

《额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆》中国标准化协会团体标准 编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

《额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆》团体标准是由中国标准化协会批准立项。本标准由中国标准化协会电线电缆专业委员会提出，中国标准化协会归口。国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）、江苏上上电缆集团有限公司、无锡江南电缆有限公司、中辰电缆股份有限公司等参编单位联合起草。

1.2 编制背景与目标

随着城市人口的急剧增长，高层建筑、宾馆酒店、大型超市、医院、车站和机场不断的增加，地铁、隧道交通的建设，以及大型公共体育、娱乐场所、公共交通设施的增加，消防安全的重要性逐渐凸显出来。近年来，全球范围内的电力系统火灾事故中，由于电力电缆着火面导致电力系统供电中断的比例有上升趋势。因此，人员密集的地方如高层建筑、地铁、大型娱乐场所等和国家大型重点工程如核电站、石油化工、隧道、机场、邮电通信系统、大型工矿企业、地下工程等有大量电气设备及密集敷设大量电缆的场所采用阻燃电缆阻止火势蔓延，采用耐火电缆保证重要回路的不间断供电显得日益重要。尤其在现在越来越多的高层超高层建筑出现，在消防回路中，低压耐火电缆已经无法满足电缆压降的需要，急需一种中压耐火电缆采用二次变压的方案，满足整个消防回路的供电需求。

中压电力电缆在电力系统中占据重要位置，一旦发生火灾事故就会影响整个电力系统的正常运行，因此，对于中高压输配电同时又要求阻燃、耐火的场合就必须使用中高压耐火电力电缆。

虽然目前有中压电力电缆企业标准，但引用主体标准已有 2008 版更替为 2020 版，同时耐火试验方法也不明确，有待进一步厘清和规范。

本标准的制定工作主要是结合用户设计单位和制造企业的需求，结合国内的制造水平，经过充分讨论完成标准的起草工作，对标准的具体修订内容及相关指标等事项达成一致，制定出能够规范市场的国内电线电缆行业产品标准。。

1.3 主要工作过程

1.3.1 编制本标准的前期研究工作

2021 年，应部分国内电线电缆生产制造商要求，主编单位就中压耐火电力电缆生产、使用情况进行了调研，确认了本产品标准的需求，并研究了相关 IEC 标准。同时，国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）对中压耐火电力电缆进行了大量试验验证，并与主要参编单位江苏上上电缆集团有限公司等进行了充分讨论形成了本标准。

1.3.2 标准立项工作

为了规范中压耐火电力电缆的生产和验收使用，国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）牵头的研究团队于 2021 年 9 月份向中国标准化协会申请制定《额定电压 6kV (Um=7.2kV) 到 35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘耐火电力电缆》团体标准，于 2021 年 9 月 23 日获得中国标准化协会的批复（中国标协[2021]323 号）“关于《舰船用电气装置 数字通信用电缆》等两项中国标准化协会标准立项的通知”，同意立项。

1.3.3 标准制定启动

按照制定团体标准的要求，国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）迅速组织团体标准的编订工作，成立参编单位工作组，组织编制了标准草案，对耐火试验方法充分研讨和认证，按照中国标准化协会“关于召开《额定电压 6kV (Um=7.2kV) 到 35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘耐火电力电缆》中国标准化协会标准启动会的通知”要求，于 2023 年 7 月 3 日在成都召开了《额定电压 6kV (Um=7.2kV) 到 35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘耐火电力电缆》中国标准化协会标准启动会，参会单位有：四川新蓉电缆有限责任公司、江苏上上电缆集团有限公司、无锡江南电缆有限公司、中辰电缆股份有限公司等三十多家单位，会上介绍了标准立项的背景、成立了起草工作组、对标准草案进行了讨论及后续工作的安排。

1.3.4 征求意见阶段

会后起草工作组按照启动会上的要求，于 2023 年 7 月 日给参编单位发放了《额定电压 6kV (Um=7.2kV) 到 35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘耐火电力电缆》标准征求意见稿，截至 2023 年 10 月 日，共收到 家单位 条修改意见（包括中标协的意见），起草工作组分别做出了处理意见，并形成了征求意见稿。

