青岛水德科技有限公司 | 丹麦 KC-Denmark 公司 | 操作手册

深海蠕动泵 6000m

Peristaltic Pump 11.350 / 11.360 / 11.370 | Manual

操作手册 · 中文版（依据原厂 2026 年 9 月 5 日版译制）

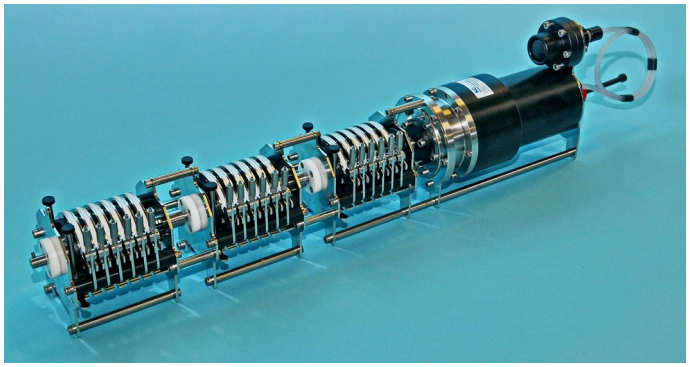


图 1　深海蠕动泵（18 通道配置）

产品型号	11.350 / 11.360 / 11.370（11.370 为 18 独立通道型）
工作深度	最深 6000 m（压力补偿结构，取决于电池配置）
深度配置	4000 m 以浅用电池筒 100.217；6000 m 用电池筒 100.226
材质	AISI 316 不锈钢
供电	10–24 V DC；连续泵送需外接电池电源（标配不含电源与延时触发器）
通道配置	标准 6 通道，可扩展 12 或 18 通道（每模块 3 或 6 通道）
泵管	硅管或类似软管，内径 Ø1.5–3.0 mm，壁厚 0.5 mm
版次	Rev. September 5, 2026 - lkj
原厂	KC Denmark A/S（丹麦）

本手册依据原厂英文操作手册译制，供设备操作与维护人员使用；如与原厂最新版本不一致，以原厂资料为准。

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-KCD-FP-113XX | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

目录

1 概述.....2
2 安装.....3
3 装管步骤.....4
4 可编程采样.....6
5 多通道配置.....7
6 维护.....7
7 安全与操作注意.....7
8 Fluorinert 的加注与更换.....8
9 故障排查.....9
10 附录：SubConn 接插件保养说明.....10
11 附录：Fluorinert 产品资料.....12
12 中文版说明.....16

1 概述

本蠕动泵为压力补偿结构，最深可在 6000 m 深度工作（取决于电池配置）。4000 m 以浅布放须用电池筒 100.217，6000 m 须用电池筒 100.226。泵体由 AISI 316 不锈钢制成，适用于海洋学与环境研究中的多通道水样采集。

标准配置为 6 通道，可按需提供其他配置。标配不含电源与延时触发器。连续泵送时，接 24 V DC 电池电源。

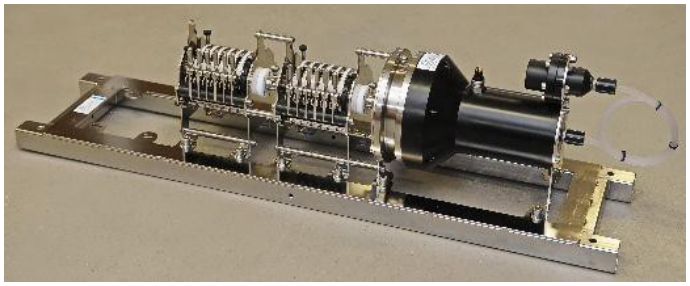


图 2　泵装于框架上（框架须另行订购，可按需定制框架或托架）



图 3　电池筒（100.217 用于 4000 m；100.226 用于 6000 m）

2　安装

2.1　机械安装

- 用合适的不锈钢紧固件把泵牢固安装在框架、着底架或 ROV 结构上。
- 保证泵的位置便于接近管路接口和 Subconn 水密插座。
- 检查管路走向没有会限制流量或损伤泵管的急弯、扭折。
- 框架须另行订购；可按需定制框架或托架。

2.2　电池筒安装

- 按最大作业深度选择电池筒：布放深度 4000 m 以浅用 100.217，6000 m 用 100.226。
- 按厂商说明安装电池筒，确保所有 O 形圈润滑到位、密封完好。
- 用 Subconn MCBH5M 水密插头把电池筒接到泵上，确保连接牢固、水密可靠。SubConn 接插件的正确保养方法见本册第 10 章附录。

