

111057

111057

# 论文选集

—— 建院 25 周年 ——

矿井通风及防灭火

煤炭科学研究总院重庆分院

1990 年 1 月 1 日

# 为煤炭科技的发展多作贡献

中国煤炭工业技术咨询委员会委员

四川省科学技术顾问团顾问 宋世钊

煤炭科学研究总院重庆分院院长

1990年1月1日是煤炭科学研究总院重庆分院建院25周年纪念日。25年来,在中国统配煤矿总公司(原煤炭工业部)和煤炭科学研究总院的领导下,在省、市科委的支持和关怀下,在有关局矿厂的协作下,重庆分院在煤矿技术等方面取得了176项重大科研成果,这些成果完善、形成或基本形成了20套技术或装备。它们是:

1. 煤矿综合防尘技术,其中包括煤体注水防尘技术及其配套装备,喷雾降尘技术及装置,几种矿用除尘器及除尘技术,综采和机掘工作面综合防尘技术,个体防尘检测技术;
2. 防止和隔绝煤尘爆炸技术,其中包括被动式隔爆水槽棚,被动式隔爆水袋棚,自动隔爆措施;
3. 粉尘爆炸特性参数的测定技术及装置;
4. 综合防治煤与瓦斯突出技术,其中包括水力冲孔法防止煤与瓦斯突出技术,开采远、中、近距离解放层结合抽放瓦斯技术,松动爆破防止煤与瓦斯突出技术,石门揭开突出危险层的技术,用钻粉量和瓦斯解吸特性预测预报突出技术,防突措施效果检验技术;
5. 综采工作面及矿井瓦斯涌出量预测技术;
6. 矿井瓦斯综合抽放及处理技术;
7. 矿井与巷道掘进通风方式及其配套装备的改进和完善;
8. 自燃发火预测预报技术;
9. 矿井火灾防治技术的开发,其中包括液氮防灭火技术,厚煤层放顶煤综采工作面采空区综合防灭火技术,页岩和煤矸石作灌浆代用材料等;
10. 薄煤层、极薄煤层高档普采和综采装备;
11. 煤矿安全用钻机系列;
12. 煤矿安全装备和压风自救系统;
13. 便携式矿井瓦斯检测仪表系列,瓦斯检测元件和环境检测传感器;
14. 矿井地质小构造的物探技术和装备,其中包括地质雷达、无线电波坑道透视仪和地震槽波探测技术;
15. 煤矸石沸腾炉渣低温煅烧水泥等建筑材料技术;
16. 防爆电气设备检验和防爆技术的开发;
17. 金属摩擦火花安全性能的检验装置及技术;
18. 测尘仪表及其检验装置和技术;
19. 矿井通风仪表装备及其检验装置和技术;
20. 急倾斜煤层矿压监测技术。

25年中,在重庆分院建成了下述大型的及重要的实验设施,

1. 一条全长896m、主巷断面积 $7.2\text{m}^2$ 的瓦斯煤尘爆炸试验巷道,该巷道是目前世界上唯一有斜巷的大型试验巷道,可进行接近煤矿井下实际规模的瓦斯、煤尘爆炸试验,防、隔爆措施的研究与检验;配备有全套集中控制和电子计算机自动处理数据的测试系统;

2. 两条爆炸试验管道:一条直径2m、长30m;一条直径0.72m、长93m;

3. 粉尘爆炸特性试验室,可对工业粉体的爆炸下限浓度、爆炸上限浓度、最低着火能量、最低着火温度、最大爆炸压力及爆炸压力上升速度等参数进行测定,并能自动记录和计算机处理数据;

4. 一条单巷长400m、双巷长50m、断面积分别为 $10\text{m}^2$ 和 $4.5\text{m}^2$ 的粉尘、通风、火灾试验巷道,并且有自动测定和处理通风、火灾参数的测试系统;

5. 一条风速范围为 $0.2\sim 36\text{m/s}$ 的大型风洞;

· 一条长28m、断面积为 $0.8\text{m}^2$ 的环形粉尘风洞;

· 摩擦火花安全性能试验装置;

8 除尘器性能检验装置;

9. 防爆电气设备检验装置;

10. 防尘口罩自动检验装置;

11. 煤与瓦斯突出预测预报实验室,包括声发射试验装置,煤的微观结构试验装置,煤的瓦斯参数测定装置等;

12 喷雾参数检测装置;

13. 粉尘物理性能参数测定装置;

14. 高速摄影和高速录相装置;

15. 导风筒性能检验装置。

在重庆分院还设有“国家煤矿防尘通风安全产品质量监督检验测试中心”,“四川省煤矿安全装备产品质量监督检验站”,“重庆市煤矿安全装备质量监督检验站”。

重庆分院现有职工620余人,其中专业技术人员351人,占全院职工总数的56.5%。在专业技术人员中,高级工程师68人(含教授级高工13人),工程师186人,形成了一支业务水平较高的专业技术队伍。在建院25周年之际,我们选编了由我院科技人员在不同时期撰写的论文。论文集共分粉尘、瓦斯、通风防灭火、机电及其它等四册。这些论文在某些侧面介绍或反映了上述20套技术或装备,希望能对同行们有一定的参考价值。

