



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

全国高等职业院校化工类专业教材

工业分析

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

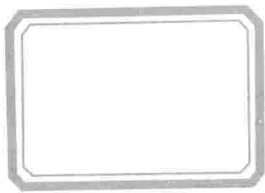
郑根武 主编

GONGYE
FENXI



中国劳动社会保障出版社

国家级
人力资源
全国高等



建设司推荐
业教材

工业分析

郑根武 主 编
曾祥燕 副主编

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业分析/郑根武主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2013

全国高等职业院校化工类专业教材

ISBN 978-7-5167-0134-8

I. ①工… II. ①郑… III. ①工业分析-高等职业教育-教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 017492 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 378 千字

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话:(010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者重奖。

举报电话:(010) 64954652

前 言

随着我国化学工业的迅速发展，化工企业对从业人员的知识结构和技能水平提出了更高的要求。为了更好地满足企业的用人需要，促进高等职业院校化工类专业教学工作的开展，加快高技能人才培养，我们组织有关院校的骨干教师和行业、企业专家，对专业培养目标、课程设置、教学模式进行了深入研究，开发了全国高等职业院校化工类专业教材。

本次开发的教材包括《基础化学》《化工安全与环保》《化工电气与仪表》《化工识图与 CAD》《化工分析》《化工生产仿真实训》《化工单元操作》《化工生产技术》《化学分析》《仪器分析》《工业分析》《化验室组织与管理》《精细化工概论》，以及《基础化学习题册》和《化工识图与 CAD 习题册》。

本次教材开发工作的重点有以下几个方面：

第一，坚持高技能人才培养方向，突出教材的职业特色。以职业能力为本位，从职业（岗位）分析入手，根据高等职业院校化工类专业毕业生所从事职业的实际需要，科学确定学生应具备的知识和能力结构，避免专业知识过深、过难，同时进一步加强实践性教学，提高教材的实用性。

第二，体现化工行业发展趋势，突出教材的先进性。根据化工行业的发展现状，尽可能多地在教材中体现本行业的新知识、新技术、新工艺和新设备，并严格执行国家有关技术标准，使教材具有鲜明的时代特征。

第三，创新编写模式，突出教材的直观性。按照学生的认知规律，合理安排教材内容，并尽量采用以图代文的编写形式，注重利用图表、实物照片辅助讲解知识点和技能点，激发学生的学习兴趣。为了配合学校的教学改革，部分教材采用了任务驱动的编写思路。

本套教材可供全国高等职业院校化工类专业（应用化工技术专业、化工工艺专业、工业分析与检验专业、精细化学品生产技术专业等）选用，也可作为职业培训教材。本套教材的编写工作得到了山东、四川、河南、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关院校的大力支持，在此，我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2012 年 2 月

简 介

本教材紧扣高等职业教育培养高素质、技能型、应用型人才的目标，考虑到工业分析课程的特点，在编写过程中特别注意并力求做到以下几点：加强针对性，认真选择教材内容；统一使用国家法定计量单位，引用最新的国家标准或行业标准；对工业分析的有关概念和术语进行了规范；文字表述简明扼要、浅显易懂。

本教材除绪论外，共包括十章，涵盖了工业分析的内容，包括试样采集、制备和分解，水质分析，天然气组成分析，煤的分析，硅酸盐分析，钢铁分析，肥料分析，无机化工产品分析，有机化工产品分析和大气污染物分析等。

本教材可作为高等职业院校化工类专业教材，也可作为成人教育教材和职业培训教材。

本教材由郑根武任主编，曾祥燕任副主编，张荣任主审。绪论和第三章由郑根武和曾祥燕编写，第一章由陈小亮、郑根武和周永红编写，第二章由欧蜀云和陈洪敏编写，第四章由杨兵、杨旭和路蕴编写，第五章由陈本寿、卢松和江志勇编写，第六章由彭传友和曹春梅编写，第七章由曾祥燕、赵其燕和秦源编写，第八章由欧蜀云、陈本寿和江志勇编写，第九章由杨兵、路蕴、易达成和曹春梅编写，第十章由陈本寿、卢松和陈洪敏编写。

