

国外拖拉机参考資料

静 液 压 传 动

内部参考 注意保存

公 閱 書 報
請 勿 外 拿

武漢工學院圖書館

第一机械工业部拖拉机研究所

一九七〇年

毛主席语录

凡属我们今天用得着的东西，都应该吸收。但是一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

《新民主主义论》（一九四〇年一月）

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

转引自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，一九六六年十月二十九日《人民日报》

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

转引自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，一九六六年十月二十九日《人民日报》

前 言

在党的“九大”团结、胜利的旗帜指引下，遵照伟大领袖毛主席“**中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平**”的教导，全国很多单位都在研制静液压传动拖拉机，并取得了一定的成绩。

无产阶级文化大革命以前，我国虽有几个单位研制过静液压传动拖拉机，但是由于叛徒、内奸、工贼刘少奇反革命修正主义路线的影响，没有取得什么成果。无产阶级文化大革命彻底粉碎了刘少奇妄图复辟资本主义的阴谋，工人阶级夺回了科技大权，静液压拖拉机的研制工作，有了很大发展。

为了使研制静液压传动拖拉机的广大工人和革命科技人员有所借鉴，我们初次选译了这本参考资料。但由于文章都是资、修国家的，肯定会有种种错误，请读者同志们本着伟大领袖毛主席“**洋为中用**”的教导，弃其糟粕，取其精华，批判地加以利用。

目 次

前 言

一般概述和发展趋势

1 液压动力在未来农业中的发展	(1)
2 静液压传动装置	(5)
3 可调式轴向活塞马达的优点	(13)
4 静液压传动在机动车辆传动系中的布置	(16)
5 轮式拖拉机的容积式的差动式液压传动	(19)
6 拖拉机的静液压传动	(22)

设计计算和试验研究

1 轴向柱塞式静液压无级变速器的功率损失、效率及其与结构特点的关系	(23)
2 农业拖拉机和自走式农业机械的机械和液力变速器的功率损失与效率	(36)
3 低速高扭矩液压马达的结构和特性	(47)
4 静液压传动的设计	(57)
5 液压传动	(67)
6 静液压机器和变速器的数学模型和有效功率	(73)
7 利用一个压力平衡通道来改善端面配流的轴向柱塞式机械的转换过程	(79)
8 液压马达中的“间断滑转”现象	(87)
9 用于机动车静液压变扭器设计的列线算法	(93)
10 装有滚动轴承的轴向柱塞泵的使用寿命问题	(97)
11 液压马达供给油路的变换对静液压传动中损失的影响	(105)
12 静液压传动的数学评价方法	(108)
13 静液压传动的新的评价法	(111)

结构改进和元件选择

1 静液压拖拉机传动系统的射流控制	(113)
2 用于车辆上的新式静液压无级变速器	(117)
3 轴向柱塞泵和径向柱塞式机械的发展趋势	(120)
4 轴向柱塞式静液压变速器	(123)
5 静液压传动系统的控制装置	(125)
6 液压传动装置的制动阀	(131)
7 一种改进的静液压传动系统	(133)
8 具有加速控制装置的静液压传动系统	(142)
9 具有枢轴结构的静液压传动系统	(147)
10 拖拉机用的液压动力系统	(151)
11 液压传动系统的调节装置	(153)

12 带功率分流的静液压-机械式车用无级变速器·····	(157)
13 具有液压调节器的静液压传动系统 ·····	(159)

整机试验和应用

1 美凯斯静液压驱动轻型工业拖拉机·····	(163)
2 农用与轻型工业用拖拉机的静液压传动·····	(171)
3 静液压传动拖拉机研究·····	(184)
4 静液压传动对自动底盘牵引性能的影响·····	(190)
5 地面运输机器和建筑机械的传动机构·····	(193)
6 IH 拖拉机的静液压传动用液压泵和马达代替齿轮变速箱 ·····	(201)
7 设计车用冷却性能良好的液压系统的十项要素·····	(203)
8 静液压传动用油的性能·····	(206)
9 几种维克斯静液压传动·····	(207)
10 美国伊顿公司的静液压传动 ·····	(209)

消息报导和产品简介

1 卡隆培肯特静液压传动·····	(211)
2 仑特静液压传动·····	(212)
3 康塔克轻型液压马达·····	(213)

编后语·····	(213)
----------	---------

液压动力在未来农业中的发展

液压动力在农业部门中的应用，几乎完全是拖拉机上所采用的液压升降机构。最近，注意力又集中在利用液压马达传递回转运动的可能性上。尽管农业机械比较复杂，液压动力在这方面的应用还是日益扩大。农业部门的主要动力是拖拉机，而采用拖拉机的液压马达来驱动各种机器亦很有效。树篱修剪机、割草机、粪肥撒布机和拖拉机本身的液压传动，是现有的一些应用实例。

从一个泵得到的有效液压功率可用下式计算：

$$\text{马力} = \text{流量(加仑/分)} \\ \times \text{压力(磅/吋}^2\text{)} \times 0.0007。$$

这是压力油流动时所产生的最大有用功率，但实际上由于管路的摩擦，以及弯管、接头、滤油器的存在，要损失掉一部分。造成功率损失的这些因素中的大多数，均近似地随流速的平方而增大。把管路系统部件和软管的内孔尺寸加大，对压力损失有很大影响。例如，对于给定的流量来说，1/2吋的BSP软管每呎的压力降，近似为3/8吋BSP软管每呎压力降的1/3。

油的粘度对管路摩擦有显著影响。温度稍微升高，就导致粘度和管路的压力损失显著下降。油温降低使粘度和流动阻力增高。其他的损失发生于致动器^①本身。

使用液压马达所发生的损失，是由于内部漏损和内部摩擦造成的，并随着作业速度和压力的变化而变化。在正常运转速度下，一般效率为85~90%，但低速时，效率显著下降。特别是使用齿轮式马达时，需要很高的启动压力。

一个设计良好的液压系统，当泵的输入和致动器的输入之间条件很好时，其总效率可在80%左右。然而，随农业上的大量应用，要求

管路装置具有挠性，从泵的输出到拖拉机输出之间的总效率在65~70%更为实际些。由拖拉机液压泵供给液压马达的可利用的功率大小，是假定泵输出和马达输出之间的效率为67.5%时而给定的。

