



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110080098 B

(45) 授权公告日 2021.03.02

(21) 申请号 201910282940.7

(22) 申请日 2019.04.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110080098 A

(43) 申请公布日 2019.08.02

(73) 专利权人 宁波大学

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路
818号

(72) 发明人 韩凌霞 丁勇 俞丹波 于静远

商良荣 吕建华 徐速 丁健

(74) 专利代理机构 宁波奥圣专利代理有限公司

33226

代理人 何仲

(51) Int. Cl.

E01D 19/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 208151855 U, 2018.11.27

CN 206337500 U, 2017.07.18

CN 208072194 U, 2018.11.09

CN 209854541 U, 2019.12.27

KR 101652769 B1, 2016.09.02

JP 2001073320 A, 2001.03.21

张纬.《车辆荷载作用下桥梁伸缩缝强度与疲劳问题研究》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程II辑》.2018,第10-11、77-79页.

审查员 罗楠欣

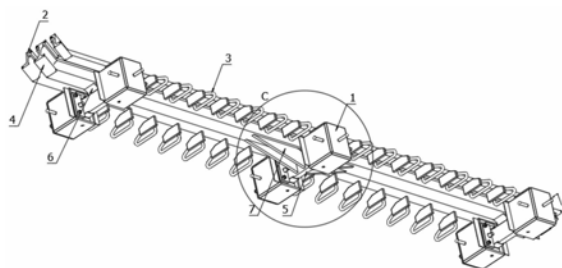
权利要求书1页 说明书5页 附图10页

(54) 发明名称

一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置及
施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置及其施工方法,包括车行道位移箱,车行道位移箱的两侧分别设置有边梁,边梁的外侧壁均匀分布有若干个锚板焊接件,两根边梁的中间设置有单根或多根中梁,车行道位移箱内水平穿设有与中梁垂直的横梁,特点是中梁与横梁之间焊接连接有上部外扩异形支撑垫块,上部外扩异形支撑垫块沿中梁长度方向的两侧分别固定设置有至少一根中梁支撑肋板,中梁支撑肋板的顶边与中梁焊接,中梁支撑肋板的侧边与横梁焊接连接,其施工方法中上部外扩异性支撑垫块的上表面通过满焊形式与中梁连接,优点是经过计算能满足国家规范对桥梁伸缩装置的强度与抗疲劳要求。



1. 一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置,包括车行道位移箱,所述的车行道位移箱的两侧分别设置有边梁,所述的边梁的外侧壁均匀分布有若干个锚板焊接件,两根所述的边梁的中间设置有单根或多根中梁,所述的车行道位移箱内水平穿设有与所述的中梁垂直的横梁,其特征在于:所述的中梁与所述的横梁之间焊接连接有上部外扩异形支撑垫块,所述的上部外扩异形支撑垫块沿所述的中梁长度方向的两侧分别固定设置有至少一根中梁支撑肋板,所述的中梁支撑肋板的顶边与所述的中梁焊接,所述的中梁支撑肋板的侧边与所述的横梁焊接连接,所述的上部外扩异形支撑垫块从上到下依次由同轴设置的第一层棱台体、第二层倒棱台体、第三层长方体和第四层倒棱台体叠加而成,可根据实际需求调整各层之间的比例结构,其中所述的中梁支撑肋板为直角三角形钢板,所述的直角三角形钢板的直角位置处设置有用与与所述的上部外扩异形支撑垫块的侧壁形状配合的三角形缺口。

2. 根据权利要求1所述的一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置,其特征在于:所述的第一层棱台体的顶面为50mm60mm的矩形且其底面为80*70mm的矩形,高度为7mm;所述的第二层倒棱台体的顶面为所述的第一层棱台体的底面,所述的第二层倒棱台体的底面为80*40mm的矩形,高度为8mm;所述的第三层长方体的顶面为所述的第二层倒棱台体的底面,所述的第三层长方体的底面为80*40mm的矩形,高度为11mm;所述的第四层倒棱台体的顶面为所述的第三层长方体的底面,所述的第四层倒棱台体的底面为68*28mm的矩形,高度为6mm。

3. 根据权利要求2所述的一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置,其特征在于:所述的上部外扩异形支撑垫块的两侧分别固定设置有两根中梁支撑肋板,所述的中梁支撑肋板为厚度16mm的直角三角形钢板,所述的直角三角形钢板的水平直角边为150mm且其垂直直角边为120mm,所述的三角形缺口的边长为20mm且其厚度为16mm。

4. 一种根据权利要求1-3中任一项所述的高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的施工方法,其特征在于:所述的上部外扩异性支撑垫块的上表面通过满焊形式与所述的中梁连接。

一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁连接部件及施工领域,尤其是涉及一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置及施工方法。

背景技术

[0002] 为了适应热胀冷缩等因素造成的桥梁结构长度变化,桥梁两端需要设置伸缩装置,其中模数式伸缩装置是一种常用的桥梁伸缩缝装置。如图1所示,模数式伸缩装置包含边梁、中梁、横梁等结构,通过调整边梁与横梁之间、横梁与横梁之间(多根横梁的情况)的缝宽,来适应桥梁结构的涨缩。模数式桥梁伸缩缝装置构造简单,施工方便,在工程中广泛应用。但是由于模数式伸缩装置存在横桥向贯通的伸缩缝,汽车车轮通过伸缩缝时,会产生跳车现象,对结构产生较大的冲击力,图1所示即为汽车轮胎对模数式伸缩装置产生的竖向和水平向的冲击力。在车轮冲击力作用下,模数式伸缩装置的早期破坏现象比较严重,其中中梁与横梁的焊接位置往往是工程中最早发现破坏的部位,其疲劳寿命难以达到预期,影响了桥梁结构的耐久性。

[0003] 为了明确汽车荷载作用下强度与疲劳问题,我们对图1所示模数式桥梁伸缩装置的进行了有限元力学计算,其中荷载按照《公路桥梁伸缩缝装置设计指南》要求,对伸缩装置施加包含竖向与水平分量的移动轮压,其中竖向力 $F_v = 91kN$, 横向力 $F_H = 21kN$, 并在最不利位置布载。对有限元分析得到的结构应力,与屈服极限 σ_s 和脉动强度 σ_f 进行对比,其中脉动强度指标中包含了材料疲劳寿命的含义,脉动强度 σ_f 的算法为:

$$[0004] \quad \sigma_f = 2\sigma_{ra}, \frac{\sigma_{ra}}{\sigma_b} = \frac{1}{2} \left[-\frac{\sigma_b}{\sigma_{-1}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_{-1}} \right)^2 + 4} \right]$$

[0005] 其中 σ_{ra} 为引起破坏的脉动应力幅值; σ_{-1} 为 $R=-1$ 时对应的等寿命应力幅, R 为车辆轴重; σ_b 为材料强度极限。传统的桥梁伸缩装置的中梁和焊缝材料为Q345B级钢材,屈服极限 σ_s 为345MPa,按照上述公式得到的脉动破坏强度 σ_f 为281MPa。

