

苏联 Д. Я. 普拉福津科著

張宝权 王毓賢 韓紹文譯

錢仲德 承伯仁校訂

矿井通风、照明、防火 和 矿 山 救 护

煤炭工业出版社

礦井通風、照明、防火 和礦山救護

苏联 Д. Я. 普拉福津科著

張宝权 王毓賢 韓紹文譯

錢仲德 承伯仁校

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書的主要內容有：礦井大氣的特點及其發生的物理化學變化過程；井下巷道的通風，降低通風巷道氣體動力阻力和擴大礦井等積孔的諸因素；礦井通風計算；防止爆炸瓦斯和煤塵爆炸的措施；有關礦井照明、礦井防火技術和礦山救護方面的知識。

本書可供煤礦工程技術人員參考，也可用作中等采礦專業學校礦區開采專業和礦業學院非礦區開采專業的教材。

РУДНИЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ОСВЕЩЕНИЕ БОРЬБА С ПОЖАРАМИ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

蘇聯 Д. И. ПРАВДЕНКО 著

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1955年莫斯科修訂第2版譯

652

礦井通風、照明、防火和礦山救護

張宝权 王毓賢 韓紹文譯

錢仲德 承伯仁校

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 85×116.8 公分 1/32 * 印張 14 1/4 * 字數 313,000

1958年2月北京第1版

1958年2月北京第1次印刷

統一書號：15385·401 印數：0,001—2,090冊 定價：(10)2.60元

序 言

本書的第一版于1949年出版。本版因鑒于过去几年内科学技术上的新成就而修訂补充很多，还考虑了许多同志对本書第一版提出的批評意見和希望。

本書对礦井通風給予特殊的注意，因为礦井通風是一門研究造成安全的及最良好的劳动条件的方法的課程。

按照1953年4月12日苏联文化部的指示，在本教科書中充分地反映了安全技术問題。

为了要掌握通風技術，就必须詳細地研究礦井大气的特点以及礦井大气中發生的物理化学变化过程，通曉影响劳动生產率的气象学因素的意义，很好地研究防止爆炸瓦斯和煤塵爆炸的一切措施，学会运用降低通風巷道气体动力阻力和增大礦井等積孔的諸因素。

采礦技術員应当对有效的通風設備具有清晰的概念，会進行礦井通風計算，会正确地組織灯房工作，而这一工作对安全而有成效的井下工作是必需的，采礦技術員还必須了解防火技術、礦山救护工作。

闡明所有这些問題为本書的任务。

作者期望讀者的批評意見來帮助改正本書的錯誤与缺点，使它成为对礦井通風、照明、防火及礦山救护方面具有充分价值的参考書。

本書第二部分第二十九章至第三十三章及第三十五章至第三十七章是 M. II. 耶利民科 編寫的。

作者对采礦工程师 И. Ф. 薩波瓦洛夫，И. С. 基津科，В. И. 沃斯克包依尼柯夫及 В. А. 包高雅夫連科在修訂上述各章时所給予的帮助表示衷心的謝意。

目 錄

序 言

第一部分 礦井通風和照明

第一篇 礦井大氣

第一章 礦井空氣	11
第1節 大氣和礦井空氣的成分	11
第2節 氧	12
第3節 二氧化碳和氮氣	19
第二章 礦井空氣的有毒混合物	23
第4節 一氧化碳	23
第5節 硫化氫與二氧化硫	31
第6節 爆破工作時生成的氣體和壓氣機瓦斯	33
第7節 混合中毒	35
第三章 礦井瓦斯	36
第8節 礦井瓦斯及其生成	36
第9節 爆炸瓦斯的成分	38
第10節 爆炸瓦斯的性質	39
第11節 礦井中沼氣引燃的原因及消除	49
第12節 煤層中瓦斯蘊藏的形態及放出	54
第13節 沼氣的普通放出	56
第14節 煤層的瓦斯含量與礦井瓦斯涌出量	58
第15節 控制瓦斯放出的概念	60
第16節 選擇地壓管理方法與減少瓦斯放出的其它措施	65
第17節 黎金瓦斯帶與預測礦井沼氣涌出量的概念	68
第四章 瓦斯噴放與煤炭和瓦斯突然噴出	71
第18節 瓦斯噴放	71

