



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教材)

获中国石油和化学工业优秀教材奖

工业分析

第三版

● 张小康 张正兢 主编



化学工业出版社

GONGYE FENXI



普通高等

级规划教材

高专教材)

获中国石油和化学工业优秀教材奖

工业分析

第三版

● 张小康 张正兢 主编

GONGYEFENXI



化学工业出版社

· 北京 ·

本书第二版自 2008 年出版以来,得到全国广大化工类职业技术学院的普遍使用,曾多次重印。此次修订在保持第二版的基本结构和编写特色基础上,按照最新的标准和最新的分析技术和分析方法,对部分内容进行了补充和更新。

全书共分十章,介绍了样品的采取和制备、水质分析、煤和焦炭分析、硅酸盐分析、钢铁分析、肥料分析、气体分析、化工产品质量检验、农药分析、物理常数和物理性能的测定等内容。每章的开始都有知识目标 and 能力目标,明确各章节的学习重点和目标;在各章节之后都有相应的习题,以便测试学习的效果及掌握情况。对本书的实验内容(能力模块)均采用最新的国家及行业标准,并作了详细的介绍,方便读者的学习和应用。

本书在内容上力求体现现代分析测试技术水平,在符合国家及行业标准的前提下,介绍了相关的具有现代化水平的仪器设备,以便读者了解现代工业分析技术的发展。

本教材可作为高职高专工业分析专业的教材,也可作为分析检验技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工业分析/张小康,张正兢主编. —3 版. —北京:
化学工业出版社, 2017. 8
ISBN 978-7-122-29688-7

I. ①工… II. ①张…②张… III. ①工业分析-高
等学校-教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 103367 号

责任编辑:蔡洪伟 陈有华
责任校对:吴 静

文字编辑:李 瑾
装帧设计:王晓宇

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:高教社(天津)印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 21 字数 570 千字 2017 年 9 月北京第 3 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: 45.00 元

版权所有 违者必究

前 言

工业分析课程是工业分析专业的一门重要主干课程，是在学习了分析化学和仪器分析以后开设的具有应用性特点的专业课程，是分析化学和仪器分析理论在工业生产中对产品、原材料及中间产品的质量进行分析测定的具体应用。工业分析课程涉及工业的各个领域，主要内容涉及水质、钢铁、煤炭、石油、化工、硅酸盐、农药等多个方面。本教材可以作为高职高专工业分析专业的通用教材，也可以作为分析检验技术人员的参考书。

《工业分析》第二版自 2008 年出版以来，深受广大读者的喜爱，已多次重印，并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。此次修订，保持了第二版教材的特点和整体结构，更新了本书所用的全部国家标准代号及内容，并对部分知识点进行了完善。通过修订，使教材内容更加符合教学需求，注重与工业分析技能大赛衔接，突出了对学生学习能力、知识应用能力及综合素质的培养。教材中带“*”的内容可供教学中根据需要选用。

本次修订由徐州工业职业技术学院张小康负责。由于编者水平有限，编写时间较紧，难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 12 月

第一版前言

工业分析课程是工业分析专业的一门重要主干课程，是在学习了分析化学和仪器分析以后开设的具有应用型特点的专业课程，是分析化学和仪器分析理论在工业生产中对产品的质量、原材料及中间产品进行分析测定的具体应用。工业分析课程涉及工业的各个领域，本教材主要涉及水质、钢铁、煤炭、石油、化工、硅酸盐、农药等行业。本教材可作为高职高专工业分析专业的通用教材，也可作为工矿企业分析工作者的参考书。

全书在编写过程中，突出高职高专以能力为本位的职业教育特色，在内容中做到适度、简明，以够用为前提，同时兼顾到学生创新能力的培养，增加了分析方法的介绍，拓宽学生的知识面和灵活应用知识和技能的能力。在分析仪器和设备方面从普通到现代均做了介绍，以满足不同地区和不同行业在分析技术方面的需求。

本教材由徐州工业职业技术学院张小康主编（编写绪论、第五章、第七章、第十章），南京化工职业技术学院张正兢为第二主编（编写第二章、第三章、第六章），四川化工职业技术学院杨迅参编（编写第四章、第九章），沧州职业技术学院王如全参编（编写第一章、第八章）。全书由张小康统稿。吉林工业职业技术学院张振宇任主审，并提出许多宝贵意见。本书的编写和出版得到了化学工业出版社的大力支持。在此一并致以衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写时间较紧，难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 4 月

