

高职高专“十二五”规划教材

CHEMICAL INDUSTRY PRESS

冶金工业分析

● 周鸿燕 主编



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

冶金工业分析

周鸿燕 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是由校企合作共同开发的基于工业生产过程的教材,整合了钢铁冶金和有色冶金生产以及化学分析工职业资格考试内容,按化验员岗位工作所需的知识与技能要求构建知识体系与能力模块,打破传统的学科知识体系,以应用为主线,按“原材料检验→中控分析→产品质量检验”序化教学内容,并以学生对专业的认知规律及职业成长规律为依据,设计模块化的学习任务与能力训练项目。形成了集理论与实践融通合一、能力培养与工作岗位对接合一、实习实训与工学结合学做合一的内容体系。

本书可作为高职高专冶金技术专业、工业分析与检验专业、应用化工技术专业(工业分析方向)的教材,也可以作为冶金企业相关岗位的岗前培训和继续教育的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

冶金工业分析/周鸿燕主编. —北京:化学工业出版社, 2011.5
高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-10852-4

I. 冶… II. 周… III. 冶金工业-工业分析-高等职业教育-教材 IV. TF03

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 048797 号

责任编辑:陈有华

文字编辑:向东

责任校对:宋夏

装帧设计:于兵

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 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数475千字 2011年6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:30.00元

版权所有 违者必究

前言

冶金工业的水平是衡量一个国家工业化的标志，冶金行业属于国民经济的基础和支柱产业，包括黑色冶金工业（即钢铁工业）和有色冶金工业两大类。冶金工业是重要的原材料工业部门，为国民经济各部门提供金属材料，也是经济发展的物质基础。冶金分析工作在冶金工业生产中是一个不可缺少的环节，它对冶金工业的生产、科研、产品质量的提高都起着重要作用，被誉为冶金工业生产的“火眼金睛”。《冶金工业分析》正是在这种情况下为满足冶金技术专业和工业分析与检验专业教学需要而编写。

冶金工业分析是分析化学在冶金工业生产中的应用，主要培养学生对岩矿样品及金属材料分析的核心能力。通过本课程的学习，学生将了解分析测试的质量保证和数据评价，矿石原料和金属材料的制备、加工及分析测试方法，并通过实习、实训，使学生对冶金生产过程中的原材料、中间辅料和产品的分析方法有比较清楚的认识，为学生今后的工作奠定基础。

本教材在化验员职业岗位的任职要求的基础上，坚持“贴近学生、贴近岗位”的基本原则。根据学生的认知规律，以“检验准备（试样的采集、制备与分解、分离富集）—分析测试—测后工作”为主线，依据冶金生产过程相应的化验需要序化教学内容。提炼了以典型冶金分析为载体的学习性“工作任务”，分别与相应工作岗位的知识、能力、素质要求相吻合，将理论与实践结合在一起，实现教、学、做的合一，并强调教材的可读性、易学性、可操作性。

本教材共分九个模块：认识冶金工业分析，分析测试的质量保证和数据评价，试样的采集与加工，分离与富集，矿石及原材料分析，钢铁分析，金属材料分析，中间控制分析，气体分析；42项学习性工作任务和13项综合技能实训项目。学生在完成各专项知识学习和典型工作任务之后，集中进行综合性、系统化训练，以进一步提高学生的岗位适应能力。每个模块之后还有阅读材料和思考题，便于学生理解和掌握学习性工作任务。

本教材由周鸿燕担任主编，彭有弟担任副主编。编写分工如下：周鸿燕编写模块一、模块四、模块七，郭江编写模块二，汤长青编写模块三，彭有弟编写模块五，崔海燕编写模块六，郑伟编写模块八及附录，陶仙水编写模块九，全书由周鸿燕统稿，孙中森主审。

在本书的编写过程中，得到了河南豫光金铅集团公司、济源钢铁集团公司、济源市得利锌业有限公司、矿产品化验室和济源职业技术学院的大力支持。济源职业技术学院汤长青教授、河南省豫光金铅集团公司李文军工程师、济源钢铁集团公司张胜利主任、得利锌业张胜军副总经理、矿产品化验室李小宝为本书的编写提供了大量的资料并提出宝贵的建议，在此一并表示衷心的感谢！

