

# 无人拖拉机路径规划相关调研

| 公司 | 特点

| :---: | :---: | :---: |

| 丰疆智能 | 支持直线、曲线多种作业模式 可升级全无人|

|| 多车协调、对角耙地等,越跑越精准,行走误差小于 $\pm 2.5\text{cm}$ |

|| 高速、斜坡中精度依旧优于行业标准,高精度作业速度可达15km/h|



知乎 @丰疆智能

曲边耙地

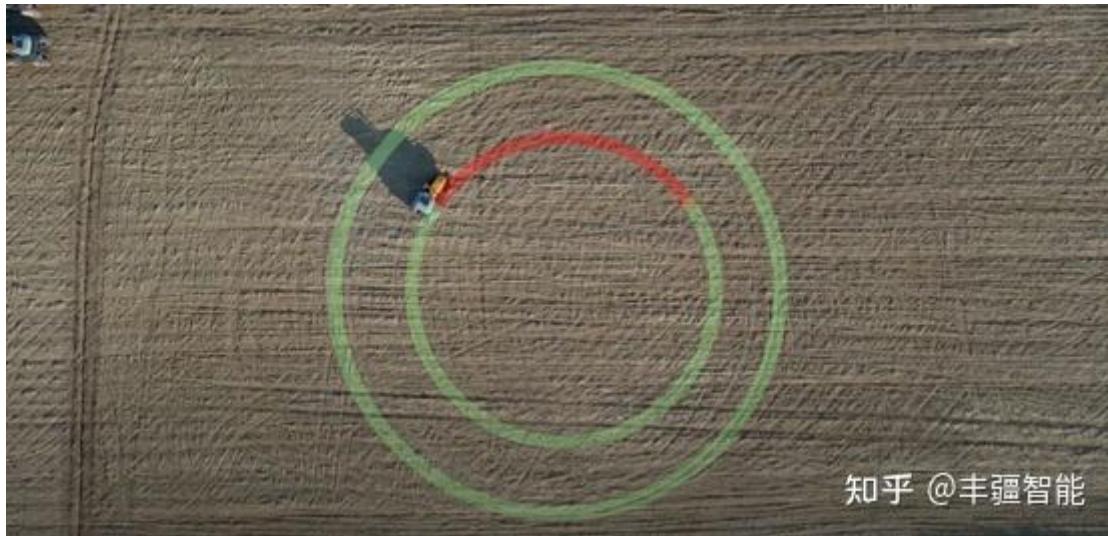


知乎 @丰疆智能

一键掉头



A+线模式



圆曲线模式(针对干旱地区的圆形农场等特殊场景)

| 公司 | 特点

| :---: | :-----: | :-----: |

| 惠达科技 | AB线共享和对角耙地，换车不打线，作业更方便|

|| 自带后视摄像头，免回头，实时掌握农具状态|

|| 国内唯一单天线，全地形、高精度，对标国际品牌|

---

| 公司 | 特点

| :---: | :-----: | :-----: |

| 中联重科 | 中联重科北斗导航农机自动驾驶系统的作业直线精度达到2.5厘米，交接行精度达到 $\pm 2.5$ 厘米，中途停车起步无起步弯，倒车入线距离小于10米，行业内首创双直线模式，满足了对角线、之字形、回字形等多种作业模式需求|

---

## | 公司 | 特点

| :---: | :---: | :---: |

### | 联适导航 | **AF301北斗导航自动驾驶系统**

|| 通用性强，可适用于几乎所有方向盘转向式农业机械，支持一机多用，可自行移机 大扭矩电机、适应老旧车型、插秧机等大阻力应用场景，应用于起垄、播种、打药、铺膜、收割、插秧等作业场景|

