

城市照明低碳设计导则

Guidelines for low-carbon design of urban lighting

（征求意见稿）

01

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

上海市市场监督管理局 发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 3

5 设计 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 分类设计要求 4

 5.3 照明低碳指标 6

 5.4 配电系统低碳设计 9

 5.5 控制系统低碳设计 9

 5.6 生态保护 11

 5.7 光污染限制 12

6 照明设施 12

 6.1 灯具及附属装置 12

 6.2 智能控制设备 13

 6.3 配电材料及设备 14

7 施工 15

 7.1 施工组织方案 15

 7.2 施工过程 15

 7.3 废料处理 16

8 运维与管理 16

 8.1 运行维护 16

 8.2 管理 17

9 拆除与处置 17

 9.1 一般规定 17

 9.2 分类 17

 9.3 资源化利用 17

附录 A（资料性） 城市照明碳排放计算 19

附录 B（资料性） 温室气体排放因子及活动数据缺省值 25

附录 C（资料性） 城市照明碳排放计算报告 29

附录 D（资料性） 运行维护、回收处置碳排放记录表 40

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市绿化和市容管理局提出并组织实施。

本文件由上海市碳达峰碳中和标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

城市照明低碳设计导则

1 范围

本文件规定了城市照明低碳设计的总体要求、设计、照明设施、施工、运维及管理、拆除与处置。
本文件适用于上海市新建、改建城市照明项目的建设和管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 17625.1 《电磁兼容 限值 第 1 部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）
- GB/T 34923 （所有部分）路灯控制管理系统
- GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
- CJJ45 城市道路照明设计标准
- JGJ/T 163 城市夜景照明设计标准
- DB31/T 316 城市景观照明技术规范

3 术语和定义

GB/T 51366、CJJ45和JGJ/T 163界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市照明 urban lighting

城市道路、隧道、广场、公园以及建（构）筑物等的功能照明和景观照明的统称。

[来源：CJJ/T 307-2019，2.0.1]

3.2

城市照明全生命周期 life cycle of urban lighting

城市照明设施从生产、运输、施工、运维、拆除与处置的完整闭环过程。

3.3

城市照明低碳设计 low-carbon design of urban lighting

在满足照明数量和质量的前提下，采用适宜的照明方式、照明设施、控制策略和技术措施等，实现降低城市照明全生命周期碳排放的设计过程。

3.4

产品碳足迹 carbon footprint of a product

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.1.1]

3.5

温室气体排放 greenhouse gas emission; GHG emission

在特定时段内释放大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源: GB/T24067-2024, 3.2.5]

3.6

计算边界 accounting boundary

与城市照明设施生产、运输、施工、运维、拆除与处置等全生命周期活动相关的温室气体排放的计算范围。

[来源: GB/T 51366-2019, 2.1.2, 有修改]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强度的单位。

注:给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源:GB/T 24067-2024, 3.2.2]

3.8

碳排放因子 carbon emission factor

将能源和材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化城市照明不同阶段相关活动的碳排放。

[来源: GB/T 51366-2019, 2.1.3, 有修改]

3.9

绿色电力 green electricity

利用风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源生产的电力，具有绿色环境属性。

[来源: GB/T 46925-2025, 3.1]

3.10

照明功率密度 lighting power density, LPD

正常照明条件下，单位被照面积上一般照明的额定功率（包括光源、镇流器、驱动电源或变压器等附属用电器件）。单位为瓦特每平方米（W/m²）

[来源:GB/T 50034-2024, 2.0.61]

3.11

溢散光 spill light

照明装置发出的光线中照射到被照目标范围外的部分光线。

4 总体要求

4.1 应遵守上海市城市照明总体规划、照明相关技术规范、能源发展规划、碳达峰行动方案等相关规定。

4.2 应符合光效适配、安全可靠、生态友好、精准控光、智能调控、全生命周期低碳的要求。

4.3 项目可行性研究报告、设计方案和初步设计文件应包含碳排放专项报告，施工图设计文件应明确低碳措施及技术要求。

4.4 碳排放计算边界宜涵盖照明设施生产、运输、施工、运维、拆除与处置等全生命周期内各阶段产生的直接碳排放和间接碳排放。计算方法见附录 A，其中碳排放因子及照明设施使用推荐年限见附录 B。

4.5 应出具碳排放计算报告，报告应包括项目基础信息、碳排放计算边界、采用的碳排放因子、各阶段的分项碳排放量、全生命周期碳排放总量及年均碳排放量等，详细内容见附录 C。

4.6 应选择能够低碳绿色安装、便于检修及维护的照明方案，方案应具有根据不同季节、不同时段进行低碳运行的照明模式和相应控制系统。

4.7 照明设施宜选用模块化设计、易维护、易拆解、可循环利用或采用回收材料制造的产品。灯具应选用高光效、长寿命、低碳效的绿色产品；

4.8 照明施工阶段统筹施工组织、施工实施及废弃物处置全过程，降低能源和资源消耗，减少材料损耗及施工废弃物产生，优先采用高效低能耗设备和低碳施工方式，推进材料循环利用及施工过程数字化管理；

4.9 配电系统综合考虑供配电方式、设备效率、线路损耗及材料碳足迹等，优先选用高效、长寿命、低碳及具有资源循环利用条件的设施，降低系统运行能耗和全生命周期碳排放。

4.10 城市更新照明项目应开展既有照明设施资源评估，在满足安全、功能、照明质量和低碳要求的前提下，宜充分利用既有设施。宜采取局部更新、模块升级、智能控制、绿色电力接入及分区分期实施等措施。

4.11 供电电源宜充分利用风能发电及太阳能发电等绿色电力。具备条件的城市照明项目，宜建设“光储照”一体化系统，提高绿色电力就地消纳比例。

注：“光储照”是指以太阳能光伏发电为能源，电池储能系统为能量缓冲调节单元，照明灯具为用电负荷。

5 设计**5.1 一般规定**

- 5.1.1 应根据场所类型、风格、周边环境、夜间使用状况等特征，确定照明方式和照明指标。
- 5.1.2 城市照明低碳设计应符合下列规定：
- a) 选择全生命周期内碳排放总量低的设计方案；
 - b) 选择低碳效水平的产品；
 - c) 选用获得绿色产品认证的照明产品；
 - d) 控制溢散光和干扰光。
- 5.1.3 城市照明宜结合材质、结构等特性进行一体化设计。
- 5.1.4 景观照明应依据《上海市景观照明规划（2024-2035 年）》附录 1 确定项目所在区域，并符合核心区域、重要区域、其他区域、禁设区域的亮度要求。核心区域与重要区域的景观照明应具备常态、节假日、重大活动三种照明模式。
- 5.1.5 景观照明应综合研判项目区位、交通条件、场地环境、展示定位和人群活动强度，明确核心观赏视角及主次展示面，次要展示面适度简化或不设置照明。
- 5.1.6 城市照明低碳设计宜采用调光措施，宜设置亮度感应装置，协同环境亮度自动调整亮度值。
- 5.1.7 城市照明低碳设计宜采用人工智能、参数化设计、数字孪生、仿真分析等技术，辅助开展照明低碳设计，优化数据。

5.2 分类设计要求

5.2.1 建筑照明低碳设计

- 5.2.1.1 文物保护单位的古建筑（群）照明方式不应古建筑造成损害，可采用可移动式设计。
- 5.2.1.2 居住、医疗、教育、科研、老年人照料设施等建筑不应设置大面积泛光照明；居室窗水平可视距离 50 m 范围内不宜设置媒体立面照明、彩色光照明和动态照明。
- 5.2.1.3 被照面为玻璃、镜面材质或者特征满足表 1 规定时，不宜采用泛光照明方式。

