

国外技术介绍

影响生产率的要素—— 室内环境品质

同济大学 白 玮[☆] 龙惟定

提要 指出了影响室内人员生产率的各个因素,着重从室内空气品质、通风率、相对湿度、温度的角度分析了其中环境因素的作用,解释了室内环境因素的概念。认为改善室内环境品质可以提高生产率和健康水平,但亦可能有消极的作用。

关键词 生产率 室内空气品质 建筑病综合症 室内环境品质

Indoor environment quality: a key factor influencing productivity

By Bai Wei and Long Weiding

Abstract Lists four influencing factors to the productivity of people in buildings, analyses the effect of the environment among them, and interprets the conception of indoor environment quality (IEQ). Holds that improving IEQ can raise productivity and health level but may have a negative effect.

Keywords productivity, indoor air quality, sick building syndrome, indoor environment quality

Tongji University

1 引言

随着现代社会的发展与科学技术的进步,人们越来越注意到工作人员的生产率对公司、企业效益的影响。提高生产率,可以大幅度提高产出与投入的比值,增加产出效益。可以说,工作人员的生产率直接影响着企业的生存与发展。人们也注意到,工作环境对人员生产率的影响是很大的,改进工作环境,能够促进生产率的提高。

2 分析与论述

2.1 生产率的评价

生产率可以由多种途径进行评价,一些行为活动可以用直接的标准,如流水线作业的工人单位时间内生产的合格产品。但对有的工作无法直接评定其生产率,如一名经理正在头脑中酝酿的本公司的发展计划。ASHRAE(1992)推荐,生产率的评价包括以下方面^[1]:

- ③ 停工期及故障情况;
- ④ 对工作质量、工作态度的客观评价;
- ⑤ 生产率的自我评价;
- ⑥ 技术及工作评价,如速度、准确性;
- ⑦ 每个工作组的产量;
- ⑧ 每个产品的全部费用;
- ⑨ 加薪后产量的变化;
- ⑩ 自愿加班加量;
- ⑪ 完成一个独立工作过程的周期;
- ⑫ 全面组织水平上的多方面评价;
- ⑬ 个人评价,如健康、工作成绩、工作福利;

[☆] 白玮,女,1974年6月生,硕士
200092 上海市四平路1239号
(021) 65980901 65986428
收稿日期:1998-12-03
稿件修回日期:1999-03-09

① 缺席情况;

② 健康费用;

⑭评价的时间段及变化率。

影响生产率的因素包括直接因素和间接因素。直接因素指环境的物理因素,如照明、色彩、温度、室内空气、噪声及个人工作空间布局等。间接因素包括:

组织因素——组织的构成、管理、运转等;

社会因素——人际关系、社会地位、社会环境等;

个人因素——个人的健康、能力、积极性、对工作的满意度、技术熟练程度等。

图 1 表示出生产率与各种影响因素的关系^[2]。

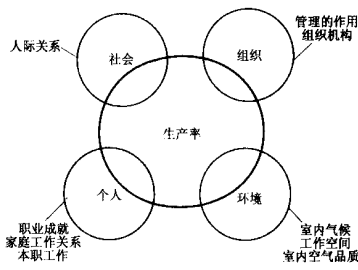


图 1 生产率诸因素的关系

最差的管理、运行或设计?; 问题 2 为:“如果除去这些最差的因素, 贵公司的生产率或效益能增加几个百分点?”。调查结果列于表 1 和表 2^[1]中。

表 1 最差的管理、运行或设计

问题	百分比/%
空调系统(HVAC)	24.3
建筑设计	6.9
室内空气品质(IAQ)	4.5
物业管理(FM)	2.1
噪声	2.1
其它(包括安全性、维护、水系统泄漏、火警控制、窗的尺寸、建筑性能的细节等)	60.1

表 2 除去最差因素后提高的生产率

问题	百分比/%
空调系统(HVAC)	18
建筑设计	7
室内空气品质(IAQ)	21
物业管理(FM)	21
噪声	26
其它(包括安全性、维护、水系统泄漏、火警控制、窗的尺寸、建筑性能的细节等)	< 30

从表 1 和表 2 中可以看出空调系统(HVAC)、室内空气品质(IAQ)和物业设施管理(FM)对生产率的影响是不容忽视的。生产率的提高包括众多因素,如技术熟练程度,组织管理的有效性,人员的积极性、反应能力及一个良好的工作环境。空调的引入使人们的生产率大大提高,此点毋庸置疑。但是,现代空调技术在改善人们的工作与居住环境的同时,也制造了许多与空调有关的现代病。20 世纪 70 年代爆发世界能源危机以后,设计者出于节约能源的考虑,加强了建筑物的密封性,而通风和新风量却不足,因而使室内空气品质大大下降。这被一些学者称为“密闭建筑综合症”(Tight Building Syndrome)。事实上,真正的建筑物性能不仅仅是满足设计标准,而且还包括对人员健康和生产率的影响。设计人员往往只注重短期内空调系统的性能标准和投资费用,而物业设施管理人员往往只考虑设备完好和运转正常,却忽视了室内空气品质、通风、湿度及温度等室内环境因素对人员生产率的影响,不可避免地造成在一些空

调建筑内人们的健康状况恶化,引发建筑病综合症,使生产率下降。

如今,生产率与室内环境的关系问题已引起了国际上的广泛关注,大量的费用被投入到实验与研究中,以期改善室内环境,美国政府每年仅在室内空气品质问题方面就开支 6 000 万美元,其中大部分以提高生产率为目的。

2.3 与空调系统有关的几个因素

2.3.1 室内空气品质(IAQ)

据统计,人们平均有 90%的时间处于室内,而某些室内污染物等级又超过室外污染物等级,因此人们对 IAQ 问题日益重视。室内污染物中,危险性较大的有氡、石棉、无机物、烟气、有机物和微生物,后 3 种显著影响生产率。一些污染物,如细菌、病毒和致癌物等直接影响人员的健康。其他的,如臭气、灰尘等会导致人体的极不舒适感,甚至厌恶感,这些感觉也会导致生产率的下降。

人们在开放的空间内工作,对室内空气品质的不满意率远小于在封闭空间内的人们,而且也很少有人认为室内空气品质影响了其工作效率。有调查显示^[3],建筑物使用时间越长,人们对室内空气品质的不满意率越高,生产率的下降也就越多。室内空气品质下降的原因,主要是室内设备、墙壁、地毯所散发的化学物质,新风量及通风率不足, HVAC 运行维护不当等。

有些室内污染物的浓度虽然没有超过权威机构制定的上限值,但室内人员仍可以感受到这种低浓度污染。低浓度污染主要决定气味,决定了所感受空气的新鲜度,即室内空气品质的可接受程度。它也会影响室内人员的生产率。低浓度污染物中主要是挥发性有机化合物(VOC),大多是由室内设备和装饰材料散发的。过去设计时主要考虑人散发的污染,采用 CO₂ 敏感元件控制新风量。1996 年 12 月通过的《ASHRAE 标准 62—1989》修正版中,特别强调了动态控制低浓度污染,采用隔离控制、压差控制、过滤、吸附和吸收处理等方法,大大有利于室内空气品质的改善^[4]。

在评价室内空气品质时,有人提出采用主观评价与客观评价相结合的方法^[5]。客观评价是指直接用室内污染物指标来评价室内空气品质,选用了二氧化碳、一氧化碳、甲醛、吸入尘,加上温度、相对湿度、风速、照度以及噪声等共 12 个指标,全面、定量地反映了室内环境;主观评价主要是通过室内人员的问询得到的,即利用人体的感觉器官对环境进行描述和评价。这主要是因为人们普遍认为人是测定室内空气品质的最敏感的仪器。利用这套评价方法,不仅评定了室内空气品质的等级,而且证实了大楼内存在着的建筑病综合症(Sick Building Syndrome)。但是有时候利用用户的不满作为改进和评价建筑物性能的依据,是非常模糊的。因为用户的不满常常是抱怨头痛、疲乏,或不喜欢室内家俱、墙壁的颜色等等,很难弄清什么是真正原因。所以据此很难断定是什么造成了生产率的下降。

2.3.2 通风问题

最近人们已注意到,由 IAQ 引起的一半以上的病态建筑问题是由于通风系统缺乏维护保养或运行不当引起的。建筑物内,建筑相关污染与人员相关污染两者的感受效应

是相互叠加的,应将两者所需通风量也进行叠加。过去存在着一种设计错误,设计人员一般在设计时将两个通风量进行比较,取两者中的大值,这样的考虑就造成了房间内通风量的不足。有调查显示,房间的通风情况越差,人员的缺勤率就越高,生产率就越低。

Woods 等人^[3]在一份报告中证明,约 15% 的人对定风量系统不满意,20% 的人对变风量系统不满意,40% 的人抱怨具有启停式控制的空调系统。而认为空调系统阻碍了其生产率的,定风量系统有 13%,变风量系统有 24%,具有启停式控制的系统则有 30%。

如今,越来越多的人认识到,通风空气应直接送到室内人员处,而不是建筑物空间,这样更有利于人员的健康及心理上对环境的满意度,促进生产率的提高。

2.3.3 湿度问题

相对湿度影响着空气中微生物的生存,微生物滋长需要水分和营养源(如尘埃),室内相对湿度达到 70% 时,将为许多微生物的滋长提供充分条件。但过于干燥亦会引起人体的不适,因此相对湿度影响着人们的舒适感和健康。在瑞士的一项测试表明^[9],保持 22.2 °C 的温度不变,将湿度从 40% 增加到 49%,可以使平均人员缺勤率从 5.7% 下降到 3%,提高了生产率水平。现在又发现,室内加湿的益处缺乏说服力,这对于可感受的室内空气品质也许有好处,但对健康是不利的,实际上并不一定能够提高生产率。因此,将房间内的相对湿度保持在对人体最有利的状态,这与生产率水平息息相关。

2.3.4 温度问题

人体所能忍受的温度范围很广,在 10~32 °C 可以长时间停留,在 43 °C 或 -25 °C 时也可以短时间停留。而人体最感舒适的温度夏季为 26 °C。温度是影响人员生产率的重要因素,直接影响着人员的工作满意度和工作完成情况。Woods 等人在 1987 年所做的调查显示^[3],人们对于局部空调引起不均匀温度场的不满普遍甚于中央空调,比例为 29%:21%,相应地认为下降了的生产率也要多一些。

1916 年纽约州通风委员会(New York State Commission on Ventilation)做了一项环境对工作效率影响的试验,试验条件从温度 20 °C、相对湿度 50% 变化到温度 30 °C、相对湿度 80%,风速不变,要求被试验者从事脑力劳动。结果发现无论处于何种试验条件下,被试验者的工作效率都未受到影响,能影响其工作效率的只是他们主观意识上的兴趣、精神面貌等。但另一些试验却发现,温度对体力劳动的影响大于对脑力劳动的影响。在最佳温度之上或之下,都会造成体力劳动工作失误率增加,但此时脑力劳动的工作效率不会受到很大影响。

实验中还发现,当人们处于最舒适的温度下时,其生产率却不是最高的。反而是处在较低温度下时的生产率最高,此时大多数人都感到不舒适。这与前面的结论不符。因此最大的舒适度是否一定会产生最大的生产率,这一点还有待进一步研究。

2.4 建筑病综合症

建筑病综合症(SBS)是由世界卫生组织于 1983 年提出的。它描述了人们处于某一工作区间内所产生的各种不舒适症状,包括头痛、恶心、眼睛、鼻子、喉咙等处的不适,皮肤干燥和情绪激动等等。建筑病综合症使人员的缺勤率增加,生产率下降,浪费了宝贵的时间与能量。已有大量研究证明,引起建筑病综合症的并非某一种室内污染物的单独作用,也并非完全由空气中的污染物所致,而是多种因素的综合作用,包括不良的室内空气品质、水系统结露或泄漏造成微生物的繁衍、长久地坐在电脑前接受到大剂量辐射等生理上的因素,也包括工作压力、工作满意度、人事关系等心理上的因素。由此可见,仅用室内空气品质这一概念已无法解释与多种综合原因相联系的建筑病综合症,因而国外学者引进了室内环境品质(IEQ, Indoor Environment Quality)的概念^[8~9]。

2.5 室内环境品质

室内环境品质(IEQ)是由美国国家职业安全与卫生研究所(National Institute for Occupational Safety and Health)提出的比室内空气品质内涵更广的一个概念,是指室内空气品质、舒适度、噪声、照明、社会心理压力、工作压力、工作区背景等因素对室内人员生理和心理上的单独和综合的作用。

室内环境品质对人的影响分为直接影响和间接影响^[9]。直接影响指环境的直接因素对人体健康与舒适的作用,如室内良好的照明,特别是利用自然光可以促进人们的健康;人们喜欢的室内布局和色彩可以缓解工作时的紧张情绪;室内适宜的温湿度和清新的空气能提高人们的工作效率等。间接影响指间接因素促使环境对人员产生的积极或消极作用,如情绪稳定时适宜的环境使人精神振奋,萎靡不振时不适宜的环境使人更加烦躁不安等。

生产率的提高有赖于环境因素、组织因素、社会因素以及个人因素等 4 个主要因素,而提高室内环境品质,可以增加工作人员的舒适度及健康保障,避免建筑病综合症,并间接改善其它 3 个因素,从心理和生理两方面提高人员对环境的满意率,降低在保障和补偿职工健康方面的投资,提高生产率。

有专家估计,只要提高室内环境品质,可以将生产率提高 20% 左右^[9]。由于室内环境品质这一概念的综合性与重要性,因此,在评价和分析一栋建筑物时,应考虑使用室内环境品质(IEQ)这一概念。

室内环境品质对人的作用具有多样性,而在一般的建筑物中,室内人员是无法根据自身的需求调节室内环境品质的。由于各人心理生理状况的差异,在同一建筑空间内,必然会有一部分人甚至大部分人对所处的环境不满意,因此从心理学和生理学角度考虑,引进了对工作间个人环境品质调节控制的概念。例如背景空调(集中控制)与桌面空调(个人控制)结合的空调方式,就是提高生产率的一种行之有效的策略。

鉴于室内环境品质在提高生产率中的重要性及生产率的效益性,目前有人提出将设计目标转向提高室内环境品质上来。企业在这方面的投资肯定大大少于因雇员不满工作环境而辞职所造成的损失。在设计时多花一些资金用于改善大楼的室内环境品质,同时注重大楼的物业设施管理,从提高生产率的角度考虑,这将是最为经济的。假设一个项目因改善室内环境品质而增加了费用的5%,但同时提高的生产率大于0.04%,那么此项目在经济上便具有可行性^[2]。可以认为,改善室内环境品质是提高生产率的一个最为经济有效的途径。

3 结论

综上所述,室内环境对生产率的影响并不总是正面和积极的,从温度的影响来看,最佳的舒适度并未造成最高的生产率。但毫无疑问的是,提高室内空气品质,增加通风率,保证良好的相对湿度及温度,改进室内环境品质,能够避免建筑病综合症,有益于室内人员的健康,提高人员的舒适度和生产率,提高企业效益。

到目前为止,国内外对生产率与室内环境品质的关系的研究大多限于问卷调查和自我分析,也就是说数据来源于被调查者的主观心理,此时数据的有效性与可靠性便不能肯定。当被调查者的生产率下降时,其原因可能与室内环境品质毫无关系。调查方式的不当,如无意中采用了暗示、引导等手段都会造成调查结果与真实情况不符。这方面的研究还刚起步,缺乏大量有效的试验及数据。

4 参考文献

- 1 Harold G Lorsch, Ossama A Abdou. The impact of the building indoor environment on occupant productivity-recent studies, measures and costs. ASHRAE Trans, 1994.
- 2 Derek Clements-Croome, Yamuna Kaluarachchi, Li Baizhan. What do we mean by productivity?
- 3 Woods J E. Cost avoidance and productivity in owning and operating buildings. Occupational Medicine: State of the art review, 4(4). and Problem buildings: Building-associated illness and the sick building syndrome; 753-770.
- 4 沈晋明.《ASHRAE 标准 62-1989》的修正对通风空调行业的影响. 暖通空调, 1998 28(5).
- 5 沈晋明. 室内空气品质的评价. 暖通空调, 1998, 28(4).
- 6 Dimmic R L, A B Ackers. An introduction to experimental aerobiology. New York: John Wiley & Sons
- 7 Somers R. Personal space. Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 8 Harold G Lorsch, Ossama A Abdou. The impact of the building indoor environment on occupant productivity-effects of temperature. ASHRAE Trans, 1994.
- 9 Ossama A Abdou, Harold G Lorsch. The impact of the building indoor environment on occupant productivity-effects of indoor air quality, ASHRAE Trans, 1994.
- 10 Jinming Shen, Jianmin Yan. Indoor air quality in the Shanghai air-tight office building. Proceedings of air conditioning in high rise buildings' 97.