### || **AF302北斗导航自动驾驶系统**

|| 1. 用于拖拉机、插秧机、打药机、履带拖拉机等方向盘控制转向的农业机械 |

|| 2.AB线全部上传云端，永久保存，省去打线的时间，减少对土地的碾压|

|| 3.作业模式丰富支持直线、曲线、圆曲线、耙地、套圈打浆等多种作业类型，该系统应用于起垄、播种、打药、铺膜、收割、插秧等作业场景|

### || **AF305北斗导航自动驾驶系统**

|| 1.可多车共享导航线，且导航线可永久保存，一次打线永久使用|

|| 2.手机端实时查看车辆位置，统计作业面积等功能|

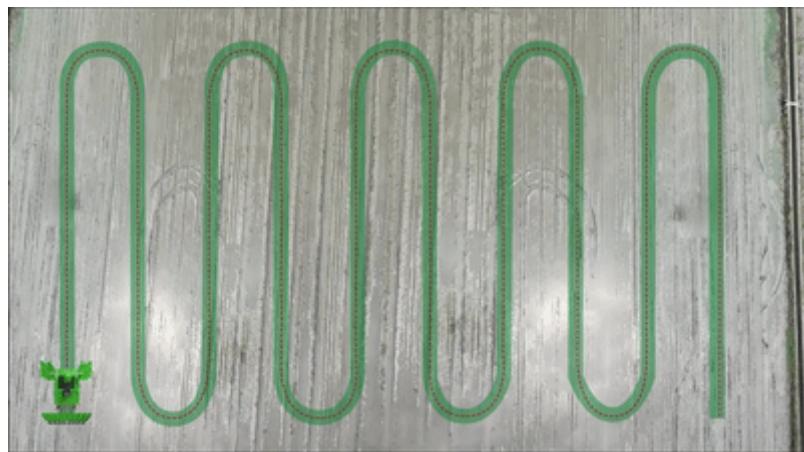
|| 3.屏幕带有误差指示光靶，作业精度一目了然|

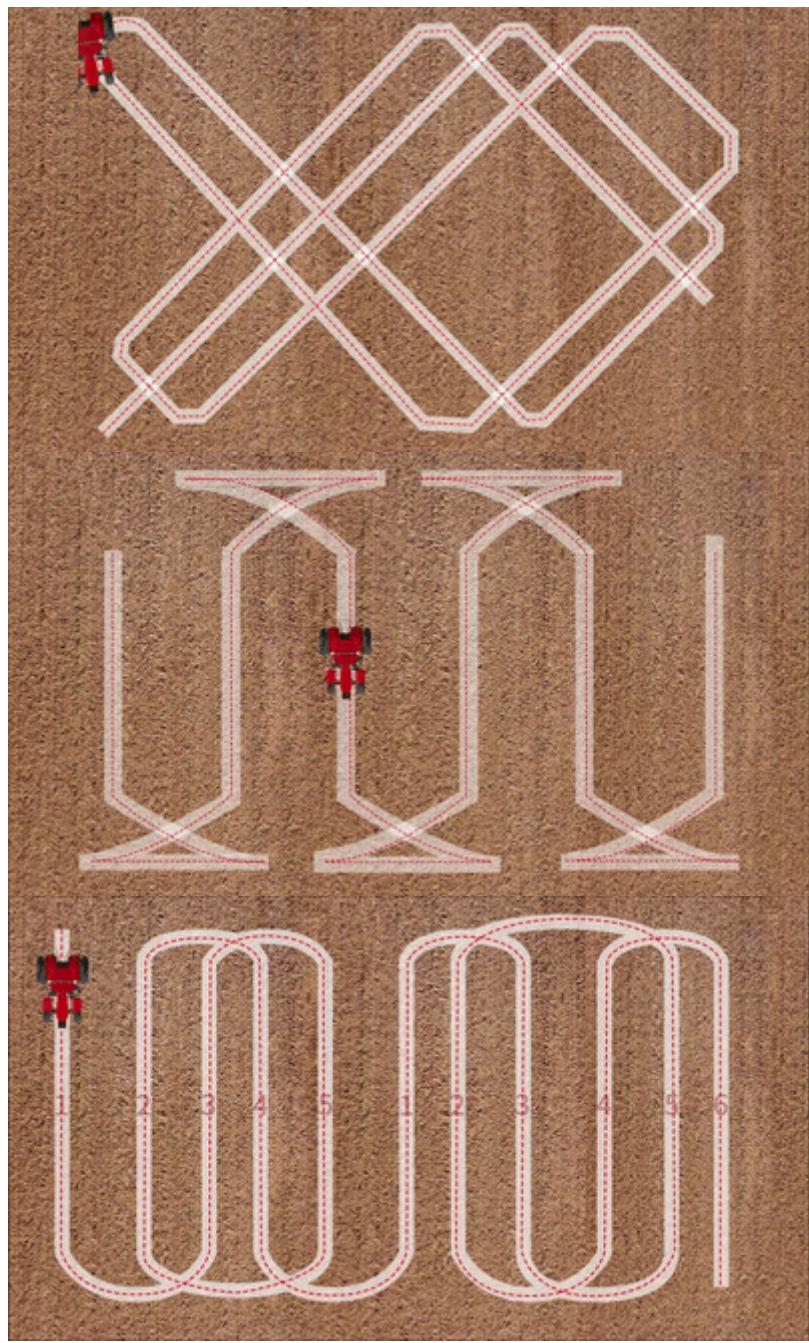
### || **TR100拖拉机无人驾驶控制系统**

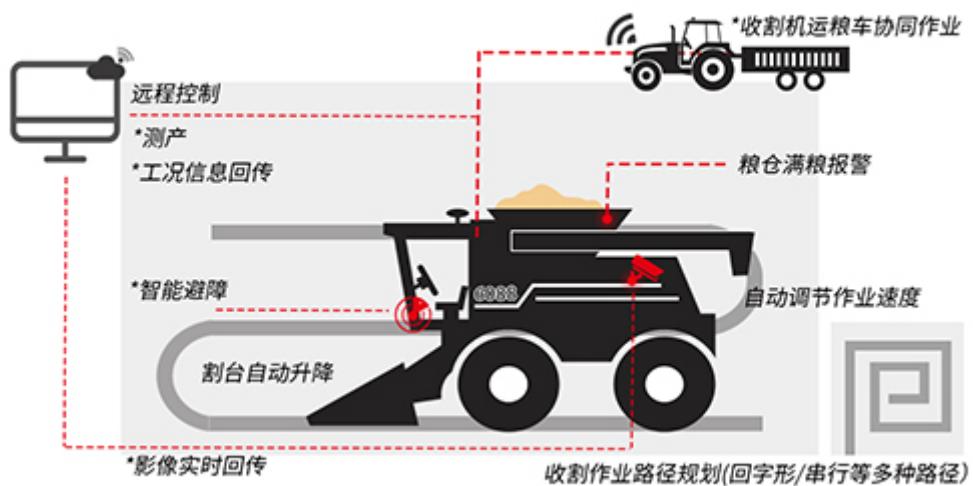
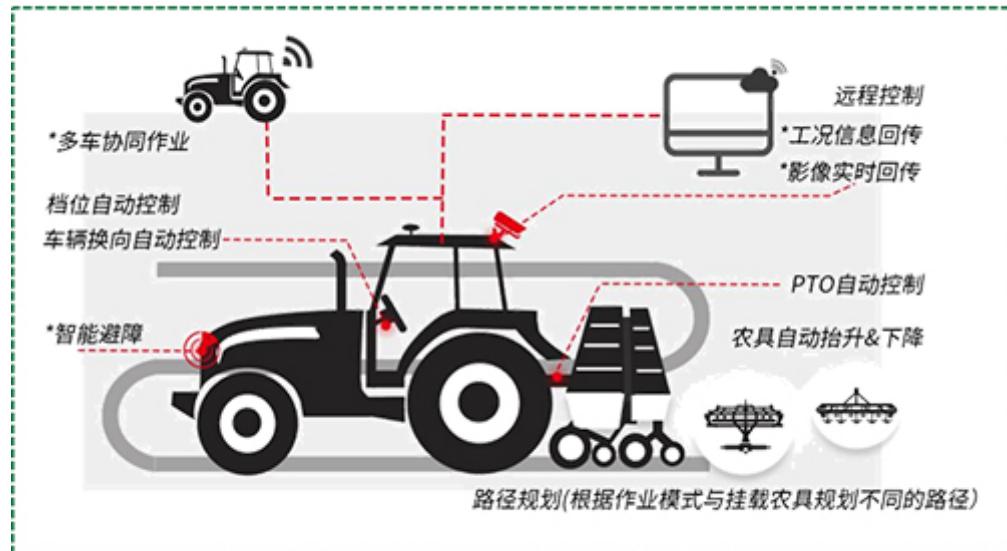
|| 1.云端路径规划及自主规划（车辆路径规划行驶控制、远程云端自主规划路径） |

|| 2.支持播种加肥、收割运粮等无人协同作业|

|| 3.无人驾驶拖拉机能够自动完成预先设定地块的翻地、播种、中耕任务，车辆作业全程可不需要人参与，自动化的完成路径规划、路径跟踪、自动调头、农具自动控制等动作，系统采用高精度北斗定位，控制精度在±2.5cm以内，作业精度高，作业速度快，作业过程完全模拟人工操作，尽可能减少地头调头距离，避免轧苗。|







