



全国高等职业教育“十三五”规划教材

矿井通风

张红兵 王永安 主编

Kuangjing Tongfeng



中国矿业大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

育“十三五”规划教材

矿井通风

主 编 张红兵 王永安

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是全国煤炭高等职业教育采矿工程类“十三五”规划教材之一。

本书共分十章,主要介绍了矿井空气、矿井通风压力、矿井通风动力和阻力、矿井通风系统及网络、掘进通风、矿井风量调节、矿井通风设计以及矿井通风安全管理的相关知识和需要掌握的技能。

本书是煤炭类高职院校煤矿开采技术专业、矿井通风与安全专业和其他采矿工程类相关专业的通用教材,也可作为中等专业学校、成人教育学院和技工学校采矿工程类各相关专业的教材,同时可供煤炭企业经营管理人员和专业技术人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

矿井通风 / 张红兵, 王永安主编. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 2018.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3992 - 1

I. ①矿… II. ①张…②王… III. ①矿山通风—高等职业教育—教材 IV. ①TD72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第119177号

书 名 矿井通风

主 编 张红兵 王永安

责任编辑 耿东锋

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

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

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 468 千字

版次印次 2018年5月第1版 2018年5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

本书是按照煤炭类高职院校煤矿开采技术专业人员培养方案及《矿井通风》教材编写大纲编写的,是《全国高等职业教育“十三五”规划教材》之一。

本教材内容是以煤炭高等职业教育定位及人才培养目标为宗旨,依据国家有关煤炭行业法律、法规、规范、标准等对矿井通风课程的要求和煤矿开采类专业学生应具备的矿井通风知识及技能要求设置的。教材努力贯彻素质教育精神,着力培育学生的理论知识和实际应用能力,把教材的基本内容与生产实践相结合,增强实用性;力求采用、吸取新的矿井通风科学技术成果,大力培养学生的科学态度和创新意识。

本书由张红兵、王永安任主编。教材具体编写情况如下:绪论和附录Ⅵ、Ⅶ由山西能源学院王永安编写;项目一、项目十由河南工业和信息化职业学院屈扬编写;项目二由河南工业和信息化职业学院张艳利编写;项目三和项目九及附录Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ由河南工业和信息化职业学院徐小马编写;项目四和附录Ⅳ、Ⅴ由河南工业和信息化职业学院寿先淑编写;项目五由鄂尔多斯职业学院李绍良编写;项目六由河南工业和信息化职业学院张红兵编写;项目七由山西煤炭职业技术学院任智敏编写;项目八由河南工业和信息化职业学院周玉军编写。张红兵负责全书的统编定稿。

本书编写过程中得到了河南能源化工集团有限公司、中国平煤神马能源化工集团有限责任公司、河南煤矿安全监察局、河南工业和信息化职业学院、山西能源学院、鄂尔多斯职业学院和山西煤炭职业技术学院的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编写人员水平有限,加之时间仓促,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以便本书在今后修订中更加完善。

编 者

2017年12月

目 录

绪论	1
任务一 矿井通风课程介绍	1
任务二 矿井通风系统认识	3
项目一 矿井空气	10
任务一 矿井空气成分	10
任务二 矿井气候条件	24
任务三 巷道中风速与风量的测定	34
项目二 矿井通风压力	41
任务一 矿井空气压力	41
任务二 矿井空气压力测定及压力关系	48
任务三 矿井风流的能量方程	57
项目三 矿井通风阻力	67
任务一 摩擦阻力和局部阻力	67
任务二 通风阻力定律	77
任务三 矿井通风阻力测定	82
项目四 矿井通风动力	94
任务一 自然风压	94
任务二 矿井主要通风机及附属装置	98
任务三 矿井通风机特性	106
任务四 通风机联合运转	115
任务五 矿用通风机性能测定	118
项目五 矿井通风系统	125
任务一 采区通风系统	125
任务二 通风设施及漏风计算	132
项目六 矿井通风网络	148
任务一 矿井通风网络特性	148

