

採礦手冊

〔 4 〕

A. M. 切爾皮果列夫
H. A. 耶 爾 切 夫 主編

冶 金 工 業 出 版 社

探 礦 手 冊

(4)

院 士 А. М. ТЕРПИГОРЕВ

主編

工程師

Н. А. ЯРЦЕВ

重工業部翻譯室

譯

冶金工業出版社

本書是根據蘇聯冶金出版社 1952 年出版的採礦手冊第二卷上半部譯出的，其中包括礦山通風、礦山提昇、礦山排水、礦山空氣壓縮設備、礦山電氣設備及井下照明六章。

本書由吳崇嶽、黃錫橋、趙顯、陶漢英翻譯，經劉天瑞校對，並經中南礦冶學院採礦系白玉衡教授作技術校閱。

院士 А. М. терпигорев 工程師 Н. А. ирцев

СПРАВОЧНИК ПО ГОРНОРУДНОМУ ДЕЛУ

Металлургиздат (Москва 1952)

採 礦 手 冊 (4)

重工業部翻譯室 譯

1955年5月第二版 1958年7月大連第四次印刷 3,000冊 (累計 11,032冊)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 300,000$ 字 · 印張 $15 \frac{7}{25}$ · 定價 (10) 2.30 元

旅大日報印刷廠印

新華書店發行

書號 0210

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

目 錄

第十四章 礦山通風	(12)
第五十二節 井下空氣	(12)
§ 210 井下空氣的成分	(12)
§ 211 井下巷道的氣候條件	(13)
§ 212 礦塵	(14)
第五十三節 通風壓力和巷道阻力	(16)
§ 213 通風壓力的計算	(16)
§ 214 阻力的單位	(36)
§ 215 串聯	(36)
§ 216 並聯	(37)
§ 217 局部阻力	(37)
1. 通風壓力的損失	(37)
2. 局部阻力係數值	(37)
3. 扇風機風峒	(39)
4. 風橋	(40)
§ 218 風壓測量儀器	(40)
1. 水柱負壓計	(40)
2. 自記錄負壓計	(41)
3. 微壓力計	(41)
4. 皮托管	(42)
§ 219 測量風速的儀器	(43)
第五十四節 自然通風力	(46)
第五十五節 井下巷道中風流的型式	(47)
第五十六節 獨頭準備巷道的通風	(50)
§ 220 所需足夠風量的計算	(50)
1. 巷道風流最小平均速度及巷道有效通風所需最小風量 的計算	(50)
2. 在規定時間內完成巷道通風所需足夠風量的計算	(51)
§ 221 從工作面前壁到通風管末端的最大容許 距離	(55)
§ 222 通風管的選擇	(55)

§ 223 風壓計算	(59)
1. 金屬通風管	(59)
2. 布質通風管	(59)
3. 木質通風管	(59)
第五十七節 回採巷道的通風	(60)
§ 224 回採巷道的通風方法	(60)
§ 225 回採巷道的通風計算	(62)
回採巷道通風所需足夠風量的計算	(62)
§ 226 礦山通風所需風量的計算	(81)
§ 227 漏風	(82)
第五十八節 扇風機	(82)
§ 228 扇風機的作用與構造	(82)
§ 229 扇風機運轉的定律—空氣動力學的相似定律	(84)
§ 230 扇風機的特性曲線	(85)
§ 231 礦井扇風機的選擇	(89)
1. 軸流式扇風機	(89)
2. 離心式扇風機	(92)
§ 232 局部扇風機的選擇	(118)
第五十九節 扇風機裝置及其工作與調節	(141)
§ 233 扇風機裝置	(141)
§ 234 扇風機的串聯與並聯工作	(144)
§ 235 扇風機與自然通風力的聯合工作	(150)
§ 236 扇風機工作的調節	(151)
§ 237 礦井空氣的預熱	(153)
§ 238 氣壓測量	(153)
第六十節 通風設施	(155)
§ 239 擋風牆與風幃	(155)
§ 240 風門	(156)
§ 241 閉門	(158)
§ 242 導風板與風橋	(158)
§ 243 通風管	(158)

