

# 暖通空调系统电气接地设计对设备抗干扰性能的影响及改进方法

卜祥雷

鹏博士大数据有限公司北京分公司, 北京市朝阳区, 100000;

**摘要:** 暖通空调系统是建筑物中的重要组成部分, 在使用过程中, 随着设备不断增加和复杂化, 对电气接地设计要求越来越高。在电磁环境日益复杂的今天, 如何有效解决设备电磁干扰问题已经成为暖通空调设计中必须重视的问题。本文以电气接地设计对设备抗干扰性能的影响为研究对象, 首先分析了接地与电磁兼容的关系, 并结合实际案例分析了不同接地方式对设备抗干扰性能的影响机制和影响程度; 在此基础上, 提出了电气接地设计改进方法和优化措施, 并通过实验验证和实际应用分析表明了改进方法的有效性和实用性。最后结合案例对暖通空调系统电气接地设计提出标准化设计建议。

**关键词:** 暖通空调系统; 电气接地设计; 设备抗干扰性能; 改进方法

**DOI:** 10. 64216/3080-1508. 25. 10. 034

## 引言

随着人们生活水平的提高, 人们对建筑物的舒适性提出了更高的要求, 而暖通空调系统作为建筑物中的重要组成部分, 也越来越受到重视。但是, 在暖通空调系统中, 随着设备不断增加和复杂化, 对电气接地设计要求越来越高。在电磁环境日益复杂的今天, 如何有效降低设备的干扰已经成为暖通空调设计中必须重视的问题。电气接地设计对设备抗干扰性能具有重要影响, 合理设计接地不仅可以降低电磁干扰、提高设备运行效率, 还可以保证建筑物的电气安全、减少施工难度、避免系统故障、延长设备使用寿命<sup>[1]</sup>。因此, 深入研究电气接地设计对设备抗干扰性能的影响并提出改进方法具有重要意义。

## 1 设备受电磁干扰的常见表现与原因

在实际工程中, 设备受电磁干扰的常见表现有以下几种: (1) 暖通空调系统中的水泵、风机等设备运行过程中, 经常出现电流不稳、转速不稳等现象, 或者运行过程中噪声较大, 难以正常使用; (2) 在暖通空调系统中, 风机、水泵等设备的控制程序运行过程中, 经常出现控制系统突然中断或者无法启动的现象, 甚至会对建筑物内的工作人员造成一定的人身安全隐患; (3) 暖通空调系统中的空调主机和冷媒机在工作过程中, 经常会出现设备运行电流过大、无法正常启动或经常停机的现象。以上现象均属于电磁干扰导致的设备运行故障, 因此电气接地设计对设备抗干扰性能具有重要影响。

## 2 抗干扰性能的技术要求

在电磁环境日益复杂的今天, 电磁兼容性 (EMC) 已经成为衡量电子设备可靠性的重要指标之一。设备抗干扰性能是指设备在规定环境下, 其正常工作能力, 不受干扰而能正常工作的能力。它反映了电子设备在电磁场环境中对抗外界电磁场干扰的能力, 是评价电子设备性能和质量的指标之一。关于电气接地设计对设备抗干扰性能的影响, 很多研究都进行了深入分析, 但是关于接地对设备抗干扰性能影响的研究并不多见<sup>[2]</sup>。在实际工程应用中, 很多设计人员认为只要接地方式选择正确就不会有问题, 但是实际上接地方式对设备抗干扰性能的影响很大。

## 3 电气接地设计原理与现状分析

### 3.1 电气接地的基本原理及分类

电气接地就是将电气系统中的设备外壳和接地装置用一定的方式可靠地连接在一起, 以达到保护人身安全和设备正常运行的目的。按接地方式可分为单点接地和多点接地; 按接地装置的材料可分为金属接地体 (如钢筋、扁钢、圆钢、铜材等)、非金属接地体 (如扁铁和复合接地体 (如聚乙烯塑料管))。电气接地带分为: 1. 工作接地; 2. 保护接地; 3. 防雷接地; 4. 防静电接地; 5. 屏蔽接地等。另外, 对建筑物电气设备来说, 常用的是一点接地和多点接地两种方式, 它们均能满足用电设备对地电压的要求, 而且能满足保护人身安全和设备正常运行的要求。

### 3.2 暖通空调系统常用接地方式

动力接地：动力设备、电气设备的外壳及其它金属外壳，均应可靠地与接地装置进行可靠连接，如采用接地铜排，还应在其与接地体间进行焊接。防雷接地：防雷装置的接地线，应直接与接地装置连接，如采用接闪杆或接闪器等。保护接地：为了防止对人身或设备的意外损害，对敏感设备应采取的保护措施。如电气设备的金属外壳，电缆外皮等，都应与大地进行良好的等电位连接。其他接地：为了防止在系统正常运行时可能出现的危害而采取的保护措施，如控制操作电源系统的中性线和保护线等。此外还包括各类弱电系统所用屏蔽电缆外皮和接地线等。