第19节	煤炭和瓦斯突然喷出	74
第20节	防止煤炭和瓦斯突出的措施	76
第五章	礦塵	79
第21节	礦塵的生成及其危害性	79
第22节	防止礦塵產生	80
第23节	煤塵的爆炸性	82
第24节	預防煤塵爆炸的發生及蔓延的措施	86
第25节	岩粉棚	89
第六章	井下巷道的气候条件	92
第26节	溫度，濕度及風速的意义	92
第27节	井下巷道中气温变化的原因	94
第28节	有效工作的条件	96

第二篇 井下巷道中空气的流动及分配

第七章	井下巷道中空气的流动	98
第29节	靜压及动压	98
第30节	空气流动的基本定律	100
第31节	克服摩擦的压头损失	104
第32节	雷諾数	106
第33节	边界层	107
第34节	井下巷道中气流类型的概念	108
第八章	巷道阻力及阻力的單位	110
第35节	礦井通風的計算及摩擦系数的确定	110
第36节	各种巷道的系数 α 值	111
第37节	影响系数 α 的增加与减少的因素	115
第38节	通風阻力及阻力的單位	117
第39节	通風阻力及負压的确定	122
第九章	局部阻力	127
第40节	定义	127

第41节	轉弯时的压头損失	128
第42节	風流縮小及扩大时的压头損失	130
第43节	复雜通風阻力上的压头損失	131
第44节	扩散器的压头損失	131
第45节	扇風机風洞的压头損失。滴水	133
第十章	巷道系統的通風阻力及其中的空气分配	134
第46节	确定巷道系統的阻力	134
第47节	巷道的串联	134
第48节	巷道的并联	136
第49节	巷道的角联	144
第十一章	空气的人工分配	148
第50节	風量調节的方法	148
第51节	用增加一翼的阻力的办法調节風量	149
第52节	用减少一翼的阻力的办法調节風量	154
第53节	利用輔助扇風机調节風量	155

第三篇 礦井通風

第十二章	礦井通風的压力差的造成	159
第54节	自然通風	159
第55节	人工通風	164
第56节	确定扇風机的功及功率	167
第57节	扇風机及扇風机組的效率	170
第58节	扇風机性能曲綫的概念及其工作的調节	171
第59节	扇風机的联合工作	175
第十三章	通風井口的通風建築物	178
第60节	扇風机的風洞	178
第61节	礦井閉鎖（井鎖）	179
第62节	礦井通風閘門（風閘）	180
第63节	風閘	182

第64节	扇風机的反風裝置	185
第65节	熱風器的概念	186
第十四章	井下通風建築物	186
第66节	密閉牆	186
第67节	風幘及擋風板	189
第68节	風門	190
第69节	閘門及風橋	197

第四篇 礦井通風設計

第十五章	礦井通風的風量計算	199
第70节	計算方法	199
第71节	例題	202
第十六章	礦井中風流的方向及空氣的分配	203
第72节	壓入式及稀薄式（抽出式）通風	203
第73节	在井下及地表安設扇風机的比較	205
第74节	礦井通風系統	206
第75节	回采工作通風的方案	208
第76节	通風平面圖及系統圖	213
第十七章	礦井通風計算示例	214
第77节	計算的題目	214
第78节	風量計算	216
第79节	最小負壓及最大負壓的計算	218
第80节	Ⅵ階段開采時礦井的最小負壓和最大負壓的計算	221
第81节	繪制礦井生產時期內礦井負壓及等積孔變化圖	225
第82节	扇風机功率的確定	226

第五篇 準備巷道的通風及其計算

第十八章	準備巷道通風	228
第83节	準備巷道通風的方法	228

第84节	独头工作面的总负压通风	229
第85节	总负压通风及局部通风	232
第86节	风管	233
第87节	压气喷射器通风	236
第88节	对扇风机及喷射器的要求	239
第89节	井筒, 井底巷道及石门掘进时的通风	239
第十九章	巷道掘进通风计算	241
第90节	一般指示	241
第91节	选择通风方法	243
第92节	风量计算	245
第93节	管路计算	250
第94节	局部通风扇风机的选择	252

