

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

E01C 19/26

E01C 19/27 E01C 19/48



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97198039.X

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1168875C

[22] 申请日 1997.9.18 [21] 申请号 97198039.X

[30] 优先权

[32] 1996.9.18 [33] AU [31] P02414

[86] 国际申请 PCT/AU1997/000613 1997.9.18

[87] 国际公布 WO1998/012386 英 1998.3.26

[85] 进入国家阶段日期 1999.3.18

[71] 专利权人 先锋道路服务股份有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

[72] 发明人 伊恩·詹姆斯·里卡德斯

审查员 何春晖

[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

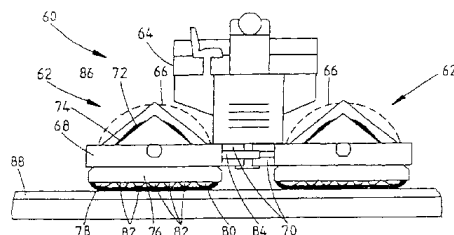
代理人 朱德强

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称 沥青压实方法和压实装置

[57] 摘要

一种热沥青层混合物的压实方法，该沥青层由前进中的沥青摊铺机铺设，所述方法包括：在铺设完的沥青上使沥青压实机前进，使由至少一个带的下段所形成压实机的压实表面与沥青层任何一部分的接触时间至少达 1.5 秒，该压实表面对沥青层所施加的最大平均加载应力小于大约 50kPa。压实可由压实机(60)实现，该压实机包括两个纵向相互间隔的模块压实装置(62)和电源，这两个模块压实装置(62)相连，上述电源驱动至少一个模块压实装置(62)，其中，至少一个模块压实装置(62)可进行调节，以允许压实机的转向；各所述模块压实装置(62)包括压实带(74)和带的支撑元件(78, 80)，带(74)的支撑元件(78, 80)限定了带的下段，带的下段限定了压实平面。



1. 一种热沥青层混合物的压实方法，该沥青层由前进中的沥青摊铺机铺设，所述方法包括：在铺设完的沥青上使沥青压实机前进，使由至少一个带的下段所形成压实机的压实表面与沥青层任何一部分的接触时间至少达 1.5 秒，该压实表面对沥青层施加小于大约 50kPa 的最大平均加载应力。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，沥青压实机在铺设完的沥青上的前进速度在本质上与沥青摊铺机的前进速度相同，沥青压实机在沥青摊铺机的后面大约 50m 之内。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中，沥青压实机的前进速度在本质上与沥青摊铺机的前进速度相同，沥青压实机在沥青摊铺机的后面大约 2m 之内。

4. 如权利要求 2 所述的方法，其中，沥青压实机与沥青摊铺机相连，在沥青摊铺机的作用下前进。

5. 如权利要求 2 所述的方法，其中，沥青摊铺机和沥青压实机之间的距离由相对位置传感器元件进行控制。

6. 如权利要求 2 所述的方法，其中，沥青摊铺机的前进速度在大约 0.05 至大约 0.15m/s 之间。

7. 如权利要求 9 所述的方法，其中，沥青摊铺机的前进速度大约为 0.1m/s。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中，沥青压实机在沥青层上的前进速度不大于大约 0.7m/s。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中，压实速度在大约 0.6 至大约 0.05m/s 之间。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其中，总压实时间在大约 7 至大约 60 秒之间。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中，压实机在沥青层上通过一次就可实现压实。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 包括两个或多个独立的连续的压实步骤, 该步骤由压实表面或者两个或多个独立的相互靠近的压实表面实现, 在每个所述的压实步骤中, 由压实表面即两个或多个压实表面之一与沥青层的任何一部分的接触时间至少为 1.5 秒。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 通过压实表面施加的平均载荷应力是从大约 10kPa 至大约 40kPa。

14. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 施加载荷应力可从压实表面的前端至压实表面的后端逐渐增加。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其中, 压实表面的前端的最大线应力为大约 40kPa, 最大平均施加载荷应力为大约 25kPa。

16. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 压实机的带被至少加热至沥青层的温度。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其中, 压实机的带被至少加热至从大约 120℃ 至大约 150℃, 或更高的温度。

18. 如权利要求 16 所述的方法, 其中, 压实机的带被加热至这样的程度, 沥青层表面的沥青在压实过程中在本质上不会与压实机的带粘接。

19. 一种压实机, 其包括至少两个纵向相互间隔的模块压实装置和电源, 这两个模块压实装置相连, 上述电源驱动至少一个模块压实装置, 其中, 至少一个模块压实装置可进行调节, 以允许压实机的转向; 各所述模块压实装置包括压实带和带的支撑元件, 带的支撑元件限定了带的平的下段, 带的下段形成了压实表面, 其中压实机适合于在使用中包括至少两个纵向间隔的模块压实装置的带的总的平的下段的压实表面与沥青层任何一部分的接触时间至少达 1.5 秒, 该压实表面对沥青层施加小于 50kPa 的最大平均加载应力。

20. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 两个模块压实装置可相互枢转地相连。

21. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 每个模块压实装置的带的下段至少为 1m 长。

22. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 带由两个或多个辊可转动地支撑, 带在各辊之间延伸。

23. 如权利要求 22 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 带在大辊和小辊之间延伸, 大辊可以是两个大直径的辊或一个直径更大的辊, 设置在各压实装置的前端, 可选择地进行驱动; 两个小辊分别是位于各压实装置的后端的上下带辊。

24. 如权利要求 22 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 带的下段在两个较小的辊之间延伸; 至少一个上辊支撑着带的上段, 该上辊的直径可大于两个较小的辊。

25. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 在带的下段的前后两端之间, 带被这样支撑或反作用, 即: 对要压实的材料的表面的加载应力是预定的定值或逐渐增加。

26. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 带包括弹性材料、由一系列枢轴连接的钢段、或包括网状或织构的丝线。

27. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 在每个模块压实装置中, 除了带的下段以外, 压实机的带被包围在压实机内。

28. 如权利要求 27 所述的压实机, 其中, 每个带的一部分或全部由绝热护罩包围, 该护罩有选择地至少延伸至带的在本质上处于压实平面的位置。

29. 如权利要求 27 所述的压实机, 其中, 每个带由带的相应支撑装置部分地包围。

30. 如权利要求 19 所述的压实机, 包括对压实机的每个带加热的元件。

31. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 与压实机的带相关的对应的辊作为热液体的容器。

32. 如权利要求 19 所述的压实机, 其中, 在与各压实机的带相关的两个辊之间或邻近某个辊处设有热液体容器。

## 沥青压实方法和压实装置

### 技术领域

本发明涉及一种沥青压实方法和压实装置。更具体地说，本发明涉及一种热沥青混合物的压实方法和装置，压实条件是在压实过程中在沥青中使结合剂的流动最优化。

### 背景技术

本说明书中的术语“结合剂”是指可用于热沥青混合物的任何热塑粘弹性材料。一般地说，结合剂是沥青或含沥青的材料，如聚合改进剂。另外，热混合沥青还可包含没有沥青基结合剂的聚合结合剂，本发明可压实所有这样的热沥青混合物。

