



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106758841 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611244327.9

E02D 27/14(2006.01)

(22)申请日 2016.12.29

(71)申请人 中交第三航务工程局有限公司

地址 200032 上海市徐汇区平江路139号

申请人 中交三航(厦门)工程有限公司

中交第三航务工程局有限公司厦门分公司

(72)发明人 黄湘 郑建平 张俊波 唐德兴

(74)专利代理机构 上海湾谷知识产权代理事务所(普通合伙) 31289

代理人 肖进

(51)Int. Cl.

E01D 21/00(2006.01)

E01D 21/10(2006.01)

E02D 5/34(2006.01)

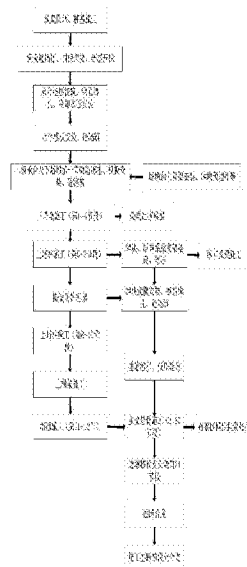
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺包括桩基施工工序、承台施工工序、下塔墩施工工序、上塔柱施工工序、边墩施工工序、主梁施工工序、斜拉索施工工序和桥梁附属工程施工工序。进行承台施工工序时,先要依次进行钢板桩施工、封底砼施工及桩头处理,再依次进行承台的测量定位、钢筋施工、一级承台模板安装和砼浇筑、二级承台及下塔墩的第一节钢筋施工、模板安装和砼浇筑;进行下塔墩施工工序时,采用液压自爬模施工;进行边墩施工工序时,边墩承台采用钢板桩围堰施工,墩身采用定型钢模施工;进行主梁施工工序时,采用悬臂挂篮施工;主梁施工期间,需要同步进行斜拉索施工工序。本发明的施工工艺,工序设计合理、施工方便。



1. 一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,所述矮塔斜拉桥具有两个主墩和两个边墩;主墩和两个边墩均为二级式并均下接承台和群桩基础;两个主墩上的桥塔为钢筋混凝土结构;每座桥塔的纵向下部具有纵向系梁呈“A”形,横向下部具有门形拱的支座横梁,上部具有上横梁呈“H”形;每座桥塔分为十二节段施工,第一节段为塔座,第一节段至第四节段为横向为双门拱式下塔墩,第五节段至第十二节段为上塔柱;桥塔上的纵向系梁位于第四节段的上部并与第四节段同步浇筑,上塔柱的横向系梁位于第十节段处,并与第十节段同步浇筑;主梁为单箱双室预应力混凝土连续变截面箱梁结构;主跨分五十三个悬臂浇筑节段,包含一个中跨合龙段;边跨分二十二个悬臂浇筑节段,包含一个边跨支架现浇段以及一个边跨合龙段;斜拉索以扇形布置,每个桥塔设八对斜拉索;所述施工工艺包括桩基施工工序、承台施工工序、下塔墩施工工序、上塔柱施工工序、边墩施工工序、主梁施工工序、斜拉索施工工序和桥梁附属工程施工工序;其特征在于,

所述桩基施工工序包括筑岛围堰、桩位放样、泥浆循环系统的布置及泥浆制备、钻孔施工、钢筋笼加工及下放、声测管布置及安装和水下砼灌注;

进行所述承台施工工序时,先依次进行钢板桩施工、封底砼施工及桩头处理,再依次进行承台的测量定位、钢筋施工、一级承台模板安装和砼浇筑、二级承台及下塔墩第一节钢筋施工、模板安装和砼浇筑;

进行所述下塔墩施工工序时,采用液压自爬模施工;塔座施工时设置劲性骨架;高度为3.2m的塔座与二级承台同步施工;塔座模板的底部为1m高的钢模,与二级承台同步浇筑,第二次安装钢木结合的悬臂模板,浇筑高度为2.2m;第二节段施工时,直接采用爬模面板,以塔座作为支撑节段,爬模面板在场地内提前拼装完成后使用并利用钢管支撑模板,砼浇筑的同时安装预埋件;第三节段施工时,顶升爬模,同时支立门拱式底模;第四节段施工时,顶升三面爬模,搭设纵向系梁支架及模板,同步浇筑第四节段与纵向系梁;

进行所述上塔柱施工工序时,第五节段施工时,顶升三面爬模,内侧模板采用散拼模板组装;第六节段施工时,将内侧模板吊装定位,同时顶升其余三面模板;第七节段施工时,正常顶升爬模施工;第八节段施工时,先顶升爬模施工纵向一侧的两个塔柱,后拆卸纵桥向内侧一侧的吊架及爬模,顶升另一侧爬模,与另一侧爬模连接成整体,施工纵向另一侧的两个塔柱;第九节段施工时,正常顶升,改装支架体,同时支立上横梁拱底模,预埋对拉锥体;第十节段施工时,拆卸横桥向的内侧爬模架体,顶升其余三面爬模,搭设上横梁支架和模板,同步浇筑第十节段及上横梁;第十一节段施工时,顶升三面模板,塔吊吊装安装横桥向内侧爬模架体;第十二节段施工时,正常顶升爬模施工;

进行所述边墩施工工序时,边墩承台采用钢板桩围堰施工,墩身采用定型钢模施工;

进行所述主梁施工工序时,采用悬臂挂篮施工,并在桥塔里程线的位置设置临时墩;临时墩横桥向支承在箱梁腹板范围内并与主梁临时固结;桥塔上四个永久性支座在一号悬臂浇筑节段混凝土浇筑时即承受竖向荷载,临时墩承受纵、横向水平荷载及部分不平衡弯矩;主梁施工期间,需要同步穿索张拉工作;

进行所述斜拉索施工工序时,包括预埋管和分丝管安装、工作平台搭设、张拉设备安装、双臂波纹管安装、单根挂索张拉锚、抗滑装置安装、索箍和减振装置安装、索体外防护和锚具防腐处理。

2. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,所述桩

基施工工序中的钻孔施工包括依次进行的钻机定位、钻埋设护筒孔位、埋设护筒、注入泥浆开始成孔、成孔过程、成孔完成、终孔吊放钢筋笼前验孔、吊放钢筋笼、安装导管、利用导管进行二次清孔、混凝土灌注前验孔、灌注混凝土、混凝土灌注完毕拔出导管、拔出护筒成桩。

3. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述承台施工工序中的钢板桩施工时,采用拉森VI型钢板桩,四道围檩及角撑采用双拼H型钢,四道水平向的围檩对撑均采用609钢管,格构柱采用角钢;施工时,依次进行钢板桩施打、内支撑安装、土方开挖和钢板桩围堰的拆除;

进行钢板桩施打时,先在围堰轴线上施打定位钢板桩,再利用H型钢与定位桩焊接制作成导向架;导向架制作完成后,继续插打后续钢板桩;

进行内支撑安装时,第一步:根据承台的尺寸外扩2.5m,放样出施打钢板桩的位置,开始施打钢板桩,利用长臂挖机配合土方车进行基坑开挖;第二步:开挖至标高25.10m处,安装第一道围檩支撑后,再利用长臂挖机、坑内小型挖机完成基坑开挖及土方外运;第三步:开挖至标高21.30m处,安装第二道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第四步:往下继续开挖至标高18.20m处,安装第三道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第五步:往下继续开挖至标高15.00m处,安装第四道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第六步:开挖至基坑底标高14.31m处,停止开挖,剩余0.2m土方由人工进行开挖,开挖到设计底标高14.11m处时,马上安排浇筑0.5m厚C20封底砼,使其形成一道地梁;第七步:安装底板斜撑,拆除最下面的第四道围檩支撑,完成受力转换后再进行承台后续施工;