2.3　电气连接

- 泵工作电压为 10–24 V DC。连续泵送时，接能输出 10–24 V DC 的电池电源。
- 在 10–24 V DC 范围内改变输入电压即可调节流量。
- SubConn 接线：1 号针 = 正极（+），2 号针 = 负极（−）。见第 8 章原理图。

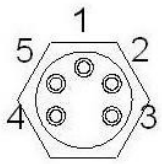


图 4　MCBH5M 插头（公头端面视图，1–5 号针位）

注意　接通电源前务必核对极性，以免损坏电机。标配不含电源与延时触发器，如有需要须另行订购。若需可编程采样，泵可预留编码器安装位，用于按体积控制泵送量。

2.4 泵管安装

- 使用硅管或类似软管，内径 Ø1.5–3.0 mm，壁厚 0.5 mm。
- 把泵管穿过泵的通道，保证各滚轮上的张力一致。
- 为获得最佳流量，不要把泵管压得过紧或过度压缩。
- 定期更换泵管，以保持流量准确并避免样品间交叉污染。

3 装管步骤

提示 第 6–12 步的照片均为使用外径 15.9 mm 软管的大泵示例，装管方法与本品相同。

6. 把手柄朝自己方向拉动，带弹簧的管夹座即松开泵管。
7. 手柄停在竖直位置。
8. 打开管夹座。
9. 插入泵管前，可先在管上抹硅脂，减小泵管与机构滚轮之间的摩擦。把泵管挤入开缝孔装上。
10. 对某些泵管，可能需要用胶水加装一个外套环，防止泵管被拉过蠕动机构。
11. 合上管夹座。
12. 一面下压管夹座，一面推入锁定旋钮，把管夹座锁定。

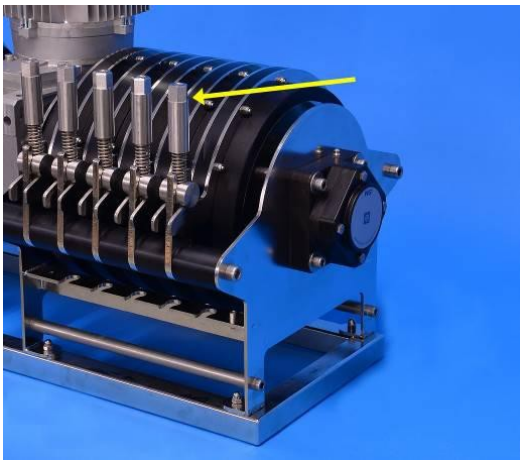


图 5 把手柄朝自己方向拉动，松开弹簧管夹座

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-KCD-FP-113XX | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