承载量大的现代的沥青混合物都采用这样的成分（粒料和结合剂），选择这样的成分是为了在大承载量下抗压和防止变形。一般地，这些特性阻碍了在铺设沥青过程中实现理想的压实。

为了在大承载量下抗压，沥青混合物的主要成分是采用极其粗糙和立体形状的粒料，以在粒料结构中提供大的抗剪能力。简单地说，其目的是保证防止粒料移动的物理特性，在所承受的载荷应力作用下改善结构的“锁定”性能。正在广泛大量使用的是刚度结合剂，如聚合物改进的结合剂，既提高了混合物的剪切强度，又改善了混合物的疲劳性能。

粒料的“锁定”、压实混合物和铺设过程中的气穴决定了铺设的整个范围内沥青的耐久性和总体性能。在压实沥青层的过程中，结合剂的粒料发生位移，粒料的“锁定”性能被改善。

沥青混合物的特性还由其结合剂的粘弹性决定。在环境温度下，结合剂可作为硬弹性固体；对沥青混合物中的载荷的反应很接近于弹性，迅速的载荷脉冲导致瞬间的弹性变形，载荷一消失，弹性变形也随之消失。因此，在本质上没有粘性流动和永久性塑性应变。

在铺设和压实沥青的高温状态下，混合物中的结合剂可粘性弹性流动。温度越高，结合剂的粘性越低，结合剂越容易在应力下变形。

摊铺机在准备好的基础上铺设热沥青，然后开始压实处理，之前通常用刮板（有振动或无振动）在热沥青层上施加压力。该刮板是由摊铺机携带的板或滑板，以铺设沥青层的温度或接近于该温度在沥青层的表面上滑动。该刮板进行初步的压实，但其滑动可在沥青层中造成不理想的剪切应力，导致沥青层裂纹。刮板所施加的静态压力通常在 10 至 20kPa，加载时间可达 10 至 15 秒。

传统的方法是，压实沥青所采用的设备本来是压实非粘性材料的，以发挥最大的压实能力，主要采用大型和重型钢辊，通常伴随有高能量的激励或振动。橡胶轮胎辊通常和钢辊结合使用进行压实，这在下文要进行说明。

辊和沥青层之间的接触应力通常取决于沥青层的刚度，沥青层的刚度又受到结合剂的刚度的重大影响。钢辊和沥青之间的接触面积，即接触长度乘以辊的宽度，将最小化，原因是压实的增强和随着沥青层的冷却沥青层的刚度增加。在铺设混合物时，混合物的温度通常在 150℃ 左右。在不利条件如刮强风时的低温环境下，沥青底层混合物可冷却至 140℃，在第一次压实通过之前，表面温度可冷却至 120℃。

最大的双钢辊振动压实机的静态质量通常在 16 吨左右，每个辊的轴向长度在 2m 左右。假定沿滚动方向的接触长度是 100mm（初次压实通过大，最后的压实通过小），每个辊所施加的接触应力在静态下为 400kPa 左右，在动态振动下要大得多。事实上，随着沥青混合物刚度和接触面积的减小，每个辊所施加的接触应力可从第一次静态压实通过时的 100kPa 左右增加至 1000 kPa 以上。由辊式压实机进行的压实操作与摊铺机的后面的距离通常是可变的，可达数百米，压实的速度为 1.1m/s (4km/h) 或更快。辊式压实机的两个辊的接触长度大约是 100mm，因此，辊与沥青层任何部分在每次压实通过中的接触时间大约为 0.2 秒。通常，如果采用四次辊压实通过的话，

总的加载时间大约为 0.8 秒。

辊式压实机通常以 20Hz 振动，在 140℃ 和 120℃ 时，结合剂的刚度（由 Van der Poel 图表所示）分别为 0.2kPa 和 1kPa 左右（温度每下降 20℃，沥青刚度增加 5 倍）。

如上所述，在辊压实过程开始之前，沥青层的表面温度可下降至 120℃。辊压实过程通常需要四次压实机的辊压实通过，每次辊压实通过时，沥青层的表面温度在 80 至 90℃ 的范围内。在沥青层的温度低于 120℃ 时，在高接触应力特别是由振动引起的应力状态下，沥青层内可出现裂纹。当结合剂中所施加的应力导致的应变超过了屈服强度时，沥青层内通常就出现裂纹。在沥青层的温度高于 120℃ 时，根据沥青混合物的类型，传统的辊压实过程可导致沥青层内明显的剪切破坏。这可导致沥青层横向位移，失去水平和形状，最终破坏了沥青层的压实。

由沥青层的低温导致的沥青层的裂纹通常表现为垂直于滚动方向的微小和平行的裂纹。在振动辊式压实机的后面，通常采用多轮橡胶轮胎辊，以至少在压实的沥青层的表面施加捏和/剪切作用，从而完成沥青层的压实。橡胶轮胎辊至少可以在沥青层的表面上封闭由钢辊导致的裂纹，通过在任何粗糙粒料颗粒之间压实沥青砂浆而改善表面组织。在滚动过程中，橡胶轮胎辊的轮胎内注入水，以减轻材料剥离。然而，尽管在表面处可以封闭裂纹，不幸的是，在裂纹封闭之前，水可能进入裂纹，形成沥青层表面之下的水疱。该水疱可障碍裂纹封闭，甚至加剧沥青层的剥离。

美国专利 No. 4,661,011 和 No. 4,737,050 都要求保护由如此的沥青压实机减轻沥青层的由辊压导致的裂纹的方法，该压实机由在两个辊之间延伸的无端弹性履带对沥青层施加压力。该压实机在其履带与沥青层接触的区域可产生更加均匀的压力。

已经知道，根据本发明，粘性弹性流体，如热沥青混合物中的结合剂，对载荷的反应不仅与温度有关，而且与时间有关。因此，短时间的加载在沥青中的反应是，弹性多于粘性，原因很简单，结合

剂没有时间流动。因此，振动辊式压实机在 20Hz 的可接受的压实加载过程中，沥青层中的结合剂的反应更象弹性固体，而不象粘性流体，压实操作通过结合剂使粒料更加密实，而不是使结合剂绕粒料流动，导致粒料的移动。

