



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113029610 B

(45) 授权公告日 2022.05.27

(21) 申请号 202110400960.7	CN 109991027 A, 2019.07.09
(22) 申请日 2021.04.14	CN 102914416 A, 2013.02.06
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 113029610 A	US 4799390 A, 1989.01.24
(43) 申请公布日 2021.06.25	CN 108760358 A, 2018.11.06
(73) 专利权人 中南大学 地址 410083 湖南省长沙市麓山南路932号	CN 111330369 A, 2020.06.26
(72) 发明人 高广军 张洁 姜琛 王田天 苗秀娟 张琰 王家斌	CN 104275050 A, 2015.01.14
(74) 专利代理机构 长沙朕扬知识产权代理事务 所(普通合伙) 43213 专利代理师 周孝湖 杨斌	JP 2010175422 A, 2010.08.12
(51) Int. Cl. G01M 17/08 (2006.01) G01M 9/04 (2006.01)	CN 212524686 U, 2021.02.12
(56) 对比文件	CN 200979322 Y, 2007.11.21
CN 204314045 U, 2015.05.06	CN 111272377 A, 2020.06.12
CN 111707438 A, 2020.09.25	CN 109582057 A, 2019.04.05
CN 204008059 U, 2014.12.10	CN 108132132 A, 2018.06.08
CN 204855127 U, 2015.12.09	CN 111122099 A, 2020.05.08
CN 111413061 A, 2020.07.14	US 2020182741 A1, 2020.06.11
	CN 111307476 A, 2020.06.19
	US 6725912 B1, 2004.04.27
	CN 211626867 U, 2020.10.02
	CN 210772923 U, 2020.06.16
	CN 107860553 A, 2018.03.30
	CN 107436220 A, 2017.12.05
	CN 101816884 A, 2010.09.01

(续)

审查员 刘丽杰

权利要求书2页 说明书8页 附图13页

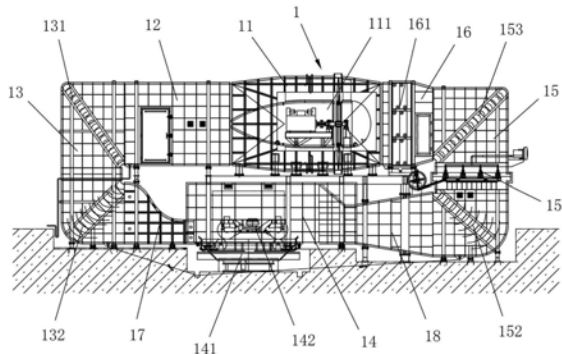
(54) 发明名称

一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统及试验方法

(57) 摘要

本发明公开了一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统及试验方法,试验系统包括回流式风洞流道,其包括依次连接的动力段、造雪段、第一拐角段、试验段、第二拐角段和表冷器段,表冷器段与动力段连接,动力段内设轴流风机和过冷水喷淋装置,试验段内设旋转试验台,旋转试验台上设转向架,第二拐角段内设风雪分离装置,表冷器段内安装表冷器,转向架上布置喷水装置;还包括控制器,其与旋转试验台、喷水装置和轴流风机连接。该风洞试验系统不仅能真实模拟轨道列车在风雪环境下运营时,转向架区域积

雪结冰的动态过程,明确转向架区域积雪结冰问题的成因,而且可以评估防积雪结构与装置对转向架区域防积雪结冰的效果。



CN 113029610 B

[接上页]

(56) 对比文件

CN 106950031 A,2017.07.14

CN 104280204 A,2015.01.14

CN 208537203 U,2019.02.22

AT 519015 B1,2018.03.15

高广军等.Numerical and experimental

investigation on snow accumulation on bogies of high-speed trains.《Journal of Central South University》.2020,第27卷(第4期),第1-6节.

刘道平等.雪晶形成过程与人工造雪机技术.《制冷与空调》.2003,第3卷(第2期),第1-5页.

1. 一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,其特征在于,包括回流式风洞流道(1),所述回流式风洞流道(1)包括依次连接的动力段(11)、造雪段(12)、第一拐角段(13)、试验段(14)、第二拐角段(15)和表冷器段(16),所述表冷器段(16)与所述动力段(11)相连接,所述动力段(11)内设有轴流风机(111)和过冷水喷淋装置(112),所述轴流风机(111)的出风端朝向所述造雪段(12),所述过冷水喷淋装置(112)的喷嘴朝向所述轴流风机(111)的出风端,所述试验段(14)内设有用于安装转向架(142)的旋转试验台(141),所述第二拐角段(15)内设有风雪分离装置(151),所述表冷器段(16)内安装表冷器(161),所述转向架(142)上布置有用于向所述转向架(142)的制动盘喷水的喷水装置(1421);所述风洞试验系统还包括一控制器,所述控制器与所述旋转试验台(141)、所述喷水装置(1421)和所述轴流风机(111)相连接,以联动控制模拟列车在启动、制动和运行过程中的吹风、造雪、甩水和结冰工况;

所述过冷水喷淋装置(112)包括多个过冷水喷嘴(1121),多个所述过冷水喷嘴(1121)沿所述轴流风机(111)的周向设置在所述轴流风机(111)的出风端,所述过冷水喷嘴(1121)朝向所述轴流风机(111)出风方向向内倾斜设置;

所述第一拐角段(13)内设有第一导流装置(131)和第二导流装置(132),所述第一导流装置(131)设于所述第一拐角段(13)与所述造雪段(12)相连接的一端,所述第一导流装置(131)包括多块第一弧形导流板(1311),所述第二导流装置(132)设于所述第一拐角段(13)与所述试验段(14)相连接的一端,所述第二导流装置(132)包括多块第二弧形导流板(1321);

所述第二拐角段(15)内设有第三导流装置(152)和第四导流装置(153),所述第三导流装置(152)设于所述第二拐角段(15)与所述试验段(14)相连接的一端,所述第四导流装置(153)设于所述第二拐角段(15)与所述表冷器段(16)相连接的一端,所述第三导流装置(152)和所述第四导流装置(153)分别设于所述风雪分离装置(151)的上下两侧,所述第三导流装置(152)包括多块第三弧形导流板(1521),所述第四导流装置(153)包括多块第四弧形导流板(1531);

所述风雪分离装置(151)包括风雪分离网(1511)、冰雪反吹装置(1512)和冰雪收集装置(1513),所述风雪分离网(1511)设于所述第二拐角段(15)内,所述冰雪反吹装置(1512)设于所述风雪分离网(1511)的上方,所述冰雪收集装置(1513)设于所述风雪分离网(1511)的下方;

所述第二拐角段(15)的两侧内壁上于所述风雪分离网(1511)处固定安装有滚轮支架(1514),所述滚轮支架(1514)上转动安装有滚轮(1515),所述风雪分离装置(151)还包括导轨(1516),所述滚轮(1515)滚动设置在所述导轨(1516)内,所述冰雪反吹装置(1512)和所述冰雪收集装置(1513)均安装在所述导轨(1516)上,所述第二拐角段(15)上还安装有用于驱动所述导轨(1516)左右摆动的驱动机构(1517)。

2. 根据权利要求1所述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,其特征在于,所述第一拐角段(13)与所述试验段(14)之间还设置一收缩段(17),所述收缩段(17)靠近所述第一拐角段(13)一端的口径大于所述收缩段(17)靠近所述试验段(14)一端的口径,所述收缩段(17)的上壁呈弧形;所述试验段(14)与所述第二拐角段(15)之间还设置一扩散段(18),所述扩散段(18)靠近所述试验段(14)一端的口径小于所述扩散段(18)靠近所述第二拐角段

(15) 一端的口径。

3. 根据权利要求1所述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,其特征在於,所述旋转试验台(141)包括转台支架(1411),所述转台支架(1411)上安装有回转台(1412)以及用于驱动所述回转台(1412)转动的回转驱动电机(1413),所述回转台(1412)上设有辅助轨道(1414),所述转向架(142)置于所述辅助轨道(1414)上,所述回转台(1412)内设有用于驱动所述转向架(142)的轮对转动的轮对驱动机构(1415)。

4. 一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验方法,其特征在於,采用如权利要求1~3中任意一项所述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统进行试验,所述试验方法包括以下步骤:

步骤S1:将转向架(142)置于旋转试验台(141)上并调整好姿态,关闭风洞门;

步骤S2:启动轴流风机(111)和表冷器(161)进行流道内制冷工作,保持轴流风机(111)和转向架(142)的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架(142)达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机(111)转速和转向架(142)的轮对转速,启动过冷水喷淋装置(112)造雪或者同时启动喷水装置(1421)向转向架(142)的制动盘喷水,观察冰雪在转向架(142)处的发展过程,记录转向架(142)关键部件的冰雪发展情况;

步骤S4:按试验要求改变轴流风机(111)的转速以改变风速,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

5. 一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验方法,其特征在於,采用如权利要求1~3中任意一项所述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统进行试验,所述试验方法包括以下步骤:

步骤S1:将具有防积雪装置的转向架(142)置于旋转试验台(141)上并调整好姿态,关闭风洞门;

