

## 专家论坛：开发IE级电缆需要进行的工作

我国核电站用K3类电缆，已积累了十多年的制造和运行经验，在进入大规模核电工程建设之际，全面系列开发IE级电缆，并完成国产化，是当前电缆行业重要的任务，不少项目正有待于开展。

### 一、编制IE级电缆标准

IE级是核电站整体设备的要求，电缆作为一类独立的产品，就应纳入IE级范围，因此覆盖了广泛的电缆品种，甚至将来还可能包括光缆，所以对标准各部分的编排，应考虑符合逻辑、操作方便，并尽量符合制造厂的使用习惯。编制IE级电缆标准的关键，应先解决标准的总则部分（或称通则）。总则应考虑几点原则：（1）技术上有关规定，必须与核工业总公司的核电安全规范保持一致性，并得到核电设计部门和最终用户的确认。（2）总则可分为二部分，第一部分为一般规定；第二部分为试验方法，这二部分应对后续的单篇产品标准有具体指导功能，并应大量简化单篇产品标准的繁琐编制工作。（3）总则内容应便于核电设计部门和最终用户对工厂的检查。（4）试验方法部分不可能完全套用现有标准，对新项目需进行研究或验证，建立新的试验方法，具有创新意义。

### 二、核反应堆用电缆的开发

核反应堆用电缆不属于IE级范围，也不是独立敷设的产品，应视为反应堆压力容器的部件。电缆的工作条件按反应堆压力容器设计而定，电缆一般为刚性结构，导体和护套为不锈钢或用户指定材料，绝缘可采用氧化镁或用户指定材料。所有材料要求纯度很高，首先应限制含硼元素成分，因为硼对吸收中子有影响，其次金属材料受中子撞击后，不应产生二次发射。这些因素在产品开发中需要注意。（\*\*备注：该电缆在美国大量应用的就是二氧化硅电缆）

### 三、高性能无卤低烟阻燃料的推广

为提高IE级电缆水平，采用高性能无卤低烟阻燃料（包括热塑和交联二类）是一个趋势，电缆行业应改变过去采用性能低材料状况。过去为了满足阻燃要求，总是最大限度的提高氧指数，其实并不合理。氧指数大于27%可以符合阻燃要求，但是氧指数不应随温度升高而降低，在空气温度到90℃时，若氧指数仍大于27%，则不会降低阻燃能力。同时提高电缆阻燃能力，还可以从结构上采取措施。据说核电站的常规区，也有选用无卤低烟电缆的倾向。若再扩展到火电和水电，则高性能无卤低烟阻燃料的推广会成为热门话题了。

### 四、耐辐射性绝缘和护套料开发

耐辐射性绝缘和护套料开发对于K1类电缆尤为重要。美国早期核电站壳内曾用氯丁橡胶和氯磺化聚乙烯护套，实际寿命都不能达到40年，目前无卤低烟材料的耐辐射性能力，有必要进行试验验证，并改进提高。

### 五、绝缘和护套材料使用寿命的快速试验方法研究

应用IEC 60216来推算使用寿命，时间长、程序繁，是否必定这样做值得商讨。提高温度加速老化试验是有效的方法，但要取得足够的证明。氧外诱导期也有参考价值。不妨进行有益的研究，为创立新的快速方法并得到确认而下功夫。

## 六、绝缘和护套材料的耐辐射性试验方法研究

K1或K3成品电缆耐辐射性试验虽不可随意取代，且单独对材料（片材）进行单因子或多因子综合的耐辐射性试验研究，可得到更加成熟研究结果，其指导意义相应更大。

## 七、电缆成品护套开裂的快速检验方法研究

电缆成品护套开裂的快速检验是用户最欢迎的验收手段，这方法有一定的理论基础。汽车用低压电线实际上已有类似的要求，其考验方法比一般电缆严格得多，显然不需要照搬采用。对IE电缆进行必要得验证，就能断定护套在使用中或使用前护套是否会发生开裂，如验证成功，有可能列入标准条款。

## 八、电缆成品抗地震快速模拟试验方法研究

目前各企业标准，采用类似电力电缆弯曲试验方法，来证明电缆成品抗地震能力，实际上并没有代表性。快速模拟抗地震试验方法研究可以证明电缆实际抗震能力，试验方法应把震动和张力的结合，在规范要求范围内得出结论，但是否列入标准，将待试验结论而定。

## 九、有关电缆成品敷设时的辅助参数

电缆成品敷设时的辅助参数，不是电缆本身的技术要求，但是可防止电缆敷设时不规范操作引起意外损伤。用户厂希望掌握电缆能承受的无损伤张力、侧压力和拖磨等参数，制造厂不用化很多精力，得到恰当的数据，提供用户参考，这对多方均有利。由于不同电缆品种参数不同，因此只需要在单篇标准内提示，有些产品甚至不需要提示，工厂可见机而行。