表 1 不宜采用泛光照明方式的被照面特征指标

被照面特征	指标
窗墙比	>0.6
可见光反射比	<0.3

- 5.2.1.4 采用内透照明方式时，宜利用建筑内部功能性照明。利用窗帘实现内透照明时，灯光和窗帘应联动控制，透光材料可见光透射比低于 0.6 的区域，不宜采用内透照明。
- 5.2.1.5 采用直视照明方式时应能调节亮度值，灯具间距应设为在主要视距观看时满足效果的最大间距。
- 5.2.1.6 采用媒体立面照明方式时应能够分时段调整最大亮度值，播放画面宜采用暗色背景。上海市景观照明规划中的核心区域内，不应采用大面积像素化直视照明。

5.2.2 超高层建筑照明低碳设计

5.2.2.1 应结合建筑高度、观察距离及视觉特性进行分区设计，高区宜采用低亮度、低密度，避免过度照明。

5.2.2.2 应统筹区域整体景观效果，避免同质化、高亮度及长时间动态演绎。

5.2.2.3 建筑高度大于 250m 的超高层建筑采用媒体立面方式时，高区宜根据安装高度增大像素灯具的间距。

5.2.2.4 控制对天空的溢散光，且不应影响航空、航天及天文观察等造成影响。

5.2.3 街道照明低碳设计

5.2.3.1 商业型街道、景观型街道的非核心区域应控制亮度，与重要节点照明的亮度形成梯度，生活型街道不应设置大规模的动态照明、媒体立面照明和演绎照明。

5.2.3.2 街坊、里弄公共通道照明宜结合沿街建、构筑物或景观设施布置照明灯具。

5.2.4 公园与广场照明低碳设计

5.2.4.1 儿童乐园不宜设置大功率、高亮度景观照明设施。

5.2.4.2 社区公园、绿地的照明应以道路、小径的功能性照明为主，不宜设置大面积的景观照明。

5.2.4.3 广场照明宜以功能照明为主，不宜采用大面积动态和彩色光照明。

5.2.4.4 具有景观价值的市政公用设施设置景观照明时，应与其功能照明相结合。

5.2.4.5 公共广场，如人行广场、集散广场或停车场等处，可采用灯盘上灯具平面对称配置的高杆照明，宜采用常规照明进行覆盖补充。

5.2.5 桥梁与水系的照明低碳设计

5.2.5.1 应根据主要视点的位置、方向，选择亮度或照度。

5.2.5.2 应控制夜景照明设施在水面反射引起的眩光干扰。

5.2.5.3 城市立交桥和过街天桥的照明应简洁自然，不宜采用大面积动态照明。

5.2.6 城市道路照明低碳设计

5.2.6.1 城市道路照明的设计参照 DG_TJ08-2214 执行。

5.2.6.2 道路照明宜采用截光型灯具。

5.2.6.3 生态保护区内，以及对暗天空保护有要求的区域内可设置满足科研、观测等特定活动需求的道路照明，应选用截光型灯具。

5.2.6.4 新建、改建、扩建道路应当按照相关技术标准、规范建设综合杆及综合管道，并将工程范围内的各类杆件搭载的设施及其附属的控制设备、线缆迁移至综合杆及综合管道。

5.2.6.5 高架路灯基础应结合桥梁结构设置。

5.2.6.6 车道布局分散、有遮挡的立交区域、高架道路匝道，宜采用嵌入式照明或护栏式照明。

5.2.6.7 绿化密布道路上的路灯布设宜采用调整灯具布设间距、灯杆弧度、灯臂长度和灯具安装高度等措施,减少绿植对道路照明的不利影响。

5.2.7 隧道照明低碳设计

5.2.7.1 隧道照明的设计参照 DG_TJ 08-2033 执行。

5.2.7.2 宜根据隧道内不同时间段交通量状况智能调节隧道内的照明亮度值。

5.2.7.3 隧道照明的调光应使用无级渐进式。

5.2.7.4 入口段、过渡段和出口段有条件时宜采用天然光过渡或混合光过渡形式。

5.2.7.5 隧道内道路夜晚的照度应与隧道外相连道路相同,并可根据相连道路的调光安排以及交通流量等因素的变化,在深夜调节路面亮度。

5.2.7.6 隧道日间照明宜能根据隧道外亮度调整路面亮度。

5.2.7.7 隧道应急照明宜与功能照明统筹设置,应急照明灯具平时宜作为功能照明使用;紧急情况时应通过应急供电系统保障照明连续运行,并满足应急照明要求。

5.2.7.8 路面两侧以路面为基准 2m 高范围内墙面宜敷设反射率高的材料。

5.3 低碳设计指标

5.3.1 城市景观照明平均亮度最大允许值应符合表 2 的规定。

表 2 城市景观照明平均亮度最大允许值

区 域	禁设区域 cd/m ²	其他区域 cd/m ²	重要区域 cd/m ²	核心区域 cd/m ²
平均亮度	0	15	23	35

5.3.2 建筑物立面照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值应符合表 3 的规定。

表 3 建筑物立面照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值

平均亮度 (cd/m ²)	建筑物饰面材料反射比 0.6~0.8		建筑物饰面材料反射比 0.3~0.6	
	照明功率密度设计 限值 W/m ²	年单位面积运行碳 排放量设计限值 ^a kgCO ₂ e/a·m ²	照明功率密度设计 限值 W/m ²	年单位面积运行碳排 放量设计限值 ^a kgCO ₂ e/a·m ²
35	4.37	3.00	—	—
30	3.75	2.57	—	—
25	3.15	2.16	4.79	3.29
23	2.88	1.73	4.66	2.80
20	2.38	1.43	4.05	2.43

15	1.90	1.14	2.95	1.77
10	1.25	0.75	1.90	1.14
8	0.95	0.57	1.50	0.90
5	0.65	0.39	0.95	0.57
4	0.50	0.30	0.75	0.45
3	0.35	0.21	0.60	0.36
2	0.25	0.15	0.40	0.24
实际项目的年单位面积运行碳排放量，应根据项目实际年开灯时长及最新发布的上海市公共电网电力碳排放因子据实计算。 注 1：本表所列仅为设计阶段限值， 注 2：当建筑饰面材料的反射比低于 0.6 时，不宜设计平均亮度高于 25cd/m² 的夜景照明。 ^a 年开灯时长以上海市发布的关于调整本市景观照明启闭时间的通知作为参考，亮度级 > 23 cd/m² 的区域取 1460h；≤ 23 cd/m² 的区域，取取 1277.5h），电力碳排放因子根据有关部门发布的 2020-2024 年度上海市公共电网电力二氧化碳排放因子，取值 0.4701kgCO₂/kWh。				

5.3.3 公共活动区域的照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值应符合表 3 的规定。

表 3 公共活动区域的照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值

照明场所	平均水平照度 lx	照明功率密度设计限值 W/m ²	年单位面积运行碳排放量 设计限值 ^a kgCO ₂ e/a·m ²
市政广场	25	1.20	2.40
交通广场	20	0.90	1.80
商业广场	20	0.90	1.80
其他广场	10	0.60	1.20
主要出入口	30	1.20	2.40
人行道	10	0.50	1.00
设计照度值不应超过标准值的 20%； 实际项目的年单位面积运行碳排放量，应根据项目实际开灯时长及最新发布的上海市公共电网电力碳排放因子据实计算。 ^a 年开灯时长参考上海市道路照明管理机构提供的道路功能照明平均每日开灯时长，取值 4256.86h，电力碳排放因子根据有关部门发布的 2020-2024 年度上海市公共电网电力二氧化碳排放因子，取值 0.4701kgCO₂/kWh。			

