



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111395848 B

(45) 授权公告日 2021.07.23

(21) 申请号 202010213791.1

(22) 申请日 2020.03.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111395848 A

(43) 申请公布日 2020.07.10

(73) 专利权人 中铁建设集团南方工程有限公司  
地址 511458 广东省广州市南沙区丰泽东  
路106号(自编1号楼)X1301-C1624(仅  
限办公用途)(JM)

专利权人 中铁建设集团有限公司

(72) 发明人 康胜国 李鹤 李孟东 张明明  
陶大闯

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

代理人 李盛洪

(51) Int.Cl.

E04H 12/00 (2006.01)

E04H 12/08 (2006.01)

E04H 12/20 (2006.01)

E04H 12/24 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109455266 A, 2019.03.12

CN 109235903 A, 2019.01.18

EP 2735673 A1, 2014.05.28

CN 106812216 A, 2017.06.09

CN 103850515 A, 2014.06.11

SU 910990 A1, 1982.03.07

审查员 李叶晨

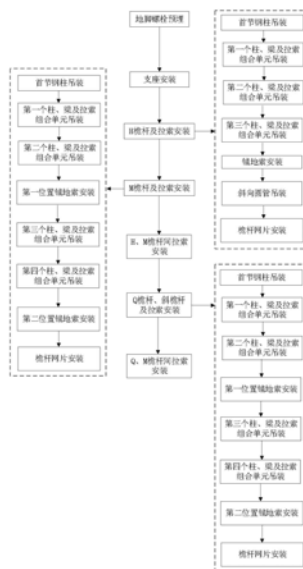
权利要求书1页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法

(57) 摘要

本发明提供了一种桅杆式钢结构及拉索安  
装施工工法,还包括以下步骤:1)地脚螺栓预埋;  
2)支座安装;3)H桅杆及拉索安装;4)M桅杆及拉  
索安装;5)H、M桅杆间拉索安装;6)Q桅杆、斜桅杆  
及拉索安装。该施工工法工序上科学合理,能够  
很好地保证整体结构的稳固性、安全性,使得整  
体结构使用寿命长。



1. 一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,还包括以下步骤:

1) 地脚螺栓预埋;

2) 支座安装;

3) H桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,e、锚地索安装,f、斜向圆管吊装,g、桅杆网片安装;

4) M桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第一位置锚地索安装,e、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,f、第四个柱、梁及拉索组合单元吊装,g、第二位置锚地索安装,h、桅杆网片安装;

5) H、M桅杆间拉索安装;

6) Q桅杆、斜桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第一位置锚地索安装,e、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,f、第四个柱、梁及拉索组合单元吊装,g、第二位置锚地索安装,h、桅杆网片安装。

2. 根据权利要求1所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述步骤1)中地脚螺栓由底部为 $90^\circ$ 弯折的L型竖向圆钢、矩形定位板组成,矩形定位板位于圆钢上部并被圆钢穿过。

3. 根据权利要求2所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述步骤2)中支座是由放置在混凝土中的柱、梁和上端外露的销轴节点所组成,柱底与预埋地脚螺栓锚栓顶部连接。

4. 根据权利要求1所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述H桅杆、M桅杆和Q桅杆均分为五段,桅杆柱体采用立柱钢结构。

5. 根据权利要求1所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述步骤3)-6)所述的柱尺寸为10-12米一节分段,分段最重约32吨,梁整根吊装重约15吨,最大吊装高度约95米,计划使用1台360吨履带吊、2台260吨履带吊来进行吊装,260吨履带吊辅助配合360吨吊车作业,3台吊车相互配合使用。

6. 根据权利要求1所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述H桅杆、M桅杆、Q桅杆以及斜桅杆安装在混凝土船型主体上,连接处采用销轴铰接节点的方式安装。

7. 根据权利要求1所述的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,其特征在于,所述拉索包括索体和安装在索体两端的调节端和固定端,所述索体采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢索。

## 一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法。

### 背景技术

[0002] 仿船体建筑已经成为目前游乐场所建筑的代表产品,它的造型独特,风格古雅,往往是引人注目的一道风景。但是,伴随其结构复杂的特点,施工工艺要求高的现实诉求便也随之而来。而在仿船体建筑表面需要架设桅杆式钢结构来模仿船体结构,现有的仿制桅杆均采用木质结构,其施用寿命不长,结构稳定性不高。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,工序上科学合理,能够很好地保证整体结构的稳固性、安全性,使得整体结构使用寿命长。

[0004] 本发明是这样实现的,一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法,还包括以下步骤:

[0005] 1) 地脚螺栓预埋;

[0006] 2) 支座安装;

[0007] 3) H桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,e、锚地索安装,f、斜向圆管吊装,g、桅杆网片安装;

[0008] 4) M桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第一位置锚地索安装,e、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,f、第四个柱、梁及拉索组合单元吊装,g、第二位置锚地索安装,h、桅杆网片安装;

[0009] 5) H、M桅杆间拉索安装;

[0010] 6) Q桅杆、斜桅杆及拉索安装:a、首节钢柱吊装,b、第一个柱、梁及拉索组合单元吊装,c、第二个柱、梁及拉索组合单元吊装,d、第一位置锚地索安装,e、第三个柱、梁及拉索组合单元吊装,f、第四个柱、梁及拉索组合单元吊装,g、第二位置锚地索安装,h、桅杆网片安装。

[0011] 作为优选,所述步骤1)中地脚螺栓由底部为90°弯折的L型竖向圆钢、矩形定位板组成,矩形定位板位于圆钢上部并被圆钢穿过。

[0012] 作为优选,所述步骤2)中支座是由放置在混凝土中的柱、梁和上端外露的销轴节点所组成,柱底与预埋地脚螺栓锚栓顶部连接。

[0013] 作为优选,所述H桅杆、M桅杆和Q桅杆均分为五段,桅杆柱体采用立柱钢结构。

[0014] 作为优选,所述步骤3)-6)所述的柱尺寸为10-12米一节分段,分段最重约32吨,梁整根吊装重约15吨,最大吊装高度约95米,计划使用1台360吨履带吊、2台260吨履带吊来进行吊装,260吨履带吊辅助配合360吨吊车作业,3台吊车相互配合使用。

[0015] 作为优选,所述H桅杆、M桅杆、Q桅杆以及斜桅杆安装在混凝土船型主体上,连接处

采用销轴铰接节点的方式安装。

[0016] 作为优选,所述拉索包括索体和安装在索体两端的调节端和固定端,所述索体采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢索。

[0017] 其中,H桅杆、M桅杆、Q桅杆及前端斜桅杆的安装需要桅杆和拉索体系相互交替、穿插进行。整个桅杆式钢结构体系的安装是在平面上围绕一根桅杆为一个施工区段,首先单独安装H桅杆及相应拉索,然后单独安装M桅杆及相应拉索,接着安装H桅杆和M桅杆间拉索以使结构体系稳固性进一步加强,随后安装Q桅杆、斜柱及相连拉索,最后安装Q桅杆和H桅杆间拉索完成整个结构体系的施工。

