



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112554345 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(21) 申请号 202011414185.2

(22) 申请日 2020.11.27

(71) 申请人 中国二冶集团有限公司

地址 014030 内蒙古自治区包头市稀土高新区黄河大街83甲

(72) 发明人 张宝平 陈克 温旭

(51) Int. Cl.

E04B 1/35 (2006.01)

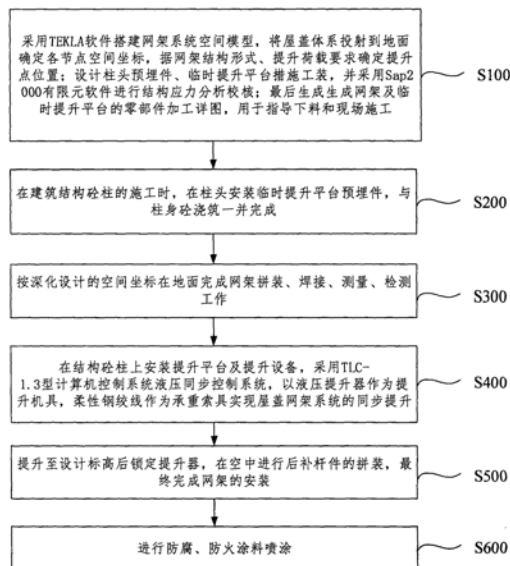
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法

(57) 摘要

本发明公开一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,包括:将屋盖体系投射到地面确定各节点空间坐标,据网架结构形式、提升荷载要求确定提升点位置;设计柱头预埋件、临时提升平台措施工装;最后生成生成网架及临时提升平台的零部件加工详图,用于指导下料和现场施工;在建筑结构砼柱的施工时,在柱头安装临时提升平台预埋件,与柱身砼浇筑一并完成;按深化设计的空间坐标在地面完成网架拼装、焊接、测量、检测工作;在结构砼柱上安装提升平台及提升设备,采用TLC-1.3型计算机控制系统液压同步控制系统,以液压提升器作为提升机具,柔性钢绞线作为承重索具实现屋盖网架系统的同步提升;提升至设计标高后锁定提升器,在空中进行后补杆件的拼装,最终完成网架的安装;进行防腐、防火涂料喷涂。



CN 112554345 A

1. 一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S100、采用TEKLA软件搭建网架系统空间模型,将屋盖体系投射到地面确定各节点空间坐标,据网架结构形式、提升荷载要求确定提升点位置;设计柱头预埋件、临时提升平台措施工装,并采用Sap2000有限元软件进行结构应力分析校核;最后生成生成网架及临时提升平台的零部件加工详图,用于指导下料和现场施工;

步骤S200、在建筑结构砼柱的施工时,在柱头安装临时提升平台预埋件,与柱身砼浇筑一并完成;

步骤S300、按深化设计的空间坐标在地面完成网架拼装、焊接、测量、检测工作;

步骤S400、在结构砼柱上安装提升平台及提升设备,采用TLC-1.3型计算机控制系统液压同步控制系统,以液压提升器作为提升机具,柔性钢绞线作为承重索具实现屋盖网架系统的同步提升;

步骤S500、提升至设计标高后锁定提升器,在空中进行后补杆件的拼装,最终完成网架的安装;

步骤S600、进行防腐、防火涂料喷涂。

2. 根据权利要求1所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,步骤S300具体包括:

步骤S310、进行球、杆进场验收;

步骤S320、进行测量控制网布设;

步骤S330、进行下弦球、杆拼装;

步骤S340、进行“人”字腹杆拼装;

步骤S350、进行上弦杆拼装;

步骤S360、进行几何尺寸检查;

步骤S370、进行整体焊接及焊缝检测;

步骤S380、进行空间尺寸复测。

3. 根据权利要求2所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,步骤S400具体包括:

步骤S410、安装临时提升平台、网架中部塔架及提升设备;

步骤S420、进行提升下吊点安装;

步骤S430、进行砼独立柱支撑体系加固;

步骤S440、进行提升设备调试;

步骤S450、进行预提升以及网架一次提升;

步骤S460、拆除网架中部临时提升塔架及设备;

步骤S470、连接门头桁架提升设备;

步骤S480、整体二次提升;

步骤S490、测量砼柱基础沉降、网架变形量。

4. 根据权利要求3所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,步骤S500具体包括:

步骤S510、进行空中补杆;

步骤S520、进行补杆焊接;

步骤S530、进行焊缝检测；

步骤S540、提升系统拆除。

5. 根据权利要求2所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在於,步骤S320具体包括:根据建筑物轴线控制点,结合已计算好的控制网坐标数据进行钢结构平面控制网的测放,按工程施工要求及结构特点分别建立平面控制网;根据移交的点位和设计图中规定的定位条件,将建筑的纵横主轴线,向施工场区外围四周平移,形成建筑物矩形控制网,内部控制网主要用于埋件安装、空心球校正控制;外侧控制网主要用于建筑物的整体监控工作;

步骤S330具体包括:根据已校准的测量控制网布置下弦球胎具,以下弦球呈正交分布的特点及横向与纵向焊接球分布的跨度数,选定球面特征点为主要控制目标,定位胎架安装完成后,将下弦球置于地面支撑胎架上,采用“全站仪+反射贴片”测量下弦球的坐标,用理论坐标同实测坐标进行比较来确定要校正空心球的方向和数值;下弦球安装完成后开始安装与之相连接的下弦杆,通过直角尺对杆件主要采取平整度及错边的校正,同一根杆件两端顶面的高差误差控制在杆件长度的1/1000,且不大于10mm,杆件与杆件之间高差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求5所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在於,步骤S340具体包括:“人”字拼装单元采用临时胎架作为拼装措施,上弦球测量定位同下弦球,将全站仪架设在控制轴线上,整平对中后,显示屏可直接显示焊接球节点表面点的三维坐标,根据测量数值与设计坐标值,调整构件至设计位置进行安装;

步骤S350具体包括:“人”字形单元完成后,采用门式脚手架作为操作平台,进行上弦杆补装,拼装完成后应对网架各节点的拼装起拱值和设计提供的起拱值进行测量校核。

7. 根据权利要求1所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在於,步骤S400的网架提升主要包括:在地面拼装网架结构,在柱顶设置提升平台,安装提升设备及钢绞线,调试液压系统;门头桁架和网架在地面拼装完成并全面检查验收合格后,利用E2~E11和E13~E15进行网架部分预提升,即分级加载使网架整体脱离胎架约100mm,再次进行全面检查,确认无异常情况后,提升器机械锁紧,静置约12小时;进行全面检查,测量网架变形及立柱基础沉降情况,确认一切正常后,将网架提升至于大门桁架上弦标高一致位置,进行网架与桁架的空中连接补杆;完成大门桁架与网架的连接后,拆除E13~E15提升塔架及吊点,连接E1、E12提升器并分级加载至受力状态;全面检查系统运行正常后,利用E1~E12进行二次提升,将网架提升至设计位置,再进行网架嵌补杆件的安装;网架嵌补杆件安装完成,验收合格后,提升器卸载,拆除提升设备及临时措施结构,提升作业结束。

8. 根据权利要求7所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在於,提升过程中要对网架结构、提升设施、提升设备系统全程观察和监测,确认符合模拟工况计算和设计条件,保证提升过程的安全,主要控制点有以下几点:提升过程要分级加载,依次为20%、40%、60%、80%、90%、95%、100%,在分级加载过程中,每一步分级加载完毕,均应暂停并检查上吊点、下吊点结构、网架结构加载前后的稳定性和变形情况;姿态检测调整,用全站仪测量各吊点的离地距离,计算出各吊点相对高差;通过液压提升系统设备调整各吊点高度,使结构达到水平姿态;提升速度,整体提升施工过程中,影响构件提升速度的因素主要有液压油管的长度及泵站的配置数量,整体提升约度约10米/小时;提升过程的微

