



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101943802 A

(43) 申请公布日 2011.01.12

(21) 申请号 201010262587.5

E01B 31/18(2006.01)

(22) 申请日 2010.08.26

H01S 5/40(2006.01)

(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 张志军 王立军 郝明明 朱洪波
张俊

(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.

G02B 27/28(2006.01)

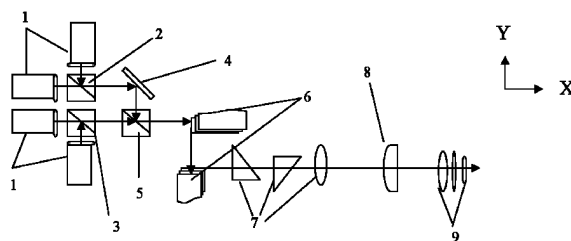
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置

(57) 摘要

本发明涉及钢轨硬化的光学装置领域,特别是一种火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置。本发明包括半导体激光二极管堆、偏振耦合棱镜、波长耦合棱镜、平面反射镜、对称阶梯镜、光束压缩镜、慢轴准直镜、光学工作镜组和激光头,多个带有快轴准直镜的半导体激光二极管堆利用波长耦合、偏振耦合的原理实现耦合成一束光输出。通过一整套光学系统的光路设计,将激光束导入到激光头,得到激光钢轨硬化所需的理想的光斑。本发明能量利用率高,结构紧凑,便于携带和现场使用,可控性好,操作简单,运行和维护成本低,使用寿命长;光束能量均匀分布,而且不需要采用钢轨表面磷化、黑化等措施,可避免喷涂吸收层带来的负面影响。



1. 火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,包括半导体激光二极管堆(1)、第一偏振耦合棱镜(2)、第二偏振耦合棱镜(3)、平面反射镜(4)、波长耦合棱镜(5)、对称阶梯镜(6)、光束压缩镜(7)、慢轴准直镜(8)、光学工作镜组(9)和激光头(10),其特征在于,第一偏振耦合棱镜(2)的X、Y方向上各放置一个半导体激光二极管堆(1),半导体激光二极管堆(1)的光轴与第一偏振耦合棱镜(2)的中心在同一条直线上,第一偏振耦合棱镜(2)的X出光方向上放置平面反射镜(4);第二偏振耦合棱镜(3)的X、Y方向上各放置一个半导体激光二极管堆(1),半导体激光二极管堆(1)的光轴与第二偏振耦合棱镜(3)的中心在同一条直线上,第二偏振耦合棱镜(3)的X出光方向上放置波长耦合棱镜(5),其中心与波长耦合棱镜(5)的中心在同一条直线;波长耦合棱镜(5)对应平面反射镜(4),波长耦合棱镜(5)的X出光方向上放置对称阶梯镜(6),波长耦合棱镜(5)的光轴与对称阶梯镜(6)的光轴在同一条直线,对称阶梯镜(6)的出光方向上依次放置光束压缩镜(7)、慢轴准直镜(8)、光学工作镜组(9)和激光头(10)。

2. 根据权利要求1所述的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,其特征在于,所说的平面反射镜(4)与第一偏振耦合棱镜(2)和波长耦合棱镜(5)的镀膜面平行。

3. 根据权利要求1所述的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,其特征在于,所说的对称阶梯镜(6)的出光方向与光束压缩镜(7)、慢轴准直镜(8)、光学工作镜组(9)、激光头(10)的中心均在同一直线。

4. 根据权利要求1所述的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,其特征在于,所说的半导体激光二极管堆(1)上装有快轴准直镜。

火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及钢轨硬化的光学装置领域,特别是一种火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置。

