

# 高原风电场运行维护作业职业病危害调查分析

胡双球<sup>1</sup> 朱新河<sup>1</sup> 孙康<sup>1</sup> 易龙<sup>2</sup> 张琼<sup>2</sup> 黄微<sup>1</sup>

**摘要:** **目的** 了解高原风电场运行维护作业过程中的主要职业病危害因素,为制定与之相适应的职业病防治措施提供依据。**方法** 采用职业卫生流行病学调查和工作场所职业病危害因素现场监测方法等进行综合评价分析。**结果** 高原风电场运行维护作业存在高原缺氧、强紫外线照射、干燥、低温等高原特殊气候及强制体位、噪声、自然疫源性疾病、职业性心里紧张、电磁辐射等职业性危害因素。**结论** 高原风电场运行维护作业人员应按照《职业病防治法》的要求,针对高原风电场运行维护作业的特殊性制定适宜的工作场所健康促进综合性干预措施,保护作业人员身体健康。

**关键词:** 高原风电场; 运行维护; 职业危害

## Investigation and analysis of occupational hazards produced in operation and maintenance of wind farms in the plateau

HU Shuang-Qiu, ZHU Xin-He, SUN Kang, YI Long, ZHANG Qiong, HUANG Wei.  
Zhuzhou Occupational Diseases Prevention and Treatment Centre, Zhuzhou, Hunan 412011, China)

**Abstract Objectives:** To identify and analyze occupational hazards related to operation and maintenance of wind farms in the plateau, and to provide scientific basis for policy making in prevention and control of wind farm associated occupational hazards. **Methods** The occupational hazards in the operation and maintenance of wind farms in the plateau were comprehensively evaluated and analyzed with the methods of epidemiological investigation of occupational health and site monitoring of occupational hazard factors in workplace. **Results** Many factors contributed to the plateau wind farm associated occupational hazards, including high altitude anoxia, strong ultraviolet radiation, dry climate, low temperature and some other special plateau climate, as well as mandatory position, noise, natural focus diseases, occupational psychological stress and electromagnetic radiation. **Conclusions** The prevention of occupational hazards related to the operation and maintenance of the plateau wind farms should follow The Law of People's Republic of China on Prevention and Control of Occupational Diseases. Comprehensive intervention measures should be formulated based on the special conditions of the plateau wind farms to promote the health of the workers.

**Key words:** Plateau wind farms; Operation and maintenance; Occupational hazards

---

**基金项目:** 湖南省卫生厅科研基金课题 (B2011-128)

**作者单位:** 1 株洲市劳动卫生职业病防治中心 (湖南 株洲 412011); 2 南车株洲电力机车研究有限公司风电事业部

**作者简介:** 胡双球 (1962~) 女, 湖南张家界人, 专科学历, 副主任技师, 主要从事职业卫生技术服务工作

---

高原具有丰富的风能资源, 已成为建设大型风力发电场的首选之地, 高原风电场运行与维护作业成为近 10 年新能源发展而来的一新生特殊职业, 目前国内外对高原风电场作业职业安全健康的研究极少。笔者旨在通过对高原风电场运行与维护作业过程中存在的职业病

危害因素进行识别与分析，找出高原风电场作业对人体健康影响及职业病危害因素的关键控制部位与控制点，并制定与之相适应的防治措施，保护劳动者健康。

1 对象与方法

- 1.1 对象 某风电公司海拔 2000 米以上风力发电场及其全部运行维护作业人员。
- 1.2 流行病学调查 自拟调查问卷，对风电场自然环境、疾病流行、原辅材料、作业人员身体及心理健康状况等进行调查。
- 1.3 主要危害因素检测 依据 GBZ159-2004《工作场所空气中有毒物质监测的采样规范》<sup>[1]</sup>、GBZ/T160《工作场所空气有毒物质测定》<sup>[2]</sup>、GBZ/T189-2007《工作场所物理因素测量》<sup>[3]</sup>方法进行采样和检测，依据 GBZ2.1、2.2-2007《工作场所有害因素职业接触限值》<sup>[4-5]</sup>对现场进行评价。

