



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101949116 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 19

(21) 申请号 201010246325. X

(22) 申请日 2010. 08. 06

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 张俊 王立军 王琪 郝明明
汪丽杰

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

E01B 31/18 (2006. 01)

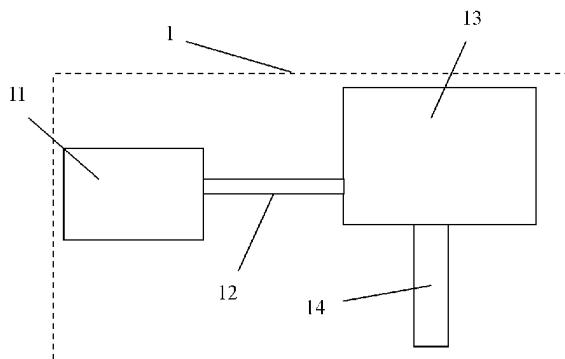
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种采用激光修补钢轨的方法

(57) 摘要

一种采用激光修补钢轨的方法，属于半导体激光器应用领域，其特点是在不拆卸钢轨的情况下，对表面有缺陷的旧钢轨进行快速可靠地修理，使其重新投入使用，而不影响交通秩序。该方法主要包括：钢轨的预清洗、钢轨信息的采集、分析整理、填粉修补、激光治金融合和轨道修补处的抛光打磨。该装置体积小、重量轻，可集成到轨道运行机车或者汽车上，用于轨道的日常维护或抢险修理中。



1. 一种采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤一、设定钢轨高度方向为 Y 轴、钢轨宽度方向为 X 轴、钢轨长度方向为 Z 轴;

步骤二、通过 CCD 相机对轨道进行扫描,采集 X、Y 两个方向的数值;

步骤三、将步骤二中 CCD 相机采集到的 Y 方向的数值在计算机中与标准钢轨表面的高度进行对比,若差值 $\geq 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 为需要修补的破损处,执行步骤四;若差值 $< 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 不需要修补,返回步骤二;

步骤四、以标准钢轨表面的高度记为 $Y = 0$,Y 方向高度差为真实高度差的负值,通过 CCD 相机沿 Z 方向周期为 2mm 记录一次 X、Y 两个方向的数值,据此在计算机中建立立体坐标,立体坐标中 X 方向记录缺陷的位置,Y 方向记录缺陷的高度差;

步骤五、补粉系统 (1) 根据步骤四中构建的立体坐标,在伺服电机的带动下采用方波式运动对破损处进行精确添粉;

步骤六、利用半导体激光器模块 (2) 通过激光头 (3) 对步骤五中添粉后的破损处照射,使金属粉末与钢轨冶金结合;通过伺服电机控制激光头 (3) 在照射过程中以方波形式运动,进而使激光头 (3) 输出的光斑为矩形光斑;

步骤七、通过打磨机对步骤六中钢轨的冶金修补处进行打磨、抛光,完成对钢轨的修补。

2. 根据权利要求 1 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,在步骤一之前需要对钢轨进行清洗,步骤如下:

步骤 A、通过高压喷雾器将液体经高压喷头以不低于 1MPa 的压力直接对钢轨进行冲洗,并残留下一层液膜;

步骤 B、通过半导体激光器模块 (2) 照射轨道使步骤 A 中的液膜气化,半导体激光器模块 (2) 输出的光斑为矩形光斑;

步骤 C、通过鼓风机将步骤 B 中气化后的液膜吹离钢轨表面,完成钢轨的清洗。

3. 根据权利要求 1 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述半导体激光器模块 (2) 包括半导体激光器 (21)、准直透镜 (22) 和准直变焦元件 (23),半导体激光器 (21) 发出的激光经准直透镜 (22) 准直,然后经准直变焦元件 (23) 聚焦形成矩形光斑,准直变焦元件 (23) 对 X 方向变焦,其变焦倍数 > 5 ,在 X 方向的最大尺寸和钢轨宽度相等。

4. 根据权利要求 3 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述半导体激光器 (21) 的转换效率 $\geq 40\%$,照射在钢轨表面的激光功率密度为 $10^4\text{W/cm}^2 \sim 10^6\text{W/cm}^2$,激光器的工作方式为脉冲或连续。

