



光谱技术及超纯分析

国防工业出版社

光谱技术及超纯分析

天津电子材料试验厂 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书讨论了发射光谱的产生与元素周期律的关系及元素的激发机理；介绍了常用光谱仪器、激发光源的构造和使用技术；对光谱定性和半定量分析作了简要介绍；对光谱定量分析原理及计算方法作了详细叙述；并介绍了超纯物质、稀土元素的化学光谱分析方法和常用的几种主要试剂的提纯方法。

本书可供工厂、科研单位从事化学光谱分析的同志参考，也可供高等院校和中等技术学校光谱分析专业和分析化学专业教学参考。

光谱技术及超纯分析

天津电子材料试验厂 编著

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印张11¹/₄ 插页1 237千字

1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷 印数：00,001-8,900册

统一书号：15034·1511 定价：1.30元

前 言

随着我国社会主义建设的发展，在生产及科研中为适应各种不同分析任务的要求，作为物理学中一部分的光谱分析，需要与化学相结合才能承担近代的分析任务，这就是现在通称的“化学光谱分析”。目前，化学光谱分析除了在冶金、地质等部门的分析工作中仍占主要地位外，它在超纯物质的分析和物质结构的研究中，也起着重要作用，而且分析灵敏度也在不断提高。同时，也将会出现越来越多的与小型电子计算机相配合的特定流程专用的光谱仪器。

近年来有关原子吸收光谱在分析上的应用正在被人们所重视，它将为光谱分析领域增加新的内容。

在毛主席革命路线的指引下，我们根据多年来在实践中的体会和吸取了兄弟单位的经验，由朱春富和郑燕燕同志编著了《光谱技术及超纯分析》一书。在编著工作中得到厂党委的关怀与支持。第一稿写出后，承南开大学分析教研室戴树桂同志审阅，提出了宝贵意见。在此表示感谢！

由于我们业务水平所限，缺点和错误在所难免，热诚地欢迎读者批评指正。

编 著 者

一九七五年七月

目 录

前言	1
第一章 光谱线的产生原理与元素周期律	
§ 1-1 原子结构	9
§ 1-2 量子数与光谱项	11
§ 1-3 光谱的能量单位	21
§ 1-4 光谱的产生原理及分类	23
§ 1-5 元素周期律与光谱项的关系	29
第二章 光谱的激发机理及其激发光源	
§ 2-1 光谱激发中的两个基本概念	41
§ 2-2 光谱分析对光源的要求	42
§ 2-3 光谱的激发及影响谱线强度的因素	43
§ 2-4 电弧温度的测量	47
§ 2-5 高压火花发生器的激发	51
§ 2-6 交流电弧发生器的激发	61
§ 2-7 提高激发光谱稳定性和强度的措施	65
§ 2-8 空心阴极光源在光谱分析上的应用	68
§ 2-9 激光在光谱分析上的应用	73
第三章 光谱仪器及作用原理	
§ 3-1 光的反射和折射定律	75
§ 3-2 光的全反射	76
§ 3-3 光在棱镜中的折射	77
§ 3-4 光在棱镜中的色散现象及线色散率	79

§ 3-5	光谱仪的分辨本领和聚光本领	83
§ 3-6	光的狭缝衍射	88
§ 3-7	衍射光栅	89
§ 3-8	衍射光栅的色散率和分辨率	91
§ 3-9	透镜组和狭缝的均匀照明	93
§ 3-10	光谱仪器分类及其构造	95
§ 3-11	关于把非自动摄谱仪改为摄谱自动控制的原理	113

第四章 光谱分析用的测量仪器

§ 4-1	对测微光度计的一般技术要求	120
§ 4-2	常用测微光度计的结构及作用原理	122
§ 4-3	三个测量标尺的关系及运用	129
§ 4-4	光谱投影仪的结构及使用	134

第五章 光谱感光板及其性质

§ 5-1	感光板乳剂的性质与感光作用	139
§ 5-2	乳剂特性曲线与反差度	146
§ 5-3	感光板的灵敏度	148
§ 5-4	感光板的暗室处理及注意事项	150