目 录

绪论	(1)
第一章 试样采集、制备和分解	(4)
第一节 化工产品采样概述	(4)
第二节 气体试样采集	(6)
第三节 液体试样采集	(9)
第四节 固体试样采集和制备	(13)
第五节 试样分解	(17)
第二章 水质分析	(22)
第一节 概述	(22)
第二节 工业用水分析	(29)
第三章 天然气组成分析	(48)
第一节 概述	(48)
第二节 天然气常规分析	(49)
第三节 天然气延伸分析	(54)
第四节 天然气中硫化物的分析	(56)
第四章 煤的分析	(64)
第一节 概述	(64)
第二节 煤样制备	(65)
第三节 煤的工业分析	(69)
第四节 煤的元素分析	(77)
第五节 煤的发热量分析	(90)
第五章 硅酸盐分析	(95)
第一节 概述	(95)
第二节 硅酸盐试样分解	(96)
第三节 硅酸盐系统分析方法	(97)
第四节 硅酸盐中相关成分的分析	(104)

第六章 钢铁分析	(117)
第一节 概述	(117)
第二节 钢铁样品采集	(120)
第三节 钢铁中碳的分析	(122)
第四节 钢铁中硫、磷、锰、硅的分析	(124)
第五节 钢铁其他分析方法	(131)
第七章 肥料分析	(141)
第一节 概述	(141)
第二节 肥料中氮的分析	(142)
第三节 肥料中磷的分析	(147)
第四节 肥料中钾的分析	(151)
第五节 化学肥料产品分析	(154)
第八章 无机化工产品分析	(166)
第一节 概述	(166)
第二节 工业盐酸分析	(168)
第三节 工业硫酸分析	(170)
第四节 工业浓硝酸成品分析	(176)
第五节 工业双氧水分析	(179)
第六节 工业碳酸钠分析	(182)
第九章 有机化工产品分析	(187)
第一节 概述	(187)
第二节 醇类的分析	(189)
第三节 醛和酮的分析	(193)
第四节 羧酸及酯的分析	(201)
第五节 石油产品的分析	(210)
第十章 大气污染物分析	(222)
第一节 大气基本知识	(222)
第二节 大气检验采样	(224)
第三节 常见大气污染物分析	(231)
参考文献	(248)

绪 论

一、工业分析的任务和作用

工业分析是分析化学的一个重要组成部分,是分析化学在工业生产中的具体应用。它的任务是研究和测定工业生产的原材料、中间产品、产品、副产品以及生产过程中产生的各种废物(包括气体、液体和固体)的化学组成及其含量,以指导工业生产。基础分析化学以分析方法为系统,而工业分析以测定对象为系统,更具针对性和实用性。

工业分析的结果是评定工业生产中的原料和产品质量的依据,是对工业生产进行过程控制、维持工艺正常运行的依据;也是正确组织生产,合理使用原料、辅助材料,减少废品,提高产品质量的依据;还是控制生产过程对环境的影响、诊断疾病的主要依据。工业分析在工业生产中具有指导和优化过程的作用,称为工业生产上的“眼睛”。

工业生产的行业性很强,产品种类繁多。因此,工业分析要综合应用各种基础分析化学的分析方法(包括化学分析和仪器分析)和物理性质进行测定,对生产过程的各项指标进行监控,确保生产的正常进行并保证产品的质量。

二、工业分析的特点

工业分析以各工业生产部门对生产过程的条件控制、产品质量的检测等为对象。由于生产的时间性、物料的复杂性、产品的多样性等,使工业分析具有以下特点:

1. 分析对象量大、组成复杂,必须正确取样和制备样品,保证用于分析测定的样品有充分的代表性。工业生产中原料、产品等的数量很大,往往以千吨或万吨计,而其组成又很不均匀,但在进行分析时却只能测定其中很小的一部分,因此,正确采取能够代表全部物料的平均组成的少量样品,是工业分析中的重要环节,是获得准确分析结果的先决条件。