本书编写参阅了有关的文献资料，在此向相关作者表示诚挚感谢！

由于编者水平有限，难免有不当之处，恳请有关专家及读者批评指正，以便进一步修订、完善。

编者

2011年1月

目 录

模块一 认识冶金工业分析	1
任务一 冶金工业分析在冶金工业生产与科研中的重要作用	1
一、入厂原材料的检验	1
二、中间控制分析	2
三、成品分析	2
四、其他分析	3
任务二 冶金工业分析方法	3
一、分析方法的分类	3
二、分析方法的标准化	4
任务三 冶金工业分析的特点及发展趋势	7
一、冶金工业分析的特点	7
二、冶金工业分析的发展趋势	7
三、分析工作者的基本素质	8
四、冶金工业分析的学习要求	8
思考题	9
模块二 分析测试的质量保证和数据评价	10
基础知识一 误差和分析数据的统计处理	10
一、定量分析中的误差	10
二、数理统计的基本概念	13
三、有效数字	15
四、分析结果的表示	16
五、分析测试中的标准曲线	17
任务一 离群值的检验	18
一、狄克松 (Dixon) 检验法	18
二、格鲁布斯 (Crubbs) 检验法	19
任务二 标准曲线的检验	20
一、线性检验	20
二、截距 a 和斜率 b 的检验	22
阅读材料一 检测限和定量下限	22
基础知识二 标准物质及化学试剂	24
一、标准物质	24
二、标准物质的等级	26
三、化学试剂的分类	26
任务三 标准方法	26
一、标准方法的分类	26
二、方法的精密度	27

三、方法的准确度	29
任务四 选择分析方法	31
一、分析方法的选择	31
二、分析方案的拟订	33
阅读材料二 质量控制的统计方法	35
一、实验室内质量控制	35
二、实验室间质量控制	36
思考题	37
模块三 试样的采集与加工	38
任务一 试样的采集	38
一、矿石和原材料的取样	38
二、金属的取样	40
三、炉渣的取样	42
四、液体的取样	43
五、气体的取样	43
任务二 试样的制备	45
一、样品加工工作的依据	45
二、样品的质量要求	46
三、试样最小质量(缩分到最后分析试样的质量)的确定	46
任务三 分析试样的分解	49
一、概述	49
二、岩矿试样的湿法分解	50
三、干法分解法	53
四、其他分解技术	56
五、试样分解的容器选择	57
六、试样分解过程中的误差来源及其控制	59
思考题	60
模块四 分离与富集	61
基础知识一 分离与富集方法	61
一、干扰成分引起干扰的原因	61
二、消除或减弱干扰的方法	61
三、分离和富集的方法	62
阅读材料一 分离技术的发展趋势	63
任务一 沉淀分离法	63
一、无机沉淀剂分离法	63
二、有机沉淀剂分离法	66
三、共沉淀分离法	69
四、提高沉淀分离选择性的方法	71
五、沉淀分离法的应用	71
阅读材料二 膜分离技术	71
任务二 溶剂萃取分离法	72
一、溶剂萃取分离的基本原理	72
二、主要的溶剂萃取体系	75
三、溶剂萃取分离的操作技术和应用	76
阅读材料三 超临界流体萃取分离法	76
任务三 离子交换分离法	77

一、离子交换树脂的种类	77
二、离子交换树脂的结构和性质	78
三、离子交换分离操作技术	80
四、离子交换分离法的应用	81
基础知识二 纯水的制备与质量检验	81
一、实验用水的级别	82
二、化学实验用水的种类	82
三、一般纯水的制备	82
四、水质的一般检验	82
技能实训一 纯水的制备与检验	83
阅读材料四 微波萃取分离法	85
任务四 色谱分离法	85
一、色谱分离法的分类	85
二、柱色谱	85
三、纸色谱	88
四、薄层色谱	89
阅读材料五 毛细管电泳分离法	92
任务五 挥发和蒸馏分离法	92
阅读材料六 激光分离法	93
任务六 掩蔽与解蔽	94
一、掩蔽的类型	94
二、掩蔽剂的选择原则	95
三、解蔽的种类	95
思考题	97
模块五 矿石及原材料分析	98
基础知识一 铁矿石	98
一、概述	98
二、铁的分析	99
三、铁矿石工业分析	101
任务一 铁矿石、铁精粉、烧结矿、球团矿测定	103
一、全铁的测定	103
二、亚铁的测定——重铬酸钾容量法	104
三、铁精粉中钛的测定——比色法	104
四、铁精粉中钒的测定	105
五、灼烧减量的测定	105
六、硫铁矿中硫的测定	106
技能实训一 铁铝钙镁硅的系统分析	107
一、全铁的测定——EDTA 容量法	108
二、氧化铝的测定——EDTA-CuSO ₄ 容量法	108
三、二氧化硅的测定——硅钼蓝分光光度法	109
四、氧化钙、氧化镁的测定——EDTA 容量法	110
基础知识二 白云石	110
一、概述	110
二、灼烧减量分析	111
三、石灰石分析	111
任务二 石灰、石灰石、白云石的测定	112

