explanation of wording.....	(19)
	List of quoted standards	(20)
	Addition: Explanation of provisions.....	(22)

1 总 则

1.0.1 为规范微机电系统大气电场仪应用的技术要求,做到技术先进、安全可靠,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于微机电系统大气电场仪的系统要求、施工与验收、运行与维护。

1.0.3 微机电系统大气电场仪的系统要求、施工与验收、运行与维护除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 大气电场 atmospheric electric field

存在于大气中而与带电物质产生电力相互作用的物理场。

注：大气电场用大气电场的强度和方向来描述，方向垂直向下的大气电场规定为正电场，而将方向垂直向上的大气电场定义为负电场。

2.0.2 微机电系统 micro-electromechanical systems (MEMS)

关键（部件）特征尺寸在亚微米至亚毫米之间，能独立完成机电光等功能的系统。

注 1：微机电系统一般包括微型结构、微传感器、微执行器、信号处理和控制在、通讯接口电路以及能源等部分。

注 2：微机电系统通常需要多学科领域技术的综合应用，例如机、电、光、生物等多种领域。

2.0.3 微机电系统电场传感器 MEMS electric field sensor

能够感应电场强度并转换成可用输出信号的传感器，一般由微机电系统电场敏感元件和信号调理电路等构成。其中，敏感元件基于电荷感应原理和场磨工作机制，采用微机电系统技术制造。

2.0.4 微机电系统大气电场仪 MEMS atmospheric electric field meter

用于连续监测地面大气静电场及其变化的专用仪器设备，其核心探测单元为微机电系统电场传感器。

2.0.5 测量范围 measuring range

在保证性能指标的前提下，用最大被测量(测量上限)和最小被测量(测量下限)表示的区间。

2.0.6 分辨力 resolution

在整个输入量程内都能产生可观测的输出量变化的最小输入量变化。

2.0.7 准确度 correctness

表征测量结果接近真值的程度，准确度越高则测量值越接近真值。在本规程中，传感器的准确度是指在参比工作条件下，线性度加回差加重复性的一种组合，表示实际特性相对于其参比工作特性的偏差皆不超过的一个极限范围。根据本规程准确度的定义，计算得到准确度的绝对值越接近于 0，表示测量值越接近真值。

2.0.8 零点输出 zero output

在规定条件下，所加被测量为零时传感器的输出。

2.0.9 零点输出漂移 zero drift

在规定的时间内，零点输出仅随时间的变化，通常用满量程输出的百分比来表示。

2.0.10 一次电路 primary circuit

直接与交流电网电源连接的电路。

2.0.11 二次电路 secondary circuit

不与一次电路直接连接，而是由位于设备内的变压器、变换器或等效的隔离装置供电或由电池供电的一种电路。

3 系统要求

3.1 系统组成与功能

3.1.1 微机电系统大气电场仪应包括但不限于微机电系统电场传感器、数据采集与处理模块、供电单元及固定支架。

3.1.2 微机电系统大气电场仪应具备下列基本功能：

- 1 应实时监测大气电场数据；
- 2 应实时监测大气电场仪的工作状态，具备设备故障报警功能；
- 3 应提供采样时刻的数据值，规定时段的平均值和最大值、最小值；
- 4 宜具有利用采集数据实现报警的功能；
- 5 应能设置和调整测量参数及通信方式；
- 6 应能够进行数据远程传输和组网探测；
- 7 宜具备外部数据接入功能。

3.2 技术要求

3.2.1 微机电系统大气电场仪应耐腐蚀、耐高低温，具有抗风、防电磁干扰、防潮、防雨淋的能力。

3.2.2 微机电系统大气电场仪的表面应光洁，无变形、无锈蚀，标志、标识应清晰、完整、正确，标志符号及耐久性应符合国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求》GB 4793.1-2007中第5.1~5.3节的规定。

