青岛水德科技有限公司 | 德国 HYDRO-BIOS 公司 | 操作手册

MST 6 多瓶沉积物捕获器

Multi Sediment Trap MST 6 | Operation Manual

操作手册 · 中文版 （依据原厂 Edition 06/25 译制）



图 1 MST 6 多瓶沉积物捕获器（产品编号 444 101）

产品编号	444 101
原版次	Edition 06/25（英文原版共 15 页）
采集面积	0.015 m²（筒内径约 140 mm，管长 560 mm，径长比 1 : 4）
收集瓶	6 只 × 250 ml，逐只独立编程，时段 1 min ~ 8760 h
阵列外形	Ø320 mm（圆形框架），总高 1330 mm
重量	空气中 12 kg，水中 5 kg
材质	筒体与漏斗 uPVC；阵列框架、电机单元、电池仓为钛；筒内无金属件
工作深度	标准 3000 m；可选 6000 m
接头	电机单元 SUBCONN BH 5 M；配套盲堵 SUBCONN DC 5 F
供电	3 × DURACELL DL 123 A / 3 V，可拆电池仓

目录

中文版说明.....2
安全标识与信号词.....3
一般说明.....4
技术数据.....5
标准配置.....6
收集瓶的准备.....7
操作.....8
少于 6 瓶时的操作.....8
维护.....9
多瓶沉积物捕获器的组装.....10
水下单元的拆卸.....11
水下单元的安装与同步.....12
故障定位.....14
译文补充：布放设计要点.....15
译文补充：通量与数据口径.....16
译文补充：回收后处理与记录.....17
原文瑕疵记录.....17
附录 A　MST 6 / 12 / 24 型号对照.....18
附录 B　术语与缩写对照.....19

中文版说明

本手册是德国 HYDRO-BIOS 公司《Multi Sediment Trap MST 6 — Operation Manual》（产品编号 444 101，原版次 Edition 06/25，英文原版 15 页）的中文译本。原版章节顺序为：前言与警示标识、目录、一般说明、标准配置、技术数据、收集瓶的准备、操作、少于 6 瓶时的操作、维护（电池安装）、多瓶捕获器的组装、水下单元的拆卸、水下单元的安装与同步、故障定位，末两页为图 1（组装）与图 2（电机单元剖视）。译文保持同一顺序，未调整章节先后。

译制遵循以下口径：

- 逐节全文翻译，不删节、不做摘要。原版的警示语按 DANGER / WARNING / CAUTION / NOTICE 四级体例照录，正文中实际出现的级别不变。

- 原版图号 Fig. 1 / Fig. 2 与文内的交叉引用（如「Fig. 2 C」）照录，中文版图 1～图 4 与原版的对应关系写在各图注里，便于对照原文查找。
- 屏幕、菜单、按钮与软件提示语保留英文原文，中文释义以括号或在表格中给出——现场是照屏幕操作，译成中文反而不易对应。
- 原文的量、单位、编号、型号一律照录。发现前后矛盾或明显笔误的，不改数、不臆补，在「原文瑕疵记录」中逐条列明并说明译文如何处理。
- 标注「译文补充」的章节不属于英文原版，是译者按同类仪器的通行做法整理的，章首均已标明；凡属经验取值的地方注明「通行做法」，供参考，不构成原厂要求。

本手册只涉及 MST 6。同系列另有 MST 12（444 121）与 MST 24（444 141），结构与控制方式相同，差别在收集瓶数量、阵列外形与吊索配置；三型的逐项对照见附录 A。不同型号的编程与操作步骤不能互相套用，尤其「少于满瓶数时的操作」一章里的计数器数值随型号而变。

安全标识与信号词

原版前言要求：操作或维护本仪器之前，请仔细阅读本手册，特别注意所有危险、警告与注意声明；否则可能导致严重人身伤害和 / 或仪器损坏。手册应随时可取用。

本手册中的全部安全说明按下列信号词体例书写：

信号词	含义
DANGER　危险	表示一种危险处境，若不避免，将导致死亡或严重伤害。
WARNING　警告	表示一种危险处境，若不避免，可能导致死亡或严重伤害。
CAUTION　注意	表示一种危险处境，若不避免，可能导致轻度或中度伤害。
NOTICE　提示	用于与人身伤害无关的做法；也可能表示一种若不避免、会造成设备损坏的处境。

说明　原版正文实际只用到 WARNING 与 NOTICE 两级，DANGER 与 CAUTION 在全文中未出现——这一页是 HYDRO-BIOS 系列手册沿用的通用分级页。译文照录，不改分级，也不把实际出现的两级升格。

版权：© Copyright 2024 HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH，保留所有权利。任何形式的复制（包括以摘录方式）均须经 HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH 明确许可。

一般说明

MULTI SEDIMENT TRAP MST 为湖泊、陆架以及垂直颗粒通量较高的水域中的自持（无人值守）作业而设计。仪器不需要重型系留，可由较小的船只布放与回收。

