



石油化工仪表自动化培训教材

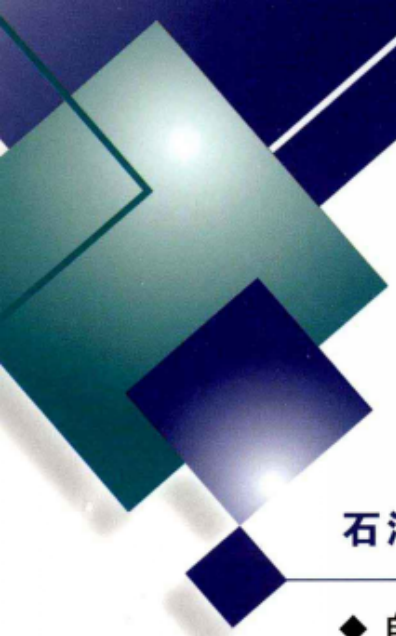


在线分析仪表

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编 (上册)

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



石油化工仪表自动化培训教材

- ◆ 自动控制基础理论
- ◆ 测量仪表
- ◆ 调节阀与阀门定位器
- ◆ 可编程序控制器
- ◆ 集散控制系统及现场总线
- ◆ 安全仪表控制系统 (SIS)
- ◆ 旋转机械状态监测及控制系统
- ◆ **在线分析仪表 (上册)**
- ◆ 在线分析仪表 (下册)
- ◆ 仪表及控制系统故障案例

责任编辑：廖林林
责任校对：李 伟
封面设计：七星工作室

ISBN 978-7-5114-0055-0



9 787511 400550 >

全套定价：110.00 元

石油化工仪表自动化培训教材

在线分析仪表(上册)

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是《石油化工仪表自动化培训教材》的分册。全书分上下两册，共五篇，书中结合实例介绍了样品预处理系统，以及在线气相色谱仪、红外线分析仪、在线氧含量分析仪、在线水质分析仪的原理、构成、安装、使用、校准和维护。

该书由企业从事自动化操作与管理的技术人员执笔，实用性强，通俗易懂，可作为企业自动化专业的培训教材，亦可供自动化设备与装置技术人员和操作人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

在线分析仪表 / 《石油化工仪表自动化培训教材》编写组编. —北京: 中国石化出版社, 2009
石油化工仪表自动化培训教材
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0055 - 0

I. 在… II. 石… III. 分析仪表 - 技术培训 - 教材
IV. TH830.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145806 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 43 印张 1083 千字

2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷

全套定价:110.00 元

前 言

随着石油化工生产装置的日趋大型化、连续化，企业对生产过程参数自动检测和控制的要求越来越高。在计算机技术广泛应用到检测仪表和自动控制系统后，检测仪表日趋智能化，控制系统向着冗余容错技术发展，现场总线技术已经在大型石油化工装置上得到成功应用。石化企业为炼油改造、乙烯二轮改造、资源优化等项目的实施，新增了一大批新型的检测仪表和控制系统，急需提高仪表专业技术人员和维检修人员的技术素质，以适应生产装置自动化程度不断提高的需求，现有的教材已经不能适应现实需求。

为提高仪表工程技术人员先进控制系统的应用能力，提高仪表维护人员的维护水平和故障处理能力，我们组织了《石油化工仪表自动化培训教材》的编写工作。该系列教材共分九册：《自动控制基础理论》、《测量仪表》、《调节阀与阀门定位器》、《可编程序控制器》、《集散控制系统及现场总线》、《安全仪表控制系统(SIS)》、《旋转机械状态监测及控制系统》、《在线分析仪表》和《仪表及控制系统故障案例》。在教材中，除简要介绍了自动检测、自动控制基础知识外，重点讲述了常用检测仪表、在线分析仪表、控制系统(DCS、SIS、PLC、ITCC)的原理、使用方法和日常维护知识，并收集了近年来发生的仪表及控制系统故障案例与技术分析。该教材既可作为各炼化企业仪表专业人员培训教材，亦可供仪表专业工程技术人员和现场维护人员参考使用。

本教材编写组由齐鲁石化公司设备管理部、人力资源部、培训中心和各生产厂的管理人员、教师和工程技术人员组成，参与策划及审定的人员有王玉岗、李建民、潘慧、张会国、张道强、赵业文、王昌德、慕晓红、孙庆玉、卞洪良、苏耀东、赵林、生显林、张慧、徐磊、徐纪恩、张景春等，另有齐鲁石化公司各单位共计30余人也参加了编写工作。同时，还得到了各单位和车间的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

《在线分析仪表》分上下两册，共五篇，书中结合实例介绍了样品预处理系统，以及在线气相色谱仪、红外线分析仪、在线氧含量分析仪、在线水质分析仪的原理、构成、安装、使用、校准和维护。