一、二氧化硅的测定	112
二、铁的测定	113
三、水分的测定	115
四、灼烧减量的测定	115
五、氧化钙的测定	115
六、氧化镁的测定	115
七、氧化铁、氧化铅的测定	115
八、石灰中氧化镁的测定	116
基础知识三 萤石	116
任务三 萤石分析	117
一、二氧化硅的测定——氢氟酸挥发重量法	117
二、氟化钙的测定——EDTA 容量法	117
三、碳酸钙的测定——乙酸溶解 EDTA 容量法	118
四、二氧化硅、氟化钙和碳酸钙的联合测定	119
技能实训二 萤石中氟化钙的测定	119
基础知识四 煤焦分析	120
一、煤中的水分	121
二、煤的灰分	122
三、煤的挥发分	123
四、固定碳的计算	124
五、煤中的硫	124
六、煤的发热量	125
任务四 煤焦分析	128
一、水分的测定	128
二、灰分的测定	129
三、挥发分的测定	129
四、硫的测定	130
技能实训三 煤中全硫含量测定	131
技能实训四 发热量的测定	132
任务五 铜矿石分析	133
任务六 锌矿石中锌的测定	133
任务七 铅矿石中铅的测定	134
技能实训五 铅锌矿中锌的测定	135
任务八 锰矿石中锰的测定	136
技能实训六 锰铁矿中锰的测定	137
思考题	138
模块六 钢铁分析	139
基础知识一 钢铁	139
一、钢铁中的主要化学成分及钢铁材料的分类	139
二、钢铁试样的采集、制备与分解方法	142
任务一 钢铁中五大元素分析	143
一、碳的测定——非水滴定法	143
二、硫的测定——燃烧-碘量法	144
三、硅的测定——硅钼蓝光度法	145
四、磷的测定——磷钼蓝光度法	145
五、锰的测定——过硫酸铵光度法	146

六、红外碳硫法联合测定碳、硫	146
基础知识二 钢铁中的合金元素及快速分析	147
一、钢铁中合金元素	147
二、钢铁中合金元素的快速分析法	147
任务二 钢铁中主要合金元素分析	147
一、铬铁合金测定——过硫酸铵氧化亚铁滴定法测铬	147
二、钒铁合金测定——高锰酸钾氧化-亚铁滴定法测钒	148
三、钛铁合金测定——硫酸铁铵容量法测钛	149
四、钼铁合金测定——盐酸羟胺还原 EDTA 容量法测钼	149
五、铜、铬、镍、钴、镁、锰联合测定——原子吸收分光光度法	150
技能实训一 铋磷钼蓝光度法测定钢铁及合金中磷含量	151
基础知识三 冶金炉渣	152
一、概述	152
二、炉渣试样的制备	154
三、二氧化硅的测定	154
四、倍半氧化物的测定	155
五、铁的测定	155
六、氧化钙的测定	156
七、氧化镁的测定	156
八、炉渣系统分析	157
任务三 炉渣分析	158
一、炉渣中二氧化硅、氧化钙、氧化镁和磷的系统测定	158
二、保护渣中氧化钙、氧化镁的测定	159
三、高炉渣的测定	159
四、转炉渣的测定	160
技能实训二 炉渣中二氧化硅的测定	161
思考题	162
模块七 金属材料分析	163
基础知识一 金属材料	163
任务一 锰铁合金测定	163
一、锰的测定	163
二、硅的测定	164
三、磷的测定	164
任务二 硅铁中硅的测定	165
一、比重法	165
二、重量法	166
三、氟硅酸钾容量法	166
任务三 硅锰合金测定	167
一、磷的测定	167
二、锰的测定——硝酸铵氧化法	167
三、硅的测定——硅钼蓝比色法	168
技能实训一 氟硅酸钾容量法测硅含量	168
基础知识二 铝及铝合金分析	169
一、变形铝及铝合金化学成分分析的取样方法	169
二、铝及铝合金试样的分解方法	170
三、铝的测定	171

四、铝合金中其他元素的测定	171
任务四 铝合金及铝料测定	172
一、铝合金中硅的测定	172
二、铝锰钛合金中钛的测定	173
三、硅钙钡或铝硅钡钙中钙的测定	173
四、硅铝铁中铝的测定	173
五、钢芯铝、铝粉、铝线、铝锰钛等中铝的测定	174
六、铝锭中铝的测定	174
七、纯铝中铝的测定	174
八、优级铝或铝锭中铝的测定	175
任务五 钢包喂线及冷压块测定	175
一、钢包喂铝钙包芯线中铝的测定——EDTA 滴定法	175
二、转炉炼钢用冷压块中全铁的测定——EDTA 滴定法	175
技能实训二 纯铝中铝的测定	176
任务六 镁及镁合金化学分析方法	177
一、铝的测定	178
二、铜的测定	179
三、铁的测定	180
四、硅的测定	180
五、锆的测定	180
六、铈的测定	181
任务七 钛合金分析	182
一、铜的测定	182
二、硅的测定	183
三、钼的测定	184
任务八 稀土元素的测定	185
一、稀土总量的测定——草酸盐质量法	185
二、单一稀土金属及其化合物中稀土总量的测定——EDTA 滴定法	186
三、重稀土金属及其化合物中稀土总量的测定——EDTA 滴定法	186
基础知识三 贵金属的分离和富集	186
一、贵金属的干法分离和富集——火法试金	186
二、贵金属的湿法分离和富集	191
三、钯的选择分离	192
阅读材料一 贵金属	192
一、贵金属	192
二、金、银、铂、钯在自然界的存在	193
三、金、银、铂、钯的化学性质	194
任务九 贵金属分析	198
一、金的测定	198
二、银的测定	200
三、铂、钯的测定	202
四、贵金属分析应用实例	204
思考题	207
模块八 中间控制分析	208
基础知识一 粗铅精炼	208
一、粗铅的火法精炼	209

