



现代煤矿重大事故预测、监控与防治新技术全书

现代煤矿重大事故预测、监控与 防治新技术全书

鲁小川 金 群 主编

第二册

当代中国音像出版社

第三节 降低通风系统总阻力的技术措施

一、矿井通风系统总阻力

1. 阻力叠加原理

矿井通风系统总阻力符合阻力叠加原理,即在通风系统中的任一风流路线上,两节点之间的阻力等于其间的各段井巷(或各分支)阻力之和。图 6-4-10 所示的 1-2-3-5-8-9-11-12-1 风流路线,2、8 两节点间的阻力为:

$$h_{R2-8} = h_{R2-3} + h_{R3-5} + h_{R5-8}$$

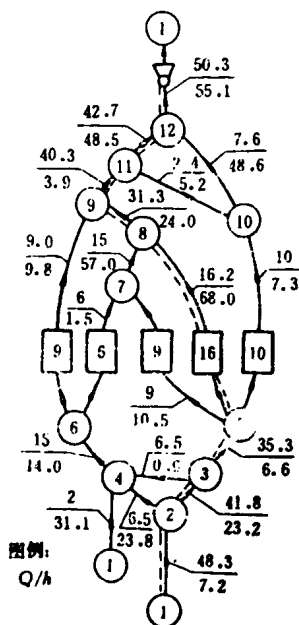


图 6-4-10

注:图中方框为用风地点、其内数字为需风量

在 1-2-4-6-9-11-12-1 的风流路线上,1、9 间的阻力为

$$h_{R1-9} = h_{R1-2} + h_{R2-4} + h_{R4-6} + h_{R6-9}$$

在每一个主扇服务的通风系统中,风流总是定向流动的,从进风井口开始,经过用风

地点至风机入口。沿着风流的流向,有多条流动路线,其中的任一条流动路线叫一条通路。图 6-4-10 中,有 5 个用风地点,则有 5 条通路;虽然表面上看有 10 条,其实其余 5 条是相关的。各通路所包括的分支见表 6-4-2。每条通路的总阻力等于其首尾相连的各分支阻力的叠加。

表 6-4-2

通路号	组成分支(节点号)	设计网路各通路总阻力(dPa)	与最大阻力路线阻力之差(dPa)
1	1-2-3-4-6-7-8-9-11-12-1	234.9	1.7
	1-2-4-6-7-8-9-11-12-1		
	1-4-6-7-8-9-11-12-1		
2	1-2-3-4-6-9-11-12-1	162.3	74.2
	1-2-4-6-9-11-12-1		
	1-4-6-9-11-12-1		
3	1-2-3-5-10-11-12-1	148	88.6
	1-2-3-5-10-12-1		
4	1-2-3-5-8-9-11-12-1	236.6	0
5	1-2-3-5-7-8-9-11-12-1	235.4	1.2

对于生产矿井已运行的通风网路,风量是按各分支的风阻及其匹配关系进行分配的,两节点之间的任一通路阻力是相等的(回路中无自然风压),因此各个通路上的总阻力总是相等的。

2. 设计网路中的最大阻力路线及其确定方法

在通风设计中,因所有的用风地点要供应大小不同的风量,而各分支的风阻又大小各异,这就必然导致通风系统中各条通路上的通风阻力不等,但其中必有一条通路的通风总阻力最大,此条路线即是通风设计中的最大总阻力路线,其总阻力值是通风设计时选择主扇的一个重要技术参数。满足通风设计要求的风量的必要条件是,所选用的主扇的风压必须保证克服矿井通风系统的最大总阻力,并供应矿井所需的总风量。对于生产矿井,如不在非关键阻力路线*上采取增阻调节手段,矿井总风量按井巷风阻分配,则矿井的总风压将低于设计中的最大总阻力,设计中的最大总阻力路线上的用风地点的风量必将小于需风量。因此,在非最大总阻力路线上进行增阻调节是保证用风地点达到按需

* 关键阻力路线即是通风设计中的最大阻力路线。

分风的充分条件。

由表 6-4-2 可见,图 6-4-10 所示的网路中的通路 4 为最大阻力路线,其总阻力为 2366Pa。当此网路实际运行时,为了保证通路 4 路线上的用风地点 5-8 分支能实现按需供风($16.0\text{m}^3/\text{s}$),主扇应能克服 2366Pa 的阻力,且其工作风量不小于 $50\text{m}^3/\text{s}$ 。因此其它各通路应进行增阻调节,使其阻力也都相应增大到 2366Pa;如果不采用调阻手段,整个风网都按照并巷的风阻进行分风(习惯叫自然分风),其结果必然是通是通路 4 上的用风地点供风不能满足要求。由此可见,设计中的最大阻力路线就是实际生产条件下网路中通风最困难的一条风流路线。

