

梁合拢段施工技术 (二)

邱式中

(续接上期)

3) 桥面拖运

用5吨慢速卷扬机做动力, 6/8" 钢丝绳、走口(2只六门葫芦对穿钢丝绳)作牵引, 7.5厘米无缝钢管做走管, 在道木(16×22×250cm)上缓慢移动至要求位置。

2、吊梁吊装就位

1) 2榀40米长 卍 型弦杆万能杆件承重梁的结构型式及其拼装见图7。

承重梁包括2榀 卍 型为上下弦杆, L型为斜杆, +型为腹杆的2×2m万能构件拼装梁部分, 及采用导梁连同下托梁横移部分和拼装梁纵向移动两只小平车、横向联系梁与吊点三部分组成, 如图8所示。

2榀40米长万能杆件承重梁, 分别在河东、河西桥面各拼装一榀, 拼装时需在道木上进行, 并用千斤顶保持下弦杆呈水平状态, 拼接各杆件尽量满足对称要求, 使各节点的螺栓受力均匀。

2) 2榀40米长万能杆件承重梁的结构强度变形验算

(1) 计算图示见图9

(2) 计算荷载

集中荷载: 每榀桁架为 $45t/4=11.25t$ (吊梁重

90吨、一端着地、一段拖拉, 故按45吨算), 运载小平车、55#工字钢、一对8门葫芦、吊点载重12吨, 每榀桁架承重为3吨。

根据起重手册, 当 $U < 1$ 米/秒时, 动载系数小于1.1。经计算 $P=16$ 吨。

均布荷载: 按苏制 YNK-H 万能杆件加工, 附加构件每延米重1.25吨。

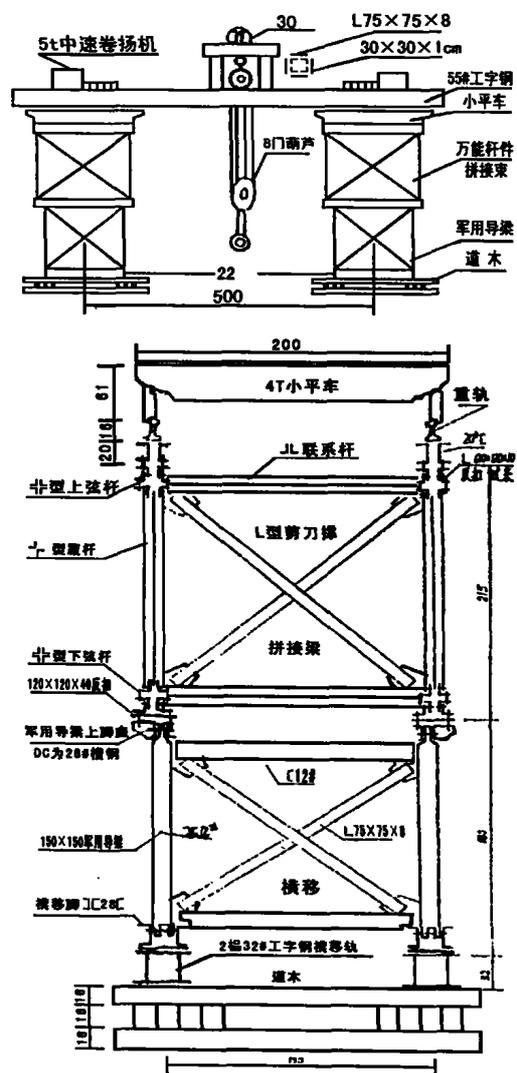


图8 万能杆件承重梁结构示意图

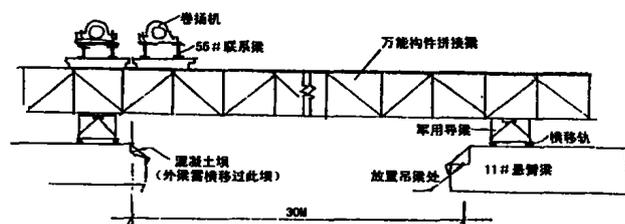


图7 拼装成形后的穿心式万能杆件架桥机

邱式中: 上海市基础工程公司 教授级高工

每榀桁架重 50 吨，每一节点重 1.25 吨。

(3) 组成桁架型式

上下弦杆为卍型式，┆斜杆型式，腹杆为十型式，当 $P = 16t$ 作用在离支座 15 米时计算图如图 10 所示。

(4) 杆件强度验算

a. 当集中荷载作用在离支座 15 米节点上时，其内力见表 3。

b. 当集中荷载作用在离支座第一个节点时
此时上下弦杆内力小于集中荷载作用在跨中

表 3

受力状态	支座反力		内力 (拉杆为正, 压杆为负)		
	R1	R2	X1	X2	X3
集中力 $P = 16t$	8.5	7.5	63.75	-10.6	-56.25
自重力 $Q = 1.25t$	12.5	12.5	37.5	0	-37.5
合力	21	20	101	-10.6	-93.75

