

履帶和輪式車輛傳動系的 選擇

國防工業出版社

履帶和輪式車輛傳動系的

王立強 李平

國防科技出版社

履带和轮式车辆传动系的 选 择

〔苏〕 A. Д. 克留科夫, A. П. 哈尔钦科 著
山 林 译

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书研究了行星传动的静力学和动力学，内啮合和外啮合行星机构的效率计算方法。阐述了小体积行星传动系或变速箱运动学简图的综合理论及图解实例。叙述了闭台差速传动的理论，其效率和循环功率的确定方法。对液力机械传动的理论也有较详细地叙述。

本书可供有关工程技术人员和高等院校学生参考。由于水平有限，书中的缺点和错误在所难免，希望读者批评指正。

ВЫБОР ТРАНСМИССИИ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН 【苏】А. Д. КРЮКОВ, А. П. ХАРЧЕНКО МАШИНИЗ

履带和轮式车辆传动系的选择

山 林 译

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印张 12⁹/₁₆ 269千字

1974年1月第一版 1974年1月第一次印刷 印数：0,001—8,000册

统一书号：15034·1343 定价：1.00元

目 录

前言	5
----------	---

第 I 章 二自由度行星传动的综合理论和最佳

行星传动装置的选择	16
-----------------	----

§ 1 关于行星传动的常识	16
§ 2 行星传动的运动学	23
§ 3 二自由度行星变速箱角速度平面图的作法	45
§ 4 行星传动的静力学和动力学	49
§ 5 确定行星传动效率的理论方法	55
§ 6 行星机构效率的实验研究	67
§ 7 二自由度行星传动运动学简图的作法	79
§ 8 单轴小尺寸行星传动装置运动学简图的作法和把行星传动装置 分成两部分布置的方法	133
§ 9 闭合差速传动及其效率的计算	139
§ 10 关于行星传动设计方面的某些简略意见	164

第 II 章 三自由度行星传动的综合法

§ 11 三自由度机构基本构件角速度之间关系的图解研究	188
§ 12 三自由度机构基本构件角速度关系的平面图	197
§ 13 角速度关系平面图的某些特点	210
§ 14 按六个给定工况选择小外形尺寸变速箱的最佳简图	214
§ 15 能实现六个给定工况的变速箱简图选择举例	220
§ 16 按七个给定工况选择小外形尺寸变速箱的最佳简图	230
§ 17 三自由度机构中行星排的最佳利用	264

第 III 章 液力机械传动的设计和计算

§ 18 有关液力传动的一般概念	285
§ 19 动液变矩器的无因次特性曲线	311
§ 20 动液变矩器有效直径的确定及外特性的作图	320

§ 21 动液变矩器和内燃发动机的共同工作.....	325
§ 22 双流差速式液力机械传动的评价指标.....	336
§ 23 输出端具有差速器的双流传动.....	346
§ 24 输入端具有差速器的双流传动.....	361
§ 25 绘制液力机械传动系的运动学简图.....	371
§ 26 具有液力机械传动轮式车辆的牵引计算.....	382

参考文献	400
------------	-----

履带和轮式车辆传动系的 选 择

〔苏〕 A. Д. 克留科夫, A. П. 哈尔钦科 著
山 林 译

国防工业出版社

1974

内 容 简 介

本书研究了行星传动的静力学和动力学，内啮合和外啮合行星机构的效率计算方法。阐述了小体积行星传动系或变速箱运动学简图的综合理论及图解实例。叙述了闭合差速传动的理论，其效率和循环功率的确定方法。对液力机械传动的理论也有较详细地叙述。

