

矿业系统预测与决策

李芳成 主编

黑龙江科学技术出版社



数据加载失败，请稍后重试！

95
F407.16
6
2

矿业系统预测与决策

主 编 李 芳 成

副主编 于文海 吴延华

陈启文 孙加平

XAH43/15



3 0087 8601 8



黑龙江科学技术出版社

C 080737

(黑)新登字第2号

责任编辑: 张日新

封面设计: 张秉顺

矿业系统预测与决策

主 编 李 芳 成

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街41号)

鸡西市第二印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 12印张 240千字

1993年11月第1版·1993年11月第1次印刷

印数: 0001—2000册 定价: 9.80元

ISBN 7-5388-2365-4/TD

前 言

随着煤炭工业的迅速发展，在矿井优化设计、地压控制、生产经营管理等诸多方面，经常需要开展不同层次、类别各异、规模不等的预测与决策工作。而且对预测与决策的手段、精度及可靠性等要求也越来越高。为了满足这一需要，我们编写了这部《矿业系统预测与决策》一书。全书注重系统性、科学性、先进性、实践性和适用性相结合。力争理论联系实际，所选实例绝大部分已在矿业系统有关方面得到应用。

在编写过程中，我们将近年来的一些比较新的预测与决策理论和方法选编进来，如灰色系统、时间序列分析、层次分析、可靠性技术、专家系统等方法。同时，给出了各主要方法的电算程序，供读者参考。

本书在编写过程中，得到了许多专家和同行的关心与帮助，出版社和印刷厂的有关同志也付出了艰辛劳动，在此深表感谢。

由于编者水平有限，加上时间仓促，一定存在疏漏和不妥之处，希望读者批评指正。

编者

1992年4月

目 录

第一章	概述	1
第一节	矿业系统特性.....	1
第二节	矿业系统预测.....	5
第三节	矿业系统决策.....	13
第二章	回归预测技术	18
第一节	一元线性回归预测.....	19
第二节	一元非线性回归预测.....	23
第三节	多元线性回归预测.....	25
第三章	时间序列预测技术	36
第一节	确定型时间序列预测.....	36
第二节	随机型时间序列预测.....	46
第三节	应用实例.....	58
第四章	灰色系统预测技术	63
第一节	灰色系统概述.....	64
第二节	GM模型.....	71
第三节	灾变预测模型.....	76
第四节	模型检验.....	81
第五节	应用实例.....	83

第五章	其它预测方法	109
第一节	组合模型预测.....	109
第二节	概率预测方法.....	113
第三节	调查预测技术.....	119
第四节	多目标预测技术.....	121
第六章	层次分析法	125
第一节	基本原理及步骤.....	125
第二节	AHP法应用实例	137
第七章	矿业系统可靠性分析方法	158
第一节	矿业系统可靠性分析概述.....	158
第二节	可靠性指标.....	159
第三节	系统可靠性分析.....	172
第四节	可靠性技术.....	182
第八章	灰色系统决策方法	200
第一节	灰色关联度.....	201
第二节	灰色局势决策.....	207
第三节	应用实例.....	211
第九章	专家系统方法	240
第一节	概述.....	241
第二节	专家系统的建造.....	242
第三节	专家系统在采矿中的应用.....	245
第四节	顶板控制专家系统.....	247
第五节	回采巷道支护专家系统.....	257

第十章	其它决策方法.....	270
第一节	风险型决策.....	270
第二节	完全不确定型决策.....	278
附录	电子计算机程序及使用说明.....	283
参考文献		374

第一章 概 述

所谓“系统”就是一些具有特定功能的、相互间以一定规律联系着的部件组成的整体。换言之，即由相互作用，相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体称为系统。当某系统本身又是从属于一个更大的系统时，则称此系统为“子系统”。

例如，矿井运输系统是由工作面、平巷、上（下）山、运输大巷、井底车场等运输部件所组成，各部件之间彼此联系，不可分割，构成具有运输煤炭这一特定功能的矿井运输系统。然而，矿井运输系统本身又是矿井生产系统的一部分，即子系统。

矿业系统是一个复杂的、综合性的；多工种、多工艺、多环节、多因素的；具有风险性和随机性的动态系统。

第一节 矿业系统特性

矿业系统由于生产环境特殊（诸如地质构造、水、火、瓦斯、矿尘等），且绝大部分工作均在地下开展。在生产过程中常常需要同各种灾害作斗争。同时，由于矿业系统的复杂性和随机性因素较多，导致系统本身的可靠性较低。此外，随着采掘地点的不断变动使某些子系统具有一定的流动性。因此，如何合理开发（规划、布局、选点、建设等）；

合理生产（开拓部署、工艺选择、技术设备、开采顺序等）；安全生产（顶板控制、各种灾害的防治等）和合理经营与管理等工作的开展，都需要进行许多不同类型或不同层次的预测与决策。然而，无论是预测或决策工作的开展，都必须对系统的结构及特性具有足够的信息。也就是说，只有在充分占有系统信息量的基础上，才能顺利而圆满地完成预测与决策工作。

