ICS 13.100
CCS D 09

KA

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 30—2026
代替 AQ 2013—2008

金属非金属地下矿山通风技术规范

Technical specification of ventilation in metal and nonmetal underground mines

2026-01-25 发布　　2026-03-01 实施

国家矿山安全监察局　　发布

目　　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　通风系统 …… 3
4.1　一般要求 …… 3
4.2　矿井风量计算 …… 5
4.3　主要通风井巷 …… 7
4.4　井下需风点 …… 7
4.5　矿井通风控制设施 …… 8
5　局部通风 …… 9
6　矿井通风系统检测 …… 10
6.1　一般要求 …… 10
6.2　通风系统风量测定 …… 10
6.3　通风系统阻力测定 …… 11
6.4　主要通风机参数检测 …… 12
6.5　有毒有害气体检测 …… 12
6.6　其他因子检测 …… 12
6.7　检测结果处理 …… 12
6.8　检测周期 …… 13
7　矿井通风管理 …… 13
8　矿井通风系统鉴定指标 …… 13
8.1　基本指标 …… 13
8.2　综合指标 …… 15
8.3　辅助指标 …… 16
8.4　基建矿山通风鉴定指标 …… 16

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

AQ 2013—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范》为系列标准，一共有 5 部分，AQ 2013.1—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范　通风系统》、AQ 2013.2—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范　局部通风》、AQ 2013.3—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范　通风系统检测》、AQ 2013.4—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范　通风管理》、AQ 2013.5—2008《金属非金属地下矿山通风技术规范　通风系统鉴定指标》。本文件是将 AQ 2013—2008 年版的五个部分文件，整合为一个文件。

本文件与 AQ 2013—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a）　更改了文件的适用范围（见第 1 章，2008 年版第 1 部分的第 1 章）；

b）　更改了“规范性引用文件”的引导语（见第 2 章，2008 年版第 1 部分的第 2 章）；

c）　更改了“矿井总风量、矿井有效风量率、空气幕”的术语定义，增加了“矿井实测风量”的术语定义（见第 3 章，2008 年版第 1 部分的第 3 章）；

d）　更改了作业面湿球温度与风速的对应关系（见 4.1.6，2008 年版第 1 部分的 4.5）；

e）　更改了“专用风井、专用总进风道、专用总回风道”的平均风速上限值（见 4.1.9，2008 年版第 1 部分的 4.8）；

f）　更改了爆破供风量计算方法，增加了表 4 紊流扩散系数和表 5 炮烟涌出系数（见 4.2.1.4，2008 年版第 1 部分的 5.2.2）；

g）　增加了矿井总风量核定的要求（见 4.2.3）；

h）　增加了基建期通风要求（见 4.1.10）；

i）　增加了爆破器材库的供风量要求（见 4.4.5）；

j）　增加了风门密封性要求（见 4.5.1.4）；

k）　增加了主要通风机备用电机的配备要求（见 4.5.4.2）；

l）　删除了“允许暂时停止机械通风”的规定（见 4.5.4.4，2008 年版第 1 部分的 6.5.3）；

m）　增加了风筒的性能要求（见 5.3）；

n）　增加了空气含氧量、二氧化碳浓度的检测要求（见 6.1.4、6.1.5）；

o）　增加了有毒有害气体的检测方法（见 6.5）；

p）　增加了检测结果处理要求（见 6.7）；

q）　增加了通风系统图的绘制要求（见 7.4）；

r）　增加了永久性测风站的建设要求（见 4.1.16）；

s）　增加了通风系统在线监测技术要求（见 4.1.17）；

t）　更改了“风质合格率”名称（见 8.1.2，2008 年版第 5 部分的 4.1.2）；

u）　更改了“有效风量率”计算公式（见 8.1.4，2008 年版第 5 部分的 4.1.4）；

v）　增加了“表 7　机械传动效率”取值表（见 8.1.5）；

w）　更改了“风量供需比”的合格标准（见 8.1.6，2008 年版第 5 部分的 4.1.6）；

x）　增加了基建矿山通风鉴定指标（见 8.4）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会通风与瓦斯防治分技术委员会归口。

本文件起草单位：中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司、中国安全生产科学研究院、山东黄金集团有限公司、铜陵有色金属集团股份有限公司、安徽马钢罗河矿业有限责任公司、安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司白象山矿业分公司、中矿金业股份有限公司、云南黄金矿业集团股份有限公司、新疆喀拉通克矿业有限责任公司、招金矿业股份有限公司、中南大学、长沙矿山研究院有限责任公司，中国冶金地质总局。

本文件主要起草人：徐修平、任甲泽、贾敏涛、周伟、苗涛、刘彦军、修国林、付士根、姜桂鹏、谢阳、郑攻关、陈寅、孔维华、吴冷峻、王大钰、郑威、李孜军、田向亮、居伟伟、盛永霖、于明海、谢经鹏、龚文、徐宇、汪林红、辛金生、李何林、王中利、王春龙、杨志林、赵旭、张明峰、张昊、孙丽军、王爽、李刚、李静波。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2008年首次发布为AQ 2013.1—2008、AQ 2013.2—2008、AQ 2013.3—2008、AQ 2013.4—2008、AQ 2013.5—2008；

——本次为第一次修订。

金属非金属地下矿山通风技术规范

1 范围

本文件规定了金属非金属地下矿山(含伴生氡及其子体矿山)通风系统、局部通风、矿井通风系统检测、矿井通风管理、矿井通风系统鉴定指标的要求,描述了对应的证实方法。

本文件适用于金属非金属地下矿山(含伴生氡及其子体矿山)的设计、建设、开采和闭坑全过程作业。亦适用于露天矿地下井巷工程作业。

本文件不适用于放射性矿、煤矿、煤系硫铁矿及其他与煤共生矿藏的开采作业,以及石油、天然气、矿泉水等液态或气态矿藏的开采。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ/T 192.1 工作场所空气中粉尘测定 第1部分:总粉尘浓度