[0018] 单根桅杆(H桅杆、M桅杆、Q桅杆)及相连拉索安装方式是首先提前做好预埋件预埋及桅杆支座安装等准备工作,然后在竖向标高上将桅杆钢柱-横梁-拉索组合体系进行流水分段,接着将分段组合体系的钢柱、钢梁及相连拉索依次吊装,再接着将拉索下端和地面或者其他锚固点连接,待一段分段组合体系稳定以后再进行下一段的安装,重复以上步骤直至完全安装完毕;船头斜桅杆由于较长(52.5米),必须提前分割预制为3段运输至现场,拼装后进行整体吊装,并与Q桅杆通过桅杆间拉索连接固定形成整体。

[0019] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0020] 1.在桅杆钢结构及拉索体系整体施工流程方面,以一根桅杆为一个施工区段,首先单独安装H桅杆及相应的拉索,然后单独安装M桅杆及相应的拉索,接着安装H桅杆和M桅杆间拉索,再接着安装Q桅杆和斜柱及相连拉索,最后安装Q桅杆和M桅杆间拉索,这种方式不仅在工序上科学合理,而且能够很好地保证整体结构的稳固性、安全性。

[0021] 2.在单根桅杆(H桅杆、M桅杆、Q桅杆、船头斜桅杆)及相连拉索安装流程方面,是在预埋件及桅杆支座施工完成后,在竖向标高上将桅杆进行分段,从下往上一次安装每个分段柱-梁-拉索组合单元。单个分段柱-梁-拉索组合单元安装顺序为先吊装钢柱后吊装横梁并在吊车不卸载的条件下将拉索连接,直到结构稳定后才松钩。这种方式使得施工步骤非常明确,保证了当前分段钢构安装时的稳定性与安全性,同时又随着分段结构不断安装而动态增强了整个已安装结构体系稳定性与安全性。

[0022] 3.H、M桅杆安装完即进行两者间拉索连接施工,Q桅杆安装完即进行与M桅杆间拉索连接施工,这种及时的单独桅杆间拉索连接方式使得结构体系在施工过程中稳固性和安全性动态增强,避免了H、M、Q桅杆单独施工完再统一进行各桅杆之间拉索连接的方式下体系稳固性和安全性不强的问题。

[0023] 4.桅杆底部节点为铰接销轴形式的动节点,可以有效缓冲风荷载对结构体系造成的冲击力,从而达到降低载荷、保护结构的目地。

[0024] 5.桅杆底部节点为铰接销轴形式的动节点,导致动节点以上的钢结构测量和安装难度大。本工法中,结构安装时增加临时固定架,保证柱子不自由摆动,待拉索体系安装完成,受力达到要求后才再拆除临时固定架,有效保证了测量和安装的便利性、准确性、安全性。

[0025] 6.桅杆(或其构件)(H桅杆中横杆圆管长36.3米,船头斜桅杆52.5米),重量较大,且整体刚度较小,现场通过分段运输和拼装的方式,有效保证了运输和现场施工的便利性。

[0026] 7.局部钢梁超长(最长34m),其吊装精度及整体变形控制很重要。本工法通过设置缆风绳以防止钢梁扰动和形变,然后在主桅杆上设置手拉葫芦用于调节横梁的标高,待校

正完成后立即焊接防滑铁固定,局部点焊固定,最后安装钢拉索以保证钢梁的稳定。通过以上综合措施,有效保证了局部超长、大重量钢梁的吊装精度及整体变形要求。

[0027] 8.现场安装时散件较多,焊接时接口数量较多,且环向管与环向管、径向管与环向管之间均有对接接口,对于焊接变形与安装误差引起的结构内力变化的控制要求比较高。本工法中,环向管与环向管焊接时采用安装耳板做临时固定以减少安装误差,径向管与环向管焊接时先点焊固定并严禁上下对接接口交错焊接,杆件拼装时考虑一定的焊接收缩余量,焊接过程采用同步对称焊接施工,通过以上多种方式和高标准要求,有效避免了结构内力变化引起的影响。

[0028] 9.因桅杆结构高度最高达到了86米,且桅杆摇摆柱为单独设立的钢柱,没有连接钢梁作为连接固定,且箱型横梁长度达到了30米,仅靠中部节点和钢柱连接,端部的稳定性比较差,所以在构件上设置大量的拉索保证结构的稳定。钢结构施工和拉索体系施工由两家施工单位分别完成,施工作业期间紧密配合,特别是桅杆和箱型横梁的校正需要拉索配合施工,当构件安装完成,可以安装拉索的情况下,第一时间安装拉索以保证结构稳定。

## 附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的流程图;

[0031] 图2是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的H桅杆及拉索安装侧视图;

[0032] 图3是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的H桅杆及拉索安装正视图;

[0033] 图4是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的M桅杆及拉索安装侧视图;

[0034] 图5是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的M桅杆及拉索安装正视图;

[0035] 图6是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的Q桅杆、斜桅杆及拉索安装侧视图;

[0036] 图7是本发明提供实施例的一种桅杆式钢结构及拉索安装施工工法的Q桅杆、斜桅杆及拉索安装正视图。

[0037] 图中,1、H桅杆;2、M桅杆;3、Q桅杆;4、斜桅杆;5、H桅杆的柱、梁及拉索组合单元;6、M桅杆的柱、梁及拉索组合单元;7、Q桅杆的柱、梁及拉索组合单元。

## 具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0039] 如图1-7所示,具体施工时包括以下要点:

[0040] 一、地脚螺栓预埋

[0041] (1) 预埋件制作。地脚螺栓预埋件由底部为90度弯钩的L型竖向圆钢、矩形定位板组成,矩形定位板位于上部并被螺栓圆钢穿过。

[0042] (2) 放线定位。主体结构施工至17.45m标高时,使用测量仪器确定出预埋件的水平位置并进行标识。

[0043] (3) 预埋件固定及初校。根据放样出的预埋件的水平位置,采用履带吊吊装预埋件并通过电焊的方式将预埋件与主体结构的钢筋固定在一起,焊接的过程中要注意避免扰动、错位。地脚螺栓预埋件安装完成后要初校,确保安装准确无误,然后要做好保护措施,防止偏位、破坏等。

[0044] (4) 混凝土浇筑。混凝土浇筑在预埋件周围浇筑过程中避免大体量浇筑,对预埋件造成冲击,锚板下面的混凝土应注意振捣密实。混凝土浇筑过程中实时观测,如发现埋件位移过大,及时进行纠偏处理。钢预埋件在结构构件上的外露部分,应及时以红丹打底,外涂防锈漆两遍,以避免钢构件受到雨水等腐蚀破坏。

[0045] (5) 预埋件精校。混凝土浇筑完后,应对地脚螺栓进行精校,发现偏差及时校正。

## [0046] 二、支座安装

[0047] (1) 支座组成。桅杆支座是由隐蔽在混凝土中的柱、梁和上端外露的销轴节点所组成,柱底与预埋地脚螺栓锚栓连接。

[0048] (2) 吊装路线及设备选择。吊装路线选在远离有水一侧,路线路面处理平整、坚实,保证吊车顺利、安全通行。选用履带吊进行吊装。

[0049] (3) 钢柱、钢梁吊装。安装前要提前图纸会审,注意钢梁、钢柱与混凝土结构中柱、梁钢筋和的冲突,若发现问题,通过在钢结构柱、梁上开孔或者加焊接驳器(套筒)等方法提前解决。施工时,安装方法同普通钢柱和钢梁安装方法,工序上按照先安装钢柱再安装钢柱间连接钢梁,最后安装悬挑钢梁的顺序进行。另外,要注意钢结构柱、梁、外露销轴节点的位置和标高的精确控制以及钢结构焊接焊接质量,为后续桅杆首节钢柱安装提供准确、坚实的安装支座。

