

ICS 91.120.40
CCS P 30
备案号：86312-2022

DB11

北京市地方标准

DB11/T 741—2021
替代 DB11/T 741—2010

文物建筑雷电防护技术规范

Technical specifications for lightning protection of heritage buildings

2021-12-28 发布

2022-04-01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 雷电防护分类.....	3
5 基本要求.....	3
6 现场勘察与风险评估.....	4
7 直击雷防护.....	4
8 雷击电磁脉冲的防护.....	8
9 防雷装置的检测与维护.....	11
附录 A（资料性）防雷图纸编制要求	12
附录 B（资料性）雷击截收面积 A_0 的确定	13
参考文献.....	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1 的规定起草。

本文件替代 DB11/T 741—2010《文物建筑雷电防护技术规范》。与 DB11/T 741—2010 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 更改或删除了部分术语（见第 3 章）；
- 更改了文物建筑防雷工程的相关流程要求（见 5.1，2010 年版 5.4、5.5）；
- 删除了不宜选用文物建筑作为电子信息系统机房（见 2010 年版 5.10）；
- 更改了雷击风险评估的相关内容（见 6.2，2010 年版 6.2）；
- 增加了接闪带应设置在文物建筑易受雷击的部位相关内容（7.1.1.3）；
- 删除了“宜优先采用避雷针”（见 2010 年版 7.2.1.2）；
- 更改了接闪带支持件的间距（见 7.1.2.1，2010 年版 7.2.2.2）；
- 更改了屋脊终端处接闪带应向外向上延伸长度（见 7.1.2.3，2010 年版 7.2.2.4）；
- 增加了屋顶固定接闪带的技术方法（见 7.1.2.4）；
- 删除了城墙类文物建筑防雷保护要求（2010 年版 7.2.2.5，该类文物建筑见 DB11/T 1142）；
- 更改了一类文物建筑引下线的横截面积（见表 4，2010 年版表 4），更改了引下线之间距离，相应减少了引下线根数（见表 5，2010 年版表 5）；
- 更改了防接触电压要求（见 7.2.1.4，2010 年版 7.3.2.4）；
- 增加引下线经过木质构件时的间距要求（见 7.2.1.7）；
- 增加了全国重点文物保护单位的建筑物宜根据条件安装符合要求的雷击计数器（见 7.2.2.4）；
- 增加了毗邻文物建筑的引下线间距要求（见 7.2.2.5）；
- 更改了文物建筑接地装置的敷设形式要求（见 7.3.1.1，2010 年版 7.4.1.1）；
- 增加了在土壤电阻率小于或等于 $3000 \Omega \cdot m$ 时冲击电阻的相关说明（见 7.3.1.5）；
- 更改了防跨步电压要求（见 7.3.1.2，2010 年版 7.3.2.4、7.4.2.2）；
- 增加了单体建筑的接地电阻不平衡度问题（见 7.3.1.7）；
- 将原来的“施工要求”部分内容移到“设计要求”（见第 7 章）；
- 将原来第 7 章、第 8 章“一般要求”内容调整到对应的章节内容中；
- 增加了在 LPZ_{0A} 与 LPZ₁ 区的界面处做防雷等电位连时雷电流分流值的计算方法（见 8.1.1.7）；
- 更改了 II 级试验的电涌保护器 I_n 的要求（见 8.2.1.4，2010 年版 8.3.1.4）；
- 删除了按国家认可的 SPD 测试机构出具的测试报告执行（见 2010 年版 8.2.2.3）；
- 更改了信号电涌保护器的选择和安装（见 8.3，2010 年版 8.3.1.5、8.3.2.6）；
- 删除了应采取抽样 1 至 2 套送有关测试机构进行性能检测（见 2010 年版 10.2.4）；
- 增加了防雷图纸的编制要求（见附录 A）；
- 增加了文物建筑雷击截收面积计算方法（见附录 B）；
- 删除了原附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E；
- 增加了参考文献。

本文件由北京市文物局提出并归口。

本文件由北京市文物局、北京市气象局组织实施。

DB11/T 741—2021

本文件起草单位：北京市气象灾害防御中心、北京市避雷装置安全检测中心、北京万云安德防雷工程有限公司、北京市文化遗产研究院、北京市文物建筑保护设计所。

本文件主要起草人：陈海量、李京校、房志玲、宋平健、霍沛东、俞勇佩、符琳、张涛（北京市避雷装置安全检测中心）、张仲、王浩、张涛（北京市文化遗产研究院）、黎冬青、葛怀忠、范磊、郝继伟、李如箭、李国伟、董雪莹、朴文。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

