

采输气站场噪声分析及防治措施

陈 饷

中原油田天然气产销厂 河南 濮阳 457000

摘要：采输气站场作为天然气处理与传输的关键场所，运行过程中产生复杂噪声。本文深入分析其噪声源，涵盖机械、空气动力性及电磁噪声，明确不同噪声特性与测量要点。通过声场模拟评估传播规律及影响范围，指出对周边居民和生态的潜在危害。针对性提出声源、传播路径控制及受体保护等防治措施，并给出效果评价方法，为采输气站场噪声治理提供理论与技术支撑。

关键词：采输气站场；噪声；防治措施

引言：随着天然气产业的蓬勃发展，采输气站场的数量与规模日益扩大。然而，其在运行过程中产生的噪声问题愈发凸显，不仅对站场内工作人员的身心健康造成威胁，引发听力损伤、注意力分散等问题，还可能干扰周边居民的正常生活，破坏生态敏感区的环境平衡。深入分析采输气站场噪声的产生机理、传播规律，并探索行之有效的防治措施，已成为保障人员健康、维护社会和谐以及推动天然气产业可持续发展的重要课题。

1 采输气站场噪声源识别与特性分析

1.1 站场工艺流程与设备分类

采输气站场核心流程涵盖天然气过滤、分离、压缩、计量及输送，关键设备可分为四类：一是压缩机组，作为增压核心，包括往复式与离心式，是主要动力设备；二是阀门，含截止阀、节流阀等，用于流量与压力调控；三是输送管道，承担气液介质传输，含直管段与管件；四是分离器，如三相分离器、过滤分离器，实现气液固分离，这些设备在运行中均可能产生噪声。

1.2 主要噪声源分类

(1) 机械噪声：源于设备机械运动，如压缩机曲轴连杆振动、轴承摩擦磨损、齿轮啮合冲击，噪声频率随运转速度变化，具有间歇性与稳定性交织特点。(2) 空气动力性噪声：由气体流动状态改变引发，如阀门节流时气流湍流、管道泄漏产生喷射噪声、压缩机进气排气气流脉动，这类噪声强度高、传播远。(3) 电磁噪声：主要来自电机，因定子与转子电磁相互作用、铁芯磁致伸缩振动产生，频率相对固定，多伴随设备运转持续存在^[1]。

1.3 噪声特性参数

(1) 频谱分析：低频噪声(< 200Hz)多来自压缩机机体振动、管道共振；中频噪声(200-1000Hz)常见于阀门气流扰动；高频噪声(> 1000Hz)多为轴承摩擦、电机电磁辐射，不同频段对环境影响差异显著。(2) 声

压级分布：采用A声级反映人耳感知噪声强度，压缩机组附近A声级可达90-110dB；等效连续声级Leq(1h)用于表征时段内平均噪声水平，站场边界Leq通常需控制在55-65dB(昼间/夜间)。

1.4 噪声测量方法

(1) 现场实测方案：测点布置遵循“覆盖关键设备、均匀分布边界”原则，设备附近设1-3m近距离测点，厂界设距围墙1m测点；仪器选用Ⅱ型及以上声级计，测量前需校准。(2) 标准依据：主要参照GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》，明确测量时段(昼间6:00-22:00，夜间22:00-6:00)、气象条件(无雨雪、风速≤5.5m/s)及数据记录要求，确保测量结果合规有效。

2 采输气站场噪声传播规律与影响评估

2.1 声场分布模拟

(1) 使用声学软件(如Cadna/A、EASE)建模：Cadna/A软件可整合采输气站场设备参数(如噪声源强、频率特性)与地形数据(如坡度、障碍物分布)，构建三维声场模型，模拟不同工况下噪声传播路径；EASE软件则擅长分析室内外声场叠加效应，适用于站场控制室、压缩机厂房等半封闭空间的噪声分布模拟，通过输入设备噪声频谱、建筑材料声学特性，精准输出各区域声压级数值，为后续降噪方案设计提供数据支撑。(2) 关键参数：反射、衍射、吸收效应：反射效应主要发生在站场金属管道、混凝土墙体等硬质表面，噪声经反射后会在局部区域形成声压级叠加，如压缩机厂房内壁反射可能导致厂房内噪声增强5-10dB；衍射效应常见于设备遮挡处，噪声可绕过阀门、分离器等障碍物传播至阴影区，使原本预计的低噪声区域声压级升高；吸收效应与传播介质相关，植被覆盖区可吸收部分高频噪声(吸收量约2-3dB/10m)，而空旷场地噪声吸收作用较弱，传