## [0050] 三、H桅杆及拉索安装

[0051] (1) 桅杆分段。H桅杆一共分为5段,依次从上至下分布。

[0052] (2) 吊装顺序:第1步:安装首节柱,并用临时固定架固定。第2步:吊装第1个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第2个竖向流水分段,其吊装顺序为先吊装钢柱与第1段钢柱连接,然后吊装左侧横梁与钢柱连接并随即连接相连拉索以固定体系,最后吊装右侧横梁与钢柱连接并随即锚固或连接相连拉索以进一步固定体系。拉索要在吊车不卸载的条件下将下端进行锚固,待结构稳定后才可松钩。H桅杆各流水段横梁分左右两段吊装的方式同样适用于M、Q桅杆,下同,不再赘述。第3步:吊装第2个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第3个竖向流水分段,其内钢柱、钢梁及拉索吊装顺序及操作要点类同第2步,不再赘述。第4步:吊装第3个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第4个竖向流水分段,其吊装顺序为先吊装钢柱与第3段钢柱连接,再吊装整根横梁(此根梁较短,可一次吊装)并随即锚固或连接相连拉索以固定体系。拉索要在吊车不卸载的条件下将下端进行锚固,待结构稳定后才可松钩。第5步:安装H桅杆的锚地索。第6步吊装斜向圆管。此圆管均分为2段运输至现场分别安装,待钢柱刚装后,安装斜向圆管随即连接拉索进行固定,待稳固后后才可松钩。第7步安装H桅杆网片。

[0053] (3) 吊装路线及设备选择(其功能作用范围包含M、Q桅杆及船头斜桅杆,不再赘述)。由于混凝土结构只到23.3m,采用塔吊无法实现附着要求,故整个吊装必须采用其他辅助吊装设备。本工程钢柱考虑10~12米一节分段,分段最重约32吨,悬挑横梁整根吊装重约15吨,最大吊装高度约95米,计划使用1台360吨履带吊、2台260吨履带吊可满足本工程钢结构吊装要求,260吨履带吊辅助配合360吨吊车作业,3台吊车相互配合即可保证施工效率,也能提高施工安全,260吨履带吊也可进行次要构件吊装、安全用具吊装、操作平台吊装、焊机、气体材料吊装等配合施工。吊装路线选在远离有水一侧及船头前端中部,路线路面处理平整、坚实,保证吊车顺利、安全通行。

[0054] (4) 桅杆钢柱底部铰接节点(同样适用M、Q桅杆,下同,不再赘述)。3根竖向主桅杆和船头的斜插桅杆和主体连接处均采用了销轴铰接节点,这种节点形式可以在限制左右方向位移的情况下,前后方向可以随轴心摆动,所以也称为摇摆柱,可以有效的吸收风载荷等动载荷对桅杆的影响,达到降低载荷保护结构的目地。底部铰接节点导致钢柱安装时无法形成稳定结构,所以需要设置临时支撑结构,特别是首段钢柱还没有拉索结构予以固定,只能临时支撑,临时支撑利用4根2m长、 $\Phi 200\text{mm} \times 12\text{mm}$ 的圆管四角支撑,临时支撑与临时支撑埋件(预先埋设在主体结构梁上)、桅杆钢柱焊接固定,等整个桅杆安装完成,拉索张拉受力后,卸载拆除临时支撑即可。

[0055] (5) 测量控制(同样适用M、Q桅杆,下同,不再赘述)。

[0056] 地脚螺栓测设。地脚螺栓的定位是在基础梁混凝土浇筑前进行,主要包括轴线位置、地脚螺栓中心偏移、螺栓露出长度、螺纹长度、柱脚支承面标高和水平度,预留孔中心偏移等允许偏差值。在地脚螺栓安装测量之前要将全站仪安置在轴线控制网上,后视对面相应轴线控制点,然后根据轴线纵横坐标值,在基坑周围相应位置处做出各个轴线的延长点。用两台经纬仪分别架设在钢柱的纵、横轴线上,做垂直交会,分别指挥钢柱定位钢板平行移动到望远镜的十字丝上。在施测过程中不允许只是将纵、横轴线的中心点移到望远镜的十字丝上,而将定位钢板转动。

[0057] 轴线测设。本工程钢结构测量校正相对简单,以船体甲板作为轴线投影基础面,将轴线传递到甲板上,上部没有楼面,所以不用向上传递轴线,一次放线就可以完成全部钢柱控制线的投放。主要方法如下:

[0058] 3根主桅杆钢柱分别在纵轴的主轴线上,所以利用主控点放出纵轴的控制线即可,3根钢柱在同一横向轴线上,离主轴线最近,利用控制点放出主轴线,用钢卷尺拉出主轴线到各钢柱的距离,用墨线弹出钢柱的横轴钢柱中心线,即完成平面控制网的布设。

[0059] 标高控制。钢柱标高的控制利用钢卷尺丈量柱顶到水准观测点距离L,水准仪基准点标高为A,那么L+A为钢柱顶标高,通过钢柱间焊缝调节标高。钢梁标高的控制和钢柱基本一致,也是用钢卷尺和水准仪控制,调整时在钢梁上部设置手拉葫芦,通过调整手拉葫芦来调整标高。

[0060] 垂直度偏差控制。钢柱垂直度的控制是利用两台经纬仪在钢柱平面轴线互相垂直两个方向同时观测,用千斤顶或手拉葫芦校正。

[0061] (6) 钢结构焊接(同样适用M、Q桅杆,下同,不再赘述)。

[0062] 焊接原则。严格禁止无合格证书人员上岗操作;尽量采用对称焊法,使焊接变形和收缩量变小;收缩量大的、部分先焊,收缩量小的部分后焊;应使焊接过程加热量平衡。焊接

过程应注意清渣,彻底清除焊根缺陷;应采取措施消除焊接变形的影响(如预留反变形,对称焊接,焊前焊后的处理措施等)。钢骨柱和钢梁全熔透焊接。拼接预留缝隙:5mm。焊缝检查及检测。焊缝的质量检验包括焊缝的外观检验和焊缝无损探伤检验。外观检验具体要求:焊接完毕,所有焊缝均进行100%外观检查,焊工应清理焊缝表面的熔渣及两侧的飞溅物,检查焊缝外观质量,焊缝外形尺寸符合现行国家标准《钢结构工程施工验收规范》的规定;无损检测具体要求如下:

[0063] I. 无损检测在构件焊缝外观检查合格后进行。对碳素结构钢可在焊缝冷却到环境温度时检测;对Q345低合金钢焊缝焊接完毕24h后方可进行无损检测。

[0064] II. 本工程的检查人员均须持有规定资质等级的检测证书,无证人员严禁上岗。

[0065] III. 钢结构安装焊缝内部缺陷检查一般采用超声波探伤,探伤部位和比例根据设计文件的要求,一级焊缝100%,二级焊缝50%探伤。

[0066] IV. 抽样检查的焊缝如不合格率小于2%时,该批验收应定为合格;不合格率大于5%时,该批验收应定为不合格;不合格率为2%-5%时,应加倍抽检,且必须在原不合格部位两侧的焊缝延长线各增加一处,且不应小于200mm,若仍有不允许的缺陷时,则对该焊缝百分之百检查。

[0067] V. 焊接接头内部缺陷分级的评判,应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》B II 级的规定。

[0068] 焊缝的返修:在制作拼装过程中可能存在焊缝检验不合格的现象,焊缝经检测不合格者可以返修,除Q235钢材外,其它钢材同一部位返修次数不应超过2次。

[0069] (7) 操作平台措施。钢柱连接处进行焊接和拉索安装张拉工作时,需制作临时操作平台,待施工工作完成后进行拆除。高空操作平台放置在钢柱周围,用钢管固定牢靠,焊接固定在钢柱上,船头斜桅杆和五边形桅杆施工需设置操作平台满足安装和张拉人员操作要求,高于斜桅杆顶面1.5m以上,操作平台尺寸为1.5m×1.5m×1.5m。

[0070] (8) 钢柱防雨措施。钢柱吊装时为防止雨水从顶端进入钢管内部造成钢材锈蚀,需设置防雨措施,用彩条布进行有效封口。

[0071] 四、M桅杆及拉索安装

[0072] (1) 桅杆分段。M桅杆一共分为5段,依次从上至下分布。

[0073] (2) 吊装顺序:第1步:安装首节柱,并用临时固定架固定。第2步:吊装第1个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第2个竖向流水分段,其内钢柱、钢梁及拉索吊装顺序及操作要点同H桅杆,不再赘述。第3步:吊装第2个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第3个竖向流水分段,其内钢柱、钢梁及拉索吊装顺序及操作要点同H桅杆,不再赘述。第4步:安装第一位置锚地索。M桅杆第一位置锚地索锚固第5步:吊装第3个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第4个竖向流水分段,其内钢柱、钢梁及拉索吊装顺序及操作要点同H桅杆,不再赘述。第6步:吊装第4个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第5个竖向流水分段,其吊装顺序为先吊装钢柱与第3段钢柱连接,再吊装整根横梁(此根梁较短,可一次吊装)并随即锚固或连接相连拉索以固定体系。拉索要在吊车不卸载的条件下将下端进行锚固,待结构稳定后才可松钩。第7步:安装第二位置桅杆锚地索。第8步:安装网片。

[0074] (3) 吊装路线及设备选择、桅杆钢柱底部铰接节点、焊接要点、精度控制、操作平台



措施、钢柱防雨措施等方面的施工要点同5.2.3H桅杆及拉索安装章节一致,不再赘述。

#### [0075] 五、H、M桅杆间拉索连接

[0076] 钢结构施工和拉索体系施工由两家施工单位分别完成,所以需要施工作业期间紧密配合,特别是桅杆和箱型横梁的校正需要拉索配合施工,当构件安装完成,可以安装拉索的情况下,第一时间安装拉索保证结构稳定。H桅杆独立安装完毕后,在地面上将拉索展开,将固定端挂在高端,然后用电动倒链等牵引到低端附近,装上牵引工装安装就位(预先在耳板处焊接两块小耳板作为反力点)。

#### [0077] 六、Q桅杆、斜桅杆及拉索安装

[0078] (1) 桅杆分段。Q桅杆一共分为5段,船头结构杆件分为3段。

[0079] (2) 吊装顺序:第1步:安装首节柱,并用临时固定架固定,Q钢柱的第1个分段。第2步:吊装第1个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第2个流水分段。拉索一起吊装,船前端斜钢柱和下端拉索一起吊装,并在吊车不卸载的条件下将两者间连接拉索及下端锚固拉索进行连接锚固,待结构稳定后松钩。Q桅杆各流水段横梁分左右两段吊装,方式同H桅杆横梁吊装,不再赘述。第3步:吊装第2个钢柱-横梁--拉索组合单元。拉索组合体系为第3个流水分段,吊装顺序和操作要点同第2步。第4步:Q柱安装第一个位置锚地索。第5步:吊装第3个钢柱-横梁-拉索组合单元。拉索组合体系为第4个流水分段,吊装顺序和操作要点同第2步。第6步:吊装第4个钢柱-横梁--拉索组合单元。钢柱-钢梁-拉索组合体系为第5个流水分段。先吊装竖向Q钢柱,然后分左右两端依次吊装横梁,并在吊车不卸载的条件下用连接拉索连接锚固,待结构稳定后松钩。第7步:Q桅杆安装桅杆锚地索并张拉。第8步:安装网片。

[0080] (3) 吊装路线及设备选择、桅杆钢柱底部铰接节点、焊接要点、精度控制、操作平台措施、钢柱防雨措施等方面的施工要点,除有增加船头斜桅杆支撑措施以外,其他同5.2.3H桅杆及拉索安装章节基本一致,不再赘述。船头的斜插式桅杆,采用在地面分段拼装成整体,原地整体起吊安装的思路,因这根桅杆长度达到了53米,所以需要提前在船头区域桅杆安装位置的正下方内平整好场地,场地至少要求60米长、5米宽,300平米的拼装操作场地。拼装钢柱需要制作胎架,利用H300\*200\*8\*12型钢制作胎架,胎架数量为6个,规格为2000\*2000\*2400mm,现场焊接制作。三段钢柱分别拼装成整体,校正调直,焊接完成后,整体安装,先安装端部的铰接销轴支座,销轴固定完成后,安装拉索体系,校正桅杆整体高度和偏差,调整拉索,达到设计和规范要求,安装完成。另外,船头桅杆斜向上悬挑于船头,需等距离竖立3根钢桁架进行临时支撑,待桅杆及拉索安装完成后进行拆除。

#### [0081] 七、Q、M桅杆间拉索安装

[0082] (1) Q桅杆稳定后与M桅杆进行拉索连接,在地面上把这部分拉索展开,把固定端挂在高端,然后用电动倒链等牵引到低端附近,装上牵引工装安装就位(预先在耳板处焊接两块小耳板作为反力点),然后换上张拉工装进行张拉。

[0083] (2) 拉索结构组成。所有桅杆钢结构及拉索全部安装完成后,需按照设计图纸对每根完成编号拉索对应的设计的张拉力进行张拉并校核拉索预应力值。拉索连接及固定调节。

[0084] (3) 拉索张拉方式。根据设计要求用张拉设备拉索张拉工具对索体进行张拉,直至张拉力达到设计要求后进行校准固定。因本工程拉索均采用对称拉力固定,张拉过程中应

