



(21) 申请号 202211585510.0

(22) 申请日 2022.12.09

(71) 申请人 中铁十局集团第四工程有限公司  
地址 210046 江苏省南京市栖霞区紫东路2号

申请人 中铁十局集团有限公司

(72) 发明人 王憬 赵世杰 许岩 王勇  
杨学臻 陈辉 张延军 范岩亭  
郝国翔 李岩

(74) 专利代理机构 广州天河万研知识产权代理  
事务所(普通合伙) 44418  
专利代理师 刘茂龙

(51) Int.Cl.  
E01D 21/08 (2006.01)

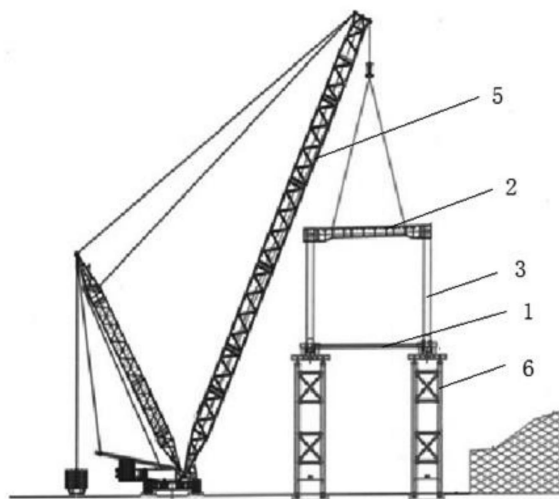
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法

(57) 摘要

本发明公开一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,采用先平行于铁路方向搭设支架平台拼装完成全部钢结构,然后分段依次浇筑、张拉混凝土梁节段钢束,再拆除支架、安装临时钢支撑进行转体施工;使用本发明实现了上层巨型钢桁腹-板桁组合结构安全高效的吊装安装施工,从而顺利实现了整个上跨铁路的连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁的施工;同时,通过将现浇支架模板与上层钢桁梁结构进行拉结连接,充分发挥了上层钢桁梁在下层混凝土梁浇筑过程中的反梁支撑作用。



1. 一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,其特征在于:所述双层组合转体桥梁的逆作施工流程包括以下步骤:

(1) 在平行于既有铁路方向一侧施工场地上,先进行钻孔桩施工、桥墩基础的基坑防护工程、桥梁桩基及下承台、基础基坑至承台顶回填施工,安装转体系统,浇筑主墩上承台并施工桥墩盖梁,同时施工边墩的基础和桥墩及盖梁;

(2) 平整施工场地,支架基础及材料存放场地硬化;施工前期场地整体硬化;履带吊车走行基础加固;钢桁梁临时支撑扩大基础施工,现浇梁盘扣支架基础施工;

(3) 钢桁梁支架对应钢桁节点设置临时支墩,主墩向两侧分为6排临时支撑支墩,每排3组支墩;由主墩向两侧边墩按排从小到大编号1-6号,1、2、3、5号节点支墩分别采用4根钢管组合连接拼装而成,4、6号节点支墩采用2根钢管混凝土支墩,总计布置24组钢管临时支墩,12组钢管混凝土支墩;钢管混凝土支墩顶端柱头采用钢板焊接封口,柱头上部设置砂桶,横梁采用钢板焊制,最后拆除的6号支墩需要采用4台千斤顶落梁,钢管上部结构为横梁,横梁上部设置三拼56工字钢和厚垫板;

(4) 双层组合转体桥梁上层钢桁梁的具体吊装顺序及步骤如下:

1) 安装第一联整个下平联:第一台进场的履带吊先安装靠既有线路段的主墩与1号节点支墩位置的下平联,然后第二台履带吊进场,两台履带吊同时由中间往两侧安装下平联,下平联为临时杆件采用型钢杆件,需在混凝土节段浇筑前拆除;

2) 安装第一联上弦杆和主桁斜杆:先安装主墩与1号节点支墩上弦杆和对应的主桁斜杆,然后两台履带吊同时由中间往两侧安装剩余部分的上弦杆和主桁斜杆;

3) 安装第一联上平纵联和桥面板:主墩与1号节点支墩之间的上弦杆和主桁斜杆安装好以后,开始安装对应的上平纵联以及对应的桥面板,同样由中间往两侧进行构件的安装;

4) 安装第二联下弦杆、上弦杆、斜杆、上平纵联和桥面板:安装顺序同样由中间往两侧进行构件的安装;

(5) 搭设现浇满堂支架,从中间向两侧分段浇注、张拉下层混凝土梁体;

(6) 主墩临时固结:临时支座和临时锚固设于主墩顶,临时支座设置在桥墩上,厚度为梁体底到盖梁顶距离0.8m;每个临时支座在墩顶与现浇梁内埋入钢筋,临时支座的材料采用C60混凝土;主桥转体完成后,待两端支座安装完成方可拆除主墩临时固结,拆除采用绳锯切割;

