

陕西省工程建设标准

低碳博物馆建筑设计导则

Design Guidelines For Low-Carbon Museum Building

（征求意见稿）

《低碳博物馆建筑设计导则》编制组

2025 年 6 月

前 言

根据陕西省住房和城乡建设厅、陕西省市场监督管理局《关于下达 2023 年度工程建设标准立项计划的通知》（陕建发〔2023〕1050 号）的要求，导则编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，结合陕西省实际情况，在广泛征求意见的基础上，制定本导则。

本导则主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 技术指标；4. 规划选址和总体布局；5. 建筑设计；6. 结构设计；7. 机电系统设计；8. 可再生能源系统。

本导则由陕西省住房和城乡建设厅负责归口管理，陕西省建设标准设计站负责日常管理，由中国建筑西北设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给中国建筑西北设计研究院有限公司（陕西省西安市经济开发区文景路中段 98 号，邮编：710018，电话：13992883211，邮箱：2568209161@qq.com）。

本导则主编单位：中国建筑西北设计研究院有限公司
西安建筑科技大学

本导则参编单位：陕西省文物局
陕西省文化遗产研究院

本导则主要起草人员：吕 成 周 敏 罗智星 王美子
曹惠源 梁曼辰 董凯莉 李志富
张 军 杨若溪 薛 晓 徐文政
查 波 贲兆强 朱昭璐 杨 柳
曹 璐 韩 冰 赵 龙 李明涛
刘德嘉 南 楠 张 磊

本导则主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	技术指标	6
3.1	一般规定	6
3.2	室内环境参数	7
3.3	碳排放指标	9
4	规划选址和总体布局	11
4.1	一般规定	11
4.2	规划选址	11
4.3	总体布局	13
5	建筑设计	17
5.1	一般规定	17
5.2	建筑方案设计	19
5.3	围护结构设计	24
6	结构设计	28
6.1	一般规定	28
6.2	地基基础设计	28
6.3	上部结构设计	29
7	机电系统设计	31
7.1	一般规定	31

7.2 给排水设计	32
7.3 供暖通风设计	35
7.4 电气设计	40
7.5 智能化设计	41
8 可再生能源系统	44
8.1 一般规定	44
8.2 太阳能系统	46
8.3 地源热泵系统	48
8.4 空气源热泵系统	48
8.5 蒸发冷却系统	49
8.6 节水系统	50
附录 A 碳排放强度及降碳率计算方法	52
附录 B 陕西省常见高碳汇能力绿化植物名录	55
附录 C 智能照明控制系统设计	57
本标准用词说明	59
引用标准名录	60

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	3
3	Technical Indicators	6
	3.1 General Requirements	6
	3.2 Indoor Environmental Parameters	7
	3.3 Carbon Emission Indicators	9
4	Overall Planning and Site Selection	11
	4.1 General Requirements	11
	4.2 Site Selection	11
	4.3 Overall Planning	13
5	Architectural Design	17
	5.1 General Requirements	17
	5.2 Building Design Scheme	19
	5.3 Building Envelope Design	24
6	Structural Design	28
	6.1 General Requirements	28
	6.2 Foundation Design	28
	6.3 Superstructure Design	29
7	MEP System Design	31
	7.1 General Requirements	31
	7.2 Water Supply and Drainage Design	32

7.3 HVAC Design.....	35
7.4 Electrical Design.....	40
7.5 Intelligent System Design.....	41
8 Renewable Energy Systems.....	44
8.1 General Requirements.....	44
8.2 Solar Energy System.....	46
8.3 Ground Source Heat Pump System.....	48
8.4 Air Source Heat Pump System.....	48
8.5 Evaporative Cooling System.....	49
8.6 Water Conservation System.....	50
Appendix A: Calculation Method of Carbon Emission Intensity and Reduction Rate	52
Appendix B: List of Common High Carbon Sequestration Capacity Greening Plants in Shaanxi Province	55
Appendix C: Design of Intelligent Lighting Control System	57
Explanation of Wording in This Standard	59
List of Referenced Standards	60

1 总则

1.0.1 为贯彻国家“双碳”战略目标，落实陕西省生态文明建设与绿色低碳发展要求，统筹推进博物馆建筑领域碳达峰、碳中和进程，通过建立涵盖规划布局、建筑空间、结构体系、机电系统的全系统降碳技术集成体系，指导博物馆建筑实现多专业协同的低碳设计，制定本导则。

【条文说明】为贯彻落实国家“碳达峰、碳中和”战略部署及陕西省碳达峰的实施方案，立足陕西省作为国家重要生态屏障与能源大省的双重定位，针对当前博物馆建筑存在能源消耗偏高、全寿命期碳减排体系不健全等问题，聚焦博物馆建筑全专业协同降碳需求，通过构建“五位一体”技术体系，全过程贯彻环境友好低影响的博物馆建筑设计理念：在规划布局层面强化地域气候适应性，建筑空间设计推行功能复合集约化，结构选型突出材料低碳循环化，机电系统实施高效能源与智慧管控化，可再生能源系统实现应用推广普及化。系统性整合被动式设计优先、主动式技术优化、可再生能源替代等技术路径，旨在建立具有地域适用性的博物馆低碳设计标准范式，在广泛调研国内外相关研究成果的基础上，编制了本导则。

1.0.2 本导则适用于陕西省新建、改建和扩建的低碳博物馆建筑设计。

【条文说明】本条规定了导则的适用范围，即本导则适用于新建、改建和扩建的低碳博物馆建筑。新建建筑包括扩建和改建，不包括既有建筑改造。扩建是指保留原有建筑，在其基础上增加另外的功能、形式、规模，使得新建部分成为与原有建筑相关的新建建筑；改建是指对原有建筑的功能或者形式进行改变，而建筑的规模和建筑的占地面积均不改变的新建建筑。

1.0.3 低碳博物馆建筑设计应遵循因地制宜的原则，应从碳减排、碳替代、碳管控和碳增汇四个维度综合施策，应采用低碳材料与设备、低碳建造、节能技术、可再生能源等措施，降低博物馆建筑的全寿命期碳排放强度。

【条文说明】陕西省各地区在气候、环境、经济发展水平、民俗文化与可再生能源资源等方面都存在一定的差异，导致低碳博物馆建筑设计的重点和难点不同，为平衡建筑使用需求与节能减排要求，本导则将因地制宜作为导则内容编写的基本原则。在该原则指引下，提出了低碳博物馆的设计内容的相关要求，综合考量

建筑所在地域的气候、环境、经济、文化和可再生能源资源等条件的特点，分别在设计、建造及使用等各阶段予以充分体现，最终实现兼顾不同阶段的低碳博物馆建筑设计。

1.0.4 低碳博物馆建筑设计除应符合本导则外，尚应符合国家、陕西省现行有关标准的规定。

【条文说明】符合国家法律法规和有关标准是参与低碳博物馆建筑设计的前提条件。导则重点对低碳博物馆的设计进行指导,并未涵盖博物馆建筑设计所应有的全部功能和性能要求，因此在进行低碳博物馆建筑设计时，除应符合本导则外，尚应符合国家、陕西省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 低碳博物馆建筑 Low-carbon museum building

充分利用、协调自然资源与环境，通过被动式建筑设计最大幅度降低博物馆建筑供暖、空调、照明需求，通过主动式技术措施最大幅度提高能源设备与系统能效，充分利用可再生能源，大幅降低运行碳排放强度；通过采用低碳建材、低碳结构形式和材料减量化设计，大幅降低隐含碳排放，使博物馆建筑与当地气候环境形成一个有机结合的整体，实现博物馆建筑的可持续发展。

2.0.2 性能化设计 performance oriented design

以建筑室内环境参数、能效指标和碳排放强度为性能目标，利用建筑模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求的设计过程。

2.0.3 植物碳汇 vegetation carbon sink

通过植被恢复等措施，利用植物光合作用吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在植被和土壤中，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动和机制。

2.0.4 可再生能源 renewable energy

从自然界获取的、可以再生的非化石能源，包括太阳能、风能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等。

2.0.5 非传统水源 non-traditional water source

不同于传统地表水供水和地下水供水的水源，包括再生水、雨水、海水等。

2.0.6 建筑微电网 smart building microgrid

一种交流电压等级为 1kV 或直流电压等级为 1500V 及以下，采用先进的互联网及信息技术，实现建筑的源网荷储一体化、能源的梯级利用、需求侧响应的微电网，简称建筑微电网。

2.0.7 建筑负荷柔性调节

建筑及其使用者利用用电设备、储能（包括储电、储热、储冷）、建筑维护

结构热惰性或用电行为调整等手段，实现建筑取电功率和电量主动调节。

2.0.8 光储直柔技术 photovoltaic、energy storage、direct current、flexibility

配置建筑光伏或其他可再生电力设备和建筑储能，采用直流配电系统，且具备功率主动响应功能的新型建筑供配电系统技术。

2.0.9 被动式技术 passive techniques

直接利用阳光、风力、气温、湿度、地形、植物等场地自然条件，采用非机械、不耗能或少耗能的方式，降低建筑的供暖、空调和照明等负荷，提升室内外环境性能。通常包括天然采光、自然通风以及围护结构的保温、隔热、遮阳、蓄热、雨水入渗等技术。

2.0.10 太阳能光伏系统 solar photovoltaic system

利用光生伏打效应，将太阳能转变成电能，包含逆变器、平衡系统部件及太阳能电池方阵在内的系统。

2.0.11 太阳能热利用系统 solar thermal system

将太阳能转换成热能，进行供热、制冷等应用的系统，在建筑中主要包括太阳能供热水、采暖和空调系统。

2.0.12 太阳能光伏光热热泵系统 solar photovoltaic and thermal heat pump system

通过太阳能光伏光热热泵，实现发电、制热和制冷，并对外供应能量的系统，主要由热泵机组、蓄能设备、冷/热输配系统及电气系统组成，简称 PVT 热泵系统。

2.0.13 地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。

2.0.14 空气源热泵系统 air source heat pump system

以空气作为低温热源，由空气源热泵机组、输配系统和建筑物内系统组成的

供热空调系统。根据建筑物内系统不同，分为空气源热泵热风系统和空气源热泵热水系统。

2.0.15 建筑能耗与碳排放管理系统 energy consumption and carbon emission management systems of buildings

建筑物或建筑群内安装各类能耗计量装置，实时采集能耗数据，实现建筑能耗与运行碳排放等数据在线监测与分析功能的软硬件系统总称。

3 技术指标

3.1 一般规定

3.1.1 低碳博物馆建筑设计时应以室内环境参数和碳排放指标为约束性指标，围护结构、能源设备等系统参数为推荐性指标。

【条文说明】健康、舒适的室内环境是建筑节能降碳的基本前提，低碳博物馆建筑室内环境参数均应满足较高的热舒适水平。本导则要求采用性能化设计方法，即以建筑室内环境参数、能效指标和碳排放强度为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求。因此，围护结构、能源设备和系统等参数均为推荐性指标和方法，可以通过性能化设计进行优化和突破。

3.1.2 低碳博物馆碳排放指标含：隐含碳排放强度、运行碳排放强度和运行碳降碳率。

【条文说明】为了引导博物馆建筑降碳技术的应用，本导则对博物馆建筑的全生命周期碳排放进行约束，碳排放指标涵盖隐含碳排放强度、运行碳排放强度及运行碳降碳率。隐含碳排放强度量化建材生产、施工及拆除的全寿命期碳。运行碳排放强度包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座等全部运行阶段能源消耗产生的碳排放。运行碳降碳率体现年度减排成效。博物馆建筑碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 和现行陕西省工程建设标准《公共建筑全生命周期碳排放计算标准》DB61/T XXXXX 的要求。

3.1.3 建材生产与运输、建造、拆除及废弃物处置的碳排放，通过建筑隐含碳排放强度进行约束，不做分项限值要求。

【条文说明】低碳博物馆的隐含碳排放强度计算范围包括建材生产和运输、建造、拆除及废弃物处置阶段，通过对整体强度约束而非分项限值，赋予设计灵活性。

3.1.4 供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座的运行碳排放通过建筑运行碳排放强度及降碳率进行约束，不做分项限值要求。

【条文说明】低碳博物馆的运行碳排放强度及降碳率的计算范围包含供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座等全部运行阶段能源消耗产生的碳排放。通过对整体强度约束而非分项限值，赋予设计灵活性。

