

现代化工

氯化聚乙烯混炼橡胶在高压电线电缆中的应用挑战与解决方案

高绪东

杭州科利化工股份有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7736

[摘要] 氯化聚乙烯 (CPE) 作为一种高性能橡胶材料, 因其优良的耐热、耐油、耐臭氧和大气老化等特性, 在电线电缆领域, 尤其是护套材料中具有广泛的应用前景。然而, 在实际应用中, CPE 混炼橡胶在高压电线电缆的生产过程中仍面临诸多挑战。本文详细分析了这些挑战, 并提出了相应的解决方案, 旨在为电线电缆行业提供参考。

[关键词] 氯化聚乙烯混炼橡胶; 高压电线电缆; 应用挑战; 解决方案

Application challenges and solutions of chlorinated polyethylene rubber compounds in high-voltage wires and cables

Gao Xudong

Hangzhou Keli Chemical Co., Ltd.

[Abstract] As a high-performance rubber material, chlorinated polyethylene (CPE) has a wide range of application prospects in the field of wire and cable, especially in sheathing materials, because of its excellent heat resistance, oil resistance, ozone resistance and atmospheric aging characteristics. However, in practice, CPE rubber compounds still face many challenges in the production of high-voltage wires and cables. This article analyzes these challenges in detail and proposes corresponding solutions, aiming to provide a reference for the wire and cable industry.

[Key words] chlorinated polyethylene rubber compound; high-voltage wires and cables; application challenges; solution

引言

电线电缆作为电力传输和信号传递的重要载体, 其质量和性能直接关系到电力系统的安全稳定运行。随着电力工业的发展, 对电线电缆的要求也越来越高, 尤其是在高压电线电缆领域, 对材料的耐热、耐油、耐老化等性能提出了更为严格的要求。氯化聚乙烯 (CPE) 作为一种高性能橡胶材料, 因其独特的性能优势, 在电线电缆护套材料中具有广泛的应用前景。然而, 在实际应用中, CPE 混炼橡胶在高压电线电缆的生产过程中仍面临诸多挑战。本文将从材料性能、生产工艺、设备要求等方面, 详细分析这些挑战, 并提出相应的解决方案。

1 氯化聚乙烯的性能特点

氯化聚乙烯 (CPE) 是由聚乙烯氯化改性而制得的高分子合成材料。由于其分子结构是线性饱和和无规则结构, 所以具有优良的柔韧性、抗热老化性、耐气候和耐臭氧性。又由于分子结构中含有相当比例的氯元素, 所以又使它具有良好的耐油、耐化学药品和阻燃性。

耐热性: CPE 具有较高的耐热性, 能在较高温度下保持稳定的性能, 不易发生热老化。

耐油性: CPE 分子结构中的氯元素使其具有良好的耐油性, 能在油性环境中长期使用而不发生性能下降。

耐臭氧和大气老化: CPE 具有优异的耐臭氧和大气老化性

能, 能在恶劣的环境中保持稳定的性能。

阻燃性: CPE 分子结构中的氯元素使其具有良好的阻燃性, 能在火灾中起到阻燃作用。

加工性能: CPE 具有较好的加工性能, 易于混炼、挤出和硫化, 适合电线电缆的生产工艺要求。

2 氯化聚乙烯在高压电线电缆中的应用挑战

(一) 材料性能方面的挑战

阻燃性能与耐油性能的平衡

氯化聚乙烯的阻燃性能与耐油性能往往存在一定的矛盾。阻燃性能的提高往往会导致耐油性能的下降, 反之亦然。如何在保证阻燃性能的同时, 提高耐油性能, 是氯化聚乙烯在高压电线电缆中应用的一大挑战。

耐寒性能与耐热性能的平衡

氯化聚乙烯的耐寒性能与耐热性能也存在一定的矛盾。耐寒性能的提高往往会导致耐热性能的下降, 反之亦然。在高压电线电缆中, 要求材料既能在低温下保持柔软性, 又能在高温下保持稳定的性能。因此, 如何在保证耐寒性能的同时, 提高耐热性能, 也是氯化聚乙烯应用中的一大难题。

抗张强度与伸长率的平衡

氯化聚乙烯的抗张强度与伸长率也存在一定的矛盾。抗张强度的提高往往会导致伸长率的下降, 反之亦然。在高压电

电缆中，要求材料既要有足够的抗张强度，又要有一定的伸长率，以适应电缆在使用过程中可能发生的形变。因此，如何在保证抗张强度的同时，提高伸长率，也是氯化聚乙烯应用中的一大挑战。