(7) 施工下层外侧检修通道栏杆;施工上、下层外侧防撞护栏及防抛网;

(8) 多点、分级对支架进行卸载;

(9) 安装主墩旁临时钢支撑;

(10) 拆除全部现浇支架;

(11) 转体施工:将转体梁段转体至成桥位置,并完成锁定;并施工转体系统后浇段;

(12) 转体就位并锁定后,在边墩下层盖梁顶面布置千斤顶,对主梁每侧梁端进行顶升,按顶升力和顶升位移量进行双控;

(13) 安装边墩支座,移除顶升千斤顶,完成体系转换;

(14) 拆除转体临时辅助设施,解除墩梁临时固结措施,安装主墩支座;

(15) 结合相邻联的施工进度,施工边墩上层墩柱和盖梁、全桥附属工程,最后竣工验收并通车。

2. 根据权利要求1所述的一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,其特征在于:在搭设现浇满堂支架后浇注下层混凝土梁之前,可以采用钢拉杆装置,将现浇支架模板与上层钢桁梁结构进行拉结连接。

3. 根据权利要求2所述的一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,其特征在于:所述钢拉杆装置在上层钢桁梁结构的下弦杆上均匀布置,布置间隔可设置为水平间距1.2-1.5米。

4. 根据权利要求1所述的一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,其特征在于:拆除临时支撑过程中,先拆除1、3、5号位置临时支撑,再拆除2、4号位置临时支撑;再安装主墩旁临时钢支撑;再拆除6号临时支撑。

## 一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及转体桥梁建造施工技术领域,尤其涉及一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法。

### 背景技术

[0002] 桥梁平面转体施工技术是近年出现的一种桥梁建造新工艺,由于其转体施工是靠结构自身旋转就位,对桥下既有交通路线的正常行车产生的影响很小,所以在跨越既有铁路情况下的公路桥梁建设中频繁被采用;但目前国内外已建造或正在建造的跨铁平面转体桥梁,均为T型单层转体桥梁结构;为减少征地拆迁、节省土地及桥梁建造成本,针对本项目新设计的上跨铁路的连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁结构新方案,采用什么样的建造施工新技术,尤其是临近既有铁路线路附近一侧施工场地严重受限的情况下,如何设计该转体桥梁的搭建施工方案,是摆在所有桥梁建设项目组人员面前亟需解决的问题。

[0003] 在地面上修建桥梁,通常都是由基础、低层往高层方向依次施工的,在搭建过程中下层结构也往往会作为上层结构施工的支撑平台;但针对上跨铁路的连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁结构新方案时,尤其在临近既有铁路一侧无法提供吊车装置的行车场地情况下,如果先浇筑下层T型混凝土桥梁桥面,上层靠近既有铁路一侧的钢桁架及钢桥面板吊装施工将变得非常困难,现有的履带吊车装置技术水平将难以实现过大水平距离的吊装施工。

### 发明内容

[0004] 为克服上述技术难题,本发明提供一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁逆作施工方法,采用先平行于铁路方向搭设支架平台拼装完成全部钢结构,然后分段依次浇筑、张拉混凝土梁节段钢束,再拆除支架、安装临时钢支撑进行转体施工。

[0005] 一种连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁:采用T型长悬臂连续钢桁腹-板桁组合结构,整幅布置;下层采用肋板式混凝土梁,上层采用钢桁梁;横向共布置3片主桁,纵向为华伦式主桁架;

[0006] 所述双层组合转体桥梁的逆作施工方法,主要施工流程包括:

[0007] (1) 在平行于既有铁路方向一侧施工场地上,先进行钻孔桩施工、桥墩基础的基坑防护工程、桥梁桩基及下承台、基础基坑至承台顶回填施工,安装转体系统,浇筑主墩上承台并施工桥墩盖梁,同时施工边墩的基础和桥墩及盖梁;

[0008] (2) 平整施工场地,支架基础及材料存放场地硬化;施工前期场地内软土淤泥全部挖除采用片石换填,地基承载力不低于200KPa,钢梁存放场地采用20cm厚C30混凝土整体硬化;履带吊车走行基础加固;钢桁梁钢支撑基础采用8.5m\*8.5m凸形C35钢筋混凝土扩大基础,现浇梁盘扣支架基础采用25cm厚C30混凝土。

[0009] (3) 钢桁梁支架对应钢桁节点设置临时支墩,主墩向两侧分为6排临时支撑支墩,每排3组支墩;由主墩向两侧边墩按排从小到大编号1-6号,1、2、3、5号节点支墩分别采用4