5.3.4 公园道路功能照明照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值应符合表 4 的规定。

表 4 公园道路功能照明照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值

照明场所	平均水平照度 lx	照明功率密度设计限值 W/m ²	年单位面积运行碳排放量设计限值 ^a kgCO ₂ e/a·m ²
综合公园、专类公园	10	0.50	1.00
社区公园、游园	8	0.40	0.80
设计照度值不应超过标准值的 20%； 实际项目的年单位面积运行碳排放量，应根据项目实际开灯时长及最新发布的上海市公共电网电力碳排放因子据实计算。			
^a 年开灯时长参考上海市道路照明管理机构提供的道路功能照明平均每日开灯时长，取值 4256.86h， 电力碳排放因子根据有关部门发布的 2020-2024 年度上海市公共电网电力二氧化碳排放因子，取值 0.4701kgCO ₂ /kWh。			

5.3.5 道路照明照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值应符合表 5 的规定。

表 5 道路照明照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值

道路级别	车道数 (条)	对应亮度 cd/m ²	照明功率密度 设计限值 W/m ²	年单位面积运行碳排放量 设计限值 ^a kgCO ₂ e/a·m ²
快速路、主干路、一级公路、高速公路入城段	≥6	2.0	0.70	1.40
	<6		0.85	1.70
	≥6	1.5	0.50	1.00
	<6		0.60	1.20
城市次干路、二级公路	≥4	1.5	0.55	1.10
	<4		0.65	1.30
	≥4	1.0	0.45	0.90
	<4		0.50	1.00
城市支路、三/四级公路	≥2	1.0	0.35	0.70
	<2		0.45	0.90
	≥2	0.75	0.35	0.70
	<2		0.45	0.90

乡村道路(干路)	≥2	0.75	0.35	0.70
	<2		0.45	0.90
设计照度值不应超过标准值的 20%； 实际项目的年单位面积运行碳排放量，应根据项目实际开灯时长及最新发布的上海市公共电网电力碳排放因子据实计算。 表中所列的设计限值仅适用于沥青路面，若系水泥混凝土路面，其设计限值相应降低约 30%。				
^a 年开灯时长参考上海市道路照明管理机构提供的道路功能照明平均每日开灯时长，取值 4256.86h， 电力碳排放因子根据有关部门发布的 2020-2024 年度上海市公共电网电力二氧化碳排放因子，取值 0.4701kgCO ₂ /kWh。				

5.3.6 隧道中间段照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值应符合表 6 的规定。

表 6 隧道中间段照明功率密度及年单位面积运行碳排放量设计限值

设计速度 (km/h)	对应亮度 cd/m ²	车道数	照明功率密度 设计限值 W/m ²	年单位面积照明运行碳排放量设计限值 ^a kgCO ₂ e/a • m ²
100	9.0	二车道	4.20	17.30
		三车道	4.00	16.47
		四车道	3.80	15.65
80	4.5	二车道	2.30	9.47
		三车道	2.20	9.06
		四车道	2.10	8.65
60	2.5	二车道	1.40	5.77
		三车道	1.35	5.56
		四车道	1.30	5.35
40	1.5	二车道	0.85	3.50
		三车道	0.80	3.29
		四车道	0.75	3.09

设计照度值不应超过标准值的 20%；

实际项目的年单位面积运行碳排放量，应根据项目实际开灯时长及最新发布的上海市公共电网电力碳排放因子据实计算。

表中所列的设计限值仅适用于沥青路面，若系水泥混凝土路面，其设计限值相应降低约 30%。

^a 年开灯时长参考上海市道路照明管理机构提供的道路功能照明平均每日开灯时长，取值 4256.86h，电力碳排放因子根据有关部门发布的 2020-2024 年度上海市公共电网电力二氧化碳排

放因子，取值 0.4701kgCO ₂ /kWh。

5.4 配电系统低碳设计

- 5.4.1 配电系统宜采用绿色电力，并应根据用电负荷分布将变压器和照明配电设施宜布置在照明用电负荷中心附近，缩短供电回路的距离；应采用电流经济密度法选择导体形式和截面积，并宜采用能效二级及以上配电变压器、高效开关电器等节能型设备。
- 5.4.1 城市照明工程宜采用直流配电，提升可再生能源消纳、降低配电损耗。
- 5.4.2 采用交流三相配电时，三相负荷不平衡度不应大于 15%。
- 5.4.3 城市照明供电系统功率因数不应低于 0.9；道路照明变压器应在经济运行区间运行，参数可参照 CJJ45 的 6.2.1 执行；道路、隧道照明宜采用中压就近分区配电，匹配低碳供电半径和变压器负荷率。道路、隧道照明宜采用中压就近分区配电，综合考虑供电半径及变压器负荷率。
- 5.4.4 应按项目、区域或使用单位设置独立能源计量装置，并应具备数据采集、存储、分析和能效管理功能。
- 5.4.5 配电柜宜采用模块化和可扩展设计，柜体结构及主要元器件应便于拆解、维修、更换和分类回收。
- 5.4.6 具备条件的城市照明配电系统宜预留光伏发电、储能装置、绿色电力接入及双向计量接口，并应满足电气安全、并网管理、计量统计和运行维护要求；大型公共建筑照明宜结合用电需求采用光储照一体化系统。
- 5.4.7 设置储能装置的照明系统，应具备防火、防水、防雷、温控、消防、应急断电、电池安全监测和故障报警等功能。

5.5 控制系统低碳设计

- 5.5.1 上海市景观照明规划中的核心区域、重要区域以及在重要单体建（构）筑物上设置的景观照明，应纳入城市照明集中控制系统。
- 5.5.2 智能控制系统的设计与选型，应根据使用场所对夜景照明的功能要求、管理需求、息安全要求和建设条件等因素综合确定。
- 5.5.3 应采用自动控制方式；宜采用智能控制方式，并应具备手动控制功能。
- 5.5.4 智能控制系统应预留与建筑设备管理系统、城市功能照明监控系统、智慧城市运维管理平台等其他相关系统的连接接口。
- 5.5.5 控制系统应具有兼容性，并应预留与相关照明、建筑设备和城市运维管理系统的接口。
- 5.5.6 控制系统应具备遥控、遥测和遥信功能，实现照明回路控制、运行参数监测和故障状态采集。
- 5.5.7 智能控制系统应支持与相关管理部门照明设施数字化模型的数据映射，实现能耗、碳排、设施

健康度的同源归集。

5.5.8 控制系统应支持常态、深夜、节假日和重大活动等运行模式，并应根据照明对象、功能和场景实施分区、分组控制。

5.5.9 照明系统的启闭时间和运行策略，应根据季节、时段、使用需求及上海市相关规定设定。

5.5.10 道路照明应由区域控制器或终端控制器按照基本时间表和预定运行参数自主执行开灯、关灯和调光。

5.5.11 道路照明启闭时间可根据天然光实际照度动态调整，调整后的照度不应低于规定的最低限值。

5.5.12 道路照明监控系统应支持单灯、分组和分区域控制，实现开灯、关灯和调光。

5.5.13 照明控制应采用错峰启动等措施，避免照明负荷同时启动造成瞬时功率过大。

5.5.14 隧道照明应根据昼夜隧道外环境亮度，动态控制入口、过渡、中间和出口段的亮度配比。

5.5.15 控制系统应具备能耗和碳排放数据采集、存储、统计、分析及报表生成功能，并应支持按项目、区域、回路和场景进行数据归集。

5.5.16 控制系统宜基于环境亮度、人流、车流、气象、节假日及生态敏感期等信息实施自适应调光，并宜具备能耗预测、异常识别和节能策略推荐功能。除法律法规、相关标准或应急保障要求外，城市照明不宜设置自动增亮控制策略。

