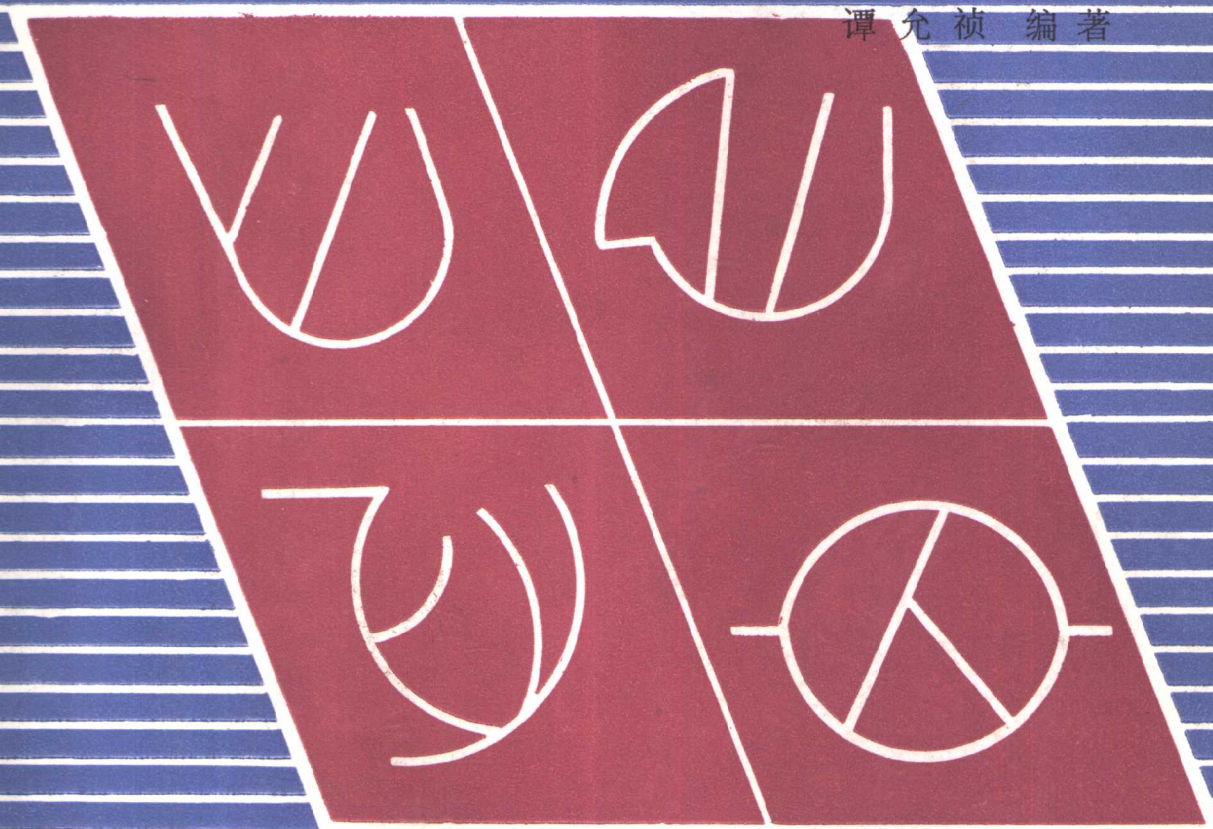


矿井通风系统优化

谭允祯 编著



煤炭工业出版社

矿井通风系统优化

谭允祯 编著

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书阐述了各类矿井的通风系统,通风系统方案优化的多目标决策法、模糊综合评判和层次分析法;通风系统风量调节、风道断面优化和风压优化的基本理论和方法。各章都有应用实例。

本书可供煤矿生产、科研和设计部门的工程技术人员和矿业院校师生参考,亦可作为矿业院校通风专业的教学用书。

矿井通风系统优化

谭允慎 编著

责任编辑:辛广龙

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/16}$ 印张 $9^{3/4}$

字数264千字 印数:1—1230

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

ISBN 7-5020-0644-3/TD·591

书号 3413 定价 4.60元



序

矿井通风系统的优劣,是长期影响矿井安全生产面貌和矿井经济效益的重要因素。因此,矿井通风系统的优化问题,一直是从事矿井通风工作的专业人员所关注的研究课题之一。尽管各方面的专家们对这一课题进行了大量研究,但至今尚没有较全面地介绍有关矿井通风系统优化方面的专著,本书的出版将弥补这一不足。

本书的主要内容来源于作者在结合生产矿井通风系统改造方案的优选问题的研究过程中逐步积累的素材。本书的重要特点是理论与实际问题相结合,并且运用了近年来在优化决策中所采用的多目标决策法、模糊综合评判法和层次分析法等理论和方法,内容新颖。此外,书中有关矿井通风系统的分类、矿井通风系统评判指标及其权值的确定以及风道断面优化的动态分析法等内容,是作者较早提出的构想和计算方法,因此,本书亦反映了作者近年来的部分科研成果。

希望本书的出版能对矿井通风系统的优化问题提供某些可供参考的基本方法和思路,引起各界同行们对这一课题进一步研究的兴趣,以期促进我国的矿井通风工作向更高的目标奋进。

光明网

1991.6

AS 10/10

前 言

矿井通风系统是矿井生产系统的重要组成部分。矿井通风系统合理与否，与矿井的安全生产、矿井的抗灾能力、矿井的经济效益及矿井的稳产和高产都有着很大的关系。

矿井通风系统设计是矿井设计的主要内容之一，是反映矿井设计质量和水平的关键因素之一。它不仅关系着矿井建设速度、投产时间、基建投资的多少，而且对矿井投入生产后的生产面貌和技术经济效益也有长远的影响。