根钢管组合连接拼装而成,4、6号节点支墩考虑拆除过程中反力增大,采用2根钢管混凝土支墩,项目总计布置24组钢管临时支墩,12组钢管混凝土支墩;钢管混凝土支墩顶端柱头采用钢板焊接封口,柱头上部设置砂桶,横梁采用钢板焊制,最后拆除的6号支墩需要采用4台千斤顶落梁,钢管上部结构为横梁,横梁上部设置三拼56工字钢和厚垫板;

[0010] (4) 双层组合转体桥梁上层钢桁梁的具体吊装顺序及步骤如下:

[0011] 1) 安装第一联整个下平联:第一台进场的履带吊先安装靠既有线路段的主墩与1号节点支墩位置的下平联,然后第二台履带吊进场,两台履带吊同时由中间往两侧安装下平联,下平联为临时杆件采用型钢杆件,需在混凝土节段浇筑前拆除;

[0012] 2) 安装第一联上弦杆和主桁斜杆:先安装主墩与1号节点支墩上弦杆和对应的主桁斜杆,然后两台履带吊同时由中间往两侧安装剩余部分的上弦杆和主桁斜杆;

[0013] 3) 安装第一联上平纵联和桥面板:主墩与1号节点支墩之间的上弦杆和主桁斜杆安装好以后,开始安装对应的上平纵联以及对应的桥面板,同样由中间往两侧进行构件的安装;

[0014] 4) 安装第二联下弦杆、上弦杆、斜杆、上平纵联和桥面板:安装顺序同样由中间往两侧进行构件的安装;

[0015] 钢梁拼装安装原则:从下至上,先下平面,后立面,尽快形成三角形稳定结构,然后安装平面;拼装前先节点板、拼装板、填板、高强螺栓配到各节点附近。

[0016] (5) 搭设现浇满堂支架,从中间向两侧分段浇注、张拉下层混凝土梁体。

[0017] (6) 主墩临时固结:临时支座和临时锚固设于主墩顶,承受中支点处最大竖向支反力。临时支座设置在桥墩上,厚度为梁体底到盖梁顶距离0.8m;每个临时支座在墩顶与现浇梁内埋入钢筋,临时支座的材料采用C60混凝土;主桥转体完成后,待两端支座安装完成方可拆除主墩临时固结,拆除采用绳锯切割。

[0018] (7) 施工下层外侧检修通道栏杆;施工上、下层外侧防撞护栏及防抛网。

[0019] (8) 多点、分级对支架进行卸载,使悬臂结构自然下挠全部发生完成,注意必须保证卸载过程中悬臂结构的纵向抗倾覆稳定性;

[0020] (9) 安装墩旁临时钢支撑,须保证临时钢支撑不限制悬臂结构的对称下挠。在悬臂下挠完成后保证钢支撑与梁底顶紧无间隙。支撑系统仅对主梁提供竖向支撑,水平力由支撑系统内的拉杆承受。施工方须针对该临时支架系统制定专项施工方案。

[0021] (10) 拆除全部现浇支架。

[0022] (11) 转体施工:将转体梁段逆时针方向转体 $81.1^{\circ}$ 至成桥位置,并完成锁定。并施工转体系统后浇段。

[0023] (12) 转体就位并锁定后,在边墩下层盖梁顶面布置千斤顶,对主梁每侧梁端进行顶升,按顶升力和顶升位移量进行双控,误差需控制在5%以内。

[0024] (13) 安装边墩支座,移除顶升千斤顶,完成体系转换。

[0025] (14) 拆除转体临时辅助设施,解除墩梁临时固结措施,安装主墩支座。

[0026] (15) 结合相邻联的施工进度,施工边墩上层墩柱和盖梁、全桥附属工程,最后竣工验收并通车。

[0027] 作为优选,在搭设满堂现浇支架后浇注下层混凝土梁之前,可以采用钢拉杆装置,将现浇支架模板与上层钢桁梁结构进行拉结连接,以有效减少满堂支架高支模滑移失稳的

施工风险,充分发挥上层钢桁梁在下层混凝土梁浇筑过程中的反梁支撑作用。

[0028] 作为优选,所述钢拉杆装置在上层钢桁梁结构的下弦杆上均匀布置,布置间隔可设置为水平间距1.2-1.5米。

[0029] 作为优选,拆除临时支撑过程中,先拆除1、3、5号位置临时支撑,再拆除2、4号位置临时支撑;再安装主墩旁临时钢支撑,须保证临时钢支撑不限制悬臂结构的对称下挠,在悬臂下挠完成后保证钢支撑与梁底顶紧无间隙;临时钢支撑结构仅对主梁提供竖向支撑,水平力由支撑系统内的拉杆承受;拆除6号临时支撑,及其他全部现浇支架;

