

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/155557 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 13/022 (2019.01)

UNIVERSITY [CN/CN]; 中国山东省泰安市东岳大街525号, Shandong 271000 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/094772

(22) 国际申请日: 2019 年 7 月 5 日 (05.07.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

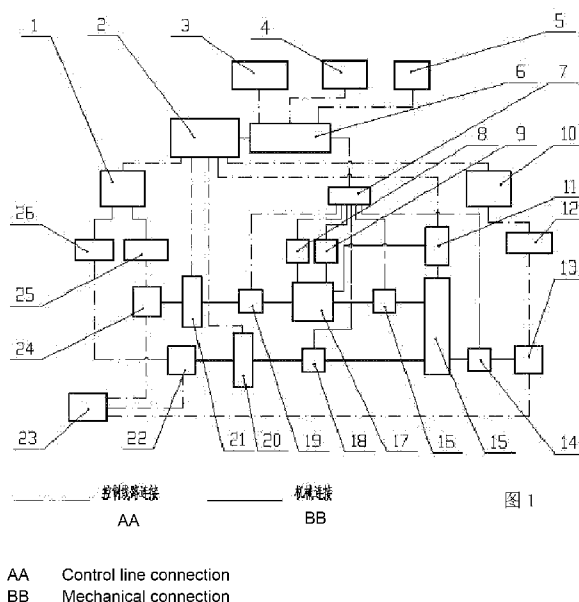
(30) 优先权:
201910097716.0 2019年1月31日 (31.01.2019) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(**SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。泰山学院(**TAISHAN**

(72) 发明人: 万丽荣(**WAN, Lirong**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。戴汉政(**DAI, Hanzheng**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。曾庆良(**ZENG, Qingliang**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。孙志远(**SUN, Zhiyuan**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。田明倩(**TIAN, Mingqian**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。刘文婷(**LIU, Wenting**); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(54) **Title:** ELECTRIC LOADING MULTIFUNCTIONAL TEST BENCH FOR POWER-DIVIDING HYDRAULIC-MECHANICAL COMPOSITE TRANSMISSION SYSTEM AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台及其应用



(57) **Abstract:** An electric loading multifunctional test bench for a power-dividing hydraulic-mechanical composite transmission system and a method thereof. The test bench comprises a mechanical part and a control part. The test bench can achieve performance test of the hydraulic drive unit of the hydraulic-mechanical composite transmission system. By simulating the actual driving conditions and operating conditions of a vehicle in an application scenario, the transmission performance of the hydraulic drive unit of the hy-

[见续页]

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司
(JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路
14号A5楼7层701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

draulic-mechanical composite transmission system is tested, and one-stage and multi-stage hydraulic transmission unit performance test, the test of the proportion of mechanical and hydraulic power flow of the composite transmission system and the automatic optimization of the distribution ratio of the mechanical and hydraulic power flow can be achieved. According to the matched universal characteristic curve of an engine, the optimal combined distribution scheme of the mechanical and hydraulic power flow is finally achieved, and power performance optimization is provided for vehicles, using a hydraulic-mechanical composite transmission system, that will be put into production in the future.

(57) 摘要: 一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台及其方法, 该试验台包括机械部分和控制部分。该试验台可实现液压机械复合传动系统液压传动单元性能测试, 通过模拟应用车辆的实际行驶工况及作业条件, 测试液压机械复合传动系统液压传动单元传动性能, 并且可以实现一段和多段的液压传动单元性能测试, 复合传动系统的机械和液压功率流的所占比例测试及机械和液压功率流自动优化分配比例, 根据匹配的发动机的万有特性曲线, 最终实现机械和液压功率流的最优组合分配方案, 并为日后投产应用液压机械复合传动系统的车辆提供动力性能优化。

一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台及其应用

技术领域

本发明涉及一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台及其应用，适用于液压传动单元的性能参数的获取及传动系统的机械和液压功率流的所占比例测试，属于工程机械技术领域。

背景技术

工程机械、拖拉机等作业车辆具有传动功率大、作业工况条件复杂，速度调节范围大的特点，随着社会的发展和技术的不断进步，对其传动系统的传动效率、换挡的舒适性以及操作自动化水平要求越来越高。液压机械无级变速传动是一类由液压功率流与机械功率流组合传递动力的功率分流液压机械复合传动形式，能够通过机械传动实现高效率的大功率动力传动，通过液压传动实现无级变速，在大功率车辆上表现出良好的应用前景。液压机械无级变速器是将静液压传动良好的无级调速性能和机械传动较高的稳态效率这两者的优点结合起来，从而得到一个既有无级变速性能，又有较高效率和高效区的分布有利的变速传动装置。因此设计开发高性能液压机械无级变速器是液压机械复合传动系统成为大功率车辆技术研究和应用的关键所在。

液压机械无级变速器由机械传动单元、泵—马达液压无级变速传动单元、将动力进行分流或汇流的行星齿轮机构、自动变速电子控制装置与驱动系统等部分构成。当机械变速机构传动比确定时，调节液压无级变速单元的传动比，能够使液压机械复合传动系统的传动比在一定范围内实现无级变化，从而使动力经分流、无级变速和汇流后输出，实现大功率高效无级变速传动。因此这种功率分流液压机械复合传动系统兼具了纯机械传动系统的高传动效率和纯液压传动系统的无级变速的优点。然而传动系统的综合效率由复合传动的液压和机械分功率流各自的效率及它们的分配比例所决定，机械传动单元的传动效率特性比较稳定，但静液压传动单元的传动效率相对于机械传动比较低，组成静液压传动单元的液压泵、液压马达、控制阀组及连接管路等部件在整个系统单元中都存在效率的问题，而且影响单元整体传动效率的泵和马达的容积效率和机械效率随速度的变化而不断变化，传动效率不稳定。因此保持液压传动单元的无级变速能力的前提下，提高其效率峰值并扩大常用工况下的高效区，目的是为了保持液压机械复合传动系统传动效率和使用性能。