进行土方开挖时,包括表层土开挖和围檩安装后基坑开挖;

4. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述承台施工工序中的封底砼施工时,采用全断面分层浇筑及振捣作业的方法进行,即从短边开始,沿长边方向进行,在第一层浇筑完毕后,再回头浇第二层,如此逐层连续浇筑,直至完工为止;分层厚度为30cm;振捣点呈梅花型布设,间距不超过40cm;对每一个振动部位,控制在30秒内,振动到该部位混凝土密实为止。

5. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述承台施工工序中的钢筋施工时,主筋采用焊接接头,采用角钢做成支架,架立各层钢筋网片;承台钢筋绑扎时预埋塔座及塔柱钢筋;冷却水管网采用薄壁钢管,按水平间距1.0m和垂直间距0.8m布置四层并与承台主筋错开。

6. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述承台施工工序中的混凝土浇筑时,将泵管与承台模板淋湿后,即可开始浇注承台砼,浇注第一层砼时,将泵管出浆口对称布置,先浇桩头部位,出浆口与承台底的落差应控制在2m之内;依次将所有的桩头部位浇注好,振捣密实后,再对称地逐层浇筑,层厚以30cm为宜。承台砼浇筑振捣采用插入式振捣,振动棒插点呈梅花形布置,移动距离不可超过振动棒作用有效半径的1.5倍,靠近承台模板处则需保持10cm距离,遇到上、下层结合部,插入下层深度控制在5~10cm,每点振捣时间不少于30秒。

7. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述下塔墩施工工序时;所述钢模采用内支撑和外支撑,内支撑采用螺杆与预埋于承台中间的

塔柱劲性骨架连接进行对拉,外支撑采用型钢与预埋于承台上的预埋件进行焊接作为斜撑;完成第二节段施工后,继续拼装爬模,完成主动平台、上层模板操作平台的安装,并顶升爬模,完成第三节段的施工;在第三节段模板顶升前,搭设圆弧形门式拱的底模支架及安装底模钢模;爬模顶升至第四节段,施工第四节段,同步安装爬模的吊平台,完成爬模整个架体的拼装,并在四周安装安全防护网。

8. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述上塔柱施工时,塔柱外模采用液压爬模系统,该液压爬模系统由爬升装置和爬架组成;

上塔柱混凝土浇筑采取砼搅拌站进行混凝土生产,用砼罐车运输到施工现场拖泵内,再由拖泵输送到浇注节段,通过串筒布料到浇注位置,进行混凝土振捣;串筒布置间距为2.0m,串筒的单节长度为1.0m,实心段串筒按 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 矩阵进行布置,部分拐角点增设串筒进行布料;

上塔柱混凝土采取分层浇筑、对称分层布料、分层振捣的施工方法;每层的布料厚度为30cm;每层混凝土施工方法为:每层厚度为30cm的混凝土布料完成后,使用振捣棒跟进振捣,振捣间距为50~60cm,振捣时,振捣棒应插入混凝土内,上、下层混凝土振捣时应将振捣棒插入下层混凝土内5~10cm,每一处振捣应快插慢拔,必须振捣至该处混凝土不再下降,气泡不再冒出,表面出现泛浆为止。

9. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,进行所述上横梁施工时,支架体系采用型钢支架,在施工完成后的塔柱上预埋对拉锥体上连接牛腿作为支撑点,在牛腿上先支立双拼工字钢作为纵向分配梁,在纵向分配梁上架设工字钢作为横梁,在工字钢横梁上铺设槽钢作为纵梁,底模面板竹胶合板,其搁置于顺桥向的方木纵梁上,方木纵梁下设置横向方木,横向方木与槽钢纵梁之间采用三角木楔,用于调整以及拆模卸载。

10. 根据权利要求1所述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其特征在于,所述桥梁附属工程施工工序包括防护墙施工、电缆槽施工、接触网支柱安装、人行道栏杆、声屏障及遮板安装和排水系统施工。

一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺。

背景技术

[0002] 跨颍河矮塔斜拉桥总长度为410m,主跨径为94.2+220+94.2m。主桥总体为双塔双索面预应力混凝土矮塔斜拉桥。采用塔梁分离的半漂浮结构体系。矮塔斜拉桥具有两个主墩和两个边墩;两个主墩和两个边墩均为二级式并均下接承台和群桩基础。两个主墩位于主航道内,两个边墩的部分承台嵌入河岸。两个主墩上的桥塔纵向呈“A”形、横向下部具有门形拱的支座横梁,上部具有上横梁呈“H”形。桥塔采用钢筋混凝土结构,桥塔支座横梁布置横向预应力,桥塔即索塔采用纵向“A”型,空间桁架式桥塔,塔底纵向双肢间距16m,梁顶间距8.895m。主梁为单箱双室预应力混凝土连续变截面箱梁。斜拉索采用扇形布置,每个桥塔设八对斜拉索。矮塔斜拉桥作为新建商丘至合肥至杭州铁路全线的控制性工程之一,跨颍河矮塔斜拉桥施工存在以下特点:a、结构相对复杂,技术难点较多。b、主跨为220m,横跨颍河,颍河水运繁忙,过往船只较多;两个主墩施工采取砂袋防护筑岛围堰,占用部分河道边沿,需要满足通航标准。c、自桩基础施工起,各工序需要有效衔接。主塔墩及上塔柱施工,模板需要较大的改动,施工过程需要及时考虑,有效减少技术间隔时间。主梁施工期间,交叉作业多,需要同步穿索张拉工作。d、跨汛期,季节性施工显著,桥墩位置正处于颍河两侧,需要做好各项防护防汛工作。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷而提供一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,它的工序设计合理、施工方便、施工安全可靠且施工质量高、施工工期短,施工所用硬件设备少且简单。

[0004] 本发明的目的是这样实现的:一种双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,所述矮塔斜拉桥具有两个主墩和两个边墩;主墩和两个边墩均为二级式并均下接承台和群桩基础;两个主墩上的桥塔为钢筋混凝土结构;每座桥塔的纵向下部具有纵向系梁呈“A”形,横向下部具有门形拱的支座横梁,上部具有上横梁呈“H”形;每座桥塔分为十二节段施工,第一节段为塔座,第一节段至第四节段为纵向为双门拱式下塔墩,第五节段至第十二节段为上塔柱;桥塔上的纵向系梁位于第四节段的上部并与第四节段同步浇筑,上塔柱的横向系梁位于第十节段处,并与第十节段同步浇筑;主梁为单箱双室预应力混凝土连续变截面箱梁结构;主跨分五十三个悬臂浇筑节段,包含一个中跨合龙段;边跨分二十二个悬臂浇筑节段,包含一个边跨支架现浇段以及一个边跨合龙段;斜拉索以扇形布置,每个桥塔设八对斜拉索;所述施工工艺包括桩基施工工序、承台施工工序、下塔墩施工工序、上塔柱施工工序、边墩施工工序、主梁施工工序、斜拉索施工工序和桥梁附属工程施工工序;其中,

[0005] 所述桩基施工工序包括筑岛围堰、桩位放样、泥浆循环系统的布置及泥浆制备、钻孔施工、钢筋笼加工及下放、声测管布置及安装和水中灌注;

[0006] 进行所述承台施工工序时,先依次进行钢板桩施工、封底砼施工及桩头处理,再依次进行承台的测量定位、钢筋施工、一级承台模板安装和砼浇筑、二级承台及下塔墩第一节钢筋施工、模板安装和砼浇筑;