时的情况，只有斜杆大于 a 的情况。现将斜杆受力计算如表 4。

c. 当 30 米吊梁在一榀万能杆件拼装梁腹下时

当 30 米吊梁在一榀万能杆件拼装梁腹下时，90 吨重由 2 榀桁架承担，每榀桁架又由两端承受，则每端为 $90t/4 = 22.5t$ ，此时杆件受力除离支座一节处斜杆超过跨中外，上下弦杆都比跨中小 (见表 5)。

d. 结论

下弦杆 101 吨 斜杆 41.22t

上弦杆 93.75 吨 腹杆 17.25t

表 4

受力状态	支座反力 R	斜杆内力 X2
集中力 $P = 16t$	14.5	20.50
自重力 $Q = 1.25t$	12.5	12.37

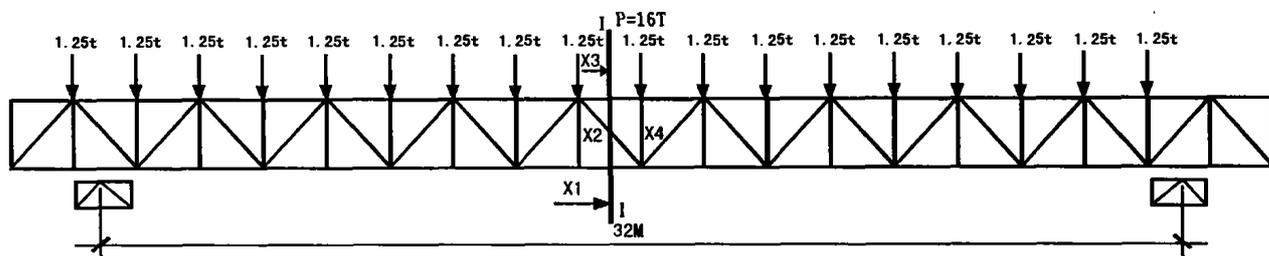


图 9 万能杆件承重梁承载分布图

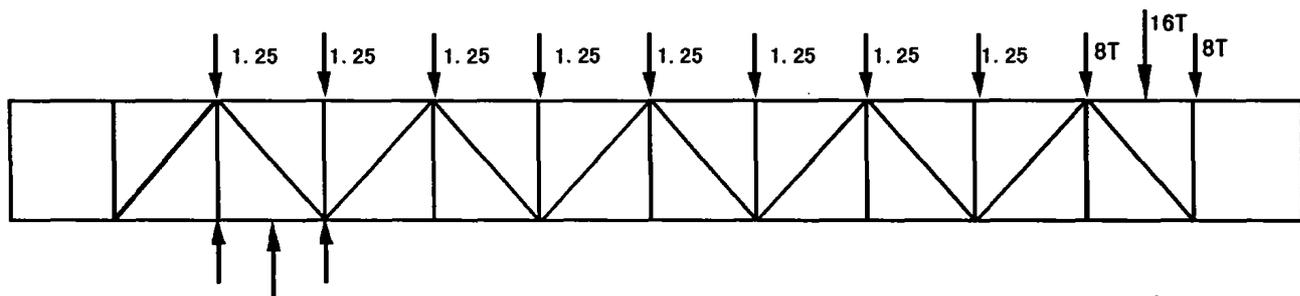


图 10 桁架跨中挠度计算时的荷载分布图

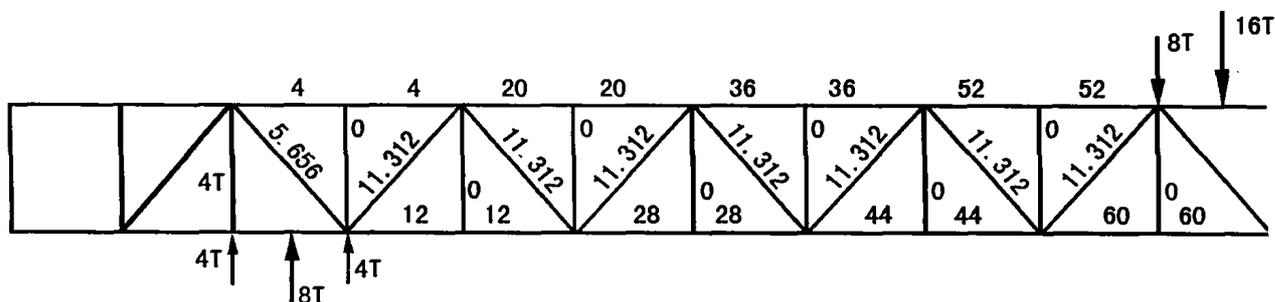


图 11 集中力作用在跨中时各杆件内力图

查铁路施工技术手册，完全符合要求。

(5) 桁架跨中挠度计算

a. 计算图形(考虑荷载对称分布)见图 10。

b. 计算荷载

集中荷载：P=16 吨，对称分布，每边为 8 吨。

均布荷载：每节 q=1.25 吨。

c. 桁架各杆件截面性质见表 6。

d. 计算方法

应用虚功原理求桁架位移。

(a) 集中力作用下的杆件内力图见图 11。

(b) 自重作用下的杆件内力图见图 12。

(c) 单位荷载作用下的杆件内力图见图 13。

e. 桁架位移计算(跨中挠度)

