



<http://www.spdbiz.com>

520 5040

## 计算机房接地工程应注意的问题

Some Issues for the Engineering of Computer Room Grounding Connection

李 艺(合肥经济技术学院网络中心,安徽省合肥市,230052)

李 恬(重庆工业管理学院计算中心,重庆市,400050)

LI Yi (Networking Center, The Economic and Technological College of Hefei, Hefei Anhui, 230052)

LI Tian (Computer Center, Chongqing Institute of Technology Management, Chongqing, 400050)

[摘 要] 计算机房接地工程是一个非常重要又不被人重视的问题。本文对这一问题从各个方面进行了阐述,并推荐了一些解决这类问题的办法。

[关键词] 计算机房;接地;工程

[ABSTRACT] The engineering of computer room grounding connection is a major issue, which is not attached importance to. This paper discusses the issues in every aspect. Some methods solving the problem of computer room grounding connection are recommended in this paper.

[KEYWORDS] Computer Room; Grounding; Engineering

随着计算机应用的不断普及,计算机房建设是从事计算机从业人员常常面临的工作。而计算机房接地工程又是计算机系统建设工程中一个非常重要又不被人重视的问题。之所以重要,是因为它直接关系到计算机系统的可靠运行和设备安全,相关国家标准对此作了严格的规定;由于人们对接地问题可能带来的严重危害认识不足,对计算机系统事故与接地安全的关系不太了解,所以不被人重视。由于这种原因,它给人



们的计算机系统维护工作常常带来影响和危害。本文试图对这一问题作一些探讨,以澄清人们的模糊认识。

保证使用交直流电安全,需要有一个良好的接地系统;计算机系统各类设备的数字电路都要求有一个统一的逻辑接地点;计算机系统的运行不可避免地要受到各种电磁干扰,为了抑制来自外部的干扰,也为了防止计算机对外界产生干扰,通过良好接地是消除这些干扰的良好措施。这些就是计算机房接地工程所要达到的目的。

## 1 接地分类

关于接地种类和接地电阻,国标 GB2887 - 89《计算机站场地技术条件》规定:

(1) 直流工作接地的接地电阻大小、接法以及诸地之间的关系,应依不同计算机系统的要求而定。

(2) 交流工作接地一般采用中性点接地,接地电阻不宜大于4。

(3) 安全保护接地的接地电阻不应大于4。

(4) 防雷保护接地的接地电阻不应大于10。

(5) 静电保护接地是防静电所采取的最基本的措施。

不同接地类型具有不同的工程技术要求,这也是让人常感困惑的问题。下面分别论述各类接地的特点和工程要求。

### 1.1 直流感地

直流工作接地是计算机系统中所有逻辑电路的公共参考零电位,即逻辑地。逻辑电路一般工作电平低,信号幅度小,容易受到地电位差和外界磁场的干扰,因此需要一个良好的直流工作接地,以消除地电位差和磁场的影响。

机房直流工作接地线的接法通常有三种:串联法、汇集法、网格法。

1.1.1 串联法 在地板下敷设一条截面积为 $(0.4 \sim 1.5\text{mm}) \times (5 \sim 10\text{mm})$ 的青铜(或紫铜)带。各设备把各自的直流地就近接在地板下的这条铜皮带上。这种接法的优点是简单易行,缺点是铜带上的电流流向单一,阻抗不小,致使铜带上各点电位有些差异。这种接法一般用于较小的系统中。

1.1.2 汇集法 在地板下设置一块 $5 \sim 20\text{mm}$ 厚、 $500 \times 500\text{mm}$ 大小的铜板,各设备用多股屏蔽软线把各自的直流地都接在这块铜板上。这种接法也叫并联法,其优点是各设备的直流地无电位差,缺点是布线混乱。

1.1.3 网格法 用截面积为 $(2.5\text{mm} \times 50\text{mm})$ 左右的铜带,整个机房敷设网格地线,网格网眼尺寸与活动地板尺寸一致,交叉点焊接在一起。各设备把自己的直流地就近连接在网格地线上。这种方法的优点在于既有汇集法的逻辑电位参考点一致的优点,又有串联法连接简单的优点,而且还大大降低了计算机系统的内部噪声和外部干扰;缺点是造价昂贵,施工复杂。这种方法适用于计算机系统较大、网络设备较多的大、中型计算机房。

### 1.2 交流工作地

计算机系统的大量设备是使用交流电的电气设备,这些设备按规定在工作时要进行工作接地,即交流电三相四线制中的中性线直接接入大地,这就是交流工作接地。交流工作接地通常采用中性点接入大地和中性线中性线重复接入大地的方法。所谓重复接入大地,就是在中性线上的多处通过接地装置与大地多次连接。