采样筒开口处装有一片可拆的整流格栅（louvre），用于避免筒体上部的沉积物被水流冲出。筒内完全不含金属件。

在预选采样时段结束时，MST 把样品与周围环境隔离，使后续时段的颗粒不会混进已完成的样品。布放与回收过程中，捕获器底部处于敞开状态，水可自由穿过筒体——这两段过程不计入任何一只样品。

MST 配有微处理器控制的电机单元，按逐只独立编程的采样时段（1 min 至 8760 h）驱动收集瓶，既可指定实时时刻触发，也可按间隔触发。电机单元的编程通过 OceanLab 软件完成。

供电为 3 只长效锂电池，装在可拆卸的电池仓内。

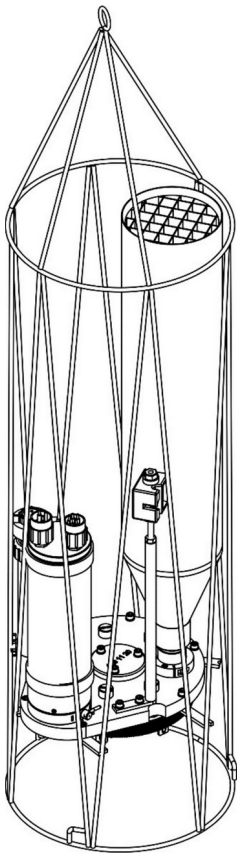


图 2　MST 6 整体结构（原版封面线描图）：外框、采样筒与漏斗、电机单元与电池仓、底板与转盘

说明　整流格栅是可拆件，回收后应单独取下清洗：格栅的格孔（20 × 20 × 40 mm）一旦被藻团或碎屑堵住，有效采集面积就跟着减小，而外观上看不出异常。判断依据是格栅上、下两侧的沉积物粒径分布是否出现明显差异——若格栅上侧粗颗粒明显偏多，说明格栅已在拦截，需要清通。

技术数据

采集面积	0.015 m²
收集管内径	约 140 mm（由 1 : 4 径长比与 560 mm 管长反算）
收集管长度	560 mm
漏斗锥角	40°
径长比	1 : 4
格栅尺寸	20 × 20 × 40 mm（可拆，装于筒体开口）
筒体与漏斗材质	uPVC
收集瓶材质	聚乙烯（PE）
收集瓶容积	250 ml，螺旋盖
阵列外形	Ø320 mm（圆形框架）
总高	1330 mm
空气中重量	12 kg
水中重量	5 kg
底板与转盘材质	uPVC
阵列框架 / 电机单元 / 电池仓材质	钛
工作深度	标准 3000 m；可选 6000 m
电机单元接头	SUBCONN BH 5 M
每瓶采样时段	逐只独立编程，1 min 至 8760 h
供电	3 × DURACELL DL 123 A / 3 V（或同等品）
电池续航	6 只收集瓶连续工作 1 年
新电池存放期	约 10 年
工作温度（电机单元）	−40 ~ +85 ℃

数据自洽核验 采集面积与筒体尺寸互相吻合：管长 560 mm 按径长比 1 : 4 得内径 140 mm，对应面积 π × 0.07² ≈ 0.0154 m²，与原文标注的 0.015 m² 一致。这个数直接进通量计算，可以放心沿用（算法见「通量与数据口径」章）。

译文补充 技术数据里没有给转盘一次换位所需的时间。这个时间决定了可用的最短采样时段：若设定 1 min 而换位本身要十几秒，该瓶的实际有效采集时间就明显短于 1 min。做 10 min 以内的短时段设计时，应先实测一次换位耗时再定间隔——实测方法是接上 OceanLab，连续点两次 ACTION，用秒表记两次转盘启动之间的时间。

标准配置

原版以「序号．数量　名称」的连排形式列出 23 项，其中四项在右侧标注了对应图号。为便于按箱清点，译文改排为表格，序号与数量分列，名称与图号照录。

序号	数量	名称	对应图
1	1	沉积物捕获器（单瓶型）	—
2	1	转接筒（adaptor tube）	图 3 H
3	1	水下安装座，含电机单元与电池仓	—
4	6	收集瓶 250 ml，带螺旋盖	—
5	1	吊索，长 30 cm，带卸扣	—
6	3	锂电池 DURACELL DL 123 A / 3 V 或同等品	—
7	1	编程电缆，长 30 m，SUBCONN IL 5 F → sub-D 9 针	—
8	1	盲堵接头 SUBCONN DC 5 F	—
9	1	备用 O 形圈 10 × 4（轴孔用）	图 4 C
10	1	备用 O 形圈 020（轴箱用）	图 4 E
11	1	备用 O 形圈 151（耐压筒用）	图 4 H
12	1	备用 O 形圈 009（开关轴用）	图 4 J
13	1	备用 O 形圈 120（电池仓用）	—
14	1	O 形圈润滑脂，1 罐	—
15	1	插针润滑脂，1 罐	—
16	1	内六角扳手 5 mm	—
17	1	内六角扳手 2.5 mm	—
18	1	扳手 17 mm	—

序号	数量	名称	对应图
19	1	记号笔，黑色，防水	—
20	1	操作手册	—
21	1	OceanLab 软件 U 盘	—
22	1	USB 转串口适配器	—
23	3	电池扣（battery clip）	—

