

# 矿井通风系统管理 技术理论

谭允祯 著

煤炭工业出版社

# 矿井通风系统管理技术理论

谭允桢 著

煤炭工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

矿井通风系统管理技术理论/谭允楨著. —北京:煤炭工业出版社, 1998. 8

ISBN 7-5020-1595-7

I. 矿… II. 谭… III. 矿山通风-通风系统 N. TD724

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 09570 号

**矿井通风系统管理技术理论**

谭允楨 著

责任编辑:辛广龙

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京朝阳区霞光里 8 号 100015)

煤炭工业出版社印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787×1092mm<sup>1</sup>/32 印张 17.8

字数 97 千字 印数 1—755

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

书号 4364 定价 (平) 9.00 元  
(精) 12.00 元

**版权所有 违者必究**

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换



## 前 言

矿井通风系统是矿井防灾、抗灾的基础,是矿井安全生产的根本保证,并且还直接影响着矿井的生产能力和经济效益。一个安全、可靠、经济的矿井通风系统不仅应与矿井的开拓开采系统相匹配,以最经济的手段使通风能力满足矿井生产的需要,而且还应具有简畅的通风网路、合理的通风机工况,以预防灾害的发生,并在灾害发生后能控制灾变的发展。

20世纪70年代末,全国统配与重点煤矿中有占当时矿井的31.8%的196对矿井的通风能力不足,直接影响着矿井的正常生产;基于满足矿井生产的要求,80年代初对这些通风能力不足的矿井进行了以增风为目的的改造,但由于没有矿井通风系统理论做指导,当时只考虑增加风量,未考虑其他因素,结果风量增加了,而通风阻力也随着大增,电耗大增,造成了通风管理困难,矿井抗灾能力降低和通风费剧增,矿井通风状况并没有根本改善。1979年到1981年末的2年时间的改造,全国总排风量增加了9.9%,而矿井等积孔只增加了7.6%,致使 $1\text{m}^3$ 风量的电耗增加了4.6%,一年即浪费电力7850万度。

到了20世纪80年代,我国虽然重视了对矿井通风理论的研究,但当时的研究主要围绕着风流理论与网路理论展开,而没有注意到对通风系统管理的技术理论的研究;由于矿井生产条件是多变的,矿井通风系统是一个复杂的、动态的和随机的系统,矿井通风系统理论除了风流理论和网路理论外,

还有有关矿井通风系统管理的技术理论，因而对矿井通风系统的改造并未能取得良好的效果。

作者自 20 世纪 80 年代初结合现场通风管理中提出的问题，对矿井通风系统管理的技术理论进行了系统的研究。经过多年的研究提出了“矿井通风测压系统”的理论，该研究成果通过了部级鉴定，鉴定认为：“本项研究为更科学、经济、合理地对矿井通风系统进行管理提出的一种新的理论和方法；为把矿井通风管理工作提高到一个新的水平提供了有益的途径；属国内首创。”并于 1992 年获部科技进步三等奖。作者提出的“矿井通风系统优化”的理论，在多个矿井的实际应用也取得了显著的经济效益和社会效益，1993 年通过部级鉴定，鉴定认为：“该项研究成果居国内领先水平”；1994 年获部科技进步三等奖。作者通过研究提出的“矿井通风系统安全度”理论客观地反映了矿井通风系统结构的安全性。这些研究成果都获得了现场和学者的高度评价。为了总结已取得的成果，进一步提高研究水平，完善矿井通风系统理论，提高我国矿井通风的管理水平，使矿井通风管理科学化，作者撰写了本专著。

本书所论述的理论都是在针对矿井通风系统现场管理中遇到的一些急待解决的问题进行研究后提出的，且实际应用也证明了其正确性。

矿井通风系统是一个十分复杂的系统，其中还存在许多问题，还有待于进一步的探讨和研究。由于作者的水平所限，书中难免有不足之处，恳请读者提出宝贵意见。

作者

1998 年 3 月

## 内 容 提 要

本书在系统地阐述了根据不同灾害因素而划分的几种矿井通风系统的基础上，重点介绍了矿井通风测压系统、矿井通风系统安全度、矿井通风系统方案优化和风道断面优化等基础理论，并结合矿井实际介绍了几种理论的应用。

本书可供煤炭、冶金、建材、地下工程等行业从事通风管理工作的人员学习参考，并可兼作相关专业研究生的教学用书。



### 作者简介

谭允祯，49岁，山东矿业学院教授。著有专著《矿井通风系统优化》，发表了有关矿井通风系统的论文30余篇。所取得的“矿井通风测压系统及其在通风管理中的应用”、“矿井通风系统优化的研究”二项研究成果曾获原煤炭工业部科学技术进步三等奖。

