

# T/SILA

## 上海浦东智能照明联合会团体标准

T/SILA 022—2025

### 智能建筑边缘混合组网（EMN）应用 技术要求

Edge mixed networking (EMN) technical requirements for smart buildings

2025 - 07 - 18 发布

2025 - 07 - 18 实施

上海浦东智能照明联合会 发布



# 目 次

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 前言 .....                 | II  |
| 引言 .....                 | III |
| 1 范围 .....               | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....          | 1   |
| 3 术语和定义 .....            | 1   |
| 4 缩略语 .....              | 2   |
| 5 通信层 .....              | 2   |
| 5.1 SILA-EMN 节点结构 .....  | 2   |
| 5.2 层次区划 .....           | 3   |
| 5.3 通信层报文结构标准 .....      | 3   |
| 5.4 报文分类 .....           | 4   |
| 5.5 安全机制 .....           | 4   |
| 5.6 跨通信层调度 .....         | 4   |
| 6 应用层 .....              | 4   |
| 6.1 标准执行器 .....          | 4   |
| 6.2 标准传感器 .....          | 6   |
| 6.3 标准面板 .....           | 6   |
| 6.4 通用输入/通用输出 .....      | 7   |
| 6.5 标准调试接口 .....         | 7   |
| 6.6 数据采集 .....           | 7   |
| 7 场景化自学习功能 .....         | 8   |
| 7.1 通用自学习功能 .....        | 8   |
| 7.2 流动公共空间/公交场站/仓库 ..... | 8   |
| 7.3 办公空间 .....           | 8   |
| 7.4 酒店客房/教室 .....        | 8   |
| 7.5 工业厂房 .....           | 8   |
| 7.6 Sub-GHz 应用 .....     | 9   |
| 参考文献 .....               | 10  |

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由上海浦东智能照明联合会（SILA）制定发布，版权归SILA所有，未经SILA许可不得随意复制，任何单位或个人引用本标准的内容需指明标准的标准号。

本文件由上海浦东智能照明联合会归口管理。

本文件主要起草单位：上海浦东智能照明联合会、非凡士智能科技（苏州）有限公司、EnergyRenewal Pte. Ltd.、广东艾迪明电子有限公司、浙江佳普科技有限公司、中山市驱驰电子有限公司、中山市乐式物联科技有限公司、永林电子（上海）有限公司、青岛东软载波科技股份有限公司、广东奥莱敏控技术有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司、欧智通科技股份有限公司、广州易而达科技股份有限公司、江苏英索纳通信科技有限公司、广东科威腾智能照明有限公司、深圳市力合微电子股份有限公司、四川虹锐电工有限责任公司、杭州威仕达机电科技有限公司。

本文件主要起草人：赵臻晔、牛刚刚、Jeffrey Gu、代照亮、张德浩、卫建强、靳慧康、刘卫合、潘建亮、黎禧、马金花、王晓辉、贾存玉、周顺花、庄晓波、马小平、夏纯全、张耐久、李治江、张毅、黄先波、邹汉强、朱永、周国厚、洪艳君。

# 引 言

本文件由上海浦东智能照明联合会（SILA）和非凡士智能科技（苏州）有限公司牵头，旨在规范智能建筑边缘混合组网（Edge Mixed Networking，简称EMN）的应用技术要求，以推动物联网技术在智能建筑领域的深入应用。

EMN 基于集群智能技术，针对多物理层通信、AI自学习与自动化配置、设备互联互通等问题，提供了创新性的解决方案。EMN 制定统一的控制接口标准，使得各种物联网设备和边缘计算平台能够被集中管理和控制，简化操作流程，提高系统的自动化和智能化水平。EMN 提供系统优化和维护的指导方针，确保边缘混合组网系统能够适应不同的运行环境和条件，实现自我调整和故障恢复，以维持系统的稳定性和高效性。