GBZ/T 192.2 工作场所空气中粉尘测定 第2部分:呼吸性粉尘浓度

GBZ/T 192.4 工作场所空气中粉尘测定 第4部分:游离二氧化硅含量

GBZ/T 300.37 工作场所空气有毒物质测定 第37部分:一氧化碳和二氧化碳

KA/T 2074 金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验报告通用要求

MT/T 137.1 矿井空气中有害气体 一氧化碳测定方法

MT/T 277 矿井空气中有害气体 硫化氢测定方法(检测管法)

MT/T 278 矿井空气中有害气体 氨气测定方法(检测管法)

MT/T 279 矿井空气中有害气体 氮氧化物测定方法(检测管法)

MT/T 280 矿井空气中有害气体 二氧化硫测定方法(检测管法)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

金属非金属地下矿山 metal and nonmetal underground mines

以平硐、斜井、斜坡道、竖井等作为出入口,深入地表以下,采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施。

3.2

矿井通风系统 mine ventilation system

为实现坑内换气而设置的由风井、通风机、通风巷道、通风管道及通风控制和监测设施等通风设施组成的系统。

3.3

矿井通风控制设施　mine ventilation control facilities

控制井下风流的构筑物和设施，包括风门、风桥、风窗、挡风墙和空气幕等。

3.4

多级机站通风系统　ventilation system for multistage fan station

在矿井主通风风路的进风段、需风段和回风段分别设置若干级风机站，以接力方式将地表新鲜空气有效输送至需风区段或需风点，并将作业产生的污浊空气经回风井巷排出地表所构成的通风系统。

3.5

矿井需风量　required air-quantity of mine

井下采掘工作面、硐室和其他用风地点所需风量之和。

3.6

矿井总风量　total air-quantity of mine

根据矿井条件，在矿井需风量基础上考虑矿井风量备用系数后计算的总风量。

3.7

矿井实测风量　actual measured air-quantity of mine

矿井通风系统实测的总进风量与总回风量值之大者。

3.8

矿井有效风量　effective air quantity of mine

送到采掘工作面、硐室和其他用风地点的新鲜风量总和。

3.9

矿井有效风量率　effective air-quantity rate of mine

矿井有效风量与矿井实测风量之比的百分数。

3.10

机站巷　entry of fan station

设置风机站的巷道。

3.11

机站风量　air-quantity of fan station

由风机产生的在机站巷内通过的风量。

3.12

机站风压　air-pressure of fan station

由风机产生的克服机站前后井巷通风阻力损失的风压。

3.13

机械通风　mechanical ventilation

利用通风设备对矿山井巷进行的通风。

3.14

主要通风机　main fan

用于全矿井、一翼或一个分区的通风，并且昼夜连续运转的通风机。

3.15

辅助通风机　auxiliary fan

帮助主要通风机对矿井一翼或一个较大区域克服通风阻力，增加风量和风压的通风机。

3.16

局部通风机　booster fan

用于矿井某一局部地点通风用的通风机。

3.17

空气幕　curtain by air jet

为遮断或调节巷道中通过的风流，利用特制的供风器或通风机，由巷道的一侧或两侧以很高的风速和一定的方向喷出空气，形成的门板式气流。

3.18

矿井总阻力　total mine resistance

风流从矿井入风井巷进风，经井下作业采区到回风井巷出风口全线路的通风阻力之和（含该线路中的各机站局部阻力）。

3.19

机站局部阻力　local resistance of fan station

机站巷中风机前后风流断面的突然缩小和扩大产生的阻力之和。

4　通风系统

4.1　一般要求

4.1.1　矿井应建立机械通风系统。

4.1.2　井下所有作业场所进风风流中的氧气体积浓度应不低于20%，二氧化碳体积浓度应不高于0.5%。

4.1.3　作业场所空气中有毒有害气体浓度应符合表1规定的限值。

表1　作业场所空气中有毒有害气体浓度限值

有害气体	体积百分比上限值 %
一氧化碳 CO	0.002 40
氮氧化物（换算成 NO_2）	0.000 25
二氧化硫 SO_2	0.000 50
硫化氢 H_2S	0.000 66
氨 NH_3	0.004 00
甲烷 CH_4	1.000 00
注：矿井应根据有毒有害气体涌出情况确定具体检测因子。	

4.1.4　进风井巷、采掘工作面和井下其他用风点的风源含尘量应不大于0.5 mg/m³；作业场所空气中粉尘（总粉尘、呼吸性粉尘）浓度应符合表2规定的限值。

表2　作业场所空气中粉尘浓度限值

游离 SiO_2 含量 %	时间加权平均浓度上限值 mg/m³	
	总粉尘	呼吸性粉尘
＜10	4.0	1.5
10～50	1.0	0.7
50～80	0.7	0.3
≥80	0.5	0.2
注：时间加权平均浓度限值是8 h/d工作时间内接触的平均浓度限值。		

4.1.5　井下空气中氡及其子体的浓度应符合 GB 18871 的规定。

4.1.6　有人员作业场所的井下气象条件应符合下列要求：

a）　人员连续作业场所的湿球温度应不高于 27 ℃，通风降温不能满足要求时，应采取制冷降温或其他防护措施；

b）　湿球温度超过 30 ℃时，应停止作业；

c）　湿球温度为 27 ℃～30 ℃时，人员连续作业时间不应超过 2 h，且风速不小于 1.0 m/s；

d）　湿球温度为 25 ℃～27 ℃时，风速不小于 0.5 m/s；

e）　湿球温度 20 ℃～25 ℃时，风速不小于 0.25 m/s；

f）　湿球温度低于 20 ℃时，风速不小于 0.15 m/s。

4.1.7　进风井巷空气温度应不低于 2 ℃；低于 2 ℃时，应有空气加热设施，但不应采用明火直接加热进入矿井的空气。

严寒地区的提升竖井和作为安全出口的井筒应有保温措施，防止井口及井筒结冰。如有结冰应及时处理，处理结冰前应撤离井口和井下各中段马头门附近的人员，并做好安全警戒。

4.1.8　符合 4.1.2、4.1.3、4.1.4 规定的，允许利用浅部井巷对进入井下的空气进行预热和降温。有放射性物质的矿山，不应用老窿或老巷预热或降温。

4.1.9　井巷内的平均风速应符合表 3 规定的限值。

表 3　井巷断面平均风速限值

井巷名称	平均风速上限值 m/s
专用风井、专用总进风道、专用总回风道	20
用于回风的物料提升井	12
风桥	10
提升人员和物料的井筒，用于进风的物料提升井、中段的主要进风道和回风道、修理中的井筒和主要斜坡道	8
运输巷道，输送机斜井、采区进风道	6
采场	4

