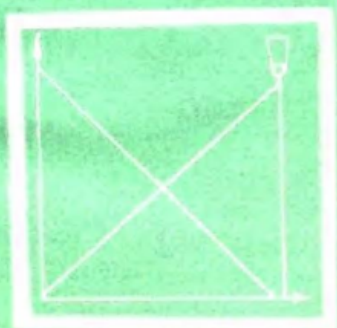


通风网路直线 图解法

李尚宽 著



河南科学技术出版社

通风网路直线图解法

李尚宽 著

责任编辑 赵中胜

河南科学技术出版社出版

郑州市新豫印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787 × 1092毫米 32开本 5.375印张 115千字

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

印数 1—3180册

ISBN 7-5349-0623-7/T·623

定价

2.30元

内 容 提 要

本书比较系统地阐述了通风网路直线图解法的基本原理和方法,着重介绍了该技术在风网解算、风量和风流方向调节、多风机联合作业的稳定性分析及调压防灭火等方面的应用。本书可供煤炭、冶金系统的管理干部、技术人员、广大通风工作者和设计、科研、院校有关人员参考。

序

近年来,矿井向大型发展,开采范围扩大,深度增加,矿井需风量大增,多风井多风机通风方式不断涌现,通风网路日趋复杂,解算和调节问题未能很好解决,这一情况向通风工作者提出一些待探索的问题。目前,图解法是解决这类问题的一个途径,但是传统的二次曲线图解法存在着繁琐和不够精确等缺点,使用很不方便。李尚宽同志经过反复琢磨,摸索出了一种新的方法——通风网路直线图解法,即将风机特性曲线和风阻曲线用直线代替,能够简便、精确地解决网路解算、风量调节等问题,易为通风技术人员掌握,有较大实用价值。

万之俊

一九八八年四月二十九日

前 言

随着矿井设计能力的增大,以及开采深度的增加,矿井通风系统日趋复杂,给通风工作者带来了许多麻烦,如多风机通风网路解算、风量和风流方向的调节,以及多风机联合运转的稳定性分析等。

为解决这些问题,目前普遍采用二次曲线图解法。但是这种方法的整个图解过程均为曲线,而曲线绘制又比较麻烦,因此精确度也比较低。为了更好地解决这一问题,作者通过长期研究,提出了一种新的图解方法,即:通风网路直线图解法。

新的图解法能够把风机的特性曲线和风阻曲线转化为直线,而且风机与风机、风机与风阻、风阻与风阻串联,以及风机与风机、风阻与风阻并联的相互转化亦为直线,仅风机与风阻并联转化时为曲线。因此,图解过程不画或很少画曲线就可以解决复杂的通风问题,其精确度完全可以满足目前生产要求。

本书着重介绍该图解法的基本原理、作图方法,并对通风网路求解、多风机联合运转的稳定性分析、巷道风流方向判别、风量和风压调节等方面的问题举出实例给以说明。

在写作过程中,参阅了有关文献。完稿后,河南煤炭工业管理局严金满总工程师、万之俊、黄体信、王慕文高级工程师以及郑州矿务局胡星科高级工程师在百忙中予以审阅,并提出了不少宝贵意见,河南省煤炭学会以及有关同志也为本

书的出版给予热情地关怀和支持，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，不妥之处在所难免，殷切希望广大读者批评指正。

李尚宽

1986年9月

目 录

前 言

第一章 通风网路直线图解法的基本原理…………… (1)

第一节 通风网路直线图解法概述…………… (1)

第二节 巷道与巷道的合成…………… (2)

第三节 风机与风机的合成…………… (8)

第四节 风机与巷道的合成转化…………… (17)

第五节 定风压与巷道的合成转化…………… (24)

第二章 通风网路的图解…………… (28)

第一节 Y型通风网路的图解…………… (28)

第二节 两台风机抽风、一台风机压风通风网路的图解…………… (30)

第三节 一台风机压风、一台风机抽风通风网路的图解…………… (34)

第四节 中央对角混合式通风网路的图解…………… (35)

第五节 H型通风网路图解…………… (37)

