(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103643966 A
(43)申请公布日 2014.03.19

(21)申请号 201310750240.9

(22)申请日 2013.12.31

(71)申请人 西南交通大学
地址 610031 四川省成都市二环路北一段111号

(72)发明人 周晓军 王晓峰 高波 胡鸿运 汪精河 刘建国 俞学英 黄寒

(74)专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所（普通合伙）51227
代理人 李顺德 王睿

(51)Int.Cl.
E21D 11/08(2006.01)
E21D 11/38(2006.01)

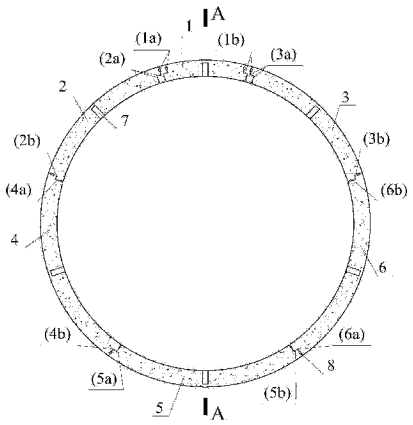
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种装配式隧道衬砌管片

(57)摘要

本发明公开了一种装配式隧道衬砌管片，属于隧道施工技术领域。为简化预制管片的制作和加工工艺，优化管片的连接方式，提高盾构隧道特别是圆形横截面隧道采用预制管片拼装衬砌的施工效率等问题。将圆形隧道横截面内的混凝土衬砌划分为六块混凝土预制管片，六块混凝土预制管片横截面均带有圆弧，分别为：封顶块，两块邻接块和三块标准块，它们的两个端面均设有结构对称或相反的凹凸台阶；封顶块的形状为正楔形，结构对称，两邻接块同为偏楔形，两者结构相反；两标准块的结构相反；当由六块管片拼装完成一圈封闭的衬砌后，将该圈内各个管片具有凸起的一端嵌入到前一圈已经拼装完成管片的圆柱状凹槽内使管片之间的相互拼接。主要用于盾构隧道衬砌。



CN 103643966 A

1. 一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于：

A、将圆形隧道横截面内的混凝土衬砌划分为六块混凝土预制管片，六块混凝土预制管片横截面均带有圆弧，分别为：封顶块（1），两块邻接块（2、3）和三块标准块（4、5、6），它们的两个端面均设有结构对称或相反的凹凸台阶；封顶块（1）的形状为正楔形，结构对称，邻接块（2）和邻接块（3）同为偏楔形，两者结构相反；标准块（4）和标准块（6）的结构相反，标准块（5）的结构对称；

B、封顶块（1）的一个端面（1a）与邻接块（2）的端面（2a）相互配合；封顶块（1）的另一个端面（1b）与邻接块（3）的端面（3a）相互配合；邻接块（2）的另一个端面（2b）与邻接块（4）的一个端面（4a）相互配合；邻接块（4）另一个端面（4b）与标准块（5）的端面（5a）配合；标准块（5）的另一个端面（5b）与标准块（6）的端面（6a）配合，标准块（6）的另一端面（6b）与邻接块（3）的端面（3b）配合，这六块混凝土预制管片的端面相互拼接；

C、六块预制管片垂直于隧道轴线方向的前后两个侧面，其中一个侧面设置有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面设置有半圆柱形的凹槽。当由六块管片拼装完成一圈封闭的衬砌后，在拼装下一圈管片时可将该圈内各个管片具有凸起的一端嵌入到前一圈已经拼装完成管片的圆柱状凹槽内，形成前后两圈管片之间的相互拼接。

D、所述的封顶块（1）、邻接块（2、3）以及标准块（4、5、6）的划分方式可按照其圆弧长度所对应的圆心角进行设置，当封顶块（1）圆弧所对应的圆心角为 α，邻接块（2、3）圆弧所对应的圆心角为 β，标准块（4、6）圆弧所对应的圆心角为 γ，标准块（5）圆弧所对应的圆心角为 δ 时，其取值应符合下列关系式：$\alpha+2\beta+2\gamma+\delta=360°$，其中 $10° \leqslant \alpha \leqslant 50°$，$10° \leqslant \beta \leqslant 70°$，$56° < \gamma \leqslant 111°$，$54° < \delta \leqslant 108°$，且 $\alpha \leqslant \beta < \delta < \gamma$。

2. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述的圆形隧道环向和纵向各相邻管片之间均采用拼接的方式进行拼接固定。

3. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述预制管片沿隧道轴线方向上的长度控制在 1.0m ～ 1.5m。

4. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述台阶凸出的长度宜小于封顶块厚度的三分之一或二分之一。

5. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述封顶块（1）是沿隧道轴线方向形成一端大一端小的正楔形，其体积在六块预制管片中为最小。

6. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述邻接块（2、3）的体积在六个预制块中居中。

7. 根据权利要求 1 所述的一种装配式隧道衬砌管片，其特征在于；所述管片的两端面的凹凸台阶装配后在侧面形成孔洞（8）。

一种装配式隧道衬砌管片

技术领域

[0001] 本发明属于隧道施工技术领域，尤其涉及盾构机法施工或人工掘进的圆形横截面隧道的衬砌技术领域。

背景技术

[0002] 圆形横截面的隧道因其承载性能好而得到广泛应用。尤其是在城市地铁、铁路、公路、市政工程、石油天然气以及水电等行业大多采用盾构法修建圆形横截面的地下隧道。采用盾构法施工的隧道，其横截面以圆形为主，且隧道的衬砌主要采用预制的钢筋混凝土管片进行拼装成型。为便于预制管片的拼装，隧道内环向和纵向管片之间均需要专用螺栓进行连接和紧固。通常圆形横截面隧道的预制混凝土管片之间采用直螺栓或弯螺栓进行连接。无论是采用直螺栓还是采用弯螺栓来连接混凝土预制管片，均需要在混凝土预制管片上设置螺栓孔。混凝土预制管片作为圆形横截面隧道的衬砌结构，其加工制作的精度和质量均要求较高，特别是对于呈圆弧状的混凝土预制管片而言，其预制前需要加工高精度的模具。而螺栓孔的设置无疑又增加了管片模具加工制作的难度。此外用来固定和连接预制管片的螺栓也需要进行专门设计和加工。在施工期间，随着隧道开挖的进行，需要不断地在洞内拼装预制管片而形成隧道的衬砌结构，以保障隧道施工的安全和维护所需要的使用空间。当采用专用螺栓来连接隧道衬砌用的混凝土预制管片时，相邻管片之间螺栓孔的定位较为困难，而且将螺栓插入预留的孔位、紧固均需要人工进行操作，现场拼装人员的劳动强度大，导致管片拼装的施工效率低。

