

# 高压输电线路融冰装置设计与技术

覃金贵

广西博阳电力勘察设计有限公司 广西 南宁 530028

**摘要：**高压输电线路融冰装置设计与技术是保障电力供应稳定的重要措施。通过深入分析覆冰机理及其对线路的影响，本文提出了针对性的融冰装置设计方案。该方案综合考虑了融冰效率、能耗及装置寿命等因素，选择了合适的融冰技术类型，并优化了结构设计与材料选用。此外，本文还探讨了直流融冰、高频激励融冰等先进技术的应用，旨在提升融冰效果与降低操作成本。本设计旨在为高压输电线路的安全稳定运行提供有效支持，保障能源供应的可靠性。

**关键词：**高压输电线路；融冰装置设计；技术

引言：高压输电线路融冰装置设计与技术的研究对于确保电力供应的稳定性和安全性具有重要意义。在极端气候条件下，覆冰现象给高压输电线路带来严重威胁，可能导致线路故障甚至断电。因此，设计一种高效、可靠的融冰装置至关重要。本文旨在探讨高压输电线路融冰装置的设计原则、目标以及技术选型，为相关领域的研究和实践提供参考。通过深入分析和比较不同融冰技术的优缺点，本文旨在为高压输电线路的安全运行提供有力保障。

## 1 高压输电线路覆冰机理与影响分析

### 1.1 覆冰机理探讨

高压输电线路的覆冰现象是极端气候条件下的一种自然现象，主要由气象因素共同作用导致。当气温低于冰点，且空气湿度较高时，导线表面的水滴会凝结并逐渐积累形成冰层。这一过程不仅与气象条件直接相关，还受到线路自身的物理特性和环境条件的影响。覆冰的形成是一个复杂的物理过程。首先，空气中的水汽在冷却过程中会在导线表面形成细小的水滴或雾凇。随着温度的继续下降，这些水滴会逐渐凝结并附着在导线表面。同时，风向和风速也会对覆冰过程产生影响，特别是在山区或河谷地带，地形造成的风场变化会导致导线不同部位的覆冰情况有所不同。除了气象因素外，线路自身的特点也会影响覆冰的形成。例如，线路的走向和悬挂高度会直接影响导线暴露于风雪中的程度。在迎风面，导线更容易受到风雪的直接作用，从而更容易形成覆冰。此外，导线的材质、直径和表面状态也会对覆冰过程产生影响。

### 1.2 覆冰对高压输电线路的影响

覆冰对高压输电线路的影响主要体现在机械性能和电气性能两个方面。（1）在机械性能方面，覆冰会增加

导线的重量和体积，从而改变其原有的力学状态。当覆冰厚度达到一定程度时，导线会发生弯曲和下垂，严重时甚至可能导致断线或杆塔倒塌。此外，覆冰还会使导线在风的作用下产生振动和舞动，进一步加剧机械损伤的风险。（2）在电气性能方面，覆冰会改变导线的电阻和电感等电气参数，导致线路传输效率下降。同时，覆冰还可能造成导线间的短路或接地故障，对电力系统的安全运行构成严重威胁。此外，覆冰还会影响线路的绝缘性能，增加线路发生闪络和跳闸的风险。除了直接的影响外，覆冰还会带来潜在的安全隐患。一方面，覆冰导线在风的作用下可能产生摆动和振动，对周边的建筑物和人员构成威胁。另一方面，覆冰导致的线路故障可能会引发停电事故，对人们的生产生活造成不便。

## 2 高压输电线路融冰装置设计方案

### 2.1 融冰装置设计原则与目标

在高压输电线路融冰装置的设计过程中，设计原则与目标的确立至关重要。这不仅关乎装置的性能和效率，更直接影响到线路的安全稳定运行以及能源供应的可靠性。设计原则的首要任务是确保装置的安全可靠性。这意味着在装置的设计过程中，必须充分考虑各种可能的安全风险，并采取有效的措施进行防范。同时，装置的经济性也是不可忽视的一个原则。在设计时，应当通过合理选材和优化设计结构来降低成本，提高装置的经济效益。此外，环境影响控制也是设计原则中的重要一环。在设计融冰装置时，应当充分考虑其对周围环境的影响，尽量减少对环境的污染和破坏。这不仅可以保护生态环境，也可以提升装置的可持续性。在明确了设计原则后，具体的设计目标也随之确定。（1）提高融冰效率是装置设计的核心目标。通过优化装置的工作机制和参数设置，使其能够在短时间内有效地融化线路上