第六章 光谱的定性分析与半定量分析

§ 6-1	光谱线波长表及谱片图	153
§ 6-2	分析线的选择与光谱线的识别方法	156
§ 6-3	光谱定性分析	160
§ 6-4	光谱半定量分析	167

第七章 光谱定量分析

§ 7-1	几个重要概念的介绍	171
§ 7-2	光谱定量分析原理	172
§ 7-3	内标原理及分析线对的选择	177
§ 7-4	利用黑度差和对数浓度绘制工作曲线	179
§ 7-5	利用对数强度比和对数浓度绘制工作曲线	182

§ 7-6	固定曲线法及其缺陷	186
§ 7-7	光谱中背景对工作曲线的影响及其扣除	187
§ 7-8	分析灵敏度的计算及提高分析灵敏度的途径	196
§ 7-9	分析误差的来源及其计算	201

第八章 超纯物质的化学光谱分析

§ 8-1	超纯物质分析的一般介绍	206
§ 8-2	化学光谱分析中化学分离方法的选择及比较	211
§ 8-3	化学光谱分析时应注意的几个问题	217
§ 8-4	对化学光谱分析试验室的要求	219
§ 8-5	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量硼杂质的测定	221
§ 8-6	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量金属杂质的测定	230
§ 8-7	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量磷杂质的光谱间接测定	235
§ 8-8	高纯硅中痕量硼杂质的测定	239
§ 8-9	高纯硅中痕量金属杂质的测定	244
§ 8-10	高纯镓中痕量杂质的测定	246
§ 8-11	高纯砷(或三氯化砷)中痕量杂质的测定	252
§ 8-12	高纯砷化镓中痕量杂质的测定	253
§ 8-13	高纯四氯化锗中痕量硼杂质的测定	256
§ 8-14	二氧化锗中痕量杂质的测定	259
§ 8-15	高纯铟中痕量杂质的测定	260
§ 8-16	高纯三氯化铋和金属铋中痕量杂质的测定	263
§ 8-17	高纯石墨中微量杂质的测定	266
§ 8-18	高纯石墨中痕量硼杂质的测定	269
§ 8-19	高纯石英材料中痕量杂质的测定	270

第九章 稀土元素的化学光谱分析

§ 9-1	稀土元素的一些基本性质及分析方法简述	273
-------	--------------------	-----

§ 9-2	高纯铍中稀土元素的测定	277
§ 9-3	原子原料中稀土元素钆、铈和钇的测定	279
§ 9-4	混合稀土金属及其氧化物的测定	282
§ 9-5	高纯单一稀土氧化物的测定	286

第十章 超纯物质分析中部分试剂的提纯

§ 10-1	超纯水的制备	296
§ 10-2	氢氟酸的提纯	298
§ 10-3	乙腈的提纯	300
§ 10-4	盐酸的提纯	301
§ 10-5	硝酸的提纯	303
§ 10-6	氢溴酸的提纯	304
§ 10-7	高氯酸的提纯	306
§ 10-8	氢氧化铵的提纯	308
§ 10-9	异丙醚的提纯	309
§ 10-10	溴的提纯	310

附图、附表

附图 1	用中型摄谱仪摄取的不同浓度的部分杂质的光谱图 (1)、(2)、(3)	312
附图 2	用中型摄谱仪摄取的紫外光区的铁谱图 (1)、(2)、(3)	313
附图 3	用大型摄谱仪摄取的可见光区的铁谱图 (1)、(2)	314
	光谱图 (1)、(2)、(3)	316
附图 4	用大型摄谱仪玻璃系统摄取的混合稀土元素	
附表 1	光谱中背景的修正值 D	317
附表 2	光谱计算板中 $\log \frac{I_{\lambda} + I_{\Phi}}{I_{\Phi}}$ 标尺与毫米标尺的线性关系表	318
附表 3	$S-W$ 转换表	320

附表 4	$S-P$ 转换表	323
附表 5	按元素排列的位于紫外光谱区域 (2000~6000 Å) 内元素灵敏线表	326
附表 6	按波长排列的在紫外光谱区域和可见光谱区域中 最后线一览表	340
附表 7	稀土元素常用的灵敏线 (Å)	353
附表 8	1973 年国际原子量表	354
参考资料		357
门捷列夫元素周期表		359