步骤S2:启动轴流风机(111)和表冷器(161)进行流道内制冷工作,保持轴流风机(111)和转向架(142)的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架(142)达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机(111)转速和转向架(142)的轮对转速,启动过冷水喷淋装置(112)造雪或者同时启动喷水装置(1421)向转向架(142)的制动盘喷水,观察冰雪在转向架(142)处的发展过程,记录转向架(142)上的冰雪增重、增厚情况;

步骤S4:改变防积雪装置,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统及试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道车辆技术领域,具体而言,涉及一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统及试验方法。

背景技术

[0002] 轨道交通作为国家重要基础设施,在综合交通体系中处于骨干地位,对社会和经济发展具有重要的影响。轨道交通系统具有运行能耗低、占地面积少、环境污染轻等显著优势,在众多交通运输方式中脱颖而出。

[0003] 我国区域跨度大,轨道列车需适应强风沙、强风雪等复杂多变运行环境。在寒冷冬季,我国东北、新疆北部及青藏高原等部分地区降雪量较大,给轨道交通建设和运营带来一系列特殊问题。其中,解决转向架区域的积雪结冰问题对于轨道车辆的安全运行尤为关键。

[0004] 当前,轨道列车转向架区域积雪结冰问题主要基于计算机数值仿真方法,通过建立真实转向架区域几何模型,采用风雪两相流模型进行模拟来进行研究,但当前数值研究的结果亟待进行定性和定量的验证。另一种手段是进行模拟雪花的两相流风洞试验,采用木屑等轻质颗粒模拟雪粒子。但木屑本身的粘性等物理特性与真实冰雪依然有较大差异,低温环境等真实物理环境无法在现有风洞中进行模拟。国内外已有的环境风洞造价较高,试验费用昂贵外,其试验对象多为飞机和汽车,对于轨道列车此类特殊冰雪试验效果不理想。

[0005] 为克服上述提到的不足和缺陷,有必要设计一种专供轨道列车转向架区域积雪结冰低温风洞试验系统,以研究轨道列车转向架区域风雪两相流特性和积雪结冰现象,模拟转向架区域雪花的运动、相变及堆积过程,明确转向架区域积雪结冰问题的成因,评估转向架防积雪结冰方案性能。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统及试验方法,以真实模拟列车在风雪环境下运营时转向架区域积雪结冰的动态过程,明确转向架区域积雪结冰问题的成因,评估防积雪结构与装置对转向架区域防积雪结冰的效果。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供了一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,包括回流式风洞流道,回流式风洞流道包括依次连接的动力段、造雪段、第一拐角段、试验段、第二拐角段和表冷器段,表冷器段与动力段相连接,动力段内设有轴流风机和过冷水喷淋装置,轴流风机的出风端朝向造雪段,过冷水喷淋装置的喷嘴朝向轴流风机的出风端,试验段内设有旋转试验台,旋转试验台上设有转向架,第二拐角段内设有风雪分离装置,表冷器段内安装表冷器,转向架上布置有用于向转向架的制动盘喷水的喷水装置;风洞试验系统还包括一控制器,控制器与旋转试验台、喷水装置和轴流风机相连接,以联动控制模拟列车在启动、制动和运行过程中的吹风、造雪、甩水和结冰工况。

[0008] 进一步地,过冷水喷淋装置包括多个过冷水喷嘴,多个过冷水喷嘴沿轴流风机的

周向设置在轴流风机的出风端,过冷水喷嘴朝向轴流风机出风方向向内倾斜设置。

[0009] 进一步地,第一拐角段内设有第一导流装置和第二导流装置,第一导流装置设于第一拐角段与造雪段相连接的一端,第一导流装置包括多块第一弧形导流板,第二导流装置设于第一拐角段与试验段相连接的一端,第二导流装置包括多块第二弧形导流板。

[0010] 进一步地,第一拐角段与试验段之间还设置一收缩段,收缩段靠近第一拐角段一端的口径大于收缩段靠近试验段一端的口径,收缩段的上壁呈弧形。

[0011] 进一步地,试验段与第二拐角段之间还设置一扩散段,扩散段靠近试验段一端的口径小于扩散段靠近第二拐角段一端的口径。

[0012] 进一步地,第二拐角段内设有第三导流装置和第四导流装置,第三导流装置设于第二拐角段与试验段相连接的一端,第四导流装置设于第二拐角段与表冷器段相连接的一端,第三导流装置和第四导流装置分别设于风雪分离装置的上下两侧,第三导流装置包括多块第三弧形导流板,第四导流装置包括多块第四弧形导流板。

[0013] 进一步地,风雪分离装置包括风雪分离网、冰雪反吹装置和冰雪收集装置,风雪分离网设于第二拐角段内,冰雪反吹装置设于风雪分离网的上方,冰雪收集装置设于风雪分离网的下方。

[0014] 进一步地,第二拐角段的两侧内壁上于风雪分离网处固定安装有滚轮支架,滚轮支架上转动安装有滚轮,风雪分离装置还包括导轨,滚轮滚动设置在导轨内,冰雪反吹装置和冰雪收集装置均安装在导轨上,第二拐角段上还安装有用于驱动导轨左右摆动的驱动机构。

[0015] 进一步地,旋转试验台包括转台支架,转台支架上安装有回转台以及用于驱动回转台转动的回转驱动电机,回转台上设有辅助轨道,转向架置于辅助轨道上,回转台内设有用于驱动转向架的轮对转动的轮对驱动机构。

[0016] 根据本发明的另一方面,提供了一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验方法,采用上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统进行试验,该试验方法包括以下步骤:

[0017] 步骤S1:将转向架置于旋转试验台上并调整好姿态,关闭风洞门;

[0018] 步骤S2:启动轴流风机和表冷器进行流道内制冷工作,保持轴流风机和转向架的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

[0019] 步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机转速和转向架的轮对转速,启动过冷水喷淋装置造雪或者同时启动喷水装置向转向架的制动盘喷水,观察冰雪在转向架处的发展过程,记录转向架关键部件的冰雪发展情况;

[0020] 步骤S4:按试验要求改变轴流风机的转速以改变风速,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供了一种轨道列车转向架积雪结冰风洞试验方法,采用上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统进行试验,该试验方法包括以下步骤:

[0022] 步骤S1:将具有防积雪装置的转向架置于旋转试验台上并调整好姿态,关闭风洞门;

[0023] 步骤S2:启动轴流风机和表冷器进行流道内制冷工作,保持轴流风机和转向架的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

[0024] 步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机转速和转向架的轮对转速,启动过冷水

喷淋装置造雪或者同时启动喷水装置向转向架的制动盘喷水,观察冰雪在转向架处的发展过程,记录转向架上的冰雪增重、增厚情况;

[0025] 步骤S4:改变防积雪装置,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:本发明通过设置动力段、造雪段、第一拐角段、试验段、第二拐角段和表冷器段,各段连接形成闭合的回流式风洞流道;在动力段内设置轴流风机和过冷水喷淋装置,且使轴流风机的出风端朝向造雪段,过冷水喷淋装置的喷嘴朝向轴流风机的出风端;在试验段内设置旋转试验台,在第二拐角段内设置风雪分离装置,在表冷器段内安装表冷器;试验时将转向架置于旋转试验台上,通过表冷器制造低温环境,通过轴流风机和过冷水喷淋装置形成风吹雪,风雪经造雪段、第一拐角段后形成均匀的风雪流吹向试验段内的转向架,对转向架进行积雪结冰试验。该轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统能够形成均匀的风吹雪,使得试验结果更加真实、准确,可以调整转向架的偏转角度,使得转向架和试验段的进风口呈多种迎风角,以模拟不同角度横风情况下的转向架积雪结冰情况。该轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统不仅能够真实模拟列车在风雪环境下运营时,转向架区域积雪结冰的动态过程,明确转向架区域积雪结冰问题的成因,而且可以评估防积雪结构与装置对转向架区域防积雪结冰的效果。

