

大坡度条件下 T 梁单导梁架桥机的改装设计与应用

刘林生

(中铁十九局集团 第五工程有限公司, 辽宁 大连 116100)

摘要:针对大坡度桥梁预制梁架设,以阿尔及利亚东西高速公路(中段)18公里桥为例,在原有架桥机基础上进行了改装设计,并采取其它工程措施保证了架梁的速度、质量和安全,使大坡度 T 梁架设工作得以顺利完成。

关键词:架桥机;改装设计;T 梁;大坡度桥

中图分类号:U445 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2011)01-0045-04

0 工程概况

阿尔及利亚东西高速公路(中段)18 km 桥工程是宽度为 2×13.75 m 的高架桥,上部结构采用 36.1 m 的预制预应力混凝土 T 形梁。桥面宽度组成:0.75 m (BN4-16t 护栏) + 12.00 m (行车道) + 2×1.0 m (中央分隔带) + 12.0 m (行车道) + 0.75 m (BN4-16t 护栏) = 27.5 m。单幅桥面宽 13.25 m,横向布置 7 片梁,梁间距 1.95 m。全桥共 13 跨,合计 182 片 T 梁。该桥梁纵坡达 5%,且由于受场地限制无法采用吊车抬吊架设,只能采用架桥机架设。而普通的架桥机当坡度超过 3% 时,起吊天车的刹车动力无法抵抗预制梁的前冲动力,会造成架桥机失稳,引起安全事故^[1]。因此,大坡度桥梁架设施工成为该工程施工中的关键和难点。

1 桥梁施工方案选择

1.1 方案选择

目前,大坡度桥梁架设有三种方案可供选择^[14],订制适应纵坡 5% 架设要求的架桥机,采用吊车抬吊架设,改装现有架桥机。然而,由于场地限制本工程无法采用吊车抬吊架设,只能从另外两种方式中进行比选。

订制新的架桥机,其设计、加工由专业厂家来完成,实用性能和施工安全性可得到保障。在经济方面,购置新机需要一次性投入巨额费用,同时造成原有架桥机的闲置,经济上浪费。从施工进度方面考虑,由于新架桥机订货、加工、运输、现场拼装需要一定时间,影响工程施工进度,致使无法按时完工。改装现有架桥机,应使得架桥机在过孔和架设时充分保持水平,需要解决架桥机前后支腿高差过高问题,有一定的技术难度。但此方案可免去一次性购置新架桥机的巨额投入,改装费用较低、工时少,自主改装方便、快捷,可以立即投入使用,施工安全同样有保障。同时使原有设备得到充分运用,减少了设备折旧费。

综合上述分析,最终采用现有架桥机改装方案,根据实际施工环境,对现有架桥机进行改装,并对改装后的架桥机进行受力分析、结构计算,使得各项要求在允许范围之内,满足施工安全要求。

1.2 架桥机改装设计思想

通过对原有桥机的改装,在不破坏现有架桥机结构条件下,能够适应线路 5% 的最大纵坡架梁要求,需要解决架桥机前后支腿高差过大问题,使架桥机在运行过程中能保持平稳,并争取在满足受力和使用安全的前提下,使得原架桥机的各项技术指标能有所提高^[3]。

收稿日期:2011-01-07

作者简介:刘林生 男 1962 年出生 高级工程师

2 改装技术措施

为满足大纵坡条件下架梁作业要求,对现有架桥机进行改装的主要内容包括:前支腿加高、加长主梁、主梁加固、铰支座改造、马鞍装置改造等。

2.1 前支腿加高

考虑各种材料的力学性能、经济性及市场加工方便性,横梁采用 20# 工字钢,横梁支架采用 20# 工字钢焊接,如图 1 和图 2 所示。横梁支架按桥面横坡 2.5% 设计,支架高度见表 1。

表 1 支墩高度参数

位置	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
左幅	45	50	55	60	55	70	75
右幅	45	50	55	60	55	70	75

前支腿属于轴心受压构件,需要对其稳定性进行验算,计算公式为^[5]

$$N/(\varphi A) \leq [\sigma] \quad (1)$$

式中, N 为轴心压力; φ 为轴心受压构件的稳定系数; A 为构件的毛截面面积; $[\sigma]$ 为钢材的抗压强度允许应力值(该支腿所用工字钢材料为 Q235 钢,其值取 190 N/mm^2)。

