

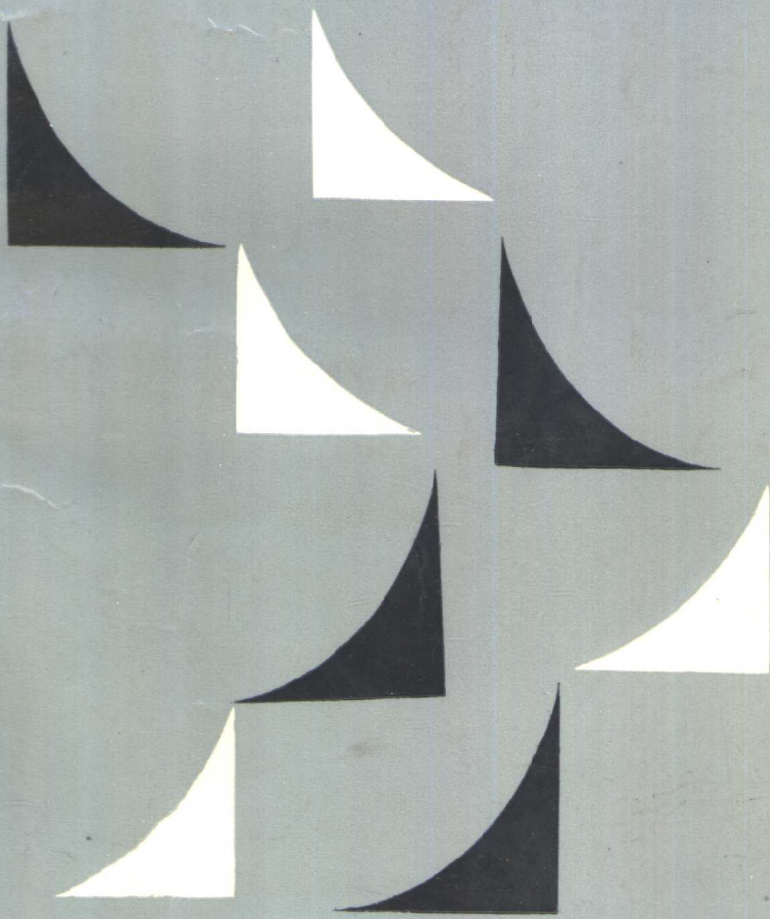


灰色系统理论

在地学中的应用研究

赵云胜 龙 昱 著
赵钦球 罗中杰

华中理工大学出版社



P61-05 72.05

灰色系统理论 在地学中的应用研究

赵云胜 龙 昱 著
赵钦球 罗中杰

华中理工大学出版社

90年11月17日

(鄂)新登字第 10 号

图书在版编目(CIP)数据

灰色系统理论在地学中的应用研究/赵云胜等著
武汉:华中理工大学出版社,1997年9月

ISBN 7-5609-1607-4

I. 灰…

II. ①赵…②龙…③赵…④罗…

III. 灰色系统理论-地学-探矿巷道通风-安全工程

IV. P5.55

灰色系统理论
在地学中的应用研究

赵云胜 龙 昱 著
赵钦球 罗中杰

责任编辑:沈旭日

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山 邮编:430074)

新华书店湖北发行所经销

武汉市汉桥印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:8 字数:198 000

1997年9月第1版 1997年9月第1次印刷

印数:1-1 500

ISBN 7-5609-1607-4/P·5

定价:10.00 元

内 容 提 要

本书主要论述了“灰色系统理论在探矿巷道通风和安全工程中的应用”和“内生金属隐伏矿预测的灰色系统方法”两个方面的内容。前者包括系统安全的灰关联分析、探矿巷道通风空间参数的灰色建模与预测和系统设计的灰色决策、事故伤亡率的灰预测和系统安全的灰色控制；后者包括褶皱构造异常特征及断层内部结构与矿床空间关系研究、控矿构造及岩体分类研究中的灰色系统方法、矿田围岩蚀变与矿化特征的 GM 模型分析、预测标志优化与靶区筛选研究。此外，本书还探讨了灰色系统理论在物化探方面的应用及理论方法。对不同领域的有关问题建立了类似的灰色模型，是作者进行的一次跨学科合作的有益尝试。