3.2.3 微机电系统大气电场仪的整机布局、组件安装和布线应合理，各零部件的机械连接应坚固、可靠，易于检查维修。

3.2.4 微机电系统大气电场仪的设计寿命应不小于5年。

3.2.5 微机电系统电场传感器基本性能应符合下列规定：

- 1 测量范围的上限电场不宜小于100 kV/m，下限电场不宜大于-100 kV/m；
- 2 分辨力不宜大于10 V/m；
- 3 准确度不宜大于5%；
- 4 零点输出的绝对值应不大于2%；
- 5 零点输出漂移不宜大于5%；

3.2.6 微机电系统大气电场仪应符合下列规定：

- 1 在空旷无遮挡区域，探测半径不宜小于 15 km；
- 2 功耗应不大于 2 W。

3.2.7 微机电系统大气电场仪的数据存储与传输应符合下列规定：

- 1 应可本地存储不少于 1 年的电场数据、预警信息及对应时间等；
- 2 应具有有线和无线数据通信接口，对采样值、预警信息及对应时间等进行传输；
- 3 应具有数据传输状态监控和断点续传功能，实际接收数据与应发送数据的比值应不小于 95%。

3.2.8 微机电系统大气电场仪应具备下列状态信息：

- 1 微机电系统电场传感器工作状态；
- 2 微机电系统电场传感器、数据采集与处理模块工作电压；
- 3 数据采集与处理模块工作温度；
- 4 蓄电池的电量信息；
- 5 外部存储器状态。

3.2.9 微机电系统大气电场仪应具备时钟同步功能。

3.2.10 微机电系统大气电场仪应具备下列远程控制功能：

- 1 参数配置（如零点、灵敏度、外场系数、预警参数等）；
- 2 系统复位；
- 3 嵌入式软件升级。

3.2.11 微机电系统大气电场仪应能在下列环境条件正常使用：

- 1 环境温度：-40 °C~ 55 °C；
- 2 相对湿度：10% RH~100% RH；
- 3 海拔高度：0~6500 m。

3.2.12 微机电系统大气电场仪的机械条件应符合表 3.2.12 的规定。

表 3.2.12 机械条件

环境参数		严酷等级
振动	频率范围	10 Hz~150 Hz
	加速度	10 m/s ²
机械冲击	峰值加速度	150 m/s ²
自由跌落	高度	按国家标准《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型

		样品)》GB/T 2423.7-2018 中表 1 的规定选择试验样品重量对应的优选值。
抗风强度	试验风速	不大于 40 m/s

3.2.13 微机电系统大气电场仪的抗盐雾试验周期 48 h，试验后电场仪外观应符合本规程第 3.2.2 条的规定；零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

3.2.14 微机电系统大气电场仪的外壳防护等级应不低于 IP65 等级。

3.2.15 微机电系统大气电场仪的电源端口、I/O 端口及外壳端口的静电放电抗扰度应符合国家标准《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 中等级 4 的规定。

3.2.16 微机电系统大气电场仪的电源端口和 I/O 端口的浪涌（冲击）抗扰度应符合国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》GB/T 17626.5-2019 中等级 4 的规定。

3.2.17 微机电系统大气电场仪的供电单元宜配有市电、太阳能充电系统以及市电与太阳能互补控制器，在蓄电池单独供电条件下，电场仪连续工作不应小于 15 天。

3.2.18 微机电系统大气电场仪的安全性应符合下列规定：

1 可触及零部件对地（机壳）的直流电压应不大于 50 V，交流电压应不大于 30 V；

2 一次电路与地（机壳）之间应能承受交流电压 1500 V（有效值），一次电路与二次电路之间应能承受交流电压 1500 V（有效值），二次电路与地之间应能承受交流电压 500 V（有效值）；