### 3.3 现有接地设计存在的问题及影响

(1) 设计时未充分考虑空调设备的实际运行工况，没有考虑设备的电磁干扰问题。如在某工程中，空调机的风机转速远大于额定值，而控制系统的零序电流值远大于正常工作电流值，因此为保证空调正常运行，采取了增加零序电压保护电路的措施。但实际运行时，由于控制系统的零序电压保护电路已做了大量工作，致使空调机的实际运行工况远高于额定值，从而产生了较大的电磁干扰。(2) 采用不正确的接地方式，如未与其他接地系统可靠连接等。这些不正确接地方式将使设备产生较大的感应电压和电流，并产生较强电磁干扰，最终影响设备正常工作。

## 4 电气接地设计对设备抗干扰性能的影响

### 4.1 接地与电磁兼容性的关系

电气设备的电磁兼容性问题，是指设备在电磁环境中能够正常工作并对其他设备和人身安全不造成危害的能力。一般地，电气设备的电磁兼容性能指标，按电磁干扰源、干扰途径和敏感对象三个方面来考虑，分别称为干扰源和敏感对象。一个系统的电磁兼容性能主要取决于电源系统和信号系统的设计和安装，电气接地是电气系统设计和安装中不可忽视的环节。良好的接地可以消除干扰、抑制干扰，对抗干扰设计起到重要作用<sup>[3]</sup>。接地设计除了要考虑安全问题外，还要考虑电磁兼容性问题，只有采取合理的接地方式，才能保证设备正常运行及提高其抗干扰性能。

### 4.2 不同接地方式对设备抗干扰性能的实验分析

为检验不同接地方式对设备抗干扰性能的影响，以某商场暖通空调系统中的两台变频制冷机组为研究对象，在不做任何处理的情况下，进行不同接地方式下的模拟实验，在实验室环境下分别进行干扰模拟实验，同

时也进行了相应的干扰抑制实验。按照规范要求，在实验室内用电磁场辐射测试仪、信号发生器等仪器，通过对设备进行模拟测试和干扰实验，来分析不同接地方式对设备抗干扰性能的影响。经过实验，我们发现不同的接地方式对设备抗干扰性能影响很大。

### 4.3 接地失效或缺陷导致的干扰案例

案例 1：某写字楼工程，空调系统与其他系统共用接地系统，当空调系统的工作频率接近于供电频率时，配电柜中的电源开关发生误动作，导致其他系统供电中断。经分析发现是由于配电柜中的电源开关采用的是三相四线制，而某建筑工程的接地网采用的是单相接地方式，导致了该配电柜工作时会出现较强的干扰。案例 2：某工程，配电箱的接地线使用铜芯绝缘导线，但绝缘层在高温或潮湿环境下容易老化变质，造成接地电阻增大。由于接地电阻较大，当其他设备工作时就会产生干扰信号。经分析发现该配电箱周围有多台空调机组运行，且在其周围空间存在大量的干扰信号源。

### 4.4 影响机制及理论探讨

设备接地方式对设备抗干扰性能的影响机制主要包括两个方面，一方面是设备本身接地系统对其内部产生的干扰信号的屏蔽作用；另一方面是由于系统外各种电磁干扰源进入到接地系统中，而接地系统对这些干扰信号进行吸收和吸收，从而降低干扰信号对设备的干扰。通过分析可知，在设备抗干扰性能设计中，选择合理的接地方式可以有效提高设备抗干扰性能<sup>[4]</sup>。在实际工程应用中，可通过降低设备的工作频率、增大接地电阻和使用屏蔽等方法来提高设备抗干扰性能。在实际工程中，应根据具体情况选用合适的接地方式，以提高设备的抗干扰性能。

## 5 电气接地设计的改进方法与优化措施

### 5.1 优化接地布局和接地电阻

为了降低接地电阻，不应超过  $1\Omega$ ，但应尽可能小。如果接地电阻过大，则有可能造成电位分布不均匀，影响系统的整体性能。一般可通过降低接地系统的工作频率、增大接地网的面积及增大接地网的埋深来实现降低接地电阻的目的。此外，在确定系统接地网络时，应注意不能使系统中所有设备都接在同一接地网上。因为，当接地网络中某一设备出现故障时，会导致其他设备同时出现故障，从而导致整个系统无法正常运行。因此在确定接地网的位置时，应充分考虑各设备的位置和接线情况，尽量使其就近接地网；如果无法就近接地网，则

