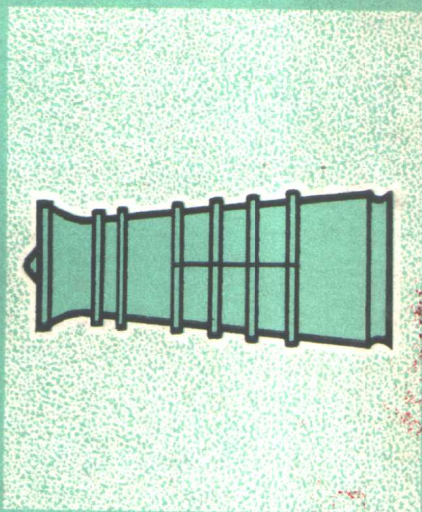


矿山机电工操作丛书

通风机司机

杨兆彬 林 泽 张锡盈 编



煤炭工业出版社



矿山机电工操作丛书

通风机司机

总审校：严万生

编写人：杨兆彬

林泽

张锡盈

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书简要叙述了通风机的构造、原理、性能和通风系统的附属设施；重点介绍了通风机的操作、运行、维护和故障分析处理等。另外，对近年来国内通风机方面的某些新技术，如消减噪声及轴流式通风机的改造；有关规章制度等亦作了简要的阐述。

本书可供矿山、电厂及一般锅炉用通风机司机培训或自学用，现场维修及有关技术人员亦可参考。

责任编辑：刘庆韶

矿山机电工操作丛书

通 风 机 司 机

杨兆彬 林 泽 张鹏盈 编

煤炭工业出版社 出版

（北京御园街16号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₃₂ 印张4¹/₂
字数 98 千字 印数1—10,320

1983年3月第1版 1983年3月第1次印刷

书号15035·2545 定价0.55元

前 言

保证机电设备安全经济运行，不仅直接关系到煤矿安全均衡生产，同时对节约能源亦有重要意义。为了不断提高矿山机电工人的技术操作水平，更好地发挥机电设备的效能，避免事故的发生，这就对设备管理和操作人员提出了较高的要求，并且需要有计划地进行培训。为此，我们组织编写了这套《矿山机电工操作丛书》。

这套丛书参考了各工种应知应会的技术要求，是在总结现场实际操作经验的基础上编写的。它着重叙述了机电设备的操作、维修及故障处理方法；简要介绍了其结构和工作原理。对有关安全、检修质量方面的规定以及应遵守的各项制度和流体机械的测定方法等也作了相应的介绍。在编写过程中尽量做到理论联系实际，文字通俗易懂，是一本机电工必备的读本。

这套丛书是由开滦、阜新、抚顺、鹤岗、淮南、大同、枣庄、新汶等矿务局、上海煤矿机械研究所和大同煤矿学校等单位的同志参加编写的。许多单位还提供了很多宝贵意见和资料，谨此表示衷心感谢。

《矿山机电工操作丛书》编写组



目 录

第一章 通风机的结构、分类和用途	1
第一节 通风机在矿井的作用	1
第二节 矿井通风机的分类和比较	6
第三节 离心式通风机	8
第四节 轴流式通风机	18
第五节 通风机的附属设备	28
第二章 通风机工作原理及性能	36
第一节 空气为什么会流动	36
第二节 通风机的工作原理	38
第三节 通风机的压力	54
第四节 矿井通风阻力和等积孔	60
第五节 通风机的特性	64
第三章 通风机的操作	72
第一节 异步电动机几种起动方法	72
第二节 同步电动机起动方法	82
第四章 通风机的故障分析和处理	95
第一节 故障的几种现象和分析	95
第二节 防止故障的措施	111
第三节 仪器检查	112
第四节 电动机的故障现象和分析	117
第五章 有关规章制度和注意事项	123
第一节 《煤矿安全规程》对通风机的要求	123
第二节 对噪声的要求和措施	126
第三节 对检修质量的要求	131
第四节 几项制度	136
第五节 通风机性能测定	137

