

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710171319.0

[51] Int. Cl.

E04B 1/35 (2006.01)

E04B 1/32 (2006.01)

E04G 21/14 (2006.01)

E04B 1/342 (2006.01)

[43] 公开日 2009年6月10日

[11] 公开号 CN 101451378A

[22] 申请日 2007.11.29

[21] 申请号 200710171319.0

[71] 申请人 上海市机械施工有限公司

地址 201802 上海市嘉定区南翔镇沪宜公路
1255号

[72] 发明人 唐葆华 詹志勇 柏庆丰 钟以蕾
王萱 曹紫 缪祺

[74] 专利代理机构 上海世贸专利代理有限责任公
司

代理人 叶克英

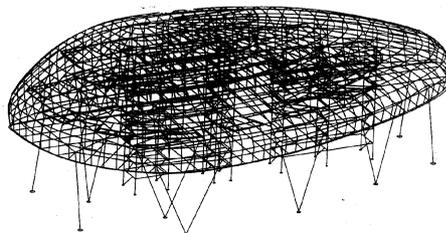
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称

“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法

[57] 摘要

本发明涉及是“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法。包括南侧网壳由放射状钢管和数道环状等高线钢管组成，局部设有大面积的观光窗口，形成较为平滑的网壳曲面；北侧由纵横钢管网格组成，构成了曲率较大的弧形曲面，其特征在于：将网壳分为顶环梁，顶环梁下部沿各放射轴线进行跳格分块，放射轴线投影均为放射直线段，按放射轴线分块后，各块间的水平位置可以通过每块两边的主轴管进行定位，块之间采用散件补缺连接。本发明的优点是有效解决了“水滴形”放射状单层钢管网壳的吊装定位和消除壳体安装过程中网壳间的累计误差的难题；减少高空焊接工作量，为工程工期缩短创造了条件；节省网壳施工过程中的临时支撑，创造了一定的经济效益。



1、“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法，包括南侧网壳由放射状钢管和数道环状等高线钢管组成，局部设有大面积的观光窗口，形成较为平滑的网壳曲面；北侧由纵横钢管网格组成，构成了曲率较大的弧形曲面，其特征在於：将网壳分为顶环梁，顶环梁下部沿各放射轴线进行跳格分块，放射轴线投影均为放射直线段，按放射轴线分块后，各块间的水平位置可以通过每块两边的主轴管进行定位，块之间采用散件补缺连接。

2、按权利要求1所述的“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法，各分块间以及块与散件间的连接、接头之间连接均为相贯节点，接头分割点设置在纵横网壳接头上部15—25cm之间，接头之间由内套筒连接。

3、“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法，包括呈折线型水滴形的顶环梁分段平面，其钢管成放射状，网壳分块，其特征在於：顶环梁分段安装为下列步骤：①顶环梁分段平面空间定位测量，吊装前先进行顶环梁分段平面空间定位测量，将顶环梁分段安装混凝土楼面及相关平面上，②进行临时支撑安装，支撑安装后，引出顶环梁分段平面标高定位点，并安装定位支座，③进行顶环梁分段平面构件的安装，构件采用八点吊，起吊就位后，支承在安装支座上，进行标高和位置调整，然后进行焊接固定，④顶环梁分段平面安装结束后对顶环梁分段平面外形复测并进行记录；网壳分块安装：①进行网壳平面空间定位测量，将网壳吊装到临时支撑所在位置投影在混凝土楼层板上，②进行临时支撑安装，临时支撑采用型钢配合脚手支撑结构，脚手根据等高线搭设成环状，型钢支撑在网壳的各节点上，③安装网壳搁置用支座，④北侧网壳下段先进行安装，采用四点起吊，就位后，先将其一端固定在一层框架梁上，另一端采用数根浪风将其与楼层柱进行临时固定，下段网壳安装完毕后，进行上段网壳的吊装，将对应杆件逐一对位，待所有杆件对接完毕后进行焊接固定，⑤南侧网壳先进行下段安装，采用六点起吊，将构件固定在对应的临时支撑上，待定位准确后进行焊接固定；下段网壳安装完毕后，进行上段网壳的吊装，安装时，将对应杆件逐一对位，待所有杆件对接完毕后进行焊接固定，⑥散件安装，应逐一核对编号，并将套管临