二、粗铅除铜精炼	209
三、粗铅的加锌除银	209
四、粗铅的除锌	210
五、粗铅的除铋	210
六、粗铅的电解精炼	210
任务一 电解铅除铜分析	211
任务二 调整锑量的控制分析	212
任务三 铅电解液分析	212
任务四 精炼除锡控制分析	214
基础知识二 阳极泥分析	215
一、H ₂ O 的测定	215
二、Pb 的测定	215
三、铋的测定	216
四、Sb、As 连续测定	216
技能实训一 阳极泥分析	217
一、铜的测定	217
二、铅的测定	218
技能实训二 原子吸收法测定废水中的镉、铜、铅、锌	219
思考题	220
模块九 气体分析	222
基础知识 工业气体的分类与分析	222
一、工业气体的分类	222
二、气体分析方法	222
三、气体分析的计算示例	227
四、气体分析的其他方法	228
任务一 烟道气分析	228
一、常见的气体分析仪	228
二、烟道气取样设备	229
三、奥氏气体分析法操作步骤	230
四、计算	230
任务二 二氧化硫气体分析	231
一、盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	231
二、碘量法	232
思考题	235
附录	236
附录一 常用掩蔽剂	236
附录二 常用基准物质的干燥条件和应用范围	238
附录三 常用指示剂	238
附录四 实验室中常用酸碱的相对密度和浓度	240
附录五 常用标液的保存期限	241
附录六 常用的缓冲溶液	242
附录七 相对原子质量	243
附录八 常用洗涤剂	244
附录九 滤器及其使用	244
参考文献	246

模块一 认识冶金工业分析

【学习目标】

1. 了解冶金工业分析的内容、分析方法的分类。
2. 了解冶金工业分析的发展概况及动向。
3. 明确冶金工业分析课程的学习要求。
4. 明确分析工作者应具备的素质。

任务一 冶金工业分析在冶金工业生产与科研中的重要作用

冶金工业分析简单地讲就是应用于冶金工业生产方面的分析。冶金工业分析是分析化学的重要领域之一。它的任务是分析测定冶金生产及科研过程中所涉及的各种物料的组成、含量及存在的状态，不断开发研究新的测定方法和分析技术，解决分析中的有关理论问题。

在冶金生产中对原材料的选择，冶炼工艺流程的控制与改进，冶金产品的检验，新产品的开发以及“三废”（废水、废气、废渣）处理与利用，环境的改善等，都必须以冶金工业分析的结果为依据。例如，为了进行冶炼前的配料计算，必须对原料和辅助材料进行分析，以便能准确地知道这些材料的成分；为了控制冶炼条件和调整炉料成分，往往需要从冶炼炉中取出一些炉渣和金属进行分析；在湿法冶金过程中为了控制生产条件，保证最后产品的质量，需要对各种中间产物和溶液进行分析；为了评定冶炼产品的质量，需要对成品进行分析等。因而，冶金工业分析成为支持冶金技术发展的重要因素之一，被誉为冶金工业生产与科研的眼睛。

一、入厂原材料的检验

冶金工业生产需要各种各样的原材料，如铅锌矿、铁矿石（包括球团矿和矿砂等）、原煤、石灰石、白云石、蛇纹石、萤石、铁合金以及废钢铁等，这些材料的质量，特别是原料的品位等指标，不论是在买卖双方交易中，还是在冶炼生产中，都是重要的依据。所以稍有偏差就会造成交易中费用的变动和生产的损失。特别是有时因管理不善而造成原料的混乱，其影响和损失就更不堪设想。因此，原材料的入厂及其在管理过程中对原材料的认真检验，成了冶金生产的先导。

