



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109208642 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811377724.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.11.19

E02D 29/045(2006.01)

E02D 29/16(2006.01)

(71)申请人 中铁二十三局集团有限公司

地址 610072 四川省成都市中国(四川)自由贸易试验区成都高新区天府大道中段530号1栋5楼508号

申请人 中铁二十三局集团轨道交通工程有限公司

(72)发明人 田宝华 王义春 刘延龙 黄静

谭斌 奚成 张长春 胡志勇

林晓波 刘雪松 王智 周全文

李鹏 徐闯

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 刘童笛

权利要求书1页 说明书8页 附图9页

## (54)发明名称

一种装配式下穿隧道的施工方法

## (57)摘要

本发明公开了一种装配式下穿隧道的施工方法,包括以下步骤:a、在基坑底部施工混凝土基础,并在其上设置钢轨;b、将底板吊运至钢轨上就位后,吊运顶板至底板上方对正落下,将底板和顶板进行连接拼装成环后形成单个隧道节段;c、将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合,并将多个节段进行纵向永久预应力压紧后形成孔节段;d、重复步骤b和c形成多个孔节段,在相邻孔节段间设置沉降缝;e、拼装完成后对节段底板和混凝土基础之间的间隙进行灌浆。本发明施工方法能够确保下穿隧道拼装有序进行,并确保整个下穿隧道的工程质量,同时加快了下穿隧道拼装进度,提高施工效率,大大节约工程成本。



1. 一种装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

a、在基坑底部施工混凝土基础,并在与隧道竖墙相对应的位置处设置沿隧道纵向延伸的钢轨;

b、将底板吊运至钢轨上就位后,吊运顶板至底板上方对正落下就位后,将底板和顶板进行连接拼装成环后形成单个隧道节段;

c、将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合,并将多个节段进行纵向永久预应力压紧后形成孔节段;

d、重复步骤b和c形成多个孔节段,在相邻孔节段间设置沉降缝;

e、在隧道拼装完成后,对节段底板和混凝土基础之间的间隙进行灌浆。

2. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤a中的混凝土基础施工依次为防水层施工和钢筋混凝土施工,在钢轨安装完毕后浇注混凝土垫层,浇筑顶面略低于轨面。

3. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤b中在顶板和底板合拢前,在水平接缝面设置抗剪结构及防水结构,待顶板准确定位后设置竖向预应力将顶板和底板进行压力连接,并在顶板和底板的竖墙两侧设置夹板进行连接夹紧。

4. 根据权利要求3所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,所述抗剪结构为抗剪钢箱,所述抗剪钢箱设置于顶板竖墙与底板竖墙之间。

5. 根据权利要求3所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,所述防水结构为在接缝面涂刷的环氧树脂胶,还包括安装的纵向两道遇水膨胀止水条。

6. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤c中在相邻节段的纵向结合端面设置有止水条预留槽以及阴阳榫齿。

7. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤c中待后续节段靠近前一节段时停止推进,检查两节段端面间的距离是否一致,符合要求后在节段拼接面涂刷环氧树脂黏结剂,并安装两道环向遇水膨胀止水条。

8. 根据权利要求7所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤c中在后续节段顶推至与前一节段端面相贴合后,与前一节段一起通过纵向临时预应力压紧。

9. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,步骤d中沉降缝设置双层止水带,分别为在结构迎水面设置紫铜片止水带、在结构背水面设置背贴式可注浆式橡胶止水带。

10. 根据权利要求1所述的装配式下穿隧道的施工方法,其特征在于,底板和顶板在安装前,在结构外表面涂刷聚氨酯防水涂料。

## 一种装配式下穿隧道的施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及下穿隧道施工领域,特别涉及一种装配式下穿隧道的施工方法。

### 背景技术

[0002] 随着城市化进程的加快及城市路网的成熟,对于城市的老旧道路的快速化改造变得日趋重要。在道路快速化改造中,设置下穿隧道是较为科学的道路结构之一,它具有节约地面空间、整体效果简洁美观的优点,因此得到广泛的应用。由于对现有道路进行下穿隧道改造是在既有城市路网中进行的,所以施工的工期要求很严格,以减少对城市生活的干扰。

[0003] 为解决下穿隧道施工工期较长的问题,现提出了装配式下穿隧道的设计,隧道主体主要为单层框架式现浇结构,另包括一定长度的建筑工业化装配式拼装段。如图1所示,为了便于运输和拼装,将单个隧道节段分为了两个分块,分别为W型的底板1和M型的顶板2,在底板和顶板上均对应设有三道竖墙,两个分块组合即可形成单个隧道节段的结构,再将多个隧道节段组合即可形成下穿隧道拼装段,具有结构简单、施工快捷的优点。

[0004] 但在进行整个下穿隧道的施工时,保证拼装质量关系将到隧道工程质量的高低,而保证施工效率对其是否能适应于城市路网的快速化改造需求,因此,针对装配式下穿隧道的结构,如何更好地将预制分块在施工现场拼装成整个隧道是必须要解决的问题。

### 发明内容

[0005] 本发明目的在于:针对装配式下穿隧道的结构,如何将预制分块在施工现场拼装成整个隧道的问题,提供一种装配式下穿隧道的施工方法,通过采用该施工方法能够确保整个下穿隧道的工程质量,同时加快了下穿隧道拼装进度,提高施工效率,节约工程成本。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0007] 一种装配式下穿隧道的施工方法,包括以下步骤:

[0008] a、在基坑底部施工混凝土基础,并在与隧道竖墙相对应的位置处设置沿隧道纵向延伸的钢轨;

[0009] b、将底板吊运至钢轨上就位后,吊运顶板至底板上方对正落下就位后,将底板和顶板进行连接拼装成环后形成单个隧道节段;

[0010] c、将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合,并将多个节段进行纵向永久预应力压紧后形成孔节段;

[0011] d、重复步骤b和c形成多个孔节段,在相邻孔节段间设置沉降缝;

[0012] e、在隧道拼装完成后,对节段底板和混凝土基础之间的间隙进行灌浆。

[0013] 本发明施工方法通过在基坑底部施工混凝土基础并设置钢轨,既对隧道节段提供支撑,又便于拼装中隧道节段沿钢轨移动;吊运底板和顶板进行合拢后,并将底板和顶板进行连接拼装成环形成单个隧道节段;通过将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合,当节段达一定数量后,将多个节段进行纵向永久预应力张拉后形成孔节段,并在相邻孔节段间设置沉降缝,从而将隧道拼装段分为若干个刚性的孔节段,能够更好地适应地基沉

降;在隧道拼装完成后,对节段底板和混凝土基础间进行灌浆,增大了节段底板与混凝土基础间的接触面积,使得隧道节段支撑更加稳固;该施工方法能够确保下穿隧道拼装有序进行,并确保整个下穿隧道的工程质量,同时加快了下穿隧道拼装进度,提高施工效率,大大节约工程成本。

