

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。

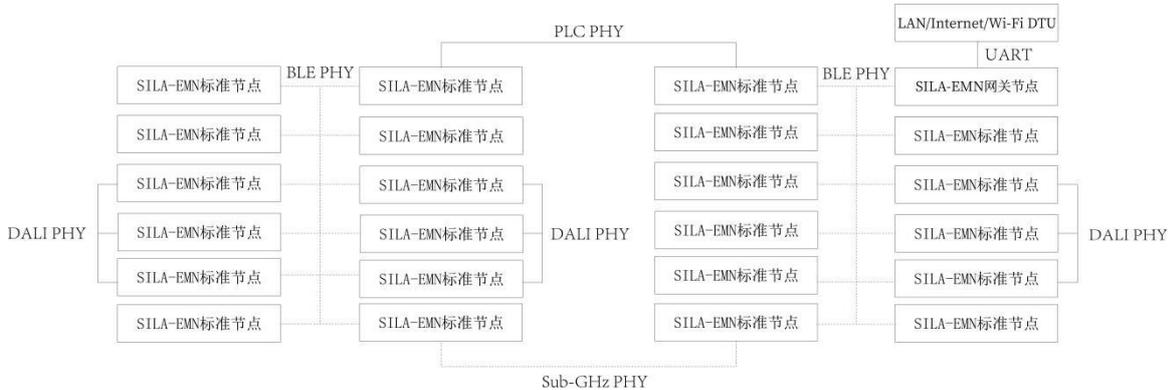


图1 SILA-EMN 网络系统图

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 1 左帘 2 右帘
电机控制	1 Byte	—	0 关闭 1 暂停 2 打开
电机状态	1 Byte	—	0 关闭中 1 暂停中 2 打开中
当前位置	1 Byte	百分比	0~100 步进1 0% 全开 100% 全关
设定位置	1 Byte	百分比	0~100 步进1 0% 全开 100% 全关
电机反向	Bool	—	—
运行速度	1 Byte	—	0 低速 1 中速 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 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 Bit1:DALI Bit2:PLC 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 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， -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， -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：

- a) 运动/存在感应；
- b) 温度；
- c) 照度。

6.3 标准面板

- a) 应支持以下信息输出：
 - 1) 短按；
 - 2) 多次短按；
 - 3) 长按；
 - 4) 松开。
- b) 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：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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.

