

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G01N 29/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98123430.5

[43]公开日 1999年8月11日

[11]公开号 CN 1225453A

[22]申请日 98.10.23 [21]申请号 98123430.5
 [71]申请人 李 钢
 地址 100085 北京市北京上地信息产业基地东路
 25号四街1号
 [72]发明人 李 钢

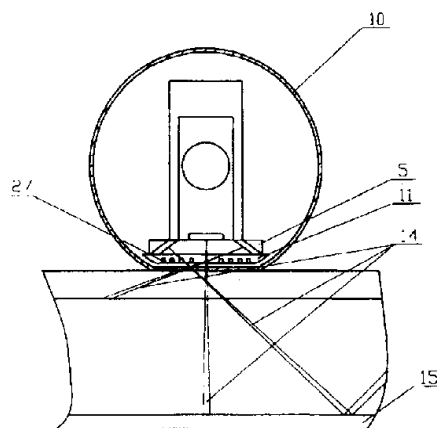
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
 务所
 代理人 王以平

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 钢轨超声探伤方法,探轮和探伤装置

[57]摘要

本发明涉及一种无损探伤尤其是钢轨超声探伤的方法,以及用于实施该方法的探轮和探伤装置。按照该方法,超声波是通过固态耦合介质进行耦合的。本发明的探轮包括:由透声材料制成的轮胎和超声发射/接收组合探头;滑板,所述滑板固定在所述探轮的定轴上,而所述超声发射/接收组合探头安装在滑板之上,在进行探伤时,滑板将探轮轮胎壁强制压平于待测钢轨的轨面上;用于在进行探伤时减小滑板与探轮轮胎壁之间摩擦力的装置。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种使用探轮的钢轨超声探伤方法，包括步骤：
产生连续超声脉冲波束；
通过耦合介质将所述超声脉冲波束耦合到待探测钢轨内；
探测所述超声脉冲波束从所述钢轨反射回来的回波信号，并对该信号进行处理，以判断所述钢轨内有无伤损，
其特征在于：
所述耦合步骤中使用的耦合介质是固态的。
2. 一种用于实施权利要求 1 所述方法的钢轨超声探轮，包括由透声材料制成的轮胎和超声发射/接收组合探头，其特征在于所述探轮还包括：
滑板，所述滑板固定在所述探轮的定轴上，而所述超声发射/接收组合探头安装在滑板之上，在进行探伤时，滑板将探轮轮胎壁强制压平于待测钢轨的轨面上；
用于在进行探伤时减小滑板与探轮轮胎壁之间摩擦力的装置。
3. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮，其特征在于，还包括压力组件，所述滑板通过该压力组件固定在探轮定轴上。
4. 根据权利要求 3 所述的钢轨超声探轮，其特征在于，所述压力组件内安装有速度、压力和位置传感器及调节器，调节对滑板的压力使其正比于探测速度。
5. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮，其特征在于，所述摩擦力减小装置是这样构成的：所述滑板中形成有喷液孔，在进行探伤时，喷液孔中喷出高压耦合液，使滑板与探轮壁之间形成一液体薄膜。
6. 根据权利要求 5 所述的钢轨超声探轮，其特征在于，所述喷液孔在滑板中的分布是根据探轮轮胎壁与滑板之间的相互作用力的分布而确定的。
7. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮，其特征在于，所述摩擦力减小装置是这样构成的：在滑板上安装滚轮或滚珠，利用这些滚轮或

滚珠压在探轮轮胎壁上。

8. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮, 其特征在于, 所述摩擦力减小装置是这样构成的: 用自动控制的方法使滑板与探轮轮胎壁始终保持必要的微小间隙, 使探轮能在钢轨上顺滑滚动。

9. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮, 其特征在于, 所述滑板是刚性的。

10. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮, 其特征在于, 所述滑板紧靠探轮轮胎壁的面在行进方向的两端制成向上的弧形, 以使探轮转动顺滑, 并提高对轨面的通过性。

11. 根据权利要求 2 所述的钢轨超声探轮, 其特征在于, 所述探轮轮胎是由聚胺类合成透声橡胶制成的。

12. 一种用于实施权利要求 1 所述方法的轮式钢轨超声探伤装置, 包括用于将该装置安装在探伤车体上的固定机构和与之相连的升降机构, 其特征在于, 该装置还包括根据权利要求 2 所述的探轮, 所述探轮通过升降机构固定座安装在所述升降机构上。

