

新版

CHANGJIAN KUANGSHI FENXI SHOUCHE

常见矿石 分析手册

李华昌 主编



化学工业出版社

本手册详细地介绍了常见矿石及矿石中常见元素的分析方法，主要包括矿石中常见元素的测定方法、黑色金属矿石分析方法、重金属矿石及精矿分析方法、轻金属矿石及精矿分析方法、贵金属矿石及精矿分析方法、稀有稀散和难熔金属矿石及精矿分析方法。书中在分析方法选择上突出了实用性、多元性和先进性的特点，以满足不同实验室的检测需求。所收录的方法既有标准分析方法，也有非标准分析方法；既有经典的化学分析方法，也有现代仪器分析方法。

本书是矿石分析检验人员必备的一本系统的查阅书籍，可供冶金厂矿、地质、矿业、环保部门和有关科研等单位从事分析工作的人员以及大、中专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

常见矿石分析手册/李华昌主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 7

ISBN 978-7-122-11079-4

I. 常… II. 李… III. 矿石-分析-手册 IV. TD912-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 068816 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 43¼ 字数 1247 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 168.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 李华昌

编写人员（按姓氏笔画排列）

王皓莹 邓海虹 乔小宇 刘 春

刘 玮 刘春峰 汤淑芳 阮桂色

阴东霞 李 敏 李华昌 陈殿耿

陈潮炎 何飞顶 屈太原 姜求涛

审 校 刘 玮

FOREWORD

前言

在工业化的进程中，对资源的需求十分强劲，资源开发的热潮席卷全球。当前我国矿产资源开发利用得到全面持续发展，已形成了一大批保证我国经济建设所需要的钢铁工业和有色金属原料基地。钢铁、有色金属的产量飞速增长，钢产量和有色金属产量已连续多年位居世界第一。强劲的需求使我国矿产资源对外依存度不断提高，尤其以铁、铜、铝为代表的许多战略金属矿产资源进口量明显上升。占有色金属消费量95%以上的铜、铝、铅、锌、镍等主要有色金属的矿产资源供需矛盾十分突出，国内自产原料不能满足冶炼需求，每年必须大量从国外进口。目前我国钢铁、铜、铝、铅、锌、镍原料的对外依存度已经分别达到52%、65%、55%、20%、35%、80%。为满足资源需求，地质找矿工作不断深入，资源综合利用越来越得到重视。为满足地质找矿、资源综合利用、国内国际贸易的需要，分析检测成为十分重要的工作。鉴于上述背景，我们组织相关专家编写了《常见矿石分析手册》，希望此书的出版能为分析工作者提供一些有益的参考和帮助。

本书以常见矿石及矿石中常见元素的分析为重点，分6部分介绍了矿石中常见元素的测定、黑色金属矿石分析、重金属矿石及精矿分析、轻金属矿石及精矿分析、贵金属矿石及精矿分析、稀有稀散和难熔金属矿石及精矿分析方法。本书涵盖了矿石中30余种常见元素以及铁矿石、锰矿石、铬矿石、铜矿石及铜精矿、铅矿石及铅精矿、锌矿石及锌精矿、镍矿石及镍精矿、钴矿石及钴硫精矿、锡矿石及锡精矿、铋矿石及铋精矿、锑矿石及锑精矿、铝土矿石、石灰石、白云石、萤石、菱镁矿石、金精矿、银精矿、锂辉石、锂云母、绿柱石、铍榴石、钽铌精矿、锆英石、钨矿石及钨精矿、钼矿石及钼精矿等常见矿石及精矿中元素的分析方法。

本书突出了实用性、多元性和先进性的特点，以满足不同实验室的检测需求。所收录的方法以国家和行业标准分析方法为主，也收录了部分具有先进性和实用性的非标准分析方法。为体现多元性，所收录的方法既有经典的化学分析方法，也有现代仪器分析方法。

本书内容全面、新颖，实用性强，可为研究单位科研和检测人员、高校师生、商检质检实验室人员、厂矿企业实验室人员、矿产地质人员、其他工程技术人员等提供重要参考。

在本书编写过程中，得到了北京矿冶研究总院、桂林理工大学、北京材料测试联盟、北京中关村管委会及其他兄弟单位有关领导、专家、学者的热情帮助和支持，在此谨致谢忱。

由于水平所限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正，以便再版时修正。

编者

手册使用说明

1. 分析试样的粒度要求，除特殊规定外，一般应小于 0.100mm。
2. 除特别指出者外，试样在称取前需于 105~110℃ 烘干 2h，并在干燥器中冷却至室温。
3. 分析所用试剂，除特别注明者外，均为“分析纯”。
4. 试剂配制分析操作用水，除特殊指明者外，均为一次蒸馏水或离子交换水，符合国家标准 GB/T 6682《分析实验室用水规格及试验方法》中所规定的三级水。
5. 方法中所称之溶液，除指明溶剂外，均为水溶液。

