



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103556862 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310526452. 9

(22) 申请日 2013. 10. 29

(73) 专利权人 中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司

地址 200063 上海市普陀区武宁路 409 号

(72) 发明人 林少波 徐勍 陈飞 干梦军  
杨薇 黎大胜

(74) 专利代理机构 上海一平知识产权代理有限公司 31266

代理人 蔡继清 翁霞

(51) Int. Cl.

E04H 12/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203514932 U, 2014. 04. 02, 权利要求 1-6.

CN 1078286 A, 1993. 11. 10, 全文.

CN 201209872 Y, 2009. 03. 18, 全文.

CN 201233015 Y, 2009. 05. 06, 全文.

CN 201786012 U, 2011. 04. 06, 全文.

SU 1096199 A1, 1984. 06. 07, 全文.

US 4567700 A, 1986. 02. 04, 全文.

EP 0320855 A2, 1989. 06. 21, 全文.

US 5335467 A, 1994. 08. 09, 全文.

章卫松、崔传宗、何昭仁. 悬挂式钢内筒烟囱结构设计. 《建筑结构》. 2012, 第 42 卷 (第 3 期), 42-48.

刘士彬、贾玉琢、汪海淇、曲凤军. 烟囱施工中提升桁架的内力分析. 《东北电力学院学报》. 1999, 第 19 卷 (第 3 期), 第 39-44 页.

审查员 赵琦

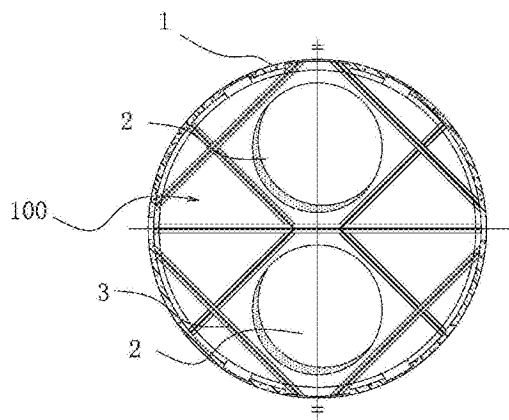
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统

(57) 摘要

本发明公开了一种多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统。其中,烟囱内筒中设有悬挂支座,其特征在于,烟囱内筒支承结构系统设有多点支承于混凝土烟囱外筒内侧的空间桁架,该空间桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆相互连接而构成,悬挂支座安置在空间桁架的上弦杆顶部。本发明的多管悬挂式钢内筒支承结构系统施工方便,安全可靠,能够保证烟囱长期稳定正常运行,并且用钢量比传统的支承结构系统少。



1. 一种多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统, 烟囱内筒中设有悬挂支座, 其特征在于, 所述烟囱内筒支承结构系统设有多点支承于混凝土烟囱外筒内侧的空间桁架, 所述空间桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆相互连接而构成, 所述悬挂支座安置在所述空间桁架的上弦杆顶部, 其中

所述空间桁架包括 8 个单榀桁架, 每个单榀桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆构成, 各个单榀桁架的端部固定于烟囱外筒内侧, 所述 8 个单榀桁架之间的连接采用螺栓连接或焊接, 所述 8 个单榀桁架排列成其中 2 个单榀桁架相互平行地分别置于 2 个烟囱内筒两侧, 2 个单榀桁架相互交叉并穿过 2 个烟囱内筒之间, 另外 4 个单榀桁架两两相互平行放置形成大致方形形状且所述 4 个单榀桁架中每个同时与前述的 2 个相互平行桁架中一个和 2 个相互交叉桁架中一个相交, 从而所述 8 个单榀桁架构成其中留有供所述烟囱内筒通过的空間的空间桁架, 所述烟囱内筒能够穿过所述空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座安置在所述空间桁架上; 或者

所述空间桁架包括 9 个单榀桁架, 每个单榀桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆构成, 各个单榀桁架的两端部中至少有一端固定于烟囱外筒内侧, 9 个单榀桁架之间的连接处采用螺栓连接或焊接形式, 9 个单榀桁架大致排列成其中 1 个单榀桁架穿过 2 个烟囱内筒之间; 4 个单榀桁架的一端连接于所述的穿过 2 个烟囱内筒之间的单榀桁架, 另一端连接于烟囱外筒内侧; 另外 4 个单榀桁架两两平行放置形成大致方形形状且该 4 个单榀桁架每个分别与前述的 4 个平行桁架中一个相交, 从而 9 个单榀桁架构成其中留有供烟囱内筒通过的空間的空间桁架, 所述烟囱内筒能够穿过所述空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座安置在所述空间桁架上。

2. 如权利要求 1 所述的支承结构系统, 其特征在于, 所述多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆通过焊接或者螺栓连接相互连接而组成所述空间桁架。

3. 如权利要求 1 所述的支承结构系统, 其特征在于, 所述上弦杆、所述下弦杆和所述腹杆的横截面为工字型或 T 字型。

4. 如权利要求 1 所述的支承结构系统, 其特征在于, 所述上弦杆、所述下弦杆和所述腹杆的横截面为工字型, 工字型横截面高度为 300mm ~ 600mm, 翼缘和腹板厚度为 20 ~ 30mm。