[0003] 此外，由于连接预制管片的螺栓还需要进行专门的设计和加工，而且其加工和制作的数量大，致使隧道工程造价高。就盾构法施工过程的效率而言，从隧道内岩土体的开挖、出渣以及预制管片的拼接均实现了机械化。但由于管片之间采用专用螺栓进行连接和紧固，其拼装时的孔位对准、螺栓的插入和紧固等均还需要人工操作，因而此环节一直是制约盾构法隧道施工效率和影响工程造价的主要因素之一。紧固螺栓虽然采用了镀锌等防腐措施的钢材，但随着隧道运行时间的延长，长期使用条件下螺栓钢材易发生锈蚀，因而紧固螺栓的耐久性和强度会随着隧道使用时间的延长而降低，进而会影响到隧道的安全。

[0004] 为简化预制管片的制作和加工工艺，优化管片的连接方式，提高盾构隧道特别是圆形横截面隧道采用预制管片拼装衬砌的施工效率，保障隧道衬砌的安全与耐久性，进一步降低工程造价，需要寻求一种即经济实用又能够保证隧道施工安全和快速的新型预制混凝土管片结构。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种装配式隧道衬砌管片。它能有效地简化现场拼装管片的施工工艺，减少管片在拼装时的劳动强度，降低预制管片模具加工制作的难度，有利于提高管片的强度和耐久性，降低工程造价，加快隧道衬砌的施工进度和提高施工效率。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：一种装配式隧道衬砌管片，其作法

是：

[0007] A、将圆形隧道横截面内的混凝土衬砌划分为六块混凝土预制管片，六块混凝土预制管片横截面均带有圆弧，分别为：封顶块，两块邻接块和三块标准块，它们的两个端面均设有结构对称或相反的凹凸台阶；封顶块的形状为正楔形，结构对称，邻接块和邻接块同为偏楔形，两者结构相反；标准块和标准块的结构相反，标准块的结构对称；

[0008] B、封顶块的一个端面与邻接块的端面相互配合；封顶块的另一个端面与邻接块的端面相互配合；邻接块的另一个端面与邻接块的一个端面相互配合；邻接块的另一个端面与标准块的端面配合；标准块的另一个端面与标准块的端面配合，标准块的另一端面与邻接块的端面配合，这六块混凝土预制管片的端面相互拼接；

[0009] C、六块预制管片垂直于隧道轴线方向的前后两个侧面，其中一个侧面设置有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面设置有半圆柱形的凹槽。当由六块管片拼装完成一圈封闭的衬砌后，在拼装下一圈管片时可将该圈内各个管片具有凸起的一端嵌入到前一圈已经拼装完成管片的圆柱状凹槽内，形成前后两圈管片之间的相互拼接。

[0010] D、所述的封顶块、邻接块以及标准块的划分方式可按照其圆弧长度所对应的圆心角进行设置，当封顶块圆弧所对应的圆心角为 α，邻接块圆弧所对应的圆心角为 β，标准块圆弧所对应的圆心角为 γ，标准块圆弧所对应的圆心角为 δ 时，其取值应符合下列关系式：$\alpha+2\beta+2\gamma+\delta=360°$，其中 $10° \leqslant \alpha \leqslant 50°$，$10° \leqslant \beta \leqslant 70°$，$56° < \gamma \leqslant 111°$，$54° < \delta \leqslant 108°$，且 $\alpha \leqslant \beta < \delta < \gamma$。

[0011] 所述的圆形隧道环向和纵向各相邻管片之间均采用拼接的方式进行拼接固定。

[0012] 所述预制管片沿隧道轴线方向上的长度控制在 1.0m ～ 1.5m。

[0013] 所述台阶凸出的长度宜小于封顶块厚度的三分之一或二分之一。

[0014] 所述封顶块是沿隧道轴线方向形成一端大一端小的正楔形，其体积在六块预制管片中为最小。

[0015] 所述邻接块的体积在六个预制块中居中。

[0016] 所述管片的两端面的凹凸台阶装配后在侧面形成孔洞。

[0017] E、在隧道施工和掘进期间，将所述的六块混凝土预制管片按照其各个侧面凹凸台阶相互拼接的方式拼接后就形成一圈封闭的隧道圆形衬砌。在拼装预制管片期间，通过吊装孔来吊装管片。所要求的各个管片拼装的顺序是：先摆好第一标准块，然后拼装其他两块标准块，再拼装两块邻接块，最后将封顶块楔入到剩余的楔形空间内，形成一圈封闭的隧道圆形衬砌。管片拼装后在相互拼接的侧面形成的孔洞作为粘贴止水条的部位，用于管片环向和纵向接缝的止水。

[0018] F、对于每块预制管片垂直于隧道轴线方向的前后两个侧面，在其中一个侧面设置有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面设置有半圆柱形的凹槽。以封顶块为例，其侧面上设有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面上设有凹槽。其余的五块管片的相应侧面也按照此方式设置圆柱状的凸起和凹槽。当由六块管片拼装完成一圈衬砌后，在拼装下一圈管片时可将该圈内各个管片上具有凸起的一端嵌入到前一圈已经拼装完成的管片的圆柱状凹槽内，形成前后两圈管片之间的相互拼接，完成管片的纵向拼装。

[0019] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0020] 一、本发明将圆形横截面隧道内具有一定厚度的一圈混凝土衬砌划分为六块弧形