3 接触电流有效值不应超过 3.5 mA。

3.2.19 微机电系统大气电场仪的平均故障间隔时间(MTBF)应不小于 30000 h。

4 施工与验收

4.1 布点与选址

- 4.1.1** 微机电系统大气电场仪布点应选择在观测区域内。
- 4.1.2** 微机电系统大气电场仪宜根据观测区域面积选择单站点和多站网格化布点。
- 4.1.3** 微机电系统大气电场仪的安装场所宜交通便利,布点位置应避开周围较高建筑物或其他遮挡物,遮挡物与电场仪的距离宜大于二者高差的3倍。
- 4.1.4** 宜对微机电系统大气电场仪的安装场所进行日探测曲线的交叉熵计算,当晴天天气背景下连续3次相邻日探测曲线交叉熵有出现大于0.3时,应重新选址,直至符合要求。

4.2 场地要求

- 4.2.1** 安装场所应避免人或动物轻易接触到微机电系统大气电场仪,尤其是微机电系统电场传感器,如果不可避免,宜在微机电系统大气电场仪周围安装栅栏进行防护。
- 4.2.2** 微机电系统大气电场仪应避免安装在下列场地:
- 1 烟尘、粉尘或空气污染严重环境;
 - 2 陡坡、洼地等;
 - 3 高压线下、接近金属物体或桅杆结构;
 - 4 树下、外部空调、给排水管道、排风扇、空调或建筑物转角处;
 - 5 快速变化的场所,如建筑工地或车辆交通运输繁忙地带。
- 4.2.3** 微机电系统大气电场仪安装场所应具备市电,其额定值应符合下列规定:
- 1 电压: $AC220V \times (1 \pm 20\%)$;
 - 2 频率: $50Hz \times (1 \pm 10\%)$;
- 4.2.4** 如果使用太阳能供电,应选择光照充足的地方。

4.3 安全要求

- 4.3.1** 微机电系统大气电场仪电源机箱门上、交流电源端子旁应设置危险警示标志。
- 4.3.2** 交流电源断开装置上应设置通断标志。

4.3.3 微机电系统大气电场仪电源应设置剩余电流保护，动作电流不大于 30 mA。

4.3.4 电源输入和信号线端口宜采用电涌保护器、电涌隔离等防雷措施。

4.3.5 微机电系统大气电场仪电源机箱、固定支架等金属构件应接地，冲击接地电阻宜不大于 10 Ω 。

4.3.6 蓄电池的外露电极应有绝缘保护装置，外界与外露电极及连接线的导电部分应完全电绝缘。

4.3.7 如果使用铅酸电池，微机电系统大气电场仪应有防止蓄电池电解液泄漏侵蚀到电场仪其他带电部件的技术措施。

4.4 安装与验收

4.4.1 微机电系统大气电场仪的固定支架高度宜为 1.5 m。

4.4.2 电源、通信电缆宜穿金属管埋地暗敷，在防爆场所应用铠装电缆，且强弱电应采取隔离措施。

4.4.3 微机电系统大气电场仪的固定支架与机箱应等电位连接并接地，接地应符合国家标准《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601-2010 中第 4.1.2 条的规定。

4.4.4 微机电系统大气电场仪与室内主机的连接线缆的金属管两端应做接地处理。

4.4.5 微机电系统大气电场仪与室内主机之间的通信距离如果较远或所处环境电磁环境恶劣，通信电缆宜加装信号隔离器。

4.4.6 微机电系统大气电场仪安装时应记录安装点位的经纬度、海拔高度、离地面高度及周围环境信息。

4.4.7 安装完成后，应进行一致性校准，确定每个微机电系统大气电场仪的外场系数，并形成安装验收报告，安装验收报告应符合本规程附录 A 的规定。

4.4.8 微机电系统大气电场仪应提供产品型式检验和出厂检验报告，内容应符合本规程附录 B 的规定。

5 运行与维护

5.0.1 无法正常接收微机电系统大气电场仪数据时,应立即检查设备运行状态及通信情况。

5.0.2 微机电系统大气电场仪宜每半年维护一次。

5.0.3 每次维护时,应对微机电系统大气电场仪及周边环境进行检查,确保其处于正常运行状态,包括微机电系统电场传感器、主机、机箱内温湿度条件、太阳能组件电池板、蓄电池等。

