

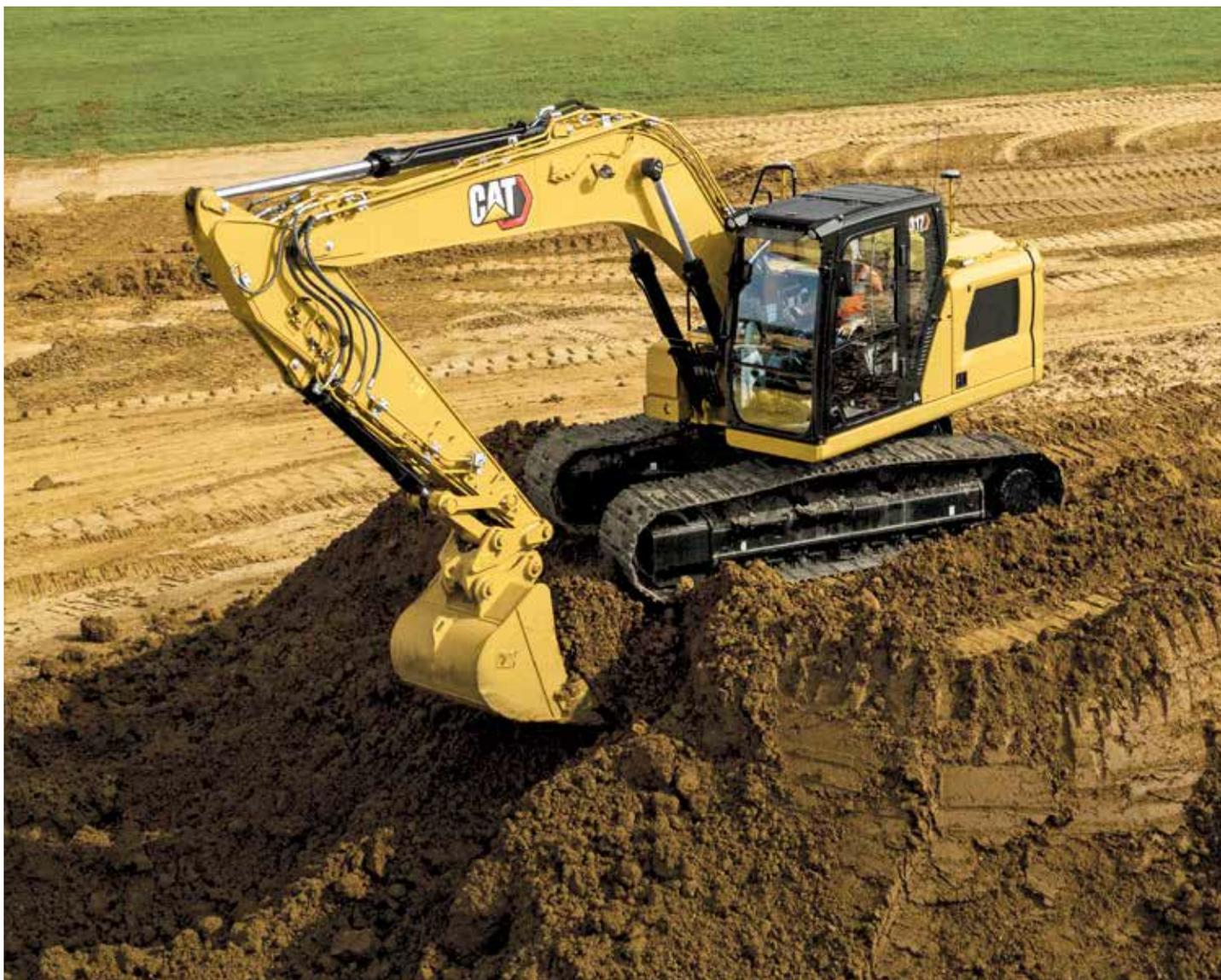
# GRADE (坡度)

适用于挖掘机的技术



# CAT® GRADE 技术 提高生产率

挖地基、凿水渠、在斜坡上作业。  
Cat® Grade 技术可以满足这些作业对精度和速度的严苛要求。Grade 将先进的制导与可选的自动化机器控制相结合，能够帮助操作员以更少的作业趟数准确无误地实现平整目标。