参加本册编写的有王昌德、曲卫方、耿立民、刘振香、付志波、刘瑞华、吴俊旺、王春起、贺晓阳、马红心、马福军、孟华、程立、刘伟等。

由于水平有限，不足及错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

(上 册)

第一篇 在线分析仪表样品处理系统

第一章 样品处理系统	(1)
第一节 样品处理	(2)
第二节 系统的基本构件	(4)
第二章 样品处理系统的典型应用	(9)
第一节 乙烯裂解炉的样品处理系统	(9)
第二节 氯乙烯装置氧分析仪样品处理系统	(12)
第三节 丁二烯抽提装置在线色谱仪样品处理	(14)
第四节 烟气监测系统样品处理	(18)

第二篇 在线气相色谱仪

第一章 横河 GC1000 在线气相色谱仪	(21)
第一节 基本组成	(22)
第二节 气路结构	(25)
第三节 基本操作	(26)
第四节 安装	(31)
第五节 启动和运行	(35)
第六节 维护及检修	(49)
第二章 西门子 Maxum II 型在线气相色谱仪	(56)
第一节 基本结构	(56)
第二节 安装	(62)
第三节 启动	(65)
第四节 操作	(66)
第五节 维护及故障处理	(85)
第三章 ABB Vista II PGC2000 型在线气相色谱仪	(104)
第一节 硬件	(106)
第二节 安装	(112)
第三节 启动	(113)

第四节 操作	(122)
第五节 维护及故障处理	(132)

第三篇 在线氧含量分析仪

第一章 横河 ZS8 型氧化锆氧分析仪	(139)
第一节 测量原理	(139)
第二节 结构及技术指标	(141)
第三节 安装	(144)
第四节 启动	(147)
第五节 操作	(160)
第六节 校准	(165)
第七节 维护及故障处理	(170)
第二章 富士 ZFK 型氧化锆氧分析仪	(181)
第一节 测量原理及构成	(181)
第二节 技术规格及选型	(182)
第三节 安装	(187)
第四节 操作	(194)
第五节 校验及吹扫	(200)
第六节 维护及故障处理	(203)
第三章 仕富梅 XENDOS 2700 型氧化锆氧分析仪	(208)
第一节 测量原理及构成	(208)
第二节 安装	(209)
第三节 操作	(224)
第四节 维护及故障处理	(232)
第四章 仕富梅 2200 型顺磁氧分析仪	(245)
第一节 测量原理及构成	(245)
第二节 安装	(247)
第三节 操作	(252)
第四节 标定	(276)
第五节 维护及故障处理	(284)
第五章 罗斯蒙特 OXYNOS® 100 型氧分析仪	(286)
第一节 测量原理及构成	(286)
第二节 安装	(289)
第三节 启动	(291)
第四节 操作	(292)
第五节 维护及故障处理	(302)

第六章 西门子 OXYMAT 6 型氧分析仪	(306)
第一节 测量原理	(306)
第二节 安装	(307)
第三节 启动	(309)
第四节 操作	(313)
第五节 维护及故障处理	(333)
附表 部分纯气体对磁氧分析仪零点影响常数	(340)

第一篇 在线分析仪表样品处理系统

第一章 样品处理系统

样品处理的目的是使取出的样品温度、压力、流量和清洁程度满足分析仪分析要求，保证分析仪在最短的时间内得到有代表性的工艺样品。

在线分析仪使用的好坏，往往不在分析仪自身，而是取决于样品处理系统的完善程度和可靠性。因为分析仪无论怎样复杂和精确，分析数据的准确性都要受到样品的代表性、实时性和物理状态的限制。事实上，样品处理系统使用中遇到的问题往往要比分析仪的问题还要多，样品处理系统的维护量也往往超过分析仪本身。所以，要重视样品处理系统的作用，至少要把它放在和分析仪等同的位置上来考虑。

样品处理的目的是使分析仪得到的样品与工艺管线或设备中物料的组成和含量一致；工艺样品的消耗量最少；易于操作和维护并能长期可靠工作。该系统力求尽可能简单，采用快速回路，以减少样品传输滞后时间。

通常分析仪需要不含干扰组分的清洁、非腐蚀性的样品。在正常情况下，样品必须是在限定的温度、压力和流量范围之内。样品处理的基本任务和功能如下：

- (1) 压力调节，包括降压、抽吸和稳压；
- (2) 温度调节，包括降温和保温；
- (3) 流量调节，包括快速回路和分析回路；
- (4) 除尘；
- (5) 除水、除湿；
- (6) 去除有害物，包括对分析仪有危害的组分和影响分析的干扰组分。

