

211377

初級矿山机械学

苏联 恩·阿·博戈莫洛夫等著



煤炭工业出版社

初級矿山机械學

苏联 恩·阿·博戈莫洛夫 格·依·苏哈乔夫著

朱蔭枝譯

苏联煤炭工业部干部司审定作为培训教材

煤炭工业出版社

內 容 提 要

書中扼要地講述了矿山通风、排水、空气壓縮和提升設備的理論基礎及构造；并闡述了电气驅動裝置、机器操縱自动化、檢查及維護等問題。

本書比已出版的高等教材“矿山机械学”和中等教材“矿山机械”淺显易懂，可作为技工培訓教材，亦适于煤矿工人干部学校学生及煤矿一般干部閱讀。

Н.А.Вогомолов Г.И.Сулачев

ГОРНАЯ МЕХАНИКА

Углетехиздат Москва 1956

根據蘇聯國立煤矿技術書籍出版社1956年俄譯

975

初 級 礦 山 機 械 學

朱 蔭 枝 譯

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

開本860×1168公厘 $\frac{1}{32}$ 印張9 $\frac{11}{16}$ 插圖10 字數219,000

1959年3月北京第1版 1959年3月北京第1次印刷

統一書號：15035-830 印數：0,001-8,000册 定價：1.80元

序 言

煤炭工业是国民經济中的主要部門之一。它的任务是滿足国民經济对煤炭不断增长的需要，以及为国家积累必要的儲备煤量。

根据苏联共产党第二十次代表大会关于苏联第六个五年計划的指示，1960年的煤产量将为59300万吨，即比1955年增加52%。

以这样的速度来发展煤炭工业，就需要大大地提高劳动生产率，而劳动生产率的提高与开采有益矿物整个过程的全盘机械化，与广泛应用自动化及远距离操縱是分不开的。

全盘机械化能改善劳动条件，減輕体力劳动，能抽出数百万工作人員去从事国民經济中的新建設，也能使煤矿成为以多种复杂的机电設備所装备起来的、高度机械化的大型采煤企业。使煤矿机械化所用的机电設備包括通风、排水、空气压缩及提升等矿山固定設備，本書所闡述的就是这些設備。

本書共分四篇。第一篇闡述矿井通风設備，矿井通风的一般条件，各种扇风机工作的簡要理論，主要通风用的离心式和軸流式扇风机，局部扇风机，检查測量用仪器，风筒，通风用的电气設備及通风設備的操作和維護。第二篇闡述矿井排水設備。第三篇和第四篇分別闡述矿井空气压缩設備和提升設備。

編写本書时，着重地講述了这些設備的工作过程和使用問題。

本書第一篇和第二篇系Г.И.苏哈乔夫編著，第三篇和第四篇系И.А.博戈莫洛夫編著。

目 录

序言

第一篇 矿井通风设备

第一章 通风设备概念.....	9
第1节 空气的基本量.....	9
第2节 矿井通风和通风设备概念.....	10
第3节 井巷空气流动的阻力.....	12
第4节 矿井等积孔及通风网路的特性曲线.....	12
第二章 扇风机的工作原理.....	14
第1节 扇风机的作用原理.....	14
第2节 确定扇风机工作性能的值.....	14
第3节 扇风机在风轮具有不同转速时的工作.....	16
第4节 扇风机风轮的最大容许转速.....	18
第5节 扇风机轴功率的确定.....	19
第三章 主要通风用离心式扇风机.....	19
第1节 扇风机的主要构件及其用途.....	19
第2节 主要通风用离心式扇风机的构造及技术规格.....	20
第四章 主要通风用轴流式扇风机.....	29
第1节 轴流式扇风机的构造.....	29
第2节 OДБ-2.8型扇风机部件的构造.....	33
第五章 局部通风的扇风机.....	37
第1节 局部通风的ВЧНУ-100型离心式扇风机.....	37
第2节 局部通风的轴流式扇风机.....	39
第六章 检查测量仪器.....	43