播衰减主要依赖距离衰减。

2.2 影响范围预测

(1) 站场边界噪声超标区域分析：结合GB12348-2008标准，通过声场模拟与现场实测数据对比，可确定站场边界超标区域。通常压缩机组附近边界为主要超标区，若设备未采取降噪措施，边界噪声可达70-75dB（昼间）、60-65dB（夜间），超标幅度5-10dB；阀门组集中区域因空气动力性噪声传播远，也可能形成局部超标带，超标范围多集中在边界线向外50-100m区域。（2）对周边居民区、生态敏感区的影响：若站场距居民区不足500m，未衰减的噪声会导致居民区昼间声压级达55-60dB，夜间45-50dB，超出居民生活适宜噪声范围（昼间 ≤ 50 dB，夜间 ≤ 40 dB），影响居民睡眠与日常生活；对生态敏感区（如鸟类栖息地）而言，高频噪声(>1000Hz)会干扰鸟类觅食、繁殖行为，低频噪声则可能影响土壤中无脊椎生物活动，导致局部生态系统稳定性下降^[2]。

2.3 健康与安全风险

(1) 长期暴露噪声的听力损伤阈值：根据职业卫生标准，工作人员长期（每日8h）暴露于85dB噪声环境中，听力损伤风险显著增加；当噪声强度达90dB时，每年听力阈值可能上升2-3dB，长期暴露易引发永久性听力下降；若短期暴露于110dB以上突发噪声（如阀门紧急关闭产生的喷射噪声），可能直接导致爆震性耳聋。（2）噪声引发的设备疲劳与故障风险：长期噪声振动会使设备部件产生疲劳损伤，如压缩机轴承因持续振动，使用寿命可能缩短30%-50%；管道因噪声引发的共振，可能导致焊缝开裂、法兰密封失效，增加气体泄漏风险；此外，噪声干扰还可能影响工作人员对设备异常声响的判断，延误故障排查，进一步扩大事故隐患。

3 采输气站场噪声防治技术措施

3.1 声源控制技术

(1) 设备选型优化：在设备采购阶段优先选用低噪声型号，如离心式压缩机比往复式压缩机运行噪声低10-15dB，可将其作为站场增压系统核心设备；阀门选择采用迷宫式阀芯或多孔节流结构的静音阀门，这类阀门通过优化气流通道减少湍流噪声，相比传统阀门噪声可降低8-12dB。同时，需结合站场实际工况核算设备噪声源强，确保选型设备在满负荷运行时，噪声排放符合GB/T25749-2010《往复活塞天然气压缩机》等行业噪声标准要求。（2）维护保养：建立设备定期维护制度，对压缩机轴承、齿轮箱等运动部件每3个月进行润滑检查，选用高粘度指数润滑油，减少机械摩擦噪声，经实测维护后

轴承噪声可降低3-5dB；针对管道法兰、阀门密封面等易泄漏部位，采用超声泄漏检测技术每月排查，及时更换老化密封件，避免气体泄漏产生喷射噪声，若发现泄漏点及时处理，可消除15-20dB的异常噪声源。

3.2 传播路径控制

(1) 隔声措施：对压缩机、风机等强噪声设备加装全封闭隔声罩，罩体采用双层钢板（内层厚度3mm、外层厚度5mm），中间填充50mm厚离心玻璃棉，隔声量可达25-30dB；在站场边界与居民区之间设置隔声屏，选用混凝土基础+金属声屏障结构，高度不低于3m，长度覆盖超标区域，结合地形设计成弧形以减少声绕射，可使屏后噪声衰减15-20dB，确保边界噪声达标。（2）吸声处理：在压缩机厂房、阀门室等封闭空间内墙面，铺设30mm厚岩棉吸声板（降噪系数NRC = 0.8），顶棚采用穿孔石膏板+50mm玻璃棉吸声结构，可降低室内混响噪声8-12dB；对于露天设备平台，在护栏内侧加装吸声屏障，选用防水型玻璃棉复合板，避免雨水影响吸声效果，有效吸收设备辐射的高频噪声^[3]。（3）消声器安装：在压缩机进气口、排气口安装复合式消声器，前端采用抗性腔室抵消低频噪声，后端采用多孔吸声材料吸收高频噪声，消声量可达20-25dB；在管道放空阀出口安装阻性消声器，选用不锈钢穿孔管+陶瓷纤维吸声材料，适用于高温高压工况，消声量约15-18dB；对于阀门节流噪声，在阀门前后管道加装抗性消声器，通过扩张室与共振腔组合，针对性降低中频噪声。

