

煤矿“一通三防”实用技术

刘德政 主编



MEIKUANG YITONGSANFANG SHIYONG JISHU

山西出版集团
山西科学技术出版社

责任编辑 / 段立新
封面设计 / 樊建强
吕雁军



MEIKUANG YITONGSANFANG SHIYONG JISHU

ISBN 978-7-5377-3054-9



9 787537 730549 >

定价：88.00 元

TD7
L-269

煤矿“一通三防”实用技术

MEIKUANG YITONGSANFANG SHIYONG JISHU

主 编 刘德政

副 主 编 李建廷 唐润生

执行主编 樊建强

山西出版集团
山西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿“一通三防”实用技术/刘德政主编.—太原:山西科学技术出版社,2007.10

ISBN 978-7-5377-3054-9

I.煤… II.刘… III.煤矿—安全生产—基本知识 IV.TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 137687 号

煤矿“一通三防”实用技术

主 编 刘德政

出 版 山西出版集团·山西科学技术出版社

(太原市建设南路 15 号 邮编:030012)

发 行 山西出版集团·山西科学技术出版社(电话:0351-4922121)

印 刷 山西汇龙印业有限公司

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16

印 张 31

字 数 620 千字

版 次 2007 年 10 月第 1 版

印 次 2007 年 10 月太原第 1 次印刷

印 数 1-5000 册

书 号 ISBN 978-7-5377-3054-9

定 价 88.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。

《煤矿“一通三防”实用技术》编委会

顾 问 彭建勋 张崇慧

主 任 巩安库

副 主 任 杜建荣 刘晋英 梁云祥 苏保生 徐占成 唐 晋

刘德政 祁建华 王怀科

编 委 (以姓氏笔画为序)

王志杰 王心宽 牛玉山 牛建华 白凌峰 白天福

冯春英 冯卫星 李棣林 李高平 李宏权 李建廷

李新锁 张 恒 张良谋 张英保 庞成国 杨振中

赵文才 郭虎银 曹秀文 黄文升 梁爱玉 阎瑞峰

谢万星

主 编 刘德政

副 主 编 李建廷 唐润生

执行主编 樊建强

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王孔善 王俊峰 王爱明 吕 祥 刘德政 刘寅虎

邬剑明 李建廷 李军才 张宏伟 段三明 贺宏伟

赵青云 赵爱丽 贾军萍 唐润生 黄文升 续培平

解启栋 樊建强

主 审 苏保生 梁云祥 徐占成

编 审 丁大同 王兆丰 张福喜 唐润生 苗贵才 苗还利

邬剑明 李高平 李新锁 李海贵 杨振中 刘振民

工作人员 徐二民 马文江 王义成 李雨彦 张俊威 郭高祥

唐 群 温亭楼 戴伯鹏

管住瓦斯 确保 全管好瓦斯变 废为宝

新善忠

新善忠 山西省人民政府副省长 山西省人民政府安全生产委员会主任

前 言

煤矿生产，安全第一；“一通三防”，重中之重。

安全生产是安全发展的前提，安全发展是可持续发展的前提。安全生产责任重于泰山。

山西省是全国的产煤大省，煤炭储量占全国的三分之一，产量占四分之一，省际调出量占五分之四。煤炭工业在山西经济建设和社会发展中举足轻重，为保障国民经济健康发展提供能源支持，为兴晋富民发挥重要作用。

山西煤炭工业长期承担着保障煤炭供应和保证安全生产的双重压力，山西煤矿安全生产形势为全社会高度关切。多年来，山西省委、省政府领导全省人民齐心协力，励精图治，坚持“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，认真落实科学发展观，全省煤矿安全生产形势逐年好转，产量不断增长，死亡率持续递减。从2004年开始，百万吨死亡率稳定在1以下，保持着逐年下降的势头，为山西省乃至全国安全生产形势的进一步稳定好转作出了贡献。

