

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910036700.5

[51] Int. Cl.

E01D 21/00 (2006.01)

E01D 4/00 (2006.01)

E01D 11/04 (2006.01)

E01D 101/30 (2006.01)

E01D 101/24 (2006.01)

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101476293A

[22] 申请日 2009.1.16

[21] 申请号 200910036700.5

[71] 申请人 广东省长大公路工程有限公司

地址 514311 广东省广州市广州大道北 142 号

[72] 发明人 谭立心 王中文 谢希凡 余 甦
毛志坚 钱 亮 刘宏波 冯炳生
钟建锋 卓文泽 程建阳 李彦军

[74] 专利代理机构 广州市南锋专利事务所有限公司

代理人 李永庆

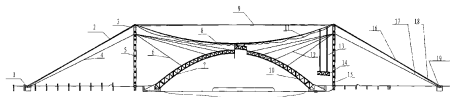
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

[54] 发明名称

大型桥梁拱肋无支架施工方法

[57] 摘要

本发明涉及一种大型桥梁(钢管混凝土拱桥)拱肋无支架施工方法,该方法的特点是扣、挂塔合一,扣挂锚合一,塔铰(钢结构)采用橡胶支座,吊、扣塔抗风绳(压塔索)采用钢绞线,扣挂采用集中工作面,扣挂索采用钢绞线,塔架采用钢管支架,扣挂采用少扣索,采用该施工方法后,减少了拱肋拼装场地及安装支架,加快了施工进度,同时利用缆索吊的桅杆式塔架进行拱肋安装的斜拉扣索施工,减少了一组塔架及锚碇的施工;采用少扣索施工方法,减少了塔架锚箱段的位置,同时减少锚索数量;采用一次成形的监控、测量方法,简化了拱肋安装施工过程、调索施工工程,提高了生产效率、加快了施工进度,保证了拱肋安装质量。



1.一种大型桥梁拱肋无支架施工方法，其特征在于：扣、挂塔合一，扣挂锚合一，塔铰（钢结构）采用橡胶支座，吊、扣塔抗风绳（压塔索）采用钢绞线，扣挂采用集中工作面，扣挂索采用钢绞线，塔架采用钢管支架，扣挂采用少扣索法，该方法包括下述步骤：

（1）安装缆索吊：缆索吊按锚碇、索塔、抗风索、承重绳、牵引系统、起吊系统的顺序进行安装，锚碇按地下大体积混凝土结构施工，分层浇筑，索塔安装以塔吊配合，逐节安装，最上三节设临时抗风绳固定，索塔塔脚先固结，待抗风索安装完毕再转换成铰接，抗风索用卷扬机辅助安装，用液压千斤顶张紧，承重绳采用往复式牵引系统布设，牵引绳用先导索拽拉渡江，牵引系统和起吊系统由塔吊辅助，在近塔处安装成型；缆索吊构件安装完毕后，进行超载 20%试吊，取得相关参数并作相应改善后投入使用；

（2）拱肋节段抬吊翻转及吊装就位：拱肋节段平放运输到缆索吊下方，先用与拱肋同侧的吊具挂住上弦管，同时用另一侧吊具挂住下弦管，在将拱肋节段抬离运具后，通过调整两侧吊具的起升速度，使拱肋节段翻转到对接姿态，然后解除另一侧吊具，用同侧吊具将拱肋节段吊到对接位置；

（3）拱肋节段连接扣挂：在每个节段吊装前，先将该节段扣索的后锚索挂好，同时前扣索也挂到索塔锚箱上，并装好张紧千斤顶，拱肋节段与已相邻拱肋刚结（或与铰座铰接）后，用工作吊篮将扣索前端牵引到拱肋节段上，与拱肋扣点销接，然后分级张紧前扣索和后锚索，将拱肋节段调整到预期位置，最后解开缆索吊吊具；

（4）拱肋横联吊装就位并固结：拱肋横联用缆索吊两侧吊具同时抬吊，待接口临时固结后解开缆索吊吊具；

（5）拱肋合龙：拱肋合龙采用单肋合龙施工方式，合龙前对拱肋的线型，主要是标高方面及扣锚索力进行观测并分析，调整好合龙前拱肋的线型及索力，合龙在气温稳定时进行，先将合龙段吊入空档内，并与一端拱肋固结，再用千斤顶调整剩余的空档，使其达到设计宽度，接着锁紧临时连接，最后焊接围箍板将剩余的空档补齐。

大型桥梁拱肋无支架施工方法

技术领域

本发明方法涉及一种大型桥梁（钢管混凝土拱桥）的施工方法，尤其是指一种用于大型桥梁拱肋吊装的施工方法。

背景技术

传统钢管拱肋安装采用以下技术：

- (1) 扣塔、吊塔分开无支架天线吊装或竖转结合平转；
- (2) 缆索吊吊塔基础方式设计为复杂的铰结构（钢结构）；
- (3) 吊塔、扣塔抗风缆单独设计；
- (4) 扣挂施工采用扣索与拱肋节段数一一对应；
- (5) 拱肋合拢前，进行拱肋线形调整工序烦琐；
- (6) 扣索空间角度设计基本一至，扣挂施工工作面多，扣塔受力复杂；
- (7) 扣索采用钢丝绳，非弹性变形难于控制；
- (8) 扣挂塔多采用万能杆件拼装，施工周期长，节点多，安装质量难于保障。

钢管混凝土拱桥拱肋无支架吊装安装施工方法，工序多，操作困难，施工周期长，而且各工序的施工质量难于保证。采用常规的扣、挂分开的施工方法施工复杂，投入材料多，造价高，是造成拱肋安装施工的造价居高不下的重要原因之一，直接制约了大型钢管拱桥的推广应用。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种结构简单、施工操作简便、造价低、施工质量安全更便于保证的大型钢管拱桥拱肋安装的施工方法。

