



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111983633 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 05

(21) 申请号 202010874324.3

CN 103308923 A, 2013.09.18

(22) 申请日 2020.08.26

CN 108535736 A, 2018.09.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 109375238 A, 2019.02.22

申请公布号 CN 111983633 A

CN 110888131 A, 2020.03.17

(43) 申请公布日 2020.11.24

CN 110967681 A, 2020.04.07

(73) 专利权人 中国科学院半导体研究所

EP 2448246 A1, 2012.05.02

地址 100083 北京市海淀区清华东路甲35号

JP 2017003494 A, 2017.01.05

JP H08261753 A, 1996.10.11

(72) 发明人 杨盈莹 林学春 张勇 章旭

威尔江 等. 基于RTK北斗和激光雷达的巡检机器人导航系统研究. 仪表技术与传感器. 2018, (第6期), 第58-63页.

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

张希会 等. 频控阵特征及应用前景综述. 电讯技术. 2016, 第56卷(第7期), 第826-832页.

专利代理师 任岩

Hao-fang Wang 等. Beam scanning antenna based on parabolic phase distribution lenses. IET Microwaves, Antennas & Propagation. 2020, 第14卷(第6期), 第505-509页.

(51) Int. Cl.

G01S 17/88 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

(56) 对比文件

CA 1253251 A, 1989.04.25

CN 102590795 A, 2012.07.18

审查员 杨欣

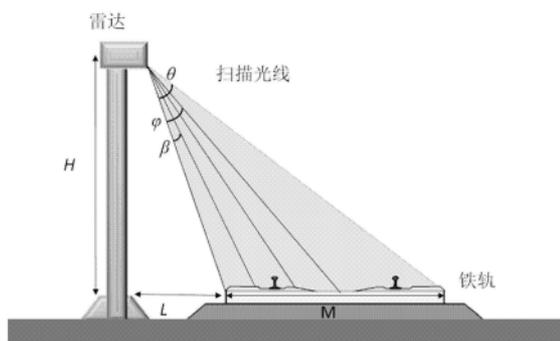
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法

(57) 摘要

一种用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法, 该所述多线三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离, 扫描步进角度为一变化值。本发明为多线雷达增加俯仰扫描的旋转电机, 使多线雷达可以增加扫描的三维空间, 实现高分辨、大角度的范围; 本发明的扫描方式, 使得多线雷达在用于铁路边界扫描时, 通过细分步进角度, 使线间隔是均匀的; 也就是, 激光照射铁轨及两侧轨道板时的扫描线间隔是均匀的, 而扫描步进角度为 α 是变化的。



1. 一种用于铁路监测的多线三维雷达,其特征在于,
所述多线三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值;

其中,所述步进距离 x 为:

$$x = \frac{M}{n}, \quad n > 1;$$

其中, n 为整数, M 为多线三维雷达对监测扫描目标的监控区域宽度;

所述扫描步进角度 α_i 为:

$$\alpha_i = \arctan \frac{L+(i+1)x}{H} - \arctan \frac{L+i \cdot x}{H}, \quad i = 0,1,2,3,4 \dots; \quad (1)$$

其中, H 为多线三维雷达距离监测扫描目标的高度, L 为多线三维雷达距离监测扫描目标监控区域的距离, α_i 为第 $i+1$ 步的扫描步进角度;

其中,所述多线三维雷达的相邻两条雷达线之间的夹角为 β ,扫描步进角度为 $\alpha_i < \beta$ 。

2. 根据权利要求1所述的多线三维雷达,其特征在于,

所述多线三维雷达上设有用于俯仰扫描的旋转电机;

所述扫描包括俯仰扫描、水平扫描中至少一种。

3. 根据权利要求1所述的多线三维雷达,其特征在于,

所述监测扫描目标包括铁轨。

4. 一种多线三维雷达的扫描方法,包括:

采用多线三维雷达对监测扫描目标扫描;

其中,所述三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值;

其中,所述步进距离 x 为:

$$x = \frac{M}{n}, \quad n > 1;$$

其中, n 为整数, M 为多线三维雷达对监测扫描目标的监控区域宽度;

所述扫描步进角度 α_i 为:

$$\alpha_i = \arctan \frac{L+(i+1)x}{H} - \arctan \frac{L+i \cdot x}{H}, \quad i = 0,1,2,3,4 \dots;$$

其中, H 为多线三维雷达距离监测扫描目标的高度, L 为多线三维雷达距离监测扫描目标监控区域的距离, α_i 为第 $i+1$ 步的扫描步进角度;

