

某集约型煤层气液化调峰储备中心 LNG项目噪声治理

王治^{1*}, 王萌萌², 初同龙², 刘浩³

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;

2. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000;

3. 北京中亚康源环保工程有限公司, 北京 100101)

摘要:通过考虑各个建筑间遮挡、反射和声源指向性等因素, 结合噪声特性和降噪目标, 对各个噪声源精确分析采用更优化的噪声控制措施。噪声实测结果表明, 采取噪声治理措施后, 敏感点(村庄)噪声值昼间降低至 55 dB(A) 以下, 夜间降低至 45 dB(A) 以下, 使该项目顺利通过验收。

关键词:降噪量; 隔声; 消声; 指向性

中图分类号: X593

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2016)04-0192-03

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.04.049

Noise control of LNG projects for an intensive CBM peak shaving reserve center

WANG Zhi^{1*}, WANG Meng-meng², CHU Tong-long², LIU Hao³

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China;

3. Beijing Zhongyakangyuan Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Beijing 100101, China)

Abstract: The factors affecting noise, including building block, reflection and noise source directivity, are introduced. Through combining the noise feature and the purpose of noise reduction, each noise source is analyzed to better optimize the noise control measures. The noise measurement results show that noise-sensitive-area (village) can meet the requirements of the standard noise, leading to the acceptance of this project.

Key words: noise source; sound absorption; sound insulation; directivity

1 工程概况

本工程厂址位于山西省某工业园规划区内, 厂区内主要噪声源有压缩机厂房、酸气压缩机、压缩机配套空冷器和脱碳单元框架空冷器。

本项目的最大特点就是土地利用的高度集约, 项目占地面积约 0.12 km² (174 亩), 比普通煤层气液化化工厂占地少了一半。但对于噪声控制工程来说, 土地利用高度集约, 厂区中各个噪声源间距离大大缩短, 不利于噪声自然衰减, 在如此高噪声值的生产区域, 不仅无法达到国家要求的标准, 而且巡检员工的身心健康受到影响^[1]。为此, 业主提出需要对站内的高噪声源进行噪声治理, 采取噪声治理措施后, 站外北侧敏感点(村庄)满足《声环境质量标准》(GB 3096—2008)1类功能区的标准要求, 即昼间不高于 55 dB(A), 夜间不高于 45 dB(A)。图1为项

目厂区内主要噪声源及位置关系。



图1 厂区主要噪声源分布示意图

2 噪声源分析

2.1 压缩机噪声源分析

压缩机厂房有4台压缩机,分别为2台电驱往复复式再生气压缩机,1台电驱离心式循环压缩机和1台电驱往复复式储罐返回气压缩机;酸气压缩机棚内设有1台电驱往复复式酸气压缩机。

电驱压缩机的噪声主要由空气动力性噪声、机械噪声、管道振动噪声及电磁噪声等叠加而成,具有频带宽、低频声强的频率特性,总声级较高。

(1)空气动力性噪声:压缩机内气流经障碍物时,由于空气分子黏滞摩擦力的影响,具有一定速度的气流与障碍物背后相对静止的气体相互作用同时与气流脉动噪声共同作用、相互混杂的结果。

(2)机械噪声:活塞往复运动与气缸壁摩擦,使气缸壁以固有频率强烈振动;曲杆、连杆和“十字头”等部件在运动时发生摩擦撞击;转子及其装配件的不平衡、转子啮合、转子转速波动引起的冲击噪声;在滑动轴承中会产生滑动黏滞作用,会激励压缩机的其他部件产生高频振动。

(3)管道振动噪声:压缩机运转时会带动其外接管线随之振动,加之管道内的介质高速高压运动而共同引发的振动形成了管道与空气摩擦振动,由此造成噪声向外辐射。

(4)电磁噪声:电驱压缩机的电磁噪声是由电动机产生的。电动机空隙中磁场脉动、定子与转子之间交变磁引力、磁致伸缩引起电机结构振动而产生噪声。

2.2 空冷器噪声源分析

压缩机配套空冷器设置在高16.5m的管廊钢框架上,管廊架空冷器分布如下(自西向东):BOG压缩机空冷器,共2台风机;MRC压缩机级间冷却(41E01)及末级冷却(41E02),共26台风机;酸气压缩机压缩机级间空冷器,共1台风机;再生气空冷器(16E02),共2台风机。脱碳单元框架空冷器布置于6.5m高钢平台上,分布如下:(自北向南)贫胺液冷却器,共2台风机;胺汽提塔冷却器,共2台风机。

