

金属矿物及其交生

(中 册)

〔德〕 P. Ramdohr 著



长春地质学院图书馆

金属矿物及其交生

(中 册)

[德] P. Ramdohr 著

谢宇平 贺义兴 译
李高山 周延坤

长春地质学院图书馆

1986.10

第三版(德文版)前言

在第二版刊行三年之后,我得到出版者的通知,说该书业已销完。这就是说,早在那时就已需要准备新版。尽管由于我所研究的专业领域受到日益增长的关注而使我感到高兴,可是这一消息并未激起我的全部热情。

我曾想在我退休后的头几年开始再版的工作,那时我可以为这一工作投入较多的时间,以便使其比现在完成得更快些;而目前我除了教学和行政工作以外,还要从事各项研究工作,其负担超过以往任何时候。因此,几乎不可能作我认为必要的那些修改和提高。这样就得保留本书的基本体系。总论篇中的个别部分划分得较为严格和协调一些,至于那些篇幅太短的部分,当然就叙述得更详细一些,特别是对于方法的运用,进行了引伸并增加了许多基本的物理化学内容;各论篇中许多难免的重复就应当删掉,主要资料用表列出,这样可以节省篇幅。我还企图对所有矿物,特别是许多稀少的矿物的光学数据,根据大量标本以及用更为现代的方法所制备的光片进行校正。在这方面所做的工作(较书中所列出的内容多得多!)证明,例如反射和非均质性变化的范围,较老资料所提出的大得多。在金属矿物中,固溶体的形成以及晶格被占据的位置不足和超过的几率,均较迄今所确认的为高。这两者也说明,在矿相显微镜下可以很容易地和清楚地地区分的一些“矿物种”,实际上也是可以按照晶格结构加以鉴定的。诸如黄铁矿之类“平凡”的矿物所表现出的变化,简直是令人迷惑的。这种变化包括其颜色、亮度(反射强度)、非均质性和硬度方面的差异。所有这些变化都是由于加入了微量的其它元素、由于晶格的缺陷或由于某种形成条件而引起的。由于存在如此繁多的变化,从事这样的研究当然就要求较丰富的经验、改进的方法和尽可能大量的对比来予以加强。

也许这方面不宜作过多的阐述;丰富的资料可能已经超过了著者的能力,本书篇幅已不允许再扩大,况且这些资料也使读者、特别是初学者感到惊讶!

所增加的新矿物,就是新近被发现或被鉴定为独立矿物的那些矿物以及直到最近才被证明是分布较广并具有工业意义的矿物。分布较广的矿物主要是指一些“原生”矿物,例如钛铀矿、铀钛磁铁矿和水硅铀矿。同样,对沥青铀矿一节进行了大量校订和扩充。

对锆石、刚玉和石榴石作了新的描述至少简要地提及了独居石和磷钇矿,看来这是适当的,一方面是由于它们在某些矿床中是重要的脉石矿物,另一方面是由于它们是重砂矿物的组份。这里必须指出在反射光下鉴定脉石矿物必须十分谨慎小心,并要经常利用薄片加以核对。

在“总论”编里,对放射性蚀变进行了叙述,放射性蚀变可以通过与强放射性矿物伴生的矿物反映出来。我相信,将来一定可以在这方面获得许多新的知识。

增加了许多新图,一些老图被删除改或制成较好的图版。出版者和我本人都非常希望有一些好的图并保证足够的数量。

由于上述原因,本书几乎不可能再作进一步浓缩。虽然在许多地方作了少量的删节,但尚不能抵偿必要的增补,这样就使本书的篇幅增加了近200页。

在参考文献目录中，本书中提到的许多早期作者未予一一列出。这样一来，就需要参考较早的版本；然而，却增加了大约200种新的参考文献。同时，由于某些苏联同事的支持，已经比较容易获得某些苏联文献。可惜，别捷赫琴等人的好书，是在我的手稿完成之后才看到，只能用于校正时作一些小的补充。

著者还从一些同事、研究所和矿区得到许多标本，作比较研究之用。许多标本是著者本人在野外工作和旅行时收集的。产地索引列于书中，将来可将其保存下来作为一种常用的档案资料。

向所有通过批评、建议和交换意见，对著者进行过帮助的人们致谢。

向我的同事和助手深致谢意。他们协助照相并帮助校对，他们是弗伦泽尔博士、施图姆普尔博士、福斯特和克莱姆侯补博士。特别值得赞扬的是我的同事列姆勒先生，他具有深刻的理解力、精湛的技艺和耐心，他甚至能用最难加工的标本制备出极好的光片。

