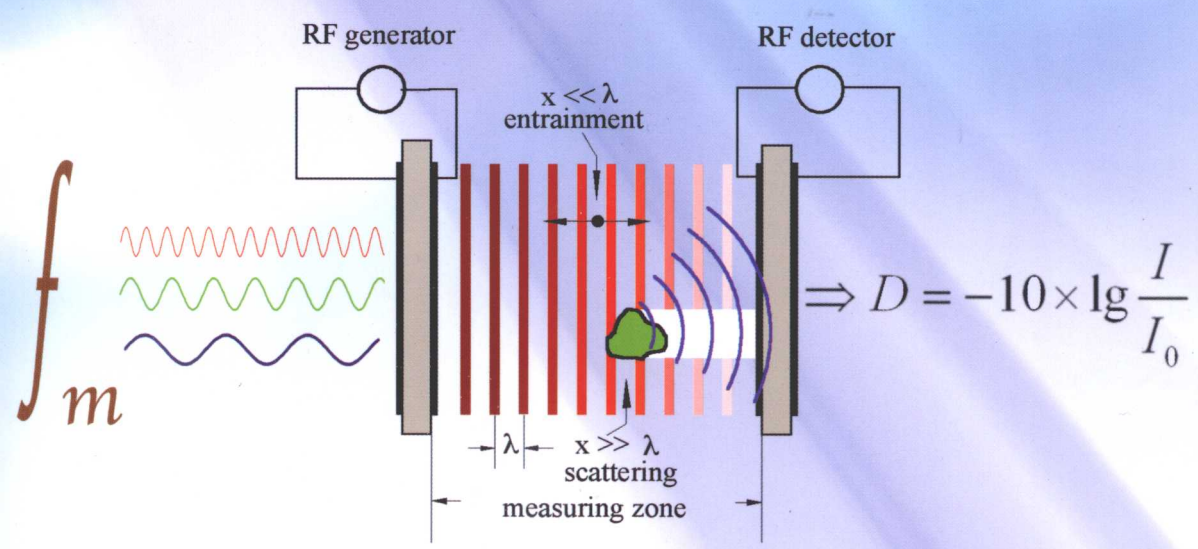


Sympatec 公司 (德) 著
吉俊峰 王丙轩 等译

OPUS

实用教程



OPUS 实用教程

Sympatec 公司(德) 著
吉俊峰 王丙轩 等译

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

OPUS 是基于超声波衰减原理,用于高浓度悬浮液和乳液的在线粒度分析测试的仪器。该仪器通过 WINDOX 5 软件实施测量控制、分析计算和成果输出。本书主要介绍了 OPUS 仪器的测量原理、系统结构、安装步骤、仪器应用维护、软件操作、远程诊断和故障排除,以及通过编程实现自动化测量和报告输出等方面的技术知识。对于 Sympatec 公司的其他仪器,如 HELOS/MYTIS/MYTOS、NANOPHOX 及 QICPIC/PICTIS/PICTOS 等,本书也有重要参考作用。

本书可供从事粒度测试分析方面的操作人员和研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

OPUS 实用教程/德国新帕泰克(Sympatec)公司著;吉俊峰等译. —郑州:黄河水利出版社,2009.10

ISBN 978-7-80734-722-4

I. O… II. ①德…②吉… III. 水文测验-仪器-教材
IV. P335

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 168607 号

组稿编辑:王琦 电话:0371-66028027 E-mail:wq_731212@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.75

字数:360 千字

印数:1—1 000

版次:2009 年 10 月第 1 版

印次:2009 年 10 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

译者前言

OPUS 是 In and online particle size analysis of suspensions and emulsions of high concentration with an industrial approved sensor based on ultrasonic extinction 的缩写简称,字面直译为:基于超声波衰减原理,适用于高浓度悬浮液和乳液的在线粒度分析仪器。该仪器由德国 Sympatec 公司研制。

《OPUS 实用教程》对 OPUS 的测量原理、系统结构、安装步骤、仪器应用维护、软件操作、远程诊断与故障排除,以及通过编程实现自动化测量和报告输出等方面的技术知识进行了详细、全面的介绍。相信大家在认真阅读本教程后可以尽快熟练使用该仪器。

本教程内容主要由英文版 WINDOX 5 软件帮助文档翻译而来,根据需要增加了系统结构安装等内容。此外,还进行了章节划分,并调整了部分内容的顺序。

WINDOX 5 是 Sympatec 公司开发的一个多功能软件包,不仅适用于 OPUS 测量控制、计算分析和成果输出,还可用于 HELOS/MYTIS/MYTOS、NANOPHOX 及 QICPIC/PICTIS/PICTOS 等其他测量仪器。本书侧重于介绍 OPUS 测量,但由于软件界面和主要功能都大致相同,所以对 Sympatec 公司的其他测量仪器的使用也有重要参考作用。