13. 根据权利要求 12 所述的轮式钢轨超声探伤装置, 其特征在于, 所述探轮是通过定拉力螺栓与升降机构固定座连接的, 该装置还包括与探轮相连接的自回缩钢索, 当探轮受意外撞击时, 若撞击力大于定拉力螺栓所设定的最大拉力, 定拉力螺栓将自动断开, 脱落的探轮被自回缩钢索提起。

14. 根据权利要求 13 所述的轮式钢轨超声探伤装置, 其特征在于, 还包括挡板, 用于当探轮脱落时将其挡在路轨外。

15. 根据权利要求 12 所述的轮式钢轨超声探伤装置, 其特征在于, 所述固定机构包括自动对中伺服组件, 用于将探轮实时自动锁定成局中位置, 并且使探轮能高精度地进行轨道自动循迹。

16. 根据权利要求 12 所述的轮式钢轨超声探伤装置, 其特征在于, 所述升降机构包括自动升降伺服组件, 用于对探轮及滑板在高速探测时因钢轨起伏而引起的压力与上下位置的变化进行自动调整和补偿。

17. 根据权利要求 16 所述的轮式钢轨超声探伤装置，其特征在于，所述自动升降伺服组件相对于探伤车的行进方向是斜置的，从而可对探轮进行二维操作。

说 明 书

钢轨超声探伤方法、探轮和探伤装置

本发明涉及一种无损探伤尤其是钢轨超声探伤的方法，以及用于实施该方法的探轮和探伤装置。

在国防、航空航天、铁路交通等需要保证高度安全可靠性的领域，无损探伤被广泛地用来对关键部件或装置中可能出现的各种损伤进行检测。在铁路交通领域，对无损探伤装置的要求表现在以下两个方面：高检测精度；高检测速度。目前，该领域中普遍采用的是轮式连续探伤装置。美国专利 No. 4,487,071 公开了一种这样的探伤装置。如图 1 所示，该装置包括探轮 1、探伤托架 7、托架导轮 8 以及托架连接器 9，后者将该探伤装置安装在探伤车 13 上。探轮 1 包括由薄透声橡胶制成的轮胎 10，轮胎 10 内充满用于传声的耦合液 6，如图 2 (a) 和 2 (b) 所示。此外，探轮 1 还包括超声发射/接收组合探头 5。在进行探伤时，超声发射/接收组合探头 5 向钢轨 15 发出连续超声脉冲波束 14，连续超声脉冲波束 14 通过耦合液 6 和轮胎 10 到达钢轨 15 内。如无伤损存在，波束到达钢轨底面后返回组合探头，得到底波。如有伤损，则在底波前出现一个伤损波（如图 6 (a) 所示）。超声发射/接收组合探头 5 接收所述反射回波信号，将其输至信号处理装置 12，后者输出连续探伤结果。

但是，该探伤装置存在以下三方面的主要缺点：首先，由超声发射/接收组合探头到钢轨存在较长的距离，声波因在耦合液中传送速度较慢（约为在钢中的 1/5）而产生滞后，当探伤速度增加时，反射回波将逐步落后一段距离而不能被组合探头正确接收，导致信号的丢失。其次，由薄壁轮胎和内部耦合液组成的探轮在高速转动时，由于内部耦合液的粘性、惯性及薄橡胶轮胎外壁弱弹性相互作用而产生干扰力，结果根本不能使探轮恢复到探伤所需的平整耦合面，导致超声发送及返回受阻或出现干扰反射面，回波信号失落与杂波增加。另外，为获得使探轮不跳动的稳定抗振性，必须将探伤托架造得很重（1 吨以上）和非常坚固，其

结果是，探伤托架在高速运行时的巨大惯性使其循迹性变差而易于脱轨，这将会使探伤托架卡在探伤车下，严重影响行车安全。

本发明的目的在于，提供一种使用探轮的钢轨超声探伤方法，以及用于实施该方法的探轮和探伤装置，使得即使在高速探伤时也能正确地接收到回波信号，同时大大减少了回波失落的可能和降低了杂波的含量，并且极大地提高了行车安全。

按照本发明的第一个方面，提供了一种使用探轮的钢轨超声探伤方法，包括步骤：产生连续超声脉冲波束；通过耦合介质将所述超声脉冲波束耦合到待探测钢轨内；探测所述超声脉冲波束从所述钢轨反射回来的回波信号，并对该信号进行处理，以判断所述钢轨内有无伤损。该方法的特征在于，所述耦合步骤中使用的耦合介质是固态的。