著者致英文版的前言

多年来，出版者和著者双方一直在商讨《金属矿物及其共生》一书英文版的刊行问题。最初我们双方都踌躇不决，出版者是因为耽心在每一种译本里会丧失原著的某些精神，甚至会在相当大的程度上改变了原意。我则认为读者即使不懂德文也能通过系统的排列和图版而了解本书的大致内容。我终于不得不放弃这种乐观想法，因为我不断收到许多质询信件，甚至问及到我原以为是很清楚的内容。出版者最后也撤回了他的异议。

值得庆幸的是C. 阿姆施图茨教授无私地接受了组织本书翻译的浩繁工作。出版者和著者首先向他表示谢意。

大约还有二十五位译者答应参加这一工作。我想只提一下其中两位：我的朋友H·弗隆贝格，他组织了由加拿大同事译出的部分；以及我的澳大利亚朋友和同事A·B·爱德华兹。爱德华兹博士是第一个完成其翻译部分的人，这可能是他在罗马突然去世之前最后的一项科学工作。全部译者名单列于本章之末。

我感谢译者的协作，不仅由于他们感到他们将使一本非常需要的书可供广大科学工作者加以利用，而且也由于他们的协助表明了我的拙著得到了他们的赏识。

至于本书的材料，我曾要求非常严格地按照德文版翻译，宁愿冒出现某些“德文式表达方式”的危险。这个建议已被不同译者按不同方式所接受。阅读和利用本书的人可用批判的眼光对每一章节作出判断，从而作出抉择：要通顺的英文，还是要直译的、因而有时是“非英文式”的表达方式。阿姆施图茨博士、出版者和我本人将欢迎任何批评或建议。

由于我的研究工作在继续，自然就会补充一些新资料，以及作出某些校正。有许多精选的真正重要的材料已被补充译到文中去。只在很少几处描述部分的一些段落作了全面的改写。例如水硅铀矿和铀铀矿就是这种情况。对微晶锆铜矿族和墨铜矿一节进行了较大的补充。著者一直在考虑石质陨石矿物的内容是否作为一项新的成果包括进来，最后还是决定舍去，因为本书的重点不在这里。

图仍保持1960年德文版的数目。某些图的照片是好的，但制成的图版却不好，因而被删去并被替换。只增加了极少数的新图。参考书目增加得很少。但没有参考书目也不必惋惜，内容互相穿插的参考资料是如此之多，因此可以弥补这种缺陷。

研磨和打光技术的改进，已使我们可以对以前认为“绝望”的一些矿物进行打光，特别是照相。我希望我仍然能够有机会准备出一个新版，以包括更多新标本的照片。这需要时间，因为新的研究资料，并非总是适合需要的。

连续收到了许多关于增补和提高的意见。可惜不是所有的意见都能采纳；例如希望本书采用彩色照片的建议就由于经济原因而不可能实现。另一个意见，即主要采用熟知的和具有重要经济价值的一些矿床的矿石矿物照片，这个意见只能在一定程度上加以考虑。从选矿的角度考虑，尽可能地开采不复杂的矿床，而从我们的观点来看却是“可惜的”。最后，有人希望在产地索引中列出的一些不太常见的矿床能提供较多的资料的要求也不能实现，因为这将需要一本新的和大大加厚的书。

我希望并且相信，本书的新版也赢得矿相显微镜研究方面的一些新的朋友。一个前提是衡常的，即需要花费足够的时间去制备光片，并且需要良好的打光设备。

P. 拉姆多尔

为了尽可能和必要地增加某些新的事实和参考资料而拖延了本书的出版是遗憾的，但另一方面，不是所有文献中的资料都是经过检查的，此外，许多可能引起太多错误的资料，必须删去。可惜我未能将显微探针研究所得的一些极好的成果完全收罗进来。对于替换和增加的一些照片，保留着德文版中的编号或按老顺序用a、b或E示表，以便可以直接对比。