其中,所述多线三维雷达的相邻两条雷达线之间的夹角为 β ,扫描步进角度为 $\alpha_i < \beta$ 。

5. 根据权利要求4所述的扫描方法,其特征在于,

所述多线三维雷达上设有用于俯仰扫描的旋转电机;

所述扫描包括俯仰扫描、水平扫描中至少一种。

6. 根据权利要求4所述的扫描方法,其特征在于,

所述监测扫描目标包括铁轨。

用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法

技术领域

[0001] 本发明属于雷达领域,具体涉及一种用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法。

背景技术

[0002] 目前,多线雷达垂直方向的张角,大都在30度左右。在实际应用中,这个垂直方向的张角,往往不能完全覆盖住要监控的铁轨及两侧轨道板。而且线与线直接的夹角大多大于0.2度。

[0003] 雷达高度为H,距离铁轨监控区域的距离为L。监控区域宽度是M,对应的俯仰扫描角度为 θ 。多线雷达的垂直方向张角为 φ ,线与线夹角为 β 。往往在用于铁路监测时 $\theta > \varphi$,多线雷达的扫描角度无法全部覆盖监测区域,即铁轨及两侧轨道板,而且,多线雷达中线与线的角度间隔较大,导致分辨率不够。并且扫描过程中采用均匀扫描的方式,因而扫描光线照射在铁轨监控区域上的间隔并不均匀,距离雷达近的位置扫描的线与线间隔近,远处扫描间隔远。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的主要目的之一在于提出一种用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法,以期至少部分地解决上述技术问题中的至少之一。

[0005] 为了实现上述目的,作为本发明的一个方面,提供了一种用于铁路监测的多线三维雷达,其中,所述多线三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值。

[0006] 作为本发明的另一个方面,还提供了一种多线三维雷达及其扫描方法,包括:

[0007] 采用多线三维雷达对监测扫描目标扫描;

[0008] 其中,所述三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值。

[0009] 基于上述技术方案可知,本发明的用于铁路监测的多线三维雷达及其扫描方法相对于现有技术至少具有以下优势之一:

[0010] 1、本发明为多线雷达增加俯仰扫描的旋转电机,使多线雷达可以增加扫描的三维空间,实现高分辨、大角度的范围;

[0011] 2、本发明提供一种特殊的扫描方式,使得多线雷达在用于铁路边界扫描时,通过细分步进角度,使线间隔是均匀的;也就是,激光照射铁轨及两侧轨道板时的扫描线间隔是均匀的,而扫描步进角度为 α 是变化的;

[0012] 3、本发明可以通过不均匀的步进角度细分多线雷达中线与线之间的夹角,使线分辨率提高并保持一致,而且可以有效增加雷达的扫描范围(扫描的俯仰角,也就是雷达步进角度之和);不均匀的步进扫描方式使得雷达在扫描区域中线分辨率一致,可以发现更小的障碍物;只要处于雷达的扫描范围内,小于线与线之间间隔的障碍物通过这种扫描方式,仍

然能被雷达发现及扫描到;分辨角度为设置的步进角度,对应的线分辨率为扫描时的步进距离。

附图说明

[0013] 图1是本发明实施例中多线雷达扫描状态示意图;

[0014] 图2是本发明实施例中多线雷达的多条扫描线的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0016] 本发明公开了一种用于铁路监测的多线三维雷达,其中,

[0017] 所述多线三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值。

[0018] 在本发明的一些实施例中,所述步进距离 x 为:

$$[0019] \quad x = \frac{M}{n} (n > 1);$$

[0020] 其中, n 为整数, M 为多线三维雷达对监测扫描目标的监控区域宽度。

[0021] 在本发明的一些实施例中,所述扫描步进角度 α 为:

$$[0022] \quad \alpha_i = \arctan \frac{L+(i+1)x}{H} - \arctan \frac{L+i \cdot x}{H} (i = 0, 1, 2, 3, 4 \dots); \quad (1)$$

[0023] 其中, H 为多线三维雷达距离监测扫描目标的高度, L 为多线三维雷达距离监测扫描目标监控区域的距离, α_i 为第 $i+1$ 步的扫描步进角度。

[0024] 在本发明的一些实施例中,所述多线三维雷达上设有用于俯仰扫描的旋转电机;

[0025] 在本发明的一些实施例中,所述扫描包括俯仰扫描、水平扫描中至少一种;

[0026] 在本发明的一些实施例中,所述多线三维雷达的相邻两条雷达线之间的夹角为 β ,扫描步进角度为 $\alpha < \beta$ 。

[0027] 在本发明的一些实施例中,所述监测扫描目标包括铁轨。

[0028] 本发明还公开了一种多线三维雷达的扫描方法,包括:

[0029] 采用多线三维雷达对监测扫描目标扫描;

