

# 设备维修的马尔科夫决策及战略思考

庆石油学院经济管理系 巩艳芬 于慧贤

大庆油田责任有限公司第四采油厂 许冯军

[摘要] 目前世界对设备维修的观念正在发生转变,且越来越注重维修的科学性和经济性。本文依据设备可靠性原理,在明确设备状态转换规律的基础上,运用马尔科夫数学决策模型对设备维修进行科学决策,并提出了设备维修战略对策。

[关键词] 设备维修,马尔科夫决策,战略对策

## 1 引言

近几年来,国际维修界不断提出“世界级维修”这一概念,其最重要的内容就是把设备管理与维修提升到意识和文化的高度去认识。我国加入WTO后,许多企业都面向世界为自己设定了企业发展的战略目标,只有先进的维修管理才能适应企业的战略发展目标。但不同企业设备的技术状态和先进程度不同,设备使用的状况不同,对维修的投入不同,维修的技术水平不同,所采用的维修策略也应有所不同。另外,随着企业的发展,以及故障诊断技术、维修技术、设备管理方法的进步,设备维修管理制度和策略也应不断进步。为了准确分析设备所处的状态,进一步提高设备维修决策的科学水平,提高维修效益,本文将设备可靠性技术和马尔科夫决策技术进入设备维修决策中,并提出了设备维修的战略对策。

## 2 设备维修的马尔科夫决策过程

估方法和作价依据,资产评估价值或成交价格与资产的面面价值之间存在较大差异的,应说明理由。

5. 加强对中介机构的管理,重点完善独立财务顾问报告制度。在会计师行业日益受到证券市场及监管部门重视的同时,应加大对资产评估行业的管理,提高资产评估师的职业道德和诚信意识,改变目前资产评估随意性较大、缺乏制约的状况。重点完善独立财务顾问制度,可以从三个方面入手:明确独立财务顾问对其所出具报告的法律责任,保证独立财务顾问报告的客观真实性,提高独立财务顾问报告的质量。确保独立财务顾问的独立性,消除其间的角色和利益冲突。为上市公司策划关联交易方案、参与关联交易方案实施以及为上市公司提供审计、咨询等服务的有关机构,不能在提供服务的同时及服务期满后的合理时间内担任该上市公司的独立财务顾问。董事会(尤其是独立董事)应评估并披露拟聘请机构担任独立财务顾问的恰当性。董事会在讨论独立财务顾问的聘请时,应评估并披露该机构与上市公司、关联股东以及其他关联方之间的关系,评估其是否满足执行独立财务顾问业务所需的独立性要求,并就此专门做出决议。上市公司在向证券交易所、中国证监会等监管机构报送拟披露的独立财务顾问报告时,应同时报送董事会认为其所聘机构具备独立性的书面意见,并经董事会成员签字。

6. 加强上市公司审计委员会对关联交易的监管作用。在关联交易公告或对股东的通函中,要求审计委员会对关联交易是否遵循了一般商业条款、是否符合上市公司的利益发表意见。由于独立董事处于超然独立的地位,对公司的经营情况又十分了解,由大多数独立董事组成的审计委员会在评价关联交易的公平性、提高关联交易信息披露的真实完整方面能发挥重要作用。纽约证券交易所正是由于包括审计委员会在内的公司治理结构的逐步完善,才消除了对关联交易的完全限制。而我国目前建立审计委员会的上市公司并不多,而审计委员会是由大多数独立董事组成的上市公司就更少。为了从上市公司内部加强对非公平关联交易的监管,我国上市公司在公司治理方面的改革,尤其在董事会层面建立独立审计委员会方面,还需要进一步深化和完善。

7. 借鉴国际惯例,结合中国国情,对关联交易实行梯级披露标准。梯级披露标准的原则体现在两个方面:第一,披露标准按照上市公司的资产规模而异,上市公司资产规模越大,强制性信息披露的起点的绝对指标就越高;第二,披露标准实行资产规模累退制度,对上市公司资产规模超过一定界限以上的,强制性信息披露的起点的相对指标逐级降低,其效果是,上市公司资产规模越大,强制披露标准的相对指标越低。根据这一原则,建议按照公司规模大小设定不同的披露标准。同时,针对高风险公司容易操纵关联交易的特点,建议对高风险公司的关联交易披露应从披露范围、披露内容等方面从严把握。

[参考文献]

- [1]葛家澍、林志军:《现代西方会计理论》[M],厦门大学出版社2001。
- [2]哈特著,费方域译:《企业、合同与财务结构》[M],上海三联书店、上海人民出版社1998
- [3]平来禄、刘峰、雷科罗:《后安然时代的会计准则:原则导向还是规则导向》[J],《会计研究》,2003年第5期
- [4]Jenson, M and Meckling, W, Theory of the firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure [J], Journal of Financial Economics, 2003. 9
- [5]Nelson, Mark W., Behavioral Evidence on the Effects of Principles - and Rules - Based Standards [J], Accounting Horizons, 2003. 3

