

化工工人技术理论培训教材

过程分析仪表

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

(北京)

561

02

化工工人技术理论培训教材

过程分析仪表

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

过程分析仪表 / 化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997
化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1818-5

I. 过… I. ①化… ②化… III. 化工过程-化工仪表:
分析仪器-技术培训-教材 IV. TQ056.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 02485 号

化工工人技术理论培训教材

过程分析仪表

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 张建茹

责任校对: 马燕珠

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市通县京华印刷厂印刷

北京市通县京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 3 1/2 插页 1 字数 102 千字

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-1818-5/G · 465

定 价: 7.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、

《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》、以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、

《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书共分七章。第一章介绍了过程分析仪表的种类、组成及试样预处理系统的应用。其余各章分别介绍了热导式分析器、氧分析器、红外线气体分析器、工业气相色谱仪、560 微量水分析仪及露点分析仪的结构、工作原理、使用、维护方法及故障分析与处理等方面的知识。

本书可供化工行业仪表维修工学习使用。

目 录

过程分析仪表 (检 067)

第一章 试样预处理系统	2
第一节 过程分析仪表的种类及其组成	2
第二节 取样装置及预处理系统	4
第三节 试样预处理系统的应用	11
习题	14
第二章 热导式分析器	15
第一节 混合气体导热系数及其组成关系	15
第二节 导热系数的测量和热导池	17
第三节 RD-034 型氢分析器	20
习题	25
第三章 氧分析器	26
第一节 热磁式氧分析器	26
第二节 TCZ 型氧化锆分析器	31
第三节 ZO 系列氧化锆分析仪	37
习题	40
第四章 红外线气体分析器	41
第一节 概述	41
第二节 QGS-08 型红外线气体分析器	43
习题	48
第五章 工业气相色谱仪	49
第一节 基本知识	49
第二节 色谱柱和检测器	54
第三节 HZ3151 型微机工业色谱仪	61
第四节 3810 型气相色谱仪	69
习题	82
第六章 560 微量水分析仪	83

第一节 测量原理	83
第二节 使用与维修	87
习题	93
第七章 倾点分析仪	94
第一节 工作原理	95
第二节 倾点分析仪调试及标定	101
习题	105

过程分析仪表

(检 067)

吉林化学工业公司炼油厂	金艳珍	编
吉林化学工业公司炼油厂	罗丽辉	审

第一章 试样预处理系统

第一节 过程分析仪表的种类及其组成

过程分析仪表是指用在工业流程中对物质的成分及性质完全自动分析与测量的仪器仪表。过去的名称不一，有的叫“工业分析仪器”，有的叫“流程分析仪器”，也有的叫“在线分析仪器”，现均改为“过程分析仪表”。选用“过程”两个字，是为了和国际上惯用的“Process”相一致。

现在，在连续化的工业生产中用手工分析方法已愈来愈不能满足要求，过程分析仪表已开始广泛应用于石油、化工、冶金等工业部门。过程分析仪表的应用，能提高分析速度，及时反映中间或最终产品的质量情况。而且，在化工、石油等生产中，产品质量的好坏往往表现在化学成分及一定的物理特性（如酸度、密度等）上，如完全根据温度、压力、流量等参数进行操作，因受到原料成分、触媒活性等未控制因素的影响，操作往往达不到理想情况。如果把过程分析仪表的测量结果作为自动控制的信号，也就是根据成分分析信号进行操作，能使操作控制在最佳参数上。当过程分析仪表参与自动控制时，一台精确可靠的分析仪器对一个高效率的工艺过程可以说是一个无价之宝；而一个不准确不可靠的分析仪表，可能会成为一种很大的威胁，造成装置的低效率运转而酿成损失，甚至会迫使装置停工。这就对过程分析仪表的稳定性、可靠性提出了苛刻的要求。

由此看来，必须充分掌握用于工业过程控制的分析仪表的使用特性和局限性。

一、工业分析仪表的分类

工业分析仪表包括实验室用的分析仪表和过程分析仪表两大类。

仪器分类是一个复杂的问题，无论是按仪器的工作原理分类，还是按分析对象分类，都有一定的局限性。以仪器的工作原理为主，结合仪器发展的现状和我国仪器行业及使用部门的习惯，暂定将仪器分为如下九类：