[0030] 其中,所述三维雷达在扫描过程中扫描线间隔是一恒定的步进距离,扫描步进角度为一变化值。

[0031] 在本发明的一些实施例中,所述步进距离 x 为:

$$[0032] \quad x = \frac{M}{n} (n > 1);$$

[0033] 其中, n 为整数, M 为多线三维雷达对监测扫描目标的监控区域宽度。

[0034] 在本发明的一些实施例中,所述扫描步进角度 α 为:

$$[0035] \quad \alpha_i = \arctan \frac{L+(i+1)x}{H} - \arctan \frac{L+i \cdot x}{H} (i = 0, 1, 2, 3, 4 \dots);$$

[0036] 其中,H为多线三维雷达距离监测扫描目标的高度,L为多线三维雷达距离监测扫描目标监控区域的距离, α_i 为第i+1步的扫描步进角度。

[0037] 在本发明的一些实施例中,所述多线三维雷达上设有用于俯仰扫描的旋转电机;

[0038] 在本发明的一些实施例中,所述扫描包括俯仰扫描、水平扫描中至少一种;

[0039] 在本发明的一些实施例中,所述多线三维雷达的相邻两条雷达线之间的夹角为 β ,扫描步进角度为 $\alpha < \beta$ 。

[0040] 在本发明的一些实施例中,所述监测扫描目标包括铁轨。

[0041] 以下通过具体实施例结合附图对本发明的技术方案做进一步阐述说明。需要注意的是,下述的具体实施例仅是作为举例说明,本发明的保护范围并不限于此。

[0042] 如图1-2所示,本实施例提供了一种用于铁路监测的高分辨率大角度多线三维雷达,用于铁路边界的异物侵限。多线雷达可扫描多条线,当多线雷达工作时,多线旋转能扫描多个二维平面。

[0043] 如图1所示,本实施例中多线雷达设有俯仰扫描的旋转电机,使多线雷达可以增加扫描的三维空间,实现高分辨、大角度的范围。多线雷达高度为H,距离铁轨监控区域的距离为L。监控区域宽度是M(监控区域至少覆盖铁轨,可延伸至轨旁两侧一定距离),对应的俯仰扫描角度为 θ 。多线雷达的垂直方向张角为 φ ,线与线之间的夹角为 β 。用于铁路边界的异物侵限时,多线雷达安装在立柱上,位于铁轨一侧。本实施例中多线雷达以4条雷达线为例,实际中根据需要设定,不仅限于4条雷达线,例如2、4、6、8、16、32、64、128、256条线等都可以。

[0044] 本实施例中,多线雷达发射激光沿平行铁轨方向扫描,多线雷达通过旋转电机控制,增加俯仰的扫描,使俯仰扫描角度为 θ 角,俯仰方向为垂直铁轨方向,覆盖住铁轨及两侧轨道板;扫描步进角度采用非均匀的步进角度为 α ,增大多线雷达的垂直方向张角 φ 。通常扫描步进角度是均匀的,也就是 α 恒定。本实施例中使得多线雷达在用于铁路边界扫描时,线间隔是均匀的。也就是,激光照射铁轨及两侧轨道板时的扫描线间隔是均匀的,而扫描步进角度为 α 是变化的。同时, $\alpha < \beta$ 时,可进一步降低(或细分)多线雷达线与线之间夹角。

[0045] 如图2所示,H、L、M均已知,可以得出 θ 值,如下:

$$[0046] \quad \theta = \arctan \frac{L+M}{H} - \arctan \frac{L}{H};$$

[0047] 当步进角度 α 等于一固定值时, $\alpha = \frac{\theta}{n} (n > 1)$,其中n为整数。

[0048] 本实施例中,多线雷达的步进距离x为恒定的步进距离且 $x = \frac{M}{n} (n > 1)$,其中n为整数。则对应的步进角度 α 为:

$$[0049] \quad \alpha_i = \arctan \frac{L+(i+1)x}{H} - \arctan \frac{L+i \cdot x}{H} (i = 0, 1, 2, 3, 4 \dots);$$

[0050] 其中, α_i 为第i+1步的扫描步进角度,也就是当 $i = 0, 1, 2, 3, 4 \dots$ 时,得到 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \dots$,然后所有的步进角度求和,即,扫描时第一步、第二步、第三步、第四步……的步进角度之和。