“一通三防”是煤矿安全生产工作的重中之重。山西煤矿以井工开采居多，“一通三防”问题尤为突出。抓住“一通三防”这个主要矛盾，就抓住了煤矿安全生产工作的要害，就掌握了安全生产工作的主动权。而要想搞好“一通三防”工作，则必须按照“管理、装备、培训并重”的原则，高度重视从业人员安全知识水平、业务素质、从业技能的提高和更新。为此，我们在总结近几年煤矿“一通三防”监督管理实践经验的基础上，结合山西省煤矿安全工作的实际，组织编写了《煤矿“一通三防”实用技术》。该书针对煤矿的实际需要，深入浅出地介绍了煤矿“一通三防”的基本理论和实用技术，在传统理论和常规技术的基础上，力求提炼、反映当前山西省乃至全国煤矿“一通三防”方面的新理论、新技术、新方法，在表述上努力做到通俗、规范、准确、完整。

该书适合广大煤矿职工、工程技术人员、安全监督监察人员和煤矿企业管理人员进行理论知识学习与技能培训之用，也可作为煤矿“一通三防”工作参考用书。

本书在编写和审定过程中，得到了有关方面的大力支持，谨此致谢。书中的缺点和不足之处，恳请批评指正。



目 录

第一篇 矿井通风

第一章 矿井空气	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 矿井空气中主要有毒有害气体	(5)
第三节 矿井气候条件	(10)
第二章 矿井通风原理	(15)
第一节 矿井空气流动原理	(15)
第二节 矿井通风阻力	(18)
第三节 矿井通风网络	(21)
第三章 矿井通风系统	(26)
第一节 矿井通风系统的选择原则	(26)
第二节 矿井通风方式	(27)
第三节 主要通风机的工作方法	(28)
第四节 矿井通风构筑物	(31)
第五节 采区通风系统	(32)
第六节 采煤工作面通风	(34)
第七节 掘进工作面通风	(37)
第八节 建井时期的通风	(38)
第四章 矿井风量计算	(51)
第一节 供风地点风量配备原则	(51)
第二节 采掘工作面和硐室配风量计算	(52)
第三节 煤矿通风能力核定	(55)
第四节 风量测定及计算	(58)

第五章 矿井主要通风机选型	(64)
第一节 矿井主要通风机简介	(64)
第二节 矿井主要通风机选型	(66)
第三节 矿井主要通风机电动机选型	(68)
第四节 矿井主要通风机附属装置	(69)
第五节 矿井通风设计依据及主要内容	(71)
第六章 矿井反风技术	(72)
第一节 矿井反风的概念	(72)
第二节 反风方式	(73)
第三节 反风方法	(73)
第四节 反风设备的要求	(74)
第五节 反风演习	(74)
第七章 矿井主要通风机技术性能测定	(77)
第一节 概述	(77)
第二节 矿井主要通风机基本参数和性能曲线	(78)
第三节 矿井主要通风机技术性能测定原理和条件	(79)
第四节 测定步骤	(81)
第五节 测定方法	(84)
第六节 测定报告的编写与测定结果分析	(89)
 第二篇 矿井瓦斯与等级鉴定 	
第一章 矿井瓦斯的性质和危害	(93)
第一节 矿井瓦斯的性质	(93)
第二节 矿井瓦斯性质及赋存特征	(94)
第三节 矿井瓦斯爆炸和燃烧	(97)
第二章 矿井瓦斯涌出	(103)
第一节 矿井瓦斯涌出量	(103)
第二节 矿井瓦斯涌出规律	(107)
第三节 矿井瓦斯涌出量预测	(111)
第三章 矿井瓦斯等级鉴定	(118)
第一节 矿井瓦斯等级划分	(118)



