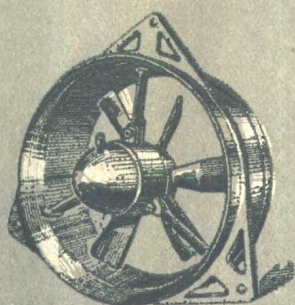


礦山通風

М. И. 耶爾莫連柯 著

重工業部翻譯室 譯



重工業出版社

23231
318
8

風 通 山 礦

M. N. 耶爾莫連柯 著

重工業部翻譯室 譯

重工業出版社

115966

本書論述礦井空氣的採樣分析，礦山通風設計，通風系統和通風設備的選擇，礦山通風的實際操作與檢查。

本書是金屬礦山工程技術人員的參考書，並可供高等工業學校學生參考。

參加本書翻譯工作的是重工業部翻譯室吳崇嶽、許潛龍、王金武同志和中南礦冶學院李一智同志，參加校對工作的是有色金屬工業管理局李曉惠同志和重工業部翻譯室劉天瑞同志。

М. И. ЕРМОЛЕНКО
ПРОВЕТРИВАНИЕ РУДНИКОВ
Металлургиздат (Москва 1950)

* * *

礦山通風

重工業部翻譯室 譯

重工業出版社（北京西直門內大街三官廟11號）出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年七月第一版

一九五五年七月北京第一次印刷（1—1,934）

787×1092 • $\frac{1}{32}$ • 210,000字 • $9\frac{3}{5}$ 印張 • 定價（2）1.98元

書號 0288

* * *

發行者 新華書店

目 錄

前言	(7)
序言	(8)

第一章 礦井大氣

概說	(9)
礦井大氣中氣體的物理與化學性質	(9)
§ 1 氧 (O_2)	(9)
§ 2 氮 (N_2)	(10)
§ 3 二氧化碳 (CO_2)	(10)
§ 4 一氧化碳 (CO)	(11)
§ 5 氧化氮 (NO, NO_2)	(12)
§ 6 硫化氫 (H_2S)	(13)
§ 7 二氧化硫 (SO_2)	(14)
§ 8 礦塵	(14)
§ 9 礦井空氣的溫度及濕度	(15)

第二章 礦井空氣的分析

§ 1 礦井空氣試樣的採取	(17)
§ 2 化驗室的設備	(23)
§ 3 氣體體積分析器	(24)
§ 4 一氧化碳及二氧化碳的測定	(36)
§ 5 測定一氧化碳的捷爾諾夫斯基工程師設計的溫度指示 器和馬基耶夫科學研究所設計的指示器的說明	(46)
§ 6 二氧化硫和硫化氫的測定	(48)
§ 7 氧化氮的測定	(55)

第三章 合理通風系統的選擇

§ 1 系統圖的編製	(59)
§ 2 通風井巷	(60)
§ 3 通風井的佈置	(62)
§ 4 主要扇風機的安裝地點	(63)
§ 5 吸出式或吹入式通風	(63)
§ 6 採礦方法對通風系統選擇的影響	(64)
§ 7 局部通風對總通風系統的影響	(64)
§ 8 空氣預熱裝置對通風系統的影響	(65)

第四章 金屬礦分配風量的標準系統

§ 1 第一方案	(67)
§ 2 第二方案	(68)
§ 3 第三方案	(70)
§ 4 第四方案	(71)

第五章 礦山通風計算的主要項目

§ 1 礦山通風所需風量的計算	(74)
§ 2 配風	(104)
§ 3 通風計算圖	(104)
§ 4 井巷的阻力單位	(105)
§ 5 礦井負壓的計算	(106)
§ 6 自然風力	(107)
§ 7 等積孔	(107)

第六章 井巷的空氣動阻力

§ 1 井巷的空氣動阻力係數	(109)
§ 2 通風巷道阻力的降低	(113)
§ 3 局部阻力	(114)
§ 4 礦山風路的負壓	(119)

§ 5 風流分路.....	(119)
§ 6 幾個巷道的聯合阻力.....	(120)

第七章 井巷網路中配風的調節、漏風和通風設施

§ 1 配風的調節.....	(122)
§ 2 漏風.....	(123)
§ 3 通風設施.....	(126)

