



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109441127 A

(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201811476388.7

(22)申请日 2018.12.05

(71)申请人 中铁二局第三工程有限公司  
地址 610000 四川省成都市高新区蓝天路  
33号

(72)发明人 鲜小斌 章伟 郑海

(74)专利代理机构 北京国谦专利代理事务所  
(普通合伙) 11752

代理人 王亚男

(51)Int.Cl.  
E04G 21/14(2006.01)

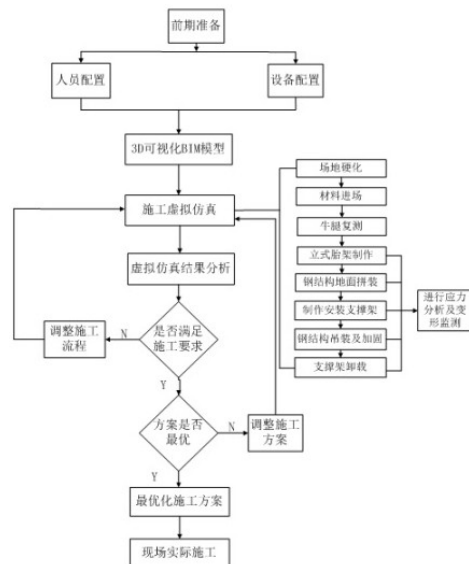
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,包括以下步骤:S1:前期准备;S2:3D可视化BIM模型;S3:施工虚拟仿真;S4:施工平面布置;S5:牛腿复测;S6:立式胎架制作及胎架拼装;S7:地面拼装;S8:支撑架制作与安装;S9:正式吊装;S10:焊接;S11:支撑架卸载;基于BIM技术虚拟施工,使得施工过程可视化,提高了现场施工的安全性;综合考虑了虚拟与实际施工中的区别,通过虚拟施工尽早发现施工中的问题,并对反应出的问题及时调整;基于3D可视化模型及施工过程动画,高效快速的完成了技术交底,使现场作业人员充分知晓施工方案,现场施工时试吊次数较传统工法明显减少,安装过程顺利,施工质量可靠,快速造价低。



CN 109441127 A

1. 一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1:前期准备,将人员和设备配置齐全,准备好施工场地;

S2:3D可视化BIM模型,运用BIM技术建立3D可视化BIM模型;

S3:施工虚拟仿真,模型建立后进行施工虚拟仿真,对虚拟仿真结果进行分析,满足施工需求时,判断方案是否是最优方案,不是最优方案时进行调整,不满足施工时进行调整,选择最优方案;

S4:施工平面布置,根据已确定的场地硬化范围,规划胎架和吊车放置位置,确保实际施工连续及钢结构起吊时有足够的工作空间并且对其他作业面无干扰,同时基于施工场地平面布置图规划材料运输车辆行进路线,确保大型机械顺利进出场;

S5:牛腿复测,在虚拟仿真施工平台规划设置全站仪以及棱镜的位置,对钢柱上的牛腿进行复测;

S6:立式胎架制作及胎架拼装,立式胎架单榀支撑架在现场焊接加工完成,然后与中间连杆组装成整体胎架,立式胎架组装根据桁架的立面形式及节点间距确定,立式胎架组装时特别注意胎架上下支撑牛腿的相对水平高度,桁架进行预起拱,在组装立式胎架是采用在支撑牛腿面上垫薄木片的方式进行预起拱;

S7:地面拼装,具体步骤如下:

a:控制胎架、支撑牛腿及钢结构零散杆件的位置,并用精密水准仪精准控制其水平位置及高程;

b:腹杆采用普通螺栓安装固定,杆件完全吻合对接后开始焊接,按照从中间向两边的顺序对称焊接以减小热应力变形,焊接完成后,用全站仪检查桁架外形尺寸,并做好记录;

S8:支撑架制作与安装,具体步骤如下:

a:基础精准定位放线及标高复测,根据复测地面标高值及桁架支撑牛腿标高值以确定支撑架的不考虑变形及起拱情况下的理论高度;

b:采用BIM技术计算支撑架预变形量及桁架起拱值然后二者叠加最终得出支撑架需增加高度值;

c:支撑架的精准就位,为保证支撑架的轴心受力及减小桁架施工变形,故在支撑架就位是地面必须水平且桁架中心线与支撑架中心线必须重合且位于节点位置,支撑架加工采用横向在地面焊接完成;