DB11/T 741—2010。

文物建筑雷电防护技术规范

1 范围

本文件规定了文物建筑雷电防护分类、基本要求、现场勘察与风险评估、直击雷防护、雷击电磁脉冲的防护和防雷装置的检测与维护。

本文件适用于北京市行政区域内文物建筑雷电防护工程的设计、施工、改造和防雷装置的检测维护。

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/T 18802.11 低压电涌保护器(SPD) 第11部分: 低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第21部分: 电信和信号网络的电涌保护器 (SPD) 性能要求和试验方法

GB/T 21431 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/T 21714.2 雷电防护 第2部分 风险管理 (IEC 62305-2, IDT)

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50104 建筑制图统一标准

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

DB11/T 634 建筑物电子系统防雷装置检测技术规范

DB11/T 1636 雷电防护装置日常维护规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

文物建筑 heritage buildings

公布为不可移动文物的建筑物和构筑物。

[来源: QX 189-2013, 定义3.1]

3.2

正脊 main ridge

庑殿顶和非卷棚的歇山、悬山、硬山顶上前后两个坡面相接处的屋脊，在屋顶的最高处。

3.3

垂脊 vertical ridge

庑殿顶自正脊两端至屋檐四角，攒尖顶自宝顶至屋檐转角处，歇山、悬山、硬山顶自正脊两端沿前后坡垂直向下的屋脊。

3.4

戗脊 sloping ridge

自歇山顶建筑垂脊下端至屋檐四角部分的屋脊。脊身与垂脊成45°，对垂脊起支戗作用。

3.5

宝顶 top of an emperor's mausoleum

中国传统建筑攒尖屋面顶面做法之一，造型多为顶座加顶珠的形式。

3.6

宝瓶 sacred vase

文物建筑正脊上砌筑的塔式造型构筑物。

3.7

垂兽 vertical ridge of animal

又称角兽，中国传统建筑屋顶垂脊上安装的主要兽件。

3.8

戗兽 sloping ridge of animal

中国传统建筑戗脊上安装的主要兽件。

3.9

防雷装置 lightning protection system; LPS

用于减少闪击击于建（构）筑物上或建（构）筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

[来源：GB 50057—2010，定义2.0.5]

3.10

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差。

[来源：GB 50057—2010，定义2.0.19]

3.11

电涌保护器 surge protective device; SPD

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[来源：GB 50057-2010，定义2.0.29]

3.12**防雷区 lightning protection zone; LPZ**

划分雷击电磁环境的区，一个防雷区的区界面不一定要有实物界面，例如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[来源：GB 50057—2010，定义2.0.24]

4 雷电防护分类

4.1 根据文物建筑的位置、结构、保护级别、雷击历史、年预计雷击次数等，将文物建筑防雷分为三类。

4.2 遇有下列情况之一，应划为第一类防雷文物建筑：

- 全国重点文物保护单位的文物建筑；
- 有雷击历史的市级文物保护单位的文物建筑；
- 预计雷击次数大于 0.05 次/a 的市级文物保护单位的文物建筑；
- 预计雷击次数大于 0.25 次/a 的区级文物保护单位的文物建筑；
- 市级文物保护单位中孤立高耸（高度不低于 15m）的碑、塔、楼、台、亭、阁等文物建筑。

4.3 遇有下列情况之一，应划为第二类防雷文物建筑：

- 市级文物保护单位的文物建筑；
- 有雷击历史的区级文物保护单位的文物建筑；
- 预计雷击次数大于 0.05 次/a，且小于或等于 0.25 次/a 的区级文物保护单位的文物建筑；
- 区级文物保护单位中孤立高耸（高度不低于 15m）的碑、塔、楼、台、亭、阁等文物建筑。

4.4 遇有下列情况之一，应划为第三类防雷文物建筑：

- 区级文物保护单位的文物建筑；
- 尚未核定公布为文物保护单位的文物建筑。

5 基本要求

5.1 雷电灾害风险评估及防雷工程设计前，应对现场进行勘察。根据现场勘察和风险评估结果，进行文物建筑防雷工程的设计和施工。

5.2 文物建筑的雷电防护不应影响文物建筑的整体风貌，防雷装置设计应遵循最小程度干预的原则，防雷装置安装应具有可逆性。

5.3 防雷装置的设计和施工宜与文物建筑修缮的设计和施工同步进行。防雷装置设计图应规范完整，符合 GB/T 50104 的要求，防雷图纸编制要求参见附录 A。

5.4 防雷装置施工过程中，各连接导体的电气连接应可靠。地面以上部分连接宜采用夹接、焊接或放热焊接；地下或在不易检测维护和观察部位的导体连接应采用焊接或放热焊接，采用焊接时应在焊缝处做防腐处理。

