

伺服系统选型入门： 了解系统解决方案需求

在机器设计中，伺服电机选型的第一步是了解组成伺服电机或伺服驱动器系统的组件。伺服系统是闭环控制，用于控制所需的运控。它们包含一个反馈设备，能够在电机和驱动器之间持续提供信息，从而精确地控制被驱动装置机构的位置、速度和转矩。

伺服系统选型需要将机械、电气和编程参数整体考虑在内。首先需要明确：

- 机械负载
- 运动曲线（包括定位要求）
- 伺服电机特性
- 电机及其他组件所处的环境
- 被加工的原材料和加工工艺



机械负载和运动曲线参数

让我们从了解机械负载和运动要求的影响开始。基础牛顿物理学认为，力（或旋转的转矩）与质量（旋转惯性）乘以加速度（无论正负）成正比。在伺服系统设计的过程中，除了被运输负载的质量之外，机械结构自身也有质量。重要的是准确界定处于运动状态的质量及其所需的运动曲线。根据应用的精度、负载、运动动力以及环境条件，用于将旋转运动转换为线性运动的机械装置大不相同（图 A）。

在了解了要使用的机构之后，您需要了解所需的运动动力，从而确定理想的伺服电机解决方案。运动曲线不仅包含从一个点到另一个点的运动，还包括可能会在运动过程中出现的函数关系，例如与部件加工相关的推力。加速、横移、减速以及暂停或休止阶段都包含在系统的整体运动曲线中。分度台运动可以是简单的三角形运动、不定梯形运动或是 1/3-1/3-1/3 运动（效果出色的 RMS 转矩运动方式）。

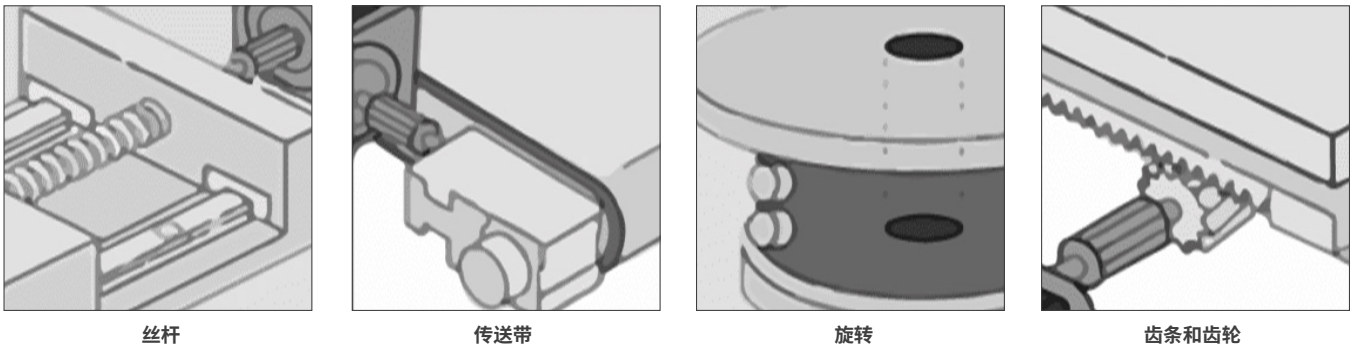


图 A：应用选型程序提供各种机械解决方案模板

选型工具可帮助用户根据应用的运动要求来构建运动曲线。大多数软件工具，例如科尔摩根的 Motioneering 平台，都提供多种方法来描述运动并协助计算加速度、移动时间和距离、横移和停留时间。

图 B 展示了科尔摩根的 Motioneering 工具中的基础 1/3-1/3-1/3 曲线，引入了 50% 的抖动率，用于缓和加速度效果。这个示例展示了抖动率为 50% 时，在 1 秒内移动了 8 英寸，并停留了 2 秒。系统根据 1/3 的加速时间、1/3 的横移时间以及 1/3 的减速时间计算出了运动。该工具计算出的最大速度为 720 英寸/分钟。您可以看到“S”型的曲线轮廓（基于 50% 的抖动率）。

该运动的推力负载（红线）是在运动中的横移期间施加的——这可能是曲线中的机器加工位置。暂停时间持续了 3 秒，这非常重要，因为该曲线的所有相关参数都将用于计算 RMS 转矩。