本书包括十二章和一个附录。其中,第一到三章由王丙轩翻译(吉俊峰校核),第四章的第一、二节及第十二章由刘和远翻译(和瑞勇校核),第四章的第三到五节及第七章由吉俊峰翻译(王丙轩校核),第四章的第六到八节及第八、十一章由和晓应翻译(郭相秦校核),第五、六章和附录由郭相秦翻译(和晓应校核),第九、十章由和瑞勇翻译(刘和远校核)。全书由吉俊峰、牛占统稿。

德国 Sympatec 公司授权译者翻译出版此书,其苏州代表处首席代表耿建芳博士和有关技术支持人员对本书的翻译给予了大量的帮助。黄河水利委员会水文局谷源泽教授级高工、牛占教授级高工鼓励翻译本书,提出了具体的指导意见,并对译稿进行了认真审查。在此,对所有这些帮助和关心本书出版的同志表示衷心的感谢。

虽然我们的翻译十分认真和严谨,但难免会有错误或疏漏之处,真诚欢迎读者批评指正。

译者
2009 年 5 月

目 录

译者前言

第一章 系统安装	(1)
第一节 系统组成	(1)
第二节 硬件安装	(4)
第三节 软件安装	(8)
第二章 OPUS 测量原理和测量步骤	(9)
第一节 测量原理	(9)
第二节 OPUS 原始信号评价	(11)
第三节 测量步骤	(14)
第三章 测量控制程序	(17)
第一节 标题栏	(17)
第二节 主菜单	(17)
第三节 工具条	(24)
第四节 选择框	(24)
第五节 工作页面	(26)
第六节 信号测试窗口	(32)
第七节 ACPLT/KS 服务器	(34)
第四章 WINDOX 应用程序	(36)
第一节 WINDOX 应用程序概述	(36)
第二节 语句列表	(37)
第三节 输入/输出函数	(53)
第四节 测量及计算函数	(67)
第五节 程序流程控制	(76)
第六节 应用程序编辑器	(86)
第七节 调用应用程序	(90)
第八节 在网络环境下应用 WINDOX	(94)
第五章 KSIGMA 模块控制程序	(95)
第一节 KSIGMA 模块	(95)
第二节 KSIGMA 对话框窗口	(95)
第三节 KSIGMA 成果输出	(100)
第六章 数据显示程序	(102)
第一节 DVP 菜单选项	(102)
第二节 DVP 输出和统计页面	(103)

第三节 自动模式设置	(105)
第七章 测量结果选择与浏览	(107)
第一节 WINDOX 浏览测量	(107)
第二节 数据库专家过滤器	(110)
第三节 WINDOX 统计	(111)
第八章 WINDOX 图表输出	(112)
第一节 图表输出项	(112)
第二节 图表窗口	(113)
第三节 图表选项	(115)
第四节 标准曲线设计	(121)
第五节 特殊曲线布设	(123)
第六节 图的布设	(124)
第九章 WINDOX 报告输出	(129)
第一节 概 述	(129)
第二节 报告输出窗口	(129)
第三节 报告模板编辑器	(131)
第四节 ACPLT/KS 网络服务器	(137)
第十章 模板命令	(138)
第一节 模板命令的基本功能	(138)
第二节 模板命令列表	(140)
第三节 WINDOX 4 和 WINDOX 5 模板命令的区别	(141)
第四节 通用模板命令	(142)
第五节 计算结果模板命令	(152)
第六节 应用软件模板命令	(156)
第十一章 通用功能	(164)
第一节 参数设置	(164)
第二节 数据库选项	(165)
第三节 信息选项	(166)
第四节 应用程序控制选项	(167)
第五节 OPUS 传感器设置	(168)
第六节 通用设置选项	(169)
第十二章 WINDOX 5 管理	(173)
第一节 概 述	(173)
第二节 WINDOX 许可信息程序	(173)
第三节 用户权限	(176)
第四节 数据库管理	(180)
第五节 服务器选择	(188)
第六节 数据库浏览器	(188)
附 录	(191)

第一章 系统安装

第一节 系统组成

OPUS 在线粒度监测系统一般由如图 1.1 所示的部件组成,但是基于不同的测量环境和目标,可能会有所差别。

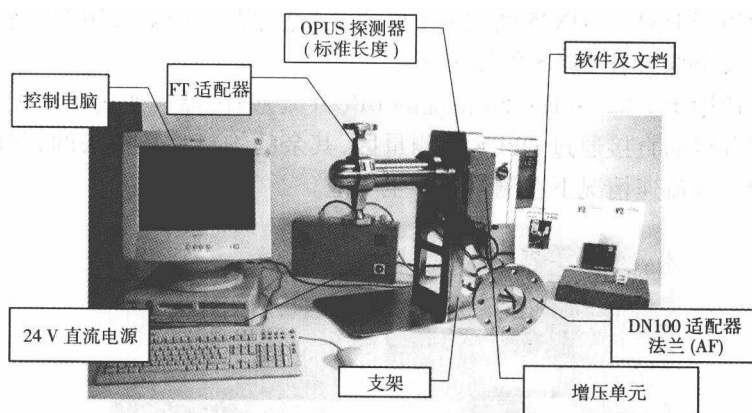


图 1.1 OPUS 系统典型配置

一、OPUS 传感器

如图 1.2 所示,OPUS 传感器包含两大主要部分:左边为一个不锈钢箱体,其内包含 OPUS 的电子元件;右边为 OPUS 探头,它包含了超声发射器和接收器、机械组件和校准单元等。