把这些数值同机械传动装置的总效率进行比较，是很有益的。

在研究用动力输出装置驱动旋耕机时发现，动力输出装置和旋耕机转轴之间的传动装置的平均效率是84.8%。此时传递的功率在10~22马力范围内。

一、液压传动和机械传动的对比

用液压代替机械传递动力，主要原因是用液压比较方便。可以随意改变动力的传递方向，机械传动需要有完成传动的运动付（万向节、伞齿轮传动、皮带传动等等）。而且，必须用改变输入速度或以某种方式变换传动比来实现变速。液压传动装置的挠性软管，解决了方向变换所涉及的大部分问题；可以用改变（泵的）流量，改变致动器的排出量的方法，也可以用改变输入速度的方法来实现变速。

很多用拖拉机带动的机械，是与拖拉机挠性联结的，这就使得液压传动具有特殊的优越性。而其他的优点，是容易实现正反两个方向的动力传递。液压传动还有其它一些优点，例如用快速移动的马达向几个位置中的某个位置传递动力。

在大多数情况下，牵引杆是传递动力效能最低的方法，但是对于像中耕（旋转式中耕除外）和拖运这样一些作业来说，它还是最方便

① 把压力油流动的能量变成机械能的装置，此处指液压马达本身，此外油缸也是一种致动器——译者注

的方法。

二、电机太大

电力传动具有液压传动同样的灵活性，但是发电机和电动机的尺寸和重量都较大(例如，一个5马力的液压马达约重7磅，而一个5马力的电动机约重150磅)，并且在典型的野外农用条件下工作是不安全的，因而不理想。

至于用拖拉机所带动的农业机械设备，仍保留着机械传动或液压传动的选择。对于一些较大功率的应用，液压传动效率低，这意味着驱动外部设备的有用功率小。而且，发动机功率的30%左右损失于发热方面，这部分损失量如超过几马力，在连续作业中，则应予以重视，必须应用一个油冷却器。

当传递功率较低时(比如小于10马力)，以上对液压传动的这些疑议大部分消失了。而且，实际上每台拖拉机有一个油箱，一个装在内部小功率液压泵，一些滤油器，一些控制阀和一些外用接头。对于10马力以内的传动，从上述结论来看，采用液压方法是有道理的；超过10马力，机械传动的各个优缺点也要进行仔细衡量。

以10马力这个数字来说，设想有那些作业可用液压传动来完成呢？表1示出了一些需要旋转动力的农田作业。上述结论用于此处，似乎一些主要作业，如捆草、割草、饲料收割、旋转中耕、肥料撒播和某些干草打捆等，是不能用液压马达完成的。对于这些作业来说，机械式功率输出装置，看来更为合适。

就液压传动的用途来说，拖拉机正面装载机可能成为最大的动力需要者，它可以用到6~8马力(但通常不使它用到这样多)。凡需要作限制性位移的地方，液压传动是很有用的。

对于英国生产的拖拉机(新的DB1200除外)来说，最大的有用液压动力输出在 $3\frac{1}{2}$ ~6马力之间，对于美国一些较大拖拉机达到15马力以上。这些数字代表用拖拉机液压泵所带动的液压马达输出的最大有用功率，并且是在泵

的最大流量和最大工作压力下按泵的有用功率的65%计算出来的、若假定发动机的功率在30~70马力之间，则对于正面装载机来说，8马力的输出是很理想的。若总效率为65%，则要求泵输出的功率为12马力。

表1 各种机械需要的最大马力

捆草机	14~22
饲料收获机(40吋割刀)	20~27
撒肥机	22~43
割草机	24~32
旋耕机(60吋)	16~40
扬场机	20~40
卷缩机和压碎机	12~30
灌溉水泵	25+
轻便动力锯	3~6
果树喷雾器	6
旋转圆盘式撒肥机	小于8
往复式割刀割草机	小于8
树篱修剪机	2
谷物螺旋推进器	2+
粮食搅拌机	2
马铃薯分选机	$1\frac{1}{2}$

三、泵的临界输出

第二个重要问题是泵的流量问题。在30~70马力的范围内(DB1200仍除外)，最大流量在 $3\frac{1}{2}$ ~6加侖/分之间变化。80~120马力的美国大型拖拉机，具有较大的流量，如约翰·迪尔4020的流量达到20加侖/分以上。这种拖拉机的动力转向、动力制动、功率输出轴联轴节和功率输出装置的润滑等项操纵，也都具有一些单独的油泵。大多数英国拖拉机是在2000~2500磅/吋²的最大压力下运转的。假定泵的输出压力为2000磅/吋²，则12马力的驱动油泵的流量需为8.6加侖/分，这比中型的英国拖拉机的输出要大。

流量是极为重要的，因为它控制着旋转速度或液压马达和油缸的排出量。若提供的流量太高有困难时，必须使用一个大容量马达，或用一个小马达同减速器相结合，以便获得马达的低速。可供选择的方法是控制排量，这将使

成本增高。有人提出一个建议,把机器的运转速度分成四个类别:150~200轉/分,550~700轉/分,1200~1500轉/分,2000轉/分以上。这样一来,若拖拉机采用统一的流量为10加侖/分,则只用四种尺寸的液压马达就能满足全部要求,选择一个马达同三个相应的齿轮箱恰好能够达到上述要求。这里一个理想的方案,是把马达和齿轮箱按组合件设计,采用统一的机座。

在美国提出了两个标准流量:6加侖/分和12加侖/分,并提出马达壳体采用标准机座,其尺寸将按所采用的标准速度150,250,500和750轉/分和标准流量而定。标准化委员会现正在美国和英国研究这个问题。

四、拖拉机的液体力学

骤然看液压传动的马力需要感到惊奇的,是从拖拉机挂接器的长期应用来看,拖拉机的制造者没有提供很多的液压动力。这方面的理由之一是不难见到的:装在英国拖拉机上的油泵,初步满足牵引控制系统的要求,该系统要求的功率不大于2~3马力,这可由下面的例子来说明。

有一个四铧犁重1100磅,作业速度为5哩/时,当经过起伏不平的地面时,犁的重心相对于拖拉机需要有一个典型的最大提升量,以使犁能够保持10~15吋/秒的均匀耕深。若假定土壤给犁板的力约为400磅:

$$\begin{aligned} \text{当10吋/秒时所需马力} &= \frac{1500 \times 10}{12 \times 550} \\ &= 2.28 \text{ 马力} \end{aligned}$$

$$\text{当15吋/秒时所需马力} = 3.4$$

应当指出,如果惯性太大,牵引控制系统趋向于不稳定,这种情况与采用小尺寸油泵有一定关系。某些制造者用一个油泵和一个流量控制阀的方法部分地解决了这一问题,采用油泵比牵引控制系统所要求的油泵大一些。

