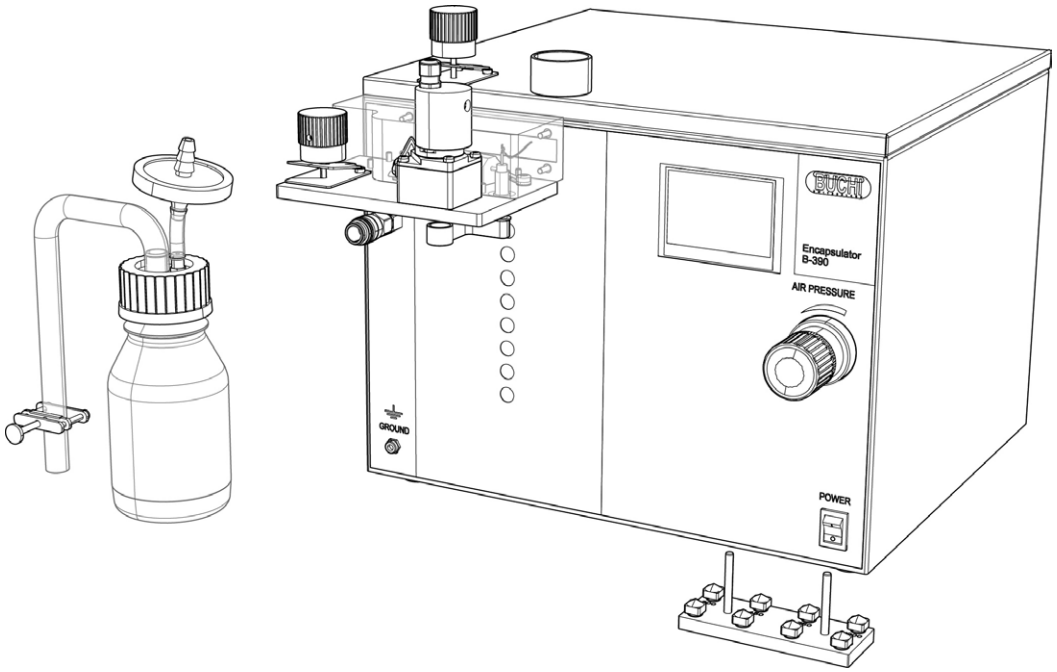
微胶囊造粒仪 B-390
操作手册



11593483E zh

版本说明
产品识别号：
操作手册（原始）微胶囊造粒仪 B-390
11593483E zh

出版日期：05.2016

BÜCHI Labortechnik AG
Meierseggstrasse 40
Postfach
CH-9230 Flawil 1

电子邮件：quality@buchi.com
BUCHI 保留按照今后所取得的
经验对本手册按需进行更改的权利。这一点尤其适用于结构、插图和技术细
节。
本操作手册受版权保护。不允许对其中所包含的信息进行复制、销售或用于竞争目的，或向第三方提供。
同样禁止在事先未获得书面许可的情况下，利用本手册制造任何部件。

目录

1 关于本手册 5
2 安全 6
2.1 用户资质 6
2.2 正确使用 6
2.3 不当使用 6
2.4 本手册中使用的安全警告和安全信号 7
2.5 产品安全 9
2.5.1 一般危害 9
2.5.2 安全措施 10
2.5.3 内置安全元件和措施 10
2.6 常规安全规则 11
2.7 免责声明 11
3 技术参数 12
3.1 应用和交货范围 12
3.1.1 标准仪器 12
3.1.2 标准附件 13
3.1.3 选配件 13
3.1.4 推荐备件 14
3.2 技术参数 15
3.3 使用材料 15
4 功能描述 16
4.1 功能原理 16
4.2 微胶囊造粒仪 B-390 的连接 18
5 投入操作 19
5.1 安装场地 19
5.2 安装微胶囊造粒仪 B-390 20
5.3 电气连接 21
5.4 组装造粒单元 22
5.5 (内部) 单喷嘴 22
5.6 电极 23
5.7 压力瓶 25
5.7.1 安装压力瓶 26
5.8 选配件：同心喷嘴系统 27
5.8.1 安装 CN 喷嘴 29
5.9 最终安装检查 30

在安装和运行系统之前，请仔细阅读本手册，尤其要注意第 2 章中的安全预防措施。请将手册放在仪器附近，以便随时取阅。

未经 BUCHI 书面许可，不得对仪器进行技术改造。擅自改造可能会影响系统安全，破坏欧盟合规性或引发事故。

本手册受版权保护。不得复制、传播或使用本手册中的信息用于竞争目的，也不得提供给第三方。未经事先书面许可，不得借助本手册制造任何部件。

手册原版是英语，以此为基础翻译成其他语言。

6 操作 31
6.1 开启仪器 31
6.2 画面和菜单功能 31
6.3 控制单元的菜单结构 33
6.4 手动空气压力控制 34
6.5 使用微胶囊造粒仪练习 (用水) 35
6.6 使用微胶囊造粒仪练习 (用藻酸盐溶液) 38
6.6.1 制备 1.5 % 海藻酸钠溶液 38
6.6.2 使用藻酸盐溶液 39
6.7 理论背景 41
6.7.1 造粒能力和细胞密度 43
7 维护和维修 46
7.1 客户服务 46
7.2 外壳状况 46
7.3 密封件状况 46
7.4 清洁 47
7.4.1 在每次包埋之后清洁喷嘴 47
7.4.2 清洁堵塞的喷嘴 48
7.4.3 清洁造粒单元 48
8 故障检测 49
8.1 故障及解决措施 49
9 关机、存储、运输和处置 50
9.1 存储和运输 50
9.2 处置 51
10 声明和要求 52
10.1 FCC 要求 (适用于美国和加拿大) 52
10.2 健康与安全间隙表 53

1 关于本手册

本手册介绍了微胶囊造粒仪 B-390。它提供了安全操作仪器，使其保持良好工作状态所需的所有必要信息。专供实验室人员使用。

如果未按本手册指定的方式使用仪器，可能会损坏仪器提供的保护功能。

缩写

EPDM	三元乙丙橡胶
FEP	氟橡胶
PTFE	聚四氟乙烯

2 安全

本章指出了仪器的安全须知，包括常规行为准则和有关产品使用的直接和间接危险警告。
为了用户的安全，须严格遵守各章的所有安全指南和安全信息。因此，执行手册中所述任务的人员必须人手一本此手册。

2.1 用户资质

仪器仅供实验室人员以及接受过培训、具备专业知识并了解仪器操作中存在的各种危险的其他人员使用。

未经培训或正在接受培训的人员须在有资质人员的监管下操作。本操作手册可作为培训的基本资料。

2.2 正确使用

微胶囊造粒仪 B-390 按照实验室仪器标准设计和制造。

微胶囊造粒仪 B-390 是一种半自动仪器，用于在开放条件下使用聚合物包埋化学物质、生物分子、药品、香料和芳香剂、色素、提取物、细胞和微生物。由于与包埋混合物接触的所有零件均经过高温高压消毒，可实现无菌工作条件。

液珠的形成原理是，在一个最佳振动频率下，将受控的层流液体射流分解成大小均匀的液珠。
微胶囊造粒仪 B-390 正是提供了这样的受控条件，可生成 0.15 至 2 mm 大小的液珠。该仪器尤其适用于包埋尺寸 < 50 µm 的颗粒。

如果仪器使用潜在有毒或有害物质，必须将仪器安装在密闭的通风橱或隔离箱中。在这些情况下，必须在通风的柜箱内执行整个过程和系统处理，以避免对用户和环境造成毒害或其他危险情况。

2.3 不当使用

第 2.2 节中未提及的应用均为不当使用。不符合技术参数 (参见本手册第 3 章) 的应用均为不当使用。

操作员须自行承担不当使用而导致的损失或危险！

<u>明令禁止下列使用：</u>

- 在需要防爆仪器的室内安装或使用本仪器。

2.4 本手册中使用的安全警告和安全信号

危险、警告、小心和注意是标准警示词语，用于标识可导致人身伤害和财产损失的风险等级。所有与人身伤害相关的警示词语都附有通用安全标志。

为了您的安全，请务必阅读并完全理解下表中各警示词语及其定义！

标志	警示词语	定义	风险等级
⚠	**危险**	指示如若不避免将导致死亡或重伤的危险情况。	★★★★
⚠	**警告**	指示如若不避免可能导致死亡或重伤的危险情况。	★★★☆
⚠	**小心**	指示如若不避免可能导致轻度或中度受伤的危险情况。	★★☆☆
无	**注意**	指示可能导致财产损失，但实际情况中未曾出现人身伤害的情况。	★☆☆☆ (仅财产损失)

警示词语和补充文本左侧的矩形框中可能添有补充安全信息图标 (参见下例)。

补充安全信息图标的位置。	⚠ 警示词语 补充文本，说明危害/风险严重性的种类和程度。 • 避免发生此处所述危险或危险情况的预防措施列表。 • ... • ...

补充安全信息图标表格

以下参考列表中包含本手册中使用的所有安全信息图标及其含义。

图标	含义
	一般警告
	电气危险

	爆炸性气体、爆炸性环境
	对生物有害
	设备损坏
	高压气体/空气
	表面灼热
	穿戴实验室防护服
	佩戴护目镜
	佩戴防护手套

附加用户信息

以“提示”开头的段落提供设备/软件或其组件操作的帮助信息。“提示”内容与危险或损失无关 (参见下例)。

提示

快捷操作仪器/软件的有用技巧。

2.5 产品安全

本手册中的安全警告 (见第 *2.4* 节所述) 用于提醒用户，并为用户提供相应的应对措施，以避免因残余危险因素导致的危险情况。但仪器损坏、操作粗心或使用不当仍会使用户、财产和环境承受风险。

2.5.1 一般危害

以下安全消息显示的是在搬运仪器时可能出现的一般危害情况。用户应当遵守列出的所有应对措施，以达到和保持最低危害水平。

当本手册中所述的操作和情况会导致危害处境时，将提供附加警告信息。

⚠ 警告

在爆炸性环境中使用可导致死亡或重伤。

- 不要在爆炸性环境中操作仪器。
- 不要在仪器中使用爆炸性气体混合物。
- 在操作前，检查所有气体连接是否安装正确。
- 充分通风，直接抽走释放的气体和气态物质。

⚠ 警告

喷嘴堵塞会导致进气系统中的压力增大。

这会造成进气系统爆炸。

使用时接触或摄入有害物质可导致重度中毒或死亡。

- 使用后应立即清洁喷嘴，参见*第 7.4 节*。

⚠ 警告

接触高压电将导致重伤或死亡。

- 只有在关闭机器并拔下插头后才可打开产品外壳。

注意

液体有导致仪器短路和损坏的风险。

- 不要将液体溅落在仪器或其零件上。
- 立即擦去任何液体。
- 确保安全放置样品容器。
- 当仪器装有液体时不要移动仪器。
- 保持外部振动源远离仪器。

注意

电源错误有损坏仪器的风险。

- 外部电源必须符合铭牌上规定的电压。
- 检查是否充分接地。

注意

移动注射泵单元有损坏实验室玻璃或器皿的风险。

- 不要在微胶囊造粒仪上放置任何实验室玻璃或其它器皿。

2.5.2 安全措施

操作仪器时应始终佩戴个人防护设备，例如护目镜、防护服和手套。

2.5.3 内置安全元件和措施

高压和静电荷

- 安全电流限制。
- 通过内部接地捕捉静电荷。

空气/气体

- 过压安全阀 (1.5 bar 时打开)。

2.6 常规安全规则

操作员的职责

实验室负责人应负责培训员工。
如果在仪器操作期间发生任何安全相关的事故，操作员应立即通知制造商。必须严格遵守仪器相关的法律法规，例如，联邦、州和当地法律。

维护和保养责任

操作员应负责确保仪器良好的工作状况，并定期仅由授权人员执行维护、检修和维修工作。

要使用的备件

维护只能使用原装消耗品和原装备件，以确保系统优良的性能和可靠性。只有在事先得到制造商书面许可之后，才允许改造所使用的备件。

改造

只有在事先咨询制造商并得到书面许可之后，才允许改造仪器。改造和升级只能由授权的 BUCHI 技术工程师执行。对于擅自改造所导致的索赔请求，制造商概不负责。

2.7 免责声明

操作员应自行负责微胶囊造粒仪所生产的任何材料的使用和销售。

3 技术参数

本章向读者介绍仪器及其技术规格， 包括交货范围、技术参数、要求和性能数据。

3.1 应用和交货范围

交货范围仅可根据相应的提货单和所列的订货号进行核对。

提示
关于所列产品的更多信息，请参见 www.buchi.com 或联系当地的经销商。

3.1.1 标准仪器

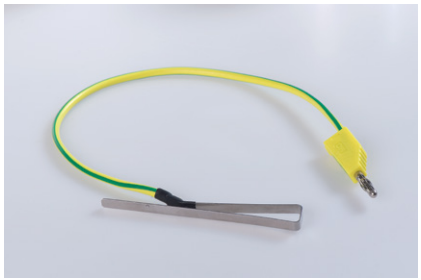
表 3-1：标准仪器

产品	订货号
微胶囊造粒仪 B-390 50 – 60 Hz，100 – 240 V	11058210
微胶囊造粒仪 B-390 完整系统，用于在开放工作条件下进行微胶囊包埋，带集成喷嘴加热装置和气压液体泵。	