[0014] 作为本发明的优选方案,步骤a中的混凝土基础施工依次为防水层施工和钢筋混凝土施工,在钢轨安装完毕后浇注混凝土垫层,浇筑顶面略低于轨面。通过将混凝土基础施工依次分为防水层施工和钢筋混凝土施工,施工防水层后能够提高节段底板的防水性能,钢筋混凝土施工能够提高整个基础的承载能力;同时在钢筋混凝土上安装钢轨完毕后浇注混凝土垫层,且浇筑顶面略低于轨面,可以使钢轨位置保持准确稳定,又便于拼装中隧道节段沿钢轨移动。

[0015] 作为本发明的优选方案,步骤b中在顶板和底板合拢前,需在水平接缝面设置抗剪结构及防水结构,待顶板准确定位后设置竖向预应力将顶板和底板进行压力连接,并在顶板和底板的竖墙两侧设置夹板进行连接夹紧。通过在顶板和底板的接缝面设置抗剪结构及防水结构,以提高两者拼装后的抗剪性能和防水性能,由于在顶板和底板间设置了竖向预应力,保证两个构件不会相对错动和具有一定接触压力,并结合在顶板和底板竖墙两侧的夹板连接,使得单个隧道节段拼装后形成一个刚性整体。

[0016] 作为本发明的优选方案,所述抗剪结构为抗剪钢箱,所述抗剪钢箱设置于顶板竖墙与底板竖墙之间,以提高顶板和底板合拢后的抗剪能力。

[0017] 作为本发明的优选方案,所述防水结构为在接缝面涂刷的环氧树脂胶,还包括安装的纵向两道遇水膨胀止水条,以提高顶板和底板结合面的防水性能。

[0018] 作为本发明的优选方案,步骤c中在相邻节段的纵向结合端面设置有止水条预留槽以及阴阳榫齿,便于在纵向结合面安装止水条,而阴阳榫齿便于相邻节段的拼装对接,同时也具有一定的抗剪能力。

[0019] 作为本发明的优选方案,步骤c中待后续节段靠近前一节段时停止推进,检查两节段端面间的距离是否一致,符合要求后在节段拼接面涂刷环氧树脂黏结剂,并安装两道环向遇水膨胀止水条,以提高相邻节段纵向结合端面的防水性能。

[0020] 作为本发明的优选方案,步骤c中在后续节段顶推至与前一节段端面相贴合后,与前一节段一起通过纵向临时预应力压紧,将已安装节段紧密连接在一起,起到固定节段的作用,保证在永久预应力张拉前,节段之间不会相互错动,同时提供胶体凝结所需的压力。

[0021] 作为本发明的优选方案,步骤d中沉降缝设置双层止水带,分别为在结构迎水面设置紫铜片止水带、在结构背水面设置背贴式可注浆式橡胶止水带。

[0022] 作为本发明的优选方案,底板和顶板在安装前,在结构外表面涂刷聚氨酯防水涂料。

[0023] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0024] 1、本发明施工方法通过在基坑底部施工混凝土基础并设置钢轨,既对隧道节段提供支撑,又便于拼装中隧道节段沿钢轨移动;吊运底板和顶板进行合拢后,并将底板和顶板进行连接拼装成环形成单个隧道节段;通过将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合,当节段达一定数量后,将多个节段进行纵向永久预应力张拉后形成孔节段,并在相邻孔节段间设置沉降缝,从而将隧道拼装段分为若干个刚性的孔节段,能够更好地适应地基

沉降;在隧道拼装完成后,对节段底板和混凝土基础间进行灌浆,增大了节段底板与混凝土基础间的接触面积,使得隧道节段支撑更加稳固;该施工方法能够确保下穿隧道拼装有序进行,并确保整个下穿隧道的工程质量,同时加快了下穿隧道拼装进度,提高施工效率,大大节约工程成本;

[0025] 2、通过将混凝土基础施工依次分为防水层施工和钢筋混凝土施工,施工防水层后能够提高节段底板的防水性能,钢筋混凝土施工能够提高整个基础的承载能力;同时在钢筋混凝土上安装钢轨完毕后浇注混凝土垫层,浇筑顶面略低于轨面,可以使钢轨位置保持准确稳定,又便于拼装中隧道节段沿钢轨移动;

[0026] 3、通过在顶板和底板的接缝面设置抗剪结构及防水结构,以提高两者拼装后的抗剪性能和防水性能,由于在顶板和底板间设置了竖向预应力,保证两个构件不会相对错动和具有一定接触压力,并结合在顶板和底板竖墙两侧的夹板连接,使得单个隧道节段拼装后形成一个刚性整体;

[0027] 4、通过在后续节段顶推至与前一节段端面相贴合后,需与前一节段一起进行纵向临时预应力张拉,将已安装节段紧密连接在一起,既可以起到固定节段的作用,保证在永久预应力张拉前,节段之间不会相互错动,同时提供胶体凝结所需的压力。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明中的隧道节段分块构造图。

[0029] 图2为本发明中的顶板和底板拼装成环示意图。

[0030] 图3为本发明中的顶板和底板连接示意图。

[0031] 图4为图3中的B-B剖切示意图。

[0032] 图5为本发明中的首节段固定及两节拉拢示意图。

[0033] 图6为本发明中的节段顶推组装示意图。

[0034] 图7为本发明中的变形缝防水设置方案示意图。

[0035] 图8为本发明中的变形缝侧墙及底板防水方案示意图。

[0036] 图9为本发明中的变形缝顶部防水方案示意图。

[0037] 图10为本发明中的环节拼装流程图。

[0038] 图11为本发明中的整个拼装段施工流程图。

[0039] 附图标记:1-底板,2-顶板,3-抗剪钢箱预留洞,4-止水条凹槽,5-榫齿,6-纵向预应力预留洞,7-顶座板,8-精轧螺纹钢,9-抗剪钢箱,10-对位模具,11-千斤顶,12-预埋钢板,13-夹板,14-止水条,15-螺栓,16-压浆管,17-现浇段,18-固定支座,19-吊耳,20-钢棒,21-连接器,22-螺母,23-穿心千斤顶,24-钢轨,25-预应力束,26-锚具,27-沉降缝,28-孔节段,29-斜撑杆,30-平连杆,31-卡轨支座,32-砼后浇带,33-硬质塑料泡沫板,34-环氧树脂涂层成品钢筋,35-紫铜片止水带,36-背贴式可注浆式橡胶止水带,37-沥青。

## 具体实施方式

[0040] 下面结合附图,对本发明作详细的说明。

[0041] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不

用于限定本发明。

[0042] 实施例

[0043] 本实施例提供一种装配式下穿隧道的施工方法；

[0044] 本实施例中的装配式下穿隧道的施工方法，包括以下步骤：

[0045] a、在基坑底部施工混凝土基础，并在与隧道竖墙相对应的位置处设置沿隧道纵向延伸的钢轨；

[0046] b、将底板1吊运至钢轨上就位后，吊运顶板2至底板上方对正落下就位后，将底板和顶板进行连接拼装成环后形成单个隧道节段；

[0047] c、将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合，当节段达一定数量后，将多个节段进行纵向永久预应力压紧后形成孔节段28；

