



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108660903 A

(43)申请公布日 2018. 10. 16

(21)申请号 201810636205.7

(22)申请日 2018.06.20

(71)申请人 安徽省交通建设股份有限公司

地址 230041 安徽省合肥市庐阳区濉溪路
310号

(72)发明人 吴德胜 夏永红 周树标 丁贵生
宇汝平 汪传福 王子龙 冯晓见
吴杨 关峰 梁辉 余国凯 杨帆

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公
司 33101

代理人 张羽振

(51)Int. Cl.

E01D 4/00(2006.01)

E01D 21/00(2006.01)

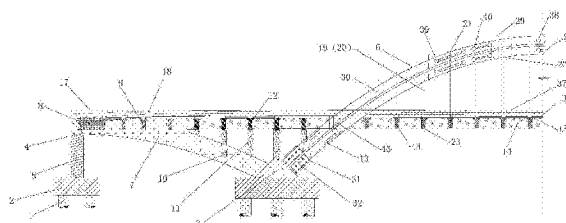
权利要求书3页 说明书8页 附图11页

(54)发明名称

钢管混凝土拱桥及施工方法

(57)摘要

本发明涉及一种钢管混凝土拱桥,包括边拱肋、主拱肋、吊杆、系杆和桥梁墩台结构;边跨结构包括边拱支座、边跨现浇钢筋混凝土拱肋、现浇边拱端横梁、边跨现浇肋间横梁、现浇边拱肋系梁、浇边立柱、柔性预应力系杆和现浇桥面板;中跨结构包括拱座、中跨钢管混凝土拱肋、主拱空心肋间横梁、预制空心纵梁、柔性预应力系杆、系杆钢板箱、桁架式永久上风撑、K形永久中风撑、临时风撑、拱脚预埋段、内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆。本发明的有益效果是:本发明涉及的钢管拱肋固定支架,提高钢管拱肋安装施工作业中的稳定性,有效保证对接精度。



1. 一种钢管混凝土拱桥,其特征在于包括边拱肋、主拱肋、吊杆、系杆和桥梁墩台结构;边跨结构包括边拱支座(4)、边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)、现浇边拱端横梁(8)、边跨现浇肋间横梁(9)、现浇边拱肋系梁(10)、浇边立柱(11)、柔性预应力系杆(18)和现浇桥面板(17);中跨结构包括拱座(3)、中跨钢管混凝土拱肋(6)、主拱空心肋间横梁(13)、预制空心纵梁(14)、柔性预应力系杆(18)、系杆钢板箱(37)、桁架式永久上风撑(38)、K形永久中风撑(39)、临时风撑(40)、拱脚预埋段(31)、内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20);

现浇边拱肋系梁(10)设在两片边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)之间;现浇边立柱(11)设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)和拱座(3)上方用于支撑T形预应力横梁(12);拱脚预埋段(31)通过拱脚外包混凝土(32)与拱座(3)连接,拱座(3)设在主跨的承台(2)上方;主拱空心肋间横梁(13)设在两片中跨钢管混凝土拱肋(6)之间;内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20)上部与中跨钢管混凝土拱肋(6)连接,内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20)下部与吊杆横梁(44)连接;桁架式永久上风撑(38)、K形永久中风撑(39)、临时风撑(40)设在两片中跨钢管混凝土拱肋(6)之间。

2. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的现浇边拱端横梁(8)设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)端部上方,边跨现浇肋间横梁(9)设置于边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)上方。

3. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的柔性预应力系杆(18)贯穿于系杆钢板箱(37)设置,其端部锚固于边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)顶部。

4. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的承台(2)设在桩基(1)上方,边跨的承台(2)上方设有立柱(5),立柱(5)上方设有边拱支座(4)。

5. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)一端与拱座(3)连接,另一端搁置在边拱支座(4)上。

6. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的拱座(3)一端与边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)连接,另一端设有拱脚预埋段(31),中跨钢管混凝土拱肋(6)通过拱脚外包混凝土(32)与拱脚预埋段(31)固结。

7. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20)的上部张拉端(22)通过吊杆锚头孔(21)与中跨钢管混凝土拱肋(6)连接,下部固定段(23)通过吊杆端部预埋件(24)与吊杆横梁(44)连接。

8. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的中跨钢管混凝土拱肋(6)安装节段包括上游拱肋和K形永久中风撑(39),其前部加设临时风撑(40)。

9. 根据权利要求1所述的钢管混凝土拱桥,其特征在于:所述的中跨钢管混凝土拱肋(6)和边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)的支架采用定型化支架体系(41)。

10. 一种如权利要求1所述的钢管混凝土拱桥的施工方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 施工准备:组织相关人员进行图纸会审,然后对关键工序进行技术交底,对物资设备进行核查,制定试验计划,建立施工测量控制网,进一步了解和落实现场施工安全措施;

2) 桩基和墩台施工:对边拱和主拱基础进行施工,浇筑桩基(1)和墩台(2),然后在主拱

的墩台(2)处浇筑拱座(3),在边拱的墩台(2)上浇筑立柱(5),在立柱(5)上方浇筑边拱支座(4),浇筑主墩的承台(2)、拱座(3)时,预埋拱肋拱脚钢管、拱脚局部承压钢板(33)、拱脚外包砼钢筋预埋件等预埋件,浇筑主墩的承台(2)、拱座(3)时预先安装承台(2)上支架、安装主拱拱脚空钢管;

3) 主拱肋加工:中跨钢管混凝土拱肋(6)的拱圈采用哑铃型钢管混凝土,拱肋在厂内分段预制;

4) 搭设拱脚整体式固定支架:通过预埋钢板(33)连接整体式固定支架(82),定位架(85)设置定型钢板(84)和定位螺栓(86)对剪力钉(34)焊接位置进行定位和焊接;

5) 拱脚施工:拱座(3)设在主跨的承台(2)上方,安装拱脚预埋段(31),绑扎拱脚、系梁钢筋,拱脚外包混凝土(32)施工采用外包混凝土附着固定定型化快装快拆铰接启闭式钢模浇筑技术,浇筑拱脚外包混凝土(32)进行固接,并振捣密实,进行养护;

6) 搭设拱肋支架:在搭设支架前,进行支架的地基加固稳定处理,支架基础周围设置相应排水设施,中跨钢管混凝土拱肋(6)和边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)的支架施工采用定型化支架体系(41);

7) 安装柔性托网:将标高可调式弧形格构式钢托板(68)调平,然后将柔性托网(69)放置在标高可调式弧形格构式钢托板(68)上;

8) 支架加载预压:中跨钢管混凝土拱肋(6)和边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)的支架预压采用装配式台阶锚索框格锚固底梁反力预压与囊袋注水压重预压组合预压技术;

9) 监测支架变形:测出定型化支架体系(41)竖向弹性变形,拱肋立模时计入因施工临时支架下沉变形的预拱度;

10) 拱肋支架卸载:设置好预拱度后,对定型化支架体系(41)进行卸载;

11) 架设三角区主梁:在定型化支架体系(41)上架设三角区主梁,浇筑主拱空心肋间横梁(13);

12) 系杆安装系统搭设:柔性预应力系杆(18)施工采用系杆拉索无损牵引放线系统,卷制系杆成品索盘(107),搭设固定盘架(108),系杆成品索盘(107)放置于盘架底板(109)之上,搭设拉索托架(113),安装带滚轮竖向导槽(110),引出牵引钢丝绳(116),启动卷扬机(111),牵引过程速度保持匀速,牵引到位后留出足够的工作长度,调整导轮架标高满足设计,安装系杆锚头:最后安装预应力系杆锚端;

13) 拱肋施工支架体系搭设:中跨钢管混凝土拱肋(6)和边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)定型采用分离式铰接加强钢板与定型化整体式弧形加强槽钢组合临时补强技术,对中跨钢管混凝土拱肋(6)进行定型化支架体系(41)搭设,在定型化支架体系(41)上部通过加强钢管搁置钢管(87)和加强支撑钢板(88)固定;

14) 浇筑边跨结构:在定型化支架体系(41)上安装边跨拱肋模板、端横梁模板、肋间横梁模板,并绑扎钢筋;然后浇筑边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)、边跨现浇肋间横梁(9)、现浇边拱肋系梁(10),浇筑边拱肋砼,浇筑端横梁砼,达到设计强度90%以上后张拉端横梁预应力钢束,在边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)上浇筑现浇边立柱(11);

15) 安装中跨主拱肋钢管:分段吊装,空钢管节段间以临时螺栓连接,空钢管合拢;钢管分段处避开风撑、主拱空心肋间横梁(13)和吊杆;调整好拱轴线后,节段间的接缝予以焊接;焊接或栓接拱顶排气孔(29);安装桁架式永久上风撑(38)、K形永久中风撑(39)、临时风