3.2 室内环境参数

3.2.1 低碳博物馆室内温湿度及新风量应根据博物馆规模、房间功能类型确定设计参数。特大型、大型及大中型博物馆建筑的公共空间、展厅空间、办公空间、藏品及相关功能空间的室内温湿度及新风量应符合表 3.2.1 的规定。中、小型博物馆的公共空间、展厅空间及办公空间的室内温湿度及新风量可基于表 3.2.1 适当降低要求。

表 3.2.1 特大型、大型、大中型博物馆室内温湿度及新风量设计参数

空间分类		主要服务对象	参数选择				
			夏季		冬季		新风量
			温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)	m³ / (h·p)
办公空间	办公室	人	24~27	55~65	18~20	—	30
	会议室		25~27	≤65	16~18	—	30
	休息室		25~27	≤60	18~22	—	30
公共空间	餐厅		25~27	≤65	18~20	—	20
	门厅		26~28	≤65	16~18	—	10
展览空间	展览区		25~27	45~60	18~20	35~50	20
藏品及相关功	藏品技术用房	物	25	45~60	18~20	≥40	30

能空间	各类藏品库 房		应按照 《博物馆建筑设计规范》JGJ 66 确定 设计参数
	展品罩		应按照特定展品的需求确定设计参数

【条文说明】本条是设计人员选用博物馆建筑室内环境设计参数时需要遵循的规定。对博物馆的展示区人员短期逗留区域，因人员停留时间较短，且服装热阻不同于长期逗留区域，热舒适更会受到动态环境变化影响，在考虑建筑节能的需要下，应尽量提高夏季室内设计温度，以节省建设投资和运行费用。对有工艺要求的藏品保护技术用房、计算机房等房间其室内参数应根据工艺要求确定。对于特大型、大型及大中型博物馆建筑应严格遵守本条表 3.2.1 的规定。中、小型博物馆的公共空间、展厅空间及办公空间的温湿度与新风量适当降低要求，综合考虑了中小型博物馆人员活动区域的热舒适性、能源效率与经济可行性之间的矛盾，避免运行成本过高的现实问题。同时中小型博物馆建筑设计可以更灵活地通过空间热舒适性分级管控和局部精准环境调控相结合的方式，实现舒适健康、节能降碳和经济性的协调。

3.2.2 室内空气品质应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883 的规定，办公空间及公共空间的室内空气主要指标应符合表 3.2.2 的规定，藏品库、展览空间的烟雾灰尘和有害气体浓度尚应符合现行行业标准《博物馆建筑设计规范》JGJ 66 的相关规定。

表 3.2.2 室内空气品质主要表征指标

指标	计量单位	要求	备注
氨 (NH ₃)	mg/m ³	≤0.18	1 小时平均
甲醛 (HCHO)	mg/m ³	≤0.07	1 小时平均
苯 (C ₆ H ₆)	mg/m ³	≤0.027	1 小时平均
总挥发性有机化合物 (TVOC)	mg/m ³	≤0.50	8 小时平均
氡 (²²² Rn)	mg/m ³	≤270	年平均
CO ₂ 浓度	% ^a	≤0.09	1 小时平均

PM _{2.5} 浓度	mg/m ³	≤0.025	年平均
PM ₁₀ 浓度	mg/m ³	≤0.05	年平均
a 体积分数。			

【条文说明】博物馆建筑设计时应采取有效措施对室内空气污染物进行控制，室内空气质量应满足现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 和现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的相关规定。此外，本条对博物馆建筑的办公空间及公共空间的室内空气主要污染物的浓度提出了更高的要求，参考了《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中 5.2.1 条的相关规定。藏品库、展览空间的烟雾灰尘和有害气体浓度尚应符合现行行业标准《博物馆建筑设计规范》JGJ 66 的相关规定。

3.2.3 办公空间室内允许噪声级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的高要求标准，其他空间室内允许噪声级应符合现行行业标准《博物馆建筑设计规范》JGJ 66 的规定。

【条文说明】室内噪声不仅和建筑所处的声功能区、周边噪声源的情况有关，而且和建筑本身的隔声设计密切相关。低碳博物馆建筑采用高性能的建筑部品，应具有较好的隔声能力。根据国内外的标准和现有隔声技术情况，确定了低碳博物馆建筑应具备较高水平的室内声环境。低碳博物馆建筑通过技术手段控制室内自身的噪声源和来自室外的噪声。室内噪声源一般为通风空调设备、电器设备等；室外噪声源则包括来自建筑外部的噪声（如周边交通噪声、社会生活噪声、工业噪声等）。设计过程中应计算外墙、楼板、分户墙门窗的隔声性能验证建筑室内的声环境是否满足要求。低碳博物馆建筑的室内允许噪声级和围护结构空气声隔声标准及撞击声隔声标准主要参照《博物馆建筑设计规范》JGJ 66 的相关规定编制。

3.3 碳排放指标

3.3.1 低碳博物馆的隐含碳排放强度不应高于表 3.3.1 规定的限值。

表 3.3.1 不同结构类型隐含碳排放强度（kgCO₂/m²·a）

结构类型	抗震设防烈度	
	7 度及以下	8 度
砌体结构	8	
钢结构	9	
木结构	6	
混凝土框架结构	12	15
混凝土框剪结构	16	17
混凝土剪力墙结构	14	15

【条文说明】本导则基于中国典型建筑模型数据和陕西省典型博物馆建筑隐含碳排放数据，通过测算和分析，并参考现行陕西省工程建设标准《建筑碳排放评价标准》DB61/T XXXXX，设定了不同结构类型低碳博物馆单位面积隐含碳排放量限值要求。

3.3.2 低碳博物馆建筑运行碳排放应满足下列条件之一：

- 1 低碳博物馆运行碳降碳率不应低于 40%；
- 2 低碳博物馆运行碳排放强度不应高于表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 运行碳排放强度限值（ $\text{kgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{a}$ ）

气候区	寒冷 A 区	寒冷 B 区	夏热冬冷区
运行碳排放强度 限值	28	29	33

【条文说明】本导则研究分析了陕西省不同气候区内典型博物馆建筑的用能特征，并参考陕西省地方标准《公共机构能耗定额》DB 61/T 1399-2020，制定了陕西省不同气候区低碳博物馆建筑的运行碳排放强度及运行降碳率限值。

3.3.3 建筑隐含碳排放强度、运行碳排放强度及运行碳降碳率的计算方法应符合本导则附录 A 的要求。

4 规划选址和总体布局

4.1 一般规定

4.1.1 选址和布局应遵循在地性设计方法，基于低碳建筑设计目标，创造因地制宜、经济适宜、有机生长的地域特色低碳博物馆。

【条文说明】选址与布局阶段的“在地性”设计方法，是由低碳博物馆设计总原则“因地制宜”衍生。在研究场地以“制宜”前，应充分考虑当地的自然环境，包括气候、环境、资源等因素，首先在项目所在地区，选取适宜建设的场地。在尽可能地顺应、利用和尊重富有特色的自然因素的前提下，创造自然与人工相结合的美好环境。

4.1.2 在地性设计应按如下流程进行：

- 1 因需择地，根据需要达到的规范标准，评估场地自然、人工资源，合理选址；
- 2 尊重场地，顺应、利用场地自然因素，保护原有生态环境；
- 3 优化场地，修复或优化场地现有生态，创造自然与人工相结合的美好环境。

【条文说明】三个阶段中，“因需择地”为规划选址阶段操作。作为低碳建筑，选址时应考虑场地的自然、人工资源，是否能以合适的成本满足建设与维护过程中的碳减排、碳替代、碳增汇、碳管控。“尊重场地”、“优化场地”为总体布局阶段操作。在合理选址之后，低碳博物馆建筑应结合地形地貌进行场地设计与建筑布局，且建筑布局与场地的气候条件和地理环境相适应，并应对场地的风环境、光环境、热环境、声环境等加以组织的利用。

4.2 规划选址

4.2.1 选址应遵循“因需择地”，考虑选址所在地区碳排放标准，研究周边地形地貌、气候环境、生态现状、可再生资源建设潜力，综合评估后选择场地。

【条文说明】选址前应研究项目所在区域的生态本底，研究内容应包括：场地现状；周边实体现状，包括地上附着物、地形地貌、地表水文等要素；周边气候环境，包含气候条件、空气质量、污染源等要素；周边生物多样性、生态斑块及廊道；光环境敏感区。将以上研究结果，结合建设强度与高度的综合评定，选取适合进行低碳博物馆建设的场地。

4.2.2 宜选择城市棕地进行建设，修复场地生态环境。

【条文说明】城市中存在废弃场地，以及尚可使用的旧建筑。这些场地若能合理改造，可以达到“制宜”的优化效果。因此，在有场地选择条件，以及改造技术条件的前提下，应合理选择此类场地进行再利用建设。

4.2.3 应避免自然灾害和危险源的威胁，环境质量应符合有关标准的规定。避开滑坡、泥石流等地质危险地段，易发生洪涝地区应有可靠的防洪涝基础设施；场地应无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，应无电磁辐射、含氡土壤的危害。场地应选择在建筑抗震有利地段或一般地段；对不利地段，应尽量避免，当无法避开时，应采取有效的防护治理措施；并不应在危险地段建设低碳博物馆。

4.2.4 应考察场地周边基础设施种类、距离、建设情况。选择靠近城市管网、公共交通节点的区域。在资源输送、人员出行方面达到碳减排，提倡绿色生活方式。

【条文说明】场地与公共交通站点应联系便捷。根据现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 的相关规定，场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 500m，或到达轨道交通站的步行距离不大于 800m；场地出入口到达公共交通站点的步行距离不超过 300m，或到达轨道交通站的步行距离不大于 500m。

4.2.5 应基于区域综合发展条件，对上位规划中的项目规模与功能定位进行复核。评估所在区域生态安全系统、生态结构体系、生态承载能力后，科学选址。

【条文说明】考察上位规划的同时，应结合项目所在地区的社会经济发展特点，综合分析所在区域的生态安全系统、生态结构体系和生态承载能力。应将此分析结果，和上位规划一同作为绿色建设设计的科学量化依据。在低碳博物馆后续规划设计、建筑设计等阶段，弥补传统城市规划在生态及可持续方向研究方面的不

足，同时对上位规划阶段进入绿色建筑设计的阶段进行深化与衔接，从而保证建筑本体与城市和环境共同构成城市完整的生态功能系统。

4.3 总体布局

4.3.1 总体布局应按照“尊重场地”、“优化场地”的方法，充分考虑场地已有的自然、人工条件，通过低碳博物馆的建设，营造适宜的微气候，优化场地空间布局，追求提升周边的生态环境质量。

【条文说明】总体布局阶段，应首先做到“因地”，再做到“制宜”。应从地域条件入手，顺应现有气候、资源、能源条件，做到尊重场地。如对自然中风、光、热的最大化利用，对周边地形地貌、环境资源的利用等。再利用建筑、景观等设计，做到优化场地。如通过总体布局营造适宜的微气候，夏季增强自然通风、减轻热岛效应，冬季增加日照，降低冷风对建筑的影响。

4.3.2 布局设计应结合地形地貌、建筑高度，考虑气候特征，减少土方工程，分析最佳建筑朝向及比例：

- 1 宜采用南低北高的形式，西北、北侧较高，东南、南侧较低；
- 2 寒冷地区建筑布局应兼顾冬季防寒与夏季通风，并关注日照采光；
- 3 夏热冬冷地区建筑布局优先关注夏季通风防热，冬季适当防寒。

【条文说明】陕西处于夏热冬冷、寒冷气候分区，同时位于风沙较大的地理区域，应通过合理的建筑空间布局、合理设置景观绿化、水体等措施，优化场地室外风环境、降低热岛效应。主体建筑朝向宜采用南北向或接近南北向，主入口宜避开冬季主导风向。

4.3.3 遵循规划中生态廊道布局，通过绿化空间组织保持城市生态廊道的连续性、开放性。

【条文说明】布局设计应顺应生态廊道，保持城市生态廊道的连续性，依据生态廊道展开建筑布局与交通联系。应围绕生态廊道，营造开放性功能活动空间。在

布局中,对现状环境有良好生态效益和景观效果的生态斑块和生态廊道进行保留、保护与修复,减少人为的干预。

4.3.4 低碳博物馆规划宜通过优化场地布局、屋顶花园、垂直绿化墙,等方式增加绿化面积:

1 通过建筑布局与景观绿化结合,降低场地热岛强度。

2 宜充分利用墙壁、棚架等栽种攀缘植物,采用乔灌草相结合,打造复合式植物群落,群落构建可适当增加幼龄树比例,提高场地植被碳汇能力。

3 绿化植被宜选用抗逆性强、生态效益高、维护需求低、碳汇释氧能力强的乡土树种及多年生草本植物。绿化植物见附录 B。

4 低碳博物馆规划与设计时应进行自然资源调查,应充分利用自然水源营造水景,并保护场地及周边的生态平衡和生物多样性,结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局,保护场地内原有的自然水域、湿地和植被,采取表层土利用等生态补偿措施。

【条文说明】根据现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 的相关规定,场地中处于建筑阴影区外的步道、游憩场、庭院、广场等室外活动场地设有乔木、花架等遮阴措施的面积比例,宜达到 20%。场地中处在建筑阴影区外的机动车道应采取种植遮荫面积较大的行道树或选用太阳辐射反射系数不小于 0.4 的面层材料等降低热岛强度的措施,且采取措施的路段长度不宜小于 70%。

4.3.5 应合理开发利用地下空间,与地上建筑、停车场库、人防工程等空间紧密结合、统一规划,适度开发并充分利用。

4.3.6 应结合公共交通站点布置交通流线,并符合下列规定:

1 应结合公共交通站点,布置场地出入口。

2 公共服务区靠近城市交通节点,宜向社会公众提供开放的公共活动空间;

3 应减少车辆流线距离,宜设计人车分流的复合型交通体系,提倡碳减排的生活方式。

4.3.7 应合理布置机动车、非机动车停车位，减少地面停车的硬质铺装，采用植草砖、光伏停车棚等。

【条文说明】根据场地条件及经济条件，考虑机械式停车设施、地下停车库或地面停车楼等方式。根据现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 的相关规定，公共建筑地面停车占地面积与其总建设用地面积的比率小于 8%。应合理确定机动车停车位数量，符合国家及当地现行配建停车场（库）标准的相关规定，并应合理设置电动汽车和无障碍汽车停车位。非机动车停车场应便于步行者进出及利用公共交通，不应放在地下二层及以下；距建筑出入口不宜超过 150m；应结合共享单车的停放区进行统一规划；应考虑生态设计，利用植物提高室外停车位遮荫率，宜结合太阳能光伏设施设置车棚。

4.3.9 布局设计时应制定可再生能源综合设计方案，为屋顶光伏、风光互补、地热等装置预留空间。

【条文说明】结合当地气候和自然资源条件合理利用可再生能源，合理确定能源利用方案。宜合理采用分布式能源，优先利用以下可再生、再利用资源进行规划设计：太阳能；工业余热废热和现有热源余热；地热能。其中，地热能的开采不应应对邻近地下空间、土壤、水体、地下生态环境产生不良影响。

4.3.10 应利用场地竖向设计，设置雨水收集系统等节水综合设计方案。绿化灌溉、空调冷却水系统宜采用节水设备或技术。

【条文说明】根据《绿色建筑评价标准》（gb/t 50378-2019），绿化灌溉及空调冷却水系统应采用节水设备或技术，结合雨水综合利用设施营造室外景观水体，室外景观水体利用雨水的补水量大千水体蒸发量的 60%，且采用保障水体水质的生态水处理技术。场地的竖向设计应有利于雨水的收集或排放，应有效组织雨水的下渗、滞蓄或再利用；对大于 10hm²的场地应进行雨水控制利用专项设计。应对场地内水资源进行合理规划，应结合项目所在区域市政给排水条件，确定节约用水方案。应优先利用市政再生水，当无市政再生水时应根据当地节水要求采取适宜的水处理技术和设施。应充分利用场地空间削减场地雨水径流和径流污染，建设后外排雨水峰值流量不大于市政管网的接纳能力。应利用场地空间设置绿色雨水基础设施。下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体的面积之

和占绿地面积的比例达到 40%，最好达到 60%。衔接和引导不少于 80%的屋面雨水进入地面生态设施。衔接和引导不少于 80%的道路雨水进入地面生态设施。硬质铺装地面中透水铺装面积的比例达到 50%。

4.3.11 宜考虑博物馆废弃物管理，分类回收站隐蔽化设计，与后勤流线结合。

【条文说明】生活垃圾应分类收集，垃圾容器和收集点的设置应合理并应与周围景观协调。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 低碳博物馆设计应结合建筑文化特征和地域条件，充分利用天然气候资源；加强建筑可变性及适应性，延长建筑寿命；提高资源与材料利用率，延长资源与材料利用时间；对建筑各要素进行性能化设计，创造满足性能目标的建筑方案。

【条文说明】低碳博物馆建筑设计需优先利用项目所在地的自然条件与资源禀赋，通过气候响应性设计降低能源依赖。低碳博物馆建筑设计需立足地域条件与建筑文化特征的有机融合，在充分利用天然气候资源的基础上，强化建筑的可变适应性以延长使用寿命，同步提升资源利用效率并延长资源使用周期，通过对建筑各要素开展性能化设计，最终形成满足性能目标的建筑方案。

5.1.2 低碳博物馆建筑设计应根据功能需求，合理区分确定建筑舒适度等级，减少不必要的用能空间；应通过设计优化，减少部分空间的用能时间。

【条文说明】低碳博物馆方案设计应挖掘控制用能空间与时间的机会。如按照使用规律和功能要求合理布置建筑空间，区分不同时空的舒适度等级等，引导低碳使用和低碳运维，在满足功能、健康和舒适的前提下，降低建筑的使用强度和碳排放强度。评价建筑舒适度等级时，相关参数的确定应参考本导则 3.2 室内环境参数。

5.1.3 低碳博物馆建筑设计中应加强绿色低碳建筑材料的选用，并应符合下列要求：

- 1 选用能源消耗低、碳排放量低、耐久性好、易维护的材料；
- 2 选用生产、施工、使用和拆除过程中对环境污染程度低的建筑材料；
- 3 在保证性能的情况下，使用获得绿色建材标识(或认证)的或有明确碳足迹标签的材料与部品；
- 4 频繁使用的活动配件，宜选用长寿命的产品；不同寿命的部品组合在一起时，宜选用便于分别拆换和升级的材料；

- 5 因地制宜使用本地建筑材料；
- 6 优先选用可循环材料、可再利用材料及利废建材；
- 7 非结构构件应优先采用轻质材料。

【条文说明】低碳博物馆建筑是以最小化能源消耗和碳排放为目标，通过设计、建造和运营来实现减少碳足迹和保护环境的建筑。作为低碳博物馆建筑的核心要素之一，材料的选择对于实现低碳目标至关重要。建筑材料选用时，应在保证性能的前提下，优先选用可再生、可循环利用及耐久性好的建筑材料，以降低建筑材料对环境带来的负面影响，如选用本土材料以减少运输碳排放、选择低碳传统材料以及具有绿色建材标识的材料以降低材料自身碳排放，采用轻质材料以减少建筑整体用材量。通过加强绿色建筑材料的使用，从源头降低博物馆建筑从生产到拆除的全寿命周期碳排放，为低碳目标的实现提供基础支撑。

5.1.4 应采用协同设计的性能化设计方法，并符合下列规定：

- 1 采用全过程多专业协同设计组织形式，从博物馆建筑设计的内在本质和基本规律出发，基于低碳目标开展设计工作；
- 2 根据本导则规定的室内环境参数和碳排放指标要求，利用建筑性能模拟软件等工具，优化并确定建筑方案；
- 3 以定量分析和优化设计为核心，结合建筑全寿命周期的碳排放与经济性综合分析，确定技术措施和性能参数的优化。

【条文说明】低碳博物馆设计是以降低建筑碳排放为目标，在建造成本、时间限制、技术可行性、持有成本、建筑耐久性、设计建造水平等约束下，进行优化决策的设计过程。低碳博物馆设计应以目标为导向，结合项目所在地的气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，采用性能化的设计方法，制订低碳博物馆技术策略。性能化设计方法应贯穿低碳博物馆设计的全过程，且建筑的关键性能参数选取基于性能定量分析结果，而不是从规范中直接选取。对于中小型博物馆建筑，可在参考设计标准的基础上，基于设计师的经验或咨询行业专家，选取满足目标要求的多个方案，通过技术经济比选确定较优方案。对于特大型、大型及大中型博物馆建筑当相关参数维度增加后，技术方案的组合方式较多，基于设

计师或专家经验很难获得所需要的最优方案。这时宜采用优化设计软件，使用多参数优化算法，自动寻优选取优化方案。建筑方案和技术策略评价时，要考虑到建筑全寿命期成本，综合平衡初投资、运行成本及其他外部效益。

5.1.5 性能化设计宜按下列流程进行：

- 1 设定室内环境参数和碳排放指标；
- 2 初定低碳博物馆设计方案；
- 3 利用碳排放模拟计算软件等工具进行设计方案的定量分析及优化；
- 4 分析优化结果并进行达标判定。当碳排放指标不能满足所确定的目标要求时，应修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；
- 5 确定低碳博物馆设计方案。

【条文说明】低碳博物馆建筑的性能化设计是与建筑设计流程相协调的，本条重点明确了性能化设计的流程，其中定量化设计分析与优化是其主要内容，通过设定室内环境参数与碳排放指标，确定设计方案，并进行优化分析，根据不同优化分析结果进行达标判定，并选出最优设计方案。

5.2 建筑方案设计

5.2.1 应尊重、顺应当地建筑文化和利用气候、场地等自然因素，设计符合地域特点的博物馆建筑方案，并应符合下列规定：

- 1 提炼当地传统建筑的形式、空间、建造方式和传统材料等低碳经验与智慧，结合新时代新建筑的实际需求，灵活再应用；
- 2 根据建筑功能和项目所在地环境资源条件，充分发掘场地环境特征，顺应地形地貌，整合场地生态，减少对自然环境的破坏；
- 3 优化建筑布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，营造适宜的建筑室外微气候环境；
- 4 形体宜造型简洁，通过优化建筑形体及朝向，提高空间利用效能；

5 根据项目所在地的太阳辐射、温湿度、风等气候条件，充分利用天然采光、自然通风、遮阳、围护结构保温隔热及被动式太阳能利用等被动式建筑设计手段，降低建筑的用能需求；

6 宜根据室内采光通风、供冷供暖负荷和照明能耗优化建筑窗墙比和屋顶透光面积比。

【条文说明】低碳博物馆建筑设计需结合地域自然条件，构建气候适应、环境友好、经济可行的技术体系。设计应基于太阳辐射、温湿度及风环境构建差异化策略：陕北地区强化太阳辐射利用，关中地区兼顾建筑保温与遮阳，陕南地区注重保温、隔热与通风。通过地形分析与生态评估，采用覆土建筑、架空结构等手法实现建筑与地貌共生，保护水文与生态廊道。注重提炼传统营建智慧，改良本土建材性能，优先应用天然采光、自然通风等被动式技术。经济层面应建立全周期成本模型，审慎评估高投资技术适用性，确保低碳措施与区域经济水平协调，实现生态效益与可持续运营的统一。

5.2.2 建筑平面设计宜采用规整的柱网布局，并控制平面形态的几何复杂度，减少非功能性轮廓变化与不规则凹凸界面，以优化建材使用效率并降低博物馆的隐含碳排放。

【条文说明】规整的柱网布局可通过标准化设计减少结构构件的用量，优化材料分配，降低建筑隐含碳排放。简洁的平面形态可简化施工流程，缩短工期，减少机械设备和人工的冗余投入，并在后期拆除阶段时，简洁的平面形态可有效降低材料的分离难度，提高废弃物处理能耗。

5.2.3 应通过预留可变界面、弹性区域及模块化通用功能空间，结合灵活隔断系统，提升空间重组能力，提高空间适应性和可变性，满足未来功能变化或转换的需求，延长博物馆建筑的使用寿命。

【条文说明】针对博物馆建筑功能迭代需求，本导则提出空间设计的灵活性技术要求。通过预留可拆卸界面（如轻质展墙、活动天花等）及弹性功能区域（如未明确功能的中性空间），配合标准化展陈模块与可移动隔断系统，实现非破坏性

