

# 礦井通風

技術科学副博士、副教授 阿·阿·哈廖夫講稿  
通風及安全技術教研室譯

东北工学院

1956

苏联專家講稿

---

# 礦井通風

技術科學副博士、副教授 阿·阿·哈廖夫講稿

通風及安全技術教研室譯

——僅供內部參考——

东北工学院

1956

## 出版說明

在我院工作的苏联專家，為我院研究生講過許多門課程。這些課程都系統地介紹了苏联先進的科學技術。為了解決目前教材的不足，及時地供給我院教師、學生，兄弟學校以及有關科學工作人員作參考，我院決定將這些講稿陸續整理出版。

“礦井通風”是由苏联專家A·A·哈廖夫副教授為我院采礦系通風及安全技術專科研究生講課之講稿翻譯而成。它主要是東北工學院通風及安全技術教研室、采礦教研室部分教師翻譯的，北京礦業學院編譯室及北京鋼鐵學院專家室幾位同志也曾參加了部分翻譯工作（因其中包括哈廖夫專家講學資料中的通風部分）。

由於參加本講稿翻譯工作的人數較多，譯者俄文與技術水平不齊，翻譯中不妥與錯誤實為難免，希讀者多多提出意見，以便再版時改正。

本譯稿包括礦內大氣及礦井通風二部分，預防地下火災部分未包括在內。

本譯稿未經作者本人校對，如有錯誤概由編譯者負責。

2.存在着彼此互相平衡的过程,例如,人及动物的呼吸过程是自空气中吸氧( $O_2$ ),而放入其中二氧化碳( $CO_2$ ),但与此相反,植物于夜间吸二氧化碳,而白日(在日光能及绿色植物所有的叶绿素特种物质作用下)放氧;

3.大气有特别大的流动性和气体有扩散性。例如,于捷克斯拉伐克的马利安巴得(Мариевбад)处水源马利亚(Мария)的水平面上取空气试样,其中含二氧化碳70%,但在其5cm高处时则为31%,而在100cm高时2%。

气体这种扩散的性质能使在工业发展的城市里借助于自然方法保持适合于人呼吸的大气。

由于上述最后两种因素的作用,在我们生活在光天化日自由的地球表面上的时候,几乎完全用不着去关心包围着我们的大气的成分。但是,在四周被墙壁所局限的空间内(工业建筑物)就是另外一回事了,在这空间里毒害的混合物污染着空气,而空间与外界空气完全不通连或通连不良。

在这种情况下,上述最后的两种优越因素底作用就大大微弱了,因而需要采取特殊的措施,即对此工业房舍进行通风。

工业房舍的通风,简言之,在于将清洁新鲜的大气自外通入需要通风的空间内,而将此空间内有变化的,污浊的空气排至自由地表。

矿山通风的过程与工业房舍的通风没有任何区别,二者的空气交流过程是一样的。

但是矿山(金属矿与煤矿)尤其需要地下巷道及整个巷道系统的通风,与工业房舍的通风相比,是有着很多独有的特点。

矿山通风在统一的采矿科学领域里也形成一专门科学课程。

无论是做为一门独立课程的矿山通风或全部的采矿科学,它们都是通过技术与生产物质的过程,与生产力的发展有联系的〔3〕。

矿山通风为统一的采矿科学的专门课程,它是研究矿内大气及其组成成分的性质,研究空气在矿山巷道内运动的规律及研究供给井下及工作地点空气的方法的科学。

矿山通风基本意义在于保证于地下巷道内维持不损害采矿工人健康,对于其生命是安全的且有助于提高其劳动生产率的大气条件。

井下必须有高度有效通风的原因如下〔1〕:

1.地下巷道为一种空间,此空间被几乎绝对不透空气的岩石层所包围,它与地表的通连是借助于数目不多的断面不大的几个出口(两个,两个以上);