第十五章 礦山提昇設備

第六十一節 提昇設備的一般構造及其基本類型

§ 244	提昇設備的一般構造	(161)
第六十二節	提昇容器	(161)
§ 245	吊桶	(161)
§ 246	普通罐籠	(162)
§ 247	翻轉式罐籠	(166)
§ 248	箕斗	(166)
第六十三節	提昇鋼絲繩	(170)
§ 249	鋼絲繩構造	(170)
§ 250	保安規程，鋼絲繩的保養與檢查	(172)
1.	礦井提昇技術操作規程的一般要求	(172)
2.	鋼絲繩的試驗	(172)
3.	鋼絲繩的保養與檢查	(173)
4.	鋼絲繩使用的潤滑油	(173)
§ 251	鋼絲繩的計算	(173)
§ 252	井架天輪	(175)
§ 253	井架	(176)
§ 254	提昇設備的平衡	(180)
第六十四節	捲繩器	(181)
§ 255	概述	(181)
§ 256	滾筒尺寸	(184)
第六十五節	提昇設備與井筒的關係位置	(189)
§ 257	井架高度	(189)
§ 258	總則	(191)
第六十六節	有效載重量及提昇時間	(193)
§ 259	有效載重量的選擇	(193)
§ 260	提昇時間	(194)
第六十七節	提昇設備運動學	(195)
§ 261	罐籠提昇設備	(195)
§ 262	箕斗提昇設備	(197)
第六十八節	基本動力方程式及變位質量和	(199)
§ 263	動力方程式	(199)
§ 264	變位質量和	(200)
第六十九節	提昇設備的動力學	(202)

§ 265 罐籠提昇設備的動力學	(202)
1. 用感應電動機帶動的罐籠設備	(202)
2. 用列奧納爾得裝置帶動的罐籠設備	(204)
§ 266 箕斗提昇動力學	(207)
1. 感應電動機帶動的不平衡系統	(207)
2. 直流電動機帶動的系統	(209)
第七十節 傳動機功率、電力消耗量及其效率	(209)
§ 267 電動機功率	(209)
1. 感應電動機	(209)
2. 列奧納爾得式傳動機	(210)
§ 268 電力消耗量及效率	(211)
1. 感應電動機	(211)
2. 列奧納爾得式裝置	(212)
第七十一節 傳動機的類型及主要性能	(212)
§ 269 傳動機	(212)
1. 感應電動機	(212)
2. 列奧納爾得式傳動機	(212)
3. 蒸汽機	(213)
第七十二節 單罐籠及傾斜提昇設備	(214)
§ 270 帶平衡錘的單罐籠提昇設備	(214)
§ 271 傾斜提昇設備	(215)
第七十三節 提昇機的構成部分	(216)
§ 272 制動設備	(216)
§ 273 檢查儀器	(218)
1. 速度表	(218)
2. 深度指示器	(218)
第七十四節 提昇設備的電氣設備及信號裝置	(218)
§ 274 電氣設備	(218)
1. 備有感應電動機的提昇設備	(218)
2. 列奧納爾得式提昇設備	(219)
§ 275 信號裝置	(219)
§ 276 提昇機房	(220)
第七十五節 提昇設備的使用	(221)

§ 277	總則.....	(221)
§ 278	鋼絲繩更換及調節.....	(221)
第七十六節	提昇設備設計原理及計算	(222)
§ 279	設計原理	(222)
§ 280	提昇設備計算	(223)

第十六章 礦山排水設備

第七十七節	概述	(241)
§ 281	地下水的分類	(241)
§ 282	礦山含水性	(241)
§ 283	腐蝕及其防止辦法	(242)
§ 284	礦水澄清	(242)
第七十八節	往復式水泵	(243)
§ 285	往復式水泵構造及其分類	(243)
§ 286	水泵排水量及供水係數	(243)
§ 287	功率, 效率及電力消耗量	(243)
§ 288	往復式水泵的使用	(245)
1.	調節	(245)
2.	往復式水泵工作中的主要毛病	(245)
§ 289	國產水泵	(246)
第七十九節	離心式水泵	(247)
§ 290	離心式水泵構造及其種類	(247)
§ 291	離心式水泵的基本方程式, 特性曲線及功率	(248)
§ 292	離心式水泵比例定律	(249)
§ 293	軸向壓力	(250)
§ 294	離心式水泵的使用	(251)
1.	水泵排水量的調節	(251)
2.	離心式水泵工作中的主要毛病	(251)
§ 295	離心式水泵與往復式水泵的比較	(252)
§ 296	離心式水泵的構造	(252)
第八十節	氣泡水泵	(257)
§ 297	構造及其主要數據	(257)
第八十一節	排水設備及其裝置	(258)

