

**T/CECS XXX- 202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

**博物馆空调系统设计标准**

**Standard for design of museum HVAC systems**

（征求意见稿）

**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**

**\*\*\*\*\*\*出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**博物馆空调系统设计标准**

**Standard for design of museum HVAC systems**

**T/CECS -202X**

主编单位：中国建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年 XX 月 X 日

**\*\*\*\*\*\*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年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]13号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共分7章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、技术参数、负荷、系统设计、监控与运行。

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

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专委会归口管理，由中国建筑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或建议，请反馈给中国建筑设计研究院有限公司（地址：北京市西城区车公庄大街19号，邮政编码：100044，邮箱：2009027@cadg.cn）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主 编 单 位： | 中国建筑设计研究院有限公司 |
| 参 编 单 位： |  |
| 主要起草人： |  |
|  |  |
| 主要审查人： |  |

**目　次**

[**1 总 则 1**](#_Toc18298)

[**2 术 语 3**](#_Toc21449)

[**3 基本规定 6**](#_Toc28928)

[**4 技术参数 9**](#_Toc4672)

[**5 空调负荷 15**](#_Toc28413)

[**6 系统设计 20**](#_Toc13823)

[6.1 一般规定 20](#_Toc20350)

[6.2 冷热源 21](#_Toc28041)

[6.3 空调水系统 24](#_Toc15513)

[6.4 空调通风系统 25](#_Toc2529)

[**7 监控与运行 32**](#_Toc18985)

[**用词说明 35**](#_Toc32275)

[**引用标准名录 36**](#_Toc21054)

**附：**[**条文说明 37**](#_Toc22469)

**Contents**

**1　General provisions 1**

**2　Terms 2**

**3　Basic requirements 3**

**4　Technical parameter 4**

**5　Air-conditioning load 8**

**6　Systems design 9**

**6.1　General provisions 9**

**6.2　Cold and heat sources 9**

**6.3　Air conditioning water system 10**

**6.4　Air conditioning and ventilation system 10**

**7　Monitoring and operation 11**

**Explanation of wording 18**

**List of quoted standards 19**

**Addition：Explanation of provisions 20**

# 总 则

**1.0.1** 为规范博物馆空调系统的设计，保障藏品安全保存的环境，营造人员健康舒适的使用环境，合理利用资源、节能降碳，保护环境，推动文博行业的可持续发展，制定本标准。

**【条文说明】** 阐明了本标准的编制目的和意义。近年来博物馆建设发展迅速，年新增约180家，尤其是综合性博物馆及纪念性博物馆的增量很大。综合性博物馆内展陈的文物种类众多，质地不一，功能各异，其复杂性对文物的保存环境提出了较高的要求。实际项目应用中也存在因缺乏明确的空调系统设计标准指导，存在系统设计不合理、运行管理方法不规范的问题，从而导致空调系统能耗偏大，运行维护费用高昂，甚至藏品区环控指标不达标，文物受到一定程度的损坏。

在近几年能源危机的背景和当前“双碳”政策的引领下，既往的设计理念已不能适应当前经济和社会发展的需求。博物馆环境营造的目标为藏品和人员，以保障藏品提供安全的保存环境为主，同时营造人员健康舒适的使用环境。在此前提下，保证博物馆空调系统在全生命周期内的高效节能运行，以逐步实现博物馆“碳达峰、碳中和”为目标，特制定本标准为规划、设计、建设、运维博物馆空调系统等提供指导和参考。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建和改建的博物馆空调系统设计。

**【条文说明】** 对本标准的适用范围进行了相关规定。空调系统主要包括冷热源、输配管网、末端设备以及与后期运维管理相关的自控系统。博物馆适用的空调系统按冷热源集中程度分为集中式系统和分散式系统，按载冷剂分为水系统和冷媒系统，按末端设备分为全空气系统和分散末端系统等等。

**1.0.3** 博物馆空调系统设计应遵循安全可靠、技术先进、经济合理、绿色低碳、适度超前的原则，保证设计参数选择合理、系统功能完善、设备选型恰当。

**【条文说明】** 对本标准的编制原则进行了相关规定。近年来，随着空调技术的发展，研究出了贴附送风高效气流组织和温度湿度独立控制等理论，并研发出高效制冷机组，利用冷凝热再热的恒温恒湿空调机组、溶液调湿型恒温恒湿空调机组、冷媒直膨式机组等技术先进的设备。在满足技术经济合理的条件下，应优先选用先进技术和设备，实现博物馆建筑的绿色低碳运营。另外一方面，大部分博物馆作为公益型主体，难以承受博物馆空调高昂的运行费用，在设计阶段采用先进的节能降碳技术为经济运行提供了可能性，让馆方用得起空调，从而保障藏品安全和人员健康。

**1.0.4** 博物馆空调系统设计采用新技术、新设备、新材料时，应提出合理的技术依据，必要时应进行充分的论证。

**【条文说明】**设置博物馆空调系统的目标是“为藏品提供安全可靠的保存环境、为人员提供健康舒适的使用环境”。随着空调技术发展的日新月异，当采用新技术、新设备、新材料时，应以不危及藏品安全和人员健康为前提。必要时，应组织专家论证。需经过严格的技术评估与分析，确保其性能、稳定性、兼容性以及对博物馆环境和藏品的适用性。论证过程应涵盖多方面专业考量，包括但不限于节能降碳、维护成本、长期可靠性等，形成详细的论证报告，作为设计决策的有力支撑，以保障博物馆空调系统的稳定运行和良好性能。

**1.0.5** 博物馆空调系统设计，除应符合本标准的规定外，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。

**【条文说明】** 博物馆空调系统既包含藏品的工艺空调，又有为人员服务的舒适空调，现有的一些标准仅针对单一类型空调系统，适用范围有限，不能满足复杂的博物馆空调系统设计需求。本标准为博物馆空调系统设计专业性的规范，为精简标准内容，凡参考或引用其他全国通用设计规范、标准的内容，除必要外，本标准不再另设条文。因此在设计过程中，除执行本标准外，还应执行与设计内容相关的安全、环保、节能、卫生等方面的国家现行有关规范、标准等条文。主要相关标准有《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《博物馆建筑设计规范》JGJ66等。若本标准与其他现行标准存在冲突，应优先执行更为严格的标准，以保障博物馆空调系统的安全性、功能性和合规性。

# 术 语

1. 博物馆建筑 museum building

为满足博物馆收藏、保护并向公众展示物质和非物质遗产，开展教育、研究和欣赏等社会服务活动的功能需要而修建的公共建筑。

【**条文说明**】2022年8月24日，在布拉格举行的第26届国际博物馆协会大会框架下，特别大会通过了新的博物馆定义：“博物馆是为社会服务的非营利性常设机构，它研究、收藏、保护、阐释和展示物质与非物质遗产。向公众开放，具有可及性和包容性，博物馆促进多样性和可持续性。博物馆以符合道德且专业的方式进行运营和交流，并在社区的参与下，为教育、欣赏、深思和知识共享提供多种体验。”根据国际最新通过的博物馆定义内容，本条文对《博物馆建筑设计规范》JGJ66中的博物馆建筑定义进行修改。

现代博物馆建筑的功能空间应划分为公众区域、业务区域和行政区域。公众区域包括陈列展览区、教育区和服务设施；业务区域包括藏品库区、藏品技术区和业务与研究用房；行政区域包括行政管理区和附属用房。其中，陈列展览区和藏品库房为主要功能区，分别实现藏品的展示和保存。

1. 藏品 collection

博物馆库藏或在展的具有收藏、展示、传播、研究价值的文物、标本、艺术品、科技展品、工程技术产品、音像制品、模型等的总称。

1. 文物 cultural relic

人类在社会活动中遗留下来的具有历史、艺术、科学价值的遗迹和遗物。

1. 展品 exhibits

向观众展示的藏品及其辅助资料、科技展品、互动或声像演示装置、模型、图文板等的总称。

1. 展厅 exhibition hall

为向观众展示展品而设置的专用房间。

【条文说明】博物馆展厅一般分为序厅、基本陈列厅、临时展厅、儿童展厅、特殊展厅和综合大厅等。序厅是位于陈列空间的起始处，连接展览内部与展厅外部的过渡性空间，是博物馆整个展示活动的开首与前导，其展陈高度概括展览内容和交待展览历史背景。基本陈列厅是为展示博物馆的主要收藏和基本内容而设置的展厅。临时展厅是为短期展示、适时更替的展品而设置的展厅。儿童展厅是为展示适于学龄前儿童的展品而设置的展厅。特殊展厅是生态陈列、全景画、天象厅、声像演示、装置艺术等有特殊工艺要求的展厅的统称。综合大厅是对观众开放，兼具展品展示和交通枢纽功能的建筑空间。

1. 空气调节区 air-conditioned zone

简称空调区，保持室内空气参数在给定范围之内的区域。

【条文说明】博物馆建筑内为营造满足藏品安全保存环境和人员健康舒适的使用环境，设置空气调节区，空气调节区内的空气温度、湿度、速度及洁净度等应满足环境要求。公众区域空调系统服务的对象包括藏品和观众，业务区域空调系统服务的对象主要为藏品，行政区域空调系统服务的对象主要为工作人员。博物馆建筑的空气调节区一般包含展厅和附属服务用房、藏品库房和技术研究用房、行政办公用房等。

1. 文物定级 cultural heritage classification

根据可移动文物具有的历史、艺术、科学技术价值不同分为珍贵文物和一般文物。珍贵文物分为一、二、三级。

**【条文说明】**可移动文物是指历史上各时代重要实物、艺术品、文献、手稿、图书资料、代表性实物等。根据《中华人民共和国文物保护法》，文物级别的划分依据主要是从一件文物所具有的历史、艺术、科学技术三个价值来进行的。一级文物是最珍贵的，即通常所说的“国宝级文物”，具有特别重要的价值。二级文物具有重要价值，三级文物具有比较重要的价值，一般文物具有一定的价值。文物等级的划分并不是一成不变的，随着对文物的深入研究，正确认识其价值，原定级别很可能发生变动。

