

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 11/00 (2006.01)



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200620044616. X

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 200943500Y

[22] 申请日 2006. 8. 7

[21] 申请号 200620044616. X

[73] 专利权人 上海市隧道工程轨道交通设计研究院

地址 200070 上海市天目西路 290 号

[72] 设计人 曹文宏 乔宗昭 曹伟飏 管攀峰  
沈张勇 朱祖熹 陆 明

[74] 专利代理机构 上海申蒙商标专利代理有限公司  
代理人 徐小蓉

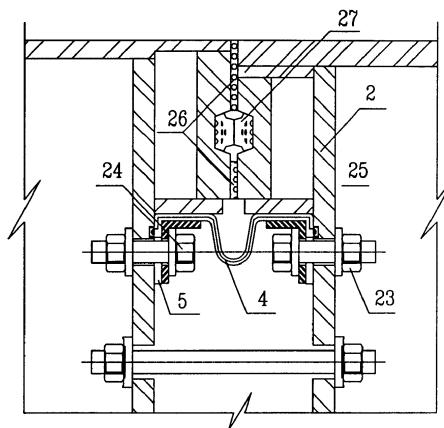
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

### [54] 实用新型名称

一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统

### [57] 摘要

本实用新型涉及隧道类，具体的讲是涉及一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，该系统在扩大盾构隧道断面的同时，增加了结构的纵向柔性，大大提高了结构对不均匀沉降和错动的适应性，其优点是结构简单，质量可靠，能适应较大值的地层沉降和错动，避免隧道中钢筋混凝土管片的损坏，防水效果好。



- 1、一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道断面轮廓的尺寸大于隧道标准断面轮廓的尺寸，如果其差值为 $\Delta$ ，所述的 $\Delta$ 值，在满足国家标准规定的安全系数下，与该隧道结构所在地地层不均匀沉降或错动在设计年限内最大垂直位移的预估值对应。
- 2、根据权利要求1所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道为盾构隧道，其衬砌结构由若干衬砌环段连接构成，且所述若干衬砌环段中至少有一个是大变形衬砌环段，该衬砌环段结构采用两环衬砌环拼装而成，衬砌环拼装面上设置有定位安装孔，所述衬砌环的管片采用的是钢制材料。
- 3、根据权利要求2所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于组成大变形衬砌环段的衬砌环与环之间的变形缝处安装有 $\Omega$ 型橡胶止水带，构成衬砌环的管片上开设有凹槽，止水带端部的凸缘紧紧地压密于凹槽内。
- 4、根据权利要求3所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述的变形缝处的衬砌环结构中设置有注浆管。
- 5、根据权利要求1所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道为明挖结构隧道，该结构隧道由至少两个整体浇筑而成的矩形结构组合而成，且矩形结构与结构之间的接缝位于预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝处。
- 6、根据权利要求5所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于结构接缝间设置有中埋式止水带，且在该止水带之后预留注浆管于接缝侧的结构中。
- 7、根据权利要求5所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述的结构接缝间设置有双道 $\Omega$ 型橡胶止水带，位于双道 $\Omega$ 型橡胶止水带之间的接缝侧的结构中预留有注浆管。
- 8、根据权利要求1所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处

理系统，其特征在于所述隧道中的道床设计采用的是简支梁—浮置板组合道床，该简支梁整体道床跨越预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝地带，两侧设防滑装置。

- 9、根据权利要求1所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道中的轨道梁为可调节高度的轨道梁，在道床下设置轨道梁，轨道梁支承在可调节高度的支座上。
- 10、根据权利要求1所述的一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道内设置有自动检测系统，监测点位于地裂缝影响范围内的隧道结构上。

## 一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统

### 技术领域

本实用新型涉及隧道类，具体的讲是涉及一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统。

### 背景技术

地裂缝是地表岩土层在自然因素和人为因素作用下，产生开裂并在地面形成一定长度和宽度裂缝的现象。地裂缝是多因素叠加的结果，在地裂缝活动系统中，其成因以自然地质作用为主，人为因素为辅。地裂缝的活动具有三维空间的形变特征，表现为垂直沉降、水平张拉和扭动。