2. 由于物料的复杂性,必然带来溶(熔)样的艰巨性。由于多数分析操作是在溶液中进行,因此,在工业分析中,应根据测定样品的性质,选择适当的方法来分解试样。既要使样品分解完全,又不能引入干扰物质或丢失被测组分。

3. 在研究和选择工业分析方法时,必须考虑共存组分的影响,并且采取相应的措施消除其干扰。根据样品的具体情况,采用单一或多种分析方法进行分析测定;并根据生产实际的要求,确定分析测定结果的准确度和允许差。

4. 工业分析的一个重要作用,是用来指导和控制生产的正常进行,因此,必须快速、准确地得到分析结果,在符合生产所要求的准确度的前提下,尽可能采用快速的测定方法,以适应生产过程的控制分析的需要。

三、工业分析的分析方法

工业分析的分析方法主要是依据国家技术监督局发布的国家标准(GB)和行业标准,如化工行业标准(HG)、石油天然气行业标准(SY)、石油化工行业标准(SH)、冶金行业标准(YB)、轻工行业标准(QB)等,制定和采用标准方法是质量保证的重要措施。国际标准化组织(ISO)下设188个技术委员会(TC),专门负责制定各种标准方法,ISO每年都颁布一些新的标准方法,每5年对已有的方法进行修改;但ISO标准不带强制性。国家

技术监督局和各行业根据生产的发展和对产品质量的要求，每隔一段时间（一般为4年）就会发布新的标准来代替旧标准，并采用新研制成功的先进仪器代替旧仪器，以快速和准确的新方法代替旧方法，使得工业分析向着快、简、准的方向发展。各企业根据生产的需要，往往也制定适合本企业使用的方法，即企业标准，但必须得到有关部门的认证。企业标准的应用相当广泛，各生产部门可根据生产的需要和对分析测定准确度的不同，选择相应的标准。

在工业分析中，可以将分析方法分为仲裁分析法、常规分析法和快速分析法。

仲裁分析法是准确的方法，不受工作时间的限制。当对某一分析结果有争议时，则要求权威的分析测试部门采用仲裁分析法进行测定，以判断原分析测定结果是否准确。

常规分析法又称为例行分析法，是分析实验室日常分析工作的方法。

快速分析法主要用于生产关键控制过程的控制分析，要求迅速得到分析结果，对准确度则一般允许在符合生产要求的限度内适当降低要求。

过去，仲裁分析法虽然准确但却太慢，而快速分析法又不够准确。随着科学技术的不断发展和进步，上述方法的差别已经逐渐缩小，仲裁分析法和常规分析法也在向快速和准确的方向发展。目前，已有许多既快又准的方法应用到了生产的中间控制和产品质量的检测，大大提高了分析测定的质量和效率。

在国家标准、行业标准或企业标准中，一般对某一对象的分析会提供不止一种的测试方法，各使用部门可以根据本单位的实际情况，选择能开展工作的方法来使用。对于常量组分的测定，一般采用化学分析方法，如重量分析法、滴定分析法和气体容量法等；而对于微量组分或痕量组分的测定则要采用仪器分析法，如光谱分析法、电化学分析法和色谱分析法等。

在选择分析方法时，首先必须了解被测组分是以常量还是微量的状态存在、试样组分的复杂性、干扰组分的性质和本单位所具备的条件等。由于实际的样品一般都比较复杂，所以，必须全面考虑各方面的具体情况，再确定选择合适的测试方法。

四、工业分析过程的误差

标准分析方法都注有允许误差（工业分析的允许误差又叫公差）。允许误差或允许差又叫公差，是指某一分析方法所允许的平行测定值间的绝对偏差。允许误差是根据特定的分析方法统计出来的，它仅反映本方法的精确度，而不适用于其他方法。