(1) 电化学式分析仪器 其中又分为：电导式分析仪器；电量式分析仪器；电位式分析仪器。

(2) 热化学分析仪器 其中又分为：热导式分析仪器；热化式分析仪器；热谱分析仪器。

(3) 磁式分析仪器 其中又分为：磁性氧分析器；磁共振波谱仪。

(4) 光学式分析仪器 其中又分为：吸收式光学分析仪器；发射式光学分析仪器；其他光学分析仪器。

(5) 射线式分析仪器 其中又分为：X射线分析仪器；放射性同位素分析仪器。

(6) 色谱仪 其中又分为：气相色谱仪；液相色谱仪。

(7) 电子光学和离子光学式分析仪器 其中包括：电子探针；质谱计；离子探针等。

(8) 物性测定仪器 其中包括：湿度计；水分计；粘度计；密度计等等。

(9) 其他类

过程分析仪表按工作原理可分为磁导式分析器、热导式分析器、红外线分析器、工业色谱仪、电化学式分析器、电导式分析器、热化学式分析器、光电比色式分析器等。此外还有超声波粘度计、工业折光仪、气体热值分析仪、水质浊度计和密度式硫酸浓度计等等。这些仪表又可以分为两类，一类是测定混合物质中某一组分的含量或物性参数，如磁性氧分析器、pH计、湿度计等；另一类是分析混合物质中多组分的几种或全部组分的个别含量，如气相色谱仪等。

二、过程分析仪表的组成：

过程分析仪表的工作原理各不相同，其结构和组成也各有差异，但它们都是由一些共同的部分或基本环节所组成。

1. 发送器部分

发送器（也称传送器、传感器）是仪器的核心部分。其主要任务是将被测组分浓度的变化或物质性质的变化转变为某种电量的变化，这种变化通过一定的测量电路转变为相应的电压或电流输出。在过程分析仪表中，发送器常常是检测部分和测量电路的总称。

2. 放大部分

发送器输出的电信号往往比较微弱，放大器的作用是将发送器输出的微弱信号进行放大后送给二次仪表显示或记录，也可送给调节器或微处理机进行自动调节或数据处理。有些分析器的放大器是二次仪表的一个组成部分，不另设专门的放大器。

3. 二次仪表

指示仪表、记录仪表统称为二次仪表，大多采用电流表或自动平衡式记录仪。目前也有用小型数据处理装置进行数字显示和打印机打印。

4. 取样和预处理装置

自动分析器取样装置主要包括减压、稳流、预处理和流路切换等。它的任务是将被测样品自动地、连续地输入发送器。

预处理装置主要包括过滤器、分离器、干燥器、冷却器、转化器等。由于工艺流程和被测样品的多样性，它主要根据具体分析对象进行选择。总之，取样和预处理系统应为发送器提供有代表性的、干净的、符合发送器技术要求的样品。

5. 恒温控制器

某些分析器的分析部分对环境温度变化具有敏感性，需要用恒温控制器使其温度稳定。在某些场合，还应在测量线路中采取补偿措施。恒温控制器多数用电子控制器，根据要求不同，其控制精度也不同。

6. 电源稳定装置

很多分析器的稳定性与电源电压的稳定性有关。稳压装置除有分析器内部的电子直流稳压电源外，在某些场合尚需用交流稳压器。

第二节 取样装置及预处理系统

安装在生产流程中的过程分析仪表是否能正常地发挥作用，往往

不由分析仪表本身来决定，在很大程度上取决于试样预处理系统设计的好坏。试样预处理系统也是仪表工日常维护的关键部位。

试样预处理系统包括取样、输送、预处理（清除对分析有干扰的物质，调整样品的压力、温度和流量）以及样品的排放等整个系统。目的是要得到一个有代表性的、干净的，压力、温度和流量都符合分析仪表要求的样品，供给分析仪表进行分析。由于样品种类很多，情况复杂，采用的分析仪表型式和结构也不同，因此，不可能有一个通用的能符合各种要求的试样预处理系统，而是要根据具体情况，如分析仪表的类型和样品的压力、温度、流量、组分、腐蚀性、清洁程度、粘度等进行综合考虑。有些过程分析仪表在出厂时已配置了一些预处理装置，如过滤器、净化器等，但在情况较复杂的情况下，还不能满足分析仪表的要求，必须对样品的输送和排放，以及压力、温度、流量的调整等作一些补充设计。

