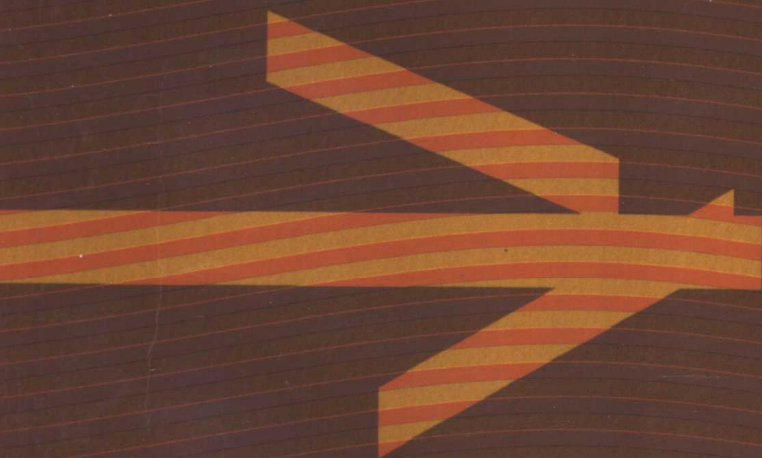


The Theory and Application of Mine
Ventilation System Optimization

矿井通风系统优化 理论及应用

陈开岩 编著



中国矿业大学出版社

矿井通风系统优化理论及应用

陈开岩 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了矿井通风系统优化的基本理论、计算方法和应用程序。包括矿井通风系统设计与决策支持系统构造原理、矿井通风系统井巷断面分层动态优化、矿井通风系统运行状态的模拟与优化调节、矿井主要通风机的优化选型与工况调节优化、矿井通风系统评价、矿井通风网络测量数据处理、矿井瓦斯涌出量预测和矿井气候条件预测等内容。书中系统、全面地阐述了矿井通风系统工程中一系列常见问题的理论分析、数学建模、算法原理和计算机程序设计方法和应用实例,在附录中还给出了实用程序。

本书可供矿山生产管理、科研、设计部门的安全工程技术人员参考,或作为采矿工程、安全工程等专业的教学参考书,亦可供相关专业的研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿井通风系统优化理论及应用/陈开岩编著. —徐州:
中国矿业大学出版社, 2003. 9
ISBN 7 - 81070 - 756 - 6

I. 矿… II. 陈… III. 矿山通风—通风系统
IV. TD724

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 068296 号

书 名 矿井通风系统优化理论及应用

编 著 陈开岩

责任编辑 马跃龙

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 中国矿业大学印刷厂

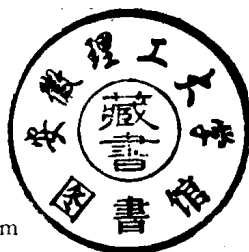
经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 340 千字

版次/印次 2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



前 言

矿井通风系统是由通风动力及其装置、通风井巷网络、风流监测与控制设施所组成的。在正常生产时期,其任务是利用通风动力,以最经济的方式向井下各用风地点供给质优量足的新鲜空气,保证工作人员的呼吸,稀释并排除瓦斯、粉尘等各种有害物质,降低热害,为井下工人创造良好的劳动环境;在发生灾变时,能有效、及时地控制风向及风量,并与其他措施相结合,从而防止灾害扩大、进而消灭事故。显然,通风系统运行可靠性与经济性是直接影响矿井安全生产、防治灾害和提高经济效益的基本要素。

矿井通风系统是矿井开采大系统中的一个重要的子系统,既依附又制约着矿井开采大系统。随着矿井开采不断发展,采掘工作面投产、推进、收缩和接替,采区准备、投产与接替,矿井开拓延伸等工程亦不断进展,这些生产活动不仅使通风系统在结构上发生变化,而且也使影响系统发展的矿山地质因素如瓦斯地质、地温、煤炭自燃危险性等发生变化。此外,由于采矿活动的影响,矿井通风巷道老化变形、冒顶,通风设施老化与突变,主要通风机发生故障而突然停转、倒转,从而使系统的通风参数发生渐变和突变,这些因素必然要对矿井通风系统的运行状态产生影响,以致造成不利于安全生产、技术经济不合理的状况。

一个矿井通风系统的好坏一般要从技术性、安全性和经济性三方面评估,其中有些因素指标(如系统抗灾能力、系统安全可靠性等)的评价等级间存在模糊的界限,无法简单地用好与差或是与非来判断。

矿井通风系统是一个动态的、随机的、模糊的复杂系统,需要引入系统工程、网络图论、模糊数学、人工智能、最优化等理论与方法,利用现代计算机技术手段,对矿井通风系统进行优化设计、运行状态模拟、评价和最优化控制。

矿井通风系统优化,是从通风系统分析开始到给出最优矿井通风系统为止的一系列工作的总称。可主要分为两个层次的内容,一是对矿井通风系统方案的优化,即在各拟定的系统设计或改造方案之间选择最优通风系统,包括通风井巷断面最优化、矿井通风压力最优化、主要通风机选型最优化;二是矿井通风系统调节最优化,包括矿井通风网络和主要通风机的调节最优化,使矿井通风系统达到和保持最佳的运行状态。

