



化工技工学校试用教材

工业分析

四川化工总厂技工学校
高仕荣 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书内容共分十一章,包括工业分析试样的采取和制备、水、煤、气体、催化剂、硫酸、纯碱、化学肥料、石油产品、基本有机产品等的工业分析方法。水质分析和气体分析中分别编写有部分环境保护的检测项目。书中所列分析方法,是根据现行国家标准、部标准及部颁统一测定分析方法编写的,具有教学意义。

本书是化工技工学校分析专业用教材,也可作为化工企业和其它厂矿培训中级分析人员用教材及化工生产、分析、管理人员的参考书。

化工技工学校试用教材

工 业 分 析

四川化工总厂技工学校

高仕荣 编

责任编辑: 潘小平

封面设计: 任 辉

•
化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•
开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $11 \frac{1}{8}$ 字数260千字
1988年6月第1版 1988年6月北京第1次印刷

印 数 1—23200

ISBN 7-5025-0033-2/G·34(课)

定 价 1.60元

前 言

本书是根据一九八三年十一月化工技工学校分析专业教材工作会议制定的《工业分析教学大纲》，及一九八六年十一月化工技工学校分析专业教材编审会议通过的《工业分析教学大纲修订意见》编写的。

《工业分析》是化工技工学校分析专业的一门专业应用课。学生通过学习化工生产中原料、辅料、半成品、成品的分析，能了解并初步掌握水、煤、气体、石油产品和无机化工、有机化工典型产品的分析及三废的检测等技术方法。

本书的内容有试样的采取和制备、水、煤、气体、催化剂、硫酸、纯碱、化肥、石油产品、基本有机产品等的分析试验。废水和废气的检测，分别编入水质分析和气体分析之中。编写时，以现行国家标准、部标准或部颁统一测定分析方法为依据，力求简明扼要、通俗易懂。各章课文后编有复习题，有的还编有练习题，供学生复习和练习之用。

本书还可作为化工和其它厂矿培训中级分析人员的教材及化工生产、分析、管理人员的参考书。

本书是在化工部化工技工学校分析专业教材编审委员会领导下，由四川化工总厂技工学校高仕荣编写，泸州化工学校胡心云主审。广西南宁市化工技工学校谭茂林、云南省化工技工学校韩信恩、山西太原化工技工学校郭茂林等同志对本书进行了审议。

本书的编写在我国化工技工教育系统是第一次，限于编

者实践经验和教学经验不足，书中难免有不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

编者

1987年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工业分析的任务和特点.....	1
第二节 工业分析的方法.....	2
复习题.....	4
练习题.....	5
第二章 试样的采取和制备	6
第一节 概述.....	6
第二节 试样的采取.....	7
一、固体物料的采样.....	7
二、液体物料的采样.....	12
三、气体物料的采样.....	16
第三节 试样的制备.....	20
一、破碎.....	20
二、筛分.....	20
三、掺合.....	21
四、缩分.....	21
第四节 试样的管理.....	24
复习题.....	26
第三章 水质分析	27
第一节 概述.....	27
第二节 工业供水的分析.....	28
一、溶解氧的测定.....	28
二、游离二氧化碳的测定.....	38
三、碱度的测定.....	40

四、全硬度的测定	45
五、硫酸根离子的测定	46
六、总铁的测定	50
第三节 工业废水的分析	54
一、硫化氢及硫化物的测定	54
二、总铬的测定	60
三、化学需氧量的测定	64
四、砷的测定	67
五、氯化物的测定	70
六、挥发酚的测定	74
复习题	77
练习题	79
第四章 煤的分析	80
第一节 概述	80
第二节 水分的测定	82
第三节 灰分的测定	90
第四节 挥发分的测定	93
第五节 固定碳的计算	96
第六节 各种基准的换算	96
第七节 全硫的测定	98
第八节 发热量的测定	102
一、计算法	103
二、氧弹式热量计测定法	106
复习题	122
练习题	123
第五章 气体分析	125
第一节 概述	125
第二节 气体分析仪器	128
第三节 吸收分析法	137