重庆分院愿以上述成果、技术和实验条件热情为煤炭生产及其他工业生产服务,决心为祖国煤炭科技的发展多作贡献。

# 目 录

为煤炭科技的发展多作贡献..... 宋世钊

## 矿 井 通 风

|                                            |                    |
|--------------------------------------------|--------------------|
| 矿井自然通风对机械通风的影响 (1974.5) .....              | 叶汝陵 ( 1 )          |
| 多风机矿井风机工作点的确定 (1975.5) .....               | 叶汝陵 ( 5 )          |
| AFC—121型矿用中速风表 (1975.5) .....              | 刘尚斌 ( 9 )          |
| KFJ—1型矿井主扇总负压检测装置 (1981.8) .....           | 高仁礼 ( 15 )         |
| 矿用中速风表扩速附加装置 (1982.11) .....               | 刘尚斌 ( 20 )         |
| 矿井通风压力变化与瓦斯涌出量的关系 (1983.5) .....           | 叶汝陵 ( 27 )         |
| 用计算机模拟多水平矿井通风 (1984.6) .....               | 黎京枢 ( 34 )         |
| 巷道掘进通风排尘的研究及其应用 (1984.8) .....             | 董一民 左兴福 唐自强 ( 38 ) |
| KSS600—X型(可伸缩)风筒 (1984.8) .....            | 冯宗福 刘荣厚 ( 45 )     |
| 塑料无缝导风筒 (1985.2) .....                     | 冯宗福 刘荣厚 ( 52 )     |
| 地面大气物理特性参数变化对矿井回风流瓦斯浓度变化的影响 (1985.3) ..... | 龙斯仁 ( 57 )         |
| 中梁山煤矿急倾斜解放层工作面下行风可行性的研究 (1987.11) .....    | 叶汝陵 高仁礼 ( 64 )     |
| 矿井通风状态与风流携带瓦斯量的关系 (1987.11) .....          | 叶汝陵 ( 70 )         |
| KBF—1—19型矿用风筒 (1988.4) .....               | 胡宗雄 ( 77 )         |
| 矿井反风时风流与瓦斯的交换 (1988.5) .....               | 叶汝陵 ( 84 )         |

## 矿 井 防 灭 火

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| 飞仙关页岩作为井下防灭火灌浆材料的考察 (1980.2) ..... | 蒋时才 陈云岫 张建勇 黄之聪 ( 89 ) |
| 飞仙关页岩成浆的可能性试验 (1980.2) .....       | 蒋时才 陈云岫 张建勇 黄之聪 ( 96 ) |
| 岩石制浆用于矿井防灭火的研究 (1980.12) .....     | 蒋时才 陈云岫 ( 103 )        |
| 矿井输浆管路的倍线 (1983.2) .....           | 陈云岫 ( 108 )            |
| 粉煤灰用于煤矿井下注浆灭火试验 (1983.11) .....    | 邵启胤 ( 115 )            |
| 煤矸石作防灭火灌浆材料 (1984.5) .....         | 陈云岫 邵启胤 ( 122 )        |
| 液氮扑灭模拟火灾试验 (1984.11) .....         | 张建勇 ( 130 )            |
| 用液氮预防和扑灭井下内因火灾 (1985.11) .....     | 陈作宾 ( 136 )            |
| 义马矿务局氮气防灭火试验 (1987.2) .....        | 王长元 ( 143 )            |
| 链烷比、烯烃和六枝矿区煤的自然发火 (1987.11) .....  | 黄之聪 ( 149 )            |
| 快速确定煤矿火灾气体爆炸性 (1988.8) .....       | 张建勇 ( 156 )            |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 矿用运输胶带的燃烧特性及井下防火措施的研究 (1988.8)    | 蒋时才 (162) |
| 矿用运输胶带摩擦升温及其火灾气体发生规律的研究 (1988.9)  | 蒋时才 (168) |
| 水喷雾隔绝带阻止巷道火灾蔓延的研究 (1989.3)        | 陈云岫 (175) |
| 煤矿火灾预测预报的应用与发展前景 (1989.5)         | 陈作宾 (179) |
| 急倾斜特厚煤层放顶煤综采工作面防灭火技术的研究 (1987.10) | 邵启胤 (185) |

# CONTENTS

## Making Great Contributions to the Development of Coal Science and Technology

.....Song Shizhao

## Mine Ventilation

|                                                                                                                             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Influence of Mine Natural Ventilation on Mechanical Ventilation (May,1974)                                                  |        |
| .....Ye iRulng                                                                                                              | ( 1 )  |
| The Determination of Fan Operating Points in a Multi-fan Mine (May,1975)                                                    |        |
| .....Ye Ruling                                                                                                              | ( 5 )  |
| Model AFC-121 Mine Medium-speed Anemometer (May,1975)                                                                       |        |
| .....Liu Shang'e                                                                                                            | ( 9 )  |
| Monitoring Apparatus for the Total Negative Pressure of Model KFJ-1 Mine Main Fan (Aug,1981)                                |        |
| .....Gao Renli                                                                                                              | ( 15 ) |
| Change-speed Attachment of Mine Medium-speed Anemometer (Nov,1982)                                                          |        |
| .....Liu Shang'e                                                                                                            | ( 20 ) |
| Relations between the Variation of Ventilation Pressure and Methane Emission Rate in Mines (May,1985)                       |        |
| .....Ye Ruling                                                                                                              | ( 27 ) |
| Computer Simulation of Ventilation in Multilevel Mines (June,1984)                                                          |        |
| .....Li Jingshu                                                                                                             | ( 34 ) |
| Research on the Dust Control by Ventilation in Heading Faces and Its Application (Aug,1984)                                 |        |
| .....Dong Yimin,Zuo Xingfu,Tang Ziqiang                                                                                     | ( 38 ) |
| Model KSS 600-X Flexible Air Duct (Aug,1984)                                                                                |        |
| .....Fang Zongfu, Liu Ronghou                                                                                               | ( 45 ) |
| Seamless Plastic Air Duct (Feb,1985)                                                                                        |        |
| .....Fang Zongfu, Liu Ronghou                                                                                               | ( 52 ) |
| Influence of the Variation of Surface Atmospheric Physical Parameters on the Gas Content in Return Air in Mines (Mar, 1985) |        |
| .....Long Siren                                                                                                             | ( 57 ) |
| Feasibility Study on the Descentional Face Ventilation of Steep Protective Seams in Zhongliangshan Coal Mine (Nov, 1987)    |        |
| .....Ye Ruling, Gao Renli                                                                                                   | ( 64 ) |
| Relations between Mine Ventilation Conditions and Gas-emission Quantities Carried by Airflow (Nov, 1987)                    |        |

|                                                                                        |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| .....Ye Ruling                                                                         | ( 70 ) |
| Model KBF-1-19 Mine Air Duct (Apr. 1988)                                               |        |
| .....Hu Zongxiong                                                                      | ( 77 ) |
| Exchanges of Air Flow and Gas during Ventilation Reversal in Coal Mines<br>(May, 1988) |        |
| .....Ye Ruling                                                                         | ( 84 ) |