§ 298	水管	(258)
§ 299	水管的安置	(258)
§ 300	排水站及其設備	(261)
1.	主要排水系統	(231)
2.	排水設備的總佈置	(233)
3.	水泵房	(233)
4.	水倉	(234)
5.	水倉的清洗	(236)
§ 301	水泵裝置的電氣設備	(236)
1.	電動機	(236)
2.	電氣開關設備	(267)
§ 302	井筒開鑿時的排水	(267)
§ 303	礦井排水設備的自動化	(237)
§ 304	水泵裝置工作的遠距離控制	(270)
1.	遠距離氣壓計	(270)
2.	遠距離流量指示器	(271)
3.	水倉中水位的遠距離指示器	(271)
§ 305	排水設備設計原理	(271)
§ 306	一個水平層排水設備的計算	(274)

第十七章 礦山空氣壓縮設備

第八十二節 熱力學的基本概念

第八十三節 往復式空氣壓縮機

§ 307	空氣壓縮機的設備系統及其類型	(278)
§ 308	一級型空氣壓縮機中的理論過程	(279)
§ 309	一級型空氣壓縮機的實際過程與輸氣係數	(280)
§ 310	多級型的壓縮	(281)
§ 311	根據空氣壓縮機氣缸的尺寸確定其能力	(282)
§ 312	空氣壓縮機的功率	(283)
§ 313	配氣	(284)
§ 314	能力的調整	(284)
§ 315	往復式空氣壓縮機的構造	(286)
§ 316	空氣壓縮機的冷卻	(286)
§ 317	往復式空氣壓縮機的滑潤	(292)

§ 318	往復式空氣壓縮機工作中的主要毛病	(293)
第八十四節	迴轉式空氣壓縮機	(293)
§ 319	構造，動作原理與計算	(293)
§ 320	迴轉式空氣壓縮機的優點和缺點	(294)
第八十五節	透平式空氣壓縮機	(294)
§ 321	構造，動作原理及主要方程式	(294)
§ 322	透平式空氣壓縮機的主要構造	(295)
§ 323	透平式空氣壓縮機的調整法	(297)
§ 324	透平式空氣壓縮機的優點和缺點	(297)
第八十六節	輸風管	(298)
§ 325	輸風管路的設備	(298)
§ 326	輸風管的計算	(298)
第八十七節	空氣壓縮站及輔助設備	(302)
§ 327	空氣壓縮機房	(302)
§ 328	儲氣罐	(303)
§ 329	空氣過濾器	(303)
§ 330	空氣壓縮站的電氣設備	(304)
§ 331	空氣壓縮設備的自動化	(304)
§ 332	水力儲氣室	(306)
§ 333	隨後冷卻及管子凍結的預防	(307)
第八十八節	空氣壓縮設備的使用	(308)
§ 334	總則	(308)
第八十九節	空氣壓縮設備的設計	(309)
§ 335	設計總則	(309)
第十八章	礦山電氣設備	(317)
第九十節	電力傳動概論	(317)
第九十一節	電動機的特性	(318)
§ 336	分激式電動機的特性	(318)
§ 337	串激式電動機的特性	(318)
§ 338	複激式電動機的特性	(318)
§ 339	感應電動機的特性	(319)

