青岛水德科技有限公司 | 美国 Kovacs 公司 | 操作手册

Kovacs 冰芯取芯系统

Kovacs Ice Coring System | Operations and Maintenance Manual

操作手册 · 中文版 （依据原厂 Document #8507-0205，Version 1.0，2025 年 10 月 30 日版译制）

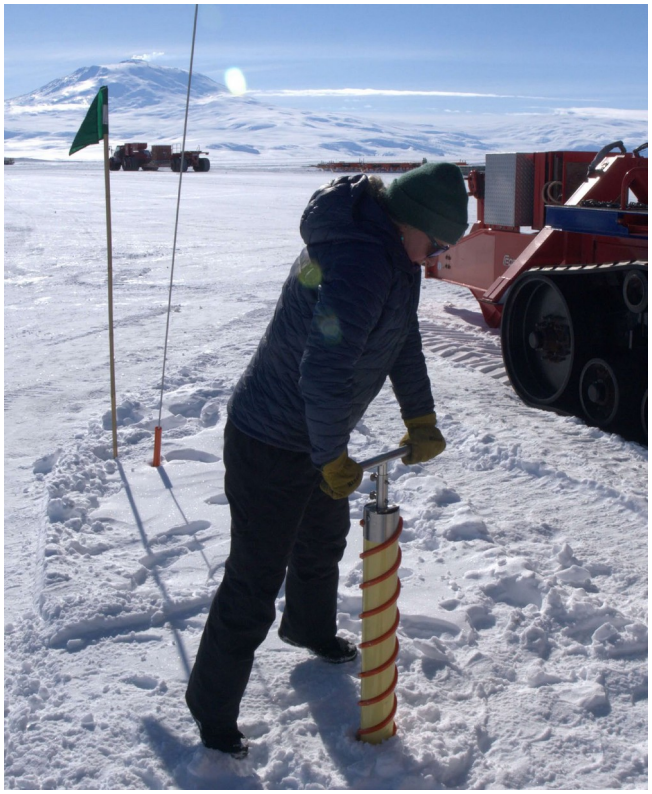


图 1 Kovacs 冰芯取芯系统野外钻取作业

产品型号	Kovacs 冰芯取芯系统 Mark II / Mark V
单次取芯长度	Mark II：90 cm；Mark V：140 cm
标准套件取芯深度	6 m
驱动方式	T 形手柄手动驱动，或无绳手电钻驱动
编制单位	NSF 冰钻计划（IDP）/ 威斯康星大学麦迪逊分校空间科学与工程中心（SSEC）
原版文件	Document #8507-0205，Version 1.0（2025-10-30）

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。

目录

中文版说明.....2
1 设备概述.....2
2 使用前检查.....3
3 钻取冰芯操作.....3
4 常见问题与解答.....4
5 附录 A 检查程序与装箱清单.....9
6 原始资料与版本.....11

中文版说明

本手册是美国 Kovacs 公司《Kovacs Ice Coring System Operations and Maintenance Manual》（编号 8507-0205，Version 1.0，2025 年 10 月 30 日）的中文译本。原文由 NSF 冰钻计划（IDP）在 Kovacs Ice Drilling Equipment 提供的操作说明基础上编辑而成。本版按设备概述、使用前检查、钻取操作、常见问题、装箱清单的顺序重排，操作步骤、提示与问答内容未作增删。

译制口径：设备专名（Mark II、Mark V 等）与工具名保留英文或给出通用译名；原文中的 TIP（操作提示）与 NOTE（注意）全部保留为提示框；原文未给出的参数本版不作推断。中文表述与英文原版存在歧义时，以原厂英文版为准。

1 设备概述

Kovacs 冰芯取芯系统是一套小型轻便、可便携的钻取系统，用于在粒雪（firn）及多种坚实冰层中获取冰芯。NSF 冰钻计划（IDP）配有两种型号：Mark II 单次可采集 90 cm 长的冰芯，体型更大的 Mark V 单次可采集 140 cm 长的冰芯。实际作业中，该系统每次钻取的冰芯样品约为半米长。

标准 Kovacs 冰芯取芯套件包含钻取 6 m 深度冰芯所需的全部部件。系统既可手动驱动，也可用动力驱动；如需动力驱动，IDP 可提供无绳手电钻。



图 2　Kovacs Mark II 套件（原版插图）：装箱状态，含取样管、延伸杆、切割头与小零件包

2　使用前检查

1. 出发前往野外之前，尽可能对整套系统做一次检查，确认所有部件、工具与备件齐全且状态良好。套件内附有装箱清点表（见「5　附录 A」），可据此逐项核对。
2. 建议操作人员实际组装一次钻机，熟悉各部件的装配关系与功能。

