

929829
● 国家自然科学基金资助项目 ●

信息时代岩土力学与 采矿计算初步

于学馥 著



科学出版社

• 国家自然科学基金资助项目 •

信息时代岩土力学与 采矿计算初步

于学馥 著

科学出版社

1991

内 容 简 介

本书在信息时代新思维方式的基础上,变革了传统岩土力学与采矿计算忽视工程因素和大量界限不分明中间状态的计算方式,阐述了开挖具有加载途径性,即前次开挖对以后各次开挖都产生影响的特点,并根据岩土和采矿工程是个不完善的系统分析计算与决策过程,以系统、反馈、不确定、全方位等新思维方式,从工程过程力学效应系统动态分析的角度,把工程/施工因素对岩土工程稳定的影响,提高到进行定量分析的程度。

本书可作为从事地下工程和采矿研究,以及从事土木、水利水电、铁道、公路、核电站、军事、人防、地下储存洞室、矿山、城市地铁和地下空间、海港建设的岩土工程设计、施工人员以及有关院校教师、研究生、大学生的读物。

· 国家自然科学基金资助项目 ·

信息时代岩土力学与采矿计算初步

于学馥 著

责任编辑 杨 岭

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年5月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1991年5月第一次印刷 印张: 9

印数: 半1—500 插页: 精 2

精1—350 字数: 233 000

ISBN 7-03-002140-1/O·401(平)

ISBN 7-03-002155-X/O·403(精)

平 装: 10.90元

定价: 布脊精装: 13.50元

前 言

从静力学考虑,影响岩土工程,特别是采矿工程变形、破坏和稳定的因素有两个,即材料因素和工程/施工因素。

传统力学只考虑材料因素,通过实验建立模型和方程式,其重点是处理本构关系和在特定条件下求解。这除了要求有较高的数学修养外,所能解决的现实问题是很有限制的。

计算机的出现带来了力学方法的变革与力学本身的发展。即便这样,我们仍不能很好地解决岩土工程,特别是采矿工程中的实际问题。这是因为,地质条件不同,岩石和土的模式不同,关键的岩石力学和土力学的模式都不完善,没有被公认的东西可以参考。所以至今,工程设计仍旧沿袭工程类比而不是依靠工程计算。究其原因,不仅仅是材料影响因素的计算方法不完善,更主要的是没有考虑工程/施工因素的影响与相应的计算问题。

所谓工程/施工因素是指在工程/施工过程中,相同的或不相同的“材料和工程结构”,对不同的工程/施工方案将产生不同影响的因素。

岩土力学与采矿计算不同于地面建筑和机械结构计算,主要区别在于地层(原岩体)本身存在着地应力。地应力是引起岩土和采矿工程结构变形/破坏的根本作用力。它的产生与发展又因地/时而异。采矿工程对地表与地下岩土的开挖不是一次完成的,而是分次完成的。所以,其开挖过程是一个多步骤的,每次开挖都对以后各次开挖产生影响的复杂过程。因此,岩土与采矿工程结构在施工过程中始终处于加载/卸载(弹性/塑性)的复杂变化状态。由于开挖具有加载途径性,所以施工过程不同,开挖顺序不同,支护/充填步骤不同,都有各自不同的应力/变形历史过程和最终不同的力学效应。这就是为什么在解决岩土与采矿工程实际问题中

不能不考虑工程/施工因素的影响及其计算的主要原因。这也就是信息时代岩土力学与采矿计算所要研究的课题之一。

信息时代岩土力学与采矿计算的思想方法与传统的方法有本质的区别。

传统岩土力学与采矿计算是将工程看成一个封闭系统,片面地强调某些因素的影响而忽略另一些因素的影响,用理想化的模型来反映复杂的施工/开挖过程。信息时代岩土力学与采矿计算是将工程看成一个开放系统,即耗散结构的开放系统,其观察和处理实际问题的方式是基于统计决定论,遵循统计规律,要求全方位看待问题。信息时代提出的系统思维、不确定思维、反馈思维、全方位思维是信息时代岩土力学与采矿计算中解决实际工程问题的主要思维方式。

采矿过程是个不完善的系统分析和计算问题,也是个决策过程。岩土与采矿工程系统中存在着大量的不确定性因素。大量的地质、岩土性质、工程/施工、计算以及其他信息主要是不确定性的。所以单纯从必然现象认识采矿规律和进行采矿工程计算是很难正确反映实际工程问题的。因此,将大量的不确定的信息进行反馈处理,逐渐完善原始设想和计算模型,逐步逼近实际情况是十分必要的。