原文瑕疵 配置表里没有 3 mm 内六角扳手，而「多瓶沉积物捕获器的组装」第 6 步明确要求用它拧紧卡箍 G；MST 12 / 24 另配了 4 mm 扳手，同样没有 3 mm。按表清点会缺这一件，建议随箱自备 1 把 3 mm 内六角扳手。

收集瓶的准备

为使样品与周围环境可靠隔离，建议使用随 MST 供货的原装收集瓶。

警告 运动部件可造成挤压与切割伤害！按 MST 当前的程序设置，转盘可能随时启动。手指应远离齿轮与瓶座。

1. 关闭水下单元。
2. 用防水记号笔在收集瓶上标出编号 1 至 6。
3. 向收集瓶内注海水至满溢。条件允许时用目标作业水层的海水；否则用表层海水，但不得用淡水。需要时加入固定剂。
4. 按编号把收集瓶旋入转盘。位置 0 留空。
5. 旋下位于底板上侧的黑塑料螺钉。
6. 向黑塑料螺钉的螺纹孔内注海水至满溢（例如用洗瓶）。
7. 重新装回黑塑料螺钉。装回时会把多余的海水挤出来。螺钉只用手拧紧。

提示 拧紧黑塑料螺钉时不得使用任何工具！

说明 第 3 步的「不得用淡水」是原文的硬要求，不是建议：瓶内若留淡水，布放后会在瓶口形成密度界面，沉降颗粒在界面处絮凝、滞留，回收时还可能因密度差把瓶内水体整体换掉。第 6 步往螺纹孔里灌水，是为了让孔内不留空气——孔与瓶座相通，孔内气泡在深水被压缩，回收时膨胀，会把瓶口附近的样品顶出去。

操作

警告 运动部件可造成挤压与切割伤害！按 MST 当前的程序设置，转盘可能随时启动。手指应远离齿轮与瓶座。任何操作之前，MST 不得暴露于 −40 ℃ 以下的温度！

1. 为避免故障，务必确认盲堵 SUBCONN DC 5 F 已插在水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。
2. 布放前一刻，把水下单元外侧的拨杆开关拨到 I 位，MST 即启动。
3. 任何时候把水下单元外侧的拨杆开关拨到 O 位，都可中断或中止程序的执行。
4. 程序中止后若要把 MST 复位到起始位置，按「少于 6 瓶时的操作」一章（原文第 9 页）执行。

说明 拨杆开关只有 I 与 O 两个位置，没有中间态：I 为运行，O 为停止。原版把「启动」安排在布放前一刻，是因为开关一拨到 I，程序即按预设的实时时刻或间隔开始计时；提前太久拨上，头几只样品的时段就会在甲板上被消耗掉。反过来说，若程序是按间隔编程，从拨上开关到入水之间的这段时间会计入第一个时段，应当在记录里写明开关时刻与入水时刻。

少于 6 瓶时的操作

警告 运动部件可造成挤压与切割伤害！按 MST 当前的程序设置，转盘可能随时启动。手指应远离齿轮与瓶座。

不接计算机时，务必确认盲堵 SUBCONN DC 5 F 已插在水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。

1. 若 MST 只装少于 6 只收集瓶，收集瓶须按 1、2、3……的数字顺序旋入转盘，其余位置留空。
2. 作业结束后，水下单元外侧的拨杆开关须拨到 O 位。此时零位标记 0 不在沉积物捕获器下方。
3. 为准备下一次作业，须把转盘调回起始位置：把水下单元接上计算机，并把拨杆开关拨到 I 位。
4. 在 PC 上启动 OceanLab，点击工具栏内的 CONNECT 按钮。
5. 点击 ACTION 按钮即可激活下一只收集瓶。反复点击 ACTION，直到电机计数器显示 7。此时转盘零位标记 0 位于沉积物捕获器下方的起始位置。
6. 把水下单元的拨杆开关拨到 O 位。
7. 从水下单元上取下连接 PC 的编程电缆。把盲堵 SUBCONN DC 5 F 插到水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。

说明 计数器走到 7 而不是 6，是因为位置 0（不能装瓶）也占一个计数位：计数 1 ~ 6 对应瓶位 1 ~ 6，计数 7 与位置 0 重合。三型都遵循「瓶数 + 1」这个规律（MST 6 为 7、MST 12 为 13、MST 24 为 25），记住规律就不必每次翻手册。

为什么要复位 程序跑完后转盘停在哪一瓶，取决于中止时刻，没有固定位置。不复位就再布放，新程序的第一步会把转盘从当前位置往前带一格，于是瓶号与实际时段整体错开一位——出水后样品看着都正常，装瓶记录却对不上。这是多瓶型最容易犯的错，复位这一步不能省。

