

姚东升,高超,刘通,等.古建筑防雷设计的探讨[J].陕西气象,2019(4):53-55.

文章编号:1006-4354(2019)04-0053-03

# 古建筑防雷设计的探讨

姚东升<sup>1</sup>,高超<sup>1</sup>,刘通<sup>2</sup>,胡旻<sup>1</sup>,李晓磊<sup>1</sup>

(1. 陕西省防雷中心,西安 710014;2. 西安北方光电科技防务有限公司,西安 710043)

**摘要:**对于古建筑防雷,只有有效防止其受到直击雷的损害,才能最大程度保护古建筑,减少遭受雷击的可能性。结合实际工作经验,分析总结了古建筑防雷的基本原则,并结合某古建筑防雷设计案例,详细分析古建筑防雷综合设计,对加强古建筑的防雷工作有一定参考价值。

**关键词:**古建筑;防雷;电涌

**中图分类号:**P429

**文献标识码:**B

中国古建筑与其他历史文物一样,其价值就在于它的历史遗留性,不可能再生产、再建造,一经破坏往往无法挽回。从大量案例来看,我国古建筑主要面临火灾风险、水浸风险、腐蚀虫蛀风险等<sup>[1]</sup>。其中,雷电是造成火灾风险的重要原因。千百年来古建筑物因遭雷击,或因雷电起火被焚毁的事件不胜枚举。雷电灾害作为自然界十大灾害之一,具有发生频次多、范围广、危害严重、社会影响大的特点。对古建筑而言,雷电危害巨大,雷电防护更是具有重要意义。

## 1 基本原则

古建筑防雷应在保持古建筑原貌和艺术特点的基础上,做到安全可靠、技术先进、经济合理,应在认真调查地理、土质、气象、环境、雷电活动规律以及被保护物特点等条件的基础上,详细研究防雷装置的形式及其布置方式<sup>[2]</sup>,并在外观方面兼顾古建筑的原始风貌和艺术特点。结合相关防雷技术规范和多年雷电防护设计施工技术经验,总结出古建筑防雷设计要点。

### 1.1 防雷装置

结合古建筑的建筑类型、屋顶制式和周边环境,优先采用对古建筑影响最小的方法<sup>[3]</sup>,如独立接闪杆、架空接闪线(网)。如条件不允许时,需在古建筑物本体上安装防雷装置,可考虑以下措施。

(1)接闪器。安装在易受雷击的部位,常规以短接闪杆(带)为主,可使古建筑物防护直接雷击。

①接闪杆常置于古建筑正脊吻兽两侧,与引下线可靠连接。②接闪带通常布设于正脊、垂脊、戗脊、檐角处,一般高度为10~15 cm,用卡子卡牢。保护范围不包括檐头时,应顺脊延续至翼角和檐头,并将垂兽、戗兽、翼角的小兽等都包括在内。③材质和规格符合规范接闪器要求的(如铜宝顶、金属链、铁刹等),可直接利用其做为接闪器。

(2)引下线。应从古建筑上接闪器下端焊接牢固后沿山墙、后檐墙、墙角或塔身、檐柱顺直引下<sup>[3]</sup>,并设置防旁侧闪络和接触电压的相应措施。由于古建筑外部轮廓复杂,引下线弯曲段避免折成直角或锐角。

(3)接地装置。应选择土壤电阻率较低处布设,避开主要出入口,以避免或减少跨步电压产生的影响和危害。受场地条件限制无法避开时,应考虑防跨步电压措施。

### 1.2 古树防雷

古建筑(群)附近一般都种植有高大古树,古树易遭雷击,可能成为古建筑(群)的防雷重大隐患。因此应注意采取以下措施:①在树顶安装接闪杆,沿树干敷设引下线,下部埋设接地装置;②枯朽树木的洞穴应用灰膏封堵严密,防止积水,