第六节 三井进风两风机抽风通风网路的图解…………… (40)

第三章	通风网络的调节	(43)
第一节	局部风量调节.....	(43)
第二节	通风网路风量调节.....	(46)
第三节	风流方向的调节.....	(48)
第四节	均压防灭火调节.....	(50)
第四章	多风机联合运转分析	(54)
第一节	扇风机工况分析方法.....	(54)
第二节	多风机联合工作风流方向的判别.....	(57)
第三节	影响多风机联合运转稳定性的因素.....	(59)
第四节	提高多风机联合运转稳定性的措施.....	(60)
第五章	风阻直线图解法	(64)
第一节	风阻直线图解法理论基础.....	(64)
第二节	风阻直线图解法应用注意事项.....	(64)
第三节	风阻直线图解法应用图例.....	(66)
第六章	提高图解精确度的几点做法	(73)
附录一	本书主要符号说明	(79)
附录二	平方根表	(80)

第一章 通风网路直线图

解法的基本原理

第一节 通风网路直线图解法概述

一、通风网路直线图解法简介

通风网路直线图解法与目前采用的二次曲线图解法以及风阻直线图解法的不同之处，在于采用了 $h-z$ 坐标 ($z=Q^2$)，这就使扇风机特性曲线和巷道风阻曲线方程变为直线方程，即 $H=a-bQ^2$ 和 $h=RQ^2$ 由 $H=a-bz$ 和 $h=Rz$ 来代替。因此，便出现了这种新的直线图解法。

该方法的图解步骤为：首先绘出通风网路中全部风机的特性直线和巷道的风阻直线，然后根据风机与风阻之间相互串、并联合成转化原理，把多风井进风、多风机抽（压）风的复杂通风网路逐步合成转化为单一风机，并工作于单一巷道中。从而使复杂的通风网路解算、风量调节、扇风机的稳定性分析及工况点的确定等一系列通风问题得到了较好的解决。

该图解法的最大特点是：不仅实现了风机、风阻的特性曲线由直线代替，而且也实现了风机与风机、巷道与巷道的串、并联合成，以及风机与巷道串联合成转化后的特性直线仍为直线，故具有图解方法简便、速度快、精确度高等优点。

二、通风网路直线图解法遵循的规律

该直线图解法和二次曲线图解法一样，仍然遵循通风三

大定律。

1、风压平衡定律

任何闭合网孔风压的代数和等于零。若顺时针风流方向为正，逆时针风流方向为负，则数学表达式为

$$\sum h_i = 0 \quad P_a \quad (1-1)$$

2、风量平衡定律

对于任何节点，流进与流出该节点风量的代数和等于零。若流进节点的风量为正，则流出节点的风量为负。数学表达式为

$$\sum Q_i = 0 \quad m^3/s \quad (1-2)$$

3、通风阻力定律

当通风网路中的风流为紊流状态时，风量的平方与风压成正比，风阻与风压成正比。数学表达式为

$$h = RQ^2 \quad P_a \quad (1-3)$$

式中 h ——巷道（或矿井）的通风阻力， P_a ；

R ——巷道（或矿井）的风阻， $N \cdot s^2/m^8$ ；

Q ——通过的风量， m^3/s 。

第二节 巷道与巷道的合成

一、巷道与巷道串联合成风阻直线的绘制

如图 1—1a 所示，巷道 1 与巷道 2 为串联风路，两巷道串联合成风阻直线为 R 的绘制方法和步骤为：

首先在坐标（ $h-z$ 坐标，下同）上绘出风阻 R_1 和 R_2 直线，然后按照巷道与巷道串联“风量平方相等，风压相加”