表 5

受力状态	支座反力	斜杆 X2	腹杆
集中力 P = 225t	20.4	28.85	0
自重 Q = 1.25t	12.5	12.37	0
合力	32.9	41.22	0

表 6

名称	截面型式	角铁截面	容许荷载	受力状态	联结点	弹性模量 kg/cm ²	面积 cm ²	长度 cm
上弦杆	≡	∠ 120 × 120 × 10	131.4t	受压	162t	2.1 × 10 ⁷	93.2	200
下弦杆	≡	∠ 120 × 120 × 10	131.4t	受拉	162t	2.1 × 10 ⁷	93.2	200
斜杆	∟	∠ 100 × 75 × 10	67.3t	受压	33.6t	2.1 × 10 ⁷	31.2	282.8
腹杆	└	∠ 75 × 75 × 10	32.8t	受拉	29.8t	2.1 × 10 ⁷	23	200

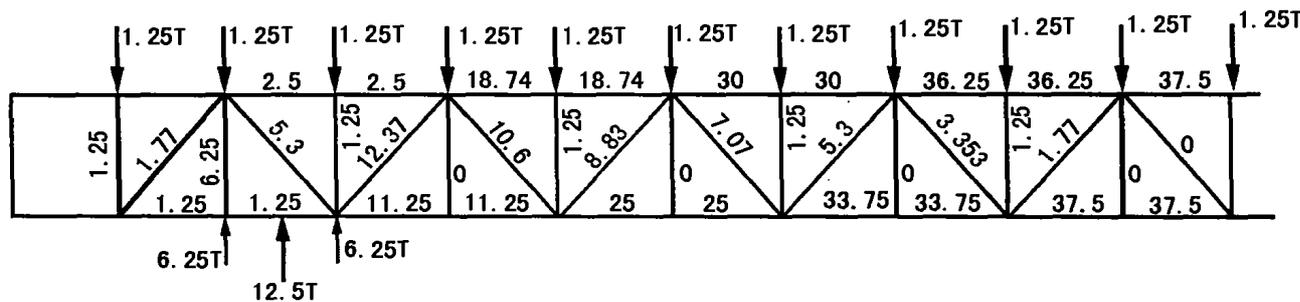


图 12 自重作用下各杆件内力

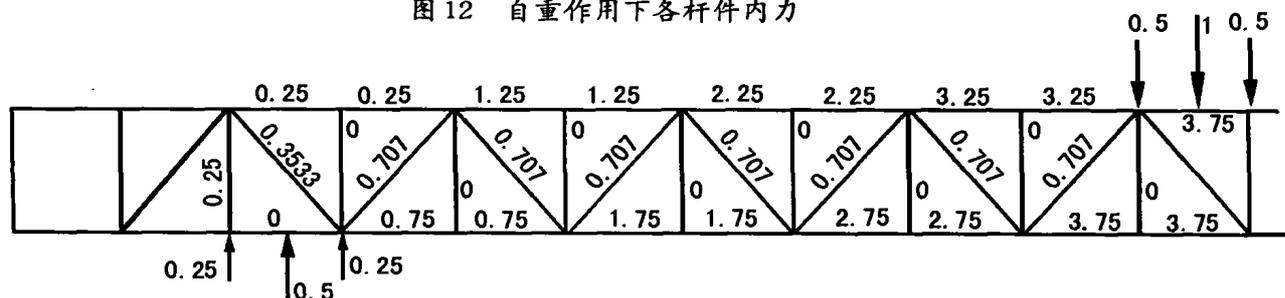


图 13 单位荷载作用下各杆件内力

(a) 在集中力作用下的桁架位移

$$\Delta_1 = \sum \bar{n} \cdot \frac{N_p L}{EA} + \frac{L}{EA} \sum (\bar{n} \cdot N_p)_{\text{弦杆}} + \frac{L}{EA} \sum (\bar{n} \cdot N_p)_{\text{斜杆}} + \frac{L}{EA} \sum (\bar{n} \cdot N_p)_{\text{腹杆}}$$