§ 340	同步電動機的特性	(319)
§ 341	電動機的热制	(320)
§ 342	負荷特性	(320)
§ 343	電動機功率的選擇	(320)
第九十二節	礦山電氣設備	(321)
§ 344	電動機	(321)
§ 345	起動及配電器械	(325)
§ 346	電力變壓器	(332)
§ 347	井下接地	(333)
第九十三節	礦井中配電。井下中央變電所	(335)
§ 348	礦井中配電	(335)
§ 349	井下中央變電所(ЦПП)	(335)
第九十四節	井下電力線路的裝置及計算	(337)
§ 350	電力線路的裝設	(337)
§ 351	電纜的計算	(338)
第九十五節	礦井採礦段上的配電	(341)
§ 352	概論	(341)
§ 353	工段變電所	(342)
第九十六節	礦山的井上變電所	(343)
§ 354	設備及計算	(343)
第九十七節	高壓架空線路	(350)
§ 355	線路的敷設	(350)
§ 356	架空線路的計算	(351)
第九十八節	礦山電話通訊。遠距離操縱及控制	(353)
§ 357	電話通訊	(353)
§ 358	遠距離操縱及遙控	(354)
第九十九節	礦山電氣設備的運行	(355)
§ 359	功率因數	(355)
§ 360	礦山總功率因數的確定	(356)
§ 361	電費率	(358)

第十九章	井下照明	(359)
-------------	-------------	-------

第一百節 巷道照明.....	(359)
§ 362 照明技術概論	(359)
§ 363 光源.....	(359)
§ 364 攜帶式燈	(362)
§ 365 礦用照明器	(362)
§ 366 礦井照明的計算.....	(363)
§ 367 電氣照明裝置的元件及線路計算.....	(365)
§ 368 發強光的投光燈照明	(369)
名詞對照表.....	(373)

第十四章 礦山通風

第五十二節 井下空氣

§ 210 井下空氣的成分

普通地面大氣（空氣）是由氧氣（20.96%）、氮氣（79.0%）和碳酸氣混合物（ $\sim 0.04\%$ ）所組成；空氣中也含有塵埃和少量的水蒸氣。空氣沿井下巷道流動時，由於經受各種物理化學的作用而發生變化：如氧氣的減少，碳酸氣的增加，各種有害瓦斯的加入，溫度，壓力和濕度的改變。

井下空氣中的主要有害混合物是：

1. 碳酸氣 CO_2 ——帶微酸而略有臭味的無色氣體，比重 1.52，有微毒，不助呼吸也不助燃。如空氣中含有 3% 的碳酸氣時，燈火即暗淡；如含 5% 時，燈火就會熄滅。

當碳酸氣含量為 3% 時，人體呼吸發生困難；含 5% 時，發生心跳和頭痛；含 12% 時，發生昏迷狀態；含 15% 時，就要死亡。碳酸氣的來源是：火災、坑木的腐爛，礦產的氧化等等。

2. 一氧化碳 CO ——無色、無味、無臭的有毒氣體，比重 0.97，中毒的程度隨停留在有毒空氣中時間的長短而定。舉例說：當含量為 0.048% 時，人經 1 小時後會感到輕微的中毒；含量為 0.128% 時，經 1 小時後會遭到劇烈的中毒；含量為 0.5% 時，經 1 小時後會遭到致命的中毒；含量 1% 時，祇要呼吸幾次人就會失去知覺。一氧化碳的來源——井下火災和爆破工作。

3. 硫化氫 H_2S ——帶腐蛋臭味的略有甜味的無色氣體，比重 1.19，易燃而能溶於水，有劇毒，對黏液膜有害，空氣中的含量為 0.1~0.15% 時，會使人迅速死亡。其來源——坑木的腐爛，含硫礦物的分解，從岩石中排出，爆破工作。

4. 二氧化硫 SO_2 ——帶刺激性臭味的無色氣體，比重 2.2，有劇毒，對黏液膜（特別對眼睛）有害，含量為 0.0005% 時，呼吸時就可感覺。含量達 0.05% 時，對生命有危險。來源——火災和爆破工作。

5. 一氧化氮 NO 和二氧化氮 NO_2 ——帶劇臭的紅褐色氣體，甚毒，中毒時引起肺炎。當含量為 0.02~0.08% 時，人於其中經短時後就要死亡。來源——爆破工作。

§ 211 井下巷道的氣候條件

1. 井下巷道的氣候條件由空氣的溫度和濕度而決定。井下巷道中空氣的溫度和濕度，無論在其變動方面或在絕對值方面，與地面空氣的溫度和濕度都有極大的區別。

2. 在某種空氣溫度、濕度和風速配合條件下所引起的熱感覺，可利用卡達溫度計測定（表343）。

表 343

按照卡達溫度計的舒適標準

工 作 情 形	標 準 (舒 適 指 數)	
	按照乾式卡達計的大氣冷卻作用, H	按照濕式卡達計的大氣冷卻作用, H_1
輕微工作	6	18
中等緊張的工作	8	25
繁重的工作	10	30