为了解决上述问题，本发明所采用的技术方案是：

一种大型桥梁拱肋无支架施工方法，其特点是：①扣、挂塔合一，扣挂锚合一；②塔铰（钢结构）采用橡胶支座；③吊、扣塔抗风绳（压塔索）采用钢绞线；④扣挂采用集中工作面；⑤扣挂索采用钢绞线；⑥塔架采用钢管支架；⑦扣挂采用少扣索法。

它包括下述步骤：

(1) 安装缆索吊：缆索吊按锚碇、索塔、抗风索、承重绳、牵引系统、起吊系统的顺序进行安装，锚碇按地下大体积混凝土结构施工，分层浇筑，索塔安装以塔吊配合，逐节安装，最上三节设临时抗风绳固定，索塔塔脚先固结，待抗风索安装完毕再转换成铰接，抗风索用卷扬机辅助安装，用液压千斤顶张紧，承重绳采用往复式牵引系统布设，牵引绳用先导索拽

拉渡江，牵引系统和起吊系统由塔吊辅助，在近塔处安装成型；缆索吊构件安装完毕后，进行超载 20%试吊，取得相关参数并作相应改善后投入使用；

(2) 拱肋节段抬吊翻转及吊装就位：拱肋节段平放运输到缆索吊下方，先用与拱肋同侧的吊具挂住上弦管，同时用另一侧吊具挂住下弦管，在将拱肋节段抬离运具后，通过调整两侧吊具的起升速度，使拱肋节段翻转到对接姿态，然后解除另一侧吊具，用同侧吊具将拱肋节段吊到对接位置；

(3) 拱肋节段连接扣挂：在每个节段吊装前，先将该节段扣索的后锚索挂好，同时前扣索也挂到索塔锚箱上，并装好张紧千斤顶，拱肋节段与已相邻拱肋刚结（或与铰座铰接）后，用工作吊篮将扣索前端牵引到拱肋节段上，与拱肋扣点销接，然后分级张紧前扣索和后锚索，将拱肋节段调整到预期位置，最后解开缆索吊吊具；

(4) 拱肋横联吊装就位并固结：拱肋横联用缆索吊两侧吊具同时抬吊，待接口临时固结后解开缆索吊吊具；

(5) 拱肋合龙：拱肋合龙采用单肋合龙施工方式，合龙前对拱肋的线型，主要是标高方面及扣锚索力进行观测并分析，调整好合龙前拱肋的线型及索力，合龙在气温稳定时进行，先将合龙段吊入空档内，并与一端拱肋固结，再用千斤顶调整剩余的空档，使其达到设计宽度，接着锁紧临时连接，最后焊接围箍板将剩余的空档补齐。

本发明相对于现有技术的有益效果是：本发明采用上述施工方法后，减少了拱肋拼装场地及安装支架，加快了施工进度；同时利用缆索吊的桅杆式塔架进行拱肋安装的斜拉扣索施工，减少了一组塔架及锚碇的施工；采用少扣索施工方法，减少了塔架锚箱段的位置，同时减少锚索数量；采用一次成形的监控、测量方法，减少了拱肋安装施工过程，烦琐的调索施工工程，提高了生产效率、加快了施工进度，保证了拱肋安装质量。

附图说明

下面结合附图及实施例对本发明作进一步地详细说明，但不构成对本发明的任何限制。

图 1 挂扣体系总体布置平面图；

图 2 挂扣体系总体布置立面图；

图 3 锚碇构造立面图；

图 4 锚碇构造平面图；

图 5 索塔拼装图；

图 6 起吊滑车组穿线方案图；

图 7 拱肋起吊示意图；

图 8 试吊加载示意图；

图 9 拱肋翻转示意图。

图中, 1、19 主锚锭, 2、16、18 承重绳, 3、17 后抗风索, 4 扣索锚索, 5、15 索塔, 6、12 前扣索, 7、10 拱肋, 8 承重绳, 9 前抗风索, 11 牵引绳, 13 起重绳, 14 拱肋节段, 20 塔侧抗风索, 21 侧抗风锚锭, 22 拱肋侧抗风, 23 侧抗风锚锭, 24 塔侧抗风索, 25 拱肋侧抗风, 26 承重绳, 27 抗风索, 28 抗风索预埋管, 29 抗风索张拉端, 30 扣索后锚索, 31 扣索预埋管, 32 后锚索锚头, 33 主锚锭基础, 34 塔吊, 35 索塔拼装架, 36 主管, 37 铰箱, 38 索塔基础, 39 临时固结, 40 吊塔基础, 41 铰座(橡胶支座), 42 环形操作平台, 43 牵引绳, 44 跑车, 45 承重绳, 46 跑车连接绳, 47 导向轮, 48 定滑车, 49 起重绳, 50 动滑车, 51 起重绳, 52 定滑轮, 53 动滑轮, 54 千斤绳, 55 吊架, 56 混凝土配重块。

具体实施方式

本发明实施实例为南宁市永和大桥拱肋吊装施工。

南宁市永和大桥为市区跨越邕江的一桥梁工程, 主桥为 8~13.293m 变桁高的下承式钢管混凝土有推力无铰拱结构。其全长 398.72m, 净跨径 335.4m, 净矢高 76.83m, 单侧拱肋等宽度 3m。拱肋上、下弦杆截面为平放的哑铃形, 主管外径 1220mm×16(20)mm, 通过缀管(缀板)连接。腹杆钢管为 610mm×10mm(510×10)。两条拱肋之间布设 16 道钢管撑横向联系。本桥钢管拱空管重量(包括横撑)达 3600t。设计上将每条拱肋空管分为 14 段, 以便于制造和安装。节段吊装重量 95t~121.5t, 节段长度 18.02m~37.13m。

拱肋于主桥南岸引道拼装成吊装段, 用台车运送, 直接穿过南塔到达南塔与拱座顶部之间的吊装位置内。拱肋节段先由上下游两侧吊具抬吊装船, 再由缆索吊协调操作, 在空中实施拱肋节段的竖置翻转, 然后利用牵引体系将拱肋牵引到位进行安装就位。