1. 馆藏文物保存环境 museum environment

收藏与展示各类可移动文物的相对独立空间的总体，

【条文说明】根据《馆藏文物保存环境质量 第1部分：指标要求》WW/T 0016.1，馆藏文物保存环境包括文物库房、展厅、展柜、储存柜、囊匣等空间以及其中的物理、化学、生物等因素。馆藏文物保存环境分为四类：

微环境：展柜、储藏柜、囊匣等密接存放文物的相对密闭空间以及其中的环境因素；

小环境：展厅、库房、运输箱等存放文物的较大空间以及其中的环境因素；

大环境：博物馆建筑物所覆盖的室内空间、文物运输车厢空间以及其中的环境因素；

室外环境：博物馆建筑外、文物运输车辆外的空间以及其中的环境因素。

1. 预防性保护 preventive protection

通过有效的管理、监测、评估和调控，从源头抑制各种环境因素对文物的危害作用，使文物处于一个 “稳定、洁净” 的良好保存环境，达到延缓文物劣化、长久保存文物的目的。

【条文说明】“稳定”环境：是指保持馆藏文物保存环境在适宜指标下的平稳性，防止相对湿度、温度因素出现大幅度的波动。其中，适宜指标是指文物已长期适应的，没有对文物产生明显不利影响的环境指标。“洁净”环境：是指控制馆藏文物保存环境中特征污染物浓度等因素处于安全阈值以内。其中，特征污染物是指对某种质地文物具有主要破坏影响的污染物因素，不同质地文物的特征污染物可能不同。合理的空调系统可以为藏品提供“稳定、洁净”的存放环境，是实现藏品预防性保护的重要手段。

1. 空调系统调适 HVAC system commissioning

通过对博物馆空调系统的全过程检查、测试、调整、验证、优化等工作，使空调系统性能、功能达到设计要求和使用要求，保证全工况高效运行、满足工艺、舒适和节能等要求的程序和方法。

1. 智慧运维 intelligent operation and maintenance

利用先进的信息技术，如物联网、大数据、云计算、人工智能等，对设备、系统等进行全面的监测、分析、预测和优化，以实现高效、智能、精准的运维管理。

# 基本规定

3.0.1 博物馆空调系统设计应遵循下列原则：

**1** 保障藏品稳定、适于长期保存的环境，以及临时储存的环境符合工艺要求及国家现行标准的规定；

**2** 保障公众和工作人员的使用环境符合国家现行标准的规定；

**3** 因地制宜，与当地的自然环境、人文环境以及经济和技术发展水平相结合，满足安全、节能、绿色、低碳及环境保护的要求。

**【条文说明】** 为博物馆藏品储存和展览提供良好的环境是博物馆空调设计的主要任务。不同材质类别的藏品，对温度和相对湿度有不同的控制要求，藏品保存环境的温度、相对湿度及其变化幅度的允许值还与藏品原生环境、当地的气候、馆址的地理条件等因素相关。另外，藏品临时储存环境应尽量维持其在库房内的保存状态，博物馆内部临时储存场景包括备用库房、展厅后台暂存区以及修复工作室附带储存间等。

保证观众观展环境和工作人员的使用环境良好也是博物馆空调设计的另一个重要任务。为此，必须对展厅观众的数量和组成作详尽的分析，特别是高峰日、高峰时段的观众人数与空调设计密切相关，准确的数据可以为空调设计提供更合理可靠的依据。此外，通过调研，一些博物馆的技术用房和库房环境对工作人员的身体健康造成了不同程度的损害，本标准的实施将对改善工作环境起到积极的作用。

博物馆空调设计还应满足安全、节能、绿色、低碳及环保的相关要求，应具备防止藏品受人为破坏的安全条件。根据当地资源条件，尽量利用可再生能源，采用节能型空调系统，符合国家“双碳”战略目标。

3.0.2 博物馆空调系统设计应控制藏品的小环境和大环境，同时兼顾微环境和室外环境。

**【条文说明】**借鉴馆藏文物保存环境的概念，本标准规定的空调系统主要负担区域为展厅、库房等小环境和建筑物覆盖的大环境，不包含展柜空调等专用设备。但是，空调负荷计算和系统方案的确定仍需要考虑是否设置展柜空调，以及室外环境的影响。并且空调系统的运行不能影响藏品微环境或污染室外环境。

3.0.3 保障珍贵文物存放环境的空调系统设计应符合本标准的规定，保障一般文物存放环境的空调系统设计宜符合本标准的规定。

**【条文说明】**根据国家法规对文物定级的规定，空调系统应严格保障珍贵文物的保存环境。对于一般文物，可以略降低其保存环境的要求，从而降低空调系统运行能耗和费用。

3.0.4 博物馆空调系统设计应统筹考虑博物馆所在地理位置、建筑外围护结构、内部空间布局以及设备运行的环境条件等因素。藏品库房区域外围护结构保温、隔热、防潮、气密性和防火性能指标应满足相关要求。

**【条文说明】** 博物馆所在地理位置决定了室外气候条件和建筑能源资源禀赋，从而影响空调系统技术参数和负荷，以及空调冷热源的选择。建筑外围护结构的形式决定了建筑热工参数，从而影响空调负荷和空调系统型式。内部空间布局可以影响空调系统分区，不同的空间功能和空间高度宜设置独立的空调末端系统，以利于调节和获得良好气流组织形式。此外，空调设备的运行环境也制约冷热源的选择和末端设备选型。藏品库房的室内技术参数要求较高，尤其要重点关注，确保这些关键性能指标满足相关要求。

3.0.5 当收藏或展示对环境参数敏感的藏品时，需采取以下措施：

1 库房区总门附近应设置缓冲间；

2 库房区宜设置封闭外廊或夹层；

3 顶层展厅的屋顶宜设置隔热架空层。

**【条文说明】** 收藏对环境参数敏感的藏品区域应采取构造或布局的措施，避免室外环境对室内藏品小环境的影响。

**1** 通过对某大型博物馆地下藏品库房的实地调研，该库房为便于运输藏品进出，在库区总门处未设置缓冲间，其出入口处自然通风现象明显，室外空气易渗透进入库房，破坏空调系统的正压环境。当收藏对环境参数敏感的藏品时，室外空气的进入会导致库内温湿度波动、颗粒物和污染气体浓度增大，以及微生物的进入，危及藏品安全。设置缓冲间可以最大限度地降低由热压、风压和诱导等作用引起的自然通风对库房正压环境的影响。

**2** 封闭外廊指“为减少外界气候对藏品库房的直接影响，在库区外建的、用墙和窗与外界隔开的走廊(一面或多面以及绕一圈的环廊) ”。夹层指“为减少太阳得热与室外大气温、湿度波动对库区内的影响，在建筑外围护结构(建筑外墙、建筑屋面、与土壤直接接触的地下室底板)与库区围护结构之间设置的空气隔离层”。

**3** 隔热架空层指“为隔离屋顶对顶层展厅的温湿度影响，在建筑屋顶与展厅顶板间设置的隔离区域”。

**3.0.6** 库房区内的办公区域应独立设置。

**【条文说明】**《博物馆建筑设计规范》JGJ66-91版规定鉴赏室和办公室等应设在藏品库房的总门之外，而《博物馆建筑设计规范》JGJ66-2015版规定鉴赏室和保管员工作用房等宜设在库前区。调研发现，部分大型地下珍品库房区内设置了办公区域方便工作人员就近鉴赏以及保管工作，库房内空气质量不满足人员卫生要求，易造成工作人员的不舒适甚至对其身体健康产生危害，故应在库区内划分出独立的办公区域，设置独立的空调系统，满足工作人员短时办公需求，亦不影响库房内温湿度环境。

3.0.7 应采取有效措施，防止博物馆内的餐厅、茶座和卫生间等服务设施产生的油烟、蒸汽、气味等串通到藏品保存场所，同时避免其扩散至人员区域。

**【条文说明】** 博物馆的餐厅、茶座和卫生间等产生的油烟、蒸汽、气味等应设置机械排风系统，油烟须经专用设备处理并满足环境要求后在室外高处排放。藏品区域（藏品库房和展厅等）的空调室外新风进风口应低于上述排风口3m以上，当两者在同一高度时，宜在不同方向设置，且水平距离不应小于10m。当排风量较大时，宜利用专业软件进行室外空气流动分析，适当加大进排风口距离，避免空气短路污染藏品。

# 技术参数

### **4.0.1** 博物馆空调环境控制技术参数应包括温度、相对湿度、风速、新风量、污染物浓度、微生物浓度，以及噪声指标。

**【条文说明】** 《馆藏文物保存环境质量 第1部分：指标要求》WW/T 0016.1规定馆藏文物保存环境质量包括温湿度、光照、污染物、生物、风速指标，《室内空气质量标准》GB/T 18883也规定空气质量包括物理性、化学性、生物性和放射性要求。因此，博物馆空调控制的藏品保存环境参数应包括温度、相对湿度、风速、污染物浓度和微生物浓度等与空气质量相关的指标。博物馆空调控制的人员环境参数包括温度、相对湿度、风速、新风量、污染物浓度等与空气质量相关的指标，以及噪声值指标。

