

文章编号 :1004 —5716(2003)02 —124 —03

中图分类号 :TH213. 5 文献标识码 :B

高速公路制梁场 100t 龙门吊的设计安装与使用

李振周

(中铁一局集团第一工程有限公司,陕西 西安 710054)

摘 要:着重介绍勉宁高速公路 MN - 10 标段圆坝子制梁场施工用 100t 龙门吊的设计、安装与使用。
关键词:100t 龙门吊;设计;安装;使用

1 工程概况

陕西勉宁高速公路 MN - 10 标段大桥四座,位于曲线半径 R = 400m及 R = 800m的反向曲线上,分别跨越玉带河。四座大桥均为分离式双幅跨河高架桥,上部为 30m 预应力砼装配式箱梁,下部为双柱墩、独立空心墩及钻孔桩基础。双幅桥间距 1m,关门寺大桥桥墩同位布置左幅 12 孔右幅 7 孔;铜车坝大桥双幅同位布置,均为 10 孔;圆坝子大桥双幅均为 12 孔错位 10m 布置;关峡大桥左幅 8 孔右幅 9 孔错位 12m 布置。单幅桥面宽11.75m,每孔 4 片箱梁,单片梁重 78t,四座桥 320 片箱梁。

2 制架梁方案

山区修建高速公路,场地狭窄,四座大桥分别由路基、隧道相隔,工期又紧。根据现场条件,关门寺大桥采用台后路基制梁,架桥机架梁,其余三座大桥 244 片箱梁采用集中预制,龙门吊机移喂梁,架桥机架设的施工方案。

预场设在圆坝子玉带河大桥第 5 孔右侧,台座与桥轴线平行,制梁场初存梁 76 片,预制梁 244 片,这样 78t 的预制梁在梁场移存及架梁时提到 4[#]、5[#]墩处的临时支承墩上(提高约20m),给施工带来了很大困难,为了降低成本及满足施工要求,利用万能杆件自行设计安装了 100t 龙门吊机移喂梁。架桥机采用自行设计的 100t 双导梁架桥机。

3 龙门吊设计

3.1 吊重的确定

一片箱梁最重 78t,考虑冲击系数 1.25,最大吊重按 100t 设计。

3.2 结构尺寸的确定

3.2.1 龙门吊净跨度

圆坝子大桥 4[#]与 5[#]桥墩帽最大距离 32.3m,拟定龙门吊机净跨度为 34m,墩帽外侧安全距离为 85cm,能满足提梁和移梁的要求。

3.2.2 龙门吊净高度

4[#]、5[#]墩高 15.5m,梁高 1.6m,为了满足净空高度要求,确定龙门吊净高度 22m。龙门吊机的净空尺寸及结构形式如图 1,龙门吊机万能杆件型号及数量见表 1。

3.3 最大轮压计算

根据荷载计算确定龙门吊机工作时所需要的轮子数目和直径,然后根据轮子数目确定采用单轨还是双轨走道。

3.3.1 荷载估算

表 1 龙门吊机万能杆件型号及数量

型号	数量	单根重(kg)	总重(kg)
N ₁ H	600	73.1	48860
N ₂ H	136	36.5	4964
N ₃ H	408	30	12240
N ₄	1728	15.62	26991.36
N ₅ H	1338	21.8	29168.4
N ₆ H	792	11.8	9345.6
N ₇ H	208	10.9	2267.2
N ₈ H	216	10.6	2289.6
N ₁₁ H	20	47.3	946
N ₁₃ H	72	21.3	1533.6
N ₁₄ H	80	26.0	2080
N ₁₅ H	344	3.64	1252.16
N ₁₈ H	532	5.9	3138.8
N ₁₉	314	3.11	976.54
N ₂₀	1406	2.26	3177.56
N ₂₂	100	20.1	2010
N ₂₄ H	18822	0.428	8055.816
N ₂₅ H	11720	0.721	8450.12
N ₂₆	170	29.21	4965.7
N ₂₉	28	77.6	2172.8
N ₁	8	自制结点板同 N ₂₉ 型状	
N ₂	12	[_{32c} 2.4m	
垫圈	∅22 的 56466 个, ∅22 的 35160 个		
合计	16988.256kg		