2.地下巷道内进行着一系列的化学变化过程(岩石底氧化),生物化学变化过程(木料腐朽)及产生和自地层中排出不适于呼吸,甚至有毒的或有爆炸性的气体的一些生产过程(爆破工作);

3.距地表愈深,岩石的温度愈高,因而工作的条件就愈困难,克服这不良条件的手段之一就是有效的通风;

4.地下巷道内没有阳光,而阳光的生理卫生意义是非常大的,因此须使来自地表的新鲜气体经常不断地将充满巷道内的气体排至地表面代替之,即需要连续的矿山巷道的通风。

井下通风的过程,如上所述,是与工业房舍的通风相似的,即在于:

1. 連續地自地表給入新鮮的空氣；
2. 將空氣妥善分配到全部巷道系統；
3. 將污濁腐朽的空氣排到地表。

應明确提出，為了對井下巷道系統分配風量及將足夠的風量給與極難到達的區域和地點，要求採礦工程師或採礦技術員必須掌握高度的技術和深厚的知識。

因上述及其他一系列的原因，礦山通風與工業通風相比，它有很多独有的特點，它是一獨立的課程。

我們就將要學習通風課程。

在很早還當礦山按自己的生產力和開采深度與現代的礦山相比有如兒童玩物似的那樣小的時候，採礦工作者，就認為必須進行地下巷道的通風了。

西班牙南部里奧素托（Рио-тинто）處2000年前開采的羅馬礦山遺迹證明，在那時，長的平峒就已有通風小井的裝備了。

在普利尼耶·斯達耳史（Плиние-старший）（我們這一紀元第一世紀的作家）所寫的“自然底歷史”（第37卷）里指出了確定地下巷道內空氣壓力的各種不同的方法。

哥魯耳基·阿哥里克拉（Георгий Агрикола）（注1）（十六世紀的作家）有名的著作“礦山和工廠事業”是採礦，工廠藝術及冶金學的課程，其中（第六冊）有一章是研究礦山巷道通風問題。

對於當時所會發生的沼氣閃燃，在他的敘述里有一點是很有趣的。他認為這種現象是因在井下生活着一種“凶惡的靈魂”的結果。他得出這樣的結論是因他的世界觀是宗教信徒的世界觀。

與採礦事業產生的同時，產生了各種不同的原始的採礦工作通風方法，同時，當時通風還不能解決很多礦山生產底問題。

井下通風理論科學的研究只在第十八世紀才開始。此科學研究工作的創始人為偉大的俄國科學家羅蒙諾索夫（Михаил Васильевич Ломоносов），他曾於1745年呈交與俄羅斯科學院“關於礦山內空氣的波浪式運動”的論文（注2）。

在羅蒙諾索夫這一著作中，第一次得出了井下空氣自然流動的理論。

十九世紀時，仍然繼續着解決很多礦山通風問題底科學研究。在這研究工作中有決定意義的功績的為以下蘇聯科學家：

1. 偉大的科學家門德列也夫（Д.И. Менделеев）曾於1888年取出頓巴斯煤層中放出的瓦斯試樣，進行分析，確定出了這些瓦斯的性質。

2. 彼得格勒礦業學院教授可諾夫斯基（Н.Д. Коцовский）及教授庫耳納克夫（Н.С. Куряков）於1890年曾對頓巴斯礦的瓦斯泄出進行過大規模的研究。

3. 教授奇莫（И.А. Тимме）於1898年曾研究出很多與瓦斯鬥爭的方法。

二十世紀研究礦山通風底科學基礎工作中，領導地位應屬俄國科學家。其中一部分如下：

- 1) 教授普羅特兒雅可諾夫（М.М. ПротоДьяконов）於1907年首次在俄國寫出了教科書“金屬礦山通風”，此書為當時嚴整的高度科學水平的“礦山通風”課程之一。他寫出了很多關於對角巷道系統阻力問題的題解。