空冷器机组噪声主要由空气动力性噪声、机械噪声、管道振动噪声叠加而成。

(1)空气动力性噪声:叶轮旋转与空气相互作用而连续产生压力脉动,从而辐射噪声;叶轮旋转形

成的气流经障碍物时,气流与障碍物摩擦力影响形成噪声。

(2)机械性噪声:空冷器设备盘管振动产生的,在冲击和摩擦作用下,引起机械设备中的构件及部件碰撞、摩擦和振动而产生机械性噪声。

(3)管道振动噪声:空冷器管道内的介质高速高压运动而共同引发的振动形成了管道与空气摩擦振动,由此造成噪声向外辐射。

3 噪声实测值

在采用噪声控制措施前,对敏感点(村庄)进行了噪声检测,在噪声敏感建筑物外,距墙壁或窗户1m处,距地面高度1.2m以上,检测了多组数据,得到噪声值昼间约为75dB(A),夜间约为71dB(A)。

4 噪声治理设计思路与计算

本工程项目主要噪声源分为压缩机厂房、压缩机配套空冷器、酸气压缩机以及脱碳单元框架空冷器。在这4个噪声源的共同影响下,敏感点的噪声值不得超过45dB(A)。现场工况4个噪声源间距很近,且压缩机配套空冷器多达31台,若对此进行常规化整体式考虑,常规措施是安装声屏障,压缩机配套空冷器位于16.5m高平台基础上。若安装声屏障想要达到所需降噪量,声屏障则会有一定高度,会存在极大的风载、风压^[2],对设备安全、施工等有极大影响。因此以尽量减少压缩机配套空冷器的降噪措施为设计出发点,考虑建筑间遮挡、反射和声源指向性等因素。在此基础上,其他噪声源采取适当的降噪措施,确保敏感点达标。

(1)压缩机噪声叠加值总声级计算

压缩机厂房有4台压缩机,正常工况运行3台,噪声值分别为105、95、80.7dB(A),经计算可得,叠加噪声值为105dB(A)。

(2)空冷器噪声叠加值总声级计算

由于压缩机配套空冷器设置在16.5m高的管廊钢框架上,压缩机配套空冷器单台电机噪声值为76dB(A),单台空冷器噪声值为78dB(A),总数量为31台。考虑风扇间的遮挡、反射,则31台空冷器叠加后的总声级为95dB(A)。

根据噪声叠加原理,压缩机厂房、酸气压缩机以及脱碳单元框架空冷器等其他3个噪声源传播至敏感点的叠加噪声值应不高于35dB(A),则这3个噪

声源传播至敏感点的噪声值分别不高于 30 dB(A), 即这 3 个声源的降噪设计余量为 5 dB(A)。经过以上计算和以往经验数据, 可得出表 1。

表 1 主要噪声源所需降噪量表 dB(A)

序号	噪声源	叠加噪声值	距离自然衰减量	降噪设计指标	设计余量	所需降噪量
1	压缩机配套空冷器	95	43	45	0	7
2	压缩机厂房	105	43	35	5	32
3	酸气压缩机	95	42	35	5	23
4	脱碳单元框架空冷器	91	42	35	5	19

