

减速器

积木式多级变速传动机构

相比于传统设备，积木式行星齿轮变速器所需的零部件数量有所减少，而且零部件均匀的几何布置也保证了减速比的有效提升。

文 | Hans-Erich Maul

随着工业发展轨迹的变化，变速器也呈现出新的发展趋势：一方面要求结构更加紧凑而性能更加强大；另一方面要求齿轮的承载能力与模数成正比。为了满足这两个发展趋势，衍生出很多相关的解决方案。其中一个可选方案就是具有变速级的行星齿轮变速器。因为其不仅尺寸小巧，材料利用率高；而且所需零部件的数量也大幅减少。

迄今为止多级行星齿轮变速

器的各变速级都是沿轴向配置的。因此在不同的变速级中可以采用不同直径的传动轴，以满足传递力矩的要求。但输出级传动轴的直径始终都是按照多级变速器的最高负载计算得出的直径尺寸为标准，来设计和制造的。出于成本因素的考虑，大部分多级变速器都是以串联方式组合在一起的，因此很难对各级变速器进行优化，而且整体结构尺寸和性能的匹配也几乎不能实现。而解决这一问

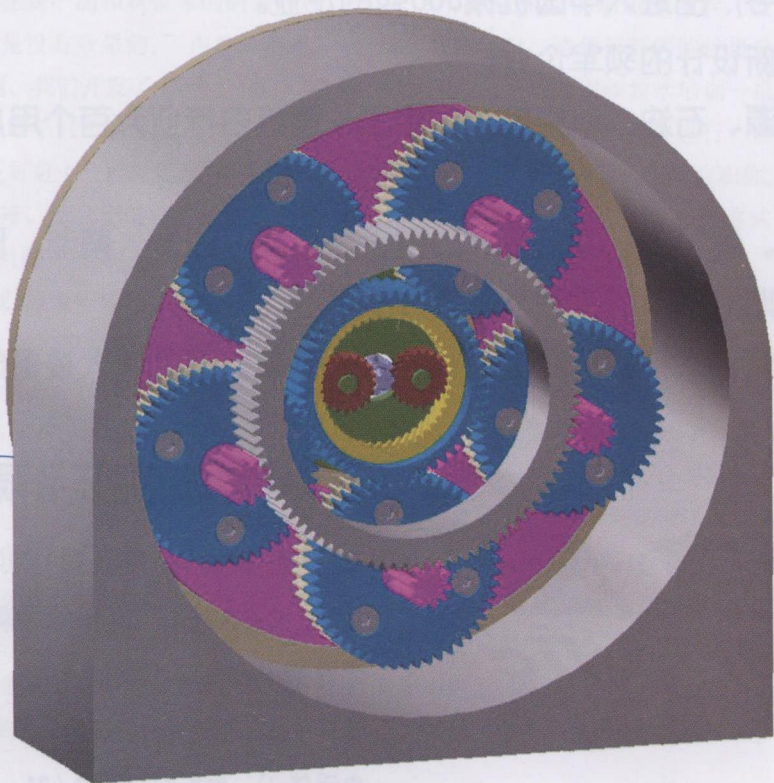
题的方案就是：内置嵌入式多级变速机构。

对各类大尺寸平面直齿轮变速器的比较表明：仅从材料利用率和承载能力来看，内置变速级的行星齿轮变速器的综合优势更加明显。评判承载能力好坏的标准是行星齿轮变速器中太阳轮的承载能力时使用的单级行星齿轮变速器的内齿轮分度圆直径为 100 mm，所有齿轮的模数均为 1。在两级和三级内置嵌入式变速级的行星齿轮变速器中，在内齿轮分度圆相同的情况下，只需一级变速就能实现同样的功能。

太阳轮的重要作用 and 意义

从齿面承受的正应力角度来看，内置嵌入式行星齿轮变速器传递的扭矩（负载）和承载能力随模数和齿轮直径的增大而增大，二者成正比关系。从齿面接触压力的角度来看，模数的增加也使得承载能力迅速提高。对变速器尺寸规格有着决定性影响的是太阳轮和内齿轮啮合的变速级。积木式系统的实例可以清楚的告诉人们内置嵌入式变速级提供了哪些可能性：