背景技术

[0002] 铁路是关系到国计民生的重要交通设施,钢轨是铁路轨道的重要组成部分,所以钢轨的质量是非常重要的。在实际应用中,随着列车速度、运量和轴重的提高,钢轨表面及侧表面所受到车轮的摩擦是非常强烈的,磨损非常严重,钢轨磨损失效的速率也越来越快,对钢轨的寿命和安全性非常不利,我国每年用于更换和维修损伤钢轨的直接费用达到数亿元人民币,为了提高其耐磨损性能,我们对钢轨的表面进行硬化技术处理,提高钢轨的耐磨性,延长钢轨的使用寿命和更换周期。当对钢轨的表面进行硬化技术处理时,我们需要设计激光光学装置,该激光光学装置将激光线性聚焦,得到激光钢轨硬化所需要的理想化光斑。因此,研制出满足钢轨硬化所需要的激光装置势在必行。

发明内容

[0003] 针对上述情况,为解决现有技术之缺陷,本发明提供一种火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,可有效解决钢轨使用寿命短、耐磨性差的问题。

[0004] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是,火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,包括半导体激光二极管堆、第一偏振耦合棱镜、第二偏振耦合棱镜、平面反射镜、波长耦合棱镜、对称阶梯镜、光束压缩镜、慢轴准直镜、光学工作镜组和激光头,第一偏振耦合棱镜的 X、Y 方向上各放置一个半导体激光二极管堆,半导体激光二极管堆的光轴与第一偏振耦合棱镜的中心在同一条直线上,第一偏振耦合棱镜的 X 出光方向上放置平面反射镜;第二偏振耦合棱镜的 X、Y 方向上各放置一个半导体激光二极管堆,半导体激光二极管堆的光轴与第二偏振耦合棱镜的中心在同一条直线上,第二偏振耦合棱镜的 X 出光方向上放置波长耦合棱镜,其中心与波长耦合棱镜的中心在同一条直线;波长耦合棱镜对应平面反射镜,波长耦合棱镜的 X 出光方向上放置对称阶梯镜,波长耦合棱镜的光轴与对称阶梯镜的光轴在同一条直线,对称阶梯镜的出光方向上依次放置光束压缩镜、慢轴准直镜、光学工作镜组和激光头。

[0005] 本发明的有益效果:本发明经过多个光学装置的偏振耦合和波长耦合,可以大大提高激光功率及功率密度,以达到对铁路钢轨硬化的更大的激光功率;激光光路及移动数控系统可精确地将激光光束转到钢轨加工点上。

附图说明

[0006] 图 1 是本发明的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置的结构示意图。

[0007] 图 2 是本发明的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置的实

施例示意图。

[0008] 图 3 是本发明的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置的工作位置示意图。

[0009] 图中 :1、半导体激光二极管堆,2、第一偏振耦合棱镜,3、第二偏振耦合棱镜,4、平面反射镜,5、波长耦合棱镜,6、对称阶梯镜,7、光速压缩镜,8、慢轴准直镜,9、光学工作镜组,10、激光头,11、钢轨。

具体实施方式

[0010] 以下结合附图对本发明的具体实施方式做详细说明。

[0011] 由图 1 所示,本发明的火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨硬化的光学装置,包括半导体激光二极管堆 1、第一偏振耦合棱镜 2、第二偏振耦合棱镜 3、平面反射镜 4、波长耦合棱镜 5、对称阶梯镜 6、光束压缩镜 7、慢轴准直镜 8、光学工作镜组 9 和激光头 10,第一偏振耦合棱镜 2 的 X、Y 方向上各放置一个半导体激光二极管堆 1,半导体激光二极管堆 1 的光轴与第一偏振耦合棱镜 2 的中心在同一条直线上,第一偏振耦合棱镜 2 的 X 出光方向上放置平面反射镜 4;第二偏振耦合棱镜 3 的 X、Y 方向上各放置一个半导体激光二极管堆 1,半导体激光二极管堆 1 的光轴与第二偏振耦合棱镜 3 的中心在同一条直线上,第二偏振耦合棱镜 3 的 X 出光方向上放置波长耦合棱镜 5,其中心与波长耦合棱镜 5 的中心在同一条直线;波长耦合棱镜 5 对应平面反射镜 4,波长耦合棱镜 5 的 X 出光方向上放置对称阶梯镜 6,波长耦合棱镜 5 的光轴与对称阶梯镜 6 的光轴在同一条直线,对称阶梯镜 6 的出光方向上依次放置光速压缩镜 7、慢轴准直镜 8、光学工作镜组 9 和激光头 10。