第八章 主要扇風機的選擇，扇風機的特性曲線， 扇風機在風路中的工作

§ 1 扇風機的選擇及其特性曲線.....	(132)
§ 2 扇風機在風路中的工作.....	(134)
§ 3 西老口型離心式扇風機的特性曲線之使用方法.....	(135)
§ 4 軸流式扇風機的特性曲線之使用方法.....	(137)
§ 5 兩台扇風機聯合工作.....	(138)
§ 6 反風.....	(139)
§ 7 葉輪緣容許應力的限度.....	(143)

第九章 局部通風

§ 1 概論.....	(145)
§ 2 風量計算.....	(145)
§ 3 風筒的選擇.....	(149)
§ 4 負壓的計算.....	(155)
§ 5 局部扇風機.....	(160)
§ 6 噴射器.....	(164)
§ 7 特殊通風方法.....	(167)
§ 8 通風佈置.....	(172)
§ 9 局部通風的計算.....	(175)
§ 10 巷道快速掘進工程中工作面通風的實例.....	(179)

第十章 通風檢查

§ 1 檢查的任務·····	(181)
§ 2 測風站·····	(181)
§ 3 檢查儀器及空氣流動速度的測定·····	(182)
§ 4 空氣濕度的測量·····	(194)
§ 5 空氣比重的測量·····	(195)
§ 6 空氣壓力的測量·····	(197)
§ 7 負壓測量·····	(197)
§ 8 礦井扇風機設備的試驗方法·····	(204)

第十一章 通風機構的組織

§ 1 通風機構的任務·····	(219)
§ 2 通風主管的權力與職責·····	(221)
§ 3 通風班長和通風組長的職責·····	(222)
§ 4 主要扇風機司機的職責·····	(222)
§ 5 通風工人的職責·····	(223)
§ 6 通風平面圖·····	(223)
§ 7 礦山通風技術表報的格式·····	(224)
附錄 ·····	(228)

前 言

本書主旨是幫助生產中的工作人員組織金屬礦山井下巷道的良好通風。

良好的通風對工人的健康造成良好的條件，從而能提高勞動生產率、降低成本。

礦山採用機械通風時，必須在技術上很好地解決這樣一些問題：合理通風系統的選擇，負壓的計算，需要的風量，通風網路中風量的調節及分配，扇風機的選擇和通風機構的組織。作者希望這本書對於解決上述實際問題能有所幫助。

作者在編寫此書時利用了自己已在有色金屬礦山通風方面多年工作的經驗。

作者謹向在編寫此書時給予寶貴指示的技術科學博士 B. H. 沃洛寧，技術科學博士 A. Ф. 瓦拉帕耶夫，工程師 A. П. 拉維多維奇，工程師 A. E. 李斯涅夫斯基致謝。

作者向領導他多年工作的技術科學碩士 A. И. 克謝諾芬托娃副教授致深切的謝意。

序 言

開採金屬礦床時，井下巷道和工作面的快速通風及良好通風，是提高勞動生產率的重要條件，而且也是防止巷道中產生濁風的可靠方法。

在現有金屬礦中的通風情況還不是隨時都可以滿足採礦工作不斷增長的要求。

爲了使巷道中的空氣新鮮，巷道的通風常常在所謂無工作的通風班內進行，但是這樣就會特別影響到礦井的生產量，因爲在通風班內不進行採礦工作。

爲使礦井裡的空氣新鮮，就應當正確地組織礦井的機械通風。

只有嚴格遵守技術操作規程及明確地組織通風機構，才可能在金屬礦床整個開採時期使採礦工作的通風正常。

金屬礦床的開採工作基本上應按下列方法進行：

- 1) 開採工作不應同時在 2~3 個以上的水平層進行；
- 2) 最好是自井田邊界開採採區與礦房；
- 3) 及時地掘進通風天井；
- 4) 留平巷上部及平巷下部礦柱，當礦石貴重因而不可留礦柱時，應採用可靠的人爲密閉來代替礦柱；
- 5) 要有通風水平層，並維持它。

