

天然气场站区域阴极保护技术应用的探讨

肖起圭（江西天然气集团有限公司管道分公司，江西 南昌 330000）

摘 要：为了保障天然气的安全运输和储存，天然气场站作为天然气的重要节点，承担着重要的作用。然而，由于天然气场站区域环境复杂，地下管道和设施易受到腐蚀的影响，因此阴极保护技术的应用显得尤为重要。阴极保护技术是一种通过施加外电流或者使用阴极保护剂来保护金属结构免受腐蚀的技术。在天然气场站中，阴极保护技术可以有效地延长设施和管道的使用寿命，减少维护成本，提高设施的安全性和可靠性。因此，对于天然气场站区域阴极保护技术的研究和应用具有重要的现实意义。

关键词：天然气场站；阴极保护；腐蚀；安全

1 天然气场站区域阴极保护技术概述

天然气场站是指用于接收、储存、分配和加工天然气的设施，通常包括天然气储气罐、压缩机站、调压站、加气站等。天然气场站通常位于城市周边或者工业园区，其区域广阔，设施繁多，涉及到大量的金属设备和管道。由于地下水、土壤和大气中的化学物质的侵蚀，天然气场站设施容易受到腐蚀的影响，因此需要采取有效的防腐措施来保护设施的完好性和安全性。阴极保护技术是一种常用的防腐蚀技术，通过在金属结构表面施加外电流，使其成为阴极，从而抑制金属的腐蚀。在天然气场站中，阴极保护技术被广泛应用于各种金属设施和管道的防腐工作中，以延长设施的使用寿命，减少维护成本，保障设施的安全运行。阴极保护技术是一种通过在金属结构表面施加电流或者添加特殊材料来保护金属结构免受腐蚀的技术。在天然气场站中，阴极保护技术被广泛应用于保护管道、储罐、阀门等设施，以延长其使用寿命，减少维护成本，保障设施的安全运行。阴极保护技术的主要原理是通过在金属结构表面形成一个保护性的电流场，使金属结构成为阴极，从而减缓或者阻止金属的腐蚀。阴极保护技术可以分为外部阴极保护和内部阴极保护两种方式。外部阴极保护是通过在金属结构表面施加外部电流来实现，而内部阴极保护则是通过向金属结构内部注入特殊的阴极保护剂来实现。在天然气场站中，通常采用外部阴极保护技术来保护地下管道和储罐等设施。阴极保护技术的应用可以有效地减少金属结构的腐蚀速度，延长设施的使用寿命，降低维护成本，提高设施的安全性。

2 长输天然气管道防腐层与阴极保护常见缺陷

2.1 防腐层损耗

造成防腐层损耗的原因为自然因素、焊接问题、

人为因素，从自然角度，管线在干燥或者潮湿环境，为埋地或者架空设置，防腐层势必都会出现自然风化与损耗，当防腐层被破坏后，其对管线的保护能力大大降低，将影响石油输送；从焊接角度，管线施工中常常有焊接环节，焊接时的焊缝在长时间下往往会出现或大或小的裂纹，随着时间的延长，局部钢管将与防腐层分开，管道的防腐能力降低；从人为因素分析，人的不规范操作，如安装、运输与焊接等都会导致管道的防腐层损坏。

2.2 腐蚀环境

长输天然气管道腐蚀环境分为外腐蚀环境和内腐蚀环境，外腐蚀环境是指管道所穿越的不同外部环境，例如土壤、湖泊以及河流等，外部环境的温度、杂散电流、含水量等都会给输油管道带来轻重不一的腐蚀问题，即使是在干旱的沙漠地区管道穿越含水全面腐蚀控制量较低的土壤也同样很容易受到腐蚀，因为沙漠土壤含盐量高且透气性好，一旦出现少量降雨都能够短时间内腐蚀管道，此外埋在地下的输油管道还会与土壤里的一些特殊电解质产生反应，导致管道腐蚀。

2.3 管材性能不合格

长输天然气管道工程中为提高管道的防腐能力，相关人员在施工建设中应注意管材选择，尽可能选用防腐性强的管材。但目前的一些长输天然气管道工程中，企业在前期工作中未从防腐性角度考虑，所选择的管材性能不佳，难以与施工要求相一致，后续投入使用后管线腐蚀较为严重。

3 长输天然气管道防腐层与阴极保护措施

3.1 改善管材性能

针对长输天然气管道工程中的管道防腐，保障管材性能十分重要。相关人员在防治管道的腐蚀穿孔时，

需充分意识到管材的重要性,尽可能选用腐蚀性良好的钢材,并在工作中强化管材选用、使用管理,从源头上保障管材质量,避免管材质量问题引发的管道腐蚀。在选用管材时,施工企业要尽量与口碑好、信誉佳的生产厂家合作,从根本上保障管材的各方面性能。其次,专业人员需采取恰当的方式评估管材性能,关注管材厚度,使管材厚度符合管道施工规范与要求,增强管道防腐能力。