S9:正式吊装,具体步骤如下:

a:吊点位置的仿真分析,在进行大跨度平面和空间桁架结构的吊装时,确定吊装单元的吊装点;

b:现场吊装,各项准备工作准备完成且天气条件满足吊装要求后开始试吊,平衡吊点通过手动葫芦与吊车吊钩相连,然后暂停上升观察整个构件是否平衡以及吊耳钢丝绳是否能满足承载力要求,并绕汽车吊一周观察吊车是否平衡,试吊满足吊装要求后即可继续提升开始正式吊装,将桁架支撑底座提升至略高于钢柱牛腿上限位板标高位置,然后通过全站仪观测同时控制4根牵引绳以使桁架中心线与牛腿中心线对齐,同时使桁架中心线与承重支撑架中心线对齐,以确保支撑架轴心受压,端板与桁架端线对齐后缓慢下降使桁架平稳坐落于牛腿及支撑架上;

c:中间钢梁安装完毕后再次观测确认桁架水平位置及垂直度满足要求,然后连接牛腿

支座螺栓并拧紧,最后再缓慢松钩并观察桁架、支撑架及地基的变形情况,如有过大变形应立即停止松钩并将已吊装就位桁架吊回地面,再次确认支撑架及地基满足要求后将作业人员采用塔吊吊笼提升至上弦吊耳位置拆除吊装卡扣;

S10:焊接,焊接前检验构件标记并确认该构件,焊接时先焊接下翼缘再焊接上翼缘;

S11:支撑架卸载,具体步骤如下:

a:卸载前对桁架及其中间连杆进行整体结构检查验收,测量原始记录,卸载时在胎架顶部焊接一块观测板作为标记,使钢梁上翼缘板与标记钢板贴紧;

b:卸载时用气割把支撑架顶部的H型钢梁从腹板处割开,让上部结构缓慢自由下降,同时观察标记板下降量,同步监测下降幅度,确保对称支点下降幅度相同;

c:支撑架同步卸载,在中午开始卸载,从中间开始向两端切割共分10次进行切割,完成卸载后停放24小时待建筑物应力释放;

d在整个卸载过程中,对支撑架进行全程监控,确保结构荷载加载后达到设计值;

e:位移监测,在卸载过程中,每卸载一次,利用胎架顶部观测板对建筑物变形进行观测,并记录数据进行分析。

2.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S3虚拟施工过程中利用STAAD.Pro V8i软件对整个吊装过程进行应力分析,利用CINEMA 4D软件制作完成吊装过程施工模拟视频,并提前利用视频编辑软件将重点数据流程进行阐述。

3.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S5中的复测内容包括牛腿的水平位置、高程以及牛腿间的相对位置、高差。

4.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S6中立式支撑胎架组装时相邻两榀胎架的上下支撑牛腿的高差为 $4500/1000=4.5\text{mm}$ 。

5.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S9现场吊装时,吊车将构件吊起离地高度小于300mm。

6.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S10中焊接前对焊接材料进行检查;清洁现场;焊接过程中应保持层间温度;检验填充材料;打底焊缝外观;清理焊道;按认可的焊接工艺焊接;焊接后清除焊渣和飞溅物;焊缝外观;咬边;焊瘤;裂纹和弧坑;冷却速度。

7.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S11中支撑架同步卸载时中午卸载时中午温度最高,变形量最大,切割时,气割每次2~5mm。

8.根据权利要求1所述的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,其特征在于:所述步骤S11卸载过程中采用的是全站仪进行全程监控。

## 一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑钢结构施工技术领域,具体为一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法。

### 背景技术

[0002] 钢结构建筑具有强度高、自重轻、抗震性能好、地基基础费用少、建筑使用面积大、建筑品质高、适于工业化和标准化生产、不受施工季节的影响、综合造价低等优点,被称为绿色建筑的代表。钢结构的应用有了很大的发展,不论在数量上或质量上都远远超过了过去。在设计、制造和安装等技术方面都达到了较高的水平,掌握了各种复杂建筑物的设计和施工技术,在全国各地已经建造了许多规模巨大而且结构复杂的钢结构厂房、大跨度钢结构民用建筑及铁路桥梁等。