根据桁架自重及梁重,前支腿单边最大所受重量 $P = 36.5 \text{ kN}$,单根工字钢轴心压力 N 取值为 18.25 kN , A 为 39.5 cm^2 ,单根工字钢最大长度为 L_0 为 75 cm ,稳定系数由 $\lambda = L_0/i = 94.2$,查规范稳定系数表^[5]得 φ 为 0.634 ,代入式(1),得 $36\,500/(0.634 \times 3\,950) = 14.5 < 190$ 。因此,前支腿稳定性满足要求。

2.2 架桥机长度的确定及架桥机抗倾覆验算

原主梁为 53.5 m ,决定将架桥机主梁加长 20 m ,对主梁进行抗倾覆验算。抗倾覆计算模型如图 3 所示,抗倾覆计算数据如表 2 和表 3 所示,配重采用 $2 \text{ m} \times 1.35 \text{ m} \times 0.88 \text{ m}$ 的钢筋混凝土块,质量约为 6 t 。

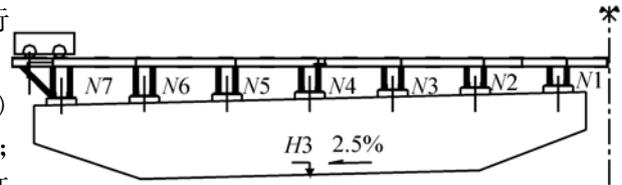


图 1 前支腿加高示意

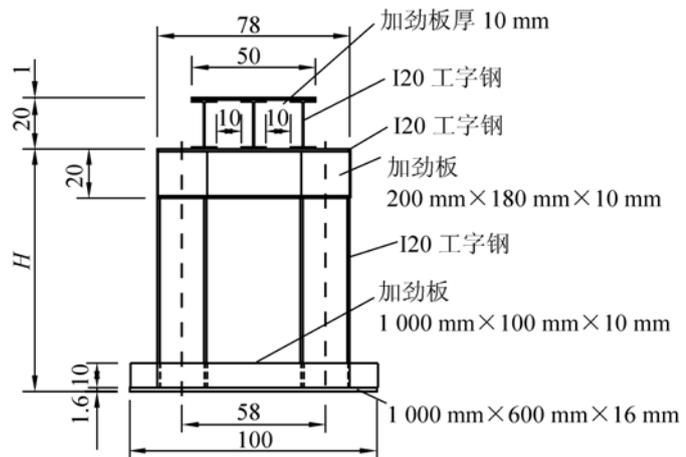


图 2 前支腿加高支架(单位:cm)

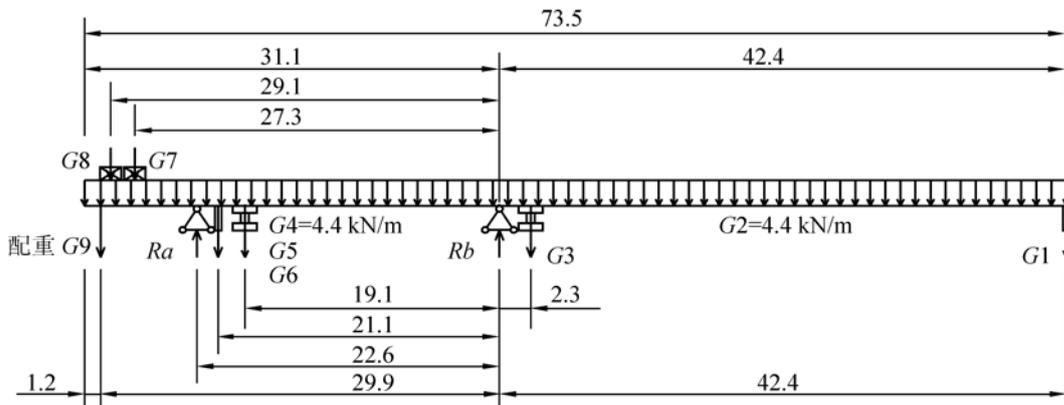


图 3 加桥机主梁加长 20 m 后的抗倾覆计算示意(单位:m)

表 2 架桥机主梁加长 20 m 后的倾覆计算表

构件名称	荷载/kN	距前支点距离/m	弯矩/(kN·m)
前支腿 G1	10	42.4	424
前悬臂导梁 G2	186.58	21.2	3 955
前支架 G3	32	2.3	73.6