光谱技术及超纯分析

天津电子材料试验厂 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书讨论了发射光谱的产生与元素周期律的关系及元素的激发机理；介绍了常用光谱仪器、激发光源的构造和使用技术；对光谱定性和半定量分析作了简要介绍；对光谱定量分析原理及计算方法作了详细叙述；并介绍了超纯物质、稀土元素的化学光谱分析方法和常用的几种主要试剂的提纯方法。

本书可供工厂、科研单位从事化学光谱分析的同志参考，也可供高等院校和中等技术学校光谱分析专业和分析化学专业教学参考。

光谱技术及超纯分析

天津电子材料试验厂 编著

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印张11¹/₄ 插页1 237千字

1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷 印数：00,001-8,900册

统一书号：15034·1511 定价：1.30元

前 言

随着我国社会主义建设的发展，在生产及科研中为适应各种不同分析任务的要求，作为物理学中一部分的光谱分析，需要与化学相结合才能承担近代的分析任务，这就是现在通称的“化学光谱分析”。目前，化学光谱分析除了在冶金、地质等部门的分析工作中仍占主要地位外，它在超纯物质的分析和物质结构的研究中，也起着重要作用，而且分析灵敏度也在不断提高。同时，也将会出现越来越多的与小型电子计算机相配合的特定流程专用的光谱仪器。

近年来有关原子吸收光谱在分析上的应用正在被人们所重视，它将为光谱分析领域增加新的内容。

在毛主席革命路线的指引下，我们根据多年来在实践中的体会和吸取了兄弟单位的经验，由朱春富和郑燕燕同志编著了《光谱技术及超纯分析》一书。在编著工作中得到厂党委的关怀与支持。第一稿写出后，承南开大学分析教研室戴树桂同志审阅，提出了宝贵意见。在此表示感谢！

由于我们业务水平所限，缺点和错误在所难免，热诚地欢迎读者批评指正。

编 著 者

一九七五年七月

目 录

前言	1
第一章 光谱线的产生原理与元素周期律	
§ 1-1 原子结构	9
§ 1-2 量子数与光谱项	11
§ 1-3 光谱的能量单位	21
§ 1-4 光谱的产生原理及分类	23
§ 1-5 元素周期律与光谱项的关系	29
第二章 光谱的激发机理及其激发光源	
§ 2-1 光谱激发中的两个基本概念	41
§ 2-2 光谱分析对光源的要求	42
§ 2-3 光谱的激发及影响谱线强度的因素	43
§ 2-4 电弧温度的测量	47
§ 2-5 高压火花发生器的激发	51
§ 2-6 交流电弧发生器的激发	61
§ 2-7 提高激发光谱稳定性和强度的措施	65
§ 2-8 空心阴极光源在光谱分析上的应用	68
§ 2-9 激光在光谱分析上的应用	73
第三章 光谱仪器及作用原理	
§ 3-1 光的反射和折射定律	75
§ 3-2 光的全反射	76
§ 3-3 光在棱镜中的折射	77
§ 3-4 光在棱镜中的色散现象及线色散率	79

§ 3-5	光谱仪的分辨本领和聚光本领	83
§ 3-6	光的狭缝衍射	88
§ 3-7	衍射光栅	89
§ 3-8	衍射光栅的色散率和分辨率	91
§ 3-9	透镜组和狭缝的均匀照明	93
§ 3-10	光谱仪器分类及其构造	95
§ 3-11	关于把非自动摄谱仪改为摄谱自动控制的原理	113

第四章 光谱分析用的测量仪器

§ 4-1	对测微光度计的一般技术要求	120
§ 4-2	常用测微光度计的结构及作用原理	122
§ 4-3	三个测量标尺的关系及运用	129
§ 4-4	光谱投影仪的结构及使用	134

第五章 光谱感光板及其性质

§ 5-1	感光板乳剂的性质与感光作用	139
§ 5-2	乳剂特性曲线与反差度	146
§ 5-3	感光板的灵敏度	148
§ 5-4	感光板的暗室处理及注意事项	150

第六章 光谱的定性分析与半定量分析

§ 6-1	光谱线波长表及谱片图	153
§ 6-2	分析线的选择与光谱线的识别方法	156
§ 6-3	光谱定性分析	160
§ 6-4	光谱半定量分析	167

