



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110331668 A

(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201910609330.3

E01D 101/28(2006.01)

(22)申请日 2019.07.08

(71)申请人 中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司

地址 116000 辽宁省大连市沙河口区沙跃街九号

(72)发明人 安路明 赵健 朱杰 李春江 张广涛 迟荣益 彭志川 张振海 王德文 徐溢滨 袁伟新 沙权贤 孙长志

(74)专利代理机构 大连非凡专利事务所 21220 代理人 王廉

(51)Int.Cl. E01D 21/00(2006.01) E01D 11/04(2006.01)

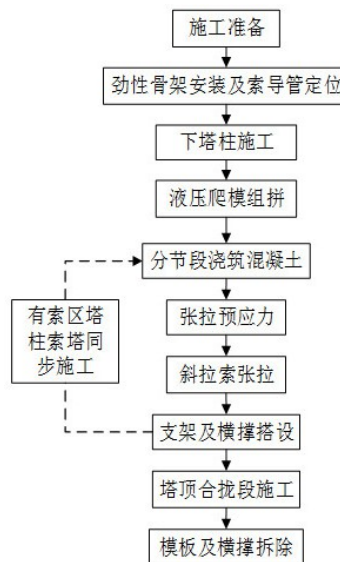
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法

(57)摘要

本发明公开一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:所述的方法按照以下步骤依次进行:施工准备,劲性骨架安装及索导管定位,下塔柱施工,液压爬模组拼,有索区塔柱索塔同步施工,塔顶合龙段施工和模板及横撑拆除,所述的有索区塔柱索塔同步施工步骤由分节段浇筑混凝土、张拉预应力、支架及横撑搭设和斜拉索张拉四个步骤组成。



1. 一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:所述的方法按照以下步骤依次进行:施工准备,劲性骨架安装及索导管定位,下塔柱施工,液压爬模组拼,有索区塔柱索塔同步施工,塔顶合龙段施工和模板及横撑拆除,

所述的有索区塔柱索塔同步施工步骤由分节段浇筑混凝土、张拉预应力、斜拉索张拉和支架及横撑搭设四个步骤组成。

2. 根据权利要求1所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:所述的施工准备步骤为:首先进行测量放样,建立施工控制网,并对倾角、线型进行精密定位,同时进行劲性骨架、钢筋和预埋件的加工与运输;

所述的劲性骨架安装及索导管定位步骤为:将劲性骨架在后场分榀分节段加工,运送至现场后利用塔吊吊装,用型钢连成整体,索导管采用热轧无缝钢管结构,在钢结构加工场设置专用台座,并在台座上将已加工好的套管和劲性骨架之间利用型钢焊成整体然后整体吊装,同时保证精确定位;

所述的下塔柱施工步骤为:下塔柱采用满堂脚手架、翻模工艺施工,塔柱主筋通过预埋与接高的劲性骨架来实现定位和绑扎,塔柱钢筋绑扎完成后,在钢筋外侧安装防裂钢筋网,塔柱在施工过程中设置主动撑以抵消塔肢在施工过程中自重产生的水平力;

所述的液压爬模组拼步骤为:模板采用钢木组合模板,由胶合板、木工字梁、钢围檩三部分组成,钢围檩与钢背楞之间通过焊接相连,面板与骨架通过沉头螺栓固定,三者有机固结形成整体,塔身施工设置预埋件,并与爬模系统的爬架连接;

所述的塔顶合龙段施工步骤为:采取安装牛腿、搭设支架、铺设底模、浇注混凝土的方案,两侧塔柱施工完成后,在塔壁合龙侧预埋钢筋与槽钢,待塔柱混凝土强度达到设计强度的75%后,进行合龙区施工,安装临时钢筋绑扎平台,在平台上绑扎钢筋,然后进行模板安装,模板底模采用竹胶板,在后场穿好底板拉杆,并将背楞安装固定,对拉螺杆单端固定,塔吊吊装至合模处,对穿拉杆,并将背楞固定与已浇筑塔柱上,并浇筑混凝土;

所述的模板及横撑拆除步骤为:拆除作业采用分段、分立面拆除的方式,从顶层开始,从内到外逐层向下进行,先拆合龙段模板及爬架,后结合塔吊拆除横撑。

3. 根据权利要求1所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:

所述的分节段浇筑混凝土步骤为:待劲性骨架与索道管安装完成后,进行塔柱分段浇筑施工,塔柱标准节段浇筑3m,混凝土浇筑后养护到15MPa后,模板系统爬升准备施工下一节段塔柱;

所述的张拉预应力步骤为:塔柱预应力施工均采用单向张拉、真空压浆工艺,在塔柱内埋设锚垫板和预应力管道,然后将预应力束穿入,浇筑混凝土养护达到设计强度90%后采用以张力控制为主,伸长量控制为辅,张拉力与伸长量双控的方法张拉预应力;

所述的斜拉索张拉步骤为:斜拉索采用整束挤压式钢绞线斜拉索体系,拉索挂设配合主梁施工工艺,采用先塔端挂设后梁端挂设的挂索方案,张拉端在塔端,梁端为销铰连接,体系转换在梁端,使用硬性张拉杆张拉斜拉索,用穿心式千斤顶或组合式千斤顶循环张拉牵引硬性张拉杆,直至斜拉索的索力符合设计要求锚固好即可;

所述的支架及横撑搭设步骤为:以塔柱施工过程中拉应力在允许范围1.83Mpa内为计算原则,并考虑塔柱分阶段浇筑的标准节段长度,通过对施工阶段数值模拟分析,确定横竖撑的设置位置、数量及横撑的顶撑力,待斜拉索张拉完毕后再依次搭设水平撑及竖向撑,且