2) 教授斯闊琴斯基 (А. А. Скочинский) 于1904年完成了“礦內大气及礦山巷道內空气运动基本定律”的著作，这是一件非常重要，宝贵的科学著作。

此著作基本上为近代礦山空气动力学的开端。

3) 教授保保夫 (А. С. Попов) 解决了分流系統阻力的問題。

4) 工程师契耳尼察 (Н. Н. Черницын) 为俄罗斯礦山救护專業創始人之一，于1911至1917年期間关于处理瓦斯及煤塵爆炸問題寫出了二十多种科学著作。这些著作直至今天仍未失掉本身的意义。

5) 工程师列維茨基 (Д. Г. Левицкий) 与契耳尼察 (Н. Н. Черницын) 一起同时为礦山救护專業之創始人，在自己長年事業中，寫出了40多种关于处理瓦斯和煤塵問題的科学著作。

十九世紀末和二十世紀初对通風科学基礎發展有宝贵供獻的俄國学者还可提出很多位，但这里沒有太大的必要。

应指出，采礦科学及其中的礦山通風学于偉大的十月社会主义革命后开始迅速的發展；偉大的十月社会主义革命为經濟、文化及科学的發展开辟了寬闊的道路。

苏联建立了社会主义制度后科学研究工作顯著的特点在于这些工作不是单独進行的，如在过去的沙皇俄國及今日的資本主义國家里那样，而是在高等学校系統或在各科学研究所內集体進行的。

科学研究所及高等学校的科学研究部的科学題目应預先制訂好計劃，且与國民經濟的需要相結合，以便解决迅速發展的工業上的重要問題。

解决科学問題的这项原則曾經是完成礦山通風方面科学研究工作的基礎。

苏联在苏維埃制度下所進行的礦山通風方面的科学工作是非常多的，緒論里不能做詳尽的叙述，只能指出这方面基本的科学方針及主要的过去和现有的科学研究机构。

1. 关于金屬礦及煤礦底瓦斯及煤塵制度的研究，井下發热过程及探求处理这些不良条件的有科学根据的方法。此项工作由以下集体所完成：

科学院礦業研究所 (ИГД АН)，科学院可燃礦物研究所 (ИГИ АН)，馬可也夫科学研究所 (МакИИИ)，全苏煤礦研究所 (ВУГИ)，克里沃勞哥礦区金屬礦科学研究所 (НИГРИКривбасс)，采金工業金屬礦科学研究所 (НИГРИЗолото) [斯闊琴斯基 (А. А. Скочинский)，貝可夫 (Л. Н. Быков)，利津 (Г. Д. Лидин)，克洛夫錯夫 (А. И. Кравцов)，白褚克 (И. М. Печук)，克拉維茨 (В. И. Кравец)，克里柴夫斯基 (Р. М. Кричевский)，曹里維克 (И. М. Цольвер)，沃罗巴耶夫 (А. Ф. Воропаев)，霍德特 (В. В. Ходот)，托尔基斯 (П. Н. Торский) 等等]。

2. 关于空气于礦山巷道內运动的过程的研究及确定空气动力阻力值——集体：莫斯科礦業学院 (МГИ)，列寧格勒礦業学院 (ЛГИ)，得聶泊耳彼得罗夫斯克礦業学院 (ДГИ)，克里沃勞格礦区金屬礦科学研究所 [斯闊琴斯基，闊馬洛夫 (В. Б. Комаров)]。

注1：Агрикола-为Георга Вауэра之拉丁文名 (1494—1555)，生于德國，但所有時間均為捷克斯拉伐克的Яхимов城的城市医生。于从事医生工作的同时曾研究了礦物学，礦山工厂事業且寫作了很多关于这方面的書籍。按其世界观为宗教的信徒，他認為礦物为地球已凝固的漿液。

