

靳小兵, 李一丁, 张同友, 等. 地震过渡安置房接闪杆快速安装方法研究[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 95–98. [Jin Xiaobin, Li Yiding, Zhang Tongyou, et al. Methods of the Air-termination System Quick-installation for the Temporary Shelter of Earthquake[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(2): 95–98.]

地震过渡安置房接闪杆快速安装方法研究^{*}

靳小兵¹, 李一丁¹, 张同友², 卜俊伟¹, 徐志敏¹

(1. 四川省防雷中心, 四川 成都 610072; 2. 四川兰电防雷有限公司, 四川 成都 610072)

摘 要: 地震灾害过渡安置房一般规模较大, 其防雷接闪器安装参数由滚球法计算确定。由于安装时间要求比较紧, 绝大部分由非防雷专业施工单位完成, 在安装过程中经常出现大量错误, 导致返工。根据汶川、玉树、芦山、鲁甸地震灾害过渡安置房建设结构、组团和布局实际情况统计, 针对不同规模过渡安置房建设, 选取5种最有代表意义过渡安置房组合方式, 采用滚球法计算各种高度接闪杆之间的间距、至安置点板房外围边缘的距离、在板房高度平面上的保护范围等关键参数, 并凝练为接闪杆快速安装参数查算图表, 同时采用组合方法解决了任意规模过渡安置房的接闪杆安装参数, 全面省略了过渡安置房接闪杆设计过程, 避免了安装参数计算过程中的错误。

关键词: 过渡安置房; 防雷; 接闪杆; 快速安装; 方法研究

中图分类号: X43; P414.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)02–0095–04

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.02.019

2008年5月12日, 汶川8.0级地震造成巨大的人员伤亡和财产损失, 需要过渡安置的灾民达1000万人以上, 需要的过渡安置房(帐篷)达100万套以上^[1]。建设部紧急颁布了《地震灾区过渡安置房建设技术导则》^[2], 由于时间紧迫, 其中没有涉及到防雷装置相关的技术要求。

为弥补过渡安置房设计规范中关于雷电灾害防护装置考虑的缺陷, 结合地震灾区过渡安置点的实际情况, 四川省防雷中心编制了地方标准《地震过渡安置房防雷技术规范》^[3]。但在过渡安置房的实际设计施工过程中, 由于各省援建单位缺乏防雷专业技术人员, 对于接闪杆设计安装出现偏差导致部分板房配套防雷装置返工, 主要原因是板房接闪杆安装位置尤其是多针保护计算复杂。根据建设部门专家建议为施工单位提供可操作的技术依据, 四川省防雷中心分析统计了过渡安置房选址、组团和结构特点, 根据组合理论, 创造性解决了接闪杆安装参数问题, 并凝练为过渡安置房接闪杆布置参数图表, 高效、正确地解决了接闪杆安装位置, 在汶川地震灾区过渡安置房建设中全面应用, 并在攀西、玉树、芦山、鲁甸地

震灾害过渡安置房建设中全面推广应用^[4]。

1 过渡安置房资料来源及分析

根据汶川地震灾害过渡安置房建设都江堰、彭州、德阳、绵阳等地约30万套过渡安置房实测数据及相关规范^[2], 过渡安置房具有以下特征。

1.1 过渡安置房选址基本特征

过渡安置房选址原则是避开地震断裂带和相关主要次生灾害, 优先选用广场、操场、公园等无遮挡开阔地带^[2], 根据现代雷电防护理论, 这些地方均属于易受雷击区域。为保护入住人员的安全, 根据建设部相关规定^[5–6]在使用彩钢夹心板作为屋顶材料时, 彩钢板厚度最低为0.4 mm, 且彩钢板下芯板材料包含有可燃的聚氨酯或聚苯乙烯泡沫^[5], 根据《地震过渡安置房防雷技术规范》以及《建筑物防雷设计规范》^[6], 安置房金属彩钢板下无易燃物品时, 热镀锌钢等厚度不应小于0.5 mm, 而金属板下有易燃物品时, 热镀锌钢等厚度不应小于4 mm^[5–6]。因此, 过渡安置房屋顶彩钢板不能作为雷电接闪装置, 应该加装雷电防护

^{*} 收稿日期: 2015–10–08 修回日期: 2015–12–01

基金项目: 中国气象局国家标准《应急安置房防雷技术规范》编写项目(20101029–T–416)

作者简介: 靳小兵(1962–), 男, 山西吕梁人, 高级工程师, 主要从事雷电防御与监测预警预报研究. E-mail: xiaobingjin@sina.com

