



(21) 申请号 202222600110.4

(22) 申请日 2022.09.29

(73) 专利权人 中交第二公路勘察设计研究院有  
限公司

地址 430056 湖北省武汉市经济技术开发  
区创业路18号

(72) 发明人 崔庆龙 舒恒 刘继国 杨林松  
张晟斌 程勇 李金 史世波

(74) 专利代理机构 上海恒慧知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 31317

专利代理师 徐红银 张琳

(51) Int. Cl.

E21D 9/06 (2006.01)

E21D 11/08 (2006.01)

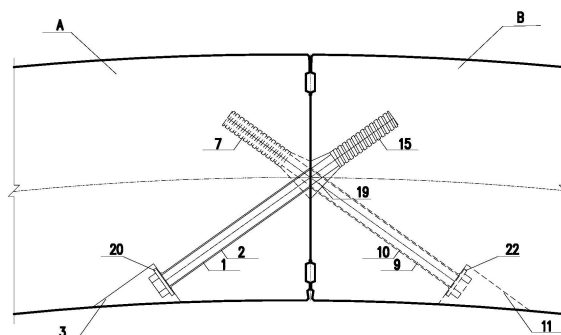
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧  
道管片连接结构

(57) 摘要

本实用新型提供一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,包括相邻的两个管片和交叉斜螺栓接头,所述交叉斜螺栓接头横穿两个管片并连接管片间的环缝;若干个所述交叉斜螺栓接头分布于所述环缝两侧,呈两两相对的交叉状。本实用新型在管片宽度方向布置有至少四根斜螺栓,且为交叉布置,在顺剪与逆剪两种工况下,接缝的抗剪特性均较好,能有效提高接头的抗剪能力;其四斜交叉的布置方式提高管片接头的刚度,能有效减小复杂工况下管片的接缝张开量;斜螺栓交叉布置,螺栓手孔两两分布于接缝两侧的管片上,即同一管片上一侧的手孔数量减半,该布置方式可改善同一管片上手孔数量较多的问题,避免手孔集中,减小手孔对管片的削弱程度。



1. 一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,包括相邻的两个管片,其特征在于,还包括:

交叉斜螺栓接头,所述交叉斜螺栓接头横穿所述两个管片并连接管片间的环缝;若干个所述交叉斜螺栓接头分布于所述环缝两侧,呈两两相向的交叉状。

2. 根据权利要求1所述一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述交叉斜螺栓接头包括:

螺栓手孔,所述螺栓手孔设置于一个管片的内表面;

螺栓孔,所述螺栓孔与所述螺栓手孔对应,位于所述管片的内部;

螺帽,所述螺帽位于另一个管片的内部,与所述螺栓孔对应;

斜螺栓,所述斜螺栓从所述螺栓手孔插入所述螺栓孔,并与所述螺帽螺接固定。

3. 根据权利要求2所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述两个管片分别为第一管片和第二管片;

其中,所述第一管片的内表面设有若干个所述螺栓手孔,每个所述螺栓手孔对应一个位于所述第一管片内部的所述螺栓孔;所述第一管片内部预埋若干个所述螺帽;

其中,所述第二管片的内表面设有若干个与所述第一管片的所述螺帽对应的所述螺栓手孔,所述第二管片内的每个所述螺栓手孔对应一个位于所述第二管片内部的所述螺栓孔;所述第二管片内部预埋若干个与所述第一管片的所述螺栓孔对应的所述螺帽;

所述斜螺栓从所述第一管片的螺栓手孔插入其螺栓孔并与所述第二管片内的螺帽螺接固定;所述斜螺栓从所述第二管片的螺栓手孔插入其螺栓孔并与所述第一管片内的螺帽螺接固定;

从所述第一管片插入的斜螺栓与所述第二管片插入的斜螺栓两两相向、相互交叉。

4. 根据权利要求2所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述管片上设有螺栓对齐标志,用于螺栓连接时定位。

5. 根据权利要求2所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述螺帽为螺栓套筒,采用聚酰胺材料制作而成。

6. 根据权利要求2所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述螺栓手孔、螺栓孔和螺帽在管片预制过程中预设于每个管片中。

