青岛水德科技有限公司 | 德国 HYDRO-BIOS 公司 | 操作手册

TFM 双发触发模块

Twin Fire Module TFM | Operation Manual

操作手册 · 中文版 （依据原厂 Edition 09/26 译制）



图 1 TFM 双发触发模块（产品编号 436 896）

产品编号	436 896
原版次	Edition 09/26（英文原版共 26 页）
用途	在指定深度采两只水样（2 × 1.7 l PWS），并可连续记录压力
工作方式	在线（配控制单元 + 机电复合电缆） / 离线（按压力编程自动关闭，可用钢丝或纤维绳）
标准工作深度	3000 m（可选 6000 m）
原厂	HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH, Am Jägersberg 5-7, 24161 Altenholz, Germany

TFM 内置不可由用户更换的可充电磷酸铁锂电池，电机单元需返厂换电；若需用户自换电池的机型，请选 TFM CTD（436 899）。

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-HBI-DA-TFM | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-20

目录

中文版说明 2
安全须知 3
术语 3
概述 3
标准供货范围 4
技术数据 5
倾角仪 6
内部电池 7
在线作业 8
离线作业 12
维护 17
原始资料与版本 19

中文版说明

本手册是德国 HYDRO-BIOS 公司《Twin Fire Module TFM — Operation Manual》（产品编号 436 896，原版次 Edition 09/26，英文原版 26 页）的中文译本。章节划分、条款顺序与原文一致；接头代号、屏幕提示与件号原文照录。

译制遵循以下口径：

- 控制单元屏幕上的菜单项、软键名与提示语（Pressure programming、Activate、Deactivate、Data transport、Files synched、Operation done 等）保留英文原文，便于与仪器实际界面对照；
- 设备专名保留英文原名并给出中文：motor unit（电机单元）、underwater unit（水下单元）、release block（释放块）、pig tail（尾线）、slip ring box（滑环箱）、Command Unit（控制单元）；
- 接头件号（SUBCONN MC BH 5 F、MC IL 5 M、IL 2 F、MC DC 5 M、Lemo）为原厂件号，照录不改；
- 原版第 9 页在讲锂离子电池化学体系时使用了最高级表述，本译本按广告法口径改为化学体系特性描述，技术含义不变（见「内部电池」一节的译注）；

- 原版第 9 页充电提示中有一处 Word 交叉引用失效留下的报错字样（Fehler! Textmarke nicht definiert.），按上下文指向同章第 4 条第 5 项，照录并加译注；
- 原版目录把 Fig. 2 与 Fig. 3 的图题次序写反（Fig. 2 实为撞击杆与释放装置、Fig. 3 实为电机单元螺钉），本译本按图面内容重新编为图 3、图 4。

安全须知

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、警告与注意提示。未遵照执行可能导致人员重伤和 / 或仪器损坏。请始终将本手册置于可取用处。

警示标志的排布与含义

本手册中的全部安全提示均按下列信号词分级：

危险 表示一种危险处境，若不能避免，将导致死亡或重伤。

警告 表示一种危险处境，若不能避免，可能导致死亡或重伤。

注意 表示一种危险处境，若不能避免，可能导致轻伤或中等伤害。

提示 用于与人身伤害无关的操作规范；也可能提示一种若不能避免将造成设备损坏的处境。

术语

电机单元（motor unit）	带电子部件与电机的耐压壳体
水下单元（underwater unit）	已装上电机单元的水下装置

概述

TFM 双发触发模块是一台轻便的独立仪器，用于在指定深度采集两只水样。TFM 由两只标准采水器组成，装在带电机驱动释放装置的不锈钢支架上；采水器与释放装置由金属框架作抗撞击保护。标准支架可装 1.7 l 的塑料采水器 PWS。

在线方式下（配标准机电复合电缆）按下控制单元上的 ACTION 按钮关闭采水器；控制单元同时显示内置高精度压力传感器的测量数据。

离线方式下（配钢丝绳或纤维绳）采水器在预设压力（深度）自动关闭，压力传感器的测量数据在作业期间记录到内部数据存储器。

供电由内置可充电锂离子电池组承担，采用磷酸铁锂（LiFePO4）化学体系，按 1 Hz 测量间隔计容量约可工作 100 ~ 200 小时。电池可用随机充电器充电，该充电器可在全球范围使用。