[0006] 通过有限元分析我们发现,模数式桥梁伸缩装置在车辆荷载作用下的应力最大位置在中梁和横梁支撑垫块的焊接位置,如图2所示,该处也是桥梁伸缩装置中最先破坏的部位。在传统的模数式桥梁伸缩装置中,中梁和横梁之间通常用长方体型的支撑垫块焊接连接,支撑垫块上表面为平面,焊枪操作时只能接触到其四周,中间部分需靠热量熔透,熔透过程中容易形成未焊透、未熔合、夹渣等焊接缺陷,影响结构整体强度。施焊后支撑垫块如图3,形状接近长方体,由图可知,应力最大处在两侧焊脚部位,为397MPa,超过材料屈服极限345MPa,更是远远超过材料的脉动破坏强度281MPa,因此容易疲劳破坏。上述有限元分析表明,传统的模数式桥梁伸缩装置最先破坏的是焊趾部位,这一点得到了大量实际工程实

例的印证。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能提高强度和抗疲劳性能的高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置及施工方法。

[0008] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置，包括车行道位移箱，所述的车行道位移箱的两侧分别设置有边梁，所述的边梁的外侧壁均匀分布有若干个锚板焊接件，两根所述的边梁的中间设置有单根或多根中梁，所述的车行道位移箱内水平穿设有与所述的中梁垂直的横梁，所述的中梁与所述的横梁之间焊接连接有上部外扩异形支撑垫块，所述的上部外扩异形支撑垫块沿所述的中梁长度方向的两侧分别固定设置有至少一根中梁支撑肋板，所述的中梁支撑肋板的顶边与所述的中梁焊接，所述的中梁支撑肋板的侧边与所述的横梁焊接连接。

[0009] 所述的上部外扩异形支撑垫块从上到下依次由同轴设置的第一层棱台体、第二层倒棱台体、第三层长方体和第四层倒棱台体叠加而成，可根据实际需求调整各层之间的比例结构以避免焊脚尺寸过长。

[0010] 所述的第一层棱台体的顶面为50mm*60mm的矩形且其底面为80*70mm的矩形，高度为7mm；所述的第二层倒棱台体的顶面为所述的第一层棱台体的底面，所述的第二层倒棱台体的底面为80*40mm的矩形，高度为8mm；所述的第三层长方体的顶面为所述的第二层倒棱台体的底面，所述的第三层长方体的底面为80*40mm的矩形，高度为11mm；所述的第四层倒棱台体的顶面为所述的第三层长方体的底面，所述的第四层倒棱台体的底面为68*28mm的矩形，高度为6mm。

[0011] 所述的中梁支撑肋板为直角三角形钢板，所述的直角三角形钢板的直角位置处设置有用于与所述的上部外扩异形支撑垫块的侧壁形状配合的三角形缺口。主要用于契合两块中梁支撑肋板间的上部外扩异形支撑垫块，以满足力的传递作用与结构整体性。

[0012] 所述的上部外扩异形支撑垫块的两侧分别固定设置有两根中梁支撑肋板，所述的中梁支撑肋板为厚度16mm的直角三角形钢板，所述的直角三角形钢板的水平直角边为150mm且其垂直直角边为120mm，所述的正三角形缺口的边长为20mm且其厚度为16mm。

[0013] 上述高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的施工方法，所述的上部外扩异性支撑垫块的上表面通过满焊形式与所述的中梁连接。

[0014] 与现有技术相比，本发明的优点在于：

[0015] (1) 构造了一种上表面呈棱台状、上部外扩延伸的异形支撑垫块，垫块的外扩上表面增加了与中梁的接触面积，降低了应力集中程度，棱台状结构便于焊枪的焊接施工，提高支撑垫块与中梁之间的焊接质量；

[0016] (2) 在横梁与中梁之间针对性的设置中梁支撑肋板，帮助支撑垫块共同传力，将伸缩装置中梁受到的车辆冲击力均匀的传递给横梁，降低了结构中的最大应力，提高了结构强度与抗疲劳性能；

[0017] (3) 实际施工过程中可根据实际情况设计不同尺寸的、符合现场施工状况的上部外扩异形支撑垫块，选用不同规格、不同数量的中梁支撑肋板，实用性强，两者均可采用预制方式，降低现场施工难度；

[0018] (4)施工过程中摒弃了原先焊接支撑垫块和中梁时采用的熔透角焊缝,采用满焊形式使得支撑垫块与伸缩装置主梁完全接触,焊接时焊枪直接熔透部分面积增加,夹渣少,焊缝有效截面积增加,结构刚度得到提高,残余应力和残余变形小。

附图说明

- [0019] 图1为现有的模数式桥梁伸缩装置的结构示意图;
- [0020] 图2为现有的模数式桥梁伸缩装置在车辆荷载作用下的应力最大位置示意图;
- [0021] 图3为现有的模数式桥梁伸缩装置的支撑垫块的结构示意图;
- [0022] 图4为在支撑垫块优化的模数式桥梁伸缩装置在车辆荷载作用下的应力最大位置示意图;
- [0023] 图5为图4施焊后的模数式桥梁伸缩装置的支撑垫块的结构及其最大应力示意图;
- [0024] 图6为在支撑垫块优化基础上两侧各添加一块中梁支撑肋板的模数式桥梁伸缩装置在车辆荷载作用下的应力最大位置示意图;
- [0025] 图7为图6施焊后的模数式桥梁伸缩装置的支撑垫块的结构及其最大应力示意图;
- [0026] 图8为在支撑垫块优化基础上两侧各添加两块中梁支撑肋板的模数式桥梁伸缩装置在车辆荷载作用下的应力最大位置示意图;
- [0027] 图9为图8施焊后的模数式桥梁伸缩装置的支撑垫块的结构及其最大应力示意图;
- [0028] 图10为实施例一高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的立体图;
- [0029] 图11为图10中B处的局部放大图;
- [0030] 图12为实施例一高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的正视图;
- [0031] 图13为实施例一高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的侧视图;
- [0032] 图14为实施例一高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的俯视图;
- [0033] 图15为实施例二高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的立体图;
- [0034] 图16为图15中C处的局部放大图;
- [0035] 图17为实施例二高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的正视图;
- [0036] 图18为实施例二高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置的侧视图;
- [0037] 图19为本发明的上部外扩异形支撑垫块的结构示意图;
- [0038] 图20为本发明的中梁支撑肋板的结构示意图;
- [0039] 其中,1车行道位移箱,2边梁,3锚板焊接件,4中梁,5横梁,6上部外扩异形支撑垫块,7中梁支撑肋板。