如表 1-1-1 所示，样品处理系统由取样、前处理和后处理组成。

取样是在合适的工艺取样点取出有代表性的样品。

前处理是对取出的样品进行初步处理，使样品适合于传输。做到样品的传输时间尽可能短，减少滞后，减轻后处理的负担。前处理有减压、降温、除尘、除水、汽化等方法。

后处理是对经前处理的样品作进一步处理，使其符合分析仪要求。后处理有温度、压力、流量的调节，有过滤、除湿、去除有害物、安全泄压、限流和流路等处理方法。

表 1-1-1 样品处理系统的划分及功能

名称	任务	基本方法措施
取样	从工艺管线中取出有代表性的样品	1. 正确选择取样点 2. 合理设计取样探头
前处理(此部分一般安装于现场,在取样点附近)	对样品进行初步处理,如降温、降压等	采用物理方法减压、降温

名 称	任 务	基本方法措施
后处理	1. 对样品进行处理, 使样品符合分析仪要求 2. 多流路分析时, 要完成流路切换并保证样品无污染 3. 对快速回路、旁通回路及分析后样品进行相应处理	1. 对不同的工艺条件, 采取不同的措施, 以满足样品的适应性。主要采取减压、过滤、降温、伴热等 2. 精心设计多流路切换气路 3. 放空、返回工艺管线或放火炬等

第一节 样 品 处 理

如图 1-1-1 所示, 样品处理系统主要由取样、前处理、后处理组成。样品处理系统对样品的处理既要满足分析仪对样品的各项参数要求, 还要尽可能减小样品由于采样、传输等因素造成的滞后, 同时保证样品成分不失真, 即被分析样品组成与工艺生产过程中物料成分一致。

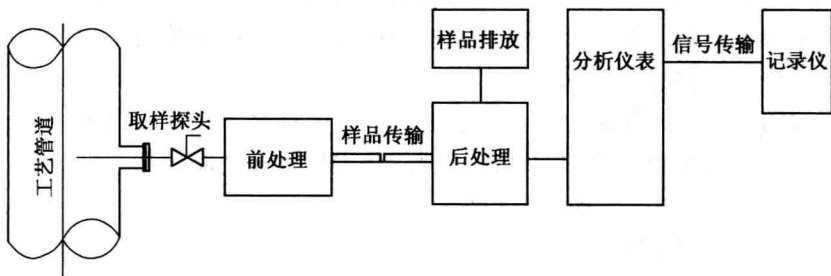


图 1-1-1 样品处理流程图

一、取样

取样点的选择要保证从工艺流程中抽取的样品具有代表性, 能迅速反映过程变化, 一般在物流的湍流区抽取样品。从水平管道的物流中抽取液体和气体样品如图 1-1-2 所示。

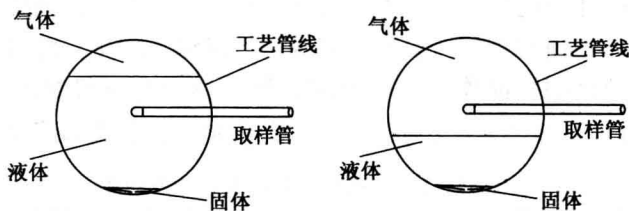


图 1-1-2 取样

由于介质的性质不同, 取样点的选择也是多种多样的。

探头要伸进工艺管线一定距离, 最少等于管线直径的 $1/3$ 。最常用的是敞口式探头, 如图 1-1-3 所示。

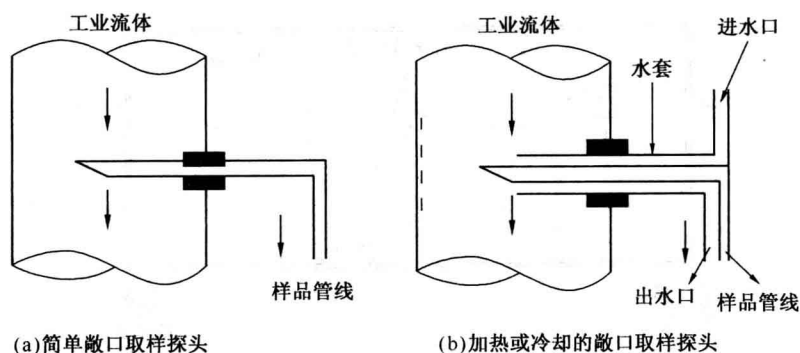


图 1-1-3 敞口式探头

二、前处理

样品前处理应安装在取样点附近，根据不同工艺状况，对样品进行初步处理。例如：对 $0.5 \sim 2.5 \text{ MPa}$ 的气体样品进行减压，使其压力降至 0.35 MPa 以下（用于较洁净的气样），如图 1-1-4(a) 所示；对于含尘（ $1 \sim 50 \mu\text{m}$ ）较多样品的前处理，如图 1-1-4(b) 所示；对 $2.5 \sim 30 \text{ MPa}$ 的中、高压样品进行逐级减压，使其压力降至 0.35 MPa 以下，如图 1-1-4(c) 所示；对液体样品进行减压汽化，使其变为气样的前处理，如图 1-1-4(d) 所示。