[0030] 采用本发明逆作施工方法所取得的有益效果是,在临近既有铁路一侧建造上跨铁路的连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁结构新方案时,即使只在既有铁路一侧提供非常有限的吊车装置的行车场地情况下,实现了上层巨型钢桁腹-板桁组合结构安全高效的吊装安装施工,从而顺利实现了整个上跨铁路的连续钢桁腹-板桁双层组合转体桥梁的施工;同时,通过将现浇支架模板与上层钢桁梁结构进行拉结连接,充分发挥了上层钢桁梁在下层混凝土梁浇筑过程中的反梁支撑作用

## 附图说明

[0031] 图1:转体桥梁上层钢桁架第一联吊装施工断面示意图;

[0032] 图2:转体桥梁上层钢桁架第二联吊装施工断面示意图;

[0033] 图3:转体桥梁上层钢桁架结构立面示意图;

[0034] 图4:转体桥梁下层肋板式混凝土梁现浇及支架结构示意图;

[0035] 图5:转体桥梁拆除下层肋板式混凝土梁支架示意图;

[0036] 图6:转体桥梁拆除1、3、5号节点支撑示意图;

[0037] 图7:转体桥梁拆除2、4号节点支撑示意图;

[0038] 图8:转体桥梁安装临时钢支撑结构示意图;

[0039] 图9:转体桥梁拆除6号节点支撑示意图;

[0040] 图10:转体后转体桥梁示意图;

[0041] 其中:1下平联,2、上平联,3主桁斜杆,4上弦杆,5吊机,6临时支撑,7桥面板,8主墩,9满堂支架,10下层混凝土梁,11临时钢支撑,12边墩。

## 具体实施方式

[0042] 以下结合附图对本发明的具体实施例进行详细说明;应当理解的是此处所给出的具体实施例仅用于说明和解释本发明,并不能用来限制本发明。

[0043] 参考附图,所述双层组合转体桥梁的逆作施工方法,主要施工流程包括:

[0044] (1) 在平行于既有铁路方向一侧施工场地上,先进行钻孔桩施工、桥墩基础的基坑防护工程、桥梁桩基及下承台、基础基坑至承台顶回填施工,安装转体系统,浇筑主墩上承台并施工桥墩盖梁,同时施工边墩的基础和桥墩及盖梁;

[0045] (2) 平整场地,支架基础及材料存放场地硬化;施工前期场地内淤泥全部挖除采用片石换填,地基承载力不低于200KPa,钢桁梁存放场地采用20cm厚C30混凝土整体硬化;履带吊车走行基础加固;钢桁梁临时支撑基础采用8.5m\*8.5m凸形C35钢筋混凝土扩大基础,现浇梁盘扣式满堂支架基础采用25cm厚C30混凝土,下部地基承载力不低于200KPa,地基承

载力采用K30平板荷载试验检测；

[0046] (3) 上层钢桁架支架对应钢桁节点设置临时支撑,主墩向两侧方向分为6排临时支撑,依次编号为1、2...6号,每排3组临时支撑;1、2、3、5号节点临时支撑分别采用4根钢管组合连接拼装而成,4、6号节点临时支撑考虑拆除过程中反力增大,采用2根钢管混凝土临时支撑,项目总计布置24个钢管临时支撑,12个钢管混凝土临时支撑;

[0047] 钢管支墩临时支撑顶端柱头采用钢板焊接封口,柱头上部设置砂桶,纵梁采用双拼型钢,上部横梁采用5根型钢隔一设置双拼型钢加强,横梁底部根据梁底高度采用钢板垫板调整高度,支墩上部和底部与预埋的定位钢板焊接牢固;

[0048] 钢管混凝土支墩临时支撑顶端柱头采用钢板焊接封口,柱头上部设置砂桶,横梁采用钢板焊制,最后拆除的6号支墩需要采用4台600t千斤顶落梁,钢管上部结构为横梁,横梁上部设置三拼工字钢和厚垫板;

[0049] 临时支撑安装过程中应及时校正,控制好垂直度偏差及柱顶偏移;

[0050] (4) 主墩临时固结:临时支座和临时锚固设于主墩顶,承受中支点处最大竖向支反力;临时支座设置在桥墩上,厚度为梁体底到盖梁顶距离0.8m;每个临时支座在墩顶与现浇梁内埋入钢筋,临时支座的材料采用C60混凝土;主桥转体完成后,待两端支座安装完成方可拆除主墩临时固结,拆除采用绳锯切割;

[0051] (5) 上层钢桁梁吊装及拼装施工

[0052] 钢桁梁拼装安装按照如下原则进行:从下至上,先下平面,后立面,尽快形成三角形稳定结构,然后安装上平面。拼装前先将节点板、拼装板、填板、高强螺栓配到各节点附近。