调,网架在提升过程中,因为空中姿态调整和杆件对口等需要进行高度微调,在微调开始前,将计算机同步控制系统由自动模式切换到手动模式。

9. 根据权利要求8所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,步骤S600中具体包括钢网架在涂装施工前,球、杆表面应进行喷砂除锈处理,除锈等级应达Sa2.5,其质量要求应符合现行国家标准《涂装前钢材表面处理规范》(SY/T 0407-2012)的规定,表面粗糙度达到 $60\mu\text{m}$;杆件出厂前不需要涂漆的部位为:工地焊接部位及两侧100mm,且要满足超声波探测要求的范围;对于无防火涂料的构件在制作厂内完成底漆、中间漆、面漆涂装,对于运输及施工中损坏的防腐涂装区域,应手工打磨后补足油漆。

10. 根据权利要求9所述的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,其特征在于,钢结构构件因运输过程和现场安装原因,会造成构件涂层破损,需视损伤程度的不同采取相应的修补方式;对拼装焊接的部位,必须清除焊接的部位铁锈和污渍,必须清除焊渣,进行表面处理。

一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑施工技术领域,具体涉及一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法。

背景技术

[0002] 大跨度焊接球形网架结构以其外形新颖美观,杆件规律性强,整体性好,空间刚度大,抗震性能好等特点近些年被广泛应用在机场、体育馆、会展中心等的屋盖承重结构;它是一种新型的屋盖承重结构,属于多次超静定空间结构体系,它改变了平面屋架结构的受力状态,能够承受来自各方的载荷;由于各种网架结构造型、跨度不同,其安装方式也不尽相同;传统的网架安装方式有搭设满堂红脚手架高空散装法、整体吊装法、整体提升法等;根据各项工程施工条件选择安全可靠、经济适用的安装方法对于项目的合同履约和成本控制至关重要。

[0003] 建筑支撑体系为钢筋砼独立柱,网架面积为90m×65m,大门桁架结构形式为两榀三层伸臂球管桁架,屋盖网架结构采用双层斜放四角锥钢网架下弦支承;网格尺寸5.0m×5.0m,网架最高点为5.775m,大门桁架最高点为8.65m,屋盖网架下弦中心标高为+21.000m,大门桁架下弦中心标高+18.000m;焊接球规格从 $\Phi 300 \times 10 \sim \Phi 800 \times 35$,杆件规格从 $\Phi 89 \times 4 \sim \Phi 400 \times 30$,材质均为Q345B;类似此结构建筑的网架体系,利用此工法可高效的完成安装任务;大跨度钢网架整体提升工艺是近年来逐步发展完善的安装技术,具有速度快,节约周转材料,安全可靠等诸多优点。

发明内容

[0004] 为此,本发明提供一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,以解决现有技术中的上述问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 根据本发明的第一方面,一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,包括以下步骤:

[0007] 步骤S100、采用TEKLA软件搭建网架系统空间模型,将屋盖体系投射到地面确定各节点空间坐标,据网架结构形式、提升荷载要求确定提升点位置;设计柱头预埋件、临时提升平台措施工装,并采用Sap2000有限元软件进行结构应力分析校核;最后生成生成网架及临时提升平台的零部件加工详图,用于指导下料和现场施工;

[0008] 步骤S200、在建筑结构砼柱的施工时,在柱头安装临时提升平台预埋件,与柱身砼浇筑一并完成;

[0009] 步骤S300、按深化设计的空间坐标在地面完成网架拼装、焊接、测量、检测工作;

[0010] 步骤S400、在结构砼柱上安装提升平台及提升设备,采用TLC-1.3型计算机控制系统液压同步控制系统,以液压提升器作为提升机具,柔性钢绞线作为承重索具实现屋盖网架系统的同步提升;

[0011] 步骤S500、提升至设计标高后锁定提升器,在空中进行后补杆件的拼装,最终完成网架的安装;

[0012] 步骤S600、进行防腐、防火涂料喷涂。

[0013] 进一步地,步骤S300具体包括:

[0014] 步骤S310、进行球、杆进场验收;

[0015] 步骤S320、进行测量控制网布设;

[0016] 步骤S330、进行下弦球、杆拼装;

[0017] 步骤S340、进行“人”字腹杆拼装;

[0018] 步骤S350、进行上弦杆拼装;

[0019] 步骤S360、进行几何尺寸检查;

[0020] 步骤S370、进行整体焊接及焊缝检测;

[0021] 步骤S380、进行空间尺寸复测。

[0022] 进一步地,步骤S400具体包括:

[0023] 步骤S410、安装临时提升平台、网架中部塔架及提升设备;

[0024] 步骤S420、进行提升下吊点安装;

[0025] 步骤S430、进行砼独立柱支撑体系加固;

[0026] 步骤S440、进行提升设备调试;

[0027] 步骤S450、进行预提升以及网架一次提升;

[0028] 步骤S460、拆除网架中部临时提升塔架及设备;

[0029] 步骤S470、连接门头桁架提升设备;

[0030] 步骤S480、整体二次提升;

[0031] 步骤S490、测量砼柱基础沉降、网架变形量。

[0032] 进一步地,步骤S500具体包括:

[0033] 步骤S510、进行空中补杆;

[0034] 步骤S520、进行补杆焊接;

[0035] 步骤S530、进行焊缝检测;

[0036] 步骤S540、提升系统拆除。

[0037] 进一步地,步骤S320具体包括:根据建筑物轴线控制点,结合已计算好的控制网坐标数据进行钢结构平面控制网的测放,按工程施工要求及结构特点分别建立平面控制网;根据移交的点位和设计图中规定的定位条件,将建筑的纵横主轴线,向施工场区外围四周平移,形成建筑物矩形控制网,内部控制网主要用于埋件安装、空心球校正控制。外侧控制网主要用于建筑物的整体监控工作;步骤S330具体包括:根据已校准的测量控制网布置下弦球胎具,以下弦球呈正交分布的特点及横向与纵向焊接球分布的跨度数,选定球面特征点为主要控制目标,定位胎架安装完成后,将下弦球置于地面支撑胎架上,采用“全站仪+反射贴片”测量下弦球的坐标,用理论坐标同实测坐标进行比较来确定要校正空心球的方向和数值;下弦球安装完成后开始安装与之相连接的下弦杆,通过直角尺对杆件主要采取平整度及错边的校正,同一根杆件两端顶面的高差误差控制在杆件长度的1/1000,且不大于10mm,杆件与杆件之间高差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 。

[0038] 进一步地,步骤S340具体包括:“人”字拼装单元采用临时胎架作为拼装措施,上弦

球测量定位同下弦球,将全站仪架设在控制轴线上,整平对中后,显示屏可直接显示焊接球节点表面点的三维坐标,根据测量数值与设计坐标值,调整构件至设计位置进行安装;步骤S350具体包括:“人”字形单元完成后,采用门式脚手架作为操作平台,进行上弦杆补装,拼装完成后应对网架各节点的拼装起拱值和设计提供的起拱值进行测量校核。

[0039] 进一步地,步骤S400的网架提升主要包括:在地面拼装网架结构,在柱顶设置提升平台,安装提升设备及钢绞线,调试液压系统;门头桁架和网架在地面拼装完成并全面检查验收合格后,利用E2~E11和E13~E15进行网架部分预提升,即分级加载使网架整体脱离胎架约100mm,再次进行全面检查,确认无异常情况后,提升器机械锁紧,静置约12小时;进行全面检查,测量网架变形及立柱基础沉降情况,确认一切正常后,将网架提升至至于大门桁架上弦标高一致位置,进行网架与桁架的空中连接补杆;完成大门桁架与网架的连接后,拆除E13~E15提升塔架及吊点,连接E1、E12提升器并分级加载至受力状态;全面检查系统运行正常后,利用E1~E12进行二次提升,将网架提升至设计位置,再进行网架嵌补杆件的安装;网架嵌补杆件安装完成,验收合格后,提升器卸载,拆除提升设备及临时措施结构,提升作业结束。