如果通风系统比较简单,设计中的通风系统最大阻力路线可用观察对比法确定。在通风系统图的基础上绘制网路图,根据各用风地点所通过的需风量及其所在通路长度(参考通风系统平面图)进行估算、观察和比较,确定最大阻力路线,然后根据风流流动的三个基本定律确定最大阻力路线上各分支的风量和阻力,最后将分支的阻力累加即可得其阻力。

如果是复杂网路,可用计算机解算网路来判断。先根据各分支的并巷风阻进行网路解算,把计算结果中风量过剩的用风地点的风量固定,再进行解算,如此反复进行,剩下最大阻力路线的分支不固定(必要时适当调整主扇的特性曲线),在满足所有用风地点的风量要求时,解算所得的风压值即是最大阻力路线上阻力值。

3. 生产矿井关键阻力路线的确定办法

对于生产矿井的通风网路,因进行了风量调节,故各个用风地点所在的通路上的通风阻力都是相同的,即已不存在阻力最大值了,原通风设计中的最大阻力路线就是没有增阻的通路,称之为关键(阻力)路线。每个主扇服务的系统中都有一条关键路线,其阻力分布即反映了通风系统阻力的分布。了解通风系统关键路线的位置及其阻力分布,不仅对合理使用主扇,而且对优化风量调节、指导合理安排采掘工作面及其配风、降低矿井通风系统阻力以及改善通风状况都具有重要意义。

确定关键阻力路线时,首先要绘制通风系统网路图,然后找出各用风地点所在的通路,没有安设调节风窗的用风地点所在的通路即是关键阻力路线。如果所有的通路上都安有调节风窗,则说明至少有一个通路上的调节设施是不合理的。

关键路线在矿井中的位置并不是一成不变的,它随着生产布局变化、需风量的变化和网路结构及其某些分支的通风参数变化而变动。

4. 矿井通风系统总阻力

对于生产矿井,为了保证用风地点按需分风,不得不在某些通路上采取调阻措施,这

样网路中的各条风流路线上的通风阻力(包括调节风窗产生的通风阻力)都等于通风设计中最大阻力路线的通风阻力,亦即等于生产矿井通风系统关键路线上总阻力,因此矿井通风系统阻力 h_{Rm} 可以由任一通路上各分支的阻力相加求得,即:

$$h_{Rm} = \sum_{i=1}^n h_{Ri} \quad (4-5)$$

式中 h_{Ri} ——通路上 i 段井巷的通风阻力;

n ——风流路线上的分支数。

二、矿井通风总风阻

矿井通风系统总风阻 R_m 是表征该系统通风难易程度的等效参数,不能直接测量,可根据下式计算:

$$R_m = \frac{h_{Rm}}{Q_m^2} \quad (4-6)$$

式中 R_m ——通风系统总风阻, kg/m^7 ;

Q_m ——通风系统的总回风量, m^3/s ;

h_{Rm} ——通风系统(即关键路线上)总阻力, Pa 。

对于一台主扇工作的系统,其值取决于网路结构;各分支的风阻;对于多风井的通风系统,它还与各系统分配的风量有关。

三、矿井通风总阻力和总风阻的影响因素和降低措施

1. 影响矿井通风总阻力和总风阻的因素

在保持矿井总供风量不变的条件下,矿井通风总阻力的大小主要受网路结构、井巷风阻和采区及其采掘工作面的配风等因素影响。

(1) 关键路线风路长度及其井巷风阻。

由井巷本身的断面、长度和支护形式等几何和通风参数所决定的风阻叫井巷风阻。

矿井主要进回风道的摩擦阻力系数以及巷道转弯角度等局部风阻对形成分支的井巷风阻起决定性影响。例如,江西某矿主要进回风巷的断面有 50% 左右在 $2 \sim 4m^2$, 由于采煤工作面采用不正规的采煤方法,通风断面一般在 $1 \sim 2m^2$, 因此,矿井总回风量仅为 $47m^3/s$, 而通风阻力竟达 $2980Pa$ 。

通风原统设计不合理,造成关键路线上流程长,也会造成通风系统总阻力大和总风阻大,这在老矿井中普遍存在。

(2) 网路结构。

通风网路结构是指巷道之间互相连结的形式。在网路参数(包括分支数及其各分支的井巷风阻)和总供风量相同的条件下,矿井通风总阻力和总风阻小的网路即为结构合理;反之则不合理。