4.1.10　基建时期应采取有效的通风措施，确保井下作业场所获得足够的新鲜风量并满足 4.1.3～4.1.9 规定。在矿井通风系统形成前不应进行回采作业。

4.1.11　进入矿井的空气不应受到有毒、有害物质的污染，地表距进风井口、进风平硐口 50 m 范围内不应存放油料或其他易燃、易爆材料。

4.1.12　矿井有效风量率应不低于 60%。

4.1.13　矿井开拓系统中的所有井巷（主井、副井、平硐、斜坡道、斜井、采区电梯井等）都应纳入矿井通风网路中，并考虑其相应的风路。

4.1.14　矿井通风系统中，如有局部区段主要通风机不能提供足够风量，可在该区段内安设辅助通风机加强通风。辅助通风机提供的风量应满足该区段的需风量，但其风压不能造成局部循环风流。辅助通风机应有防止车辆碰撞或异物、人员被风机吸入的保护装置。

4.1.15　矿井通风系统每年至少进行 1 次反风试验，并测定主要风路的风量；矿井通风系统发生较大变化时（主要通风机更换、主要通风机数量、规格发生变化或进回风井井筒数量变化），应当进行 1 次反风试验。

4.1.16　井下各主要进、回风巷道内应建立永久性测风站。测风站应满足下列规定：

——测风站在分风点前方时，应不小于巷道宽度的 3 倍；在分风点后方时，应不小于巷道宽度的 8 倍。

——测风站应设在直线巷道内，巷道周壁应平整光滑，测风站前后 10 m 巷道内无障碍物和拐弯。

4.1.17 在线监测应满足下列要求：

——井下主要进回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。开采高含硫矿床的地下矿山，还应在每个生产中段和分段的进、回风巷靠近采场位置设置硫化氢和二氧化硫传感器。

——主要通风机和辅助通风机应安装开停传感器，充电硐室应安装氢气传感器。

——风速传感器应设置在能准确计算风量的地点，风速传感器报警值应根据传感器所在位置实际需风量确定上下限。

——有自然发火危险的矿山应系统研究内因火灾的特点和发火规律，还应定期采用便携式温度检测仪进行检测；有甲烷涌出的矿山，应进行甲烷监测。

4.2 矿井风量计算

4.2.1 井下作业场所需风量

4.2.1.1 井下作业场所需风量，按下列要求分别计算，并取其中最大值。

4.2.1.2 按井下同时工作的最多人数计算，每人供给新鲜风量不小于 4 m^3/min。

4.2.1.3 按排尘风速计算：

a) 硐室型采场不小于 0.15 m/s；饰面石材开采时不小于 0.06 m/s；巷道型采场和掘进巷道不小于 0.25 m/s；装运机作业的工作面不小于 0.4 m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于 0.5 m/s；箕斗硐室、装矿输送带等作业地点不小于 0.2 m/s。

b) 破碎机硐室：采用旋回破碎机的，风量不小于 12 m^3/s；采用其他破碎机的，风量不小于 8 m^3/s；采用 2 台破碎设备时，风量不小于 12 m^3/s。

4.2.1.4 按爆破后排烟计算：

a) 巷道型回采工作面的风量应按照公式(1)计算。

$$Q_h=\frac{25.5}{t}\sqrt{AL_oS} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

Q_h——巷道型回采工作面风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；

A ——一次爆破的炸药量，单位为千克(kg)；

L_o——采场长度的一半，单位为米(m)；

S ——回采工作面横断面面积，单位为平方米(m^2)；

t ——通风时间，单位为秒(s)。

b) 硐室型回采工作面的风量应按照公式(2)计算。

$$Q_d=2.3\frac{V}{kt}\lg\frac{500A}{V} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

Q_d——硐室型回采工作面风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；

V ——硐室空间体积，单位为立方米(m^3)；

k ——风流紊流扩散系数，见表 4。

表 4　紊流扩散系数

圆型射流		扁平型射流	
$\frac{aL}{b}$	k	$\frac{aL}{b}$	k
0.420	0.335	0.600	0.192
0.544	0.395	0.700	0.224
0.606	0.460	0.760	0.250
0.750	0.529	1.040	0.318
0.945	0.600	1.480	0.400
1.240	0.672	2.280	0.496
1.680	0.744	4.000	0.604
2.420	0.810	8.900	0.726
3.750	0.873		
6.600	0.925		

注 1：L——硐室的长度，单位为米(m)；

注 2：b——进风巷道宽度的一半，单位为米(m)；

注 3：a——风流结构系数，圆型射流为 0.07，扁平型射流为 0.1。

c）　大爆破后通风的风量应按照公式(3)计算，其中的巷道容积应按照公式(4)计算。

$$Q_{dbp}=\frac{40.3}{t}\sqrt{iAV} \qquad \cdots\cdots(3)$$

$$V=V_1+iAb_a \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

Q_{dbp}——大爆破通风风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；

t　——通风时间，单位为秒(s)。通常取 7 200 s～14 400 s，炸药量大时，还可延长；

i　——炮烟涌出系数，见表 5；

V　——充满炮烟的巷道容积，单位为立方米(m^3)。

A　——一次爆破炸药量，单位为千克(kg)；

V_1　——排风侧巷道容积，单位为立方米(m^3)；

b_a　——1 kg 炸药所产生的全部气体量，b_a 一般取 0.9 m^3/kg。

表 5　炮烟涌出系数

采矿方法	采落矿石与崩落区接触面的数目	i
“封闭扇形”中段崩落法	顶部和 1 个侧面	0.193
	顶部和 2～3 个侧面	0.155
阶段强制崩落法	顶部	0.157
	顶部和 1 个侧面	0.125
	顶部和 2～3 个侧面	0.115