目前设计开发液压机械无级变速器并进行性能测试都是在产品试制完成后在专门的试验台架或装置进行测试试验，并且通过一系列的测试试验，试制产品的液压传动

单元和机械传动单元往往不是最佳的设计匹配方案，甚至可能出现重新试制产品，导致了产品设计开发的成本比较高和周期比较长，耗费了大量的人力物力。虽然目前的计算机仿真及虚拟样机技术发展大大缩短了产品的设计周期和成本，但由于仿真条件和真实工况条件的不符合性，也会导致产品开发的不确定性。

发明内容

技术问题：本发明的目的是针对现有技术中的不足之处，提供一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台及其应用。

技术方案：本发明的一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，包括机械部分和控制部分：

机械部分包括：

输入端依次连接的液压传动单元动力输入端直流电动机、液压传动单元动力输入端电磁离合器、液压传动单元输入端转速扭矩传感器、被测试的液压传动单元、液压传动单元输出端转速扭矩传感器；

输入端依次连接的机械传动单元动力输入端交流变频电动机、机械传动单元动力输入端电磁离合器、机械传动单元转速扭矩传感器；

液压传动单元输出端转速扭矩传感器、机械传动单元转速扭矩传感器分别与汇流机构的输入轴传动连接；汇流机构的输出轴依次传动连接输出端转速扭矩传感器、输出端直流电动机；

控制部分包括：

工业控制计算机，与工业控制计算机分别连接的信号采集单元、可编程序控制器；

信号采集单元通过压力传感器、流量传感器与被测试的液压传动单元连接；信号采集单元还分别与液压传动单元输入端转速扭矩传感器、液压传动单元输出端转速扭矩传感器、机械传动单元转速扭矩传感器、输出端转速扭矩传感器连接；

可编程序控制器分别连接输入端 PLC 的 D/A 模块、输出端 PLC 的 D/A 模块、液压传动单元动力输入端电磁离合器、机械传动单元动力输入端电磁离合器及调速控制器；其中，输入端 PLC 的 D/A 模块分别通过液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器、机械传动单元动力输入端交流变频电动机变频器与液压传动单元动力输入端直流电动机、机械传动单元动力输入端交流变频电动机连接；输出端 PLC 的 D/A 模块通过输出端直流电动机调速控制器与输出端直流电动机连接；调速控制器分别与汇流机构、被测试的液压传动单元连接。

优选的，液压传动单元动力输入端直流电动机、机械传动单元动力输入端交流变

频电动机、输出端直流电动机均连接供电电源。

优选的，工业控制计算机还分别连接有报警器、显示器、试验台工作状态指示灯。

优选的，液压传动单元动力输入端直流电动机通过联轴器与液压传动单元动力输入端电磁离合器一端连接，液压传动单元输出端转速扭矩传感器与汇流机构的液压传动单元联接轴传动连接。

优选的，机械传动单元动力输入端交流变频电动机通过联轴器与机械传动单元动力输入端电磁离合器一端连接，机械传动单元动力输入端电磁离合器的另一端通过联轴器与汇流机构的机械传动单元联接轴传动连接。

优选的，汇流机构包括由行星轮系齿圈、行星轮系行星轮和行星轮系行星架组成的行星轮系，以及齿轮 A 和齿轮 B 形成的固定齿轮传动，以及离合器 L1、离合器 L2、离合器 L3 和离合器 L4，以及调速控制器的执行元件；汇流机构外伸液压传动单元联接轴、机械传动单元联接轴和汇流机构输出轴。此设计的好处是，汇流机构不同离合器的接合可实现液压功率流和机械功率流不同的工作方式，从而实现液压机械复合传动系统液压传动单元的覆盖全工况性能测试。

优选的，试验台工作状态指示灯包括红、绿、黄三种色灯。此设计的作用是，不同颜色色灯的指示内容为：正常工作时设置绿灯指示、正常停机时设置黄灯指示、异常停止时设置红灯指示同时有声音报警。

本发明的一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台的应用，包括以下步骤：

通过调速控制器控制汇流机构中四个离合器接合状态的工作模式：

(1) 液压传动单元正向汇流传递功率模式

当离合器 L2 和离合器 L4 接合时，机械传动单元联接轴与行星轮系齿圈连接，液压传动单元联接轴通过由齿轮 A 和齿轮 B 形成固定齿轮传动始终与行星轮系太阳轮连接，汇流机构输出轴与行星轮系行星架连接，此时汇流机构输出轴的转速随液压传动单元联接轴转速的增大而增大，构成了输出转速随液压传动单元动力输入端直流电动机输出转速的增大而增大的正向汇流传动；

