

44213

矿尘预防

Л. Н. 托尔斯基 著

冶金工業部有色金屬工業管理局編輯科 譯

冶金工業出版社

礦 塵 預 防

П. Н. 托爾斯基 著

冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科 譯

冶金工業出版社

本書系根据苏联冶金出版社(МЕТАЛЛУРГИЗДАТ) 1951年出版的“矿塵預防 (БОРЬБА С РУДНИЧНОЙ ПЫЛЬЮ)”譯出。原書經苏联科学院院士 А. А. 斯科欽斯基和卡查赫苏維埃社会主义共和国科学院通訊院士 А. В. 布利奇金評閱。

本書叙述矿塵性質，詳論矿山作業中矿塵的产生根源及其最合理的預防方法。本書對於塵粉分析方法和实践給予莫大重視，並介紹了關於这方面的实际經驗。

本書供金屬采矿工業的工程技術人員之用，亦可供科学研究机关的工作人員參考。

本書由有色金屬工業管理局陈深翻譯，李曉惠校對。

П. Н. Торский
БОРЬБА С РУДНИЧНОЙ ПЫЛЬЮ
Металлургиздат (Москва—1951)

矿塵預防 冶金工業部有色金屬工業管理局編譯科 譯

1957年6月第一版 1957年6月北京第一次印刷 1,438册

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 228,000$ 字 · 印張 $8 \cdot \frac{30}{32}$ · 定价 (10) 1.50 元

冶金工業出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0617

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

原序.....	7
第一章 矽肺病及其發生原因	9
第1节 簡短的历史考証.....	9
第2节 矽肺病.....	12
第二章 矿塵的特征及其矽肺病成因性質的研究	16
第3节 矿塵的特征.....	16
第4节 塵粉之为矽肺病成因的研究.....	23
第三章 各种生产过程中塵粉的来源及空气含塵量水平	36
第四章 防塵技术措施	44
第五章 湿式鑿岩	49
第5节 中心給水法.....	49
1. 本法的概述和特征	49
2. 可能違反鑿岩技术操作制度的情况	50
3. 冲洗水的必要量	54
4. 鑿岩机冲洗系統	55
5. 水的消耗量及其气化程度对鑿岩时 矿塵产生量的影响	60
6. 使湿式鑿岩标准化的必要条件	64
第6节 側面給水法.....	67
1. 側面冲洗用接合器的構造	68
2. 橡皮垫的配制	73
3. 針尾的鍛修	75
4. 水的消耗量	76

結論	78
第六章 使用矿塵潤湿剂的湿式鑿岩法	79
第 7 节 对矿塵潤湿剂的要求及選擇	83
第 8 节 潤湿剂的生产試驗效果	88
第七章 干式捕塵法	91
第八章 作为防塵方法的通風	101
第 9 节 有矽肺病危險性的矿山的通風条件	102
第 10 节 独头工作面的通風条件	110
第 11 节 通風的主要測定方法及仪器	112
第九章 噴霧法	118
第 12 节 噴霧器的構造和性能	119
1. 利用壓縮空气动作的联合作用式噴霧器	121
2. 机械作用噴霧器	123
3. 管狀水幕	126
第 13 节 噴霧器的水力性能及其計算方法	127
1. 噴霧器能率的計算	127
2. 噴射体尺寸的計算	128
3. 噴射体的結構和密度	132
4. 霧化水滴的分散性測定	133
5. 水滴平均尺寸的光学計算法	135
6. 用液体介質中沉淀法計算水滴尺寸	136
7. 用固体表面上水滴沉降法計算其尺寸	137
第 14 节 利用坑內水噴霧的条件	140
第 15 节 坑內水的潔化	148
第 16 节 噴水对象和方法	152