预制管片，即一块楔形封顶块、两块偏楔形邻接块和三块长方体形标准块，各个管片沿隧道轴向的长度为 1.0m ～ 1.5m。预制管片垂直于隧道轴线的环向之间采用其侧面凹凸的台阶进行拼接，而沿隧道轴线方向上相邻管片之间均采用端部凹凸的圆柱状凹槽和凸起进行拼接。本发明取消了现有拼装技术中常用的紧固螺栓，可降低人员现场拼装预制管片时的劳动强度，并有利于提高隧道衬砌的施工效率，加快隧道衬砌的施工进度，从而可降低工程造价。

[0021] 二、与现有技术在预制管片时需要在管片上预留螺栓孔的做法不同，本发明取消了在预制混凝土管片上预留螺栓孔的做法，不仅降低了加工和制作管片模具的难度，而且由于在管片中取消了预留的螺栓孔，可有利于提高混凝土管片的浇筑质量和整体强度，延长其耐久性。

[0022] 三、与现有的采用专用螺栓连接预制管片的技术不同，本发明的管片结构均采用了各个管片对接面相互拼接的方式进行连接，不仅能降低现场拼装管片时对接螺栓孔位的难度，而且能够降低人工拼装的劳动强度，可缩短隧道衬砌成环的封闭时间，有利于保障隧道施工的安全。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明拼装成型的圆形隧道衬砌横截面图

[0024] 图 2 为本发明图 1 的 A-A 剖视图

[0025] 图 3 为本发明的预制管片截面图

[0026] 图 4 为本发明封顶块 1 的正视图

[0027] 图 5 为本发明图 4 的 B-B 剖面图

[0028] 图 6 为封顶块 1 的俯视图

[0029] 图 7 为邻接块 2 的正视图

[0030] 图 8 为邻接块 2 的俯视图

[0031] 图 9 为邻接块 3 的正视图

[0032] 图 10 为邻接块 3 的俯视图

[0033] 图 11 为标准块 4 的正视图

[0034] 图 12 为标准块 4 的俯视图

[0035] 图 13 为标准块 5 的正视图

[0036] 图 14 为标准块 5 的俯视图

[0037] 图 15 为标准块 6 的正视图

[0038] 图 16 为标准块 6 的俯视图

[0039] 附图说明如下：

[0040] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明：

[0041] 因六块管片的侧面图和剖面图相同，仅以封顶块 1 为例加以说明，其余的五块预制管片只示出了其正视图和俯视图。

实施例

[0042] 本发明的一种具体实施方式是，一种装配式隧道衬砌管片，适用于以机械法开挖

如盾构机法或人工开挖法的圆形横截面的隧道衬砌，

[0043] 一种装配式隧道衬砌管片，其作法是：

[0044] A、将圆形隧道横截面内的混凝土衬砌划分为六块混凝土预制管片，六块混凝土预制管片横截面均带有圆弧，分别为：封顶块 1，两块邻接块 2、3 和三块标准块 4、5、6，它们的两个端面均设有结构对称或相反的凹凸台阶；封顶块 1 的形状为正楔形，结构对称，邻接块 2 和邻接块 3 同为偏楔形，两者结构相反；标准块 4 和标准块 6 的结构相反，标准块 5 的结构对称；

[0045] B、封顶块 1 的一个端面 1a 与邻接块 2 的端面 2a 相互配合；封顶块 1 的另一个端面 1b 与邻接块 3 的端面 (3a) 相互配合；邻接块 2 的另一个端面 2b 与邻接块 4 的一个端面 4a 相互配合；邻接块 4 另一个端面 4b 与标准块 5 的端面 5a 配合；标准块 5 的另一个端面 5b 与标准块 6 的端面 6a 配合，标准块 6 的另一端面 6b 与邻接块 3 的端面 3b 配合，这六块混凝土预制管片的端面相互拼接；

[0046] C、六块预制管片垂直于隧道轴线方向的前后两个侧面，其中一个侧面设置有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面设置有半圆柱形的凹槽。当由六块管片拼装完成一圈封闭的衬砌后，在拼装下一圈管片时可将该圈内各个管片具有凸起的一端嵌入到前一圈已经拼装完成管片的圆柱状凹槽内，形成前后两圈管片之间的相互拼接。

[0047] D、所述的封顶块 1、邻接块 2、3 以及标准块 4、5、6 的划分方式可按照其圆弧长度所对应的圆心角进行设置，当封顶块圆弧所对应的圆心角为 α，邻接块 2、3 圆弧所对应的圆心角为 β，标准块 4、6 圆弧所对应的圆心角为 γ，标准块 5 圆弧所对应的圆心角为 δ 时，其取值应符合下列关系式：$\alpha+2\beta+2\gamma+\delta=360°$，其中 $10° \leqslant \alpha \leqslant 50°$，$10° \leqslant \beta \leqslant 70°$，$56° < \gamma \leqslant 111°$，$54° < \delta \leqslant 108°$，且 $\alpha \leqslant \beta < \delta < \gamma$。

[0048] 所述的圆形隧道环向和纵向各相邻管片之间均采用拼接的方式进行拼接固定。

[0049] 所述预制管片沿隧道轴线方向上的长度控制在 1.0m ～ 1.5m。

[0050] 所述台阶凸出的长度宜小于封顶块厚度的三分之一或二分之一。

[0051] 所述封顶块 1 是沿隧道轴线方向形成一端大一端小的正楔形，其体积在六块预制管片中为最小。

[0052] 所述邻接块 2、3 的体积在六个预制块中居中。

[0053] 所述管片的两端面的凹凸台阶装配后在侧面形成孔洞 8。

[0054] D、在隧道施工和掘进期间，将所述的六块混凝土预制管片按照其两个端面凹凸台阶相互拼接的方式拼接后就形成一圈封闭的隧道圆形衬砌。在拼装预制管片期间，通过吊装孔 7 来吊装管片。所要求的各个管片拼装的顺序是：先摆好标准块 5，然后拼装标准块 4、标准块 6，再拼装邻接块 2 和邻接块 3，最后将封顶块 1 先沿径向推入后延轴向楔入到剩余的楔形空间内，形成一圈封闭的隧道圆形衬砌。管片拼装后在相互拼接的侧面上形成的孔洞 8 可作为粘贴止水条的部位，用于管片环向和纵向接缝的止水。