(2) 液压传动单元反向汇流传递功率模式

当离合器 L1 和离合器 L3 接合时，机械传动单元联接轴与行星轮系行星架连接，液压传动单元联接轴通过由齿轮 A 和齿轮 B 形成固定齿轮传动始终与行星轮系太阳轮连接，汇流机构输出轴与行星轮系齿圈连接，此时汇流机构输出轴的转速随液压传动单元联接轴转速的增大而减小，构成了输出转速随液压传动单元动力输入端直流电动机

机输出转速的增大而减小的反向汇流传动；

(3) 液压传动单元单一传递功率模式

当离合器 L1 和当离合器 L2 接合时，行星轮系的传动比为 1，机械传动单元联接轴不进行功率传递，液压传动单元联接轴的功率输入，汇流机构输出轴功率输出；

以及，在工业控制计算机与可编程序控制器两级控制下，直流电动机和交流变频电动机实现不同的工作模式：

(1) 恒转矩模式：该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，根据转矩的实测值的反馈与给定值进行比较调节，通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整，改变电动机的输出转矩，使之维持在设定值；

(2) 恒转速模式：该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，根据转速的实测值的反馈与给定值进行比较调节，通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整，改变电动机的输出转速，使之维持在设定值；

(3) 恒功率模式：电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，使电动机的输出功率维持在给定值；

通过工业控制计算机与可编程控制器两级控制方式，模拟发动机的动力特性为试验台提供动力源，使被测试液压传动单元的试验工况与实际使用工况最接近，提高传动系统测试试验能力、扩大测试范围要求。

有益效果：本发明与现有技术相比具有如下优点：

1) 本发明一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台可实现液压机械复合传动系统液压传动单元性能测试，通过模拟应用车辆的实际行驶工况及作业条件，测试液压机械复合传动系统液压传动单元传动性能，并且可以实现一段和多段的液压机械复合传动液压传动单元性能测试的性能测试，复合传动系统的机械和液压功率流的所占比例测试及机械和液压功率流自动优化分配比例，根据匹配的发动机的万有特性曲线，最终实现机械和液压功率流的最优组合分配方案，并为日后投产应用液压机械复合传动系统的车辆提供动力性能优化。

2) 本发明试验台还可为静液压传动系统的性能测试试验方案和变速器整机的性能测试提供试验平台。

3) 本发明试验台采用转速闭环控制，测试试验转速的稳定性良好，试验台结构设计合理、简单可靠、运行安全可靠、节约成本，配置直流电动机可实现逆向发电的功能，实现节能的目的。

附图说明

图 1 为本发明功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台结构示意图。

图 2 为本发明汇流机构传动结构示意图。

图 3 为本发明功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台控制原理图。

图中：1-输入端 PLC 的 D/A 模块；2-可编程序控制器（PLC）；3-试验台工作状态指示灯；4-显示器；5-报警器；6-工业控制计算机；7-信号采集单元；8-流量传感器；9-压力传感器；10-输出端 PLC 的 D/A 模块；11-调速控制器；12-输出端直流电动机调速控制器；13-输出端直流电动机；14-输出端转速扭矩传感器；15-汇流机构；16-液压传动单元输出端转速扭矩传感器；17-被测试的液压传动单元；18-机械传动单元转速扭矩传感器；19-液压传动单元输入端转速扭矩传感器；20-机械传动单元动力输入端电磁离合器；21-液压传动单元动力输入端电磁离合器；22-机械传动单元动力输入端交流变频电动机；23-供电电源；24-液压传动单元动力输入端直流电动机；25-液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器；26-机械传动单元动力输入端交流变频电动机变频器；

151-液压传动单元联接轴；152-齿轮 A；153-离合器 L1；154-离合器 L2；155-行星轮系齿圈；156-行星轮系行星轮；157-离合器 L3；158-离合器 L4；159-行星轮系行星架；160-汇流机构输出轴；161-行星轮系太阳轮；162-齿轮 B；163-太阳轮齿轮轴；164-机械传动单元联接轴。

具体实施方式

下面通过实施例并结合附图对本发明作进一步的说明，但不限于此。

实施例 1：

如图 1 至图 2 所示，本实施例提供一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，该试验台主要包括机械部分和控制部分两大方面：

机械部分包括：

输入端依次连接的液压传动单元动力输入端直流电动机 24、液压传动单元动力输入端电磁离合器 21、液压传动单元输入端转速扭矩传感器 19、被测试的液压传动单元 17、液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16；

输入端依次连接的机械传动单元动力输入端交流变频电动机 22、机械传动单元动力输入端电磁离合器 20、机械传动单元转速扭矩传感器 18；

液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16、机械传动单元转速扭矩传感器 18 分别

与汇流机构 15 的输入轴传动连接；汇流机构 15 的输出轴依次传动连接输出端转速扭矩传感器 14、输出端直流电动机 13；

控制部分包括：

工业控制计算机 6，与工业控制计算机 6 分别连接的信号采集单元 7、可编程序控制器（PLC）2；

信号采集单元 7 通过压力传感器 9、流量传感器 8 与被测试的液压传动单元 17 连接；信号采集单元 7 还分别与液压传动单元输入端转速扭矩传感器 19、液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16、机械传动单元转速扭矩传感器 18、输出端转速扭矩传感器 14 连接；