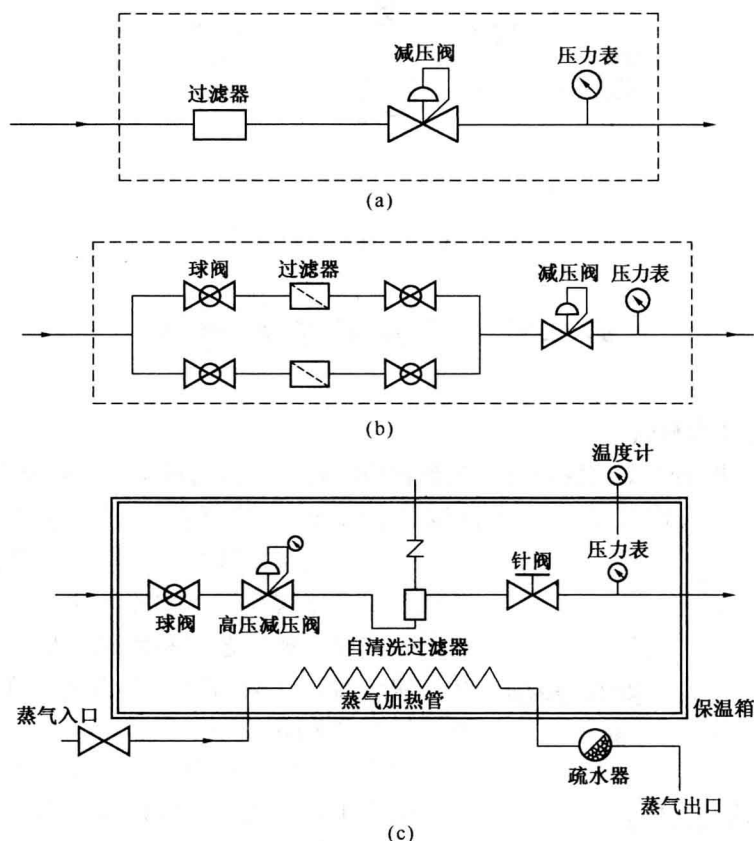


图 1-1-4 样品前处理(一)

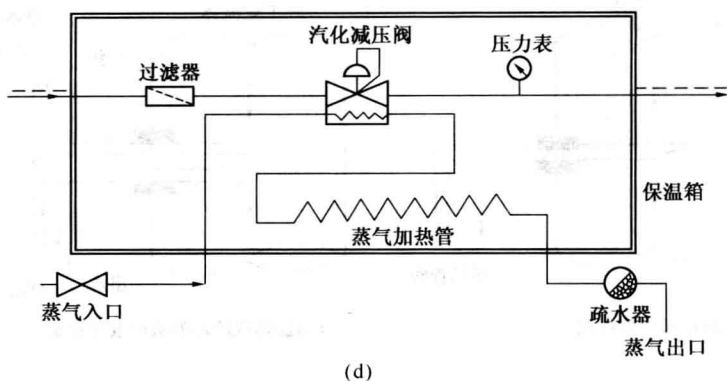


图 1-1-4 样品前处理(二)

三、后处理

如图 1-1-5 所示, 样品后处理是在前处理的基础上, 再次对样品进行处理, 使其能满足分析仪对样品的要求。

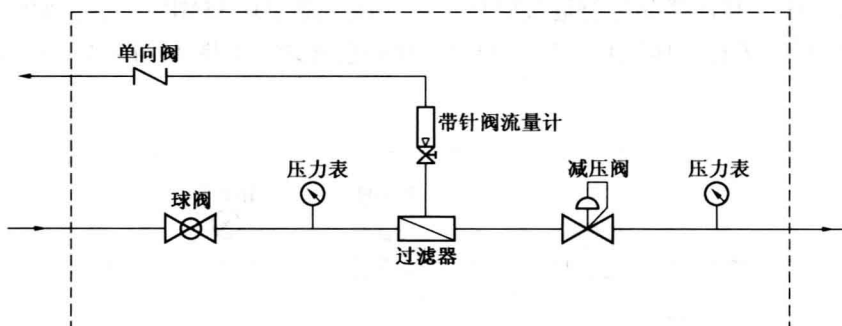


图 1-1-5 样品后处理

第二节 系统的基本构件

一、取样探头(取样管)