一般工业分析只做两次平行测定，若两次平行测定的绝对偏差超出允许差，称为超差，则必须重新测定。

允许误差分为室内允许差和室间允许差。

室内允许差，是指在同一实验室内，用同一种分析方法，对同一试样，独立地进行两次分析，所得两次分析结果在95%置信度下可允许的最大差值。如果两个分析结果之差的绝对值不超过相应的允许误差，则认为室内的分析精度达到了要求，可取两个分析结果的平均值报出；否则即为超差，认为其中至少有一个分析结果不准确。

例如，用 NH_4Cl 重量法测定水泥熟料中的 SiO_2 含量。国家标准规定， SiO_2 允许差范围为0.15%，若实际测得数值为23.56%和23.34%，其差值为0.22%，必须重新测定。

如果再测得数据为23.48%，与23.56%的差值为0.08%，小于允许误差，则测得数据有效，可以取其平均值23.52%作为测定结果。

室间允许差，是指两个实验室，采用同一种分析方法，对同一试样各自独立地进行分析

时, 所得两个结果的平均值在 95% 置信度下可允许的最大差值。两个结果的平均值之差符合允许差规定, 则认为两个实验室的分析精度达到了要求; 否则就叫做超差, 认为其中至少有一个平均值不准确。

思考练习题

1. 什么是工业分析? 其任务和作用是什么?
2. 工业分析的特点是什么? 工业分析的方法是什么? 什么是允许差?
3. 酸量法测定碳酸氢铵的氮含量, 标准规定允许差小于 0.10%。实际测得数据为 17.16% 和 16.92%, 可否报告测定结果的平均值为 17.04%? 如果再测得数据为 17.08%, 则测得结果的平均值应为多少?

第一章 试样采集、制备和分解

化学工业所处理的无机、有机化学试剂，从原料开始经过各生产工序直至最终产品的整个过程中，始终处于气体、液体、固体相互混合或各种形态与其中间产物并存的混合状态。在不同的工艺和工序中，采样对象的温度、压力、化学反应特性及处理量也各不相同。化学工业的采样工作必须在各种不同的条件下进行。本章主要讨论采样工作中的一些问题，掌握如何采集、制备和分解所需试样。

第一节 化工产品采样概述

采样就是从总体中取出有代表性的试样的操作。国家标准 GB/T 6678—2003 规定了化工产品采样术语及定义、采样目的、采样基本原则、采样方案、采样技术、采样安全、采样记录和采样报告、样品的容器和保存、计量一次采样检验等内容。

一、采样目的

采样的基本目的是从被检的总体物料中取得有代表性的样品，通过对样品的检测，得到在容许误差内的数据，从而求得被检物料的某一或某些特性的平均值及其变异性。采样的具体目的可分为下列几个方面：

1. 技术方面的目的

- (1) 确定原材料、半成品及成品的质量。
- (2) 控制生产工艺过程。
- (3) 鉴定未知物。
- (4) 确定污染的性质、程度和来源。
- (5) 验证物料的特性或特性值。
- (6) 测定物料随时间、环境的变化。
- (7) 鉴定物料的来源等。

2. 商业方面的目的

- (1) 确定销售价格。
- (2) 验证是否符合合同的规定。
- (3) 保证产品销售质量满足用户的要求等。

3. 法律方面的目的

- (1) 检查物料是否符合法令要求。
- (2) 检查生产过程中泄漏的有害物质是否超过允许极限。
- (3) 法庭调查。
- (4) 确定法律责任。
- (5) 进行仲裁等。

4. 安全方面的目的

- (1) 确定物料是否安全或其危险程度。
- (2) 分析发生事故的原因。
- (3) 按危险性进行物料的分类等。

二、采样基本原则

采样的基本原则是使采得的样品具有充分的代表性。当采样的费用（如物料费用、作业费用等）较高，在设计采样方案时可以适当兼顾采样误差和费用，但应满足对采样误差的要求。

三、采样方案

1. 影响采样方案的因素

- (1) 总体物料在生产时或产出后被污染或变质的可能性。
- (2) 可以接受的采样误差。
- (3) 被检物料的规格。
- (4) 物料判定标准的特性定义。
- (5) 检测方法的精密度。
- (6) 物料的价值。
- (7) 简化采样操作的可能性。

