

采用 EASC-IHSTAT 软件处理职业病危害因素监测数据的方法介绍及探讨

车望军, 张亮, 雷钊普, 白云, 高婷, 汪永忠, 耿全, 张永健

摘要: [目的] 介绍一种用 EASC-IHSTAT 软件进行职业暴露监测数据处理和决策的方法。[方法] 用 EASC-IHSTAT 软件对某厂某车间电焊工接触的电焊烟尘的时间加权浓度数据进行统计学分析, 并推断出总体的数据分布类型和超过职业接触限值(occupational exposure limits, OEL)数据的百分比, 然后参照美国职业安全与健康管理局 5% 的判定界值, 做出该工作场所空气中电焊烟尘浓度对标准依从性的定性判定。[结果] 该工作场所监测的电焊烟尘浓度均低于 OELs, 但按 EASC-IHSTAT 软件结果分析, 该工作场所空气中电焊烟尘浓度超过 OEL 的比例达到 10.6%。[结论] 对工作场所职业病危害是否符合标准而言, EASC-IHSTAT 方法对判定为“合格”的条件比我国大陆现行方法的要求更严格。

关键词: 职业暴露; 数据分析; 评价

Application of EASC-IHSTAT Software to Analyze Occupational Disease-Related Surveillance Data
CHE Wang-jun, ZHANG Liang, LEI Fang-pu, BAI Yun, GAO Ting, WANG Yong-zhong, GENG Quan, ZHANG Yong-jian (Kunming Center for Disease Control and Prevention, Yunnan 650228, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To introduce a method assisting occupational exposure data processing and decision making using EASC-IHSTAT software. [Methods] EASC-IHSTAT software was used to estimate data distribution and percentage of samples exceeding occupational exposure limits (OELs) for a group of time-weighted welding fume concentrations data collected in a workshop. Applying the U.S. Occupational Safety and Health Administration's boundary values of 5%, a qualitative judgment on compliance to the national standards of welding fumes would be made for the selected workplace. [Results] All concentrations of welding fumes sampled in the workplace were below OELs, but 10.6% of the samples were above OELs according to EASC-IHSTAT software. [Conclusion] In regard of determining qualification of occupational exposures in compliance with relevant national standards, the protocol adopted by EASC-IHSTAT software is more rigorous than the current method in China.

Key Words: occupational exposure; data analysis; assessment

20 世纪 90 年代, KROMHOUT 等^[1]和 RAPPAPORT 等^[2]两篇具有里程碑意义经典文献的发表, 使人们对职业卫生监测数据的变异来源和监测策略有了清楚和全新的认识, 而随后 LYLES 等^[3]发表的论文, 更使职业暴露评价进入了一个全新的时代。随着我国经济的发展和国家对职业病预防控制的日益重视, 职业病危害因素的监测评价已成为我国职业病预防控制的一项重要手段。通过对监测数据的科学分析, 做出工作场所对职业病危害控制水平的定性判定, 是暴露评价的一个重要环节。但是通过对国内文献的查阅和对专业同行的学习, 未发现对多样本职业病危害监测结果数据处理的文献, 在实际工作中, 多通过对多个样本的最大值与职业接触限值(occupational exposure limits, OEL)的比较或以 GBZ/T 194—2007《工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范》^[4]中规定的以样本合格率的方法来进行判定。为了推进我国职业暴露评价的科学发

展, 更好地促进职业病的预防控制, 本着抛砖引玉的目的, 本研究以美国工业卫生协会(AIHA)推荐的一款免费的职业卫生暴露评价软件 EASC-IHSTAT(V1.01)为例, 对职业卫生监测数据的处理方法进行初步介绍, 并供同行讨论。

1 对象与方法

1.1 对象

按 GBZ/192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分: 总粉尘浓度》^[5]要求, 用个体采样方法对某车间焊接工段的 6 名电焊工在不同的工作日作业过程中接触电焊烟尘的时间加权浓度进行监测, 结果见表 1。

表 1 某车间电焊工接触的电焊烟尘时间加权平均浓度(mg/m³)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
结果	3.6	3.3	2.5	3.6	3.6	3.2	4.0	2.0	1.2	2.4	2.2	1.1	1.0	1.8	3.0	3.2	2.0	0.8	1.9	2.4