5. 根据权利要求 1 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述 CCD 相机摄取范围 Z 方向 $> 200\text{mm}$,X 方向 $>$ 钢轨宽度,频率 $> 20\text{Hz}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述激光头 (3) Z 方向的一侧沿 X 方向开有横槽,补粉系统 (1) 的送粉管 (14) 通过横槽在 X 方向移动,其最大移动范围与钢轨表面的宽度相等。

7. 根据权利要求 1 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述修补中用的粉末包括钢轨的基本材料组分和有助于增强钢轨表面特性的粉末。

8. 根据权利要求 7 所述采用激光修补钢轨的方法,其特征在于,所述钢轨的基本材料组分为碳、锰、硅、硫和磷,所述有助于增强钢轨表面特性的粉末为钢、铬、镍、钼、钒、钛或铜。

一种采用激光修补钢轨的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光技术在现代轨道交通系统中的应用，该钢轨包括铁路、地铁、轻轨等交通系统中的钢轨。

背景技术

[0002] 随着人类社会的进步，人口流动和货物运送量的日益增加，致使交通运输的压力也越来越重。轨道交通因其出货量大和运送速度快等优点，已成为了交通运输中的主力军。轨道交通主要包括铁路、地铁和轻轨等有轨机车，它在中国乃至全世界有很大的发展。

[0003] 目前世界铁路约 137 万公里，超过 60% 是标准轨距（维基）：中国 8.6 万公里（铁道部 2009 年底数据），美国 22.6 万公里（CIA2007 年），日本 2.7 万公里（日本铁道），印度 6.3 万公里（印度铁道部 2009 年），欧盟 23.7 万公里（欧盟网站），俄罗斯 8.6 万公里（俄罗斯铁道部）。从上述数据可看出铁路运输在世界各个国家具有很广阔的分布，我国未来几年在铁路建设上也有新的发展。在地铁建设方面，我国各城市地铁建设规划，2010 年地铁建设达 480 公里，2011～15 年达 2411 公里，2016～20 达 3053 公里，2011～2015 年地铁新增线路长度复合增速为 21%，2010～15 年地铁建设投资规划额将达 11568 亿元，2011～2015 年的预计投资额是 2010 年的 5.93 倍。在轻轨方面也同样有大的发展。由以上数据可看出轨道交通在我国未来的规划蓝图是非常宏伟的。

[0004] 钢轨是轨道的重要组成部件，它与轨枕、道床（含路基）组成一个完整的铁道路线，支承及引导机车车头和车厢的车轮，使机车安全运行。铁路上使用的钢轨承受着列车重量的巨大压力，以及冲击、弯曲、温度变化产生的应力，因此需要使用经热处理后具有综合性能良好的钢材。铁路钢轨对钢的要求比一般性应用更为严格。例如，一个小瑕疵，在建筑物使用的钢筋内出现可能不会产生任何问题，但发生在铁路钢轨上则随时会导致路轨断裂而引发列车出轨，导致不堪设想的后果。运行表面和火车轮之间的摩擦是引起钢轨磨损的主要原因，并在小弯道，坡道和速度急剧变化时尤为严重。钢轨在长年累月的使用中，受到运行机车的挤压，钢轨本身会产生很大的磨损，易损坏；同时由于暴露在风霜雨雪中，很容易被侵蚀，同时钢轨上面污质容易积累，轨道发生变形等，诸如表面波纹和变形等钢轨磨损加剧了钢轨的损坏，影响了乘客舒适感，增大了震动和噪音，这就为轨道交通的安全造成很大的隐患，因此对钢轨本身的维护和修理就变得很必要。

[0005] 钢轨的种类及强度以 kg/m 表示。每米越重的钢轨所能承受的重量亦越大。现在欧洲的铁路常见的钢轨有以下多种重量：40kg/m、50kg/m、60kg/m，中国则有：50kg/m、60kg/m、75kg/m，主要线路使用的是 60kg/m 或 75kg/m 的钢轨。一般的有缝焊接的钢轨一段大约为 20m 左右，而无缝焊接的钢轨可能达到上百公里。由上面的重量和钢轨长度可知，先不考虑对交通秩序的影响，单从运输的方面来说，更换一根主要线路的钢轨就是非常困难的事。直接在铁路上对钢轨进行修理，除了在成本上占据优势，省时省力，不影响交通也是非常重要的。

