

封闭式母线槽介绍

内容摘要

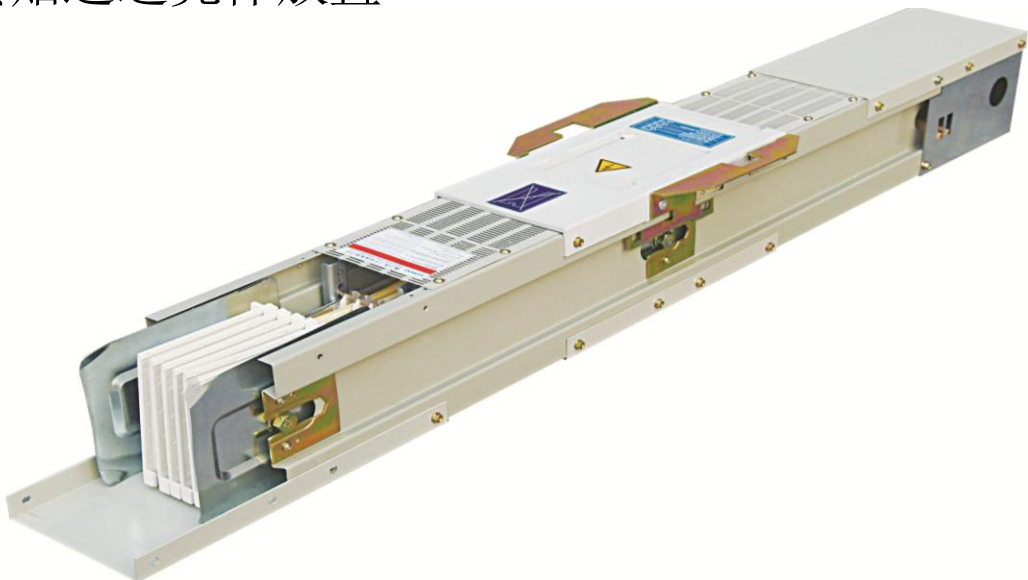
- 母线槽定义
- 母线槽类型
- 母线槽配件
- 母线槽安装的要点

母线槽定义

- 母线槽称之为“Bus-Way-System”它以铜或铝作为导体、用非烯性绝缘支撑，然后装到金属槽中而形成的新型导体。相对电缆性能：电流容量大、电压降小、短路负载能力强、不燃烧安全可靠，使用寿命长、配电系统的设备增加或变更随意自如、施工和检查维修简单、具有现代的美观。用途：主要用在大电流及分支回路多的高层建筑。