因为地裂缝的活动是一个动态的变化过程，成因、机理及类型均很复杂，而且根据走向不同具有明显的分段活动特征，有的地表有明显显露，有的具潜伏性，对建、构筑物的破坏形态也各不相同，因此工程的防治方法也应该针对地裂缝的不同的活动情况与空间展步特性，分段考虑。

针对地裂缝活动情况与空间展步特性，需要线路、结构、轨道和防水等相关专业综合考虑。首先结构设计要适应其不同的变形要求，将其发生的位移控制在预设的位置与结构内，而隧道本身结构不受破坏。同时在该范围内预留足够的变形空间，以便调整轨道线路，并处理好接头防水。

在现有技术的隧道工程中，对于大量值地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝，例如在10mm以上错动量，目前还没有行之有效的方法。

### 发明内容

本实用新型的目的是根据上述现有技术的不足之处，提供一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，该结构在扩大盾构隧道断面的同时，增加了结构的纵向柔性，大大提高了结构对不均匀沉降和错动的适应性。

本实用新型目的实现由以下技术方案完成：

一种适应大量值地层不均匀沉降或错动的隧道处理系统，其特征在于所述隧道断面轮廓的尺寸大于隧道标准断面轮廓的尺寸，如果其差值为 $\Delta$ ，所

述的 $\Delta$ 值，在满足国家标准规定的安全系数下，与该隧道结构所在地地层不均匀沉降或错动在设计年限内最大垂直位移的预估值对应。

所述隧道为盾构隧道，其衬砌结构由若干衬砌环段连接构成，且所述若干衬砌环段中至少有一个是大变形衬砌环段，该衬砌环段结构采用两环衬砌环拼装而成，衬砌环拼装面上设置有定位安装孔，所述衬砌环的管片采用的是钢制材料。

组成大变形衬砌环段的衬砌环与环之间的变形缝处安装有“ $\Omega$ ”型橡胶止水带，构成衬砌环的管片上开设有凹槽，止水带端部的凸缘紧紧地压密于凹槽内。

所述的变形缝处的衬砌环结构中设置有注浆管。

所述隧道为明挖结构隧道，该结构隧道由至少两个整体浇筑而成的矩形结构组合而成，且矩形结构与结构之间的接缝位于预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝处。

结构接缝间设置有中埋式止水带，且在该止水带之后预留注浆管于接缝侧的结构中。

所述的结构接缝间设置有双道 $\Omega$ 型橡胶止水带，位于双道 $\Omega$ 型橡胶止水带之间的接缝侧的结构中预留有注浆管。

所述隧道中的道床设计采用的是简支梁—浮置板组合道床，该简支梁整体道床跨越预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝地带，两侧设防滑装置。

所述隧道中的轨道梁为可调节高度的轨道梁，在道床下设置轨道梁，轨道梁支承在可调节高度的支座上。

所述隧道内设置有自动检测系统，监测点位于地裂缝影响范围内的隧道结构上。

本实用新型的优点是，结构简单，质量可靠，能适应较大值的地层沉降和错动，避免隧道中钢筋混凝土管片的损坏，每环大变形环设计可适应10-100mm的错动量及环缝张开量，防水效果好。