| 公司 | 特点

| :---: | :---: | :---: |

| 华测导航 | **农智航X系列农机导航自动驾驶系统**

|| 1. 适配各类型、各马力段农机 |

|| 2. 支持AB直线、A+直线、90度线等多种作业模式，对角耙地曲线、圆曲线等 |

**|| 领航员NX510北斗农机自动驾驶系统 |**

|| 领航员NX510北斗农机自动驾驶系统可实现包含轮式、履带式及铰接式等各种农机的自动驾驶，支持直线、曲线、对角耙曲线、圆曲线、垂直曲线等多种作业模式，适应平地、坡地、水田等各种作业环境，作业精度可达±2.5厘米。同时，系统将各模块高度集成，使安装简化，一人30分钟内即可完成。 |



| 公司 | 特点

| :---: | :----: | :----: |

| 上海司南 | **AG360/AG360 Pro 北斗/GNSS农机自动驾驶系统**|

|| 1.直线精度 ± 2.5 cm|

|| 2.作业速度 0.2-15 km/h|

|| 3.作业场景 支持超低速，超高速，斜坡地，曲线作业模式|

|| 4.支持AB线共享作业|

|| 5.适用各种作业环境（直线曲线、平地丘陵）|

**|| AG610 BD-2.5GY北斗GNSS农业自动驾驶系统|**

|| 1.自适应低、中、高速路径跟踪，轻松入线，倒车入线不一样的快。|

|| 2.已广泛运用于翻地、耙地、旋耕、起垄、播种、喷药、收获等环节的农业作业中。|

|| 3.支持田块资料存储、颜色区分标识，田间作业隔行无误。|

**|| AG600 拖拉机自动驾驶液压系统|**

|| 1.对不同的地块形状，提供多种作业模式选择（直线、曲线、圆形）|

|| 2.作业重复误差在2.5cm以内，大大减少农机作业的重复面积|

|| 3.支持田块资料储存，便于随时查阅，不必每年划定行走路线|

|| 4.自动计算面积，作业面积一目了然|

---

| 公司 | 特点

| :---: | :----: | :----: |

| case ih | **AFS Connect Farm 先进的无人系统|**

|| 1.地理围栏边界和宵禁规则可控制设备运行的时间和地点|

	2. 车辆历史记录可直观地显示配备 AFS Connect 的车辆在过去 90 天内任意 24 小时内所采取的路径
	3. 更新的用户界面，只需轻按几下即可获取特定于田地和整个农场的数据
	4. 燃料使用子层显示燃料使用的田间空间图，以指示作物状况或田间环境引起的负荷差异
	5. 现在可以导入包含未指定速率的数据的应用程序、收获或播种文件
	6. 通过侦察报告和收获跟踪来跟踪和监控您的田间条件和收获进度

---

| 公司 | 特点

| :---: | :---: | :---: |

| AGCO | Auto-Guide™ 3000(<https://www.topconpositioning.com/>)|

|| 1. Auto-Guide™ 可以生成非标准的导航模式，例如对角线和螺旋形。|

|| 2. Auto-Guide™ 3000 是一种半集成转向解决方案，Auto-Guide 3000 提供亚米级、分米级和厘米级精度，可在许多 Challenger、Massey Ferguson 和 Valtra 机器上使用。该系统还可以集成到大多数挑战者、麦赛福格森和维美德拖拉机的地头管理系统中，通过简化地头转弯过程来提高效率。|

|| 3. 通过自动转向减少车主和操作员的疲劳|

|| 4. GEO-BIRD(一款自研的农机规划软件([https://www.fusesmartfarming.com/en\\_US/products/geo-bird.html](https://www.fusesmartfarming.com/en_US/products/geo-bird.html)))|