2. 采样方案的基本内容

- (1) 确定总体物料的范围。
- (2) 确定采样单元和二次采样单元。
- (3) 确定样品数、样品量和采样部位。
- (4) 规定采样操作方法和采样工具。
- (5) 规定样品的加工方法。
- (6) 规定采样安全措施。

四、采样误差

1. 采样随机误差

采样随机误差是在采样过程中由一些无法控制的偶然因素所引起的偏差，这是无法避免的，增加采样的重复次数可以缩小采样随机误差。

2. 采样系统误差

由于采样方案、采样设备、操作者以及环境等因素引起的误差，称为采样系统误差。系统误差的偏差是定向的，应极力避免，增加采样的重复次数不能缩小采样系统误差。

采得的样品都可能包含采样的随机误差和系统误差，因此在通过检测样品求得的特性值数据的差异中，既包括采样误差，也包括实验误差。后者也因实验方法本身或操作技术等的影响而有其随机误差和系统误差，所以在应用样品的检测数据来研究采样误差时，应考虑实验误差的影响。

五、样品数和样品量

在满足需要的前提下，能给出所需信息的最少样品数和最少样品量为最佳样品数和最佳样品量。

1. 样品数

对一般化工产品，都可以用多单元物料来处理。其单元界限可能是有形的，如容器；也可能是设想的，如流动物料的一个特定时间间隔。对多单元的被采物料，采样操作分两步，第一步，选取一定数量的采样单元；第二步，对每个单元按物料特性值的变异性类型分别进行采样。

总体物料的单元数小于 500 的，采样单元的选取数，推荐按表 1—1 的规定确定。总体物料的单元数大于 500 的，采样单元数的确定，推荐按总体单元数立方根的三倍数，即 $3 \times \sqrt[3]{N}$ (N 为总体的单元数)，如遇有小数时，则进为整数。如单元数为 538，则 $3 \times \sqrt[3]{538} \approx 24.4$ ，将 24.4 进为 25，即选用 25 个单元。

当物料的甲乙双方有明确的协议按计量型一次采样验收方案来判断产品的质量时，样品数可按规定的公式来计算。

表 1—1

选取采样单元数的规定

总物料单元数	选取的最少单元数	总物料单元数	选取的最少单元数
1~10	全部单元	182~216	18
11~49	11	217~254	19
50~64	12	255~296	20
65~81	13	297~343	21
82~101	14	344~394	22
102~125	15	395~450	23
126~151	16	451~512	24
152~181	17		

2. 样品量

在满足需要的前提下，样品量至少应满足以下要求：

- (1) 至少满足三次重复检测的需求。
- (2) 当需要留存备考样品时，应满足备考样品的需求。
- (3) 对采得的样品物料如需做制样处理时，应满足加工处理的需要。

六、采样记录和采样报告

采样时应记录被采物料的状况和采样操作，如记录物料的名称、来源、编号、数量、包装情况、存放环境、采样部位、所采的样品数和样品量、采样日期、采样人姓名等。必要时根据记录填写采样报告。对例行的常规采样，可以简化上述的规定。

第二节 气体试样采集

气体物料易于扩散，容易混合均匀。工业气体物料存在状态多样（动态、静态、正压、常压、负压、高温、常温、低温等），且许多气体有刺激性和腐蚀性，所以，采样时一定要按照采样的技术要求，并注意安全。

一、采样装置

气体物料由于扩散作用，容易混合均匀。但因在生产过程中的存在状态有动态、静态、常压、正压、负压、高温、常温等的区别，所以采样方法和采样装置也各不相同。有的温度不高、且无杂质，采样管可经过橡皮管与取样容器或者气体分析仪器直接相连。气体采样装置如图 1—1 所示。