任务二 通风网络解算·····	155
任务三 矿井通风图件·····	163
项目七 掘进通风·····	179
任务一 掘进通风方法·····	179
任务二 局部通风设备及技术管理·····	188
项目八 矿井风量调节·····	204
任务一 局部风量调节·····	204
任务二 矿井总风量调节·····	216
项目九 矿井通风设计·····	228
任务一 矿井通风系统设计·····	228
任务二 矿井通风系统设计实例·····	239
项目十 矿井通风安全管理·····	250
附录·····	268
附录 I 井巷摩擦阻力系数 α 值·····	268
附录 II 井巷局部摩擦阻力系数 ξ 值表·····	273
附录 III 矿井通风阻力测定·····	274
附录 IV 通风机性能试验数据记录表和计算表·····	276
附录 V 离心式通风机特性曲线·····	280
附录 VI 轴流式通风机特性曲线·····	282
附录 VII BD 系列通风机特性曲线·····	289
参考文献·····	294

绪 论

任务一 矿井通风课程介绍



知识要点

矿井通风的目的和任务。



技能目标

掌握我国煤矿安全生产的指导方针。



任务分析

- (1) 矿井通风的作用。
- (2) 矿井通风的任务。
- (3) 我国煤矿安全生产的指导方针。
- (4) 矿井通风与其他专业课程的衔接关系。



任务导入

如何保证井下人员的氧气供应？风流在井下流动遵循哪些规律？



相关知识

在国家新能源战略的指引下,我国煤炭企业已逐步把职工的安全、健康放在企业发展的重要位置,坚持安全生产方针,改善劳动环境,积极践行国家创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。

人类生活在地球表面的大气中,大气的化学成分、温度、湿度、气压都比较稳定。当这些大气条件发生剧烈改变时,人就会不舒服,工作能力减弱甚至生病、死亡。

井工开采的矿井,作业环境特别复杂,在生产过程中普遍受到瓦斯、矿尘、水、火等灾害的威胁,有的矿井还伴有高温、高湿等危害,严重影响着矿工的身体健康和生命安全,威胁着煤矿的安全生产。

因此,只有在矿井内建立起与地表相似的大气条件,采掘生产工作才能进行。

井工开采的矿井必须采取“一通三防”的安全管理措施。“一通”是指矿井通风,“三防”是指防瓦斯、防火和防煤尘。矿井通风正是从技术角度解决瓦斯、粉尘、火灾等安全隐患的

重要手段,是创造矿井正常生产环境 and 安全条件的基础。

矿井通风的主要任务是:向井下连续输送新鲜空气,供给人员呼吸;稀释并排除井下的有毒有害气体和矿尘;创造良好的井下气候条件。合理的矿井通风技术不仅是预防瓦斯、粉尘、火灾等事故和治理高温热害,创造舒适矿井气候环境的基本措施,也是已知的最有效、费用最低的手段。

我国是以煤炭为主要能源的发展中大国,煤炭在国家能源安全中占有重要地位。我国煤矿安全生产的指导方针是“安全第一、预防为主”。中华人民共和国成立以来,党和政府十分重视煤矿通风安全工作,颁布了《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国煤炭法》《中华人民共和国矿山安全法》《煤矿安全规程》《煤矿安全监察条例》等一系列安全生产法律法规,成立了煤矿安全监察机构,实行煤矿安全监察制度,使我国煤矿安全生产全面走向了法制化轨道。此外,矿井通风技术也有了长足的发展。当前,我国各类煤矿普遍实现了机械通风、分区通风,在安全监测和质量管理方面基本实现了矿井通风质量标准化。20世纪70年代以来,电子计算机在矿井通风设计、通风系统优化、设备选型优化和自动化智能监测等方面得到广泛应用。