维护

电池的安装

原版把电池更换列在「维护」章下，共 14 步：前半段拆开电池仓，后半段装回并恢复电气连接。

1. 确认水下单元外侧的拨杆开关已拨到 O 位。
2. 在水下单元处拔开电池仓与电机单元之间的电缆连接。
3. 旋松星形手柄螺钉，把电池仓从电机单元上松开，并把电池仓拿到干燥的房间内。
4. 旋下电池仓上的活接头螺母，取出耐压管。
5. 把 3 只锂电池 DURACELL DL 123 A / 3 V（或同等品）装入电池座，注意极性正确。用压板固定电池。
6. 确认耐压管内的密封面清洁。需要时用无绒布擦拭。
7. 用 O 形圈润滑脂在耐压管内的密封面上薄薄涂一层。
8. 确认法兰上的 O 形圈清洁、无损伤。需要时用无绒布擦拭。
9. 若 O 形圈已损坏：
   a. 用钝器（例如圆珠笔芯或一小块木头）把 O 形圈取出。
   b. 确认法兰上的沟槽清洁、无损伤。需要时用无绒布擦拭。
   c. 在一只备用 O 形圈 120 上薄薄涂一层 O 形圈润滑脂。
   d. 把涂好脂的 O 形圈放入法兰沟槽。

提示 清洁时不得使用脱脂棉！取出 O 形圈时注意不要损伤法兰上的沟槽！

10. 小心地把法兰压入耐压管。

11. 用塑料活接头螺母把法兰固定在耐压管上。

提示 在水下接头的插针上薄薄涂一层插针润滑脂，然后恢复电池仓与电机单元之间的电气连接。

警告 未在相应接头上接好电缆或盲堵接头时，绝不可把水下单元放入水中！

12. 把电池仓放入电机单元上的座内。

13. 用星形手柄螺钉把电池仓固定在电机单元上。

提示 拧紧该手柄螺钉时不得使用任何工具！

14. 待机状态（电机不转）下若指示电压低于 8.9 V，强烈建议在任何布放之前更换电池。

说明 8.9 V 这个阈值对应 3 只 DL 123 A 的串联电压：新电池开路约 3.25 V × 3 ≈ 9.75 V，负载下 8.9 V 大致相当于已用掉相当一部分容量。原版特意写明是「待机」电压，因为电机启动瞬间读数会明显跌落，带着负载读数判断会误判成电池不足。

说明 第 2 步与第 13 步是一对：电池仓与电机单元之间靠一段带接头的电缆连通，拆时整段拔开，装时务必先涂脂、插到底、锁紧。这一步没做到位，外观看不出异常，下水后电机却不动作——故障定位里「未按预期动作」的第一条就落在这里。