附图说明

[0027] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为本发明的风洞试验系统的主视结构示意图。

[0029] 图2为本发明的风洞试验系统的俯视结构示意图。

[0030] 图3为本发明的风洞试验系统中轴流风机和过冷水喷淋装置的主视结构示意图。

[0031] 图4为本发明的风洞试验系统中轴流风机和过冷水喷淋装置的左视结构示意图。

[0032] 图5为图3中A处的局部放大图。

[0033] 图6为本发明的风洞试验系统中旋转试验台和转向架的主视结构示意图。

[0034] 图7为本发明的风洞试验系统中旋转试验台和转向架的左视结构示意图。

[0035] 图8为本发明的风洞试验系统中旋转试验台的俯视结构示意图。

[0036] 图9为本发明的风洞试验系统中风雪分离装置的结构示意图。

[0037] 图10为本发明的风洞试验系统中风雪分离装置的左视结构示意图。

[0038] 图11为沿图10中B-B面的剖视示意图。

[0039] 图12为本发明的风洞试验系统中风雪分离装置的俯视结构示意图。

[0040] 图13为本发明的风洞试验系统中动力段的结构示意图。

[0041] 图14为本发明的风洞试验系统中轴流风机的结构示意图。

[0042] 图15为本发明的风洞试验系统中第一导流装置的结构示意图。

[0043] 图16为本发明的风洞试验系统中多块第一弧形导流板的结构示意图。

[0044] 图17为本发明的风洞试验系统中第二导流装置的结构示意图。

[0045] 图18为本发明的风洞试验系统中多块第二弧形导流板的结构示意图。

[0046] 图19为本发明的风洞试验系统中第三导流装置的结构示意图。

[0047] 图20为本发明的风洞试验系统中多块第三弧形导流板的结构示意图。

- [0048] 图21为本发明的风洞试验系统中第四导流装置的结构示意图。
- [0049] 图22为本发明的风洞试验系统中多块第四弧形导流板的结构示意图。
- [0050] 图23为本发明的风洞试验系统中收缩段的主视结构示意图。
- [0051] 图24为本发明的风洞试验系统中收缩段的俯视结构示意图。
- [0052] 图25为本发明的风洞试验系统中扩散段的主视结构示意图。
- [0053] 图26为本发明的风洞试验系统中扩散段的俯视结构示意图。
- [0054] 图27为本发明的风洞试验系统中表冷器的结构示意图。
- [0055] 其中,上述附图包括以下附图标记:
- [0056] 1、回流式风洞流道;11、动力段;12、造雪段;13、第一拐角段;14、试验段;15、第二拐角段;16、表冷器段;17、收缩段;18、扩散段;111、轴流风机;112、过冷水喷淋装置;131、第一导流装置;132、第二导流装置;141、旋转试验台;142、转向架;151、风雪分离装置;152、第三导流装置;153、第四导流装置;161、表冷器;1121、过冷水喷嘴;1311、第一弧形导流板;1321、第二弧形导流板;1411、转台支架;1412、回转台;1413、回转驱动电机;1414、辅助轨道;1415、轮对驱动机构;1511、风雪分离网;1512、冰雪反吹装置;1513、冰雪收集装置;1514、滚轮支架;1515、滚轮;1516、导轨;1517、驱动机构;1521、第三弧形导流板;1531、第四弧形导流板;14151、轮对驱动电机;14152、驱动轮盘;15121、反吹风机;15122、反吹喷气总管;15123、反吹喷气支管;15131、输雪槽;15132、除雪螺旋;15133、收雪槽;15134、除雪驱动电机。

具体实施方式

[0057] 为了便于理解本发明,下文将结合说明书附图和较佳的实施例对本发明作更全面、细致地描述,但本发明的保护范围并不限于以下具体的实施例。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0058] 除非另有定义,下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解的含义相同。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而仅仅是为了便于对相应零部件进行区别。同样,“一个”或者“一”等类似词语不表示数量限制,而是表示存在至少一个。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也相应地改变。

[0059] 参见图1至图27,一种本发明实施例的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,包括回流式风洞流道1,该回流式风洞流道1主要包括依次连接的动力段11、造雪段12、第一拐角段13、试验段14、第二拐角段15和表冷器段16,表冷器段16与动力段11相连接,形成闭合的回流式风洞流道1。在动力段11内设置有轴流风机111和过冷水喷淋装置112,且轴流风机111的出风端朝向造雪段12,过冷水喷淋装置112的喷嘴朝向轴流风机111的出风端;在试验段14内设置有旋转试验台141,该旋转试验台141上设置有转向架142;在第二拐角段15内设置有风雪分离装置151;在表冷器段16内安装有表冷器161;在转向架142上布置有用于向转向架142的制动盘喷水的喷水装置1421;该风洞试验系统还包括一个控制器(图中未示出),控制器与旋转试验台141、喷水装置1421和轴流风机111相连接,用于联动控制模拟列车在

启动、制动和运行过程中的吹风、造雪、甩水和结冰工况。动力段11、造雪段12和表冷器段16设于试验段14的上方,风雪气流从动力段11、造雪段12、第一拐角段13、试验段14、第二拐角段15经表冷器段16流回动力段11。回流式风洞流道1采用保温材料填充。

[0060] 上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,通过设置动力段11、造雪段12、第一拐角段13、试验段14、第二拐角段15和表冷器段16,各段连接形成闭合的回流式风洞流道1;在动力段11内设置轴流风机111和过冷水喷淋装置112,且使轴流风机111的出风端朝向造雪段12,过冷水喷淋装置112的喷嘴朝向轴流风机111的出风端;在试验段14内设置旋转试验台141,在第二拐角段15内设置风雪分离装置151,在表冷器段16内安装表冷器161;试验时将转向架142置于旋转试验台141上,通过表冷器161制造低温环境,通过轴流风机111和过冷水喷淋装置112形成风吹雪,风雪经造雪段12、第一拐角段13后形成均匀的风雪流吹向试验段14内的转向架142,对转向架142进行积雪结冰试验,风雪流再进入第二拐角段15,通过风雪分离装置151对分离风流中的冰雪,气流经表冷器段16后再进入动力段11。该轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,能够形成均匀的风吹雪,使得试验结果更加真实、准确,可以调整转向架142的偏转角度,使得转向架142和试验段14的进风口呈多种角度,以模拟不同角度横风情况下的转向架142积雪结冰情况。通过控制器使旋转试验台141、喷水装置1421、轴流风机111三者能够联动控制模拟列车的启动、制动和运行。在造雪段12内,过冷水能够变成雪花,空气夹带雪花吹向试验工件转向架142,转向架142上的制动盘喷水装置1421向转向架142的制动盘上喷水,制动盘在旋转试验台141的驱动下向转向架142甩水,在低温的作用下甩出的水和雪能够在转向架142的表面堆积行成冰,实现转向架142的积雪结冰试验。整个列车转向架积雪结冰风洞试验系统在-5℃以下工作,能够模拟吹风、造雪、甩水、结冰等工况。该轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统不仅能够真实模拟列车在风雪环境下运营时,转向架142区域积雪结冰的动态过程,明确转向架142区域积雪结冰问题的成因,而且可以评估防积雪结构与装置对转向架142区域防积雪结冰的效果。

[0061] 具体地,参见图3、图4和图5,在本实施例中,过冷水喷淋装置112包括多个过冷水喷嘴1121,多个过冷水喷嘴1121沿轴流风机111的周向均布设置在轴流风机111的出风端,并且过冷水喷嘴1121的出水口朝向轴流风机111出风方向向内倾斜设置,过冷水喷淋装置112距离第二拐角段至少2m,过冷水喷嘴1121通过管路与压缩空气源和过冷水源连接。这样设置,通过轴流风机111向造雪段12吹风,同时通过过冷水喷嘴1121向轴流风机111的出风方向的内斜向喷出过冷水,过冷水在低温气流作用下形成螺旋状的风雪流,使风雪混合更加均匀。

[0062] 进一步地,参见图1以及图15至图18,在本实施例中,在第一拐角段13内设置有第一导流装置131和第二导流装置132。其中,第一导流装置131设置在第一拐角段13与造雪段12相连接的一端,该第一导流装置131包括多块第一弧形导流板1311,多块第一弧形导流板1311在第一拐角段13的上部拐角处斜向下层叠设置;第二导流装置132设置在第一拐角段13与试验段14相连接的一端,该第二导流装置132包括多块第二弧形导流板1321,多块第二弧形导流板1321在第一拐角段13的下部拐角处斜向上层叠设置。这样设置,造雪段12内的风雪流入第一拐角段13时经第一导流装置131和第二导流装置132对风雪流进行导流,使风雪流更加均匀地吹向转向架142。

[0063] 参见图1以及图23和图24,在本实施例中,在第一拐角段13与试验段14之间还设置

有一个收缩段17,该收缩段17靠近第一拐角段13一端的口径大于收缩段17靠近试验段14一端的口径,收缩段17的上壁呈弧形。这样设置,可以使风雪在试验段14的进出口处加速吹向转向架142。在试验段14与第二拐角段15之间还设置有一个扩散段18,该扩散段18靠近试验段14一端的口径小于扩散段18靠近第二拐角段15一端的口径。如此设置,一方面降速升压,提高风洞运行效率,另一方面使冰雪与风流分离,方便对风雪进行收集。

[0064] 参见图1以及图19至图22,在本实施例中,在第二拐角段15内设置有一个第三导流装置152和一个第四导流装置153,该第三导流装置152设置在第二拐角段15与试验段14相连接的一端,该第三导流装置152包括多块第三弧形导流板1521,多块第三弧形导流板1521在第二拐角段15的下部拐角处斜向上层叠设置。第四导流装置153设置在第二拐角段15与表冷器段16相连接的一端,第四导流装置153包括多块第四弧形导流板1531,多块第四弧形导流板1531在第二拐角段15的上部拐角处斜向下层叠设置。第三导流装置152和第四导流装置153分别设置在风雪分离装置151的上下两侧。这样设置,风雪经第三导流装置152进行导流后通过风雪分离装置151将风流中的冰雪进行分离,分离后的风流再经第四导流装置153导流后流入表冷器161进行降温冷却。