上述 Van der Poel 图表提供了根据载荷和温度估计标准沥青刚度的方法。尽管该图表对沥青压实领域的技术人员是熟知的，其压实载荷时间短的缺点一直没有被充分认识，采用钢辊和橡胶轮胎短时间进行振动或不进行振动的压实方法一直在使用。

已经认识到，上述美国专利采用了带式压实机，通过使结合剂的粘性流动改善了压实效果。采用带式压实机的实验结果于 1992 年在 Nottingham 举行的第 7 届沥青铺设国际会议上由 Halim OAE 等人发表，该国际会议的主题是“通过采用 AMIR 压实机改善沥青铺设的特性：试验室和现场检验”。然而，还没有认识到更长加载时间的优点。

在静态加载条件下，所述带式压实机所产生的加载应力仅仅是上述 16 吨辊式压实机的大约 5%，假定采用传统的前进速度，加载时间比辊式压实机要长，原因是增加了带的接触长度。上述论文中，接触长度为 1.25m，压实速度通常在 1.1m/s 左右，加载时间大约为 1.1 秒。采用 Van der Poel 图表可以看出，加载时间延长的效果是，结合剂的刚度在 120℃ 时从上述传统的振动辊式压实机的大约 1000Pa 下降至带式压实机的大约 5Pa。

#### 发明内容

根据本发明的第一方面，提供了一种热沥青层混合物的压实方法，该热沥青层混合物由前进的沥青摊铺机进行铺设，该方法包括：使沥青压实机在铺设完的沥青上前进，使由至少一个带的下表面形成的压实机的压实表面与沥青层的任何一部分的接触时间至少为 1.5 秒，该压实表面在沥青层上产生的最大平均载荷应力小于 50kPa。

不想受理论的限制，可以相信，本发明通过压实使沥青的强度最大化，方法上在压实过程只利用了结合剂的粘性弹性行为，即减小

结合剂的刚度，当施加应力时，使结合剂从粒料颗粒上流走，使粒料颗粒在粘性弹性结合剂内重新定向，使得不用高应力也可优化粒料颗粒之间的紧密接触。另外一方面，上述传统的钢辊压实过程的注意点是粒料成分，要采用大力去克服阻力，使结合剂流动，使应力从一个粒料颗粒转移至另外一个粒料颗粒，以改善粒料颗粒之间的紧密接触。

在沥青混合物中可用来降低结合剂刚度的主要变量有：

#### 1. 沥青温度

采用 Van der Poel 图表可以看出，在压实时沥青温度增加大约 10℃，结合剂的刚度就降低一半以上；和

#### 2. 加载时间

采用 Van der Poel 图表还可以看出，压实机对道路的加载时间增加 10%，结合剂的刚度就减小大约 10%。通过改变压实表面的长度和压实机在沥青层上的压实通过速度其中之一或同时改变这两个参数，可以改变加载时间。

在第一实施例中，该方法包括使沥青压实机在铺设完的沥青层上前进的速度在本质上与沥青摊铺机的前进速度相同，压实机位于摊铺机后面 50m 以内。

从上文可容易看出，压实温度是降低所选择的结合剂刚度的第一关键因素。通常，沥青的制造温度在 160℃ 左右，而铺设温度在 150℃ 左右。根据本发明的上述实施例，压实机紧随摊铺机后面，即压实操作在摊铺机后面 50m 以内就开始，该压实方法利用了沥青制造过程中提供的热能。

通过至少在没有剪切应力时采用低的最大平均加载应力，有优点的是，该方法可比传统方法在更高的温度下实施，如实施温度可达 160℃。另外，本发明的方法可以在通常的压实温度以下对沥青进行压实。有优点的是，该方法可比传统方法在更低的温度下制造沥青，从而节约能源。

有优点的是，压实机可在本质上位于摊铺机后面大约 30m 以内，

特别是，位于摊铺机后面大约 10m 以内。在本发明的第一方面的一个推荐实施例中，沥青压实机可在本质上位于摊铺机后面大约 5m 以内，更特别是，位于摊铺机后面大约 2m 以内。

在该推荐实施例中，压实机在摊铺机的作用下前进，即：压实机可与摊铺机相连。然而，有优点的是，压实机的带受驱动，以使正在压实的沥青的“推开”最小化。有优点的是，驱动器是辅助液压驱动器。当压实机与摊铺机不相连时，两者之间的距离、压实机的速度和方向可由相对位置传感器元件进行自动控制。

如上所述，压实过程中的第二关键因素是加载时间。假定沥青的铺设速度通常是每个摊铺机每天 6 小时铺设 1000 吨，铺设沥青的厚度为 50mm，摊铺机的前进速度大约为 0.1m/s。已经知道较高的铺设速度可达大约 0.15m/s，但通常并不采用，特别是，对于较厚的沥青层，可采用较低的速度，采用 0.05m/s 或更低。

在本发明的上述实施例的方法中，尽管最大的铺设速度为大约 0.15m/s，特别是，压实机带的压实表面与沥青层的任何一部分的接触时间至少为大约 7 秒，以保证在压实过程中降低结合剂的刚度。

尽管如果压实机紧随沥青摊铺机的后面，较高的沥青温度可实现最佳的优点，即使增大摊铺机和压实机之间的距离，还可以实现许多优点。特别是，在较小的工程中，压实机的前进速度、压实机与摊铺机之间的距离都可独立于摊铺机，仍然可实现本发明的目的，在压实过程中降低结合剂的刚度，所采用的加载时间比传统的方法延长。

因此，根据本发明的第二个实施例，该方法包括：压实机在沥青层上前进对沥青进行压实的速度不大于大约 0.7m/s。

在本发明的该实施例中，最高前进速度为大约 0.7m/s，压实表面的最大长度为大约 1m。这使得在任何一次压实通过中，压实表面与沥青层的任何一部分的最少接触时间至少为大约 1.5 秒。这表明，在同样的压实温度下，与传统的辊式压实机相比，结合剂刚度降低更多。

特别是，在该方法的上述的两个实施例中，总的压实时间在大约7秒至大约60秒之间，更特别是，至少为10秒，更特别是，至少为15秒。

仅一次压实通过就可实现压实过程，尽管加载应力可由两次或多次独立的压实通过实现，例如，可采用相互靠近的两个或多个独立的连续的压实表面实现压实过程。特别是，在加载由两次或多次独立的压实通过实现时，在每次压实通过中，沥青层的任何一部分与压实表面的接触时间至少为大约1.5秒。