装置^[7]。

1.2 过渡安置房结构、组团和布局特征

1.2.1 结构特点

根据现场实测和统计,过渡安置房材质一般选用彩钢夹心板构成,结构特征为每套呈长方形,面积 $S = \text{长}(L = 5.0 \sim 5.8 \text{ m}) \times \text{宽}(W = 3.3 \sim 3.7 \text{ m}) = 16.5 \sim 21.46 \text{ m}^2$ 。实测过渡安置房最大高度为3 m,取 $L_{\max} = 5.8 \text{ m}$, $W_{\max} = 3.7 \text{ m}$ 。

1.2.2 过渡安置房组团和布局特征

考虑消防和安全因素,安置房一般采用行列分布的方式进行布局建设,根据安置点场地条件,其拼接长度一般为4~10间,拼接后以呈矩阵式行列组团,组团间距呈4~5 m,安置点总体呈矩形阵列布局。

1.3 过渡安置房组团布局统计分析

根据现场调查和统计分析,95%的过渡安置房由各省援建,每一组团安装套数为50套以上,符合图1为规模性组团布局;各单位、行业、个人安装有1~50套,布局有单套、矩形两种,通过归纳分析可以组合成以下5种形式。通过图2所示的组合方式,可以完成任何规模的组合布局。

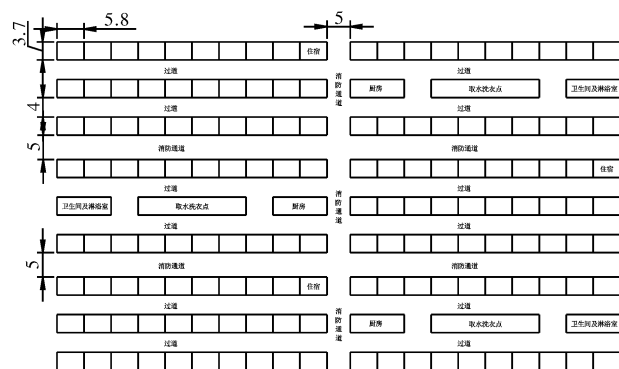


图1 规模性组团过渡安置房布局特征示意图(单位: m)

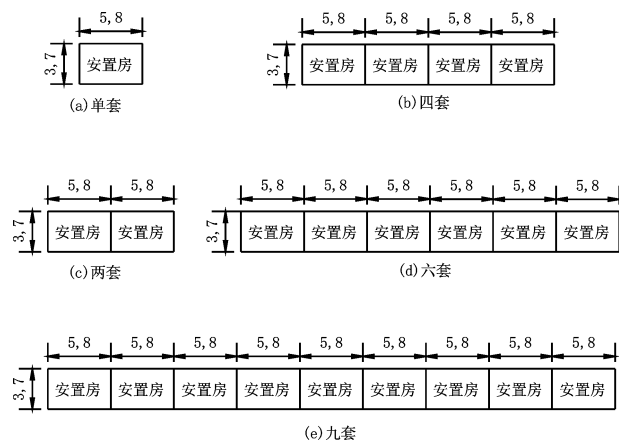


图2 过渡安置房组团布局示意图(单位: m)

2 接闪杆安装参数计算

根据图2所示的组合布局,采用滚球法计算5种情况下对于不同的组合方式,各种高度接闪器之间的间距、至安置点板房外围边缘的距离、在板房高度平面上的保护范围。

2.1 滚球法计算原理

“滚球法”的计算原理就是选择一个半径为 h_r 的球体(过渡安置房防雷要求属于第三类,滚球半径 h_r 取60 m),在装有接闪器的建筑物上滚动,滚球体由于受建筑物上所安装的接闪器的阻挡而无法触及某些范围,则该部位就在接闪器的保护范围之内^[6]。

2.2 单支接闪杆保护范围计算

图3为单支接闪杆保护原理图,由图3右图可知:

$$OP = \sqrt{h_r^2 - (h_r - h_x)^2}; \quad (1)$$

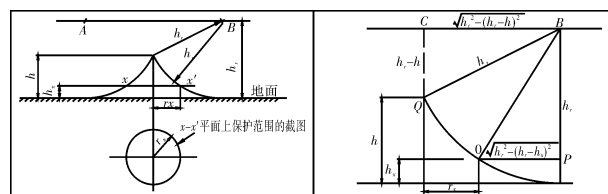
$$CB = \sqrt{h_r^2 - (h_r - h)^2}; \quad (2)$$

$$r_x = CB - OP = \sqrt{h_r^2 - h_r^2 + 2h_r h - h^2} - \sqrt{h_r^2 - h_r^2 - h_r^2 + 2h_r h_x - h_x^2} \quad (3)$$