5.0.4 每次维护时,应清扫各部件灰尘,应将微机电系统电场传感器表面清理干净。

5.0.5 每次维护时,应对微机电系统大气电场仪进行现场校准,如果精度无法达到要求,应维修或更换;测量接地电阻值是否满足要求。

附录 A 微机电系统大气电场仪安装验收报告

建设单位：_____

验收单位：_____ 年 月 日

内容	参数/安装情况	参考值	备注
安装地点及经纬度		/	/
安装点温度、湿度、海拔高度		本规程 3.2.11 要求	/
支架高度		本规程 4.4.1 要求	/
离地高度/建筑物高度			如果安装在建筑物顶部，需说明。
外场系数		9.8	
校零			校零后，屏蔽微机电系统电场传感器，电场仪输出电场值在 0 附近波动。
供电方式		交流/直流	/
通信方式		4G/有线	/
线缆敷设		本规程 4.4.3、4.4.5、4.4.6 要求	/
接地		本规程 4.4.4 要求	/
现场安装图			以电场仪为中心，东南西北每个方向各拍一张照片。

安装人员（签字）：_____ 验收人员（签字）：_____

附录 B 微机电系统大气电场仪型式检验和出厂检验

B.1 检验项目

B.1.1 微机电系统大气电场仪的检验项目应符合表 B.1.1 的规定：

表 B.1.1 检验项目

序号	检验项目		型式检验	出厂检验
1	一般要求	外观、结构和工艺	●	●
2		设计寿命	●	—
3	安全要求	安全标志	●	●
4		电气安全	●	○
5		蓄电池	●	●
6	基本性能	测量范围	●	●
7		分辨力	●	●
8		准确度	●	●
9		零点输出	●	●
10		零点输出漂移	●	○
11		功耗	●	○
12	数据存储与传输		●	○
13	状态信息		●	●
14	时钟		●	●
15	远程控制		●	●
16	电源	交流电源	●	●
17		蓄电池	●	●
18	环境适应性	高温	●	—
19		低温	●	—
20		温度冲击	●	—
21		恒定湿热	●	—
22		交变湿热	●	—
23		低气压	●	—
24		振动	●	—
25		机械冲击	●	—
26		自由跌落	●	—
27		抗风强度	●	—
28		盐雾	●	—
29		外壳防护等级	●	—
30	电磁兼容	静电放电抗扰度	●	—
31		浪涌（冲击）抗扰度	●	—
32	可靠性		●	—

注：●表示应检验的项目；—表示不必检验的项目；○表示协议的项目。

B.2 检验条件

B.2.1 除另有规定外，检验条件应符合下列要求：

- 1 环境温度：15℃~35℃；
- 2 相对湿度：25% RH~75% RH；
- 3 大气压力：860 hPa~1060 hPa。

B.3 一般检查

B.3.1 目视和手工检查外观、结构和工艺，结果应符合本规程第 3.2.2 条、第 3.2.3 条的规定。

B.3.2 检查设计资料中有关设计寿命的说明，结果应符合本规程第 3.2.4 条的规定。

B.4 试验规定

B.4.1 试验用的仪器设备和计量器具应具有计量检定单位签发的有效期内的检定、校准证书。

B.4.2 试验前，微机电系统电场传感器和微机电系统大气电场仪应通电预热。除另有规定外，预热时间应不少于 15 min。

B.5 安全检查

B.5.1 人工检查标志是否齐全、完整。按国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求》GB 4793.1-2007 中第 5.3 节的规定进行标志耐久性检查。