近年來按照溫度的不同，根據下表所列的標準（表 344）來調整風流的速度。

表 344

按溫度不同來調整風流速度

空 氣 溫 度	風流速度 (公尺/秒)
15° 以下	不超過 0.5
15~20°	不超過 1.0
20~22°	不低於 1.0
22~24°	不低於 1.5
24~25°	不低於 2.0
(包括 25°)	

3. 在礦井中，可用下列各種方法使氣溫降低：

1) 用以下方法使空氣在進入井內以前冷卻：a) 在礦井進風井筒附近開鑿 2~3 個探井，並開鑿到常溫層的深度（25~35 公尺），使大氣中的空氣通過這些探井；6) 藉特殊的冷卻裝置把空氣冷卻，這種冷卻裝置可設置在進風井筒附近的地面上，或設置於井下相當的水平層中。

2) 當空氣沿石門和平巷流動時，防止空氣受熱的方法如下：a) 襯一層厚 20~30 公分的鋸屑或爐灰，把這些巷道和通風風管的週壁上加以絕熱；b) 縮短自井筒到採礦區域的風路；

3) 在工作面中使空氣冷卻的方法如下：a) 送入壓縮空氣 b) 用噴霧器噴水，c) 在高度不大的工作面內（3 公尺以下）安裝小型螺旋槳扇風機，使空氣攪和並增加空氣的流動性。

§ 212 礦 塵

1. 在井下大氣中（即在井下空氣的亂流中）的礦塵可分為兩類：a) 下沉礦塵，b) 飛揚礦塵。

下沉礦塵——最大顆粒的礦塵（ $>20\sim50\mu$ ），這種礦塵主要是因其本身重量的作用而沉落在井下巷道內。

飛揚礦塵——最細粒礦塵，這種礦塵由於垂直於巷道中風流主要方向（巷道中心線）的空氣亂流的脈動，而飛揚在礦井的風流中。在許多情況下（潮濕巷道壁，不用支柱的巷道壁等）這種礦塵極易從礦井風流（礦井大氣）中分離出來，因為在亂流脈動的作用下，礦塵撞擊巷道壁並黏在巷道壁上。

2. 礦塵在靜止空氣中的下降速度可用下式求得：

a) 如礦塵的直徑（以 μ 為單位）符合下列條件：

$$0 < d < \frac{60}{\sqrt{\delta}} \text{ 時,}$$

則下降速度為：

$$v \approx 0.003 \delta d^2 \text{ 公分/秒;}$$

上式中 δ ——礦塵的比重，克/立方公分；

d ——礦塵的折算直徑， μ 。

3. 礦塵處在飛揚狀態的條件如下：

a) 在垂直巷道中，如礦塵在靜止空氣中的下降速度小於風流（上升的）速度，即當

$$v_B < v \text{ 時,}$$

礦塵就會處於飛揚狀態。

上式中 v_B ——在垂直巷道中飛流（上升的）速度；

v ——按前述公式求得的，本類礦塵在靜止空氣中的下降速度。

b) 在水平巷道內，當

$$v_B > \frac{v}{\alpha} \text{ 時,}$$

則在空氣呈亂流流動的情況下，礦塵就會處於飛揚狀態。

式中： v_r ——在水平巷道中的風流速度；

α ——巷道摩擦係數；

v ——本類礦塵在靜止空氣中的下降速度。

4. 有礦塵礦山的通風，是防止礦塵的必要措施。通風祇有在一定條件下才能有效；如不遵守某些一定的條件，則不可能使通風發揮良好的作用，也不能使礦井大氣中的礦塵含量減少，而相反地起着壞作用，使礦塵量增加。