第一章 通风机的结构、分类和用途

第一节 通风机在矿井的作用

一、矿井的有害气体

地球表面空气的主要成份有**氧、氮和二氧化碳**等。地面的新鲜空气在进入矿井以后，就混进了大量有害气体和煤尘，变成污浊空气。这些有害气体主要有：井下不断涌出的沼气和二氧化碳，生产过程中产生的煤尘、炮烟、……等，此外由于地热作用和机电设备散发的热量，使井下空气的温度、湿度都会显著增加。井下的有害气体、过高的温度以及容易引起爆炸的煤尘，对人身和矿井安全都有很大威胁。

为了把有害气体稀释到无危险浓度，《煤矿安全规程》规定了各种有害气体含量的限度，对井下温度和风速等也有严格的要求。

为了满足《煤矿安全规程》的要求，矿井必须设置可靠的通风设备。

矿井通风任务就是：供给井下工作人员足够的新鲜空气，冲淡有害、有毒、爆炸气体的浓度，调节空气的温度和湿度，保持井下空气有适宜的气候条件，以保证井下工作人员的安全和不断提高劳动生产率。

二、矿井对风量的要求

矿井生产过程中需大量新鲜空气。利用通风机抽出、或压入到井下的空气，主要用在以下几个方面：

- 1) 井下工作人员呼吸所需要的风量。

2) 把爆破后产生的一氧化碳、氮等有害气体冲淡到安全浓度所需要的风量。

3) 稀释沼气或二氧化碳所需要的风量。

4) 井下火药库、机械房、变电所和其他硐室降低温度所需要的风量。

在矿井生产过程中，井下生产条件是不断变化的，为此要根据不同的季节和瓦斯浓度以及温度等的不同，及时对风量进行调节，以满足通风的需要。

三、矿井通风方法

矿井通风方法有自然通风和机械通风。

自然通风是利用井外和井内空气温度不同、两井口标高不同所形成的自然风压、使空气流动，形成自然风流。图1-1是自然通风示意图，图中风流方向的变化完全是由于温度不同而引起的。例如在冬季，空气流动方向如实线箭头所示，沿着1、2、3顺序最后从山顶排出；夏天则相反，如虚线箭头所示，沿着3、2、1方向流动，最后从硐口1排出。

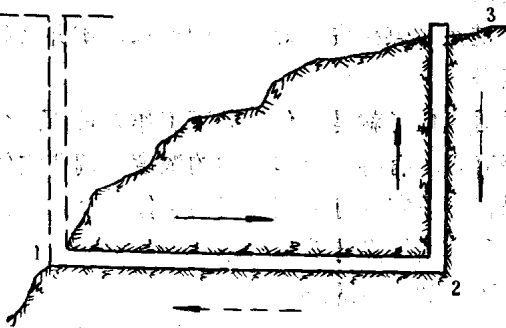


图 1-1 自然通风系统图

自然通风所造成的风压很小，也不稳定，特别是春、秋

季节，不能满足矿井生产的需要。因此《煤矿安全规程》第124条规定：每一矿井都必须采用机械通风。

机械通风就是利用通风机叶轮的旋转、造成较高的风压、使空气在井下流动。按照机械通风方式的不同，又分为抽出式：和压入式通风。各种型式通风机都可以作为抽出式通风机或压入式通风机，这要根据通风机的安装情况来决定。抽出式通风机是把通风机的吸风口和出风井口相连，在通风机开动时，风硐中的空气因被通风机抽出而变稀薄，形成低于大气压的压力。由于压差作用、地面的空气就自然地由进风井流入井下巷道，这样连续不断地从进风井入风，经过巷道、再由通风机排出地面。在抽出式通风的矿井中，井下任何一点的空气压力都低于井外同标高的大气压力，相对于大气压力来说是负值，所以这种通风方式也叫负压通风。

图1-2是采用抽出式通风方式时矿井内压力分布示意图。

如果通风机的进风口对着大气，出风口和进风井口相接，地面的新鲜空气是利用通风机向井下压送的，这种通风方式叫压入式通风。

压入式通风，井下巷道空气压力高于井外同标高的大气压力，所以压入式通风也叫正压通风。图1-3是采用压入式通风方式时矿井内压力分布的示意图。

两种通风方式的比较：抽出式通风的矿井，因井下巷道空气压力低于大气压力，一旦通风机停止运转，井下的空气压力就会略有升高，瓦斯涌出量就会减少，有抑制井下瓦斯涌出的作用；相反，压入式通风机，因井下巷道空气压力大于大气压力，一旦通风机停止运转，井下的空气压力就会略有降低，瓦斯涌出量就会增加，这就促进了瓦斯的涌出作用，因此抽出式通风机对保证矿井安全有着重要意义。所以

