

(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
2014 年 1 月 9 日 (09.01.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/005478 A1

- (51) 国际专利分类号:
E01B 31/18 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/077200
- (22) 国际申请日: 2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210229833.6 2012 年 7 月 5 日 (05.07.2012) CN
- (71) 申请人: 武汉新瑞达激光工程有限责任公司 (WUHAN NRD LASER ENGINEERING CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区东湖高新技术开发区关山二路一号国际企业中心伟创楼 B 座 302 室, Hubei 470074 (CN)。 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 曾晓雁 (ZENG, Xiaoyan); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 胡乾午 (HU, Qianwu); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 李重洋 (LI, Chongyang); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 郑寅岚 (ZHENG, Yinlan); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 杜敏 (DU, Min); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (74) 代理人: 武汉东喻专利代理事务所 (普通合伙) (WUHAN DONGYU PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号华中科技大学东一楼 234 室, Hubei 430074 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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,

[见续页]

(54) Title: ONSITE STEEL RAIL LASER PROCESSING VEHICLE

(54) 发明名称: 一种在线式钢轨激光加工车

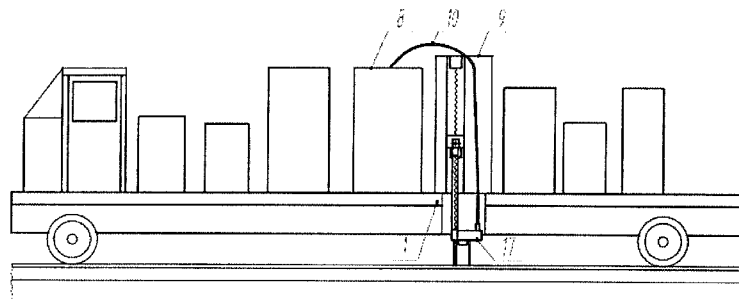


图 5 / FIG. 5

(57) Abstract: An onsite steel rail laser processing vehicle comprises a chassis (2), a vehicle body (1), a drive control room (3) and a container (4). The drive control room (3) comprises a general console (3.1), a CCD monitoring system (3.2) and a drive switch operation system (3.3). A double drive system and switching mechanism (5) with a process operation drive system (5.1), a routine on-vehicle operation drive system (5.3) and a switching mechanism (5.2) is installed in the container (4). The process operation drive system (5.1) provides the laser processing vehicle with power drive during laser processing, and can precisely control the speed and the displacement of the laser processing vehicle during process operation. The switching mechanism (5.2) is used for realizing the switching between the routine railway drive system (5.3) and the process operation drive system (5.1). The precise processing track of the laser processing vehicle can be ensured when steel rails are processed on line, and laser processing applied to various steel rails can be completed on the railway site, so that the abrasion resisting properties of the processed steel rails are improved greatly, thereby meeting the abrasion resisting requirements on the steel rails for railway expresses and heavy-load trains.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/005478 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 本国际公布:

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种在线式钢轨激光加工车，包括底盘（2），车身（1），驾驶控制室（3）和集装箱（4）。驾驶控制室（3）包括总控制台（3.1）、CCD 监视系统（3.2）和驱动切换操作系统（3.3）。集装箱（4）内安装有带工艺运行驱动系统（5.1）、常规车载运行驱动系统（5.3）以及切换机构（5.2）的双驱动系统及切换机构（5），工艺运行驱动系统（5.1）为激光加工车在激光加工时提供动力驱动，可以精确控制激光加工车工艺运行时的速度和位移，切换机构（5.2）用于实现常规车载运行驱动系统（5.3）与工艺运行驱动系统（5.1）两者之间的切换。可以保证激光加工车在线处理钢轨时的精确加工轨迹，可以在铁路现场完成各种钢轨的激光处理，使加工后的钢轨耐磨性大幅度提高，满足铁路高速、重载列车对钢轨的耐磨性要求。

一种在线式钢轨激光加工车

【技术领域】

本发明涉及一种在线式钢轨激光加工车，属于钢轨表面强韧化处理和修复技术领域。

【背景技术】

随着列车速度、运量和轴重的提高，钢轨由于受到车轮的撞击和摩擦的双重作用，磨损失效的速率越来越快。国内外一般常规提高钢轨寿命的方法主要集中在钢轨热处理方法和钢轨材料两方面。随着激光技术的快速发展，国内外学者将激光表面强化技术应用于钢轨的表面处理，并取得了较好的实验效果。

常规的方法只能在生产车间内完成，但是激光表面强化的方法除了可以在生产车间内实现定点加工，还可开发专用的移动式装备，使激光加工设备在铁道现场在线对钢轨进行激光处理。

中国实用新型专利文献“一种铁路轨道激光维修车”（公告号为 CN2622241Y，公开日为 2004 年 06 月 30 日）提出了一种铁路轨道激光维修车，该铁路轨道激光维修车包括牵引控制车和轨道作业车两部分。牵引控制车是在铁路轨道车的基础上改制的，主要区别在于在铁路轨道车的司机位置处设有激光作业总控制台；轨道作业车是在铁路客车的基础上改制完成的，其上设置有一台或两台大功率 CO₂ 激光器。激光光路和数控系统的设置可精确地将激光束传输到钢轨加工点上。为了保证轨道激光作业的顺利完成，轨道激光修复车除了激光器系统、激光光路及移动数控系统之外，还有车辆减震系统、激光器减震系统、钢轨表面除锈清洗系统、钢轨面吸光材料喷涂系统、涂料烘干系统、激光器供气系统、激光器供粉系统、激光器冷却系统、激光器供风系统、激光车车体、监视及照明系统、车厢密封除尘系统等。

根据上述描述，这种激光维修车存在如下几个不足：

第一，该设备采用高功率 CO₂ 激光器作为光源，其光电转换效率相对较低，耗能大。CO₂ 激光器的波长为 10.6 微米，金属基体对其吸收率很低，必须喷涂吸光涂料并烘干才能进行激光加工，工序比较复杂。CO₂ 激光器导光系统只能采用飞行光路或者硬光路系统传输，激光维修车运行过程中产生的震动会不可避免地影响导光系统的精密性，难以确保激光加工过程的长期稳定性。

第二，该设备在进行激光维修时，激光维修车是静止的，激光加工头顺钢轨移动的最大距离为 1000mm。由于激光维修车的静止，激光加工头一次性加工钢轨的距离受到了

激光维修车车身长度的限制，对于长距离的修复造成不便。另外，当激光车要运行到下一段待修复钢轨的位置时，由于牵引控制车运行距离无法精确到厘米级，故难以准确地定位抵达。

第三，相对于激光加工要求的精确轨迹而言，铁路现场的轨道线路为总体轨迹精度高、但实际钢轨沿着总体路线无规律波动的曲线线路。该发明中的激光加工头不能实时调整加工位置，则不能保证激光加工头硬化加工轨迹的准确性。

针对上述专利文献中存在的不足，2008 年，中国发明专利公开了“一种用于钢轨表面强韧化处理的在线激光加工设备”（专利号：200810169671.5）。该在线激光加工设备将激光加工系统分为激光加工车和动力工程车两部分。其中，激光加工车体积小，重量轻，机动灵活，装卸方便，能够有效地避让列车，可在钢轨表面实现各种在线强韧化处理；动力工程车内包含有发电机、制冷机、空压机、冷干机、激光器高压电源和控制系统等重量相对较大的设备。该发明采用可光纤传输的固体激光器作为光源，省却了复杂的飞行光路，降低了激光能量的光路传输损耗；所采用激光器为波长 1064nm 的近红外激光器，钢轨对其吸收率高，因此不需要预先喷涂涂料及后续的清洗涂料等工序，简化了工艺，降低了设备的体积、重量、能耗及造价。

然而，上述在线激光加工设备仍然具有以下不足之处：

第一，激光加工小车和动力工程车由分离的两个部分组成，互相连接的光纤或电缆的最大距离为 100 米，使设备系统在铁路现场在线使用的复杂程度增加；与一体化的整套设备系统相比，其可靠性也相对较低。

第二，激光加工小车虽然体积小、重量轻、机动灵活，但仍然需要用人力或者小型叉车实现在轨道上的安装，并需要在轨道上进行光纤或电缆系统的连接和设备调试。因此，在铁路轨道上进行激光强韧化处理的有效时间和加工效率受到影响。

第三，在线激光加工设备的动力工程车靠近铁路轨道的方式有时受到限制。在一些特殊的路段（如山区铁路），动力工程车不能方便地靠近铁路轨道，其自身的车轮系统又不能够在铁路轨道上直接行驶，使得这种使用激光加工小车加动力工程车的组合式在线激光加工设备使用范围和使用效率受到限制。

综上所述，如何进一步提高钢轨在线激光处理设备的机动性以及激光加工轨迹的精确性是确保该技术能够在铁路运输线得到应用的关键。对于在线式激光加工设备而言，如果它既能够在铁路上保持精确运动，又能够在激光加工完毕后快速离开，显然更具有实用价值。此外，该设备还应该具备激光加工独立系统的基本特征，即应该包括激光器、

导光系统、制冷机、空压机、冷干机、送粉器、运动执行机构、激光加工头和控制系统等，以适用于铁路钢轨的在线式激光强韧化处理和激光熔覆修复。

【发明内容】

本发明的目的是提供一种在线式钢轨激光加工车，可以精密控制激光加工车在线处理钢轨时运行的速度、距离以及沿轨道路线实现精确加工，在铁路现场完成包括正轨、弯道、护轮轨、道岔各种钢轨等的激光处理，使加工后的钢轨耐磨性大幅度提高，满足铁路高速、重载列车对钢轨的耐磨性要求。

本发明提供的一种在线式钢轨激光加工车，包括底盘，安装在底盘上的车身，安装在车身前部的驾驶控制室，以及安装在车身后部的集装箱；集装箱内包括发电机组、控制系统、运动执行机构和激光加工头，其特征在于，所述驾驶控制室包括总控制台、CCD 监视系统和驱动切换操作系统，该激光加工车的集装箱安装有双驱动系统及切换机构；

总控制台与发电机组及控制系统电连接，用于启动和关闭发电机组和控制系统；CCD 监视系统用来监视激光加工头对钢轨表面的对位姿态和加工状况；驱动切换操作系统用来对双驱动系统及切换机构进行操作实现驱动系统的切换；

控制系统控制运动执行机构按照设定的轨迹运动；激光加工头在运动执行机构的带动下按照控制系统所设定的轨迹运动，完成钢轨表面的激光处理；

双驱动系统及切换机构包括工艺运行驱动系统、常规车载运行驱动系统以及切换机构；

工艺运行驱动系统用于激光加工过程中为激光加工车提供动力驱动，使激光加工车精确地控制激光加工车的运动速度和距离，满足各种激光加工所需激光加工车运动的需求；切换机构用于实现常规铁路驱动系统与工艺运行驱动系统两者之间的切换。

本发明在线式钢轨激光加工车包含双驱动系统及切换机构，双驱动系统分别为工艺运行驱动系统和常规车载运行驱动系统，其中常规车载运行驱动系统是在正常运行不进行激光加工时为激光加工车提供动力，工艺运行驱动系统是在进行工艺加工时为激光加工车提供动力。工艺运行驱动系统和常规车载运行驱动系统的切换是通过切换机构来完成的。当激光加工车在钢轨上进行激光加工时，切换机构将驱动动力切换到工艺运行驱动系统，则可严格精确地控制激光加工车的运行速度和距离，满足各种激光加工工艺要求。当激光加工车加工完毕，切换机构将切换到常规车载运行驱动系统，可快速行驶离开，节约时间，避免长时间占用了轨道。