正确的伺服电机选型需要用到 RMS 转矩。运动控制中的组件必须将其惯性相加，并反射回电机轴。除了惯性以外，外力以及摩擦和低效也必须考虑在内。

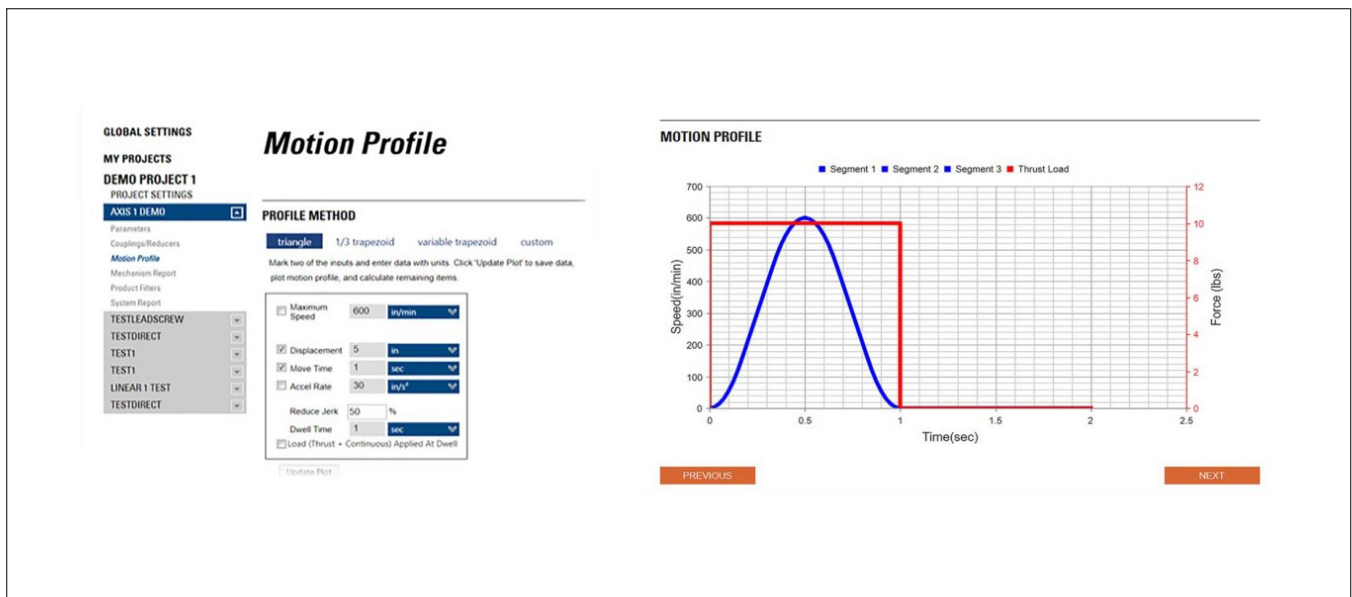


图 B：应用选型程序的运动曲线输出

除非设计可采用直驱电机解决方案，否则它必须包含多种类型的机械传动装置。从旋转到线性的动力传输（将旋转电机输出转化为轴行程），可通过滑轮驱动皮带或是螺杆装置机构（如滚珠螺杆）来实现。旋转传动装置包括齿轮箱或皮带传动组件，利用各种尺寸的皮带轮作为减速机。在一些应用中，被带动的部件会对整体运动质量产生巨大的影响。一种特殊的情况是，机器轴带动的质量不断发生变化，例如在点胶或加工过程中的机器人系统。在这种情况下，整体的负载变化会成为调整伺服驱动器的因素。

在确定所需的电机/驱动系统功率时，大部分前期选型工作都来自于力学和运动曲线。了解负载在分辨率、精度和可重复性方面的实际定位要求也同样重要。这会受到反馈设备选择的影响，并且受机械组件运动损失量（以齿隙和顺从性的形式）的影响更加显著。

反馈要素与伺服电机特性

根据定义，伺服系统具备可在运行期间测量速度、位置以及其他系统参数的反馈设备。尽管制造商的选择可能有限，但谨慎考虑冲击性负载、定位精度与可重复性等具体的应用参数至关重要。

常见的反馈设备包括：

- 旋变编码器
- 光编码器
- 正弦编码器
- 混合设备

旋变编码器在恶劣环境中表现出色，当冲击性负载较大时尤其如此。旋变编码器是由线圈组成的旋转变压器，线圈包在定子和转子部分的铁芯周围。这种结构可在更高的温度下工作，并且不同于可能含有玻璃盘元件的光编码器，它更能够承受高冲击性负载。

正弦编码器可提供高分辨率 — 高达 24 位甚至更高，定位精度出色。

混合反馈设备，如科尔摩根的 SFD（智能反馈设备），兼具旋变编码器的稳固性及更出色的分辨率。这种设备在旋变编码器的基础上加入了一个电子元件，该元件能够解析正弦和余弦信号，并将其转换为可传递至伺服驱动器的高分辨率数字信号，以进行速度和位置反馈。