## 多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及火力发电厂,具体涉及火力发电厂中的烟囱。

### 背景技术

[0002] 随着环保政策的贯彻执行,多管悬挂式烟囱内筒在大容量火力发电机组工程中得到广泛应用。

[0003] 火力发电厂通过烟囱排放的烟气往往湿度大、温度低,烟气极易在烟囱的内壁结露,烟气中残余的三氧化硫溶解后形成腐蚀性很强的硫酸。烟道内具有腐蚀性的气体和液体在烟气压力作用下对烟囱内侧结构材料腐蚀严重,直接影响到烟囱结构的耐久性和安全性。为了避免烟气对承重的钢筋混凝土烟囱外筒产生腐蚀,往往在钢筋混凝土烟囱外筒内置排烟钢内筒以形成封闭的排烟通道,避免钢筋混凝土烟囱外筒接触到腐蚀性介质。

[0004] 在烟囱建造发展过程中,烟囱高度越来越高,设计施工难度也越来越大。钢筋混凝土烟囱外筒从设计到施工均已技术成熟经验丰富,但烟囱建造中至关重要的内筒支承做法仍然延续采用简单笨重的传统方法,该法施工较为困难,费时费力又费材。目前排烟钢内筒支承的常规做法是采用交叉梁系支承,即在钢内筒搁置标高处架设箱型钢梁,钢梁两端支承于混凝土烟囱外筒内侧挑出的牛腿。为了给排烟钢内筒提供多点支保证其稳定,需布置多道主梁和次梁,由此组成的交叉梁系支承结构系统,如图 2 所示。由于主钢梁两端支承于混凝土烟囱外筒内侧挑出的牛腿,受力形式为单跨筒支梁,其跨度较大,承受的排烟钢内筒较重,因此箱型钢梁截面高度通常很高,翼缘和腹板厚度很厚,单根钢梁个大体沉,在作业空间有限的外筒内部吊装极其困难。

[0005] 悬挂式排烟钢内筒采用交叉梁系支承结构系统的做法存在下列问题:

[0006] 1. 由于单个排烟钢内筒自重为 500 ~ 600t,其支承主钢梁的跨度为 15 ~ 20m,因此按单跨筒支梁受力来设计的箱型钢梁截面高度通常高达 2.5 ~ 3m,宽度为 600 ~ 800mm,单根箱型钢梁个大体沉运输吊装困难。另外钢梁的翼缘和腹板厚度约 40 ~ 50mm,厚钢板的焊接形式和焊缝检测工艺要求均较高,造成构件加工制作复杂;

[0007] 2. 箱型钢梁构件截面高度高,为保证腹板的局部稳定,腹板厚度较大。而钢梁实际受力形式为单跨筒支受弯,受力的时候邻近构件截面中心的很大一部分高度范围内的腹板应力均很小,材料强度得不到有效利用,造成钢材浪费;

[0008] 3. 箱型钢梁作为主受力构件,其截面应力分布很不均匀,截面中部应力很小两端应力很大,梁上下两侧翼缘板通常处于高应力状态。如果排烟筒内腐蚀性介质泄漏,通常很容易接触和集聚在钢梁上下两侧,这些部位很容易受到腐蚀性介质侵蚀,一旦腐蚀发生,构件承载能力将急剧下降,产生重大的结构安全隐患;

[0009] 4. 排烟钢内筒自身重量经由支承主钢梁集中传递到钢梁两端的钢筋混凝土烟囱外筒内侧牛腿,造成该处牛腿受力集中,需对该部位混凝土烟囱外筒的配筋进行加强,既增加外筒混凝土钢筋用量又导致该处钢筋绑扎和混凝土浇筑难度,给混凝土烟囱外筒施工增加困难;

[0010] 5. 箱型钢梁通常架设在外筒 120 ~ 150m 高度处, 钢梁安装须通过设置于外筒顶部的吊装设备将其吊装就位。由于单根箱型钢梁体型大, 在有限的外筒内部空间将重达 40t 钢梁提升一百多米需要采用特殊的提升装置, 施工条件复杂, 高空作业难度大。

### 发明内容

[0011] 本发明的目的是提出一种排烟钢内筒支承结构系统, 即空间桁架支承结构系统, 其能够在烟囱内为排烟钢内筒提供悬挂支座并能为钢内筒吊装及检修提供工作平台。

[0012] 为实现上述目的, 本发明提供了一种多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统, 所述烟囱内筒中设有悬挂支座, 其特征在于, 所述烟囱内筒支承结构系统设有多点支承于混凝土烟囱外筒内侧的空间桁架, 所述空间桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆相互连接而构成, 所述悬挂支座安置在所述空间桁架的上弦杆顶部。

[0013] 一优选实施例中, 该空间桁架包括 8 个单榀桁架 3, 每个单榀桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆构成, 各个单榀桁架的端部固定于烟囱外筒内侧, 所述 8 个单榀桁架之间的连接采用螺栓连接或焊接, 所述 8 个单榀桁架排列成其中 2 个单榀桁架相互平行地分别置于 2 个烟囱内筒两侧, 2 个单榀桁架相互交叉并穿过 2 个烟囱内筒之间, 另外 4 个单榀桁架两两相互平行放置形成大致方形形状且所述 4 个单榀桁架中每个同时与前述的 2 个相互平行桁架中一个和 2 个相互交叉桁架中一个相交, 从而所述 8 个单榀桁架构成其中留有供所述烟囱内筒通过的空間的空间桁架, 所述烟囱内筒能够穿过所述空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座安置在所述空间桁架上。