[0040] 进一步地,提升过程中要对网架结构、提升设施、提升设备系统全程观察和监测,确认符合模拟工况计算和设计条件,保证提升过程的安全,主要控制点有以下几点:提升过程要分级加载,依次为20%、40%、60%、80%、90%、95%、100%,在分级加载过程中,每一步分级加载完毕,均应暂停并检查上吊点、下吊点结构、网架结构加载前后的稳定性和变形情况;姿态检测调整,用全站仪测量各吊点的离地距离,计算出各吊点相对高差。通过液压提升系统设备调整各吊点高度,使结构达到水平姿态;提升速度,整体提升施工过程中,影响构件提升速度的因素主要有液压油管的长度及泵站的配置数量,整体提升约度约10米/小时;提升过程的微调,网架在提升过程中,因为空中姿态调整和杆件对口等需要进行高度微调,在微调开始前,将计算机同步控制系统由自动模式切换成手动模式。

[0041] 进一步地,步骤S600中具体包括钢网架在涂装施工前,球、杆表面应进行喷砂除锈处理,除锈等级应达Sa2.5,其质量要求应符合现行国家标准《涂装前钢材表面处理规范》(SY/T 0407-2012)的规定,表面粗糙度达到60 μ m。杆件出厂前不需要涂漆的部位为:工地焊接部位及两侧100mm,且要满足超声波探测要求的范围;对于无防火涂料的构件在制作厂内完成底漆、中间漆、面漆涂装,对于运输及施工中损坏的防腐涂装区域,应手工打磨后补足油漆。

[0042] 进一步地,钢结构构件因运输过程和现场安装原因,会造成构件涂层破损,需视损伤程度的不同采取相应的修补方式;对拼装焊接的部位,必须清除焊接的部位铁锈和污渍,必须清除焊渣,进行表面处理。

[0043] 本发明具有如下优点:

[0044] 1、经济效益分析:本工法利用建筑本体砼柱作为网架整体提升支点,对比传统施工方法节省了搭设脚手架的人工和物资成本,减少了临时提升平台塔架的措施工投入;从施工安全和质量角度来看本工法最大限度的减少了高空作业量,作业人员的安全施工得到了保证,网架安装质量进一步提高。项目通过科学管理、精细化的施工组织,可取得良好的经济效益;

[0045] 2、社会效益分析:伴随着经济的不断发展,城市建设的不断进步,造型各异的大跨

度球形网架结构不断增多;屋盖网架系统液压同步整体提升技术已逐渐成为发展趋势,如何根据建筑结构的实际情况优化改良提升技术,保证施工质量、进度、安全,从而确定最佳的施工方案是本工法值得借鉴之处。

附图说明

[0046] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述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示例性的,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,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0047] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。

[0048] 图1为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的流程图。

[0049] 图2为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的网架外形结构图。

[0050] 图3为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的网架提升吊点布置图。

[0051] 图4为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的平台预埋件立体图。

[0052] 图5为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的平面控制网布设图。

[0053] 图6为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的钢管与空心球对接图。

[0054] 图7为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的钢管贯穿焊接球结构图。

[0055] 图8为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的网架焊接顺序图。

[0056] 图9为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的门头桁架与网架断面图。

[0057] 图10为本发明一些实施例提供的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法的同步控制原理图。

具体实施方式

[0058] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效,显然,所描述的实施例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。

[0059] 如图1至图10所示,在一些实施例的一种大跨度焊接球网架地面拼装整体提升工法,包括以下步骤:步骤S100、采用TEKLA软件搭建网架系统空间模型,将屋盖体系投射到地面确定各节点空间坐标,据网架结构形式、提升荷载要求确定提升点位置;设计柱头预埋件、临时提升平台措施工装,并采用Sap2000有限元软件进行结构应力分析校核;最后生成生成网架及临时提升平台的零部件加工详图,用于指导下料和现场施工;步骤S200、在建筑结构砼柱的施工时,在柱头安装临时提升平台预埋件,与柱身砼浇筑一并完成;步骤S300、按深化设计的空间坐标在地面完成网架拼装、焊接、测量、检测工作;步骤S400、在结构砼柱上安装提升平台及提升设备,采用TLC-1.3型计算机控制系统液压同步控制系统,以液压提升器作为提升机具,柔性钢绞线作为承重索具实现屋盖网架系统的同步提升;步骤S500、提升至设计标高后锁定提升器,在空中进行后补杆件的拼装,最终完成网架的安装;步骤S600、进行防腐、防火涂料喷涂。

[0060] 上述工法的主要特点为:最大限度的利用既有建筑结构作为网架提升支点,采取必要的加固措施保证支撑体系的稳定,从而减少提升辅助设施的投入;网架系统中95%焊接球、杆件的拼装、焊接、检验、防腐、防火涂料工作在地面完成,具有节点定位准确、拼装精度高、焊接变形小、焊接质量好、施工安全性好等优点;采用液压同步控制系统,由计算机、动力源模块、测量反馈模块、传感模块和相应的配套软件组成,通过CAN串行通信协议组建局域网。;是建立在反馈原理基础之上的闭环控制系统,通过高精度传感器不断采集设备的压力和位移信息,从而确保网架提升的稳定性;对于较大体量的同类型网架结构,提升工艺装备可以循环使用,降低了施工成本。

[0061] 本工法适用于同类型大跨度焊接球形网架屋盖系统的安装,如机库、航站楼、会展中心、体育场馆等。

[0062] 如图3和图4所示,在砼柱临时提升平台预埋件安装过程中,由于屋盖系统采用的是三边支撑的双层斜放四角锥焊接空心球网架;一边为大门桁架采用两榀三层伸臂球管网架,均为下弦支撑,根据该网架结构特点就将在E1~E12砼柱浇筑时安装临时提升平台预埋件,为安装临时提升平台做准备。

[0063] 在一些可选的实施例中,步骤S300具体包括:步骤S310、进行球、杆进场验收;步骤S320、进行测量控制网布设;步骤S330、进行下弦球、杆拼装;步骤S340、进行“人”字腹杆拼装;步骤S350、进行上弦杆拼装;步骤S360、进行几何尺寸检查;步骤S370、进行整体焊接及焊缝检测;步骤S380、进行空间尺寸复测。

[0064] 在一些可选的实施例中,步骤S400具体包括:步骤S410、安装临时提升平台、网架中部塔架及提升设备;步骤S420、进行提升下吊点安装;步骤S430、进行砼独立柱支撑体系加固;步骤S440、进行提升设备调试;步骤S450、进行预提升以及网架一次提升;步骤S460、拆除网架中部临时提升塔架及设备;步骤S470、连接门头桁架提升设备;步骤S480、整体二次提升;步骤S490、测量砼柱基础沉降、网架变形量。

[0065] 在一些可选的实施例中,步骤S500具体包括:步骤S510、进行空中补杆;步骤S520、进行补杆焊接;步骤S530、进行焊缝检测;步骤S540、提升系统拆除。

[0066] 如图5所示,在一些可选的实施例中,步骤S310中的进行球、杆原材料进场验收包括根据建筑物轴线控制点,结合已计算好的控制网坐标数据进行钢结构平面控制网的测放,按工程施工要求及结构特点分别建立平面控制网;拼装所需焊材、测量设备均应有合格