第七章 光谱定量分析

§ 7-1	几个重要概念的介绍	171
§ 7-2	光谱定量分析原理	172
§ 7-3	内标原理及分析线对的选择	177
§ 7-4	利用黑度差和对数浓度绘制工作曲线	179
§ 7-5	利用对数强度比和对数浓度绘制工作曲线	182

§ 7-6	固定曲线法及其缺陷	186
§ 7-7	光谱中背景对工作曲线的影响及其扣除	187
§ 7-8	分析灵敏度的计算及提高分析灵敏度的途径	196
§ 7-9	分析误差的来源及其计算	201

第八章 超纯物质的化学光谱分析

§ 8-1	超纯物质分析的一般介绍	206
§ 8-2	化学光谱分析中化学分离方法的选择及比较	211
§ 8-3	化学光谱分析时应注意的几个问题	217
§ 8-4	对化学光谱分析试验室的要求	219
§ 8-5	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量硼杂质的测定	221
§ 8-6	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量金属杂质的测定	230
§ 8-7	高纯三氯氢硅(四氯化硅)中痕量磷杂质的光谱间接测定	235
§ 8-8	高纯硅中痕量硼杂质的测定	239
§ 8-9	高纯硅中痕量金属杂质的测定	244
§ 8-10	高纯镓中痕量杂质的测定	246
§ 8-11	高纯砷(或三氯化砷)中痕量杂质的测定	252
§ 8-12	高纯砷化镓中痕量杂质的测定	253
§ 8-13	高纯四氯化锗中痕量硼杂质的测定	256
§ 8-14	二氧化锗中痕量杂质的测定	259
§ 8-15	高纯铟中痕量杂质的测定	260
§ 8-16	高纯三氯化铋和金属铋中痕量杂质的测定	263
§ 8-17	高纯石墨中微量杂质的测定	266
§ 8-18	高纯石墨中痕量硼杂质的测定	269
§ 8-19	高纯石英材料中痕量杂质的测定	270

第九章 稀土元素的化学光谱分析

§ 9-1	稀土元素的一些基本性质及分析方法简述	273
-------	--------------------	-----

§ 9-2	高纯铍中稀土元素的测定	277
§ 9-3	原子原料中稀土元素钆、铈和钇的测定	279
§ 9-4	混合稀土金属及其氧化物的测定	282
§ 9-5	高纯单一稀土氧化物的测定	286

第十章 超纯物质分析中部分试剂的提纯

§ 10-1	超纯水的制备	296
§ 10-2	氢氟酸的提纯	298
§ 10-3	乙腈的提纯	300
§ 10-4	盐酸的提纯	301
§ 10-5	硝酸的提纯	303
§ 10-6	氢溴酸的提纯	304
§ 10-7	高氯酸的提纯	306
§ 10-8	氢氧化铵的提纯	308
§ 10-9	异丙醚的提纯	309
§ 10-10	溴的提纯	310

附图、附表

附图 1	用中型摄谱仪摄取的不同浓度的部分杂质的光谱图 (1)、(2)、(3)	312
附图 2	用中型摄谱仪摄取的紫外光区的铁谱图 (1)、(2)、(3)	313
附图 3	用大型摄谱仪摄取的可见光区的铁谱图 (1)、(2)	314
	光谱图 (1)、(2)、(3)	316
附图 4	用大型摄谱仪玻璃系统摄取的混合稀土元素	
附表 1	光谱中背景的修正值 D	317
附表 2	光谱计算板中 $\log \frac{I_{\lambda} + I_{\Phi}}{I_{\Phi}}$ 标尺与毫米标尺的线性关系表	318
附表 3	$S-W$ 转换表	320

附表 4	$S-P$ 转换表	323
附表 5	按元素排列的位于紫外光谱区域 (2000~6000 Å) 内元素灵敏线表	326
附表 6	按波长排列的在紫外光谱区域和可见光谱区域中 最后线一览表	340
附表 7	稀土元素常用的灵敏线 (Å)	353
附表 8	1973 年国际原子量表	354
参考资料		357
门捷列夫元素周期表		359