标准供货范围

序号	名称与规格
1	TFM 双发触发模块（含电机驱动释放装置） 1 套
2	卸扣 10 mm 2 只
3	塑料采水器 2 只
4	盲堵接头 SUBCONN MC DC 5 M 1 只
5	LiFePO4 充电器（含连接电缆） 1 套
6	控制单元（Command Unit） 1 台
7	滑环箱电缆，约 3 m 长（图 2 F） 1 根
8	尾线 SUBCONN IL 2 F（图 2 C） 1 根
9	转接电缆：MC IL 5 M – IL 2 M，80 cm 长（图 2 B） 1 根
10	全速串行电缆：SUBCONN MC IL 5 M – 2 m – Lemo（图 2 J） 1 根
11	PC 至串行口电缆：SUBCONN MC IL 5 M – 2 m – USB（图 2 K） 1 根
12	插针润滑脂 1 罐
13	盲堵接头 DC 2 F 1 只
14	盲堵接头 DC 2 M 1 只
15	内六角扳手 2.5 mm 1 把
16	内六角扳手 4 mm 1 把
17	内六角扳手 5 mm 1 把
18	备用熔断器（125 V~、125 mA，Littelfuse 154.125），用于远距离遥测保护 1 只
19	操作手册 1 份
20	OceanLab 软件 U 盘 1 只

技术数据

TFM 本体

长度	835 mm
直径	400 mm
空重	17 kg
采水器材质	uPVC、NBR
支架材质	不锈钢
水下单元材质	钛
释放装置材质	POM
工作深度	3000 m（可选 6000 m）
电子部件工作温度	−40 … +85 ℃

压力传感器

量程（标准）	0 – 3000 dbar
量程（选项）	0 – 6000 dbar
分辨率	0.1 dbar（6000 dbar 版本为 0.15 dbar）
初始精度（0 … 50 ℃）	＜0.02 % 满量程

供电

电池	2 只可充电 LiFePO4 电池
标称电压	6.6 V
容量	2500 mAh；按 1 Hz 测量间隔计约可工作 100 ~ 200 小时
充电条件	1500 mA 下约 2.5 小时充至 80 %；约 5 小时充至 100 %
充电温度	+5 … +55 ℃
寿命	2000 次以上充放电循环
自放电	典型 1 % / 月

充电器

适用	2 节 LiFePO4 电池组充电器
型号	FRIWO FW7290 LiFePO4 Charger for 2 cell
输入电压	100 … 240 V AC
充电电流	1500 mA

数据传输

接头	SUBCONN MC BH 5 F
尾线（含在供货中）	SUBCONN IL 2 F
全速串行	USB 2.0，2 m 电缆；短路与 ESD 保护；用于编程与批量取数
遥测	4.8 kbaud、3.3 V；用于电缆长度 >10 km；带过压保护、短路保护、ESD 保护；用于在线作业
离线数据存储	有效 120 MB，按 1 Hz 采样与基本配置计最长可记录 3400 小时
采样率	1 Hz、2 Hz、4 Hz、10 Hz（用户可调）

提示 为避免损坏，不得超过仪器的最大工作深度！

遥测电缆的连接要求

单芯或多芯电缆，负极允许与海水接触。回路电阻（去线加回线）最大 1 kΩ。单芯或多芯电缆不在供货范围内！

倾角仪

控制单元与 OceanLab 都以倾角的形式显示仪器姿态。

倾角

仪器在直立姿态 ±60° 以内时显示倾角。

用户校准（复位功能）

倾角仪已由工厂校准，通常无需现场校准。但若仪器略偏离直立姿态（例如处于中性位置时显示小于 5° 的偏移），可用下述方法补偿：

- 把仪器置于静止的中性位置。不要在船甲板上做这件事，否则会带来角度测量误差。确认倾角显示不超过 5°。

控制单元：按主部件窗口中角度显示旁的软键，然后按 Reset。

OceanLab：点 Controlling mode > Tilt，然后点 Reset。

内部电池

仪器内置的锂离子电池采用磷酸铁锂（LiFePO4）化学体系。该体系在热稳定性与化学稳定性上表现优异，耐滥用能力强；与其他锂离子电池不同，LiFePO4 电池不易发生热失控、产气或爆炸。