由上式得出:

$$r_x = \sqrt{h(2h_r - h)} - \sqrt{h_x(2h_r - h_x)} \quad (4)$$

式中: r_x 为接闪杆在 h_x 高度的 xx' 平面上的保护半径(m); h 为接闪杆高度; h_x 为被保护物的高度(安置房高度取3 m); h_r 为滚球半径,按三类防雷保护60 m取值。



(a)单支接闪杆保护范围

(b)单支接闪杆保护范围计算简图

图3 单支接闪杆保护原理图

2.3 双接闪杆保护范围计算

两支等高接闪杆的保护范围计算在满足两支接闪杆距离 $D < 2\sqrt{h(2h_r - h)}$ 时,按下列方法计算。

①AOB轴线上,距中心线任一距离 x 处(F) (图4),其保护高度 h_x 按下式计算:

$$h_x = h_r - \sqrt{(h_r - h)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2 - x^2} \quad (5)$$

②中心线CEO截面上对安置房的保护范围的确定:应假设F为接闪杆,按单针方法确认其保护范围(图4中的1-1'剖面)。

③为使双针在 h_x 保护范围面积最大化, $D = 2r_x$ 。

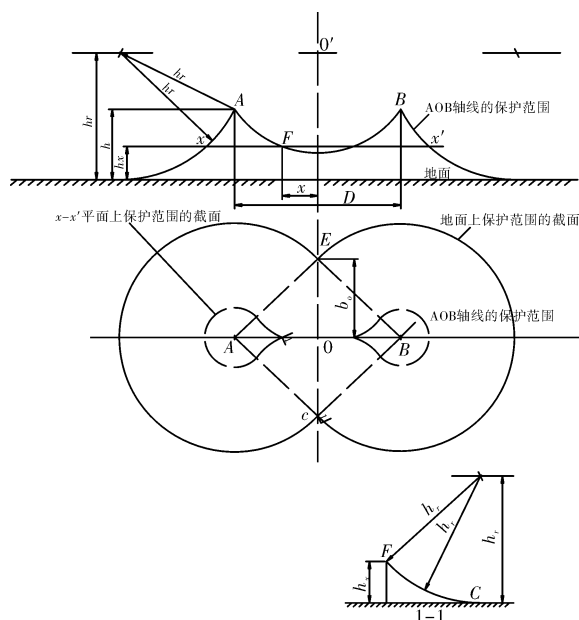


图4 双支等高接闪杆保护原理图

2.4 多接闪杆保护范围计算

以矩阵构成的多只接闪杆保护范围可用以上原理计算。根据现场实测, 过渡安置房是等高建(构)筑物, 一般高度为 3 m, 故双支以上采用等高接闪杆矩阵阵列。

矩形布置的等高接闪杆之间的间距, 由对角线接闪杆是否能在中心点对 3 m 高度的过渡安置房进行有效保护而决定。

矩形布置的等高四支接闪杆的保护范围计算在满足对角两支接闪杆距离 $D_3 < 2\sqrt{h(2h_r - h)}$ 时, 按下列方法计算。

对角线 B、E 接闪杆连线上的保护范围(见图 5 的 1-1' 剖面), 保护范围最低点的高度为

$$h_0 = \sqrt{h_r^2 - \left(\frac{D_3}{2}\right)^2} + h - h_r, (\geq 3\text{m}); \quad (6)$$

$$D_3 \leq 2\sqrt{h_r^2 - (h_r + h_0 - h)^2}; \quad (7)$$

$$D_1 = D_2 = \sqrt{2}D_3. \quad (8)$$

式中: h_0 为矩形布置四支等高接闪杆内保护范围最低点(要求大于等于被保护过渡安置房高度)(m); D_3 为矩形布置四支等高接闪杆对角线长度(m);

