

# 电脑操作者的劳动损伤及其成因研究

王晓光,赵 锋,陈明森,耿玲虹

(武汉理工大学机电工程学院,湖北 武汉 430070)

**摘要:**应用人机工程学的基本原理,对可能引起电脑操作者劳动损伤的因素进行了研究.选择时间因素、身体因素、环境因素、心理因素这四个因素对电脑操作者进行了问卷调查.在问卷调查数据的基础上,利用 Logistic 回归方法建立了上述因素与电脑操作者劳动损伤的数学关系模型.用以定量地描述、分析和研究电脑操作者的劳动损伤,并通过模型和问卷的反馈,采取措施来减轻电脑操作者的劳动损伤.

**关键词:**电脑操作者;劳动损伤;问卷;Logistic 回归

**中图分类号:**X 912.9 **文献标识码:**A

## 0 引言

美国的职业健康与安全协会(NIOSH)2004年统计得到:美国有超过9千万的电脑操作者,然而几乎每个人都有不同程度的劳动损伤<sup>[1]</sup>.而我国也有超过1亿的电脑操作者,因此,对电脑操作者的劳动损伤进行研究具有重要意义.

研究劳动损伤的方法有:基于生理学反应的研究方法<sup>[2]</sup>;基于病理学的研究方法<sup>[3]</sup>;基于生物力学的方法<sup>[4]</sup>等.本文采取问卷调查的研究方法,利用 Logistic 回归建立引起电脑操作者劳动损伤的因素与劳动损伤之间的数学关系模型.以定性研究的方法得到定量地描述、分析和研究电脑操作者劳动损伤的模型.

## 1 引起电脑操作者劳动损伤的因素

现代人机工程学要求从时间、环境、身体和心理四个侧面来研究人机关系.因此本文选取下面四个因素展开研究.

### 1.1 操作时间

操作时间与劳动损伤之间有明显的关系.2006年 Roberta Bonfiglioli 等研究了超市收银员的专兼职女性的工作时间与腕管综合症之间的关系,验证了操作时间越长,越容易引起电脑操作者的劳动损伤<sup>[5]</sup>.

### 1.2 工作环境

根据人机工程学的基本原理,工作环境从生理上和心理上都会对操作者产生影响,导致电脑操作者的劳动损伤.工作环境主要包括操作者办

公室的声音、光照、温度等方面.太高的噪音可能会引起操作者的心理烦躁、恐慌等;光照主要会引起操作者的眼部不适;同样不舒适的温度会引起操作者的烦躁和恐慌.

### 1.3 操作姿势

操作姿势对劳动损伤也有很大的影响.不同的姿势所造成的肌肉负荷是明显不同的(站姿活动量为100%而仰卧则为3%)<sup>[6]</sup>,不好的姿势会形成肌肉紧张,最后导致劳动损伤.

### 1.4 心理压力

心理压力也会导致劳动损伤.心理压力在不同的工作岗位上会有不同的表现形式,对于电脑操作者来说,主要是焦虑、生气、消极、肌肉以及心理紧张、神经错乱等.

以上几点说明了操作时间、工作环境、操作姿势、心理压力都是引起电脑操作者劳动损伤的因素;这也符合现代人机工程学研究的基本理念.因此本文在此基础上进行了研究.

## 2 问卷的设计

问卷主要是根据李克特氏(Likert-type Scale)量表法来进行设计的.问卷主要由以下部分组成:

(1) 时间调查表,这个表主要调查电脑操作者每天操作电脑的时数,分为工作时操作电脑时数和业余时操作电脑时数.用来获取时间因素.

