

# 整合矿井复杂通风系统的优化改造

张付涛

(中国煤炭进出口公司,北京 100011)

[摘要] 唐山沟煤矿作为资源整合矿井,存在通风系统复杂和安全隐患多等一系列问题,通过通风阻力测定、风机性能测试和通风系统合理可靠性评价,查找原有矿井通风系统存在的问题,分析其主要原因,提出了通风系统优化改造方案。经实施后,降低了通风系统阻力,提高了矿井通风系统稳定性和抗灾能力。

[关键词] 整合矿井;复杂通风系统;优化改造

[中图分类号] TD72 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)11-0068-04

## 1 前言

中国煤炭进出口公司作为山西省煤炭企业兼并重组主体之一,负责兼并重组整合大同、朔州地方煤矿企业,其中对大同市新荣区唐山沟等14座煤矿进行兼并重组整合,将14座煤矿重组为5座煤矿企业(公司),保有储量1.414亿t,总计生产能力达到510万t/a;对朔州市周边6座地方小煤矿,相应并入东坡、杨涧、担水沟和西沙河4座煤矿,整合保有储量7.5亿t,总计生产能力达到480万t/a。

## 2 整合矿井概况

唐山沟煤矿位于山西省大同市新荣区,1983年批准开采,1988年建井投产,设计生产能力为60万t/a。2006年整合陈家沟等4座矿井,设计能力为90万t/a。2009年并入中国煤炭进出口公司后,又整合了张旺庄煤矿。唐山沟煤矿改扩建后产量提升至120万t/a,采用斜井开拓方式,走向长壁法采煤,主采8号和12号煤层。8号煤层厚度为1.02~1.65m,平均为1.48m;12号煤层厚度为1.16~3.31m,平均为1.82m。

唐山沟煤矿为低瓦斯矿井,瓦斯绝对涌出量为 $1.69\text{ m}^3/\text{min}$ ,相对涌出量为 $1.95\text{ m}^3/\text{t}$ ,煤层的自然发火期为6个月,煤尘有爆炸危险性。矿井采用抽

出式通风方法和混合式通风方法。唐山沟煤矿属整合矿井,整合后,原有5个小井逐步井下全部连通,通风系统出现零点通风,且风流紊乱,角联巷道较多。为了对井田内6对风井进行合理利用并保证矿井安全和高效生产,需要对唐山沟矿现有通风系统进行改造和优化。

## 3 生产系统和通风系统分析

### 3.1 采掘部署不合理,生产系统复杂

根据前期调研及收集有关资料,对整合后唐山沟煤矿通风系统进行系统分析和研究,其主要特征表现为:由于整合前各小井开采煤层和开采深度不同,造成整合矿井同时开采水平和采掘工作面数量增多,通风系统复杂,部分工作面难以实现按需供风,风流控制相当困难;同时下井人员较多,全员效率低,矿井一旦出现异常情况,撤人困难,将不利于矿井的安全生产。据统计,整合后的唐山沟矿同时生产水平达到3个,采面数量多达18个。

随着采掘作业面推进、采空区的增加以及采掘工作面的延伸和作业面的增加,出现了部分风流短路、污风串联、循环风现象,导致瓦斯积聚,甚至发生瓦斯爆炸,给煤矿安全生产造成严重威胁。

### 3.2 通风系统网络复杂,抗灾能力低

1)多风机联合运转,通风系统稳定性差。唐山

[收稿日期] 2011-08-29

[作者简介] 张付涛(1971—),男,河南许昌市人,高级工程师,主要研究方向为煤矿开采和安全技术及管理;E-mail:zhangfut@chinacoal.com

沟矿属整合矿井,兼并重组后井田内同时布置 6 对风井,通风系统网络复杂。原有 5 个小风井逐步井下连通后,由于各风机通风能力不同,通风网络与风机能力不匹配,导致多风机联合运转时相互干扰,矿井通风系统稳定性降低,能耗增加。而且部分风井配备的风机老化,效率低,造成通风管理工作十分困难。

2) 风流短路、串联现象时有发生,难以实现按需供风。如唐山沟煤矿井下新鲜风流从中一采区主井进风后,其中一股新鲜风流经 1120 巷后再次分风进入 112 北+巷道,然后通过 112 东巷道汇入污风,由中二采区回风井排出。新鲜风流没有进入用风地点就被汇入污风而排出,增加了通风机的工作负担,使通风机无用能耗变大(见图 1)。