1.2 方法

打开 EASC-IHSTAT 软件, 用监测数据替换软件界面左侧 sample data 表格列中的数据, 将未能替换的数据选中后删除, 然后, 在 OEL 下方表格中输入电焊烟尘的职业接触限值 4.0 mg/m³,

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(编号: 81160340)

[作者简介] 车望军(1971—), 男, 硕士, 副主任医师; 研究方向: 职业暴露评价及肺癌发生性别差异; E-mail: chewangjun@163.com

[作者单位] 昆明市疾病预防控制中心, 云南 650228

软件立即输出相关结果。

2 结果

2.1 常规判定结果

该组监测数据中,电焊烟尘的最大值为 $4.0\text{mg}/\text{m}^3$,均值为 $2.4\text{mg}/\text{m}^3$,样品超标率为0。因此,不论是选用测定值的最大值判定,还是用所用样本的均值进行判定,亦或用GBZ/T 194—2007《工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范》^[4]推荐的单项指数达标率进行判定,该工作场所电焊工作业过程中,接触电焊烟尘浓度符合职业卫生标准规定的标准要求($\leq 4.0\text{mg}/\text{m}^3$)。

2.2 EASC-IHSTAT 软件数据处理结果

2.2.1 顺序数据图 从图1可以直观地了解到,样本数据没有明显的上升或下降趋势,因此,可以认为样本的总体是静态的。

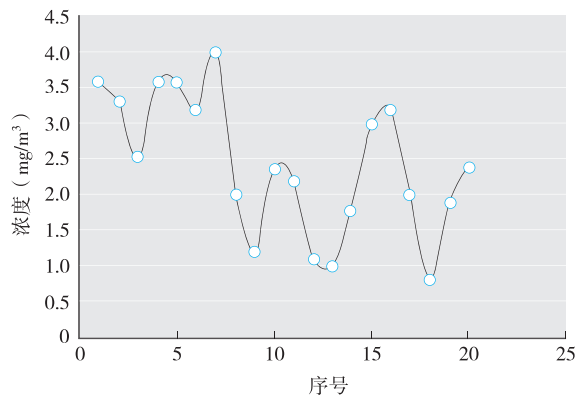


图1 电焊烟尘浓度顺序数据图

2.2.2 描述性统计 由表2可知,描述性统计对20个样本数据的极差、算术均数、中位数、几何均数等正态、对数正态和偏态分布的数据特征进行了描述,同时也提供了以OEL值为标准的样本数据的超标百分比。

表2 电焊烟尘浓度描述性统计

样本数	最大值	最小值	极差	算术均数	中位数	标准差	几何均数	几何标准差	超标百分比(%)
20	4	0.8	3.2	2.44	2.4	0.971	2.223	1.603	0.00

2.2.3 对数正态或正态分布推断 图2和图3是该软件基于既有的20个样本数据,对其总体数据的分布类型进行对数正态分布和正态分布检验的概率图及结合该软件输出的W检验的分布拟合检验结果(表3),表明该数据的总体分布符合对数正态和正态分布。

2.2.4 统计推断 基于前面的分布拟合检验结果,软件即提供了基于对数正态分布的总体对数正态分布图(图4)和包含总体数据的算术均数、均数95%可信区间的上、下限值、第95百分位数值。结果显示第95百分位数值95%可信区间的上限值超过OEL的百分率,均数95%可信区间的上、下限值超过的百分率(表4)。

由表5可知,基于该组样本数据总体中超过OEL的比例达到10.6%,因此,若以美国职业安全与健康管理局(OSHA)规定的5%为标准,则该车间电焊工工作场所空气中电焊烟尘的浓度不符合标准要求。