可编程序控制器 2 分别连接输入端 PLC 的 D/A 模块 1、输出端 PLC 的 D/A 模块 10、液压传动单元动力输入端电磁离合器 21、机械传动单元动力输入端电磁离合器 20 及调速控制器 11；其中，输入端 PLC 的 D/A 模块 1 分别通过液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器 25、机械传动单元动力输入端交流变频电动机变频器 26 与液压传动单元动力输入端直流电动机 24、机械传动单元动力输入端交流变频电动机 22 连接；输出端 PLC 的 D/A 模块 10 通过输出端直流电动机调速控制器 12 与输出端直流电动机 13 连接；调速控制器 11 分别与汇流机构 15、被测试的液压传动单元 17 连接。

液压传动单元动力输入端直流电动机 24、机械传动单元动力输入端交流变频电动机 22、输出端直流电动机 13 均连接供电电源 23。

液压传动单元动力输入端直流电动机 24 通过联轴器与液压传动单元动力输入端电磁离合器 21 一端连接、液压传动单元输入端转速扭矩传感器 19 一端与液压传动单元动力输入端电磁离合器 21 连接，液压传动单元输入端转速扭矩传感器 19 另一端与被测试液压传动单元 17 输入轴连接，被测试液压传动单元 17 输出轴与液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16 一端连接，液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16 另一端与汇流机构 15 的液压传动单元联接轴，压力传感器 9 和流量传感器 8 连接于被测试液压传动单元 17；电气控制连接部分的液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器 25 的输出端与液压传动单元动力输入端直流电动机 24 电气控制连接，液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器的 25 输入端与输入端 PLC 的 D/A 模块 1 输出端电气控制连接，输入端 PLC 的 D/A 模块 1 输入端与可编程序控制器（PLC）2 电气控制连接，液压传动单元动力输入端电磁离合器 21 与可编程序控制器（PLC）2 连接，液压传动单元输入端转速扭矩传感器 19、压力传感器 9、流量传感器 8 和液压传动单元输出端转速扭矩传感器 16 与信号采集单元 7 连接，调速控制器 11 与被测试液压传动单元 17

连接；

机械传动单元动力输入端交流变频电动机 22 通过联轴器与机械传动单元动力输入端电磁离合器 20 一端连接，机械传动单元动力输入端电磁离合器 20 的另一端通过联轴器连接汇流机构 15 的机械传动单元联接轴；电气控制连接部分机械传动单元动力输入端交流变频电动机变频器 26 与输入端交流变频电动机 22 电气控制连接，交流变频电动机变频器 26 的输入端、机械传动单元动力输入端电磁离合器 20 与输入端 PLC 的 D/A 模块 1 输出端电气控制连接，机械传动单元转速扭矩传感器 18 与信号采集单元 7 连接。

如图 2 所示，汇流机构 15 外伸液压传动单元联接轴 151、机械传动单元联接轴 164 和汇流机构输出轴 160 三根轴，内部由齿轮 A152 和齿轮 B162 形成固定齿轮传动，行星轮系太阳轮 161、行星轮系齿圈 155、行星轮系行星轮 156 和行星轮系行星架 159 组成行星轮系，调速控制器的执行元件：离合器 L1 153、离合器 L2 154、离合器 L3 157 和离合器 L4 158。汇流机构不同离合器的接合可实现液压功率流和机械功率流不同的汇合方式，从而实现液压机械复合传动系统液压传动单元的覆盖全工况性能测试。

工业控制计算机 6 还分别连接有报警器 5、显示器 4、试验台工作状态指示灯 3。试验台工作状态指示灯 3 包括红、绿、黄三种色灯。不同颜色色灯的指示内容为：正常工作时设置绿灯指示、正常停机时设置黄灯指示、异常停止时设置红灯指示同时有声音报警。

实施例 2:

如图 3 所示，一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台的工作方法，利用实施例 1 技术方案提供的试验台，具体操作过程如下：

通过调速控制器 11 控制汇流机构 15 中四个离合器接合状态的工作模式：

(1) 液压传动单元正向汇流传递功率模式

当离合器 L2 153 和离合器 L4 157 接合时，机械传动单元联接轴 164 与行星轮系齿圈 155 连接，液压传动单元联接轴 151 通过由齿轮 A152 和齿轮 B162 形成固定齿轮传动始终与行星轮系太阳轮 161 连接，汇流机构输出轴 160 与行星轮系行星架 159 连接，此时汇流机构输出轴 160 的转速随液压传动单元联接轴 151 转速的增大而增大，构成了输出转速随液压传动单元液压马达输出转速的增大而增大的正向汇流传动。

(2) 液压传动单元反向汇流传递功率模式

当离合器 L1 154 和离合器 L3 158 接合时，机械传动单元联接轴 164 与行星轮系行星架 159 连接，液压传动单元联接轴 151 通过由齿轮 A152 和齿轮 B162 形成固定齿

轮传动始终与行星轮系太阳轮 161 连接, 汇流机构输出轴 160 与行星轮系齿圈 155 连接, 此时汇流机构输出轴 160 的转速随液压传动单元联接轴 151 转速的增大而减小, 构成了输出转速随液压传动单元液压马达输出转速的增大而减小的反向汇流传动。

(3) 液压传动单元单一传递功率模式

当离合器 L1 154 和当离合器 L2 153 接合时, 行星轮系的传动比为 1, 机械传动单元联接轴 164 不进行功率传递, 液压传动单元联接轴 151 的功率输入、汇流机构输出轴 160 功率输出。

