

火力发电厂粉尘接触量与尘肺发病关系的研究

乔聚山 乔燕颖 时松和 谷桂珍 程广超 李奎荣

摘要 为了研究火力发电厂粉尘与尘肺发病的剂量-反应关系,根据某火力发电厂接尘工人接尘时间、肺总通气量、粉尘浓度和游离二氧化硅含量,计算职工肺内石英负荷量,然后采用累积剂量患病率寿命表法研究尘肺患病率与粉尘的剂量-反应关系,推算该类粉尘的容许浓度。结果表明接尘剂量与尘肺患病率呈显著正相关关系,提示每人平均工作 30a,使尘肺患病率低于 5‰,接触煤粉者和接触灰粉者作业场所平均粉尘浓度分别应控制在 $10.00\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $3.25\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

关键词 火力发电厂 尘肺 寿命表

Relationship between Dust Exposure Dose and Incidence of Pneumoconiosis in A Thermal Power Plant Qiao Jushan*, Qiao Yanying, Shi Songhe, et al.* Henan Provincial Institute for Occupational Health. Zhengzhou 450052

Abstract In order to study the dose-response relationship between dust and incidence of pneumoconiosis in a thermal power plant, the quartz burden in their lungs of the workers exposed to dust was calculated based on their length of exposure and total lung capacities, concentrations of dust and free silica in workplace air, and then the relationship between dose of dust and prevalence of pneumoconiosis and dust allowable concentration in workplace air was calculated by life-table method with dose-cumulative morbidity. Results indicated that dust exposure dose correlated significantly to prevalence of pneumoconiosis with a coefficient of correlation. It indicated that coal dust and fly ash concentrations in workplace air should be controlled below $10.0\text{mg}/\text{m}^3$ and $3.25\text{mg}/\text{m}^3$, respectively, to keep the prevalence of pneumoconiosis lower than five per thousand for those working there for thirty years in average.

Key words Thermal power plant, Pneumoconiosis, Life-table method

在寻找引起两个火力发电厂尘肺患病率差异非常显著的原因时,首先遇到如何评价工人粉尘接触水平的问题。为此探讨了尘肺高发电厂的接尘工人接尘剂量与尘肺发病的关系,为预测并比较电厂尘肺病发病趋势提供方程式,同时试算该类粉尘容许浓度。

1 资料和方法

1.1 对象选择

选 1983年 1月 1日在册工龄 1年以上的

接尘职工为研究对象,共 571人,这些人进厂前从未接触过其他粉尘,职业史清楚,并有系列 X线胸片,经市尘肺诊断小组诊断,省尘肺鉴定委员会复核,Ⅰ期尘肺 29人,Ⅱ期尘肺 5人,共 34人。

1.2 计算肺内石英负荷量

每工种至少选 2人,跟班观察和记录其各种作业状态下的持续时间,连续记录 3天,求其平均值为某工人各种活动时间。肺总通气量的测定:用 YA-2型肺通气量仪测定各种活动肺总通气量,把劳动强度相近的归类,大致归为 A B C (轻 中 重)三类,求各类活动肺总通气量的平均值。根据历史测尘资料中各

本课题受河南省医学科学院科研基金资助

作者单位: 450052 河南省职业病防治研究所 (乔聚山,谷桂珍,程广超,李奎荣), 郑州热电厂职工医院 (乔燕颖), 河南医科大学统计教研室 (时松和)

工种不同岗位不同作业状态下的粉尘浓度, 计算时间加权平均浓度^[1]。测定各岗位粉尘游离二氧化硅含量。按公式计算每年肺内石英负荷量^[2]。

1.3 粉尘资料

收集该厂投产以来所有测尘数据。1977年以后才有较完整的测尘数据, 由于电厂每年车间粉尘浓度波动不大, 空缺数据可根据现有数据用内插外补法类推。

1.4 统计方法

采用中西文 Foxbase+ 数据库管理系统并研制成功了“火电业尘肺发病监测监督信息管理系统”, 采用剂量寿命表法^[2,3]和直线回归方程推算该类粉尘容许浓度。