本文件通过明确DALI、PLC、BLE的通信层和应用层技术内容、并确立标准化的通信接口，实现不同设备和系统之间的无缝连接、以及网络间的高效协同。本技术规范明确了场景化自学习功能的应用参照，为边缘混合组网技术在多种智能建筑场景的普及起到推动作用；同时为今后国家、地方和行业的其他标准制定提供参考。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及以下2项与本文件相关的专利的使用。专利申请号及其专利名称如下：

| 序号 | 专利申请号             | 专利名称                    |
|----|-------------------|-------------------------|
| 1  | CN 202211311766.2 | 一种大规模无线传感网分簇组网方法        |
| 2  | CN 202411463800.7 | 基于物联网灯具系统生成部署位置地图的方法和装置 |

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款或条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人：非凡士智能科技（苏州）有限公司

地址：常熟高新技术产业开发区湖山路2号同济科技广场1幢2207

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。



# 智能建筑边缘混合组网（EMN）应用技术规范

## 1 范围

本文件界定了智能建筑边缘混合组网的通信层的架构、应用层的功能要求、场景化自学习功能的应用实施要求。

本文件适用于智能建筑边缘混合组网系统和相关设备的设计、生产、安装、调试和使用等相关领域。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**节点 node**

通信网络中是一个连接点，或一个通信端点，通常一个设备就是一个节点。

### 3.2

**网络 network**

EMN网络最大的控制范围，由多个节点构成。

### 3.3

**单元 unit**

EMN网络下一级的控制范围，每个节点必须属于且只能属于 1 个单元。

### 3.4

**分组 group**

EMN 节点可选的一种辅助控制范围，类似于标签，节点可以属于多个分组。

### 3.5

**指令 instruction**

在照明控制协议中，请求数据或者控制消息。

### 3.6

**物理层 physical layer**

为传输数据所需要的物理链路创建、维持、拆除，而提供具有机械的、电子的、功能的和规范的特性。

### 3.7

**通信层 communication layer**

通信报文格式和传输的规约层。

### 3.8

**应用层 application layer**

与使用场景强相关，用于约定业务和功能规范等。

### 3.9

**状态 state**

节点某一时刻可维持运行的一套参数。

### 3.10

**模式 mode**

多种状态按照预定逻辑顺序构成的多状态和跳转参数的集合。

### 3.11

**场景 scene**

预存在设备内部的模式。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AD: 模数转换 (Analog-Digital)

BLE: 低功耗蓝牙 (Bluetooth Low Energy)

DALI: 数字可寻址照明接口 (Digital Addressable Lighting Interface)

EMN: 边缘混合组网 (Edge Mixed Networking)

IO: 输入输出 (Input Output)

PHY: 物理层 (Physical Layer)

PLC: 电力载波通信 (Powerline Communicaiton)

PWM: 脉冲宽度调制 (Pulse width modulation)

UART: 通用异步收发器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

Sub-GHz: 指频率低于 1 千兆赫兹的频段或相关技术 (Sub-Gigahertz)

LAN: 表示局域网 (Local Area Network)

WI-FI: 一种允许电子设备连接到无线局域网的技术 (Wireless Fidelity)

DTU: 表示数据传输单元, 是一种专门用于将串口数据转换为IP数据或将IP数据转换为串口数据, 以实现远程数据传输的设备 (Data Transfer Unit)

## 5 通信层

### 5.1 SILA-EMN 节点结构

#### 5.1.1 通信系统结构

节点结构 (如图1所示) 包括:

- a) SILA-EMN 标准节点;
- b) SILA-EMN 网关节点。



图1 SILA-EMN 网络系统图

#### 5.1.2 SILA-EMN 标准节点

标准节点必选BLE PHY, 其他物理层可选, 如图2所示:

- a) 单模标准节点只有 BLE PHY 物理层;



图2 SILA-EMN 标准节点系统图

b) 多模标准节点必有 BLE PHY 物理层，其他物理层从 PLC，DALI，Sub-GHz 选择其中一种或多种组合。

### 5.1.3 SILA-EMN 网关节点

与上位系统对接，实现数据采集和远程指令下发的转换节点，如图3所示。



图3 SILA-EMN 网关节点系统图

## 5.2 层次区划

### 5.2.1 网络

4字节长度，最大的EMN网络概念，单次可管理的最大单元。但不同网络之间的节点也可以在特定规约下通信。

### 5.2.2 单元

2字节长度，范围256 ~ 65534，所以一个网络最大支持65279 个单元，因为和分组共享地址域，所以从256 开始。等效于 DALI 的设备地址概念，DALI的设备地址0-63对应EMN单元地址256 ~ 319。每个节点必须且只能属于一个单元。多个节点允许属于同一个单元。