时固定在连杆上，杆件与套管必须保持在一直线上，对合后，用电焊点焊可靠固定，吊车松钩，(8) 最终合拢段杆件安装，南北网壳安装，在南北网壳中选取对应部位作为整个网壳结构的最终合拢段。

“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法

技术领域

本发明涉及一种建筑工程结构的安装方法，特别是一种“水滴形”放射状单层钢管网壳分块及安装方法。

背景技术

在建筑设计中，现在一般的建筑主要平面结构为主，通常的钢结构一般为水平及垂直方向分布，在建筑施工中可以方便地进行构件的连接安装。但是在形如“水滴形”的不规则的网壳建筑结构进行安装施工时就会遇到难题，首先网壳安装精度提出了相当高的标准，网壳采用放射状钢管与数道环状等高线钢管交织而成，网壳的每一区域形态均不相同；为了追求公共建筑大空间的效果，采用“Y”形柱对网壳进行大面积挑空，使得结构未形成整体时自身刚度较差。如此特殊的结构形式，以往异形钢结构屋面网壳采取的整体提升、高空散装等方法均不适用，如何将网壳既好又快的安装到位，给不规则的“水滴形”网壳施工带来了全新的挑战。

发明内容

本发明的目的是通过对不规则钢结构网壳有针对、有特点的分块，使其能在安装过程中，达到解决在“水滴形”放射状单层钢管网壳的吊装定位、消除壳体安装过程中网壳间的累计误差提高结构精度、减少高空焊接工作量、以及节省临时支撑的目的。本发明设计“水滴形”放射状单层钢管网壳分块方法，包括南侧网壳由放射状钢管和数道环状等高线钢管组成，局部设有大面积的观光窗口，形成较为平滑的网壳曲面；北侧由纵横钢管网格组成，构成了曲率较大的弧形曲面，其特征在于：将网壳分为顶环梁，顶环梁下部沿各放射轴线进行跳格分块，放射轴线投影均为放射直线段，按放射轴线分块后，各块间的水平位置可以通过每块两边的主轴管进行定位，块之间采用散件补缺连接。所述的“水滴形”放射状单层钢管网壳分块方法，各分块间以及块与散件间的连接、接头之间连接均为相贯节点，接头分割点设置在纵横网壳接头上部15—25cm之间，接头之间由内套

筒连接。

3、“水滴形”放射状单层钢管网壳安装方法，包括呈折线型水滴形的顶环梁分段平面，其钢管成放射状，网壳分块，其特征在于：顶环梁分段安装为下列步骤：①顶环梁分段平面空间定位测量，吊装前先进行顶环梁分段平面空间定位测量，将顶环梁分段安装混凝土楼面及相关平面上，②进行临时支撑安装，支撑安装后，引出顶环梁分段平面标高定位点，并安装定位支座，③进行顶环梁分段平面构件的安装，构件采用八点吊，起吊就位后，支承在安装支座上，进行标高和位置调整，然后进行焊接固定，④顶环梁分段平面安装结束后对顶环梁分段平面外形复测并进行记录；网壳分块安装：①进行网壳平面空间定位测量，将网壳吊装到临时支撑所在位置投影在混凝土楼层板上，②进行临时支撑安装，临时支撑采用型钢配合脚手支撑结构，脚手根据等高线搭设成环状，型钢支撑在网壳的各节点上，③安装网壳搁置用支座，④北侧网壳下段先进行安装，采用四点起吊，就位后，先将其一端固定在一层框架梁上，另一端采用数根浪风将其与楼层柱进行临时固定，下段网壳安装完毕后，进行上段网壳的吊装，将对应杆件逐一对位，待所有杆件对接完毕后进行焊接固定，⑤南侧网壳先进行下段安装，采用六点起吊，将构件固定在对应的临时支撑上，待定位准确后进行焊接固定；下段网壳安装完毕后，进行上段网壳的吊装，安装时，将对应杆件逐一对位，待所有杆件对接完毕后进行焊接固定，⑥散件安装，应逐一核对编号，并将套管临时固定在连杆上，杆件与套管必须保持在一直线上，对合后，用电焊点焊可靠固定，吊车松钩，⑦最终合拢段杆件安装，南北网壳安装，在南北网壳中选取对应部位作为整个网壳结构的最终合拢段。本发明的优点是通过对“水滴形”放射状单层钢管网壳按照分块工艺进行分块，有效解决了“水滴形”放射状单层钢管网壳的吊装定位和消除壳体安装过程中网壳间的累计误差的难题；减少高空焊接工作量，为工程工期缩短创造了条件；节省网壳施工过程中的临时支撑，创造了一定的经济效益。