竖向支撑每设置下一道时,必须解除上一道支撑点。

4. 根据权利要求2所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:在进行索导管定位时,在索导管每个端部的四个方向各安装一根调整螺栓,对索道管位置进行精调,利用全站仪测量索导管两个端面的中心坐标,若满足设计要求,则将其与劲性骨架的临时固接加焊,防止混凝土浇筑时偏位,若不能满足设计要求,割除临时固接,利用电动葫芦初步调节后再利用调节螺栓精确调整两个端面的中心坐标,直至满足设计要求,最后将索导管与劲性骨架焊接。

5. 根据权利要求2所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:在进行液压爬模组拼时,采取的模板抗倾覆措施是每一组两樯爬架上下平台梁用附加平台梁焊接成整体,与相邻的一组爬架的各层平台梁用螺栓连接成整体,最终将一个塔肢4组爬架连接成一个整体,对四组模板阳角位置通过斜拉杆连接固定,形成整体结构,以防止由塔柱倾斜角度大引起模板倾覆与松动漏浆,在爬模所有杆件组装完成后,进行预压工作,预压支架采用20工字钢焊接于爬模桁架单元上,并在预压平台铺设木方,预压采用沙袋进行分级加载。

6. 根据权利要求3所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:在进行张拉预应力时,张拉步骤具体如下:0→初应力 $0.1\sigma_{con}$ → $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固→斜拉索张拉完成→复拉 $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固。

7. 根据权利要求3所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:在进行支架及横撑搭设时,其支架与横撑的结构为:支架采用钢管,在钢管间布设槽钢以提高稳定性,钢管顶部采用双拼工字钢作为承重梁,工字钢作为分配梁,梁顶铺设钢板,确保支撑面接触稳定,支撑面顶部设置钢管,钢管切成坡口,并焊接钢板,使坡口与塔柱支撑面平行接触受力,坡面上下侧预埋限位档块,限制沿塔身方向的变形,

横撑由水平钢管、预埋件、牛腿及水平撑走道等组成,在塔柱节段施工时,根据主动横撑与塔柱连接位置,预埋锥形螺栓,节段施工完成后安装连接牛腿支架与塔柱固定,采用液压千斤顶在水平横撑钢管一端施加顶推力,钢管端部用型钢进行加固。

一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁施工领域,特别是一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法。

背景技术

[0002] 斜拉桥作为一种索塔梁组合体系结构,其跨越能力优于梁桥和拱桥,造价低于悬索桥,力学性能良好,线形优美,在现代桥梁建设中占有重要的席位。近年来,随着桥梁设计理论的完善和桥梁美学地位的提高,一座座造型优美、结构新颖的异形斜拉桥逐渐建成,其中无背索斜拉桥已成为城市景观桥梁中的一道亮丽的风景线。相比传统的双塔双索面斜拉桥,无背索斜拉桥通常采用大倾角桥塔,顺桥向单侧布置斜拉索,利用拉索配合桥塔自重与主梁平衡受力,传力体系新颖独特,将力学和美学完美融合。

[0003] 虽然无背索斜拉桥造型优美,但由于顺桥向单侧布索、桥塔塔身单向甚至双向倾斜,属于空间异性结构,施工难度较大。目前国内已建成的无背索斜拉桥多为顺桥向单向倾斜,双向空间倾斜桥塔施工技术国内尚未成熟。目前,针对中矮塔柱,一般采用满堂支架加翻模施工,即从地面开始搭设满堂钢管支架直至塔身顶部,然后进行支模、浇筑、养护等施工,但该方法对于高大塔柱的施工用的支架模板消耗量大、施工工期长、投入人力多、钢管支架搭设对地基基础承载能力要求较高,安全风险较大,对于大体积混凝土结构浇筑分段较多,对浇筑质量及线形难以控制,对山区桥梁及高墩柱施工有很大的局限性。

[0004] 因此现在需要一种能够解决上述问题的方法或装置。

发明内容

[0005] 本发明是为了解决现有技术所存在的上述不足,提出一种采用液压爬模分段浇筑,结合少支架配合索、塔同步的施工方法,该方法施工方便快捷、安全可靠,取得了良好的经济效益和社会效益,填补了国内双向倾斜异形桥塔施工技术空白,具有较大的推广价值。

[0006] 本发明的技术解决方案是:一种无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,其特征在于:所述的方法按照以下步骤依次进行:施工准备,劲性骨架安装及索导管定位,下塔柱施工,液压爬模组拼,有索区塔柱索塔同步施工,塔顶合龙段施工和模板及横撑拆除,

所述的有索区塔柱索塔同步施工步骤由分节段浇筑混凝土、张拉预应力、斜拉索张拉和支架及横撑搭设四个步骤组成。

[0007] 所述的施工准备步骤为:首先进行测量放样,建立施工控制网,并对倾角、线型进行精密定位,同时进行劲性骨架、钢筋和预埋件的加工与运输;

所述的劲性骨架安装及索导管定位步骤为:将劲性骨架在后场分榀分节段加工,运送至现场后利用塔吊吊装,用型钢连成整体,索导管采用热轧无缝钢管结构,在钢结构加工场设置专用台座,并在台座上将已加工好的套管和劲性骨架之间利用型钢焊成整体然后整体吊装,同时保证精确定位;

所述的下塔柱施工步骤为:下塔柱采用满堂脚手架、翻模工艺施工,塔柱主筋通过预埋与接高的劲性骨架来实现定位和绑扎,塔柱钢筋绑扎完成后,在钢筋外侧安装防裂钢筋网,

塔柱在施工过程中设置主动撑以抵消塔肢在施工过程中自重产生的水平力；

所述的液压爬模组拼步骤为：模板采用钢木组合模板，由胶合板、木工字梁、钢围檩三部分组成，钢围檩与钢背楞之间通过焊接相连，面板与骨架通过沉头螺栓固定，三者有机固结形成整体，塔身施工设置预埋件，并与爬模系统的爬架连接；