7. 根据权利要求6所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述斜螺栓选用M36钢螺栓,其圆弧螺纹与预设螺帽螺纹匹配。

8. 根据权利要求2所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,还包括螺栓垫片,所述斜螺栓配合螺栓垫片从所述螺栓手孔插入螺栓孔与螺帽螺接固定,所述螺栓垫片位于所述螺栓手孔内。

9. 根据权利要求1所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,若干个管片围成管片环,相邻管片环间通过六根纵向的斜螺栓连接;同一管片环内各管片间通过四根环向的斜螺栓连接。

10. 根据权利要求9所述的一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,其特征在于,所述四根环向的斜螺栓或六根纵向的斜螺栓在管片厚度方向上错开布置,并呈现交叉布置的形式。

## 一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及盾构管片连接技术领域,具体地,涉及一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构。

### 背景技术

[0002] 盾构隧道是指盾构机掘进开挖并由预制混凝土管片拼装而成的一种隧道结构,其衬砌由管片通过螺栓连接成环、环与环之间通过螺栓连接而成。盾构隧道受施工过程盾构机姿态调整、管片上浮、长期运营周围施工扰动、环境演变影响,隧道结构易发生变形、接缝张开、错台及渗漏水等病害,降低结构的安全性和耐久性。螺栓接头是结构刚度薄弱环节,对隧道结构的整体变形影响显著,因此有必要提出刚度大的接头型式提高隧道的抗变形能力。

[0003] 目前,大直径盾构隧道常用的螺栓接头形式为斜螺栓。现有研究表明,同向布置的斜螺栓在顺剪与逆剪两种工况下,其抗剪特性有明显的差别,同向布置的斜螺栓在顺剪工况下的抗剪特性明显好于逆剪工况下的抗剪特性。实际工程中,管片接缝发生错台的方向不同,若发生逆剪工况,此时螺栓的抗剪能力不足,可能导致接缝产生较大的变形,进而引起隧道渗漏水等病害。与此同时,现有斜螺栓布置于同一侧管片,过多螺栓可导致螺栓手孔分布密集。螺栓承载受力时会引起手孔处管片应力集中,严重时产生裂缝,当一侧手孔裂缝贯穿,隧道承载力将大大降低。为了避免应力集中,目前超大直径盾构纵缝螺栓常设置以2个或3个螺栓,然而螺栓数量偏少也导致接头抗弯刚度的不足。

[0004] 针对现有接头形式的缺陷,需要对其进行改良和优化,以期提高其工程的可靠性,更好地服役于大直径盾构隧道。

### 实用新型内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本实用新型的目的是提供一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构。

[0006] 根据本实用新型的一个方面,提供一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,包括相邻的两个管片,还包括:

[0007] 交叉斜螺栓接头,所述交叉斜螺栓接头横穿所述两个管片并连接管片间的环缝;若干个所述交叉斜螺栓接头分布于所述环缝两侧,呈两两相向的交叉状。

[0008] 优选地,所述交叉斜螺栓接头包括:

[0009] 螺栓手孔,所述螺栓手孔设置于一个管片的内表面;

[0010] 螺栓孔,所述螺栓孔与所述螺栓手孔对应,位于所述管片的内部;

[0011] 螺帽,所述螺帽位于另一个管片的内部,与所述螺栓孔对应;

[0012] 斜螺栓,所述斜螺栓从所述螺栓手孔插入所述螺栓孔,并与螺帽螺接固定。

[0013] 优选地,所述两个管片分别为第一管片和第二管片;

[0014] 其中,所述第一管片的内表面设有若干个所述螺栓手孔,每个所述螺栓手孔对应

一个位于所述第一管片内部的所述螺栓孔；所述第一管片内部预埋若干个所述螺帽；

[0015] 其中，所述第二管片的内表面设有若干个与所述第一管片的所述螺帽对应的所述螺栓手孔，每个所述螺栓手孔对应一个位于所述第二管片内部的所述螺栓孔；所述第二管片内部预埋若干个与所述第一管片的所述螺栓孔对应的所述螺帽；

