

高导热绝缘材料在高压电机上的应用意义及前景

贺宝辉

平顶山姚孟发电有限责任公司 河南平顶山

【摘要】随着经济发展，对电力供应质量和需求越来越强烈，同时我国积极在西部开发新能源，需要应用新型输电技术将电力进行远距离输送，高导绝缘材料的出现恰好顺应了国家需求，可该材料仍有部分问题未能克服，还需要进行技术攻坚。对见该技术的研究和应用，对于缓解我国能源紧张情况，实现碳中和都具有重要意义。

【关键词】高导热绝缘材料；高压电机；高压直流输电技术

【收稿日期】2022年11月18日 **【出刊日期】**2022年12月23日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20220065

Application Significance and Prospect of High Thermal Conductive Insulation Materials in High Voltage Motors

Baohui He

PingdingshanYaomeng Power Generation Co., Ltd

【Abstract】 With the development of economy, the quality and demand of power supply are becoming more and more strong. At the same time, China is actively developing new energy in the west, and needs to apply new transmission technology to long-distance transmission of power. The emergence of high conductivity insulation materials just conforms to the national demand, but there are still some problems with this material that cannot be overcome, and it still needs to make technical breakthroughs. The research and application of this technology is of great significance to ease China's energy shortage and achieve carbon neutrality.

【Keywords】 high thermal conductivity insulating material; High voltage motor; HVDC transmission technology

引言：绝缘材料是指通过加工时，将导体内部与空气或其他固体物质之间进行有效的阻隔，从而实现电气上能量传输、转换和安全保护功能目的的一种材料。随着社会的不断进步，我国商业、工业得到了飞速的发展，用电量也在节节攀升，由此高压输电技术得到了广泛应用，高导热绝缘材料作为新型电力装备已成为研究热点。目前我国已经建成并投入使用的各类大型、中型超高温超临界机组中使用到高阻燃型复合绝缘体，虽然该类设备具有良好介电损耗特性和较低功率密度等优点；但是在实际操作时也存在一定程度上温度稳定性问题，使该类高压输电设备的高热化利用受到限制^[2]。所以还需要加大对该技术和设备的研究，进行相应的改良工作，从而使得该技术造福于的千家万户，缓解我国能源紧张和能源分布不均匀的问题。

1 高导热绝缘材料在高压电机上的应用

随着我国经济的迅速发展，对高导电技术提出了更高要求，高压输电线绝缘材料在电力领域也扮演着重要角色，其应用范围越来越广泛。首先，充分发挥材料的作用，可以很好的提升设备性能。用于输送电工设备、电路板等绝缘子表面的高压直流电经引燃和燃烧后产生热气化生成交联剂，来达到提高电压水平；其次，部分材料的应用对安全的影响非常大。用作工业过程中所必须用电解液的电极和液体溶液或气体放电时，使用导流罩以防止因局部电场而破坏整个金属网并造成爆炸，在高电压输电线中，电解液的导电性对绝缘子表面及周围环境有重要影响，它直接决定了高压直流电网是否安全；另外，相关材料仍然需要一定的研究，提升材料的性能表现。用作工业生产过程中需要使用到的各种

绝缘材料也会受到高温热老化和机械损伤^[3]。因此研发新型高效、低毒性、耐腐蚀性能好且可大批量生产设备是非常必要而且紧迫而有效。

1.1 高导热绝缘材料

高导热绝缘材料是指由铜、铝等金属及其氧化物掺杂复合而成的一种新型隔振型钢，具有密度小，比质量轻且化学性能稳定和优良的阻尼特性，以及良好耐候性及抗腐蚀能力，以满足人们对于高性能绝缘产品需求。近年来在高压电机方面得到了广泛研究利用并逐步应用于大型电力设备中使用。高导热绝缘材料在高压电机、电梯等大型设备中使用，其性能的好坏将直接决定整个系统运行时的安全可靠，因此对它进行相关技术研究是十分必要。同时高导热绝缘材料具有优异的综合性能，耐候性优良，隔音能力高达 20dB 以上，因此该新型高性能绝缘塑料是未来发展趋势。目前所采用到的是熔融盐溶液型和离子液体聚合合法合成得到一种新型高性能绝缘塑料作为隔振回路，来代替传统金属丝网用电炉或其他导热通道材料制成复合绝缘层，以提高高阻尼钢在高压电机、电梯等大型设备中使用的可行性，并进一步拓展其应用范围。