### Mine Fire Prevention and Control

|                                                                                                                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Investigation into the Use of Feih sienkuan Shale as Grouting Materials for<br>Controlling Mine Fires (Feb. 1980)                              |         |
| .....Jiang Shicai, Chen Yunxiu, Zhang Jianyong, Huang Zhicong                                                                                  | ( 89 )  |
| Possibility Test of the Pulping of Feih sienkuan Shale (Feb. 1980)                                                                             |         |
| .....Jiang Shicai, Chen Yunxiu, Zhang Jianyong, Huang Zhicong                                                                                  | ( 96 )  |
| Study on the Rock Pulp for the Prevention and Control of Mine Fires<br>(Dec. 1980)                                                             |         |
| .....Jiang Shicai, Chen Yunxiu                                                                                                                 | ( 103 ) |
| The Ratio of the Total Length of Pulp-delivery Pipeline in Mines to the<br>Vertical Height between Feed Inlet and Discharge Outlet (Feb. 1982) |         |
| .....Chen Yunxiu                                                                                                                               | ( 108 ) |
| Test on the Use of Fly Ash as Grouting Materials for Controlling<br>Mine fires (Nov. 1983)                                                     |         |
| .....Shao Qiyin                                                                                                                                | ( 115 ) |
| Use of Coal Mining Refuse as Grouting Materials For Mine Fire Control<br>(May, 1984)                                                           |         |
| .....Chen Yunxiu, Shao Qiyin                                                                                                                   | ( 122 ) |
| The Test for Extinguishing Simulated Fire with Liquid Nitrogen (Nov. 1984)                                                                     |         |
| .....Zhang Jianyong                                                                                                                            | ( 130 ) |
| Using Liquid Nitrogen to Prevent and Control Underground Breeding Fires<br>(Nov. 1985)                                                         |         |
| .....Chen Zuobin                                                                                                                               | ( 136 ) |
| Test of the Fire Prevention and Control with Liquid Nitrogen in Yima Coal<br>Mines (Feb. 1987)                                                 |         |
| .....Wang Changyuan                                                                                                                            | ( 143 ) |
| The Ratio of Alkanes, Alkene and the Spontaneous Combustion of Coal in<br>Liuzhi Coal Mines (Nov. 1987)                                        |         |
| .....Huang Zhicong                                                                                                                             | ( 149 ) |
| Rapid Determination of the Explosibilities of Aftergases in Coal Mines<br>(Aug. 1988)                                                          |         |
| .....Zhang Jianyong                                                                                                                            | ( 156 ) |
| Research on the Combustion Characteristics of Mine Conveyor Belts and                                                                          |         |

|                                                                                                                                               |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Underground Fire-fighting Measures (Aug. 1988)                                                                                                |         |
| ..... <i>Jiang Shicai</i>                                                                                                                     | ( 162 ) |
| Research on the Temperature Rise of Mine Conveyor Belts due to Friction<br>and the Regularity of Gas Generation during Belt Fires (Sep. 1988) |         |
| ..... <i>Jiang Shicai</i>                                                                                                                     | ( 168 ) |
| Study of the Prevention of Fire Spread in Roadways by Water Spray<br>Curtains (Mar. 1989)                                                     |         |
| ..... <i>Chen Yunxiu</i>                                                                                                                      | ( 175 ) |
| The Application of the Prediction and Forecast Technique of Coal<br>Mine Fires and Its Development Prospects (May, 1989)                      |         |
| ..... <i>Chen Zuobin</i>                                                                                                                      | ( 179 ) |
| Research on the Fire Control Techniques for Fully Mechanized Sublevel<br>Mining Faces of Steep and Very Thick Seams (Oct. 1989)               |         |
| ..... <i>Shao Qiyin</i>                                                                                                                       | ( 185 ) |

# 矿井自然通风对机械通风的影响

叶汝陵

过去一般认为自然负压很小,对有机机械通风的矿井影响不大。实践证明这个结论只适合于一个入风和一个排风井口的矿井。多入风井口的抽出式通风矿井和多排风口的压入式通风矿井,尽管有能力较大的通风机械,由于自然风压的影响,也会发生入风井口或排风口间风流反向的现象。例如:重庆中梁山煤矿在有BY28°轴流式扇风机抽出式通风的情况下(负压1190Pa,冬季竖井和平峒皆入风(平峒内温度11.2℃,气压100.2kPa情况下入风达2000m<sup>3</sup>/min),到夏季平峒风量减小至风流停止(平峒内温度18.6℃,气压98032Pa),甚至反风约300m<sup>3</sup>/min,(见图1)。且因风流停滞而发生了事故。湖南兴无矿务局红新矿,系不同标高的两平峒入风,在抽出式通风风机风压931Pa的条件下,夏季两平峒皆入风,每当冬季,标高为+325m的百吊钱发生反风,风量约264m<sup>3</sup>/min(见图2)。四川渡口太平矿系压入式通风,风机风压588Pa,其北一采区15号层人行眼排风口,在夏季时,晚上是排风,白天是入风,(见图3)。广东梅田矿区四矿,井口同标高的一对斜井,主井断面6.8m<sup>2</sup>,副井断面3.6m<sup>2</sup>,副井靠水泵房,夏季两井皆入风,冬季副井反风。辽宁本溪矿人车斜井,夏季入风,冬季用局扇能使其反风。贵州水城老鹰山矿,系井口同标高的一对竖井,夏季主、副井皆入风,冬季主井(箕斗井)出风。徐州夏桥矿,系井口同标高的一对入风竖井,一为蒸气提升设备,一为电气提升设备,每当冬季,具有蒸汽设备的立井发生出风现象。上述各例,除夏桥矿以外,其余皆系山区矿井。