动力输入端液压传动部分选用液压传动单元动力输入端直流电动机 24 作为动力源, 机械传动部分选用机械传动单元动力输入端交流变频电动机 22 作为动力源, 可以实现液压传动和机械传动的输入端的速比任意调节, 通过速比的调节, 实现速比的自动校定和比较, 测试确定满足整个复合传动系统的液压传动单元性能测试和最佳比例分配范围, 同时根据选用匹配发动机的万有特性曲线编制控制程序, 通过工业控制计算机 6 与可编程控制器 (PLC) 2 两级控制方式, 可以模拟发动机的动力特性为试验台提供动力源, 尽量使被测试液压传动单元的试验工况与实际使用工况最接近, 提高传动系统测试试验能力、扩大测试范围的要求; 根据液压机械复合传动系统的传动特性, 液压传动单元会出现功率流回流循环的现象, 所以液压传动部分采用直流电动机作为动力源, 在出现功率流回流后直流电动机可实现发电功能, 将发电的电能回馈到供电电源中, 具有节能的特点; 在室内试验台测试的情况下避免了发动机的尾气排放, 具有环保的特点。

动力输出端负载模拟装置采用输出端加载直流电动机 13, 用来模拟车辆工作路况负载阻力, 通过工业控制计算机 6 与可编程控制器 (PLC) 2 两级控制方式, 构成的直流电动机加载系统具有两种运行状态, 既发电状态和电动状态, 将发电的电能回馈到供电电源中, 同样具有节能的特点。同时, 控制系统采用工业控制计算机与可编程控制器 (PLC) 两级控制方式, 模拟车辆动力传动系统中动力需求场的功率的变化, 从而提高传动系统试验能力、扩大适用范围的要求。

在工业控制计算机 6 与可编程控制器 (PLC) 2 两级控制下, 直流电动机和交流电动机可以实现不同的工作模式:

(1) 恒转矩模式。该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下, 根据转矩的实测值的反馈与给定值进行比较调节, 通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整, 改变电动机的输出转矩, 使之维持在设定值。

(2) 恒转速模式。该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下, 根据

转速的实测值的反馈与给定值进行比较调节，通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整，改变电动机的输出转速，使之维持在设定值。

(3) 恒功率模式。电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，使电动机的输出功率维持在给定值。

输入端液压传动单元和机械传动单元的电动机设置恒转速模式，输出端加载电动机模拟实际工况设置恒转矩、恒转速和恒功率三种工作模式；汇流机构根据实验要求设置液压传动单元正向汇流传递功率模式实现测试液压传动单元正向汇流传递功率时的性能测试；汇流机构液压传动单元反向汇流传递功率模式实现测试液压传动单元反向汇流传递功率时的性能测试；当设置汇流机构从以上两种工作模式相互切换时，可以测试多段液压机械复合传动系统液压传动单元的性能测试。当汇流机构设置液压传动单元单一传递功率模式时，可实现纯液压传动系统的性能测试。

试验台工作状态指示灯设置为红、绿、黄三种颜色。指示内容为：正常工作时设置绿灯指示、正常停机时设置黄灯指示、异常停止时设置红灯指示同时有声音报警。设备报警采用指示灯的同时、设备计算机显示的文字和声音指示，直到按下报警解除按钮。

通过控制程序可以实现动态加载，模拟液压机械复合传动系统实际工况和规定的循环工况；控制系统和控制程序根据不同的测试试验方案可以对输入端电动机与输出端电动机的转速、转矩设置不同设定值，采用闭环控制方式，可以完全满足液压机械复合动力传动系统液压传动单元的性能测试和整个传动系统的机械传动功率流和液压传动功率流的比例测试；试验过程中根据实际要求，操作人员将控制程序调试好，按下启动按钮即可，可以实现全过程的控制及性能测试；试验中的各个测量数值及分析结果通过工业控制计算机和显示器可以实时地显示、处理、存储和打印。与传统的试验台相比，采用本试验台可以简便可靠的进行液压机械复合传动系统液压传动单元的性能测试，节省大量的试验时间和成本。

权 利 要 求 书

1. 一种功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，包括机械部分和控制部分，其特征在于：

机械部分包括：

输入端依次连接的液压传动单元动力输入端直流电动机、液压传动单元动力输入端电磁离合器、液压传动单元输入端转速扭矩传感器、被测试的液压传动单元、液压传动单元输出端转速扭矩传感器；

输入端依次连接的机械传动单元动力输入端交流变频电动机、机械传动单元动力输入端电磁离合器、机械传动单元转速扭矩传感器；

液压传动单元输出端转速扭矩传感器、机械传动单元转速扭矩传感器分别与汇流机构的输入轴传动连接；汇流机构的输出轴依次传动连接输出端转速扭矩传感器、输出端直流电动机；

控制部分包括：

工业控制计算机，与工业控制计算机分别连接的信号采集单元、可编程序控制器；

信号采集单元通过压力传感器、流量传感器与被测试的液压传动单元连接；信号采集单元还分别与液压传动单元输入端转速扭矩传感器、液压传动单元输出端转速扭矩传感器、机械传动单元转速扭矩传感器、输出端转速扭矩传感器连接；

可编程序控制器分别连接输入端 PLC 的 D/A 模块、输出端 PLC 的 D/A 模块、液压传动单元动力输入端电磁离合器、机械传动单元动力输入端电磁离合器及调速控制器；其中，输入端 PLC 的 D/A 模块分别通过液压传动单元动力输入端直流电动机调速控制器、机械传动单元动力输入端交流变频电动机变频器与液压传动单元动力输入端直流电动机、机械传动单元动力输入端交流变频电动机连接；输出端 PLC 的 D/A 模块通过输出端直流电动机调速控制器与输出端直流电动机连接；调速控制器分别与汇流机构、被测试的液压传动单元连接。

