**9.3.1电缆**

9.3.1.1 使用场所、范围及条件

使用范围：无锡地铁4号线一期工程17个车站、1个中间风井（含区间，不含商业开发部分）配电用0.6/1kV低烟无卤交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套电力电缆、配电用0.6/1kV耐火电缆、配电用0.6/1kV低烟无卤护套刚性五芯矿物绝缘电缆和控制用450/750V低烟无卤交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套控制电缆。

9.3.1.2 采用标准

《塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求》公安部的行业标准 GA306.1-306.2

《电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验》 GBT18380-2008

《电缆在火焰条件下的燃烧试验-成束电线或电缆的燃烧试验》 IEC332-3

《取自电缆的材料燃烧时析出气体的试验---用测量PH值和导电率来测量气体酸度的方法》 IEC754-2

《电缆在特定条件下燃烧的烟密度试验方法》 IEC1034

《取自小样电缆燃烧毒性指数测定》 NES713

《电缆和光缆绝缘和护套材料通用测试方法电线电缆机械性能试验方法》 GB/T2951

《电线电缆电性能试验方法》 GB/T3048

《电缆外护层》 GB/T2952

《电缆外护套》 GB2952

《电缆的导体》 GB/T3956

《电线电缆识别标志方法》 GB6995

《数字修约规则》 GB8170

《无卤低烟阻燃电缆》 Q/321023KLA41

《无卤低烟阻燃耐火电缆 》 Q/321023KLA42

《无卤低烟阻燃耐火电线电缆》 Q/321023KLA42

《额定电压1kV到35kV挤包绝缘电力电缆及附件》 GB/T12706

《额定电压30kV及以下挤出塑料绝缘电力电缆 》 IEC60502

《电力电缆工程设计规范》 GB50217-2007

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》《电力电缆施工及验收规范》 GB50168

《电线电缆交货盘》 JB/T 8137

《额定电压750V及以下矿物绝缘电缆及终端》 GB13033-91

《额定电压不超过750V的矿物绝缘电缆及其终端》 IEC60702-2002

《电线电缆缆耐火特性试验方法》 IEC60331

《电缆耐火性能测试》 UL2196

投标人用于本次招标采购设备选用的材料、零部件如有不涉及上述技术标准和规范之处，投标人应提供所采用的国际和国家标准、规范以及所采用版本的有关技术资料。

投标人应使本次招标采购设备选用的材料、零部件符合最新版本的国际和国家标准、规范，并提供所采用的国际和国家标准、规范以及所采用版本的有关技术资料。

投标人使用上述以外的标准和规范时，应清楚地说明并提交用于替代的标准或规范，明显的差异点要说明，并经买方批准后方可采用。

9.3.1.3 技术条件

（1）运行条件

系统标称电压U0/U 电力电缆为 0.6/1kV，控制电缆为0.45/0.75kV

系统最高运行电压Um 1.2kV，矿物绝缘电缆为1.0kV

系统频率 50Hz

系统接地方式 中性点直接接地

（2） 运行要求

电缆导体的额定运行温度 90℃

短路时电缆导体的最高温度 250℃

短路时间不超过5s

电缆弯曲半径 无铠装层的电缆应不小于电缆外径的6倍

有铠装或铜带屏蔽结构的电缆应不小于电缆外径的12倍有屏蔽层结构的软电缆应不小于电缆外径的6倍

（3） 敷设条件

敷设环境有直埋、沟槽、排管、沟道、桥架等多种方式。

（4）导体

导体严格按照国家标准，允许6mm2及以下采用实心圆铜导体，而对于50mm2以上导体采用优质无氧圆铜丝绞合紧压而成，紧压系数不小于0.90，其性能和外观符合GB/T3956的规定。

导体表面光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边，无凸起或断裂的单线。

（5） 绝缘

绝缘为XLPE型材料，采用一步法硅烷交联方式，挤包在导体上的绝缘性能符合GB/T12706的规定。

绝缘标称厚度符合GB/T12706的要求，绝缘厚度平均值不小于规定的标称值，绝缘任一点最小侧量值不小于标称值的90%减去0.1mm。

（6）成缆

电缆成缆的填充材料采用阻燃非吸湿性材料，填充紧密，成缆后缆身外形圆整。缆芯外采用高阻燃非吸湿性包带轧紧，电缆外形圆整。

（7） 内衬层

内衬层采用低烟无卤聚烯烃护套料挤包，其厚度应符合GB/T12706规定。

（8） 耐火电缆耐火层

导电线芯绕包耐火绝缘层。

耐火层采用两层耐火云母带在导体上重叠绕包。

耐火绕包平整、紧密、节距均匀。

绕包后的耐火层满足工频电压2000V的火花检验（中间检查）的要求。

（9）铠装

铠装用钢带应符合GB/T12706.1的规定。

（10）非金属外护套

护套采用低烟无卤阻燃聚烯烃护套料（且应具有无毒防白蚁特性），表面光洁、圆整，其标称厚度和性能应符合GB/T12706的规定，任一点最小厚度不小于标称值的80%减去0.2mm。