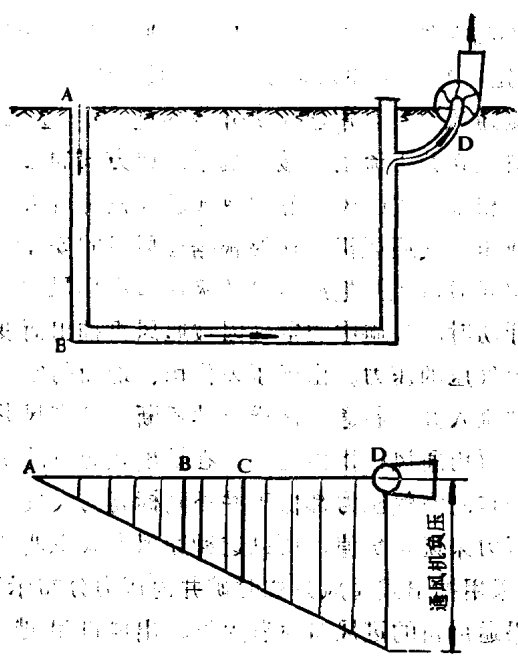


图 1-2 抽出式通风矿井压力示意图

一般矿井多采用抽出式通风，但对开采深度较浅，地面裂隙较多的矿井，采用抽出式漏风较严重，则采用压入式通风。

四、矿井的几种通风方式

把通风机和全部通风巷道联合在一起的通风系统中，按通风机的布置方式，可分成中央式，对角式和混合式三种通风方式。

中央通风方式，一般是进风井和出风井设在井田的中央位置。如图1-4所示。

对角通风方式的布置是：进风井设在井田中心位置，出风井设在井田两翼。如图1-5所示。

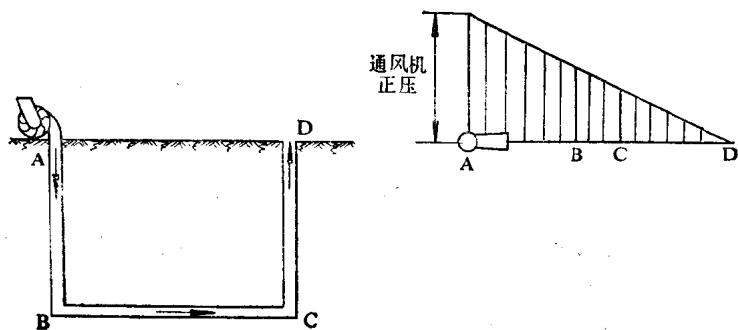


图 1-3 压入式通风矿井压力示意图

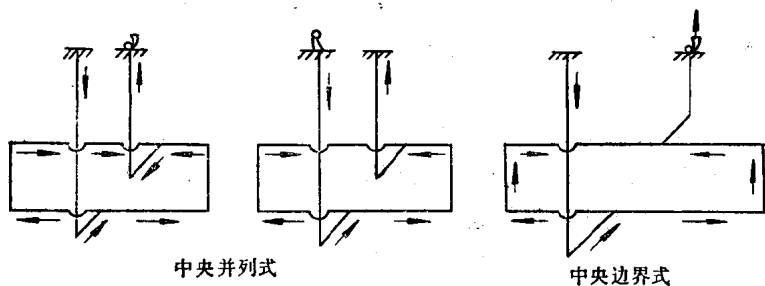


图 1-4 中央式通风方式

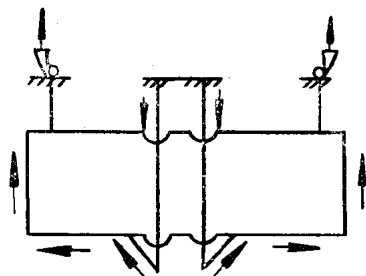


图 1-5 对角式通风方式

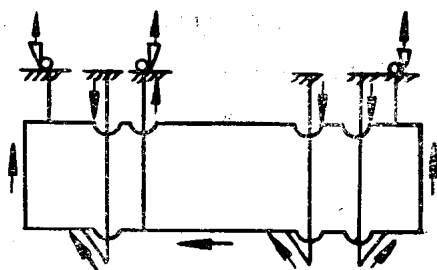


图 1-6 混合式通风方式

混合式通风方式(图1-6),多用在大型矿井,这种布置方式是把通风机设在井田两翼,井田中央区域的多数井筒作为入风井。

第二节 矿井通风机的分类和比较

矿井主要通风机,一般分成离心式和轴流式两大类,离心式通风机因以离心力形成风压而得名,轴流式通风机因气流沿轴向流动而得名,两类通风机都在广泛使用。它们各有不同的特点,简述如下:

1) 在结构方面,轴流式结构紧凑,体积较小,重量较轻;旧式离心式通风机结构尺寸较大,安装占地较大,新式离心式通风机为翼形风叶,提高了转速,体积与轴流式近似。

2) 轴流式通风机部件装在筒式机壳内,结构复杂,维修比较困难,离心式通风机结构简单,运行比较可靠。

3) 轴流式通风机运转时产生很大噪声,如不采取消声措施,大都超过国家对噪声的规定,违反环境保护法,而采取消声装置需要一定费用或增加通风阻力。离心式通风机产生的噪声较小,一般不超过国家环境保护法的规定,但大型高速离心式通风机,噪声也较大,应装消声装置。

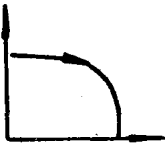

4) 在通风机的效率方面,离心式通风机的最高效率比轴流式要高一些,但离心式通风机平均效率不如轴流式高。

