

某抽水蓄能电站运行人员噪声暴露水平检测与分析

刘跟生

摘要: [目的] 分析抽水蓄能电站运行人员的噪声暴露水平。[方法] 检测运行人员在运行工况及备用工况每次巡检时的接噪强度以及巡检后控制室的噪声强度, 结合运行人员在不同情况下的接噪时间, 计算运行人员在四值三运转的工作制度下, 1 周 42 h 接触噪声强度的等效声级, 进而换算至 1 周 40 h 接触噪声强度的等效声级。[结果] 本研究共检测 6 次运行工况及 3 次备用工况下的个体噪声及控制室噪声, 经过计算分析, 得出运行人员 1 周 42 h 接触噪声的等效连续 A 声级为 62.1 dB(A), 换算至 1 周 40 h 接触噪声的等效连续 A 声级为 62.3 dB(A)。[结论] 抽水蓄能电站运行人员的噪声暴露水平未超过《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分: 物理因素》(GBZ 2.2—2007) 中规定的职业接触限值 85 dB(A)。

关键词: 抽水蓄能电站; 噪声; 等效连续 A 声级

Noise Exposure Level in Workers of a Pumped Storage Power Station LIU Gen-sheng (*Electric Power Research Institute, Shandong Electric Power Corporation, Jinan, Shandong 250002, China*) · The author declares he has no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate noise exposure levels of workers in pumped storage power stations. [Methods] Individual noise exposure levels in 2 patrolling workplaces and 1 control room and in both operating and alternative conditions were measured. A mathematical calculation based on individual exposure level and exposure time was used to evaluate workers' noise exposure of 42 h per week which was then converted to the time equivalent continuous A-weighted sound pressure level (L_{Aeq}) of 40 h per week. [Results] In this study, the noise exposure levels in 2 patrolling workplaces and 1 control room were measured 3 times a day in both operating and alternative conditions. The workers' L_{Aeq} of 42 h per week was 62.1 dB(A). After conversion, the workers' L_{Aeq} of 40 h per week was 62.3 dB(A). [Conclusion] The noise exposure levels of workers in pumped storage power station do not exceed the occupational exposure limit of 85 dB(A) prescribed in *Occupational exposure limits for hazardous agents in the workplace Part 2: Physical agents*.

Key Words: pumped storage power station; noise; equivalent continuous A-weighted sound pressure level

噪声, 是抽水蓄能电站存在的主要职业病危害因素, 但以关于抽水蓄能电站噪声测量的研究不多。抽水蓄能电站的主要功能是为电网调峰、填谷、调频以及调相等。抽水蓄能电站的噪声声源比较复杂, 运行人员主要在巡检过程中接触噪声。

由于抽水蓄能电站的运行时间无规律性, 完全依据电网的需要来运行, 采用传统的 8 h 以及 40 h 等效连续 A 声级测量评价方法无法对此类作业人员进行接噪评价。因此, 本研究采用个体噪声剂量计检测与数学计算相结合的方法, 对抽水蓄能电站运行人员的接噪水平进行分析与评价, 为评价此类作业人员的噪声暴露水平提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

于 2011 年 8 月选择某抽水蓄能电站为调查检测现场, 该电站配备 4 台 250 MW 单级立轴混流可逆式水泵水轮机—发电

电动机组。

电站所有岗位的作业人员中运行人员的接触噪声强度最大、时间最长, 运行人员实行四值三运转(三运转, 指一天 24 h 的工作时间分成 3 部分; 四值, 指 4 个班工作)的工作制度, 每值 3 人, 每值中的固定 1 人每 2 h 必须按规定的路线对电站的相关设备进行巡检, 巡检之外的其他工作时间均在控制室, 此人为接触噪声强度最大、时间最长的运行人员。

本研究从电站四值运行人员中随机选择三值, 进而从三值中选择接触噪声强度最大、时间最长的运行人员, 即为各值中接触噪声强度最大、时间最长的 3 名运行人员。

1.2 测试仪器

EDGE4 型个体噪声剂量计(美国 QUEST 公司生产), 此仪器用于运行人员接触噪声剂量检测。2238 型精密积分声级计(丹麦 B&K 公司), 此仪器用于控制室噪声强度检测。

1.3 测试及计算方法

针对本研究选择的 3 名运行人员, 当其在值时, 对每人在抽水工况、发电工况及备用工况接触的噪声强度进行检测, 每人在上述 3 种工况下各检测 1 次, 本研究共检测 9 次。

3 名运行人员当值并且电站处于本研究需要的工况时, 将

[作者简介] 刘跟生(1982—), 男, 硕士, 工程师; 研究方向: 职业卫生、环境监测; E-mail: nutritiongen@163.com

[作者单位] 山东电力集团公司电力科学研究院, 山东 济南 250002

个体噪声剂量计佩戴于其衣领上^[1]。运行人员巡检开始时开启剂量计,巡检结束时关闭。巡检结束后,记录巡检时间和巡检时间内的等效连续 A 声级^[2]。运行人员巡检结束后,采用精密积分声级计检测在不同工况时控制室的噪声水平。