图 6-4-11a、b 所示是由井巷风阻相同的一组分支组成的结构不同的两个网路,其参数见表 6-4-3。在保证矿井总风量基本不变的条件下,对这两种结构的网路分别进行了按需(固定风量)分风网路解算,结果见表 6-4-4 中 a(1)和 b(1)两列。

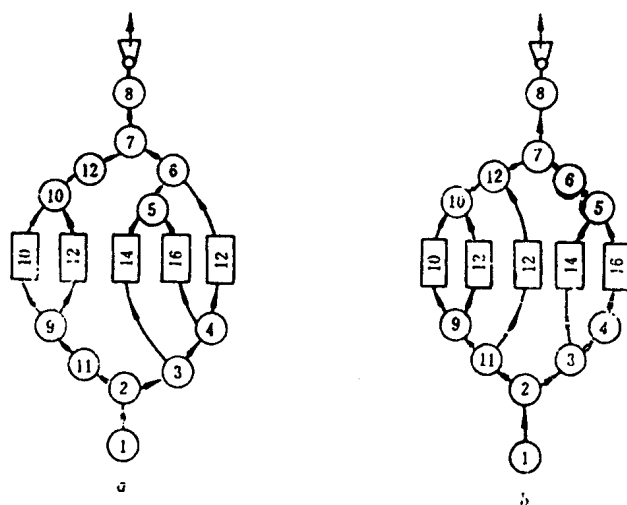


图 6-4-11

注:图中方框表示用风地点,其内数字表示配风量。

表 6-4-3 网路 a、b 的井巷风阻和配风参数表

始末 节点	分支井巷 风阻	固定风量			始末 节点	分支井巷 风阻	始末 节点	分支井巷 风阻
		a(1)	b(1)	b(3)				
9—10	0.0082	10	10	16	1—2	0.0068	6—7	0.0227
9—10	0.0103	12	12	12	2—3	0.0057	7—8	0.0057
3—5	0.0097	14	14	13.8	2—11	0.0124	10—12	0.0289
4—6	0.0550	12.2	12	12	11—9	0.0043	12—7	0.0475
4—5	0.0500	15.9	16.3	10	3—4	0.0102	5—6	0.0400

注:分支井巷风阻是指由其几何参数决定而未经调阻的风阻;分支风阻包括调风阻。

表 6-4-4 不同网路结构和配风时的解算结果

主扇工况	自然分风		固定分风		
	a(2)	b(2)	a(1)	b(1)	b(3)
Q	70.1	65.8	64.1	64.3	63.8
H	136.6	132.4	158.6	138.5	175.4
R	0.02779	0.03057	0.03860	0.03350	0.04300

注:1. 参数单位:风量, m^3/s ; 压力: mmH_2O ; 风阻, $\text{k}\mu$;

2. a(1)、b(1)分别为网路结构为 a、b 时的固定分风, b(3)结果为网路图 b 时改变配风量的结果。

表中结果可见,虽然两个网路中各分支的风阻参数、用风地点配风量和矿井的总供风量相同,但由于其分支排列结构不同,矿井的总阻力和总风阻不相等,网路 b 比 a 的总阻力降低了 200Pa。由此可见,矿井通风系统的网路结构对其总阻力、总风阻有重要影响。

通风网路结构的合理性建议用下式确定:

$$k = \frac{h_n}{h_d} \quad (4-7)$$

式中 k ——网路结构合理性系数;

h_d ——经过风量调节实现按需分风时的通风系统总阻力;

h_n ——自然分风时的通风系统总阻力。

k 值大小表示网路中各通路的阻力趋于平衡的程度,即网路结构和用风地点布局及其风量分配合理的程度。其值接近于 1,表明网路中各通路上的阻力接近平衡,按需分风的阻力接近于自然分风的阻力;其值越大越合理,在保持固定分风的主扇特性的条件下,对 a、b 两个网路进行了自然分风解算,所得结果见表 6-4-4 中 a(2)和 b(2)列。根据网路解算结果计算的 a、b 网路结构合理性系数分别为 0.86 和 0.96,这表明网路 b 的结构优于网路 a。