### 5.2.3 分组

1 字节长度，范围 0 ~ 255，等效于 DALI 的分组概念。每个节点可以属于 0 ~ 32 个分组，所以可以有设备不属于任何分组。

### 5.2.4 设备/节点

6字节全局唯一地址，每个节点拥有唯一且不重复的地址。等效于MAC地址。此概念不能用于DALI总线中。

## 5.3 通信层报文结构标准

### 5.3.1 SILA-EMN BLE/PLC 报文格式

参考EMN4.0标准格式。

### 5.3.2 SILA-EMN DALI 报文格式

参考DALI2标准格式。

## 5.4 报文分类

### 5.4.1 批量写入报文（广播指令）

即所有相同网络的节点进行广播的无回应下行指令，通常由网关或者下载器发起，比如用于以下功能：

- a) 批量模式切换；
- b) 批量场景切换；
- c) 批量参数设置。

### 5.4.2 单节点报文（单指令）

即可和单一节点进行通信的指令，支持无回应和有回应两种方式，通常由网关或者下载器发起，比如用于以下功能：

- a) EMN 调试指令；
- b) DALI 调试指令；
- c) PLC 调试指令；
- d) 单一设备数据/参数读取。

### 5.4.3 集群报文（集群指令）

网络局部自行发起的指令，通常由节点自行发起，比如用于：

- a) 传感器状态同步；
- b) 位置自学习计算；
- c) 数据和状态批量上报；
- d) 免配置售后计算。

## 5.5 安全机制

AES128位加密，每个网络独立密钥，可设置。某些特殊指令允许不加密使用，以维持最低限度的维护需求。集群指令采用不公开的独立密钥，不可设置。

## 5.6 跨通信层调度

### 5.6.1 BLE-PLC 调度

沿用EMN基本的通信调度机制。增加PLC通信层专属的数据上行通道。

### 5.6.2 BLE-DALI 调度

参照DALI通用指令集IEC 62386—102，应包括：

- a) DALI 调光指令：将转换为 EMN 常亮指令，对同范围（单元或分组）设备进行控制；
- b) EMN 模式指令：EMN 节点在发生亮度变化时，将自动发送 DALI 指令；
- c) DALI 场景指令：将转换为 EMN 场景指令；
- d) EMN 场景指令：将转换为 DALI 场景指令。

注：经由DALI配置的场景将仅支持常亮。在同一个DALI网络上的多个EMN节点，将自动选择1个节点发送DALI控制信号。

## 6 应用层

### 6.1 标准执行器

### 6.1.1 运行状态数据格式

最大4字节，表示某一时刻下可以维持运行的参数。

### 6.1.2 状态类型

#### 6.1.2.1 运行状态类型

运行状态类型见表1。

表1 运行状态类型

| 类型名  | 类型ID | 数据格式                                                                                                                         |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 仅调光  | 0x01 | 字节0-1:亮度 (0-65535)                                                                                                           |
| 调光调色 | 0x02 | 字节0: 亮度 (0-255) 字节1: 色温 (0-255)                                                                                              |
| 温控器  | 0x21 | 字节0:6位温度 (0-63) 1位温度依据 (0:温控器, 1:指定传感器) 1位温度补偿功能 (0:关闭, 1:开启) 字节1:1位温控器开关 (0:关闭, 1:开启) 3位运行模式3位风力大小1位面板锁定 (0:锁定面板, 1:允许手动控制) |
| 窗帘   | 0x41 | 字节0:行程0 字节1:行程1 字节2:行程2 字节3:1位开合状态 (0:全合, 1:全开)                                                                              |