表 5（续）

采矿方法	采落矿石与崩落区接触面的数目	i
空场处理： 表土下或表土下 1～2 个阶段 3 个阶段以下		 0.095 0.124
房柱法深孔落矿 $V/A<3$ $V/A=3\sim10$ $V/A>10$		 0.175 0.250 0.300

4.2.1.5　井下矿用柴油设备，在正常运行条件下，和标定输出功率的范围内，未经稀释排气中 CO 的排放浓度应不高于 0.1%、NO_x 的排放浓度应不高于 0.08%，柴油设备运行时供风量应不小于 4 m^3/(min·kW)。

4.2.1.6　对高温矿床工作面风量按降温要求计算，采掘工作面风速应符合 4.1.6 的规定。

4.2.2　矿井总风量计算

矿井总风量等于矿井需风量乘以矿井风量备用系数 K_b，后者是考虑到漏风、风量不能完全按需分配和调整不及时等因素。K_b 取值范围宜按照 1.20～1.45 选取。

4.2.3　矿井总风量核定

生产矿山应每年核定一次矿井总风量；基建矿山应每半年核定一次矿井总风量（作业点数量发生变化时应核定一次），并检测复核。

4.3　主要通风井巷

4.3.1　箕斗井、混合井作进风井时，应采取有效的净化措施，保证空气质量满足 4.1.4 规定。

4.3.2　主要进风风流不应直接通过采空区或塌陷区，需要通过时，应砌筑严密的通风假巷引流。

4.3.3　主要进风井巷和回风井巷应经常维护，不应堆放材料和设备，应保持清洁和风流畅通。主要回风井巷不应用作运输和人员通行的通道。

4.4　井下需风点

4.4.1　采场、二次破碎巷道和电耙道应利用贯穿风流通风或机械通风。电耙司机应位于风流上风侧。

4.4.2　各采掘工作面之间，不应采用不满足 4.1.2、4.1.3、4.1.4 规定的风流进行串联通风。

4.4.3　井下所有机电硐室都应利用贯穿风流通风或机械通风。

4.4.4　井下破碎硐室、主溜井等处的污风经净化处理达标后可以进入进风系统或采区；未经净化处理的污风应引入回风道。

4.4.5　充电硐室、爆破器材库、储油硐室和加油站应有独立的回风道，并满足下列要求：

——充电硐室空气中 H_2 的体积浓度不超过 0.5%。

——爆破器材库每小时应有不低于其总容积 4 倍的风量。

——采空区应及时密闭。采场回采结束后，应封闭所有与采空区相通的影响正常通风的巷道。

4.5 矿井通风控制设施

4.5.1 风门

4.5.1.1 需设风门的巷道应设两道风门，运输巷道中两道风门间距应大于一列车的最大长度。无轨运输巷道，两道风门的间距应大于运行设备最大长度的1.5倍。两道风门应联锁。

4.5.1.2 风门安装应严密，主要风门的墙垛应采用砖、石或混凝土砌筑。通车风门门扇下边缘不应高于道轨面10 cm，并设底坎。

4.5.1.3 手动风门应顺风流方向保持80%～85%的倾角，风门可依靠自重关闭，或有其他可自动关闭的措施；风门应逆风向开启，在通风压差大的地段，风门上应设置易开启的小窗。

4.5.1.4 有水沟通过风门时，应采取必要措施防止漏风；通过墙体的电缆孔、管路孔应封堵严密；风筒穿过风门墙体时应在墙上安设与胶质风筒等径的硬质风筒。

4.5.2 风桥

4.5.2.1 当新风巷与污风巷交叉时应建筑风桥，不应使用木制风桥。

4.5.2.2 风量超过20 m^3/s时，应开凿绕道式风桥。

4.5.2.3 各种风桥与巷道的连接处应做成弧形。

4.5.3 空气幕（风幕）

4.5.3.1.1 井下运输巷道需要调节风量或截断风流时，宜在巷道内安设空气幕。

4.5.3.1.2 空气幕应安装在巷道较平直且断面规整处。空气幕用作截断风流时，供风器应固定在巷道横截面的顶部或一侧，出风口应迎向巷道风流方向，使空气幕射流轴线与巷道轴线形成一定的夹角。

4.5.3.1.3 空气幕形成的有效压力应根据调节风量所需的阻力来设计和选取。

4.5.4 主要通风机

4.5.4.1 主要通风机选择应满足下列要求：

a) 主要通风机的风量应等于矿井总风量乘以主要通风机机站装置的漏风系数；主要通风机的风压应等于矿井最大阻力加上主要通风机机站装置的阻力与风机出口的动压损失，还应考虑自然风压的影响。

b) 主要通风机机站装置的风量漏风系数应取1.00～1.15，其阻力应计算确定，若装有消声器，其阻力应另外计算。

c) 选取轴流风机的工况点，应位于风机特性曲线最高点的右方，其最大风压应不超过最高点风压的90%；工况点的效率，按全压计算应不小于70%，按静压计算应不小于60%；风机应能在较大的风量、风压范围内高效工作，并满足矿山在不同开采时期的风量和风压要求。

d) 电机的功率，应能满足风机运转期间所需要的最大功率；轴流式风机的电机功率备用系数应取1.1～1.2，离心式风机应取1.2～1.3。

e) 排送高硫或有腐蚀性气体的风机，应选择耐腐蚀风机或采取防腐蚀措施。

f) 高原地区风机特性曲线应按高原大气条件进行换算。

4.5.4.2 每台主要通风机电机均应有备用，在主要通风机硐室应配备快速安装的工具或起吊装置。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时，可备用1台；同一个硐室安装有同型号备用风机时，该硐室内风机可不配置备用电机；备用电机应放置在风机硐室、风机房、地表仓库或井下某个硐室；不在风机硐室或风机房内的，应配备运输工具，并设有满足电机运输要求的通道。