一、气体体积法	137
二、吸收滴定法	145
三、吸收重量法	151
第四节 燃烧分析法	153
一、一元可燃气体的测定计算	154
二、二元可燃气体的测定计算	155
三、燃烧方法	159
第五节 吸收-电导分析法	164
第六节 大气污染的分析	171
一、大气环境质量	171
二、试样的采取	172
三、二氧化氮的测定	176
四、二氧化硫的测定	179
复习题	184
练习题	185
第六章 催化剂的分析	188
第一节 概述	188
第二节 二氧化硅的测定	189
第三节 铁的测定	194
第四节 氧化钾的测定	199
第五节 氧化锌的测定	200
第六节 氧化铜的测定	202
第七节 氧化铝的测定	204
第八节 五氧化二钒的测定	206
第九节 催化剂活性和活化的测定	208
复习题	211
第七章 纯碱生产分析	213
第一节 概述	213
第二节 联碱生产控制分析	214

一、母液中游离氨的测定	214
二、母液中全氨的测定	215
三、母液中结合氨的计算	216
四、母液中二氧化碳的测定	216
第三节 纯碱产品分析	217
一、总碱量的测定	217
二、烧失量的测定	218
三、氯化物的测定	219
四、铁的测定	222
五、水不溶物的测定	222
复习题	223
练习题	223
第八章 硫酸生产分析	225
第一节 概述	225
第二节 硫铁矿和炉渣中硫的测定	225
一、有效硫的测定	226
二、总硫的测定	230
第三节 生产气中二氧化硫和三氧化硫的测定	232
一、二氧化硫的测定	233
二、三氧化硫的测定	235
第四节 工业硫酸分析	238
一、硫酸含量的测定	238
二、发烟硫酸中游离硫酸酐的测定	239
三、二氧化硫含量的测定	240
四、氯含量的测定	241
复习题	243
练习题	244
第九章 化学肥料的分析	245
第一节 概述	245

第二节 水分的测定	247
一、烘干法	247
二、碳化钙法	249
三、卡尔·费休法	252
第三节 氮肥中氮含量的测定	256
一、直接滴定法	257
二、甲醛法	258
三、蒸馏法	260
四、还原法	263
第四节 磷肥中五氧化二磷含量的测定	265
一、磷肥的溶解性	265
二、测定全磷的试样溶液的制备	266
三、测定有效磷的试样溶液的制备	268
四、五氧化二磷含量的测定	272
第五节 钾肥中氧化钾含量的测定	277
一、四苯硼酸钾重量法	278
二、四苯硼酸钠容量法	280
第六节 化肥中有害杂质的测定	284
一、游离酸的测定	284
二、尿素中缩二脲的测定	286
复习题	288
练习题	290
第十章 石油产品分析	292
第一节 概述	292
第二节 馏程的测定	293
第三节 密度的测定	300
第四节 粘度的测定	304
第五节 闪点和燃点的测定	310
一、闭口杯法	311

二、开口杯法.....	314
第六节 水分的测定.....	317
一、水分定性试验.....	318
二、水分含量测定.....	320
复习题.....	321
练习题.....	322
第十一章 基本有机产品分析.....	324
第一节 概述.....	324
第二节 工业甲醇的分析.....	325
一、初馏点和蒸馏量的测定.....	325
二、醛酮的测定.....	329
三、高锰酸钾试验.....	330
第三节 工业乙醇的分析.....	331
一、乙醇含量的测定.....	332
二、硫酸试验.....	333
三、氧化试验.....	335
四、醛的测定.....	337
五、杂醇油的测定.....	340
六、甲醇的测定.....	342
七、酯的测定.....	345
第四节 工业甲醛溶液的分析.....	346
一、甲醛含量的测定.....	347
二、甲醇的测定.....	349
第五节 工业丙酮的分析.....	350
一、丙酮含量的测定.....	350
二、醇的测定.....	352
第六节 电石的分析.....	354
一、发气量的测定.....	355
二、磷化氢的测定.....	359

复习题.....	364
附录.....	366
一、铂坩埚的使用和维护.....	366
二、镍坩埚的使用和维护.....	367
三、玛瑙研钵的使用和维护.....	368