如果充分利用所安装的挂接器满足了拖拉机的输出要求,则拖拉机的液体力学可简述如下:

当泵的最大输出为12马力左右时,泵的流量达到10加侖/分,另外需要有一个稳定的在3马力左右的动力源来满足牵引控制的要求。

因为牵引控制系统流量的要求比较严格,将来最好的解决办法是对牵引控制系统和外部设备采用单独动力供给。这里提出三种可能性:

1. 使用一个牵引控制的小型液压泵,并采用一个单独油泵供外部设备使用。这个外用油泵可以安在拖拉机上,或者只在拖拉机上给它预备一个规格化的安装部位,该部位最好在发动机上,当使用者需要时,就把这个泵安上。

2. 应用一个单一的变量泵,其优点是总流量可满足需要,而不会有利用流量控制阀和定量泵的方法带来的功率损耗(指与1法对比)。

3. 利用一个分流泵。在这种泵中,把总流量分成压力互不相同而分流,是从一个选好的油缸中分离出输出量的。

五、传动装置

液压传动的一个公认的优点,是它能够把发动机的功率充分用于速度和牵引力的宽阔范围内。图1示出了具有六速齿轮箱的拖拉机牵引力和速度曲线,此时曲轴的最大传动功率为52.8马力,为了防止轮胎和地面打滑,带有足

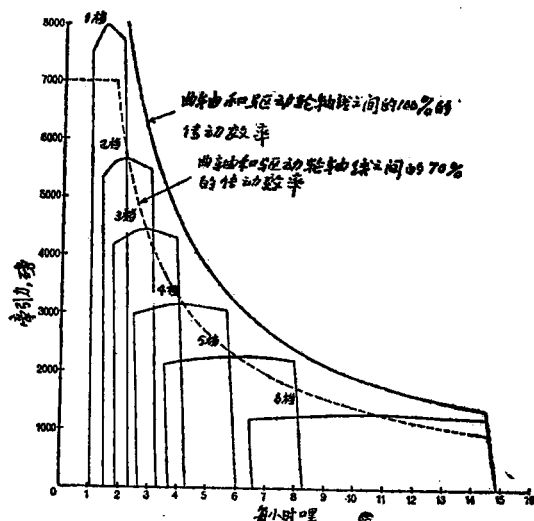


图1 具有六档齿轮箱的拖拉机的牵引力-速度曲线

够的配重在混凝土路面上行驶。这就补偿了由于旋转时轮胎的变形而造成的运动损失。

实践表示曲轴和驱动轮轴线之间的100%的传动效率；虚线表示所能达到的最大传动效率为70%。显然总效率70%或者更低的液压传动机构不能像应用一般六档齿轮箱那样，在速度和拉力的宽阔范围内作业，并且甚至比用一个较大档数的齿轮箱的效率还低。

采用精心设计的“背靠背”传动装置，用一个变量泵和马达，以及在泵和马达之间采用尽量短的管路连接，在速度和转矩较宽范围内能够获得总效率85%以上。这种传动箱，就田间效率来说，比多级齿轮箱更高。

六、“挠性”拖拉机^①的设计

液压传动的另一个优点，是它为设计者提供了拟订拖拉机设计方案的较大的灵活性。例如，马达可以安装在驱动轮上。这是确实无疑的，和惯用的设计方案比较，如果效率相等（即驾驶员操作方便和牵引效率方面），惯用设计方案的成本要低些。

首先，在泵和液压马达之间很长的管路是功率损失增大的一个原因，在车轮上使用液压马达的第二个困难如下所述。车轮用液压马达的最便宜的形式，是一种定量马达。假如这种马达由一个变量泵带动，则拖拉机的最大前进速度将发生于泵的最大流量处。如果这个最大前进速度为15哩/时，泵的排量在3哩/时时则约占最大值的20%。当流量比较小时，变量泵的效率急剧下降，一般因为容积损失趋近于常量，并在流量较小时，损失的百分率较大。这样的装置，在某速度下要求传递很大功率（如中耕）时是效率不高的。

这里有些解决这个问题的办法：一个实例是英国农业工程研究所（NIAE）的双流量马达试验，但由于这是在每一个驱动轮上用双流量马达，故必然使成本增高。

七、农具控制系统

如早已叙述的那样，牵引控制系统的现代设计，在其流量要求方面是严格的，并且在设计中注意防止不稳定运动。

现在生产的大多数拖拉机，都有控制农具耕作深度的位调节和力调节系统，在70马力之内，力调节信号是由在挂接器的上拉杆中测得的力实现的。使用较长和较重的农具，伸出重量的影响将抵消由牵引力所给定的信号，因而使控制发生困难。70马力以上的拖拉机趋于使用挂接器的下拉杆。现在的趋势是完全不用上拉杆，并只用下拉杆的牵引信号控制犁的前端。

在新卡斯勒（Newcastle）对当前大量生产的力调节系统的工效进行了某些研究。1965年制造和使用的两台55~65马力的拖拉机，每台上均配有带上拉杆的力调节系统，并带一个安装好了的三铧犁。每台在1½和6哩/时的可变速度下在起伏不平的田地上运行，希望犁能够可靠地前进。当共同通过起伏处时，测得了后行犁的深度。结果表明，由于前进速度的增高，而使平均深度的误差增高：当速度为4½哩/时，其中一个犁完全从土壤中出来。

深度控制误差随前进速度增高而增高的事实，表明农具控制系统的适当控制深度的能力，将是高速耕地的限制因素。

总之，农用液压动力看来应大大增加。从拖拉机能够完成的任务来看，液压马力需增加到8马力。因为当安装一个能源时这是不能获得的，作为一个有益的临时措施，可在发动机曲轴的前端，或更简单一些在功率输出轴的末端安装一个辅助泵。图2示出一个齿轮泵同3:1的升速齿轮箱的有利的组合。有三种尺寸的泵可以安装在同一个机座上，它们给出的流量范围为6.5~11.3加侖/时。