第二节 矿井瓦斯等级鉴定方法	(120)
----------------------	-------

第三篇 矿井瓦斯抽放

第一章 瓦斯抽放的条件及指标	(125)
第一节 瓦斯抽放条件	(125)
第二节 瓦斯抽放指标	(127)
第二章 矿井瓦斯抽放参数及其计算	(129)
第一节 瓦斯压力测定及计算	(129)
第二节 煤层瓦斯含量及储量	(134)
第三节 矿井瓦斯抽放规模	(143)
第四节 煤层透气性系数与钻孔瓦斯流量衰减系数	(147)
第三章 矿井瓦斯抽放方法	(150)
第一节 瓦斯抽放方法选择	(150)
第二节 本煤层瓦斯抽放	(152)
第三节 邻近层瓦斯抽放	(160)
第四节 采空区瓦斯抽放	(170)
第五节 地面瓦斯抽放	(173)
第六节 综合瓦斯抽放	(180)
第七节 瓦斯抽放钻场布置	(181)
第四章 矿井瓦斯抽放设备选型计算	(185)
第一节 抽放设备选型	(185)
第二节 抽放管路敷设	(203)
第三节 抽放管路附属设备	(204)
第四节 抽放站设备布置	(214)
第五节 矿井瓦斯利用	(216)

第四篇 矿井安全监测监控

第一章 矿井瓦斯检测仪器	(219)
第一节 光学瓦斯检定器	(220)
第二节 便携式瓦斯检测报警仪	(222)

第三节 智能式瓦斯检测记录仪	(222)
第四节 瓦斯报警矿灯	(223)
第五节 瓦斯检测仪器的使用与管理	(223)
第二章 矿井安全监测监控系统	(226)
第一节 系统分类及组成	(226)
第二节 传感器	(232)
第三节 工作分站	(234)
第四节 隔爆兼本质安全型电源箱	(234)
第五节 数据通信接口	(235)
第三章 矿井安全监测监控系统的使用与管理	(235)
第一节 电缆布置与分站安装	(235)
第二节 传感器的布置与安装	(236)
第三节 使用与维护	(242)

第五篇 煤与瓦斯突出及防治

第一章 煤与瓦斯突出基本知识和理论	(251)
第一节 煤与瓦斯突出及其危害	(251)
第二节 煤与瓦斯突出的分类、主要特征及一般规律	(252)
第三节 煤与瓦斯突出机理	(255)
第四节 煤与瓦斯突出危险性预测研究现状	(258)
第二章 煤与瓦斯突出的防治	(260)
第一节 煤与瓦斯突出鉴定	(260)
第二节 区域性防治突出措施	(265)
第三节 局部性防治突出措施	(273)
第三章 煤与瓦斯突出危险性预测	(286)
第一节 煤与瓦斯突出预测分类	(286)
第二节 突出危险程度划分	(286)
第三节 区域突出危险性预测方法	(287)
第四节 工作面突出危险性预测	(289)
第四章 防治突出措施效果检验与安全防护措施	(293)
第一节 防治突出措施效果检验	(293)



第二节 安全防护措施	(295)
------------------	-------

第六篇 矿井粉尘防治

第一章 矿井粉尘及其危害	(301)
第一节 粉尘的概念及分类	(301)
第二节 粉尘的性质	(303)
第三节 粉尘的危害	(305)
第二章 煤尘爆炸	(306)
第一节 煤尘爆炸的必要条件	(306)
第二节 影响煤尘爆炸的因素	(308)
第三节 煤尘爆炸的特征	(310)
第四节 煤尘爆炸性鉴定	(311)
第三章 矿井粉尘防治技术	(313)
第一节 煤层注水防尘技术	(314)
第二节 喷雾降尘技术	(343)
第三节 通风除尘技术	(351)
第四节 综合防尘措施	(356)
第四章 煤尘爆炸预防与控制技术	(360)
第一节 预防煤尘爆炸措施	(360)
第二节 煤尘爆炸传播控制技术	(361)

第七篇 矿井火灾防治

第一章 矿井火灾概述	(379)
第一节 矿井火灾的燃烧原理	(379)
第二节 矿井火灾的基本规律	(382)
第三节 矿井火灾的分类及特点	(387)
第四节 矿井火灾的危害	(389)
第二章 煤层自燃理论	(390)
第一节 煤自燃机理	(390)
第二节 煤自燃的条件及其发展过程	(392)