B.5.2 电气安全应符合下列规定：

1 测量可触及零部件对试验参考地的电压，应符合本规程第 3.2.18 条的规定；

2 按国家标准《信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求》GB 4943.1-2011 中第 5.2 节的规定进行抗电强度试验，试验中不应出现击穿或重复飞弧，试验后检测电场仪的零点输出，应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

3 应按国家标准《信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求》GB 4943.1-2011 中第 5.1 节的规定进行接触电流试验；

4 人工检查电源输入和信号线端口是否具有防雷器件。

B.5.3 蓄电池应符合下列规定：

- 1 目视检查蓄电池电极绝缘保护装置；
- 2 目视检查防止蓄电池电解液泄漏侵蚀到电场仪其它带电部件的技术措施。

B.6 性能试验

B.6.1 试验用的匀强电场发生器为专用标准电场箱，应符合下列要求：

- 1 输出电场范围：应不小于-100 kV/m~100 kV/m；
- 2 总测量精度：应不大于 1%；
- 3 电场分辨力：应不大于 10 mV/m。

B.6.2 微机电系统电场传感器测量范围应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.1 条规定的方法进行试验。

B.6.3 微机电系统电场传感器分辨力应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.8 条规定的方法进行试验。

B.6.4 微机电系统电场传感器准确度应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.7 条规定的方法进行试验。

B.6.5 微机电系统电场传感器零点输出应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.2 条规定的方法进行试验。

B.6.6 微机电系统电场传感器零点输出漂移应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.10 条规定的方法进行试验。

B.6.7 微机电系统大气电场仪功耗应按国家标准《MEMS 电场传感器通用技术条件》GB/T 35086-2018 中第 7.5.13 条规定的方法进行试验。

B.7 数据存储与传输试验

B.7.1 电场仪运行 5 天后，检查存储的电场值、预警信息及对应时间等是否完整，剩余的存储空间，并以此推算是否满足要求。

B.7.2 建立电场仪与计算机之间的数据通信，在计算机上运行通信工具软件，并做相应参数配置，在有线和无线通信条件下，目视和手工检查通信是否正常，查看采样电场值、预警信息及对应时间等是否完整正确。

B.8 状态信息

B.8.1 状态信息应符合下列要求：

1 目视和手工检查电场仪贮存和输出信息中是否有微机电系统电场传感器的工作状态信息；

2 目视和手工检查电场仪贮存和输出信息中是否有微机电系统电场传感器、数据采集及处理模块的工作电压信息；

3 使数据采集及处理模块的工作温度发生变化，检查电场仪贮存和输出信息中数据采集及处理模块的工作温度；

4 目视和手工检查电场仪贮存和输出信息中是否有蓄电池的电量信息；

5 使外部存储器处于正常、异常状态，然后检查其贮存状态。

B.9 时钟

B.9.1 可使用国家授时中心网站上的标准时间校准电场仪时钟。

B.10 远程控制

B.10.1 应通过远程向电场仪发送指令，进行下列检查：

- 1 发送参数配置指令，检查配置结果；
- 2 发送系统复位指令，检查复位结果；
- 3 发送嵌入式软件升级指令，检查软件升级结果。

B.11 电源

B.11.1 交流电源应按国家标准《电子测量仪器通用规范》GB/T 6587-2012 中第 5.12 节规定的方法进行试验。

B.11.2 蓄电池应符合下列规定：

- 1 应检测蓄电池的标称电压；
- 2 用配有市电、太阳能充电装置对蓄电池充电，应检查蓄电池的充电情况；
- 3 当市电与太阳能充电系统双供电时，应检查电场仪工作状态；
- 4 在无市电供电、蓄电池无充电情况下，应测试电场仪是否能连续工作 15 天。

B.12 环境适应性试验

B.12.1 高温应符合下列规定：

1 应按国家标准《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 中第 5.2 节规定的方法进行试验；