[0003] 基于建筑行业的现状,设计院在钢结构设计中存在着一个很大的问题——“可建造性”,换句话说,即设计院的钢结构施工图无法指导施工单位现场制作安装的,往往需要施工单位进行深化设计,出构件详图(用于指导加工)和构件布置图(用于指导现场定位拼装)。施工的可视化程度低,安全性较差,现场施工即是对施工方案的第一次现场实践,现场机械设备的布置及材料的放置位置可能会存在相互干扰的可能,同时由于支撑架等位置是完全基于理论确定,其精度无法保证可能为后续的施工带来不便。此外,基于传统的施工工法,吊点数量和位置的选取以及提升机具的选取等发面尚存在不足,现场施工前往往因为表现方式不直观,数据不充分,而使工作效率低,而且施工过程中的问题调整时效性较差,现场操作时试吊次数多,导致施工工期延长,安装时比较麻烦,施工的质量差,造价高。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,包括以下步骤:

S1:前期准备,将人员和设备配置齐全,准备好施工场地;

S2:3D可视化BIM模型,运用BIM技术建立3D可视化BIM模型;

S3:施工虚拟仿真,模型建立后进行施工虚拟仿真,对虚拟仿真结果进行分析,满足施工需求时,判断方案是否是最优方案,不是最优方案时进行调整,不满足施工时进行调整,选择最优方案;

S4:施工平面布置,根据已确定的场地硬化范围,规划胎架和吊车放置位置,确保实际施工连续及钢结构起吊时有足够的工作空间并且对其他作业面无干扰,同时基于施工场地平面布置图规划材料运输车辆行进路线,确保大型机械顺利进出场;

S5:牛腿复测,在虚拟仿真施工平台规划设置全站仪以及棱镜的位置,对钢柱上的牛腿进行复测;

S6: 立式胎架制作及胎架拼装, 立式胎架单榀支撑架在现场焊接加工完成, 然后与中间连杆组装成整体胎架, 立式胎架组装根据桁架的立面形式及节点间距确定, 立式胎架组装时特别注意胎架上下支撑牛腿的相对水平高度, 桁架进行预起拱, 在组装立式胎架是采用在支撑牛腿面上垫薄木片的方式进行预起拱;

S7: 地面拼装, 具体步骤如下:

a: 控制胎架、支撑牛腿及钢结构零散杆件的位置, 并用精密水准仪精准控制其水平位置及高程;

b: 腹杆采用普通螺栓安装固定, 杆件完全吻合对接后开始焊接, 按照从中间向两边的顺序对称焊接以减小热应力变形, 焊接完成后, 用全站仪检查桁架外形尺寸, 并做好记录;

S8: 支撑架制作与安装, 具体步骤如下:

a: 基础精准定位放线及标高复测, 根据复测地面标高值及桁架支撑牛腿标高值以确定支撑架的不考虑变形及起拱情况下的理论高度;

b: 采用BIM技术计算支撑架预变形量及桁架起拱值然后二者叠加最终得出支撑架需增加高度值;

c: 支撑架的精准就位, 为保证支撑架的轴心受力及减小桁架施工变形, 故在支撑架就位是地面必须水平且桁架中心线与支撑架中心线必须重合且位于节点位置, 支撑架加工采用横向在地面焊接完成;

S9: 正式吊装, 具体步骤如下:

a: 吊点位置的仿真分析, 在进行大跨度平面和空间桁架结构的吊装时, 确定吊装单元的吊装点;

b: 现场吊装, 各项准备工作准备完成且天气条件满足吊装要求后开始试吊, 平衡吊点通过手动葫芦与吊车吊钩相连, 然后暂停上升观察整个构件是否平衡以及吊耳钢丝绳是否能满足承载力要求, 并绕汽车吊一周观察吊车是否平衡, 试吊满足吊装要求后即可继续提升开始正式吊装, 将桁架支撑底座提升至略高于钢柱牛腿上限位板标高位置, 然后通过全站仪观测同时控制4根牵引绳以使桁架中心线与牛腿中心线对齐, 同时使桁架中心线与承重支撑架中心线对齐, 以确保支撑架轴心受压, 端板与桁架端线对齐后缓慢下降使桁架平稳坐落于牛腿及支撑架上;

c: 中间钢梁安装完毕后再次观测确认桁架水平位置及垂直度满足要求, 然后连接牛腿支座螺栓并拧紧, 最后再缓慢松钩并观察桁架、支撑架及地基的变形情况, 如有过大变形应立即停止松钩并将已吊装就位桁架吊回地面, 再次确认支撑架及地基满足要求后将作业人员采用塔吊吊笼提升至上弦吊耳位置拆除吊装卡扣;