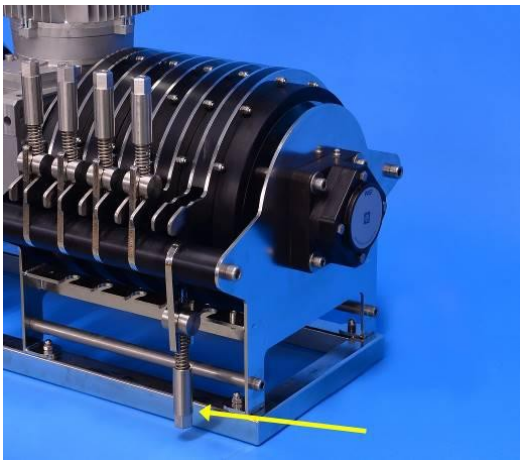


图 6　手柄停在竖直位置

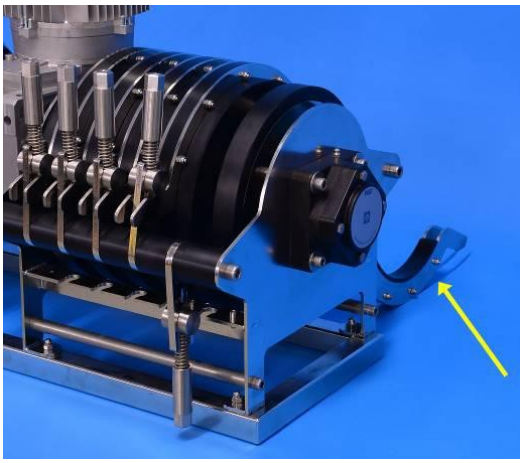


图 7　打开管夹座

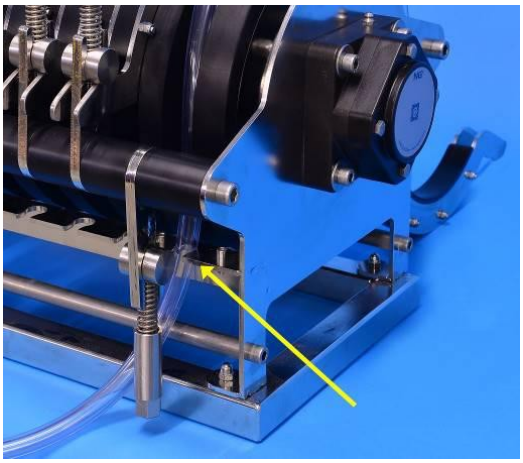


图 8　泵管挤入开缝孔装入泵头



图 9　用胶水加接外套环的泵管

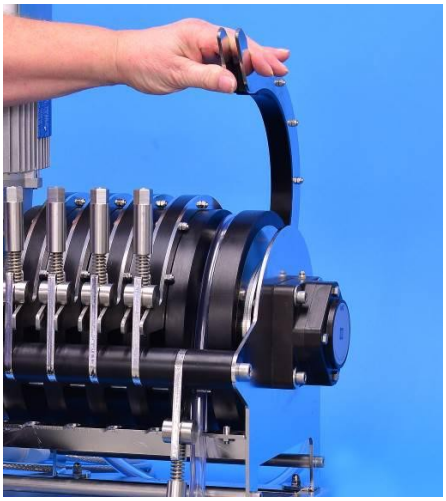


图 10　合上管夹座

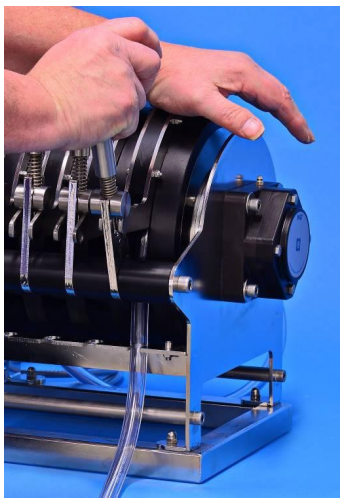


图 11　下压管夹座并推入锁定旋钮

4　可编程采样

13. 若配延时触发器或编码器，泵可编程实现定时或按体积采样，编程界面直观。

14. 延时触发器（如 KC Denmark 60.010 型）可装入电池筒，实现自动采样序列。

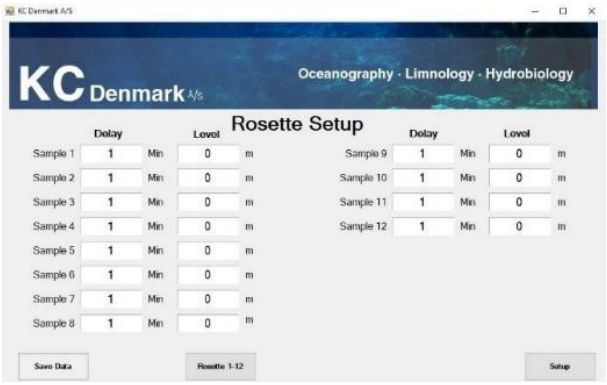


图 12　KC DelayUnit 延时触发编程界面（Peristaltic Pump 泵送参数页）

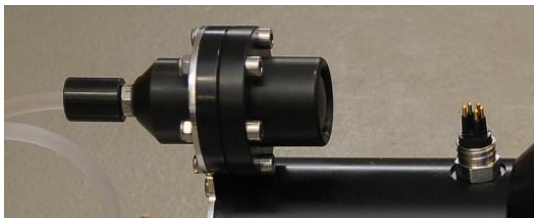


图 13　泵上安装的编码器（按体积控制泵送量）

5　多通道配置

14. 标准 6 通道配置可通过加装泵模块（每模块 3 或 6 通道）扩展到 12 或 18 通道。

15. 保证各通道负载均匀，以维持电机运转平衡。

6　维护

15. 每次布放前后检查泵管有无磨损、开裂或变形。

16. 在海水环境使用后用淡水冲洗泵，防止腐蚀。

17. 每次布放前检查所有电气接插件有无腐蚀或损伤。

18. 电池筒与接插件上的 O 形圈用合适的硅脂润滑。

7　安全与操作注意

- 不得超过所选电池筒的额定深度。
- 本机带压力补偿系统，其橡胶膜可做检查：轻按膜片即可（见图 14）。
- 安装过程中小心搬运，避免损伤泵管或电气部件。
- 部分部件（PVC 件、橡胶带、橡胶膜等）若长期暴露于阳光直射，或使用后未冲净盐水，会影响产品的耐久性与完好性，且不在保修范围内。