用水或水和其他浸潤劑的混合液來澆濕主要巷道的周壁，對增加風流的效用和增加正確使用其防塵的效果，是具有很大的意義的。

下面我們列舉使井下巷道通風極為有效的各種措施。

當在獨頭巷道中鑿岩時，以同時聯合運用下列各項措施來防止礦塵最為有效：

1) 鑿岩時用水或水和其他浸潤劑的混合液沖洗炮眼。

2) 在每班時間內定期用水或水和其他浸潤劑的混合液澆濕工作面附近的巷道壁；

3) 經常沿通風管把新鮮空氣送到工作面附近區域。

在容積比較不大的礦房形回採巷道（200~300立方公尺以內）中鑿岩時，應該和在獨頭巷道一樣，要同時聯合運用上述各項措施。

在爆破工作後，獨頭準備巷道必須用聯合通風法——把新鮮空氣輸入工作面附近區域的同時，並把污風藉風簾或吸風管（Бсac）吸出；在爆破前必須把工作面附近區域的巷道壁澆濕，並在爆破後 15~20 分鐘內必須把炸下的礦石（或岩石）澆濕。應用聯合通風法時，應把污風排至通風平巷。

在定期澆濕的獨頭巷道的工作區域內，一個鑿岩工呼吸區通風所需的風量，如用吹入式通風並以一台或兩台鑿岩機進行濕式鑿岩時，應適當的採用 0.6~0.8 立方公尺/秒。

如果巷道壁和巷道地板乾燥或不够潮濕時，則自工作面前壁至通風管末端的距離和通風管直徑應滿足下列條件，以免礦塵自巷道壁與底板吹起：

$$dl < 0.75 \frac{Q}{a} \times \lg \frac{3al}{d}$$

式中： Q ——鑿岩時進入工作面的風量，立方公尺/秒；

d ——工作面附近通風管的直徑，公尺；

l ——自工作面前壁至通風管末端的距離，公尺，（參看§221）。

a ——圓形自由風流的結構係數（0.06~0.10）。

當用壓入新鮮風的方法通風和採用濕式鑿岩時，如必須要使從工作面區域（空氣混合的區域）流出的空氣中含礦塵的濃度不超過容許濃度（在這種情況下，鑿岩工呼吸區域內的礦塵濃度將大大的低於容許濃度），在潤濕或澆濕的巷

道壁、底板和頂板的條件下，應按下式求必需的風量：

$$Q = \frac{x b}{n - n'_g},$$

式中： b ——用一台鑿岩機鑿岩時，每單位時間內（秒）產生的礦塵量（顆粒或毫克）；

n ——每立方公尺空氣中礦塵的容許濃度（顆粒或毫克）。

n'_g ——進入工作面的每立方公尺空氣中的礦塵濃度（顆粒或毫克）；

x ——工作的鑿岩機數。

用一台鑿岩機進行濕式鑿岩時，所產生的礦塵量（根據 $Oy\text{эHC}$ 型計算器）通常在 $(250 \sim 400) \times 10^6$ 顆粒/秒的範圍內；在個別情況下，有低至 $(70 \sim 100) \times 10^6$ 顆粒/秒（根據在金礦和銅礦上的實驗資料）。在沖洗砲眼（濕式除塵）的工作組織和鑿岩的工作組織不良的情況下（在供水不足時且以鈍鉗子鑿岩時），每台鑿岩機工作所產生的礦塵量增加到 $(800 \sim 1600) \times 10^6$ 顆粒/秒。

當用普通計算法時，每立方公尺空氣中容許礦塵量採用 $(250 \sim 400 \times 10^6)$ 顆粒。

批准的現行標準是每立方公尺空氣中的礦塵重量等於 2 毫克。

第五十三節 通風壓力和巷道阻力

§ 213 通風壓力的計算

礦山巷道和其他的風道相同，也具有通風阻力，即有空氣沿巷道運動的阻力。假如通風裝置或自然通風產生壓力，通常所謂通風壓力，空氣就可能沿巷道流動。

當空氣沿礦山巷道流動時，引起通風壓力的損失。

通風壓力的損失可用下式求：

$$h = \alpha \cdot \frac{LP}{S} v^2;$$

或

$$h = \alpha \cdot \frac{LP}{S^3} Q^2;$$

式中： L ——巷道長度，公尺

P ——巷道周長，公尺，

S ——橫斷面，平方公尺，

v ——空氣流動速度，公尺/秒，