**挖掘精准。更快速、更轻松、更安全。性能始终如一。**

Cat Grade 可为挖掘机应用带来的四个好处：

-  **降低成本：** 节省时间、人力和燃油成本。
-  **提高精度：** 精确制导减少了无用功。
-  **提高操作员效率：** 经验丰富的操作员比以往任何时候都更准确。新手操作员可以更快地跟上进度。
-  **提高安全性：** 减少地面所需的现场人员数量。



# 深度集成

意味着平滑操作

Cat Grade 技术深入集成到了新的 Cat 设备中，可提供平滑、精确的操作。有些 Grade 技术也可以作为售后升级提供，为客户新增高级功能。

## 适合所有作业的合适技术

适用于挖掘机的 Cat Grade 集 2D 和 3D 技术于一身，可满足各种应用需求和运营预算。此外，辅助功能实现了某些操作的部分自动化，可进一步提高效率和生产率。

请联系您的 Cat 代理商，讨论最适合您的设备机群、操作员和应用的系统及选项。

# GRADE 技术

选择适用于作业的产品



## 带有 2D 系统的 GRADE

将操作员的效率最多提高 35%\*

带有 2D 系统的 Cat Grade 可帮助挖掘机操作员将各种应用中的工作效率最多提高 35%。带有 2D 系统的 Grade 可提供实时制导以实现准确的垂直和水平控制，从而确保按照确切的技术规格挖方和填方，避免挖方过度或挖方不足。

- + 在大多数应用中剔除了地面标桩。
- + 显示目标坡度（带视觉制导以及高度和深度）。
- + 可以使用操纵手柄命令、触摸屏界面或旋钮轻松调整目标深度和坡度。
- + 集成式部件可防止损坏，确保实现长久的使用寿命。
- + 使用可选的激光捕捉器功能移动和保持一致的坡度。
- + 通过将此系统与带辅助功能的 Cat Grade 相结合，支持单操纵杆挖掘
- + 与各种铲斗类型配合使用：挖掘、清洁、平整和倾斜。

\*与传统的平整方法相比。

推荐用于：  
常规应用

使用带有 2D 系统的 Grade，您可以在挖掘和平整地下室、基脚、地基、公用事业沟渠、斜坡和排水沟时实现更高的效率和生产率。



挖掘



平整



挖渠



修整斜坡

推荐用于：  
场地垫层、挖渠等

带有高级 2D 系统的 Grade 是经济高效的解决方案，适合商业场地垫层设计、沟渠、商业化粪池系统和其他类似应用。



挖掘



挖渠



商业项目

# 带有高级 2D 系统的 GRADE

## 扩展的制导功能

### 创建和实施基本现场设计

高级 2D 系统新增了横向坡度和落差制导。在更复杂的应用中，这些有助于操作员在更大的作业现场保持准确性和精度。带有高级 2D 系统的 Grade 可以在出厂时提供\*，也可以将其作为带有 2D 系统的标准 Grade 的升级进行加装。

带有高级 2D 系统的 Grade 也是具备现场设计能力的标准 2D 系统的升级。此系统额外配有高分辨率触摸屏监视器，操作员可以在操作员座位上轻松输入和编辑坡度计划。监视器会实时显示铲斗的位置，操作员可以从多个不同的视角中进行选择。借助此系统，操作员能够：

- + 使用已知的坡度点在屏幕上**创建**一个截面。
- + **监控**坡度计划的**实施进度**。
- + 按计划**准确挖掘**，防止挖方过度或挖方不足。
- + **将作业现场效率提高多达 45%**（借助带辅助功能的 Grade），节省时间并避免返工。
- + **增强机器在更多作业和更大作业现场的多功能性**。

*\*Cat Grade 供货情况可能因地区和型号而异。有关详细信息，请咨询 Cat 代理商。*



# 带有 3D 系统的 GRADE

在多台机器上实施复杂的设计

带有 3D 系统的 Grade 新增了实时卫星定位制导功能。此系统使用两个 GNSS 接收机和修正的数据源在三维空间内实现实时运动 (RTK, Real Time Kinematic) 定位制导。

在实施大型基础设施和商业场地项目中常见的复杂设计时，全 3D 可帮助操作员最大限度地提高生产率和作业现场的效率。

- + 通过现场设计计划功能和控制，在大型作业现场和多台机器上保持准确性。
- + 在作业现场跟踪机器和铲斗的绝对位置。
- + 自动补偿由倾斜的地面条件造成的挖掘机侧倾和纵倾情况。
- + 在设计文件中设置 2D 回避区，以告知操作员现场平面图中无需工作的区域。
- + 使用与带有高级 2D 系统的 Grade 相同的附加触摸屏监视器。
- + 所有 Cat Grade 系统均与 Trimble、Topcon 和 Leica 的信号发射器和基站兼容。