注2：罗蒙諾索夫的論文于1745年呈交科学院，但發表于1763年。

沃罗寧 (В.Н.Воронин)，克新諾芳托娃 (А.И.Ксенофопова)，阿伯拉莫夫 (Ф.А.Абрамов) 等]。

### 3. 有益礦物的自熱燃燒及防止這些現象的措施：

科學院礦業研究所，科學院可燃礦物研究所，馬可也夫科學研究所〔斯闊琴斯基，粵基耶夫斯基 (В.М.Огиевский)，粵列揚斯卡雅 (Г.Л.Орианская)，貝可夫，維塞洛夫斯基 (В.С.Веселовский)，契耳波果索娃，(Е.А.Терпогосова)，馬也夫斯卡雅 (В.М.Маевская)，茹科夫 (Г.И.Жуков)，加科夫 (Н.М.Дьяков) 等]。

礦山通風于礦山生產中曾占有着且仍將占有着重要地位，因為採礦工人底健康，勞動的安全及勞動生產率將取決通風情況的好壞。

在井下保證這樣的大氣條件是生產工作崗位上的採礦工程師及中國高等學校所培養着的大量未來採礦工程師的首要任務。

很好掌握礦山通風方面的知識時是可以創造這樣的大氣條件的。

因此對於未來的工程師提出以下的要求，他們應當：

1. 了解爆炸性的，對健康有害和危險的瓦斯涌出和形成過程和它們的性質；
2. 很好地掌握礦山通風底方法；
3. 很好地了解井下生成熱的熱源及與高溫進行鬥爭的方法；
4. 很好地了解自燃底過程及消滅井下火災的措施；
5. 很好地了解井下礦塵的來源及處理有害的及有爆炸危險的礦塵的基本措施；
6. 能進行礦山通風的工程性的計算；
7. 永遠地堅持執行保安規程。

礦山通風的教師——專家們不僅應很好地了解自己的課程及教與大學生以必要的知識，而且應經常積累和擴展自己的知識，以便解決而且應儘快地解決對採礦工業有現實意義的問題。

屬於這樣的科學問題為：

1. 研究井下瓦斯底生成及預測隨採礦工作深度底增加的瓦斯涌出量；
2. 防止瓦斯及煤底突然噴出；
3. 探求管理井下瓦斯涌出底技術方法；
4. 預排煤層瓦斯；
5. 家庭生活及工業上對煤層瓦斯的应用；
6. 研究防止空氣含塵的有效辦法；
7. 研究井下放熱及熱交換過程；
8. 掘進時巷道快速通風；
9. 研究井下在有害及爆炸性瓦斯形成地點消滅及中和瓦斯的方法；
10. 礦山通風自動化。

礦山通風課基本是由以下四部組成：

1. 礦內大氣；
2. 礦內空氣動力學（礦井通風）；
3. 礦井通風設計；

#### 4. 礦內火災。

礦井通風課程須于學完“水力学”及“采礦方法”后講授。

礦井通風課程必須和礦山生產底基本方針有緊密联系且应为解决一系列生產問題的工具。因此应永远与生產保持着活躍的联系且彼此相互帮助。



## 教學法指示

1. “礦內大氣”部分關於礦內瓦斯及煤塵知識的講授，採煤專業應較採礦專業詳細，而關於有矽塵病危險的礦塵則應少些。

2. 關於有害的金屬礦塵的講授，對採礦專業應較詳細，但應少於對採煤專業底關於礦內瓦斯及煤塵的講授。

3. 該課程各部大致時間的分配如下：

a. 礦內大氣 35—40%

b. 礦內空氣動力學 35—40%

B. 通風設計 10%

Г. 礦內火災 15%

4. 在中國礦業大學及採礦系內給大學生講授緒論時，應補充以那些對採礦科學的發展，對礦山生產的改善及礦山通風改善有寶貴貢獻的本國進步的科學家及工程師。

# 礦山通風及防火

## 主要參考書

1. “礦井通風學” 斯闊琴斯基 (А.А.Скочинский) 及闊馬洛夫 (В.Б.Комаров) , 1951或1949年。
2. “礦山火災” 貝可夫 (Л.И.Быков) , 1953年。
3. “礦山火災” 斯闊琴斯基 (А.А.Скочинский) 及粵基也夫斯基 (В.М.Огневский) , 1954年。
4. 煤礦及頁岩礦保安規程, 1953年。
5. 金屬礦工業保安規程, 1948年。
6. 金屬礦、沙礦及煤礦技術操作規程。