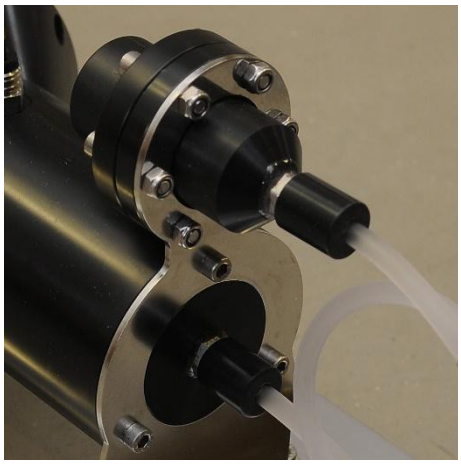


图 14　压力补偿橡胶膜检查：轻按膜片

8　Fluorinert 的加注与更换

8.1　更换背景

17. 有一个重要的市场情况必须了解：3M 已正式停产全部 Fluorinert 和 Novec 产品。现在如需更换补偿液，只能使用现有库存，或改用经认可的替代品。

18. 自 3M 完全停产含 PFAS 氟化液以来，行业现已改用与原液物理性质、化学惰性和介电强度都十分接近的直接「drop-in」替代液。可直接替代的产品如 Solvay Galden® PFPE、BestSolv® 或 TMC 系列等——例如替代传统 FC-3283 或 FC-40 液或类似品。

19. 混溶性：若系统无法彻底排空，务必核实所选替代液与系统内原有 Fluorinert 液 100% 互溶。

8.2 压力补偿系统的分步更换指南

19. 准备与排空：Fluorinert 及其替代液都极其昂贵，请在十分洁净的环境中作业，防止灰尘和水分污染。打开系统最低处的排液堵头和顶部放气螺钉，把液体排入洁净容器。轻压补偿波纹管/皮囊，把系统内残液挤出。废旧氟化液通常可以回收，其在正常使用中不会发生化学降解。

20. 冲洗系统（污染或换液品牌时必须执行）：若旧液发黑、含颗粒，或要整体改用新品牌液体，应冲洗系统。用少量洁净新液冲洗系统，把残留物和颗粒带出，然后再次排空。

21. 加注与真空脱气（关键步骤）：强烈推荐真空加注——为避免电机绕组和补偿器内滞留空气，先用真空泵对系统抽真空再吸入液体，可把系统内的大气抽出。若无法真空加注则手动加注：加注务必极慢，尽量减少发泡和气泡；加注过程中手动盘动电机轴数圈，释放转子与定子内滞留的气泡。

22. 设定补偿量：电机系统充满后，按当前环境温度把补偿波纹管设定到正确的预压量。波纹管在室温下既不能完全张开也不能完全压扁——入冷海水后液体体积收缩，波纹管须有余量收缩。用正确的 O 形圈密封系统，并把所有部件按规定的扭矩值紧固。

警告 压力补偿系统（常配柔性橡胶皮囊或补偿波纹管）对微小气泡十分敏感。气泡在海床压力下被压缩，可能损伤波纹管或电机。

9 故障排查

故障现象	可能原因	解决办法
无流量	电源未接	检查电源与极性
各通道流量不均	泵管张力不均	把泵管张力在滚轮间调匀
电机不转	电池耗尽或接插件故障	检查电池电量与接插件完好性
接插件处渗漏	O 形圈损坏或未落座	检查并更换 O 形圈；重新插接接插件

电机与光耦系统原理图见原版手册第 8 页（本册附录图 15）。

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-KCD-FP-113XX | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