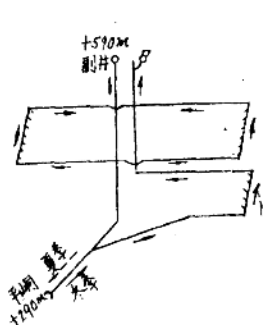


图1 中梁山矿简易通风系统示意图

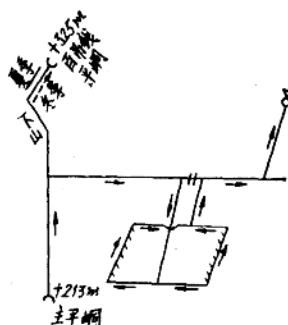


图2 红新矿简易通风系统示意图

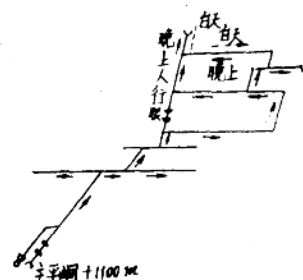


图3 渡口太平矿北一采区简易通风系统示意图

我们对中梁山煤矿的观测表明,尽管平峒风量全年变化达2000m<sup>3</sup>/min,矿井总风量却变化不明显。根据夏季井上、下气温观测资料,算出自然风压约为98.1Pa。渡口太平矿实测自然风压为37.3Pa。1969年夏季,由北京煤矿设计院、抚顺煤炭研究所、重庆煤炭研究所组成的调查组,对一些山区矿井的自然风压进行了测定,自然风压皆未超过风机风压的10%(洋

附表

| 矿井名称 | 测定地点       | 高差(m) | 地面温度(℃) | 井下温度(℃) | 自然压差(Pa) | 备注 |
|------|------------|-------|---------|---------|----------|----|
| 汪家寨  | 一采斜井——平峒   | 119   | 24.88   | 17.49   | 23.8     |    |
|      | 二采斜井——平峒   | 165   | "       | 17.68   | 31.8     |    |
|      | 三采斜井——平峒   | 197   | "       | 18.78   | 34.4     |    |
| 东风   | 羊井——平峒     | 243.7 | 33.5    | 26.67   | 14.4     |    |
|      | 斜井——平峒     | 462.7 | "       | 23.30   | 153.9    |    |
| 红新   | 百吊钱平峒——主平峒 | 112.0 | 34.7    | 22.35   | 49.9     |    |

见附表)。可见自然压差不是很大的，它对矿井总风量没有多大影响。

我们认为自然压差对机械通风的影响主要表现在：(1) 多井口入风的山区矿井在抽出式通风的情况下，入风系统各井筒或巷道间发生风量显著变化或风流反向；(2) 多井口排风的山区矿井，在压入式通风的情况下，排风系统各井筒或巷道间发生风量显著变化或风流反向。其原因在于多入风井口（或排风井口）通风阻力很小，机械通风分配到这些井巷上的机械风压亦很小，尽管各井口之间的自然风压不大，也能够引起这些井巷风量分配发生显著变化，有时停滞，甚至反向。例如：中梁山煤矿竖井和平峒分配的机械风压为27.4Pa；红新煤矿主平峒和百吊钱平峒之间的机械风压为53.9Pa；渡口太平矿北一采15号层人行眼与中段之间的机械风压小于25.5Pa；夏桥矿入风竖井机械风压为11.5Pa。可见这种影响对于抽出式通风系统来说主要在入风井口之间；对于压入式通风系统来说主要在回风井口和采区（因这些地区机械压差小）。

现将几种条件下自然风压对多井口入风矿井影响关系分析如下。

### 一、在双井口入风、单风机抽出式通风系统条件下

如图4所示，系井口不同标高的平峒和立井（或斜井）入风（中梁山、红新矿属于这种类型），设矿井总排风量为 $Q_{总}$ ，当风机特性曲线较陡时， $Q_{总}$ 可近似看作不受气温变化而改变的数值，立井风阻为 $R_1$ ，通过风量为 $Q_1$ ，平峒风阻为 $R_2$ ，通过风量为 $Q_2$ ，夏天最大自然压差为 $h_{夏}$ ，冬天最大自然压差为 $h_{冬}$ 。

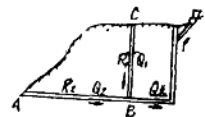


图 4

(1) 当冬季平峒、立井皆入风，而夏季平峒风流停滞或反风时，从A、B、C回路看出：

$$\text{冬季时 } R_2 (Q_{总} - Q_1)^2 - R_1 Q_1^2 = h_{冬}$$

$$\text{夏季时 } R_1 (Q_{总} + Q_2)^2 + R_2 Q_2^2 = h_{夏}$$

因为冬季 $Q_{总} > Q_1$ ，夏季 $Q_{总} \leq Q_1$ ，由此得出，要使在冬季平峒竖井皆入风，而在夏季竖井入风，平峒风流停止或反向，必须满足不等式

$$R_2 > \frac{h_{冬}}{Q_{总}^2} \quad R_1 \leq \frac{h_{夏}}{Q_{总}^2}$$

也就是说平峒风阻较大，竖井风阻很小时，易发生夏季平峒风流停滞或反向的现象。中梁山煤矿正是这样。

(2) 当夏季平峒、竖井皆入风, 冬季竖井风流停滞或反向时, 从A、B、C、回路看出,

$$\text{冬季时 } R_2(Q_{\text{总}} + Q_1)^2 + R_1 Q_1^2 = h_{\text{冬}}$$

$$\text{夏季时 } R_1(Q_{\text{总}} - Q_2)^2 - R_2 Q_2^2 = h_{\text{夏}}$$

因为冬季 $Q_{\text{总}} \leq Q_2$ , 夏季 $Q_{\text{总}} > Q_2$ , 由此得出, 要使在夏季平峒、竖井皆入风, 冬季平峒入风, 竖井风流停滞或反向, 必须满足不等式

$$R_1 > \frac{h_{\text{夏}}}{Q_{\text{总}}^2} \quad R_2 \leq \frac{h_{\text{冬}}}{Q_{\text{总}}^2}$$