### **4.0.2** 藏品保存环境对温度、相对湿度的控制应符合下列规定：

**1** 温度、相对湿度及其变化幅度的限值应根据藏品的材质类别以及其他相关因素，经科学实验或实践经验确定；

**2** 收藏、展示或修复对温度、湿度敏感藏品的库房、展厅、藏品技术用房等，应设置空气调节设备；

**3** 设置空气调节设备的藏品库房、展厅，其温度和相对湿度应保持稳定，且应优先调控相对湿度。藏品空调保存环境的温度、相对湿度标准可按表4.0.2选取，并应满足工艺要求；

**表 4.0.2 藏品空调保存环境的温度、相对湿度标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 材质 | 温度T  （℃） | 相对湿度RH  （％） |
| 湿度低敏感 | 对湿度低敏感藏品：大多数石材和宝玉石、陶瓷、砖瓦、石膏制品，稳定的木家具和无彩绘木雕等 | 16~25  （日波动＜6） | ＜65  （日波动＜10） |
| 稳定低湿度 | 要求稳定低湿度的金属文物：带锈的钢铁、铜及铜合金、银器、铅器 | 16~22  （日波动＜4） | ＜45  （日波动＜6） |
| 要求稳定低湿度的特殊物件：珐琅器、锡器、木乃伊和干尸 | 18~22  （日波动＜4） | 35~45  （日波动＜6） |
| 稳定中湿度 | 要求稳定中等湿度的有机物质：纸制品、纺织品、竹木漆器、毛织物、皮革制品、油画、牙骨角器、照片、动植物标本 | 16~22  （日波动＜4） | 50~60  （日波动＜4） |
| 要求稳定中等湿度的无机质文物：壁画、泥塑、彩陶、绿松石、多孔石、页岩、古生物化石、玻璃、搪瓷，稳定的金属制品，稳定的复合材质文物 | 16~22  （日波动＜4） | 40~55  （日波动＜6） |
| 特殊温湿度 | 要求低温冷藏保存的物件：影像底片 | 5~16  （日波动＜4） | 35~50  （日波动＜6） |

**4** 未设空气调节设备的藏品库房和展厅，其温度一般要求冬季不应低于5 ℃，夏季不应高于30 ℃。藏品库房应贯彻恒湿变温的原则，相对湿度不应大于70 %，且昼夜间的相对湿度差不宜大于5 %。

**【条文说明】** 博物馆藏品保存区域主要有藏品库房区和陈列展览区，藏品空调保存环境的温湿度标准依据国家文物局2003年《博物馆藏品保存环境试行规范》（征求意见稿）的有关规定。经过20年的研究和总结，《馆藏文物保存质量 第1部分：指标要求》WW/T 0016.1提出了新的温湿度指标。新指标提高了部分材质藏品的保存相对湿度上限，将原保存温度固定值调整为适宜的范围，并降低了部分材质藏品的温湿度日波动要求。总的来说，新指标有利于空调系统运行节能，本标准采用新指标作为空调控制参数。

**3** 通过调研实际运行的地下库房，发现大部分库房运行温湿度不满足原标准和本标准的规定，尤其是相对湿度不达标，藏品已出现一定程度的损坏。因此，博物馆藏品空调系统新建和改扩建应按本标准的指标设计和运行。选取参数时，应根据所在地区的气候特点即文物已适应的相对湿度，合理设置文物保存环境相对湿度目标值。近年来，有研究表明，出土文物的最佳保存环境温度为当地年平均气温。无工艺要求时，有条件的博物馆珍品（比如一级文物）库房的空调设计温度可取高于当地年平均气温2℃。调研的某一级文物库房运行温度较低，约14~16℃，略高于当地年平均气温，其藏品保存较好。一、二、三级珍贵文物保存环境温湿度应满足表4.0.2的要求，一般文物可以适当降低要求，宜满足表4.0.2的要求。

**4** 未设置空调设备的库房和展厅内藏品一般等级不高，但仍应有相应的设施和措施，如完善外围结构的热工性能、通风排湿设施等，并保障冬季温度不应低于5℃的防冻值班温度，夏季不应高于30℃的人员热舒适上限温度。干燥和半干燥地区，即我国温带大陆性气候和部分高原山地气候区域，相对湿度宜适当降低，不高于50％。

**4.0.3** 博物馆的陈列展览区和工作区供暖室内设计温度应符合下列规定：

**1** 严寒和寒冷地区主要房间应取18℃~24℃；

**2** 夏热冬冷地区主要房间宜取16℃~22℃；

**3** 值班房间不应低于5℃。

**4.0.4** 博物馆的陈列展览区和业务区宜设置空调，室内空气设计计算参数宜符合表4.0.4的规定。

**表4.0.4 陈列展览区和业务区室内空气设计计算参数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 房间名称 | 夏季 | | 冬季 | | 新风量 [m3/(h·p)]  （人员密度PF  [人/ m2]） |
| 温度  （℃） | 相对湿度  （%） | 温度  （℃） | 相对湿度  （%） |
| 办公室 | 24~27 | 55~65 | 18~20 | - | 30 |
| 会议室 | 25~27 | ≤65 | 18~20 | - | 14（PF≤0.4）  12（0.4＜PF≤1.0）  11（PF＞1.0） |
| 休息室 | 25~27 | ≤60 | 18~22 | - | 30 |
| 展览区 | 25~27 | 45~60 | 18~20 | 35~50 | 19（PF≤0.4）  16（0.4＜PF≤1.0）  15（PF＞1.0） |
| 技术用房 | 25 | 45~60 | 18~20 | ≥40 | 30 |
| 餐厅 | 25~27 | ≤65 | 18~20 | - | 30（PF≤0.4）  25（0.4＜PF≤1.0）  23（PF＞1.0） |
| 门厅 | 26~28 | ≤65 | 16~18 | - | 10 |
| 信息中心 | 23±2 | 45~60 | 20±2 | 45~60 | 20 |

**【条文说明】** 博物馆人员包括观众和工作人员，其环境的温湿度控制参数要求基本沿袭《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定，提高了会议室的冬季设计温度。根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736，人员密集场所新风量按人员密度（PF）不同设置，高密度观众的展览区新风量在本标准最低新风量基础上可适当降低。人员短期逗留区域空调供冷工况室内设计参数宜比长期逗留区域提高1℃ ~2℃ ,供热工况宜降低1℃ ~2℃。陈列展览区中的文物宜放置于展柜中，其环境的温度、相对湿度标准可按表4.0.4确定，并应满足工艺要求。表4.0.4中原“计算机房”改为“信息中心”，更符合博物馆智慧化发展趋势。

### **4.0.5** 博物馆对空调风速的控制应符合下列规定：

**1** 收藏对温度、湿度敏感藏品的库房，应使气流平稳，库内风速宜小于0.2 m/s；

**2** 人员短期逗留区域供冷工况风速不宜大于0.5 m/s，不应大于0.8~1.0 m/s；供热工况风速不宜大于0.3 m/s，不应大于0.5 m/s；

**3** 人员长期逗留区域供冷工况风速不宜大于0.3 m/s，不应大于0.5 m/s；供热工况风速不宜大于0.2 m/s，不应大于0.3 m/s。

**【条文说明】** 相对于其它技术参数，博物馆空调风速是影响藏品安全和人员舒适的间接因素。为规范博物馆空调系统设计，本标准提出该参数的参考范围。

**1** 对于温湿度精度较高的博物馆藏品库房，较小的空调风速有利于营造库内恒温恒湿环境，减小空间各点的不平衡度。

**2 3** 对人员的空调风速控制参数要求基本沿袭《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定。同时，根据近年来人员热舒适环境的研究成果对人员活动区的风速上限值进行了规定。

### **4.0.6** 藏品保存环境中污染物浓度限值应符合表4.0.6的规定。

**表4.0.6 污染物浓度限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 污染物 | 最高浓度限值（/m3） |
| 甲酸 | 50 |
| 乙酸 | 100 |
| 二氧化硫 | 5 |
| 二氧化氮 | 10 |
| 氨 | 50 |
| 臭氧 | 5 |
| 甲醛 | 80 |
| 二氧化碳 | 1000 ppm（百万分比体积浓度） |
| 挥发性有机化合物（VOC） | 300 ppb（十亿分比体积浓度） |
| 一氧化碳 | 4000（日平均浓度） |
| 苯 | 30（1小时平均浓度） |
| 氡 | 300 Bq/m3 |
| 硫化氢 | 15（/m3） |
| 细颗粒物（PM2.5） | 50（日平均浓度） |
| 可吸入颗粒物（PM10） | 100（日平均浓度） |

**【条文说明】** 《博物馆建筑设计规范》JGJ 66规定的藏品污染物浓度限值参考了国家文物局2003年《博物馆藏品保存环境试行规范》（征求意见稿），后者对标的是《环境空气质量标准》GB 3095中一类区的一级浓度限值。然而，该要求并非针对藏品制定，主要体现了人员健康环境的需求。因此。本标准在《馆藏文物保存质量 第1部分：指标要求》WW/T 0016.1的基础上，补充了《博物馆建筑设计规范》JGJ 66规定的常见危害藏品安全的污染物，并参考《室内空气质量标准》GB/T 18883，将苯的浓度限值90 /m3改为30 μg/m3，氡的浓度限值200 BQ/m3改为300 BQ/m3，可吸入颗粒物（PM10）的浓度限值由120 μg/m3调整为100 μg/m3。同时，根据最新的研究成果增加细颗粒物（PM2.5）指标；参照ISA 71.04-2013《过程测量和控制系统的环境条件：空气污染物》，增加银腐蚀达到G2等级时硫化氢的浓度限值。

新装饰、装修过的展厅、文物库房应测定甲醛、甲酸、乙酸、硫化氢、氨、挥发性有机物(VOCs)、颗粒物等。新制作、装修过的展柜、文物储藏柜应测定甲醛、甲酸、乙酸、氨、挥发性有机物(VOCs)等。在人流量较多的展厅应测定二氧化碳、氨等。新建筑物应测定氨等。对酸敏感文物的保存与展示环境应测定甲酸、乙酸、二氧化氮、二氧化硫等酸性物质。对氧化性气氛敏感的书画、彩绘等文物的保存与展示环境应测定臭氧。对含硫化合物敏感的彩绘、银器等文物的保存与展示环境应测定硫化氢。

### **4.0.7**藏品保存环境对微生物浓度的控制应满足真菌总数不大于100 CFU/m3。

**【条文说明】** 真菌总数是通过藏品保存环境空气中采集的样品，计数在28℃、70％相对湿度环境下沙氏琼脂培养基础上经5 d培养所形成的菌落数。通过空调系统调节室内温湿度，以及在空调系统上安装空气净化装置，可以在一定程度上防治真菌对藏品的危害。