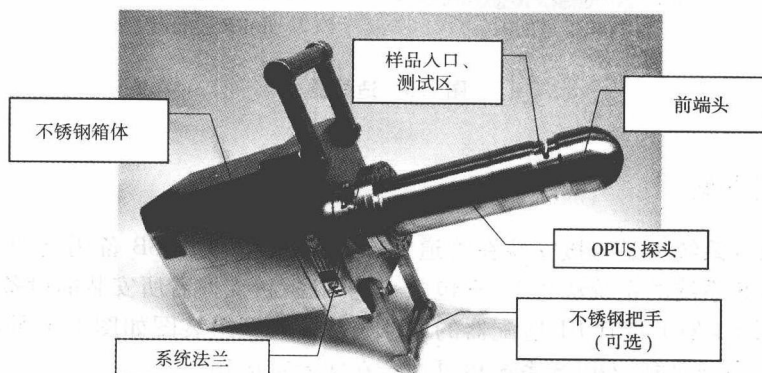


图 1.2 OPUS 传感器

从系统法兰到探头顶端之间的长度根据需要可以选择,从 500 mm 延伸到 2 000 mm (上限可达到 3 500 mm)。如果安装在大的容器中,可采用标准长度 336 mm。系统法兰用来连接 OPUS 探头与 SB 备用支架,或者是固定在 DN 标准适用的法兰(AF)上,以便直接整合到生产过程中去。

图 1.2 中还有分别被两个 M8 螺钉固定的可选的把手。利用这些 M8 螺钉孔可以把 OPUS 传感器安装到任何一台需要的设备上。

二、FT 适配器和 BP 适配器

当 OPUS 系统应用于 DN200 以下的情况时,可考虑使用两种特殊的适配器,见图 1.3。

一种是适用于 DN10 ~ DN25 情况的 FT(直流)适配器。如果采用 FT 适配器,则整个管道中的料物将全部流过 OPUS 的测量区。

另一种是适用于 DN25 ~ DN150 情况的 BP(分流)适配器。使用此适配器时,测量过程中只有一部分样品直接通过 OPUS 的测量区,其余的物料将从探头的管外侧流过。这种设计可以避免高流速情况下在测量区产生气泡。

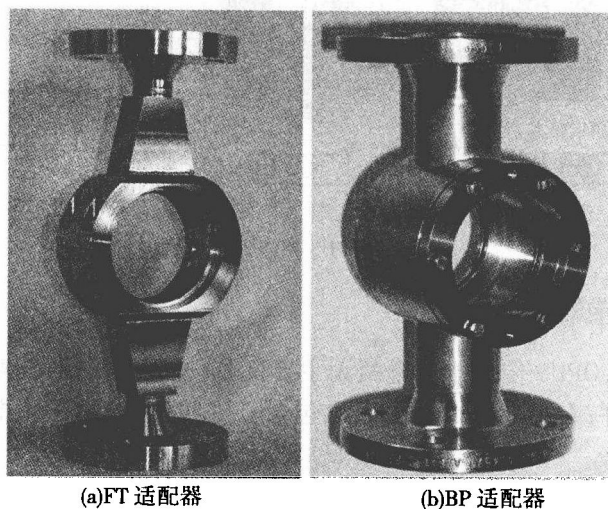


图 1.3 适配器

三、备用支架

如果 OPUS 系统不是直接安装在管道或容器内,推荐使用 SB 备用支架。SB 备用支架固定在 OPUS 系统的系统法兰上,它包含一基础底盘,支撑着所安装的设备。

在 SB 备用支架上带有 FT 适配器的 OPUS 系统典型组装图如图 1.4 所示。FT 适配器配有软管接头,同样使 OPUS 系统也可适合在实验室应用。

如果 OPUS 系统需用 FT 适配器或 BP 适配器安装到生产管道中,则 SB 备用支架的基础底盘可以去掉。在这种情况下,不锈钢支架需固定到一个合适的位置。

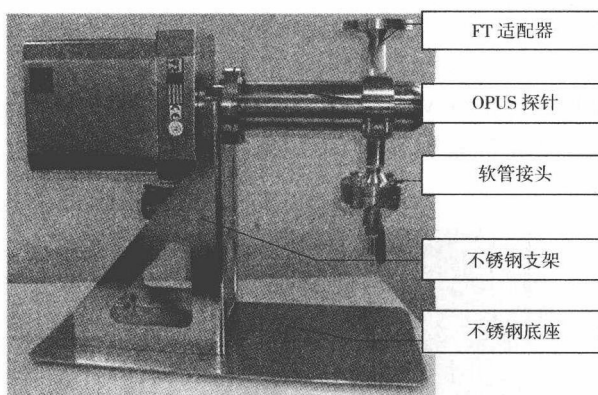


图 1.4 OPUS 系统和 SB 备用支架

SB 备用支架只适用于探头长度上限至 500 mm 的 OPUS 系统。

四、适配器法兰 (AF)

