



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111980418 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 24

(21) 申请号 202010866482.4

(22) 申请日 2020.08.25

(71) 申请人 南通大学

地址 226000 江苏省南通市啬园路9号

(72) 发明人 成军 成张佳宁 徐晶晶 李伟杰

黄坤坤 葛晓晗

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所

(普通合伙) 32249

代理人 许洁

(51) Int. Cl.

E04G 21/14 (2006.01)

E04G 21/12 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

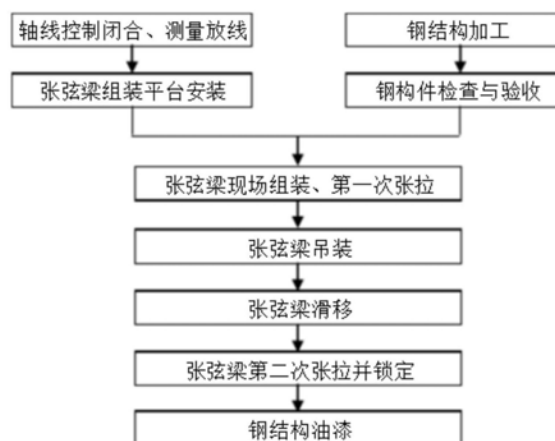
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,本发明建成的若干张弦梁穹顶屋面具有结构简单,传力明确,施工方便快捷和建筑造型与结构布置能完美结合等优点,在大跨度空间结构方面具有广阔的应用前景。



1. 一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:具体操作如下:

(1) 张弦梁现场组装

单榀张弦梁上弦需在工厂分段加工后送现场组装,张弦梁的组装尽量采用地面搭设组装胎架进行组装,组装依次推进;组装完成后在地面组装胎架上完成张弦梁的第一次张拉;

(2) 张弦梁吊装

所有张弦梁吊装采用双机抬吊安装成滑移单元;一般采用双机或三机抬吊到滑移位置,然后安装张弦梁之间的撑杆及檩条,使之形成刚性框架;

(3) 张弦梁滑移

在吊装完一个张弦梁滑移单元后,必须及时开始整体滑移,以便组织下一组滑移单元的吊装;采用分段滑移的施工方法,滑道利用混凝土框架梁布置;

(4) 张弦梁张拉

预应力张拉分为两次完成,第一次在地面张拉到设计张拉力的30%,保证吊装过程中单榀桁架稳定,第二次对称分批张拉到设计张拉力;针对各工程的结构形式及钢索体系的特点,设计专用张拉工装,液压油泵、标定千斤顶、油管线路、操作程序等均需提前进行实验及检测,实验通过后方可应用于索张拉工程。

2. 根据权利要求1所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:所述的张弦梁吊装:张弦梁拼装完成并且第一次张拉完毕后利用汽车吊进行抬吊,抬吊后直接放置在混凝土梁顶的滑移轨道上,事先在张弦梁的不同部位设置揽风绳,在张弦梁就位后立即对张弦梁进行固定;

第一榀张弦梁固定好后,进行第二榀张弦梁的吊装、就位和加固,并及时对张弦梁之间的支撑体系进行连接。当两榀张弦梁及中间的支撑体系和檩条等全部连接安装完毕,在检查各个细部环节没有安全隐患后,便可以将此张弦梁单元组向前滑移到设计位置,再进行下一榀张弦梁的吊装就位。

3. 根据权利要求1所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:所述的张弦梁滑移中,滑道设置:滑道在整个水平牵引中起承重、导向和横向限制滑板水平位移的作用,滑道沿轴线布置,由于基础预埋锚栓高出混凝土柱梁,须先架设钢梁进行找平,考虑滑块与滑槽之间应留有一定距离,避免滑块在滑槽内受阻,在制作滑块时滑块与滑槽之间每边留有25mm间隙;另外滑块与滑槽接触面的部位在加工时磨成圆弧形,借此减小滑块与滑槽间的接触面积来减少滑移摩擦阻力。

4. 根据权利要求1所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:所述的张弦梁滑移中,张弦梁的滑移:在第一、第二榀张弦梁连成整体后,通过预先设置的两根滑道和两组同步牵引设备,滑移至设计位置就位;再进行第三榀和第四榀张弦梁的吊装,并连接两榀张弦梁之间的支撑体系和檩条,再滑移到设计位置就位,如此循环直至多榀张弦梁拼装成整体,剩余张弦梁可以直接吊装到位,为保证两端滑移同步,可在滑道上作标尺,确保滑移的同步性;具体操作步骤如下:

步骤一:对第一榀、第二榀张弦梁中间的支撑体系进行连接;

步骤二:将一个滑移单元滑移至设计位置,并拼装第二个滑移单元(第三榀、第四榀张弦梁);

步骤三~五:依次将第二个~第四个滑移单元滑移至设计位置,并对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定;