6. 溶液组成的表示法：

(1) 物质的量浓度 (c ，简称为浓度)。如 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=0.1\text{mol/L}$ ，但在行文中为了简明写作“ H_2SO_4 (0.1mol/L)”，此时的“ H_2SO_4 ”表示物质的量浓度的“基本单元”。

(2) 物质的质量浓度 (ρ_B)。其单位为 g/L, mg/L, g/mL, mg/mL, $\mu\text{g/mL}$ 。

(3) 质量分数 (w)。通常元素的分析结果以此形式表示 (%)。

(4) 体积分数 (ϕ)。一般溶质为液体且其含量较小时以此形式表示。如 1% (体积分数) 盐酸，表示 100 份体积溶液中有 1 份体积盐酸。

(5) 体积比浓度。如 (1+1)、(1+3) 等指任何一种液体溶质的体积 (前项) 与水的体积 (后项) 相加，或表示两种溶剂以此体积比例相混合而成混合溶剂。

7. 方法中未注明含量的酸或氨水，指市售分析纯浓酸或浓氨水 (参见表 1 常用酸、氨水的密度和浓度)。如“盐酸”，指市售的分析纯浓盐酸 ($\rho=1.19\text{g/mL}$)。未注明含量的三氯化钛溶液为市售三氯化钛溶液 ($w_B\approx 15\%\sim 20\%$)；过氧化氢为市售过氧化氢 ($w_B\approx 30\%$)。

表 1 常用酸、氨水的密度和浓度

名称	化学式	相对分子量	密度(ρ) /(g/cm^3)	含量(w_B)/%	近似浓度(c_B) /(mol/L)
盐酸	HCl	36.46	1.18~1.19	36~38	12
硝酸	HNO ₃	63.02	1.40~1.42	67~72	15~16
硫酸	H ₂ SO ₄	98.08	1.83~1.84	95~98	18
磷酸	H ₃ PO ₄	98.00	1.69	≥85	15
高氯酸	HClO ₄	100.47	1.68	70~72	12
冰醋酸	CH ₃ COOH	60.05	1.05	≥99	17
甲酸	HCOOH	46.03	1.22	≥88	23
氢氟酸	HF	20.01	1.15	≥40	23
氢溴酸	HBr	80.91	1.38	≥40	6.8
氨水	NH ₃ ·H ₂ O	35.05	0.90	25~28(NH ₃)	14

8. 滴定法中的标准滴定溶液的配制和标定，除特别说明外，一般按照 GB/T 601《化学试剂 标准滴定溶液的制备》进行。

9. 在滴定法中的“××××标准滴定溶液对 Y 的滴定系数，mg/mL”是指“与 1.00mL ××××标准滴定溶液相当的 Y 的质量，mg/mL”。

10. 重量法中“称至恒重”一语，指先后两次烘干或灼烧后称量之差正负不超过 0.3mg。

11. 极谱法中各种金属离子的半波电位或峰电位，除特殊指明外均系对饱和甘汞电极而言。

12. 极谱法中如指出“按比较法计算分析结果”时，指将标准与试样所得波高进行直接比较而求出未知试样中待测元素的质量分数，计算公式如下：

$$\text{试样中待测元素}(\%) = \frac{h_x}{h} \times \frac{s_2}{s_1} \times \frac{m}{m_0} \times 100$$

式中， h 、 h_x 分别为标准及试样的波高，mm； s_1 、 s_2 分别为标准及试样测量波高时仪器的灵敏度； m 为标准中待测元素的质量，g； m_0 为称取试料质量，g。

13. 方法中“空白试验”一语，指与试样分析同时进行的试验，且与试样分析中所采用的方法及试剂用量完全一致。分析步骤中未注明进行“空白试验”时，并不表明不需要进行空白试验。