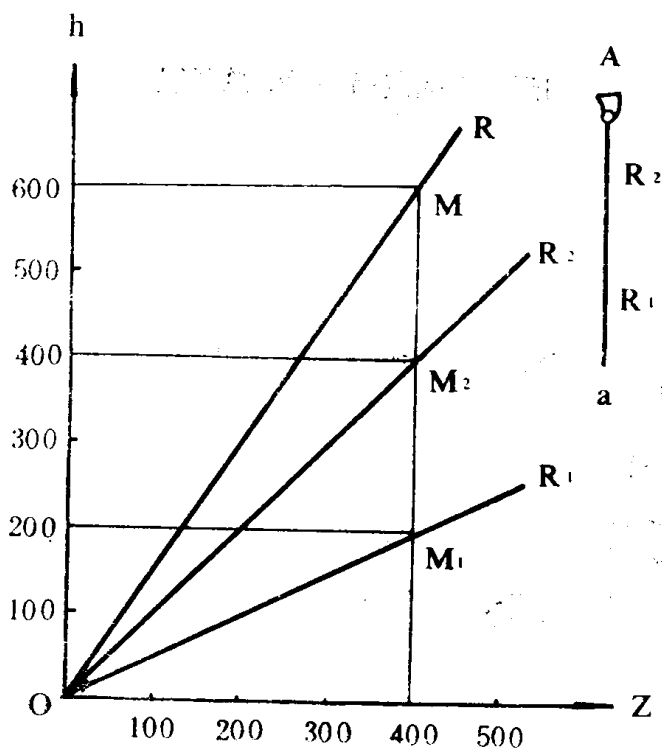


图 1—1b

的合成原理，绘出 R_1 与 R_2 串联合成 R 直线。

如果 $R_1 = 0.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8$, $R_2 = 1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8$ ，通过巷道的风量为 $20 \text{ m}^3 / \text{S}$ ，求各段风路的风压及串联后的风压。

图解过程见图 1—1b，其步骤为：

在坐标中分别绘出风阻 R_1 与 R_2 直线，然后从风量（20）二次方400之点引垂线（即OZ轴的垂线，下同），分别与 R_1 、 R_2 相交于 M_1 和 M_2 两点， M_1 为巷道1的工作点， $h_1 = 200 \text{ Pa}$ ； M_2 为巷道2的工作点， $h_2 = 400 \text{ Pa}$ ； M 为联合工作点，其风压为 $h = h_1 + h_2 = 200 + 400 = 600 \text{ Pa}$ 。连接OM即为

R_1 与 R_2 串联合成风阻直线 R 。

同时，我们还可以知道串联后的总风阻

$$R = \frac{h}{Q^2} = \frac{600}{400} = 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8$$

$$\text{或 } R = R_1 + R_2 = 0.5 + 1.0 = 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8。$$

二、巷道与巷道并联合成风阻直线的绘制

如图1—2a所示，巷道1与2为并联风路，两巷道并联合成风阻直线 R 的绘制方法为：

首先在坐标上分别绘出风阻 R_1 和 R_2 ，按照巷道与巷道并联“风压相等，风量相加”的合成原理，在纵轴上取一点，并过该点作风压线（平行于横轴，下同），分别与巷道1、巷道2相交于 M_1 和 M_2 两点， M_1 、 M_2 对应的风量分别为 Q_1^2 和 Q_2^2 ，则并联后的风量二次方为 $Q^2 = (Q_1 + Q_2)^2$ ，过 Q^2 点作垂线且与风压线相交于 M 点，连接 OM 便得到 R_1 与 R_2 并联合成风阻直线 R 。

但是，必须注意，在 $h-z$ 坐标中，并联巷道总风量二次方与分支巷道风量二次方的关系为

$$Q^2 = (\sqrt{Q_1^2} + \sqrt{Q_2^2})^2 \quad Q^2 \neq Q_1^2 + Q_2^2。$$

为了进一步说明问题，现举例如下：

如果 $R_1 = 1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8$ ，试绘出并联合成巷道的风阻直线 R ；若巷道的风压为600Pa时，求各巷道的风量 Q_1 、 Q_2 及总风量 Q 。