3.3.1.1 恒载对轮子产生的反力

- (1) 龙门吊结构部分自重。
- (2) 走行部分自重。因吊重较大,龙门较高,拟定采用双轨走道,8 对轮组,轮径 Φ700mm。
- (3) 走行小车连接部分自重。
- (4) 脚手架人行道板重。

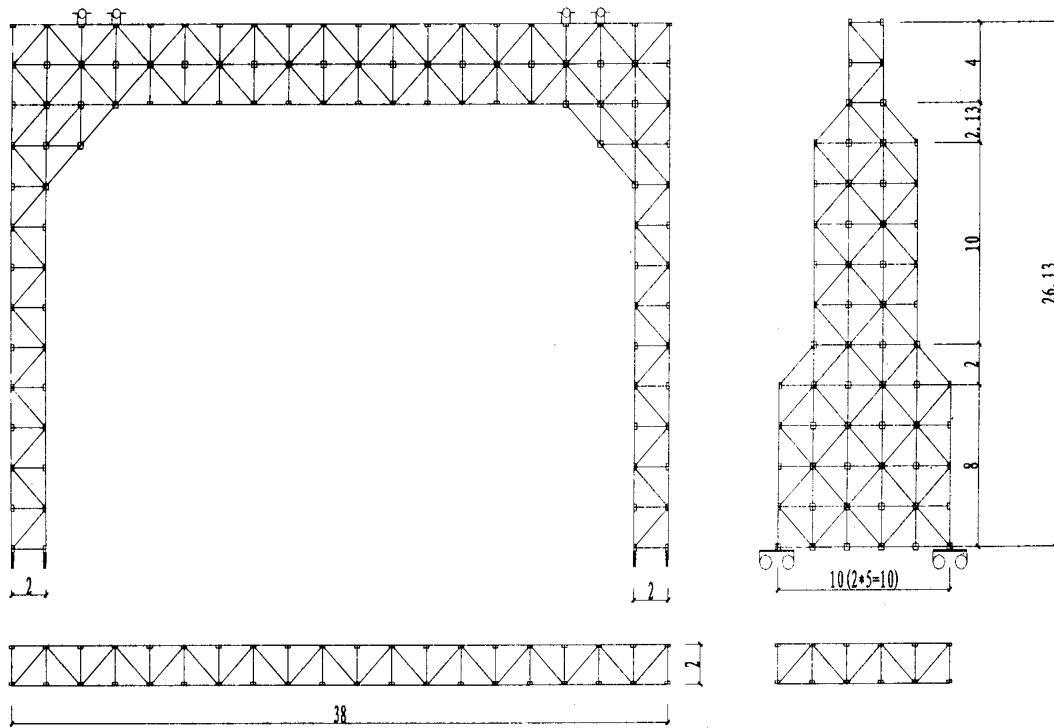


图 1 龙门吊机结构图(单位:m)