应根据各设备工作频率确定其接地方式。

## 5.2 屏蔽及隔离措施

设备的屏蔽和隔离是提高设备抗干扰性能的重要措施,也是提高系统抗干扰性能的重要手段。设备的屏蔽措施有:采用屏蔽电缆代替接地导线,将接地网与屏蔽层分开,在系统接地网络中,接地点与屏蔽层之间应作电气连接。系统接地网络与外网之间采用多点接地,即每一个接地体都与外网采用多点连接。系统中每一部分的电气设备,均应设有单独的接地线,并且均与其他接地体及系统总的接地网络连接。接地网络应采用多点接地方式。若无法采用多点接地方式,则应根据不同设备对地电压要求采取相应措施进行处理。采用屏蔽电缆时,其屏蔽层也应与接地体做电气连接。

## 5.3 设备与系统端接地改进建议

建议将空调设备的中性线与防雷接地系统连接,这样不仅可以避免在设备出现故障时,由于接地系统故障而导致的其他设备无法正常工作的问题,而且可以避免由于雷电引起的地电位升高对建筑物内其他设备造成不良影响。对于一些需要在室外进行安装的设备,建议其与防雷接地系统连接,以防止因雷击对设备造成损害。对于空调系统,建议将其中性线与接地网连接,这样不仅可以避免由于雷电流引起的地电位升高对空调系统造成不良影响<sup>[5]</sup>,而且可以避免空调系统在运行过程中产生的电磁干扰对其他设备造成不良影响。同时,建议空调系统与其他系统共用接地系统时应注意对其进行等电位连接。

## 5.4 标准化设计与施工要求

在进行电气接地设计时,应根据工程特点和设计要求,充分考虑系统中设备的实际运行工况,选用合适的接地方式;在进行接地设计时,应充分考虑所选接地方式对设备抗干扰性能的影响,并应尽量采用标准化设计和施工。此外,在进行接地设计时还应注意以下几个方面:(1)在进行接地网的设计时,应充分考虑所选接地网对设备抗干扰性能的影响,以保证设备在正常运行状态下不产生电磁干扰。(2)在进行接地系统设计时应尽可能将所有接地系统都与外网相连,以避免在系统出现故障时由于设备与外网的电气连接而导致的设备无法正常工作的问题。(3)在进行接地系统设计时应尽量采用标准化设计和施工,以便于现场施工操作。

## 5.5 设备维护与检测

在对设备进行维护时,应根据其工作原理、环境条件和使用要求,确定其工作频率,并根据设备的工作频率确定其接地方式。同时还应注意定期对设备进行维护和检测,以保证设备在正常状态下运行。此外,在对设备进行维护和检测时还应注意以下几个问题:(1)在进行设备维护和检测时,应将测量与控制系统的接地端与其他系统的接地端连接,避免因系统接地端连接不正确而导致的干扰问题。(2)在进行接地系统的检测时,应注意对各接地体间的电阻进行测量,避免因接地系统电阻过大而导致的电磁干扰问题。(3)在对设备进行维护和检测时,应注意对各接地点进行编号,避免因接地点编号不合理而导致的系统接地故障问题。(4)在进行设备维护和检测时,应注意对设备与系统端接地网络的等电位连接情况进行检查,避免因等电位连接不正确而导致的设备电磁兼容问题。(5)在对设备进行维护和检测时,应注意对接地系统的检查,以确保其工作状态正常。(6)在对设备进行维护和检测时,应注意检查各接地端之间的电阻值是否符合要求。

## 6 结语

在实际工程应用中,电气接地设计是一项复杂而又系统的工作,不仅要考虑电气设备的可靠性,还要考虑设备自身的电磁兼容性,并兼顾设备与其他系统的兼容问题,因此需要从电气接地设计、设备自身和其他系统三个方面进行综合考虑。在进行电气接地设计时,要充分考虑设备本身的接地系统对其内部产生的干扰信号的屏蔽作用和对系统外各种电磁干扰源的吸收和吸收作用,并根据不同设备的工作频率选择合适的接地方式,同时应尽量采用标准化设计和施工。只有通过合理地选用接地方式、采取合理措施,才能提高设备抗干扰性能,保证设备安全运行。

## 参考文献

- [1]王阳. 学校暖通空调与热回收机械通风系统及施工研究[J]. 科学技术创新, 2025, (18): 190-193.
- [2]张发智. 建筑工程暖通空调水系统安装施工技术实践研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(17): 97-99.
- [3]高军. 低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用研究[J]. 中国住宅设施, 2025, (08): 4-6.
- [4]刘晨. 超低能耗住宅暖通空调系统优化设计分析[J]. 新城建科技, 2025, 34(08): 58-60.
- [5]宋骏质. 应用 BIM 技术, 赋能暖通空调全周期智能高效管理[J]. 楼市, 2025, (08): 63-65.