第六篇 矿井通风检查, 瓦斯及煤尘制度

第二十章	矿井通风检查	255
第95节	空气成分及供风量的检查	255
第96节	测定风量用的仪器	255
第97节	使用风表的风速测量	257
第98节	使用测风管的风速测量	267
第99节	负压测量的仪器	269
第100节	负压测量的概念	272
第二十一章	瓦斯及煤尘制度	275
第101节	瓦斯制度的基本内容	275
第102节	对通风的全面情况的监察	276
第103节	对通风机械状况的监察	277
第104节	对工作面及巷道在含有沼气及有害气体方面的状况的 监察	279
第105节	对遵守停止工作及撤出人员的规程的监察	282
第106节	煤尘制度的基本内容	283

第七篇 携帶式礦灯照明

第二十二章 火焰礦灯	285
第107节 概述	285
第108节 电石(乙炔)灯	286
第109节 汽油安全灯	287
第110节 使用汽油安全灯的安全条件	289
第111节 用安全灯檢驗礦井瓦斯	292
第二十三章 蓄電池灯	294
第112节 概述	294
第113节 帶有密閉式蓄電池的蓄電池灯	296
第114节 帶有可拆卸蓄電池的蓄電池灯	300
第115节 蓄電池螢光灯	300
第116节 对蓄電池灯及其应用的要求	301
第二十四章 灯房	302
第117节 灯房的設置	302
第118节 灯房業務組織	305

第二部分 防火及礦山救护

第八篇 礦井地面火災及其防除方法

第二十五章 火災發生的原因及其消滅方法	307
第119节 防火技術的任务与防火保护組織	307
第120节 燃燒过程与火災的一般定义	308
第121节 地面火災發生的主要原因	309
第122节 防止电气設備和大气放电引起火災的措施	310
第123节 木材場、矸石場和火藥庫的預防火災的方法	312
第二十六章 礦井構築物建筑設計的防火标准	316
第124节 生產部門的火災危險性分类	316
第125节 建筑材料和建筑結構的可燃性与耐火程度的分类	317

第126节 礦井地面主要建築物与構筑物的火災預防	318
第二十七章 地表滅火	320
第127节 水砂滅火	320
第128节 水龍帶	321
第129节 消防水槍	324
第130节 手提式滅火器	325
第131节 移动式及固定式滅火器	331
第132节 防火供水, 自动噴水消火裝置及噴水消火裝置, 火災 訊号	333

第九篇 礦內火災及其預防方法

第二十八章 礦內火災的原因与特征	335
第133节 礦內火災的特征	335
第134节 煤自燃的原因与火災發生的地点	336
第135节 內因火災的各階段与發生火災的征兆	338
第136节 外源火災的原因	341
第二十九章 礦內火災的預防	343
第137节 預防措施	343
第138节 采用耐火支架, 設置防火門与防火牆(密閉牆)	343
第139节 礦山巷道壁的耐火襯牆	346
第140节 采空区的隔离	348
第141节 合理的煤層开拓与开采方法	349
第142节 开采有自然傾向的煤層时的通風制度	352
第143节 明火引起的火災及其預防	353
第三十章 防火設備	357
第144节 井下防火水管	357
第145节 保管防火材料和設備的倉庫	359
第146节 井下消防列車	361
第三十一章 消滅礦內火災	362

第147节	消滅礦內火灾的基本方法	362
第148节	用水滅火	363
第149节	使用噴水器噴嘴	364
第150节	水龍帶接水管的連接裝置	366
第151节	滅火器的使用	368
第三十二章	与火灾作斗争及隔离礦內火灾时的通風調整	372
第152节	与火灾作斗争时的通風調整	372
第153节	火灾的隔絕方法	375
第154节	瓦斯礦井中隔絕火灾时最后密閉牆的封閉	376
第155节	連續移动密閉牆的方法	377
第156节	隔絕火区的密閉牆	379
第三十三章	用灌漿和惰性气体消滅礦內火灾	387
第157节	灌漿	387
第158节	应用气体消滅火灾	391