## 附图概述

附图1为本实用新型大直径盾构隧道横断面结构示意图；

附图 2 为附图 1 侧面结构示意图；

附图 3 为附图 2 的局部放大示意图；

附图 4 为本实用新型矩形隧道横断面结构示意图；

附图 5 为本实用新型矩形隧道立面布置示意图；

附图 6 为本实用新型大变形环接缝防水结构示意图；

附图 7 为本实用新型矩形结构接缝防水结构示意图；

### 具体技术方案

以下结合附图通过实施例对本实用新型特征及其它相关特征作进一步详细说明，以便于同行业技术人员的理解：

如图 1-7 所示，标号 1-41 分别表示：钢管片 1、钢管片 2、二环钢管片拼接位置 3、 $\Omega$ 型止水带 4、定位安装孔 5、螺母 6、螺栓 7、垫圈 8、轨面 9、轨道梁 10、浮置板道床 11、可调节支座 12、矩形结构 13、地裂缝 14、接缝 15、矩形结构 16、浮置板 17、简支整体道床 18、浮置板 19、整体道床 20、预留注浆孔 21、沉降空隙注浆填充 22、螺母 23、固定螺栓 24、凹槽 25、海绵橡胶填板 26、弹性橡胶密封垫 27、中埋式止水带 28、海绵橡胶填板 29、预埋钢板 30、第一道 $\Omega$ 型止水带 31、第二道 $\Omega$ 型止水带 32、后焊角铁 33、预埋注浆管 34、预埋注浆管 35、盖形螺母 36、螺栓 37、压条 38、压板 39、盾构工作井 40、盾构工作井 41。

实施例一：针对盾构隧道。

本实施例由若干衬砌环段连接构成，其中衬砌环段的内径大于标准断面盾构隧道衬砌环段内径。地裂缝位置处垂直位移量较大，标准断面设计的断面尺寸不能满足地裂缝处结构变形的要求，因此在地裂缝影响带范围内需设计大断面的盾构隧道，充分考虑其在地铁运营期间因地裂缝发展引起的变形量。设计时，应根据设计范围内地裂缝设计年限内最大垂直位移的预估值，考虑一定安全系数确定设计值 $\Delta$ 。如标准断面盾构隧道衬砌内径设为 $A$ ；则扩大断面盾构隧道衬砌内径为 $A+\Delta$ 。通过线路调坡、轨道调整、运营监测与注浆处理相结合等综合防治手段，其能适应的最大沉降大于 $A+\Delta$ 。

根据沉降曲线，若干衬砌环段中间隔一定距离布置一个大变形环，本实施例的大变形环由钢管片 1、钢管片 2 拼装而成，二环的拼装面上设置有定位安

装孔 5。

在隧道施工阶段钢管片 1、钢管片 2 之间在定位安装孔 5 处采用螺栓 7 连接定位，在整条隧道推进结束并稳定后，松螺母 6，在变形缝处安装  $\Omega$  橡胶止水带 4，该接头形式能适应衬砌环较大张开和错动。在结构使用阶段，可以通过拆卸螺栓 7 达到让结构变形的目的，以适应较大值的地层沉降和错动。

在螺栓 7 上的垫圈 8 的位置处可垫蝶形弹簧，以释放隧道的纵向螺栓应力，避免钢筋混凝土管片的损坏。

具体设计时，每环设计可适应 10-100mm 的错动量及环缝张开量。

钢管片 1、钢管片 2 上可预留注浆管，可随时对因地裂缝运动隧道下方形成的空洞地层采用注浆加固处理。

变形缝处还设置有特殊断面的弹性橡胶密封垫 27，该密封垫是以三元乙丙橡胶为主，顶部覆合遇水膨胀橡胶的多孔型断面构造形式。它与本工程的普通衬砌接缝梯形密封垫相比较，具备在一定的水压条件下，适应较大变形量的能力。

变形缝中还设置有海绵橡胶填板 26，以便控制初始接缝张开量。

$\Omega$  型橡胶止水带 4 因其隆起部位的可变形尺寸较大，且止水带内夹有尼龙纤维层，故可适应一定水压条件下的抗大变形能力；同时通过管片 1、2 上开设的凹槽 25，可通过螺母 23、固定螺栓 24 将止水带端部的凸缘紧紧地压密于凹槽 25 内，起到良好的封闭  $\Omega$  型橡胶止水带端部的防水功效。必要时可结合注浆，达到封闭整条大变形环的目的。

对于钢管片 1、钢管片 2 直径的选择，需在现有结构设计尺寸的基础上考虑地裂缝或地层突变沉降的活动程度确定尺寸的富裕量。

实施例二：针对明挖结构隧道。

地裂缝位置处垂直位移量较大，标准断面设计的断面尺寸不能满足地裂缝 6 处结构变形的要求，因此在地裂缝影响带范围内需设计大断面的明挖结构隧道，充分考虑其在地铁运营期间因地裂缝发展引起的变形量。