的覆冰,从而恢复线路的正常运行。(2)降低能耗也是装置设计的重要目标。在设计过程中,应当采用节能设计策略和技术手段,提高装置的能量转换效率和利用效率,以减少能源的消耗<sup>[1]</sup>。(3)延长装置的使用寿命也是设计的一个重要目标。通过选择耐用可靠的材料和采取适当的防腐措施,提高装置的耐久性和稳定性,从而延长其使用寿命。在设计过程中,还需要考虑一系列关键因素。气候条件是影响装置设计的重要因素之一。不同地区的气候差异可能导致覆冰情况的不同,因此需要根据实际情况选择适合的融冰方式和装置类型。线路特性也是影响设计的重要因素,包括线路长度、电压等级、导线材质等,这些因素将直接影响融冰装置的设计参数和性能要求。

## 2.2 融冰装置类型选择与分析

目前,高压输电线路融冰装置的类型多种多样,主要包括直流融冰装置、交流融冰装置、高频激励融冰装置等。每种类型都有其独特的优缺点,因此需要根据实际应用需求和高压输电线路的特点进行选择适合的装置类型。(1)直流融冰装置具有融冰效率高、对线路影响小等优点,适用于长距离、大容量的高压输电线路。其工作原理是通过向线路注入直流电流,使导线产生热量以融化覆冰。然而,直流融冰装置需要专门的电源设备和控制系统,成本较高且操作复杂。(2)交流融冰装置则利用线路自身的交流电流进行融冰,操作简便且成本相对较低。但由于其利用线路电流工作,可能会对线路的正常运行产生一定影响。因此,在选择交流融冰装置时,需要综合考虑其对线路性能的影响以及融冰效果等因素。(3)高频激励融冰装置是一种新型的融冰技术,通过向线路施加高频激励信号,使导线表面产生感应电流进而发热融冰。该技术具有较高的融冰效率和较低的能耗,且对线路影响较小。然而,高频激励融冰装置的技术难度较大,需要解决信号传输和能量转换等问题。在选择融冰装置类型时,还需要考虑高压输电线路的具体条件。例如,对于覆冰严重且需要快速融冰的线路,可以选择融冰效率高的直流融冰装置;而对于成本限制较大或操作简便性要求较高的线路,则可以选择交流融冰装置或高频激励融冰装置。

## 2.3 装置结构设计与材料选用

融冰装置的结构设计直接关系到其性能的发 挥及使用寿命的长短。在高压输电线路融冰装置的设计过程中,结构设计的合理性显得尤为重要。(1)结构设计的紧凑性是实现装置高效工作的基础。在有限的空间内,合理安排各个部件的位置,既确保了装置的稳定运行,

又便于后期的维护管理。此外,装置的稳定性也是不可忽视的一环。在恶劣的气候条件和复杂的工作环境中,装置必须能够保持稳定,避免因外部因素导致的性能下降或损坏。(2)散热性能也是结构设计中需要重点考虑的因素。融冰装置在工作过程中会产生大量的热量,如果无法有效散发,将对装置的性能和使用寿命产生不利影响。因此,在结构设计时,应合理规划散热通道,提高散热效率,确保装置能够在长时间的工作过程中保持稳定运行。在材料选用方面,同样需要综合考虑多种因素。首先,材料的导电性和耐热性是保证装置性能的关键因素。选择具有高导电性和优良耐热性能的材料,可以有效降低装置在工作过程中的能耗,提高融冰效率。其次,材料的耐腐蚀性也是不可忽视的因素。由于装置通常需要长时间运行在户外环境中,受到雨雪、风尘等自然条件的侵蚀,因此必须选择具有良好耐腐蚀性的材料,以延长装置的使用寿命。此外,成本因素也是材料选用时必须考虑的一环。在满足性能要求的前提下,应尽可能选择价格合理的材料,以降低装置的整体成本,提高其市场竞争力。具体来说,对于导线和连接件等关键部件,铜和铝合金是较为理想的选择。这两种材料不仅导电性能优良,而且机械强度较高,能够满足装置在高压输电线路中的工作要求。而对于绝缘件和支撑件等辅助部件,则可以选择工程塑料或复合材料等具有良好绝缘性能和机械强度的材料。

## 3 高压输电线路融冰技术研究

### 3.1 直流融冰技术研究

直流融冰技术是通过向高压输电线路施加直流电流,利用焦耳热效应将线路表面的覆冰融化的技术。这一技术的基本原理在于直流电流能够在导线内部均匀分布,产生持续的热量,从而有效地融化导线表面的覆冰。这种方法的优势在于其融冰效率高、速度快,对线路本身的影响相对较小。在高压输电线路中,直流融冰装置的应用具有重要意义。它可以通过调节直流电源的电压和电流来控制融冰过程,实现精准控制。此外,直流融冰装置还能够实现对特定区域的覆冰进行局部融冰,减少对整个线路的影响。同时,由于其操作简单、安全可靠,因此在高压输电线路融冰作业中得到了广泛应用。对于直流融冰技术的效果评估,可以从多个方面进行考量。首先,通过观察融冰前后线路的状态,可以直观地了解融冰效果。其次,可以通过测量线路的温度和覆冰厚度等参数,定量地评估融冰效果。此外,还可以通过评估融冰过程对线路的正常运行影响,以及直流融冰装置的运行稳定性和能耗情况,来全面评价其效

