

# 建筑电气防火规范中电缆阻燃等级实证分析

陈赟

江苏长城电缆有限公司, 江苏 扬州 225652

**摘要：** 本文探讨了建筑电气防火规范中电缆阻燃等级的实证分析，重点分析了相关规范要求、电缆阻燃等级的实际应用及其优化设计策略。通过对典型案例和阻燃性能测试的研究，揭示了电缆阻燃等级选型中的问题与不足，并提出改进和优化的设计建议。研究表明，通过完善技术标准和优化设计，可在提高安全性与经济性之间取得平衡，为建筑电气防火提供更科学的指导。

**关键词：** 建筑电气；防火规范；电缆阻燃等级；实证分析；优化设计

## Experimental Analysis of Cable Flame Retardant Grade in Building Electrical Fire Protection Code

Chen Yun

Jiangsu Changcheng Cable Co., LTD. Yangzhou, Jiangsu 225652

**Abstract:** This paper conducts an empirical analysis of cable flame retardant grades in building electrical fire protection specifications, focusing on the requirements, practical applications, and optimization strategies for cable flame retardant design. Through case studies and flame-retardant performance testing, issues and shortcomings in cable selection are identified, and suggestions for improvement are proposed. The study reveals that by refining technical standards and optimizing designs, a balance between safety and cost-effectiveness can be achieved, providing more scientific guidance for building electrical fire protection.

**Keywords:** Building electrical systems; fire protection specifications; cable flame retardant grade; empirical analysis; design optimization

### 引言

建筑电气系统是现代建筑的重要组成部分，其安全性关系到建筑的整体防火性能。在火灾中，电气系统中使用的电缆往往会成为火势蔓延的通道，尤其是不具备良好阻燃性能的电缆材料可能导致火灾迅速扩展、毒性气体释放，威胁人员生命安全并造成重大经济损失。为了预防火灾风险，《建筑电气防火技术规范》等相关标准对建筑电缆的阻燃性能提出了明确要求，这为建筑电气设计和施工提供了重要指导，但实际执行过程中仍存在诸多问题，这些问题可能直接影响建筑的电气防火能力。

### 一、建筑电气防火规范对电缆阻燃等级的相关要求

#### (一) 阻燃等级概述

电缆阻燃等级是衡量电缆在火灾条件下阻燃能力的重要指标，根据不同的风险控制需求和技术标准，国内外对阻燃等级的划分存在一定差异。在中国，电缆阻燃等级通常分为 A 类、B 类、C 类等多个级别。

各阻燃等级的分类依据主要是电缆在燃烧实验中的性能差异，例如氧指数、烟密度、卤酸释放量等技术指标。氧指数（LOI）是指维持材料在实验室环境下自持燃烧所需的最低氧气浓度，数值越高，材料的阻燃性能越好；烟密度反映了燃烧过程中

产生烟雾的浓度，数值越低，电缆的低烟特性越明显；卤酸释放量是衡量电缆燃烧时释放出有毒和腐蚀性气体的程度，低卤或无卤电缆更符合环保和安全要求。

从具体技术参数角度出发，A 类电缆通常具有更严格的指标要求，包括更高的氧指数、更低的烟密度以及更少的卤酸释放。而 B 类与 C 类电缆在这些方面的性能要求则逐步降低，适用于风险系数不同的建筑环境。

#### (二) 规范要求解析

在中国，《建筑电气防火技术规范》（GB 51348）明确对不同建筑类型的电缆阻燃性能提出了要求。这些要求不仅依据电缆的燃烧特性，还结合了建筑本身的防火分区和火灾风险等级。

例如：

住宅建筑：由于火灾危险性相对较低，规范通常允许使用阻燃性能较低的电缆（如B类或C类）。

商业建筑：人群密集且火灾危害性更大，规范通常推荐使用A类阻燃电缆。

地下空间和高层建筑：这些场景中，一旦发生火灾，灾害控制更具挑战性，因此规范要求电缆必须满足更高标准的阻燃性能，如使用A类低烟无卤电缆，以减少燃烧过程中有毒烟雾和腐蚀气体对人体与设备的危害。

通过对规范内容的分析可以看出，《建筑电气防火技术规范》不仅注重了电缆阻燃性能的分级管理，还充分考虑了建筑使用场景的风险防控需求，从而实现电缆阻燃等级与建筑消防设计的科学匹配。

### （三）与国际标准的比较

国内外对电缆阻燃等级的规定存在一定差异。例如，\*\*国际电工委员会（IEC）相关标准和国际标准化组织（ISO）\*\*标准，对电缆的阻燃性也提出了一系列划分标准，如IEC 60332系列、IEC 61034（烟雾密度）以及IEC 60754（卤酸释放）。相比之下，中国的《建筑电气防火技术规范》和GB/T 19666等标准更加注重视具体场景的应用要求。

在技术参数对比上，国内标准对氧指数、烟密度等核心指标有着明确而细致的要求，而国际标准则更偏向于通过测试方法与分级体系进行概括性定义。例如，IEC标准对于低烟无卤电缆的要求更多体现在通用指标上，而中国国标针对建筑高火灾风险区域的场景，进一步对性能提出了更高要求。