### **4.0.8** 博物馆建筑的室内允许噪声级应符合表4.0.8的规定。

**表4.0.8室内允许噪声级（**dB**）**

|  |  |
| --- | --- |
| 房间类别 | 允许噪声级 （A声级） |
| 有特殊安静要求的房间 | ≤ 35 |
| 有一般安静要求的房间 | ≤ 45 |
| 无特殊安静要求的房间 | ≤ 55 |

**注：**1 特殊安静要求的房间指报告厅、休息室等；有一般安静要求的房间指一般展厅、研究室、行政办公及会议室等；无特殊安静要求的房间指以互动性展品为主的展厅、实验室等。

2 对邻近有特别容易分散观众听讲解注意力的干扰声时，表中的允许噪声级应降低5dB。

3 室内允许噪声级应为关窗状态下昼间和夜间时段的标准值。

**【条文说明】** 噪声控制是博物馆使用的品质保障之一，本条文在《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定基础上，同时参考《建筑环境通用规范》GB55016，将休息室和会议室的室内允许噪声级进行了调整。

### **4.0.9** 博物馆空调设计最小新风量应符合下列规定：

**1** 保证供给室内人员所需新鲜空气量；

**2** 为补偿排风量和保持室内压力值所需新风量之和；

**3** 未设置化学过滤器时，可有效稀释藏品库房或展厅内有害气体和污染物。

**【条文说明】** 新风量属于间接的空调环境控制参数，根据博物馆内各区域的需求不同，其设计最小值应根据满足人员卫生、稀释污染物和保证房间正压的一项或几项的最大值来确定。由于新风带来的空气温湿度、室外有害气体和微生物的处理需要消耗一定的能量，应尽量减小新风量的引入，尤其是藏品库房。

**1** 博物馆不同功能房间根据表4.0.4来确定人均最小新风量。库房区内一般应设置独立的办公区域，工作人员在库房内仅短暂停留。调研中发现，有的珍品库房由于特殊原因存在人员长期停留工作的情况，宜适当加大新风量，保证工作人员健康。

**2** 藏品库房、展陈区域和办公用房等应保持5~10Pa的正压值，文物修复中可能产生有害气体的技术用房等应保持负压。由于气密性差，多出入口地库因逆向烟囱效应和诱导作用引起的自然通风带来室外空气渗透，从而影响库内温湿度场。因此，有温湿度精度要求的地下库房应保持微正压环境，最大不超过30Pa。压差驱动的门缝漏风量计算公式如下：



式中：——门缝漏风量，m3/s；

——门缝隙总面积，m2；

——门缝两侧压差，Pa。

**3** 室内有害气体和污染物浓度较低时，一般采用室外新风稀释通风，若处理所需新风量的代价太大，宜在技术经济合理时采用化学过滤器，降低新风需求。

# 空调负荷

### **5.0.1** 各设计阶段应按下列方法对空调负荷进行计算和统计：

**1** 方案设计和初步设计阶段，宜采用单位空调面积指标法，对空调设计冷热负荷进行估算；

**2** 施工图设计阶段，应对空调区的冬季设计冷热负荷和夏季逐项逐时设计冷负荷进行计算；

**3** 对临时展厅和非固定藏品库房，应按最大负荷场景计算空调负荷；

**4** 工艺设备的散热量宜按类别进行列项统计；

**5** 冷负荷宜按空气处理所需冷媒温度品位进行分项统计。

**【条文说明】**博物馆建筑空调负荷的组成较普通建筑复杂，为降低设备装机容量和运行能耗，各设计阶段应对空调负荷采用适宜的计算方法。

**1** 对复杂单体建筑，宜根据经验采用单位空调面积指标法进行空调负荷估算，其结果的准确程度优于单位建筑面积指标法。

**2** 博物馆建筑存在大量内区空间，冬季需要供冷，一般为距外围护结构4~6米以内的范围。施工图设计阶段空调负荷计算时，还应按内部稳定散热量计算内区冬季冷负荷。对于冬季太阳辐射较强的地区，还应校核在建筑使用时间段，南向、西向、东向外区房间在内热及太阳辐射作用的情况下是否出现冷负荷。

**3** 临时展厅和非固定藏品库房可以周期性更换展品和藏品，展厅的观众数量也随展品变化，应按其最大负荷场景计算空调负荷。

**4** 工艺设备的散热量是博物馆建筑空调负荷的一项重要来源，其包含多媒体设备、除湿机、恒温恒湿展柜、藏品储存柜等多种类型。方案和初步设计阶段宜了解工艺需求和设备发热量，施工图阶段应与工艺设计充分沟通，掌握准确的工艺设备散热量情况。

**5** 为便于规划节能低碳的空调系统，宜对冷负荷分项统计，明确各项空气处理所需冷媒的温度品位，从而设置相应的冷源形式和参数。

### **5.0.2** 空调区的夏季冷负荷计算应符合下列规定：

**1** 通过地下藏品库房临土壤的围护结构传热量，宜结合当地实测数据确定；

**2** 对门厅等高大空间，夏季冷负荷宜按分层空调计算，且其透明外围护结构宜考虑遮阳；

**3** 恒温恒湿展柜应根据不同展柜类型的散热量，将其计入所在空调区域的显热得热量；

**4** 地下藏品库房渗透空气带入的热量应予以计入。

**【条文说明】** 博物馆空调区的夏季冷负荷计算应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的要求确定，除此之外，本标准对博物馆建筑的一些特殊场景还做了规定。

**1**有的地下藏品库房埋深至-10米左右，普遍认为其周围土壤温度一般为当地年平均温度，大部分地区库内应对土壤散热。然而，从调研库房的监测温度和供冷量看出，地库运行数年后，围护结构内表面温度已经较刚建成时有大幅提升。因此，建议结合当地相同埋深的地下室实测内表面温度来确定临土围护结构传热负荷。

**2** 为节约能耗，本标准规定高大空间的夏季舒适性空调应按分层空调设计，冷负荷依据相应规则计算。同时，其透明外围护结构，包括幕墙、玻璃门窗等应考虑遮阳，避免设备装机容量过大。

**3** 目前，很多博物馆展厅内设置了大量恒温恒湿展柜或恒湿展柜，其类型主要有吸湿材料展柜、半导体制冷展柜、冷媒压缩式制冷展柜，以及管道式末端展柜。吸湿材料展柜属于湿度的被动式控制方式，应用能吸收和释放水分的多孔材料作为调湿剂或调湿板，缓冲展柜内湿度剧烈波动，调湿能力有限。半导体制冷展柜利用了半导体材料的热电效应制冷，其制冷能力较小。冷媒压缩式制冷展柜采用小型机械制冷系统，其制冷能力较大。管道式末端展柜与建筑内空调风系统结合，空调机组送风管接至展柜调控温湿度。吸湿材料展柜和管道式末端展柜的柜体不散热，半导体制冷展柜和冷媒压缩式制冷展柜按其制冷原理不同计入散热量。

**4** 地下藏品库房设置独立新风系统时，在极端气候下一般关闭新风，空调系统开启内循环模式。此时，自然通风带来室外空气渗透负荷不能忽略。设置非独立新风系统时，如新风引入的土建风道较长，空调系统维持的库房微正压易受到自然通风影响，仍应考虑室外渗透负荷。

### **5.0.3** 空调区的冬季冷热负荷计算应符合下列规定：

**1** 计算门厅等高大空间冬季热负荷时，应考虑室内竖向温度梯度；

**2** 对于人员群集时间短的展厅，计算冬季热负荷时，不应扣除人体散热量；

**3** 冬季热负荷应取设计日空调运行各阶段负荷中的最大值；

**4** 地下藏品库房渗透空气带入的冷量应予以计入；

**5** 建筑内区空间冬季冷负荷室内计算参数，宜采用夏季室内设计温湿度。

**【条文说明】** 博物馆空调区的冬季负荷计算也应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的要求确定，本标准对博物馆建筑的一些特殊场景做了规定。

**1** 门厅等高大空间冬季空调存在较大竖向温度梯度，尤其是送风温度较高时，为保证下部人员舒适性，室内设计温度的取值应考虑温度梯度的修正。

**2**计算空调冬季热负荷时，根据实际情况适当扣除稳定的室内发热量。博物馆展厅内人员群集时间较短，冬季热负荷不应扣除人体散热量。

**3** 对于仅白天运行的空调系统，宜考虑空调系统的运行时间（冬季供暖运行一般比房间或建筑的使用时间提前1~2小时），可以采用典型设计日中空调系统运行时间段的室外空气温度较低值，作为计算空调热负荷的室外计算温度。对于白天按设计温度运行，晚上按值班温度运行的空调系统，应分别计算典型设计日中两个运行阶段的热负荷，取最大值作为系统设计热负荷。

**4** 与夏季一样，冬季地下藏品库房也应考虑室外渗透空气带来的冷量。

**5**空调内区的冬季冷负荷室内计算参数宜取较高的夏季室内设计温湿度值，可以减小内区空调设备的装机容量，在内外区边界的室内空气掺混对外区供热效果也有强化作用。

### **5.0.4** 空调区的湿负荷计算应符合下列规定：

**1** 地下藏品库房应依据围护结构墙体形式，计算其渗透湿负荷；

**2** 计算高大空间展厅的冬季湿负荷时，应考虑竖向相对湿度的不均匀性；

**3** 地下藏品库房渗透空气带入的湿负荷应予以计入。

**【条文说明】**空调湿负荷是为维持室内相对湿度，在现有散湿量的条件下需除湿或加湿的量。其计算仍应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的要求确定，本标准对博物馆建筑的一些特殊场景做了规定。

**1** 为缓解地下土壤的水分渗透，地下珍品库房外围护结构一般采用双墙中空夹层的形式。随着使用年限的增加，即便采用了采用双墙中空夹层的形式，内墙仍易有少量渗透湿负荷产生；无夹墙的库房，情形更为不利，并可能逐年加大，因此计算时应充分予以考虑。