5.5 安装的接闪器、引下线和各种金属构件进行固定时，应考虑金属构件的热胀冷缩，留有余量。

5.6 文物建筑施工修缮期间应采取临时防雷措施。

5.7 文物保护单位内的售票处、餐厅等非文物建筑防雷可按 GB 50057 要求执行。

6 现场勘察与风险评估

6.1 现场勘察

6.1.1 现场勘测主要包括以下内容：

a) 文物建筑所在区域的地理位置、地质地貌、土壤电阻率、环境等条件和雷击历史；

b) 文物建筑的高度、面积、屋顶形式；单体建筑与周围建筑、构筑物的四至距离、地面状况；文物建筑本体结构、材料等；文物建筑防雷装置现状情况；

注：四至距离：单体被保护建筑与其四周邻近建筑、构筑物、道路等标志物之间的直线距离。

c) 文物建筑内电气、电子设备位置、数量，进入建筑物的管线敷设方式以及低压电气、电子接地型式；

d) 需要进行地面开挖、加装防雷装置、铺设管线等，应对文物建筑的结构形式、构造特征和结构承载力等方面进行勘察；

e) 雷雨季节游人的数量、活动范围、主要人员通道、出入口的位置及文物管理、使用部门的特殊要求等。

6.1.2 现场勘测应获取以下资料：

a) 由当地气象台提供的有关天气气候、雷电活动规律等资料；

b) 由文物部门或文物使用单位提供的建筑、结构等图纸、文字、照片及相关资料。

6.1.3 根据现场勘测的内容及获取的相关资料，编制勘察报告。

6.2 雷击风险评估

6.2.1 雷击风险评估时，应计算人员生命损失风险和文化遗产损失风险，并计算安装防雷装置后的雷击风险，以及防雷装置对文物建筑的保护有效率。

6.2.2 按 GB 50057 给出的方法计算年预计雷击次数，其中雷击截收面积计算方法参见附录 B。

6.3 防雷装置对文物建筑影响的评估

对文物建筑的防雷设计、施工方案进行评估时，重点评估防雷装置的材料、重量及安装工艺对文物建筑结构、景观和环境的影响。评估内容包括：

——结构承载力；

——施工材料伸缩性；

——材料污染性；

——可逆性；

——外观形状、色调。

7 直击雷防护

7.1 接闪器

7.1.1 设计要求

7.1.1.1 接闪器可由下列的一种或多种组成：

——直接装设在文物建筑上的接闪杆、接闪带或接闪网；

——独立接闪杆；

——架空接闪线或架空接闪网。7.1.1.2 文物建筑应处于接闪器的保护范围之内，接闪器的保护范围应采用 GB 50057 所规定的滚球法计算。文物建筑防雷类别与滚球半径对应数值应符合表 1 的要求。

表1 文物建筑防雷类别与滚球半径对应数值

单位为米

文物建筑防雷类别	第一类防雷文物建筑	第二类防雷文物建筑	第三类防雷文物建筑
滚球半径	35	45	60

7.1.1.3 接闪带应设置在建筑物易受雷击的部位，并符合下列要求：

a) 平屋面：应在女儿墙、屋檐等部位安装接闪带，接闪带应闭合成环状；

b) 坡度不大于 10%的屋面：应在垂脊、戗脊、屋檐、檐角等部位安装接闪带；

c) 坡度大于 10%且小于 50%的屋面：应在正脊、垂脊、戗脊、屋檐、檐角等部位安装接闪带；

d) 坡度不小于 50%的屋面：应在正脊、垂脊、戗脊、檐角等部位安装接闪带；

e) 对于 c)、d) 项，应根据文物建筑所处的地形特点，如平坦地面或山顶、山坡、陡峭的山石、台阶，当屋檐处于屋脊接闪带的保护范围内时屋檐可不设接闪带，当屋檐不在屋脊接闪带的保护范围内时屋檐应加装接闪带。

7.1.1.4 接闪网应覆盖需要被保护的整个屋面，接闪网格的尺寸应符合表 2 的要求。

表2 接闪网格尺寸

单位为米

文物建筑防雷类别	第一类防雷文物建筑	第二类防雷文物建筑	第三类防雷文物建筑
接闪网网格尺寸	$\leq 8 \times 8$ 或 $\leq 6 \times 10$	$\leq 10 \times 10$ 或 $\leq 12 \times 8$	$\leq 20 \times 20$ 或 $\leq 24 \times 16$

7.1.1.5 文物建筑顶部的金属宝顶、铁刹等金属脊件应在其上部或旁边加装接闪杆，其底座应与接闪带连接。正脊、垂脊、戗脊上有突出脊兽时，接闪带敷设到此处应加高或加装接闪杆。屋顶本体上其他大尺寸金属构件应与防雷装置连接。