二、标准编制原则

2.1 标准制定原则

本标准在充分分析额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆应用需求和实际生产的基础上, 制定了相应的考核要求和测试方法。

2.1.1 通用性原则

本标准提出的考核指标是针对额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆实际制造水平而制定的, 考核指标数据是根据大量试验研究而设定的, 国内主要制造企业均能实现。

2.1.2 指导性原则

本标准提出的考核项目及要求和试验方法作为额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆的指导性文件, 具有较强的社会价值和经济价值。

2.1.3 协调性原则

本标准提出的考核项目及要求和试验方法与目前使用的国家标准中的方法协调统一、互不交叉。

2.1.4 兼容性原则

本标准提出的考核项目及要求和试验方法充分考虑了电线电缆行业里用到的文件资料、标准, 具有普遍适用性。

三、标准主要内容

3.1 标准主要技术内容

本文件是在 GB/T 12706.2—2020 额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘电力电缆及附件 第 2 部分: 额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 30kV ($U_m=36\text{kV}$) 电缆、GB/T 12706.3—2020 额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘电力电缆及附件 第 3 部分: 额定电压 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 电缆、GB/T 31840.2 额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 铝合金芯挤包绝缘电力电缆 第 2 部分: 额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 30kV ($U_m=36\text{kV}$) 电缆、GB/T 31840.3 额定电压 1kV ($U_m=1.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 铝合金芯挤包绝缘电力电缆 第 3 部分: 额定电压 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 电缆本体的基础标准之上, 根据市场用户的实际使用场景需求, 制定耐火型电力电缆标准。

本文件包含范围、规范性引用文件、术语和定义、使用特性、产品代号和表示方法、技术要求、试验条件、例行试验、抽样试验、型式试验、电缆产品的补充条款和附录 A 耐火试验、附录 B 气体组成。

本文件明确了耐火中压电力电缆产品结构设计、特别是耐火层的设计，具体要求制订了耐火特性的试验方法和考核要求。此文件的使用，对用户和电缆制造企业都有一个质量判定依据，对中压耐火电缆产品质量起到规范作用。

3.2 关键技术问题说明

3.2.1 耐火层的结构设计

3.2.1.1 三芯电缆的缆芯、耐火层和填充

三芯电缆绝缘线芯间间隙应被密实填充，并绕包和挤包具有耐火功能的耐火层，挤包耐火层推荐采用结壳型耐火材料（如陶瓷化硅橡胶等），耐火层应适合电缆的运行温度并和电缆绝缘材料相容。

缆芯外耐火层厚度不予考核。

铠装电缆耐火层外宜挤包一层与电缆的运行温度和耐火层材料相容的隔离套。

无卤电缆的耐火层和填充应符合GB/T12706.2—2020表5的规定。

3.2.1.2 单芯电缆

单芯电缆的金属屏蔽外绕包和挤包具有耐火功能的耐火层，挤包耐火层推荐采用结壳型耐火材料（如陶瓷化硅橡胶等），耐火层应适合电缆的运行温度并和电缆绝缘材料相容。

耐火层外宜挤包一层与电缆的运行温度和耐火层材料相容的内衬层。

无卤电缆的耐火层和填充应符合GB/T 12706.2—2020表5的规定。

注：由于耐火层的增加，导致与非耐火电缆相比载流量有所降低。

3.2.2 耐火电缆的代号

N—耐火

NJ—耐火加机械冲击

省略—供火温度 830℃

I 类—供火温度不低于 950℃

3.3.3 耐火试验

明确了试验条件、试验设备、试验梯架及安装、热源、机械振动发生装置（当有机机械振动需要时）、热源的定位、试样的制备和安装、试验步骤、供火时间及合格判定和推荐的燃气和空气流量。

其中燃气和空气流量为：

火焰温度为 830° C 时气体流量宜为：

在 0.1MPa 和 20° C 的参考条件下:

——丙烷体积流量 (10.0±0.4) L/min, 质量流量 (320±13) mg/s;

——空气体积流量 (160±8) L/min, 质量流量 (3200±160) mg/s。

火焰温度为 950° C 时气体流量宜为:

——丙烷体积流量 (11.5±0.5) L/min, 质量流量 (350±13) mg/s;