4.5.4.3 在同一井巷，宜选择单台风机工作。必要时可采用多机并联或串联运转，但应选用同规格型

号的风机，串联或并联运转时应对风机综合效率和稳定性校核。

4.5.4.4　正常生产情况下主要通风机应连续运转，满足矿井总风量要求。

4.5.4.5　主通风设施应能使矿井风流在 10 min 内反向，反风量不小于正常运转时风量的 60%。采用多级机站通风的矿井，通风系统的每台主要通风机都应满足反风要求，以保证整个系统可以反风。

4.5.4.6　主要通风机房应设有测量风压、风量、电流、电压和轴承温度等的仪表。每班都应对主要通风机运转情况进行检查，并有运转记录。采用自动控制的主要通风机，每两周应进行 1 次自控系统的检查。

4.5.4.7　通风系统中主要通风机宜采用交流电机驱动或变频调速控制。当主要通风机采用变频调速控制时，叶片安装角度宜按照风机最大允许角度安装。

4.5.4.8　当主要通风机设在井下时，设有风机值班硐室的应确保硐室能够供给新鲜风流，并应有防止爆破危害及火灾烟气侵入的设施。

4.5.4.9　新安装的主要通风机正式投入使用前，应进行通风机性能测定。

4.5.5　多级机站通风系统

4.5.5.1　在矿井主风路的进风段、需风段和回风段内分别至少设置一级风机站，多级机站通风系统应由三级或三级以上的风机站组成。

4.5.5.2　多级机站通风系统的每级机站由一个或若干个并联机站组成，每级机站通过的风量之和应不少于矿井实测风量的 70%。

4.5.5.3　每个机站可安装一台或若干台风机并联或串联运行，具体数量应根据该风机站的风量、风压来确定。

4.5.5.4　所有风机站的风机出口均应安装扩散器，以减少风机出口风流的突然扩大损失。采用风墙形式安装的风机站，应在密闭墙一侧应设有气密性良好的检查门，门开启的方向应与风机出风口方向一致。

4.5.5.5　多级机站通风系统的风机应选用中、低压轴流风机。

4.5.5.6　多级机站通风系统应建立对所有机站风机的计算机远程集中控制系统。通过主控计算机对每台风机进行远程集中启停控制，对风机运行状态及参数进行监测。

5　局部通风

5.1　掘进工作面和通风不良的工作场所，应设局部通风设施，并应有防撞击破坏的措施。独头工作面距有贯穿风流的巷道不超过 7 m 时，可采用自然扩散。

5.2　掘进长距离独头巷道，当一台局部通风机提供的风量不足时，应采用局部通风机串联通风。

5.3　局部通风应采用阻燃风筒。风筒口与工作面的距离：压入式通风不应超过 10 m；抽出式通风不应超过 5 m；混合式通风，压入风筒的出口不应超过 10 m，抽出风筒入口应滞后压入风筒出口 5 m 以上，且压入式风筒出口吹出的风量应小于抽出式风筒入口吸入的风量。

基建期地面安装的压入式局部通风机，与井口的距离不应小于 15 m，且应布置在井口常年主导风向的上风侧。

5.4　压入式通风进风口应设在新鲜风流处，防止产生循环风；抽出式通风出风口应设在主风流下风侧，如下风侧风流会污染其他作业点，则应将抽出的污风用风筒直接引入最近的回风井巷内。

5.5　局部通风风筒应悬挂平直，接头严密，避免车碰和炮崩，并应经常维护，以减少漏风、降低阻力。

5.6　采用爬罐法掘进天井时，风筒口应伸出保护台，并加保护罩；采用吊罐法掘进天井时，应扩大中心孔加强通风(孔径不小于 300 mm)，或使风筒随吊罐上下移动。

5.7　人员进入独头工作面之前，应启动局部通风机通风，确认空气质量满足作业要求后，方可进入；独

头工作面有人作业时，通风机应连续运转。

5.8 停止作业且无贯穿风流的采场和独头巷道，应设栅栏和警示标志，防止人员进入。重新进入前，应进行通风并检测氧气和有毒有害气体含量，确认安全后方可进入。

6 矿井通风系统检测

6.1 一般要求

6.1.1 应检测矿井通风系统风量分配，包括矿井总进风量、总回风量、各中段进、回风量，井下需风点风量和主要漏风点风量。

矿井通风系统（矿井有效风量、矿井有效风量率、风压分布、机站风量、机站风压、风量分配、风机工况、风源风质、作业场所空气质量等）应每年测定 1 次，若矿井生产或通风系统有重大改变时亦应进行测定。

矿井总进风量、总回风量和主要通风巷的风量，应半年测定 1 次。作业地点的气象条件（温度、湿度和风速等）及有害气体的浓度每季度至少测定 1 次。

6.1.2 应检测矿井通风系统风压分布，包括主要进回风井巷阻力分布、机站风压和主要通风路线的风压变化及矿井总阻力。

6.1.3 检测主要通风机工况，包括风机风量、风压和电机输入功率。

6.1.4 检测进风井巷和采掘工作面风源总粉尘浓度和二氧化碳浓度，以及工作场所空气中总粉尘浓度和游离二氧化硅含量。

凿岩工作面应每月测定 2 次，其他产尘点每月测定 1 次，并逐月进行统计分析、上报和向职工公布。

粉尘中游离二氧化硅的含量应每年测定 1 次。有条件的矿山，应根据生产情况的变化，不定期测定粉尘的分散度。

空气中含放射性元素的作业地点，粉尘浓度应每 10 天测定 1 次，氡及其子体浓度应每周测定 1 次，浓度变化较大时，每周测定 3 次，并需向职工公布，给职工配备相应的劳保用品。

6.1.5 检测工作场所空气中氧气及有毒有害气体浓度（一氧化碳、二氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢和氨），每季度测定 1 次。

6.2 通风系统风量测定

6.2.1 通风系统的测风点包括：进风井与各中段的联巷，中段进风天井的入风联巷，中段回风天井的回风联巷，采区或分段水平的进、回风联巷，采掘工作面的进、回风巷，中段回风巷和总回风巷，机站巷，井下爆破器材库，破碎系统和其他硐室的进、回风巷以及需要测风的地点。