[0065] 参见图1以及图9至图12,在本实施例中,风雪分离装置151主要包括风雪分离网1511、冰雪反吹装置1512和冰雪收集装置1513。其中,风雪分离网1511设置在第二拐角段15内,冰雪反吹装置1512设置在风雪分离网1511的上方,冰雪收集装置1513设置在风雪分离网1511的下方。在试验进行时,通过风雪分离网1511将气流中的冰雪隔离在风雪分离网1511的下方。随着试验的进行,风雪分离网1511上可能会附着冰雪,导致气流不能顺畅通过风雪分离网1511;此时,可通过冰雪反吹装置1512对风雪分离网1511进行反吹,吹掉风雪分离网1511上的冰雪,吹掉的冰雪经下方的冰雪收集装置1513进行收集。如此,可保证气流顺畅地通过风雪分离网1511进入表冷器161,确保风洞试验系统稳定运行。

[0066] 具体来说,参见图9至图12,在本实施例中,在第二拐角段15的两侧内壁上于风雪分离网1511处固定安装有滚轮支架1514,该滚轮支架1514上转动安装有多个滚轮1515;该风雪分离装置151还包括导轨1516,滚轮1515滚动设置在导轨1516内,该导轨1516可相对于滚轮支架1514和滚轮1515水平左右移动。冰雪反吹装置1512和冰雪收集装置1513均安装在该导轨1516上,在第二拐角段15上还安装有一个用于驱动导轨1516及其上的冰雪反吹装置1512和冰雪收集装置1513一起左右摆动的驱动机构1517。在对风雪分离网1511进行反吹除雪时,通过驱动机构1517驱动导轨1516及其上的冰雪反吹装置1512和冰雪收集装置1513一起左右移动,通过冰雪反吹装置1512对风雪分离网1511进行反吹,吹下的冰雪被冰雪收集装置1513收集。这样,可以对风雪分离网1511上的冰雪进行清除。

[0067] 进一步地,在本实施例中,冰雪反吹装置1512包括反吹风机15121、反吹喷气总管15122和多根反吹喷气支管15123,反吹喷气总管15122的一端与反吹风机15121的出风口连接,多根反吹喷气支管15123均与反吹喷气总管15122的另一端连接,多根反吹喷气支管15123并排间隔设置在风雪分离网1511的上方。反吹风机15121安装在第二拐角段15上,反吹喷气支管15123安装在导轨1516上,反吹喷气总管15122为可伸缩管或软管,方便反吹喷气支管15123在驱动机构1517的驱动下左右移动。

[0068] 冰雪收集装置1513包括输雪槽15131、除雪螺旋15132和收雪槽15133,输雪槽15131安装在导轨1516上且位于风雪分离网1511的下方,输雪槽15131的数量为多个,多个

输雪槽15131一一对应设置在多根反吹喷气支管15123的正下方,每个输雪槽15131内设置一根除雪螺旋15132,每根除雪螺旋15132与一个除雪驱动电机15134相连接,每个输雪槽15131的末端均与收雪槽15133相连通。如此设置,每根反吹喷气支管15123吹下来的冰雪落入相对应的输雪槽15131内,通过除雪驱动电机15134驱动输雪槽15131内的除雪螺旋15132转动,将输雪槽15131内的冰雪输送至收雪槽15133内进行收集。

[0069] 参见图1以及图6至图8,在本实施例中,旋转试验台141包括转台支架1411,在转台支架1411上安装有回转台1412以及用于驱动回转台1412转动的回转驱动电机1413。在回转台1412上设置有辅助轨道1414,转向架142置于该辅助轨道1414上。在回转台1412内设置有用于驱动转向架142的轮对转动的轮对驱动机构1415。试验时,将转向架142放置在辅助轨道1414上,通过轮对驱动机构1415驱动转向架142的轮对转动;并且,通过回转驱动电机1413可驱动回转台1412及其上的转向架142一起转动,使风雪流以合适的角度吹向转向架142。具体地,轮对驱动机构1415包括轮对驱动电机14151和驱动轮盘14152,轮对驱动电机14151的输出轴与驱动轮盘14152相连接,驱动轮盘14152与转向架142的轮对相匹配,通过轮对驱动电机14151驱动驱动轮盘14152旋转,进而带动转向架142的轮对转动。

[0070] 本发明上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,可进行转向架142关键积雪部位冰雪发展情况试验、转向架142的防积雪装置的防积雪效果验证试验等多种转向架142的积雪结冰试验。

[0071] 具体来说,采用上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,进行转向架142关键积雪部位冰雪发展情况试验,其具体步骤如下:

[0072] 步骤S1:将转向架142置于旋转试验台141上并调整好姿态,关闭风洞门;

[0073] 步骤S2:启动轴流风机111和表冷器161进行流道内制冷工作,保持轴流风机111和转向架142的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架142达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

[0074] 步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机111转速和转向架142的轮对转速,启动过冷水喷淋装置112造雪或者同时启动喷水装置1421向转向架142的制动盘喷水,观察冰雪在转向架142处的发展过程,记录转向架142关键部件的冰雪发展情况;

[0075] 步骤S4:按试验要求改变轴流风机111的转速以改变风速,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

[0076] 采用上述的轨道列车转向架积雪结冰风洞试验系统,进行转向架142的防积雪装置的防积雪效果验证试验,其具体步骤如下:

[0077] 步骤S1:将具有防积雪装置的转向架142置于旋转试验台141上并调整好姿态,关闭风洞门;

[0078] 步骤S2:启动轴流风机111和表冷器161进行流道内制冷工作,保持轴流风机111和转向架142的轮对处于工作状态,直至流道内和转向架142达到试验要求条件,记录此时流道内温度;

[0079] 步骤S3:按试验要求调整并记录轴流风机111转速和转向架142的轮对转速,启动过冷水喷淋装置112造雪或者同时启动喷水装置1421向转向架142的制动盘喷水,观察冰雪在转向架142处的发展过程,记录转向架142上的冰雪增重、增厚情况;

