

中国煤矿安全事故损失计算模型研究^{*}

冯思静¹, 马云东²

(1. 辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院, 辽宁 阜新 123000; 2. 大连交通大学, 辽宁 大连 116028)

摘要: 分析了煤矿安全事故处理过程中可能发生的各项经济损失, 根据它们的特征和性质将其划分为直接价值因素损失、间接价值因素损失和非价值性因素损失3大类。引入伤害分级比例系数法进行事故人员伤亡价值损失的估算, 有利于对伤亡矿工赔付额的界定。建立了煤矿事故损失计算模型, 同时给出了各项费用的计算公式, 并将该模型应用于我国辽宁孙家湾“2.14”煤矿事故的损失计算, 对计算结果进行了分析, 并进行经济损失程度分级。结果显示, 模型计算得到损失大小和损失组成特点符合实际。

关键词: 煤矿安全事故; 损失计算模型; 非价值性因素; 伤害分级比例系数法; 生命价值

中图分类号: X45; TD7; F069.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2009)01-0092-05

0 引言

中国是以煤炭为主要能源消耗的国家, 能源消费结构中煤炭消费占一次能源生产和消费总量的67.1%, 全国约3/4的工业燃料和动力, 65%的化工原料都依靠煤炭。未来20年将是我国资源消耗强度最大的时期, 据预测, 我国2020年的煤炭需求量为24亿t原煤^[1]。煤炭的高需求量相应地拉动了煤炭的高开采量, 在煤炭资源的开采和利用的同时, 煤矿安全事故(以下称事故)时有发生, 不仅造成财产损失还常常伴随着人员伤亡, 给企业自身和社会带来了巨大的经济损失。为了能对事故对社会的危害和造成的后果做出科学、合理的评价, 使煤矿企业合理地做出安全投资决策, 以预防矿难的再次发生, 首先要准确地计算矿难事故造成的损失。

理论上, 矿难事故造成的损失按其对社会经济的影响可分为两类: 一类是事故的价值因素, 即可用货币直接测算的事物, 如实物、财产损失等; 另一类是事故非价值因素, 即不能直接用货币来衡量的事物, 如生命、健康、效率等^[2]。目前, 我国学者在煤矿安全事故损失计算领域的研究中多是分析事故的直接经济损失部分(即事故的价值因素损失), 而对于事故的非价值损失部分几乎

没有涉及到, 导致大部分的矿难损失估算失真, 直接影响到后期安全管理和安全投入的决策制定。国外部分学者对事故损失的计算强调价值因素损失, 方法与我国相同; 但并不抛弃非价值因素的计算, 而是将其中的生命价值损失和环境资源损失折算为社会整体福利损失, 从而将事故整体损失折算为物质财富和社会福利两种^[3-6]。由于非价值因素损失的计算具有抽象性特征, 并且各国国情不同, 尚缺乏全球范围的统一的评定标准, 在实际的事故损失统计中难以定量计算。所以一种适合中国国情的公认的事故非价值因素的计算方法, 对事故损失统计有实际意义。

本文从中国煤炭生产实践和经济发展实际背景出发, 对事故的价值因素的损失做出客观的测算和评价。充分考虑了事故中无法用货币直接衡量的非价值因素的测算和评价, 建立了煤矿事故损失计算模型, 以便于对事故进行全面综合的考察, 使事故的损失计算更接近实际。

1 煤矿安全事故损失分析

煤矿安全事故的发生通常会造成一定的经济损失和人员伤亡。在经济损失的分析中, 可根据事故发生和处理过程中实际支出项目, 将其分为直接价值因素损失和间接价值因素损失, 是指可

* 收稿日期: 2008-10-10

基金项目: 辽宁省教育厅重点项目(2004F050)