表 3 架桥机主梁加长 20 m 后的抗倾覆计算表

构件名称	荷载/kN	距前支点距离/m	弯矩/(kN·m)
后导梁 G4	136.84	15.55	2 127.9
后支架 G5	50	19.1	955
后支腿 G6	20	19.1	382
天车 1G7	45	27.3	1 228.5
天车 2G8	45	29.1	1 309.5
配重块 G9	60	29.9	1 794

根据表 2,表 3,倾覆弯矩 $M_{倾}$ 合计为 4 452.6 kN·m,抗倾覆弯矩 $M_{抗}$ 合计为 7 796.9 kN·m,抗倾覆安全系数 $K = M_{倾}/M_{抗} = 1.75 > 1.5$,因此,主梁抗倾覆性能满足要求^[6]。

2.3 悬臂过孔的验算

过孔时,辅支腿与主梁大悬臂过孔,到位后支撑起辅支腿后,再前移前支架到前台盖梁,见图 4 所示。

(1)主梁强度的计算。主梁截面如图 5 所示。主梁总长为 73.5 m,过孔时悬臂长度为 41.5 m,主梁的均布载荷为 4.4 kN/m。辅支腿(包含前支腿 G1 和前支架 G3)总重为 42 kN。辅支腿产生的弯矩 $M_{辅} = 958.7$ kN·m(单主梁)。悬臂主梁产生的弯矩 $M_{主} = 4 167.8$ kN·m。总的弯矩 $M_{总} = M_{辅} + M_{主} = 5 126.5$ kN·m。

易知 $W_{x上} = 22 129$ cm³, $W_{x下} = 29 328$ cm³。因此, $\sigma_{上} = 231.66$ N/mm² $> [\sigma] = 190$ N/mm², $\sigma_{下} = 174.79$ N/mm² $< [\sigma]$ 。

由以上可知,上弦应力用的较足,悬臂根部节主梁上弦应补强。补强措施为腹板加 2 块 12 mm 厚钢板,底面各加一块 10 mm 厚钢板。此时 $W_{x上} = 32 695.7$ cm³, $W_{x下} = 42 626.6$ cm³。上弦应力 $\sigma_{上} = 138$ N/mm², $\sigma_{下} = 106$ N/mm²,满足要求。

(2)稳定性的计算。倾覆力矩 $M_{倾} = 553.2 \times 10^4$ kN·m,稳定力矩(配重块按 6 t 考虑,两台起重小车及横梁质量 18.4 t) $M_{稳} = 950.3 \times 10^4$ kN·m,稳定系数 $M_{稳}/M_{倾} = 1.7$,能够符合安全要求。

2.4 架桥机铰座改造

由于架桥机支座受力加大,对架桥机铰座进行了补强,以保证安全,改装后的铰座构造如图 6 所示。

3 方案效果

在架桥机过跨时实测挠度如表 4。

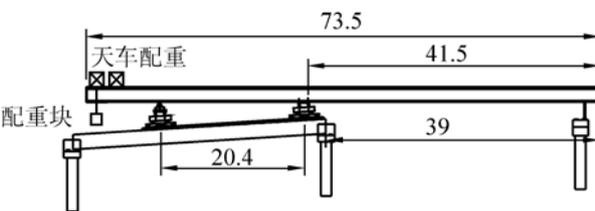


图 4 加桥机过跨示意(单位:m)

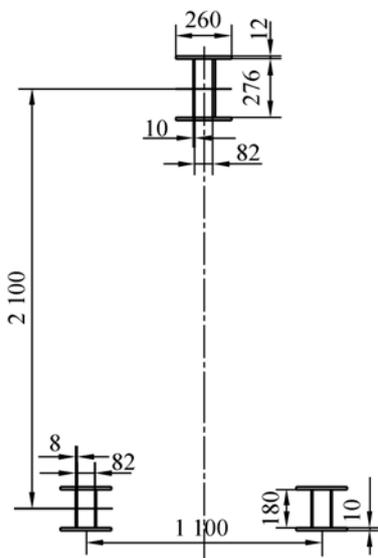


图 5 架桥机主梁截面(单位:cm)

表 4 架桥机过跨 T 梁挠度

过孔	挠度/mm	过孔	挠度/mm
13 跨 - 12 跨	450	7 跨 - 6 跨	680
12 跨 - 11 跨	1 203	6 跨 - 5 跨	1 101
11 跨 - 10 跨	2 080	5 跨 - 4 跨	480
10 跨 - 9 跨	2 097	4 跨 - 3 跨	1 153
9 跨 - 8 跨	2 070	3 跨 - 2 跨	1 365
8 跨 - 7 跨	376	2 跨 - 1 跨	686