步骤六:最后两榀张弦梁可以直接吊装就位,就位后对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定。

5.根据权利要求1所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:所述的张弦梁滑移中,顶升就位:每一滑移单元滑移至设计位置后,检查各部位的尺寸符合设计要求后,即可在每一根张弦梁外侧利用钢支撑作为支点,采用Q16T千斤顶将整个滑移单元顶起,然后拆除下面的滑块装置、滑槽及滑移H钢梁,然后将上部结构降至设计标高就位。

6.根据权利要求1所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:为保证张拉过程中的安全性,对整个张拉过程进行监测控制,主要控制措施有如下三个方面:钢索张拉力和伸长值控制、钢结构应力控制、结构变形控制;

钢索张拉力控制为主,以钢索伸长值控制为辅助,通过油压传感器的数据反映钢索张拉力,实际张拉完成后,钢索张拉力和钢索伸长值都在理论计算张拉力和伸长值5%以内,满足相关规范的要求;

监测钢结构应力和结构变形作为该工程张拉过程的辅助监测手段,选择钢结构应力较大的杆件,使用振弦应变计监测应力变化,每榀张弦桁架中间选择一点,进行变形监测控制,使用水准仪监测钢结构竖向变形。

7.根据权利要求6所述的大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,其特征在于:预应力施工监测应贯穿整个施工过程,各施工阶段的监测内容如下:

①每次张拉前,应首先检查测试仪器是否正常工作,并读取初读数;

②在每一批次张拉过程中,不得移动测试仪器,如百分表、全站仪、反光片、振弦式应变仪等,一旦移动,则必须停止张拉,重新调整测试仪器,再次读取初读数后方可张拉,并将情况记录;

③张拉完一批次后,应及时读取数据,进行分析,并与理论值比较,确定结构状况正常后,方可继续张拉下一批次;如有问题,应及时会同有关人员进行解决;

④测试人员须固定,即要有专职人员进行测试工作。

一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑施工领域,具体涉及一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法。

背景技术

[0002] 目前各地正在兴建众多的大跨度建筑,如体育场馆、展览会堂等。这些建筑往往成为当地地标性建筑。大跨度建筑屋面系统经常采用张弦梁体系。张弦梁体系的特点在于引入了预应力高强钢索。钢索索体强度通常可达到1670兆帕。高强材料引入意味着构件截面更小,实现了更为轻盈的建筑效果。对钢索施加预应力,一方面可以为结构提供反拱,有效改善了大跨度结构挠度过大的问题;另一方面可以改善结构的应力分布,降低了结构造价。因此张弦梁穹顶钢结构屋面体系是一种大有可为的新型结构体系。

发明内容

[0003] 发明目的:为了解决现有技术的不足,本发明提供了一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法。

[0004] 技术方案:一种大型公用建筑工程张弦梁穹顶钢结构屋面吊装的施工方法,具体操作如下:

[0005] (1) 张弦梁现场组装

[0006] 单榀张弦梁上弦需在工厂分段加工后送现场组装,张弦梁的组装尽量采用地面搭设组装胎架进行组装,组装依次推进;组装完成后在地面组装胎架上完成张弦梁的第一次张拉;

[0007] (2) 张弦梁吊装

[0008] 所有张弦梁吊装采用双机抬吊安装成滑移单元;一般采用双机或三机抬吊到滑移位置,然后安装张弦梁之间的撑杆及檩条,使之形成刚性框架;

[0009] (3) 张弦梁滑移

[0010] 在吊装完一个张弦梁滑移单元后,必须及时开始整体滑移,以便组织下一组滑移单元的吊装;采用分段滑移的施工方法,滑道利用混凝土框架梁布置;

[0011] (4) 张弦梁张拉

[0012] 预应力张拉分为两次完成,第一次在地面张拉到设计张拉力的30%,保证吊装过程中单榀桁架稳定,第二次对称分批张拉到设计张拉力;针对各工程的结构形式及钢索体系的特点,设计专用张拉工装,液压油泵、标定千斤顶、油管线路、操作程序等均需提前进行实验及检测,实验通过后方可应用于索张拉工程。

[0013] 作为优化:所述的张弦梁吊装:张弦梁拼装完成并且第一次张拉完毕后利用汽车吊进行抬吊,抬吊后直接放置在混凝土梁顶的滑移轨道上,事先在张弦梁的不同部位设置揽风绳,在张弦梁就位后立即对张弦梁进行固定;

[0014] 第一榀张弦梁固定好后,进行第二榀张弦梁的吊装、就位和加固,并及时对张弦梁之间的支撑体系进行连接。当两榀张弦梁及中间的支撑体系和檩条等全部连接安装完毕,在检查各个细部环节没有安全隐患后,便可以将此张弦梁单元组向前滑移到设计位置,再进行下一榀张弦梁的吊装就位。

[0015] 作为优化:所述的张弦梁滑移中,滑道设置:滑道在整个水平牵引中起承重、导向和横向限制滑板水平位移的作用,滑道沿轴线布置,由于基础预埋锚栓高出混凝土柱梁,须先架设钢梁进行找平,考虑滑块与滑槽之间应留有一定距离,避免滑块在滑槽内受阻,在制作滑块时滑块与滑槽之间每边留有25mm间隙;另外滑块与滑槽接触面的部位在加工时磨成圆弧形,借此减小滑块与滑槽间的接触面积来减少滑移摩擦阻力。