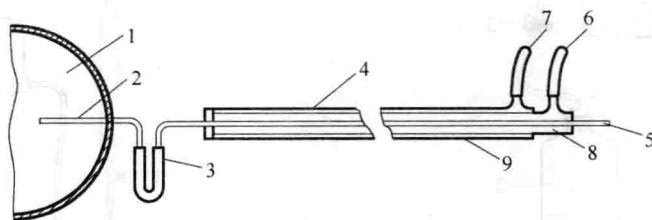


图 1—1 气体采样装置

1—气体管道 2—采样管 3—过滤管 4—冷却器 5—导气管
6—冷却水入口 7—冷却水出口 8、9—冷却管

从正在运行的生产设备或管道中采取动态气样时，在设备或管道的采样部位均装有采样阀，开启采样阀，即可采样。如果气体中含有粉尘或其他机械杂质，在采样管和取样容器之间应安装有玻璃纤维的过滤管，以净化气体。如果气体的温度过高，还应加装水冷却器，将气体冷却至常温。冷却器有玻璃制的，也有金属制的，玻璃冷却器在气体温度不太高时使用，金属冷却器在气体温度较高时使用。常用的是直形冷却器，安装时应向下稍微倾斜，以便气体中水蒸气冷凝后流入气体取样容器中。

气体取样容器有吸气瓶、吸气管、双链球、真空瓶、球胆、气袋等，根据气体的存在状态不同适当选用。

二、采样方法

1. 常压状态气体的采样

气体压力等于大气压力或处于低正压、低负压状态的气体均称为常压气体。采常压气体时，通常使用封闭液取样法；若用此方法仍感压力不足，可用流水抽气泵减压法取样。

(1) 封闭液取样法

1) 用封闭液取样法采取大量的气体试样时，取样容器可选用吸气瓶，其结构如图 1—2 所示。其中瓶 1 为气样容器，瓶 2 用以产生真空负压，其取样操作如下：

①向瓶 2 中注满封闭液，旋转旋塞 4，使瓶 1 与大气相通，打开弹簧夹 5，提高瓶 2，使封闭液进入并充满瓶 1，将瓶 1 内的空气通过旋塞 4 排到大气中。

②旋转旋塞 4，使瓶 1 经旋塞 4 及橡皮管 3 和采样管相连。降低瓶 2，气样进入瓶 1，用弹簧夹 5 控制瓶 1 中封闭液的流出速度，使取样在一定的时间内进行至需要量，然后关闭旋塞 4，夹紧弹簧夹 5，从采样管上取下橡皮管 3 即可。