证和计量检定证书。

[0067] 在一些可选的实施例中,为保证放样精度和效率,控制网测设遵循“先整体,后局部”、“先内部,后外部”的二次布网原则,步骤S320具体包括:根据建筑物轴线控制点,结合已计算好的控制网坐标数据进行钢结构平面控制网的测放,按工程施工要求及结构特点分别建立平面控制网;根据移交的点位和设计图中规定的定位条件,将建筑的纵横主轴线,向施工场区外围四周平移,形成建筑物矩形控制网,内部控制网主要用于埋件安装、空心球校正控制。外侧控制网主要用于建筑物的整体监控工作;步骤S330具体包括:根据已校准的测量控制网布置下弦球胎具,以下弦球呈正交分布的特点及横向与纵向焊接球分布的跨度数,选定球面特征点为主要控制目标,定位胎架安装完成后,将下弦球置于地面支撑胎架上,采用“全站仪+反射贴片”测量下弦球的坐标,用理论坐标同实测坐标进行比较来确定要校正空心球的方向和数值;下弦球安装完成后开始安装与之相连接的下弦杆,通过直角尺对杆件主要采取平整度及错边的校正,同一根杆件两端顶面的高差误差控制在杆件长度的1/1000,且不大于10mm,杆件与杆件之间高差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 。

[0068] 在一些可选的实施例中,步骤S340具体包括:“人”字拼装单元采用临时胎架作为拼装措施,上弦球测量定位同下弦球,将全站仪架设在控制轴线上,整平对中后,显示屏可直接显示焊接球节点表面点的三维坐标,根据测量数值与设计坐标值,调整构件至设计位置进行安装,标准“人”形拼装单元为“一球两杆”单元,即上弦球加两个腹杆;步骤S350具体包括:“人”字形单元完成后,采用门式脚手架作为操作平台,进行上弦杆补装,拼装完成后应对网架各节点的拼装起拱值和设计提供的起拱值进行测量校核;进一步地,还包括从门头桁架开始以按轴线为单元依次拼装,直至拼装完成。

[0069] 在一些可选的实施例中,还包括屋盖钢网架及大门桁架焊接:

[0070] 1、焊接作业内容:如图6和图7所示,钢结构现场焊接主要包括:焊接球钢管焊接、钢管柱柱顶与支座的焊接节点对接形式及坡口(球杆焊接节点样表参见下表);其中网架吊车节点连接处的钢管与空心球的连接焊缝,空心球的对接焊接焊缝均为一级焊缝,支座处的所有连接焊缝均为一级焊缝;其余网架及钢构件的对接焊缝均为二级焊缝,一般角焊缝为三级焊缝。

结构分类	焊缝部位	焊接形式	板厚 (mm)
[0071] 屋顶网架	球与钢管 焊接节点	全位置焊接	10、12、14、16、18、 20、25、30、35
	钢管与钢管 相贯节点	全位置焊接	4、16、16、18、20、 30

[0072] 2、焊接原则及顺序:依据整体施工顺序,前两榀构件定位安装就位完成后,即可开始焊接工作;如图8所示,水平方向:从中心向四周扩散焊接节点,垂直方向:先焊接下层网架节点,然后逐层焊接上层节点;采用安装一个单元就完成一个单元的方法进行焊接施工,主要采用手工电弧焊、CO₂气体保护半自动焊两种方法;焊接施工按照先下层后上层、由中间向四周、先区域后整体的顺序,便于逐区调整校正,最终合拢,保证在焊接过程中因温度变化引起局部应变,减少安装过程中的累积误差;圆管杆件直径及壁厚,焊接选用两名焊工

同时进行施焊,焊接顺序参见。

[0073] 网架地面拼装完成后的检验:为确保结构安全,在地面完成钢网架拼装后,整体提升施工作业前将按照设计要求及相关规范进行结构检验及验收。使用全站仪测量各主要节点坐标数值,保证安装精度;通过超声波检测全面检验网架焊接质量。

[0074] 进一步地,整体提升包括:

[0075] 1、提升平台吊点布置:网架提升平台吊点的布置是机库结构形式、提升荷载等施工要求确定的,并采用Sap2000有限元软件进行结构应力分析校核临时提升平台、下吊点等措施施工装;提升吊点布置参见(网架提升吊点布置图3)由于屋盖网架的结构特点是下弦中心标高为+21m,大门桁架下弦中心标高+18m,大门桁架与网架下弦标高相差3m(门头桁架与网架断面图参见图9),因此大门桁架和屋盖网架在地面拼装是分别进行的;桁架与网架的连接需要通过将网架结构一次提升3m与桁架下弦中心标高一致后,在空中拼装焊接成整体,所以一次提升时需在桁架内侧网架区域设置三个临时提升塔架E13~E15。

[0076] 2、临时提升吊点及平台的安装:在网架拼装的同时可进行提升下吊点的安装、柱头临时提升平台、E13~E15一次提升塔架的安装。

[0077] 3、液压同步提升设备的安装及调试:

[0078] (1)提升器总体配置原则:满足钢结构液压提升力的要求,尽量使每台液压设备受载均匀;尽量保证每台液压泵站驱动的液压设备数量相等,提高液压泵站的利用率;在总体布置时,要认真考虑系统的安全性和可靠性,降低工程风险。

[0079] (2)提升器分配:根据结构受力情况配置提升设备,主要配置TLJ-600、TLJ-2000型液压提升器,额定提升能力为60t和200t,可配置4根或12根钢绞线,钢绞线规格为1×7-17.8mm;根据《重型结构和设备整体提升技术规范》规定,提升器安全系数为1.25,钢绞线安全系数为2.0;设备配置需满足提升要求;各吊点提升器分配表如下)。

吊点编号	吊点反力	提升器配置	钢绞线配置	提升器安全系数	钢绞线安全系数
E1	1175	TLJ-2000	12	1.70	3.63
E2	203	TLJ-600	2	9.85	3.50
E3	200	TLJ-600	2	10.00	3.55
E4	91	TLJ-600	2	21.98	7.80
E5	130	TLJ-600	2	15.38	5.46
E6	245	TLJ-600	2	8.16	2.90
E7	253	TLJ-600	2	7.91	2.81
E8	131	TLJ-600	2	15.27	5.42
E9	89	TLJ-600	2	22.47	7.98
E10	195	TLJ-600	2	10.26	3.64
E11	213	TLJ-600	2	9.39	3.33
E12	1172	TLJ-2000	12	1.71	3.63
E13	419	TLJ-600	4	1.43	3.38

[0080]

吊点编号	吊点反力	提升器配置	钢绞线配置	提升器安全系数	钢绞线安全系数
E14	463	TLJ-600	4	1.29	3.06
E15	340	TLJ-600	4	1.76	4.17
合计	4097				

[0081]

[0082] (3) 提升器和导向架制作及安装:在液压提升器提升或下降过程中,其顶部必须预留长出的钢绞线,如果预留的钢绞线过多,对于提升或下降过程中钢绞线的运行及液压提升器天锚、上锚的锁定及打开有较大影响,所以每台液压提升器必须事先配置好导向架,方便其顶部预留过多钢绞线的导出顺畅,多余的钢绞线可沿提升平台自由向后、向下疏导;导向架安装于液压提升器上方,导向架的导出方向以方便安装油管、传感器和不影响钢绞线自由下坠为原则,导向架横梁离天锚高约1.5~2米,偏离液压提升器中心5~10cm为宜,提升器钢绞线外接孔与支承通孔中心对齐,钢绞线与支承通孔壁不能碰擦,提升器的液压锁方位要便于与液压泵站之间的油管装拆,提升器就位后用压板进行定位,每个提升器需用3块L形压板固定;钢绞线导向架用于提升过程中钢绞线的疏导,防止钢绞线缠绕,导向架导出方向以方便装拆油管、传感器和不影响钢绞线自由下坠为原则,导向架横梁离安全锚高约1.5~2米,钢绞线导出部分后,把钢绞线扎成捆,不致分散;地锚安装:上下吊点的垂直偏斜小于 1.5° ,用L形压板将地锚固定于提升吊具中(每个地锚用3块压板固定),留有一定空隙,使地锚可沿圆周方向自由转动,钢绞线与孔壁不能碰擦。