按照本发明的第二方面，提供了一种用于实施所述方法的钢轨超声探轮，包括由透声材料制成的轮胎和超声发射/接收组合探头，其特征在于所述探轮还包括：滑板，所述滑板固定在所述探轮的定轴上，而所述超声发射/接收组合探头安装在滑板之上，在进行探伤时，滑板将探轮轮胎壁强制压平于待测钢轨的轨面上；用于在进行探伤时减小滑板与探轮轮胎壁之间摩擦力的装置。

所述摩擦力减小装置可以这样构成：所述滑板中形成有喷液孔，在进行探伤时，喷液孔中喷出高压耦合液，使滑板与探轮壁之间形成一液体薄膜。所述摩擦力减小装置也可这样构成：在滑板上安装滚轮或滚珠，利用这些滚轮或滚珠压在探轮轮胎壁上。所述摩擦力减小装置还可这样构成：用自动控制的方法使滑板与探轮轮胎壁始终保持必要的微小间隙，使探轮能在钢轨上顺滑滚动。

按照本发明的第三方面，提供了一种用于实施所述方法的轮式钢轨超声探伤装置，包括用于将该装置安装在探伤车体上的固定机构和与之相连的升降机构，其特征在于，该装置还包括通过升降机构固定座安装在所述升降机构上的探轮，所述探轮包括：由透声材料制成的轮胎和超声发射/接收组合探头；滑板，所述滑板固定在所述探轮的定轴上，而所述超声发射/接收组合探头安装在滑板之上，在进行探伤时，滑板将探轮轮胎壁强制压平于待测钢轨的轨面上；用于在进行探伤时减小滑板与探

轮轮胎壁之间摩擦力的装置。

根据上述技术方案，由于超声波束直接通过固态的滑板耦合到钢轨内，大大减小了在使用耦合液时出现的滞后，使即使在高速检测时也能正确接收回波信号。同时，由于探伤所需的耦合面是通过利用滑板将探轮轮胎压在钢轨轨面上而形成的，该耦合面即使在高速检测时也能保持平整状态，从而消除至少降低了回波信号失落和杂波的发生。此外，按照本发明，不再需要探伤托架，从而大大地提高了行车安全。

下面结合附图详细描述本发明的实施方式。

图 1 是现有技术中轮式钢轨探伤装置的示意图；

图 2 (a) 和图 2 (b) 分别是图 1 所示探伤装置中的探轮的正视图和侧视图；

图 3 是根据本发明的一个实施例的钢轨超声探伤装置安装在探伤车上时的示意图；

图 4 (a) 和图 4 (b) 分别是根据本发明的钢轨超声探轮的正视图和侧视图；

图 5 是根据本发明的一个实施例的钢轨超声探伤装置的部分示意图。

图 6 (a) 是用于说明钢轨超声探伤原理的波形示意图；

图 6 (b) 是用于说明本发明的一个例子的波形示意图。

如图 3 所示，本发明的钢轨超声探伤装置包括四个本发明的探轮 1，当安装在探伤车上时，每两个探轮 1 分别位于不同的钢轨上。探轮 1 通过升降组件连接座 25 (图 5)、自动升降伺服组件 16 和自动对中伺服组件 17 连接在探伤车 13 上。

探轮 1 包括由薄透声橡胶制成的环形轮胎 10，其通过轮毂 2 安装于探轮动轴 3 上。轮胎 10 最好用聚胺类合成透声橡胶制成。为使声损小，需将轮壁做得很薄。轮毂 2 内缘装有密封环，防止耦合液外漏。在探轮 1 内部，刚性滑板 11 装于压力组件 18 上，后者固定于探轮定轴 4 上。在滑板 11 的远离轮胎壁的一侧上装有超声发射/接收组合探头 5。其发射方向为轮壁探伤面。对于水平的裂伤、孔伤等，一个垂直探头即可满足要求；对于复杂的伤损，需增加对横、纵裂伤的探头。因此，为提高探伤