第一章 绪 论

第一节 工业分析的任务和特点

分析化学应用于工业生产领域的各种物料时，就形成了分析化学的一个分支——工业分析。

工业物料有以下形式：原料，辅助材料，中间产品，最终产品，及副产品、废料等。工业物料的化学成分及其含量如何，对生产的影响很大，这正是工业分析的研究对象。一般地说来，工业物料的化学成分是已知的，仅需对其进行定量分析。不同测定方法的准确性各不相同，因而测定方法的选择对测定的结果影响很大。确定及改进工业物料的测定方法，正是工业分析的研究内容。

所以，工业分析是研究工业物料组成的测定方法的一门分析技术学科。

工业分析是工业生产的眼睛，起着监督生产和促进生产的重要作用：

通过工业分析，检查原料和工艺过程是否正常，评定产品质量，使工业生产能顺利进行，避免生产事故的发生，消除废次品，力争优质高产。

通过工业分析，检查工业物料的消耗情况，了解生产设备状况，以便最经济地使用原料、材料、燃料及其它辅料，充分发挥设备能力，提高工业生产的经济效益。

通过工业分析，监督废料的排放、有害物质的泄漏、生

产设备的检修，以期保护职工和居民的健康，维护生产和设备的安全，达到安全文明生产、保护环境的目的。

与分析化学相比较，工业分析的特点有：

(1) 工业生产过程中物料是在不断运动和变化的，测定速度与测定结果的准确性之间往往发生矛盾。对于中间控制分析，测定速度应尽可能地快，测定过程应当简便，测定结果基本可靠即可。对于原料、辅料和最终产品的质量分析，测定结果的准确性应当尽可能地高，测定速度可以相对地缓慢一些。总之，没有必要按分析化学可能达到的准确度来要求工业分析的准确度。

(2) 工业物料都含有杂质，往往干扰工业分析的顺利进行。应当选用专一性较高的测定方法以避免杂质的干扰，或设法消除杂质的干扰，以保证测定结果准确可靠。

(3) 工业物料都是大批量的物料，它的形态、运动方式等各不相同，组成也不均匀。这就要求正确地采取和制备试样，使试样有充分的代表性。

(4) 化学反应在溶液中进行时最为快速、彻底，因此常将试样制备成试液。这就要求正确地选择溶剂和制备试样溶液。这是工业分析中不可轻视的一个复杂过程。

工业分析的这些特点，对工业分析的结果有重要意义。

第二节 工业分析的方法

工业分析方法是根据分析化学和仪器分析的原理，通过科学试验并在工业实践的基础上确定的。按测定原理的不同，工业分析方法可分为化学分析法和仪器分析法。按生产要求的不同，又可分为快速分析法和标准分析法。

依据被测物质的化学性质而形成的容量分析法和重量分

析法，统称为化学分析法。这是一类较为成熟、通用的测定方法。它被用于测定工业物料中常量组成的含量，有时也用于测定半微量组分的含量。

利用被测物质的物理-化学性质而建立起来的一类测定方法，需使用专门仪器，故称为仪器分析法。这一类方法的历史虽不长久，但发展非常迅速。它常用于测定工业物料中半微量和微量组分的含量，有时也用于测定常量组分的含量。

仪器分析法是化学分析法的发展，虽然它具有很多优点，但不能完全代替化学分析法，且须以化学分析法作为鉴定、校验的基础。

工业生产过程中要求及时了解物料的化学组成和变化情况，就需要快速分析法与之相适应。快速分析法操作简便，短时间内能得出测定结果，其准确度能符合生产要求。各生产企业的《生产控制分析规程》就属于快速分析法的范围。

标准分析法是为适应鉴定分析、仲裁分析和校验分析而建立起来的一类测定方法。按标准分析法测定的结果数据，是评价原料和最终产品质量、进行工艺计算和经济核算、审定新分析方法的直接依据。标准分析法的准确度很高，完成测定所花费的时间一般较长。