如上所述，压实时间可通过改变压实机的速度和/或压实表面的长度而改变。另外，特别是，根据上述的本发明的第二实施例的方法，压实机在沥青层上通过的次数可以改变。特别是，根据本发明的第二实施例的方法，压实速度为大约0.6m/s至大约0.05m/s，或更低，即采用传统的铺设速度，更特别是，压实速度从大约0.5m/s至大约0.1m/s。

特别是，在本发明的两个方面中，压实表面的长度为大约1m，更特别是至少为1.5m，也可选择2至3m或更长。

特别是，通过压实表面施加的最大平均施加载荷应力小于40kPa，更特别是小于25kPa。然而，施加载荷应力可从压实表面的前端至后端逐渐增加，特别是，在该情况下，压实表面前端的最大线应力为大约40kPa，最大平均施加载荷应力为大约25kPa。最小平均施加载荷应力不宜小于大约10kPa。这样低的施加载荷应力仅适合于在社区街道采用的沥青混合物，在社区街道中，可采用更大比例的粘性弹性结合剂，不需要交通密集区域所需的对粒料的锁定程度。

有优点的是，如上所述，本发明的方法使沥青层仅在一次压实通过时就可压实至预定程度，尽管沥青成分的压实程度改变了也是如此，沥青层的厚度和温度可以调节，使沥青混合物的温度和加载时间可实现。因此，本发明可铺设和压实更厚的沥青层。

根据本发明的这个方面，采用的压实机的带可分成两个纵向平行的履带，这两个纵向平行的履带可分别进行驱动，以方便压实机的

转向。在弹性带的情况下，带的两侧可被施加不同的应力，以方便压实机的转向。另外，单独带的压实机的转向方法可以是，采用上述的与摊铺机的连接器，也可在摊铺机的后面采用可转向的拖拉机装置。该拖拉机装置是熟知的用于现有压实机的类型，可以是履带型、轮胎型、辊型，可适合于对沥青层提供附加的压实和/或改善表面质量。另外，压实机也可方便地包括两个沿纵向相互间隔的带，压实机在各带之间铰接，以方便转向。根据本发明的方法，带的压实表面可与沥青层之间沿前进方向没有相对滑动地相接触，压实机的每个带都在沥青层上压实通过。可以看出，当压实机转向时，沿横向方向至少有小的相对滑动，但这种小的相对滑动在压实机的运行过程中通常足够小，不会在本质上恶化对沥青层的压实。根据本发明的第二实施例的方法的推荐的压实过程，在压实完的沥青层上压实机可调转压实方向。

根据本发明的另外一个方面，提供了一种压实机，其包括两个纵向相互间隔的支撑组件和电源，这两个支撑组件相连，至少一个支撑组件可分别进行调节，以允许压实机的转向，上述电源驱动至少一个支撑组件，其中，至少一个支撑组件包括模块压实装置，模块压实装置包括压实带和带的支撑元件，带的支撑元件限定了带的下段，带的下段限定了压实平面。

根据本发明的进一步的一个方面，提供了一种压实机，其包括至少两个纵向相互间隔的模块压实装置和电源，这两个模块压实装置相连，上述电源驱动至少一个模块压实装置，其中，至少一个模块压实装置可进行调节，以允许压实机的转向；至少一个所述模块压实装置包括压实带和带的支撑元件，带的支撑元件限定了带的下段，带的下段限定了压实平面。

特别是，根据本发明的这些方面的压实机适用于热沥青层混合物，但也可用于对其它铺路材料的压实。

当其中一个支撑组件包括模块压实装置时，连接在其上的另外一个支撑组件可以是：例如，沥青铺设器，其可在本发明的第一方面

的方法中采用；或可转向的拖拉机装置，此时，压实机可在本发明的第一方面或第二方面的方法中采用。在这些实施例中，特别是，模块压实装置可以但不是必须以枢轴方式由牵引装置连接在另外一个支撑组件上。

另外，根据本发明的上述方面，两个支撑元件都包括模块压实装置，每个模块压实装置包括压实带和带的支撑元件，带的支撑元件限定了带的下段，带的下段限定了压实平面。这些装置可以枢轴方式由牵引装置连接在另外一个装置的一端。在该实施例中，特别是，两个模块压实装置例如由液压元件以枢轴相连接，以使压实机转向。在这种结构中，两个模块压实装置可以有优点地取代熟知的铰接的双辊式压实机的两个钢辊。

另外，另一个支撑元件可包括例如两个带式压实机，这两个带式压实机的侧面与侧面相连，可在一个模块压实装置内以相互间隔的方式进行设置，该模块压实装置适合于在相互间隔的带式压实机之间压实沥青层。模块压实装置和两个相互间隔的带式压实机例如由液压元件以枢轴相连接，以使压实机转向。有优点的是，这种结构可在一次压实通过中增加压实宽度。

可以看出，根据本发明的这个方面的压实机可以包括一个模块压实装置和上述可转向的拖拉机装置，或两个侧面相互连接的带式压实机，或两个可相互枢转的模块压实装置，该压实机最好采用，但不是必须采用，根据本发明的第一方面或第二方面的方法。

特别是，模块压实装置或至少一个模块压实装置受驱动，即驱动带的转动。

最有优点地是，根据本发明的这些方面，每个模块压实装置可以取代传统的辊式压实机的每个辊组件。

有优点的是，每个模块压实装置的带的下段至少为 1m 长，也可以是 2 或 3m，甚至更长。根据本发明的任何一方面的带可由任何适当的装置可转动地支撑在压实机上。例如，在一个实施例中，带在两个或多个大辊和两个小辊之间延伸，例如，两个大直径的辊设置

在压实机的前端，两个小辊分别是位于压实机的后端的上下带辊。在另外一个实施例中，带的下段在两个较小的辊和之间延伸，至少一个上辊的直径较大，该上辊支撑着带的上段。在带的下段的前后两端之间，带可以由任何适当的方式支撑，对沥青层表面的加载应力可以是预定的定值或逐渐增加。例如，上述钢段带可以间隔的导轨或其它导向元件支撑，而上述的弹性带由中间辊的列阵或由滑动表面支撑。

有优点的是，在本发明的第一方面中采用的压实机的带的宽度在本质上与摊铺机的铺设器的宽度相同，例如是 4m，但可以短一些。例如，对于较小的工程需要压实机的灵活性的情况下，可方便地采用较窄的带宽度，例如，采用铺设器宽度的一半或更窄。相应地，在某些情况下，带的宽度可小于铺设器的宽度，例如采用 2m，或更短一些。

在本发明的任何方面中采用的带可以由任何适当的材料制成，只要考虑到压实机的任何特定应用的特殊要求。因此，如上述的美国专利说明书所述，带可包括弹性材料，如层化橡胶。另外，带可以包括一系列枢轴连接的钢段，或包括网状或织构的丝线。这种钢段、网状或织构的丝线可由钢丝或其它适当的材料制成。任何这种非弹性的带都可以包括弹性垫，该弹性垫固定在非弹性的带的外表面上，与非弹性的带的外表面相接触。