收稿日期:2019-04-08

作者简介:姚东升(1981—),男,汉,陕西西安人,学士,工程师,从事雷电防护工作。

导致树木接闪;③树木本身或根部不得缠绕钢筋,树下不堆放金属物体。另外,古建筑周围栽种树木时,应保持一定安全距离,树干应距建筑物不小于5 m,树冠不小于3 m。

## 2 案例分析

以陕北一古建筑防雷设计为例,具体讨论古建筑防雷设计。

### 2.1 概况

该古建筑所在地区属中温带半干旱大陆性季风气候,主要气象灾害有干旱、霜冻、大风、冰雹和暴雨,以干旱威胁最大。年平均气温 $8.3^{\circ}\text{C}$ ,年平均最高气温 $15.6^{\circ}\text{C}$ ,年平均最低气温 $1.9^{\circ}\text{C}$ 。年降水总量365.4 mm,日最大降水量为105.7 mm,降水主要集中在7—8月<sup>[4]</sup>。建筑周围土壤以沙土为主,兼有建筑垃圾回填土,最大冻土深度为1.48 m。实测土壤电阻率在 $450\ \Omega\cdot\text{m}$ 。当地年平均雷暴日为 $29.2\ \text{d/a}$ <sup>[5]</sup>。

该建筑建成于明代,砖木结构,屋顶制式为重檐歇山式,长19.6 m,宽15 m,楼高11.6 m,为省重点文物保护单位。独立院落,位置高耸,周边建筑均为不超过二层的低矮建筑。计算得出该建筑年预计雷击次数为0.06次/a,依据《文物建筑防雷技术规范》<sup>[3]</sup>《建筑物防雷设计规范》<sup>[6]</sup>,其属于第一类防雷文物建筑。

### 2.2 防雷设计

2.2.1 接闪器 建筑物本体高大,周边建筑低矮,无法采用独立于建筑物外的防雷装置,故选用经济可靠,对原有景观影响最小的防直击雷措施,即在建筑物本体上安装短接闪杆和接闪带。

短接闪杆采用 $\Phi 16$ 铜棒,长度1 m,安装于正脊吻兽两端,兼顾防雷作用的同时尽量保持古建筑的原始风貌。接闪带用 $2\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}$ 的紫铜带随形敷设于正脊、垂脊、屋檐上方,使用卡子固定。所有卡子两侧均需涂刷丙烯酸防水胶,每点涂刷不少于三遍,胶体颜色与建筑物部位颜色一致。

2.2.2 引下线 引下线采用外皮为黑色的 $50\ \text{mm}^2$ 绝缘电缆,易于着色,布设效果更自然美观,便于施工维护。设4根引下线,沿东、西侧廊柱均匀对称布设。每根引下线距地面2.7 m处设置断接卡。距地面2.7 m以下的引下线均采用能耐受

100 kV冲击电压(1.2/50  $\mu\text{s}$ 波形)的4 mm厚交联聚乙烯管隔离<sup>[3]</sup>,并制作警示牌,使人不得靠近或进入危险区域。交联聚乙烯管外套等长的DN50镀锌钢管对引下线和绝缘管做机械保护。

2.2.3 接地装置 第一类防雷文物建筑接地装置的冲击接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。设计方案首选对建筑基础影响最小的A型接地,受场地限制,以垂直接地体为主。

考虑到当地最低土壤电阻率为 $450\ \Omega\cdot\text{m}$ ,建筑四周地面为青砖地面,过大的接地网施工会带来拆除和恢复青砖地面面积大、费用过高等一系列问题,普通钢材接地体在小场地内难以有效降低接地电阻,故采用长效离子接地极做垂直接地体,水平接地体采用 $3\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}$ 紫铜带。相较于普通钢材接地体不到10年的使用寿命,离子接地体的有效使用寿命为30年以上。

依据《交流电气装置的接地设计规范》中附录A<sup>[7]</sup>,当采用2根3 m长的长效离子接地极,和9 m长的 $3\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}$ 铜带水平接地体时,计算得出其理论总工频接地电阻为 $11.6\ \Omega$ ,换算为冲击接地电阻为 $8.35\ \Omega$ ,满足不大于 $10\ \Omega$ 的要求。如实际施工中不能满足要求,可采取其他降阻措施,如使用降阻剂、换土等。项目采用A型接地,在每根引下线终端接地,每组接地使用2根垂直接地极,接地极间距6 m,受场地限制时可适当缩小。距离建筑外墙3 m外,结合现场条件合理布设,接地体埋深为室外地坪下1.5 m。

为防止跨步电压对游人和文物建筑管理人员造成伤害,接地体3 m范围内铺设5 cm厚的沥青层,使地面电阻率大于 $50\ \text{k}\Omega\cdot\text{m}$ ,防护层不得影响古建基础和地面恢复。接地极采用放热焊接,若施工现场禁用明火,可采用螺栓紧固的卡夹器、压接铜管等方式连接。

## 3 结语

古建筑的观赏取决于其建筑美感及历史艺术价值。雷电防护难免需要增设接闪杆、接闪带、引下线和接地体;因此,防雷设计需充分考虑古建筑外形、结构、材质等因素,尽可能保持古建筑的原始风貌和艺术特点,外形和古建筑轮廓线尽量一致不突兀,选材、色调等与古建筑尽量保持接近,技术方面应符合现行防雷相关技术规范标准。

谢在发,仇娜,范承. 咸阳智慧气象案例在气象干部培训中的应用[J]. 陕西气象,2019(4):55-57.

