

媒体查询请联系：

魏雯

电话：(010) 6515 0260

传真：(010) 6515 0506

Email：Iris.Wei@thomsonlinear.com

行星减速机入门、选型和应用

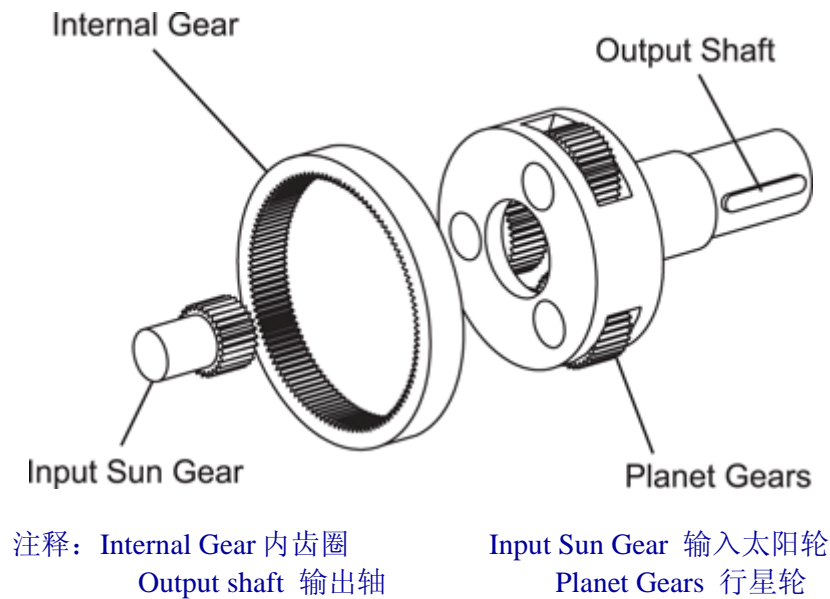


图 1 - 行星减速机的基本部件

行星减速机基础知识

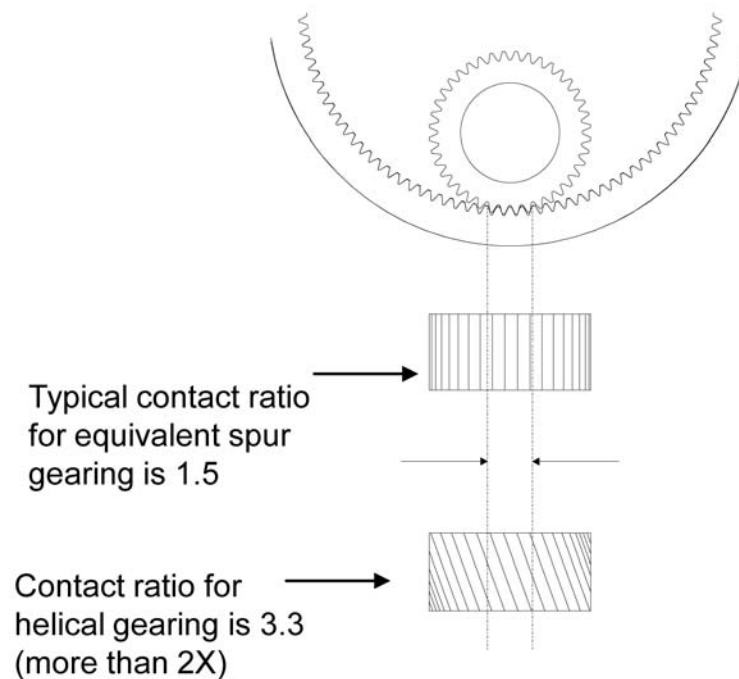
行星减速机适用于需要高扭矩体积比（该值在 2 至 100 间，取决于比值大小）、高抗扭刚度以及低背隙等的高精度运动控制场合，具体视应用而定。行星减速机将扭矩提高与减速比相同的倍数，同时也将转速降低了同样的倍数，使相应的电动机保持高速高效运转。为增强稳定性，它也降低了电动机上的负载等效惯量。总之，采用行星减速机可使机器制造商建造更小、更经济的运动控制设备。

斜齿轮增加接触比，使行星减速机的性能得以提高。接触比是指在任意给定时间啮合的齿轮齿数。直齿轮的典型接触比为 1.5，而斜齿轮的接触比可增加一倍至 3.3。通过斜齿轮增加接触比可获得：

- 与正齿轮型行星减速机相比，扭矩提高 30% 至 50% 以上
- 增加负载分担度，从而延长使用寿命
- 运行平稳安静
- 减少 2 arc-min 的背隙

新闻稿

螺旋角越大，在任一时间啮合的齿数越多，所以螺旋角也对减速机性能有着显著的影响。因此，螺旋角由 12° 增加至 15° ，使其扭矩能力比传统螺旋齿轮有 17% 至 20% 的提高，而与直切正齿轮相比则有 40% 的提高。 15° 螺旋角也可使运行更平稳安静。



注释：Typical contact ration for equivalent spur gearing is 1.5
 等效正齿轮的典型接触比为 1.5
 Contact ration for helical gearing is 3.3 (more than 2x)
 斜齿轮的典型接触比为 3.3 (2 倍多)

图 2：与大多数具有 12° 或更小螺旋角的同类产品相比，Micron UltraTRUE™ 和 ValueTRUE™ 设计了 15° 的螺旋角，可提供更大扭矩和更高精度，运行更平稳安静

齿轮的螺旋齿牙会使电机轴的轴向载荷增加。这需要在减速机轴承设计阶段抵消掉。许多螺旋齿轮减速机使用很少或没有轴向负荷能力的滚珠轴承。这可能会导致齿轮或电机轴承失效。更有利的方法是使用所有 Micron Helical 减速机上应用的圆锥滚子轴承，可以完全抵消上述轴向载荷。

单级行星齿轮减速机可提供的齿轮比介于 3:1 到 10:1 之间。齿轮比不能高于 10:1 是因为小齿轮的尺寸不能进一步减小。齿轮比也不能低于 3:1，否则小齿轮和外齿轮的尺寸几乎一样，就没有空间来布置行星齿轮了。处于 4:1 至 8:1 间的齿轮

新闻稿

比可以提供最佳的小齿轮和行星齿轮的尺寸，提高性能并延长寿命。大于 10:1 的齿轮比可通过增加第二级行星轮来获得，但这通常会增加减速机的长度和造价。齿轮的凸面加工是指为了增加扭矩和较少噪音而修改齿轮齿廓，可以优化齿轮啮合。同时它也增强了齿侧载荷分布，从而降低可能导致表面点蚀的高应力区。

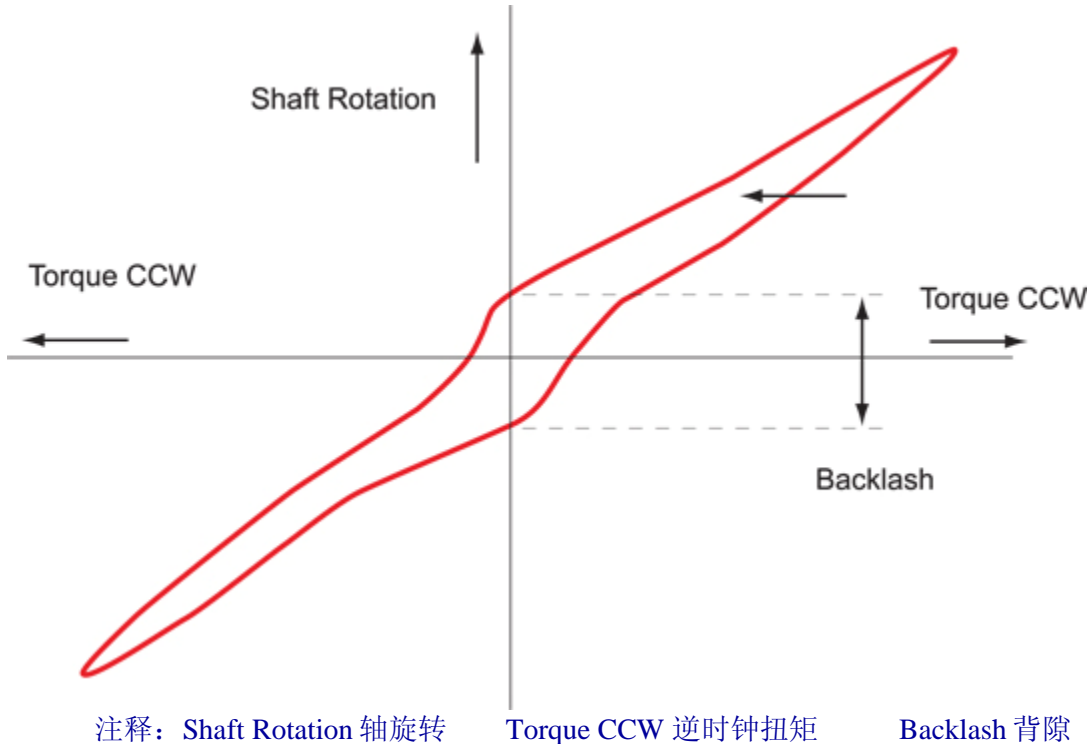


图 3 – 运动滞后

为使行星减速机有效地运转，需要保持一定的的间隙。间隙有助于避免齿轮产生过多的热量和磨损，并保证适当的润滑。但轮齿之间的微小间隙可导致运动滞后。实际使用的减速机也不能拥有无限的扭转刚度，因此减速机扭紧会导致额外的运动滞后。图 3 显示了某个行星齿轮的输入和输出轴的旋转。两条线间的垂直距离即为运动滞后。

没有严格的标准规范如何测量减速机的背隙，这导致了一些混乱和误解。有些制造商可能会取输出轴上四点或更多点的平均值作为背隙指标。例如，某个单元四次背隙测量值分别为 4、6、10 和 12arc-min，则使用该方法获取的背隙值为 8 arc-min。笔者认为背隙值应与输出轴上最大背隙值的点一致，因此上述测量结果为 12arc-min。此外，有些厂家在测量背隙值时施加不到 2% 的额定扭矩，这导致测量值较低，无法反映整个生命周期内的真实背隙。有些厂家则在测量背隙值时把施加 2% 的额定扭矩作为标准，这可以真实反映产品生命周期内的背隙值。

背隙会随着时间的推移而增加。例如，行星减速机在出厂时的背隙可能为 8arc-min，但经过 6 个月的使用，提高到了 15arc-min。因此，整个生命周期内的背隙值精度对于大多数用户而言是一个重要的指标。

新闻稿

减速机选型

选择合适的减速机是性能长期可靠的关键。下面的近似方法可以用来作为选取减速机的初始步骤。

$$\text{实际扭矩 (Tr)} = \text{电机连续扭矩 (Tm)} \times \text{减速比 (i)} \times \text{效率 (e)}$$

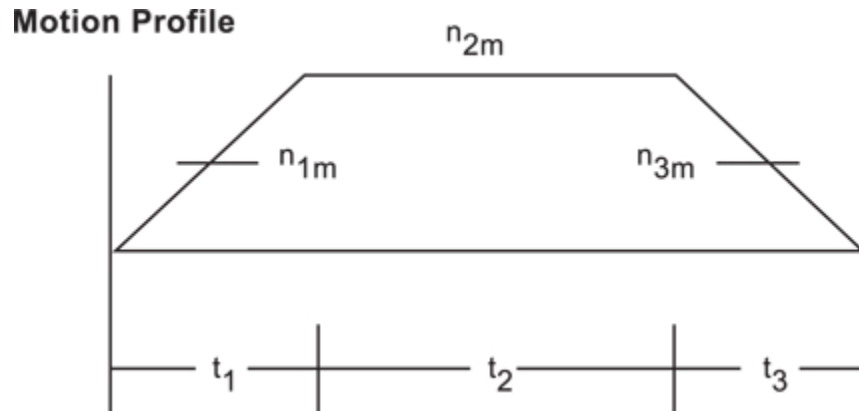


图 4 - 完整的运动轨迹

确定确切的减速机选型要求，需要考虑完整的运动轨迹，包括速度、扭矩、加速、减速和循环。考虑高循环数时，可采用减额系数来降低减速机的额定值。

减额系数	每小时循环数
1.0	少于 1000
0.9	1000 至 2499
0.7	2500 至 4999
0.5	大于或等于 5000

该减额系数不适用于 7 天 24 小时的连续工作应用。因为不存在循环数（循环），所以也就不适用上述确切的选型方法。连续工作场合的最常见失效原因有减速机升温、润滑失效、齿轮损坏等。高性能减速机（如 Micron EverTRUE™）可在 140°F 下 7 天 24 小时持续工作 30000 小时以上，更适合这种场合。

在线选型

在线减速机选型工具可用来快捷地查找适合大多数应用的减速机。作为一款非常全面的选型工具，Micron MOTIONEERING®（www.micronmotioneering.com）提供了一种快速简便的方法来选取符合大多数应用需求的减速机。用户只需在“选型”模式下输入转速、输出扭矩、径向和轴向载荷等等应用参数，该工具就会分析这些信息并根据具体应用需求来推荐可行的方案。用户可以利用价格、扭矩容量等指标来挑选不同的方案。

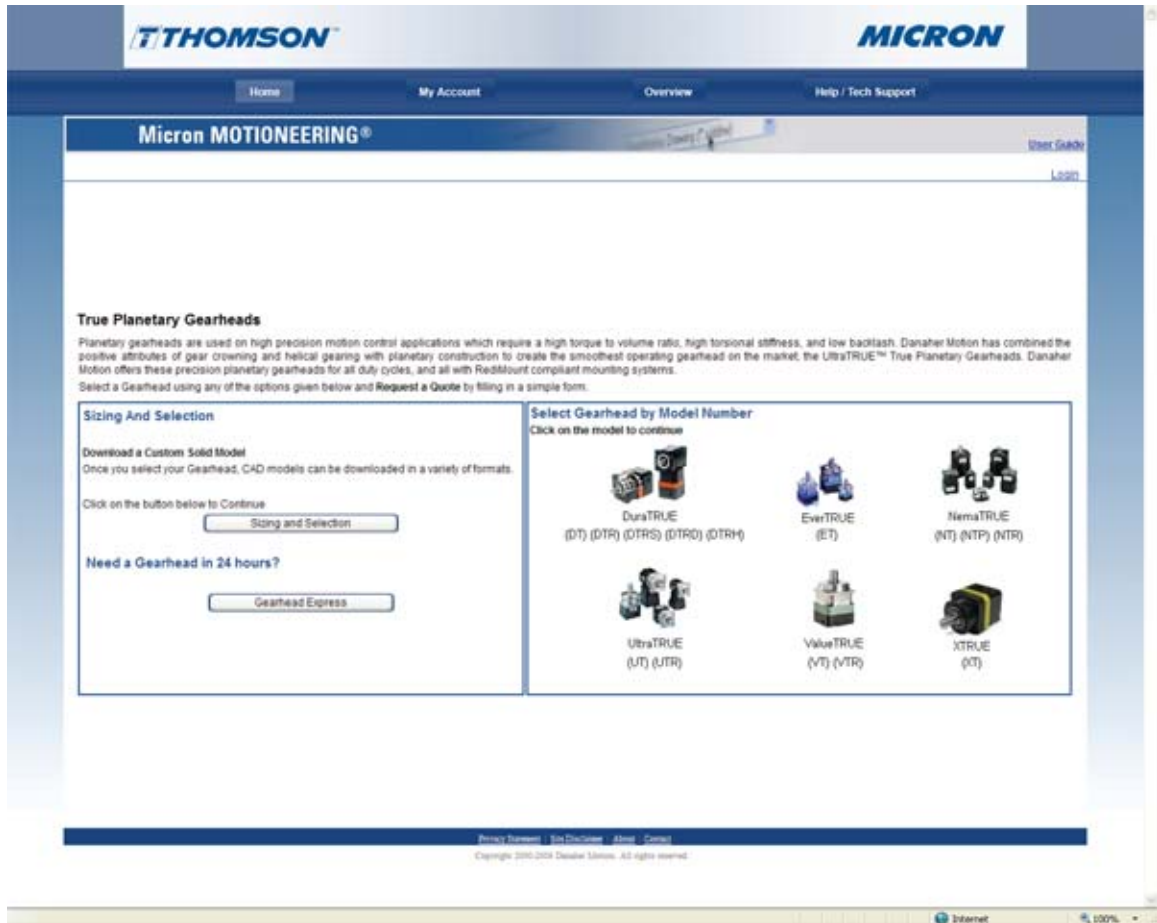


图 5 – “选型” 流程的初始界面

在“选型”流程的初始界面，需要输入 4 个关键信息：

- 1) 减速机类型或方向（直线型或直角型）
直角型减速机有三个独立选项：标准轴、双轴和空心轴。

新闻稿

2) 应用类型

选择“循环运行”或“连续工作”。任何在某一方向上运行四小时或更长时间而不停止或不改变速度的应用场合均可视为连续工作。所有其他应用场合，包括那些运行时间超过四个小时，但改变运转方向的可视为循环运行。

3) 背隙要求

- “超精密”级单级和双级减速机的最大背隙分别为 4 arc-min 和 5 arc-min。
- “高精度”级单级和双级减速机的最大背隙分别为 8 arc-min 和 9 arc-min。
- “精密”级单级和双级减速机的最大背隙分别为 13 arc-min 和 15 arc-min。

4) 减速比

选择前三个变量后，该工具就会显示满足上述三个因素的可选减速比。例如，如果用户选取直线型，则减速比为 1:1 和 2:1 的选项将呈“灰色”，因为它们仅在直角型时可供选用。

接下来，有两种方法输入扭矩和速度要求。第一种方法是直接输入最大扭矩和转速。用户只需提供输入转速或输出转速，选型工具就会计算另一个转速。对于更复杂的应用，用户也可以选择建立一个完整的运动轨迹。对应各段的运动轨迹，需要输入轨迹初始端的速度、轨迹末端速度、轨迹段时间及扭矩。输入上述参数后，用户将可以输入特定应用可能需要的径向或轴向载荷要求。

最后一步是选择电机安装部件。这里集中了 300 多家当今主流电机制造商品牌和型号的安装部件。用户只需从下拉菜单中选择自己的电机，选型工具就会自动生成电机安装部件编号。电机的尺寸也将在屏幕上显示，以供参考。

虽然有大量电机可供选择，但有时用户也会在列表上找不到所能用到的电机。为此该选型工具提供了一个手动输入电机尺寸的选项。诸如轴直径和长度、螺栓分布圆和导向台直径等关键尺寸可用来生成减速机所需的电机安装套件编号。用户可以输入英制或公制单位的尺寸。

输入所有应用参数后，该选型工具会按照价格从低到高显示所有符合应用条件的减速机一览。此外它还会列出每种方案的所需扭矩和减速机额定扭矩之间的安全系数。在选择了某一给出方案后，用户可以选择下载 2D 或 3D 模型，询价或保存该应用方案。

如果用户已经知道所需的减速机，可使用“按型号选择减速机”模式。在该模式下，用户可以查看价目表、目录规格并下载 CAD 模型。只需在主页上点击任何减速机系列即可访问该工具，然后从中选择产品类型、规格、减速比和所需的电机安装套件。如果不清楚电机安装套件，用户也可以如上所述输入尺寸。接着选型工具就会直接跳到用户所需解决方案的界面，显示所选减速机的价格、交货时间和目录信息。同样地，当选取某一方案后，用户也可以选择下载 2D 或 3D 模型、询价或保存该应用方案。