第二版前言

工业分析课程是工业分析专业的一门重要主干课程，是在学习了分析化学和仪器分析以后开设的具有应用型特点的专业课程，是分析化学和仪器分析理论在工业生产中对产品、原材料及中间产品的质量进行分析测定的具体应用。工业分析课程涉及工业的各个领域，主要内容涉及水质、钢铁、煤炭、石油、化工、硅酸盐、农药等多个方面。本教材可以作为高职高专工业分析专业的通用教材，也可以作为工矿企业分析工作者的参考书。

《工业分析》第一版自 2004 年出版以来，深受广大读者的喜爱，已多次重印，并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。工业分析是一门实践性很强、和现代工业企业紧密联系的专业课。修订后的教材其特色是：更突出反映现代分析技术的发展，体现其创新性、实用性、综合性和先进性；完全与生产实际相符合，更能体现高职高专模块化的教学特色。

在原教材突出高职高专以能力为本位的职业教育特色，内容适度、简明，以够用为前提，同时兼顾学生创新能力的培养的基础上，修订后的教材在内容上更系统、更全面、更能体现教材的实用性。在分析仪器和设备方面又做了新的补充，各项内容所涉及的分析技术装备完全体现了国内现代分析的实际水平。教材中带“*”的内容可供教学中根据需要选用。

本次修订，在第四章硅酸盐分析中对试样的分解处理方法进行了部分调整并作了重新分类；在第五章钢铁分析中增加了快速引燃炉碳硫分析法，锰、磷、硅快速分光光度法；在第九章农药分析中对部分内容进行了调整，并增加对所选项目进行全分析的内容，从内容上讲更具有代表性，从分析技术和手段上引入了现代化分析仪器和设备，以便于读者对农药分析有更全面的认识和理解。其他章节也进行了部分修改。

本次修订由徐州工业职业技术学院张小康负责。由于编者水平有限，编写时间较紧，难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

本书常用符号的意义及单位	1
绪论	2
一、工业分析的任务	2
二、工业分析的特点	2
三、工业分析方法的分类	3
四、工业分析方法的标准化	3
五、标准物质	7
六、工业分析工作者的基本素质	9
习题	9
第一章 样品的采取和制备	10
第一节 概述	10
一、采样的基本术语	10
二、采样的目的	11
三、工业物料的分类	11
四、采样技术	12
五、采样记录和采样安全	12
第二节 固体试样的采取和制备	13
一、采样工具	13
二、采样程序(方案的制订)	14
三、样品的制备与保存	15
四、固体采样实例——商品煤样的采取方法	16
第三节 液体试样的采集和制备	18
一、采样工具	18
二、一般液体样品的采集	18
三、特殊性质的液体样品的采集	20
四、试样的制备	21
五、采样注意事项	21
六、液体样品采样实例——工业过氧化氢采样	21
第四节 气体样品的采集和制备	21
一、采样设备	21
二、采样类型	23
三、采样方法	23
习题	23
第二章 水质分析	25
第一节 概述	25
一、水的分类及其所含杂质	25
二、水质标准	25
三、水试样的采集	28
第二节 工业用水分析	31
一、pH的测定	31
二、碱度的测定	31
三、酸度的测定	32
四、硬度的测定	32
五、总铁含量的测定	33
六、氯含量的测定	34
七、硫酸盐的测定	35
八、水中溶解氧的测定	35
阅读材料 水质分析仪	37
习题	38
第三章 煤和焦炭分析	39
第一节 概述	39
一、煤和焦炭的组成及各组分的重要性质	39
二、煤的分析方法	40
第二节 煤试样的制备方法	40
一、制样总则	40
二、制样用品	40
三、煤样的制备	41
第三节 煤的工业分析	43
一、煤中水分的测定	44
二、灰分的测定	47
三、挥发分的测定	48
四、煤中固定碳含量的计算	49
五、各种基准的换算	50
第四节 煤的元素分析	50
一、碳和氢的测定	50
二、氮的测定	55
三、氧的计算	57
四、结果换算	57
第五节 煤中全硫的测定	57
一、艾氏卡法	57
二、库仑滴定法	58
三、高温燃烧-酸碱滴定法	59
第六节 煤的发热量的测定	61

一、发热量的表示方法	61	二、方法综述	131
二、发热量的测定方法——氧弹式 量热计法	62	三、钢铁中硫含量的测定	135
三、发热量的计算方法	63	第五节 钢铁中磷的测定	139
阅读材料 全自动工业分析仪和 微机量热仪	63	一、概述	139
习题	65	二、方法综述	141
第四章 硅酸盐分析	66	三、钢铁中磷含量的测定	143
第一节 概述	66	第六节 钢铁中锰的测定	147
一、硅酸盐的种类、组成和分析 意义	67	一、概述	147
二、硅酸盐试样的准备和分解	69	二、方法综述	149
第二节 硅酸盐系统分析方法类型	74	三、钢铁中锰含量的测定	153
一、系统分析和分析系统	74	第七节 钢铁中硅的测定	158
二、硅酸盐岩石分析系统	75	一、概述	158
三、硅酸盐水泥分析系统	79	二、方法综述	159
第三节 硅酸盐分析	80	三、钢铁中硅含量的测定	163
一、硅酸盐中二氧化硅含量的 测定	80	附 现代钢铁分析方法	166
二、硅酸盐中氧化铝含量的测定	90	一、钢铁中碳和硫的连续测定	166
三、硅酸盐中氧化铁含量的测定	96	二、钢铁中锰、磷、硅的测定	175
四、硅酸盐中二氧化钛含量的 测定	102	习题	181
五、硅酸盐中氧化钙含量的 测定	106	第六章 肥料分析	182
六、硅酸盐中氧化镁含量的 测定	110	第一节 概述	182
阅读材料 改进的氟硅酸钾 容量法	113	第二节 磷肥分析	183
习题	114	一、磷肥分析简介	183
第五章 钢铁分析	116	二、磷肥中的含磷化合物及其 提取	183
第一节 概述	116	三、磷肥中有效磷的测定	184
一、钢铁材料的分类	116	四、游离酸含量的测定——容 量法	190
二、钢铁产品牌号表示方法	117	五、水分的测定——烘箱 干燥法	191
第二节 钢铁试样的采取、制备和 分解	118	第三节 氮肥分析	192
一、钢铁样品的采取	118	一、氨态氮的测定	192
二、钢铁样品的分解	120	二、硝态氮的测定	193
第三节 钢铁中碳的测定	121	三、有机氮的测定	195
一、概述	121	第四节 钾肥分析	197
二、方法综述	122	一、钾肥分析简介	197
三、钢铁中总碳的测定	125	二、钾肥中钾含量的测定	198
第四节 钢铁中硫的测定	129	三、有机肥料中全钾的测定——火焰 光度法	201
一、概述	129	习题	202
		第七章 气体分析	204
		第一节 概述	204
		一、工业气体	204
		二、气体分析的意义及特点	205
		三、气体分析方法	205

第二节 气体试样的采取	205	一、农药的定义	252
一、采样方法	205	二、农药的分类	252
二、气体体积的测量	207	三、农药标准	252
第三节 气体化学分析方法	210	四、农药与环境	253
一、吸收法	210	第二节 商品农药采样法	254
二、燃烧法	213	一、总则	254
三、其他气体分析法	220	二、采样工具	254
第四节 气体分析仪器	221	三、原粉采样	254
一、仪器的基本部件	221	四、乳剂和液体状态的采样	254
二、气体分析仪器	221	五、粉剂和可湿性粉剂的采样	255
第五节 气体分析实例——半水		六、其他	255
煤气分析	223	第三节 有机硫农药分析	255
一、化学分析法	223	一、有机硫农药简介	255
二、气相色谱法	226	二、有机硫农药特征	255
习题	227	三、有机硫农药分析实例——代森	
第八章 化工产品质量检验	229	锌原粉的分析	255
第一节 概述	229	第四节 有机氯农药分析	258
一、原材料分析	229	一、有机氯农药简介	258
二、中间控制分析	229	二、有机氯农药特征	258
三、产品质量分析	230	三、有机氯农药分析实例——百菌	
第二节 工业碳酸钠质量分析	230	清原药的分析	258
一、生产工艺简介	231	第五节 有机磷农药分析	262
二、生产工艺流程	231	一、有机磷农药简介	262
三、工业碳酸钠的技术要求	231	二、有机磷农药特征	262
四、工业碳酸钠成品分析	232	三、有机磷农药分析实例——三乙	
第三节 双氧水生产工艺分析	237	膦酸铝原药的分析	263
一、生产工艺简介	237	第六节 杂环类农药分析	265
二、生产工艺流程	238	一、杂环类农药简介	265
三、工业过氧化氢的技术要求	238	二、杂环类农药特征	265
四、工业过氧化氢成品分析	238	三、杂环类农药分析实例——三唑	
第四节 硝酸生产工艺分析	242	酮原药的分析	266
一、稀硝酸的生产工艺简介	242	第七节 其他类农药分析	270
二、稀硝酸的生产工艺流程	243	一、其他类农药简介	270
三、浓硝酸的技术要求	243	二、其他类农药特征	270
四、工业浓硝酸成品分析	243	三、其他类农药分析实例——绿麦	
第五节 工业乙酸乙酯生产分析	246	隆原药的分析	270
一、乙酸乙酯的生产现状和主要		阅读材料 农药对人体的慢性	
用途	246	危害	274
二、乙酸乙酯的生产工艺	246	习题	274
三、乙酸乙酯的技术要求	247	第十章 物理常数和物理性能的	
四、工业乙酸乙酯成品分析	247	测定	276
习题	250	第一节 粒径的测定	276
第九章 农药分析	252	一、筛分法	277
第一节 概述	252	二、微粒度仪法（离心沉降法）	278

第二节 熔点的测定.....	279	三、结果计算.....	311
一、基本概念.....	279	四、方法讨论.....	311
二、熔点与有机物本质的关系.....	280	五、WGG 微机光泽度仪的	
三、熔点测定的方法.....	280	使用.....	312
第三节 沸点和沸程的测定.....	284	第九节 白度的测定.....	312
一、基本概念.....	284	一、白度的定义.....	312
二、沸点（或沸程）与分子结构		二、测定原理.....	312
的关系.....	284	三、测定仪器.....	312
三、沸点的测定.....	284	四、测定步骤.....	313
四、沸程的测定.....	286	五、结果计算.....	313
五、沸点（或沸程）的校正.....	287	六、方法讨论.....	313
六、新仪器新技术介绍.....	290	七、WSD-Ⅲ型白度仪的操作	313
第四节 密度的测定.....	290	第十节 硬度的测定.....	313
一、基本概念.....	290	一、洛氏硬度.....	314
二、密度的测定方法.....	290	二、邵氏硬度.....	314
三、固体密度的测定.....	294	习题.....	315
四、方法讨论.....	295	附录.....	316
第五节 闪点的测定.....	296	附录一 实验室常用酸碱的相对	
一、基本概念.....	296	密度、质量分数和物质的	
二、闪点的测定.....	296	量浓度.....	316
第六节 旋光度的测定.....	300	附录二 实验室常用基准物质的干燥	
一、基本概念.....	300	温度和干燥时间.....	316
二、旋光度测定的方法.....	300	附录三 实验室常用物质的分子式及	
第七节 黏度的测定.....	304	摩尔质量.....	316
一、基本概念.....	304	附录四 实验室常用坩埚及其使用	
二、黏度测定的方法.....	304	注意事项.....	319
第八节 光泽度的测定.....	310	附录五 无机盐试样分解方法	
一、仪器和试剂.....	311	一览表.....	322
二、测定步骤.....	311	参考文献.....	324

本书常用符号的意义及单位

符 号	意 义	单 位
n	选取的单元数	个
N	总体物料的单元数	个
T	采样的质量间隔	t
Q	批量	t
w	质量分数	%
c	标准溶液的物质的量浓度	mol/L
V_i	滴定试样消耗标准溶液的体积	mL
V_0	空白试验消耗标准溶液的体积	mL
m_B	物质 B 的质量	g
M_B	物质 B 的摩尔质量	g/mol
f	相对校正因子	
A	气相色谱峰面积	
$\lambda_{\max}$	最大吸收波长	nm
$\epsilon_{\max}$	摩尔吸收系数	L/(mol · cm)
T	每毫升标准滴定溶液相当于样品的质量	mg/mL
$V_{\text{缩}}$	可燃性气体完全燃烧后体积的缩减	mL
$V_{\text{耗氧}}$	可燃性气体完全燃烧后消耗氧气的体积	mL
$V_{\text{生}}(\text{CO}_2)$	可燃性含碳气体完全燃烧后生成的二氧化碳的体积	mL
D	试样的粒度分布	%
t	温度	°C
ρ_T	密度	g/cm ³ 或 g/mL
p	大气压力	Pa(帕)、hPa(百帕)、kPa(千帕)
α	旋光度	(°)
l	旋光管的长度	dm
η_t	动力黏度(绝对黏度)	Pa · s
ν	运动黏度	m ² /s
τ	时间	s

绪 论

一、工业分析的任务

工业分析是一门实践性很强的专业课，是分析化学在工业生产中的应用。它涉及工业的各个领域（包括化工、轻工、煤炭、冶金、石油、食品、医药、农药和环保等），是研究各种物料（原料、材料、中间体、成品、副产品和“三废”等）组成的分析方法和有关理论的一门学科。工业分析的结果可用来评定原料和产品的质量，其分析的过程是对工业产品进行质量过程控制，检查工艺流程是否正常，环境是否受到污染，从而做到合理组织生产，合理使用原料、燃料，及时发现问题，减少废品，提高企业产品质量，保证工艺过程顺利进行和提高企业经济效益等。因此，工业分析有指导和促进生产的作用，是国民经济各部门中不可缺少的一种专门技术，被誉为工业生产的“眼睛”，在工业生产中起着“把关”的作用。

工业生产的发展和科学技术的进步，给工业分析提出了越来越多的课题，要求分析手段必须越来越灵敏、准确、快速、简便和自动化，主要表现在以下几个方面。①在分析速度方面：化工生产中，要求随时了解化学反应过程进行的情况，故需在几分钟内检验出反应中生成的物质情况和组分变化情况，因此要求有极其快速的分析方法。炼钢工业的迅速发展要求测试手段更加快速，纯氧顶吹钢每炉只要二三十分钟时间，钢中添加成分的炉前分析测定时间只能以秒计，因此要求提供更加快速的测试方法。随着工业生产自动化程度的不断提高，对分析方法的自动化要求也越来越高。②在准确度方面：半导体中砷镓比的测定，要求达到的精度为 10^{-6} ，而且要快速自动。半导体技术级的原子级加工，要求测出单个原子的数目。③在灵敏度方面：环境保护工作和半导体材料分析均要求痕量杂质成分测定，灵敏度需达到 10^{-9} 甚至更低，而且要求快速自动。④在微区分析方面：半导体材料表面微小区域内极微量杂质成分的非破坏性检查，要求测定方法具有很高的选择性与灵敏度。工业生产过程中各种参数的连续自动测定，大气和水中超微量有害物质的监测等，都促进了工业分析的不断发展。由于使用了特效试剂、掩蔽剂等，所以提高了分析测定的选择性和灵敏度，也加快了分析测试的速度。随着电子工业和真空技术的发展，许多物理检测方法逐渐应用到工业分析中来，产生了许多新的检测手段，它们以灵敏和快速为特点。特别是激光、电子计算机等新技术应用于工业分析中，使分析过程自动化，大大提高了分析工作的效率。

二、工业分析的特点

工业分析的对象多种多样，分析对象不同，对分析的要求也就不同。一般来说，在符合生产和科研所需准确度的前提下，分析快速、测定简便及易于重复是对工业分析的普遍要求。

工业生产和工业产品的性质决定了工业分析的特点。

1. 分析对象的物料量大

工业分析所涉及的物料往往以千百吨计，而且组成不均匀，要从其中取出足以代表全部物料的平均组成的少量分析试样是工业分析的重要环节。科学合理地采取具有代表性的分析试样是工业分析中的一项重要工作和技术。所谓科学合理，是要既取得能代表整个物料的少量分析试样，又要求用最少的人工劳动和耗费最低的经济成本。

2. 分析对象的组成复杂

工业物料不是纯净的，大多含有多种杂质，在分析测定某组分时，常常受到共存组分的

干扰和影响,因此,在选择分析方法时,必须考虑到杂质对测定的干扰。另外,测定同一种组分,可选择的分析方法有多种,究竟哪一种方法更适合,也是一个分析工作者需要认真考虑的问题。

3. 分析任务广

工业分析结果的准确度,因分析对象不同而异。对中控分析来说,为满足生产要求,分析方法应快速、简便,对分析结果的准确度要求可以稍低些。但对产品质量检验和仲裁分析则应有较高的准确度,分析速度则是次要的。

4. 分析试样的处理复杂

分析中的反应一般在溶液中进行,但有些物料却不易溶解。因此,在工业分析中如何制备试液是一个比较复杂的问题。所以试样的分解是工业分析的重要环节,对整个分析过程和结果都具有重要意义。而试样分解方法的选择与测定物质的组成、被测元素和测定方法有密切关系,对提高分析速度也具有决定意义。

大量的科学研究及生产实践说明,工业分析有时需要把化学的、物理的、物理化学的分析检验方法取长补短、配合使用,才能得到准确的分析结果。所以要求分析工作者应具有较为广泛的科学理论知识。

综上所述,在工业分析中应注意以下四个方面:

- ① 正确采样和制样,即所采取和制备的分析试样能够代表全部被分析物料的平均组成。
- ② 选择适当的分解试样的方法,以利于分析测定。
- ③ 选择能满足准确度要求的分析方法,并应考虑被分析物料所含杂质的影响。
- ④ 在保证一定准确度的前提下,尽可能地快速化。

三、工业分析方法的分类

工业分析中所用的分析方法,按分析原理分类可分为:化学分析法、物理分析法和物理化学分析法。

工业分析中所用的分析方法,按其在工业生产上所起的作用以及完成分析测定的时间不同,可分为标准分析法(标类法)和快速分析法(快速法)两大类。快速分析法的特点是分析速度快,分析误差往往比较大,因生产要求迅速得出分析数据,准确度仅只需满足生产要求。快速分析法用于车间控制分析(俗称中控分析),主要是控制生产工艺过程中的关键部位。标准分析法的结果是进行工艺计算、财务核算及评定产品质量的依据,因此,要求有较高的准确度。此种分析方法主要用于测定原料、产品的化学组成,也常用于校核和仲裁分析。此项分析工作通常在中心化验室进行。但随着现代分析技术的发展,标准分析法也向快速化发展,而快速分析法也向较高的准确度发展。这两类方法的差别已逐渐变小且越来越不明显。有些分析方法既能保证准确度,操作又非常迅速;既可作为标准分析法,又可作为快速分析法。

验证分析是以专为验证某项分析结果为目的,所用方法往往是在原用标准分析法中增添一些补充操作而使其准确度提高。仲裁分析是当甲、乙两方对分析结果有分歧时,以解决争议为目的的分析,所用分析方法通常是采用原用的方法,但由技术更高级别的分析人员进行,必要时可用标准分析法或经典分析方法。

四、工业分析方法的标准化

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。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。

一个试样中,某组分的测定可以用不同的方法进行,但各种方法的准确度是不同的,因

此当用不同的方法测定时, 所得结果难免有出入。即使使用同样的试剂、采用同一种方法, 如用不同精密度的仪器, 分析结果也不尽相同。为使同一试样中的同一组分, 不论是由何单位或何人员来分析, 所得结果都应在允许误差范围以内, 必须统一分析方法。这就要求规定一个相当准确、可靠的方法作为标准分析方法, 同时对进行分析的各种条件也应作出严格的规定。

标准分析法都注明允差 (或公差)。允差是某分析方法所允许的平行测定间的绝对偏差, 允差的数值是将多次分析数据经过数理统计处理而确定的, 在生产实践中是用以判断分析结果合格与否的根据。两次平行测定的数值之差在规定允许误差的绝对值的两倍以内均应认为有效, 否则必须重新测定。

例如, 用氟硅酸钾滴定法测定黏土中二氧化硅的含量, 两次测得结果分别为 28.60%、29.20%。两次结果之差为:

$$29.20\% - 28.60\% = 0.60\%$$

当二氧化硅含量在 20%~30% 时其允差为 $\pm 0.35\%$ 。因为 0.60% 小于允差 $\pm 0.35\%$ 的绝对值的两倍 (即 0.70%), 所以, 可用两次分析结果的算术平均值作为分析结果。

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, 达到统一是标准化的实质。” 标准化的目的是 “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, 即各种具体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以下几个方面: ①抽象性; ②技术性; ③经济性; ④连续性, 亦称继承性; ⑤约束性; ⑥政策性。