S10: 焊接, 焊接前检验构件标记并确认该构件, 焊接时先焊接下翼缘再焊接上翼缘;

S11: 支撑架卸载, 具体步骤如下:

a: 卸载前对桁架及其中间连杆进行整体结构检查验收, 测量原始记录。卸载时在胎架顶部焊接一块观测板作为标记, 使钢梁上翼缘板与标记钢板贴紧;

b: 卸载时用气割把支撑架顶部的H型钢梁从腹板处割开, 让上部结构缓慢自由下降, 同时观察标记板下降量, 同步监测下降幅度, 确保对称支点下降幅度相同;

c: 支撑架同步卸载, 在中午开始卸载, 从中间开始向两端切割共分10次进行切割, 完成卸载后停放24小时待建筑物应力释放;

d在整个卸载过程中,对支撑架进行全程监控,确保结构荷载加载后达到设计值:

e:位移监测,在卸载过程中,每卸载一次,利用胎架顶部观测板对建筑物变形进行观测,并记录数据进行分析。

[0006] 优选的,所述步骤S3虚拟施工过程中利用STAAD.Pro V8i软件对整个吊装过程进行应力分析,利用CINEMA 4D软件制作完成吊装过程施工模拟视频,并提前利用视频编辑软件将重点数据流程进行阐述。

[0007] 优选的,所述步骤S5中的复测内容包括牛腿的水平位置、高程以及牛腿间的相对位置、高差。

[0008] 优选的,所述步骤S6中立式支撑胎架组装时相临两榀胎架的上下支撑牛腿的高差为 $4500/1000=4.5\text{mm}$ 。

[0009] 优选的,所述步骤S9现场吊装时,吊车将构件吊起离地高度小于300mm。

[0010] 优选的,所述步骤S10中焊接前对焊接材料进行检查;清洁现场;焊接过程中应保持层间温度;检验填充材料;打底焊缝外观;清理焊道;按认可的焊接工艺焊接;焊接后清除焊渣和飞溅物;焊缝外观;咬边;焊瘤;裂纹和弧坑;冷却速度。

[0011] 优选的,所述步骤S11中支撑架同步卸载时中午卸载时中午温度最高,变形量最大,切割时,气割每次2~5mm。

[0012] 优选的,所述步骤S11卸载过程中采用的是全站仪进行全程监控。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

- 1、基于BIM技术虚拟施工,使得施工过程可视化,提高了现场施工的安全性;
- 2、综合考虑了虚拟与实际施工中的区别,通过虚拟施工尽早发现施工中的问题,并对反应出的问题及时调整;
- 3、基于3D可视化模型及施工过程动画,高效快速的完成了技术交底,使现场作业人员充分知晓施工方案,现场施工时试吊次数较传统工法明显减少,安装过程顺利,施工质量可靠,施工方便、快速造价低。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明的一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0015] 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,显然,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。

[0016] 请参阅图1,本发明提供一种技术方案:一种大跨悬挑钢结构虚拟仿真现场安装施工方法,包括以下步骤:

- S1:前期准备,将人员和设备配置齐全,准备好施工场地;
- S2:3D可视化BIM模型,运用BIM技术建立3D可视化BIM模型;
- S3:施工虚拟仿真,模型建立后进行施工虚拟仿真,对虚拟仿真结果进行分析,满足施工需求时,判断方案是否是最优方案,不是最优方案时进行调整,不满足施工时进行调整,

选择最优方案；

S4:施工平面布置,根据已确定的场地硬化范围,规划胎架和吊车放置位置,确保实际施工连续及钢结构起吊时有足够的工作空间并且对其他作业面无干扰,同时基于施工场地平面布置图规划材料运输车辆行进路线,确保大型机械顺利进出场;

S5:牛腿复测,在虚拟仿真施工平台规划设置全站仪以及棱镜的位置,对钢柱上的牛腿进行复测;