推荐用于：  
复杂和极大规模的作业

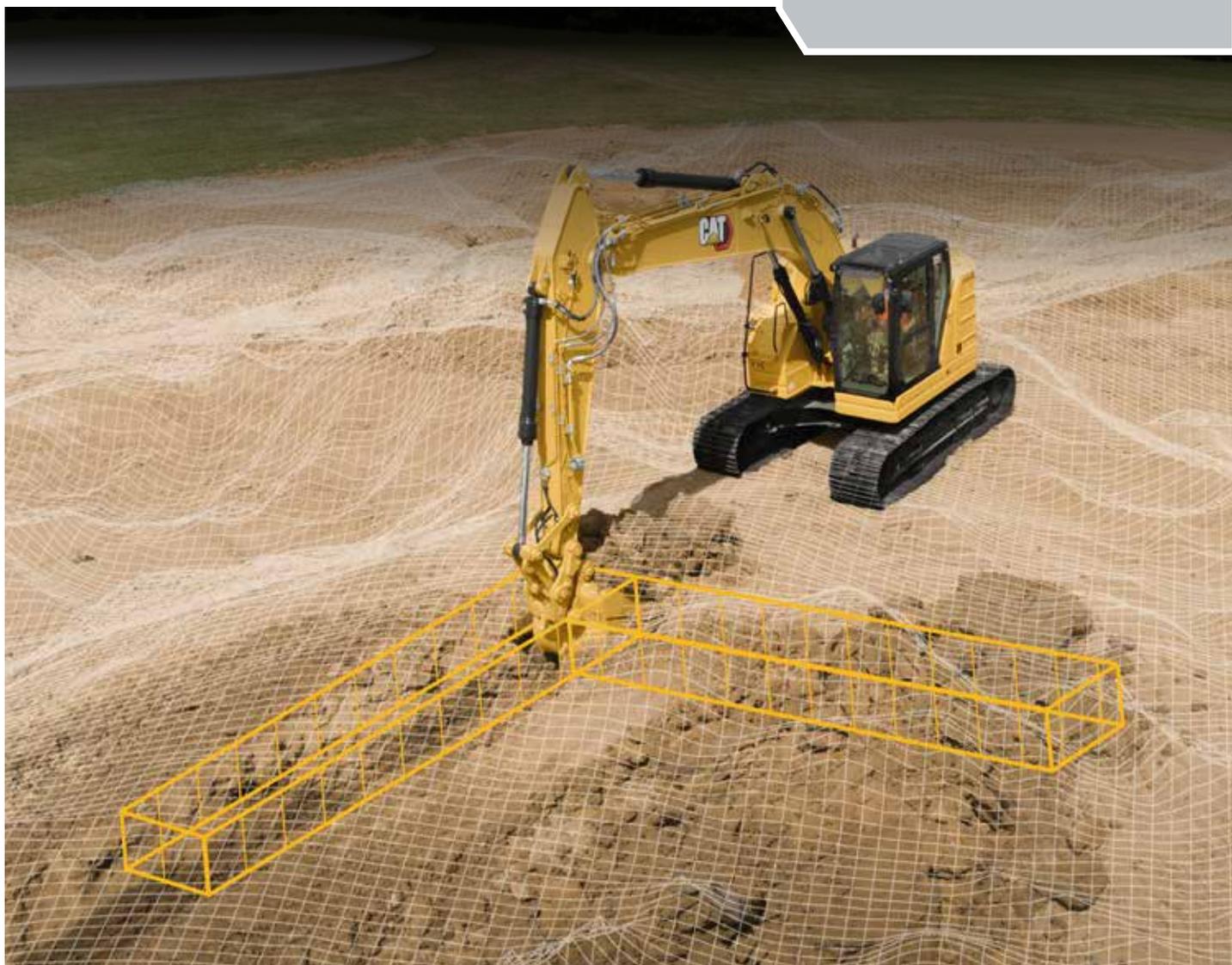
带有 3D 系统的 Grade 非常适合需要极高精度的复杂挖方和填方，以及大型基础设施、民用、重载公路和商业场地项目。