2 高温工作试验过程应持续检测电场仪零点输出；

3 高温贮存试验结束后，在试验标准大气条件下恢复 2 h，然后目视检查电场仪外观，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.2 低温应符合下列规定：

1 应按国家标准《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 中第 5.2 节规定的方法进行试验；

2 低温工作试验过程应持续检测电场仪零点输出；

3 低温贮存试验结束后，在试验标准大气条件下恢复 2 h，然后目测检查电场仪外观，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.3 温度冲击应按国家标准《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验》GB/T 2423.3-2016 中第 7.2 节的有关规定，采用下列试验参数和检测方法进行：

1 暴露持续时间：1 h；

2 转换时间：不宜超过 3 min；

3 循环次数：5；

4 试验循环结束后，在试验标准大气条件下恢复 2 h，然后目测检查电场仪外观，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.4 恒定湿热应按国家标准《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验》GB/T 2423.3-2016 中规定的方法进行试验。低温工作试验过程应持续检测电场仪零点输出，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.5 交变湿热应按国家标准《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 的有关规定，采用以下参数和检测方法进行试验：

1 严酷程度：高温温度 $55\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ ，循环次数为 2 次；

2 降温方法：方法 2；

3 中间检测：不少于 3 次；

4 恢复及检查：在试验标准大气条件下恢复 2 h，然后目测检查电场仪外观，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.6 在通电情况下，应按国家标准《电工电子产品环境试验 第 2 部分：试

验方法 试验 M: 低气压》GB/T 2423.21-2008 中有关规定, 低气压采用以下参数和检测方法进行试验:

1 严酷等级: 气压 $40\text{ kPa} \pm 2\text{ kPa}$ (近似海拔高度 7200 m), 试验持续时间 2 h ;

2 恢复及检查: 在试验标准大气条件下恢复 1 h , 然后目测检查电场仪外观, 零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.7 应按国家标准《环境试验 第 2 部分: 试验方法 试验 Fc: 振动(正弦)》GB/T 2423.10-2019 中有关规定, 振动采用以下参数和检测方法进行试验:

1 对非包装的电场仪产品进行试验, 电场仪正常工作时的位置应紧固在振动台上, 电场仪的重心应位于振动台面的重心区域, 并且电场仪应与振动台保持刚性接触;

2 电场仪应经受三个轴向上的振动试验;

3 严酷等级: 频率范围 $10\text{ Hz} \sim 150\text{ Hz}$, 加速度 10 m/s^2 , 在每一轴线方向上扫频 10 个循环;

4 最后检查: 在试验标准大气条件下, 首先对电场仪进行目测检查, 机械结构不应有破裂、明显变形或紧固件松动等现象, 零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.8 应按国家标准《环境试验 第 2 部分: 试验方法 试验 Ea 和导则: 冲击》GB/T 2423.5-2019 的有关规定, 采用以下参数和检测方法进行机械冲击试验:

1 对包装的电场仪产品进行试验, 电场仪应牢固地刚性固定在冲击台上, 并使冲击力直接传给电场仪的机体;

2 冲击方向和次数: 三个轴线的正和负两方向, 共 6 个面, 每个面冲击 3 次, 共 18 次;

3 严酷等级: 冲击波形为半正弦波, 峰值加速度 150 m/s^2 , 脉冲持续时间 11 ms ;

4 最后检查: 在试验标准大气条件下, 首先对电场仪进行目测检查, 机械结构不应有破裂、明显变形, 电子元器件应无明显位移或脱落等现象, 零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.9 自由跌落应按国家标准《环境试验 第 2 部分: 试验方法 风压》GB/T

2423.41-2013 中方法 1 进行试验：

1 严酷等级：跌落高度应根据电场仪质量从国家标准《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ec：粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）》GB/T 2423.7-2018 表 1 中选取第一个优选值；