D_1 、 D_2 为矩形布置四支等高接闪杆形成的矩形边长(m)。

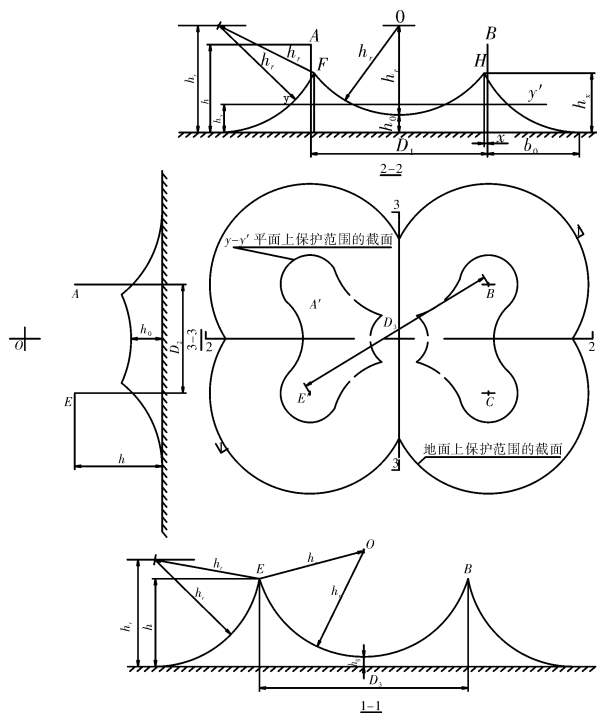


图5 四支等高接闪杆保护示意图

2.5 接闪杆安装组合及安装参数

2.5.1 接闪杆组合

根据图 1~图 5 分析, 接闪杆安装可以归纳成以下 5 种形式: 单针、双针、四针、六针、九针(图 6); 如果安装规模大于图 6 所示 5 种情况, 可以采用图 6 的 5 种方式组合来完成任意组合完成。

2.5.2 接闪杆安装参数

根据过渡安置房现场实测, 接闪杆安装高度为 7~21 m, 超过 21 m 时, 考虑抗风、地面震动以及地基承载力等因素就不符合安全规定, 选取常见的高度为 7 m、9 m、12 m、15 m、18 m、21 m 为代表, 通过式(1)~式(8)计算各种组合的保护范围、接闪杆间距(a)、接闪杆至过渡安置房外边缘距离(b)、接闪杆在板房高度(3 m)上的保护半径(c)、双针保护在板房高度(3 m)上的最小保护宽度(d), 如表 1 所示。

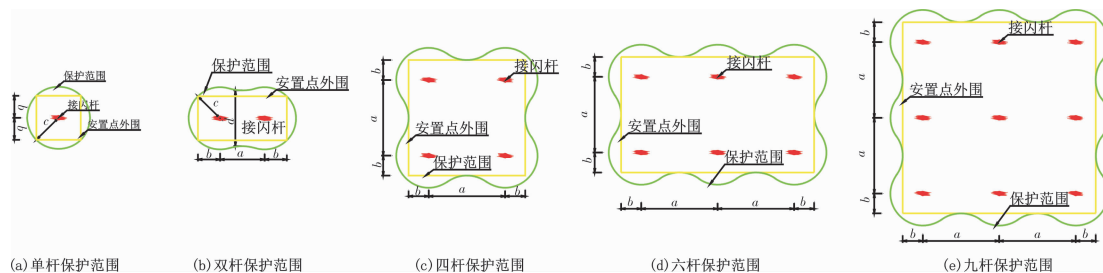


图6 接闪杆安装组合示意图

表 1 各种高度接闪杆安装保护参数

接闪杆 高度/m	接闪杆数						m
	单杆保护	双杆保护	四杆保护	六杆保护	九杆保护	大于九杆保护	
7	$b = 6.6$	$a = 13.3 \quad b = 6.6$	$a = 30.5$	$a = 30.5$	$a = 30.5$	$a = 30.5$	
	$c = 9.4$	$c = 9.4 \quad d = 17.2$	$b = 4.9$	$b = 4.9$	$b = 4.9$	$b = 4.9$	
9	$b = 9.1$	$a = 18.2 \quad b = 9.1$	$a = 37.0$	$a = 37.0$	$a = 37.0$	$a = 37.0$	
	$c = 12.9$	$c = 12.9 \quad d = 23.1$	$b = 6.9$	$b = 6.9$	$b = 6.9$	$b = 6.9$	
12	$b = 12.2$	$a = 24.4 \quad b = 12.2$	$a = 44.7$	$a = 44.7$	$a = 44.7$	$a = 44.7$	
	$c = 17.3$	$c = 17.3 \quad d = 30.3$	$b = 9.5$	$b = 9.5$	$b = 9.5$	$b = 9.5$	
15	$b = 14.8$	$a = 29.6 \quad b = 14.8$	$a = 50.9$	$a = 50.9$	$a = 50.9$	$a = 50.9$	
	$c = 21.0$	$c = 21.0 \quad d = 36.2$	$b = 11.8$	$b = 11.8$	$b = 11.8$	$b = 11.8$	
18	$b = 17.1$	$a = 34.1 \quad b = 17.1$	$a = 56.1$	$a = 56.1$	$a = 56.1$	$a = 56.1$	
	$c = 24.1$	$c = 24.1 \quad d = 41.2$	$b = 12.2$	$b = 12.2$	$b = 12.2$	$b = 12.2$	
21	$b = 19.0$	$a = 38.0 \quad b = 19.0$	$a = 60.6$	$a = 60.6$	$a = 60.6$	$a = 60.6$	
	$c = 26.9$	$c = 26.9 \quad d = 45.4$	$b = 15.3$	$b = 15.3$	$b = 15.3$	$b = 15.3$	