[0014] 另一优选实施例中, 空间桁架包括 9 个单榀桁架, 每个单榀桁架由多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆构成, 各个单榀桁架的两端部中至少有一端固定于烟囱外筒内侧, 9 个单榀桁架之间的连接处采用螺栓连接或焊接形式, 9 个单榀桁架大致排列成其中 1 个单榀桁架穿过 2 个烟囱内筒之间; 4 个单榀桁架的一端连接于的穿过 2 个烟囱内筒之间的单榀桁架, 另一端连接于烟囱外筒内侧; 另外 4 个单榀桁架两两平行放置形成大致方形形状且该 4 个单榀桁架每个分别与前述的 4 个平行桁架中一个相交, 从而 9 个单榀桁架构成其中留有供烟囱内筒通过的空間的空间桁架, 烟囱内筒能够穿过空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座安置在空间桁架上。

[0015] 优选地, 所述多根上弦杆、多根下弦杆和多根腹杆通过焊接或者螺栓连接相互连接而组成所述空间桁架。

[0016] 优选地, 所述上弦杆、所述下弦杆和所述腹杆的横截面为工字型或 T 字型。

[0017] 优选地, 所述上弦杆、所述下弦杆和所述腹杆的横截面为工字型, 工字型横截面高度 H 为 300mm ~ 600mm, 翼缘和腹板厚度为 20 ~ 30mm。

[0018] 本发明的多管悬挂式钢内筒支承结构系统施工方便, 安全可靠, 能够保证烟囱长期稳定正常运行, 并且用钢量比传统的支承结构系统少, 由此节省成本。

### 附图说明

[0019] 图 1 是现有的多管悬挂式烟囱的一部分的局部剖切的结构示意图;

[0020] 图 2 是现有的多管悬挂式烟囱内筒支承结构系统的结构示意图;

[0021] 图 3 示出根据本发明的一个实施例的多管悬挂式钢内筒支承结构系统, 即空间桁

架支承结构系统的结构示意俯视图；

[0022] 图 4A-4C 分别示出组成空间桁架支承结构系统的单榀桁架的三种示例性结构示意图；

[0023] 图 5 是工字型截面钢的截面图；以及

[0024] 图 6 是图 3 示出根据本发明的另一个实施例的多管悬挂式钢内筒支承结构系统，即空间桁架支承结构系统的结构示意俯视图。

### 具体实施方式

[0025] 以下将结合附图对本发明的较佳实施例进行详细说明，以便更清楚理解本发明的目的、特点和优点。应理解的是，附图所示的实施例并不是对本发明范围的限制，而只是为了说明本发明技术方案的实质精神。

[0026] 多管悬挂式烟囱内筒：烟囱作为火力发电厂排放燃煤锅炉烟气的垂直烟道，主要由承重的钢筋混凝土烟囱外筒、避免烟气对混凝土烟囱外筒产生腐蚀的悬挂式排烟钢内筒及其支承系统组成。多管悬挂式烟囱内筒高度为 180 ~ 260m。钢筋混凝土烟囱外筒直径由底部向顶部逐步缩小，底部直径通常为 30 ~ 36m，出口直径通常为 18 ~ 25m。钢内筒数量一般为 2 个或 2 个以上，为减小排烟阻力，钢内筒直径沿高度方向保持不变，通常为 6 ~ 9m。

[0027] 支承结构系统：支承于混凝土烟囱外筒内侧，为悬挂式排烟钢内筒提供悬挂支座，并形成排烟钢内筒吊装、检修工作平台。

[0028] 图 3 示出根据本发明的一个实施例的多管悬挂式钢内筒支承结构系统，即空间桁架支承结构系统的结构示意俯视图。如图 3 所示，该支承结构系统整体为空间桁架形式，桁架杆件包括上弦杆 4、下弦杆 5 和腹杆 6（如图 4A-4C 所示），各杆件通过焊接或者螺栓连接组成空间桁架 100。空间桁架 100 的各端部固定于烟囱外筒 1 内侧上，并且在空间桁架 100 中形成有用于供多个烟囱内筒 2（图 3 所示实施例中为 2 个烟囱内筒）穿过的空间。烟囱内筒 2 的悬挂支座（图未示）安置在空间桁架上弦杆顶部。较佳地，烟囱内筒 2 是钢内筒。

[0029] 桁架杆件通常采用常规型钢截面，杆件主要受力形式为轴心受拉或者受压，杆件截面受力均匀可以充分发挥材料强度。空间桁架为超静定结构，如果构件截面受到腐蚀导致强度削弱，桁架可以通过变形调整内力分布，将一部分力转移到能够继续承载的杆件上，避免发生内筒支承系统急性破坏。空间桁架多点支承于混凝土烟囱外筒，外筒受力均匀无需特别加强。空间桁架采用分体吊装可以大幅度降低单次起吊重量，不用采用特殊起吊设备，方便吊装施工。