作者简介: 冯思静(1979-), 女, 河北沧州人, 讲师, 在读博士研究生, 从事矿山环境工程方向研究。

E-mail: fengsijing2003@163.com

以用货币直接估价的损失。人员伤亡主要是指事故发生对正在作业矿工造成的伤亡,包括死亡和受伤。对于事故中的伤亡矿工而言,由于丧失了全部和部分劳动能力,一方面导致他们为企业所创造利润的降低,另一方面造成死亡矿工的剩余生命价值损失和受伤矿工的健康价值损失。本文在综合考虑矿工的生命价值损失和健康价值损失的基础上提出人员伤亡价值损失计算方法,创新选用伤害分级比例系数法,该方法简捷、客观、全面,可以作为煤矿企业对事故中伤亡矿工的赔付额界定依据。此外,事故的发生必然会对其他矿工造成一定的心理影响,引发情绪波动,进而影响他们的工作效率,因此,损失计算还应考虑职工的工效影响损失。为了使损失估算更接近实际,在计算矿难损失时除了考虑直接价值因素损失和间接价值因素损失外,还应包括生命、健康、效率等非价值性因素损失计算。下面从事故处理步骤详细分析各项损失的发生:

事故的处理一般分为3个阶段:①进行事故现场的人员抢救和处理,此过程会产生现场疏散、搬运、挖掘、清理费用和医护人员现场抢救费用;②分析确定事故的发生原因,对伤亡人员进行相应赔付(补偿),在此过程中,煤矿主管人员将召开紧急会议,分析事故的发生原因,确定引发事故的关键因素,整理备案及时上报,因此,这一过程包括事故的事务性开支和对伤亡矿工的丧葬、抚恤、医疗、护理、补助、救济等相应赔付费用,这里将以上两个阶段中发生的费用统称为事故处理费用;③重新购置生产设备,补充并培训新的职工,逐步恢复煤矿正常生产。矿难发生后,矿工携带的工具和机械设备、矿井中备用的工具和设备、大型井下作业机动设备设施等固定资产通常一并遭到破坏和报废,因此需要支出重购或维修各种仪器、设备等固定资产的费用,煤矿要恢复正常的生产必然要补充新员工,并进行相应的业务培训,模型计算必然也包括新员工的培训费用。

除上述分析中所包含的各项损失费用外,由于矿难的发生会导致井下作业在一段时间内全部或部分停止,在恢复正常生产和运行之前,必将造成矿工的休工劳动价值损失和煤炭减产损失。同时,按事故严重程度不同,还会导致矿井中部分煤炭资源的破坏和摧毁,并在一段时间内难以恢复,因而在进行模型损失分析和计算时,还应考虑煤炭减产损失和矿产资源遭受破坏的价值损失。

综上所述,煤矿安全事故损失主要包括固定资产损失、煤炭资源损失、事故处理费、煤炭减产损失、休工劳动价值损失、新员工的培训费、人员伤亡价值损失和工效影响损失。

2 煤矿安全事故损失计算模型的建立

2.1 总损失模型

通过对事故损失分析的结果,并根据各项损失的特点和性质将事故损失分为以下3大类。

(1) 直接价值因素损失 即事故发生到结束期间发生的与事故直接相联系的,能用货币直接估价的损失。如:矿井设备、设施等固定资产损失及其重购费用;煤炭资源价值损失;事故处理费用(现场疏散、搬运、挖掘、清理费用和伤亡矿工丧葬、抚恤、医疗、护理、补助、救济等费用)。

(2) 间接价值因素损失 即事故发生到结束期间发生的与事故间接相联系的,能用货币直接估价的损失。如:事故发生后煤炭减产损失;事故发生后休工造成的劳动价值损失;补充新员工的培训费用等。

(3) 非价值性因素损失 即事故发生到结束期间发生的与事故有关的,无法用货币直接估价的损失。如:人员身伤亡价值损失(伤亡健康及生命价值损失);职工工作效率影响损失等。

煤矿安全事故总损失采用下式计算:

$$E = E_d + E_i + E_n, \quad (1)$$

式中: E 为事故总损失(万元); E_d 为事故直接价值因素损失(万元); E_i 为事故间接价值因素损失(万元); E_n 为事故非价值性因素损失(万元)。其中:

$$E_d = C_i + C_r + C_t, \quad (2)$$

$$E_i = C_s + C_w + C_n, \quad (3)$$

$$E_n = C_d + C_e, \quad (4)$$

式中: C_i 为矿井设备等固定资产损失(万元); C_r 为煤炭资源遭受破坏的价值损失(万元); C_t 为事故处理费用(万元); C_s 为减产损失(万元); C_w 为休工劳动价值损失(万元); C_n 为补充新员工的培训费用(万元); C_d 为矿工人身伤亡价值损失(万元); C_e 为矿工的工效影响损失(万元)。