LiFePO4 电池没有记忆效应，因此可以部分充电而无不良影响；部分充放电也不会损害循环寿命。

电池完全集成在 TFM 的电机单元内，最终用户无法自行更换。电池到寿命后，须把 TFM 的电机单元返回原厂更换。可充电电池的预期寿命典型为 2000 次充电循环 / 10 年。

译注 原文此处使用了最高级表述（the safest currently available on the market）来形容该电池化学体系。本译本按广告法口径改为化学体系特性描述，未保留最高级用语，技术含义不变。

充电

- 充电器须放在干燥处（仅限室内使用）！
- 不使用时，充电器应与市电断开。
- 外壳、电源插头或电缆损坏时，不得插上充电器。
- 除可充电双节 LiFePO4 电池组外，不得用随机充电器给其他电池充电！

1. 把 TFM 拿到干燥的室内。
2. 取下盲堵接头 MC DC 5 M。
3. 把充电器接到 TFM 上。

4. 把充电器接到市电（100 … 240 V AC），换上适合当地市电的插头。充电过程自动开始。绿色 LED 快闪表示正处于快速充电阶段；视放电程度，快速充电最长约 2.5 小时。黄色 LED 快闪表示电池有故障或极性接反。
5. 快速充电（约至 80 % 荷电状态）结束后，充电器转入维持充电（绿色 LED 慢闪），维持充电最长再需 2.5 小时。绿色 LED 常亮表示电池已充满。
6. 把充电器从市电上断开。
7. 把 TFM 从充电器上断开。
8. 在盲堵 MC DC 5 M 的触点上薄薄涂一层插针润滑脂，把盲堵装到 TFM 上并用锁紧套锁紧。

译注 原文此处写「按第 5 条把电量充到约 80 % 存储」，但该交叉引用在原版中已失效（显示为 Fehler! Textmarke nicht definiert.）。按上下文，指的是本章第 4 条所述的「快速充电约 2.5 小时即到 80 %」，即：长期存放前充到约 80 % 并置于阴凉处。原文另提示：不要把电量耗尽的设备长期存放，否则会缩短电池寿命。

在线作业

在线作业的接线

1. 控制单元与水下单元之间用单芯或多芯电缆加随机转接电缆 MC IL 5 M – IL 2 M 连接。单芯或多芯电缆不在供货范围内。a. 使用单芯电缆（一根绝缘芯线加外部钢丝铠装）时，电缆的绝缘芯线须接到随机尾线 SUBCONN IL 2 F 的 2 针（数据）白色芯线；电缆的外部钢丝铠装须接到 1 针（地）的黑色芯线。b. 使用多芯电缆（两根及以上绝缘芯线）时，任意两根芯线分别接到随机尾线 SUBCONN IL 2 F 的白色（数据）与黑色（地）线上。c. 若现成的单芯或多芯电缆已带水下接头，须把随机尾线 SUBCONN IL 2 F 与一只对插头（与现有接头相配）组合成电缆转接件。
2. 从单芯或多芯电缆在绞车卷筒处的船侧端（经绞车滑环）到控制单元，须用随机滑环箱电缆连接：接 SUBCONN IL 2 F 插头 1 针（地）的钢丝铠装（多芯电缆则为芯线）接到滑环箱电缆的棕线；接 SUBCONN IL 2 F 插头 2 针（数据）的芯线接到滑环箱电缆的蓝线。