5.5.17 智能控制系统宜具备基于人工智能的能耗预测、碳排放预测、异常能耗识别、异常开灯识别、设备故障预判和节能策略推荐功能，支持人工复核、策略确认和运行效果追踪。

5.5.18 系统应具备身份认证、分级授权、操作留痕、通信加密、日志审计、漏洞修复、补丁更新、软件升级和故障降级运行功能；涉及视频、人流等感知数据时，应具备数据最小化处理和脱敏功能。

5.5.19 “光储照”一体化系统应建立运行维护台账，记录光伏发电量、储能充放电量、照明用电量、绿色电力消纳量、设备故障、维护更换和碳减排量等信息。

5.6 生态保护

5.6.1 在动物夜间长期活动的区域设置照明时，应根据其特性选择光源光谱和照明方式。

5.6.2 生态敏感区域宜采用低照度、定向遮光和按需启闭策略；设计文件应说明对鸟类、昆虫、水生生物或植物节律的影响分析和季节性的低碳控制策略。

5.6.3 应确定适合植物景观照明的照度水平、照射时长和光色，古树名木、珍稀树木不应设置照明设施。

5.6.4 候鸟停留区及候鸟迁徙廊道照明低碳设计应符合下列规定：

- a) 候鸟迁徙期间应控制景观照明亮度、开灯时长；
- b) 候鸟迁徙期不应采用激光、大功率动态光束灯等照明设施朝向迁徙廊道范围照射；
- c) 候鸟迁徙廊道下的照明设施应采用智能照明控制系统进行控制，设置候鸟季控制模式；
- d) 候鸟季控制模式应依据迁徙期日历、实时气象条件及主管部门临时指令自动运行减碳策略，且

系统应具备运行日志记录功能。

5.7 光污染限制

5.7.1 城市照明光污染的限制应满足下列规定：

- a) 在设计、施工、验收及运行维护各阶段采取相应控制措施，避免造成光污染；
- b) 应在满足照明功能、安全和效果要求前提下，通过精确计算、精准配光等方法控制光污染，避免后期增设遮光、挡光等修正措施；
- c) 应根据环境条件和使用需求控制照明亮度、运行时长及照明范围，防止运行过程中产生或加剧光污染。

5.7.2 应将照明的光线控制在被照区域内，超出被照区域内的溢散光不应超过 15%。

5.7.3 功能照明灯具上射光通比不应大于表 7 的规定。

表7 功能照明用灯具上射光通比最大允许值

照明技术参 数	环境区域			
	禁设区域	其他区域	重要区域	核心区域
上射光通比 (%)	0	2.5	5	15

6 照明设施

6.1 灯具及附属装置

6.1.1 应选用具备第三方碳足迹证书或环境产品声明（EPD）认证的设施。

6.1.2 城市照明应选用 LED 灯具等高效照明设施，功能照明灯具及附属装置的能效等级应达到 1 级或达到国家发改委要求的重点用能设施设备能效的先进水平。

6.1.3 灯具谐波应满足 GB 17625.1 的要求。

6.1.4 选用景观照明的 LED 灯具应符合下列规定：

- a) LED 灯具的寿命不应低于 25,000h；
- b) 额定功率选用 LED 灯具的初始光通量不应低于额定光通量的 90%，且不应高于额定光通量的 120%；灯具在正常工作 3000h 的光通维持率不应低于 96%，6000h 的光通维持率不应低于 92%。

6.1.5 选用道路、隧道照明的 LED 灯具应符合下列规定：

- a) 选用具有调光功能的 LED 灯具；
- b) 道路照明的 LED 灯具寿命不应低于 85 000 h；隧道照明的 LED 灯具寿命不应低于 50 000 h；
- c) 灯具初始光通量不应低于额定光通量的 90%，且不应高于额定光通量的 120%；灯具在正常工作

- 3000h 的光通维持率不应低于 97.9%，6000h 的光通维持率不应低于 95.8%；
- d) 交流供电 LED 灯具在额定输入电压 90%~110%及交流输入电压总谐波畸变率不大于 5%的条件下，性能不应发生改变，且在 100%光输出时功率因数不应小于 0.95；
- e) 机动车道路照明采用功能性灯具，并根据道路等级、道路型式、道路宽度及交通需求等确定灯具的配光参数、功率及布置方式；
- f) 采用高杆照明时，根据道路及场所特点选择灯具功率和配光方式。

6.1.6 正常工作一年的 LED 灯具损坏率不应高于 2%。

6.1.7 新建城市道路照明项目的 LED 灯具宜具备单灯控制及调光功能。

6.1.8 选用具备调光功能的灯具，其输出光通量宜保持线性或对数变化，实测光通量与设定值的偏差不应超过 5%，并宜具备恒光通量输出控制功能。

6.1.9 在额定功率下，LED 灯具的功率因数应符合下列规定：

额定功率	功率因数
>40W	≥0.95
5W<额定功率≤40W	≥0.90
≤5W	≥0.75

6.1.10 选用 LED 灯具的输入功率与额定值之差应符合下列规定：

额定功率	输入功率与额定值之差
>5W	≤0.5W
5W<额定功率≤40W	≤额定值的 10%

6.1.11 灯具及附属装置宜采用模块化设计，光源、驱动及通信、传感模块等主要部件支持独立更换和维修。

6.1.12 灯具及附属装置应便于拆解、分类和回收，产品说明书中应提供部件拆解及报废回收处置指引。

6.1.13 灯杆及其附属设施宜采用便于检修、更换和维护的结构形式，减少整体拆除和更换。

6.2 控制设备

6.2.1 控制设备应满足 GB/T 34923 的要求。

6.2.2 控制设备的控制器、通信模块、网关、服务器与传感器宜选择低能耗产品；控制系统自身全年能耗应纳入项目运维期碳排放核算，采用智能控制时以净节能量作为评价依据。

6.2.3 控制设备应采用统一接口规范，支持主流无线及有线组网，实现跨品牌设备互联互通与双向数据交互。

6.2.4 控制设备的待机功耗不应大于 1W，通信模块的待机功耗不应大于 0.5W，传感器的待机功耗不应大于 0.5W。

6.2.5 控制系统的平均无故障时间不应小于 20000 h，时钟走时误差应小于 1s/天；断电情况下，系统内部时钟应能连续正常工作不少于 30 天。

6.2.6 控制系统通信时延不应超过 30ms，数据传输丢包率不应大于 0.1%，动态画面刷新频率不应低于 25 帧/s。

6.2.7 控制设备内部核心电路板、继电器等易损或易升级元器件应采用插拔式接线端子、螺钉固定等可逆的物理连接方式。

6.2.8 管理设备应具备下列功能：

- a) 根据环境亮度、照明需求及运行时段，调整灯具运行状态和功率，实现分时、分区、分组及按需控制；
- b) 采集、统计、分析和查询照明设施运行状态、运行时间及能耗数据，支持运行碳排放数据的核算与追溯；
- c) 采用标准化通信协议或开放接口，实现与中央管理平台及相关控制设备的互联互通；
- d) 支持系统及设备参数的远程或本地设置，支持预设场景或运行模式的自动切换；
- e) 支持设备台账、运行策略、能耗及碳排放数据的导出和历史数据追溯，维持设备升级或更换前后历史数据的连续性；
- f) 具备采集、传输和存储数据的完整性校验、数据安全及备份功能。

6.2.9 输入设备应具备下列功能：

- a) 采集环境信息及用户需求等输入信息；
- b) 通过有线或无线网络向控制管理设备传输采集信息；
- c) 支持数字信号输入状态监测、脉冲输入计数、模拟输入测量及通信输入状态监测。