**2** 与门厅等一样，高大空间展厅冬季空调存在较大竖向湿度梯度，下部空气相对湿度低于上部。调研发现，高大展厅展出的动物标本在冬季由于相对湿度较低，其下部出现了龟裂现象。因此，冬季湿负荷计算时应考虑对空间下部的设计相对湿度进行修正。

**3** 根据已有项目经验，地下藏品库房的热湿比较大，即室内湿负荷较小，计算时各散湿源均应充分考虑，随室外渗透空气带来的湿负荷不能忽略。

### **5.0.5** 对于珍贵藏品保存环境，应按极端气候条件进行空调负荷计算。

**【条文说明】** 珍贵藏品需要实时保证其保存环境，空调室外设计各参数为过往历年平均不保证一定时间的统计值，未体现室外极端气候条件的影响。应在不考虑新风的引入的条件下，进行室外极端气候条件下空调负荷计算，以确保按设计工况选型的设备满足该极端工况的运行要求。我国各城市极端气温参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736。

### **5.0.6** 下列情况宜进行全年动态负荷计算：

**1** 对空调方案进行能耗和投资等经济分析时；

**2** 对采用的节能措施进行节能效果评价时；

**3** 确定采用的蓄冷蓄热装置容量时；

**4** 对采用的土壤源热泵系统进行全年热平衡计算时；

**5** 观众人流具有特殊周期性特征的博物馆。

**【条文说明】** 设计日的空调负荷计算不能满足全年能耗和经济性等评价，亦不能对非设计工况运行的设备进行选型计算，宜采用专用的模拟计算软件进行全年的动态负荷计算。

**1** 当需要进行经济性分析时，宜以全年总冷热负荷为基础能耗，进行运行费用和投资回报分析，因此宜进行全年动态负荷计算。

**2** 采用热回收装置回收冷热量，利用室外新风负担室内负荷，以及冬季利用冷却塔为内区供冷等节能措施，需要进行节能效果的评价，宜进行全年动态负荷计算其节能量。

**3** 蓄冷蓄热装置的最佳容量，宜根据全年的负荷与运行策略，通过计算运行费用来确定其经济合理性。

**4** 为保证土壤的取热、排热效果，土壤源热泵全年向土壤的排热量和取热量应保证基本平衡。全年的排热量和取热量应以全年空调负荷为基础计算得出。

**5** 博物馆的观众人流具有周期性特征，通常会受到季节、节假日、特殊活动等因素的影响。在周末、国家法定节假日和寒暑假期间，博物馆的观众流量通常会比工作日更大，这是因为学生和家庭会选择在这些时间参观博物馆。此外，博物馆举办临时展览或特别活动时也可能会吸引更多的观众。不同月份和季节的观众流量也存在差异，一些月份或季节可能更适合参观某种主题的博物馆。基于观众人流具有特殊周期性特征，最大空调负荷不出现在设计日时，宜进行全年动态负荷计算。

# 系统设计

**6.1 一般规定**

### **6.1.1** 博物馆空调系统设计除应符合现行国家标准的有关规定外，尚应满足下列要求：

**1** 在保证需求的前提下，应降低系统初投资，提升系统综合能效，并减少系统运行过程中的碳排放；

**2** 技术经济合理时，恒温恒湿空调系统宜采用温湿度独立控制的空调系统；

**3** 在夏季空调室外计算湿球温度较低，干球温度日较差大且水资源条件允许的干燥地区，经技术经济比较合理时，宜采用蒸发冷却空调系统；

**4** 临时展厅的空调系统应按其展品的最高环境控制要求设置，且具有一定的灵活性；

**5** 除特殊的工艺要求外，在同一个空气调节系统中，不宜采用冷却与加热，加湿与除湿相互抵消的处理过程。

**【条文说明】** 对博物馆空调系统设计提出总体要求，首先应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的有关规定。

**1** 博物馆空调系统设计应紧密结合藏品保存和人员舒适性的需求，提高系统的综合能效和降低系统运行碳排放。具体指标应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015的要求。

**2** 空调系统承担着排除空调区余热、余湿等任务。温湿度独立控制空调系统由于采用了温度与湿度两套独立的空调系统，分别控制着空调区的温度与湿度，从而避免了常规系统中温度与湿度耦合处理所带来的能量损失。博物馆工艺空调系统中恒温恒湿空调类型较多，有的系统除湿量较大，经济技术论证合理时，采用温湿度独立控制空调可以大幅降低运行能耗和费用。

**3** 蒸发冷却空调系统是指利用水的蒸发来冷却空气的空调系统。在室外气象条件满足的前提下，推荐在夏季空调室外设计露点温度较低的地区（通常在低于23℃），如干热气候区的新疆、内蒙古、青海等，采用直接蒸发冷却、间接蒸发冷却或直接蒸发冷却与间接蒸发冷却相结合的二级或三级蒸发冷却的空气处理方式，提高自然冷源利用率，以有利于空调系统的节能。本条在《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736规定下补充了部分应用条件。

**4** 对于博物馆内经常进行展品陈列及主题变化的临时展厅，其空调系统应适应最高环境控制要求的展品要求。当陈列一般展品时，空调系统应具备一定的灵活性，通过调节降低其环境控制参数，以实现运行节能和成本控制。面积较大的临时展厅空调系统应分区设置，并可以实现分区运行和控制，以适应展厅布局的变化。

**5** 本条文沿袭了《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019的规定。

**6.1.2** 博物馆藏品保存场所空调通风系统的设计，应具备防止藏品受破坏的安全条件，且应符合下列规定：

**1** 藏品保存场所不应有与其无关的空调通风管线穿越；

**2** 空调水管、空调凝结水管不应穿越藏品库房，也不宜穿越展陈区域；

**3** 藏品保存场所的采光口、通风洞等，应依据安全防护要求，设置实体防护装置。

**【条文说明】** 藏品保存区域的空调通风等系统设计，要从避免藏品受人为破坏的角度来考虑。

**1** 无关的空调通风管线不应穿越藏品房间：一是避免管线孔洞、套管等影响库房的密封性，产生污染、虫害等可能，较大的风管留洞、通风竖井等还有可能产生安全隐患；二是无关系统发生故障可能损害藏品，检修人员进入藏品房间影响藏品安全等。

**2** 空调水管、空调凝结水管若穿越藏品库房和展陈区域，可能发生影响藏品安全的漏水隐患，展陈区域确需穿越时，应采取有效措施，严防漏水、漏汽。

**3** 对藏品保存场所的较大洞口采取安全防护措施，避免造成失窃的安全隐患。

**6.1.3** 冷热源、空调通风等机房的位置，不宜紧邻声环境要求较高的房间；当必须靠近时，应采取隔声、吸声以及隔振措施。

**【条文说明】** 博物馆内的展厅、多媒体展示区、学术报告厅、文物修复室和研究室等区域或房间对声环境要求较高。

**6.2 冷热源**

### **6.2.1** 博物馆建筑空调系统冷热源，应根据博物馆建筑物的用途、规模、使用特点、负荷变化情况、参数要求，以及所在地区气候条件与能源状况等，经过技术经济比较后确定。宜优先采用包含太阳能、地源热泵和空气源热泵等可再生能源的多能互补冷热源系统。

**【条文说明】** 一般来说，集中式布局的大中型规模及其以上博物馆宜设置集中水系统空调，其冷热源包含冷水机组、冷热水热泵机组、热水锅炉、吸收式冷热水机组，以及市政热力等。分散式布局的博物馆建筑群和集中式布局的中型规模及其以下博物馆可设置冷媒直膨式空调系统、多联机空调系统、溶液调湿空调系统或其它分散式空调设施。根据《博物馆建筑设计规范》JGJ66，博物馆按建筑规模分类如表6.2.1。

冷热源设备的选择与配置，应能适应博物馆建筑冷热负荷全年变化，从而进行灵活高效调节的要求。例如，可以分析得出全年建筑空调负荷的概率区间，选择一台适合最小负荷概率区间的冷热源机组，满足系统最小负荷时的使用需求，提高能源利用效率。

在技术经济合理的情况下，为落实国家双碳战略目标，尽可能多的采用太阳能、地热能、空气能等可再生能源，提高可再生能源利用率，降低建筑碳排放。博物馆建筑对藏品保存环境的保证率较高，当可再生能源不能保证连续供冷供热时，应设置辅助冷热源。

表6.2.1 博物馆建筑规模分类

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑规模类别 | 总建筑面积（m2） |
| 特大型馆 | ＞50000 |
| 大型馆 | 20001~50000 |
| 大中型馆 | 10001~20000 |
| 中型馆 | 5001~10000 |
| 小型馆 | ≤5000 |

### **6.2.2** 藏品库房的空调冷热源宜单独设置，具备全天候24h不间断供冷供热能力。当技术经济合理时，藏品库房可与陈列展览区、公众集中活动区和业务办公区等其他空调区域共用冷热源系统。特别珍贵物品藏品库的空调系统冷热源应设置备用机组。

**【条文说明】** 藏品库房空调系统应全天候24小时连续运行，保证藏品的保存环境稳定。陈列展览区、公众集中活动区和业务办公区等区域空调系统一般为工作日非连续运行。需要注意的是，部分陈列展览区按工艺要求也需全天候24小时连续运行。共用冷热源须考虑统一冷热水温度是否满足各末端需求，如何使冷热源设备在部分负荷时高效运行等问题，需要进行技术经济合理性分析确定。藏品库房单独设置冷热源或与其他空调区域共用冷热源，珍品库房的冷热源均应具有备用机组的条件，保证藏品的保存安全。

### **6.2.3** 集中式空调系统的供热热源可采用城市和工业余热、城市或区域热网、热泵或其他清洁能源。对于恒温恒湿空调系统的加湿和再热热源，可采用电直接加热加湿方式；当恒温恒湿空调系统的除湿装置采用转轮除湿时，其再生热源可采用电辅助加热或热水加热；当恒温恒湿空调系统采用溶液调湿装置时，其再生热源可利用热泵冷凝热。