例如，钢铁生产中原材料流动过程及品位检验可用图 1-1 说明。

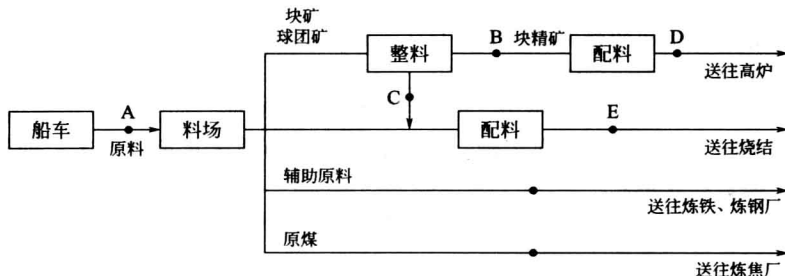


图 1-1 原料工序中的原料流动及检验

● 代表品位检验点

图 1-1 中各点检验目的如下。

A点：决定购入原料费用决算必需的品位（卸货终了时）；验证装货时所确定的品位（装货终了时）；得到生产管理时所必要的品位信息。

B、C点：整粒设备的管理（破碎效果、筛目、筛分效率）；检验整粒成品（块精矿、粉矿等）的品位。

D、E点：检验配料矿石粒度及品位。

同时，各点数据综合，可用以作为原材料长期规划和更新合同时的技术依据。

检验项目：水分、粒度分布及相应化学成分。

二、中间控制分析

中间控制分析又称中控分析，是指在冶金工业生产过程中各项工艺指标的检测控制分析，以确保生产工业稳定、产品合格。合格的原料经过一系列的变化、反应之后，最终生产出合格的产品。其中间过程的反应条件指标直接影响下一道工序的正常进行，是冶金工艺生产的关键环节。

1. 炼铁过程中的分析

炼铁过程是将铁矿石用焦炭还原为生铁的工序，为下一阶段的炼钢、铸造等提供原材料。在钢铁联合企业中，炼铁作为一种象征处于中心地位，是非常重要的环节。这道工序包括：烧结、炼焦、还原和熔化。为使烧结、焦炭和生铁等产品符合化学成分和物理性能，都要靠化学分析控制其质量。特别是，对一些复杂和特殊的矿石要进行脱硫、脱磷，控制其他成分及整体的物料平衡，都要及时、准确地分析，提供可靠的数据，指导各个工艺程序的制定和工艺执行情况的检验。无疑，分析质量对提高炼铁的效益，降低消耗和工艺研究都有重要的指导意义。

这一过程中的分析包括入炉材料的分析，炼铁过程中炉气的分析，铁水中C、S、P、Si、Mn的分析及炉渣的分析等。要求分析在几分钟之内完成。

2. 炼钢过程中的分析

炼钢是以铁水和废钢，或纯铁、金属、铁合金等为主要原料，生产出具有所需化学成分的、具有一定形状的钢锭或连铸坯料或各种器件的过程。在炼钢过程中常常要对铁水进行脱硫、脱磷、脱碳及脱硅等处理，甚至要脱氧去气等。在转炉和电炉等炼钢炉中，将铁水去碳调成分直到冶炼成钢，有时还要经过钢包精炼（炉外精炼），使钢水去气、去夹杂，以净化钢液，进一步提高钢质。在炼钢过程中从原料的熔清开始就要不断地取样（钢水、炉渣……）分析，并要求迅速将分析信息反馈到冶炼过程中去。根据这些分析信息，采取相应的措施，如增去碳、加合金料、氧化还原扒渣出钢以致完成炼钢的全过程。在这过程中，C、Mn、Si、S、P及Ti、Ni、Cr、Cu的分析十分关键。在判断是否需要氧化，氧化过程中各元素的变化规律，是否需要改钢，改什么钢等都取决于分析后反馈到炉前的信息。对于钢水来说，除经常分析上述元素外，还要分析较高含量的Cr、Ni、Mo、W、V、Mn等，有时还要测定B、Ti、Nb、As、Sn、Ca，乃至O、N、H等多个成分。这些元素的分析数据都是控制冶炼过程的、重要的决定性依据。也就是说，炼钢正是根据这些分析信息来决定其操作方法和加减料的规范，决定是否出钢等。这个过程的分析时间和质量都是非常重要的因素。因为冶炼过程是一个十分复杂的冶金物理化学变化过程，成分随时变化，试样是代表取样瞬间的状况，如果分析不及时，不仅消耗增加，而且分析信息也就失去其指导意义。因此，这种分析叫做炉前快速分析，应在几分钟内完成。当然分析质量的重要性更是不言而喻。例如，某钢控制S或P小于0.02%即可进入还原期，如果测定结果偏高了，就会造成再氧化，不仅延长了冶炼时间，对炉龄、消耗、产量都有重大影响；反之，如果分析偏低了，则会因氧化不足而造成废钢。

不同冶炼工艺、不同品种、不同阶段要求分析的项目亦不同，例如，电炉-VOD冶炼超低碳不锈钢的过程和分析要求如图1-2所示。

三、成品分析

企业经过一系列工序生产出产品，其最终目标只有两个，即产品符合国家标准和成本最小化。成品分析是指产品按照国家标准进行检测、分级的过程，确保不合格产品不能进入市场或者下一道工序。例如，钢铁生产中，钢包分析是炼钢过程成果的分析。因为分析结果表示出化学成

