

金屬矿床

# 金属矿床

И. Г. 馬加克揚 著

苏联高等教育部審定作为  
地質勘探院校及專業教学用書

地质出版社

1957·北京

И. Г. МАГАКЬЯН  
РУДНЫЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

промышленные типы месторождений  
металлических полезных ископаемых

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ  
МОСКВА 1955

本書系 И. Г. 馬加克揚根據其在蘇聯列寧格勒礦業學院地質勘探系的多年教學經驗編寫而成。書中對各種金屬礦床成因類型和主要礦石工段建造，以及這些礦床形成時的具体地質條件都一一作了詳細明確的闡述。此書共包括黑色金屬、稀有金屬、有色金屬、貴重金屬、放射性金屬和稀土及分散金屬六部分，其中主要是概括敘述了蘇聯最主要的礦床，其次也描述了一些其他各國一些最重要的礦床。本書可作為我國高等地質院校教材及供一般地質人員參考之用。

此書之稀有金屬部分系由張培善、劉英林二同志譯，有色金屬之銅由寧奇生同志譯，任士宏同志校；有色金屬之鉛和鋅由吳樹仁同志譯；其餘部分皆由北京地質學院礦床教研室譯，陸森和秦國興二同志校。

金 属 矿 床

著 者 И. Г. 馬 加 克 揚

譯 者 北京地質學院礦床教研室等

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：陳 良 技術編輯：石 志 校對：金伯瑤

印數(京)1—3,700冊 1957年7月北京第1版

開本31"×43"1/25 1957年7月第1次印刷

字數300,000 印張13 3/4 插頁2

定價(10)1.80元

# 目 錄

|                                                                                                                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 原序 .....                                                                                                                                                                             | 9          |
| 緒論 .....                                                                                                                                                                             | 11         |
| <b>一、黑色金屬 .....</b>                                                                                                                                                                  | <b>17</b>  |
| 1. 鐵 (和鈦) .....                                                                                                                                                                      | 17         |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情況 (產量、儲量) .....                                                                                                                                                        | 17         |
| 地球化學、礦石的礦物成分和類型及對原料的要求 .....                                                                                                                                                         | 61         |
| 礦床的成因類型、礦石建造、鐵礦的成礦區和成礦時代 .....                                                                                                                                                       | 20         |
| 鐵礦床實例 .....                                                                                                                                                                          | 29         |
| 後期岩漿礦床 (31) 磷灰石-磁鐵礦建造 (31) 鈦磁鐵礦建造 (34) 矽礫岩礦床 (37) 矽礫岩鐵礦建造 (37) 熱液礦床 (43) 高溫磁鐵礦和中溫菱鐵礦建造 (44) 殘余和淋濾礦床 (51) 含鐵紅土和褐鐵礦-球菱鐵礦建造 (51) 沉積礦床 (54) 針鐵礦-絹綠泥石-菱鐵礦建造 (54) 變質礦床 (59) 鐵的主要參考文獻 ..... | 77         |
| 2. 錳 .....                                                                                                                                                                           | 81         |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情況 (產量、儲量) .....                                                                                                                                                        | 81         |
| 地球化學、礦物成分、礦石類型及對原料的要求 .....                                                                                                                                                          | 82         |
| 礦床的成因類型、錳礦的成礦區和成礦時代 .....                                                                                                                                                            | 84         |
| 錳礦床實例 .....                                                                                                                                                                          | 89         |
| 錳的主要參考文獻 .....                                                                                                                                                                       | 99         |
| 3. 鉻 .....                                                                                                                                                                           | 100        |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情況 (產量、儲量) .....                                                                                                                                                        | 100        |
| 地球化學、礦物成分、礦石類型及對原料的要求 .....                                                                                                                                                          | 100        |
| 礦床的成因類型、鉻鐵礦的成礦區和成礦時代 .....                                                                                                                                                           | 101        |
| 鉻鐵礦床實例 .....                                                                                                                                                                         | 106        |
| 鉻的主要參考文獻 .....                                                                                                                                                                       | 112        |
| <b>二、稀有和少量金屬 .....</b>                                                                                                                                                               | <b>113</b> |