1.2 高导热绝缘材料的制备工艺与可靠性

高导热绝缘材料在高压直流输电工程中的应用可靠性的体现，主要有以下几点：（1）提高了电网系统运行可靠性。由于高导热介质具有较小的电阻，因此当温度升高时，其内部会发生剧烈变化，同时高温环境下这种效应也很明显。而采用低介电常数、不与金属接触且无辐射放电现象等绝缘措施后，能够有效地防止外部短路故障并抑制电压波动和闪络干扰；（2）提高了系统绝热运行可靠性。在高压直流输电工程中，由于高导热介质具有较大的温度系数且不与金属接触、且无辐射放电现象发生时，其内部电场可以达到非常大的强耦合作用；而采用低介电常数和较小电阻及屏蔽能力下导体制造成本极低等特点，可有效降低电力设备整体成本并提高电网系统绝热运行可靠性。高导热绝缘材料在电网运行可靠性方面的应用意义重大，并将进一步促进电力系统高压输电技术朝着高效、安全供电方向发展。

高导热绝缘材料的制备方法有浸镀、熔融沉积法和涂敷工艺，其中最常用的是浸镀，该方法以铜

丝或锌棒为原料，用铁器将其熔化，使之与基体金属氧化物接触，然后在高温下融化形成耐电流性绝缘板；再利用高压加热炉中的真空蒸汽发生溅渣作用来进行冷却硬化处理，得到高导热绝缘材料，并经干燥后即可直接使用到工厂当中了。其次还有熔融沉积法，这是最常用制备高阻燃剂方法之一。熔融沉积法是将高导热绝缘材料与基体金属氧化物或石墨进行复合，使它们的熔点从 50℃降低到 60℃，再在高温下融化形成耐电流性绝缘板，然后用炉子作为载体直接使用高压电源和压力机等辅助设备，就可以得到高导电聚乙烯。在高导热绝缘材料的制备过程中，根据实际的需求，可以采用不同种类、规格以及特性各异的熔融沉积法来进行生产。

1.3 高导热绝缘材料在高压电机上应用面临的困难

目前国内高压绝缘材料的应用技术主要是以高导电性能、低耗能型和较低成本等为主要特点，但其在实际生产中还面临着许多问题，如：（1）由于我国电力设备制造工艺水平不高，以及高压输电线的特殊性，使得现有高导热绝缘材料存在很多弱点。比如说抗拉强度不足或者受温度影响较大时容易产生裂纹。另一方面因为高压绝缘材料是以金属为基体的一种高分子化合物组成而又十分独特，导热的材料在高温下具有很大的吸能能力，所以很难被广泛应用。（2）因为高压绝缘材料是以石蜡为主要成分而组成聚合物基体，再经过烧结等一系列过程制得产物^[1]温特性与温度有关、燃烧性能也影响着设备运行安全性和使用寿命。

2 高导热绝缘材料的应用研究

高导电绝缘材料的应用主要有以下几个方面的应用研究：（1）在高压直流和超临界温度下，具有较好热稳定性、耐高温性能及良好的电气绝缘性。目前我国生产制造电力设备用高导电聚乙烯作为防护芯材是非常常见且有效可行。（2）在高压交流或超临界温度条件下，具有很好的绝缘性能，其电阻率较高。（3）在高压直流条件下，能够有效地防止或减少漏电和污闪络。（4）高阻尼、无污染气体型复合介电聚合物作为新型高性能绝缘高分子材料被广泛应用，此外，将无机陶瓷纤维用作增强填料填充柔性基体中来改善绝缘性能等^[5]

2.1 应用范围

高压绝缘塑料的应用范围主要在以下几个方面：首先，电力工业中，为了提高电网输送抗突发性高导电性能，必须使用高阻性绝缘子，其原理是通过对高压导体施加预拉力来使电压升高，这种方法具有一定优点，如较低的温度、比较稳定和较大冲击击穿场等，所以可在某些特殊情况下代替其他方式用于提高电压稳定性及导流能力；但是有可能会降低系统阻抗，从而增加设备成本并影响到安全运行。其次，电力工业领域。因为高压导体的预拉力很大并存在着热辐射性、可燃气体和粉尘等有害物质会对设备造成危害或引发火灾事故，为了避免此类问题产生，必须使用高导电率绝缘体来代替传统的钢丝绳作为防护层，从而大大降低其危险性。最后，通信行业：由于高压电缆具有较长长度以及较宽传输距离，因此可采用电缆代替金属绝缘体。

2.2 高导热绝缘材料的优化

目前，高导热绝缘材料的优化主要是针对高压直流输电技术，其应用领域较为广泛。在高压交流供电网中使用到的电力设备如发电机、变压器等大都采用了高导流装置。对于这些发电系统而言，必须对电压等级进行提高。随着我国经济发展与电网建设以及相关科学技术水平不断提升下，高导热绝缘材料的应用范围不断扩大，其主要表现在以下几个方面：（1）提高电力系统中高压线路运行电压等级。在实际工程操作过程中为了降低电力设备损耗、提升经济性等目的，都会使用多台发电机来共同为电网提供高质量交流电源；而对于高导热绝缘材料而言，则可以通过技术升级，使其能够更好地满足不同要求的交流负载需求和更高性能指标。（2）改善供电网运行电压等级，提高输电线路的绝缘性能。在高压直流输电线系统中通过降低电力电缆损耗来提升其经济性。（3）提高供电网输电容量。高导热绝缘材料的应用不仅可以满足相关要求，还能降低电力传输过程中损耗，提升其经济性。（4）提高供电网的可靠性^[2]。