14. 流水冷却指用流动的自来水对器皿外壁进行冷却的操作。

15. 方法中的“过滤”，除特别说明外，指用中速定性滤纸进行过滤。

16. 干过滤指将含有沉淀等物质的溶液用干滤纸进行的过滤操作。

17. ICP-AES 法是指电感耦合等离子体-原子发射光谱法；ICP-MS 法是指电感耦合等离子体-质谱法；AAS 法是指原子吸收光谱法；HG-AFS 法是指氢化物发生-原子荧光光谱法；XRF 法是指 X 射线荧光光谱法。

CONTENTS

目 录

第 1 章 矿石中常见元素和组分的测定	1
1.1 铜量的测定	1
1.1.1 碘量法	1
1.1.2 快速碘量法	2
1.1.3 铜试剂吸光光度法	3
1.1.4 双环己酮草酰二脲吸光光度法	4
1.1.5 氨水-氯化铵底液极谱法	5
1.1.6 乙二胺底液极谱法	6
1.1.7 原子吸收光谱法 (AAS)	7
1.2 铅量的测定	7
1.2.1 EDTA 滴定法	7
1.2.2 乙酸钠底液极谱法 (铅、锌连续测定)	10
1.2.3 示波极谱法	11
1.2.4 催化示波极谱法	11
1.2.5 邻苯三酚红吸光光度法	12
1.2.6 原子吸收光谱法	13
1.3 锌量的测定	13
1.3.1 EDTA 滴定法	13
1.3.2 氨性底液极谱法	15
1.3.3 乙酸-乙酸铵-硫氰酸钠底液极谱法	15
1.3.4 原子吸收光谱法	16
1.4 镍量的测定	17
1.4.1 丁二酮肟沉淀分离 EDTA 滴定法	17
1.4.2 EDTA 直接滴定法	18
1.4.3 丁二酮肟吸光光度法	19
1.4.4 三氯甲烷萃取分离丁二酮肟吸光光度法	20
1.4.5 原子吸收光谱法	20
1.5 钴量的测定	21
1.5.1 碘量法	21
1.5.2 亚硝基 R 盐吸光光度法	22
1.5.3 1-亚硝基-2-萘酚吸光光度法	23
1.5.4 二安替比林甲烷吸光光度法	24

1.5.5	5-Cl-PADAB 吸光光度法	25
1.5.6	原子吸收光谱法	26
1.6	锡量的测定	26
1.6.1	铝片还原碘量法	26
1.6.2	苯基荧光酮-CTAB 吸光光度法	28
1.6.3	邻苯二酚紫-CTAB 吸光光度法	29
1.6.4	盐酸-氯化铵底液极谱法	31
1.6.5	催化极谱法	32
1.7	铋量的测定	33
1.7.1	EDTA 滴定法	33
1.7.2	硫脲吸光光度法	34
1.7.3	硫脲-碘化钾-马钱子碱吸光光度法	35
1.7.4	乙酸-乙酸铵底液极谱法	36
1.7.5	原子吸收光谱法	37
1.7.6	氢化物发生-原子荧光光谱法 (HG-AFS)	37
1.8	镉量的测定	38
1.8.1	氨水-氯化铵底液极谱法	38
1.8.2	原子吸收光谱法	39
1.9	铈量的测定	39
1.9.1	硫酸铈滴定法	39
1.9.2	孔雀绿吸光光度法	40
1.9.3	5-Br-PADAP 吸光光度法	41
1.9.4	盐酸-硫酸底液极谱法	42
1.9.5	原子吸收光谱法	43
1.10	汞量的测定	43
1.10.1	硫氰酸盐滴定法	43
1.10.2	双硫脲吸光光度法	45
1.10.3	冷原子吸收光谱法	46
1.11	钨量的测定	47
1.11.1	钨酸铵灼烧重量法	47
1.11.2	8-羟基喹啉重量法	48
1.11.3	硫氰酸盐吸光光度法	49
1.11.4	环己烷-乙酸丁酯萃取硫氰酸盐吸光光度法	50
1.12	铊量的测定	51
1.12.1	铊酸铅重量法	51
1.12.2	钒酸铵滴定法	52
1.12.3	硫氰酸盐吸光光度法	53
1.12.4	苯基荧光酮吸光光度法	55
1.12.5	催化极谱法	55
1.13	三氧化二铝量的测定	56
1.13.1	EDTA 滴定法	56
1.13.2	铬天青 S 吸光光度法	59
1.13.3	原子吸收光谱法	61
1.14	氧化钙及氧化镁量的测定	62