多瓶沉积物捕获器的组装

以下按原版顺序照译，括号内的字母对应图 3。

1. 以单瓶型沉积物捕获器作为多瓶捕获器的采样部件。

2. 用转接筒 H 替代收集瓶，旋入漏斗下端。

3. 从保持杆 D 上旋下螺母 A，把螺母 C 朝底板 E 的方向旋到底，松开两只内六角螺钉 F。工具：17 mm 扳手、5 mm 内六角扳手。

4. 把沉积物捕获器的转接筒放入卡箍 G，但先不要拧紧。转接筒与底板之间不得有间隙！

5. 同时把保持杆 D 的螺纹段穿入线夹块 B 的大孔。

6. 用卡箍 G 固定沉积物捕获器。工具：3 mm 内六角扳手。

7. 向上旋螺母 C，直到它的圆柱段完全进入线夹块 B 的大孔内。

8. 把螺母 A 以圆柱段朝前的方式旋到保持杆 D 的螺纹段上并拧紧。拧紧两只内六角螺钉 F。工具：17 mm 扳手、5 mm 内六角扳手。

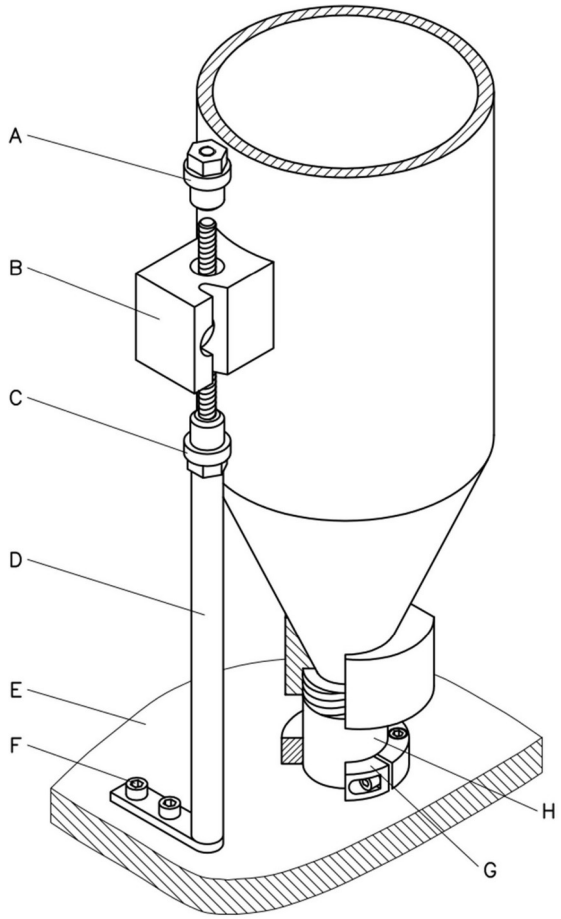


图 3　组件与字母对照（原版 Fig. 1）：A 螺母　B 线夹块　C 螺母　D 保持杆　E 底板　F 内六角螺钉　G 卡箍　H 转接筒

说明　第 4 步的「不得有间隙」与第 7 步的「完全进入」是同一件事的两端：转接筒落不到位，漏斗下端就比设计位置高出一截，颗粒在筒内的沉降路径随之变短；螺母 C 没完全进入线夹块，保持杆就成了悬臂，回收时整根杆会随船体摇摆而反复受力。两处都要凭手感确认，不必用工具加力。

水下单元的拆卸

不接计算机时，务必确认盲堵 SUBCONN DC 5 F 已插在水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。

1. 确认水下单元的拨杆开关在 O 位。
2. 旋下位于底板下侧的 3 只 M6 内六角螺钉。工具：5 mm 内六角扳手。
3. 取下水下单元。

译文补充 拆之前先给转盘与底板的相对位置拍一张照。装回时「水下单元的安装」第 8 步要对齐位置 0 的孔，有照片可比对，比反复试装快得多；万一装回后同步对不上，照片也是判断差了多少格的依据。

水下单元的安装与同步

只有当水下单元与转盘之间的同步关系建立正确，MST 才能正常工作。重新建立同步须按以下步骤执行。

1. 把拆下的水下单元接到计算机上。
2. 把水下单元的拨杆开关拨到 I 位。
3. 在 PC 上启动 OceanLab，点击工具栏内的 CONNECT 按钮。
4. 进入控制模式（CONTROLLING MODE）。
5. 在器件列表中选 BOTTLE。
6. 点击 HALF STEP 按钮一次。水下单元的轴将转过半圈，电机计数器归 0。
7. 把水下单元的拨杆开关拨到 O 位。
8. 用手转动转盘，使位置 0 的孔（该位置不能装收集瓶）尽可能与沉积物捕获器的孔对齐。
9. 在不扰动转盘位置的前提下装回水下单元，从底板下侧装回 3 只 M6 内六角螺钉。使水下单元的齿轮与转盘之间留出很小的间隙。工具：5 mm 内六角扳手。
10. 把水下单元的拨杆开关拨到 I 位。
11. 在 PC 上启动 OceanLab，点击工具栏内的 CONNECT 按钮。
12. 确认组件「Bottle」的读数为 0（零）。若不是，在「Motor Position」窗口中点击「Reset Counter」。
13. 点击 ACTION 一次，转盘转到下一位置。转动停止后再点 ACTION，对其余位置重复此操作，直到「Motor Counter」显示位置 7（与位置 0 重合）。
14. 检查起始位置 0 是否正好位于沉积物捕获器下方。若不是：按上述方法拆下并重新装回水下单元。