中性点接地后,当交流电某一相线碰地时,由于中性点此时中性点接地电阻只有几个欧姆,故接地电流就成为数值很大的单相短路电流。此时相应的保护设备能迅速地切断电源,从而保护人身和设备的安全。

计算机系统交流工作地的实施,可按计算机系统 and 机房配套设施两种情况来考虑。如打印机、扫描仪、磁带机等,其中性点用绝缘导线串联起来,接到配电柜的中线上,然后通过接地母线将其接地;机房配套设施如空调中的压缩机、新风机组、稳压器、UPS等设备的中性点应各自独立按电气规范的规定接地。

### 1.3 安全保护地

安全保护接地就是将电气设备的金属外壳或机架通过接地装置与大地直接连接起来,其目的是防止因绝缘损坏或其他原因使设备金属外壳带电而造成触电的危险。安装好安全保护接地后,由于安全保护接地线电阻远远小于人体电阻,设备金属外壳或机架的漏电被直接引入大地,人体接触带电金属外壳后不会有触电的危险。

机房安全保护接地的接法是将机房内所有计算机系统设备的金属机壳用数根绝缘导线就近接入系统的安全保护接地线上。机房内其它配套辅助设施,如空调中的压缩机、新风机组、稳压器、UPS等设备的安全保护地应分别按有关的电气规范要求接地。

现在许多计算机设备的电源线采用单相三线电缆,其中一条为火线,一条为中线,一条为地线。这条地线在设备中联在金属外壳上。在机房配电柜和分线

盒上,应设置安全保护地线连接点,与机房的安全保护地线连通。与设备相连的电源插座应采用三孔插座,统一连接安全保护地的接点。从而建立起有效的安全保护接地。

也有一些设备在出厂时已将交流零线与机壳连接在一起,这样就出现了在同一个系统中既有接地,又有接零保护的情况。对于一般电气设备来讲,这种情况是不允许的。但从计算机设备的安全保护接地系统中可以看出,在采用接地保护的设备中,接地线一般引出机房外,只要接地电阻值符合规范中所规定的要求,即使在采用接地保护的设备中出现漏电及机壳带电时,因外壳已有低电阻接地通路,可迅速使漏电电流通过机壳或机架经大地返回电源,而不使接零保护设备的外壳对地电位上升,形成更多的触电危险。

#### 1.4 防雷接地

雷电对设备的破坏主要分三类。第一类是直击雷的破坏,即雷电直击在建筑物或设备上,使其发热燃烧和机械撕裂破坏;第二类是感应雷的破坏,即雷电的第二次作用。强大的雷电磁场产生的电磁效应和静电效应使金属构件和电气线路产生高至数十万伏的感应电压,危及建筑物、设备甚至人身安全;第三类破坏则是雷电电流沿电气线路和管道线路把很高伏特的雷电压传到建筑物内部和设备内部,从而造成损坏。

国标 GB9361 - 88 规定,计算机机房应符合 GB167 - 83《建筑防雷设计规范》中的防雷措施要求。建筑物防雷设计一般分两类:一类防雷建筑,防雷接地电阻要求不大于 5 ;二类防雷建筑,防雷接地电阻要求不大于 10 。计算机房的防雷接地应按二类防雷建筑要求设计。同时,防雷接地在雷击的情况下,会有很大的电流通过流入大地,雷电流的幅值一般在数 kA 至数百 kA,接地极及其附近的大地电位将产生瞬时高电位。如果在防雷接地极较近处有其它接地系统的接地极,就会产生干扰。所以,防雷接地与其它接地应严格分开,并保持一定的距离。在气候湿热和多雷雨地区更应注意拉大两者之间的距离,一般需大于 20m。在雷电频繁区域,应装设浪涌电压吸收装置。

计算机房如果设在有防雷设施的建筑物中,可不再考虑防雷接地。但如果在这种已有防雷装置的建筑物上再架设计算机网络通信接入设备,如卫星接收天线、微波接收天线或红外接收天线等设备,则必须另外敷设通信设备防雷接地,且按照国标 BG79 - 85《工业企业通信接地设计规范(试行)》中第 2.1.4 条规定,“通信设备防雷接地不能与建筑物避雷接地互通”。接地电