通風機構的組織必需保證：

- 1) 增加平行分流的數目，採用局部的通風，使通風系統合理化；
- 2) 消除和減小巷道的局部阻力（特別是要使扇風機風峒具有便於空氣流通的形狀）；
- 3) 進行通風巷道的計劃修理及維持，以使這些巷道的橫斷面保持設計尺寸；
- 4) 經常地積極地防止漏風；
- 5) 使巷道的通風阻力係數小（爲此，巷道壁應嵌以木板，瀝凝土和噴水泥）。

第一章 礦井大氣

概 說

標準大氣中空氣由氧、氮及二氧化碳的混合物組成。空氣中各氣體的平均百分含量（按體積）為：氧（ O_2 ）20.93%，氮（ N_2 ）及其他惰性氣體 79.04%，二氧化碳（ CO_2 ）0.03%。

在井下巷道中礦井空氣成分有所改變：氧氣含量減小，二氧化碳含量增大；由於爆破工作而出現有害瓦斯，由於打眼、礦石和岩石裝車及運輸產生礦塵。

礦井大氣中氣體的物理與化學性質

§ 1 氧（ O_2 ）

氧是無色、無味及無臭的氣體。比重（與空氣相比）約為 1.11。它是一種極易與許多簡單物體及複雜物體相化合的元素。氧是呼吸及燃燒必不可少的氣體。

礦井空氣中氧的含量由於人畜的呼吸、燈火的燃燒、爆破工作、井下火災、各種氧化過程（坑木的腐爛、礦石和岩石的氧化等等）而減小。

根據保安規程，礦井空氣中氧的含量不得少於 20%。

氧的含量為 17% 時，人便開始喘息及心跳（特別是在工作時），含量為 12% 時，便有致命的危險。

為了急救由於氧不足而遭致生命危險的人，必須迅速地將他抬至新鮮風流中，實行人工呼吸，使含 5% 二氧化碳的氧進入患者肺部。

礦井空氣中氧的含量可用汽油燈鑑定：氧的含量為 19% 時，燈光的強度比在新鮮風流中的強度減低 $\frac{1}{2}$ ；氧的含量為 16.5~17.5%

時，燈焰發暗以至熄滅。

在許多礦山的個別巷道中曾發生過空氣中氧氣不足的現象。這種現象是與獨頭巷道中硫化物粉末及坑木的慢性氧化有關，在這些獨頭巷道中的空氣溫度大約等於 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

§ 2 氮 (N_2)

氮是無臭、無味及無色的氣體，稍溶於水。氮本身無刺激性也無毒性，但是它不能幫助呼吸，因而可能使人窒息（這主要是由於氧不足而產生的）。

§ 3 二氧化碳 (CO_2)

二氧化碳（碳酸氣）無色，較空氣重。它不能幫助呼吸和燃燒。比重（與空氣比）為 1.52；因而二氧化碳通常積聚在通風較弱的巷道地板上。

二氧化碳易溶於水；例如，溫度為 0° 和壓力為 760 公厘水銀柱時，在 100 體積的水中可溶解 180 體積的二氧化碳。

在礦井空氣中二氧化碳的含量達到 3% 時，甚至在靜止狀態下呼吸的次數也要增加一倍；二氧化碳的含量為 5% 時，呼吸的次數要增加兩倍，並且呼吸困難；二氧化碳的含量為 6% 時，發生嚴重的喘息和虛弱；二氧化碳含量為 10% 和超過此數時，發生昏迷狀態，若長期逗留在這種空氣中，便會死亡。

礦井中二氧化碳的來源如下：人畜的呼吸、燈火的燃點、氧化過程（坑木的腐爛，石灰岩及白雲石為亞硫酸所分解及其它等），爆破工作、井下火災、從礦山岩石中放出的二氧化碳。

當井下發生火災及二氧化碳由圍岩或由礦層自然排出時，二氧化碳的積聚量很大。

發生井下火災時，產生大量的二氧化碳（濃度由 3 至 20%）。

有些礦井中由井下礦層排出的二氧化碳具有經常性；有時個別獨頭工作面中空氣的二氧化碳含量達到 60%。

根據保安規程，礦井空氣中二氧化碳的容許含量不得大於 0.5%。

含量高的二氧化碳，可以用普通的礦燈測定：假如在空氣中有3~4%的二氧化碳，那麼燈火就暗淡以至熄滅。

可能有二氧化碳積聚的巷道中，必須藉火焰燈進行試驗，要記住，二氧化碳是重氣體，它積聚在巷道的底板附近。

呼吸過量二氧化碳時的急救方法如下：將受害的人從充滿瓦斯的空氣中抬出，並對此人實行溫水浴（25~28°）。

§ 4 一氧化碳 (CO)