发明内容

[0006] 为了解决钢轨及时可靠的修补问题,本发明提出了一种采用激光修补钢轨的方法。

[0007] 本方法通过如下步骤实现:

[0008] 步骤一、设定钢轨高度方向为 Y 轴、钢轨宽度方向为 X 轴、钢轨长度方向为 Z 轴;

[0009] 步骤二、通过 CCD 相机对轨道进行扫描,采集 X、Y 两个方向的数值;

[0010] 步骤三、将步骤二中 CCD 相机采集到的 Y 方向的数值在计算机中与标准钢轨表面的高度进行对比,若差值 $\geq 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 为需要修补的破损处,执行步骤四,若差值 $< 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 不需要修补,返回步骤二;

[0011] 步骤四、以标准钢轨表面的高度记为 $Y = 0$,Y 方向高度差为真实高度差的负值,通过 CCD 相机沿 Z 方向周期为 2mm 记录一次 X、Y 两个方向的数值,据此在计算机中建立立体坐标,立体坐标中 X 方向记录缺陷的位置,Y 方向记录缺陷的高度差;

[0012] 步骤五、补粉系统根据步骤四中构建的立体坐标,在伺服电机的带动下采用方波式运动对破损处进行精确添粉;

[0013] 步骤六、利用半导体激光器模块通过激光头对步骤五中添粉后的破损处照射,使金属粉末与钢轨冶金结合;激光头在照射过程中通过伺服电机的带动以方波形式运动,激光头输出的光斑为矩形光斑;

[0014] 步骤七、通过打磨机对步骤六中钢轨的冶金修补处进行打磨、抛光,完成对钢轨的修补。

[0015] 本发明的有益效果,此装置可在不拆卸钢轨的情况下,现场修理磨损钢轨,具有修理成本低、绿色无污染;修理涂层与基底冶金结合,表层涂料含有可增加钢轨耐磨、耐腐蚀性能的粉末,可提高修理钢轨的性能;精确送粉,净形修理,合理使用粉末和激光功率,节约运行成本和资源,同时可减少后工艺;可用于钢轨的日常维护和抢险修理,安全性高,修理速度快;修理方法简便,修理设备简单。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明激光修补钢轨方法中补粉系统结构示意图;

[0017] 图 2 是本发明激光修补钢轨方法中半导体激光器模块示意图;

[0018] 图 3 是本发明激光修补钢轨方法中激光头结构示意图。

图 4 是本发明激光修补钢轨方法中激光头的剖视图。

[0019] 图中:1- 补粉系统,11- 鼓风机,12- 风管,13- 粉仓,14- 送粉管;2- 半导体激光模块,21- 半导体激光器,22- 准直透镜,23- 准直变焦元件;3- 激光头,31- 激光头外壳,32- 柱透镜,33- 光窗口,34- 保护罩,35- 入射激光束,36- 送粉窗口。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0021] 本发明的一种采用激光修补钢轨的方法,由以下步骤完成:

[0022] 步骤一、设定钢轨高度方向为 Y 轴、钢轨宽度方向为 X 轴、钢轨长度方向为 Z 轴;

[0023] 步骤二、通过 CCD 相机对轨道进行扫描,采集 X、Y 两个方向的数值;

[0024] 步骤三、将步骤二中 CCD 相机采集到的 Y 方向的数值在计算机中与标准钢轨表面的高度进行对比,若差值 $\geq 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 为需要修补的破损处,执行步骤四,若差值 $< 1\text{mm}$,则判定该点 (X, Y) 不需要修补,返回步骤二;

[0025] 步骤四、以标准钢轨表面的高度记为 $Y = 0$,Y 方向高度差为真实高度差的负值,通过 CCD 相机沿 Z 方向周期为 2mm 记录一次 X、Y 两个方向的数值,据此在计算机中建立立体坐标,立体坐标中 X 方向记录缺陷的位置,Y 方向记录缺陷的高度差;