——空气体积流量 (162±8) L/min, 质量流量 (3500±180) mg/s。

四、主要试验(或验证)情况分析

4.1 火焰温度 830° C 的耐火试验情况

试验火源计划有 3 种方案: (1) 750~800°C 双喷灯; (2) 830~870°C 单喷灯; (3) 830~870°C 双喷灯。从火源参数对方案 1、2 进行比较。(1) 750~800°C 火源每一只喷灯流量为丙烷 5 L/min、空气 80 L/min, 则双喷灯情况下总流量为丙烷 10 L/min、空气 160 L/min, 与 830~870°C 单喷灯的流量一致, 则两方案的火焰燃烧功率一致; (2) 750~800°C 双喷灯的火焰覆盖范围较 830~870°C 单喷灯更大, 830~870°C 单喷灯供货区域更集中; (3) 测量 750~800°C 及 830~870°C 火源整个火焰范围内不同位置的温度, 750~800°C 火源外焰温度最高约 950°C, 而 830~870°C 火源外焰最高温度可达 1100°C。相同的供火功率、更集中的供火区域、更高的最高火焰温度, 830~870°C 单喷灯较之 750~800°C 双喷灯更有破坏力, 因此 830~870°C 单喷灯可覆盖 750~800°C 双喷灯。由于中压耐火电力电缆外径一般较大, 从火焰包覆范围及试样破坏程度对方 案 2、3 进行比较。选择一款典型的 8.7/15 kV 3*150 mm² 中压耐火电缆样品, 进行了单双喷灯的测试。在测试中, 在电缆供火区域的中心位置插入热电偶(如图 1), 以测量供货时电缆内部的温度变化(应注意, 该温度变化仅表达一种趋势, 对于不同的电缆样品温度变化的绝对值是不同的)。如图 2, 可见单双喷灯的内部温度情况。可见由于双喷灯时电缆内部温度将明显高于单喷灯, 而中心温度达到 160°C 的情况下, 显然 XLPE 材料将很难继续保持其绝缘性能。同时, 试验中喷灯安装均以试样底部表面为位置基点, 点火后双喷灯火焰同时灼烧试样底部平面, 从而带来较单喷灯更为严重的损毁, 甚至连陶瓷化的耐火材料都已碎裂掉落, 显然已经超出了目前陶瓷化耐火材料的极限, 同时考虑实际火灾情况双喷灯的火焰破坏力过强。如图 3、4, 为单双喷灯损毁情况。综合考虑 750°C~800°C 这一火源即将在 IEC 标准体系中失