3.1.2 标准附件

表 3-2：标准附件	
单喷嘴 8 件套	11057918
单喷嘴 8 件套，分别有 0.08、0.12、0.15、0.20、0.30、0.45、0.75 和 1.00 mm 高精度开口，由 316L 不锈钢制成，包括喷嘴支架	

500 mL 压力瓶	11058190
1,000 mL 压力瓶	11058191
玻璃瓶，带接头、管线和空气过滤器，最大工作压力达 1.5 bar，可高温高压消毒	



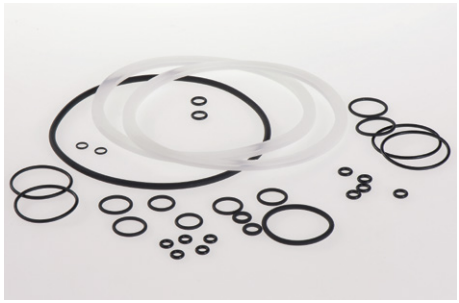
接地套件	11058189

操作手册 (英文版)	11593477

3.1.3 选配件

表 3-3：选配件	
产品	订货号
同心喷嘴套件	11058051
外部喷嘴 7 件套，分别有 0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 和 0.9 mm 高精度开口，由不锈钢制成，包括 1,000 mL 压力瓶	

3.1.4 推荐备件



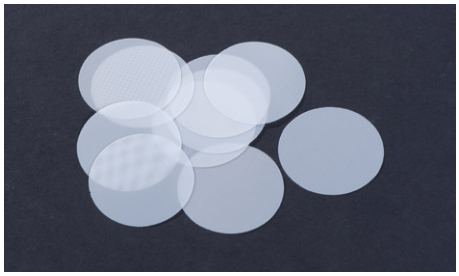


表 3-4：推荐备件

产品	订货号
单喷嘴 O 形圈套件	11057954
同心喷嘴 O 形圈套件	11057955
喷嘴预过滤片， 直径 7 mm (10 个)	11057957
反应容器排水过滤片， 直径 35 mm (10 个)	11057958

3.2 技术参数

表 3-5：微胶囊造粒仪 B-390 技术参数			
功率消耗		最高 150 W	
连接电压		100 – 240 VAC	
电源电压波动		最高为标称电压的 ±10 %	
频率		50/60 Hz	
保险丝		3.15 A	
尺寸 (宽 × 高 × 深)		32×29×34 cm	
重量		7 kg	
单 (= 芯材) 喷嘴的喷嘴直径		0.08、0.12、0.15、0.20、0.30、0.45、0.75 和 1.00 mm	
壁材喷嘴的喷嘴直径		0.20、0.30、0.40、0.50、0.60、0.70 和 0.90 mm	
液滴粒径范围		0.15 至 2.00 mm	
振动频率		40 至 6,000 Hz	
电极张力		250 至 2,500 V	
加热		30 至 70 °C	
气压泵速		0.5 至 200 mL/min	
系统中允许的最大气压		1.5 bar	
反应器总体积		4.5 L	
反应器工作体积		2 L	
与介质接触的零件		可高温高压消毒	
无菌工作条件		有限制	
过压类别		II	
污染级		2	
环境条件：			
	温度	5 – 40 °C	仅限室内使用
	海拔高度	最高 2,000 m	
	最大相对湿度 (曲线参数)	31 °C 以下最高相对湿度 80 %，40 °C 时相对湿度线性下降至 50 %	

表 3-6：材料和认证	
与样品接触的材料	不锈钢、硅树脂、玻璃、FEP、PTFE
认证	CE、CSA

3.3 使用材料

表 3-7：使用材料	
部件	材料描述
造粒单元	不锈钢、PTFE、玻璃纤维 密封件：硅树脂、EPDM
喷嘴	不锈钢、密封件：EPDM
压力瓶	不锈钢、3.3 硼硅玻璃、FEP、PTFE 密封件：硅树脂、EPDM

4 功能描述

本章介绍了微胶囊造粒仪 B-390 的基本工作原理，还展示了仪器的结构组成，并提供了各组件的常规功能描述。

4.1 功能原理

仪器主要提供下列功能：

根据不同产品制造不同大小的可再生液珠

– 通过可调参数 (喷嘴大小，液体流速和振动频率) 确定液珠的大小。

可再生液珠成形

– 范围为 0.15 mm 至 2.0 mm。

液珠大小高度均匀

– 采用集成静电分散单元 *(EDU)*；使用纯藻酸盐，液珠大小的相对标准偏差仅有约 5 %。

即时过程控制

– 通过频闪灯进行可视化监视。

高细胞活性

– 液珠成形技术使用极低的剪应力并在生理条件下完成，因而细胞活性极高。

批量大小

– 批量大小为 5 mL 至 1,000 mL，液珠体积约为 2 mL。

8 个单喷嘴套件

– 8 个喷嘴尺寸分别为 0.08、0.12、0.15、0.20、0.30、0.45、0.75 和 1.0 mm，涵盖了大约 0.15 mm 至 2.0 mm 的液珠尺寸范围。

产出聚合物混合物

– 通过气压将流速控制在 70 mL/h (0.08 mm 喷嘴) 至 2,500 mL/h (1.0 mm 喷嘴) 之间。

高造粒能力

– 根据包埋条件和聚合物混合物种类，每秒最多可制造 6,000 颗液珠。

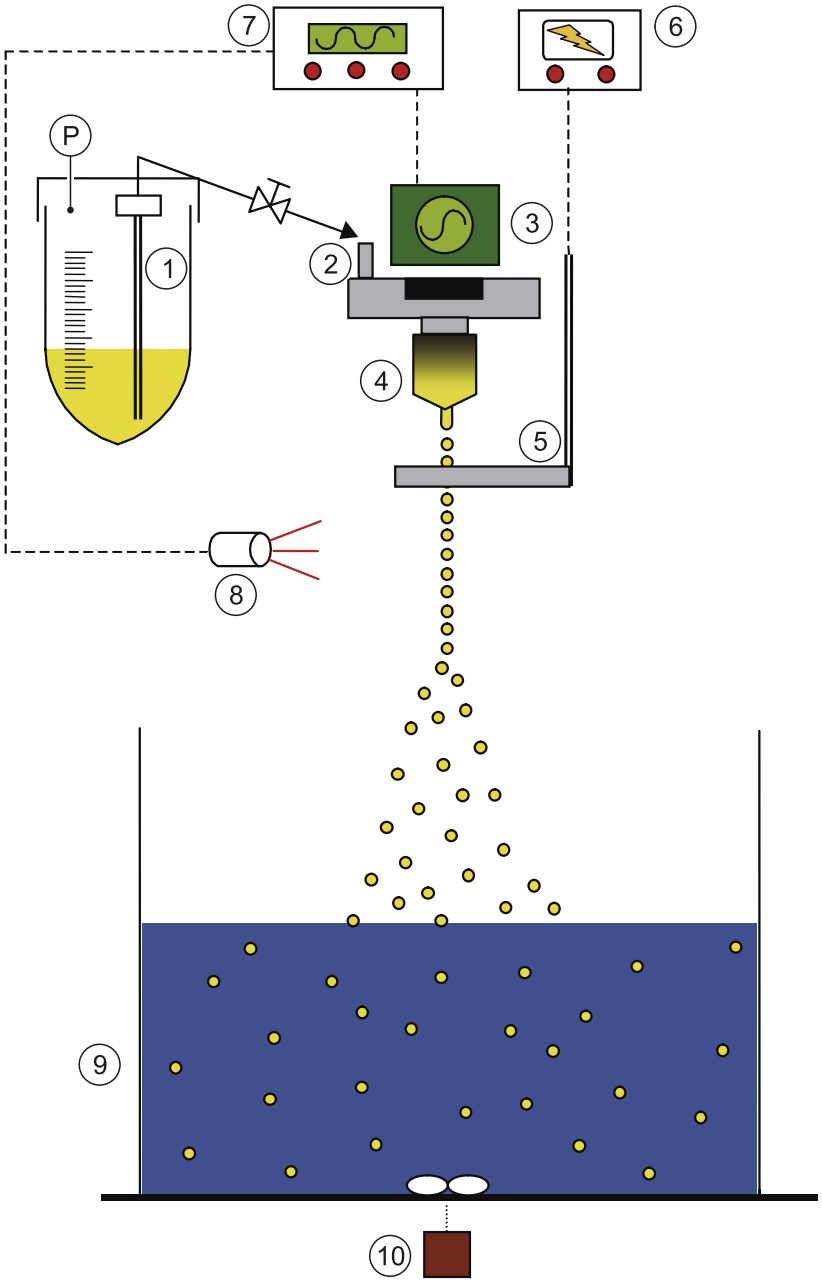


图 4-1：微胶囊造粒仪 B-390 示意图

① 压力瓶
② 造粒单元
③ 振动单元
④ 单喷嘴
⑤ 电极
⑥ 分散控制
⑦ 振动控制
⑧ LED/频闪灯
⑨ 聚合缸
⑩ 磁力搅拌器
(P) 空气压力

微胶囊造粒仪 B-390 的主要零件包括控制单元、造粒单元和压力瓶。仪器中直接接触固化混合物的所有零件均可使用高压灭菌法消毒。

要包埋的产品 (活性成分、酶、化学品和细胞) 与包埋聚合物 (通常是藻酸盐) 进行混合，然后将混合物投入到压力瓶 ① 中，参见*图 4-1*。接着通过气压 (P) 将聚合物混合物吹入造粒单元 ② 中。然后液体流经精确钻孔的喷嘴 ④，流出后分成等大的液滴。这些液滴流经喷嘴 ④ 和电极 ⑤ 之间的电场，致使其表面带电。随着它们滴落到聚合缸中，静电斥力将液珠分散开来。聚合缸必须电气接地。

液珠尺寸

液珠尺寸由多个参数进行控制，包括振动频率、喷嘴尺寸、流速和包埋混合物的物理属性。液珠尺寸通常为喷嘴直径的两倍。但根据流速和振动频率的不同，可在大约 1 – 15 % 范围内调节。
液珠成形参数是否最佳可通过频闪灯 ⑧ 实时观察液珠成形结果进行监视。当达到最佳参数时，可清晰地看到一条竖直的液滴链。一旦确定最佳参数后，便可将其作为相同包埋混合物后续造粒过程的预设值。
根据多种变量设置，每秒钟最多可生产 6,000 颗液珠，它们被收集在聚合缸 ⑨ 中，在此使用电磁搅拌子持续进行混合。此外，反应溶液必须电气接地，以消除液珠带电表面的静电。在生产过程结束时，排出固化溶液，需要时，再加入清洗溶液或其它反应溶液，对液珠进行进一步处理。

4.2 微胶囊造粒仪 B-390 的连接

前侧连接 (参见*图 5-2*)

- 主开关
- 排气口
- 电极
- 地线

后侧连接 (参见*图 5-1*)

- 电源
- 进气口
- 振动
- 选配插头

5 投入操作

本章介绍如何安装仪器。本章还提供了初次启动的指导说明。

提示
拆箱时检查仪器是否损坏。如有必要，立即编写状态报告，通知邮递公司、铁路公司或运输公司。妥善保管原始包装，以供将来运输使用。

5.1 安装场地

将仪器放置在稳固的水平表面上。需要考虑产品的最大尺寸和重量。安装仪器时，必须确保主开关和电源插头可随时方便地进行操作。
根据*第 3.2 节“技术参数”*所述确定环境条件。

警告

在爆炸性环境中使用可导致死亡或重伤。

- 不要在爆炸性环境中操作仪器。

警告

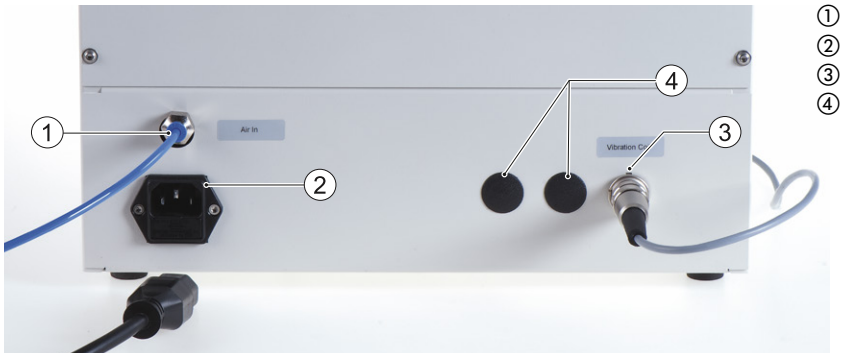
接触或摄入有害物质可导致重度中毒或死亡。

- 佩戴护目镜。
- 佩戴安全手套。
- 穿戴实验室防护服。
- 彻底清洁仪器和所有附件，清除可能有危险的物质。
- 不要使用压缩空气清洁脏污的零件。
- 仪器及其附件应保存在干燥的场所。

