

北京东郊铁路编组站高架桥 钢—混凝土叠合梁施工方案

李晓艳

(铁道部第十八工程局五处 河北高碑店 074000)

摘 要 北京东郊编组站高架桥是跨越铁路的立交桥,文章介绍了在跨越铁路这一特殊情况下采用钢导梁拖拉,分步就位,用连续千斤顶顶起横移施作钢—混凝土叠合梁的施工方案。

关键词 高架桥 跨线桥 叠合梁 施工方案

1 工程概况

北京东郊编组站高架桥是化工路立交至通惠河立交高架桥的一部分,南北走向,相应里程为 K18+508~K18+672,既要跨越编组站线路,又要跨越铁路箱涵,桥址处地下管线密布,可供施用的场地十分狭窄。

该桥采用桩基础,墩身为圆柱形,每墩 4 柱,上部结构为钢—混凝土叠合梁,其中,41[#]~44[#]墩 3 跨为 45m+74m+45m 叠合梁,其上部为铺装层,下部为变截面连续箱梁;41[#]墩处梁端高 1.3 m,42[#]、43[#]墩梁端高为 3.0 m,跨中梁高 2.0 m,以上 2 孔梁的宽度均为 3.4 m;自 43[#]墩起,梁宽由 3.4 m 逐渐加宽至 3.868 m,44[#]墩处梁端高为 1.2 m。钢箱梁由 6 个钢箱组成,总重 16 600 kN,相邻钢箱的中心距为 6 m,纵向每隔 6 m 设 1 个横隔板。我们将每个钢箱梁分为 A、B、C、D、E5 个制作段,各段的长度分别为 33、30、38、30 和 33 m,重量分别为 446、555、590、547 和 453kN。41[#]~43[#]墩的钢箱梁轴线与桥中心线平行,43[#]~44[#]墩的钢箱梁除最里边 2 片的轴线与桥中心线平行外,其余 4 片的轴线均由 43[#]墩处开始向外偏,至 44[#]墩处的偏离距离为 0.965 m。在本桥的施工中,以此联连续梁的难度最大,所以本文着重介绍此联连续梁的施工方案。

2 施工方案的制定

铁道建筑技术 1999 年第 2 期

对我们来说,钢—混凝土叠合梁是一种新结构,据悉,其设计和施工都在探索之中,而北京东郊编组站的高架桥,是在不能影响编组站正常作业的情况下施工,这对我们来说是第一次,没有可以借鉴的经验,加上场地狭窄,造成施工难度很大。因此,制定合理可行的施工方案显得十分重要。为此,我们与四环工程指挥部、北京铁路局、北京市政设计院进行了多次研究和讨论,在各方面都认可的情况下,制定了如下施工方案:工厂分节预制钢箱,整节运至现场,通过墩上设置的连续导梁,将依次吊装的箱节纵向拖拉到拼装位置进行拼装,拼好后全联吊起落至墩顶,再横移就位。在方案实施过程中,始终把防止钢箱变形作为一个关键问题予以认真对待。

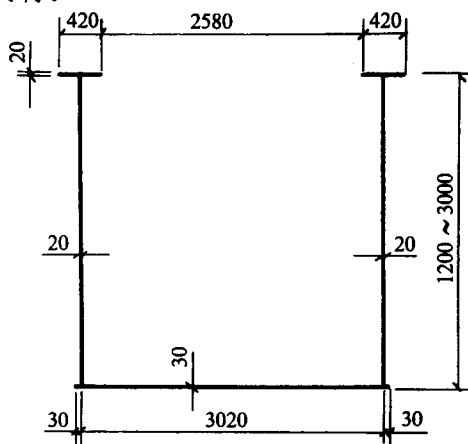


图 1 钢箱横截面示意

2.1 钢箱的制作

钢箱的横断面如图 1 所示,从图中可以看出,其底板、腹板和翼缘板厚度不一,截面变化较大,因此,应选择有丰富经验的钢结构加工厂进行加工制作,成品必须符合交通部颁发的《公路桥涵施工技术规范》相关章节和钢结构加工规范的要求,具体来讲应注意以下问题:

(1)所用钢板必须经过化验,合格后方准使用;

(2)下料前钢板必须进行平板,同时进行焊缝设计,使焊缝排列有序;

(3)下料的几何尺寸应准确,切割部分应平直,最好用剪板或机械切割方式下料;

(4)焊接时应采用埋弧焊或自动焊,焊缝必须符合有关规范要求;

(5)焊接时应充分考虑钢箱的结构特点,就如何防止焊接变形、保证加工精度提出切实可行的工艺保证措施;