| (一) 在冶金工業上主要作為鋼的合金加料的稀有金屬: 鈮、鎳、鈷、鉬、鎢 .....                                                                                                                                           | 113        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1. 钒.....                        | 113 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情況(產量、世界儲量)..... | 113 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求.....        | 114 |
| 礦床成因类型和礦石建造、钒的成礦时代和成礦区.....      | 115 |
| 钒礦床实例.....                       | 116 |
| 钒的主要参考文献.....                    | 118 |
| 2. 鎳.....                        | 119 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情況(產量、世界儲量)..... | 119 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求.....        | 120 |
| 礦床成因类型和礦石建造、鎳的成礦时代和成礦区.....      | 121 |
| 鎳礦床实例.....                       | 124 |
| 銅鎳硫化物礦石建造(124); 矽酸鎳礦石建造(131)     |     |
| 鎳的主要参考文献.....                    | 134 |
| 3. 鈷.....                        | 136 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情況(產量、世界儲量)..... | 136 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求.....        | 136 |
| 礦床成因类型和礦石建造、鈷的成礦时代和成礦区.....      | 137 |
| 鈷礦床实例.....                       | 138 |
| 毒砂-鉄硫砷鈷礦-輝鈷礦建造(138)。砷鈷礦-砷鎳礦-輝    |     |
| 銀礦建造(139)、硫鈷礦-黃銅礦建造(140)         |     |
| 鈷的主要参考文献.....                    | 140 |
| 4. 鉬.....                        | 142 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情況(產量、世界儲量)..... | 142 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求.....        | 142 |
| 礦床成因类型、礦石建造、鉬的成礦时代和成礦区.....      | 143 |
| 鉬礦床实例.....                       | 146 |
| 砂嘎岩建造(146) 石英-輝鉬礦建造的高溫熱液礦床(148)  |     |
| 鉬和銅鉬建造的中溫熱液礦床(149)               |     |
| 鉬的主要参考文献.....                    | 155 |
| 5. 鎢.....                        | 157 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情況(產量、世界儲量)..... | 157 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求.....        | 157 |
| 礦床成因类型、礦石建造、鎢的成礦时代和成礦区.....      | 158 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 鎢礦床实例                                                              | 162 |
| 含白鎢礦砂嘜岩建造 (162)。石英-黑鎢礦和石英-鎢錳礦脉<br>和云英岩建造 (165) 低溫鎢鉄礦和白鎢礦礦床建造 (170) |     |
| 鎢的主要参考文献                                                           | 172 |
| (二) 应用于不同工業部門的稀有金屬和少量金屬:                                           |     |
| 錫、鉍、砷、銻、汞                                                          | 173 |
| 1. 錫                                                               | 173 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、世界儲量)                                       | 173 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及其要求                                                  | 174 |
| 礦床成因类型、礦石建造、錫的成礦时代和成礦区                                             | 175 |
| 錫礦床实例                                                              | 179 |
| 石英-錫石建造 (179) 硫化物-錫石建造 (184)                                       |     |
| 錫的主要参考文献                                                           | 196 |
| 2. 鉍                                                               | 198 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、世界儲量)                                          | 198 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求                                               | 198 |
| 礦床成因类型和礦石建造、鉍的成礦时代和成礦区                                             | 199 |
| 鉍礦床实例                                                              | 199 |
| 銅-鉍建造 (199) 硫化物-錫石建造 (含鉍) (201)                                    |     |
| 鉍的主要参考文献                                                           | 202 |
| 3. 砷                                                               | 203 |
| 性質、用途和經濟情况 (產量、世界儲量)                                               | 203 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求                                               | 203 |
| 礦床成因类型、礦石建造、成礦时代和成礦区                                               | 204 |
| 砷礦床实例                                                              | 205 |
| 毒砂建造、頁岩中透鏡体的类型 (205) 砷-多金屬建造 (208)                                 |     |
| 雄黃-雌黃建造 (209)                                                      |     |
| 砷的主要参考文献                                                           | 210 |
| 4. 銻                                                               | 211 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情况 (世界儲量、產量)                                       | 211 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型、对原料的要求                                               | 211 |
| 礦床成因类型、礦石建造、銻的成礦时代和成礦区                                             | 212 |
| 銻礦床实例                                                              | 212 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 石英-螢石-輝銻礦建造 (概述) .....                                                                                                               | 212 |
| 銻的主要参考文献 .....                                                                                                                       | 216 |
| 5. 汞 .....                                                                                                                           | 217 |
| 簡短的歷史資料、性質、用途和經濟情况 (世界儲量、產量) .....                                                                                                   | 217 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型、对原料的要求 .....                                                                                                           | 217 |