本书适合于地质、安全等领域的教学、科研及生产人员阅读，亦可供灰色理论的爱好者与研究者参考。

前 言

我国著名学者邓聚龙教授于 1982 年创立了灰色系统理论。十余年来,灰色系统理论已逐渐形成一门横断面大、渗透力强的新兴研究领域,并广泛应用于工业、农业、军事、医学、经济等众多领域,产生了显著的社会与经济效益。为了将新兴的灰色系统理论引入地学,促进地学研究从定性到定量发展,80 年代中期,我们开始探讨灰色系统理论在地学中的应用问题,并于 1988 年得到“地质行业科技发展基金”的资助。本书即为基金资助项目“灰色系统理论在地学中的应用”的部分研究成果。

本书主要包括两个专题的内容:专题 I “灰色系统理论在探矿巷道通风和安全工程中的应用”和专题 II “内生金属隐伏矿预测的灰色系统方法”。前者论述了系统安全的灰色关联分析、探矿巷道通风空间参数的灰色建模与预测、事故伤亡率的灰色预测、通风系统设计的灰色决策、系统安全的灰色控制等内容;后者包括褶皱构造异常特征及断层内部结构与矿床空间关系的研究、控矿构造及岩体分类研究中的灰色系统方法、矿田围岩蚀变与矿化特征的 GM 模型分析、预测标志优化与靶区筛选研究等内容。此外,本书还涉及灰色系统理论在物化探方面的应用,并对灰色系统理论和方法本身的问题进行了探讨。

一个问题的解决或一项工程的完成往往要经历分析、建模、预测、决策、控制这样一个过程。针对此过程,灰色系统理论提出了因素相互影响分析的关联度分析法、建立微分方程模型的灰色建模法、基于 GM(1,1)模型的灰色预测法、从对付某个事件的各对策中挑选一个效果最好的对策所用的灰色决策法及以系统行为预测为基础的灰色提前控制法等。尽管本书几位作者的研究领域不同,

然而,应用上述基本方法,都建立了类似的灰色模型,解决了本研究领域的实际问题。这是一次基于灰色系统理论的跨学科合作的有益尝试。

本书是集体研究的结果。专题Ⅰ由赵云胜、龙昱负责,专题Ⅱ由龙昱、赵云胜负责,主要研究人员还有赵钦球、罗中杰等。赵云胜负责全书的统编工作。

在本书就要付梓之际,我们要特别感谢邓聚龙教授和刘潜教授的关心与指导,同时要感谢汤凤林教授、张国屏教授、魏伴云教授以及作者的同事们支持与帮助,我们还忘不了华中理工大学出版社的大力支持和有关编辑的细致工作。

学术研究从无止境,我们的工作仍然肤浅。灰色系统理论创造了一种整体综合的美,统一和谐的美。我们愿继续努力,去领略灰色理论创造的美妙学术境界:

西塞山前白鹭飞,
桃花流水鳜鱼肥。
青斗笠,绿蓑衣,
斜风细雨不须归。

作者

1997年3月于武汉

目 录

专题 I 灰色系统理论在探矿巷道通风 和安全工程中的应用

第一章 安全科学与灰色系统理论	(3)
第一节 安全科学概述	(3)
第二节 灰色系统理论概述	(18)
第三节 人一机—环境系统的灰色特性	(26)
第二章 系统安全的灰色关联分析	(29)
第一节 大气环境质量的灰色关联评价	(29)
第二节 月均千人负伤率的影响因素分析	(33)
第三节 小结	(35)
第三章 通风参数计算的灰色建模	(37)
第一节 灰色模型群建模法	(37)
第二节 漏风计算的灰色建模	(43)
第三节 风阻计算的灰色建模	(48)
第四节 通风参数计算的灰色预测	(53)
第五节 小结	(53)
第四章 事故伤亡率的灰色预测	(55)
第一节 灰色预测过程	(56)
第二节 事故伤亡率的灰色预测	(58)
第三节 小结	(64)
第五章 勘探巷道通风系统设计的灰色决策	(65)
第一节 最优局势决策的基本方法	(65)
第二节 局部通风设计决策模型的建立	(67)

第三节	风机特性曲线方程	(70)
第四节	最优局势决策过程与结果	(72)
第六章	系统安全的灰色控制	(76)
第一节	经典控制、灰色控制和多级控制	(76)
第二节	系统安全的灰色控制实例	(78)
第三节	事故伤亡率的控制目标	(80)
参考文献		(86)