在热沥青层混合物上采用弹性的带或有弹性垫固定在其上的非弹性的带对于压实完的沥青通常可提供更好的表面质量，这是和采用非弹性的带的情况相比而言的，原因是在沥青的表面上粗糙粒料部分的周围的沥青的弹性材料被压实。然而，在采用非弹性的带的情况下，也可达到类似的效果，方法是随后由橡胶轮胎辊辊压表面。

为了在压实过程中减少热沥青混合物的热损失，除了压实机的带的下段以外，在任何情况下，压实机的带被包围在压实机内。包围物的一部分或全部可以由绝热护罩制成，有优点的是，该护罩至少延伸至带的在本质上处于压实平面的位置。这种护罩可由一个或多

个零件构成，例如，可由加强塑料如玻璃纤维制成，或可由金属如铝制成，或可由具有或没有绝热衬的钢制成。该带可由带的支撑装置部分地包围。

在某些情况下，特别是但不仅仅是，在压实机不是用于热沥青层的方法中，有优点的是可对压实机的带加热。特别是，压实机的带被加热至至少是压实过程中沥青层的预定温度，如大约 120℃ 至大约 150℃，或更高的温度，并且在压实过程中对沥青层加热。对压实机的带的加热还可保证，沥青层表面的沥青在本质上不会与压实机的带粘接。

压实机的带可由任何适当的元件加热，如用过热空气发生器加热，或由火焰直接加热，如用丙烷火焰加热。这样的加热元件可进行遥控，如由面向压实机的红外传感器进行遥控。

另外，或附加的是，在邻近带处压实机可有优点地包括一个或多个热液体容器。该热液体可以是被加热的油或沥青。每个容器可包括加热液体的元件和把液体注入容器或从容器内排出液体的元件。

与压实机相关的辊可作为热液体的容器。

另外，或附加的是，在两个辊之间或邻近某个辊处设有单独的热液体容器。

下面结合附图对本发明的一个或多个方面的方法和装置的几个实施例进行说明，这种说明仅仅是为了举例子，其中：

#### 附图说明

图 1 是摊铺机和压实装置串联和通过相对位置传感器保持固定距离时的侧视图；

图 2 是如图 1 所示的摊铺机和压实装置的俯视图，清楚地示出了相对位置传感器；

图 3 和图 4 对应于图 1 和图 2，不同的是摊铺机和压实装置实体相连；

图 5 是压实装置的侧视图，示出了传统的拖拉机与辊式压实机铰接的情况；

图 6 是如图 3 所示的压实装置和拖拉机的俯视图；和

图 7 和图 8 分别示出了自驱动压实装置的侧视图和俯视图，该压实装置包括两个铰接的模块压实装置。

### 具体实施方式

如图 1 和 2 所示，压实机 10 压实沥青层 20，该沥青层 20 由摊铺机 22 的铺设器 24 已经铺设在事先准备好的基础 15 上。压实机 10 是带式压实机，其紧随摊铺机 22 之后。

压实机 10 包括：大直径转动辊 12，其位于邻近摊铺机 22 的前端；上横向辊 14a 和下横向辊 14b，其设置在后端；和热液体容器 13，其设置在转动辊 12 与上横向辊 14a 和下横向辊 14b 之间。热液体容器 13 和转动辊 12 容纳温度在 150℃ 左右的热油或沥青。转动辊 12、上横向辊 14a 和下横向辊 14b、以及容器 13 都由框架 17 支撑，该框架 17 由一个框架元件示意地表示。

层状弹性带 11 绕转动辊 12 以及上横向辊 14a 和下横向辊 14b 延伸。转动辊 12 由辅助液压驱动器 19 驱动，因此，可把转动传递至带 11，并驱动压实机。带 11、辊 12、辊 14a 和辊 14b 可沿纵向分立，由两个驱动器分别驱动辊 12 的左半部分和右半部分，以对压实机进行导向。弹性带可有优点地被钢带取代，该钢带具有安装在其上的弹性垫。

在辊 12 和辊 14b 之间的公切线的位置，即由容器 13 的底壁所限定的位置处，在辊 12 和辊 14b 之间的带 11 的下段可抵抗向上的挠曲。特别是，虽然没有示出，在容器 13 的下面设有小辊的阵列，以在下段的平面内支撑所述的带。

压实机 10 还包括绝热护罩 16，该护罩 16 靠近地覆盖着压实机的前面、上面和后面，因此，在带的这些不与沥青层 20 的表面接触的部位可减少热损失。护罩 16 还可覆盖压实机 10 的两侧，从而可进一步减少辊 12 和容器 13 的热损失，还可减少沥青的热损失。

压实机 10 以和摊铺机相同的速度在摊铺机 22 的后面大约 1 至 2 米的距离处运行。更特别是，沥青铺设器 24 的外边缘 23 和带 11 的

下段的前端 11a 之间的距离大约为 1 至 2 米。该距离由相对位置传感器元件 18 保持恒定, 传感器元件 18 设置在压实机 10 和摊铺机 22 两侧的适当的位置上。每侧的相对位置传感器元件 18 包括例如支撑在铺设器 24 上的红外线或激光束发射器, 从而把垂直于前进方向的光束发射至一个目标, 该目标设置在压实机 10 的向前延伸的元件 19 上。该目标具有一零位置, 在该零位置的两侧具有一个或多个正或负位置。当光束击中目标的零位置时, 辊 12 和带 11 保持预定的转动速度, 如果光束击中正或负位置, 辊 12 和带 11 的转动速度就增加或减小。这样的传感器元件是熟知的, 仅仅为了说明方便而提及。

铺设沥青层 20 时, 摊铺机 22 的运行速度通常在 0.1m/s 左右。可以认识到, 在沥青压实过程中, 压实机 10 的速度在本质上低于传统的压实机。另外, 由于压实机 10 紧随在摊铺机 22 的后面, 在压实开始时, 沥青层 20 的温度处于或在本质上处于铺设温度。辊 12 和容器 13 中的热液体对带 11 加热, 护罩 16 减少了压实过程中的热损失, 因此, 压实温度可达 150℃或更高。