取样探头是一根插入工艺管道或工艺装置中的管子, 将物料从工艺流程中取出。取样探头被夹持在取样探头连接器中, 夹持取样探头的连接器被一同安装在法兰上(见图 1-1-6)。连接取样探头法兰时注意取样探头坡口朝向与尾部球阀在同一水平面上。取样探头以及附件的材质应不被工艺物料腐蚀。取样探头的前端焊接一块凸台, 在拔出过程中不会有样品泄漏, 根部阀可以安全关闭。

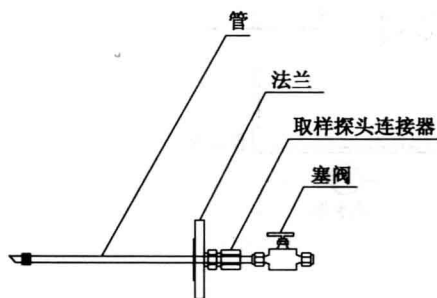


图 1-1-6 可抽取式取样探头结构图

考虑到液体流动阻力大, 为了保证有足够的流速, 减少压力损失, 液体取样通常使用较大内径的传输管线, 取样探头采用 12mm 的不锈钢管, 管壁厚约 1mm, 见图 1-1-7。

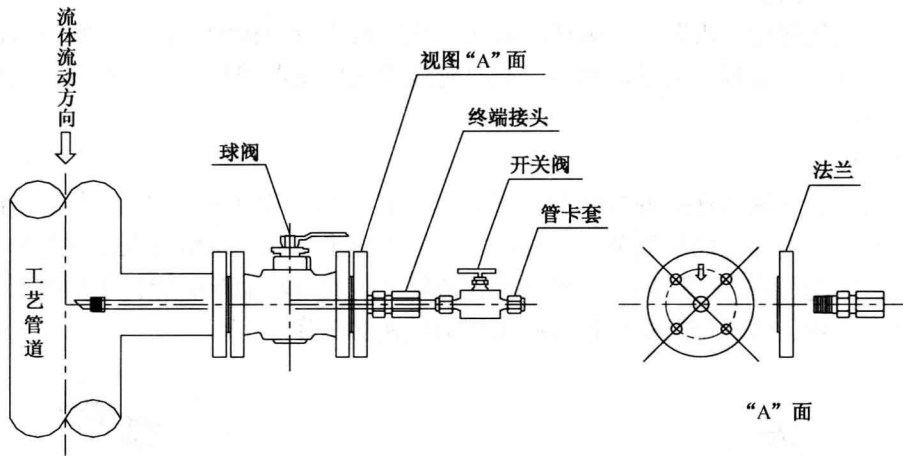


图 1-1-7 可抽取式取样探头安装图

二、套管式冷却器

套管式冷却器如图 1-1-8 所示，样品进入冷却套管内部的细管，与冷却水进行热交换。冷却器的设计依据热交换原理进行优化，保证样品有较高的流速，缩短样品滞后时间，减小悬浮物和淤渣的形成。冷却器的材质要满足耐高温和防止化学腐蚀要求。