直接安装到生产管道或容器中的 OPUS 系统,配有一标准的适配器法兰 (AF),见图 1.5。

适配器法兰的一面用于连接 OPUS 系统法兰,另一面用于连接容器或是管道上的法兰。

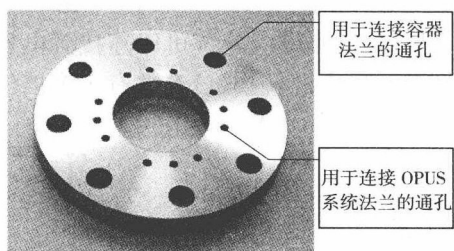


图 1.5 适配器法兰 (AF)

图 1.6 为整套 OPUS 系统安装于容器中的结构图。

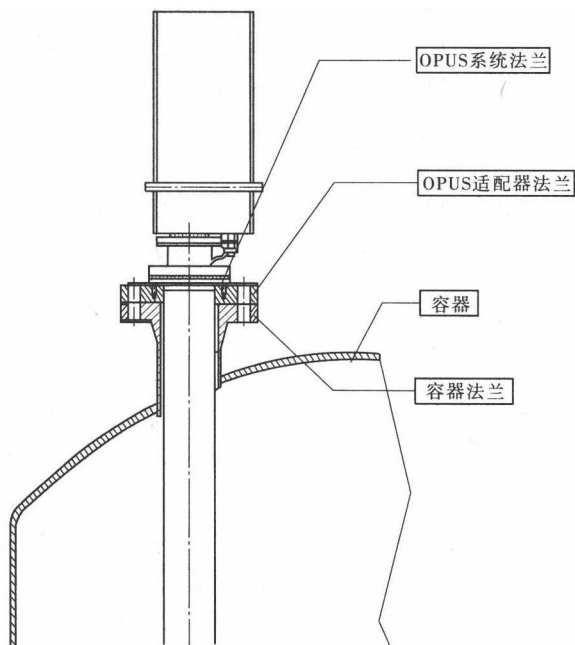


图 1.6 OPUS 系统安装于容器中的结构图

五、电源

OPUS 系统的工作电源为 24 V 直流电($\pm 2\%$,电压波动 $< 100\text{ mVpp}$),系统已经配备了符合此要求的直流电源供应系统 NTSHI(见图 1.7)。

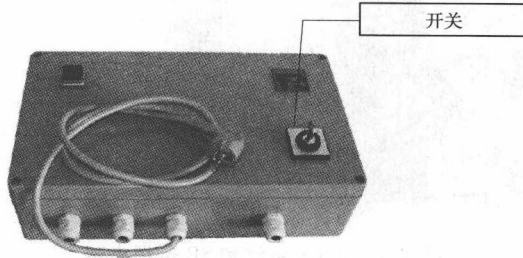


图 1.7 24 V 直流电源 NTSHI

此电源供应系统可以连接到电压范围为 90 ~ 230 V 的交流电源上。它有一个控制开关来做电源转换,该开关有 3 个挡位,“1”和“2”表示开,“0”表示关。

第二节 硬件安装

一、直接安装

适配器法兰(AF)是将 OPUS 系统安装到生产管道或容器上的唯一部件。

如果将 OPUS 探头直接安装到管道或容器中的物料流中,被检测到的只是直接通过测量区的物料的粒度。为了保证检测结果的代表性,建议将 OPUS 探头安装在一个合适的位置,在这个位置,具有代表性的颗粒能够连续流过测量区。

请注意:在安装 OPUS 系统时,不要让容器或管道中的搅拌器或其他运动部件损坏探头。

当 OPUS 系统安装于容器中时,由于物料的流动,探头将承受一定的弯曲载荷,因此当探头长度大于 2 000 mm 时,必须加配合适的支架对 OPUS 探头进行加固。

二、使用 FT/BP 适配器安装

(一) FT 适配器

FT 适配器由两个基本相同的零件构成(见图 1.8),在安装前应将其拆开。由于 FT 适配器的开口区域和 OPUS 测量区域都是对称的,所以 FT 适配器的两个零件可以垂直设置,无其他限制。

基于 FT 适配器配合部位的特殊形状设计,安装在 OPUS 探头上的 FT 适配器具有自定位功能,能够与 OPUS 探头很好地配合,而且精度很高。

OPUS 传感器的开口和 FT 适配器的开口在装配后,应相互对应、配合准确。两个 FT 适配器零件用 4 个内六角螺栓连接紧固。一个可以耐压 40 bar(相当于 4 000 000 Pa)的 EPDM™密封装置安装紧固在节点上。

