

天然气压气站压缩机组供电优化研究

罗巍 孙阳

国家管网集团北京管道有限公司 河北 衡水 053000

摘要：随着天然气工业的迅猛发展，压气站作为天然气输送的关键枢纽，其运行稳定性与经济性愈发重要。本文聚焦天然气压气站压缩机组供电优化问题。首先概述其供电基本情况，接着深入分析现状，指出存在供电可靠性不足、能耗高、设备老化、网络结构不合理及缺乏有效监控管理等问题。针对这些问题，提出采用双电源或多电源供电、选用高效节能设备、优化供电网络结构、加强设备维护管理、引入智能化监控系统以及制定科学合理的供电运行方案等一系列优化策略，旨在提升供电质量与效率，降低能耗与成本。

关键词：天然气压气站；压缩机组；供电优化；现状与对策

引言：天然气作为重要的清洁能源，其稳定供应关乎能源安全与经济发展。天然气压气站压缩机组是天然气输送的关键设备，而其供电系统直接影响机组的稳定运行。当前，部分天然气压气站压缩机组供电存在诸多问题，不仅影响天然气输送效率，还增加了运营成本与安全风险。在此背景下，对天然气压气站压缩机组供电进行优化研究具有重要意义，有助于提升供电可靠性、降低能耗、保障设备安全运行，为天然气产业的可持续发展提供有力支持。

1 天然气压气站压缩机组供电的概述

(1) 从供电功能来看，天然气压气站压缩机组供电是保障天然气长距离、稳定输送的核心支撑。压缩机组作为天然气增压的关键设备，通过消耗电能将天然气压力提升至所需水平，以满足不同距离和用户的用气需求。稳定可靠的供电能够确保压缩机组持续、稳定运行，避免因供电中断导致的天然气输送停滞，从而保障能源供应的连续性。(2) 在供电特性方面，压缩机组对供电质量要求较高。它属于大功率、连续运行的设备，启动和运行过程中需要稳定的电压和频率。电压波动过大可能导致电机损坏、运行效率降低；频率不稳定会影响压缩机的转速和压缩比，进而影响天然气的增压效果。此外，压缩机组在运行过程中会产生谐波电流，对电网造成污染，因此供电系统需要具备一定的谐波抑制能力。(3) 从供电系统的构成来讲，它涵盖了多个环节。包括电源引入，可能是单一电源或双电源甚至多电源供电；配电设备，如变压器、开关柜等，用于电压转换和电能分配；以及连接压缩机组与配电设备的电缆线路。同时，为了保障供电的可靠性和安全性，还需要配备相应的保护装置和监控系统，实时监测供电参数，及时发现和处理故障^[1]。

2 天然气压气站压缩机组供电现状分析

2.1 供电可靠性不足

当前部分天然气压气站压缩机组供电可靠性欠佳。一些压气站仅依赖单一电源供电，一旦该电源出现故障，如遭遇线路故障、设备损坏或外部停电等情况，压缩机组将立即停止运行，导致天然气输送中断，严重影响下游用户的用气需求。而且，备用电源配置不完善，部分备用电源容量不足，无法满足压缩机组在紧急情况下的启动和运行要求。同时，供电线路老化、绝缘性能下降等问题频发，增加了线路短路、接地等故障的发生概率，进一步降低了供电的可靠性。此外，压气站所处地理位置可能较为偏远，周边电网结构相对薄弱，在遇到恶劣天气或自然灾害时，更容易受到波及，造成供电中断且恢复时间较长。

2.2 能耗较高

天然气压气站压缩机组供电能耗处于较高水平。一方面，压缩机组本身效率有限，部分老旧压缩机组技术落后，在将天然气增压过程中，需要消耗大量电能，且能量转换效率较低，导致大量电能被浪费。另一方面，供电系统中的变压器、电动机等设备选型不合理，存在“大马拉小车”的现象，设备在轻载或空载状态下运行，造成无功功率损耗增加。此外，供电线路过长、线径过细，导致线路电阻增大，在传输电能过程中产生较多的线路损耗。而且，缺乏有效的节能管理措施，对设备的运行状态和能耗情况未能进行实时监测和分析，无法及时调整运行参数以降低能耗。

2.3 设备老化严重

天然气压气站压缩机组供电设备老化问题突出。许多压气站建设时间较早，供电设备如变压器、开关柜、电缆等使用年限过长，出现了不同程度的绝缘老化、

机械磨损等问题。变压器绝缘材料老化后，绝缘性能下降，容易引发内部短路故障，不仅会影响压缩机的正常供电，还可能造成设备损坏甚至引发火灾等安全事故。开关柜的触头、操作机构等部件老化，会导致接触不良、操作失灵等问题，影响供电的可靠性和安全性。电缆老化后，绝缘层破损，容易发生漏电、短路等故障，给压缩机组运行带来严重隐患。而且，由于设备老化，维修频率增加，维修成本也大幅上升。