# 目 录

<b>第一章 矿井通风系统</b> .....	1
第一节 矿井通风系统的类型 .....	1
第二节 高瓦斯矿井的通风系统 .....	7
第三节 自燃矿井的通风系统 .....	13
第四节 高温矿井的通风系统 .....	19
<b>第二章 矿井通风测压系统</b> .....	28
第一节 矿井通风测压系统的建立 .....	29
第二节 矿井通风系统分析矩阵 .....	37
第三节 矿井通风测压系统的应用 .....	46
<b>第三章 矿井通风系统安全度</b> .....	66
第一节 矿井通风系统安全性的评价指标 .....	66
第二节 矿井通风系统安全度的评价 .....	75
第三节 应用与分析 .....	82
<b>第四章 矿井通风系统的优化设计</b> .....	89
第一节 矿井通风系统方案的评判指标 .....	89
第二节 矿井通风系统方案的优化 .....	105
第三节 风道断面的优化 .....	120
<b>主要参考文献</b> .....	137



# 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。完善的矿井通风系统是矿井安全生产的保证。目前用通风方法可排除全矿井瓦斯量的 80%~90%，回采工作面瓦斯量的 70%~80%，装有抑尘装置回采工作面的粉尘量的 20%~30%，深井回采工作面热量的 60%~70%。

在影响矿井安全的诸因素中，瓦斯、高温和煤层自燃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层自燃。

## 第一节 矿井通风系统的类型

随着矿井开采深度的增加、矿井设计生产能力的增大，煤层的开采技术日趋多样化，而相应的矿井瓦斯涌出量也随之增大、岩层温度也随之升高、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，对不同开拓开采条件的矿井的通风系统的要求是不同的。

矿井通风系统由影响矿井安全生产的主要因素所决定。根据影响矿井安全生产的主要因素中与矿井通风有关的瓦斯、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

根据瓦斯、煤层自燃和高温等矿井生产中影响安全的主要因素对矿井通风系统的要求，为了便于管理、设计和检查，把矿井通风系统分为一般型、降温型、防火型、排放瓦斯型、防火及降温型、排放瓦斯及降温型、排放瓦斯及防火型、排放瓦斯与防火及降温型几种，其相应的级别见表 1—1。

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	低瓦斯、无自然发火危险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	有自然发火危险的矿井
IV	排放瓦斯型	高瓦斯或煤与瓦斯突出矿井
V	防火及降温型	有自然发火危险及高温已造成危害的矿井
VI	排放瓦斯及降温型	高瓦斯或煤与瓦斯突出及高温已造成危害的矿井
VII	排放瓦斯及防火型	高瓦斯或煤与瓦斯突出及有自然发火危险的矿井
VIII	排放瓦斯与防火及降温型	高瓦斯或煤与瓦斯突出、有自然发火危险及高温造成危害的矿井

将矿井通风系统划分为不同的类型和级别的意义在于：

(1) 有利于矿井通风系统设计的规范化。

根据不同类型矿井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，可提高矿井设计的质量。

(2) 可使通风管理标准化。

矿井通风系统的类型不同，通风管理的标准也有差异；根据每一类型矿井通风系统的特点，制定出具体的管理标准，可使通风管理有的放矢。

(3) 提高了矿井通风的管理质量。

在进行通风质量检查时，按照根据对不同类型的矿井通风系统的要求而制定的管理标准分别进行，可提高矿井通风

的管理质量。

(4) 可使矿井的开拓开采和矿井通风结为一体。

通风检查时,首先要检查矿井通风系统是否符合要求,然后才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通风工作。

(5) 增强了矿井的抗灾能力。

根据不同类型的通风系统采取相应的管理措施及防止灾害发生和扩大的办法,可提高矿井的抗灾能力。

## 二、工作面的通风系统

采区通风系统是矿井通风系统的核心,采区通风系统的结构决定了矿井通风系统的最重要的参数和指标(如漏风量、稳定性程度等),因而合理的采区通风系统是保证矿井安全生产的基础。采区通风系统的合理与否主要取决于回采工作面的通风系统。

由于回采工作面的通风系统由影响矿井安全的瓦斯、高温和自然发火等因素所决定,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、工作面漏风小,风流稳定,易于管理等;缺点是上隅角瓦斯易超限,工作面进、回风巷维护工作量大。