专题Ⅱ 内生金属隐伏矿预测的灰色系统方法

第七章	灰色系统理论与方法研究	(91)
第一节	灰关联系数分布特征	(91)
第二节	灰关联发展态势的讨论	(103)
第三节	滑动关联方法	(104)
第八章	内生金属隐伏矿的灰特征与预测途径	(113)
第一节	研究目标与研究方法的特性	(113)
第二节	成矿理论与预测标志的特征	(116)
第三节	地质参数的特征	(121)
第四节	隐伏矿预测的途径	(124)
第五节	预测的基本特征与方法	(131)
第九章	褶皱构造异常特征与矿床空间关系	(134)
第一节	研究意义与实例地质背景	(134)
第二节	褶皱空间变化参数的确定与区段划分	(137)
第三节	枢纽参数空间特征的 GM 模型	(142)
第四节	翼部参数空间特征的 GM 模型	(149)
第五节	参数的关联特征分析	(154)
第六节	小结	(158)
第十章	断层(裂)内部结构与矿床空间关系	(161)
第一节	研究意义与实例地质背景	(161)

第二节	控矿断裂构造 GM 模型	(163)
第三节	控矿断裂构造 GM 模型分析	(173)
第四节	小结	(178)
第十一章	灰色系统理论在控矿构造等方面的应用	(181)
第一节	研究意义与实例地质背景	(181)
第二节	控矿构造的研究	(182)
第三节	矿化因素与成矿远景区分析	(187)
第四节	侵入岩分类研究	(189)
第五节	断裂空间延伸距离的灰预测	(191)
第六节	灰色系统在断裂判别等方面的应用原理	(194)
第七节	小结	(195)
第十二章	矿田围岩蚀变与矿化特征的灰分析	(197)
第一节	概述	(197)
第二节	蚀变、矿化结构 GM 模型的建立	(198)
第三节	蚀变—矿化 GM 模型分析	(203)
第四节	小结	(207)
第十三章	预测标志优化与靶区筛选	(210)
第一节	研究意义与实例地质背景	(210)
第二节	典型矿床外围矿化标志的分析	(212)
第三节	不同矿化标志关系的分析	(215)
第四节	靶区筛选与隐伏矿预测	(218)
第五节	小结	(225)
第十四章	灰色系统理论在物化探方面的应用	(227)
第一节	物探方面的应用	(227)
第二节	化探方面的应用	(236)
参考文献		(246)

专 题 I

灰色系统理论在探矿巷道通风 和安全生产中的应用

第一章 安全科学与灰色系统理论

第一节 安全科学概述

一、技术文明与技术灾害

新技术的不断开发应用,有力地推动着人类社会的进步,使社会的生产和生活方式发生了巨大变化,技术文明在一定程度上决定了社会的政治、经济、文化、生活及家庭结构。然而,人类在享受着技术文明的同时,也承担着技术事故的风险。每一次新技术的开发应用莫不如此。

远在旧石器时代,人类就发现了火,随后,又学会击石和钻木取火。据考证,北京周口店的北京猿人在 50 万年以前就使用火了。火,使生食变为熟食;火,可用于原始洞穴的照明,帮助原始人驱赶寒冷,抵御野兽的袭击;火,成为人类进化的有力杠杆,是原始文明的重要象征。在华盛顿一座大型建筑的前面刻着这样一句话:“火:一切发现中的最伟大的发现。”然而,有火,就有火灾的危险。原始森林的大火,迫使原始人流离失所;原始洞穴的火灾,洗劫了人类祖先的家园。

距今约七千年前,人类社会的第一次浪潮——农业文明开始兴起,并一直持续到 18 世纪中叶。这一时期,社会的生产方式主要是农业,辅以手工业和家庭作坊,也发展了建筑与航海、采矿与冶炼。社会的能源来自人力、畜力,以及风与水力。以前靠渔猎为生,后为应用原始的农业技术,以耕作土地为生,人类又向前迈进了一步。但无论是用原始农具耕作土地,还是利用可再生能源,均有可

能产生机械伤害。只不过由于生产方式落后,能源利用简单,这种伤害并不严重。

18世纪中叶,蒸汽机的发明,奏响了第二次浪潮的序曲,揭开了工业革命的序幕。大机器生产随之兴起,煤、石油与天然气开始成为社会的主要能源。直到今天,石油依然是工业的“血液”。社会化的大机器生产与新能源的利用,大大提高了劳动生产率,促进了经济的快速发展。但伴随而来的是技术危害的增大。据有关资料介绍,1843年,20万人口的工业革命发源地之一——曼彻斯特,一年内医院就收治了962名被传动带轧伤的工伤者。1803年至1848年的40余年间,美洲水域共有233艘船舶锅炉发生爆炸事故。在石油的开采和炼制过程中,火灾和爆炸的风险是相当大的。而煤的开采与使用,则往往污染空气,破坏气候(增加大气中的二氧化碳),毁坏土地。尤其是煤矿的瓦斯爆炸事故常常是发生频率高、死亡人数多、经济损失大的恶性灾难。1942年,本溪煤矿瓦斯爆炸死亡人数达1600多人。而本世纪上半叶,发生在抚顺煤矿的一次瓦斯爆炸事故,死亡人数竟达3000人之多。