#### 6.1.2.2 窗帘控制命令

窗帘控制命令见表2。

表2 窗帘控制命令

| 属性名称 | 变量格式   | 单位  | 变量值及其含义                       |
|------|--------|-----|-------------------------------|
| 窗帘类型 | 1 Byte | —   | 0 双帘<br>1 左帘<br>2 右帘          |
| 电机控制 | 1 Byte | —   | 0 关闭<br>1 暂停<br>2 打开          |
| 电机状态 | 1 Byte | —   | 0 关闭中<br>1 暂停中<br>2 打开中       |
| 当前位置 | 1 Byte | 百分比 | 0~100 步进1<br>0% 全开<br>100% 全关 |
| 设定位置 | 1 Byte | 百分比 | 0~100 步进1<br>0% 全开<br>100% 全关 |
| 电机反向 | Bool   | —   | —                             |
| 运行速度 | 1 Byte | —   | 0 低速<br>1 中速<br>2 高速          |

### 6.1.3 感应控制模式

模式包含三个状态：有人状态、无人状态、休眠状态。

每个节点可指定 DALI 报文地址域与状态的关系。

状态为固定跳转顺序：有人状态 → 无人状态 → 休眠状态。

#### 6.1.4 场景

场景号0-127，共128 个场景，每个场景在设备存储一套完整的感应控制模式，最大15 字节。

#### 6.1.5 其他参数

可通过参数设置指令进行配置。

#### 6.1.6 档案自动化的基本数据结构

SILA-EMN系统应以一个固定周期上报该结构的数组。档案自动化的基本数据结构见表3。

表3 档案自动化的基本数据结构

| 字段名      | 字段类型     | 备注                                                    |
|----------|----------|-------------------------------------------------------|
| 设备地址     | String   | —                                                     |
| 网络地址     | String   | —                                                     |
| 设备类型     | Byte     | —                                                     |
| 自动生成     | Bool     | True: 自动生成<br>False: 手动收录                             |
| 首次入网时间   | DateTime | —                                                     |
| 最后在线时间   | DateTime | —                                                     |
| X坐标      | Int      | —                                                     |
| Y坐标      | Int      | —                                                     |
| 所属楼层     | String   | —                                                     |
| 所属分组地址   | Int[]    | —                                                     |
| 单元地址     | Int      | —                                                     |
| 本地网络接入   | Byte     | Bit0:BLE PHY<br>Bit1:DALI<br>Bit2:PLC<br>Bit3:Sub-GHz |
| 综合组网强度评分 | Int      | —                                                     |
| DALI链路ID | Int      | 0 表示不在任何 DALI 链路<br>与其他同DALI链路的设备将使用同一个ID             |
| 最大功率     | Float    | 设备本身可达到的最大功率，比如100%亮度的功率，<br>-1表示无效                   |
| 最小功率     | Float    | 设备本身可达到的最小功率，比如0%亮度的功率，<br>-1表示无效                     |
| 命名       | String   | 现场收录时对设备的命名                                           |
| 分组名      | String   | 分组的命名                                                 |
| 单元名      | String   | 单元的命名                                                 |

## 6.2 标准传感器

支持以下信息输出：

- 运动/存在感应；
- 温度；
- 照度。

## 6.3 标准面板

- 应支持以下信息输出：

- 短按；
- 多次短按；
- 长按；
- 松开。

- 可支持以下信息输入：

- 1) 背光亮度值;
- 2) 强调按键 (背光改色)。

#### 6.4 通用输入/通用输出

通过EMN HybridBytes与标准格式进行逻辑绑定。

可通过配备 EMN HybridBytes 的 EMN 网关与以下接口通信:

- a) 第三方 PLC 接口;
- b) KNX;
- c) RS485/RS232/UART;
- d) Modbus;
- e) IO;
- f) 模拟量输入/输出。

#### 6.5 标准调试接口

##### 6.5.1 EMN 调试

遵循EMN4.0调试接口标准, 包含以下基本内容:

- a) 设备发现;
- b) 设备与附近设备关系;
- c) 基本参数配置;
- d) 区划档案配置;
- e) 运行参数配置;
- f) 场景参数配置;
- g) 命名;
- h) 单设备点名/单元点名/分组点名/网络点名。

##### 6.5.2 DALI 调试

支持无线转DALI调试指令, 包括:

- a) 允许通过无线配置, 包括设备地址、组地址;
- b) 通过无线通信识别 DALI 线路关系以及 DALI 通信可达状态;
- c) 允许使用 EMN4.0 的地图生成机制对 DALI 设备进行快速地址分配。

##### 6.5.3 Sub-GHz 调试

支持Sub-GHz无线物理层与BLE物理层构成双物理层模组。

#### 6.6 数据采集

##### 6.6.1 数据包注册机制

需要使用集群智能网络进行采集的数据需要在节点注册, 包括以下信息:

- a) 数据间隔分钟数, 1 字节;
- b) 优先级, 1 字节;
- c) 数据 ID, 2 字节;
- d) 随后需要按照约定的间隔向节点推送数据, 每个时间点数据包长度为 2 字节。

##### 6.6.2 数据包推送逻辑

网关会不定期推送数据包的集合, 包括:

- a) 数据来源设备地址;
- b) 数据起始时间;
- c) 数据包数量;
- d) 数据包集合。

## 7 场景化自学习功能

### 7.1 通用自学习功能

#### 7.1.1 自动组网

在任意节点获取全网络详细信息，包括节点地址、分组、状态。

#### 7.1.2 免配置售后

无需配置，更换故障品后，新装设备将自动完成配置迁移。

### 7.2 流动公共空间/公交场站/仓库

#### 7.2.1 联动路径学习

灯具自行学习空间中行动路线，自行完成传感器和灯具的联动关系配置。

#### 7.2.2 雷达感应故障学习

系统自行感知雷达故障，屏蔽雷达故障信号。

### 7.3 办公空间

#### 7.3.1 雷达感应故障学习

系统自行感知雷达故障，屏蔽雷达故障信号。

#### 7.3.2 温控器回风口位置学习

温控器自行学习关联的空调回风口位置。

### 7.4 酒店客房/教室

#### 7.4.1 默认方案免调试落地

设备安装后无需配置，即可按照空间分布自行分组，按照默认方案运行。

#### 7.4.2 运行方案快速复制

单一空间修改运行方案后，其他类似空间主动复制新的运行方案。

#### 7.4.3 默认方案示例

可以包括以下功能：

- 助眠功能：针对住客对陌生环境下睡眠需要亮灯的需求，一键启动助眠模式后，预设灯带调整至 5%亮度，1 小时后关闭；
- 盲摸功能：客房属于公共环境，住客对智能面板不熟悉，晚上起夜时，盲摸任何一个按键默认起夜功能，此功能可避免晚上误按窗帘、灯具全开键等打扰了住客的睡眠质量；
- 起夜功能 1：睡眠模式、助眠模式后盲摸任何一个按键默认起夜功能，开启预设灯带调整至 5%亮度，可联动卫生间灯微亮；
- 起夜功能 2：有接近感应雷达时，睡眠模式、助眠模式后手靠近智能开关面板默认起夜功能，开启预设灯带调整至 5%亮度，可联动卫生间灯微亮；
- 室温关怀：客房智能温控面板可以设定智能调节温度，通过设置 0 点以后每半小时上调 1 度的速度，缓慢上调温度至 22℃，为需求人士提供客户关怀。

### 7.5 工业厂房

#### 7.5.1 联动路径学习

灯具自行学习空间中行动路线，自行完成传感器和灯具的联动关系配置，自行学习流动区/非流动区，实现流动区/非流动区独立配置运行参数。

### 7.5.2 雷达感应故障学习

系统自行感知雷达故障，屏蔽雷达故障信号。

### 7.6 Sub-GHz 应用

主要用于工矿灯、投光灯、路灯、庭院灯等中大功率的中等间距设备组网，或者室内应用时提升连接质量，拓展 SILA-EMN 在不同场景下的适应性。

### 参 考 文 献

- [1] IEC 62386—102 Digital addressable lighting interface - Part 102: General requirements - Control gear
- [2] 非凡士智能科技（苏州）有限公司. 一种大规模无线传感网分簇组网方法：202211311766.2[P]. 2023-01-31.
- [3] 非凡士智能科技（苏州）有限公司. 基于物联网灯具系统生成部署位置地图的方法和装置：202411463800.7[P]. 2024-11-22.
-