标准分析法是技术标准的内容之一，由国家机关审查批准，并以法规形式公布施行。技术标准的等级有：

(1) 国家标准 由国家标准总局审查批准和颁发。国家标准的代号为GB。国家标准在全国范围内执行。

(2) 部标准 由国家各主管部门审查批准和颁发。化学工业部的部标准代号为HG，石油工业部的部标准代号为SY，冶金工业部的部标准代号为YB。部标准在各产业部门

内执行。

(3) 地方标准 由地方各级人民政府审查批准和颁发, 在该地区内执行。

(4) 企业标准 由生产企业负责人审查批准, 在企业内部执行。

另外, 部颁统一测定分析方法 (或规程), 也属于标准分析法的范围。

标准分析法起着统一检测方法的作用, 检 (化) 验人员必须认真遵守。

在标准分析法中, 对重要的测定项目都规定了公差。规定公差, 是为了检查测定数据是否有效, 以保证测定结果可靠。

公差的表示方法, 常用的有绝对误差或绝对偏差、绝对平均偏差、平行测定结果的差值或极差。例如, 工业硫酸标准 GB534-82 规定, “硫酸含量平行测定允许绝对偏差为 0.2%”; 硝酸铵标准 GB2945-82 规定, 同一化验室中测定硝酸铵含量或总氮含量时, “平行测定结果的差值按硝酸铵计不大于 0.15%, 按总氮量计不大于 0.06%”; 工业用碳酸钠标准 GB2368-80 规定, 测定其总碱量时, “同样条件下单次测定结果的绝对平均偏差, 不大于 0.15%”。

如果平行测定结果数据在规定的公差范围内, 则取其算术平均值作为正式的测定结果。如果超差了, 必须重新进行测定, 直至符合规定的公差。

复 习 题

1. 工业分析与分析化学有什么区别?
2. 工业分析的主要作用有哪些?

3. 标准分析法的作用是什么?
4. 技术标准的等级有哪些? 它们的适用范围如何?

练 习 题

1. 按GB534-82的规定, 检测工业硫酸产品中硫酸含量(H_2SO_4 %)时, 允许绝对偏差不大于0.2%。今有一批浓硫酸, 甲的测定结果为98.05%, 98.37%; 乙的测定结果为98.10%, 98.51%。问甲乙二人的测定结果中, 哪一个合格? 由合格者确定的浓度是多少?

2. 按GB2945-82的规定, 农业用一类粒状硝酸铵的含水量应不大于1.00%, 其平行测定结果的差值不大于0.03%。某日生产的该类硝酸铵的水分含量, 甲测定为0.97%和0.89%, 乙测定为0.99%和1.02%。问该批农业用硝酸铵的含水量是多少?

3. 按GB2369-80的规定, 测定工业用碳酸钠产品中氯化物含量时, “同样条件下单次测定结果的绝对平均偏差, 不大于0.01%”。对一批该产品的氯化物的测定结果为0.81%、0.78%和0.76%, 求该批产品中氯化物的含量。

第二章 试样的采取和制备

第一节 概 述

工业分析的目的，是测定大量工业物料的任一种化学成分的平均含量，但实际上，只能对一部分物料进行测定，该一部分物料中任一种化学成分的含量，应当与大量工业物料中该种化学成分的平均含量极为近似。否则，测定过程无论怎样精密、准确，其测定结果也无意义，甚至会酿成事故，给工业生产带来严重损失。

为确定某些特征而按规定方法采取的、具有代表性的一部分工业物料，称为试样或样品。采取试样的过程，称为采样。

采样前，应按规定将试样总量均匀地分散于各个采样部位，然后进行采样。从一个采样部位按规定采取的一份样，称为子样。合并所有的子样，即成为总样。

一个总样所代表的工业物料数量，称为分析化验单位或取样单位。生产厂（车间）常以一天或一班的产量为一个分析化验单位。供销双方常以一次运输量或报检量为一个分析化验单位。

一个分析化验单位中应采取子样的最少数目、每个子样的最少质量及总样的质量，由工业物料中杂质的多少、物料粒度的大小及物料总量等因素确定。如果杂质多、粒度大、总量大，则子样的最少数目、每个子样的最少质量及总样的