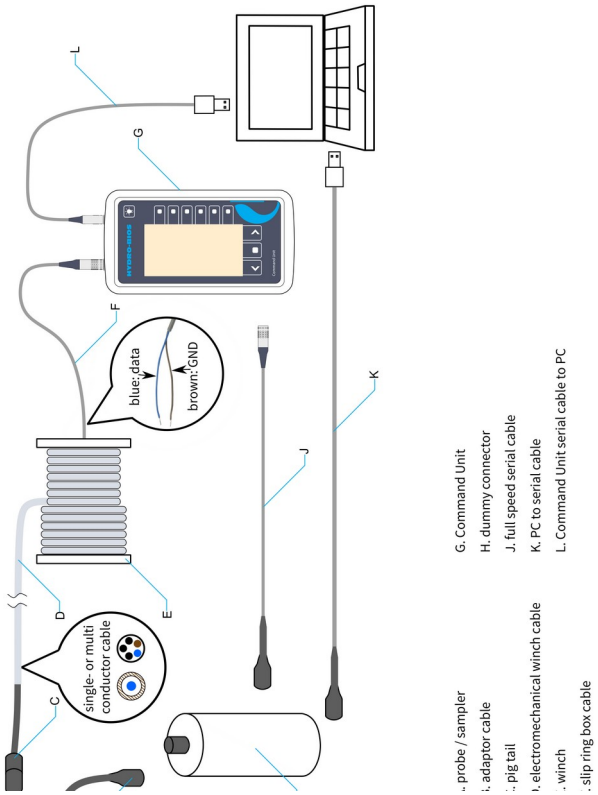


图 2　连接总览（原版 Fig. 1）：A 装在 TFM 上的电机单元；B 转接电缆（5 芯转 2 芯）；C 绞车电缆上的 2 芯插座（尾线）；D 机电复合绞车电缆（单芯或多芯）；E 绞车与绞车电缆；F 滑环箱电缆（2 根散线转 4 芯 Lemo 插头）；G 控制单元；H 盲堵接头；J 全速串行电缆；K PC 至串行口电缆；L 控制单元至 PC 的串行电缆

提示　为避免水下接头触点腐蚀，不接单芯或多芯电缆时，触点应薄薄涂一层插针润滑脂，并始终用对应的盲堵保护。

提示　若 IL 2 F 接头是最近才接到单芯或多芯电缆上的，或刚换过电缆转接件，建议在首次作业期间持续留意控制单元的显示。故障定位与修复见《控制单元操作手册》的「故障定位」一章。

提示　水下接头与单芯或多芯电缆的连接必须极其仔细！大多数故障都源于电缆连接错误！尤其注意不要误把 HYDRO-BIOS 设备接到其他厂家的设备上，否则可能损坏控制单元、MWS 或其他相连设备。

数据可用一台运行 OceanLab 4（或更高版本）的 PC 接到控制单元上查看与记录（图 2）。

在线作业前的采水器与接线测试

出现下列情形时应做本测试：

- TFM 首次在任一船只上布放之前；
- 对相关船侧接线、绞车、滑环、机电复合电缆的湿端终端做过任何改动 / 作业 / 维护之后；
- TFM 和 / 或绞车长时间未使用之后。

为检查控制单元与水下单元连同船侧接线（即单芯或多芯绞车电缆、滑环、至实验室的接线）的功能，须执行下列步骤：

注意 夹手危险！为避免采水器在空气中关闭造成人员受伤或仪器损坏，测试期间绝不可让采水器处于待触发状态！

提示 测试或运行 TFM 期间，确认没有其他电气 / 电子设备正在使用上述电气连接，否则可能丢失数据和 / 或损坏设备。

1. 把滑环箱电缆接到控制单元上。
2. 从水下单元上取下盲堵接头 SUBCONN MC DC 5 F。
3. 在水下单元与转接电缆的所有水下接头插针上薄薄涂一层插针润滑脂。
4. 把转接电缆 MC IL 5 M – IL 2 M 接到水下单元的 MC BH 5 F 接头上。
5. 把单芯或多芯电缆接到转接电缆上（图 2）。
6. 提起支架的撞击杆 A，把带塑料球 C 的拉绳 B 放进释放装置的槽内（图 3），但不要让采水器进入待触发状态。注意夹手，手与手指要离开。
7. 打开控制单元。主屏显示压力读数、瓶号及其他仪器数据。
8. 核对控制单元上显示的电池电压。
9. 按下控制单元上的 ACTION。
10. 关闭机构开始运动，显示窗出现 Motor running。
11. 几秒后瓶号显示更新，并显示 Operation done。
12. 留意控制单元的电池电压：电机运转时若电池电压低于 6.2 V（电压值旁出现闪烁的电池符号），应给水下单元的电池充电。
13. 关闭控制单元。
14. 为避免接头触点腐蚀，不接单芯或多芯电缆时，触点应薄薄涂一层插针润滑脂，并始终用各自对应的盲堵保护。