缆索吊机由缆塔、缆索系统、牵引系统和起重组成; 扣挂系统由前锚系统、扣塔、扣索系统、扣锚及张拉配套设备组成。缆索吊机和扣挂系统的索塔和扣塔合一(合称索塔), 且缆锚和扣锚合一(合称主锚), 其布置如图 1、图 2 所示。

索塔由两个塔柱和 6 组横联组成, 塔柱由 4 根塔身钢管和万能杆件米字撑组成共 13 节, 横联由钢管桁片和万能杆件连接杆组成。索塔与基础间为铰接; 锚锭结构为重力式, 其布置如图 3、图 4 所示。主抗风为 ϕ j15.24 钢绞线, 布设时前端锚固在索塔上, 后端锚固在主锚上。承重绳为 2 组 $8\times\phi$ 56 钢芯钢丝绳, 8 台跑车, 每台跑车设计吊重 45t。牵引吊具用卷扬机为 10t 慢速卷扬机, 两岸各 4 台; 起重卷扬机为 8T 摩擦式恒力卷扬机, 共使用 8 台; 卷扬机统一布置在北岸锚锭后面靠近 1#墩位置。

索塔安装包括塔铰施工、塔身施工、临时抗风索施工和横联施工。塔身安装采用塔吊和拼装架配合施工, 塔吊规格为 160t.m, 拼装架用钢管加工而成。其布置如图 5 所示。塔身第

一节安装与塔铰安装交叉进行，安装完成后安装拼装架，再按顺序安装其余节段。在索塔拼装到安装了第一道横联后，焊接临时支撑钢管到塔铰预埋钢板上，以实现索塔的临时固结，之后再临时支撑钢管上的限位装置焊上，以限制塔铰钢箱的顺桥向和横桥向位移。索塔横联安装采用塔吊起吊，索塔拼装超过 60m 时即设置过河前抗风，每上升 24m 再布置一道前后抗风。索塔拼装时两层抗风交替设置，至少保留一组。横联安装时采用单桁片起吊安装，待每道横联的两桁片安装完成，再安装水平方向万能杆件连接，最后安装斜杆。抗风钢绞线的架设通过牵引系统牵引完成。在正式抗风索安装完毕，塔铰临时约束去除后，对索塔进行调整，使其达到设计要求的状态。

本桥在进行承重绳布置前，设 $\Phi 21.5$ 钢绳二根作牵引绳，上下游各一条，牵引绳单条总长不小于 2200m，从锚碇出发经承重绳鞍轮槽后锚于另一主锚上，作为承重绳架设的牵引绳。牵引绳的过江用船牵引，在封航 4~6 小时内完成，牵引绳岸上部分采用人工布设到江边。

承重绳架设过江时保持通航，承重绳离江面保证至少在 30 米以上高度。主绳绳盘放置在南北两锚碇，牵引绳南北往返牵引，带动承重绳从一锚碇向另一锚碇移动，牵引绳行走一趟，架设一条承重绳。承重绳布设顺序为：两个塔顶基本对称布置，一个塔顶钢丝绳从一侧向另一侧依次架设布绳。每个塔柱顶上的第一条承重绳的矢量标高测量采用全站仪测定，其它承重绳的矢量标高采用与第一条绳的相对标高来度量，通过水平仪、钢尺、人工坐吊篮到跨中量测。首先初步测量中跨跨中标高，根据测量结果调整，直到与设计标高基本一致后固定，固定后再次测量中跨跨中标高，直到比较接近设计时为止。钢丝绳全部架设完毕后，统一调整钢丝绳标高。吊篮工作绳架设在承重绳架设后完成。工作绳矢量只控制吊篮承重钢丝绳矢量，矢量标高测量采用全站仪测量。工作绳矢量调整只在锚碇处进行，测量中跨跨中标高符合规定后即可将锚碇处锚固。

牵引系统和起重系统安装时，先用塔吊将吊具及吊具滑车组分别吊到塔顶待安装位置，打开滑车拉板，由人工配合安装到承重绳上。同时将牵引钢绳线一端入卷扬机，另一端送上塔顶备用。然后将已拉在塔顶的起吊钢丝绳逐轮地将滑车组定、动滑轮穿绳完毕。起吊滑车组穿线方法如图 7 所示。起吊钢丝绳穿好后，将滑车组上“活头”钢丝绳通过牵引绳牵至固定端的地锚锚固，将吊具从塔顶拉下至下吊点需要的位置，至此该吊点穿线完毕。同法穿完其他的吊点，先穿靠跨中的滑车组，再穿其后的滑车组。工作天线吊篮穿法与主吊点滑车组基本相同。吊具分配梁置于吊每节段梁的每组吊点的上下游吊点之间，前后吊点各设置一个分配梁，其配重配在下吊点上，各由 3.5t 的砣块来实现。工作天线下设吊篮，因无承索器，其跨度大，考虑配重为 3t。

为检验系统在各种工况下的结构受力以及机具设备的运行情况，确保系统在拱肋吊装过

程中绝对安全和正常运行，在吊装前进行试吊工作及收集各种技术参数指导以后的吊装施工工作。缆索系统试吊采用预制钢筋砼梁分级加载的方案，加载分级为实际吊重的60%→100%→120%→卸载。加载试吊试验要达到完全或基本模拟拱肋吊装过程中的各种工况下的受力状态。本系统上下游吊具应分别试吊。缆索系统试吊方案如图8所示。

试吊完毕即可进行拱肋吊装。拱肋起吊方式如图7所示。

首先准备扣索，扣索锚固端系于节段上端，张拉端锚在塔顶钢锚箱，通过250T穿心式千斤顶调节受力，扣索准备依序进行，接着转运拱肋节段。南岸拱肋节段先由两内侧缆索吊吊点，逐段起吊装入驳船，再由驳船运输至吊装点水面翻转、起吊。北岸拱肋节段，逐段经南岸拱肋2#、3#节段内侧起吊空间起吊装入驳船，再由驳船运输至吊装点水面翻转、起吊。