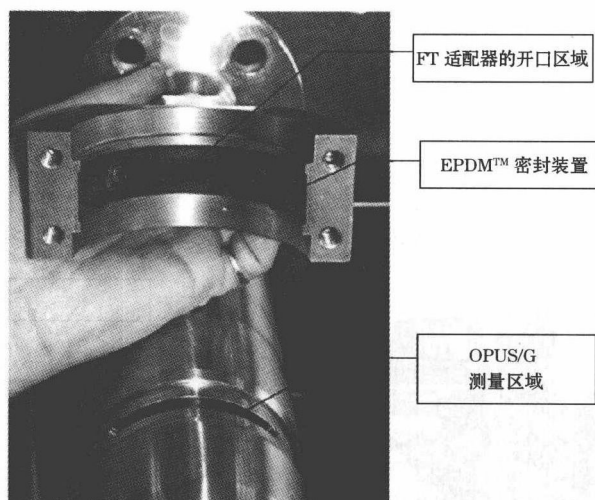


图 1.8 将 FT 适配器安装到 OPUS 系统

(二) BP 适配器

图 1.9 为 OPUS 传感器利用 BP 适配器安装到生产管道上的原理图。先将 BP 适配器套在 OPUS 探头上,然后移动适配器法兰,直到从法兰开口端可以看到测量口为止。最后,用 6 个内六角螺栓紧固卡环固定 BP 适配器。

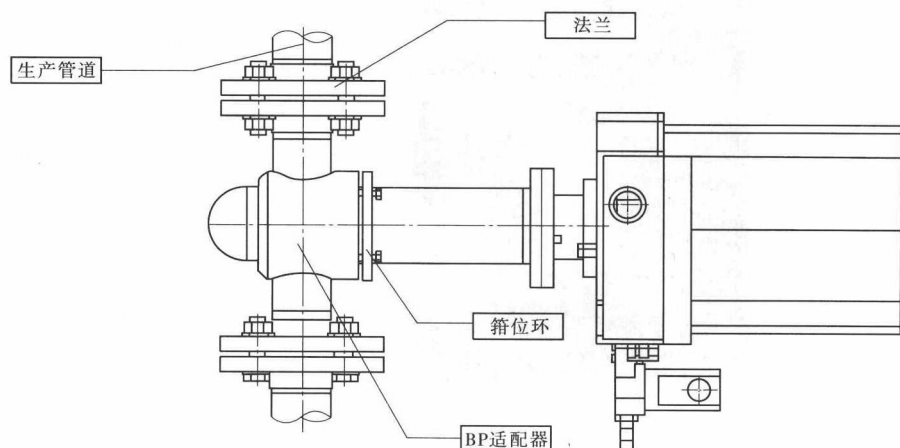


图 1.9 利用 BP 适配器安装 OPUS 传感器

三、电源连接

将 OPUS 系统连接到 24 V 直流电源。首先,拆除所有外壳,拆除掉 12 个六角螺栓和接地线固定器。24 V 直流电源电缆穿过 OPUS 系统底部的电缆护套,连接在位于 OPUS 系统中部的接线板上。

位于接线板上不同的连接口、24 V 直流电源插口有不同的标识。这是为了使接口之间连接更明确。如果电缆的标识被除去,则可以按以下通用规则连接:

- 红/棕 → +;
- 黑/蓝 → -;
- 黄 → 地线。

i OPUS 系统电气连接接线如图 1.10 所示。

图 1.11 为 OPUS 系统电源输入接线示意图。

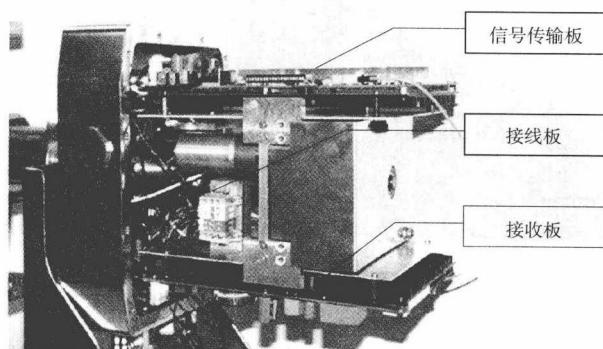


图 1.10 OPUS 系统电气结构图

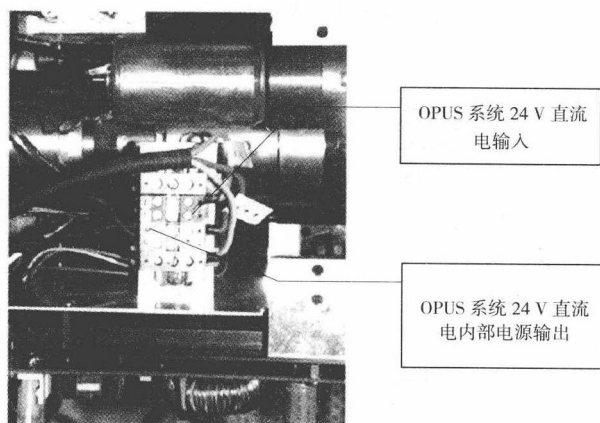


图 1.11 OPUS 系统电源输入接线示意图

四、光纤连接

只有正确安装连接光纤,才能保证计算机和 OPUS 系统之间的数据交换。请按照以下步骤安装连接光纤。

⚠ 光纤的最小弯曲半径是 80 mm。如果小于 80 mm 将损坏光纤,造成 OPUS 系统和计算机之间无法进行数据传输。

与 OPUS 连接的光纤由红色和蓝色绝缘光纤材料组成。光纤芯部的黑色材料仅仅起加强和稳定光纤的作用,与数据处理无关。如果黑色材料多余,可以根据需要切除。

第一步:将光纤红色接头连接到计算机光纤插座上,插座位于控制计算机后部的 PC - FOL 卡上,标识为“transmitter”,如图 1. 12 所示。

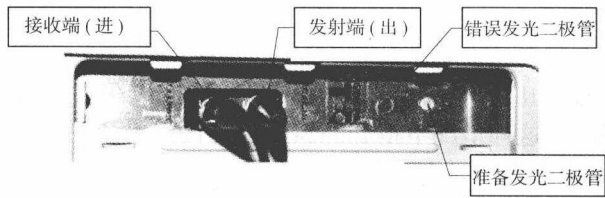
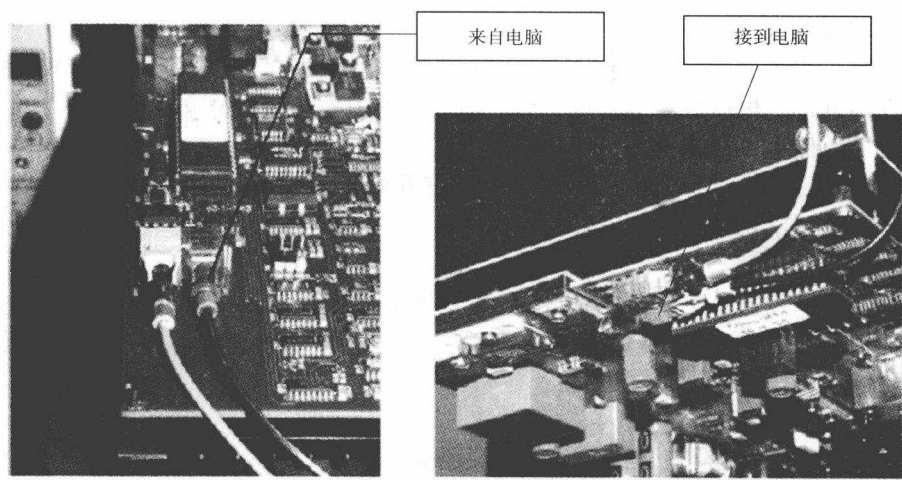


图 1. 12 控制电脑 PC - FOL 卡盖板

将红色光纤的另一端穿过 OPUS 底部电器箱的护套管,连接在 OPUS 传输板的接口上,接口的标识为“receiver”,如图 1. 13 所示。



(a) 将光纤安装到 OPUS 系统接收器电路板上 (b) 将光纤安装到 OPUS 系统发射器电路板上

图 1. 13 光纤安装

第二步:安装蓝色光纤。先将光纤的一端连接在计算机 PC - FOL 卡的插口上,插座的标识为“receiver”;另一端连接在 OPUS 接收器电路板插座上,插座的标识为“transmitter”。

用于连接接收板和发射板的光纤,在出厂前就已经预装完毕。即使在拆装过程中也不要拆卸这根光纤。在装上 OPUS 外壳前,需确认光纤没有被挤压或损坏,必要时可用电缆夹固定。

五、系统校正

由于超声波发生器和接收器的端面直径很小,它们必须保持完全平行。初次安装时, OPUS 系统的发生器和接收器必须由 Sympatec 公司的技师进行校准。

i 校准后的结果非常稳定,不会随时间而发生变化。然而,本章仍然介绍两种不同的调整方法,以防万一。

该两种方法都必须按照 WINDOX 的程序规定进行,具体详见 WINDOX 软件的相关说明。校正过程基于 OPUS 原始信号。通常,屏幕上显示的从左到右、连续增加的蓝色部分

应与 WINDOX 软件规定的信号一致,然而由于可能受到不同样品或不同过程的影响,即使 OPUS 系统没有任何偏差,实测结果与理想的曲线形状也可能会存在差异。



为了判断 OPUS 系统的原始信号是否正确,可采用没有颗粒物的纯溶剂进行常规测量,而且还必须确保在测量过程中测量区内没有气泡。

如果这样测试得到的原始信号与仪器标定时特性表现完全背离,则 OPUS 系统必须进行校正。也就是说,这种情况下得到的原始信号像锯齿状,即部分或几乎全部频段上的信号绝对值比前面部分高出很多。