2) 用封闭液取样法采取少量气体试样时，取样容器可选用吸气管，其外形结构如图 1—3 所示。其中瓶 4 用来产生负压，管 1 为气样容器，其取样操作如下：

①向瓶 4 内注满封闭液，开启旋塞 3 及 2，使管 1 与大气相通。提高瓶 4，使封闭液进入并充满管 1，将管 1 内的空气排到大气中。

②将管 1 经旋塞 3 及橡皮管与采样管相连，降低瓶 4，气体进入管 1 至封闭液面降到旋

塞 2 以下时，关闭旋塞 2 及 3，从采样管上取下管 1 即可。

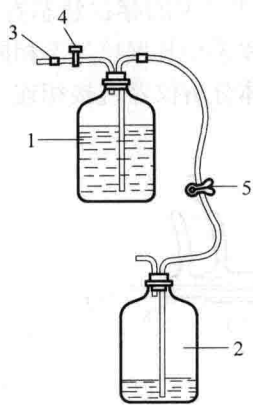


图 1—2 吸气瓶

1—气样瓶 2—封闭液瓶 3—橡皮管
4—旋塞 5—弹簧夹

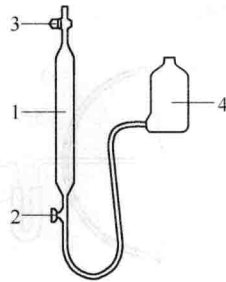


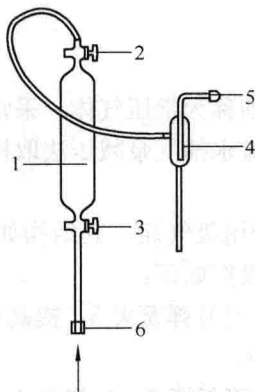
图 1—3 吸气管

1—气样管 2、3—旋塞 4—封闭液瓶

(2) 流水抽气泵减压法

对于低负压状态气体，用封闭液取样法取样时，若仍感压力不足，可改用流水抽气泵减压法取样。流水抽气泵减压法取样装置如图 1—4 所示，其取样操作如下：

- 1) 将气样管 1 经橡皮管 6 和采样管相连，再将流水真空泵 4 经橡皮管 5 和自来水龙头相连。
- 2) 开启自来水龙头和旋塞 2、3，使流水抽气泵产生的负压将气体抽入气样管 1。
- 3) 隔一定时间，关闭自来水龙头及旋塞 2、3，将气样管 1 从采样管上和流水真空泵上取下即可。



1—4 流水抽气泵减压法取样装置

1—气样管 2、3—旋塞
4—流水真空泵 5、6—橡皮管

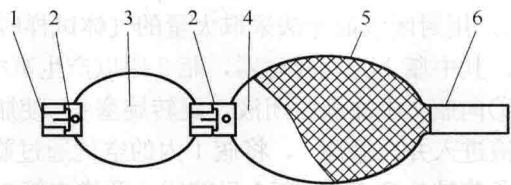


图 1—5 双链球

1—气体进口 2—止逆阀 3—吸气球
4—储气球 5—防爆网 6—胶皮管

(3) 用双链球取样

双链球的外形结构如图 1—5 所示，常用于在大气中采取气样，取样量不大时，用弹簧夹将橡皮管口封闭，在采样点反复挤压吸气球 3，被采气体进入储气球 4 中。取样量稍大时，在橡皮管上用玻璃管连接一个球胆，即可采样。在气体容器或气体管道中采样时，必须

将采样管与双链球的气体进口 1 连接起来，方可采样。

2. 正压状态气体的采样

气体压力远远高于大气压力的气体为正压状态气体。正压状态气体的采样比较简便，只需开启采样管旋塞（或采样阀），气体因本身的压力而进入取样容器。常用的取样容器有球胆、气袋等，也可以用吸气瓶、吸气管取样。如果气体压力过大，则应调整采样管上的旋塞或者在采样装置和取样容器之间加装缓冲瓶。生产中的正压气体常常经采样装置和气体分析仪器相连，直接进行分析。

3. 负压状态气体的采样

气体压力远远低于大气压力的气体为负压状态气体，如果气体的负压不太高，可以用抽气泵减压法取样，反之，则应用抽空容器取样法取样。负压采样的抽空容器如图 1—6 所示，一般是 0.5~3 L 容积的厚壁优质玻璃瓶或玻璃管，瓶和管口均有旋塞。取样前，用真空泵抽出玻璃瓶或玻璃管中的空气，使瓶或管的内压降至 8~13 kPa 以下时，关闭旋塞。取样时，用橡皮管将采样阀和抽空容器连接起来，再开启采样阀和抽空容器上的旋塞，被采气体则因抽空容器内有更高的负压而被吸入容器中。

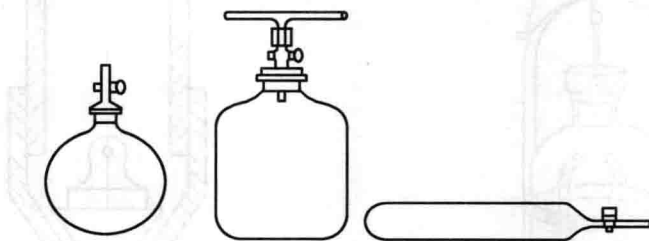


图 1—6 负压采样的抽空容器

第三节 液体试样采集

液体物料具有流动性，化学组分分布均匀，故容易采取平均试样。但不同的液体物料有相对密度、挥发性、刺激性、腐蚀性等方面的特性差异，生产中的液体物料还有高温、常温及低温的区别，所以在采样时，不仅要注意不同的要求，还必须注意人身安全。

