

矿井采掘计划的 编制与检验

蒋国安 王新华 李兴华 编著



煤炭工业出版社

矿井采掘计划的编制与检验

蒋国安 王新华 李兴华 编著

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书针对我国矿井采掘关系的现状,介绍了一些矿井采掘计划的编制与检验的新方法,并辅以计算机程序,对矿井生产具有指导作用,可供从事矿井设计、生产的工程技术人员和管理人员使用。

矿井采掘计划的编制与检验

蒋国安 王新华 李兴华 编

责任编辑:刘建

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北口21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/32}$ 印张 $7^{1/4}$ 插页3

字数159千字 印数1—2,100

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

ISBN 7-5020-0650-8/TD·595

书号 3419

定价 4.30元

前 言

近10多年来,运筹学、系统工程理论和电子计算机技术在我国煤矿中的应用得到了迅速发展,取得了较为显著的社会效益和经济效益。

矿井采掘关系是煤矿生产中的重要关系之一,也是矿井能否正常生产和经济效益优劣的重要保证之一。多年来,我国许多矿井的采掘关系不合理现象始终没有得到很好的解决,对矿井的生产管理和经济效益都有比较大的影响。虽然造成这种现象的原因是多方面的,但其中主要原因之一是我国目前所使用的编制和检验矿井采掘计划的方法,特别是在检验采掘计划方面还存在着一些不足,这也是目前我国煤炭工业正在广泛研究的课题。

煤矿生产系统是一个受着诸多因素影响的复杂的大系统,矿井的采掘系统又是其中的关键子系统。在这一子系统中采与掘受着地质条件、人为因素及有关政策等随机因素的影响,因此这一子系统为动态发展的随机子系统。而计算机模拟、贝叶斯预测、时间序列分析等又是解决这类系统的理想方法,并且这些方法已在其它行业和煤炭工业的其它领域都得到了成功的应用。

本书除系统地介绍和分析了我国煤炭工业目前广泛使用的编制和检验矿井采掘计划的方法外,还详细地介绍了计算机模拟、贝叶斯预测、时间序列分析等方法的理论和如何使用这些理论来编制和检验矿井采掘计划的方法,是我们在煤

1983.10

炭科学基金的资助下，进行研究工作的系统总结。本书可供煤矿生产、设计的技术人员和院校师生参考。

由于水平有限，本书一定存在不少缺点和错误，恳请读者批评和指正。

作 者

1991年8月

目 录

前 言

绪 论 1

第一章 矿井采掘计划的编制方法 7

第一节 人工排队法 8

第二节 动态规划法15

第三节 关键路线法37

第四节 回采工作面接替的计算机模拟55

第五节 矿井采掘计划的贝叶斯预测64

第二章 矿井采掘计划编制的计算机软件91

第一节 计算机模拟软件说明91

第二节 计算机模拟软件应用实例98

第三节 矿井采掘年度计划编制的贝叶斯预测实例 108

第三章 矿井采掘计划常用检验方法分析 126

第一节 三量规定及其可采期检验 126

第二节 矿井合理掘进率及采掘面头比检验 147

第三节 采掘关系的诺模图法检验 152

第四节 时间序列预测技术检验 160

第四章 时间序列预测技术 162

第一节 概述 162

第二节 样本采集及其均值、方差和相关函数的求算 166

第三节 时间序列的平稳性判断 169

第四节 模型的判断及阶数确定 171

第五节 模型参数的估计 176

第六节	估计模型的检验与改进	183
第七节	预测	186
第五章	矿井采掘计划的时序检验	190
第一节	采掘接替关系的约束条件	190
第二节	采掘工作面接替模型的建立	193
第三节	单一工作面的接替模型	200
第四节	采区的接替模型	203
第五节	水平的接替模型	209
第六节	采掘关系的改善措施	213
第六章	矿井采掘计划检验的计算机软件	215
第一节	计算机软件说明	215
第二节	计算机软件应用实例	220
参考文献		225

绪 论

一、编制矿井采掘计划的重要意义

众所周知，矿井生产是一个十分复杂而又重要的系统工程。一个矿井包含着诸多的系统，如：矿井巷道布置系统，矿井运输系统，矿井排水系统，矿井采掘生产系统等。由于作为矿井生产核心部分的采掘工作面随生产的发展处于不断的推移运动中，因此，矿井生产中的各个系统也就处于不断的动态变化之中。这一显著特点是矿井生产与一般工厂生产的主要区别之一，它也给矿井的规划、设计、施工和生产所应用的技术水平和管理方法提出了更高的要求。

