

关于综合布线系统双绞线电缆的屏蔽问题

1. 综合布线技术的发展

目前，综合布线技术在我国已经得到了广泛应用，各种信息技术和相应的传输手段迅速发展，随之而来，应用于智能建筑的各种局域网层出不穷，以更好地满足各类语音、数据、图像等通信业务在智能建筑中的传输需求。综合布线系统的信息传输速率由 10Mbit 提升至 100Mbit 直至 1000Mbit 以上，所采用线缆用材也由 5 类、超 5 类双绞线相应地发展至 6 类、超 6 类、7 类双绞线以及皮线光缆等多种类型。



2. 综合布线系统中屏蔽线缆的作用

综合布线系统的优点之一就是具有较强的兼容性。可以将语音、数据与图像等不同网络的配线经过统一的规划、设计，采用不同的传输介质、信息插座、交联设备、适配器等综合到 1 套标准的布线系统中，实现建筑物内部信息传输系统的模块化管理方式，能够显著提升网络灵活性。除去皮线光

缆，不同性质的线缆一般都是沿着弱电通道敷设，由于线缆之间的电磁干扰（尤其是同频干扰）现象严重，电信号在传输过程中会产生电磁场，电磁场范围内的其他线缆必将产生感应信号，感应信号的强度则取决于磁场强度、辐射源以及被感应线缆的距离、感应线缆的长度等因素。辐射源信号越强，频率越高，产生的电磁场就越强；线缆距辐射源越近，线缆越长，感应信号也就越强；辐射线与感应线平行敷设时感应强度达到峰值。

考虑到经济投资等原因，部分传输质量要求较低的网络可以选择非屏蔽双绞线。而对于某些抗干扰性能要求高的网络则应选择使用屏蔽双绞线，以确保各类缆线之间的屏蔽性能。

屏蔽性能直接关系到网络的安全性、稳定性，确保综合布线系统的电磁兼容（EMC）性能良好。

一是可以有效抑制因电磁干扰而引起的线缆之间杂音、串音、数据丢包等现象，从而提高传输业务的稳定性。

二是可以防止电磁信号外泄。目前，先进的电磁侦测设备能够在千米之外接收到来自计算机网络、通信语音线路辐射出来的电磁波，通过还原、复现等技术手段窃取相关信息，从而危害个人、企业（单位）甚至国家信息安全。性能良好的屏蔽线缆能够阻挡传输线缆中高频信号产生的电磁辐射，阻断电磁信号外泄，避免将承载的电磁信号耦合到同处弱电通道的相邻线缆中造成信息外泄。

中华人民共和国信息产业部《GB50311-2007 综合布线系统工程设计规范》——3.5 规定：

- （1）综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于 3V/m 时，宜采用屏蔽布线系统进行防护。
- （2）用户对电磁兼容性有较高的要求（电磁干扰和防信息泄漏）时，或网络安全保密的需要，宜采用屏蔽布线系统。
- （3）采用非屏蔽布线系统无法满足安装现场条件对缆线的间距要求时，宜采用屏蔽布线系统。
- （4）屏蔽布线系统采用的电缆、连接器件、跳线、设备电缆都应是屏蔽的，并保持屏蔽层的连续性。



3、屏蔽线缆的应用

综合布线外护套与芯线之间有屏蔽层阻隔的线缆称为屏蔽线缆，屏蔽层（单层或双层）主要由铜、铝等非磁性金属材料制成，其厚度远小于其趋肤深度。目前，使用最广泛的是屏蔽双绞线

（STP, Shielded Twisted Pair），它兼顾双绞线的平衡性和屏蔽层的屏蔽性，在四对双绞线的外面加装一层或两层铝箔，利用屏蔽层对电磁波的反射、吸收和趋肤效应的原理，结合双绞线平衡抵消串扰的传输性能，可以有效防止外部电磁干扰进入线缆，同时能够阻止内部信号外泄。

所谓趋肤效应是指导体中有电流通过时将在其周围产生磁场，磁场又将在导体中产生感应电流，感应电流会在导体截面上随频率的升高而趋于导体表面分布，频率越高，趋肤深度越小，即频率越高，电磁波的穿透能力越弱。

4、屏蔽层的接地

《GB50311-2007 综合布线系统工程设计规范》7.0.4 规定：综合布线系统应采用共用接地的接地系统，如单独设置接地体时，接地电阻不应大于 4Ω 。如布线系统的接地系统中存在两个不同的接地体时，其接地电位差不应大于 $1V_{r.m.s}$ 。

采用屏蔽线缆必须保证良好的独立接地，从而有效抑电磁干扰，但如果接地方式不当，会直接影响屏蔽效果，无法解决干扰问题。在实现屏蔽层接地时，还应注意应将屏蔽层用专用连接器连接(如金属夹钳接)，避免产生所谓“猪尾巴”效应(所谓猪尾巴效应，是指电缆屏蔽层接地时没有全方位搭接，导致高频搭接阻抗增大，电磁干扰耦合电压增加，并且会导致静电电流泄放困难)。

(1) 针对不同的传输信号频率，屏蔽接地方式也有不同，可以按照低、高频两种情况进行接地分类。工作频率小于 1MHz 的低频电路中，布线和器件间的电感影响较小，而接地电路形成的环流对干扰影响较大，故应采用单点接地；信号工作频率大于 10MHz 时，地线阻抗明显变大，需尽量降低地线阻抗，故应采用多点接地；信号工作频率为 1~10MHz 时，最长的走线或接地引线线长小于波长的 1/20 时用单点接地，否则应用多点接地。