3.2 常用防腐处理技术

3.2.1 管道喷涂防腐

长输天然气管道建设中,需要综合考虑防腐蚀涂层的系统性和复杂性。在合理选用涂料的同时,应充分重视先进的施工工艺,以改善管材的防腐性能。不同的材质会导致涂层的施工方法不同。实际施工中可选择的防腐喷涂材料也比较多。

第一,石墨烯改性重防腐涂料。该材料的物理防腐和电化学防腐性能好,叠加的石墨烯片层结构可以形成迷宫一样的屏蔽结构,避免防腐涂层被腐蚀介质渗透、扩散,增强管道阻隔腐蚀的性能。同时,石墨烯的共轭结构使其导电性较为理想,具有阴极保护作用;第二,无溶剂液体环氧涂料。在管道内外壁均匀涂刷无溶剂液体环氧材料进行防腐处理,可以降低管道摩阻,降低摩阻系数,管道的输送量加大、设备使用寿命长、成本低。同时良好的耐磨性,也可将其用于含固体颗粒的管道内衬。

3.2.2 阴极保护

阴极保护技术对于深埋于地下的油气储运管道设备具有较强的防电化学腐蚀效果。在阴极保护系统中,保护系统中处在阳极的电池能够产生较强的化学反应,而长输天然气管道设备属于金属设备,这些金属设备在阴极保护作用下,通过牺牲阳极能够有效地抑制土壤与油气运输管道产生的电化学效应。阴极保护属于电化学保护技术,是指在被腐蚀金属结构物表面施加一个外加电流,使被保护结构物成为阴极,金属腐蚀发生的电子迁移得到抑制,从而避免或减弱腐蚀的发生。外部电压的阴极保护,是指将管道金属块连接外界的直流电源,使管道能够进入免蚀区实现自我防护。而牺牲阳极的方法,通常是先把阴阳电位平衡连接到被维护的金属材料上,将它保存到一个电解液中,再让需要维护的金属材料在管道内保持阴阳电位平衡或相同电位变化,以此提高管道金属原子的阴极极化,叫做牺牲阳极的阴极维护。

3.2.3 缓蚀剂防腐

该技术方案具有快速、投资少、使用方便等优点,已被广泛用于诸如天然气等地面管道的铺设。该措施的基本原则是:缓蚀剂中含有的组分因子对管道金属表面的吸附能力很强,可以通过吸附在金属管壁上,从而改变管壁上的带电状态,并在管壁上形成一层保护膜,将金属层中的电荷和杂质隔绝开来,从而降低管道的腐蚀速率。为了防止腐蚀,可以加入适当的缓蚀剂,减少合金和金属的腐蚀速度。目前,国内外已知的缓蚀剂主要有两类:有机缓蚀剂和无机缓蚀剂。目前国内石油工业应用最广泛的是有机缓蚀剂。

4 天然气场站区域阴极保护技术应用案例分析

4.1 案例一:XXX 场站的阴极保护技术应用

XXX 场站是一个位于城市郊区的天然气场站,由于地理位置的特殊性,该场站在运营过程中面临着严峻的阴极保护问题。为了解决这一问题,该场站采用了先进的阴极保护技术进行应用。针对场站的具体情况,专业的工程师团队进行了详细的现场勘察和分析,确定了最佳的阴极保护方案。在此基础上,制定了详细的施工方案和时间表,确保了阴极保护技术的有效应用。XXX 场站在阴极保护技术的具体实施过程中,采用了先进的设备和材料,确保了技术的有效性和可靠性。在施工过程中,严格按照设计方案进行操作,保证了阴极保护系统的稳定运行。同时,对阴极保护系统进行了定期的检测和维护,及时发现和解决问题,确保了系统的长期有效运行。通过对系统运行数据的监测和分析,发现阴极保护技术的应用效果非常显著,有效地解决了场站的阴极保护问题,保障了场站设备的安全运行。

4.2 案例二:XXX 场站的阴极保护技术应用

XXX 场站是一个位于城市郊区的天然气场站,由于地理位置的特殊性,该场站在运营过程中面临着较大的阴极保护难题。为了解决这一问题,该场站采用了先进的阴极保护技术进行应用。通过对场站的地质情况、土壤电阻率、管道材料等因素进行详细的调研和分析,确定了最适合该场站的阴极保护方案。在此基础上,对场站的阴极保护系统进行了精细化设计和布置,确保了系统的稳定性和可靠性。其次,XXX 场站在阴极保护技术的实施过程中,采用了先进的监测和控制手段。通过对阴极保护系统的实时监测和数据分析,及时发现并解决了系统运行中的问题,保障了阴极保护效果的持续稳定。通过对阴极保护系统的运