(6)加工时应充分考虑成型后的吊装、运输变形问题,制定有力措施将其控制在允许范围内;

(7)钢箱连接板的连接栓孔应采用模具加工,以确保其位置准确,使连接方便可靠;

(8)钢箱采用喷砂法除锈、喷铝法防锈;

(9)钢箱防腐采用 881 系列高档防腐涂料,使用时必须严格按该涂料的使用说明操作,必要时请厂家代为实施;

(10)在加工过程中,对每道工序都必须严格检查制度,尤其是对焊缝,必须逐条作探伤检查,上道工序经有关人员确认合格后方可进入下道工序。

2.2 钢箱的吊装运输

钢箱是按拼装节段吊装和运输的,为保证吊、运过程中不变形,必须对吊装方式、吊点位置及运输过程中的道路情况、钢箱在运输车辆上的状态等事先进行设计和调查。钢箱的内腔应进行适当的加固,必要时可设计专用运输架,以保证钢箱在运输过程中受力情况良好。具体做法是:

(1)钢箱在加工厂起运吊装时,可用 2 台

500~750kN 的汽车起重机进行抬吊,抬吊时要统一指挥,以保证 2 台吊机同步运行。起降应缓慢、匀速、平稳,待拖车就位,一切支垫都做好后,再缓慢地将钢箱节放到拖车上并固定好。

(2)钢箱的运输路线要事先踏勘清楚,运输车辆经过之处需要协助时,要事先同有关方面联系,取得其支持,以保证运输顺利进行。特别要注意弯道,行驶时必须大弯慢拐,以防止因急拐造成钢箱变形。

(3)钢箱运抵现场后,应顺桥轴方向放置在 44[#]~46[#]墩之间,由预先安置好的 2 台龙门吊吊至事先拼好的导梁上。龙门吊的起重能力为 400kN。

2.3 临时墩的设置及导梁的拼装

2.3.1 临时墩的设置

导梁是用六四式军用梁拼组的。为改善导梁的受力状况,防止导梁在使用中产生过大的变形,我们采取了设临时墩的办法。为了使叠合梁的钢箱和桥面板受力合理,同时考虑不影响编组站正常作业,我们在每跨的跨中和每个钢箱下设置临时支墩,每个支墩上设 2 台扁形千斤顶调整钢箱底面标高,并使钢箱在浇注桥面板时产生一定的内应力。

临时墩可用六五式铁路军用墩或其它制式器材、型钢拼装,底座用 C20 级混凝土浇筑。

2.3.2 导梁的设置与拼装

导梁为连续梁,设在墩顶的一端。由于各墩顶高度不同,为了使导梁成一直线,我们采用以 41[#]和 44[#]墩顶连线为导梁放置线(其坡度为 0.86%),导梁中心与该端外侧钢箱的支座中心重合,导梁长度为钢箱长度加 60 m(即 $164+60=224$ m)。

导梁系用 4 片单层六四式加强型军用梁拼装而成,每 2 片为 1 组,2 组之间用槽钢连接,每组的纵向中心线与钢箱支座中心线重合。由于钢箱由 43[#]墩至 44[#]墩逐渐外偏,所以,导梁在此跨断开并增加 2 组,增加的 2 组导梁长 $=45+60=105$ m。由上述可知,拼装导梁共需 2 m 端构架 16 个,标准三角 321 个及相应的辅件。

导梁的拼装是在事先搭好的平台上进行的,平台设在 44#墩以后,宽约 10 m,长度不小于 35m。利用设置在 44#~46#墩之间的 2 台龙门吊将待拼构件吊至平台上,同 1 组的 2 片同时拼装,当拼装长度达到 30 m 后,这一组开始向 41#墩方向拖拉,拖一段拼一段,直至达到 224 m。一组完成之后,随即拼装、拖拉下一组。

在导梁拖拉就位过程中应注意以下问题:

(1)导梁前端未上第一支墩前,要保持其重心在拼装平台上,不得超过 44#墩;

(2)各支墩顶应设滑道,以减小拖拉摩阻力;

(3)在各墩顶随时观察拖拉方向是否顺直,必要时进行纠偏;

(4)在选择卷扬机的牵引力和拖拉方式时应同时考虑能满足拖拉钢箱的需要;

(5)在拖拉过程中,导梁前端在到达前墩但未上墩时,可能出现因导梁挠度过大而上不了桥墩,对此可在前方墩上设置扒杆或倒链滑车,将导梁吊到墩顶,也可事先计算出导梁的挠度,在拼装时将导梁前端抬高(抬高值应大于计算挠度);