译者

- | | |
|-----------------|--------------|
| K. A. Biegman | 荷兰，德尔夫特 |
| E. N. Cameron | 美国，威斯康辛，麦迪逊 |
| C. D. Campbell | 美国，华盛顿，普尔曼 |
| G. S. Disler | 加拿大，多伦多 |
| A. B. Edwards | 澳大利亚，帕克塞德 |
| G. M. Friedman | 美国，纽约，特罗伊 |
| G. Friedrich | 德国，亚琛 |
| H. Froberg | 加拿大，多伦多 |
| R. LaGanza | 南澳大利亚，北阿德莱德 |
| W. F. Haederle | 秘鲁，拉奥罗亚 |
| H. D. Holland | 美国，新泽西，普林斯顿 |
| H. E. Kapp | 加拿大，多伦多 |
| H. Kobe | 新西兰，奥克兰 |
| L. Koch | 澳大利亚，悉尼—肯辛顿 |
| R. Koser | 美国，华盛顿，普尔曼 |
| G. Kullerud | 美国，华盛顿特区 |
| H. Van der Laan | 荷兰，德尔夫特 |
| B. F. Leonard | 美国，科罗拉多，丹佛 |
| G. J. Neuerburg | 美国，科罗拉多，科尼费尔 |
| E. H. Nickel | 加拿大，渥太华 |
| F. W. Osterwald | 美国，科罗拉多，丹佛 |
| U. Petersen | 美国，麻萨诸塞，剑桥 |
| G. M. Radisics | 加拿大，多伦多 |
| J. Rimsaite | 加拿大，渥太华 |
| H. J. Roorda | 荷兰，德尔夫特 |
| C. B. Sclar | 美国，俄亥俄，哥伦布 |
| R. K. Sorem | 美国，华盛顿，普尔曼 |

R. G. Wayland 美国, 弗吉尼亚, 阿林顿
G. Westner 加拿大, 多伦多
A. W. G. Whittle 南澳大利亚, 帕克赛德
H. Zantop 美国, 华盛顿, 普尔曼
R. A. Zimmermann 德国, 海德堡

中 文 译 序

《金属矿物及其共生》是地质学科领域的经典名著之一，德国杰出的地质学者 P. Ramdohr 教授的一部巨著，是他一生中科学研究工作的结晶，也是他遗留给人类的十分宝贵的财富。

该书发表于60年代，在当时研究条件下，即借助于光学显微镜和一些常规分析手段进行研究，在资料搜集、编排、特别是图片的制作和精选、对金属矿物特点和成因共生的描述等方面，都别具一格，达到了前所未有的高峰。

本书在70年代是矿床学者、矿物学者，尤其是矿相学者的一部极其有益的参考书和工具书。在先进技术手段迅速发展和应用的今天仍至将来，仍将持有其使用价值。

《金属矿物及其共生》一书由地质出版社于1977年向我们推荐按英文板译成中文。我们以1969年发行的英文板为蓝本翻译，后据1975年德文版（对应于1980年英文版）作了增译。译著中，全部图件都是按德文版（1975）编排的。译文于1978年完稿，曾交地质出版社审定和编辑。现改由译者联系出版发行。在这次交付印刷出版前，译者再次对译文进行了系统的校核。

译著篇幅大，共分四册装订。第一册为“总论”；第二册为“专论”的前半部分，包括自然元素和硫化物等；第三册为“专论”的其余部分，包括氧化物和一些常见的非金属矿物及全书的各类索引；第四册为图册。

严寿鹤副教授自始至终参加了本书的翻译校核工作，并负责编辑出版。在本书的翻译过程中，得到了王曙高级工程师和尚浚副教授的大力支持和帮助，深表感谢。

译 者

1986年10月于长春

缩 写

即使可能受到批评，但尽可能地采用了缩写。物理学和少数结晶学数据，采用习用的符号：

n_{ω} 或 n_o 、 n_e 或 n_E ——一轴晶主折光率（常光和非常光方向）。

n_{α} 、 n_{β} 、 n_{γ} ——二轴晶主折光率。

R_o 、 R_E 、 R_w 、 R ——一轴晶反射率。

R_{ϵ} 、 R_m 、 R_p ——二轴晶反射率（大、中、小）。

X 或 X_o 、 X_E ——Kappa吸收率。

——解理或解理方向……

< ——小于

> ——大于

~ ——大致或近似

~ ——近似但稍大

ϕ ——平均（或直径）

目 录

第三版(德文版)前言

著者致英文版的前言

英译者

中文译序

缩写

普通硫化物和“硫盐”	1
辉铜矿(包括蓝辉铜矿)	1
均质硒铜矿	15
红硒铜矿	16
辉银矿	18
硒银矿(含辉硒银矿)	22
硫银锗矿和硫银锡矿	24
硒铊银铜矿	26
硫铜银矿	26
硒铜银矿	29
针硫铅铜矿(别捷赫琴矿)	30
辉铜银矿	31
斑铜矿	32
镍黄铁矿	40
闪锌矿	45
方硒锌矿	52
黑辰砂	52
灰硒汞矿	53
碲汞矿	54
辉碲铜矿	55
黄铜矿	57
硫铍铜矿	64
硫铜矿	65
铜磁黄铁矿	65
黝锡矿及有关矿物	68
黝铜矿族	73
硫铜铜锌矿(楔井矿)	79