图解过程见图1—2b，其步骤为

首先在坐标中绘出风阻 R_1 和 R_2 ，尔后在纵轴上取一风

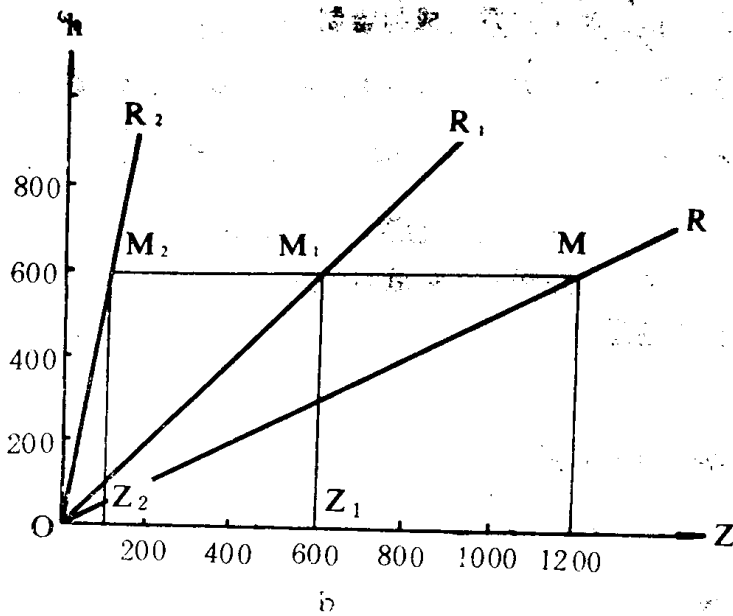
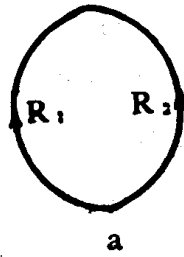


图 1—2

压值 (为了和第二问统一, 取 600Pa), 过该点作风压线 (平行于 Z 轴、下同), 分别与 R_1 、 R_2 相交于 M_1 和 M_2 两点, 得 $Q_1^2 = 600$, $Q_2^2 = 103$, 则 $Q^2 = (\sqrt{600} + \sqrt{103})^2$

≈1200, 过风量平方1200之点作垂线与风压线相交于M点, 连接OM得到 R_1 和 R , 并联合成巷道的风阻直线 R 。

从而得到风阻 R_1 、 R , 及并联合成巷道 R 的风量分别为

$$Q_1 = \sqrt{600} \approx 24.5 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = \sqrt{103} \approx 10.15 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q = \sqrt{1200} \approx 34.65 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

三、相同风阻并联合成的绘制

首先证明相同风阻并联合成风阻直线的绘制原则。众所周知, n 个相同风阻并联的总风阻为 $R = \frac{R}{n^2}$

式中 R_i ——并联分支巷道的风阻, $\text{N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$,
 n ——并联分支巷道的个数。

