

文章编号: 0451-0712(2001)03-0017-05

中图分类号: U445.4

文献标识码: B

缅甸钦敦江大桥钢梁架设

滕小平

(中国路桥(集团)总公司 北京市 100011)

摘 要: 缅甸钦敦江大桥为公铁两用的栓焊下承式钢桁梁桥,主跨 112 m。中国路桥公司负责该桥主桥上部结构设计、施工设计、上部结构施工指导和监理;缅方负责下部构造设计和上、下部结构施工。施工中当钢梁悬臂拼装 80 m 时,利用吊索架挂索张拉,对钢梁施以一定的预拉索力,以减少钢梁控制部位杆件内力并利用了温差法成功地实现了钢梁纵移,全桥于 1999 年 9 月建成通车。

关键词: 缅甸钦敦江大桥; 钢桁梁; 架设

0 概况

缅甸钦敦江大桥主桥全长 1 504 m,上部构造为公铁两用的栓焊下承式钢桁梁桥,铁路和公路均布置在钢桁梁下弦杆平面。铁路为单线,轨距 1 m,位于两主桁之中。公路设在主桁外侧,每侧设宽 4.5 m 的路面和 1.5 m 宽的人行道,主桥为直线平坡。主桁桁高 12.8 m,除 80 m 和 112 m 跨相联接处外,连续梁中间支点处桁高为 17.8 m,主桁中心距

为 6 m,4 联均为节间长 8 m 带竖杆的三角形连续桁梁。主桁弦杆截面除上弦和下弦杆加高部分采用箱形外,其余均采用 H 形。腹杆截面除部分受压较大杆件采用箱形外,其余均为 H 形。钢梁杆件采用高强度螺栓连接。公路桥面板为预制,板厚 13 cm,上面铺 5 cm 厚沥青混凝土。

主桥孔跨布置为: $(80+3\times 112)\text{m}+3\times 112\text{m}+3\times 112\text{m}+(3\times 112+80)\text{m}$ 。

收稿日期: 2000-08-26

拧紧所有螺母,等一侧的栏杆全部安装完成后,架设扶手绳并固定在栏杆上,同时安装侧网。

4 猫道的转换、横向天桥及猫道的拆除

主缆架设时,猫道的承重绳固定在主塔上,但在加劲梁架设后,随着恒载的增加,主缆线形也会跟着发生显著变化,为了使猫道线形也追随着主缆线形变化,保持猫道与主缆之间一定的间隔距离,在安装完主缆索夹后,应在架梁前及时将猫道转换到主缆上,同时为了不影响跨中架梁的净高,拆除跨中横向天桥,其他横向天桥视具体情况再定。

主缆缠丝及吊索防护后,在两塔顶放松猫道,然后在加劲梁上拆除猫道。

5 结语

(1)猫道承重绳施工垂度的精确控制,是至关重要的一环,它直接关系到主缆架设的施工质量,长、

短拉杆调节装置则可以实现对垂度的微量调节。

(2)采用承重绳承重,钢丝网作工作面和侧网,既减轻了猫道自重,又有利于材料的回收,同时也杜绝了火灾隐患。

(3)采用三角桁架式横向天桥,增大了猫道的结构刚度和安全稳定度。

(4)利用锚碇(体)作为承重绳的后锚,既减轻了工作量,又节约了工作时间和投资。

(5)猫道承重绳的前期下料工作,是一个比较重要的环节,它直接关系到猫道承重绳后期的垂度调整,因此在下料前要对承重绳进行预拉,预拉次数及拉力以消除承重绳受力时的弯曲内力和非弹性变形,再根据试验测得的承重绳弹性模量来修正每根索的计算长度。

参考文献:

[1] 李全军. 丰都长江大桥轻型猫道施工. 桥梁建设, 1998(3).