锗石.....	79
硫铜锗矿.....	81
硫铁锡铜矿.....	82
灰锗矿.....	83
硫钒铜矿.....	83
纤锌矿(=肝锌矿).....	85
硫镉矿.....	87
硫砷铜矿族概述.....	88
硫砷铜矿.....	89
块硫铋铜矿—块硫砷铜矿.....	92
磁黄铁矿族.....	95
铜硒铁矿.....	105
块硫钴矿.....	106
软硒钴矿.....	106
红砷镍矿.....	106
红铋镍矿.....	110
β -硒镍矿.....	112
砷钴矿(莫德矿).....	112
针镍矿.....	113
γ -硒镍矿.....	115
方黄铜矿.....	115
硫银铁矿—少银黄铁矿族.....	120
陨硫钙石.....	123
硫锰矿.....	123
方铅矿.....	126
硒铅矿.....	134
碲铅矿.....	135
辉铋银矿.....	137
辉铋铋银矿.....	139
针铅铋银矿—硫银铋矿.....	140
硫锡矿和硫黝锡铅矿.....	142
硫锡铅矿.....	143
辉铋铅矿.....	145
辰砂.....	146
硫硒铋铅矿.....	148
铜蓝.....	148
六方硒铜矿.....	153
墨铜矿和马基诺矿介绍.....	154

伊达矿(铁铜蓝).....	158
硫镍钼钨矿(布拉格矿)—硫镍钼矿.....	
硫钼矿.....	161
硫钨钼族.....	162
方硒钨矿(鲍恩哈德矿).....	165
等轴硒钨矿和狄瑞尔矿.....	166
单斜硒钨矿.....	166
硫铁钨矿.....	166
陨硫铬铁.....	166
辉铋矿.....	167
胶状辉铋矿.....	170
辉铋矿.....	171
硒铋矿和副硒铋矿.....	174
红铋矿.....	175
块硫铋银矿(铅泡铋矿).....	176
硫铜铋矿.....	177
辉铜铋矿.....	179
硫铜铋矿.....	180
硫铋铜矿.....	182
脆硫铜铋矿.....	183
含砷黝铜矿(Regnolite*).....	185
砷硫铜铁矿(Epigenite*).....	185
辉铁铋矿.....	185
硫铋铋铜矿(Histrxite*).....	187
斜硫砷银矿.....	187
铋银矿.....	187
脆银矿.....	189
硫铋铜银矿和硫砷铜银矿.....	191
红铋矿.....	193
维尔巴矿(硫砷铋铋矿).....	194
硫汞铋矿.....	195
硫砷铅铜矿(赛里曼矿).....	196
车轮矿.....	197
针硫铋铅矿—针硫铋铜铅矿.....	199
块辉铅铋矿.....	201
红铋铅矿.....	201
硫铋铅银矿—辉铋银铅矿(拉姆多尔矿)—非铋铅矿.....	202
柱硫铋铅银矿.....	204

硫铋银铅矿	205
硫铋铅银矿 (Brongniardite*)	206
辉铋铅银矿	206
脆硫铋银矿	207
异辉铋铅银矿 (Ultrabasilite*)	207
块辉铋铅银矿	208
铜银铅铋矿	208
辉铋锡铅矿	209
圆柱锡矿	210
脆硫砷铅矿	212
柱硫铋铅矿	213
褐硫砷铅矿	213
拉硫砷铅矿	214
单斜硫砷铅矿	215
辉砷银铅矿 (林根巴矿)	215
灰硫砷铅矿 (约旦矿)	216
“块硫砷铅矿” (“Guitermanite”*)	218
细硫砷铅矿 (格拉顿矿)	218
非晶质硬化硫化物胶体	219
辉铋铅矿	220
福辉铋铅矿	221
斜硫铋铅矿	222
异硫铋铅矿	223
纤硫铋铅矿	223
单斜辉铅铋矿	224
脆硫铋铅矿 (毛矿)	225
块硫铋铅矿和针硫铋铅矿	228
斜辉铋铅矿	230
砷硫铋铅矿	232
辉铅铋矿	234
卡辉铅铋矿	235
辉铋铅矿	235
斜方辉铅铋矿	236
柱辉铋铅矿	237
硫铋铋铅矿	237
硫铋铅矿	238
冈加矿 (= 纤硫铋铅矿)	240
淡红银矿	240