生产矿井由于生产布局的变化、自然条件的影响（如 CH_4 、 CO_2 和地温等）及生产能力的提高，必须进行矿井通风系统的技术改造。矿井通风系统技术改造是生产矿井技术改造的重要内容之一。

影响矿井通风系统的因素很多，且各因素之间还存在着不可公度性和矛盾性。矿井通风系统的优化，就是利用科学的方法综合考虑各种因素的影响，从众多的方案中确定安全可靠、抗灾能力强、技术合理和经济效益好的矿井通风系统。

矿井通风系统的优化主要包括矿井通风系统设计方案的优化及矿井通风系统风量调节、风道断面、风压的优化。

影响矿井通风系统的因素中有定量的指标也有定性的指标。多目标决策法、模糊综合评判和层次分析法为矿井通风系统方案的优化提供了先进的理论和方法。本书结合兖州矿区南屯煤矿的实际，利用多目标决策法、模糊综合评判和层次分析法，确定了南屯煤矿1990～2020年各个时期通风系统的最优方案。

矿井通风系统的风量调节、风道断面和风压的优化是对已确定的方案优化的深入，是为了使方案最经济。通过对矿井通风系统风道断面和风压优化的目标函数及方法的实际的应用表明，所采用的理论和方法是正确可行的，得出的结论是符合实际的。

本书在编写过程中，山东矿业学院通风教研室的老师和南屯煤矿的工程技术人员给予了很大帮助，特别是范明训教授，对本书的编写极为关注，在仔细审阅了初稿后，提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于自己水平所限，书中会有许多不妥之处，恳请读者批评指正。

作 者

一九九一年八月

目 录

第一章 矿井通风系统	1
第一节 通风系统的类型	1
第二节 高沼气矿井的通风系统	5
第三节 自然矿井的通风系统	10
第四节 高温矿井的通风系统	16
第二章 矿井通风系统方案的拟定	23
第一节 拟定矿井通风系统方案的准则	23
第二节 矿井通风系统方案的拟定	30
第三节 矿井通风系统的评判指标及权值	34
第三章 矿井通风系统方案优化的多目标决策法	44
第一节 多目标决策法	44
第二节 多目标决策法的应用与分析	47
第四章 矿井通风系统优化的模糊综合评判法	53
第一节 模糊综合评判的基础知识	53
第二节 模糊综合评判法的基本方法步骤	59
第三节 多级模糊综合评判	62
第四节 模糊综合评判的数学模型	65
第五节 模糊综合评判的应用与分析	66
第五章 矿井通风系统方案优化的层次分析法 (AHP)	75
第一节 层次分析法的基本原理	75
第二节 层次分析法的计算	81
第三节 层次分析法的基本步骤	85
第四节 层次分析法的应用与分析	86
第六章 矿井通风系统的风量调节	95
第一节 图论的基础知识	95
第二节 风量调节设施的位置及数量	102
第三节 风量调节的方法	104
第四节 风量调节的计算	107
第七章 矿井通风系统风道断面的优化	116
第一节 矿井通风网络的换算与描述	116
第二节 井巷费用的计算	117
第三节 风道断面的优化	123
第四节 通路风道断面的优化	128
第五节 复杂通风网络风道断面的优化	134
第八章 矿井通风系统风压的优化	140
第一节 矿井通风系统风压的优化	140
第二节 风道风压的确定	144

第三节 实例	143
附 录	147
附录一 通风网络解算程序	147
附录二 层次分析法计算程序	154
参考文献	163

第一章 矿井通风系统

矿井通风系统是矿井生产系统的主要组成部分，是矿井通风方式、通风方法和通风网络的总称。矿井通风方式是指进风井（或平硐）和回风井（或平硐）的布置方式，即所谓中央式、对角式和混合式等；矿井通风方法是指产生通风动力的方法，有自然通风法和机械通风法（压入式、抽出式）；矿井通风网络是指井下各风路按各种形式联接而成的网络。建立完善的矿井通风系统是矿井安全生产的基本保证。目前用通风方法排除井下瓦斯、粉尘和热量的平均能力，估计为：

排除全矿井瓦斯量的80%~90%；

排除回采工作面瓦斯量的70%~80%；

排除装有抑尘装置回采工作面的粉尘量的20%~30%；

排除深井回采工作面热量的60%~70%。

在影响矿井安全的诸因素中，沼气、高温和有自然煤层的矿井对矿井通风系统有不同的要求，合理的矿井通风系统应有利于排除矿井瓦斯、降低工作面的温度和防止煤炭自燃。

第一节 通风系统的类型

随着矿井开采深度的增大，矿井设计生产能力的增大，煤层的开采技术条件日趋复杂化，相应的矿井沼气涌出量也增大，岩层温度也升高，矿井自然发火也越来越严重，这就导致各矿井通风系统的差异也越来越大。为了使矿井通风系统与矿井开拓开采的条件相适应，应对不同开拓开采条件的矿井的通风系统提出不同的要求。

矿井的通风系统由影响矿井安全生产的主要因素所决定。一个矿井影响矿井安全生产的因素很多，但其中必有一个或几个主要因素。如果主要因素已确定，并主要依靠通风的方法去解决，那么矿井通风系统必须满足影响安全生产的主要因素对矿井通风的特殊要求。为此，根据影响矿井安全生产的主要因素中与矿井通风有关的沼气、煤层自燃和高温等因素，把矿井通风系统划分为不同类型。