空间重组。此类设计可降低未来改造的拆改量与材料浪费，延长空间使用周期，契合低碳可持续目标。

5.2.4 宜根据博物馆功能需求、室内环境需求进行空间布局，并宜符合下列规定：

1 藏品库、藏品技术区、恒温恒湿陈列展览区等空间应集中布置于建筑核心区，避免天然光影响，减少冷热损耗；

2 藏品罩以外的藏品功能空间采用天然采光及自然通风时，应避免紫外线、红外线、粉尘、污染气体和有害生物对藏品的影响。

3 业务与研究用房、行政管理用房、附属用房等办公空间宜布置于建筑外围，利用天然采光、自然通风降低能耗；

4 门厅、走廊、过厅等缓冲空间宜布置于主要功能空间外围，形成热环境过渡区；

4 宜设计可调节隔断的多功能展厅等弹性空间，通过灵活划分空间适应不同展览规模，减少因空间闲置造成的资源与能源浪费；

5 地下空间宜设置下沉式广场、中庭、边庭等过渡空间，促进天然采光和自然通风；

6 宜根据人流量布置垂直空间，将展厅、服务区等高人流量区域优先布置于低层，结合景观楼梯引导步行，减少电梯使用。

【条文说明】藏品库、藏品技术区、恒温恒湿陈列展览区等主要空间有恒温恒湿要求，此种空间对光、热环境敏感，集中布置可减少外围护结构暴露面积，降低冷热负荷波动。藏品罩以外的藏品功能空间应满足展品保存需求，避免环境对展品造成影响。业务与研究用房、行政管理用房、附属用房等办公空间对光热环境适应性较强，布置于建筑外围可通过合理开窗比例与遮阳设计，减少人工照明与机械通风需求。门厅、走廊、过厅等缓冲空间，布置于主要功能空间外围对可阻隔室外极端温湿度对核心区的直接影响，减少空调系统负荷波动。同时，本条提

出弹性空间、过渡空间及垂直空间，通过被动式空间设计集约现有资源，减少能源浪费，达到建筑全寿命周期低碳目标。

5.2.5 低碳博物馆建筑设计应加强资源统筹配置，减少冗余设计，实现建筑全寿命周期内的资源最大化利用，并应符合下列规定：

- 1 根据实际使用需求，合理控制建筑规模和高度，避免资源浪费；
- 2 采用模块化、装配化等建筑工业化建造模式；
- 3 使用可循环、可再利用及耐久性好的建筑构件；
- 4 优先考虑对既有建筑改造再利用，充分发挥现有资源价值，减少建筑对环境的影响。

【条文说明】建筑全寿命周期中，资源冗余（如超量建材、重复功能空间）是资源浪费与碳排放的重要来源。通过强化资源统筹调配，精准匹配功能需求与资源供给，可减少无效投入。延长建筑寿命，避免大规模拆除及建设是降低建筑碳排放的重要前提条件。在进行低碳博物馆建筑设计时，合理确定建筑规模和高度，避免盲目扩大建设规模；在具备条件的项目上鼓励装配式建造、适度的模数化设计与工厂化预制。通过全过程的统筹管理，从策划到设计，从建造到运营，再到回收的全寿命考量实现绿色低碳循环；并优先考虑利用既有建筑，延长建筑使用寿命，充分利用既有建筑的剩余价值。

5.2.6 在公共空间、展厅空间、办公空间中进深较大的房间，宜设采光通风竖井与光导管等设施；根据功能需求，宜在地下空间设置采光天窗、采光侧窗、光导管等设施。

【条文说明】建筑进深对建筑照明能耗影响较大，对于进深较大的房间，宜利用光导管、导光光纤等导光设施引入天然采光，减少照明光源的使用，降低照明能耗。采用采光天窗、采光侧窗、光导管系统等，可改善地下空间的采光，减少照明光源的使用，降低照明能耗。

5.2.7 遮阳设计应综合考虑项目所在地的环境气候特点、建筑功能使用需求及窗口朝向，并宜符合下列规定：

- 1 优先采用形体自遮阳、空间遮阳和外遮阳等形式；
- 2 外遮阳采用固定、可调遮阳设施，或采用可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃；
- 3 南向外窗采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳方式；
- 4 东向和西向外窗采用可调节外遮阳设施。

【条文说明】夏季过多的太阳得热会导致冷负荷上升，因此，低碳博物馆建筑设计应充分考虑项目所在地太阳逐时高度角和建筑供冷负荷之间的关系，合理选用遮阳形式。低碳博物馆建筑遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合考虑，优先利用建筑形体及空间，采用自遮阳的形式。并结合景观设计，利用树木形成自然遮阳，降低夏季辐射热负荷。另一方面，可采用可调节设施，如可调遮阳设施及可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃，以根据室外天气状况动态调节窗户及遮阳设施，满足建筑物遮阳和采光的双重功能需求。

5.2.8 宜进行光伏建筑一体化（BIPV）设计，并应符合下列规定：

- 1 满足所在部位的结构安全和建筑围护功能的要求；
- 2 太阳能光热、光伏组件的外观、色彩设计与建筑协调一致，鼓励光热、光伏系统采用装配化设计；
- 3 优先选择性能可靠、造价合理的建材型太阳能集电一体化设备作为建筑物的墙面、屋面、外窗、遮阳、外部栏板等构成部分；
- 4 建筑设计满足建筑光伏一体化构建的散热要求；
- 5 选择隐含碳排放低、光电转换效率高的太阳能电池进行集成。

【条文说明】光伏建筑一体化技术（BIPV）颠覆了传统建筑外围护结构高能耗的属性，通过将围护结构转化为产能系统，实现建筑外围护结构从能源消耗向自主供能的根本转变，为破解建筑节能与可再生能源利用协同难题提供新路径。本条提出光伏建筑一体化的设计原则，旨在通过光伏系统与建筑本体的深度融合，实现清洁能源利用与建筑功能的协同增效。设计需首先满足所在部位的结构安全与围护功能要求，确保光伏组件作为建筑围护结构时的承重、防水、保温等性能

达标；其次注重太阳能光热、光伏组件的外观、色彩与建筑协调一致，鼓励采用装配化设计提升施工效率与系统可靠性；优先选用性能可靠、造价合理的建材型太阳能集电一体化设备，使其自然融入墙面、屋面、外窗等建筑构件；同时需满足光伏构建的散热要求，避免因高温导致效率衰减；太阳能电池应根据《光伏制造行业规范条件（2024 年本）》（工业和信息化部公告〔2024〕33 号）中的规定选用。

5.3 围护结构设计

5.3.1 低碳博物馆围护结构的热工性能应以满足本导则的碳排放指标为目标，采用性能化设计方法，经技术经济分析后确定。

【条文说明】性能化设计方法应贯穿低碳博物馆设计的全过程。因此，低碳博物馆围护结构设计应采用性能化设计方法，在满足本导则碳排放指标的基础上，基于性能定量分析结果进行设计优化。

5.3.2 非透光围护结构的平均传热系数可参考表 4.3.2 选取：

表 5.3.2 非透光围护结构平均传热系数(K)参考值

K(W/(m ² ·K))	寒冷地区	夏热冬冷地区
屋面	0.10~0.30	0.15~0.35
外墙	0.10~0.30	0.15~0.40
地面及外挑楼板	0.25~0.40	—
分隔采暖空间和非采暖空间的楼板	0.30~0.50	—
分隔采暖空间和非采暖空间的隔墙	1.20~1.50	—

【条文说明】建筑围护结构热工性能参数是实现建筑节能设计的重要环节，从降低建筑能耗的角度出发，设置此条文。根据气候区定量规定控制底线。建筑外墙的传热系数是平均传热系数，计算时必须考虑围护结构周边混凝土梁、柱、剪力

墙等“热桥”的影响，以保证建筑在冬季供暖和夏季空调时，围护结构的传热量不超过规范的要求。

低碳博物馆的非透光围护结构平均传热系数标准主要参照《零能耗建筑设计导则》DB 61/T5025 的相关规定编制。

5.3.3 非透光围护结构应符合下列规定：

- 1 围护结构保温性能的确定应遵循性能化设计原则，通过能耗模拟计算进行优化分析后确定；
- 2 采用除外保温外的其他保温构造时，应采取阻断热桥的措施，并采取可靠的防潮措施；
- 3 在满足同等保温水平目标下，应选择隐含碳低的保温材料；
- 4 玻璃幕墙的非透光部分、金属幕墙、石材幕墙和其它人造板材幕墙等面板背后采用高效保温材料，且保温材料与墙体不应有可流动的空气层，非透光幕墙与围护结构连接构件应进行断热桥专项设计。

【条文说明】根据目前的研究，采用钢结构、钢筋混凝土类重质墙体时，每年单位建筑面积的碳排放量要高于木结构、轻钢结构类轻质墙体，不过，从运行阶段来看，采用轻质墙体的碳排放要远高于采用重质墙体的碳排放。同时有研究表明，采用外保温系统要比采用夹心保温的碳排放量低 30%。围护结构所用材料生产过程中的碳排放为工业领域隐性碳排放，根据《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 附录 D 给出的保温材料碳排放因子，以达到同等能效水平时碳排放的水平分析，外窗优先选用顺序为塑钢窗、铝木复合窗（原生铝：再生铝=7:3）、铝塑共挤窗、铝木复合窗（100%原生铝）、断桥铝合金窗（原生铝：再生铝=7:3）、断桥铝合金窗（100%原生铝），保温材料 EPS、XPS、PIR、泡沫玻璃、岩棉、真空绝热板等，在达到同等节能目标下，其碳排放量差异巨大，因此要优先选择碳排放量更低的保温材料。

同时，从建筑保温系统的角度，不应忽视各种辅材的碳排放。从全寿命期来看，除了生产阶段的碳排放，还应计入运输、施工、拆除过程中的碳排放与因节省运行能耗而减少的碳排放。因此，对于具体项目应根据实际情况对保温系统、外门

窗、建筑气密性措施进行更为细致的碳排放计算，在同等等效水平情况下优先选取低碳适宜性技术措施。近年来，建材、保温系统辅材的碳排放因子数据库不断完善，有利于计算更为准确的建筑围护结构碳排放因子。

5.3.4 透光围护结构设计应符合下列规定：

1 外窗(包括透光幕墙)的传热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定。外窗(包括透光幕墙)的保温和遮阳性能可参考表 5.3.6 选取；

2 寒冷地区外门透光部分宜符合表 5.3.6 的规定，非透光部分传热系数 K 值不宜大于 $1.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ；

表 5.3.6 非透光围护结构平均传热系数(K)参考值

性能参数		寒冷地区	夏热冬冷地区
传热系数 $K(\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}))$		≤ 1.50	≤ 2.20
太阳得热系数 (SHGC)	冬季	≥ 0.45	≥ 0.40
	夏季	≤ 0.30	≤ 0.15

注：太阳得热系数为包括遮阳(不含内遮阳)的综合太阳得热系数

- 3 外门均应采用保温密闭门，保温性能不应低于外窗的相关要求；
- 4 寒冷地区主出入口外门应设置门斗，寒冷地区其他出入口及夏热冬冷地区主出入口外门宜设门斗或应采取其它减少冷风渗透的措施；
- 5 透光围护结构应综合自然通风与消防排烟需求设计，应采用多点锁闭系统并进行开启部位专项设计；
- 6 透光围护结构宜减少型材在构件中的占比；
- 7 外窗型材及安装位置应根据热桥影响分析确定，宜位于保温层内，并与结构墙体牢固连接；

8 当外窗位于结构墙体窗洞口内时,宜选用具有自保温性能材料制作而成的节能附框,外墙或窗口的保温层应覆盖附框并宜覆盖部分窗框(透光围护结构宜选用节能附框)。

【条文说明】透光围护结构是能耗的薄弱部位,与保温直接相关的 K 值,与太阳辐射相关的 $SHGC$ 值都是节能降碳的重要参数,因此需要在应用之初就进行系统化的设计。窗墙结合部是围护结构的薄弱点,也经常容易被忽略,低碳型围护结构必须在做好外墙节能和外墙节能的同时,重点做好窗墙结合部的设计与施工。

5.3.5 围护结构应进行气密性和无热桥转向设计,建筑气密性要求和围护结构断热桥处理措施应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的相关规定。

【条文说明】在低碳博物馆建筑设计中,建筑气密性和围护结构热桥是影响建筑供暖能耗和供冷能耗的重要因素,必须进行专项设计。由于现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 对建筑气密性要求和围护结构断热桥处理措施已做出详细规定,故本导则仅要求符合该标准的相关要求,不再做详细规定。

5.3.6 当外墙采用预制结构保温一体化系统时,应进行安全性计算,其热工和气密性设计应符合下列规定:

- 1 应保证保温层的连续性,不应出现结构热桥;
- 2 当预制外墙板周边保温层厚度有减缩时,应进行热桥模拟计算并计入平均传热系数;
- 3 预制外墙板接缝处以及与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施并增加气密性构造和防开裂措施。

【条文说明】预制或装配式保温构件需要同时具备结构安全和节能功能,因此通常要比后置外保温类的体系具有更多的链接安全构造,同时在工程中也会由于板缝的存在造成保温的不连续,因此热桥和气密性问题的在预制构件围护结构中问题较为突出,所以应重点考虑连接件热桥和气密性影响。