图 1 利用内置变速机构的行星齿轮变速器可以得到结构紧凑且性能强大的大减速比变速器



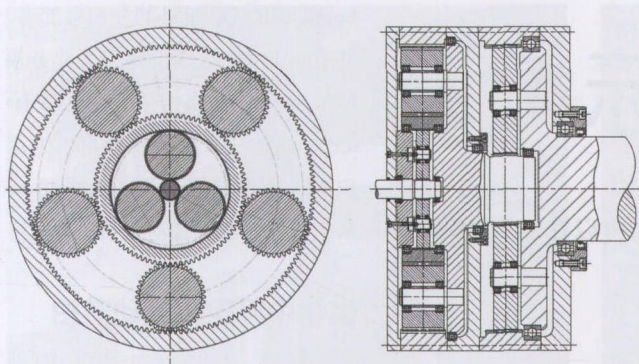


图2 三级行星齿轮变速器中两级是轴向配置的，一级是径向配置的

- 单级型式：只有单独一套内齿轮变速机构，提供的减速比为 10:1，采用 Evoloid 啮合时可达 15:1，参见图 1。
- 两级型式：在径向将单级变速机构扩展为两级变速机构。这样可以在变速器尺寸规格相同的情况下得到高达 40:1 的减速比。
- 三级型式：与两级型式的行星齿轮变速器一样，减速比和输出扭矩都进一步提高，最大减速比可达 120:1。在此类变速器中，动力输出端始终在最大等级的一侧。
- 创新三级型式（图 2）：动力输出是一个直尺正齿轮，动力经 5 个位置与第二级行星齿轮轴同轴的行星轮输入，因此可以实现的减速比提高到了 135:1。

尺寸更加小巧

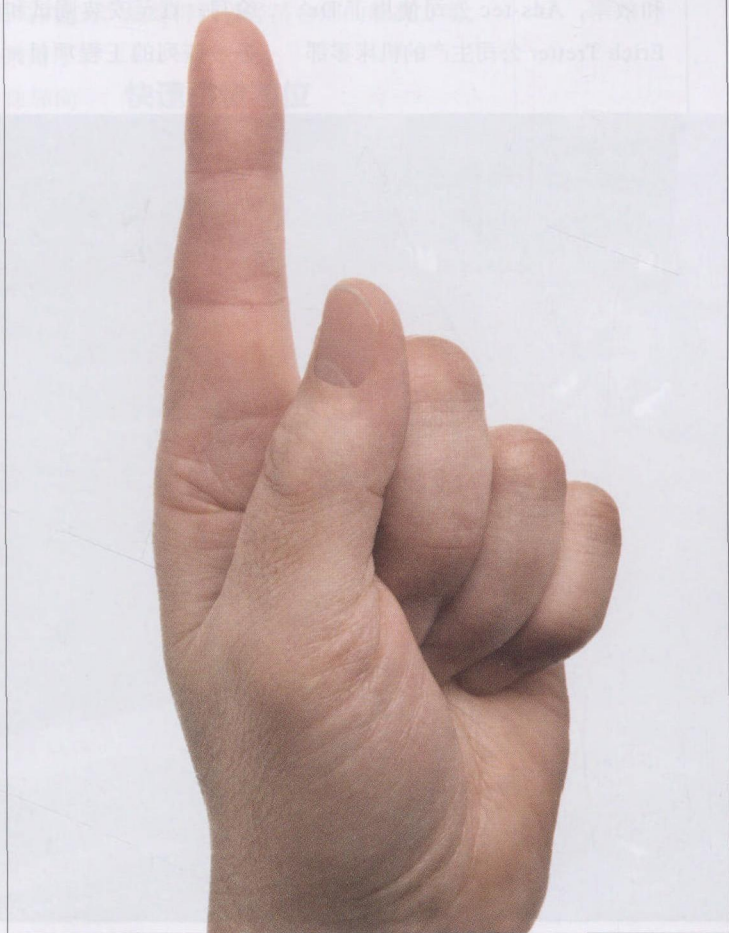
积木式行星齿轮变速器的外形尺寸为 65 mm（直径）× 55 mm（单级）和 245 mm（直径）× 55 mm（两级）。而市场上与其输出扭矩和减速比相同的变速器的长度为直径 200 mm 和 300 mm。

安装空间的直径尺寸，也就是申请了专利保护的内置嵌入式行星齿轮变速器安装空间的直径，因承受负载的增加而无可非议的要大一些。在串联式配置的积木式行星齿轮变速器中，整个机构的直径在全长上都等于动力输出级的直径。这也就意味着：整个变速器的重量更轻。在轴向上，前后配置的变速机构之间也无需再设有中间级。因为内置嵌入的变速机构已经用齿圈相互连接起来，并利用第一级行星轮固定在壳体中。从上述介绍中，我们注意到一点：相比于传统设备，积木式行星齿轮变速器所需的零部件数量有所减少，而且零部件均匀的几何布置也保证了减速比的有效提升。由于减速也能提高输出动力的扭矩值，因此在轴向配置方式中需要不同强度的减速机构，而不是内置嵌入式的变速机构：在这些减速机构中用分度圆的大小来保证与输出扭矩的匹配。因此，在本文介绍的系统中只需两种不同的配置就可以满足所有减速比和输出扭矩的范围。由于不同等级的径向配置比较简单，因此积木式的行星齿轮变速器能明显降低生产成本。MM

如果有简单的方法，为什么还要那么复杂？

可减少多达70%的电机种类，
只要使用Lenze Smart Motor

—— 我们最新的物料搬运系统（输送机等）解决方案。一个电机即可用于许多应用，使用标准智能手机即可轻松控制。想了解更多？请光临亚洲国际动力传动与控制技术展览会Lenze展台，我们非常乐意向您作进一步介绍。您也可以登陆我们的网站www.Lenze.cn了解更多详情。



▲反馈服务编码M2571