

长输管道阴极保护电流流失解决措施研究与应用

谷增茂 张海明 高昂 (国家管网集团北京管道有限公司, 北京 100020)

摘要: 本文探讨了长输管道阴极保护电流流失问题以及解决措施。首先, 我们讨论了电流流失对管道腐蚀的影响, 包括阴极保护电位降低、局部电流密度不均匀和腐蚀加速。接着, 我们分析了阴极保护电流流失的原因, 包括系统设计不合理、管道敷设条件、土壤电阻率和外部干扰因素。随后, 本文详细论述了解决这些问题的措施, 包括选择合适的阴极保护方式、调整电流密度、设计合理的阳极布局、降低土壤电阻率、避免局部埋设过深或过浅、优化管道与构筑物的相对位置、采取屏蔽措施、优化外部电位分布以及加强阴极保护系统的维护与管理。综合考虑这些因素, 可以有效减小电流流失, 提高长输管道的防腐蚀性能, 延长其使用寿命, 确保输送流体的安全性。

关键词: 长输管道; 阴极保护; 电流流失; 腐蚀; 措施

0 引言

长输管道在输送液体或气体的过程中, 容易受到腐蚀的威胁, 因此防腐蚀工作显得至关重要。阴极保护作为一种有效的腐蚀控制方法, 通常通过施加电流来保护管道表面免受腐蚀的侵害。然而, 阴极保护电流流失问题一直是一个挑战, 可能导致管道的局部腐蚀和降低防腐蚀效果。本文旨在探讨长输管道阴极保护电流流失的影响因素以及解决措施, 以提高管道的防腐蚀性能。

1 阴极保护电流流失对长输管道腐蚀的影响

1.1 降低阴极保护电位

降低阴极保护电位是解决长输管道阴极保护电流流失问题的关键策略之一。通常, 阴极保护电位是通过施加外部电流来负责管道表面的防腐蚀。然而, 如果电位设置得太高, 将导致电流流失, 从而减弱防腐效果。

为了克服这一问题, 首先需要考虑合适的阳极材料选择。选择合适的阳极材料是至关重要的, 因为不同材料具有不同的电位。通常, 选择具有更负电位的阳极材料可以降低阴极保护电位。定期监测和调整阴极保护电位也是必要的。这可以通过实验室测试和现场监测来完成, 以确保电位设置在适当的范围内, 以提供最佳的防腐蚀效果。要考虑到管道的特定情况, 因为不同管道可能需要不同的电位设置, 这取决于其暴露于的环境条件和腐蚀威胁程度。因此, 电位的调整应该是一个动态过程, 需要持续追踪和优化, 以保持系统的高效性。

1.2 局部电流密度不均匀

局部电流密度不均匀是长输管道阴极保护电流流

失的一个重要问题, 它可能导致管道局部区域的电流流失过大, 从而引发腐蚀问题。为了有效解决这个问题, 需要采取一系列措施来均匀分配电流, 并确保每个管道区域都得到适当的防腐蚀保护。分布式阳极系统的使用是一个有效的方法, 可以均匀分布电流。这些分布式阳极通常以间隔固定安装在管道上, 以确保每个区域都受到充分的阴极保护。此外, 使用分布式阳极系统还可以更容易地调整电流密度, 以适应不同区域的需求, 从而减小局部电流密度不均匀的问题。定期监测和维护是关键。通过定期检查管道的腐蚀情况, 可以识别局部电流密度不均匀的问题并及时进行修复。这包括修复或更换损坏的阳极以及调整电流密度设置。此外, 使用现代监测技术, 如电流分布扫描和电阻率测量, 可以更准确地确定问题区域并采取必要的纠正措施。

1.3 腐蚀加速

腐蚀加速是由于阴极保护电流流失而导致的管道腐蚀加速现象。当管道局部失去了足够的阴极保护电流时, 该区域将成为阳极, 并且电流流失会导致局部腐蚀。为了解决腐蚀加速问题, 需要采取综合性的措施, 以确保管道的各个部分都能够获得足够的阴极保护。定期维护和检查是至关重要的。通过定期检查管道的状态, 可以及早发现腐蚀加速的迹象, 并采取措修复受损区域。这包括修复或更换阳极以及调整电流密度, 以确保局部区域重新获得足够的防腐蚀保护。管道材料的选择也是一个重要因素。选择耐腐蚀性能良好的管道材料可以减少腐蚀加速的风险。这包括使用高抗腐蚀性能的合金材料或应用陶瓷涂层等技术, 以增强管道的抗腐蚀性能。