[0026] 步骤五、补粉系统根据步骤四中构建的立体坐标,在伺服电机的带动下采用方波式运动对破损处进行精确添粉;

[0027] 步骤六、利用半导体激光器模块 2 通过激光头 3 对步骤五中添粉后的破损处照射,使金属粉末与钢轨冶金结合;激光头 3 在照射过程中通过伺服电机的带动以方波形式运动,激光头 3 输出的光斑为矩形光斑;

[0028] 步骤七、通过打磨机对步骤六中钢轨的冶金修补处进行打磨、抛光,完成对钢轨的修补。

[0029] 在步骤一之前需要对钢轨进行清洗,步骤如下:

[0030] 步骤 A、通过高压喷雾器将液体经高压喷头以不低于 1MPa 的压力直接对钢轨进行冲洗,并残留下一层液膜;

[0031] 步骤 B、通过半导体激光器模块 2 照射轨道使步骤 A 中的液膜气化,通过半导体激光器模块 2 输出的光斑为矩形光斑;

[0032] 步骤 C、通过鼓风机将步骤 B 中气化后的液膜吹离钢轨表面,完成钢轨的清洗。

[0033] 如图 1 所示,补粉系统 1 由鼓风机 11、风管 12、送粉仓 13 和送粉管 14 组成,鼓风机 11 通过风管 12 与送粉仓 13 相连,在风管 12 吹入的风力辅助下,送粉仓 13 里的粉末通过送粉管 14 输送到钢轨表面待修理的缺陷处。

[0034] 如图 2 所示,半导体激光器模块由半导体激光器 21、准直透镜 22 和准直变焦元件 23 组成,如图 2 所示。半导体激光器 21 输出的光,经过准直透镜 22 将光束准直,然后再经过准直变焦元件 23 调节光束在 X 方向的大小,而不影响 Z 方向的光束尺寸。经过准直变焦元件后的光束仍为准直光束。最后通过激光头 对光束 Z 方向聚焦,形成矩形光斑打在钢轨表面。

[0035] 如图 3 所示,激光头 3 由激光头外壳 31,柱透镜 32,光窗口 33 和保护罩 34 组成,在保护罩的 Z 方向一侧沿 X 方向开有一个送粉窗口 36,用于送粉管道 7 通过。变焦后的准直光束 35 由柱透镜 32 在 Z 方向上聚焦,其焦点在钢轨上方。中间有一个光窗口 33,其作用是防止在加工过程中,飞溅物损坏透镜,起保护透镜的作用。下端的保护罩 34 的作用是防止散射或反射的激光对周围环境造成影响。