5) 在通风机调节方面,轴流式通风机可改变动叶片或静导叶安装角度、改变叶轮级数、叶片片数、导流器等多种方法进行调节风量,以适应矿井需要、经济性能较好,离心式通风机一般用闸门调节、阻力损失大,不经济,也有用改变主轴转数、导流器调节、或尾翼调节等。总之离心式通风机可调性性能不如轴流式通风机。

6) 在特性方面, 轴流式特性曲线陡斜, 适用于矿井阻力变化大而风量变化不大的矿井; 离心式特性曲线平缓, 适合于风量变化大而矿井阻力变化不大的矿井。所以离心式通风机可用闸门调节风量, 阻力变化较小。轴流式特性曲线有驼峰、工况点只能在驼峰右侧, 所以相对应用范围减小、离心式特性曲线一般没有驼峰, 应用范围较宽, 此外离心式通风机在起动机时, 须关闭闸门, 以减小起动机负荷, 而轴流式通风机在起动机时, 可以关闭闸门, 也可以打开闸门, 起动机负荷变化不大。

综上所述两种类型的通风机, 在许多方面各有特点, 现综合各种不同特点列表如下:

离心式和轴流式通风机的综合比较表

项 目	离 心 式	轴 流 式
平均效率	较低	较高
特性曲线		
性能调节	利用闸门调节, 经济性差。调整前导器角度、尾翼、安装角, 调整范围较小	可调节叶片安装角度、叶片数、级数等, 经济性较好
起 动	全闭	全开
噪 声	较小	很大
转 数	较低	较高
故障机会	较少	较多
检 修	较方便	较复杂
并联工作	稳定性好	稳定性差

第三节 离心式通风机

矿用离心式通风机，一般分为具有前弯叶片和具有后弯叶片两种。前弯式叶片离心通风机，压力系数较高，但效率较低，经济性差。我国五十年代生产的9-57型通风机和过去老矿井遗留下来的一些通风机，大都属于前弯式叶片离心通风机，需要进行更新改造。目前我国正对9-57型通风机进行改造或更新。

后弯式叶片离心通风机，压力系数较低，但效率较高，经济性好。现代高效离心式通风机，大都属于此一类型。目前我国的4-72型等中型后弯叶片的离心式通风机，效率很高，最高效率可达90%以上，是具有世界水平的先进通风机。

我国生产的另一种大型后弯叶片K4型离心式通风机，风量可达20,000米³/分、全压可达500毫米水柱、可供年产200万吨以上矿井使用。我国有些老矿井仍使用一些旧式离心式通风机，其中大部份是前弯多翼式、转数低、效率也较低。大型矿井不少采用K4型通风机作为矿井主要通风机。中、小型矿井则常用4-72型通风机，有时也用G4-73型锅炉鼓风机作为矿井通风用。