具体实施方式

- [0040] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。
- [0041] 具体实施例一
- [0042] 一种高强度抗疲劳模数式桥梁伸缩装置,如图10、图11、图12、图13和图14所示,包括车行道位移箱1,车行道位移箱1的两侧分别设置有边梁2,边梁2的外侧壁均匀分布有若干个锚板焊接件3,两根边梁2的中间设置有单根或多根中梁4,车行道位移箱1内水平穿设有与中梁4垂直的横梁5,中梁4与横梁5之间焊接连接有上部外扩异形支撑垫块6,上部外扩异形支撑垫块6沿中梁4长度方向的两侧分别固定设置有一根中梁支撑肋板7,中梁支撑肋

板7的顶边与中梁4焊接,中梁支撑肋板7的侧边与横梁5焊接连接。

[0043] 在此具体实施例中,如图19所示,上部外扩异形支撑垫块6从上到下依次由同轴设置的第一层棱台体、第二层倒棱台体、第三层长方体和第四层倒棱台体叠加而成。其中第一层棱台体的顶面为50mm*60mm的矩形且其底面为80*70mm的矩形,高度为7mm;第二层倒棱台体的顶面为第一层棱台体的底面,第二层倒棱台体的底面为80*40mm的矩形,高度为8mm;第三层长方体的顶面为第二层倒棱台体的底面,第三层长方体的底面为80*40mm的矩形,高度为11mm;第四层倒棱台体的顶面为第三层长方体的底面,第四层倒棱台体的底面为68*28mm的矩形,高度为6mm。上部外扩异形支撑垫块6为预制构件(按上述尺寸比例设计均可),预制方式可以通过对钢锭进行切削加工得到,也可以通过钢液浇筑得到,具体形状可根据工程需要进行调整。焊接时需在规范要求的基础上,使得上部外扩异形支撑垫块6上表面与中梁4底面接触部分充分熔融,形成质量较好的焊缝,避免造成应力集中现象。

[0044] 在此具体实施例中,如图20所示,中梁支撑肋板7为直角三角形钢板,直角三角形钢板的直角位置处设置有三角形缺口以契合两块中梁支撑肋板7中间的上部外扩异形支撑垫块6。中梁支撑肋板7为厚度20mm的直角三角形钢板,直角三角形钢板的水平直角边为150mm且其垂直直角边为120mm,三角形缺口的边长为20mm且其厚度为20mm。中梁支撑肋板7为预制构件(按上述尺寸比例设计均可),工厂预先制造时选用20mm厚度的符合验收标准的钢板。切割前应检查钢板表面是否无蚀点、污垢及油脂,规格和表面质量情况是否符合要求,切割操作应符合相关操作要求,根据实际工程所需尺寸用割枪进行切割,切割时应保持匀速,使构件边缘均匀受热。上部外扩异性支撑垫块6的上表面通过满焊形式与中梁4连接。

[0045] 上述结构优化过程如下:

[0046] (1)根据国内外焊缝疲劳规范以及伸缩缝设计指南,对焊缝焊趾进行优化,将原本为长方体形的支撑垫块改为上部外扩异形支撑垫块6,焊接后的上部外扩异形支撑垫块6,如图4和图5所示,进行有限元分析后可知最大应力位置仍处于焊趾位置为365MPa,结果对比未优化前的数据可知,结构整体强度有所提高,但最大应力略超过Q345钢的屈服极限,比脉动强度281MPa大得多,还不能满足抗疲劳要求;

[0047] (2)在实际工程经验和步骤(1)的基础上,为了进一步减小最大应力数值,提高结构强度和疲劳寿命,如图10、图11、图12、图13和图14所示,在上部外扩异形支撑垫块6沿中梁4长度方向的两侧分别设置一块厚度为20mm的中梁支撑肋板7(普通钢板),进行有限元分析后发现应力最大处仍处于焊趾位置,如图6及图7所示,但是数值减小到238MPa,这一最大应力数值低于材料的屈服极限345MPa,同时小于脉动强度281MPa,说明结构强度得到进一步提高,且满足桥梁伸缩装置的抗疲劳要求,优化效果明显优于步骤(1)方案;中梁支撑肋板7在实际施工过程中可根据实际情况采用不同规格厚度的钢板,在焊接操作空间受限的情况下,可选择在上部外扩异形支撑垫块6两侧分别焊接厚度更小的中梁支撑肋板7;车辆经过桥梁伸缩缝时对桥梁伸缩装置产生冲击作用,荷载施加在中梁4上,通过上部外扩异形支撑垫块6与中梁支撑肋板7更为均匀地将力传递给下侧的横梁5,且中梁4与横梁5间由原先的仅以支撑垫块连接改为由上部外扩异形支撑垫块6和中梁支撑肋板7共同连接,受力情况明显改善,伸缩装置的抗疲劳性能提高,焊接过程中焊缝有效截面积增加,结构整体性更强,强度与抗疲劳性能提高。

[0048] 具体实施例二

[0049] 若焊接操作施工空间足够,可在上部外扩异形支撑垫块6两侧分别设置两块厚度为16mm的中梁支撑肋板7,如图15、图16、图17和图18所示,其余同上述具体实例一。如图8和图9所示,进行有限元分析后发现焊缝新的最大应力位置在斜撑与焊缝的交接底部,这体现了斜撑的传力效果。此时最大应力为175MPa,比实例一更能满足屈服强度和脉动强度两项指标,结构强度与抗疲劳性能进一步提高,但增加了两块中梁支撑肋板7,工程造价有所提高,施工过程也较为复杂。

[0050] 本发明在设计过程中并不局限于固定厚度和数量的中梁支撑肋板7,若焊接操作空间有余或中梁4尺寸足以焊接多块支撑肋板时,可采用不同厚度、不同数量的中梁支撑肋板7。

[0051] 上述说明并非对本发明的限制,本发明也并不限于上述举例。本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内,做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。