2. 如权利要求 1 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，液压传动单元动力输入端直流电动机、机械传动单元动力输入端交流变频电动机、输出端直流电动机均连接供电电源。

3. 如权利要求 1 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，工业控制计算机还分别连接有报警器、显示器、试验台工作状态指示灯。

4. 如权利要求 1 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，液压传动单元动力输入端直流电动机通过联轴器与液压传动单元动力输入端电磁离合器一端连接，液压传动单元输出端转速扭矩传感器与汇流机构的液压传动单元联接轴传动连接。

5. 如权利要求 4 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，机械传动单元动力输入端交流变频电动机通过联轴器与机械传动单元动力输入端电磁离合器一端连接，机械传动单元动力输入端电磁离合器的另一端通过联轴器与汇流机构的机械传动单元联接轴传动连接。

6. 如权利要求 5 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，汇流机构包括由行星轮系齿圈、行星轮系行星轮和行星轮系行星架组成的行星轮系，以及齿轮 A 和齿轮 B 形成的固定齿轮传动，以及离合器 L1、离合器 L2、离合器 L3 和离合器 L4，以及调速控制器的执行元件；汇流机构外伸液压传动单元联接轴、机械传动单元联接轴和汇流机构输出轴。

7. 如权利要求 3 所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台，其特征在于，试验台工作状态指示灯包括红、绿、黄三种色灯。

8. 一种如权利要求 1-7 任一项所述的功率分流液压机械复合传动系统电加载多功能测试试验台的应用，包括以下步骤：

通过调速控制器控制汇流机构中四个离合器接合状态的工作模式：

(1) 液压传动单元正向汇流传递功率模式

当离合器 L2 和离合器 L4 接合时，机械传动单元联接轴与行星轮系齿圈连接，液压传动单元联接轴通过由齿轮 A 和齿轮 B 形成固定齿轮传动始终与行星轮系太阳轮连接，汇流机构输出轴与行星轮系行星架连接，此时汇流机构输出轴的转速随液压传动单元联接轴转速的增大而增大，构成了输出转速随液压传动单元动力输入端直流电动机输出转速的增大而增大的正向汇流传动；

(2) 液压传动单元反向汇流传递功率模式

当离合器 L1 和离合器 L3 接合时，机械传动单元联接轴与行星轮系行星架连接，液压传动单元联接轴通过由齿轮 A 和齿轮 B 形成固定齿轮传动始终与行星轮系太阳轮连接，汇流机构输出轴与行星轮系齿圈连接，此时汇流机构输出轴的转速随液压传动单元联接轴转速的增大而减小，构成了输出转速随液压传动单元动力输入端直流电动机输出转速的增大而减小的反向汇流传动；

(3) 液压传动单元单一传递功率模式

当离合器 L1 和当离合器 L2 接合时，行星轮系的传动比为 1，机械传动单元联接轴不进行功率传递，液压传动单元联接轴的功率输入，汇流机构输出轴功率输出；

以及，在工业控制计算机与可编程序控制器两级控制下，直流电动机和交流变频电动机实现不同的工作模式：

（1）恒转矩模式：该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，根据转矩的实测值的反馈与给定值进行比较调节，通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整，改变电动机的输出转矩，使之维持在设定值；

（2）恒转速模式：该模式下的电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，根据转速的实测值的反馈与给定值进行比较调节，通过变频器和控制器按给定的控制方式自动调整，改变电动机的输出转速，使之维持在设定值；

（3）恒功率模式：电动机在控制系统和控制程序的调节控制下，使电动机的输出功率维持在给定值；

通过工业控制计算机与可编程控制器两级控制方式，模拟发动机的动力特性为试验台提供动力源，使被测试液压传动单元的试验工况与实际使用工况最接近，提高传动系统测试试验能力、扩大测试范围要求。