本书可供有关工程技术人员和高等院校学生参考。由于水平有限，书中的缺点和错误在所难免，希望读者批评指正。

ВЫБОР ТРАНСМИССИИ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН

〔苏〕 А. Д. КРЮКОВ, А. П. ХАРЧЕНКО
МАШИЗ

履带和轮式车辆传动系的选择

山 林 译

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印张 12⁹/₁₆ 269 千字

1974年1月第一版 1974年1月第一次印刷 印数：0,001—8,000册

统一书号：15034·1343 定价：1.00 元

目 录

前言	5
----------	---

第 I 章 二自由度行星传动的综合理论和最佳

行星传动装置的选择	16
-----------------	----

§ 1 关于行星传动的常识	16
§ 2 行星传动的运动学	23
§ 3 二自由度行星变速箱角速度平面图的作法	45
§ 4 行星传动的静力学和动力学	49
§ 5 确定行星传动效率的理论方法	55
§ 6 行星机构效率的实验研究	67
§ 7 二自由度行星传动运动学简图的作法	79
§ 8 单轴小尺寸行星传动装置运动学简图的作法和把行星传动装置 分成两部分布置的方法	133
§ 9 闭合差速传动及其效率的计算	139
§ 10 关于行星传动设计方面的某些简略意见	164

第 II 章 三自由度行星传动的综合法

§ 11 三自由度机构基本构件角速度之间关系的图解研究	188
§ 12 三自由度机构基本构件角速度关系的平面图	197
§ 13 角速度关系平面图的某些特点	210
§ 14 按六个给定工况选择小外形尺寸变速箱的最佳简图	214
§ 15 能实现六个给定工况的变速箱简图选择举例	220
§ 16 按七个给定工况选择小外形尺寸变速箱的最佳简图	230
§ 17 三自由度机构中行星排的最佳利用	264

第 III 章 液力机械传动的设计和计算

§ 18 有关液力传动的一般概念	285
§ 19 动液变矩器的无因次特性曲线	311
§ 20 动液变矩器有效直径的确定及外特性的作图	320

§ 21 动液变矩器和内燃发动机的共同工作.....	325
§ 22 双流差速式液力机械传动的评价指标.....	336
§ 23 输出端具有差速器的双流传动.....	346
§ 24 输入端具有差速器的双流传动.....	361
§ 25 绘制液力机械传动系的运动学简图.....	371
§ 26 具有液力机械传动轮式车辆的牵引计算.....	382
参考文献	400

前 言

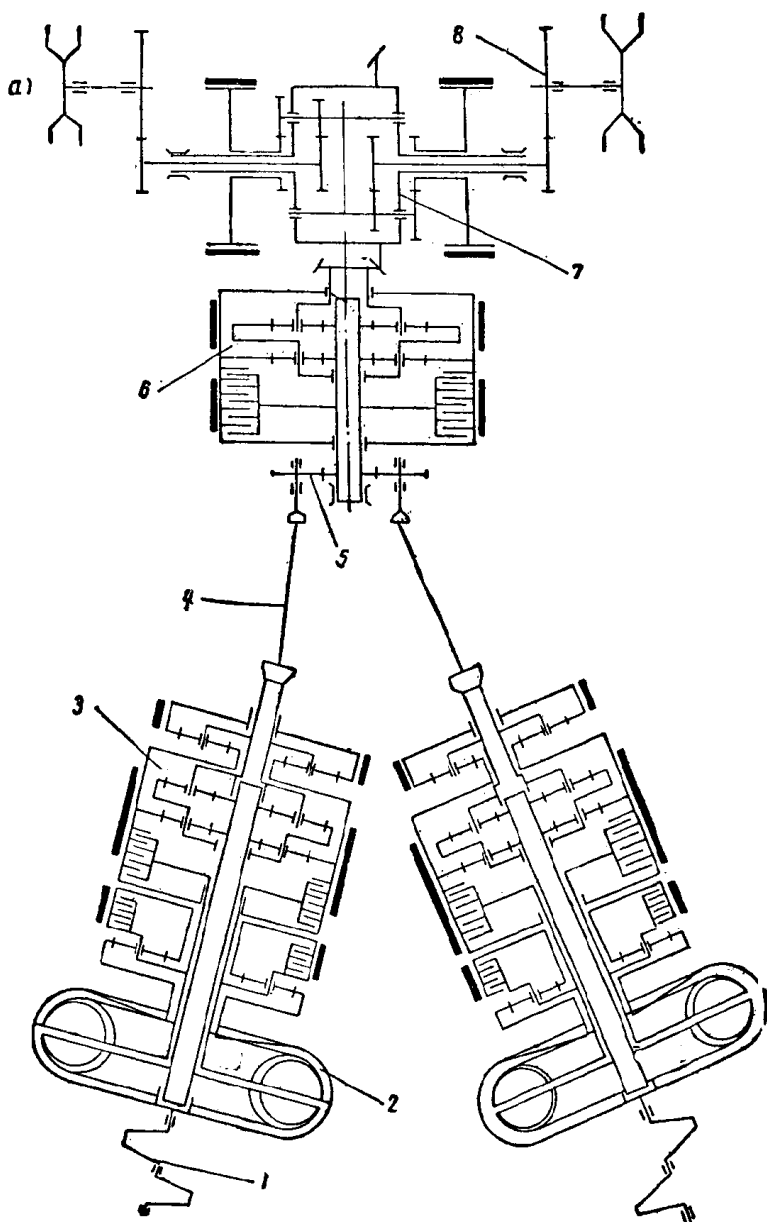
多年来,在设计、制造和使用履带和轮式车辆传动装置方面的实践表明,传动系运动学简图选择不当会造成巨大的、不必要的耗费。