[0048] d、重复步骤b和c形成多个孔节段，在相邻孔节段间设置沉降缝27；

[0049] e、在隧道拼装完成后，对节段底板和混凝土基础之间的间隙进行灌浆。

[0050] 本发明施工方法通过在基坑底部施工混凝土基础并设置钢轨，既对隧道节段提供支撑，又便于拼装中隧道节段沿钢轨移动；吊运底板和顶板进行合拢后，并将底板和顶板进行连接拼装成环形成单个隧道节段；通过将后续节段拼装成环后顶推至与前一节段端面贴合，当节段达一定数量后，将多个节段进行纵向永久预应力张拉后形成孔节段，并在相邻孔节段间设置沉降缝，从而将隧道拼装段分为若干个刚性的孔节段，能够更好地适应地基沉降；在隧道拼装完成后，对节段底板和混凝土基础间进行灌浆，增大了节段底板与混凝土基础间的接触面积，使得隧道节段支撑更加稳固；该施工方法能够确保下穿隧道拼装有序进行，并确保整个下穿隧道的工程质量，同时加快了下穿隧道拼装进度，提高施工效率，大大节约工程成本。

[0051] 本实施例中的隧道节段分块构造如图1所示，包括W型的底板1和M型的顶板2，在底板和顶板上均对应设有三道竖墙，两个分块组合即可形成单个隧道节段的结构。在底板1和顶板2的竖墙内设有抗剪钢箱预留洞3，在底板和顶板端面设有止水条凹槽4和榫齿5，在底板和顶板上还设有纵向预应力预留洞6。

[0052] 本实施例中，在进行步骤a中的混凝土基础施工时，根据设计要求，在底板1下三道竖墙下方位置，按计算的标高及坡度挖做三排条形混凝土基础，长度约132米，上面设置预埋板，安装三组钢轨24，用于承载预制框架，其主要包括以下几个步骤：

[0053] a1、基槽放线开挖：在预制框架段基坑土方开挖完成，基底满足条件后，用全站仪按设计轨道线路的相关尺寸施放出开挖线及开挖深度进行开挖基槽。

[0054] a2、底板防水层施工：先进行10cm厚C15混凝土垫层施工，待垫层混凝土表面干燥后，按要求铺设防水卷材，为保护底板防水层不受损，在防水卷材上面浇筑5cm厚的C25细石混凝土。

[0055] a3、钢筋混凝土基础施工：按设计绑扎好钢筋后，在三组轨道位置预埋 $70 \times 10 \times 1$ cm的钢板，间隔60cm/块，与基础顶面齐平；然后支立模板，浇筑C25混凝土并养护。

[0056] a4、钢轨安装：钢轨安装前在轨头下方的腹板上每间隔4米钻一个 $\Phi 30$ mm的孔，以备从底板压浆时砂浆能流入两轨之间。按测量数据在预埋垫板上放入成组楔铁，利用楔铁调整三组钢轨的标高及坡度，使之符合设计要求；钢轨定位后用压板固定，并及时将压板、楔铁与预埋钢板焊接牢固。

[0057] a5、钢轨安装完毕后浇注混凝土垫层,垫层在每组钢轨之间的范围留出薄型千斤顶高度,靠近钢轨的部位留出钢轨上开设的孔洞高度,以便留出注浆通道,其余部位顶面比轨面低2cm,并保证平整。

[0058] 如图2-图4所示,本实施例步骤b中顶板和底板拼装成环时主要包括以下步骤:

[0059] b1、拼装组合:用龙门吊将预制构件吊运到安装位置上方,从冠梁钢支撑之间放入基坑,在构件吊耳和夹板螺栓上设置八根缆风绳,顶部和底部各四根,通过人力控制,在吊装及龙门吊移动过程中防止构件发生碰撞。下落时先将底部四根缆风绳放至基坑钢支撑以下,由顶部四根缆风绳控制构件摆动。待构件底面低于基坑钢支撑时转换为由底面四根缆风绳控制。先吊装底板构件就位,当底板吊运至距离钢轨2cm时由龙门吊进行缓慢移动,将底板对正预设位置下落就位。在竖墙上端夹板螺栓15上安装对位模具10及顶座板7,在水平结合面中插入抗剪钢箱9,安装精轧螺纹钢连接器21,连接上部 $\Phi 32$ fpk930预应力混凝土用精轧螺纹钢8,再用龙门吊以同样方式吊装顶板对正落下就位。顶板落到位吊钩不受力后检查顶板与底板端面的平面度,如超差则在上下顶座板之间安装千斤顶11顶起顶板,在水平接缝内加钢板垫片调整,再落下重新测量,反复顶起加垫测量直到满足精度要求。

[0060] b2、接缝防水:顶板2和底板1合拢前,在接缝面涂刷环氧树脂胶,并安装纵向两道遇水膨胀止水条14。涂胶前先按试验配比将双组分混合并进行搅拌,可根据实际情况调整固化剂的分量,确保工艺时间。为减少天气对施工的影响,必要时可在拼装区上部搭设移动防雨棚。

[0061] b3、初张拉:顶板准确定位后,安装JLM-32锚具锚固,采用YCW60B型千斤顶,进行单环初张(张拉竖向预应力),保证顶板和底板不会相对错动和提供胶体凝结所需压力。

[0062] b4、终张拉:复测有关尺寸确保在控制范围内,待接缝胶达到设计强度时,进行单环终张拉,待竖向预应力按设计要求施工完成后,用砂轮割去多余部分,割后露出螺母以上长度不小于32mm,同时端头采用防腐防锈处理并用C45混凝土封锚。

[0063] b5、安装夹板:张拉完成后安装夹板13,由于在顶板2和底板1的竖墙接头内外侧面均设有预埋钢板12,并预埋对穿螺栓15,待JL钢筋张拉后,采用A级钢板专用胶粘接夹板13于预埋钢板外侧,并利用预埋螺栓带胶紧固。因上下块的制造有误差,其预埋螺栓之间的距离难以保证一致,故将夹板上的孔扩大为长孔,在孔隙中填注环氧树脂,并配大垫圈遮盖,再紧固,然后点焊螺母,用环氧混凝土封闭夹板及螺栓,以增强夹板及螺栓的耐久性,同时通过压浆管16向抗剪钢箱9及抗剪钢箱预留洞3中注入混凝土浆液。

[0064] 如图5所示,本实施例中首节节段定位与固定步骤如下:

[0065] (1)放线定位:做基坑横向钢支撑时,必须考虑使首节节段位于相邻两钢支撑中间,以便于M块的吊装(减少纵向移动)。待基坑底板混凝土达到强度,钢轨安装符合要求后,利用全站仪或GPS精确测量放样,在基底地面上按设计图纸放出首段端头W块的位置并弹线,同时测算出底面标高,确定垫板厚度。

[0066] (2)端头节段吊装定位:首节节段作为整孔拼装的基准面,其准确定位对于后继拼装就位非常关键。框架节段预制时在底板顶面设置基准点,安装时与现场基准线核对。先吊装首节底板就位,如构件不能准确到位,利用放置在基坑两侧的液压千斤顶调整左右,使节段对正;并用千斤顶通过前端支架张拉或顶推调整轴向位置;通过检测底板平面高度,在底面用薄型千斤顶调整,找正标高及水平度。定位准确后,在底面用钢板垫片将调整空隙垫

实,再按前述方法吊装顶板构件拼装成环。

[0067] (3) 后继节段安装时以首节段定位,为防止其受力发生位移,在装配段起点前端的现浇段17顶板和底板上预埋钢板,设置固定支座18。在吊耳19和支座上安装D32mm精轧螺纹钢8及配套垫板、螺母,将首节段与现浇段连接固定。

[0068] 如图6所示,本实施例步骤c中相邻节段纵向拼装主要包括以下步骤:

[0069] c1、节段拼合:将第2节段吊运到首节后方的预拼装位置的钢轨24上,按前述方式拼装成环。成环节段向前移动前,在顶面预留的纵向预应力预留洞6内插入小于孔径10mm的钢棒20作为导向钢棒,同时在顶板2顶面的吊耳19上连接精轧螺纹钢8,配置限位螺母22,防止节段移动过程中前后倾倒;后续距离较远的节段不适合穿钢棒,可在中部夹板螺栓15及底板纵向预应力预留洞6上连接斜撑杆29及平连杆30,并与安装在钢轨24上的卡轨支座31连接,形成三角斜撑,防止倾倒。

[0070] 在底板1靠近两侧墙的纵向预应力预留洞中,穿两根JL32精轧螺纹钢8与首节前的固定座相连,后续节段通过连接器21接长精轧螺纹钢8,在节段后端安装两台YCW60B穿心千斤顶23,与穿出的精轧螺纹钢联接。从第二个孔节段开始,前一孔节段已张拉封锚,精轧螺纹钢无法继续连接,需将端头节与前一节段用精轧螺纹钢连接双方吊耳进行固定,再从纵向预应力预留洞中穿精轧螺纹钢,并在端头预留槽口中安装锚具26,继续在节段后端安装张拉千斤顶。

[0071] 节段底面钢板与钢轨的摩擦系数为0.15,摩擦力为 $125 \times 2 \times 0.15 = 37.5$ 吨,两台50T液压千斤顶满足要求。为减少推进时的摩擦阻力,吊放底板时需将底面钢板打磨光整、棱边倒圆,并在轨面上涂抹石墨粉。为减少推进时的摩擦阻力,吊放底板时需将底面钢板打磨光整,并在轨面上涂抹石墨粉。

[0072] 各项准备就绪并检查无误后,可进行纵向推移作业。推进时应通过油压表控制设备输出功率,并调节各路输出油量,推动构件均衡移动,缓慢向首节段靠拢,确保安全和质量。移动过程中应及时调整顶端限位螺母,随时对节段各端点的移动进行测量,如有偏移则在两侧用液压千斤顶左右调整对正轴线。

[0073] c2、涂胶:待第二节段距离首节段500mm左右时停止推进,检查四周两构件端面间的距离是否一致,如差异较大则进行调整,符合要求后在节段拼接面涂刷环氧树脂黏结剂,并在节段端面凹槽内安装两道环向遇水膨胀止水条。为了提高施工效率,在施工时也可以对端面不涂覆环氧树脂黏结剂,而采用后续对环间缝隙进行注浆填充;止水条也可在吊运拼装前安装,接头错开水平缝,一边留长,另一边留短。

[0074] c3、临时张拉:涂胶完成后继续推进,到位前在底面用薄型千斤顶调整标高并垫实;在节段底面两侧的钢板上预先焊有限位方钢,定位后在方钢与轨头侧面之间的缝隙中楔入垫片,防止节段横向移动。固定后全部吊耳安装锚具并穿 $\Phi 32$ fpk930精轧螺纹钢,与前一节段的精轧螺纹钢用连接器接好,立即开始临时张拉,将已安装节段紧密连接在一起。主要有两个作用:一是固定节段,保证在永久预应力张拉前,节段之间不会相互错动;二是提供胶体凝结所需的压力。张拉时须两侧同步,张拉到位后观察拼接接缝是否严密,复测中心线和断面尺寸。如果尺寸偏差超过设定值进行调整,消除或减少存在的偏差,待合格后进行单节固定。

[0075] c4、孔节段组装:依次吊装第3~N节段,拼合成环、接缝涂胶、顶推到位、调整固定、



临时张拉,组成孔节段28。

[0076] c5、永久预应力张拉:待整个孔节段安装完成后,张拉永久预应力束25。本工程五车道框架永久预应力采用24束 $\phi 15-7$ 钢绞线进行张拉,张拉控制应力为1395Mpa,张拉完毕后可解除临时纵向预应力,并及时进行纵向管道压浆,压浆前须进行孔道注水湿润,单端压浆至另一端出现浓浆为止。

[0077] 本实施例中,构件姿态的测量主要包括以下几方面:

[0078] (1) 构件安装位置测定:安装前在基底上放出隧道中线或立墙内边线,并做出标记。构件安装就位时,用全站仪测量构件上的预设参照点与基底基准线之间的相对位置,与理论值比较,得到构件安装的横向误差,并进行调整,纠正偏差。

[0079] (2) 构件标高的测定:基底处理完成后,在现场多处预留标高基准点。构件安装就位时,用全站仪或水准仪测量构件底板两端上表面与标高基准点之间的相对高差,与理论值比较,得到构件的标高误差,并据此进行调整,使构件安装符合标高及坡度要求。

[0080] (3) 顶板与底板拼装的找正测量:顶板与底板拼装成环时,因构件水平结合面平面度误差的影响,可能发生偏斜,尤其是轴线方向如偏斜过多,会造成节段拼合的环向缝间隙过大,导致防水失效,因此顶板对正在预拼成环工序中非常重要。

[0081] 因构件采用匹配法预制,同时端面存在涨模现象,成环后的端面平面度不一定能代表环间实际装配需要,因此还需采取其他测控方法。如测量前后两环端面间上、中、下几处间距是否一致,或在距离较远时测量节段前后端顶板下表面与底板上表面之间的距离是否一致,安装时根据构件实际情况进行选择。如差值超过要求,则在水平接缝中相应加垫,进行调整,直到符合要求。