[0016] 所述斜螺栓从所述第一管片的螺栓手孔插入其螺栓孔并与所述第二管片内的螺帽螺接固定；所述斜螺栓从所述第二管片的螺栓手孔插入其螺栓孔并与所述第一管片内的螺帽螺接固定；从所述第一管片插入的螺栓与所述第二管片插入的螺栓两两相向、相互交叉。

[0017] 优选地，所述管片上设有螺栓对齐标志，用于螺栓连接时定位。

[0018] 优选地，所述螺帽为螺栓套筒，采用聚酰胺材料制作而成。

[0019] 优选地，所述螺栓手孔、螺栓孔和螺帽在管片预制过程中预设于每个管片中。

[0020] 优选地，所述斜螺栓选用M36钢螺栓，其圆弧螺纹与预设螺帽螺纹匹配。

[0021] 优选地，所述斜螺栓配合螺栓垫片从所述螺栓手孔插入螺栓孔与螺帽螺接固定，所述垫片位于所述螺栓手孔内。

[0022] 优选地，若干个管片围成管片环，相邻管片环间通过六根纵向的斜螺栓连接；同一管片环内各管片间通过四根环向的斜螺栓连接。

[0023] 优选地，所述四根环向的斜螺栓或六根纵向的斜螺栓在管片厚度方向上错开布置，并呈现交叉布置的形式。

[0024] 与现有技术相比，本实用新型具有如下的有益效果：

[0025] 1) 本实用新型实施例中的基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构，基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构在管片宽度方向布置有至少四根斜螺栓，且为交叉布置，在顺剪与逆剪两种工况下，接缝的抗剪特性均较好，能有效提高接头的抗剪能力。

[0026] 2) 本实用新型实施例中的基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构，其四斜交叉的布置方式提高了管片接头的刚度，能有效减小复杂工况下管片的接缝张开量。根据有限元的计算结果，相同弯矩下，本实施例的接缝张开量要小于三斜螺栓的接头形式。

[0027] 3) 本实用新型实施例中的基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构，斜螺栓交叉布置，螺栓手孔两两分布于接缝两侧的管片上，即同一管片上一侧的手孔数量减半。该布置方式可改善同一管片上手孔数量较多的问题，避免手孔集中，减小手孔对管片的削弱程度。

## 附图说明

[0028] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本实用新型的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0029] 图1为本实用新型的一优选实施例中的邻接块内视图；

[0030] 图2为本实用新型的一优选实施例中的封顶块内视图；

[0031] 图3为本实用新型的一优选实施例中的邻接块右(B)视图；

[0032] 图4为本实用新型的一优选实施例中的封顶块左(A)视图；

[0033] 图5为本实用新型的一优选实施例中的邻接块与封顶块连接的正视图,为沿衬砌圆环径向剖切示意图;

[0034] 图6为本实用新型的一优选实施例中的邻接块与封顶块连接的后视图,为沿衬砌圆环径向剖切示意图;

[0035] 图7为本实用新型的一优选实施例中的一优选实施例中的邻接块与封顶块之间的螺栓布置的展开图,为沿衬砌圆环环向剖切示意图;

[0036] 图8为本实用新型的一优选实施例中的环向螺栓结构示意图;

[0037] 图9为本实用新型的一优选实施例中的预埋环向螺帽结构示意图。

[0038] 图中,A为邻接块(L1或L2)、B为封顶块、1为第一邻接块斜螺栓、2为第一邻接块螺栓孔、3为第一邻接块螺栓手孔、4为第二邻接块斜螺栓、5为第二邻接块螺栓孔、6为第二邻接块螺栓手孔、7为第一封顶块螺栓螺帽、8为第二封顶块螺栓螺帽、9为第一封顶块斜螺栓、10为第一封顶块螺栓孔、11为第一封顶块螺栓手孔、12为第二封顶块斜螺栓、13为第二封顶块螺栓孔、14为第二封顶块螺栓手孔、15为第一邻接块螺栓螺帽、16为第二邻接块螺栓螺帽、17为拼装定位孔、18为预埋注浆孔、19为定位杆凹槽、20为第一邻接块螺栓配套垫片、21为第二邻接块螺栓配套垫片、22为第一封顶块螺栓配套垫片、23为第二封顶块螺栓配套垫片。