S6:立式胎架制作及胎架拼装,立式胎架单榀支撑架在现场焊接加工完成,然后与中间连杆组装成整体胎架,立式胎架组装根据桁架的立面形式及节点间距确定,立式胎架组装时特别注意胎架上下支撑牛腿的相对水平高度,桁架进行预起拱,在组装立式胎架是采用在支撑牛腿面上垫薄木片的方式进行预起拱;

S7:地面拼装,具体步骤如下:

a:控制胎架、支撑牛腿及钢结构零散杆件的位置,并用精密水准仪精准控制其水平位置及高程;

b:腹杆采用普通螺栓安装固定,杆件完全吻合对接后开始焊接,按照从中间向两边的顺序对称焊接以减小热应力变形,焊接完成后,用全站仪检查桁架外形尺寸,并做好记录;

S8:支撑架制作与安装,具体步骤如下:

a:基础精准定位放线及标高复测,根据复测地面标高值及桁架支撑牛腿标高值以确定支撑架的不考虑变形及起拱情况下的理论高度;

b:采用BIM技术计算支撑架预变形量及桁架起拱值然后二者叠加最终得出支撑架需增加高度值;

c:支撑架的精准就位,为保证支撑架的轴心受力及减小桁架施工变形,故在支撑架就位是地面必须水平且桁架中心线与支撑架中心线必须重合且位于节点位置,支撑架加工采用横向在地面焊接完成;

S9:正式吊装,具体步骤如下:

a:吊点位置的仿真分析,在进行大跨度平面和空间桁架结构的吊装时,确定吊装单元的吊装点;

b:现场吊装,各项准备工作准备完成且天气条件满足吊装要求后开始试吊,平衡吊点通过手动葫芦与吊车吊钩相连,然后暂停上升观察整个构件是否平衡以及吊耳钢丝绳是否能满足承载力要求,并绕汽车吊一周观察吊车是否平衡,试吊满足吊装要求后即可继续提升开始正式吊装,将桁架支撑底座提升至略高于钢柱牛腿上限位板标高位置,然后通过全站仪观测同时控制4根牵引绳以使桁架中心线与牛腿中心线对齐,同时使桁架中心线与承重支撑架中心线对齐,以确保支撑架轴心受压,端板与桁架端线对齐后缓慢下降使桁架平稳坐落于牛腿及支撑架上;

c:中间钢梁安装完毕后再次观测确认桁架水平位置及垂直度满足要求,然后连接牛腿支座螺栓并拧紧,最后再缓慢松钩并观察桁架、支撑架及地基的变形情况,如有过大变形应立即停止松钩并将已吊装就位桁架吊回地面,再次确认支撑架及地基满足要求后将作业人员采用塔吊吊笼提升至上弦吊耳位置拆除吊装卡扣;

S10:焊接,焊接前检验构件标记并确认该构件,焊接时先焊接下翼缘再焊接上翼缘;

S11:支撑架卸载,具体步骤如下:

a: 卸载前对桁架及其中间连杆进行整体结构检查验收, 测量原始记录。卸载时在胎架顶部焊接一块观测板作为标记, 使钢梁上翼缘板与标记钢板贴紧;

b: 卸载时用气割把支撑架顶部的H型钢梁从腹板处割开, 让上部结构缓慢自由下降, 同时观察标记板下降量, 同步监测下降幅度, 确保对称支点下降幅度相同;

c: 支撑架同步卸载, 在中午开始卸载, 从中间开始向两端切割共分10次进行切割, 完成卸载后停放24小时待建筑物应力释放;

d: 在整个卸载过程中, 对支撑架进行全程监控, 确保结构荷载加载后达到设计值;

e: 位移监测, 在卸载过程中, 每卸载一次, 利用胎架顶部观测板对建筑物变形进行观测, 并记录数据进行分析。

[0017] 所述步骤S3虚拟施工过程中利用STAAD.Pro V8i软件对整个吊装过程进行应力分析, 利用CINEMA 4D软件制作完成吊装过程施工模拟视频, 并提前利用视频编辑软件将重点数据流程进行阐述, 所述步骤S5中的复测内容包括牛腿的水平位置、高程以及牛腿间的相对位置、高差, 所述步骤S6中立式支撑胎架组装时相临两榀胎架的上下支撑牛腿的高差为 $4500/1000=4.5\text{mm}$ , 所述步骤S9现场吊装时, 吊车将构件吊起离地高度小于300mm, 所述步骤S10中焊接前对焊接材料进行检查; 清洁现场; 焊接过程中应保持层间温度; 检验填充材料; 打底焊缝外观; 清理焊道; 按认可的焊接工艺焊接; 焊接后清除焊渣和飞溅物; 焊缝外观; 咬边; 焊瘤; 裂纹和弧坑; 冷却速度, 所述步骤S11中支撑架同步卸载时中午卸载时中午温度最高, 变形量最大, 切割时, 气割每次2~5mm, 所述步骤S11卸载过程中采用的是全站仪进行全程监控。