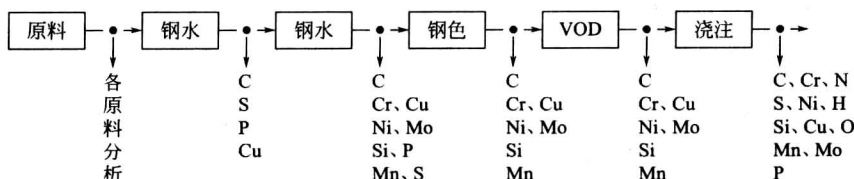


图 1-2 电炉-VOD 冶炼超低碳不锈钢的过程和分析要求

分调整的结果，反映出冶炼水平，更主要的是代表着钢铁成品的化学成分，是判断钢是否合格和材质好坏的依据，即判定是否可以出厂和进入下一道工序的依据。同时在加工处理过程中，对那些容易变化和偏析的元素要经常抽查。在产品的流动过程中，也要经常检查是否因管理和操作不当而造成混钢等。

此外，在各道加工工序中所用的冷却水、洗净液、表面处理液、加热用的燃料、退火用的保护气体等的分析，都是管理中不可缺少的。尤其是表面处理过程（酸洗、电镀……）中的操作管理项目与分析有着更密切的关系。

从环保的角度出发，对水、气、渣的管理控制及排放都要作监测分析。

四、其他分析

1. 环境监测

冶金企业的固体废弃物主要来源于冶金废渣，如高炉矿渣、钢渣、各种有色金属渣、各种粉尘、污泥等。冶炼废渣中含有多有毒物质，有毒物质一方面通过土壤进入水体，另一方面在土壤中累积而被农作物吸收，毒害农作物，进而危害人类。冶金工业废气主要来源于原料、燃料在运输、装卸及加工过程中产生大量含尘废气，工艺过程中排放的废气及冶炼厂的各种窑炉在生产过程产生大量的含尘及有害气体的废气。冶金工业废水主要来源于工艺过程用水、设备与产品冷却水、烟气洗涤和场地冲洗等。

冶金工业生产中产生的大量废水、废气与废渣在排放时必须符合国家有关的法律法规所规定的标准，企业化验室必须对本企业的“三废”排放物进行监测，确保排放符合标准。

2. 冶金研究及新材料开发中的分析

在冶金工业生产技术不断发展与产品质量不断完善与提高中乃至在新材料、新产品、新技术的开发与研究中，冶金工业分析的作用更是显而易见。例如，钢铁冶金工业分析中定氢法的确定，不仅可以弄清炼钢过程中氢在钢水中的行为，以及在凝固、加工和热处理过程中的行为，而且可以说明钢中白点缺陷的产生机理，以及确定减轻及防止白点生成的新技术。20 世纪 50 年代，正是由于电镜观察技术和析出物分析、夹杂物分析、相分析等分析技术的迅速发展，才了解 S、Te、Pb 等在易切钢中存在状态和改善切削性能作用的研究作出重大贡献。在对 Al、Ti、V、Nb 等对钢的细化作用分析及奥氏体结晶分析技术的研究，从而发展了高强度钢。利用它们的氧化物、碳化物、硫化物的析出和增溶反应发展具有结构组织取向的新材料。又如微区分析的电子探针分析（Electron probe micro-analyzer, EPMA）法的发展和应用，弄清了钢水的脱氧机理及夹杂物的形成机理，并且建立了防止产生这些宏观夹杂物的技术。电镜直接观察分析技术的发展，对详细研究碳化物的形态学特征和析出行为及它们与位错之间的作用和关系，对解释钢的强化和相变机理乃至物理冶金学的发展都有巨大的作用。通过分析检测，了解和掌握金属间化合物的析出弥散行为，不但可以显著提高热处理技术，而且开发出各种性能优异的析出碳化物型的合金钢。如低硫、超低硫钢，超低碳不锈钢等。可见冶金工业分析在冶金研究及新材料的开发中，已成为必不可少的基本手段了。

任务二 冶金工业分析方法

一、分析方法的分类

冶金工业分析的方法主要有以下几种分类。

1. 快速分析法和标准分析法

冶金工业分析中所用的方法按其在冶金工业生产中所起的作用来说,可以分为快速分析法和标准分析法。

快速分析法主要是用于车间生产控制分析。这类方法的主要特点是快速。其测定结果往往是生产车间检查工艺过程是否正常或冶炼过程是否应该结束的依据。在此种情况下通常对准确度的要求可以降低,故快速分析法所容许的误差范围较大。

标准分析法主要是对原料、辅助材料、副产品、产品等所采用的分析方法。这类方法的主要特点是准确度很高。其测定结果是工艺计算、财务计算评定产品质量等的重要依据。此种分析工作通常在中心化验室中进行。此类分析也常用于验证分析和仲裁分析。在仲裁分析中往往在进行测定时可能增添一些辅助操作,并将某些条件(例如取样的方式方法、测量器皿的校准、需用试剂的规格等)控制得更严格些,借以提高分析结果的准确度和可靠性。