《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分:物理因素》(GBZ 2.2—2007)^[3]规定,每周工作时间不足 40 h 的,需要计算 40 h 等效声级,接触限值为 85 dB(A)。

《工作场所物理因素测量第 8 部分:噪声》(GBZ/T 189.8—2007)^[4]给出每周 40 h 等效声级的计算方法为:首先将 1 d 实际工作时间内接触噪声的强度规格化到工作 8 h 的等效声级($L_{EX, 8h}$),然后利用 $L_{EX, 8h}$ 计算规格化到每周工作 5 d(40 h)接触噪声强度的等效声级。但此标准中计算 40 h 等效声级的方法存在一定的局限,例如本研究中工作制度为四值三运转,由于其工作制度并非传统意义上的“每天的工作时间固定,每周工作的天数固定”,因此,采用标准中给出的方法将无法在本研究中进行计算。

上述标准的宗旨是根据一周接触噪声的强度规格化到每周 40 h 接触噪声强度的等效声级,因此,本研究在保持与标准原则一致的前提下,对具体的计算方法予以变动,即,首先计算作业人员 1 周 42 h 接触噪声强度的等效连续 A 声级,然后将每周工作 42 h 接触的噪声强度规格化至每周 40 h 的等效声级,最后再与标准相比较。

《工作场所物理因素测量第 8 部分:噪声》(GBZ/T 189.8—2007)^[4]规定,非稳态噪声的工作场所,按声级相近的原则把工作时间分为 n 个时间段,用积分声级计测量每个时间段的等效声级 L_{Aeq, T_0} 。

根据公式(1)计算运行人员 1 周 42 h 接触噪声强度的等效声级;根据公式(2)将运行人员 1 周 42 h 接触噪声的强度换算至 1 周 40 h 接触噪声强度的等效声级。

$$L_{Aeq, T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i \times 10^{0.1 L_{Aeq, T_i}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

其中, $L_{Aeq, T}$ —总时间段的等效声级, dB(A); L_{Aeq, T_i} —时间段 T_i 内等效声级, dB(A); T —这些时间段的总时间, h; T_i — i 时间段的时间, h; n —总时间段的个数。

$$L_{EX, 40h} = L_{EX, T} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \dots\dots\dots (2)$$

其中, $L_{EX, 40h}$ —1 周实际工作时间内接触噪声强度规格化到 40 h 的等效声级, dB(A); T —1 周的实际工作时间, h; $L_{EX, T}$ —1 周实际工作时间的等效声级, dB(A); T_0 —标准工作时间, 40 h。

2 结果

2.1 现场调查及噪声测量结果

运行人员实行四值三运转的生产制度,每班工作的 8 h 中,每 2 h 巡检 1 次。

在运行工况,包括发电工况和抽水工况,对运行人员巡检时的噪声接触水平(简称接噪水平)及控制室噪声进行检测,共检测 6 次,包括 3 次发电工况和 3 次抽水工况。在备用工况,对运行人员巡检时的接噪水平及控制室噪声进行检测,共检测

3 次。运行工况和备用工况时单次巡检接噪时间、巡检接噪水平及控制室噪声水平见表 1。

表 1 运行工况及备用工况运行人员单次巡检接噪时间、接噪水平及控制室噪声强度

测试工况	单次巡检接噪时间 (min)	单次巡检等效连续 A 声级 L_{Aeq} (dB)	控制室噪声 [dB(A)]
发电工况	23	79.5	56.2
	17	81.3	53.7
	19	81.1	54.2
抽水工况	19	80.1	54.8
	21	79.2	55.0
	22	81.3	54.5
运行工况平均值	20	80.4	54.7
备用工况	18	62.3	47.5
	20	63.1	46.8
	19	61.9	46.4
备用工况平均值	19	62.5	46.9

2.2 运行人员噪声暴露水平分析

调查显示,电站 22 个月中累计发电 493 h、抽水 519 h、发电调相 2.7 h、抽水调相 25.8 h,共运行 1 040.5 h。该电站平均每周运行 11.8 h。

电站运行实行四值三运转,因此每值每周工作时间为 $24 \times 7/4 = 42$ h。

每值每周工作的 42 h 中,运行工况占 $11.8/4 = 2.95$ h,约 3 h,备用工况接触时间为 $42 - 2.95 = 39.05$ h,约 39 h。

运行人员每 2 h 巡检 1 次,则每周工作的 42 h 中共巡检 21 次。根据运行工况与备用工况的时间分配,则 21 次巡检中共碰到运行工况的次数为 $21 \times 3/42 = 1.5$ 次,碰到备用工况的次数为 19.5 次。

长期平均水平下,运行人员 1 周 42 h 的工作时间及噪声接触水平见表 2。

表 2 运行人员 1 周 42 h 的工作时间及噪声接触水平分配表

测试工况	工作场所	工作时间 (min)	L_{Aeq} [dB(A)]
运行工况 (180 min)	巡检	$20 \times 1.5 = 30^a$	80.4
	控制室	180-30=150	54.7
备用工况 (2340 min)	巡检	$19 \times 19.5 = 370.5^b$	62.5
	控制室	2340-370.5=1969.5	46.9