阻不能超过 2 。

#### 1.5 防静电接地

静电对计算机系统和机房设备的危害主要表现在:对仪器设备元器件的损坏;对计算机传输的数据产生误码;对计算机外设的机械操作产生误动作。

接地是计算机机房最基本的防静电措施。国标 GB50174 - 93《电子计算机机房设计规范》第 6.3.5 条规定,导静电地面、活动地板、工作台面和座椅垫套必须进行静电接地。我们还应将导静电活动地板、铝合金吊顶、复合铝材墙面、金属隔墙龙骨和机房直流地联通,将这些表面聚集的静电泄入地下,以此消除房间墙面、吊顶和地面聚集的大部分静电电荷;通过设备的安全接地,可消除计算机系统和其它配套设备金属表面聚集的静电电荷。同时,当静电带电体触及房间表面或计算机壳时,静电就能通过接地系统引入大地而不至于影响计算机设备。所以说,静电接地通常与设备直接地和安全接地共用,接地电阻越低越好。

## 2 各接地线之间的关系

在计算机房的接地系统中,各种地线在处理方法上有着一定的关系,这种关系实际上就是计算机系统的直流地与其他几类接地的相互关系。归根到底,是依据不同计算机系统的要求而定的。选择什么样的处理方法将影响整个计算机房接地系统的质量,从而影响计算机系统及其它设备的正常运行以及设备和人身安全,也影响工程造价的成本和施工复杂程度。各接地线之间的关系见图 1。

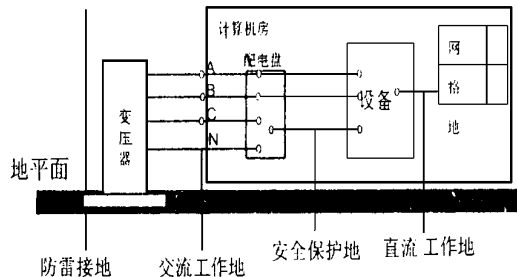


图 1 各接地线之间的关系

计算机系统的接地,目前在国内外都有不同的认识,反映在具体的实施方面有很大的差异。国内计算机系统接地的接法大体上有下述几种。

#### 2.1 直流地悬浮时与其它各类接地的关系

直流地悬浮就是直流地不接入大地。也分为串联法接地、汇集法接地、网格法接地,只是都不与大地相



连。在这种情况下,最好将其它各种接地分别接入大地。也可将交流工作地、安全保护地接在各自单独形成的体系后,再分别各用一根接地母线接至配电柜的中线端子上,再一起用接地母线引至机房室外与接地桩相连。而防雷接地则需单独接地,且两地桩要有20m以上的间隔。

## 2.2 直流地接大地时与其它各类接地的关系

直流地,在按照串联法、汇集法和网格法中任一种形成后,再通过接地母线引至机房室外与接地桩相连,叫做直流地接大地。由于不同档次的计算机系统对直流地的要求不同,直流接地与其它类型接地的关系存在很大差别。大体上有以下几种做法:

(1)各种接地相互独立。即直流地、交流地、安全保护地、防雷保护地各自形成系统,并分别接入相隔一定距离的不同地桩上。这种接法的优点是防止计算机系统和其他设备的相互干扰,保证其稳定运行,某一设备出现问题时不会波及到其他设备。但缺点是施工复杂,造价昂贵。这种方法适用于大型计算机系统。

(2)直流地、防雷地各自独立接地,安全保护地和交流地接入同一地桩。在机房内,将所有的交流用电设备中的中线连接在一起与配电柜中的中线端子相连,然后再用母线引至机房外接地桩上。这个方案比上一个方案略微简单,但优点大致相同,施工复杂度降低,成本也有所减少。这种方法适用于大型计算机网络系统的网络中心。

(3)机房的直流地、交流地和安全保护地分别形成各自独立系统后,再各用一根导线接至配电柜的中线端子上,最后共用一根接地母线接至室外的接地桩上。防雷保护地则单独接地。此法优点是施工方便,造价低廉;缺点是直流电路和交流电路有一段公共阻抗,使得逻辑电路极易受到各交流用电设备的干扰,严重时甚至会烧毁设备。此法只适用于计算机系统本身具有较强抗干扰能力的情况。

(4)机房的直流地、交流地和安全保护地单独形成独立系统后,分别用各自的接地母线引至机房室外,再接至共用的地桩上,而防雷保护地则单独接入另一地桩。此法优点是施工方便,造价低廉,且各系统少了一段由配电柜中线端子引至室外地桩的公共阻抗,因此减少了交流设备对逻辑电路的干扰,计算机系统的稳定性得到一定的提高;缺点是当进行设备维修调试时,由于仪器、设备或电烙铁等的漏电而造成晶体管、集成电路芯片等元、器件的损坏仍不可避免。所以在维修设备时,应先将直流地悬浮,待设备维修好运行正常