所述的塔顶合龙段施工步骤为：采取安装牛腿、搭设支架、铺设底模、浇注混凝土的方案，两侧塔柱施工完成后，在塔壁合龙侧预埋钢筋与槽钢，待塔柱混凝土强度达到设计强度的75%后，进行合龙区施工，安装临时钢筋绑扎平台，在平台上绑扎钢筋，然后进行模板安装，模板底模采用竹胶板，在后场穿好底板拉杆，并将背楞安装固定，对拉螺杆单端固定，塔吊吊装至合模处，对穿拉杆，并将背楞固定与已浇筑塔柱上，并浇筑混凝土；

所述的模板及横撑拆除步骤为：拆除作业采用分段、分立面拆除的方式，从顶层开始，从内到外逐层向下进行，先拆合龙段模板及爬架，后结合塔吊拆除横撑。

[0008] 所述的分节段浇筑混凝土步骤为：待劲性骨架与索道管安装完成后，进行塔柱分段浇筑施工，塔柱标准节段浇筑3m，混凝土浇筑后养护到15MPa后，模板系统爬升准备施工下一节段塔柱；

所述的张拉预应力步骤为：塔柱预应力施工均采用单向张拉、真空压浆工艺，在塔柱内埋设锚垫板和预应力管道，然后将预应力束穿入，浇筑混凝土养护达到设计强度90%后采用以张力控制为主，伸长量控制为辅，张拉力与伸长量双控的方法张拉预应力；

所述的斜拉索张拉步骤为：斜拉索采用整束挤压式钢绞线斜拉索体系，拉索挂设配合主梁施工工艺，采用先塔端挂设后梁端挂设的挂索方案，张拉端在塔端，梁端为销铰连接，体系转换在梁端，使用硬性张拉杆张拉斜拉索，用穿心式千斤顶或组合式千斤顶循环张拉牵引硬性张拉杆，直至斜拉索的索力符合设计要求锚固好即可；

所述的支架及横撑搭设步骤为：以塔柱施工过程中拉应力在允许范围1.83Mpa内为计算原则，并考虑塔柱分阶段浇筑的标准节段长度，通过对施工阶段数值模拟分析，确定横竖撑的设置位置、数量及横撑的顶撑力，待斜拉索张拉完毕后再依次搭设水平撑及竖向撑，且竖向支撑每设置下一道时，必须解除上一道支撑点。

[0009] 在进行索导管定位时，在索导管每个端部的四个方向各安装一根调整螺栓，对索道管位置进行精调，利用全站仪测量索导管两个端面的中心坐标，若满足设计要求，则将其与劲性骨架的临时固接加焊，防止混凝土浇筑时偏位，若不能满足设计要求，割除临时固接，利用电动葫芦初步调节后再利用调节螺栓精确调整两个端面的中心坐标，直至满足设计要求，最后将索导管与劲性骨架焊接。

[0010] 在进行液压爬模组拼时，采取的模板抗倾覆措施是每一组两榀爬架上下平台梁用附加平台梁焊接成整体，与相邻的一组爬架的各层平台梁用螺栓连接成整体，最终将一个塔肢4组爬架连接成一个整体，对四组模板阳角位置通过斜拉杆连接固定，形成整体结构，以防止由塔柱倾斜角度大引起模板倾覆与松动漏浆，在爬模所有杆件组装完成后，进行预压工作，预压支架采用20工字钢焊接于爬模桁架单元上，并在预压平台铺设木方，预压采用沙袋进行分级加载。

[0011] 在进行张拉预应力时，张拉步骤具体如下：0→初应力 $0.1\sigma_{con}$ → $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固→斜拉索张拉完成→复拉 $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固。

[0012] 在进行支架及横撑搭设时，其支架与横撑的结构为：支架采用钢管，在钢管间布设

槽钢以提高稳定性,钢管顶部采用双拼工字钢作为承重梁,工字钢作为分配梁,梁顶铺设钢板,确保支撑面接触稳定,支撑面顶部设置钢管,钢管切成坡口,并焊接钢板,使坡口与塔柱支撑面平行接触受力,坡面上下侧预埋限位档块,限制沿塔身方向的变形。

[0013] 横撑由水平钢管、预埋件、牛腿及水平撑走道等组成,在塔柱节段施工时,根据主动横撑与塔柱连接位置,预埋锥形螺栓,节段施工完成后安装连接牛腿支架与塔柱固定,采用液压千斤顶在水平横撑钢管一端施加顶推力,钢管端部用型钢进行加固。

[0014] 本发明同现有技术相比,具有如下优点:

本发明所公开的无背索斜拉桥双向倾斜V型桥塔施工方法,取代了传统的满堂支架建造方法,通过采用少支架和索塔同步施工的方法施工,在简化了临时结构的施工工序和缩减了材料的基础上,提高了施工质量,加快了施工速度。解决了无背索斜拉桥双向倾斜V型桥塔施工的技术难题,同时开拓了景观桥的设计空间,提高了桥梁施工质量、结构安全性。

[0015] 同时,它采用抗倾斜密贴式液压爬模机具,分段浇筑混凝土,并结合少量横竖向支撑的方法,通过整体式液压自爬模体系,实现混凝土模板的搭设以及混凝土的浇筑养护成形;通过在双肢塔柱之间设置横向支撑,平衡施工过程中塔身自重及施工荷载产生的水平分力,通过斜拉索的张拉及临时竖撑的交替作用平衡竖向分力。