本测试通过，即说明数据连接已就绪。若测试失败，请参阅《控制单元操作手册》的「故障定位」一章。

作业准备

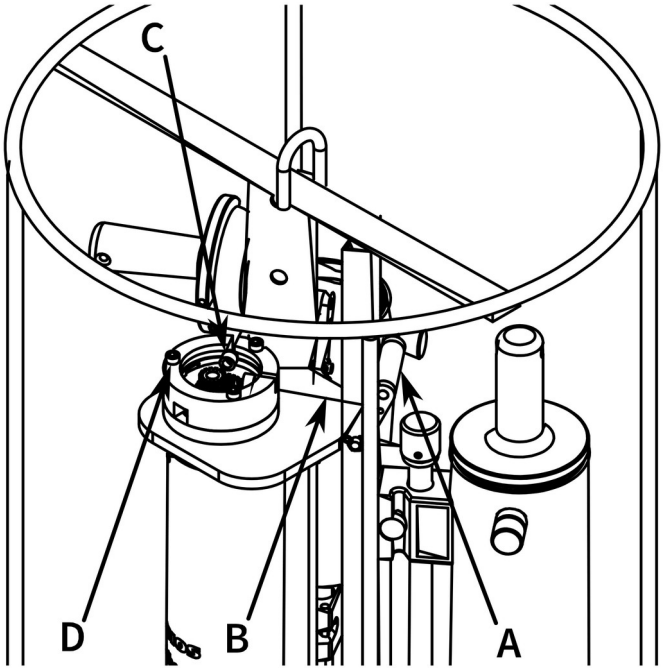


图 3　撞击杆与释放装置（原版 Fig. 2）：A 撞击杆；B 拉绳；C 塑料球；D 释放装置锁紧环螺钉（M5）

1. 提起支架的撞击杆 A，把带塑料球 C 的拉绳 B 放进释放装置的槽内（图 3）。
2. 按第一只采水器标签上的说明把它打开。
3. 另一只采水器重复此操作。

   至此 TFM 已可作业。

在线作业：布放

TFM 长时间未使用后，应按上文做一次「在线作业前的采水器与接线测试」，确认系统工作正常。

1. 用随机转接电缆把 TFM 机械、电气地接到绞车电缆上。定期在插针上涂随机插针润滑脂。任何情况下都不得在没有接对应电缆或盲堵的情况下把水下单元放入水中！
2. 打开控制单元。
3. 把 TFM 下放到目标深度，停止绞车。
4. 按控制单元上的 ACTION 关闭采水器。显示窗出现 Motor running；几秒后瓶号加一，并显示 Operation done。
5. 把 TFM 绞回甲板，关闭控制单元。注意夹手，手与手指要离开。
6. 用淡水彻底冲洗 TFM。

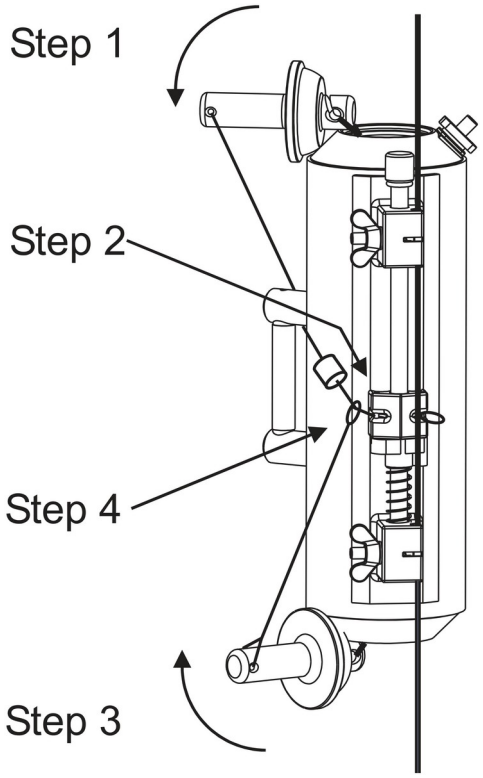


图 5　采水器的装瓶（待触发）动作（原版 Fig. 4）：按图中 Step 1 ~ Step 4 的顺序操作；图中英文提示意为「不得在空气中释放采水器」

若一次航次中计划做多次作业，单芯或多芯电缆可一直留在水下单元上。若不再使用 TFM，建议拔下绞车电缆。为避免触点腐蚀，在插针上薄薄涂一层插针润滑脂，把盲堵 MC DC 5 M 装到 MC BH 5 F 接头上，把盲堵 DC 2 M 装到单芯或多芯电缆的 IL 2 F 接头上。