一氧化碳是無色、無味、無臭的氣體；在生活中這種氣體都叫做「煤氣」。其比重為0.97。一氧化碳是有劇毒的氣體之一。在礦井空氣中含量大於0.2%時，不僅能引起強烈中毒，且能致命。

空氣中一氧化碳的含量為0.1%時，就會產生中毒的明顯特徵（頭痛，嘔吐，頭暈）。

一氧化碳是一種不完全燃燒的產物，它主要是由於井下水災及爆破工作而產生的。

井下火災會使一氧化碳的濃度很大（2~3%）。

根據保安規程，礦井空氣中一氧化碳的含量不得高於0.0016%。

直到現在，空氣中的一氧化碳還很難測定。現有的檢定器及指示器，在礦井中使用起來不太可靠。

在現場中多用下列儀器：

1) 工程師諾維茨基設計的檢定器；一氧化碳含量為0.1%以上時，可使用此檢定器。檢定器的動作原理，是在於浸氯化鈀(PdCl_2)溶液的紙片受0.1%的一氧化碳的作用而變黑；黑色表明空氣中有一氧化碳。

2) 裝五氧化二碘(I_2O_5)的檢定器，檢定器中的五氧化二碘受一氧化碘的作用而分解，使放置於玻璃管內用五氧化二碘浸濕的浮石着色，即根據所試驗的空氣中一氧化碳的百分含量的不同而呈現不同濃度的綠色；用這種檢定器可以發現空氣中由0.05%至1.00%範圍以內的一氧化碳。

一氧化碳由於較空氣的比重小而積聚在獨頭巷道的上部（若空氣

不流動，可達到致命的濃度）。

獨頭天井中，由於通過的乏風可能充滿一氧化碳。

工人因一氧化碳而中毒時，必須儘快把他們抬到新鮮空氣處。

根本的急救方法如下：對中毒者實行人工呼吸，因為新鮮空氣（或純氧）能由中毒者的血液中排出一氧化碳。

此外，可用保溫器、帶開水的瓶子等等來溫暖患者。

§ 5 氧化氮 (NO , NO_2)

在爆破工作中，放炮後產生一氧化氮 (NO)，它很快就與氧相化合，而變為硝酸酐（二氧化氮） NO_2 。根據濃度不同氧化氮呈現黃色或紅褐色；它的比重為 1.05。

炸藥爆炸後常可看到成團的二氧化氮 (NO_2) 覆在巷道地板上。二氧化氮特別易溶於水，形成亞硝酸和硝酸。

二氧化氮是劇毒氣體。甚至在最小的濃度時，也會刺激人的咽喉，使人咳嗽、喘息、流淚。

在空氣中 0.004 % 的 NO 和 NO_2 ，是對人無害的最大含量。根據保安規程，在空氣中氧化氮的允許含量是 0.00025 %；空氣中含有 0.02~0.08 % NO 和 NO_2 時，可以致人死命。