[0030] 图 4A-4C 分别示出组成空间桁架支承结构系统的单榀桁架的三种示例性结构示意图。应理解，具体的单榀桁架结构不限于图中所示结构，也可采用本领域普通技术人员所知悉的其他合适的形状。

[0031] 图 3 中的空间桁架 100 由 8 个图 4A-4C 所示的单榀桁架构成，各个单榀桁架的端部固定于烟囱外筒内侧。8 个单榀桁架之间的连接处采用螺栓连接或焊接形式。8 个单榀桁架大致排列成其中 2 个平行置于 2 个内筒 2 两侧，2 个单榀桁架相互交叉并穿过 2 个内筒之间，另外 4 个单榀桁架两两平行放置形成大致方形形状且这 4 个单榀桁架中每个同时与前述的 2 个平行桁架中一个和 2 个交叉桁架中一个相交。由此，8 个单榀桁架构成其中留有

供烟囱内筒 2 通过的空間的空间桁架。烟囱内筒 2 可穿过上述空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座(图未示)安置在该空间桁架的上弦杆 4 顶部。

[0032] 应注意,上述的单榀桁架概念仅仅为方便叙述而引入,实际上,整个空间桁架 100 由众多杆件,即多根上弦杆 4、多根腹杆 6 以及多根下弦杆 5 组合而形成一整体。而且,空间桁架 100 的结构不限于图 3 所示的结构,而是可采用其他合适的结构。

[0033] 空间桁架 100 的杆件可采用普通工字型钢截面,如图 5 所示,也可采用其他截面,例如“T”型、“O”型截面等。当采用普通工字型钢截面时,杆件的截面高度 H 为 300mm ~ 600mm,翼缘 8 和腹板 9 厚度为 20 ~ 30mm。

[0034] 图 6 中的空间桁架 100 的另一个实施例由 9 个图 4A-4C 所示的单榀桁架构成,各个单榀桁架的两端部中至少有一端固定于烟囱外筒内侧。9 个单榀桁架之间的连接处采用螺栓连接或焊接形式。9 个单榀桁架大致排列成其中 1 个单榀桁架穿过 2 个烟囱内筒之间,4 个单榀桁架的一端连接于上述的穿过 2 个烟囱内筒之间的单榀桁架,另一端连接于烟囱外筒内侧,另外 4 个单榀桁架两两平行放置形成大致方形形状且这 4 个单榀桁架每个分别与前述的 4 个平行桁架中一个相交。由此,9 个单榀桁架构成其中留有供烟囱内筒 2 通过的空間的空间桁架。烟囱内筒 2 可穿过上述空间并通过烟囱内筒上的悬挂支座(图未示)安置在该空间桁架的上弦杆 4 顶部。

[0035] 本发明的排烟钢内筒支承结构系统采用多点支承于混凝土烟囱外筒内侧,排烟钢内筒悬挂支座布置在空间桁架上弦杆顶部,杆件采用焊接或者螺栓连接组成空间桁架,空间桁架采用分体吊装。

[0036] 多点支承于混凝土烟囱外筒内侧的空间桁架支承结构系统具有下述优点:

[0037] 1. 空间桁架主要由工字型钢构件组成,构件截面高度为 300mm ~ 600mm,翼缘和腹板厚度为 20 ~ 30mm,均为常规尺寸,构件加工制作较为简单;

[0038] 2. 组成空间桁架的构件主要受力形式为轴心受拉或者受压,构件截面受力均匀,材料强度能够得到合理利用,整个支承系统用钢量将比传统做法减少;

[0039] 3. 多点支承的空间桁架为超静定结构,一旦局部构件受到泄漏腐蚀性介质的腐蚀,能够进行内力重分布,不会发生急性破坏,为结构加固补强提供条件;

[0040] 4. 空间桁架多点支承于混凝土烟囱外筒,外筒受力均匀,无须局部钢筋补强,方便混凝土浇筑;

[0041] 5. 空间桁架可采用分体吊装,可以大幅度降低单次起吊重量,施工吊装机械简单,安装便捷。

[0042] 6. 安全可靠,保证烟囱长期稳定正常运行。

[0043] 以上已详细描述了本发明的较佳实施例,但应理解到,在阅读了本发明的上述讲授内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改。这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