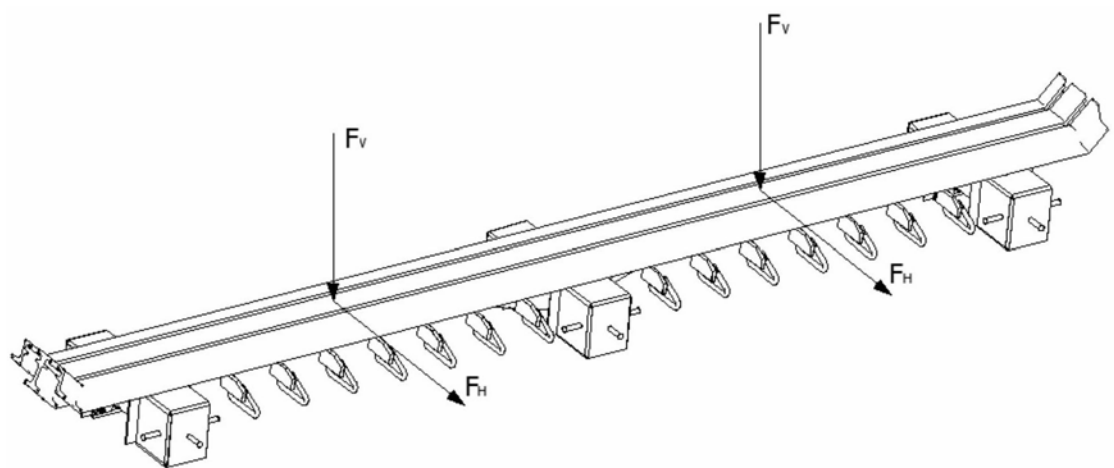


图1

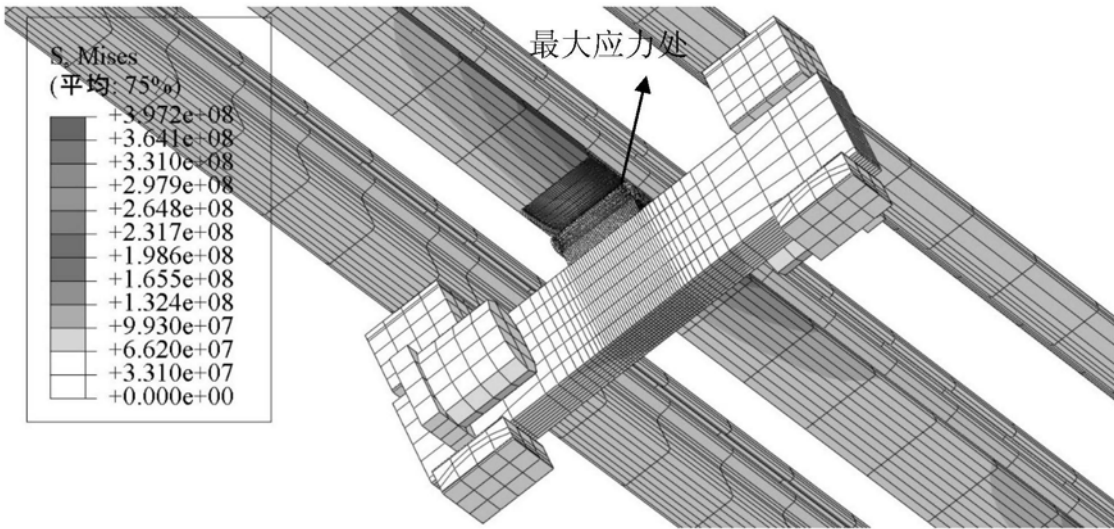


图2

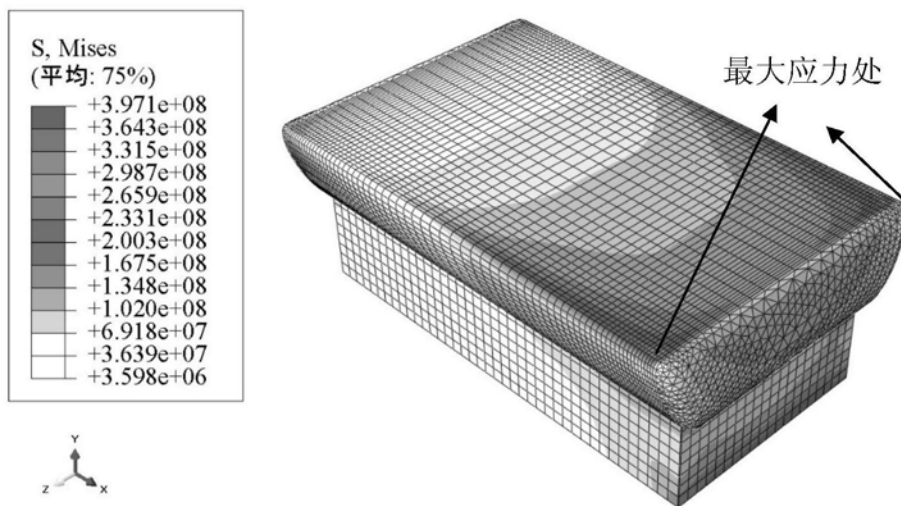


图3

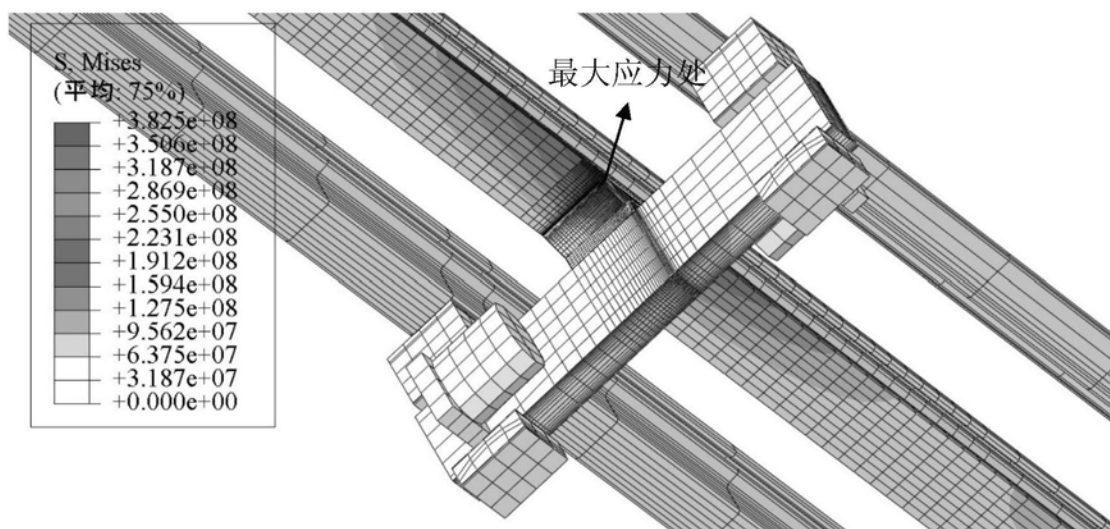


图4