的可靠性，每个滑板上应安装三个方向的探头，以同时完成对水平、纵向、横向三个方向的伤损探测。同时，由于滑板较长，可同时安装多组超声发射/接收探头，既可提高探伤的可靠性，又可解决安装在同一探轮内的不同斜探头之间不能相互发射/接收超声波束的问题。因此，也可实现单轮探伤。在进行探伤时，压力组件 18 将高强压力传于滑板 11 上，滑板 11 将探轮轮胎薄壁强制压平于所检测钢轨 15 的轨面上，使超声发射/接收组合探头 5 通过薄透声橡胶轮胎壁与钢轨面呈无轮内声延迟的直接耦合状态。滑板 11 内分布有喷液孔 27，喷液孔 27 在滑板 11 内通过管道汇集于高压耦合液管 23。在进行探伤时，喷液孔 27 中喷出高压耦合液，迫使滑板 11 与轮胎壁之间形成一液体薄膜从而使其呈非接触低阻力悬浮状态。这样，滑板既强制压平轮胎壁又在其上浮，保证了探轮 1 的可靠耦合及顺滑性。同时，利用液浮的均压性可完全避免因轮胎壁不均匀弹性引起的耦合面的翘曲，消除了在高速时易产生干扰波的多余反射面，使超声的反射和接收通畅，信号稳定。

滑板 11 由不锈钢材料制成，其紧靠轮胎壁的一面在探伤车行进方向的两端最好制成向上的弧形，以使薄壁轮胎 10 转动顺滑，提高对轨面的通过性。此外，滑板 11 内的喷液孔的分布最好根据探轮轮胎壁与滑板之间的相互作用力的分布而确定。具体地说，由于在滑板滑动时探轮轮胎壁与滑板之间的相互作用力分布不均，滑板在行进方向的两端受力较大，因此，可在该两端部设置较密的喷液孔。

如图 5 所示，自动升降伺服组件 16 与压力组件 18 一起用于探轮 1 的升降及对钢轨 15 施加探测压力。该两组件内装有速度、压力和位置传感器及调节器。压力组件 18 调节对滑板的压力，使其正比于探测速度。该两组件可自动调整、补偿探轮及滑板在高速探测时因钢轨起伏而引起的压力与上下位置的变化，保证其在全速探测时不产生跳动和对钢轨面的高可靠耦合。也可以不用压力组件 18，而将滑板 11 直接固定在探轮 1 的定轴上。如图 3 所示，在进行探伤时，所述自动升降伺服组件 16 相对于探伤车的行进方向最好是斜置的，从而可对探轮进行二维操作，可自动调整同轨的两探轮之间的间距，使两探轮内滑板上的组合探头中的一对斜探头前后发射/接收波束互相衔接。正确衔接时，接收的回波幅度最

大，该回波信号送至自动升降伺服组件 16，使其实时自动将轮距锁定。

组合探头 5 中的部分探头专用于探测轨腰的伤损及轨中的螺栓孔伤。如果探头位置偏移，将导致这些重要信号失落。自动对中伺服组件 17 连续检测组合探头中的垂直探头信号。当此探头居中时，波束顺利通过轨腰到达轨底，发射回波幅度最大；当探头发生微小偏移时，根据回波幅度的变化，自动对中伺服组件 17 内的调整装置将探轮实时自动锁定成居中位置，同时保证了探轮的高精度轨道自动循迹。也可以不用自动对中伺服组件，人工地进行对中调节。

参见图 5，探轮定轴座 24 与自动升降伺服组件固定座 25 用定拉力螺栓 20 固定。自回缩钢索 19 将探轮定轴座 24 连接在探伤车上。当探轮受到意外撞击时，若撞击力大于定拉力螺栓所设定的最大拉力，螺栓将自动断开，自回缩钢索 19 将瞬间脱落的探轮提至探伤车底，保证了行车安全。受撞击的探轮脱落后，自动升降伺服组件上的固定座仍保持完好，可更换备用探轮，因此，该钢轨超声探伤装置还保证了整体的现场修复性。此外，还可安装护板 21（见图 3），以将脱落的探轮挡在路轨外，进一步提高行车安全。

表 1 列出了本发明的钢轨超声探伤装置及由美国专利 No. 4,487,071 公开的探伤装置的主要技术规格。

表 1

	本发明	美国专利 No. 4,487,071
探伤速度	≥ 80 公里/小时	≤ 40 公里/小时
超声脉冲重复频率	500 - 5000 次/秒	500 - 2000 次/秒
分辨伤损时间	≤ 200 微妙	≤ 400 微妙
各向自动伺服调整精度	≤ 1 毫米	无
钢轨自动循迹	有	无
分辨伤损种类	可探核伤及螺栓孔裂伤	可探螺栓孔伤，探核伤性能差
安全防护装置	有	无