6 结构设计

6.1 一般规定

材料	国家现行标准
耐候钢	《耐候结构钢》GB/T 4171
镀锌钢件	《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912
采用防腐涂层	《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251

3 木结构：应采取可靠措施，防止木构件腐蚀或被虫蛀，确保达到设计工作年限。木构件的防护设计应满足现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005 的规定；

4 可变荷载应调整增大，地震作用应根据《建筑工程抗震性态设计通则（试用）》CECS160 调整增大。

【条文说明】主体结构的设计工作年限为 100 年时，基本风压及雪压按重现期 100 年取值，楼地屋面活荷载和地震作用增大，造价将提升，应根据博物馆重要性和建设要求慎重确定主体结构设计工作年限。

6.2 地基基础设计

6.2.1 地基基础设计应结合项目所在地实际情况，依据勘察成果、结构特点及使用要求，综合考虑施工条件、场地环境、工程造价和建筑隐含碳排放等因素，进行技术经济比较、基础方案比选，减少土方开挖与回填量。

6.2.2 桩基设计时应优先采用节材型高承载力桩基或优化筏板配筋率。

【条文说明】采用桩基时通过先期试桩确定单桩承载力特征值，根据确定的单桩承载力特征值优化桩基设计；钻孔灌注桩宜通过采用后注浆技术提高单桩承载力特征值；桩基应采用先进施工工艺提高单桩承载力特征值。

6.2.3 地基处理时应采用绿色低碳地基技术。

【条文说明】传统的地基处理技术需要消耗大量的人力、材料，造价不菲，碳排放量巨大，绿色低碳地基技术综合考虑承载力、使用功能、使用寿命、材料和碳排放量等因素，满足绿色、低碳、集成和并行性。如绿色低碳地基材料可利用建筑垃圾等城市固体废弃物及环境友好的新型地基处理材料。

6.3 上部结构设计

6.3.1 建筑结构形体及其构件布置应满足抗震概念设计的要求，优先采用体形规则的结构，不应采用严重不规则的建筑。对于特别不规则的建筑，应进行专门的研究和论证，采取特别的加强措施，并提交建筑隐含碳排放优化专项报告。

6.3.2 结构设计应采用基于性能的抗震设计并合理提高建筑的抗震性能，宜采用减、隔震等有效提高抗震韧性的技术。低碳博物馆工程地震作用计算时,设计地震动参数应根据设防烈度按《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 及《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002 的相关规定确定,并按下列规定进行调整：

1 当工程结构处于发震断裂两侧 10km 以内时,应计入近场效应对设计地震动参数的影响。

2 当工程结构处于条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石和强风化岩石的陡坡、河岸与边坡边缘等不利地段时,应考虑不利地段对水平设计地震参数的放大作用。放大系数应根据不利地段的具体情况确定,其数值不得小于 1.1，不大于 1.6。

6.3.3 博物馆建筑的楼地面荷载应按表 6.3.3 确定，并配合展陈设计。

表 6.3.3 博物馆建筑楼地面均布活荷载标准值

功能空间	标准值（kN/m ² ）
------	-------------------------

展 厅	主入口层		8.0
	其他楼 层	特大型及大型博物馆	5.0
		中、小型博物馆	4.0
库 房	一般库房		6.0
	大型石雕或金属制品库房		10.0
办公室			2.5
多功能会议室			3.5
资料室、档案室(书架高度不超过 2.5m)			6.0
密集柜书库(书架高度不超过 2.5m)			12.0
机房			8.0
走廊、门厅、楼梯			3.5
运送藏品的汽车通道			10.0

【条文说明】现代博物馆展陈设计复杂多元，声光电技术一直在更新，荷载应满足展陈要求。

碳汇

7 机电系统设计

7.1 一般规定

7.1.1 项目前期应因地制宜制订水资源综合利用方案，统筹利用各种水资源。规划可利用的再生水、雨水回用等非传统水源，提高非传统水源利用的占比率。

【条文说明】我省是一个缺水的省份，随着国家对绿色、环保、节能等政策的不断提升，节约水资源，加大非传统水源的利用就显得十分重要。无论城市集中再生水、建设项目的自建中水系统、工业可利用废水、雨水回收再利用水等，都应作为项目非传统水源使用的选择。非传统水源应首先考虑用于场地内的车库冲洗、道路浇洒、绿化用水等，也可根据非传统水源的水质情况，用于冷却循环补水、公共卫生间的冲厕等用途。当非传统水源的水质不能满足使用场所的要求时，可增设深度处理或增设消毒措施来提升非传统水源的水质，来保证使用的安全可靠。

7.1.2 应遵循源头减排原则，建设雨水控制及利用设施，以满足开发前水平和项目所在地海绵城市建设专项规划的要求。

7.1.3 建筑给水、热水及非传统水源应根据不同用途、不同使用单位、不同付费或管理单元，分别设置用水计量装置。计量水表宜采用远传水表。

【条文说明】博物馆作为公共建筑，一般都需要按照绿色建筑的标准要求设置，因此，需按照不同用途、不同使用单位、不同付费或管理单位分别设置计量水表。计量水量一般分三级设置，项目设计时应根据项目的实际情况，对相关计量水表采用远传控制。

7.1.4 低碳博物馆的供暖、供冷与通风系统主要的服务对象是人和展品。系统形式应以保证人员及馆内藏品的需求和使用功能为前提，遵循被动式为主、主动优化为辅的原则。应根据室外气象参数、合理设计围护结构保温隔热性能以及遮阳降低建筑负荷。应充分利用天然采光（不包括藏品特殊要求的房间）、自然通风降低建筑能耗。应对建筑能源“高能高用、低能低用”，充分利用低品位能量，宜联合能源与末端合理匹配，采用低温供热、高温供冷。

【条文说明】本条所述为暖通设计的总体技术路线。本条核心将服务对象进行了

分类，针对不同的服务对象（人或者展品）提出了设计原则。在暖通设计中应优先充分应用天然采光和自然通风等方式。针对建筑能源和用户末端之间的关系提出建筑能源“高能高用、低能低用”的方针，推荐采用低温供热、高温供冷。

7.1.5 低碳博物馆供暖、供冷与通风系统的设计应考虑室外气象参数、室内人员及停留时间、藏品种类、博物馆规模及运行季节性特征。

【条文说明】低碳博物馆供暖、供冷与通风系统设计需要基于精细化需求分析，充分考虑影响建筑环境营造与能耗的关键变量。摒弃“一刀切”的设计思路，量化项目的特定条件，以实现系统的高效、精准和适应性运行。

7.1.6 根据陕西地区陕北、陕南、关中的地域特征、展出和运行特点，合理确定系统形式。陕北和关中地区的博物馆建筑夏季宜优先采用自然通风、机械通风（风扇循环通风等）以及蒸发冷却降温，冬季宜采用可再生能源（生物质、地热、太阳能等）供暖。陕南宜采用风冷热泵供暖。

【条文说明】根据陕北、陕南、关中的地域特征、展出和运行特点，本条提出了适宜优先采用的系统形式。

7.2 给排水设计

7.2.1 建筑的平均日生活用水定额不应大于现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB5055 中节水用水定额的平均值。

【条文说明】陕西地区南北狭长，地域气候差异较大，本着节能降碳的目的，在设计时应结合北方地区的用水习惯、用水标准选取合适的用水定额。一方面可以减少项目投资，另一方面可以减小水龄，降低水质污染，从而从源头上减少碳排放量。

7.2.2 供水方式及分区应根据建筑高度、功能分区、维护管理、能耗水平等因素合理确定，应充分利用城镇给水管网的压力直接供水；当采用二次供水时，在条件允许的条件下，应优先选用叠压供水等节能供水方式。

【条文说明】直接利用城镇供水管网的余压，可以减少二次供水的量，节约能源，同时市政直供有利于保障水质，避免二次污染。二次供水在市政和项目所在地政

策允许的情况下,采用叠压供水方式,目的也是为充分利用市政供水管网的余压,减少采用水箱加变频供水存在的水质二次污染,水龄增加的问题。减少二次消毒,从源头减少二次消毒可能带来的潜在消毒副产物。

7.2.3 热水用水点分散、用水量小时,宜采用局部热水供应系统;设置有集中热水供应系统的生活热水系统,应设置相应的循环措施,保证用水点的热水出水时间不大于 10S。且加热设备、热水供回水管网均应采用可靠的保温措施。

【条文说明】当设置集中热水供应时,应设置循环管道系统,以保证用水点的热水出水时间不大于 10S 的要求。热水系统及供热热备采取可靠的保温措施也是节约能源,减低碳排放的重要措施之一。

7.2.4 设有卫生热水的公共卫生间龙头供水宜采用恒温混水阀,以满足感应供水的水温要求。

【条文说明】依据规范要求,公共卫生间的洗手盆都应采用感应式水龙头,为保证热水供水的稳定,避免烫伤等事故发生,建议宜设置恒温混水阀。

7.2.5 冷却循环系统应设置可靠的自动监控及自动排污系统。

【条文说明】冷却循环系统的补水一般会占到建筑物生活用水的 30%~50%左右,控制冷却循环系统的排污量,增设冷却循环系统的水处理设施,是降低冷却循环系统补水的行之有效的措施,降低补水量可以从源头减少碳排放量。

7.2.6 冷却循环系统应采取可靠的防溢水、防污染和防噪音措施,应严控冷却塔噪音对周围环境的影响。冷却塔宜采用低飘水率、低噪音产品,有条件的宜采用干式运行的闭式冷却塔,以减少污染节约水资源。

【条文说明】冷却循环系统往往因为设置不合理,在系统开始运行及关闭时容易造成系统大量溢水的发生,造成水资源的浪费。因此从设计上需采用加大冷却塔集水盘、增设连通管或溢水池等方式可降低冷却塔运行的溢水损失。冷却塔运行会对周围环境造成一定的噪音污染,因此在项目规划阶段,应重点关注冷却塔设置的周围环境,要避开居住用房、学校、医院等对噪声要求高的场所。

7.2.7 室外绿化用水应采用喷灌、微灌等高效节水浇灌方式,并制订合理的浇灌

制度。

7.2.8 当设置有管道直饮水时，应严格控制高品质直饮水的产水率 $>70\%$ ，同时设置尾水回用的可靠措施。

【条文说明】高品质供水已经越来越多，设置自建处理机房的高品质供水，要严控系统的产水率，避免因产水率过低而造成大量的水资源浪费。对于高品质处理机房产生的尾水应当采取可靠的措施收集，将其作为再生水用于车库地面、道路冲洗、室外绿化浇洒等，不得直接排放。

7.2.9 地面上的污水、废水以及场地雨水，能自流排放的尽可能自流排放，减少压力提升排放带来的能耗。

【条文说明】随着建筑功能的复杂化，建筑高度向下延伸的层数也越来越多，过多的污废水都通过提升排放，无疑造成电能的浪费。对于地面以上能自流排放的污废水、雨水还是要尽可能的自流排放，以节约用电负荷。

7.2.10 设置集中空调系统时，空调系统的凝结水宜回收利用。

【条文说明】中央空调的凝结水，尤其是风机盘管的凝结水属于比较干净的空调废水，将其收集后可做简单处理，或者不处理，就可以作为非传统水源使用，可节约一定的水资源。

7.2.11 车库和道路的地面冲洗应采用节水高压水枪等节水型产品

7.2.12 景观水体应设置循环处理措施；

【条文说明】为保持景观水体的景观效果，降低景观水体的排污量，增设景观水体的循环处理系统是十分必要，通过过滤、消毒或生化、生物等处理方式，就可以达到景观水体的水质要求，减少景观水体的补水量。

7.2.13 卫生间的卫生器具和配件应符合现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ/T164 的有关规定。

7.2.14 生活用水器具均应采用用水效率不低于 2 级。

7.2.15 给水、热水、冷却循环水及非传统水源系统应采用耐腐蚀安全耐久的管材、

管件及阀门，并应连接可靠，以减少管网的漏损率。

【条文说明】通过选用可靠的设备、管道及其附件，增强管道、设备的连接可靠度，减少管道漏损带来的水量损失，同时可以减少管道漏水的维修，提升系统的使用寿命。

7.2.16 冷却塔应采用大集水盘、平衡管、平衡水箱等措施，减少系统的溢水损失；

7.2.17 所有的加压泵均应采用满足现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 规定的节能评价值要求；