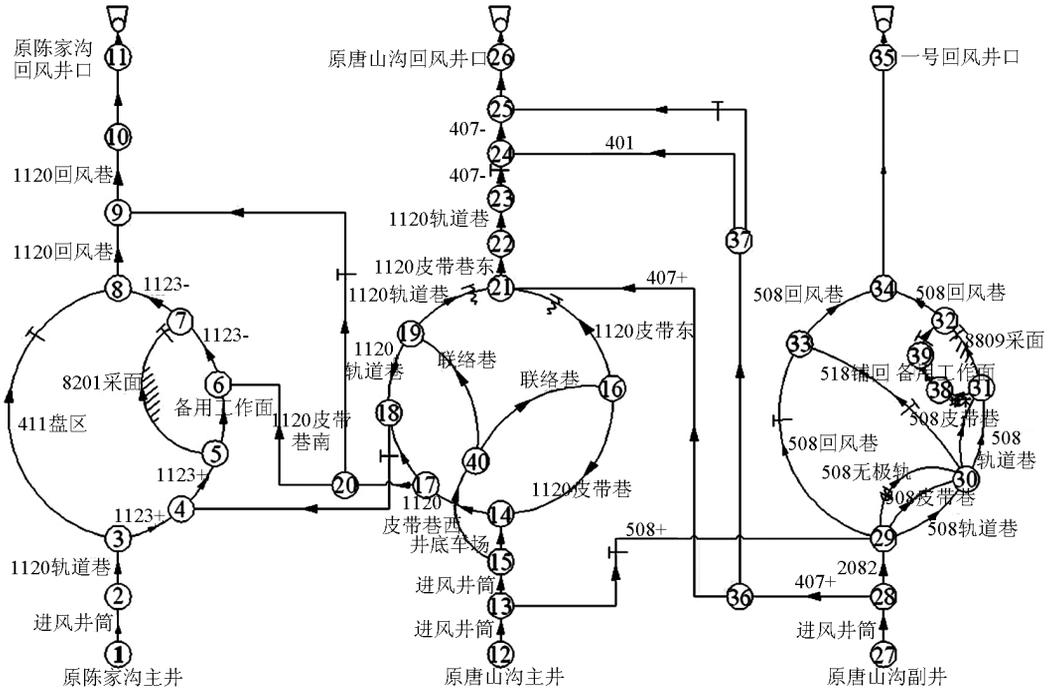


图 1 唐山沟煤矿通风系统网络图

Fig. 1 Ventilation system network of Tangshangou Mine

3) 通风系统网络复杂,抗灾能力弱。唐山沟矿采面布置较多,用风地点分散,通风设施多,通风线路长,个别巷道狭窄且顶板垮落现象严重,使得矿井通风阻力增大。同时,部分采区通风系统之间内部出现了角联巷道,使得部分巷道出现无风和风流反向,对风流稳定性造成了极大的影响。由于受自然风压或其他通风设施设置的影响,极易出现风流不稳定的情况,大大降低了通风系统的可靠性及抗灾变能力。

4) 通风系统内部漏风大,灾害影响严重。唐山沟煤矿用风地点多且分散,导致通风设施(调节风门、风窗等)增多、漏风增大、维护困难,加之多处巷道内风门等调风设施质量不过关和采空区密闭不良等现象,造成矿井通风系统内部漏风增大,有效风量率较低,矿井通风系统负压升高,风机耗能增大。同时使得采空区瓦斯涌出异常,原有火区失去平衡,自

燃发火严重,进而导致采场空气中  $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$  等有害气体超标,严重影响工作面的正常生产。

## 4 唐山沟煤矿通风系统优化

依据上述唐山沟煤矿通风系统调研及分析,原有通风系统及其设施已不能满足矿山生产通风的要求,通风困难等问题将不断凸现,并且随着矿井开拓规模的增大,矿井通风系统的负压将会加大,漏风增大,煤层自燃现象更加严重,矿井安全生产面临更大困难。因此,建立合理有效的通风系统和降低矿井通风阻力直接关系到矿井的安全生产和经济效益,必须对唐山沟矿生产系统、通风系统进行改造和优化。具体步骤如下:

### 4.1 优化调整开拓布局,简化生产系统

多矿井整合后,造成通风路线长、用风地点分散、不易实现按需配风和系统整体抗灾能力减弱。

通过通风网络结算软件模拟,改变矿井开拓布局,改进其通风方式,即:整合前5个进风井和6个回风井的通风系统,改为三进两回通风系统。整合后保留1<sup>#</sup>回风井和陈家沟回风井,将唐山沟回风井变为进风井,封闭陈家沟进风井,矿井变为唐山沟主副井及行人斜井(即唐山沟回风井)进风、1<sup>#</sup>回风井和陈家沟回风井回风的三进两回通风系统,通风方式改为两翼对角式。

#### 4.2 优化采掘部署,提高机械化水平

唐山沟矿现有的开拓部署采掘布局不合理,原单个矿井均部署采掘工作面,采用炮采工艺,单产单进低,资源浪费严重。通过系统优化,减少开采水平数量及采掘面的数量,改变开采工艺、采煤方法,提高了生产效率,增加了工作面单产,使矿井从原来的3个水平12掘6采改变为2个水平4套综掘2套综采,提高了矿井生产能力(见图2)。同时,使得通风路线长和因用风地点分散而不易实现按需配风的问题也会得到很好地控制。



图2 唐山沟煤矿综合机械化采煤工作面  
Fig. 2 Comprehensive mechanization coalface of Tangshangou Mine

#### 4.3 优化通风系统,加强巷道管理工作

原有通风系统中布置6对风井,通风系统网络复杂,通风设施多,通风控制困难。因此,在保证矿井正常生产的基础上,通过关闭效率低的井巷,开掘新巷道,改变矿井的通风方式,以简化通风系统,提高通风管理工作的效率。对矿井通风系统中部分阻力较大的巷道采取了扩大巷道断面、修整损坏巷道、清理巷道堆积物或采用并联巷道(利用已有巷道)等措施,降低矿井通风系统阻力,简化通风系统网络。

1)通风阻力测定。依据矿井通风阻力测定测点布置原则<sup>[1]</sup>,结合唐山沟煤矿生产采区布置情况、采空区分布、各主要进回风井位置及其担负采区情况,矿井通风系统阻力测定采用基点法利用精密气压计进行测定<sup>[2]</sup>。由解算结果不难发现,唐山沟煤矿风量供给能满足目前生产需要。矿井等积孔均为1~2 m<sup>2</sup>,通风难易程度属中等水平,自然风压均帮助主通风机通风。由误差分析可知,测定误差均小于5%,满足精度要求(见表1)。

2)矿井主要通风机性能测定。煤矿主要通风机是保证矿井安全生产的重要设备,且唐山沟矿属整合矿井,井田内同时布置6对风井,为了解各风机运行状况及各风机间的相互影响,保证矿井的安全生产及节能降耗,提高通风机效率,需要对矿井主要通风机进行性能测定。通过对矿井主要通风机性能测定发现,原唐山沟回风井和陈家沟回风井主通风机的运行静压效率均小于60%,且处于高区运行,运行工况不合理,能耗较大<sup>[3,4]</sup>。

表1 解算结果及误差检验表

Table 1 Computed results and error checking

系统名称	自然风压/Pa	矿井总阻力/Pa	理论阻力值/Pa	矿井风阻 /(N·s <sup>2</sup> ·m <sup>-8</sup> )	等积孔/m <sup>2</sup>	测定 误差/%
8煤层通风系统	44.56	1 471.39	1 536.68	0.651 2	1.475	4.25
12煤层西通风系统	42.65	1 201.56	1 223.73	0.496 4	1.689	1.81
12煤层东通风系统	12.88	831.83	825.56	0.828 7	1.307	0.76

#### 4.4 整合矿井通风合理可靠性分析

评价矿井通风系统合理可靠性的目的在于:及时发现矿井通风系统中存在的问题和安全隐患,调整和改造系统;优化通风设计,准确编制事故预防与处理方案,同时,指导现场通风安全管理。具体来说,矿井通风系统的合理可靠性应满足下列要求:结构合理、完备,整套系统稳定可靠;各用风地点的风

量满足要求,可控性强;利于排除瓦斯、矿尘、热源和防止煤炭自燃;具有控制各种自然灾害的能力,既能抑制事故的发生,又可在由其他原因引起事故时及时地控制和消除事故。针对唐山沟整合后矿井通风系统现状,利用通风系统安全合理性评价方法,判断通风系统稳定性较差,抗灾变能力较弱。结合矿井通风阻力测定过程及解算结果,分析唐山沟煤矿整

