工业建筑防雷接地电气设计探究

罗春全

成都市建筑设计研究院有限公司　四川　成都　610041

摘　要：工业建筑电气系统的运行安全，直接决定着生产活动能否正常开展。防雷接地设计是电气防护体系中最核心的一环，在抵御雷击破坏、保障设备稳定运行方面作用无可替代。文章将系统梳理工业建筑防雷接地的核心设计体系，从基础界定到各子系统设计逐一深入剖析，并给出切实可行的优化改进路径，为同类工程的电气设计提供可借鉴的实践思路和技术支持。

关键词：工业建筑；防雷接地；电气设计

引言：工业建筑内部机电设备排布密集，电气线路纵横交错，雷击产生的电磁干扰和瞬时电流冲击，极易导致设备损毁、生产中断。目前常规的防雷接地设计大多沿用标准化通用方案，很难完全匹配不同工业场景的差异化防护要求。防雷接地体系的设计优劣，直接决定着建筑电气系统能否长期稳定运行，因此必须结合工业生产的实际特点，持续优化设计思路和施工工艺方法。

1 工业建筑防雷接地电气设计概述

从建筑功能和结构特性看，工业建筑区别于常规民用建筑，普遍有机电设备集中布置、电气管线铺设复杂、现场工况多变特点。整套电气系统安全稳定运行，依赖成熟规范防雷接地电气构造设计。雷电灾害带来冲击，会损坏工业建筑内电力设备、自动控制装置及配套电气设施，引发设备故障、生产停滞安全事故。规范做好防雷接地电气设计，是保障工业建筑电气系统平稳运行关键。随着工业生产技术进步，大量精密化、智能化电气装置得到应用，对建筑防雷防静电构造和接地系统运行性能、适配性提出要求。设计人员在进行电气规划时，需结合建筑自身结构特点、实际用电工况和现场作业条件，一体化统筹构建防雷防护体系和接地系统架构，明确直击雷防护、感应雷防护及接地导通施工设计要点和实施逻辑。设计过程要兼顾系统完整性和实际运行适配性，避免防雷构造与电气接地系统出现功能冲突，通过优化管线布局、完善接地施工结构、细化分级防护标准手段，提升建筑抵御雷电干扰和雷击破坏综合能力[1]。科学合理防雷接地电气构造，能高效疏导雷电释放能量，平衡各类电气设备对地电位差，削弱雷电电磁脉冲对电气设备运行干扰，增强工业建筑电力运行安全防护能力，为工业生产营造安全电气环境。

2 工业建筑防雷接地电气核心设计体系

2.1 工业建筑防雷基础界定

对工业建筑进行防雷规划，首先要结合建筑主体结构特点和电气设备运行特性划定防护基准，这是搭建系统化防雷防护架构的基础。工业场地的建筑内部集中布置着各类生产装置和电力配套设施，空间规划和用电运行模式具有鲜明的行业特点，雷击天气带来的电磁震荡和瞬时电流冲击，会对室内整套电气运行设备造成更为严重的负面影响。防雷基础界定的核心，是清晰划分建筑外部雷击防护与内部电磁防护的功能边界，梳理各类防护结构的应用场景和运行原理。整套防雷架构主要分为外部防护设施和内部防护设施两类，外部设施负责阻断和引流直击雷产生的电流，通过专用传导装置将雷电能量释入地下。内部防护设施则重点管控雷电感应引发的电磁波动，降低精密电气装置受到的电磁干扰。设计人员在实际规划时，可参照建筑层高、主体构造、设备排布疏密等实际条件，确定合适的防护等级和设计标准。清晰的防雷界定标准，能为后续接地布局规划、设备选型安装、电气线路整改提供可靠依据，完全适配工业场景的电气运行标准，有效提升电气设备抵御雷击干扰的能力，保障整套电力设施长期平稳运行。

2.2 工业建筑接闪系统设计

建筑外部防雷的效果好坏，核心取决于接闪设施的布设合理性。这类设施专门承接自然雷击、疏导瞬时电流，从源头防止雷电直接击中建筑主体。工业厂房及配套建筑普遍跨度大、屋面广，部分附属构架高出主体，这些外露突出部位极易遭雷击，设计阶段必须做好专项防护。实际工程中，避雷针、避雷带、避雷网是常用接闪设施，适用场景各有侧重，需结合建筑外形、结构