2 长输管道阴极保护电流流失的原因

2.1 阴极保护系统设计不合理

阴极保护系统的不合理设计是长输管道阴极保护电流流失的主要原因之一。一个合理设计的阴极保护系统需要考虑多个因素,包括管道的长度、直径、土壤条件、电阻率、环境条件等。如果设计不合理,就会导致电流无法均匀分布,从而增加了电流流失的风险。解决这个问题的关键在于优化阴极保护系统的设计。首先,需要选择适当的阴极保护方式,如印加式阴极保护或外加式阴极保护,以适应管道的特定需求。其次,调整阴极保护电流密度是必要的,以确保各个区域都得到充分的防腐蚀保护。最后,设计合理的阳极布局也是关键因素之一,以确保电流均匀分布在整个管道表面。

2.2 管道敷设条件的影响

管道敷设条件对阴极保护电流流失有显著影响。不合理的管道敷设条件可能导致电流流失增加,从而降低防腐蚀效果。为了解决这个问题,需要采取一系列措施来改善管道敷设条件。首先,降低土壤电阻率是一种有效的方法。通过土壤改良或电解质注入等技术,可以降低土壤的电阻率,从而减小电流流失。此外,避免管道局部埋设过深或过浅也是重要的,因为不合理的埋设深度会导致电流分布不均匀,增加电流流失的风险。优化管道与构筑物的相对位置也是必要的,以减小外部干扰因素对管道的影响。

2.3 土壤电阻率对电流流失的影响

土壤电阻率是长输管道阴极保护电流流失的一个关键因素。土壤的电阻率会影响电流在管道表面的分布情况。高电阻率的土壤会导致电流流失增加,从而减弱防腐蚀效果。因此,了解土壤电阻率对电流流失的影响是非常重要的。为了解决这个问题,可以采取降低土壤电阻率的措施,如土壤改良、电解质注入或土壤湿润等。通过这些方法,可以降低土壤电阻率,提高电流的传导性,从而减小电流流失。此外,定期监测土壤电阻率的变化也是必要的,以及时调整阴极保护系统的设置,以适应不同的土壤条件。

2.4 外部干扰因素

外部干扰因素是长输管道阴极保护电流流失的一个常见问题。这些外部干扰因素可能包括附近施工工程、其他电化学系统或地下管线等。这些因素可能导致电流流失,从而影响防腐蚀效果。屏蔽措施,如使用绝缘材料或物理隔离,以减小外部干扰因素对阴极

保护系统的影响。其次,优化外部电位分布,通过调整外部电位,减小外部干扰因素对管道的影响。最后,加强阴极保护系统的维护与管理,定期检查系统的运行状况,及时处理故障,以确保系统不受外部干扰的影响。

3 解决阴极保护电流流失的措施

3.1 优化阴极保护系统设计

3.1.1 选择合适的阴极保护方式

选择合适的阴极保护方式是解决长输管道阴极保护电流流失问题的关键一步。不同的管道和环境条件可能需要不同的阴极保护方式。一种常见的方式是印加式阴极保护,其中阳极直接埋入地下,并与管道连接以提供防腐蚀电流。这种方式适用于大多数情况,但在一些特殊情况下,可能需要外加式阴极保护,其中阳极放置在管道表面并与管道连接。外加式阴极保护通常用于已安装的管道或需要灵活调整的情况。选择合适的阴极保护方式需要综合考虑多个因素,包括管道类型、土壤电阻率、管道长度和直径、腐蚀威胁等。使用模拟软件和实验数据可以帮助确定最佳的方式。重要的是要确保所选方式可以提供足够的电流以覆盖整个管道,并确保电流均匀分布,以最大程度地减小电流流失。

3.1.2 调整阴极保护电流密度

调整阴极保护电流密度是另一个关键措施,用于减小电流流失。不同管道区域可能需要不同的电流密度,以适应不同的腐蚀威胁程度。过高或过低的电流密度都可能导致电流流失,因此需要定期监测和调整电流密度。为了调整电流密度,可以使用自动控制系统,根据实时监测的腐蚀情况来调整电流输出。这可以确保在不同的管道区域提供适当的电流,以最大程度地减小电流流失。同时,使用模拟软件和实验数据来指导电流密度的设置也是必要的,以确保防腐蚀效果最佳。

3.1.3 设计合理的阳极布局

设计合理的阳极布局是确保电流均匀分布的关键因素之一。不合理的阳极布局可能导致局部电流密度不均匀,从而增加了电流流失的风险。为了解决这个问题,需要考虑阳极的位置和数量。阳极应该分布均匀,以确保电流能够覆盖整个管道表面。这可以通过调整阳极的间距和位置来实现。使用模拟工具和现场实验可以帮助确定最佳的阳极布局,以最大程度地减小电流流失。定期检查和维护阳极也是重要的,因为