(3)各用风地点的风量分配。

用风地点的需风量越接近于自然分风的风量分配,则需要的增阻调节量就越小,各通路的阻力也就越接近平衡,矿井通风阻力和总风阻就越小。为了说明这个问题,现将图 6-4-11 所示的固定分风网路 b 中的 5-4-3 分支的风量由 $16\text{m}^3/\text{s}$ 变为 $10\text{m}^3/\text{s}$ 、9-10 分支的风量由 $10\text{m}^3/\text{s}$ 变为 $16\text{m}^3/\text{s}$,其余用风地点的配风量不变,并适当调整主扇的特性曲线,以保证按需分风,进行网路解算,其结果见表 6-4-4b(3)列,由表中看出 b(3)阻力比 b(1)高 369Pa。由此可见,网路结构和矿井的总风量相同时,用风地点配风不

同。矿井的总阻力和总风阻有时会产生较大的差异。这表明,对于高沼气矿井,不同煤层或分层的沼气涌出量不同,需要风量也不同,可以通过合理布置采掘工作面,实现矿井的两翼和不同采区间的合理配风,降低矿井通风总阻力。

(4)多风井系统主扇之间的风量分配。

由两台主扇联合运行时相互影响的分析可知,当其中的一台主扇能力变大或单独工作段风阻变小,而风量变大时,必然会引起另一台主扇工况点沿特性曲线上移,即通风阻力增大,风量减小,故其工作风阻变大。

2. 降低矿井通风阻力的原则

由上述分析可见,矿井通风阻力大小是受多种因素影响的,通风网路结构的形式以及采掘工作面布局和配风的合理性都至关重要。因此,降低矿井通风阻力和总风阻不仅仅是通风管理工作者的责任,而应从矿井设计(通风系统和井巷断面确定)、采掘布局和通风管理等多方面采取综合降阻措施。有条件的矿井在考虑采掘布局时可应用计算机模拟技术,进行采掘布局和配风方案(即网路结构)优选。降低阻力应遵照如下原则:

- (1)把好通风设计和生产布局(采掘接替)关,合理安排采掘接替和配风,优选通风巷道断面,以形成一个各通路阻力较均衡、关键路线流程短、井巷风阻小的网路结构;
- (2)主扇能力与网路特性相匹配,避免用增阻法调节矿井总风量;
- (3)加强科学管理,避免在关键阻力路线上增加不必要的风阻;
- (4)有针对性地采取一些降低关键路线上阻力的措施。

第四节 矿井风量调节

生产矿井中,用风地点及其用风量是经常随采掘工作面的搬迁和瓦斯涌出量的变化而变化的,井巷的风阻也经常随着工作面的推进、巷道变形而变化。为了始终保证按需分风,必须不断地进行风量调节。风量调节是通风管理工程中的一项经常性工作,它直接关系到煤矿的安全生产和经济效益。

风量调节的目的是使各用风地点实现按需分风。风量调节的途径和方法可分为改变网路特性和改变风机特性两类。

一、改变网路特性调节

按调节对象和目的不同网路特性调节可分为网路中用风分支风量调节和矿井总风

量调节两种。前者的目的是保证各个用风地点实现按需分风,后者的目的是保证全矿井实现按需供风。

1. 矿井或系统总风量的调节

当矿井总风量不足或过剩时,需要进行矿井总风量调节。方法是改变网路总风阻,使其与主扇的特性相匹配,以实现矿井或风网按需分风。这种调节方法按调节目的不同可分为减风调节和增风调节两种。

(1) 减风调节。

当主扇的能力过大,风网供风过剩,暂时不能进行其它更经济的方法调节时,可采用在风硐中安装调节闸门或在关键路线上的总回风中增设调节风窗的方法,增大矿井的总风阻,减少矿井的供风量。这种方法简单、灵活、易行,但不经济,只适用于短期调节。

对于工况点处于 $N-Q$ 功率特性曲线单调下降区间的轴流式风机,因各种原因不能实施更经济的调节措施时,短期内可采用增大外部漏风的方法来减小矿井风量,当调节幅度小时,对于轴流式风机来说,这种方法比增阻调节要经济。

(2) 增风调节。

矿井供风不足,一时又无更好的办法提高主扇能力时,可以采取减小矿井总风阻的方法达到增风目的。

①降低总阻力的原则。由 $R_m = h_{Rm}/Q^2$ 可见,矿井总风阻是由矿井总阻力和总风量所决定的,因此为了保证既按需分风又要减小总风阻,只有降低矿井总阻力。降低矿井总阻力是通过改变网路中某些分支的风阻来实现的。由于矿井通风系统总阻力是由关键路线上各分支阻力所决定的,因此,在选择改变风阻的分支时,应遵守的原则是:

第一,应降低关键路线上(某些分支)的阻力。这就要求在降阻调节之前应了解系统中的关键路线及其所包括的分支。如图 6-4-12 所示的网路图,该网路的关键路线为 1-2-3-5-8-9-11-12,如果采取的变阻措施能使其上任一分支的阻力降低,则即可使矿井总阻力降低,即可减小总风阻;但若只降低非关键路线上某些分支(如 4-6 或 7-8 分支)的阻力,而不能使关键路线上的某些分支阻力降低时,则不能降低总阻力和总风阻。

应该指出的是,所谓降低关键路线上的阻力,是指实施措施的结果能达到降低关键路线阻力的目的,所采取措施的分支不一定位于关键阻力路线上(参见下面的降阻途径)。

第二,要求降阻效果明显,经济效益好,且有实施的可能。降阻效果的大小主要取决于变阻分支的风阻改变率及其与关键路线上降低阻力分支的邻近程度,以及降低阻力分

支在降阻前通风阻力大小或超过正常值的程度。降低阻力分支应是原来通风阻力大(风阻大或通过风量大)或超过正常值大的巷道。一般在主要进回风道、通过风量大的分支上降阻的效果明显。

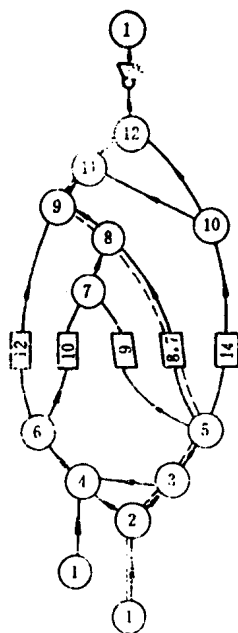


图 6-4-12

注:图中方框内的数字表示该分支的需风量。

为此,降阻调节之前,应对关键路线进行阻力测定,以掌握其阻力分布、阻力超常的分支的位置及其超常量和超常原因(所谓阻力超常分支即是单位长度上的阻力远远大于正常值的分支)。

②降低总阻力的途径。由于各分支的阻力是由其风阻和风量两个参数所决定的,因此,降低关键阻力路线上的风阻和风量对于降低其通风阻力具有异途同功之作用。据此可采取的降阻途径有:

第一,减小关键路线上某些分支的风阻,降低其通风阻力。

第二,主非关键路线上减阻,减小关键路线上某些非用风分支的风量。如图 6-4-12 所示,在保证网路中所有用风地点都实现按需分风的条件下,减小非关键路线上某些分支的风阻,以此来降低关键路线上某些非用风分支的风量,也可达到降低总阻力和总风阻的目的。由图中可见,在进风网中,若在 1-4 分支(主井)上采取增阻限制进风措施,将导致关键路线上的风流经 2-4、3-4 分支流向非关键路线上的用风地点;在回风

网中,非关键路线上(5-10分支)的风流经10-11分支流向关键路线上,这种现象是不合理的。若能采取措施改变角联巷道3-4和10-11的风流方向,即可分流关键路线上的风量,降低其通风阻力。下面应用计算机模拟方法,以该网路为例来讨论降低阻力、增风的方法及其效果。

图6-4-12中各分支的井巷风阻、用风地点及其需风量、图示状态的各分支风阻和风量分配见表6-4-5。关键路线上用风地点为5-8分支,需要风量 $14.5\text{m}^3/\text{s}$,实际供风为 $8.7\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 6-4-5