一、矿井通风系统的类型与级别

根据沼气、煤层自燃和高温对矿井通风系统的要求和特点，为了便于管理、设计和检查，可把矿井通风系统分为：一般型、降温型、防火型、排放沼气型、防火及降温型、排放沼气及降温型、排放沼气及防火型、排放沼气与防火及降温型矿井通风系统及其相应的级别，如表1-1所示。

将矿井通风系统划分为不同的类型和级别，具有以下优点：

1) 有利于矿井通风系统设计的规范化。

根据不同类型的矿井对通风系统的不同要求，具体制定出每一类型矿井通风系统的设计规范。按设计规范的要求进行矿井通风系统设计，提高了矿井设计的质量。

2) 可使通风管理标准化。

矿井通风系统类型不同，通风管理的标准也有差异，根据每一类型矿井通风系统类型的

表 1-1 矿井通风系统的类型及级别

级 别	矿井通风系统类型	划 分 的 主 要 依 据
I	一 般 型	低沼气、非自然发火及无高温危害的矿井
II	降 温 型	高温已造成危害的矿井
III	防 火 型	自然发火的矿井
IV	排放沼气型	高沼气或煤与沼气突出的矿井
V	防火及降温型	自然发火及高温已造成危害的矿井
VI	排放沼气及降温型	高沼气或煤与沼气突出及高温已造成危害的矿井
VII	排放沼气及防火型	高沼气或煤与沼气突出及自然发火的矿井
VIII	排放沼气、防火及降温型	高沼气或煤与沼气突出、自然发火及高温造成危害的矿井

特点，制定出每一类型矿井通风系统具体的管理标准，即可使通风管理有的放矢。

3) 提高了矿井通风的管理质量。

根据矿井通风系统的不同类型，制定出了具体的管理标准，在进行通风质量检查时，按照通风系统的不同类型分别对待，提高了矿井通风的管理质量。

4) 可使矿井的开拓开采和矿井通风结为一体。

通风检查，首先要检查的是矿井通风系统是否符合要求，然后才是检查通风管理是否符合质量标准。通风检查把矿井的开拓、开采与通风检查联系在一起，可使全矿工程技术人员和生产管理人员都重视起通风工作。

5) 增强了矿井的抗灾能力。

根据通风系统的类型确定相应的通风系统，并采取相应的管理措施及防止灾害发生和扩大的方法，提高了矿井的抗灾能力。

二、工作面的通风系统

采区通风系统是矿井通风系统的中心，采区通风系统的结构决定着矿井通风系统中的最重要的参数和指标（如漏风量、稳定性程度等），因而搞好采区通风是保证矿井安全生产的基础。

采区通风包括采区进风、回风及工作面进、回风道的布置方式，采区通风路线的连接形式，采区内的通风设备和设施等基本内容。采区的进风与回风，一般由轨道上山和运输上山来担负，当采区生产能力大、产量集中，瓦斯涌出量大、上、下多区段同时生产或采区有煤与瓦斯突出危险时，可增设专用的通风上山。

采区通风系统的合理与否主要由回采工作面的通风系统确定，由于回采工作面的通风系统又是由影响矿井安全的主要因素如沼气、高温和矿井自然发火等所确定的，因而根据回采工作面进回风巷道的布置方式和数量，可将工作面通风系统的基本类型划分为以下几种：

1. U型与Z型通风系统

该类型的通风系统如图1-1所示。该类型工作面通风系统只有一条进风巷道和一条回风巷道。U型后退式通风系统在我国使用比较普遍。其优点是结构简单，巷道施工维修量小，工作面漏风小，风流稳定，易于管理等；缺点是上隅角沼气易超限，工作面进、回风巷要提前掘进，维护工作量大。

前进式通风系统的掘进量小，不存在采掘工作面串联通风问题，在巷旁支护好、漏风不大时，有一定优越性。采用U型前进式通风系统的工作面的采空区沼气不涌向工作面，而是涌向回风顺槽。

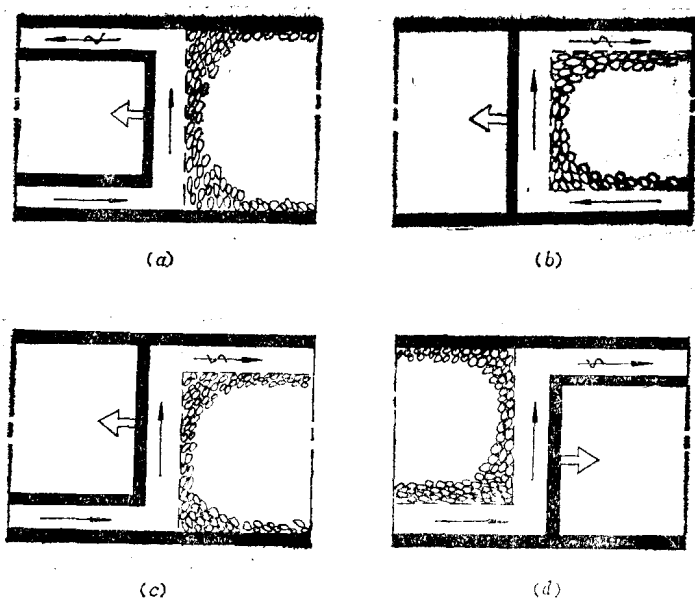


图 1-1 U型及Z型通风系统

(a)—U型后退式通风系统;(b)—U型前进式通风系统;(c)—Z型后退式通风系统;(d)—Z型前进式通风系统

采用Z型后退式通风系统的工作面的采空区沼气不会涌入工作面,而是涌向回风顺槽,工作面采空区回风侧能用钻孔抽放顶底板沼气,但入风侧不能抽放沼气;采用Z型前进式通风系统的工作面的入风侧沿采空区能抽放沼气,采空区的沼气易涌向工作面,特别是上隅角,回风侧不能抽放沼气。Z型通风系统的采空区漏风,介于采用U型后退式和U型前进式通风系统之间。该通风系统需沿空支护巷道和控制经过采空区的漏风,其难度较大。