[0083] (4) 如图10所示,同步控制系统:TLC-1.3型计算机控制系统是由计算机、动力源模块、测量反馈模块、传感模块和相应的配套软件组成,通过CAN串行通信协议组建局域网;它是建立在反馈原理基础之上的闭环控制系统,通过高精度传感器不断采集设备的压力和位

移信息,从而确保油缸能顺利工作。

[0084] (5) 泵源系统:动力系统由泵源液压系统(为提升器提供液压动力,在各种液压阀的控制下完成相应的动作)及电气控制系统(动力控制系统、功率驱动系统、计算机控制系统等)组成。每台泵站有两个独立工作的单泵,每个单泵最多可驱动四台提升器作业。

[0085] (6) 设备调试:液压泵站检查,对液压泵站所有阀和油管的接头进行一一检查,同时使溢流阀的调压弹簧处于完全放松状态,检查油箱液位是否处于适当位置;电机旋转方向检查,分别启动大、小电机,从电机尾部看,顺时针旋转为正确;若不正确,交换动力电缆任意两根相线;检查油箱液位是否处于适当位置;电机旋转方向检查,分别启动大、小电机;油管连接检查:检查液压泵站、控制系统与液压提升器编号是否对应,油管连接使主液压缸伸、缩,锚具液压缸松、紧是否正确;锚具检查:检查安全锚位置是否正确,在未正式工作时是否能有效阻止钢绞线下落;地锚位置是否正确,锚片是否能够锁紧钢绞线。

[0086] (7) 系统检查:使用ID设置器,设置地址,检查行程和锚具传感器信号是否正确;启动液压泵站,在提升器安全锚处于正常位置、下锚紧的情况下,松开上锚,主液压缸及上锚具液压缸空载伸、缩数次,以排除系统空气。调节一定的伸缸、缩缸油压及锚具液压缸油压;调整行程传感器调节螺母,以使行程传感器在主液压缸全缩状态下的行程数值为0;检查截止阀能否截止对应的液压缸;检查比例阀在电流变化时能否加快或减慢对应主液压缸的伸缩速度。

[0087] (8) 钢绞线张拉:用适当方法使每根钢绞线处于基本相同的张紧状态;调节一定的伸缸压力(3MPa)对钢绞线整体进行预张紧。

[0088] 在一些可选的实施例中,提升原理及要点:提升原理是采用液压提升器作为提升机具,柔性钢绞线作为承重索具。液压提升器为穿芯式结构,以钢绞线作为提升索具,有着安全、可靠、承重件自身重量轻、运输安装方便、中间不必镶接等一系列独特优点。液压提升器两端的楔型锚具具有单向自锁作用。当锚具工作(紧)时,会自动锁紧钢绞线;锚具不工作(松)时,放开钢绞线,钢绞线可上下活动;提升要点是为确保结构单元及主楼结构提升过程的平稳、安全,根据网架钢结构的特性,采用“吊点油压均衡,结构姿态调整,位移同步控制,分级卸载就位”的同步提升和卸载落位控制策略,步骤S400的网架提升主要包括:在地面拼装网架结构,在柱顶设置提升平台,安装提升设备及钢绞线,调试液压系统;门头桁架和网架在地面拼装完成并全面检查验收合格后,利用E2~E11和E13~E15进行网架部分预提升,即分级加载使网架整体脱离胎架约100mm,再次进行全面检查,确认无异常情况,提升器机械锁紧,静置约12小时;进行全面检查,测量网架变形及立柱基础沉降情况,确认一切正常后,将网架提升至于大门桁架上弦标高一致位置,进行网架与桁架的空中连接补杆;完成大门桁架与网架的连接后,拆除E13~E15提升塔架及吊点,连接E1、E12提升器并分级加载至受力状态;全面检查系统运行正常后,利用E1~E12进行二次提升,将网架提升至设计位置,再进行网架嵌补杆件的安装;网架嵌补杆件安装完成,验收合格后,提升器卸载,拆除提升设备及临时措施结构,提升作业结束。

[0089] 在一些可选的实施例中,提升过程中要对网架结构、提升设施、提升设备系统全程观察和监测,确认符合模拟工况计算和设计条件,保证提升过程的安全,主要控制点有以下几点:提升过程要分级加载,依次为20%、40%、60%、80%、90%、95%、100%,在分级加载过程中,每一步分级加载完毕,均应暂停并检查上吊点、下吊点结构、网架结构加载前后的

稳定性和变形情况;姿态检测调整,用全站仪测量各吊点的离地距离,计算出各吊点相对高差。通过液压提升系统设备调整各吊点高度,使结构达到水平姿态;提升速度,整体提升施工过程中,影响构件提升速度的因素主要有液压油管的长度及泵站的配置数量,整体提升约度约10米/小时;提升过程的微调,网架在提升过程中,因为空中姿态调整和杆件对口等需要进行高度微调,在微调开始前,将计算机同步控制系统由自动模式切换成手动模式。

[0090] 在一些可选的实施例中,步骤S600中具体包括钢网架在涂装施工前,球、杆表面应进行喷砂除锈处理,除锈等级应达Sa2.5,其质量要求应符合现行国家标准《涂装前钢材表面处理规范》(SY/T 0407-2012)的规定,表面粗糙度达到60 μ m。杆件出厂前不需要涂漆的部位为:工地焊接部位及两侧100mm,且要满足超声波探测要求的范围;对于无防火涂料的构件在制作厂内完成底漆、中间漆、面漆涂装,对于运输及施工中损坏的防腐涂装区域,应手工打磨后补足油漆。

[0091] 主要材料及机具设备如下表。

序号	名称	型号	单位	数量	用途
1	汽车吊	25T	台	3	网架拼装、工艺装备装安拆
2	叉车	3T	台	1	设备、材料转运
3	直臂式高空作业车	JLG-S800	台	3	高空作业
4	CO ₂ 气体保护焊	NBC-250d	台	8	钢结构焊接
5	直流电焊机	ZX7-400	台	2	定位点焊
6	等离子相贯线切割机	LMGQ/P-C 800	台	1	杆件下料
7	全站仪	ES-500G	台	2	测量、检查
8	门式脚手架		套	160	拼装、焊接操作平台
9	直缝焊管脚手架		米	1000	搭设砼柱架体
10	钢跳板		块	300	高空操作平台
11	下弦球支撑胎具		个	240	网架拼装
12	液压同步提升器	TLJ-2000	台	2	整体提升
13	液压同步提升器	TLJ-600	台	13	整体提升
14	液压泵源系统	TL-HPS-60	套	3	整体提升
15	计算机同步控制系统	TLC1.3-32 通道	台	1	整体提升
16	柔性钢绞线	1 \times 7- Φ 17.8m m	根	56	整体提升

[0092] [0093] 在一些可选的实施例中,钢结构构件因运输过程和现场安装原因,会造成构件涂层破损,需视损伤程度的不同采取相应的修补方式;对拼装焊接的部位,必须清除焊接的部位铁锈和污渍,必须清除焊渣,进行表面处理。

[0094] 本发明具有如下优点:经济效益分析:本工法利用建筑本体砼柱作为网架整体提升支点,对比传统施工方法节省了搭设脚手架的人工和物资成本,减少了临时提升平台塔

架的措施工投入;从施工安全和质量角度来看本工法最大限度的减少了高空作业量,作业人员的安全施工得到了保证,网架安装质量进一步提高;项目通过科学管理、精细化的施工组织,可取得良好的经济效益;社会效益分析:伴随着经济的不断发展,城市建设的不断进步,造型各异的大跨度球形网架结构不断增多;屋盖网架系统液压同步整体提升技术已逐渐成为发展趋势,如何根据建筑结构的实际情况优化改良提升技术,保证施工质量、进度、安全,从而确定最佳的施工方案是本工法值得借鉴之处。