7.1.1.6 文物建筑本体外的接闪杆与文物建筑的水平距离不宜小于 3m，选址应回避地下文物遗存。

7.1.1.7 处于山顶或孤立且高度超过 30m 的古塔，除在塔顶、顶层檐设置接闪装置外，从顶层檐向下至 30m 处，每两层檐加装连接成环状的接闪带。

7.1.1.8 建筑高度 15m 以下需单独保护的碑、塔、楼、台、亭、阁等孤立的文物建筑，宜采用避雷塔（杆）进行保护。

7.1.1.9 接闪器材料和尺寸的选择应符合表 3 的要求。第一类防雷文物建筑的接闪器宜采用铜材。

表3 接闪器材料和尺寸

接闪器材料	接闪杆直径/mm	接闪带	接闪网	架空接闪线
铜	1m 以下：Φ14 1m~2m：Φ18	圆铜：Φ ≥ 8 mm 扁铜：截面积 ≥ 50 mm ²	圆铜：Φ ≥ 8 mm 扁铜：截面积 ≥ 50 mm ²	≥ 50 mm ² 的钢芯铜绞线
钢	1m 以下：Φ12 1m~2m：Φ16	圆钢：Φ ≥ 10 mm 扁钢：截面积 ≥ 50 mm ²	圆钢：Φ ≥ 10 mm 扁钢：截面积 ≥ 50 mm ²	≥ 50 mm ² 的镀锌钢绞线
接闪器采用扁铜或扁钢时，其厚度应不小于 4mm。				

7.1.1.10 对于外型特殊的文物建筑，如藏式佛塔、清真寺等，接闪器的设计造型、色调及安装工艺应与文物建筑外观形式和风格相协调。

7.1.1.11 当文物建筑不需要安装防雷装置，但周围 5m 范围内树木高于文物建筑或树冠距文物建筑不足 2m 时，应对树木或树冠采取防雷措施。

7.1.2 施工要求

7.1.2.1 在金属宝顶、铁刹顶部安装的接闪杆，宜从宝顶底座处对称引上不少于 2 根金属支撑杆且在顶部连接在一起，从连接处连接短接闪杆。支撑杆应与宝顶底座可靠连接。宝顶、铁刹周围 3m 以内的金属构件宜与其就近等电位连接。

7.1.2.2 接闪带若采用圆铜或圆钢，其支持件应将接闪带可靠固定并不得对文物建筑造成损坏，支持件的间距为 0.5m~1.0m。

7.1.2.3 正脊上的接闪带可采用扁铜或扁钢，在有吻兽、垂兽、戗兽的正脊、垂脊、戗脊上，接闪带应沿其轮廓随形钝角弯曲。屋脊终端处接闪带应向外向上延伸不小于 150mm。

7.1.2.4 在屋檐处设置的接闪带，其高度不宜高于房檐顶 50mm，固定接闪带的支架支撑杆应垂直于水平面或采用三角形结构的支架。

7.2 引下线

7.2.1 设计要求

7.2.1.1 引下线可采用圆铜或扁铜、圆钢或扁钢，宜优先采用圆铜或扁铜。引下线选用材料及规格应符合表 4 的要求。第一类防雷文物建筑的引下线宜采用铜材。

表4 引下线材料规格

材料	圆铜	圆钢	扁铜	扁钢
规格 ^a	$\Phi \geq 10\text{mm}$, $\Phi \geq 8\text{mm}$	$\Phi \geq 12\text{mm}$, $\Phi \geq 10\text{mm}$	截面积 $\geq 78.5\text{mm}^2$, 截面积 $\geq 50\text{mm}^2$	截面积 $\geq 113\text{mm}^2$, 截面积 $\geq 78.5\text{mm}^2$
第一类、二类防雷文物建筑选用扁铜时，其厚度应不小于 3mm，而选用扁钢时，其厚度应不小于 2.5mm。				
^a 该行前者为第一类防雷文物建筑应选参数，后者为第二类、第三类防雷文物建筑应选参数。				

7.2.1.2 单体建筑接闪器的引下线不应少于 2 根，并宜沿文物建筑四周均匀或对称分布，其平均间距宜满足表 5 的要求。对于方形文物建筑，当引下线多于 2 根时宜在四角位置附近敷设，引下线应以最短、弯路最少为宜。