多年来,尽管党和政府十分重视煤矿安全生产工作,但由于企业意识、技术、投入、装备等方面的限制,我国煤矿安全形势依然严峻。从事煤矿通风与安全管理工作的有关人员,必须熟悉有关安全生产的法律法规和技术规章,透彻了解这些条文的含义及科学依据,因地制宜地贯彻执行,针对生产过程中发现的各种不安全因素采取及时有效和合理的技术措施,确保煤矿的安全生产。

矿井通风是矿山安全工程学科的一个基本分支,矿井通风课程是采矿专业的主要专业课程之一。本课程的基本内容是:矿井空气及有害气体的成分、性质、安全标准和检测方法;风流的能量、压力及相互关系,能量方程及其应用;矿井通风阻力的类型、变化规律及测定;矿井通风动力的类型、基本规律、测定方法;矿井通风系统的类型和要求;通风网络中风量的分配原则和风量调节方法;掘进通风的方法和安全技术管理;矿井通风设计的内容和程序;矿井通风安全管理;等等。

与矿井通风课程密切相关的课程是煤矿安全,二者是有机联系、相辅相成的。此外矿山流体机械、井巷工程、煤矿开采方法等课程是学好本课程的基础,必须重视和学好。



任务实施

认识矿井通风这门课程

一、任务组织

(1) 根据学生人数分组,以能顺利开展组内讨论为宜。明确小组负责人,提出纪律要求。

(2) 利用多媒体器材和网络进行教学。

二、任务实施方法与步骤

(1) 教师讲授“相关知识”。

(2) 教师提问、学生互问,多种形式质证。

(3) 课堂互评。

三、任务实施注意事项与要求

- (1) 要注意培养学生认真严谨的工作习惯和作风。
- (2) 教室内应保持秩序和整洁。提醒学生注意安全、爱护物品等。
- (3) 要注意调动学生学习积极性,多设置开放性问题,鼓励学生积极讨论和提出问题。
- (4) 教学结束,请打扫卫生,将所使用的器材恢复原样。

任务评价

学生训练成果评价表

姓名	班级	组别	得分
评价内容	要求或依据	分数	评分标准
课堂表现	学习纪律、敬业精神、协作精神、学习方法、积极讨论等	10分	遵守纪律,学习态度端正、认真,相互协作等满分,其他酌情扣分
口述我国煤矿安全生产的指导思想	准确口述,内容完整	20分	根据口述准确性和完整性酌情扣分
讨论对矿井通风课程的认识	积极参与,全面准确	60分	根据讨论的积极性和发言情况酌情扣分
安全意识	服从管理,照顾自己及他人,听从教师及组长指挥,积极恢复实训室原样等	10分	根据学生表现打分

任务二 矿井通风系统认识

知识要点

矿井通风系统,矿井的通风方式和通风方法。

技能目标

能描述矿井通风系统,能选择合适的通风方式和通风方法。

任务分析

- (1) 什么叫矿井通风系统?
- (2) 矿井通风方式的概念及类型。
- (3) 各种通风方式的优缺点及适用条件。
- (4) 矿井通风方法的概念及类型。



任务导入

古人为什么认为双井通风效果优于独井通风？井下巷道如何布置通风效果才能更好？通风机械应该怎么与井下巷道配合？



相关知识

矿井通风系统负责向井下各作业地点供给新鲜空气、排出有毒有害气体，是矿井通风方式、通风方法、通风网络与通风设施的总称。良好的矿井通风系统对保证矿井安全生产、提高经济效益有重要且长远的影响。

一、矿井通风方式

每一个通风系统必须至少有一个进风井和一个回风井。通常以罐笼提升井兼作进风井，回风井则为专用风井，以便安全排出回风流中的有害气体和粉尘。

矿井通风方式是指矿井进风井与回风井的相对布置方式。按进、回风井的位置不同，又可分为中央式、对角式、区域式和混合式四种。

(一) 中央式

中央式是进、回风井均位于井田走向中央。

按进、回风井沿井田倾斜方向相对位置的不同，又可分为中央并列式和中央分列式(中央边界式)两种。

1. 中央并列式

中央并列式是进、回风井并列布置在中央工业广场内，两井底可以开掘到第一水平，如图 0-1(a)所示。也可以将回风井只掘至回风水平，如图 0-1(b)所示。此布置形式可以避免运输繁忙的生产水平井底车场向回风井的漏风。