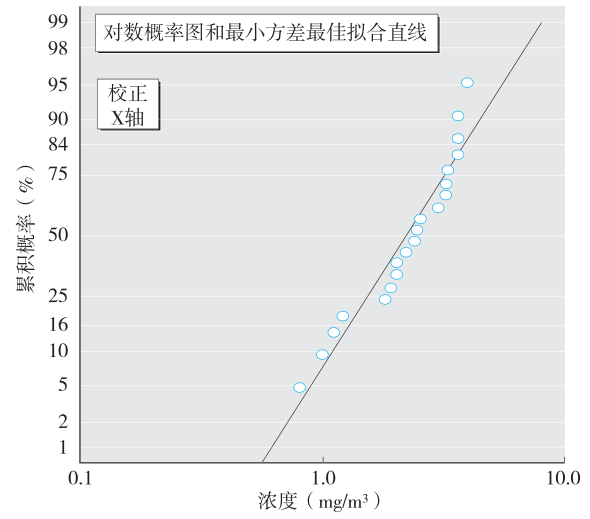


图2 电焊烟尘浓度的对数正态分布检验概率图

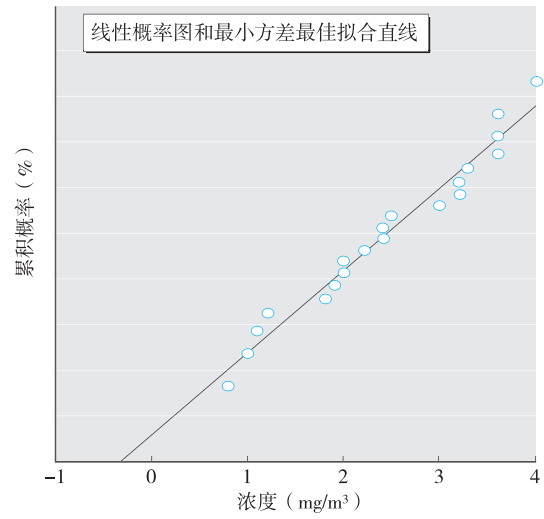


图3 电焊烟尘浓度的正态分布检验概率图

表3 电焊烟尘浓度的对数正态分布和正态分布检验结果

对数转换资料的W检验	是否对数正态分布 ($\alpha=0.05$)	W检验	是否正态分布 ($\alpha=0.05$)
0.908	是	0.948	是

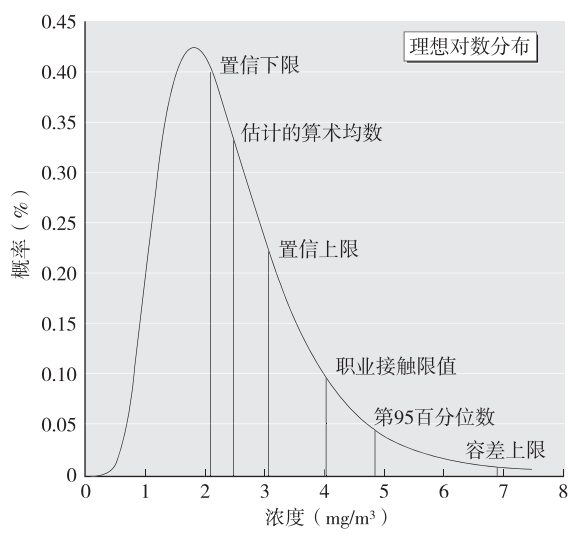


图4 电焊烟尘浓度的对数正态分布图

表 4 电焊烟尘浓度对数正态分布参数统计推断

估计的 算术均 数	95% 置 信下限	95% 置 信上限	第 95 百 分位数	95% 容 差上限	超标百 分率 (%)	95% 置信下 限值超标概 率(%)	95% 置信上 限值超标概 率(%)
2.469	2.082	3.067	4.83	6.883	10.60	4.193	22.955

表 5 电焊烟尘浓度的正态分布参数统计推断

均数	95% 置信下限	95% 置信上限	第 95 百分位数	95% 容差上限	超标概率 (%)
2.44	2.064	2.816	4.038	4.77	5.41

3 讨论

工作场所职业病危害因素的监测评价,其实质就是以抽样检测的样本数据为基础,对工作场所中工作人员在作业过程中接触的职业病危害因素浓度的总体分布进行推断,然后基于一定的 OEL 值和小概率风险进行定性判定。工作场所空气中有害物质的浓度是变化的,在整个体系稳定的情况下,其随机波动往往呈对数正态分布^[6]。作业场所空气中职业病危害因素浓度监测数据的变异分为因工人间的工作和防护技能不同所导致的个体间变异和因控制效果、生产水平、工作实践、作业任务和活动等因素逐日变化而产生的接触水平的个体内变异^[2]。由于抽样和变异的存在,必然导致样本结果与实际浓度之间存在一定的差异,如本文中 20 个样本数据无一超过 4.0mg/m³ 的 OEL 值,但以 EASC-IHSTAT 软件分析的结果表明,其实际浓度的超标比例达到了 10.6%。