6.2.10 输出设备应具备下列功能：

- a) 接收并执行控制管理设备的控制命令；
- b) 设备离线时，按照预设工作模式运行；
- c) 设备断电时自动保存运行数据，电源恢复后自动重启，并按照预设方式运行；
- d) 具备手动应急控制功能；
- e) 支持信号输入输出状态及通信状态监测，具备负载实时反馈功能。

6.3 配电设备及材料

6.3.1 配电系统的供配电方式、设备容量及运行负荷相匹配，在满足安全和功能要求的前提下，提高系统运行效率，降低运行能耗。

6.3.2 配电设备及主要元器件应优先选用低碳生产工艺、含再生材料或可回收、可再利用的设施，并明确材料类别及回收利用信息。

6.3.3 电缆选型应综合考虑材料碳足迹、运行线损、阻燃低烟无卤性能、耐高温性能等因素，选择导体截面及供配电方式，降低线路运行损耗。

6.3.4 桥架及套管宜选用耐久、免涂装或采用低碳环保工艺制造的设施；桥架优先选用回收钢材比例高的设施。

6.3.5 配电系统运行线损纳入全生命周期碳排放评价，结合设备、线路及材料的生产、运行、更新和回收利用等环节进行综合评价。

7 施工

7.1 施工组织方案

7.1.1 施工组织方案应遵循节能、节材、节水、节地、高效与环境保护的原则。（放到总体要求里面）

7.1.2 施工阶段降碳措施应涵盖电缆、套管、桥架、控制柜等电气设备及材料的现场运输、安装、调试及废弃物处理全过程。

7.1.3 施工组织设计应编制低碳施工专项方案，明确减碳目标、实施措施、责任分工及评价方法；并记录施工机械能耗、临时用电、运输里程、材料损耗、包装回收及废弃物处置等数据，作为竣工资料移交和存档依据。

7.1.4 施工组织方案设计应符合下列规定：

- a) 施工人员低碳施工交底与培训；
- b) 施工期能源、资源消耗及碳排放的记录和台账管理；
- c) 施工机械、设备及临时用电的配置和节能管理，优先采用高效、低能耗设备；
- d) 施工运输方案，统筹材料采购、配送和运输，减少运输频次及空驶率，优先选择低碳运输方式；
- e) 材料存放方案，设置专门的材料存放区域，分类存放并设置清晰标识；
- f) 包装材料管理方案，减少包装材料使用量，优先采用可循环使用的包装材料，并做好包装材料回收利用。

7.1.5 城市更新照明项目施工组织方案应包含既有照明设施保护与利用措施。

7.2 施工过程

7.2.1 施工应优先采用高效、低碳的施工机具；涉及物料运输、高空作业、灯具吊装等大型设备施工作业时，优先采用新能源或清洁能源施工机械。

7.2.2 电缆、套管、桥架等材料应根据现场实际情况优化排布、下料和敷设，采用数字化放样技术，减少材料损耗及施工余料。

7.2.3 具备条件的项目宜建立照明设施数字化模型，记录灯具、控制设备、线缆路径、配电回路、投

射角及瞄准点等关键参数，为运行能耗分析、系统优化、维护管理及拆除回收提供数据支撑。

7.2.4 套管施工应符合下列规定：

- a) 套管采用易于连接和拆卸的构造方式；
- b) 套管与桥架的切割、钻孔等加工在集中加工区域进行，并对金属粉尘与废料进行收集处理。

7.2.5 桥架施工应符合下列规定：

- a) 桥架采用轻量化结构；
- b) 桥架采用易于组装和拆卸的模块化结构；
- c) 桥架连接采用紧固连接方式，减少焊接作业；
- d) 桥架采用有利于电缆散热的结构。

7.2.6 在满足结构承载力和安全要求的前提下，优化固定支架的安装间距。

7.2.7 条件允许的区域充分利用自然采光与通风，减少白天施工照明和临时通风的用电需求。

7.2.8 电焊机、烘干机等大功率设备应实行分时管理，减少设备空载运行时间。

7.2.9 灯杆基础宜采用预制基础；手井宜采用复合材料的预制井，手井井盖宜选用球墨铸铁或 SMC 复合材料。

7.3 废料处理

7.3.1 施工废弃物实行分类收集、分类储存和分类处置，优先回收利用可再生材料，减少废弃物产生。

7.3.2 电缆余料、套管余料、桥架金属废料及废旧灯具、控制设备等分类回收；可回收材料宜交由具备相应资质的单位进行回收利用，危险废弃物应按有关规定处置，并做好处置记录。

7.3.3 灯具、电缆、控制设备等物资的包装材料应优先采用可循环、可回收的材料，减少一次性包装和难以回收材料的使用。

8 运维及管理

8.1 运行维护

8.1.1 运行过程中应每季度对灯具光输出进行检测，当检测结果无法满足照明要求时，应进行系统调适，当调适仍无法满足要求时宜优先进行部分配件更换，如仍无法满足要求再进行完整设备更换。

8.1.2 应定期清洁灯具透光部件、反射器，清洁周期不宜大于 6 个月；定期检查和清洁光伏组件，检查内容宜包含积尘、遮挡、破损、接线松动、支架锈蚀和发电效率异常等。

8.1.3 照度或亮度传感器应每半年进行校准。

8.1.4 宜采用人工智能、数字孪生等技术进行系统自动诊断和优化；涉及公共安全或重大景观效果的自动策略调整，应保留人工确认和可追溯记录。

8.1.5 对采用人工智能生成的运维建议，运维管理系统应留存建议的数据来源、判断依据、处置实施结果及节能降碳成效全流程记录，并支持相关数据纳入年度低碳运维综合评价。

8.1.6 宜配置人工智能巡检系统，及时发现故障缺陷提升维护效率。

8.1.7 应建立照明系统全生命周期运维档案，记录设备安装日期、能效参数、维修记录等数据，保存期限应为8年。

8.1.8 应制定年度低碳运维计划，计划宜明确年度用电量目标、单位面积或单位长度能耗目标、碳排放目标、光衰检测合格率、故障修复时限、控制策略执行率和节假日、重大活动专项策略。

8.1.9 维护阶段应记录碳排放数据并建立台账，碳排放记录表内容和格式见附录D。

8.2 管理

8.2.1 应编制城市照明系统低碳运行与维护技术指南。

8.2.2 管理部门应建立照明管理维护制度，明确维护管理专业人员的职责，并建立巡视、检查、记录和及时处理的制度；应建立应急预案，包括设备故障响应、极端天气保护；管理或运维人员应进行照明设备和系统的低碳运行和维护培训。

8.2.3 管理系统宜对照明系统能耗强度进行实时监测，并逐月生成碳排放报告，并宜符合下列规定：

- a) 碳排放月报宜包含分区、分回路、分场景运行时长与用电量、折算碳排放、异常波动说明、绿电使用量、节能策略效果和整改事项；
- b) 年度报告宜汇总碳排放变化趋势并提出下一年度减碳目标。

9 拆除与处置

9.1 一般规定

9.1.1 城市照明工程的拆除回收方案应做到减量化、再利用、资源化和无害化，减少拆除过程中的资源浪费和环境污染。

9.1.2 城市照明设施应优先采用保护性拆除工艺，减少因野蛮施工造成的材料损坏。

9.1.3 废旧材料应按照材质和用途分类贮存，并交由具有相应资质的单位进行回收再利用、再制造或资源化处理，不应随意堆放、焚烧或填埋。

9.1.4 施工废弃物的回收或处置应留存有资质接收单位的转移联单或接收凭证，并记录回收过程碳排放数据，建立废弃物处置台账，记录废弃物的种类、数量、去向及处置单位等，碳排放记录表内容和格式见附录D。