采用Z型后退式通风系统的工作面的采空区瓦斯不会涌入工作面,而是涌向回风顺槽,工作面采空区回风侧能用钻

孔抽放顶底板瓦斯,但入风侧不能抽放瓦斯;采用Z型前进式通风系统的工作面的采空区的瓦斯易涌向工作面,特别是上隅角,入风侧能抽放瓦斯,回风侧不能抽放瓦斯。Z型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。

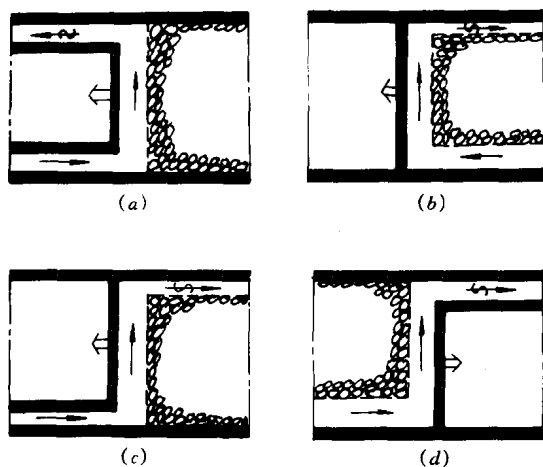


图 1-1 U 型及 Z 型通风系统示意图

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

## 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,如图 1-2、图 1-3 所示。

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工作面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，上隅角及回风道的瓦斯不易超限，并可在上部进风道内抽放瓦斯。

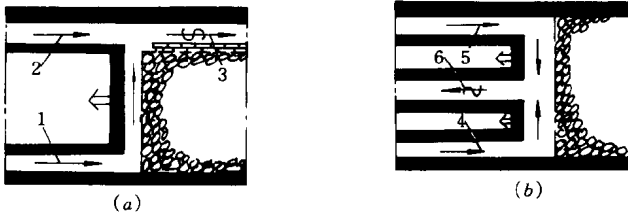


图 1-2 Y 型及 W 型通风系统

1—主进风巷；2—副进风巷；3—治空巷；

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，用于高瓦斯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、下段工作面虽均为上行式通风，但由于上段工作面的风速高，对防尘不利，且上隅角瓦斯可能会超限，所以在瓦斯涌出量很大时，常采用上、下平巷进风，中间平巷回风的 W 型通风系统；或者反之，采用中间巷进风，上、下平巷回风的通风系统，以增加风量，提高产量。W 型后退式通风系统是高瓦斯综采工作面通风的重要形式。

W 型前进式通风系统的巷道维护在采空区内，漏风量较大，采空区涌出的瓦斯量也大。

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，还可以在中巷打一些扇形钻孔，以增大总的钻孔密度（因中巷位于瓦斯涌出空间的中心，可以大大提高瓦斯抽出量）。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。

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 型前进式通风系统和上、下入风巷维护在采空区内 (图 1-3 (a))，漏风携出的瓦斯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))，漏风携出的瓦斯不进入工作面，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。

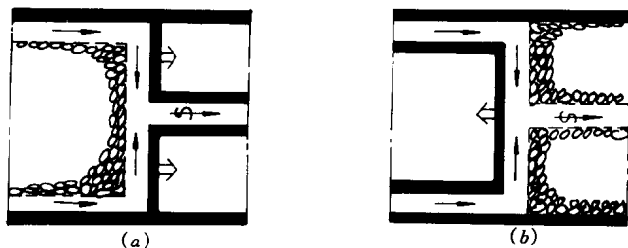


图 1-3 双 Z 型通风系统

### 3. H 型通风系统

在图 1-4 所示的 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) 所示的为三进一回通风系统。其特点是工作面风量大，采空区瓦斯不涌向工作面，气象条件好；增加了工作面的安全出口，工作面机电设备都在新鲜风流巷道中；通风阻力小；在采空区的回风道中可抽放瓦斯，易于控制上隅角的瓦斯。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瓦斯涌出量都较大，在入风侧和回

