

# Application of Safety Ergonomics to the Coal Mine Safety

Penghui Shi, Xinfeng Zhu, Chuanzhong Ma

Henan University of Urban Construction, Pingdingshan, China

Email: sphylx@163.com

**Abstract:** The accident of the coal mine safety brings baleful sequel to society production and human exist formerly. The human factors have always been neglected in preventing or analyzing the accident. The disadvantage of the conventional way was analyzed and new technique-safety ergonomics is proposed to the accident analysis in the paper. Further it is applied to the design of interface, the assigning of task and the reliability analysis.

**Keywords:** safety ergonomic; coal mine safety; human factor

## 人-机-环境系统工程在煤矿安全生产中的应用

时鹏辉, 朱新锋, 马传中

河南城建学院, 平顶山, 中国, 467044

Email: sphylx@163.com

**摘要:** 煤矿安全生产事故会对社会生产和人类生活带来灾难性的后果。本文在分析了传统生产方法存在的缺陷的同时, 将人-机-环境系统工程引入煤矿安全生产的事故分析之中, 指出了人-机-环境系统工程的重要性, 并对这一思想进行了详细的阐述。

**关键词:** 人-机-环境系统工程; 煤矿安全生产; 人的因素

近年来, 我国经济的持续增长拉动了对煤炭的大量需求, 煤炭市场形势逐步好转, 但其中煤矿事故频发, 百万吨死亡率远远高于西方先进的发达国家。煤矿数量多, 大、小煤矿并存, 差异大, 生产能力不集中, 安全技术落后, 机械化程度低, 从事安全生产的人员结构复杂, 综合素质差等, 这些原因导致了我国煤矿事故多, 生产形势严峻, 急需改善。而人-机-环境系统工程的应用将对煤矿安全生产起到举足轻重的作用。

### 1 人-机-环境系统工程

人机工程学, 亦即是应用人体测量学、人体力学、劳动生理学、劳动心理学等学科的研究方法, 对人体结构特征和机能特征进行研究, 提供人体各部分的尺寸、重量体表面积、比重、重心以及人体各部分在活动时的相互关系和可及范围等人体结构特征参数; 还提供人体各部分的出力范围、活动范围、动作速度、动作频率、重心变化以及动作时的习惯等人体机能特

征参数, 分析人的视觉、听觉、触觉以及肤觉等感觉器官的机能特性; 分析人在各种劳动时的生理变化、能量消耗、疲劳机理以及人对各种劳动负荷的适应能力; 探讨人在工作中影响心理状态的因素以及心理因素对工作效率的影响等。其研究方法和评价手段涉及心理学、生理学、医学、人体测量学、美学和工程技术等多个领域。

人-机-环境系统工程是人机工程学的一个分支, 主要研究人机系统安全性中人、机、环境的相互关系, 探讨如何使机械、环境符合人的形态学、生理学、心理学方面的特性, 使人、机械、环境相互协调, 以求达到与人的能力与作业活动要求相适应, 创造舒适、高效、安全的劳动条件的科学。它突出系统中人的这一主体性因素, 把提高系统的安全性能立足于“机适应人”之上, 而不是像传统方法中偏重于选拔与训练“适应于机的人”; 其目的是要使具有正常熟练程度的人员能按照常规在系统中健康、安全、高效、舒适地进行操作活动, 尽量避免发生判断、决策、操作的错误, 从而最大程

度地提高系统的效能，其涉及的学科领域包括生理学、心理学、管理学、系统学、工程学、卫生学等多种学科。

## 2 当前煤矿安全事故频发的原因

目前，煤矿安全事故频发，而人机系统中发生的大量事故往往都是由于人的因素而引起的，操作人员往往是造成重大事故的最后一环。由于在事故中，人的心理过于紧张，往往忙中出错，延误了事故的处理，从而扩大了事故的损失。目前煤矿安全生产存在的主要问题有国家检查力度不够、安全管理水平不高、对人的因素重视不够、人机系统的复杂化、安全教育和训练力度不够、人机接口不友善。

### 2.1 国家的检查力度不够

我国目前有重点煤矿 600 多个，地方煤矿 2600 多个，乡镇煤矿 22000 多个，从业人员超过 400 万。面对如此庞大的检查基数，我国的检查人员远远达不到要求。因此，从国家检查层面上看，按照国家监察体系设计要求去落实监察内容就变得十分困难，而我国监察人员过少，造成煤矿安全监察体系、监察方式不能从政府层面实施有效监管，也不能在监督上形成威慑力，故造成煤矿作业人员忽视安全的重要性，从而引发不必要的事故，造成伤害。

### 2.2 安全管理水平不高

安全管理是预防事故的重要环节，而我国煤矿安全管理却非常混乱。煤矿生产操作人员违反劳动纪律、擅离职守；运行岗位责任制没有彻底落实，当班人员对应检查的项目不进行认真检查等现象频发。从煤矿安全生产部分重大事故的分析表明，我国煤矿都普遍存在安全管理水平不高，一些本来完全可以避免的事故最终发生，给国家财产和人身安全造成了不良影响。

### 2.3 对人的因素重视不够

国内外大量的调查统计表明，由于人的不安全行为而导致事故占事故总数的 70% 以上。美国工程师海因里希经过大量的研究，认为存在着 88 : 10 : 2 的规律，即在 100 起事故中，有 88 起纯属人为引起的，有 10 起是人和物的不安全状态造成的，只有 2 起是人难以预防的，即所谓“天灾”。同样，煤炭行业 80% 以上的事故是由于管理不善和矿工违章操作造成的。从

而，研究职工工作时的心理行为特点对事故的预防有重要意义。

### 2.4 人机系统的复杂化

当前，随着煤矿安全生产的新设备和新技术的应用，如大型掘进机和计算机技术的应用。煤矿安全生产已成为更为复杂的人机系统，对人的可靠性也提出了更高的要求。对中央控制员的可靠性要求已接近飞机乘务员等。他们都要面对复杂的各种人-机（计算机系统和各种控制器）界面。因此，对煤矿安全生产关键工种开展人因可靠性分析显得尤为重要。

### 2.5 安全教育和训练力度不够

安全教育和训练力度不够导致工人故障处理的能力低、读错、漏读数据、紧急情况下操作慌乱，从而产生误操作延误事故处理的问题时有发生。

安全教育和训练是防止职工产生不安全行为的重要途径，首先在于它能够提高企业领导和广大职工搞好工作的责任感和自觉性。其次，安全技术知识的普及和提高能使广大职工掌握检测技术和控制技术的科学知识，学会防止事故的技术本领，搞好安全生产，保护好自身和其他人的安全健康。

### 2.6 人机接口不友善

人机接口设计不良，将会在人和机器之间产生信息沟、决策沟和行为沟。目前，煤矿生产上的人机接口较少考虑操作者的生理、心理特征，更谈不上在深层次上分析如何优化操作接口以提高操作动作的经济性、可靠性。这就导致由于人机功能不匹配而引发的各类煤矿安全事故。

## 3 人-机-环境系统工程在煤矿安全生产中的应用

人-机-环境系统工程将人、机、环境作为一个整体来研究由三者构成的系统的可靠性，提出煤矿安全生产事故预防与事故处理的可行方法。

### 3.1 煤矿安全生产中人的因素的改善

加强对人的教育、训练和管理、提高生理心理素质、增强安全意识、提高安全操作技能，从而在最大限度上减少、消除不安全行为。安全教育和训练是防止职工产生不安全行为的重要途径，首先在于它能够提高企业领导和广大职工搞好工作的责任感和自觉

性。其次，安全技术知识的普及和提高能使广大职工掌握检测技术和控制技术的科学知识，学会防止事故的技术本领，搞好安全生产，保护好自身和其他人的安全健康。

### 3.2 煤矿安全生产中机的因素的改善

选用可靠性高的机械产品，应尽量满足工人的生理、心理特征，符合工人的审美观和价值观，尤其要满足工人的安全需要，让工人能够最大限度地发挥其功能。

### 3.3 人机功能匹配

根据人机系统中人机所具备的优越性，在人机系统中做到合理的分工，即凡是笨重的、快速的、精细的、规律的、单调的、高阶运算的、支付大功率的、操作复杂的、环境条件恶劣的工作以及检测人不能识别的物理信号的工作，尽量由机器来承担；而指令和程序的安排，图形的辨认或多种信息输入时，机器系统的设计、维修、监控、应急处理以及程序和等，则由人去承担较为合适。

煤矿安全生产时应充分考虑机械和人的优缺点、合理进行任务分配和工作设计。人机系统中，人是最不确定的因素，其作业的能力主要受劳动者所处的社会因素、劳动者自身的因素，以及工作条件、性质因素的影响，某一劳动者在情绪相对稳定的情况下其在某一天的工作效率主要受工作经验、生理心理状况、环境等因素的影响。人-机-环境系统工程生理学、心理学分析表明人一天的作业能力是一个动态的过程。调查分析在各种特殊工矿（高温、噪声、强烈电磁辐射）下运行人员的生理、心理变化过程和疲劳周期，研究行业中影响运行人员作业能力的因素和安全心理，寻找人的低效率期，采取特殊措施以刺激工作人员的兴奋，如加强监督，安排适当的工间休息等。

### 3.4 提高煤矿生产中人机系统的安全可靠性

合理进行人机功能分配，建立高效可靠的人机系

统。系统在运行中用让其有充足的多余时间，不能使系统无暇顾及运行中的错误情形，杜绝失误运行。系统运行时应设置纠错装置，当操作者出现误操作时，也不能酿成系统事故。经过上岗前严格培训与考核，允许具有进入“稳定工作期”可靠度的工人上岗操作。同时，减少人为失误和使用可靠性高的机械产品。加强机械设备的维护保养。对作业环境有害物进行定期检测，及时治理。

## 4 结论与建议

1) 煤矿安全生产是一项关系到经济生产、社会稳定和人身安全的重大工程，具有长远的战略意义。

2) 传统的被动的补救式的事故预防与处理方法引发了一些重大事故的发生。而运行人员自身的生理和心理的特征，却是引发这些安全事故的重要原因。

3) 在煤矿安全生产事故分析与预防过程中，应该将人的生理和心理特征的因素纳入考虑的范畴进行分析。以“人-机-环境系统工程学”为理论基础，站在人-机-环境一体化的角度上，以提高人-机系统整体性能为目标，预防和分析煤矿安全生产各种事故的发生。

## References (参考文献)

- [1] Zhu Zhang. Man-Machine Engineering[M]. XIDIAN UNIVERSITY PRESS. 2006.7.  
朱璋. 人机工程[M]. 西安电子科技大学出版社. 2006, 7.
- [2] Li Hailong, Hu Qinghua, Yu Daren. Safety Ergonomics and the Application to Preventing and Analyzing the Accident in Power System. power-saving technology[J]. 2004, 22(3):P33-37.  
李海龙, 胡清华, 于达仁. 安全人机工程及其在电力事故预防与分析中的应用. 节能技术[J]. 2004, 22(3), P33-37.
- [3] Zhang Wenyuan. Discussing safety in production of Man-machine Relationship. Health and Safety Legislation[J]. 2001, 2, P29-30.  
张文渊. 论安全生产工作中的人机关系. 劳动安全与健康[J]. 2001, 2, P29-30.
- [4] OuYang Wenzhao, Liao Kebing. Safety Ergonomic[M]. Coal Industry Press. 2002.  
欧阳文昭, 廖可兵. 安全人机工程学[M]. 煤炭工业出版社. 2002.
- [5] K.Oxby, R.sykes, P.Trimmer, K.Kawai, K.Kurihara. Amulti-levelalarm information processing system applied to thermal power plant (C) ·IFAC, analysis, design and evaluation of man-machine systems, Germany,1982.