分支巷道的风压为

$$h_i = R_i Q_i^2$$

并联合成巷道的风压为

$$h = R Q^2 = \frac{R_i}{n^2} Q^2$$

因为 $h = h_i$

$$\text{所以 } \frac{R_i}{n^2} Q^2 = R_i Q_i^2$$

$$\text{则 } Q^2 = n^2 Q_i^2 \quad (1-4)$$

从而得出相同风阻并联合成的绘制原则为“ n 个相同风阻并联, 总风量的平方等于分支巷道的风量二次方与并联

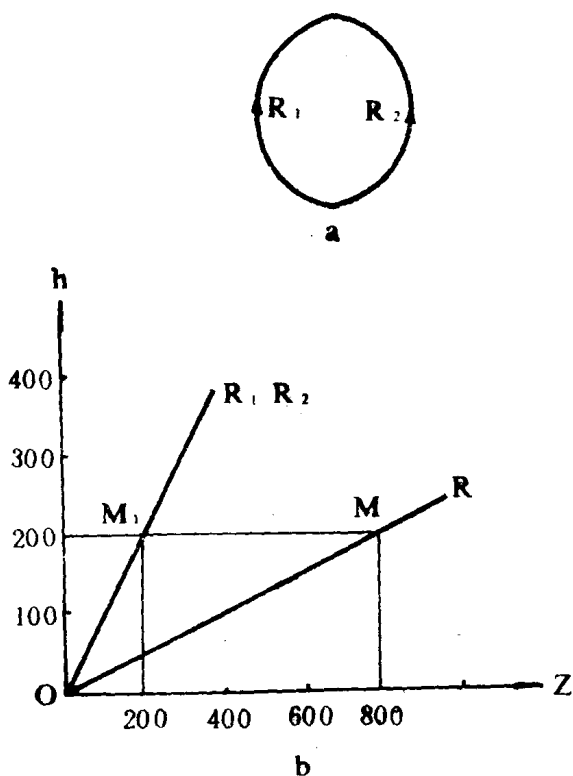


图 1—3

巷道个数二次方的乘积”。这一结论对于相同风阻并联合成风阻直线的绘制有很大作用。

例：如图 1—3 a 所示，风阻 R_1 与 R_2 并联，并且 $R_1 = R_2 = 1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^3$ 。试绘出并联合成风阻直线 R 。

如图 1—3b 所示，首先在坐标中绘出 R_1 (R_2) 风阻直线，然后在纵轴上任取一风压值 200 Pa ，过该点作风压线，并与 R_1 (R_2) 相交于 M_1 (M_2) 点，得 $Q_1^2 = Q_2^2 = 200$ ，进而得风阻 R_1 与 R_2 并联总风量二次方为 $Q^2 = n^2 Q_1^2 = 2^2 \times 200 = 800$ 。在横轴上过风量二次方为 800 的点作垂线，并且与风压线相交于 M 点，连接 OM ，便得到相同风阻并联合成风阻直线 R 。

同时，还可得到巷道并联后总风阻

$$R = \frac{h}{Q^2} = \frac{200}{800} = 0.25 \quad \text{N} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^8。$$

第三节 风机与风机的合成

一、风机特性曲线方程及其描绘

1、风机特性曲线方程的形式

通常，我们用 $H = AQ^2 + BQ + C$ 方程式表示风机的特性曲线。由于采用了 $h-z$ 坐标，此方程式在坐标中的描绘比较繁琐，绘图难度较大。为了避免绘图及图解过程中的许多麻烦，我们用 $H = a - bQ^2$ 形式的方程式来表示风机特性曲线。

用此方程式来描述轴流式风机的特性曲线，在风机特性曲线驼峰右下方部分，其精确度足够理想。

2、风机特性曲线方程的求算

如图 1—4 所示，在 $h-Q$ 坐标中风机特性曲线的驼峰

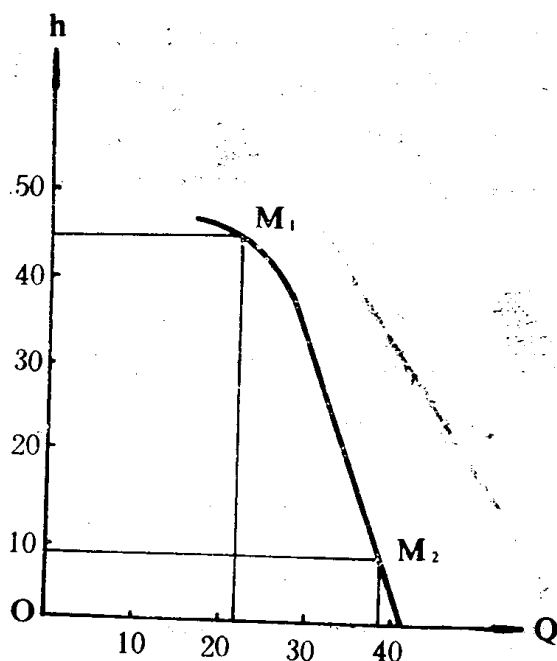


图 1—4

右下区段，选择相隔很远的两点 M_1 和 M_2 ，可得到两组值 (h_1, Q_1) 和 (h_2, Q_2) ，则有方程式

$$H_1 = a - bQ_1^2$$

$$H_2 = a - bQ_2^2$$

解方程组求出常数 a 、 b ，从而得到风机的特性曲线方程为：

$$H = a - bQ^2$$

3、风机特性直线的描绘

风机特性曲线在 $h-Q$ 坐标中的描绘，人们并不陌生，而在 $h-z$ 坐标中曲线成了直线，相当于在 yox 坐标中描绘