[0055] E、对于各预制管片垂直于隧道轴线方向的前后两个侧面，其中的一个侧面上设置有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一个侧面上设置有半圆柱形的凹槽。以封顶块 1 为例，其侧面 9 上设有半圆柱形的凸起，而与其相对的另一侧面 10 上设有半圆柱形的凹槽。其余五块管片的相应侧面上也照此方式分别设置圆柱状的凸起和凹槽。当由六块管片拼装完成一圈封闭的衬砌后，在拼装下一圈管片时将该圈内各个管片具有凸起的一端嵌入到前一

圈已经拼装完成的管片的凹槽内，形成前后两圈管片之间的相互拼接。

[0056] 实际实施时，本发明的管片拼接面台阶形状和凹槽与凸起的形状也可变换成椭圆形或楔形等，在保持拼装顺序不变的条件下，各个管片在隧道内环向放置的位置可随意调整。此外对于具有椭圆形、马蹄形和矩形等类型横截面的隧道衬砌，当采用机械或人工方法开挖时也可按照此方式进行预制管片的划分与设置，显然这种方式的拼装结构也属于本发明保护的范围。

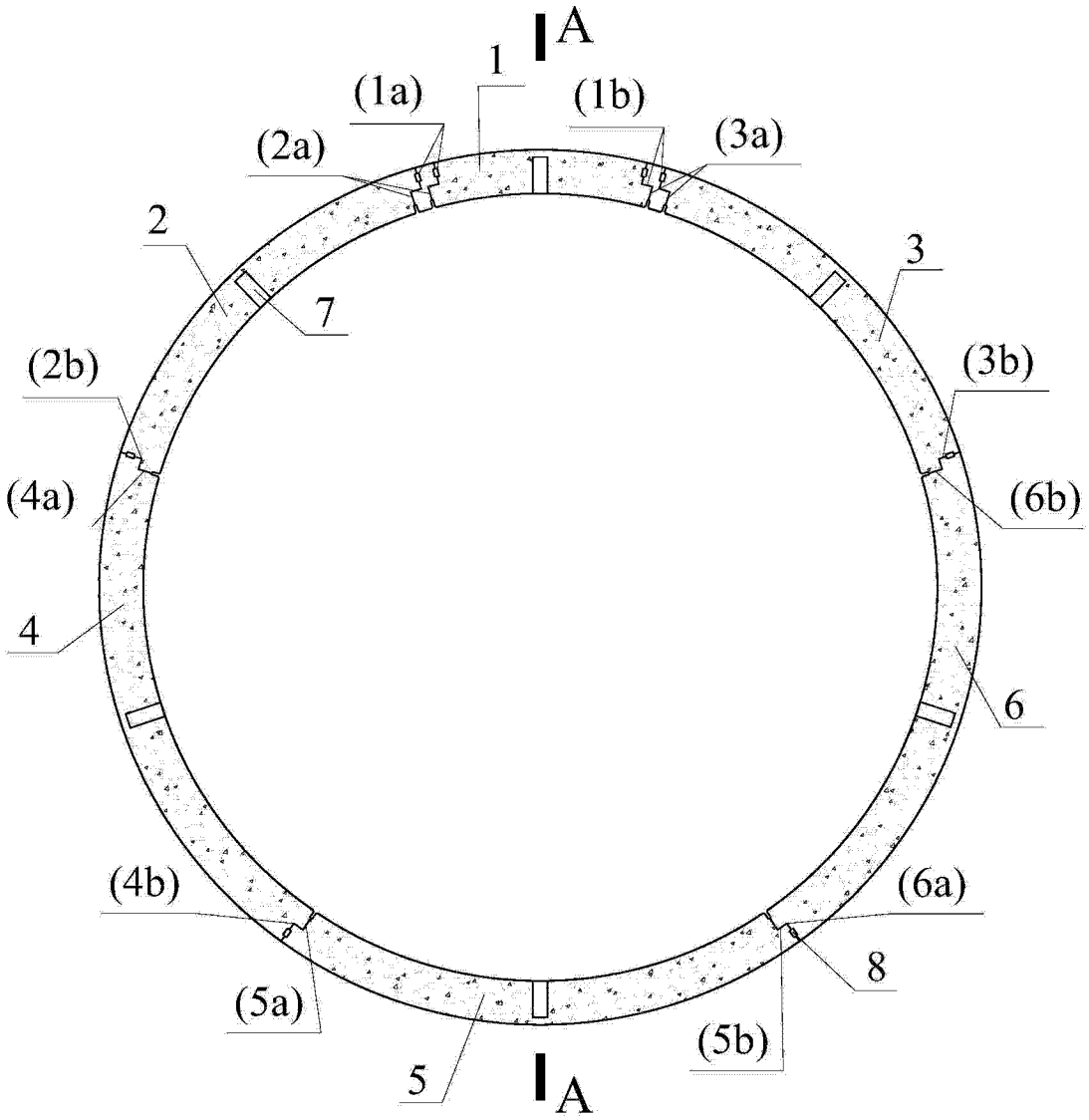