当今世界,新的技术革命正在兴起,第三次浪潮蜂拥而至,各种新技术层出不穷,而新技术也带来新风险。

汽车、火车和飞机等现代化交通工具的更新与发展,改变了人们的时空观念,在政治、经济、文化等各个领域发挥着重要作用,成为社会赖以生存的基础。然而,却存在交通事故的严重风险。汽车、火车有可能颠覆、碰撞,飞机有可能坠毁。

公路交通事故损失是发生频率最高的,总的损失十分惊人。世界卫生组织在1993年世界卫生日之际发表的一份研究报告指出:全世界每年因公路交通事故死亡约70万人,伤1000万至1500万人。美国从1776年至1976年的200年内,因战争死亡的人数约为115.6万人,但自1900年至1976年的76年内,因车祸而死亡的人数竟达210万。人们把车祸称之为“文明瘟疫”,把汽车称之为“文明恶魔”、“到处活动杀人的工具”。

火车事故往往也触目惊心。1988年3月24日,由南京开往杭州的311次旅客列车在匡巷站与迎面由封滨站开来的208次列车正面相撞,死亡28人,重伤15人,轻伤84人。

航空事故发生频率低,但一旦出事,损失惨重。翻开世界航空史,多少空难令人不寒而栗。1977年3月,泛美航空公司和荷兰航空公司的两架波音747飞机在西班牙加那利群岛的特那里夫岛机场相撞,582人遇难,创空难死亡人数之最。1992年11月24日上午,南方航空公司一架波音737型2523号飞机,由广州飞桂林,在阳朔县杨堤乡土岭村后山粉碎性解体,141人遇难。此次空难,没有留下一具完整的尸体,这在世界航空史上也是罕见的。

原子能技术在发电、工业、医疗、军事等众多领域得到广泛应用的同时,也带来了放射性危害。1986年4月26日1时23分,前苏联切尔诺贝利核电站发生爆炸事故,到7月19日,28人死亡,203人患放射病,2万人受到放射危害,损失超过20亿卢布。

现代高科技的发展,使社会发生深刻变革,但也潜伏着各种危害,专家们称之为“高科技综合症”。斯坦福大学是美国电子计算机的科研中心,这里的软件饮誉全球。但许多研究人员性情孤僻、性格乖张,对周围一切事反应冷淡,对一切人则极为冷漠乃至冷酷。据报道,一位叫霍根的“优秀科研人员”,从事软件开发十多年,患了“对面嫌恶症”。他嫌恶与人对话、对视等,惟有坐在电脑前,才充满自信,自由自在。由于缺乏运动,研究人员中,肥胖、驼背的患者不在少数。据美国心理健康资料中心的专项统计结果表明,患“高科技综合症”的“病友”中,有85.6%的人伴有超生理强度的“疲惫体质性疾病”,此中又以心血管系统、消化系统诸症最为突出。

在科学技术高度发达的今天,技术系统的能量越来越高,规模越来越大,结构越来越复杂,当技术空前地造福于人类的时候,危害风险也愈加突出。美国原子能委员会在一份报告中定性地论述了效益和风险的关系(见图1-1)。

综上所述,可以清楚地看到:技术的应用一方面造福于人类,

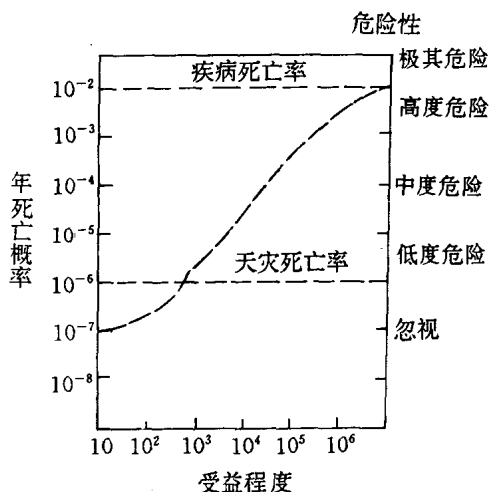


图 1-1 效益与风险的关系

另一方面却产生有害的副作用,有可能危及人类的生存,造成物质财产的损失与环境破坏,并且往往受益越大,风险越高;技术应用的利大于弊,人类社会要前进,必须发展科学技术;人类社会在开发应用新技术的同时,必须最大限度地控制其危害。基于此,安全科学也就应运而生了。