矿井通风系统研究已有 70 多年的历史。早先人们可利用的计算工具比较简陋,对很多复杂的工程问题无法直接求解,通常采取简化处理或凭经验解决。到 20 世纪 40 年代,电子计算机出现及其很快的普及,使许多学科的基础理论和实用技术研究得到前所未有的发展,同时,也推动了矿井通风系统优化研究的开展,并取得了一系列令人瞩目的成就。矿井通风系统在从经验型设计到优化设计,从经验型管理到专家决策型辅助管理,从基础理论到计算机数值模拟和调节最优化,从定性评价到定量评价等诸多方面均发生了深刻的变化,成为当今矿业安全工程领域极其活跃的分支之一。

本书是在总结近 20 年来矿井通风系统研究成果的基础上撰写而成的,同时也采用了作

者多年来的研究成果。

在本书即将出版之际,作者首先要向中国矿业大学的王省身教授和赵以蕙教授表示深切的谢意,是他们引导我开始了对矿井通风系统优化的研究,以致后来在科研工作中继续探索并取得了一些成果。本书大部分内容是在科研项目研究成果基础上编写的,在此还要对长期以来给予科研项目大力支持的大屯煤电集团公司等企业单位表示衷心的感谢。中国矿业大学出版社的相关同志对于本书的出版给予了大力支持、付出了辛勤劳动,在此也一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,本书错误和缺点在所难免,敬请读者批评指正。

陈开岩

2003年6月

目 录

前 言	1
第 1 章 矿井通风系统设计与管理决策支持系统	1
1.1 系统的任务	1
1.2 系统的求解策略	1
1.2.1 通风系统设计问题的求解策略	2
1.2.2 生产矿井通风系统管理决策问题的求解策略	4
1.3 矿井通风工程系统优化问题	6
1.3.1 最优化概述	6
1.3.2 矿井通风工程技术中的优化问题简介	8
第 2 章 矿井通风系统方案初选专家咨询系统	9
2.1 概述	9
2.2 矿井通风系统选择专家咨询系统设计	10
2.2.1 知识表达方式和组织	11
2.2.2 推理控制策略	11
2.2.3 推理过程中规则的冲突消解策略	13
2.2.4 不精确推理的表示	14
2.2.5 人机接口与解释程序的功能	16
2.3 应用举例	16
第 3 章 矿井通风系统井巷断面优化	21
3.1 概述	21
3.2 井巷通风摩擦阻力系数	22
3.3 井巷工程费用参数计算	24
3.3.1 井巷掘进费	24
3.3.2 井巷维护费	29
3.3.3 井巷通风费	30
3.4 井巷费用考虑时间价值的计算方法	30
3.4.1 考虑井巷基建投资时间价值的方法	30
3.4.2 考虑与井巷断面相关的生产经营费用时间价值的方法	31

3.5 矿井通风井巷网络断面优化方法	31
3.5.1 基本思想	31
3.5.2 整体静态优化	32
3.5.3 分层动态优化	36
3.6 几点说明	45
第4章 矿井通风系统设计方案评价与选择	46
4.1 矿井通风系统设计方案评价指标	46
4.2 评价指标的隶属度分析	47
4.3 通风系统方案模糊综合评价与优选	49
4.4 几点说明	50
第5章 矿井通风系统运行状态模拟及应用	51
5.1 通风系统运行状态模拟的方法及程序	51
5.1.1 通风网络自然分风算法	52
5.1.2 通风网络按需分风算法	53
5.1.3 通风网络解算程序设计	54
5.2 主要通风机特性曲线求解方法及程序	58
5.3 矿井主要通风机工况点解析方法	60
5.4 通风机工况点优化调节算法及程序	61
5.5 通风机优化选型算法及程序	62
5.6 矿井通风系统运行状态模拟的应用	64
第6章 矿井通风网络风量调节优化	71
6.1 矿井风量计算	71
6.2 矿井通风网络优化调节的基本数学模型	72
6.3 通风网络调节优化问题的线性规划法求解	73
6.4 通风网络调节优化问题的通路法求解	77
6.5 通风网络风量分配优化	83
6.5.1 数学模型的构造	83
6.5.2 优化模型的最优性分析	84
6.5.3 优化模型的求解方法及其应用	87
第7章 生产矿井通风系统安全可靠评价	114
7.1 评价指标体系及其定量评价尺度	114
7.1.1 隶属函数构造方法	116
7.1.2 日常矿井通风系统可靠性指标	117
7.1.3 矿井通风防灾救灾系统可靠性指标	129
7.1.4 矿井安全监测系统可靠性指标	131