如图 1 和 2 所示, 压实机 10 和带 11 的宽度 Y 是 4m, 由铺设器 24 铺设的沥青层 20 的整个宽度在压实机 10 的仅一次压实通过后可由带 11 所覆盖。由带 11 的下段所限定的接触长度 X 是 3m。总质量为 24 吨 (240kN) 的压实机包括辊 12 和容器 13 中的热液体, 由带的下段所施加的均匀接触压力可达 20kPa。假定速度为 0.1m/s (通常铺设量是每个摊铺机每天 6 小时铺设 1000 吨, 沥青的铺设厚度为 50mm), 压实机的带的下面的沥青层的任何一点的加载时间为 30 秒。在该加载时间和 150℃的条件下, 结合剂的刚度可达 0.05Pa。

上述尺寸的压实机可用于大型工程。在小型工程中, 压实机 10 可以有小得多的“脚印”, 例如, 接触长度 X 为 2m, 宽度为 2m 或 4m。较小的脚印通常可在总体上减小压实机 10 的重量。如果这样, 可由提高温度的方法进行补偿。在该情况下, 可采用钢带 11, 由火焰直接进行加热。

现在看图 3 和图 4, 其示出了如图 1 和 2 所示的压实机 10 的变

种，这里，压实机 10 与摊铺机 22 在实体上相连。压实机 10 包括自身的辊 12 的驱动器，从而压实机的前进速度可设置成摊铺机的运行速度。因此，摊铺机和压实机之间的机械连接为压实机提供了唯一的导向。

该机械连接图示为框架 26，其从压实机的框架 17 的前端向前延伸至铺设器 24 的两侧，再向内延伸至摊铺机下面的牵引装置 28。在设备遇到大半径曲线时，牵引装置 28 在摊铺机和压实机之间提供了刚性或枢转连接。

在操作过程中，随着摊铺机的转动，该转动由框架 26 感知，框架 26 把同样的转动运动机械地传递给压实机。由简单的绳索结构代替框架 26 也可实现类似的功能。

图 4 示出了压实机，包括转动辊、辊和带的纵向分立性，可以看出，压实机可由本质上相同的 1m 宽的模块构成，各模块侧面和侧面固定在一起，形成了压实机的预定宽度。如果压实机的两个带或两个外带都有其自身的电源，各带的转动速度就可以分别进行调节，以方便压实机的转动。任何内带都可以不受驱动。

附图 5 和 6 更好地示出了通常在较小型工程中应用的压实机的另外一种结构。在图 3 和 4 中，压实机 30 在本质上与如图 1 和 2 所示的压实机 10 具有相同的结构，因此，不进行详细说明。压实机 30 包括：大直径转动辊 32，其具有辅助液压驱动器；热液体容器 34；上下横向辊 36、38；框架 40，其支撑着转动辊和横向辊；转动带 42；和绝热护罩 44。然而，在该实施例中，压实机 30 不是如图 1 至 4 所示保持紧随摊铺机的后面，压实机 30 由传统的拖拉机 46 铰接辊式压实机的方法从后侧导向，压实机在框架 40 的一端由枢转连接器 48 连接至拖拉机上。和从前一样，带 42 具有本质上是刚性的下段平面，为了提高可操纵性，该下段的长度可缩短成 2m 或短。

在该实施例中，可采用单一带 42，由拖拉机 46 进行导向，该拖拉机 46 具有大直径的充满液体的光滑的轮胎 50。

在具有如图 1 至 4 所示的压实机 10 的情况下，热液体容器 32

和 34 可改进成或更换成带的过热空气鼓风机或火焰直接加热器。这种加热可在带的内部进行，如在带的上段，也可在带的外部进行，如在邻近下段的护罩 44 和辊 32 之间。这种带的加热方法也可在压实过程中对沥青提供热量，在该情况下，在结合剂的粘性流动条件下，可实现满意的压实，尽管在压实之前沥青已经冷却很大程度，也是如此。

压实机 30 包括液压千斤顶装置 52，其适合于把带 42 升高至离开地面，这样，在压实机停止的条件下，带也可以自由转动。在便于甚至在压实机开始运行之前就对带进行加热。千斤顶装置在压实机的与枢转连接器 48 相反的一端由框架 40 承载，并且包括轮装置 54，从而便于运输和不使用的灵活性。

压实机 30 可在速度达  $0.7\text{m/s}$  左右时使用，即使在带的下段的长度为  $2\text{m}$  时，也可提供一次压实通过的大约 3 秒的压实时间，这在本质上比现有技术的压实时间长。然而，压实机 30 的使用速度可低于  $0.7\text{m/s}$ ，例如，可在  $0.5\text{m/s}$  左右或更低速度的条件下使用，从而延长每次压实通过时的加载时间。压实机 30 可按上述的压实机 10 的方式进行工作，即紧随摊铺机并在本质上以摊铺机的速度前进，但是，更多的情况是，压实机 30 独立于摊铺机单独工作，以高速前进。在这种情况下，压实机 30 可容易地多次在沥青层上通过，以达到预定的压实程度。压实机每次在沥青层上通过可在摊铺机和摊铺机前后达  $400\text{m}$  之间的范围内，压实机的速度可以调节，以在达到所需的通过数目之后，使压实机与摊铺机的速度保持一致。压实机可达到的均匀加载应力为  $20\text{kPa}$ 。

现在看附图 7 和 8，其示出了压实机 60，压实机 60 的工作方式在本质上与如图 5 和 6 所示的压实机 30 完全相同。然而，压实机 60 是带压实装置的模块形式，两个压实机 60 取代了熟知的双钢辊铰接双辊压实机。熟知的压实机包括电源、控制模块 64 和两个辊模块，辊模块由代表辊的虚线 66 部分地表示。

每个压实模块 62 包括典型框架 68，其一端具有牵引装置 70，以

与电源和控制模块 64 枢轴连接，模块 64 位于压实模块 62 之间和上方。熟知的辊式压实机的框架 68 具有辊 66，辊 66 枢接在该框架内。在该情况下，弹性或非弹性带 74 的较小的上辊 72 以相同的方式枢接在该框架内。辊装置 76 分别包括前后辊 78、80 和较小的中间辊 82，辊 78 和 80 的直径小于辊 72 的直径。辊 78、80 和 82 限定了带的下段的平面，该平面限定了压实模块 62 的压实表面。各压实模块的带 74 的下段的长度最好为 1.5 至 2m，但也可长可短。如图 8 所示，带的宽度为大约 2m，这与标准辊模块相对应，但也可宽可窄。

各压实模块 62 中的辊 72 的驱动方式与熟知的辊 66 相同，通过辅助液压驱动器（未示出）由电源和控制模块 64 进行驱动。除了通过电源和控制模块 64 与压实模块 62 相连之外，压实模块由导向液压杆 84 相连，特别是，在牵引装置 70 的两侧各由一个导向液压杆相连。导向液压杆 84 由液压阀装置（未示出）控制，由压实机的司机输入转向信息。