4. 标准化的基本原理

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。下面分别加以介绍。

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。统一原理包含以下要点:

a. 统一是为了确定一组对象的一致规范, 其目的是保证事物所必需的秩序和效率。

b. 统一的原则是功能等效, 从一组对象中选择确定一致规范, 应能包含被取代对象所具备的必要功能。

c. 统一是相对的、确定的一致规范, 只适用于一定时期和一定条件, 随着时间的推移和条件的改变, 旧的统一就要由新的统一所代替。

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。简化原理包含以下几个要点:

a. 简化的目的是为了经济, 使之更有效地满足需要。

b. 简化的原则是从全面满足需要出发, 保持整体构成精简合理, 使之功能效率最高。

所谓功能效率,系指功能满足全面需要的能力。

c. 简化的基本方法是对处于自然状态的对象进行科学的筛选提炼,剔除其中多余的、低效能的、可替换的环节,精炼出高效能的、能满足全面需要所必要的环节。

d. 简化的实质不是简单化而是精炼化,其结果不是以少替多,而是以少胜多。

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。协调原理包含以下要点:

a. 协调的目的在于使标准系统的整体功能达到最佳并产生实际效果。

b. 协调对象是系统内相关因素的关系以及系统与外部相关因素的关系。

c. 相关因素之间需要建立相互一致关系(连接尺寸)、相互适应关系(供需交换条件)、相互平衡关系(技术经济招标平衡、有关各方利益矛盾的平衡),为此必须确立条件。

d. 协调的有效方式有有关各方面的协商一致、多因素的综合效果最优化、多因素矛盾的综合平衡等。

④ 最优化原理是按照特定的目标,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。

5. 标准化的主要作用

标准化的主要作用表现在以下 10 个方面。

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. 我国标准分级

《中华人民共和国标准化法》将我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四级。

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。我国的国家标准由国务院标准化行政主管部门制定;行业标准由国务院有关行政主管部门制定;地方标准由省、自治区和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”公布施行。国家标准代号为 GB;行业(部颁)标准,如化工行业标准(代号为 HG)、冶金

行业标准（代号为 YB）。此外也允许有地方标准或企业标准（代号 QB），但是只能在一定范围内施行。标准的前载用字母代号，后载用数字编号和年份号，如产品用类别，也应在标准中标示出来。

我国标准分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；其他标准是推荐性标准，在标准名称后加“/T”。如 GB/T 223.5—2008 是合金化学分析方法中还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶性硅含量的方法，是推荐性标准。

根据《国家标准管理办法》和《行业标准管理办法》，下列标准属于强制性标准：

- ① 药品、食品卫生、兽药、农药及劳动卫生标准；
- ② 产品生产、贮运和使用中的安全及劳动安全标准；
- ③ 工程建设的质量、安全、卫生等标准；
- ④ 环境保护和环境质量方面的标准；
- ⑤ 有关国计民生方面的重要产品标准等。

推荐性标准又称非强制性标准或自愿性标准，是指生产、交换、使用等方面，通过经济手段或市场调节而自愿采用的一类标准。这类标准不具有强制性，任何单位均有权决定是否采用，违反这类标准，不构成经济或法律方面的责任。应当指出的是，推荐性标准一经接受并采用，或各方商定同意纳入经济合同中，就成为各方必须共同遵守的技术依据，具有法律上的约束性。

7. 标准的有效期

标准分析法不是固定不变的，随着科学技术的发展，旧的方法不断被新的方法代替，新标准颁布后，旧的标准即应作废。

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，又称标龄。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，平均标龄为 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，即国家标准有效期一般为 5 年。

8. 企业在什么情况应制定企业标准

已有国家标准、行业标准和地方标准的产品，原则上企业不必再制定企业标准，一般只要贯彻上级标准即可。在下列情况下，应制定企业标准：上级标准适用面广（指通用技术条件等，不是属于单个产品标准或技术条件），企业应针对具体产品制定企业标准名称、引言、适用范围、技术内容（包括名词术语、符号、代号、品种、规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等）、补充部分（包括附录等）等。

9. 国际标准和地区性标准

国际标准的代号为“ISO”。国际标准是由非政府性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了。为了扩大我国的对外贸易和减少贸易中的技术壁垒，以国际标准作为基础制定我国的标准势在必行。