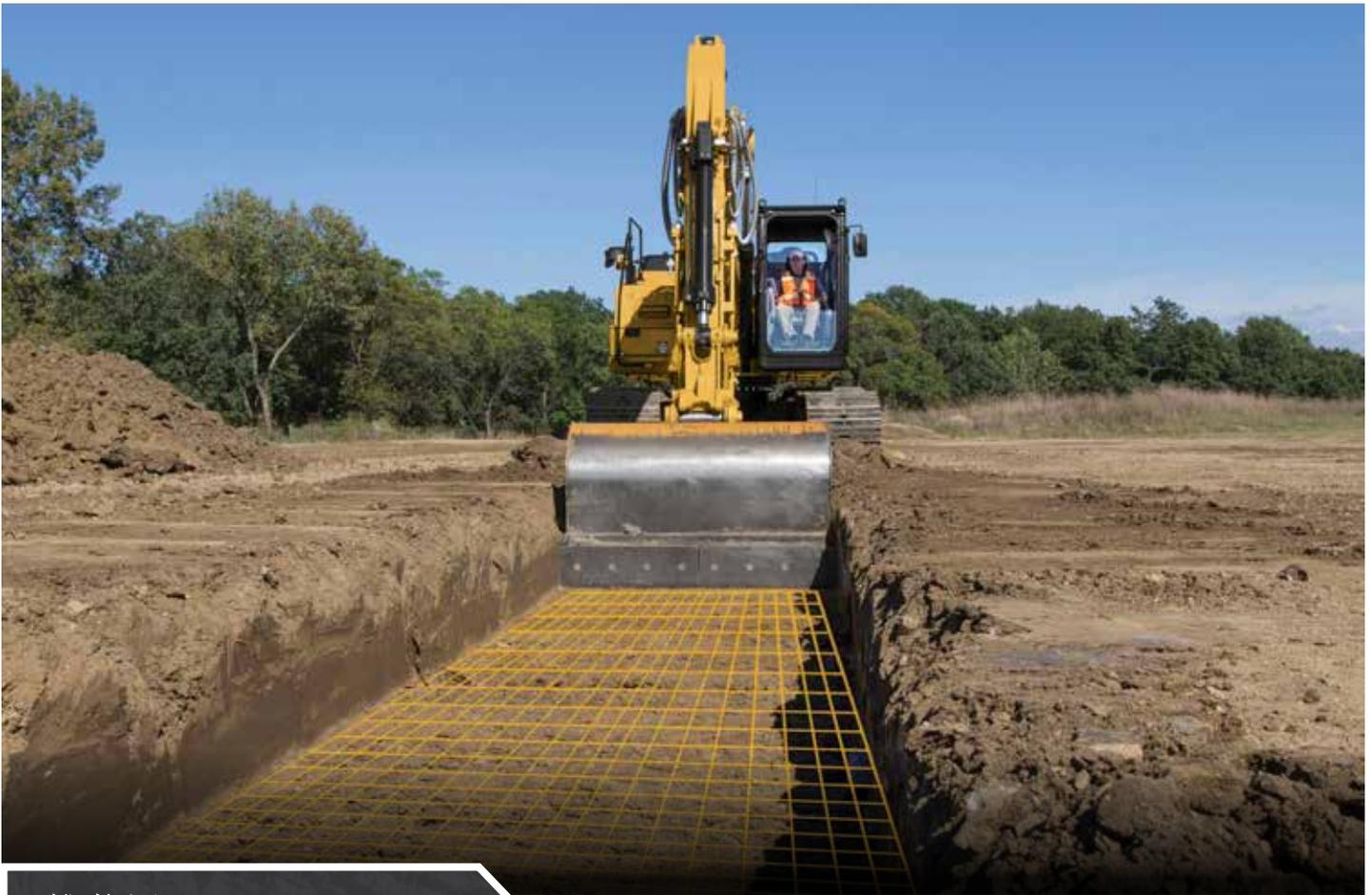


商业项目



精度项目





推荐用于：  
大多数应用

带辅助功能的 **Grade** 使得各种技能水平的操作员能够在大多数挖掘、斜坡修整、平整、精细平整、挖渠和装载作业中更加自信、有效和高效地工作。



挖掘



平整



装载



挖渠



修整斜坡

## 带辅助功能的 **GRADE**

带辅助功能的 **Grade** 新增了半自动挖掘能力，能够将操作员的效率最多提高 **45%**。此系统可与带有 **2D** 系统的 **Grade**、带有高级 **2D** 系统的 **Grade** 以及带有 **3D** 系统的 **Grade** 配合使用，让您可以根据应用优化 **Grade** 系统。