[0082] 本实施例中,在节段拼装线形超出允许偏差值时,通过现场测量结果、变形特征评估以及现场工程师的判断,采用调整临时预应力张拉顺序和加垫片的方式进行调整。在节段间的某些部位设2~3mm的薄铜片调整,垫片总面积应保证节段混凝土满足局部承压要求。同时,在垫片周边加大环氧涂胶厚度,使之超出垫片厚度1~2mm。具体调整方法如下:

[0083] (1) 如安装时高程控制点误差超出允许范围,则采取在顶板或底板垫铜片的方法进行调整。

[0084] (2) 如安装时平面控制点误差超出允许范围,则采取在左侧墙或右侧墙垫铜片的方法进行调整。

[0085] 本实施例中,在隧道结构安装完成后,从底板预留注浆孔对节段底板和垫层之间的间隙进行底部灌浆,灌浆数量不应与理论值产生过大误差,确保灌浆时不漏浆且密实、饱满。将C30微膨胀混凝土直接从注浆孔倾倒,直至注浆材料从周边流出并漫过底边。利用自身重力使垫层混凝土与预制节段底板之间充满水泥浆体,并封闭孔洞。

[0086] 本实施例中,预制结构采用防水混凝土,且结构在安装前,应在结构外表面涂刷聚氨酯防水涂料;拼装完毕后,全框架设置外包防水卷材及保护层,其从基础底面防水边缘接出,包裹隧道形成封闭完整的防水层。

[0087] 如图7-图9所示,本实施例步骤d中沉降缝27设置为双层止水带。在结构迎水面设置紫铜片止水带35,规格为 $350 \times 3\text{mm}$ ,在底板和侧墙预留燕尾槽、顶板设置砵后浇带,作为止水带安装孔;在结构背水面设置背贴式可注浆式橡胶止水带36( $350 \times 8\text{mm}$ ),内周设置后浇带预留槽( $20 \times 20\text{cm}$ ),并预埋钢板及螺栓,将橡胶止水带固定。

[0088] 完成一个孔节段预制构件安装后,下一孔节段拼装前,检查两个孔节段端头块的预留燕尾槽口的各部尺寸和位置无误后,在两节段拼合前先将紫铜片止水带安装在固定端头块底板、侧墙的预留槽口内,最后在顶板顶面后浇带槽内接头,并用螺栓固定。

[0089] 在阳头端头节块上粘贴2cm厚硬质塑料泡沫板33,并在底板底部的预留孔插入 $\Phi 32$ 环氧树脂涂层成品钢筋34,将拼装成环的下一孔节段端头节块向前移动,在靠近时停止顶推,检查调整,确认紫铜止水带及 $\Phi 32$ 钢筋对准预留孔槽后,继续移动直至就位。

[0090] 检查活动端头块的标高和中线,调整固定后,在顶部后浇带将紫铜片止水带接头拼合,搭接长度不小于5mm,双面焊接形成闭合环体。在框架内部对底板和侧墙沿预留孔灌注30号沥青37,封闭紫铜片止水带。

[0091] 在内周预留砣后浇带32上,从底板开始沿侧墙到顶板安装背贴式橡胶止水带,并用预埋螺栓固定,最后粘贴接头,形成闭合环。在砣后浇带槽内绑扎钢筋与构件内的预埋套筒相连,并在两端面位置各粘贴两条 $10 \times 25\text{mm}$ 规格的遇水膨胀止水条,确保新旧混凝土之间的可靠连接,最后立模浇筑湿接缝混凝土。

[0092] 本实施例中的环节拼装施工工艺流程以及整个下穿隧道拼装段施工工艺流程,分别如图10和图11所示。

[0093] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的原理之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