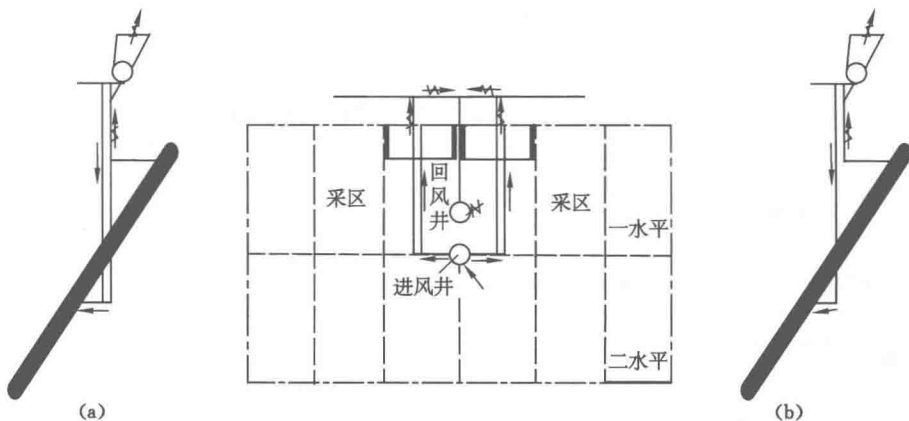


图 0-1 中央并列式

中央并列式的优点是初期开拓工程量小，投资少，投产快；地面建筑集中，便于管理；两个井筒集中，便于开掘和井筒延深；井筒安全煤柱少，易于实现矿井反风。缺点是矿井通风路线是折返式，风路较长，阻力较大，特别是当井田走向很长时，边远采区与中央采区风阻相差悬殊，边远采区可能因此而风量不足；由于进、回风井距离近，井底漏风较大，容易造成风

流短路;安全出口少,只有两个;工业广场易受主要通风机噪声影响和回风风流的污染。

中央并列式适用于井田走向长度小于 4 km,煤层倾角大,埋藏深,瓦斯与自然发火都不严重的矿井。

2. 中央分列式(又名中央边界式)

中央分列式是进风井布置在井田走向和倾斜方向中央的工业广场内,回风井大致布置在井田上部边界沿走向的中央,回风井井底高于进风井井底,如图 0-2 所示。

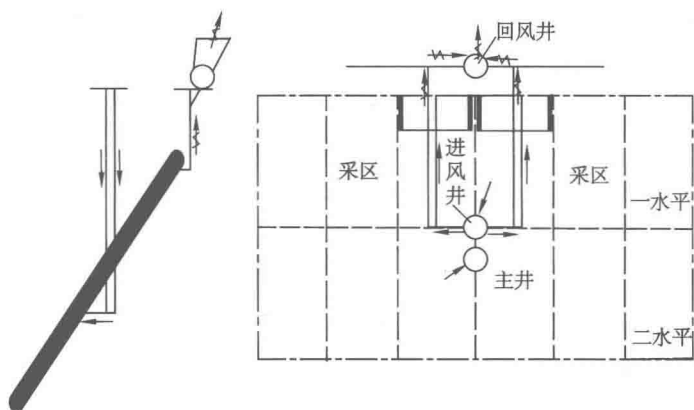


图 0-2 中央分列式

中央分列式的优点是安全性好;通风阻力比中央并列式小,矿井内部漏风小,有利于瓦斯和自然发火的管理;工业广场不受主要通风机噪声的影响和回风流的污染。缺点是增加一个风井场地,占地和压煤较多;风流在井下的流动路线为折返式,风流路线长,通风阻力大。