离线作业

离线作业前的采水器测试

每次布放前建议做一次「采水器机械与电池测试」（见「维护」一章）。

离线作业编程

离线作业中取样的压力值须用下列三种方法之一编程，选哪种取决于现场条件与作业细节。无论用哪种方法，编程时都必须遵守：

- 瓶号必须为 0，且 TFM 的释放块必须处于起始位置（红色释放块恰在 1 号槽之前）。否则编程被禁止。
- TFM 下放过程中，水下单元一直处于锁定状态，直到到达解锁压力（unlock pressure）为止（期间仍连续记录测量数据）。因此解锁压力应比采水器的关闭压力至少大 0.5 dbar。
- 解锁压力必须大于 0.5 dbar。

方法 A：用控制单元编程

用全速串行电缆（图 2 J）。

1. 用全速串行电缆在控制单元与 TFM 之间建立直接连接。
2. 打开控制单元。
3. 按 Pressure programming 旁的软键（可能需要用屏幕下方的 < 和 > 软键左右翻页）。显示当前编程内容。
4. 按压力值旁的软键进入编辑。
5. 按 Accept（对勾 ✓）保存修改。
6. 检查剩余存储容量是否够本次作业用。主屏上有显示（例如 Free memory: 200 hours）。可能需要用 > 和 < 翻页才看得到。
7. 按「离线作业：布放」一节继续操作。

方法 B：用运行 OceanLab 的 PC 编程

用 PC 至串行口电缆（图 2 K）。

1. 用 PC 至串行口电缆在 TFM 与 PC 之间建立连接。
2. 在 PC 上启动 OceanLab 4（或更高版本）。
3. 点 OceanLab 中的 Connect。此时 OceanLab 显示 TFM 的传感器与状态读数。
4. 点 Controlling mode。
5. 点 Pressure programming。
6. 输入所需的压力值。
7. 点 Send to instrument。

8. 在部件列表中选择 Memory，确认剩余数据存储够下次作业用。
9. 断开 OceanLab 连接。
10. 按「离线作业：布放」一节继续操作。

方法 C：用数据传输模式编程

用全速串行电缆（图 2 J）加控制单元至 PC 的串行电缆（图 2 L）。此法适用于 TFM 与 PC 距离超出电缆可达范围的场合。数据传输模式的细节见《控制单元操作手册》。此模式下控制单元会记住最后连接过的水下单元，并向 OceanLab 列出它的选项。

1. 用控制单元至 PC 的串行电缆，在 OceanLab 与控制单元之间建立连接。
2. 打开控制单元。
3. 按控制单元显示窗旁的 Data transport 软键。
4. 在 PC 的 OceanLab 中点 Connect。
5. 按方法 B 所述用 OceanLab 编辑编程。
6. 点 Send to instrument，把编程内容传到控制单元。控制单元以对勾 ✓ 提示已收到有效编程。
7. 可顺便核对设备时钟，必要时设定。
8. 在 OceanLab 中点 Disconnect。
9. 从控制单元上拔下 USB 电缆。
10. 把控制单元带到 TFM 处。
11. 用全速串行电缆在控制单元与 TFM 之间建立直接连接。
12. 打开控制单元（若其间关过机）。
13. 控制单元自动把编程内容传到 TFM。显示窗以第二个对勾 ✓✓ 提示成功。
14. 按 Stop transport。
15. 检查剩余存储容量是否够本次作业用。主屏上有显示（例如 Free memory: 2 days）。
16. 可选：按 Pressure programming 1 旁的软键核对已编入的值。
17. 按「离线作业：布放」一节继续操作。