|| 4.1. Geo-Bird 在您舒适的办公室里帮助您完成这一切。|

|| 4.2. 快速绘制或导入边界，为您的田地获取 3 条建议的路线路径。|

|| 4.3. 该工具适用于各种设备品牌|

|| 4.4. 根据田地边界的形状和所用机具的工作宽度，轻松为您的田地生成优化的路线。|

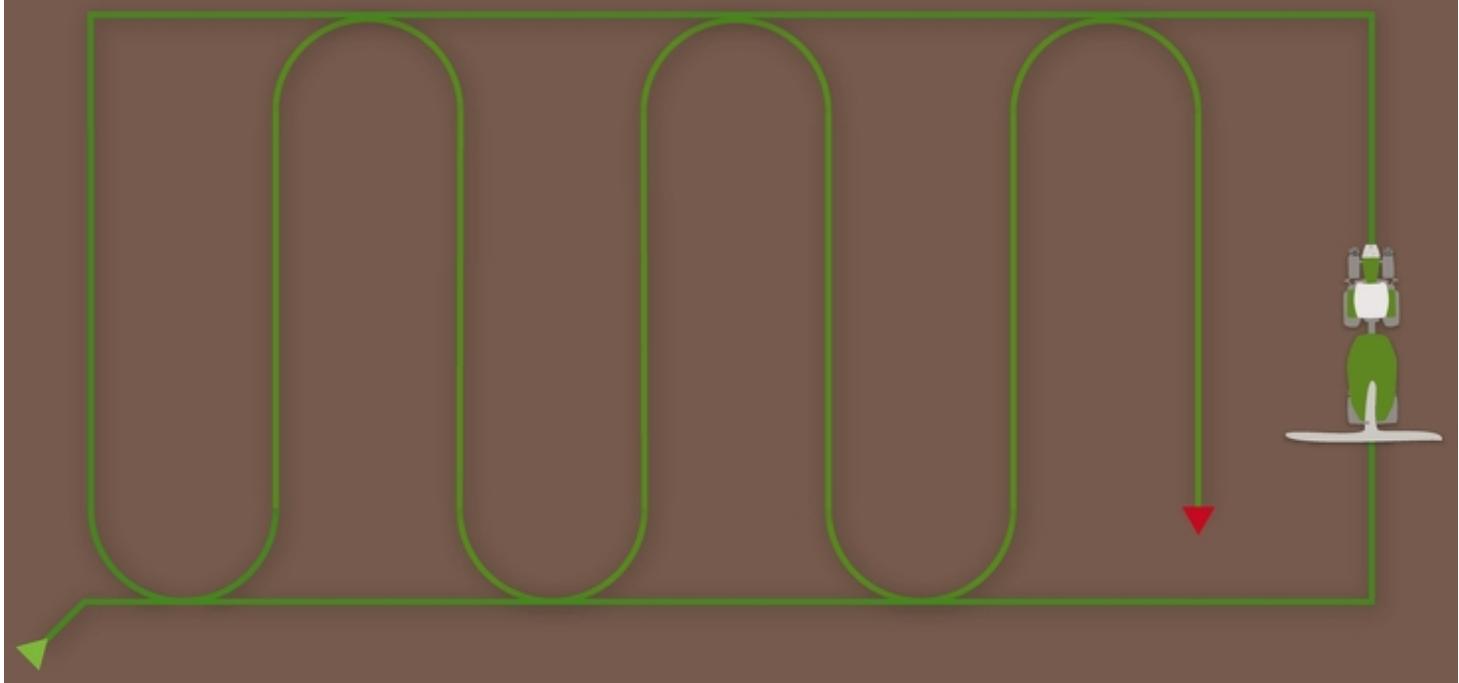
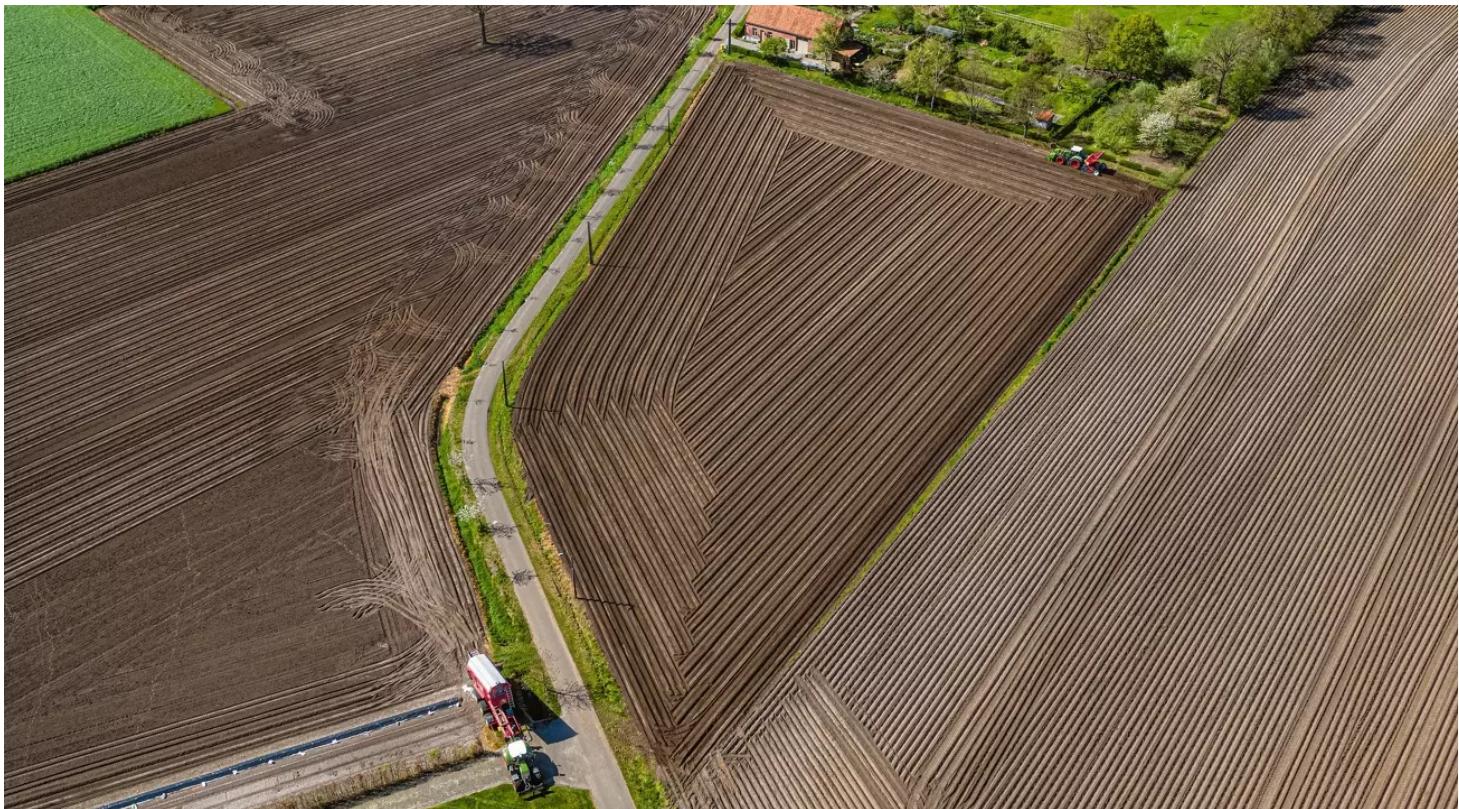
|| 4.5. 使用受控交通耕作 (CTF) 功能对齐不同机具的生成路线。|