恒载重共计 121.6t, 分配到 16 个轮, 每个轮压力为 $R_{恒} = 7.5t$ 。

3.3.1.2 活载对轮子产生的反力

最大梁重 78t, 考虑制梁误差及冲击影响取活载重 96.8t, $R_{活} = 6.05t$ 。

3.3.1.3 纵向风力对轮子产生反力

龙门吊机工作状态下风力对轮子产生的反力 $R_{风} = 0.27t$ 。

3.3.1.4 在恒载、活载作用下,由水平反力产生的轮压

龙门吊机为刚性框架结构, 计算出铰点处水平反力, 由铰点处水平反力产生的轮压 $R_H = 0.38t$ 。

3.3.1.5 龙门吊行进时由制动引起的反力

《桥规》规定制动力为竖向静活载的 10% 计, 因龙门吊移动速度较慢, 故可取 4% 值计算。

$$R_{制} = 0.006t$$

计算出最大轮压 $R_{max} = R_{恒} + R_{活} + R_{风} + R_H + R_{制} = 14.02t$

考虑到轮子受力时, 可能出现不均匀受力现象, 应乘以不均匀系数 1.2, 则 $R_{max} = 17.04t$

走行轮直径 $\varnothing 700$, 工作状态下许用轮压为 23.4t, 查《机械设计手册》表 271-88, 能满足工作要求。

3.4 龙门吊稳定性计算

找出最不利的工作条件下, 龙门吊机的稳定性必须满足 $M_{稳}/M_{倾} \geq 1.3$, 经计算最不利工作状态下 $M_{稳}/M_{倾} = 3.9 \geq 1.3$, 满足稳定性要求。

3.5 龙门吊机各杆件的内力分析及截面选择

3.5.1 横梁计算

经计算分析, 采用双层横梁, 上弦杆和下弦杆采用四拼 $4N_1H$, 中间横杆采用双拼 $2N_1H$, 腹杆及竖杆采用双拼 $2N_1H$ 及 $2N_4$, 在两吊点下腹杆采用 $2N_3H$ 号铁增加抗剪。

3.5.2 龙门吊立柱计算

经计算分析, 变截面上部采用 $4N_1H$, 变截面下部中心两组立柱杆件采用 $2N_1H$, 两侧四组立柱杆件采用 $4N_1H$, 腹杆采用 $2N_4$ 及 $2N_5H$ 。

3.6 横梁挠度计算

在吊机起重过程中, 如横梁发生过大挠度会影响结构, 甚至危及整个吊机的安全, 故一般规定横梁的允许挠度 $[f] = 1/700$, 在本吊机中 $[f] = 5.14cm$ 。

横梁的总挠度在恒载和活载共同作用下, 经计算 $f = 3.58 < [f]$, 满足施工要求。

3.7 起重部分设计

根据起重要求设计快速吊钩和慢速吊钩。快速吊钩用梁场起吊轻的重物, 慢速吊用于起吊 78t 的箱梁。

3.7.1 快速吊钩的设计

采用 2 台 5-30D 型电葫芦, 轨道型号为 25b 型工字钢, 吊运制梁场 10t 以下的重物。

3.7.2 慢速吊钩设计

采用 JM8 卷扬机 2 台, 通过两组 50t 的 5 饼滑车 4 个, 能起吊

100t 的重物。

3.7.2.1 起吊绳进入卷扬机单头拉力 T_p 。

$$T_p = \mu Q_{\max}$$

起重索有效走绳为 11, 动滑轮、定滑轮各为 5 个, 单头从动滑轮绕出。

式中: μ ——滑轮组省力系数, 取 0.1;

Q_{\max} ——单钩最大吊重, 取 50t。

$$T_p = \mu Q_{\max} = 5t$$

表 2 起重部分材料表

编号	名称	规格	单位	数量	附注
1	滑车组	50t5 门	个	4	
2	卷扬机	JM8	台	2	大吊钩用
3	起重绳	6 \times 37	m	1000	大吊钩用
4	钢丝卡	Y ₇ -22	个	20	用于 $\varnothing 21.5$ 钢丝绳
5	电葫芦	5-30D	台	2	用于小吊钩
6	工字钢	25b	m	30	电葫芦

3.8 龙门吊运行装置的设计

100t 拼装式龙门吊单侧双轨运行, 每侧 4 组走行轮, 其中每道轨上一组主动走行轮箱, 主动轮箱采用电力驱动。4 台电动机 Y132s-4-x7/w 型, 功率为 4 \times 5.5kW; 减速器采用摆线针轮减速器, 型号为 XW₀-7, 减速比 87; 制动装置为液压推杆制动器, 由机型号为 YDT-140-2, 4 台电动机由 1 台 KT12-60J/1 型凸轮控制器控制, 以保证 4 台电动机同步动作。