大多数的决策方法都隐含有这样一个假设:即认为状态变量在各个时期都是固定不变的。而在实际问题中,状态变量却是随着时间而变化的,而且其变化往往是不以人的主观意志为转移的随机过程。可见要提高决策的可靠性,在决策过程中就应该把状态变量变化的随机过程考虑进去,用一定的方式加以描述。马尔可夫决策法就是一种通过对决策对象的不同状态初始概率与状态之间转移概率的研究确定状态变量的变化趋势的一种实用决策方法。

设备使用状态的不断变化符合马尔可夫过程。例如,设备在  $t = t_0$  时刻,处于正常运行状态,那在任何  $t_1 > t_0$  时刻可能转变成故障而不能运转状态,也可能继续保持正常运行。同样,若在  $t_0$  时刻设备为故障状态,而  $t_1 > t_0$  时,设备可能已修复好,变为正常运行,也可能未能修复,继续处于故障状态。因此,我们就可以运用马尔科夫数学决策模型决定设备是否应进行维修。马尔科夫决策在设备维修中应用的步骤为:

2.1 确定备选方案

2.2 确定设备可能的状态。我们可根据设备的可靠度来表示设备状态,可靠度是指在设备的寿命期内,在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的概率,可靠度越高,表明设备的状态越好。一般记为  $R$ ,由于它是时间  $t$  的函数,故也记为  $R(t)$ , $R(t)$  称为可靠度函数。如果用随机变量  $T$  表示设备从开始工作到发生失效或故障的时间,其分布密度为  $f(t)$ ,用  $t$  表示某一指定时刻,则该设备在  $t$  时刻的可靠度为:

$$R(t) = P(T > t) = \int_t^{\infty} f(x) dx$$

上述可靠度  $R(t)$  的时间  $t$  是由 0 算起的,实际使用中常常需要知道工作过程中某一段执行任务时间的可靠度,既需要知道已工作时间  $t_1$  后再继续工作  $t_2$  的可靠度。

从时刻  $t_1$  工作到时刻  $t_1 + t_2$  的条件可靠度称为任务可靠度,记为  $R(t_1, t_1 + t_2)$ 。由条件概率可得:

$$R(t_1, t_1 + t_2) = P(T > t_1 + t_2 | T > t_1) = \frac{R(t_1 + t_2)}{R(t_1)}$$

如果已知寿命分布密度  $f(t)$ ,则:  $R(t_1, t_1 + t_2) = \frac{\int_{t_1+t_2}^{\infty} f(x) dx}{\int_{t_1}^{\infty} f(x) dx}$

如果任务可靠度  $R(t_1, t_1 + t_2)$  数值大,表明设备可以较好地完成规定的生产任务,否则,就应根据设备的状态做出相应的决策。

2.3 确定马尔科夫状态转移概率

假定给定一个矩阵  $P$  和一个有限的状态集合  $S\{1, 2, \dots, n\}$ ,  $(S, P)$  就是一个平稳有限的马尔科夫链。我们把  $(S, P)$  与一个过程联系起来,以据此过程,按某个初始概率分布:  $P_0 = (P_0^1, P_0^2, \dots, P_0^n)$ 。选择一个初始状态  $x_0 \in S$ ,如果按照  $P$  给定的分布,形成了从状态  $x_0$  到状态  $x_1 \in S$  的一个转移。每当初始状态为  $i$ ,新状态  $j$  的概率为  $P_{ij}$ ,即:

$$P(x_1 = j | x_0 = i) = P_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

同理,按照:

$$P(x_k + 1 = j | x_k = i) = P_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

逐次的转移产生状态  $x_2, x_3, \dots$ 。

于是,若已知设备最初处于  $i$  状态,即  $P_0^i = 1, P_0^j = 0 \quad j = 1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, n$ 。经过一次转移后,设备处于  $j$  状态的概率为:

$$P_1^j = P_0^i P_{ij}$$

同理,  $P_2^j = P_0^i P^2 \dots$ ,经过  $k$  次转移后,设备处于  $j$  状态的概率为:  $P_k^j = P_0^i P^k$

式中  $P^k$  ( $P$  的  $k$  次幂)的矩阵为:  $P_{ij}^k = P\{x_k = j | x_0 = i\} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$

这说明在稳定转移的条件下,  $[P_{ij}^k]$  等于  $[P_{ij}^1]$  的  $k$  次方。设备在任何时刻的状态概率由状态概率  $P_0^i$  和转移概率  $P$  决定。

2.4 根据稳态概率计算公式,求出稳态概率向量

马尔可夫过程在一定条件下经过  $k$  步 ( $k$  足够大) 转移后,就会达到稳定状态,而且与初始状态无关,达到稳定状态的状态概率就是稳定状态概率,简称稳态概率。它可以用稳态概率向量来描述:

设处于稳态的概率向量为  $P_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$  则稳态概率可以通过下面公式计算

$$\begin{pmatrix} p_1 & p_2 & \dots & p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 & p_2 & \dots & p_n \end{pmatrix} P$$

$$= 1$$

2.5 利用稳态概率向量,计算各方案的期望损益值

2.6 按期望值进行选优,期望收益值大或者期望收益值小者为优

3 马尔可夫决策在设备维修决策中的应用

设某企业有 4 台设备,其磨损程度有 4 种状态:即设备 1 为优秀状态,无任何故障或缺陷;设备 2 为良好状态,稍有磨损;设备 3 为及格状态,轻度磨损;设备 4 为可用状态,大幅度磨损。假设各维修方案的费用分别为:对设备 4 进行更新需要 5 万元;对设备 3 进行更新需要 3 万元,对设备 2 进行更新需要 2 万元。

确定备选方案为:一是仅为设备 4;二是维修设备 3 和 4。

确定转移概率矩阵。经统计,设备所处状态是随着时间而转移的,其转移概率如下:



$$\begin{aligned} \text{仅维修设备 4 } P_1 &= \begin{bmatrix} 0.00 & 0.60 & 0.20 & 0.10 & 0.10 \\ 0.00 & 0.30 & 0.40 & 0.20 & 0.10 \\ 0.00 & 0.00 & 0.40 & 0.40 & 0.20 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.50 & 0.50 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} \\ \text{维修设备 3 和 4 } P_2 &= \begin{bmatrix} 0.00 & 0.60 & 0.20 & 0.10 & 0.10 \\ 0.00 & 0.30 & 0.40 & 0.20 & 0.10 \\ 0.00 & 0.00 & 0.40 & 0.40 & 0.20 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

求稳态概率向量。根据前面的公式可以求得：

仅维修设备 4 的稳态概率向量  $X_1 = [0.199 \quad 0.170 \quad 0.180 \quad 0.252 \quad 0.199]$

维修设备 3 和 4 的稳态概率向量  $X_2 = [0.266 \quad 0.228 \quad 0.241 \quad 0.168 \quad 0.097]$

求各方案的期望损益值。2 种维修方案期望损益值(费用)为：

$$E_1 = 5 \times 0.199 = 0.995 (\text{万元}) \quad E_2 = 3 \times 0.168 + 5 \times 0.097 = 0.989 (\text{万元})$$

比较各方案期望损益值,作出最终决策。因为本例考虑的是费用,因而期望损益值越小越好。显然,应选择方案 2,即对处于状态 3 和 4 的设备都进行维修。

#### 4 设备修理的战略对策

4.1 树立经济效益的观念。通过学习,逐步转变观念,真正树立起效益的观念,树立起设备是一种投资,设备维修也是一种投资,而投资是讲求回报的观念。要用这种效益的观念来指导设备维修管理的全过程,最大限度地发挥设备的整体效益。

4.2 设备维修社会化。把设备维修工作从企业中分离出来,建立、健全各种独立的公用专业修理网点,承担修理任务,逐步形成社会性的修理体系。这是实现工业生产组织结构改革的一项战略目标。

4.3 设备维修制度化。在设备维修方面,结合企业的维修工作现状,建立故障维修、计划维修、预防维修、可靠性维修、状态维修的综合维修模式,突出预防性维修和状态维修在维修管理中的重要性,建立由被动维修向状态维修过渡的计划预修制度。计划预修制度是以修理周期结构和修理复杂系数为主要支柱,是一种事前预防性修理计划。企业应按修理计划对设备进行预防性的日常维护保养,建立检查和大、中、小修理的预修制度。

4.4 采用项目管理技术进行维修。项目管理在发达国家已经逐步发展成为独立的学科体系,成为现代管理学的重要分支,并广泛应用于建筑、工程、计算机、投资、制造、服务以及国防等诸多行业。1975 年美国杜邦公司把这种方法应用于设备维修,使维修停工时间由 125 小时锐减为 7 小时;1985 年美国人在北极星导弹设计中,应用项目管理技术,竟把设计完成时间缩短了两年。由于效果显著,我国从 1985 年就开始了尝试这方面的工作,现在还应进一步大力推广。

4.5 加强维修人员的培训。建立有效的培训机制,重视全员素质的提高。结合实际情况,加强设备维修人员的培训,特别是要加强骨干技术力量的培训,不断提高人员的技术业务水平,适应维修技术发展的需要,进一步确保维修质量和生产任务的完成。

4.6 设备维修的信息化。企业设备的正常运转与否将直接影响生产任务的完成情况,危及企业的经济效益。所以,加强设备保养维修,建立信息化的设备维修系统,及时对设备的维修信息进行了整理,就能时时掌握设备的作业状况,减少非计划检修对生产的影响,提高设备完好率。

#### [参考文献]

[1]张喻,设备修理、更新模型及最优策略,[J]应用数学,1988,11(3):85

[2]吴晓平等,设备可制造性综合评价研究,[J]运筹与管理,2000,9(4):121~125

资助项目:黑龙江省自然科学基金(G0226)