也就是说, 竖井(或斜井)风阻较大, 平峒风阻很小时, 易发生冬季竖井(或斜井)风流停滞或反向的现象。红新煤矿正是这样。

(3) 当夏季竖井入风, 平峒风流停滞或反向, 冬季平峒入风, 竖井风流停滞或反向时, 从A、B、C回路可以看出,

$$\text{冬季时 } R_2(Q_{\text{总}} + Q_1)^2 + R_1 Q_1^2 = h_{\text{冬}}$$

$$\text{夏季时 } R_1(Q_{\text{总}} + Q_2)^2 + R_2 Q_2^2 = h_{\text{夏}}$$

因为冬季 $Q_{\text{总}} \leq Q_2$ , 夏季 $Q_{\text{总}} \leq Q_1$ , 由此得出, 要使在夏季竖井入风, 平峒风流停滞或反向; 冬季平峒入风, 竖井风流停滞或反向, 必须满足不等式

$$R_1 \leq \frac{h_{\text{夏}}}{Q_{\text{总}}^2} \quad R_2 \leq \frac{h_{\text{冬}}}{Q_{\text{总}}^2}$$

也就是说, 平峒和竖井风阻都很小时, 冬季在竖井、夏季在平峒易发生风流停滞或反向的现象。

(4) 同理可证得, 无论冬夏季平峒、竖井皆不发生风流停滞或反向的现象, 必须满足不等式

$$R_1 > \frac{h_{\text{夏}}}{Q_{\text{总}}^2} \quad R_2 > \frac{h_{\text{冬}}}{Q_{\text{总}}^2}$$

## 二、在双风井入风、多风机抽出式通风系统条件下

如图5所示, 在夏季, 若平峒内风流停滞或反向时, 从D、A、B、C、E回路可以看出,

$$R_1(Q_A + Q_B + Q_C + Q_2)^2 + R_3(Q_A + Q_B + Q_2)^2 + R_4(Q_A + Q_2)^2 + R_2 Q_2^2 = h_{\text{夏}}$$

因为风流停滞或反向必须是 $(Q_A + Q_B + Q_C) \leq Q_1$ , 则

得不等式

$$R_1 \leq h_{\text{夏}} - R_3(Q_A + Q_B)^2 - R_4 Q_A^2 / (Q_A + Q_B + Q_C)^2$$

由此可见, 上述通风系统, 较之图3情况不易发生风流反向现象。

AB、BC段的风流方向, 不仅受自然风压的影响, 而且受各风机工作点变化的影响, 情况较复杂。一般来说平峒风流停滞或反向时AB段必反向, 立井风流停滞或反向时, BC必反向。有时受自然风压的作用, 平峒风流未停滞或反向, 也能影响AB段反向; 立井风流未停滞或反向时, 也能影响BC段反向。以DABCE回路来看;

$$\text{夏季时 } R_1(Q_A + Q_B + Q_C + Q_2)^2 + R_3(Q_A + Q_B + Q_2)^2 - R_4(Q_A + Q_2)^2 - R_2 Q_2^2 = h_{\text{夏}}$$

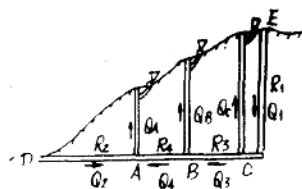


图 5

当AB段风流停滞或反向时  $(Q_A + Q_2) \leq 0$ ，则得不等式

$$R_2 \geq R_1 (Q_B + Q_C)^2 + R_3 Q_B^2 - h_{\text{夏}} / (Q_A + Q_B + Q_C)^2$$

同理，可得冬季时BC段风流停滞或反向的条件是

$$R_1 \geq R_2 (Q_A + Q_B)^2 + R_3 Q_B^2 - h_{\text{冬}} / (Q_A + Q_B + Q_C)^2$$

可见在此种条件下，AB、BC段风流反向较之平峒、立井容易。

### 三、多风井多风机抽出式通风系统条件下

如图6所示，系4个入风井口、3台风机抽出式通风的矿井。

此时自然风压的影响难于用简单的公式表出，但与双井入风单风机抽出式通风系统比较，在总风量相同条件下，有以下不同点：

(1) 夏季时，平峒更易发生风流停滞或反向的现象。

(2) 冬季时，立井（或斜井）更不易发生风流停滞或反向的现象。

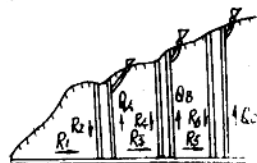


图 6

从以上三种情况分析可以看出，影响风流停滞和反向有三个因素：各入风井口之阻力；自然压差；矿井总风量。只要改变其中一个因素，则风流停滞或反向的现象即可消除。但是自然压差这个因素是不受人工控制的，只有总风量和井筒的风阻两个因素是受人工控制的。中梁山矿的实践证明，调整风机角度，增加矿井总风量，对增加平峒风量无显著影响。因此，改变井筒风阻是防止风流停滞和反向现象比较可靠的办法。如图3之双井口入风单台风机抽出式通风系统的矿井。发现夏季风流停滞或反向时，加大立井风阻  $(R_1)$  至  $R_1 > h_{\text{夏}} / Q^2$  总时，即可消除；发现冬季立井风流停滞或反向时，加大平峒风阻  $(R_2)$  至  $R_2 > h_{\text{冬}} / Q^2$  总时，即可消除。其他情况以此类推。

