

浅析中央储备粮库的防雷措施

陈双泰

中央储备粮揭阳直属库有限公司 广东揭阳 515225

摘要: 中央储备粮库作为国家粮食安全的重要基础设施,其防雷安全直接关系到粮食储存安全与设备稳定运行。本文结合中央储备粮揭阳直属库有限公司仓储项目设计资料,从电气工程技术角度,分析粮库防雷的必要性,阐述不同建筑类型的防雷分类、接闪器选型、引下线设置、接地系统配置等关键技术措施,探讨浪涌保护与防爆区防雷特殊处理方法,为粮库防雷工程提供技术参考。

关键词: 中央储备粮库; 防雷措施; 接闪器; 接地系统; 浪涌保护; 防爆区防雷

引言

粮食安全是国家安全的重要基石,《国家粮食安全中长期规划纲要》等政策明确要求强化粮食仓储设施安全保障。中央储备粮库作为粮食储存核心场所,粮食在流动、清理过程中可能产生易燃粮食粉尘,且配备各类电气设备,雷击可能引发火灾、设备损坏甚至粉尘爆炸。随着智能化粮库建设推进,电气系统复杂度提升,防雷需求更为迫切。本文结合实际项目,从技术层面解析中央储备粮库的防雷措施,为保障粮库安全运行提供支撑。

1. 工程概况

中央储备粮揭阳直属库有限公司由三个主要库点与一个租赁储粮点共同构成,集合了粤东区域多处优质仓储资源。中央储备粮揭阳直属库有限公司仓储项目位于广东省揭阳市惠来县前詹镇临港产业园区新芦连接线与神前路交汇处。项目分两期建设,总仓容 50.06 万吨,一期新建工程总投资 4.39 亿元,建设浅圆仓 14 栋,散装平房仓 4 栋,仓容 17.06 万吨;二期扩建工程总投资 5.11 亿元,建设浅圆仓 15 栋,大直径筒仓 15 栋,仓容 33 万吨。同时配套有粮食出入库作业转接塔 2 座,MEC(机械电气控制系统)设备 2 套及智能化粮库相关设施。

2. 中央储备粮库的防雷措施分析

2.1 接闪器选型与优化布置

浅圆仓作为二类防雷建筑,仓顶空间开阔且 MEC 设备集中,采用网格尺寸严格控制在 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 以内的接闪网进行防护^[1]。接闪网选用 $\Phi 12\text{mm}$ 的热镀锌圆钢,通过专用支架固定在仓顶混凝土结构上,支架间距不超过 1m,确保接

闪网稳固且平整。仓顶的设备维修平台四周设置高度为 0.5m 的接闪杆,接闪杆与接闪网可靠焊接,形成全方位防护,有效拦截直击雷,保护维修平台上的人员及设备安全。通风轴流风机的金属外壳与接闪网通过 4mm^2 铜芯软导线连接,连接点不少于两处,防止风机遭受雷击损坏。

工作塔同样为二类防雷建筑,因其高度较高且内部电气设备众多,沿屋顶周边女儿墙设置接闪带,接闪带采用 $40 \times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢,转弯处半径不小于 0.1m,保证电流顺畅通过。在楼梯间顶部等突出部位,加装高度为 1m 的接闪杆,接闪杆与接闪带焊接牢固,焊缝长度不小于 100mm。各层的除尘设备、提升机电机等关键设备上方,根据设备尺寸及位置,定制安装小型接闪罩,接闪罩采用不锈钢材质,与接闪带电气连接,确保设备处于接闪保护范围内,降低雷击风险。

平房仓、综合服务楼等三类防雷建筑,沿屋顶女儿墙设置接闪带,接闪带固定支架间距不超过 1.5m,支架采用热镀锌角钢制作,与女儿墙混凝土结构通过膨胀螺栓固定。对于屋顶的太阳能光伏发电板阵列,在其周边每隔 10m 设置一根高度为 0.8m 的短接闪针,接闪针与光伏板支架绝缘安装,防止雷击电流引入光伏系统,损坏光伏组件及相关设备。短接闪针与接闪带之间采用 $\Phi 10\text{mm}$ 热镀锌圆钢连接,连接导线保持顺直,无明显弯曲或扭曲。倒班宿舍、餐厅等建筑的屋顶风机、排气口等突出物,在其边缘上方 0.3m 处设置接闪带延伸段,延伸段长度超出突出物边缘 0.5m,确保突出物完全处于接闪保护区域内。