[0053] 钢桁梁拼装具体步骤如下:

[0054] 1) 下弦杆预拼装:下弦杆在钢桁梁拼装前端与大节点处节点板,拼接板、填板用冲钉及少量螺栓连结,冲钉按主桁节点拼装要求插打,并上少量螺栓不拧,以便其余杆件安装,螺栓栓带在弦杆上。

[0055] 2) 主桁斜杆、上弦杆预拼装:主桁斜杆与上弦杆先在预拼场地面水平位置,预拼成三角桁架,钢桁梁拼装前端与大节点处节点板;拼接板、填板用冲钉及少量螺栓连结;冲钉按主桁节点拼装要求插打;并上少量螺栓不拧;以便其余杆件安装;中间小节燕用少量冲钉,螺栓栓带于弦杆上:利用450T展带起重机三角桁架与下弦杆节点板拼装对接;先线路中间往两侧,在空间形成稳定的三角架。

[0056] 3) 上平纵联预拼装:该梁设上平纵向联结系,交叉式结构,上平纵联在对应的主桁斜杆和上弦杆安装好后就同步进行安装,平联杆件与上弦杆翼板节点板对拼相连。平联采用工字形截面杆件,先拼装横向杆与上弦杆相连,再安装交叉杆与上弦杆相连,尽快形成稳定结构。

[0057] 4) 桥面板预拼:桥面板对应的上平纵联安装好以后,桥面板同步进行安装,桥面板每隔2.5m设置一根横梁,横梁上翼板与下弦杆栓于节点板上,腹板与下翼缘采用高强螺栓连接,连接顺序为先焊后栓,焊接前采用冲钉定位。

[0058] 5) 具体安装步骤如下:安装第一联整个下平联:第一台450T进场的履带吊先安装靠近既有线路段一侧的主墩与1号节点的下平联,然后第二台450T履带吊进场,两台履带吊同时由中间往两侧安装下平联,下平联为临时杆件采用HW300\*300\*10\*15型钢,需在混凝土

节段浇筑前拆除。

[0059] 安装第一联下弦杆、上弦杆和主桁斜杆：先安装主墩与1号节点区段的上弦杆和对应的主桁斜杆，然后两台履带吊同时由中间往两侧安装剩余部分的上弦杆和主桁斜杆。

[0060] 安装第一联上平纵联和桥面板：主墩与1号节点区段上弦杆和主桁斜杆安装好以后，开始安装主墩对应的上平纵联以及对应的桥面板，同样由中间往两侧进行构件的安装。

[0061] 安装第二联下弦杆、上弦杆、斜杆、上平纵联和桥面板：安装顺序同样由中间往两侧进行构件的安装。

[0062] (6) 平行铁路搭设现浇支架，在支架上完成全部钢结构(含临时杆件)拼装、焊接。

[0063] 具体项目中，在上层钢桁梁结构的下弦杆上均匀布置钢拉杆装置，布置间隔可设置为水平间距1.2-1.5米。

[0064] (7) 从中间向两侧分段浇注、张拉下层混凝土梁体。主墩处墩梁临时固结。

[0065] (8) 施工下层外侧检修通道栏杆；施工上、下层外侧防撞护栏及防抛网。

[0066] (9) 多点、分级对支架进行卸载，使悬臂结构自然下挠全部发生完成，注意必须保证卸载过程中悬臂结构的纵向抗倾覆稳定性；

[0067] 具体实施中，先拆除1、3、5号位置临时支撑，再拆除2、4号位置临时支撑；再安装主墩旁临时钢支撑，须保证临时钢支撑不限制悬臂结构的对称下挠，在悬臂下挠完成后保证钢支撑与梁底顶紧无间隙；临时钢支撑结构仅对主梁提供竖向支撑，水平力由支撑系统内的拉杆承受；拆除6号临时支撑，及其他全部现浇支架；

[0068] (10) 转体施工：将转体梁段逆时针方向转体 $81.1^{\circ}$ 至成桥位置，并完成锁定，并施工转体系统后浇段；

[0069] 转体就位并锁定后，在边墩下层盖梁顶面布置千斤顶，对主梁每侧梁端进行顶升，按顶升力和顶升位移量进行双控，误差需控制在5%以内；安装边墩支座，移除顶升千斤顶，完成体系转换。