## 補充參考書

1. 煤礦通風, 馬可也夫科學研究所作品彙編, 1951年。
2. 采礦手冊, 第二冊, 1952年。
3. 礦山通風習題集, 克新諾芳托娃, 1954年。
4. 礦山通風檢查儀器, 阿伯拉莫夫及米列奇 (А.Ф.Милетич) , 1952年。
5. 礦井獨頭巷道通風, 克新諾芳托娃及沃羅巴也夫, 1947年。
6. 防止砂塵病 (論文彙編) , 蘇聯科學院, 1953年。
7. 防止礦塵, 托爾斯基, 1951年。
8. 開采煤及瓦斯突出煤層的基本條例, 蘇聯煤炭工業部, 1950年。
9. 關於煤及瓦斯突出會議資料, МУК СССР, 1952年。
10. 開采煤及瓦斯突出煤層指導, 亞羅沃依 (И.М.Яровой) 。
11. 關於煤礦內瓦斯底泄出及煤塵底形成, МУК СССР, 1953年。
12. 煤礦及頁岩礦安全規程指示, 1952年。
13. 煤礦工業部礦井、露天礦、選礦廠、困礦廠建築設計防火標準, 1952年。
14. 煤礦工業企業內火災底消滅, 茹科夫及加科夫著, 1948年。

## 緒 論

对人的关怀和力求日益增進人民福利及改善劳动条件——是中國共產党和人民政府政策底基礎之一。在中華人民共和國，正如在所有人民民主國家內一樣，在对劳动人民經常注意和关怀底問題上是遵循着馬克思主义底基本原則的，这就是“人材，干部是世界上一切宝贵資本中最宝贵最有决定意义的資本”（斯大林）

苏联科学技術的發展和中華人民共和國在工業方面的成就，使得利用这些成就为井下創造安全的劳动条件，其中包括为礦山巷道創造良好的空气条件有了廣泛的可能。

采礦工人的生命，健康和劳动生產率与井下的大气条件有着很大的关系，因为甚至空气成分或其物理状态的短时的且少微的变化均將破坏体質的平衡，即所謂健康〔1〕。

因为人体在数千万年的長时期內都是处在一定的大气条件之下，即是被一定的化学成分、定温、定压及定湿度的空气層（介質）所包围着。在这外界長时期的作用下，人体就習慣于上述的条件了，而当这些条件改变时，它就有不舒服的感觉，它的正常工作被破坏了——身体發病了，在某些情况下，甚至死亡。在古代不曾有过很大規模的地下开采工作主要也就是因为这点〔2〕。

僅当人学会了在地下巷道內創造出与地表相似的大气条件时，在很大的深度下大規模地掘進巷道才有了可能〔2〕。創造这种大气条件須借助于礦山通風。

大气，或地球的空气層是人所必需的生活要素。在任何時間任何地点人都被大气包围着，且不能避免地受着它的作用。这些作用就是：

1. 空气供給人的生命所必需的氧气；
2. 体内物質新陳代謝的气体產物經皮膚和肺排出，而空气將这些气体產物吸收、冲淡、散布于空間；
3. 空气聚集着地球表面反射的太陽热，因此为人体内热平衡的大調節器。

因为空气对于人（和动物）有着这样的作用，即使在短時間內隔絕空气，对于人也有着生命的危脅，而其成分或物理状态（温度、压力、湿度）比較不大的改变均將導致人們發病，不舒服的感觉及工作強度的减低〔1〕。