合后通风系统存在问题原因及解决方案如下:

1) 矿井通风系统进风段、用风段、回风段阻力分布很不合理,3 对回风井担负的系统回风段阻力均超过 50%<sup>[5]</sup>(见表 2)。其原因主要为:回风段巷道断面普遍偏小且支护复杂,部分巷道局部垮落严重,年久失修,致使巷道风流受阻,通风不畅,风压损失严重。采取扩大巷道断面、修整损坏巷道、清理巷道堆积物或采用并联巷道(利用已有巷道)等措施,降低矿井通风系统阻力,尤其是回风段阻力,使矿井通风阻力分布合理。

表 2 矿井通风阻力分布表

Table 2 Ventilation resistance distribution of mine

通风系统	区段	测点范围	长度/m	阻力/Pa	占总阻力比例/%	百米阻力/(Pa·hm <sup>-1</sup> )
8 煤层通风系统	进风段	27~30	1 704.48	298.99	20.3	17.54
	用风段	30~32	1 273.07	347.73	23.6	27.31
	回风段	32~35	879.43	824.67	56.1	93.77
12 煤层西通风系统	进风段	1~5	1 633.37	173.47	14.4	10.62
	用风段	5~7	1 448.33	416.09	34.6	28.73
	回风段	7~11	1 343.84	612	51	45.54
12 煤层东通风系统	进风段	12~21	1 128.65	158.74	19.1	14.06
	用风段	21~23	1 909.28	110.49	13.3	5.79
	回风段	23~26	1 009.06	562.6	67.6	55.75

2) 主要通风机工况点在高压运行,静压效率低,能耗增大。在降低矿井通风系统阻力的基础上,改变主要通风机工作参数,提高主要通风机运行静压效率,降低矿井通风成本,保证主要通风机稳定运转。

3) 随着开采规模的增大,原有通风系统及其设施已不能满足矿山生产通风的要求,出现部分风流短路、串联现象,实现独立通风困难。采取优化、调整部分通风线路及设施实现独立分区通风,避免通风系统中出现串联、角联风路,增强通风系统的抗灾能力。

## 5 结语

1) 通过对整合矿井唐山沟煤矿通风系统调研

分析、现场通风阻力测定和风机性能测试,查找出影响唐山沟煤矿现有通风能力的主要因素,提出唐山沟煤矿通风系统和主要通风机运行的优化、改造方案。经过实施后,原有两套主要通风机能够满足矿井用风需求,不需更换主要通风机,降低了改造投资。主要通风机运转稳定,满足了安全生产的需要,大幅度增强了该矿通风系统的抗灾能力。

2) 在唐山沟煤矿通风系统优化、改造中,特别注重煤矿井巷开拓部署的优化,注重煤矿采掘布局的优化调整。开拓和采掘布局优化、改造后,大幅度简化了矿井通风系统。其中,整合前 5 个进风井 6 个回风井,改为三进两回通风系统;采掘布局由原来的 3 个水平 12 掘 6 采,优化为 2 个水平 4 套综掘 2 套综采。2011 年 9 月将试验薄煤层自动化综采工作面,进一步提高机械化程度,减少采掘面个数以简化系统。

3) 注重技术路径的优化,形成了“通风系统调研、分析、研究制定解决方案—通风阻力测定及主要通风机性能测试—通风网络解算—通风系统优化及经济、社会效益分析—解决矿井通风问题”的路径,该技术路径可用于解决类似矿井通风系统问题,并且给其他多矿井整合煤矿的通风系统优化改造提供了指导和参考。

## 参考文献

- [1] 程绍仁,程建军. 矿井通风阻力测定及对几个问题的分析[J]. 煤矿开采,2006,11(1):72-74.
- [2] 陈开岩,陈发明. 矿井通风测量数据处理方法的集成与应用[J]. 中国矿业大学学报,2002,31(6):600-604.
- [3] 范杰,张学博,郭飞鹏. 鹤壁十矿通风系统优化改造[J]. 煤矿安全,2006(4):16-19.
- [4] 王德明. 矿井通风与安全[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [5] 张国枢. 通风安全学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2007.

(下转 80 页)