7.2 矿井通风系统安全可靠性评价指标重要性分析	132
7.2.1 层次分析法的基本原理	132
7.2.2 矿井通风系统安全可靠性层次分析模型及其构造	132
7.2.3 构造判断矩阵	132
7.2.4 判断矩阵的一致性及其检验	134
7.2.5 矿井通风系统可靠性评价指标权重计算	135
7.3 矿井通风系统安全可靠性评价方法	136
7.4 矿井通风系统安全可靠性评价软件设计	139
7.4.1 系统的功能结构	139
7.4.2 数据输入、编辑、显示和打印界面	140
7.4.3 目标评价的计算步骤	142
7.4.4 系统维护	143
7.5 评价软件的应用实例	143
第8章 矿井通风网络阻力测量数据处理方法	147
8.1 概述	147
8.2 通风阻力计算方法	147
8.3 通风阻力测量的误差分析及其粗大误差处理	149
8.3.1 误差的来源	149
8.3.2 粗大误差的识别与处理	151
8.4 测量总体精度检验	153
8.5 通风网络测量间接平差	156
8.6 通风网络阻力测量相关条件平差	158
8.7 基于测量平差的矿井通风网络阻力测量精度检验	165
8.7.1 测量精度检验的标准	165
8.7.2 通风阻力测量误差的通路检验法	166
8.7.3 通风阻力测量平差检验法	167
8.7.4 基于测量平差的精度检验方法的应用	167
8.8 通风阻力测定程序的集成及应用	168
8.8.1 数据库设计	168
8.8.2 程序设计	170
8.8.3 阻力测量程序的综合应用	172
第9章 矿井瓦斯涌出量预测	175
9.1 矿山统计法	175
9.2 分源积分法	175
9.2.1 开采层瓦斯涌出	176
9.2.2 邻近层瓦斯涌出	176
9.2.3 掘进煤壁瓦斯涌出	177

9.2.4	掘进落煤瓦斯涌出	177
9.2.5	生产采区采空区瓦斯涌出	177
9.2.6	已采采区采空区瓦斯涌出	178
9.2.7	矿井和采区瓦斯涌出量	178
9.2.8	分源法计算程序说明	178
9.2.9	分源积分法应用实例	179
第 10 章	井下气候条件预测	181
10.1	计算方法	181
10.2	初始条件	183
10.3	气温预测实例	183
附录 A	通风系统运行状态模拟电算源程序	185
附录 B	层次分析法电算源程序	201
参考文献		207

第1章 矿井通风系统设计与决策支持系统

矿井通风系统设计与决策系统(简称 MvsdmDSS)属于决策型专家系统的范畴。它将有关矿井通风系统设计与决策方面的专家经验、知识以合理的形式组织存入数据库,再在该领域专家的思维模式设计出的推理机构的推动下,利用知识库已有的知识进行推理判断,从而完成各种设计、管理中的工程计算与决策任务。

1.1 系统的任务

对于一般决策型专家系统而言,其任务是根据制定的多个目标,在预测和规划的基础上对各种可能的决策方案进行综合评价,选取一个最优或满意的方案。而对于矿井通风系统设计与决策的专家系统,其任务不仅包括新矿井和生产矿井改扩建以及延伸通风系统设计,而且还包括生产矿井通风管理的决策。具体而言要完成以下几方面任务。

(1) 矿井开采自然条件的预测

由于矿井通风系统具有动态性,因此,MvsdmDSS 系统在执行任务之前,首先要能根据矿井勘探和投产后掌握核实的有关瓦斯地质、地温和煤炭自然发火等方面第一手资料,对新采区或新矿井的瓦斯、煤尘、气温、煤炭自燃危险性等做出具有一定可靠性的预测和判断。

(2) 矿井通风状态模拟与预测

由于矿井通风系统的动态性,因此不仅需要对矿井开采自然条件做出预测,而且还要进行通风状态的模拟和预测。

(3) 新矿井和生产矿井改扩建与延伸通风系统设计

在掌握了矿井开采自然条件和通风模拟的基础上,拟定多种可行的初步方案,利用多目标决策分析方法对各个方案进行评价,从中选取最优或最合理的方案。

(4) 生产矿井日常通风管理决策

利用计算机存储的通风管理信息如矿井通风、防火、瓦斯、粉尘等,并根据管理的需要查询各项技术数据,利用回归分析和灰色预测方法对主要安全因素进行必要的预测。另外一项重要而又经常做的工作则是,当通风系统发生变化时,要对通风状态做出足够准确的模拟,从而提出正确、有效的技术措施,及时调整通风系统,使其达到最优控制风流的目的。

1.2 系统的求解策略

根据目前煤矿用户对矿井通风系统设计与管理的要求,MvsdmDSS 需要完成的任务较多,涉及问题的复杂程度不一,但大体上可分为设计型问题和管理型问题两类。系统的设计与管理是系统赖以生存的两个重要方面,缺一不可。设计是系统发展的基础,管理是系统发展的动力。