15. 从水下单元上取下连接 PC 的电缆。

16. 在水下单元 BH 5 M 接头的插针上薄薄涂一层插针润滑脂，插上盲堵接头并用它的锁紧套固定。

17. 把水下单元的拨杆开关拨到 O 位。

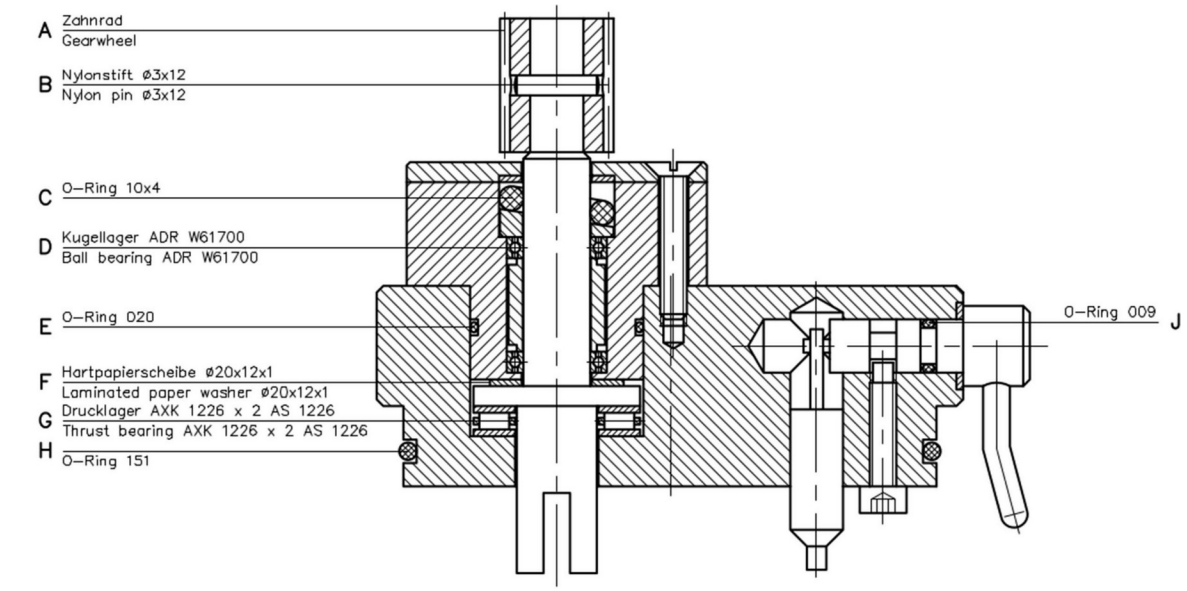


图 4　电机单元剖视与密封件位置（原版 Fig. 2，原图为竖排，译文转正）：各字母的中文名称见下方对照表

字母	原文标注	中文名称与用途
A	Zahnrad / Gear wheel	齿轮；与转盘齿圈啮合，由电机经此驱动换位
B	Nylonstift ø3x12 / Nylon pin ø3x12	尼龙销 ø3 × 12；齿轮与轴之间的过载剪断件
C	O-Ring 10x4	O 形圈 10 × 4；轴孔处的动密封（配置表第 9 项）
D	Kugellager ADR W61700	球轴承 ADR W61700；支撑输出轴
E	O-Ring 020	O 形圈 020；轴箱处的静密封（配置表第 10 项）
F	Hartpapierscheibe ø20x12x1	硬纸垫圈 ø20 × 12 × 1；轴承与壳体之间的调整垫
G	Drucklager AXK 1226 x 2 AS 1226	推力轴承 AXK 1226，配 2 片 AS 1226 垫片
H	O-Ring 151	O 形圈 151；耐压筒法兰密封（配置表第 11 项）
J	O-Ring 009	O 形圈 009；拨杆开关轴的密封（配置表第 12 项）

说明　第 6 步的 HALF STEP 与第 13 步的 ACTION 是两件事：HALF STEP 让轴转半圈并把计数器清零，用于建立机械零点；ACTION 按一个瓶位步进，用于逐格核对。第 9 步的「很小的间隙」指齿轮与转盘齿圈之间要有齿隙但不能脱开——压死会顶坏齿轮，太松会在换位时丢步。

说明 图 4 的 B 项是一只 ø3 × 12 的尼龙销，作用是过载剪断：转盘被异物卡住时，销先断，齿轮与轴的配合面不受损。这段设计意味着「换位失灵但电机仍在转」未必是电路问题，拆开看尼龙销是否被剪断即可判定。

故障定位

不接计算机时，务必确认盲堵 SUBCONN DC 5 F 已插在电机单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。

无数据（NO DATA）

症状一 启动 OceanLab 时，CONNECT 对话框显示 NO DATA

- 水下单元未开机。把水下单元的拨杆开关拨到 I 位。
- 电池仓内有一只或多只电池极性装反。检查极性。
- 水下单元的电池已耗尽。安装新电池。
- 所连接的水下单元不被 OceanLab 支持。改用与水下单元匹配的 OceanLab 版本。
- 水下单元与 PC 之间的编程电缆损坏。检查电缆。

症状二 在 OceanLab 使用过程中，CONNECT 对话框显示 NO DATA

- 水下单元未开机。把水下单元的拨杆开关拨到 I 位。
- 水下单元的电池已耗尽。安装新电池。
- 水下单元与 PC 之间的编程电缆损坏。检查电缆。

未按预期动作

症状 一只已正确编程的水下单元没有执行任务

- 水下单元的电池已耗尽。安装新电池。
- 盲堵 SUBCONN DC 5 F 没有插在水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头上。任何作业之前，务必确认水下单元的 SUBCONN BH 5 M 接头由盲堵 SUBCONN DC 5 F 保护。
- 水下单元开机作业时，所有与实时时刻相关的触发事件都已过时。用日期与时间正确的新程序重做本次作业。
- 检查 MST 下侧的齿轮上是否有异物卡住了齿轮。

说明 第三条最容易被忽略：程序里的触发是按具体时刻（年、月、日、时、分）写的。如果实际布放比编程时晚了一天，头一天的事件就永远不会发生，瓶子也就不换位——出水后表现为「第一只瓶满、其余全空」，而不是「没有样品」。遇到这种样品分布，先查程序里的日期，再查机械。

译文补充：布放设计要点

本章不属于英文原版。原版从「把瓶子旋上转盘」直接跳到「入水」，中间这一段恰恰是失败最多的地方。与单瓶型相比，多瓶型还多一层设计上的取舍：瓶数与时段怎么定。以下按通行做法整理，供参考。

层位与深度

捕获器测的是「该层位向下穿过的颗粒通量」，所以布放深度必须与要回答的问题对应：测真光层以下的输出通量，就放在真光层底部；测近底层再悬浮，就放在离底数米到数十米处，并同时记录底流速度。深度不准，通量算得再精细也没有意义。

应避开温跃层内部与强剪切层：那里水平流速与内波会让筒口附近的流场周期性反转，捕集效率不稳定。若无法避开，至少应在同一层位布两只以上做平行样。

姿态与系留

筒体必须铅直。倾斜会使有效采集面积按倾角的余弦减小，同时改变筒内的滞留流态——倾斜 15° 有效面积少约 3.4 %，倾斜 30° 少约 13 %，且倾斜方向与流向的组合还会带来额外偏差。