中央分列式适用于井田走向长度小于 4 km,煤层倾角较小,埋藏浅,瓦斯与自然发火都比较严重的矿井。

(二) 对角式

对角式是进、回风井分别位于井田的两翼或进风井大致布置于井田的中央,回风井分别布置在井田上部边界沿走向的两翼上。根据回风井沿走向的位置不同,又分为两翼对角式和分区对角式两种。

1. 两翼对角式

两翼对角式如图 0-3 所示,进风井大致位于井田走向中央,在井田上部沿走向的两翼边界附近或两翼边界采区的中央各开掘一个出风井。如果只有一个回风井,且进、回风井分别位于井田的两翼称为单翼对角式。

两翼对角式的优点是风流在井下的流动路线为直向式,风流路线短,通风阻力小;矿井内部漏风小;各采区间的风阻比较均衡,便于按需分风;矿井总风压稳定,主要通风机的负载较稳定;安全出口多,抗灾能力强;工业广场不受回风污染和主要通风机噪声的危害。缺点是初期投资大,建井期长;管理分散;井筒安全煤柱压煤较多。

两翼对角式适用于井田走向长度大于 4 km,需要风量大,煤易自燃,有煤与瓦斯突出的矿井。

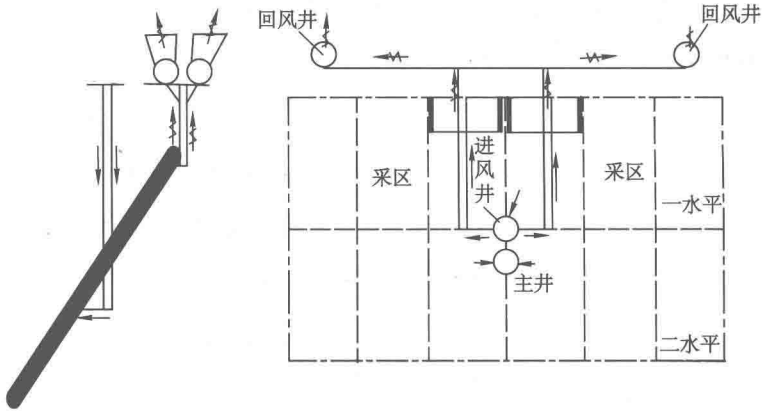


图 0-3 两翼对角式

2. 分区对角式

分区对角式如图 0-4 所示。进风井位于井田走向的中央,在每个采区的上部边界各掘进一个回风井,无总回风巷。

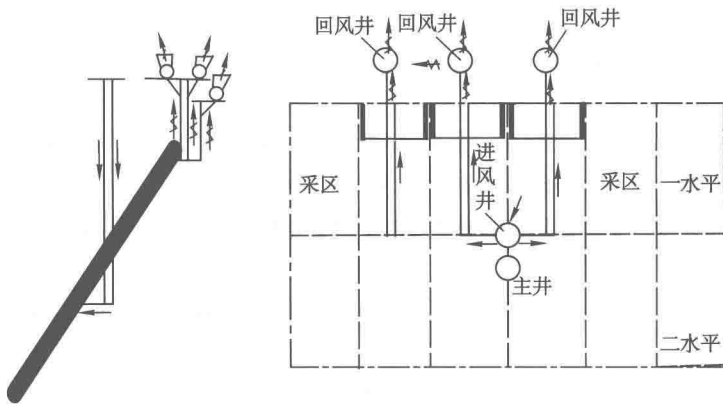


图 0-4 分区对角式

分区对角式的优点是各采区之间互不影响,便于风量调节;建井工期短;初期投资少,出煤快;安全出口多,抗灾能力强;进回风路线短,通风阻力小。缺点是风井多,占地压煤多;主要通风机分散,管理复杂;风井与主要通风机服务范围小,接替频繁;矿井反风困难。

分区对角式适用于因煤层埋藏浅或煤层风化带和地表高低起伏较大,无法开凿浅部总回风巷的矿井,在开采第一水平时,只能采用分区式。另外,井田走向长、多煤层开采的矿井或井田走向长、产量大、需要风量大、煤易自燃、有煤与瓦斯突出的矿井也可采用这种通风方式。