2 结果

2.1 基本情况 本次调查，选择了某公司 9 个风电场作为调查对象，基本情况见表 1。

表 1 风电场基本情况

风电场所在地	海拔高度 (m)	风电场数 (个)	作业人员数 (个)	风场气温 (℃)	
				最高	最低
甘肃省	3420-3421	2	9	28	-36
贵州省	2100-2567	2	23	42	-15
山西省	2249	1	9	31	-25
云南省	2090-2100	4	11	35	-10

2.2 风电场运行维护作业活动及原辅材料 风力发电机组安装在 65 米和 80 米高的塔架上，风力发电机运行维护工作需要垂直攀爬上行进入风机顶部机舱内进行定检维护和故障消缺。其主要作业活动包括攀爬、在风机内部的开关柜、控制柜、端子箱等部位定期检查、力矩、螺栓紧固、设备更换、防冻液加注、偏航润滑、齿轮箱油加注、变桨齿圈抹油等设备维护与故障消缺生产活动。

该作业活动所用原辅材料主要有：齿轮油、除锈剂、清洗剂、润滑油、稀释剂、液压油等。

2.3 职业病危害因素识别

2.3.1 生产过程中的危害因素 高原风电场运行维护作业生产活动并不十分复杂，现场调查显示该项作业活动存在的主要职业病危害因素有发电机组运行时机舱内噪声，塔架控制盘、变频器发出电磁噪声、使用大型电动搬手进行螺柱紧固时的噪声；风力发电机组运行

时会产生一定能量的电磁辐射；偏航润滑、齿轮箱油加注、变桨齿圈抹油、防冻液加注、除锈等作业活动过程中使用的原辅料有可能含有苯、甲苯、二甲苯、乙二醇、苯乙烯等有毒化学物质。机舱内各种职业病有害因素检测结果见表 2。

表 2 风电场机舱内各种职业病有害因素检测结果

检测项目	测定点数	检测结果	国家标准	是否超标
噪声[dB(A)]	9	75.0-79.2	85	否
工频电场(KV/m)	9	0.005-0.027	5	否
苯(mg/m <sup>3</sup> )	9	<0.5	10	否
甲苯(mg/m <sup>3</sup> )	9	<1	100	否
二甲苯(mg/m <sup>3</sup> )	9	<2	100	否
乙二醇(mg/m <sup>3</sup> )	9	<14	40	否

由于风力发电机组的检修、保养一般是在停机状态下进行的，各类原辅料的使用量小，监测结果显示，正常情况下工作场所中噪声、工频电场强度及有毒化学物质检测结果均符合国家职业接触限值的要求。

2.3.2 作业条件因素 风力发电机运行维护工作需要垂直攀爬上行，风机机舱内作业存在空间狭小，作业人员进行变频器更换、油泵电机检修、叶片螺栓力矩紧固等生产活动时会受到空间限制而出现强制体位，产生下背痛、颈肩痛等与工作相关疾病，问卷调查显示，52 名作业工人自述有腰背痛的人员达 44 人，占 84.6 %。见表 3。

表 3 高原风电场运行维护人员主诉症状发生情况（52 人）

项目内容	发生数（N）	发生率（%）
神经系统	22	42.3
消化系统	25	48.1
流鼻血	14	26.9
精神状态	16	30.7
腰背痛	44	84.6

注：N 为主诉阳性症状发生数，%为阳性症状发生率。

2.3.3 作业环境因素 高原自然环境具有低气压、低氧分压)、低气温、强太阳辐射、气候干燥等特点，可导致高原病、皮肤损伤、冻伤的发生<sup>[6]</sup>，依据文献调查显示<sup>[7]</sup>，52 名作业人员出现高原反应的有 47 人，达 90.4%（其主要临床表现见表 3）；高原地区多存在自然

疫源地，预防措施不当作业人员有可能感染自然疫源性疾病，调查显示，本次调查的风电场可能存在的生物危害为鼠疫、布鲁氏菌病、狂犬病及流行性出血热<sup>[8]</sup>；此外，由于该项目劳动制度特殊，作业人员长期高原野外作业，与社会和家庭隔离，生活与膳食单调，工作生活环境局限，高原气候多变及繁重的工作任务，致使作业工人长时间处于精神紧张或疲劳状态，作业人员容易产生烦躁、抑郁、焦躁等情绪<sup>[9]</sup>。