一、类型及符号的代表意义

通风机的型号是代表该通风机的基本适用范围或用途、特性、基本尺寸、吸气方式，以及传动方式等主要特点。通风机型号的第一组代号中，头一个拼音字母表示其适用范围或用途，第一组的数字表示通风机在最高效率点时的全压系数乘10后化整数。第二组数字表示通风机最高效率点时的比转数。第三组数字中的头一数字表示通风机引风方式，第三

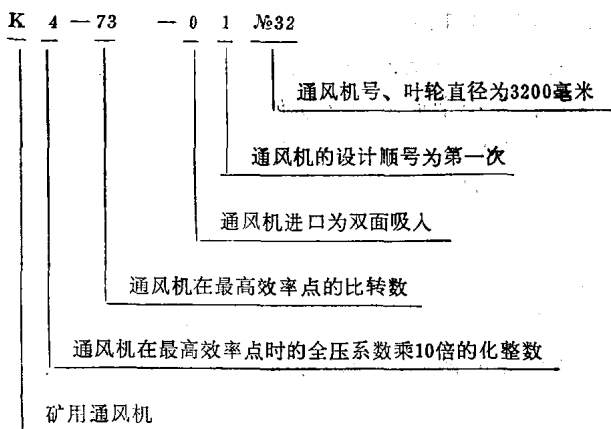
组的第二位数字表示该通风机的设计顺序，如第一次设计还是第二次设计。此外还用№××来表示通风机的型号和叶轮直径，最后还用一個拼音字母代表其传动方式，计有A、B、C、D四种，A式表示无轴承箱装置、B式表示悬臂支承装置，皮带传动，皮带轮在轴承中间。C式表示悬臂支承装置、皮带轮传动、皮带轮在轴承外侧。D式表示悬臂支承装置、用联轴器联结传动。