2.2 损失费用计算模型

(1) 固定资产损失 C_i 根据事故发生的主要根源和影响程度,每个煤矿的报废和受损仪器设备等固定资产的数量和受损程度也不同,因此,此部分计算分为固定资产报废(C_i^1)、固定资产修复(C_i^2)和固定资产重购(C_i^3)三项综合计算,计算

公式如下:

$$C_i = C_i^1 + C_i^2 + C_i^3, \quad (5)$$

式中: C_i^1 为报废设备损失(万元); C_i^2 为可修复设备的修理费用(万元); C_i^3 为重购设备费用(万元)。各项分别按实施过程中的实际发生额计算。

(2) 煤炭资源遭受破坏的价值损失 C_r 事故的发生对煤炭会造成不同程度的破坏, 这部分资源价值损失计算如下:

$$C_r = L \times P, \quad (6)$$

式中: L 为煤炭损失(破坏)量(t); P 为煤炭平均市场价格(元/t)。

(3) 事故处理费用 C_t 根据事故处理过程中的实际发生的各项费用累计统计。

(4) 减产损失 C_s

$$C_s = D_s \times \frac{Q}{H} (P - C), \quad (7)$$

式中: D_s 为停产时间(d); Q 为事故前计划产量(万 t/d); H 为企业年法定工作日数按 300 d 计算; P 为煤炭平均市场价格(元/t); C 为煤炭平均生产成本(元/t)。

(5) 误工劳动价值损失 C_w 事故造成的误工劳动价值也叫做工作损失, 本文中工作损失价值应用企业税利进行计算, 即:

$$C_w = D_L \times M / (N \times H), \quad (8)$$

式中: D_L 为事故总损失工作日数, 死亡一名职工按 6 000 个工作日计算, 受伤职工视伤害情况按《企业职工伤亡事故分类标准》GB6441-86 附表确定; M 为企业上年利税(税金加利润)(万元); N 为上年度平均职工人数(人); H 为企业年法定工作日数按 300 d 计算^[7-9]。

(6) 补充新职工的培训费用 C_n 补充技术工人的培训费按 2 000 元/人计算, 补充技术人员的培训费用按 1 万元/人计算^[8], 补充其它人员的培训费视补充人员情况酌情确定。

(7) 人员伤亡价值损失 C_d 在充分考虑死亡矿工的生命价值损失和受伤矿工的健康价值损失这两个非价值因素的基础上, 选用伤害分级比例系数法综合计算事故人员伤亡损失。此方法采用“休工日规模权重法”作为伤害级别的经济损失系数的确定依据, 即把伤害类型分为 14 级: 以死亡作为最严重级, 并作为基准级, 取系数为 1; 再根据休工日的规模比例, 确定各级的经济损失比例系数, 考虑到伤害的休工日数与经济损失程度并非线性关系, 因此比例系数的确定按非线性关系处理, 可得以下系数表(表 1)^[10,11]。

表 1 各类伤亡情况直接经济损失系数

级别	休工日	系数	级别	休工日	系数
1	死亡	1	8	1 000	0.15
2	7 500	1	9	600	0.10
3	5 500	0.9	10	400	0.08
4	4 000	0.75	11	200	0.05
5	3 000	0.55	12	100	0.03
6	2 200	0.40	13	50	0.02
7	1 500	0.25	14	<50	0.01

根据上述比例系数, 估算事故人员伤亡损失用下式进行:

$$C_d = V_M \sum_{i=1}^{14} K_i N_i, \quad (9)$$

式中: K_i 为第 i 级伤亡类型的系数值; N_i 为第 i 级伤亡类型的人数(人); V_M 为死亡伤害的基本经济消费, 即人的生命价值。

人的生命价值指的是人的一生中所创造的经济价值, 它不仅包括事故致人死亡后少创造的价值, 而且还包括死者生前已创造的价值。采用下式近似计算^[10]:

$$V_h = D_H \times P_{v+m} / (N \times D), \quad (10)$$

式中: V_h 为生命价值(万元); D_H 为企业上年法定工作日数, 一般取 300 d; P_{v+m} 为企业上年度净产值($V+M$), 可按上年度利税加上年度职工工资总额计算(万元)^[12]; N 为企业上年度平均职工人数; D 为人的的一生平均工作日, 可按 12 000 d 即 40 年计算。