设计与管理两类问题既有相同点又有区别。相同点在于它们都要进行系统的预测(如瓦斯、气温、自然发火预测等);其区别在于:设计问题的规模较大,涉及面广,考虑的因素众多,对矿井生产发展影响重大,如通风系统选择、通风井巷断面优化等;而管理问题是紧紧围绕生产、利用控风设施调节矿井各区域的风量等,以便使系统保持与目标相适应的状态。由于设计与管理问题的特点不同,因此对这两类问题的求解策略也需分别加以论述。

1.2.1 通风系统设计问题的求解策略

通风系统设计过程可按下列6个阶段顺序进行:数据的获取、系统的规划、系统的设计、施工和维护以及评价与修正。其中系统的规划和设计是整个设计过程中最重要的环节。

矿井通风系统是矿井开拓开采大系统中的一个重要的子系统。通风系统的规划与设计是矿井规划设计的一个重要组成部分。因此,在设计过程中,对安全因素应给予足够的重视。虽然设计程序为开拓、开采、通风等,但有利于消除安全隐患的通风方案应从规划设计起就优先选用。当这些方案与开拓方案发生冲突时,则应采取某种利害折衷方案,统筹考虑协调解决,不能顾此失彼。

(1) 分阶段设计

由于矿井大系统是一个复杂的动态系统,因而其特征参数具有时变性,并且呈现明显的阶段性变化趋势。如采煤方法的变革,由炮采到普采,由普采到综采,由适应一般煤层赋存条件的采煤方法到适应特殊煤层赋存条件的采煤方法。又如,新设备、新方法、新工艺的出现,亦可促使矿井设计定量参数发生相应变化,如采煤工作面长度,1963年建议取值60~100 m(炮采);到1978年即建议炮采取80~150 m,普采取120~150 m,综采大于150 m。20世纪50年代,采区走向长度一般不超过600 m,开采水平垂高一般不超过100 m左右,而到70年代末,大中型矿井的采区长度达1000 m左右,水平垂高一般为150~200 m。这些事实充分表明,矿井参数存在一个有效使用期和更新周期的问题,设计参数合理值的使用不能超过其有效使用期。据有关资料表明,矿井开拓、准备、通风方式及地面总体布置等参数的有效使用期一般为15~20年。

因此,无论对于矿井的系统还是对于其中的通风子系统而言,都必须采取分阶段设计思想。阶段时间区间取决于矿井参数和设计决策的预测深度,预测点越靠近现在时间点,其可靠性就越高;反之,可靠性越低。因此,设计阶段时间应接近原始数据信息及主要设计决策进行有论据预测的可能深度,而且不超过这个深度;反之,设计决策将不可靠。

如上所述,分阶段设计的关键在于阶段的合理划分。一方面,要考虑在一个阶段时间内,矿井的参数相对保持稳定,并且有良好的效益;另一方面,要考虑矿井开采的时空关系,即所取的阶段时间应尽可能与矿井开采在空间上出现大的转折点的时间相吻合,如开采水平的接替、通风系统的更换、生产能力的扩大、采区数目的增加等。只要这些变化基本上在矿井参数的使用有效期范围之内,就应以系统在空间上出现大的转折点为依据划分阶段时间区间。这样既能保证决策基础的可靠性,又能区别系统在空间上的变化。这是一种较为理想的划分方式。

(2) 分层递阶设计方法

人们在解决复杂问题时,通常不是一次性地考虑问题的全部细节,而是先把问题分解或予以简化,忽略其中某些细节,然后从较抽象的层次开始,一层层地深入到其中的细节。这种由粗到细、从全局到局部的解决问题的方法,通称为分层递阶方法。

对于一个动态复杂的矿井通风系统设计而言,一般可以将其分解为一个矿井通风系统框架子系统和若干个相对独立的采区通风子系统。进而,先求解采区通风系统设计最优解,如图 1-1 所示;然后再以采区通风系统的最优解为一个约束条件对矿井通风系统框架进行优化,如图 1-2 所示。