(2) 姿势以及设施布置调查表,这里研究的姿势主要包括背、手腕、胳膊、腿、颈和脚等;设施的布置主要包括显示器的位置、椅子的舒适性、鼠标和键盘的位置等.该表主要依据英国诺丁汉大学

的 E. Nigel Corlett 等提出的 RULA<sup>[7]</sup> 原则来制订 (包括背部弯曲度; 手腕部尺桡骨偏向、曲展; 两臂姿势; 膝盖姿势; 颈部以及肩膀的姿势)。用 0~3 来度量姿势的优劣等级。

(3) 环境调查表, 本表根据操作者的主观感觉来进行评测。对办公环境的光照、声音、温度以及办公环境的整体舒适性打分, 用 0~3 来表示程度等级, 0 表示非常满意而 3 则表示非常不满意。

(4) 心理压力表, 本表同样根据操作者对所列事项的主观感觉进行评测, 有 0~4 五个等级, 0 表示没有丝毫压力而 4 则表示感觉很强烈。问题主要包括个人的生活、经济和工作三大模块。

(5) 电脑伤痛调查表, 这个表用来调查电脑操作者伤痛的总体感觉, 是综合上面四个因素后的伤痛值。该表是由 Corlett 和 Bishop 的人体结构图 (它将人体分成 13 部分: 头、眼睛、脖子、肩膀、上臂、前臂、手腕部、上背部、中背部、腰部、臀部、大腿和小腿) 和 Borg 的 CR-10 尺度表 (0 代表没有一点不舒适感, 10 代表很严重的疼痛和不舒服, 依次递增) 构成的。

虽然各个调查表所占的分值比例不同, 但是本文要通过统计分析计算得出其权重系数, 因此对比例分值要求不大, 只要能够全面反映操作者特性即可。

对调查对象的选取原则为: 随机选取具有辨别能力的电脑操作者, 他们的工作必须与电脑有关, 且有超过一年以上的电脑操作经验, 每天操作电脑不得少于 1 h。

### 3 建立回归模型

电脑操作者的劳动损伤分为高度损伤和低度损伤, 在人感觉上就表现为高疼痛和低疼痛。因此将电脑操作者分为高疼痛组和低疼痛组两组, 此时电脑操作者的伤痛值就转化为二分类变量, 用 0 来表示低伤痛组, 用 1 来表示高伤痛组。而 Logistic 回归模型就是处理此类问题的方法。

#### 3.1 Logistic 回归模型的基本原理

Logistic 回归模型用于因变量是二分类变量或者多分类变量的情况下。其模型为:

$$\text{logit}(P) = \ln \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_i x_i$$

$$\text{从而 } P = \frac{c^{(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i)}}{1 + c^{(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i)}}$$

其中  $P$  为某种结果出现的概率,  $\alpha$  为模型的常量,

$\beta_i$  为自变量  $x_i$  的系数<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 实际模型

本文中用  $P$  来表示电脑伤痛的风险概率值 (实际上是电脑操作者处在高伤痛组的概率值), 它的取值范围是  $0 \leq P \leq 1$  (当  $P \geq 0.5$  时为风险很大); 本文中一共有四个自变量, 就是前文中提到的四个因素: 时间、姿势、环境、心理, 分别用  $T$ 、 $P$ 、 $E$ 、 $S$  来表示。从而得到  $R(\text{Risk})$  即  $P$  的表达式如下:

$$R = \frac{e^{(\alpha + \beta_1 T + \beta_2 P + \beta_3 S + \beta_4 E)}}{1 + e^{(\alpha + \beta_1 T + \beta_2 P + \beta_3 S + \beta_4 E)}} \quad (1)$$

### 4 模型的求解

#### 4.1 求解说明

随机选取 100 个电脑操作者填写问卷, 其中 45 个女性, 55 个男性, 年龄从 20 岁到 64 岁, 每天使用电脑时从 2 h 到 18 h 不等。

将问卷得出的数据录入 SPSS 软件, 总共录入 6 项即时间因素、姿势因素、环境因素、心理因素、伤痛值以及分组后的伤痛值。前面五项分别是时间调查表、姿势以及设施布置调查表、环境调查表、心理压力表以及电脑伤痛调查表五个表的总值分数 (其中第五项伤痛值是肩膀、颈部、腰部、头部、眼睛以及手腕部的疼痛程度值的算术平均值, 从问卷结果来看其他部位的疼痛相对来说较小或者对总的疼痛程度值影响较小, 因此没有记入); 第六项为分组后的伤痛值, 即 0 (伤痛值取值在 0~12 之间) 和 1 (伤痛值取值在 12~60 之间), 人数比为 3 比 7 (每组人数不得少于 30<sup>[8]</sup>)。