第十章 防塵面具	162
第 17 节 对防塵面具所提出的要求.....	162
第 18 节 現代防塵面具構造的說明.....	166
第十一章 矿山的塵粉因素之分析	170
第 19 节 坑內空气含塵量的測定.....	170
1. 总 則	170
2. 矿塵分析的技术条件	171
第 20 节 塵粉的分析方法.....	174
第 21 节 測定計数指标的沉降法.....	175
第 22 节 吸濾法.....	178
1. 求重量指标的過濾法 (重量法)	178
2. 求計数指标的沉淀法.....	190
3. 使用噴流式計塵器进行空气取样时的主要指示	195
4. 热沉淀器	201
5. 电沉淀器	206
第 23 节 測定計数指标和重量指标的联合法.....	206
第 24 节 不分离浮塵分散相的分析方法.....	208
1. 光学法和光度法	208
2. 电測定法	216
第十二章 塵粉的研究方法	221
第 25 节 塵粉的显微鏡分析法.....	221
1. 显微鏡、它的裝置和使用	222
2. 使用显微鏡的基本規則	230
3. 塵粉試样片的測微	237
第 26 节 各种塵粉取样方法的准确性的估計.....	246
第 27 节 塵粉的物理分析法.....	255
1. 沉降法.....	256

2. 光学法	257
3. 塵粉的單位表面積及其測定方法	259
第十三章 矿山防塵部門的組織	264
第 28 节 总則和防塵部門的組織	264
第 29 节 塵粉試驗室，它的任务和工作內容	264
第 30 节 塵粉測定的方法	266
第 31 节 關於估計防塵措施效率的方法指示	271
1. 關於打眼时除塵量的估計	272
2. 爆破后向瓦斯塵霧噴霧的效率的估計	273
3. 向採下矿石噴水时除塵量的估計	273
4. 当独头工作面或貫穿工作面通風时 通風的吹塵效率的估計	273
第 32 节 取样数据的分析和矿山塵粉狀況的估計	274
第十四章 降低採矿作業中塵粉产生量的途徑	279
参考文献	284~286

人材，幹部是世界上寶貴資本中最寶貴、
最有決定意義的資本。——斯大林

(聯共黨史，人民出版社，
第七版，第441頁)

原 序

礦塵，特別是石英礦塵，是礦山工人得矽肺病的原因。防塵是最重要的而同時也是難於解決的科學與實際的問題之一。

在蘇聯礦山工業中，預防矽肺病問題的產生為時較晚，正如A. A. 斯科欽斯基院士所說：我國金屬礦山工業部門大半是在斯大林五年計劃的年代里才創立的；此外，在開始時期，礦床的開發工作是用露天法或在氧化礦地帶內進行的。

在蘇聯礦山中，對於預防矽肺病，施行了複雜的綜合性措施，這些措施都是按照矽肺病預防科學技術的最新成就而擬定的，同時也貫徹了構成蘇維埃勞動法和蘇聯勞動保護之實際特征的廣泛的社會立法措施。

所有這些關於改善礦工勞動的措施，已經和正在以在資本主義國家內所見不到的規模被執行着，並在深入和普及方面超過了其他國家在這方面所作的一切。

在其他國家內，在預防矽肺病方面所作的幾十年的努力，在蘇聯由於社會團體與科學組織廣泛地配合工作，以及由於工程技術人員和礦工們的倡議，在短短的幾年內就達到了。

本書對於礦山防塵部門、採礦技術和衛生機關的工作人員在進一步改善防塵組織與提高基本防塵措施效率的事業中有所幫助。本書敘述蘇聯近年來在防塵方面所積累的豐富的多方面的經驗。

本書以專章敘述檢查礦塵的方法與實踐，因為這些問題在專

業技术文献中闡述不詳。

第五章“湿式鑿岩”为技术科学 候补博士 М. И. 沃洛赫夫所作；第九章“噴霧法”系採矿工程师 А. А. 凱金所作；第十章“防塵面具”系作者与 М. И. 沃洛赫夫所作。

本書吸取了 М. И. 沃洛赫夫、А. А. 凱金、Г. А. 拉德欽科、С. Ф. 謝別列夫、Л. С. 包格丹諾娃等人在著者总的领导下所完成的卡查赫苏維埃社会主义共和国科学院与卡查赫矿冶学院矿塵联合試驗所的研究結果。