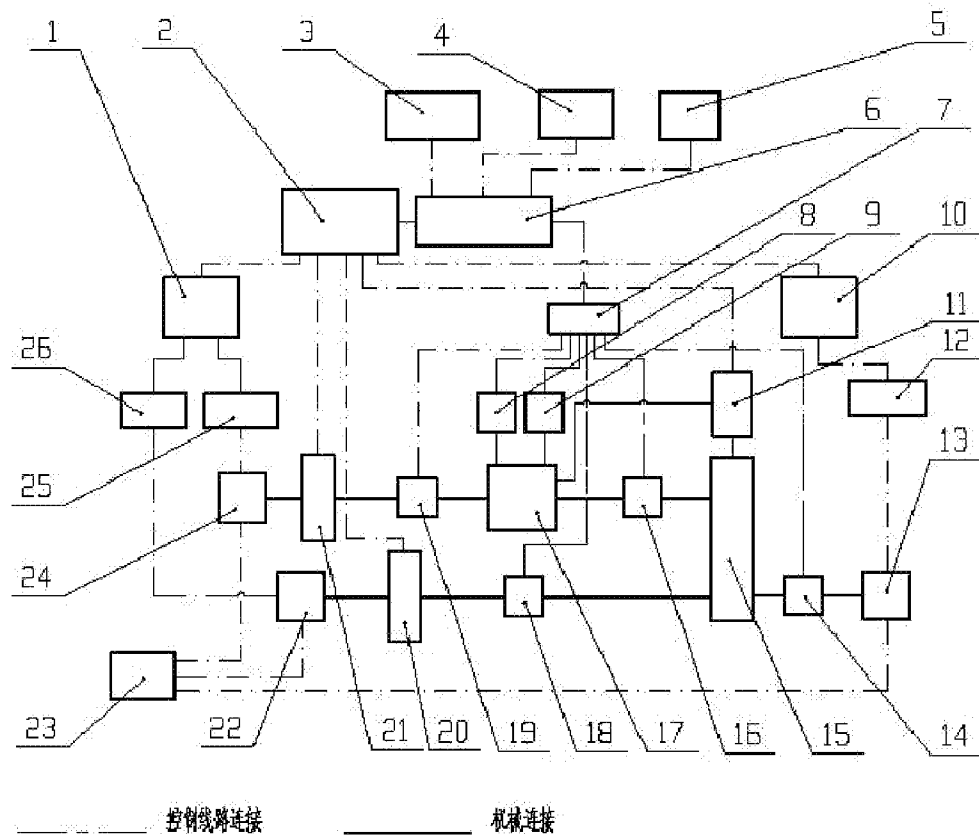


图 1

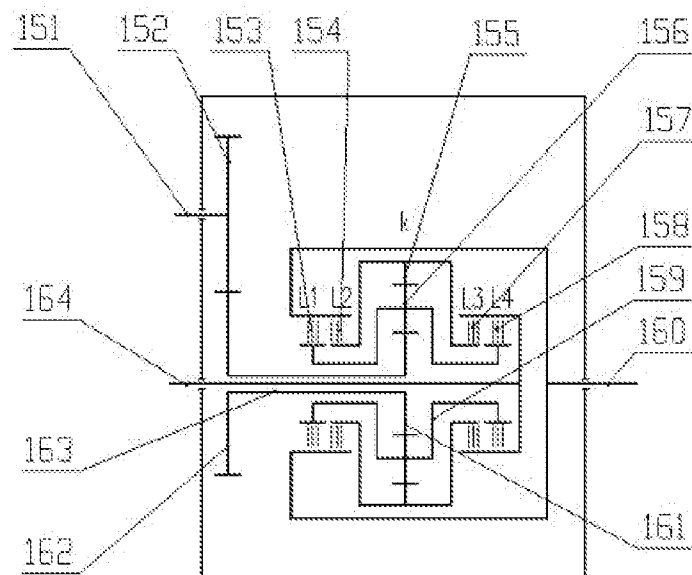


图 2

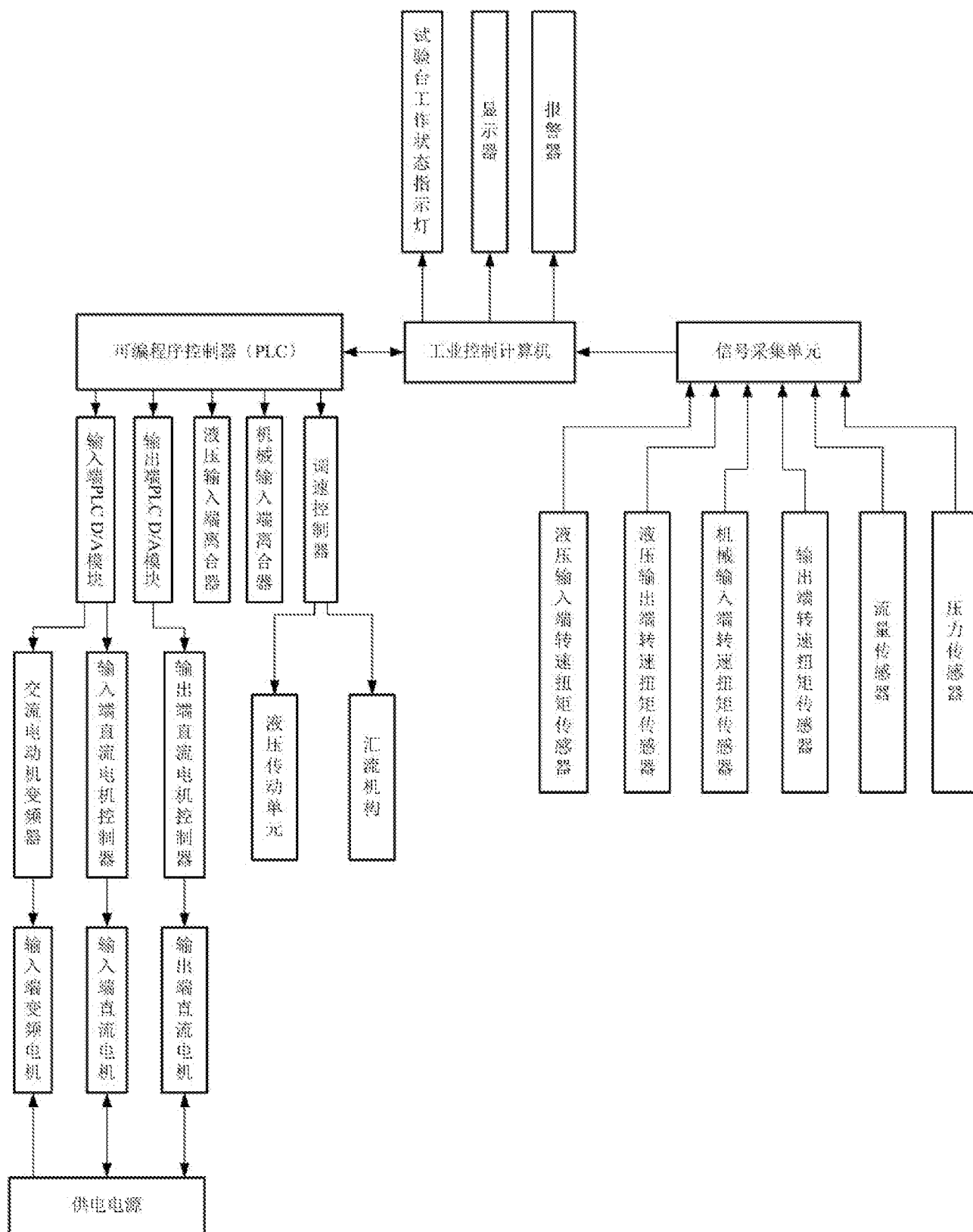


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/094772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 13/022(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M13/-; G01M17/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI; CNPAT; WPI; EPODOC: 万丽荣, 戴汉政, 曾庆良, 液压, 液力, 机械, 传动, 功率s 分流, 汇流, 测试, 试验, 检测, 变速, hydraulic, mechanical, hydro w mechanical, HMCVT, test+, detect+, bed, platform, power s split+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109883694 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY et al.) 14 June 2019 (2019-06-14) claims 1-8	1-8
A	CN 104198180 A (JIANGSU UNIVERSITY) 10 December 2014 (2014-12-10) claim 1, description, paragraphs [0004]-[0013], and figures 1 and 2	1-8
A	CN 203148675 U (HENAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 21 August 2013 (2013-08-21) entire document	1-8
A	王鹏 等 (WANG, Peng et al.). "拖拉机液压机械无级变速器试验台设计 (Design of Hydro-mechanical Continuously Variable Transmission Test Bench of Tractor)" <i>农机化研究 (Journal of Agricultural Mechanization Research)</i> , No. 3, 31 March 2015 (2015-03-31), ISSN: 1003-188X, pp. 95-98	1-8
A	CHENG, Guangwei et al. "Study on the Tracked Vehicles HMCVT Test-Bed and Its Control & Test System" <i>International Conference on Mechatronics and Automation</i> , 28 June 2006 (2006-06-28), pp. 1706-1710	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2019

Date of mailing of the international search report

30 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/094772

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109883694	A	14 June 2019	None	
CN	104198180	A	10 December 2014	None	
CN	203148675	U	21 August 2013	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/094772

A. 主题的分类 G01M 13/022(2019.01) i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01M13/-; G01M17/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI; CNPAT; WPI; EPDOC: 万丽荣, 戴汉政, 曾庆良, 液压, 液力, 机械, 传动, 功率s 分流, 汇流, 测试, 试验, 检测, 变速, hydraulic, mechanical, hydro w mechanical, HMCVT, test+, detect+, bed, platform, power s split+																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109883694 A (山东科技大学 等) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104198180 