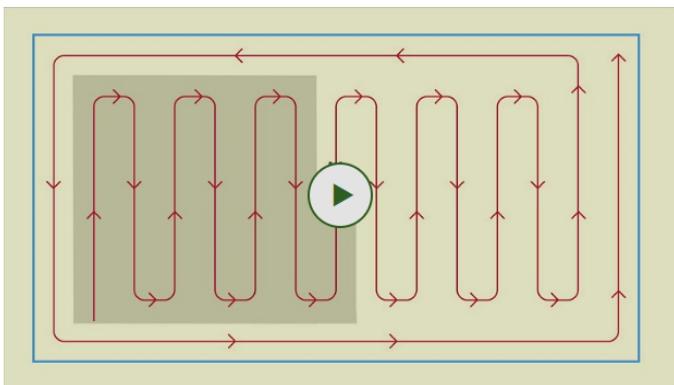
|| 4.6. 比较 3 条建议路线的转弯数、地头重叠、距离和车轮交通面积。|

|| 4.7. 可以创建自己的路线。|

|| 4.8. 导出为所有 AGCO 格式、XML 文件和不同的多品牌格式。|



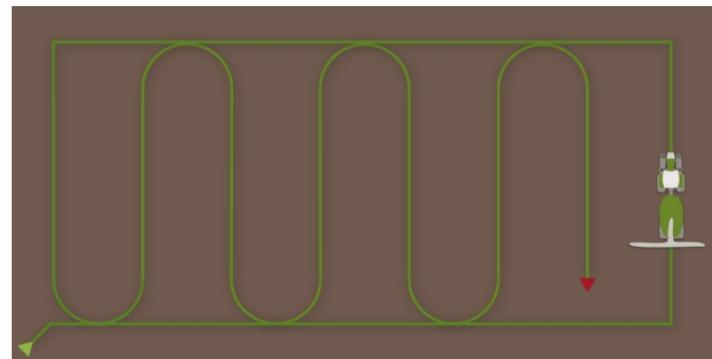




#### 节省时间和金钱 – 轮廓线段

新的路线线类型轮廓线段最大限度地减少了工作的复杂性，是克服实践中的一些障碍的宝贵工具。

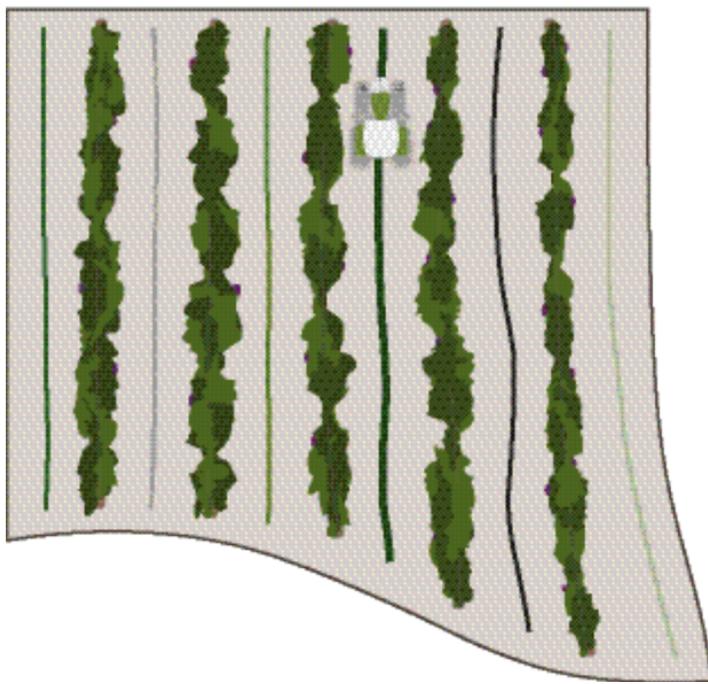
- 省时又方便：快速、轻松地绘制路线，根据田地边界自动创建轮廓线段，即使在地头也能一致使用转向系统
- 数据保留和处理：可以将以前记录的（多年来）路线线转换为轮廓线段



#### 用于无压力的维护工作 – 单轨

单轨模式允许您录制具有自由轮廓的轨道。

- 即使对于未使用转向系统播种的作物也有明显的好处
- 轻松记录任意车道（即行驶车道），可在完全相同的线路上行驶



#### 个性化 - 单轮廓段

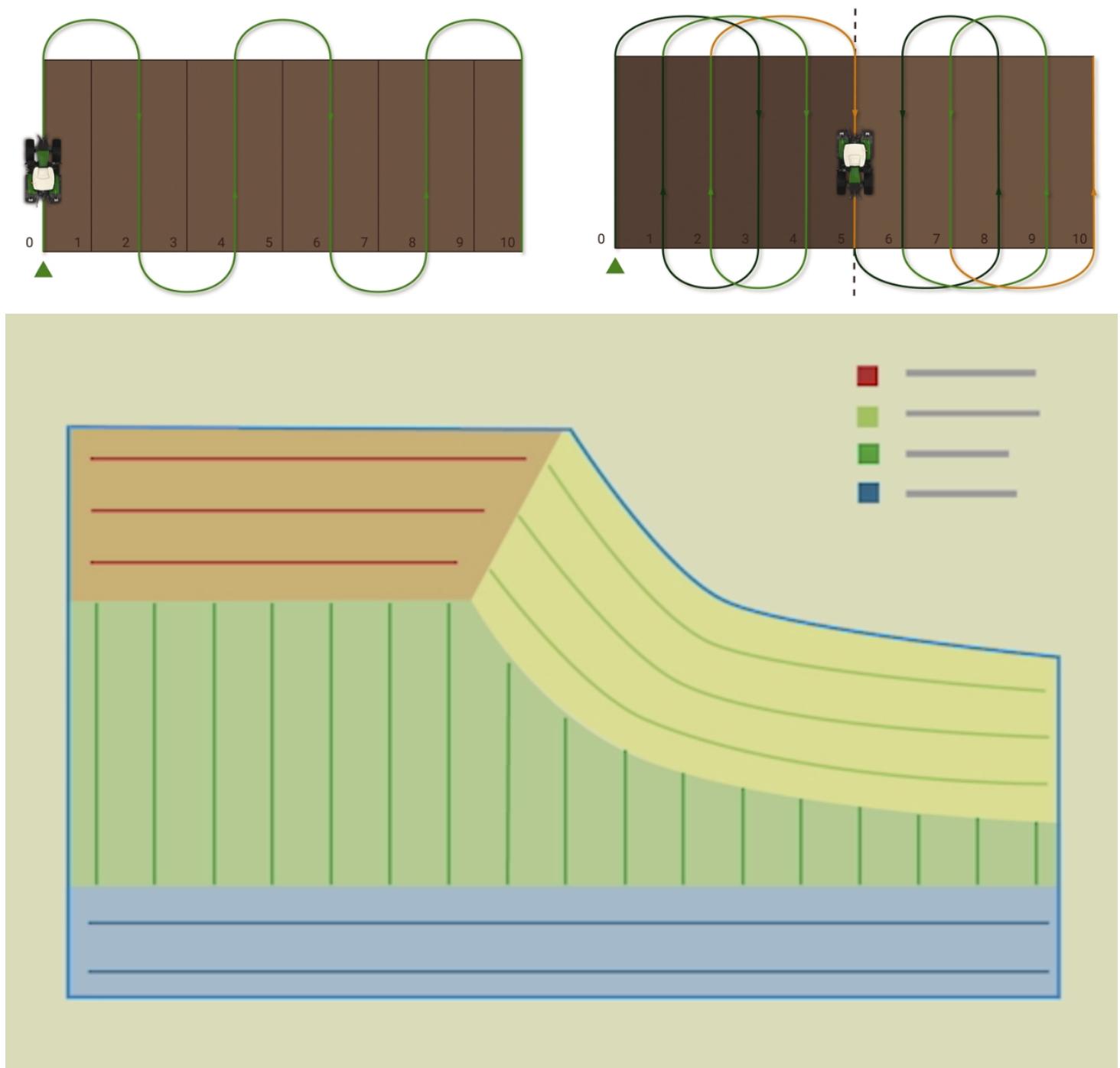
- 与轮廓段相比，可以创建多个单独的单轨迹，而无需重复
- 这使得该功能特别适合多年生或永久性作物