## 具体实施方式

[0039] 下面结合具体实施例对本实用新型进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本实用新型,但不以任何形式限制本实用新型。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本实用新型的保护范围。

[0040] 本实用新型提供一个实施例,一种基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,包括相邻的两个管片和交叉斜螺栓接头;其中,交叉斜螺栓接头横穿两个管片并连接管片间的环缝;若干个交叉斜螺栓接头分布于环缝两侧,呈两两相向的交叉状。

[0041] 本实施例,可提高管片接头的刚度,进而提高管片接头抵抗变形能力,也可改善现有接头在负弯矩工况下承载力低的缺陷。

[0042] 在本实用新型的一个优选实施例中,交叉斜螺栓接头由螺栓手孔、螺栓孔、螺帽和斜螺栓构成;螺栓手孔设置于一个管片的内表面;螺栓孔与螺栓手孔对应,位于该管片的内部;螺帽位于另一个管片的内部,与螺栓孔对应;斜螺栓从螺栓手孔插入螺栓孔,与螺帽螺接固定。斜螺栓是盾构隧道常用的接头形式之一,常用接头形式还包括弯螺栓、直螺栓等等。本实施例中的斜螺栓的“斜”主要体现在与接缝斜交叉连接。

[0043] 在本实用新型的一个优选实施例中,选用一个邻接块作为第一管片,选用一个封顶块作为第二管片。

[0044] 如图1所示,为第一管片即邻接块A的结构示意图。从图1中可知,在邻接块靠近其自身外侧处预埋两个螺栓孔,分别为第一邻接块螺栓孔2、第二邻接块螺栓孔5;每个螺栓孔的一端与邻接块的外侧贯通,另一端是预制的螺栓手孔,第一邻接块螺栓孔2对应的是第一邻接块螺栓手孔3,第二邻接块螺栓孔5对应的是第二邻接块螺栓手孔6;在两根螺栓孔的内侧预埋两个螺帽,即第一封顶块螺栓螺帽7和第二封顶块螺栓螺帽8。该螺栓螺帽一端与邻

接块的外侧贯通,另一端密闭。具体的,螺帽为预埋于管片内部的螺栓套筒,采用聚酰胺材料制作而成,于管片混凝土浇筑前预埋。

[0045] 如图2所示,为第二管片即封顶块的结构示意图。从图2中可知,在封顶块靠近管片外侧处预埋两个螺栓孔,分别为第一封顶块螺栓孔10、第二封顶块螺栓孔13;每个螺栓孔的一端与邻接块的外侧贯通,另一端是预制的螺栓手孔,第一封顶块螺栓孔10对应的是第一封顶块螺栓手孔11,第二封顶块螺栓孔13对应的是第二封顶块螺栓手孔14;在两根螺栓孔的外侧预埋两个螺帽,即第一邻接块螺栓螺帽15和第二邻接块螺栓螺帽16。该螺栓螺帽一端与封顶块的外侧贯通,另一端密闭。

[0046] 图3为邻接块B右视图,图4为封顶块A左视图,可以看出,两个管片的螺栓孔、螺栓手孔、螺栓帽的设置都是相互对应的。

[0047] 本实用新型的一个优选实施例中,基于上述实施例的邻接块和封顶块的预先设置,进行相邻管片(邻接块和封顶块)间的连接,参见图5、图6和图7。

[0048] 参见图5中的正视图,即为沿衬砌圆环径向剖切示意图。邻接块A内预设的第一邻接块螺栓孔2和第一邻接块螺栓手孔3、其相邻的封顶块B内预设的第一封顶块螺栓螺帽15以及第一邻接块斜螺栓1构成第一个交叉斜螺栓接头。

[0049] 封顶块B内预设的第一封顶块螺栓孔10和第一封顶块螺栓手孔11、其相邻的邻接块A内预设的第一邻接块螺栓螺帽7以及第一封顶块斜螺栓9构成第二个交叉斜螺栓接头。