2. Y型、W型及双Z型通风系统

这3种工作面通风系统均为两进一回或一进两回的工作面通风系统。

根据新风流与污风流的数量和位置的不同,Y型通风系统可以有多种不同的方式。生产实际中应用较多的是在回风侧加入附加的新鲜风流,与工作面回风汇合后从采空区侧流出的通风系统,如图1-2(a)所示。工作面采用Y型通风系统会使回风道风量加大,但上隅角及回风道的沼气不易超限,并可在上部进风道内抽放沼气。

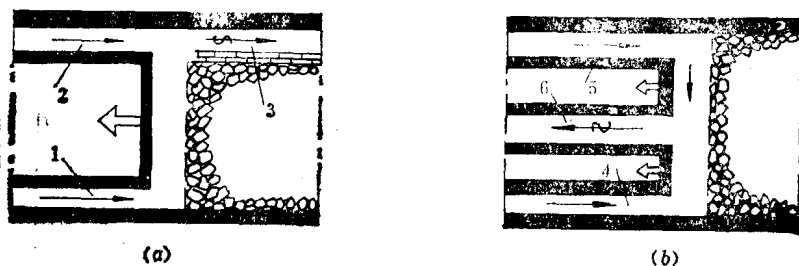


图 1-2 Y型及W型通风系统

1—主进风道;2—副进风道;3—沿空巷;4—下顺槽;5—上顺槽;6—中间顺槽

图1-2(b)所示为后退式W型通风系统,用于高沼气的长工作面或双工作面。该系统的进、

回风平巷都布置在煤体中。当由中间及下部平巷进风、上部平巷回风时，上、下段工作面均为上行式通风，但上段工作面的风速高，对防尘不利，上隅角沼气可能会超限，所以在沼气涌出量很大时，常采用上、下平巷进风，中间平巷回风的W通风系统；或者反之，采用由中间巷进风，上、下平巷回风的通风系统，以增加风量，提高产量。在中间巷内布置抽瓦斯钻孔时，抽放孔由于处于抽放区域的中心，因而抽放率比采用U型通风系统的工作面提高50%。

W型后退式通风系统是高沼气综采面通风的重要形式。

采用W型通风系统的工作面布置抽瓦斯钻孔时，除按习惯在边巷打几组钻孔外，还可在中巷打一些扇形钻孔，以增大总的钻孔密度（因中巷位于沼气涌出空间的中心，可大大提高沼气抽出量）。据德国的试验，可使顶板邻近层的瓦斯抽放率提高到90%以上。

采用W型通风系统的工作面在进行机械回采时，由于中巷与工作面交叉处的断面大，给支护工作增加困难，使劳动组织与管理工作的管理变得复杂。

W型前进式通风系统的巷道维护在采空区内，漏风大，采空区涌出的沼气量也大。

图1-3所示为双Z型通风系统，其中间巷与上、下平巷分别在工作面的两侧。双Z型前进式通风系统的上、下入风平巷维护在采空区时（图1-3(a)），漏风携出的沼气可能会使工作面超限；双Z型后退式通风系统的上、下入风平巷布置在煤体中（图1-3(b)），漏风携出的沼气不进入工作面，工作面比较安全。双Z型通风系统的工作面有一段是下行通风，并且需设边界上山，维护在采空区的巷道在支护上还要防止漏风，这些特点在采用时应予以注意。

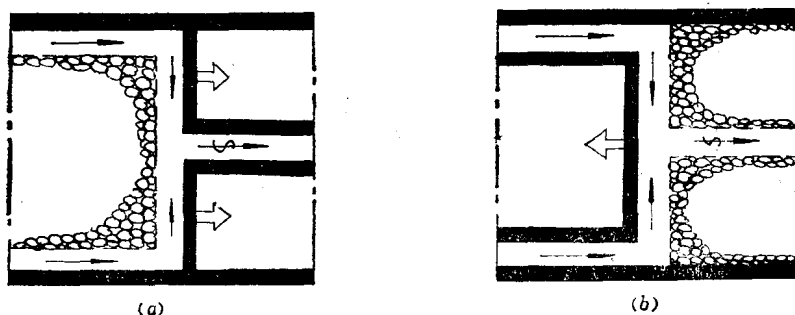


图 1-3 双Z型通风系统

3. H型通风系统

在H型通风系统中，图1-4(a)所示的为两进两回的通风系统，图1-4(b)所示的为三进一回系统。其特点是工作面风量大，采空区沼气不涌向工作面，气象条件好；增加了工作面的