5.2 安装微胶囊造粒仪 B-390

将仪器放置在实验台上，使其能够方便地连接到交流电插座和压缩气体。放置仪器时确保可随时快速拔下电源插头。

连接外部空气/气体 (=进气口) 和振动单元，如*图 5-1* 所示。



① 进气口 (2.6×4.0 mm 蓝管)
② 带内置保险丝的电源插口
③ 振动单元插口
④ 选配插口

图 5-1：控制单元后视图

造粒的所有控制系统都集成在控制单元中。振动频率、光强度、静电分散和加热都可在触摸屏上进行控制。使用压力调节阀进行调节空气压力。压力通过电子方式显示在触摸屏上。聚合物混合物的泵出速度通过液体流速调节阀进行控制。使用集成频闪灯可进行实时射流破碎控制。主开关位于前面板中。造粒单元通过两颗螺丝 (M3×25) 安装在承板上。

① 振动单元
② 触摸屏
③ 压力调节阀
④ 电源开关
⑤ 接地线插头
⑥ 出气口
⑦ 液体流速调节阀
⑧ 液体流速调节阀
⑨ 加热块
⑩ 承板
⑪ 电极
⑫ 频闪灯

图 5-2：控制单元前视图

安装气体管线

每台微胶囊造粒仪包含一根 3 m 长的气管 (2.6×4.0 mm)，可使用它连接外部压缩气体或氮气。

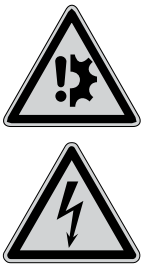
1. 将气管插入进气插头中。
2. 将气管另一端连接到外部气源。
3. 运行仪器时，以 1.5 至 2 bar (23 至 30 psi) 的压力向微胶囊造粒仪送气。

提示

集成气动系统 (阀和接头) 在进气口最高可耐受 7 bar (100 psi) 的压力。压力调节阀之后集成了一个过压安全阀，当压力达到 1.5 bar 时，过压安全阀将打开，因而出气口的最大气压为 1.5 bar。但其工作范围为 0 至 1 bar。

5.3 电气连接

确认控制单元铭牌上标明的电气要求与当地电网电压相符。将微胶囊造粒仪的电源插头连接到电源。



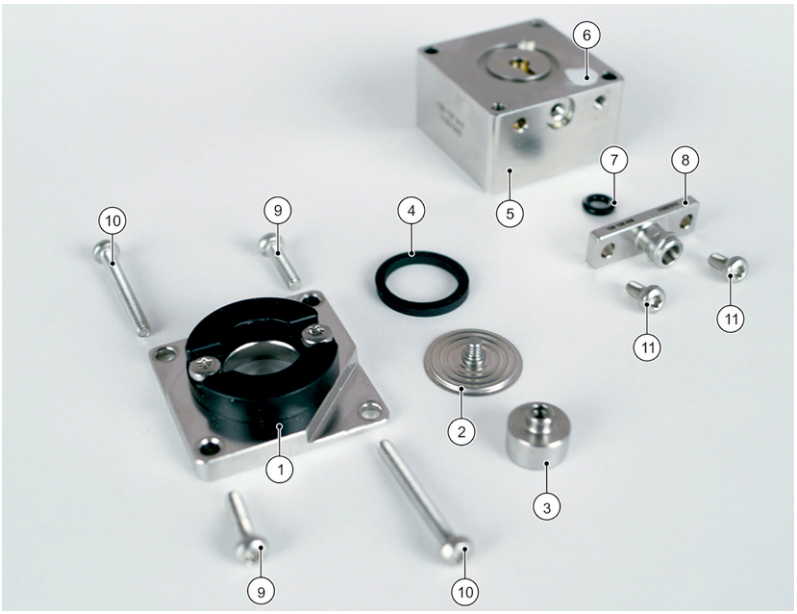
小心

电源错误有损坏仪器的风险。

- 外部电源必须符合铭牌上规定的电压。
- 检查是否充分接地。
- 为满足当地法律法规，可能必须采取附加电气安全措施 (例如漏电断路器)！外部连接和延长线必须具有接地导线 (3 极耦合、电源线或插头设备)。使用的所有电源线都必须配有模制插头，以免疏忽不当的接线造成危险。

5.4 组装造粒单元

造粒单元是微胶囊造粒仪 B-390 的核心件。它可完全进行高温高压消毒。*图 5-3* 显示了造粒单元的不同零件。使用螺丝 ⑩ 将组装好的造粒单元固定在控制单元的承板上。振动单元直接放在磁底座中，无需连接。



① 磁底座 *
② 膜
③ 磁铁
④ O 形圈 (14×1.78)
⑤ 脉动腔体
⑥ 预过滤片，带 50 µm 筛孔
⑦ O 形圈 (3.68×1.78)
⑧ 鲁尔锁
⑨ M3×8 螺丝
⑩ M3×25 螺丝
⑪ M3×6 螺丝

* 已装上固定环和 M3×5 螺丝
您可在清洁时拆除固定环。

图 5-3：造粒单元的零件

5.5 (内部) 单喷嘴

高质量喷嘴是造粒均匀一致的关键。微胶囊造粒仪喷嘴采用最新技术精确钻孔。每台微胶囊造粒仪 B-390 都附带喷嘴 8 件套；喷嘴孔径尺寸分别为 80、120、150、200、300、450、750 µm 和 1.0 mm。它们完全由不锈钢制成。

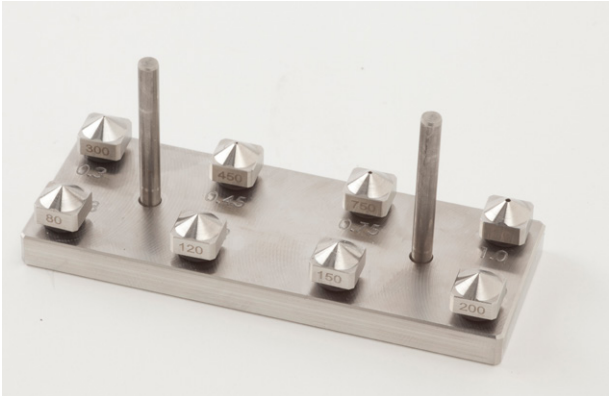
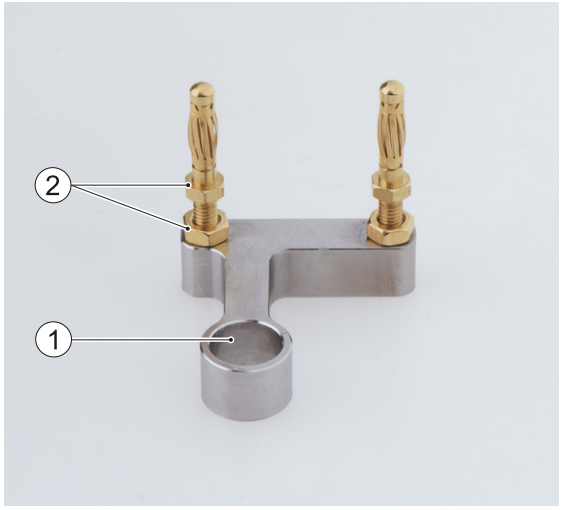


图 5-4：喷嘴支架上的喷嘴 8 件套

喷嘴支架包含 8 个喷嘴 (80、120、150、200、300、450、750 µm 和 1.0 mm)。O 形圈的尺寸为 4.47×1.78。

5.6 电极

电极是静电分散单元的零件。它从下部连接到加热块。电极和喷嘴尖头之间的距离可根据需要进行调节，大约为 3 至 8 mm。设置时，确保在靠近电极上部区域形成液滴。
当液珠经过电极时，它们可吸引静电电荷。这些静电电荷被传送到聚合缸，如果容器未接地，电荷将在此积聚。积聚的电荷形成非常强大的静电场，这会使小液珠悬停在聚合缸上方而无法进入。因此，必须将接地线钩挂在聚合缸中，使得静电电荷流入到大地中，参见*图 5-8*。



① 电极孔
② 夹具螺丝，用于更改夹具长度

图 5-5：带两个夹具的电极

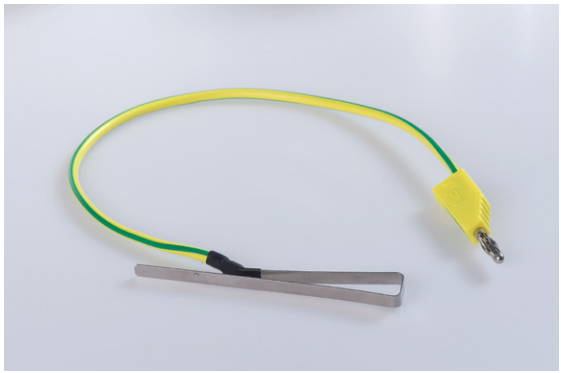


图 5-6：接地套件

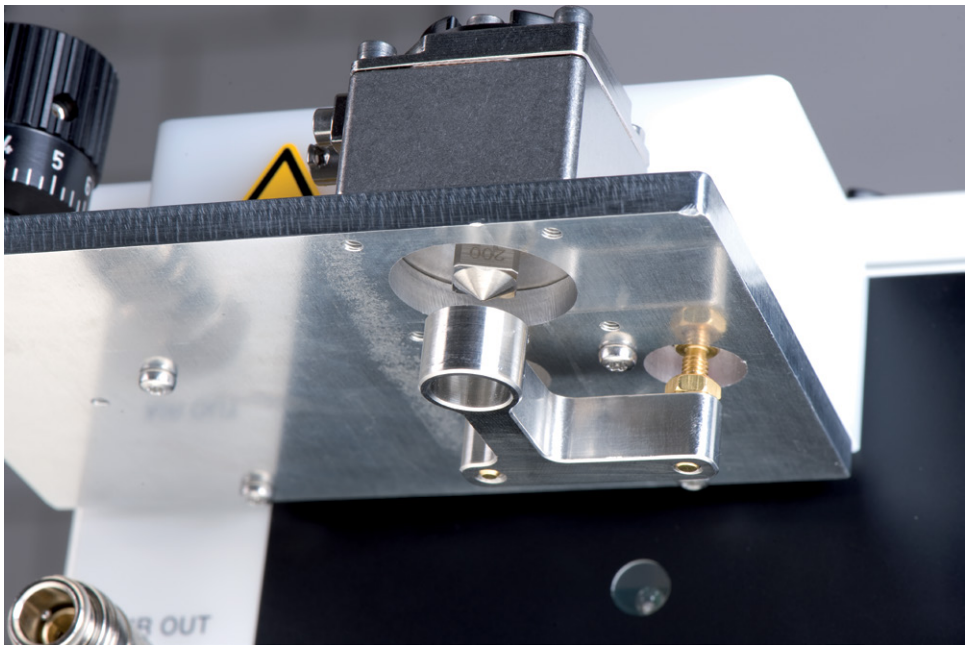


图 5-7：承板下方电极的位置

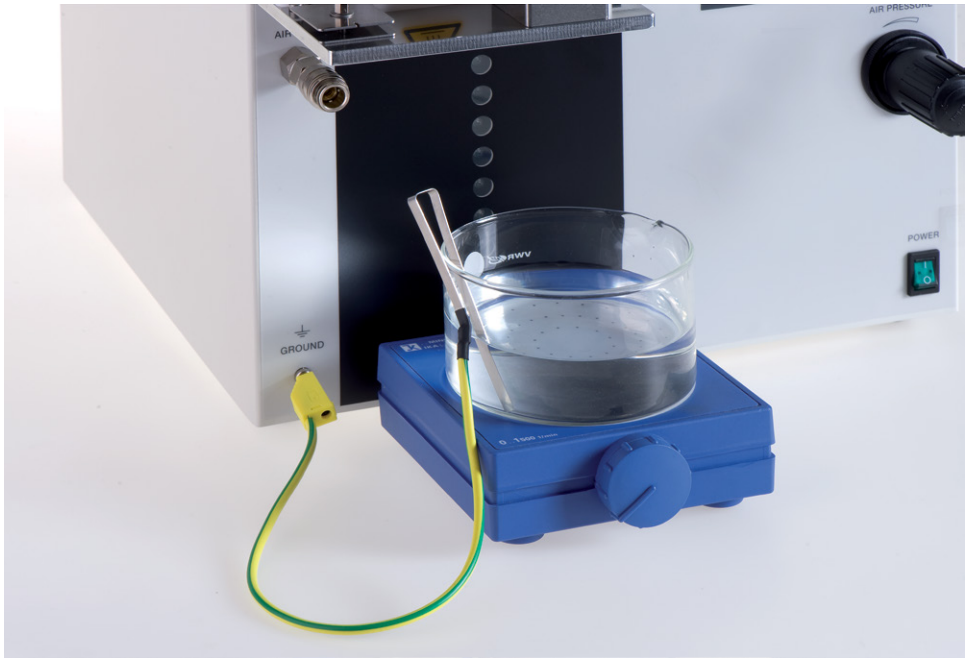


图 5-8：聚合缸接地

5.7 压力瓶

压力瓶是可高温高压消毒的容器，用于通过气压将包埋混合物送入造粒单元中。*图 5-9* 显示了压力瓶的不同零件。玻璃容器的可靠耐压值为 1.5 bar。
液体流速可通过两个等级进行控制：