(6)导梁拖拉到位后应予调直和定位,以保证其位置准确;

(7)导梁全部就位后用槽钢将其横向连接牢固,然后再安装纵移滑道和钢箱拼装平台。

2.3.3 钢箱纵向拖拉滑道

钢箱纵向拖拉滑道设置在钢导梁上,具体设置方法是:在导梁上按中心距 80 cm 铺设方木(方木规格为 20 cm×15 cm×350 cm),方木上铺设 2 组(每组 2 根)钢轨,钢轨上扣 1 根 22a 槽钢,槽钢上满铺 2 mm 厚的不锈钢板,滑道即告完成。要注意,2 组钢轨的中心距与钢箱支座中心距需保持一致。

2.3.4 导梁托架

由于 41#~44#各墩的顶面标高不同,为了使导梁能在 41#墩和 44#墩的墩顶连线上,就需要在标高低的墩顶设置托架,所以,在 42#墩和 43#墩上分别设置了高 1.317 m 和 1.361 m 的托架。托架用型钢组焊而成,要牢固、可靠。

铁道建筑技术 1999 年第 2 期

2.4 钢箱托架

为了便于钢箱节段的拼装及其在导梁上纵向滑移,我们设置了钢箱托架。钢箱托架的结构形式是根据导梁的上缘坡度线(即 41#、44#墩顶连线)及各段钢箱的截面尺寸确定的。托架用 2 片背向焊接的 20a 槽钢及纵横向连接的加劲型钢构成,托架与钢箱之间加垫 1 层 5 mm 厚的橡胶板,以起到缓冲和增加摩阻力的作用。托架与纵拖滑道之间设置不锈钢板—聚四氟乙烯摩擦副,其中,聚四氟乙烯滑块设在托架上,滑块的规格为 200 mm×400 mm×13 mm,数量根据箱节重量确定,检算容许压应力按 8MPa 考虑。

2.5 钢箱节段的纵向拖拉

钢箱节段与导梁采用同一套拖拉设备,因此,拖拉设备按其中需要牵引力大者选择。本桥拖拉导梁所需的牵引荷载比牵引钢箱时大,且拖拉时有 0.86% 的上坡,故以它作为选择拖拉设备的依据。经综合考虑和计算后,确定最大牵引力为 100kN,按照计算结果和施工单位现有的设备情况,决定采用 30kN 慢动卷扬机,牵引速度为 2m/min,滑轮组倍率为 6。

滑动时起动要平稳,运行要缓慢,速度要匀。钢箱滑动过程中应随时注意滑道的清洁,以防划伤聚四氟乙烯滑块的摩擦面,同时,还要有人经常沿滑道检查,发现问题及时解决。

2.6 钢箱的全联起吊及横移

钢箱拖拉到位后进行节段拼装,拼装工艺与栓焊梁相同。为了保证拼接质量,拼接前必须实测栓接处的摩擦因数,同时标定有关机具。

拼装好的钢梁要进行整体吊装,做法是:起吊设 4 个吊点,分别置于 41#~44#墩上,每个吊点设一单腿龙门吊,起吊能力为:41#和 44#墩吊点为 600kN,42#43#墩处为 1200kN。单腿龙门吊的 1 只腿落在地上,另 1 只腿为活动腿,支在盖梁上(钢箱横移时可以方便地拆除)。龙门吊的起吊设备为柳州建筑机械厂生产的 QDCL2000-200 连续千斤顶,由主控制台采取“集中控制,分段调压,差值限定”的管理方式,使整联钢箱在多点起吊的情况下能同步运行,

— 21 —

其同步精度可以保证在起吊过程中不发生设计范围以外的变形。整联钢箱吊起后横移,放在墩顶的横移滑道上。

横移滑道的设置与纵拖滑道相同,横移采用 4 台 DT60 型连续千斤顶,通过与起吊千斤顶同样的管理方式使 4 台千斤顶同步运行,以保证钢箱在横移时变形不超标。横移到位后将钢箱顶起,撤出滑道落梁就位,再进行下一联钢箱的吊装。

3 钢箱的拼装

钢箱拼装大致分为以下几个步骤:施工准备,逐节吊装,纵拖到位,全联拼装,全联起吊,横移到位,全联顶起,撤出滑道,落梁就位。

施工准备工作包括平整场地、搭设钢箱吊装及导梁拼装平台、架设吊装龙门吊、搭设导梁及钢箱临时支墩、安装拖拉设备、拼装导梁并拖拉到位、铺设钢箱纵移滑道及整联横移滑道、安装拼接钢箱工作平台、安装整联起吊龙门吊机及横移千斤顶、校验拼接板的摩擦因数及高强螺栓的性能。