| 礦床成因类型、礦石建造、成礦时代和成礦区 .....                                                                                                           | 218 |
| 汞礦床实例 .....                                                                                                                          | 220 |
| 中深礦床、辰砂建造 (概述) .....                                                                                                                 | 220 |
| 輝銻礦-辰砂建造 (概述) .....                                                                                                                  | 221 |
| 汞的主要参考文献 .....                                                                                                                       | 224 |
| <b>三、有色金屬</b> .....                                                                                                                  | 226 |
| 1. 銅 .....                                                                                                                           | 226 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、世界儲量) .....                                                                                                      | 226 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求 .....                                                                                                           | 226 |
| 礦床成因类型及礦石建造、銅礦成礦区和成礦时代 .....                                                                                                         | 227 |
| 銅礦床实例 .....                                                                                                                          | 232 |
| 砂嘎岩建造銅礦型 (234) 含銅电气石建造 (235) 浸染銅<br>礦石建造 (235) 黃鉄礦型建造 (238) 脉狀黃鉄礦—黃銅<br>礦和硫砷銅礦建造 (245) 含銅砂岩建造 (248) 含沸石的<br>自然銅建造 (251) 含銅頁岩建造 (253) |     |
| 銅的主要参考文献 .....                                                                                                                       | 255 |
| 2. 鉛、鋅和銀 .....                                                                                                                       | 257 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (世界產量、儲量) .....                                                                                                      | 257 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求 .....                                                                                                           | 257 |
| 礦床成因类型、礦石建造、鉛、鋅、銀成礦区和成礦时代 .....                                                                                                      | 259 |
| 鉛、鋅、銀礦床实例 .....                                                                                                                      | 261 |
| 石灰岩中的高溫砂嘎岩建造 (261) 砂質岩石中的高溫建造 (262)<br>多金屬建造 (263) 石灰岩中的鉛、鋅建造 (266) 銀礦石建<br>造 (270)                                                  |     |
| 鉛、鋅和銀的主要参考文献 .....                                                                                                                   | 271 |
| 3. 鋁 .....                                                                                                                           | 273 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、世界儲量) .....                                                                                                      | 273 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及对原料的要求 .....                                                                                                           | 273 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 礦床成因类型                                  | 275 |
| 鋁礦床实例                                   | 278 |
| 鋁的主要参考文献                                | 281 |
| 4. 鎂                                    | 283 |
| 一般資料                                    | 283 |
| <b>四、貴重金屬: 金、鉑和鉑族金屬</b>                 | 285 |
| 1. 金                                    | 285 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、儲量)                 | 285 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及其要求                       | 285 |
| 礦床成因类型、礦石建造、金的成礦时代和成礦区                  | 287 |
| 金礦床实例                                   | 291 |
| 金-毒砂建造 (291) 金-硫化物 (多金屬) 建造 (293) 低溫    |     |
| 金-銀礦床建造 (297) 變質含金礫岩建造 (300)            |     |
| 金的主要参考文献                                | 306 |
| 2. 鉑和鉑族金屬 (銕、鈹、鈾、銻、鈳)                   | 307 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、儲量)                 | 307 |
| 地球化学、礦物学、礦石类型及其要求                       | 307 |
| 鉑礦床成因类型、盛產鉑的主要成礦时代和成礦区                  | 308 |
| 鉑礦床实例                                   | 309 |
| 鉑的主要参考文献                                | 313 |
| <b>五、放射性金屬: 鈾 (和釷)、鈾</b>                | 314 |
| 1. 鈾 (和釷)                               | 314 |
| 歷史資料、性質、用途和經濟情况 (產量、儲量)                 | 314 |
| 地球化学、礦物学其要求                             | 317 |
| 礦床成因类型、礦石建造、鈾的成礦时代和成礦区                  | 318 |
| 鈾礦床实例                                   | 320 |
| 銅-鈾-鈾礦建造 (320) 五元素建造 (321) 鉀鈾鈾礦建造 (322) |     |
| 鈾-赤鉄礦建造 (324)                           |     |
| 2. 鈾                                    | 325 |
| 歷史資料、性質、用途、產量、儲量                        | 325 |
| 地球化学、礦物学                                | 325 |
| 礦床成因类型                                  | 326 |
| 鈾礦床实例                                   | 327 |