[0016] 本施工方法中的“密贴式液压爬模方式”,能够解决受大角度倾斜引起侧模松动漏浆的问题,保障施工质量。研究设计的斜拉索张拉工序与轴向预应力钢束张拉量控制以及桥塔结构支架、横撑设计确保了结构施工安全,保障了结构线形,提高了施工精度。

附图说明

[0017] 图1为本发明的主要施工流程图。

[0018] 图2为本发明施工示意图。

[0019] 图3为本发明中液压爬模系统的示意图。

[0020] 图4为本发明中模板结构的示意图。

[0021] 图5为本发明中模板加固的示意图。

[0022] 图6为本发明中支架的示意图。

[0023] 图7为本发明中横撑的示意图。

[0024] 附图标记说明:

1-竖向支架;2-横撑;3-液压自爬模系统;4-斜拉索;5-爬架体系;6-钢木组合模板;7-胶合板;8-木工字梁;9-钢围檩;10-吊钩;11-阳角斜拉杆;12-纵向附加槽钢;13-角铁;14-蝶形螺母;15-钢板限位块;16-坡口钢板;17-钢管撑;18-橡胶支座;19-工字钢承重梁;20-工字钢分配梁;21-承重钢板;22-钢管支架;23-槽钢;24-千斤顶;25-牛腿支架;26-横向钢管。

具体实施方式

[0025] 下面将结合附图说明本发明的具体实施方式。如图1至图7所示:一种无背索斜拉桥双向倾斜V型桥塔施工方法,按照以下步骤依次进行:施工准备,劲性骨架安装及索导管定位,下塔柱施工,液压爬模组拼,有索区塔柱索塔同步施工,塔顶合龙段施工和模板及横撑拆除,

所述的有索区塔柱索塔同步施工步骤由分节段浇筑混凝土、张拉预应力、斜拉索张拉和支架及横撑搭设四个步骤组成。

[0026] 所述的施工准备步骤为:首先进行测量放样,建立施工控制网,并对倾角、线型进行精密定位,同时进行劲性骨架、钢筋和预埋件的加工与运输;

所述的劲性骨架安装及索导管定位步骤为:将劲性骨架在后场分榀分节段加工,运送至现场后利用塔吊吊装,用型钢连成整体,索导管采用热轧无缝钢管结构,在钢结构加工场设置专用台座,并在台座上将已加工好的套管和劲性骨架之间利用型钢焊成整体然后整体吊装,同时保证精确定位;

所述的下塔柱施工步骤为:下塔柱采用满堂脚手架、翻模工艺施工,塔柱主筋通过预埋与接高的劲性骨架来实现定位和绑扎,塔柱钢筋绑扎完成后,在钢筋外侧安装防裂钢筋网,塔柱在施工过程中设置主动撑以抵消塔肢在施工过程中自重产生的水平力;

所述的液压爬模组拼步骤为:模板采用钢木组合模板,由胶合板、木工字梁、钢围檩三部分组成,钢围檩与钢背楞之间通过焊接相连,面板与骨架通过沉头螺栓固定,三者有机固结形成整体,塔身施工设置预埋件,并与爬模系统的爬架连接;

所述的塔顶合龙段施工步骤为:采取安装牛腿、搭设支架、铺设底模、浇筑混凝土的方案,两侧塔柱施工完成后,在塔壁合龙侧预埋钢筋与槽钢,待塔柱混凝土强度达到设计强度的75%后,进行合龙区施工,安装临时钢筋绑扎平台,在平台上绑扎钢筋,然后进行模板安装,模板底模采用竹胶板,在后场穿好底板拉杆,并将背楞安装固定,对拉螺杆单端固定,塔吊吊装至合模处,对穿拉杆,并将背楞固定与已浇筑塔柱上,并浇筑混凝土;

所述的模板及横撑拆除步骤为:拆除作业采用分段、分立面拆除的方式,从顶层开始,从内到外逐层向下进行,先拆合龙段模板及爬架,后结合塔吊拆除横撑。

[0027] 所述的分节段浇筑混凝土步骤为:待劲性骨架与索道管安装完成后,进行塔柱分段浇筑施工,塔柱标准节段浇筑3m,混凝土浇筑后养护到15MPa后,模板系统爬升准备施工下一节段塔柱;

所述的张拉预应力步骤为:塔柱预应力施工均采用单向张拉、真空压浆工艺,在塔柱内埋设锚垫板和预应力管道,然后将预应力束穿入,浇筑混凝土养护达到设计强度90%后采用以张力控制为主,伸长量控制为辅,张拉力与伸长量双控的方法张拉预应力;

所述的斜拉索张拉步骤为:斜拉索采用整束挤压式钢绞线斜拉索体系,拉索挂设配合主梁施工工艺,采用先塔端挂设后梁端挂设的挂索方案,张拉端在塔端,梁端为销铰连接,体系转换在梁端,使用硬性张拉杆张拉斜拉索,用穿心式千斤顶或组合式千斤顶循环张拉牵引硬性张拉杆,直至斜拉索的索力符合设计要求锚固好即可;

所述的支架及横撑搭设步骤为:以塔柱施工过程中拉应力在允许范围1.83Mpa内为计算原则,并考虑塔柱分阶段浇筑的标准节段长度,通过对施工阶段数值模拟分析,确定横竖撑的设置位置、数量及横撑的顶撑力,待斜拉索张拉完毕后再依次搭设水平撑及竖向撑,且竖向支撑每设置下一道时,必须解除上一道支撑点。

[0028] 在进行索导管定位时,在索导管每个端部的四个方向各安装一根调整螺栓,对索道管位置进行精调,利用全站仪测量索导管两个端面的中心坐标,若满足设计要求,则将其与劲性骨架的临时固接加焊,防止混凝土浇筑时偏位,若不能满足设计要求,割除临时固接,利用电动葫芦初步调节后再利用调节螺栓精确调整两个端面的中心坐标,直至满足设