6.2.2 测点巷道横截面的测量应采用下述方法：在巷道内按一定距离取若干测点，从对应的底板点测量它们到上顶部的垂高，由此将巷道的横断面划分成若干个梯形，计算出每个梯形的面积并叠加，得到该测点的巷道断面积。

测距仪器宜用钢卷尺、皮尺或新型数字式激光测距仪。

6.2.3 测量风速的仪表有热球风速仪、翼式风表、杯式风表、热敏式风速仪和新型数字式热电风速仪。

应根据测量风速的大小，选择合适的风表。

6.2.4 巷道内风速检测方法，主要包括：

——走线法，测风员手持风表从测点巷道横截面一侧开始，由上而下垂直匀速移动，至接近巷道底板时平移一小段距离再由下而上垂直移动，至靠近顶部时按大致相同距离平移，再由上而下移动，如此循环操作，移动至横截面的另一侧。此法适用热电风速仪和翼式风表。

——点测法，将测点横截面划分为若干等份，用测风仪表测定每个等份中心点的风速。此法适用热电风速仪和杯式风表。

6.2.5 测风时测风员应侧向风流站立，手持测风仪表将手臂向风流垂直方向伸直，仪表感触风速的探头部件应正对风流方向。

6.2.6 应将风速读数根据仪器校正曲线换算成实际风速。用点测法时，需对若干点测得的风速求算术平均值。在每个测风断面应至少测风3次，取其平均值，如果3次测得的结果差异超过5%，则应重测。

6.2.7 将测得的风速乘以测点的巷道断面积与测风员侧面积的差即可得该处的实测巷道风量。测风员侧身面积取0.3 m^2～0.4 m^2。

6.2.8 测风时风表应与人体及巷道顶、帮、底部保持200 mm以上的距离。各类测风仪表宜配有长度0.5 m～0.8 m的非导电表把。

6.3 通风系统阻力测定

6.3.1 测点布设

在通风系统图上选择测定的主要路线和次要路线。在每条线路上的测点包括：进风井巷口、专用进风井巷的出风口（与运输巷的交叉点）、中段进风天井联络巷的入风口、进风天井至上部需风水平（或采区）的出风口、需风水平（或采区）的回风井巷的入口、中段回风井巷进入总回风井巷的出风口和主回风井巷口（或主要通风机硐室）。如测压线路上有风机站，则应在机站的前后布置测点。此外，还包括井下所有机站以及其他必要测点。

6.3.2 压力计

测量空气绝对压力的压力计（亦称数字式气压计）的量程范围为80 kPa～114 kPa；测量相对压力或压差可使用U形水柱计、单管倾斜气压计和补偿微压计，其量程范围为0 kPa～3 kPa。用精密气压计测量压差时，要同时测定空气密度。

6.3.3 通风系统阻力测定方法

6.3.3.1 倾斜压差计法

按选定的通风线路和测点布置，用倾斜压差计依次测量记录两测点间压差计读数和测点间距离，同时测定各测点的风速、巷道断面及周长、大气压力、空气的干球温度和湿球温度。

6.3.3.2 气压计基点测定法

在井口调试好两台气压计，其中一台气压计在地表监测大气压力变化，按选定的通风线路依次测出各测点风流相对基点的静压，同时测定各测点的风速、巷道断面及周长、大气压力、空气的干球温度和湿球温度并记录各测点的标高。

6.3.3.3 通风阻力计算

倾斜压差计法两测点间压力差按照公式(5)计算。

$$h_{ij}=kL \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：

h_{ij}——两测点间压力差，单位为帕斯卡(Pa)；

k——倾斜压差计系数；

L——倾斜压差计读数，单位为帕斯卡(Pa)。

倾斜压差计法两测点间通风阻力按照公式(6)计算。

$$h_{rij}=h_{ij}+\frac{v_i^2}{2}\rho_i-\frac{v_j^2}{2}\rho_j \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中：

h_{rij}——两测点间通风阻力，单位为帕斯卡(Pa)；

v_i、v_j ——测点 i、j 处的平均风速，单位为米每秒(m/s)；

ρ_i、ρ_j ——测点 i、j 处的空气密度，单位为千克每立方米(kg/m³)。

气压计基点测定法两测点间通风阻力按照公式(7)计算。

$$h_{rij}=k''(h''_i-h''_j)-k'(h'_i-h'_j)+\rho_{ij}g(z_i-z_j)+\left(\frac{v_i^2}{2}\rho_i-\frac{v_j^2}{2}\rho_j\right) \quad \cdots\cdots(7)$$

