

天然气联合循环电厂的噪声值及测量

谢平¹, 何语平²

(1 深圳市山胜实业有限公司, 广东 深圳 518048 2 浙江省电力设计院, 浙江 杭州 310012)

摘要: 介绍了燃气轮机设备噪声限值和国家标准对厂界噪声和声环境的要求, 燃气轮机设备运行厂界噪声和周围声环境 (主要是居民敏感点) 的达标方法, 以及电厂噪声的测量方法。

关键词: 联合循环电厂; 环境噪声; 噪声源; 测量方法

中图分类号: X839.1 文献标识码: C 文章编号: 1006-2009(2009)04-0066-04

Noise Criteria and Measurement of Natural Gas-fired Combined Cycle Power Plant

XIE Ping¹, HE Yu-ping²

(1 Shenzhen Industry Co Ltd., Shenzhen, Guangdong 518048 China;

2 Zhejiang Electric Power Design Institute, Hangzhou, Zhejiang 310012 China)

Abstract The limit noise of gas turbine equipment and requirements of State Standard were introduced for the noise at the boundary and sound environment. The ways was described to meet noise standard when gas turbine was running (especially at sensitive sites of residential area). The procedures of sound measurement were established.

Key words Combined cycle power plant; Environmental noise; Noise source; Measurement method

天然气是高效清洁能源, 用燃气轮机及其联合循环装置改造燃煤老电厂成为大、中城市改善环境质量有效简捷的途径。为了配合西气东输和液态天然气的输入, 江、浙、沪、闽、粤、北京和深圳等地建设的联合循环发电项目几乎都建在经济发达、人口稠密的大、中城市附近。

目前燃用天然气的 F 级联合循环机组的发电效率已达到 57.0%, 不仅远远超过现有燃煤蒸汽轮机电厂, 甚至比超超临界的百万千瓦燃煤蒸汽轮机电厂还要优越。因此, 适当发展节能环保的联合循环电厂符合我国节能减排的国策。

但经济发达地区人口稠密, 用地紧张, 建设场地狭小, 有的电厂厂界 (围墙) 距民宅较近, 使得厂界噪声和周围声环境 (主要是居民敏感点) 的达标成为联合循环电厂建设中的突出问题。

国内外燃气轮机设备制造厂在合同文件中都规定了距离设备外壳 1 m, 离地面或运转层 1.2 m 处的噪声极限值, 作为主机设备的噪声保证值 (noise guarantee)。

在 20 世纪 90 年代初期, 燃气轮机的噪声极限值为 90 dB(A), 随着人们对声环境的重视和设备制造技术水平的提高, 当今燃气轮机厂家的噪声极限值可达 85 dB(A)。

正在修订的国家标准《轻型燃气轮机成套设备噪声值及测量方法》(原标准号 GB 10491-1989), 已将燃机设备距隔声罩外 1 m 处的噪声极限值由原来的 90 dB(A) 改为 85 dB(A), 体现了当今技术发展的水平。

1.2 环境噪声

目前电厂的厂界 (即围墙) 噪声排放和周围声

收稿日期: 2009-02-14 修订日期: 2009-04-07

作者简介: 谢平 (1945-), 男, 江苏泰州人, 工程师, 本科, 从事燃气、燃油动力发电机组环保噪声研究。

1 联合循环设备的噪声极限值

1.1 主机设备噪声

环境达标已成为燃机设备噪声的主要制约因素。国内外设备制造厂在合同文件中规定了距离设备外壳 120 m 处的噪声级极限值为 60 dB(A), 称为设备的远场噪声, 但只作为预期值, 不作为保证值。

测试远场噪声, 要求机组周围地形平坦, 测点与装置之间视线能直达。而通常联合循环电厂的布置比较紧凑, 即使是露天布置的机组, 周围还布置有其他辅助设备、辅助车间、控制室等, 这就使远场噪声的测试比较困难。

联合循环电厂最关注的问题为主、辅机设备辐射的噪声传播到厂界(围墙)时是否超标, 是否使厂界(围墙)周围(尤其是距离围墙最近的居民区)的噪声超标。如果噪声超标, 环境主管部门就有否决权, 新建电厂就不能投产运行。