1. 使用压力调节系统控制气压，以及
2. 使用控制单元顶部的液体流速调节阀控制一个运行过程到另一个运行过程的液体流速再现性通常为 ±5 %。

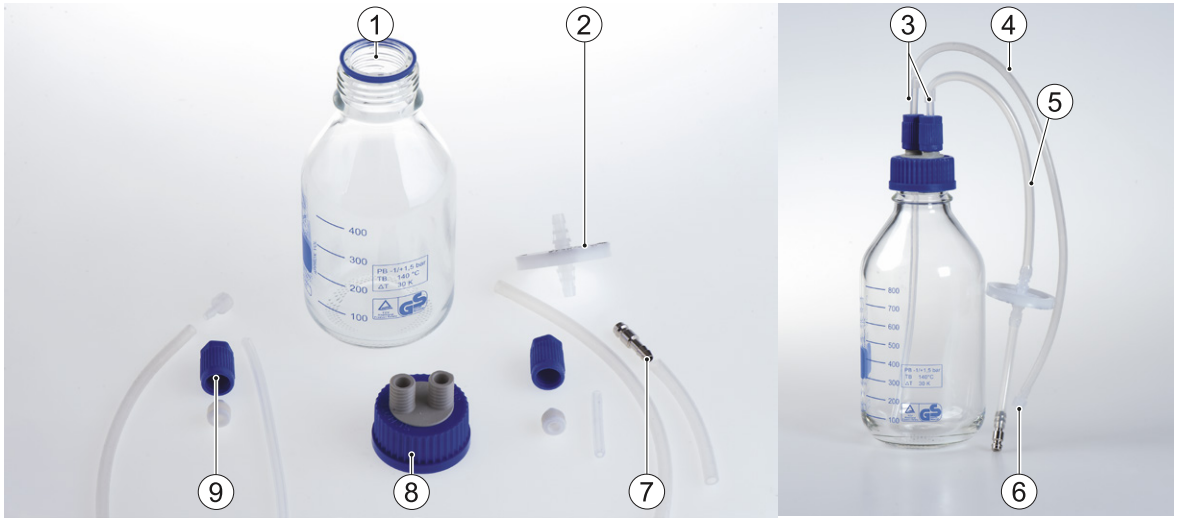


图 5-9：带 HEPA 过滤器的压力瓶，用于通过气压无菌抽出固化混合物

① 500 mL 或 1,000 mL 稳压烧瓶
② HEPA 空气过滤器
③ PTFE 管 (4×6)
④ 用于输送液体的硅树脂管 (4×7)
⑤ 用于输送空气的硅树脂管 (5×8)
⑥ 公鲁尔锁，内径 4.8 mm
⑦ 快速接头螺纹接套
⑧ 双端口盖
⑨ 带 PTFE 接头的盖，用于 6 mm 管

空气流经内径 5 mm (5×8 mm) 的硅树脂管。高效微粒空气过滤片可防止无菌固化混合物受到污染，应根据制造商的说明或在通过的空气量明显减少时进行更换。

液体通过 PTPE 管 (3×6 mm) 从压力瓶内部流到压力瓶外部的硅树脂管 ④。该硅树脂管通过公鲁尔锁 ⑥ 连接到造粒单元。

5.7.1 安装压力瓶

图 5-10：已安装好的压力瓶

1. 组装压力瓶并对其进行高温高压消毒 (如果需要的话)。
2. 使用固化混合物填充压力瓶。
3. 将压力瓶的硅树脂管连接到造粒单元的鲁尔锁进口。
4. 将硅树脂管伸入到液体流速调节阀中。用力挤压，使得流体无法流过。
5. 将气管的螺纹接套 ⑦ 插入到控制单元出气口的快速接头中。

5.8 选配件：同心喷嘴系统

同心喷嘴系统 (CN 系统) 是单喷嘴单元的选配件。使用该选配件，只需一步便可生产胶囊。该系统包括 CN 造粒单元、壁材喷嘴 7 件套 (0.20、0.30、0.40、0.50、0.60、0.70 和 0.90 mm) 和一个 1,000 mL 压力瓶。壁材液体使用压力瓶通过气压抽出。

同心喷嘴单元的主要零件包括 (参见*图 5-12*)：

- 由壁材 ① 和芯材 ② 喷嘴组成的喷嘴对。
- CN 造粒单元，带 CN 脉动体 ③ 和磁底座 ④。

图 5-11：胶囊成形

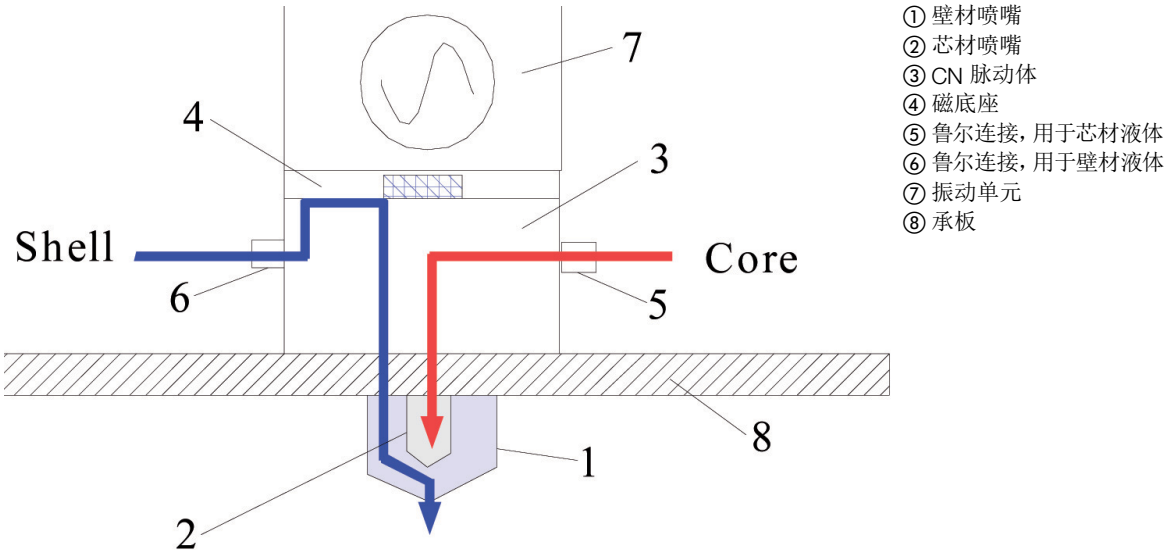


图 5-12：同心喷嘴系统示意图

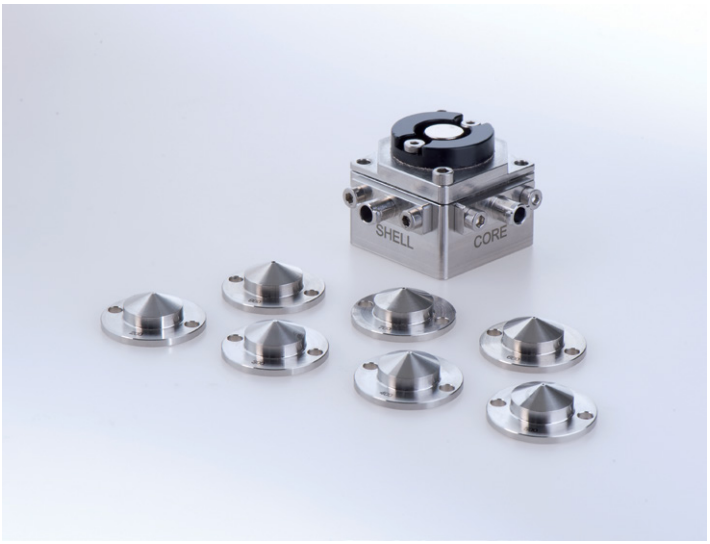


图 5-13：带壁材喷嘴 7 件套的 CN 造粒单元。标准喷嘴孔径包括：0.20、0.30、0.40、0.50、0.60、0.70 和 0.90 mm

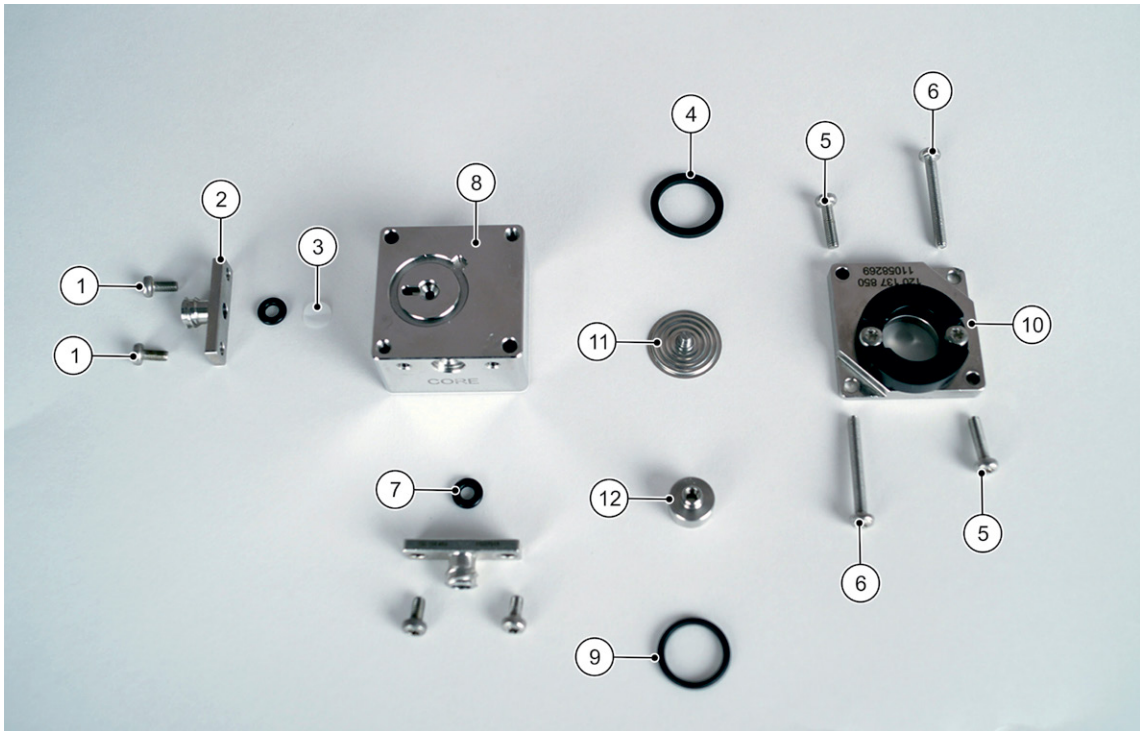
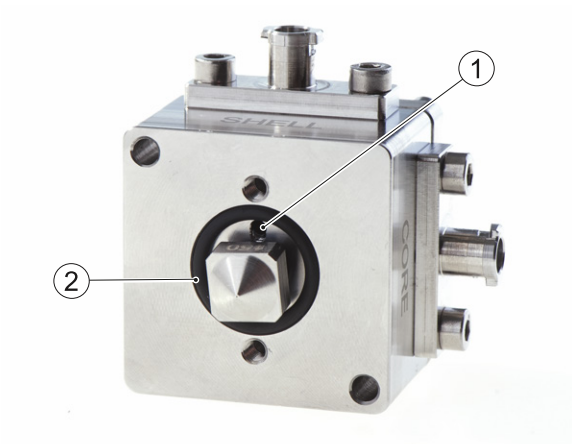


图 5-14：CN 造粒单元的单个零件

① M3×6 螺丝
② 母鲁尔锁
③ 预过滤片，50 µm 筛孔，D = 7 mm
④ 14.0×1.78 O 形圈
⑤ M3×8 螺丝
⑥ M3×25 螺丝
⑦ 3.68×1.78 O 形圈
⑧ CN 脉动体
⑨ 12.42×1.78 O 形圈
⑩ CN 薄膜底座
⑪ **膜**
⑫ 磁铁

5.8.1 安装 CN 喷嘴



将 12.42×1.78 O 形圈放入 CN 造粒单元的凹槽中。将内部喷嘴 (已安装 O 形圈) 放入 CN 造粒单元的孔中。孔中无螺纹。内部喷嘴通过壁材喷嘴居中并固定。