**【条文说明】**有可供利用的城市和工业余热的区域，热源宜采用城市和工业余热；有城市或区域热网时，集中式空调系统的供热热源宜采用城市或区域热网；在国家双碳政策支持下，宜利用地热能、地源热泵、空气源热泵等可再生能源供热，当采用可再生能源受到气候等原因的限制无法保证时，应设置辅助热源。

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，工艺性空调，当室温允许波动范围小于±1.0℃时，送风末端宜采用电加热器。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015规定。室内或工作区的温度控制精度小于0.5℃，或相对湿度控制精度小于5％的工艺空调系统，允许采用电直接加热设备作为供暖热源。冬季无加湿蒸汽源，且冬季室内相对湿度控制精度要求高的建筑允许采用电直接加热设备作为空气加湿热源。极低温低湿场所须采用转轮除湿，电辅助加热是最常见的再生热源形式，使用时需要特别注意节能设计。例如，可以采用智能控制系统来控制加热时间和温度，以减少不必要的能源消耗。同时，也可以考虑采用其他形式的再生热源，如利用工业余热或废热作为热源，这样可以实现能源的循环利用，提高能源利用效率。

溶液调湿方式通过调整溶液的浓度和温度，可以将任何状态的进风空气直接处理到所要求的送风点，除湿处理后的温度高于冷却除湿方式，可以消除再热的需求。对于溶液除湿工况来说，采用热泵冷凝热再生即可满足要求，不需要电加热或高温蒸汽作为再生热源。对于溶液加湿工况来说，采用热泵加热溶液即可实现对空气的加热加湿，与电加热加湿相比，能耗更低。

### **6.2.4** 采用四管制的空调水系统且有再热需求的恒温恒湿空调系统，或采用有再热需求的冷媒直膨式恒温恒湿空调系统，当技术经济合理时，宜采用空调冷凝热回收技术提供再热热源。

**【条文说明】** 经济技术论证合理时，采用四管制的空调水系统可以回收冷机的冷凝热，以热水为介质供给恒温恒湿空调末端再热热源。近年来，带冷凝热回收的冷媒直膨式空调机组的研发和应用日趋成熟，可以冷媒为介质供给空调末端再热热源。结合博物馆藏品恒温恒湿保存环境的特殊应用场景，冷凝热回收的大量利用将极大地降低空调能耗和运行费用。

### **6.2.5** 空调冷热源及其附属设备的性能系数，应符合现行国家标准相关规定。

**【条文说明】** 电动蒸汽压缩式冷水机组的性能系数（COP）和综合部分负荷性能系数（IPLV）、多联式空调机组综合部分负荷性能系数（IPLV）和全年性能系数（APF）、恒温恒湿空调机组的制冷季节能效比（SEER）和全年性能系数（APF）、直燃型溴化锂吸收式机组的性能系数、锅炉的热效率、循环水泵效率、房间空调器性能系数等应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736及《公共建筑节能设计标准》GB50189的相关规定。

### **6.2.6** 锅炉房、制冷机房、冷却塔等可能对藏品安全构成威胁的建筑、用房或设施，应远离藏品保存场所布置。

**【条文说明】** 博物馆冷热源机房及设施，包括锅炉房、制冷机房、冷却塔等的制冷机组、锅炉、水泵、冷却塔等设备会产生振动、噪音，这些设备设施还会有大量泄水且运行时漏水风险大，因此要远离藏品库房，尤其是珍品库房和展厅。

**6.3 空调水系统**

### **6.3.1** 采用冷水机组直接供冷时，空调冷水供水温度不宜低于5 ℃，供回水温差不应小于5 ℃；有条件时，宜适当增大供回水温差。当冷水机组直接为低温低湿场所供冷时，空调冷水供水温度可低于5 ℃，但不应低于3 ℃。

**【条文说明】** 舒适性空调冷水机组供冷温度和温差应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的要求。博物馆低温低湿场所主要包含藏品库房和全室低温低湿的展厅，其空调机组的冷冻水一般小于5℃，但不应低于3℃，因为此时的机组制冷效率下降较多，运行不经济且易发生故障。

### **6.3.2** 博物馆的陈列展览区、公众集中活动区和业务办公区等区域，当仅需按季节进行供冷和供热转换时，应采用两管制的空调水系统；当部分区域的空调系统需全年供冷，而其他区域仅要求按季节进行供冷和供热转换时，可采用分区两管制空调水系统。有再热需求的恒温恒湿空调系统，宜采用四管制空调水系统。

**【条文说明】** 在同一季节的空调冷热需求相同的博物馆应采用两管制空调水系统，运行管理简单。现代大型博物馆内区较大，人员密集时需全年供冷，分区两管制空调水系统可以满足要求；若各朝向在过渡季节有不同冷热需求，宜设置四管制空调水系统，采用分区两管制空调水系统的运行控制较为复杂。有再热需求的恒温恒湿空调系统，宜结合冷源的冷凝热回收技术或利用其他废热设置四管制空调水系统。

### **6.3.3** 空调水系统应保证水力平衡，循环水泵的耗电输冷（热）比等应符合现行国家标准相关规定。

**【条文说明】** 空调冷热水系统的设计应进行水力平衡计算，并应优先通过调整管径实现并联环路之间压力损失相对差额的计算值达到最小；当调整管径不能满足要求时，可在支环路上设置适用的水力平衡装置，但不应增加系统总阻力。循环水泵的耗电输冷（热）比应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的要求。

### **6.3.4** 藏品库房的空调水系统，应设置备用泵。藏品库房的恒温恒湿空调水系统，宜设置独立环路。特别珍贵物品藏品库的空调系统，对于部分故障率较高的阀门，宜设置旁通阀。

**【条文说明】** 为提高藏品库房空调环境的安全性，其水系统应设置备用泵。若藏品库房为恒温恒湿空调环境时，其水系统宜设置独立环路，避免大系统波动或泄漏影响库房温湿度精度。珍品库房空调水系统的故障率较高的阀门（如流量平衡阀、压差平衡阀、一体阀等电动阀），宜设置旁通阀，在其故障时切换，以提高系统可靠性。

**6.4 空调通风系统**

### **6.4.1** 博物馆建筑的下列空气调节区域宜分别或独立设置空气调节系统：

**1** 使用时间不同；

**2** 温湿度基数和允许波动范围不同；

**3** 对空气的洁净要求不同；

**4** 噪声标准要求不同，以及有消声要求和产生噪声的空调区；

**5** 需要同时供热和供冷的空调区。

**【条文说明】** 本条文基本沿袭《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定，按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的要求补充了噪声标准不同的区域宜独立设置空调末端系统，可以降低局部降噪的成本，同时各区域空调独立运行维护简单，有利于节能。博物馆内建筑功能复杂，空调系统设计应进行合理分区，对藏品库房、对外展览用房、业务和技术用房、办公用房、附属用房等宜分别设置空调系统。

### **6.4.2** 展厅空调系统应根据展品工艺要求进行设计，并满足下列要求：

**1** 展示无温湿度精度要求藏品的展厅，宜设置舒适性空调系统；

**2** 展示对温湿度较敏感藏品的展厅，宜设置舒适性空调系统以及展柜恒温恒湿空调机组；

**3** 展示大型珍贵书画或青铜器等对温湿度较敏感藏品的展厅，可设置全室恒温恒湿空调系统。

**【条文说明】**展厅是博物馆建筑内用能较大的场所，其空调系统设计有很大的节能潜力。应以展品的工艺要求为目标，结合展柜的形式设置不同的空调系统。

**1** 无温湿度精度要求的展品一般包括非珍贵藏品和对温湿度不敏感的藏品，前者可不设置展柜，后者一般设置普通展柜。展厅空调系统主要为满足观众的舒适性要求，因此，通常展厅温湿度参数为舒适性空调参数或略低（如24℃/50％）。

**2** 对温湿度较敏感的藏品，宜优先设置满足观众的舒适性空调系统和藏品局部微环境的恒温恒湿展柜空调机组，可以将两种环境参数需求有效隔绝，极大节约了展厅空调系统能耗。但是，展厅设置大量展柜恒温恒湿空调机组对运行维护的要求很高，设计阶段应考虑展柜空调机组的用电、补水和冷凝水排除等条件。

**3** 展示大型珍贵书画或青铜器等对温湿度较敏感的藏品时，由于大尺寸展柜不常见或造价昂贵，展厅可设置全室的恒温恒湿空调系统，室内温度较低（22℃±1℃），国外策展公司常有此要求。该系统的观众舒适性较差，人员数量变化还会引起室内温湿度波动大，导致限流。有条件时应尽量避免此做法，造价和能耗都很高。

### **6.4.3** 藏品库房的温湿度要求应依据藏品类别的材质确定，其空调系统设计应满足下列要求：

**1** 藏品库房的空调系统宜独立设置，或可局部设置小型温湿度调节设备；

**2** 温湿度波动范围要求严格的藏品库房、藏品技术用房，宜采用恒温恒湿空调系统；

**3** 当室内温度允许波动范围小于±1.0℃时，送风末端宜设置精调加热器或冷却器；

**4** 地下藏品库房与土壤接触的封闭外廊和夹层，宜设置机械通风设施。低温低湿藏品库房的缓冲间和封闭外廊，宜设置空调系统。

**【条文说明】** 本条文部分沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019的规定。

**2** 恒温恒湿空调系统一般以较小送风温差和较大的循环风量，辅助良好的气流组织形式来实现，消耗的能量亦较大，设计时应严格按需设置。

**3** 精调加热器或冷却器应放置于库房外，宜放置在库房区的空调机房内。

**4** 由于外围护结构的渗透作用，地下藏品库房与土壤接触的封闭外廊和夹层内易产生大量热湿空气，设置机械通风系统可以更好地保障库房内的温湿度环境，尤其是恒温恒湿库房。机械通风系统应保持该区域的负压环境，与库房内的正压环境形成一定的压力梯度。同理，为保证低温低湿藏品库房的温湿度精度要求，其相邻的缓冲间和封闭外廊宜设置空调系统，尽量减少外部环境的扰动。空调系统的设计参数宜参照舒适性空调环境。