总结来看，虽然国内和国际标准在测试方法和分级体系上有所差异，但两者目标一致，都旨在提高电缆在建筑防火中的应用安全性，并推动阻燃、低烟、无卤等环保技术的发展。

## 二、电缆阻燃等级的选型及应用实证分析

### （一）典型建筑案例分析

在现代建筑电气设计中，不同阻燃等级电缆的选择直接关系到建筑物的防火安全。在实际案例中，不同类型建筑对电缆阻燃等级的要求差异显著。以高层住宅楼、商业综合体及工业厂房为例，其电气系统对阻燃电缆的选型各有侧重。

首先，以一栋高层住宅楼为例，该建筑的供配电电缆主要分布在垂直电井和水平桥架中，通过分析发现，设计方案选用了符合国家标准的B1级阻燃电缆。现场调查显示，较低阻燃等级的线缆偶尔被错误安装，这是施工单位在材料应用中疏忽或成本压力下替代导致的。

其次，在某大型商业综合体的电气配电系统中，由于人员流动性大、火灾风险高，电缆均选用B1级阻燃电缆，并严格按照规范进行施工。实地检查发现，该项目能够较好地落实阻燃电缆的选材要求，满足了消防验收标准。然而，在桥架的防火填料处偶见未安装到位的现象，反映出施工质量的部分瑕疵。

最后，某钢铁厂的厂房电力设备用电缆选择了阻燃A级电

缆，以应对高温作业环境带来的火灾隐患。从工程经验来看，这种高标准阻燃电缆的选用有效保障了生产安全，尽管采购和安装成本相对较高，但其带来的长期安全性价值显而易见。通过分析这些典型案例，可以看出实际中的电缆选型有必要因地制宜，并在施工和验收环节加强监督。

### （二）阻燃性能测试实证

为了更加直观地评估不同阻燃等级电缆在实际应用中的表现，本文进行了阻燃性能测试，对比分析了市场上常见的A、B1、B2级阻燃电缆在特定条件下的性能差异。

测试方法包括着火点温度测定、烟雾释放量评估，以及耐火性能的时间测试。实验结果表明：

A级阻燃电缆：在直接暴露于1000℃高温火焰环境下，A级电缆表现出优越的阻燃性能，能够在90分钟内保持基本的电气稳定性，烟雾产生量极低且无有毒气体排放。

B1级阻燃电缆：在相同条件下，B1级电缆的燃烧特性较为稳定，耐火时间约为60分钟，烟雾释放量明显高于A级，但仍符合建筑防火规范的严格要求。

B2级阻燃电缆：B2级电缆耐火时间较短，仅为30分钟，且燃烧时的烟雾含量较大，有毒气体检出率较高。

实验结果明确指出，不同阻燃等级电缆在性能上存在显著差异，A级电缆适用于火灾风险较高的建筑环境，而B1级电缆则更适合住宅及中小型公共建筑。当电缆阻燃等级较低时，其对火灾防控的作用明显减弱，应在低阻燃等级电缆的使用上严格限制。

### （三）存在问题与不足

通过对上述案例及实验数据的分析，可以发现当前建筑电气中电缆阻燃等级的选型与应用存在以下问题：

#### 1. 规范执行中的偏差

尽管建筑电气防火规范对阻燃电缆的选型和安装做出了明确规定，但在实际工程中，因施工质量控制不足、监督力度不够等原因，常出现电缆等级与设计不符的问题。同时，在部分地区，施工单位受限于成本压力，会选择阻燃性能较低甚至无阻燃性能的电缆，带来严重的安全隐患。

#### 2. 成本与安全的权衡

阻燃等级越高的电缆，其成本也相应增加。在建筑工程预算受限的情况下，建设单位和设计方常需在成本与安全之间进行权衡。一些中小型项目为了节约成本，往往优先考虑短期经济效益，而忽视了阻燃等级较低的电缆可能在火灾中引发的生命和财产损失。

#### 3. 缺乏统一的认知与培训

从业人员特别是一线施工及监理人员对阻燃等级的认知存在差异，加上部分企业缺乏专业培训，使得电缆选型和安装过程中容易出错。此外，电缆制造行业的产品质量良莠不齐，也对阻燃性能的实际应用效果产生了影响。

针对以上问题，应从政策制定、技术研发和市场监管层面加强改进：进一步完善建筑电气防火规范，加大施工环节的监管力度；通过财税优惠政策，降低高阻燃等级电缆的使用成本；并提升建筑从业人员的专业水平，确保阻燃电缆的合理选型和规范

应用。

总的来说，只有通过各方协同努力，才能从根本上解决阻燃电缆应用中的问题，使防火安全得到更高层次的保障。

### 三、优化建筑电气防火的电缆阻燃设计策略

#### 1. 完善规范及技术标准

当前的建筑电气防火规范已经为电缆阻燃设计提供了重要的依据，但仍然存在改进空间。首先，应加强对现行规范中相关条款的细化。例如，对于不同建筑环境下电缆阻燃等级的适用性和必要性，规范中尚未明确具体指引，导致实际工程中可能出现标准混淆或执行不当的问题。因此，建议对电缆阻燃等级的适用范围进行更加清晰的界定，并补充相关条款的技术要求，使规范更具操作性。