[0012] 所说的平面反射镜 4 与第一偏振耦合棱镜 2 和波长耦合棱镜 5 的镀膜面平行。

[0013] 所说的对称阶梯镜 6 的出光方向与光速压缩镜 7、慢轴准直镜 8、光学工作镜组 9、激光头 10 的中心均在同一直线。

[0014] 所说的半导体激光二极管堆 1 上装有快轴准直镜。

[0015] 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。

[0016] 由于单独的一个火车运行中利用大功率半导体激光对钢轨 11 硬化的光学装置不能完全满足对钢轨 11 硬化所需的功率,这时就需要对如图 2 的激光进行组束,激光光束经过 4 组光学装置聚焦后的再偏振耦合成一束激光经激光头 10 输出从而达到钢轨 11 硬化所需的激光功率。

[0017] 经过激光组束之后的半导体激光器装置装在火车底部,与钢轨 11 的位置关系如图 3 所示,在火车运行过程中,激光束导入到激光头 10,激光头 10 随运行的列车直接作用到钢轨 11 的表面,而且不需要采用钢轨 11 表面磷化、黑化等措施来实现对钢轨 11 的表面的硬化处理。

[0018] 根据钢轨的实际的宽度 70mm,来确定硬化宽度为 70mm。又根据光斑实际压缩的难度,确定具体的所需要的光斑尺寸为 70mm×0.5mm。又根据钢轨硬化层深度的要求:我们一般要求硬化 0.5~1mm 来满足钢轨的耐磨程度。最后来决定半导体激光器的工作方式、激光模式、激光功率、光斑尺寸、扫描速度、扫描路径等。工作方式指连续激光或脉冲激光,这

里我们使用连续激光输出。激光模式的高斯型单模光束光强分布不均匀,光斑中心能量显著高于边缘,不利于均匀硬化。因此,使多模光束能量分布比较均匀。为了确保钢轨 11 的硬化层深度在 0.5 ~ 1mm 之间,激光功率选择在 5 ~ 10 千瓦,激光功率密度选择在 $10^4 \sim 10^5 \text{W/cm}^2$ 。又根据光斑实际压缩的难度,光斑尺寸为 $70\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 。扫描速度为普通列车的速度 $85\text{Km/h} = 23600\text{mm/s}$ 。将激光束导入到激光加工头直接作用到钢轨的表面,而且不需要采用钢轨表面磷化、黑化等措施来实现对钢轨的表面的硬化处理。经硬化后硬度 Hv10/20 可以达到 800 ~ 900,比基体硬度提高 3 ~ 4 倍。以使耐磨性和控制表面压应力状态得到提高。

[0019] 激光硬化技术是利用聚焦后的激光束照射到钢轨的表面,半导体激光光束与钢轨作用过程中,钢轨表面快速加热和冷却,奥氏体化时间较短,碳在奥氏体中来不及扩散,形成高碳马氏体;钢轨的快速加热使奥氏体的形核率增大数百倍,但由于奥氏体化时间短,来不及长大,因此,生成超精细化的马氏体组织,细小的晶粒可以有效减小晶界上的集中应力,对裂纹的扩展有明显的阻碍作用,从而对钢轨韧性、硬度的提高将产生积极的作用。

[0020] 本发明输出的半导体激光波长短,容易被大多数金属所吸收,能量利用率高,光束暂态稳定性好;适合大面积表面处理;电光转换效率高,对冷却要求低,结构紧凑,体积小,占地少,便于携带和现场使用,可以简便地集成到火车车身上;可控性好,操作简单,运行和维护成本低,使用寿命长;光束能量均匀分布,而且不需要采用钢轨表面磷化、黑化等措施,可避免喷涂吸收层带来的负面影响;铁轨表面进行硬化处理,其目的是减小轮轨之间的摩擦力、增强铁轨的硬度和耐磨性。