① 壁材液体出口
② 12.42×1.78 O 形圈

图 5-15：安装内部喷嘴

小心地将壁材喷嘴放在内部喷嘴上方。使用两颗螺丝 (M3×6) 固定壁材喷嘴。壁材喷嘴将使得内部喷嘴居中并将其固定。

图 5-16：安装壁材喷嘴

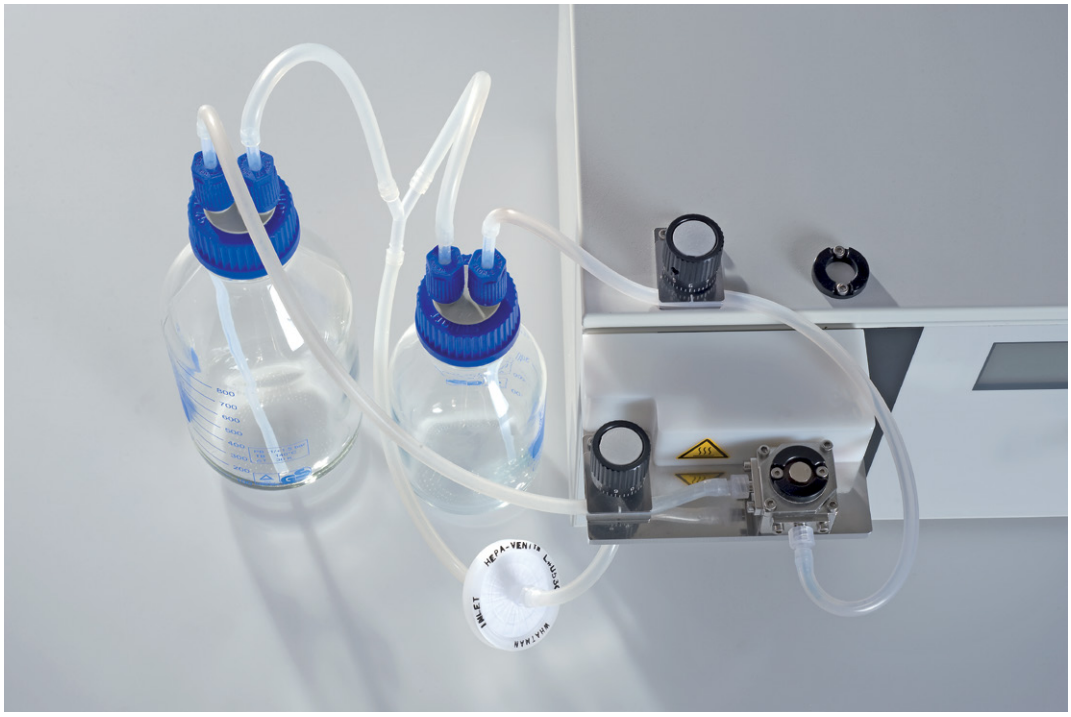


图 5-17：安装同心喷嘴系统

使用两颗螺丝 (M3×25) 将全套 CN 造粒单元安装到承板上。将芯材液体的硅树脂管连接到芯材进口端口，将壁材液体的硅树脂管连接到壁材进口端口。
将硅树脂管伸入液体流速调节阀中。用力挤压，使得流体无法流过。

图 5-18：将压力瓶连接到出气口。T 形管用于向两个压力瓶输送气体。

5.9 最终安装检查

每次安装之后的首次包埋过程之前必须执行该项检查。所有连接的供应介质 (例如，主电源电压和气体压力) 必须与所装系统的技术参数或系统设置相匹配。

- 检查所有玻璃部件是否有损坏。
- 检查所有其它电气连接是否正确，例如，选配件或外部组件，如磁力搅拌器、振动单元等。

6 操作

本章给出了仪器的典型应用实例和如何安全、正确操作仪器的说明。关于一般警告信息，另请参见*第 2.5 节“产品安全”*。

6.1 开启仪器

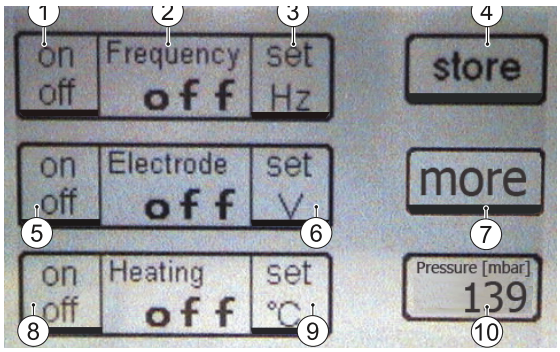
- 确保微胶囊造粒仪 B-390 正确连接到电源。
- 在每次液珠生产之前执行最终安装检查 (参见*第 5.9 节*)。
- 开启微胶囊造粒仪 B-390。系统运行内部检查。

6.2 画面和菜单功能

造粒的所有控制系统都集成在控制单元中。振动、频率、加热、频闪灯的光强度和静电分散 (电极) 都可在触摸屏上进行控制。气压使用压力调节阀进行调节。压力显示在触摸屏上。

使用集成频闪灯可进行实时射流破碎控制。

当微胶囊造粒仪开启后，触摸屏将运行初始化程序，持续时间为几秒钟。然后画面上显示开始菜单，包括四个子部分 (参见*图 6-1 至 6-5*)：Frequency (频率)、Electrode (电极)、Heating (加热) 和关于频率的 More (更多) 选项。另外，画面上还显示压力值和 store (保存) 按钮，用于保存设定值。



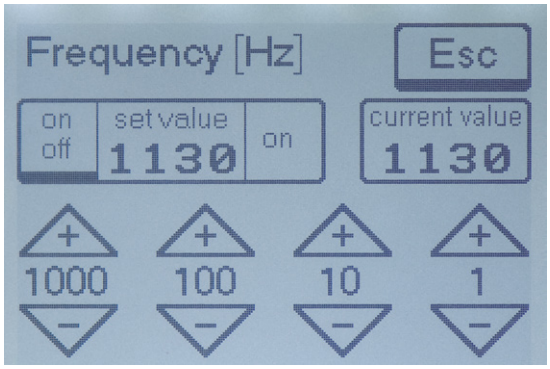
① 频率控制的 on/off 开关。
② 指示控制参数和控制状态 (值或 off)。
③ 用于进入画面 6-2，设置频率参数的按钮。
④ 用于保存设定值的按钮：在一秒钟内按下两次。保存成功后将发出声音予以指示。
⑤ 电极控制的 on/off 开关。
⑥ 用于进入画面 6-3，设置电极参数的按钮。
⑦ 用于进入画面 6-5，设置更多频率参数的按钮。
⑧ 加热控制的 on/off 开关。
⑨ 用于进入画面 6-4，设置加热参数的按钮。
⑩ 指示压力值。

画面 6-1：微胶囊造粒仪触摸屏的开始菜单

提示

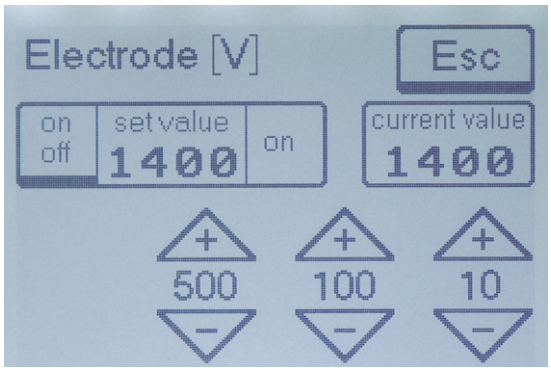
底部带粗线的图标 (例如

) 用于激活/停止过程或进入另一个画面。



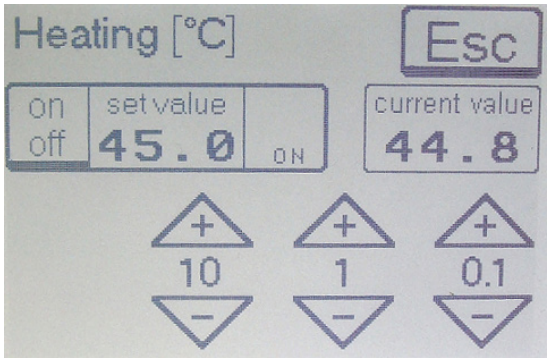
画面 6-2：频率调节

频率调节使得振动单元产生适当的电振荡。按下 (+) 和 (–) 按钮更改频率。按下“on/off”按钮激活或取消激活频率。按下“Esc”将返回到开始菜单并保留设定值。



画面 6-3：静电分散单元

静电分散单元用于对液珠表面进行充电。带同种电荷的表面相互之间将产生斥力，从而防止液珠在飞行过程中和进入固化溶液时相互碰撞。施加的电压通常介于 500 至 2,000 V 之间，主要取决于液珠尺寸和液体流速。这样，微胶囊造粒仪 B-390 通常可批量生成均匀度达 95 % 以上的液珠。
按下 (+) 和 (–) 按钮更改静电分散参数。系统需要一小会才能达到设定值。按下“Esc”将返回到开始菜单并保留设定值。



画面 6-4：加热调节

按下 (+) 和 (–) 按钮更改加热参数。系统需要几分钟才能达到设定值。按下“on/off”按钮激活或取消激活加热。按下“Esc”将返回到开始菜单并保留设定值。

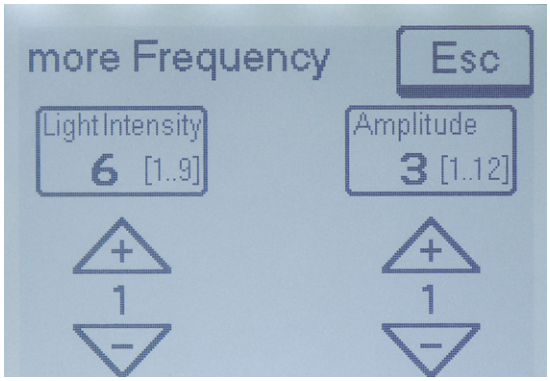
提示

所指示的温度是加热器附近的温度。造粒单元和喷嘴的温度要低几度。
当开始加热后，内部程序将尽可能补偿该温差。因此，实际加热过程可能会延迟达 2 分钟。

小心

开启加热后，表面会非常灼热。

- 在开启加热时，不得触摸加热块或承板。这两个元件的表面在加热时会变得非常灼热！
- 如果之前开启了加热功能，若要触摸这些表面，需要等待它们冷却。



频闪灯的光强度和振动振幅 (= 强度) 可在 1 至 9 范围内设置。当频率超过 1,500 Hz 时，振幅可在 1 至 12 范围内设置。振幅越大，振动越强。超过 3 的值主要用于粘度 > 100 mPa s 的溶液。按下 (+) 和 (–) 按钮将立即更改参数。按下“Esc”按钮将返回到开始菜单并保留设定值。

画面 6-5: 关于振动振幅和频闪灯光强度的 More (更多) 选项。

6.3 控制单元的菜单结构

下图显示了微胶囊造粒仪 B-390 所有菜单的总览图，并给出了每个菜单的可用功能。

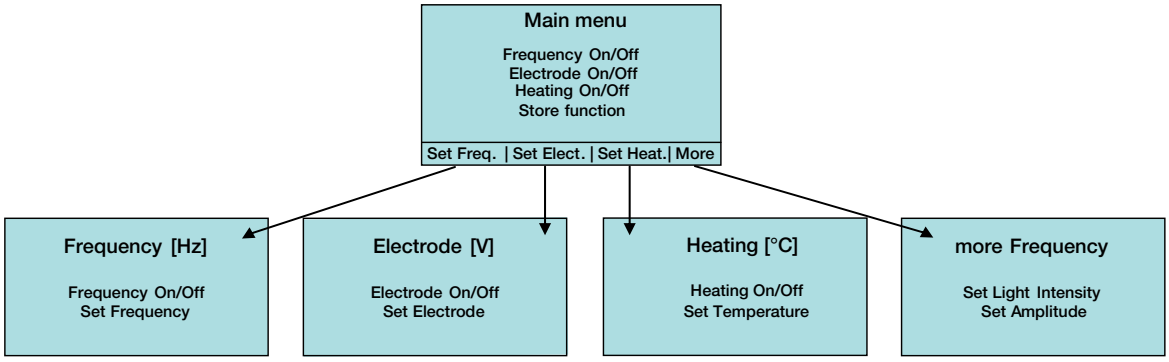


图 6-1: 控制单元的菜单结构

6.4 手动气压控制

在控制单元中，压力通过集成在控制单元前面板上的压力调节阀 (参见*图 6-2*) 手动控制。将气压设定为比胶囊制作过程中所需的最大压力高 0.2 至 0.3 bar 的压力值；但不要超过 1 bar。顺时针转动压力调节阀的旋钮增大压力，逆时针转动减小压力。压力调节阀的旋钮有两档位置。如果将其按入，则被锁定；如果将其拉出，则将其解锁。逆时针转动旋钮通过阀中的自通风系统减小压力。压力显示在触摸屏上 (参见*画面 6-1*)。

提示

- *进入微胶囊造粒仪后面板控制单元的空气或氮气的压力低于 7 bar (100 psi)。首选范围为 1.5 至 2 bar (20 至 30 psi)。*
- *要注意的是，由于空气需要通过压缩阀流入或流出，压力调节系统的反应相对较慢。*
- *当微胶囊造粒仪不用时，不要开着供气管线。阀中的自通风系统将排空气罐。*
- *出气口的最大压力为 1.5 bar (20 psi)。该值通过集成过压安全阀 (在 1.5 bar 时打开) 进行控制。但其工作范围为 0 至 1 bar。*

图 6-2：用于手动气压控制的气压调节系统 – 顺时针转动压力调节阀**增大**压力。

6.5 使用微胶囊造粒仪练习 (用水)