一 矿业系统的综合性与复杂性

矿业系统包括的内容十分丰富，它由许多子系统组成，按各自完成任务或功能可以分为井下生产系统、地面生产系统和辅助生产系统三部分（即子系统）。而且在这三个子系统中尚可划分为若干个次一级的子系统。根据各子系统之间的关系分述如下：

（一）井下生产系统

1. 开拓系统
2. 准备系统
3. 回采系统
4. 通风系统
5. 运输系统
6. 提升系统
7. 排水系统
8. 供电系统
9. 支护系统

（二）地面生产系统

1. 运输系统

2. 洗选系统
3. 机械制造与维修系统
4. 动力供应系统

(三) 辅助系统

1. 行政管理系统
2. 销售供应系统
3. 安全及教育系统
4. 环境保护系统

总之矿业系统是个多工种、多环节的综合性系统。而且尚有许多子系统仍可进一步的划分为更次一级的子系统，而且各系统之间相互联系比较密切，特别是井下生产系统中，各子系统之间相互影响，相互依赖形成一个关联密切的有机整体。

另外，影响矿业系统的因素相当繁杂。例如地形地貌对矿井工业广场位置的合理选择的影响；煤层赋存条件对开采工艺和开拓方式的影响；瓦斯等级对矿井通风的影响等等。

这就要求在进行预测与决策时，必须深入分析系统结构及特性，抓住主要矛盾加以解决。同时还要照顾系统的全面性与综合性。

二 矿业系统的风险性

矿业系统有别与其它系统的主要特性之一就是风险性相对较大，这是由生产环境特殊而造成的。煤炭开采场所在地下，加之复杂的地质构造、水、火、瓦斯、矿尘、以及顶板灾害等因素的影响，要实现安全生产及高效益就必须在合理开采的同时，与自然灾害作斗争。换句话说，造成矿业系统

风险性较大的主要因素是地质赋存条件的随机性和矿业系统本身的复杂性。

然而，矿业系统与其它系统一样。同样具有规律性，随着科学技术的不断进步，矿业系统的可靠性正在日益提高。可以预见，未来的矿业系统将朝着更安全、可靠、高效的方向发展。

三 矿业系统的流动性与随机性

对于某一矿区，煤炭储量是有限的，所以矿井的生产服务年限是有限的。一旦煤炭开采完毕就必须开发新矿区。从这个意义上讲，矿业系统具有流动性，但这种流动性只对全局性的预测与决策（战略决策）有影响，而对具体的矿井生产系统影响甚微。

对于某一特定的生产系统而言，地下采、掘地点，巷道与采场地压，运输线路等均是随着矿井生产在不断地变更位置或状态。把这种性质称为流动性，亦是矿业系统区别与其它系统的特性之一。

此外，随机性则是矿业系统的又一特性，诸如，地质赋存条件的随机性；机械设备状态（完好运行或故障）的随机性；系统状态的随机性等等。

由于流动性和随机性的存在，给预测与决策工作提出了许多新要求。例如，动态预测与决策等。

四 矿业系统的可控性

同其它系统一样，矿业系统也具有可控性。虽然系统复杂，影响因素多，环境特殊，但仍然是可控系统。例如，对

于顶板、水、火、瓦斯等灾害，目前均有控制措施和解决途径。生产实践表明，只要遵守有关《规程》、《规范》及相应的技术政策，安全生产是有保证的，经济效益也将逐步改善和提高。

第二节 矿业系统预测

预测是根据过去和现在已知的系统状态，利用一定的方法或技术对尚未发生，或尚未出现，以及目前尚不明确的系统的未来状态或结果以及复杂的中间过程等，进行研究、模拟和预先的估计、推测或推断。

预测对象是系统的未来状态或结果，而未来状态或结果往往与过去状态，尤其是现在状态具有密切相关性。而这种内在的联系，由于复杂的、偶然的多种因素影响常表现出杂乱无章且似乎没有规律的外部显现特征，并时常伴有极大的偶然性和随机性。但是，实际上是“在表面上是偶然性起作用的地方，这种偶然性始终是受内部的隐蔽着的规律支配的，而问题只是在于发现这些规律。”

在矿业系统中，需要进行预测的方面及参数很多，例如顶板的来压强度、来压时间、来压步距；支护阻力的估计；围岩变形量的预计；安全生产状况的推断；煤炭产量及经济效益的预测等等。

一 预测目的

预测的主要目的是为合理的决策提供依据，从而使决策不犯或少犯错误以取得良好的效果。同时也可以起到检验或

修改原决策的作用。即当预测结果对系统状态发展有利时，就可以通过改进决策充分利用或扩大这个有利的未来结果；而当预测结果对未来发展不利时，则可通过修正原决策，尽量减少或避免将带来的危害。

另外，预测还可以为方案比较提供信息。例如，某矿区为了达到扩大生产能力的目的，既可以采取对现有设备进行改造的方案；也可以采取添置新生产设备的方案，两方案在投资，见效时间，经济效益等诸多方面均有差异，只有通过预测才能了解两方案的未来结果。通过比较后便可选择其中综合效果好的方案作为执行方案。