(8) 工效影响损失 C_e

$$C_e = T \times W \times P \times K, \quad (11)$$

式中: T 为矿难影响时间(d); W 为工作效率(万 t/d); P 为煤炭平均市场价格(元/t); K 为影响系数, 可按事故发生前后工作效率下降的百分比计算。

3 实例应用

选取“2005 年辽宁省阜新市孙家湾煤矿特大瓦斯爆炸”矿难事故为例, 分析其经济损失值。通过详细调查, 各项计算参数确定如下。

报废仪器与设备有: 皮带机 5 台、高压防爆开关 16 台、智能开关 8 台、移动变电器 11 台、馈电开关 5 台、双数开关 6 台、真空开关 4 台、地开关 20 台、通讯系统设备一套, 损失额共 1 273 万元; 事故后重购上述相应报废设备若干, 购买金额共

852 万元。矿工死亡 214 人,受伤 30 人,其中:休工日 7 500 d 为 1 人、休工日 1 000 d 为 21 人、休工日 600 d 为 5 人、休工日 400 d 为 3 人。各项事故处理费用累计约 96.8 万元。煤炭资源破坏约 1.2 万 t。2004 年该煤矿煤炭价格 186.18 元/t。2004 年该煤矿职工平均人数 44 424 人,年平均工资 1.2 万元。该企业 2004 年利税 3 463 万元,净产值 56 771.8 万元,煤炭生产成本约 85 元/t。2005 年安排原煤生产计划 145 万 t,实际产煤量 94.6 万 t。事故发生后停产 140 d,复工后恢复正常生产效率时间约 50 d。补充工人 754 人,技术人员 8 人。

将各项参数代入相应公式计算。

固定资产损失费用: $C_i = 1\ 273 + 0 + 852 = 2\ 125$ 万元;

煤炭资源遭受破坏的价值损失: $C_r = 1.2 \times 186.18 = 223.42$ 万元;

事故处理费用: $C_t = 96.8$ 万元;

停产减产损失: $C_s = 140 \times (145/300) \times (186.18 - 85) = 6\ 846.51$ 万元;

休工劳动价值损失:

$C_w = (214 \times 6\ 000 + 1\ 000 \times 21 + 600 \times 5 + 400 \times 3 + 7\ 500 \times 1) \times [3\ 463 / (44\ 424 \times 300)] = 342.14$ 万元;

补充新职工的培训费用: $C_n = 754 \times 2\ 000 + 8 \times 10\ 000 = 158.8$ 万元;

矿工人身伤亡损失: $C_d = 51.12 \times (1 \times 214 + 1 \times 1 + 0.15 \times 21 + 0.10 \times 5 + 0.18 \times 3) = 11\ 204.99$ 万元;

其中:孙家湾矿工生命价值损失 $V_h = 12\ 000 \times [56\ 771.8 / (44\ 424 \times 300)] = 51.12$ 万元;

工效影响损失: $C_e = 50 \times (145/300) \times 186.18 \times [(145 - 94.6)/145] = 1\ 563.92$ 万元;

直接价值因素损失: $E_d = C_i + C_t + C_r = 2\ 445.22$ 万元;

间接价值因素损失: $E_i = C_s + C_w + C_n = 7\ 347.45$ 万元;

非价值性因素损失: $E_n = C_d + C_e = 12\ 768.91$ 万元;

总损失: $E = E_d + E_i + E_n = 22\ 561.58$ 万元。

4 结论

(1) 分析了煤矿安全事故发生和处理过程中可能发生的各种费用,根据损失特点和性质,将事

故损失分为直接价值因素损失、间接价值因素损失和非价值性因素损失 3 大类,建立了煤矿安全事故损失计算模型。

(2) 在充分考虑生命价值损失和健康价值损失这两个非价值因素的基础上,选用伤害分级比例系数法综合计算煤矿安全事故中人员伤亡损失价值损失,提出简捷、客观、全面的伤亡人员赔付计算办法。在目前国内尚无统一的针对煤矿安全事故伤亡人员赔付额界定的情况下,可应用此法作为伤亡矿工的赔付额计算参考。