表5 引下线平均间距要求

单位为米

文物建筑防雷类别	第一类防雷文物建筑	第二类防雷文物建筑	第三类防雷文物建筑
平均间距	≤ 18	≤ 25	≤ 25

7.2.1.3 引下线与接闪器、接地装置应可靠连接。

7.2.1.4 引下线、接地线等外露导体防接触电压应符合下列规定之一：

- a) 用护栏、警告牌使接触外露导体的可能性降至最低限度；

b) 人员通过或停留的地面、台明、城台等部位向上 2.7m 的外露导体用耐 1.2/50 μ s 冲击电压 100kV 的绝缘层隔离，或用至少 3mm 厚的交联聚乙烯层隔离；

c) 引下线 3m 范围内土壤地表层的电阻率不小 50 $k\Omega \cdot m$ ，或敷设 50mm 厚沥青层或 150mm 厚砾石层。

7.2.1.5 采用多根引下线时，宜在各引下线上距地面 0.3 m~1.8 m 之间装设断接卡。断接卡处保护管宜设置活动连接头，便于露出断接卡进行检测。

7.2.1.6 在易受机械损伤部位，地面上 1.7m 至地面下 0.3m 接地线应采取防机械损伤措施。防机械损伤应采用暗敷或采用镀锌角钢、改性塑料管或橡胶管等加以保护。当对引下线同时采取防接触电压和防机械损伤措施时，防机械损伤措施应设置在防接触电压之外。

7.2.1.7 当引下线经过木质构件时，与木质构件的间距应不小于 100mm。当小于 100mm 时，引下线的横截面积应不小于 100mm²。

7.2.2 施工要求

7.2.2.1 引下线间距不满足表 5 要求的，宜根据文物建筑的特点、景观要求、接地装置的位置合理选择和布设引下线，并适当加大引下线截面积，详见表 4。引下线宜敷设在隐蔽处或游人不易触及到的部位。引下线敷设时，应根据文物建筑的轮廓弯曲，弯曲角度不应小于 90°。

7.2.2.2 引下线宜选择抹灰墙体进行安装，并经最短路径接地，裸露部分应作绝缘处理。当难以避免需要在木质构件上敷设引下线时，引下线的支架应采用隔热层与木质构件之间隔离。

7.2.2.3 文物建筑的金属防鸟网、金属管道等，当其无法与防雷装置作绝缘隔离时，应与防雷装置做等电位连接。

7.2.2.4 全国重点文物保护单位的建筑宜根据条件，在较高大的突出的建筑引下线上安装 1 个符合要求的雷击计数器。

7.2.2.5 对毗邻的文物建筑，接闪带宜相互连接，应按表 5 要求统筹考虑引下线条数，满足平均间距的要求，每栋文物建筑不应少于 1 根引下线。

7.3 接地装置

7.3.1 设计要求

7.3.1.1 文物建筑接地装置宜采用独立接地体。当冲击接地电阻值达不到表 7 要求时，可采用围绕文物建筑形成闭合环形的接地装置。垂直接地体距文物建筑基础、外墙体或散水外不宜小于 1m。

7.3.1.2 防跨步电压应符合下列规定之一：

- a) 用护栏、警告牌使进入距引下线 3m 范围内地面的可能性减小到最低限度；
- b) 用网状接地装置对地面作均衡电位处理；
- c) 同 7.2.1.4 条 c) 款。

7.3.1.3 接地装置当采用扁铜、热镀锌钢材时，其材质应和引下线材质相同，材料规格应符合表 6 的要求。在腐蚀性较强的土壤中，应采取热镀锌等防腐措施或加大材料的截面积。

表6 接地装置材料规格

单位为毫米

材质种类	扁铜	圆钢	扁钢	角钢	钢管	铜包钢
规格	截面积 $\geq 30 \times 3$	$\Phi \geq 10$	截面积 $\geq 40 \times 3$	$\angle 50 \times 50 \times 3$	$\Phi \geq 25$; 壁厚 ≥ 3	$\Phi \geq 10$

7.3.1.4 埋于土壤中的接地引线长度不应大于 $2\sqrt{\rho}$ m, ρ 为土壤电阻率, 单位 $\Omega \cdot m$, 每一独立接地装置的冲击接地电阻值宜满足表7要求。

表7 每一独立接地装置冲击接地电阻值要求

单位为欧姆

文物建筑防雷类别	第一类防雷文物建筑	第二类防雷文物建筑	第三类防雷文物建筑
冲击接地电阻值	≤ 10	≤ 10	≤ 30

7.3.1.5 土壤电阻率大于 $300 \Omega \cdot m$ 小于等于 $1000 \Omega \cdot m$ 时, 接地装置的冲击电阻应小于等于 30Ω 。当土壤电阻率大于 $1000 \Omega \cdot m$ 小于或等于 $3000 \Omega \cdot m$, 且环形接地所包围的面积符合GB 50057规定时, 可不计及接地装置的冲击接地电阻值。

7.3.1.6 垂直接地体间的距离及人工水平接地体间的距离宜为5m, 受条件限制时可适当减小。人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于0.8m。