[0080] 步骤S4:改变防积雪装置,重新进行上述步骤S2和步骤S3,直至完成全部试验。

[0081] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

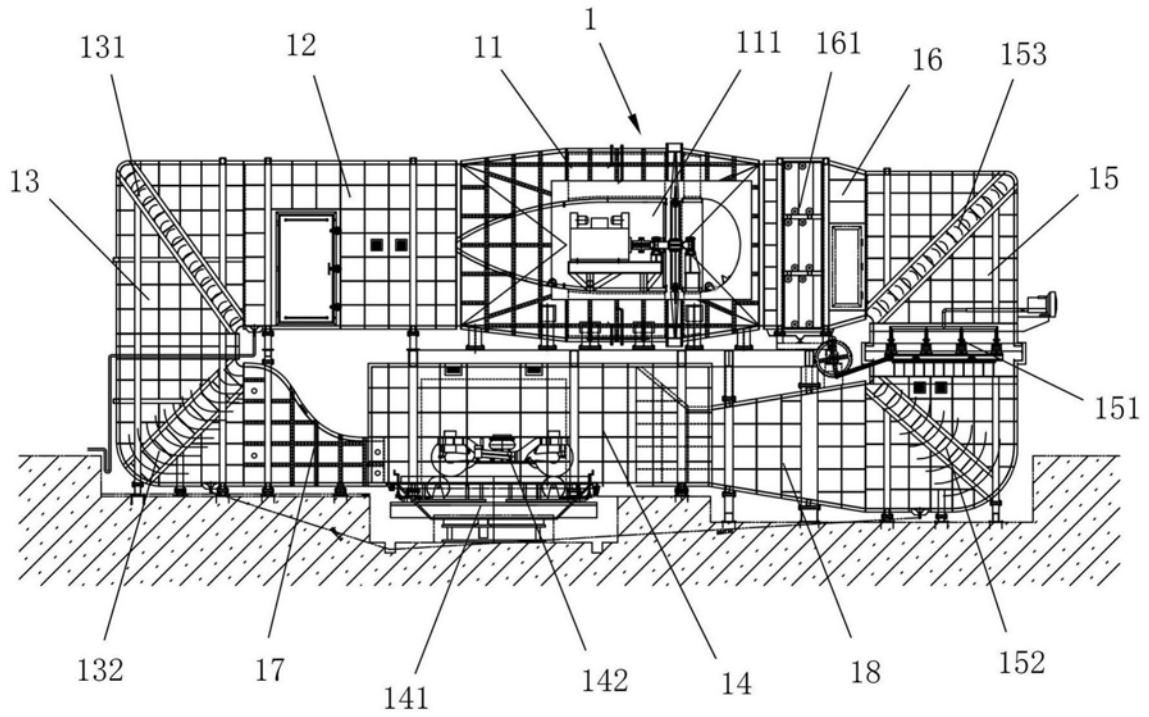


图1

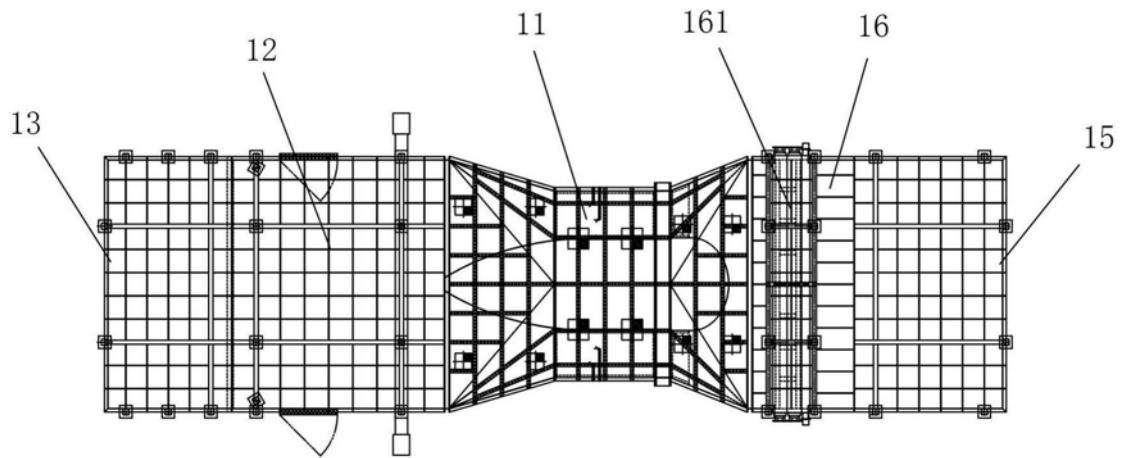


图2

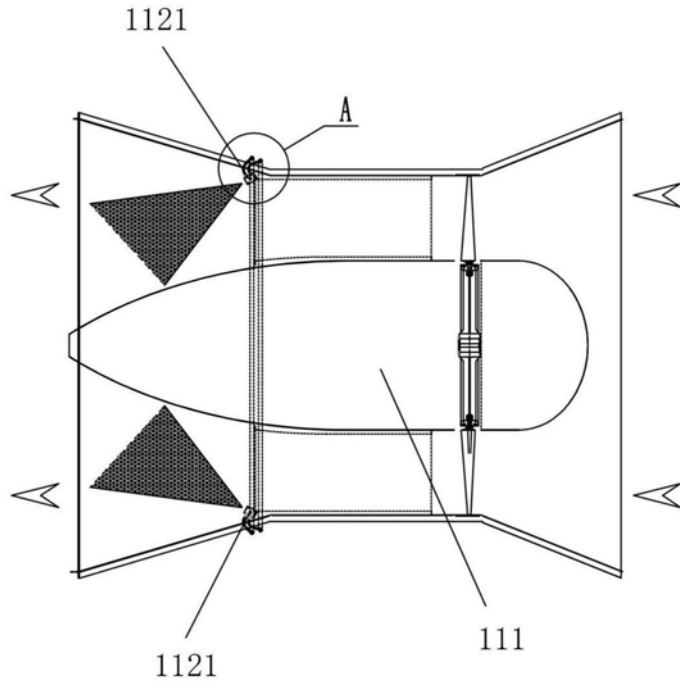


图3

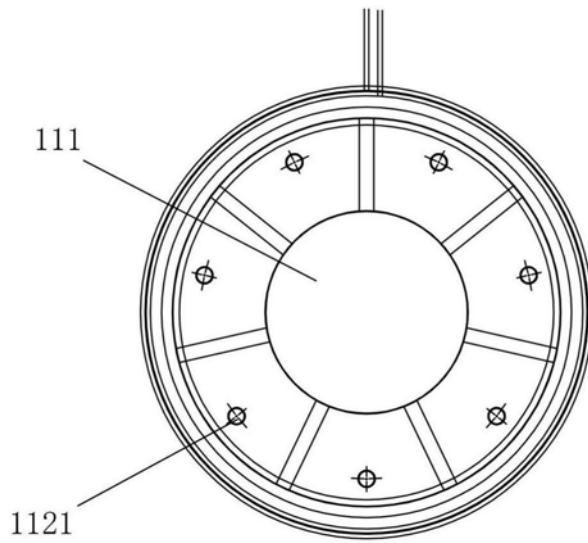


图4

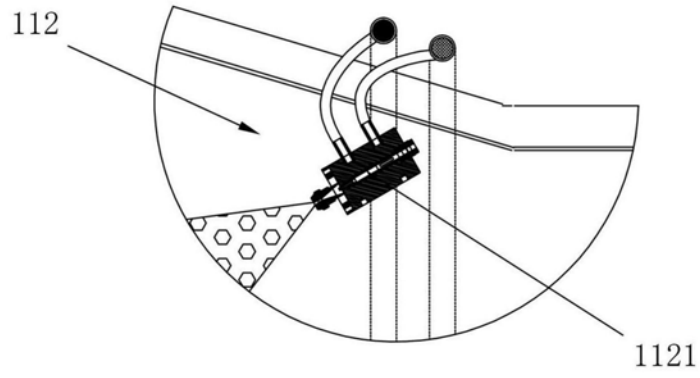


图5