第三节 煤层自燃的影响因素	(393)
第四节 自燃火灾的分类	(397)
第三章 矿井火灾预测预报及火源探测技术	(398)
第一节 自然发火预测预报技术	(398)
第二节 矿井火灾检测技术	(403)
第三节 自燃火源位置探测技术	(413)
第四章 自燃火灾防治技术	(418)
第一节 开拓开采预防措施	(418)
第二节 均压防灭火技术	(421)
第三节 灌浆防灭火技术	(425)
第四节 惰化防灭火技术	(433)
第五节 喷涂堵漏防灭火技术	(439)
第六节 阻化剂防灭火技术	(441)
第七节 凝胶防灭火技术	(442)
第五章 外因火灾的预防	(444)
第一节 预防地面火灾及其蔓延	(445)
第二节 矿井明火及可燃物管制	(446)
第三节 矿井电气火灾预防	(448)
第六章 矿井火灾应急对策	(451)
第一节 火灾初发应急对策	(451)
第二节 井下几种典型火灾的特点及处置方法	(456)
第七章 火区封闭、管理与启封	(458)
第一节 火区封闭	(458)
第二节 火区管理	(463)
第三节 火区启封	(465)
附录一 常用气体物理常数和化学常数表	(468)
附录二 常用计量单位换算	(469)
附录三 常用法定计量单位	(478)



第一篇 矿井通风

矿井通风的根本任务是连续不断地向井下输送新鲜空气保证人员呼吸；冲淡并排除从井下煤层中涌出的或在煤炭生产过程中产生的有毒有害气体、粉尘和水蒸气；调节矿井的气候条件，给井下作业人员创造一个良好的工作环境；保证井下的机械设备、仪器、仪表的正常运行，保证井下作业人员的身体健康和生命安全，并使生产作业人员能够充分发挥劳动效能和提高劳动生产率，从而达到高效、安全、健康的目的。

矿井通风是煤矿生产的一个重要环节。矿井通风与矿井安全密切相关，合理的通风系统是预防重大瓦斯、火灾、煤尘事故的基础。能使矿井通风系统达到稳定、可靠，就能提高矿井抗灾能力，实现安全生产。因此，搞好矿井通风，对于保证煤矿安全生产有着十分重要的意义。

第一章 矿井空气

矿井生产过程中，产生大量有毒有害气体，使矿井空气成分、温度、压力发生变化，特别是发生瓦斯、火灾或煤尘事故，会产生大量的一氧化碳、二氧化碳等气体，影响井下人员身体健康，甚至威胁其生命安全。本章通过介绍矿井空气物理性质，为矿井空气检测、有毒有害气体防治、改善矿井气候条件奠定基础。

第一节 概 述

一、地面空气

矿井空气是相对于地面空气而言的。为了解矿井空气，应首先对地面空气有所认识。

地面空气（通常称大气）是由氧气（ O_2 ）、氮气（ N_2 ）、二氧化碳（ CO_2 ），以及少量惰性气体、水蒸气等成分组成的。

地面空气主要成分按体积所占的百分比为：氧气（ O_2 ）占 20.96%，氮气（ N_2 ）占

78.13%，二氧化碳（CO₂）占 0.04%，其他惰性气体、水蒸气等占 0.87%。

地面空气的主要成分及其所占比例见表 1-1-1。

表 1-1-1 地面空气的主要成分

主要成分	氮	氧	氩	二氧化碳	氢	氖	氦	氙	氫
按体积 (%)	78.13	20.96	0.932	0.04	0.01	1.6×10^{-3}	4.6×10^{-4}	1×10^{-4}	8×10^{-5}
按重量 (%)	75.6	23.1	1.286	0.046	6×10^{-6}	1.2×10^{-3}	7×10^{-5}	3×10^{-4}	4×10^{-5}

