

民用建筑电气线路防火系统设计初探安全工程师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/606/2021_2022__E6_B0_91_E7_94_A8_E5_BB_BA_E7_c62_606699.htm 把安全工程师站点加入收藏夹

摘要 文章从造成电气火灾的重要线路着手，详细阐述了民用建筑配变电系统中电气线路的防火设计选型、配电线路敷设的防火蔓延措施和配电线路的电气防火保护，力图从电气火灾的源头线路防止火灾的发生。关键词 电缆母线槽防火设计 据全国火灾事故统计分析，因电气线路着火造成的火灾事故在其中占有很大的比例。电气线路故障引起火灾的过程如下：电线、电缆局部着火后，火势迅速蔓延，同时产生大量的有毒的烟气，对人体构成威胁，致使消防人员不能靠近火场及时扑救。同时，线路绝缘胶皮燃烧产生的氯化氢与空气中的水分相结合，化合成稀盐酸附着在电气设备、仪器装置上生成导电薄膜，严重降低了机电设备和一、二项接线回路的绝缘性能，直接影响机电设备和发电机组的安全运行并缩短其寿命。因此为防止电缆引起火灾和尽量减少氯化氢等有毒气体的产生，迫切需要国内有关部门重视电气线路防火的管理、监督和科研工作，并采取有效的预防措施减少电气线路火灾的发生率。

1. 电缆、电线及母线槽的防火设计

1-1 选型

任何民用建筑和内部装修本身的不燃化是有局限性的，而电能分布在民用建筑物内、外各个部分。尽管消防部门年年都强调加强防火管理，注意用电安全，但任何完善的防火管理都不可能使电气引发火灾的几率为零。电气火灾的危害案例最多的还是线路，如电缆、电线(包括母线槽)等配电线路。近年来，因电缆、电线、母线槽着火延燃酿成的重大火

灾，国内外时有发生，已引起人们的深切关注。民用建筑物特别是高层、超高层民用建筑，除认真考虑建筑物及装修材料的不燃化外，电气设备、配电线路所采用的各类电缆、电线、母线槽更需要采取阻燃化、难燃化和不燃化的措施。

1.1 阻燃型电缆、电线

具有阻燃性能的PVC绝缘和护套电缆、电线，耐温有70、90、105之分，阻燃特性氧指数为32级以上。阻燃型电缆、电线不易着火或是着火后不延燃，离开火源可以自熄。但用阻燃材料作导体的绝缘有一定的局限性，它仅适用于有阻燃要求的场所。耐温105绝缘导线也称作耐热线，用于温度较高的场所。日本JISK7201标准中规定了按测得的氧指数对材料难燃性进行判定的等级：

材料难燃性判定表	难燃级别	一级	二级	三级	四级	五级	材料氧指数
lt.21	1	2	3	4	5		

1.2 铜护套、氧化镁粉绝缘铜芯不燃电缆

一级负荷的特别重要负荷中，如消防电梯、消防泵、应急发电机等电源线，应积极推广铜护套铜芯氧化镁绝缘防火电缆(简称为MI电缆)。MI电缆和耐火母线槽是预防和扑救高层、超高层民用建筑火灾的重要举措之一。MI电缆价格比阻燃电缆价格更高，敷设方式均为明装敷设。MI电缆有如下特点：

- (1)防火、耐火、耐高温。铜护套、铜芯线熔点为1083~C，无机物氧化镁粉绝缘材料在2200~C高温下不熔化，有很强的防火、耐火性能，且氧化镁绝缘材料被紧密地挤压在铜护套与铜芯之间，MI电缆的部件全部用丝扣连接，任何气体、火焰都无法进入设备和电缆内。能在250~C的高温环境中长期安全工作，用在应急发电机、消防电梯和消防泵的低压配电线路上，可为消防人员火灾的扑救赢得时间和提供保证；
- (2)无烟、无毒，有利于人们撤离火灾现场，更有利益于消防人员扑救；
- (3)

防水、耐腐蚀性能高。铜护套本身就具有良好的防腐性能，MI电缆在民用建筑中无需套塑料护套。铜护套为无缝铜管制成，即使浸泡在水中也可长期安全通电运行；(4)无辐射、无涡流、过载能力强。铜护套有很高的防磁性能，能起到很好的屏蔽作用，还能防止辐射。单芯电缆无涡流效应，故铜护套不会发热。与相同截面的其他阻、难燃型电缆相比较，MI电缆内无机绝缘的氧化镁材料短路和过载时不存在绝缘软化和损坏，也不会自燃。由于其过载能力很强，根据负荷计算电流选用线芯截面时没必要放大1~3级，这在性能价格比较上较为可取；(5)机械强度高，外径小，使用寿命长。MI电缆的铜护套、绝缘粉、铜护套三维一体的结构，在机械撞击和外力敲打下也不会损坏，确保电气和绝缘性能指标不变。由于特殊的结构和机械强度高，铜护套外部直径比其他阻燃、耐火电缆要小，因此占地面积就小。氧化镁粉是无机材料，化学性能极为稳定，也不存在老化的问题。铜护套在民用建筑中几乎能达到永久性保护作用，而其他有机材料作绝缘的导体，在不过载的情况下其寿命为15-20年。阻燃电缆和难燃电缆只要经火烧烤后，外部有机绝缘材料就会软化，失去或降低电气和绝缘性能。火灾燃烧后，一般都要更换。而MI电缆在火烤后，氧化镁无机绝缘材料不会降低电气和绝缘性能，仍可继续使用，无需更换；(6)安全可靠性能高，MI电缆的铜护套本身就是很好的PE接地线，确保人身和设备安全运行，不必另增设一根PE地线；(7)使用灵活方便。在民用建筑中的配电线路，只要满足敷设高度在2.5m以上，MI电缆就不必要求机械保护。MI电缆可直接敷设在天棚内，无需金属封闭线槽保护。