如果更进一步增高耕作速度时，应该反复研究农具控制系统的性能。最好的办法，是着

① 由于拖拉机上大量采用液压装置，故用许多软管，似乎使拖拉机变成挠性的了——译者注

手进行农具控制系统效能的理论分析，并建立适当的性能标准。在未来的拖拉机中，液压动力容量的任何增高，都一定不许影响农具控制系统的效能。

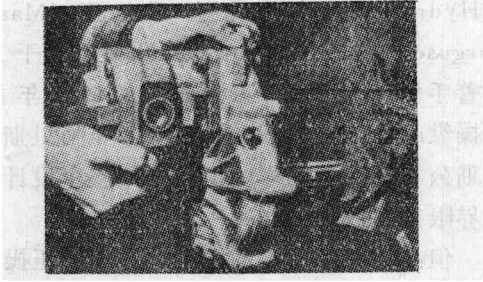


图2 齿轮箱和泵的组合

看来，大多数农田作业的自动控制必将发展。联合收割机刀杆高度的自动控制得以推广，以及甜菜收获机的自动调位有了重大进展。这些发展都说明了自动控制的潜力。液压元件提供了机器自动控制的理想方式，并且在这个领域里也像其它领域一样，农用液压动力将获得扩展。

八、几点意见

在液压传动方面，必须像机械式功率输出装置驱动附设机器一样，发动机速度应该保持为常数，无级传动装置能够比较可靠地工作，因为当驾驶员选择最佳的前进速度时，不能改变发动机的速度。

利用车轮马达时，传动装置的总效率在低速时亦将得到改进，因为可用一组平行装置，或者在不同速度下驱动油泵。但是有人认为要用其它齿轮箱和齿轮变速机构来改变泵的速度，将增加成本。

在回答为什么不用变扭器和机械齿轮箱的问题时，提到对于给定的控制装置，对于农用拖拉机耕地来说，不管载荷多大，总希望其前进速度为定值。动液压传动装置，当在地头上起犁时要注意发生危险。

译自英国《农场机械化》1967年19卷第212期

(吉林农大农机系业余翻译组供稿)

静 液 压 传 动 装 置

一、静液压传动的发展趋势

在农用的拖拉机的设计和使用中，改进传动系统的性能是主要发展趋势。例如：在过去的二十年内，前进速度的档次已从平均不到五个档增加到超过九个档。

另一个值得注意的趋势，在于获得最大牵引功率时的速度在最近十几年内增加了近25%（稍微超过1哩/小时）。和发动机在较高的转速下给出较大的输出马力一样，拖拉机在较高的牵引速度下能提供较高的牵引特性。

更大的牵引速度，可以给予拖拉机在不断

变化的和特定的工作要求下，使发动机功率和所需的行驶速度相适应。这样一来，设计者就力图提供足够的速度档次，以致能够包括拖拉机的整个工作范围，而在各个速度档次间没有很大的间隔，从而使拖拉机在绝大部分的工作时间内都具有最佳性能。

传动装置按下列次序发展：基本的齿轮传动装置；齿轮传动装置加上手动副变速；齿轮传动装置加上液压副变速；动力换档装置；齿轮传动装置加上静液压驱动；手动或液动的副变速箱加上静液压驱动；全静液压传动装置（虽然齿轮传动装置和变扭器的组合是一个重要的进步，但它只是这个基本分类的一个小分支）。

然而拖拉机制造厂在进行新设计时，并不总是遵循这个规律的次序。

通常的齿轮传动装置，包括滑动齿轮和常啮合齿轮两类，近来趋向于使用后者。约翰·地尔 (John Deere) 公司于 1960 年提出了一种常啮合型传动装置的改进，即带一个可在行驶中换档的同步器，即使动力已切断，也不用拖拉机完全停止，整个机械装置就可以换档。

最初的考虑

除增加齿轮传动比数目方法以外，首次较重要的尝试，是 1954 年万国收割机 (International Harvester) 公司采用增扭器，第二次是 1955 年的明尼阿波里斯·莫林 (Minneapolis-Moline) 公司的 “Ampli-Torc” (最早被称为 “Magna-Power”)，接着是 1957 年的阿里斯·查默斯 (Allis-Chalmers) 公司的 “Power Director”。

在最早的拖拉机中，传动装置随着拖拉机的运行状况来改变输出速度，以传递全功率。在基本的滑动齿轮传动装置中组合一个简单的行星齿轮传动装置，使原来传动装置的档数增加一倍。与增扭器一样，此类装置在变换一种速度或速比时不用切断动力 (亦称手动副变速箱)。

差不多同时，发展了与手动换档变速箱在一起使用的液力变扭器，其中包括几种调节器和机械锁定调节装置的选择。

变扭器的传统变速箱的组合，于 1957 年被马赛·哈利斯 (Massey-Harris) 公司推广。这种组合是从汽车和越野设备工业中更进一步引进传动装置的设计工艺的开端。变扭器在履带拖拉机上已使用较久，而现在可以逐渐看到它在工业用轮式拖拉机上的应用。

在 1958 年，奈勃拉斯卡 (Nebraska) 大学修改了它的试验方法，因为传动装置有使拖拉机牵引速度反比于牵引力变化的趋势。新方法是让拖拉机在工作条件下改变发动机的转速，以表示出变速装置对牵引性能的影响。

副变速箱

在拖拉机上较多地使用液压装置，导致传动装置的第二个改进——基本的齿轮传动装置加上一个液动的副变速箱。奥利佛 (Oliver) (Hydra-Power) 和马赛·福格森 (Massey-Ferguson) (Multi-Power) 两家公司于 1962 年着手他们的设计，万国公司在 1963 年把手动操纵改为液压操纵，接着 1964 年阿里斯·查默斯公司进行了同样的工作 (据整个设计变化的界限来说的)。

但是，无论用手动操纵还是用液压操纵，使用齿轮传动装置加上副变速箱的拖拉机，在运行时仅仅只能变化一个速度或一种速比。

由变速齿轮组成的固定速比的最新传动装置，可以在驾驶员操纵下，在全速度范围内完成动力换档，不用使拖拉机停车或切断动力就可以变换全部所需要的速度。全速度范围内的动力换档装置包含三个 (有时是四个) 使用在以前的变速箱中的液动副变速箱。

福特 (Ford) 公司的 “Select-O-Speed” (1958 年) 是这类传动装置中最早的一种，接着是 1964 年地尔公司的 “Power Shift”。

静液压传动

静液压传动使传动装置的进步迈进了所谓较高的水平，在某些可能实现的过渡的组合中，首先把基本齿轮传动装置与静液压传动装置组合起来了。例如：凯斯，地尔和万国公司的自走康拜因。在英国，路得莱斯 (Roadless) 牵引机公司于 1964 年把这个系统装在拖拉机上出售；至少有一家美国商号将马上提供这样的拖拉机。