正确的工程计算离不开人的工作经验。人的大脑工作可靠性是解决生产实际问题的基础。计算的目的在于提高大脑工作可靠性的精确度。因此,在决策过程中需要建立一种语言分析方法和数学力学模型,一方面吸取来自工作经验的人脑思维中的灵感,一方面弥补人脑思维精度的不足和某些失误,这样便能够更正确地描述现实工程中的定量关系。这就要求在岩土力学与采矿计算中,变革传统方式,利用新的知识和人的某些优势,以解决实际工程问题。

作者在本书中提出来的理论与某些观点有其发展过程。

青年时代,作者先后在四个矿山井下采矿工作中发现,对于一个矿山而言,材料因素对工程稳定的影响,只是原始环境的条件问

题,而千变万化的工程因素,即工程过程中的工艺施工变化及其措施的影响,则是各矿山在生产中必须研究与解决的重大问题。因为,改变工程工艺和施工方法可以使不稳定的岩土空间(采场、巷道、隧洞)变为稳定的;相反,也可使稳定的空间变为不稳定。所以矿山压力及其控制是采矿生产中的关键问题。所谓采矿原理也主要是指矿山压力及其控制的理论与方法。遗憾的是,采矿的工程因素计算当时未受到应有重视。

1948年,作者从矿山转入高校工作,首先想到工程因素计算问题,为此开设了矿山压力和矿山支护课程。但当时的教学内容和水平,仅限于材料力学方法和梁的理论范畴。

50年代学习苏联,出现了岩石力学课程。当时的教学内容与范围,也主要是经验为主,以土力学、材料力学、结构力学为基础理论,以太沙基、普氏理论为代表的地压理论和计算方法。这些理论与计算方法都无法解决工程因素的计算问题。对材料因素的影响,也只限于土力学中几个参数的考虑,涉及不到材料(岩土)基本力学性质的本质问题。

50年代末,在三峡工程大断面地下工程设计中,根据太沙基、普氏理论的设计,采用钢筋混凝土,衬砌厚度在2m以上,洩水洞设计为直壁矩形,这显然都不够合理。为此,作者提出了“轴变论”理论,建议采用改变轴比以改善地下空间应力分布状态、设计断面形状和支护厚度,得到了国内和苏联专家的重视与支持,修改了设计。但这只是从材料因素出发提出来的建议。

60年代初,作者的5名研究生运用相似材料和光弹实验方法对工程因素进行了研究。实践证明,这些工作距离解决实际问题太远。

早在30年代初期,苏联萨文和金尼克等人对运用连续介质理论解决矿山压力问题作出了贡献。50年代初鲁宾涅特在此基础上又有很大发展。但是学派成见以及自身的不足,使得它的发展受到了阻碍。1962年国际岩石力学学会成立后,又出现了另一种情况:有人片面强调奥地利学派“强调节理裂隙”的作用,“反对简单

地运用连续介质力学来研究岩石力学性质”。这样，一方面使对材料因素的研究更多地集中在节理裂隙的研究，另一方面使习惯于传统力学工作方法的研究者停留在从材料(岩石)试验中建立模型和方程式、在特定条件下求解的水平上。当时全国许多研究生在应用连续介质理论研究岩石工程稳定问题，也停留在先建立本构关系，然后在没有工程实践与工程素质训练的条件下，进行算例计算。这被生产工作者视为“纸上谈兵”，没有工程意义。

工程因素计算之所以迟迟不能提到日程上来，主要原因是传统计算工具不能满足计算需要。计算机的出现，奠定了解决问题的基础。1978年，当国家恢复研究生制度之际，作者首先在数学、力学、采矿三个不同的专业中招收了4名研究生，从事这项研究工作。作者最初得到刘怀恒教授等人的帮助，在1980年即取得了开拓性的进展。嗣后作者连续9年，先后指导博士、硕士研究生15人参加本项研究工作。1985年，又以“采矿理论研究方法及其应用”课题，获得国家自然科学基金的资助。本书第一到第八章是该资助项目科研报告的主要内容。第九和第十章，是作者考虑到内容的完整性增加的。

本书的计算部分承蒙刘怀恒、何唐镛二位教授的指导和协助，特此致谢。作者先后指导的19名博士和硕士研究生对本书学术观点及其理论的形成作出了贡献。他们中的一些人还参加了本书部分章节的编写工作：井兰如——第二章，唐学军——第二、三、四章，汪家林——第五、六章，吴玉忠——第七章，蔡美峰——第九章。此外，在金川采矿生产技术上还得到了张卫焜、金铭良、蔡士鹏、顾贵先、樊润生、李建功等高级工程师的指导，作者在此表示感谢。