[0070] (11) 拆除转体临时辅助设施，解除墩梁临时固结措施，安装主墩支座。

[0071] (12) 结合相邻联的施工进度，施工边墩上层墩柱和盖梁、全桥附属工程，最后竣工验收并通车。

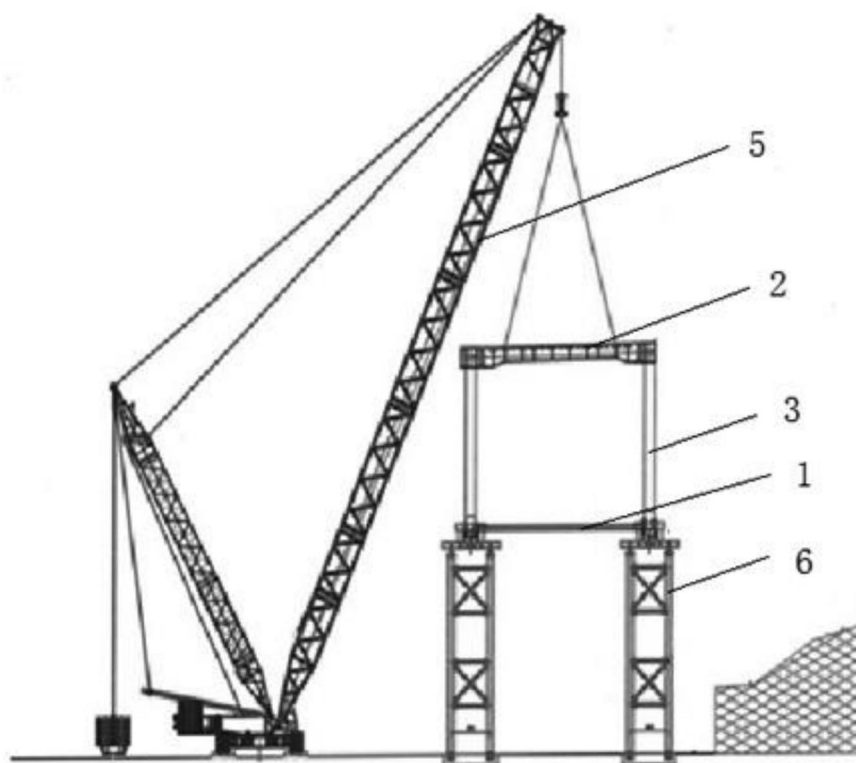


图1

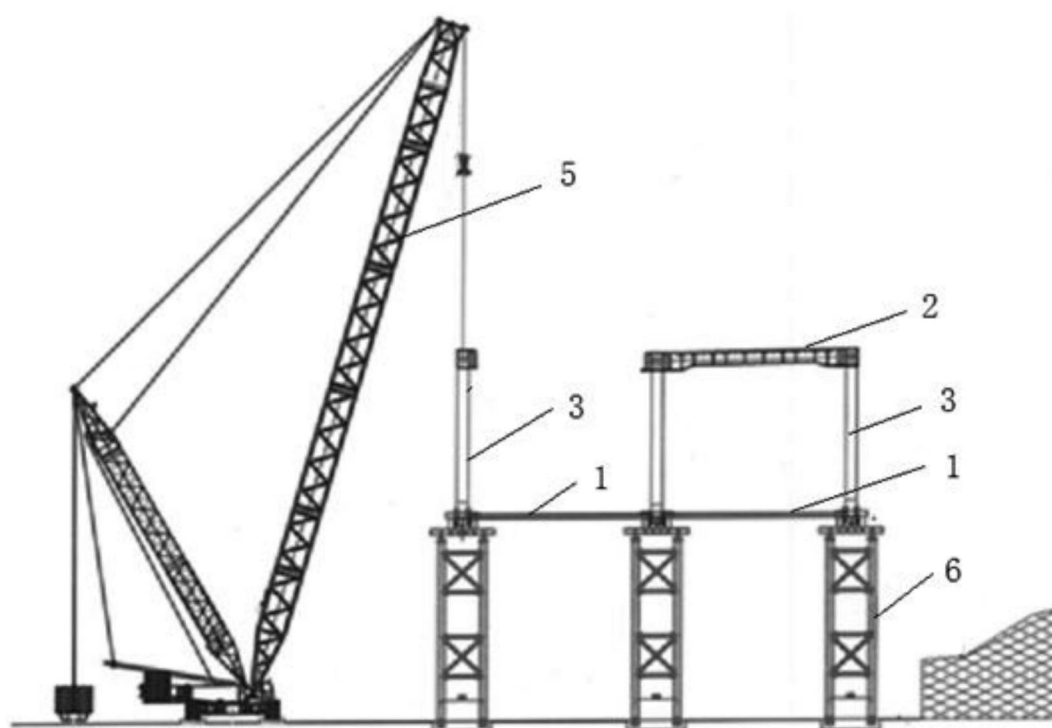