9.2 分类

9.2.1 城市照明工程拆除材料宜按下列类别进行分类：

- a) 钢材、不锈钢、铝合金、铜等金属材料；
- b) 电缆、电线及导体材料；

- c) LED 光源、驱动电源、控制器、通信设备等电子电气产品；
- d) 含汞光源、含 PCB 电容器等危险废物；
- e) 聚碳酸酯（PC）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、ABS 等高分子材料；
- f) 玻璃制品；
- g) 橡胶及密封材料；
- h) 木托盘、纸箱、塑料包装等包装材料；
- i) 混凝土基础及其他建筑废弃物。

9.2.2 钢、铝、铜等金属材料应在分类过程中优先独立归类。

9.3 资源化利用

9.3.1 拆解分离后的各类材料应进行资源化价值评估，宜优先选择整件再利用、部件再制造、材料再生等梯级利用方式，实现资源价值最大化。

9.3.2 对具有整修利用价值的灯具、灯杆、控制设备等，应完整拆解并分类存放，纳入再利用渠道。

9.3.3 具有整修利用价值的设备应建立再利用台账，详细记录其来源、整修内容、再利用方式及接收单位等信息，并保存相关的交接凭证，做为碳减排效益核算的依据。

附录 A

(资料性)

城市照明碳排放量计算

A.1 城市照明年均碳排放量计算

- A.1.1 碳排放量计算以单个城市照明项目为计算对象，按阶段进行计算，并可将分阶段计算结果累计为城市照明全生命周期碳排放量，可用于照明设计阶段碳排放量估算，也可用于照明运行阶段碳排放量核算。
- A.1.2 碳排放量计算包含《IPCC 国家温室气体清单指南》中列出的各类温室气体，计算结果以二氧化碳当量表示。
- A.1.3 碳排放按照排放源类型，可分为直接排放和间接排放。
- A.1.4 碳排放量数据的来源和计算过程应可靠和准确，优先采用上海或主要材料产区的特定数据。
- A.1.5 温室气体排放因子及活动数据缺省值参考附录 D。
- A.1.6 电力消耗的碳排放量计算采用由上海相关机构公布的区域电网平均碳排放因子最新发布的上海电网基准碳排放因子。
- A.1.7 碳排放量计算边界涵盖材料、运输、施工、运维和拆除处置阶段全生命周期内产生的直接碳排放和间接碳排放。
- A.1.8 满足以下全部条件的工程阶段，其碳排放可忽略不计：
- a) 对照明工程碳排放计算缺乏重要性；
 - b) 忽略的单一阶段的碳排放量不大于计算边界定义的总碳排放量的 1%；
 - c) 忽略的所有阶段的碳排放量之和不大于计算边界定义的总碳排放量的 5%。
- A.1.9 所有支持性文件（如设计方案、施工图、运输合同、物流单、计算过程等）归档备查。
- A.1.10 城市照明年均碳排放按式（A.1）计算：

$$C_{total} = C_m + C_{tr} + C_{co} + C_{wr} + C_{de} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- C_{total} ——项目年均碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_m ——材料生产阶段折合到全生命周期内每年碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_{tr} ——材料运输阶段折合到全生命周期内每年碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_{co} ——施工阶段折合到全生命周期内每年的碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_{wr} ——运维年碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_{de} ——拆除阶段折合到全生命周期内每年的碳排放量（kgCO₂e/a）。

A.2 材料生产阶段碳排放量计算

A. 2. 1 城市照明碳排放纳入计算的材料主要包含：

- a) 照明设备：各类光源、灯具、镇流器、驱动器、控制器等；
- b) 电气材料：电缆、电线、套管、桥架、开关、传感器、配电箱（柜）、控制箱（柜）等；
- c) 支撑与安装材料：灯杆、支架、预埋件、紧固件等；
- d) 辅助材料：水泥、混凝土、防水胶、导热膏、标识牌等。

A. 2. 2 数据来源遵循以下优先级：

- a) 一级数据：材料供应商提供的经第三方认证的产品碳足迹报告；
- b) 二级数据：公开的行业平均数据或国家/地区发布的权威数据库数据；
- c) 三级数据：科学文献、技术报告或采用相似工艺类比估算数据。

A. 2. 3 城市照明材料碳排放量计算按以下公式计算：

$$C_m = \sum_{i=1}^n \frac{C_i F_i}{L_i} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- C_m ——材料年均碳排放量（kgCO₂e/a）；
- C_i ——第 i 类材料的单位碳排放量（kgCO₂e）；
- F_i ——第 i 类材料产品的单位数量；
- L_i ——第 i 类材料的设计使用年限（年）

A. 3 运输阶段碳排放量计算

A. 3. 1 城市照明运输阶段碳排放量计算包括：

- a) 成品出厂至项目接收仓储点的运输；
- b) 从项目接收仓储点的至施工现场的运输；
- c) 施工阶段内部二次搬运及现场短驳运输。

A. 3. 2 城市照明运输阶段的碳排放量包括运输过程的直接碳排放和消耗能源生产过程的碳排放。

A. 3. 3 对于混装运输（同一车辆运输多种材料），按有效载重量的比例分配该车次的总排放量至各种材料。

A. 3. 4 运输距离应优先使用实际货运单据或物流追踪系统数据。若无，使用公认的地图或物流软件计算最短合理距离并注明。

A. 3. 5 载重量应基于采购清单、发货单等文件中的净重进行计算。包装物重量单独考虑或按比例分配。

A. 3. 6 碳排放数据来源遵循以下优先级：

- a) 一级数据（实测数据）：运输服务商提供的真实油耗/电耗数据、GPS 记录的精确里程、实际载重单；

b) 二级数据（特定数据）：采用项目所在地区的官方或行业发布的特定运输方式排放因子；

c) 三级数据（默认数据）：采用国家或国际权威数据库（如 IPCC、Ecoinvent）的通用排放因子。

A. 3. 7 所有支持性文件（如运输合同、物流单、计算过程）归档保存。

A. 3. 8 城市照明运输阶段碳排放量按下式计算：

$$C_{tr} = \sum_{i=1}^n \frac{M_i \cdot D_i \cdot T_i}{L_i} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

C_{tr} ——材料运输过程折合到全生命周期内每年碳排放量（kgCO₂e/a）；

M_i ——第 i 类材料的质量（t）；

D_i ——第 i 类材料的运输距离（km）；

T_i ——相应运输方式下，单位质量的第 i 类材料运输距离的碳排放因子（kgCO₂e/（t • km）），可根据附录 D 确定；

L_i ——第 i 类材料的设计使用年限（年）。

A. 4 施工阶段碳排放量计算

A. 4. 1 施工阶段的碳排放量计算时间边界为项目开工起至项目竣工验收止。

A. 4. 2 施工阶段的碳排放量计算包括：

- a) 机械设备、车辆、小型机具、临时设施等使用过程中的碳排放量；
- b) 用于土方、吊装、焊接、调试等作业的移动或固定式动力设备的碳排放量；
- c) 为施工服务而建造的临时建筑、道路、供电、供水等设施产生的碳排放量；
- d) 施工现场消耗的电力、燃料等能源产生的碳排放量。

A. 4. 3 数据来源遵循以下优先级：

- a) 一级数据：现场实际监测数据，如电表读数、加油卡记录、采购单据；
- b) 二级数据：施工日志、设备运行记录、工程量清单推算数据；
- c) 三级数据：行业平均定额数据（如《建筑工程施工机械台班费用定额》中的能耗数据）或文献数据。

A. 4. 4 建立数据台账，数据可追溯，对估算数据进行不确定性说明。

A. 4. 5 施工阶段的碳排放量按下式进行计算：

$$C_{co} = \frac{\sum_{j=1}^n E_{co,j} EF_j}{L} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