各压实模块 62 具有带 74，该带 74 除了护罩 86 的下面的下段以外都被覆盖。护罩有利于在压实过程中减少沥青层 88 的热损失，也为带包围了一个热环境。这种热环境可通过在辊 72 内设置热液体提供，特别是，可由过热空气提供，过热空气从护罩的下方向护罩内提供热量，该过热空气由压实模块，更具体说由电源和控制模块 64 上的加热器提供。对带的加热有利于保持理想的压实温度，即使是在压实机 60 通过沥青层 88 时该沥青层 88 的特定部分已经冷却至低于该温度，也是如此。

在图 7 中可注意到，每个模块 62 的辊 72 的转轴在本质上可低于现有辊模块的辊 66 的转轴，以在坡路上改善安全性。

还可以看出，压实模块 62 可容易地由图 5 和 6 所示的压实机 30 取代，在某种情况下，可由如图 1 至 4 所示的压实机 10 取代。

在各所述的实施例，带式压实机最好包括紧带装置（未示出）。该装置可包括由液压驱动变位的辊。

已经发现，有优点的是，根据本发明的各方面的沥青压实方法和

压实机所压实的沥青，其透气性明显地低于由传统的设备和技术压实的沥青。在这方面，根据新南威尔士道路和交通局（RTA）的标准试验方法 T168（1990）进行了题为“现场测定水侵入铺设路面渗透性”的试验。简单地说，根据该试验方法，把具有高度刻度的观测管定位，使其在被测部位上方垂直延伸。通过一基板把该观测管支撑在基座上。把水注入观测管内，根据观测管的刻度快速把水注入到预定的高度。然后，让水通过基板落下，与被测的沥青表面相接触。记录在观测管的上下刻度之间水平面下落的速度，计算被测部位的表面孔隙度。

采用该方法，已经发现，在根据本发明的各方面准备的试验沥青上，水面从 1m 下落至 900mm 所需时间为 10 至 20 秒。当在试验现场对传统的压实沥青进行试验时，水渗入铺设路面的流动量是，水平面只能维持在 200 至 300mm。可以相信，传统方法压实的沥青表面的渗透性大的原因可以是辊压导致的裂纹、气穴的非封闭和传统技术导致的毛细管现象。

在本说明书中，除非是上下文的需要，否则，“包括”一词应该理解成暗示着包含一个或一组整数，但不排除任何其它的某个或某组整数。

本领域的技术人员可看出，除了上述说明之外，本发明可进行变化和修改。应该理解，对本发明的变化和修改都将落入本发明的精神和范围。本发明还包括本说明书引用或指出的所有的步骤和特征，单独地和集体地，任何一个、两个或多个所述步骤或特征的所有组合。例如，本发明可引伸出一种带式压实机，其带被包围至带的下段的高度，如上所述，本发明也可引伸出设有对带进行加热的元件的带式压实机。另外，本发明还可引伸出所述的任何其它特征或特征组合单独带式压实机。