[0007] 进行所述下塔墩施工工序时,采用液压自爬模施工;塔座施工时设置劲性骨架;高度为3.2m的塔座与二级承台同步施工;塔座模板的底部为1m高的钢模,与二级承台同步浇筑,第二次安装钢木结合的悬臂模板,浇筑高度为2.2m;第二节段施工时,直接采用爬模面板,以塔座作为支撑节段,爬模面板在场地内提前拼装完成后使用并利用钢管支撑模板,砼浇筑的同时安装预埋件;第三节段施工时,顶升爬模,同时支立门拱式底模;第四节段施工时,顶升三面爬模,搭设纵向系梁支架及模板,同步浇筑第四节段与纵向系梁;

[0008] 进行所述上塔柱施工工序时,第五节段施工时,顶升三面爬模,内侧模板采用散拼模板组装;第六节段施工时,将内侧模板吊装定位,同时顶升其余三面模板;第七节段施工时,正常顶升爬模施工;第八节段施工时,先顶升爬模施工纵向一侧的两个塔柱,后拆卸纵桥向内侧一侧的吊架及爬模,顶升另一侧爬模,与另一侧爬模连接成整体,施工纵向另一侧的两个塔柱;第九节段施工时,正常顶升,改装支架体,同时支立上横梁拱底模,预埋对拉锥体;第十节段施工时,拆卸横桥向的内侧爬模架体,顶升其余三面爬模,搭设上横梁支架和模板,同步浇筑第十节段及上横梁;第十一节段施工时,顶升三面模板,塔吊吊装安装横桥向内侧爬模架体;第十二节段施工时,正常顶升爬模施工;

[0009] 进行所述边墩施工工序时,边墩承台采用钢板桩围堰施工,墩身采用定型钢模施工;

[0010] 进行所述主梁施工工序时,采用悬臂挂篮施工,并在桥塔里程线的位置设置临时墩;临时墩横桥向支承在箱梁腹板范围内并与主梁临时固结;桥塔上四个永久性支座在一号悬臂浇筑节段混凝土浇筑时即承受竖向荷载,临时墩承受纵、横向水平荷载及部分不平衡弯矩;主梁施工期间,需要同步穿索张拉工作;

[0011] 进行所述斜拉索施工工序时,包括预埋管和分丝管安装、工作平台搭设、张拉设备安装、双臂波纹管安装、单根挂索张拉锚、抗滑装置安装、索箍和减振装置安装、索体外防护和锚具防腐处理。

[0012] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,所述桩基施工工序中的钻孔施工包括依次进行的钻机定位、钻埋设护筒孔位、埋设护筒、注入泥浆开始成孔、成孔过程、成孔完成、终孔吊放钢筋笼前验孔、吊放钢筋笼、安装导管、利用导管进行二次清孔、混凝土灌注前验孔、灌注混凝土、混凝土灌注完毕拔出导管、拔出护筒成桩。

[0013] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述承台施工工序中的钢板桩施工时,采用拉森VI型钢板桩,四道围檩及角撑均采用双拼H型钢,四道水平向的围檩对撑均采用609钢管,格构柱采用角钢;施工时,依次进行钢板桩施打、内支撑安装、土方开挖和钢板桩围堰的拆除;

[0014] 进行钢板桩施打时,先在围堰轴线上施打定位钢板桩,再利用H型钢与定位桩焊接制作成导向架;导向架制作完成后,继续插打后续钢板桩;

[0015] 进行内支撑安装时,第一步:根据承台的尺寸外扩2.5m,放样出施打钢板桩的位置,开始施打钢板桩,利用长臂挖机配合土方车进行基坑开挖;第二步:开挖至标高25.100m处,安装第一道围檩支撑后,再利用长臂挖机、坑内小型挖机完成基坑开挖及土方外运;第

三步:开挖至标高21.30m处,安装第二道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第四步:往下继续开挖至标高18.20m处,安装第三道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第五步:往下继续开挖至标高15.00m处,安装第四道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第六步:开挖至基坑底标高14.31m处,停止开挖,剩余0.2m土方由人工进行开挖,开挖到设计底标高14.11m处时,马上安排浇筑0.5m厚C20封底砼,使其形成一道地梁;第七步:安装底板斜撑,拆除最下面的第四道围檩支撑,完成受力转换后再进行承台后续施工;

[0016] 进行土方开挖时,包括表层土开挖和围檩安装后基坑开挖;

[0017] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述承台施工工序中的封底砼施工时,采用全断面分层浇筑及振捣作业的方法进行,即从短边开始,沿长边方向进行,在第一层浇筑完毕后,再回头浇第二层,如此逐层连续浇筑,直至完工为止;分层厚度为30cm;振捣点呈梅花型布设,间距不超过40cm;对每一个振动部位,控制在30秒内,振动到该部位混凝土密实为止。

[0018] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述承台施工工序中的钢筋施工时,主筋采用焊接接头,采用角钢做成支架,架立各层钢筋网片;承台钢筋绑扎时预埋塔座及塔柱钢筋;冷却水管网采用薄壁钢管,按水平间距1.0m和垂直间距0.8m布置四层并与承台主筋错开。

[0019] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述承台施工工序中的混凝土浇筑时,将泵管与承台模板淋湿后,即可开始浇注承台砼,浇注第一层砼时,将泵管出浆口对称布置,先浇桩头部位,出浆口与承台底的落差应控制在2m之内;依次将所有的桩头部位浇注好,振捣密实后,再对称地逐层浇筑,层厚以30cm为宜。承台砼浇筑振捣采用插入式振捣,振动棒插点呈梅花形布置,移动距离不可超过振动棒作用有效半径的1.5倍,靠近承台模板处则需保持10cm距离,遇到上、下层结合部,插入下层深度控制在5~10cm,每点振捣时间不少于30秒。

[0020] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述下塔墩施工工序时;所述钢模采用内支撑和外支撑,内支撑采用螺杆与预埋于承台内的塔柱劲性骨架连接进行对拉,外支撑采用型钢与预埋于承台内的预埋件进行焊接作为斜撑;完成第二节段施工后,继续拼装爬模,完成主动平台、上层模板操作平台的安装,并顶升爬模,完成第三节段的施工;在第三节段模板顶升前,搭设圆弧形门式拱的底模支架及安装底模钢模;爬模顶升至第四节段,施工第四节段,同步安装爬模的吊平台,完成爬模整个架体的拼装,并在四周安装安全防护网。

[0021] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述上塔柱施工时,塔柱外模采用液压爬模系统,该液压爬模系统由爬升装置和爬架组成;

[0022] 上塔柱混凝土浇筑采取砼搅拌站进行混凝土生产,用砼罐车运输到施工现场拖泵内,再由拖泵输送到浇注节段,通过串筒布料到浇注位置,进行混凝土振捣;串筒布置间距为2.0m,串筒的单节长度为1.0m,实心段串筒按2.0m×2.0m矩阵进行布置,部分拐角点增设串筒进行布料;

[0023] 上塔柱混凝土采取分层浇筑、对称分层布料、分层振捣的施工方法;每层的布料厚

度为30cm;每层混凝土施工方法为:每层厚度为30cm的混凝土布料完成后,使用振捣棒跟进振捣,振捣间距为50~60cm,振捣时,振捣棒应插入混凝土内,上、下层混凝土振捣时应将振捣棒插入下层混凝土内5~10cm,每一处振捣应快插慢拔,必须振捣至该处混凝土不再下降,气泡不再冒出,表面出现泛浆为止。