2 结果

根据每作业班从事这些活动时间和肺通气量计算肺总通气量^[4], 燃料车间每班肺总通气量为 5.50m³, 锅炉运行肺总通气量为 6.60m³, 锅炉检修肺总通气量为 6.00m³, 按每班输煤皮带启动 3小时, 静止 4.9小时, 清粉 0.1小时, 分别乘以原始记录标明启动时和静止时的粉尘平均浓度, 清粉乘模拟测定浓度, 之和除以 8小时, 得燃料车间时间加权平均浓度。锅炉车间集控室工作 5.5小时, 巡视、操作和打扫卫生 2.4小时, 打焦 0.1小时, 分别乘以原始记录标明相应岗位的粉尘平均浓度, 之和除以 8小时, 得锅炉运行工时间加权平均浓度。历年时间加权平均浓度燃运、炉运、炉检分别为 8.73mg/m³, 4.84mg/m³, 14.00mg/m³, 测定锅炉看火孔下、炉壁上积尘和锅炉大修时炉膛内积尘游离二氧化硅含量共 11个样品, 平均 20.02%。磨煤机旁、木片分离器旁、给煤机旁 8个样品, 平均 9.83%。输煤皮带旁 22个样品, 平均 6.08%。根据工时记录查每人出勤天数。按公式^[2]计算职工年肺内石英负荷量 (mg/a)。结果见表 1 某些工种由于接尘时间短、粉尘浓度低、劳动强度小, 其年肺内石英负荷量应按同样方法另外计算, 如燃料仪表工、电焊工和车间办公室分别为 35.72、

59.53和 83.34mg/a, 锅炉车间仪表工、电焊工和车间办公室分别为 39.66, 66.10, 92.53mg/a。

表 1 按历年时间加权平均浓度计算年肺内石英负荷量

车间	班肺总通气量 m ³	加权平均浓度 mg/m ³	工作天数 天	平均 SiO ₂ 含量 %	年石英负荷量 mg/a
燃运	5.50	8.73	273	6.08	119.06
炉运	6.60	4.84	273	9.83	132.19
炉检	6.00	14.00	120	20.02	252.39

每人年肺内石英负荷量乘上自己接尘工龄得肺内石英负荷量 (D), 用系统程序自动分为 8组, 组距为 1220.28, 并自动显示各组人数和病人数。将各组 D 下限值换算成对数值 ($\lg D$), 用校正观察人数推算累积患病率, 进而求出其 logit 值, 则 $\lg D$ 和 logit 值之间成直线关系, 相关系数 $r=0.9766$, $P<0.005$, 直线回归方程是 $Y=-45.4044+11.0102X$, 其中 X 为 $\lg D$, Y 为患病率的 logit 值, 根据方程求出校正累积尘肺患病率, 见表 2 根据目前个体粉尘采样器测定的粉尘接触浓度^[3], 若使患病率低于 5‰, 按方程推算主要工种最长接尘时间 (见表 3); 若每名工人平均工作 30a, 患病率低于 5‰, 作业场所粉尘浓度应分别控制在燃运 $<10\text{mg}/\text{m}^3$, 炉运 $<2.57\text{mg}/\text{m}^3$, 炉检 $<3.25\text{mg}/\text{m}^3$, 要使患病率低于 1‰时, 作业场所粉尘浓度应该控制在燃运 $<5.71\text{mg}/\text{m}^3$, 炉运 $<1.58\text{mg}/\text{m}^3$, 炉检 $<1.74\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3 讨论

热电厂接尘工人主要分布在锅炉、燃料、除灰等车间, 分运行工和检修工, 燃料运行工主要任务是巡视输煤皮带, 保证输煤皮带正常运行, 遇到皮带发生故障跑煤时, 需要“清粉”。锅炉运行工主要任务是在集控室监视各种仪表和出外巡视操作, 有时遇上焦块堵塞, 需要打焦, 打焦时粉尘浓度很高。检修工在检修时, 常需要进入半封闭环境中从事较重的体