1.14.1	EDTA 滴定法	62
1.14.2	二甲苯胺蓝 II 吸光光度法测定镁	64
1.14.3	原子吸收光谱法	65
1.15	氧化钾和氧化钠量的测定	67
1.15.1	原子吸收光谱法	67
1.15.2	火焰光度法	68
1.16	锶量的测定	69
1.16.1	原子吸收光谱法	69
1.16.2	ICP 发射光谱法测定锶和钡	70
1.17	钡量的测定	71
1.17.1	硫酸钡重量法	71
1.17.2	铬酸盐转化-亚铁滴定法	73
1.18	钛量的测定	75
1.18.1	硫酸铁铵滴定法	75
1.18.2	过氧化氢吸光光度法	76
1.18.3	二安替比林甲烷吸光光度法	77
1.19	铁量的测定	78
1.19.1	重铬酸钾滴定法	78
1.19.2	钛(III)还原-重铬酸钾滴定法	81
1.19.3	硫酸铈滴定法	82
1.19.4	EDTA 滴定法	82
1.19.5	磺基水杨酸吸光光度法	84
1.19.6	邻菲咯啉吸光光度法	84
1.19.7	原子吸收光谱法	85
1.19.8	重铬酸钾滴定法测定金属铁	85
1.19.9	重铬酸钾滴定法测定亚铁	86
1.19.10	钒(V)氧化-硫酸亚铁铵滴定法测定亚铁	87
1.20	锰量的测定	88
1.20.1	高锰酸吸光光度法	88
1.20.2	硫酸亚铁铵滴定法	89
1.20.3	高锰酸钾电位滴定法	91
1.20.4	原子吸收光谱法	91
1.21	铬量的测定	92
1.21.1	硫酸亚铁铵滴定法	92
1.21.2	二苯氨基脲吸光光度法	93
1.21.3	示波极谱法	94
1.21.4	原子吸收光谱法	95
1.22	钒量的测定	96
1.22.1	硫酸亚铁铵滴定法	96
1.22.2	磷钨钒酸吸光光度法	98
1.22.3	钼试剂吸光光度法	98
1.22.4	PAR 吸光光度法	100
1.23	磷量的测定	101
1.23.1	酸碱滴定法	101

1.23.2	快速酸碱滴定法	102
1.23.3	磷钼钒酸吸光光度法	103
1.23.4	钼盐-钼蓝吸光光度法	104
1.24	砷量的测定	106
1.24.1	次磷酸盐还原-碘滴定法	106
1.24.2	DDTC-Ag 吸光光度法	107
1.25	二氧化硅量的测定	108
1.25.1	重量法	108
1.25.2	氟硅酸钾滴定法	111
1.25.3	硅钼蓝吸光光度法	112
1.26	硫量的测定	114
1.26.1	硫酸钡重量法	114
1.26.2	燃烧-中和滴定法	115
1.26.3	燃烧-碘量法	117
1.26.4	高频感应炉燃烧红外吸收法测定硫和碳	118
1.27	碳量的测定	119
1.28	氟量的测定	120
1.28.1	离子选择性电极法	120
1.28.2	镧-茜素络合胺吸光光度法	121
1.28.3	EDTA 滴定法	122
1.29	氟化钙量的测定	123
1.29.1	EDTA 滴定法	123
1.29.2	高锰酸钾滴定法	127
1.30	硼量的测定	128
1.30.1	甲亚胺-H 酸吸光光度法	128
1.30.2	离子选择性电极法	129
1.30.3	示波极谱法	129
1.30.4	ICP 发射光谱法 (ICP-AES)	130
1.31	水分的测定	131
1.31.1	吸附水 (H_2O^-)	131
1.31.2	化合水 (H_2O^+)	131
1.32	烧失量的测定	132

第2章 黑色金属矿石分析

133

2.1	铁矿石分析	133
2.1.1	重量法测定吸湿水量	133
2.1.2	三氯化钛还原法测定全铁	135
2.1.3	金属铁量的测定	137
2.1.4	重铬酸钾滴定法测定亚铁	139
2.1.5	硅量的测定	139
2.1.6	铝量的测定	141
2.1.7	钙和镁量的测定	144
2.1.8	碳、硫量的测定	149