下面描述使用本发明的钢轨超声探伤装置进行高速钢轨探伤的过程。自动升降伺服组件 16 将探轮 1 降至钢轨 15 上；压力组件 18 对探轮 1 中的滑板 11 加压，将探轮壁耦合面压平于轨面上；高压耦合液管 23 向滑板 11 内的喷液孔 27 加压，使滑板 11 浮起；超声发射/接收组合探头 5 开始发脉冲；自动升降伺服组件 16 自动调整同轨两探轮的轮距，使前后探轮中的一对探伤脉冲衔接；对中伺服组件 17 开始调整超声发射/接收组合探头 5 的中点位置，使探轮居中。至此，探伤装置处于备用状态。探伤开始，探伤车 13 移动，探伤装置即由计算机自动控制，滑板压力与超声脉冲连续发射频率正比于探伤速度，以达到需要的探伤精度。超声发射/接收组合探头 5 每发一次脉冲，计算机迅速将回波进行分析，识别伤损种类、深度及大小，并结合速度/距离探测器给出伤损位置。如果探轮受意外撞击，定拉力螺栓 20 将自动断裂，脱落的探轮被挡板 21 挡出，并被自回缩钢索 19 提起，保证了行车安全。

下面给出使用本发明的钢轨超声探伤装置的一个实验结果。

将本发明的钢轨超声探伤装置固定在一个支架上，将探轮置于一个直径为 3 米的环形钢轨上，钢轨轨腰处钻一 3 毫米的小孔，环形钢轨以 0 - 80 公里/小时的线速度行驶，在各速度下，探伤计算机均可得到如图 6 (b) 所示的伤损回波图。