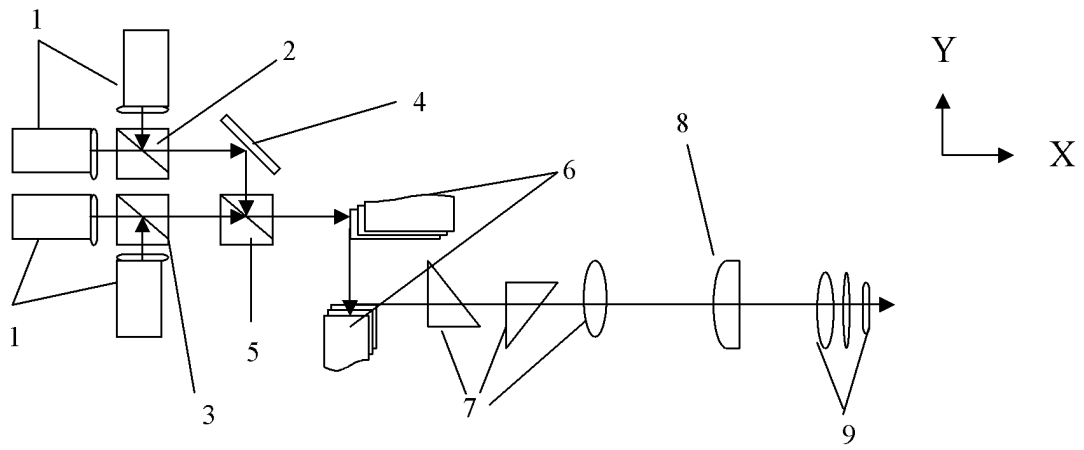


图 1

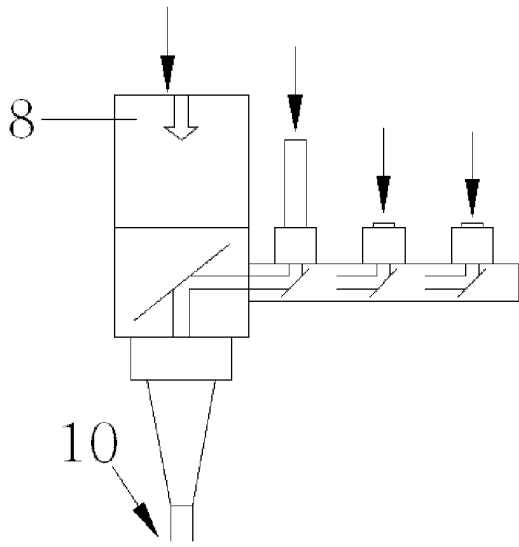


图 2

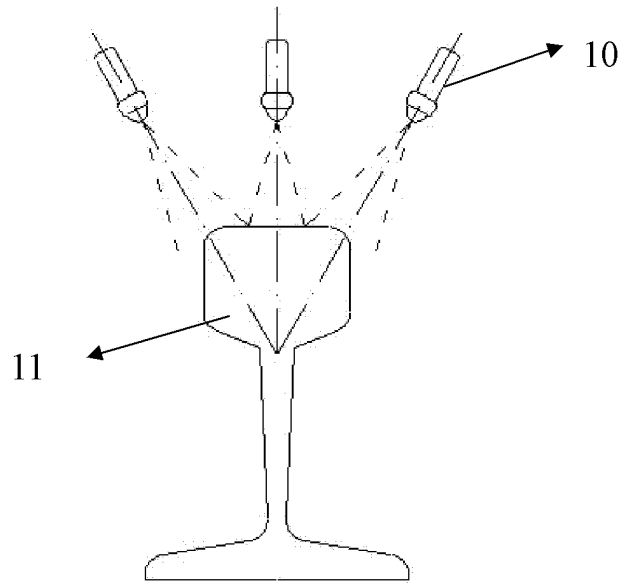


图 3