[0050] 参见图6,是与图5相对应的后视图,即为沿衬砌圆环径向剖切示意图。同样的,邻接块B内预设的第二邻接块螺栓孔13和第二邻接块螺栓手孔14、其相邻的封顶块A内预设的第二封顶块螺栓螺帽8以及第二封顶块斜螺栓12构成第三个交叉斜螺栓接头。

[0051] 封顶块A内预设的第二封顶块螺栓孔5和第二封顶块螺栓手孔6、其相邻的邻接块B内预设的第二邻接块螺栓螺帽16以及第二邻接块斜螺栓4构成第四个交叉斜螺栓接头。

[0052] 从图中,可以清晰地看出,第一邻接块斜螺栓1和第一封顶块斜螺栓9交叉布置;第二封顶块斜螺栓12和第二邻接块斜螺栓4交叉布置,从图5和图6中可以看出交叉角位于30-60度范围,成X字型。

[0053] 参见图7,管片邻接块A的第一邻接块斜螺栓1、第二邻接块斜螺栓4分别由两个预设第一邻接块螺栓手孔3、第二邻接块螺栓手孔6插入,穿过预设第一邻接块螺栓孔2、第二邻接块螺栓孔5,于预设第一邻接块螺栓螺帽15、第二邻接块螺栓螺帽16处进行螺接固定;管片封顶块B的第一封顶块斜螺栓9、第二封顶块斜螺栓12分别由两个预设第一封顶块螺栓手孔11、第二封顶块螺栓手孔14插入,穿过预设第一封顶块螺栓孔10、第二封顶块螺栓孔13,于预设第一封顶块螺栓螺帽7、第二封顶块螺栓螺帽8处进行螺接固定。

[0054] 本实施例中的基于交叉斜螺栓接头的大直径盾构隧道管片连接结构,在管片宽度方向布置有四根斜螺栓,提高了管片的连接效果,其四斜交叉的布置方式提高了管片接头的刚度,改善了复杂工况下大直径盾构隧道的抗变形能力;斜螺栓交叉布置,改善了现有接头形式正负弯矩作用下接头抗弯性能差异大的缺陷。

[0055] 在本实用新型的一个优选实施例中,若干个管片围成管片环,相邻管片环间通过纵向螺栓连接;同一管片环内各管片间通过环向螺栓连接。相邻管片环间通过六根纵向螺栓连接;同一管片环内相邻管片间通过四根环向螺栓连接。四根环向螺栓或六根纵向螺栓在管片厚度方向上错开布置,并呈现交叉布置的形式。

[0056] 在本实用新型的一个优选实施例中,如图8所示为所用环向螺栓,采用M36钢螺栓,圆弧螺纹与预设螺帽螺纹匹配,产品等级为B级,机械性能等级为8.8级。环向螺栓安装时需安装环向螺栓垫圈,采用8mm钢垫圈与4mmEPDM垫圈,钢垫圈硬度等级为Hv=200(8.8级)。螺栓密封垫圈采用三元乙丙橡胶。如图9所示为所用的预设环向螺帽,采用聚酰胺材料,其产品及强度等级与螺栓匹配。如图5和图6中所示,采用了第一邻接块螺栓配套垫片20、第二邻接块螺栓配套垫片21、第一封顶块螺栓配套垫片22、第二封顶块螺栓配套垫片23。

[0057] 在本实用新型的一个优选实施例中,设置了拼装定位孔17、预埋注浆孔18、定位杆凹槽19和螺栓对齐标志。拼装定位孔17是管片拼装机抓接管片时所需的定位构造,其具体的使用过程为:真空吸盘后部有两个激光定位装置,对应于管片上的两个定位孔,采用真空吸盘抓接管片时,移动真空吸盘使两束激光打到两个定位孔中进行对齐,最后将真空吸盘下降进行抓取。预埋注浆孔18为管片预设的用于二次注浆的孔洞。二次注浆时,注浆管穿过预设注浆孔,往管片与周围地层之间的空隙中注入浆液。定位杆凹槽19设置于管片纵缝处,用于放置定位杆,其主要作用在于拼装时的定位。两侧管片上刻画螺栓对齐标志,用于螺栓连接时两个管片的定位,使得螺栓孔和对应的螺帽对齐,便于螺栓顺利插入螺栓孔以及螺帽中。