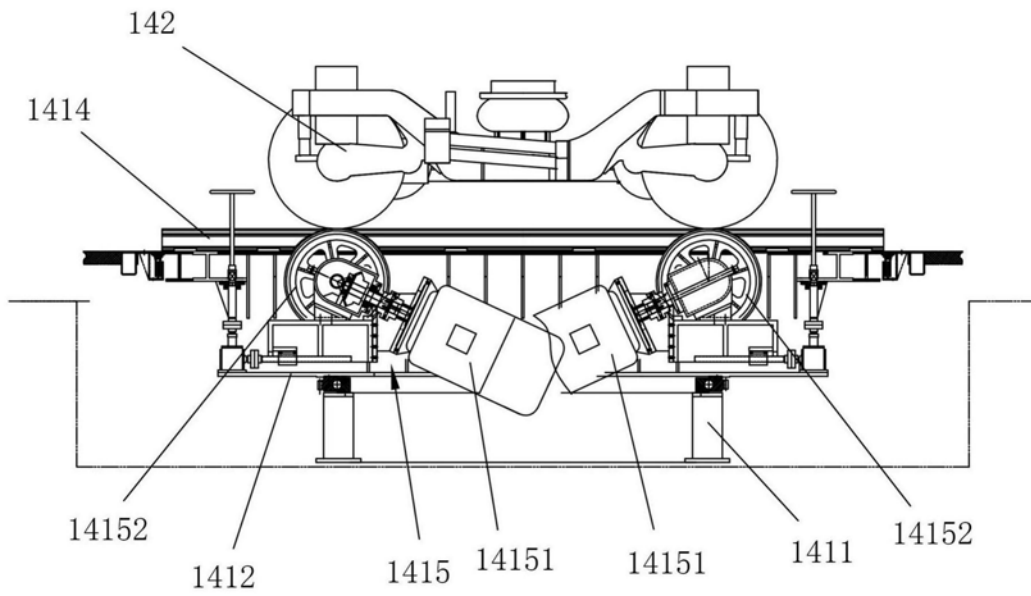


图6

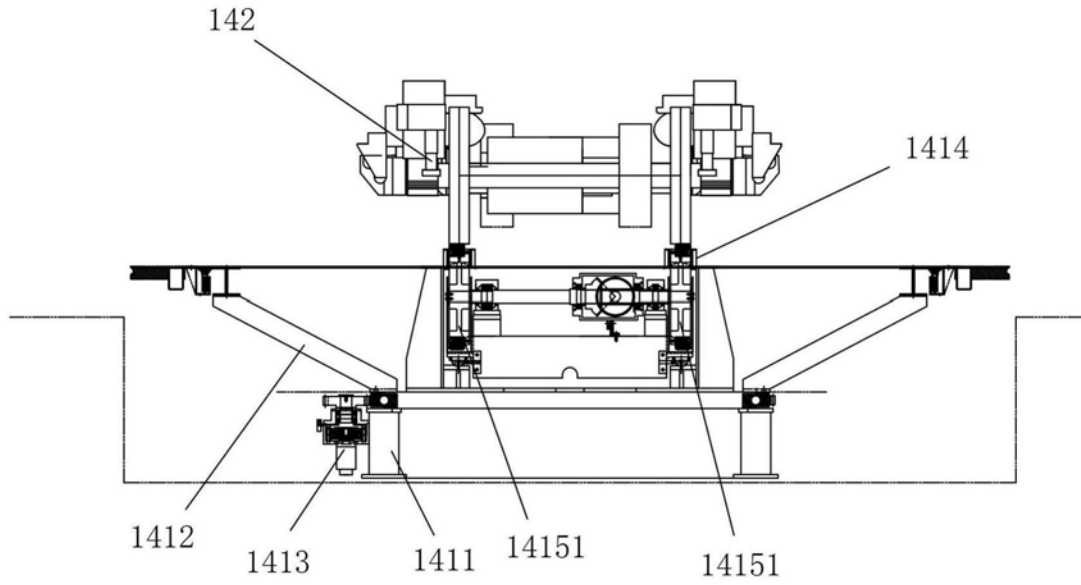


图7

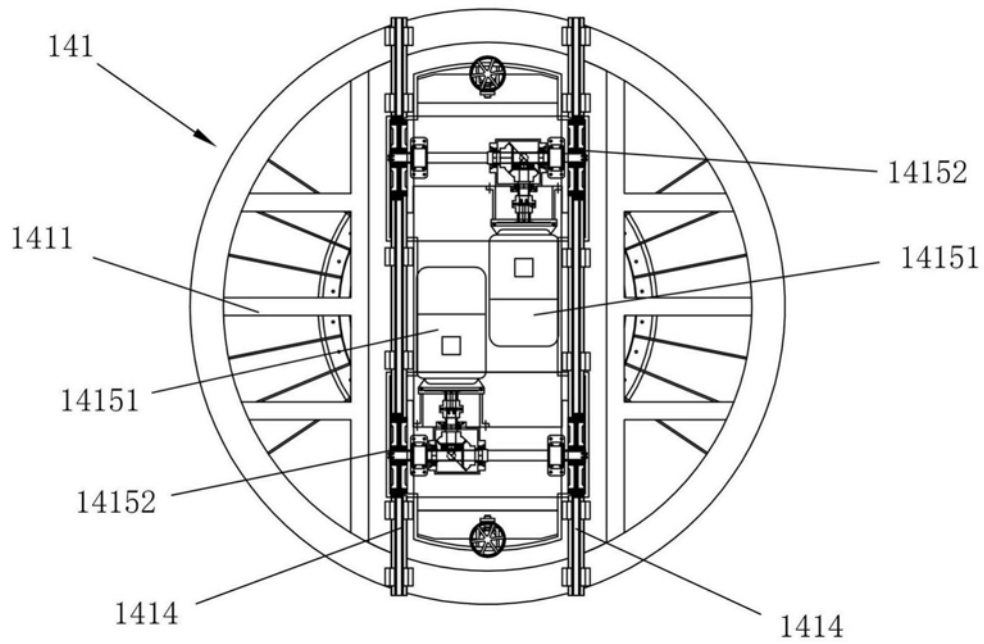


图8

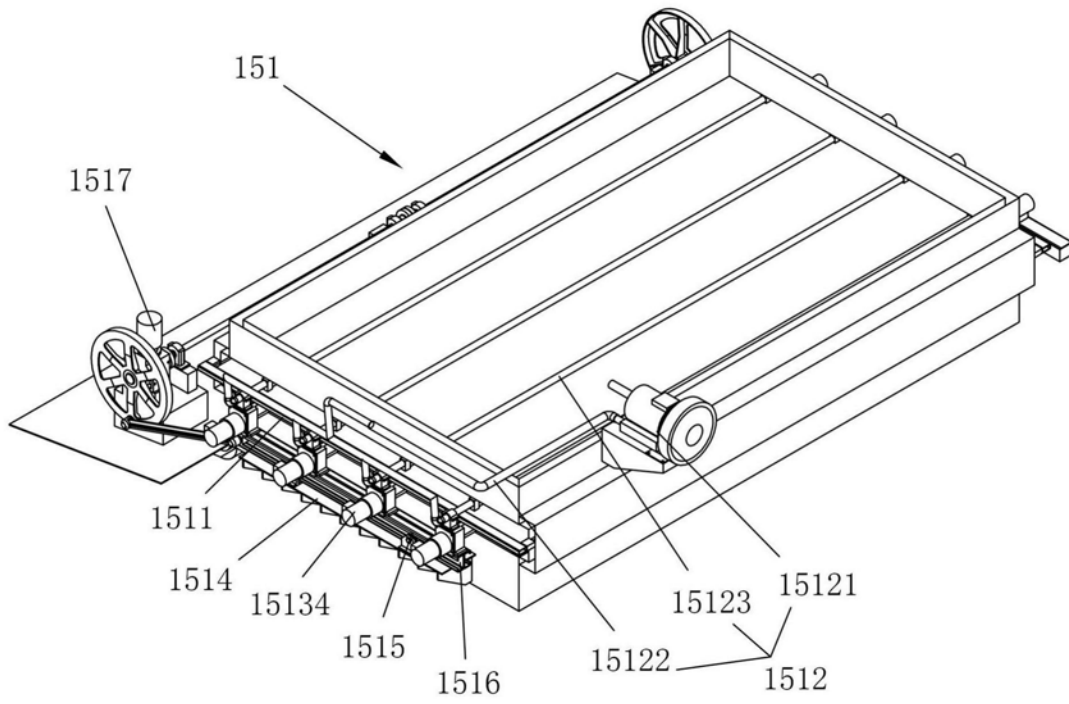


图9

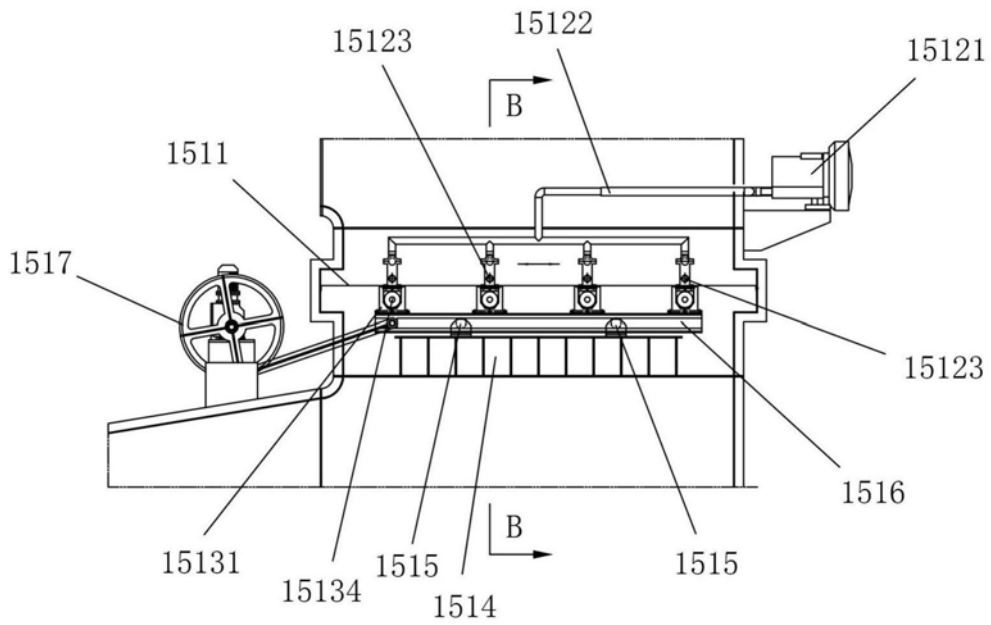


图10

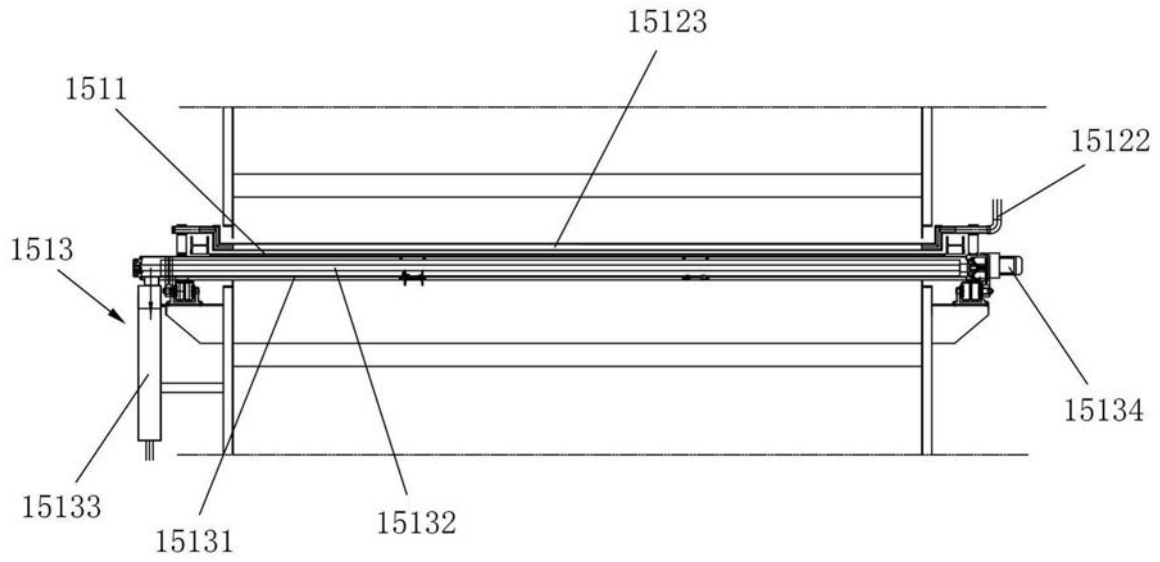


图11

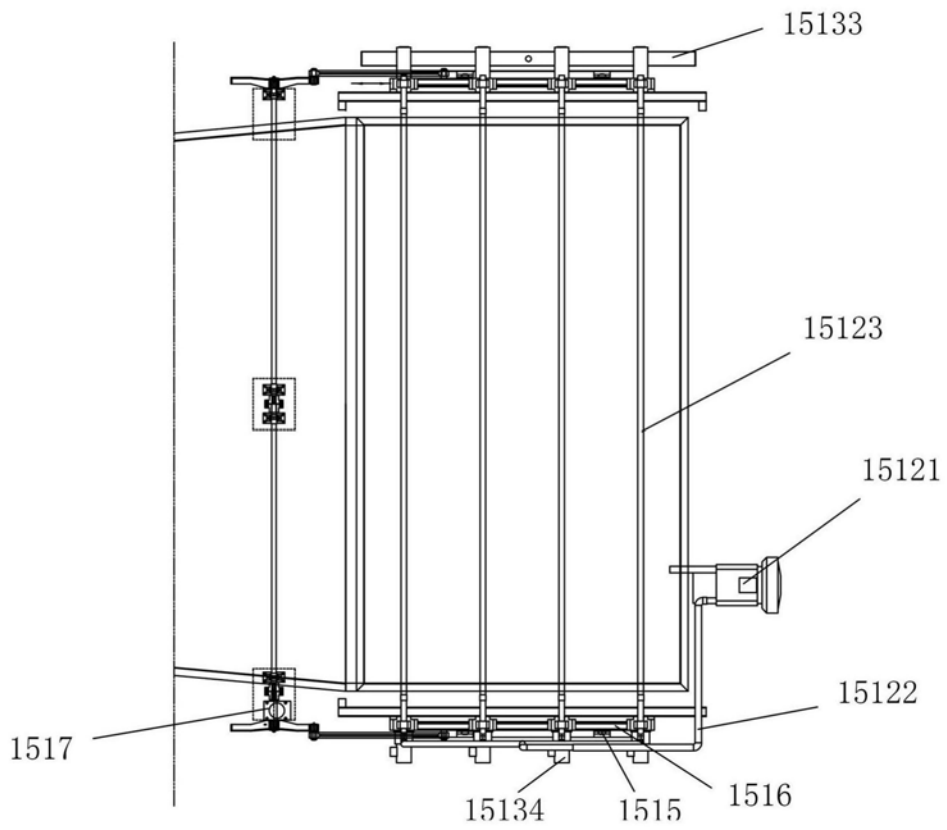


图12