[0016] 作为优化:所述的张弦梁滑移中,张弦梁的滑移:在第一、第二榀张弦梁连成整体后,通过预先设置的两根滑道和两组同步牵引设备,滑移至设计位置就位;再进行第三榀和第四榀张弦梁的吊装,并连接两榀张弦梁之间的支撑体系和檩条,再滑移到设计位置就位,如此循环直至多榀张弦梁拼装成整体,剩余张弦梁可以直接吊装到位,为保证两端滑移同步,可在滑道上作标尺,确保滑移的同步性;具体操作步骤如下:

[0017] 步骤一:对第一榀、第二榀张弦梁中间的支撑体系进行连接;

[0018] 步骤二:将一个滑移单元滑移至设计位置,并拼装第二个滑移单元(第三榀、第四榀张弦梁);

[0019] 步骤三~五:依次将第二个~第四个滑移单元滑移至设计位置,并对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定;

[0020] 步骤六:最后两榀张弦梁可以直接吊装就位,就位后对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定。

[0021] 作为优化:所述的张弦梁滑移中,顶升就位:每一滑移单元滑移至设计位置后,检查各部位的尺寸符合设计要求后,即可在每一根张弦梁外侧利用钢支撑作为支点,采用Q16T千斤顶将整个滑移单元顶起,然后拆除下面的滑块装置、滑槽及滑移H钢梁,然后将上部结构降至设计标高就位。

[0022] 作为优化:为保证张拉过程中的安全性,对整个张拉过程进行监测控制,主要控制措施有如下三个方面:钢索张拉力和伸长值控制、钢结构应力控制、结构变形控制;

[0023] 钢索张拉力控制为主,以钢索伸长值控制为辅助,通过油压传感器的数据反映钢索张拉力,实际张拉完成后,钢索张拉力和钢索伸长值都在理论计算张拉力和伸长值5%以内,满足相关规范的要求;

[0024] 监测钢结构应力和结构变形作为该工程张拉过程的辅助监测手段,选择钢结构应力较大的杆件,使用振弦应变计监测应力变化,每榀张弦桁架中间选择一点,进行变形监测控制,使用水准仪监测钢结构竖向变形。

[0025] 作为优化:预应力施工监测应贯穿整个施工过程,各施工阶段的监测内容如下:

[0026] ①每次张拉前,应首先检查测试仪器是否正常工作,并读取初读数;

[0027] ②在每一批次张拉过程中,不得移动测试仪器,如百分表、全站仪、反光片、振弦式应变仪等,一旦移动,则必须停止张拉,重新调整测试仪器,再次读取初读数后方可张拉,并将情况记录;

[0028] ③张拉完一批次后,应及时读取数据,进行分析,并与理论值比较,确定结构状况

正常后,方可继续张拉下一批次;如有问题,应及时会同有关人员进行解决;

[0029] ④测试人员须固定,即要有专职人员进行测试工作。

[0030] 有益效果:本发明建成的若干张弦梁穹顶屋面具有结构简单,传力明确,施工方便快捷和建筑造型与结构布置能完美结合等优点,在大跨度空间结构方面具有广阔的应用前景。

附图说明

[0031] 图1是本发明的体育游泳馆平面示意图;

[0032] 图2是本发明的张弦梁示意图;

[0033] 图3是本发明的工艺流程示意图;

[0034] 图4是本发明的张弦梁组装胎架示意图;

[0035] 图5是本发明的张弦梁滑移滑道设置示意图。

具体实施方式

[0036] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,以使本领域的技术人员能够更好的理解本发明的优点和特征,从而对本发明的保护范围做出更为清楚的界定。本发明所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例,基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 实施例

[0038] 某体育中心体育游泳馆屋盖呈月牙状,平面尺寸约为180m×130m,屋盖结构最高点标高23m。屋盖钢结构采用正交主次梁,其中大跨度钢屋盖梁采用张弦梁结构,最大跨度58m。主体钢筋混凝土框架,屋盖钢结构单层网壳结构。

[0039] 本发明最大特点为体育游泳馆内大跨度的张弦梁结构,如图1所示,张弦梁主要截面为Box800×300×25×30,下方设计有高钒索对其进行反向顶力,体育馆上方大跨张弦梁总长最大56m,整榀重量28.2t,吊装最高高度21.3m,游泳馆上方大跨张弦梁总长最大42m,整榀重量24t,吊装最高高度19.3m。张弦梁存在着长度长、重量重等难点,在构件分段、运输、现场拼接、吊装、精度等方面有着极高的要求。

[0040] 1.技术特点

[0041] 预应力拉索作为抗拉强度远高于砼、钢的柔性材料,在大跨度场馆的屋盖结构中具有显著的优越性,和钢结构受压、受弯构件结合,可以从材料强度角度发挥各自所长,从而使得大跨结构自重较小,有条件实现简洁、轻盈、变化各异的建筑美感,符合现代建筑的审美趋势。