拱肋的吊装方法：先在驳船上采用四点抬吊，再由相邻内侧吊点辅助翻转空中交接吊点、最后垂直起吊就位。吊点的捆绑由起吊落位组和八字抗风组共同完成。拱肋翻身步骤图9所示。具体操作时，拱肋起吊到距驳船面20米时，先起上游外侧吊点，至上游内侧吊点受力小于外侧吊点时，出现内侧吊点有软绳现象（微小）时松下游内侧吊点，至上游两组吊点受力大致均匀；重复以上起松吊点的步骤直至拱肋于上游两组吊点正下方，方可松取下游内侧吊点。

在每一节段吊装就位后即进行扣索安装、锚固及张拉。每半跨单边拱肋设四道正式扣索。至拱座向跨中依次为：第三节段（3#扣索）、第五节段（5#扣索）、第六节段（6#扣索）、第七节段（7#扣索）。每半跨拱肋设三道临时扣索，至拱座向跨中依次为：第一节段（1#临时扣索）、第二节段（2#临时扣索）、第四节段（4#临时扣索）。临时扣索拆除应保证至少有三段以上扣索，扣索的扣挂顺序及拆除顺序见扣索设置顺序表。

扣索设置顺序表（留3#、5#、6#、7#扣索）

次	锚				拆	留
7	⑦					⑦⑤⑥
					④	③
6			⑥			⑤⑥
					②	④③
5	⑤					⑤
					①	④②③
4						
	④					

3				③		①②③
2						
			②			①②
1						
		①				①

后锚索的索力根据前后扣索力的水平分力相等进行控制，因此每半跨单边拱肋设置四组后锚索。在拱肋吊装前，先进行四组后锚索的安装、锚固，当第一段拱肋扣挂好后相对应的后锚索与前扣索同步张拉，同理第二段拱肋扣挂好后张拉相对应的锚索。

吊装期间，对索塔和承重绳进行控制监测，控制索塔最大相对位移为 10cm、承重绳的工作垂度为 35.9m。

每条拱肋共分 15 个节段，当两拱肋节段及相应横向联系吊装完成后，进入拱肋合拢阶段，根据当时的温度、标高、轴线及监控要求，调整需调的索力（线型），经设计代表同意后，进行合拢，具体操作是对拱顶合拢接头的间距进行调整，到位后锁定。