厂用循环冷却水的温度大约在 20 ~ 30℃，样品温度在 75℃ 左右，分析仪要求温度在 40℃ 以下，样品流量 10L/min，根据以上数据设计选择冷却器。

三、背压调节阀

分析仪气体排放口处压力称之为背景压力，当排放口外部的的气压波动时，这种波动会迅速传递到分析仪检测器中，影响分析仪的测量结果。

背压调节阀用于稳定分析仪气体排放口的压力，在排放口安装背压调节阀可以稳定背压。背压阀结构见图 1-1-9。

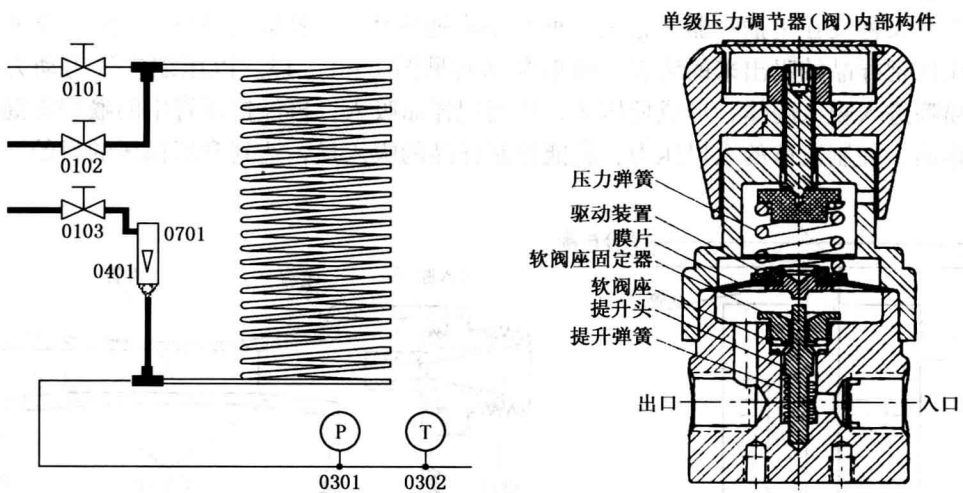


图 1-1-8 套管式冷却器

0101—样品调节阀；0102—冷却水出口针阀；
0103—冷却水入口针阀；0401—冷却水流量计；
0301—压力表；0302—温度计；0701—冷却盘管

图 1-1-9 背压式调节阀

四、蒸汽减压汽化阀

蒸汽减压汽化阀用于需要将液体样品减压汽化后再进行分析的场合，一般液体的汽化相变焓很大，减压汽化要吸收大量的热能，此时管线须采取保温和伴热。蒸汽减压汽化阀结构见图 1-1-10。

五、减压杆

减压杆用于高压液体样品的减压和流量控制，其结构见图 1-1-11。当液体样品通过多级减压杆和套管内径之间的缝隙时，样品的压力被逐步降低。减压过程是在整个减压杆长度内完成的，因此可将局部受压状态保持在最低限度。通过转动导引螺杆手柄改变减压杆在套管中的进出位置，可以调节样品通过减压杆的流速和压降。

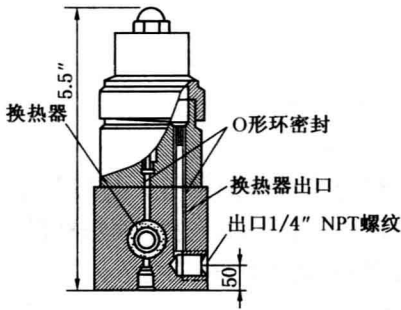


图 1-1-10 蒸汽减压汽化阀结构图

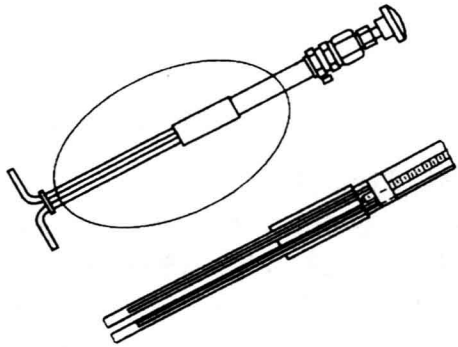


图 1-1-11 减压杆外形图

六、鼓泡稳压器

鼓泡稳压器俗称液封，是在线分析中常用的一种稳压装置，见图 1-1-12。使用时注意调整样气压力，使一部分样气始终不断地从液封中鼓泡排出。当工艺管道内压力波动幅度较大时，可以使用两级鼓泡稳压器。

七、喷射泵

喷射泵又称文丘里抽吸器，它是一种利用高速流体（一般是压缩空气）在文丘里管中产生的低压区把样品抽吸出来的装置。喷射泵结构见图 1-1-13。以压缩空气为动力，这些流体经喷嘴进入吸入腔体，形成低压区，从而把样品吸入，再经扩压管中的喉管将混合流体升压后排出，控制流体的入口压力，就能控制样品的吸入量，达到升压稳压的目的。

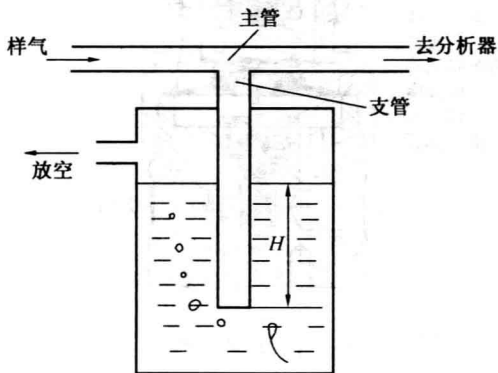


图 1-1-12 鼓泡稳压器原理图

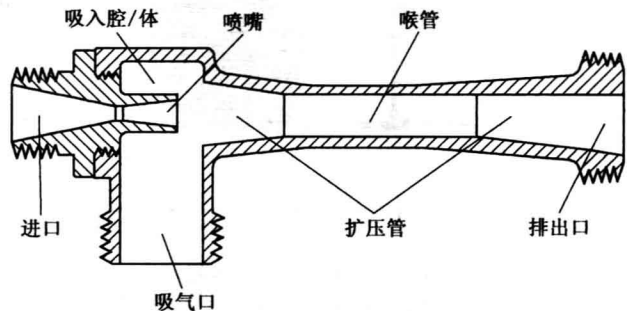


图 1-1-13 喷射泵结构图

八、旁通过滤器

旁通过滤器具有自清洗作用，多采用不锈钢冶金滤芯，除尘效率高，运行周期长，维护量小。但只适用于快速回路的分叉点或可设置旁通支路之处。旁通过滤器如图 1-1-14 所示。