逐节吊装是指将已加工好的钢箱节段按从离梁最远的 1 线(第 6 线)钢箱逐步靠近导梁的 1 线方向(第 1 线),依照 A、B、C、D、E 段顺序逐节运到现场,吊到事先安放在纵移滑道上各节段相对应的钢箱托架上,启动拖拉设备纵拖至该梁段所处位置,然后按栓焊梁工艺进行拼接。拼好的整联钢箱经检查合格后,开始起吊横移。

起吊整联钢箱由安装在 41#~44#墩顶的 4 台龙门吊

共同完成,过程是:用作起吊动力的连续千斤顶安装在龙门横梁上的起重小车上,起吊钢绞线通过千斤顶的中心孔与钢箱相连,起吊时通过千斤顶的连续作用将钢箱平稳地提起。在起吊过程中,操作一定要平稳,通过差值限定和分级调压在主控台的集中控制下达到同步起吊。吊起后的钢箱平移也是通过连续千斤顶来完成的,即连续千斤顶作用,使起重小车沿龙门横梁上的钢绞线移动,到达墩顶滑道的上方时,徐徐将钢箱放到滑道上,再进行墩顶横移。



图2 叠合梁施工工艺流程

钢箱横移到位后,用千斤顶顶起(此时必须将各顶点的顶程高差控制在允许范围内),撤出滑道后安装永久支座,将钢箱落下就位,1联钢箱的吊装即告完成。

按上述方法拼装钢箱,直到最后1联。由于最后1联钢箱的位置被导梁占据,所以,当该联钢箱拼完后,先将其吊至相邻的钢箱上,待将导梁撤出后再将该联钢箱吊回至设计位置落梁就位。撤出导梁的方法是,先将导梁在42#墩顶解开,就地拆下41#~42#部分,再将42#~44#部分拖拉至44#~46#墩间的拼装平台上解体,拆除。

6联钢箱就位后,于每2联钢箱之间连接横隔板,横隔板连完,钢箱的架设即告结束。

4 桥面铺装层的施工

桥面铺装层为预应力混凝土结构,在其施工中应解决好自重变形对混凝土的影响问题,以保证叠合梁处于良好的受力状态并保持优美的线型。对此,我们采取了以下措施:铺装层底模采用钢模板,为使钢梁外观更好,我们将该模板作为钢梁的一部分,不再拆除,并在钢箱上方开口处以预制板封盖;钢箱预设拱度,以消除钢梁自重等因素引起的变形。

桥面铺装层的施工,按照预应力混凝土施工的有关规定进行,这里不再赘述。

桥面混凝土张拉完成并达到预定强度后拆除临时支墩。

5 叠合梁施工工艺流程

叠合梁施工工艺流程见图2。

6 施工需用的机具设备

叠合梁施工需用的主要机具设备见表1。

表1 叠合梁施工需要的主要机具设备

序号	机具设备名称	数量	规格	生产厂家
1	龙门吊机	6	XMJQ-40、60、120各2台	郑州大方机械公司
2	连续千斤顶	12	ZLD-60型8台,QDCL2000-200型4台	柳州建筑机械厂
3	集中控制台	2	JK100	柳州建筑机械厂
4	电动油泵	8	ZB4/50	柳州建筑机械厂
5	吊杆	8	OVM15-910+特 OVM15-9P	柳州建筑机械厂
6	拉杆	8	OVM15-910+OVM15-9P	柳州建筑机械厂
7	电动卷扬机	1	30kN	陕西建设机械厂
8	六四式军用梁	270t		
9	电阻应变仪	2	SD-520	
10	全站仪	2		德国
11	经纬仪	2	T2	
12	定扭矩扳手	20	PID-ZX150	
13	定扭矩扳手	5	NR-12T2	
14	定扭矩扳手	20	AC75-200、AC25-76各10把	
15	定扭矩扳手	4	NR-12T3A和7500QLE-2100QLE各2把	
16	指针扳手	2	8500FR-2100FR	
17	表盘扳手	4	PE180 2把,TT-100、8500DBE-2100DBE各1把	

7 结束语

(1)本施工方案已得到四环工程指挥部、北京铁路局和北京市政设计院的认可,并已付诸实施。

(2)尽管本方案的制定是在多方面调查和与各有关方面多次研究讨论后制定的,但在一些具体问题上很可能有考虑不到之处,因此,需要在实施过程中不断予以补充、完善,使之更经济、更合理,并尽早形成工法。

(收稿日期:1998年11月30日)