本发明在线式钢轨激光加工车的底盘可以是铁路平板车或铁路客车底盘，也可以是分动式公铁两用车底盘。当本发明在线式钢轨激光加工车的底盘为分动式公铁两用车底盘时，可以在车身上增加上轨系统。通过上轨系统，激光加工车可以在任意钢轨路段上轨，提高了激光加工车上轨的灵活性。

本发明在线式钢轨激光加工车的运动执行机构可以采用常规的数控机床或/和多轴工业机器人等，其上可以安装光电位移感应器。当激光加工车在轨道上蛇形前行时，可以实时调整激光加工头精确对准钢轨上待加工的位置，保证激光加工车加工轨迹的精确性。

本发明提供了在线式钢轨激光加工车的激光加工头的三种具体方式：机械式激光加工头、多出光口式激光加工头和振镜式激光加工头，第一种方式结构简单，第二、第三种方式加工效率高，可以根据不同的要求进行选择。

【附图说明】

图 1 为本发明的一种具体实施方式的结构示意图。

图 2 为图 1 去掉集装箱的主视图。

图 3 为图 2 的俯视图。

图 4 为双驱动系统及切换机构原理图。

图 5 为运动执行机构上的激光加工头在对钢轨表面进行激光处理的示意图。

图 6 为图 5 中的运动执行机构以及激光加工头的侧视图。

图 7 为机械式激光加工头示意图。

图 8 为多出光口式激光加工头一种实现形式示意图。

图 9 为多出光口式激光加工头另一种实现形式示意图，其中 9(a)为主视图，9(b)为图 9(a) 中光头框架的结构示意图。

图 10 为振镜式激光加工头示意图。

图 11 为激光加工车的底盘为分动式公铁两用车底盘的示意图。

图 12 为在图 11 的基础上增加了上轨系统 16 和 16' 的示意图。

图 13 为上轨系统 16 的结构及工作原理图，其中 13(a)为主视图，13(b)为图 13(a) 中第一升降装置的结构示意图。

图 14 为在图 1 的基础上增设一个副驾驶室的结构示意图。

图 15 为运动执行机构是数控机床与工业机器人相结合的激光加工车的结构示意图。

图 16 为图 15 中的运动执行机构的工作原理图。

其中：1、车身；2、轨道平车或轨道客车底盘；3、驾驶控制室；4、集装箱；5、双驱动系统及切换机构；6、打磨清理设备；7、制冷机；8、激光器组；9、运动执行机构；10、导光系统；11、送粉器；12、空压机；13、冷干机；14、控制系统；15、发电机组；16和16'、上轨系统；17、激光加工头；18、CCD监视设备；19、光电位移感应器；20、分动式公铁两用车底盘。

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明的保护范围。

实施例1为根据本发明实施的在线式钢轨激光加工车。

如图1、3所示，该激光加工车包括有车身1、底盘2、安装在车身1前部的驾驶控制室3以及车身1后部的集装箱4。其中，车身1安装在底盘2上，底盘2为轨道平车或轨道客车底盘，其底部安装有用于传递动力的传动系统、在钢轨上行驶的铁路轮对系统、以及转向和制动系统。驾驶控制室3内除了设有常规驾驶操作系统之外，还设有总控制台3.1、CCD监视系统3.2和驱动切换操作系统3.3。如图2、3所示，该激光加工车的集装箱4内安装有双驱动系统及切换机构5、打磨清理设备6、制冷机7、激光器组8、运动执行机构9、导光系统10、送粉器11、空压机12、冷干机13、控制系统14、发电机组15、激光器高压电源16和激光加工头17。

驾驶控制室3内的总控制台3.1是用来启动和关闭发电机组15和控制系统14；CCD监视系统3.2用来监视激光加工头17对钢轨表面的对位姿态和加工状况；驱动切换操作系统3.3用来对双驱动系统及切换机构5进行操作实现驱动系统的切换；打磨清理设备6用于对待处理的钢轨表面进行清理工作；发电机组15为制冷机7、运动执行机构9、送粉器11、空压机12、冷干机13、控制系统14和激光器高压电源16提供工作所需要的电能。激光器高压电源16给激光器组8提供产生激光所需要的直流高压电。其中，激光器组8为光纤激光器、二极管泵浦固体激光器、灯泵浦固体激光器、半导体激光器或盘片状(Disk)激光器；运动执行机构9为常规的数控机床或/和多轴工业机器人。

控制系统14与制冷机7、激光器组8、送粉器11、空压机12、冷干机13和激光器高压电源16电连接，控制各器件的开与关，并控制运动执行机构9按照设定的轨迹运动。激光加工头17在运动执行机构9的带动下按照控制系统14所设定的轨迹运动，完成钢轨表面的激光处理。激光器组8通过导光系统10将激光束传输到激光加工头17，

聚焦并作用于工件表面。导光系统 10 可以采用现有的光纤传输系统，当使用半导体激光器作为光源时，可以将激光器组 8 通过导光系统 10（在这里是扩束准直系统）和激光加工头 17 相连。送粉器 11 通过导管与激光加工头 17 的喷嘴相连。

制冷机 7 通过管道给激光器组 8、导光系统 10 及激光加工头 17 上的光学镜片提供冷却水。空压机 12 的出风口通过管道与冷干机 13 的入风口相连通，冷干机 13 的出风口通过管道与激光加工头 17 的喷嘴相连。空压机 12 产生的压缩空气在经过冷干机 13 过滤后，消除掉其中的水、油滴等液态物质，再通过管道输送给激光加工头 17 作为保护气体，防止激光表面处理过程中产生的灰尘、烟雾污染激光加工头 17 上的聚焦镜。冷干机 13 的另一个出风口通过管道与送粉器 11 相连，在送粉器 11 开启时，该气体将合金粉末通过导管输送到激光加工头 17，并从喷嘴喷出。

如图 4 所示，双驱动系统及切换机构 5 包括工艺运行驱动系统 5.1、常规车载运行驱动系统 5.3 以及切换机构 5.2。工艺运行驱动系统 5.1 包括是伺服驱动电机 5.11 和减速机 5.12，电机 5.11 和减速机 5.12 通过弹性联轴器相连。

工艺运行驱动系统 5.1 和常规车载运行驱动系统 5.3 分别与控制系统 14 电连接，两者均可以根据控制系统 14 的设置来带动激光加工车进行运行。工艺运行驱动系统 5.1 用于激光加工过程中为激光加工车提供动力驱动，使激光加工车精确地控制激光加工车的运动速度和距离，满足各种激光加工所需激光加工车运动的需求；常规车载运行驱动系统 5.3 用于激光加工车在不进行激光加工时为激光加工车提供动力驱动。

切换机构 5.2 有多种实现形式，可以是离合器的电气控制，也可以是齿轮切换的机械结构，图 4 中的切换机构 5.2 只是其中一种机械结构形式。切换机构 5.2 包括第一小齿轮 5.21、第二小齿轮 5.22、大齿轮 5.23 以及输出轴 5.24，其中第一小齿轮 5.21 固定安装在减速机 5.12 的输出轴端；第二小齿轮 5.22 固定安装在常规车载运行驱动系统 5.3 的输出轴端；大齿轮 5.23 活动安装在输出轴 5.24，可以左右滑动；输出轴 5.24 通过底盘 2 的传动系统与铁路轮对系统相连。

通过切换机构 5.2 可以实现常规铁路驱动系统 5.3 与工艺运行驱动系统 5.1 两者之间的切换。当激光加工车需要在钢轨上进行加工时，控制系统 14 则控制大齿轮 5.23 在输出轴 5.24 上向一侧滑动，与第一小齿轮 5.21 啮合，切换机构 5.2 则切换到了工艺运行驱动系统 5.1，通过对控制系统 14 的设置，即可严格精确地控制激光加工车的运动速度和距离，满足各种激光加工所需激光加工车运动的需求。当激光加工车加工完毕，控制系统 14 则控制大齿轮 5.23 在输出轴 5.24 上向另一侧滑动，与第二小齿轮 5.22 啮合，切换

机构 5.2 则切换到常规车载运行驱动系统 5.3, 快速行驶离开, 节约时间, 避免长时间占用了轨道。

如图 5 所示, 激光加工车上的运动执行机构 9 和激光加工头 17 在钢轨上进行激光加工。如图 6 所示, 运动执行机构 9 是常见的数控机床形式之一, 包括立柱 9.1、横梁 9.2、右纵梁 9.3 和左纵梁 9.4。立柱 9.1、横梁 9.2、右纵梁 9.3 和左纵梁 9.4 内部均安装有滚珠丝杆螺母副, 其中滚珠丝杆由伺服电机驱动。横梁 9.2 可在立柱 9.1 上升降运动, 右纵梁 9.3 可在横梁 9.2 上左右运动, 左纵梁 9.4 固定安装在横梁 9.2 上。其中, 右纵梁 9.3 上安装有可沿其上下移动的激光加工头 17, 激光加工头 17 的底部安装有 CCD 监视设备 18; 左纵梁 9.4 上安装有可沿其上下移动的光电位移感应器 19。CCD 监视设备 18 与 CCD 监视系统 3.2 通讯连接, CCD 监视设备 18 将监测到的画面传输到 CCD 监视系统 3.2。光电位移感应器 19 与控制系统 14 电连接, 控制系统 14 接收光电位移感应器 19 采集的数据, 下达指令使运动执行机构 9 做出相应的动作。

当激光加工车要进行激光加工时, 首先通过驱动切换操作系统 3.3 对双驱动系统及切换机构 5 的操作, 切换到常规车载运行驱动系统 5.3, 激光加工车在该驱动系统的带动下运行到钢轨待加工的路段, 然后再通过驱动切换操作系统 3.3 对双驱动系统及切换机构 5 的操作, 切换到工艺运行驱动系统 5.1。接下来, 总控制台 3.1 启动发电机组 15 和控制系统 14 的开关, 然后控制系统 14 控制启动制冷机 7、激光器组 8、运动执行机构 9、送粉器 11、空压机 12、冷干机 13 和激光器高压电源 16 的开关, 使各器件处于待机状态。如图 6 所示, 控制系统 14 控制运动执行机构 9 中的横梁 9.2 沿着立柱 9.1 向下运动到合适的位置, 右纵梁 9.3 随横梁 9.2 下降, 再带动激光加工头 17 沿着右纵梁 9.3 下降到钢轨待处理位置的上方, 光电位移感应器 19 则沿着左纵梁 9.4 下降到距离钢轨内侧一定距离的平行位置。此时, 激光加工头 17 和光电位移感应器 19 则已调整对位, 然后控制系统 14 发出指令使激光器组 7 按照设定参数发射出激光束, 同时激光加工车在工艺运行驱动系统 5.1 的带动下按照设定参数在钢轨上前进运行。在激光加工过程中, 由于铁路轨道轨迹的蛇形特点, 激光加工车也随之蛇形前行, 光电位移感应器 19 以其与钢轨内侧面的初始距离为零点, 测量出其与钢轨内侧面两者之间的位移变化量, 并将此位移变化量反馈回控制系统 14, 控制系统 14 再控制右纵梁 9.3 根据此位移变化量在横梁 9.2 上做出相应的位移, 从而实时保证激光加工头 17 始终精确对准钢轨待处理位置, 实现激光加工车激光加工的精确轨迹。