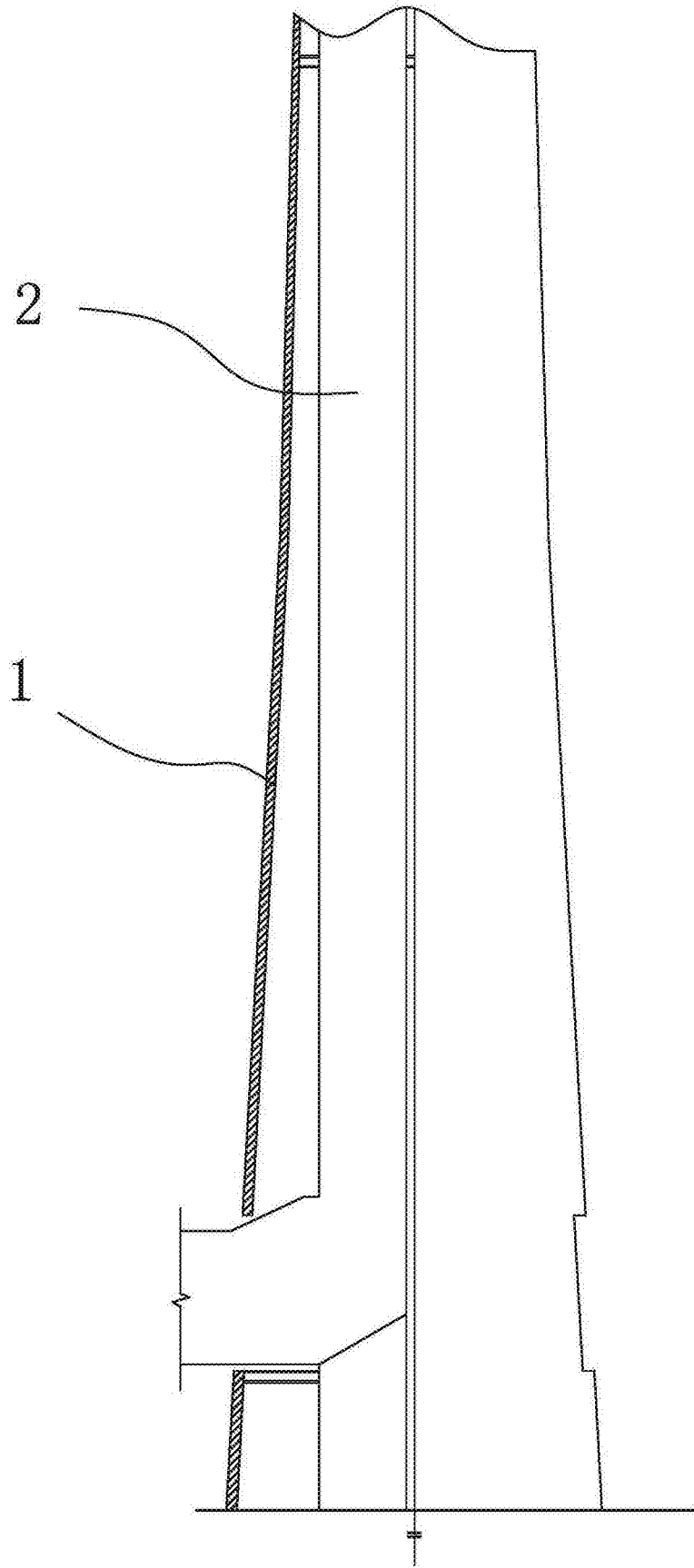


图 1

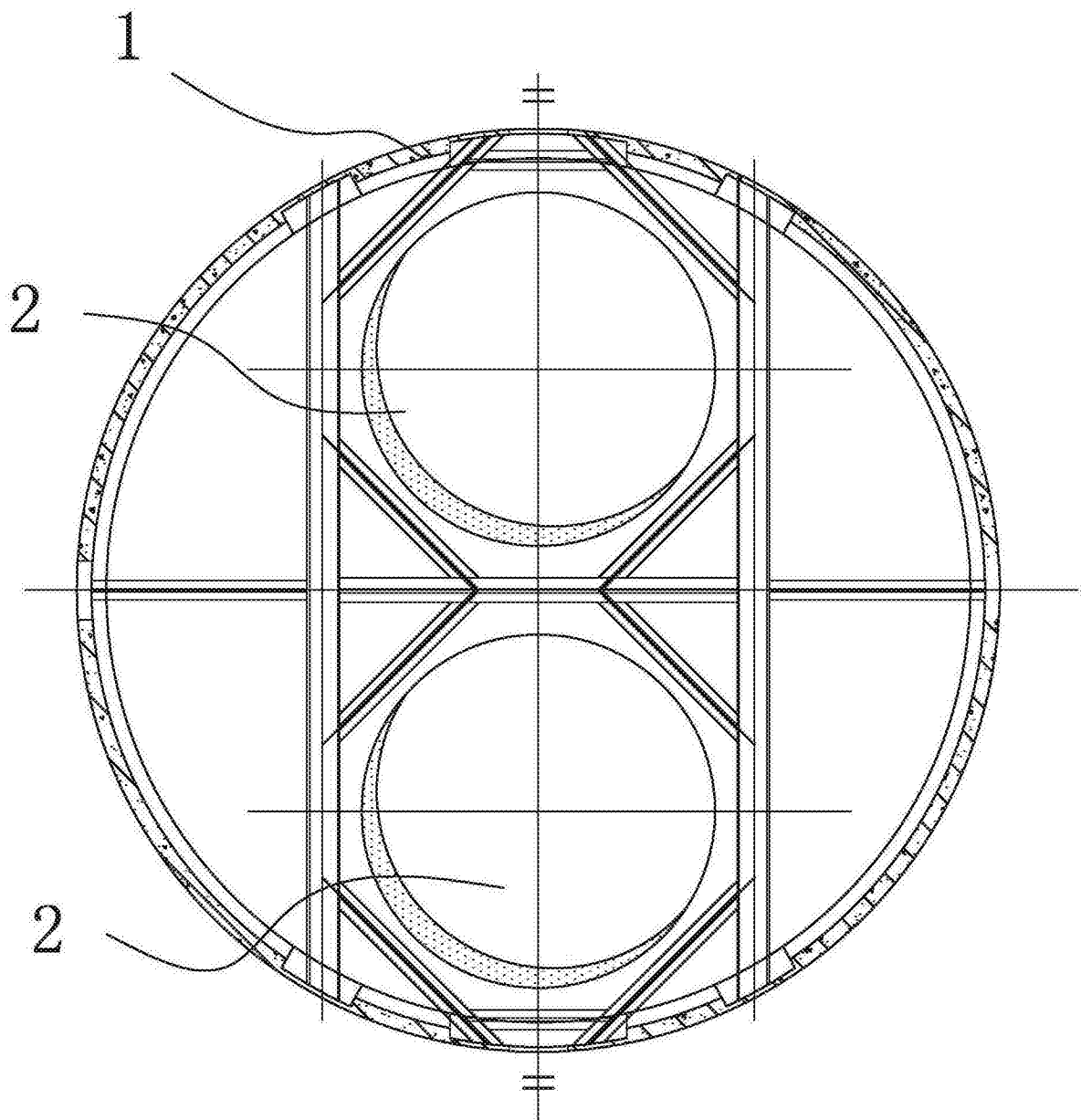


图 2