总结上述，自然压差如何影响矿井通风问题，有以下几点看法：

(1) 矿井自然压差，仅占机械通风风压的10%左右，对矿井总风量影响不大；

(2) 在矿井的一些井巷之间，当自然压差大于分配到这些井巷的机械压差时，将出现风流反向；

(3) 这种影响与各井口的位置及矿井开拓方式有关，一般说来，在多井口入风抽出式通风系统的矿井，各入风井筒之间容易引起风量分配显著变化，甚至反向；对压入式多出口的矿井，这种影响将发生在出风井口之间；

(4) 由于开拓第一水平的采区多在回风一侧，在压入式通风时自然通风的影响有时可能导至采区风流反向，危险性极大；

(5) 适当的改变自然风压影响严重的井巷阻力关系，就能减少甚至消除这种影响。

(编辑 蒋月姣)

# 多风机矿井风机工作点的确定

叶汝陵

矿井开拓第一水平，往往采用分区小井抽出式的通风系统，构成了多风机联合运转的复杂通风网路。显然，在设计这类矿井时，仍然采用单风机的计算办法，作为选择风机的依据是不合适的，因为它没有考虑到风机联合运转的相互影响。后来有人提出，先根据网路状况，估选出需要的风机，将其特性套上通风网路进行网路解算，求出风机工作点，看是否满足要求，如果不行，再另选风机重新计算，至满足为止。此法虽然考虑到风机的相互影响，但第一每估选风机时没有方向，如果选择不当，则需重新选择，反复计算复杂网路，殊感麻烦。1964年四川矿院黄元平同志根据矿井通风网路中，一部分风量是按需分配的（即人工控制的），一部分是按风阻自然分配的情况，提出了分别计算的办法，即：将通风网路中按自然分配风量的一部分，用解网路的办法，求出它的风量和风压；按需分配的一部分，用需要的风量和风阻计算出它的风压，累计出这两种风压，即可确定出待选风机的工作点，以此作为选风机依据。这种方法比较简单。对于入风系统在三个分支以下的非闭合通风网路，可用一元二次方程式一次解出。

这里，我们将介绍一种图解法。此法是根据上述按需分配和按自然分配分别计算的原则进行的。对于入风系统为非闭合网路，且分支较多的多风机矿井，能比较简单和直观的确定出待选风机的工作点。

如图1所示，系具有4台风机、4条入风井筒分区抽出式通风的矿井。设回风系统的风量为 $Q_A$ 、 $Q_B$ 、 $Q_C$ 、 $Q_D$ （这是根据需要确定了的），风阻为 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ （这些数值亦为已知）；设入风系统的风量为 $Q_1$ 、 $Q_2$ …… $Q_7$ ，风阻为 $R_1$ 、 $R_2$ …… $R_7$ ，风量值为未知，风阻值为已知，现在要确定 $Q_1$ 、 $Q_2$ …… $Q_7$ 和待选风机的工作点 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 。

如图2所示，绘出风阻曲线，然后按 $Q_A$ 、 $Q_B$ 、 $Q_C$ 、 $Q_D$ 的数值在横坐标上算出相应各点，通过这些点作垂线A、B、C、D，待选各风机的工作点应该在相应的各垂线上。以下就可按等值网路图解原理进行计算。

(1) 因为 $Q_1 = Q_A + Q_2$ ，而 $Q_A$ 始终保持不变，故风阻 $R_1$ 由两部分等值风阻组成，一部分为A，（具有风量不随风压变化而变化的特点），另一部分为 $R'_1$ （具有风量随风压变化而变化的特点）。A为风机I在公共风路上之等值风阻， $R'_1$ 为II、III、IV、风机在公共风路之等值风阻，故曲线 $R'_1$ 应为曲线 $R_1$ 与垂线A按等风压风量之差值（即纵坐标不变， $R_1$ 线减A线之横座标）。

(2) 因 $R'_1$ 与 $R_2$ 系串连且风流方向一致，故曲线 $R'_2$ 系由曲线 $R'_1$ 与曲线 $R_2$ 按等风量风压之和（即横座标不变， $R'_1$ 线加 $R_2$ 线之纵座标）。

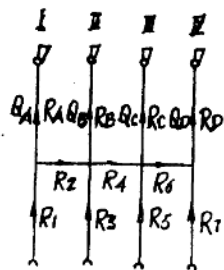


图 1

(3)  $R_2'$  与  $R_3$  成并联状态, 故并联曲线  $R_3'$  应为等风压风量之和 (即纵座标不变,  $R_2'$  线

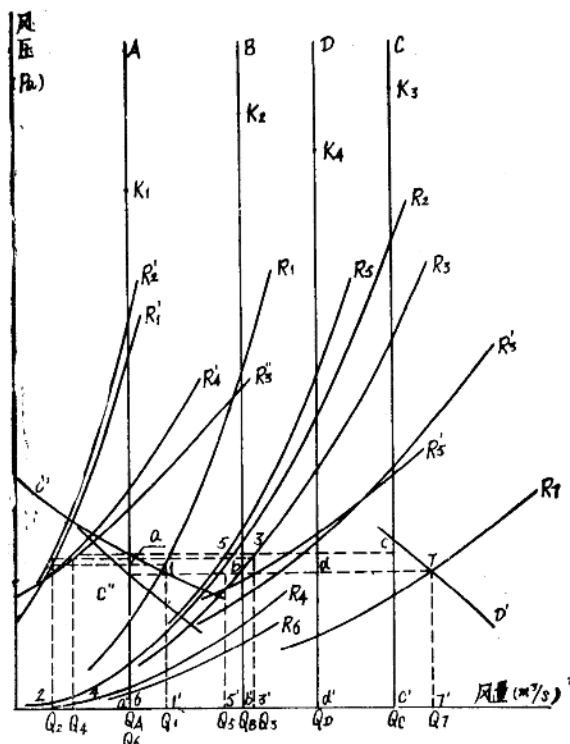


图 2

加  $R_3$  线之横座标)。

(4) 因  $R_3'$  之风量包括  $Q_3$  与  $Q_4$ , 按前面所讲的道理, 等值风阻曲线  $R_3''$  系按等风压  $R_3'$  线与 B 线之差。