### 单操纵杆挖掘简化了操作

单操纵杆挖掘采用标准工装和倾斜式工装，可自动移动动臂和铲斗，以便更精确地进行挖方。使用单操纵杆可减少手动输入和错误以及降低疲劳感，从而提高各种经验水平的操作员的平整一致性。制导系统、机器显示屏和简易操纵手柄控制使得操作变得非常简单，并且附带速度控制功能，操作员更省力。

### 可用的四种自动协助类型

- + **坡度辅助装置** - 利用动臂和铲斗功能保持所需的深度和坡度。操作员可以设置目标坡度并用单手控制斗杆速度。
- + **铲斗辅助装置** - 保持铲斗角度，并在斜坡修整、平整、精细平整和挖渠应用中让您能够持续进行精确挖方。
- + **动臂辅助装置** - 在负载下挖掘、提升或旋转时，自动抬起动臂，防止挖掘机抬离地面。
- + **回转辅助装置** - 在卡车装载和挖渠应用中，将挖掘机回转装置自动停在所定义的点，从而降低油耗并缩短循环时间。
- + **倾斜辅助装置** - 利用铲斗的角度运动自动保持所需的坡度。

# GRADE 技术

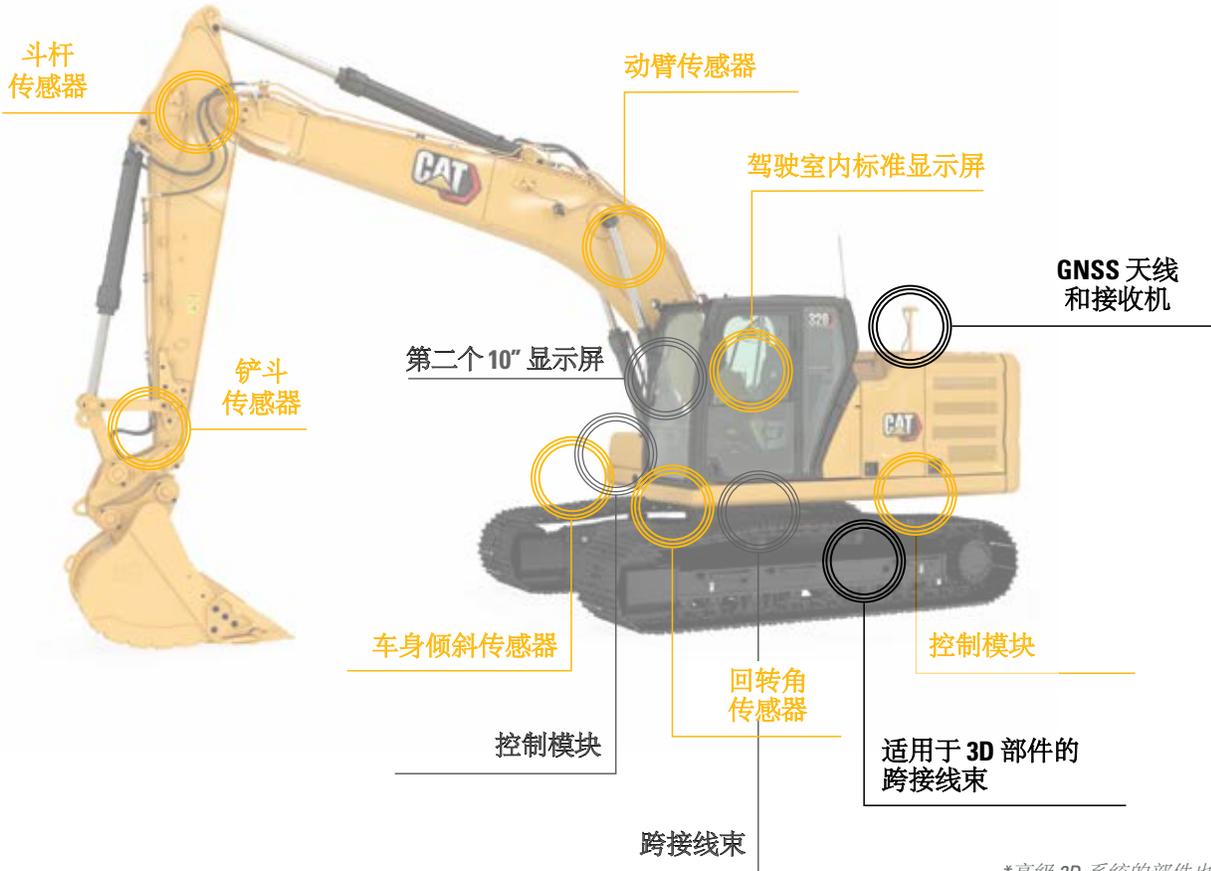
模块化部件，可轻松升级

Cat Grade 是可优化和升级的模块化系统，能够满足各种应用的需求和场地要求。功能和供货情况可能有所不同。请咨询您的 Cat 代理商，了解特定型号的信息。

带有 2D 系统的 GRADE

带有高级 2D 系统的 GRADE\*

带有 3D 系统的 GRADE\*



\*高级 2D 系统的部件也用于 3D 系统

## 带有 2D 系统的 GRADE

带有 2D 系统的 Grade 是基础等级的系统。部件出厂\*时已与机器系统集成。此系统是许多新 Cat 挖掘机的标准配置。

## 带有 3D 系统的 GRADE

带有 3D 系统的 Grade 部件包括 GNSS 接收机和天线。现场需要信号发射器或能够进行网络连接。与高级 2D 系统一样，带有 3D 系统的 Grade 可以在工厂\*添加，也可作为售后升级提供。

## 带有高级 2D 系统的 GRADE

带有高级 2D 系统的 Grade 可以在工厂\*添加，也可作为售后升级提供。其他部件包括用于创建、编辑和查看坡度计划的辅助高分辨率监视器，以及支持扩展功能的附加控制模块。

\*Cat Grade 供货情况可能因地区和型号而异。有关详细信息，请咨询 Cat 代理商。

# 其他部件



## 激光捕捉器 (可选)

当设备直接位于红色波长旋转激光面的中心时，激光捕捉器（或激光接收机）可检测到。当在 2D 模式下工作，并移动或重新定向机器时，这使得 Grade 系统能够传输和保持高程目标。