图 1

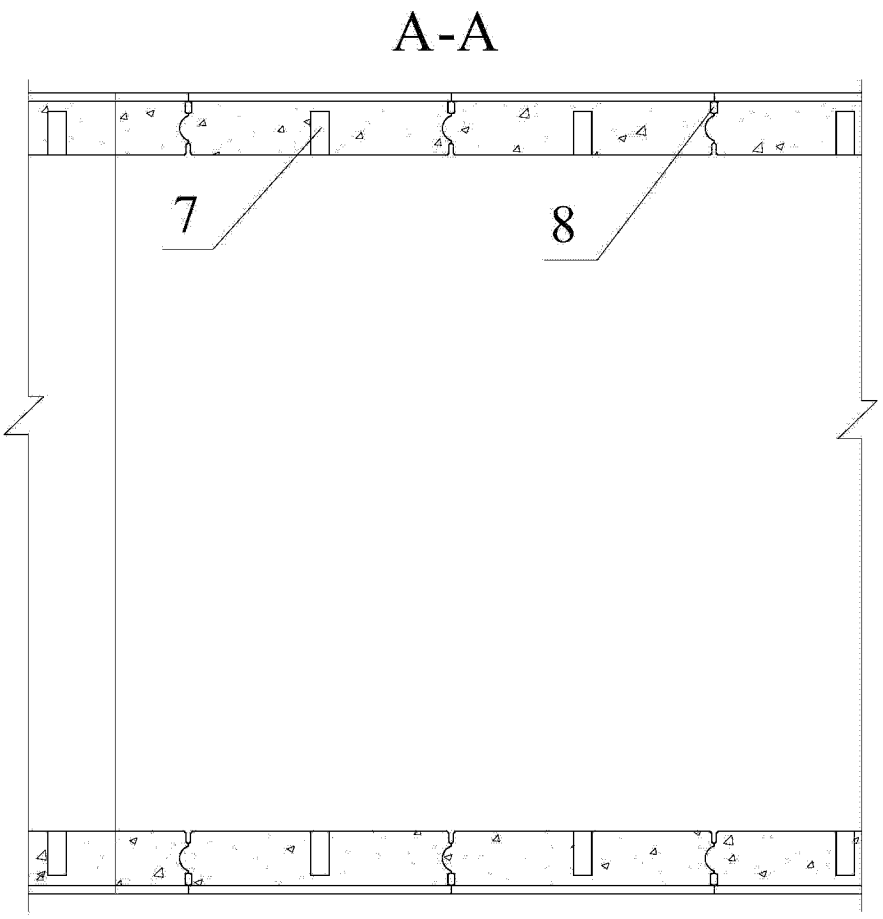


图 2

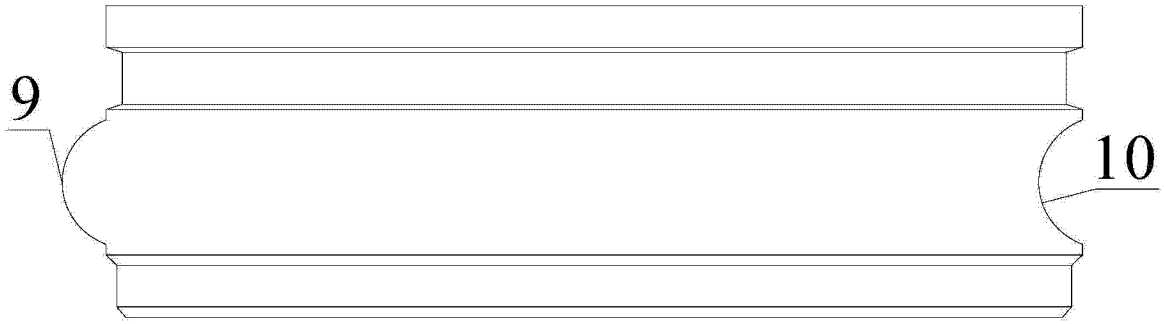


图 3

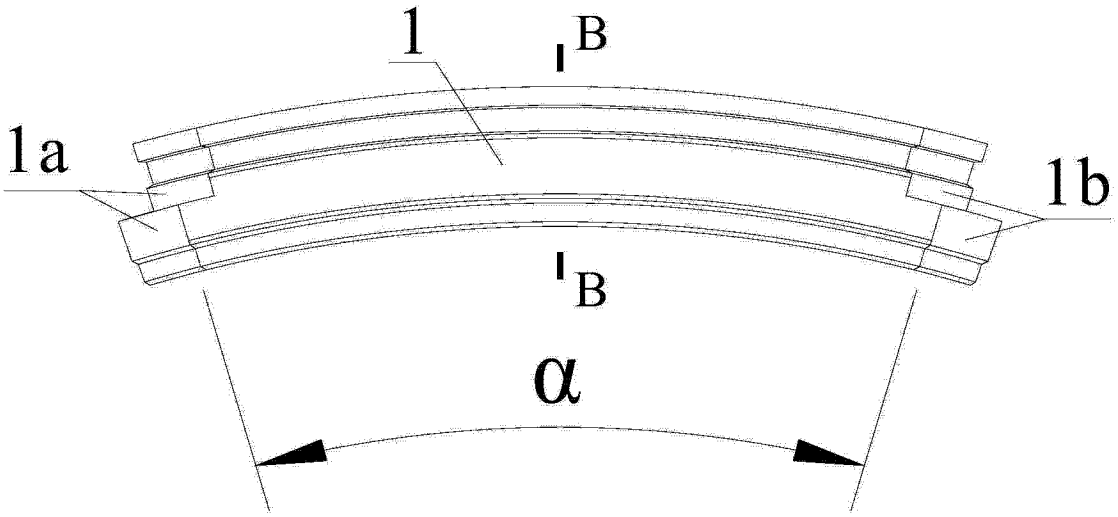


图 4

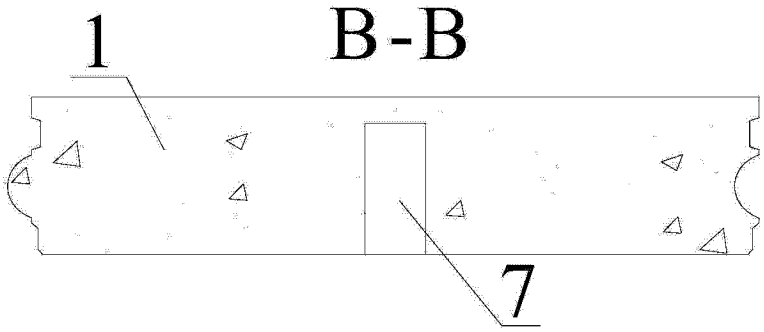


图 5

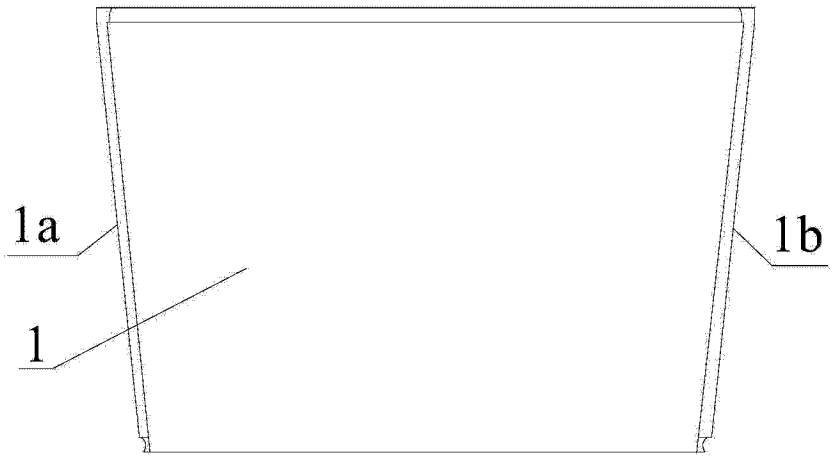