3　钻取冰芯操作

本节操作说明以粒雪层取芯为例。

3.1　钻孔场地准备

- 在坡面上钻孔时，可先在坡上切出一块足够容纳钻进作业的平台；并在钻孔位置上方（坡向上游）设置围挡，降低样品被污染的可能。
- 条件允许时，在岩芯操作区上方搭设篷布遮阳，防止阳光把钻具晒热、把冰芯样品晒化。
- 把保温岩芯箱放在手边，以便岩芯安全存放；可将装满的岩芯箱埋入雪中加强保护。若暂时没有岩芯箱，袋装的岩芯样品也可先埋入雪中妥善保存，待岩芯箱到位后再取出。

3.2　钻进取芯

1. 确认切割头已正确装配，逐项检查：犬爪（core dog）动作正常；刀片（cutters）已装好；深切螺钉（depth screws）已从运输状态调进，使刀片外露并能正常切入冰面。
2. 连接传动接头（drive head coupler），并装上 T 形手柄；若使用无绳手电钻，则装上直驱适配器（direct drive adapter）。

3. 顺时针转动钻具，向下加力保持最小即可。持续钻进，直到钻具切入约半米深度。
4. 停止转动，装上 T 形手柄并双手握紧。先稍微向上提拉，使犬爪咬入岩芯，然后迅猛向上一提，把岩芯从孔底提断。
5. 把钻具从钻孔中提出。
6. 拆下传动接头，用推杆（push rod）从切割头一端把冰芯样品从取样管（core barrel）内推出。
7. 岩芯必须用岩芯托盘（core tray）承托，防止断裂。托盘可向 IDP 申请提供。
8. 按同样方式继续钻进，直到达到目标深度。故障处理见第 4 节常见问题。

重要 不要过度钻进！如果看到冰屑堆积到传动接头上方，说明已经钻过头，钻具可能因此卡在孔内。

重要 提断岩芯时不要逐渐加力——那样只会把螺纹间的冰屑越压越实，使取样管卡死。要迅猛一提。

注意 每次下钻前，把切割头、刀片和犬爪/夹头上的积雪积冰清理干净。冰雪压实堆积会导致钻进性能下降。

4 常见问题与解答

问：运输途中如何保护切割刀片？

答：把切割鞋（cutting shoe）底部的 4 根深切螺钉旋出，使其伸出长度超过刀片外露长度。这样刀片在运输中不会直接磕碰到野外箱内壁。

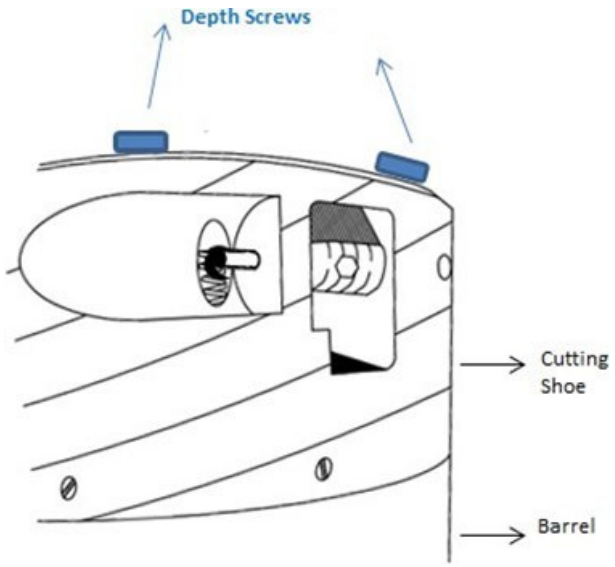


图 3　深切螺钉（Depth Screws）与切割鞋（Cutting Shoe）、取样管（Barrel）位置示意（原版插图）

问：可以调整切割刀片的切削强度吗?

答：可以。把切割鞋底部的 4 根深切螺钉调短，可加大刀片外露量，切削更「猛」。在海冰上可将螺钉调短；对性脆的冰层，把螺钉调长往往能取得更好的岩芯质量。运输前建议把 4 根深切螺钉恢复到伸出状态以保护刀片。

问：传动接头装上后有晃动，正常吗?

答：正常。少量活动量是设计所需，用于减小取样管旋转过程中系统的受力。

问：怎么把冰芯从取样管里取出来?