外护套表面紧密，其横断面无肉眼可见的砂眼、杂质和气泡以及未塑化好和焦化等现象。

（11）电缆标志

电缆绝缘线芯识别标志应符合GB/T6995的规定。

成品电缆的护套上应有制造厂名、产品型号和额定电压的连续标志，前后两个完整连续标志间的距离应小于500mm，标志应字迹清楚，容易辨认、耐擦。

电缆厂商应提供电缆路径指示牌，用以明确电缆接引回路编号及回路名称，指示牌应安装简便，字迹（不能手写）清楚，容易辨认、耐磨。

9.3.1.4 基本技术参数

（1）低烟无卤阻燃B类：

1）阻燃性能应能通过GB18380的成束电缆燃烧试验，试验后电缆烧焦或受影响部分达到的高度应不超过火焰作用点以上2.5m.或单根垂直燃烧试验。

2）卤酸气体释放量试验应能通过GB/T17650.1-1998，用测量PH值和电导率来测定气体的酸度 (1L水中PH≥4.3 电导率值应不超过10us/mm)。

3）烟密度试验应能通过GB/T17651.2-1998电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定(透光率的最小值≥60%)。

4）导体直流电阻符合GB/T3956的规定。

5）工频耐压试验：电力电缆应经受3500V、5min不击穿。控制电缆应经受3000V，5min不击穿。

6）应经受-15℃的低温卷绕试验或低温冲击试验.试验后试样表面应无目力可见的裂纹。

（2）低烟无卤阻燃耐火B类：

除满足阻燃低烟无卤型的性能以外，其耐火试验应能通过GB/T19216-2003在火焰条件下或光缆的线路完整性实验中的规定，在750℃ 90min燃烧，2A熔丝不熔断。

以下各节有关低烟无卤阻燃型和低烟无卤阻燃耐火电缆首先应满足以上两条基本要求。

（3）低烟无卤耐火电缆的技术要求

构成：由导体、耐火层、绝缘层、填充层、包带、外护套等构成。

导体长期额定运行温度：1kV交联聚乙烯绝缘电缆为90℃。在950～1000℃时，火焰燃烧90～180分钟，在额定电压下不击穿，电缆在800℃的火场中，可靠运行90分钟以上。成品电缆在20℃时能经受3.5kV电压试验5分钟不击穿。

（4）区间电缆电缆钢带铠装应符合GB2952.3-2008的规定采用低碳镀锌钢带，铠装应符合GB12706-2008的规定。

（5）区间电缆阻燃等级为A级，阻燃特性符合GB/T 18380.3-2008《电线电缆燃烧试验方法第二部分：试验步骤和标电缆在火焰条件下的燃成束电线或电缆的燃烧试验方法》的规定。耐火性能符合GB/T19216-21-2003/IEC60331-21.1999《在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验第21部分：试验步骤和要求额定电压：06/1kV及以下电缆》。