任何情况下,在进行校正之前了解原始信号的测试条件非常重要,如果在判断 OPUS 系统的原始信号时存在疑问,请在校正前与 Sympatec 公司的技师联系。成功的校正系统是确保测试准确的先决条件。

在没有特殊原因时,不推荐进行校正。

(一) 自动校正

自动校正程序分为“first”(初始)和“fine”(精细)两个过程,它可以通过 WINDOX 校正窗口分别进行。根据偏离的程度,一般情况下,使用“first”校正就足够了。“fine”校正是在“first”校正后,对 OPUS 系统的进一步校正。



在已经运行了“fine”校正系统,但原始信号的图形仍不正确的情况下,建议再单独进行一次“first”校正。

(二) 手动校正



手动校正可能要花费几分钟时间,这种校正方法仅仅适用于熟练用户。进行手动校正时,首先应打开 WINDOX 校正视窗,在信号检测窗口显示信号衰减情况。

手动校正要按照以下步骤进行:

(1) 起始频率设置为 5 MHz。

(2) 确认 Y - 装置没有处在活动区域的顶端。

(3) 在整个活动范围内移动 X - 装置,记录下最小绝对值(衰减),每次仅移动一个方向。当全部范围被扫描测试后,将 X - 装置移到最小衰减值点。

(4) 按照(3)过程移动 Y - 装置,初始设置完成。

(5) 将超声波频率加倍。

(6) 一点一点地移动 X - 装置,如果发现衰减减弱,把 X - 装置移到最小衰减值点。

建议:不要选择“full speed”(全速)来选取最高频率。

(7) 按照(6)过程移动 Y - 装置。

(8) 重复步骤(5)→(6)过程,直到超声波频率达到 80 MHz 以上。

(9) 手动校正完成。

OPUS 系统校正与测量区域的宽度无关,这意味着,在做校正时,无论采用哪个间隙宽度都无关紧要。

第三节 软件安装

如果计算机是由 Sympatec 公司提供的,所有软件都已安装。如果不是,需参照其他软件安装方式,从光盘或硬盘中安装所需软件。软件安装完成后,自动生成“Sympatec Windox”程序组以及各模块软件快捷方式。

第二章 OPUS 测量原理和测量步骤

第一节 测量原理

OPUS 测量的理论基础是超声波衰减原理,如图 2.1 所示。当声强为 I_0 的超声波经过测量区时,由于受区域内的颗粒和溶剂的影响发生衰减,经过一段距离 Δl 后,到达超声波接收端时声强变为 I 。可以用声强 I_0 和 I 来计算出衰减量 D ,计算公式为

$$D = -10\lg(I/I_0) \tag{2.1}$$

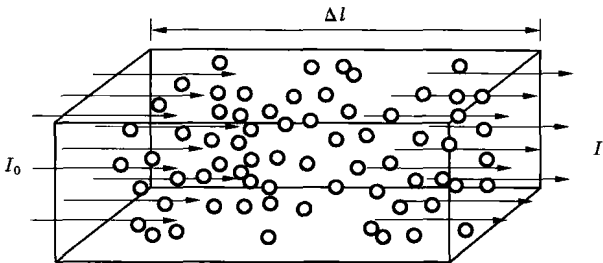


图 2.1 超声波衰减原理示意图

一、背景测量和常规测量

OPUS 测量的原始结果是一个和频率相关的衰减图谱,它记录了进行背景测量以及常规测量的情况。

背景测量是指对纯净的、无颗粒或液滴的悬浮液或乳液进行的测量,而常规测量则是对实际样品的检测。

OPUS 测量的典型超声波衰减图如图 2.2 所示。利用 OPUS 进行测量时,推荐选择适当的频率范围以产生相似的信号衰减图谱。

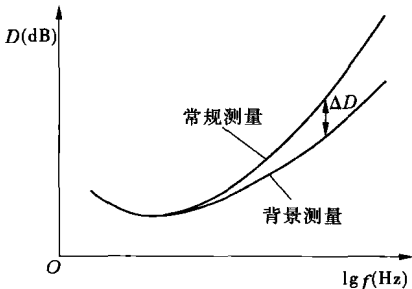


图 2.2 OPUS 测量的典型超声波衰减图

常规测量和背景测量衰减信号之间的差 ΔD 反映了悬浮液中的悬浮颗粒或乳液里的

液滴导致的信号衰减。因此, ΔD 作为 OPUS 系统测试的目标变量被称为有效信号。

二、粒度分布计算

将测量到的有效信号转换为颗粒或液滴的粒度分布 q_i 的理论基础是 LAMBERT - BEER 定律

$$\Delta D(f) \propto C_{pf} \Delta l \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} K(x, f) q_2(x) dx \quad (2.2)$$