经营矿井的目的是在安全的条件下多快好省地生产煤炭。煤炭生产靠矿井各个系统的正常运转，尤其要靠回采工作面正常、稳定和持续的生产。为此，就必须安排好各类巷道的掘进工作，及时准备出能够按计划投入生产的新回采工作面。如果稍有疏忽，计划安排不周，便会造成巷道掘进完工过早，维护时间过长，维护费用增加；机械设备装备过早，不能充分发挥效用；或者新回采工作面不能及时准备出来，部分回采工作中断，产量下降等不良效果。由此可见，回采生产和掘进准备是矿井生产中的一对主要矛盾，采掘系统是矿井生产系统中最活跃最重要且处于不断运动中的动态子系统，是整个矿井生产这根链条上的最重要的一环。这是很多采矿工程师和生产管理工作都认识到的。

众多思想家和战略家都告诫我们：抓住主要矛盾，一切

问题就迎刃而解了。为此，我们认为，一切有远见的煤矿生产管理工作应该抓住采掘这对主要矛盾，在解决这一对主要矛盾的过程中不断检验和调整其它各系统来适应采掘生产系统的需要，只有这样，矿井生产才能正常进行。

再深一步看，在采掘这一对主要矛盾中，回采生产和掘进准备是矛盾的两个方面，而且回采生产是矛盾的主要方面，起主要的决定的作用。因为如果回采生产不存在，也就没有掘进准备的必要。在实际生产中，矿井应该生产多少煤炭，取决于国家计划以及市场需要，并受地质条件，运输设备和洗选设备能力的限制，亦即回采生产能力是由外部因素决定而客观存在的；而掘进准备工作则是矿井内部的事，是矿井负责计划的采矿工程师必须处理的工作，以保证矿井完成国家生产计划。这就是我们要着重讨论的矿井采掘计划工作。

矿井采掘计划的计划期限根据需要可长可短，有矿井中长期规划，也有矿井五年计划，年度计划，乃至月计划等。如同国家的国民经济发展计划一样，必须有长计划，也应有短安排。

编制矿井采掘计划时主要考虑三个层次，即回采工作面间的接替、生产采区间的接替和生产水平间的接替。编制矿井年度采掘计划主要考虑回采工作面间的接替；编制矿井中长期规划时要考虑到采区和水平间的接替。无论编制哪个层次的计划，都是以保证矿井产量的所有回采工作面的正常接替为主线，安排水平开拓、采区准备和回采工作面等各类巷道的掘进工作。这项工作看起来并不太难，但由于矿井地质条件的复杂性、不确定性和模糊性，给采掘计划的编制带来了一定的难度，所编计划往往不符合实际情况，需要及时进

行调整和补充。这就是我们要研究的关于采掘计划执行过程中，由于新的信息不断获得，随时对原计划进行动态检验、调整的问题。可以说对采掘计划进行动态检验和调整比采掘计划的编制更经常更重要，因为煤矿采掘工作面生产不断发展、运动变化的特点，使得采掘计划无论编制得多么完美，还总是包含着许多未知的因素。因此，为了尽量减少这些未知因素的影响，在进行采掘计划的编制和检验中，首先应尽可能选择较好的计划编制方法，选取比较理想的采掘接替方案，然后选择较好的计划检验方法，对采掘计划进行及时的检验和调整。

二、矿井采掘计划编制与检验的现状和问题

目前，我国很多矿井都很重视矿井采掘计划的编制工作，把它作为矿井管理工作的重要组成部分。但是，在对待采掘计划的编制上仍存在若干问题：

1) 有些矿井的领导对采掘计划的编制和执行尚没有给予足够的重视，或者说某些领导存在短期行为。只顾眼前利益，不顾长远利益，吃肥丢瘦，只顾回采出煤，不顾生产准备，结果必然造成严重后果。据统计，有时全国一年内有几十对矿井由于采掘生产安排不周，造成采掘失调、产量下降的局面。这是值得记取的教训。

2) 当前，在编制矿井采掘计划时，多数矿井仍采用人工排队法。这种方法简单易行，综合反映了计划工作人员的聪明才智和实际经验，但往往具有盲目性。用这种方法编制出来的计划仅考虑满足回采工作面之间的正常接替，是否反映了最佳方案就不得而知了。

3) 系统分析方法引入采矿工程，使得采掘计划的编制出现了新方法。如动态规划法、关键路线法（即统筹方法）等。

动态规划法不仅可以计算出具体矿井条件的最佳生产周期和该生产周期内应准备的煤量，而且还能解算出矿井采区间最优接替顺序。动态规划法解算上述命题的主要原则是保证生产费用最少，这当然符合人们的愿望。但是，由于矿井生产的复杂性，影响矿井生产费用的因素繁多，随之带来两个问题：（1）计算费用时某些参数指标难以选取，不同矿井中，参数指标差别很大；（2）繁多的影响因素使问题趋于复杂化，而且难以考虑周全。这些问题的出现，造成了计算结果的可信度差，使矿井生产管理工作者难以接受，艰深的理论和复杂的计算也不易被矿井生产管理工作者所掌握，因而其应用范围就受到限制。作为采矿系统工程工作者，我们应承担的责任和使命就是让“优化方法”从书本中走出来，走向社会，应用于实际生产，以得到社会的承认和欢迎。