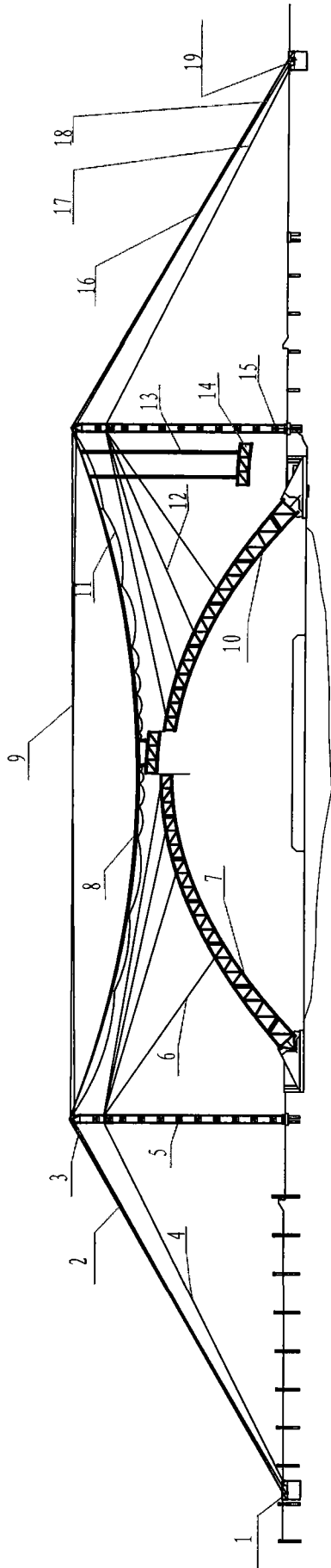


图 1

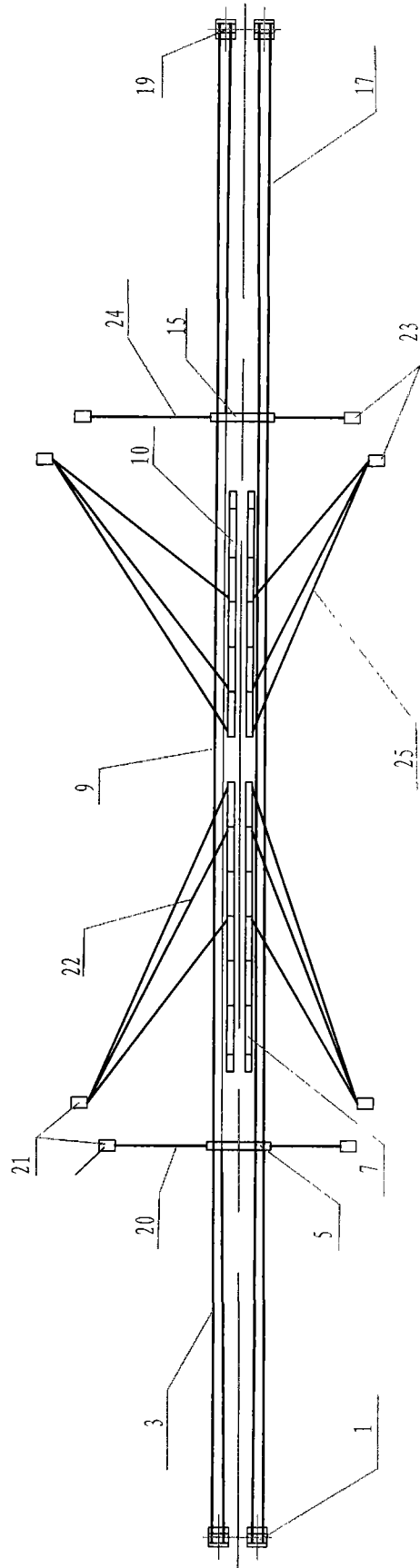


图 2