九、旋液分离器

旋液分离器是一种用于气/液分离的旋风分离器，见图 1-1-15。样气沿切线方向进入分离器，经过分离片时才可旋转而产生离心力，水分被甩到壁上，沿壁流下。样气中如果还有灰尘，经过滤器过滤后进入分析仪进行分析。器室下部的积水达到一定液位高度时，浮子浮起，带动膜片阀开启，把积水排出，然后阀门又自动关闭。

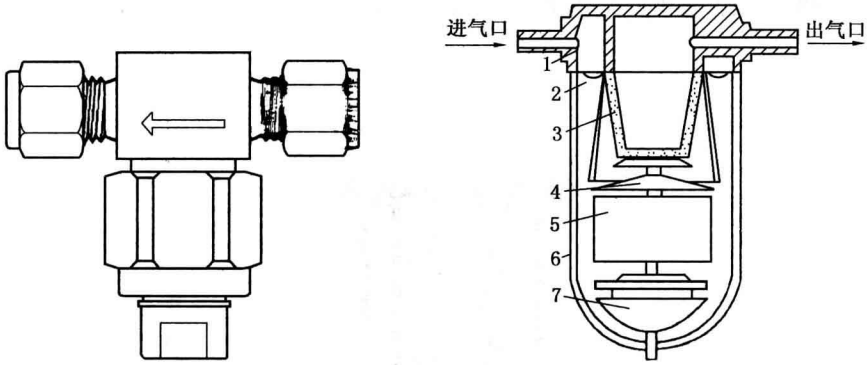


图 1-1-14 旁通过滤器外形图

图 1-1-15 旋液分离器结构图

1—气室；2—分离片；3—过滤器；4—稳流器；
5—浮子；6—外壳；7—膜片阀

十、旋风分离器

旋风分离器的形状与漏斗相似，上部为圆柱形，下部为锥形，其典型尺寸如图 1-1-16

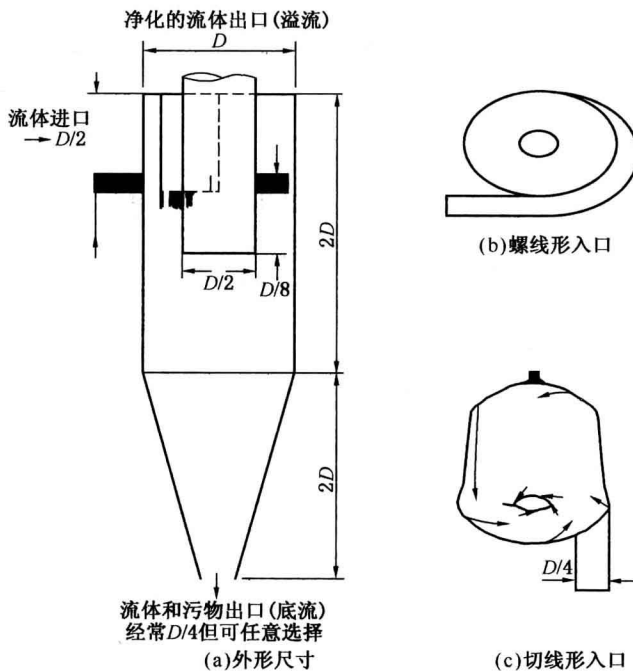


图 1-1-16 旋风分离器典型结构图

所示。样品入口通常是长方形开口，样品沿切线方向或螺线方向进入螺旋分离器，被迫旋转流动，在离心力的作用下，颗粒物或液滴被甩向器壁。当与器壁相撞时，失去动能而沉降下来，在重力作用下由下旋流携带经底部出口排出。净化后的样气在锥形区中心形成上旋流，又顶部排出。

十一、聚结器

聚结器是一种能将样品中的微小液体颗粒聚集成大液滴，在重力作用下将其分离出来的装置。大多数气体样品都带有水雾和油雾，即使经过水气分离后，仍有相当数量粒径很小的液体颗粒物存在。这些液体微粒进入分析仪后往往会对检测器造成危害，采用聚结器可以有效地对其进行分离。聚结器典型结构见图 1-1-17。