另一种根据具体应用要求选择反馈设备的情况是，需要进行绝对位置反馈和增量反馈。在旋转系统中，当您使用单圈设备完成 360 度旋转后，位置会从零处重新开始。多圈绝对式编码器让您的系统能够知晓其位置，不仅能了解自己在 360 度范围内的电机旋转位置，在给定圈数的前提下，还能知道自己在任一方向完成了多少个整圈。因此，即使是在机器断电并稍后重启的情况下，它也能确切地知道您的位置。

绝对位置反馈可能有利于工具及其他轴的定位，特别是在机器启动时，让您能够省去标零流程并提高生产力。相比之下，简单的增量式编码器可识别您在单圈中的位置，但前提是它处于通电循环中，因此您无法了解已完成的完整循环数，甚至无法知道您在 360 度通电旋转中的绝对位置。

另一种您可能遇到的编码器是电容绝对式编码器，它依赖于磁场变化，磁场变化由数字转换器解析为位置。

它能知道确切的位置，甚至机器的重启时间。

多圈绝对式编码器让您的系统能够知晓其位置，不仅能了解自己在 360 度范围内的电机旋转位置，还能知道自己在任一方向完成了多少个整圈。

布线

伺服电机和伺服驱动器十分重要，而两者之间的布线也同等重要。电缆柔性由最大弯曲半径决定，这是一个关键考量。当电缆随轴一起运动时（通常为纵向），它的效果尤为明显。

电缆参数（如阻抗和压降）与反馈设备的类型和信号强度相结合，是选择长度的关键因素。市面上的一些新型设备（如科尔摩根的 SFD、SICK 的 DSL、Heidenhain 的 EnDat 和 Hengstler 的 BiSS 协议）能够以高速率向驱动器传输串行信息，而这也受到长度影响，确切地说是阻抗和信噪比的影响。电缆必须设计成能够处理这些设备生成的信号。

选择电机电源电缆长度时，另一个注意事项涉及当今 PWM 驱动器的高切换频率。噪声存在于电机电源电缆中，当电缆变长且靠近电缆中频率的半波长时，它就会成为天线。天线擅于传输或接收信息（在这种情况下则是噪声）。过多的噪声会导致高性能伺服系统出现问题。因此，使用由制造商开发测试的电缆就显得至关重要。



图 C：电缆选择对于机器性能和精度始终十分重要。

伺服系统设计的环境因素

在伺服系统的设计过程中，常常被忽视的一个因素是伺服系统的工作环境。大多数伺服电机的额定运行环境温度都是 40°C — 这是个相当暖和的温度，但在许多工厂和工业场景中却非常常见。

电子驱动设备并非十分耐热，尽管其额定运行温度往往为 40°C，但控制其运行温度可能会成为一大挑战。控制柜通常需要采用强制风冷法以维持合适的环境条件（温度和湿度）。与此同时，电机会直接安装或集成到机器中，以驱动承担负载的装置机构。

在某种程度上，制造商会根据电机未来的运行环境条件来确定电机性能。通常情况下，设计人员会假设电机的额定环境温度为 40°C，但电机规格的额定环境温度可能为 25°C。建议仔细查看规格，以便了解公开的额定环境温度。如果机器运行的环境温度高于额定环境温度，电机就无法按照额定性能运行。

其他环境条件可能会威胁到电机涂层、密封以及其他机械子组件。灰尘、污垢、冲洗喷淋、卫生要求、易爆环境、真空环境及辐射全都需要专门的伺服电机功能，以及针对眼前挑战量身定制的物理特性。

协同工程设计可改善运动控制系统成果

通过协同工程设计，科尔摩根能够帮助您选择适合应用的电机、驱动器和电缆款式与尺寸。联系我们，探讨您独特的应用需求，打造出色的解决方案。与此同时，欢迎试用我们的在线自助设计工具，其中包括功能强大的 Motioneering 选型软件，以确定最符合您需求的运动控制产品规格。



准备好向前迈进了吗？

[联系科尔摩根](#)，与科尔摩根的专家讨论您在伺服驱动应用方面的需求和目标。

关于科尔摩根

作为 Regal Rexnord 旗下品牌，科尔摩根在运动控制领域拥有 100 多年的经验，致力于提供高性能且可靠的电机、驱动器、AGV 控制解决方案和自动化平台，享誉业界。我们提供的突破性解决方案在性能、可靠性和易用性方面更胜一筹，为机器制造商提供无可争议的市场优势。