撑(40)；

16) 中跨主拱肋泵注砼程序：拱肋砼一次灌注完成，上中下三个腔体独立灌注，灌注顺序为下弦杆、上弦杆、中间缀板(26)；从两侧拱脚处同时往拱顶泵注砼；两侧泵注砼至拱顶时继续泵注，直至排期钢管中充满砼为止；待砼强度达到要求时去除排气管(30)，并用同样钢板封孔焊接；

17) 边拱合拢：合拢边跨现浇钢筋混凝土拱肋(7)，在边拱肋养生7-10天之后，浇筑拱脚合拢缝砼；对称浇筑现浇边拱肋系梁(11)；

18) 对称浇筑主拱空心肋间横梁(13)，浇筑边拱的现浇边立柱(11)，安装主拱立柱；吊装T形预应力横梁(12)，吊装边跨一侧的边拱端横梁(8)，安装边跨段纵梁；安装边跨段预制桥面板(17)，浇筑边跨段现浇桥面板(17)；

19) 搭设吊杆施工平台：施工平台包括施工平台底板(128)，铺设滑轨(127)，铺设底板滑轨槽(129)，进行平台桁架(131)的搭设；

20) 系杆张拉：安装纵向柔性预应力系杆(18)拉索，安装边跨段预应力系杆支撑架(36)、系杆钢板箱(37)，分别对内侧系杆和外侧系杆进行张拉，系杆张拉采用对称、分级、循环张拉；

21) 拆除通航孔中跨主拱圈支架，保留主拱肋肋间横梁以下部分支架；

22) 安装中跨吊杆：中跨钢管混凝土拱肋(6)的拱肋吊杆施工采用附着拱肋固定滑轨移动式施工平台，按照由跨中、拱脚向拱肋1/4方向对称安装中跨预制吊杆横梁(44)就位，并安装主跨一侧的边横梁(43)；安装预制空心纵梁(14)；安装系杆钢板箱(37)；中跨预制吊杆横梁(44)的安装按中跨拱肋吊杆构造图中考虑预拱度后梁底安装标高进行施工；在全部预制横梁安装就位后，对照上述梁底安装标高重新进行全部吊杆索长或索力的调整；

23) 吊杆张拉锚固：分别对内侧吊杆和外侧吊杆进行张拉锚固；内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20)的上部张拉端(22)通过吊杆锚头孔(21)与中跨钢管混凝土拱肋(6)连接，下部固定段(23)通过吊杆端部预埋件(24)与吊杆横梁(44)连接；

24) 拆除剩余所有支架，安装主跨段预制桥面板(17)，浇筑主跨段现浇桥面板(16)；

25) 按全桥三跨均衡、对称浇筑桥面铺装及防撞护栏(55)，安装伸缩缝；

26) 全桥完成后，进行全部内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(19)、外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆(20)和柔性预应力系杆(18)锚索的索力测定，吊杆初张拉索力结合施工中横梁设计标高控制的分析结果进行适当调整，系杆张拉索力的实测索力与设计索力误差不大于8%，否则进行相应调索。

钢管混凝土拱桥及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢管混凝土拱桥及施工方法,属于桥梁工程领域,适用于飞燕式钢管混凝土拱桥的施工。

背景技术

[0002] 大跨度桥梁建设要求使用高强、轻质且便于施工的工程材料,并希望结构具有较好的延性和恢复性能。钢管混凝土组合材料用于拱桥中可以大大减轻桥梁的自重,还可以在很大程度上改善结构动力性能。钢管混凝土拱桥的拱肋是以受压为主的构件,其稳定性一直以来都是桥梁工程师所关注的问题。大跨度拱桥的侧向刚度一般较小,在风荷载作用下产生较大的位移,可能会影响桥梁结构的正常运营,甚至导致结构的损坏,造成一定的安全隐患。大跨度混凝土拱桥虽然可以采用空心拱肋构件,但其截面外形尺寸使得阻风面积大,所受风荷载对侧向稳定性仍能产生较大的影响。横风风撑能保证钢管混凝土的肋拱在整体失稳之前不发生局部失稳,是横向稳定的重要保证。横撑的布置方式直接影响钢管混凝土拱桥的稳定性,是设计须重点考虑的因素之一。然而过多的横撑设置,从设计和施工角度都是不合理的,同时也会使拱的上空显得凌乱、繁杂,削弱拱桥的美感。

[0003] 飞燕式系杆拱桥在恒载作用下的水平推力主要由系杆来平衡,而温度荷载和活载等作用引起的拱脚处推力则主要由基础来抵消。飞燕式系杆拱桥通常在边跨布置成上承式,在主跨布置成中承式。合理的结构形式,一般为边跨采用荷载集度较大的材料(如钢筋混凝土),和较小的矢跨比(矢跨比越小,拱内轴向压力产生的水平分力越大)。这种形式易于平衡主拱肋在拱脚处产生的推力,也更具经济性。飞燕式系杆拱桥的下承部分通常是悬吊体系,这种体系柔度较大,会影响车行的舒适性。可以通过延长上承式桥面系长度,来提高桥面系整体的刚度,进而减小运营状态主梁的变形,减弱桥面的振动。也可以通过斜吊杆的设置来提高其纵向的刚度。飞燕系杆拱桥的横向刚度,可以由一定数量的横撑来保证,也可以设置成提篮拱桥,通过吊杆的横向倾斜间接提高桥梁的横向刚度。

[0004] 在钢管混凝土拱桥施工过程中,常常会遇到拱脚模板安装固定困难。在钢管混凝土拱桥施工过程中,常常会遇到钢管拱肋对接精度难以保证,施工过程中结构稳定性控制困难,在钢管拱肋安装过程中人工投入较大,经济性较差且施工过程中安全性较差等问题。采用常规的钢管混凝土拱桥系杆体系和吊杆施工方法不能满足施工要求,传统落架技术施工步骤繁琐,组织较为困难。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术中的不足,提供一种钢管混凝土拱桥及施工方法。

[0006] 这种钢管混凝土拱桥,包括边拱肋、主拱肋、吊杆、系杆和桥梁墩台结构;边跨结构包括边拱支座、边跨现浇钢筋混凝土拱肋、现浇边拱端横梁、边跨现浇肋间横梁、现浇边拱肋系梁、浇边立柱、柔性预应力系杆和现浇桥面板;中跨结构包括拱座、中跨钢管混凝土拱肋、主拱空心肋间横梁、预制空心纵梁、柔性预应力系杆、系杆钢板箱、桁架式永久上风

撑、K形永久中风撑、临时风撑、拱脚预埋段、内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆；

[0007] 现浇边拱肋系梁设在两片边跨现浇钢筋混凝土拱肋之间；现浇边立柱设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋和拱座上方用于支撑T形预应力横梁；拱脚预埋段通过拱脚外包混凝土与拱座连接，拱座设在主跨的承台上方；主拱空心肋间横梁设在两片中跨钢管混凝土拱肋之间；内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆上部与中跨钢管混凝土拱肋连接，内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆下部与吊杆横梁连接；桁架式永久上风撑、K形永久中风撑、临时风撑设在两片中跨钢管混凝土拱肋之间。

[0008] 作为优选：所述的现浇边拱端横梁设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋端部上方，边跨现浇肋间横梁设置于边跨现浇钢筋混凝土拱肋上方。

[0009] 作为优选：所述的柔性预应力系杆贯穿于系杆钢板箱设置，其端部锚固于边跨现浇钢筋混凝土拱肋顶部。

[0010] 作为优选：所述的承台设在桩基上方，边跨的承台上方设有立柱，立柱上方设有边拱支座。

[0011] 作为优选：所述的边跨现浇钢筋混凝土拱肋一端与拱座连接，另一端搁置在边拱支座上。

[0012] 作为优选：所述的拱座一端与边跨现浇钢筋混凝土拱肋连接，另一端设有拱脚预埋段，中跨钢管混凝土拱肋通过拱脚外包混凝土与拱脚预埋段固结。

[0013] 作为优选：所述的内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆的上部张拉端通过吊杆锚头孔与中跨钢管混凝土拱肋连接，下部固定段通过吊杆端部预埋件与吊杆横梁连接。

[0014] 作为优选：所述的中跨钢管混凝土拱肋安装节段包括上游拱肋和K形永久中风撑，其前部加设临时风撑。

[0015] 作为优选：所述的中跨钢管混凝土拱肋和边跨现浇钢筋混凝土拱肋的支架采用定型化支架体系。

[0016] 这种钢管混凝土拱桥的施工方法，包括以下步骤：

[0017] 1) 施工准备：组织相关人员进行图纸会审，然后对关键工序进行技术交底，对物资设备进行核查，制定试验计划，建立施工测量控制网，进一步了解和落实现场施工安全措施；