(3) 实例计算结果表明,在煤炭事故损失中,非价值因素损失所占比例最大,且远远高于其他损失,其中:人身伤亡损失最为严重,占全部事故损失的 50% 左右。在价值因素损失中间接价值因素损失所占比例较大,特别是停产减产损失,约占全部事故损失的 30%。根据计算结果对该事故的经济损失程度分级,属于特大损失事故^[9](经济损失 > 100 万元)。

(4) 煤矿生产过程复杂,受到水、火、瓦斯、煤尘和冒顶等多种自然灾害因素的威胁,加之近年来科学技术的迅猛发展,矿难事故的诱因增多,矿难发生率极高^[13,14]。本文提出的矿难经济损失计算模型使得矿难发生后的各种损失货币化,并以数字的形式全面直观地呈现矿难各项损失,为煤矿企业重新规划日常管理程序、重购设备设施、完善职工安全培训提供量化参考;为煤矿安全生产综合监督、监察和安全投入、安全风险评价工作的开展提供决策依据,真正使煤矿安全管理工作系统化、动态化、直观化、科学化。有利于煤矿根据开采条件,改良煤矿现有开采技术,适当加大煤矿安全投资比例,加强煤矿各项管理工作,尽量降低煤矿事故的发生机率,将煤矿事故损失降到最低。

参考文献:

- [1] 周晓梅. 煤矿安全经济损益分析[D]. 重庆:重庆大学采矿工程系, 2006.
- [2] 王明贤,李俊,张莉莉. 矿难事故非价值因素损失的研究[J]. 煤炭经济研究, 2008, (1): 71-72
- [3] MICHAEL F, ROGER V B. Essays in law and economics: corporations; accident prevention and compensation for losses [J]. Antwerpen, 1988, (9): 21-24.
- [4] VASUNDHARA, HEBBLEWHITE B K, GALVIN J M. A case study: main west panel Munmorah Colliery [J]. UNSW Mining Research Centre, 1997, (3): 60-66.

- [5] TREVOR K. Learning from accidents [M]. Oxford: Boston Press, 2001.
- [6] TIMOTHY O. Micro - economic reform and occupational health and safety: a study of the Australian coal mining industry [J]. Canberra, 1992, (4): 29 - 34.
- [7] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 25 - 60.
- [8] GB 6721 - 86. 企业职工伤亡事故经济损失统计标准[S].
- [9] GB 6441 - 86. 企业职工伤亡事故分类标准[S].
- [10] 罗云, 樊运晓, 黄盛仁, 等. 安全经济学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 43 - 236.
- [11] GB/T 16180 - 1996. 职工工伤与职业病致残程度鉴定[S].
- [12] 周宏. 生产计划管理标准[EB/OL]. (2007 - 10 - 23)[2008 - 06 - 20]. <http://qp.51oso.com/V27487.html>, 2007.
- [13] 李亚军. 煤矿安全管理模式浅析[J]. 煤炭工程, 2008, (5): 115 - 117.
- [14] 唐卫东, 陈海龙. 我国矿难多发的原因[J]. 灾害学, 2006, 21(2): 81 - 84.

A Study on the Model for Calculation of Coalmine Safety Accident Loss in China

Feng Sijing¹ and Ma Yundong²

(1. School of Resources and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China; 2. Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

Abstract: The different sorts of economic losses that are possible occur in coal mine safety accidents are analyzed. According to their characteristics, they are calcified as loss with direct value factor, loss with indirect value factor and loss with non-value factor. Adopting proportional coefficient method of injury grading in evaluation of value loss of accident casualty is favorable for determining compensation to casualty of mine-worker. In this paper, a model for calculation of coalmine safety accident loss is established and the formula to compute different sorts of fees is given. The model is applied in calculation of loss of Sunjiawan coalmine accident occurred in Liaoning province on February 2, 2005. The calculation results are analyzed and degrees of the economic loss are graded. The results show that the losses calculated with the model coincide with the actual situation.

Key words: coalmine safety accident; loss calculation model; factor with non-value; proportional coefficient method of injury grading; values of life