[0024] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,进行所述上横梁施工时,支架体系采用型钢支架,在施工完成后的塔柱上预埋对拉锥体上连接牛腿作为支撑点,在牛腿上先支立双拼工字钢作为纵向分配梁,在纵向分配梁上架设工字钢作为横梁,在工字钢横梁上铺设槽钢作为纵梁,底模面板竹胶合板,其搁置于顺桥向的方木纵梁上,方木纵梁下设置横向方木,横向方木与槽钢纵梁之间采用三角木楔,用于调整以及拆模卸载。

[0025] 上述的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,其中,所述桥梁附属工程施工工序包括防护墙施工、电缆槽施工、接触网支柱安装、人行道栏杆、声屏障及遮板安装和排水系统施工。

[0026] 本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,工序设计合理、施工方便、施工安全可靠且施工质量高、施工工期短,施工所用硬件设备少且简单,能够有效解决施工过程中所存在的施工工艺复杂、施工质量难以保证、所需硬件设备繁多等诸多缺陷和不足。

附图说明

[0027] 图1是本发明所施工的双塔双索面矮塔斜拉桥的纵向立面图;

[0028] 图2是本发明所施工的双塔双索面矮塔斜拉桥的桥塔的横向立面图;

[0029] 图3是本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺的流程图;

[0030] 图4是本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺中的下塔墩爬模架体的平面示意图;

[0031] 图5是本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺中桥塔支座横梁预应力布置图;

[0032] 图6是本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺中施工桥塔时的横向立面图;

[0033] 图7是本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺中施工桥塔时的纵向立面图。

具体实施方式

[0034] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0035] 请参阅图1和图2,本发明所施工的双塔双索面矮塔斜拉桥具有两个主墩100和两个边墩200;主墩100和两个边墩200均为二级式并均下接承台101、201和群桩基础102、202;两个主墩100上的桥塔300为钢筋混凝土结构;每座桥塔300的纵向下部具有纵向系梁301呈“A”形,横向下部具有门形拱的支座横梁302,上部具有上横梁303呈“H”形;每座桥塔300分为十二节段施工,第一节段311为塔座,第一节段311至第四节段314为横向为双门拱式下塔墩,第五节段315至第十二节段322为上塔柱;桥塔300上的纵向系梁301位于第四节段314的上部并与第四节段314同步浇筑,上塔柱的横向系梁303位于第十节段320处,并与第十节段320同步浇筑;主梁400为单箱双室预应力混凝土连续变截面箱梁结构;主跨分五十三个悬

臂浇筑节段,包含一个中跨合龙段;边跨分二十二个悬臂浇筑节段,包含一个边跨支架现浇段以及一个边跨合龙段;斜拉索500以扇形布置,每个桥塔300设八对斜拉索500。

[0036] 再请参阅图3,本发明的双塔双索面矮塔斜拉桥的整体施工工艺,包括桩基施工工序、承台施工工序、下塔墩施工工序、上塔柱施工工序、边墩施工工序、主梁施工工序、斜拉索施工工序和桥梁附属工程施工工序。

[0037] 桩基施工工序包括筑岛围堰、桩位放样、泥浆循环系统的布置及泥浆制备、钻孔施工、钢筋笼加工及下放、声测管布置及安装、水下砼灌注和桩基检测;其中,

[0038] 钻孔施工包括筑岛围堰、钻机定位、钻埋设护筒孔位、埋设护筒、注入泥浆开始成孔、成孔过程、成孔完成、终孔吊放钢筋笼前验孔、吊放钢筋笼、安装导管、利用导管进行二次清孔、混凝土灌注前验孔、灌注混凝土、混凝土灌注完毕拔出导管、拔出护筒成桩。

[0039] 进行承台施工工序时,先依次进行钢板桩施工、封底砼施工及桩头处理,再依次进行承台的测量定位、钢筋施工、一级承台模板安装和砼浇筑、二级承台及下塔墩第一节钢筋施工、模板安装和砼浇筑;

[0040] 进行承台施工工序中的钢板桩施工时,采用拉森VI型钢板桩,四道围檩及角撑采用双拼H型钢,四道水平向的围檩对撑均采用609钢管,格构柱采用角钢;施工时,依次进行钢板桩施打、内支撑安装、土方开挖和钢板桩围堰的拆除;进行钢板桩施打时,先在围堰轴线上施打定位钢板桩,再利用H型钢与定位桩焊接制作成导向架;导向架制作完成后,继续插打后续钢板桩;进行内支撑安装时,第一步:根据承台的尺寸外扩2.5m,放样出施打钢板桩的位置,开始施打钢板桩,利用长臂挖机配合土方车进行基坑开挖;第二步:开挖至标高25.100m处,安装第一道围檩支撑后,再利用长臂挖机、坑内小型挖机完成基坑开挖及土方外运;第三步:开挖至标高21.300m处,安装第二道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第四步:往下继续开挖至标高18.200m处,安装第三道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第五步:往下继续开挖至标高15.000m处,安装第四道围檩支撑,后利用长臂挖机、坑内小型挖机配合垂直运输吊篮完成基坑开挖及土方外运,基坑继续开挖;第六步:开挖至基坑底标高14.31m处,停止开挖,剩余0.2m土方由人工进行开挖,开挖到设计底标高14.11m处时,马上安排浇筑0.5m厚C20封底砼,使其形成一道地梁;第七步:安装底板斜撑,拆除最下面的第四道围檩支撑,完成受力转换后再进行承台后续施工;进行土方开挖时,包括表层土开挖和围檩安装后基坑开挖。;

[0041] 进行承台施工工序中的封底砼施工时,采用全断面分层浇筑及振捣作业的方法进行,即从短边开始,沿长边方向进行,在第一层浇筑完毕后,再回头浇第二层,如此逐层连续浇筑,直至完工为止;分层厚度为30cm;振捣点呈梅花型布设,间距不超过40cm;对每一个振动部位,控制在30秒内,振动到该部位混凝土密实为止。

[0042] 进行承台施工工序中的钢筋施工时,主筋采用焊接接头,采用角钢做成支架,架立各层钢筋网片;承台钢筋绑扎时预埋塔座及塔柱钢筋;冷却水管网采用薄壁钢管,按水平间距1.0m和垂直间距0.8m布置四层并与承台主筋错开。

[0043] 进行承台施工工序中的混凝土浇筑时,将泵管与承台模板淋湿后,即可开始浇注承台砼,浇注第一层砼时,将泵管出浆口对称布置,先浇桩头部位,出浆口与承台底的落差应控制在2m之内;依次将所有的桩头部位浇注好,振捣密实后,再对称地逐层浇筑,层厚以

30cm为宜。承台砼浇筑振捣采用插入式振捣，振动棒插点呈梅花形布置，移动距离不可超过振动棒作用有效半径的1.5倍，靠近承台模板处则需保持10cm距离，遇到上、下层结合部，插入下层深度控制在5~10cm，每点振捣时间不少于30秒。