[0018] 2) 桩基和墩台施工：对边拱和主拱基础进行施工，浇筑桩基和墩台，然后在主拱的墩台处浇筑拱座，在边拱的墩台上浇筑立柱，在立柱上方浇筑边拱支座，浇筑主墩的承台、拱座时，预埋拱肋拱脚钢管、拱脚局部承压钢板、拱脚外包砼钢筋预埋件等预埋件，浇筑主墩的承台、拱座时预先安装承台上支架、安装主拱拱脚空钢管；

[0019] 3) 主拱肋加工：中跨钢管混凝土拱肋的拱圈采用哑铃型钢管混凝土，拱肋在厂内分段预制；

[0020] 4) 搭设拱脚整体式固定支架：通过预埋钢板连接整体式固定支架，定位架设置定型钢板和定位螺栓对剪力钉焊接位置进行定位和焊接；

[0021] 5) 拱脚施工：拱座设在主跨的承台上方，安装拱脚预埋段，绑扎拱脚、系梁钢筋，拱脚外包混凝土施工采用外包混凝土附着固定定型化快装快拆铰接启闭式钢模浇筑技术，浇

筑拱脚外包混凝土进行固接,并振捣密实,进行养护;

[0022] 6) 搭设拱肋支架:在搭设支架前,进行支架的地基加固稳定处理,支架基础周围设置相应排水设施,中跨钢管混凝土拱肋和边跨现浇钢筋混凝土拱肋的支架施工采用定型化支架体系;

[0023] 7) 安装柔性托网:将标高可调式弧形格构式钢托板调平,然后将柔性托网放置在标高可调式弧形格构式钢托板上;

[0024] 8) 支架加载预压:中跨钢管混凝土拱肋和边跨现浇钢筋混凝土拱肋的支架预压采用装配式台阶锚索框格锚固底梁反力预压与囊袋注水压重预压组合预压技术;

[0025] 9) 监测支架变形:测出定型化支架体系竖向弹性变形,拱肋立模时计入因施工临时支架下沉变形的预拱度;

[0026] 10) 拱肋支架卸载:设置好预拱度后,对定型化支架体系进行卸载;

[0027] 11) 架设三角区主梁:在定型化支架体系上架设三角区主梁,浇筑主拱空心肋间横梁;

[0028] 12) 系杆安装系统搭设:柔性预应力系杆施工采用系杆拉索无损牵引放线系统,卷制系杆成品索盘,搭设固定盘架,系杆成品索盘放置于盘架底板之上,搭设拉索托架,安装带滚轮竖向导槽,引出牵引钢丝绳,启动卷扬机,牵引过程速度保持匀速,牵引到位后留出足够的工作长度,调整导轮架标高满足设计,安装系杆锚头:最后安装预应力系杆锚端;

[0029] 13) 拱肋施工支架体系搭设:中跨钢管混凝土拱肋和边跨现浇钢筋混凝土拱肋定型采用分离式铰接加强钢板与定型化整体式弧形加强槽钢组合临时补强技术,对中跨钢管混凝土拱肋进行定型化支架体系搭设,在定型化支架体系上部通过加强钢管搁置钢管和加强支撑钢板固定;

[0030] 14) 浇筑边跨结构:在定型化支架体系上安装边跨拱肋模板、端横梁模板、肋间横梁模板,并绑扎钢筋;然后浇筑边跨现浇钢筋混凝土拱肋、边跨现浇肋间横梁、现浇边拱肋系梁,浇筑边拱肋砼,浇筑端横梁砼,达到设计强度90%以上后张拉端横梁预应力钢束,在边跨现浇钢筋混凝土拱肋上浇筑现浇边立柱;

[0031] 15) 安装中跨主拱肋钢管:分段吊装,空钢管节段间以临时螺栓连接,空钢管合拢;钢管分段处避开风撑、主拱空心肋间横梁和吊杆;调整好拱轴线后,节段间的接缝予以焊接;焊接或栓接拱顶排气孔;安装桁架式永久上风撑、K形永久中风撑、临时风撑;

[0032] 16) 中跨主拱肋泵注砼程序:拱肋砼一次灌注完成,上中下三个腔体独立灌注,灌注顺序为下弦杆、上弦杆、中间缀板;从两侧拱脚处同时往拱顶泵注砼;两侧泵注砼至拱顶时继续泵注,直至排期钢管中充满砼为止;待砼强度达到要求时去除排气管,并用同样钢板封孔焊接;

[0033] 17) 边拱合拢:合拢边跨现浇钢筋混凝土拱肋,在边拱肋养生7-10天之后,浇筑拱脚合拢缝砼;对称浇筑现浇边拱肋系梁;

[0034] 18) 对称浇筑主拱空心肋间横梁,浇筑边拱的现浇边立柱,安装主拱立柱;吊装T形预应力横梁,吊装边跨一侧的边拱端横梁,安装边跨段纵梁;安装边跨段预制桥面板,浇筑边跨段现浇桥面板;

[0035] 19) 搭设吊杆施工平台:施工平台包括施工平台底板,铺设滑轨,铺设底板滑轨槽,进行平台桁架的搭设;

[0036] 20) 系杆张拉:安装纵向柔性预应力系杆拉索,安装边跨段预应力系杆支撑架、系杆钢板箱,分别对内侧系杆和外侧系杆进行张拉,系杆张拉采用对称、分级、循环张拉;

[0037] 21) 拆除通航孔中跨主拱圈支架,保留主拱肋间横梁以下部分支架;

[0038] 22) 安装中跨吊杆:中跨钢管混凝土拱肋的拱肋吊杆施工采用附着拱肋固定滑轨移动式施工平台,按照由跨中、拱脚向拱肋1/4方向对称安装中跨预制吊杆横梁就位,并安装主跨一侧的边横梁;安装预制空心纵梁;安装系杆钢板箱;中跨预制吊杆横梁的安装按中跨拱肋吊杆构造图中考虑预拱度后梁底安装标高进行施工;在全部预制横梁安装就位后,对照上述梁底安装标高重新进行全部吊杆索长或索力的调整;

[0039] 23) 吊杆张拉锚固:分别对内侧吊杆和外侧吊杆进行张拉锚固;内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆的上部张拉端通过吊杆锚头孔与中跨钢管混凝土拱肋连接,下部固定段通过吊杆端部预埋件与吊杆横梁连接;

[0040] 24) 拆除剩余所有支架,安装主跨段预制桥面板,浇筑主跨段现浇桥面板;

[0041] 25) 按全桥三跨均衡、对称浇筑桥面铺装及防撞护栏,安装伸缩缝;

[0042] 26) 全桥完成后,进行全部内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆、外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆和柔性预应力系杆锚索的索力测定,吊杆初张拉索力结合施工中横梁设计标高控制的分析结果进行适当调整,系杆张拉索力的实测索力与设计索力误差不大于8%,否则进行相应调索。

[0043] 本发明的有益效果是:

[0044] 1、本发明涉及的钢管拱肋固定支架,提高钢管拱肋安装施工作业中的稳定性,有效保证对接精度。

[0045] 2、本发明涉及的装配式台阶锚索框格锚固底梁反力预压与囊袋注水压重预压组合的施工方法,减少了一道不必要的施工程序,节约了工期,能有效的节约成本。

[0046] 3、本发明涉及的附着固定定型化快拆铰接启闭式钢模,提高拱脚模板安装施工进度,有效保证结构尺寸。

[0047] 4、本发明中的吊杆安装平台桁架采用定型化滑轨移动式施工平台,大大提高了吊杆施工效率,施工机械化程度大幅提高。

[0048] 5、本发明中的系杆安装通过系杆拉索无损牵引放线系统有效避免了系杆在安装过程中可能的损坏,保证了系杆施工完整性,有效减少了摩阻力。

附图说明

[0049] 图1是钢管混凝土拱桥立面详图;

[0050] 图2是拱肋结构平面图;

[0051] 图3是主拱肋吊杆横梁剖面图;

[0052] 图4是主拱肋间横梁与边横梁剖面图;

[0053] 图5是边拱肋立柱横梁剖面图;

[0054] 图6是边拱端横梁剖面图;

[0055] 图7是桥面系平面图;

[0056] 图8是定型化支架体系示意图;

[0057] 图9是钢管混凝土拱桥外包混凝土拱脚结构图;