于学敏

1989.8.23 于北京科技大学

目 录

前 言

第一章 采矿规律认识与理论发展的新途径	1
§ 1-1 引言	1
§ 1-2 工业从低级到高级发展的基本科学规律	1
§ 1-3 人的大脑的可靠性是解决生产问题的基础	2
§ 1-4 采矿理论与规律认识方法的三次重要进展	3
§ 1-5 采矿规律认识与理论发展的新途径	5
§ 1-6 信息时代新思维方式是采矿规律新认识与理论发展新途径 的基础和依据	7
第二章 采矿工艺过程力学效应计算基本方法	13
§ 2-1 引言	13
§ 2-2 采矿计算中两种计算模型的分析	15
§ 2-3 回采过程的模拟方法	24
§ 2-4 在采矿过程中引入介质的力学效应计算实例	25
第三章 下向高进路胶结充填法回采过程理论分析	51
§ 3-1 引言	51
§ 3-2 下向高进路回采胶结充填法	52
§ 3-3 计算方案与计算模型的设计	58
§ 3-4 横向采动对回采进路稳定性的影响	60
§ 3-5 纵向采动对回采进路稳定性的影响	69
§ 3-6 充填体和混凝土假顶在回采过程中的稳定性	72
§ 3-7 盘区矿岩在回采过程中的稳定性	79
§ 3-8 结论与建议	85
第四章 下向高进路胶结充填法回采顺序优化理论研究	87
§ 4-1 引言	87
§ 4-2 八种采矿技术方案的介绍	88
§ 4-3 各比较方案的模拟结果分析	93
§ 4-4 各方案采场稳定性的对比关系	114

§ 4-5	选择合理的采充顺序	130
§ 4-6	规律性的结论	138
第五章	下向进路胶结充填法连续回采过程理论分析	140
§ 5-1	引言	140
§ 5-2	原始条件及力学参数	141
§ 5-3	采矿方法简介及计算模型的选取	144
§ 5-4	同一分层连续回采对中间进路稳定性的影响	147
§ 5-5	回采进路的稳定性分析	152
§ 5-6	矿岩顶板及矿岩侧壁的稳定性分析	154
§ 5-7	充填体的受力分析	159
§ 5-8	结论及对生产的建议	164
第六章	上向进路胶结充填法瑞典方案回采过程理论分析	168
§ 6-1	引言	168
§ 6-2	第一分层回采过程中的稳定性分析	171
§ 6-3	第二分层及其以上各分层回采过程中的稳定性分析	175
§ 6-4	底板侧壁和充填体受上部采动的影响关系	181
§ 6-5	不同充填材料的作用及充填料的选择	185
§ 6-6	结论及对生产的建议	190
第七章	金川采用 VCR 法可行性的理论分析	193
§ 7-1	引言	193
§ 7-2	地质条件及试验采场	193
§ 7-3	力学参数计算模型及方案	196
§ 7-4	开挖的力学效应	199
§ 7-5	单采场回采过程中的稳定性分析	203
§ 7-6	在充填体中开采过程的稳定性分析	207
§ 7-7	VCR 法在金川使用的前景	211
第八章	采矿理论与充填机理的新认识	212
§ 8-1	引言	212
§ 8-2	开挖过程应力平衡充填原理	213
§ 8-3	下向高进路胶结充填采矿稳定原理问题	215
§ 8-4	下向进路连续回采胶结充填采矿稳定原理问题	219
§ 8-5	上向进路胶结充填采矿稳定原理问题	221

第九章 金川巷道支护中的理论与实践	224
§ 9-1 引言	224
§ 9-2 金川不良岩层巷道采用传统支护的问题	225
§ 9-3 金川不良岩层巷道支护方法选择	225
§ 9-4 通过监测获得的力学信息	228
§ 9-5 通过计算获得的力学信息及其控制	230
§ 9-6 金川巷道维护与计算的基本力学问题	236
§ 9-7 金川支护计算方法与地压来源的关系	238
§ 9-8 信息设计施工方法	239
第十章 地应力	244
§ 10-1 引言	244
§ 10-2 地应力的工程分类	245
§ 10-3 地壳浅层地应力的变化规律	247
§ 10-4 地应力的影响因素	254
§ 10-5 我国构造应力场分布与岩土工程稳定问题	261
§ 10-6 与地震有关的断裂问题	266
参考文献	275