[0095] 上述实施例的安全措施为:

[0096] 1、严格执行国家颁布的《建筑安装工人安全技术操作规程》、《建筑机械使用安全技术规程》、《建筑施工现场临时用电安全技术规程》。

[0097] 2、建立健全安全管理体系,明确岗位职责,加强施工现场监督检查。

[0098] 3、特殊工种操作人员必须持证上岗,起重人员作业前必须检查吊索用具是否可靠。直臂式高空作业车必须经厂家专业培训考试合格后上岗,执行定员管理。

[0099] 4、施工现场按符合防火、防风、防雷、防触电等安全规定及安全施工要求进行布置,并完善布置各种安全标识。

[0100] 5、施工现场的临时用电采用TN-S接线形式供电,严格按照《施工现场临时用电安全技术规范》的有关规范规定执行,电气设备和电气线路必须绝缘良好,场内直埋、架设的电力线路符合规范要求。

[0101] 6、高空作业人员必须佩戴双钩安全带并配有防坠落装置,高空操作平台周围使用安全防护立网封闭,并在下方加设踢脚板,作业面搭设脚手板。施工人员要配带工具包随用随取,防止发生坠落事故。

[0102] 7、根据施工总平面图布设消防设施,保证消防管路压力符合规范要求。加强对易燃易爆物品的存放管理,划区域指定专人负责。坚持现场动火审批制度,高空焊接作业时地面必须有看火人并配备灭火器、接火盆等。

[0103] 8、严格检查提升系统安装情况,泵源与提升器油管连接、传感器与控制系统连接、电源电压、电动机旋转方向、电磁换向阀动作、锚具和钢绞线连接等。

[0104] 9、整体提升作业时,各提升吊点位置配备专人看护,使用对讲机随时与总控联络。

[0105] 10、在恶劣的气候条件下(大雨、大雪、大雾、六级以上强风)禁止提升作业。

[0106] 上述实施例的环保措施为:

[0107] 1、将施工场地和作业限制在工程建设允许的范围内,合理布置、规范围挡,做到标牌清楚、齐全,各种标识醒目,施工场地整洁文明。

[0108] 2、对施工场地道路进行硬化,并经常对施工通行道路进行洒水,防止尘土飞扬,污染周围环境。

[0109] 3、严禁在施工现场乱扔垃圾,施工中产生的工业垃圾,用袋装转运至指定垃圾存放点并及时清运。

[0110] 4、机械车辆油路及液压泵源系统的高压油管要经常检查保养,杜绝油料跑冒滴漏,浪费能源,污染空气和土地。

[0111] 应用实例:北京某机场工程中机棚标段。

[0112] 该标段由16个单位工程组成,其中有5个连体机棚,11个单体机棚,连线长达2.3公里,建筑面积120109m²。机棚大厅屋盖为三边支撑的双层斜放四角锥焊接空心球网架结构,

一边为机棚大门,机棚大门桁架采用两榀两层(或三层)伸臂球管网架。屋盖系统为下弦支承,网格尺寸 $5.0 \times 5.0\text{m}$,网架下弦标高分别为 15m 、 18m 、 21m ,网架高度分别有 4.5m 、 4.75m 、 5.65m 、 8.65m 。依据跨度分为三种类型,平面尺寸为 $95 \times 65\text{m}$ 、 $90 \times 75\text{m}$ 、 $59 \times 50\text{m}$ 。网架节点均为焊接空心球节点(部分带肋),球体直径 $\Phi 300 \sim \Phi 800$;杆件直径 $\Phi 89 \sim \Phi 400$,材质均为Q345B;网架提升质量 $105 \sim 419\text{吨}$ 。

[0113] 施工情况:该项目属于北京市重点工程,因工期紧迫多个标段同时展开施工。机棚标段于2018年11月25日开工,2019年9月25日竣工,共305日历天。该段施工区域位于工程中心地带,东侧是场道标段,西侧是外场房建和内场公路等市政工程标段。单体机棚施工场地受到极大的限制,且施工过程中存在大量的交叉作业。在制定了各工序施工方案后,随着机棚桩基砼柱完成,屋盖网架系统在棚内地面进行拼装整体提升,最后进入围护结构施工及内外部装饰装修阶段。机棚网架安装工程量占总工程量的 $1/2$ 。

[0114] 工程评价:该工程21个单体机棚屋盖网架系统均采用此施工方法按期安装完成,施工全过程处于安全、稳定、快速、优质的可控状态,无安全生产事故发生。精细化的项目管控和高水准的施工质量得到了业主和监理公司的一致好评。为社会创造良好经济效益的同时也为进入北京建筑业打下了良好的基础。