阳极可能会受到腐蚀或损坏。损坏的阳极应及时更换,以确保阴极保护系统的正常运行。

3.2 改善管道敷设条件

3.2.1 降低土壤电阻率

降低土壤电阻率是解决长输管道阴极保护电流流失问题的重要策略之一。土壤的电阻率直接影响电流在管道表面的传输效率。高电阻率的土壤会导致电流流失增加,减小防腐蚀效果。为了降低土壤电阻率,可以采取多种方法。土壤改良是一种有效的方法。通过在土壤中添加导电性物质,如盐或电解质,可以降低土壤电阻率,提高电流传导性。这可以通过电解质注入或土壤湿润来实现。此外,对土壤的定期测试和分析也是必要的,以监测电阻率的变化并采取相应的措施。

3.2.2 避免管道局部埋设过深或过浅

管道局部埋设过深或过浅是另一个导致阴极保护电流流失的常见问题。如果管道的埋设深度不合理,将导致电流分布不均匀,增加电流流失的风险。为了避免这个问题,需要确保管道的适当埋设深度。合理的埋设深度取决于多个因素,包括土壤类型、环境条件、管道直径和地下构筑物的位置等。使用地质勘探和工程测量技术可以确定最佳的埋设深度。此外,还需要定期检查管道的埋设情况,确保不会发生局部埋设过深或过浅的问题,并及时采取纠正措施。

3.2.3 优化管道与构筑物的相对位置

管道与周围构筑物的相对位置对阴极保护电流流失也有重要影响。如果管道与构筑物之间的距离太近或太远,都可能导致电流分布不均匀,增加电流流失的风险。确保管道与周围构筑物之间的距离足够大,以避免电流被周围构筑物吸收。这可以通过适当的设计和规划来实现,确保管道有足够的空间以实现均匀的电流分布。需要考虑管道与地下管线或其他电化学系统的相对位置。避免与其他系统相互干扰是重要的,可以采取物理隔离或屏蔽措施来减小外部干扰因素的影响。管道与构筑物的相对位置也应适当考虑土壤电阻率的变化。土壤电阻率可能因管道周围的构筑物而异,因此需要根据具体情况调整电流密度和阳极布局。

3.3 减小外部干扰因素的影响

3.3.1 采取屏蔽措施

采取屏蔽措施是解决长输管道阴极保护电流流失问题的重要步骤之一。外部干扰因素,如附近施工工程或其他电化学系统,可能导致电流流失,降低防腐

蚀效果。物理隔离是一种有效的方法,可以将管道与外部干扰因素隔离开。这可以通过建造屏蔽墙或使用绝缘材料来实现。物理隔离可以阻止外部干扰因素接触管道,从而减小电流流失的风险。使用电位分布控制技术来优化外部电位分布。通过调整外部电位,可以减小外部干扰因素对管道的影响。这包括使用电位调整器或监测系统来确保管道表面的电位保持在适当的范围内,以防止外部干扰。

3.3.2 加强阴极保护系统的维护与管理

加强阴极保护系统的维护与管理是确保系统正常运行的关键措施。定期检查和维护阴极保护系统,确保其正常运行,及时处理故障,以保持系统的有效性。定期检查系统的运行状况,包括阳极和电源设备的状态。损坏的阳极应及时更换,故障的电源设备应修复或替换。此外,定期检查电流密度的分布情况,以确保电流均匀分布在整个管道表面。进行系统的监测和数据记录。使用监测系统来实时监测管道的腐蚀情况和电位分布。这可以帮助及时发现问题并采取纠正措施,以防止电流流失,加强培训和管理。确保操作人员受过培训,了解阴极保护系统的操作和维护。建立良好的管理体系,确保系统的持续运行和维护。

综上所述,本文综合讨论了长输管道阴极保护电流流失问题,并提出了一系列解决措施。通过选择合适的阴极保护方式、调整电流密度、设计合理的阳极布局、降低土壤电阻率、避免局部埋设过深或过浅、优化管道与构筑物的相对位置、采取屏蔽措施、优化外部电位分布以及加强阴极保护系统的维护与管理,可以有效减小电流流失,提高管道的防腐蚀性能,延长其使用寿命。这些措施对于确保长输管道的可靠运行和输送流体的安全性具有重要意义。

参考文献:

- [1] 王宏新. 穿越箱涵段管道阴极保护和腐蚀行为的研究 [J]. 材料保护, 2023, 6(11): 175-180.
- [2] 陈永清. 天然气输送用热弯管化学反应与腐蚀机理分析及保护 [J]. 粘接, 2023, 4(11): 133-136.
- [3] 刘青松, 胡上茂, 邓军, 刘刚, 伍衡, 张义, 蔡汉生, 贾磊. 埋地管道高压直流干扰监测检测技术的研究现状 [J]. 腐蚀与防护, 2023, 6(11): 60-64+92.
- [4] 王焕焕, 廉兵等. 三相分离器内涂层与阴极保护联合保护效果研究 [J]. 涂层与防护, 2023, 9(10): 54-62.
- [5] 朱昌伟. 埋地管道阴极保护工程法兰绝缘改造研究 [J]. 化工设计通讯, 2023, 3(10): 20-21+36.