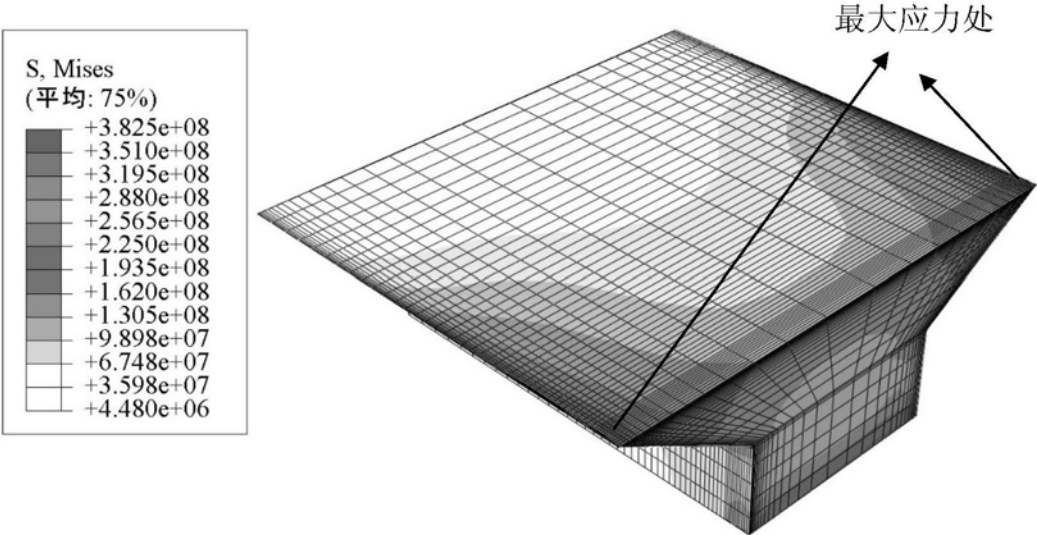


图5

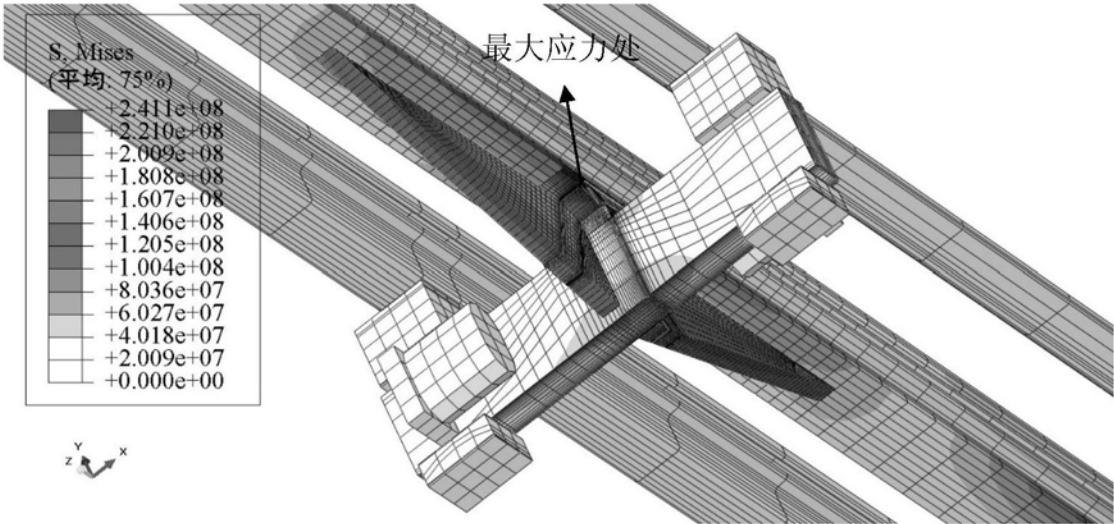


图6

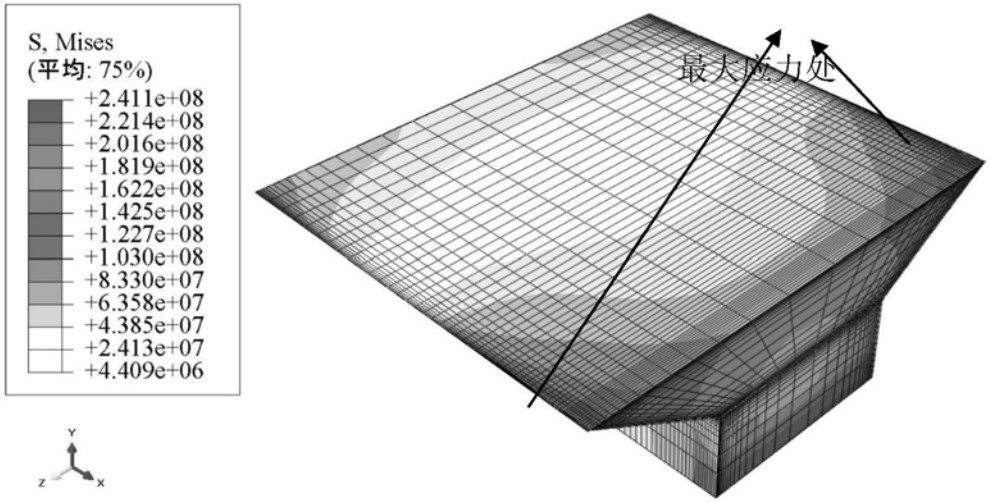


图7

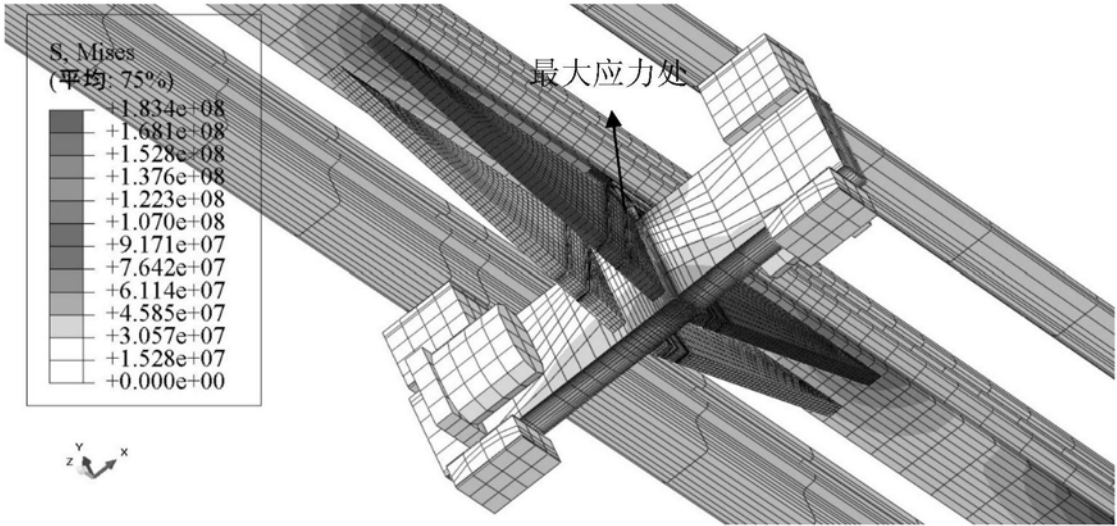


图8