一、对试样预处理系统总的要求

①使样品从取样点流到分析仪表的滞后时间最短。

②从取样点取出的试样应当有代表性，即与工艺管线（或设备）中的流体组分和含量相符合。

③除去试样中能造成仪表内部及管线堵塞和腐蚀的物质，以及对测量有干扰的物质，并调整样品的压力、温度和流量，使处理后的样品清洁干净，压力、温度、流量符合分析仪表的工作要求，而待测组分的含量不致因此而发生变化。如有些样品含有固体颗粒、液滴或其他杂质，要用物理或化学的方法除去。有些液体样品在进行分析前需要汽化（如用气相色谱仪分析较高沸点组分时，要先汽化），汽化器和分析仪表之间的样品管线还要加热，以免样品再冷凝，但汽化不应引起样品分馏而影响测量结果。

总之，在设计试样预处理系统之前，要针对具体情况进行分析，遵循上面的原则，并对细节加以充分的考虑。

二、取样要求

选择取样点，最重要的是使取出的样品具有代表性，并且响应速度要快。

①如果分析仪表用于过程控制,所选的取样点应该是响应最快的。例如,用色谱仪监视和控制分馏塔操作,应选在塔体灵敏塔板上。如果要了解产品质量,则取样点应选在产品管线上。要注意的是,取样点不要选在死角处和低流速区。

②尽量缩短取样点到分析仪表之间的距离,使滞后时间最小。

③尽量把取样点选在不需要预处理设备就可以得到一个清洁、干燥的样品的地方,以减少对过滤器、分离器的要求。

④从工艺管线上取样,取样口应开在工艺管线的一侧,以减少气体样品中可能夹带的液滴和固体杂质,或液体样品中可能夹带的气泡和固体杂质。如果工艺管壁易附着脏物,或是为了使样品更具有代表性,则最好用专门的采样探头,从工艺管线中心采样。

• ⑤样品如果容易凝结,应采取保温伴热措施,但要注意不可因此而引起样品组成的变化。

⑥取样点不要紧靠减压阀的下游,避免出现气-液混相问题。

⑦根据取样点的工艺状况,取样管路上应该设置相应的减压稳流、超压放空、负压抽吸、故障报警等设备。

⑧在任何情况下,采样点的位置要便于维修人员进行保养检修。若

采样点在塔顶或架空管上,应在采样点下面设置能容纳两个人活动的平台,并且要设置安全可靠的栏杆和梯子。

举例

首先介绍几种常用取样探头及其功能。

图 1-1 是几种常用的探头型式。

A 型最简单,取样口呈 45°剖面,背向样品流动方向,防止机械杂质进入。

B 型作用同 A。

C 型带过滤器,适用于粉尘较多

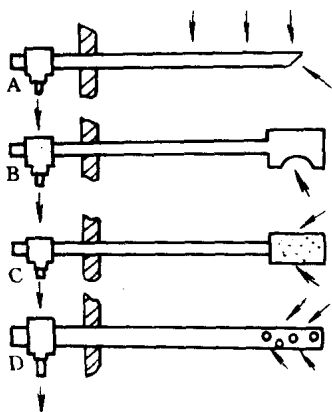


图 1-1 常用取样探头型式

的样品取样。当样品温度低于 800°C 时选用价格低廉的素瓷。碳化硅可耐千度高温。更高温可用刚玉 (Al_2O_3)。滤芯孔径应小于样品中颗粒直径的高峰分布区。

D 型探头有许多小孔,可减少污物或液滴进入,适用于较脏样品取样。探头外端有一个可拧开的螺母,堵塞时可进行反吹或通条疏通。取出样品在此改变方向。特别脏的样品可设置双探头,双路取样或一路作备用。