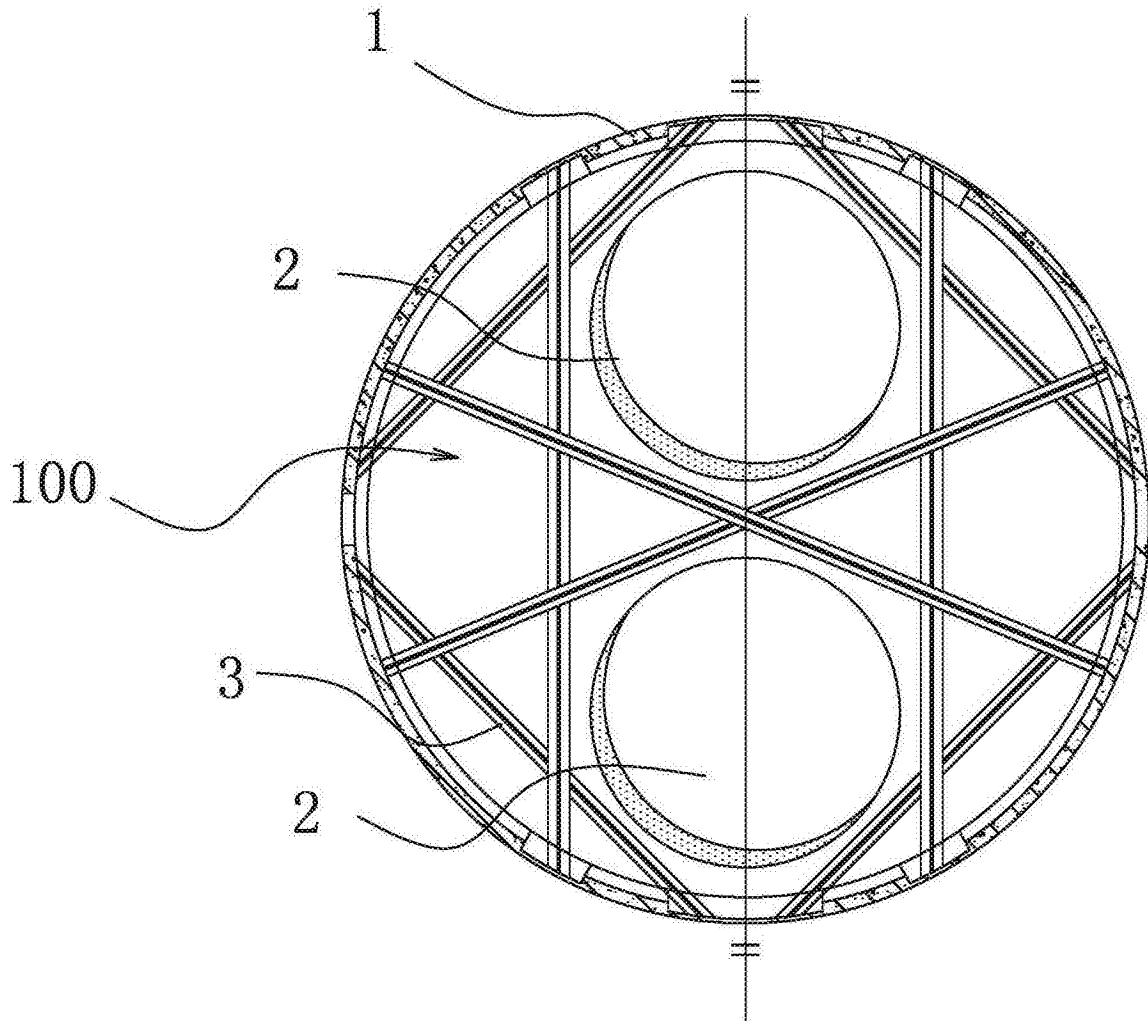


图 3

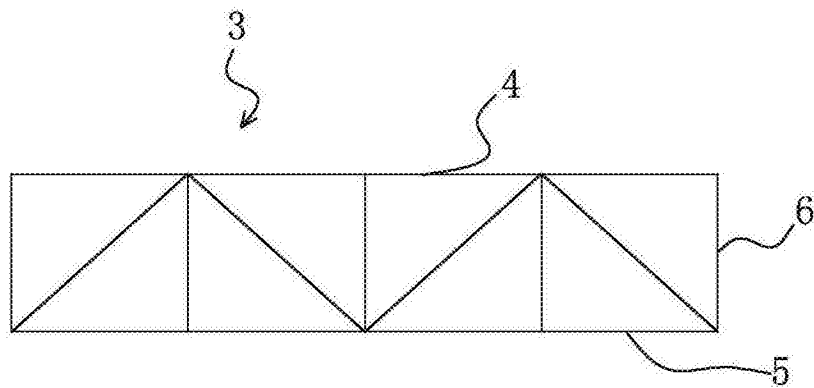


图 4A