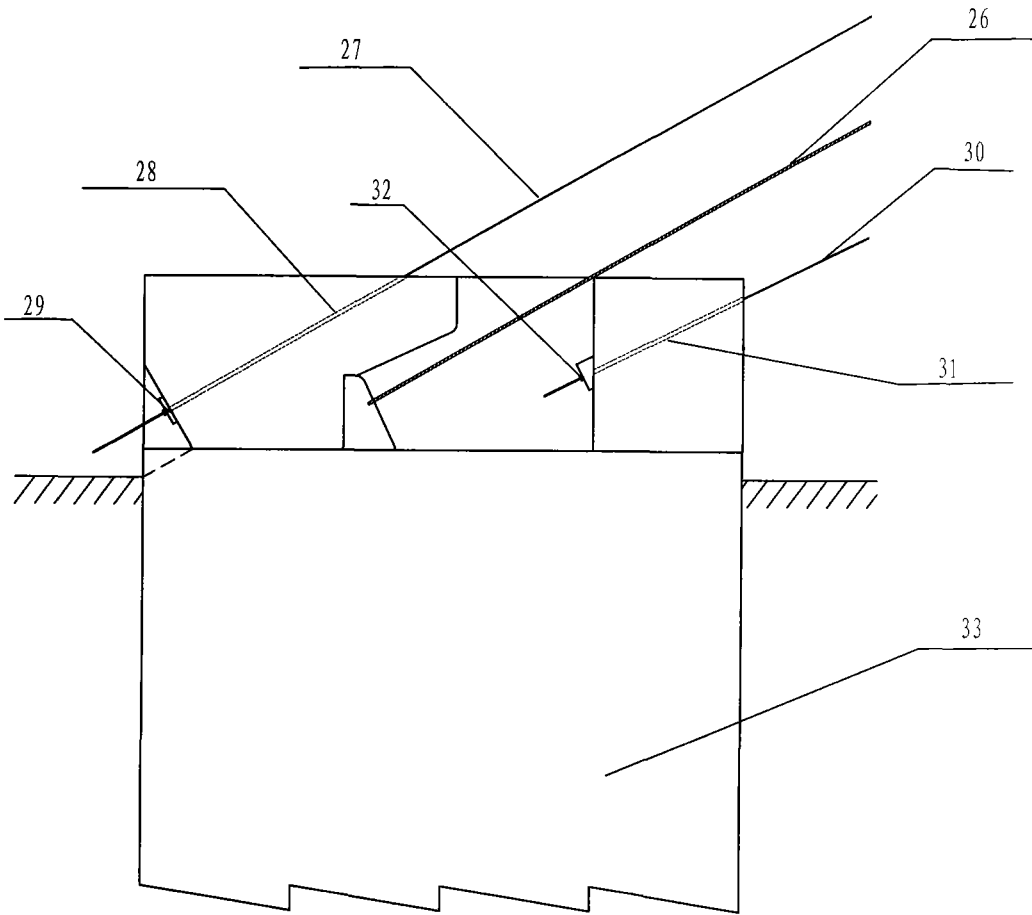


图 3

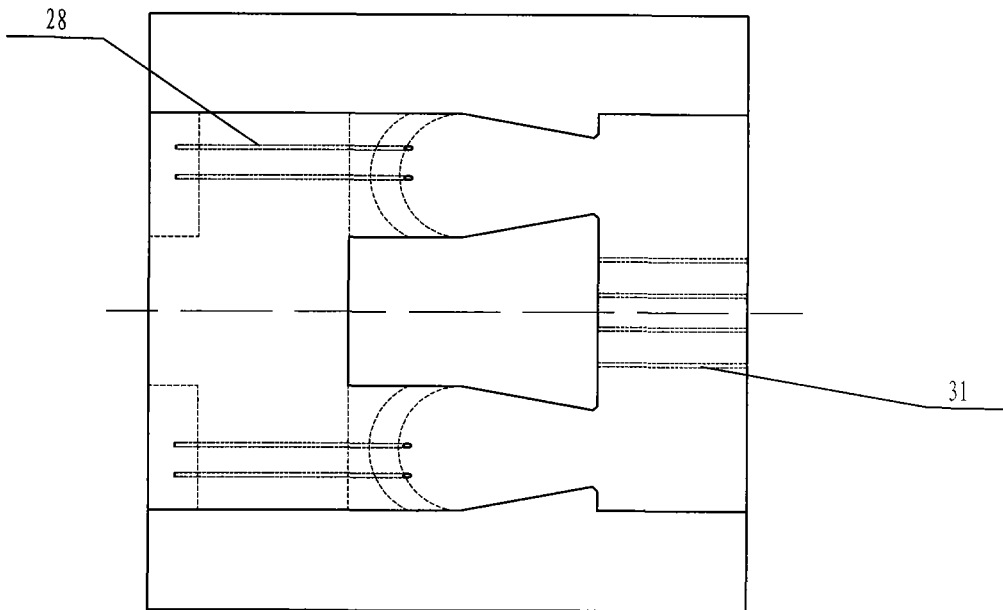


图 4

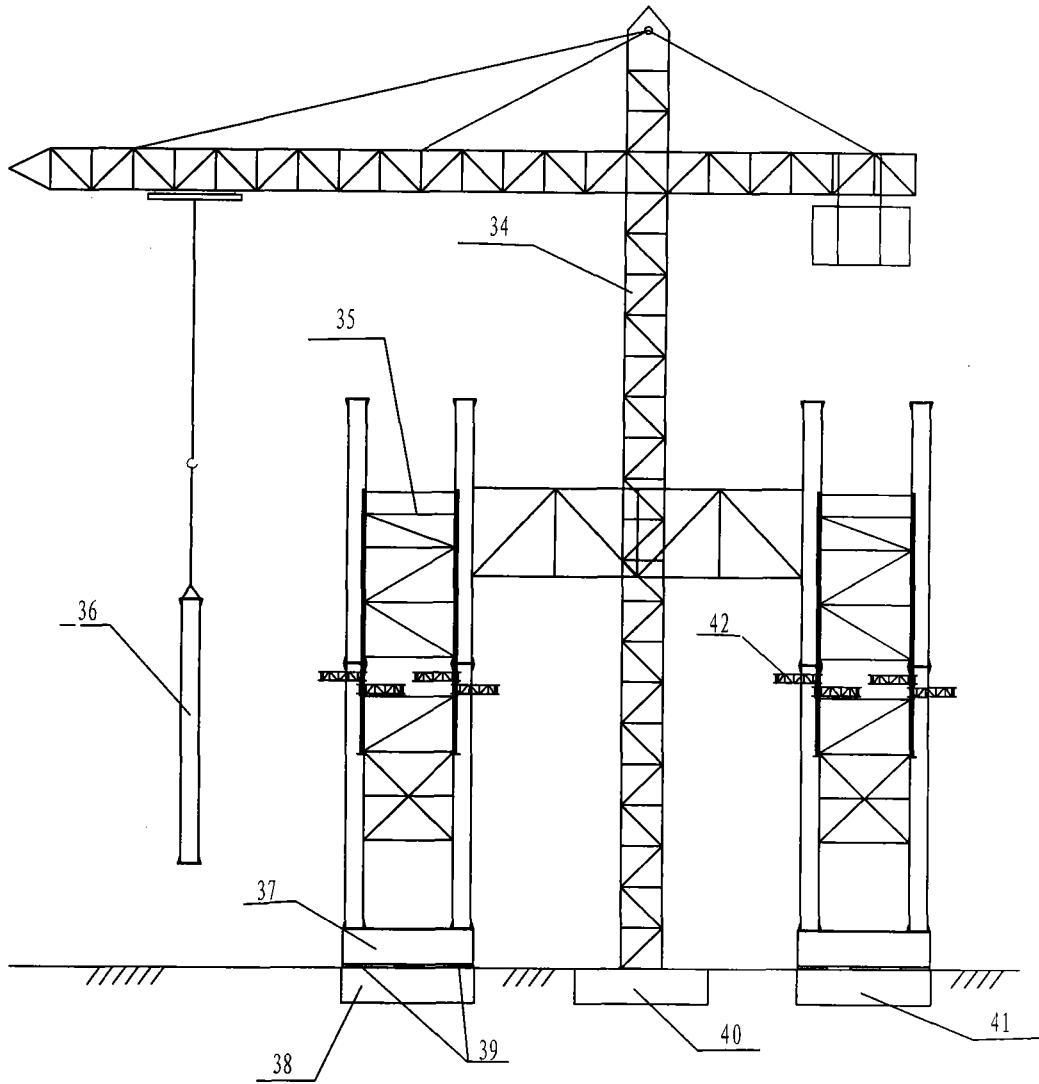