式中：

k'、k'' ——气压计Ⅰ、Ⅱ的校正系数；

h''_i、h''_j ——气压计Ⅱ在测点 i、j 的读数，单位为帕斯卡(Pa)；

h'_i、h'_j ——与 h''_i、h''_j 对应时间气压计Ⅰ的读数，单位为帕斯卡(Pa)；

z_i、z_j ——测点 i、j 的标高，单位为米(m)；

ρ_{ij} ——测点 i、j 间空气密度的平均值，单位为千克每立方米(kg/m³)；

g ——重力加速度，单位为米每二次方秒(m/s²)。

6.3.3.4 按已选定的通风线路，分段测定通风阻力，将线路全长各段通风阻力相加即可得到该条路线的总阻力。

6.4 主要通风机参数检测

6.4.1 风机风量的测定，应在风机出口或扩散器出风口横截面处，用等面积环原理在截面上布置测点。将测点测得的风速求其算术平均值再乘以出风口截面积即得风机风量。

主要通风机风量测定，可在风机硐室、回风巷内测定亦可在风机扩散器出口截面上用上述同样方法，或在主要通风机扩散塔出口截面处划分成若干等面积方块，用点测法测定。

6.4.2 风机风压测定方法：

——在风机入风口和风机(或扩散器)出风口截面中心处固定皮托管，将用干净、畅通、不漏气的软管与压差计连接，测量全压或静压；

——在风机入风口和风机(或扩散器)出风口截面处布置测点，用通风阻力无线多参数测试仪直接测定。

6.4.3 风机输入功率测定时，电机为高压电机，应在电压互感器低压侧进行测定；现场不具备测定条件时，应采取读电度表等方法获得电机的输入功率。

6.5 有毒有害气体检测

6.5.1 工作场所空气中一氧化碳和二氧化碳测定可参考 GBZ/T 300.37、MT/T 137.1，或采用直读式测试仪读取。

6.5.2 氮氧化物测定可参考 MT/T 279，或采用直读式测试仪读取。

6.5.3 二氧化硫测定可参考 MT/T 280，或采用直读式测试仪读取。

6.5.4 硫化氢测定可参考 MT/T 277，或采用直读式测试仪读取。

6.5.5 氨气测定可参考 MT/T 278，或采用直读式测试仪读取。

6.6 其他因子检测

6.6.1 工作场所空气中粉尘检测可参考 GBZ/T 192.1、GBZ/T 192.2 和 GBZ/T 192.4；或采用直读式测试仪读取。

6.6.2 空气中氧气浓度检测宜采用直读式测试仪读取。

6.7 检测结果处理

6.7.1 风量和风压检测时，误差大于 5%和明显错误的地点应分析查明原因，重新进行补测。

6.7.2 编写矿井通风系统检测报告，其格式和内容可参考 KA/T 2074。

6.8 检测周期

6.8.1 基建矿山应每半年对通风系统进行一次检测，生产矿山应每年对通风系统进行一次检测，并根据检测结果及时调整通风系统。

6.8.2 新建、改扩建矿山在投产前，应进行通风系统检测。

6.8.3 停产超过半年的矿山在复工复产前，应进行通风系统检测。

7 矿井通风管理

7.1 金属非金属地下矿山应每季度组织一次通风安全检查，对检查中发现的问题，及时处理，不能处理的，应及时报告企业主要负责人，企业主要负责人应组织职能机构制定安全措施，限期整改。

7.2 新建、改建、扩建工程项目的通风设计应符合本文件的规定。

7.3 金属非金属地下矿山企业应设立通风管理部门或机构，配备专职通风技术人员和矿井通风工，并定期进行培训。矿山企业应配备一定数量的测风、测尘仪表和气体测定仪器，负责全矿日常的通风安全管理以及通风检测工作；测定仪器应每年进行 1 次检定或校准。

7.4 矿山应由通风技术人员根据生产变化和发展及时调整通风系统，调节风量，并绘制和修改与现场实际相符的全矿通风系统图。通风系统图应能全面反映井下实际通风网络，通风系统图中应标明通风设备、风量、风流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。生产矿山每 3 个月、基建矿山每 1 个月至少更新 1 次通风系统图并由主要负责人签字确认。

7.5 井下硐室爆破前，应专门编制通风设计，由矿山企业主要负责人或技术负责人批准执行。

7.6 主要通风机、辅助通风机、局部通风机和防尘设施应建立台账，指定人员管理、维护，保证正常运转。

7.7 通风构筑物（风门、风桥、风窗和挡风墙等）应牢固且有良好密闭性，并由专人负责检查通风控制设施，保障设备设施状态完好。

7.8 反风试验应满足下列要求：

——反风试验方案应事先在计算机上模拟，再进行现场试验。试验前应对可能发生灾害的地点制定详细方案，并报矿山企业主要负责人或技术负责人审批；

——在进行井下反风试验前，应撤出试验区域的作业人员。反风开始时，要等风流稳定后测定试验区域各主要风路的反风量，判断控制灾害的效果。并据此制定井下发生灾害事故时通风系统反风应急预案。当井下发生灾害事故需通风系统反风时，应按反风应急预案执行。

7.9 矿山企业应制定井下停风预案。当主要通风机因故障或需要停机检查时，应立即向调度室和企业主要负责人报告。风机停止运转 10 min 内无法恢复通风的，应及时撤出危险区域作业人员，并采取相应的应急措施。主要通风机在停风期间，应打开有关风门，以便充分利用自然通风。

8 矿井通风系统鉴定指标

8.1 基本指标

8.1.1 风量（风速）合格率

风量（风速）合格率为实测风量（风速）符合 4.1.6、4.2.1 规定的需风点数与需风点总数的百分比。它反映通风系统风量分配情况。$\eta_q \geqslant 65\%$ 为合格标准。风量（风速）合格率 η_q 按照公式（8）计算。

$$\eta_q = n/z \times 100\% \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：

n ——风量或风速符合 4.1.6、4.2.1 规定的需风点数；

z ——同时工作的需风点数。

8.1.2 风源风质合格率

风源风质合格率为风源质量符合 4.1.2、4.1.4 规定的需风点数与需风点总数的百分比。它反映风源的质量及其污染情况。$\eta_z \geqslant 90\%$为合格标准。风源风质合格率 η_z 按照公式(9)计算。

$$\eta_z = m/z \times 100\% \quad \cdots\cdots (9)$$

式中：

m——风源质量符合 4.1.2、4.1.4 规定的需风点数。

8.1.3 作业场所空气质量合格率

作业场所空气质量合格率为作业场所空气质量(O_2、粉尘、CO、NO_x、SO_2、H_2S、NH_3 等)符合 4.1.2、4.1.3、4.1.4、4.1.5、4.1.6 规定的需风点数与需风点总数的百分比。它反映井下作业场所的空气质量状况及通风效果。$\eta_k \geqslant 60\%$为合格标准。作业场所空气质量合格率 η_k 按照公式(10)计算。

$$\eta_k = e/z \times 100\% \quad \cdots\cdots (10)$$

式中：

e——作业场所空气质量符合 4.1.2、4.1.3、4.1.4、4.1.5、4.1.6 规定的需风点数。

8.1.4 有效风量率

各工作面实际得到的有效风量总和与矿井实测风量之比的百分数。它反映主要通风机风量的利用程度。$\eta_u \geqslant 60\%$为合格标准。有效风量率 η_u 按照公式(11)计算。