注 对于带附加编程功能（例如实时编程）的仪器，按编程方法旁的软键第一次是选中该方法（在其旁打勾），第二次才是显示已编入的值。

离线作业：布放

TFM 在编程完成并被激活后，会自动开始一次离线作业。

1. 用全速串行电缆在控制单元与 TFM 之间建立直接连接。
2. 布放前一刻，按软键 Activate（在 Pressure programming 下方）激活 TFM。可能需要用 > 和 < 翻页才看得到。此时 TFM 已激活，将等待到达已编入的解锁压力。激活时启动一个 1 小时计时器：若 1 小时内未布放（未到 5 m 深或未到解锁深度），仪器会自动取消激活，以节省存储空间与电池。
3. 从水下单元上取下电缆。
4. 为避免故障，确认盲堵 SUBCONN MC DC 5 M 已薄薄涂脂，并装在水下单元的 SUBCONN MC BH 5 F 接头上、用锁紧套锁紧。任何情况下都不得在没有接对应电缆或盲堵的情况下把水下单元放入水中！
5. 把 TFM 放入水中。
6. 下放过程中务必越过已编入的解锁压力，以解除水下单元的锁定。上升途中，采水器会在编程压力点自动关闭。
7. TFM 回到甲板后接上控制单元，按软键 Deactivate。
8. 用淡水彻底冲洗 TFM。

查看已记录的离线数据

要查看已记录的离线数据，须把文件传到 PC。可用下列两种方法之一：

方法 A：用控制单元传输模式

用全速串行电缆（图 2 J）加控制单元至 PC 的串行电缆（图 2 L）。此法把控制单元当作大容量存储设备使用，适用于 TFM 与 PC 距离超出电缆可达范围、因而无法用方法 B 的场合。

1. 打开控制单元。
2. 若尚未进入传输模式，按标有 Data transport 的软键。

3. 用全速串行电缆在控制单元与 TFM 之间建立直接连接。若此时 TFM 仍处于激活状态，控制单元会自动退出传输模式并改显主屏；此时按软键 Deactivate，再按 memory 旁的软键、然后按 Synchronize 回到传输模式。若有新文件需要同步到控制单元，它会自动开始同步。进度条指示文件正被传入控制单元；视采样率与作业时长，这个过程从几秒到几分钟不等。
4. 文件传输完毕（Files synched）后，断开控制单元与 TFM 之间的电缆。
5. 用控制单元至 PC 的串行电缆，在 OceanLab 与控制单元之间建立连接（不接 TFM）。
6. 启动 OceanLab，按 Connect。
7. 按下文「方法 A 与方法 B 共同的步骤」继续。

方法 B：直接连 PC

用 PC 至串行口电缆（图 2 K）。

1. 为把已存数据传到 PC，把 PC 至串行口电缆（MC IL 5 M → USB）接到水下单元的 MC BH 5 F 接头上。
2. 把 PC 至串行口电缆接到 PC 的 USB 口上。
3. 启动 OceanLab，按 Connect。
4. 在部件窗口中点 Deactivate，取消 TFM 的编程激活状态。
5. 按下文「方法 A 与方法 B 共同的步骤」继续。

方法 A 与方法 B 共同的步骤

1. 在 OceanLab 中进入 Controlling mode。
2. 在部件列表中选择 Memory。
3. 仪器数据存储器内的全部数据文件都列在文件表中。
4. 按 OceanLab 中的屏幕提示把文件传到 PC。
5. 断开电缆。

维护

采水器机械与电池测试

本测试用于确认机构运转顺畅、电池容量充足。当电池充电状态不明、或 TFM 长时间未使用时，都应做一次。下文按用控制单元控制 TFM 来写，也可用 PC 加 OceanLab 完成。

1. 用全速串行电缆在控制单元与 TFM 之间建立直接连接。
2. 打开控制单元。
3. 确认 Motor position 与 Bottle number 均为 0（零），且释放块处于起始位置。为避免采水器在空气中关闭造成人员受伤或仪器损坏，测试期间绝不可让采水器处于待触发状态！测试期间留意控制单元显示的电池电压：电机运转时若电池电压低于 6.2 V（电压值旁出现闪烁的电池符号），应给水下单元的电池充电。
4. 按标有 ACTION 的软键。电机运转，推进释放块；约 3 秒后电机停止，Bottle number 显示 1。
5. 对其余支架重复第 4 步。最后 Bottle number 显示 2，并出现 Operation done。
6. 测试完毕要把 TFM 复位：按 Bottle 旁的软键，然后按 Reset。
7. 上述步骤顺利完成，即表示仪器通过了测试。