$$= 3.29 \text{ cm}$$

式中：Δ₁ 为桁架跨中位移

L 为杆件计算长度

E 为材料弹性模量

N_p 为杆件内力

\bar{n} 为单位荷载作用下的杆件内力

(b) 在自重作用下的桁架位移 (q=1.25t)

$$\frac{\Delta_2}{2} = \sum \bar{n} \cdot \frac{N_p L}{EA}$$

$$= \frac{L}{EA} (N \cdot \bar{n})_{\text{弦杆}} + \frac{L}{EA} (N_p \cdot \bar{n})_{\text{斜杆}} + \frac{L}{EA} (N_p \cdot \bar{n})_{\text{腹杆}}$$

$$= 2.341 \text{ cm}$$

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 5.631 \text{ cm}$$

$$\text{相对挠度} : \frac{\Delta}{L} = \frac{5.631}{3200} = \frac{1}{568} < \frac{1}{500}$$

两榀万能杆件承重梁拼装后，在河东桥面作了一次静力试压，结果桁件杆件受力及挠度与计算大体相符合。

3) 利用挂篮采用钓鱼法将每榀 50 吨承重梁牵引过江就位。

(1) 牵引 50 吨承重梁使其悬臂出 13 米。

(2) 用挂篮将第一吊点吊起，上三角跑车，并用挂篮上 1 吨卷扬机送出 8 米。

(3) 两对葫芦（第一吊点、第二吊点）吊起，挂三角跑车，将河西（对岸）第一吊点上纤斤，见图 14。

(4) 河东留缆将承重梁拖拉，对江第一吊点同时收紧。

(5) 松留缆，同时松两对葫芦（两只吊点松），对江第一吊点收 50 厘米，松留缆 50 厘米；同时松葫芦，收紧对江葫芦，注意钢丝绳受力，至拖拉至对江第一吊点下。

(6) 将对江第二吊点纤斤系好，然后牵引，使承重梁拖至对江第二吊点下，见图 15。

(7) 上对江三角跑车，然后由三角跑车送至要

求。

4) 吊装 30 米吊梁起重设备就位

两榀承重拼装梁就位后，改装挂篮吊点位置并将两榀承重拼装梁吊起，下铺道木，30# 工字钢横移道轨，四榀军用导梁及横移脚和脚下的四氟乙烯板，最后将两榀承重拼装梁放在军用导梁连接的 28# 槽钢上，将螺栓连接好，再用 22# 槽钢将承重拼装梁连成整体，退出挂篮，用 10 吨春光吊先后安装四台小平车及平台上 55# 工字钢和四台 5 吨中速卷扬机，横梁中间的吊点，2 付 8 门葫芦的牵引、横移索具，即可考虑 30 米吊梁的牵引过江。