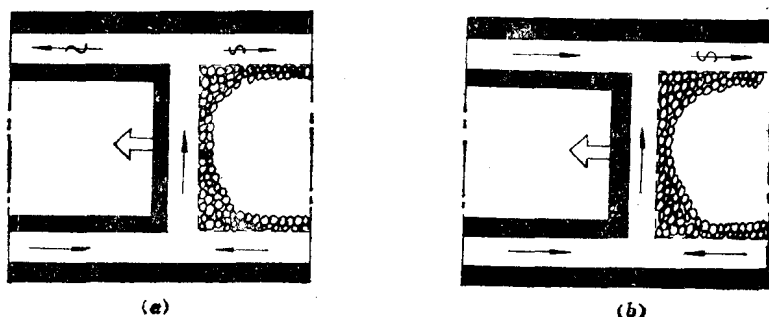


图 1-4 H型通风系统

安全出口；工作面机电设备都在新鲜风流巷道中；通风阻力小；在采空区的回风巷道中可抽放沼气，易于控制上隅角的沼气。但沿空护巷困难；由于有附加巷道，可能影响通风的稳定性，管理复杂。

在工作面和采空区的沼气涌出量都较大，在入风侧和回风侧都需增加风量以稀释整个工作面的沼气时，可考虑采用H型通风系统。

由图1-5可以看出，在相同的地质条件下，采用W型通风系统的工作面的供风量比采用U、Y型通风系统的工作面增加一倍，采面的产量显著提高，沼气相对涌出量大时效果更显著。

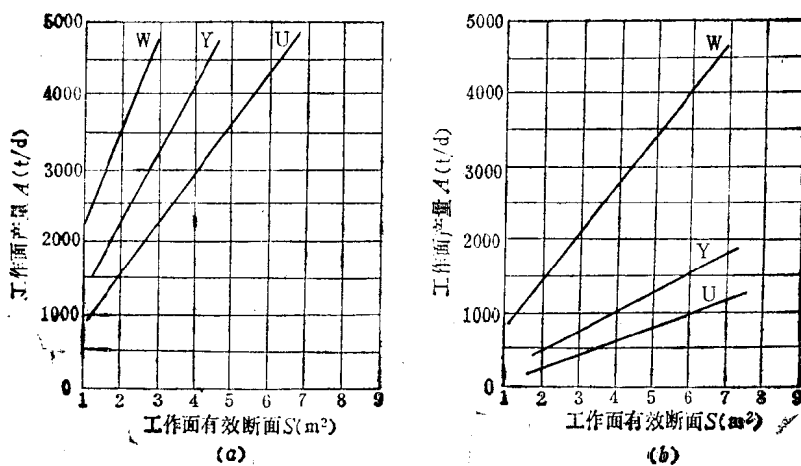


图 1-5

(a) 一沼气相对涌出量为10m³/t时；(b) 一沼气相对涌出量为80m³/t时

当沼气相对涌出量为80m³/t，工作面有效断面为5m²时，采用W型通风系统的工作面的产量是采用U型通风系统的工作面的产量4倍多。由于供风量增加，气候条件得到了改善。根据德国的实测，当日产量为2250t/d、工作面供风量为20m³/s、工作面长200m，煤层厚1.7m、围岩温度为50℃、入风温度为28℃（干球温度）时，采用W型通风系统的工作面的上半个工作面的气温比下半个工作面低2℃左右，体现出了下行通风的降温作用。

第二节 高沼气矿井的通风系统

沼气是影响煤矿通风与安全的主要因素。我国高沼气矿井及突出矿井占矿井总数的46.6%（占重点及统配煤矿的44%）。高沼气矿井的特点是：沼气涌出量大，涌入工作面的沼气多，致使工作面沼气超限。这不仅威胁矿井安全，而且常因停产处理而损失大量的财力和物力，使生产秩序无法正常，生产效率低，推进速度慢，影响矿井生产能力的发挥。随着煤矿开采深度的增加和机械化程度的提高，沼气对矿井安全生产的威胁越来越大，特别是一些高沼气综采工作面，由于沼气大量涌出，限制了生产效率的提高。因此高沼气矿井的通风系统应有利于稀释和排放沼气。高沼气矿井工作面的通风系统应满足以下要求：

- 1) 分源稀释沼气。即按沼气涌出的不同来源，以不同的新鲜风流分别稀释和排放；
- 2) 通风系统所确定的巷道布置，要有利于煤层沼气抽放和突出危险煤层的开采；
- 3) 应能排除上隅角高浓度沼气，防止沼气局部积聚；

4) 能为工作面创造良好的气象条件。

高沼气矿井工作面有条件的应首先进行沼气抽放, 同时应有一个利于稀释和排放沼气的通风系统。高沼气矿井工作面的沼气来源于开采煤层和邻近层。实践证明, 来自开采层的沼气和工作面的通风系统关系不大, 而邻近层的沼气涌出和工作面的通风系统关系十分密切。

目前, 我国高沼气矿井工作面主要采用U型、U+L型、Y型及W型通风系统。

一、高沼气工作面的通风系统

1. U型通风系统

假设采空区无任何漏风, 形成一源一汇流场, 则其流场分布如图1-6所示。

由图中可以看出, 风流除沿工作面流动外, 尚有一部分进入采空区而沿流线方向流动, 这样积存于采空区内的沼气即以对流扩散的形式与风流进行质量交换, 由于流进采空区内的风流携带沼气从上隅角涌出, 加之上隅角附近存在风流漩涡区, 因而工作面上隅角易积存沼气。在工作面沼气涌出量不大的情况下, 尚能维持正常生产。图1-7所示为某矿综采工作面采用U型通风系统时的等沼气浓度分布线。从图中可以看出, 采空区的沼气大部分从上隅角附近涌出, 从而造成上隅角沼气浓度超限。