计要求,最后将索导管与劲性骨架焊接。

[0029] 在进行液压爬模组拼时,采取的模板抗倾覆措施是每一组两榀爬架上下平台梁用附加平台梁焊接成整体,与相邻的一组爬架的各层平台梁用螺栓连接成整体,最终将一个塔肢4组爬架连接成一个整体,对四组模板阳角位置通过斜拉杆连接固定,形成整体结构,以防止由塔柱倾斜角度大引起模板倾覆与松动漏浆,在爬模所有杆件组装完成后,进行预压工作,预压支架采用20工字钢焊接于爬模桁架单元上,并在预压平台铺设木方,预压采用沙袋进行分级加载。

[0030] 在进行张拉预应力时,张拉步骤具体如下:0→初应力 $0.1\sigma_{con}$ → $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固→斜拉索张拉完成→复拉 $1.0\sigma_{con}$ →持荷5分钟→锚固。

[0031] 在进行支架及横撑搭设时,其支架与横撑的结构为:支架采用钢管,在钢管间布设槽钢以提高稳定性,钢管顶部采用双拼工字钢作为承重梁,工字钢作为分配梁,梁顶铺设钢板,确保支撑面接触稳定,支撑面顶部设置钢管,钢管切成坡口,并焊接钢板,使坡口与塔柱支撑面平行接触受力,坡面上下侧预埋限位档块,限制沿塔身方向的变形。

[0032] 横撑由水平钢管、预埋件、牛腿及水平撑走道等组成,在塔柱节段施工时,根据主动横撑与塔柱连接位置,预埋锥形螺栓,节段施工完成后安装连接牛腿支架与塔柱固定,采用液压千斤顶在水平横撑钢管一端施加顶推力,钢管端部用型钢进行加固。

[0033] 本发明所述的无背索斜拉桥双向倾斜v型桥塔施工方法,具体步骤如下:

1) 施工准备:测量放样,建立施工控制网,并对倾角、线型等精密定位;劲性骨架、钢筋、预埋件加工、运输。

[0034] 2) 劲性骨架安装及索导管的定位:为满足塔柱高空、倾斜状况下施工中钢筋定位的需要,同时方便测量放线,塔柱施工时设置劲性骨架。采用矩形小断面桁架结构,在后场分榀分节段加工,平板车运至现场塔吊吊装,用型钢连成整体。索套管采用热轧无缝钢管结构,在钢结构加工场设置专用台座上,在台座上将套管和劲性骨架之间利用型钢焊成整体然后整体吊装,精确定位。

[0035] 3) 下塔柱施工:下塔柱采用满堂脚手架、翻模工艺施工。塔柱主筋通过预埋与接高的劲性骨架来实现定位、绑扎,塔柱钢筋绑扎完成后,在钢筋外侧安装防裂钢筋网。塔柱在施工过程中设置主动撑以抵消塔肢在施工过程中自重产生的水平力。

[0036] 4) 液压爬模系统组拼:为适应桥塔倾斜角度及截面尺寸的变化,模板采用钢木组合模板6,由胶合板7、木工字梁8、钢围檩9三部分组成,设置吊装吊钩10。塔身施工设置预埋件,并与爬模系统的爬架5可靠连接。液压爬模系统组拼,采取的模板抗倾覆措施是每一组两榀爬架上下平台梁用附加平台梁焊接成整体,与相邻的一组爬架的各层平台梁用螺栓连接成整体,最终将一个塔肢4组爬架连接成一个整体。对四组模板阳角位置通过斜拉杆11、纵向槽钢12、角铁13以及蝶形螺母14连接固定,形成整体结构,以防止由塔柱倾斜角度大引起模板倾覆与松动漏浆;在爬模3所有杆件组装完成后,进行预压工作。预压支架采用20#工字钢焊接于爬模桁架单元上,并在预压平台铺设木方。预压采用沙袋进行分级加载。

[0037] 5) 有索区塔柱索塔同步施工工艺流程主要分三个阶段,第一阶段,利用模板结合脚手架施工塔身至满足爬模机具3安装高度。第二阶段,安装液压爬模机具3,浇筑混凝土,待塔柱浇筑节段至设计预应力张拉位置,张拉预应力,采用先塔后梁施工方法挂设塔身斜拉索4,然后根据计算在到达搭设支架1及横撑2位置时,搭设支架1及横撑2,且竖向支撑1每

设置下一道时,必须解除上一道支撑点,循环上述过程,直到受力体系达到计算密索状态。第三阶段,当索塔形成密索结构体系后,拆除塔身竖向支架1,依次循环施工,分段浇筑混凝土,并挂设斜拉索4,同时安装横撑2,直至有索区塔身施工完成。

[0038] 6) 分节浇筑施工混凝土:待劲性骨架与索道管安装完成,进行塔柱分段浇筑施工。塔柱标准节段浇筑3m,混凝土浇筑后养护到15MPa后,模板系统爬升准备施工下一节段塔柱。

[0039] 7) 预应力张拉:待塔柱浇筑到设计张拉节段后,施加预应力。塔柱预应力施工均采用单向张拉、真空压浆工艺。在塔柱内埋设锚垫板和预应力管道,然后将预应力束穿入,浇筑混凝土养护达到设计强度90%后采用以张力控制为主,伸长量控制为辅,张拉力与伸长量双控的方法张拉预应力。

[0040] 8) 斜拉索张拉:拉索挂设配合主梁施工工艺,挂索方案采用先塔端挂设后梁端挂设,张拉端在塔端,梁端为销铰连接,体系转换在梁端,使用硬性张拉杆张拉斜拉索,用穿心式千斤顶或组合式千斤顶循环张拉牵引硬性张拉杆,直至斜拉索的索力符合设计要求锚固好即可。