本实施例的明挖结构隧道，为矩形断面，隧道断面的轮廓尺寸大于明挖结构隧道标准断面的轮廓尺寸，如果其差值为  $\Delta$ ，所述的  $\Delta$  值在设计时，应根据设计范围内地裂缝设计年限内最大垂直位移的预估值，考虑一定安全系数

确定设计值 $\Delta$ 。

本实施例预留结构变形空间，设计扩大矩形断面，以预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝14为界，两端明挖法施工，分段浇筑，构成矩形结构13、16，其间为接缝15。

结构在通过地裂缝14处设置滑动面，地层发生上下垂直错动时该接头部位允许有一定的上下滑动量。

接缝15两侧的矩形结构13、16中预留有注浆管，隧道的底板中预留有注浆管21，可及时对沉降空隙进行注浆填充22。

隧道的底板下设置有砂垫层。

在结构接缝15处设置有中埋式止水带28，以及第一道 $\Omega$ 型止水带31、第二道 $\Omega$ 型止水带32，在中埋式止水带28与第一道 $\Omega$ 型止水带31之间、第一道 $\Omega$ 型止水带31与第二道 $\Omega$ 型止水带32之间分别预留了预埋注浆管34、预埋注浆管35，可在中埋式止水带28、第一道 $\Omega$ 型止水带31失效的情况下，通过注浆充填于有限的空间内形成新的防水线。

盖形螺母36、螺栓37、压条38、压板39以及后焊角铁33用于 $\Omega$ 型止水带31、32的安装固定。

中埋式止水带28的材质为钢边橡胶止水带，止水带28端部的钢边可使其与混凝土很好的咬合，但此止水带适应结构变形的能力有限。

第一道 $\Omega$ 型止水带31、第二道 $\Omega$ 型止水带32内夹有两层尼龙纤维层，且适应变形能力的止水带中部长长度很大，故可适应相当大的变形量能力。与此类 $\Omega$ 型止水带相配套的压件系统利用杠杆原理，可很好地达到封闭止水带端部的防水效果；同时止水带两端附近有多个小齿牙，更好地加强了止水带与基面的密封性能；另止水带端部的凸缘可防止止水带在承受大变形沉降工况下，从压件系统中脱落。