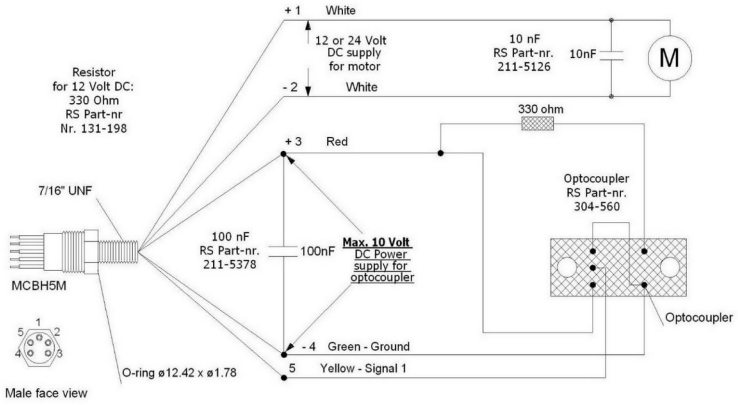


图 15　电机与光耦系统原理图（原文第 8 页）

10　附录：SubConn 接插件保养说明

原文第 13–16 页随附 MacArtney《SubConn® Handling instructions》（2018 年 11 月版）接插件操作保养说明，中文版全文译出如下。

10.1　操作要点

- 每次对接前必须用 Molykote 44 Medium 润滑脂润滑接插件。
- BH、BCR 与 FCR 接插件的 O 形圈一律用 Molykote 111 润滑。
- 拔接插件时沿轴线直向外拔，不要斜着拔。
- 不要拉拽线缆，避免线缆进缆处出现急弯。
- 使用穿舱接插件时，确保不承受角度载荷。
- 紧固穿舱螺母时务必按推荐扭矩施拧。
- SubConn® 接插件不应长时间暴露于高温或阳光直射。若接插件已非常干燥，使用前应先在淡水中浸泡。

10.2　润滑产品

- 可用：Molykote 44 Medium。
- 禁用：WD-40 或类似产品；复合润滑脂（Compound）或类似润滑产品。

10.3 水上润滑与对接（干对接）

- 每次对接前必须用 Molykote 44 Medium 润滑。
- 母头（插座）内应涂有不少于插孔深度 1/10 的润滑脂层。
- 所有插孔的内缘都应被完全覆盖，且接插件端面上留下一层可见的薄透明油脂。
- 润滑后把公母头完全对接，保证油脂均匀分布到所有插针和插孔。
- 为确认油脂涂布充分，可脱开对接检查每根公针上是否都有油脂，然后重新对接。

10.4 水下润滑与对接（湿对接）

- 每次对接前必须用 Molykote 44 Medium 润滑。
- 母头（插座）内应涂有约插孔深度 1/3 的润滑脂层。
- 所有插孔都应被完全封住，端面上留下一层可见的透明油脂。
- 润滑后把公母头完全对接，并擦净接缝处挤出的多余油脂。

10.5 清洗产品与锁固剂

- 可用：喷罐型触点清洗剂（异丙醇 IPA，见下）；中性皂液加温水。
- 禁用：丙酮或类似产品；汽油或类似产品。
- * 接插件的一般清洁与泥沙清除应使用喷罐型触点清洗剂（异丙醇）进行。
- 清洗后再次对接前必须重新涂润滑脂。
- 锁固剂用法：非金属（PEEK）接插件一律用 Loctite 5910 锁固；金属接插件推荐用 Loctite 243 锁固。

10.6 同轴（COAX）接插件

- 只润滑橡胶件——切勿润滑同轴插针和插孔。
- 不得在水下对接；只能配锁紧套筒使用。

10.7 穿舱接插件紧固扭矩

规格	材质	推荐扭矩 (Nm)
3/8" – 24 UNF	黄铜、铝	4.0
3/8" – 24 UNF	不锈钢、钛	6.0
3/8" – 24 UNF	PEEK	2.0