[0042] (1)承载能力高

[0043] 张弦梁结构中索内施加的预应力可以控制刚性构件的弯矩大小和分布。例如,当刚性构件为梁时,在梁跨中设一撑杆,撑杆下端与梁的两端均与索连接,在均布荷载作用下,单纯梁内弯矩;在索内施加预应力后,通过支座和撑杆,索力将在梁内引起负弯矩。

[0044] (2)使用荷载作用下的结构变形小

[0045] 张弦梁结构中的刚性构件与索形成整体刚度后,这一空间受力结构的刚度就远远

大于单纯刚性构件的刚度,在同样的使用荷载作用下,张弦梁结构的变形比单纯刚性构件小得多。(3) 自平衡功能

[0046] 当刚性构件为拱时,将在支座处产生很大的水平推力。索的引入可以平衡侧向力,从而减少对下部结构抗侧性能的要求,并使支座受力明确,易于设计与制作。

[0047] (4) 结构稳定性强

[0048] 张弦梁结构在保证充分发挥索的抗拉性能的同时,由于引进了具有抗压和抗弯能力的刚性构件而使体系的刚度和形状稳定性大为增强。同时,若适当调整索、撑杆和刚性构件的相对位置,可保证张弦梁结构整体稳定性。

[0049] (5) 建筑造型适应性强

[0050] 张弦梁结构中刚性构件的外形可以根据建筑功能和美观要求进行自由选择,而结构的受力特性不会受到影响。例如浦东国际机场屋盖上弦是焊接钢管组成的截面,结构外形如振翅欲飞的鲲鹏;广州国际会展中心屋盖上弦是空间桁架,结构外形如游曳的鱼。张弦梁结构的建筑造型和结构布置能够完美结合,使之适用于各种功能的大跨空间结构。

[0051] (6) 制作、运输、施工方便

[0052] 与网壳、网架等空间结构相比,张弦梁结构的构件和节点的种类、数量大大减少,这将极大地方便该类结构的制作、运输和施工。此外,通过控制钢索的张拉力还可以消除部分施工误差,提高施工质量。

[0053] 2. 工艺原理

[0054] 张弦梁结构的受力机理为通过在下弦拉索中施加预应力使上弦压弯构件产生反挠度,结构在荷载作用下的最终挠度得以减少,而撑杆对上弦的压弯构件提供弹性支撑,改善结构的受力性能。一般上弦的压弯构件采用拱梁或桁架拱,在荷载作用下拱的水平推力由下弦的抗拉构件承受,减轻拱对支座产生的负担,减少滑动支座的水平位移。由此可见,如图2所示,张弦梁结构可充分发挥高强索的强抗拉性能改善整体结构受力性能,使压弯构件和抗拉构件取长补短,协同工作,达到自平衡,充分发挥了每种结构材料的作用。

[0055] 张弦梁结构在充分发挥索的受拉性能的同时,由于具有抗压抗弯能力的桁架或拱而使体系的刚度和稳定性大为加强。并且由于张弦梁结构是一种自平衡体系,使得支撑结构的受力大为减少。如果在施工过程中适当的分级施加预拉力和分级加载,将有可能使得张弦梁结构对支撑结构的作用力减少到最小限度。

[0056] 3. 施工工艺流程及操作要点

[0057] 本发明的工艺流程图如图3所示,具体的操作如下:

[0058] 1 施工难点及措施

[0059] (1) 张弦梁现场组装

[0060] 单榀张弦梁上弦需在工厂分段加工后送现场组装。张弦梁的组装尽量采用地面搭设组装胎架进行组装,组装依次推进;组装完成后在地面组装胎架上完成张弦梁的第一次张拉。

[0061] (2) 张弦梁吊装

[0062] 张弦梁组装由于场地及土建等施工原因,所有张弦梁吊装采用双机抬吊安装成滑移单元。一般采用双机或三机抬吊到滑移位置,然后安装张弦梁之间的撑杆及檩条,使之形成刚性框架。

[0063] (3) 张弦梁滑移

[0064] 在吊装完一个张弦梁滑移单元后,必须及时开始整体滑移,以便组织下一组滑移单元的吊装。采用分段滑移的施工方法,滑道利用混凝土框架梁布置。

[0065] (4) 张弦梁张拉

[0066] 预应力张拉分为两次完成,第一次在地面张拉到设计张拉力的30%,保证吊装过程中单榀桁架稳定,第二次对称分批张拉到设计张力。

[0067] 针对各工程的结构形式及钢索体系的特点,设计专用张拉工装,液压油泵、标定千斤顶、油管线路、操作程序等均需提前进行实验及检测,实验通过后方可应用于索张拉工程。

[0068] 2张弦梁现场拼装方案

[0069] 拼装胎架的设计和布置需根据张弦梁上弦拱架的分段情况和分段点的位置来确定,同时要避开张拉弦杆。为了保证张弦梁的拼装精度和使张拉不受影响,同时考虑到胎架在张拉过程中因主桁架水平移动的影响,以及便于张拉索的地面安装、张弦梁在张拉完毕后便于起吊等因素,钢架横梁的上端搁置可调节高度和平面度的管托。