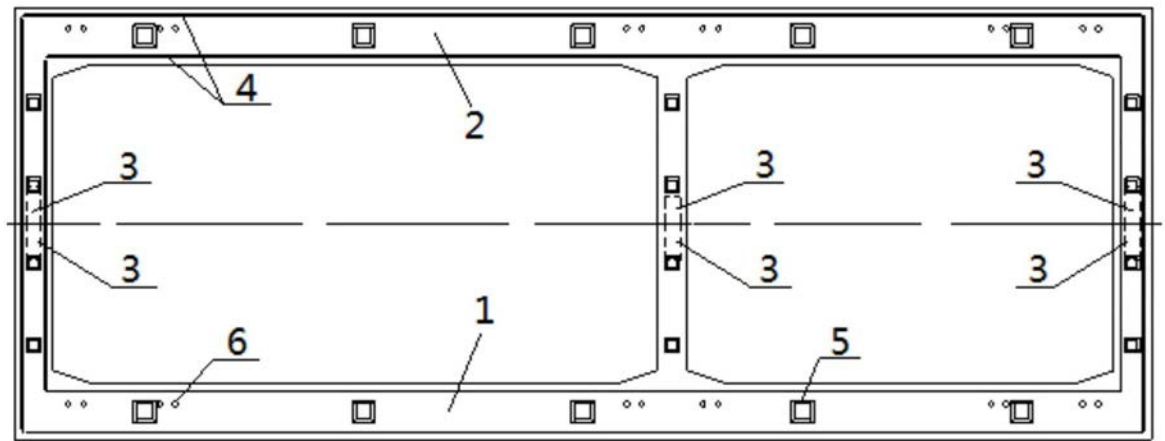


图1

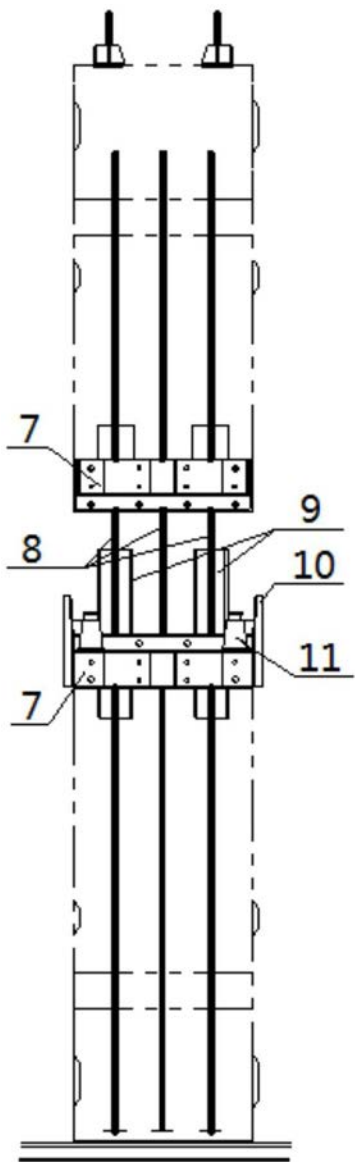


图2

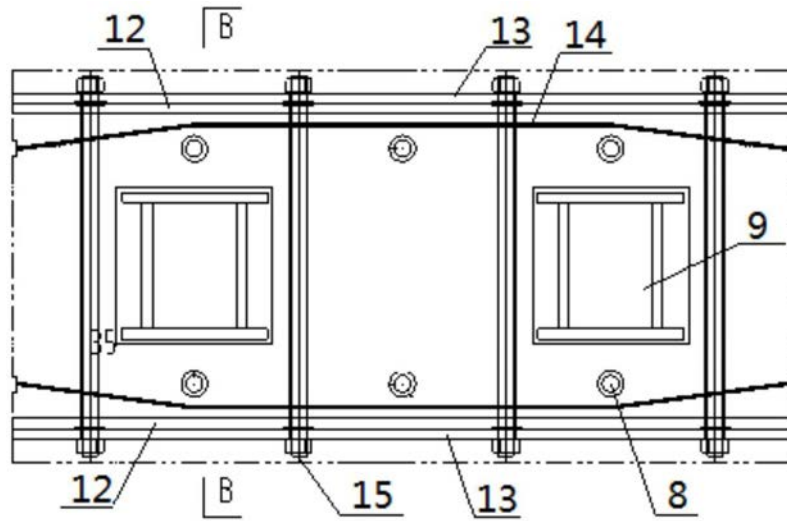


图3

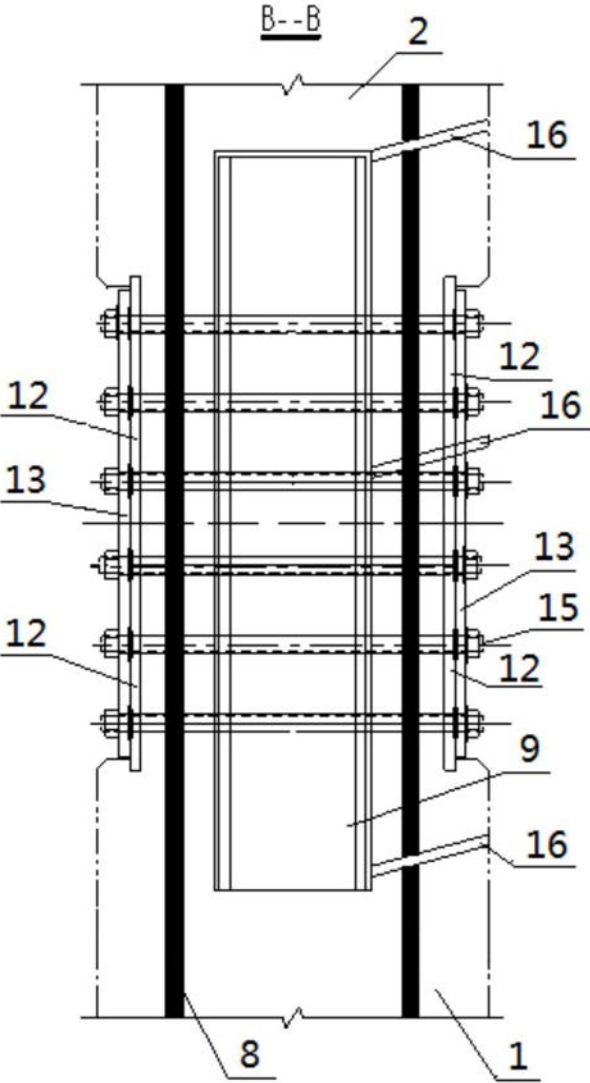