在处理包埋聚合物之前，使用微胶囊造粒仪用水进行练习，以熟悉各种控件的效果。

1. 组装造粒单元，使用螺丝 (M3×25) 将 0.30 mm 单喷嘴拧到造粒单元上，并将它们安装到承板上。固定电极。将振动单元放置在造粒单元上。
2. 使用 200 至 300 mL 蒸馏水填充压力瓶，拧上组装瓶盖。将硅胶管 (4×7 mm) 插入到流速调节阀的叶片之间，将硅胶管的公鲁尔锁接头连接到造粒单元的母鲁尔锁接头。顺时针转动旋钮，挤压阀门，使硅胶管关闭。
3. 打开外部加压供气源。进气口最佳压力为 1.5 至 2 bar (20 至 30 psi)。但系统最高可承受 7 bar (100 psi) 的进气口压力。
4. 使用压力调节阀将出气口压力设为 0.2 bar。定期检查气压读数，确保其符合设定值。激活振动控制系统，将频率设为 800 Hz。
5. 逆时针转动旋钮，打开流速调节阀，直到水流流经硅树脂管和造粒单元并流到喷嘴，在此形成连续的液体射流。调整液体流速和/或频率，使得通过频闪灯观察得到清晰的液珠链。当液珠链从喷嘴下方 3 至 5 mm 处开始清楚地分开数厘米，此时即为期望的设置。记录该期望设置对应的流量调节阀的位置。
6. 增大振动频率，直到液珠链开始变得不稳定。然后通过慢慢增大气压来增大液体流速，直到恢复均匀的液珠链。在相反方向上重复上述操作，即减小流速，并通过减小振动频率进行补偿。当您熟悉这两种设置之间的关系后，便可结束操作。在表 6-1 中记录各个值。

提示

- *在一定工作范围内，液体流速和振动频率相互影响。工作范围本身主要取决于喷嘴直径和聚合物混合物的粘度。*
- *0.05 至 0.15 bar 之间的气压设置已足以泵出蒸馏水。**更大的工作压力指示存在问题，例如喷嘴堵塞。***

一般规则：

- ***频率越高，生成的液珠尺寸越小。***
- ***液体流速越低，生成的液珠尺寸越小。***

表 6-1：确定工作现场 (带压力瓶)

喷嘴尺寸：

气压	清晰的液珠链，无静电张力		清晰的液珠链，有静电张力		
	最低频率	最高频率	静电电压	最低频率	最高频率

喷嘴尺寸：

气压	清晰的液珠链，无静电张力		清晰的液珠链，有静电张力		
	最低频率	最高频率	静电电压	最低频率	最高频率

7. 将液体流速和振动频率设为得到清晰液珠链的值。在 300 V 时激活静电分散单元，以 100 V 的步级逐步增大张力，直到一维液体射流转变成漏斗状的多行细流。静电电荷越高，液珠链分离的越早。这可防止液珠在飞行过程中以及进入固化溶液后相互撞击。这样，微胶囊造粒仪通常可批量生成均匀度达 95 % 以上的液珠。如果未发生任何变化，检查电极是否已连接到控制单元。

8. 更改振动频率和流速，观察它们对射流分离所需的静电张力的影响。使用静电张力可增大工作范围。
   经过一段时间之后，可能会出现液珠不再进入，或实际上跳出烧杯的情况。这是由于电气隔离的烧杯中积聚了大量的静电电荷。为避免出现这种现象，将提供的接地线的不锈钢夹夹在烧杯边缘，使其伸入到接收液体中，并将黄绿电线连接到控制单元前面板的接地插头上。(参见*图 6-3*。)

图 6-3：开放聚合缸接地

一般原则：
液珠越大，分离射流所需的静电电压越高。

9. 更改振动振幅。您将可以观察到液珠链仅有微小的变化。对于低粘度溶液，通常 1 和 3 之间的值最佳。如果使用高粘度 (> 150 mPa s) 的固化混合物，则使用大于 3 的值可能会比较适当。

10. 使用不同的喷嘴尺寸重复本过程。

一般原则：

- ***喷嘴越小，生成的液珠尺寸越小。***
- ***最终的液珠直径大约为喷嘴尺寸的 2 倍。***

6.6 使用微胶囊造粒仪练习 (用藻酸盐溶液)

在获取适宜的液珠成形控制之后，使用非无菌藻酸盐溶液执行测试运行。海藻酸钠是最常用的聚合物，但具有不同属性的其它聚合物也有使用。我们建议使用低粘度的藻酸盐。藻酸盐浓度对粘度有很大的影响，从而影响到喷嘴压降。因此，藻酸盐溶液的最大浓度是喷嘴直径的函数 (参见下表)。

表 6-2：不同喷嘴直径建议使用的藻酸盐浓度 (基于干重)

喷嘴直径	低粘度藻酸盐浓度	
	工作范围	建议浓度
80 至 120 µm	0.75 至 1.4 %	1.1 至 1.2 %
120 至 200 µm	1.0 至 1.6 %	1.3 至 1.4 %
200 至 300 µm	1.2 至 1.8 %	1.5 至 1.6 %
300 至 500 µm	1.5 至 2.5 %	1.8 至 2.0 %

提示

在一般储存条件下，藻酸盐粉末包含 10 – 12 % 水。因而，我们所指的藻酸盐浓度以干重为准。

6.6.1 制备 1.5 % 海藻酸钠溶液

1. 取一只 400 mL 烧杯，称入 3.3 g 低粘度海藻酸钠粉末。
2. 添加 200 mL 去离子水，使用实验室均质仪充分混合大约 1 至 2 分钟。
3. 藻酸盐容易结块。使用抹刀去除烧杯中和均质仪叶片上的藻酸盐结块，然后再混合 1 至 2 分钟。如果液体中仍留有结块，重复进行混合。
4. 然后静置混合物，让液体中捕获的气泡散逸出来。
5. 如果需要的话，在低压环境中去除混合物中的气体。
6. 使用磁力搅拌器溶解藻酸盐耗时较长，应当在前一夜进行。

提示

藻酸盐溶液可为微生物的生长提供营养支持，放在冰箱中大约 2 周内可保持性状稳定。当微生物受到污染，混合物粘度降低时，可以此为指示。如果经过灭菌处理或添加防腐剂 (如 0.05 % NaN_3)，即使在室温条件下，藻酸盐溶液也可长时间保存。

6.6.2 使用藻酸盐溶液

1. 将 200 µm 或 300 µm 喷嘴安装到组装好的造粒单元上。将整机安装到承板上。确认已连接电极。将振动单元放置在造粒单元上。在喷嘴下方放一个磁力搅拌器，在搅拌器上放一个大烧杯。在烧杯中注入 100 mM $CaCl_2$，使得烧杯中聚合液体至少 2 cm (大约 ¾") 深。在烧杯中放入磁搅拌杆，调整搅拌器，使得可以看到一个小漩涡。另外，将接地夹放在烧杯边缘并浸入液体。此时，使用盖板 (培养皿) 盖住烧杯，或将它和搅拌器移出，在喷嘴下方所在位置上放一个空烧杯 (和接地夹)。
2. 使用上述 1.5 % 藻酸盐溶液加入到压力瓶中，并使用组装好的瓶盖拧紧。将硅胶管 (4×7 mm) 插入到液体流速调节阀的叶片之间，将硅胶管的公鲁尔锁接头连接到造粒单元的母鲁尔锁接头。顺时针转动旋钮，挤压阀门，使硅胶管关闭。
3. 打开外部加压供气源。进气口最佳压力为 1.5 至 2 bar (20 至 30 psi)。但系统最高可承受 7 bar (100 psi) 的进气口压力。
4. 在压力调节系统中将气压设为 0.4 bar。定期检查气压读数，确保其符合设定值。激活振动控制系统，将振动频率设为 1,100 Hz (对于 200 µm 喷嘴)，或 800 Hz (对于 300 µm 喷嘴)。
5. 逆时针转动旋钮，打开液体流速调节阀，直到液体流经硅树脂管和造粒单元，流到喷嘴，并在此形成连续的液体射流。调整液体流速和/或频率，使得通过频闪灯观察得到清晰的液珠链。当液珠链从喷嘴下方 3 至 5 mm 处开始清楚地分开数厘米，此时即为期望的设置。记录该期望设置对应的流量调节阀的位置。
6. 增大振动频率，直到液珠链开始变得不稳定。然后通过慢慢增大气压或慢慢打开流速调节阀来增大液体流速，直到恢复均匀的液珠链。在相反方向上重复上述操作，即减小流速，并通过减小振动频率进行补偿。当您熟悉这两种设置之间的关系后，便可结束操作。

提示

0.1 至 0.8 bar 之间的气压设置已足以泵出聚合物混合物。应避免使用 1.0 bar 以上的工作压力，否则可能出现诸如以下问题：

- *喷嘴堵塞。*
- *聚合物混合物粘度过高。*
- *对于所使用的聚合物混合物而言，喷嘴尺寸过小。*

7. 以 500 V 的电压激活静电分散单元。以 100 V 的步级增大电压，使得液珠流在电极之后 3 至 10 cm (1" 至 4") 呈环形散布。最佳距离为电极下方约 5 cm (2")。

提示

液珠流的环形散布越强烈，液珠均匀度越好。这不仅取决于静电张力，还受到液体流速和振动频率这些因素的影响。理想状况下，液珠应在喷嘴和电极末端之间的静电场内与液体射流分离。

8. 一旦形成稳定对称的散布，移去注有聚合溶液的烧杯的盖板，或使用装有聚合溶液和搅拌板(和接地夹) 的烧杯换掉装水的烧杯，收集液珠，持续时间大约 1 分钟。当收集液珠时，在 *表 6-3* 中记录工艺参数。盖上或切换烧杯，并关闭静电电压和振动控件，以停止液珠生产。

提示

在每次运行之后应立即用蒸馏水彻底清洁喷嘴，以免聚合物混合物干燥而导致喷嘴堵塞或部分闭塞。

9. 使用带微米目镜的显微镜下检查液珠，然后在表 *6-3* 中记录观测到的直径、均匀度和形状。

10. 每次工艺参数更改时，重复该过程。

表 6-3：微胶囊造粒仪试验测试工作表 (压力瓶)

喷嘴尺寸 [µm]					
藻酸盐浓度 [%]					
流速调节阀的位置					
振动频率 [Hz]					
振幅					
液珠大致尺寸 [µm]					
均匀性 [%]					
注释					

提示

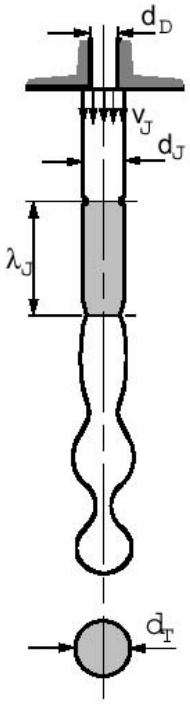
当生产直径 < 500 µm 的小液珠时，可能会出现形状不是球形而是有些像卵形的情况。这主要是由于聚合溶液的表面张力导致的。液珠非常关键的一点是其进入聚合溶液的过程。如果表面张力太高，则液珠的表面将会有一些回缩，在液珠重新恢复圆形之前聚合过程便已开始。要解决这个问题，可在聚合混合物中添加少量表面活性剂，例如，吐温 20。

11. 在相同振动频率和泵出速度下，开启和关闭静电张力功能，分别收集液珠，比较静电张力的影响。

6.7 理论背景

公式 1：

$$f = \frac{v}{\lambda}\left[Hz\right]$$



当层流射流受到频率为 f 的机械扰动时，将形成大小均匀的液珠[1]。根据 Weber[2]，最佳分离波长 λ_{opt} 通过以下公式得出：

公式 2：

$$\lambda_{opt} = \pi\sqrt{2}D \cdot \sqrt{1+\frac{3\eta}{\sqrt{\rho\sigma D}}}\left[m\right]$$

其中：
- D = 喷嘴直径
- η = 动态粘度 [Pa s]
- ρ = 密度 [kg/m³]
  (对于藻酸盐溶液，约 1,000 kg/m³)
- σ = 表面张力 [N/m]
  (对于藻酸盐溶液，约 55×10^{-3} N/m)

对于给定喷嘴直径和包埋混合物粘度，λ_{opt} 是获得液珠最优成形的最佳波长。λ_{opt} 值可更改 30 %，仍可实现良好的液珠成形。

液珠直径 (= d [m]) 可通过流速 (= V' [m³/s]) 和脉动频率 (f) 根据下列公式计算得到：

公式 3：

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V'}{\pi f}}\left[m\right]$$

射流速度 (= v [m/s]) 和喷嘴直径 (= D [m]) 根据下列公式与流速 (V') 相关：

公式 4：

$$V' = \frac{\pi v D^2}{4}\left[m^3/s\right]$$

图 6-4 显示了根据公式 4 计算结果，流速与射流速度及喷嘴直径的相关性。由于液体必须呈层状流动，射流速度的工作范围通常在 1.5 至 2.5 m/s 之间，具体取决于液体粘度和喷嘴直径。

[1] Lord Rayleigh 1878. Proc. London Math. Soc. 10:4

[2] Weber C. 1936. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. 11:136.

