

文章编号: 0451-0712(2006)03-0075-07

中图分类号: U445.463

文献标识码: B

海上桥梁移动模架施工

石兆斌¹, 毛晓斌², 杜春红²

(1. 路桥集团国际建设股份有限公司 北京市 100027; 2. 路桥华东工程有限公司 上海市 200135)

摘 要: 主要介绍下行式移动模架的构造、施工特点、工作原理, 以及在海上从拼装到拆除整个施工过程中应注意的一些问题。

关键词: 移动模架; 海上桥梁; 施工

1 东海大桥Ⅶ标主桥颗珠山大桥工程概况

洋山深水港(一期工程)东海大桥Ⅶ标主桥——颗珠山大桥位于东海大桥港桥连接段, 西起颗珠山岛, 东接小城子山港区, 全长 1 660 m, 桥跨组合为: $7 \times 50 \text{ m} + (50 + 139 + 332 + 139 + 50) \text{ m} + 12 \times 50 \text{ m}$, 由主桥和东、西引桥三部分组成。其中: 东引桥为两联 $6 \times 50 \text{ m}$ 等高预应力混凝土连续箱梁, 梁高为 3 m, 顶宽 15.25 m, 底宽 7.25 m, 采用下行式移动模架进行现浇箱梁施工。

海上施工常会遇到恶劣天气, 如: 大风、大浪、潮汐、暴雨、高温、浓雾、台风、寒潮等。因此, 海上施工受材料供应、设备调配、作业场地等因素影响较大, 且繁多的施工船舶对施工组织安排也有一定困难。其中, 影响移动模架施工的因素主要为大风和大雾。

2 移动模架的构造及主要特点

2.1 移动模架构造

移动模架系统主要由钢箱梁、导梁、支撑横梁、后吊梁、支撑托架、推进台车、外模、内模、内模台车和液压电气系统等部分组成。其中, 将钢箱梁和导梁合称为钢主梁。

移动模架施工示意图图 1 所示。

2.1.1 钢箱梁

每套移动模架共有两组钢箱梁, 分设于混凝土箱梁翼缘板的下方, 是支架系统的主要承重结构。钢箱梁采用焊接箱形断面, 分节段采用高强螺栓及拼接板连接而成。

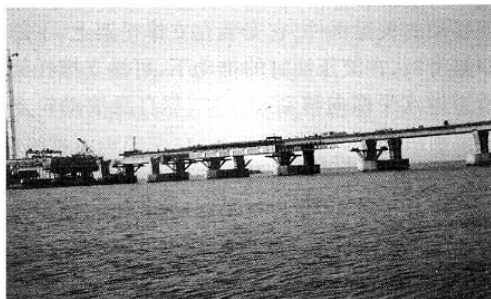


图 1 移动模架施工示意

2.1.2 导梁

导梁位于钢箱梁的前、后两端, 分前导梁和后导梁, 前导梁和后导梁结构形式相同, 共有 4 组。导梁为焊接而成的三角桁架结构, 其节段之间以及与钢箱梁之间均为铰接, 可以保证它竖向和水平转动。

2.1.3 支撑横梁

支撑横梁在钢箱梁内侧, 每隔一定距离设置一根, 分左右两侧对称布置。横梁截面一般为焊接的窄箱形结构或焊接平面桁架结构, 横梁的两端采用高强螺栓与钢箱梁连接, 横梁中间采用螺栓连接。每根横梁上设有 4 个支承点, 用丝杠千斤顶支撑底模并用以调整梁体预拱度。

2.1.4 后吊梁

后吊梁由横梁、吊杆、支承千斤顶和液压油泵等组成, 其作用是通过两组吊杆将移动模架的钢主梁吊住, 使模板和已浇段混凝土箱梁在施工缝处靠紧。横梁采用焊接箱形断面, 横梁支撑采用两个大吨位千斤顶直接支撑在已浇注的箱梁混凝土腹板上, 吊