第一章 采矿规律认识与理论发展的新途径

§ 1-1 引 言

信息时代的到来,带来了思维方式的变革,人们以系统思维、反馈思维、不确定思维和全方位思维等方式取代了传统的思维方式。思想观点、思维方式和行为方式构成了相互转化的三维互补格局。本章根据信息时代思维方式和变革的认识方法,建立了“采矿规律新认识和理论发展的新途径”。

科学中有句名言:一种科学只有在成功地应用数学时,才算达到了真正完善的地步。但是长期以来,采矿规律的认识和生产问题的解决主要依赖于经验和工程类比的方法,缺乏科学的理论作指导。这是造成当今采矿生产落后,阻碍采矿工业发展的根本原因。

为了促进采矿科学的进步和采矿工业的发展,本书根据信息时代科技进展,提出了采矿规律认识及理论发展的新途径。这是作者根据信息时代思维方式和变革的认识方法,经过多年不断的生产实践和理论研究提出来的。它已被实践所证实,并开始应用于生产之中。

§ 1-2 工业从低级到高级发展的基本科学规律

本世纪 30 年代以前,由于航空领域的数学力学水平低于生产水平,航空工业发展缓慢。30 年代之后,数学力学水平满足了航空工业的要求,航空工业出现了飞跃发展的局面:从螺旋桨进入喷气式,又进到火箭和航天。这个事例说明,工业从低级发展到更高级与其应用的数学力学水平密切相关。建筑工作者都知道,

• • •

当建筑结构尚未达到像今天的计算水平时,只能建造一般的房屋.没有现有的数学力学水平,要建造像今天这样的高楼大厦和特殊结构的建筑物是不可能的.所以,建筑业的发展也是随着数学力学水平的提高而出现的.

同样,当前采矿领域中数学力学水平跟不上采矿工业的发展.至今采矿计算提不出被人们所公认和信服的定量关系,以进行采矿决策.这是因为采矿地质条件复杂,采矿工艺和施工方法复杂,现有的数学力学方法在解决采矿生产问题中还不够完善.因此,提高当前应用数学力学的能力以满足采矿生产需要,使采矿工业像航空工业发展那样,出现一个飞跃发展局面是十分现实的.

§ 1-3 人的大脑的可靠性是解决生产问题的基础

经验是认识采矿规律的基础.经验不仅是现在采矿生产的依据,也是自古以来采矿生产的依据.湖北省铜绿山古矿冶遗址说明了这个问题.该矿区采矿始于纪元前一千余年的西周,经春秋、战国时期到西汉,使用的工具是从石器,经铜器到铁器三个时代.矿井中的提升、运输、通风、排水、采矿等形迹随着时代进步的变化,保存得完整和清晰,特别是支护结构的变化,逐步发展并符合力学原理,其中某些木支护结构和接头至今仍为许多矿山广泛采用.

为什么说经验是认识采矿规律的基础.信息时代科学告诉我们,人的大脑的工作可靠性是很高的,人们在复杂的事物中常常会凭借某些现象和粗略不精确的信息,就可以作出可靠的判断.当然,由于人的大脑缺乏精度而在判断中往往也会出现一定的盲目性.但是,人们也必须认识到,大脑的工作可靠性是工程判断的基础,没有对工作对象的足够认识,也就没有大脑的可靠的判断.计算是对大脑工作可靠性的补充.

从现代科学来看,采矿过程是一个不完善的系统分析与计算

问题,也是一个决策过程。在这个过程中,需要建立一种语言分析方法和数学、力学模式,吸收人的思维方法中的某些优点,以弥补经典数学、力学在描述采矿工程过程和结构稳定问题中的不足之处,从而使它们之间相互联系,相互补充,以便能更正确地描述现实工程中的数量关系。

§ 1-4 采矿理论与规律认识方法的三次重要进展

采矿的工作对象是岩土,岩土工程的稳定理论问题是力学问题。因此,采矿理论和规律认识方法与数学力学是分不开的。三次理论与规律认识方法的发展同样也与数学力学是分不开的。