2. 无机分析法和有机分析法

这种分类方法是以其分析对象的不同为依据。有机分析的对象是有机物,而无机分析的对象是无机物。这两类分析方法,原理上虽大致相同,但是在分析方法上各有特点,分析要求及分析手段有所不同。无机物所含的元素种类繁多,分析结果通常是用元素、离子、化合物或某一个相是否存在及其相对含量来表示。如钢铁、原材料、渣、溶液等样品中元素成分的测定。有机物虽组成元素很少,但由于结构复杂,化合物种类繁多,故分析方法不仅有元素分析,还有官能团分析和结构分析。冶金工业分析主要涉及无机分析的问题。应当指出,有机物中所含微量无机成分的测定也应属于无机分析范畴。

3. 化学分析法和仪器分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础而建立的分析或分离方法。如,滴定分析法、重量分析法、以显色反应为基础的光度法等分析方法及化学定量分离(沉淀、萃取等)。这种方法历史悠久,仪器简单,结果准确,是分析化学的基础,所以又称经典分析法。化学分析法多为人工操作,费时,有些方法中使用有毒试剂,对操作者健康及环境均不利。

仪器分析是以物质的物理或物理化学性质为基础而建立起来的分析方法。通常不需要进行化学反应而直接进行鉴定和测定,具有简单、快速、灵敏、准确、省时及自动化程度高等许多优点。因此,在生产与科研中的应用日益广泛,发展日趋加快。如光学分析法(光电光谱分析、原子吸收光谱分析、X荧光光谱分析等),电化学分析法,色谱分析法,质谱分析法,能谱分析法,热量分析法及放射分析法等。然而,这种分析方法通常需要特殊的仪器设备,有的仪器十分复杂、价格昂贵,在中小型试验室难以普及推广。

4. 常量、半微量、微量、超微量分析及常量组分、微量组分、痕量组分分析

这是从分析时取样量或被测组分含量来区分的分类方法。随着现代科学技术的飞速发展,电子技术的发展和应用以及分析化学进入更广泛的领域,常常要求分析工作者能够以极其少量的样品进行分析,或测定含量极低的组分,因而须建立一系列相应的方法。它们的具体分类及其相互关系见图 1-3。

日常的分析大多属于常量及半微量分析法。被测组分从主组分到痕量均有,痕量分析是冶金工业分析发展的一个重要方向。

在冶金工业分析中,通常从分析对象还将分析方法分为钢铁分析、原材料分析、炉渣分析等;从测定对象可分为元素分析、夹杂物分析、相分析、气体分析等。

二、分析方法的标准化

1. 标准

所谓标准是为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件,称为标准。该文件经协商一致制定并经一个公认机构的批准,标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的。

2. 标准化

在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活

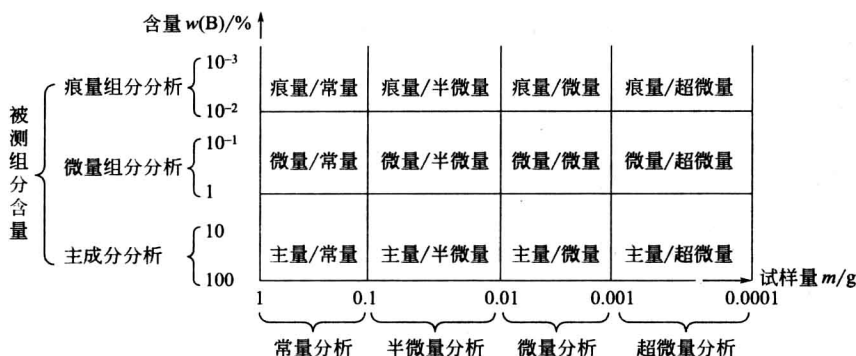


图 1-3 分析方法分类

动,称为标准化。它包括制定、发布及实施标准的过程。标准化的重要意义是改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作。标准化的实质是“通过制定、发布和实施标准,达到统一”,其目的是“获得最佳秩序和社会效益”。

3. 标准化的对象和基本特性

在国民经济的各个领域,凡具有多次重复使用和需要制定标准的具体产品,以及各种定额、规划、要求、方法、概念等,都可称为标准化对象。标准化对象一般可以分为两大类,一类是标准化的具体对象,即需要制定标准的具体事物;另一类是标准化总体对象,即各种对象的总和所构成的整体,通过它可以研究各种具体对象的共同属性、本质和普遍规律。

标准化的基本特性主要包括:①抽象性;②技术性;③经济性;④连续性(继承性);⑤约束性;⑥政策性。

4. 标准化的原理

标准化的基本原理通常是指统一原理、简化原理、协调原理和最优化原理。

(1) 统一原理 就是为了保证事物发展所必需的秩序和效率,对事物的形成、功能或其他特性,确定适合于一定时期和一定条件的一致规范,并使这种一致规范与被取代的对象在功能上达到等效。