[0044] 进行下塔墩施工工序时，采用液压自爬模施工，在纵桥向布置架体，横桥向不设架体(见图4)；塔座施工时设置劲性骨架；劲性骨架采用矩形小断面桁架结构，它是由角钢 $\angle 100 \times 10$ mm角钢立杆四根，横向联系杆 $\angle 75 \times 10$ mm角钢以及斜撑杆 $\angle 63 \times 10$ mm角钢构成，各部件之间采取焊接连接。高度为3.2m的塔座与二级承台同步施工；塔座模板的底部为1m高的钢模，与二级承台同步浇筑，第二次安装钢木结合的悬臂模板，浇筑高度为2.2m；钢模采用内支撑和外支撑，内支撑采用螺杆与预埋于承台内的塔柱劲性骨架连接进行对拉，外支撑采用型钢与预埋于承台内的预埋件进行焊接作为斜撑；第二节段施工时，直接采用爬模面板，以塔座作为支撑节段，爬模面板在场地内提前拼装完成后使用并利用钢管支撑模板，砼浇筑的同时安装预埋件；第三节段施工时，继续拼装爬模，完成主动平台、上层模板操作平台的安装，并顶升爬模，完成第三节段的施工；在第三节段模板顶升前，搭设圆弧形门式拱的底模支架及安装底模钢模；爬模顶升至第四节段，第四节段施工时，同步安装爬模的吊平台，完成爬模整个架体的拼装，并在四周安装安全防护网，顶升三面爬模，搭设纵向系梁支架及模板，同步浇筑第四节段与纵向系梁。

[0045] 本桥在桥塔支座横梁处设置横向预应力(见图5)，因此在施工下塔墩时还要进行施工；预应力束的规格为 $31-7 \Phi 5$ ，钢绞线总重72.48t，预应力管道采用内径为130mm镀锌金属波纹管，总长1929.6m。预应力采用两端张拉，预应力压浆施工均采用真空压浆及深埋锚工艺。

[0046] 进行上塔柱施工工序时，塔柱外模采用液压爬模系统，该液压爬模系统600由爬升装置和爬架组成(见图6和图7)；第五节段施工时，顶升三面爬模，内侧模板采用散拼模板组装；第六节段施工时，将内侧模板吊装定位，同时顶升其余三面模板；第七节段施工时，正常顶升爬模施工；第八节段施工时，先顶升爬模施工纵向一侧的两个塔柱，后拆卸纵桥向内侧一侧的吊架及爬模，顶升另一侧爬模，与另一侧爬模连接成整体，施工纵向另一侧的两个塔柱；第九节段施工时，正常顶升，改装支架体，同时支立上横梁拱形底模，预埋上横梁对拉锥体；第十节段施工时，拆卸横桥向的内侧爬模架体，顶升其余三面爬模，搭设上横梁支架和模板，同步浇筑第十节段及上横梁；进行上横梁施工时，在施工完成后的塔柱上预埋对拉锥体上连接牛腿作为支撑点，在牛腿上先支立双拼工字钢作为纵向分配梁，然后在纵向分配梁上架设工字钢作为横梁，在工字钢横梁上铺设槽钢作为纵梁；底模面板采用厚度为12mm规格的竹胶合板，其搁置于顺桥向的 10×10 cm方木纵梁上；方木纵梁下设置 10×10 cm横向方木，横向方木与槽钢纵梁之间采用三角木楔，用于调整以及拆模卸载；第十一节段施工时，顶升三面模板，塔吊吊装安装横桥向内侧爬模架体；第十二节段施工时，正常顶升爬模施工。

[0047] 上塔柱混凝土浇筑采取砼搅拌站进行混凝土生产，用砼罐车运输到施工现场拖泵内，再由拖泵输送到浇注节段，通过串筒布料到浇注位置，进行混凝土振捣；串筒布置间距为2.0m，串筒的单节长度为1.0m，实心段串筒按 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 矩阵进行布置，部分拐角点增设串筒进行布料。

[0048] 上塔柱混凝土采取分层浇筑、对称分层布料、分层振捣的施工方法；每层的布料厚

度为30cm;每层混凝土施工方法为:每层厚度为30cm的混凝土布料完成后,使用振捣棒跟进振捣,振捣间距为50~60cm,振捣时,振捣棒应插入混凝土内,上、下层混凝土振捣时应将振捣棒插入下层混凝土内5~10cm,每一处振捣应快插慢拔,必须振捣至该处混凝土不再下降,气泡不再冒出,表面出现泛浆为止。

[0049] 进行边墩施工工序时,边墩承台采用钢板桩围堰施工,墩身采用定型钢模施工。

[0050] 进行主梁施工工序时,采用悬臂挂篮施工,并在桥塔里程线的位置设置临时墩;临时墩横桥向支承在箱梁腹板范围内并与主梁临时固结;桥塔上四个永久性支座在一号悬臂浇筑节段混凝土浇筑时即承受竖向荷载,临时墩承受纵、横向水平荷载及部分不平衡弯矩;主梁施工期间,需要同步穿索张拉工作。

[0051] 进行斜拉索施工工序时,包括预埋管和分丝管安装、工作平台搭设、张拉设备安装、双臂波纹管安装、单根挂索张拉锚、抗滑装置安装、索箍和减振装置安装、索体外防护和锚具防腐处理。

[0052] 斜拉索采用单丝涂覆环氧涂层钢绞线拉索体系,外套HDPE管,钢绞线强度 $f_{pk}=1860\text{MPa}$,弹性模量 $E_p=1.95\times 10^5\text{MPa}$ 。斜拉索锚具采用可换式AT-55群锚体系。塔身上部设鞍座,以便斜拉索通过。鞍座采用分丝管结构形式,斜拉索连续穿过分丝管,在一侧入口处设置抗滑键,为单侧双向抗滑键,实现拉索在索塔位置处的锚固,为与斜拉索通过鞍座相适应,分丝管中段采用圆弧形。斜拉索两侧对称锚于主梁,采用主梁侧对称张拉。斜拉索安装实行两个桥塔同时对称施工并由短索到长索;安装时,在HDPE管两端头附近装上专用抱箍,专用抱箍垫上一块3~5mm的橡胶板以增加摩擦,然后用塔吊或且1吨的卷扬机的循环牵引绳将护套管一端吊至塔上管口附近并用葫芦挂好。

[0053] 单根挂索工艺包括以下步骤:

[0054] 1) 将单根成盘的钢绞线运至桥面穿索附近点,拆开钢绞线的缠包带,从内圈抽出钢绞线的一头(称前端,与抗滑键距离端头长的一头),并用人工将其穿过HDPE管(称后端,与抗滑键距离端头短的一头);

[0055] 2) 人工将钢绞线按事先约定好的顺序先后穿过后端防松装置、后端抗滑锚具、分丝管、前端抗滑锚具及前端防松装置,继续将钢绞线穿出前端的HDPE管到达前端预埋管口,待前端钢绞线与牵引绳的穿束器连接好后,在牵引绳的引导下将钢绞线穿过前端锚具直至单根张拉所需的工作长度;

[0056] 3) 前端钢绞线及抗滑键到位,随即将后端钢绞线与牵引绳连接,同样在在牵引绳的引导下将钢绞线穿过后端锚具直至单根张拉所需的工作长度;

[0057] 4) 前后两端调整好钢绞线后,单根挂索完毕。

[0058] 桥梁附属工程施工工序包括防护墙施工、电缆槽施工、接触网支柱安装、人行道栏杆、声屏障及遮板安装和排水系统施工。

[0059] 防护墙采用与相邻轨面等高原则设计。防护墙下缘10cm高混凝土与梁体混凝土一同浇筑,其余部分在梁体合龙后进行现场浇筑,梁体施工时,预埋防护墙钢筋,以确保防护墙与梁体的整体性。防护墙每隔2m设置一道1cm断缝,防护墙下端设置泄水孔并进行防水处理,即在泄水孔四周涂刷防水材料,泄水孔底部将电缆槽内保护层顺坡过渡到防护墙内侧施工。防护墙(竖墙)伸至梁体内的预埋钢筋需与梁体钢筋同时绑扎,待梁体就位后再绑扎其余钢筋,绑扎时要使预埋钢筋底部附近的梁体纵向钢筋从内部纵向穿过,以固定预埋钢