当对每个噪声源采取的降噪措施的降噪量不低于上述相应的所需降噪量时, 敏感点的噪声值才能满足设计目标的要求。

5 噪声治理措施

5.1 压缩机厂房噪声控制措施

压缩机厂房为甲类生产厂房, 耐火等级为二级, 其设计结构满足相应的防火、防爆(泄爆)要求, 如图 2 所以。

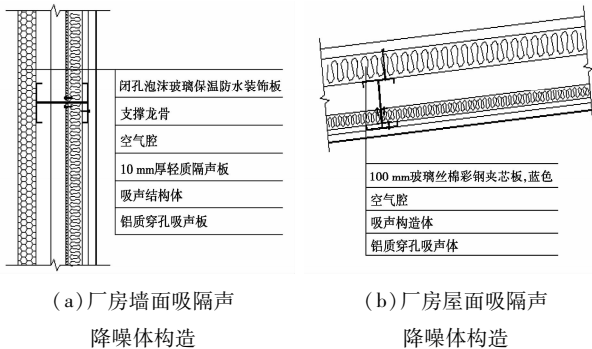


图 2 压缩机厂房轻质泄爆吸隔声降噪体示意图

①墙体和屋面安装轻质泄爆吸隔声降噪体, 室内侧为吸声面, 隔声量 $R_w \geq 34$ dB。②需安装普通钢质通行门。③屋面安装隔声采光带, 采光带隔声量 $R_w \geq 26$ dB。

5.2 酸气压缩机噪声控制措施

①在压缩机的东侧、西侧及北侧安装可拆装式吸隔声屏障, 声屏障顶部保留一定空隙, 确保在控制噪声的同时保证压缩机组的通风散热。声屏障隔声量 $R_w \geq 30$ dB。②在压缩机棚的顶部安装吸声结构, 其吸声系数 ≥ 0.85 。如图 3 所示。

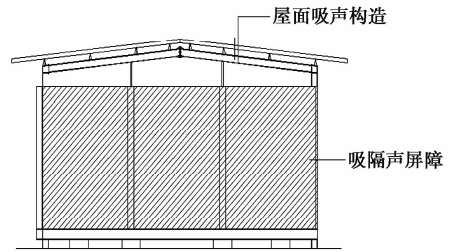


图 3 酸气压缩机棚噪声控制措施示意图

5.3 压缩机配套空冷器噪声控制措施

在厂房北侧墙体外安装一层强吸声构造, 降低压缩机厂房北侧墙体对空冷器噪声反射的影响。如图 4 所示。②在空冷器电机外安装隔声罩, 隔声罩降噪量不低于 8 dB(A)。如图 5 所示。

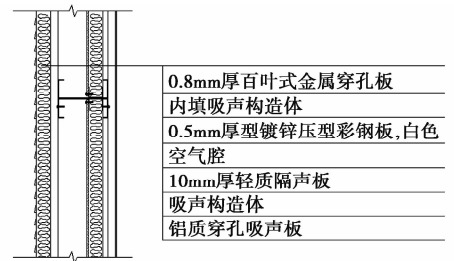


图 4 面向空冷器一侧的吸声构造示意图



图 5 电机隔声罩实例图

5.4 脱碳单元框架空冷器噪声控制措施

(1)在原有露天放置加装空冷器北侧吸隔声降噪墙体, 南侧敞口, 吸声面设计吸声系数 ≥ 0.85 。吸隔声围护墙体的隔声量 R_w 均不低于 29 dB, 东西两侧安装进风消声器, 进风消声器消声量 ≥ 19 dB(A)。