一、松散体地压理论及其规律认识方法

采矿理论与规律认识方法的第一次进展是松散体地压理论与认识方法的出现。

松散体地压理论是以经验为基础,以材料力学和结构力学为方法的认识方法。可以作为代表的有太沙基(Terzahi, K.)、普罗托吉雅柯诺夫(Прото́дьконов, М. М.)等的理论。这种理论的特点是搬用了地面结构概念来处理地下结构稳定问题,并认为所有巷道都有塌落拱,塌落拱内的岩体重量就是支护结构上的载荷。于是,确定支护结构上的载荷大小和分布方式变成了设计矿山支护的前提条件和研究的重要课题。

这种采矿理论在概念上存在着以下问题:

围岩与支护之间不完全是载荷与结构的关系问题,很多围岩本身就是围岩与支护共同作用的承载结构体。围岩发生变形,支护提供抗力,这种抗力是围岩稳定的一个边界条件。因此,不能认为地层压力都是支护设计的前提和先决条件。此外,支护上的载荷与支护刚度、支护敷设时间以及围岩变形状态都有密切关系。从这个意义上可以看出,上述支护的原理是不切合实际的。

虽然这种理论和方法还存在着一些这样和那样不切实际的概

念,特别,所有巷道都存在塌落拱、把围岩稳定维护问题视为单纯的支护问题、衬砌计算方法不合理等等。但是它在一定的历史时期和一定条件下仍旧起到了一定的作用。

二、传统连续介质理论及其规律认识方法

采矿理论与规律认识方法的第二次进展是传统连续介质理论及其规律认识方法的出现。

把采矿理论与规律认识方法提高到以固体力学为基础,从材料的基本力学性质出发来认识稳定问题,这是一种认识方法上具有原则性的重要发展,并且抓住了采矿计算的本质性问题。遗憾的是,由于在运用中还缺乏和忽视地应力以及开挖的概念而脱离了工程实际。所以至今未能被人信服地用于解决生产问题之中。作者把它称为传统连续介质理论。

早在本世纪 30 年代,苏联萨文(Савин, Р. Н.)就用板的孔附近应力集中的弹性解析解来计算分析采矿围岩应力分布问题。50 年代鲁宾涅特(Руппенейт, К. В.)运用连续介质理论在岩石力学领域中写出了系统的著作。作者在 50 年代末发表的《轴变论》,亦属这类性质论著。

根据现代科学的认识,虽然工程岩体具有这样那样节理裂隙,但运用连续介质理论来分析围岩稳定和解决生产问题是无可怀疑的,并且它是采矿的基础理论。同时必须对它在数学、力学和工作方法三个方面进行变革,引进新的数学和力学方法,使用新的计算工具,只有这样才能进一步扩大它的应用功能,使它具有更大的生命力。

三、引进地应力和地质力学理论深化了对研究对象的认识

采矿理论与规律认识方法的第三次进展是引进了地应力概念和地质力学理论,深化了对工程岩体的认识,特别是在力学计算中深化了对外载荷条件和材料强度的认识。这是松散体地压理论所忽视的,传统连续介质理论也仅仅按照海姆(Haim, A.)理论

($\lambda = 1$)或金尼克 (Динник, A. H.) 理论 ($\lambda = \frac{\mu}{1 - \mu}$) 把外载荷

进行假设,这只是一种推理方法,谈不上有了地应力概念。

地质力学是研究地层结构与力学关系的科学。它始于 20 年代德国汉斯·克罗斯 (Hans Cloos)。50 年代之前,这门学科的发展并不迅速,所以一直不被采矿工作者所认识。直到 1951 年 6 月在奥地利成立了“地质力学研究组”之后,它的发展很迅速,并形成了“奥地利学派”。它对采矿理论认识与发展的最重要贡献是提出了“研究工程围岩的稳定性必须了解原岩应力和开挖后岩体的力学强度变化”以及“节理裂隙对采矿稳定的影响”等观点。它不利于采矿理论发展的观点是过分地强调了节理裂隙的作用,甚至提出“反对简单地用连续介质力学方法来研究有关岩石力学性质问题”的观点。奥地利学派的观点在我国采矿中有很大的影响,所以在一段较长的时间里,连续介质理论的发展受到了阻碍,也有一段时间国内有些杂志甚至拒绝发表有限元在采矿中应用的文章。

§ 1-5 采矿规律认识与理论发展的新途径

如前所述,由于传统的采矿理论及其研究方法渊源于传统的力学理论及其工作方法,加上采矿地质条件的复杂性和采矿方法的特殊与多变性,这些理论及其方法都不完善,满足不了采矿工业生产的需要,从而都不能完善地解决生产问题。

采矿理论及其研究方法发展的新途径是在重视下列采矿特殊问题发展起来的:

(1) 采矿工程的工作对象是地层,地层本身存在着原始的地应力。地应力的产生与发展又是个因时、因地制宜的历史过程。这就从力学理论与方法上带来了与地面结构和传统力学方法不同的原则区别。

(2) 地面结构上的受力是由加载而产生,而采矿是“开挖问

题”。开挖使岩体应力释放,采矿结构上的应力是由岩体卸载而产生。两者受力来源不同,带来了理论分析的各异。

(3) 开挖问题的矿山结构应力变化具有加载途径性。采矿的开挖不是一次完成,而是分次开挖(落矿)、多步骤,前次开挖对以后各次开挖都产生影响的复杂过程。所以采矿结构在施工过程中的应力是处在加载、卸载和反复变化的复杂动态变化之中。开挖过程和开挖顺序不同,具有不同的应力-应变历史变化过程和不同的最终力学效应。这是古典和传统力学所忽视的问题。

(4) 在开挖问题中,影响采矿结构稳定的因素有两个,除了固体力学所探讨的材料因素之外,还有工程(施工)因素,而且后者的重要性往往大于前者。因此,单纯从传统力学方法和材料因素认识采矿规律是不够的,工程因素的影响是不能忽视的。

(5) 采矿工艺过程和结构优化是开挖力学效应系统工程技术决策过程问题。不同的开挖过程、回采顺序、步骤和落矿参数,不同的工艺方法、采准、切割方式、采-充循环制度,不同的支护方法及其施工工艺(喷、锚、网、砌、注浆、封底、壁后充填,其顺序与时间等),都具有不同的力学效应及其变化历史过程,以及不同的最终效应。

(6) 采矿工程工艺过程力学效应系统工程计算包括若干不确定因素在内:地应力、岩土性质、工艺方法、计算方法等系统中的各种参数、模式、模型,都包含有随机性和模糊性在内的非确定性因素。采矿力学计算的目的在于把这些客观事物差异之间过渡的不分明性进一步从定量上加以分明。因此,采矿工程是一个不完善的系统分析与力学计算问题和决策过程。而古典数学和传统力学在进行采矿分析中缺乏吸收人的思维方法中的某些优点的功能。必须引进新的数学力学方法,以弥补在描述采矿工艺过程稳定问题中的不足,使它们之间相互补充,能够更正确地描述现实工程中的数量关系。

(7) 变革传统采矿计算方法和力学工作方法是发展采矿理论与规律认识的关键。传统的采矿计算与力学工作方法习惯于从材

料试验中建立模型、方程式,重点工作是处理本构关系和在特定条件下求解。过去的科学理论认为在加速运动下可以看出精确的本构关系。而现在已认识到,有些介质的本构关系是模糊的,它是有规律的,但单纯强求其规律的精确度是徒劳的和不切实际的。

由于计算工具的革命,为实现上述特点的采矿理论与认识方法的发展提供了重要条件。正确的采矿计算与力学工作方法是根据工程和材料两种因素的需要来建立模式和模型,重点工作是通过计算机进行计算,从大规模和大量计算中寻求采矿规律,进行优化与决策,选择符合规律要求的设备与管理方法。使采矿力学计算能够迅速满足生产要求,并达到设计力就是竞争力的新时代。作者确信,采矿工业出现一次飞跃式发展是近期的必然与现实。

§ 1-6 信息时代新思维方式是采矿规律新认识 与理论发展新途径的基础和依据

一、高技术的发展对传统思维方式的挑战

在席卷全球的新技术革命的浪潮中迎来了信息时代,从而使人类文明从农业和工业时代进入信息时代。它主宰着全球的生产力的提高,刺激着世界经济向前发展,它极大地改变了社会经济的结构与增长方向,不仅向世界各国的科学技术、社会、经济、政治和文化提出了挑战,也向传统的思维方式提出了挑战。

一个时代有一个时代的思维方式,今天我们已经步入了信息时代,一种全新的现代思维方式也随着信息时代而诞生,展现了强大的活力,预示了未来的文明。没有思维方式的现代化,就没有人的素质现代化,在我国实现现代化只能是一句空话。

信息技术把计算机科学技术、通信网络等与人相联系,沟通形成了庞大的“人-机”系统。今天信息已经成为一种主要的社会资本与社会动力源,引起了社会职能、价值、结构、产业及生活方式的变化,给人的观念、方法和行为带来了一场革命。思想观念的更新必然触发思维方式的变革,于是,系统方法、信息方法、反馈方法、