C_{co} ——施工阶段折合到全生命周期内每年的碳排放量（kgCO₂e/a）；

$E_{co,j}$ ——施工阶段第 j 种能源总用量 (kWh 或 kg)；

EF_j ——第 j 类能源的碳排放因子 (kgCO₂e/kWh 或 kgCO₂e/kg)；

L ——照明工程设计全生命周期 (年)。

A.5 运维阶段碳排放量计算

A.5.1 城市照明运维碳排放量计算包含：

- a) 照明系统运行消耗的电能产生的碳排放量；
- b) 应急发电机（如备用电源）消耗的燃料产生的碳排放量；
- c) 空调系统（如为控制室或照明散热专用）消耗的电能产生的碳排放量；
- d) 维护活动产生的交通（维护人员通勤、设备运输）碳排放量；
- e) 更换灯具、光源、电器附件等备品备件的碳排放量；
- f) 废弃灯具、光源等固体废弃物的收集、运输和处理产生的排放量。

A.5.2 城市照明工程正式投运后的运行电能，宜采用该照明系统连续运行一年的独立电能计量数据。

A.5.3 设计阶段可采用功率与运行时长估算；投运满一年后应以独立计量数据校核设计碳排放，宜结合智能照明控制系统记录的设备运行状态及能耗数据，对设计值与实际运行数据进行持续比对分析，并优化控制策略。

A.5.4 电能数据来源遵循以下优先级：

- a) 一级数据：通过智能电表、能源管理系统（EMS）或具备标准化电能监测功能的智能照明控制系统获取的分回路、分区域、分设备、分时段实际用电量数据；
- b) 二级数据：通过现场普通电表读取的总用电量数据；
- c) 三级数据（估算）：基于设计功率、典型运行时间表和维护系数进行理论估算。

A.5.5 维护活动数据来源：

- a) 建立维护日志，记录每次维护的日期、内容、设备故障类型、故障发生时间、设备运行状态、更换部件型号与数量、维护车辆里程等；
- b) 更换部件的产品碳足迹数据优先从供应商处获取。

A.5.6 城市照明运维碳排放量按下列公式计算：

$$C_{wr} = C_e + C_{mt} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

C_{wr} ——运维年碳排放量 (kgCO₂e/a)；

C_e ——电能年碳排放量 (kgCO₂e/a)；

C_{mt} ——维护年碳排放量 (kgCO₂e/a)。

A. 5. 7 城市照明电能碳排放量依据年耗电量按下列公式计算：

$$C_e = E_y F_e \dots\dots\dots (A. 6)$$

式中：

- E_y——年耗电量，单位为千瓦时（KWh）；
- F_e——上海电网平均碳排放因子（kgCO₂e/kWh）。

A. 5. 8 城市照明电能碳排放量依据系统功率按下列公式计算：

$$C_e = \sum P_{n,i} t_{n,i} F_e \dots\dots\dots (A. 7)$$

式中：

- P_{n,i}——第 i 种控制模式下的系统功率，单位为千瓦（kW）；
- t_{n,i}——第 i 种控制模式的运行时间，单位为小时（h）；
- F_e——上海电网平均碳排放因子（kgCO₂e/kWh）。

A. 5. 9 城市照明维护年碳排放量，包括更换备用材料的生产和拆除过程碳排放量，和所使用车辆的碳排放量。

A. 6 拆除处置阶段

A. 6. 1 城市照明拆除处置碳排放量计算主要包含：

- a) 拆除使用的机械、设备等燃料消耗产生的碳排放量；
- b) 拆除使用的电气设备电能消耗产生的碳排放量；
- c) 废弃物在回收处理设施内加工处理的能耗及过程碳排放量；
- d) 废弃物的运输产生的碳排放量；

A. 6. 2 基于竣工资料及现场勘查，编制详细的待拆除设施物料清单，预估各类材料，如钢材、铝材、铜、塑料、玻璃、电子废物、混凝土等的重量。

A. 6. 3 记录主要机械设备的型号、数量、实际作业时间或油耗/电耗，记录废弃物的实际分类称重结果。

A. 6. 4 根据材料回收目标进行整体拆除、部件分离或材料分选。

A. 6. 5 废旧产品运输碳排放量可按 A. 3 公式计算。

A. 6. 6 当对相关废弃材料进行回收时，可根据材料回收利用所减少的碳排放量对城市照明碳排放量进行核减，材料回收所减少的碳排放量在全生命周期碳排放核算过程中不重复计算。

A. 6. 7 数据来源遵循以下优先级：

- a) 一级数据：实际称重记录、机械油耗电耗实测、处理厂提供的具体数据；
- b) 二级数据：基于设计图纸和标准重量的估算、机械的典型能耗数据；
- c) 三级数据：行业平均处理排放因子、文献数据。

A. 6. 8 所有原始记录单据、合同、转移联单系统记录保存。

A. 6.9 拆除处置阶段的碳排放量按下列公式进行计算：

$$C_{de} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m E_{de,ij} EF_j - C_{re,i})}{L} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

- C_{de} ——拆除过程折合到全生命周期内每年的碳排放量（kgCO₂e/a）；
- $E_{de,i,j}$ ——第 i 类材料拆除采用第 j 种能源总用量（kWh 或 kg）；
- EF_j ——第 j 类能源的碳排放因子（kgCO₂e/kWh 或 kgCO₂e/kg）；
- L ——城市照明工程设计全生命周期（年）；
- $C_{re,i}$ ——第 i 类材料回收所能减少的碳排放量（kgCO₂e）。

附 录 B

(资料性)

温室气体排放因子及活动数据缺省值

B.1 电力碳足迹因子应采用上海最新数据。

B.2 运输碳排放因子宜按表 B.2选用。

表 B.2 各类运输方式的温室气体排放因子

运输方式	温室气体排放因子 kgCO ₂ e/(t·km)
轻型汽油货车运输(载重 2 t)	0.334
中型汽油货车运输(载重 8 t)	0.115
重型汽油货车运输(载重 10 t)	0.104
重型汽油货车运输(载重 18 t)	0.104
轻型柴油货车运输(载重 2 t)	0.286
中型柴油货车运输(载重 8 t)	0.179
重型柴油货车运输(载重 10 t)	0.162
重型柴油货车运输(载重 18 t)	0.129
重型柴油货车运输(载重 30 t)	0.078
重型柴油货车运输(载重 46 t)	0.057
电力机车运输	0.010
内燃机车运输	0.011
铁路运输	0.010
液货船运输(载重 2000 t)	0.019
干散货船运输(载重 2500 t)	0.015
集装箱船运输(载重 200TEU)	0.012

续表 B.2

运输方式	温室气体排放因子 kgCO ₂ e/(t • km)
注：数据来源于 GB/T 51366—2019。	

B.3 运输过程中燃料使用的温室气体排放因子宜按表 B.3选用。

表 B.3 运输过程中燃料使用的温室气体排放因子

运输方式	能源类型	温室气体排放因子缺省值 tCO ₂ e/TJ
陆上交通运输	汽油	69.3
	柴油	74.4
	液化石油气	63.1
	天然气	56.1
	生物乙醇	18.45
	生物柴油	1.17
水运	柴油	74.1
	燃料油	77.4
航空运输	航空汽油	70.0
	航空煤油	71.5
注：数据参考 2006 年 IPCC 清单指南。		

B.4 表B.4给出了照明产品运输距离缺省值。

表 B.4 运输距离缺省值

运输内容	运输距离缺省值
照明产品(终端消费)	1500 km

B.5 生产阶段燃料利用的温室气体排放因子宜按表 B.5选用。

表 B.5 生产阶段燃料利用的温室气体排放因子缺省值

活动类型	能源类型	温室气体排放因子缺省值 tCO ₂ e/TJ
厂内物料转移	柴油	80.38
	汽油	69.82
固定源燃烧	天然气	55.59
注：数据参考 2006 年 IPCC 清单指南。		