## 旋转式激光发射机 (激光参考所需)

推荐使用高质量的旋转激光发射机，以获得最佳的精度和从激光面引导的简便性。如需推荐，请咨询您的 Cat 代理商。



## GPS/GNSS 修正 (精准测绘所需)

使用实时运动 (RTK) 测绘系统时，需要 GPS/GNSS 修正源来提高定位精度。卫星基站通常用于修正，可以安装在三脚架上以便携带，或者安装在半永久性位置的天线杆上。

此外，当上方障碍物干扰 GNSS 信号时，Cat Grade 利用 Wi-Fi 或蜂窝网络以及通用总站 (UTS, Universal Total Station) 通过互联网提供互联网基站服务 (IBSS, Internet Base Station Service) 修正。

作为基站的替代方案，Cat® Grade 连接功能\* 使用机器远程通信技术连接到虚拟参考站 (VRS, Virtual Reference Station) 网络。

所有 Cat Grade 系统均与 Trimble、Topcon 和 Leica 的信号发射器和基站兼容。

\*需要订阅，专为带有 3D 系统的 Grade 设计。

# GRADE 技术

工作原理



## 带有 2D 系统的 GRADE

带有 2D 系统的 Cat Grade “仅显示” 系统可为操作员提供高度和坡度制导。

此系统会持续计算参考基准（如已知接地点、标线、激光器参考等）与铲斗铲刃上的焦点间的高程差。

带有 2D 系统的 Cat Grade 会告知操作员铲斗铲刃与基准点之间低于坡面、高于坡面或坡面上的距离。

状态屏幕提供以下视图：

- + 铲斗轮廓
- + 铲斗横截面
- + 铲斗倾斜角度和方向
- + 包含方向指示器的坡度深度数据
- + 旋转角度和方向（使用旋转传感器时）
- + 基准状态图标
- + 连杆高度状态图标

## 带有高级 2D 系统的 GRADE

带有高级 2D 系统的 **Cat Grade** 允许操作员针对挖掘和平整操作设置额外的参数，包括：

- + 横向坡度
- + 工作现场落差

使用带有高级 2D 系统的 **Grade**，操作员可以坐在操作员座椅上输入、编辑和实施基本二维设计平面图。

- + 标准驾驶室内显示屏会显示铲斗位置。
- + 第二个驾驶室内显示屏会以 2D “纸上” 图像的形式显示设计平面图。

## 带有 3D 系统的 GRADE

带有 3D 系统的 **Cat Grade**（适用于挖掘机）增加了更深层次的设计功能以及 **GNSS** 技术，可用于更复杂平面、斜坡、轮廓和曲线的 RTK 定位制导。