（二）生产工艺方面的挑战

混炼工艺

氯化聚乙烯的混炼工艺相对复杂，需要严格控制混炼温度、时间和压力等参数。混炼温度过高或时间过长，都会导致材料性能的下降。同时，混炼过程中还需要加入适量的助剂，以改善材料的加工性能和物理机械性能。然而，助剂的种类和用量对材料性能的影响也较大，需要严格控制。

挤出工艺

氯化聚乙烯的挤出工艺也需要严格控制挤出温度、压力和速度等参数。挤出温度过高或过低，都会导致材料性能的下降。同时，挤出过程中还需要注意材料的挤出表面质量，避免出现气泡、裂纹等缺陷。

硫化工艺

氯化聚乙烯的硫化工艺是影响材料性能的关键因素之一。硫化温度过高或过低，都会导致材料性能的下降。同时，硫化过程中还需要注意硫化时间和硫化压力的控制，以保证材料的硫化程度和物理机械性能。

（三）设备要求方面的挑战

生产设备

氯化聚乙烯的生产设备需要具有较高的精度和稳定性，以保证材料的均匀性和稳定性。同时，生产设备还需要具有良好的耐腐蚀性和耐高温性，以适应氯化聚乙烯的生产工艺要求。

检测设备

氯化聚乙烯的检测设备需要具有较高的精度和灵敏度，以准确测量材料的各项性能指标。同时，检测设备还需要具有良好的稳定性和可靠性，以保证测量结果的准确性和重复性。

3 解决方案

（一）材料性能方面的解决方案

优化配方

通过优化氯化聚乙烯的配方，可以在一定程度上解决阻燃性能与耐油性能、耐寒性能与耐热性能、抗张强度与伸长率之间的矛盾。例如，可以通过调整氯的含量和分布状态，以及加入适量的阻燃剂和耐油剂，来提高材料的阻燃性能和耐油性能；可以通过调整材料的结晶度和交联密度，以及加入适量的耐寒剂和耐热剂，来提高材料的耐寒性能和耐热性能；可以通过调整材料的分子结构和交联方式，以及加入适量的增塑剂和补强剂，来提高材料的抗张强度和伸长率。

采用复合材料

将氯化聚乙烯与其他材料（如乙丙橡胶、丁腈橡胶等）进行复合，可以充分利用各种材料的优点，提高材料的综合性能。例如，将氯化聚乙烯与乙丙橡胶进行复合，可以提高材料的耐热性能和耐老化性能；将氯化聚乙烯与丁腈橡胶进行复合，可以提高材料的耐油性能和抗撕裂强度。

（二）生产工艺方面的解决方案

改进混炼工艺，铸就卓越性能

混炼是制备氯化聚乙烯（CPE）复合材料的关键步骤，其目的是使原材料均匀分散，形成稳定的物料组合体。采用先进的混炼设备，如密炼机，不仅能大幅提升混炼效率，还能确保物料在高剪切力的作用下得到充分混合，改善分散效果，避免局部过热，从而提高材料的整体均一性。密炼机特有的双转子设计，能够形成封闭式的混炼环境，有效隔绝外界干扰，保障了混炼过程的精确控制。分段混炼则是另一种技巧，通过调节

各阶段的温度和压力，使不同的添加剂按预定顺序添加，确保了物料的有序反应，避免了早期过度加热可能导致的副产物生成。适当地加入增塑剂、硫化剂等助剂，可以在不影响基本性能的基础上，进一步提升 CPE 的柔韧性、耐磨性和机械强度，扩大其适用范围。

优化挤出工艺，塑造完美品质

挤出是将混炼好的 CPE 转变为所需形状的过程，是连接化工品与成品之间的重要桥梁。螺杆挤出机因其高产出、易调控的特性，成为首选的挤出设备。通过精心调校挤出参数，如温度、压力和速度，确保材料在最优状态下挤出，避免熔融过度或不足，保证了尺寸稳定性和表面光洁度。加入适量的润滑剂，如硬脂酸锌，可以显著减少螺筒与物料之间的摩擦，降低能耗，延长设备寿命，同时也提高了挤出件的质量。正确的挤出工艺设置，不仅是提升生产效率的关键，也是实现高品质 CPE 制品的前提。

完善硫化工艺，奠定强大基础

硫化是决定 CPE 制品最终性能的重要环节，涉及材料的成型定型与性能优化。连续硫化或管道硫化技术，通过稳定的温度、时间与压力控制，确保了 CPE 在整个硫化过程中的均匀反应，极大提高了效率与成品率。硫化参数的微调，结合有机过氧化物、丙烯酸酯类等硫化剂和交联助剂的科学配比，进一步强化了 CPE 的网络结构，提升了其抗撕裂、抗老化、耐腐蚀等物理机械性能。完善的硫化工艺，不仅关乎材料的化学稳定性，更是成就 CPE 优异性能的基石，为其在各个领域的广泛应用奠定了坚实的基础。从混炼、挤出到硫化的每一个环节，都蕴藏着技术创新的空间。通过不断的实验与实践，我们能够不断优化工艺参数，发掘 CPE 材料的潜力，推动其在电线电缆、汽车配件、防水材料等领域取得突破性进展，迈向更高层次的产品应用与市场开拓。每一次细节的精益求精，都是对性能极限的挑战，也是对美好生活的不懈追求。

（三）设备要求方面的解决方案

更新生产设备

通过更新生产设备，可以提高氯化聚乙烯的生产效率和产品质量。例如，可以采用先进的密炼机和螺杆挤出机进行生产；可以采用高精度的检测设备和控制仪器进行质量检测和过程控制。

加强设备维护

通过加强设备维护，可以延长生产设备的使用寿命和保持设备的稳定性。例如，可以定期对生产设备进行清洗、润滑和检查；可以定期对检测设备和控制仪器进行校准和维修。

引进先进技术

通过引进先进技术，可以提高氯化聚乙烯的生产水平和产品质量。例如，可以采用先进的生产工艺和配方技术；可以采用先进的检测技术和质量控制方法。

4 氯化聚乙烯在高压电线电缆中的应用前景

随着电力工业的发展和对电线电缆性能要求的不断提高，氯化聚乙烯在高压电线电缆中的应用前景越来越广阔。一方面，氯化聚乙烯具有优良的耐热、耐油、耐臭氧和大气老化等性能，可以满足高压电线电缆对材料性能的高要求；另一方面，氯化聚乙烯具有较好的加工性能和物理机械性能，适合电线电缆的生产工艺要求。因此，氯化聚乙烯在高压电线电缆中的应用将越来越广泛。

（一）提升线缆产品技术水平

氯化聚乙烯（CPE）作为一种多功能聚合物，凭借其独特而广泛的性能优势，在线缆行业引发了深远变革。它不仅具备出色的阻燃性能，能够有效防止火灾蔓延，且耐磨抗油，即使在恶劣环境下也能保持良好状态，不易损坏。物理机械强度佳，

赋予了线缆强大的韧性与抗拉伸能力，确保了长距离传输的安全与稳定。此外，CPE 还展现出优异的老化抵抗力，无论是热稳定性、耐候性还是耐臭氧侵蚀，均可胜任各种苛刻环境挑战，延长了线缆的使用寿命。加之其易于加工的特质，使得生产线缆时的工艺流程更为简化，降低了制造难度，提升了生产效率。

值得一提的是，CPE 的存储性质也非常优越，长时间存放不会出现焦烧现象，这意味着库存管理变得简单，无需担心材料变质带来的浪费。基于此，CPE 作为优质线缆材料的地位日益凸显，成为众多制造商眼中的香饽饽。

（二）替代传统材料，引领产业升级

随着 CPE 生产工艺的不断成熟与成本的稳步下降，该材料开始逐步渗透进高压电线电缆产业，并展现出超越传统材料的巨大潜力。相比于以往使用的氯丁橡胶、乙丙橡胶等，CPE 不仅提供相似乃至更优的电气绝缘与防护性能，还大大降低了生产过程中的能耗和环境污染。这不仅意味着成本节约，更体现了对绿色发展的积极回应，契合了当前倡导的循环经济理念。在确保电力传输安全的前提下，CPE 护套材料的应用无疑是对线缆行业的一次革命，推动了产品质量的全面提升，树立了新的行业标杆。

（三）多元化应用领域的开拓

CPE 的优秀特性远不止于电线电缆，其实用价值已经延伸到了更广泛的范畴。在汽车工业中，CPE 作为胶管原料，展现了非凡的耐用性和适应性，无论是极端温度还是复杂路况，都能保持良好的柔韧性和密封性，为车辆的安全行驶保驾护航。

上接第 210 页

方式贡献力量。对因工程建设遭受直接损失的土地所有者、渔民等利益相关者给予合理经济补偿，帮助其转型就业或开展替代产业；对受损的生态系统服务功能，通过生态修复项目实施、增殖放流、生态廊道建设等方式进行补偿，确保生态系统逐步恢复生机与活力。