图2

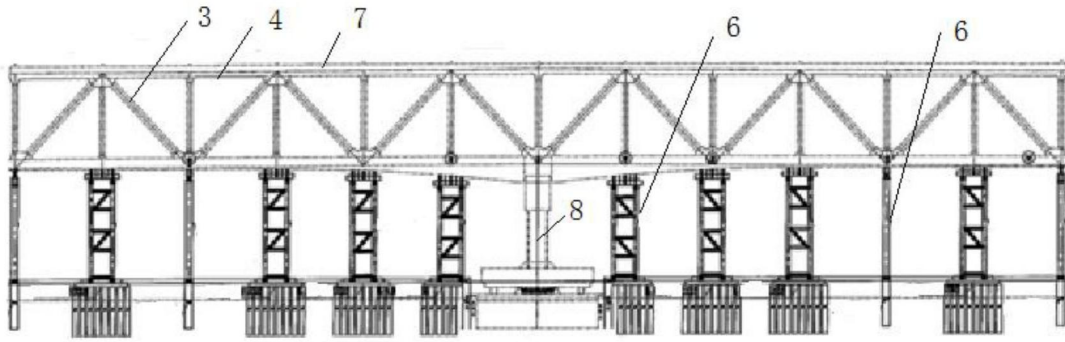


图3

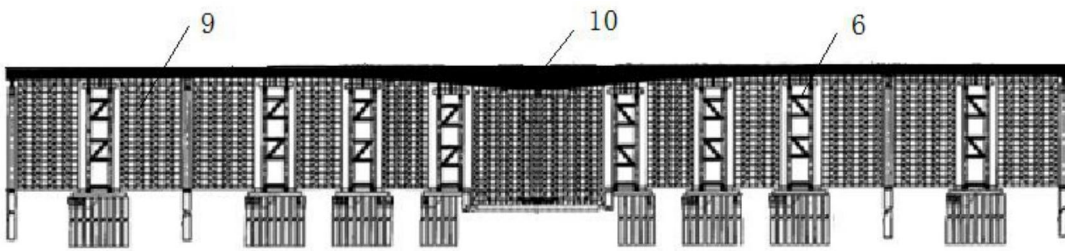


图4

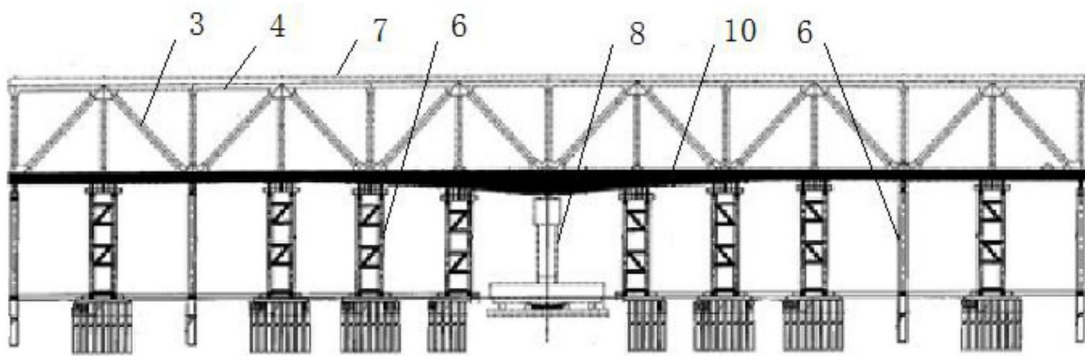


图5

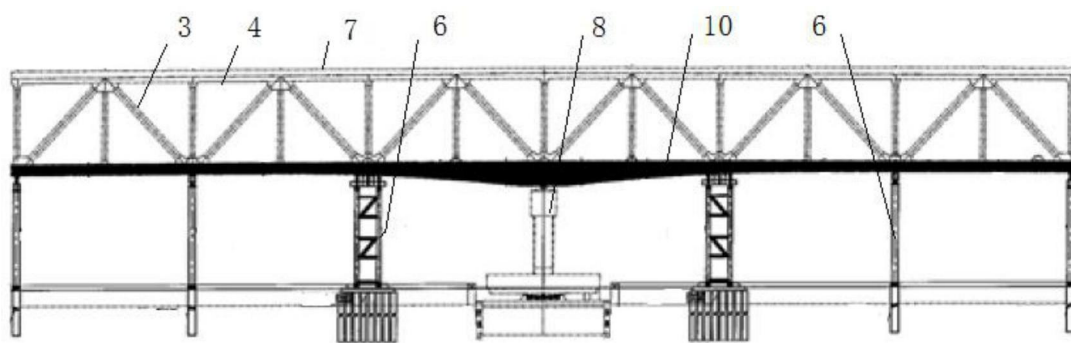


图6