2.4 职业危害特征 高原风电场运行维护作业生产活动并不十分复杂，通过上述分析及测试结果表明，高原风电场运行维护作业存在的主要职业病危害因素包括高原缺氧、强紫外线照射、干燥、低温等高原特殊气候及环境条件及有毒化学物质、强制体位、噪声、电磁辐射，这些危害因素、存在环节及其对身体健康的影响见表 6。

表 6 危害因素、存在环节及其对身体健康的影响

主要危害因素	主要健康影响
高原特殊气候（低气压、低氧分压、干燥）	高原反应或高原病（主要表现为：头痛、头昏、胸闷、食欲减退、流鼻血等）
冬季低温、夏季高温、强紫外线辐射	中暑、冻伤、紫外线皮肤损伤
自然疫源地	鼠疫、布鲁氏菌病、狂犬病、流行性出血热
自然环境恶劣、居住条件艰苦、远离人群及家人	职业心里紧张
攀爬、狭小空间、通风不良	肌肉骨骼损伤、缺氧窒息
在相对密闭的机舱对设备日常维护中，因使用齿轮油、防冻液、清洗剂、润滑油、稀释剂、液压油等	可能接触或吸入有机溶剂致有机溶剂中毒、接触性皮炎等
居住环境卫生差，食品卫生知识缺乏	食源性疾病

3 讨论

风电是新能源发电领域最成熟技术之一，我国风电产业“十二五”将进入一个持续发展时期。高原因具有丰富的风能资源，已成为建设大型风力发电场的首选之地。但高原自然环境条件较恶劣，低气压、低氧分压、低气温、强太阳辐射等有害因素不仅可单独致病，同时也可加重生产过程中其它职业病危害因素的联合作用，因此，分析高原风电场作业场所职业危害因素及其对作业人员的健康影响，研究高原风电场作业人员职业健康防护措施及安全健康干预措施，对做好这一新兴行业的职业病防治具有十分重要的意义。

本次对高原风电场运行维护作业活动及作业环境的系统调查与分析认为，高原风电场存在的危害因素及其对人体的健康影响主要为表 4 所列，因此，高原风电场运行维护作业职业病防治工作应从上述危害因素入手，加强职业卫生管理，按照《职业病防治法》的要

求严格职业健康监护制度，严格上岗前的职业健康检查，筛查职业禁忌证，针对高原特殊环境及风电场运行维护作业的特殊性制定作业人员身体准入条件，加强岗中职业健康检查，及时发现健康损害。风电场选址阶段应充分了解当地自然疫源性疾病情况，了解流行病学特征，加强作业人员职业病防治及相关知识的宣传与培训，有针对性对作业人员进行高原环境特点、传染病防治及食品卫生知识培训等健康教育和健康促进活动。普及心理调节知识，加强心理疏导，强化心理沟通，提高员工心理素质；创造良好的工作、生活环境，丰富驻地业余文化生活，缓解员工孤独寂寞的心理。

需要指出的是，风机机舱相对密闭，机舱内通风不良，作业人员在机舱内进行防冻液加注、偏航润滑、齿轮箱油加注、变桨齿圈抹油等作业活动时，应打开机舱顶盖加强通风，并做好个体防护，同时要做好特殊情况下作业（如试运行时的噪声危害等）时的个体防护。

#### [参考文献]

- [1] GBZ159-2004, 工作场所空气中有毒物质的采样规范[S]. 北京：中国标准出版社，2004.
- [2] GBZ/T160-2004, 工作场所空气有毒物质测定[S]. 北京：中国标准出版社，2004.
- [3] GBZ/T189-2007, 工作场所物理因素测量[S]. 北京：中国标准出版社，2007.
- [4] GBZ2.1-2007, 工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素[S]. 北京：中国标准出版社，2007.
- [5] 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：中国标准出版社，2007.
- [6] 杨乐华. 建设项目职业病危害因素识别 北京 化学工业出版社 2006.2
- [7] GBZ92-2008 职业性高原病诊断标准[S]. 北京：中国标准出版社，2008.
- [8] 张启恩等主编 我国重要自然疫源地与自然疫源性疾病 辽宁科学技术出版社, 2003.
- [9] 职业病分类和目录 国卫疾控发〔2013〕48号