此发展包括把已成系列结构的静液压传动系统加到基本齿轮传动装置中去，通常在齿轮传动装置中有 2~3 个速比，结果导致在每一个速比时都得到前进和后退速度的无级变化。

改进后的组合可以使用一个静液压传动装置加上一个手动或液动的副变速箱或者增扭器，这样的过渡装置在实际构造和性能使用方

面能有很大的变化。

静液压传动装置发展的终点，是实现发动机扭矩和转速通过安装在发动机上的油泵直接转换到安装在车轮内用来驱动轮子的低速大扭矩液压马达。英国在 1954 年展出了宣称为第一台没有齿轮的拖拉机。

1961 年万国公司公开展出了一台静液压传动拖拉机的雏形，HT-340 是一台研究用样机，

它由通用型 340 拖拉机发展而来，它有一台燃气涡轮增压发动机和一个使用装在驱动轮内的径向液压马达的静液压传动装置。

现在每一家拖拉机公司，除了基本的手动换档的变速齿轮传动装置以外，至少还有一种传动装置可供选择，并且现在的设计工艺、制造能力和顾客的要求都表明了将来会高速度发展。

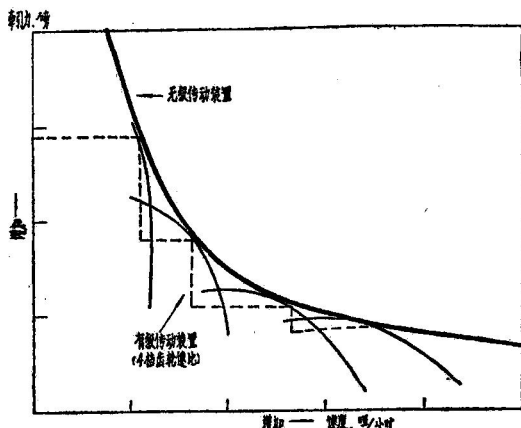
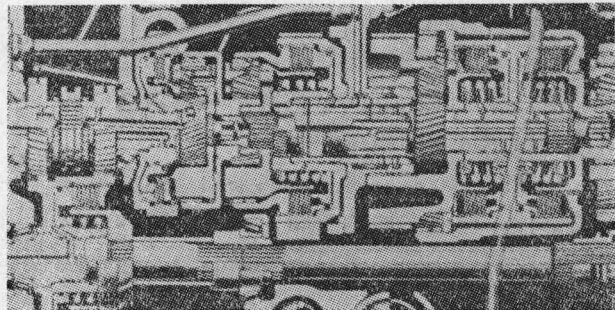


图 1 消除性能曲线上的间断：

在这两种传动装置的速度——牵引力特性的比较中，长的平滑的曲线代表一种速度和牵引力能够无级变化的设计，阶梯形曲线是由一种固定传动比变速齿轮传动装置所产生的。在设计方面，趋向于展平阶梯形。增加齿轮传动比数是一个途径，带有变扭器、部分或者全变速范围的动力换档的传动装置的性能曲线使阶梯形的间隔更加靠紧，结果出现了理想的连续的无阶梯曲线。



二、目前在什么机器上应采用静液压传动？

收割机的有效工作依靠调节行驶速度，以保证将恒定作物量送进打谷机滚筒和分离器。在农作物收割量变化的情况下，改变地面行驶速度就可以调节进给率。在地形变化时，要保证恒定的进给率，绝大多数收割机采用无级皮带传动装置，但是无级皮带传动正日益为静液压装置所代替。

静液压驱动收割机已经超过静液压传动拖拉机有下列原因：首先是收割机要求精确的无级调节；驱动收割机只消耗很少的功率（虽然是重五吨或更重的，发动机用 80 马力的大型收割机），所以它的效率损失是很次要的；静液压传动的“柔软性”在收割机上得到充分利用，

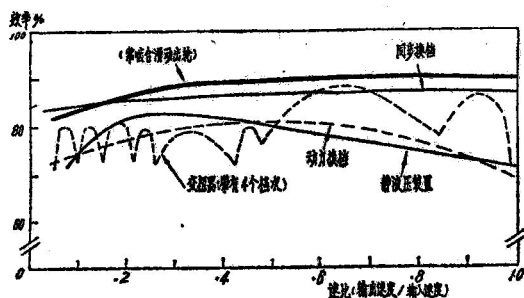


图 2 效率比较

当传动装置的设计使拖拉机有更大的适应性的时候，通常要降低效率。静液压驱动是无级变速的，但它们的效率很少超过 80%，普通的齿轮传动装置比较简单，且效率较高，具有足够的行驶速度，以至于能够包括整个拖拉机的工作范围，而且行驶速度间隔不大。这样的设计可以满足大马力牵力工况的要求，所以农用拖拉机与其使用全静液压传动装置，不如最终使用静液压传动和基本齿轮传动元件的组合。

因为那里发动机和驱动系统是相隔很远的。这就值得为每一台静液压驱动收割机额外支付800~1000美元。

静液压驱动自走收割机去年首次出售，目前三家公司拥有七种型号，它们所用的液压元件由森斯春与威克斯（Sunstrand 和 Vickers）两家公司供给，用两种方法将两类系统装入收割机中。

典型的系统采用一个变量泵和一个定量马达，油泵装在地尔 55、95 和万国 303、404、503 的收割机发动机的后面，马达装在传动装置上并与它的输入轴相连接，油泵和马达的进出油口连成一个闭式油路系统，从油箱来的油液靠补给泵进入回路中。