95.0.00

说明书附图

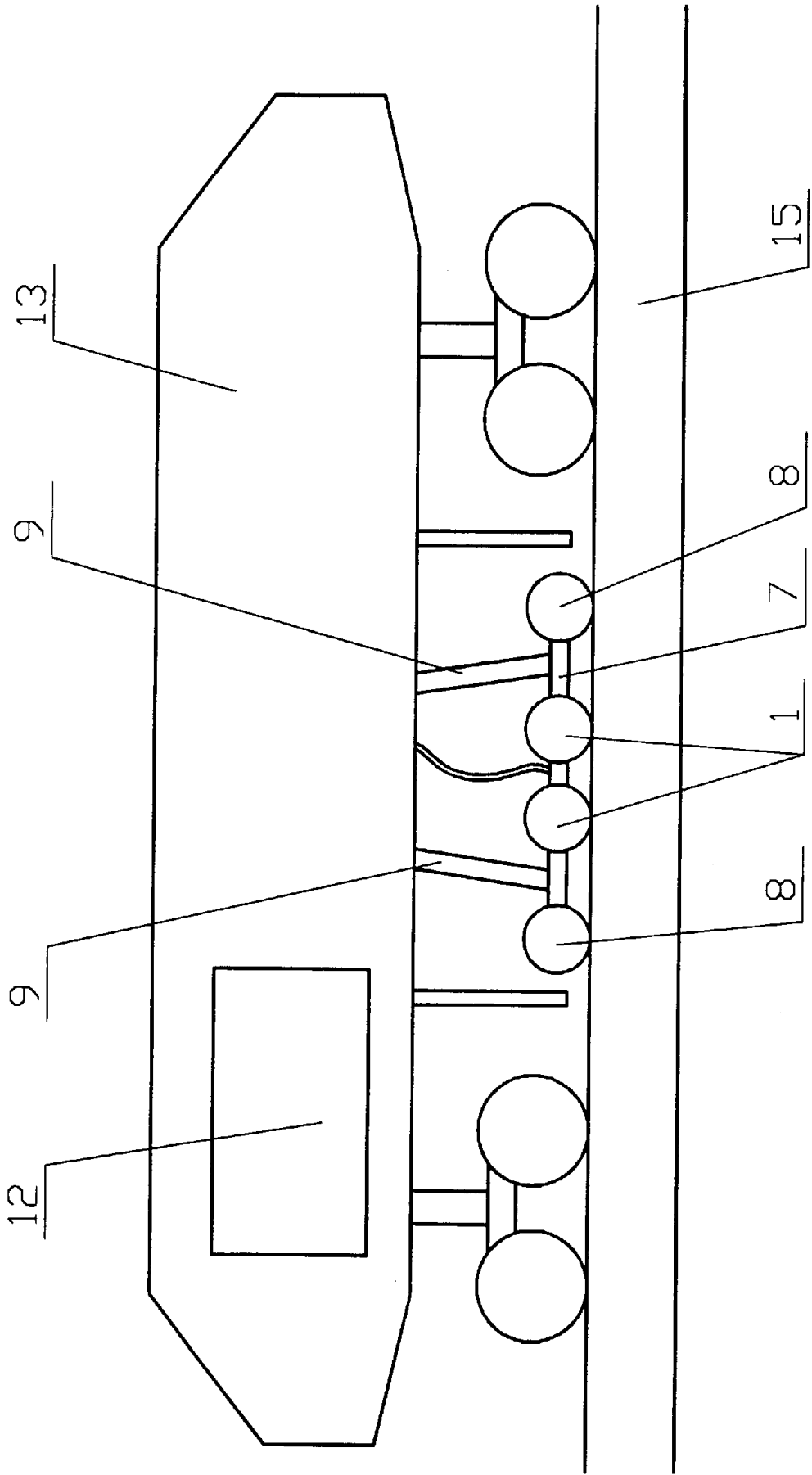


图 1

303