图4

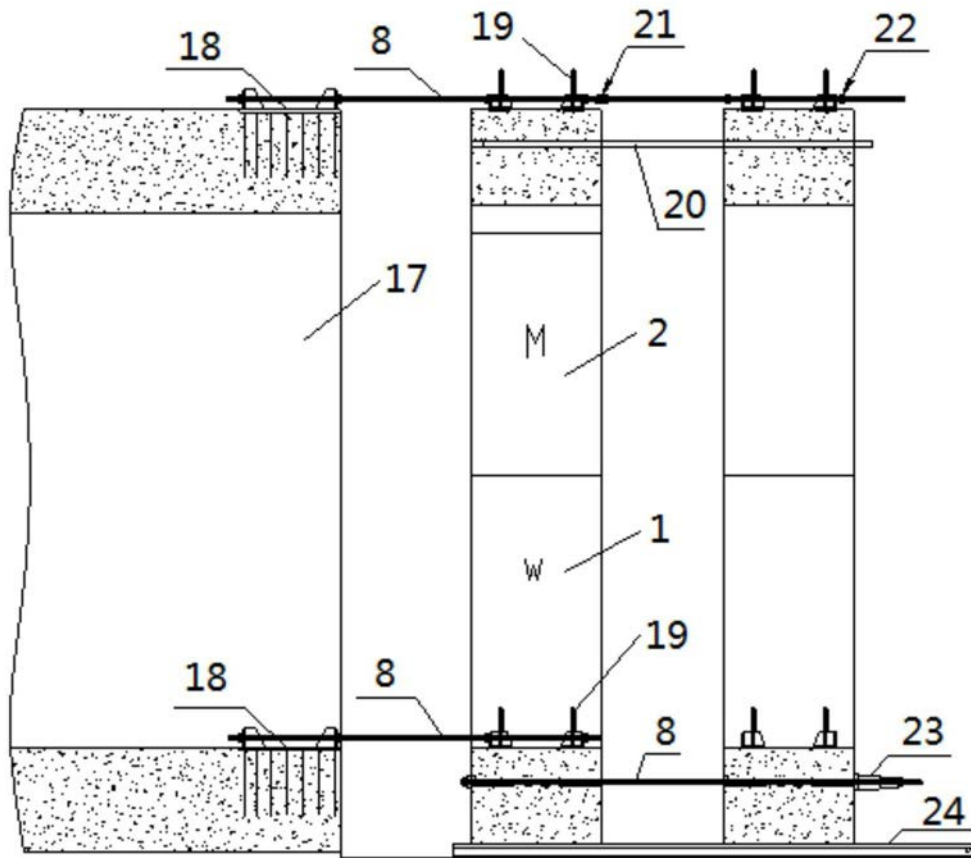


图5

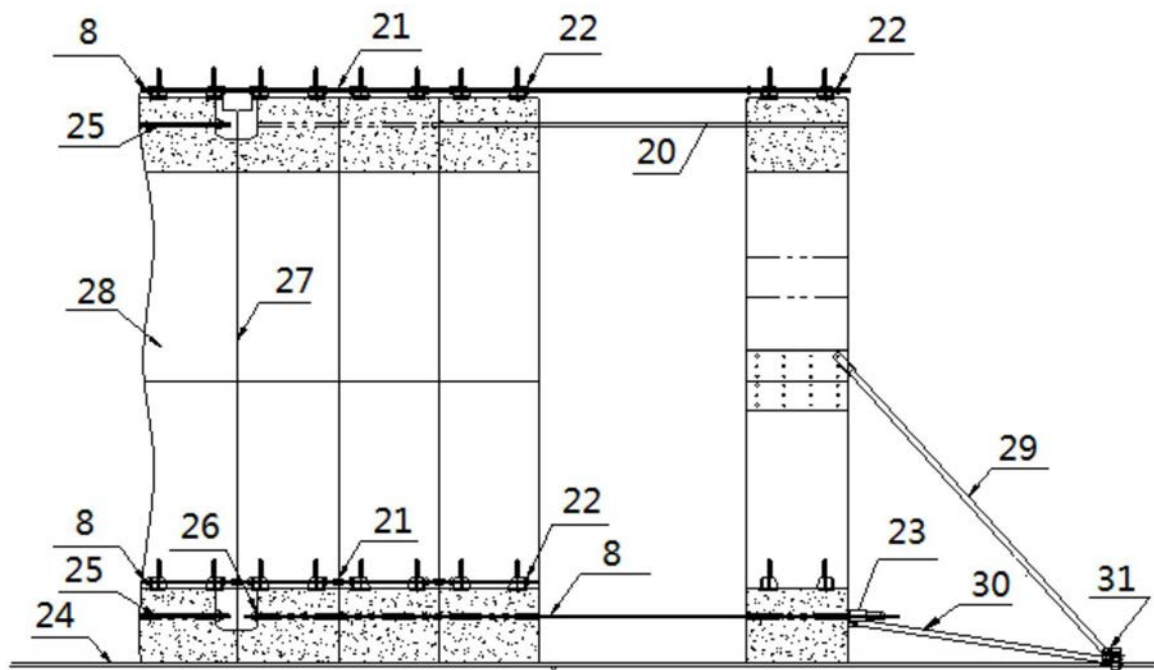


图6

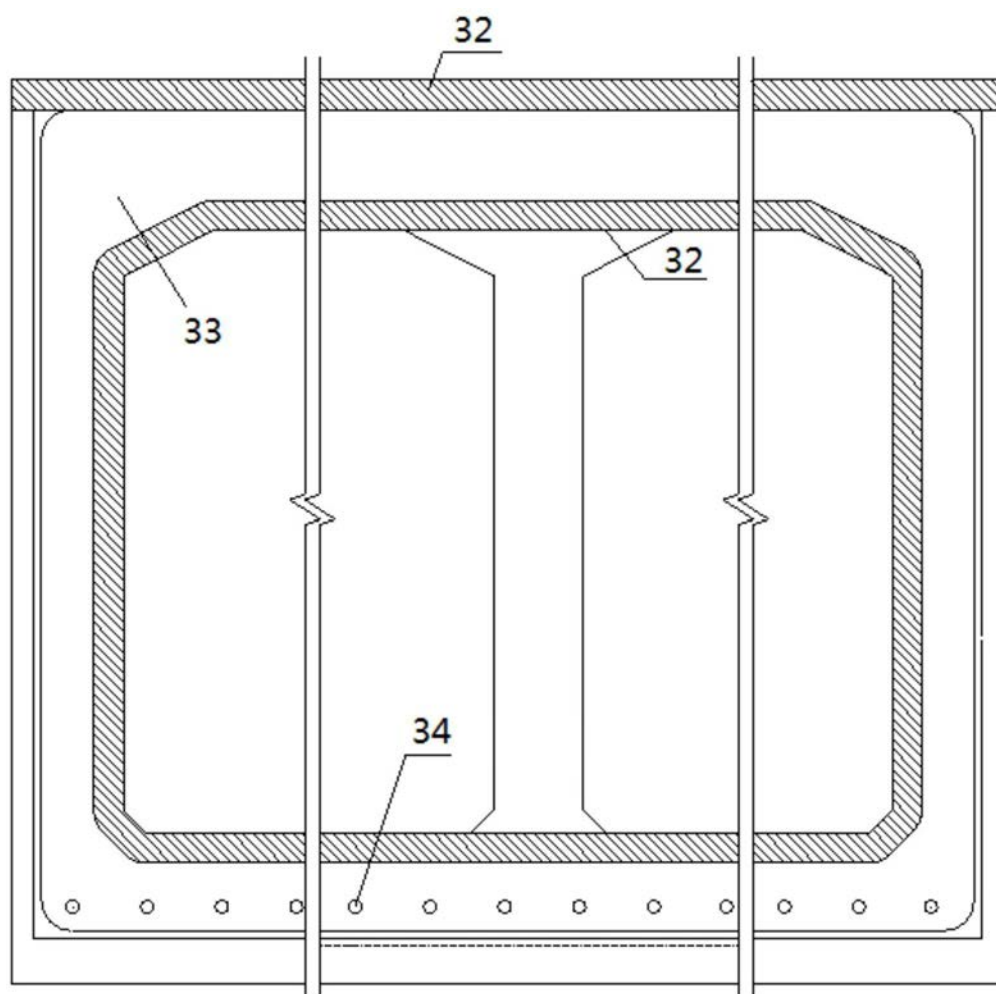


图7