答：正常情况下冰芯可以较轻松地从管内滑出。步骤：把取样管提出孔外，拆下最底部的一根连接销；向上拉接头柱塞（coupler plunger），使传动接头与取样管脱开；倾斜取样管让冰芯滑出，必要时从切割鞋一端轻推。要准备好接住冰芯并放到处理板上。只有当水滴在管内壁冻结时，冰芯才可能难以取出——冻结会造成阻滞。切勿试图从切割鞋一端顶出冰芯。

问：为什么冰芯碎成了薄片（wafering）?

答：在坚硬冰层中取芯时，管内可能出现「片化」碎裂。冰芯与管内壁之间的间隙会有影响：如果操作中让取样管横向摆动，管内壁会撞到冰芯，把冰芯撞断。另外，冰冷透明的湖冰，以及冰盖脆性带（约 500–700 m 深度）的冰，本身就很脆，常因应力释放开裂而片化。

为防止片化碎裂，建议：

- 把标准刀片换成宽刀片（购买时随套件配备），加大管壁与冰芯之间的间隙。
- 降低钻速。
- 调长切割鞋上的 4 根深切螺钉，减小切削量。

问：为什么冰芯样品提不上来?

答：多半是犬爪张力问题，也可能是冰/冻结干扰了犬爪与犬爪弹簧。涂抹憎水润滑脂并收紧犬爪，即可防止岩芯打滑。如果在软冰或气温高于冰面冻结温度时钻进，犬爪可能发「黏」——尤其在最初几支岩芯之后。更多内容参见下文「什么是合适的犬爪张力」与「如何调整犬爪张力」。

问：在海冰上钻孔时，如何防止取样管被涌入孔内的水冻住?

答：一旦切透冰层，要立即把取样管快速提出钻孔——赶在冰屑与水的混合物冻结之前。操作者必须保持警觉、反应迅速。

问：取样管内外都在结冰怎么办？

答：再取下一支岩芯之前，必须先清除管内外的冰。冻结的水会阻碍冰芯进入管内，也会阻碍冰屑沿螺纹上排。

问：钻屑冻在取样管上怎么办？

答：春季表层消融时，融水会渗入钻孔，温度很低的钻屑便会冻结成块、粘在管壁上。应尽量选择地表较高处钻孔——融水会沿坡从钻孔处排走，从而避免这一问题。

问：如何防止取样管卡死在冰里？

答：过度钻进时，钻屑会堆积在取样管上方；提管时这些堆积物被压实，导致取样管难以提出，甚至卡死。参见野外箱盖内侧的提示。

问：什么是合适的犬爪张力？

答：合适的犬爪张力是取出高质量岩芯的关键。张力过大时，犬爪可能切进岩芯圆周，最深可达正常直径的一半。在软冰/雪层取芯时应调小张力，让犬爪易于压入而不切入岩芯；在硬冰中则应调大张力，使犬爪在提升时能咬住冰芯。调整方法见下一条。