1 正桥钢梁架设

根据缅甸方场地布置、设备状况、材料、工具和人员配备情况,钢梁从东岸向西岸架设。

1.1 平衡梁的安装

东岸桥台 AB_1 上设有龙门吊机,利用龙门吊机拼装 64 m 平衡梁和第 1 孔 24 m。考虑桥台 AB_1 上两支点的受力要求和第 2 孔拼装上墩需要,平衡梁的安装方法是:采用满布膺架,设纵坡为 0.69%,桥台 AB_1 为固定支点;用龙门吊机先从 AB_1 桥台向 P_0 墩方向拼装第 1 孔 24 m;用龙门吊机拼装第 1 孔

和平衡梁间的临时连接及 64 m 平衡梁。

1.2 第 1 孔梁的安装

利用已拼完的平衡梁和第 1 孔 24 m 梁,在上弦顶面拼装 7015 架梁吊机,用架梁吊机拼装剩余的 56 m。第 1 孔钢梁安装采用满布膺架,设纵坡 0.69%,第 1 孔拼装完后再向第 2 孔拼出 8 m,使主桁在支点形成闭合三角形,便于起顶,然后将 P_0 墩上支点变成固定支点,拆除临时膺架,将 P_0 墩上支点处钢梁落顶到设计标高,安装示意如图 1 所示。