[0018] 综上所述: 本发明通过BIM技术, 将钢结构构件模型化, 与数控制造相结合, 实现从模型到构件全过程数字化、精细化, 减少施工过程中的浪费。同时, 在构件出厂之时即贴上“二维码”, 依托“二维码”将模型与实际构件进行了数据对接, 能有效地管控构件在运输、安装过程中的数据信息。在钢构件的吊装阶段, 使用BIM技术进行施工模拟, 能更加准确地进行构件定位。使用BIM技术能真正实现“深化设计、工厂加工、材料采购、现场吊装”全流程的信息化管理, 确保工程施工的安全、质量、工期、环保等各项目标。

[0019] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例, 对于本领域的普通技术人员而言, 可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型, 本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。



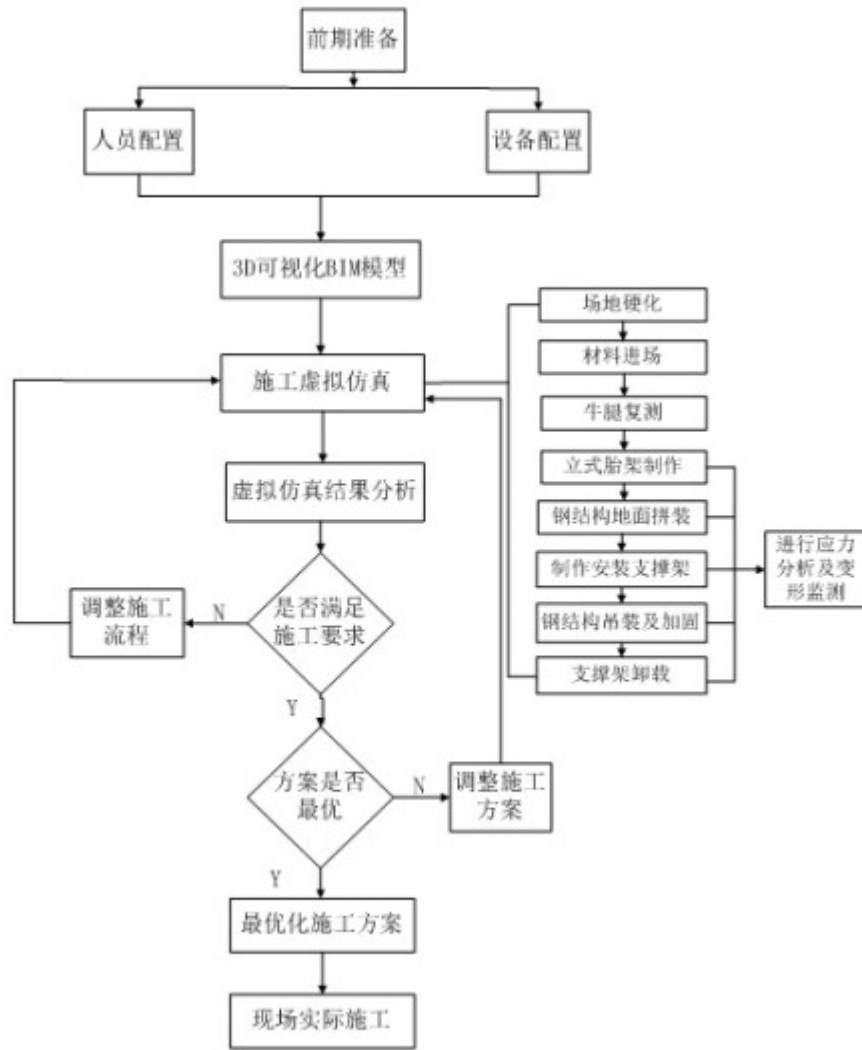


图1