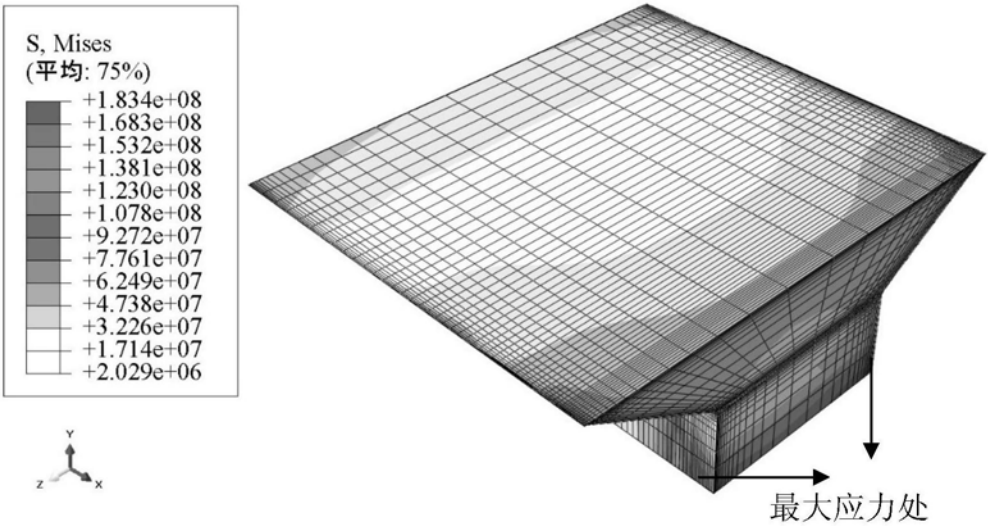


图9

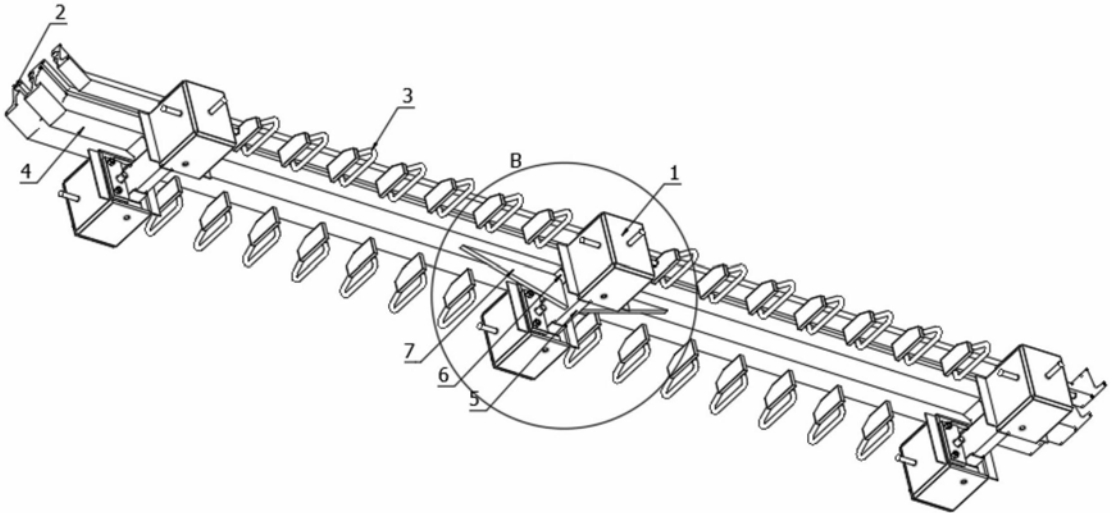


图10

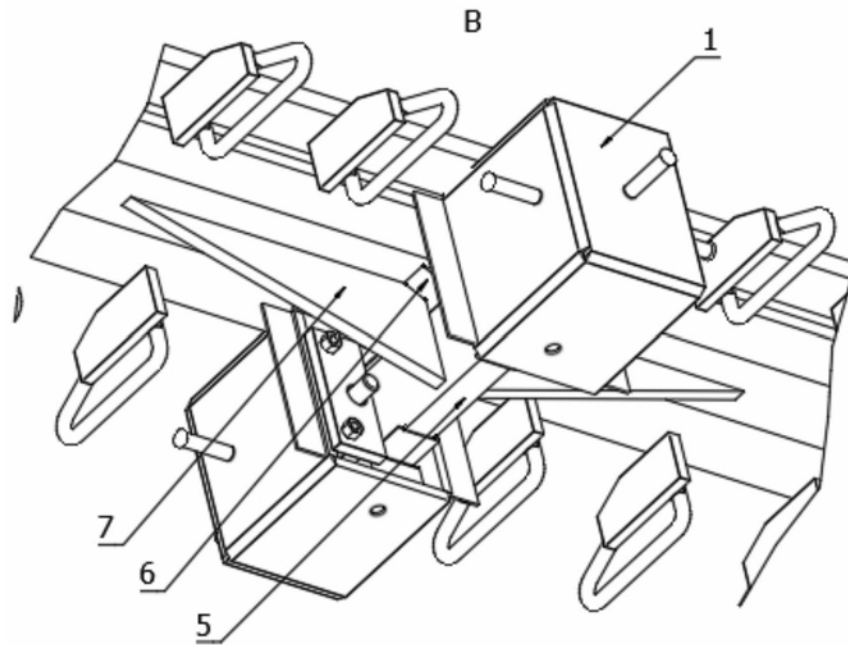


图11

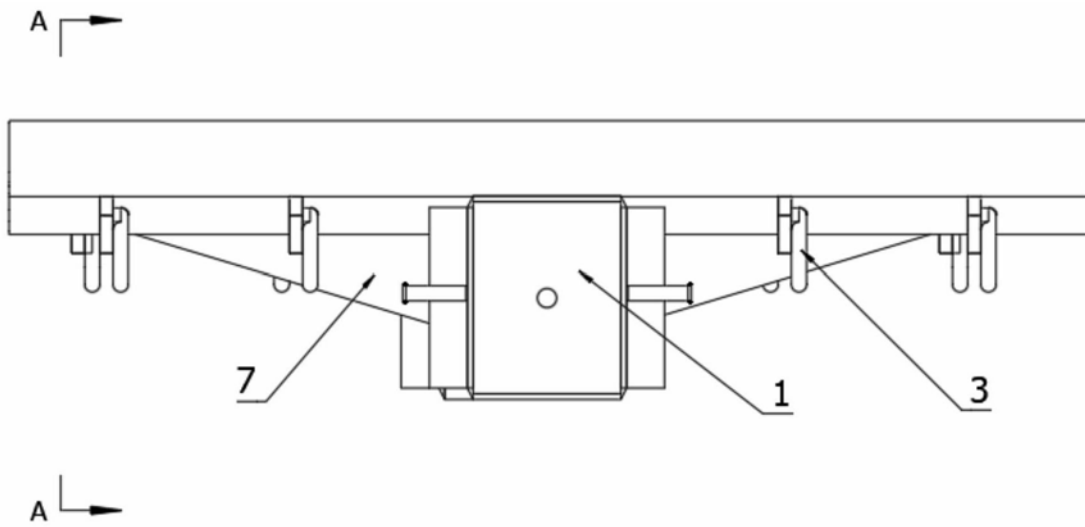


图12