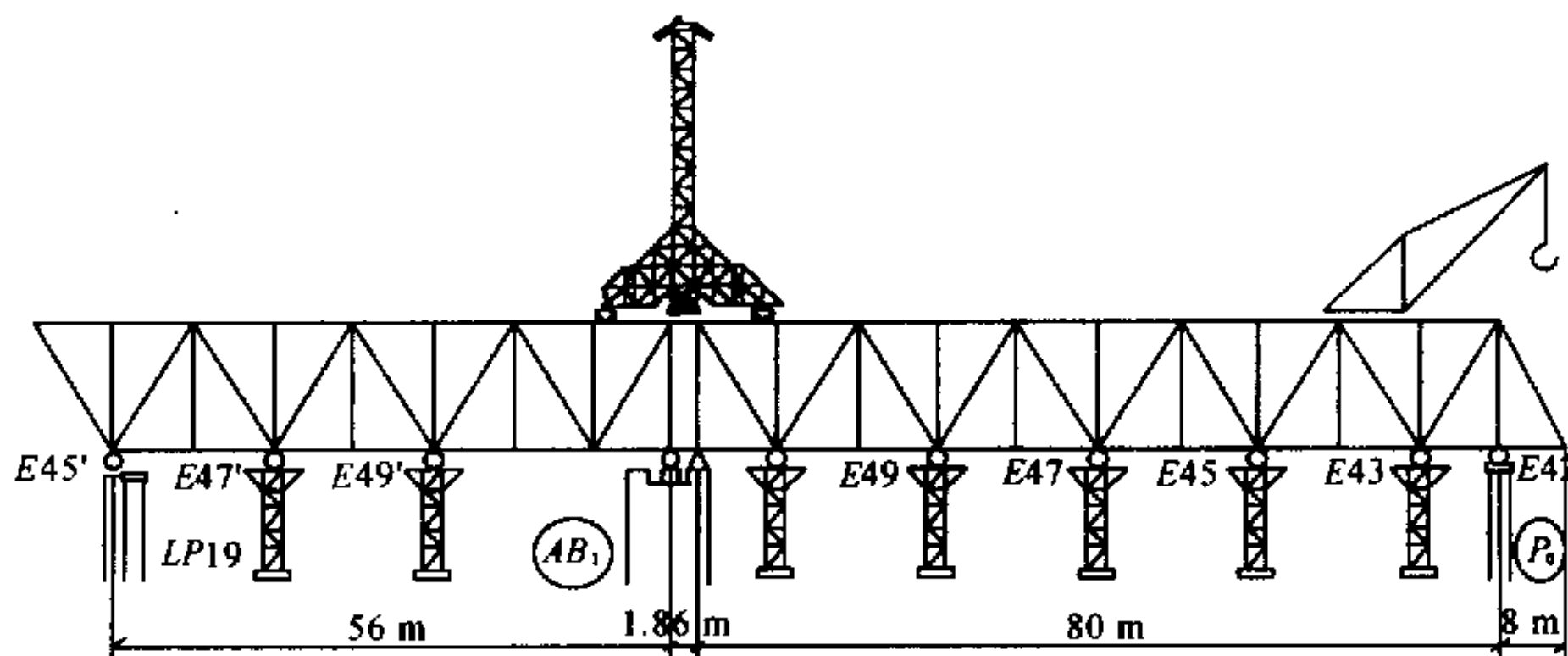


图 1

1.3 第 2 孔梁的安装

根据钢梁设计,第 2 孔梁的原来安装方案为:伸臂安装上弦 48 m、下弦 40 m,将吊索架从 AB_1 桥台到 P_0 墩顶上弦顶面就位;继续伸臂安装到上弦 80 m、下弦 72 m,挂索张拉指定索力;继续伸臂拼装至上弦 96 m、下弦 104 m,由墩旁托架接引上墩;拼装完第 3 孔 8 m 形成闭合三角形;起顶 P_1 墩上钢梁支点,墩旁托架卸载;让吊索架卸载;将 P_1 墩上钢梁落顶到设计标高。在安装过程中,当钢梁伸臂安装至上弦 48 m、下弦 40 m,吊索架从 AB_1 桥台移位至 P_0 墩时,经现场工地验算发现上弦 $A_{42}A_{40}$ 及 $A_{44}A_{42}$ 杆件中部小节点处,应力大大超过容许应力,无法继续实施原安装方案。现场解决方案是上弦伸臂 64 m,下弦

72 m 时,提前张拉吊索。为解决杆件超应力问题,改为 64 m 提前张拉。修改后的施工步骤为:

(1)伸臂安装至上弦 48 m、下弦 56 m 时,将吊索架从桥台 AB_1 移位于 P_1 墩。

(2)伸臂安装至上弦 64 m、下弦 56 m 时,将吊索起顶(20 t/顶),减小轮压。

(3)钢梁伸臂安装至上弦 64 m、下弦 72 m 时,挂索,再次起顶塔架(30 t/顶),减小轮压。

(4)用 60 t 千斤顶对称张拉至 30t/桁。

(5)用 4 台 400 t 千斤顶,同时起顶吊索塔架到索力 209 t。

(6)继续伸臂拼装上弦 96 m、下弦 104 m,到达墩旁托架。安装示意如图 2 所示。

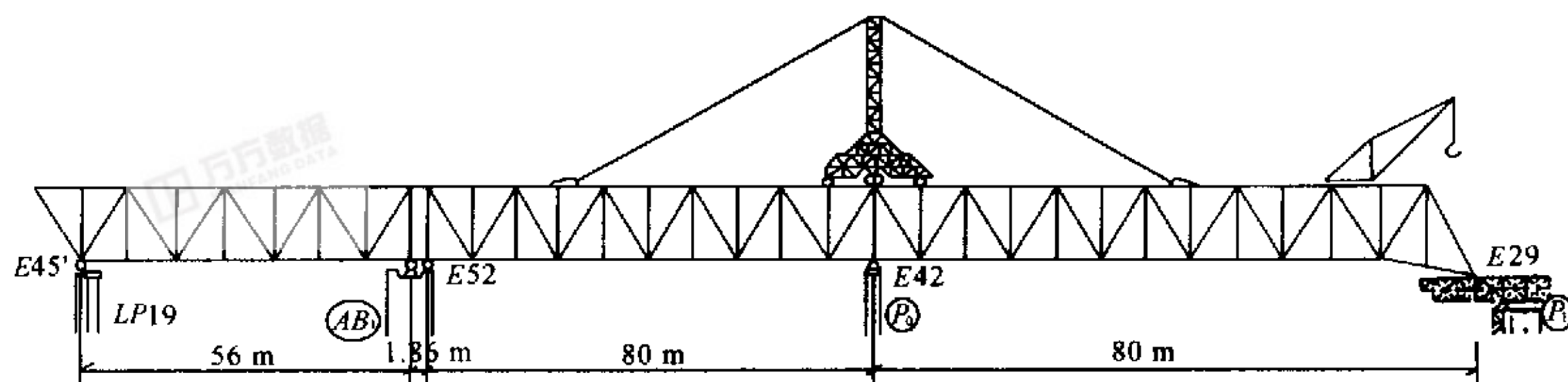


图 2

钢梁伸臂安装至上弦 96 m、下弦 104 m,为大悬臂状态,控制部位杆件应力接近或已达到钢材允许应力。为了减少悬臂安装孔施工荷载,尽量清理不用的脚手架、施工机械和材料。拼装到达墩旁托架的一个节间,应先使一侧形成稳定桁架体系搁在墩旁托架上,这样能迅速改变钢梁的最大悬臂状态。

2 吊索架施工

当钢梁伸臂拼装至上弦 80 m、下弦 72 m 时,钢梁控制部位杆件应力已达到容许限值,必须采用吊索架对钢梁施以一定的预拉索力,减少钢梁控制部位杆件内力。吊索架施工是本桥钢梁架设的关键工序。