#### 4.2 相关性分析

要进行 Logistic 回归, 首先要进行相关性分析, 就是要确定本文的四个主要因素 (时间、姿势、环境以及心理) 与电脑操作者的疼痛值有无显著关系, 本文用 Pearson 相关系数来进行检验。检验的结果如表 1 所示。

由表 1 可见, 伤痛与姿势之间是正相关关系 ( $p$ ); 伤痛与时间、心理、环境之间是正相关关系 ( $p$ )。这就说明了在伤痛与四个主要因素之间具有显著的相关性。

下面进一步验证四个主要因素对伤痛的影响。用  $t$  检验 (使用  $p$  来进行显著性判别) 来说明高伤痛组与低伤痛组之间各个因素的差异。如表 2 与表 3 所示。

表 1 伤痛与各因素之间的 Pearson 相关系数  
Table 1 The relationship between hurt and factors

		伤痛	时间	姿势	心理	环境
伤痛	皮尔逊相关系数	1	0.211*	0.417**	0.241*	0.256*
	F 值(双侧)		0.035	0.000	0.016	0.010
	样本数	100	100	100	100	100
时间	皮尔逊相关系数	0.211*	1	0.322**	-0.136	0.074
	F 值(双侧)	0.035		0.001	0.177	0.462
	样本数	100	100	100	100	100
姿势	皮尔逊相关系数	0.417**	0.322**	1	-0.020	0.033
	F 值(双侧)	0.000	0.001		0.845	0.744
	样本数	100	100	100	100	100
心理	皮尔逊相关系数	0.241*	0.136	0.020	1	0.342**
	F 值(双侧)	0.016	0.177	0.845		0.000
	样本数	100	100	100	100	100
环境	皮尔逊相关系数	0.256*	0.074	0.033	0.342**	1
	F 值(双侧)	0.010	0.462	0.744	0.000	
	样本数	100	100	100	100	100

注: \* 0.05(双侧)等级下的显著相关, \*\* 0.01(双侧)等级下的显著相关。

表 2 不同因素均值的 t 检验结果

Table 2 The t-test results for different factors

	伤痛	样本数	均数	标准差	标准误差
时间	低	37	7.162 2	2.217 53	0.364 56
	高	63	8.390 2	2.438 01	0.380 75
姿势	低	37	5.810 8	2.797 20	0.459 86
	高	63	9.073 2	3.615 18	0.564 60
心理	低	37	14.297 3	11.621 02	1.910 48
	高	63	22.414 6	13.234 38	2.066 86
环境	低	37	1.189 2	1.391 20	0.228 71
	高	63	2.170 7	1.610 94	0.251 59

表 3 各因素均值显著性

Table 3 Significance between means of different factors

	t 值	自由度	P 值(双侧)
时间	2.318	76	0.023
姿势	4.422	76	0.000
心理	-2.865	76	0.005
环境	-2.865	76	0.005

表 4 模型中各变量值

Table 4 The value of the variables

	估计值	标准误差	系数检验	自由度	P 值
Step 1 <sup>2</sup>					
时间	0.191	0.127	2.283	1	0.131
姿势	0.175	0.064	7.540	1	0.006
心理	0.054	0.026	4.432	1	0.035
环境	0.133	0.088	2.292	1	0.130
常数项	-4.761	1.291	13.605	1	0.000

从表 3 可以看出低伤痛组与高伤痛组的四个因素有显著的不同. 从表 2 可以看出高伤痛组的电脑操作者相对低伤痛组的操作者来说有较多的操作时间(8.39);较差的操作姿势(9.07);较高的心理压力(22.41)和较糟糕的操作环境(2.17).

#### 4.3 R 计算模型的建立

经过前面的相关性分析,可见各因素与电脑

操作者的伤痛之间的显著相关. 因此进行 Logistic 回归模型计算,如表 4 所示. 可以得到式(1)中的:  
 $\alpha = -4.761; \beta_1 = 0.191; \beta_2 = 0.175; \beta_3 = 0.054; \beta_4 = 0.133.$

将各变量值带入(1)式,得到:

$$R = \frac{e^{(-4.761 + 0.191(T) + 0.175(P) + 0.054(S) + 0.133(E))}}{1 + e^{(-4.761 + 0.191(T) + 0.175(P) + 0.054(S) + 0.133(E))}}$$

该式即为电脑操作者风险系数计算的数学模型,通过该式可以算出电脑操作者在当前状态下是否处于高风险,若处于较高的风险,则可以通过因素分析得到可能引起操作风险的主要因素,然后针对这些主要因素来进行相应的改进,从而减轻劳动损伤.