2.1.9	磷量的测定	154
2.1.10	钛量的测定	159
2.1.11	离子选择电极法测定氟	162
2.1.12	离子选择电极法测定水溶性氯化物	163
2.1.13	原子吸收光谱法测定铜	166
2.1.14	镍量的测定	167
2.1.15	火焰原子吸收光谱法测定钠和钾	169
2.1.16	火焰原子吸收光谱法测定钴	171
2.1.17	火焰原子吸收光谱法测定锌	172
2.1.18	火焰原子吸收光谱法测定铅	173
2.1.19	火焰原子吸收光谱法测定锡	175
2.1.20	铬量的测定	176
2.1.21	钒量的测定	179
2.1.22	锰量的测定	184
2.1.23	电感耦合等离子体-原子发射光谱法 (ICP-AES) 测定铝、钙、镁、 锰、磷、硅和钛	187
2.1.24	波长色散 X 射线荧光光谱法测定钙、硅、镁、钛、磷、锰、铝和钡	188
2.2	锰矿石分析	191
2.2.1	重量法测定湿存水量	191
2.2.2	重量法测定化合水量	191
2.2.3	锰量的测定	193
2.2.4	全铁量的测定	196
2.2.5	电感耦合等离子体-质谱法 (ICP-MS) 测定硼	199
2.2.6	重量法测定二氧化碳	200
2.2.7	氧化镁量的测定	202
2.2.8	氟盐取代 EDTA 滴定法测定氧化铝	204
2.2.9	高氯酸脱水重量法测定二氧化硅	206
2.2.10	磷钼蓝光度法测定磷	207
2.2.11	硫测定	208
2.2.12	氧化钙测定	210
2.2.13	二安替比林甲烷光度法测定二氧化钛	213
2.2.14	磷钨钒杂多酸光度法测定钒	214
2.2.15	铬量的测定	215
2.2.16	亚硝基 R 盐分光光度法测定钴	218
2.2.17	火焰原子吸收光谱法测定镍	219
2.2.18	电感耦合等离子体-质谱法 (ICP-MS) 测定铅	220
2.2.19	火焰原子吸收光谱法测定钠、钾	221
2.2.20	火焰原子吸收光谱法测定铜、铅、锌	223
2.2.21	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定二氧化硅、氧化钙、氧化镁、磷、 砷、铁、钴、镍、铬、铜、钛、钒、硼	225
2.2.22	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定铁、硅、铝、钙、钡、镁、钾、 铜、镍、锌、磷、钴、铬、钒、砷、铅和钛	228
2.2.23	波长色散 X 射线荧光光谱法 (XRF) 测定镁、铝、硅、磷、硫、钾、 钙、钛、锰、铁、镍、铜、锌、钡和铅	230

2.3 铬矿石分析	233
2.3.1 重量法测定水分.....	233
2.3.2 硫酸亚铁铵滴定法测定铬.....	235
2.3.3 氟盐取代 EDTA 络合滴定法测定三氧化二铝.....	237
2.3.4 二氧化硅量的测定.....	238
2.3.5 五氧化二磷量的测定.....	239
2.3.6 亚硝酸钠-亚砷酸钠滴定法测定氧化锰.....	241
2.3.7 全铁量的测定.....	242
2.3.8 偏钒酸铵-硫酸亚铁铵滴定法测定氧化亚铁.....	245
2.3.9 氧化钙、氧化镁量的测定.....	246
2.3.10 电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定全铁、二氧化硅、氧化钙、氧化镁、磷、锰、铝.....	250
2.3.11 X 射线荧光光谱法 (XRF) 测定铬、铁、硅、钙、镁、磷、锰、铝等氧化物.....	252
2.3.12 波长色散 X 射线荧光光谱法 (XRF) 测定镁、铝、硅、钙、钛、钒、铬、锰、铁和镍.....	253