MST 6 用 1 根吊索吊放，起吊点都在阵列顶部中心，本身有利于保持铅直；真正让筒体倾斜的通常是流，不是吊索。阵列外形为 Ø320 mm（圆形框架），迎流面积越大，流对它的倾覆力矩越大，因此流速大的站位应缩短系留长度、加配重、或把捕获器挂在锚系的下段。

译文补充 入水前筒内不得存气。缓慢下放，让水从开口自然灌入；快速抛投入水会把气泡带进筒体，气泡在上升过程中把已进入筒内的颗粒顶出去，回收后还会在样品里留下异常的浮渣层。

瓶数与时段怎么定

多瓶型的价值在于时间序列，而时间分辨率等于「每瓶时段」，总时长等于「时段 × 瓶数」。MST 6 有 6 只瓶，若每月换一瓶、每瓶 730 h，可覆盖约 6 个月的逐月序列；若只想拿一个季度的月序列，同样的瓶数可以把时段拉长到更久，或留出余量应对延长布放。

时段定得太短有两个风险：一是单瓶收集量不足，250 ml 瓶里只有薄薄一层，称重误差占主导；二是换位动作本身的耗时在短时段里占比变大（见「技术数据」章的注）。经验做法是先按预估通量算一次单瓶收集量，让瓶内沉积物厚度落在数毫米以上，再据此定时段。

译文补充：通量与数据口径

本章不属于英文原版。原版只给采集面积，没给通量的算法；而同一个样品按不同口径算出来的数可以差一个量级，所以这一步必须写清楚。

基本算式

单瓶通量　F = m ÷ (A × t)

式中 m 为该瓶样品的质量（干重，mg），A 为采集面积（0.015 m²），t 为该瓶实际在位时长（d），不是整个布放期。结果的单位是 mg/(m²·d)。若习惯用 g/(m²·d)，除以 1000 即可——深海通量常小到 0.1 g/(m²·d) 量级，用 g 更顺口。

示例：某瓶在位 30 d，除盐烘干后称得 450 mg，则 F = 450 ÷ (0.015 × 30) = 1000 mg/(m²·d) = 1.0 g/(m²·d)。三处容易出岔子的地方：一是 t 用小时还是天没统一；二是 m 用了湿重或含盐重——海水样品必须用淡水透析除盐后再烘干称重，否则盐分会让结果偏高一个可观的比例；三是把整段布放期当成 t，那样算出来的是平均通量，时间序列的信息就丢了。

第一个时段与最后一只瓶

需向原厂确认　原版有两处没有交代清楚，而它们直接决定 t 怎么取：一是起始位置 0（空位）在第一个时段内是否积累样品——按「位置 0 留空」与「布放时底部敞开、水自由穿过」这两条推断，第一个时段是空转的，第 1 只瓶要到第一次换位之后才开始收集；二是最后一只瓶在最后一次换位之后一直收到回收，结束时刻由回收时间决定，而不是由程序决定。若推断成立，编程时应把第一个时段当作预热、把回收时刻安排得与最后一个时段末尾对齐，或额外编程一次换位把最后一只瓶封住。首次使用前建议向 HYDRO-BIOS 书面确认。

瓶内预置水的背景值

原版要求收集瓶预注海水至满溢，这个做法本身是对的（避免瓶内留气、避免密度界面），但它意味着每只样品的起始水里已经含有颗粒。做低通量站位或短时段作业时，这部分背景可能与信号同量级。可行做法是：预注水改用现场海水经 0.45 μm 滤膜过滤后的滤液，并留一瓶同样处理、全程不换位的空白瓶作对照；若条件不允许，至少在报告里写明预注水的水源与处理方式。

必须记录的量

记录项	为什么必须记
站号、经纬度、水深	决定层位的物理背景，事后无法重建
布放深度（缆绳标记读数）	通量与深度绑定，缺此项无法与其它站位比较
开关拨到 I 的时刻	程序计时起点；按间隔编程时它就是第一个时段的开始
入水与触底时刻	与开关时刻之差即甲板上消耗的时间，用于修正第一个时段
每次换位的实际时刻	程序时刻不等于实际时刻，t 应取实测值或据计数器反推
回收时刻	决定最后一只瓶的结束时刻
瓶号与对应时段	多瓶型容易错位的地方，必须一一对应
异常现象	如气泡、格栅堵塞、瓶盖渗漏、框架变形，直接影响数据可用性