## 5 一个实例

下面以一个实例来说明如何运用电脑操作者风险系数计算模型来减轻操作者的劳动损伤.

### 5.1 实例的选取

如图 1、2、3、4 所示,四图中的横坐标都是伤痛值,它是由电脑操作者填写电脑伤痛调查表中各项所得分值累加后所得值. 纵坐标分别是时间、姿势、环境和心理,也都是时间调查表、姿势调查表、环境调查表和心理压力表中各项的累加值. 图中的横线为拟合的趋势线. 竖虚线为伤痛值等于 12 时的直线,其与趋势线的交点的纵坐标分别为 6、7、5、30,它们可看做是每个因素调节的基准,若操作者的各项因素分别低于上述基准值,可不进行调节.

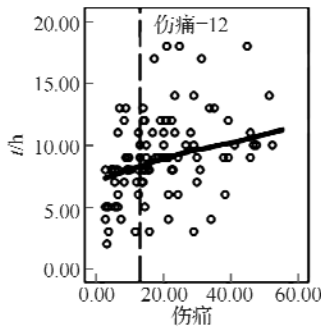


图 1 伤痛-时间图  
Fig. 1 Hurt-time

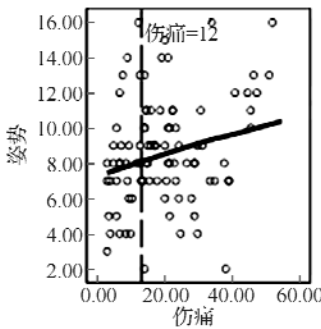


图 2 伤痛-姿势图  
Fig. 2 Hurt-posture

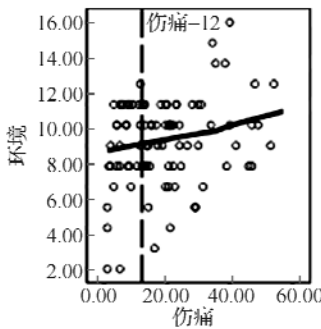


图 3 伤痛-环境图  
Fig. 3 Hurt-environment

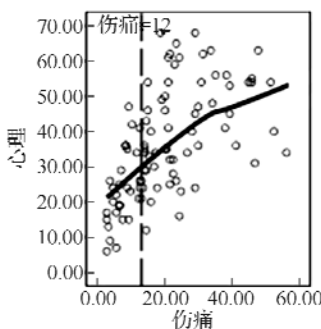


图 4 伤痛-心理图  
Fig. 4 Hurt-stress

从图 1、2、3、4 中可看出操作者的伤痛值大部分都处于 0~40 之间,因此在其中选取一个操作者具有代表性.随机选取位于上述范围内的一个操作者,其伤痛值为 22,各项因素统计如下: $T=8$ , $P=11$ , $E=7$ , $S=22$  得到  $R=0.728$ ,可见该操

作者目前处于高风险.

### 5.2 减轻劳动损伤实施细节

$T=8$ ,其中工作时间操作电脑 6 小时,休闲时间操作 2 小时,可鼓励操作者休闲时不操作电脑.调整后  $T=6$ .

$P=11$ ,对于姿势因素,可以矫正的地方很多:操作电脑时的弯曲腰背大于 30 度矫正为挺直腰背;腕部伸展大于 10 度采用有腕托的鼠标垫或有支撑的键盘矫正为中立;当打字时胳膊要向前伸较大距离才能触摸键盘,矫正为打字时胳膊紧挨身体,只要在打字时将椅子靠近电脑桌;膝盖弯曲小于  $90^\circ$ ,可采用调节座椅,矫正为近似  $90^\circ$ ;脖子后仰,可采用有靠背的椅子,矫正为挺直姿势;脚没有平放在地面上,可采用脚踏板,矫正为平放在地面上.调整后  $P=0$ .