[0036] 修补中用的粉末除了钢轨的基本材料组分碳、锰、硅、硫和磷等外,还包含一些有助于增强钢轨表面特性的粉末,如钼、铬、镍、钼、钒、钛或铜。

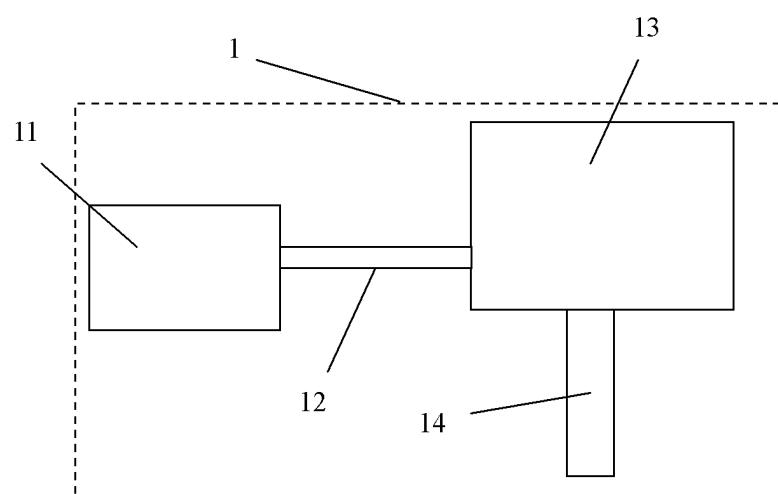


图 1

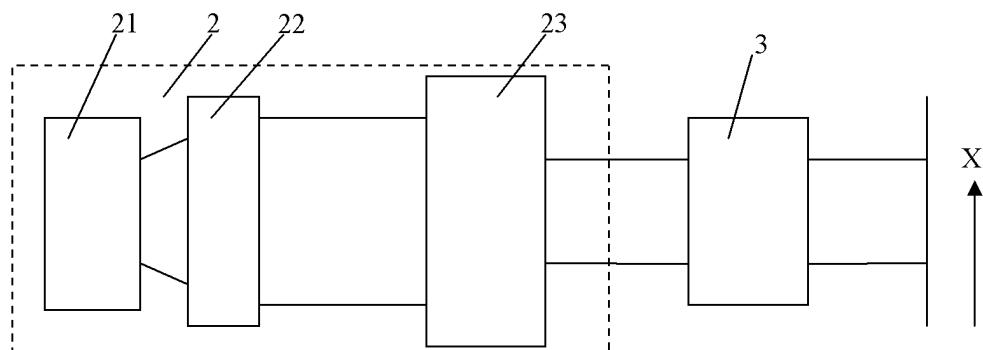


图 2

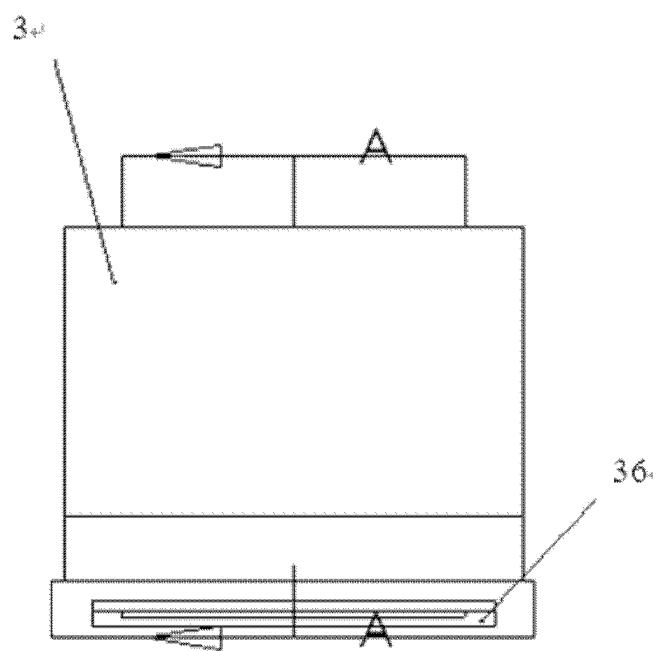


图 3

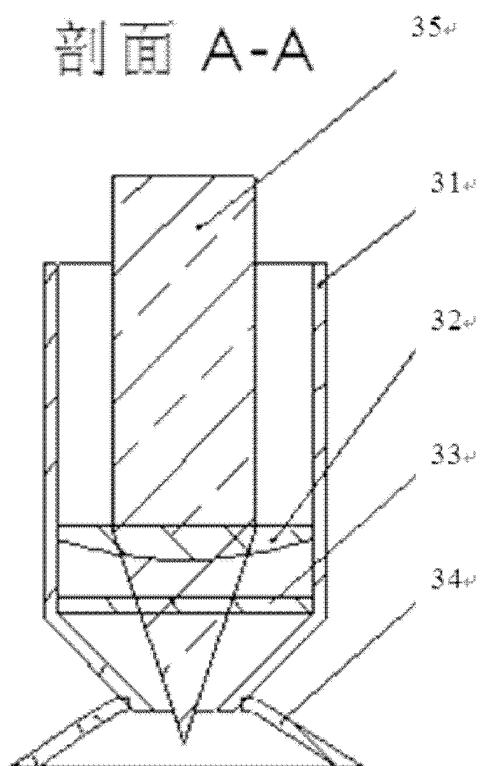


图 4