第十篇 礦山救护

第三十四章	礦山救护的組織	397
第159节	礦山救护的任务及其在苏联的發展	397
第160节	礦山救护隊的機構	400
第161节	礦山救护的業務	401
第三十五章	基本的礦山救护装备(呼吸器)	403
第162节	呼吸器及对它提出的要求	403
第163节	再生式呼吸器的構造的改善	404
第164节	吸收剂	408
第165节	PRK-2型呼吸器	409
第166节	“烏拉尔-1”型呼吸器	425
第167节	PRK-1型再生式氧气呼吸器	428
第168节	定期檢查呼吸器	430
第169节	FT3A-3型瓦斯热力保护器	433

第三十六章 自救器及救护受难者用的仪器	438
第170节 自救器	438
第171节 吸入器	443
第172节 逃生器	446
第三十七章 井下礦山救护工作及事故消滅計劃	451
第173节 井下礦山救护工作	451
第174节 事故消滅計劃	451

第一部分 礦井通風和照明

第一篇 礦井大氣

第一章 礦井空氣

第 1 節 大氣和礦井空氣的成分

无水分的純淨大氣含有(以體積計算)20.96%的氧、0.04%的二氧化碳以及約79.0%的其它氣體成分，其中包括氮、少量的氫以及各種稀有氣體。精密的分析表明：全部地表，連高山頂峰也不例外，空氣中各種成分的百分比都是相同的。城市中尽管燃燒了大量的煤炭與燃料，而且人口眾多等等，然而大氣的成分卻與一般地區的區別很小。地表大氣成分之所以經常不變，是因為除了平向風流以外，還有極其積極的足能保證城市空氣潔淨的立向風流。此外，重量極大的大氣圈也是地表空氣成分經常不變的原因。

顯然，各種污染空氣的根源，例如，矸石堆、燃燒及氧化的岩石、鍋爐渣等物直接鄰近入風井，將使進入礦井的空氣成分顯著惡化。

因此，為了避免把燃燒發生的氣體產物吸入礦井，必須把那些矸石堆以及木材倉庫設在離入風井至少80公尺的距離之外，並且要考慮到主要風向的影響（保安規程第1159條）。

充滿于礦山井巷中的空氣稱為礦井空氣或礦井大氣。礦井空氣的成分愈接近於通常的大氣，便愈純淨。

大氣流過井下巷道時，不斷地改變着它的化學成分、物理的和物理化學的特性。

大氣的化學成分的變化，總起來說，就是空氣中的氧氣含

量减少，同时二氧化碳(CO_2)，氮气(N_2)以及有害有毒气体与爆炸性气体——一氧化碳(CO)、各种氧化氮(例如， NO_2)、硫化氢(H_2S)、二氧化硫(SO_2)、沼气(CH_4)等的含量增多。

大气的物理性质的变化，表现在空气的压力增减，温度、湿度以及比重的变化等方面。

井下巷道内大气的物理化学性质的变化也与矿井空气中所含有用矿物的和矽石的尘埃量有关。

因此，矿井空气就其成分来说，乃是在某种程度上被各种在生理上活跃性的或惰性的气体与非气体的杂质所污染了的地面空气(大气)。

在井下各种不同的工作地点，空气被气体混合物所污染的程度也各不相同。例如，在井底车场、石门的入风流中，空气与大气的区别很小；这样的空气称为纯净的、新鲜的空气。而在采空区内的空气中则只有少量的氧气，有时甚至完全没有氧气，只有窒息性气体，例如，密闭墙里的空气就是这样。

在着手研究矿井大气之前，首先必须对那些在矿井大气中所发现的一切气体的与非气体的混合物有所了解。为了阐明混合物的生理作用，就必须明了呼吸过程。

第 2 節 氧

氧的分子量——32.0； O_2 ——无色、无臭、无味的气体；1公升氧的重量为1.33克。对空气的比重是1.11。氧是空气中最重要的组成部分，它能维持呼吸和燃烧。