筋。

[0060] 电缆槽由竖墙和盖板组成。电缆槽的盖板为预制结构,竖墙在桥位现场浇筑。浇筑梁体时在电缆槽的竖墙相应位置预埋钢筋,使得竖墙钢筋与梁体连接为一体;

[0061] 接触网支柱的中心离梁端的距离不小于4m,浇筑梁体时在接触网支柱位置预埋接触网锚固螺栓及加强钢筋,支柱基础混凝土与电缆槽的竖墙一同浇筑。接触网锚柱设在小里程边跨段,除预埋锚固螺栓及加强筋外,还在相应位置设置下锚拉线基础预留钢筋。

[0062] 大里程梁端80m范围人行道右侧单侧设声屏障,其余人行道外侧设置栏杆。栏杆和声屏障所需遮板为预制构件,通过预留钢筋与竖墙预埋钢筋绑扎后现浇竖墙混凝土安装于桥面。

[0063] 排水系统采用三列排水方式,分别在防护墙与承轨台及两线承轨台之间设置泄水管,电缆槽内积水通过防护墙流到防护墙内侧泄水孔。泄水孔的外径为110mm并设置在中支点横隔板两侧、边支点隔板内侧等位置。

[0064] 以上实施例仅供说明本发明之用,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以作出各种变换或变型,因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴,应由各权利要求所限定。