2.2 引下线可靠连接设计

所有建筑引下线均利用结构柱内主钢筋，主钢筋直径不小于 10mm，且每根结构柱内至少选用 2 根主钢筋作为引下线。主钢筋之间采用绑扎搭接或焊接连接，当采用绑扎搭接时，搭接长度不小于 35d（d 为主钢筋直径），且在搭接范围内绑扎不少于 3 道铁丝；当采用焊接连接时，焊接长度不小于 10d，双面施焊，焊缝饱满，无夹渣、气孔等缺陷。焊接完成后，清除焊渣并涂刷防锈漆及银粉漆进行防腐处理。

二类防雷建筑的浅圆仓、工作塔引下线间距不超过 18m，三类防雷建筑的平房仓、综合服务楼引下线间距不超过 25m^[2]。引下线在距地面 0.3m 处设置断接卡，断接卡采用铜质材料，规格为 40×4mm，通过螺栓连接，便于定期进行接地电阻测量。引下线上端与接闪器采用焊接连接，焊接长度不小于 6d，焊缝处打磨平整并做防腐处理；下端与基础钢筋网焊接，焊接点与基础钢筋网的连接不少于两处，确保接地可靠。

浅圆仓的引下线除与基础钢筋网连接外，还与仓壁环形钢筋每隔 3m 进行一次焊接，形成环形均压带。环形均压带可有效降低仓壁内外的跨步电压，减少人员在仓内行走时遭受跨步电压伤害的风险。引下线在穿越建筑外墙时，采用热镀锌钢管进行保护，钢管两端与引下线及外墙结构可靠连接，防止引下线遭受机械损伤及腐蚀。

2.3 联合接地系统配置

库区采用联合接地系统，将防雷接地、电气设备保护接地、防静电接地等合并为一个统一接地网，要求接地电阻不大于 1Ω。利用浅圆仓、工作塔等建筑的桩基础竖向钢筋作为自然接地体，桩基础钢筋与承台水平钢筋通过焊接连接，形成可靠的电气通路。承台钢筋再与引下线主钢筋焊接，确保接地电流能够顺利导入大地。在焊接过程中，严格控制焊接质量，焊缝长度、厚度符合相关规范要求，且对焊接点进行防腐处理。

在消防泵房、变配电室等关键区域，额外敷设 40×4mm 镀锌扁钢作为水平接地体，水平接地体围绕建筑周边敷设成环形，埋深不小于 0.8m，网格间距不超过 5m。水平接地体与自然接地体通过焊接多点连接，增强接地系统的稳定性及可靠性。在水平接地体的敷设过程中，避开地下管线及电缆，防止对接地系统及其他设施造成损坏。

当地质条件较差导致自然接地体电阻不达标时，在接

地网外围增设人工接地极。人工接地极采用 50×50×5mm 镀锌角钢，长度为 2.5m，间距为 5m，垂直打入地下。人工接地极与水平接地体采用焊接连接，焊接长度不小于 100mm，焊接处涂刷沥青漆进行防腐处理。接地网在地下 0.8m 处敷设，避免因土壤湿度变化对接地电阻产生较大影响，确保接地系统在不同季节、不同气候条件下均能稳定运行。

2.4 浪涌保护器分级设置

在 10KV 高压进线柜内安装氧化锌避雷器，避雷器额定电压为 12KV，标称放电电流不小于 5kA。避雷器的选型根据库区高压系统的实际运行参数确定，确保能够有效限制雷电过电压侵入高压系统，保护高压设备的安全运行。避雷器与高压进线电缆的连接采用专用接线端子，连接牢固，接触良好，导线截面积满足载流要求^[3]。

变配电室的低压出线柜内安装 I 级试验浪涌保护器，最大通流容量不小于 60kA，电压保护水平不大于 2.5kV。I 级浪涌保护器用于泄放雷电初始大电流，降低后续设备遭受雷击损坏的风险。MCC 室（马达控制中心）、各建筑总配电箱内安装 II 级试验浪涌保护器，最大通流容量为 30kA，与上级浪涌保护器配合形成分级保护。II 级浪涌保护器对经过 I 级浪涌保护器处理后的剩余雷电能进行进一步抑制，保护配电箱下游的电气设备。浪涌保护器的安装位置靠近配电箱进线端，连接导线采用不小于 6mm² 的铜芯绝缘线，长度尽量缩短，不超过 0.5m，以减少线路电感对浪涌保护器泄放雷电流的影响。