杆采用精轧螺纹钢筋。

2.1.5 支撑托架

支撑托架成对对称安设在墩身两侧,是整个移动模架的总支撑,每套移动模架共有 3 套支撑托架,每套支撑托架主要包括两个悬臂板梁,斜撑构件和支撑于承台上的钢立柱三个部分,采用两组精轧螺纹钢筋与墩身牢固固定。斜撑构件、悬臂板梁和对拉精轧螺纹钢筋构成三角悬臂支撑,承受由于钢主梁纵、横向移动时对支撑托架产生的作用力。浇注箱梁混凝土时,其垂直荷载由托架底部的钢立柱传到桥墩承台上。

2.1.6 推进台车

推进台车是移动模架钢主梁的导向支撑体,是模架移动的关键部件。它安装在支撑托架上,下部设有四氟滑板,在液压油缸的推动下,可沿支撑托架上的滑道做水平横向移动,同时依靠自身滚动轮支撑钢主梁前后移动。

2.1.7 外模

外模分为底模、腹板模和翼板模,沿底模板中心线分为左、右两部分。底模板与腹板模为分离式结构,腹板模可在底模板上水平移动,通过调节在底模板上的位置,可实现施工曲线桥梁的要求。腹板模和翼板模的连接为铰接,可适应混凝土箱梁腹板与翼板间夹角的不同变化要求。底模板通过丝杆千斤顶支撑在支撑横梁上,腹板模支撑在底模板和钢箱梁上,翼板模通过丝杠千斤顶支撑在钢箱梁上。

2.1.8 内模

内模一般由 5 块模板组成,2 块腹板模(含上、下角模)和 3 块顶模,单元长度约为 5 m,每块模板由 8~10 根不同方向的可调撑杆支撑,并通过混凝土垫块支撑在底模板及腹板模上。模板系统不设拉杆,其安装、拆除、运输均由内模台车完成。

当箱梁内预应力齿板较密时,内模也有采用常规的钢管脚手架配组合式钢模的形式,由人工进行安装和拆除。

2.1.9 内模台车

内模台车为框架结构,由型钢组焊而成。台车上设一个液压工作站和操作台,负责内模板上及内模台车上的所有液压缸供油和操作控制,以及内模的安装、拆除。内模台车的行走系统采用液压马达驱动。

2.1.10 液压电气系统

液压电气系统包括:支撑托架上及后吊梁下的顶升千斤顶及油泵,推进台车上的纵、横移千斤顶及

油泵,内模和内模台车上的千斤顶、液压站及电气控制柜。

2.1.11 钢主梁配重混凝土块

为了保证钢主梁在移动过程中的稳定与平衡,在钢箱梁外侧顶部配挂预制混凝土块,以平衡内侧的支撑横梁和模板对钢主梁产生的向内侧倾覆力矩。

2.2 移动模架施工的主要特点

移动模架是用于桥梁逐孔施工的专用架桥设备,它不需在跨间设置临时支撑点,而是用整跨钢主梁来支承模板系统。在完成一孔箱梁后,钢主梁整体移动至下一孔就位,如此重复,不断向前推进连续施工。

2.2.1 移动模架施工的工作原理

利用桥墩承台作为支撑托架的支撑点,由整跨钢主梁来承担模板系统及施工荷载的重量,模架总长度约为桥梁跨径的 2.5 倍以便于模架在各墩之间移动,模板系统与钢主梁连为一体,并沿中心线一分为二,纵移时左、右钢主梁分别移动,就位后通过支撑横梁再连成一个整体,形成稳定的框架结构,构造简洁、受力明确、安装和拆除操作方便。

2.2.2 移动模架施工的优缺点

移动模架施工具有以下优点。

(1)利于工程质量和安全控制。

采用移动模架施工,每孔箱梁仅在 0.2L 附近设一道横向工作缝,混凝土箱梁的整体性能好,尤其是对于深处海洋环境中的桥梁,使结构的耐久性更有保证,从结构上对工程质量有利。另外,由于施工工艺先进合理,成熟可靠,施工均在模板内进行,基本不受外界因素干扰,因而比其他现场浇注混凝土的施工方法更有安全保障。