A (江苏大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 权利要求1, 说明书第[0004]-[0013]段, 图1-2</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203148675 U (河南科技大学) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>王鹏 等. "拖拉机液压机械无级变速器试验台设计" 农机化研究, 第3期, 2015年 3月 31日 (2015 - 03 - 31), ISSN: 1003-188X, 第95-98页</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CHENG, Guangwei 等. "Study on the Tracked Vehicles HMCVT Test-Bed and Its Control & Test System" International Conference on Mechatronics and Automation, 2006年 6月 28日 (2006 - 06 - 28), 第1706-1710页</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109883694 A (山东科技大学 等) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 权利要求1-8	1-8	A	CN 104198180 A (江苏大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 权利要求1, 说明书第[0004]-[0013]段, 图1-2	1-8	A	CN 203148675 U (河南科技大学) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文	1-8	A	王鹏 等. "拖拉机液压机械无级变速器试验台设计" 农机化研究, 第3期, 2015年 3月 31日 (2015 - 03 - 31), ISSN: 1003-188X, 第95-98页	1-8	A	CHENG, Guangwei 等. "Study on the Tracked Vehicles HMCVT Test-Bed and Its Control & Test System" International Conference on Mechatronics and Automation, 2006年 6月 28日 (2006 - 06 - 28), 第1706-1710页	1-8
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 109883694 A (山东科技大学 等) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 权利要求1-8	1-8																		
A	CN 104198180 A (江苏大学) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 权利要求1, 说明书第[0004]-[0013]段, 图1-2	1-8																		
A	CN 203148675 U (河南科技大学) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文	1-8																		
A	王鹏 等. "拖拉机液压机械无级变速器试验台设计" 农机化研究, 第3期, 2015年 3月 31日 (2015 - 03 - 31), ISSN: 1003-188X, 第95-98页	1-8																		
A	CHENG, Guangwei 等. "Study on the Tracked Vehicles HMCVT Test-Bed and Its Control & Test System" International Conference on Mechatronics and Automation, 2006年 6月 28日 (2006 - 06 - 28), 第1706-1710页	1-8																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2019年 10月 14日		国际检索报告邮寄日期 2019年 10月 30日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 郝霏霏 电话号码 86-(10)-53962456																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/094772

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109883694	A	2019年 6月 14日	无	
CN	104198180	A	2014年 12月 10日	无	
CN	203148675	U	2013年 8月 21日	无	