水下接头

水下接头只需少量保养即可确保长寿命。建议在插针的密封面上涂插针润滑脂：这既能防止触点腐蚀，也能减少插拔磨损。

为保护电缆接头，切勿拉拽电缆来拔插头，并避免出现细窄、尖锐边缘处的弯曲半径。

提示 任何情况下都不得在没有接对应电缆或盲堵接头的情况下把水下单元放入水中！

用温肥皂水清洁水下接头。避免让化学药剂接触接头。

电机单元的拆卸

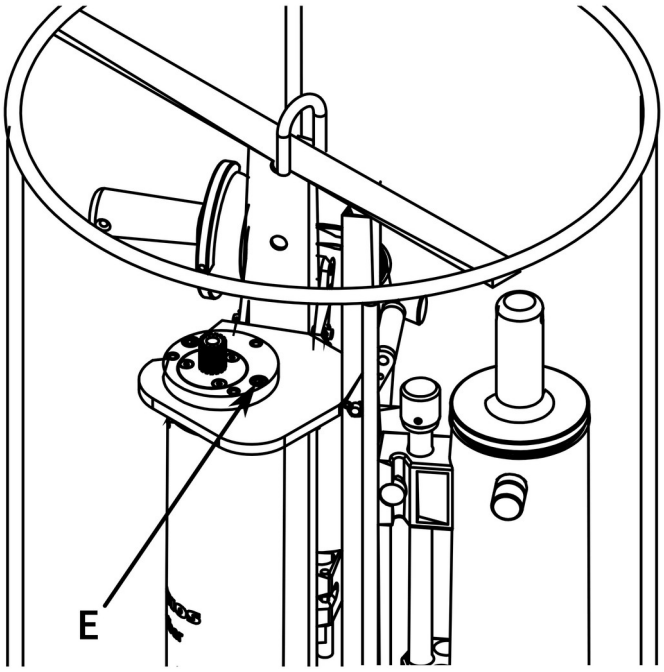


图 4　电机单元螺钉（原版 Fig. 3）：D 释放装置黑环上的 3 只 M5 螺钉；E 黑色底板上的 2 只 M6 螺钉

若因维修或保养需要拆下 TFM 的电机，须执行下列步骤：

1. 从水下单元的 MC BH 5 F 接头上取下所有电缆。
2. 把盲堵 MC DC 5 M 装到 MC BH 5 F 接头上。
3. 旋松释放装置黑环上的 3 只 M5 内六角螺钉（图 4 D）。工具：4 mm 内六角扳手。
4. 旋松释放装置黑色底板上的 2 只 M6 内六角螺钉（图 4 E），另一只手扶住电机单元。工具：5 mm 内六角扳手。

电机单元的安装

按拆卸的逆序装回电机单元与释放装置。工具：5 mm 内六角扳手。

只有当电机与释放装置之间建立了同步，TFM 才能正常工作。安装之前须按下列步骤重新建立同步：

1. 把拆下的电机单元接到控制单元上。
2. 按瓶号显示旁的软键。
3. 按 Half step，让电机短转一下（电机轴转半圈），瓶号复位为 0。重复此操作，直到释放块处于起始位置。至此电机已同步，可以重新安装。
4. 从电机单元的 MC BH 5 F 接头上取下连接电缆。

5. 在插针上薄薄涂一层插针润滑脂，把盲堵接头 MC DC 5 M 装到 MC BH 5 F 接头上。
6. 把电机单元托在电机安装板下方，把黑色底板放到电机板上，插入 2 只 M6 螺钉（图 4 E）并拧紧。
7. 把齿圈与黑环放到黑色底板上。红色释放装置必须位于 1 号槽之前。
8. 把释放装置的槽与撞击杆处的拉绳对齐。
9. 拧紧黑环上的 3 只 M5 内六角螺钉（图 4 D）。工具：4 mm 内六角扳手。

原始资料与版本

原版文件	436896_TFM_E.pdf
原版次	Edition 09/26（26 页）
产品编号	436 896
原厂	HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH
原厂地址	Am Jägersberg 5-7, 24161 Altenholz, Germany
原件来源	https://hydrobios.de/images/datasheets/436896_TFM_E.pdf
译制说明	章节与原文一一对应；插图取自原版第 24～26 页，图号按本版顺序重排；原版目录中 Fig. 2 与 Fig. 3 的图题互换，本版按图面内容更正
版权	原文版权 © 2026 HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH，保留所有权利；本译本不改变原文的版权归属

说明　本中文版供选型、操作、培训与故障排查参考。若中文表述与英文原版存在歧义，以 HYDRO-BIOS 提供的英文原版为准；屏幕提示语以仪器实际显示为准。