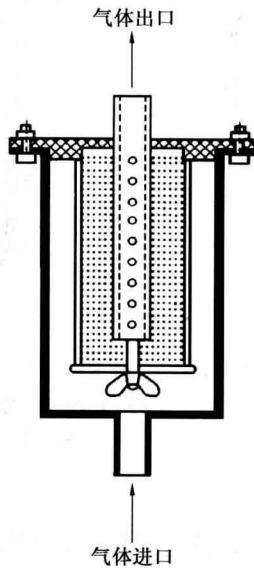


图 1-1-17 聚结器典型结构图

第二章 样品处理系统的典型应用

第一节 乙烯裂解炉的样品处理系统

裂解气样品组分分析由气相色谱仪完成。乙烯裂解炉的样品处理系统由裂解气取样装置、样品前处理和样品后处理组成，如图 1-2-1 所示。

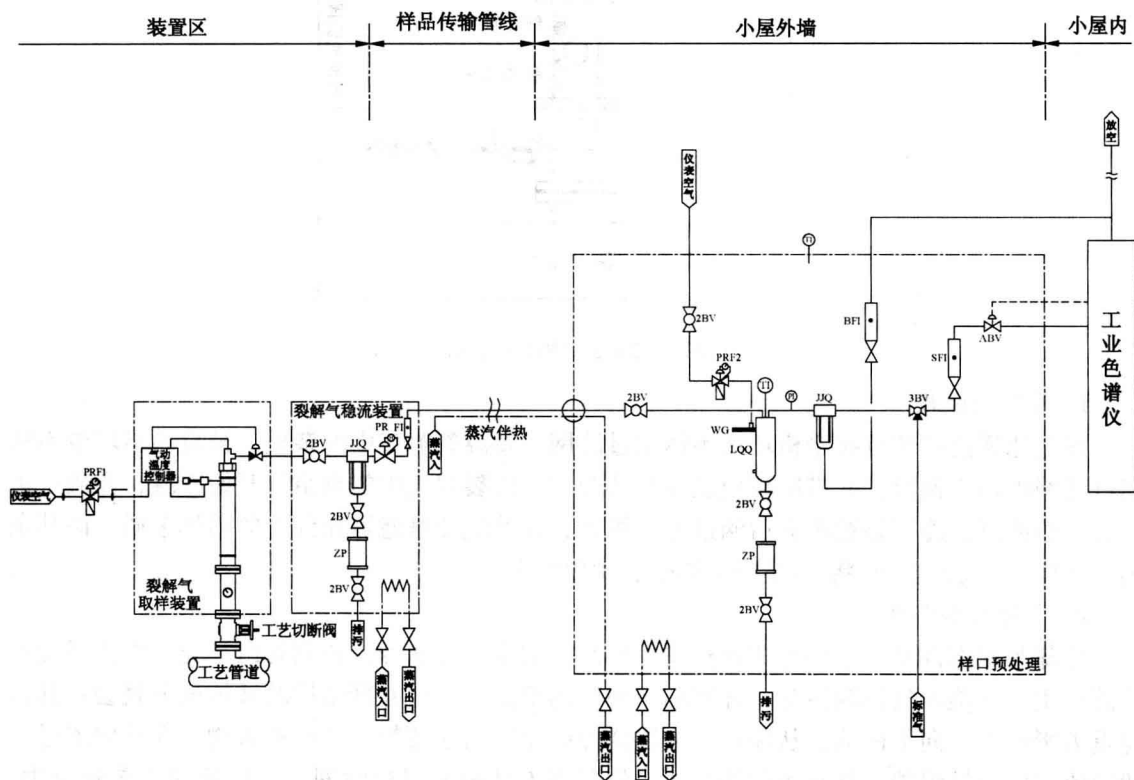


图 1-2-1 乙烯裂解炉的样品处理系统

一、裂解气取样

裂解炉出口裂解气温度高、含水量大、组成复杂，既有氢气、甲烷、乙烯、乙烷、丙烯、丙烷等轻组分，也有裂解汽油、柴油、焦油等黏稠组分，还含有酸性气体，其沸点从 -250°C 到零上几百度不等，根本无法做到全组分分析。目前，在线色谱仪只能分析其中的轻组分，通常分析氢气、甲烷、乙烯、乙烷、丙烯、丙烷等。裂解气取样器的作用就是从复杂的热裂解烃类气体混合物中，除去固体、水分和重组分，取出能够满足在线色谱仪分析需要的裂解气样品，通过色谱仪对组分进行在线分析。

取样器是样品处理系统取样的核心部分，取样器将组成复杂的裂解气净化，经过滤回流段和冷却脱水段，将固体颗粒、重组分及水分留在工艺管道内，将轻组分取出，以一定的流速均匀地送进样品前处理。取样器通常由截止阀、过滤回流段、冷却脱水段、旋涡制冷管部件、气动温度控制器组成，结构如图 1-2-2 所示。