7.3.1.7 在土壤电阻率相近情况下, 单体文物建筑不同独立接地装置的接地阻值差异不宜超过2倍。

7.3.2 施工要求

7.3.2.1 埋于土壤中的人工垂直接地体宜采用离子接地体、电镀铜接地体、铜包钢或接地模块等材料, 也可采用热镀锌角钢、圆钢或钢管。埋于土壤中的人工水平接地体宜采用铜排、热镀锌扁钢或圆钢。

7.3.2.2 接地阻值难以达到设计要求时, 宜采用物理降阻措施, 不应采用化学降阻剂。

7.3.2.3 现场不具备条件安装较长水平接地体时, 应采用加长垂直接地体的敷设方式。

7.3.2.4 接地体应远离由于高温影响使土壤电阻率升高的地方。

8 雷击电磁脉冲的防护

8.1 屏蔽、接地和防雷等电位连接

8.1.1 设计要求

8.1.1.1 文物建筑保护范围内的电气和电子信息系统宜采用共用接地系统, 并在室内预留接地端子。接地端子经接地干线在地网中心位置直接引出, 当不满足要求时应做独立接地体, 冲击接地电阻宜小于 4Ω 。

8.1.1.2 室外低压配电线路宜采用铠装电缆或电缆穿钢管直接埋地敷设, 埋地长度宜大于15m, 在入户处应将电缆的金属外皮、钢管接到防雷等电位连接带上。光纤加强筋、金属防潮层应做好接地或等电位连接。

8.1.1.3 文物建筑内的信号线缆宜采用屏蔽电缆, 其屏蔽层应至少在两端处做防雷等电位连接或接地。当系统要求只在一端做防雷等电位连接时, 应采用两层屏蔽或穿钢管敷设, 外层屏蔽或钢管按本条前述要求处理。

8.1.1.4 穿过各防雷区界面的金属物和系统，以及在一个防雷区内部的金属物和系统均应在界面处做防雷等电位连接。

8.1.1.5 进入文物建筑的外来导电物均应在 LPZ0_A或 LPZ0_B与 LPZ1 区的界面处做防雷等电位连接，防雷区的划分见 GB 50057。当外来导电物、电力线、通信线及各种金属管道等设施在不同地点进入文物建筑时，宜设若干防雷等电位连接带，并应就近连接到环形接地体、内部环形导体或此类钢筋上。室内环形导体应每隔 5m 与接地体（含基础接地体、人工环形接地体或此类钢筋）连接一次。对各类文物建筑，各种连接导体的截面积不应小于表 8 的规定。各后续防雷区界面处也应进行等电位连接。

表8 各种连接导体的最小截面积

单位为平方毫米

材料	防雷等电位连接带之间和防雷等电位连接带与接地装置之间的连接导体	内部金属装置与防雷等电位连接带之间的连接导体
铜	16	6
铝	25	10
铁	50	16

8.1.1.6 当文物建筑内有电子信息系统时，防雷等电位连接带宜采用金属板，并与钢筋或其它屏蔽构件做多点连接。铜或镀锌钢防雷等电位连接带的截面不应小于 50mm²。

8.1.1.7 在 LPZ0_A与 LPZ1 区的界面处做防雷等电位连接用的接线夹和电涌保护器，按照 GB 50057 雷电流参数估算通过它们的分流值。当无法估算时，可按以下方法确定，并应采用估算数值的较大者：

a) 全部雷电流 I 的 50% 流入文物建筑防雷装置的接地装置，其另 50%，即 I_s 分配于引入文物建筑的各种外来导电物、电力线、通信线等设施。其中一类雷文物建筑全部雷电流 I 选取 200kA，二类 150kA，三类 100kA；

b) 流入每一设施的电流 I_i 等于 I_s/n ， n 为上述设施的个数。流经无屏蔽电缆芯线的电流 I_v 等于电流 I_i 除以芯线数 m ，即 $I_v = I_i/m$ ；

c) 对有屏蔽的电缆，绝大部分的电流将沿屏蔽层流走；

d) 尚应同时考虑沿各种设施引入文物建筑的雷电流。

8.1.2 施工要求

8.1.2.1 文物建筑内的电源线路须穿金属（钢）管敷设，应至少在线管两端处做防雷等电位连接，连接处应电气连通。

8.1.2.2 有电子信息系统的机房宜根据信息系统抗电磁干扰的性能指标，对机房采取相应的电磁屏蔽措施。在电子信息系统的机房内，各种金属箱体、壳体、机架等金属组件应做防雷等电位连接，等电位连接形式和要求应符合 GB 50057 的规定。