作者謹向給予宝貴意見和帮助的苏联科学院主席团所屬之矽肺病防治委员会主席 А. А. 斯科欽斯基院士表示深厚的謝意。

作者謹向在执行必要研究方面給予有益指示的卡查赫苏維埃社会主义共和国科学院通訊院士 А. В. 布利奇金教授表示謝忱。

第一章 矽肺病及其發生原因

第1节 簡短的历史考証

矽肺病是由拉丁文 *silicum*——矽一字而来，在远古时就为人类所知曉。

矿工的全部肺病史，或塵肺病史可以分为三个历史时期。

第一个时期开始於俄国紀元前不久，即开始於人类文明初期矿業的产生。

關於呼吸“岩”粉的危害性是吉普波克拉特第一次指出的，他生於公元前460年左右。他首次指出金銀矿採掘工的呼吸困难性。

生在第一世紀的先輩普里尼曾說到關於採掘硃砂及硫磺矿时呼吸塵粉的危害性，同时他还說明並建議当时所已採用的防塵保护器——現代防塵面具的雛型。他在《自然史》一書中指出：在制造硃砂时“……工人若用胆囊蒙面，就能免於吸入有害的塵粉，且無碍視觉”。因此，距我們現今很久以前，矿工的罹病及死亡的主要原因就已被正确地肯定为由於呼吸大量的塵粉所致。

第二时期。由於古代文明及科学的复灭，自然科学工作也因此而中斷。

只有在十六世紀，在文艺复兴和宗教势力开始削弱时期，才又出現了对矿工發病率問題的研究。因此第二时期大体上可說是从十六世紀开始的。

1536年，医师和通曉矿業者盖奥尔吉、阿格利科拉的著作“*De re metallica*”已广泛問世。在这一著作中，阿格利科拉試圖將矿塵分为“侵蚀性”和“非侵蚀性”兩类，並提出了矿坑内工作的衛生条件。据阿格利科拉的意見，“侵蚀性”矿塵具有腐蝕特性，能侵蚀肺部並会使身体惹起肺癆。

關於“矿山肺癆”的危害性，他在报告中写道：“……在喀

尔巴阡山脉矿山中所遇到的一些妇女，她们每人改嫁七次之多，而其男人都是因这个可怕的疾病而夭亡的”。

1742年，俄罗斯科学和技术的天才奠基者 M. B. 洛蒙諾索夫曾写过一篇关于“冶金和矿业的首要基础”的论文〔1〕。

M. B. 洛蒙諾索夫在这一著作中强调指出说：为了正确地开展矿山作业，必须首先保证“矿山人员”的安全和健康条件。洛蒙諾索夫首次根据各种温度下空气柱的物理特性作出了关于矿井自然通风的完全正确的原理。

在“关于驱出废气更换清洁空气的机械”一章内，洛蒙諾索夫对坑内空气的卫生条件给予如下的说明：

“……在深矿坑内，即挖掘在地下深处而用少数井筒来接通地面的坑道内，收集对人们健康有害的气体。此种气体是从含脂肪的矿物油、砷以及硫磺内产生的，并在鑿掘和炸矿期间与重岩粉和塵土結合而飞揚於坑道之中，坑内人员的內臟因而中毒”。

在此后数十年間，由於許多国家矿山工業的蓬勃發展和矿工疾病的增長，促进了工業塵粉方面的研究工作。

基輔大学学生沃斯克列先斯基^①在他的获得獎章的“肺臟和支气管腺內矽化合物含量的研究”一書中，首次由实验論証了矽对于塵肺病所起的作用。

1866年科什拉科夫及1869年斯拉維揚斯基首次地完成了塵肺病方面的实验工作。

著名的俄罗斯衛生学家 H. M. 謝切諾夫的著作对于劳动，特别是对于矿工劳动的衛生問題的科學論証，起了巨大的作用。1870年提出了〔矽肺病〕这一名詞，同时認為对于肺部起着有害作用的，是含有二氧化矽的矿塵。