第3章 重金属矿石及精矿分析 **256**

3.1 重金属矿石分析	256
3.1.1 铜铅锌矿石中铜量的测定.....	256
3.1.2 铜铅锌矿石中铅量的测定.....	256
3.1.3 铜铅锌矿石中锌量的测定.....	258
3.1.4 镍矿石中镍量的测定.....	260
3.1.5 钴矿石中钴量的测定.....	261
3.1.6 锡矿石中锡量的测定.....	262
3.1.7 铋矿石中铋量的测定.....	264
3.1.8 铟矿石中铟量的测定.....	265
3.2 铜精矿分析	266
3.2.1 铜量的测定.....	266
3.2.2 原子吸收光谱法测定铅、锌、镉和镍.....	269
3.2.3 EDTA 滴定法测定铅.....	270
3.2.4 EDTA 滴定法测定锌.....	271
3.2.5 火焰原子吸收光谱法测定氧化镁.....	272
3.2.6 金和银量的测定.....	273
3.2.7 硫量的测定.....	276
3.2.8 砷量的测定.....	278
3.2.9 氟离子选择电极法测定氟.....	281
3.2.10 氢化物发生-原子荧光光谱法测定砷和铋.....	282
3.2.11 氢化物发生-原子荧光光谱法测定铟.....	283
3.2.12 冷原子吸收光谱法测定汞.....	284
3.2.13 二氧化硅量的测定.....	285
3.2.14 火焰原子吸收光谱法测定钴.....	287
3.2.15 三氯化钛法还原-重铬酸钾滴定法测定铁.....	287

3.2.16	三氧化二铝量的测定	288
3.2.17	冷原子吸收光谱法测定汞	290
3.2.18	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定砷、锑和铋	292
3.2.19	电感耦合等离子体发射光谱法测定中锌、镉、铅、镍、镁、钙和铝	292
3.2.20	ICP-AES法测定铅、锌、钴、镍、镁、镉、砷、锑、铋、汞	293
3.3	铅精矿分析	295
3.3.1	EDTA 滴定法测定铅	295
3.3.2	EDTA 滴定法测定锌	298
3.3.3	原子吸收光谱法测定铜	299
3.3.4	砷量的测定	299
3.3.5	原子吸收光谱法测定氧化镁	301
3.3.6	铬天青 S 吸光光度法测定三氧化二铝	302
3.3.7	铋量的测定	302
3.3.8	火试金法测定金、银	304
3.3.9	原子荧光光谱法测定汞	306
3.3.10	火焰原子吸收光谱法测定镉	307
3.4	锌精矿分析	307
3.4.1	EDTA 滴定法测定锌	307
3.4.2	燃烧-中和法测定硫	308
3.4.3	EDTA 滴定法测定铁	308
3.4.4	原子吸收光谱法测定铅	309
3.4.5	原子吸收光谱法测定铜	309
3.4.6	溴酸钾滴定法测定砷	309
3.4.7	原子吸收光谱法测定镉	309
3.4.8	离子选择电极法测定氟	309
3.4.9	苯基荧光酮-CTAB 吸光光度法测定锡	309
3.4.10	孔雀绿吸光光度法测定锑	310
3.4.11	原子吸收光谱法测定银	311
3.4.12	钼蓝吸光光度法测定二氧化硅	312
3.4.13	氢化物发生-原子荧光光谱法测定锡	313
3.4.14	氢化物发生-原子荧光光谱法测定锑	314
3.4.15	氢化物发生-原子荧光光谱法测定砷	315
3.4.16	原子吸收光谱法测定镍	315
3.4.17	原子荧光光谱法测定汞	316
3.4.18	火焰原子吸收光谱法测定钴	317
3.4.19	电感耦合等离子体-原子发射光谱 (ICP-AES) 法测定铝、砷、镉、钙、 铜、镁、锰、铅	318
3.5	镍精矿分析	319
3.5.1	丁二酮肟重量法测定镍	319
3.5.2	EDTA 滴定法测定镍	320
3.5.3	磺基水杨酸吸光光度法测定铁	320
3.5.4	亚硝基 R 盐吸光光度法测定钴	321
3.5.5	电位滴定法测定钴	322
3.5.6	碘量法测定铜	322