随时监测桅杆位置变化,若发现桅杆变形过大应停止本索张拉,改为对边拉索对应的顺序来回张拉,直到拉力满足设计要求,桅杆位置无位移。

[0085] (4) 索力监测。对钢索张拉力采用经标定过的油压表进行监测,油压表安装于液压千斤顶油泵上,在拉索张拉过程中通过压力表读数仪可随时监测到预应力拉索的拉力,以保证预应力施工完成后的应力与设计单位要求的应力吻合,本工程受力最大的为地锚索,地锚索施工过程中应严格按照设计要求控制和复核张拉力,必须跟设计值吻合。

[0086] 在施工过程中,主要构件如下表所示:

序号	名称	材质特点或型号
1	地脚螺栓预埋件	钢材
2	支座钢柱	钢材
3	支座钢梁	钢材
4	桅杆钢柱	$\varnothing 1400 \times 35 \sim \varnothing 800 \sim 500 \times 20$
5	桅杆横梁	五边形箱体结构
6	销轴节点	/
7	拉索	$\varnothing 25$ 、 $\varnothing 38$ 、 $\varnothing 50$ 、 $\varnothing 60$ 、 $\varnothing 78$
8	钢丝绳	$6 \times 37 + 1 \varnothing 21.5 \times 6 \text{ m}$
9	钢丝绳	$6 \times 37 + 1 \varnothing 13 \times 15 \text{ m}$
10	卸扣	6.8#M42; 适用于 $\varnothing 28$ 钢丝绳
11	卸扣	1.4#M20; 适用于 $\varnothing 13$ 钢丝绳
12	钢丝绳卡子	Y-15 M14
13	钢丝绳卡子	Y-8 M8

[0089] 主要施工设备如下表所示:

序号	名称	型号	单位	数量
1	履带吊	260t	个	1
2	环链手拉葫芦	HSB2 3t	台	10
3	环链手拉葫芦	HSB2 5t	个	5
4	全站仪	TCA2003	台	2
5	超声波探伤仪	CTS~22	台	2
6	焊口检测器		台	2
7	棘轮扳手	$250 \times 13 \times 19 \text{ M12}$	个	6
8	八角锤	(带柄)4 磅	个	2
9	全站仪	TCA2003	台	2
10	激光经纬仪	DTG-J2E	台	2
11	焊机	BX1-200-2	台	2
12	配电箱	手提式	个	2

[0091] 施工过程中的质量控制:

[0092] (1) 构件加工运至现场后,要对构件进行外观和几何尺寸的检查特别是接头端面的截面尺寸。重点检查构件的型号、编号、长度、螺栓孔数和孔径、承剪板方向、坡口尺寸和坡口质量、构件的变形与扭曲等。发现问题及时同加工单位商量解决。

[0093] (2) 钢构件按品种、按规格集中堆放,以防未经批准的使用或不适当的处置,并定

期检查质量状况以防损坏,同时填写《钢材入库报验记录》,报生产部门。

[0094] (3) 钢结构安装重点注意全程使用测量仪器,构件的标高偏差、位置偏差、垂直偏差。钢柱安装在基础表面做出明显标识,以便就位对中调标高及垂直度。

[0095] (4) 缆风绳必须固定在地锚上或稳定的固定物上。及时通过拉索对钢结构进行连接,全部钢结构安装稳定后,及时对照设计值校正拉索以保证安装质量。

[0096] (5) 焊接前必须检查焊口尺寸及其清理情况,合格后方可施焊;焊前对坡口及其两侧各100mm范围内的母材进行加热去污处理。

[0097] (6) 装焊垫板,引弧板,其表面应清洁,垫板与母材应贴紧,引弧板与母材焊接应牢固。所有采用埋弧焊的焊缝端部,均要使用引弧、收弧板。

[0098] (7) 一个接口必须连续焊完,如不得已而中途停焊时,再焊前应重新按规定加热。正式焊接过程中,如果定位焊有裂纹则应铲除重焊,以免造成隐患。

[0099] (8) 不合格焊缝应进行返修,返修次数超过两次的焊缝,须制定专项返修方案。

[0100] 施工过程中的安全措施:

[0101] 本工法在安全上,严格执行《中华人民共和国安全生产法》、《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011、《建筑施工高处作业安全技术规程》JGJ80-91等相关法律、法规,并制定严格的安全管理措施和技术措施,具体如下:

[0102] (1) 建立严格的安全保障体系,落实责任制度。

[0103] (2) 施工人员必须进行安全教育,填写安全知识评估试卷,施工作业前必须进行安全技术交底,同时专职安全管理部门相关人员进行现场针对性安全技术交底,争取做到“不伤害自己,不伤害别人,不被别人伤害。”

[0104] (3) 施工中必须遵守相关的安全操作规程,操作人员必须戴好安全帽,扣好帽带,正确使用个人劳动保护用品,严禁穿“三鞋”(高跟鞋、硬底鞋、拖鞋)上岗作业或赤脚作业。

[0105] (4) 高空作业穿防滑鞋并系好安全带,安全带必须套在安全稳固的构筑物上或专门设置的安全保险绳中。电焊工高空作业时,必须系挂好安全带,潮湿地点作业时,应注意绝缘工作。焊割前应清除焊割区的易燃、易爆物品。

[0106] (5) 使用扳手的扳口尺寸应和螺母尺寸相符,高空使用的扳手或其它工具必须系防坠绳。上下传递工具等物时,不许投抛,需用细绳绑好进行传递。严禁在工作中打闹或相互抛弃物品。

[0107] (6) 高空作业时,焊接电缆和氧、乙炔气带应扎在支架上,切勿绕在身上拖动。

[0108] (7) 遇有五级以上大风应停止高空作业。

[0109] (8) 禁止地面操作人员或与吊装无关的人员在正在进行吊装作业的下方停留或随便通过,也不许在起重机正在吊起重物的起重臂下停留或任意通过。

[0110] (9) 吊装构件之前,应查明构件重量和就位高度是否在起重机性能允许范围内,严禁违章作业。

[0111] (10) 工作前应严格按安全生产技术标准检查验收吊索具,符合本工程要求后方可使用。

[0112] (11) 起重机行走时,道路要坚实、平整,严禁长距离运输。起吊重物离地面500mm时停止提升,检查物件的捆扎牢固情况和构件的平直情况确认无误后,继续吊升。工作时升钩或吊杆要稳、避免紧急刹车,起重物在高空时,严禁调整刹车。

[0113] (12) 起重司机工作时应精神集中,服从信号工的指挥,停止作业时应关闭起动装置,吊钩不得悬挂物品。

[0114] (13) 在钢柱起吊前必须安装爬梯,以便于摘钩及安装钢梁时人员的上下。

[0115] (14) 本工程钢柱安装时,须搭设钢管脚手架操作平台,用于焊接作业。操作平台四周对称,与梁紧固。

[0116] (15) 现场使用的用电设备和手动电动工具,除作保护接零外,必须在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。

[0117] (16) 每台用电设备应有各自漏电保护开关,必须实行“一机一闸”制,严禁用同一个开关直接控制二台用电设备(含插座)。

[0118] (17) 焊接机械应放置在防雨和通风良好的地方,焊接现场不准堆放易燃、易爆物品。

[0119] (18) 交流弧焊机变压器的一侧电源线长度应不大于5m,进线必须设置防护罩。

[0120] 施工过程中的环保措施:

[0121] (1) 在工程施工过程中严格遵守国家和地方政府下发的有关环境保护的法律、法规和规章,加强对过程材料、设备、弃渣的控制和治理,遵守有防火及废弃物处理的规章制度,随时接受相关单位的监督检查。

[0122] (2) 材料进场根据总平面图布置,材料堆放场坚实平整,无积水。钢构件等按品种等级、数量码放整齐,所有物资均实行明码挂牌。

[0123] (3) 施工现场的机械设备、车辆的尾气排放应符合国家环保排放标准。进入施工现场的车辆严禁鸣笛,装卸构件、材料应轻拿轻放。

[0124] (4) 钢构件组装及钢桁架整体提升、落下时要注意避免钢构件间碰撞、钢构件与建筑构件,以免造成噪音污染,影响周边环境,同时要避免在夜间作业

[0125] 本工法的技术及经济效益:

[0126] (1) H、M桅杆及各自相应的拉索单独安装完便随即安装两者间的拉索,Q桅杆及相应的拉索单独安装完便随即安装与M桅杆间的拉索,这样的方式能有效地、及时地加强体系的整体性和牢固性。

[0127] (2) 单根桅杆在竖向标高上进行流水分段,从下往上依次安装每个分段柱-梁-拉索组合单元,并及时进行构件之间、与地锚结构之间的连接,使得施工步骤很明确,加快了施工进度,,预计缩短工期17天,另外随着分段组合单元不断安装而动态增强了整个已安装结构体系稳定性与安全性。

[0128] (3) 桅杆底部节点为铰接销轴形式的动节点,可以有效缓冲风荷载对结构体系造成的冲击力,从而达到降低载荷、保护结构的目的。安装时底部节点增加临时固定架,有效保证了测量和安装的便利性、准确性、安全性。

[0129] (4) 个别桅杆重量较大,且整体刚度较小,现场通过分段运输和拼装的方式,有效保证了运输和现场施工的便利性。

[0130] (5) 桅杆结构高度最高达到了86米,且桅杆摇摆柱为单独设立的钢柱,所以在构件上设置大量的拉索保证结构的稳定。

[0131] (6) 钢结构施工和拉索体系施工由两家施工单位分别完成,施工作业期间相互配合,提高了施工效率,加快了施工进度,预计缩短工期13天。

[0132] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:1.在桅杆钢结构及拉索体系整体施工流程方面,以一根桅杆为一个施工区段,首先单独安装H桅杆及相应的拉索,然后单独安装M桅杆及相应的拉索,接着安装H桅杆和M桅杆间拉索,再接着安装Q桅杆和斜柱及相连拉索,最后安装Q桅杆和M桅杆间拉索,这种方式不仅在工序上科学合理,而且能够很好地保证整体结构的稳固性、安全性。

[0133] 2.在单根桅杆(H桅杆、M桅杆、Q桅杆、船头斜桅杆)及相连拉索安装流程方面,是在预埋件及桅杆支座施工完成后,在竖向标高上将桅杆进行分段,从下往上一次安装每个分段柱-梁-拉索组合单元。单个分段柱-梁-拉索组合单元安装顺序为先吊装钢柱后吊装横梁并在吊车不卸载的条件下将拉索连接,直到结构稳定后才松钩。这种方式使得施工步骤非常明确,保证了当前分段钢构安装时的稳定性与安全性,同时又随着分段结构不断安装而动态增强了整个已安装结构体系稳定性与安全性。

[0134] 3.H、M桅杆安装完即进行两者间拉索连接施工,Q桅杆安装完即进行与M桅杆间拉索连接施工,这种及时的单独桅杆间拉索连接方式使得结构体系在施工过程中稳固性和安全性动态增强,避免了H、M、Q桅杆单独施工完再统一进行各桅杆之间拉索连接的方式下体系稳固性和安全性不强的问题。

[0135] 4.桅杆底部节点为铰接销轴形式的动节点,可以有效缓冲风荷载对结构体系造成的冲击力,从而达到降低载荷、保护结构的目地。

[0136] 5.桅杆底部节点为铰接销轴形式的动节点,导致动节点以上的钢结构测量和安装难度大。本工法中,结构安装时增加临时固定架,保证柱子不自由摆动,待拉索体系安装完成,受力达到要求后才再拆除临时固定架,有效保证了测量和安装的便利性、准确性、安全性。

[0137] 6.桅杆(或其构件)(H桅杆中横杆圆管长36.3米,船头斜桅杆52.5米),重量较大,且整体刚度较小,现场通过分段运输和拼装的方式,有效保证了运输和现场施工的便利性。

[0138] 7.局部钢梁超长(最长34m),其吊装精度及整体变形控制很重要。本工法通过设置缆风绳以防止钢梁扰动和形变,然后在主桅杆上设置手拉葫芦用于调节横梁的标高,待校正完成后立即焊接防滑铁固定,局部点焊固定,最后安装钢拉索以保证钢梁的稳定。通过以上综合措施,有效保证了局部超长、大重量钢梁的吊装精度及整体变形要求。

[0139] 8.现场安装时散件较多,焊接时接口数量较多,且环向管与环向管、径向管与环向管之间均有对接接口,对于焊接变形与安装误差引起的结构内力变化的控制要求比较高。本工法中,环向管与环向管焊接时采用安装耳板做临时固定以减少安装误差,径向管与环向管焊接时先点焊固定并严禁上下对接接口交错焊接,杆件拼装时考虑一定的焊接收缩余量,焊接过程采用同步对称焊接施工,通过以上多种方式和高标准要求,有效避免了结构内力变化引起的影响。

[0140] 9.因桅杆结构高度最高达到了86米,且桅杆摇摆柱为单独设立的钢柱,没有连接钢梁作为连接固定,且箱型横梁长度达到了30米,仅靠中部节点和钢柱连接,端部的稳定性比较差,所以在构件上设置大量的拉索保证结构的稳定。钢结构施工和拉索体系施工由两家施工单位分别完成,施工作业期间紧密配合,特别是桅杆和箱型横梁的校正需要拉索配合施工,当构件安装完成,可以安装拉索的情况下,第一时间安装拉索以保证结构稳定。