激光加工头 17 有三种结构形式, 第一种是机械式激光加工头 17.1, 如图 7 所示;

第二种是多出光口式激光加工头，又有二种具体实施方式 17.2 和 17.3，如图 8、9 所示；第三种是振镜式激光加工头 17.4，如图 10 所示。

如图 7 所示，机械式激光加工头 17.1 包括伺服电机 17.1.1、反射镜 17.1.2、和反射镜 17.1.3，其中反射镜 17.1.3 固定安装在机械式激光加工头 17.1 框架上，反射镜 17.1.2 安装在伺服电机 17.1.1 的输出轴上，伺服电机 17.1.1 可以带动反射镜 17.1.2 摆动。通过机械式激光加工头 17.1 可以对钢轨进行单束激光扫描加工。

如图 8 所示，第一多出光口式激光加工头 17.2 包括第一支架 17.2.1 和第二支架 17.2.2，两支架之间活动安装了可以摆动的空心轴 17.2.3，空心轴 17.2.3 内固定安装了第一反射透射镜 17.2.31、第二反射透射镜 17.2.32、第三反射透射镜 17.2.33、第四反射透射镜 17.2.34 和反射镜 17.2.35。各反射透射镜及反射镜均为 45 度反射，其中，第一反射透射镜 17.2.31 和第四反射透射镜 17.2.34 的反射透射比均为 1:1，第二反射透射镜 17.2.32 的反射透射比为 1:3，第三反射透射镜 17.2.33 的反射透射比为 1:2。

激光束 17.2.41 经过第一反射透射镜 17.2.31 分成反射光束 17.2.42 和透射光束 17.2.43，反射光束 17.2.42 依次经过第二反射透射镜 17.2.32、第三反射透射镜 17.2.33、第四反射透射镜 17.2.34 和反射镜 17.2.35 最终得到四束能量均等的激光束通过各出光口作用于钢轨上。透射光束 17.2.43 以同样方式分为能量均等的四路激光束通过各出光口作用于钢轨上。多出光口式激光加工头 17.2 可以包含 3 片以上反射透射比不同的反射透射镜或反射镜，从而可以将一束激光束分成为能量均等的多路光束。当这些反射透射镜及反射镜随着空心轴 17.2.3 一起摆动时，则实现了多路光束同时对钢轨进行扫描式激光加工。

如图 9(a)所示，第二多出光口式激光加工头 17.3 包括第一电机 17.3.1、第一电机输出轴 17.3.2、框架 17.3.3、凸轮 17.3.4、第二电机 17.3.5、铰链 17.3.6、支杆 17.3.7 和光头框架 17.3.8。其中，凸轮 17.3.4、第二电机 17.3.5、铰链 17.3.6、支杆 17.3.7 和光头框架 17.3.8 均安装在框架 17.3.3，光头框架 17.3.8 安装在支杆 17.3.7 的末端。第一电机 17.3.1 通过第一电机输出轴 17.3.2 带动安装在框架 17.3.3 内的凸轮 17.3.4、第二电机 17.3.5、铰链 17.3.6、支杆 17.3.7 和光头框架 17.3.8 一起以第一电机输出轴 17.3.2 为中心作摆动运动。第二电机 17.3.5 带动凸轮 17.3.4 以第二电机 17.3.5 的输出轴作旋转运动，从而带动支杆 17.3.7 和光头框架 17.3.8 一起以铰链 17.3.6 为中心做摆动运动。如图 9(b)所示，光头框架 17.3.8 包括两组准直聚焦镜系统 17.3.81、出光口组 17.3.83 以及支撑安装前两者的支承架 17.3.82。出光口组 17.3.83 可以包含一个或者多个出光口，从而实现多光束

同时进行激光加工。

如图 10 所示, 振镜式激光加工头 17.4 为典型的双振镜式结构, 包含第一专用电机 17.4.1、第一振镜 17.4.2、场镜 17.4.3、第二专用电机 17.4.4 和第二振镜 17.4.5。第一振镜 17.4.1 和第二振镜 17.4.2 分别安装在第一专用电机 17.4.1 和第二专用电机 17.4.4 的输出轴上, 可以分别以第一专用电机 17.4.1 和第二专用电机 17.4.4 的输出轴为中心做摆动运动, 从而达到调整激光束在两个不同方向的位置, 激光束最后通过场镜 17.4.3 作用到工件上。通过程序控制, 即可实现激光快速扫描加工。

如图 14 所示, 可在车身尾部增加一个副驾驶室 3', 该副驾驶室 3'主要是用于该车在轨道上运行时, 副驾驶员能够观察该车后面轨道的情况, 副驾驶室 3'内设有简单的控制按钮, 遇到突发状况, 可以紧急刹车或停车等, 主要起到安全防范的作用。

本实施例 1 的双驱动系统及切换机构 5 可以根据激光加工车不同工作状况切换驱动系统, 在进行激光加工时, 可以根据工艺要求在铁路轨道上进行精密运行, 保证激光加工的准确性。

本实施例 1 的运动执行机构 9 上安装有光电位移感应器 19, 光电位移感应器 19 可以根据钢轨轨迹来实时调整激光加工头 17 的位置, 保证激光加工头 17 始终对准钢轨上待加工的位置, 从而确保激光加工的精确轨迹。

本实施例 1 的激光加工头 17 有三种形式, 包括机械式激光加工头 17.1, 多出光口式激光加工头 17.2、17.3 和振镜式激光加工头 17.4。激光加工头 17 底部安装有 CCD 监视头 18。多出光口式激光加工头 17.2、17.3 可实现多光斑的同时激光加工, 振镜式激光加工头 17.4 可实现程式激光扫描。第一种方式结构简单, 第二、第三种方式加工效率高, 可以根据不同的要求进行选择。

实施例 2 为根据本发明实施的公铁两用激光加工车。

如图 11 所示, 实施例 2 与实施例 1 的区别在于采用的激光加工车的底盘不同, 实施例 2 采用的是分动式公铁两用车底盘 20, 使得该激光加工车即可在铁路上运行, 还可在公路上运行。当采用分动式公铁两用车底盘 20 时, 双驱动系统及切换机构 5 中的常规车载运行驱动系统 5.3 则为分动式公铁两用车的驱动系统; 驾驶控制室 3 随之有相应的改变, 其内部的常规驾驶操作系统改为公铁两用车的驾驶操作系统, 另室内设有总控制台 3.1、CCD 监视系统 3.2 和驱动切换操作系统 3.3。驱动切换操作系统 3.3 是用来操作双驱动系统及切换机构 5 对工艺运行驱动系统 5.1 和分动式公铁两用车的驱动系统进

行切换。其中，分动式公铁两用车的驱动系统内设有公铁模式转换系统，通过此系统可以实现公铁两用激光加工车从“公路到铁路”和从“铁路到公路”的行走模式的转换。

实施例 2 的公铁两用激光加工车的其它部分与实施例 1 相同。

实施例 3 为根据本发明实施的公铁两用激光加工车的另一种形式。

如图 12 所示，实施例 3 与实施例 2 的不同之处在于在分动式公铁两用车底盘 20 上增设了上轨系统 16 和 16'，因上轨系统 16 和 16' 应用到液压油缸，故在集装箱 4 内需要增设液压系统，同时还需要在驾驶控制室 3 内增设控制上轨系统 16 和 16' 和液压系统的操作平台。该公铁两用激光加工车的其它部分与实施例 1 相同。

如图 13(a)所示，上轨系统 16 包括四套升降装置和一套横向伸缩装置 16.5，四套升降装置分别为第一升降装置 16.1、第二升降装置 16.2、第三升降装置 16.3 和第四升降装置 16.4。横向伸缩装置 16.5 包括液压油缸 16.51 和活塞杆 16.52，其中活塞杆 16.52 一端与液压油缸 16.51 固定连接，另一端与第二升降装置 16.2 固定连接；横向伸缩装置 16.5 的另一端与第一升降装置 16.1 固定连接，其底部安装有齿条 16.7。第三升降装置 16.3 和第四升降装置 16.4 通过连杆 16.6 连接，连杆 16.6 固定安装在方形框架 16.10 内部，方形框架 16.10 固定安装在分动式公铁两用车底盘 20 上，分动式公铁两用车底盘 20 内部安装有液压马达 16.9 和齿轮 16.8，液压马达 16.9 与齿轮 16.8 轴连接。横向伸缩装置 16.5 通过其底部齿条 16.7 与齿轮 16.8 的啮合活动安装在方形框架 16.10 内部。

如图 13(b)所示，第一升降装置 16.1 包括液压油缸 16.11，活塞杆 16.12 和升降套筒 16.13，其中活塞杆 16.12 一端与液压油缸 16.11 连接，另一端与升降套筒 16.13 连接。第二升降装置 16.2、第三升降装置 16.3 和第四升降装置 16.4 与第一升降装置 16.1 结构相同。上轨系统 16' 与上轨系统 16 结构相同。通过上轨系统 16 和 16'，可以实现激光加工车在任意轨道路段安全上轨。

集装箱 4 内的液压系统为上轨系统 16 和 16' 的各液压油缸和各液压马达提供液压动力，所述操作平台用来开启、关闭液压系统以及控制液压系统提供动力的大小。

具体而言，公铁两用激光加工车的上轨是按照如下步骤来实现的。第一，如图 13(a)所示，增加的液压系统控制上轨系统 16 中的第一升降装置 16.1 和第三升降装置 16.3 中的液压油缸通过活塞杆推动升降套筒向下伸长，支撑起固定安装在分动式公铁两用车底盘 20 上的方形框架 16.10，上轨系统 16' 中的第一升降装置 16.1' 和第三升降装置 16.3' 也同样支撑起方形框架 16.10'，方形框架 16.10 和 16.10' 承受整个激光加工车的重量，

使整个车体升高至高于铁路轨道。第二，如图 13(c)所示，第二升降装置 16.2 在横向伸缩装置 16.5 中的液压油缸 16.51 通过活塞杆 15.52 的推动下伸长到一定长度，然后，第二升降装置 16.2 向下伸长，第三升降装置 16.3 向上收缩到初始位置，此时第一升降装置 16.1 和第二升降装置 16.2 支撑起方形框架 16.10，上轨系统 16' 也是如此，从而支撑起激光加工车。第三步，如图 13(d)所示，分动式公铁两用车底盘 20 通过其内部的液压马达 16.19 驱动齿轮 16.8 在齿条 16.7 上向右移动，从而带动整个车体在横向伸缩装置 16.5 上向右横向移动，直至移动至钢轨上方。第四步，如图 13(e)所示，当分动式公铁两用车底盘 20 缓慢放下铁路轮对落至钢轨上，支撑起整个车体时，第一升降装置 16.1 和第二升降装置 16.2 收缩到初始位置，同时将横向伸缩装置 16.5 也收缩到初始位置，从而完成公铁两用激光加工车上轨的任务。

本实施例 3 可以在任意钢轨路段上轨，在实施例 2 的基础上大大提高了公铁两用激光加工车上轨的灵活性。

实施例 4 为根据本发明实施的公铁两用激光加工车的再一种形式。

如图 15 所示，实施例 2 与实施例 1 的区别在于激光加工运动执行机构 9 不是常规的数控机床形式，而是数控机床与工业机器人相结合的结构形式。如图 16 所示，运动执行机构 9 包括立柱 9.1、溜板 9.5 和工业机器人 9.6。立柱 9.1 内部安装有滚珠丝杆螺母副，其中滚珠丝杆由伺服电机驱动。机器人 9.6 安装在溜板 9.5 上，随着溜板 9.5 能够沿立柱 9.1 上下移动；工业机器人 9.6 的末端安装有激光加工头 17，激光加工头 17 的底部也安装有 CCD 监视设备 18。