(2) 简化原理 就是为了经济有效地满足需要,对标准化对象的结构、形式、规格或其他性能进行筛选提炼,剔除其中多余的、低效能的、可替换的环节,精炼并确定出满足全面需要所必要的高效能的环节,保持整体构成精简合理,使之功能效率最高。

(3) 协调原理 就是为了使标准的整体功能达到最佳,并产生实际效果,必须通过有效的方式协调好系统内外相关因素之间的关系,确定为建立和保持相互一致,适应或平衡关系所必须具备的条件。

(4) 最优化原理 按照特定的目标,在一定的限制条件下,对标准系统的构成因素及其关系进行选择、设计或调整,使之达到最理想的效果,这样的标准化原理称为最优化原理。

5. 标准化的作用

标准化的主要作用表现如下。

① 标准化为科学管理奠定了基础。所谓科学管理,就是依据生产技术的发展规律和客观经济规律对企业进行管理,而各种科学管理制度的形式,都以标准化为基础。

② 促进经济全面发展,提高经济效益。标准化应用于科学研究,可以避免在研究上的重复劳动;应用于产品设计,可以缩短设计周期;应用于生产,可使生产在科学的和有秩序的基础上进行;应用于管理,可促进统一、协调、高效率等。

③ 标准化是科研、生产、使用三者之间的桥梁。一项科研成果,一旦纳入相应标准,就能迅速得到推广和应用。因此,标准化可使新技术和新科研成果得到推广应用,从而促进技术进步。

④ 随着科学技术的发展,生产的社会化程度越来越高,生产规模越来越大,技术要求越来越

越复杂,分工越来越细,生产协作越来越广泛,这就必须通过制定和使用标准,来保证各生产部门的活动,在技术上保持高度的统一和协调,以使生产正常进行;所以,我们说标准化为组织现代化生产创造了前提条件。

⑤ 促进对自然资源的合理利用,保持生态平衡,维护人类社会当前和长远的利益。

⑥ 合理发展产品品种,提高企业应变能力,以更好地满足社会需求。

⑦ 保证产品质量,维护消费者利益。

⑧ 在社会生产组成部分之间进行协调,确立共同遵循的准则,建立稳定的秩序。

⑨ 在消除贸易障碍,促进国际技术交流和贸易发展,提高产品在国际市场上的竞争能力方面具有重大作用。

⑩ 保障身体健康和生命安全。大量的环保标准、卫生标准和安全标准制定发布后,用法律形式强制执行,对保障人民的身体健康和生命财产安全具有重大作用。

6. 标准的分级

《中华人民共和国标准化法》将我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四个级别。世界各国的标准方法都是由国家选定和批准并加以公布的。我国的国家标准是由国务院标准化行政部门制定;行业标准由国务院有关行政主管部门制定;地方标准由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定;企业标准由企业自己制定。标准经制定后作为“法律”公布实施。国家标准(代号 GB),行业(部颁)标准,如化工部标准(代号 HG)、冶金部标准(代号 YB)、石油部标准(代号 SY)等。此外也允许有地方标准(代号 DB)和企业标准(代号 QB),但是只能在一定范围内实施。标准的前载用字母代号,后载用数字编号和年份号。

我国标准分为强制性标准和推荐性标准。所谓强制性标准是指具有法律属性,在一定范围内通过法律、行政法规等手段强制执行的标准是强制性标准;其他是推荐性标准,在标准名称后加“/T”。如 GB/T 223.23—2008《钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法》。

7. 标准的有效期

标准分析法不是固定不变的,随着科技的发展,旧的方法不断被新的方法代替,新的标准颁布后,旧的标准即应立即作废。

自标准实施之日起,至标准复审重新确认、修订或废止的时间,称为标准的有效期(标龄)。由于各国情况不同,标准有效期也不同。例如,ISO 标准每 5 年复审一次,平均标龄 4.92 年。我国在国家标准管理办法中规定国家标准实施 5 年内要进行复审,即国家标准的有效期一般为 5 年。

8. 国际标准和地区性标准

(1) 国际标准 国际标准的代号“ISO”。国际标准是由非政府的国际标准化组织制定颁布的。

随着国际贸易的迅猛发展和经济全球化的进程,国际标准在国际贸易与交流中的作用显得更加重要。

(2) 区域性标准 只限于在世界上一个指定区域的某些国家组成的标准化组织,称为地区性标准组织。例如,亚洲标准咨询委员会(ASAC),欧洲标准化协作委员会(CEN)等。这些组织有的是政府性的,有的是非政府性的。其主要职能是制定、发布和协调该地区的标准。地区标准又称为区域标准,泛指世界某一区域标准化团体所通过的标准。

(3) 其他标准代号

① ANSI: 美国国家标准代号;

② BS: 英国国家标准代号;

③ DIN: 德国国家标准代号;

④ JIS: 日本工业标准代号;

⑤ NF: 法国国家标准代号;

⑥ ASTM: 美国试验与材料协会标准,被视为国家标准;

⑦ EPA: 美国环境保护总署标准,被视为国家标准。