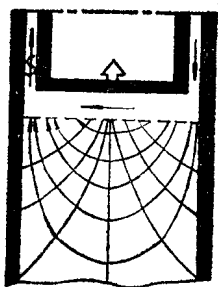


图 1-6 U型通风系统的工作面采空区
风流流线及等势线分布



图 1-7 某矿采用U型通风系统时的工作
面等沼气浓度分布线

根据《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)的规定, 回采工作面及回风流中的沼气浓度不得超过1%, 因而采用U型通风系统的工作面的所需风量应按下式计算:

$$Q_U = 100k[a + (1 - \eta)b]q \quad (1-1)$$

式中 Q_U ——工作面所需的风量, m^3/min ;

a ——开采层沼气涌出所占的比例, %;

b ——邻近层沼气涌出所占的比例, %;

η ——邻近层沼气抽放率, %;

q ——工作面总的沼气涌出量, m^3/min ;

k ——沼气涌出不均匀系数。由实验确定, 无实验资料时可取1.2~2.1。

2. U+L型 (U型加排沼气尾巷) 通风系统

为了解决高沼气工作面上隅角频繁出现的沼气超限问题, 可采用U+L型通风系统, 如

图1-8所示。其实质是使工作面的一部分风流流向采空区方向，通过上隅角经联络横巷进入尾巷，以改变采空区沼气在上隅角处的流动方向，使其不断被稀释，尔后经尾巷排出；同时进入采空区的风流携带采空区内的部分沼气也经尾巷排出，以减少上隅角的沼气涌出量。此通风系统的主要问题是尾巷中存在高浓度沼气。我国一些矿务局规定，尾巷中的沼气浓度不得超过3%，并规定尾巷不得兼做回风道和作其他用途，不得敷设电缆、金属管道、轨道，须设置栅栏，安装沼气报警断电仪等。此通风系统在国内外高沼气矿井中得到了广泛的应用。

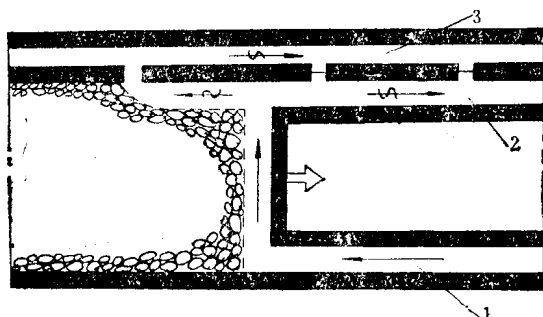


图 1-8 U型加排沼气尾巷的通风系统
1—进风道；2—回风道；3—尾巷

图1-9给出的是某矿71211工作面采用U+L型通风系统时的采空区风流的等势线、流线和等沼气浓度线的分布情况。由图1-9(a)可知，进入采空区的风流一部分经尾巷排出，一部分从工作面上隅角排出，这样在采空区内靠近尾巷和上隅角之间的地点就出现较高的沼气浓度。

图1-10给出了采用U+L型通风系统的工作面的风量变化曲线。图中 k_0 为工作面某点风量与工作面总进风量的比值。在距进风巷60m的范围内，有30%左右的风流经工作面进入采

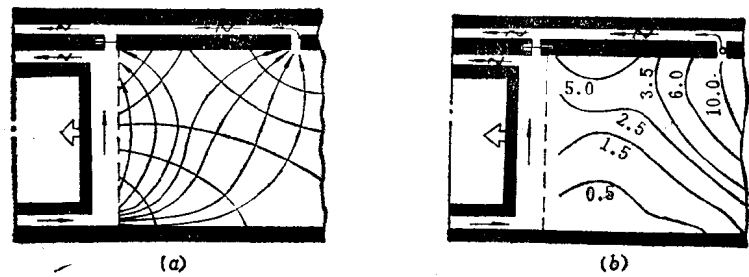


图 1-9

(a) —采用U+L型通风系统的工作面的采空区风流的等势线及流线的分布；
(b) —采用U+L型通风系统的工作面的采空区流场中的等沼气浓度线的分布

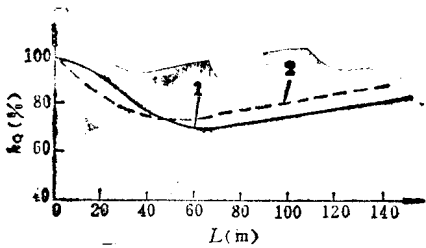


图 1-10 采用U+L型通风系统的工作面的有效风量率曲线

1—工作面距尾巷联络巷65m时的曲线；2—工作面距尾巷联络巷75m时的曲线

空区；在距进风巷60~160m的范围内，流入采空区的风流一部分返回工作面，返回工作面风量的大小，取决于尾巷联络巷和工作面之间的距离。

由于工作面与尾巷联络巷之间的漏风通道属角联支路，因而随着工作面的推进，上隅角及尾巷中的沼气浓度是处于不稳定状态的，在通风管理中应加强管理。

根据有关资料，采用U+L通风系统的回采工作面的所需风量应按式计算：

$$\left. \begin{aligned} Q'_{U+L} &= 100k(1+k_L)[a+(1-\eta)k_Lb]q \\ Q''_{U+L} &= k \frac{(1-\eta)(1-k_L)bg}{c} - k_L Q_{U+L} \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

$$Q_{U+L} = Q'_{U+L} + Q''_{U+L} \quad (1-3)$$

式中 k_L ——采空区漏风率。即工作面漏向回风巷的风量与总进风量的比值，%；

Q'_{U+L} ——工作面所需的风量， m^3/min ；

Q''_{U+L} ——尾巷所需的风量， m^3/min ；

Q_{U+L} ——工作面所需的总风量， m^3/min ；

c ——尾巷允许的最大沼气浓度，阳泉矿务局取3%；

k_L ——通风系统系数。

这种通风系统要求进、回风巷道必须有足够的断面积。综采工作面进、回风巷道断面一般为 $8\sim 9m^2$ ，有的达到了 $10\sim 11m^2$ 。这种通风系统，当工作面日产量为 $3000\sim 3500t$ ，月产为 $8\sim 10$ 万 t ，工作面总沼气流量为 $60m^3/min$ 时，基本上可满足生产需要。