地球上永远不断地進行着这样的过程：一方面是大气被毒害气体污染着；另一方面，又夺取其中的氧气，减少氧气的含量。

人类所感幸运的是虽然地球上不断地進行着夺取人們需要的氧气和放入毒害的气体的許多过程，但地表大气的气体組成成分是非常固定的。例如，空气中氧含量底变化只在21—20.5%（体積）限度內。

我們所發現的这种地表空气的成分几乎完全不变的原因有：

1. 大气層底量的巨大（ $51 \times 10^{14}$ 噸）；

# 目 錄

## 緒 論

教學法指示.....	7
礦山通風及防火.....	8

## 第一部分 礦內大氣

第一章 礦內空氣.....	1
§ 1 礦內空氣變化.....	1
§ 2 礦內空氣主要的組成成分.....	3
§ 3 為了確定礦井瓦斯等級測定礦井及各煤層的瓦斯涌出量的順序.....	10
§ 4 礦內空氣之主要有毒混合氣體.....	18
§ 5 礦內空氣中次要的毒性氣體與爆炸性氣體.....	26
第二章 礦內瓦斯或爆炸瓦斯.....	29
§ 6 概 述.....	29
§ 7 礦內瓦斯的組成.....	30
§ 8 礦內瓦斯(沼氣)之性質.....	31
§ 9 礦內瓦斯(沼氣)之燃燒性和爆炸性.....	32
§ 10 礦內瓦斯之生成.....	37
§ 11 煤及岩石的瓦斯含量及煤層、礦井的瓦斯涌出量.....	40
§ 12 瓦斯涌出量及涌出的形式.....	49
§ 13 采區的和全礦區的瓦斯平衡.....	59
§ 14 礦內瓦斯涌出量的變化.....	61
§ 15 礦內深處瓦斯可能涌出量的預測.....	62
§ 16 巷道內產生沼氣形成足以導致爆炸的危險聚集的原因.....	67
§ 17 預防礦內瓦斯爆炸的措施.....	69
§ 18 防止煤及瓦斯突出的措施.....	75
第三章 礦 塵.....	97
§ 19 概 述.....	97
A. 礦塵是職業性的有害因素.....	98
§ 20 關於生產塵埃是職業性有害因素的一般概述.....	98
§ 21 矽肺病的特征.....	100
§ 22 礦塵的矽肺病危險的特性.....	102

§ 23	有色金屬礦塵簡述	104
§ 24	礦塵生成的來源	106
B.	礦塵是礦內發生爆炸的原因	108
§ 25	決定煤塵爆炸性的因素	109
§ 26	在礦下引起造塵及聚塵的原因及情況	112
§ 27	礦內中煤塵引燃的主要原因	114
§ 28	瓦斯及煤塵爆炸異同點	114
§ 29	煤塵爆炸的特征	115
§ 30	礦內煤塵爆炸的實例及其分析	116
§ 31	硫化物礦塵的爆炸	118
§ 32	確定生產塵埃的爆炸性的實際方法	120
B.	防止生產上的塵埃的措施	121
§ 33	防止煤塵就是防止職業有害因素的措施	122
§ 34	防患矽肺病的今後科學研究的方針	133
§ 35	防止礦井中煤塵爆炸的基本措施	134
§ 36	防止地表煤塵爆炸的措施	138
<b>第四章</b>	<b>礦內的气候条件</b>	<b>138</b>
§ 37	概 述	138
§ 38	礦內空气的压力	139
§ 39	礦內空气的湿度	140
§ 40	礦內空气的温度	141
§ 41	气候条件对人們健康的影响	153
§ 42	卡他計和卡他度	155
§ 43	空气的等量温度和舒適帶	157
§ 44	礦內空气的調節	158