第1节	测量负压(风压)的仪表	43
第2节	测量扇风机风速和风量的仪表	44
第3节	测量扇风机轴转速和电动机功率的仪表	47
第七章	风筒	47
第1节	风筒的类型及其连接方法	47
第八章	扇风机工作制度的调整和风流方向的改变	50
第1节	扇风机工作制度必须调整的原因	50
第2节	用改变风轮转速对扇风机进行调整的方法	51
第3节	当风轮转速一定时对扇风机进行调整的方法	51
第4节	井下风流反向的装置	52
第九章	通风设备的电气设备	54
第1节	电动机的类型及其起动装置	54
第2节	通风设备电动机操纵系统	55
第十章	通风设备的操作和维护	59
第1节	通风设备运转的基本规则	59
第2节	通风设备的维护	60
第3节	操作及维护扇风机的安全技术	60
第4节	通风设备在工作中的故障、故障原因及其处理方法	61
第5节	通风设备的计划预防性检修	62

第二篇 矿井排水设备

第一章	流体力学的基本原理	63
第1节	流体特性	63
第2节	流体静压力	64
第3节	连通器	65
第4节	液体在管路中的流动及其流动时所产生的阻力	66
第5节	液体流量	66
第6节	管路的特性曲线	67
第二章	矿井排水概念	68

第1节	对排水设备的要求	69
第2节	固定式排水设备的主要部分	70
第3节	移动式排水设备的主要部分	75
第三章	往复式和迴轉式水泵	76
第1节	往复式水泵的主要构件、作用原理及分类	76
第2节	往复式水泵的主要部件	77
第3节	往复式水泵的工作理論、理論排水量和实际排水量	79
第4节	在煤炭工业中采用的往复式水泵的类型及技术规格	82
第5节	往复式水泵的調整	83
第6节	迴轉式水泵	83
第四章	离心式水泵	85
第1节	离心式水泵的主要部件及分类	85
第2节	离心式水泵的作用原理及其工作过程的特性	87
第3节	离心式水泵的类型及其技术规格	90
第4节	离心式凿井吊泵	95
第5节	泥浆泵	95
第五章	测量仪表	100
第1节	测量压力的仪表	100
第2节	测量排水量的仪表	102
第六章	排水设备的导管	103
第1节	概 念	103
第2节	管子的連接及其密封	105
第3节	吸水管及其管件	106
第4节	排水管及其管件	106
第5节	导管安装	107
第6节	排水管直径的选择	109
第七章	矿山排水设备的电气设备	111
第1节	电动机	111
第2节	起動装置	112

第八章 排水設備的使用	112
第1节 离心式水泵的起動和停泵	112
第2节 离心式水泵排水量和揚程的調整	113
第3节 水泵工作的故障及其处理方法	114
第4节 排水設備的計劃預防性检修	115
第5节 矿井排水設備操作保安規程	116
第6节 矿井排水設備的計算基础	117
第九章 通风及排水設備的自动化	119
第1节 矿井通风設備的远距离操縱及自动控制	120
第2节 排水設備的自动化	126

第三篇 矿山空气压缩設備

第一章 空气压缩設備概念	134
第1节 空气压缩設備概念	134
第2节 空气压缩机的分类	135
第二章 往复式空气压缩机的工作理論	136
第1节 往复式空气压缩机的主要部件及作用原理	136
第2节 单級空气压缩机的理論过程	138
第3节 单級空气压缩机的实际过程	141
第4节 往复式空气压缩机的实际排气量	142
第5节 空气压缩机所需功率之确定及根据空气压缩机的 額定排气量和空气压力确定电动机功率	144
第三章 往复式空气压缩机的构造	150
第1节 单級臥式空气压缩机	150
第2节 单級立式空气压缩机	152
第3节 兩級臥式空气压缩机	156
第4节 兩級立式空气压缩机	161
第5节 移動式往复式空气压缩机	164
第四章 往复式空气压缩机的調整	165