（六）公众参与和信息公开

在水利水电工程的整个生命周期中，积极拓宽公众参与渠道并强化信息公开力度。项目规划阶段，举办听证会，邀请当地居民、环保志愿者、专家学者等各方代表，详细阐述工程规划内容与潜在环境影响，认真倾听并记录他们的意见与建议，对合理诉求予以充分重视并融入规划调整中。建设期间，通过线上线下相结合的问卷调查，广泛收集社会各界对施工环保措施落实情况的反馈，及时发现并解决问题。社区公示则定期更新工程进度、环保工作动态等信息，保障居民知情权。打造专业的信息公开平台，除了常规的环境影响评价报告等文件公示，还利用数据可视化技术展示施工期环境监测数据变化趋势，以直观易懂的方式让公众了解工程对环境的实时影响。

（七）跨区域与跨部门协同合作

不同行政区域之间应搭建常态化的沟通交流平台，如定期召开流域生态保护联席会议，共同研讨工程建设对整个流域生态环境的影响，统一思想认识，协调区域间的利益诉求，联合制定涵盖全流域的生态保护规划，明确各区域在生态保护中的责任与任务，避免出现上游污染下游买单等矛盾局面。各部门之间需建立紧密的协作关系，通过联合发文、成立专项工作小组等形式，明确水利部门在工程规划建设保障水资源合理调配与水工程安全运行的兼顾生态用水需求；环保部门强化环境监测与执法力度，对工程建设中的各类污染行为严格监管；林业部门加大水源涵养林的培育与保护力度，提升森林生态系统

在建筑行业，防水材料的角色中 CPE 同样抢眼，其防渗漏性能出色，能有效抵御雨水侵蚀，确保建筑物经久耐用。此外，CPE 在模压制品方面的潜力也不容小觑，制作的零件不仅外观精美，功能性也很强，广泛应用于日常用品、体育器材等多个领域。总而言之，氯化聚乙烯的广泛应用彰显了其作为多领域“全能选手”的身份，它的出现打破了原有材料格局，推动了相关产业链的迭代更新。无论是从环保角度，还是经济效益考量，CPE 都是值得推崇的优选材料，预示着无限的市场机遇和发展前景。随着科技的不断进步和社会需求的多样化，CPE 必将在线缆及其他领域绽放更多光彩，书写新材料时代的辉煌篇章。

结语

氯化聚乙烯作为一种高性能橡胶材料，在高压电线电缆中具有广泛的应用前景。然而，在实际应用中，氯化聚乙烯混炼橡胶仍面临诸多挑战。通过优化配方、改进生产工艺和加强设备维护等措施，可以有效解决这些挑战，提高氯化聚乙烯在高压电线电缆中的应用效果。

【参考文献】

- [1]一种基于串联谐振腔的高性能光电振荡器[J].黄港腺;王菊;王文睿;贾石;于晋龙.物理学报, 2016 (04)
- [2]一种上变频自供电无线传感器电源管理电路[J].张自强;李平;文玉梅;潘世强.电子学报, 2015 (07)
- [3]谐振充电技术在火花开关触发系统中的应用[J].张兴亮;郭立红;孟范江;方艳超;张振东;毛书勤.光学精密工程, 2015 (05)

对水源的涵养功能；农业部门推广生态农业技术，减少农业面源污染对工程周边水体的影响。

结束语

综上所述，水利水电工程对生态环境的影响是复杂且多面的，既带来了诸如能源供应、防洪减灾等显著效益，也给水域、陆地生态系统以及气候与局部小环境造成了诸多不可忽视的负面影响。通过全面系统的生态评估与规划、严格施工期管理监督、生态友好型设计创新等一系列环境保护策略的实施，可以在很大程度上减轻这些负面影响，促进工程与生态环境的协调共生。在未来的水利水电工程发展中，应始终秉持可持续发展理念，将生态环境保护贯穿于工程的全生命周期，不断优化工程设计与运营管理，加强科学研究与技术创新，提高全社会的环保意识与参与度，以实现水利水电工程经济效益、社会效益与生态效益的最大化平衡，为人类创造更加美好的生态家园与可持续发展的未来奠定坚实基础。

【参考文献】

- [1]王春娟.水利水电工程建设对生态环境的影响研究[J].四川建材, 2022, 48 (12): 21-22+63.
- [2]张代凤, 罗超.中小型水利水电工程设计中常见问题及对策研究[J].工程建设与设计, 2022, (22): 247-249.
- [3]艾子贞.水利水电工程对生态环境的影响及保护对策[J].资源节约与环保, 2022, (10): 13-16.
- [4]黄佳盛, 郭凯先.水利工程建设与保护生态环境可持续发展[J].新农业, 2022, (20): 101-102.
- [5]张科.水利水电工程水土保持生态修复技术应用探究[J].皮革制作与环保科技, 2022, 3 (19): 195-197.
- [6]戴成根, 王正, 张平, 等.水利工程建设与保护生态环境可持续发展探究[J].皮革制作与环保科技, 2022, 3 (19): 27-29.