控制系统 14 内需相应增加工业机器人的控制，控制系统 14 首先控制运动执行机构 9 中的溜板 9.5 载着工业机器人 9.6 沿着立柱 9.1 向下运动到合适的位置，然后再控制工业机器人 9.6 的各轴配合运动，带动激光加工头 17 调整到合适的加工工位，从而实现对接钢轨表面的激光加工。

实施例 4 的公铁两用激光加工车的其它部分与实施例 1 相同。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种在线式钢轨激光加工车，包括底盘（2），安装在底盘（2）上的车身（1），安装在车身（1）前部的驾驶控制室（3），以及安装在车身（1）后部的集装箱（4）；集装箱（4）内包括发电机组（15）、控制系统（14）、运动执行机构（9）和激光加工头（17），其特征在于，所述驾驶控制室（3）包括总控制台（3.1）、CCD 监视系统（3.2）和驱动切换操作系统（3.3），该激光加工车的集装箱（4）安装有双驱动系统及切换机构（5）；

总控制台（3.1）与发电机组（15）及控制系统（14）电连接，用于启动和关闭发电机组（15）和控制系统（14）；CCD 监视系统（3.2）用来监视激光加工头（17）对钢轨表面的对位姿态和加工状况；驱动切换操作系统（3.3）用来对双驱动系统及切换机构（5）进行操作实现驱动系统的切换；

控制系统（14）控制运动执行机构（9）按照设定的轨迹运动；激光加工头（17）在运动执行机构（9）的带动下按照控制系统（14）所设定的轨迹运动，完成钢轨表面的激光处理；

双驱动系统及切换机构（5）包括工艺运行驱动系统（5.1）、常规车载运行驱动系统（5.3）以及切换机构（5.2）；

工艺运行驱动系统（5.1）用于激光加工过程中为激光加工车提供动力驱动，使激光加工车精确地控制激光加工车的运动速度和距离，满足各种激光加工所需激光加工车运动的需求；切换机构（5.2）用于实现常规铁路驱动系统（5.3）与工艺运行驱动系统（5.1）两者之间的切换。

2、根据权利要求 1 所述的在线式钢轨激光加工车，其特征在于，底盘（2）采用的是分动式公铁两用车底盘（20），常规车载运行驱动系统（5.3）则为分动式公铁两用车的驱动系统；驾驶控制室（3）内部的常规驾驶操作系统改为公铁两用车的驾驶操作系统，分动式公铁两用车的驱动系统内设有公铁模式转换系统，通过此系统实现公铁两用激光加工车从公路到铁路和从铁路到公路的行走模式的转换。

3、根据权利要求 2 所述的在线式钢轨激光加工车，其特征在于，分动式公铁两用车底盘（20）上增设第一、第二上轨系统（16）、（16'），在集装箱（4）内增设液压系统，驾驶控制室（3）内增设控制上轨系统（16）、（16'）和液压系统的操作平台；通过第一、第二上轨系统（16）、（16'）实现激光加工车在轨道路段安全上轨；

第一、第二上轨系统(16)、(16')结构相同,其中,上轨系统(16)包括四套升降装置和一套横向伸缩装置(16.5),四套升降装置分别为第一升降装置(16.1)、第二升降装置(16.2)、第三升降装置(16.3)和第四升降装置(16.4);横向伸缩装置(16.5)包括液压油缸(16.51)和活塞杆(16.52),其中活塞杆(16.52)一端与液压油缸(16.51)固定连接,另一端与第二升降装置(16.2)固定连接;横向伸缩装置(16.5)的另一端与第一升降装置(16.1)固定连接,其底部安装有齿条(16.7);第三升降装置(16.3)和第四升降装置(16.4)通过连杆(16.6)连接,连杆(16.6)固定安装在方形框架(16.10)内部,方形框架(16.10)固定安装在分动式公铁两用车底盘(20)上,分动式公铁两用车底盘(20)内部安装有液压马达(16.9)和齿轮(16.8),液压马达(16.9)与齿轮(16.8)轴连接;横向伸缩装置(16.5)通过其底部齿条(16.7)与齿轮(16.8)的啮合活动安装在方形框架(16.10)内部;

第一升降装置(16.1)包括液压油缸(16.11),活塞杆(16.12)和升降套筒(16.13),其中活塞杆(16.12)一端与液压油缸(16.11)连接,另一端与升降套筒(16.13)连接;第二升降装置(16.2)、第三升降装置(16.3)和第四升降装置(16.4)与第一升降装置(16.1)结构相同;

集装箱(4)内的液压系统为第一、第二上轨系统(16)、(16')的各液压油缸和各液压马达提供液压动力,所述操作平台用来开启、关闭所述液压系统以及控制所述液压系统提供动力的大小。

4、根据权利要求1、2或3所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,工艺运行驱动系统(5.1)包括伺服驱动电机(5.11)和减速机(5.12),伺服驱动电机(5.11)和减速机(5.12)通过弹性联轴器相连;伺服驱动电机(5.11)与控制系统(14)电连接,按照控制系统(14)的指令驱动加工车。

5、根据权利要求1、2或3所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,切换机构(5.2)包括第一小齿轮(5.21)、第二小齿轮(5.22)、大齿轮(5.23)以及输出轴(5.24),其中第一小齿轮(5.21)固定安装在减速机(5.12)的输出轴端;第二小齿轮(5.22)固定安装在常规车载运行驱动系统(5.3)的输出轴端;大齿轮(5.23)活动安装在输出轴(5.24),能够左右滑动;输出轴(5.24)通过底盘(2)的传动系统与铁路轮对系统相连;

当激光加工车在钢轨上进行加工时,控制系统(14)控制大齿轮(5.23)在输出轴

(5.24) 上向一侧滑动, 与第一小齿轮 (5.21) 啮合, 切换机构 (5.2) 则切换到了工艺运行驱动系统 (5.1); 当激光加工车加工完毕时, 控制系统 (14) 则控制大齿轮 (5.23) 在输出轴 (5.24) 上向另一侧滑动, 与第二小齿轮 (5.22) 啮合, 切换机构 (5.2) 则切换到常规车载运行驱动系统 (5.3), 使激光加工车快速行驶。

6、根据权利要求 4 所述的在线式钢轨激光加工车, 其特征在于, 切换机构 (5.2) 包括第一小齿轮 (5.21)、第二小齿轮 (5.22)、大齿轮 (5.23) 以及输出轴 (5.24), 其中第一小齿轮 (5.21) 固定安装在减速机 (5.12) 的输出轴端; 第二小齿轮 (5.22) 固定安装在常规车载运行驱动系统 (5.3) 的输出轴端; 大齿轮 (5.23) 活动安装在输出轴 (5.24), 能够左右滑动; 输出轴 (5.24) 通过底盘 (2) 的传动系统与铁路轮对系统相连;

当激光加工车在钢轨上进行加工时, 控制系统 (14) 控制大齿轮 (5.23) 在输出轴 (5.24) 上向一侧滑动, 与第一小齿轮 (5.21) 啮合, 切换机构 (5.2) 则切换到了工艺运行驱动系统 (5.1); 当激光加工车加工完毕时, 控制系统 (14) 则控制大齿轮 (5.23) 在输出轴 (5.24) 上向另一侧滑动, 与第二小齿轮 (5.22) 啮合, 切换机构 (5.2) 则切换到常规车载运行驱动系统 (5.3), 使激光加工车快速行驶。

7、根据权利要求 5 中任一所述的在线式钢轨激光加工车, 其特征在于, 运动执行机构 (9) 包括立柱 (9.1)、横梁 (9.2)、右纵梁 (9.3) 和左纵梁 (9.4); 立柱 (9.1)、横梁 (9.2)、右纵梁 (9.3) 和左纵梁 (9.4) 内部均安装有滚珠丝杆螺母副, 其中滚珠丝杆由伺服电机驱动; 横梁 (9.2) 能够在立柱 (9.1) 上升降运动, 右纵梁 (9.3) 能够在横梁 (9.2) 上左右运动, 左纵梁 (9.4) 固定安装在横梁 (9.2) 上; 其中, 右纵梁 (9.3) 上安装有可沿其上下移动的激光加工头 (17), 激光加工头 (17) 的底部安装有 CCD 监视设备 (18); 左纵梁 (9.4) 上安装有能够沿其上下移动的光电位移感应器 (19); CCD 监视设备 (18) 与 CCD 监视系统 (3.2) 通讯连接, CCD 监视设备 (18) 将监测到的画面传输到 CCD 监视系统 (3.2); 光电位移感应器 (19) 与控制系统 (14) 电连接, 控制系统 (14) 接收光电位移感应器 (19) 采集的数据, 下达指令使运动执行机构 (9) 做出相应的动作;

控制系统 (14) 控制运动执行机构 (9) 中的横梁 (9.2) 沿着立柱 (9.1) 向下运动到合适的位置, 右纵梁 (9.3) 随横梁 (9.2) 下降, 再带动激光加工头 (17) 沿着右纵梁 (9.3) 下降到钢轨待处理位置的上方, 光电位移感应器 (19) 则沿着左纵梁 (9.4) 下降到距离钢轨内侧一定距离的平行位置; 此时, 激光加工头 (17) 和光电位移感应器

(19) 则已调整对位, 然后控制系统 (14) 发出指令使激光器组 (7) 按照设定参数发射出激光束, 同时激光加工车在工艺运行驱动系统 (5.3) 的带动下按照设定参数在钢轨上前进运行; 光电位移感应器 (19) 以其与钢轨内侧面的初始距离为零点, 测量出其与钢轨内侧面两者之间的位移变化量, 并将此位移变化量反馈回控制系统 (14), 控制系统 (14) 再控制右纵梁 (9.3) 根据此位移变化量在横梁 (9.2) 上做出相应的位移, 从而实时保证激光加工头 (17) 始终精确对准钢轨待处理位置, 实现激光加工车激光加工的精确轨迹。

8、根据权利要求 5、6 或 7 所述的在线式钢轨激光加工车, 其特征在于, 激光加工头 (17) 为第一多出光口式激光加工头 (17.2), 它包括第一支架 (17.2.1) 和第二支架 (17.2.2), 两支架之间活动安装了能够摆动的空心轴 (17.2.3), 空心轴 (17.2.3) 内固定安装了第一反射透射镜 (17.2.31)、第二反射透射镜 (17.2.32)、第三反射透射镜 (17.2.33)、第四反射透射镜 (17.2.34) 和第一反射镜 (17.2.35); 各反射透射镜和第一反射镜 (17.2.35) 均为 45 度反射, 其中, 第一反射透射镜 (17.2.31) 和第四反射透射镜 (17.2.34) 的反射透射比均为 1: 1, 第二反射透射镜 (17.2.32) 的反射透射比为 1: 3, 第三反射透射镜 (17.2.33) 的反射透射比为 1: 2;

激光束 (17.2.41) 经过第一反射透射镜 (17.2.31) 分成反射光束 (17.2.42) 和透射光束 (17.2.43), 反射光束 (17.2.42) 依次经过第二反射透射镜 (17.2.32)、第三反射透射镜 (17.2.33)、第四反射透射镜 (17.2.34) 和第一反射镜 (17.2.35) 最终得到四束能量均等的激光束作用于钢轨上; 透射光束 (17.2.43) 采用同样的方式分为能量均等的四路激光束作用于钢轨上; 各反射透射镜随着空心轴 (17.2.3) 摆动能够实现多路光束同时对钢轨进行扫描式激光加工。