第1节	用自动开启吸气管的方法对往复式空气压缩机 排气量的调整	166
第2节	用自动调整有害空间容积的方法对往复式空气 压缩机排气量的调整	169
第五章	迴轉式空气压缩机	170
第1节	迴轉式空气压缩机的主要部件及作用原理	170
第2节	迴轉式空气压缩机排气量及电动机功率的确定	171
第3节	迴轉式空气压缩机排气量的调整	172
第4节	迴轉式空气压缩机的优缺点	172
第六章	透平式空气压缩机	174
第1节	透平式空气压缩机的作用原理及构造	174
第2节	透平式空气压缩机的结构	175
第3节	透平式空气压缩机排气量和压力调整	175
第4节	透平式空气压缩机的优缺点及其应用范围	179
第七章	风管安装 空气压缩机站	179
第1节	风管安装	179
第2节	空气压缩机站	182
第八章	空气压缩机的附属设备	184
第1节	测量仪表	184
第2节	空气压缩机的润滑装置	190
第九章	空气压缩机的驱动装置	192
第1节	电动机的类型及其应用范围	192
第2节	空气压缩机同步电动机的起动	193
第3节	空气压缩设备的供电系统	195
第4节	由同步电动机驱动的空气压缩机自动化起动概念	197
第十章	空气压缩机的操作和维护	198
第1节	空气压缩机的起动及停机	198
第2节	空气压缩机的润滑	198
第3节	维护空气压缩机的基本规程	199

第4节 空气压缩机的计划预防性检修	201
第5节 在空气压缩机工作中可能发生的故障及其处理方法	202
第6节 空气压缩机的试验	204

第四篇 矿山电动提升设备

第一章 矿井提升概念	206
第1节 矿井提升的意义和作用以及苏联科学技术 在其发展中的贡献	206
第2节 提升设备的分类	207
第3节 提升设备的部件	208
第4节 井筒装备	214
第二章 提升容器	215
第1节 普通罐笼	215
第2节 翻转罐笼	223
第3节 箕斗	224
第4节 用各种提升容器提升的优缺点	228
第三章 提升钢丝绳	230
第1节 钢丝绳构造	230
第2节 竖井用钢丝绳的计算	236
第3节 斜井用钢丝绳的计算	239
第4节 对提升钢丝绳的要求及钢丝绳的试验与检查	239
第四章 滚筒及天轮尺寸的确定	242
第1节 滚筒尺寸的确定	242
第2节 天轮	248
第五章 提升绞车的构件	250
第1节 提升绞车的构造	250
第2节 钢丝绳机构	250
第3节 减速器	259
第4节 轴承	261

第六章 制动装置.....	262
第1节 对制动装置的要求.....	262
第2节 闸的执行机构.....	264
第3节 闸的驱动装置.....	267
第4节 提升绞车闸的构造.....	271
第5节 闸的动源.....	278
第七章 提升绞车的保护装置与检查测量仪器.....	279
第1节 终端开关.....	279
第2节 限速器.....	282
第3节 速度计.....	286
第4节 深度指示器.....	288
第八章 提升设备的电气设备.....	290
第1节 电动提升绞车驱动系统概述.....	290
第2节 用感应电动机驱动的提升电气设备.....	293
第3节 提升感应电动机的控制系统.....	296
第4节 提升用的信号装置.....	300
第九章 提升设备的运行.....	304
第1节 提升设备的计划预防性检修.....	304
第2节 钢丝绳的更换及调整.....	305
第3节 提升设备的基本操作规程.....	307

第一篇 矿井通風設備

第一章 通風設備概念

第1节 空气的基本量

决定空气状态的数值，叫做空气的基本参数。

空气的体积用拉丁字母 V 来表示，其单位为立方公尺（公尺³）。空气的重量用拉丁字母 G 来表示，其单位为公斤。空气的温度用拉丁字母 T 来表示，其单位为度（°C）。