第三时期（从1890年起）的特征，是鑿岩机和鑄件噴砂清整法等的应用，因此急速地增加了矿塵的产生量和得矽肺病的危险性。

① H. Д. 比克：探矿工業中的矽肺病及其預防方法，1949年，医学出版社，第50頁。

这一时期的开始是以南非洲維特华捷斯蘭德金矿山矿工的大量發病及死於矽肺病的可怕的高度死亡率为标誌的。这里，由於矿山轉为用鑿岩机打眼、游离二氧化矽含量極高以及由於沒有及时地採取措施，因此矽肺病的發展先於其他各地，同时由於殖民者的殘酷剝削和沒有基本的防塵工具，矿工的死亡率極高。

由於採矿作業劳动强度的提高和劳动保护措施の極端落后而引起的矿塵产生量的急遽上昇使人数龐大的国外矿工的健康大受摧殘。

在南非洲金矿採掘区有毁灭性和“典型性”（根据И. П. 比克教授的說法）的矽肺病国家里，近年来每 1000 个矿工中每年要死亡 30—40 人〔3〕。

根据別赫涅曼的資料，在美国處於患矽肺病威胁下的工人竟达五十万之多，而每年死於矽肺病的約为 4000—5000 人。英国在第二次世界大战前，具有矽肺病危險的生产矿山的数量虽然不多，但每年由於患矽肺病而殘廢的工人仍在 1400 人以上。比克教授指出：“第二次世界大战前不久（1938 年），从北美三个州矿工的普查中，發現矽肺病患者竟达被調查矿工总数的 23.3%。从加里福尼亚採金工業矿工的普查中，确定了矽肺病的近似蔓延率为 25%。英国的南威尔斯，1944 年患矽肺病而瀕於死亡的登記人数比整个大不列顛（不包括自治領土）的其他職業病患者和中毒者多七倍以上”。

關於具有矽肺病危險的矿工的劳动保护情况，在国外可用以下事实來說明：在英屬世界最深矿坑（印度）中，迄今还是沿用干式鑿岩，由是空气中的含塵量極高。在英国各矿山中，其中赤鉄矿山①的空气平均含塵量为 2500 粒/公分³。

从苏維埃政权成立的最初几天起，就注意到矿工的劳动健康，而特別注意防塵措施。

應該指出的是：A. A. 斯科欽斯基院士於 1920 年在列宁格勒矿业学院首次地在採矿技术史上把防塵問題的一篇列入了矿内

① 倫敦矽肺病會議的資料，1947 年。

通風教程之中。

如前所述，苏联金屬矿山工業中的矽肺病問題的產生为时不久。但是，苏联在短短的几年內所達到的關於預防矽肺病的一般技術水平特別是關於社會立法措施方面，却在國外各矿山之上。

在苏联，劳动保护是不可動搖的生產組織原則之一，在这里，關於預防矽肺病的理論和實踐問題之研究事業，是劳动人民切身利益所委託的，矽肺病的綜合性預防措施和研究工作，業已獲得了廣泛的開展。一切為保證具有塵粉危害性的矿山和企業的劳动安全条件，已由政府用法令規定。

除了採取必要的基本防塵技術措施（濕式鑿岩或干式捕塵，噴霧及強烈的人為通風等）以外，還施行着醫療衛生工作，如進行有系統的、預防性的及定期的體格檢查，建立矿山的預防醫院、休息室及療養所等。

對於為覺得新的探矿技術以減少矿塵產生，也給予了莫大的關注。

上述各項措施正与矿山防塵措施和方法的廣泛宣傳密切地配合着。

目前，除了許多科學研究機關以外，還有無數的工程技術幹部在數百個直接建立在矿山上的矿塵試驗所內進行着除塵和控制矿塵問題的研究。

由於施行綜合性的措施結果，苏联金屬矿山企業中矽肺病的威脅性立刻減至最小限度，從而近來患矽肺病的情況也就銳減。因此很显然，不是劳动过程本身，不是機器本身，而是該社會制度的生產關係最終地決定着工人一般性疾病及職業病的患病率。