分支	节 点		井巷 风阻	需风量	自然分风		图示状态		一		二		三		四	
	始	末			R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q
1	1	4	.013	2	9.637	2	9.025	2	.039	20	10.5	2	.050	20	12.3	2
2	5	10	.012	14	.012	22.3	.125	14	.139	14	.179	14	.198	14	.014	14
3	6	9	.0121	12	.0121	20.5	.171	12	.200	12	.243	12	.280	12	.068	12
4	6	7	.0215	10	.0215	6.8	.039	10	.0618	10	.079	10	.109	10	.119	10
5	5	7	.00023	9	.00023	1.8	.0003	9	.0081	9	.030	9	.043	9	.004	9
6	12	1	.0218		.0218	55.1	.0218	53.7	.0218	55.0	.0218	57.9	.0218	59.4	.0218	54.4
7	1	2	.0068		.0068	53.1	.0068	51.7	.0068	35.0	.0068	55.9	.0068	39.4	.0068	52.4
8	2	4	.07678		.07678	16.0	.07678	15.3	.07678	9.9	.07678	16.5	.0768	11.1	.07678	20.0
9	2	3	.0133		.0133	37.1	.0133	36.4	.0133	25.1	.0133	39.5	.0133	28.3	.0133	32.4
10	3	4	.0147		.0147	9.4	.0147	4.7	.0147	-7.9	.0147	3.5	.0147	-9.1	.0147	.04
11	3	5	.0053		.0053	27.8	.0053	31.7	.0053	33.0	.0053	35.9	.0053	37.4	.0053	32.4
12	4	6	.0024		.0024	27.4	.0024	22	.0024	22	.0024	22	.0024	22	.0024	22
13	8	9	.0246		.0246	12.3	.0246	27.7	.0246	29.0	.0246	31.9	.0246	33.4	.0246	28.4
14	9	11	.0024		.0024	32.8	.0024	39.7	.0024	41.0	.0024	43.9	.0024	45.4	.0024	40.4
15	5	8	.0257	15	.0257	3.8	.0257	8.7	.0257	10.0	.0257	12.9	.0257	14.4	.0257	9.4
16	7	8	.0053		.0053	8.5	.0053	19	.0053	19	.0053	19	.0053	19	.0053	19
17	10	11	.0087		.0087	9.1	.0087	1.2	.0087	9	.0087	-10.7	.0087	-11.3	.0087	.05
18	10	12	.85		.85	13.1	.85	12.8	.85	13.1	.85	24.7	.85	25.3	.85	13.9
19	11	12	.0836		.0836	41.9	.0836	40.9	.0838	41.9	.0836	33.3	.0836	34.1	.0836	40.4
主扇工况点					Q	55.1	53.7		55.0		57.9		59.4		54.4	
					H	261.0	268.0		262.4		248.6		240.9		265.1	
说 明					自然分风 (1-4 固定)	1-4,6-9 6-7,5-7 5-10 固定			1-4 减阻		10-12 减阻		1-4 和 10-12 减阻		3-4 和 10-11 断路	

注:风量单位为 m^3/s ;压力单位为 daPa ;风阻单位为 kPa 。

采取如下措施增大 5-8 分支的风量:

a. 1-4 分支为主井,原限制其进风 $2\text{m}^3/\text{s}$,在保证其风速不超过《规程》规定的条件下,可适当减小其风阻,使其风量增至 $20\text{m}^3/\text{s}$,电算结果见表中“一”栏。由结果可见,采取这一措施后,可使 5-8 分支风量增至 $10.0\text{m}^3/\text{s}$,3-4 分支的风流反向,1-2,2-3 分支的风量减少,与“图示状态”栏相比矿井阻力降低 5.7daPa ;

b. 在回风网中,采用增加并联风路或缩短风路等措施,使 10 至 12 节点间的风阻由 $0.85\text{k}\mu$ 减小为 $0.15\text{k}\mu$,结果如表中“二”栏所示。由结果可见,采取这一措施后,可使 5-8 分支的风量增至 $12.9\text{m}^3/\text{s}$,10-11 分支风流反向,11-12 分支的风量减少,与“图示状态”栏相比矿井阻力可降低 19.5daPa ;

c. 1-4 和 10-12 分支同时减阻,数值同①、②,结果见表中“三”栏。由结果可见,同时采取这两项措施后,可使 5-8 分支的风量可增至 $14.4\text{m}^3/\text{s}$,基本满足需风量,与“图示状态”栏相比总阻力可降低 27.1daPa 。

分析上述解算结果可见,这些在非关键路线上减阻措施之所以能增加用风点的风量,其原因是减小了关键路线上一些分支的风量,降低了关键路线阻力,亦即降低了矿井总阻力。

第三,在非关键路线上增阻,减小关键路线上某些非用风分支的风量。基于网路中某一分支增阻,可以减小该分支所在通路上分支风量的原理,在保证按需分风的前提下,针对图 6-4-12 所示网路的图示状态采取增大 3-4 和 10-11 分支风阻(断路)的措施进行了电算,其结果如表中“四”栏。由结果可见,采用增加网路中某些分支风阻的措施,也能减小关键路线上某些分支的风量,达到降低其阻力,增加矿井风量的目的,不过其效果没有减阻显著。

分析上述采用的第二、第三两项措施不难发现,这些措施可行的隐含条件是进回风网存在角联巷道,而且进风网中的角联巷道风流是由关键路线流至非最大阻力路线上的用风地点;回风网中有非关键路线上的风流流至关键路线上。当通风网路中具备这种条件时,可采用减小并联分支的风阻,分流关键路线上的风量的方法来降低其通风阻力;或采用增大角联巷道风阻的方法来减小关键路线上某些分支的风量。