9.3.1.5 其它要求

（1）试验

电缆在制造、处理、试验、检验过程中，买方有权监造和见证，卖方不得拒绝，买方的此行为不免除供方对产品质量的责任。

在出厂和抽样试验前30天，卖方通知买方见证，买方应在10天内予以答复，如买方放弃见证，则卖方把所做的试验以试验报告的形式提交给买方。

出厂试验：每批电缆出厂前，按本技术规范要求进行出厂试验。出厂试验报告除附在电缆盘上以外，并送三份原件给买方。

导体直流电阻试验：导体直流电阻试验在每一电缆长度所有导体上进行测量，符合GB/T3956的规定。

交流电压试验：在每一导体和金属屏蔽之间施加工频电压3.5kV（矿物绝缘电缆为2.5kV），时间为5分钟，不发生击穿。

型式试验：供方提供的产品系列均已通过国家相关质量检测部门的型式试验和主管部门的产品鉴定。

防水防潮性能：电缆样品在水中浸泡72小时后，去除绝缘层外表面后，用肉眼观察，绝缘层外表面应是干燥的。

电缆燃烧时的低烟性能：电缆燃烧时的烟密度(最小透光率)≥60%。

无卤电缆燃烧时的性能： 电缆燃烧时的卤素气体释放试验，PH值≥4.3，绝缘电导率≤10μs/mm。

电缆阻燃试验：通过IEC60332和GB/T18380.34规定的成束B类燃烧试验。

电缆接头：电缆接头及附件均应采用辐射交联热收缩材料/电缆附件；电缆接头的绝缘材料颜色与电缆外壳颜色相同；应按规定使用电缆终端，采用热缩型电缆终端头。

投标人应提供国家权威部门出具的检验报告，且所提供的检验报告与投标报价表中产品的规格型号一致。

电力电缆芯线的中性线(N)和保护线(PE)线的选择应符合以下规定：

1）当相线截面在16mm2及以下时，与截面相同；

2）当相线截面大于16mm2时，不应小于相线截面的50%；

(2)包装储运

产品由供方的检查部门检查合格后方可出厂，每个出厂的包装件上附有产品质量合格证和质保书，产品试验报告和安装使用说明书。

电缆包装在符合JB/T 8137GB4005规定要求的电缆盘上交货（或采用采用麻木缠绕包装），电缆盘能经受所有在运输、现场搬运中可能遭受的外力作用。电缆盘能承受在安装或处理电缆时可能遭受的外力作用并不会损伤电缆及盘本身。电缆端头可靠密封。电缆盘上电缆表面应有包裹塑料纸、竹席等封装措施。

每一交货盘上将标明：厂名或商标、电缆型号及规格、长度、毛重、正确旋转方向及制造年月和标准编号。

交货长度：允许根据双方协议长度交货。长度计量误差应不超过0.5%。

（3）每个标段的电缆现场到货抽检要求

1）送检单位：国家电线电缆质量监督检验中心，或业主指定有电缆检验资质的单位检查

2）送检样本：由监理工程师在现场到货电缆中分3批次任意抽取3至5种规格型号送检（检验试验费有和电缆由投标人承担），如同一电气/结构参数与投标人提供的参数比较，出现两次及以上的负偏离；或同一次试验中，电气/结构参数中有两个及以上的参数与投标人提供的参数比较出现负偏离，则视为不合格产品。由投标人免费更换，由此引起的一切费用由投标人承担，并对该部分产品处以该部分产品合同价10%的罚款由2个规格型号不符合要求，则要求退货，并更换厂家，取消电缆厂家供货资格，并且以书面和网络形式公开公布，同时对投标人处以合同总价5%罚款。

3）检验要求：结构检查、电气性能、绝缘机械物理性能、护套机械物理性能、燃烧性能等

4）检测费用：上述检测费用及与检测有关的所有费用均含在投标总价内。

**9.3.2电线**

（1）具有CCC认证和质监部门核发的产品质量检验报告及国家防火建筑材料质量监督检验中心的检验报告。

（2）符合以下标准：

《阻燃和耐火电线电缆通则》 GB/T9666-2005

《导体的颜色或数字标识》 GB 7947-1997

（3）导线材料规格使用及安装条件：导线正常工作电压为0.23kV/0.4kV，正常工作频率为50Hz.

（4）导线主要技术参数：

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 标准要求 |
| 导体电阻(20℃) | ≤7.41Ω/km |
| 成品电缆2000V电压试验 | 应能承受交流2000V，50hz，历时5min不击穿 |
| 绝缘线芯2000V电压试验 | 应能承受交流2000V，50hz，历时6min不击穿 |
| 绝缘电阻(70℃) | ≥0.010mΩ/km |
| 导体单线根数 | ≥1根 |
| 绝缘厚度 | ≥0.8mm |
| 绝缘最薄点的厚度 | ≥0.62mm |
| 护套厚度 | ≥0.8mm |
| 护套最薄点的厚度 | ≥0.58mm |
| 平均外经 | 4.8至5.7mm |
| 椭圆度 | ≤15% |
| 绝缘老化前扩张强度 | ≥12.5N/mm2 |
| 绝缘老化前断裂伸长率 | ≥125% |
| 护套老化前扩张强度 | ≥12.5N/mm2 |
| 护套老化前断裂伸长率 | ≥125% |
| 绝缘老化后扩张强度 | ≥12.5N/mm2 |
| 绝缘老化后扩张强度最大变化率 | ±20% |
| 绝缘老化后断裂伸长率 | ≥125% |
| 绝缘老化后断裂伸长率最大变化率 | ±20% |
| 护套老化后扩张强度 | ≥12.5N/mm2 |
| 护套老化后扩张强度最大变化率 | ±20% |
| 护套老化后断裂伸长率 | ≥125% |
| 护套老化后断裂伸长率最大变化率 | ±20% |
| 高温压力试验绝缘压痕深度 | ≤50% |
| 高温压力试验护套压痕深度 | ≤50% |
| 成品电缆低温冲击试验 | 应无裂纹 |
| 护套低温弯曲试验 | 应无裂纹 |
| 绝缘低温弯曲试验 | 应无裂纹 |
| 绝缘抗开裂 | 不开裂 |
| 护套抗开裂 | 不开裂 |
| 绝缘热失重 | ≤2.0mg/cm2 |
| 护套热失重 | ≤2.0mg/cm2 |
| 不延燃试验 | 上支架下缘与炭化部分之间＞50；燃烧向下延伸至上支架下缘≤540 |
| 产品标志 | 应有制造厂名，型号和额定电压的连续标志 |
| 标志连续性（一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离） | 护套不超过500mm，绝缘不超过200mm |
| 耐擦性 | 应耐擦，按GB5023.2-1997中规定 |
| 清晰度 | 所有标志要字迹清晰 |
| 标签 | 指制造厂名称、型号、规格、额定电压、长度、制造日期、标准编号或认证标志 |
| 外观 | 绝缘应紧密挤包在导体上且容易剥离而不损伤绝缘及导体。护套与绝缘应不粘连，容易剥离且不损伤绝缘体，护套表面应平整，色泽均匀。 |