### **6.4.4** 博物馆建筑内使用樟脑气体防虫和液体浸制的标本库房，其空调和通风系统应独立设置。

**【条文说明】** 本条文沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定。

### **6.4.5** 博物馆的陈列展览区、藏品库区和公众集中活动区，宜采用全空气空调系统；办公、业务和技术用房，可采用风机盘管加独立新风系统、采用多联机空调系统，或其他局部式分散空调设施。

**【条文说明】** 在《博物馆建筑设计规范》JGJ66的基础上，补充推荐了办公、业务和技术用房等适宜采用的空调末端，当设置集中空调水系统时可采用风机盘管加独立新风系统，当未设置集中空调水系统时可采用多联机空调系统或其他局部式分散空调设施。

### **6.4.6** 藏品库房的加湿和除湿工艺应符合以下规定：

**1** 藏品库房的空调系统宜采用电加湿、干蒸汽加湿或湿膜加湿方式；

**2** 收藏皮革、皮毛、照片及胶片、古籍等藏品的低温低湿库房，不应采用冷冻除湿方式进行除湿；

**3** 绝对含湿量小于6g/kg的藏品库房，其空调系统不应仅采用以水为冷媒的冷冻除湿方式；

**4** 采用溶液除湿或转轮除湿装置除湿时，除湿剂再生过程中产生的高温高湿废气应直接排至室外；

**5** 有小时相对湿度波动变化率要求的藏品库房，可增设移动式除湿机；

**6** 室外空气极端温湿度较高的地区，宜设置独立新风机组对新风进行预处理。

**【条文说明】** 对藏品库房空调系统来讲，除湿工艺较加湿更为复杂。常见的人工空气除湿方式有冷却除湿、溶液除湿、固体除湿等，经过处理后空气的极限含湿量分别为：8 g/kg（冷媒为6 g/kg）、2 g/kg和1 g/kg。每一种除湿方式都有自身的特点，设计应根据房间功能要求以及这些设备的特点、能源要求和适用范围等因素确定。为达到运行节能的目的，当非干燥地区具有自然冷源条件（如：地源水、冷却塔蒸发冷却水等），或系统具有高温冷源、排风热回收装置时，也应充分结合利用，组合成多种除湿处理模式。

**1** 设置空调系统的藏品库房和展厅相对湿度日波动值较小，电热式加湿是可靠稳定的加湿调节方式。有蒸汽源时，宜采用干蒸汽加湿器，加湿蒸汽的压力宜为0.05~0.07MPa，但需要配置高质量、高可靠性和响应速度快的电动调节阀和控制器。随着技术的进步，通过合理的设计和布置，湿膜加湿能够在较大的空间内实现较为均匀稳定的湿度分布，可以满足恒湿需求。

**2** 低温低湿藏品库房送风含湿量一般较小，采用冷水或冷媒冷冻除湿的方式均不能满足需求，一般需采用溶液除湿或转轮除湿方式。

**3** 有低湿环境要求的空气调节区，宜采用冷却除湿与其他除湿方法对空气进行联合除湿处理。如采用空调机组集成冷水和冷媒双冷源盘管的冷冻除湿方式，充分利用冷水系统运行高效的特点，极大节约空调能耗。

**5** 当设置于室内温度参数精度控制要求不高的空调区，可采升温型除湿机；当室内温度参数精度要求较严格时，宜采用恒温型或调温型。

**6** 由于新风的引入，高温高湿地区藏品库房的环境温湿度受室外气候影响较大。过去对恒温恒湿型或对相对湿度有上限控制要求的空调系统，几乎都是采用新风和回风先混合，然后经降温去湿处理，实行露点温度控制加再热式控制。这必然会带来大量的冷热抵消，导致能量的大量浪费。设置独立的新风机组预处理可以在一定程度上对温湿度实现解耦控制，避免因再热而引起的冷热抵消。

### **6.4.7** 在设置全空气空调系统的大型藏品库房区内，各库房的相对湿度应具备可微调功能。

**【条文说明】** 规模较大的博物馆一般设置大型藏品库房区，库区内收藏各种材质的藏品。为提高库区的使用效率，可以将同一全空气空调系统内的不同材质藏品，按相对湿度可调幅度纳入同一系统区域。

为微调库房内的相对湿度，各库房入库前支风管上常设置电再热器，一般提供1~2 ℃的温升发热量，可以微调相对湿度5％左右，不同的负荷特性调节量不同。其优点为调节精度高，发热迅速稳定；缺点为设置在库区内，有火灾隐患，对运行管理要求高。另外，为相对湿度单向调节措施，即往相对湿度减小的方向调节，且在热湿比较大或室内温度低的情况下，基本不能微调相对湿度。

为规避火灾隐患，可以采用调节末端风量的方法。在保证各库房送风温差范围为6~9℃的条件下，调节后库内温度范围为18.5~21.5℃（设计温度为20℃），相对湿度调节量范围为-4~+4％（与温度同向变化），可以将部分硅酸盐、岩石、纸质藏品和部分牙骨标本混藏（同一系统不同库，纸质和牙骨温度需求低于前者）。但如果采用热水再热，该方法不能弥补空调机组热水再热盘管的热惰性引起的响应慢的缺点，建议在集中冷水+电热或冷媒再热系统中采用。

### **6.4.8** 展厅空调应采用高效节能的气流组织形式，送风宜采用竖壁贴附通风方式。

【条文说明】竖壁贴附通风是送风气流沿墙壁等竖直壁面流动的贴附通风方式。该气流组织形式融合了传统混合通风和置换通风的优势，它以消除工作区负荷，保障控制区环境为目标，是一种高效节能的通新型风气流组织模式。该技术应用于展厅等人员密度较大的高大空间，具有较高的空气品质和通风效率。其节能性主要体现在以下两点：一是在房间高度方向具有温度分层，送风只保证人员区舒适度，上部区域温度不控制，送风提供冷量小于全室空调冷负荷；二是由于康达效应的“扶持”，送风风速衰减缓慢，热质交换均匀，送风阻力小于混合通风，进而送风机压头较小耗电少。

### **6.4.9**珍贵藏品的恒温恒湿空调系统设计，应采取适宜的送风温差或换气次数，必要时应采用计算流体动力学（CFD）的方法进行分析并确定取值。

**【条文说明】** 恒温恒湿空调设计一般根据气流组织形式，采用规范推荐的送风温差。例如，《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736推荐上送风方式的夏季送风温差如表6.4.9-1和表6.4.9-2所示，相关研究推荐的工艺空调的换气次数如表6.4.9-3所示。近年来，随着对气流组织的不断深入研究，出现了竖壁贴附射流和曲面贴附射流等新型气流组织形式，必要时应采用计算流体动力学的手段来分析合理的送风温差取值。

**表6.4.9-1舒适性空调的送风温差**

|  |  |
| --- | --- |
| 送风口高度(m) | 送风温差(℃) |
| ≤5.0 | 5~10 |
| ＞5.0 | 10~15 |

**表6.4.9-2工艺性空调的送风温差**

|  |  |
| --- | --- |
| 室温允许波动范围(℃) | 送风温差(℃) |
| ＞±1.0 | ≤15 |
| ±1.0 | 6~9 |
| ±0.5 | 3~6 |
| ±0.1~0.2 | 2~3 |

**表6.4.9-3工艺性空调的换气次数**

|  |  |
| --- | --- |
| 室温允许波动范围(℃) | 每小时换气次数(h-1) |
| ±1.0 | 5（高大空间除外） |
| ±0.5 | 8 |
| ±0.1~0.2 | 12 |

另外，规范同时建议宜加大送风温差，因为通常认为较大的送风温差更有利于空调系统节能。然而，除了要满足保存环境处于稳定状态空间时的恒温恒湿效果，还需要关注空调送风参数波动对环境温湿度的动态影响，环境温湿度对外扰的响应也是衡量恒温恒湿空调系统的标准，外扰包括人员进出、灯光开关、新风温度变化等。比如对地下库房来说，最显著的因素是新风温度波动，从而引起送风温度的瞬时变化。通过文献研究可见，不同的送风温差对这种波动的响应不同，随着送风温差的增大，送风量越小，温度和湿度波动幅度越小。这也说明了采取较小送风温差和较大风量以保证珍贵藏品的恒温恒湿环境也不是最优方案。

### **6.4.10** 博物馆空调系统应设置空气过滤装置，且需符合下列规定：

**1** 库房区以及敏感藏品封闭式展区的空调系统，应依据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；

**2** 陈列展览区、藏品库区和公众集中活动区，应设置粗效和中效两级空气过滤装置；

**3** 珍品库房、书画库房，以及收藏、展示或修复对空气质量敏感藏品的库房、展厅、藏品技术用房等区域，宜优先采用室外新风稀释室内有害气体和污染物，当技术经济合理时，可采用化学过滤器。

**【条文说明】** 本条文部分沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定。博物馆空调系统应设置空气过滤装置，以滤除空气中的灰尘、有害气体和室内污染物等。

3室外新风稀释室内有害气体和污染物是常见的措施，且经济性较好。若室内有害气体和污染物浓度较大，增大新风量来稀释时其冷却或加热处理代价太大，经技术经济分析，可以采用化学过滤器。需要注意的是，每种类型的化学过滤器一般只可以去除某种特定种类的污染物。

### **6.4.11** 严寒和寒冷地区的博物馆采用集中新风的空调系统时，除排风含有毒有害高污染成分的情形外，当系统设计最小总新风量大于或等于40000m3/h时，应设置集中排风能量热回收装置。

**【条文说明】** 设置集中新风的博物馆空调系统应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015的要求。部分博物馆建筑的展厅人员较密集，空调系统使用时间长，其处理新风的冷热负荷占建筑物总冷热负荷的比例很大。为有效地减少新风冷热负荷，当技术经济比较合理时，其它气候区的博物馆空调系统也可设置集中排风能量热回收装置。