第四,改变用风分支的布局和风网结构,分流关键路线上的风量,使各通路上的阻力接近平衡。

③减小分支风阻的具体措施。

a. 缩短关键路线长度。分支的井巷风阻与其长度成正比,因此缩短风路的长度可减小矿井总风阻。例如,淮南谢二矿一主扇的风硐(如图 6-4-13 所示)长 50m ,有 5 个直

角转弯,断面又较小,通风阻力高达 1120Pa,占系统总阻力的 28.19%;采取开一条 7m 长的斜风硐的措施后,通风阻力降低了 550Pa,矿井风量增加了 $405\text{m}^3/\text{min}$ 。工程投资约 1500 元,但每年可节约 3.7 万元。

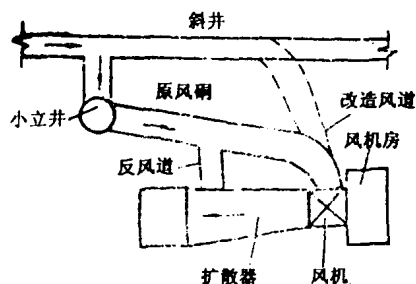


图 6-4-13

b. 增加通风断面。因井巷的风阻与其断面的三次方成反比,因此在通风阻力大或通过风量大的区段增加并联巷道,对严重失修的巷道进行维修、扩刷断面则会收到明显的降阻效果。

c. 降低不应有的或超常的局部阻力。在矿井中,尤其是在一些总回风巷中往往存在一些不应有的局部阻力,均应尽量消除。例如,回风巷中的废旧门框,巷道中堆积的杂物等,这都应该及时清理;对于有锐角转弯的区段应加以修整,使其圆滑,或另掘新巷;断面突变应改为渐变等,这些均可收到较好的效果。

d. 减小沿程阻力系数或摩擦阻力系数。对于服务年限长、支护状况不好的老巷,可采用更换支架的方法减小摩擦阻力系数。

④降阻效果的估算。

a. 降阻增风。降阻总可以增风,降阻后能使整个风网和关键路线上的用风地点增风的大小主要取决于降阻分支和增风分支在通风系统中所处的地位(距关键阻力路线的远近)以及主扇风压特性曲线的陡缓。在矿井主要进回风道上降阻效果则明显;主扇特性曲线缓时效果也明显。

b. 降阻节电。对于主扇而言,由于主扇的性能参数之间是相互影响的,其工作风阻降低之后会引起主扇的工况点发生变化,故降阻后能否节电主要取决于主扇功率特性曲线的形状和工况点所处的位置。对于轴流式风机,当工况点处于主扇的功率曲线的单调下降区间时,降阻不仅可以增风,而且可以节电;对于离心式风机,因其功率特性曲线一般是单调增函数,因此,主扇功率不仅不会减少反而会增加。

从降阻的巷道通过风流所消耗的电来看,降阻后耗电量会降低,因此,通常计算的

降阻节电值都是针对降阻巷道而言的。为了对比,计算时其通过的风量和风机装置的效率均采用降阻前的数值。节电量 $\Delta W(\text{kW}\cdot\text{h})$ 可按式计算:

$$\Delta W = \frac{Q\Delta h_R}{1000\eta} \times 24 \times 365 \quad (4-8)$$

式中 Q ——为降阻前的风量, m^3/s ;

Δh_R ——阻力降低值, Pa ;

η ——降阻前主扇装置的效率。

降阻措施多用于通风系统不合理的老矿井,该项工作应列入通风管理的日程。

2. 用风分支之间的风量调节

主扇的能力能满足风网的按需分风要求,在由于风网中的某些分支的风阻不匹配导致用风地点的风量不足或过剩时,可采用改变风网中某些分支的风阻措施,达到按需分风的目的。网路内部用风分支的风量调节都是以关键路线为基准的。在进行网路内部风量调节时,应从矿井通风系统的全局考虑,既要保证实现按需分风,又要使调节设施的位置合理;对于多风机工作的通风系统,还应使各系统之间相互协调,要避免通风设施重复设置和顾此失彼。