一、采样工具

1. 简易采样器

简易采样器结构如图 1—7 所示，它是由底部附有重物的金属框和装在金属框内的小口采样瓶组成。金属框除用来放置、固定、保护采样瓶外，还兼作重锤，框底附有铅块，以增加采样器质量，使其能沉入液体物料的底层。框架上有两根长绳或金属链，一根系在穿过框架上的小金属管同瓶塞相连的拉杆上，控制瓶塞的起落。另一根系在金属框上，控制金属框的升降。

在一定深度的液层采样时，盖紧瓶塞，将采样器沉入液面以下预定深度，深度可由系在金属框的长绳上所标注的刻度控制。稍用力向上提起牵着瓶塞的绳子，拔出瓶塞，液体物料即进入采样瓶内。待瓶内空气被驱尽后，即停止冒出气泡时，再放下瓶塞，将采样器提离液

面即可。

采取全液层试样时，先向上提起瓶塞，再将采样器由液面匀速地沉入液体物料底部，如果采样器刚沉到底部时，气泡停止冒出，说明放下长绳的速度适当，已均匀地采得全液层试样，放下瓶塞，提出采样器，即完成采样。

简易采样器中的采样瓶就是样品容器，液体样品不需要再转移到别的容器中，所以适合于采取严禁转移液样的测定样品，但不适合采取液样中气体成分测定用样品，也不适用于采取含有易被空气氧化的成分的测定样品。此外，简易采样器在液层很深、液压很大时不容易拔出塞子，所以不宜采取液层很深的液体物料。

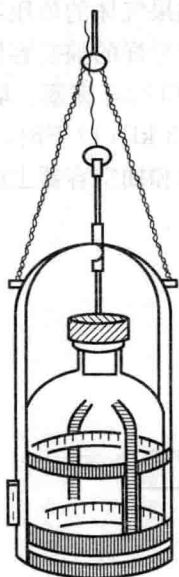


图 1—7 简易采样器

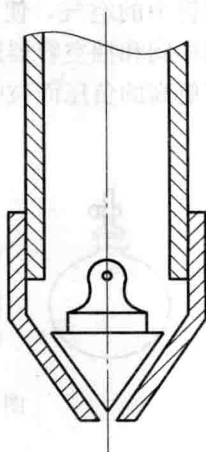


图 1—8 采样管局部结构

2. 采样管

采样管的结构如图 1—8 所示。它是由金属长管制成的，下端呈锥形，内有能与锥形管内壁密合的金属重铊，重铊的升降用长绳或金属丝操纵。采取全液层试样时，提起重铊，将采样管慢慢地插入液体物料中直至底部，放下重铊，使下端管口闭合。提出采样管，将下端管口对准试样瓶口，重新提起重铊，使液体物料注入试样瓶内，即为一个全液层子样。

有时也用内径为 10~20 mm 的厚壁长玻璃管作为采样管。采样时，将玻璃管下端缓缓地斜插入容器内直至底部，用拇指或塞子封闭上端管口，抽出玻璃管，将液体物料注入试样瓶中，即采得一个子样。

3. 液态石油产品采样器

液态石油产品采样器的结构如图 1—9 所示。它是一个高 156 mm、内径 128 mm、底厚 51 mm、壁厚 8~10 mm 的金属圆筒。有固定在轴 1 上能沿轴翻转 90° 的盖，盖上面有两个挂钩 2 及 3，挂钩 3 上装有链条，用以升降采样器。挂钩 2 上也装有链条，用以控制盖的开关。盖上还有一个套环，用以固定钢卷尺。

采样时，装好钢卷尺，放松挂钩 2 上的链条，用挂钩 3 上的链条将采样器缓缓沉入物料储存容器中，并在钢卷尺上观测沉入的深度。待采样器达指定深度时，放松链条 3，拉紧链