新闻稿

故障排除

导致减速机噪音的因素包括输入速度、减速比、输出扭矩、径向和轴向载荷及安装不当。

噪音

遵循正确的安装步骤对减低噪音、提高性能是至关重要的。许多减速机需要首先垂直安装至伺服电机。这使电机轴可以对中减速机。然后才可以在任何方向运行。

摩擦

油脂用量、齿轮质量、部件尺寸精度以及轴承质量都可能会导致高减速机摩擦和阻力。建议寻找在出厂前逐个检测输入阻力的减速机厂家。每种规格和减速比的减速机都有可接受的阻力范围，阻力测量应在两个方向进行以获得峰值阻力和速度。

密封

对于需要 IP65 或 IP67 防护的应用场合，务必注意 IP65 防护的电机和 IP65 防护的



减速机的组合并不总能提供 IP65 防护。请仔细查看电机和减速机间的接口是如何密封的。最好的办法是所有外壳间都使用 O 型密封圈使整个组件获得 IP65 防护。一种新型行星减速机通过配备无外部缝隙的密封，并提供 IP67 防护的圆形不锈钢外壳来满足食品和饮料搬运、包装和分发的要求。这种减速机可以应用于腐蚀性化学清洁剂和高压冲洗的场合。因此，工程师都可以将该种减速机置于任何地方而不受环境因素影响，无需付出如外壳、屏蔽以及机械传动装置等附加组件的成本。

图 6 – 防护等级高达 IP67 的 [Micron AquaTRUE™行星减速机](#)

润滑

润滑油或润滑脂可用于润滑行星减速机。润滑脂具有终身润滑减速机的优势，完全免维护。润滑脂使减速机可以安装在任何方向而无需担心泄漏。油润滑需要维护并且通常每隔几千小时就需要再次润滑。油润滑要始终考虑泄漏问题。油润滑的安装方向通常受到限制，必须在订货时说明，且该方向通常不能随意更改。一种常见的误解是油润滑的单元总是比油脂润滑的单元运行温度低。实际上，油润滑所需要的密封措施导致减速机产生的热量多于其所减少的热量。

新闻稿

应用

下面是一些典型的行星减速机的应用：

高速行星减速机可以每秒 4 片的速度自动切肉、面包和冷冻食品。纤巧的直角型适用于需要安静平稳运行机器。

在纸板加工应用中，行星减速机可 7 天 24 小时高速持续运行 30000 小时。减速机的高扭矩/尺寸比减少了机器外形尺寸和占地面积。减速机终身润滑，因此无需维护。



图 7 - 等离子切割机

凭借超低的背隙值，行星减速机可以帮助等离子切割机实现万分之几英寸的切割精度。螺旋凸面齿轮提供快速定位和平滑切削。密封的变速箱可以避免接触等离子切割产生的磨屑。

某家心血管病人扫描设备制造商选择将行星减速机和电机一体化安装的方案，并作为一个整体部件发货并测试，从而简化了物料单并降低了装配时间。行星减速机在客户的首次噪声和振动测试时即告通过，并且还满足严格的背隙要求。

新闻稿

结论

行星减速机为广泛的精密运动控制应用场合提供了出色的解决方案。了解减速机制造商所使用的背隙测量方法对于选择最适合的减速机非常重要。在线选型工具可以简化适合具体应用的减速机的比较，从而节省工程设计时间。同时，有了防护等级高达 IP67 的新型行星减速机使这种动力传输技术比以往任何时候都更容易应用于食品和饮料以及其他苛刻场合。

关于 Thomson

作为业界顶尖的制造商，Thomson 拥有超过 60 年的运动控制创新和制造经验，生产直线滚珠衬套®轴承、链轮轴承、60 Case™ 轴、磨削和轧制滚珠丝杠、直线执行器、减速机、离合器、制动器、直线运动系统和相关附件等全系列产品。Thomson 于 1945 年发明了抗磨直线滚珠衬套轴承，并自此建立了最高的机械运动控制解决方案标准，服务于全球工业、航空和国防市场，应用遍及包装、工厂自动化、物料运输、医疗、清洁能源、印刷、汽车、机床、航空航天与国防等领域。Thomson 生产中心遍布北美、欧洲和亚洲，并通过 2000 多家分销商服务全球客户。