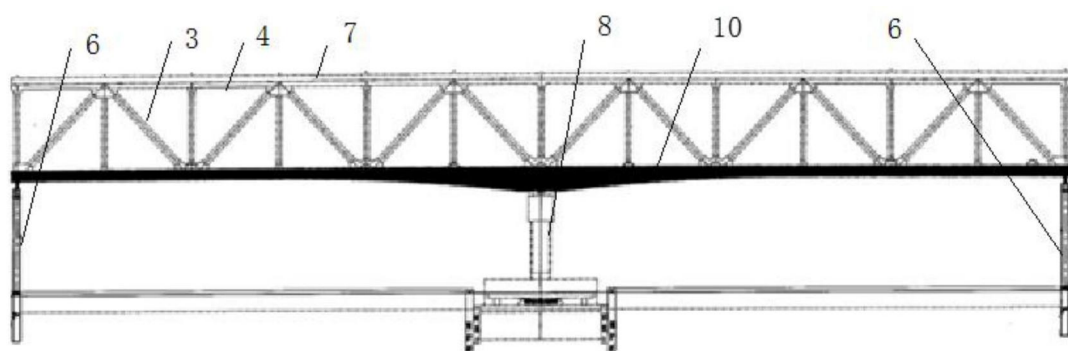


图7

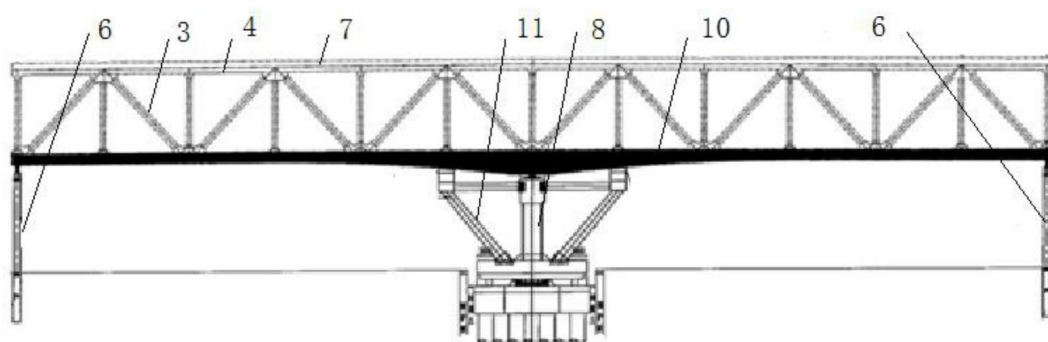


图8

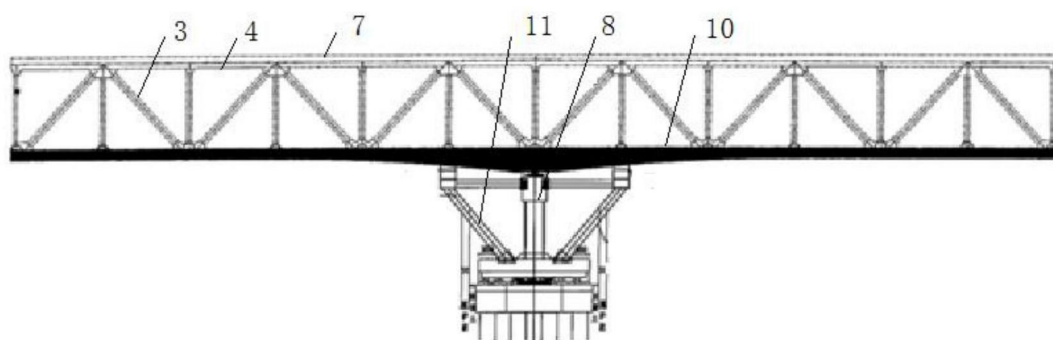


图9

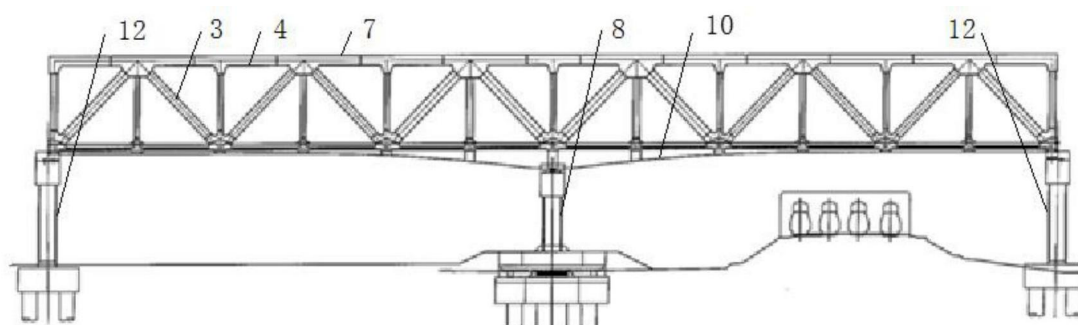


图10