3.5.7	火焰原子吸收光谱法测定铜	322
3.5.8	燃烧-中和法测定硫	323
3.5.9	EDTA 滴定法测定氧化镁	323
3.5.10	火焰原子吸收光谱法测定镉	325
3.5.11	火焰原子吸收光谱法测定铬	326
3.5.12	氢化物发生-原子荧光光谱法 (HG-AFS) 测定汞	326
3.5.13	火焰原子吸收光谱法测定铅	327
3.5.14	氢化物发生-原子荧光光谱法测定砷	328
3.6	钴硫精矿分析	329
3.6.1	钴量的测定	329
3.6.2	丁二酮肟吸光光度法测定镍	332
3.6.3	碘量法测定铜	333
3.6.4	重铬酸钾滴定法测定铁	333
3.6.5	高碘酸钾吸光光度法测定锰	334
3.6.6	铅量的测定	335
3.6.7	萃取分离极谱法测定锌	335
3.6.8	砷量的测定	336
3.6.9	氟硅酸钾滴定法测定二氧化硅	337
3.6.10	燃烧-酸碱滴定法测定有效硫	338
3.6.11	火焰原子吸收光谱法测定镉	340
3.6.12	火焰原子吸收光谱法测定铬	340
3.6.13	氢化物发生-原子荧光光谱法测定汞	340
3.7	锡精矿分析	340
3.7.1	锡量的测定	340
3.7.2	硫酸铈滴定法测定铁	343
3.7.3	双环己酮草酰二胺吸光光度法测定铜	344
3.7.4	原子吸收光谱法测定铅、铜	345
3.7.5	铅量的测定	345
3.7.6	砷量的测定	347
3.7.7	铋量的测定	350
3.7.8	铊量的测定	351
3.7.9	铟量的测定	352
3.7.10	硫氰酸盐吸光光度法测定三氧化钨	354
3.7.11	硫量的测定	355
3.7.12	硅钼蓝吸光光度法测定二氧化硅	357
3.7.13	铬天青 S 吸光光度法测定三氧化二铝	358
3.7.14	EDTA 滴定法测定氧化钙	360
3.7.15	二甲苯胺蓝 II 吸光光度法测定氧化镁	361
3.7.16	原子吸收光谱法测定氧化镁、氧化钙	363
3.7.17	离子选择电极法测定氟	363
3.7.18	原子吸收光谱法测定银	364
3.7.19	冷原子吸收光谱法测定汞	365
3.7.20	重量法测定水分	366
3.8	铋精矿分析	366

3.8.1	EDTA 滴定法测定铋	366
3.8.2	硫氰酸盐吸光光度法测定三氧化钨	367
3.8.3	碘量法测定砷	368
3.8.4	硅钼蓝吸光光度法测定二氧化硅	369
3.8.5	硫酸钡重量法测定硫	370
3.8.6	燃烧-中和法测定硫	370
3.8.7	铁量的测定	372
3.8.8	EDTA 滴定法测定铅	374
3.8.9	原子吸收光谱法测定银	375
3.8.10	原子吸收光谱法测定铅、铜	376
3.8.11	铬天青 S 吸光光度法测定三氧化二铝	376
3.8.12	碘量法测定铜	377
3.8.13	硫氰酸盐吸光光度法测定钼	378
3.9	铋精矿分析	379
3.9.1	硫酸铷滴定法测定铋	379
3.9.2	溴酸钾滴定法测定砷	380
3.9.3	铅量的测定	381
3.9.4	原子吸收光谱法测定铋	382
3.9.5	硒量的测定	382
3.9.6	汞量的测定	385
3.9.7	燃烧-中和滴定法测定硫	387
3.9.8	金量的测定	388
3.9.9	原子吸收光谱法测定银	390
3.9.10	重量法测定湿存水	391

第4章 轻金属矿石分析 392

4.1	铝土矿石分析	392
4.1.1	EDTA 滴定法测定氧化铝	392
4.1.2	重量-钼蓝吸光光度法测定二氧化硅	393
4.1.3	钼蓝吸光光度法测定二氧化硅	394
4.1.4	重铬酸钾滴定法测定三氧化二铁	395
4.1.5	邻菲咯啉吸光光度法测定三氧化二铁	396
4.1.6	二安替比林甲烷吸光光度法测定二氧化钛	397
4.1.7	EDTA 滴定法测定氧化钙	398
4.1.8	原子吸收光谱法测定氧化钙和氧化镁	399
4.1.9	二甲苯胺蓝 II 吸光光度法测定氧化镁	400
4.1.10	原子吸收光谱法测定氧化钾和氧化钠	401
4.1.11	原子吸收光谱法测定氧化锰	402
4.1.12	原子吸收光谱法测定三氧化二铬	402
4.1.13	二苯氨基脲吸光光度法测定三氧化二铬	403
4.1.14	N-苯甲酰-N-苯基羟胺吸光光度法测定五氧化二钒	404
4.1.15	原子吸收光谱法测定铋	405
4.1.16	半二甲酚橙吸光光度法测定二氧化锆	406