[0041] 9) 支架及横撑搭设:支架及横撑的结构形式为,支架采用钢管支架22,在钢管间布设槽钢23以提高稳定性。钢管顶部采用双拼工字钢作为承重梁19,工字钢作为分配梁20,梁顶铺设钢板16,确保支撑面接触稳定。支撑面顶部放置橡胶支座18,支座18上设置钢管撑17,钢管撑顶部切成坡口,并焊接钢板16,使坡口与塔柱支撑面平行接触受力,坡面上下侧预埋限位档块15,限制沿塔身方向的变形。横撑由水平钢管26、预埋牛腿支架25及千斤顶24等组成,在塔柱节段施工时,根据主动横撑2与塔柱连接位置,预埋锥形螺栓,节段施工完成后安装连接牛腿支架25与塔柱固定。采用液压千斤顶24在水平横撑钢管26一端施加顶推力,钢管端部用型钢进行加固。竖向支架1及横撑2的设置以塔柱施工过程中拉应力在允许范围1.83Mpa内为计算原则,并考虑塔柱分阶段浇筑的标准节段长度,尽量避免施工交叉作业。通过对施工阶段数值模拟分析,确定横竖向支架1的设置位置、数量及横撑2的顶撑力。待斜拉索张拉完毕后再依次搭设横撑2及竖向支架1,且竖向支架1每设置下一道时,必须解除上一道支撑点。

[0042] 10) 塔顶合龙段施工:采取安装牛腿、搭设支架、铺设底模、浇注混凝土的方案。两侧塔柱施工完成后,在塔壁合龙侧预埋钢筋与槽钢,待塔柱混凝土强度达到设计强度75%后,进行合龙区施工。安装临时钢筋绑扎平台,在平台上绑扎钢筋,然后进行模板安装。模板底模采用竹胶板,在后场穿好底板拉杆,并将背楞安装固定,对拉螺杆单端固定。塔吊吊装至合模处,对穿拉杆,并将背楞固定与已浇筑塔柱上,并浇筑混凝土。