[0058] 以上对本实用新型的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本实用新型并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本实用新型的实质内容。上述各优选特征在互不冲突的情况下,可以任意组合使用。

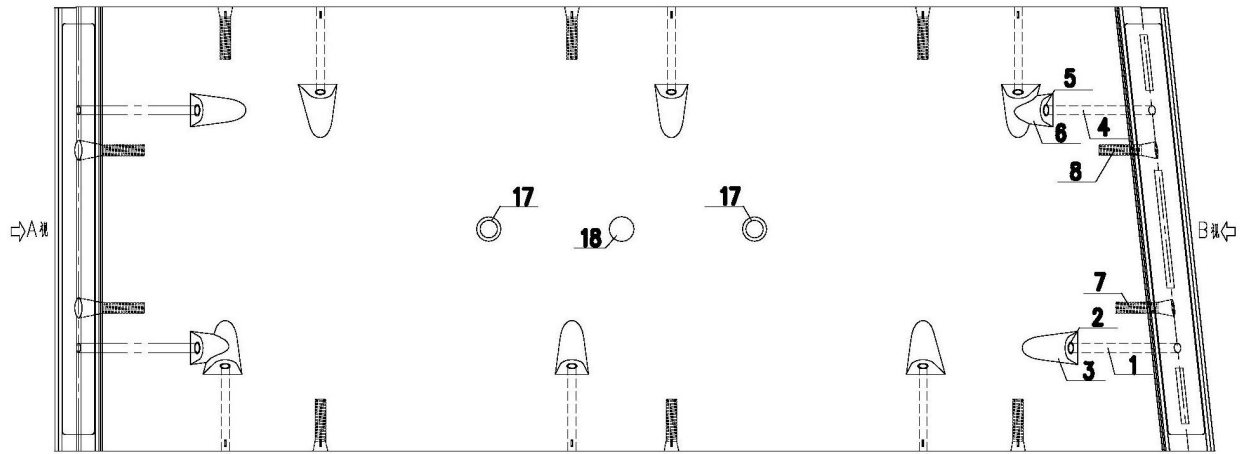


图1

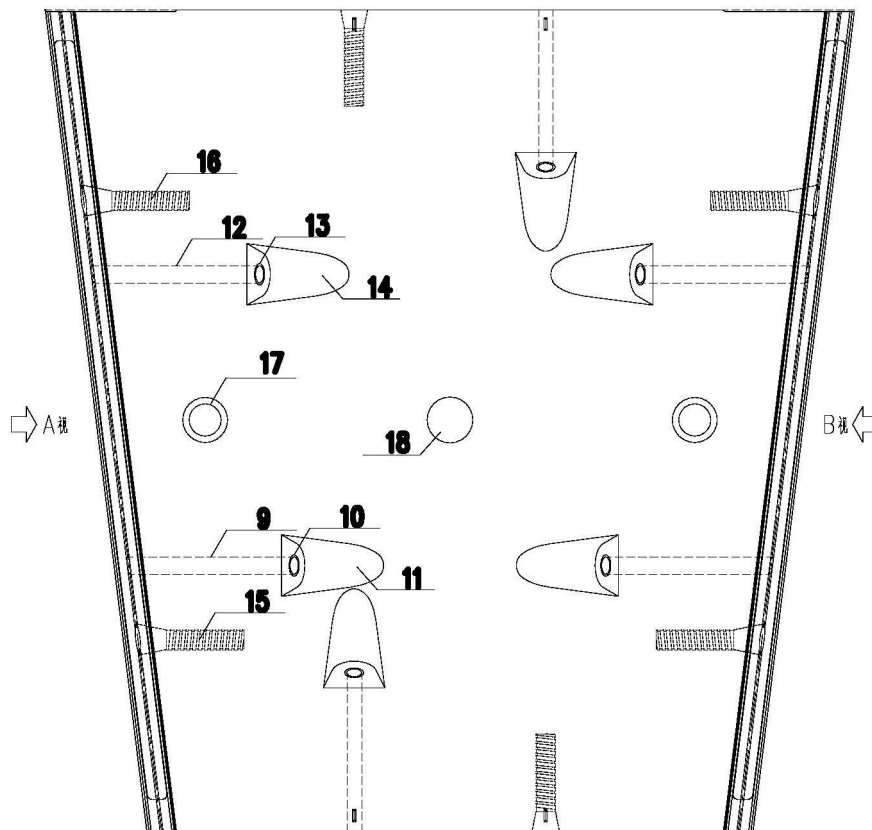


图2



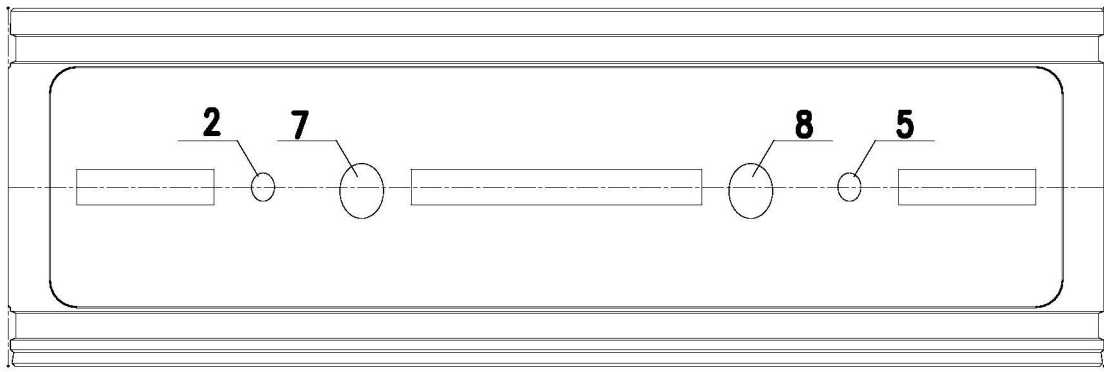


图3

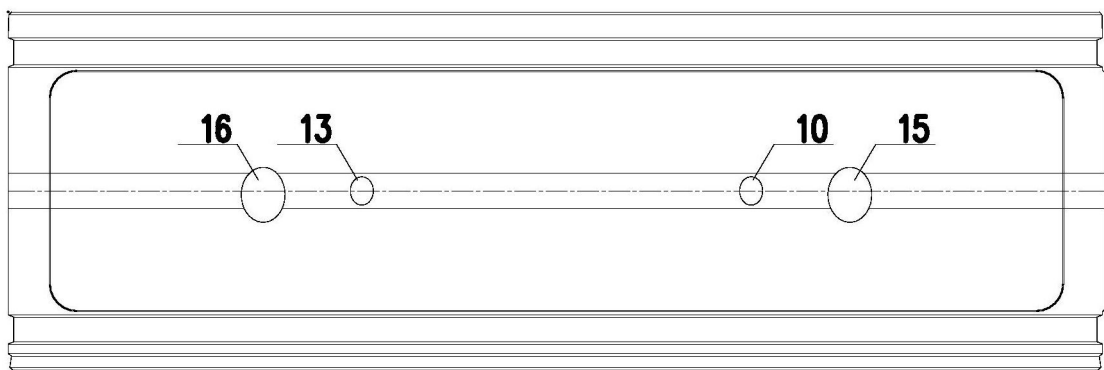