- + 根据预加载的 3D 设计文件或背景图，为操作员提供铲斗定位。
- + 帮助跨多个大型作业现场协调多台机器的操作，同时保持挖掘参数准确。





# 操作简单

使用带有 2D 系统的 GRADE

设置工作台



**第 1 步:**

通过铲刃上的铲斗齿尖或底部触摸已知的参考点，设定基准。

深度



**第 2 步:**

目标高程设定后，Grade 系统将显示工装机具尖端与目标高程之间的垂直距离。

坡度控制



**第 3 步:**

使用制导值、监控视图和声音信号作为辅助，完成第一个机器位置和方向的作业。

触摸点



**第 4 步:**

要移动到新位置，首先将工装机具尖端定位在可从当前位置和新位置（标桩、石料、路缘等）到达的任何固定参考点上。按显示菜单上的“触摸点”保存参考点。

坡度控制



**第 5 步:**

将机器移动到新位置，再次触摸参考点，然后按“应用”。系统会自动重置目标高程，使得操作员能够快速恢复工作。

基本操作大致相当于激光制导的高级 2D 和 3D 操作。移动到新位置时，3D 系统无需重新进行基准校正。有关详细说明，请参阅各系统的操作手册。



# CAT GRADE 在并排生产研究中轻松获胜

## 研究设置:

两台 Cat 液压挖掘机在相同的作业现场 - 一台配备了带有 2D 系统的 Cat Grade，一台未配备。

## 任务:

挖一个局部的地下广场，以 10% 的坡度挖一个沟到第二个位置，然后挖第二个地下广场。

## 目标:

比较坡度完成时间和平整准确度。

## 操作:

使用常规方法的机器多次停止以等待坡度检查器检查确认。坡度检查器大部分时间都处于闲置状态。配备 Cat Grade 的机器持续全速工作，并根据需要重新进行基准校正 - 无需坡度检查器。