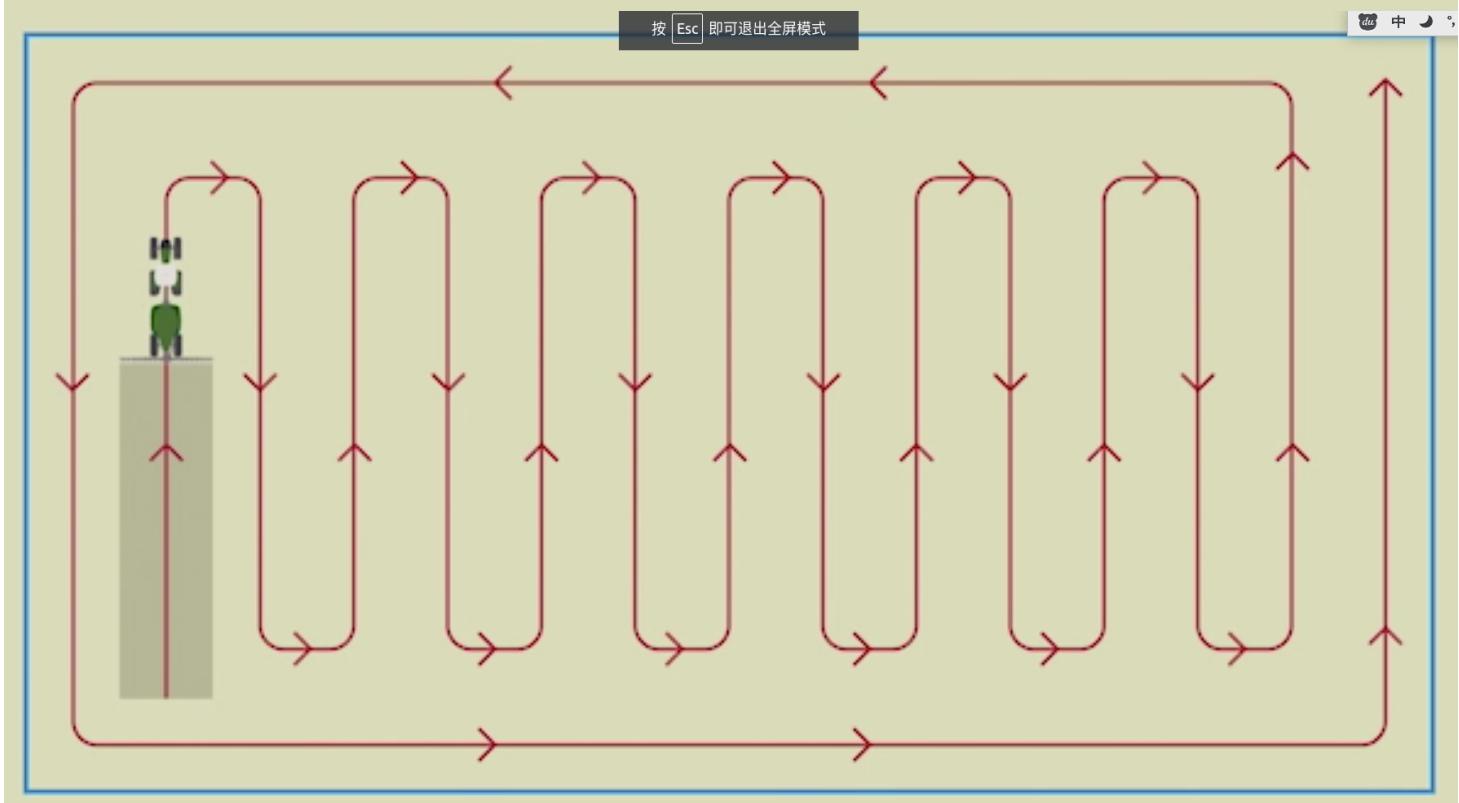
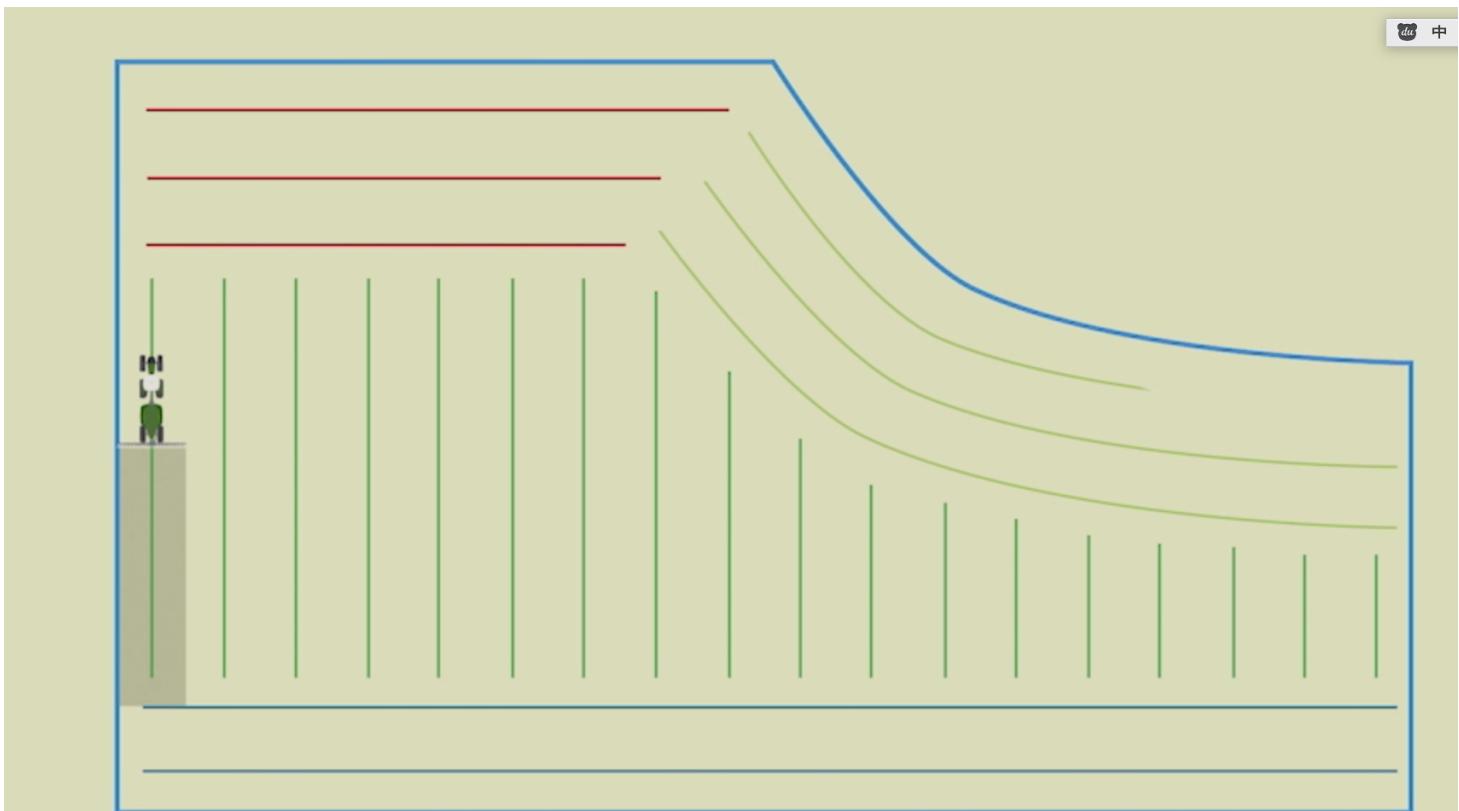