二、安全科学的基本概念

安全科学是本世纪 80 年代才开始兴起的一门新兴学科,至今为止,许多基本术语的使用十分混乱,公认的学科概念与定义尚未形成,自然也就未能形成一个完善、稳定的学科体系。这是因为安全科学仍处于探索和初创的历史阶段。

中国安全科学学术界十分重视从宏观上对安全科学技术进行理性的概括和总结,两次全国劳动保护科学体系学术研讨会即青

岛会议和香山会议,为中国安全科学的发展奠定了重要的理论基础。以刘潜同志为代表的中国学者们,对安全和安全科学的概念、安全研究的基本要素和范畴、安全科学的学科体系等提出了较为新颖的理论,在我国安全科技发展史上写下了重要的一页。

对“安全”一词的含义,单独的解释较少见,在语言工具书中的解释也过于简单。就字义来讲,“安”字多与“危”字相对应,如“转危为安”,可以说是无危则安。“全”字多指完满,无损伤、无残缺等,也可以说是无损则全。将安与全合并起来就构成没有危险、不受威胁、不出事故、没有损害。为了把“安全”提高到一门科学的学科名称高度来认识,首先应该深入研究其科学概念,把握其科学内涵和外延,认识其本质及其运动、变化的规律,只有这样才有可能很好地研究安全科学学科。

在安全科学领域,安全与否是从人的身心需要这个角度提出来的,是针对与人的身心存在状态直接相关的事或物讲的。与人直接相关的事物中包括人自身的躯体和心理,同时包括人所处的外界客观条件两个方面。一方面,安全是指人的机体和心理在外界作用下的健康状况,具体地说,安全是指在外界不利因素的作用下,使人的躯体(简称身)及其机制免受损伤、毒害或威胁;使人的心理(简称心)不感到惊慌、危机或恐惧;并能使人健康、舒适和高效能地进行生产和其他各种活动。另一方面,安全是指实现人的身心处于健康、舒适和高效能活动状态的客观保障条件。将这两个方面进行概括,就得出了安全的科学概念:安全是指人的身心免受外界不利因素影响的存在状态及其保障条件。

从系统论的观点来看,人只是人一机一环境系统中的一个元素,只有系统不出现异常状况,功能不遭到破坏,人的身心安全才有保障。除了实现人的身心安全之外,还要保障系统的整体功能不遭到破坏。因而,上述着眼于人的安全概念,有必要加以延伸和扩展,“身心安全”应发展为“系统安全”。在现代高风险的技术环境中,应对事故进行系统全面的考察。当系统元素在内部或外部的不

利因素影响下,功能受到损害,乃至中断或丧失,导致系统的整体功能受到损害,及至中断或丧失,这就是发生了事故。因此,安全的概念应表述为:安全指的是人一机—环境系统免除各种不利因素危害的存在状态及其保障条件。

综上所述,安全科学领域的“安全”至少应包括下述含义:

排除事故性人身伤害和职业病,并排除心理上的恐慌、危机、恐惧等,进而能舒适、愉快、高效能地从事生产及其他活动;

实现人的身心健康、舒适和高效能活动状态的保障条件,从系统论的观点来看,这个保障条件无疑包括三个方面,一是人本身的活动适宜性,二是“机”的宜人化,三是“环境”的宜人化;

安全不仅包括人的身心安全,也包括“机”与“环境”的安全,即环境不要产生污染和破坏,“机”应排除故障和失效,财产不要损失,总之,人一机—环境系统的整体功能不要受到损害、中断或丧失;

安全既指某个人—机—环境系统的元素或系统功能不受外界危害的保障条件,也包括排除元素或系统内部的不利因素的影响;

安全是没有时空限制的,适用于生产、生活、交通等人类活动的各个领域。

正如难以给科学下一个确切的定义一样,同样难以给安全科学下一个没有争议的定义。但如果从安全科学的研究对象、目的和特点来考察,可以下这样一个定义:

安全科学是研究技术应用导致的安全与危险这对矛盾的运动规律,以采取对策将技术危害控制在允许限度内,达到保护人员身心健康和安全、避免物质财产损失和保护环境的目标的跨学科综合性交叉科学。

这个定义明确了三个方面的含义:一是安全科学的研究对象,二是安全科学的目的和作用,三是安全科学的特点。

毛泽东同志指出:“科学研究的区分,就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。因此,对某一现象的领域所特有的某一种矛盾