[0051] 当步进角度 $\alpha < \beta$ 时,可进一步降低(或细分)多线雷达线与线之间夹角,提高多线

雷达的分辨率。

[0052] 本发明中多线雷达原先角度 φ ,采用本发明的方法后,角度范围扩展到所有步进角度 α 的和,可以根据使用需求设置需要的具体角度范围、分辨率。

[0053] 本发明在俯仰(垂直)和水平(左右)平面上的扫描都可以设置为非均匀的扫描,本实施例仅以俯仰扫描为例,同样适用于水平扫描过程。

[0054] 需要说明的是,在附图或说明书正文中,未绘示或描述的实现方式,均为所属技术领域普通技术人员所知的形式,并未进行详细说明。此外,上述对各元件的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式,本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换,例如:

[0055] (1) 实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向,并非用来限制本公开的保护范围;

[0056] (2) 上述实施例可基于设计及可靠度的考虑,彼此混合搭配使用或与其他实施例混合搭配使用,即不同实施例中的技术特征可以自由组合形成更多的实施例。

[0057] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

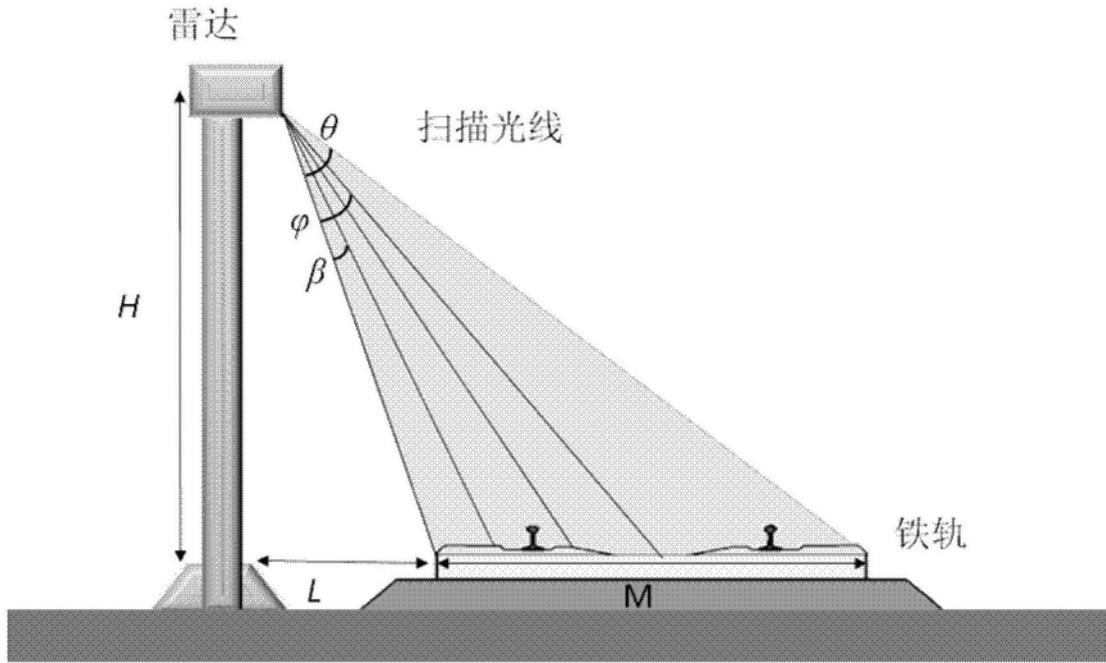


图1

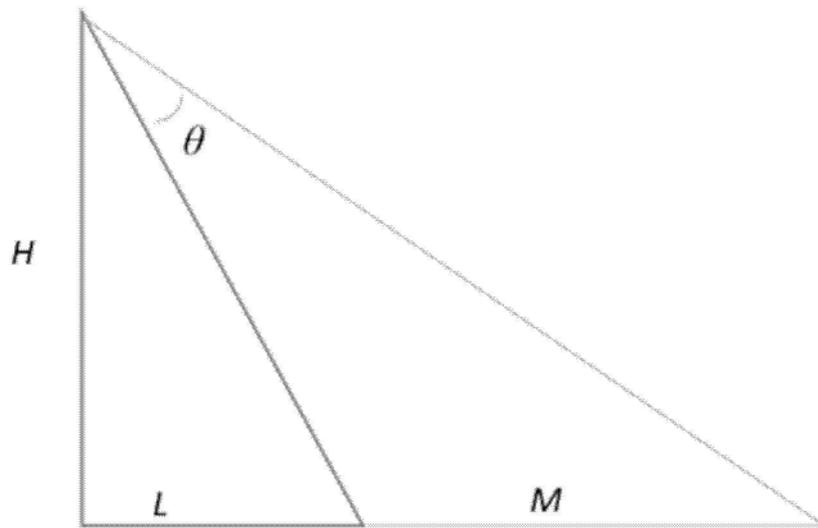


图2