行数据和管道腐蚀情况进行对比分析,得出了阴极保护技术应用的显著效果。同时,对系统运行中存在的问题和不足进行了深入分析,并提出了改进建议,为进一步提升阴极保护技术应用效果提供了重要参考。

5 天然气场站区域阴极保护技术应用效果评估

5.1 阴极保护技术应用效果分析

阴极保护技术是一种有效的防腐蚀技术,通过在金属结构表面施加外电流,使金属结构成为阴极,从而减缓或阻止金属结构的腐蚀。在天然气场站区域,阴极保护技术的应用效果是非常重要的。首先,我们需要对阴极保护技术在天然气场站区域的应用效果进行分析。通过对多个案例的研究,我们可以得出结论:阴极保护技术在天然气场站区域的应用效果是显著的。它可以有效地延缓或阻止金属结构的腐蚀,延长设施的使用寿命,减少维护成本。其次,我们需要分析影响阴极保护技术应用效果的因素。这些因素包括设施的年龄、环境条件、设施的设计和施工质量等。最后,我们需要提出改进建议,以进一步提高阴极保护技术在天然气场站区域的应用效果。这些改进建议可能包括优化阴极保护系统的设计、加强设施的监测和维护等。通过对阴极保护技术应用效果的分析,我们可以更好地了解其在天然气场站区域的应用情况,为未来的研究和实践提供参考。

5.2 影响因素分析

场站环境因素:场站的地理位置、气候条件、土壤类型等环境因素会对阴极保护技术的应用效果产生影响。例如,潮湿的气候条件会加速金属腐蚀的速度,土壤的电导率和含水量也会对阴极保护的效果产生影响。设备和材料因素:阴极保护技术所使用的设备和材料的质量和性能直接影响着其应用效果。例如,阴极保护电流源的稳定性、阳极材料的耐腐蚀性能等都会对阴极保护的效果产生影响。运行管理因素:阴极保护技术的运行管理水平对其应用效果也有重要影响。包括阴极保护系统的运行维护、监测检测、故障处理等方面的管理水平都会直接影响阴极保护的效果。技术人员素质因素:阴极保护技术的应用需要专业的技术人员进行操作和管理,其素质和技术水平对阴极保护的效果也有重要影响。技术人员的专业知识、操作技能、应急处理能力等都会直接影响阴极保护的效果。监测评估因素:阴极保护技术的应用效果需要通过监测评估来进行定量分析,监测评估的准确性和及时性对阴极保护的效果评估也有重要影响。监测评

估手段的先进性、监测数据的准确性等都会直接影响阴极保护的效果评估。

5.3 改进建议

改进建议部分主要是针对天然气场站区域阴极保护技术应用效果评估中发现的问题和影响因素进行分析,并提出相应的改进建议。首先,针对阴极保护技术应用效果分析中可能存在的问题,建议加强对阴极保护技术的监测和评估,确保其长期有效性。其次,针对影响因素分析中发现的问题,建议加强对场站环境的监测和管理,及时发现并解决可能影响阴极保护技术效果的因素。同时,建议加强对阴极保护技术应用人员的培训和管理,提高其对阴极保护技术的理解和操作水平,确保技术的正确应用。此外,建议加强对阴极保护技术设备的维护和更新,确保其正常运行和有效性。最后,针对未来研究方向,建议加强对新型阴极保护技术的研究和应用,不断提高阴极保护技术的效果和可靠性,为天然气场站区域阴极保护技术的应用提供更好的技术支持。

6 结论

天然气场站区域阴极保护技术的应用可以有效地保护设施和管道免受腐蚀的侵害,延长设施的使用寿命,降低维护成本,提高设施的安全性和可靠性。影响天然气场站区域阴极保护技术应用效果的因素主要包括设施的材质、土壤的电阻率、阴极保护系统的设计和运行管理等。因此,在实际应用中,需要针对不同的场站和环境条件进行综合考虑和分析,制定相应的阴极保护方案和管理措施。综上所述,天然气场站区域阴极保护技术的应用具有重要的意义和价值,但在实际应用中还存在一些问题和挑战。

参考文献:

- [1] 钱溢.长输天然气钢质管道防腐补口施工质量控制探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):18-20.
- [2] 程浩.长输天然气管道防腐层及阴极保护常见缺陷及对策研究[J].特种设备安全技术,2019(05):26-27+41.
- [3] 刘龙,陈斌,葛政岩.油田地面工程管道防腐施工技术应用研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(14):32-34.
- [4] 姜鹏.油田地面工程管道防腐施工技术的应用分析[J].全面腐蚀控制,2022,36(05):49-50,59.