在采掘计划的检验方法上，我国煤矿工作者也进行了不断的探索，试图寻找出比较实用、可靠的方法。

从60年代起，在我国煤炭系统中应用的“三量”（即开拓煤量、准备煤量和回采煤量）及其可采期的检验方法一直沿用至今，说明这个方法简单易行，也确实能比较正确地反映采掘关系。但应该看到，“三量”及其可采期的检验方法尚存在某些不足之处，生产现场反映：在某些矿井条件下，按规定计算的“三量”及其可采期是满足要求的，而实际生产中仍出现采掘关系紧张的情况。究其原因，大概有二：一是煤层层数较多而每一层的层厚较薄，使得矿井的万吨掘进率大大提高，这就意味着掘进量增加，掘进头数多，给掘进工作的管理带来困难，稍不注意，就会造成采掘紧张；二是“三量”及其可采期是根据当时的采煤方法和掘进方法，即炮采炮掘相匹配的关系而制定的。而当今的采煤方法已大有

改进，普采和高档普采已近普及，许多矿井还采用了综合机械化采煤装备，使得回采速度大大加快。综采设备的应用还要求巷道断面加大，质量要求提高，这加大了巷道掘进工作的难度，而目前多数巷道的掘进方法仍采用打眼放炮扒装钉道的老工艺，与回采工艺的发展不相匹配。

为了改善采掘关系，确保回采工作面的正常接替，很多学者做了一些新的尝试。如，关于矿井合理掘进率及采掘面头比的检验，这种方法考虑了煤层厚度对掘进率的影响，从而正确确定面头比，安排足够的掘进工作面以保证新回采工作面能及时准备出来。但该方法计算繁杂，用图表表示不够精确和直观，实际应用不多。

近几年来，我们致力于用时间序列分析方法进行采掘关系预测检验的研究，获得了初步成果。

使用该方法可以预测回采工作面的日产量和掘进工作面的日进尺。还可进一步预测生产回采工作面的停采日期和新回采工作面准备的完工日期，比较这两个日期就能检验采掘关系的状态是否正常。由此可见，采掘接替计划实质上就成为对未来采面日产量和掘进日进尺进行预测的问题，这是时间序列预测技术在检验采掘计划方面应用的关键。预测精度则取决于原始数据的统计精度和数据处理方法的正确应用。

如前所述，煤矿生产是一个复杂环境下的系统工程，影响因素众多，在预测中难于全面考虑到，尤其是某些定性的因素很难定量化。但作者认识到：无论煤矿生产多么复杂，因素多么繁多，这些定性和定量的各种因素的影响最终都反映到回采工作面的产量和掘进头的进尺上。因此，对回采工作面日产量和掘进头日进尺的预测实际上反映了曾经发生过的所有因果关系和结构要素的影响，是多种因素影响的综合

成果，是比较可信的。而且这种预测所应用的原始数据将随时间的推移得到实际结果的不断充实。因此，时间序列预测也是一种不断更新的动态预测，可以使得采掘计划得到不断的检验和调整。

第一章 矿井采掘计划的编制方法

目前编制矿井采掘计划的方法主要有：人工排队法、动态规划法、关键路线法、计算机模拟法和 Bayes 方法等。不同的方法具有不同的特点，可根据实际条件选用。但不管选用哪种方法，在编制矿井采掘接替计划时都应遵循下列原则：

1) 严格遵守《煤炭工业技术政策》和《煤矿安全规程》的有关规定。

2) 严格遵守合理的开采顺序。

3) 矿井的生产应有合理的集中程度。

4) 满足综采、普采和炮采不同回采工艺的搭配和采煤机械装备的调配使用，保证矿井的机械化程度。

5) 满足各种煤层按一定的比例关系搭配开采的需要，即搞好薄厚煤层的搭配，上、下煤层的搭配、倾斜、缓倾斜和急倾斜煤层的搭配，大小面的搭配及不同煤质煤层的搭配等。要尽可能地错开各种面的接替时间。

6) 各采区同时生产的工作面数目和产量不超过技术可能的最大值。

7) 有利于水、火、瓦斯、煤尘等自然灾害的防治工作。

8) 注意老采区复采的生产，必要时安排复采采区的接替。

9) 要考虑地表塌陷区的建筑物迁移问题对采掘接替计划的影响。

一个合理的矿井采掘接替计划，除应使矿井取得较好的技术经济效益外，还应满足下列要求：

1) 新水平的开拓最晚在生产接替的一年前就应完成，包括基本井巷工程的掘进和设备安装工作。需要进行瓦斯预抽放等特殊工作的矿井，还应按要求考虑瓦斯预抽放等特殊工作的时间。