去维护，以及样品 内部最高温度、样品损毁情况，确定使用 830℃～870℃单喷灯这一火源作为拟定的试验火源。

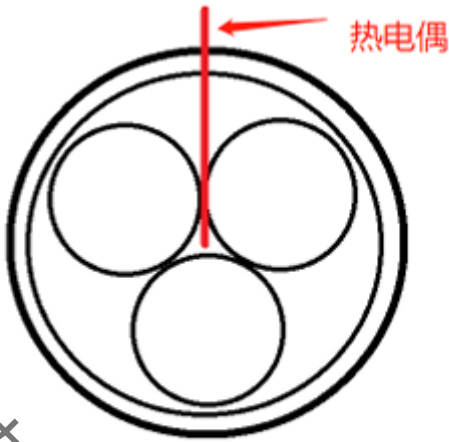


图1 热电偶安装示意图

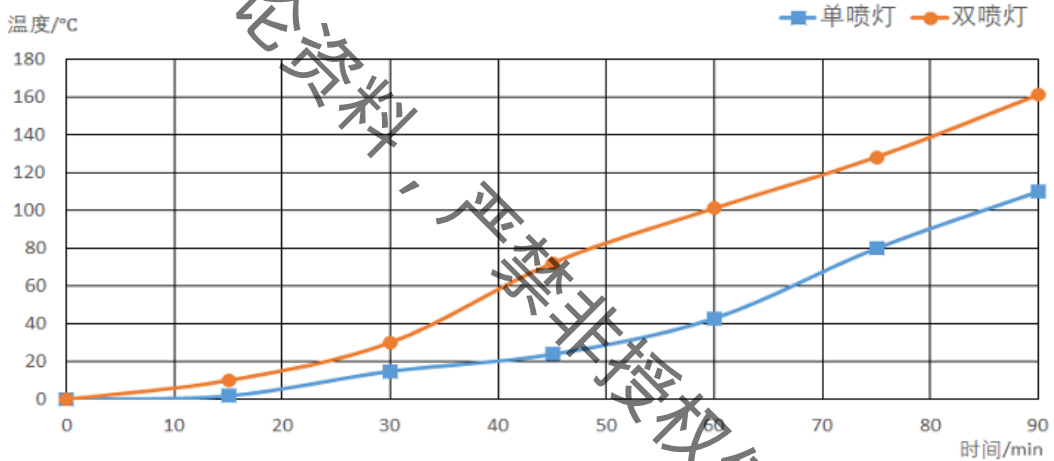


图2 供货区域电缆内部中心位置单双喷灯温度



图3 双喷灯损毁



图4 单喷灯损毁

4.2 振动的考虑

在真实的火灾中，由于建筑构筑物破 损坠落、倒塌等情况下，都会对供电电缆造成振动等外部影响，应考虑在测试过程 中加入振动测试。采用均质金属棒周期敲击耐火试样架，模拟外物坠落导致的整体振动。应注意的是，目前中压耐火电缆一 般采用陶瓷化耐火层设计，陶瓷化材料受 高温后陶瓷化，膨胀形成气孔并烧结，形 成

良好的隔热层，但其结构酥脆，轻易就会破损，振动测试是否会破坏陶瓷化结构，高温入侵至电缆内部，从而导致试验失败。采用从试验开始每 15min 敲击一次的方式进行测试，使用 $\Phi 25 \times 600$ mm 的不锈钢圆棒，以自身质量从水平呈 60° 角自由跌落，冲击样品试样架，经数次测试有如下信息：（1）因中压耐火电力电缆样品较大，为确保试样架振动传递到样品上，应使用金属扎带等捆扎件将样品与试样架紧固安装。（2）具有铠装的样品在冲击测试中失败的可能性更大，可能与非金属材料受热膨胀后受到铠装限制有关。（3）陶瓷化的耐火层碎裂后，试验将很快失败，需要进行冲击试验的中压耐火电力电缆建议设计双层或多层耐火结构，并采用合理缓冲层隔开。振动作为附加试验，电缆型号 N 无机机械振动耐火，NJ 机械振动耐火。

以下两上样品结构为实例开展火焰温度 830°C 振动耐火试验：（1）N-YJV-8.7/15 kV 3*120，结构由内及外为：三层共挤线芯（含铜带）/玻纤布绕包/陶瓷化聚烯烃耐火层/防火布绕包/内护套/防火布绕包/外护套。（2）N-YJV22-8.7/15 kV 3*120，结构由内及外为：三层共挤线芯（含铜带）/玻纤布绕包/陶瓷化聚烯烃耐火层/防火布绕包/内护套/钢带铠装/外护套。均通过了试验。

五、标准中涉及专利的情况

尚无。

六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

本标准统一了中压耐火电力电缆耐火特性考核指标和试验方法；

本标准的制定为额定电压 6kV ($U_m=7.2\text{kV}$) 到 35kV ($U_m=40.5\text{kV}$) 挤包绝缘耐火电力电缆的制造提供了统一的依据；

本标准的制定也为用户对中压耐火电力电缆的选择和验收提供了统一的依据；

为规范中压耐火电力电缆的质量起到重要的作用。

七、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

尚无。

八、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国专利法》、《中华人民共和国专利法实施细则》、《中华人民共和国消费者权益保护法》等相关法律法规保

持协调一致。本标准是对 GB/T 12706.2—2020、GB/T 12706.3—2020、GB/T 31840.2、和 GB/T 31840.3 标准的补充完善，增加了耐火试验项目考核指标和试验方法，使其具有更强的适用性。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

尚无。

十、标准性质的建议说明

本标准为中国标准化协会标准，属于团体标准，供协会会员和社会自愿使用。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

严格按照本标准提出的考核要求和试验方法对产品进行检测，确保我国该领域电缆安全、可靠的使用。

十二、废止现行相关标准的建议

无。

十三、其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组
2023 年 6 月 20 日