母线槽的类型

- 空气型:
将母线用绝缘衬垫支撑在壳体内，靠空气介质绝缘
- 密集型:
将裸母线用绝缘材料覆盖后，紧贴通道壳体放置



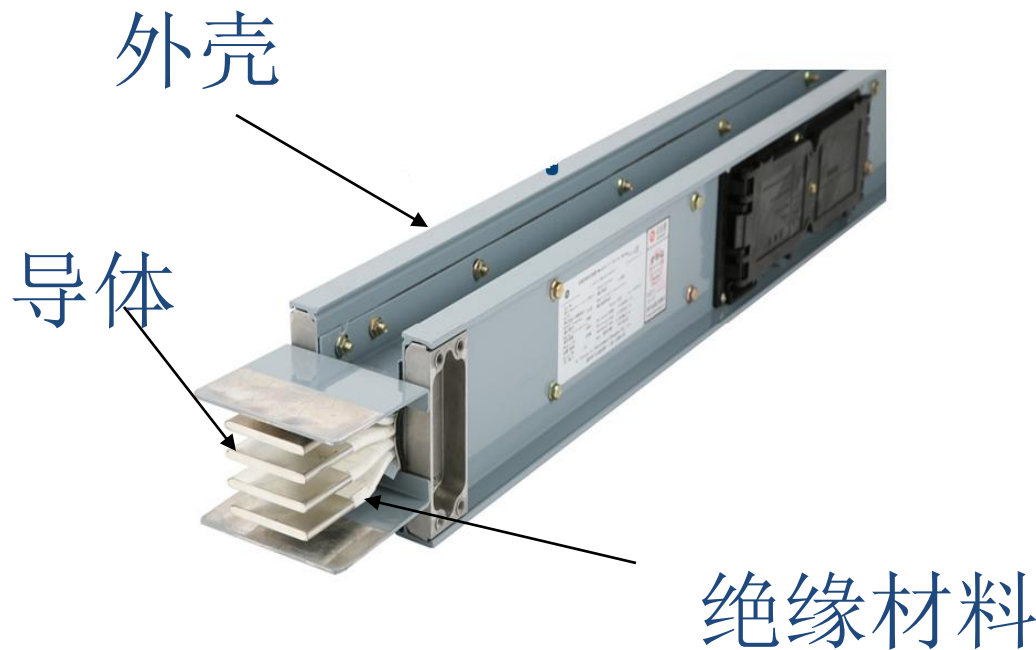
两者主要区别为结构形式不同、绝缘方式不同。



| | 空气型母线 | 密集型母线 (I-LINE母线为例) |
|-------------|---|--|
| 额定电流值 | 可达3150A/4000A | 可达6300A |
| 散热原理 | 通过外壳上的通风孔使得母线槽内的空气与外界对流, 带出母线排产生的热量, 散热效率低。 | 金属导热系数高, 通过外壳直接整体散热, 散热效率高。 |
| 温升 | 由于散热效率低, 所以温升较高 | 散热效率高, 所以温升较低 |
| 防护等级 | 如果需要提高防护等级, 母线需要降容 (3200A降容到2520A) | 可达IP66.(因为外壳上无散热孔, 灰尘和水无法进入) |
| 抗环境污染 | 差, 外界灰尘、颗粒可通过散热孔进入, 污染母线内部。 | 强, 杜绝灰尘、杂质。可用于重度污染工作环境, 如化工, 钢铁, 木材加工等行业。 |
| 动稳定性能; 机械强度 | 母线排承受的电力作用在绝缘支撑件上。(1秒为20-60 kA) | 由于铜排紧密相贴, 母线排承受的电力均匀分布在整条铜排及外壳上, 故能承受高短路电流。(1秒为40-100kA) |
| 绝缘介质 | 空气 | 有机材料, 要求薄而介电强度高, 耐热性好。 |
| 电阻 | 较大, 因为电阻不仅取决于铜巴纯度及接触电阻, 还与导体温度有关(温度越高, 电阻越大)。 | 电阻小, 因为温升低, 线路压降小, 损耗小。 |
| 安装空间 | 空间要求大 | 空间要求小(30%), 结构紧凑 |
| 安装时间 | 母线大且重(30%), 安装慢并且不方便。 | 体形轻巧配合单接头螺钉, 安装方便可靠。 |
| 降容 | 倾斜或垂直安装必须考虑降容系数, 因为不正确的位置会阻碍空气流通散热效果 | 不需降容 |
| 烟囱效应 | 竖直上升型母线内部的空气间隙会在建筑内着火时产生烟囱效应 | 密集型设计, 无烟囱效应 |
| 其他 | 潮湿与多雨的气候容易引起电气短路 | 密集型设计, 不影响 |

密集型母线槽

- 一. 外壳
- 二. 导体
- 三. 绝缘材料



外壳

- a. 镀锌冷轧钢板
- b. 铝合金外壳（掺入少量铜或镁组成的合金）
- c. 塑料外壳（一般用在400A以下）
- d. 母线外壳内侧制作要保证光滑平整、无毛刺及突出物

钢制外壳和铝制外壳比较

| 序号 | 对比项目 | 钢制外壳 | 铝制外壳 |
|----|-------|--|---|
| 1 | 重量 | 钢制外壳是铝镁合金外壳的3倍多，在安装时不方便 | 铝镁合金外壳重量轻：铝镁合金外壳重量为钢制外壳的1/3，可有效降低母线的重量，有利于现场安装； |
| 2 | 表面喷涂 | 钢板镀锌处理后再静电喷涂聚酯粉末或环氧树脂，具有很高的耐腐蚀能力 | 铝镁合金外壳表面静电喷涂聚酯粉末或环氧树脂，具有较强的腐蚀能力和抗氧化性； |
| 3 | 散热系数 | 钢材料的比热为0.28； | 铝镁合金材料的比热为0.46； |
| 4 | 磁性 | 外壳在一段上由于零相电流的感应（零近效应）而产生涡流，因为钢板是磁性材料，与零相电流感应形成磁滞回路，增大了母线的阻抗，并造成一定的功率损耗，从而降低了母线的性能； | 铝镁合金材料为无磁性环保材料，同时可以将铜排通电时产生的磁场屏蔽，防止由于铜排产生的磁场对周围的仪器、仪表等设备产生干扰，该性能特点在电子厂房中尤为关键； |
| 5 | 强度对比 | 钢板厚度一般在 $\delta 1.5 \sim 2.0$ （单位mm）； | 铝镁合金外壳并非普通的铝型材，是合金材料合成的，铝镁合金外壳厚度最小 $\delta 3.5\text{mm}$ ，最大为 $\delta 5\text{mm}$ ，与钢板相比，有更优秀的机械强度和动热稳定性； |
| 6 | 表面整洁度 | 钢板表面在酸洗磷化过程中如果达不到标准要求就会影响喷塑层的附着力，易剥落； | 铝镁合金外壳表面处理时无起泡、裂纹、留痕或氧化等缺陷； |
| 7 | 外壳接地 | 钢板为亚导体，外壳不能作为PE线使用 | 铝镁合金外壳可以直接作为母线的PE线使用，降低用户的使用成本； |