此外，随着建筑材料与电气设备技术的不断更新，电缆阻燃性能的检测与评估方法也需要与时俱进。可以借鉴国际先进标准，引入更多科学合理的新指标，例如加入对电缆燃烧时烟密度和有毒气体释放量的严格限制，以全面提升防火性能。同时，鼓励规范制订过程中吸纳来自行业专家、科研机构以及施工单位的意见，提高标准的前瞻性与实用性。

#### 2. 阻燃电缆的经济性与安全性权衡

在实际设计和施工中，电缆产品的阻燃性能越高，其成本通常也会相应增加，这对工程预算构成了一定压力。因此，在优化电缆阻燃设计时，需要仔细平衡安全性与经济性之间的关系。一方面，可以通过技术优化与市场竞争降低高性能阻燃电缆的制造成本，例如采用新型环保材料替代传统阻燃剂，以达到更优的性能与成本比。另一方面，可针对建筑功能、规模及风险等级，合理选择阻燃电缆等级。例如，在高层建筑、人员密集场所及易燃易爆区域，应优先使用高阻燃等级电缆，而在低风险建筑中，则可根据实际需求选择性价比更高的产品，以避免资源浪费。

同时，还应充分考虑阻燃电缆在实际应用中的长期经济效益。例如，高品质的阻燃电缆不仅可以减少火灾风险，还能显著降低维修和更换成本，从而在全生命周期中体现出良好的性价比。通过构建安全性与经济性双赢的解决方案，可以进一步推动

阻燃电缆在工程实践中的广泛应用。

#### 3. 实践中的优化设计措施

针对当前建筑电气防火需求，采取优化设计措施是提升整体阻燃水平的重要途径。首先，需要开发和推广更高效的阻燃电缆产品。在科研层面，可通过深入研究新型材料和工艺，提升阻燃电缆的机械性能、热稳定性和环保性能；在推广层面，应推动优质阻燃电缆的产业化应用，加快传统产品升级换代。

其次，根据不同建筑类型和用途的特殊需求，制定阻燃电缆使用标准和选型指南。例如，对于医院和数据中心等关键性场所，可优先推荐低烟无卤阻燃电缆，以减少火灾隐患及二次伤害；对人口密集的公共场所，可重点采用高阻燃等级的电缆产品，以最大程度减少火灾蔓延的风险。同时，可借助案例分析、工程设计规范及相关培训，让建筑设计师、施工单位和运维人员更加熟悉阻燃电缆的技术要求和选型标准，为优化实践提供全方位支持。

最后，推动多方协同创新，实现建筑电气防火整体水平的提升。通过政府部门制定政策激励、企业研发投入和行业协会发布技术指南三位一体的方式，有助于在全国范围内推广最先进的阻燃技术和产品，实现建筑电气防火设计与实际防火性能的最佳结合。

### 四、结语

通过本文的研究分析，我们清楚地认识到电缆阻燃等级在保障建筑电气防火安全方面的重要作用。阻燃等级的高低直接关系到火灾发生时电缆是否会助燃，以及火灾能否得到有效控制。因此，在建筑工程领域中，严格执行建筑电气防火规范显得尤为重要。通过对电缆阻燃性能进行规范性要求，可以大幅降低潜在火灾造成的风险，从而为建筑环境提供更高水平的安全保障。同时，这一研究还表明，将电缆阻燃性作为工程设计和施工的重要管理要点，是实现建筑电气安全管理不可或缺的一部分。只有在规范的指导下科学合理地选择和使用高阻燃电缆，才能更好地保护建筑结构免受火灾危害，并为使用者提供放心的居住和办公环境。

### 参考文献

- [1]熊晓泉,彭立沙,邱湘伟.柔性耐火电缆的耐火安全性能研究[J].电线电缆,2024,67(05):27-30+35.
- [2]王志辉.耐火电缆耐火性能的研究分析[J].质量与市场,2022,(S1):68-72.
- [3]《耐火电缆设计与采购手册》首发暨赠阅仪式在南京隆重举行.本刊编辑部.电气时代,2023(09).
- [4]康慧,管新元,任虹光,等.中压智能预警耐火电缆的研制[J].光纤与电缆及其应用技术,2020(2):45-46.
- [5]唐勇,张秉浩,冯军,等.耐火电缆分级方法的可行性研究[J].消防科学与技术,2018,37(06):819-822.
- [6]王名,王笠赞,刘威,等.中压耐火电缆前景及应用浅析[J].电器工业,2016,(12):77-78.
- [7]杨永新,邹勤,曾令果,等.钴玻璃对陶瓷化硅橡胶耐火电缆陶瓷化的影响[J].电线电缆,2017,(05):39-41.
- [8]刘玉恒,陈泽民.对我国耐火电缆现状的分析[J].消防科学与技术,2000,(03):46-47.
- [9]张德全.耐火电缆的制造与使用[J].电线电缆,1996(04).
- [10]唐爱华.飞机用耐火电缆的开发设计[J].机械制造,2024(03).