$$\eta_u = \sum Q_u / \sum Q_g \times 100\% \quad \cdots\cdots (11)$$

式中：

$\sum Q_u$ ——各需风点实测的有效风量之和，单位为立方米每秒(m^3/s)；

$\sum Q_g$ ——矿井实测风量，单位为立方米每秒(m^3/s)。

8.1.5 风机效率

风机效率，为主要通风机的输出功率与输入功率的百分比，它反映主要通风机的工况、性能及其与矿井通风网络的匹配状况。当多台主要通风机并联时，风机效率为其算术平均值。在多级机站通风系统中，风机效率为主要通风机效率的算术平均值。主要通风机在运行工况下的效率 η_f，按全压计算应不小于 70%，按静压计算应不小于 60%。风机全压效率 η_t 按照公式(12)计算，风机静压效率 η_s 按照公式(13)计算。

$$\eta_t = \frac{H_t \cdot Q_f}{1\,000 \cdot N \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \quad \cdots\cdots (12)$$

$$\eta_s = \frac{H_s \cdot Q_f}{1\,000 \cdot N \cdot \eta_d \cdot \eta_c} \quad \cdots\cdots (13)$$

式中：

H_t——风机全压，单位为帕斯卡(Pa)；

H_s——风机静压，单位为帕斯卡(Pa)；

Q_f ——风机风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；

N ——风机电机输入功率，单位为千瓦(kW)；

η_d ——风机电机效率，百分号(%)，应实测，如无条件实测，参考表 6 或产品说明书取值；

η_c ——机械传动效率，参考表 7 或产品说明书取值。

表 6　电机效率

电机额定功率 kW	电机效率 %
＜50	85
50～100	88
＞100	89

表 7　机械传动效率

类别	传动形式	效率
联轴器	浮动联轴器	0.98
	齿轮联轴器	0.99
	弹性联轴器	0.99
	万向联轴器($\alpha \leqslant 3°$)	0.97
	万向联轴器($\alpha > 3°$)	0.95
	梅花接轴	0.97
	液力联轴器(在设计点)	0.93
带式传动	平带无压紧轮的开式传动	0.98
	平带有压紧轮的开式传动	0.97
	平带交叉传动	0.90
	三角带传动	0.96

8.1.6　风量供需比

风量供需比为矿井实测风量与矿井需风量的比值，它反映风量的供需关系。风量供需比 β 按照公式(14)计算。

$$\beta = \frac{\sum Q_g}{\sum Q_c} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(14)$$

式中：

$\sum Q_c$ ——设计的矿井需风量，单位为立方米每秒(m^3/s)；

如果 $\sum Q_g$ 与设计选取的风机风量相同，则 β 等于风量备用系数 K_b 和机站风量漏风系数 K_f 的乘积。风量供需比的合格标准为 $1.20 \leqslant \beta \leqslant 1.67$；

K_b 值为 1.20～1.45，可根据矿井开采范围的大小，所用的采矿方法，设计通风系统中风机的布局等具体条件进行选取。K_f 值为 1.00～1.15。

8.2　综合指标

通风系统综合指标 C，是以上六项指标的综合反映，可以直观衡量通风系统实施后的综合技术经济效果。通风系统综合指标 C 按照公式(15)计算。

$$C=\sqrt[6]{\eta_q \cdot \eta_z \cdot \eta_k \cdot \eta_u \cdot \eta_f \cdot \beta'} \times 100\% \quad \cdots\cdots (15)$$

式中：

β'——风量供需指数，百分号(%)；

当 $1.20 \leqslant \beta \leqslant 1.67$ 时，取 $\beta'=100\%$，为合格指标；

当 $\beta > 1.67$ 时，取 $\beta'=\frac{1.67}{\beta} \times 100\%$；

当 $\beta < 1.20$ 时，取 $\beta'=\frac{\beta}{1.20} \times 100\%$。

以上 6 项指标的合格值代入公式(15)，可求得综合指标的合格标准，$C \geqslant 72\%$。

8.3 辅助指标

矿井通风系统的辅助指标主要用以衡量其经济及能耗情况。它们受矿体赋存条件和所用采矿方法等因素的影响较大，所以只能用作对比参考，辅助指标如下：

a) 单位有效风量所需功率为每立方米有效风量通过单位长度的主风路的能耗，它反映获得单位有效风量的能耗状况。单位有效风量所需功率 W_u 按照公式(16)计算；

$$W_u = \frac{\sum W_f}{\sum Q_u \cdot L} \quad \cdots\cdots (16)$$

式中：

W_u ——单位有效风量所需功率，单位为千瓦每立方米每百米[$kW/(m^{-3} \cdot hm^{-1})$]；

$\sum W_f$——矿井通风系统全部风机实耗功率之和，按实测的电机输入功率计算，单位为千瓦(kW)；

L ——以百米为单位长度的主风流线路的总长度，单位为百米(hm)。

b) 单位采掘矿石量的通风费用按照公式(17)计算，为年矿井通风总费用与年采掘矿石量之比；

$$J = \frac{\sum F}{10\ 000A} \quad \cdots\cdots (17)$$

式中：

J ——单位采掘矿石量的通风费用，单位为元每吨(¥/t)；

$\sum F$——每年用于矿井通风的总费用，包括电费、设备折旧费、工程摊提费、材料消耗费、维修费及工资等，单位为元每年(元/a)；

A ——该通风系统内的年采掘矿石量，单位为万吨每年(10^4 t/a)。

c) 年产万吨耗风量按照公式(18)计算，为矿井实测风量与年采掘矿石量的比值。用以直观地衡量所需的风量。

$$q = \sum Q_g / A \quad \cdots\cdots (18)$$

式中：

q——年产万吨耗风量，单位为立方米每秒每万吨每年[$m^3/(s^{-1} \cdot 10^{-4} t^{-1} \cdot a^{-1})$]。

8.4 基建矿山通风鉴定指标

基建矿山风速(风量)、风源风质、作业场所空气质量合格率应符合 4.1.2、4.1.3、4.1.4 的要求。