图 6

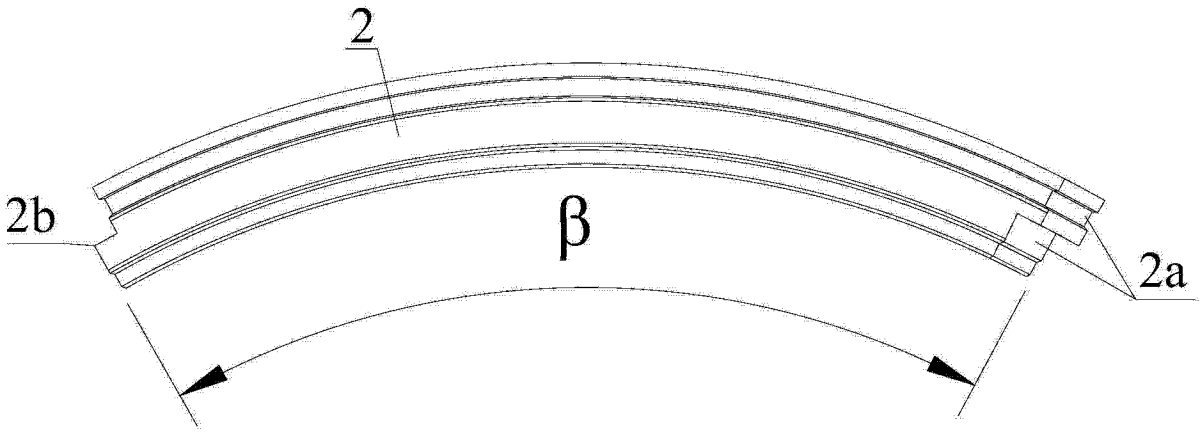


图 7

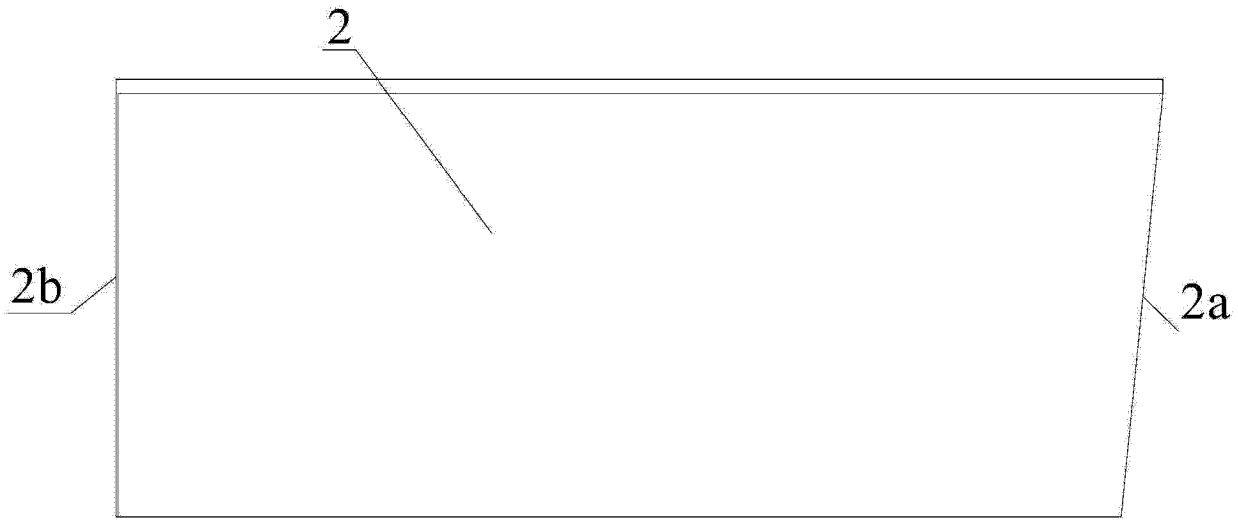


图 8

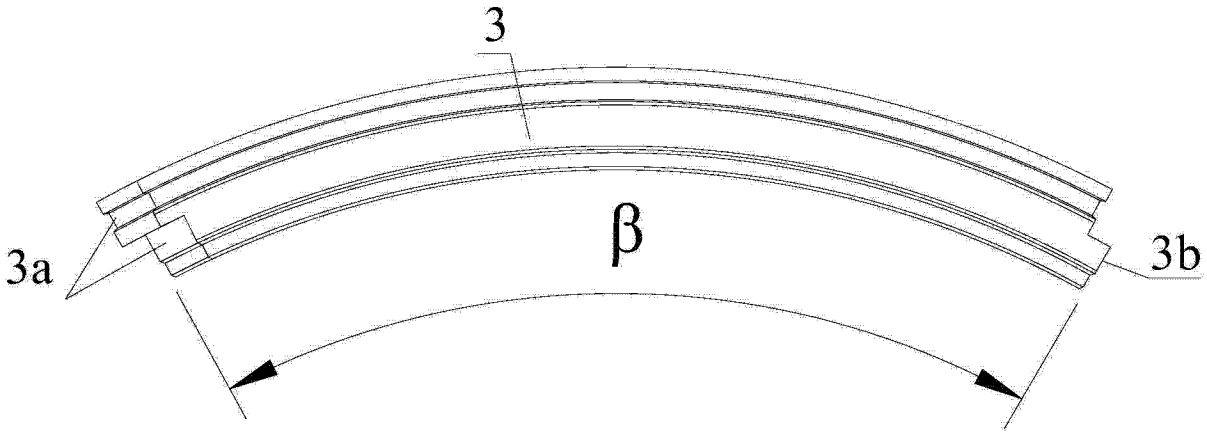


图 9

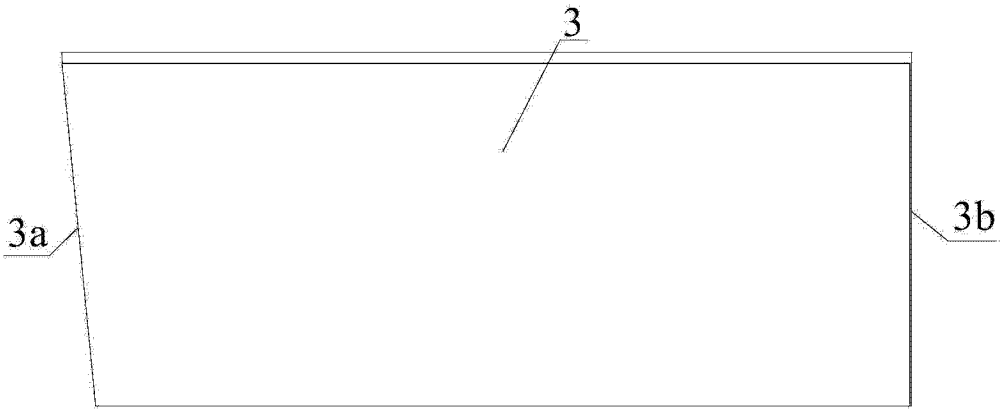


图 10

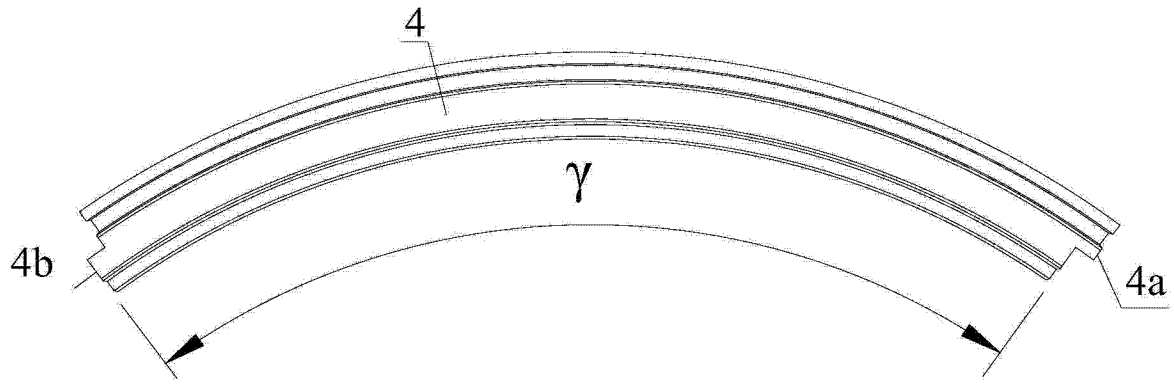


图 11