[0043] 11) 模板及横撑拆除:拆除作业采用分段、分立面拆除,从顶层开始,从内到外逐层向下进行,先拆合龙段模板及爬架3,后结合塔吊拆除横撑2。

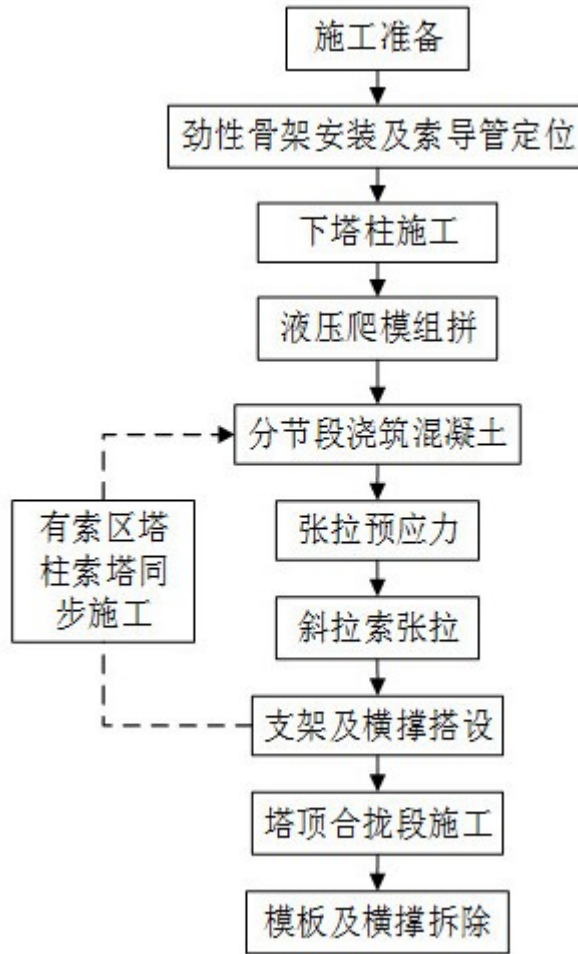


图1

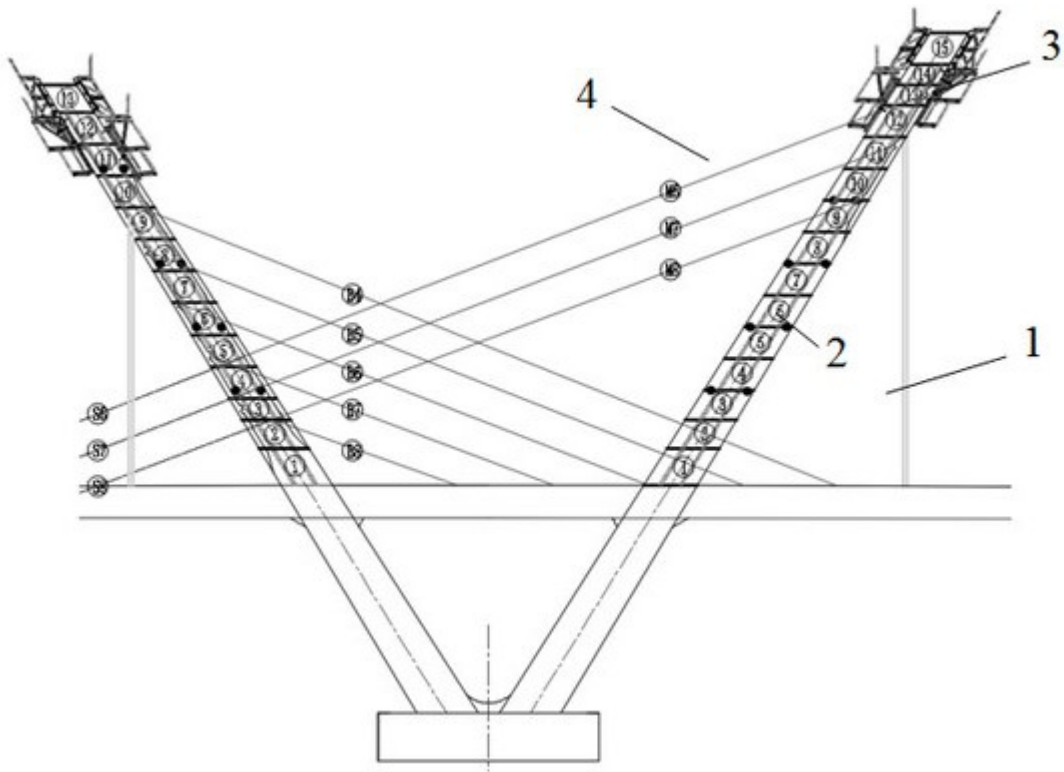


图2

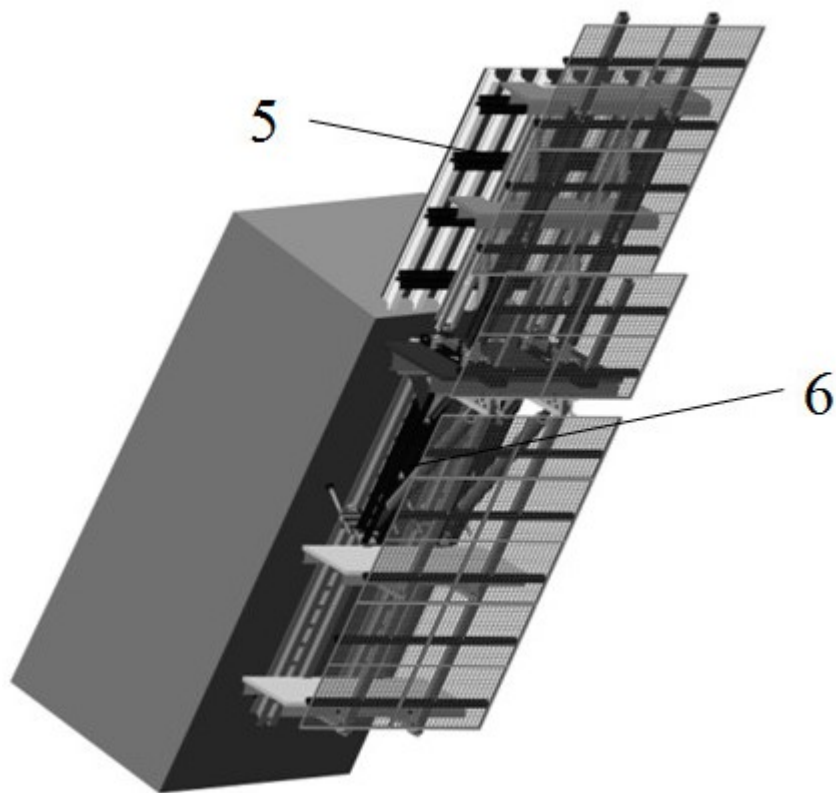