举例如下：

1. K4-73-01 №32型

是目前我国生产容量最大的矿用离心式通风机，是专供大型矿井使用的。共有№25、№28、№32和№38四个机号。

该通风机型号含义是：

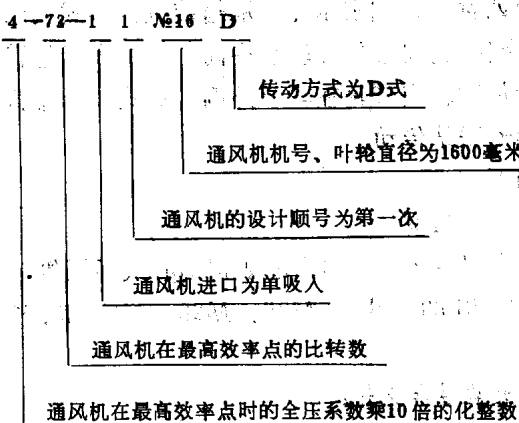


2. 4-72-11型

是用在中小型矿井、容量较小的通风机。具有效率高、

噪音低、运转平稳的特点，同时也可以用在厂房、大型公共建筑物通风换气用。

该通风机型号含义是：



3. G4-73-11型

适合于火力发电站锅炉引风系统，在无其他特殊要求时，也可作为中型矿井通风机使用，它的结构特点是单面吸入式。共有№8~№28等12个机号。

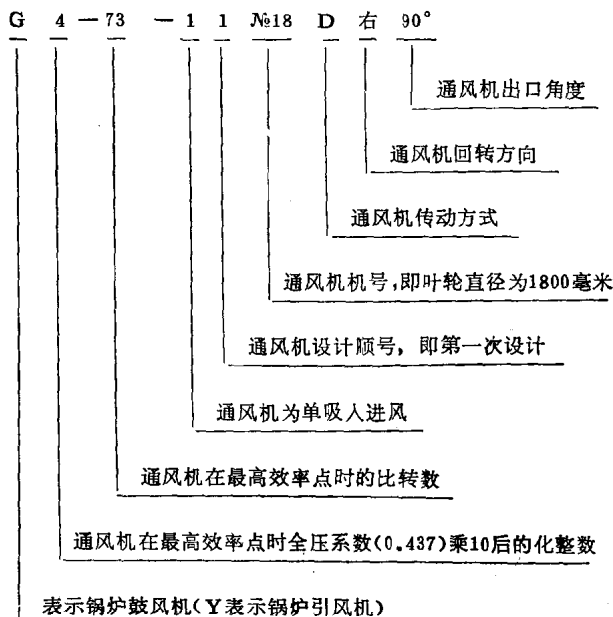
该通风机型号含义(见下页)：

二、构造

1. K4-73-01通风机

图1-7是K4型通风机结构图。井下空气由进风箱10、进入到双吸叶轮的两侧，经螺旋机壳11，通过扩散筒13排出机外。

K4通风机的主轴1和轮毂2是用键联结。以叶轮的中盘3为中心、各与进风两侧的前盘12、及叶片4焊接，形成叶轮整体。



K4通风机因采用后倾式机翼形叶片, 故效率较高。

K4型通风机排风量很大、叶轮进口和两侧设置的进风箱体积也较大, 这就需要较长的机轴来传递力矩, 为了减少因轴长而产生的过大挠度、解决因实心长轴而带来的机械加工问题, 机轴由主轴与传动轴组成, 共用三个轴承架支撑。其中主轴的轴承架5和6、设在机壳内, 另一个轴承7设在机壳外。主轴承架中、轴承6是定位轴承。其余是浮动的。

主轴1是用一个特殊定心联轴节9与传动轴8连接的。定心联轴节的结构如图1-8所示, 主轴的一端镶在一个滚动轴承的内圈里, 以保证与传动轴的轴心一致。

K4型通风机也可以两端出轴传动, 由两段实心短轴与主轴相连接。这种多轴, 并用特殊的联轴节相连的结构方式

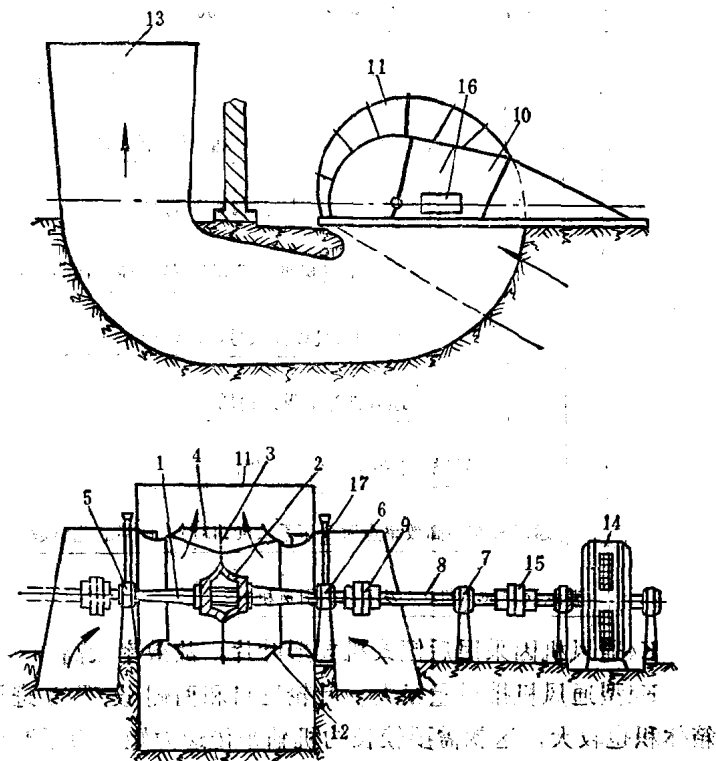


图 1-7 K4型通风机结构图

- 1—主轴；2—轮毂；3—叶片中盘；4—叶片；5、6、7—轴承；8—传动轴；9—定心联轴节；10—进风箱壳；11—机壳；12—曲线形前盘；13—扩散器；14—电动机；15—联轴节；16—检查孔；17—测轴承温度用导管

给检修、拆卸带来很多方便。只要将两联轴节中间的定心轴承5拨开、传动轴就可以很方便的取出，K4型通风机两侧的传动轴都可以联结电动机图1-9。有的矿井在一侧的传动轴端安设大型额定容量的电动机，另一侧的传动轴端则安设