4.1.17	三溴偶氮胂吸光光度法测定稀土氧化物总量	406
4.1.18	罗丹明 B 萃取吸光光度法测定三氧化二镓	408
4.1.19	钼蓝吸光光度法测定五氧化二磷	408
4.1.20	燃烧-碘量法测定硫	409
4.1.21	燃烧-非水滴定法测定总碳量	410
4.1.22	重量法测定灼烧减量	411
4.1.23	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定铁、镁、钙、钛、磷、 锰、铬、钒、锌及其氧化物	412
4.1.24	X 射线荧光光谱法 (XRF) 测定铁、铝、镁、钙、钛、磷、锰、硅及其 氧化物	414
4.2	石灰石、白云石分析	415
4.2.1	氧化钙和氧化镁量的测定	415
4.2.2	二氧化硅量的测定	420
4.2.3	氧化铝量的测定	421
4.2.4	氧化铁量的测定	424
4.2.5	分光光度法测定氧化锰	426
4.2.6	磷钼蓝光度法测定磷	427
4.2.7	硫量的测定	428
4.2.8	灼烧减量的测定	432
4.2.9	二氧化碳量的测定	432
4.2.10	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定游离氧化钙	437
4.2.11	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定氧化镁、三氧化二铁、氧化锰、 五氧化二磷	438
4.2.12	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定氧化镍、三氧化二铬、氧化铜、 氧化钡	440
4.3	萤石分析	441
4.3.1	质量法测定质损量	441
4.3.2	蒸馏分离-硝酸钍滴定法测定氟	442
4.3.3	EDTA 滴定法测定氧化镁	443
4.3.4	氟盐取代-EDTA 滴定法测定氧化铝	444
4.3.5	二氧化硅量的测定	445
4.3.6	钼磷钼蓝光度法测定磷	447
4.3.7	燃烧-碘量法测定总硫	448
4.3.8	碘量法测定硫化物	450
4.3.9	氟化钙量的测定	452
4.3.10	碳酸钙量的测定	454
4.3.11	二安替比林甲烷光度法测定二氧化钛	457
4.3.12	高碘酸盐光度法测定氧化锰	458
4.3.13	三氧化二铁量的测定	459
4.3.14	EDTA 滴定法测定三氧化二铁、氧化铝	461
4.3.15	电感耦合等离子体-原子发射光谱法测定镁、铁、铝、磷、钛及其氧 化物	463
4.4	菱镁矿石分析	464
4.4.1	重量法测定二氧化硅	464

4.4.2	EDTA 滴定法测定氧化铝、三氧化二铁	465
4.4.3	EDTA 滴定法测定氧化钙量	466
4.4.4	EDTA 滴定法测定氧化镁	467
4.4.5	电热原子化器-石墨炉原子吸收光谱法测定铅	469
4.4.6	重量法测定盐酸不溶物	470
4.4.7	重量法测定灼烧减量	470

第5章 贵金属矿石及精矿分析 471

5.1	矿石中贵金属元素的测定	471
5.1.1	贵金属元素的火试金法富集	471
5.1.2	金量的测定	477
5.1.3	银量的测定	488
5.1.4	铂、钯量的测定	493
5.1.5	铑、铱量的测定	499
5.1.6	钌、钨量的测定	502
5.2	金精矿分析	506
5.2.1	火试金法测定金和银	506
5.2.2	聚氯乙烯-尼龙6树脂分离富集碘量法测定金	508
5.2.3	原子吸收光谱法测定银	509
5.2.4	砷量的测定	510
5.3	银精矿	513
5.3.1	火试金法测定金和银	513
5.3.2	铜量的测定	514
5.3.3	氢化物发生-原子荧光光谱法测定砷和铋	516
5.3.4	溴酸钾滴定法测定砷	517
5.3.5	三氧化二铝量的测定	518
5.3.6	硫量的测定	520
5.3.7	原子吸收光谱法测定氧化镁	521
5.3.8	EDTA 滴定法测定铅	521
5.3.9	EDTA 滴定法测定锌	523
5.3.10	原子吸收光谱法测定铅、锌	524
5.3.11	原子吸收光谱法测定镉	525
5.3.12	ICP-AES 法测定银、铜、铅、锌、砷	525

第6章 稀有稀散和难熔金属矿石及精矿分析 527

6.1	矿石中稀有稀散元素的测定	527
6.1.1	锂、铷和铯量的测定	527
6.1.2	铍量的测定	529
6.1.3	锆(钎)量的测定	532
6.1.4	铀量的测定	536
6.1.5	钍量的测定	541
6.1.6	铌、钽量的测定	545