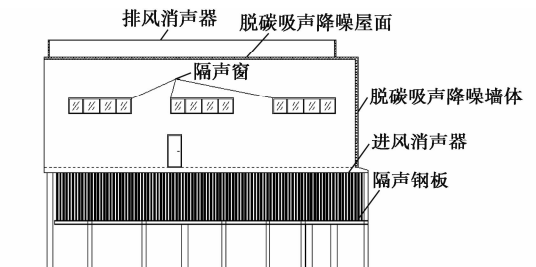


图 6 降噪措施整体示意图

表 1 就地补偿与集中补偿优缺点对比表

	就地补偿	集中补偿	
		低压集中补偿	高压集中补偿
优点	补偿范围最大,补偿和节能效果最好;可以减少配电路及变压器的有功损耗;有助于减小配电路的导体截面积;有助于改善远端电压。	补偿范围较大,补偿和节能效果较好;补偿电容器利用率较高;初投资和运行维护费用较小;可以减少高压配电路及变压器的有功损耗。	补偿电容器利用率最高;初投资和运行维护费用最小;能够减少系统电网的无功功率。
缺点	补偿电容器利用率不高;初投资和运行维护费用较大。	不能降低低压母线及分支线路的无功电流。	补偿范围较小,节能效果稍差;不能减少变压器和低压网络的无功功率。
适用范围	适用于单机负荷相对平稳、长期运行的大容量用电设备,或由较长线路供电的用电设备。	适用于工矿企业变配电所低压侧的无功功率补偿。	适用于工矿企业高压变配电所的无功功率补偿。

(5)当电动机的运行条件中存在重合闸、频繁启动、再启动等状态时,应考虑补偿电容器上的剩余电压对电动机自动投运的影响,为此应计算其自动投运的间隔时间^[3]。

(6)接有补偿电容器的电动机在停止运转前,不得接触电动机的带电部分,且在 5 s 内应能将电容器的剩余电压降至 50 V 及以下^[5]。

1.4 装设方案

(1)青县中间泵站

青县中间泵站共有 3 台输油泵,10 kV 电动机额定功率均为 1 120 kW,运行方式为两运一备。站内 0.4 kV 总计算负荷为 564.3 kW,其中二级负荷为 468 kW,选用 2 台额定容量为 500 kVA-10/0.4 kV 的配电变压器。根据高、低压用电负荷特点,青县中间泵站采用在 10 kV 和 0.4 kV 母线分别

集中补偿的方式。

站内 0.4 kV 用电负荷具有用电设备数量多、种类多、额定功率小、功率因数低、站场内分布零散等特点,因此 0.4 kV 用电负荷的无功功率补偿电容器采用在 0.4 kV 母线集中补偿的方式,在变电室的 0.4 kV 两段母线上分别设置 1 套低压补偿电容器;结合低压用电负荷变化频繁的实际特点,低压补偿电容器采用自动跟踪补偿的调节方式。

站内 3 台输油泵的 10 kV 电动机额定功率相同,无功补偿电容器如果采用就地补偿方式,需要匹配 3 套同规格的无功功率补偿电容器;3 台输油泵由于同时仅运行其中的 2 台,采用集中补偿方式,仅需要匹配 2 套同规格的无功功率补偿电容器。降低了无功功率补偿电容器的投资,提高了无功功率补偿电容器的使用率。

(上接第 194 页)

进风消声器高度根据设备进风气流速度和满足压力损失而定。如图 6 所示。

(2)在每台空冷器排风口上方安装排风消声器,排风消声器消音量 ≥ 19 dB(A)。

(3)空冷器支撑平台安装隔声钢板,防止空冷器设备噪声由底部格栅平台向外传播。

6 结论

集约型场站噪声源分布紧密,以往工程仅仅针对噪声源整体化进行噪声措施选择,这样通过计算得到的降噪量大,跟实际有较大误差,浪费工程成本,本项目各个噪声源间距小,因此考虑噪声源时,不能单纯考虑噪声叠加,需考虑设备的遮挡、反射以及声源指向性^[3],得到更为准确的降噪量,针对此

降噪量便可设计完成噪声控制措施。

采取上述噪声控制措施后,对敏感点(村庄)再次进行噪声检测,在噪声敏感建筑物外,距墙壁或窗户 1 m 处,距地面高度 1.2 m 以上,检测了多组数据,得到昼间噪声值约为 49 dB(A),夜间噪声值约为 43 dB(A),满足噪声控制目标的要求,并且在主观听觉上,降噪效果非常明显。该项目已顺利通过了声学验收和机械验收。

参考文献

- [1] 马大猷. 噪声与振动控制手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2002:361.
- [2] 谢剑波,周其斗. 非均匀流场中螺旋桨线谱噪声指向性分析[J]. 中国舰船研究,2010,(6):6-11.
- [3] 潘仲麟,翟国庆. 噪声控制技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006:167. ■