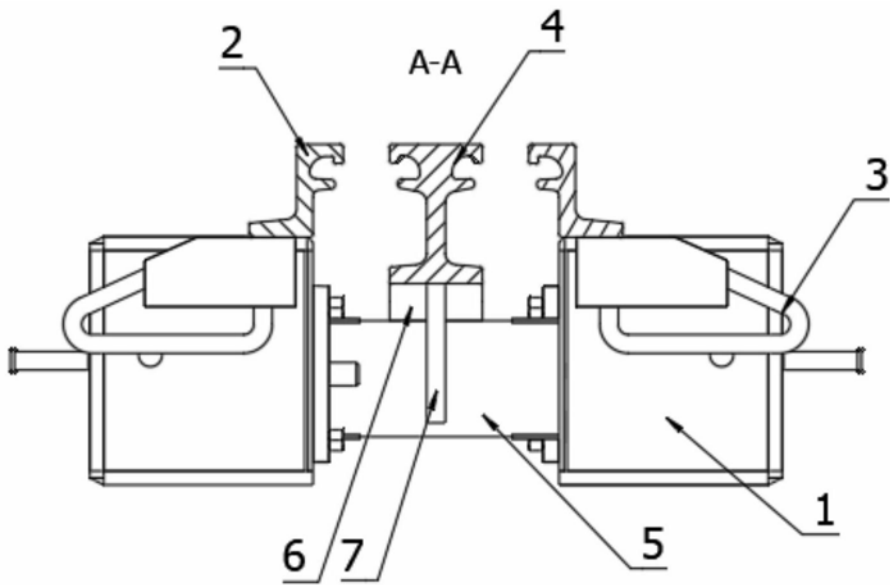


图13

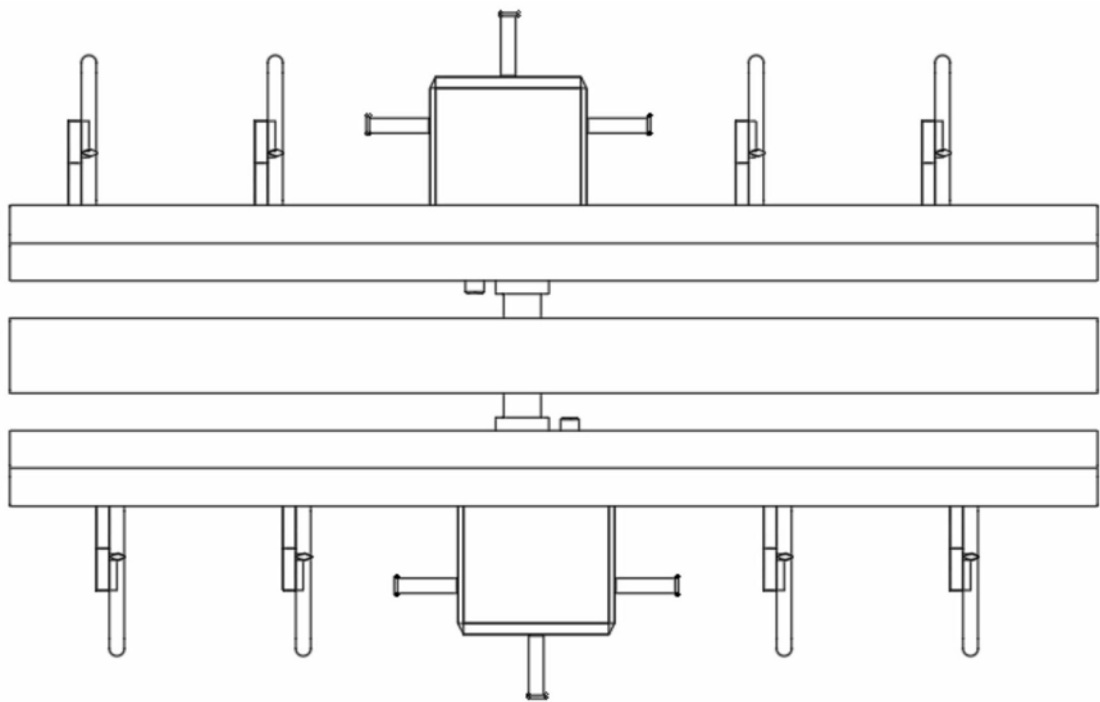


图14

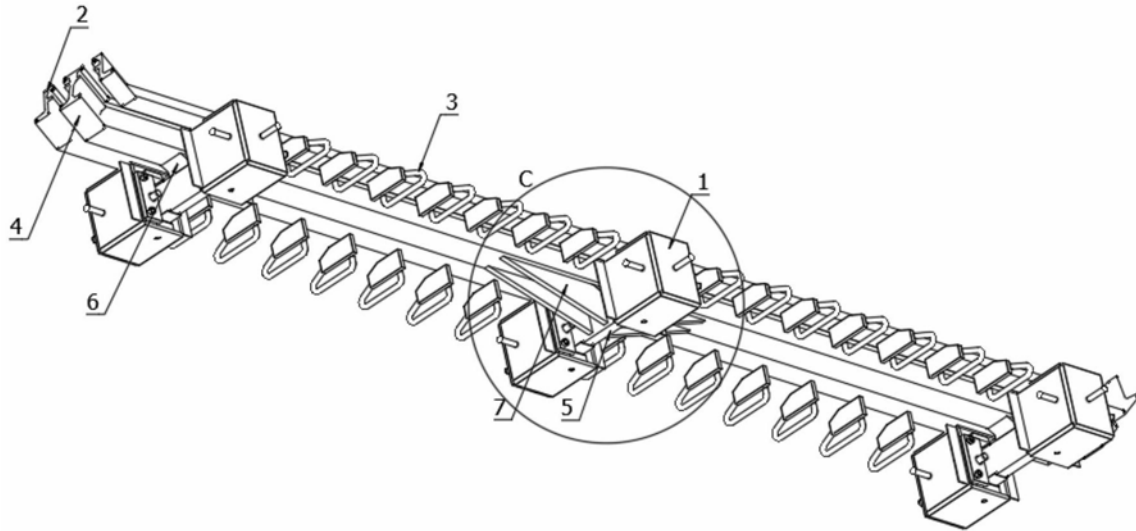


图15

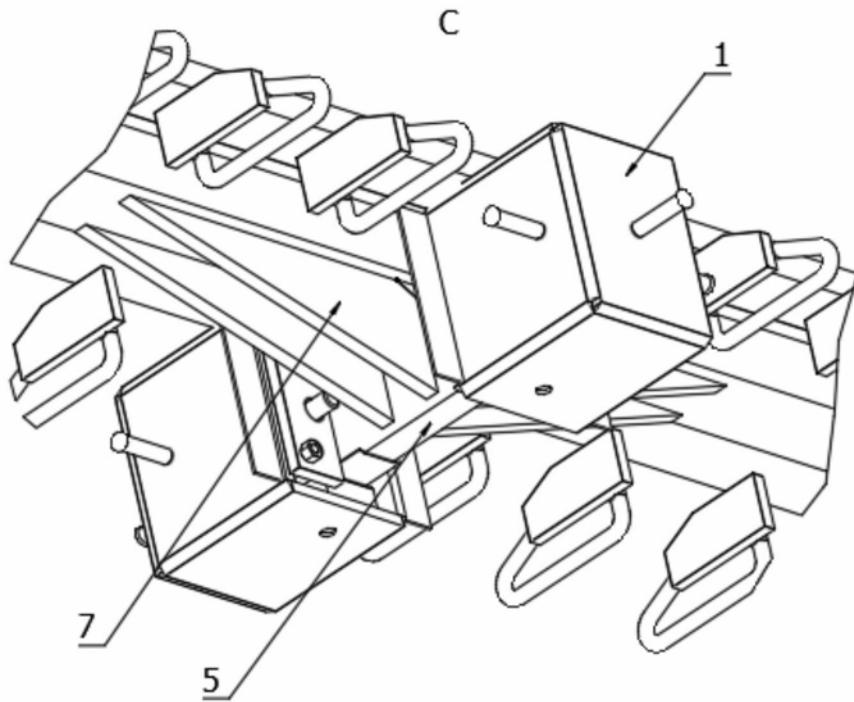


图16