果<sup>[2]</sup>。总体而言,直流融冰技术在高压输电线路融冰作业中具有显著优势。然而,该技术仍存在一些挑战和需要改进的地方,例如对电源设备的要求较高、成本较大等。未来的研究可以围绕提高直流融冰技术的效率和降低成本等方面展开。

### 3.2 高频激励融冰技术研究

高频激励融冰技术是一种利用高频电磁场激发导线表面感应电流进行融冰的新型方法。该技术的原理在于通过高频激励器在导线附近产生高频电磁场,使得导线表面产生感应电流,进而通过电流产生的热量融化导线表面的覆冰。高频激励融冰技术具有其独特的特点。首先,由于高频电磁场的穿透能力较强,可以实现对导线表面深层的覆冰进行融化,提高融冰效果。其次,高频激励融冰技术可以根据线路的实际覆冰情况进行精确控制,避免因过度加热而对线路造成损害。此外,该技术还具有能耗相对较低、对线路正常运行影响小的优势。在高压输电线路融冰作业中,高频激励融冰技术显示出良好的适用性。特别是在一些复杂地形和恶劣气候条件下,该技术可以充分发挥其独特的优势,实现快速、有效的融冰作业<sup>[3]</sup>。然而,高频激励融冰技术在实际应用中仍面临一些挑战,如高频激励器的设计和制造难度较大、成本较高等问题。为了推动高频激励融冰技术的进一步应用和发展,需要加强对该技术的深入研究和优化。一方面,可以通过改进高频激励器的结构和性能,提高其稳定性和能效;另一方面,可以通过结合其他技术手段,如智能控制、优化算法等,实现更精准的融冰作业和更高效的能源利用。

### 3.3 其他融冰技术研究与比较

除了直流融冰和高频激励融冰技术外,其他类型的融冰技术也在不断发展与优化中,每种技术都各有特点,并在特定的应用场景中发挥着重要作用。(1)热气流融冰技术利用高温气流对导线上的覆冰进行加热,使其融化脱落。这种技术具有操作简单、融冰速度快的优点,但能耗较大,同时对设备的热效率要求较高,这也增加了运行成本。此外,高温气流可能对导线的绝缘

性能造成一定影响,需要特别注意。(2)机械振动融冰技术是通过机械设备产生振动,使导线上的覆冰受到震动而脱落。这种方法对线路本身的影响较小,成本也相对较低。但其融冰效果受线路结构、覆冰厚度和粘附强度等因素的影响较大,有时需要多次振动才能达到理想的融冰效果。除了以上两种技术外,还有一些新型的融冰技术正在研究中,如激光融冰技术、超声波融冰技术等。这些新技术具有独特的融冰原理,如激光融冰技术利用激光束的高能量密度对覆冰进行加热融化,具有快速、精确的优点;超声波融冰技术则通过超声波的振动效应使覆冰松动脱落,对线路的影响较小。然而,这些新技术目前还处于研究和试验阶段,尚未在实际中得到广泛应用。总体而言,各种融冰技术都有其优缺点和适用范围。在选择和应用融冰技术时,需要根据高压输电线路的具体情况、融冰需求、安全性能以及经济效益等因素进行综合评估。未来,随着技术的不断进步和创新,相信会有更多高效、安全的融冰技术应用于高压输电线路的融冰作业中。

### 结束语

通过对高压输电线路融冰装置设计与技术的深入研究,我们不仅明晰了覆冰对线路的危害与影响,也探索了多种融冰技术的应用与优势。本文提出的装置设计方案,综合考量了融冰效率、能耗以及环境因素,力求在实际应用中实现高效、安全、经济的融冰效果。然而,技术的不断进步与应用仍需我们持续探索与创新。展望未来,我们期望高压输电线路融冰技术能够更为成熟、高效,为电力行业的稳定发展贡献更多力量。

### 参考文献

- [1]胡小华,蒋兴良,王健.高压输电线路融冰技术研究现状与展望[J].南方电网技术,2020,14(3):15-16.
- [2]赵世华,王立国,王博.直流融冰装置在高压输电线路中的应用与优化[J].电力系统保护与控制,2019,47(21):202-203.
- [3]刘清良,朱亮,张亚迪.高频激励融冰技术在特高压输电线路的应用研究[J].中国电力,2021,54(5):157-158.