当传动系运动学简图不佳时(效率低,转数过高,尤其是行星齿轮转数过高,复杂的多轴结构,制动力矩与闭锁力矩过大等等),会加长研制的过程和增加研制的耗费。同时还常常不能保证传动系整个结构的可靠性和所要求的工作能力。因此,常常发生意外的故障与车辆损坏。当传动系运动学简图不合理时,则对它研制的全部尝试都徒劳无益。反过来,若传动系运动学简图为最佳简图,则该传动系就可以被完善到具有一定的工作能力,而且它的工作也会是安全可靠的。

由于这个缘故,显然有必要详细订出一个科学的方法,借以选择履带和轮式车辆传动系的最佳运动学简图。因为只有根据一定的理论,才能有把握选出真正最佳的运动学简图。

现研究一些履带车辆的运动学简图。图1a所示为轻型履带车辆的动力传动运动学简图。它是行星传动,带有液力操纵,动液耦合器和减速器,来自两个发动机的功率流就汇

6



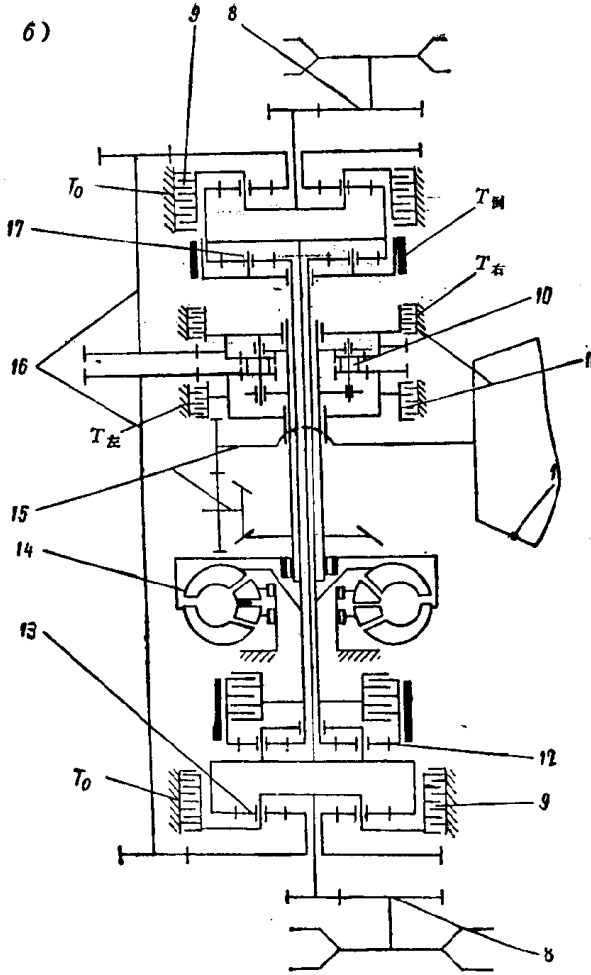


图 1 动力传动的运动学简图

α —轻型履带车辆； δ —中型和重型履带车辆。

1—发动机；2—动液偶合器；3—变速箱；4—万向轴；5—横向传动；6—减速器；7—转向机构（双差速器）；8—侧传动；9—停车制动器；10—简单圆柱齿轮差速器；11—转向制动器；12—减速档行星排；13—综合行星排；14—综合式动液变矩器；15—初级减速器；16—辅助传动；17—倒档行星排。