[0070] 如图4所示,在拼装胎架时,在断开面设置空档,以留出焊接空间。在对接口下面焊接时,焊工可以在临时平台上进行。为了确保张弦梁原始状态的弧度和设计相符,胎架支点的标高测量控制要满足设计标高的要求。就位前,首先根据张弦梁分段点的标高及轴线对胎架进行垫置,使标高基本达到设计位置,就位后进行微调。

[0071] 就位时注意对接口的间隙及标高的控制,并且使分段点的位置基本处于胎架的中心。在调整校正完毕后进行焊接,焊接接口需要打磨光滑过渡。

[0072] 3铸钢件施工

[0073] 根据设计要求,由于钢结构与钢索相关节点在张拉时承受较大索力影响,该节点钢结构均采用铸钢件节点,以保证张拉过程中及张拉后的结构变形及应力均在设计要求之内。

[0074] 大型张弦梁钢结构屋面铸钢件数量较多,造型复杂多变,同一型号外形近似而不相同,浇筑过程中形状设计与保持,完成后的曲面检查验收难度大。铸钢件为钢结构与钢索受力相连的关键节点,保证内在质量、外观尺寸,为施工实施的关键。

[0075] 4张弦梁吊装

[0076] 张弦梁拼装完成并且第一次张拉完毕后利用汽车吊进行抬吊,抬吊后直接放置在混凝土梁顶的滑移轨道上。由于张弦梁过长,在没有形成空间结构单元之前,需保证单榀张弦梁的稳定:即事先在张弦梁的不同部位设置揽风绳,在张弦梁就位后立即对张弦梁进行固定。

[0077] 第一榀张弦梁固定好后,进行第二榀张弦梁的吊装、就位和加固,并及时对张弦梁之间的支撑体系进行连接。当两榀张弦梁及中间的支撑体系和檩条等全部连接安装完毕,在检查各个细部环节没有安全隐患后,便可以将此张弦梁单元组向前滑移到设计位置,再进行下一榀张弦梁的吊装就位。

[0078] 5张弦梁滑移

[0079] (1) 滑道设置

[0080] 滑道在整个水平牵引中起承重、导向和横向限制滑板水平位移的作用,滑道沿轴

线布置。由于基础预埋锚栓高出混凝土柱梁,须先架设钢梁进行找平。考虑滑块与滑槽之间应留有一定距离,避免滑块在滑槽内受阻,在制作滑块时滑块与滑槽之间每边留有25mm间隙。另外滑块与滑槽接触面的部位在加工时磨成圆弧形,借此减小滑块与滑槽间的接触面积来减少滑移摩擦阻力,具体结构如图5所示。

[0081] (2) 张弦梁的滑移

[0082] 在第一、第二榀张弦梁连成整体后,通过预先设置的两根滑道和两组同步牵引设备,滑移至设计位置就位;再进行第三榀和第四榀张弦梁的吊装,并连接两榀张弦梁之间的支撑体系和檩条,再滑移到设计位置就位,如此循环直至多榀张弦梁拼装成整体,剩余张弦梁可以直接吊装到位。为保证两端滑移同步,可在滑道上作标尺,确保滑移的同步性。具体操作步骤如下:

[0083] 步骤一:对第一榀、第二榀张弦梁中间的支撑体系进行连接;

[0084] 步骤二:将一个滑移单元滑移至设计位置,并拼装第二个滑移单元(第三榀、第四榀张弦梁);

[0085] 步骤三~五:依次将第二个~第四个滑移单元滑移至设计位置,并对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定;

[0086] 步骤六:最后两榀张弦梁可以直接吊装就位,就位后对相邻单元之间的支撑体系进行连接固定。

[0087] (3) 顶升就位

[0088] 每一滑移单元滑移至设计位置后,检查各部位的尺寸符合设计要求后,即可在每一根张弦梁外侧利用钢支撑作为支点,采用Q16T千斤顶将整个滑移单元顶起,然后拆除下面的滑块装置、滑槽及滑移H钢梁,然后将上部结构降至设计标高就位。

[0089] 6 预应力施工

[0090] (1) 施工仿真计算

[0091] 采用大型有限元计算软件ANSYS、Xsteel为计算工具,对该结构张拉过程进行仿真计算。

[0092] 钢梁及钢柱创建好后在钢柱、钢梁间创建节点,在Xsteel节点库中有大量钢结构常用节点,采用软件参数化节点能快速、准确建立构件节点,能大大减少深化时间。当节点库中无该节点类型时,而在该工程中又存在大量的该类型节点,可在软件中创建人工智能参数化节点以达到设计要求。

[0093] (2) 预应力张拉方案

[0094] 每榀张弦梁在地面组装完成后,进行第一次张拉,并进行吊装和单榀滑移;整体结构滑移到位,并且檩条安装完成后,进行第二次张拉,张拉过程中采取对称分批张拉完成。