[0115] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范畴。

[0116] 本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

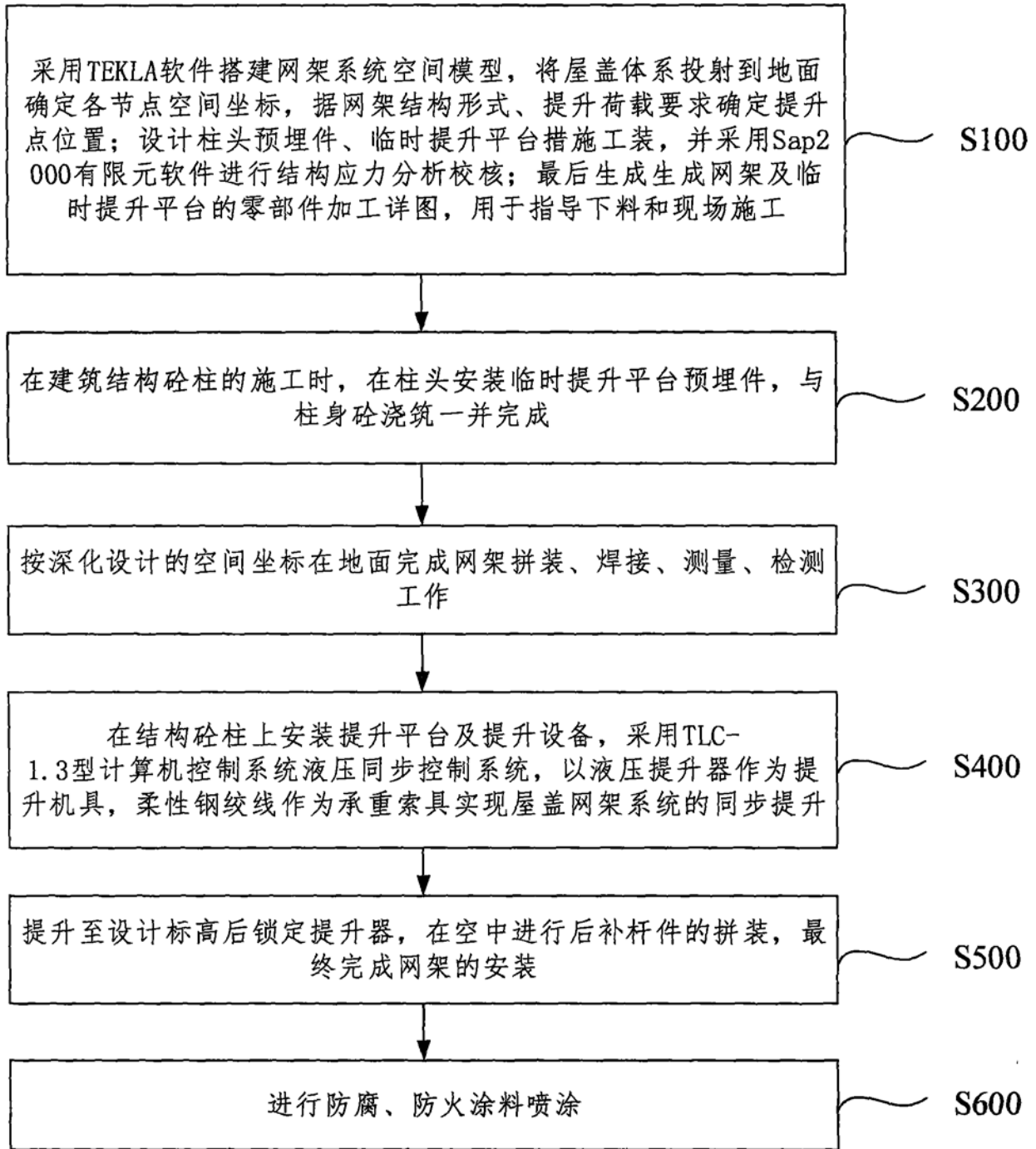


图1

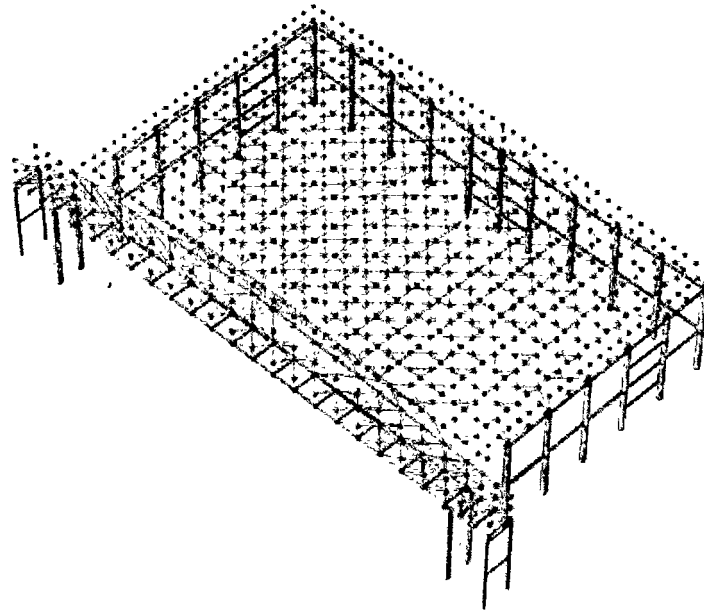


图2

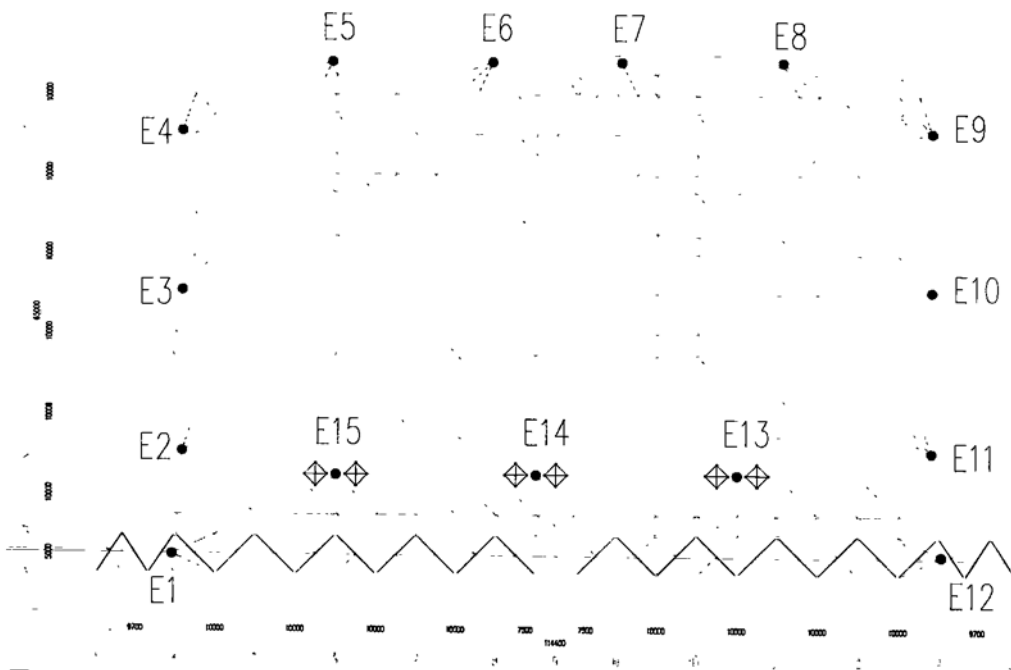


图3

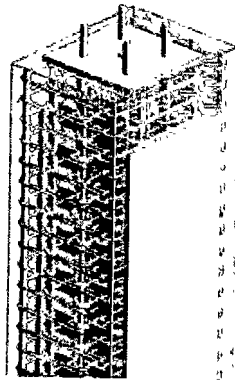