## 结果:

装有 Grade 的机器的完成时间是 1 小时 17 分钟。  
未装 Grade 的机器的完成时间是 1 小时 40 分钟。



**27** 节省的分钟数

**35%**

生产率提高



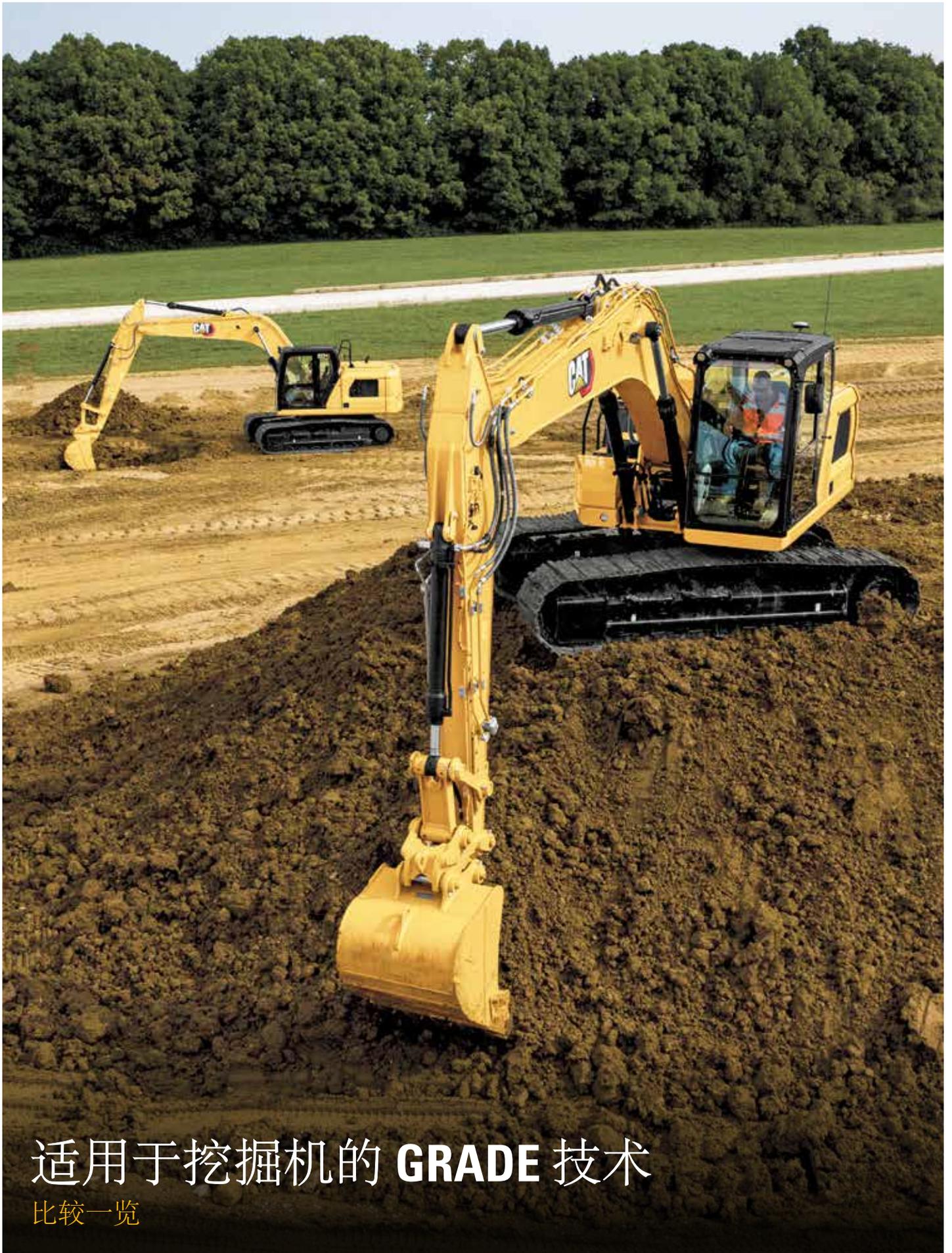
成本降低

燃油和人力成本皆下降



现场的安全性提高

无需地面人员



# 适用于挖掘机的 **GRADE** 技术

比较一览

# CAT GRADE 系统一览

特性	带有 2D 系统的 GRADE	带有高级 2D 系 统的 GRADE	带有 3D 系统的 GRADE
与目标坡度相关的实时深度和坡度制导，带有驾驶室内指示器	●	●	●
可在工厂安装*	●	●	●
完全集成的部件可防止损坏	●	●	●
通过带辅助功能的 Grade 防止过度挖方	●	●	●
激光器兼容性	●	●	●
带辅助功能的 Grade 兼容**	●	●	●
与集成的 Cat® 车载技术兼容： - Product Link™ 远程信息处理硬件系统 - Cat Command 高级半自动技术 - 2D 电子栅栏挖掘机安全系统 - Cat Payload 车载称重系统	●	●	●
与车外后台系统兼容： - VisionLink® 联网资产监控和设备 管理软件 - Cat 应用程序设备运行状况和管理软件 - Cat Productivity 生产管理技术 - 用于机器系统集成的 Cat API 软件模块	●	●	●
与 Trimble、Topcon 和 Leica 的信号发射器和基站兼容	●	●	●
横向坡度和落差制导		●	●
能够在驾驶室中的第二台高清监视器上创建/编辑 2D 现场设计		●	●
售后套件的可用性		●	●
能够在驾驶室中的第二台高清监视器上为平面、斜坡、轮廓和复杂 曲线创建/编辑 3D 现场设计			●
GPS/GNSS、Galileo 和 BeiDou 兼容			●
Cat 倾斜旋转器系统 (TRS) 兼容	●	●	●

● - 可用

\*供货情况因地区和型号而异。有关详细信息，请咨询 Cat 代理商。  
\*\*Topcon 和 Trimble Grade 3D 系统兼容。

Cat Grade 供货情况可能因地区和型号而异。有关详细信息，请咨询 Cat 代理商。

PCDJ0697-02  
(Global)

有关 Cat 产品、代理商服务和行业解决方案的更多信息，请访问我们的网站：[www.cat.com](http://www.cat.com)。

© 2022 Caterpillar。保留所有权利。

材料和技术规格如有变更，恕不另行通知。图中所示的机器可能包括附加设备。请咨询 Cat 代理商，了解可用的选项。

CAT、CATERPILLAR、LET'S DO THE WORK、VisionLink 及其相应的徽标、“Caterpillar Corporate Yellow”、“Power Edge”和 Cat“Modern Hex”商业外观以及此处所使用的公司及产品标识是 Caterpillar 的商标，未经许可，不得使用。

[www.cat.com](http://www.cat.com) [www.caterpillar.com](http://www.caterpillar.com)