5) 30 米吊梁牵引过江

(1) 30 米吊梁牵引过江顺序为：先一侧外梁→相邻内梁→另一侧外梁→内梁。

(2) 30 米吊梁牵引过江工艺

a. 将桥面上预制吊梁拖至承重梁脚下。

b. 由卷扬机（5 吨中速）吊起 60 厘米，梁另一端仍然着在拖板上。

c. 由对江 5 吨慢速卷扬机牵引过江，在后吊点离开端部 2.5 米处止。

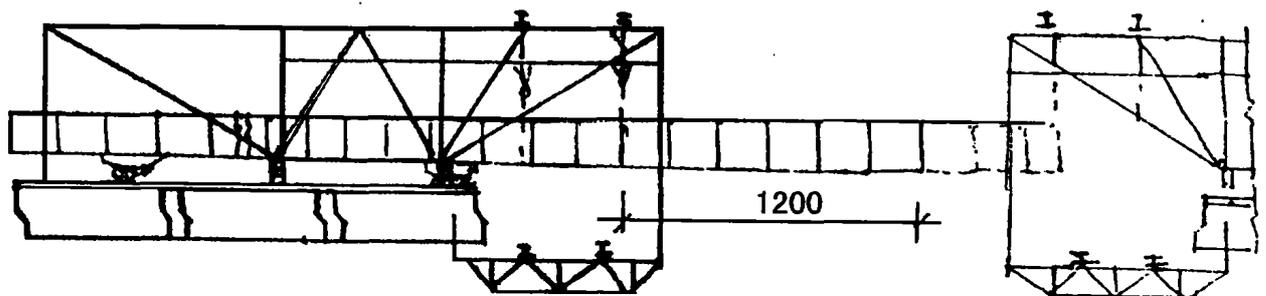


图 14 对江挂篮上第一吊点纤斤图

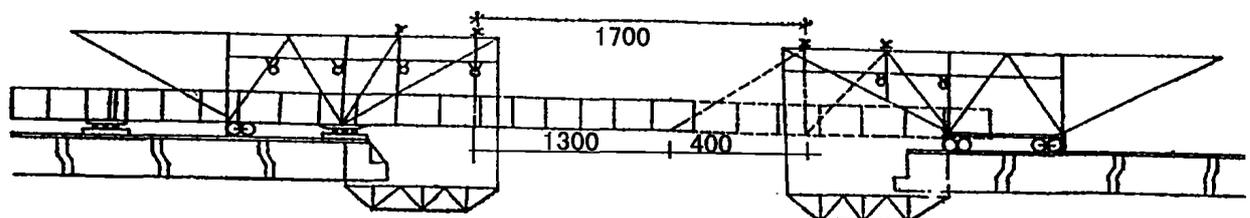


图 15 将承重梁拖至第二挂篮下

- d.原吊点将梁吊起后,再牵引至要求位置。
- e.下摆放至桥中悬臂梁混凝土坝处。
- 6)二榀承重梁横移使一榀承重梁立于30米吊梁之上。
- (1)松2只吊点葫芦,并将葫芦钢丝绳收紧。
- (2)横移起重索具:4门葫芦、6/8"牵引钢丝绳及开口安置就序。
- (3)由2台5吨慢速卷扬机牵引横移,河东河西承重梁底脚必须同时移动,可用电钮集中控制。
- (4)横移,使四氟乙烯板在工字钢横移轨上滑动,至使万能杆件承重梁在30米吊梁之上。
- 7)利用千斤顶将30米吊梁在一榀万能杆件承重梁下吊起。
- (1)两只4吨小平车移至跨中处。
- (2)在吊梁上上吊杆,并穿6厘米25#铬钢销子。
- (3)吊杆上螺栓穿过千斤顶座,上好螺栓。
- (4)顶4只50吨千斤顶,做到同步,每次16厘米,顶完后吊梁头部垫道木。
- (5)共顶8次,使吊梁顶高128厘米。
- 8)2榀承重梁同时横移,30米吊过混凝土坝,立于准确位置之上。

- (1)加强2榀承重梁联系杆,使其整体性更好。
- (2)检查横移起重索(牵)引索具。
- (3)启动5吨慢速卷扬机,使吊梁过混凝土坝,准确立于位置之上。
- 9)利用千斤顶使吊梁准确就位。
- (1)检查吊梁位置正确性。
- (2)在吊梁头部整好128厘米道木,并使螺杆螺帽松弛。
- (3)螺帽松至16厘米,然后千斤顶顶起20厘米,抽出一根道木16厘米,松千斤顶,使千斤顶落在道木上。
- (4)重复上步骤,使吊梁逐步安置在盆式支座上。

三、超静定的跨中铰合拢段施工技术

该种型式由于跨中铰处理较难,采用的较少,更不适用于大跨度悬臂施工桥梁。象台北的光复桥采用支架法预制拼装,才有条件保证跨中铰的施工可能,完成只容许梁体转动和水平位移的任务。同时考虑以后由于混凝土的徐变收缩可能导致的下沉,施工时在剪力铰的水平高度增设了20厘米预留拱座。

OVM COMMUNICATION OVM COMMUNICATION

(上接第16页)

六、结语

自锚式悬索桥在中小跨径上是一种既经济又美观的桥型,对公路桥梁和行人桥梁都适合建造。在科学技术高速发展的今天,分析手段越来越先进和完善,尽管自锚式悬索桥还有着自身的缺点和局限,但在中小跨径上是一种很有竞争力的方案,它会越来越受到人们的欢迎和重视。随着实践经验的逐渐积累,自锚式悬索桥的设计理论和

施工方法也将趋于完善,相信在今后建造起更多更大的自锚式悬索桥。

参考文献

1. 颜娟编译. 自锚式悬索桥[J]. 国外桥梁 2002 (1).
2. 张哲、窦鹏、石磊等编著. 自锚式悬索桥的发展综述[J]. 世界桥梁 2003-1.