氧化氮主要是由於炸藥的不完全爆炸而產生的，

含有硝石（阿姆尼特，二蔡炸藥，狄納孟，AK）的炸藥爆炸時，氧化氮的含量常會很大。

在斷面為 5 平方公尺、長為 50~100 公尺的巷道中同時爆炸 20 公斤炸藥時，空氣中的氧化氮常達到危害生命的濃度。

氧化氮形成後，經過 30~40 分鐘就為礦井空氣的水分所吸收。

進行爆破工作時，部分的氧化氮為濕礦山岩石吸收，而部分的透入炸下的岩石下層，保存很長時期。當清理岩石時，氧化氮，有時也有一氧化碳和二氧化碳放出，發生強烈的毒。

防止這種現象的辦法，是在清理礦石和岩石過程中，加強工作面的通風。

測定空氣中的氧化氮時，使用對氨基苯磺酸和醋酸混合物與 α -

萘胺溶液的化學試劑。

所試驗的空氣試樣用苛性鈉或苛性鉀（氧化氮與它們完全化合）溶液處理。

把溶液加熱至 80° 並加入醋酸使之發生酸性反應，然後注入對氮基苯磺酸和醋酸混合物與萘胺溶液的試劑。如果空氣中有氧化氮，就會呈現紅色或淡紅色。當氧化氮含量大時，顏色變為黃色。

用專門的化驗設備來測定氧化氮。

所試驗的空氣中 NO 和 NO_2 含量為 0.0001% 時，試劑呈現明顯的顏色。

§ 6 硫化氫 (H_2S)

硫化氫是一種具有腐蛋惡臭的無色氣體；與空氣相比密度為 1.19；它積聚在獨頭下山中和未經通風的巷道底板上。

硫化氫易溶解於水。溫度為 0° 和壓力為 760 公厘水銀柱時，每一體積的水能溶解約 4.4 體積的硫化氫；溫度增大時，溶解性減小。

硫化氫有劇毒，在空氣中的含量為 0.010~0.015% 時，眼膜和呼吸道就受到刺激。空氣中 0.05% 硫化氫含量是不至於致命的最高範圍。空氣中 H_2S 含量為 0.10~0.15% 時，人立即死亡。根據保安規程，硫化氫在空氣中的容許濃度為 0.00066%。

礦井中硫化氫的來源如下：有機物的腐爛（荒廢廁所中的糞便），為酸性水所分解的黃鐵礦、石膏、粒狀渣等等，從礦層、空洞與裂縫中放出，爆破工作，特別是安全導火線的燃燒。

硫化氫放出的現象多在銅礦中遇到，但在其它礦山也有這種現象。

根據惡臭可以知道礦井空氣中有無硫化氫。在礦井空氣中即便是有極小量的硫化氫，其氣味也可感覺到。

在礦井空氣中硫化氫的含量在十萬分之幾或百萬分之幾時，可直接在礦井中進行化學測定，其含量特別大時（萬分之幾），則在化驗室中進行。

測定硫化氫的方法如下：在玻璃管中放浸醋酸鉛的過濾紙片，使

空氣通過此管，若是在空氣中含有硫化氫，紙上就呈現黃色、褐色或黑色。

爲了消除有機物的分解現象，最好常常清掃廁所，每晝夜不少於一次，以生石灰、漂白粉、鐵礬等進行消毒。

§ 7 二氧化硫 (SO_2)

二氧化硫與百分含量極小的硫化氫的混合物稱爲「刺眼氣體」。它刺激黏膜，特別是眼膜，空氣中二氧化硫含量爲 0.002% 時，眼睛就會被刺激。二氧化硫 (SO_2) 是重的 (比重 2.2) 無色氣體，具有刺激性臭味。它屬於一種有劇毒的氣體；當礦井空氣中的二氧化硫含量爲 0.05% 時，即使是在很短時間內也會使人們招致生命危險。

二氧化硫的含量爲 0.0005% 時，就可根據惡臭感覺到。

井下空氣中二氧化硫的化學測定法與硫化氫的化學測定方法同。在這種情況下以塗有碘酒及澱粉溶液的藍色紙作爲指示劑。爲了同時清除空氣中的硫化氫，在玻璃管中放一層浸硫酸銅的浮石。空氣經過玻璃管時，若其中含有二氧化硫，紙上藍色就會消失。