3.3 受体保护措施

(1) 个人防护装备：为站场巡检、设备维护人员配备符合GB/T23466-2009标准的个人防护装备，降噪耳塞选用泡沫材质（降噪值SNR = 25dB），耳罩采用头戴式结构（降噪值SNR = 30dB），根据作业环境噪声强度选择单用或组合使用，如进入压缩机厂房（噪声95-100dB）需同时佩戴耳塞与耳罩，确保人员耳旁噪声降至85dB以下安全阈值。（2）操作室隔音设计：站场中央控制室采用声学封装设计，墙体采用双层轻质隔墙（间距100mm，内填75mm岩棉），门窗选用隔声性能等级为RW40的隔音门窗，整体隔声量达35-40dB；地面采用浮筑地板结构，基层与面层之间设置50mm厚橡胶减振垫，减少设备振动通过地面传递的固体声，使室内背景噪声控制在40dB以下，符合GB/T50076-2012《民用建筑隔声设计规范》要求。

3.4 智能监控与主动降噪

(1) 噪声在线监测系统部署：在站场关键设备附近（如压缩机、阀门组）及厂界敏感点布设噪声监测终

端，采用物联网技术实时采集A声级、Leq等参数，数据通过4G/5G网络传输至云端平台，当监测值超出预设阈值（如厂界昼间55dB）时，系统自动发送预警信息至管理人员手机；同时，监测终端具备频谱分析功能，可识别噪声超标频段，为降噪措施优化提供数据支持。（2）有源噪声控制（ANC）技术可行性探讨：针对压缩机周期性振动噪声（频率50-200Hz），可尝试采用有源噪声控制技术，在噪声传播路径上安装次级声源与误差麦克风，通过自适应算法生成与原始噪声相位相反的声波，实现主动抵消，实验室测试表明该技术对低频噪声抵消量可达10-15dB；但在站场复杂声场环境中，需解决多声源干扰、环境适应性等问题，建议先在局部区域（如压缩机厂房）试点应用，验证技术稳定性后再逐步推广。

4 采输气站场降噪效果评价与优化建议

4.1 评价方法

（1）主观评价：针对站场操作人员、周边居民两类群体设计差异化问卷，操作人员侧重工作时段噪声对注意力、沟通效率的影响，如“是否因噪声需提高音量交流”“长时间工作后是否出现耳鸣、烦躁”；周边居民聚焦日常生活干扰，如“夜间是否因站场噪声难以入睡”“室外活动时是否受噪声困扰”。采用5分制评分（1分为无影响，5分为严重影响），样本量覆盖80%以上操作人员及周边300米内居民，通过统计平均分与意见反馈，综合判断降噪措施对人员主观感受的改善效果。

（2）客观指标：以降噪措施实施前后的实测数据为依据，计算关键区域声级降低量，如压缩机附近噪声需降低15-20dB、厂界噪声需从超标值降至GB12348-2008标准限值以下（昼间≤55dB、夜间≤45dB）。同时开展频谱分析，对比低频(<200Hz)、中频(200-1000Hz)、高频(>1000Hz)噪声成分占比变化，若高频噪声占比下降10%以上、低频噪声无明显反弹，说明频谱分布更趋合理，降噪措施对不同频段噪声的控制效果达标^[4]。

4.2 优化方向

（1）轻量化隔声材料的研发：当前站场隔声罩、隔声屏多采用厚重金属板材，存在安装不便、增加设备承重的问题，需研发密度≤1.5g/cm³、隔声量≥25dB的轻量化材料，如纳米复合隔声板材，通过添加阻尼层提升隔声性能，同时降低材料厚度（控制在5-8mm），减少对设备布局的限制，尤其适用于小型阀门、管道附件的噪声控制。（2）模块化降噪装置的标准化设计：针对压缩机、阀门等核心设备，设计可快速组装的模块化降噪装置，如压缩机隔声罩分为顶板、侧板、检修门等标准模块，尺寸根据常见设备型号统一规格（如适配10-30kW压缩机的通用模块），模块间采用卡扣式连接，安装时间缩短50%以上；消声器、吸声组件也制定标准化接口，便于后期更换维护，降低不同站场降噪工程的设计与施工成本。

结束语

采输气站场噪声问题关乎人员健康、环境和谐与行业长远发展。本文系统剖析了噪声源特性、传播规律及影响，针对性提出声源控制、传播路径优化、受体保护等防治策略，并探讨了智能监控等创新方向。实践表明，综合应用多项措施可显著降低噪声污染。未来需持续研发新型降噪材料与技术，完善标准体系，强化全生命周期管理，推动采输气站场向绿色、安静、可持续方向迈进。

参考文献

- [1]王董祥.输气站场设备风险分析及管理建议[J].化工管理,2024,(13):111-112.
- [2]许继星,潘小冬,刘宏亮.浅谈天然气调压设备的安全管理应对措施[J].山东工业技术,2021,(04):56-58.
- [3]杨涵.天然气站场设备管理与安全管理措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,(11):59-60.
- [4]曹展涛.天然气场站设备及安全管理路径分析[J].中国设备工程,2022,(09):62-64.