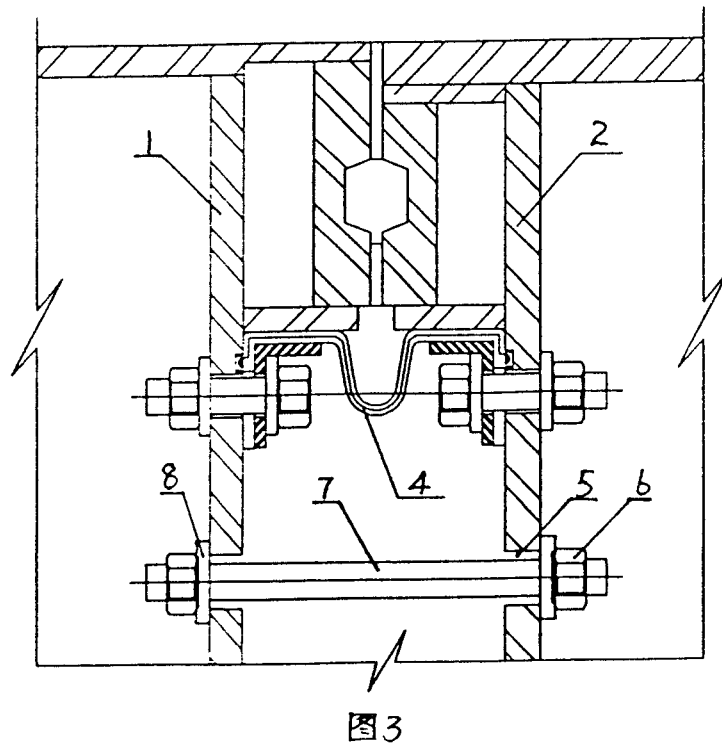
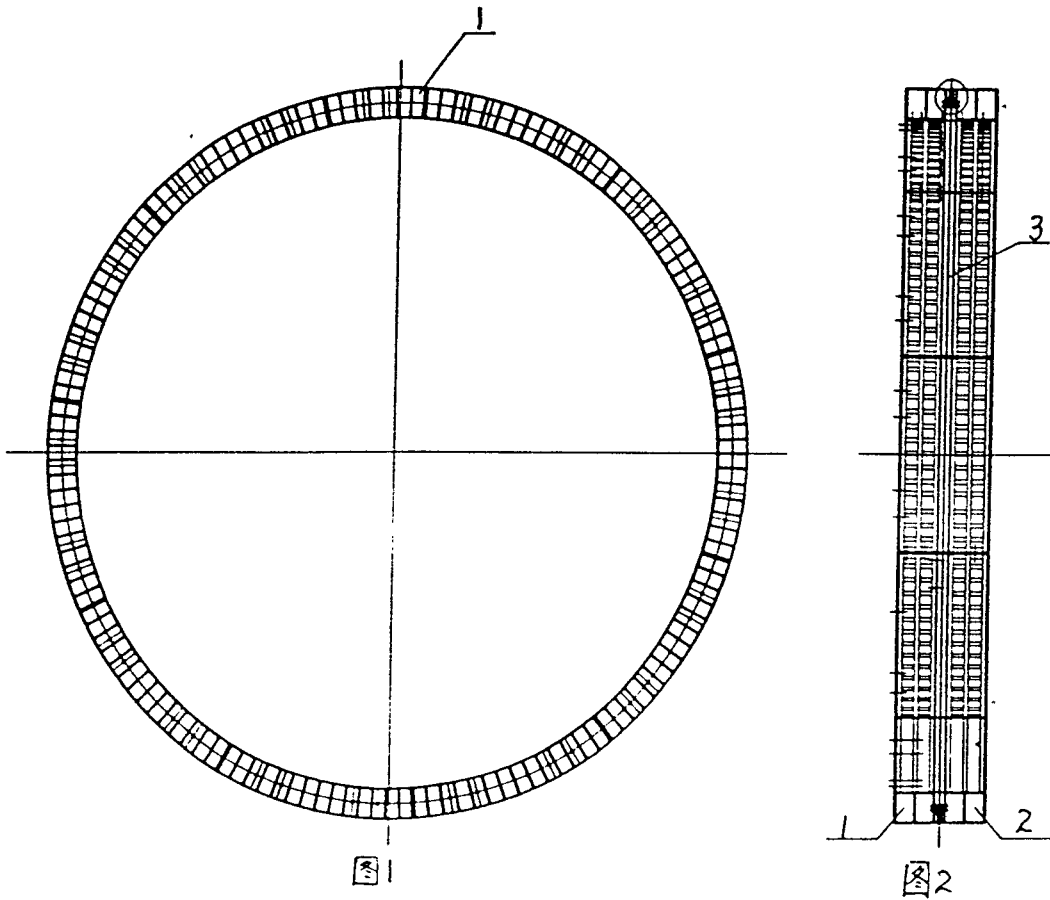
隧道中的道床设计采用的是简支梁—浮置板17、19组合道床，该简支梁整体道床18跨越预估的由地层不均匀沉降或错动造成的地裂缝地带，两侧设防滑装置，两端一定距离辅以浮置板式轨道结构的整体道床20，可以起到调节因沉降引起的道床高差的作用。简支梁—浮置板组合道床较有渣道床调整线路更快捷、方便，且日常维护量小。

当隧道结构差异沉降超过10cm以上时，在道床下设置轨道梁10，轨道梁



10 支承在可调节高度的支座 12 上，当隧道沉降较大时，通过调节支座 12 将轨道台升到设定位置。该方案需要有较大的设备安装、维修空间，仅适用于断面尺寸及空间较大的矩形隧道内，并需与运营单位管理相结合。