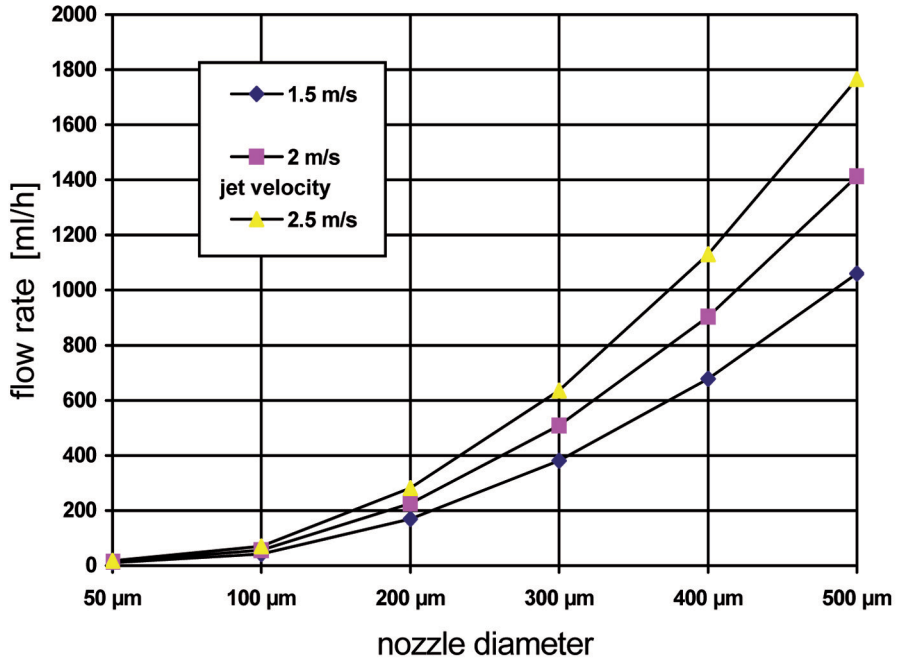


图 6-4：根据公式 4 的计算结果，液体射流速度和喷嘴直径对流速的影响。

图 6-5 显示了根据公式 4 的计算结果，五种不同流速下振动频率和液珠直径之间的相关性。流速越低 (对应于较低的泵出速度)，产生的液珠越小。振动频率越高，产生的液珠同样越小。

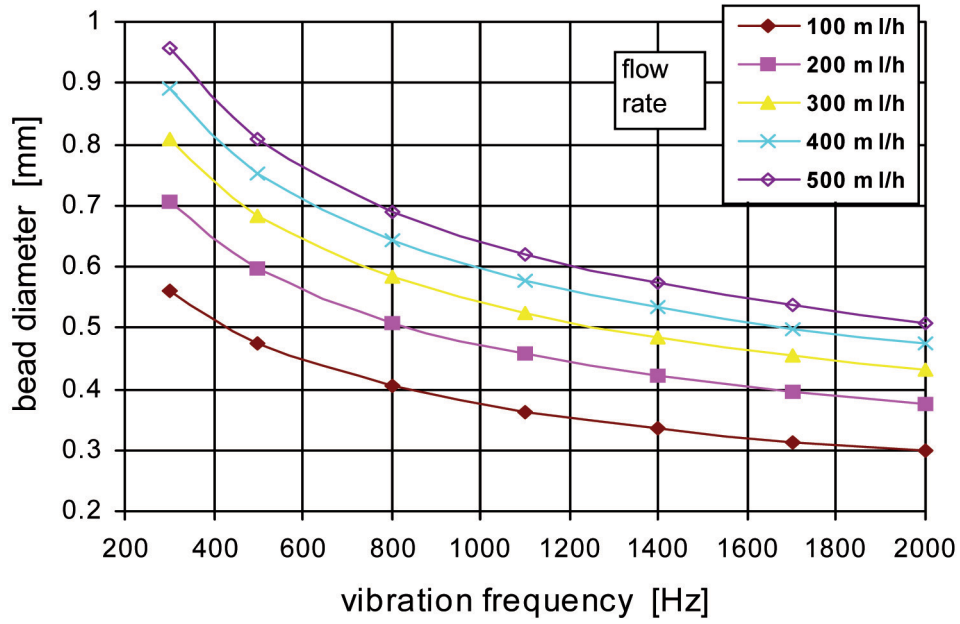


图 6-5：根据公式 4 的计算结果，振动频率和流速对液珠直径的影响。

表 6-4：由藻酸盐溶液确定的微胶囊造粒仪最佳工作条件

喷嘴直径 [µm]	流速 * [mL/min]	频率间隔 **	振幅	气压 [bar]
1.0 mm	30 至 40	40 至 220 Hz	2 至 6	0.3 至 0.6
750 µm	19 至 25	40 至 300 Hz	2 至 5	0.3 至 0.5
450 µm	9 至 14	150 至 450 Hz	2 至 5	0.3 至 0.5
300 µm	5.5 至 7	400 至 800 Hz	1 至 3	0.3 至 0.5
200 µm	3.5 至 4.5	600 至 1,200 Hz	1 至 3	0.4 至 0.6
150 µm	2.3 至 2.8	800 至 1,800 Hz	1 至 3	0.4 至 0.6
120 µm	1.5 至 1.8	1,000 至 2,500 Hz	1 至 4	0.5 至 0.7
80 µm	1.1 至 1.3	1,300 至 3,000 Hz	1 至 4	0.5 至 0.7

* 使用 2 % 低粘度藻酸盐溶液采用 750 µm 和 1.0 mm 喷嘴进行测试，使用 1.5 % 藻酸盐溶液采用 150 至 500 µm 喷嘴进行测试，使用 1.2 % 藻酸盐溶液采用 80 和 120 µm 喷嘴进行测试。
** 应用高压上限值。

提示
对于与测试所用粘度不同的溶液，有以下结论：

- *粘度越高，最小射流速度越大*
- *粘度越高，工作流速越大*
- *粘度越高，最优频率越低*
- *粘度越高，液珠越大*

6.7.1 造粒能力和细胞密度

图 6-6 和 *6-7* 指示从 1 mL 液体形成的液珠数量。直径为 0.4 mm 的液珠，大约可形成 30,000 颗，直径为 1 mm，则只能形成 2,000 颗。

图 *6-8* 和 *6-9* 指示对于给定细胞密度和液珠直径，一个液珠中所包埋的细胞数量。这些数字可帮助您选择固化混合物中适当的细胞密度。例如，如果固化混合物每 mL 包含 1×10^6 个细胞，则每个 0.4 mm 液珠中平均有大约 33 个细胞，但在每个 1 mm 液珠中，有大约 520 个细胞。