(5) 因与  $R_3''$  与  $R_4$  系串联, 按前述道理,  $R_4'$  系  $R_3''$  与  $R_4$  等风量压风之和。

(6) 因  $R_4'$  与  $R_5$  系并联, 按等风压风量之和得出  $R_5'$ 。

(7) 风量  $Q_c$  包含  $R_5'$  之风量与  $Q_6$ , 要  $Q_c$  保持不变, 就相当于风压变化而风量不变的风机 (相当于特性曲线为 C 的风机) 作用在此网路上。它对  $R_6$  的剩余影响  $C'$  曲线, 应为 C 线与  $R_5'$  线等风压风量相减。对  $R_7$  的剩余影响曲线  $C''$ , 应为  $C'$  线与  $R_6$  线按等风量风压之差。

(8) 因  $R_7$  之风量系  $C''$  之风量与  $Q_6$  之和, 故  $C''$  曲线与 D 线按等风压风量之和所得之曲线  $D'$  与  $R_7$  之交点 7, 则为风阻曲线  $R_7$  之工作点。图中垂线 77' 与横座标之交点  $Q_7$  即为风路  $R_7$  所通过风量,  $h_7 = 77' \text{ Pa}$  为  $R_7$  之工作风压。

(9) 通过 7 点作平行线与  $C''$  相交, 过交点作垂线向下与  $R_6$  相交于 6 点, 即得  $R_6$  之工作点。此垂线向上与  $C'$  相交, 过此交点作水平线往右与  $R_5$  交于 5 点, 即得  $R_5$  之工作点。此线往左与  $R_4'$  相交, 过此交点作垂线向下分别与  $R_3''$ 、 $R_4$  相交, 与  $R_4$  之点 4 即  $R_4$  工作点。过此垂线与  $R_3''$  之交点作水平线往右与  $R_3$  交于 3 点 (即为  $R_3$  之工作点), 往左与  $R_2'$  相交, 过此点再作垂线分别与  $R_1'$ 、 $R_2$  相交, 交点 2 即为  $R_2$  的工作点。过垂线与  $R_1'$  之交点作水平线与  $R_1$  相交于 1 点, 即为  $R_1$  之工作点。从图中看出, 55' 与横座标之交点即得  $Q_5$ ,  $h_5 = 55' \text{ Pa}$ ,

同样可得出 $Q_3$ 、 $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_4$ 、 $Q_5$ ， $h_3 = 33' \text{ Pa}$ ， $h_1 = 11' \text{ Pa}$ 。

(10) 通过 1、3、5、7 点分别作水平线相应交各垂线 A、B、C、D 于 a、b、c、d 四点，令  $ak_1 = R_A Q_A^2$ 、 $bk_2 = R_B Q_B^2$ 、 $ck_3 = R_C Q_C^2$ 、 $dk_4 = R_D Q_D^2$ ，则  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$  为扇风机 I、II、III、IV 相对应的工作点。此时， $Q_{\text{静 I}} = Q_A$ 、 $h_{\text{静 I}} = aa' + ak_1 \text{ Pa}$ ， $Q_{\text{静 II}} = Q_B$ 、 $h_{\text{静 II}} = b'b + bk_2 \text{ Pa}$ ， $Q_{\text{静 III}} = Q_C$ 、 $h_{\text{静 III}} = c'c + ck_3 \text{ Pa}$ ， $Q_{\text{静 IV}} = Q_D$ 、 $h_{\text{静 IV}} = dd + dk_4 \text{ Pa}$ 。

新选出风机的特性曲线，如果能通过  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$  各点，则风机能满足联合运转的要求。如果不能通过而又相差甚远时，则应采取措施给予调整，使之尽量接近。否则，将会出现风机间互相干扰的现象。

应该指出，这种图解法，各曲线仅为二次曲线，如果将纵座标 H 的分划值，不用等分值，而用方根值划出，则作图中各曲线皆可变成直线，计算上将变得非常简单。

我国采用分区小井抽出式通风的矿井，通风网路绝大部分都可简化为如图 1 所示之形式。此法对于通风设计有一定意义。

下面为贵州六盘水地区某矿通风设计的一个例子。

该矿系 5 条进风井筒，6 台风机联合运转的矿井，如图 3 所示。待选各风机的风量是根据各采区的瓦斯量确定的，分别为

$$Q_A = 38.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_B = 60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_C = 43.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_D = 53.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_E = Q_F = 76.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

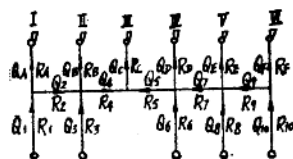


图 3

各区段的风阻分别为  $R_A = 0.59 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_1 = 0.025 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_2 = 0.03 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_3 = 0.012 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_B = 0.25 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_4 = 0.12 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_C = 0.99 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_5 = 0.53 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_6 = 0.025 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_D = 0.503 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_7 = 0.126 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_8 = 0.011 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_E = 0.033 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_9 = 0.041 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_{10} = 0.014 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 、 $R_F = 0.276 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 。

回风系统各段巷道风压损失  $h_A = R_A Q_A^2 = 521.4 \text{ Pa}$ ， $h_B = R_B Q_B^2 = 882 \text{ Pa}$ ， $h_C = R_C Q_C^2 = 1822.8 \text{ Pa}$ ， $h_D = R_D Q_D^2 = 1822.8 \text{ Pa}$ ， $h_E = R_E Q_E^2 = 1891.4 \text{ Pa}$ ， $h_F = R_F Q_F^2 = 1577.8 \text{ Pa}$ 。