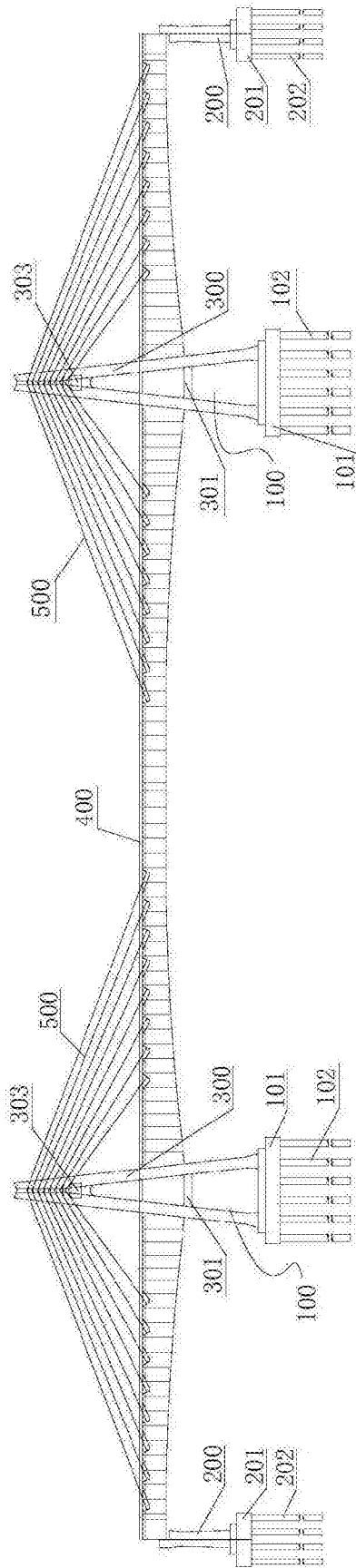


图1

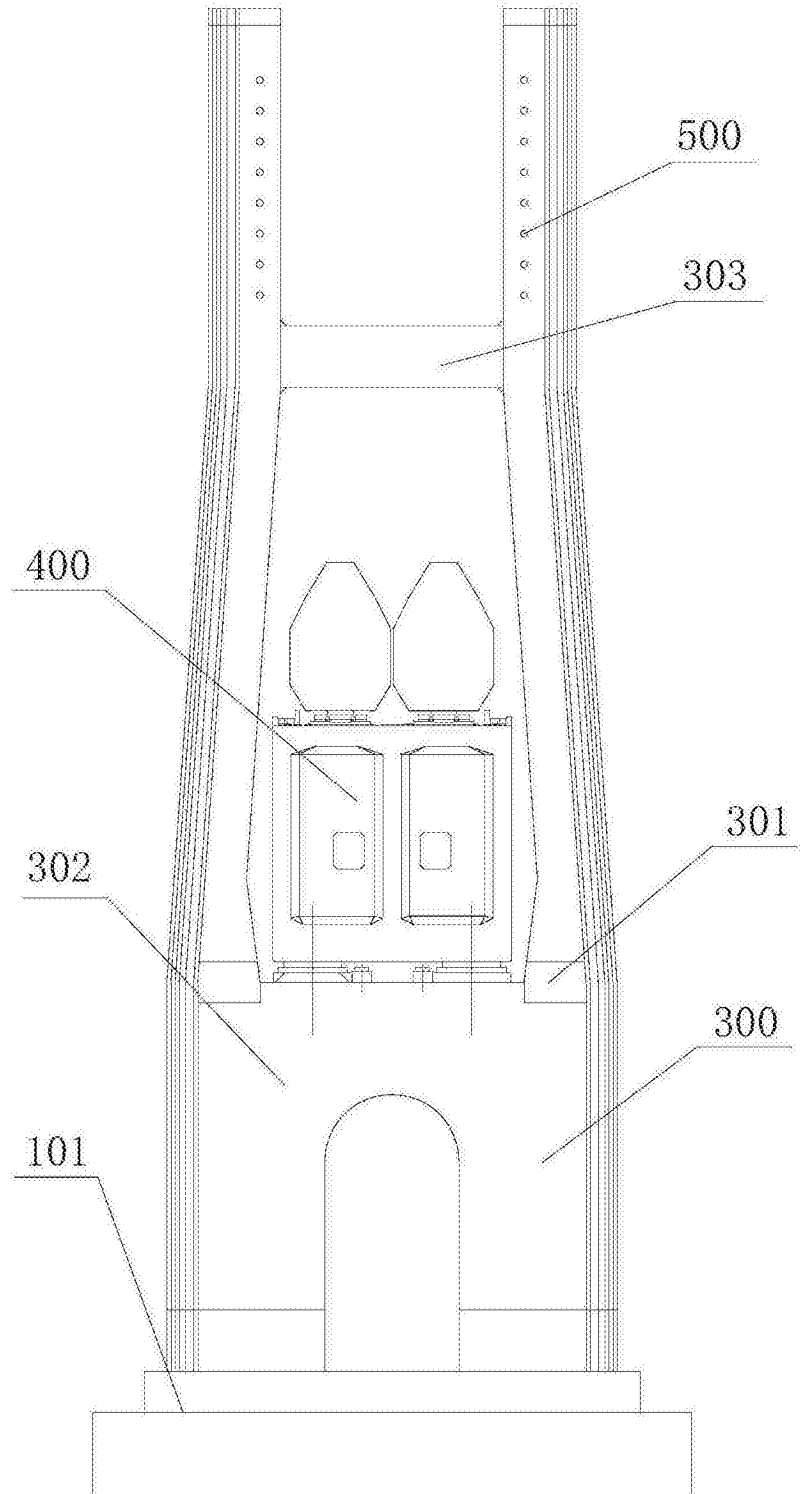


图2

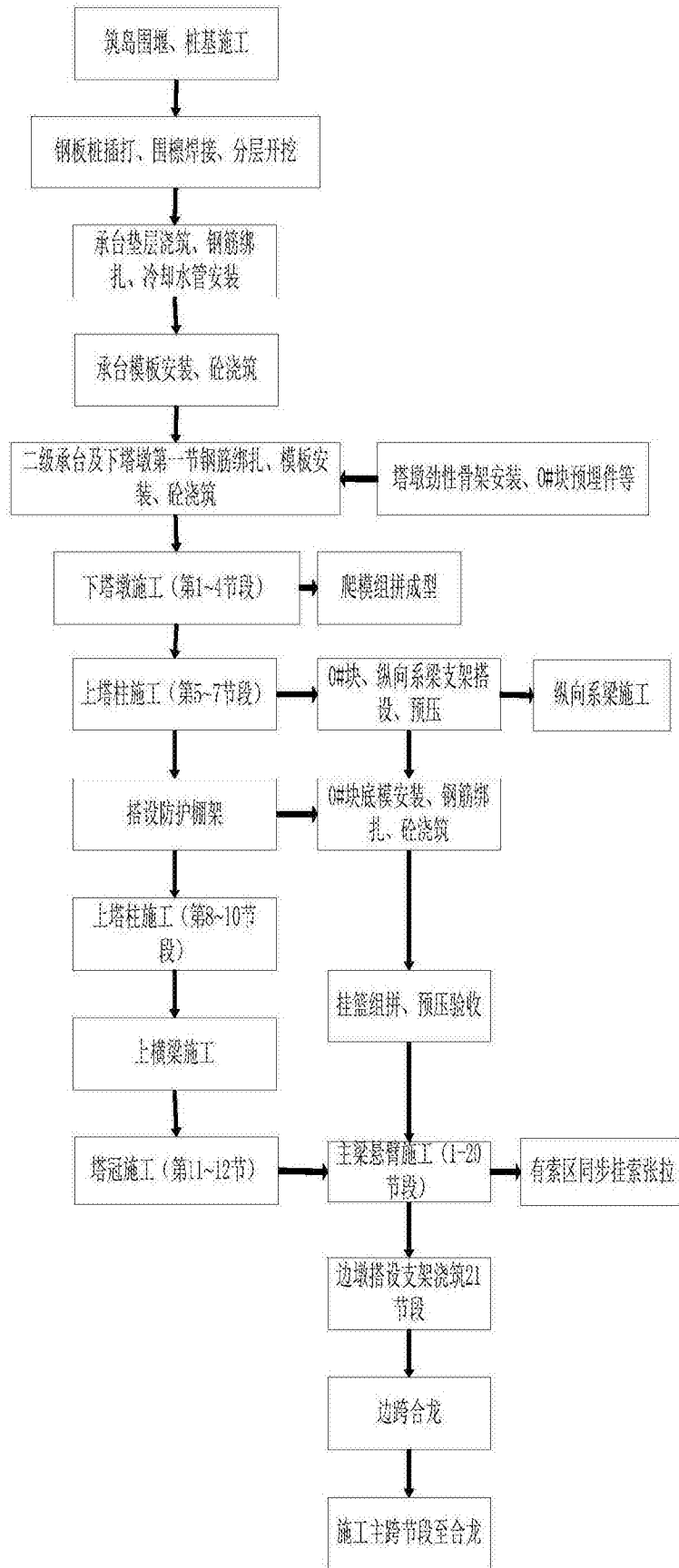


图3

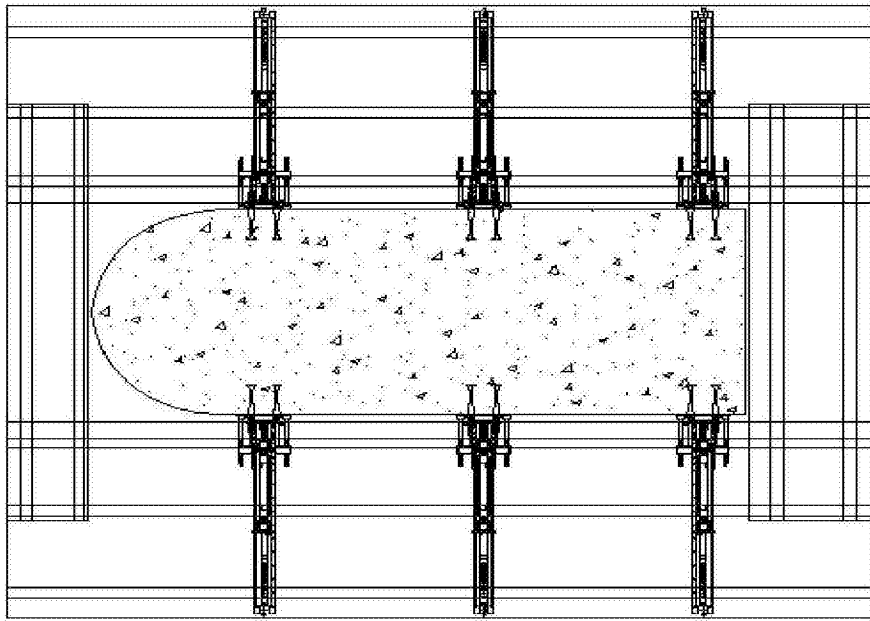