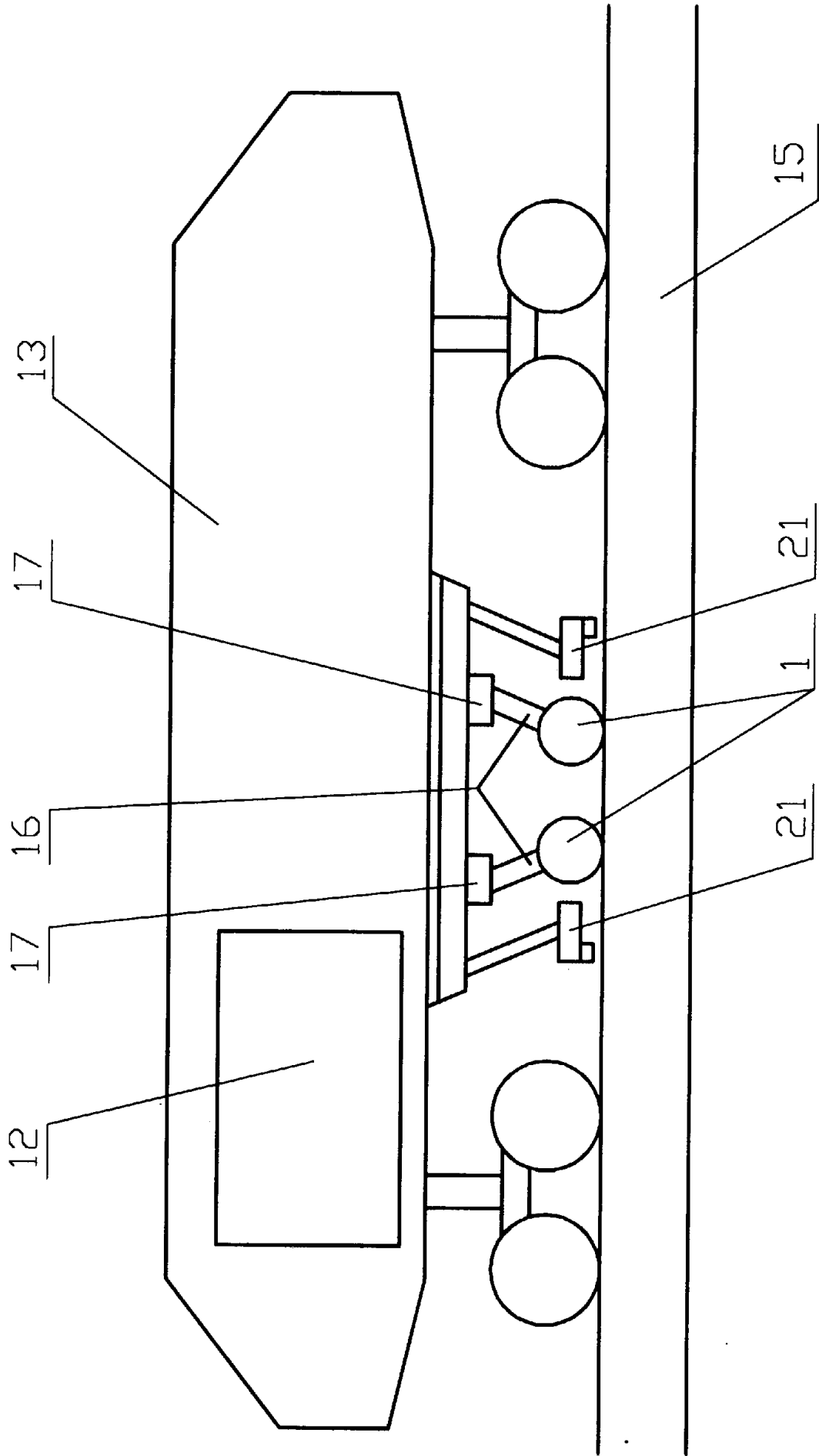


图 3

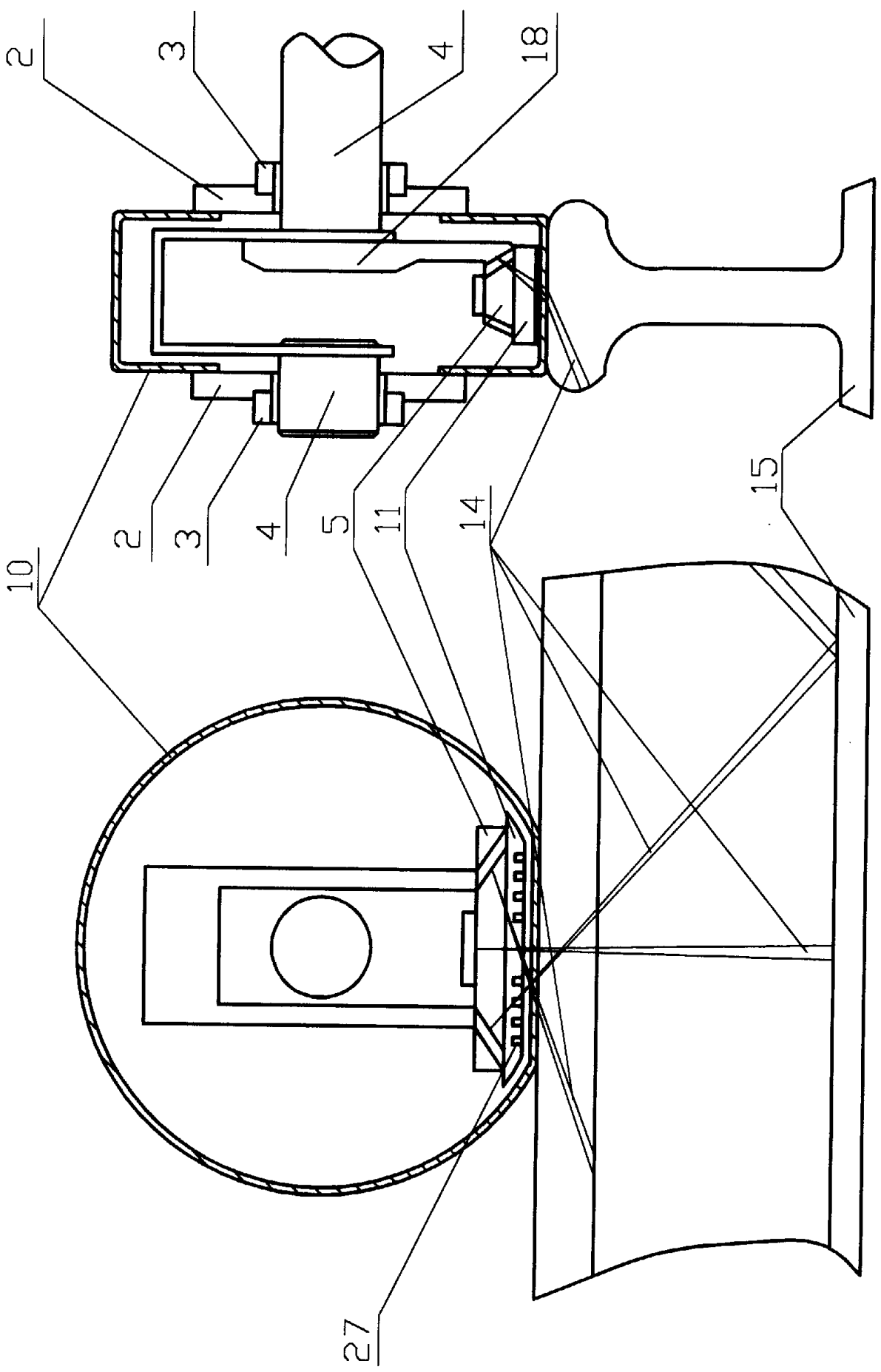


图 4 (b)