4 安装

4.1 安装步骤

在安装时因走行轮未加工好, 安装步骤为两塔架 横梁 走行轮 卷扬机 电葫芦。

4.1.1 塔架安装

用枕木作塔架的临时底座, 并进行操平, 高度略低于走行架高度。

在安装时必须按设计要求进行, 操作人员必须按照高空作业要求采取安全防范措施。

拼装到一定高度时, 要注意拉缆风绳, 防止安全事故发生。

拼装完后一定要在塔架的前后拉 4 根缆风绳, 增加稳定性, 两侧塔架及枕木垛高均为 2280cm。

4.1.2 横梁的安装

横梁长 38m, 采用支架拼装, 卷扬机提升杆件。

(1) 用 $\varnothing 38 \times 3.8$ 钢管在龙门吊机横梁下搭设三个临时支墩, 用方木找平, 并用缆风固定临时墩。

(2) 先按拼装下层横梁, 再拼装上层横梁, 两层横梁高 4m。

4.1.3 走行轮安装

(1) 用 4 台 50t 液压千斤顶将一侧龙门吊塔架升高 10cm, 保证塔架底高度 85cm。

(2) 分别安装走行轮组, 上好螺栓。

(3) 抽掉枕木垛, 走行轮用铁鞋支垫, 防止走动。

4.1.4 安装大吊钩

(1) 横梁上安装卷扬机处搭设小龙门架。

(2) 用 5t 卷扬机通过滑车提升 JM8 卷扬机安装到位。

(3) 分别安装两侧吊钩, 穿好滑车组。

4.1.5 安装电葫芦

(1) 用 2 台 3t 卷扬机提升 25b 工字钢电葫芦走行轨道。

(2) 分别提升 2 台 5t 电动葫芦并安装。

(3) 拆除横梁下 3 个临时支承墩。

4.2 检查各部分安装情况

对安装好的各部分进行全面检查连接是否牢固, 各部分空载运转是否良好, 符合设计要求后进行试吊。

4.3 龙门吊机鉴定

4.3.1 空载试验

各种机构在空载情况下, 进行全行程的运行, 检查电器设备、刹车、示警信号、限位器等是否可靠。

4.3.2 荷载试验

起吊一片梁检测龙门吊机的变形情况, 通过梁的升降检测卷扬机的刹车情况, 整机运行检查走行机构的制动情况以及运行中遇到障碍物自动断电情况, 经检测符合设计要求。

4.3.3 加载试验

(1) 加载 110% 的动载试验。

(2) 加载 125% 的静载试验。

经鉴定均符合设计要求, 满足施工需要。

5 全操作及注意事项

(1) 使用前必须制定安全操作规程。

(2) 操作人员必须掌握操作原理, 持证上岗。

(3) 使用中操作人员必须按照指挥人员的手式进行操作, 指挥人员必须是指定的专职人员。

(4) 使用中在整机运行过程不要提升, 先提升到位再整机行进。

(5) 对起重设备的各个部位应注意日常保养和检查, 并填写保养和检查记录。

(6) 整机移动时要先注意观察确定移动方向以便操作相应的控制按钮, 这样可以杜绝事故的发生。

6 使用情况

通过使用, 100t 龙门吊机具有以下特点:

(1) 成本低, 梁使用效率高。

(2) 设计起吊重物的最大载重量完全能满足施工需要。

(3) 设计起吊高度 20m 完全满足提升喂梁高度的要求。

(4) 龙门吊结构设计经鉴定及实际施工, 其挠度和变形均符合国家起重机行业标准。

(5) 控制电路设计合理, 操作简便, 运行灵活可靠。

(6) 维修保养简单方便, 均按国家起重机行业标准执行。

(7) 设计的不足: 固定吊点应尽量靠近横梁结点若不能靠近结点, 采取加强措施。