2 厂界噪声排放及周围声环境执行的标准

为了控制工业企业厂界噪声危害, 国家制订了《工业企业厂界环境噪声排放标准》^[1]。联合循环电厂根据工厂所处的区域一般执行 2 类、3 类、4 类标准, 厂界噪声标准值见表 1。

表 1 厂界噪声等效声级 dB(A)

地区类别	昼间	夜间	适用场合
2	60	50	居住、商业、工业混杂区及商业中心区
3	65	55	工业区
4	70	55	交通干线道路两侧区域

因夜间噪声标准严于昼间, 而电厂又需要昼夜连续运行, 因此电厂的厂界噪声排放的最高限值按夜间噪声标准规定, 2 类区为 50 dB(A), 3 类区、4 类区为 55 dB(A)。

为了保障城市居民的生活声环境质量, 国家还制订了《声环境质量标准》^[2], 规定了城市 5 类区域的环境噪声最高限值。联合循环电厂一般位于城市的 2 类、3 类、4 类地区, 其环境噪声标准值见表 2。

表 2 地区噪声等效声级 dB(A)

地区类别	昼间	夜间
2	60	50
3	65	55
4	70	55

由此可见, 两个国家标准将电厂的厂界噪声排

放和周围声环境的最高限值都统一规定为 50 dB(A) 或 55 dB(A)。

在电厂项目进行可行性研究阶段, 业主委托有环境评价资质的单位编写该电厂项目的《环境影响评价报告》。由国家环保部或省、直辖市环保局对项目的《环境影响评价报告》进行批复, 在批复意见中, 将根据电厂所处的区域, 明确发文规定该联合循环电厂执行国家标准中的第几类标准, 也就是明确了电厂的厂界噪声的最高限值究竟是 50 dB(A) 还是 55 dB(A)。

3 主设备的噪声极限值要求

在可行性研究阶段编写的《环境影响评价报告》设计单位根据预先测量的厂区背景噪声和制造厂保证的噪声值、以及电厂总平面布置的情况、主要噪声源与厂界的距离、联合循环发电主机及辅机是露天布置还是室内布置、在噪声传播途径上是否有其他厂房或声屏障阻隔、厂房或声屏障的隔声量有多大等因素, 经过计算, 绘制出电厂噪声影响范围图。

也就是在电厂总平面图上用一组等噪声线描绘出多大的噪声级影响到哪个范围, 其中最关键的 50 dB(A) 或 55 dB(A) 的达标噪声线是否越过了厂界, 厂界以外离厂界最近的敏感点(即居民家窗台或阳台栏杆上)的声环境是否超标。

如果经过计算, 某段厂界噪声或离厂界最近的敏感点的声环境超标, 设计单位将分析主要是哪几个噪声源引起的, 设法对总平面进行调整, 把它们移到离该段厂界较远的地方。

如果因生产工艺布置的合理性, 难以对噪声源做较大的位置移动, 设计单位将考虑能否将它们布置到隔声厂房内或局部加隔声罩、隔声屏障。

如果将主要噪声源布置到隔声厂房内或局部加隔声罩、隔声屏障后, 计算出的厂界或敏感点的噪声仍然超标, 设计单位则预先设定该段厂界噪声已经达标, 即当地环保下达的指标 50 dB(A) 或 55 dB(A), 并以此为基准, 反过来计算到主要噪声源, 计算出主要噪声源必须满足最高噪声限值。在合同谈判期间, 用户将与设备制造厂协商, 对主设备噪声限值提出更为严格的要求。

4 其他噪声极限值要求

在合同谈判期间, 用户为了满足厂界噪声和厂

界以外离厂界最近的敏感点的噪声达标,除了会对主设备外壳外 1 m 的噪声保证值提出要求外,还会对燃气轮机进气口、进气道、主机罩壳通风机的排风口、排气扩散段外壳外 1 m、旁路烟囱出口、余热锅炉外壳外 1 m、余热锅炉炉顶、余热锅炉炉底给水泵组、余热锅炉烟囱口、天然气调压站、天然气前置模块等提出最高噪声限值。