2.4 供电网络结构不合理

部分天然气压气站供电网络结构存在不合理之处。一些压气站采用单回路辐射式供电网络，这种结构供电可靠性低，一旦主干线路出现故障，整个压气站将失去电源。同时，网络中线路的走向和布局缺乏科学规划，导致线路迂回曲折，增加了线路长度和电阻，使线路损耗增大。而且，不同电压等级的线路混杂在一起，没有进行清晰的分层和分区，给运行管理和故障排查带来困难。此外，供电网络中缺乏必要的分段开关和联络开关，当局部线路发生故障时，无法快速隔离故障区域，恢复非故障区域的供电，导致故障影响范围扩大，停电时间延长，影响了压缩机组和天然气输送的正常运行。

2.5 缺乏有效的监控与管理手段

目前，不少天然气压气站压缩机组供电缺乏有效的监控与管理手段。在监控方面，缺乏对供电系统关键参数的实时监测设备，如电压、电流、功率因数、温度等，无法及时掌握供电设备的运行状态。即使部分压气站安装了一些监测装置，但数据采集不完整、不准确，且缺乏有效的数据分析功能，不能及时发现潜在的故障隐患。在管理方面，没有建立完善的供电设备管理制度和维护计划，设备的巡检、保养和维修工作随意性较大，容易导致设备故障得不到及时处理。同时，缺乏专业的供电管理人才，工作人员对供电系统的原理和故障处理能力有限，在遇到复杂问题时往往无法迅速有效地解决，影响了供电系统的稳定运行^[2]。

3 天然气压气站压缩机组供电优化策略

3.1 采用双电源或多电源供电

(1) 从供电可靠性层面看，采用双电源或多电源供电能为天然气压气站压缩机组构建更稳固的电力保障体系。单一电源一旦出现故障，如线路老化短路、变压器突发损坏等，压缩机组将立即停机，影响天然气输送。而双电源或多电源可实现电源间的自动切换，当主电源故障时，备用电源能迅速投入运行，确保压缩机组持续工作，极大降低因停电导致的生产中断风险，保障天然气稳定供应。(2) 在提升供电质量方面，多电源供电有

助于平衡电网负荷。不同电源可依据实际情况分担压缩机组用电负荷，避免单一电源过载运行，减少电压波动和频率偏差，为压缩机组提供更稳定、优质的电能，延长设备使用寿命，降低设备故障率。(3) 从灵活性与扩展性角度考虑，双电源或多电源供电模式为压气站未来发展预留了空间。随着天然气输送量增加，压缩机组可能需扩容，多电源系统能更轻松地满足新增设备的用电需求，无需对现有供电系统进行大规模改造，降低后续建设成本和施工难度，使压气站供电系统更具适应性和可持续性。

3.2 选用高效节能设备

(1) 从降低能耗成本角度而言，选用高效节能设备对天然气压气站压缩机组供电意义重大。传统设备在运行过程中，能量转换效率较低，大量电能被浪费在发热、机械摩擦等环节。而高效节能设备通过优化设计和采用先进技术，如高效电机、节能型变压器等，能够显著提高电能利用率，减少不必要的能量损耗。以高效电机为例，其采用优质材料和先进制造工艺，降低了电机内部的电阻和铁损，在相同输出功率下，所需输入电能大幅减少，从而直接降低了压气站的用电成本。(2) 在提升设备性能方面，高效节能设备表现出色。这类设备通常具有更稳定的运行特性，能够为压缩机组提供更精准、稳定的动力支持。例如，高效节能的变频器可以根据压缩机的实际负荷需求，自动调整输出频率和电压，使压缩机始终运行在最佳工况，不仅提高了压缩效率，还减少了设备的频繁启停，降低了机械磨损，延长了设备使用寿命。(3) 从环保角度考虑，选用高效节能设备有助于减少碳排放。随着社会对环境保护的重视程度不断提高，降低能源消耗和减少污染物排放成为企业的重要责任。高效节能设备在降低电能消耗的同时，也间接减少了因发电产生的二氧化碳等温室气体排放，符合可持续发展的要求，有利于提升企业的社会形象。

3.3 优化供电网络结构

(1) 从提升供电可靠性方面来看，优化供电网络结构十分关键。以往部分天然气压气站采用简单的单回路供电，一旦线路出现故障，整个压气站便会停电，影响压缩机组运行。通过优化，构建环形或网状供电网络，当某一段线路发生故障时，电流可通过其他路径继续传输，实现自动切换供电，大大减少了停电时间和范围，保障压缩机组持续稳定工作，避免因停电造成天然气输送中断。(2) 在降低线路损耗上，合理优化网络结构成效显著。科学规划线路走向和长度，避免线路迂回，能减少电阻，从而降低线路在传输电能过程中的损耗。