布局和突出构件分布灵活搭配。建筑顶部零散的高耸构件，用单点式避雷针就能实现精准防护。平整开阔的屋面区域，敷设避雷带与避雷网，就能形成全方位防护网络。设计时要统筹考虑设施排布疏密，补齐外立面与屋面的防护盲区，确保雷电来袭时第一时间承接能量。安装时还要做好结构衔接，确保接闪部件与接地体系牢固连通，让雷击电流顺畅导入地下[2]。科学规划的接闪布局，能大幅降低直击雷安全隐患，减少建筑结构与内部机电设备的受损概率，筑牢工业建筑外部防雷的根基。

2.3 工业建筑引下系统设计

引下结构是工业建筑防雷体系的核心传导载体，负责对接顶部接闪设施，将收集的雷电能量输送至地下接地网，完成雷击电流的完整泄放。工业建筑竖向构件繁多、主体体量庞大，内部管线与生产设备排布密集，引下路径的布设直接决定雷击防护的最终效果。工程设计中，引下结构可独立敷设专用金属导体搭建，也可依托建筑原有金属承重构件形成自然通路，两种形式结合建筑外观与结构特点灵活搭配即可。外露金属导体选材需兼顾结构强度与耐蚀性，确保能长期适应室外复杂工况。利用建筑原有金属结构作传导通路时，需对各连接节点做导通处理，消除接触电阻导致的传导阻滞，且引下线钢结构截面不得小于 100mm²。所有引下路径需保持合理间距、均匀分布，优化竖向电流走向，避免局部电流聚集引发电位偏差。其中一类防雷建筑引下线间距不大于 12m，二类不大于 18m，三类不大于 25m。规范完善的引下通路，能有序疏导瞬时雷击电流，控制雷电能量传导中的无序扩散，削弱电磁扰动对室内电气设施的影响，提升工业建筑防雷体系的整体运行可靠性。

2.4 工业建筑接地系统设计

接地设施作为工业建筑的“安全之门”，接纳引下路径的瞬时雷击电流，将其安全导入大地，是整体电气安全防护核心设施。工业建筑内部机电设备、金属管线排布密集，各类金属构件受工况波动或雷击影响易产生异常电位，规范接地布置能够平衡全场电位，规避各类电气异常问题。接地系统全面构建，如地下接地体精心铺设、主干线路与设备完美对接等一系列核心内容逐一落实，最终各个结构协同配合形成一个完美电气防护链路。地下接地体可采用人工金属材料或场地自然金属结构搭建，结合现场土壤条件确定布设施工方案。接地主干线路与建筑各个接地点零散防护结构融合在一起的设计，不仅能将电流疏导均匀稳定，也更好将电气危害与建筑各个部分结构分离。因此，生产用电设备、自动化装置必须配套专属接地点位，才能杜绝因空载电位引发设备故障现象。设计也不能忽视地下腐蚀环境因素，更好为接地结构长期保持优良导通性能提供保证。常规工业建筑防雷接地电阻限值设定 4Ω，当与电力、防静电接地共用装置时，电阻应控制 1Ω 以内[3]。科学规范接地布设能够有效规避雷击、漏电隐患，稳定室内电气运行工况，为整套防雷防护体系夯实运行基础。

3 工业建筑防雷接地电气设计优化与完善

3.1 电气设备防雷接地适配设计

工业生产配套的各类电气与自控装置，对空间电磁状态和对地电位平衡有着极高要求。通用型防雷接地布置模式无法满足不同设备的专属运行条件，根据设备特性开展定制化接地防雷设计，是提升现场防护水平的重要途径。工业场地配备的动力设备、智能控制装置及配套输电线路，在运行工况、结构构造以及安装方式上均存在差异，各类设备适配的防雷标准与接地导通要求也有所不同。设计人员需参照设备电气运行参数和现场安装条件，制定差异化的防护方案和接地布设形式，避免统一设计模式导致的防护适配性不足问题。高精度智能控制设备，需重点做好电磁隔离和等电位连接处理，缓解雷电电磁脉冲对设备运行精度和工作状态的影响。大功率动力设备的设计重点，则是优化接地传导通路，提升瞬时雷击电流和异常工况电流的疏导能力。所有设备的接地接口都要与建筑整体接地架构精准连通，实现单体设备防护与整体防雷体系的协同运作。差异化的设备适配设计，能弥补标准化施工布置的局限性，贴合各类电气装置的实际运行标准，全面提升工业电气系统在雷电天气下的抗干扰能力，保障设备长期安全稳定运行。