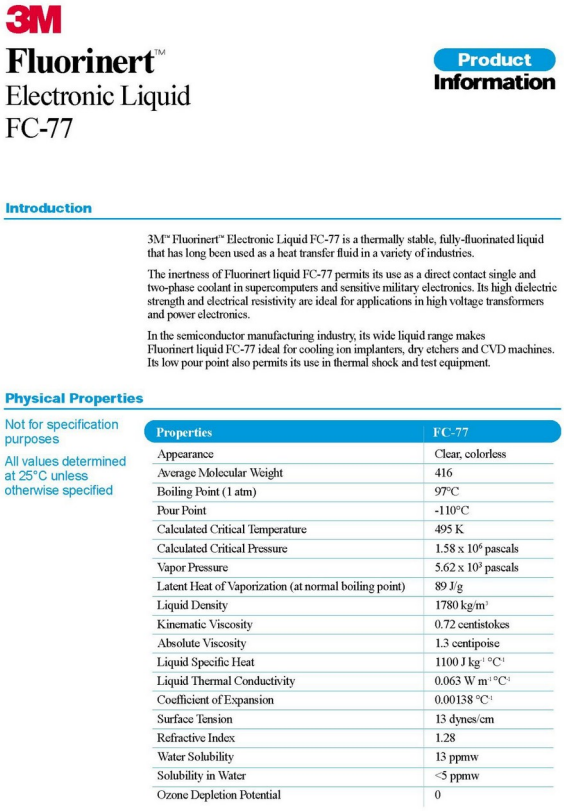
规格	材质	推荐扭矩 (Nm)
7/16" – 20 UNF	黄铜、铝	10.0
7/16" – 20 UNF	不锈钢、钛	14.0
7/16" – 20 UNF	PEEK	4.2
1/2" – 20 UNF	黄铜、铝	15.0
1/2" – 20 UNF	不锈钢、钛	21.0
1/2" – 20 UNF	PEEK	5.2
5/8" – 18 UNF	黄铜、铝	29.0
5/8" – 18 UNF	不锈钢、钛	41.0
5/8" – 18 UNF	PEEK	10.0
3/4" – 16 UNF	黄铜、铝	44.0
3/4" – 16 UNF	不锈钢、钛	63.0
3/4" – 16 UNF	PEEK	15.0
7/8" – 14 UNF	黄铜、铝	60.0
7/8" – 14 UNF	不锈钢、钛	80.0
7/8" – 14 UNF	PEEK	20.0
1" – 14 UNF	黄铜、铝	75.0
1" – 14 UNF	不锈钢、钛	100.0
1" – 14 UNF	PEEK	25.0

10.8 压力平衡系统用油

- MacArtney 建议：油补偿系统使用 DC-200/350 或 PMX-200/350 油。

11 附录：Fluorinert 产品资料

原文第 9–12 页为 3M《Fluorinert™ Electronic Liquid FC-3283》产品资料页（含产品简介与粘度—温度特性曲线等），系厂商原版数据表，中文版按原样附后、不作翻译。3M 已停产该系列产品，选用替代液请参见本册第 8 章。



3M

Fluorinert™
Electronic Liquid FC-77

Product Information

Introduction

3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 is a thermally stable, fully-fluorinated liquid that has long been used as a heat transfer fluid in a variety of industries.

The inertness of Fluorinert liquid FC-77 permits its use as a direct contact single and two-phase coolant in supercomputers and sensitive military electronics. Its high dielectric strength and electrical resistivity are ideal for applications in high voltage transformers and power electronics.

In the semiconductor manufacturing industry, its wide liquid range makes Fluorinert liquid FC-77 ideal for cooling ion implanters, dry etchers and CVD machines. Its low pour point also permits its use in thermal shock and test equipment.

Physical Properties

Not for specification purposes

All values determined at 25°C unless otherwise specified

Properties	FC-77
Appearance	Clear, colorless
Average Molecular Weight	416
Boiling Point (1 atm)	97°C
Pour Point	-110°C
Calculated Critical Temperature	495 K
Calculated Critical Pressure	1.58 x 10^6 pascals
Vapor Pressure	5.62 x 10^3 pascals
Latent Heat of Vaporization (at normal boiling point)	89 J/g
Liquid Density	1780 kg/m^3
Kinematic Viscosity	0.72 centistokes
Absolute Viscosity	1.3 centipoise
Liquid Specific Heat	1100 J kg^{-1} $°C^{-1}$
Liquid Thermal Conductivity	0.063 W m^{-1} $°C^{-1}$
Coefficient of Expansion	0.00138 $°C^{-1}$
Surface Tension	13 dynes/cm
Refractive Index	1.28
Water Solubility	13 ppmw
Solubility in Water	<5 ppmw
Ozone Depletion Potential	0

图 16　3M Fluorinert FC-3283 产品资料第 1 页

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-KCD-FP-113XX | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 Electrical Properties

Properties	FC-77
Dielectric Strength	40 kV, 0.1" gap
Dielectric Constant	1.9
Electrical Resistivity (ASTM D-257)	1.9×10^{15} ohm cm

Heat Transfer Properties

The following formulas can be used to calculate the specific heat, thermal conductivity and density of 3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 at various temperatures.

Specific Heat ($J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$) = 1014 + 1.554 (T, °C)

Thermal Conductivity ($W\ m^{-1}\ °C^{-1}$) = 0.065 – 0.00008 (T, °C)

Density (kg/m^3) = 1838 – 2.45 (T, °C)

Log_{10}(Vapor Pressure (pascals)) = 10.216 – (1928/(T, K))

The following graph can be used to determine the viscosity of Fluorinert liquid FC-77 over the indicated temperature range.