9、根据权利要求 5 或 7 所述的在线式钢轨激光加工车, 其特征在于, 激光加工头 (17) 为第二多出光口式激光加工头 (17.3), 它包括第一电机 (17.3.1)、第一电机输出轴 (17.3.2)、框架 (17.3.3)、凸轮 (17.3.4)、第二电机 (17.3.5)、铰链 (17.3.6)、支杆 (17.3.7) 和光头框架 (17.3.8); 其中, 凸轮 (17.3.4)、第二电机 (17.3.5)、铰链 (17.3.6)、支杆 (17.3.7) 和光头框架 (17.3.8) 均安装在框架 (17.3.3), 光头框架 (17.3.8) 安装在支杆 (17.3.7) 的末端; 第一电机 (17.3.1) 通过第一电机输出轴 (17.3.2) 带动安装在框架 (17.3.3) 内的凸轮 (17.3.4)、第二电机 (17.3.5)、铰链 (17.3.6)、支杆 (17.3.7) 和光头框架 (17.3.8) 一起以第一电机输出轴 (17.3.2) 为中心作摆动运动; 第二电机

(17.3.5) 带动凸轮(17.3.4)以第二电机(17.35)的输出轴作旋转运动,从而带动支杆(17.3.7)和光头框架(17.3.8)一起以铰链(17.3.6)为中心做摆动运动;光头框架(17.3.8)包括两组准直聚焦镜系统(17.3.81)、出光口组(17.3.83)以及支撑安装前两者的支承架(17.3.82);出光口组(17.3.83)可以包含一个或者多个出光口,从而实现多光束同时进行激光加工。

10、根据权利要求5或7所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,激光加工头(17)为机械式激光加工头(17.1),它包括伺服电机(17.1.1)、第二反射镜(17.1.2)和第三反射镜(17.1.3),其中第三反射镜(17.1.3)固定安装在机械式激光加工头(17.1)框架上,第二反射镜(17.1.2)安装在伺服电机(17.1.1)的输出轴上,伺服电机(17.1.1)能够带动第二反射镜(17.1.2)摆动;机械式激光加工头(17.1)能够对钢轨进行单束激光扫描加工。

11、根据权利要求2或3所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,车身尾部增设一个副驾驶室(3'),用于该车在轨道上运行的观察和控制。

12、根据权利要求4或5中任一所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,运动执行机构(9)包括立柱(9.1)、溜板(9.5)和工业机器人(9.6);立柱(9.1)内部安装有滚珠丝杆螺母副,其中滚珠丝杆由伺服电机驱动;工业机器人(9.6)安装在溜板(9.5)上,随着溜板(9.5)能够沿立柱(9.1)上下移动;工业机器人(9.6)的末端安装有激光加工头(17),激光加工头(17)的底部也安装有 CCD 监视设备(18);控制系统(14)内相应增加工业机器人的控制,控制系统(14)首先控制运动执行机构(9)中的溜板(9.5)载着工业机器人(9.6)沿着立柱(9.1)向下运动到合适的位置,然后再控制工业机器人(9.6)的各轴配合运动,带动激光加工头(17)调整到合适的加工工位,从而实现对钢轨表面的激光加工。