母线槽外壳防护等级说明

(通常选用IP54)

| I序号 | 说明 | 定义 | P序号 | 说明 | 定义 |
|-----|---------------|--------------------------------|-----|---------------|---------------------------------|
| 0 | 无防护 | 没有特殊防护 | 0 | 无防护 | 没有特殊防护 |
| 1 | 防止大于50mm固体入侵 | 手掌、身体或直径大于50mm固体 | 1 | 防护滴水入侵 | 有上垂直滴落的水无有害影响 |
| 2 | 防止大于12mm固体入侵 | 手指或长度不大于80mm物件及直径大于12mm固体 | 2 | 倾斜到15度时，防滴水入侵 | 当母线由垂直中心倾斜15度时，有上垂直滴落的水无有害影响 |
| 3 | 防止大于2.5mm固体入侵 | 手指或长度不大于80mm物件及直径大于2.5mm固体 | 3 | 防止喷淋的水入侵 | 当喷淋的水由垂直中心到偏离60度时，喷淋的水由上往下滴落无影响 |
| 4 | 防止大于1.0mm固体入侵 | 直径或厚度大于1.0mm的电线或昆虫及直径大于1.0mm固体 | 4 | 防止泼溅的水入侵 | 从如何方向泼溅到母线上得水无有害影响 |
| 5 | 防尘 | 不能完全防止灰尘入侵，但入侵灰尘不会影响设备运行 | 5 | 防止喷射得水入侵 | 喷管从任一方向向母线喷水无有害影响 |
| 6 | 防尘 | 完全防尘，无尘进入 | 6 | 防止大浪入侵 | 大浪及喷孔急速喷射出来的水不会以有害数量进入母线 |
| | | | 7 | 防浸水入侵 | 浸入特定水压的水中或放入达到一定时间，不入侵 |
| | | | 8 | 防止沉没 | 在制造厂商指定的条件下沉没在水中无影响 |

外壳接地简介

相导线与接地导线截面积规格表：根据国标**GB 7251.1**第**7.4.3.1.5 e)**

| 相导线截面积mm ² | PE线截面积mm ² |
|-----------------------|-----------------------|
| S≤16 | S |
| 16<S≤35 | 16 |
| 35<S≤400 | S/2 |
| 400<S≤800 | 200 |
| 800<S | S/4 |

- ρ : 电阻率
- $\rho_{\text{铜}}$: $0.017\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- $\rho_{\text{铝}}$: $0.029\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- $\rho_{\text{铝}}/\rho_{\text{铜}}=0.029/0.017=1.7$
- 导电率：1.7单位的铝才能等效1个单位的铜 铝外壳截面=相应铜接地线截面*1.7
- 具体接地方式：对于三相五线外壳作PE线产品，始端部位单独设置PE排与外壳直接相连，再通过连接铜排与配电柜接地排相连。

母线导体

1. 铜导体要求：采用T2电解铜，纯度要求达99.95%或以上，硬度达65或以上，电阻率小于0.0177欧/米。
2. 铝导体：采用高纯度优质铝，铝母线的电阻率比铜大，导电性能次于铜，机械强度比铜小，易腐蚀氧化。

综合比较铜母线性价比高于铝母线，是市场主流产品。

母线导体制作要求：

- ①全长镀锡或镀银以增加防腐、防氧化功能
- ②密集母线导体需包裹满足绝缘要求绝缘薄膜以保证绝缘强度
- ③在母排制作要求表明光滑无毛刺、突出物避免在安装过程中损坏绝缘层。