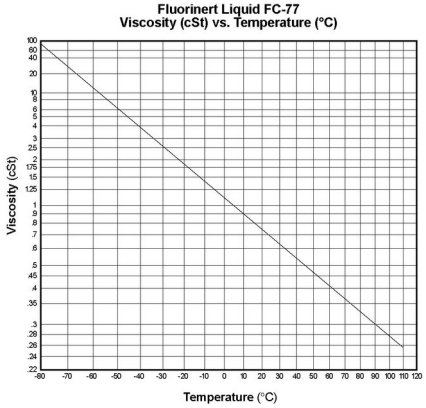
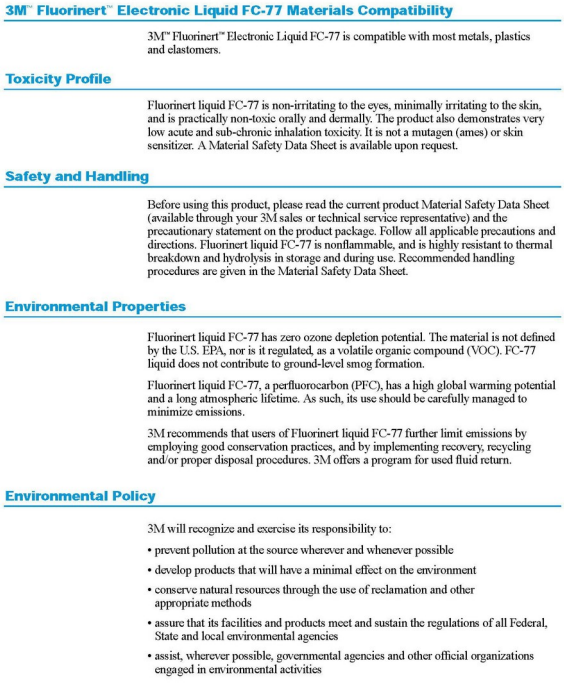


图 17　3M Fluorinert FC-3283 产品资料第 2 页（特性曲线）



3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 Materials Compatibility

3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 is compatible with most metals, plastics and elastomers.

Toxicity Profile

Fluorinert liquid FC-77 is non-irritating to the eyes, minimally irritating to the skin, and is practically non-toxic orally and dermally. The product also demonstrates very low acute and sub-chronic inhalation toxicity. It is not a mutagen (ames) or skin sensitizer. A Material Safety Data Sheet is available upon request.

Safety and Handling

Before using this product, please read the current product Material Safety Data Sheet (available through your 3M sales or technical service representative) and the precautionary statement on the product package. Follow all applicable precautions and directions. Fluorinert liquid FC-77 is nonflammable, and is highly resistant to thermal breakdown and hydrolysis in storage and during use. Recommended handling procedures are given in the Material Safety Data Sheet.

Environmental Properties

Fluorinert liquid FC-77 has zero ozone depletion potential. The material is not defined by the U.S. EPA, nor is it regulated, as a volatile organic compound (VOC). FC-77 liquid does not contribute to ground-level smog formation.

Fluorinert liquid FC-77, a perfluorocarbon (PFC), has a high global warming potential and a long atmospheric lifetime. As such, its use should be carefully managed to minimize emissions.

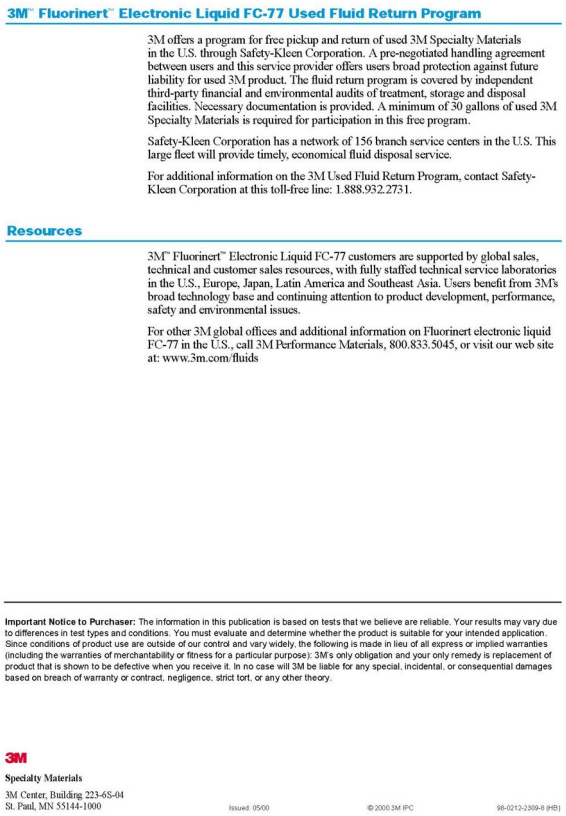
3M recommends that users of Fluorinert liquid FC-77 further limit emissions by employing good conservation practices, and by implementing recovery, recycling and/or proper disposal procedures. 3M offers a program for used fluid return.