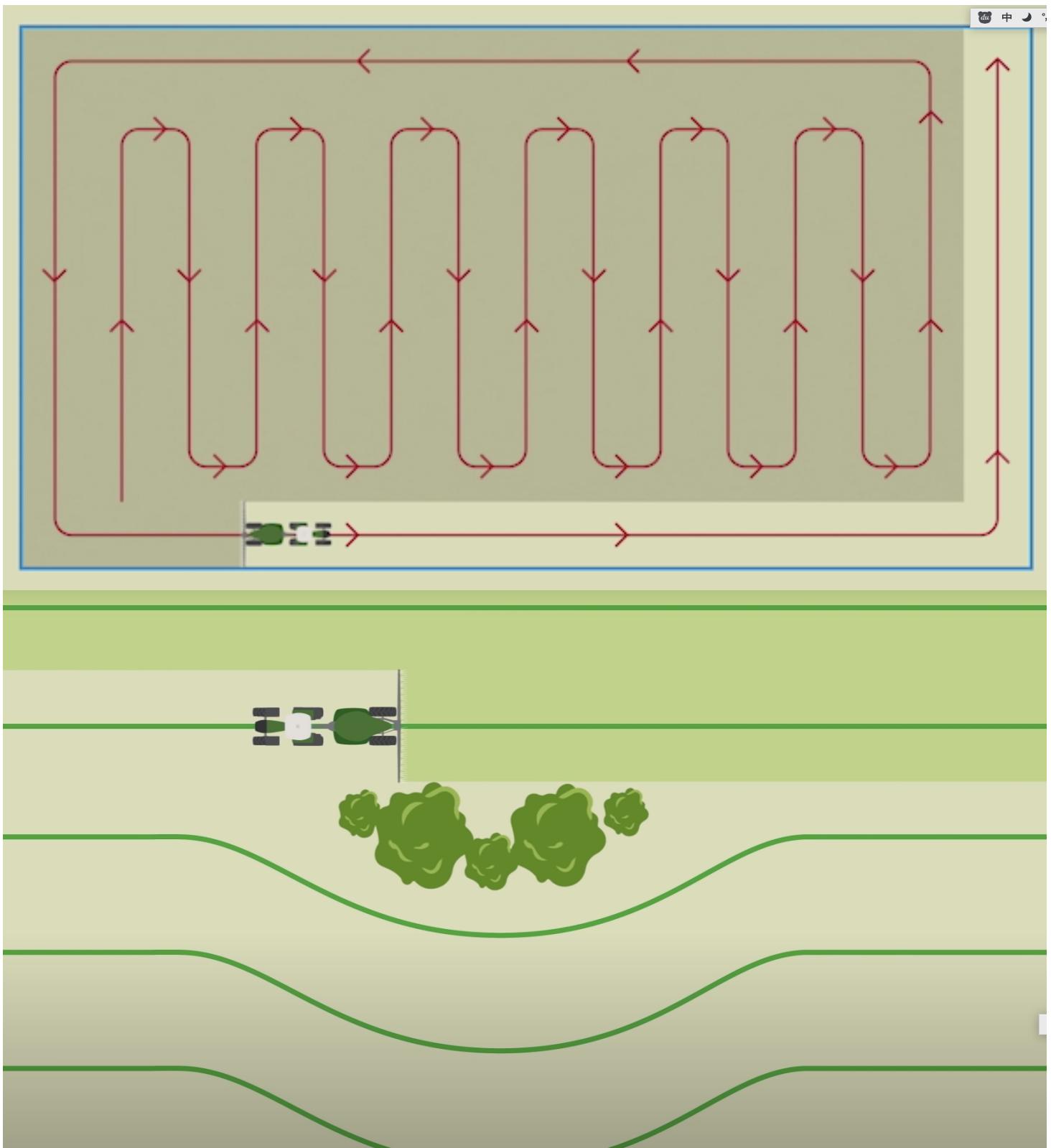
#### 在正确的时间出现在正确的地点 – Variotronic<sup>TI</sup>自动 / Fendt TI Auto