文章编号:1006-4354(2019)04-0055-03

# 咸阳智慧气象案例在气象干部培训中的应用

谢在发<sup>1</sup>,仇娜<sup>1</sup>,范承<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象干部培训学院,西安 710016;2. 咸阳市气象局,陕西咸阳 712000)

**摘要:**在案例教学理论研究的基础上,以陕西省气象干部培训学院为例,从省级气象培训机构案例教学现状出发,结合成人教育培训特点,通过专家访谈、文献分析等方法对咸阳智慧气象案例内容进行了总结,并对案例的教学实施流程进行了分析和设计。指出教学应用时,除讲授咸阳智慧气象案例文本外,还可通过头脑风暴法、四副眼镜法等研讨方式启发学员思维,达到预期的教学效果。建议将此案例应用于气象干部综合素质和业务能力提升类培训中。

**关键词:**智慧气象;案例教学;气象干部培训

**中图分类号:**G726

**文献标识码:**C

案例教学法是根据教学目标和课程内容的需要,选择和利用一个具体案例,引导学员参与分析、讨论、表达的活动,让学员在具体的问题情境中积极思考、主动探索,进而提高学员分析问题和解决问题的能力。目前,案例教学法在我国应用于成人教育、职业教育、师资培训方面的研究相对比较深入<sup>[1-3]</sup>,因其可将学习内容的传递由“点对点”转变为“点对点”或“面对面”的多项互动,凸显了过程的开放性、信息的对称性、思维的多元性和创新性,所以较受学员欢迎。

## 1 陕西省气象干部培训学院案例教学应用情况

近年来,陕西省气象干部培训学院(以下简称学院)不断改进培训方式,采取有效措施,提升培

训技能和培训效果<sup>[4-5]</sup>。除传统的课堂讲授外,在教学方法上先后采用了体验式教学法<sup>[6]</sup>、访谈式教学法<sup>[7]</sup>、课堂讨论法等方法。2015年以来,学院加强了对教学案例的开发<sup>[8]</sup>和教学实践活动,目前《气象惠农科技助推》《构建县域气象防灾减灾体系,推进基层气象机构综合改革—耀州案例》《深化基层气象改革,提升防灾减灾能力—长武案例》《领导干部能力提升案例》等四个案例已在全国或陕西气象培训班上讲授。通过对学院近4年的教学案例应用数据分析,干部综合素质类培训中的应用比率达33%,远大于业务能力提升类培训中的应用比率0.9%(见表1)。2017年和2018年的应用比率比前两年偏少。因此,2018年学院

**收稿日期:**2019-05-24

**作者简介:**谢在发(1961—),男,陕西富平人,本科,工程师,从事气象干部培训工。

**基金项目:**中国气象局气象干部培训学院教学案例开发项目(指导性项目02)

### 参考文献:

- [1] 薛静雅,刘宁,王浩,等. 古建筑风险保障现状与保险思考[J]. 保险理论与实践,2017(9):66-78.
- [2] 杨世刚,张华明,陶彪. 古建筑防雷探讨[J]. 防灾科技学院学报,2010,12(3):40-43.
- [3] 文物建筑防雷技术规范:QX 189-2013 [S]. 北京:气象出版社,2013.

- [4] 杜继稳,侯明全,梁生俊,等. 陕西省短期天气预报技术手册 [M]. 北京:气象出版社,2007:12,22,53.
- [5] 刘敏,薛小宁,张博宇. 榆林地区雷电活动特征分析[J]. 陕西气象,2017(1):23-27.
- [6] 建筑物防雷设计规范:GB 50057—2010[S]. 北京:中国计划出版社,2010.
- [7] 交流电气装置的接地设计规范:GB/T 50065—2011 [S]. 北京:中国计划出版社,2011.