7.2.18 设置有自建污水处理、冷却循环水处理、景观水体循环处理、高品质供水处理的设备及系统，均应采用高效、节能、智能化高的水处理设备；

【条文说明】高效可靠的处理设备或处理工艺，不仅能保证系统的处理效果，还能减少系统的水损失。随着智能化、智慧化管控方式的使用，一方面可以减少人力成本，同时能随时监控系统的正常运行，一旦发生故障能及时发现，减少系统不正常带来的潜在风险。

7.3 供暖通风设计

7.3.1 供热、供冷系统应综合经济技术因素分析，进行方案比选、性能优化和降碳分析。

【条文说明】本条文要求供热、供冷系统设计须通过多维度经济技术论证，避免仅凭经验或单一指标决策，确保系统在满足功能需求的前提下，实现全寿命期内的能效最优、成本可控与碳排放最小化。

7.3.2 按 3.2 节确定设计参数后，负荷应按照表 7.3.2 分类计算办公空间、公共空间、展览空间、藏品及相关功能空间的负荷，对应的空调系统应独立设计。

表 7.3.2 办公空间、公共空间、展览空间、藏品及相关功能空间负荷计算方法

系统/空间分类	负荷计算方法
办公空间、公共空间、展览空间	应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 舒适性空调计算

藏品及相关功能空间	藏品功能房间空调	应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 工艺性（全室）空调计算
	藏品工艺空调	应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 工艺性（局部）空调计算

【条文说明】本条文要求基于 功能分区特性 和 环境需求差异，对博物馆各空间负荷进行 精细化分类计算，并据此设计 相互独立的空调系统，以解决不同区域冷热负荷、湿度控制、新风需求的显著差异，避免系统耦合导致的能源浪费或环境失控风险。

7.3.3 博物馆建筑空调系统应根据以下规定进行设计：

1 博物馆办公空间、公共空间、展览空间空调系统应优先参考表 7.3.3 的要求选择系统类型，同时应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的设计要求。

表 7.3.3 办公空间、公共空间、展览空间空调系统建议表

博物馆类型	房间分类	空调系统形式
特大型、大型、大中型博物馆	办公空间	应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的要求设计。
	公共空间	宜优先采用置换通风结合辐射供冷供热空调系统、温湿度独立控制空调系统。
	展览空间	
中、小型博物馆	办公空间	对于办公时间不长、占博物馆总体面积比例很小的办公用房宜优先采用分体式空调。
	公共空间	宜优先采用被动式技术，根据位置条件和使用情况采用自然通风和机械通风（风扇循环通风、地道风）系统。
	展览空间	

2 对室内环境有较高要求的藏品功能房间空调系统应按照《博物馆建筑设计规范》JGJ66 设计，对室内环境要求不高的藏品功能房间应按照实际情况合理设计。

3 藏品（罩）工艺空调系统应结合藏品的环境要求应包括对温度、相对湿度、空气质量、污染物浓度、光辐射的控制，以及防生物危害、防水、防潮、防尘、防振动、防地震、防雷等内容独立设计。

【条文说明】根据《博物馆建筑设计规范》JGJ66 的要求，列出以下藏品功能房间的设计要求：

1 藏品库房宜采用全空气空调系统，系统可局部添加小型温湿度调节设备。有藏品区域应设有温湿度调节的设施，特别珍贵物品藏品库的空调系统冷热源应设置备用机组。

2 库房区和敏感藏品封闭式展区空调系统应按工艺要求设置空气过滤装置，但不应使用静电空气过滤装置。

3 使用樟脑气体防虫和液体浸制的标本库房空调和通风系统应独立设置。

4 展示书画及对温湿度较敏感藏品的展厅可设置展柜恒温恒湿空调机组。

5 化学危险品和放射源及废料的放置室，夏季应设置使室温小于 25℃的冷却措施，并应设有通风设施。

7.3.4 冷热源系统应优先选用可再生能源，并考虑多能互补集成优化。陕北、关中、陕南地区可再生能源系统的应用宜按表 7.3.4 选用，且满足国家及地区现行标准的机组性能系数要求。

7.3.4 陕北、关中、陕南地区冷热源系统适宜性选用

博物馆类型	地区	适用能源类型
特大型、大型、大中型博物馆	/	①宜优先采用太阳能 PVT 系统，适当采用太阳能光热系统供热。 ②过渡季宜优先采用自然通风系统供冷供热。

	陕北、 关中	①夏季宜优先采用蒸发冷却系统供冷。 ②冬季宜优先采用地热能系统供热。
	陕南	①夏季宜优先采用蒸发冷却系统供冷。 ②冬季宜优先采用风冷热泵系统供热。
中、小型博物馆	/	①宜优先采用太阳能 PVT 系统，适当采用太阳能光热系统供热。 ②夏季和过渡季宜优先采用自然通风系统，允许的情况下可采用地道风系统。当自然通风和机械通风不满足室内需求时可采用蒸发冷却空调系统补充。 ③冬季对于地处偏僻、规模较小、有生物质利用条件的博物馆建筑，宜采用生物质能供热。

【条文说明】本条文要求冷热源系统设计需要 优先利用可再生能源，并通过 多能互补集成 提升系统可靠性与低碳性；同时针对陕西省陕北、关中、陕南的差异，明确可再生能源技术的选型导向，确保机组性能符合国家及地方能效标准。

7.3.5 冷、热源机组能效系数不宜低于现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的推荐值。

7.3.6 采用蒸汽压缩循环的冷水(热泵)机组宜使用低全球变暖潜能值(GWP)的替代制冷剂，并采取有效防泄漏措施。

7.3.7 特大型、大型、大中型博物馆应根据地方特点设置综合能源及储能系统，中、小型博物馆视情况而定。

【条文说明】综合能源及储能是在用户和能源之间供需匹配的核心，在地域、资源禀赋、规模和经济性的多重维度评价下，特大型、大型、大中型博物馆在有条件的情况下建议设置综合能源及储能系统，中、小型博物馆不做要求。

7.3.8 通风系统应根据以下要求设置：

1 通风系统应根据表 7.3.8 进行设置。

表 7.3.8 通风系统设置要求

空间类型		通风系统要求
办公空间、公共空间、展览空间		应按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 设计。
藏品及相關功能空间	藏品技术用房、展品制作与维修用房、实验室等	应按工艺要求设置带通风柜的通风系统和全室通风系统，并应按工艺要求计算通风换气量。
	熏蒸室	应设独立机械通风系统，且排风管道不应穿越其他用房；排风系统应安装滤毒装置，且控制开关应设置在室外。
	化学危险品和放射源及废料的放置室	夏季应设置使室温小于 25℃ 的冷却措施，并应设有通风设施。
	展品罩	应按照具体展品的特殊需求独立设计。

2 系统进风空气质量应满足国家现行标准规范要求，排风应满足当地现行的污染物排放标准要求。

【条文说明】本条文基于 空间功能属性 与 环境安全风险等级，对博物馆通风系统实施 差异化设计，确保普通区域满足基础舒适性要求，特殊功能空间（尤其涉及藏品保护、危化品操作）则执行针对性的标准，防范污染物交叉扩散、保障人员与藏品安全。

7.3.9 防排烟系统应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，并应按照以下原则划分区域：

- 1 以保护人为目的的区域应设计防排烟系统；
- 2 以保护藏品为目的的区域应采用气体灭火；
- 3 其他重要的房间应采用气体灭火。

【条文说明】本条文基于 保护对象优先级将博物馆消防系统划分为 防排烟系统

与 气体灭火系统 两类技术路径，要求严格遵循国家标准的同时，针对不同功能空间采取差异化防火措施，杜绝“一刀切”设计导致的防护失效风险。

7.3.10 建筑应合理设置新风热回收系统，热回收装置性能不宜低于现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的相关规定。

7.3.11 生活热水制备系统应优先利用太阳能、空气能等可再生能源或余热、废热作为热源，并采用高效设备。

7.3.12 低碳博物馆宜采用可再生能源微网系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例。

7.4 电气设计

7.4.1 低碳博物馆建筑应构建清洁能源驱动的用能体系，其用能系统宜全面采用电气化，不应直接使用化石能源。

7.4.2 低碳博物馆宜采用建筑微电网系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例。

7.4.3 变压器宜采用一级能效设备，10、20kV 开关设备宜采用无六氟化硫(SF₆)类型。

【条文说明】SF₆ 是《京都议定书》明令限制的温室气体，其 GWP（全球变暖潜能值）是 CO₂ 的 23,500 倍，大气寿命长达 3200 年，宜减少此类设备在低碳博物馆建筑中的使用。

7.4.4 电气产品的能效水平不应低于能效水平 2 级的要求。

【条文说明】能效 2 级设备(如空调、照明、水泵等)比 3 级设备平均节能 20%~30%。博物馆作为公共机构，用电强度高，采用能效 2 级设备可降低单位面积碳排放 20%以上，直接支持国家碳达峰目标。

7.4.5 应优先选择 LED 照明产品，照明功率密度应满足《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024 中的规定。

7.4.6 宜设置储电、蓄热(冷)等设施，实现不同蓄能形式灵活应用。

【条文说明】在低碳博物馆建筑中设置储电、蓄热（冷）等设施，通过多能协同与灵活调度，通过“移峰填谷”，可有效提升绿电消纳率，降低碳排放量。

7.4.7 建筑供配电系统应具备实时监测、分析、智能调度等功能。

【条文说明】建筑供配电系统的发展已从基础计量逐步迈向高级智能化阶段，实时监测、分析、智能调度等功能是实现低碳博物馆建筑能源精细化管理、系统韧性提升和碳中和目标的有效手段。

7.4.8 建筑供配电系统应具备按核算单元和用能形式进行分类分项计量功能。

【条文说明】建筑供配电系统实现按核算单元和用能形式进行分类分项计量是现代化建筑节能管理、精细化运营和成本核算的核心要求。这项功能对于满足绿色建筑标准、实现碳减排目标以及优化运营成本至关重要。

7.4.9 建筑红线内或管理范围内的电动车充电桩，宜接入建筑微电网系统中。

【条文说明】电动车充电桩接入建筑微电网系统后，建筑微电网系统可以通过耦合建筑用电负荷和电动汽车的充放电需求，实现电能的合理分配和调节。在电网负荷高峰时，通过 V2B 技术为建筑物提供电力，减轻电网压力，在电网负荷低谷时，利用建筑物的剩余电力为电动汽车充电，实现负荷平衡。

7.4.10 低碳博物馆宜采用光储直柔技术，且宜具备与电网友好交互的接口，建筑的柔性用电调节能力和特性应符合下列规定：

1 建筑负荷柔性调节具备单次调节能力，且最大调节功率不小于基线功率的 20%，调节电量比例不小于基线电量的 20%；

2 建筑柔性响应时间不大于 300 s，响应速率不小于可调节负荷容量的 15%/min，持续调节时间不小于 1 h；

7.5 智能化设计

7.5.1 低碳博物馆宜采用智能照明控制系统，其设计宜满足附录 C 的要求。

7.5.2 低碳博物馆应设置建筑能耗与碳排放管理系统，并具备下列功能：

1 建筑运行阶段能耗、碳排放量、可再生能源降碳量和建筑碳抵消量的分类分项动态统计、计算、分析和展示;

2 建筑能耗和碳排放数据的查询、预警、记录和下载;

3 建筑能耗和碳排放报表的生成;

4 与其他系统集成的权限;

5 对自动采集的计量与监测数据的数据质量进行监测、分析、报警、修复和记录。

【条文说明】建筑能耗与碳排放管理系统,对建筑应按用能核算单位、用能系统、用能形式进行分类分项计量,应对能耗与碳排放数据进行归类、统计和分析,并自动、定时向上一级数据中心发送能耗与碳排放数据信息。建筑能耗与碳排放管理系统应满足 DB61/T5073《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》相关规定。

7.5.3 建筑能耗和碳排放管理系统应对下列内容进行计量和监测:

1 建筑消耗的冷热量、电量、气量和其他能源消耗量;

2 建筑可再生能源发电量、蓄能系统蓄放的能量;

3 电动车充电桩充放电量;

4 典型房间室内温湿度等主要环境指标;

5 建筑室外温度和辐照度;

6 对博物馆及各陈列展览区进入人数进行统计。

7 设备故障预警信号;

【条文说明】通过对博物馆及各陈列展览区进入人数的实时统计,建立人流数据与建筑能源消耗的联动管理机制。基于人流密度动态调节照明、空调、通风等系统的运行参数。

7.5.4 建筑能耗和碳排放管理系统的计量和监测应满足下列规定:

- 1 采用具有远传功能的智能计量表具和传感器;
- 2 计量表具和传感器精度应满足建筑运维管理和碳核查要求;
- 3 数据采集频率和存贮周期满足碳排放核查要求和建筑机电系统运行要求。

【条文说明】能耗与碳排放数据采集器定时采集频率不应大于 1 次/h，数据保存时间应不少于 5 年。

7.5.5 低碳博物馆宜设置建筑设备监控系统。

【条文说明】建筑设备监控系统可对冷热源系统、空调及通风系统、给水排水系统、供配电系统、照明系统、电梯及自动扶梯系统进行设备运行监测与控制，根据末端用冷、用热、用水等使用需求，自动调节主要供应设备和系统的运行工况。

7.5.6 建筑智能化系统硬件应选用低功耗、长寿命的设备和产品。

7.5.7 当设置可再生能源技术时，低碳博物馆应设置建筑微电网管理系统，实现建筑可再生能源的动态统计、计算、优化调度、可再生能源消纳率计算。

【条文说明】微网管理系统的硬件配置和软件功能应满足博物馆建筑规模及能源管理需求，具备可扩展性，以便未来根据能源系统升级进行功能拓展。

7.5.8 低碳博物馆宜考虑建筑能耗与碳排放管理系统、建筑微电网管理系统、建筑设备监控系统的数据共享与统一建设，并满足信息安全要求。

【条文说明】微网管理系统的硬件配置和软件功能应满足博物馆建筑规模及能源管理需求，具备可扩展性，以便未来根据能源系统升级进行功能拓展。

8 可再生能源系统

8.1 一般规定

- 8.1.1 低碳博物馆的可再生能源利用方案设计前,应对项目场地及其周边的可再生能源利用状况进行勘测。结合项目所在地的政策、建筑用能特性、用能系统运行经济性等因素,对可再生能源利用方案进行可行性评估。
- 8.1.2 在技术经济合理的条件下,建筑冷热源和热水热源应优先选用太阳能光热系统、地源热泵、空气源热泵等。
- 8.1.3 太阳能系统设计阶段应对光伏系统发电量、太阳能集热系统集热量进行计算。
- 8.1.4 光伏发电系统应优先自发自用。
- 8.1.5 建筑采用的标准光伏组件光电转换效率应符合表 8.1.5-1 的要求。采用光伏建筑一体化构件时,应选择高效率太阳能电池进行集成,其光电转换效率应符合表 8.1.5-2 的规定。

表 8.1.5-1 标准光伏组件光电转换效率(%)

标准光伏组件类型		组件光电转换效率
晶体硅电池组件	多晶硅电池组件	≥17
	单晶硅电池组件	≥20.5
薄膜电池组件	硅基电池组件	≥12
	铜铟镓硒(CIGS)电池组件	≥17
	碲化镉(CdTe)电池组件	≥17

表 8.1.5-2 一体化构件用太阳能电池光电转换效率(%)

太阳能电池类型	组件光电转换效率
---------	----------

单晶硅电池	≥ 22.9
碲化镉(CdTe)电池	≥ 15

8.1.6 太阳能热利用系统集成热效率设计值不应低于现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 规定的 2 级以上。

8.1.7 地源热泵系统设计制热性能系数与制冷能效比均不应低于现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 规定的 2 级以上。

8.1.8 当采用户式低环境温度空气源热泵供暖时,其性能参数应符合表 8.1.8 的规定。

表 8.1.8 户式低环境温度空气源热泵机组性能参数

机组类型	名义制热量 $HC(W)$	末端型式	制热季节性能系数 HSPF(Wh/Wh)
低环境温度空气源热泵机组	$HC \leq 35000$	地板辐射	≥ 2.8
		风机盘管	≥ 2.6
		散热器	≥ 2.3
低环境温度空气源热泵热风机	$HC \leq 4500$	—	≥ 3.2
	$4500W < HC \leq 7100$	—	≥ 3.1
	$7100W < HC \leq 14000$	—	≥ 3.0
低环境温度空气源多联式热泵机组	$HC \leq 18000$	—	≥ 3.2
	$HC > 18000$	—	≥ 3.0

8.1.9 建筑的总体规划和单体设计，应充分利用天然采光、自然通风，充分利用场地自然资源条件，合理确定建筑朝向，使其冬季能获得充足的日照并避开主导风向，过渡季能有效利用自然通风。结合围护结构保温隔热和遮阳措施降低建筑的用能需求。

【条文说明】条文聚焦建筑节能与可持续发展，旨在通过优化建筑规划与设计，降低运行能耗。天然采光与自然通风的充分利用，可减少人工照明与机械通风的使用频率，直接降低建筑能源消耗；合理确定建筑朝向，使建筑在冬季获得充足日照以提升室内温度，同时避开主导风向减少冷风渗透，在过渡季有效利用自然通风带走热量，降低采暖和空调使用时长，实现季节性节能。充分利用场地自然资源条件，如结合地形、植被等，能够进一步优化建筑微气候，提升节能效果。此外，围护结构的保温隔热措施可减少室内外热量传递，遮阳措施能有效阻挡夏季太阳辐射得热，二者协同作用，显著降低建筑冷热负荷需求，最终实现建筑用能需求的降低，推动绿色建筑发展。

8.1.10 采用可再生能源时，应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或保证率以及系统费效比，并应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析。

【条文说明】根据适用条件和投资规模确定用能比例、保证率及系统费效比，是为了在技术可行的基础上，平衡初期投资与长期收益，实现能源供应的稳定性与经济性。而依据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析，则是考虑到不同地区太阳能、风能、地热能等可再生能源资源禀赋存在差异，建筑自身用电、供热、制冷等负荷需求也各有不同，只有因地制宜、按需选择，才能最大化发挥可再生能源优势，避免因能源与需求错配导致的低效利用，推动建筑领域可再生能源的合理开发与高效应用。

8.2 太阳能系统

8.2.1 太阳能系统常见的应用方式分为三类，分别是太阳能光电系统、太阳能光热系统以及 PVT 系统。三类系统应按照以下特点合理应用：

1 太阳能光电系统是通过光伏板将太阳能转化为电能的系统，宜用于建筑供电。

2 太阳能光热系统是通过集热器将太阳能转化为热能的系统，宜用于建筑供热，尤其是生活热水。

3 太阳能 PVT 系统是通过太阳能光伏板且充分利用背板余热实现太阳能转化为电能和热能的系统，宜用于建筑供电或作为综合能源系统的低品位热源。

【条文说明】太阳能光电系统利用光伏板的光电效应，将太阳能直接转化为电能，适配建筑多样化的供电需求，有效减少对传统电网的依赖；太阳能光热系统通过集热器吸收太阳能转化为热能，在建筑供热尤其是生活热水供应方面具备显著优势；太阳能 PVT 系统创新地结合光电与光热转化，不仅能发电，还可回收光伏板背板余热作为低品位热源，在供电的同时为综合能源系统提供补充，尤其适用于对能源综合利用要求较高的场景。

8.2.2 太阳能系统应做到全年综合利用，以太阳能光电为主、光热为辅，根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件供冷（热）、供电。

【条文说明】强调“全年综合利用”，是因为太阳能资源的季节分布不均，需要通过系统设计优化，将不同季节的太阳能转化为建筑所需的冷、热、电等能源形式，避免资源浪费；“以太阳能光电为主、光热为辅”的原则，基于电能应用场景广泛、光电技术成熟且可与电网灵活交互的特点，使太阳能发电优先满足建筑多元化用电需求，光热系统则补充供热需求，二者协同提升能源综合利用率。

8.2.3 博物馆屋顶应敷设太阳能光伏，建筑外立面及外窗可适当敷设太阳能光伏。

8.2.4 太阳能光电、光热系统应通过能源使用量、使用时间及发电（发热）量综合确定系统容量。

【条文说明】条文聚焦太阳能光电、光热系统容量的科学确定，旨在保障系统既能满足建筑用能需求，又能实现资源高效利用与经济适配。从能源使用量、使用时间、发电（发热）量三个维度综合考量，是因为能源使用量直接反映建筑的实际需求规模，使用时间体现需求的时段分布特性，而发电（发热）量则关联太阳能资源的可获取程度与转化效率。只有将三者结合分析，才能避免系统容量过大造成投资浪费、容量不足导致供能不稳定的问题。

8.2.5 不宜设置大量储电设备，不宜大量发电上网。

8.2.6 在博物馆低碳的特殊需要时，应根据光伏需求改变屋面形式。

8.3 地源热泵系统

8.3.1 常用的地源热泵系统有浅层和中深层地源热泵系统，应因地制宜地设计。

8.3.2 地源热泵系统适用于同时供冷供热或有余冷余热补充的系统，尤其是关中地区。

8.3.3 地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察，确定地源热泵系统实施的可行性与经济性。当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积大于或等于 5000m² 时，应进行现场岩土热响应试验。

8.3.4 地源热泵机组的能效不应低于现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB30721 规定的节能评价价值。

8.3.5 宜充分通过地道风利用土壤蓄热进行空气的加热或冷却。地道风系统可在过渡季用于直接供冷供热，在冬、夏季用于空气预热和预冷。

【条文说明】挖掘土壤蓄热潜力，强化建筑节能的被动式技术应用。土壤具有温度稳定、冬暖夏凉的特性，地道风系统通过地下管道输送空气，使空气与土壤进行热量交换，实现自然加热或冷却，是一种低能耗、环保的空气处理方式。在过渡季，气候条件较为温和，直接利用地道风供冷供热，可有效减少空调、供暖设备的开启，显著降低能耗；在冬、夏季，将地道风用于空气预热和预冷，能够降低空调系统、供暖系统的负荷，提升设备运行效率，减少能源消耗。该条文倡导因地制宜地利用地道风系统，充分发挥其节能优势，推动建筑能源利用向绿色、高效方向发展，契合可持续发展理念，助力降低建筑运行阶段的碳排放。

8.4 空气源热泵系统

8.4.1 空气源热泵适用于关中和陕南地区。

【条文说明】关中和陕南地区气候条件适配空气源热泵的运行特性：关中地区四季分明，冬季相对温和，极端低温天气较少，空气源热泵能够有效从空气中汲取

热量满足供暖需求，且能效比处于较高水平；陕南地区冬季平均气温较高，夏季炎热，空气源热泵不仅在冬季可提供稳定供暖，夏季制冷时也能高效运行。相比其他供暖制冷设备，在这两个地区应用空气源热泵，既能保障建筑室内环境舒适度，又可利用自然空气热能降低能耗，减少对传统化石能源依赖，同时避免因气候不适配导致设备频繁化霜、能效大幅下降等问题。

8.4.2 当室外设计温度低于空气源热泵机组平衡点温度时，应设置辅助热源。

【条文说明】空气源热泵机组的平衡点温度是其制热量与建筑热负荷相等时的室外温度，当室外设计温度低于该平衡点温度，热泵机组制热量将无法满足建筑供暖需求，且能效会显著降低，甚至出现频繁停机、设备损耗加剧等问题。设置辅助热源，可在低温工况下与空气源热泵协同工作，及时补充不足的热量，维持室内温度稳定，确保供暖效果；同时，避免热泵机组在低效区间过度运行，延长设备使用寿命，降低系统整体运行成本，实现空气源热泵系统在不同气候条件下的安全、节能与可靠运行。

8.4.3 空气源热泵室外机组应有足够的放置场地，场地位置应确保进风与排风通畅且不受污浊气流的影响。

8.4.4 空气源热泵机组噪声和排出热气流应符合周围环境要求，必要时应设置降噪措施。

8.4.5 空气源热泵系统制热运行中应采取防冻措施。

8.5 蒸发冷却系统

8.5.1 蒸发冷却系统可进行简易降温，宜结合机械系统降温，达到室内设计参数要求。

8.5.2 陕北地区适用蒸发冷却空调系统，关中和陕南地区适用高压微雾系统进行降温。

【条文说明】陕北地区气候干燥，夏季高温且空气湿度低，蒸发冷却空调系统利用水分蒸发吸热的原理，能高效带走室内热量，且无需复杂除湿处理，可充分发挥其节能优势；而关中和陕南地区夏季气候湿热，空气湿度大，蒸发冷却空调系

统降温效果受限，高压微雾系统通过将水雾化成微米级颗粒，在汽化过程中吸收热量，同时水雾可吸附空气中的尘埃，兼具降温与净化空气功能，相比传统蒸发冷却方式，更适配高湿度环境，能有效降低室内温度，提升人体热舒适度，避免因系统选择不当导致能耗增加或降温效果不佳。