[0058] 图10是剪力钉焊接定位架结构图；

[0059] 图11是钢管混凝土拱桥拱肋定型化夹具结构图；

[0060] 图12是钢管混凝土体外预应力系杆安装结构图；

[0061] 图13是可换锁式系杆锚具图；

[0062] 图14是钢管混凝土拱桥拱肋吊杆吊装结构图；

[0063] 图15是排气孔和进料孔截面图。

[0064] 附图标记说明：1-桩基、2-承台、3-拱座、4-边拱支座、5-立柱、6-中跨钢管混凝土拱肋、7-边跨现浇钢筋混凝土拱肋、8-现浇边拱端横梁、9-边跨现浇肋间横梁、10-现浇边拱肋系梁、11-现浇边立柱、12-T形预应力横梁、13-主拱空心肋间横梁、14-预制空心纵梁、15-搁置牛腿、16-预制桥面板、17-现浇桥面板、18-柔性预应力系杆、19-内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆、20-外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆、21-吊杆锚头孔、22-上部张拉端、23-下部固定段、24-吊杆端部预埋件、25-弦杆钢管、26-中间缀板、27-自密实混凝土、28-进料孔、29-排气孔、30-排气管、31-拱脚预埋段、32-拱脚外包混凝土、33-拱脚局部承压钢板、34-剪力钉、35-可换锁式系杆锚具、36-系杆支撑架、37-系杆钢板箱、38-桁架式永久上风撑、39-K形永久中风撑、40-临时风撑、41-定型化支架体系、42-拱肋定型化加强槽钢架、43-边横梁、44-吊杆横梁、45-外侧边拱肋、46-内侧边拱肋、47-立柱支座、48-左右副内侧拱肋共用下部基础、49-内侧预应力系杆、50-外侧预应力系杆、51-边横梁支座、52-人行道、53-非机动车道、54-机动车道、55-防撞护栏、56-外侧主拱肋、57-内侧主拱肋、58-预制板分块、59-地基处理桩、60-浅层固化水泥土板、61-装配式台阶锚索框格锚固底梁、62-锚索预埋段、63-主拱肋拱脚钢管、64-预留锚固孔、65-框格式支架底板、66-墩台固板预埋件、67-单元式L形钢板架、68-标高可调式弧形格构式钢托板、69-柔性托网、70-囊袋、71-侧端板、72-易拆式分腔板、73-反力预压锚索、74-墩台预埋锚索反力端、75-承压钢筋网、76-抗剪钢板、77-L形限位板、78-带孔连接端板、79-梳形整体固定螺栓、80-防裂钢筋网、81-弧形护板、82-整体式固定支架、83-预埋钢板、84-定型钢板、85-剪力钉焊接定位架、86-定位螺栓、87-加强钢管搁置钢管、88-加强支撑钢板、89-千斤顶限位搁置腔、90-支架横撑、91-千斤顶、92-加强肋板、93-拱肋固定钢板、94-钢管拱肋固定支架、95-紧固耳板、96-弧形整体式槽钢、97-对拉可调长螺杆、98-拱肋对拉临时连接板、98-钢管拱肋接缝、99-连续式应力测试计、100-钢管拱肋、101-耳板紧固螺栓、102-可调钢板顶板、103-可调螺栓群、104-可调钢板底座、105-可调钢板支架、106-铰轴、107-系杆成品索盘、108-固定盘架、109-盘架底板、110-带滚轮竖向导槽、111-对称卷扬、112-拉索带卡扣扁担梁、113-拉索托架、114-系杆拉索、115-带过渡弧托系杆分向器、116-牵引钢丝绳、117-锚垫板固定筋、118-密封装置、119-架立固定钢板、120-地脚螺栓、121-压缩装置、122-保护罩、123-支撑筒、124-填充砂浆、125-预埋管、126-减震装置、127-滑轨、128-施工平台底板、129-底板滑轨槽、130-嵌合对拉刹车器、131-平台桁架。

具体实施方式

[0065] 下面结合实施例对本发明做进一步描述。下述实施例的说明只是用于帮助理解本发明。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围

内。

[0066] 如图1至图15所示,所述的钢管混凝土拱桥,包括:边拱肋、主拱肋、吊杆、系杆和桥梁墩台结构;边跨结构包括边拱支座4、边跨现浇钢筋混凝土拱肋7、现浇边拱端横梁8、边跨现浇肋间横梁9、现浇边拱肋系梁10、浇边立柱11、柔性预应力系杆18和现浇桥面板17;中跨结构包括拱座3、中跨钢管混凝土拱肋6、主拱空心肋间横梁13、预制空心纵梁14、柔性预应力系杆18、系杆钢板箱37、桁架式永久上风撑38、K形永久中风撑39、临时风撑40、拱脚预埋段31、内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20;现浇边拱肋系梁10设在两片边跨现浇钢筋混凝土拱肋7之间;现浇边立柱11设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋7和拱座3上方用于支撑T形预应力横梁12;拱脚预埋段31通过拱脚外包混凝土32与拱座3连接,拱座3设在主跨的承台2上方;主拱空心肋间横梁13设在两片中跨钢管混凝土拱肋6之间;内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20上部与中跨钢管混凝土拱肋6连接,内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20下部与吊杆横梁44连接;桁架式永久上风撑38、K形永久中风撑39、临时风撑40设在两片中跨钢管混凝土拱肋6之间。

[0067] 所述的现浇边拱端横梁8设在边跨现浇钢筋混凝土拱肋7端部上方,边跨现浇肋间横梁9设置于边跨现浇钢筋混凝土拱肋7上方。所述的柔性预应力系杆18贯穿于系杆钢板箱37设置,其端部锚固于边跨现浇钢筋混凝土拱肋7顶部。所述的承台2设在桩基1上方,边跨的承台2上方设有立柱5,立柱5上方设有边拱支座4。所述的边跨现浇钢筋混凝土拱肋7一端与拱座3连接,另一端搁置在边拱支座4上。所述的拱座3一端与边跨现浇钢筋混凝土拱肋7连接,另一端设有拱脚预埋段31,中跨钢管混凝土拱肋6通过拱脚外包混凝土32与拱脚预埋段31固结。所述的内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20的上部张拉端22通过吊杆锚头孔21与中跨钢管混凝土拱肋6连接,下部固定段23通过吊杆端部预埋件24与吊杆横梁44连接。所述的中跨钢管混凝土拱肋6安装节段包括上游拱肋和K形永久中风撑39,其前部加设临时风撑40。所述的中跨钢管混凝土拱肋6和边跨现浇钢筋混凝土拱肋7的支架采用定型化支架体系41。

[0068] 所述的钢管混凝土拱桥的施工方法,包括以下步骤:

[0069] 1) 施工准备:组织相关人员进行图纸会审,然后对关键工序进行技术交底,对物资设备进行核查,制定试验计划,建立施工测量控制网,进一步了解和落实现场施工安全措施;

[0070] 2) 桩基和墩台施工:对边拱和主拱基础进行施工,浇筑桩基1和墩台2,然后在主拱的墩台2处浇筑拱座3,在边拱的墩台2上浇筑立柱5,在立柱5上方浇筑边拱支座4,浇筑主墩的承台2、拱座3时,预埋拱肋拱脚钢管、拱脚局部承压钢板33、拱脚外包砼钢筋预埋件等预埋件,浇筑主墩的承台2、拱座3时预先安装承台2上支架、安装主拱拱脚空钢管;

[0071] 3) 主拱肋加工:中跨钢管混凝土拱肋6的拱圈采用哑铃型钢管混凝土,拱肋在厂内分段预制;

[0072] 4) 搭设拱脚整体式固定支架:通过预埋钢板33连接整体式固定支架82,定位架85设置定型钢板84和定位螺栓86对剪力钉34焊接位置进行定位和焊接;

[0073] 5) 拱脚施工:拱座3设在主跨的承台2上方,安装拱脚预埋段31,绑扎拱脚、系梁钢筋,拱脚外包混凝土32施工采用外包混凝土附着固定定型化快装快拆铰接启闭式钢模浇筑

技术,浇筑拱脚外包混凝土32进行固接,并振捣密实,及时进行养护;

[0074] 6) 搭设拱肋支架:在搭设支架前,进行支架的地基加固稳定处理,支架基础周围设置相应排水设施,中跨钢管混凝土拱肋6和边跨现浇钢筋混凝土拱肋7的支架施工采用定型化支架体系41;

[0075] 7) 安装柔性托网:将标高可调式弧形格构式钢托板68调平,然后将柔性托网69放置在标高可调式弧形格构式钢托板68上;

[0076] 8) 支架加载预压:中跨钢管混凝土拱肋6和边跨现浇钢筋混凝土拱肋7的支架预压采用装配式台阶锚索框格锚固底梁反力预压与囊袋注水压重预压组合预压技术;

[0077] 9) 监测支架变形:测出定型化支架体系41竖向弹性变形,拱肋立模时应考虑并计入因施工临时支架下沉变形的预拱度;

[0078] 10) 拱肋支架卸载:设置好预拱度后,对定型化支架体系41进行卸载;