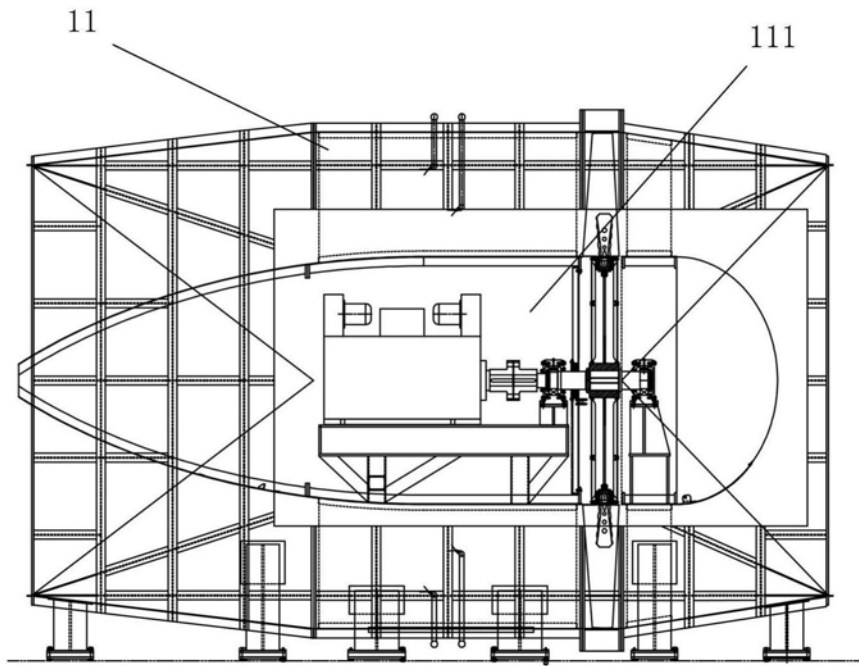


图13

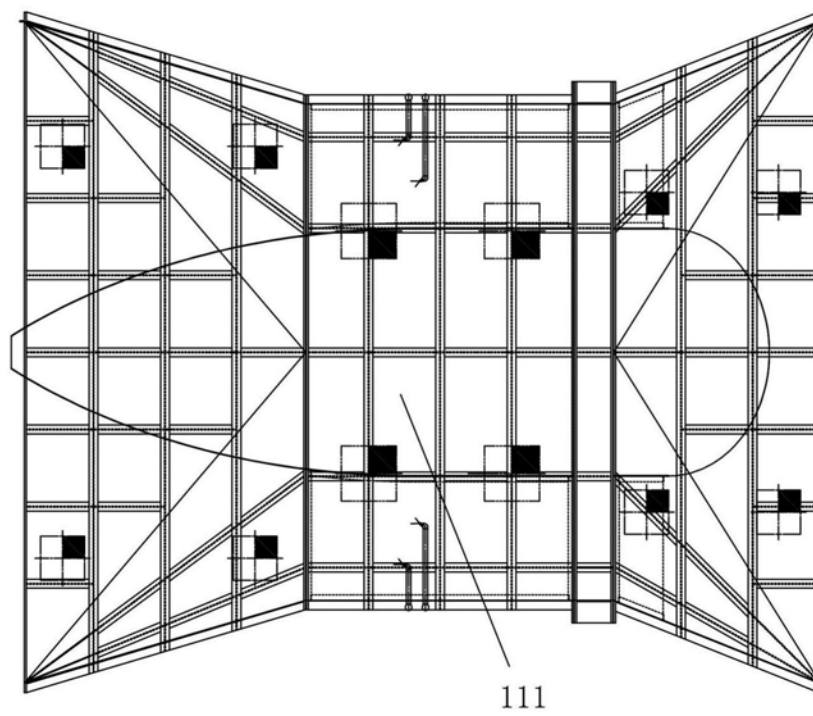


图14

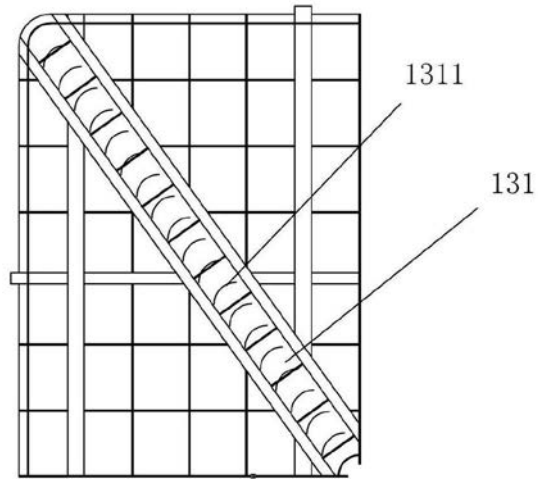


图15

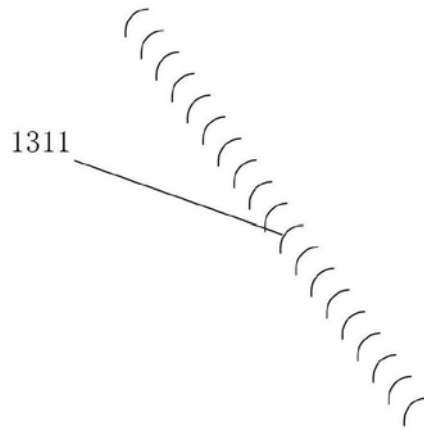


图16

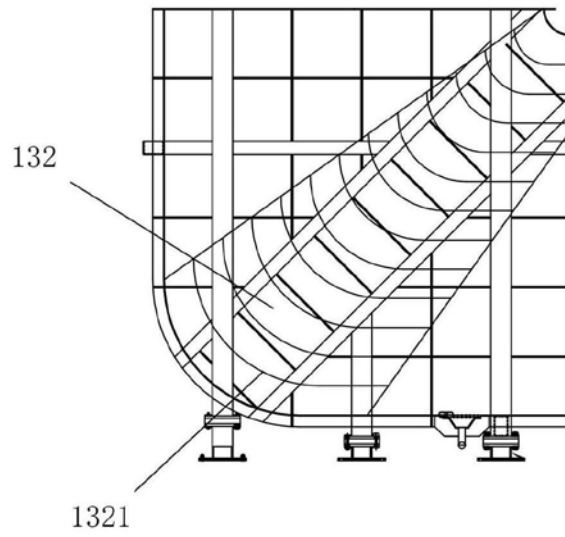


图17

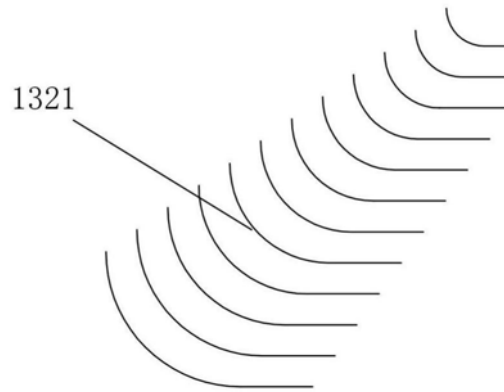


图18

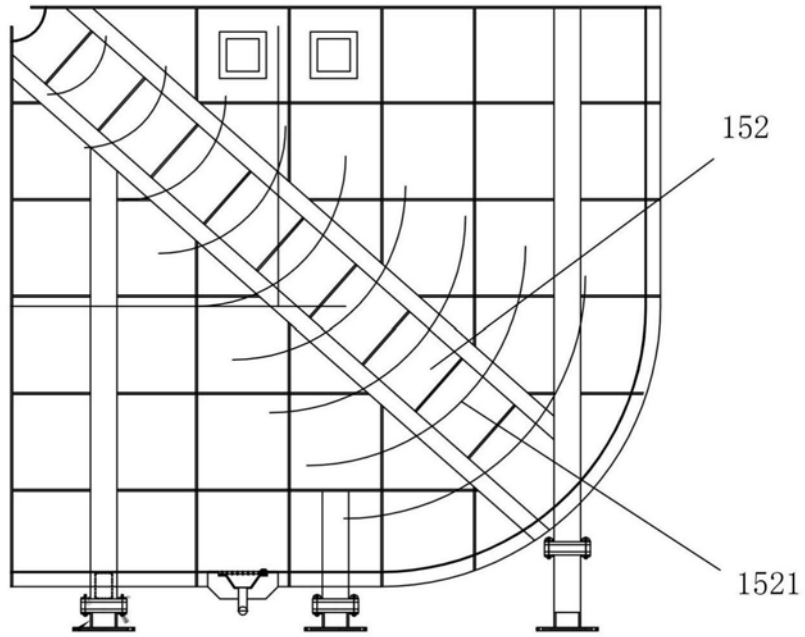


图19

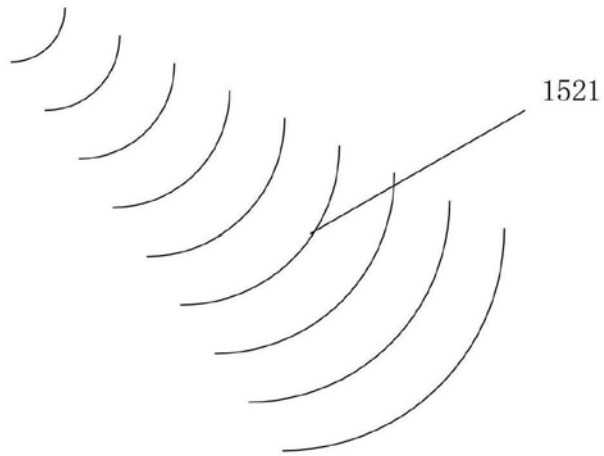