[注] a:“20”为表格 1 中的运行工况单次巡检接噪时间,“1.5”为每周工作的 42 h 中碰到运行工况的次数; b:“19”为表格 1 中的备用工况单次巡检接噪时间,“19.5”为每周工作的 42 h 中碰到备用工况的次数。

按照公式(1)计算工作时间内接触噪声的等效声级。将表 1 中的相应数据录入,计算后得出,运行人员 1 周 42 h 接触噪声的等效连续 A 声级为 62.1 dB(A)。

根据计算公式(2)将公式(1)的计算结果以及接触时间 42 h 录入,计算后得出,运行人员 1 周 40 h 接触噪声的等效连续 A 声级为 62.3 dB(A)。

3 讨论

本研究的关键在于,由于本工程的运转并非连续,而是间歇式的运转,因此采用传统的测量任一班工作 8h 接触噪声的强度值并不能反映作业人员接触噪声的实际情况。某一班的 8h 工作时间可能为全部的备用工况,亦可能大部分时间为运行工况或小部分时间为运行工况。

若采用 8h 工作时间全部为备用工况情况下的检测数值来代表作业人员每周工作 42h 的接触噪声强度值,将会缩小作业人员的实际接触噪声值;若采用 8h 工作时间大部分为运行工况情况下的检测数值来代表作业人员每周工作 42h 的接触噪声强度值,将会夸大作业人员的实际接触噪声值;上述情况都不能真正反映作业人员的实际接触噪声值。因此本研究认为,此类作业模式接噪水平的评价宜采用长期平均情况下的接噪水平。

本研究的检测结果显示,从长期平均水平而言,运行人员接触噪声 1 周 40h 的等效声级为 62.3 dB,未超过接触限值 85 dB(A) 的要求。

目前有关此类作业模式作业人员接触水平评价的研究较少,本研究将为此类作业模式作业人员的接噪水平评价提供理论依据。

然而,采用长期平均情况下的接噪水平,可能存在的问题是:若某一班 8h 最大接噪情况下的接噪水平超过 85 dB(A),但在长期平均情况下经过计算其每周 40h 的等效声级未超过 85 dB(A),甚至远低于 85 dB(A),在上述背景下,如何对作业人员的接噪水平是否超标进行评价,并且是否需要采取个体防护措施?本研究认为,在上述情况下,作业人员的接噪水平未超标,可以不采取相关的防护措施。当某几班连续 8h 的噪声暴露水平超过 85 dB(A) 时,噪声对作业人员可能产生暂时的听力损伤,但此几班过后作业人员会长时间的暴露于低噪声环境,前几班的暂时性听力损伤在过后会得到自身的代偿修复。上述观点在部分资料^[5-8]中已有所体现,人短期暴露于噪声环境时,会造成短期的听力下降,但离开噪声环境后,下降的听力经过较短的时间即可以恢复。

从后续的研究角度考虑,作业人员连续暴露于高噪声作业环境的强度多高、持续时间多长,以及后续暴露于低噪声环境的强度多大、时间多长,才不致于导致噪声对作业人员形成持久性的损伤,此方面的研究尚需要进一步开展。

目前国家的用工形式已经不再是传统意义上的每周固定工作天数、每天固定工作时间。开展此方面的研究对正确评价此类作业人员的接噪水平具有重要意义。

从目前的国家职业卫生相关政策及标准来看,亦未明确规定在上述情况下是否需要采取相关防护措施。但是,从充分保护作业人员的角度考虑,在目前的相关研究尚未得出定论之前,当遇到高噪声的作业班次时,作业人员应佩戴好个体防护用品。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 赵一鸣,陈山松,成上如,等.噪声个体计量仪的工作原理及其在噪声暴露评价中的应用[J].中华预防医学杂志,2000,34(4): 238-240.
- [2] 赵一鸣.对噪声个体暴露测量与评价的思考与探索[J].中华预防医学杂志,2001,35(4): 272-273.
- [3] 中华人民共和国卫生部.GBZ 2.2—2007 工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分:物理因素[S].北京:人民卫生出版社,2007.
- [4] 中华人民共和国卫生部.GBZ 189.8—2007 工作场所物理因素测量第 8 部分:噪声[S].北京:人民卫生出版社,2007.
- [5] 韩德明,许时昂.听力学基础与临床[M].北京:科学技术文献出版社,2003: 105-108.
- [6] 汤影子,高恩泉.噪音诱发的听觉系统损伤及其机理[J].国外医学耳鼻喉科学分册,2004,28(6): 382-385.
- [7] 薛来俊,张大军,闫玲,等.职业噪声暴露对作业工人听力损失的影响及机制探讨[J].现代医药卫生,2011,27(24): 3753-3754.
- [8] 刘继文,王玲,黄维,等.长时间与间断接触噪声对听力的影响[J].环境与职业医学,2004,21(6): 590.

(收稿日期: 2012-02-02)

(英文编审: 黄建权; 编辑: 郭薇薇; 校对: 葛宏妍)