(三) 区域式

区域式是在井田的每一个生产区域开凿进、回风井,分别构成独立的通风系统,如图0-5所示。

区域式的优点是既可以改善矿井的通风条件,又能利用风井准备采区,缩短建井工期;风流路线短,通风阻力小;漏风少,网络简单,风流易于控制,便于主要通风机的选择。缺点

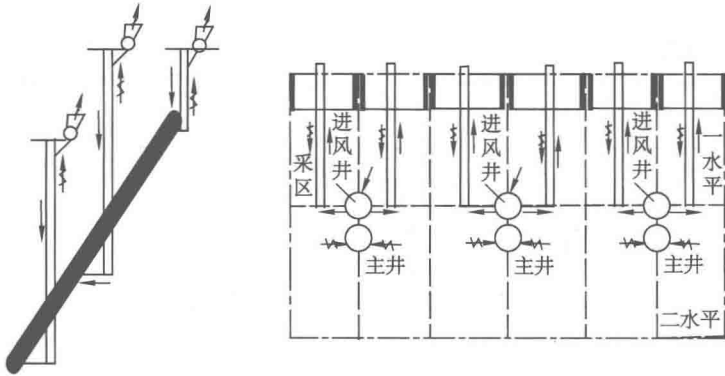


图 0-5 区域式

是通风设备多,管理分散,管理难度大。

区域式适用于井田面积大、储量丰富或瓦斯含量大的大型矿井。

(四) 混合式

混合式是中央式和对角式的混合布置,因此混合式的进风井与出风井数目至少有 3 个。混合式可有以下几种:中央并列与两翼对角混合式,中央边界与两翼对角混合式,中央并列与中央边界混合式等。混合式一般是老矿井进行深部挖潜开采时所采用的通风方式。

混合式的优点是有益于矿井的分区分期建设,投资省,出煤快,效率高;回风井数目多,通风能力大;布置灵活,适应性强。缺点是多台风机联合工作,通风网络复杂,管理难度大。

混合式适用于井田走向长度大的改扩建和深部开采的老矿井,多煤层多井筒的矿井,井田面积大、产量大、需要风量大或采用分区开拓的大型矿井。

矿井的通风方式,应根据矿井的设计生产能力,煤层赋存条件,地形条件,井田面积、走向长度及矿井瓦斯等级,煤层的自燃倾向性等情况,从技术、经济和安全等方面加以分析,通过方案比较确定。

二、矿井通风方法

矿井通风方法是指主要通风机对矿井供风的工作方法。按主要通风机的安装位置不同,分为抽出式、压入式及混合式三种。

(一) 抽出式通风

抽出式通风如图 0-6(a)所示。将矿井主通风机安设在出风井口,新风由进风井流经井下各用风地点后,污风通过主要通风机排出地表。

抽出式通风的特点是:在矿井主要通风机的作用下,矿内空气处于低于当地大气压力的负压状态,当矿井与地面间存在漏风通道时,漏风从地面漏入井下。抽出式通风矿井在主要进风巷不需安设风门,便于运输、行人和通风管理。当瓦斯矿井采用抽出式通风,若主要通风机因故停止运转,井下风流压力将升高,在短时间内可以防止瓦斯从采空区涌出,比较安全。因此,目前我国大部分矿井采用抽出式通风。