CU和AL的比较

铝材质虽然导电率相对低，但是用电气换算法可以和铜材质拥有相同电阻值从而解决送电上的问题。

1. AL 及 CU 电气性特性比较

| 区分 | Al | Cu | Ag | 备注 |
|--------|------|------|------|--|
| 电气对比电阻 | 2.65 | 1.67 | 1.59 | $R(\text{电阻}) = \text{对比电阻} \times \text{导线距离}(L) / \text{截面积}(S)$ |
| %导电率 | 61 | 98 | 106 | 国际标准有色金属导电率标准100% |

参照：导电率 = 1 / 对比电阻，

%导电率：国际标准有色金属导电率为100时计算出的导电率。

2. CU 对比 AL的导电率的压降相关设计解决方案

因为铝材质的导电率相对低，为了成为和铜材质相同的性能条件，铝材质的截面积通常放大1.6~1.7倍来使用。

说明： $R = R(\text{cu}) = R(\text{al}) = 1.67 \times L / S(\text{cu}) = 2.65 \times L / S(\text{al})$

-> L 值要相同所以 $1.67 / S(\text{cu}) = 2.65 / S(\text{al})$

-> $S(\text{al}) = 2.65 / 1.67 \times S(\text{cu}) = 1.58 S(\text{cu})$

常用母线性能参数

GB7251.2-2006<低压成套开关设备和控制设备第2部分：对母线干线系统（母线槽）的特殊要求>：

| CU额定电流(Ie)A | 额定短时耐受电流 (Icw) KA | 额定峰值耐受电流 (Ipk) KA |
|-------------|-------------------|-------------------|
| 400-800 | 30 | 63 |
| 1000-1250 | 50 | 105 |
| 1600-2500 | 65 | 143 |
| 3150-5000 | 100 | 220 |
| 6000 | 120 | 264 |

- 母线额定电流选型：
- $I_e \geq I = P \div (1.732 * U * \cos\Phi)$
 - I_e ——母线槽额定电流（A）
 - I ——用电设备组的工作电流（A）
 - P ——用电设备组的容量（W）
 - U ——用电设备组的额定电压（V）
 - $\cos\Phi$ ——功率因数（一般取0.85）
- **额定短时耐受电流：**是指在规定的试验条件下，该母线槽电路在1 s能耐受的电流值。具体数值制造厂家应在产品技术条件中给出。
- **额定峰值耐受电流：**是指在规定的试验条件下，母线槽能耐受的电流峰值。其值为短时耐受电流值与系数n的乘积。

短路强度说明： 短路强度是产品发生短路时确认产品上可以通多大的短路电流。

用单位KA来标记，有1秒短路及3秒短路。

母线槽的短路强度选定时需要重点考虑的问题是**机械性强度和耐热性强度**。

机械性强度是 短路发生时母排向外张力，如外壳不能撑住这个张力，外壳会变形凹凸，严重的话会产生母排崩裂出外壳外的情况。

耐热性强度是 短路发生时承载过大电流母排瞬间加热影响绝缘材料。如果使用耐热性能差的绝缘材料，绝缘电阻失去作用造成产品报废。

短路强度： 在额定参数范围内，母线槽应能耐受规定的额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流时产生的热应力和电动应力。短时耐受电流的数值应在产品标准中规定。额定短时耐受电流的峰值应由系数n乘以短时耐受电流

选定时注意点： 不是短路强度越大就是越好，重要的是要符合系统的设计。

一般的情况越往一次侧过去越使用短路强度高的产品。

理由是，干线事故不能给母线全体带来影响。

母线槽电气要求

- 额定电压：380V / 660V
- 额定绝缘电压：1000V AC
- 额定频率：50HZ
- 电流范围：400A-6300A
- 耐热等级 \geq B级
- 绝缘等级 \geq B级
- 工频耐压：3500V AV 无击穿，无闪络