在地尔 105 收割机上，油泵和马达仍为分置的部件，但它们被油管紧紧相连，这些油管安置在收割机下面，紧贴着传动装置。油泵从

发动机经皮带获得动力，一条皮带从发动机传到一个空转的皮带轮上，另一条皮带再从皮带轮传到油泵上。

这些部件只用一个装在收割机转向立柱上的简单的操纵杆操纵，它调节油泵的流量和油流方向。那么，在齿轮传动装置的每一档上得到了从零到最大速度的无级变速。

地尔收割机传动装置有四个档次；万国传动装置有三个档次。在带有静液压传动系统时，每一个前进档都能够用来作为后退档，当静液压传动系统的操纵杆处于中立位置时可以换挡。

油泵和马达两者都为变排量的系统

凯斯公司的 1060 水稻收割机上用的静液压行走驱动装置有一个装在发动机上的油泵和一个装在传动装置上的液压马达，两者都是可

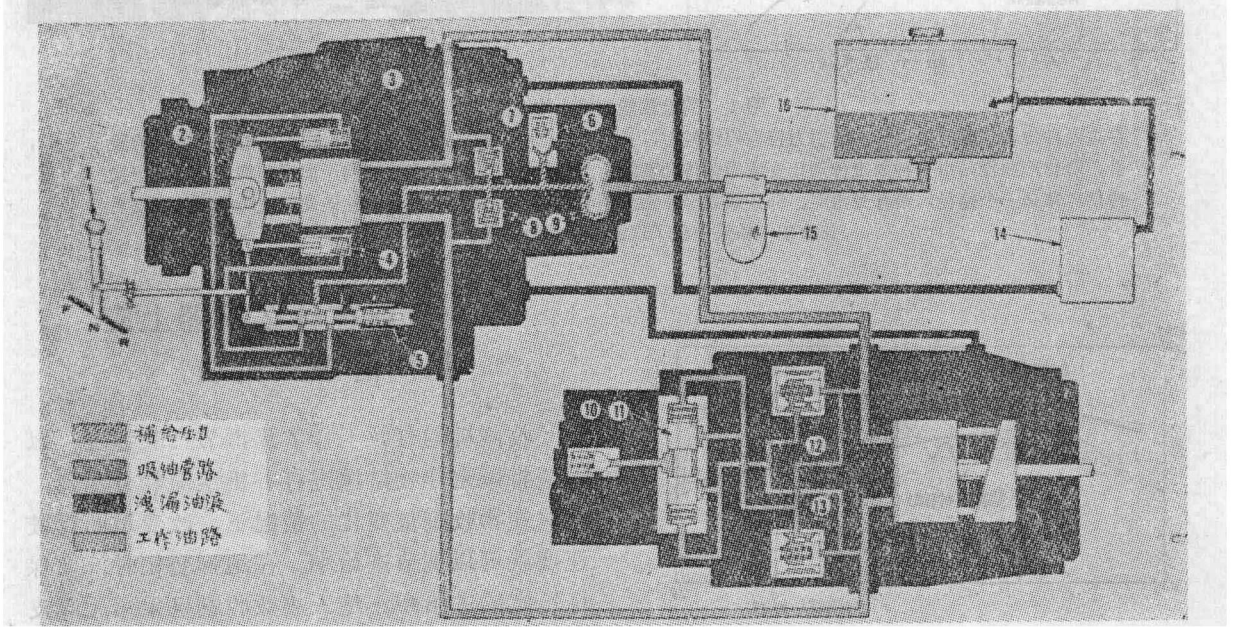


图3 收割机行走静液压传动装置（如森斯春公司产品用于地尔和万国的产品上）包括装在发动机上的油泵（图示左上部）和装在传动装置上的马达（图示右下部）：

1—操纵杆；2—调节流量用的旋转倾斜盘；3、4—操纵油缸；5—操纵阀；6、10—补给泵液流阀；7、8—补给泵单向阀；9—补给泵；11—梭形阀；12、13—前进、后退主油路安全阀；14—油液冷却器；15—吸油口滤网；16—油箱。

变排量的。传动装置有两个档次——低档用于田间作业，而高档用于运输作业，每一档的前进和后退速度都一样。

由于油泵和马达两者都是变量的，故用两

个液压操纵杆来调节收割机速度，转向立柱上的操纵杆调节油泵排量，即调节每一档速度变化的下半部，脚踏板调节马达排量（调节每一档速度变化的上半部），脚踏板在手操纵杆处

于全行程之后才能使用。

为了使收割机有更高的生产率，研究人员正在从事进给率自动调节的研究。这样的系统从装置的某一点，例如滚筒，感受输出信号，随后加以矫正以得到所要求的输出量。有意思的是绝大多数的试验都把这种进给率的调节装置合并到无级变速的行走驱动系统中。

另一个近期的可能性，就是与拖拉机前轮驱动系统一样的把液压马达装到收割机的后轮里，后轮驱动将提供在泥泞的土地上所需的额外的牵引力，帮助转向并且改善了收割机的重量平衡。

最近，万国公司的 375 割晒机也宣告诞生，静液压驱动装置由一个变量泵和一个定量马达组成。

静液压传动装置在相当数量的 10~12 马力的小型拖拉机上得到了采用，有八家制造厂出售 13 种型号带静液压传动装置的拖拉机。典型的系统是把一个变量泵和一个定量马达相结合，两者通常装在一个单独的壳体内与传动轴相连接，一个操纵杆同时用来控制行驶速度和进行方向。各种型号拖拉机上都可以无级变速，直到其最大速度为 11.3~17.7 公里/小时。

所用静液压元件由 察林 (Char-Lynn)、伊顿 (Eaton)、耶尔 (Yale)、汤恩 (Towne) 和森斯春等公司供给。

为什么用于小型拖拉机？

为什么把静液压传动装置应用于小型拖拉机上呢？拖拉机绝大多数用来挂接农具、输出动力。割草机、铲雪机和旋耕机的工作都要求发动机接近恒速转动，因此行驶速度必须根据地形和负荷来改变。

静液压的主要优点，是具有较高的生产率：启动和牵引负载较标准拖拉机可高 30%；提高了机动性，不用离合器换挡和换向，帮助了梭行作业，例如推土作业。发动机为 15 马力的鲍德温 (Baldwin) IIII 型拖拉机是四轮驱动的，它有两个威克斯公司的静液压系统，一个作为驱动用，另一个作为动力输出用，前进和

后退四个档次中，每一档都液压变速，动力输出轴的速度是单独调节的，可以在 100~1000 转/分之间变化。几家制造厂已经预计到 1970 年的时候，将有 1/2 的小型拖拉机采用静液压传动装置，静液压传动也将用于通用和专门用途的车轮上。