[0141] 以上是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,

在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

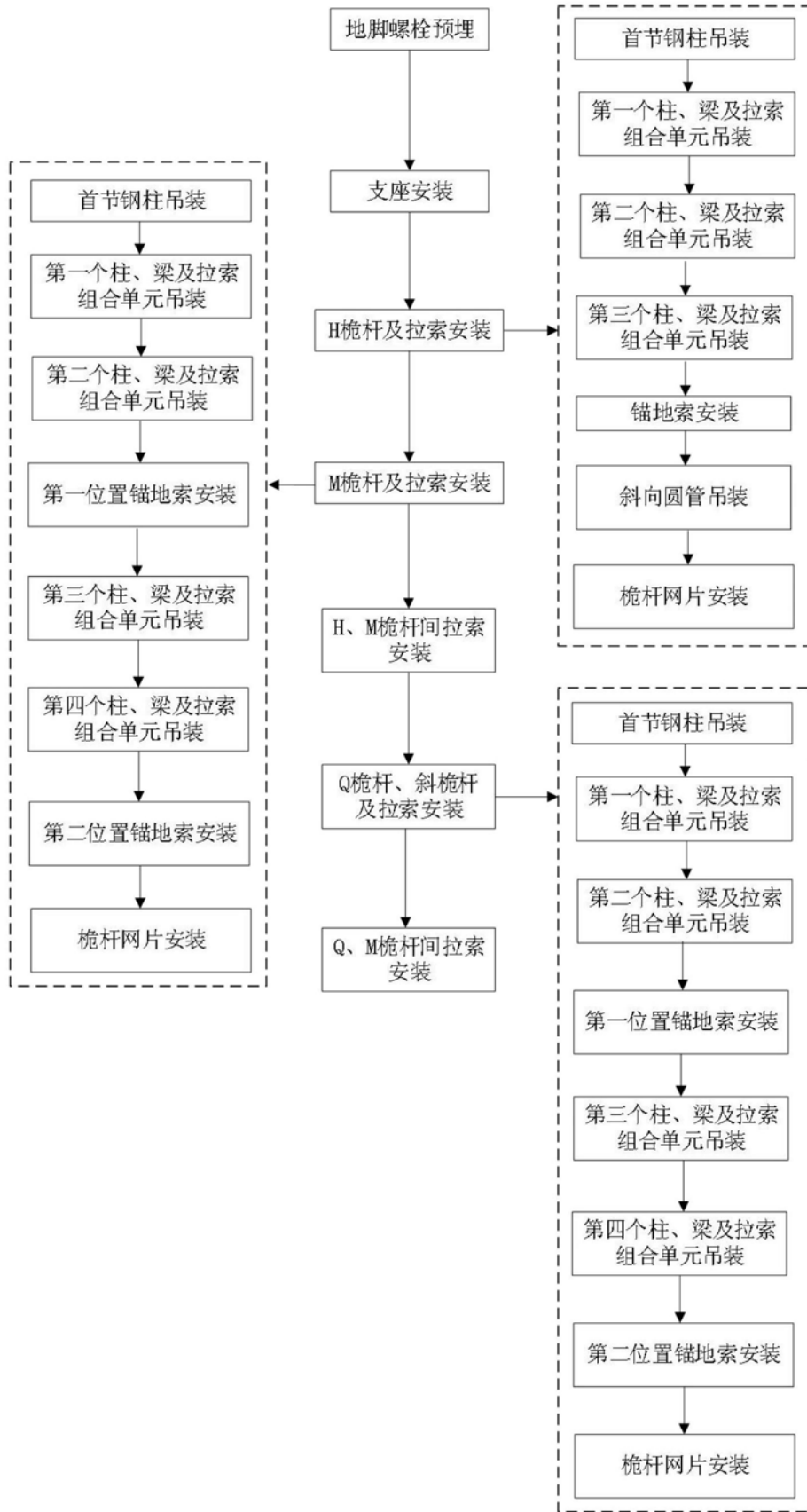


图1

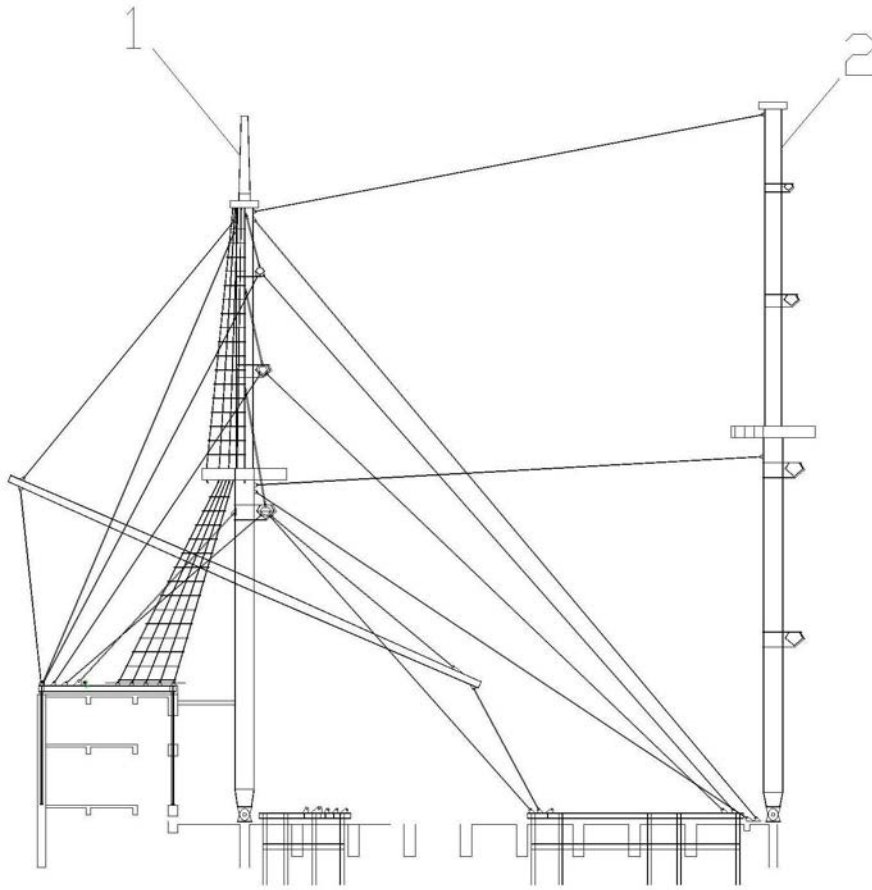


图2