图4

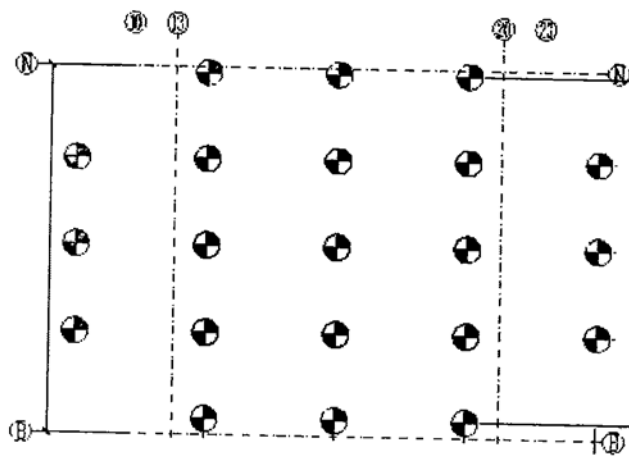


图5

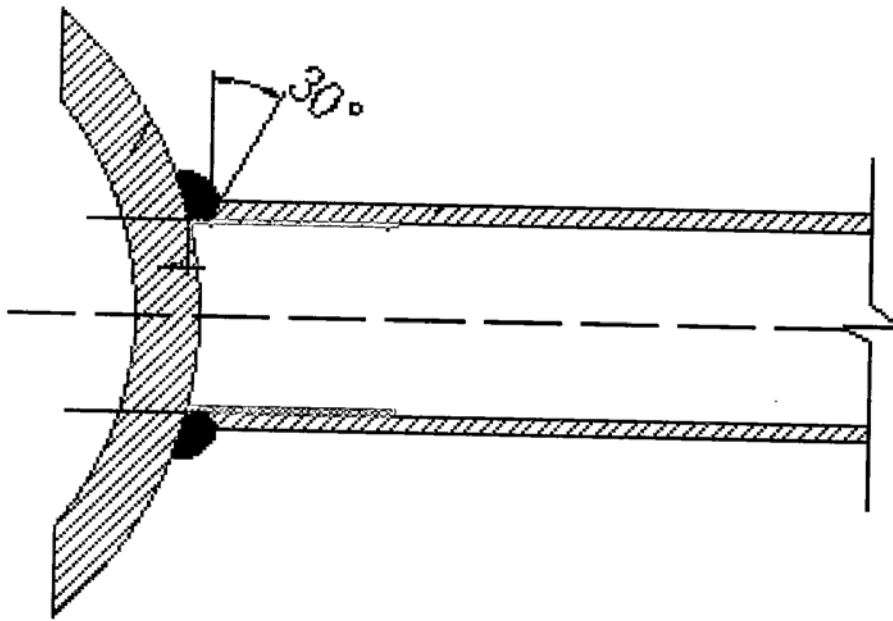


图6

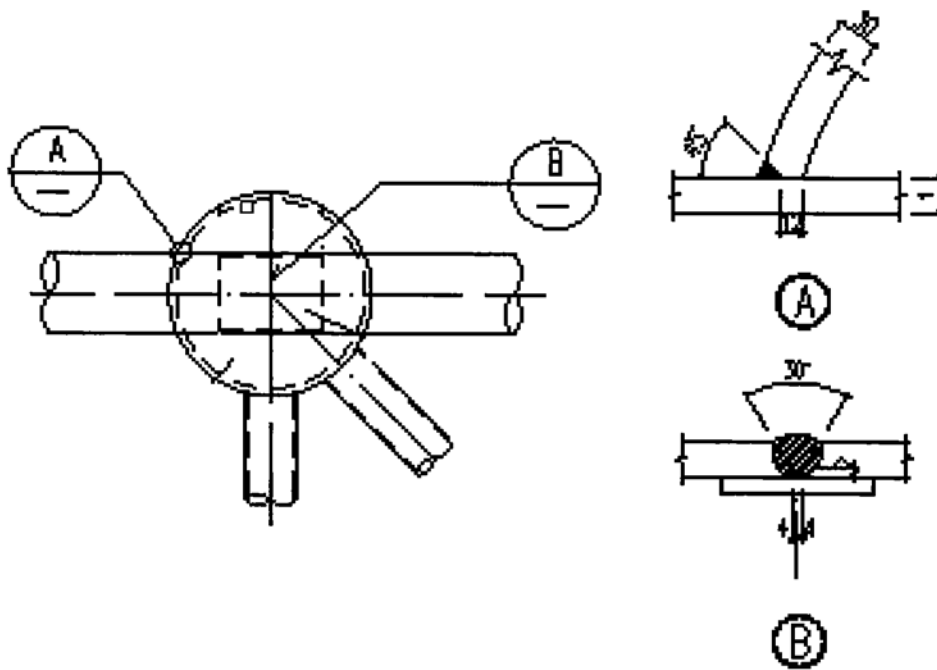


图7

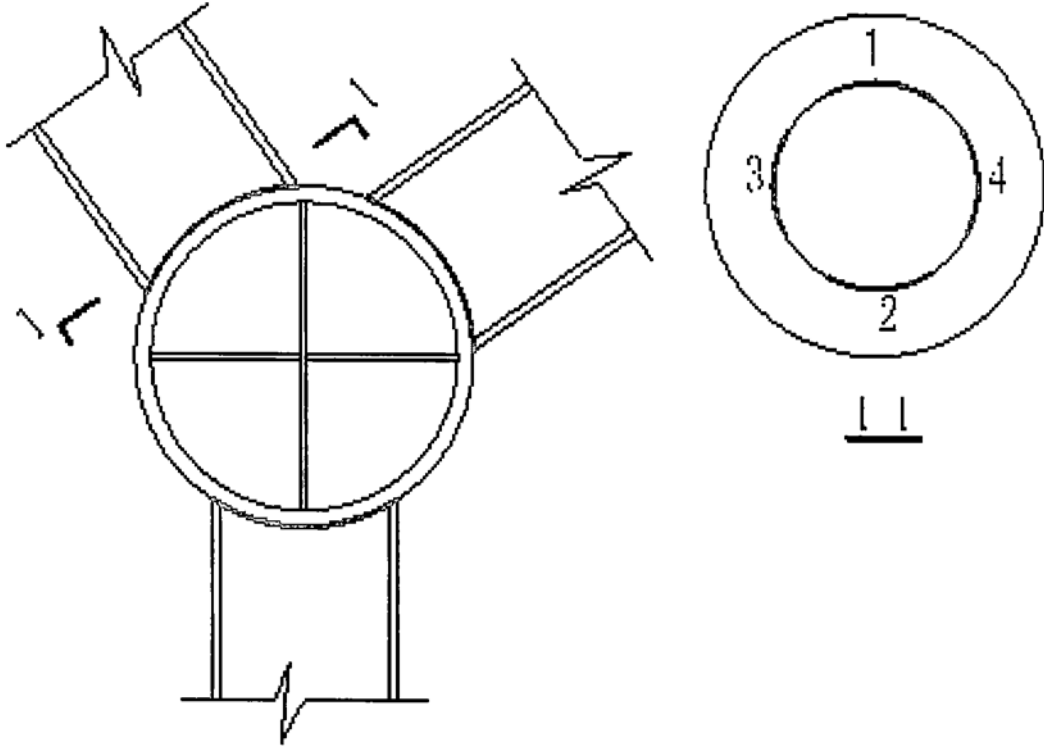


图8

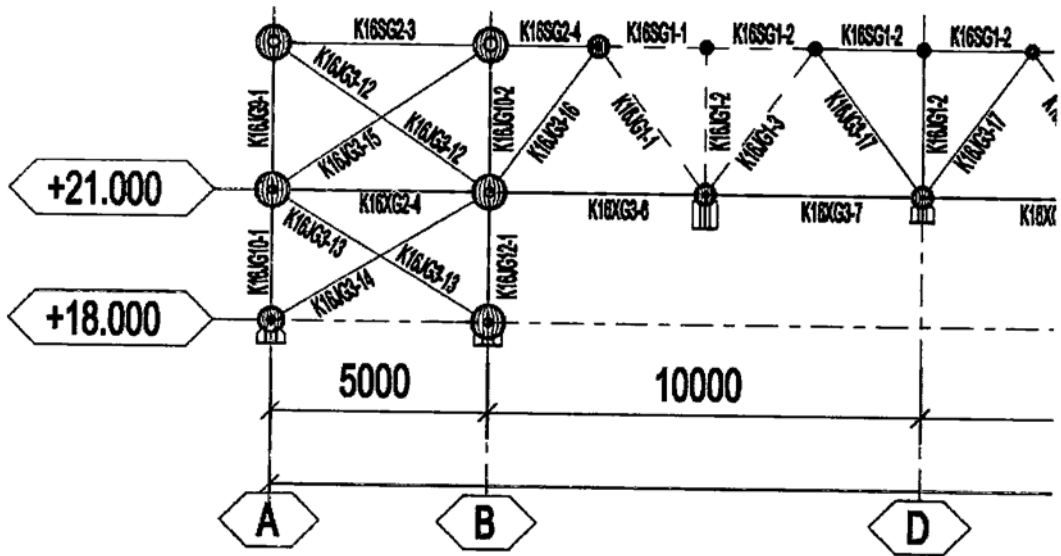


图9

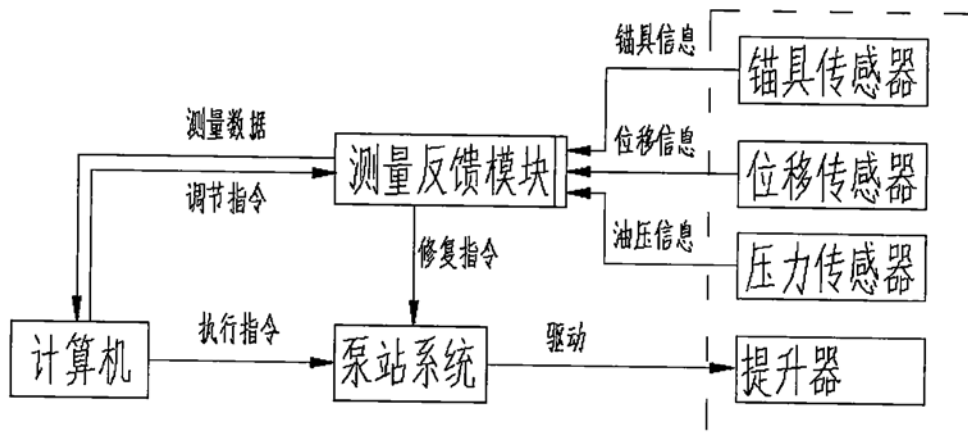


图10