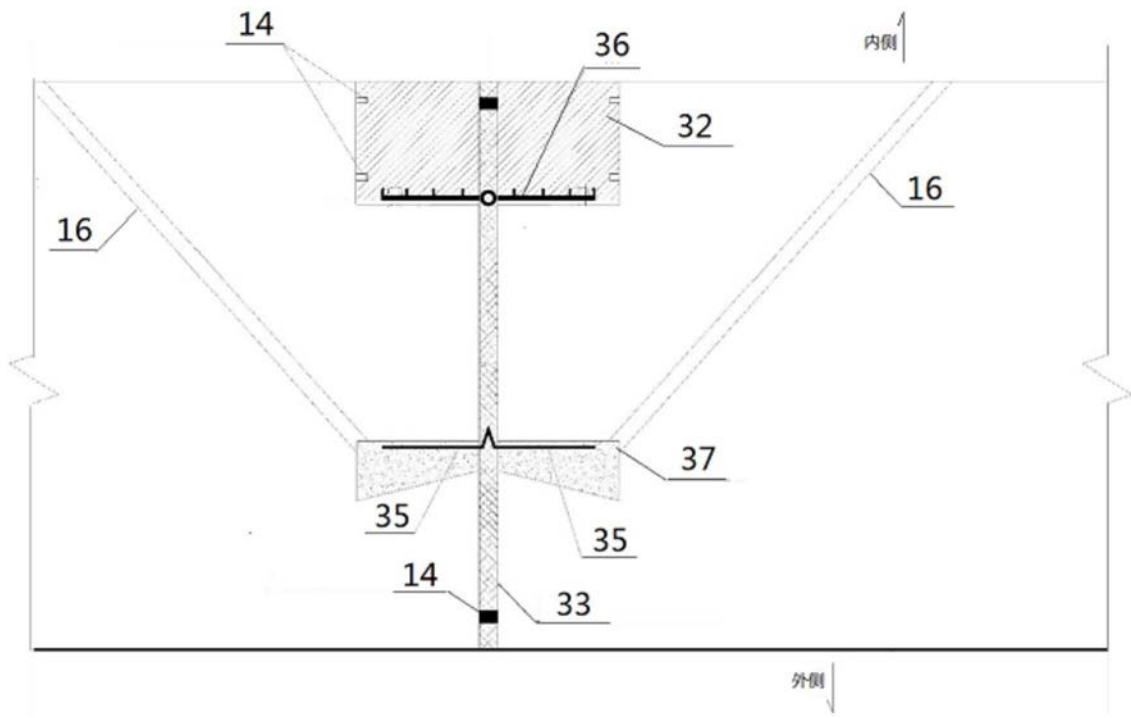


图8

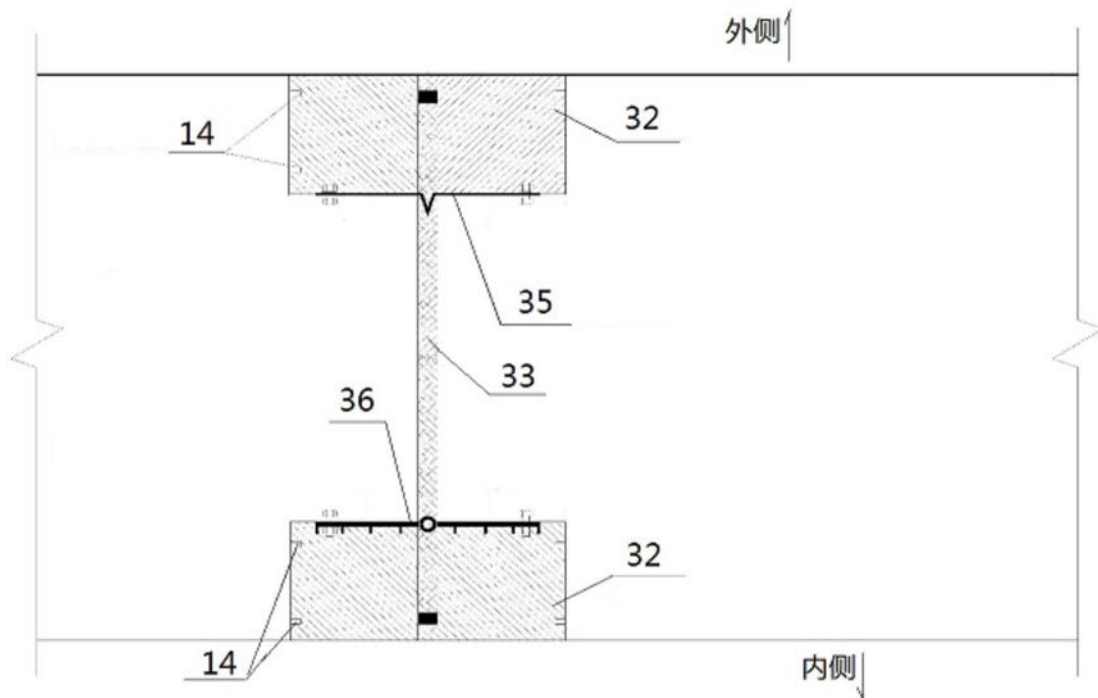


图9

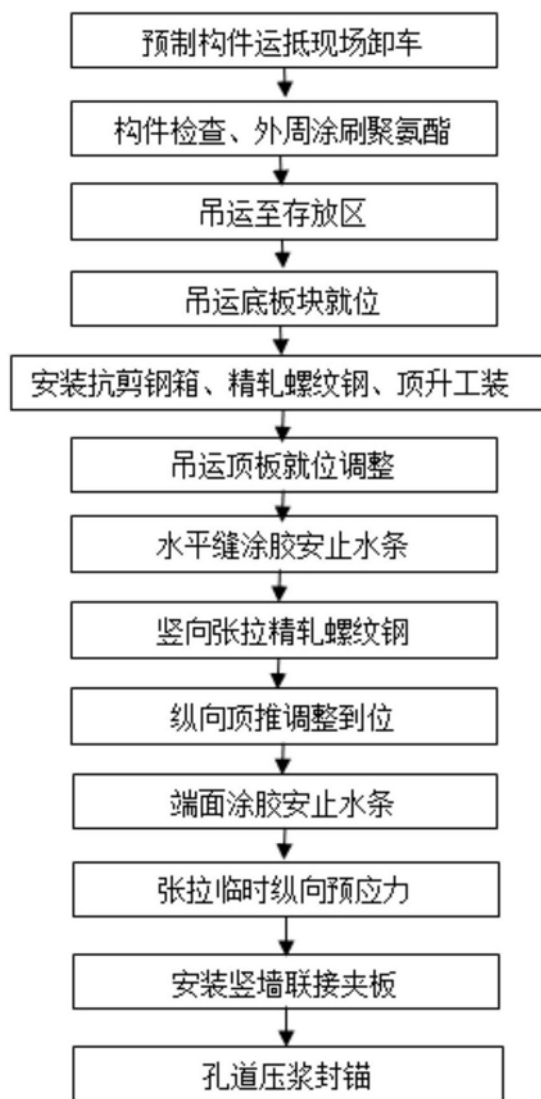


图10

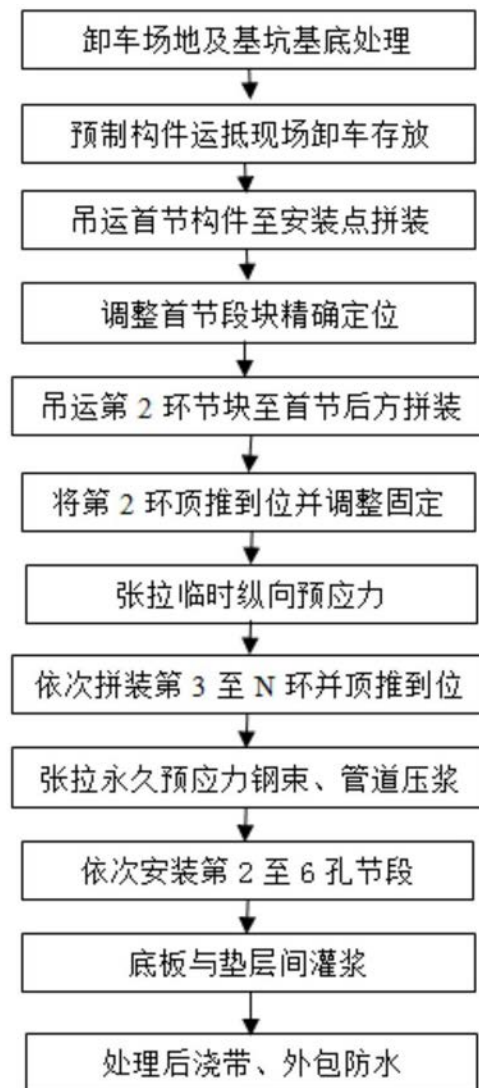


图11