3. Y型通风系统

由于采用U+L型的通风系统的工作面的上隅角处的沼气是处于不稳定的状态中，对于沼气涌出量较大的综采工作面，常会因沼气超限而停产，限制了生产的发展。但高沼气矿井的综采工作面可采用如图1-2(a)所示的Y型通风系统。即主进风流通过工作面时稀释本煤层的沼气，利用在采空区中维护的回风巷，有控制地向回风道漏风，使采空区的沼气直接进入回风巷，而副进风的作用在于驱散上隅角的沼气，并将回风巷的沼气稀释到安全浓度范围内。

图1-11(a)所示为某矿902工作面采用Y型通风时，采空区流场的等势线、流线及等沼气浓度线的计算机模拟结果。从图中可以看出，流线是经采空区指向回风巷，即风流沿工作面经采空区流入回风巷，这样采空区内的沼气浓度分布为：沿走向，越靠近采空区内部沼气浓度越大；沿倾向，靠近回风巷的沼气浓度较大。

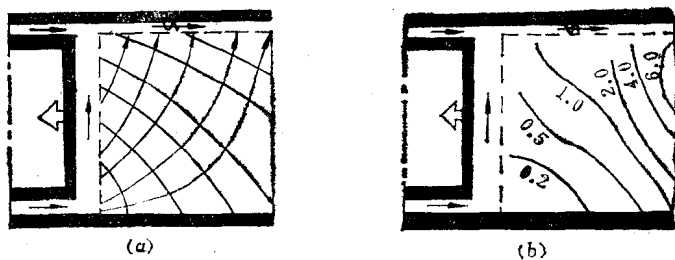


图 1-11

(a) 一采用Y型通风系统的工作面采空区风流的等势线及流线的分布；

(b) 一采用Y型通风系统的工作面采空区流场中的等沼气浓度线的分布

图1-12所示为某矿71210工作面有效风量率、沼气浓度及风流携带的沼气流量的变化曲线。由图中可知，沿工作面风流方向，工作面有效风量率不断下降，工作面的最大漏风率为18%，沼气浓度和风流携带沼流量不断增大。其原因是工作面沿程风量不断减少，而工作面煤壁和采落煤炭的沼气涌出量不断增加。

图1-13所示为71210工作面回风巷风流风量及沼气浓度的沿程分布情况。其分布规律是沿回风流方向，不断有风流携带采空区内的沼气从采空区内流出，从而使回风巷的风量、沼

气浓度及沼气涌出量不断增加。

研究表明，Y型通风系统在解决高沼气工作面通风问题时有如下特点：

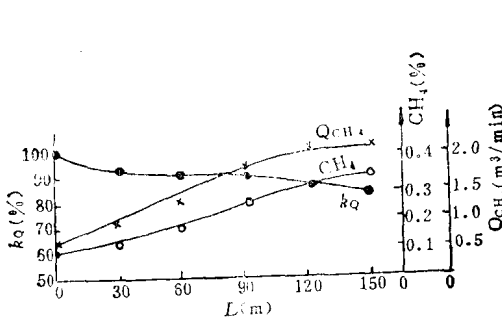


图 1-12 采用Y型通风系统的工作面
风流参数的变化

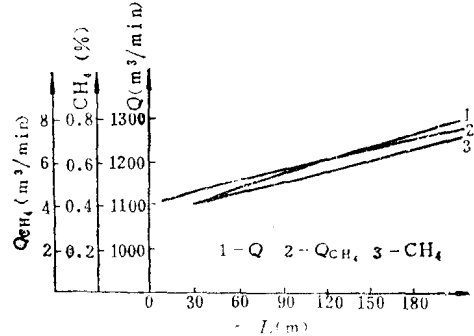


图 1-13 采用Y型通风系统的71210工作
面沿空巷中的风流和沼气参数的变化

- (1) 用单独风流稀释采空区沼气，消除了上隅角的高沼气积聚，是处理工作面沼气的一种经济合理的方法；
- (2) 采用分源稀释，工作面的供风主要为稀释开采层涌出的沼气；
- (3) 有两条新鲜风流巷道，可供安置机电设备，改变了运输道设备拥挤的现象；
- (4) 由于运输道的沼气涌出和粉尘直接排到回风巷，可以减少工作面的沼气和粉尘浓度，同时，还有利于有害气体的排放，提高了工作面的安全程度。

采用Y型通风系统的工作面的所需风量可按下式计算：

$$\left. \begin{aligned} Q_m &= 100k(1+k_L)[a+(1-\eta)k_Lb]q \\ Q_p &= 100(1-\eta)(1-k_L)bk - k_LQ_m \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

$$Q_Y = Q_m + Q_p \quad (1-5)$$

式中 Q_m ——主进风量， m^3/min ；

Q_p ——副进风量， m^3/min ；

Q_Y ——工作面所需总风量， m^3/min ；

k_L ——工作面通风系统的系数，对于Y型通风系统， $k_L = 0.2$ 。

回采工作面采用Y型通风系统有技术上合理、经济效益好、安全可靠高等优点，但需在采空区维护一条巷道。

回采工作面采用的“一进两回”的U+L型通风系统，可改为“两进一回”的Y型通风系统，如图1-14所示，把原回风巷改为辅助进风巷，进风量少于主进风巷，把原尾巷改为回风巷，工作面瓦斯由主进风巷的风流冲淡，辅助进风巷的风流与工作面风流在上隅角处汇合，经沿空巷道进入回风巷（原尾巷）。主进风巷的配风量以将工作面涌出的沼气冲淡到允许浓度为宜，辅助进风巷配风量以将上、下邻近层涌入采空区的沼气（除抽放沼气体量）和采空区丢煤涌出的沼气冲淡到使工作面回风流沼气