跨越地裂缝带线路设计为上坡或缓坡，并有一定富余量，即便运营后结构发生沉降，也可通过线路调坡予以调整。地铁建成运营后，在地裂缝影响范围内的管片上布置监测点，24 小时在线监测隧道的变形情况，实现远程监控，自动报告结构状态，并分级设置沉降预警值。根据不同的预警值采取不同的措施，如变形较小时，可启动自动注浆系统对隧道外地层进行加固；当变形较大时，及时通知技术人员采取应急措施。



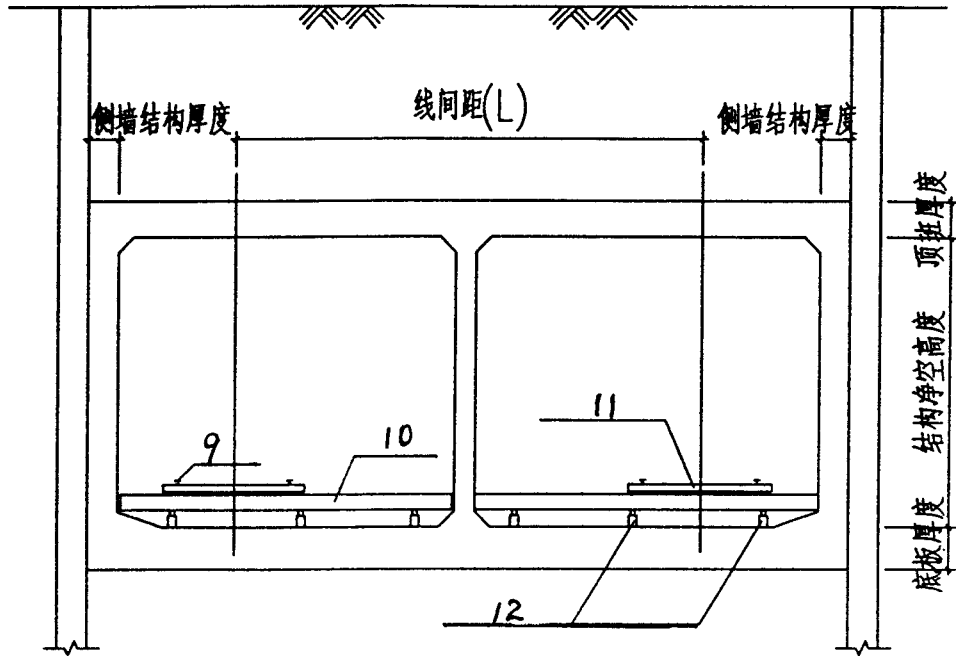


图4

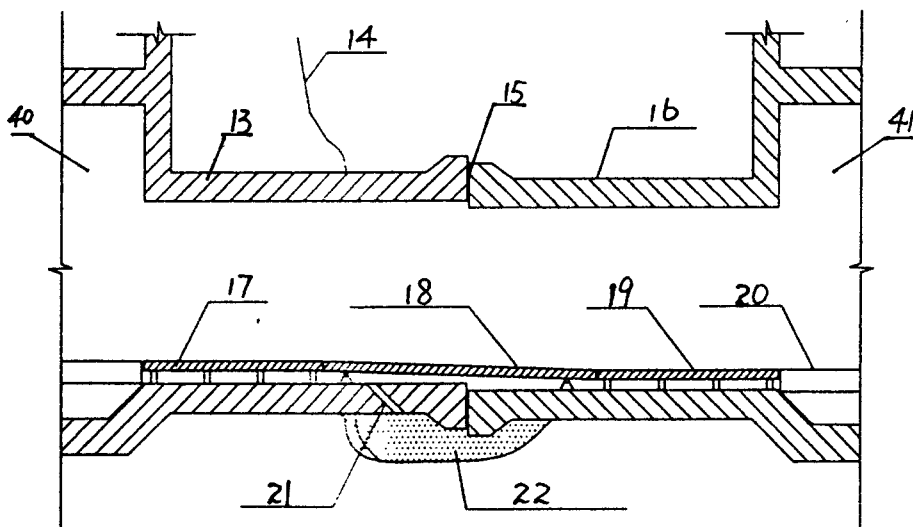


图5

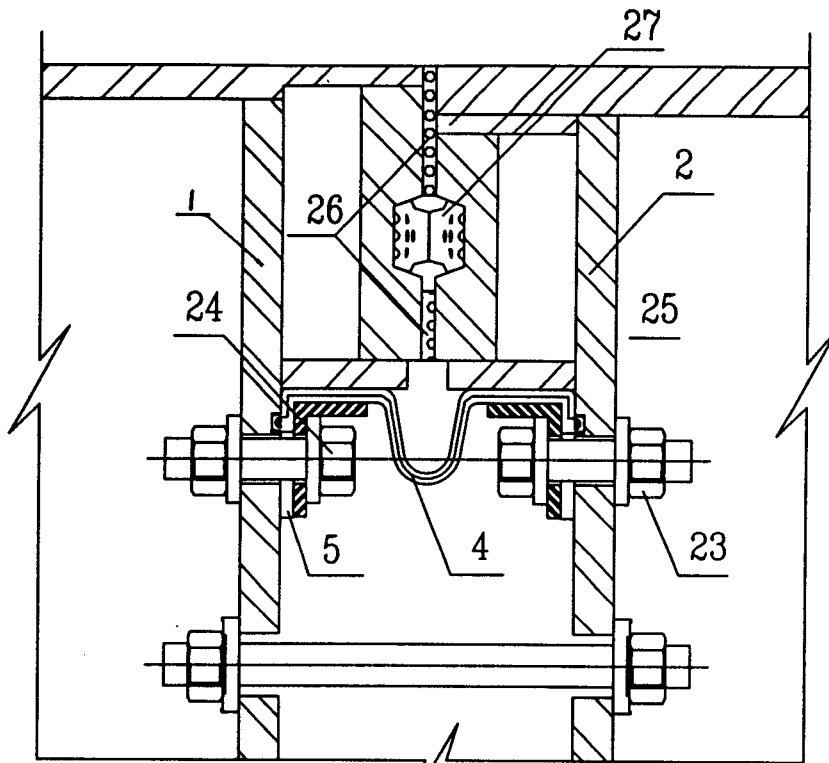


图6

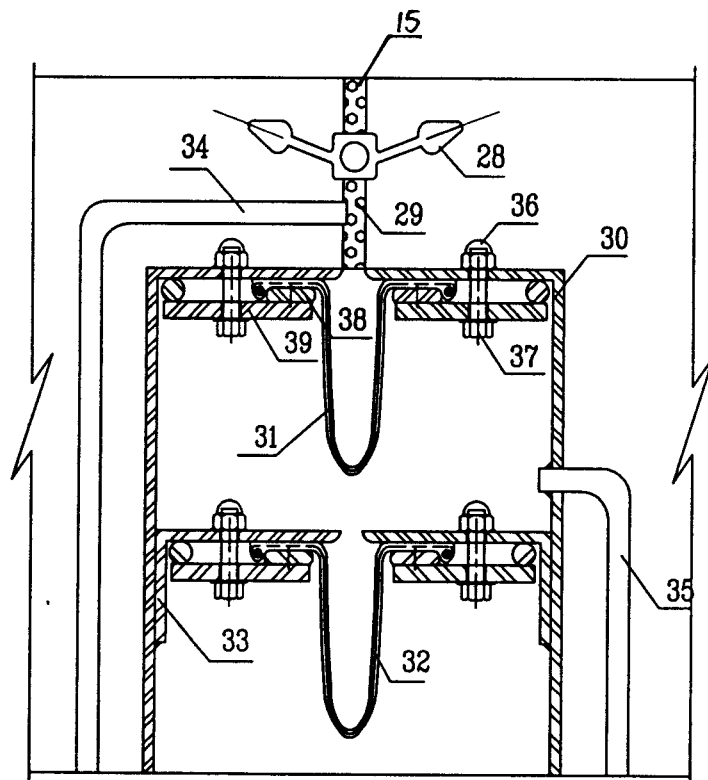


图7