(2)上、下部构造可平行施工。

在下部构造超前完成 2~3 孔后,上部箱梁施工即可按顺序进行,有利于加快全桥的整体施工进度。

(3)机械化程度高。

采用全液压设备进行操作,极大地降低了劳动强度。

(4)工序重复,易于掌握和管理。

由于每段梁的模板、钢筋、预应力体系、混凝土浇注等工序和工艺基本相同,施工 2~3 个梁段后即可走入正轨,易于掌握和管理。

(5)施工占地少,利于文明施工。

因施工是从桥的一端向另一端逐孔推进,施工完毕的箱梁桥面可用作半成品的加工和堆放场地,对于施工场地狭窄的工程具有独特的优势。

(6)不影响桥下交通。

由于整套移动模架的支承点仅设置于桥墩承台处,未占用桥下水域,仅净空稍有降低,基本不影响桥下通航。

移动模架施工的缺点。

(1)施工跨径受一定限制,若跨径超过60 m,承重钢箱梁将过于笨重。因此,主要适合于修建60 m以内跨径的桥梁。

(2)因移动模架的成本较高,一次性投资较大,而且属于专用设备。另外,因整套设备的运输、拼装和拆除较困难,用时较长,因此桥长不宜少于500 m,若能多次周转使用,方可获得较好的经济效益。

3 箱梁移动模架施工

箱梁采用移动模架逐孔现浇施工,就移动模架本身的使用而言,有3个至关重要的环节:即移动模架的拼装,运行和拆除。拼装是施工准备阶段的重点,运行是施工过程中的关键,拆除是施工收尾阶段的难点。

3.1 移动模架的拼装

如图2所示,移动模架的拼装主要在于两侧钢主梁的拼装,由于钢主梁节点上高强螺栓数量较多,因此移动模架的拼装是一项工作量大、要求较高的工作。根据桥位所处位置的不同,一般有以下3种拼装方式:



图2 移动模架的拼装

(1)在桥头路基上拼装;

(2)在桥头搭设支架拼装;

(3)在驳船或码头上拼装后,浮运至桥位,整体吊装(指钢主梁部分)。

除在驳船上拼装需要的场地较长外(需接近移动模架长度),在桥头岸上拼装时,其拼装场地一般应不小于长60 m,宽25 m的范围。场地应平整坚实,同时应考虑到桥梁上部结构纵坡的设置。

整套移动模架的拼装分为支撑托架拼装,钢主梁拼装、横梁拼装、模板系统及其他附属部件拼装四大部分。

3.1.1 支撑托架的拼装

支撑托架拼装包括钢立柱的安装、悬臂板梁和斜撑的整体吊装两部分。

钢立柱安装:根据墩台高度,钢立柱由不同级数的单元节段组成。安装时,关键应控制好立柱的平面位置、高程及垂直度和平整度,以确保其受力的准确性。每安装完成一节立柱后,应用精轧螺纹钢筋将其对拉,使其与墩身临时稳固在一起。

支撑托架悬臂板梁和斜撑的整体吊装,因悬臂板横梁和斜撑总重在15 t左右,可整体吊装。当横梁和斜撑吊装就位后,即可对拉其顶部专设的两组精轧螺纹钢筋,拉力一般为每根50 t。同时,每侧用两根精轧螺纹钢筋将支撑托架的下部也对拉起来,使其与墩身牢固固定,形成一个整体。移动模架横、纵向移动时对支撑托架所产生的弯矩和水平推力均由托架顶部的精轧螺纹钢筋承担,其作用尤为重要。

支撑托架安装完成后,即可安装推进台车,并将其横移至适当位置,以便钢主梁拼装。

3.1.2 钢主梁拼装

钢主梁拼装的顺序,应根据现场地形情况分左右两部分进行。搭设支架拼装时,一般先拼钢箱梁,再拼前、后导梁。在桥头路基上拼装时,一般按顺序进行。

因每节钢箱梁的重量一般在20~25 t之间,用50 t以上的汽车吊或履带吊车起吊至拼装支点上进行拼装。拼装时采用双向千斤顶进行微调,将两节钢箱梁按设计预设的拼装缝隙对接在一起。钢箱梁高强螺栓的施拧顺序为:先腹板,后底板,再顶板。每块连接板中螺栓的施拧顺序,应从节点中心板件刚度大的部位向不受约束的外缘逐一进行。螺栓的拧紧采用扭矩扳手分初拧和终拧两步完成,扭矩扳手应经过轴力—扭矩检测仪标定。