|                  |            |
|------------------|------------|
| 銻、鈷的主要参考文献       | 328        |
| <b>六、稀土和分散金屬</b> | <b>330</b> |
| 1. 鋁和鈮 (鈳)       | 330        |
| 2. 鈹             | 331        |
| 3. 鎳             | 333        |
| 4. 鋰             | 334        |
| 5. 鎘             | 335        |
| 6. 鎳             | 335        |
| 7. 鎳             | 336        |
| 8. 鈳             | 337        |
| 9. 鈳             | 337        |
| 鋁、鈮、鈹、鎳及鋰的主要参考文献 | 338        |
| 鎘、鎳、鎳、鈳及鈳的主要参考文献 | 338        |
| 一般参考文献           | 339        |

## 原 序

近10—15年以來，由于苏联科学家們在建立一般成礦理論和研究礦床的各工業类型方面獲得了巨大的成就，而这些成就在現有的“金屬礦床”教科書中又未提及，因此編寫一本有关金屬礦床的指南書就感到特別迫切需要。

分析了最重要工業礦石建造的形成条件和富集狀況以后，感到有必要及时地把所有和所獲得的全部材料按照各种金屬礦床成因类型加以綜合。

作者是从1945年开始在列宁格勒礦業学院給地質勘探系学生講授“金屬礦床工業类型”这門課。因这一緣故，作者接受了出版社的建議，根据自己的講稿速記來編寫教材并尽量使这本教材反映出苏联地質学家所累積起來的丰富而嶄新的材料以及借这些材料所建立的有关各种礦石形成理論上的成就。

在本書中，概括地描述了我國最主要的礦床（按照成因类型及礦石建造），其次也描述了國外一些最重要的礦床。

作者在本書中所抱的基本目的是要对各种金屬礦床成因类型和主要的礦石工業建造以及这些礦床形成时的具体地質条件尽可能提供一个确切的概念，因而也可能会提到各个礦石建造（在一定的地質和物理化学条件下形成的礦物共生組合）的礦石性質、特点、价值、找礦先决条件和找礦标志。

在准备出版过程中，苏联科学院通訊院士П.М.塔塔林諾夫教授、Ф.И.沃尔弗孫教授和И.А.柳比莫夫担任了審閱手稿的工作并提出了許多寶貴的意見，作者为此對他們致以衷心的謝意。

作者深知：編著完全适合今天要求的教材是有困难的，所以願意接受對書中缺點的指正并表示感謝。



## 緒 論

人类最古老的文化——旧石器和新石器时代——延續了几十万年之久，接替它的是青銅器时代的文化，这一时代的特征是广泛地应用銅和錫的合金。除此之外，也应用了少量的金、銀、鉛和鋅，而汞和銻則是在更晚的时候才利用的。这就是古代冶金業所賴依建立的寥寥的几种金屬。

應該說明，这些金屬所以之比其他金屬早为实际利用，乃是由于銅、金和銀常呈自然状态產出，易熔化以及銅、鉛和鋅的氧化礦和碳酸鹽礦、主要錫礦物——錫石、硫化銻和硫化汞比較易于精煉。

鉄是在很晚的时候才广泛应用的，当时是用木炭从礦石中熔煉出來。

根据現有的歷史資料，最古的冶金業于紀元前15,000年到20,000年誕生在亞述、印度和中國，那时以煉制銅和錫为主，而在这些國家开始大量从礦石中煉鉄，已經是在相当晚的时候，即在紀元前 2000 年。

值得提出的是，紀元前八世紀到九世紀在烏拉爾圖王國（南高加索境內）即已大量熔煉青銅和黃銅，同时也煉取鉄和鋼，借以制造劳动工具和武器。

印度人、亞述人、斯基台人和斯拉夫人也在古代就会用鋼制造武器。

在苏联有着許多古老的开采銅、錫、鉛、銀、金和其他金屬的遺跡，这說明我們祖國古代居民所拥有的采礦業的規模是很大的。

九世紀到十世紀时，在中亞細亞已經大規模开采金屬礦床，而从十五世紀起，在烏拉爾、卡累利阿、都拉、霍普尔等地开始鉄礦床的开采，此后，又陸續在烏拉爾和阿尔泰开采銅、鉛和銀礦床。

当彼得大帝执政时期以及十八世紀时，俄國鉄、銅和鉛的熔鑄量

占世界第一位，当时俄國匠師以冶煉金屬和制造金屬物件的技藝而聞名。

虽然我國地下蘊藏有丰富而种类繁多的礦石，但是后来由于俄國的農奴制的加強以及外國資本在我國采礦業中的巨大勢力，使得俄國在第一次世界大战开始以前在主要金屬——鐵、銅、鉛、鋅——的熔煉規模上大大落后于西欧各國以及美國；当时完全未开采鎳、鉬、鎢、銻、錫和其他重要的具战略意义的金屬。

众所周知，采掘地下的礦產，其中包括金屬礦產在內，对任何一个國家的經濟都有巨大的意义。毫不过分其詞地說，采礦業和与其緊密相关的工業生產部門的狀況乃是衡量一个國家的獨立富強的根本尺度。

例如，鐵和錳意义很大，它們和煤一起構成黑色冶金工業和重工業的基礎。鉻、鈮、鎳、鈷、鉬和鎢是生產優質鋼与合金的不可缺少的珍品。有色金屬——銅、鉛和鋅广泛应用在机器制造業和电气工業上；鋁和鎂則用在航空工業上。金、銀和鉑是國際支付的貨幣，而其中鉑还是重要的工業金屬。