（5）阻燃、耐火标准按公共安全行业标准GA306.1-2001《阻燃及耐火电缆：塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求第一部分阻然电缆》标准，其阻燃性能达到GA306.1-2001规定的IVB级（即4级B类）。

（6）单芯电线单根敷设长期连续负荷允许载流量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 导体截面(mm2) | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 |
| 载流量(A) | 23 | 31 | 42 | 54 | 78 | 105 | 140 | 175 | 225 | 275 | 340 | 365 | 425 | 490 |

（7）区间导线阻燃等级为A级，阻燃特性符合GB/T 18380.3-2008《电线电缆燃烧试验方法第二部分：试验步骤和标电缆在火焰条件下的燃成束电线或电缆的燃烧试验方法》的规定。

**9.3.9矿物绝缘电缆**

（1）基本要求

本工程的矿物绝缘类防火电缆制造及验收标准必须符合国标或行业标准；通过BS6387：1994《在火焰条件下电缆保持电路完整性的性能要求》，并获得权威部门颁发的防火性能下列检验报告。

国家防火建筑材料质量监督检验中心出具的；在火焰条件下供电，喷水，冲击的安全性能的型式检验报告。检验依据为BS6387：1994《在火焰条件下电缆保持电路完整性的性能要求》，达到标准规定的C、W、Z级要求，即要确保受火950℃，180min后线路保持完整；确保受火650℃，15min，洒水和继续受火15min后线路保持完整；确保受火950℃和冲击15min后线路保持完整3) 金属线槽应加隔板以便控制与信号线分开。

（2）技术条件

1）额定电压：U0/U为500/750V，系统最高电压Um为1.2kV，频率：50Hz

U0-----电缆设计用的导体对地或金属屏蔽之间的额定工频电压。

U------电缆设计用的导体间的额定工频电压。

2）电缆导体的长期允许工作温度最大为125℃。在950℃高温下电缆正常工作时间大于180分钟。

3）电缆安装时最小允许弯曲半径：应满足《矿物绝缘电缆敷设技术规程JGJ232-2011》第4.1.3条。电缆固定点间距应满足《矿物绝缘电缆敷设技术规程JGJ232-2011》第4.1.11条。

4）成品电缆经受交流50Hz，500/750V电缆试验电压为3.5kV，5min绝缘不击穿。

5）运行条件：环境温度为-20℃～+40℃，相对湿度≤100%；电缆使用寿命≥30年。

6）电缆敷设方式：电缆适合敷设于保护管中、桥架中、电缆沟道、隧道中。

7）敷设条件：电缆的敷设温度应不低于0℃，敷设方法可参照一般电力电缆。

8）产品符合低烟、无卤要求，具有超强的阻燃能力，通过标准成束燃烧试验要求。

9）产品低毒性能符合GA 306.1-2007 IA级要求。

10）导体：各线芯导体均采用高纯度电工用无氧铜，为符合GB/T 3956-2008中第二种导体规定。导体各项性能指标符合GB/T3956对应导体的规定。

导体表面光洁、无油污，无损伤绝缘的毛刺、锐边以及凸起或断裂单线。

绝缘平均厚度不小于其标称值，绝缘最薄点不小于标称厚度的90﹪-0.1mm，绝缘表面光滑、平整、色泽均匀、横断面上无目力可见的气泡和砂眼等缺陷。

11）护套：护套材料应采用低烟无卤阻燃、具有防火性能护套材料。

护套紧密挤包在缆芯上，且容易剥离而不损伤绝缘层或内衬层，护套表面平整、光滑、色泽均匀。

外护套通常为橘黄色，最终颜色选择在设计联络时确定，以适应电缆使用的特定条件。

12）电缆联接和接线端子：电缆采用电力电缆终端铜接头，及通用联接体。