二氧化硫的來源是：含硫礦物的分解，爆破工作，從岩石中與硫化氫同時放出，井下火災。

在礦內二氧化硫不多見。

§ 8 礦 塵

除了有害的氣體外，在礦山巷道的空氣中還含有大量的礦塵。

礦塵的來源如下：1) 鑿岩；2) 爆破；3) 礦石的破碎及手選；4) 沿地井、天井，運輸平巷運送礦石；5) 裝礦。

獨頭巷道中每立方公尺空氣含塵量如下：乾式鑿岩時，由 500 至 2900 毫克，濕式鑿岩時，由 30 至 60 毫克。

礦塵的顆粒組成如下：小於 2μ 的爲 50~85%； $2\sim 10\mu$ 的爲 11~46%；大於 10μ 的約爲 4%。

小於 10μ 的塵粒可長時間懸浮在空氣中。

靜止空氣中 1μ 的塵粒經 8~10 小時才能下降 1 公尺。

因而，在不通風的獨頭巷道中，在一個工作班時間內積聚大量的礦塵。

礦井空氣中的礦塵損害工人的健康。

礦塵按其本身的性質，分為有毒的及無毒的。有毒礦塵包括鉛塵、鋅塵、汞塵、錳塵，無毒礦塵包括矽塵，花崗岩塵、片岩塵，石灰岩塵及其它。

鉛塵是最有毒的礦塵，它侵入血管，引起骨髓及神經系病症。

礦塵中矽塵（石英塵）的百分含量是無毒礦塵的有害性之尺度。由矽塵所引起的肺病，叫矽肺病。

0.5~5 μ 的塵粒可引起肺病。

巷道空氣中含塵量通常用最簡單的比重測量法測定：用特製玻璃管中的棉濾過器捕集礦塵，所測定的空氣通過玻璃管。

量塵計的方法或計算的方法，是用來測定每1立方公分礦井空氣中塵粒的數量及尺寸。將一定體積的含礦塵的空氣放入特製的儀器，在儀器中空氣的礦塵落在玻璃片上。把玻璃片移置於顯微鏡下面並計算沉落於玻璃片上的塵粒數和尺寸。然後根據所得結果來計算被分析的每一立方公分空氣中的塵粒數。

在防止礦井空氣的生塵方法中，除了採用一般的通風及局部扇風機外，還有：

- 1) 用鑿岩機鑿岩時，沖洗砲眼（進行濕式鑿岩——譯者）；
- 2) 使用各種乾式捕塵器：旋風抽塵器，布濾過器，迴轉離心捕塵器；
- 3) 使用帶機械及化學濾過器的防塵面罩，也可用供氣防塵面罩，空氣由小風扇、小吹風機供給和由壓氣管路供給。
- 4) 灑噴帶有藥劑（環烷酸）的水；
- 5) 鑿岩時使用泡沫（L克里沃羅格）製的起泡劑）。

§ 3 礦井空氣的溫度及濕度

從地面進入礦井的空氣沿巷道通行時，在冬天溫度上升高，夏天溫度下降。

礦井空氣接觸兩幫岩石時，若兩幫岩石的溫度較進入空氣的溫度高，則空氣溫度上升；空氣沿礦井流動時受到壓縮，因而溫度上升（空氣的溫度由於壓縮，每經 100 公尺深度增加 1° ，在排出地表時相應地減少）。此外，氧化過程也使礦井空氣溫度增高。例如，當礦井空氣中二氧化碳含量增加 0.1% 時，空氣溫度就要增高 10°C 。

井巷通風不良會使礦井空氣溫度增高至 25° ，在毗連火災區的區域及低於它的地方，空氣溫度可達到 50° 以上。

此外，在衡溫層（中和帶）以下的礦井內，溫度隨採礦工作的加深而不斷增高，這是礦井空氣溫度增高的主要的和經常的原因。

使溫度增高 1° 必須深入地下的公尺數叫做地溫率。金屬礦的地溫率數值由 40 到 70 公尺。

根據保安規程，礦井空氣的容許溫度不得高於 25° 。

溫度超過 25° 時，則損害工人的健康，很快地引起疲勞，降低勞動生產率。

假如礦井空氣的濕度增高而空氣不流動，高溫的反生理作用就要增大。

井巷中空氣濕度常常是很高的，達到 90%，很少低於 80%。

若空氣不流動，則在溫度為 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的條件下，幾乎不可能工作，因而空氣的流動有着特別重大的意義。

在準備巷道及回採巷道中空氣流動的速度，在自然通風情況下常常等於 0.01 公尺/秒。

只有對巷道進行有效的通風，才可以降低礦井空氣溫度及濕度。為此必須組織循環不停的機械通風。