13、根据权利要求4或5中任一所述的在线式钢轨激光加工车,其特征在于,运动执行机构(9)为常规的数控机床或/和多轴工业机器人。

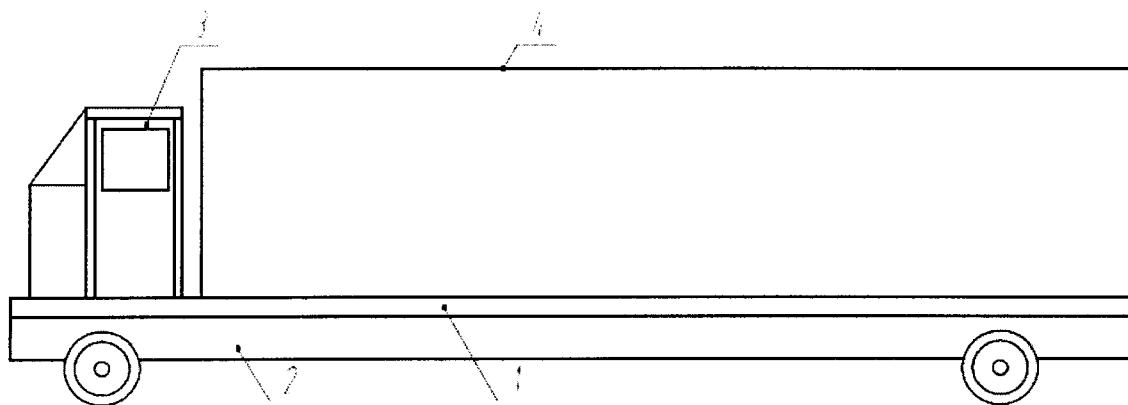


图 1

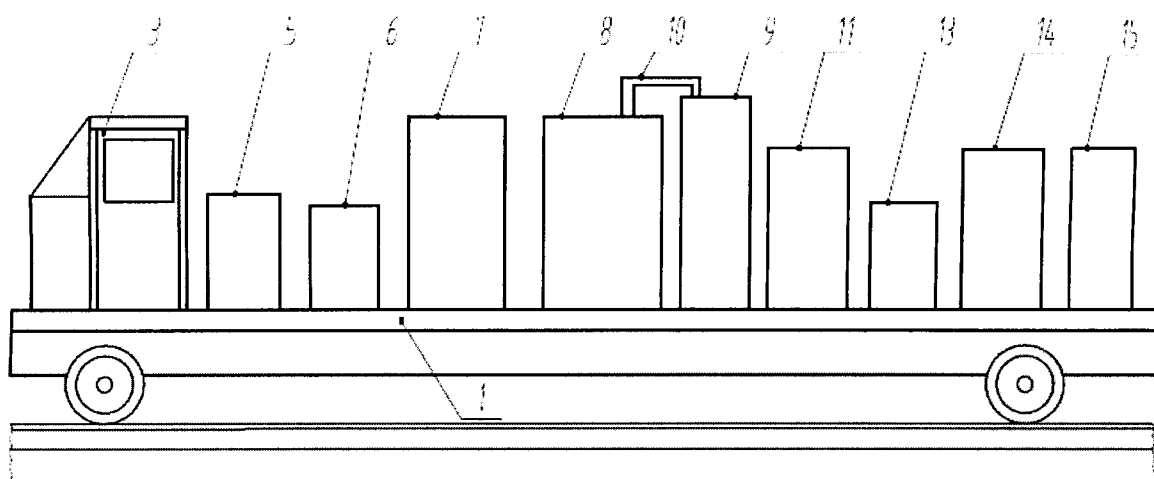


图 2

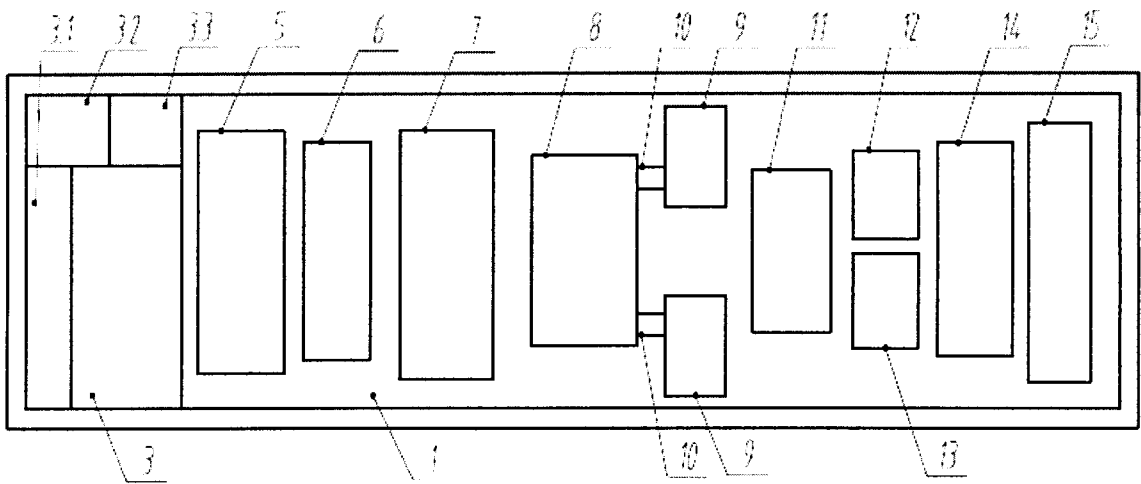


图 3

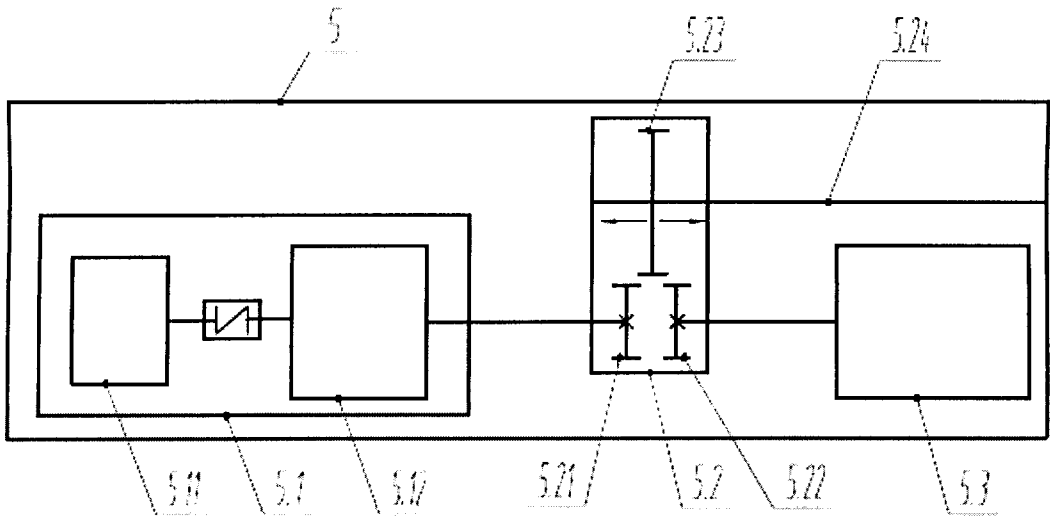


图 4

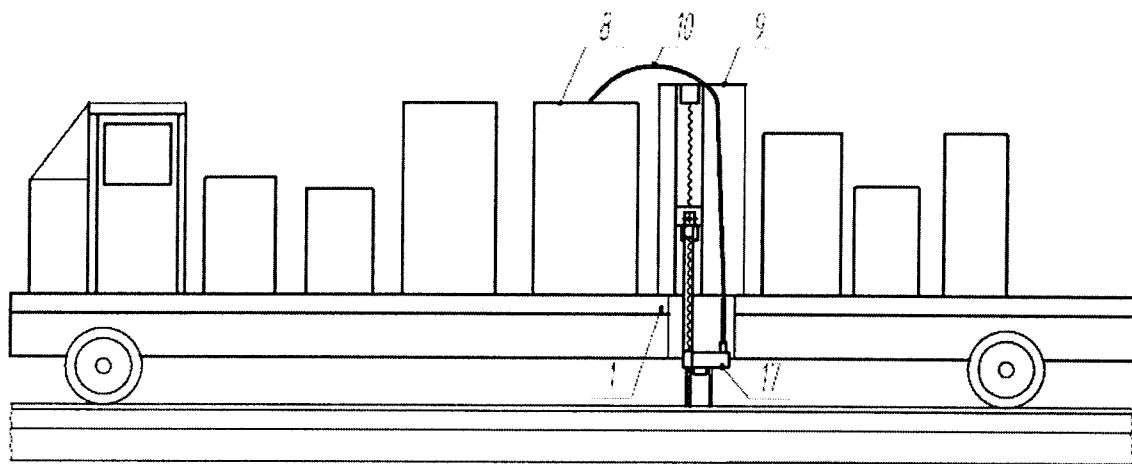


图 5

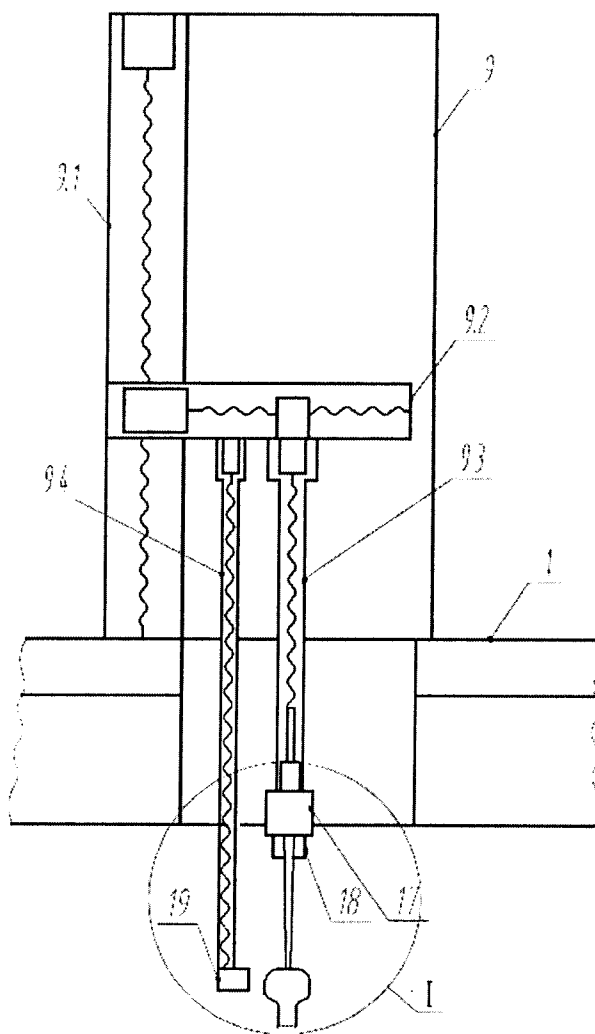


图 6

3/10

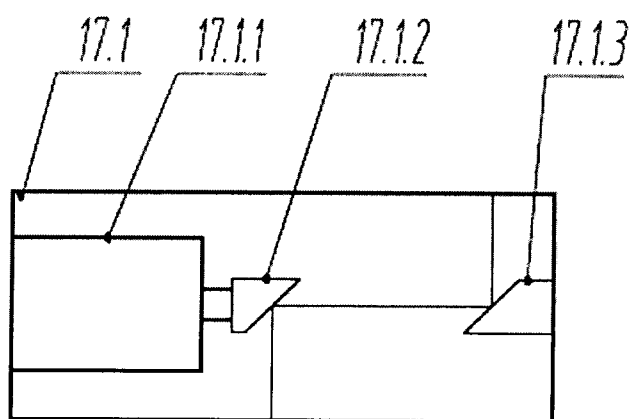


图 7

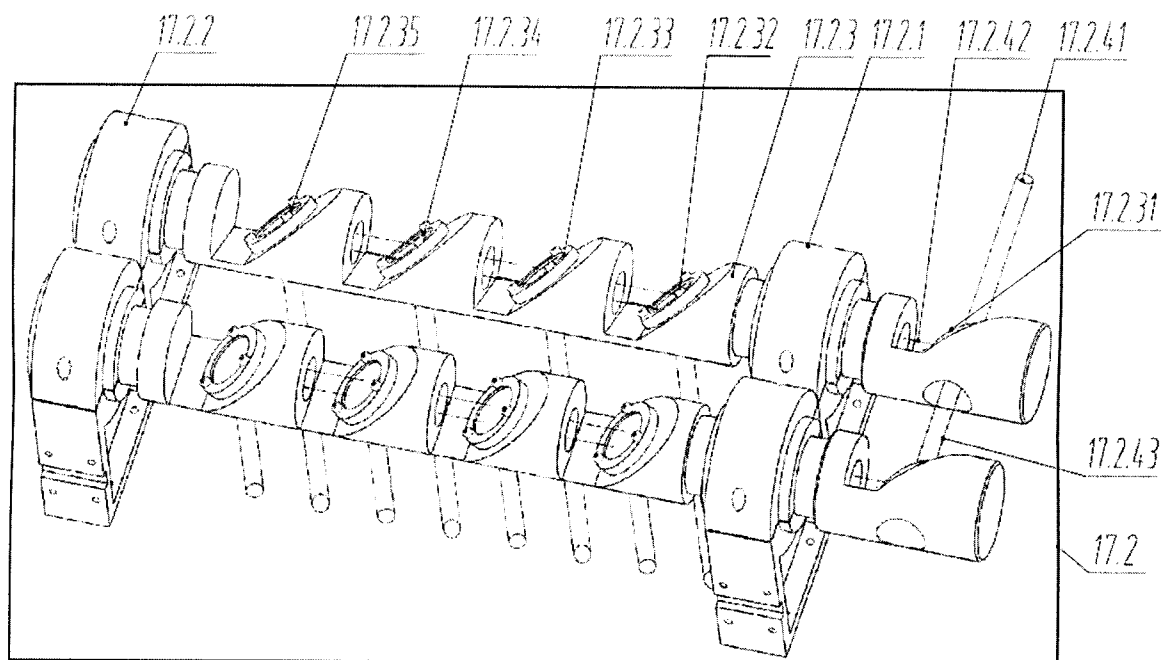


图 8

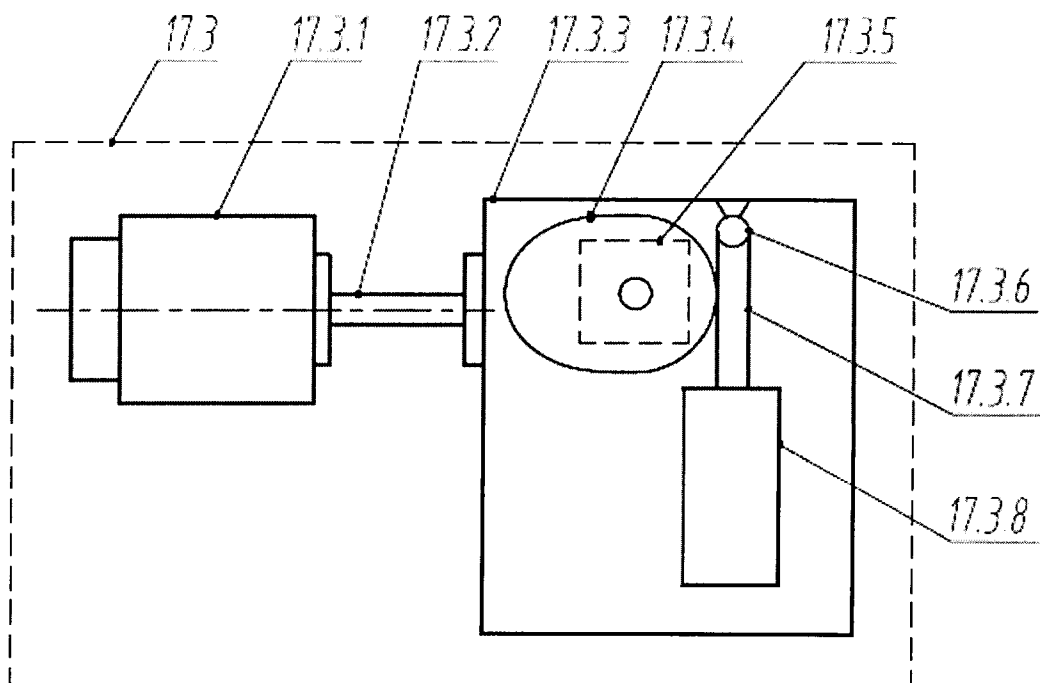


图 9(a)

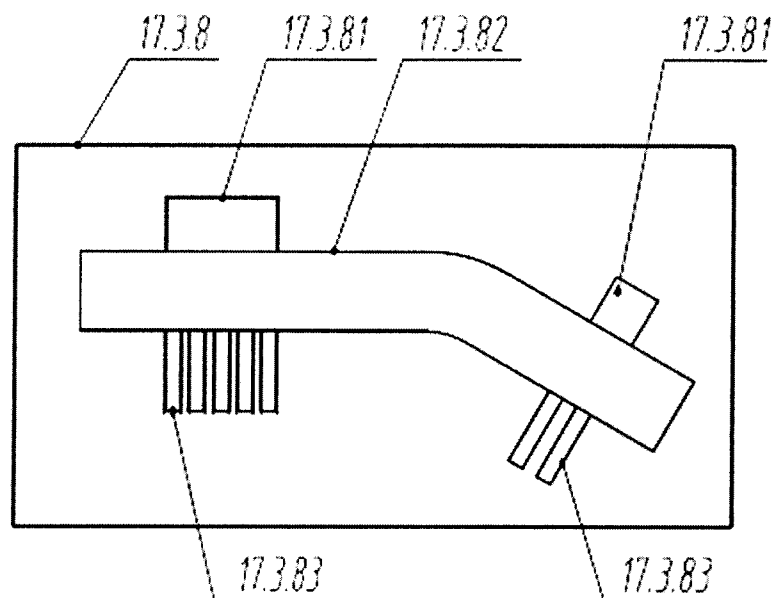


图 9(b)