2.1 吊索架

本桥的吊索架设备主要由主塔架、吊索、上下锚箱、锚箱小车、起顶、走行设备等组成。

主塔架包括:塔架、吊索、塔顶横梁、上锚箱、顶梁、走行轮箱、两台 3 t 卷扬机、两台 5 t 卷扬机、一台油泵、塔架上的脚手板等,总重 150 t。

塔架由万能杆件和新制杆件拼成。底部尺寸为:顺桥向 16 m,横桥向 6.528 m,塔架总高 30.914 m。塔架顶部设有塔顶横梁同锚箱铰接。塔架底部中心设有顶梁与塔架铰接,是 400 t 千斤顶的起顶点。塔架四角设有走行设备,是由 4 个轮箱 8 个轮子组成。塔架设置在钢梁顶面,在桥台 AB_1 处,离地面约 25 m,采用分节拼装法安装,在桥头提升站 20 t 龙门吊机起吊高度范围内,将塔架分片、分节在地面上组拼,再用龙门吊机吊至钢梁上弦平面安装。用在龙门吊机顶面设置一个扒杆,起吊能力为 3 t,完成中、

上部逐节拼装和塔顶横梁安装。

吊索采用高强钢丝束,全桥共 16 束,每束由 91 根直径 5 mm 的钢丝组成,钢丝标准强度为 1 600 MPa。两端采用冷铸镦头锚,钢丝束设计长度为 58.5 m,吊索每束重 1 t。

上锚箱是吊索上端锚头同塔顶横梁的连接件,利用设置在龙门吊机顶上(起吊能力为 3 t)的扒杆,对上锚箱进行安装。下锚箱是吊索下端锚头与钢梁的连接件,下锚箱设在两端锚箱小车上。锚箱小车是整体搬运下锚箱的设备,在塔架前、后各设一个。小车上装有一台油泵,两台(YC-60)张拉千斤顶。

在墩顶上弦节点顶面,用空心钢垫块铺设作为垫座同钢梁连接,吊索架底部每桁有两台 400 t 千斤顶,搁置在用空心钢垫块铺设的垫座上,两台千斤顶中间有一个支承座,在起顶时可作保险之用;起顶后塔架的顶梁支承在这个支承座上,这个支承座是用空心钢垫块布置而成。两桁 4 台 400 t 千斤顶油管路并联,用一台高压油泵带动。

2.2 吊索架施工

(1)吊索架走道铺设。锚箱小车和吊索架移动的走道,在钢梁上弦顶面铺设。吊索轨道枕木为 200 mm×200 mm×870 mm,枕木间距 400 mm,每隔 5~6 根枕木用一个“U”形螺栓和钢梁上弦连接,防止枕木移动,枕木上铺设 38 kg/m 钢轨。在安装孔后一孔铺设 112 m 吊索架走道,安装孔的吊索架走道用倒移的方法。吊索架走道刚开始采用 160 m,中间需停下来倒移轨道,进度较慢,为了提高进度,加长了走道,吊索架走行可一次到位。