(二) 压入式通风

压入式通风如图 0-6(b)所示,压入式通风是将矿井主通风机安设在进风口的地面上,新风经主要通风机加压后送入井下各用风地点,污风经过回风井排出地表。

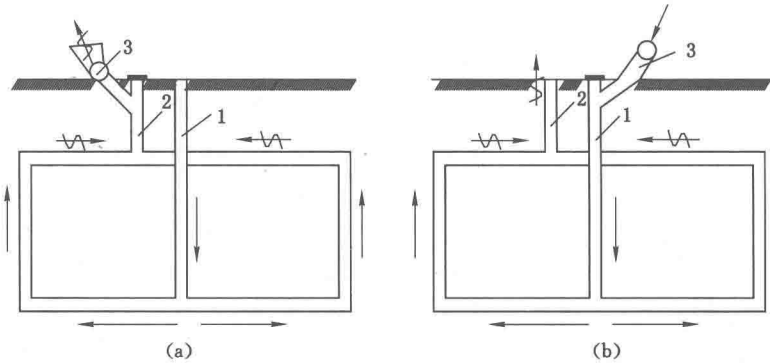


图 0-6 矿井通风方法

1——进风井；2——回风井；3——主要通风机

压入式通风的特点是：在矿井主通风机的作用下，矿内空气处于高于当地大气压力的正压状态，当矿井与地面间存在漏风通道时，漏风从井内漏向地面。压入式通风矿井中，要在矿井的主要进风巷中安装风门，使运输、行人不便，漏风较大，通风管理工作较困难。同时当矿井主通风机因故停止运转时，井下风流压力降低，可能使采空区瓦斯涌出量增加，造成瓦斯积聚，对安全不利。因此，在瓦斯矿井中一般很少采用压入式通风。

矿井浅部开采时，由于地表塌陷出现裂缝与井下沟通，为避免用抽出式通风将塌陷区内的有害气体吸入井下，可在矿井开采第一水平时采用压入式通风，当开采下水平时再改为抽出式通风。此外，当矿井煤炭自然发火比较严重时，为避免将火区内的有毒有害气体抽到巷道中，有时也可采用压入式通风。

(三) 混合式通风

混合式通风是在进风井和回风井口都安设矿井主要通风机，新风经压入式主要通风机送入井下，污风经抽出式主要通风机排出井外。

混合式通风的特点是：能产生较大的通风压力，通风系统的进风部分处于正压，回风部分处于负压，工作面大致处于中间状态，其正压或负压均不大，矿井的内部漏风小。但因使用的风机设备多，动力消耗大，通风管理复杂，一般很少采用。

按照《煤矿安全规程》规定，主要通风机必须安装在地面。

三、通风网络和通风设施

有关通风网络和通风设施的内容，详见项目五和项目六。



任务实施

认识矿井通风系统

一、任务组织

(1) 根据学生人数分组，以能顺利开展组内讨论为宜。明确小组负责人，提出纪律要求。

(2) 利用多媒体器材和网络进行教学。

二、任务实施方法与步骤

(1) 教师讲授“相关知识”。

- (2) 学生查阅“知识扩展”并展开讨论。
- (3) 教师提问、学生互问,多种形式质证。
- (4) 课堂互评。

三、任务实施注意事项与要求

- (1) 要注意培养学生认真严谨的工作习惯和作风。
- (2) 教室内应保持秩序和整洁。提醒学生注意安全、爱护物品等。
- (3) 要注意调动学生学习积极性,多设置开放性问题,鼓励学生积极讨论和提出问题。
- (4) 教学结束,请打扫卫生,将所使用的器材恢复原样。



任务评价

学生训练成果评价表

姓名	班级	组别	得分	
评价内容		要求或依据	分数	评分标准
课堂表现		学习纪律、敬业精神、协作精神、学习方法、积极讨论等	10分	遵守纪律,学习态度端正、认真,相互协作等满分,其他酌情扣分
描述中央式、对角式、分区式通风特点及使用条件		准确描述,内容完整	40分	根据描述准确性和完整性酌情扣分
描述抽出式通风和压入式通风特点及使用条件		准确描述,内容完整	40分	根据口述准确性和完整性酌情扣分
安全意识		服从管理,照顾自己及他人,听从教师及组长指挥,积极恢复实训室原样等	10分	根据学生表现打分