1.3 密集型插接式母线槽

配电线路采用密集型母

线槽与传统的电力电缆配电方式相比较，有许多突出的优点。如体积小、结构紧凑、占用空间位置小；传输电流大，能很方便地通过母线槽插接式开关箱引出电源分支线；选材优良、设计精致，具有较高的电气及机械性能，外壳接地好，安全可靠。因此，在国内外高层与超高层民用建筑的低压配电干线中广泛采用。密集型母线槽，不如空气式母线槽插接孔引出分支回路随意性强，但防火性能好。密集型母线槽的敷设必须现场实测，安装线槽的长度精确度要求较高，母线槽的插接式开关箱高度也应根据设计确定。密集型母线槽的分类如下：(1)普通密集型母线槽：采用国内名牌热缩套管，精细加工组装，绝缘性能可靠，寿命可达20年，免维护。但不阻燃，该母线槽可作为普通多层民用建筑的大负荷机电设备的配电干线；(2)阻燃密集型母线槽：铜母排上采用聚四氟乙烯薄膜缠绕3层，工频耐压可达3750V。母排缠绕后，采用进口PayChem或国产名牌热收缩套管作为护套，在各相母线间采用阻燃绝缘薄板隔离，氧指数32级以上，达到母线槽的电气和阻燃性能；(3)耐火母线槽：设有特殊耐火性能的缠包云母带(或绝缘性能高且不燃的特殊的环氧树脂粉喷涂在母排上)，附件为耐火的绝缘件。在母线接头、插接箱、母线槽壳体等部位经特殊设计加工，具有符合耐火标准的耐火性能。消防泵、消防电梯、应急发电机等低压配电干线应选用耐火型密集母线槽，保证在火灾时电源的供应，以利于火灾的扑救。

2. 配电线路敷设的防火蔓延措施

就防火而言，进入建筑中的中压10kV电力电缆、进入民用建筑物内电缆的敷设应采用金属钢管和金属封闭式线槽保护，但金属钢管和金属封闭式线槽无论是在电气竖井内还是在其他部位明敷设均应刷

防火漆保护。10kV电缆从建筑物进户处至中压配电柜以及由中压配电柜至电力变压器，线路虽不长，但电力电缆也应按防火要求敷设和防护。为防止低压配电线路电气火灾，除尽量减少线路的短路、过载和接地故障外，还需在低压配电线路发生火灾能有效地限制火势沿配电线路的路径蔓延。(1)高层、超高层民用建筑的电气竖井较长，一旦发生火灾，竖井则成为通风道，会产生烟囱效应。因此要妥善处理每层配电及弱电竖井的地面，将各种电气线路孔洞的空隙，采用与建筑构件具有相同耐火等级的材料堵塞严实，形成楼层竖井间的防火密封隔离。电缆在楼层间穿通时，穿板套管两端管口空隙也应作封闭隔离。强、弱电竖井的地面应高出同层地面高度50~100mm，以防止水进入竖井造成强、弱电线路二次灾害。尤其在有火情时，确保火灾自动报警系统和消防联动系统的配电和信息系统的畅通非常必要。自动火灾报警系统和消防联动系统应单独设置电气竖井，贯彻“预防为主、防消结合”的方针也是重要举措之一。电缆桥架、母线槽、金属管等配电线路干线安装位置，应尽量避免可能受到喷淋装置直接喷淋的部位；(2)关于贯穿耐火墙的配电线路，应按防火分区的要求认真考虑，特别是易燃绝缘材料的配电线路，选用电缆桥架、母线槽等贯穿耐火墙时，应采用按相同燃烧等级的材料将孔洞堵塞严密。隔墙两侧贯穿的电缆桥架均应铺细砂，长度距墙一般为1m。以免火势从一个防火分区，经线路通道窜入另一个防火分区的线路通道而扩大火势；(3)配电线路选用易燃绝缘材料的电缆时，应将易燃线路完全封闭在耐火的电线槽内，外壳应刷防火涂料；(4)电缆、电线的套管(G25以下除外)，管口两端均应采用与周围相同耐火等级的