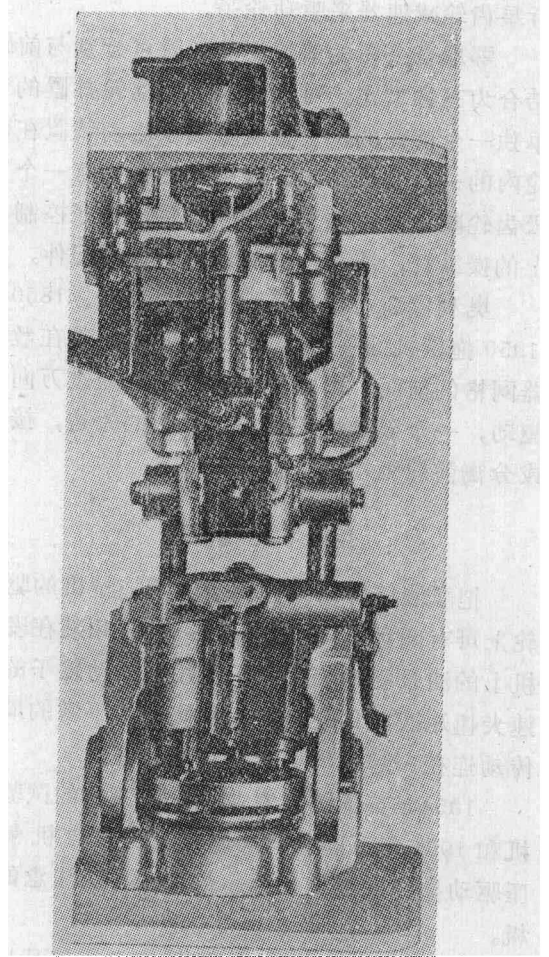


图 4 紧紧相连的油泵和马达安装在拖拉机的发动机和差速器之间，它代替了通常的传动装置。这类传动装置即将出现在美国农用拖拉机上〔道梯 (Dowty) 公司的传动装置由伊顿公司制造〕

可更换的通用装置 (Conversion Kits)

为了把两轮驱动的拖拉机改装成四轮驱动的，静液压驱动装置和四轮驱动装置合并成一个通用装置。这些已由美国利威 (Levy) 公司和鄂瑞奇 (Ulrich) 液压元件公司出售。

使用这类可更换的通用装置，作物行距无

需变动，前轮的轮距是可调节的，并不需要前后轮速度的严格同步。

利威公司的通用装置，包括一对静液压驱动轮，一个安装在发动机轴上或者功率输出轴上的变量油泵和两个分别装入轮子内的定量液压马达。每个马达通过第一级正齿轮和第二级行星齿轮减速器来驱动轮子。

鄂瑞奇公司的前轮驱动装置可分别与前轮结合为三种型式：可调轮距的；前轮并置的和单独一个前轮的。一台变量油泵驱动装置在前轮内的一台变量马达，每个马达都带有一个三级齿轮减速器，还有专用的心轴，装在控制板上的操纵杆，油箱，滤油器，管道和配件。

奥利佛公司把利威装置作为1650、1850和1950拖拉机的一个可选装置。油泵安装在散热器网格的前面，由曲轴上的皮带轮通过万向节驱动，一个操纵杆安装在仪表板的旁边，接合或分离前轮驱动装置。

用于农用拖拉机

把静液压传动装置用于农用拖拉机的驱动轮上可有两种不同的选择：一种是用装在发动机上的油泵驱动装在轮子内用来驱动轮子的低速大扭矩液压马达；另一种使用和平常的最终传动连在一起的代替变速箱的装置。

1954年英国国立农业机械研究所的试验样机和1961年万国公司的燃气涡轮发动机静液压驱动拖拉机是第一个途径的值得注意的样机。

目前使用的代替变速箱的例子，就是1964年由英国路德莱斯牵引机公司的普罗玛斯特90型(Ploughmaster Special 90)拖拉机，它使用约瑟夫·卢卡斯(Joseph Lucas)公司制造的静液压传动装置。

某些欧洲拖拉机制造商现在使用做成一体的油泵和马达，它属于代替变速箱的途径。

这样，静液压传动装置到了为全世界所公认的程度，实际推广将会慢一些，但是许多专家认为，推广是必然的。

三、目前有哪些种类？

从使拖拉机的动力更易变化多样、便于操纵和提高生产率的角度来看，静液压传动如果不能说是最有希望的，也是最有希望的几种之一。

从根本上来说，静液压传动是藉压力油流把能量从油泵传递到马达的传动装置。在一种意义上来说，“静液压”这个名词并不完全正确，因为在这样的传动系统中，流体当然不是静止的或固定不动的。称之为“静液压”，是因为它依靠压力变化来传递能量以区别于依靠流体的速度变化来传递能量的动液压系统，如变扭器等。

油泵和马达通常连接成一个闭式回路，马达的回油管直接回到油泵的进口处，而不是回到一个无压的油箱里。静液压传动装置的性能，取决于油泵-马达元件，以及与它们有关的机械元件的性能。

静液压传动装置有很大的优越性：拖拉机的加速、减速和反向都可反映在一个操纵杆上；提供动力制动和无级地改变行驶速度；在上下山时，不论载荷变化，直到受发动机功率限制前，都可保持恒定的行驶速度。

两个主要的限制——价格和效率，抵销了上述这些优点，这两个限制在静液压传动装置获得普遍的应用前是必须予以克服的。

若抛开最重要的价格这一点，现今的静液压元件已具足够高的效率，适于作很好的传动装置用。假如首要的一点价格是很有影响的话，那么现在适用的元件还很少，为了便宜，趋向于牺牲一点效率，这样就更多地消耗主发动机的功率。为了防止过热，于是必须使系统能够把由于功率损耗所产生的热量散发出去。

近年来，液压元件的价格已经降低，而效率却有所提高，两者的出现显得十分的紧密，使静液压传动装置在不远的将来用于农用和工业用拖拉机上具有现实性。不久前，已有几种静液压传动的联合收割机和小型拖拉机在市场

上出售(见上文)。

静液压传动装置也能用来把动力传送到前轮作辅助驱动用, 以提供四轮驱动的拖拉机。因为静液压传动装置不用传动轴和前桥轴, 故前轮的离地间隙可保持不变, 加之不管车轮转向或向前直线行驶时, 液压操纵能用来适应前后轮的圆周速度, 而在固定速比的机械传动装置中, 把动力传递到前驱动轮时, 前后轮的圆周速度只能在直驶和转向二者之一中得到适应。

静液压传动装置能够直接替换平常的滑动变速齿轮传动装置而保留差速器和末端传动。另一种方法是油泵直接输出到装在驱动轮内的低速大扭矩马达, 这时, 静液压系统就代替了驱动轴、齿轮变速箱和差速器。