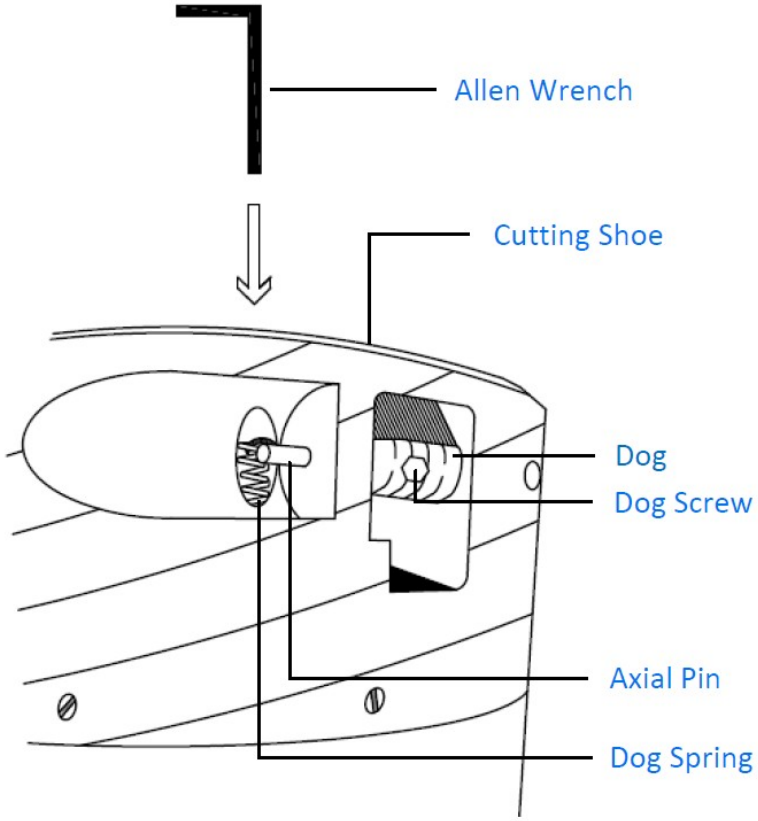


图4　犬爪系统组成：切割鞋（Cutting Shoe）、犬爪（Dog）、犬爪螺钉（Dog Screw）、轴销（Axial Pin）、犬爪弹簧（Dog Spring）（原版插图）

问：如何调整犬爪张力?

答：把犬爪张力调到合适程度需要反复尝试摸索。调整步骤如下：

1. 松开犬爪螺钉（Dog Screw）。
2. 在轴销（Axial Pin）上重新安放犬爪，以增大或减小弹簧张力。
3. 拧紧犬爪螺钉。

注意 1　务必使轴销的「钩」位于犬爪弹簧的正中心。位置偏了可能导致犬爪卡在缩回位置。

注意 2　个别情况下，可能需要用内六角扳手微调犬爪弹簧下方那颗螺钉的高度，从而改变犬爪弹簧的高度。注意：该螺钉位于弹簧下方。

注意 3　具体场合下的理想张力，参见「什么是合适的犬爪张力」一条。

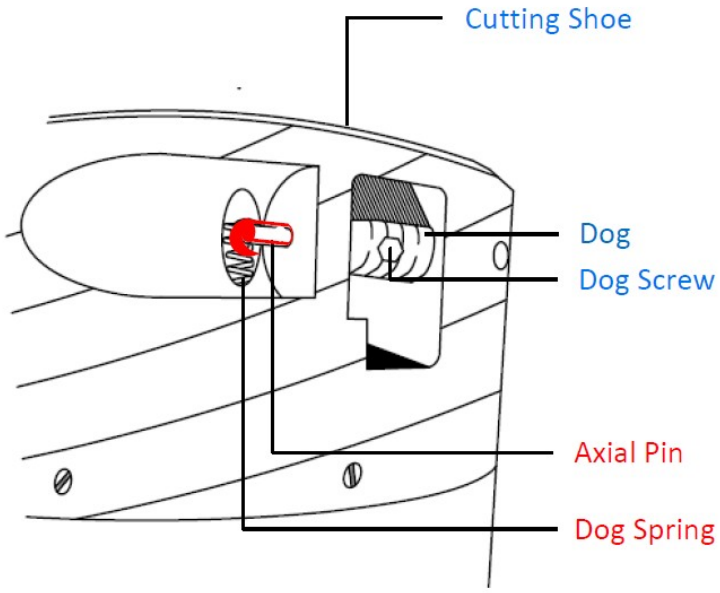


图 5　用内六角扳手调整犬爪张力（原版插图）

问：犬爪总是卡在「缩回」位置是怎么回事?

答：可能是冰屑在犬爪弹簧内堆积，务必保持该部位清洁。也可能是轴销的「钩」挂在了犬爪弹簧上，此时可调整犬爪弹簧的高度解决——弹簧顶部应与轴销孔顶部齐平。

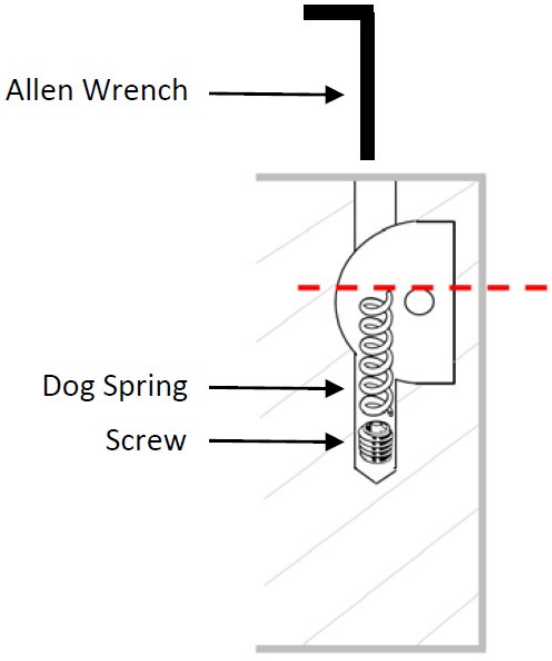


图 6　用内六角扳手调整弹簧下方螺钉，使弹簧顶部与轴销孔顶部齐平（原版插图）

问：如何安装/更换切割刀片?