材料堵塞：(5)在桥架上敷设电缆不是在桥架内分支，而应在桥架外檐附加的分线盒内分支。电气线路敷设及电缆沟在进入建筑物处应设防火墙；电缆隧道进入建筑物及配变电所应设有带防火门(带锁)的防火墙，电缆穿墙保护管两端应采用难燃材料封堵。对用易燃绝缘材料防护的导体的电气线路，应要求隔离和封闭外，并尽量缩短线路的长度。具有防火隔离的不同线路通道间的线路也应防止相互串通，避免火势从一线路通道窜入另一线路通道，扩大火灾的范围。在室内的电缆桥架布线，其电缆不应有黄麻或其他易燃材料的外护套。消防配电线路采用暗敷设时，应敷设在非燃烧体结构内，且保护层厚度不宜小于30mm。当采用明敷设时，采用金属管或金属线槽上刷防火涂料保护，因为金属管和金属槽本身并不具备防火性能。当采用绝缘和护套为不延燃材料的电缆时，在竖井内可不穿金属管、金属线槽保护，但线路穿过竖井地板时，必须穿过板管、槽保护，上、下两端管、槽口空隙同样应作密封隔密。

3. 配电线路的电气防火保护

配电系统和电气设备由于绝缘老化、损坏或其他原因，可能发生各种故障和不正常的工作状态。其中最常见的是短路故障(包括接地故障)及线路的长期过载。当电气线路发生故障时，必须迅速切除故障，缩小故障的时间和范围，以降低电气线路火灾几率。

3.1 配电线路应设过负荷保护

电气线路短时过载是不正常的，但如果电动机起动时间不长，不会超过母线槽、电缆、电线的允许温升，也不会对线路造成损害。轻微的过负荷时间较长，也将对线路的绝缘、接头、端子造成损害。导体的绝缘长期过负荷，会长时间超过允许温升，导体绝缘将会加速老化，缩短绝缘导体的使用寿命。严重过负载，例如100

%过负载时，会使绝缘在短时间内软化变形，介质损耗增大，耐压水平降低，导致电气线路短路，引起火。过负载保护的目的在于防止短路和接地故障的发生。中华人民共和国强制性标准GB50054-95《低压配电设计规范》第4.3.4条过负载保护电器动作特性应同时满足下列条件： $I_b \leq I_n \leq I_z$ 1.45 I_z 式中 I_b 线路计算负载电流(A)； I_n —熔断器熔体额定电流、断路器额定电流或整定电流(A)； I_z 导体允许持续载流量(A)； I_{12} 保证保护电器可靠动作的电流(A)。当保护电器为低压断路器时， I_{12} 为约定时间内的约定动作电流；为熔断器时， I_{12} 为约定时间内的约定熔断电流。

3.2 配电线路应设短路保护

配电线路不仅要考虑正常运行情况，而且要考虑发生故障时的非正常运行状态，尤其是短路故障，即配电线路中不同相或相与中性线的绝缘导体，直接金属性连接或经过小阻抗连接在一起。配电线路短路时，如果不在短路电流对导体和连接件产生热作用和机械作用造成危害之前切断短路电流，那么短路电流会迅速使电气线路的绝缘软化甚至燃烧。其导体、电流、电火花的高温，也会引燃近旁易燃物质。因此线路的电流侧都装有熔断器或低压断路器等保护电器，正是为了在短路时能迅速切断线路的电源，避免火灾的发生。配电线路采用的上、下级保护电器，其动作除应具有选择性外，还要使保护电器与电气线路的导线和电缆相匹配。如果保护电器整定值选得过大而不匹配，即使线路短路将绝缘燃烧，保护电器仍不会动作。《低压配电设计规范》第4.2.2条绝缘导体的热稳定校验应符合下列规定：当短路持续时间不大于5s时，绝缘导体的热稳定应按下式进行校验： $S \geq I_{sc} \sqrt{t}$ (2) (1)式应不大于短路持续时间5s，否则由于热量传

导，辐射会影响温升；另外短路持续时间也不宜小于 0.1s ，因为这时要计入短路电流的非周期分量对温升的影响；(2)式已计入非周期分量。因此，在设计时对低压配电线路用计算电流选用导体截面时应选上限，在满足性能价格比的情况下，可放大1~3级，以利于5~15年线路上的用电规划，更利于防止电气线路过负荷的发生，并相应地延长了线路的使用寿命。

4.结束语 前我国民用建筑电气线路火灾防范的理论与经济发达国家有不小的差距，问题也较多，应积极向经济发达的国家和IEC标准靠拢，努力学习经济发达国家的先进防火理论和实践，结合我国国情把电气线路的火灾减少到最低程度。另外，我国大部分建筑设计及电气设计人员不参与工程建设和最后的竣工验收，业主不了解设计意图，工程二次建设或内部装修擅自改变原工程的电气线路设计，也是导致重大电气火灾事故的重要因素之一。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com