鈾礦和鈾礦所具之意义更是非常重大，它們是核子能的來源。

在發展苏联國民經濟，首先是發展重工業当中，各种礦產其中包括金屬礦產起着巨大的作用。列宁認為采礦業的發展有着特殊的意义，它是重工業的基礎，年輕的苏維埃政权的最初步骤便是致力于恢复被战争破坏的礦山和礦井。

具有歷史意义的苏联共產党第十九次代表大会十分重視地下礦藏开拓的問題，以便保證國家日益發展的工業獲得原料，并且通过決議：要在五年計劃（到1955年以前）內使生鐵熔鑄量增加76%，鋼—62%，銅—90%，錫—80%，鎳—53%，鋅—1.5倍，鋁—1.6倍，鉛—1.7倍。

全体苏联人民的忘我劳动保證无条件实现这一个規定國民經濟發展的空前速度的宏大計劃，而这种史无前例的發展速度在任何一个資本主义國家都未曾有过，而且也不可能。

1953年發表的計劃执行總結表明，在这一年鋼的熔鑄量超过

三千八百万噸(比1940年多1倍,比1913年多8倍),开采了五千二百万噸以上石油(比1940年增加70%)和三億二千万噸煤(比1940年多1倍)。

由于苏联地質学家和勘探工作者在几个五年計劃期間的努力,不僅大大地擴大了許多已知金屬的原料資源,而且也發現了过去几乎不知道的或者俄國所缺乏的各种新金屬,如鉻、鈮、鎳、鈷、鎢、鉬、錫、銻、汞、鋁和許多稀有和分散金屬的巨大儲量,并且依靠了这些金屬建立起強大的工業。

苏联地質学家工作的特点在于尋找新的途徑,为工業找出新的原料產地;这样發現了我們过去不知道的,新的巨型硫化物錫石礦床、銅-鎳礦床、矽嘎岩白鎢礦床、富含氧化鋁的鋁土礦和含鈮頁岩等等。

苏联地質学家——B.A. 奥勃魯契夫、C.C. 斯米尔諾夫、A.H. 查瓦里斯基、A.Γ. 別捷赫琴、Ю.A. 畢利賓及其同事与学生一起建立了苏联先進的金屬礦床形成的理論,并且以新礦区和新金屬礦床类型的巨大發現証实自己的理論。

目前人类能夠加以利用的金屬已有40多种,它們在工業分类中構成如下組合(表1):

1. 黑色金屬: 鉄(Fe)和鈦(Ti)、錳(Mn)、鉻(Cr)。

2. 稀有金屬和所謂少量金屬:

(a) 在黑色冶金工業中用以制造特种鋼与特种合金的稀有金屬——鈮(V)、鎳(Ni)、鈷(Co)、鉬(Mo)、鎢(W);

(6) 应用在各工業部門的稀有和少量金屬——錫(Sn)、鉍(Bi)、砷(As)、銻(Sb)、汞(Hg)。

3. 有色金屬: 銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)、鋁(Al)、鎂(Mg)。鋁和鎂常單獨分为一組,称为輕金屬。

4. 貴重金屬: 銀(Ag)、金(Au)、鉑(Pt)和鉑族金屬——鈀(Pd)、銱(Os)、銲(Ir)、銑(Rh)、鈳(Ru)。

5. 放射性金屬: 鈾(U)、釷(Th)和鐳(Ra)。

6. 稀土和分散金屬:

(a) 主要跟偉晶岩,部分跟矽嘎岩和高温热液礦床有关的有;

圖 1. 門德雷耶夫化學元素周期表(長周期)

1—黑色金屬；2—在黑色冶金工業上作為合金加料的稀有金屬；3—應用在各工業部門的稀有金屬；4—有色金屬；5—貴重金屬；6—放射性金屬；7—稀土和分散金屬

鉭 (Ta)、鈮 (Nb)、鉍 (Be)、鋯 (Zr)、鋰 (Li)；

(6) 主要跟中溫熱液硫化物礦床有關的有：鎘 (Cd)、鎳 (Ga)、  
銻 (Ge)、銦 (In) 和銑 (Re)。

本書按上列次序描述各金屬礦床，並對每種金屬作以下內容上的  
描述：金屬的簡短歷史資料、它的性質和用途、世界產量和儲量，地  
球化學、礦石的主要工業礦物和類型、對原料的要求、礦床的成因類  
型和礦石建造、成礦區和成礦時代、蘇聯的主要礦區、蘇聯和外國的  
主要礦床實例。