[0095] ① 钢索进场

[0096] 钢索进场时卸车及吊装要利用大型机械。索的进场顺序、卸货位置都要按照定货编号统一组织,不可混乱。钢索卸车尽量卸至安装位置附近,避免现场二次导运。

[0097] ② 钢索展索

[0098] 根据钢索尺寸型号及索径,设计专业放索盘进行放索,以充分释放索缠绕时产生的组绞力。索安装高度较高,且由于屋面支撑较多,放索面积较小,根据施工现场的条件,准备采用塔吊与卷扬机配合进行展索与铺放。

[0099] ③钢索调节端测量。

[0100] 按照设计长度检查钢索长度,对钢索的调节端进行调整。

[0101] ④实测数据

[0102] 检查测量钢索耳板之间距离,对不符合要求的耳板进行调整,确保钢索安装完成后的精度。

[0103] ⑤安装钢索及索夹

[0104] 通过卷扬机、手拉葫芦等方式将钢索索夹拉近钢结构耳板,做好张拉准备。

[0105] ⑥现场安装张拉工装

[0106] 现场架设操作脚手架及安装工装、油泵,布置钢绞线、油管及液压设备等,准备开始张拉施工。

[0107] 7预应力设备选用

[0108] 张拉设备采用预应力钢结构专用千斤顶和配套油泵、油压传感器、读数仪。根据设计和预应力工艺要求的实际张拉力对油压传感器及读书仪进行标定。

[0109] 张拉时采取双控原则:索力控制为主,伸长值控制为辅,同时考虑结构变形。预应力钢索张拉完成后,应立即测量校对。如发现异常,应暂停张拉,待查明原因,并采取措施后,再继续张拉。

[0110] 8张拉监控

[0111] 为保证张拉过程中的安全性,对整个张拉过程进行监测控制。主要控制措施有如下三个方面:钢索张拉力和伸长值控制、钢结构应力控制、结构变形控制。

[0112] 钢索张拉力控制为主,以钢索伸长值控制为辅助。通过油压传感器的数据反映钢索张拉力。实际张拉完成后,钢索张拉力和钢索伸长值都在理论计算张拉力和伸长值5%以内,满足相关规范的要求。

[0113] 监测钢结构应力和结构变形作为该工程张拉过程的辅助监测手段。选择钢结构应力较大的杆件,使用振弦应变计监测应力变化,每榀张弦桁架中间选择一点,进行变形监测控制,使用水准仪监测钢结构竖向变形。实际监测结果跟理论计算数据吻合较好。

[0114] 预应力施工监测应贯穿整个施工过程。各施工阶段的监测内容如下:

[0115] ①每次张拉前,应首先检查测试仪器是否正常工作,并读取初读数。

[0116] ②在每一批次张拉过程中,不得移动测试仪器,如百分表、全站仪、反光片、振弦式应变仪等。一旦移动,则必须停止张拉,重新调整测试仪器,再次读取初读数后方可张拉,并将情况记录。

[0117] ③张拉完一批次后,应及时读取数据,进行分析,并与理论值比较,确定结构状况正常后,方可继续张拉下一批次。如有问题,应及时会同有关人员进行解决。

[0118] ④测试人员须固定,即要有专职人员进行测试工作。

[0119] 本发明的成品拉索的张拉验收标准如下:撑杆垂直度的保证,尽量做到 $d/h=1/200$;拉索的误差控制在15%以内;结构位移的误差控制在20%以内。

[0120] 本发明的若干张弦梁穹顶屋面具有结构简单,传力明确,施工方便快捷和建筑造型与结构布置能完美结合等优点,在大跨度空间结构方面具有广阔的应用前景。

[0121] 随着经济的不断发展和科学技术水平的不断提高,张弦梁结构会越来越成熟。张弦梁结构的预应力度越来越高。随着预应力水平的增加,结构的用钢量越来越低,结构的效

率越来越高。

[0122] 随着张弦梁结构的发展,施工过程中预应力成形的施工方法和保证措施在工程实践中也将不再成问题。未来通过张弦梁结构中下弦索与腹杆的连接方式,索头的构造以及腹杆与上弦杆的连接方式的不断完善,张弦梁结构的整体性也会越来越强,结构形式也会越来越新颖。同时,随着研究的深入,张弦梁结构的受力也将更加合理,不再有各项的盈利损失事实上事实上身上,而且其承载能力更高。先进的施工设备和施工工艺,也会让张弦梁结构的施工速度越来越快,工期越来越短。建筑材料的高速发展,也会推动张弦梁结构向着经济绿色方向前进。未来的张弦梁结构将会不仅仅局限于建筑行业,还将渗透到各行各业。