[0079] 11) 架设三角区主梁:在定型化支架体系41上架设三角区主梁,浇筑主拱空心肋间横梁13;

[0080] 12) 系杆安装系统搭设:柔性预应力系杆18施工采用系杆拉索无损牵引放线系统,卷制系杆成品索盘107,搭设固定盘架108,系杆成品索盘107放置于盘架底板109之上,搭设拉索托架113,安装带滚轮竖向导槽110,引出牵引钢丝绳116,启动卷扬机111,牵引过程速度不宜太快,应保持匀速,牵引到位后留出足够的工作长度,调整导轮架标高满足设计,安装系杆锚头:最后安装预应力系杆锚端;

[0081] 13) 拱肋施工支架体系搭设:中跨钢管混凝土拱肋6和边跨现浇钢筋混凝土拱肋7定型采用分离式铰接加强钢板与定型化整体式弧形加强槽钢组合临时补强技术,对中跨钢管混凝土拱肋6进行定型化支架体系41搭设,在定型化支架体系41上部通过加强钢管搁置钢管87和加强支撑钢板88固定;

[0082] 14) 浇筑边跨结构:在定型化支架体系41上安装边跨拱肋模板、端横梁模板、肋间横梁模板,并绑扎钢筋(注意预埋件的设置);然后浇筑边跨现浇钢筋混凝土拱肋7、边跨现浇肋间横梁9、现浇边拱肋系梁10,浇筑边拱肋砼,浇筑端横梁砼,达到设计强度90%以上后张拉端横梁预应力钢束,在边跨现浇钢筋混凝土拱肋7上浇筑现浇边立柱11;

[0083] 15) 安装中跨主拱肋钢管:分段吊装,空钢管节段间以临时螺栓连接,空钢管合拢;钢管分段处避开风撑、主拱空心肋间横梁13和吊杆;调整好拱轴线后,节段间的接缝予以焊接;焊接或栓接拱顶排气孔29;安装桁架式永久上风撑38、K形永久中风撑39、临时风撑40;

[0084] 16) 中跨主拱肋泵注砼程序:拱肋砼一次灌注完成,上中下三个腔体独立灌注,灌注顺序为下弦杆、上弦杆、中间缀板26;从两侧拱脚处同时往拱顶泵注砼;两侧泵注砼至拱顶时继续泵注,直至排期钢管中充满砼为止;以振捣棒插入振捣两分钟即可,待砼强度达到要求时去除排气管30,并用同样钢板封孔焊接;

[0085] 17) 边拱合拢:合拢边跨现浇钢筋混凝土拱肋7,在边拱肋养生7-10天之后,浇筑拱脚合拢缝砼(合拢拱脚);对称浇筑现浇边拱肋系梁11;

[0086] 18) 对称浇筑主拱空心肋间横梁13,浇筑边拱的现浇边立柱11,安装主拱立柱;吊装T形预应力横梁12,吊装边跨一侧的边拱端横梁8,安装边跨段纵梁;安装边跨段预制桥面板17,浇筑边跨段现浇桥面板17;

[0087] 19) 搭设吊杆施工平台:施工平台包括施工平台底板128,铺设滑轨127,铺设底板

滑轨槽129,进行平台桁架131的搭设;

[0088] 20) 系杆张拉:安装纵向柔性预应力系杆18拉索,安装边跨段预应力系杆支撑架36、系杆钢板箱37,分别对内侧系杆和外侧系杆进行张拉,系杆张拉采用对称、分级、循环张拉;

[0089] 21) 拆除通航孔中跨主拱圈支架,保留主拱肋间横梁以下部分支架;

[0090] 22) 安装中跨吊杆:中跨钢管混凝土拱肋6的拱肋吊杆施工采用附着拱肋固定滑轨移动式施工平台,按照由跨中、拱脚向拱肋1/4方向对称安装中跨预制吊杆横梁44就位,并安装主跨一侧的边横梁43;安装预制空心纵梁14;安装系杆钢板箱37;中跨预制吊杆横梁44的安装按中跨拱肋吊杆构造图中考虑预拱度后梁底安装标高进行施工;在全部预制横梁安装就位后,对照上述梁底安装标高重新进行全部吊杆索长或索力的调整;

[0091] 23) 吊杆张拉锚固:分别对内侧吊杆和外侧吊杆进行张拉锚固;内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19和外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20的上部张拉端22通过吊杆锚头孔21与中跨钢管混凝土拱肋6连接,下部固定段23通过吊杆端部预埋件24与吊杆横梁44连接;

[0092] 24) 拆除剩余所有支架,安装主跨段预制桥面板17,浇筑主跨段现浇桥面板16;

[0093] 25) 按全桥三跨均衡、对称浇筑桥面铺装及防撞护栏55,安装伸缩缝;

[0094] 26) 全桥完成后,进行全部内侧钢绞线整束挤压拉索吊杆19、外侧钢绞线整束挤压拉索吊杆20和柔性预应力系杆18锚索的索力测定,吊杆初张拉索力结合施工中横梁设计标高控制的分析结果进行适当调整,系杆张拉索力的实测索力与设计索力误差不大于8%,否则进行相应调索。