合于减速器中。

分析了该运动学简图之后，可以确信，它在制造上极为复杂，使用起来又不安全可靠。因有大量的摩擦元件（离合器与制动器）存在，所以要长时间的研制和试验。

如果有科学的运动学简图选择方法，则该传动系还在设计阶段时，就被认作废品。

采用双差速器作为转向机构，这在美国的拖拉机制造业中是通常使用的，但很少用于高速轻型履带车辆，原因如下：

1. 在车辆转向过程中，车辆还保有直线行驶的速度。因而要求配备较高功率的发动机，以供在转向时能克服加大的外部阻力。

2. 由于负荷轴的左右半轴没有闭锁，故不能保证履带在受到不同的外阻力时，稳定地进行直线行驶。

3. 有一个最小半径（范围为 3 ~ 5 米），使车辆行驶的平均速度显著下降，还可能使车辆发生侧滑。最后，就是车辆不能沿其自身的重心进行转向，从而大大降低了车辆的机动性。

4. 传动系的长度过大，所以它只在个别的情况下才能适用。

所以，依据这些理由，加上传动系运动学简图又是那样复杂，可以认为该动力传动显然是不适用的。从而证实了有必要对数以千万计的履带和轮式车辆的传动系详细订出一种选择方法。图 1 a 所示的动力传动的优点是，它几乎保证了换档工作的全部自动化，在实现换档的过程中，很少要求驾驶员的参与。使用实践证明，如果这种液力系统制造精良和装配得当的话，还是能够安装使用的。

图 1 6 所示为中型和重型履带车辆液力机械式动力传动的运动学简图。

这个动力传动简图的原则特点是，有双功率流的转向机构。其中一条功率流是经过动液变矩器的。这对车辆的转向有一定的影响，因为转向半径与液力传动的传动比有关，而传动比又随着车辆的行驶阻力变化而自动变化的。

此简图在美国已被广泛采用。它是一个输出端具有差速器的双流液力机械变速箱与差速型双流转向机构的总 成 体。其中一条动力环路中，具有前进档的二级行星减速器与倒档单级变速器。转向机构中包括，两个行星排，一个简单差速器，两个制动器 $T_{右}$ 与 $T_{左}$ ，还有停车制动器 T_0 。行星排 齿圈被刚性地连接在轴头上。发动机的力矩是经过动液变矩器和行星变速箱传递到齿圈上的。两个行星排的太阳齿轮利用差速器，经附加传动和半轴与发动机相联接。车辆以前进档行驶时，齿圈和太阳齿轮是同向旋转。倒档行驶要拉紧 $T_{右}$ ，此时二者反向旋转。

车辆转向要拉紧有关的制动器，转向时不能利用车上的停车制动器 T_0 。因为它是仅有的公用传动装置。所以此时不能进行半径为 $R=0.5B$ 的转向。半径为 $R=0.5B$ 的转向只能在变速箱为中立位置，并拉紧一个转向制动器时，才能得以实现。

转向半径决定于液力机械传动的传动比 $i_{z.m}$ 。传动比是一个变量，并且随着履带的阻力而变。随着阻力的增大， $i_{z.m}$ 自动增大，相反，若阻力减小时，传动比也自动减小。所以，转向半径在不同的土壤条件下是不相同的，并与转向阻力有关。阻力增大时，半径减小，阻力较小时，半径就较大。

图 1 6 所示的液力机械式动力传动的根本缺点是，不能保证直线行驶的稳定性，没有计算转向半径，而且也比较复杂。

上面分析的简图都是过于复杂的，而且在使用上也不安全可靠。它们在美国是没有经过任何综合理论而得到的。这就再一次证明，有必要详细订出一个一定的最佳简图选择方法，即能为车辆的动力传动选出最好的运动学简图的方法。