当拼装场地较小时,可采取边拼装、边移动的方法,钢主梁每次移动的距离主要根据场地及钢主梁的平稳与否来决定。

3.1.3 横梁拼装

准备工作:为了保持单根钢主梁在安装横梁后的横向稳定性,在安装横梁之前,先将混凝土配重块安装于钢箱梁外侧面顶部或设立柱支撑横梁,以保证体系平衡。

横梁安装:用履带吊或汽车吊将支撑横梁逐一

起吊就位与钢主梁连接。

横梁安装完成后,利用推进台车上的横移设备将钢主梁向内横移,使左右两侧横梁对接,并用横梁螺栓连接牢固,从而使整个模架系统形成一个稳定的框架体系。然后再依次安装底模、侧板模和翼板模等系统。

3.1.4 模板系统及其他附属部件拼装

底模安装:首先将丝杠千斤顶安装在横梁上,根据模板与横梁的相对高度调节丝杠长度处于同一平面上,然后将底模逐块平稳地放置于千斤顶之上并销接牢固。模板预拱度通过丝杠千斤顶进行调整。

侧板模和翼板模安装:侧板模和翼板模通常连为一个整体,直接支放于底模之上。安装前,先将每个支撑断面上的斜撑丝杠和限位短丝杠安装就位,并在底模上放出底板(侧模)边线,然后即可将侧模、翼模按顺序逐一吊装进行装配,并将其与丝杠千斤顶销接稳固。侧模与底模间通过在各自型钢背楞上设置的竖向拉杆紧密连接。模板线型和预拱度通过调节丝杠长度来实现。

内模安装:内模的安装、拆除、运输均由内模台车完成。在混凝土箱梁的底板、腹板钢筋绑扎完成后开始安装。首先在箱梁底板上铺设内模台车轨道并固定,然后用吊车将内模逐节吊至台车上,由内模台车逐节运至待安装位置,调整定位后用丝杠千斤顶支撑固定。

附属部件安装:在钢主梁拼装过程中,要穿插进行通道、平台以及栏杆等附属部件的安装。否则当钢主梁前移后,以上部件不便安装,影响作业。

3.2 移动模架的运行

3.2.1 模架的前移就位

移动模架在使用过程中,主要包括模架横移、纵移、千斤顶起梁、落模以及内模前移就位等几个主要环节,其中模架的前移就位(纵、横移)是最为关键最为重要的一环。因海上施工环境恶劣,加之前后相距较远,高空作业面较长,因此,模架在前移之前要严格认真地按操作规程对各部位进行检查,方可确保施工安全顺利。

模架前移的准备工作包括:钢主梁落在推进台车中的滚轮上后,装好卡板,解除支撑横梁中间连接左、右侧钢主梁的连接螺栓,利用推进台车上的横移千斤顶使钢主梁向外横移分开,直到底模和横梁能够顺利通过墩身。

模架前移就位:利用推进台车上的纵移千斤顶

推动模架向前移动,见图3所示。千斤顶的行程通常为100 cm,每推进一个行程,都要将千斤顶活塞的位置移到下一个新的销钉连接处。

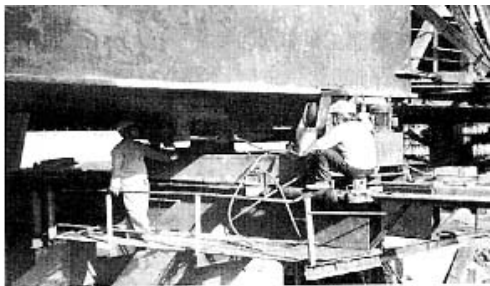


图3 纵移千斤顶推进移动模架

当导梁接近下一个桥墩时,需要横向调整推进台车,使导轨接触导向底座,如果导轨和轮子之间的垂直缝隙过高或偏低,则需要用液压千斤顶调整两节导梁之间的端板和螺栓,然后增加或减少一些衬板,以调整前面一节导梁的高度,使其能顺利通过推进台车,与推进台车的滚轮平稳、顺利地进行接触,见图4所示。