8.1.2.3 文物建筑防雷接地系统为围绕建筑物的环形接地体时，可就近接到环形接地体上。需作独立接地体时，该独立接地体应符合与防雷接地间的安全距离要求，两者间在地中的距离不应小于 3m。

8.1.2.4 采用局部防雷等电位连接带做防雷等电位连接时，各种屏蔽结构或设备外壳等其它局部金属物也应连接到防雷等电位连接带。

8.1.2.5 用于防雷等电位连接的接线夹和电涌保护器应分别估算通过的雷电流。

8.1.2.6 所有防静电地板、金属门框架、设施管道、电缆桥架等大尺寸的内部导体，其防雷等电位连接应以最短路径连接到最近的防雷等电位连接带或其它已做防雷等电位连接的金属物，各导体之间宜附加多次互相连接。长距离金属管道、电缆桥架等金属设施应全程电气连通。

8.2 电源电涌保护器的选择和安装

8.2.1 电涌保护器的选择

8.2.1.1 供电系统采用 TN 系统时，从文物建筑内总配电箱（箱）开始引出的配电线路和分支线路应采用 TN-S 系统。

8.2.1.2 电涌保护器应选择符合 GB/T 18802.11 和 GB/T 18802.21 要求的产品。

8.2.1.3 电源电涌保护器应选择具备失效显示功能的产品，并宜具备过流过热脱扣装置。当不具备上述功能时应加装 SPD 配套专用的过流保护装置。

8.2.1.4 户外线路进入文物建筑处，即 LPZ0_A 或 LPZ0_B 与 LPZ1 区的交界面处，配电线路的总配电箱内应装设 I 级试验的电涌保护器，电涌保护器的 U_p 值应不大于 2.5kV。电涌保护器在无法按本标准第 8.1.1.7 条计算确定的情况下，每一模式的 I_{imp} 值应不小于 12.5kA。当室外线路是穿金属管埋地引入时，总配电箱上安装的 SPD 可选用 II 级试验的电涌保护器，电涌保护器的 U_p 值应小于或等于 2.5kV，每一模式电涌保护器的 I_n 值应不小于 40kA。

8.2.1.5 靠近需要保护的设备处，即 LPZ1 和更高区的界面处，配电线路的分配电箱或插座处当需要安装电涌保护器时，电气系统宜选用 II 或 III 级试验的电涌保护器，II 级试验的电涌保护器， I_n 取值应不小于 5kA；III 级试验的电涌保护器， I_n 取值应不小于 3kA。前后级电涌保护器应满足能量配合的要求。串联在电路中的 SPD 插座或 SPD 箱的功率应满足电气设备负荷要求。

8.2.2 电涌保护器安装

8.2.2.1 电涌保护器连接导线应平直，应以最短的路径接地，其长度不宜大于 0.5m，连线的弯曲角度不得小于 90°。电涌保护器的各段连接线应连接可靠。

8.2.2.2 各级电源电涌保护器应安装在配电设备的输入端或被保护设备的输入端口。

8.2.2.3 当开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度小于 10m 或者限压型 SPD 之间的线路长度小于 5m 时，在两级 SPD 之间应加装退耦装置。当 SPD 具有能量自动配合功能时，SPD 之间的线路长度不受限制。

8.2.2.4 电源 SPD 连接线对应相线 L、中性线 N 及地线 PE 应分别采用相应颜色的多股塑铜线，各级 SPD 连线的最小截面积应符合表 9 的要求。

表9 电源电涌保护器连接导线最小截面积

单位为平方毫米

SPD 试验类型	连接线	接地线
I 级试验	6	10
II 级试验	4	6
III 级试验	1.5	2.5

8.2.2.5 电涌保护器连接线宜采用铜线鼻连接。

8.3 信号电涌保护器的选择和安装

8.3.1 信号网络系统选择的 SPD 电压保护水平应小于 0.8U_w，冲击电流对于从室外进线的取值宜在 0.5kA 至 2.5kA（高能量型）或者 25A 到 100A（慢上升率型），室内线路取值宜在 0.25kA 至 1kA，SPD 的插入损耗、驻波比、频率带宽、功率、串扰等参数应与网络匹配。