总之，预测可以提供未来的信息，为当前决策的制定和过去决策的检验，修正和评价提供科学依据。例如，对某一现有支护系统的支护阻力的预测，既可以为未来更好的管理提供信息；也可以对当前支护状态进行评价，乃至对原有支护系统的改进等。

随着科学技术的进步，预测技术也逐步得以完善和发展，其内涵也不断丰富。预测的准确度和精度都达到了较高水平，使预测工作的作用越来越变得不容忽视。

在人类社会的各个领域都有测预问题。近年来发展最快，最引人注目的是经济预测。在矿业系统中的应用尚较少，而且起步也较晚。然而，矿业系统中有许多问题可以用预测技术加以解决，可以预见，矿业系统预测工作也将迅速得以发展。

二 预测原则

因为规律是系统内部参数之间的内在的必然联系。这种

联系不断重复出现，在一定条件下经常起作用，并且决定着系统状态必然向着某种趋势发展。规律是客观存在的，是不以人们的意志为转移的，但人们能够通过实践认识它，利用它。为此，利用系统的规律性对其发展前景进行预测是可行的，并可能取得良好的效果。所以，认识系统的发展变化规律，利用规律的必然性，是进行科学预测应遵循的总原则。

1. 惯性原则

任何一个系统的发展都与其过去的行为或状态有联系。而且，不仅影响到现时，还会对未来有所影响。这表明任何系统的发展均带有一定的延续性，一般称这一特性为“惯性”。

惯性越大，表示过去对未来的影响越大，从而，研究过去所得到的信息对研究未来有所帮助；惯性越小，则表示过去对未来的影响就越小。这种利用“惯性”进行预测的原则就称之为“惯性原则”。

对于不同的系统，惯性是不一样的，就是同一系统在不同地方或不同时期，惯性的大小也有差异。

影响系统惯性大小的因素有系统的规模、范围和系统的“年龄”。一般来说，系统规模越大，涉及范围越广，则惯性就相对越大，反之则较小；而系统“年龄”越轻，其内在的结构，以及与外部的联系就越难达到稳定程度，而不稳定的系统自然也就难以表现出惯性，当系统“年龄”较大时，则惯性增加。

利用惯性进行预测是有条件的，一般是以系统的稳定性为前提。也就是说，只有当系统稳定时，系统内部的内在联系及基本特征才有可能延续下去。但是，绝对稳定的系统是

不存在的。一般只要系统处于相对稳定状态或相对稳定阶段，就可以应用惯性原则进行预测。

2. 类推原则

许多系统在发展变化上常有类似的地方。利用某系统与其它系统的发展变化在时间顺序上的不同，但在表现形式上却具有相似之处的特点，可以把已发展系统的表现过程类推到后发展的系统上去，从而实现预测。这种原则就称之为“类推原则”。

利用类推原则进行预测的首要条件是两系统之间的发展变化具有类似性，否则就不能进行类推。

应该指出，当用局部去类推整体时，要注意这个局部的特征能否反映整体特性，是否具有代表性，否则将出现大的错误。

3. 相关原则

任何系统的发展都不是孤立的，都是在与其它系统的发展变化相互联系、相互影响的过程中确定其轨迹的。这种发展变化过程中的相互联系就是相关性。利用系统相关性实现预测就称之为“相关原则”。

因果关系是相关性最重要的、应用最广的表现形式。它的特点是原因在前，结果在后，并且原因和结果之间常常具有类似函数关系的密切联系。这就是模型预测方法的基础，尤其适用于定量预测方法。

利用相关原则进行预测时，要对系统之间的相关性进行检验（有时是对系统内各因素间的相关性进行检验）。当相关性太小时，难以建立有价值的预测模型。

4. 概率推断原则

由于各种因素的干扰，常使系统的未来状态呈现随机变化的特性。系统的随机性给预测工作带来很大的困难。概率推断原则是解决这一问题的有效方法。所谓概率推断原则，就是当推断预测结果能以较大概率出现时，就认为预测结果是成立的、可用的。

在实际应用中，概率大都伴随预测同时给出。如定量预测中的置信区间和置信度等。

三 预测分类

在人类活动各个领域都有预测问题，矿业系统也不例外，在矿业系统中主要可分为经济预测和技术预测两大类。根据预测范围的大小还可分为宏观预测（如煤炭发展规划等）和微观预测（如某生产指标的预测）。此外，根据预测目标、方式及目的上的差别还可详细分成如下所述的类别。

1. 按预测结果

从对预测结果的要求上，可以分为三类。

（1）定性预测

主要是研究系统或系统中各参数在未来的表现性质，如系统的总体趋势以及各种可能性；当前决策是否能达到预期目标等等。

（2）定量预测

是在历史数据与统计资料的基础上，运用数学或其它分析技术，建立可以表现数量关系的模型，并利用它们之间的函数关系对系统的未来（有时是系统内部的某些参数）可能表现的数量值进行预测。

（3）定时预测