B.6 常用原材料的温室气体排放因子缺省值见表 B.6。

表 B.6 常用原材料的温室气体排放因子缺省值

材料名称	温室气体排放因子缺省值 kgCO ₂ e/kg
电解铝 ^a	15.62
普通碳钢 ^b	2.05
不锈钢 ^b	3.87
平板玻璃 ^b	1.13
瓦楞纸 ^b	1.64
^a 根据行业数据测算。	
^b 数据来源于 GB/T 51366-2019。	

B.7 城市照明设施使用年限推荐值见表 B.7。

表 B.7 城市照明设施使用年限推荐值

序号	设施种类	设施名称	使用寿命推荐值(年)
1	灯具	景观灯具	8
2		路灯灯具	15
3		隧道灯具	10
4	灯杆	钢质灯杆(含灯盘、灯架)	25
5		铝合金灯杆(含灯盘、灯架)	30
6		水泥杆（照明专用）	25
7	配电设施	照明控制箱	12
8		交流接触器(含真空)	10
9		开关电源	8
10		EPS 电池	5
11	配电线路	铜芯电缆	25
12		铝(合金)芯电缆	15
13		铜质架空线	20
14		铝质架空线	10
15		架空线金具	10
15	监控设施	区域控制器	8
17		终端控制器	8
18		光照度采集设备	5

附录 C

(资料性)

城市照明碳排放计算报告

C.1 碳排放计算报告内容

C.1.1 城市照明碳排放计算报告包括项目基础信息、碳排放计算边界、采用的碳排放因子、各阶段的分项碳排放量、项目年均碳排放量及单位面积年均碳排放量等。

C.1.2 城市照明碳排放计算报告清晰、透明，各阶段所有数据、计算假设和引用参数注明来源。

C.1.3 材料生产阶段碳排放量计算表主要包括：

- a) 设备及材料名称、规格、数量、重量；
- b) 材料寿命；
- c) 碳排放因子；
- d) 分项与汇总计算结果。

C.1.4 材料运输阶段碳排放量计算表主要包括：（其实表里没有这么多内容）

- a) 每段运输活动的参数表，包括材料名称、运输方式、运输距离；
- b) 材料寿命；
- c) 碳排放因子；
- d) 分项与汇总计算结果。

C.1.5 施工阶段碳排放量计算表主要包括：

- a) 施工器械能源类型、消耗量；
- b) 工程设计年限；
- c) 碳排放因子；
- d) 分项与汇总计算结果。

C.1.6 运行维护阶段碳排放量计算表主要包括：

- a) 报告期内运行场景模式描述、系统功率、年运行时长；
- b) 报告期内年耗电量；
- c) 项目面积；
- d) 碳排放因子；
- e) 工程设计年限；
- f) 分项与汇总计算结果。

C.1.7 拆除处置阶段碳排放量计算表主要包括：

DB31/T XXXX—XXXX

- a) 拆除、回收项目描述；
- b) 拆除、回收项目碳排放量；
- c) 分项与汇总计算结果。

图C. 2 给出了城市照明碳排放计算报告模板的参考格式

城市照明碳排放计算报告

项目名称：_____

项目地址：_____

业主单位：_____

出具报告单位：_____

日期：_____年__月__日

图C. 2 城市照明碳排放计算报告模板

一、项目概况

1、项目基本信息

项目名称： _____

项目类型： _____

建筑（景观/道路）面积： _____

项目地址： _____

业主单位： _____

设计单位： _____

联系人： _____

联系电话： _____

2、出具报告单位信息

单位名称： _____

单位地址： _____

联系人： _____

联系电话： _____

3、照明方案介绍

主要照明方式：

主要照明灯具：

照明效果照片：

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

二、碳排放量计算结果

1、汇总结果

项目设计寿命：_____

碳排放计算范围及面积：_____

碳排放计算边界：_____

年均碳排放量：_____

单位面积年均碳排放量：_____

2、分阶段碳排放计算结果

材料生产阶段年均碳排放量：_____（见表1）

材料运输阶段年均碳排放量：_____（见表2）

施工阶段年均碳排放量：_____（见表3）

运行维护阶段年均碳排放量：_____（见表4）

拆除处置阶段年均碳排放量：_____（见表5）

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

表1 材料生产阶段年均碳排放量计算

序号	名 称	参数规格	材料数量信息		材料的计量信息		碳排放因子	材料寿命 (年)	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
			数量	单位	重量/长度/面 积/体积	单位			
合计									

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

表2 材料运输阶段年均碳排放量计算

序号	材料名称	运输距离 (km)	运输方式	运输方式 碳排放因子 kg CO ₂ e/ (t·km)	材料重量 (kg)	材料寿命 (年)	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
合计							

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

表3 施工阶段年均碳排放量计算

序号	能源种类	消耗量	单位	碳排放因子	工程设计年限 (年)	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
合计						

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

表4 运行维护阶段年均碳排放量计算						
依据功率计算运行碳排放量						
序号	场景模式	系统功率	年运行时 长	碳排放 因子	工程设计 年限 (年)	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
项目面积						
合计运行年均碳排放量						
合计运行单位面积年均碳排放量						
依据电能计算运行碳排放量						
序号	年电量	碳排放因子			工程设计 年限 (年)	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
项目面积						
合计运行年均碳排放量						
合计运行单位面积年均碳排放量						
维护碳排放量						
序号	维护项目	规 格	碳排放量			年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
合计						
汇总						
总计						

图C.2 城市照明碳排放计算报告模板(续)

表5 拆除处置阶段年均碳排放量计算			
拆除碳排放量计算			
序号	拆除项目	碳排放量	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
合 计			
回收碳排放量计算			
序号	回收项目	碳排放量	年均碳排放量 (kgCO ₂ e)
合 计			
汇总			
总 计			

图C.2 城市照明碳排放报告模板(续)

表6 城市照明碳排放量计算结果

序号	阶段	年均碳排放量
单位面积		
城市照明年均碳排放量		
城市照明单位面积年均碳排放量		

3. 假设和局限性说明

结合量化情况，对所有阶段的计算范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

图C.2 城市照明碳排放报告模板（续）

附 录 D
(资料性)

运行维护、回收处置碳排放记录表

表D. 1给出了运行维护阶段碳排放记录表的格式。

表 D. 1 运行维护碳排放记录表

项目名称				日 期			
维护人员							
电力	运行内容	电力种类	单位	数量	碳排放因子	碳排放量	备注
材料	维护内容	材料型号	单位	数量	碳排放因子	碳排放量	备注

表D. 2给出了回收处置阶段碳排放记录表的格式。

表 D. 2 回收处置碳排放记录表

回收处置	处理方式	材料型号	单位	数量	碳排放因子	碳排放量	备注

参 考 文 献

[1] GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
[2] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
[3] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
[4] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
[5] GB 37478 道路和隧道照明用 LED 灯具能效限定值及能效等级
[6] GB/T 45818 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 照明产品
[7] GBT 50034 建筑照明设计标准
[8] GB 51348 民用建筑电气设计标准
[9] GB/T 31832 LED 城市道路照明应用技术要求
[10] GB/T 39237 LED 夜景照明应用技术要求
[11] GB/T 35626 室外照明干扰光限制规范
[12] CJJ/T 307 城市照明建设规划标准
[13] DG/TJ08-2033 道路隧道设计标准
[14] DG_TJ 08-2214 道路照明工程建设技术标准
[15]上海市景观照明规划（2024-2035 年）