同时，根据不同区域和设备的用电需求，合理分配线路负荷，避免出现部分线路过载、部分线路轻载的情况，使电能传输更加高效，提高能源利用效率，降低运营成本。（3）从便于管理和维护角度出发，优化后的供电网络结构更加清晰合理。不同电压等级和功能的线路分区明确，设备布局规整，便于工作人员进行日常巡检、故障排查和维修。清晰的线路标识和合理的分段设置，能让工作人员快速定位问题所在，及时采取措施，提高工作效率，保障供电网络的安全稳定运行。

3.4 加强设备维护与管理

（1）建立完善的设备维护计划是加强设备维护与管理的基础。针对天然气压气站压缩机组供电设备，依据设备的使用说明书、运行特点以及过往故障记录，制定详细的日常巡检、定期保养和预防性维修计划。日常巡检能及时发现设备的细微异常，如异常噪音、温度升高等，将故障扼杀在萌芽状态；定期保养可对设备进行清洁、润滑、紧固等操作，延缓设备磨损；预防性维修则根据设备的使用寿命和运行状况，提前更换易损件，避免设备突发故障影响压缩机组运行。（2）提升维护人员的专业技能至关重要。定期组织维护人员参加专业培训，使其熟悉各类供电设备的结构、原理和工作方式，掌握先进的故障诊断和维修技术。同时，鼓励维护人员之间进行经验交流和分享，通过实际案例分析，提高他们解决复杂问题的能力，确保在设备出现故障时能够迅速、准确地判断故障原因并采取有效的维修措施。（3）引入设备管理信息系统能极大提高设备管理效率。该系统可对设备的采购、安装、运行、维护等全生命周期信息进行记录和管理，实现设备信息的实时共享和动态更新。通过数据分析，管理人员能及时了解设备的运行状况和维护需求，合理安排维护资源，优化维护流程，降低设备维护成本，保障供电设备的稳定运行。

3.5 引入智能化监控系统

（1）从实时精准监测角度而言，引入智能化监控系统能为天然气压气站压缩机组供电提供全方位的“守护”。该系统借助高精度传感器，可实时采集供电设备的电压、电流、温度、功率等关键参数，并将数据迅速

传输至监控中心。相较于传统人工巡检，它不仅能实现24小时不间断监测，还能捕捉到人工难以察觉的细微参数变化，及时发现设备潜在的故障隐患，如变压器局部过热、线路接触不良等问题，为后续维护提供精准依据。（2）在故障预警与诊断方面，智能化监控系统展现出强大优势。它内置的智能分析算法能对采集到的数据进行深度挖掘和分析，当监测数据超出正常范围时，系统会立即发出警报，并自动生成故障诊断报告，准确指出故障类型和可能的发生位置。这大大缩短了故障排查时间，使维修人员能够迅速定位问题，采取针对性的维修措施，有效减少因故障导致的停电时间和设备损坏程度。（3）从提升管理效率来讲，智能化监控系统实现了数据的集中管理和远程监控。管理人员可通过电脑或移动终端随时随地查看供电设备的运行状态，进行远程操作和控制，无需亲临现场。同时，系统还能生成详细的运行报告和统计图表，为设备维护计划的制定和优化提供数据支持，提高整体管理水平和决策科学性^[3]。

结束语

通过对天然气压气站压缩机组供电的深入研究，我们明确了当前供电存在的可靠性不足、能耗高、设备老化等诸多问题，并针对性地提出了采用双电源或多电源供电、选用高效节能设备、优化供电网络结构等一系列优化策略。这些策略的实施，不仅能显著提升压缩机组供电的稳定性与可靠性，降低能耗和运营成本，还能延长设备使用寿命。未来，随着技术的不断进步，我们需持续关注供电领域的新技术、新方法，不断完善供电优化方案，为天然气压气站的高效、稳定运行提供坚实保障，推动天然气产业持续健康发展。

参考文献

- [1]周大鹏.天然气长输管道压气站压缩机组选型[J].油田地面工程,2021,34(9):88-89.
- [2]曾昭雄,冯亮,孙啸,李振,任虹宇,黄立宇.天然气长输管道节能潜力评估方法的改进[J].油气储运,2022,35(10):1132-1135
- [3]郑双喜,田彧,刘阿桐.探讨输气管道建设中压气站的设计任务[J].石化技术,2021,24(1):221-221.