2) 新采区的准备最晚在生产接替的一个季度前完成，包括有关采区巷道掘进和设备安装工作。需要进行瓦斯预抽放等特殊工作的矿井，还应按要求再提前一定的时间完成。根据实际生产的需要，确定在主要出煤水平是否准备一个备用采区。

3) 新回采工作面最晚在生产接替的一个月前完成有关巷道掘进和设备安装工作。需要进行煤体预注水和瓦斯预抽放的矿井，还应按有关要求再提前一定的时间完工。主要出煤采区且采区的设计生产能力超过 45 万 t/a 时最好安排一个备用工作面。

4) 应满足国家有关衡量采掘关系好坏的标准，如三量的要求等。

第一节 人工排队法

编制矿井采掘计划的人工排队法又称为工程排队法，它是在严格遵守编制采掘接替计划有关原则的条件下，根据煤层的赋存状况和矿井各类巷道的相互关系，将各类工程按照一定的衔接关系和开工的先后次序进行排队，以确定出各类工程的开工时间和完工时间。

一、人工排队法的基本思路

目前安排采掘接替计划时常以下列二种基本思路进行

编制。

1. 开拓 $\Rightarrow$ 准备 $\Rightarrow$ 回采

这种编制矿井采掘计划的方式，是以开拓为主线，回采应是在满足水平开拓和采准巷道掘进准备的前提下来安排。这种编制采掘计划的思路与生产过程是一致的，但是由于煤矿生产的主要目的是回采，准备和开拓应在满足回采的条件下进行安排，所以用这种方式编制采掘计划不仅要花费较长的时间，而且其结果常常会出现不适合回采需要的现象。

2. 回采 $\Rightarrow$ 准备 $\Rightarrow$ 开拓

这种编制采掘计划的方式，是以回采为主线，采区准备和水平开拓工程的安排是在满足回采的前提下进行的。它编制采掘计划的思路虽与矿井的生产过程正好相反，但目的明确，在回采的接替时间上也有保证。但是这种编制采掘计划的方式，要求回采、准备和开拓共同协调安排，统筹兼顾，因此用这种方式编制采掘计划时，难度较大。

在编制矿井采掘计划时应以回采作为采掘接替的主要矛盾方面，矿井的准备和开拓工作应由回采工作来决定，即所谓的“以采定掘”，在采掘关系正常的情况下，应根据编制采掘计划的基本原则采用第二种编制方式编制矿井的采掘接替计划；但在采掘关系失调的情况下，准备和开拓就成为矿井生产过程中的主要矛盾方面，在一定的时期内不能根据编制采掘计划的原则“以采定掘”，只能根据当前的实际情况限制矿井的正常生产，“以掘定采”，这时也只能采用第一种方式编制采掘接替计划。由于矿井出现采掘失调时，应采取一切必要的方法和手段来理顺矿井的采掘关系，所以第一种编制方式只是一种临时性或者应急性的措施，第二种方式才是编制采掘计划的正常思路。

二、采掘工程排队的基本方法

由于采掘是矿井生产中的一对主要矛盾，准备和开拓的目的又是为了回采。所以在安排采掘接替计划时可将回采和准备、开拓工程分别进行。

1. 回采工程排队的基本方法

1) 根据上级主管部门下达的产量计划或矿井设计生产能力，结合本矿的具体情况，粗略地拟定一个分工作面 and 分采区的产量安排，作为分区安排回采工程的参数指标。

2) 根据采区煤层赋存条件，拟定采煤方法，确定工作面长度、采高、工作面推进度、矿井正规循环率和有关参数等技术经济指标。若为已设计采区，应采用采区设计时选择的有关参数。

3) 用分煤层的底板等高线图，根据已设计的方案要求和初步拟定的生产方式，在底板等高线图上画出相应的区段或工作面，并注明工作面的编号、相应的采煤方法、所使用的机械设备、开采时间、可采储量、工作面长度和走向长度等技术参数。

4) 编制回采工作面接替表。将所有需要安排回采的工作面，根据编制矿井采掘计划的原则和有关的技术参数，确定出所有回采工作面的相互衔接关系，并将其填入一张称之为回采工作面接替表的表格中。在衔接表中当一个回采工作面采完以后，安排另一个工作面衔接时，要另立工作面编号，并注明接替时间及生产能力等参数，最后可以汇总出全矿（或采区）分月回采产量安排。

5) 在编制矿井采掘计划时，除要符合《煤炭工业技术政策》的有关规定外，还要注意各水平和各采区产量的合理分布，并考虑提升、运输、通风及供电等环节的综合平衡与