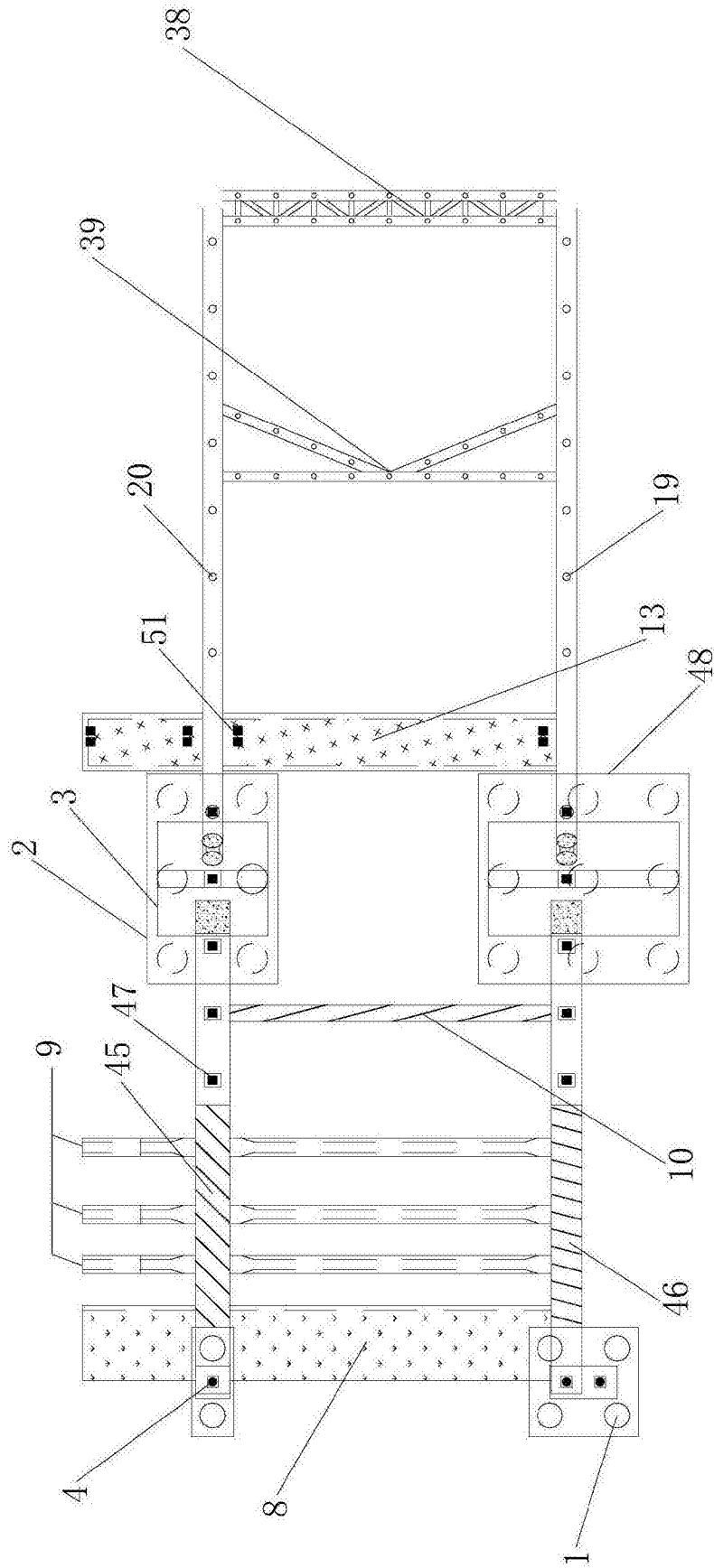


图2

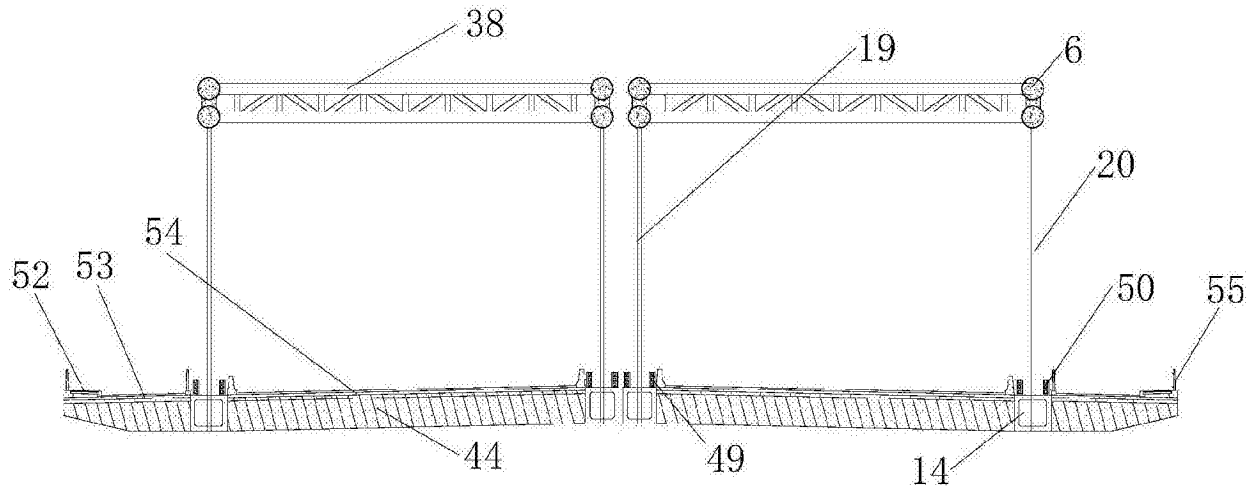


图3

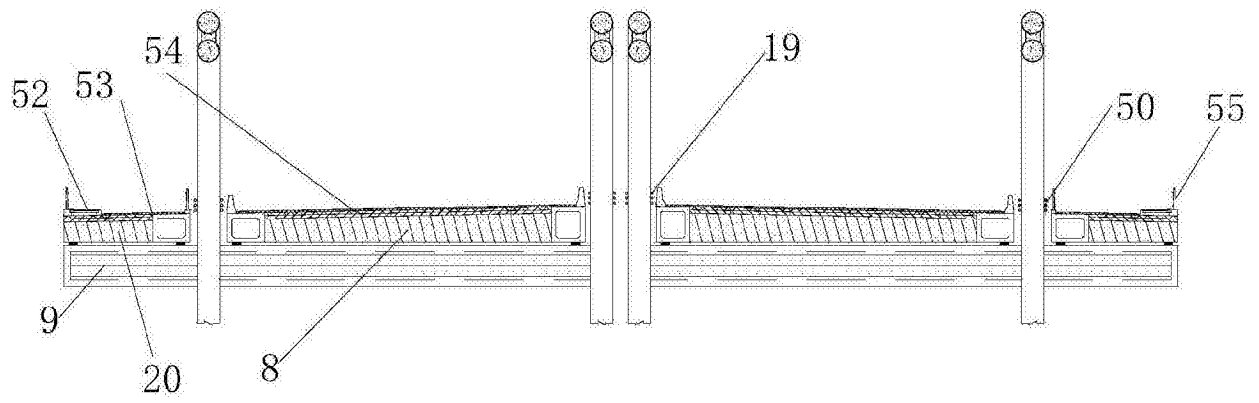


图4

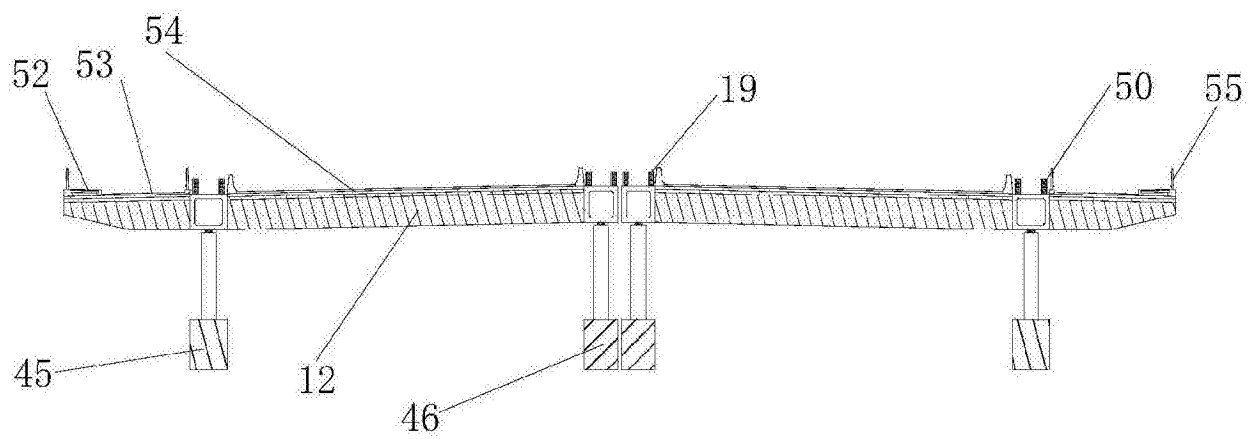


图5