在采用国际标准的原则与方法上遵循国际上的统一尺度，其结果才能被国际承认。为此，原国家质量技术监督局委托中国标准研究中心依据 ISO/IEC 指南 21：1999《采用国际标准为区域或国家标准》的要求，制定了 GB/T 20000.2—2009《标准化工作指南 第 2 部分：采用国际标准》。该项标准于 2009 年 6 月 17 日批准、发布，于 2010 年 1 月 1 日实施。

GB/T 20000.2—2009 的实施规范了采用国际标准的我国标准的编写，使采用国际标准的我国标准符合最新的国际准则，并获得世界各国的认可，从而促进贸易与交流。

只限于在世界上一个指定地区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。地区性标准又称为区域性标准，泛指世界某一区域标准化团体所通过的标准。通常提到的地区性标准，主要是指原经互会标准化组织、欧洲标准化委员会、非洲地区标准化组织等地区组织所制定和使用的标准。

10. 技术标准

对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准，称为技术标准。它是从事生产、建设及商品流通的一种共同遵守的技术标准和技术依据。技术标准的分类方法很多，按其标准化对象特征和作用，可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全卫生与环境保护标准等；按其标准化对象在生产流程中的作用，可分为零部件标准、原材料与毛坯标准、工装标准、设备维修保养标准及检查标准等；按标准的强制程度，可分为强制性标准与推荐性标准；按标准在企业中的适用范围，又可分为公司标准、公用标准和科室标准等。

五、标准物质

在工业分析中常常使用标准物质。在分析化学中使用的基准物质是纯度极高的单质或化合物。有关行业使用的标准试样是已经准确知道化学组成的天然试样或工业产品（如矿石、金属、合金、炉渣等）以及用人工方法配制的人造物质。标准物质必须是组成均匀、稳定，化学成分已准确测定的物质。在标准物质的保证单中，除了指出主要成分含量外，为了说明标准物质的化学组成，还注明各辅助元素的含量。在使用时必须注意区别这两种数据，不能把辅助元素的含量当作十分准确的数据在分析中作为标准。

所谓标准物质，是指具有一种或多种足够均匀和很好确定了特性值，用以校准设备、评价测量方法或给材料赋值材料或物质。

标准物质是一种计量标准，都附有标准物质证书，规定了对某一种或多种特性值可溯源的确定程序，对每一个标准值都有确定的置信水平的不确定度。工业分析中使用标准物质的目的是检查分析结果是否正确与标定各种标准溶液的浓度（基准试剂也可以直接配制各种浓度的标准溶液），借以检查和改进分析方法。

标准物质可以是纯的或混合的气体、液体或固体。如校准黏度计用的纯水、量热法中用作热容校准物质的蓝宝石、化学分析校准用的基准试剂和标准溶液、钢铁分析中使用的标准钢样、药品分析中使用的药物对照品等。

在工业分析中由于试样组成的广泛性和复杂性，且分析方法不同程度地存在系统误差，依据基准试剂确定的标准溶液的浓度不能准确反映被测样品的组分含量，必须使用标准试样来标定标准溶液的浓度。对于不同类型的物质，应选用同类型的标准试样，并要求选用标准试样时应使其组成、结构等与被测试样相近。例如，冶金行业中的标准钢铁样品有普碳钢标准试样、合金钢标准试样、纯铁标准试样、铸铁标准试样等，并根据其中组分的含量不同分成一组多品种的标准试样，如在测定普碳钢样品中某组分时，不能使用合金钢标准试样作对照。另外，在选择同类型的标准试样时，也应注意该组分的含量范围，所测样品中某组分的含量应与标准试样中该组分的含量相近，这样分析结果将不因组成和结构等因素而产生误差。

我国将标准物质分为以下两个级别。

一级标准（GBW）：是指采用绝对测量方法或其他准确可靠的方法测量其特性值，测量准确度达到国内最高水平的有证标准物质，主要用于研究与评价标准方法及对二级标准物质的定值。

二级标准 [GBW(E)]：是指采用准确可靠的方法，或直接与一级标准物质相比较的方法定值的标准物质，也称为工作标准物质。主要用于评价分析方法，以及同一实验室或不同实验室间的质量保证。