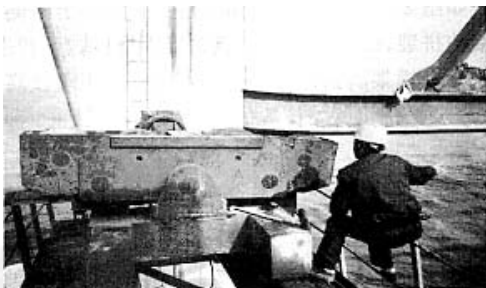


图4 导梁与推进台车滚轮平稳接触

模架纵移到位后,由推进台车上的横移千斤顶将钢梁模架向内横移并使连接左右侧钢主梁的支撑横梁能顺利对接合拢。然后安装后吊梁与钢箱梁之间的精轧螺纹钢吊杆,将钢主梁前端的主千斤顶和后吊梁的支撑千斤顶顶升到预定位置,使钢梁模架就位。

3.2.2 内模的前移就位

采用移动模架施工工艺,混凝土箱梁的外模是随钢主梁一起整体向前移动的,而内模的前移就位需要在混凝土箱梁的底板、腹板钢筋绑扎完成后才能进行。

内模的脱模及前移就位:内模脱模时的操作顺序与就位时的升模顺序相反,利用内模台车按由前

向后的顺序逐节脱模拆除,前移运输,再安装就位。

脱模时,内模台车就位,首先拆除斜撑丝杠,然后卸下连接边顶板和中顶板的销子或螺栓,利用台车上的一组竖直千斤顶卸落中顶板至内模台车上,将活塞完全落下,使模板降至最低。最后,将台车上的一组水平千斤顶和斜撑千斤顶分别连接到腹板和边顶板上,降低边顶板,然后将边顶板与腹板一同向内拉,直至能顺利通过桥墩横隔梁处的限位空间。

内模的前移运输由内模台车上的行走系统、液压马达驱动完成,每单元节段内模经台车纵移到位后,由台车上的液压设备调整内模至准确位置并及时用丝杠千斤顶予以支撑固定。内模安装完成后将台车后退至前一跨已浇注的混凝土箱梁悬臂段内。

3.3 移动模架的拆除

采用移动模架施工的海上多跨连续梁桥,通常由于桥梁较长被划分成为多个施工标段或被通航孔桥分隔,不可避免地将会遇到在海上高空拆除移动模架的情况,因海上施工受大风、大浪、大雨、大雾等不利自然因素影响,拆除工作的难度较大。应根据每项工程所处的现场特殊环境、季节因素以及设备情况等综合分析考虑,选择一种最适合的方法,下面仅就海上拆除移动模架的两种方法做简要介绍。

3.3.1 整体落梁再逐段拆除

如图5、图6所示,该方法不需大吨位的浮吊,但现场所需时间较长。

模架拆除准备工作:在移动模架施工至最后一跨箱梁时,应在混凝土箱梁翼缘板上对应于钢主梁前支点位置附近及每节段钢主梁接头后部预留整体落梁吊杆孔及逐段拆除钢主梁时的吊杆孔。吊杆一般采用 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋。

模架拆除方法或施工流程为:

- (1)拆除前导梁和后导梁;
- (2)拆除腹板模和翼板模;
- (3)整体提升模架,拆除支撑托架;
- (4)模架整体卸落至桥墩承台上;
- (5)拆除移动模架的底模及混凝土配重块;
- (6)逐段拆除钢主梁。

为减少海上浮吊的起吊频次和作业时间,可将每节钢主梁和其上的横梁一同整体拆除,运至岸上后再分拆。

3.3.2 整体拆除再逐段分解

整体拆除再逐段分解,该方法需要有一台大吨位的浮吊,可缩短现场水上作业时间。



图5 移动模架整体落于桥墩承台上



图6 逐段拆除钢主梁

模架拆除准备工作:在移动模架施工至最后一跨箱梁时,在混凝土箱梁翼缘板上对应于模架横移后的底模位置每块预留两个吊装拆除孔,用5 t卷扬机进行升降。

模架拆除方法或施工流程:

- (1)拆除前导梁和后导梁;
- (2)拆除腹板模板和翼板模板;
- (3)拆除底模;
- (4)利用大型浮吊将钢主梁整体吊于桥面上;
- (5)在桥面上分别拆除混凝土配重块、横梁以及钢主梁;
- (6)拆除支撑托架等部件。