## 第二部分 礦井通風

<b>第五章</b>	<b>緒 言</b>	<b>161</b>
§ 45	礦井通風的种类	161
§ 46	空气压力的种类	161
§ 47	压差 (負压)	162
§ 48	礦內空气状态的主要参数	163
§ 49	气体状态的基本定律	166
§ 50	空气 (气体) 状态的变化	168
<b>第六章</b>	<b>礦內气压, 風速及風量的測定</b>	<b>169</b>
§ 51	气压的測定	169
§ 52	空气計量管	173
§ 53	測定礦內風流速度的方法	175

§ 54	風量	183
<b>第七章</b>	<b>气体静力学</b>	185
§ 55	矿山气体静力学的基本意义	185
§ 56	空气压力随采掘工作的加深而增长	185
<b>第八章</b>	<b>矿井空气动力学</b>	189
§ 57	矿井空气动力学的基本意义	189
§ 58	井下空气运动的两种状态	189
§ 59	雷诺标准或雷诺数 ( $Re$ )	190
§ 60	空气运动的基本定律 (伯诺里方程式)	191
§ 61	相似定律	199
§ 62	矿井内风流的种类	202
§ 63	巷道的阻力定律	204
§ 64	影响阻力系数 $\alpha$ 值的因素	212
§ 65	计算空气动力阻力系数 $\alpha$ 的方法	214
§ 66	正面阻力	218
§ 67	巷道阻力的单位	220
§ 68	减低摩擦阻力及正面阻力的方法	224
§ 68a	巷道及矿井的特性曲线	225
<b>第九章</b>	<b>局部阻力</b>	226
§ 69	局部阻力的分类	226
§ 70	局部阻力所引起的风流能量损失	227
§ 71	突然扩大的局部阻力	229
§ 72	突然缩小的局部阻力	230
§ 73	弯头的局部阻力	231
§ 74	局部阻力系数与巷道粗糙度的关系	232
§ 75	减低局部阻力的措施	233
§ 76	井筒阻力	233
<b>第十章</b>	<b>井巷系统的阻力及其中的风量分配</b>	234
§ 77	巷道的串联	234
§ 78	巷道的并联	235
§ 79	巷道的对角联结	247
§ 79a	巷道对角联结的典型图	263
§ 80	巷道的混合联结	263
<b>第十一章</b>	<b>矿井内的自然压差</b>	263
§ 81	矿井内的自然压差的意义	263
§ 82	矿井内产生自然压差的原因	264
§ 83	不计扇风机工作时自然压差之计算	265
§ 84	考虑到扇风机工作时自然压差的计算	275

§ 85	用礦內測定法計算自然压差	277
§ 86	全礦的自然压差	286
§ 87	影响自然压差的因素	286
§ 88	一年內及一晝夜內自然風流之变化	289
§ 89	自然風流之特性曲綫	291
<b>第十二章</b>	<b>風量之調節</b>	<b>292</b>
§ 90	变更供入礦井的总風量的方法	292
§ 91	礦井內独立的并联風道的風量調節	293
§ 92	对角系統中風量之調節	302
<b>第十三章</b>	<b>礦井中的漏風</b>	<b>304</b>
§ 93	漏風的分类	301
§ 94	影响礦井中漏風量的因素	304
§ 95	漏風时的阻力定律	306
§ 96	空气渗透系数	306
§ 97	空气渗透系数K与阻力單位R間之关系	309
§ 98	通風裝置物的漏風性	311
§ 99	連續分布的漏風	312
§ 100	井下的短路風流	315
§ 101	漏風时風量及負压的計算方法	317
§ 102	防止井下漏風的方法	317
<b>第十四章</b>	<b>局部通風</b>	<b>318</b>
§ 103	局部通風的方法及通風方法的選擇	318
§ 104	影响選擇局部通風方法之因素	318
§ 105	借全礦負压对独头巷道通風	320
§ 106	借局部扇風机進行巷道通風	323
§ 107	各种通風方法的估价	340
§ 107a	噴射器通風	340
§ 108	上山巷道的通風	343
§ 109	長巷道(1500—2000公尺)的通風	344
§ 110	利用貫通地面的鑽眼通風	346
§ 111	开鑿井筒时的通風	346
§ 112	局部通風的基本要求	348
<b>第十五章</b>	<b>通風建築物</b>	<b>348</b>
§ 113	通風建築物的类型	348
§ 114	用以通过風流的通風建築物	349
§ 115	防止風流运动的通風建築物	351
<b>第十六章</b>	<b>礦井通風檢查</b>	<b>355</b>
§ 116	礦井通風状态檢查的主要任务	355