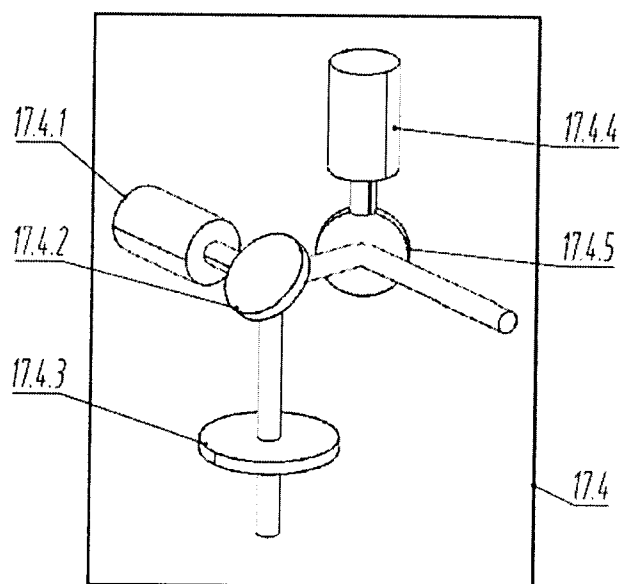


图 10

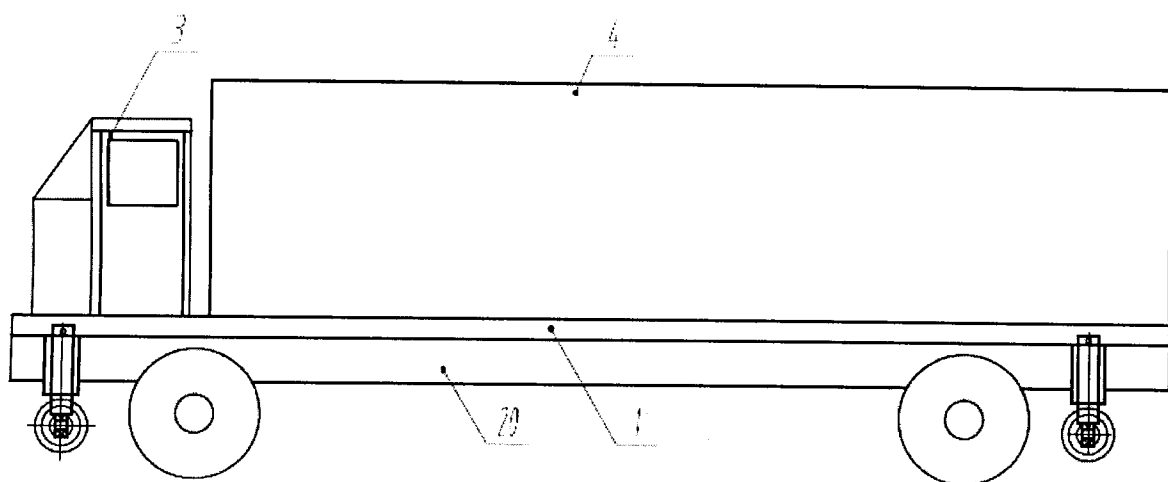


图 11

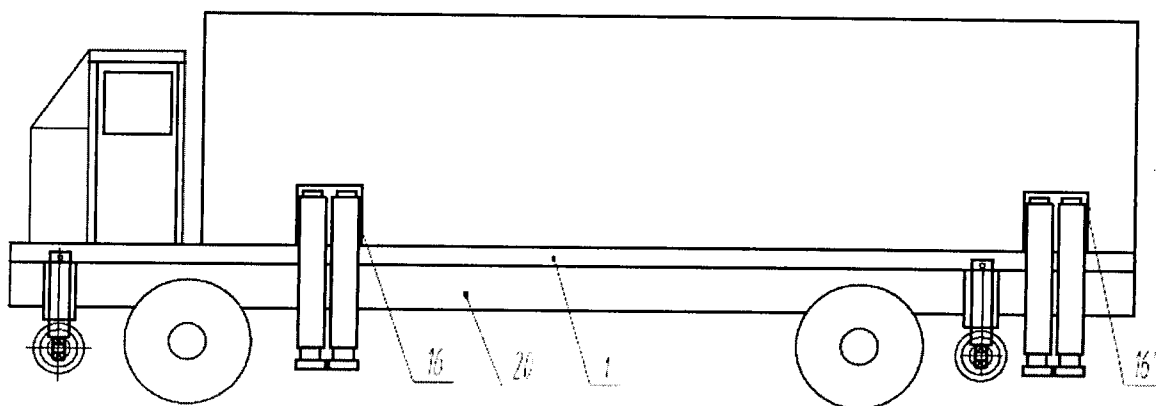


图 12

6/10

替换页(细则第26条)

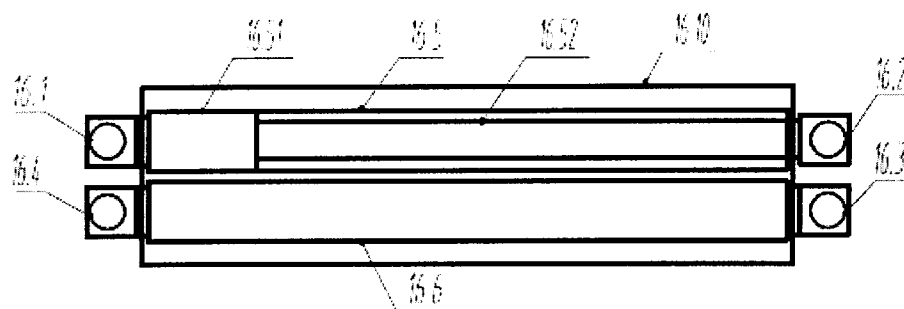
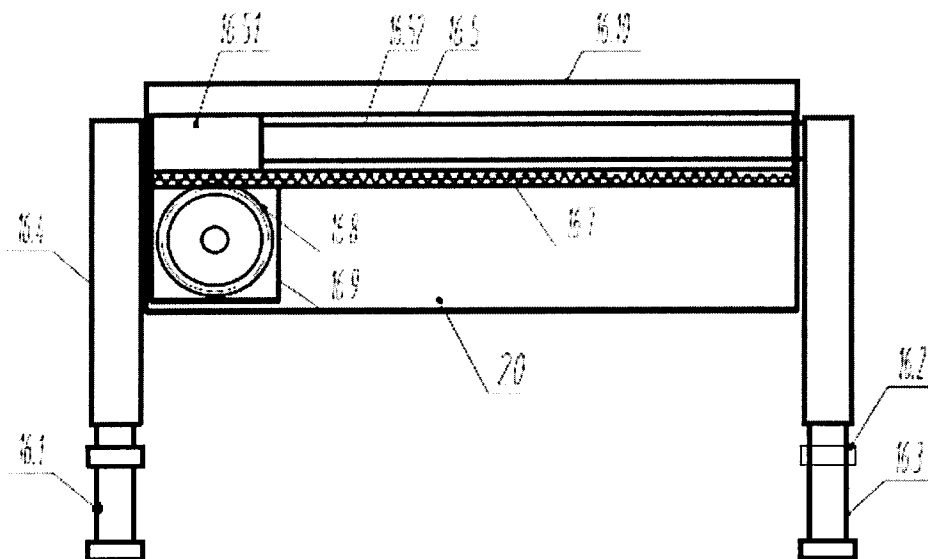


图 13(a)

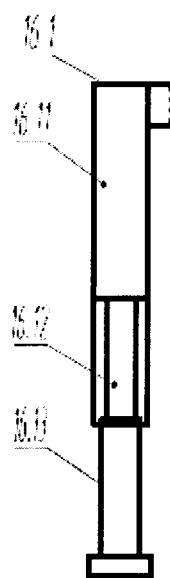


图 13(b)

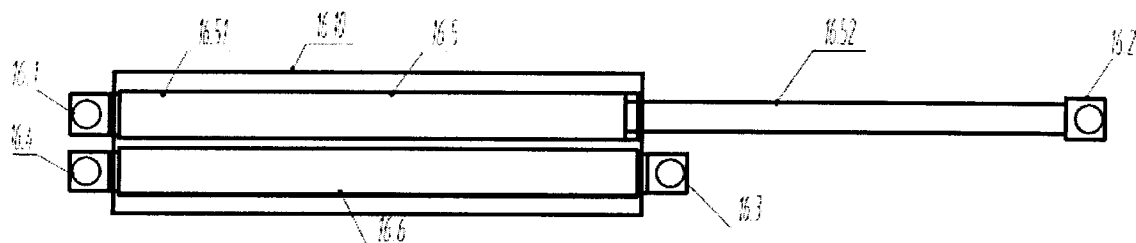
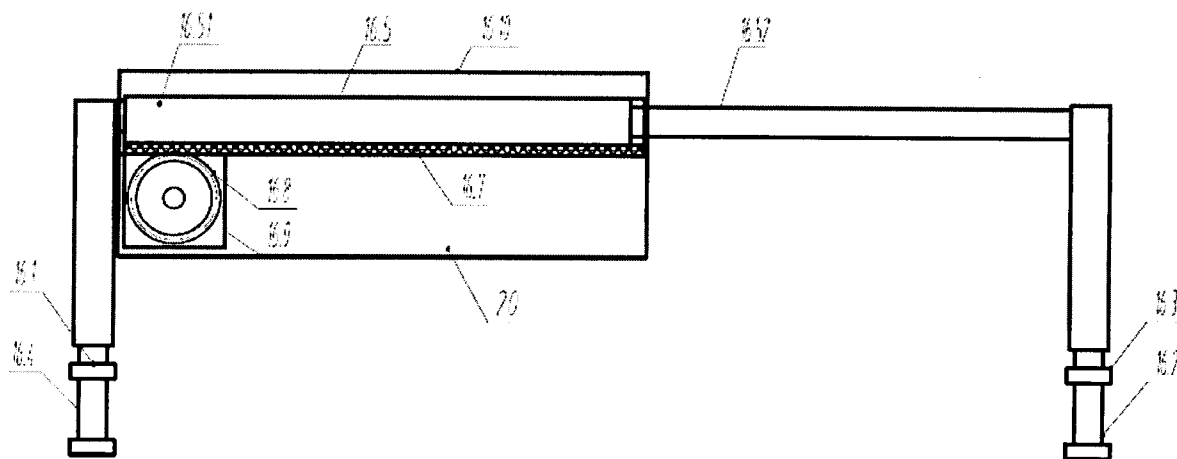


图 13(c)

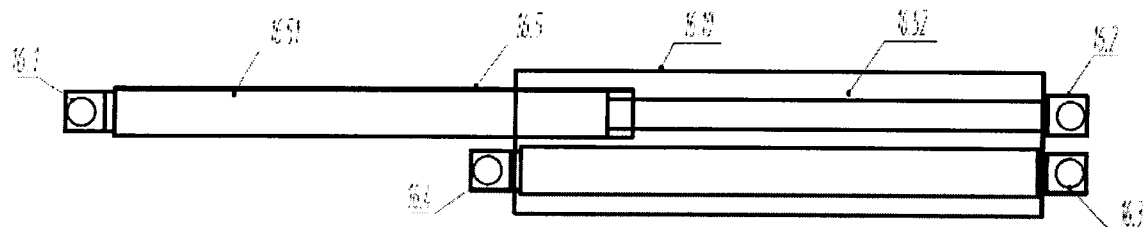
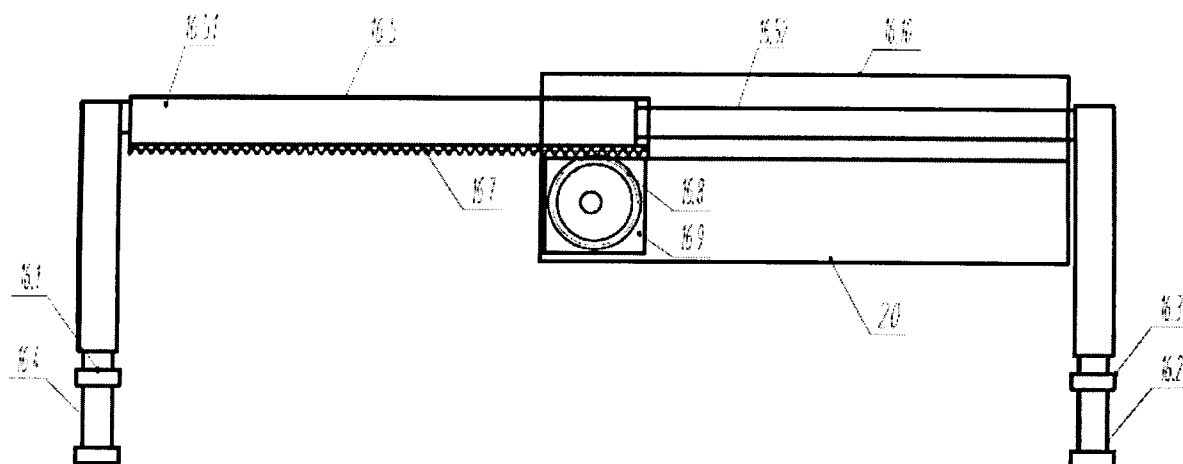