3.4 移动模架的施工程序

以移动模架浇注完成一跨箱梁混凝土为起点,对移动模架的施工程序简述如下。

- (1)混凝土浇注完毕,养护混凝土。
- (2)利用施工期间非关键线路上的富余时间段,拆除后一跨墩台上的支撑托架,将其移至下一跨墩台上安装就位。
- (3)待混凝土达到设计要求的强度及弹性模量后,进行预应力束张拉及管道压浆,并继续养护混凝土达到规定时间。
- (4)解除移动模架系统的纵向、横向临时固定装置,卸落模架,使钢主梁落在推进台车的滚轮上并将

其固定。

(5)解除连接内侧、外侧钢主梁的支撑横梁中间的连接螺栓,解除后吊梁与钢箱梁间的连接吊杆。

(6)用推进台车上的横移设备将钢梁模架向外横移至预定位置,使底模及支撑横梁能顺利通过墩身。

(7)利用推进台车上的纵移设备分别将内、外侧钢梁模架推移至下一跨箱梁的预定位置。

(8)利用施工期间非关键线路上的富余时间段,将后吊梁前移至前一跨待安装位置。

(9)用推进台车上的横移设备将钢梁模架向内横移,调整其位置使连接内、外侧钢主梁的支撑横梁能顺利对接合模,拧紧连接螺栓。

(10)安装后吊梁与钢箱梁间的吊杆连接。

(11)将钢主梁前端的主千斤顶和后吊梁下的支撑千斤顶顶升到预定位置,使模板后端与已浇筑混凝土箱梁在施工缝处紧贴。

(12)用丝杠千斤顶调整底模标高以及侧模,翼模的纵向线型及标高。

(13)安装移动模架系统的纵向、横向临时固定装置。

(14)绑扎底板、腹板钢筋,布管穿束,布设预埋件等。

(15)在底板、腹板上安设支撑内模台车轨道及内侧模板的混凝土垫块并固定牢固。

(16)铺设内模台车轨道并固定牢固。

(17)利用内模台车按从前往后的顺序逐节拆除前一跨已浇筑混凝土箱梁的内侧模板,并将其运至待安装位置。

(18)由内模台车上的液压设备调整内侧模板至准确位置,并及时用丝杠千斤顶支撑固定,内模装完后将台车退回至前一跨已浇筑的混凝土箱梁悬臂段内。

(19)浇注前一跨桥墩横隔墙处为了便于顺利出运内模而预留的后浇部分混凝土。

(20)绑扎箱梁顶板钢筋,布管穿束,布设预埋件,预留孔等。

(21)模板清理,梁顶高程检查,设置横坡。

(22)检验合格后,浇注箱梁混凝土并做到浇捣密实。

3.5 移动模架施工的几个关键问题

3.5.1 移动模架施工的风力限制条件

在施工过程中,为了保证移动模架的使用安全,

在不同状态下有相应的风力限制条件:

模架处于开模状态,尤其在纵移推进时,风力应限制在12 m/s,即6级风以内;

模架处于合模状态或在浇注混凝土时,风力应限制在22 m/s,即10级风以内;

模架在浇注混凝土后,落梁前,其抗风能力最强。

3.5.2 支撑托架的整体稳定性

如图7所示,由于支撑托架是左、右分体靠两组精轧螺纹钢对拉后,将其与墩身牢固连为一体的,在模架纵向、横向移动时,托架受力较大并将受到不平衡的弯、扭作用,因此,每根精轧螺纹钢的施工质量都极为重要,它是保证支撑托架能否形成整体,从而确保其稳定性的关键。

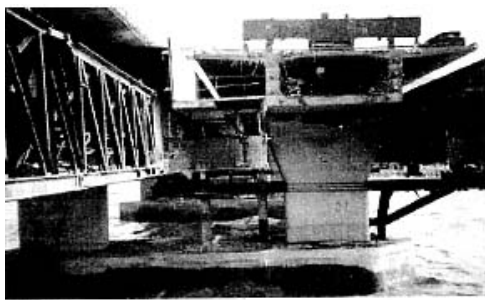


图7 支撑托架由两组精轧螺纹钢连为一体

3.5.3 模架纵移时,导梁应与推进台车的滚轮平稳接触

当模架纵移推进,导梁接近前方桥墩时,如果导轨和推进台车的滚轮之间距离较大时,应暂停推进并立刻用千斤顶调整合格后,方可继续进行前移。调整方法为:增加两节前导梁上弦杆之间的调节衬板,从而降低前导梁高度,使其进入台车中心1~2 m后平稳接触滚轮。绝不能盲目推进,使模架自由下落撞在滚轮上。