地面空气进入井下以后，空气的成分、温度及湿度发生了变化。这变化了的空气称为矿井空气。

当矿井空气和地面空气的成分相差不大时，譬如在进风井、井底车场运输大巷、运输石门的风流叫做新鲜风流，也就是进风风流；流经采掘工作面或井下工作硐室以后的风流叫做乏风风流；也就是回风风流。地面空气进入井下以后，所发生的变化主要表现在：

1. 氧气浓度减少，二氧化碳浓度增加。产生这些变化的原因是多方面的，主要是人的呼吸、煤岩的氧化、坑木的腐朽、井下发生火灾等。当然，开采技术、机械化程度以及通风状况也是极为重要的影响因素。另外，生产过程中不断产生的和煤岩层不断释放出的各种气体，也相应的降低了空气中的氧气浓度。同时，还与煤岩埋藏深度和含瓦斯量有着密切关系。

2. 混入各种有毒有害气体和爆炸性气体，如 CH₄、CO、SO₂、NO₂、NO、H₂S 和 H₂ 等。

3. 混入煤尘、岩尘及某些金属粉尘。

4. 空气的温度、湿度和压力的变化。温度一般冬季升高，夏季降低；绝对湿度增大，相对湿度增高；在压入式通风方式中，矿井空气压力大于地面大气压力；在抽出式通风方式中，矿井空气压力低于地面大气压力。

二、矿井空气的主要成分

（一）氧（O₂）

1. 性质：氧是一种无色、无味、无臭的气体，密度为 1.429kg/m³。它是物质燃烧不可缺少的助燃剂，可燃物质在氧气中燃烧，当含氧量不足或离开了氧时就燃烧不起来，正在燃烧的物质，一旦停止供氧就逐渐停止燃烧。不同物质燃烧所需含氧量是不同的，如甲烷燃烧含氧量不得低于 15%，木材燃烧含氧量不得低于 5%。

2. 氧与人的关系：人是依靠每时每刻吸进氧气，以氧化体内食物来维持生命的。一般人在休息状态下，每分钟需氧量为 0.25L；人在工作和行动状态下，需氧量为每分钟 1~3L。这说明人体的需氧量与人的劳动强度有关，同时也和人的体质有关。人的劳动强度的大小，可以用呼吸系数来表示，即呼吸系数 = $\frac{\text{呼出二氧化碳量}}{\text{吸入氧量}}$ 。劳动强度很大时，呼吸系数 = 1；一般井下劳动的呼吸系数可达 0.8~1.0。



当空气中的含氧量发生变化时，人体将有反应，具体情况见表 1-1-2。

表 1-1-2

氧气含量对人体的影响

空气含氧量 (%)	人 体 反 应
16~17	静止状态无影响，工作时呼吸困难心跳，呼吸深度增加
14~15	呼吸急促，脉搏加快，感觉迟钝，以致失去劳动能力，生命尚可维持
10~12	即使休息状态，也要昏迷，时间稍长，就有生命危险
8~10	发生痉挛，立即失去知觉，停止呼吸，几分钟内可致死，若及时救护，还可得救

井下巷道中，在不通风或通风不良的情况下，空气含氧量可能下降到 17% 以下，有时会更低。如井下发生火灾或爆炸时，含氧量可下降到 1% ~ 3%。因此，《煤矿安全规程》规定井下空气含氧量不得低于 20%，并保证每人每分钟有不低于 4m³ 新鲜空气。