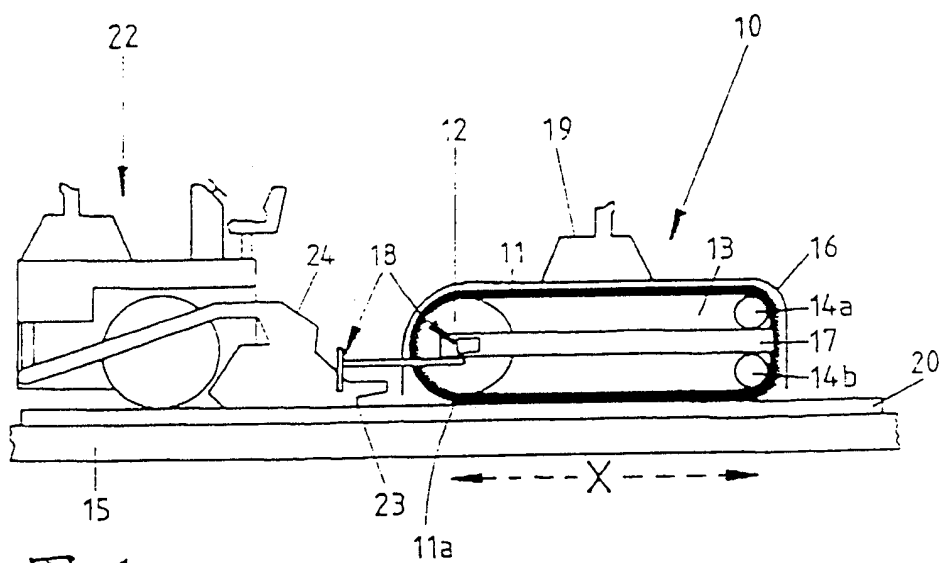


图 1

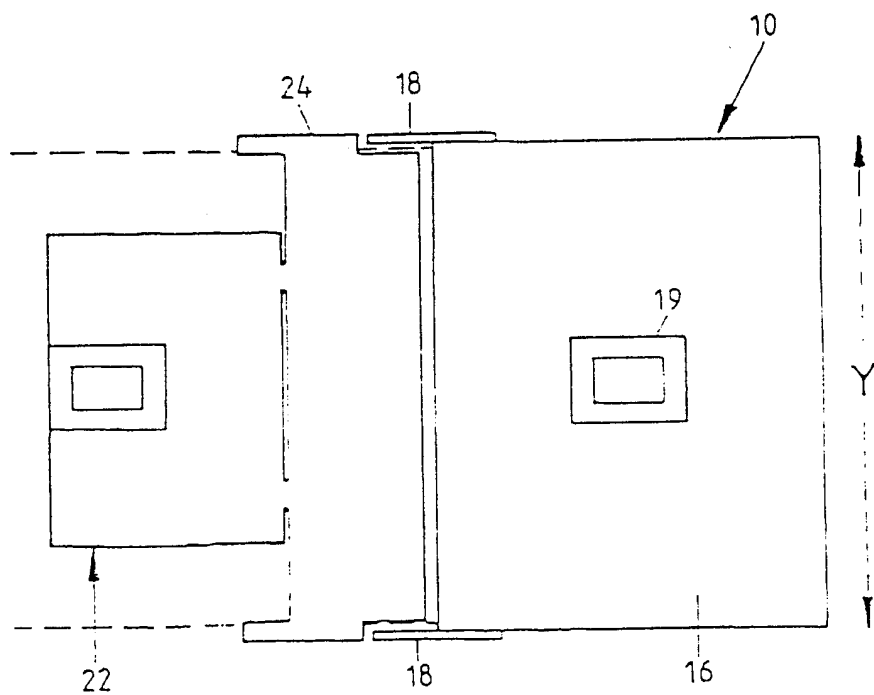


图 2

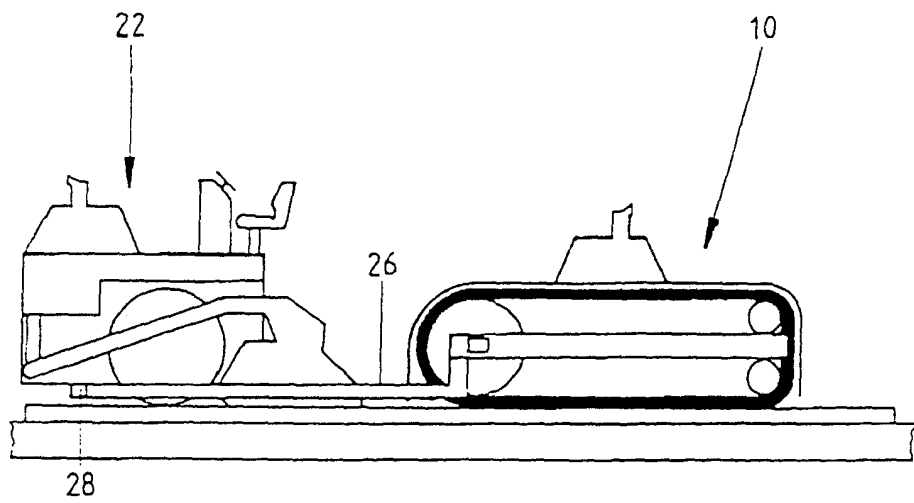


图 3

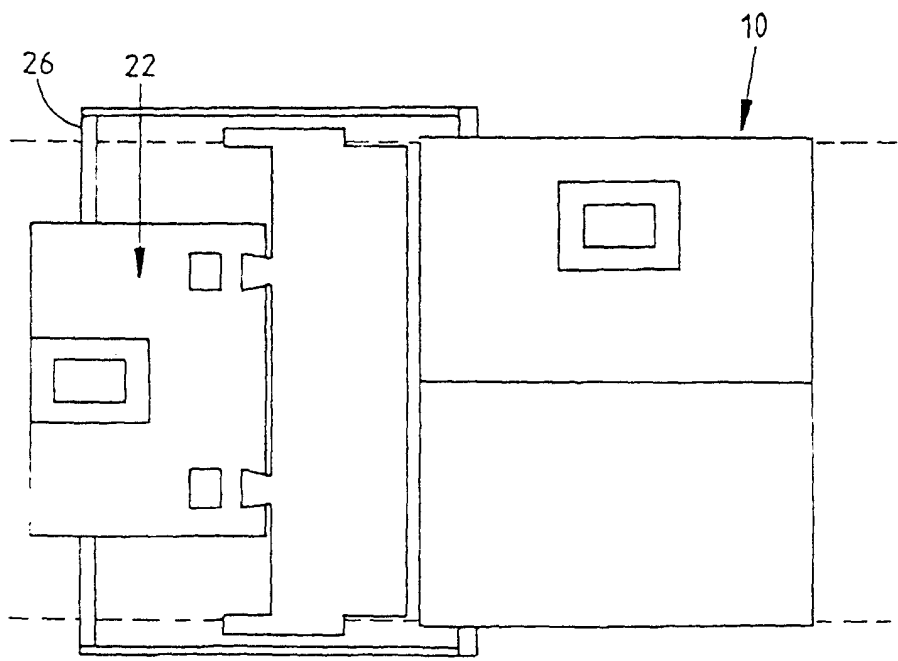


图 4

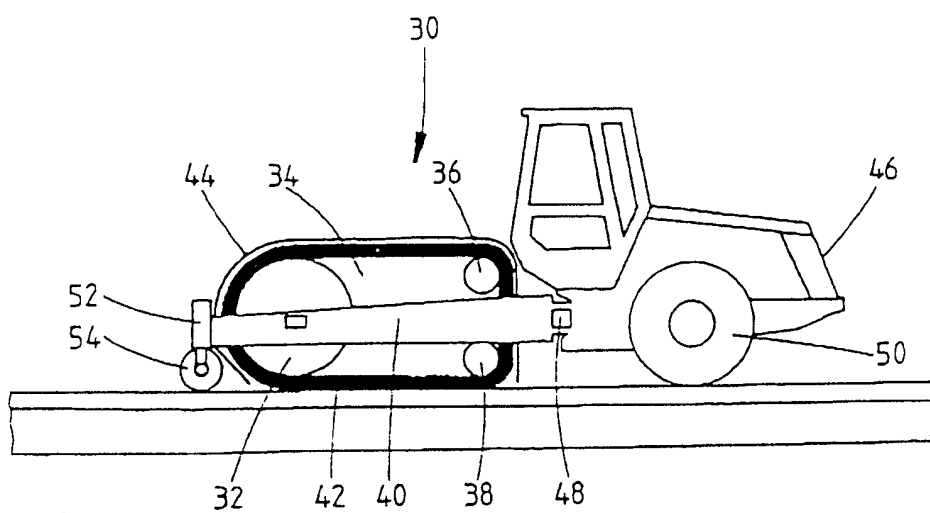


图 5

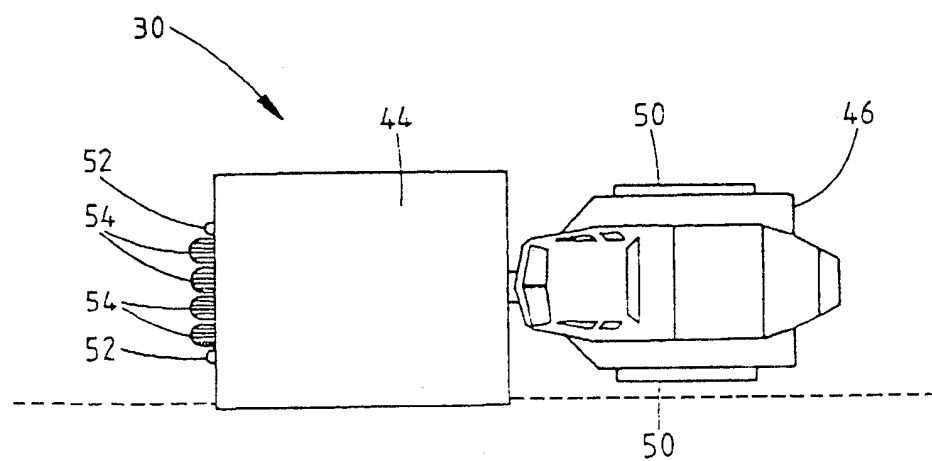


图 6