图 5

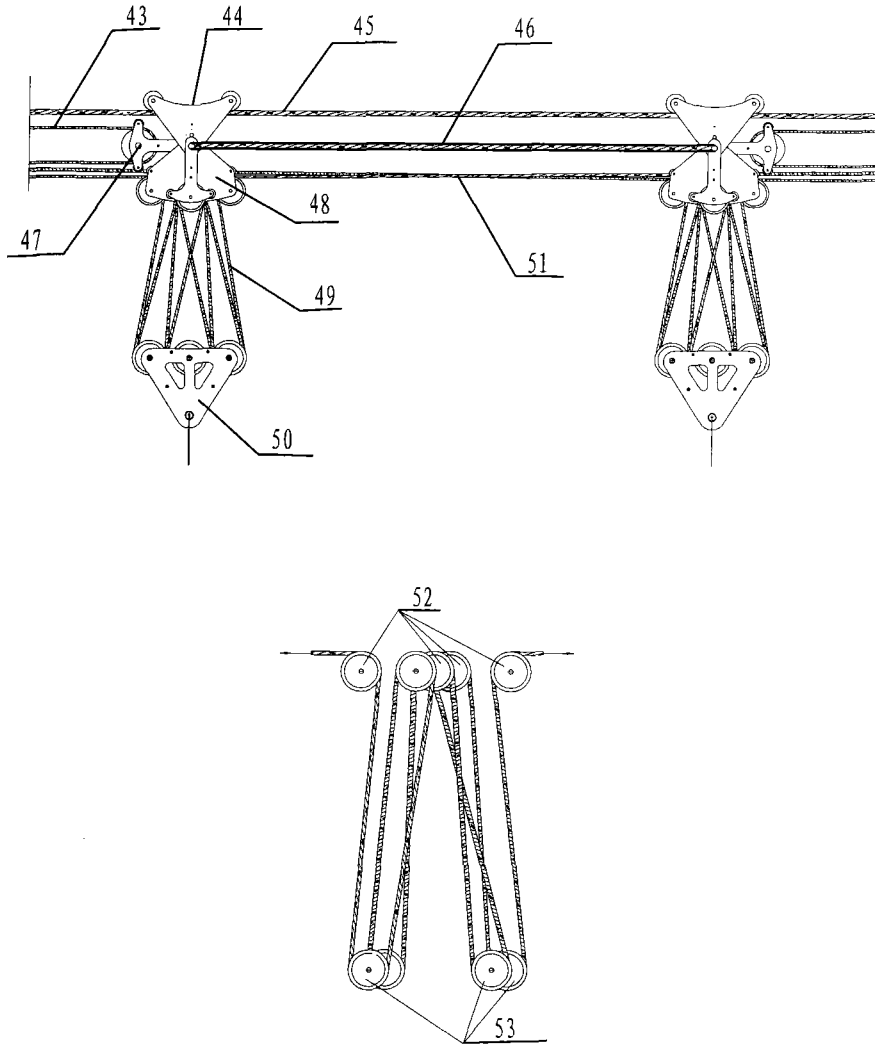


图 6

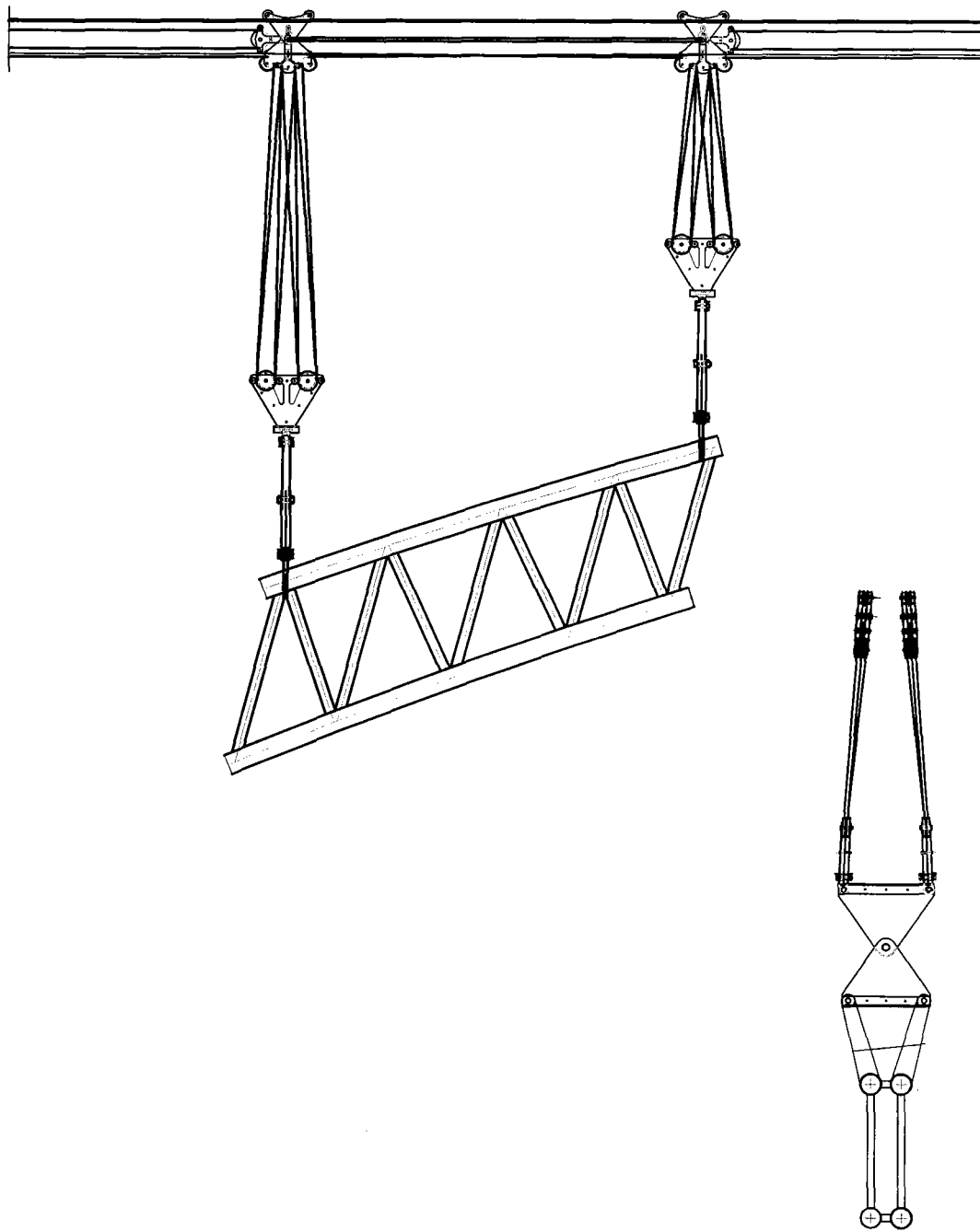