§ 117 对空气成分和温度的检查	356
§ 118 对風量和風速的检查	356
§ 119 用測量負压方法檢查各巷道的負压	368
§ 120 空气含塵度的检查	362
§ 121 通風自动化及远距离控制	363
<b>第十七章 礦井的通風業務</b>	<b>364</b>
§ 122 礦井的通風業務的組織	364
§ 123 礦井通風業務的基本任务	364
§ 124 礦井通風業務的人員編制	369
§ 125 通風檢查人員的职責	369
§ 126 通風平面圖上及通風系統圖上之符号	372
<b>第十八章 通風設計</b>	<b>372</b>
§ 127 关于礦井通風設計的基本章則	372
§ 128 制定及選擇礦井通風系統	374
§ 129 選擇主扇風机安設的位置及將空气送入礦內的方法	377
§ 130 計算全礦所需之風量	378
§ 131 計算独头工作面通風所需之風量	388
§ 132 沿各工作面、巷道及采区風量之分配	388
§ 133 編制各种采礦方法之回采工作面之通風系統	394
§ 134 全礦总压差之計算	394
§ 135 選擇調節礦內風量之方法	397
§ 136 選擇主扇風机及局部扇風机	399
§ 137 空气預热設備之計算	400
§ 138 設計深井及多瓦斯礦井通風之特点	408
§ 140 編寫礦井通風設計之經濟部分	410
<b>参考書目錄</b>	<b>414</b>



# 第一部分 礦內大氣

## 第一章 礦內空氣

### §1 礦內空氣底變化

礦內空氣即充滿巷道的氣體與蒸氣的混合物。即自地表進入巷道又在成分上經過各種變化的大氣〔1〕。

當進入巷道的空氣，與地表大氣相比，成分上的變化不大時，稱為新鮮（清潔）空氣，在相反情況下——污濁的空氣。

全地球上正常的空氣（干的）成分是一定的。

其組成成分如下〔2〕：

#### 按 體 積

1. 氧氣  $O_2 = 20.96\%$
2. 氮氣  $N_2 = 78.06\%$
3. 二氧化碳  $CO_2 = 0.03\%$
4. 稀有重氣體（氫、氬、氫）  $= 0.94\%$
5. 稀有輕“ ”（氫、氫）  $= 0.01\%$
6. 水蒸氣  $= 1\%$ ，它對各氣體的比率無影響。

#### 按 重 量

1. 氧氣  $O_2 = 23\%$
2. 氮氣  $N_2 = 77\%$ （惰性重氣體及稀有氣體亦包括在內）

按其他一些作者，空氣的成分按體積為：氧  $O_2 = 20.93\%$ ，氮、惰性氣體占  $79.03\%$  及  $CO_2 = 0.04\%$ 〔1,4〕

正常的空氣，進入巷道後，改變自己成分的原因如下：

1. 氧（ $O_2$ ）含量減少；
2. 二氧化碳（ $CO_2$ ）含量增加；
3. 混入爆炸性的，有毒的，有害的及其他（ $CH_4$ ， $H_2$ ， $CO$ ， $H_2S$ ， $SO_2$ 及 $NO_2$ ）氣體；
4. 混入有害的蒸氣（水銀，砷等蒸氣）；
5. 混入礦塵與炭煙。