图20

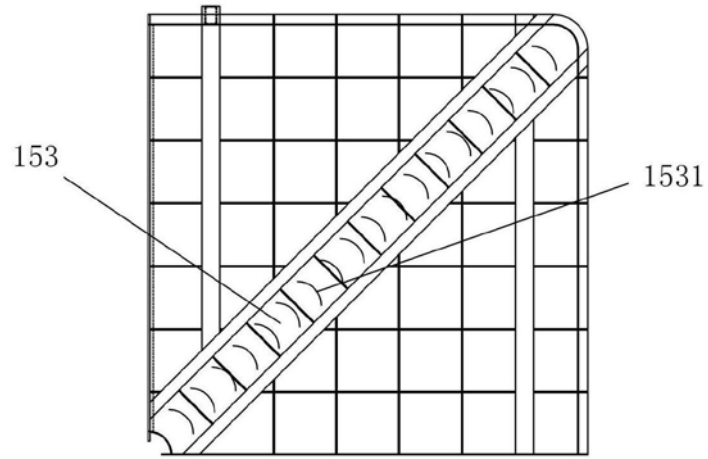


图21

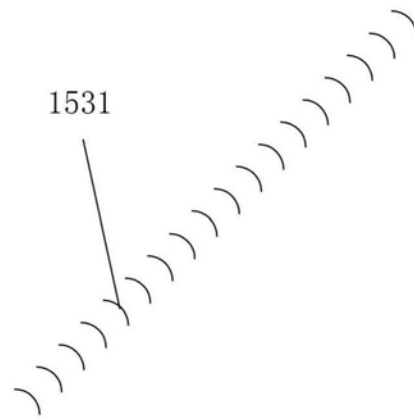


图22

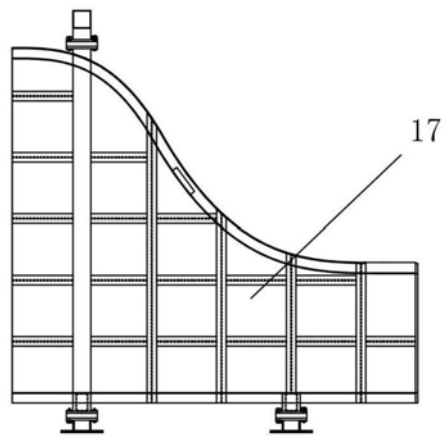


图23

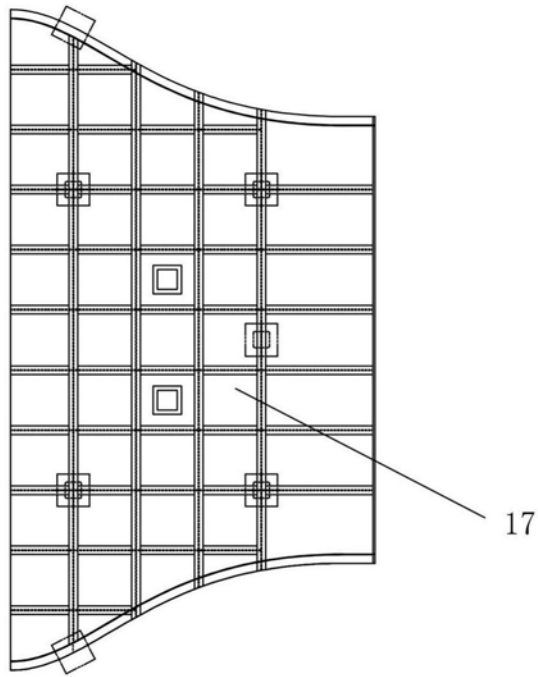


图24

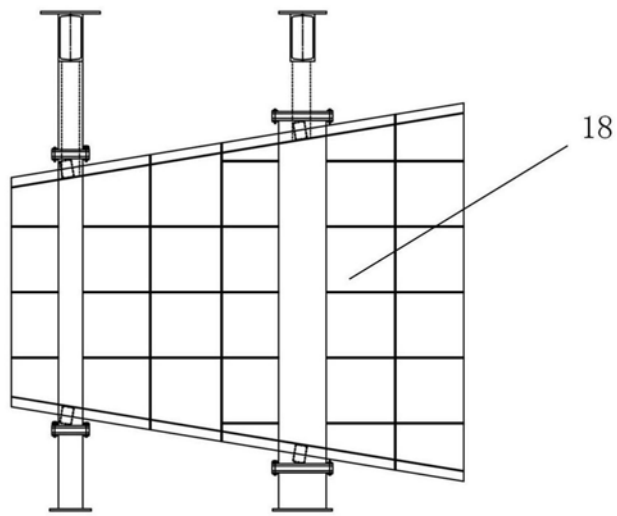


图25

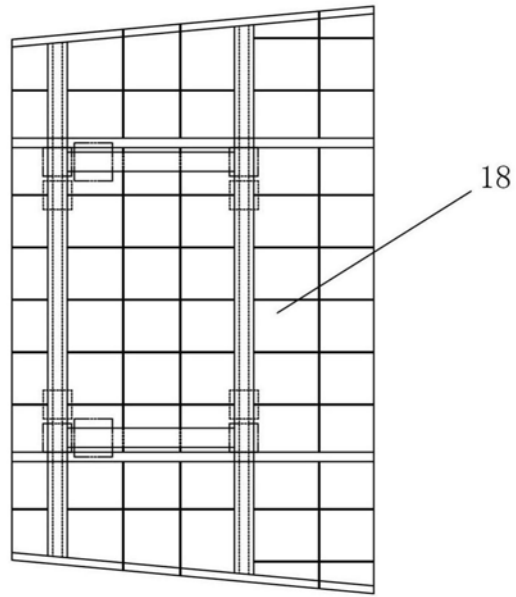


图26

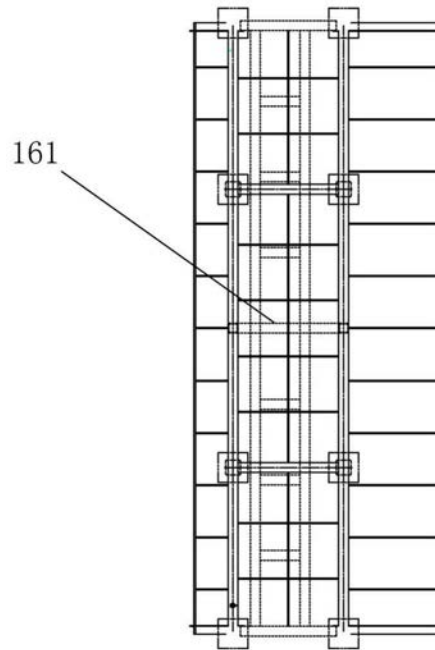


图27