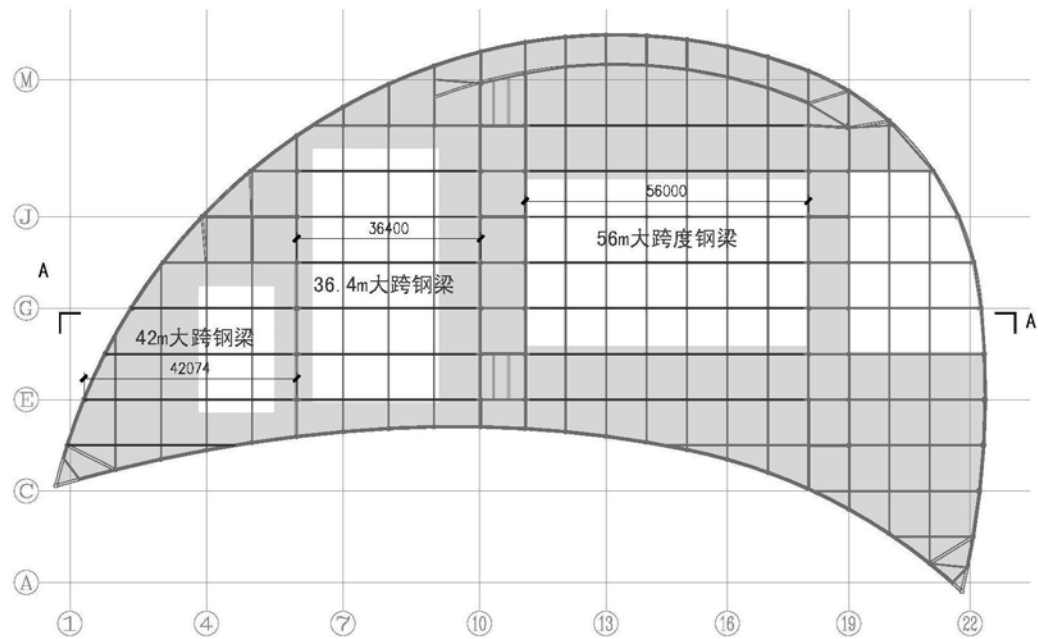


图1

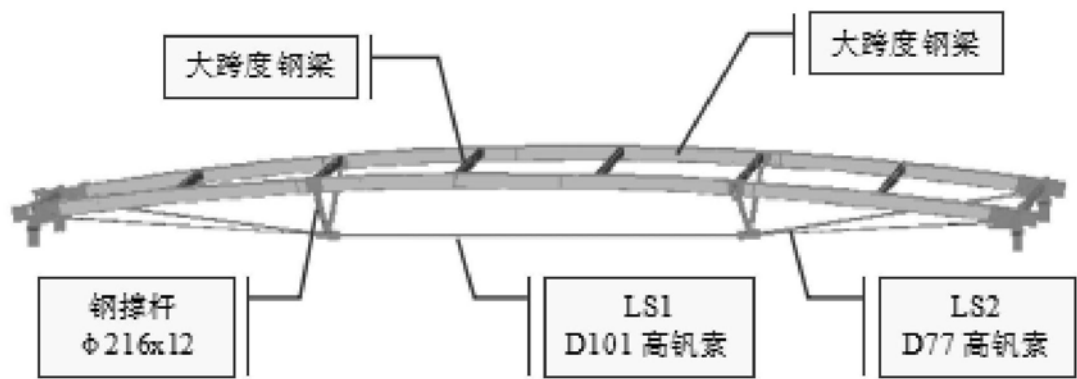


图2

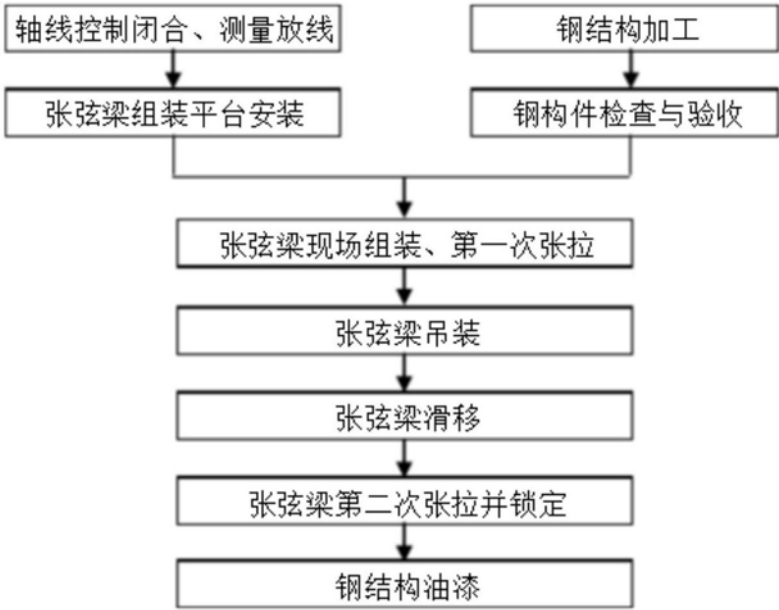