Environmental Policy

3M will recognize and exercise its responsibility to:

- prevent pollution at the source wherever and whenever possible
- develop products that will have a minimal effect on the environment
- conserve natural resources through the use of reclamation and other appropriate methods
- assure that its facilities and products meet and sustain the regulations of all Federal, State and local environmental agencies
- assist, wherever possible, governmental agencies and other official organizations engaged in environmental activities

图 18　3M Fluorinert FC-3283 产品资料第 3 页



3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 Used Fluid Return Program

3M offers a program for free pickup and return of used 3M Specialty Materials in the U.S. through Safety-Kleen Corporation. A pre-negotiated handling agreement between users and this service provider offers users broad protection against future liability for used 3M product. The fluid return program is covered by independent third-party financial and environmental audits of treatment, storage and disposal facilities. Necessary documentation is provided. A minimum of 30 gallons of used 3M Specialty Materials is required for participation in this free program.

Safety-Kleen Corporation has a network of 156 branch service centers in the U.S. This large fleet will provide timely, economical fluid disposal service.

For additional information on the 3M Used Fluid Return Program, contact Safety-Kleen Corporation at this toll-free line: 1.888.932.2731.

Resources

3M™ Fluorinert™ Electronic Liquid FC-77 customers are supported by global sales, technical and customer sales resources, with fully staffed technical service laboratories in the U.S., Europe, Japan, Latin America and Southeast Asia. Users benefit from 3M's broad technology base and continuing attention to product development, performance, safety and environmental issues.

For other 3M global offices and additional information on Fluorinert electronic liquid FC-77 in the U.S., call 3M Performance Materials, 800.833.5045, or visit our web site at: www.3m.com/fluids

Important Notice to Purchaser: The information in this publication is based on tests that we believe are reliable. Your results may vary due to differences in test types and conditions. You must evaluate and determine whether the product is suitable for your intended application. Since conditions of product use are outside of our control and vary widely, the following is made in lieu of all express or implied warranties (including the warranties of merchantability or fitness for a particular purpose): 3M's only obligation and your only remedy is replacement of product that is shown to be defective when you receive it. In no case will 3M be liable for any special, incidental, or consequential damages based on breach of warranty or contract, negligence, strict tort, or any other theory.

3M
Specialty Materials
3M Center, Building 223-6S-04
St. Paul, MN 55144-1000

Issued: 05/00 © 2000 3M IPC 98-0212-2309-8 (HB)

图 19　3M Fluorinert FC-3283 产品资料第 4 页

12　中文版说明

- 本册依据原厂英文操作手册（Peristaltic Pump 11.350/11.360/11.370）全文译制，未增删原文内容。
- 原文步骤 1–23 跨「安装 / 装管 / 可编程采样 / 多通道 / 维护 / 安全 / Fluorinert 更换」七部分，中文版按内容分章、步骤编号保持连续。
- 原文第 9–12 页为 3M Fluorinert FC-3283 产品数据表、第 13–16 页为 MacArtney SubConn 接插件保养说明（11-2018 版），前者的数据表按原样附图收录（见第 11 章），后者全文译出（见第 10 章）；穿舱紧固扭矩表为 multi 表。
- 原文第 17 页网址处印有「TTThttp://www.kc-denmark.dk」，「TTT」系原文排版杂符，中文版略去。
- 丹麦小数逗号（Ø1.5–3.0 mm、0.5 mm、15.9 mm）已统一改写为小数点。

原始资料	KC Denmark A/S《Peristaltic Pump 11.350/11.360/11.370》英文版，Rev. September 5, 2026 - lkj
原厂联系方式	Holmbladsvej 17-19, DK-8600 Silkeborg, Denmark　Tel. +45 86 82 83 47 E-mail: kc@kc-denmark.dk　www.kc-denmark.dk