3.5.4 箱梁预拱度的设置

为使施工完毕后的混凝土箱梁的纵向线型做到美观平顺,符合设计要求,需对模板设置切合实际的预拱度。影响预拱度的主要因素有以下几方面:

- (1)浇注混凝土的重量产生的挠度;
- (2)内模重量产生的挠度;
- (3)各支点的沉降;
- (4)后吊梁支反力所产生的影响;
- (5)混凝土箱梁所产生的弹塑性变形。

3.5.5 箱梁混凝土的浇注原则和顺序

由于每孔箱梁的施工接缝在外悬臂0.2L附近,

浇注箱梁混凝土时,移动模架的钢主梁支撑系统为受力明确的单悬臂简支梁体系,为使支架受力更加安全、合理,使施工接缝在钢主梁变形趋于终止时形成而不易出现裂纹,箱梁混凝土浇注的总体原则是:从悬臂端开始,逆向进行,最后浇注施工缝,和已浇跨箱梁合拢连接。箱梁混凝土的浇注顺序为:底板先行,两侧腹板斜向分层,同步跟进,顶板紧跟腹板的全断面浇注方式。

4 移动模架的施工周期及劳动力组合

4.1 施工周期

一套移动模架施工一孔箱梁的平均周期约 14 d,具体情况如下:

- (1)模架卸落,前移就位并调整完毕,2 d;
- (2)绑扎底板、腹板钢筋,布管穿束,3 d;
- (3)内模拆、装,绑扎顶板钢筋,3 d;
- (4)检查验收浇注混凝土,养护等强度,5 d;
- (5)箱梁预应力束张拉,1 d。

4.2 劳动力组合

采用移动模架施工箱梁的作业班组一般分为:模架班、木工班、混凝土班、钢筋班、张拉班、电工班和测量班。其劳动力组合安排见表 1,累计人数约 150 人。

5 结语

海上桥梁采用移动模架逐孔现浇施工,在国内

表 1 劳动力组合安排

作业班组	工作内容	作业人数
模架班	支撑托架,推进台车的装拆,模架卸落,前移就位	20
木工班	底板、腹板、翼板模调整就位,内模拆运,安装	20
混凝土班	支座安装,混凝土浇注,养护,混凝土凿毛	30
钢筋班	混凝土箱梁钢筋下料、成型、绑扎及预埋件安装	50
张拉班	布管穿束,张拉压浆	25
电工班	电路布置,装配配电箱,保证用电,移模及浇注混凝土值班	2
测量班	支撑托架及支座安装,模板放样,高程检查,沉降观测	3

已先后在厦门大桥、青岛女姑山大桥、东海大桥和杭州湾大桥中使用,由于所施工的混凝土箱梁在施工阶段与运营阶段的受力状态基本一致,不存在体系转换问题,结构简单、合理,布束科学,施工控制容易,所需混凝土、钢筋和预应力材料最少,还由于每孔仅在零弯矩断面附近设一道施工缝,结构整体性好,使深处海洋环境中的桥梁耐久性更有保证,因而得到广泛应用。不足之处主要是施工速度稍慢。

参考文献:

[1] 厦门大桥—设计与施工[M]. 北京:人民交通出版社, 1992.
[2] 公路施工手册《桥涵》[M]. 北京:人民交通出版社, 2000.

Construction Through Form on Traveler for Maritime Bridges

SHI Zhao-bin¹, MAO Xiao-bin², DU Chun-hong²

(1. CRBC International Co., Ltd., Beijing 100027, China;
2. Road & Bridge East China Engineering Co., Ltd., Shanghai 200135, China)

Abstract: The structure, characteristics and work principle of descending form on traveler, and some problems that should be paid attention to during construction process from assemble to removal of forms, as well as the Author's knowledge to this issue are mainly presented in this paper.

Key words: form on traveler; maritime bridge; construction