后,再将直流地接入大地。

## 3 接地电阻的计算方法

相关国家标准都规定了各种接地电阻的限定值。我们不能指望在接地系统作好后再来调整接地电阻值,而必须在设计各种接地系统阶段时计算出接地电阻值的大小,以确定接地电阻是否符合国家规范的要求,以此确定我们的接地系统设计得是否合适。十分精确地计算出接地电阻的大小既不可能又无必要。这里只给出近似计算公式:

·接地体接地电阻

(1)单一垂直接地桩

$$R_C = (P / (2 L)) \times \ln(4L / d) \quad (1)$$

(2)水平接地桩

$$R_P = (P / (2 L)) \times \ln(L^2 / hd + A) \quad (2)$$

(3)垂直、水平综合接地桩

$$R_1 = (R_C \times R_P) / (R_C \times P + R_P \times C) \quad (3)$$

·接地系统总电阻

$$R = R_1 + R_2 \quad (4)$$

上述式(1)~式(4)中:

$R_C$ :单根垂直接地桩的工频接地电阻( );

$R_P$ :单根水平接地桩的工频接地电阻( );

$R_1$ :垂直、水平综合接地桩的工频接地电阻( );

$R_2$ :接地母线电阻( );

$R$ :接地系统的总电阻( );

$L$ :垂直接地桩总长度或水平接地桩总长度(m);

$h$ :接地桩顶面埋深(m)

$d$ :接地桩等效直径(m),参见国标BGJ79-85第4.0.10条解释;

$A$ :水平接地桩的形状系数,参见国标BGJ79-85第4.0.10条解释;

$C$ :垂直接地桩的利用系数,参见国标BGJ79-85第4.0.10条解释;

$P$ :水平接地桩的利用系数,参见国标BGJ79-85第4.0.10条解释;

$n$ :垂直接地桩的根数。

## 4 接地工程设计与施工中应注意的问题

(1)不管直流地是悬浮还是接地,直流地和交流地都不要短接或混接,以保证直流地线上没有交流电流产生的电压降,从而使计算机系统不受交流干扰,保证设备安全;



(2) 直流地线和交流线路不能紧贴或平行相邻敷设,以防干扰或短接;

(3) 直流地线、交流地线、安全保护地线必须与防雷接地相隔 20 米以上;

(4) 直流接地以网格状效果最佳,但布置网格时必须将其装在靠近机柜、仪器、设备的地板下面,既便于连接,又减小接地电阻。

(5) 接地工程投资与整个计算机网络工程投资相比相对较小,但它对保证系统的安全稳定运行、抵抗外部电磁干扰能力的效果又十分明显,所以计算机房接地工程投资不应克扣。

根据上述综合分析以及我院几个计算机中心机房和网络中心机房不同接地工程做法来比较,计算机房安全性和抗电磁干扰能力与接地工程的完备程度成正

比。笔者建议,计算机房的各种接地工程宜做完备且相互完全独立,以获得满意的抗电磁干扰能力,保证计算机系统及机房其他电气设备的安全稳定运行。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准 GB50174 - 93,《电子计算机机房设计规范》
- [2] 中华人民共和国国家标准 GBJ79 - 85,《工业企业通信接地设计规范(试行)》
- [3] 中华人民共和国国家标准 GB2887 - 89,《计算站场地技术条件》
- [4] 中华人民共和国国家标准 GB9361 - 88,《计算站场地安全要求》
- [5] Roy Longbotton, "Computer System Reliability"
- [6] 余安等,《计算机场地技术》,电子工业出版社,1986



http://www.spdbiz.com

定性向定量发展,从简单的数值关系逐步向复杂的数学模型发展。所设计的软件中使用的数理统计分析方法有以下几种:回归分析、筛选分析、聚类分析。

· 回归分析 在求解某一变量受其它因素影响时,确定各分因素对该变量的影响程度常常用到这一方法。该软件中包含了一元回归分析、二元回归分析和多项式回归分析。

· 筛选分析 在众多复杂的多变量中,提取一组相互独立、能反映实体主要信息的数据的方法为变量筛选分析。我们使用的是主成份分析法,其基本思想是以取样点为坐标轴,以变量作为矢量,通过相似系数建立相关矩阵,研究变量之间的亲疏关系。

系,并按照它们之间的相似程度,归组并类,以便客观分类的一种统计分析方法。在所使用的聚类分析算法中,可以选取欧氏或马氏距离公式度量它们之间的关

\*本课题受安徽省“九五”重大科研攻关项目资助  
1998 - 12 - 30 收稿