第二种布置的主要问题在于提供现有拖拉机所需的行驶速度范围, 结果使液压元件常常变得太大以至于不能实现, 利用一个有限档数的变速箱就大大减小了液压元件的尺寸。

静液压传动装置的最简单的形式仅包含一台油泵和一台油马达, 但是可以加上其它机械元件以克服静液压传动装置的许多主要的缺点, 同时保留其绝大部分优点。

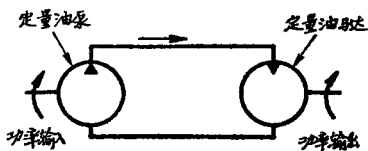


图5 简单的静液压传动装置

全静液压

甚至在仅包含一台油泵和一台马达的全静液压传动装置中也可以有各种结构布置。

1. 等扭矩

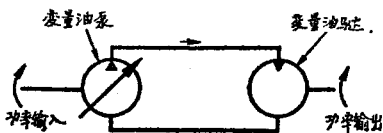


图6 等扭矩全静液压传动装置

用一台变量油泵和一台定量马达, 籍改变油泵的排量来改变输出速度, 因为马达的输出

扭矩决定于系统工作压力和马达的排量, 对任何给定的压力, 马达的输出扭矩是恒定的。这样, 这种结构以等扭矩传递不同的功率。

2. 等功率

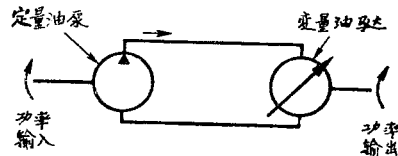


图7 等功率全静液压传动装置

用一台定量油泵和一台变量马达, 籍改变马达的排量来改变输出速度, 马达排量减小时, 输出速度增加, 但输出扭矩却减少。这样, 这种结构构成等功率传动。

3. 变扭矩, 变功率

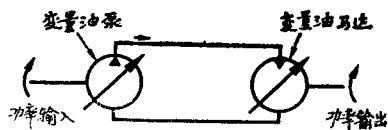


图8 变扭矩、变功率全静液压传动装置

用一台变量油泵和一台变量马达所构成的传动装置兼有“等功率”和“等扭矩”两类的特性, 同时又产生了最大的适应性, 但是也提出了最重要的操纵问题。

不是改变油泵就是改变马达的排量, 使其超过中立位置, 就可以变换输出轴旋转的方向。假若改变油泵的排量, 就不存在特殊的困难。当油泵排量减小时, 输出速度随着减小, 当油泵排量到达零时, 输出轴完全停止, 当油泵排量增大时(往相反方向), 于是输出轴开始往相反方向旋转。

然而, 若籍改变马达的排量来调节输出速度时, 当排量向零方向减少, 输出速度增加, 从理论上来说, 当排量为零时, 马达的速度达到无穷大, 然而实际上马达本身会损坏的。这样, 这种传动装置必须有一个与油泵流量相联系的限制马达排量减小的操纵机构。

静液压差速传动

为了提高效率, 油泵和马达可以像液压连

接一样用机械连接起来。

1. 扭矩分流

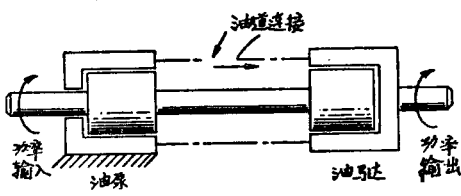


图9 扭矩分流静液压差速传动装置

用轴连接变量油泵和马达的旋转部分就可获得扭矩分流静液压差速传动装置。油泵壳体固定不动以防止它旋转，但马达壳体可以自由旋转，油泵排量和马达排量间的关系决定了马达壳体和它的旋转部分间的相对速度。假若油泵排量为零，输出速度等于输入速度。当增加油泵排量时，输出速度也增加。当油泵排量自零往相反方向增加时，输出速度比输入速度愈来愈小。这种结构称为扭矩分流传动装置。

2. 速度分流

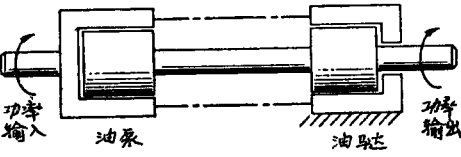


图10 速度分流静液压差速传动装置

若把一台变量油泵和一台定量马达安装成输入功率驱动油泵的壳体旋转，那么，在机械和液压的两种连接之间可得功率分流。马达的壳体是固定不动的，油泵和马达的旋转部分用轴相连接，油泵壳体的旋转产生了油液的输出，它使马达的旋转部分相对其壳体转动。

然而，马达的旋转部分也驱动油泵的旋转部分，当油泵的排量大于马达的排量时，输出速度大于输入速度的1/2。

当油泵的排量变得较小时，输出速度小于输入速度的1/2。油泵排量为零时，输出速度也为零。这就是大家所知道的速度分流传动装置。

扭矩分流和速度分流传动装置有两大缺点：1. 因其中有一个壳体要旋转，其油管必须装上旋转接头或类似的连接装置才能允许油液

流到壳体里去；2. 壳体的旋转重量难以平衡。

行星差速传动

为了避免静液压传动装置中液压差速传动所产生的缺点，可以把油泵、马达与行星齿轮传动装置组合在一起。

1. 输入端分流

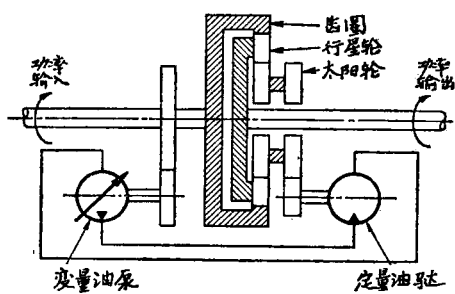


图11 输入端分流的行星差速传动装置

在输入端分流或扭矩分流传动装置中，输入轴驱动齿圈（或太阳轮）并通过一对附加齿轮驱动油泵，未被输入轴所驱动的齿圈和太阳轮两者之一由马达来驱动，输出轴与行星架相连接。

当油泵排量为零时，马达使与其相连接的齿轮静止不动，于是通过齿轮装置传递全部功率，输入与输出的速比就是行星齿轮传动装置的速比。当油泵排量增加时，马达驱动它的齿轮并改变了整个传动装置的有效速比，因为能相对于马达排量来改变油泵的排量，故改变了输入与输出的速比。

2. 输出端分流

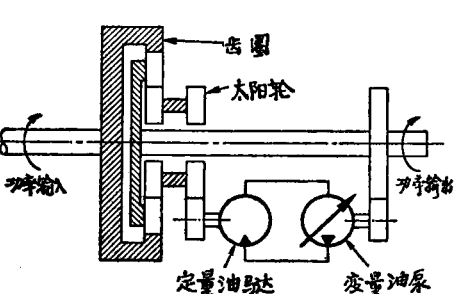


图12 输出端分流的行星差速传动装置

在输出端分流或速度分流传动装置中，输出轴与行星轮架相连接，输出轴通过一对齿轮