译文补充：回收后处理与记录

本章不属于英文原版。原版的最后一步是「把拨杆开关拨到 O 位」，样品从出水到进实验室之间还有一段，这段处理不当，前面布放得再准也白做。

1. 出水后立即把拨杆开关拨到 O 位，并记录时刻。此时转盘停在哪一瓶，就是最后一只在用瓶。
2. 整机用淡水冲去外表面的盐分与附着物，但不要打开瓶盖、不要让淡水进入瓶内。
3. 在荫蔽处按编号逐只旋下收集瓶，旋下前先拍照记录每只瓶在转盘上的位置。
4. 每只瓶旋下后立即旋上原配螺旋盖，直立放置，避免晃动把已沉降的颗粒重新悬浮。
5. 若需分样（例如一部分做颗粒有机碳、一部分做生物硅），在现场完成分样并记录分样体积比；带回实验室再分，颗粒已经沉降结块，分不均匀。
6. 低温、避光保存尽快送回实验室；需要长期保存时按项目方案加固定剂或冷冻。

关于固定剂：部分项目会在瓶内预置固定剂或抑菌剂，防止颗粒在布放期内分解。原版没有这项要求，是否添加、加什么、加多少，应按项目方案与当地法规执行，并注意有些固定剂会干扰后续的碳、氮分析。

原文瑕疵记录

以下各处按原文照录、未擅改，只在译文相应位置加注。

- 目录中列有「PC-SOFTWARE OCEANLAB 3」一章，页码位置显示为 Word 域错误「FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.」（书签未定义）。正文中没有这一章——编程方法实际上缺失，而全书多处（操作、复位、同步、故障定位）都以「已编程」为前提。译文照录目录条目并标为「原版缺此章」，未代为补写：OceanLab 的具体菜单与参数应以随机软件的实际界面为准。
- 「fasten」的动名词被误拼为「fasting」，出现两处（黑塑料螺钉、星形手柄螺钉）。不影响理解，译文按「拧紧」处理。
- 一般说明称布放与回收过程中捕获器底部敞开、水可自由穿过筒体，但未说明起始位置（位置 0，空位）与第一个采样时段的关系，也未说明最后一只瓶的结束时刻如何确定。详见「通量与数据口径」章的注。
- 技术数据未给转盘换位耗时，而可编程的最短时段是 1 min；两者是否相容，原版未作说明。
- 原版末页 Fig. 2（中文版图 4）的标注为德英双语（如 Zahnrad / Gear wheel），图内文字竖排。译文把图转正、对照表移到图注下方，图内文字未重绘。
- 组装章第 3 步与第 8 步都用到螺母 A 与螺母 C，但配置表与图中均未单列这两种螺母的规格；按图识别即可。

附录 A　MST 6 / 12 / 24 型号对照

下表把同系列三型的主要差别列在一起，便于选型与现场核对。本册只对应其中一行，另两型的操作细节以其各自手册为准。

项目	MST 6	MST 12	MST 24
产品编号	444 101	444 121	444 141
收集瓶数	6 × 250 ml	12 × 250 ml	24 × 250 ml
吊索	1 根 30 cm	2 根 60 cm	2 根 120 cm 四爪
阵列外形	Ø320 mm 圆形	Ø520 mm 圆形	710 × 710 mm 方形
总高	1330 mm	1050 mm	1000 mm
空气中重量	12 kg	25 kg	37 kg
水中重量	5 kg	10 kg	20 kg
计数器满位值	7	13	25
标准配置项数	23	24	24
原版次	Edition 06/25	Edition 06/25	Edition 10/25

选型提示　三型的采集面积、筒体尺寸、电机单元与工作深度完全相同，差别只在瓶数、阵列尺寸与吊索。因此选型只取决于两件事：需要多少段的时间序列，以及作业平台能起吊多大体积、多重的阵列。瓶数越多，同等总时长下的时间分辨率越高，但阵列迎流面积与空气中重量也随之增加。

附录 B　术语与缩写对照

下表收本手册中出现频率较高、或中文译名容易走样的原文词与缩写。屏幕与软件里的英文提示保留原样，现场对照时以本表为准。

原文 / 缩写	中文与说明
MST	Multi Sediment Trap，多瓶（多层）沉积物捕获器；本系列统一译作「多瓶沉积物捕获器」
louvre	整流格栅。装在筒体开口处的可拆格栅，用于减弱筒口涡流、避免上部沉积物被冲出
collecting bottle	收集瓶。250 ml 聚乙烯瓶，旋接在转盘上
rotary table	转盘。按程序步进，把下一只收集瓶送到漏斗下方
position 0	位置 0。转盘上不能装瓶的空位，起始与复位时位于漏斗下方
motor counter	电机计数器。OceanLab 中显示的瓶位计数，满位值 = 瓶数 + 1
ACTION	动作按钮。点一次按一个瓶位步进，用于逐格核对与复位
HALF STEP	半步按钮。让输出轴转半圈并把计数器清零，用于建立机械零点
CONTROLLING MODE	控制模式。OceanLab 中可手动驱动电机的工作模式
dummy connector	盲堵接头。不接计算机时封住水下接头，防止进水与短路
lever switch	拨杆开关。水下单元外侧的两位开关，I 为运行、O 为停止
uPVC	未增塑聚氯乙烯。筒体、漏斗、底板与转盘的材料
bridle	吊索。连接阵列顶部与起吊点的索具，本系列按型号配 1 或 2 根
vertical particulate flux	垂直颗粒通量。单位时间、单位面积向下穿过的颗粒质量