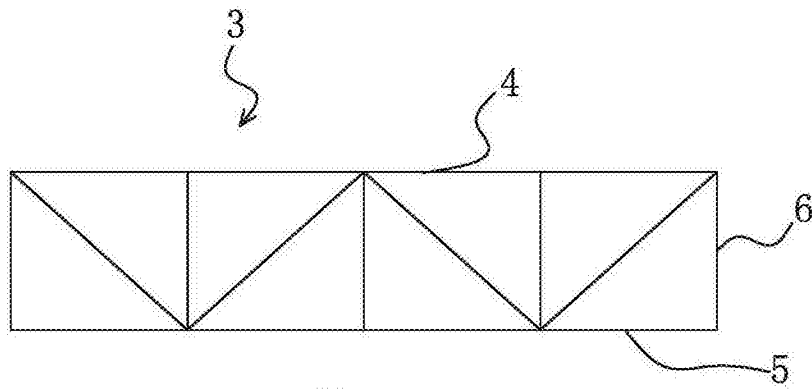


图 4B

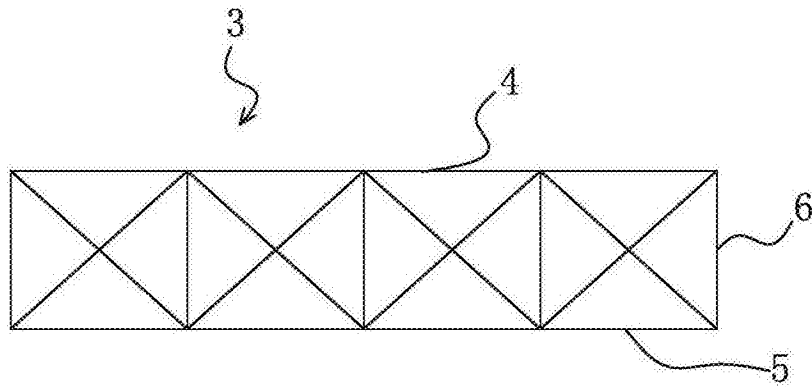


图 4C