2.3 高导热绝缘材料的特性

高导热绝缘材料拥有以下几个特点，如绝缘油温比热流密度小、温度分布均匀且不产生大范围波动，这有利于提高系统稳定性，降低了电机损耗，从而有效地提升了电能质量，这是高导热绝缘材料的主要优点。其次，高导热量和电压在高温情况下

比较稳定无损、而且对设备寿命长等要求不高，同时还具有优异性能和较低损耗。这些特点使得高导热绝缘材料的应用范围非常广泛，现在我国已经将高导热量作为高压直流输电系统中的主要能量来源之一，并对它进行研究开发与发工作，为今后研发新技术提供可能性方向^[2]。

3 高导热绝缘材料在高压电机上应用的前景

随着我国国民经济的快速发展，高导电介质在电力、铁路等领域扮演着越来越重要的角色，这对高导电介质有了更高要求。高导热绝缘材料的应用领域主要集中在高压输变频器、高电压技术及高性能电极等方面，且多采用已经存在的高导热绝缘材料，对于新型材料，如高导热性聚氧乙烯复合材料研究较少。随着我国电力事业飞速发展，国内许多科研院所和企业对该类新型绝缘技术越来越重视，因此未来几年该类研发与生产将成为趋势。截止到目前为止，高导热绝缘材料因其优异的综合力学性能，在电工领域中得到广泛应用，其主要原因在于它具有优良的阻燃特性，可以作为新型高性能绝缘产品代替传统油墨和金属盐类等传统材料。但是由于该类聚氧乙烯复合体系存在一系列缺陷，导致该类技术难以实现突破。因此未来几年内随着高导热聚合物导流密度不断提高、对高压输变频器表面性能要求越来越苛刻，以及环境污染日益严重，这些都会导致加快对该高导热绝缘材料的研究和应用，这将成为未来研究发展的重要方向之一^[1]。

3.1 高导热绝缘材料在高压电中的应用和使用寿命

高导热绝缘材料在高压电工中的应用主要有以下几个方面：（1）低温型超冷凝器。它是利用了陶瓷熔体、铜丝或金属氧化物与高温有机共温结晶而形成具有一定温度范围内的一种新型高效换热器。

（2）循环炉在高压电工中主要起冷却作用。循环炉的主要作用是将高温介质中绝缘材料转化为易燃、易爆等特性，从而提高设备热效率。（3）高压电弧放电装置与其他常规无损检测方式相比有明显优势：其可以避免因长期处于较低电压下而造成局部过热，并且可以进行长距离传输，有效地减少电能消耗量以及对环境污染等缺点。（4）高导磁体在循环炉中主要是用于无损检测和超高压隔离，从而延长设备的使用寿命^[4]。

3.2 高导热绝缘材料在高压电中的使用寿命

高导热绝缘材料在高压输电的过程中,由于受到了温度升高和电场间作用力而产生大量热量,这些热量可以通过冷却回路、冷凝器等排出。但是当其处于低温或者高温下时就会对设备造成损坏。因此,必须考虑到如何才能延长它的使用寿命,可以提高其耐污秽能力,同时减少发生过电压的现象,另外还可以采用低温型超冷凝器、循环炉和熔融盐冷却剂,通过这些工具来控制温度,使其导电率大大提高,从而降低了因为绝缘材料的电阻对设备损害而带来的经济损失^[3]。

结束语: 本论文主要研究了高导热绝缘材料在现代的应用和未来的发展前景,了解到由于高导热绝缘材料具有高比能量密度、低密度等特点,其作为一种特殊新型高性能填料可以弥补传统金属基体和高分子复合材料性能差异性所带来的缺陷。随着科学技术水平不断提高以及人们对其性能要求越来越苛刻,因此在未来发展过程中高压直流输电技术必将成为主流趋势,而对于高导热绝缘材料来说,其应用前景是广阔的。绝缘材料是当今社会应用最广泛的高导电绝缘设备,其在电力系统中扮演重要

角色,同时该技术具有较高的经济效益,能够在电力系统中得到广泛应用,从而达到节能减排目的。

参考文献

- [1] 董阜敏,黄祖洪,周键.国内外高导热主绝缘材料的现状及发展动向[J].电气技术,2009,1:5-8.
- [2] 王文,夏宇.导热绝缘材料的研究与应用[J].绝缘材料,2012,45(1):19-24.
- [3] 周文英.导热高分子材料[M].北京:国防工业出版社,2014.
- [4] 成德明.大中型发电机绝缘材料的改进[J].绝缘材料通讯,2000(6):4.
- [5] 梁杰婷.高导热绝缘高分子复合材料的研究进展[J].大科技,2016,000(022):318-318.

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS