

链杆平衡管理模型在施工安全管理中的应用

李潘武¹, 李博渊², 马 昕¹, 赵 鹏¹

(1. 长安大学 建筑工程学院, 陕西 西安 710061; 2. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064)

摘 要:从建设工程施工项目管理中的人、机(物)、环境 3 个主要管理因素出发,分析了人与机、人与环境、人与物、机(物)与环境等关系对建设工程施工中安全管理的本质影响。通过中国建筑工程施工管理中的实际情况,应用链杆平衡管理模型研究了建设工程施工中的人、机(物)、环境及其相互之间的平衡问题,发现用综合能力数来评价施工企业安全管理中的人、机(物)、环境的综合能力,能够最大限度地对安全管理资源进行合理配置。应用结果表明该模型是可行的。

关键词:施工管理;链杆平衡管理;人;机;环境;综合能力数

中图分类号:TU71 **文献标志码:**A

Application of chain-pole equilibrium management model to constructions safety management

LI Pan-wu¹, LI Bo-yuan², MA Xin¹, ZHAO Peng¹

(1. School of Civil Engineering, Chang'an University, Xi'an 710061, Shaanxi, China;

2. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: From the person, machine (material), and environment of the construction project construction item management three main management factors embarked, this paper analyzed the influence of the relations of human with machine, human with environment, human with thing, and machine (material) with environment on the safety management in engineering construction. According to Chinese construction management of the actual situation, the bar chain management model was introduced to study the balance of construction, machine (material) and environment. It was found the comprehensive ability number can evaluate the safety management of construction enterprise, to optimize the safety management resources rationally. An example shows this model is feasible. 1 fig, 10 refs.

Key words: construction management; chain-pole equilibrium management; human; machine; material; using number of resources; comprehensively capability

0 引 言

建筑工程施工中的安全因素很多,但最终都归于人、机(物)、环境的状态。在 20 世纪 60 年代发展

和完善的系统安全工程,就是研究人、机(物)、环境状态的一门学科^[1]。它是以生产过程中的人、机(物)、环境系统为研究对象,以消除和控制系统中的危险因素为目的,把要研究的安全问题,经分析、推

理和判断,建立某种安全系统模型,进而用系统工程的方法和理论进行分析预测、评价,并采取防范措施,消除或控制系统中的不安全因素,杜绝事故的发生或使事故发生减少到最低限度,使系统达到最佳的安全状态。建筑工程施工中安全生产应注意的 3 要素是:人的不安全行为、机(物)的不安全状况和环境的不安全因素^[2]。人与机、人与环境、人与物、机(物)与环境等关系是建筑工程施工中安全管理的本质关系,对它们之间这种关系的管理则是建筑工程施工中安全管理工作的重点。

系统安全理论包括很多区别于传统安全理论的创新概念,其研究的主要内容为:①在事故成因理论方面,改变了人们只注重操作人员的不安全行为而忽略硬件的故障在事故致因中的作用的传统观念,开始考虑如何通过改善物的系统的可靠性来提高复杂系统的安全性,从而避免事故;②没有任何一种事物是绝对安全的,任何事物中都潜伏着危险因素,通常所说的安全或危险只不过是一种主观的判断;③不可能根除一切危险源和危险,但可以减少来自现有危险源的危险性,宁可减少总的危险性而不是只彻底去消除几种选定的危险;④由于人的认识能力有限,有时不能完全认识危险源和危险,即使认识了现有的危险源,但随着生产技术的发展,新技术、新工艺、新材料和新能源的不断出现,又会产生新的危险源^[3-4]。

本文在前人研究的基础上,根据人、机(物)、环境及其相互关系对建筑工程施工安全的影响,分析了采用链杆平衡管理模型进行安全管理的可行性,并提出了相关管理理论。

1 人、机(物)、环境一体化管理的子系统

(1)人系统:安全的主题和核心是研究一切安全问题的出发点和归宿^[5]。人既是保护对象,又可能是保障条件或者危害因素,没有人的存在也就根本不存在安全问题。人的安全包括心理安全、生理安全和行为安全。

(2)环境系统:物化环境(卫生、防尘、防毒、噪声、振动、辐射、三废处理);理化环境(社会环境、社会经济、社会伦理)。

(3)技术系统:安全物质,可能是安全的保障条件,也可能是危害的根源。能够保障或危害人的物质存在的领域极其广泛,形式也很复杂,甚至可以说

它散布于人类身心之外的所有客观事物之中,如可靠性、安全技术(防火、防爆、机电安全、交通安全)。

(4)人机系统:包括人与人、人与物以及安全人与物的关系。广义上讲是人安全与否的纽带,即包括人与物(含人与人、物与物)的存在空间和时间,又包括能量与信息的相互联系。因此,把“安全人与物”的时间、空间与能量联系称为“安全社会”;“安全人与物”的信息与能量联系称为“安全系统”,如人机关系、人机设计。

(5)人环境子系统:人环关系、职业病、环境标准。

(6)机环子系统:环境监控、自动报警技术风险。

(7)人机环系统:安全系统工程、安全管理、安全法学和安全经济学^[6]。

2 人、机(物)、环境一体化管理的模型

在对建筑工程的人、机(物)、环境的管理中,主要是对人、机(物)、环境的状态及其相互之间的关系的管理(图 1),所以,应用链杆平衡管理模型是最有效的管理方法^[7-8]。

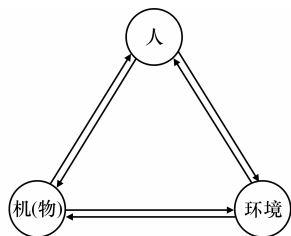


图 1 人、机(物)、环境及其关系

2.1 链杆平衡管理模型

链杆平衡管理就是在一个系统的运行过程中,把系统中的各部门作为一节点,而把各部门之间的关系作为一个链杆与节点铰接。当系统在运行中,如各节点之间的相对位置不改变,则所有链杆不受力(拉力或压力为 0),此时所有节点均完全按计划进行^[9]。

当某一个节点与其他几个节点有关联时,即成为多链杆节点,它的静止平衡形式为

$$E_1 = E_2 + E_3 + E_4 + \cdots$$

$$E_i = \left(\frac{QX}{AMT} SN \right)_i$$

式中: E_i 为第 i 个部门的综合能力数; A 为节点的工作量大小,按很大、大、中、小分别取值为 9、7、5、3; M 为节点工作的难易(复杂)程度,按工程级别取值为:一级 9、二级 7、三级 5、四级 3、四级以下 1; T 为

节点的工作时间; Q 、 X 分别为节点的人员或机的使用者能力及数量; S 、 N 分别为设备的配置及使用率,按优、良、中、差区分,分别记为 9、7、5、3 及 10、8、6、4,当处于两者之间时,取它们的平均值。

2.2 施工安全管理的链杆平衡管理模型的建立

按人、机(物)、环境及其关系可知,为了使施工项目的安全达到要求,必须使人与机(物)、人与环境、机(物)与环境之间的关系平衡,也就是说,在施工的安全管理过程中,为了防止施工中的安全隐患或安全事故发生,人对机的安全管理不能出现综合能力不平衡现象,即人对机的安全运行管理能力不能低于机的安全运行所需的管理能力,当然人对机的安全管理能力过足也会造成浪费现象;同时,人与环境的关系也应满足和谐,也就是说,在人对环境的控制过程中,人的综合能力数必须适应环境的需求;另外,在机与环境之间也应存在机要适应环境,环境不能对机的安全状态造成不利影响或影响机在安全的可控范围内。另外,三者之间的关系中,除了其相互之间的平衡外,三者之间也必须达到某种管理上的平衡^[10]。

2.2.1 人与机(物)的链杆平衡管理模型

由于人在安全管理中的主导地位,所以模型中人的综合能力数计算中的 A 、 Q 可做如下处理,其他同上。

A 的取值按项目所需人、机的能力、数量及状态分为:重型 9;中型 7;轻型 5;小型 3。

Q 的取值按专职安全管理人员职称分别取:高级职称 9;中级职称 7;初级职称 5;无职称 3。

对于机(物)的综合能力数计算中的 A 可做如下处理,其他同上。

设备使用每天超过 12 h 取 9;10 ~ 12 h 取 7;8 ~ 10 h 取 5;6 ~ 8 h 取 3;6 h 以内时取 1。考虑到与物的状态可适当调整以上取值,如设备使用时间较短,但材料状态复杂或气候环境较差时,可采用较高的取值。

平衡模型为

$$E_{1-2} = E_{2-1}$$

式中: E_{1-2} 为保证机安全状态的人的综合能力数; E_{2-1} 为需要人安全控制的机的综合能力数。

2.2.2 人与环境的链杆平衡管理模型

人的综合能力数计算同上。

环境的综合能力数的计算中可做如下处理。

Q 、 X 分别为节点的人员或机的使用者的能力及数量。

S 、 N 分别为受环境影响的设备配置及影响程度,按优、良、中、差区分,分别记为 9、7、5、3 及 10、8、6、4;当处于两者之间时,取它们的平均值。

平衡模型为

$$E_{1-3} = E_{3-1}$$

式中: E_{1-3} 为控制环境安全状态所需人的综合能力数; E_{3-1} 为环境控制达到安全状态时的综合能力数。

2.2.3 机与环境的链杆平衡管理模型

平衡模型为

$$E_{2-3} = E_{3-2}$$

式中: E_{2-3} 为机械适应环境所需的能力数; E_{3-2} 为环境对机械影响的能力数。

2.2.4 人、机、环境一体化的链杆平衡管理模型

平衡模型为 $E_1 = E_{1-2} + E_{1-3}$

或 $E_2 = E_{2-1} + E_{2-3}$

$$E_3 = E_{3-1} + E_{3-2}$$

3 模型的应用

某建设工程,由于合同工期比正常工期缩短了 1/4,使工程的难度比一般工程大。为了满足工程进度要求,公司决定对该工程使用最为先进的各种施工设备,但由于场地狭小,公司决定通过链杆平衡管理模型来确定项目部的安全管理人员的组成。

(1) E_{1-2} 的综合能力数计算

各参数分别取: $A = 9$, $M = 9$, $T = 12$, $Q = 9$, $X = 3$, $S = 9$, $N = 7$ 。

则综合能力数 $E_{1-2} = \frac{QX}{AMT}SN = 1.75$

(2)、 E_{1-3} 的综合能力数计算

各参数分别取: $A = 9$, $M = 9$, $T = 12$, $Q = 7$, $X = 2$, $S = 9$, $N = 8$ 。

则综合能力数 $E_{1-3} = \frac{QX}{AMT}SN = 1.04$

(3) 总能力数计算

根据链杆平衡理论, $E_1 = E_{1-2} + E_{1-3}$, 则

$$E_1 = 1.75 + 1.04 = 2.79$$

E_1 计算中, $A = 9$, $M = 9$, $T = 8$, $S = 9$, $N = 8$;安全管理人员的能力与数量确定时,假定该工程的安全管理人员需要 5 人,即 $X = 5$ 。

根据链杆平衡理论,计算得出: $Q = 5.02$ 。

其总能力数为: $5.02 \times 5 = 25.1$

(4) 最佳安全管理人员配置

① 采用高级职称的安全管理人员 1 人,中级的 1 人,初级的 2 人,则总综合能力数为

$$9 + 7 + 2 \times 5 = 26 > 25.1;$$

② 选用中级职称的安全管理人员 2 人,初级的 2 人,无职称的 1 人,则总综合能力数为

$$7 \times 2 + 5 \times 2 + 3 = 27 > 25.1;$$

③ 选用中级职称的安全管理人员 1 人,初级的 2 人,无职称的 3 人,则总综合能力数为

$$7 + 5 \times 2 + 3 \times 3 = 26 > 25.1.$$

选用最为合理的人员安排,并充分考虑到工程重要性,选 ① 最为合理。即采用高级职称的安全管理人员 1 人,中级 1 人,初级 2 人。

在实际工程中,人员的选取还要根据公司的人力资源及劳动力状况综合考虑。

4 结 语

(1) 为了彻底消除施工安全隐患,在施工安全管理中就必须保证安全管理能力上的平衡,即每个安全问题都应该有相应的安全责任与相应的安全管理能力,且这种能力与安全问题在综合能力数上必须相等,即 $E_1 = E_{1-2} + E_{1-3}$ 。

(2) 通过对实际工程的安全人员配置计算,链杆平衡管理模型能有效地应用于企业安全管理人才的储备与管理。

(3) 通过对建筑工程施工中的、人、机(物)、环境的分析,应用链杆平衡管理模型能有效计算出人对机、人对环境、机对环境的综合能力数,并由此可展开人对机、人对环境、机对环境的安全分析,从而为企业的安全人才、物及机械等管理提供了新的管理方法与评价依据。

参考文献:

References:

[1] 刘卫华,冯诗愚. 现代人-机-环境系统工程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社,2009.

[2] 杨灿军,陈 鹰. 人机一体化协同决策研究[J]. 系统工程理论与实践,2000,20(5):16-19.

YANG Can-jun, CHEN Ying. Study on humachined cooperation decision-making[J]. Systems Engineering Theory and Practice,2000,20(5):16-19.

- [3] 吴 青. 人机环境工程[M]. 北京: 国防工业出版社,2009.
- [4] 杨玉中,吴立云,张 强. 人-机-环境系统工程在井下运输安全中的应用[J]. 工业安全与环保,2005,31(5):34-38.
- YANG Yu-zhong, WU Li-yun, ZHANG Qiang. Application of man-machine-environment system engineering in underground transportation safety[J]. Industrial Safety and Dust Control,2005,31(5):34-38.
- [5] 王安智. 人机环境系统工程在企业安全管理中的应用[J]. 中国铝业,1999(2):34-37.
- WANG An-zhi. Application of man machine environment systems engineering in the safety management of enterprise[J]. China Molybdenum Industry,1999(2):34-37.
- [7] 龙升照. 钱学森与人-机-环境系统工程[C]//龙升照. 第八届中国-机-环境系统工程大会论文集. 北京: 电子工业出版社,2007:1-4.
- [8] 卜昌森,程卫民,周 刚,等. 人-机-环境系统工程安全分析与评价研究[J]. 工业安全与环保,2009,35(2):44-46.
- PU Chang-sen, CHENG Wei-min, ZHOU Gang, et al. Safety analysis assessment for human-madherine-environment systematic engineering[J]. Industrial Safety and Environmental Protection,2009,35(2):44-46.
- [9] 李潘武,李慧民,高 辉,等. 链杆平衡模型在建筑施工管理中的应用[J]. 长安大学学报:自然科学版,2004,24(3):66-69.
- LI Pan-wu, LI Hui-min, GAO Hui, et al. Application of chain-pole equilibrium model to constructions management[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition,2004,24(3):66-69.
- [10] 刘 辉,张 超. 人-机-环境系统建筑施工现场安全综合评价研究[J]. 重庆建筑大学学报,2007,29(5):107-111.
- LIU Hui, ZHANG Chao. Study on safety comprehensive assessment of construction site in man-machine-environment system[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University,2007,29(5):107-111.