图4

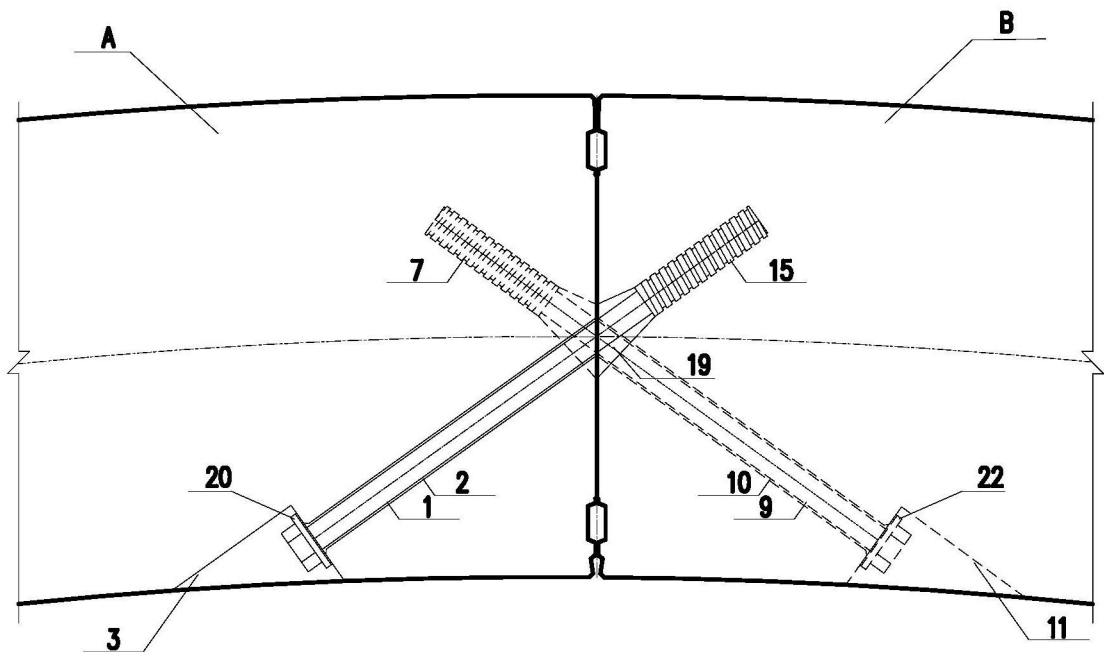


图5



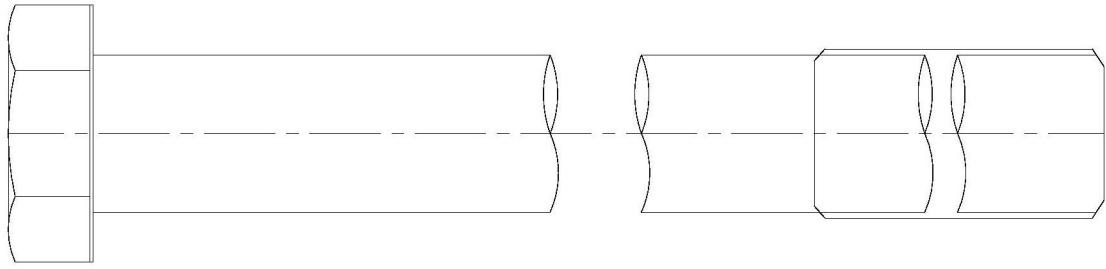


图8

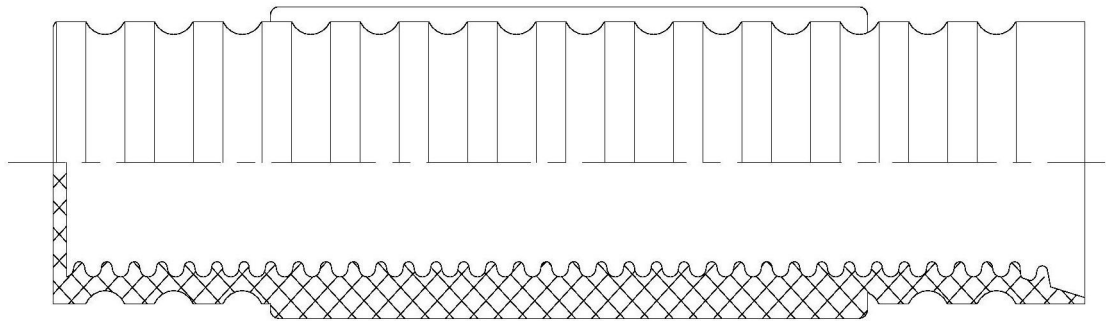


图9