附图说明

图1为本发明的“水滴形”放射状单层钢管网壳结构图，

图2为本发明的顶环梁分段平面图，

图3为本发明的网壳分块图，

图4为本发明的网壳接头结构图，

图5为本发明的网壳安装结构图，

具体实施方式

将网壳分块划分的思路：

(1) 分块的形式——结合支撑点位置、轴线，

从网壳外形上看，毫无规则，但究其结构形式，其南侧各放射向主轴线钢管采用的为主管，主轴线间的管件采用的次管，各轴线夹角由东向西逐渐减小，投影轴线长度则逐步增大；环向由数道等高线主管分割；网壳底部均搁置在结构底层环梁上。若将此单纯按照纵横轴线分为若干块进行吊装，在消除网壳的累计误差、解决相互间网壳吊装和电焊焊接应力影响等方面都将有较大的难度。综合各大因素，制订出了“水滴形”放射状单层钢管网壳分块工艺，即网壳分为顶环梁——用于整体网壳的定位基准；顶环梁下部沿各放射轴线进行跳格分块——放射轴线投影均为放射直线段，按轴线分块后，各块间的水平位置可以通过每块两边的主管进行定位，跳格可以使得每块网壳分区域根据总体轴网单独校核，避免累计误差的形成；块之间采用散件补缺，可以进一步进行网块间的位置，同时可缓解或消除温差、天气等因素对结构安装造成的影响。

分块后，一、能够使得网壳绝大部分在地面制作拼装，可通过制作精度保证网壳的整体精度，而且可减少高空作业量；二、网壳高空电焊量仅限于块之间的对接和散件之间的连接，利用合理、对称的焊接流程可以将焊接变形影响控制在较低的程度。

(2) 结合计算机模型进行分块分析

网壳分块后，网壳吊装过程中的变形又将成为施工控制中的一个关键过程，也是“水滴形”放射状单层钢管网壳分块工艺实施的关键。为了了解各块网壳的吊装变形量，通过利用结构软件对工况模拟分析，对各分块进行调整和优化，最

终确定出满足吊装变形精度的分块区域。

(3) 接头的形式

网壳分块结束后,各分块间以及块与散件间的连接、接头之间的对位又成为施工中需要解决的问题。一、由于网壳各管件间的连接均为相贯节点,若在高空施焊钢管间的相贯节点,质量难以保证;二、分块网壳对接接头较多,如何准确的对位也将影响安装的质量和进度。因此,“水滴形”放射状单层钢管网壳分块工艺中接头分割点设置在纵横网壳接头上部 20cm 左右,且采用内套筒的节点形式。如此划分,主要考虑到如果网壳上下接头对位如果有偏差,上部网壳单根钢管悬臂长度约 2m 左右,相对 $\Phi 219$ 钢管,长细比相对较大,较易进行小范围对接调整;内套筒节点可以简化钢管的对接,同时起到定位控制的作用。

3、网壳分块吊装的实施

(1) 钢网壳安装流程

候船楼钢网壳曲线均由顶部中心(WP-1)向四周发散,由此,顶部中心点的定位精度直接影响着整个网壳的定位精度。因此施工时先安装顶环梁,以此作为整体网壳的基准。

候船楼北侧网壳离楼板距离较近,且下部分块基本属于垂直平面,考虑在楼层梁与网壳间设立支撑,容易稳定,能有效控制变形,因此,在顶部网壳安装完毕后,随即进行北半部分网壳的安装。

客运综合楼南侧网壳跨度较大,网壳刚度较小,为了控制分块网壳安装过程中的变形,考虑在网壳中部通长等高线位置搭设支撑,供分块网壳的临时固定和定位调整。

钢网壳安装流程为:

顶环梁安装→北半部分网壳分块安装→南半部分网壳分块安装→散件安装→网壳预留合拢处安装

(2) 钢网壳起吊安装

● 安装概述

网壳安装从两侧向中间对称进行。网壳分块吊装时,为了保证构件起吊安装

过程中的变形控制,需合理选择起吊点,确保分块网壳起吊时的刚度。吊装根据网壳分块及构件情况,采用多点起吊,有效保证了分块构件起吊过程中的稳定。

南侧网壳跨度较大,分块安装时必须设置临时支撑。本工程钢网壳自重较轻,故采用了型钢配合脚手架支撑,沿顶环梁和等高线区域呈环状支撑。

由于网壳的结构特殊、精度要求又相当高,仅制订安装流程和起吊方案还不能满足施工要求。为了有效控制网壳安装的变形,正确合理的选择吊点,我们利用钢结构分析软件,对网壳吊装工况进行了验算。验算结果表明,网壳不带胎架时,通过选取合适的吊点,可使吊装过程中网壳的变形控制在规定的范围内。

顶环梁吊装步骤及工艺

(a) 顶环梁分段

顶环梁平面呈折线型水滴形,并且钢管成放射状,周长约 60m,面积 162m²。顶环梁钢管截面分别为 $\Phi 273 \times 22$, $\Phi 219 \times 19$, $\Phi 219 \times 16$, $\Phi 127 \times 8$,总重量约为 20t。由于运输条件限制,以及安装的精度控制,顶环梁沿 F9 轴共分为 2 段,分段位置,

(b) 顶环梁分段吊装步骤:

①壳体平面空间定位测量。吊装前先进行壳体平面空间定位测量,将顶环梁安装临时支撑所在位置测点引到三层混凝土楼面及相关平面上;

②进行临时支撑安装。支撑安装完毕后,引出顶环梁平面和标高定位点,并安装定位支座。

③进行顶环梁构件的安装。构件采用八点吊。起吊就位后,支承在安装支座上,进行标高和位置调整,达到要求后进行焊接固定。

④顶环梁吊装结束。对顶环梁整体外形复测并进行记录。网壳吊装期间,顶环梁整体外形及整体标高需定期复测,在顶环梁上选取代表性的测量点,根据测量点测出顶环梁的空间位置,并根据复测结果,必要时对顶环梁进行标高补偿,以确保整个壳体安装精度。

网壳吊装步骤及工艺

综合候船楼壳体的结构特性与施工条件,选用对称吊装的安装方法。

采用支架法施工,即吊装阶段在壳体内设置二道支撑在楼层板上的临时支撑作为构件空间定位的依托,并解决吊装阶段的结构稳定。支撑在壳体安装全部完成后,待结构验收合格后即可拆除支撑,支撑拆除前需经整体网壳变形计算后再进行卸载。

(a)准备工作

①进行壳体平面空间定位测量,将网壳吊装用临时支撑所在位置投影在混凝土楼层板上。

②进行临时支撑安装。临时支撑采用型钢配合脚手支撑结构,脚手根据等高线搭设成环状,作为施工通道。其中型钢支撑在网壳的各节点上,脚手与型钢连接形成整体,保证支撑的稳定。

③安装网壳搁置用支座。梁架搁置支座作为网壳吊装的依托,其平面和标高需定位精确控制,误差 $\leq 2\text{mm}$,并有足够的刚度,以保证稳定可靠。

(b)北侧网壳安装

北侧网壳下段先进行安装,采用四点起吊,就位后,先将其一端固定在一层框架梁上,另一端采用数根浪风将其与楼层柱进行临时固定;下段网壳安装完毕后,进行上段网壳的吊装。安装时,将对应杆件逐一对位,待所有杆件对接完毕后进行焊接固定。

(c)南侧网壳安装

南侧网壳先进行下段安装,采用六点起吊,将构件固定在对应的临时支撑上,待定位准确后进行焊接固定;下段网壳安装完毕后,进行上段网壳的吊装。安装时,将对应杆件逐一对位,待所有杆件对接完毕后进行焊接固定。

(d)散件安装

散件安装前,应逐一核对编号,严禁代用;并将套管临时固定在连杆上。为了提高效率,散件吊装采用多头千斤作为索具,8~10根连杆一次起吊,逐一安装。起吊到位后,杆件与套管必须保持在一直线上,对合后,用电焊点焊可靠固定,吊车松钩。