风侧都需增加风量以稀释整个工作面的瓦斯时，可考虑采用H型通风系统。

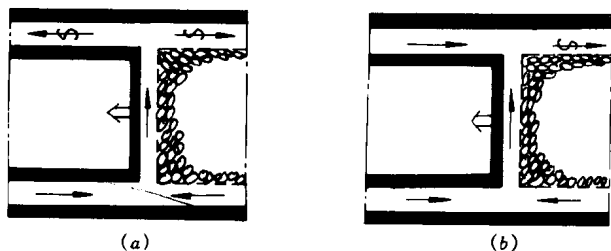


图 1-4 H型通风系统

## 第二节 高瓦斯矿井的通风系统

瓦斯是影响煤矿通风与安全的主要因素。我国高瓦斯矿井及突出矿井占矿井总数的 40.6%，占重点及统配煤矿的 40%。高瓦斯矿井的特点是：瓦斯涌出量大，涌入工作面的瓦斯多，工作面瓦斯时常超限。这不仅威胁矿井安全，而且常因停产处理积聚的瓦斯而损失大量的人力、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，瓦斯对矿井安全生产的威胁越来越大，特别是一些高瓦斯综采工作面，由于瓦斯大量涌出，限制了生产效率的提高。因此高瓦斯矿井的通风系统应有利于稀释和排放瓦斯。高瓦斯矿井工作面的通风系统应满足以下要求：

(1) 分源稀释瓦斯。即按瓦斯涌出的不同来源，以不同的新鲜风流分别稀释和排放。

(2) 根据通风系统所确定的巷道布置，要有利于煤层瓦

斯抽放和突出危险煤层的开采。

(3) 应能排除上隅角高浓度的瓦斯，防止瓦斯局部积聚。

(4) 能为工作面创造良好的气象条件。

高瓦斯矿井工作面的瓦斯来源于开采煤层和邻近层。实践证明，来自开采层的瓦斯和工作面的通风系统关系不大，而邻近层的瓦斯涌出和工作面的通风系统关系十分密切。

目前，我国高瓦斯矿井工作面主要采用 U 型、U+L 型、Y 型及 W 型通风系统。

### 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—5 所示。由图中可以看出，风流除沿工作面流动外，尚有一部分由工作面进风段进入采空区而从工作面的回风段流出，这样积存于采空区内的瓦斯同风流间即以对流扩散的形式进行质量交换。由于流进采空区内的风流携带瓦斯从上隅角流出，加之在上隅角附近存在风流涡流区，因

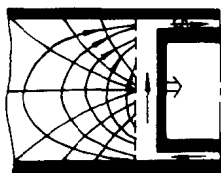


图 1—5 采用 U 型通风系统的工作面采空区风流流线及等势线分布

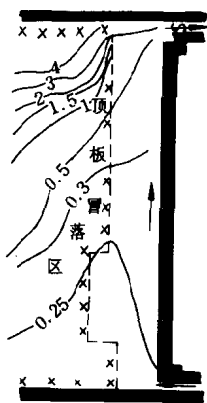


图 1—6 某矿采用 U 型通风系统时的工作面的等瓦斯浓度分布线



而工作面上隅角易积聚瓦斯。

图 1-6 所示为某矿综采工作面采用 U 型通风系统时的等瓦斯浓度分布线。从图中可以看出，采空区的瓦斯大部分从上隅角附近涌出，从而造成上隅角瓦斯浓度超限。

## 2. U+L 型通风系统

其实际上是在 U 型通风系统的基础上加上一尾巷而构成的通风系统，如图 1-7 所示。为了解决高瓦斯工作面上隅角频繁出现的瓦斯超限问题，可采用 U+L 型通风系统。其实质是使工作面的一部分风流向采空区方向，通过上隅角经联络横巷进入尾巷，以改变采空区瓦斯在上隅角处的流动方向，使上隅角瓦斯在被稀释后经尾巷排出，同时由于进入采空区的风流携带的采空区内的部分瓦斯也经尾巷排出，因而即减少了上隅角的瓦斯涌出量。此通风系统的主要问题是尾巷中存在高浓度瓦斯。此通风系统在国内外高瓦斯矿井中得到了广泛的应用。

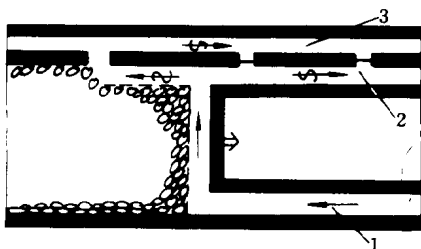


图 1-7 U+L 型通风系统  
1—进风道；2—回风道；3—尾巷

图 1-8 给出的是某矿 71211 工作面采用 U+L 通风系统时采空区风流的等势线、流线和等瓦斯浓度线的分布情况。由图 1-8 (a) 可以看出，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，这样在采空区靠近尾巷和上隅角之间的地点就出现较高的瓦斯浓度。

由于工作面与尾巷联络巷之间的漏风通道属角联支路，