图 4 (a)

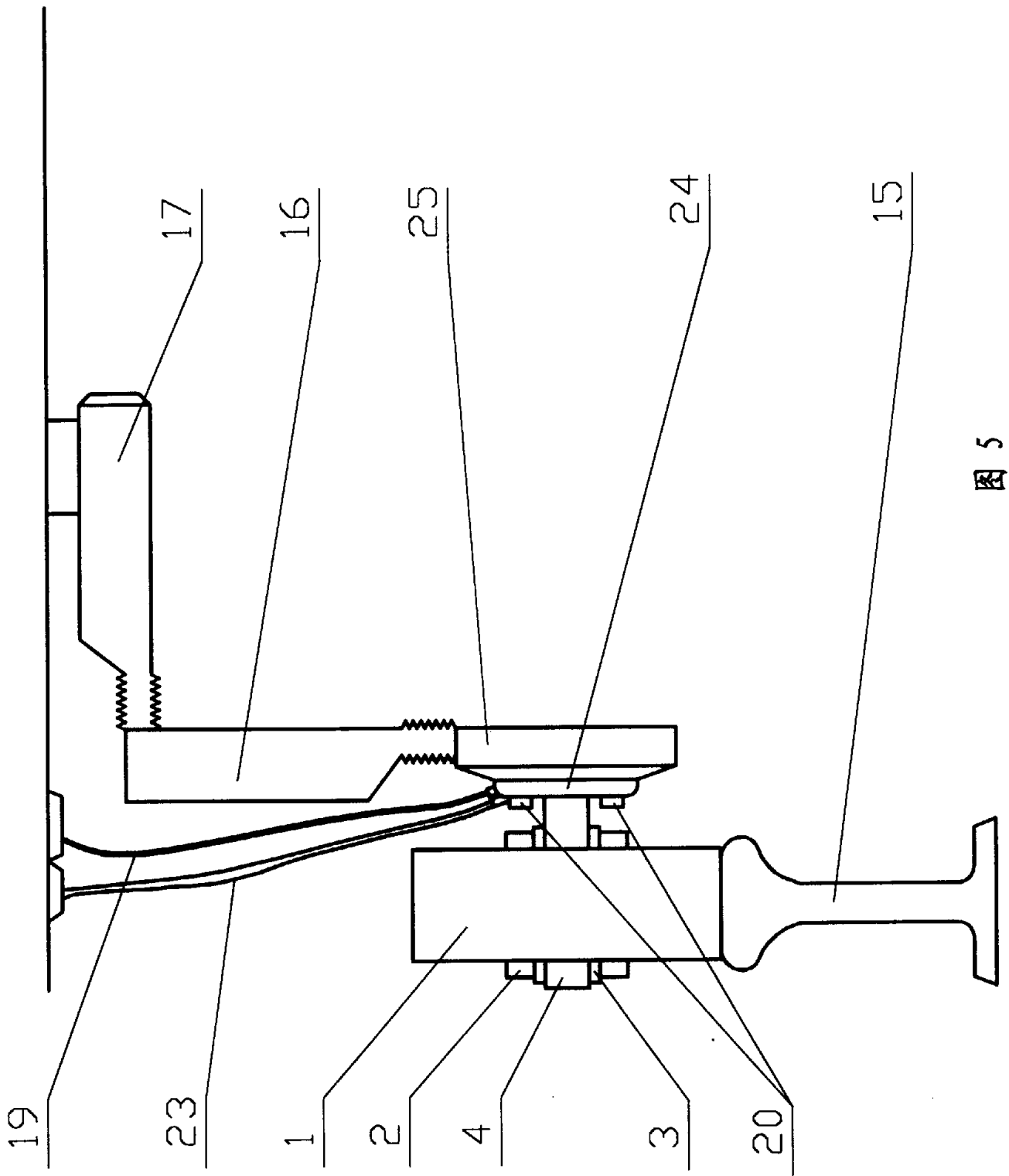


图 5