(2)吊索架走行。走行系统布置如图 3 所示。

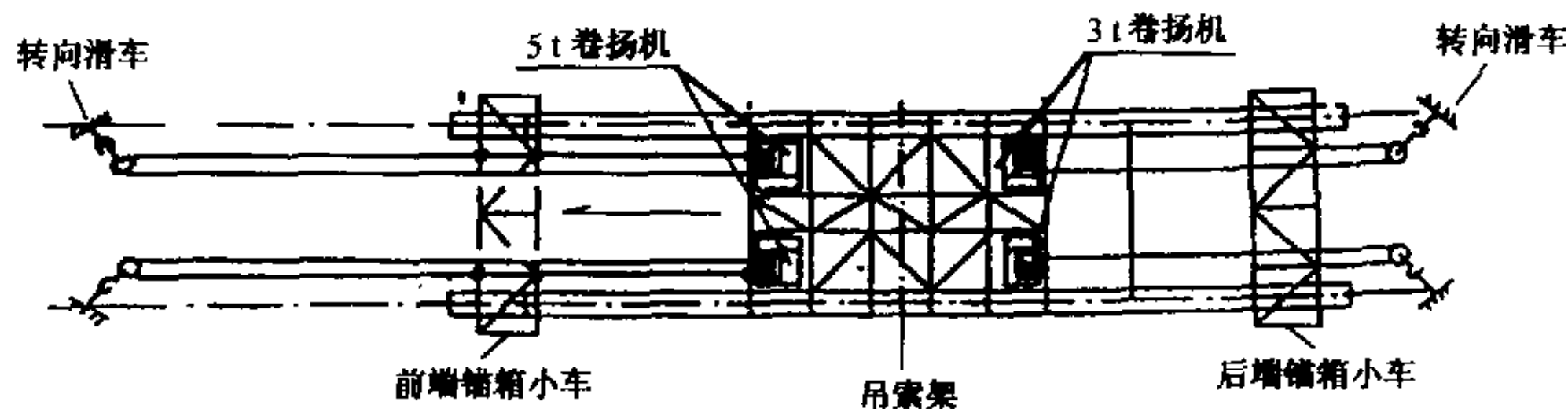


图 3

这种布置可以在吊索架移动过程中,控制前、后锚箱同吊索架的距离保持不变,可避免因吊索架前、后受力相差过大而造成倾覆。

(3)为了减小吊索架自重对钢梁小竖杆的压力,在挂索前起顶吊索架,减小轮压;经计算,布置在塔架

下部顶梁下的 4 台千斤顶,每顶需起顶 20 t。

(4)挂索。即将下锚箱和下拉板的销孔对位后插入销子。下锚箱设在前、后锚箱小车上,装在吊索架底部的 4 台卷扬机通过 4 副走六的滑车组,同时牵引前、后锚箱小车,当锚箱小车拖至距下拉板约

1.5 m时,将锚箱小车固定于上弦杆,改用走六的滑车组直接拉下锚箱就位,穿销子。

(5)为了减小60 t张拉千斤顶张拉吊索时传递给钢梁小竖杆的压力,必须再次起顶吊索架,以减小轮压。

(6)用60 t千斤顶张拉吊索,消除吊索自重垂度。采用4台YC-60型千斤顶分上、下游前、后对称张拉。张拉分两次,每次由吊索伸长量控制。第一次张拉,吊索伸长量约180 mm;第二次张拉,吊索伸长量达到280 mm左右。由于制造误差,每束的实际长度不一样,每束控制的吊索伸长量也不一样。

(7)用4台400 t千斤顶起顶塔架,张拉吊索至设计预拉索力。千斤顶起顶过程中,随时加高支承垫座的钢垫块和垫板起保险作用。按张拉力计算需顶高约490 mm。除第5孔、第8孔和第11孔外,顶高量为370 mm,但400 t千斤顶工作行程只有180 mm,所以起顶中,需倒顶3~4次。起顶步骤为:先顶高索架300 mm,测定索力后,确定最后的顶高量。以索力仪测定的索力、起顶高度、千斤顶油压表的读数和钢梁挠度变化值综合确定索力,若没有达到索力需再起顶调整。

(8)吊索架卸载。除第5、8和11孔,钢梁落梁步骤不同外,其它各孔吊索架系统卸载步骤为:

①将塔架落顶至走行轮接触吊索架走道的钢轨面上,把吊索架前、后轮箱用钢丝绳固定在上弦杆上,此时吊索架支承在顶梁支承垫座上。

②用60 t千斤顶松吊索,此时每根索力约2.5 t。

③利用装在塔架底部的4台卷扬机,通过滑车组牵引前、后锚箱,使连接下锚箱和下拉板的销子剪力接近零,然后拔出销子。

④将塔架落顶,用走行轮支承吊索塔架。

3 钢梁的纵横移

3.1 钢梁的横移

钢梁的横移分为两个阶段:一是架梁过程中,完成每一孔安装后,横移调整钢梁中线至设计位置,使下一孔梁沿设计中线方向悬臂伸出;二是在支座安装前,横移钢梁中线至设计位置。

3.1.1 架梁过程中的横移

在架梁过程中,上、下游两桁由于受日光偏照的影响,钢梁的温度有差别,引起钢梁旁弯;伸臂安装过程中,因上、下游施工荷载不对称及制造和安装误差,都会引起钢梁中线位置偏离设计中线。当每孔钢

梁伸臂拼装到达前方墩顶后,如前支点横向偏移较大时,应横移调整钢梁中线到位,因为此时反力较小,横移比较容易。横移调整的步骤为:

①起顶前支点,使墩旁支架脱离,改支在前支点上,此时反力约为70 t。前支点下放置不锈钢板和四氟滑板,变成活动支点以便横移。

②用一个20 t倒链滑车,一端连接钢梁前支点一侧(根据钢梁中线偏移情况,连接上游一侧或下游一侧),另一端连接前支点另一侧下面的支承垫石。

③拉倒链滑车横移钢梁就位。

3.1.2 用横移设备横移

本桥采用横移设备如图4所示。

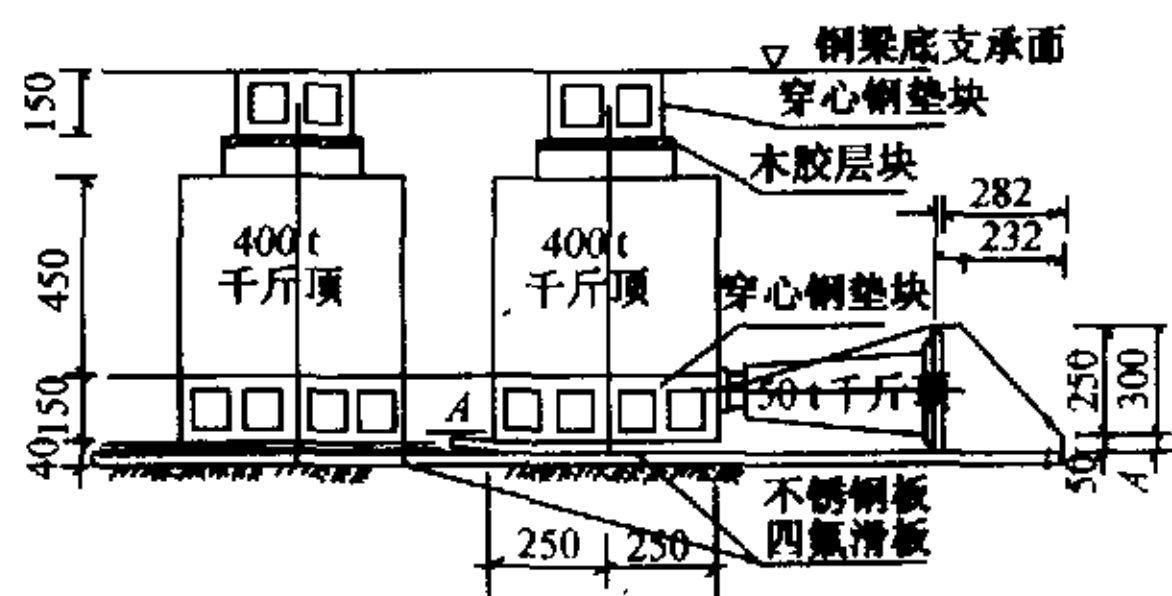


图4

横移操作步骤为:

①首先开动垂直千斤顶,顶起钢梁约2 cm,至钢梁与临时支承全部脱空为止,同时上好保险箍。

②摇动水平千斤顶横向移梁。

3.2 钢梁的纵移

钢梁架设过程中,由于受温度变化、施工荷载等因素的影响,钢梁纵向位置会发生偏移。第7孔完成后,钢梁向西岸纵向偏移140 mm,第12孔安装完成后,钢梁向西岸纵向偏移100 mm,需要对钢梁纵向进行初步调整。

在支座安装过程中,根据固定支座位置,需对钢梁进行进一步调整,准确定位。纵移钢梁时本桥有两种方案:顶落交替法和温差法。

3.2.1 顶落交替法

顶落交替法是将一联钢梁中的某个中间支点顶高时,其相邻两个支点间的下弦将由直线变成曲线,在不考虑伸缩的情况下,由于弧线长必然大于左、右两支点间的直线长,其伸长量即为钢梁的纵向移动量。每次移动量虽小,但经过反复作业,即可将连续梁纵移至要求的距离。由于顶落交替法移梁锁定的支点必须是反力较大支点,否则很难在该支点锁住,

纵移效果不佳,本桥第二和第三联是三跨连续梁,端支点反力较小,很难锁住,加上顶、落梁次数较多,因此根据当地气候条件用温差法纵移。

3.2.2 温差法

利用一天日温差引起钢梁的伸缩,纵向调整钢梁。一般做法是:当一天的温度最低时,将钢梁的某一支点锁定为固定支座,随着温度上升,钢梁从这一支点向两端伸长。如在伸长过程中钢梁上的某支点