(e)最终合拢段杆件安装

南北网壳安装,综合考虑安装偏差及温度环境等对钢网壳安装可能带来的不利因素,分别在南北网壳中选取合适部位作为整个网壳结构的最终合拢段,选择合理的时间及方法对其进行安装。

(3) 网壳的测量工艺

测量数据的定位复核,应依据施工过程中测量控制基准。通过观测,整个网壳呈不对称结构,每块均不相同;如果按常规的空间定位测量,难度相当大,而且整体难以保证,因此必须制订出有针对性的测量方法,来保证网壳安装的精度。通过分析本工程网壳的特点,我们制订了切实可行的测量专项方案,测量工艺如下:

根据原设计结构模型,发现网壳各主 轴线垂直投影线均为直线,呈放射型分布。因此,我司根据分块安装方案,整个网壳按照径向主轴线分为 33 榀。首先利用目前世界先进的 Leica TC2003 全站仪 ($0.5'' \pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$) 放样出测量整体钢结构控制网,再根据控制网精确定位出顶环梁中心控制点和主轴线在底环梁上的控制点,根据这些点放样出各径向主轴线控制投影线。整个网壳以这些点作为安装投影控制线。网壳的精度主要取决于加工厂的制作精度和安装单位的安装精度。作为钢结构安装单位,必须要保证 33 榀网壳对接点在吊装过程中的精度。根据分块工艺和测量方案,分块网壳根据径向控制线来控制平面精度,根据所取的网壳上的高程控制点来控制整个网壳的高程,从而确定了每榀网壳的定位。

施工中,通过严格控制轴线的投射精度和高程控制点的高程精度,保证每榀网壳的准确定位;钢管接头通过管壁上的对接控制点控制,保证径向和纵向的对接后钢管的长度控制在误差范围内。