图 13(d)

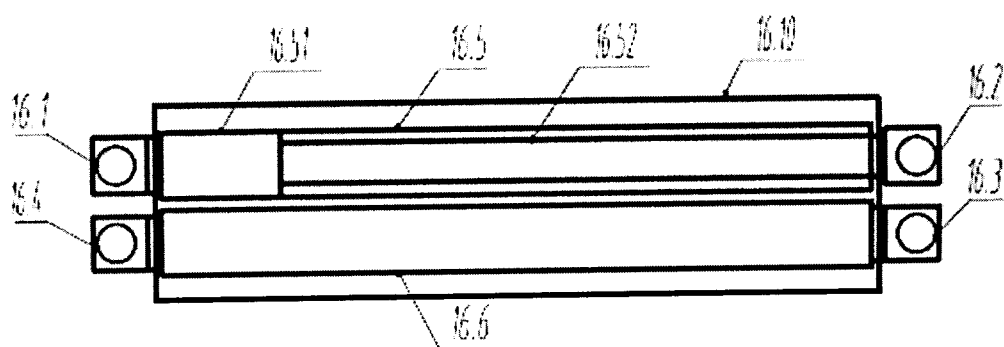
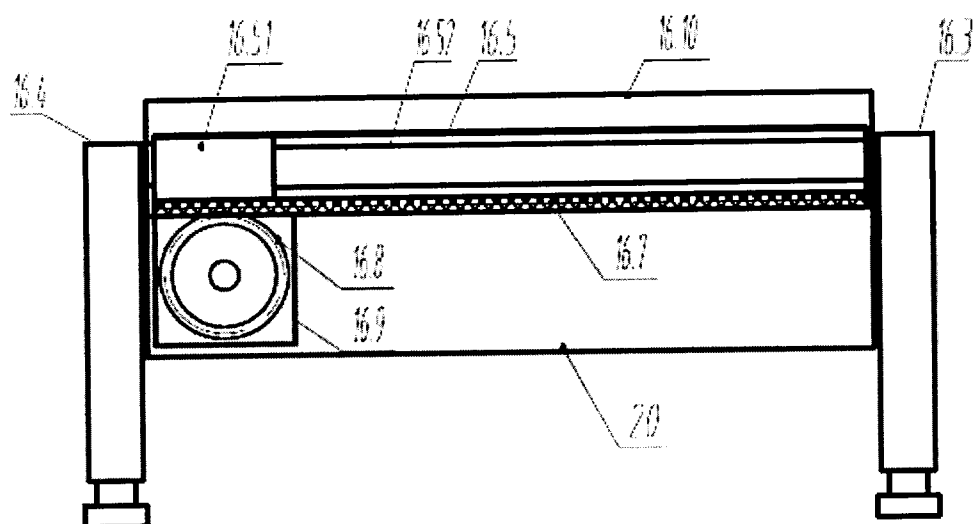


图 13(e)

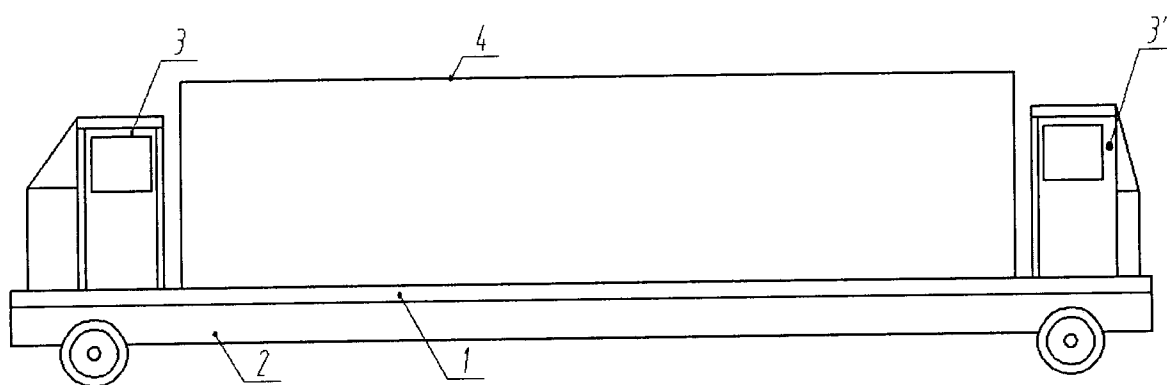


图 14

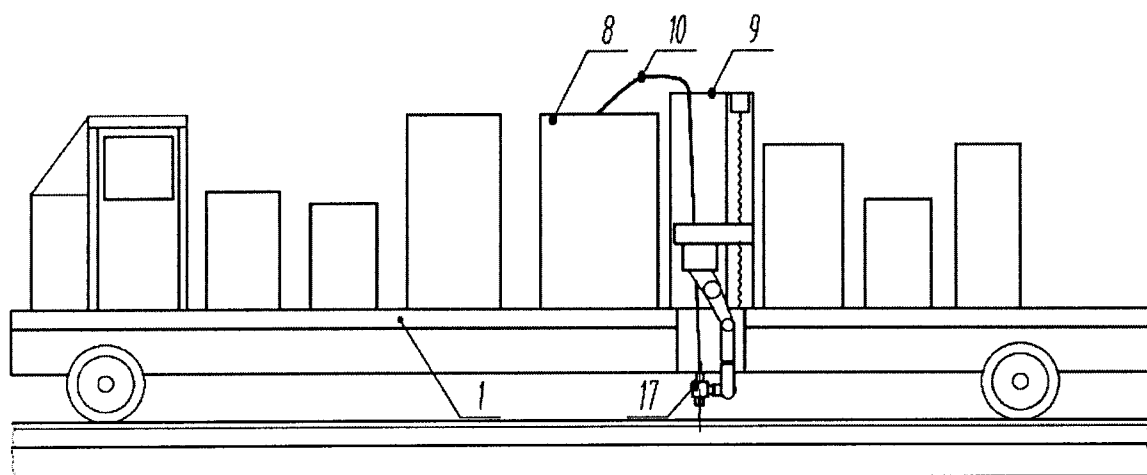


图 15

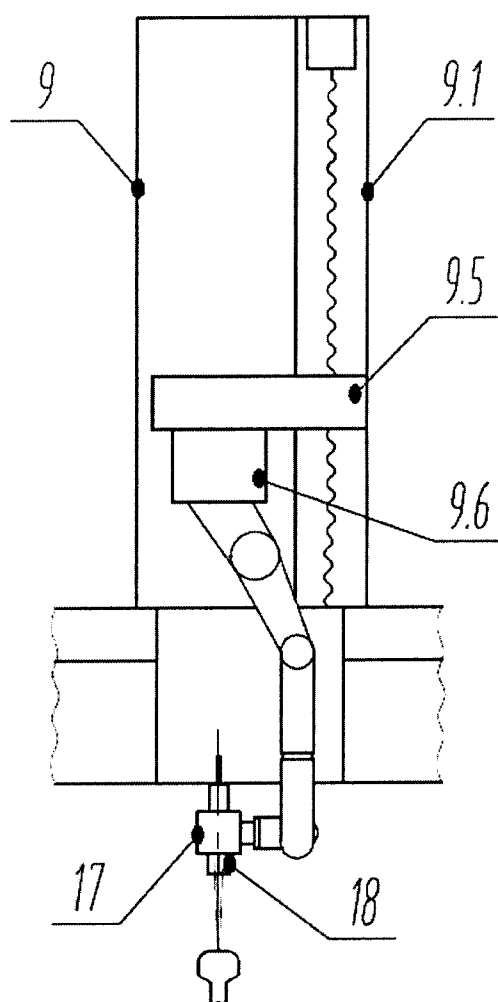


图 16

19/10

替换页(细则第26条)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/077200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E01B 31/18 (2006.01) 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)

IPC: E01B 31/-

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: vehicle, transform, laser, optical maser, switch, shift, change-over, motor, electric machine, drive, actuating device, engine, power, rail

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101403030 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY et al.), 08 April 2009 (08.04.2009), the whole document	1-13
A	CN 1434170 A (ZHANG, Zhunsheng et al.), 06 August 2003 (06.08.2003), the whole document	1-13
A	WO 2005080686 A1 (FAVILLI, S. et al.), 01 September 2005 (01.09.2005), the whole document	1-13
PX	CN 102776812 A (WUHAN NRD LASER ENGINEERING CO., LTD. et al.), 14 November 2012 (14.11.2012), claims 1-13	1-13
PX	CN 202809417 U (WUHAN NRD LASER ENGINEERING CO., LTD. et al.), 20 March 2013 (20.03.2013), claims 1-13	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 01 July 2013 (01.07.2013)	Date of mailing of the international search report 15 August 2013 (15.08.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHAO, Jie Telephone No.: (86-10) 62085192

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/077200

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101403030 A	08.04.2009	None	
CN 1434170 A	06.08.2003	None	
WO 2005080686 A1	01.09.2005	EP 1600115 A1	30.11.2005
		US 2005266369 A1	01.12.2005
		DE 602005012021 E	12.02.2009
		ES 2320232 T3	20.05.2009
		IT 1353833 B	06.02.2009
		ITFI 20040044 A1	23.05.2004
CN 102776812 A	14.11.2012	None	
CN 202809417 U	20.03.2013	None	

A. 主题的分类		
E01B 31/18(2006.01) 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)		
IPC: E01B31/-		
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))		
CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC:激光, 轨, 车, 驱动, 电机, 马达, 电动机, 发动机, 切换, 转换, 转变, 变换, laser, optical maser, switch, shift, change-over, motor, electric machine, drive, actuating device, engine, power, rail		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101403030 A (华中科技大学 等) 08.4 月 2009 (08.04.2009) 全文	1-13
A	CN 1434170 A (张准胜 等) 06.8 月 2003 (06.08.2003) 全文	1-13
A	WO 2005080686 A1 (FAVILLI SANDRO 等) 01.9 月 2005 (01.09.2005) 全文	1-13
PX	CN 102776812 A (武汉新瑞达激光工程有限责任公司 等) 14.11 月 2012 (14.11.2012) 权利要求 1-13	1-13
PX	CN 202809417 U (武汉新瑞达激光工程有限责任公司 等) 20.3 月 2013 (20.03.2013) 权利要求 1-13	1-13
☐ 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 01.7 月 2013 (01.07.2013)		国际检索报告邮寄日期 15.8 月 2013 (15.08.2013)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 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 赵杰 电话号码: (86-10) 62085192

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/077200

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101403030 A	08. 04. 2009	无	
CN1434170 A	06. 08. 2003	无	
W02005080686 A1	01. 09. 2005	EP1600115 A1	30.11.2005
		US2005266369 A1	01.12.2005
		DE602005012021 E	12.02.2009
		ES2320232 T3	20.05.2009
		IT1353833 B	06.02.2009
		ITFI20040044 A1	23.05.2004
CN102776812 A	14. 11. 2012	无	
CN202809417 U	20. 03. 2013	无	