規模特別宏大的預防矽肺病的科學與實踐，有理由使我們相信矽肺病即將在苏联絕跡。

第2節 矽肺病

如眾所知矽肺病是由於長時間內呼吸含有游离二氧化矽的塵粉所引起的。矽塵對肺部組織的作用，在各個不同的時期內有各

种不同的解釋。關於二氧化矽对肺部組織的作用机能問題的所持观点的發展情况，И. И. 比克教授〔3〕写道：

“在很長的一个时期內，承認塵粉粒子的机械性和形态特征是石英及含石英塵粉对肺部組織产生病理作用的决定性因素的理論，佔着統治的地位。塵粉越硬、粒子的邊緣越銳利，則微塵的刺激性的愈强、愈危險。

随着矽肺病方面科学研究工作的發展，积累了許多实际的資料，根据这些資料，足以引起人們對於这一观点的严重怀疑。

1923年公佈了对动物的實驗結果，其实驗方法是：讓动物呼吸細散的金剛砂粉——具有極高、几乎与金鋼石相等硬度的物質。（金剛砂）微塵除了極高的硬度外，还有不規則的、銳利的外形。虽然金剛砂粉具有这些特性，但對於被試驗的动物，矽肺病的現象依然不能觀察出来。

在同一个时期內，又以膠狀矽酸溶液作了實驗研究，該實驗表明：二氧化矽在轉为可溶状态时具有細胞毒質，並使原形質引起凝固性坏灭，破坏其蛋白質的膠体状态。

在这一时期的这些和某些其他著作的影响之下，逐漸地明确了以下这一观念：二氧化矽对組織的毒害作用与組織受尖銳的硬質粒子的單純机械性刺激相比，前者使矽肺病的产生較快。机械性理論因而發生动摇。

關於石英对肺臟組織的純机械性作用是产生矽肺病的主要原因这一膚淺的以往概念，根据苏联研究家的研究結果，确切地証明它是沒有根据的”。

И. И. 比克把苏联研究工作者瓦尔捷尔（1932年）的研究列入这类研究之內，瓦尔捷尔根据其实驗結果得出結論說：“石英塵粉的特殊危害性，不能解說为石英塵粉对肺部組織的純机械性作用”。

苏联研究工作（多勃罗留包夫、德米特利也夫、依凡諾夫）關於动物在吸入石英塵粉后肺部外部所起的变化的工作，也駁倒了机械性的理論。

由於這些以及其他一系列的研究工作，機械性理論被摒棄了。

關於得矽肺病的所謂“絹云母論”也遭到了同樣的命運。根據這一理論，絹云母是主要的作用因素。但是在吸入的塵粉中完全沒有絹云母的情況下同樣有患矽肺病的事實，這就說明了這一理論的沒有根據性。

“代替陳腐的機械性理論而起的，是新的所謂化學毒素論，根據這一理論，二氧化矽的作用原理不是機械性過程，而是化學過程”。

有助於這一論點的是高羅堅斯基的最新資料，他把矽酸粉末通過內氣管引入小白鼠的肺部後，發現顯明的結節型纖維增殖病變。

二氧化矽的化學毒素作用論的主要依據為“可溶性”的因素（因此許多人稱之為“可溶性”論），當然，這一理論不能最終說明矽肺病的產生和發展的全部複雜病理。如眾所知，石英雖然具有極高的可溶性，但在其熔煉時所生成的細散的二氧化矽凝液，不論在實驗時或在生產中，都不會引起矽肺病。最新的研究表明：各種含石英的塵粉的可溶程度與其病原作用之間的完全適應性也未能確定。雖然如此，化學毒素論對於矽肺病學說的發展卻有良好的影響〔3〕。

矽肺病是一種徐徐發展的慢性疾病。其發展速度主要取決於人們所吸入的塵粉中二氧化矽含量的多少和工作地點的塵粉濃度。

由於防塵措施效果的不斷提高，目前，在防塵工作組織得良好的企業中，得矽肺病（第一期）不會早於17—18年（連續工作）。

若呼吸的空氣中塵粉濃度很高，塵粉中游离二氧化矽含量很多，則矽肺病也可能在較短的時期內發展（工作5年或甚至工作2年後發生）。

人們的一般健康情況對於矽肺病的產生和發展也有所影響。

因此工人的适当休息、良好的飲食以及遵守个人衛生規則等都十分重要，这能增强人体的抵抗力。根据多次观测的資料，人体對於塵粉侵入肺部的反应互不相同：有的得病較快，有的經過多年工作后才發生，也有些工人根本不患矽肺病。因此在接收工人參加工作时进行職業選擇是很重要的。