### **6.4.12** 熏蒸室应设独立机械通风系统，排气通过独立竖井排放至室外高空，且排风管道不应穿越其他用房；排风系统应安装滤毒装置，其控制开关应设置在室外。

**【条文说明】** 本条文基本沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定，补充了熏蒸后的气体应由独立竖井至室外高空排放。

### **6.4.13** 藏品技术用房、展品制作与维修用房、实验室等区域，应依据工艺要求，设置带通风柜的局部通风系统以及全室性全面通风系统，并应按工艺要求计算通风换气量。

**【条文说明】** 本条文基本沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定，并按习惯性表达方式补充了局部通风系统和全面通风系统的表述。

### **6.4.14** 博物馆建筑内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。对于有放射源的房间，其通风系统应设置防止放射源泄漏的措施。

**【条文说明】** 本条文基本沿袭了《博物馆建筑设计规范》JGJ66的规定，补充了有放射源的房间的通风系统应设置防止放射源泄漏的措施。

### **6.4.15** 装裱间、修复间应设置排风系统，且应根据气体密度分别设置上、下排风口。对于博物馆内的实验室，应对试验设备产生的有害废气进行特殊处理。

**【条文说明】** 产生有害气体的技术用房应设置排风，保持负压。例如用于包装文物的木框易释放甲醛，需设置下排风方能排除有害气体。对可能产生的有害废气进行特殊处理，满足排放标准，保障工作人员的身体健康。

### **6.4.16** 藏品库房内的藏品采用柜架存放时，风口的设置需考虑柜架对气流组织的影响。小环境空调风口、微环境调湿器风口不应直吹展柜或藏品。

**【条文说明】** 空调送风口设计要防止冷风直接吹向藏品，同时避免柜架阻挡送风气流。

# 监控与运行

**7.0.1** 博物馆空调系统应设置环境监测与设备监控系统，宜设置能耗监测系统，并应配备采用标准通信协议的传感器、控制器、执行器以及人机界面软硬件。

**【条文说明】：**不同于一般建筑的空调系统，博物馆空调系统同时服务藏品和人员，为实现藏品的预防性保护，应设置环境监测和设备监控系统。为降低空调系统能耗和运行费用，大中型规模及其以上博物馆宜设置独立的能耗监测系统或接入建筑能耗监测系统，实时记录各分项能耗数据作为能耗分析和优化运行的基础。另外，博物馆空调系统设备复杂，监控点位较多，应配备采用标准通讯协议的软硬件，满足藏品的安全保存和观众健康舒适的要求。

**7.0.2** 博物馆空调系统的环境监测与设备监控系统应符合下列规定：

**1** 环境监测与设备监控的内容可包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护、中央监控与管理等。不具备设置集中监控系统的空调系统，宜采用就地控制设备或系统；

**2** 展柜、陈列展览区和藏品库区应设置温湿度数据采集点。对污染气体和颗粒物污染敏感的藏品，应设置相应参数的数据采集点。当环境参数超出设定值时，应立即报警并记录；

**3** 应根据观众流量，对公众区域的温湿度和新风量进行自动调节，并实时监测空气中二氧化碳的含量；

**4** 应具备对熏蒸、清洗、干燥、修复等区域产生的有害气体进行实时监控的功能；

**5** 藏品库房、信息中心应设置漏水报警系统；

**6** 当空调机组设置电加热装置时，应设置送风机有风检测装置，并应在电加热段设置监测温度的传感器，有风信号及温度信号应与电加热装置实现联锁控制。当空调机组设有空气过滤装置时，应设置压差监测及报警装置，当压差达到规定值时自动报警；

**7** 应能实时采集并记录所有环境监测数据与设备运行状态，数据采集时间间隔不应超过1h，服务藏品区域的空调系统，其数据记录保存时间不应小于3年，仅服务人员区域的空调系统，其数据记录保存时间不应小于1年。

**【条文说明】：**环境监测数据较少时，环境监测可以纳入设备监控系统。当环境监测数据较多时，可以作为独立系统，但宜与设备监控系统联动。设备监控系统宜对空调设备和附属设备的运行和管理、报警并记录。直膨机组、除湿机、恒温恒湿空调机组等设备应为自带监控系统的机电一体化设备，监控的主要参数应纳入集中设备监控系统。实现对博物馆空调系统运行的全面监测，保证藏品保存安全和人员健康舒适。

**1** 环境监测和设备监控的具体内容和方式应根据博物馆建筑的功能和要求、系统类型、设备运行时间，以及工艺对管理的要求等因素，通过技术经济比较确定。

**2** 应保证所采集的藏品保存环境数据的准确和真实，陈列展览区和藏品库区建议按每100~200m2设置1个数据采集点；数据采集点设置高度一般为中心距地1.5~2.0m。特别珍贵的藏品宜按需求适当增加数据采集点位。传感器的测量精度应优于室内环境精度，环境温度要求精度±1℃时，温度传感器测量精度不低于±0.3℃；环境相对湿度要求精度±5％时，湿度传感器测量精度不低于±2％。

**3** 博物馆展厅是典型的人员密集场所，且观众流量变化较大，空调系统有较大的节能潜力。新风量调节可以依据监测的室内二氧化碳数值，也可以根据监测的人员数量变化。

**4** 产生有害气体的区域应设置有害气体报警装置，并联动配套送排风机运行。

**5** 博物馆大部分藏品应避免水患侵害，水患来源一般有暴雨灾害、地下库房外墙渗水，以及空调冷凝水等。漏水报警系统应联动强制排水设备开启。

**7** 藏品保存技术参数一般以小时作为变化的基准，数据采集时每小时记录一次即可满足要求。藏品的环境因素劣化周期较长，保存3年的数据可以有利于分析原因。

**7.0.3** 博物馆空调系统的能耗监测系统应符合下列规定：

**1** 能耗监测系统应具备对分项能耗集中监测、显示、计量、存储、能耗分析以及优化运行的功能；

**2** 博物馆的舒适性空调系统和工艺性空调系统，宜分别实施能量计量；

**3** 能耗监测数据采集时间间隔不应超过1h，存储时间不应小于1年。

**【条文说明】：** 能耗监测系统具有智能化程度高和数据采集准确性高的特点，可以减少监测工作量。能耗监测系统还可以提高系统能效评估效率，逐步提高建筑能效等级。

**1** 能耗分析功能有利于制定优化运行策略，实现系统的节能运行，降低运行费用。

**2** 博物馆舒适性和工艺性空调系统耗能的机理不尽相同，服务对象既相互独立，又有交叉的区域，两类系统的能耗均较大。对能量分别进行计量可以更清晰地进行能耗分析，从而制定各自优化运行策略。

**3** 能耗监测数据用于对空调能耗的分析，采集时间间隔可以较长，一般每小时记录一次即可。能效评估的计量周期为一年，应保存1年的数据以保证数据的完成性。

**7.0.4** 博物馆空调系统施工完成后，应进行调适。调适内容应包括单机试运转、联合运行调适和季节性验证，并出具调适报告。调适宜由第三方顾问团队全程跟踪进行，调适报告的结果应符合设计要求。

**【条文说明】：** 由于博物馆空调系统具有一定的复杂性，调适是空调系统在一定条件下规律性使用发挥效能，实现设计目标，并且安全、可靠、节能运行的关键环节。调适需要有经验的专业人员实施，宜由建设单位委托第三方调适顾问团队进行。调适工作需要一定的人力、物力和财力，因此在工程的前期阶段，应考虑调适的费用。

**7.0.5** 博物馆空调系统使用过程中，应根据功能变化情况、能耗数据、使用情况记录以及实时气象数据，动态调整运行策略。必要时，应对博物馆空调系统进行再调适，全面提高空调系统的节能优化运行和智慧运维能力。

**【条文说明】：** 博物馆空调系统使用过程中的空调负荷非规律性变化因素较多，比如，使用功能、极端气候、观众人流量等等。具体场景包括临时展厅在布展时会根据展品的类型和材质调整室内布局和装饰，藏品库房更换不同材质的保存藏品，空调系统也应根据负荷变化调整运行策略。必要时，应对空调系统进行再调适。

一般来说，只要博物馆在文物保护、环境控制、能源管理或服务质量等方面有较高的要求，并且具备一定的技术和资金条件，无论规模大小，都可以考虑采用智慧运维来提升空调系统的运行管理水平，实现更好的文物保护和运营效益。智慧运维是一种综合的运维管理理念和模式，AI（人工智能）在智慧运维中发挥着重要作用，例如通过机器学习算法进行故障预测与诊断，利用深度学习模型分析大量运维数据来发现潜在问题和优化运维策略等。但智慧运维还包括其他非AI相关的技术和手段，如通过物联网技术实现设备数据的实时采集，借助大数据技术进行数据的存储和处理，利用云计算技术提供强大的计算能力和灵活的资源调配等。这些技术相互配合，共同构成了智慧运维体系，以提升运维管理的效率和质量，保障系统的稳定运行。

# 用词说明

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”。

# 

# 引用标准名录

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

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《建筑环境通用规范》GB55016

《环境空气质量标准》GB 3095

《室内空气质量标准》GB/T 18883

《博物馆建筑设计规范》JGJ 66

**《馆藏文物保存环境质量 第1部分：指标要求》WW/T 0016.1**

**中国工程建设标准化协会标准**

**博物馆空调系统设计标准**

**T/CECS ×××—202X**

# 条文说明

**制定说明**

本标准制定过程中，编制组针对博物馆空调系统进行了广泛深入的调查研究，总结了相关设计的实践经验，通过调研讨论以及数据分析等，为本标准的制定提供了依据。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明。对条文规定的目的、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规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

**目　　次**