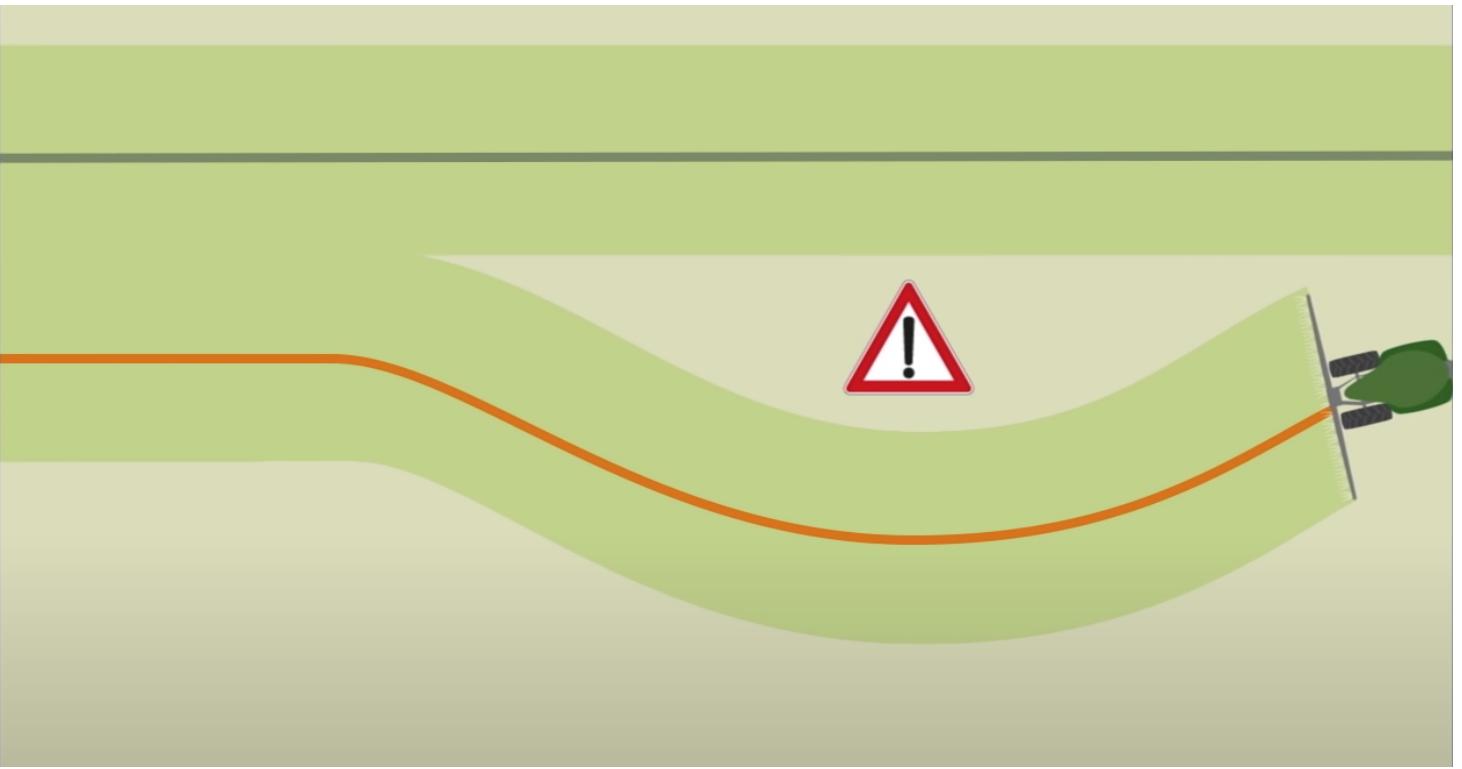
借助 Variotronic<sup>TI</sup>自动 / Fendt TI Auto，您不仅可以享受自动排序的优势，还可以使用您的位置数据作为指导。与 VarioGuide / Fendt Guide 结合使用时，各个序列（例如降低后液压装置）会根据田边车道引导系统确定的位置自动激活 - 您无需动一根手指。即使在田边，如何有效使用转向系统：始终与田地边界保持相同的距离。

Variotronic<sup>TI</sup> Turn Assistant 将自动转向序列添加到 Variotronic<sup>TI</sup> 自动/Fendt TI Auto 地头管理系统（包括 Fendt TI Headland）中。您可以选择接下来要开始的接触车道，并且可以在 U 型转弯模式或部分场地模式下处理场地内部。Turn Assistant 让您的工作尽可能轻松、精准、高效。您还可以节省转动所花费的资源和时间，同时通过完美的转动动作保护土壤。自动转向功能最初可在当前的驾驶员工作站上使用。









--  
| 公司 | 特点

| :---: | :----: | :----: |

| Deutz-Fahr | **Agrosky**(<https://www.deutztractors.co.nz/products/precision-farming/deutz-fahr-agrosky-gps-system>)|

|| 1.系统利用卫星地图计算出理想路线，然后通过直接控制转向来自动引导拖拉机。|

|| 2.规划应用和覆盖范围的边界测绘|

||3.Agrosky 是一种非凡的卫星辅助引导系统，可以提供视觉引导（操作员根据监视器上的位置或通过“灯条”的引导来驾驶拖拉机），也可以提供全自动转向（在拖拉机中使用特殊电磁阀）转向系统，或直接安装在方向盘上的电动机，使拖拉机始终自动保持在正确的轨道上，无需驾驶员手动调整转向来纠正对准错误。驾驶员只需转向起点，然后系统即可正确定位和对准拖拉机。一旦系统接管，机器就会在一系列平行路径中精确引导，从而减少高达 90% 的重叠并最大限度地提高生产率|

||4.Agrosky 产品的其他标准功能包括自动分段控制、可变速率控制、IMU 模块以及更多可提高车队效率和工作舒适度的功能|

||5.通过 Agrosky 自动转向系统，用户可以通过启用正交、对角线和圆形横断面来预先规划路径，以覆盖不规则的田地形状|



---

| 公司 | 特点

| :---: | :----: | :----: |

| John Deere iTEC™ Pro | **PRECISION AG TECHNOLOGY**(<https://www.deere.com/sub-saharan/en/technology-products/precision-ag/itec-pro/>)|

| | 可以自动化和协调车辆和实施功能的转弯|

---

| 旋耕方式 | 特点

| :---: | :----: | :----: |

| 套耕法 |套耕的方法很多，一般采用间隔套耕法。此法在耕完一趟后，留下一个耕宽后耕第二趟，直到耕完后再反过来耕。这种方法可以避免地头转弯小，提高工效，但容易产生漏耕。|

| 穿梭形耕法 | 拖拉机从一侧进入，进行往返耕作。采用这种方法，拖拉机在地头转弯。|

|回耕法|一般拖拉机从田块一侧进入，然后一圈一圈地向内耕作，最后从田块中央驶出。采用回耕法，可使地面平坦，减少漏耕。|

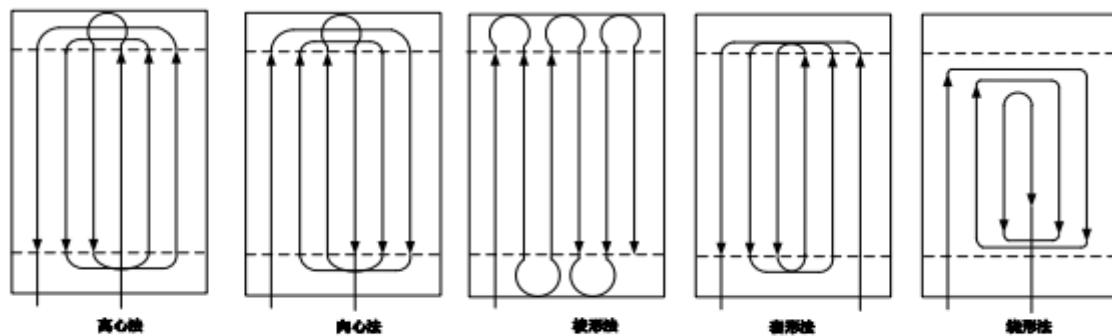


图 2.3 拖拉机常用 5 种行走方式

作者：张忠敏

日期: 2023/08/17