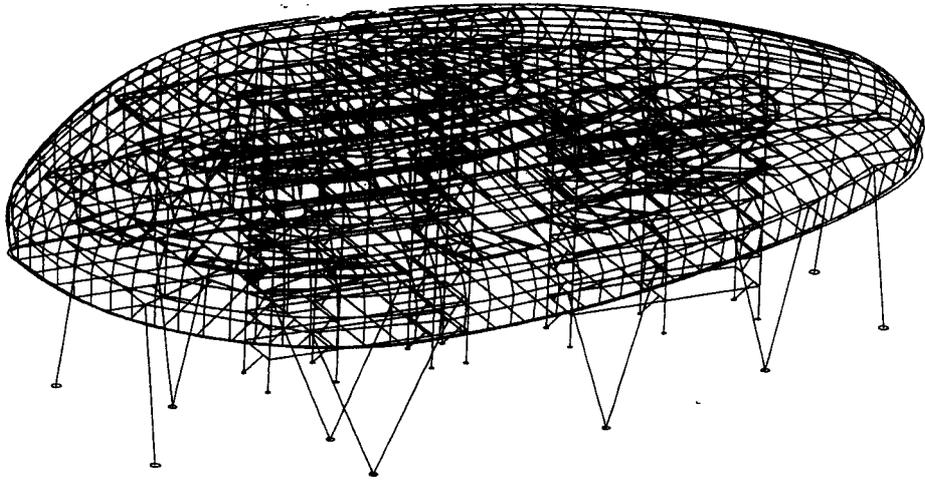


图1

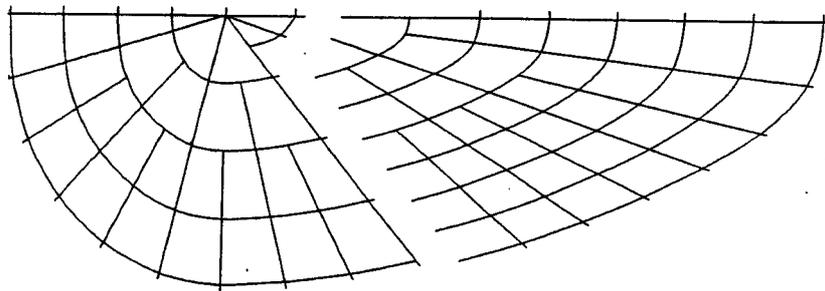


图2

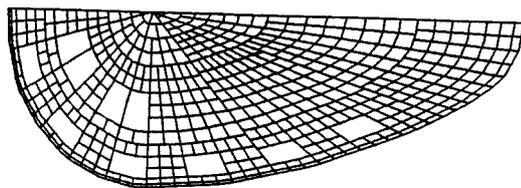


图3

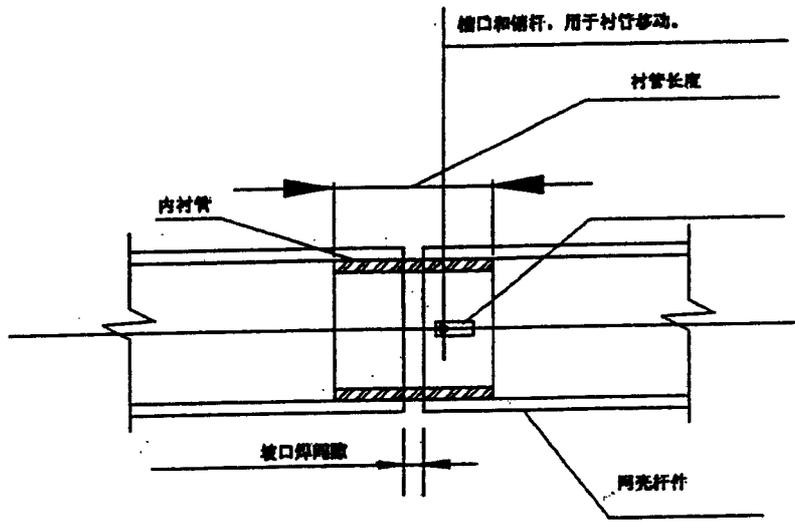


图 4

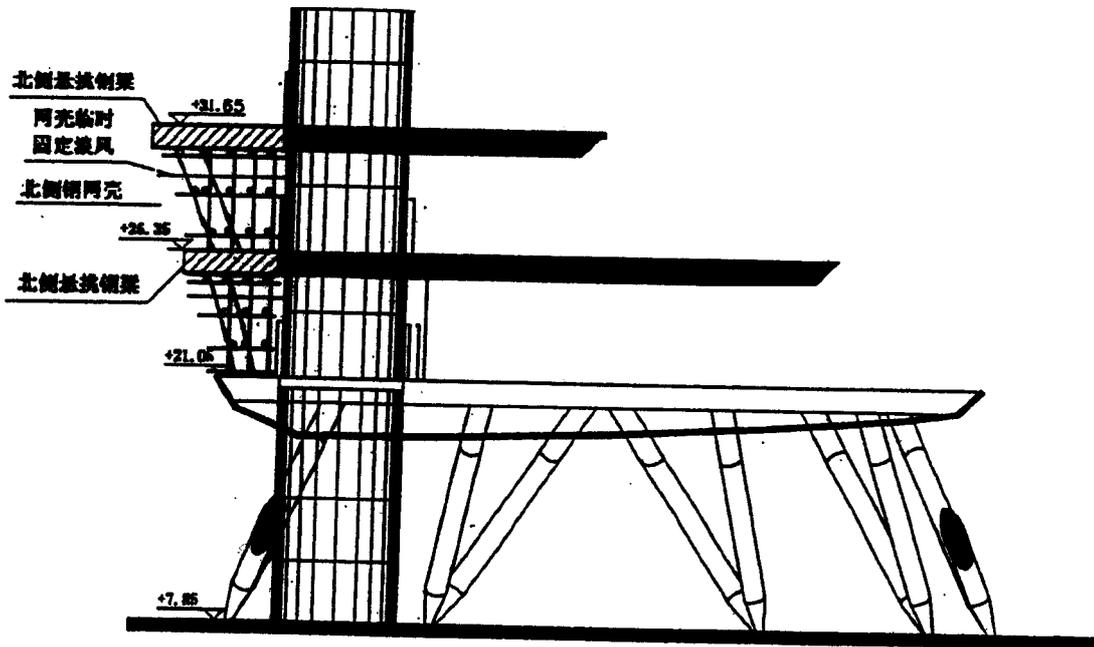


图 5