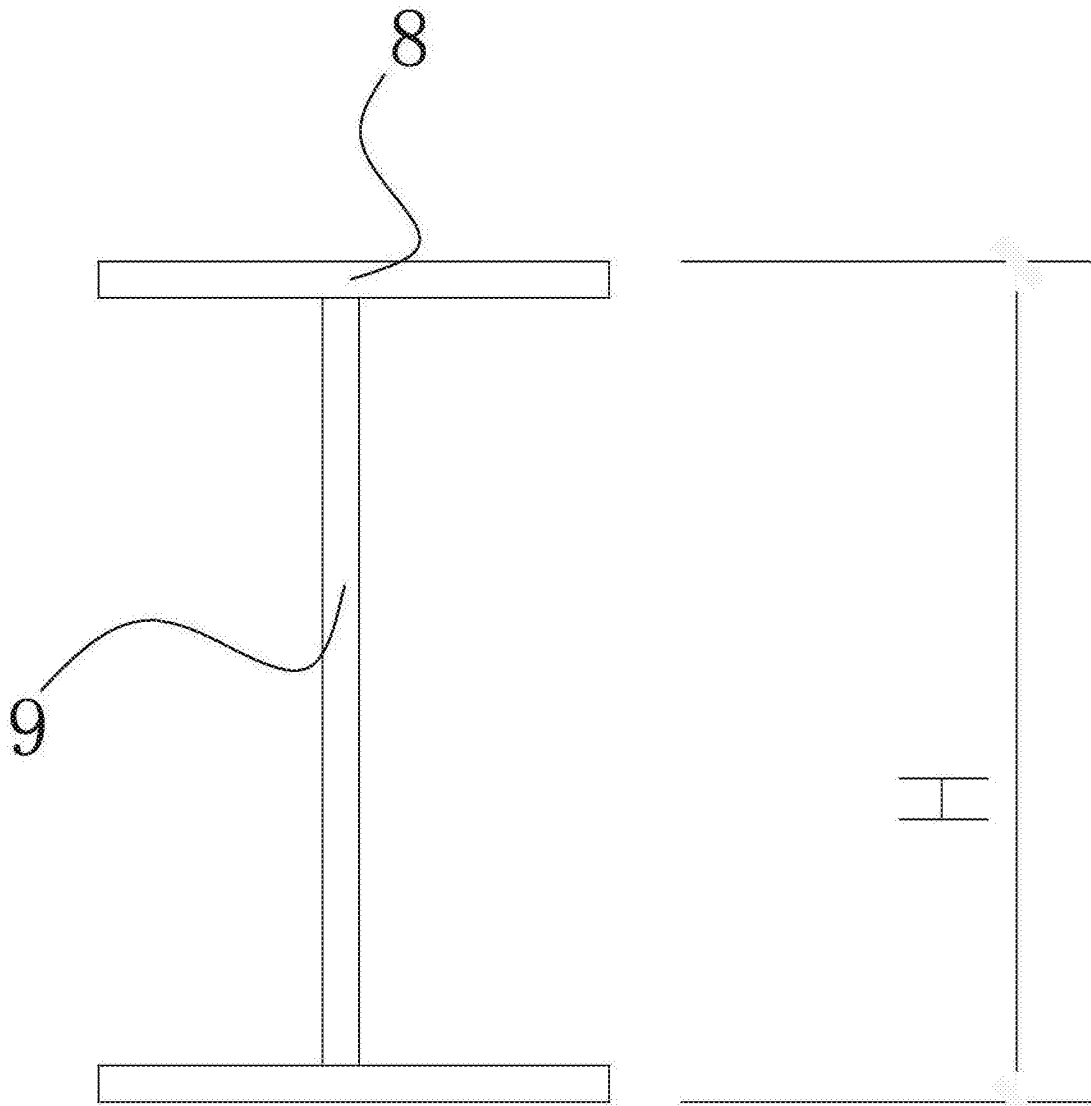


图 5

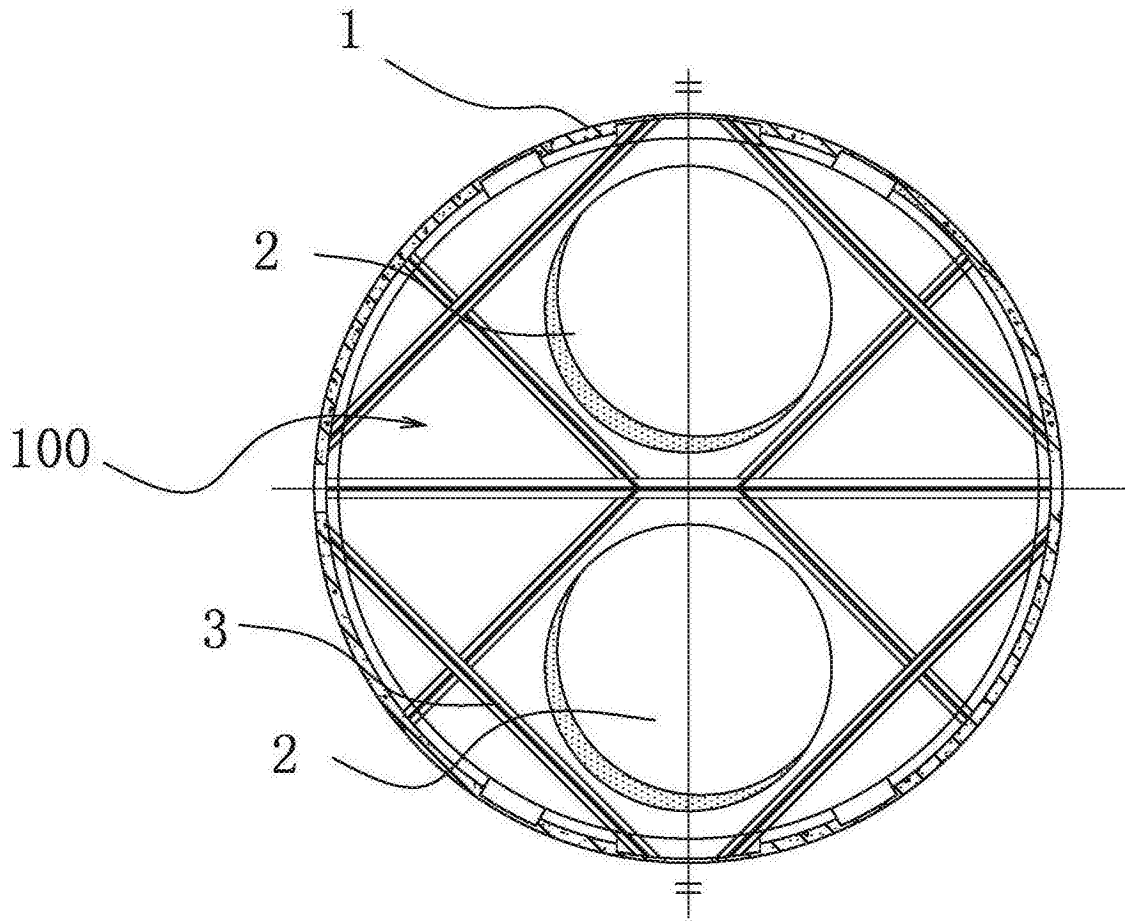


图 6