NIOSH《Occupational exposure sampling strategy manual》的发布^[6],明确了职业病危害因素在空间和时间的变化规律,对职业卫生的发展及职业病的预防和控制起到了重要的作用。由于 20 世纪 90 年代职业暴露评价理论和实践的快速发展,尤其是 RAMACHANDRAN 等^[7]将贝叶斯统计引入职业暴露评价的决策分析,使职业暴露评价进入一个经典统计学和贝叶斯统计共用的全新阶段。由于 20 世纪末职业暴露理论的巨大进展,NIOSH 已对其 1977 年出版的手册着手进行修订^[8],英国职业卫生联合会在 2011 年 12 月发布了新修订的针对空气中有害物质的职业暴露依从性测试手册^[9]。而我国的职业暴露评价工作开展的如火如荼,但对监测数据的处理及结果判定方面的相关规定则较少。只有 GBZ 2.1—2007《工作场所所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》^[10]规定的单个监测数据与 OEL 直接比较的方法和 GBZ/T 194—2007《工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范》^[4]中规定的以样本合格率进行判定的方法。

基于介绍的方便,本研究使用的仅是一个简洁的免费软件,虽然较数据直接比较的判定方法有了质的突破,但其仍存在一定的不足之处。如该软件仅能处置正态和对数正态分布的数据,无法处理其他分布的数据;此外,也无法判定暴露组分组是否合理,从而不能明确组内超标是来源于个人因素还是环境因素。而如果采用相似接触组的监测策略,基于既有的理论和实践,可以用各种统计软件(不管是用英国职业卫生联合会推荐的 SPEED 软件或 Excel 等其他统计软件)对监测数据进行分析,判别既定暴露组对 OEL 的依从性,而如果数据分析显示

组内变异的比重达到总变异的 20% 或以上,还可以通过对个体 OEL 依从性的分析和调查来发现部分个体的超标是个人原因还是分组原因^[9]。

本研究介绍了国外在职业卫生监测数据处理及以统计学思想为指导的基于样本数据的专业决策方法,目的是号召广大同行对职业卫生数据处理和决策方法及其进展的关注。因此,没有对数据按照两种变异的来源进行人间和时间分类,也没有突出样本确定的随机性。统计工具的优势在于使用者了解它的理论基础和局限性。相对于其他学科,将统计学应用于职业暴露评价的要求更为严格,而实施也更困难,例如随机采样和对真的总体分布类型的确定就是最为明显的障碍。作为一名职业卫生工作者,应尽可能地保证样本的随机性,用统计工具进行推断时应仔细考虑,专业的判断必须有统计学支持,同时也要考虑到使用的数据对统计分析要求的满足程度^[11]。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] KROMHOUT H, SYMANSKI E, RAPPAPORT SM. A comprehensive evaluation of within- and between-worker components of occupational exposure to chemical agents[J]. Ann Occup Hyg, 1993, 37(3): 253-270.

[2] RAPPAPORT SM, LYLES RH, KUPPER LL. An exposure-assessment strategy accounting for within- and between-worker sources of variability[J]. Ann Occup Hyg, 1995, 39(4): 469-495.

[3] LYLES RH, KUPPER LL, RAPPAPORT SM. A lognormal distribution-based exposure assessment method for balanced data[J]. Ann Occup Hyg, 1997, 41(1): 63-76.

[4] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 194—2007 工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

[5] 中华人民共和国卫生部. GBZ/192.1—2007 工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分: 总粉尘浓度[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

[6] LEIDEL NA, BUSCH KA, LYNCH JR. Occupational exposure sampling strategy manual[M]. Cincinnati: NIOSH, 1977: 33-46.

[7] RAMACHANDRAN G. Retrospective exposure assessment using Bayesian methods[J]. Ann Occup Hyg, 2011, 45(8): 651-667.

[8] RAMACHANDRAN G. Toward better exposure assessment strategies—the new NIOSH initiative[J]. Ann Occup Hyg, 2008, 52(5): 297-301.

[9] British Occupational Hygiene Society. Testing Compliance with Occupational Exposure Limits for Airborne Substances[M]. Derby: DHEW (NIOSH) Publication, 2011: 1-50.

[10] 中华人民共和国卫生部. GBZ 2.1—2007 工作场所所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

[11] BULLOCK WH, IGNACIO JS. A strategy for assessing and managing occupational exposures[M]. Fairfax: AIHA Press, 2006: 97-111.

(收稿日期: 2012-10-23)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 张晶; 校对: 葛宏妍)