图4

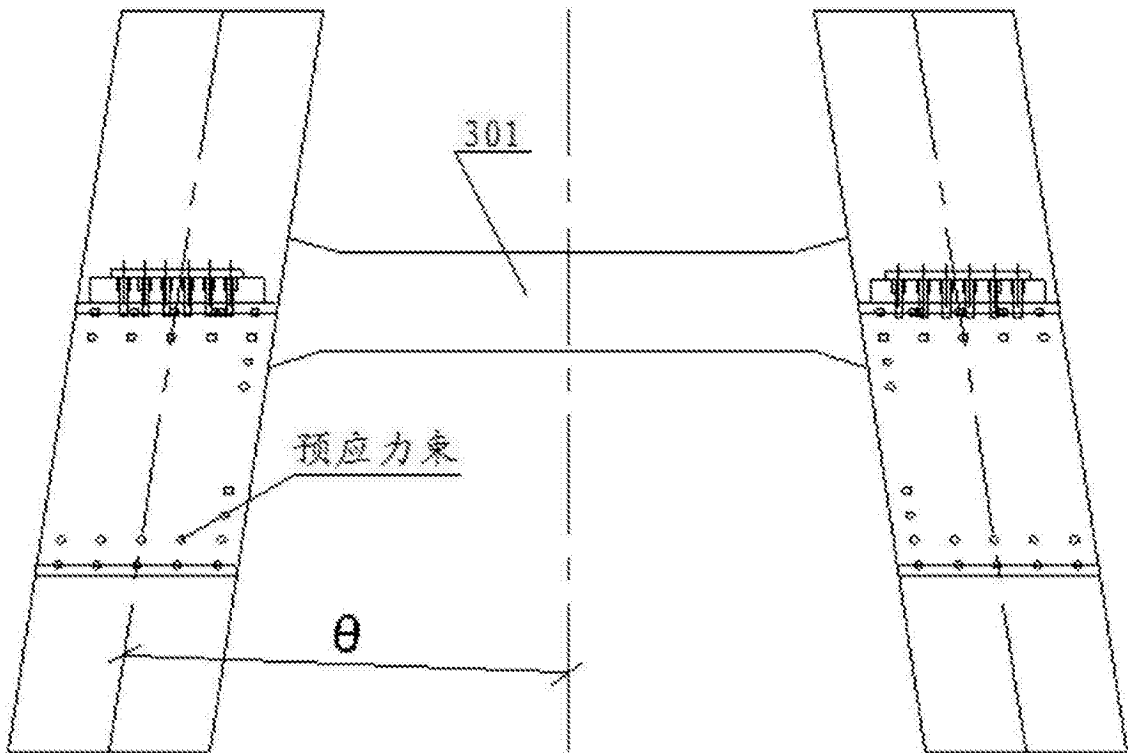


图5

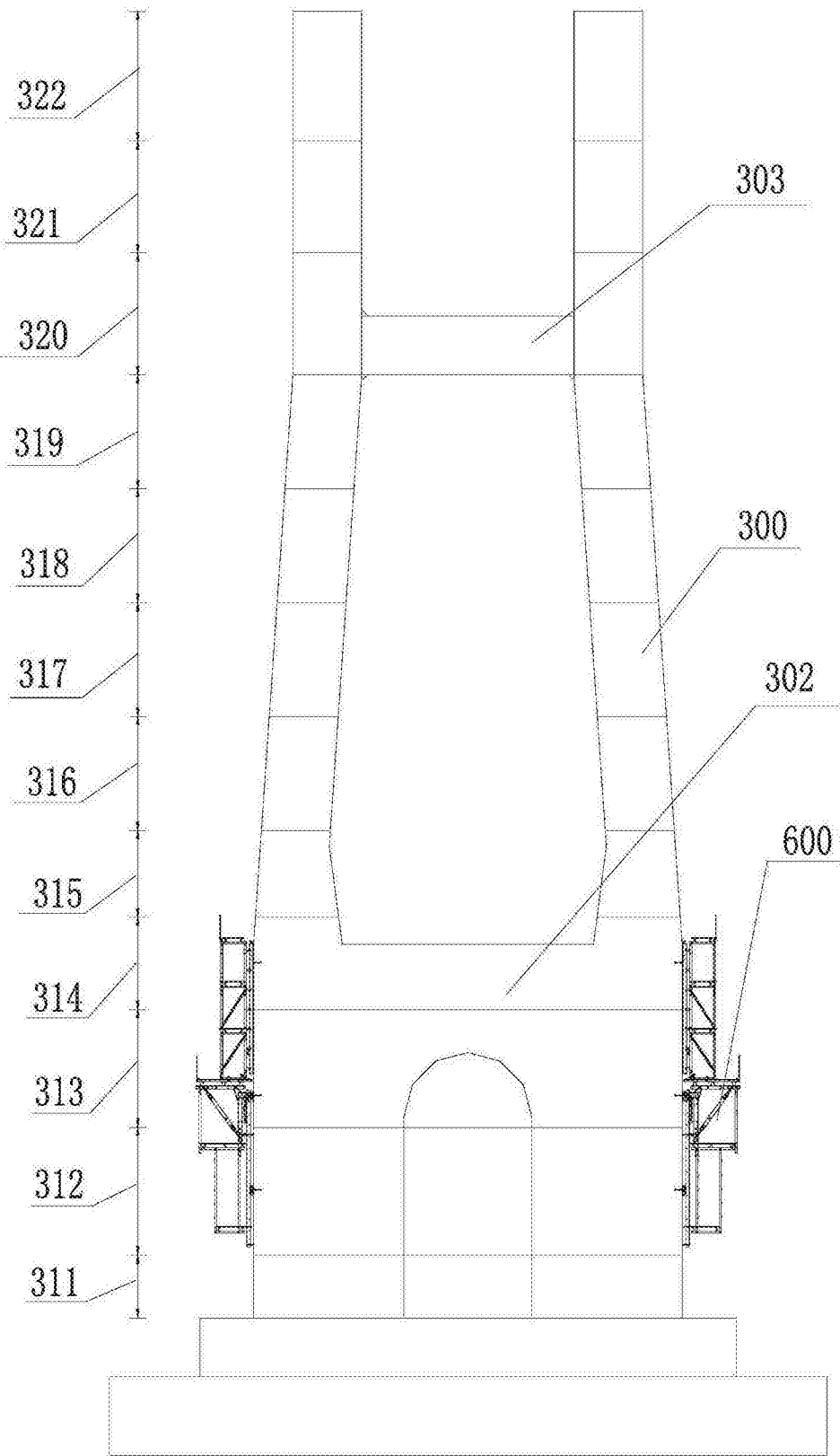


图6

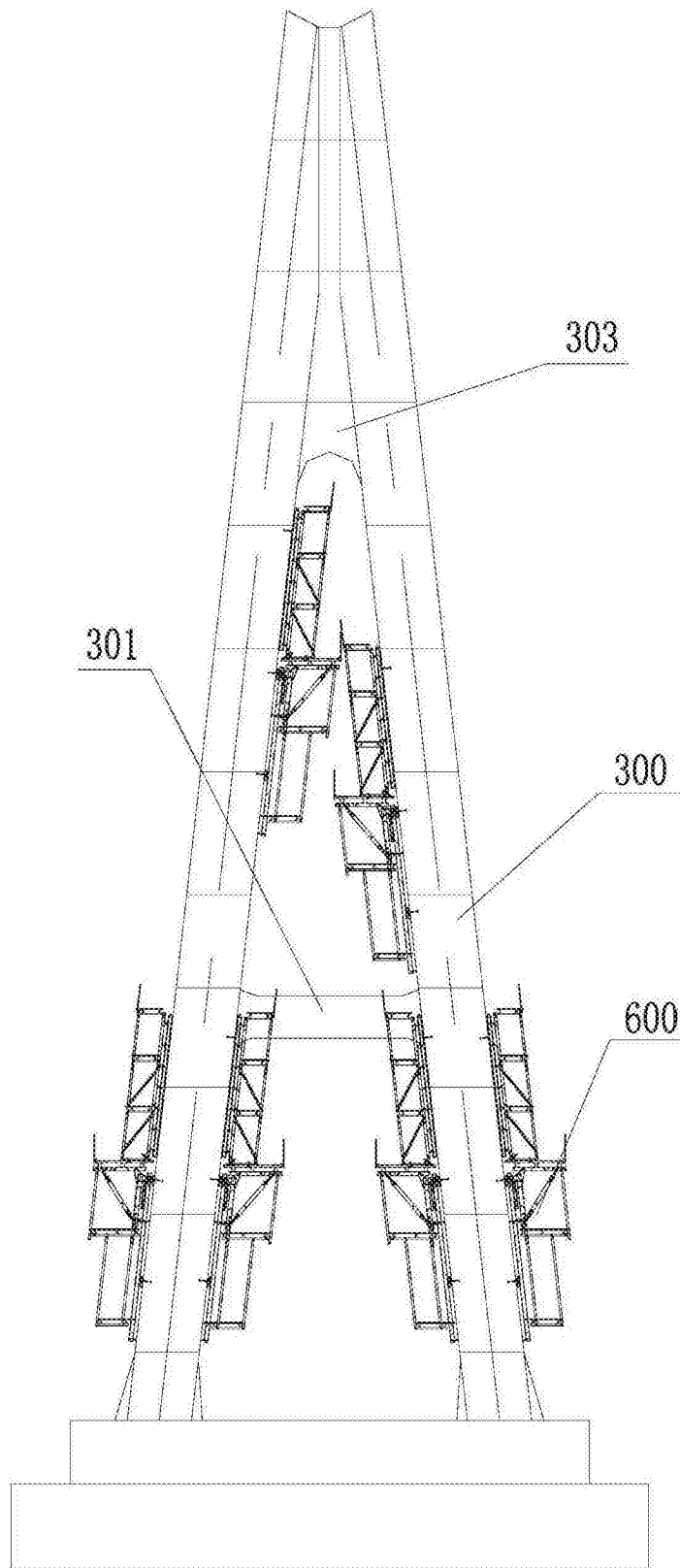


图7