答：按下列顺序紧固，可保证刀片在切割头中安装到位。使用内六角扳手：

1. 拧紧 1 号螺钉，直到开始感觉到阻力。
2. 拧紧 2 号螺钉，直到贴合。
3. 回头把 1 号螺钉拧到贴合。

紧固完成后，用岩芯刀片测量规（Coring Blade Measuring Tool）检查刀片位置是否正确，详见原厂资料中「如何使用岩芯刀片测量规」一条。

注意 刀片必须同时从切割鞋的内径和外径两侧凸出，这一点十分关键。

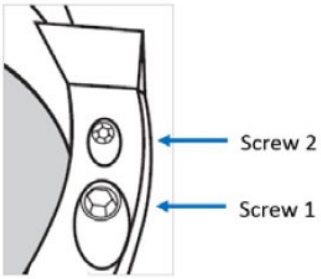


图 7　切割刀片紧固顺序：先 1 号螺钉，再 2 号螺钉，再回头拧紧 1 号（原版插图）

5　附录 A　检查程序与装箱清单

5.1　IDP 内部检查与包装程序

部件到达 Madison 后： 清洁、测试并存放所有部件；在手持冰钻（Hand Auger）库存表中登记；把超差或损坏的部件移出库存并换上新的备件。

部件离开 Madison 前： 按 PI 的野外需求装箱；填写配套检查表（Fit Checklist）与装箱清点表（Inventory Checklist），纸质版随箱附带；更新库存表。

部件到达野外后： 野外人员确认所有部件到达时无损坏。

部件离开野外前： 尽可能把所有部件清洁并干燥；用装箱清点表核对所归还的部件是否正确。

5.2　配套检查表（Fit Checklist）

随套件附带的配套检查表记录季节、套件编号、尺寸型号（Mark II / Mark V）、用户与使用地点，并逐项确认以下内容：

- T 形手柄与全部延伸杆配合到位
- T 形手柄与取样管接头（barrel adapter）配合到位

- 全部延伸杆之间相互配合到位
- 全部延伸杆与取样管接头配合到位
- 取样管接头与各取样管配合到位
- 切割头内已装入刀片
- 犬爪与切割头配合到位

5.3 装箱清点表（Inventory Checklist）

序号	物品	标准数量
1	T 形手柄（Tee Handle）	1 个
2	延伸接头（Extension Coupler）	1 个
3	1 m 延伸杆（1 m Extension）	5 个
4	取样管接头（Barrel Adapter）	1 个
5	延伸销（Extension Pin）	8 个
6	1 m 取样管组件（1 m Barrel Assy）	1 个
7	切割头（含刀片与犬爪）	1 个
8	Kovacs 直驱适配器（Direct Drive Adapter）	1 个
9	标准内六角扳手组（Standard Allen Key Set）	1 套
10	小型一字螺丝刀	1 把
11	岩芯托盘（Core Tray）	1 个
12	小零件包（Small Parts Kit）	1 包
13	窄刀片（Narrow Cutters，小零件包内）	4 个
14	宽刀片（Wide Cutters，小零件包内）	4 个
15	切割鞋螺钉（Cutter Shoe Screw，小零件包内）	4 个
16	刀片螺钉（Cutter Screw，小零件包内）	4 个
17	刀片紧定螺钉（Cutter Set Screw，小零件包内）	1 个
18	犬爪（Core Dog，小零件包内）	2 个
19	犬爪弹簧（Core Dog Spring，小零件包内）	4 个
20	犬爪销（Core Dog Pin，小零件包内）	2 个
21	犬爪紧定螺钉（Core Dog Set Screw，小零件包内）	4 个

序号	物品	标准数量
22	犬爪弹簧调整紧定螺钉（Core Dog Spring Adjustment Set Screw，小零件包内）	4 个

6 原始资料与版本

原版文件	Kovacs 冰芯取芯系统_操作维护手册_IDP2026.pdf（12 页）；Document #8507-0205，Version 1.0，2025 年 10 月 30 日
编制与版权	NSF 冰钻计划（IDP），University of Wisconsin-Madison Space Science & Engineering Center（SSEC），All Rights Reserved
参考资料	1008-0014 SSEC Project Safety Plan；8501-0017 Deployment Hazards Awareness
缩写	IDP = NSF Ice Drilling Program；QAS = Quality Assurance and Safety group；SSEC = University of Wisconsin-Space Science & Engineering Center