8.3.2 信号电涌保护器的选择和安装应符合 GB 50343 要求。

8.3.3 信号电涌保护器应安装在入户进线盒或靠近被保护设备端口处。

8.3.4 接地线应采用截面积不小于 1.5 mm^2 多股塑铜线。

9. 防雷装置检测与维护

9.1 文物建筑的防雷装置安装完成后应按 GB/T 21431 的要求进行检测，电子信息系统防雷装置应按 DB11/T 634 的要求进行检测。

9.2 文物建筑的防雷装置应定期维护，维护时应按 DB11 / T 1636 进行。

附录 A
(资料性)
防雷图纸编制要求

A.1 文物建筑防雷图纸应包括以下内容：

- 封面；
- 目录；
- 设计说明；
- 总平面图；
- 防雷平面图；
- 接地平面图；
- 立面图；
- 防雷装置与文物建筑本体接触点的大样图。

A.2 设计图中应标注与防雷相关联的数据。

A.3 设计说明应包括：

- 设计依据；
- 设计范围；
- 文物建筑防雷类别及判定依据；
- 外部防雷装置的设置，包括防雷装置的类型、材质、规格、安装位置、连接及固定方式、数量及参数要求，接闪器保护范围及接地装置接地电阻的论证，防机械损伤及防接触电压和防跨步电压保护的措施；
- 雷击电磁脉冲防护措施的要求；
- 主要设备材料表；
- 施工中对文物建筑保护的要求。

附录 B

(资料性)

雷击截收面积 A_D 的确定

B.1 对于一般平坦大地上孤立的长方体文物建筑，其等效雷击截收面积可按式B.1确定：

$$A_D = L \cdot W + 6H \cdot (L + W) + \pi (3H)^2 \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中：

A_D ——等效雷击截收面积(m^2)；

L ——文物建筑的屋顶最大外廓的长度(m)；

W ——文物建筑屋顶最大外廓的宽度(m)；

H ——文物建筑防雷计算高度，文物建筑的屋顶及其附属物最高处距室外地面的高度(m)；

π ——圆周率，计算中取3.14。

B.2 斜坡屋顶文物建筑，当屋顶坡度大于或等于1/3时，其等效雷击截收面积可按式B.2确定：

$$A_D = 6H \cdot L + \pi (3H)^2 \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

当屋顶坡度小于1/3时的悬山顶和硬山顶等，其等效雷击截收面积可按式B.3确定：

$$A_D = L \cdot W + 6H' \cdot L + \pi (3H)^2 \quad \dots\dots\dots(B.3)$$

当屋顶坡度均小于1/3时的歇山顶、庑殿顶等，其等效雷击截收面积可按式B.4确定：

$$A_D = L \cdot W + 6H' \cdot (L + W) + \pi (3H')^2 \quad \dots\dots\dots(B.4)$$

式中：

A_D ——等效雷击截收面积(m^2)；

H ——文物建筑的屋脊最高处距室外地面的高度(m)；

H' ——文物建筑的房檐最高处距室外地面的高度(m)；

L ——文物建筑的屋脊或房檐对应的长度(m)；

W ——文物建筑房檐最大外廓的宽度(m)；

π ——圆周率，计算中取3.14。

B.3 攒尖式文物建筑以及塔等，当屋顶坡度大于或等于1/3时，其等效雷击截收面积可按式B.5确定：

$$A_D = \pi (3H)^2 \quad \dots\dots\dots(B.5)$$

当屋顶坡度小于1/3时（圆形攒尖式或塔等），其等效雷击截收面积可按式B.6确定：

$$A_D = \pi (3H' + R)^2 \quad \dots\dots\dots(B.6)$$

当屋顶坡度小于1/3时（正方形攒尖式或塔等），其等效雷击截收面积可按式B.7确定：

$$A_D = \pi (3H')^2 + 3H' \cdot 4L + L^2 \quad \dots\dots\dots(B.7)$$

式中：

DB11/T 741—2021

A_0 ——等效雷击截收面积(m^2);

H ——文物建筑的屋脊最高处距室外地面的高度(m);

H' ——文物建筑的房檐最高处距室外地面的高度(m);

R ——圆形攒尖式建筑或塔的屋顶平面半径(m);

L ——正方形攒尖式建筑或塔的房檐边长(m);

π ——圆周率, 计算中取3.14。

注: 此处屋顶坡度指屋檐到屋顶(含屋尖或塔顶)的坡度。

B.4 几何形状复杂的文物建筑(如重檐、盝顶、八角攒尖等)等效雷击截收面积可按现行国家标准GB/T 21714.2的作图法规定确定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17949.1—2000 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分:常规测量
- [2] GB/T 18802.12—2014 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第12部分:选择和使用导则
- [3] GB/T 21714.4—2015 雷电防护 第4部分 建筑物内电气和电子系统(IEC 62305-4:2006, IDT)
- [4] GB 50165—2020 古建筑木结构维护与加固技术规范
- [5] GB 50348—2018 安全防范工程技术规范
- [6] GB 51017—2014 古建筑防雷工程技术规范
- [7] GA/T 670—2006 安全防范系统雷电浪涌防护技术要求
- [8] QX/T 10.1—2018 电涌保护器 第1部分:性能要求和试验方法
- [9] QX 189—2013 文物建筑防雷技术规范
-