大气一进入井下巷道，就要损失氧和富集二氧化碳。矿井空气中的氧含量减少有以下各种原因：1)人的呼吸；2)灯的燃烧；3)爆破工作；4)煤炭吸收氧；5)煤炭、木材支架以及其它物质的缓慢氧化作用；6)发生火灾和矿井瓦斯与煤尘爆炸时消

耗大量的氧；7)純沼氣、二氧化碳以及有時氮、硫化氫、二氧化硫的泄出。前三種因素對於礦井空氣中氧含量減少的影响是次要的。在正常的礦井條件下，氧化作用起着決定性的作用。例如，根據某些礦井中的各種統計材料可知：煤炭氧化與木材腐朽所消耗的氧，比人員呼吸所消耗的氧氣量大15倍。由於氧化作用的結果而發生二氧化碳，在研究二氧化碳的性質時，我們再更詳細地研究這種作用。

呼吸。在生理學上“呼吸”這一術語系指直到生命結束前吸收氧氣並放出二氧化碳的氧化作用（反應）而言。這就是氧對於地球上生物的巨大作用。

人的呼吸實際上只是依靠肺部表皮進行。通過皮膚與消化道所吸收的氧和排出的二氧化碳量是很少的，只占全部的1—2%。

呼吸過程中空氣成分所發生的變化可從下列數據(%)中明顯地看出：

空氣的成分	吸 入 時	呼 出 時
O ₂	20.93—20.94	15.5—17.5
N ₂	79.07—79.06	79.07—79.06
CO ₂	0.03—0.04	2.5—4.5

呼出的空氣的溫度為35—37°C，並且經常飽含着水蒸汽。

從上述資料中可看出：呼吸時並未耗去全部氧氣，呼出的空氣中所消耗的氧不超過5%，而代替所失的氧的是增加4.5%以下的二氧化碳。

人體內每生成4個體積的二氧化碳需要消耗5個體積的氧氣；約有 $\frac{1}{5}$ 的氧氣並不是消耗在碳的氧化作用上，而是消耗在其它元素的氧化作用上，如脂肪中的氫以及蛋白質中的硫等。

呼吸時生成的二氧化碳的體積與消耗的氧氣量之間的比值稱為呼吸系數，這一系數隨着能量的消耗而增加，並且在極其

强烈的工作时可达0.9甚至稍微大于1.0。

單位時間內人體中所消耗的氧氣量，大致與能量的消耗和呼吸量，即每分鐘內吸入的以公升計的空氣量成正比。一切生理上的緊張狀態都將引起能量與氧氣消耗量的相應增加並生成二氧化碳，這時大體上呼吸量也成正比增加。

氧氣消耗量與二氧化碳放出量在很大的限度內變化不等。繁重的體力工作將使人體的氧氣消耗量與二氧化碳放出量增加10倍以上。

例如，體重68公斤的男子每分鐘消耗的能量為：1) 躺在床上休息時為1.15卡；2) 以每小時3.2公里的速度步行時為3.12卡；3) 快跑時為9.6卡；4) 在最緊張的狀態下為14—20卡；相應地每分鐘的氧氣消耗量為：1) 0.240公升；2) 0.650公升；3) 2.0公升；4) 3.0—4.0公升；呼吸量為：1) 6公升；2) 14公升；3) 43公升；4) 65—100公升。

井下工人的氧氣消耗量由於工種與勞動強度以及個人特點：體格、年齡、訓練等情況不同，在上述很大的限度內亦伸縮不等。平均每每人每分鐘消耗1—1.25公升氧氣。根據保安規程規定（保安規程第113條），送入礦井與每一采區的總風量，按照同時在井下工作的最多人數計算，每人的風量不得少於6立方公尺/分鐘。

氧的分壓力。通常氧氣依靠肺細胞的擴散作用進入人體。擴散的進程取決於氧的分壓力，即取決於與氧在空氣中所占的體積相等的一部分大氣壓力。

海平面上的大氣（總）壓力由氧的分壓力（760公厘水銀柱的20.96%——約為159公厘水銀柱）與氮的分壓力（760公厘水銀柱的79%——600公厘水銀柱）組成。

在吸入的空氣中氧氣具有這樣的分壓力（159公厘水銀柱）時，最適合於血液吸收。