当井下空气中甲烷含量增加时，氧含量相对下降，计算公式如下：

$$P = \frac{20.96 (1 - X)}{100}$$

式中 P ——甲烷为 X 时，空气中的氧含量；

X ——甲烷含量（百分数）；

20.96——氧在空气中正常含量。

例一，当井下空气中甲烷含量为 40% 时，氧含量为多少？

$$P = \frac{20.96 (1 - 40\%)}{100} = 12.576\%$$

例二，当井下空气中甲烷含量为 57% 时，氧含量为多少？

$$P = \frac{20.96 (1 - 57\%)}{100} = 9.013\%$$

以上计算结果说明，井下空气中甲烷含量达到 40% 时，氧含量会下降到使人昏迷并致死的危险程度；当甲烷达到 57% 时，氧含量会降到使人立即死亡的危险程度。而上述现象，在矿井不通风的盲巷中，是完全可能发生的。因此，不采取任何防护措施，进入不通风的盲巷是极为危险的，必须杜绝此类事情发生。

（二）氮（N₂）

1. 性质：氮是一种无色、无味、无臭的气体，密度为 1.25kg/m³，比空气略轻。氮不能维持人的呼吸，对人无害，但当空气含氮量过高时，能引起空气含氧量相对下降，人在此空气中呼吸会发生窒息，甚至致死，所以，称氮为窒息性气体。在高温下，氮与氧生成有毒的化合物。

氮不能助燃。利用这一特点，当井下着火，特别是老空区着火时，大量增加火区空

气中的含氮量来扑灭火灾，是有效的灭火手段。

氮含量的增加，会使瓦斯爆炸的上限下降，下限上升。

2. 井下氮的来源：

(1) 有机物的腐烂，如坑木等。

(2) 火药爆炸。

(3) 从煤岩裂隙中放出天然氮，有时以纯氮形式、有时与甲烷同时放出。

(三) 二氧化碳 (CO₂)

1. 性质：无色、无臭、略带酸味，比空气重，密度为 1.965kg/m³，易溶于水。通常积聚在通风不良的下山或巷道底部，不助燃，不爆炸。利用它不助燃的特点，可用于扑灭井下火灾，即向井下着火地点施以大量二氧化碳，达到扑灭火灾的目的。二氧化碳溶于水后，成酸性溶液，对眼、喉、鼻腔黏膜具有刺激作用。少量的二氧化碳对人的呼吸有刺激作用。在纯氧中加 5% 的二氧化碳，可促进患者呼吸功能。但空气中二氧化碳量多了会因缺氧而使人的神经中枢发生毒性作用。二氧化碳对人体健康的危害见表 1-1-3。

表 1-1-3 二氧化碳含量对人体的影响

二氧化碳含量 (%)	人 体 反 应
1	呼吸感到急促
3	呼吸频率增加，呼吸量增加两倍，加速疲劳
4	呼吸困难，血液循环加快，耳鸣
5	强烈喘息，身体极度虚弱无力
> 10	失去知觉，呈昏迷状态，停止呼吸
20~25	窒息致死

应当注意的是，正常空气中外加 3% 或 5% 的 CO₂，与由于氧化作用产生 3% 或 5% 的 CO₂，结果对人的影响是不同的。因为在正常空气中加入 3% 或 5% 的 CO₂，此时空气中的 O₂ 浓度分别为 20.4% 和 20%；而因氧化产生 3% 或 5% 的 CO₂ 时，则空气中 O₂ 将相应减少为 18% 和 16%。所以井下由于呼吸、氧化产生的 CO₂ 比煤岩层中放出的同等量的 CO₂，对人的危害要大得多。

《煤矿安全规程》规定采掘工作面进风流中 CO₂ 浓度不得超过 0.5%，总回风流中不得超过 0.75%。

2. 井下二氧化碳的来源：主要来自坑木腐朽、煤及含碳岩层的缓慢氧化。个别情况下，煤岩层中大量放出二氧化碳，甚至有的伴随煤岩突然大量突出。其次，来自人的呼吸。一般人在井下劳动时，每分钟可呼出 0.75 ~ 0.85L 的二氧化碳；而劳动强度大时，则每人每分钟可呼出 2.35L 以上二氧化碳。其三，来自爆破工作。每公斤硝铵炸药爆炸后，产生 150L 二氧化碳。另外，煤炭自燃及火灾、瓦斯及煤尘爆炸，也产生二氧化碳。