$E=7$ ,其中操作者对于室内的温度和每天的休息次数存在较大的不满,此时同样可以针对性的采取措施,比如:室内添加空调等可以调控室内温度的设备,或者适当增加休息次数.调整后  $E=5$ .

$S=22$ ,对于心理因素,存在问题不是很大,同样可以采取针对性的措施.

在采取措施后,其  $R=0.086$ ,此时该操作者没有处于高风险下.

## 6 结 语

以“人”为中心,运用问卷调查和 Logistic 回归得到计算机操作风险系数的计算模型,从而可以在此基础上判断甚至预测操作者在当前的条件下是否存在甚至可能引起劳动损伤,并应用系统闭环原理最终反馈调节各因素中占较大分量的主要风险项,从而能够很好的减轻电脑操作人员的劳动损伤,具有很好的实用性.

### 参考文献:

[1] 周源. 电脑职业病的剖析和自我防范浅析[J]. 医疗设备信息, 2004, 10(10): 36-37.  
 [2] 罗仕鉴. 基于生物学反应的驾驶舒适度研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.  
 [3] 高苏宁. 腰痛的神经学机理认识[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 10(4): 242-244.  
 [4] 胡永善. 腰痛的生物力学特点及康复[J]. 颈腰痛杂志, 2004, 25(2): 73-75.  
 [5] Roberta Bonfiglioli, Stefano Mattioli, Cristiana Fiorentini Violante, et al. Relationship between repetitive work and the prevalence of carpal tunnel syndrome in part-time and full-time female

- supermarket cashiers: a quasi-experimental study[J]. Int Arch Occup Environ Health, 2007, 80: 248-253.
- [6] 朱序璋. 人机工程学[M]. 西安: 西安科技大学出版社, 1999.
- [7] 黄君舟. 注塑生产过程的人机工程学研究与应用[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.
- [8] 王济川, 郭志刚. Logistic 回归模型方法与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 9.

## Study of labor injury based on the subjective feeling of the computer operators

WANG Xiao-guang, ZHAO Feng, CHEN Ming-sen, GENG Ling-hong

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** By applying of the concepts of the modern ergonomics, the paper studied the factors which may cause work injury. Questionnaire has studied the factors which are likely to cause labor injury from the time sides, the physical sides, environmental sides, and the psychological side. Then we can get a mathematical model to describe, analyze and research the work injury of the computer operators quantitatively through Logistic regression. Based on this model, we can improve the factors which caused the labor injury, and then achieve the objective of reducing labor injury.

**Key words:** computer operator; labor injury; questionnaire; logistic regression

本文编辑: 陈晓革



(上接第 85 页)

参考文献:

- [1] Dyer D, Kagel J H. Bidding in common value auctions: How the commercial construction industry corrects for the winners curse[J]. Manage Sci, 1996, 42(10): 1463-1475.
- [2] Krishna Mochtar, David Ardit. Pricing strategy in the US construction industry [J]. Construction Management and Economics, 2001, 19: 405-415.
- [3] Fang Dongping, Li Mingcn, Li Yinshcn, et al. Risks in Chinese Construction Market Contractors Perspective[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2004, 130(6): 853-861.
- [4] Griffis F II (Bud). Bidding Strategy: Winning over Key Competitors[J]. Constr Eng Manage, 1992, 118(1): 151-165.
- [5] 全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会. 建设工程技术与计量(土建工程部分)[M]. 北京: 中国计划出版社, 2003: 274.
- [6] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 三联出版社, 1996.

## The implication study of opportunism about quality on bidding

SHAO Xiao-shuang, QU Chen-zhong, JU Yan-zhong

(School of Project and Construction Engineering, Northeast Dianli University, Jilin 132012, China)

**Abstract:** In the text, an analytical framework was developed to investigate the implications of opportunism about quality on bidding. The model of two-stage-game was built, and got that the level of quality in the building is a bit lower than asked by the tender in the contract. In the course of tending, bidders price their bid according the prospective quality of building. So in the mechanism of the minimum price get the object, the bidder who has the higher cost can also get the contract in some case.

**Key words:** duopoly; game theory; contractor; quality; the minimum price get the object

本文编辑: 陈晓革