3.2 工业建筑等电位联结设计优化

工业建筑结构体系包含大量金属构件、输送管路以及电气设备外罩，这些可导电载体在遭遇雷电干扰或电气异常工况时会出现电位浮动，构件之间形成的电位差会直接干扰电气系统的正常运行。等电位联结作业通过金属导通介质，将建筑内部所有可导电部件整合在一起，使场内整体电位保持平衡，消除电位差引发的安全隐患。常规的等电位布置模式较为僵化，常常出现局部连接覆盖不全、接点导通效果不佳的问题，无法完全适应工业复杂环境的防护标准。设计优化工作需要细化整体与局部的联结覆盖范围，针对设备聚集、金属管路交错的重点区域强化联结布置，补齐局部防护的短板。所有联结接点都要保证贴合紧密、导通可靠，降低接触电阻诱发的电位失衡风险[4]。经过优化的等电位布置模式，能有效抑制雷电电磁干扰带来的电位起伏，避免金属部件之间产生异常导通电流，减少电气设备因电位偏

差出现运行故障的情况，切实提升建筑防雷接地整套体系的防护质量和运行可靠性。

3.3 特殊场景防雷接地设计改良

工业场地内不少作业区域有着独特的环境特质和结构布局，标准防雷接地布置模式很难贴合这类特殊工况的防护标准，必须通过专项优化调整，提升整套防护体系的适配程度和运行可靠性。这类特殊作业区域往往存在施工空间受限、现场干扰条件复杂的问题，传统固定化的施工布置形式，容易造成接地导通效果不佳、防护范围存在盲区等状况，无法满足工业电气设备长期稳定运行的防护要求。设计优化工作需要结合现场实际环境条件和施工局限，灵活调整防雷接地的布置思路和施工工艺，摆脱通用设计模式的固化限制。对于空间条件有限、地质环境特殊的施工区域，可通过调整接地体布置形态、优化传导结构的方式，提升地下电流疏导通路的稳定性。对于设备排布密集、电磁环境复杂的工况区域，可配套安装适配的过压防护器件，强化线路和终端设备的抗雷击防护性能。定制化的改良方式，能有效弥补通用防雷设计在特殊工况中的不足，规避环境因素造成的防护漏洞，使防雷接地体系适配各类复杂工业场景，为电气设备的安全运行提供稳定支撑。

3.4 防雷接地系统长效设计改进

工业建筑防雷接地设施长期服役过程中，受外界环境侵蚀与工况波动持续影响，防护性能会逐步衰减。仅满足施工验收标准的设计方案，难以适配电气系统长期安全运行的核心要求。地下接地构件长期埋于土层内部，极易出现金属氧化、结构锈蚀等损耗问题，造成整体导通性能降低，阻碍雷击电流的顺畅泄放。传统镀锌钢接地体在普通中性土壤中年腐蚀率约 0.05-0.1mm，土壤酸碱度偏高或含腐蚀性介质时，腐蚀速率会明显加快。多数常规设计侧重施工阶段的指标合规，未充分考量长期环境影响造成的性能损耗，难以保障防护效果的持续性。长效化优化工作主要围绕材料选用与结构优化两个维度，优先选用耐腐蚀、导通性能稳定的优质接地材料，如铜包钢接地体，其年腐蚀率仅为镀锌钢的 1/5-1/10，使用寿命可达 30 年以上。配套防护处理工艺可减轻土壤性质、温湿度变化对接地结构的破坏，维持接地运行状态平稳。合理调整整体结构布局，增强系统抗老化与抗损耗性能，改善长期运行产生的性能偏差[5]。针对性的材料升级与结构优化，可有效延长设施服役年限，稳定防雷防护效果，使工业电气设备始终处于安全可靠的运行防护范围。

结束语：未来，工业生产将持续朝着智能化、精密化方向发展，各类高精度电气设备的广泛应用，对防雷防护提出了更为严苛的要求。防雷接地设计需要融合新型材料和先进技术手段，进一步提升系统的抗干扰能力和长效运行性能。同时要注重不同防护环节的协同配合，构建更加完善的工业建筑电气安全防护体系，为工业生产的稳定发展提供坚实可靠的技术保障。

参考文献

[1] 李锐帆. 工业建筑防雷接地电气设计探析 [J]. 科技与创新,2024(5):191-193.

[2] 刘立龙. 浅谈工业建筑防雷接地电气设计 [J]. 粮食与食品工业,2022,29(3):59-61.

[3] 褚梅寒. 防雷接地施工技术在建筑电气安装中的应用探究 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026(3):083-086.

[4] 蒋园园. 工业建筑防雷接地电气设计探析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2024(11):029-032.

[5] 高宝姗. 高层建筑电气设计中防雷接地系统的优化分析 [J]. 电气技术与经济,2025(3):348-351.