图3

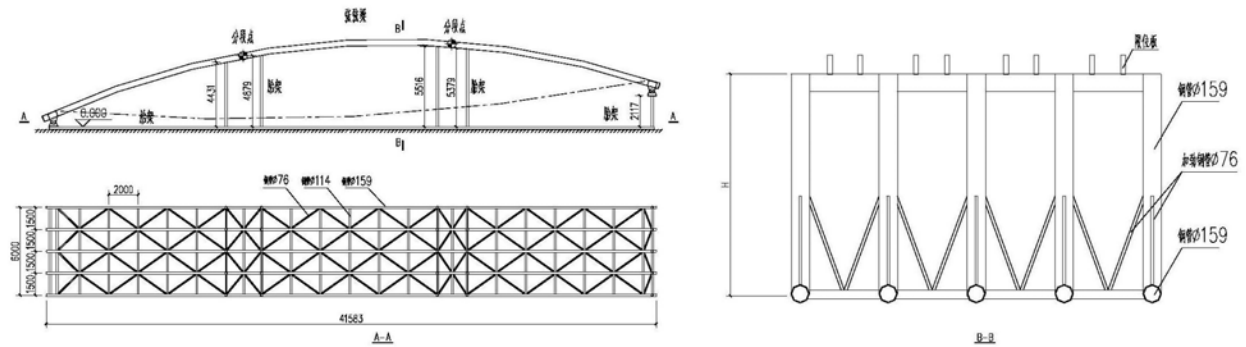


图4

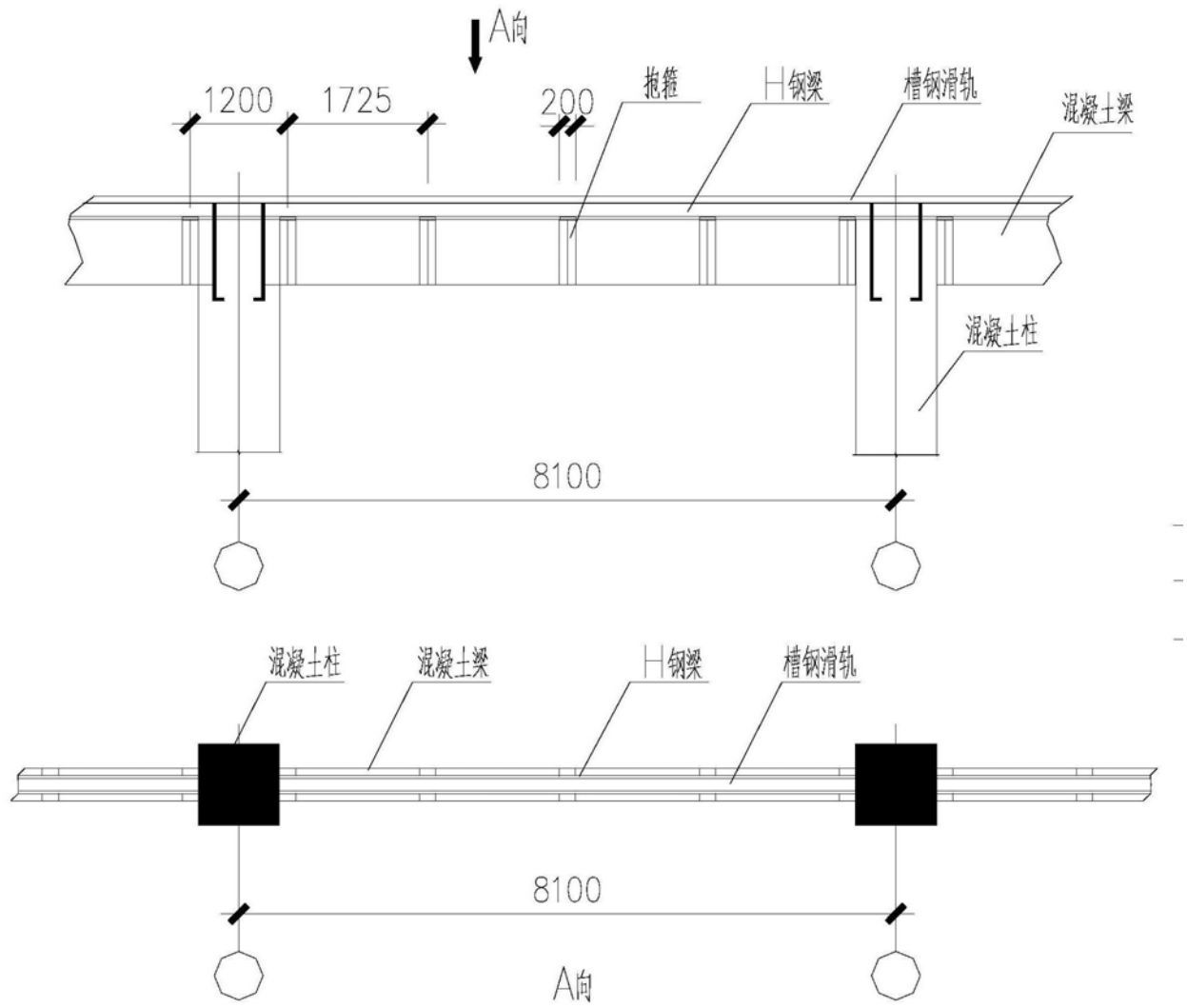


图5