在吸入的塵粉中，其大於 25μ 的最大粒子由於鼻毛的作用而滯留於鼻孔的外面；而大部塵粉由於鼻腔的紆曲性和黏液膜的湿润性而滯留於鼻子內。根据 E. A. 維格多尔契克的資料，滯留在鼻子中的塵粉达全部吸入粉塵的 48%。不在鼻子中滯留的塵粉則随着吸气进入上部呼吸道，同时由於上皮的顫动作用而大部滯留於此的矿塵在咳嗽时随唾液排出。

最微小的塵粉（其大小相当於煙塵粒子）甚至到达气泡后也不在其中沉降，而随呼气返回外界。

最后，某些塵粉滯留於气泡內，被所謂除塵細胞（吞噬細胞）吞食，除塵細胞的功用在於排除人体內的塵粉。但当有矽塵存在时，除塵細胞的正常机能就被破坏，因为溶於其中的有害塵粉能損害此类細胞（肺部組織內矽肺病結节的形成及其进一步發展过程，从积聚含有塵粉粒子的被损坏了的除塵細胞开始）。随着病情的發展，左右兩肺發生瀰漫性的矽肺病结节。此类结节最初呈播散狀，而后相互融合。

發生变化的肺部組織已經不能执行其正常机能，結果，人体开始感到氧气不足，而發生喘息、咳嗽等現象，特別是在清晨。而后，随着疾病的發展，症狀变惡，並出現心臟机能的障碍及全身虛弱；到最后阶段，疾病急速發展，並在大多数的情况下，矽肺病由於併發活动性結核病而趨於复杂。矽肺病的發生和發展过程大致如此。

其次應該指出的是：从劳动 14 年后因 害矽肺病而死的人之肺部內發現仅含有 14 克的塵粉。在分析此类屍体的肺部組織时表明：肺部內所發現的 85% 二氧化矽的粒子小於 1μ ，而其中一半以上的粒子小於 0.5μ 。

第二章 矿塵的特征及其矽肺病

成因性質的研究

第3节 矿塵的特征

所謂塵粉就是由固体和气体两种成分組成的分散系。

第一种成分是細小的粉砕物，它具有能長時間地悬浮於气体介質中的特性。

地表大气含有大量的塵粉，主要由於風的作用所致。工業区或城市中的大气通常被灰份、煤塵以及由工厂烟筒放出的大量工業塵等强烈染污。

在工業高度發達的城市中，若無必要的衛生保护，則在0.4公頃的面积上每年要降落將近300吨的塵粉〔50〕。根据对美国14个工業城市的調查資料，空气中所含的塵粉量达5毫克/公升³，其中50%为碳酸鹽，35%为灰份，12%为矽，2%为铁的氧化物。同时，空气含塵量的計算指标为800粒/公升³。

在农業区和海洋的上空，空气中塵粉的含量低於1毫克/公升³。

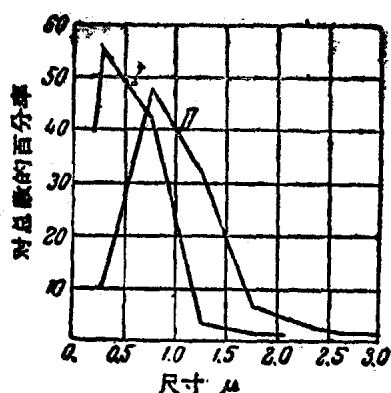


圖1 大气塵和工業塵特性的比較

I—大气塵；II—工業塵

大气中塵粉粒子的平均尺寸小於 1μ ，而其中50%以上約为 0.5μ 左右。工業塵的粒子較大，其平均尺寸超过 1μ （圖1）。

按通常的分类法，工業塵可分为以下几种：

- 1) 無机的（矿物的或金屬的）；
- 2) 有机的（植物的或动物的）；
- 3) 混合的（研磨的，