入风系统各段巷道风量和风压损失用上述图解法解出。

如图 4 所示，以  $Q_A$ 、 $Q_B$ 、 $Q_C$ 、 $Q_D$ 、 $Q_E$ 、 $Q_F$  之值，分别作垂线 A、B、C、D、E、F，以  $R_1$ 、 $R_2$ …… $R_{10}$  之值，分别作出风阻曲线。然后用前述之图解步骤，解出入风系统各段巷道的工作点为 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10，过 1、3、4'、6、8、10 各点作水平线与 A、B、C、D、E、F 线分别交于 a、b、c、d、e、f 点，令  $aK_1 = 521.4 \text{ Pa}$ ， $bK_2 = 882 \text{ Pa}$ ， $cK_3 = 1822.8 \text{ Pa}$ ， $dK_4 = 1391.6 \text{ Pa}$ ， $eK_5 = 1891.4 \text{ Pa}$ ， $fK_6 = 1577.8 \text{ Pa}$ ，则  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  各点为待选各台风机相应的工作点。从图 4 可以看出工作点之值见表 1。

凡特性曲线能通过上述各点的各种风机都能满足联合运转的要求。用此法解算的入风系统各段巷道自然分配的风量与试算法计算的数值很相近（见表 2）。

由此看出，设计多井口、多风机联合运转矿井通风时，用这个方法选择扇风机，在精度

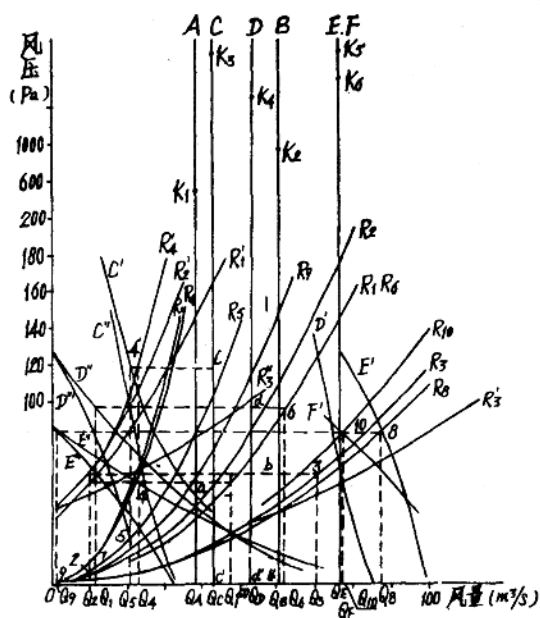


图 4

表 1

| 工 作 点                        | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$  | $K_4$  | $K_5$  | $K_6$  |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 风 量( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 38.5  | 60    | 43.3   | 53.1   | 76.5   | 76.5   |
| 风 压(Pa)                      | 572.6 | 940.8 | 1938.4 | 1485.7 | 1972.7 | 1659.1 |

表 2

| 各巷道风量( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | $Q_1$ | $Q_2$ | $Q_3$ | $Q_4$ | $Q_5$ | $Q_6$ | $Q_7$ | $Q_8$ | $Q_9$ | $Q_{10}$ |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 试 算 法                          | 48.6  | 10.1  | 72.1  | 22.1  | 21.2  | 62.7  | 11.6  | 86.8  | 1.3   | 77.8     |
| 图 解 法                          | 47.5  | 10.0  | 71.0  | 21.0  | 22.0  | 62.0  | 11.3  | 87.0  | 1.0   | 77.5     |

上能满足要求，解算上比较简单。

(编辑 蒋月姣)

# AFC-121型矿用中速风表

刘尚斌

## 一、概 述

随着我国煤炭工业迅速发展,除了大量开发新矿区和建设新矿井外,很多老矿也不断扩大和延深,同时采煤机械化程度亦不断提高。伴随而来的是矿井瓦斯涌出量的增加,以及地热和机械散热的增加,使矿井通风更具有非常重要的作用。

测定风速、合理分配风量是搞好通风管理的基本环节,而国内使用和生产的风表,无论在质量上和数量上,都不能满足各矿井的需要。为此,1972年开始,由重庆煤矿安全仪器厂和重庆煤炭科学研究所共同承担了研制新型矿用中速风表的任务。经过2年多的时间,完成了风表的设计、试制和工业性试验的全过程。

## 二、设计和试制风表的基本要求

根据国内各矿区的调查及国内外几种风表的对比,对新风表的设计提出了一些要求,主要是测量准确、体积小、重量轻、坚固耐用、使用和携带方便、能防尘,并带有回零机构等。基于前面的要求,并参照其它风表的优缺点,在这次设计中,作了如下的考虑:

### 1. 外壳直径

风表外壳直径的大小是直接影响风表体积的主要因素。目前国内外一些不同型号风表的外壳直径一般在100mm左右,也有超过此数的,这次设计时要求减少。通过计算认为外壳直径为80mm是适宜的。

### 2. 机芯

风表的机芯,也就是风表的计数部分。考虑这一部分时,结构力求简化,且体积小,但又能满足测定的要求,故采用了四级减速传动机构,齿轮标准模数 $M0.2$ ,传动比为3600:1,指针数为2个(个位与百位)(在测速范围中是够用的)。

### 3. 回零装置及开关

风表的回零装置及开关的良好与否,直接影响操作时动作能否准确。设计中采用了修正对数螺旋曲线型凸轮回零机构和按钮式回零还原杆。开关采用齿轮架整体移动,并加开关弹簧。

## 三、风表的工业性试验情况

根据试验项目的不同要求,采取了试验室及矿井巷道中的各种试验。

### 1. 试验室试验

在重庆煤研所及矿上(徐州、开滦)的试验室,利用风洞进行风表校正及其它试验,并