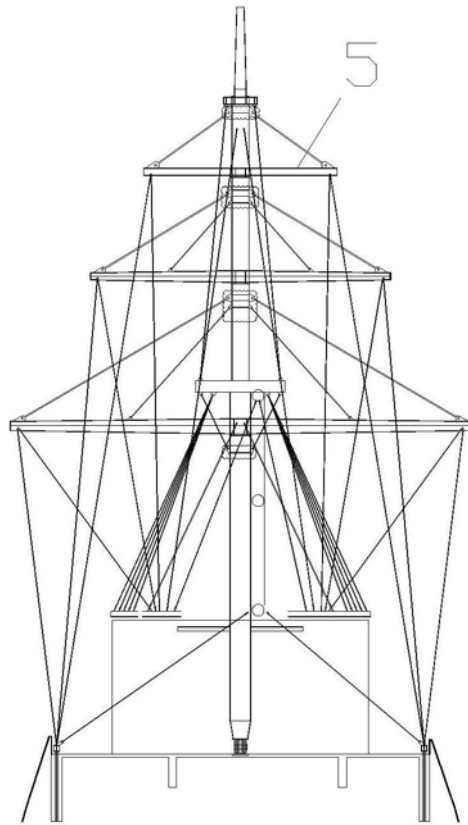


图3

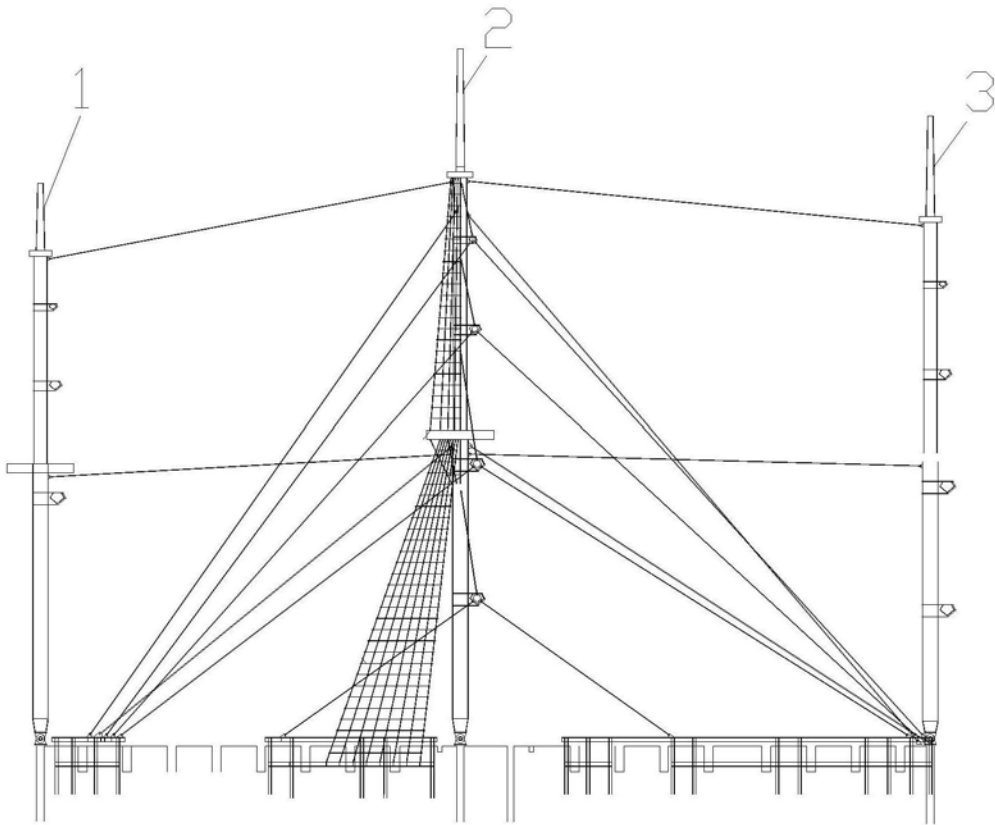


图4

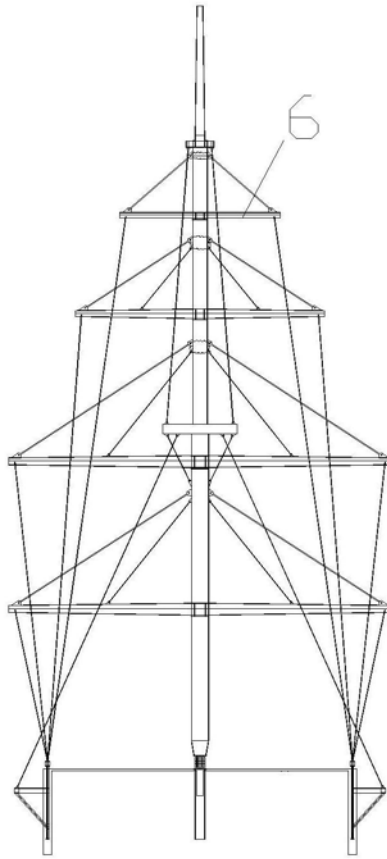


图5

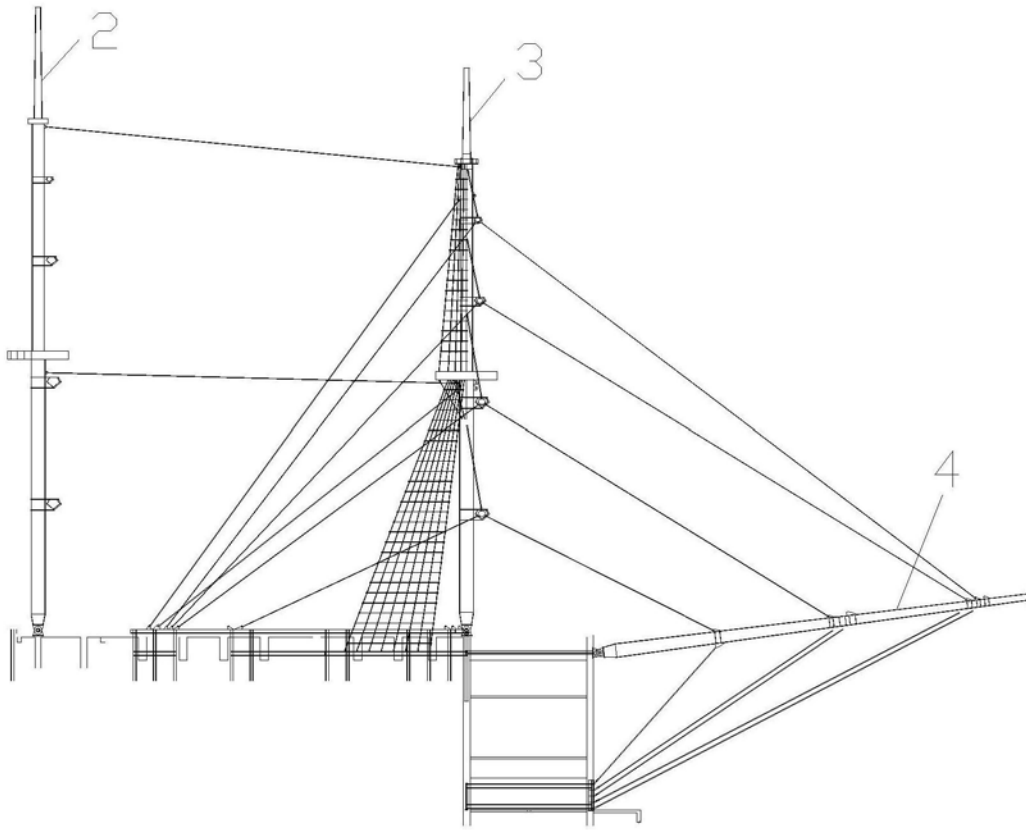


图6

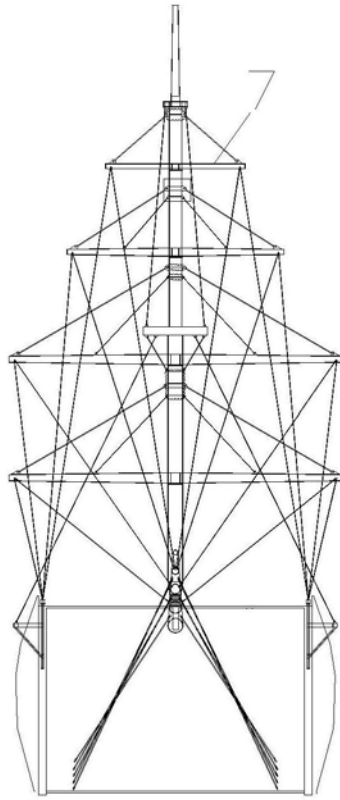


图7