2 最后检查：在试验标准大气条件下，首先对电场仪进行目测检查，机械结构不应有破裂、明显变形，电子元器件应无明显位移或脱落等现象，零点输出应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.10 抗风强度试验方法应符合下列规定：

1 应通过风速等级计算出电场仪的风载荷；

2 电场仪试品应按使用状态固定安装，对试品进行加载，加载 10 min；

3 试验结束后，在试验标准大气条件下对电场仪进行目测检查，机械结构不应有破裂、明显变形，电子元器件应无明显位移或脱落等现象，之后检测零点输出，应符合本规程第 3.2.5 条第 4 款的规定。

B.12.11 盐雾应按国家标准《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 规定的方法进行试验。

B.12.12 外壳防护等级应按国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208-2017 规定的方法进行试验。

B.13 电磁兼容

B.13.1 静电放电抗扰度应按国家标准《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 规定的方法进行试验。

B.13.2 浪涌（冲击）抗扰度应按国家标准《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》GB/T 17626.5-2019 规定的方法进行试验。

B.14 可靠性

B.14.1 除非另有规定，可靠性应按国家标准《电子测量仪器可靠性试验》GB 11463-1989 相关规定执行。

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组进行了大气电场探测方法和先进传感技术的调查研究，总结了我国大气电场仪研制的实践经验，同时参考了国外先进技术标准 IEEE std 1227-1990，通过长期的户外大气电场探测试验，获得了微电机式大气电场仪的关键技术要求、施工与验收方法以及检测与维护手段。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《微机电系统大气电场仪应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

用词说明

为便于在执行本导则条款时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1** 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2** 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3** 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4** 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601-2010
- 《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
- 《环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab: 恒定湿热试验》GB/T 2423.3-2016
- 《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Ea 和导则：冲击》GB/T 2423.5-2019
- 《环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec: 粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）》GB/T 2423.7-2018
- 《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
- 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验M: 低气压》GB/T 2423.21-2008
- 《环境试验 第2部分：试验方法 试验N: 温度变化》GB/T 2423.22-2012
- 《环境试验 第2部分：试验方法 风压》GB/T 2423.41-2013
- 《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208-2017
- 《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求》GB 4793.1-2007
- 《信息技术设备 安全 第1部分：通用要求》GB 4943.1-2011
- 《地面大气静电场探测仪器通用规范》GJB 6073-2007
- 《电子测量仪器通用规范》GB/T 6587-2012
- 《电子测量仪器可靠性试验》GB 11463-1989
- 《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 浪涌（冲击）抗扰度试验》GB/T 17626.5-2019
- 《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求》GB/T
18268.1-2010
- 《传感器主要静态性能指标计算方法》GB/T 18459-2001
- 《微机电系统（MEMS）技术 术语》GB/T 26111-2010

《MEMS 电场传感器通用技术条件》 GB/T 35086-2018

《场磨式大气电场仪》 QX/T 566-2020

《雷电预警系统技术规程》 T/CECS 688-2020

中国工程建设标准化协会标准

微机电系统大气电场仪应用技术规程

T/CECS 1XXX-202X

条文说明

目 次

3	系统要求.....	(24)
3.1	系统组成与功能.....	(24)
3.2	技术要求	(24)
4	施工与验收.....	(25)
4.1	布点与选址.....	(25)
4.4	安装与验收.....	(25)

3 系统要求

3.1 系统组成与功能

3.1.1 微机电系统大气电场仪宜由微机电系统电场传感器、数据采集与处理模块、数据传输模块、报警控制模块、供电单元、数据显示与配置终端、固定支架及连接线缆等组成（图 1）。供电单元宜包括电源转换模块和太阳能及电池管理模块两部分。