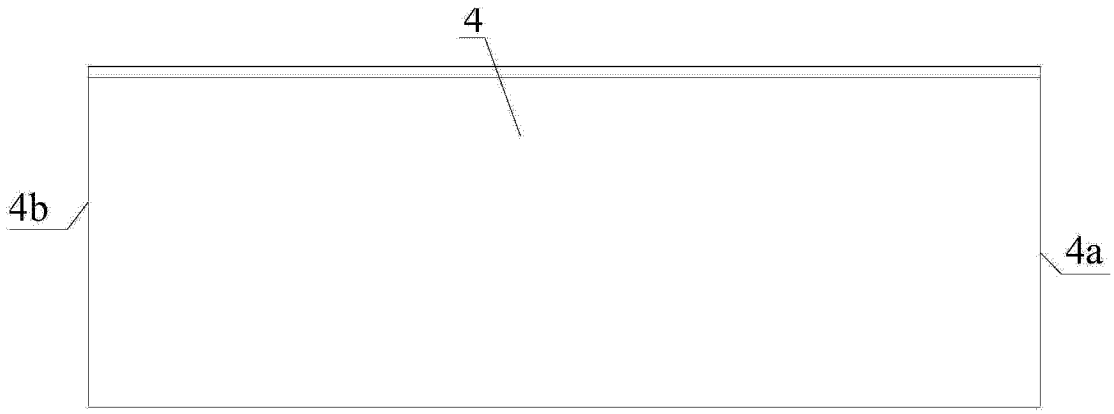


图 12

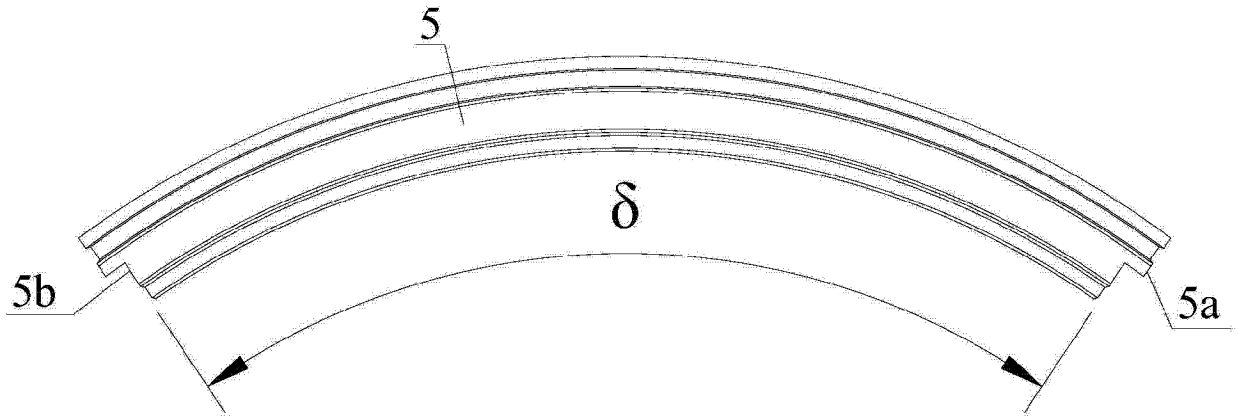


图 13

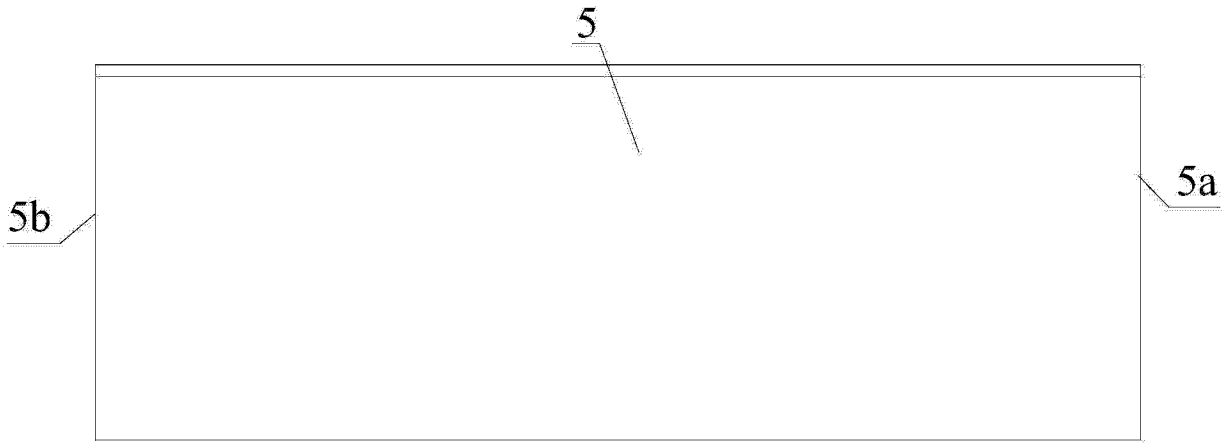


图 14

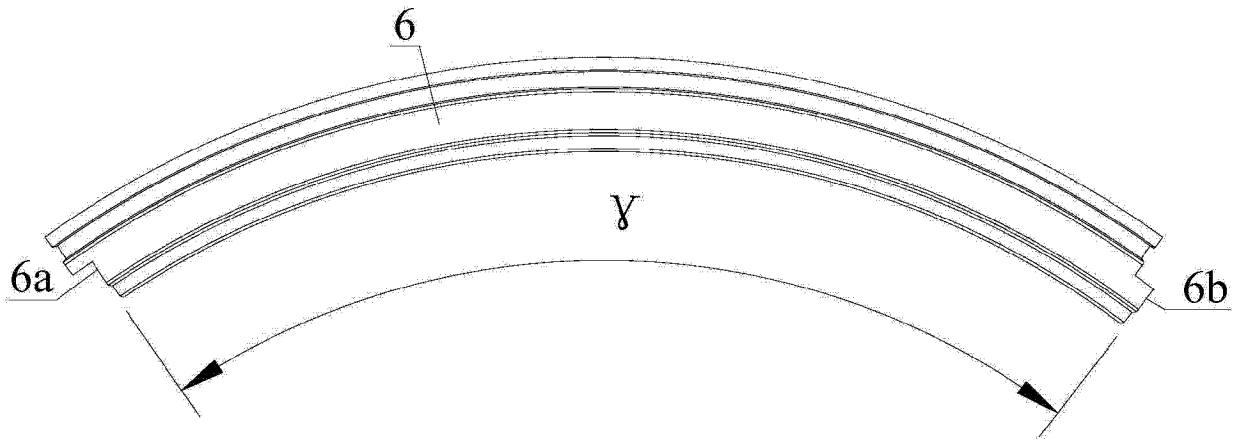


图 15

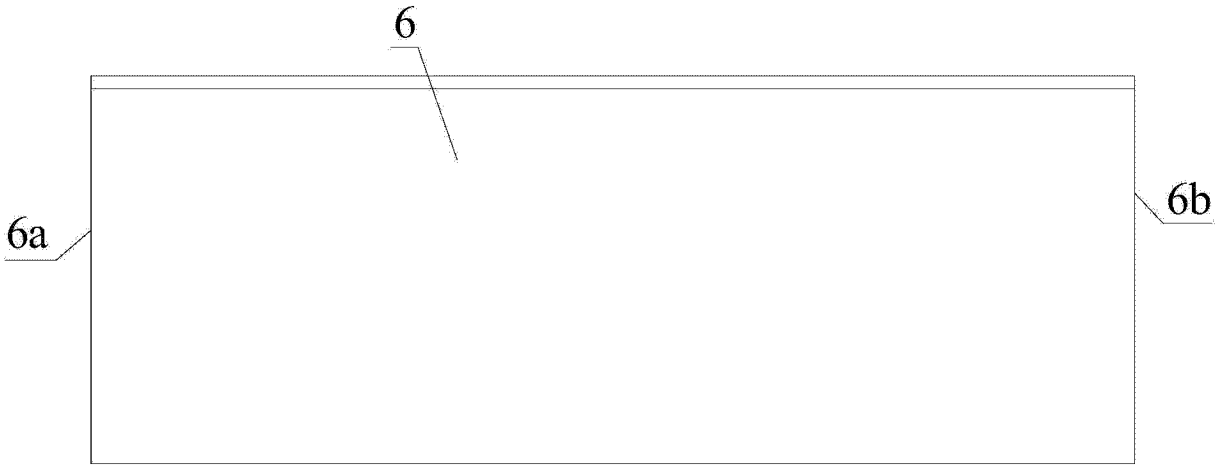


图 16