这些部位的噪声,在现有的《燃气轮机 采购》(GB/T 14099-2005)《燃气轮机噪声》(GB 14098-1993)等国家标准中都没有做出过明确的规定^[3-4],但这些部位的噪声对厂界噪声和厂外声环境的达标却有着十分重大的影响。

例如某电厂由美国 GE 公司提供的 9E 型燃气轮机为露天布置,在验收试验时,实测的离设备罩壳 1 m、离地面 1.2 m 处的噪声平均值未超过设备的噪声保证值 (noise guarantee),满足双方所签合同的要求。

但位于压气机间、透平间和负荷联轴器间顶部的罩壳通风机的排风口,没有配置消声器,将罩壳内极高的噪声传出,影响厂界噪声达标。在 F 级燃气轮机打捆招标时,用户们接受了以往的教训,在合同中对罩壳通风排出厂房的排风口规定了必须加装消声器,并确保排风口排放的噪声控制在所需限值内。

又如某 9F 级天然气联合循环发电工程的余热锅炉烟囱高为 60 m,烟囱口排放的噪声在传播到厂界的途径上毫无阻隔,因而将会影响厂界周围的声环境。用户在余热锅炉合同谈判期间,要求制造厂在余热锅炉烟囱内设置消声器,以确保烟囱口排放的噪声控制在所需限值内。

制造厂认为余热锅炉是一个巨大的腔体,腔内充满了受热面管道,本身就是一个消声器。烟囱内无需设置消声器,燃气轮机的噪声经过余热锅炉这个巨大的消声器,就能确保烟囱口排放的噪声控制在所需的限值内。在机组调试、试运行阶段,经测试烟囱口排放的噪声超过了保证值。其后不得不在烟囱内部 45 m 高处,设置专门针对烟囱噪声频谱的阻抗复合式消声器。此后,该厂所生产的同类余热锅炉,烟囱内均自行设置有消声器。

再如与奥运配套建设的北京某联合循环热电冷联供工程,为了满足厂外声环境的达标,主设备(燃气轮机发电机组、汽轮机发电机组和余热锅炉)全部布置在室内,在主设备合同谈判中用户除

了对燃气轮机外壳外 1 m 的噪声保证值提出严格要求外,还对燃气轮机进气口、主机罩壳通风机的排风口、排气扩散段外壳外 1 m、余热锅炉外壳外 1 m、余热锅炉烟囱口等提出了近乎严酷的噪声限值。

5 联合循环电厂在试运行和验收阶段所采取的噪声测试

为了考核机组的噪声是否达到了保证值,并使电厂的厂界噪声和周围声环境达标,在电厂建成后的试运行和验收阶段,还必须在现场实地对机组和全厂噪声源进行测试、分析。

5.1 背景噪声的测量

噪声测量的前后,应在每个测点测量该点的背景噪声。背景噪声是影响燃气轮机噪声测量准确性的主要因素,将根据背景噪声的大小,对实测结果进行背景噪声修正^[5-6]。背景噪声级要求至少比燃气轮机发电装置运行时测得的噪声小 3 dB(A),最好小 6 dB(A)~10 dB(A)。

5.2 测点位置的确定

噪声测量应在燃机设备满负荷稳定运行时进行,燃机设备的隔声罩外 1 m 处的测点,应选在机组周围 A 声级最高的位置,其他测点沿机组周边每隔不超过 5 m 的间距选定。

所有测点的高度均为离地面或平台 1.2 m 处。燃机设备的隔声罩外 120 m 处的测点,对单台燃机设备可选 4 个方位(相隔 90°)或 8 个方位(相隔 45°),对多台燃机设备应选 8 个方位(相隔 45°)。

5.3 测量仪器的要求

测量仪器应使用国家标准《声级计的电、声性能及测量方法》(GB 3785-1983)中规定的 1 型声级计或精度等级相当的其他测量仪器。每次测量前后,对整个测量系统应采用精度优于 1 级即 ± 0.3 dB(A) 的声校准器进行校准,两次校准值相差不应超过 0.5 dB(A)。