达到设计位置,或向设计位置靠近了,可立即将这一支点锁定换为固定支座,将原来锁定的支座换为活动支座,待其收缩,其结果就相当于钢梁向后一个支点移动了所需的距离。一次移动的距离不足时,可以通过几次气温变化,反复倒换支座,使钢梁逐步纵移到设计位置。

(1) 架梁过程中的纵移

全桥各墩支点示意图 5 所示。

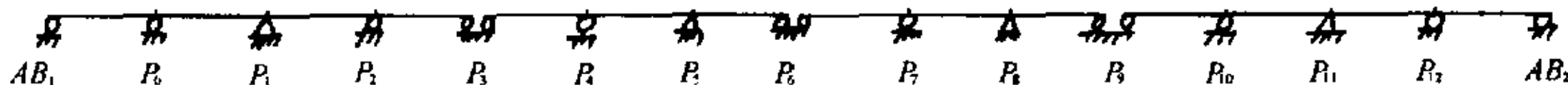


图 5

第 7 孔安装完成后,钢梁 P_5 墩支点向西岸偏移约 140 mm。利用温差法,采用下述方法纵移:

① 钢梁最高温度时,将两联间大竖杆用 $\Phi 28$ mm 钢丝绳固定,同时将 P_5 变为活动支座。

利用钢梁温度下降, P_1 墩右边 5 孔钢梁均向 P_1 收缩。温度变化 10°C 时, P_1 支点理论收缩量: $\Delta_1 = \alpha \times \Delta t \times L = 0.000\ 011\ 8 \times 10 \times 4 \times 112 = 0.053\ \text{m}$ 。

② 在钢梁温度最低时,将 P_5 变为固定支座,松开两联间大竖杆联接,第一联固定支座左边两孔梁和第二联 P_5 墩右边两孔梁可自由伸长。钢梁向 P_5 方向的伸长量为: $\Delta_2 = \alpha \times \Delta t \times L = 0.026\ \text{m}$ 。

重复①、②两步骤,直至 P_5 支点达到要求位置。

一个循环 P_5 支点的理论位移量为: $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 0.053 + 0.026 = 0.079\ \text{m}$ 。实际的位移量只有理论位移量的 20%,主要原因是:两竖杆用钢丝绳捆绑,钢丝绳拉长,损失了一部分位移量;固定支座

不能完全固定住;温度变化的转折点掌握不准,温差缩小。

第 12 孔安装完成后,钢梁纵移仍采用上述方法,但改进了两联间大竖杆的连接,利用两联间下弦的临时连接原有螺栓孔开槽,满足纵向移动,连接两联钢梁的需要。

(2) 支座安装前的钢梁纵移

根据测量结果,第二联需向西纵移 20 mm,用温差法纵移钢梁方法如下:

① 钢梁最高温度时,将 P_6 墩上临时连接板拧紧, P_5 墩支点变活动支座, P_8 墩支点为固定支点。随着降温,钢梁向 P_8 方向收缩, P_5 墩处钢梁的理论收缩量为: $\Delta_1 = \alpha \times \Delta t \times L = 0.040\ \text{m}$ 。

② 钢梁最低温度时,此时钢梁多纵移约 20 mm。随着温度的上升,钢梁向 P_5 方向伸长,利用钢梁的伸长,抵销多余的纵移量。

Erection of Steel Truss of Chindwin River Bridge in Myanmar

Teng Xiaoping

(China Road & Bridge Corporation, Beijing 100011, China)

Abstract: The Chindwin River Bridge is for the use of both highway and railway with superstructure of continuous steel trusses, and the main span is 112 m. China Road & Bridge Corporation had been assigned the design of the superstructure, the construction design and the supervision of the erection of the steel truss. The design of the substructure and construction of the superstructure had been done by Myanmar side. When the cantilever erection of the steel truss reached 80 m, the cable of tower for the cable-stayed must be stretched so that the internal force of controlling members of the steel truss should be decreased. The longitudinal movement of the steel truss had been done successfully by using of the difference in temperature. The bridge was completed and opened for traffic in September of 1999.

Key words: Myanmar; Chindwin River Bridge; Steel truss; Erection