3 结论与讨论

从图 6 和表 1 所得参数结合竣工验收实测资料分析得到以下结论。

(1) 过渡安置房一般规模较大, 接闪杆安装数量一般大于 9 支, 在双杆以上安置房建设中, 同样高度的接闪杆间距和接闪杆至过渡安置房外围边缘距离相同, 安装参数可以直接从表 1 查算, 多针联合保护范围和效果优于单针。

(2) 少数低于 4 支保护的小规模过渡安置房可以使用表 1 单针和双支保护参数选取接闪杆参数。

(3) 从表 1 可以看出, 接闪杆高度越高保护范围越大, 但单纯增加接闪杆高度加大保护范围效果有限。综合考虑考虑到地震灾区余震引起的地面震动、地基承载力安全问题、抗风、施工便利和经济性, 接闪杆高度不宜太高, 通过竣工验收资料分析, 接闪杆高度在 12 ~ 15 m 是最佳范围。

(4) 通过图 1、图 6 和表 1 数据, 接闪杆安装参数理论上可以通过组合方式应用到无限大安置

房组团中, 对于任何组团形式的过渡安置房可以在表 1 中选取某一高度的接闪杆及安装参数。

(5) 对于地震灾区临时安置帐篷, 用相同原理也可以使用以上方法设置接闪杆。

参考文献:

- [1] 曲哲, 钟江荣, 孙景江. 四川芦山 7.0 地震中非抗震设防民居震害特征[J]. 建筑结构学报, 2014, 35(5): 157-164.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地震灾区过渡安置房建设技术导则(建科[2008]94 号)[Z]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2008.
- [3] DB51/T851-2008 地震过渡安置房防雷技术规范[S]. 成都: 四川省质量技术监督局, 2008.
- [4] 李宏男, 肖诗云, 霍林生. 汶川地震震害调查与启示[J]. 建筑结构学报, 2008, 29(4): 10-19.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于切实做好地震灾区过渡安置房防火防雷工作的通知(建办科电[2008]69 号)[Z]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2008.
- [6] GB50057-2010. 建筑物防雷设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2011.
- [7] 靳小兵, 李一丁, 张同友, 等. 地震过渡安置房防雷关键技术及流程研究[J]. 建筑电气, 2015, 34(5): 58-62.

Methods of the Air-termination System Quick-installation for the Temporary Shelter of Earthquake

Jin Xiaobin¹, Li Yiding¹, Zhang Tongyou², Pu Junwei¹ and Xu Zhimin¹

(1. Sichuan Lightning Protection Center, Chengdu 6100722, China;

2. Sichuan Landian Lightning Protection CO., LTD, Chengdu 610072, China)

Abstract: Temporary shelter of the earthquake are usually quite large, the installation parameters of lightning protection air-termination system determined by rolling ball method. Because of the installation time is tight and most constructions performed by the unprofessional lightning protection unit, there are always a lot of mistakes during the installation and lead to reworked. Our study is based on the construction structure, group and reality statistics of the temporary shelter of the Wenchuan, Yushu and Lushan earthquake. According to different scales construction of the temporary shelter, we select the five most representative ones, use the rolling ball method to calculate the distance between various heights of lightning rod, the edge of the site and the scope of protection on the plane of the temporary shelter and so on. Highly concise out the tables of lightning rod installation. And combinatorial methods are used to solve the lightning rod installation of any size of the temporary shelter and to avoid its design process and calculation error.

Key words: temporary shelter; lightning protection; air-termination system; quick-installation; method exploration