式中 C_{pf} ——投影面积浓度;

Δl ——OPUS 测量区域的宽度;

$K(x, f)$ ——相关衰减截面面积函数;

x ——粒径;

f ——超声波频率;

$q_2(x)$ ——被检测的颗粒或液滴的面积频率分布。

相关衰减截面面积函数 K 取决于超声波频率和粒径, 这两个确定的因素用一个无因粒径参数 σ 表示为

$$\sigma = \frac{\pi x}{\lambda} = \frac{\pi x f}{c} \quad (2.3)$$

式中 λ ——超声波波长;

c ——被检测悬浮液或乳液中的声速。

变量 $K(\sigma)$ 也是一个指定的衰减函数。

根据方程式(2.2)可以首先计算出按面积分布的粒径分布情况, 并由此计算得出:

- q_0 ——数量分布;
- q_1 ——长度分布;
- q_2 ——面积分布;
- q_3 ——体积或质量分布。

三、衰减函数

衰减函数 $K(\sigma)$ 描述出了超声波和悬浮液里的颗粒或者乳液中的液滴之间的相互作用机制。由于这些相互作用, 超声波在通过悬浮液或者乳液后到达超声波接收器时的声强降低。在被分析颗粒的粒径范围内, 声强的降低是各种物理作用重叠的结果。这些物理作用本身取决于被分析材料的声学特性。

根据当今的知识水平, 只要知道所需的大约 20 种物料特性, 悬浮的球形固体颗粒的衰减函数理论上是可以计算的。然而, 非球形材料的颗粒和超声波之间的相互作用目前还不能用理论上的衰减函数计算得出。

在 KSIGMA 模型的基础上, WINDOX 软件提供了一种用来确定衰减函数的替代方法。通过一个半试验性的途径, 减少所需的物料参数数量, 所有需要的物料特性都可通过 OPUS 系统和一种参照方法(如激光衍射法或筛分法等)来提供。这样, 对于一个新的物料, 至少有两种不同的粒径分布可同时得以描述。

实际上,每次只需少量的 OPUS 测量,加上物料的特性数据,如固体的密度,溶剂的密度、黏度、声速等,就能够确定出衰减函数。衰减函数一旦确定,便可储存起来并随时根据测得的衰减图谱来计算粒度分布。使用 KSIGMA 模型计算的衰减函数的例子如图 2.3 所示。

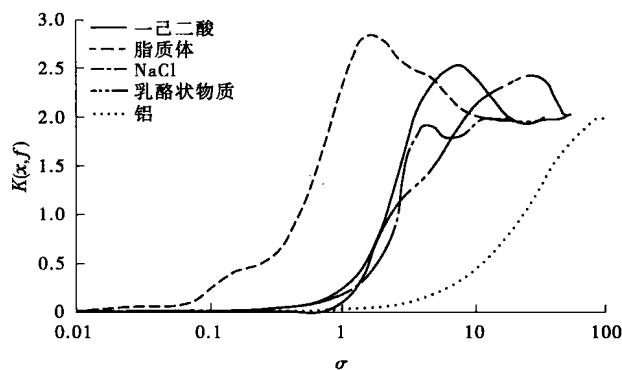


图 2.3 衰减函数的例子

第二节 OPUS 原始信号评价

原始信号对于计算结果而言是至关重要的。此外,紊动效应,如样本中的气泡,也可能是计算过程中一个不确定的误差因素。原始信号评价的目的是:在进行长时间的计算过程之前,先选择最优的原始信号以避免可能出现的误差。后文也将说明如何选择不同的 KSIGMA 图表选项以更加清楚地展示原始信号。

图 2.4 是一个典型的 OPUS 测量的有效信号图,下面就该图进行论述。

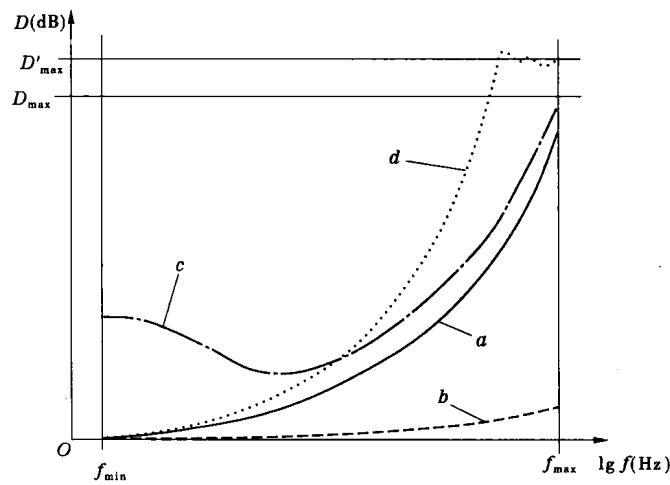


图 2.4 典型的 OPUS 测量的有效信号图