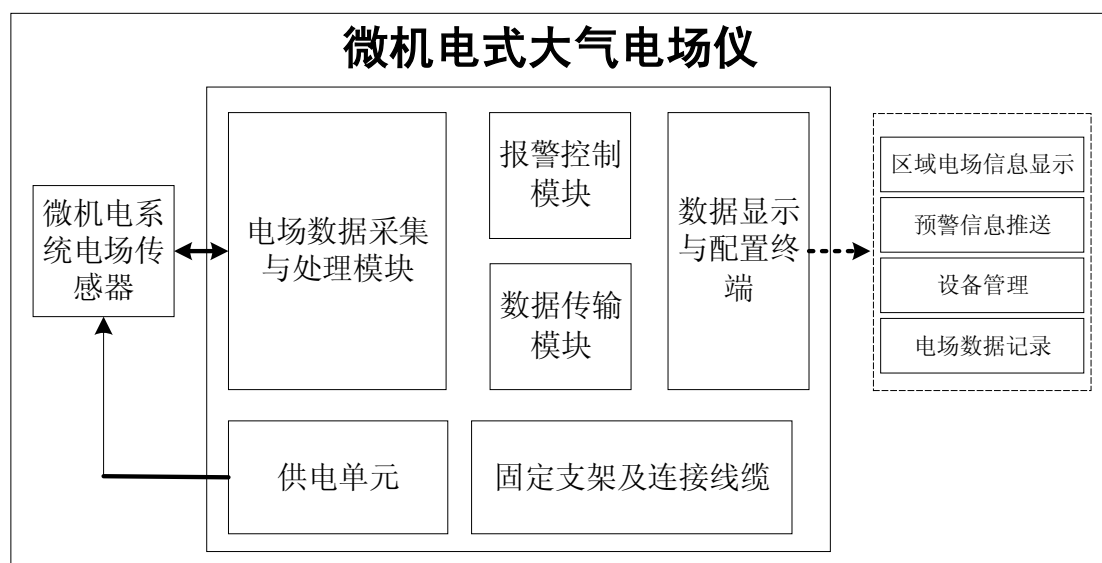


图 1 微机电系统大气电场仪常用结构

3.2 技术要求

3.2.5 微机电系统电场传感器基本性能应符合下列规定：

4 零点输出的绝对值应不大于 2%，零点输出以满量程输出的百分比表示。

注：如果微机电系统电场传感器测量范围不包括零电场时，则本规程所指零点为测量范围的测量下限（绝对最小值）。

4 施工与验收

4.1 布点与选址

4.1.4 微机电系统大气电场仪的安装场所宜交通便利，布点位置应避开周围较高建筑物或其他遮挡物，遮挡物与电场仪的距离宜大于二者高差的3倍（图2）。

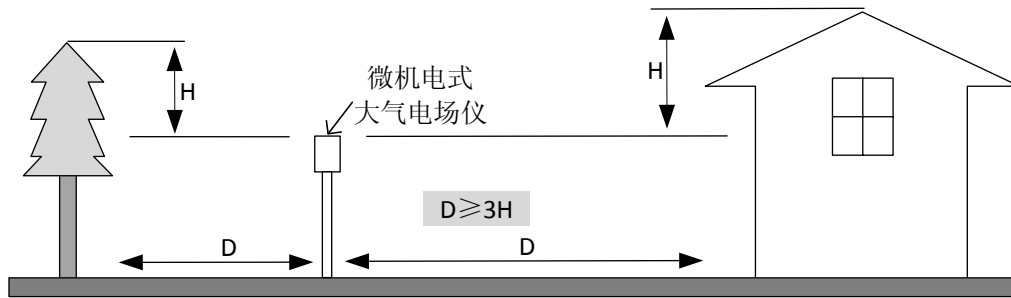


图2 微机电系统大气电场仪与遮挡物之间的距离要求

4.4 安装与验收

4.4.8 外场系数9.8来源于仿真计算结果。当微机电系统电场传感器安装在1.5 m高的固定支架上后，通过仿真分析，被测电场被放大了9.8倍，因此，选择9.8为微机电系统大气电场仪外场系数的参考值。