图 2 所示为六速行星传动系，在第 I 档时，要拉紧制动器 T_1 ，在第 II 档时，要接合闭锁摩擦离合器 Φ_{6A} ，在第 III 档时，则拉紧制动器 T_2 。

当框架不动时，内传动比的各参数为

$$k_1 = \frac{78}{48} = 1.62, \quad k_2 = \frac{78}{42} = 1.86。$$

传动比如下：

$$i_{o_x}^I = \frac{1 + k_1}{k_1} = \frac{1 + 1.62}{1.62} = 1.62。$$

当 Φ_{6A} 被接合时，

$$i_{o_x}^I = 1; \quad i_{o_x}^{II} = \frac{k_2}{1 + k_2} = 0.65。$$

这样，得到三个排档。如果接通两侧的增速器 (M_1, M_2)，则还可得到三个排档。此时要利用操纵元件 Φ_2, Φ_3, T_3 与 T_4 。

传动系的效率是相当高的。

当 $n_o = 2100$ 转/分时，行星排 1 的行星齿轮转数为 4160 转/分，行星排 2 的行星齿轮的转数则为 3480 转/分。

在 III 档时，制动器 T_1 的转数为 5070 转/分。这样会在制动鼓上造成材料的粘结，使摩擦系数和储备系数 β 发生变化。如果考虑到，当车辆在停止状态时 ($n_s = 0$)，行星排 1 的

行星齿轮转数为 10920 转/分，行星排 2 的行星齿轮为 9100 转/分，那么该行星传动系就显然更不适用了。

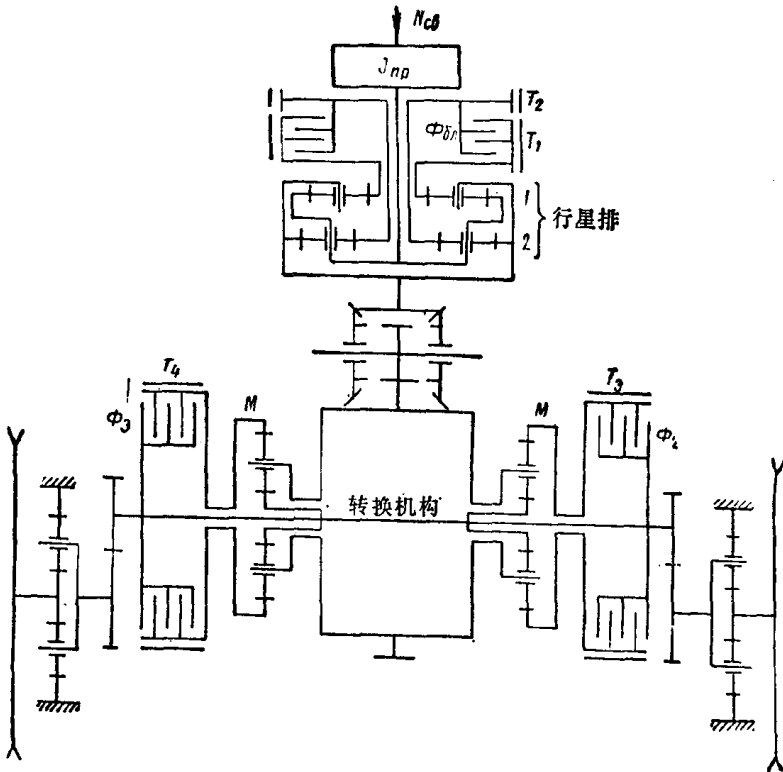


图 2 六速行星传动系

近年来，对制造最佳的多级传动系的问题已经提的很强烈。不仅对高速履带车辆，而且对正研制的轮式和履带拖拉机也是这样。这是由于其技术性能发生了迅速而根本的变化，在提高行驶速度方面要求愈来愈高。在保持住最低速度（1~1.5公里/小时）的条件下，最大运动速度的提高使传动系的速度范围和动力范围增大很多。从而使车辆在使用过程中