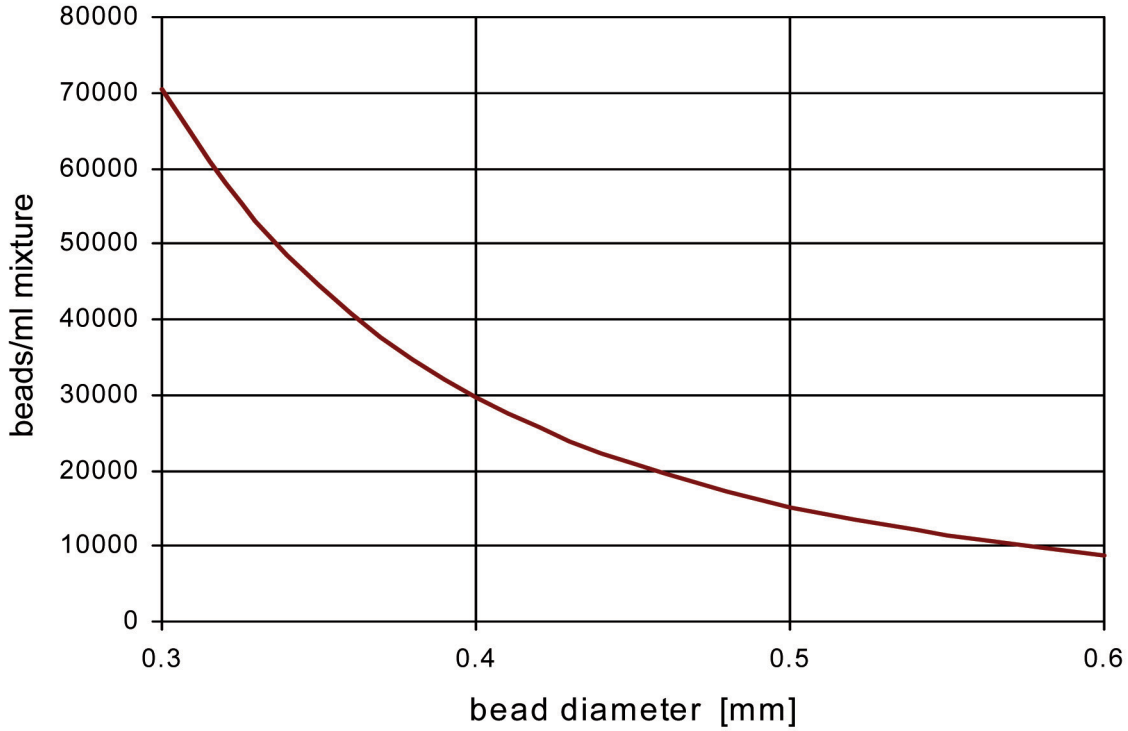


图 6-6：1 mL 固化混合物可形成的直径 0.3 至 0.6 mm 液珠数量。

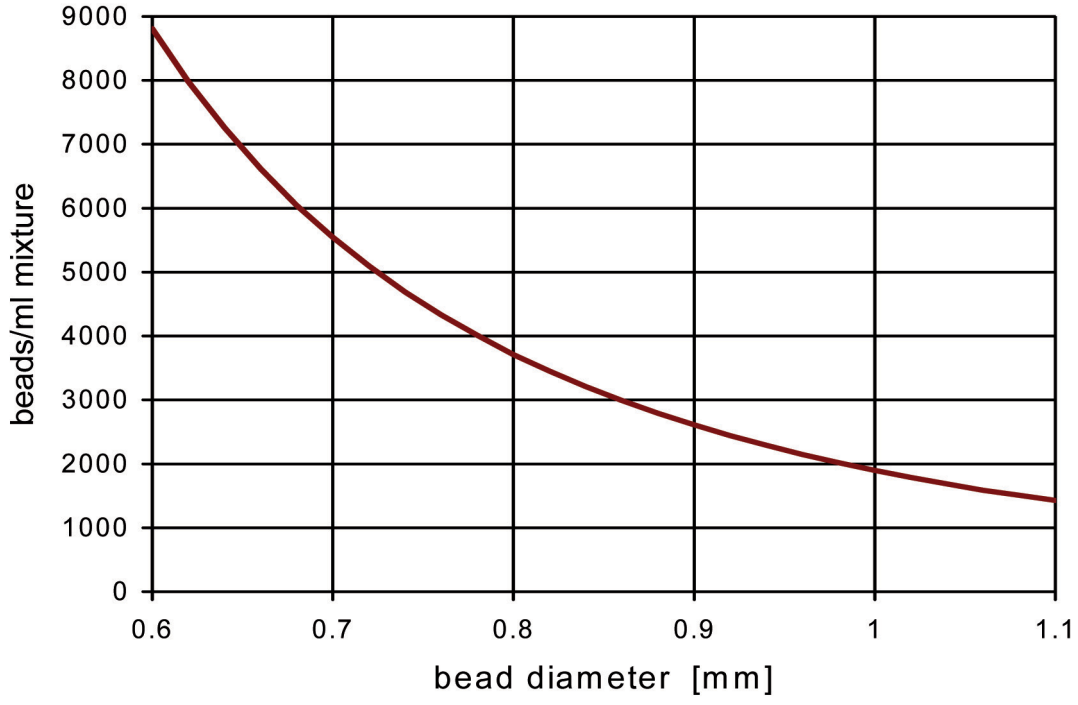


图 6-7：1 mL 固化混合物可形成的直径 0.6 至 1.1 mm 液珠数量。

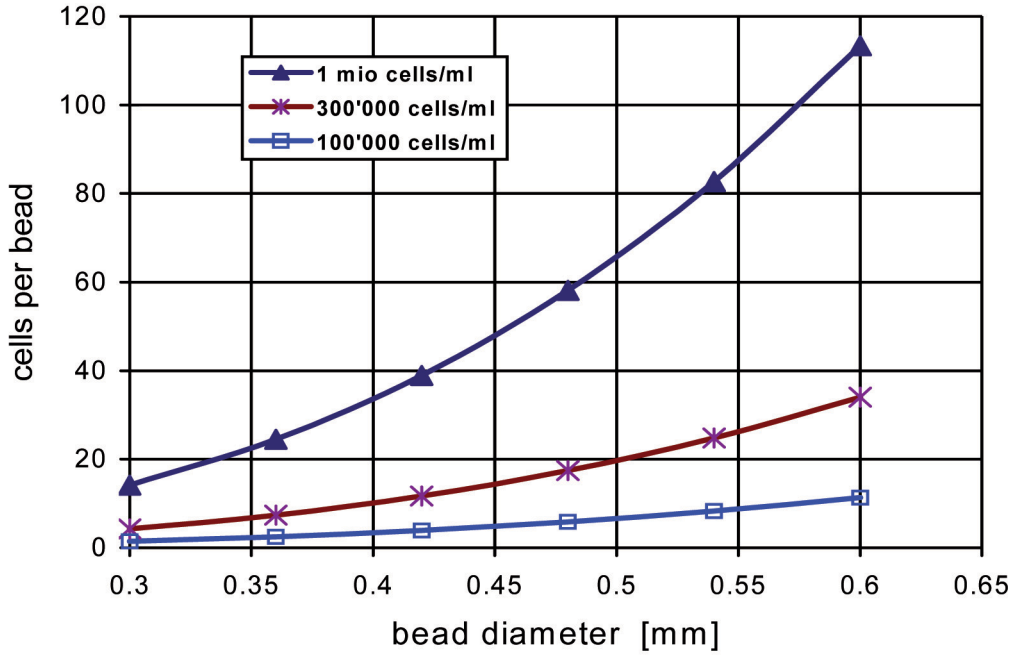


图 6-8：对于直径 0.3 至 0.6 mm 的液珠，由不同细胞浓度制成的液珠每个所包含的细胞数量。

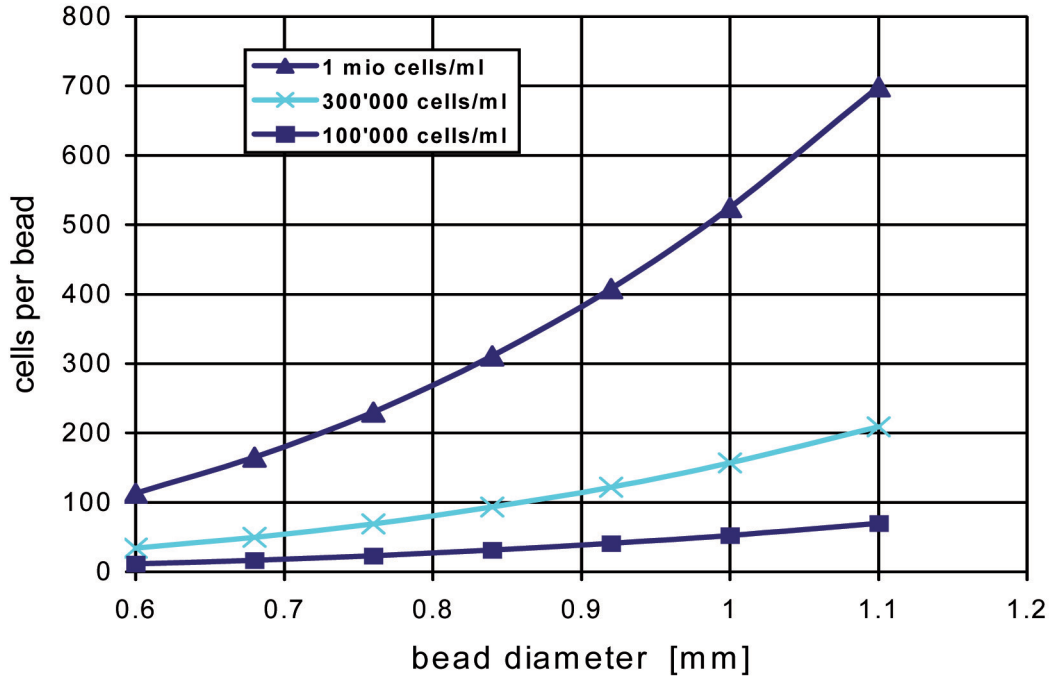


图 6-9：对于直径 0.6 至 1.1 mm 的液珠，由不同细胞浓度制成的液珠每个所包含的细胞数量。

7 维护和维修

本章介绍如何执行维护工作，以便保持仪器良好、安全的工作状态。所有需要打开或拆除仪器外壳的维护和维修工作都必须由经过培训的人员使用专用工具执行。

提示
维护只能使用原装消耗品和原装备件，以保证保修资格和持续可靠的系统性能。对微胶囊造粒仪 B-390 或其零件的任何改造都必须事先得到制造商的书面许可。

7.1 客户服务

只允许由授权的服务人员执行仪器维修工作。授权人员需要经过全面的技术培训，了解对仪器开展工作时可能出现的危险。这些培训和知识只能由 BUCHI 提供。

BUCHI 客户服务办事处地址请查阅 BUCHI 网站：
www.buchi.com。如果仪器出现故障，或者您有技术问题或应用问题，可与这些办事处联系。
客户服务中心提供以下服务：

- 备件交付
- 维修
- 技术咨询

7.2 外壳状况

检查外壳是否有可见的缺陷 (开关、插头、裂纹)，定期使用湿布进行清洁。
微胶囊造粒仪控制单元的使用方式应等同于其他电气设备。前面板贴有一层聚酰胺薄膜，因而可使用温和的清洁剂溶液或酒精进行清洁。

7.3 密封件状况

建议定期检查密封件是否完好无损。垫圈、O 形圈和硅树脂管应定期更换 (大约每年更换一次)。使用前检查所有零件，必要时进行更换。

7.4 清洁

⚠ 警告

喷嘴堵塞会导致进气系统中的压力增大。

这会造成进气系统爆炸。

使用时接触或摄入有害物质可导致重度中毒或死亡。

- 使用后应立即清洁喷嘴，参见下一节。

	穿戴实验室防护服
	佩戴护目镜
	佩戴防护手套

7.4.1 在每次包埋之后清洁喷嘴

使用后应立即清洁喷嘴，这一点很重要，可防止包埋介质 (藻酸盐等) 变干堵塞系统。

1. 将喷嘴留在造粒单元的原位。
2. 将 20 mL 或 60 mL 注射器连接到造粒单元，注入 20 至 60 mL 蒸馏水或用于包埋聚合物的溶剂。
3. 如果需要的话，从造粒单元上拧下喷嘴，使用去离子水或适当的溶剂进行冲洗 (参见*图 7-1*)，然后使用气流吹干喷嘴。

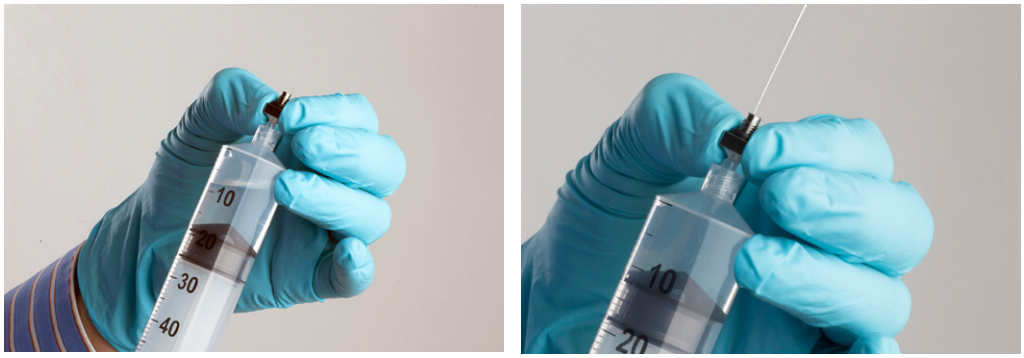


图 7-1：喷嘴清洁步骤

- 取一支顶部含空气、底部含水的注射器。
- 将空气注入喷嘴 (左图)。
- 然后立即将水推入喷嘴 (右图)。
- 在立体显微镜下仔细检查喷嘴尖头，确保通路清晰清洁。

提示
如果使用亲脂性固化溶液，则需要使用适当的溶剂进行清洁。对于藻酸盐，不得使用酸性溶液，它们会形成沉淀物。

7.4.2 清洁堵塞的喷嘴

拧下喷嘴。让空气或水流经喷嘴，如*图 7-1* 所示。

如果喷嘴尖头不干净，根据包埋的混合物类型，在室温下将喷嘴浸入水、适当溶剂、1N NaOH 或 1N 硫酸 (切勿使用 HCl) 中 1 小时，并定期搅动。对整个不锈钢喷嘴进行超声处理也很有效。佩戴适当的防护用品。使用蒸馏水冲洗，用空气吹净，晾干。

在立体显微镜下仔细检查喷嘴尖头，确保通路清晰清洁。

提示
如果使用亲脂性固化溶液，则需要使用适当的溶剂进行清洁。对于藻酸盐，不得使用酸性溶液，它们会形成沉淀物。

7.4.3 清洁造粒单元

拆卸造粒单元。不得拆除磁底座！
根据需要，使用温和的清洁剂溶液、0.01N NaOH 或 0.01N 硫酸 (切勿使用 HCl) 清洗所有零件。使用热水彻底冲洗，然后使用蒸馏水冲洗并晾干。

8 故障检测

8.1 故障及解决措施

下表列出了可能的操作错误及其原因。可反向逐步设置参数或安装缺失的零件来进行修复。

表 8-1：可能的原因

问题	可能的原因
液流不稳定	液体流速过低。
	喷嘴不干净 (常见原因)。
	频率过高。
	振幅过高。
液珠链不稳定	频率过高或过低。
	液体流速过高或过低。
	喷嘴不够干净。
	振幅过低或过高。
液珠尺寸分布不均匀	液体流速过高。
	频率过高。
	静电张力过低。
	固化混合物为非牛顿液体，难以挤出或变为颗粒状。
液珠链不分离	电极未连接到控制单元。
	电气张力过低。
	电极未打开。
在频闪灯下液珠不可见	振动单元未激活。
	振动单元未安装到造粒单元上。
	振动频率过低或过高。
	固化混合物的粘度过高。

9 关机、存储、运输和处置

本章介绍了如何关机和包装仪器进行存储或运输， 还列出了存储和装运条件的技术规范。

9.1 存储和运输

关闭仪器，拆下电源线。等待所有热零件 (例如，加热块和承板) 冷却。

如要拆卸微胶囊造粒仪 B-390，请按照与第 5 章中安装说明相反的顺序操作。在包装仪器前，应清除所有液体和灰尘残留物。

警告

接触或摄入有害物质可导致重度中毒或死亡。

- 佩戴护目镜
- 佩戴安全手套
- 穿戴实验室防护服
- 彻底清洁仪器和所有附件，清除可能有危险的物质
- 不要使用压缩空气清洁脏污的零件
- 将仪器及其附件装入原始包装中存放在干燥场所

9.2 处置

有关环保的仪器处置方式，请参见*第 3.3 节*提供的材料列表。该表可确保正确分离和回收组件。请务必遵守地区和当地关于处置的现行法律。要获取帮助，请联系您当地的相关机构！

提示

在将仪器退回制造商进行维修工作时，请复印并填写健康与安全审核表 (第 10.2 节)，并随仪器附上。

10 声明和要求

10.1 FCC 要求 (适用于美国和加拿大)

English:

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to both Part 15 of the FCC Rules and the radio interference regulations of the Canadian Department of Communications. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment.
This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

Français:

Cet appareil a été testé et s'est avéré conforme aux limites prévues pour les appareils numériques de classe A et à la partie 15 des réglementations FCC ainsi qu'à la réglementation des interférences radio du Canadian Department of Communications. Ces limites sont destinées à fournir une protection adéquate contre les interférences néfastes lorsque l'appareil est utilisé dans un environnement commercial.
Cet appareil génère, utilise et peut irradier une énergie à fréquence radioélectrique, il est en outre susceptible d'engendrer des interférences avec les communications radio, s'il n'est pas installé et utilisé conformément aux instructions du mode d'emploi. L'utilisation de cet appareil dans les zones résidentielles peut causer des interférences néfastes, auquel cas l'exploitant sera amené à prendre les dispositions utiles pour palier aux interférences à ses propres frais.

10.2 健康与安全间隙表

Health and Safety Clearance

Declaration concerning safety, potential hazards and safe disposal of waste.

For the safety and health of our staff, laws and regulations regarding the handling of dangerous goods, occupational health and safety regulations, safety at work laws and regulations regarding safe disposal of waste, e.g. chemical waste, chemical residue or solvent, require that this form must be duly completed and signed when equipment or defective parts were delivered to our premises.

Instruments or parts will not be accepted if this declaration is not present.

Equipment

Model: Part/Instrument no.:

1.A Declaration for non dangerous goods

We assure that the returned equipment

☐ has not been used in the laboratory and is new

☐ was not in contact with toxic, corrosive, biologically active, explosive, radioactive or other dangerous matters.

☐ is free of contamination. The solvents or residues of pumped media have been drained.

1.B Declaration for dangerous goods

List of dangerous substances in contact with the equipment:

Chemical, substance	Danger classification

We assure for the returned equipment that

☐ all substances, toxic, corrosive, biologically active, explosive, radioactive or dangerous in any way which have pumped or been in contact with the equipment are listed above.

☐ the equipment has been cleaned, decontaminated, sterilized inside and outside and all inlet and outlet ports of the equipment have been sealed.

2. Final Declaration

We hereby declare that

- we know all about the substances which have been in contact with the equipment and all questions have been answered correctly
- we have taken all measures to prevent any potential risks with the delivered equipment.

Company name or stamp: _____

Place, date: _____

Name (print), job title (print): _____

Signature: _____

Distributors

Quality in your hands

BUCHI联系信息:

上海办事处
上海市长宁区淮海西路570号C7-104，202单元
中国 上海 200052
电话：+86 21 6280 3366
传真：+86 21 5230 8821

香港办事处
香港中环云咸街1-3号南华大厦14楼
中国 香港
电话：+852 2389 2772
传真：+852 2389 2774

北京办事处
北京市海淀区中关村南大街12号南317室
中国 北京 100081
电话：+86 10 8225 5567
传真：+86 10 8225 5587

广州办事处
广州市天河区天河北路桥林路47号中旅商务大厦东塔1404室
中国 广州 510610
电话：+86 20 3885 4045
传真：+86 20 3884 8947

昆明办事处
昆明市国防路129号恒安写字楼1016室
中国 昆明 650000
电话：+86 871 6363 2993
传真：+86 871 6362 8264

全国免费服务热线 400 820 0982 | china@buchi.com | www.buchi.com

我们在全球拥有 100 多家销售合作伙伴
查看您当地的销售代表，请访问：www.buchi.com