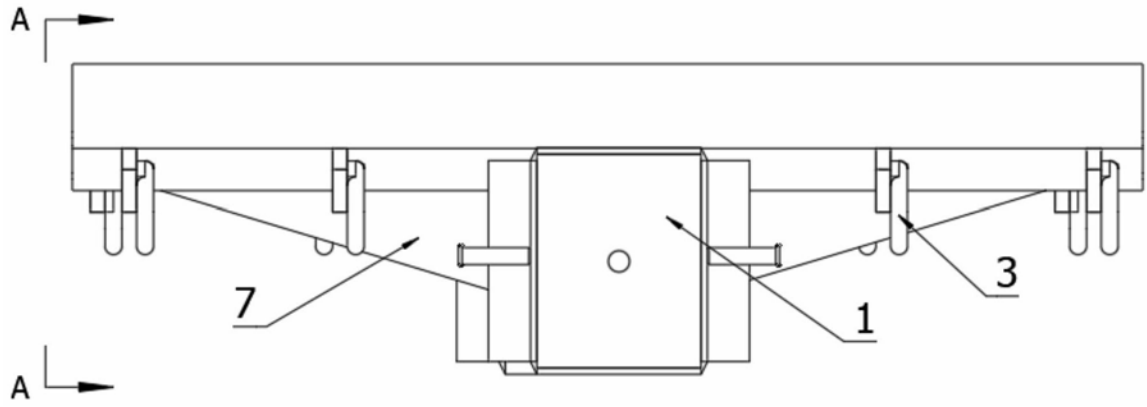


图17

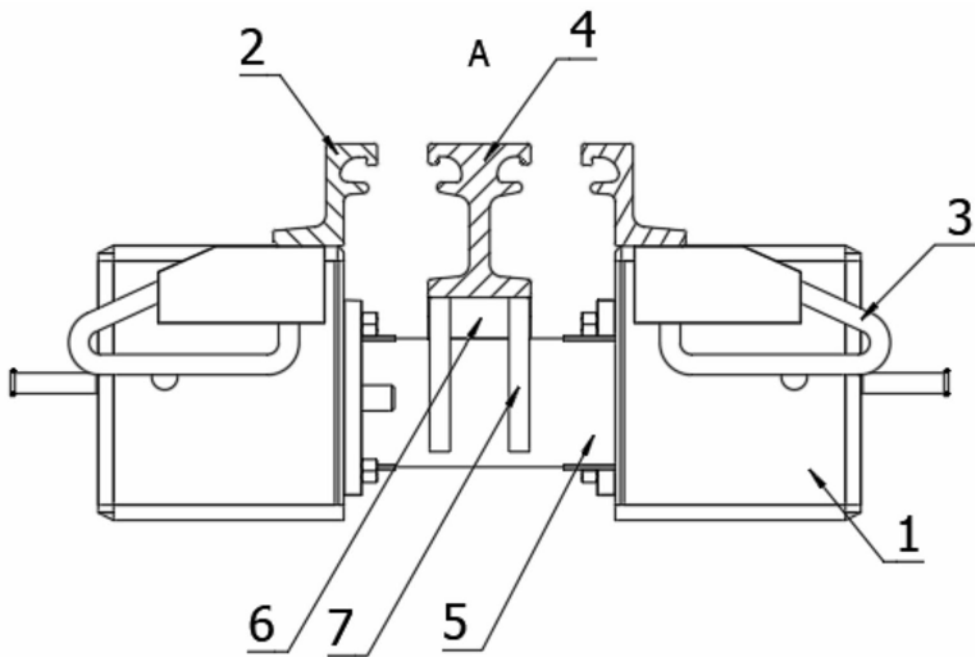


图18

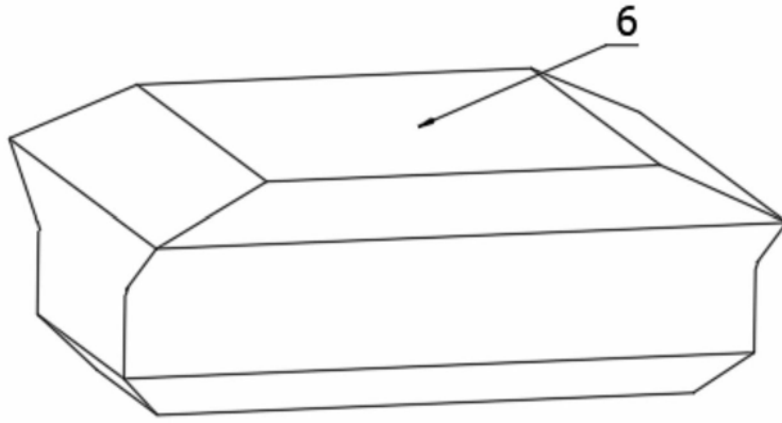


图19

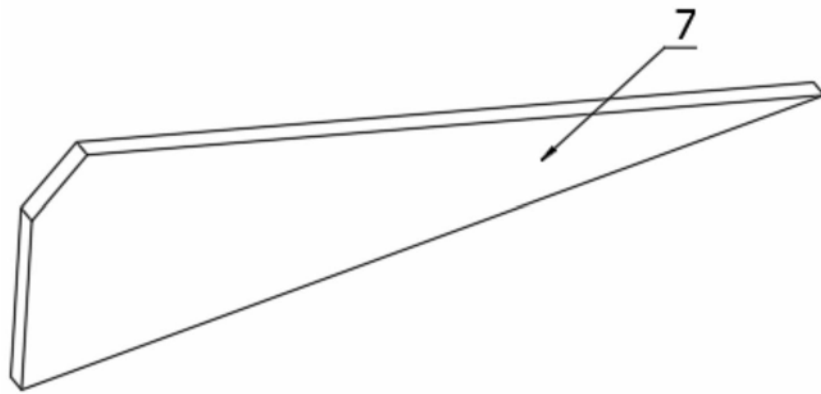


图20