空气对我们周围一切物体都施一种压力，这种压力用拉丁字母 P 来表示，其单位为公斤/公尺²。为了便于工业上的使用，空气的压力通常以公斤/公分²为单位。

在工业上测量低压力时，宜用公厘水柱或公厘水银柱作为压力的单位。

$$1 \text{ 公厘水柱} = 1 \text{ 公斤/公尺}^2.$$

在大气中，经常含有水蒸汽，1立方公尺空气中含有水蒸汽的量，叫做空气的绝对湿度，以公斤/公尺³为单位来计量。

第一台离心式扇风机是在乌拉尔矿山由 A. A. 薩勃盧柯夫采用的。到二十世纪初，离心式扇风机才在俄罗斯及其他国家获得了广泛的应用。

伟大的十月社会主义革命胜利后，扇风机制造业在苏联才以飞跃的速度发展着。

在新型扇风机的计算和设计方面，H. E. 茹科夫斯基中央流体力学研究所的全体工作人员作了很多科学研究工作。

现在，我们（苏联）的矿井装备着风量大、风压高的轴流式和离心式扇风机。在创造这两种扇风机的过程中，中央流体

力学研究所、莫斯科矿业学院、頓涅茨工业学院和煤矿机械制造总局所屬的一些工厂都作了很大貢獻。

第2节 礦井通風和通風設備概念

井下巷道中的空气，由于一系列的化学变化，在成分上与大气有所不同。

譬如，由于人的呼吸，坑木的腐烂以及进行爆破工作等的影响，使井下空气中氧的含量减少。

另外，由于周围岩石中放出对呼吸有害和容易爆炸的气体也使井下空气成分发生变化。

所有这些原因，使得井下巷道与大气間要有不断的空气交流。

为了实现井下巷道与大气間的空气交流，矿井至少要有两个通向地面的出口：一个作为新鮮空气进入井下之用，另一个作为从井下排出污浊空气之用。

为使矿井通风，必須使空气沿所有井下巷道作經常不断的流动，全部通风巷道的联合叫做矿井的通风網路。

空气所以能沿巷道流动，是因为空气具有压力差。这种压力差叫做矿井負压，以公厘水柱或公斤/公尺²为单位来計量。

空气的交流分自然风流和人为风流两种。

用自然风流时，压力差由下列条件造成：

1. 两井口位于不同水平；
2. 井上和井下空气温度不同；
3. 井下空气比重的减小（因井下空气饱和較輕的气体）。

用自然风流时，矿井負压在一年之中变化在10~15公厘水柱范围以內。由于季节的不同，风流方向也随着改变。

自然风流的負压不能保証矿井必要的通风量。因此根据煤

矿及油母頁岩矿保安規程的規定,禁止在矿井中只用自然风流,而必須利用能造成所需压力差的扇风机进行通风。

新鮮空气由于压力差的作用进入井下(图1),流过运输巷道和回采工作面。而污浊空气经过通风巷道流入风井。图1上的实綫箭头系表示新鮮空气的流向,虚綫箭头系表示污浊空气的流向。

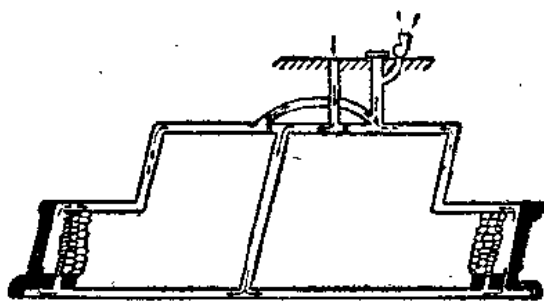


图1 矿井通风系统示意图

井巷通风可分为抽出式和压入式两种。

如果新鮮空气是利用扇风机往井下压入的,則这种通风叫做压入式通风(图2,a)。

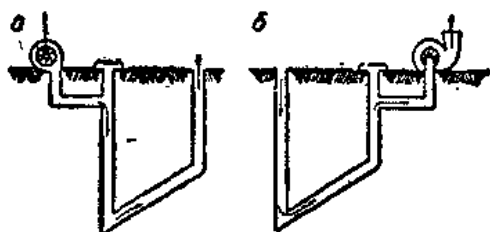


图2 矿井压入式和抽出式通风示意图

压入式通风只允許在无瓦斯矿井和各级瓦斯矿井的第一水平采用。

采用抽出式通风(图2,b)时,空气从大气经井筒进入井

下，流过井下巷道，然后利用扇风机經风井抽至地面。

主要通风設備应备有两台扇风机：一台工作，一台备用；对于新装和改装的通风設備，工作和备用的扇风机必須是同一类型同一尺寸的。

对无瓦斯矿井，許可采用一台带备用电动机的扇风机。

第3节 井巷空气流动的阻力

对空气在井巷中的流动，产生阻力的主要原因如下：

1. 空气与巷道壁的摩擦；
2. 巷道断面的变化（縮小或扩大）；
3. 风流与障碍物（矿車、人等）的抵触；
4. 风流方向的突然改变；
5. 巷道的状况和支架的形状；
6. 空气分子間的摩擦和空气的涡流。