(2) 从电路参考点的角度考虑，屏蔽层如做到全程接地，效果最好，但现实中却很难实现。因此，屏蔽层接地主要分为单端接地、两端接地和悬浮地(与大地绝缘，特殊情况使用)。综合布线的屏蔽层连接须做到完整、贯通。单端接地时，接地点应通过贯通的屏蔽层连接至建筑物的联合接地体(各楼层弱电间屏蔽线尽汇聚可能采取并联方式)；两端接地时，可选择连接至各楼层的保护地，例如机柜内保护地线排、桥架、信息点底盒等，通过保护地上连建筑物的联合接地体。无论单端还是两端接地，都具有一定利弊共存的矛盾，对此，我们应该有清晰的认识。

《GB50217-1994 电力工程电缆设计规范》—— 3.6.8 控制电缆金属屏蔽的接地方式，应符合下列规定：

(1) 计算机监控系统的模拟信号回路控制电缆屏蔽层，不得构成两点或多点接地，宜用集中式一点接地。

(2) 除(1)项等需要一点接地情况外的控制电缆屏蔽层，当电磁感应的干扰较大，宜采用两点接地；静电感应的干扰较大，可用一点接地。双重屏蔽或复合式总屏蔽，宜对内、外屏蔽分用一点，两点接地。

单端接地是最常用的接地方法，将屏蔽层做等电位单端接地，另一端悬空，屏蔽层上没有形成地回路，不存在地电位差，也就有效地避开了地环路电流，因此具有高达 70dB 衰减以上的抗电磁干扰能

力，单端接地在综合布线弱电系统中得到了广泛的应用。单端接地的缺点是：屏蔽层上没有环路电流，屏蔽层具有抗电场干扰能力，而无法防止磁场强度变化所感应的电压，因而缺乏抑制磁场耦合干扰的能力。

两端接地可以通过外部干扰电流产生的磁场感应在屏蔽层中产生一个与外部干扰电流方向相反的电流，这个电流起到抵销降低干扰电流的作用。两端接地时，屏蔽层、接地线和大地将构成闭合环路，由于两端地电位的不一致，存在地电位差（电位差小于 1Vr. m. s 的除外），在屏蔽层中则会产生一个附加地环路电流，从而对缆内的双绞线造成耦合干扰，且这个电流将使屏蔽层产生次生磁场，对缆内的双绞线形成干扰，在信号回路中出现杂散的环流造成电流不平衡。由于电磁场的干扰，反而降低了双绞线屏蔽去耦的能力。

对于高输入或输出阻抗的电路，尤其是在高静电环境中，有必要使用双层屏蔽的线缆，两层屏蔽应是相互绝缘隔离型屏蔽。外层屏蔽必须两端接地，主要是为降低电磁干扰强度，由于存在电位差而感应出电流，因此产生降低源磁场强度的磁通，从而基本上抵消掉没有屏蔽层时所感应的电压。内层屏蔽层必须等电位单点接地，因为外部强度已经降低，尽快放电、消除干扰才是内层的目的。现实中，除非是有特殊的涉密防护要求，综合布线系统中很少真正用到双屏蔽层线缆，一般是将屏蔽线缆占用的专用桥架、穿线钢管作为外屏蔽层，将屏蔽线缆的屏蔽层作为内屏蔽层。

5、综合布线系统中桥架安装的注意事项

《GB50311-2007 综合布线系统工程设计规范》—7.0.7 综合布线的电缆采用金属线槽或钢管敷设时，线槽或钢管应保持连续的电气连接，并应有不少于两点的良好接地。

综合布线系统中的金属桥架、穿线管是重要基础设施，在电磁屏蔽方面也可以起到一定的辅助作用。专用的屏蔽桥架只能敷设同一业务属性的网络线缆，严禁在同一屏蔽桥架中与其他业务的线缆混合敷设。不同线缆平行敷设，相互就会产生电磁耦合，平行走向越长耦合感应越强，因此桥架从弱电间进入走廊，从走廊桥架引金属管到信息插座，都必须与其他线缆之间保持规定的间距，达到网络建设标准的相关要求。

Reference Material

由于布线桥架是由金属的直槽、弯头、三通、四通通过连板连接形成的一套完整结构，如果桥架采用表面喷塑或喷漆的产品，它的相互连接是绝缘的，仅靠跨接线做电气连接；桥架的盖板与槽体接触存在绝缘层，获得的屏蔽和接地效果就无法保证。因此，应选择表面经过镀锌防锈处理的桥架、穿线钢管，其优点是导电性能好，接地电阻小，确保了全封闭线槽的整体屏蔽效果。桥架、穿线钢管接头必须做跨接线连接，确保起到全程屏蔽贯通的作用。屏蔽信息点要求预埋金属底盒（有条件的可以将金属底盒接地）。屏蔽专用桥架应直接与建筑物的联合接地体连接，接地电阻要求小于 4Ω 。并且，其他设施不能将桥架作为接地线使用。

还应当注意的是，桥架虽然有屏蔽作用，但是其屏蔽指标是不确定的，目前国家并没有针对桥架、线槽屏蔽性能的规范标准，因此在实际应用中，不能完成依赖桥架作为线缆的屏蔽体。桥架作为屏蔽材料，只能做为加强屏蔽和隔离效果的一种规范化以外的辅助手段，用以提高屏蔽效果。

本文来源：《信息通信》

作者：李 军 山东省专用通信局