下面介绍工艺流程中高压、低压(负压)、高温、低温样品的几种取样方法。

(1) 高压取样 如图 1-2 所示,对高压聚合釜等取样系统,可用多级高压针阀或带反馈装置的减压阀减压。管路上加装旁路安全阀及稳压阀,可使压力满足分析仪表的要求。

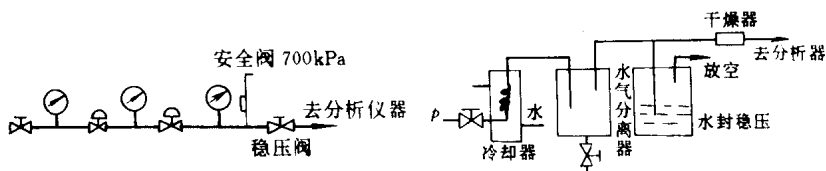


图 1-2 高压聚合釜取样系统

图 1-3 高温气体取样系统

(2) 高温气体取样 样气先经水冷,再经水气分离器除水、干燥。也可在水气分离器后加装油雾分离器及必要的压力调节等措施,使样品气满足分析要求。如图 1-3 所示。

(3) 低压(负压)取样 当样品压力很低且传输线较长时,一般采用防爆真空泵,可使压力提高到 0.03MPa ,但管线不能泄漏,也不能使空气抽入样品管线,否则将引起组分浓度变化。

(4) 低温取样 如图 1-4 所示,低温样品 (-30°C) 需加装蒸气调节阀,提高样品温度,并采取保温措施,不使传输管线过长而冷却。

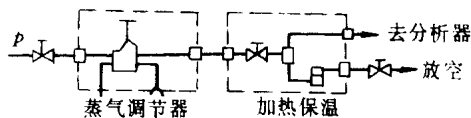


图 1-4 低温取样系统

三、样品输送系统

对样品输送系统的基本要求是：

①为了得到最佳的响应速度，样品输送系统的时滞应当不超过 60 秒。

②样品输送系统的整个容积应尽可能小，而线速度在一定的流量和允许的压降下尽可能地提高，一个好的样品输送系统，其线速度应保持在 $1.5 \sim 3.5 \text{ m/s}$ 之间。

常用的样品输送系统有：

(1) 单线系统 如图 1-5 (a) 所示，此系统适于分析仪表离取样点较近，放空不会有危险，又没有压差源可利用的场合。时滞小于 60 秒。

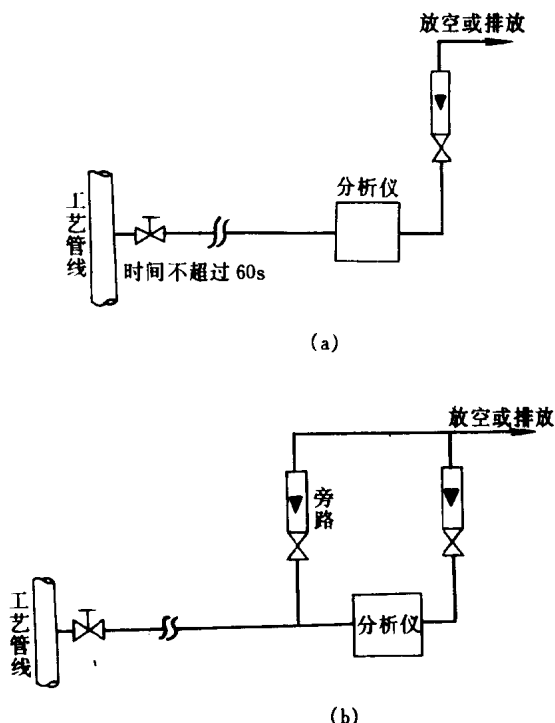


图 1-5 单线系统

(a) 单线输送系统；(b) 带旁路的单线输送系统