智能化粮库控系统的主机房、通信网络机房等弱电设备集中区域，在设备前端安装信号浪涌保护器。智能综合柜内的各类传感器线路的浪涌保护器额定工作电压与传感器匹配，确保在正常工作电压下不影响传感器信号传输，同时在遭受雷击时能够迅速动作，保护传感器及相关设备。通信线路的浪涌保护器采用 RJ45 接口，插入损耗不大于 0.5dB，保证通信信号的质量不受影响。所有浪涌保护器均具备遥信功能，动作状态可通过通信线路上传至中控室，便于工作人员实时监控浪涌保护器的运行情况，及时发现并处理故障。

2.5 防爆区防雷特殊处理

浅圆仓（20 区）、提升塔（21 区）等粉尘爆炸危险区的电气设备，如仓内通风机、栈桥上的输送设备电机等，其金属外壳与防雷接地系统直接连接。连接导线采用 6mm² 多股铜芯绝缘线，导线穿镀锌钢管保护，钢管两端与设备外

壳及接地端子焊接牢固,确保接地可靠。设备的控制按钮、指示灯等均采用粉尘防爆型,其接地线与设备本体防雷接地线共用同一端子,实现防雷兼防静电功能。在设备安装过程中,严格按照防爆要求进行施工,确保设备的防爆性能不受影响。

金属溜管、输送栈桥等设施每隔 15m 设置一处接地端子,端子采用铜质材料,与设施本体焊接牢固。接地端子再通过 25mm² 铜缆与接地网连接,铜缆在敷设过程中,避免与其他管线交叉、缠绕,确保连接可靠。栈桥栏杆、平台钢结构等金属体与接地端子连接,形成等电位联结,消除不同金属体间的电位差,防止因电位差产生火花,引发粉尘爆炸事故。对于穿越不同防火分区的金属管道,在分区交界处设置绝缘段,并在绝缘段两侧分别进行接地处理,防止火灾通过金属管道蔓延。

2.6 防雷系统检测与维护

每季度对防雷装置进行一次全面的外观检查,检查内容包括接闪器是否有锈蚀、变形、断裂等情况,引下线断接卡是否松动、腐蚀,接地端子标识是否清晰、完整。对于发现的问题,及时记录并安排维修人员进行处理,如对接闪器的锈蚀部位进行除锈、补漆,更换变形或断裂的接闪器;对松动的断接卡进行紧固,对腐蚀严重的断接卡进行更换。

每年雷雨季节前,采用四极法对防雷接地系统进行接地电阻测量,确保联合接地网电阻不大于 1Ω,防爆区设备接地电阻不大于 4Ω。测量数据详细记录并存档,建立防雷接地系统检测档案,以便对历年接地电阻数据进行对比分析,及时发现接地电阻变化趋势,提前采取措施进行整改^[4]。

防雷系统与生产设备联动测试每半年进行一次,模拟雷击信号,检查除尘系统是否能够自动停机,避免在雷击时因设备运行产生火花,引发粉尘爆炸。同时,中控室、微机房服务器和交换机是否能够及时切换至备用电源,确保在雷击导致主电源故障时,通信系统仍能正常运行,实时监测粮库内视频和粮食的温度、湿度等参数。测试浪涌保护器是否正常动作,记录动作次数及状态,对动作后的浪涌保护器进行复位操作,并检查其性能是否受损。测试完成后,对整个防雷系统进行全面检查,确保系统在测试过程中未出现异常情况,为后续的安全运行提供保障。

3. 结束语

中央储备粮库防雷措施需结合建筑特性、电气环境及行业规范,通过接闪、引下、接地系统的协同设计,配合浪涌保护与防爆区特殊处理,构建全方位防雷体系。科学的防雷技术应用,能有效降低雷击风险,保障粮食储存安全与设备稳定运行,为国家粮食储备体系筑牢安全防线。

参考文献:

- [1] 梁忠武,周国军,尹娟,等. 粮库雷灾事例和防护措施分析[J]. 安徽农学通报,2024,30(23):106-109.
- [2] 袁周,钱宏超,陶凯毅,等. 中央储备粮库宜春直属库防雷改造设计方案[J]. 吉林农业,2016,(01):120-121.
- [3] 徐祥华,王晓立,夏金鼎. 粮食储备库自控系统防雷措施分析[J]. 现代农业科技,2011,(07):318+321.
- [4] 王忠勇. 粮库电气设计中的安全问题[J]. 现代建筑电气,2010,1(07):60-63.