图 7

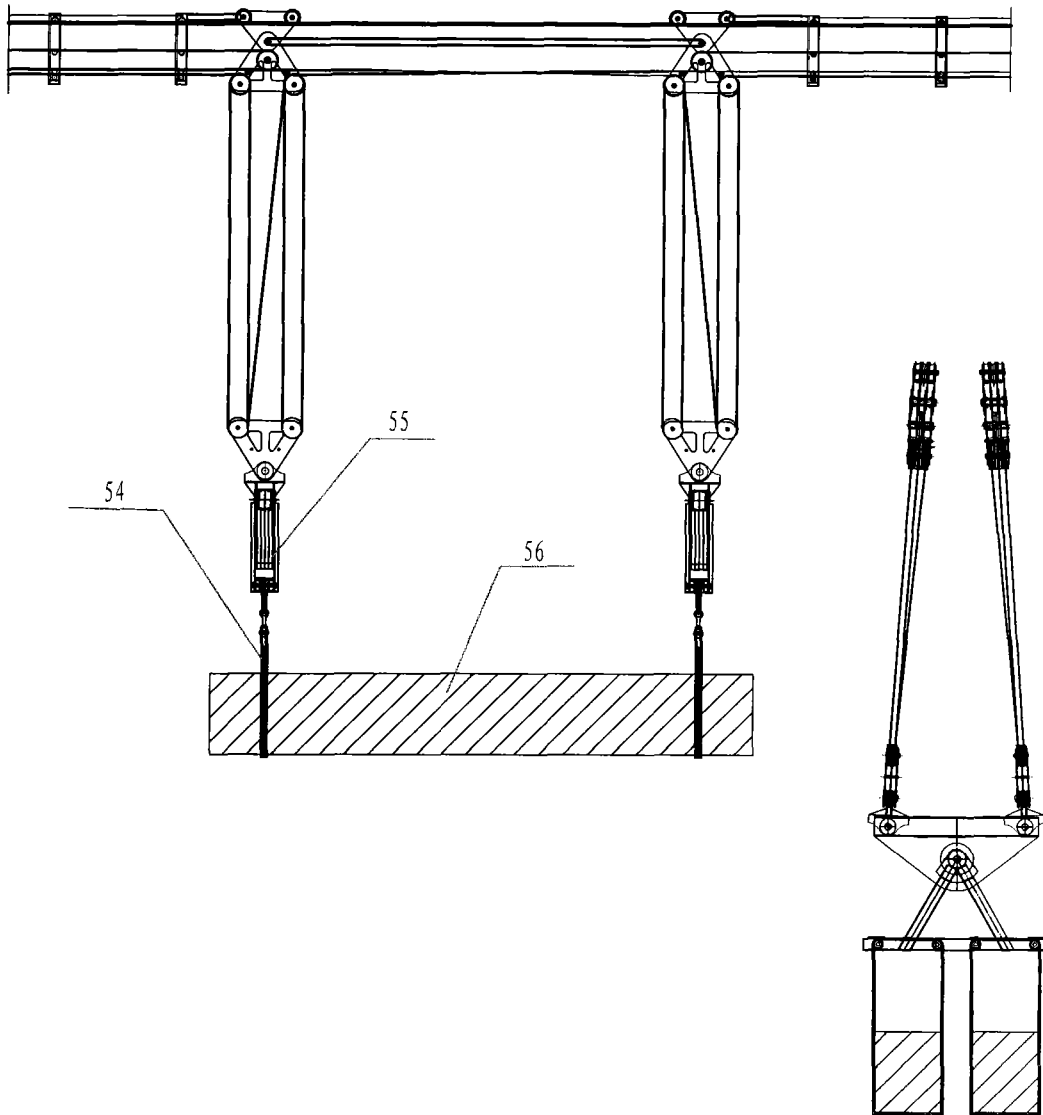


图 8

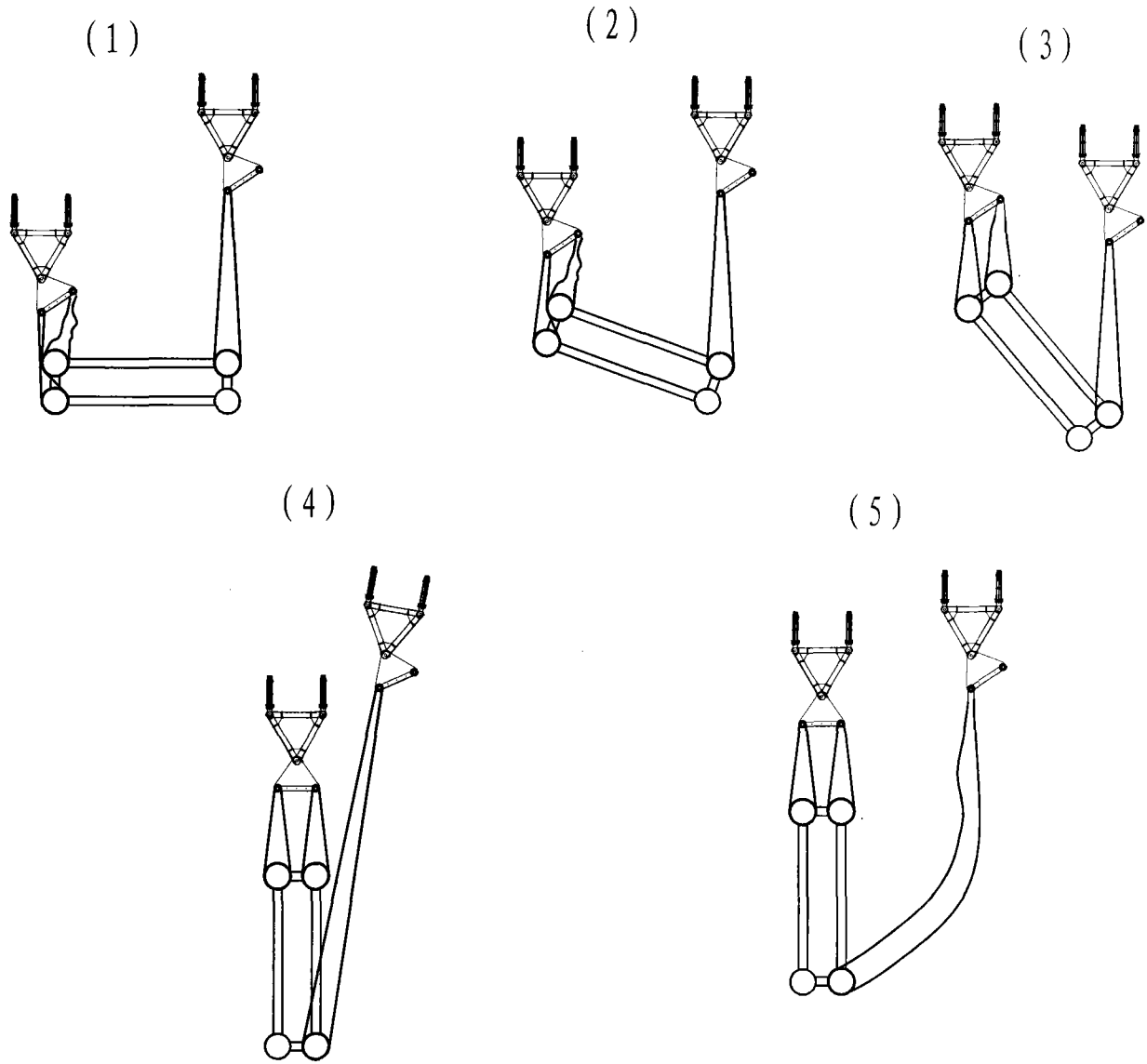


图 9