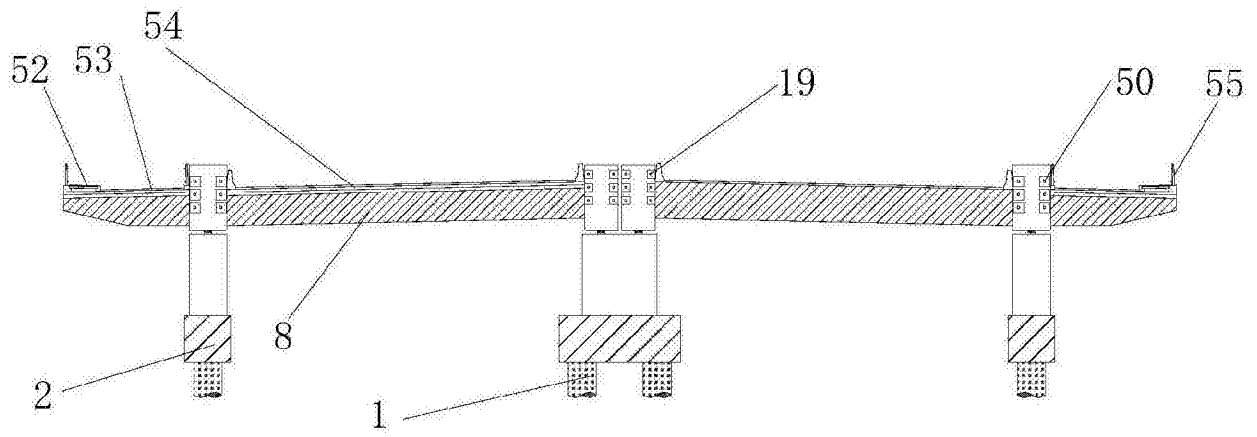


图6

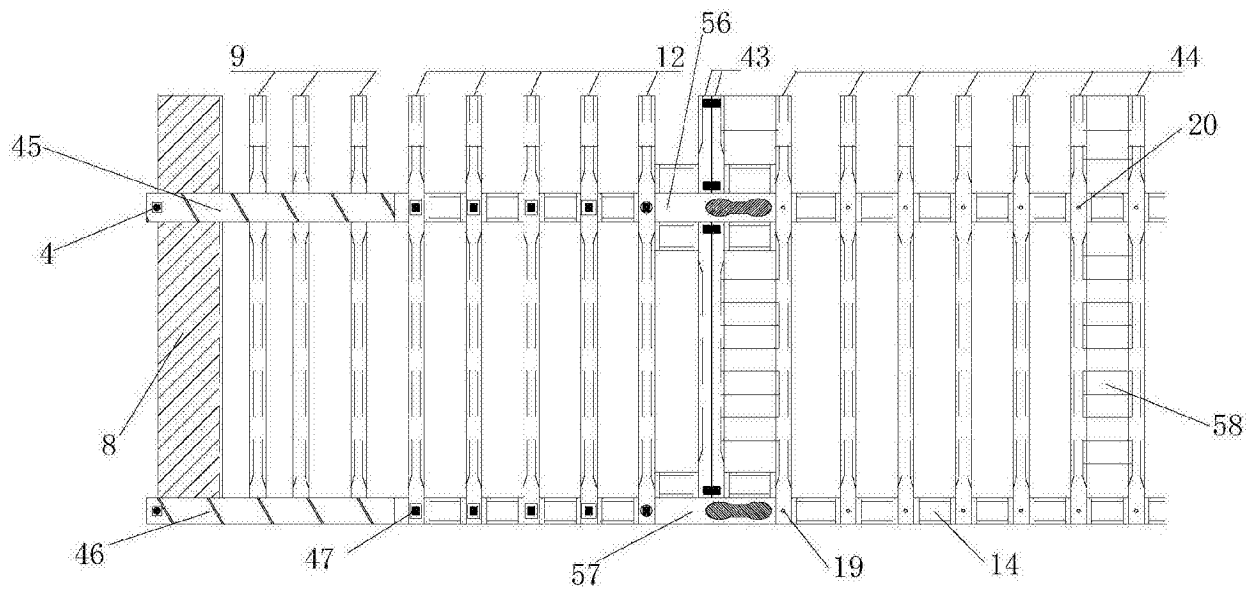


图7

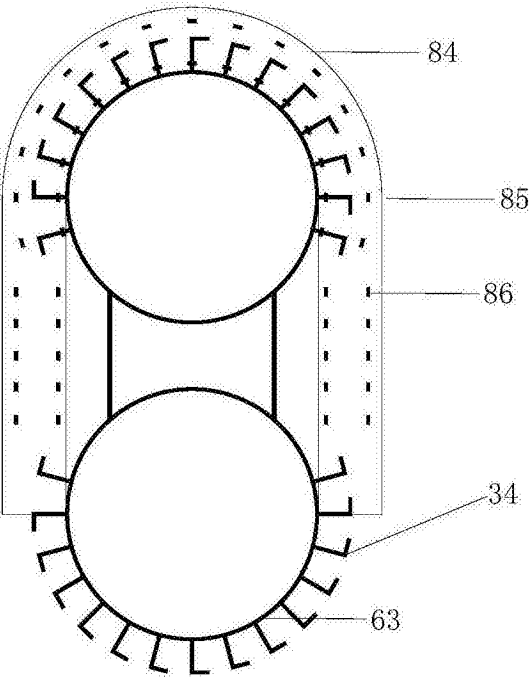


图10

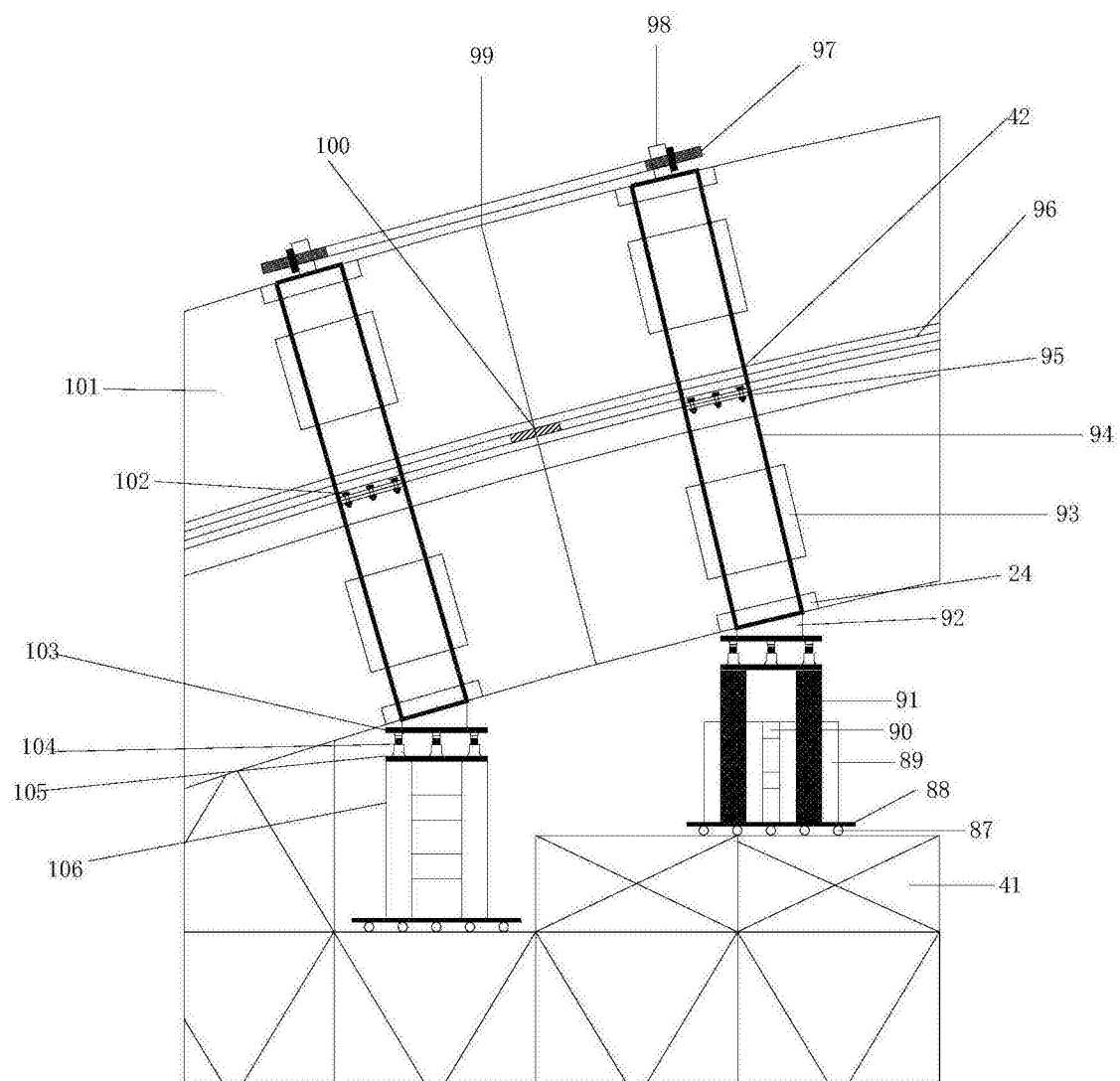


图11