绝缘材料要求

- 绝缘性能好
- 考虑长期的工作温度不能低于105℃
- 阻燃
- 不炭化
- 分解时无毒气
- 耐老化

绝缘材料类型

- **聚酯薄膜：**

目前常用的绝缘材料为(杜邦)聚脂薄膜在温度130度、电压10000V条件下不影响绝缘性能，性价比高。

- **聚四氟乙烯带：**

耐高温、耐腐蚀、耐低温和节电性能，但是高温分解时产生毒气（八氟异丁烯和氟光气）致人死亡；

- **聚酰亚胺缠绕带：**

耐腐蚀、耐老化及绝缘性能，同时还耐核辐射，可用于原子能反应堆，但耐火性能差，不能作为耐火绝缘材料。

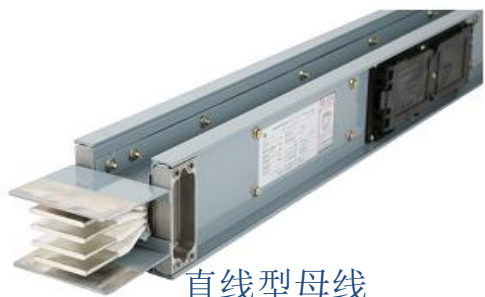
- **云母缠绕带：**

绝缘性和耐高温性，可用于耐火母线槽。

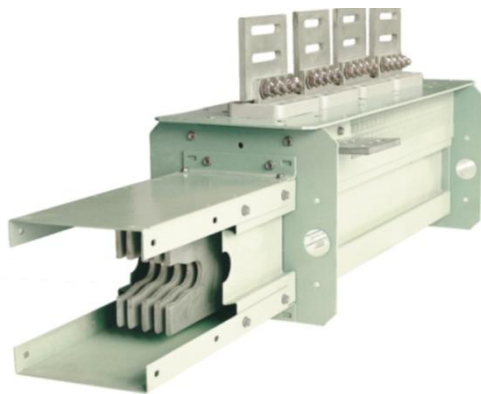
母线槽部件

- **直线型母线槽单元:**是用于延长供配电线路，带分接装置的封闭式母线槽与插接箱配套使用以分配电力负荷。
- **插接箱:**用在封闭式母线槽上引出电源出路，插接箱内装有自动空气开关，用于切断和接通电源。
- **始端母线槽单元:**与始端进线箱配套组成母线槽与电缆的连接部件，始端母线槽单元也可与变压器或配电柜连接
- **母线槽终端盒:**用于封闭式母线槽的终止端，以保证母线槽系统的供电安全
- **变径母线槽单元:**用于同一系统中不同额定电流单元的连接，以便使整个母线槽系统供电更加经济合理。
- **膨胀母线槽单元:**用于吸收由于热膨胀产生的母线槽轴向的变化量，当母线槽长度超过80m时应安装一节膨胀母线槽单元
- **弯曲连接单元:**有L型、T型、Z型、十字型四种，用于水平、垂直供配电的连接和改变走向，可灵活地将母线槽系统连接起来

母线槽部件



直线型母线槽单元



始端母线槽单元



终端箱



插接箱



连接头



中间过渡箱



膨胀节



弯曲连接单元

母线槽安装的要点

- 母线槽安装时，母线段与母线段连接时两相邻段母线及母线外壳应对齐，连接后不得使母线及母线外壳承受到机械应力。
- 在连接接头时，接头铜排及主母排表面必须清理干净，主母排应该紧贴、对齐，接头铜排及绝缘板上下、左右居中，绝缘螺栓应该轻松、自由的穿入，绝对禁止用榔头或其他物体敲击绝缘螺栓使其穿入。在拧紧绝缘螺栓时，应采用扭力距扳手，根据不同的螺栓，选择对应的力距值，以保证连接的安全性和可靠性。
- 在安装母线槽和配电柜或变压器的联络铜排时，要保证相位统一



母线槽出现短路的原因：

- 绝缘材料是避免短路的关键材料
- 铜排凸痕、毛刺、焊接错口、铁屑等金属垃圾是短路的祸根
- 耐火母线槽应有防喷水功能
- 安装时垃圾进入壳体中

- **毛刺**:短路的主要原因. 由于铜排含有杂质而造成的, 通常在母线槽制造过程中难以发现, 直到母线槽投入运行一段时间后, 毛刺顶破绝缘层, 才出现短路;
- **焊口错位**:会使铜排错位的尖角逐渐顶破绝缘层而造成短路;
- **铁屑**: 制造厂在外壳装配过程时, 误操作使铁屑落在母线槽内, 若未清除, 在运行中, 铁屑逐渐顶破绝缘层而造成短路.

安装母线槽和在维护中要注意安全。

谢谢！