表 2 各剂量组校正累积患病率

剂量组 D	累积观 察人数	病例 数	到期 人数	校正观 察人数	未患 病率	累积未 患病率	累积患 病率	logit	石英量 对数	校正累积 患病率
510. 00~	571	0	37	552. 5	100. 0000	100. 0000	0	—	2. 70757	0. 00000017
1730. 28~	534	0	5	531. 5	100. 0000	100. 0000	0	—	3. 23812	0. 00005820
2950. 56~	529	1	81	488. 5	99. 7953	99. 7953	0. 002047	- 6. 189331	3. 469904	0. 00074698
4170. 84~	447	0	19	437. 5	100. 0000	99. 7953	0. 002047	- 6. 189331	3. 620224	0. 00392160
5391. 12~	428	1	13	421. 5	99. 7628	99. 5586	0. 004414	- 5. 418550	3. 731679	0. 01350597
6611. 40~	414	7	117	335. 5	97. 1360	97. 4814	0. 025186	- 3. 655958	3. 820293	0. 03664835
7831. 68~	290	14	170	205. 0	93. 1707	90. 8241	0. 091759	- 2. 292344	3. 893855	0. 08632321
9051. 96~	106	11	95	58. 5	81. 1966	73. 7461	0. 262539	- 1. 032814	3. 956743	0. 09978855

表 3 主要工种最长接尘时间

工种	粉尘浓度 mg /m ³	年负荷量 mg /a	最长接触 时间 a	戴口罩年 负荷量 mg /a	最长接 触时间 a
燃运	4. 87	94. 86	33. 1	39. 84	78. 7
炉运	3. 39	140. 59	22. 3	59. 05	53. 1
炉检	24. 05	445. 97	7. 1	26. 76	117. 0

注: 当患病率控制在 1% 时最长接尘时间, 锅炉检修工戴湘芳 I 型特种防尘口罩粉尘透过率为 0. 06, 粉尘浓度为目前个体采样器测定的平均接触浓度。

力劳动, 且目前尚无有效除尘设备, 粉尘浓度很高, 游离二氧化硅含量较高, 分散度也大, 粉尘危害最重。由于工人接触粉尘的强度随操作地点、时间和劳动强度变动而不同, 因此单靠一次性瞬间粉尘浓度测定是不能反映接尘剂量的。必须采用能同时反映粉尘浓度、接尘时间、劳动强度和游离二氧化硅含量的综合指标和采用平均浓度^[5,7]。根据这些综合测定结果和得到的直线回归方程可推算出, 按每名工人平均工作 30 年, 尘肺患病率低于 8%, 肺内石英负荷量为 1 819mg° a, 比伦汉清等^[2]报道的 1 755mg° a 稍高。推算出接触煤粉者和接触灰粉者作业场所粉尘平均浓度分别应控制在 10. 00mg /m³ 和 3. 25mg /m³ 以下。比国家现行

粉尘卫生标准稍宽。可能与电厂自动化程度较高, 在集控室和屏蔽值班室遥控时间较长, 接触粉尘时间较短有关。

在电脑日趋普及的今天, 用自编“火电业尘肺发病监测监督信息管理系统”分析粉尘接触量与发病关系比较方便, 今后只要输入测尘数据, 即可自动输出预测预报结果, 如果测尘数据再完整些, 结果会更加准确。

4 参考文献

- 1 牛侨, 姚汝琳. 估算综采工煤尘接触量的探讨. 职业医学, 1988, 15 (5): 18
- 2 田风调, 伦汉清, 刘占元, 等. 粉尘容许浓度的现场调查研究方法: 肺内石英粉尘负荷量估算方法. 北京: 人民卫生出版社, 1985. 61-71
- 3 乔燕颖, 乔聚山, 郭新华, 等. 估算热电厂工人粉尘接触量的探讨. 河南医学研究, 1996, 5 (2): 35
- 4 朱惠兰, 王肇滇, 鲁涛, 等. 粉尘作业工人接尘时间肺总通气量的研究. 中华劳动卫生职业病杂志, 1986, 4 (6): 349
- 5 刘占元, 张维昌. 关于粉尘接触量的研究. 中华劳动卫生职业病杂志, 1984, 2 (6): 360
- 6 郭霖, 杨建荣, 陈芝兰, 等. 剂量患病率寿命表法预测预报太钢耐火材料厂工人矽肺发展趋势的研究. 工业卫生与职业病, 1985, 11 (2): 70
- 7 刘占元, 对作业场所粉尘监测中几个问题讨论. 中华劳动卫生职业病杂志, 1995, 13 (4): 252

(收稿: 1996-05-30 修回: 1997-04-08)