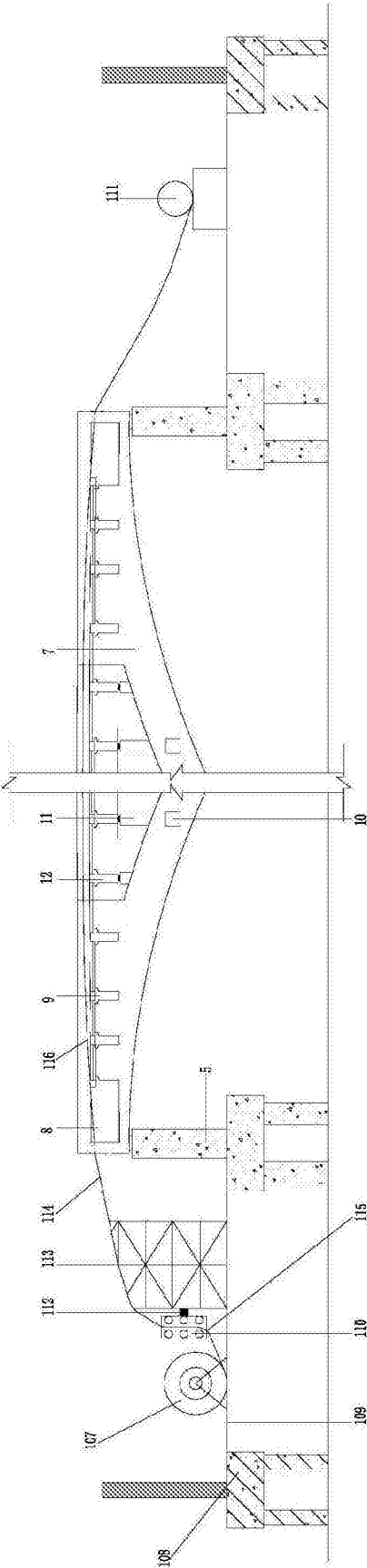


图12

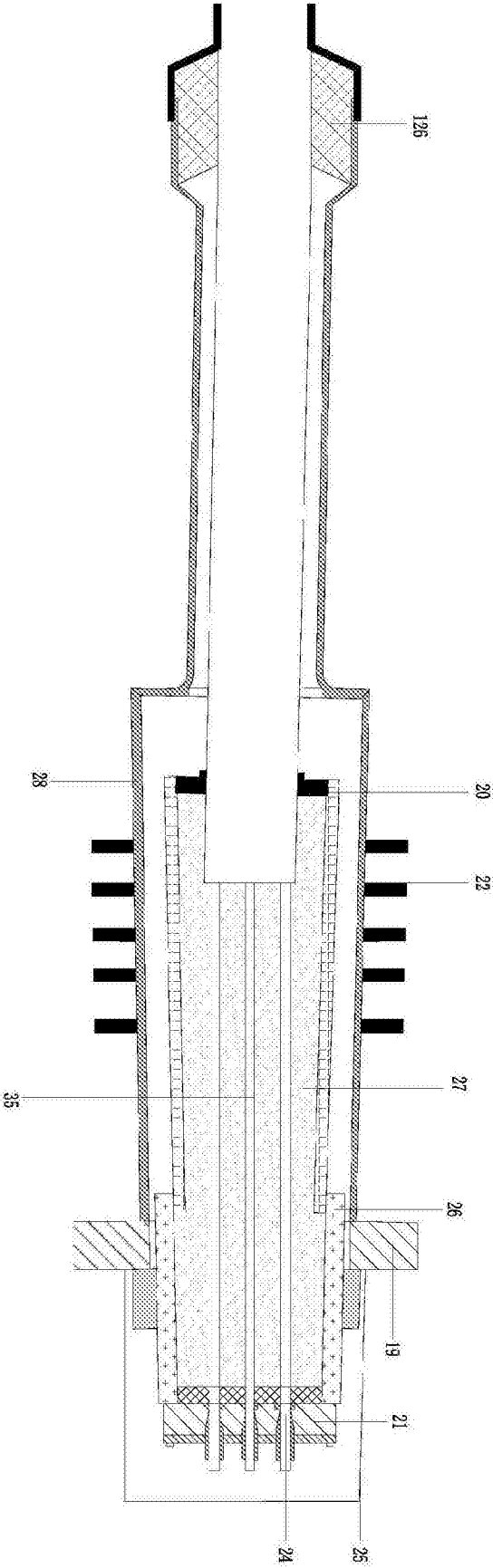


图13

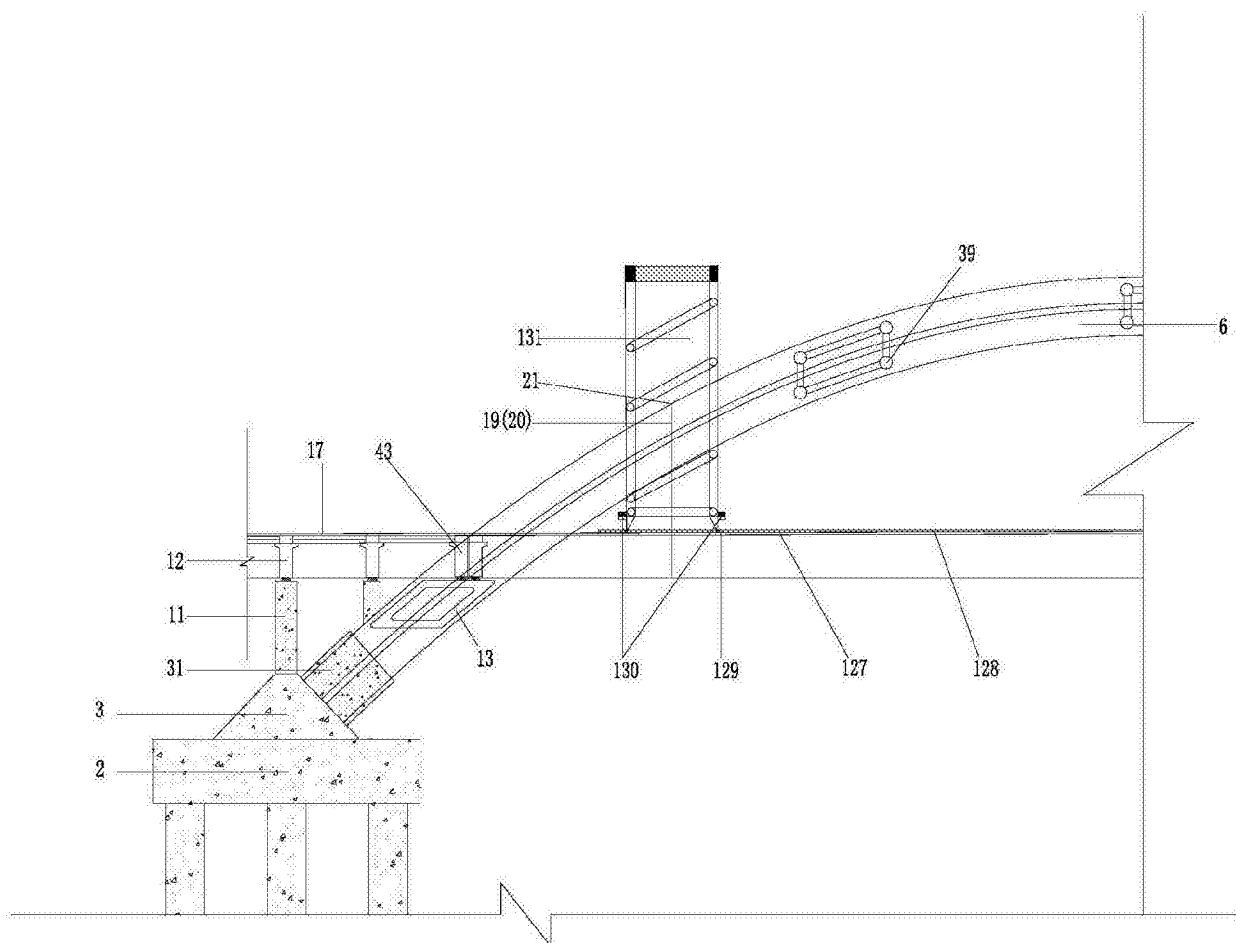


图14

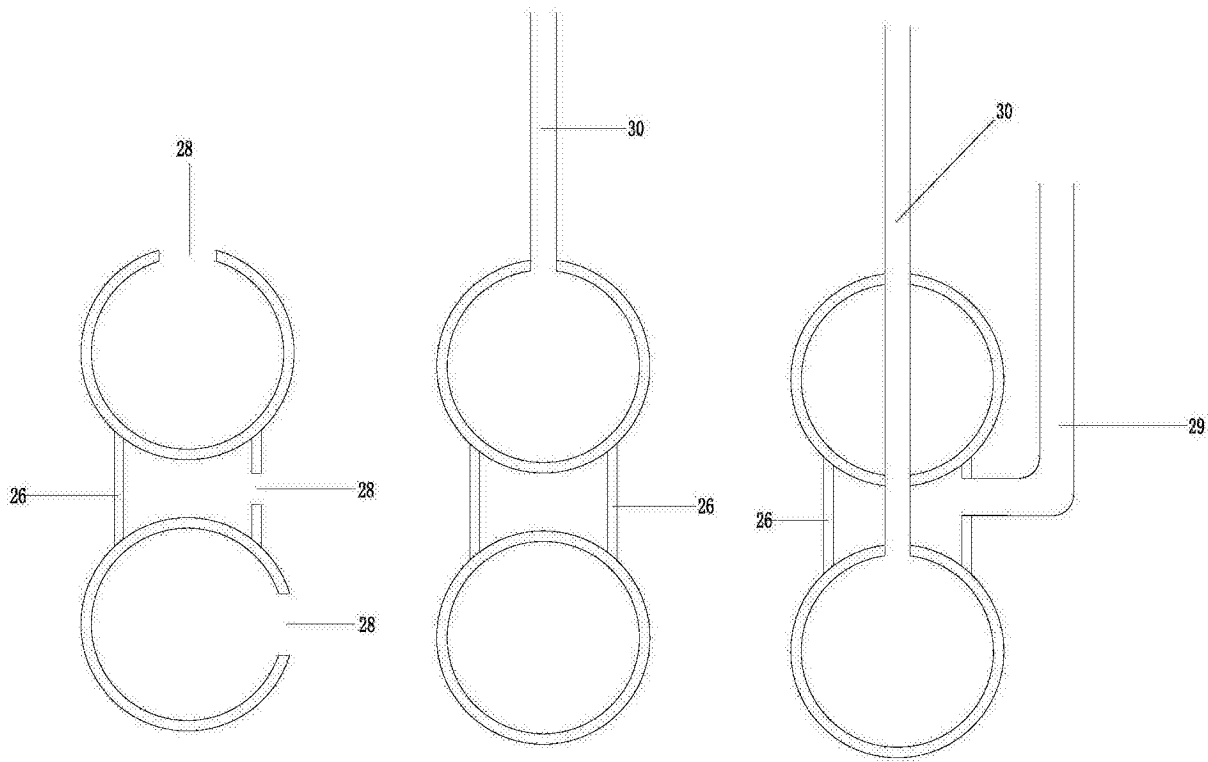


图15