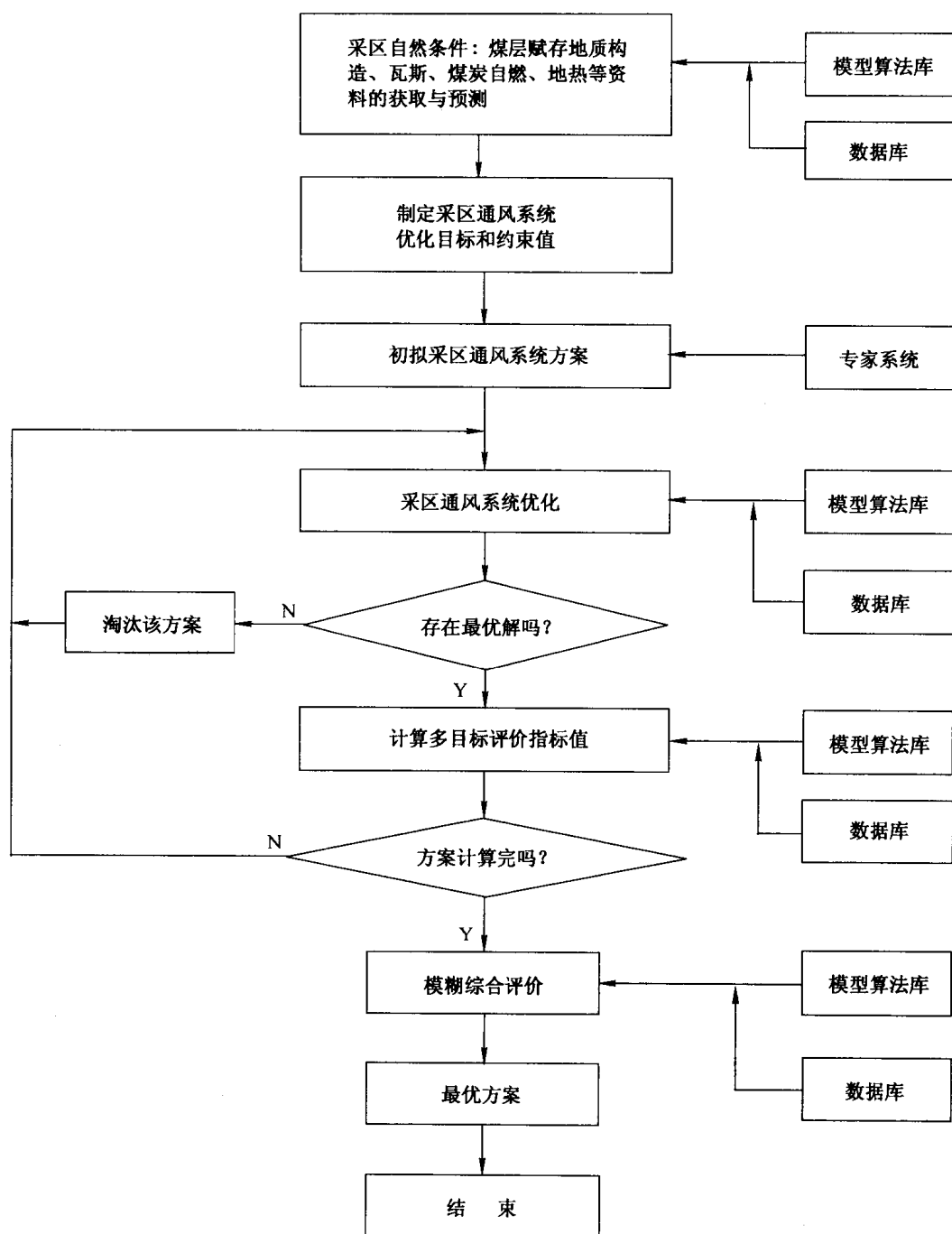


图 1-1 采区通风系统优化设计的策略

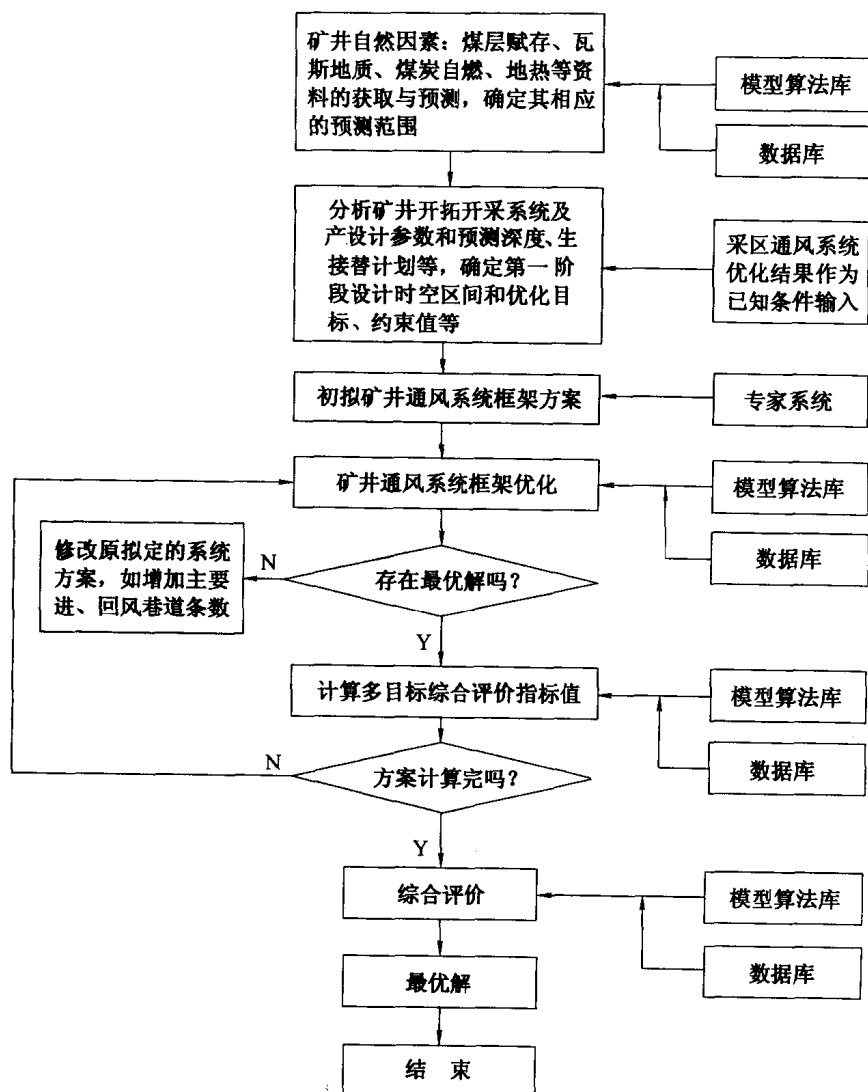


图 1-2 矿井通风系统框架设计的求解策略

矿井通风设计问题的求解策略是上述两种方法的综合。简单地说,这种策略就是在划定的设计阶段时间内,将设计层层分解并逐层递阶求解,直到全部设计问题都得到解决为止。

上述求解策略,主要是针对新矿井通风系统设计而提出的。矿井改扩建、新水平延伸后通风系统设计的原理与新矿井设计是基本相同的,只不过生产矿井改扩建和新水平延伸设计是在已有矿井通风系统的基础上进行的,存在一个如何充分利用现有系统的问题。对于改扩建设计来说,还必须考虑现有通风系统能力,如果它与矿井改扩建生产能力发生矛盾,则应采取某种利害折衷方案,综合考虑协调解决。

1.2.2 生产矿井通风系统管理决策问题的求解策略

如前所述,生产矿井通风系统是一个复杂的动态系统。因此,不仅在设计中考虑采用分层设计,而且在管理上也引入分层管理的策略,即将一个复杂的生产矿井通风系统分解为矿

井通风系统框架子系统和若干相对独立的采区通风子系统,采取分而管理和分而治之的策略,从而使复杂的矿井通风系统管理变得层次化和简单化。为此,本系统以生产矿井通风系统为管理的基本单元和重点对象。将矿井通风系统管理信息,如瓦斯、防火、粉尘、通风等按“一事一地”原则存储、检索、统计分析和预测。如果采区通风系统状态发生变化或出现安全隐患时,则应尽可能在本采区内采取措施加以解决。其管理决策的策略如图 1-3 所示。如果超出了本采区的治理范围,则考虑在矿井通风系统框架范围内采取措施,其管理决策的策略如图 1-4 所示。