知识扩展

学习《煤矿安全规程》有关矿井通风系统的相关规定,即第一百四十二条至第一百四十七条。

项目一 矿井空气

任务一 矿井空气成分

知识要点

矿井空气主要成分及有害气体性质,有害气体浓度测定方法。

技能目标

能使用相关仪器测定矿井气体浓度,能采取措施防止有害气体的危害。

任务分析

- (1) 矿井空气的主要组成成分。
- (2) 矿井空气各组成成分的性质。
- (3) 防止矿井空气有害气体的措施。

任务导入

以空气成分为切入点,通过回忆或复述空气的属性,引入矿井空气的相关知识。或以学生日常接触的空气为载体,让学生充分发挥想象,让他们指出矿井空气中应该或可能含有什么成分。

相关知识

一、矿井空气的主要成分

(一) 地面空气的组成

地面空气又称大气,是指地球大气层中的氧气、氮气、二氧化碳、水蒸气及其他一些微量气体所组成的混合气体。按其是否含有水蒸气可以分为干空气与湿空气两种。一般将不含水蒸气的空气称为干空气,将干空气和水蒸气组成的混合气体称为湿空气。干空气的主要组成成分见表 1-1。

(二) 矿井空气主要成分及其基本性质

地面空气进入井下后就成为矿井空气。由于受井下各种自然因素和人为因素的影响,地面空气进入井下将发生一系列变化。主要有:氧气含量减少;二氧化碳浓度升高,混入各种各样的有毒有害气体和矿尘;空气的温度、湿度、压力等物理参数发生变化。

表 1-1 干空气的组成成分

气体成分	按体积计/%	按质量计/%	备注
氧气(O ₂)	20.96	23.23	惰性稀有气体氦、氖、氩、氪、氙等计在氮气中
氮气(N ₂)	79.00	76.71	
二氧化碳(CO ₂)	0.04	0.06	

在矿井通风中,习惯上把进入采掘工作面等用风地点之前、空气成分或状态变化不大的风流叫作新鲜风流,简称新风,如进风井筒、水平进风大巷、采区进风上(下)山等处的风流;把经过用风地点后空气成分或状态变化较大的风流叫作污风风流,简称污风或乏风,如采掘工作面回风巷、采区回风上(下)山、矿井回风大巷、回风井筒等处的风流。

尽管矿井中的空气成分有了一定的变化,但主要成分仍同地面空气一样,由氧气、氮气和二氧化碳等组成。

1. 氧气(O₂)

氧气是一种无色、无味、无臭的气体,略重于空气,相对密度为 1.105。氧气是一种化学活性很强的气体,易和其他物质发生氧化反应,能助燃,是人体维持正常生命的基础。人体需氧量取决于人的体质、精神状态和劳动强度等。人体需氧量与劳动强度的关系见表 1-2。

表 1-2 人体需氧量与劳动强度的关系

劳动强度	呼吸空气量/L·min ⁻¹	氧气消耗量/L·min ⁻¹
休息	6~15	0.2~0.4
轻体力劳动	20~25	0.6~1.0
中度体力劳动	30~40	1.2~1.6
重体力劳动	40~60	1.8~2.4
极重体力劳动	40~80	2.5~3.0

空气中的氧气浓度直接影响着人体健康和生命安全,当氧气浓度降低时,人体就会产生不良反应,严重者会缺氧窒息,甚至死亡。人体缺氧症状与空气中氧气浓度的关系见表 1-3。

表 1-3 人体缺氧症状与空气中氧气浓度的关系

氧浓度(体积)/%	人体主要症状
17	静止状态无影响,工作时会感到喘息、呼吸困难
15	呼吸及心跳急促,耳鸣目眩,感觉和判断能力降低,失去劳动能力
10~12	失去知觉,时间稍长有生命危险
6~9	失去知觉,呼吸停止,如不及时抢救几分钟内可能导致死亡

地面空气进入井下后,氧气浓度降低的主要原因有:人员呼吸;煤岩自燃,坑木和其他有机物的缓慢氧化;爆破工作;井下火灾和瓦斯、煤尘爆炸;煤岩中涌出和生产中产生的其他有害气体;等等。所以,在井下通风不良的巷道中,应特别注意对氧气浓度的检查,以防发生窒