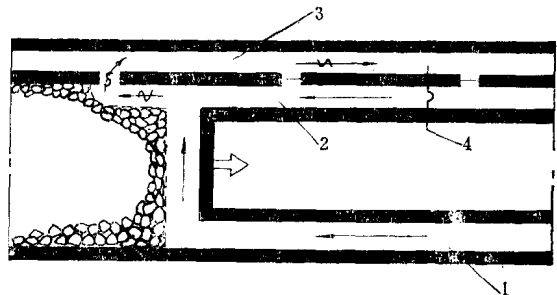


图 1-14 两进一回的Y型通风系统

1—主进风巷；2—辅助进风巷；3—回风巷；4—调节风窗

浓度在1%以下为宜,工作面总配风量以回风巷风流沼气浓度在1%以下为准。风量控制一般只在辅助进风巷设风窗进行调节。

二、采区工作面的整体布置

工作面采用沿空留巷的Y型通风系统时,其工作面巷道是重复使用和置换使用的,这样可达到少掘巷道,少留煤柱,安全、经济、多采煤的目的。

采用这种通风系统的采煤工作面的巷道是单、双巷间隔布置,在通风用途上是重复置换使用的,如图1-15所示。具体方法如下:采1*工作面时,1号巷为1*工作面的主进风巷,2号巷为1*工作面的辅助进风巷,3号巷为回风巷;采2*工作面时,4号巷为2*工作面的主进风巷,3号巷为2*工作面的辅助进风巷,2号巷为2*工作面的回风巷;采3*工作面时,4号巷为3*工作面的主进风巷,5号巷为3*工作面的辅助进风巷,6号巷为3*工作面的回风巷。沿采空区留设的巷道分别为2号巷、4号巷和5号巷。

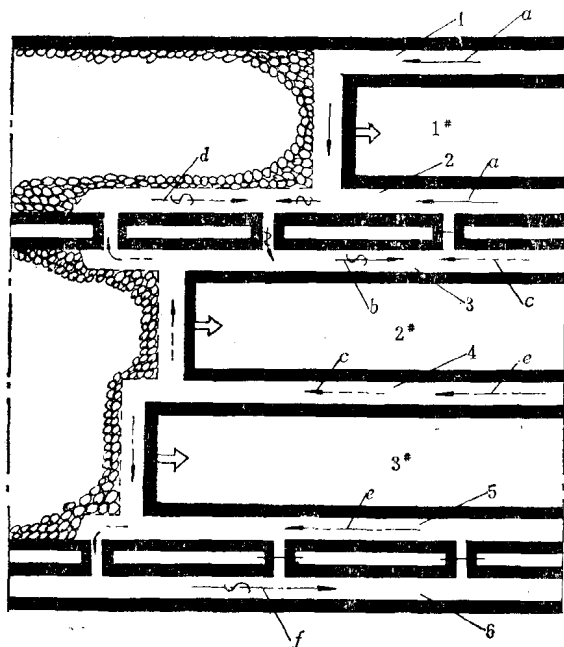


图 1-15 沿空留巷的Y型通风系统

a、b—1号工作面的进、回风; c、d—2号工作面的进、回风; e、f—3号工作面的进、回风

采区工作面的整体布置中,采用Y型通风系统的主要优点为:(1)通风系统简单合理,便于管理;(2)上隅角沼气浓度降低,流向安全;(3)剔除或缩短了沼气尾巷这个易发事故点,在安全上更加合理可靠;(4)巷道掘进量减少,缩短了工作面的准备时间,加快了工作面投产;(5)避免了因上隅角或尾巷瓦斯超限而造成的停产,加快了回采速度,丢煤量减少,提高了回采率;(6)风压、风量调节更加方便;(7)降低了工作面系统内的通风总阻力。另外,若在抽放工艺上配以合理的布孔方式,抽放邻近层的沼气,其经济效率也是十分明显的。

第三节 自燃矿井的通风系统

矿井火灾是煤矿的主要灾害之一,在全国统配煤矿和重点煤矿中,有自然发火危险的矿井约占47%。自然发火直接威胁着安全生产,烧毁煤炭资源和设备,冻结大量的开采煤量,破坏了矿井的正常生产秩序。大量事实证明煤层自燃必须同时具备4个条件:即:①煤炭具有自燃倾向性,并以破碎状态存在;②有漏风供氧条件;③有积聚氧化热的储热环境;④有足够氧化储热的时间。在煤层自燃必备的4个条件中,除煤炭具有自燃倾向性,并以破碎状态存在这一条件外,其他3条与矿井通风系统都有密切的关系。为此,自燃矿井的通风系统必须满足以下条件:

1) 根据兖州等局的经验,自燃矿井的主扇风压不得超过1500Pa;

2) 开采自燃煤层的采区和回采工作面必须采用分区通风,并保持足够的通风断面;采区和回采工作面进、回风两端风压差不宜超过200Pa;