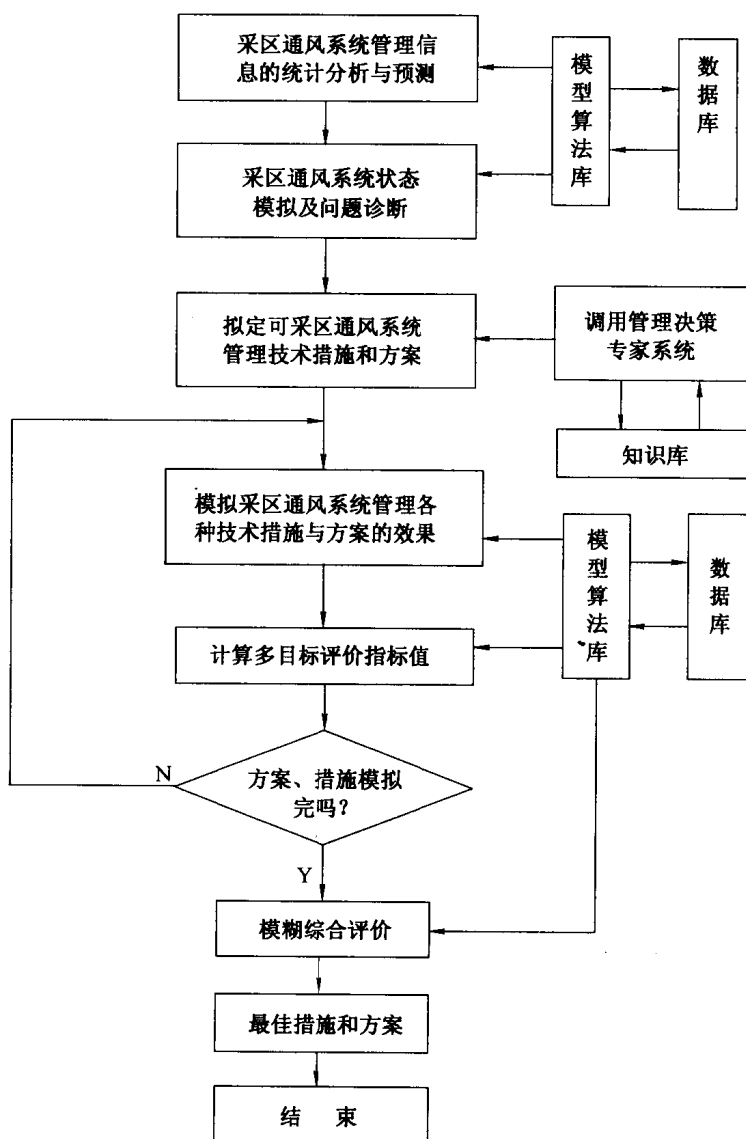


图 1-3 生产采区通风系统管理的策略

必须指出,无论是矿井通风系统设计还是生产矿井通风系统管理,如果所研究的系统并不复杂且是静态的,也许采用整体设计与管理更为方便、简单。

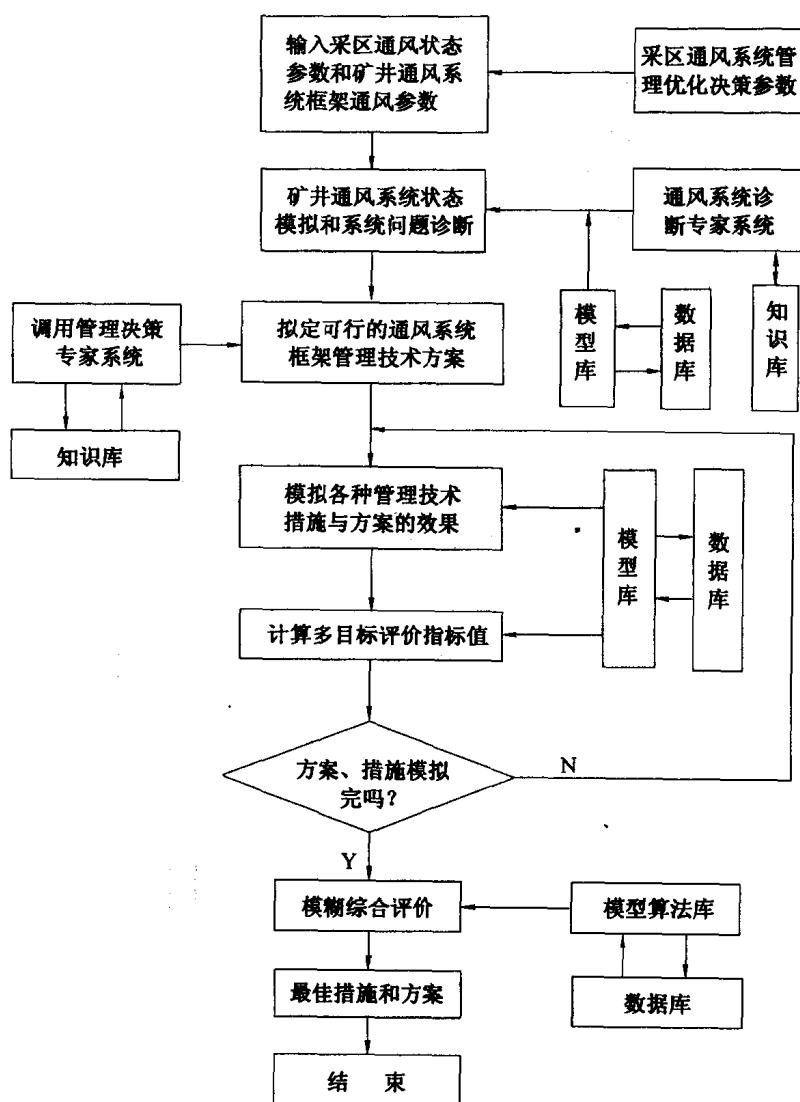


图 1-4 生产矿井通风系统管理策略

1.3 矿井通风工程系统优化问题

1.3.1 最优化概述

最优化是应用数学中的一个实用性很强的分支,在运筹学中也称为数学规划。最优化所研究的主要问题是,在给定的条件下如何做出最好的决策,达到预定的目的,研究的主要内容,包括实际问题的模型化、寻找最好决策的方法以及建立这些方法所依据的理论。最优化是密切结合实际的需要而发展起来的。它已广泛应用于工程设计、计划管理、科学试验、军事科学、日常生活等方面。高速度大容量电子计算机的逐步普及,为使用和发展最优化方法提供了必要的手段。

1.3.1.1 最优化问题的数学模型

把具体的工程规划、设计和管理问题用数学符号进行描述而得到的数学表达式称为数学模型。最优化问题的数学模型通常包括目标函数和约束条件两部分。

(1) 目标函数

目标是指判断和评价方案优劣的指标。通常为要解决的工程技术问题的总体指标或某一重要关键的指标。表示目标与问题中其他参数之间的数学关系的表达式就称为目标函数。

如果在实际问题中,要求确定的目标值越小越好(如成本、能耗等),则建立的模型称为最小化模型;反之,则称为最大化模型。

(2) 约束条件

影响目标值的各种参数,通常不是可以随意确定的,而要受各种因素的制约。例如,客观条件对各参数的限制,实际工程对某些参数的特定要求,各参数间必须满足的自然规律等。这些制约因素,用数学的方法描述出来,就称为约束条件。约束条件可用等式或不等式进行描述。