8.5.3 博物馆大堂、门厅、通高中庭等高大空间或人员较多时，宜采用蒸发冷却全空气空调系统，蒸发冷却器的类型和组合形式应根据夏季空调室外设计湿球温度或露点温度确定。

8.5.4 空调区较多，建筑层高较低且各区温度要求独立控制时，宜采用蒸发冷却空气-水空调系统，该系统宜采用温度湿度独立控制空调系统。

【条文说明】聚焦于建筑空间特性与空调系统适配性，旨在实现精准控温与高效节能。尤其适用于对温湿度控制精度要求高的多区域建筑场景，实现节能与舒适的平衡。

8.5.5 蒸发冷却制冷空调机组在室外布置时，应通风良好、安全可靠。

8.6 节水系统

8.6.1 有生活热水需求时，宜综合考虑是否设置集中热水供应系统。当设置集中热水供应时，应充分考虑非传统能源利用，优先选用太阳能、废热、空气能等可再生能源。

【条文说明】一般的博物馆不需要设置生活热水系统，寒冷地区的博物馆可能对公共卫生间的洗手盆有热水需求，但一般情况下洗手盆用热水时间短，用热水点较为分散，设置集中生活热水其热损失大，不利于节能。因此，对于分散设置的公共卫生间洗手盆需要供应生活热水的，建议采用局部热水供应系统，或就地设置小型电热水器。当博物馆因为设置有其它集中用生活热水需求时，需设置集中生活热水系统。当设置集中热水供应时，建议热源尽可能结合项目的可利用条件，采用非传统能源，减少燃气锅炉等传统能源使用的碳排放量。

8.6.2 市政再生水、雨水回用等非传统水源应优先用于室外绿化、道路及广场浇洒等不与人体接触的場所。室外非亲水性景观水体的补水应采用非传统水源，其补水水质应满足相应水质标准的要求。

【条文说明】非传统水源用于不同的場所，应满足使用場所相应的水质标准，对于亲水性景观水体不得使用非传统水源进行补水；室内景观水体也不可采用非传统水源作为其补水使用。

附录 A 碳排放强度及降碳率计算方法

3.4.1 建筑隐含碳排放强度应按下式计算：

$$C_E = \frac{C_{JC} + C_{JZ} + C_{CC}}{y}$$

式中： C_E ——建筑隐含碳排放强度（ $\text{kgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{a}$ ）；

C_{JC} ——建材生产及运输阶段单位面积的碳排放量（ kgCO_2/m^2 ）；

C_{JZ} ——建筑建造阶段单位面积的碳排放量（ kgCO_2/m^2 ）；

C_{CC} ——建筑拆除阶段单位面积的碳排放量（ kgCO_2/m^2 ）；

y ——建筑设计年限（a）。

【条文说明】 建材生产及运输阶段碳排放计算应包括建筑主体结构材料、建筑围护结构材料、建筑构件和部品等。建材生产阶段碳排放应根据每种主要建材的消耗量及其碳排放因子确定。使用低价值废料和可再循环材料可以有效降低建材生产碳排放量。建材运输阶段碳排放应根据主要建材消耗量、建材平均运输距离、和运输方式下的单位重量运输距离的碳排放因子确定。纳入计算的主要建筑材料的确定应符合下列规定：

1. 所选主要建筑材料的总重量不应低于建筑中所耗建材总重量的 95%；
2. 当符合本条第 1 款的规定时，重量比小于 0.1% 的建筑材料可不计算。

建筑建造阶段的碳排放应包括完成各分部分项工程施工产生的碳排放和各项措施项目实施过程产生的碳排放。建筑拆除阶段的碳排放应包括人工拆除和使用小型机具机械拆除使用的机械设备消耗的各种能源动力产生的碳排放。建造阶段和拆除阶段碳排放量应根据建造阶段不同类型能源消耗量（如电力、汽油、柴油等）和不同类型能源的碳排放因子确定。

建筑建造和拆除阶段的碳排放的计算边界应符合下列规定：

1. 建造阶段碳排放计算时间边界应从项目开工起至项目竣工验收止，拆除阶段碳排放计算时间边界应从拆除起至拆除肢解并从楼层运出止；

2. 建筑施工现场区域内的机械设备小型机具、临时设施等使用过程中消耗的能源产生的碳排放应计入；
3. 现场搅拌的混凝土和砂浆现场制作的构件和部品，其产生的碳排放应计入；
4. 建造阶段使用的办公用房、生活用房和材料库房等临时设施的施工和拆除可不计入。

3.4.2 建筑运行碳排放强度应按下式计算：

$$C_o = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times EF_i)}{A}$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j})$$

式中： C_o ——建筑运行碳排放强度（ $\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ ）；

E_i ——建筑第 i 类能源年消耗量（单位/a）；

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子，按本标准附录 A.0.1 取值；

$E_{i,j}$ ——第 j 类系统的第 i 类能源消耗量（单位/a）；

$ER_{i,j}$ ——第 j 类系统消耗由可再生能源系统提供的第 i 类能源消耗量（单位/a）；

i ——建筑消耗终端能源类型，包括电力、燃气、石油、市政热力等；

j ——建筑用能系统类型，包括供暖通风空调、照明、生活热水、电梯、插座、炊事系统等；

A ——建筑面积（ m^2 ）。

【条文说明】建筑运行阶段碳排放计算范围应包括暖通空调、生活热水、照明及电梯、可再生能源、建筑绿地碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量。碳排放计算中采用的建筑设计寿命应与设计文件一致，当设计文件不能提供时，应按 50 年计算。建筑物碳排放的计算范围应为建设工程规划许可证范围内能源消耗产生的

碳排放量和可再生能源及碳汇系统的降碳量。对于尚未投入使用的项目，应采用建筑在标准运行工况下的预测碳排放量。对于投入使用的项目，应基于实际运行数据，得出运行阶段碳排放量相关数据。主要能源排放因子参考《建筑碳排放评价标准》取值。

3.4.3 建筑运行碳降碳量应按式(0)计算：

$$CR_O = C_{BO} - C_{DO} \quad (0)$$

式中： CR_O ——建筑运行碳降碳量 ($\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a}$)；

C_{BO} ——基准建筑运行碳排放强度 ($\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a}$)；基准建筑参数设置参考《建筑碳排放评价标准》；

C_{DO} ——设计建筑运行碳排放强度 ($\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a}$)；设计建筑参数设置参考《建筑碳排放评价标准》。

3.4.4 建筑运行碳降碳率应按式(0)计算：

$$\eta_{pO} = \frac{CR_O}{C_{BO}} \times 100\% \quad (0)$$

式中： η_{pO} ——运行碳降碳率 (%)。

附录 B 陕西省常见高碳汇能力绿化植物名录

常见高碳汇能力绿化植物名录见表 B。

表 B 陕西省常见高碳汇能力绿化植物表

序号	分类	中文名	学名
1	常绿乔木	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.
2		桂花	<i>Osmanthus firagrans</i> (Thunb.) Lou.
3		女贞	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton
4		侧柏	<i>Platycladiso rientalis</i> (L.) Endl.
5		圆柏	<i>Sabina chinensis</i> (L.)Antoine
6		马尾松	<i>Pinus massoniana</i> L.amb
7		罗汉松	<i>Podocarpus macrophytlus</i> (Thunb.) Sweet
8		雪松	<i>Cedrus deodara</i> (oxb.)G, Don
9	落叶乔木	三球悬铃木(法国梧桐)	<i>Platanus orientalis</i> .
10		毛白杨	<i>Populus tomentosa</i> Carrière
11		榆树	<i>Ulmus pumila</i> L.
12		白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i>
13		白花泡桐	<i>Paulownia fortunei</i> (Seem.)Hemsl.
14		国槐	<i>Styphnolobium japonicum</i>
15		垂柳	<i>Salix babylonica</i> L.
16		旱柳	<i>Salix matsudana</i> Koidz.
17		栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.
18		马褂木	<i>Liriodendron chinense</i> (Hemsl.) Sarg.
19		楸树	<i>Catalpa bungei</i> C. A. Mey.
20		香椿	<i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) Roem.
21		木芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i> L
22		银杏	<i>Ginkgo biloba</i> L.
23		大叶榉树	<i>Zelkova schneideriana</i> Hand.-Mazz
24		枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> C.DC
25		五角枫	<i>Acer truncatm</i> Bunge
26		碧桃	<i>Prumus persica</i> 'Duplex'
27		鸡爪槭	<i>Acer palmatm</i> Thunb. in Murray
28		垂丝海棠	<i>Malus halliana</i> Koehne
29		紫荆	<i>Cercis chinensis</i> Bunge
30	常绿灌木	石楠	<i>Photinia serratifolia</i> (Desf.)Kalkan
31		山茶	<i>Camellia japonica</i> L.
32		法国冬青	<i>Viburmum awabuki</i> K.Koch

33		八角金盘	<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch
34		枸骨	<i>Ilex cormuta</i> Lindl. & Paxton
35		大叶黄杨	<i>Buxus megistophylla</i> H. Lév
36		小叶黄杨	<i>Buxus sinica</i> var. <i>parvifolia</i> M. Cheng
37		小叶女贞	<i>Ligustrum quihoui</i> Carr.
38		红叶石楠	<i>Photinia</i> × <i>fraseri</i> Dress.
39	落叶灌木	茉莉	<i>Jasminum sambac</i> (L.) Aiton
40		蔷薇	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.
41		棣棠	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.
42		木槿	<i>Hibiscus syriacus</i> L.
43		蜡梅	<i>Chimonanthus praecox</i> (L.) Link
44	多年生草本	美人蕉	<i>Canna indica</i> L.
45		麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i> (L. f.) Ker Gawl
46		葱兰	<i>Zephyranthes candida</i> (Lind.) Herb.
47		吉祥草	<i>Reineckea carnea</i> (Andrews) Kunth
48		鸢尾	<i>Iris tectorum</i> Maxim
49		菖蒲	<i>Acorus calamus</i> L.
50		玉簪	<i>Hosta plantaginea</i> (L.) Aschers.
51		灯芯草	<i>Juncus effusus</i> L.

附录 C 智能照明控制系统设计

低碳博物馆智能照明控制系统的设计宜按表 C 确定。

表 C 智能照明控制系统设计

	基本			附加			扩展		
房间或场所	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备	功能需求	控制方式/策略	输入、输出设备
公共大厅、常设展厅、临时展厅	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光	调光控制、天然采光控制	时钟控制器、调光控制器（可包括调照度、调色温）、光电传感器	与窗帘系统、空调系统等联动	智能联动控制	窗帘、空调盘管控制器
序厅	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光、艺术效果	开关控制、艺术效果控制	时钟控制器、调光控制器（可包括调照度、调色温、调颜色）	与空调系统等联动	智能联动控制	空调盘管控制器
休息厅	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光	调光控制、天然采光控制	时钟控制器、调光控制器（可包括调照度、调色温）、光电传感器	与窗帘系统、空调系统等联动、按特定人员活动规律变化的娱乐性照明控制	智能联动控制、灯光互动控制	窗帘、空调盘管控制器、压力传感器等

绘画展厅、雕塑展厅	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器	调光、艺术效果	调光控制、天然采光控制、艺术效果控制	时钟控制器、调光控制器（可包括调照度、调色温、调颜色）、光电传感器	与窗帘系统、空调系统等联动	智能联控	窗帘、空调盘管控制器
会议报告厅	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、顺序控制（大型场所）	开关控制器	调光、艺术效果	调光控制、天然采光控制、作业调整控制、艺术效果控制	调光控制器（可包括调照度、调色温、调颜色）、光电传感器	与窗帘系统、空调系统等联动	智能联动控制	窗帘、空调盘管控制器
周转库房、藏品库房、藏品提看室	开关、变换场景	开关控制、分区或群组控制、时间表控制	开关控制器、时钟控制器、存在感应传感器	—	—	—	定位查询	智能联动控制	调光/调色控制器

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计标准》 GB50011
- 2 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB55002
- 3 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T50476
- 4 《耐候结构钢》 GB/T 4171
- 5 《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》 GB/T 13912
- 6 《建筑钢结构防腐蚀技术规程》 JGJ/T 251
- 7 《木结构设计标准》 GB50005
- 8 《电子信息系统机房设计规范》 GB 50174
- 9 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736
- 10 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
- 11 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 12 《民用建筑节水设计标准》 GB50555
- 13 《采暖空调系统水质》 GB/T 29044
- 14 《供配电系统设计规范》 GB 50052
- 15 《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》 DB 61/T 5073