图3

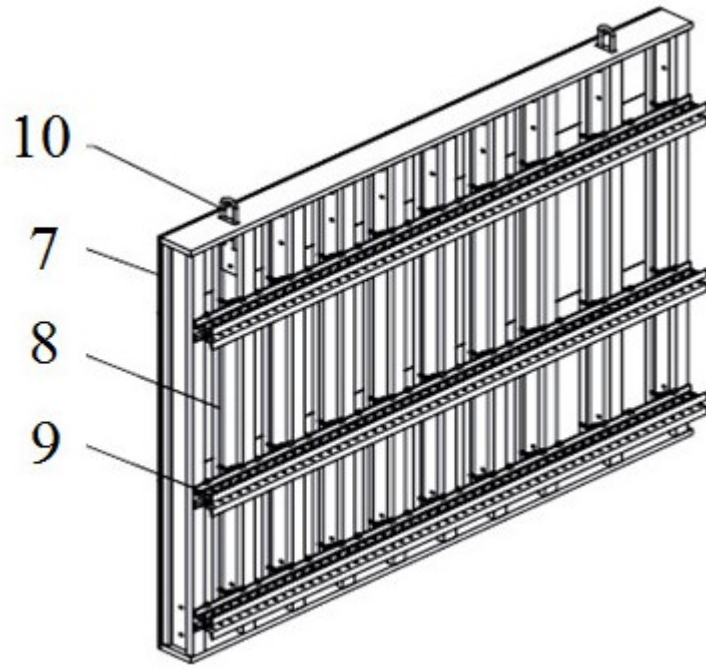


图4

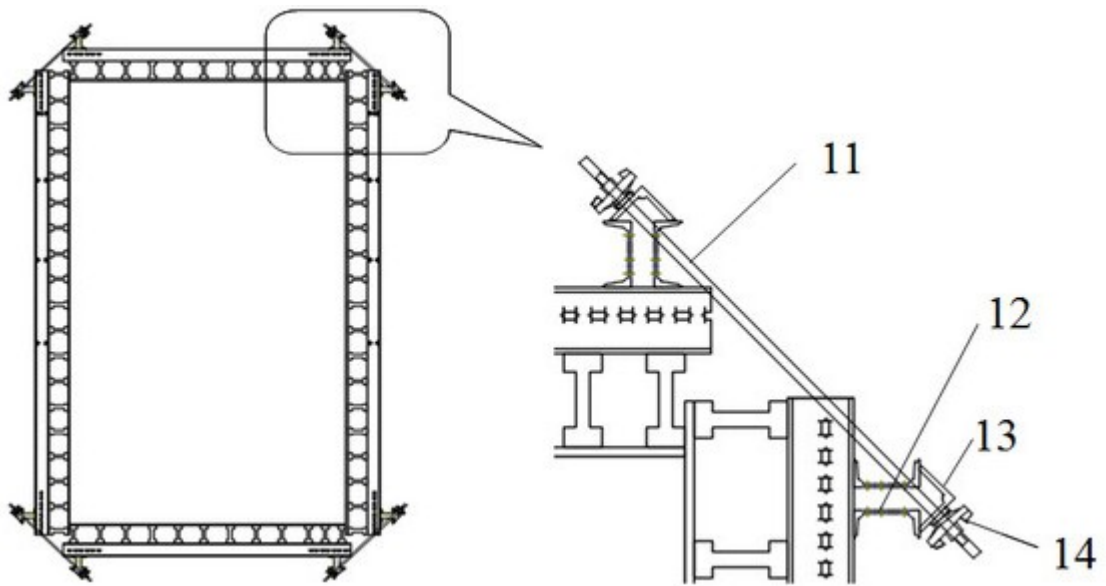


图5

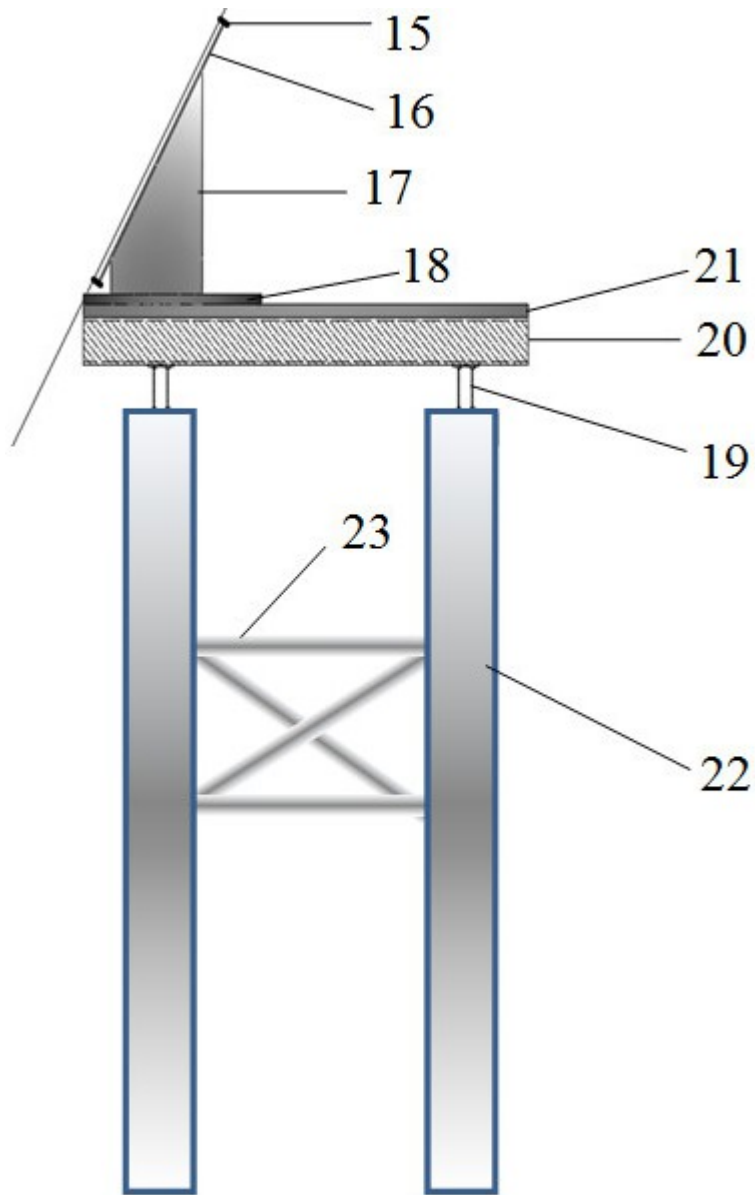


图6

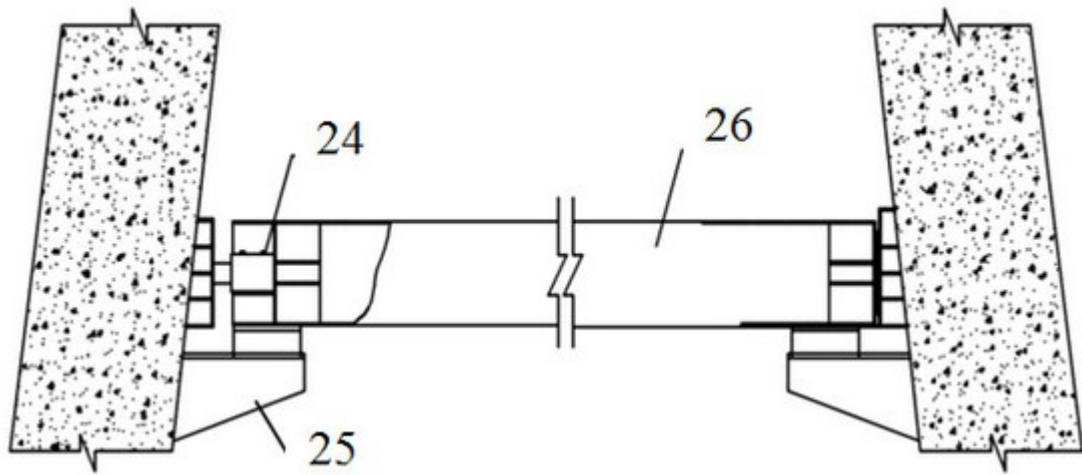


图7