5.4 数据处理

(1) 背景噪声修正

当背景噪声 A 声级比燃机设备运行时实测的 A 声级小 3 dB~10 dB 时,应按表 3 对燃机设备运行时实测的 A 声级进行修正。

(2) 距离修正

当传声器不能置于距燃机设备隔声罩 120 m 处时,或距传声器所在位置 5λ (λ 为声波波长)距

表 3 背景噪声对燃机设备运行时实测的修正值

dB(A)	
燃机设备运行时实测的 A 声级与背景噪声 A 声级之差	燃机设备运行时实测的 A 声级应减去的修正量
3	3
4	2
5	2
6	1
7	1
8	1
9	1
≥ 10	0

离内有反射物时,测点位置应移到距隔声罩 60 m ~ 180 m 范围内的适当位置。但测量的数据应进行距离修正,修正到 120 m 距离处。距离修正值根据国家标准《轻型燃气轮机成套设备噪声值及测量方法》(GB 10491-89)中的图 2 确定。

(3) 数据的平均值计算

由若干个测点测量得到的、经过修正后的数据,应按下式计算其平均值 $\overline{L_p}$:

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{pi}} \right)$$

式中: $\overline{L_p}$ 为平均声(压)级, dB; n 为燃机设备测点数; L_{pi} 为在“ i ”点的声(压)级, dB。

如果测得的数据相差在 5 dB 范围内,其平均值可按测量的数据算术平均计算。

6 结论

(1) 大型天然气联合循环电厂虽然是当代最

高效的节能环保电厂,用短暂时间接触噪声所允许的卫生限值,已经完全不能用来规定燃机设备的噪声极限值。目前电厂的厂界(即围墙)噪声排放和周围声环境达标已成为燃机设备噪声的主要制约因素。

(2) 为了满足厂界噪声和厂界以外离厂界最近的敏感点的声环境达标,用户除了会对主设备外壳外 1 m 的噪声保证值提出要求外,还会对联合循环设备的其他部位提出最高噪声限值。

(3) 为了考核机组的噪声是否达到了保证值,并使电厂的厂界噪声和周围声环境达标,在电厂试运行和验收阶段,还必须在现场实地对机组和全厂噪声源测试、分析。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护部,国家质量监督检验检疫总局. GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2008
- [2] 国家环境保护部,国家质量监督检验检疫总局. GB 3096-2008 声环境质量标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,2008
- [3] 国家技术监督局. GB10491-1989 轻型燃气轮机成套设备噪声值及测量方法[S]. 北京:中国标准出版社,1989
- [4] 国家标准局. GB3785-1983 声级计的电、声性能及测量方法[S]. 北京:中国标准出版社,1983
- [5] 何语平. 天然气联合循环电厂的噪声控制[J]. 燃气轮机技术,2008,21(2): 12-17.
- [6] 张涛,熊光陵. 厂界噪声测量的不确定度评定[J]. 环境监测管理与技术,2007,19(2): 52-53.

• 简讯 •

联合国商讨出台规定控制海运碳排放

据英国 BBC 报道,联合国目前正在商讨控制海运活动日渐增长的碳排放的相关规定。

国际海事组织的环境委员会正在起草政策,并着手设计相关的标准,以期海运船只能够更加有效地运行。相关的标准研究工作包括制定船只操作运行标准,从而使船只能够提高燃油效率。但是,在对船只征收燃料税的提议上,研究工作可能不会取得太大的进展。尽管一些环境保护主义者一直呼吁使用燃料税的办法来控制海运活动的温室气体排放。

目前,海运活动每年的温室气体排放已经超过了全球排放总量的 3%。这一排放数字甚至已经超过了英国各经济部门的排放总量。但是,和航空行业一样,海运部门还没有对自身的温室气体排放进行任何有效控制。

由于从 1990 年至今全球海运船只的温室气体排放已经增长了 83%,因此当前迫切需要将该行业纳入到 12 月份哥本哈根联合国气候峰会上将达成的全球气候变化条约中来。

国际海事组织环境委员会希望能对船只设计提出相关的强制法令规定。目前他们正在拟定相关的改进政策建议。同时也希望对船只运行的方式加以规定,比如说,可以让船只更缓慢地行驶,或采用更近的行駛路线。

摘自 www. jshb. gov. cn 2009-07-23