通风網路中的阻力用扇风机所产生的风压来克服。

扇风机的全压 H 由克服通风網路中阻力的靜压 H_{cr} 和消耗在风流加速上的速度压 H_{ex} 所組成。

$$\text{即} \quad H = H_{cr} + H_{ex} \quad (1)$$

矿井通风網路的阻力并不是不变的，乃随巷道长度的改变发生变化。

第4节 矿井等积孔及通风網路的特性曲线

所謂矿井等积孔，是指薄壁上的一个孔，当薄壁两侧的壓力差与矿井負压相等时，通过該孔的空气量恰与在該矿井負压作用下所通过矿井通风網路的风量相等。

等积孔可作为假定的計算值，以平方公尺为单位。

按照等积孔的大小，矿井可分为以下几类：

1. 难通风的 ($A = 0.5 \sim 1$ 公尺²);

2. 不难通风的 ($A = 1 \sim 2$ 公尺²);

3. 容易通风的 ($A > 2.0$ 公尺²)。

矿井等积孔与通风网络的阻力一样, 也是一个变数。巷道越长, 状况越坏, 等积孔就越小。

等积孔的值可按式来计算:

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{h}} \text{公尺}^2, \quad (2)$$

式中 A ——等积孔, 公尺²;

Q ——风量消耗, 公尺³/秒;

h ——负压, 公厘水柱。

例 1: 矿井风量消耗 $Q = 100$ 公尺³/秒; 负压 $h = 400$ 公厘水柱, 求其等积孔。

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{h}} = \frac{0.38 \times 100}{\sqrt{400}} = 1.9 \text{公尺}^2.$$

设矿井等积孔的值在短时期内为常数 $A = \text{常数}$ 时, 可根据公式(2)求得 Q 值:

$$Q = 2.63 A \sqrt{h} \text{公尺}^3/\text{秒}. \quad (3)$$

此方程式可用 $Q-h$ 坐标上的曲线来表示 (图解法), 该曲线便是矿井通风网络的特性曲线 (图 3)。

曲线上点 1 的风量为 Q_1 , 负压为 h_1 ; 曲线上点 2 的风量为 Q_2 , 负压为 h_2 。

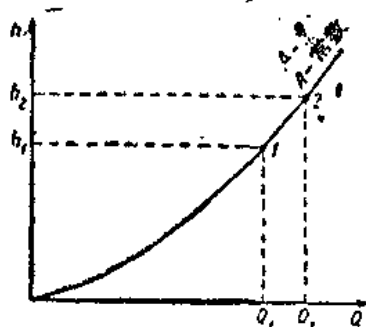


图 3 矿井通风网络的特性曲线

第二章 扇風机的工作原理

第1节 扇風机的作用原理

按作用原理，矿井扇风机可分为离心式和軸流式两种。这两种扇风机的主要部件都是风輪：离心式扇风机的风輪安在螺旋形外壳里，而軸流式扇风机的风輪安在圓筒形外壳里。

当离心式扇风机风輪旋轉时，輪叶間的空气分子从其中心被抛入螺旋形外壳中，然后由这里经过扩散器导入大气中。

新的空气分子經进风口进入风輪，替换被抛出的空气分子。此时在风輪的中央部分形成負压，而其外围形成較高的压力，因此风流不间断地流过扇风机。軸流式扇风机风輪的工作原理与此相同，但是，軸流式扇风机里的空气是沿风輪軸流动的，所以这种扇风机叫做軸流式。

第2节 确定扇風机工作性能的值

鉴定扇风机工作特征的主要值：

1. 风量 Q ：扇风机在单位時間內所供給的风量，以公尺³/秒、公尺³/分或公尺³/小时为单位；

2. 风压 H ：扇风机产生的压力，以公厘水柱或公斤/公尺²为单位；

3. 轉数 n ：以轉/分为单位；

4. 效率 η_n 。

效率系指扇风机的有效功率 N_n （即輸送空气所需的功率）与扇风机所需全部功率 N_s 之比值而言。

$$\eta_n = \frac{N_n}{N_s} \quad (4)$$