深红银矿	242
黄银矿和火色硫锑银矿	245
沙姆森矿(硫锑锰银矿)	246
黄铁矿	247
胶黄铁矿(Melinkovite-pyrite*)	254
含方硫镍矿和方硫钴矿的方硫铁镍矿	256
维拉曼矿(黑硫镍铜矿)	260
硒铜镍矿	261
硬硒钴矿	263
硫钨矿	264
砷铂矿	264
方金锑矿	266
等轴铋钨矿	267
单斜铋钨矿	268
褐硫锰矿	268
辉钴矿	269
辉砷镍矿	272
锑硫镍矿	274
铋碲铂钨矿, 铋碲钨铂矿, 黄铋碲钨矿	276
白铁矿	277
白硒钴矿(哈斯特矿)	281
斜方硒铁矿	282
斜方砷钴矿—斜方砷铁矿—斜方砷镍矿族	283
斜方砷钴矿	284
斜方砷镍矿	286
斜方砷铁矿	288
斜方碲铁矿	291
副斜方砷镍矿	292
毒砂	293
铁硫砷钴矿	297
硫锑铁矿	298
辉钼矿	299
辉钨矿	302
方钴矿	303
绿硫钒矿	307
雄黄	309
碲砷矿	310
雌黄	310

肝铍矿 (Voltzite*) (—纤铍矿, Wurtzite)311

*表示国际矿物学会宣布作废的矿物名词

普通硫化物和“硫盐”

辉铜矿 (包括蓝辉铜矿) (Chalcocite
With (Neo) digenite)

(Kupferglanz, Chalcosine, Copper glance)

I. 一般资料 化学成分和结晶学资料, 迄今为止, 被认为具有 Cu_2S 化学式的“辉铜矿”是指大量半独立的矿物和固溶体, 它们之间的关系尚没有完全弄清, 并且对此尚有不同的解释。Posnjak, Merwin 和 Allen (1916) 等的著作, 大部分已被 N. W. Buerger (1914) 的研究所取代。著者曾对这些研究进行了引伸的解释 (1943)。近来, Kullerud, Donnay, 森本 (Morimoto) 等人的研究使这些解释更加完善。特别要提到的是 $\text{Cu}_{1.88}\text{S}$ = “低辉铜矿”的复杂情况和蓝辉铜矿 (D_{3d}^6 , $a_{rh} = 16.16 \text{ \AA}$, $\alpha_{rh} = 13^\circ 56'$) 的尖菱面体形状。

在低温下形成的 Cu_2S (“ $\beta\text{-Cu}_2\text{S}$ ”) 是斜方晶系的。通过热处理 (常常是中等温度), 能使它转变成非常接近于六方晶系。在金属冶炼过程中从熔体中凝固出来的 Cu_2S 是等轴晶系的。然而后者实际上是一种含有过量铜的 Cu_2S_x 。当有过量的硫出现时, Cu_2S 也可以由热溶液形成, 部分甚至可以在低温下形成。它时常以各种方式分解并转变成 $\beta\text{-Cu}_2\text{S}$ (从前认为是“副像”或页片状“辉铜矿”)。

所有这些形态的特点, 都是很相似的, 但是藉助矿相显微镜, 对它们是容易鉴别的。许多从前难于理解的细节问题, 当采用 Buerger 的资料时, 便立即就清楚了。

1. 斜方辉铜矿, 到 103°C 时仍保持斜方晶系。晶格: C_{2v}^8 , $a_0 = 11.9$, $b_0 = 27.28$, $c_0 = 13.41 \text{ \AA}$, $Z = 96$ 。// (110) 的解理比较少见, 常见于浸蚀光片中。H = 2.5 - 3, D = 5.5 - 5.8。不透明。在不同的变种中, 比重和硬度在很大程度上彼此相似。

辉铜矿以各种方式生成于,

a) 形成于低于 103°C 的深成溶液或由 103°C 以上的六方晶系晶体的副像 (图335a) 变来。

b) 单独产于浅成溶液中。

c) 附属于浅成溶液, 也就是说, 作为其它硫化物的胶结薄壳。

不了解那些尚不清楚的特征, 只能根据它们的成因共生的研究, 这三种类型只能根据成因共生分辨清楚, 不了解成因共生, 就不能明确地区分。

2. 六方晶系的辉铜矿是在斜方晶系辉铜矿在 103°C 加热时, 形成的在结构方面, 二者很相似。 D_{3d}^6 , $a_0 = 3.89$, $c_0 = 6.68 \text{ \AA}$, $Z = 8$ 。虽然六方晶系辉铜矿总是成副像 (就目前所知道的!), 但根据其反向页片, 和平行于 (0001) 切片的轮廓, 即斜方形