为了实现风网的经济调节,必须搞清通风系统关键路线的概念、关键路线的位置及其所包括的分支。

按调节方法来分,用风分支之间的风量调节可分为减小风阻和增加风阻两种。

(1) 降阻调节。

降阻调节即是降低关键路线上的通风阻力。这种方法不仅可以降低主扇的工作风阻,增加矿井的供风量,而且可以获得比较好的经济效益。这是风量调节中比较好的一种方法。

(2) 增阻调节。

增阻调节是现场广泛应用的一种风量调节方法。其方法与原理是在非关键路线上安设调节风窗增阻,减少其风量,以达到增加关键路线上用风分支风量的目的。

① 风窗位置选择。

选择风窗的位置应遵循下列原则:

- a. 保证按需分风;
- b. 避开关键路线,对于多风机系统还应注意不要安设在其它主扇系统的关键路线上或增加其风量;

例如,淮北某矿(1988年)的通风系统简化后如图 6-4-14 所示。中央系统的 1-2-3-4-5 为关键路线,西风井系统 1-6-7-8-9 为关键路线。为了增加角联巷道的

风量和控制其风流方向,在西进风下山(6-7分支)安设了调节风窗,使得角联巷道风向由3向7。其结果是:中央系统的阻力因1-2-3风路的风量增加而增大(中央系统主扇工作风阻增大),导致3-4用风分支的风量不足;西风井系统的阻力也因进风段安设风窗而增大,主扇功率增加。拆除进风下山的风窗、并调整通风系统后,角联巷道的风流由7至3,1-2-3分支的风量减少,中央系统的阻力降低,用风分支3-4的风量增加,通风状况得到改善。

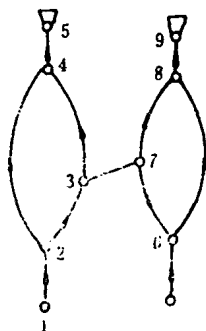


图 6-4-14

c. 有利于降低矿井通风阻力,即有利于降低关键路线上非用风分支的风量;

增阻调节不应是简单的在非关键路线上加阻。当条件具备时,应在进行增阻调节的同时,达到减少关键路线上的风量和阻力的目的。如图 6-4-12 中的 5-10 用风分支需要增阻,可以单独在 5-10 分支增阻;也可在 10-11 和 5-10 分支同时增阻,以实现 5-10 分支按需供风;后者在增阻的同时还可以减少 11-12 分支风量、降低关键路线的阻力(如表 6-4-5“四”栏)。

d. 有利于减小采空区漏风压差,有利于预防自然发火。

e. 巷道应具有安设调节风窗的条件与可能,避免经常移动和重复设置。

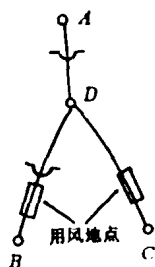


图 6-4-15

如图 6-4-15 所示,当 BD 和 CD 是两个非关键路线上的用风地点时,则可在 BD

和 CD 两个分支上安设调节风窗,也可在 BD 和 DA 分支上安设调节风窗,但不应该在 3 个分支上都安设调节风窗。

风窗的位置可以安设在用风地点所在的分支(如图中 BD 分支),也可安设在非用风分支。前者叫本分支增阻,后者叫外分支增阻。

本分支增阻的优点是,拆移方便灵活,对其它分支影响小;外分支增阻的特点是,风窗安设在进或回风网中,既能达到调节目,有时还可减少关键路线上的风量,但调节工作比较复杂。

②增阻量。

某风路的增阻调节量取决于关键路线阻力与通风设计中用风地点所在通路按井巷风阻计算的阻力之差。其值可按下式计算:

$$\Delta h_{R_i} = h_R - h_{R_i} \quad (4-9)$$

式中 Δh_{R_i} —— i 通路的调节量, Pa;

h_R ——关键路线的阻力, Pa;

h_{R_i} ——在通风设计中按井巷风阻计算的 i 通路的通风阻力, Pa。

二、改变主扇特性调节

这种调节方法的特点是,当通风网路的特性不变,改变主扇特性时,其工况点沿矿井风阻特性曲线移动。按调节目的不同可分为增风调节和减风调节两种。

1. 减风调节

主扇能力过大时,可通过降低主扇能力的途径进行调节。其方法参见主扇经济运行的内容。

2. 增风调节

增风调节与减风调节的措施相同,只是调节的方向相反。这种调节应在风机和电机能力、机械强度和转速范围内进行,以保证调节后有足够的安全系数,不损坏风机和电机。

三、增压调节

当主扇通风能力不足,关键路线上的阻力又不能降低或降低的代价较大时,可采用增压调节法。其方法是在关键路线上安设辅扇。

四、采用综合措施调节

实际上,采取单独的某一种措施往往难以达到调节要求,或能达到要求但要付出较