如果数学模型中只有目标函数而没有约束条件,或者约束条件隐含于目标函数中,则该问题称为无约束最优化问题。反之,如果存在约束条件,则称为约束最优化问题。根据约束条件的特点,对只含有等式约束条件的问题称为等式约束最优化问题,对只含有不等式约束条件的问题称为不等式约束最优化问题,而对于既有等式又有不等式约束的问题则称为一般约束最优化问题。

一般约束最优化问题的标准形式为:

$$\begin{cases} \min & f(X) \\ \text{s. t.} & g_i(X) = 0, i \in E \\ & g_i(X) \geq 0, i \in I \end{cases}$$

或

$$\min_{X \in R} f(X), R = \{ (X) | g_i(X) = 0, i \in E; g_i(X) \geq 0, i \in I \}$$

其中 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ 为决策变量向量; $f(X)$ 为目标函数; $g_i(X)$ 为约束条件; R 称为最优化问题的容许解集(简称容许集)或可行解集(可行域)。

根据函数性态,可将最优化问题划分为以下几种类型:若目标函数 $f(X)$ 和约束函数 $g_i(X)$ 都是线性函数,则称此规划为线性规划。若 $f(X)$ 为二次函数, $g_i(X)$ 都是线性函数,则称此规划为二次规划。若 $f(X)$ 不是一次或二次函数,或者 $g_i(X)$ 不全是线性函数,则称此规划为非线性规划。当目标函数 $f(X)$ 是凸函数而约束函数 $g_i(X)$ 都是凹函数时,称此规划为凸规划;否则,称为非凸规划。

一般来讲,规划问题的局部最优解(即局部极小点)不一定是(整体)最优解;即使最优解存在时,也不一定是惟一的;规划问题的容许解集和最优解集不一定是凸集,甚至可能不是连通集,但当规划问题为凸规划时,则规划问题的容许解集 R 和最优解集 R^* 均为凸集,并且任何局部极小点都是(整体)最优解。

1.3.1.2 规划问题的求解方法

实际工程优化问题建立的数学模型通常是非定解的且具有多种形式。不同的模型应采用不同的求解方法。常用的方法有如下几种:

① 线性规划方法:适用于目标函数和约束条件均为线性函数的规划问题。如经典的单

纯形法以及在此基础上发展而来的改进单纯形方法等。

② 非线性规划方法:适用于目标函数和约束条件中至少有一个非线性函数的规划问题。非线性规划问题比较复杂,尤其是大规模约束条件的引入,需要判断大规模约束条件的相容性和独立性、防止病态约束的出现以及寻找有效的搜索方法,这些问题使得非线性规划问题要比线性规划问题的求解难得多。目前较为成熟的非线性规划算法有:序列无约束规划方法(SUMT)——罚函数法;适用于正定二次规划问题的对偶法和适用于一般二次规划问题的分段线性同伦算法,以及适用于求解一般非线性规划问题的序列二次规划法(或称为约束变尺度法,简称 CVM)、可变容差法、广义简约梯度法(Generalized Reduced Gradient Method,简称 GRG)和现代遗传进化算法等。

③ 图与网络的方法:适用于求解图论和网络理论方面的问题,如最小树、最长路和最短路径问题等。

④ 其他方法:如动态规划、整数规划和组合优化等。

1.3.2 矿井通风工程技术中的优化问题简介

矿井通风工程最优化问题由来已久。在 20 世纪 40 年代计算机还未出现以前,一切工程技术问题的求解都依靠人工计算完成,能够解决的问题一般较简单。例如一条巷道断面的最优化,或凭经验选择一条最大阻力路线进行通风设计;通风机设备优选也是靠通风设计师手上掌握的设备资料,采用人工尝试法逐个筛选。直到 20 世纪 40 年代中期,随着电子计算机出现乃至整个计算数学领域的发展,才为最优化方法开辟了更加广阔的天地,特别是出现了一些较为有效的非线性规划方法。20 世纪 80 年代以后,最优化技术在矿井通风工程领域才真正开始了卓有成效的应用研究。归纳起来有以下几个方面:

① 矿井通风网络设计优化。如在保证矿井需要风量的前提下,求使通风巷道的掘进费、维护费和通风电费总和为最小的巷道最优断面以及相应的矿井最优风压值。

② 通风网络调节优化。如当网络中各分支的风阻为已知、各分支的风量都已给定或已计算出来之后,如何确定通风机的最优风压值和各调节设施的最佳位置及参数,使得矿井通风总功率为最小。

③ 通风网络风量分配优化。如当网络中各分支的风阻已知、主要用风地点的风量已给定之后,如何求网络中其余分支的最优风量值,以使得矿井通风总功率为最小。

④ 通风机优选。如当风机所需担负的风压和风量为已知时,如何选择满足矿井通风要求且通风功率最小的风机。

上述②③问题的联合,称为矿井通风网络优化调节问题。