

四线连续梁贝雷桁架拆除技术

唐鹏飞

中铁十四局集团第四工程有限公司 山东 济南 250000

【摘要】：本文针对温州市域铁路软土地区墩身高、便道窄（单侧便道）、吊机可操作范围受限等状况，在总结双线现浇梁整体落架工艺基础上，详细介绍了四线连续梁支架卸落的主要工艺步骤、安全关键注意点及防控措施，解决了四线连续梁支架卸落中千斤顶同步回缩，稳步落梁的难题，最终实现了对支架的整体卸载、拆除，效率较高，安全可靠。

【关键词】：整体落梁；贝雷梁支架；优化；市域铁路

1 工程概况

温州市域铁路 S2 线一期工程土建 SG7 标段，起讫里程为：DK74+258~DK82+919，全长 8413.75m，包含 3 车站 2 区间 1 隧道，全线共计现浇简支梁 197 跨，连续梁 8 联（四线 4 联，双线 4 联），支架全部采用钢管立柱+贝雷梁式支架。吊装作业受墩柱高、单侧便道等环境制约影响，支架拆除的施工难度较大，在总结原双线现浇梁支架整体落梁方案的基础上，通过综合比选，确定了采用贝雷梁支架左、右幅同步下落的拆除方案，实现了对支架的整体卸载、拆除，确保了施工安全。

2 四线连续梁支架形式

本文以 4*35m 四线连续梁为例，支架全部采用梁柱式支架形式，即“钢管立柱（ $\Phi 630 \times 8\text{mm}$ 钢管）+双层加强型贝雷梁”。支架利用承台作为支架基础，采用钢管立柱（ $\Phi 630 \times 8\text{mm}$ 钢管）作为临时支撑，横桥向布置 9 根，单跨纵桥向最大跨度 29.91m。钢管立柱顶均设置砂箱作为模板卸落装置，其上放置双拼 I56a 工字钢作为柱顶分配梁，贝雷梁上横梁采用 I12 工字钢，间距 75cm，纵肋采用 10cm \times 10cm 方木，间距 20cm，底模板采用 18mm 厚竹胶板，见图 1-图 2。

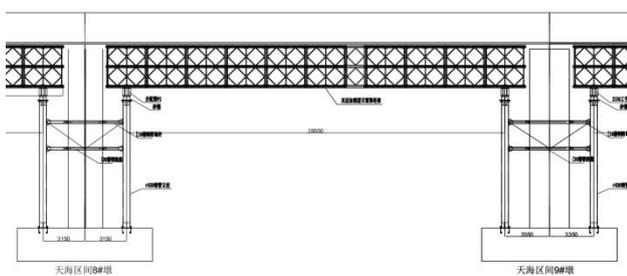


图 1 支架纵断面图（1 跨）

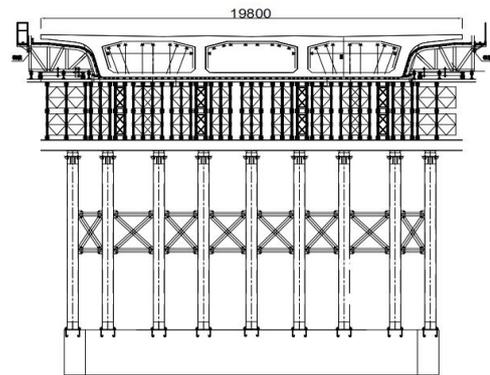


图 2 支架标准断面图

3 支架拆除方案比选

方案一：传统方法拆除贝雷支架

在高架桥等工程的现浇箱梁中，在拆除贝雷梁时一般采取逐组外移贝雷梁，然后采用两台吊机同时吊装落地的方案。缺点：便道等周围环境受限，操作难度大、安全风险高、拆除速度慢，成本及费用较高。

方案二：全幅支架整体卸落

通过 8 处落梁装置的精轧螺纹钢吊杆将全幅贝雷梁体系吊在张拉后的梁体上，通过千斤顶若干次油顶同步回缩支架整体稳步下落。优点：速度相对较快。缺点：无法保证 8 处千斤顶同步回缩，同步性差，安全风险较高。

方案三：左、右幅同步交错卸落支架

通过 8 处落梁装置的精轧螺纹钢吊杆将整个贝雷梁体系吊在张拉后梁体上，通过千斤顶若干次油顶同步回缩，左、右幅支架交错同步交错稳步下落，高差严禁超过 10cm。优点：支架落梁较安全，可控性较高。

综上所述，从安全、成本、施工工艺的科学性等方面综合考虑，决定采用贝雷架左、右幅同步落梁方案施工。

4 支架同步交错落梁方案

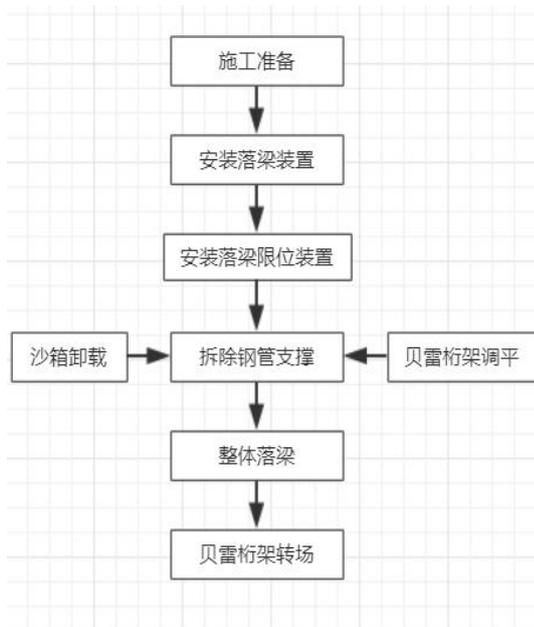


图3 工艺流程图

4.1 施工准备

4.1.1 材料准备

表1 主要投入材料表

序号	名称	规格	数量	备注
1	精轧螺纹钢	Φ40 12m/根	16	吊杆
2	精轧螺纹钢	Φ40 6m/根	16	吊杆
3	螺母	Φ40	96	
4	垫片	140*140*20mm	48	
5	连接器	Φ40	16	
6	落梁台座	3cm 钢板	8	
7	U型卡	Φ20	80	

4.1.2 机械设备

表2 主要施工机具设备表

序号	名称	单位	数量	规格	备注
1	千斤顶	台	8	250t	
2	油泵	台	4		每台油泵带2个千斤顶
3	汽车吊	台	1	25t	
4	手拉葫芦	个	8	5t	
5	电焊机	个	2		

4.1.3 现场准备

- (1) 进行拆除安全技术交底;
- (2) 完成了所有预应力束的张拉、压浆施工;
- (3) 对现浇梁展开核验, 保证拆卸可以安全进行, 同时发布正式命令, 才能够进行施工;
- (4) 检查精轧螺纹钢预留孔, 确保所有预留孔垂直。

4.2 安装落梁装置

采用吊车将千斤顶、落梁台座吊至对应位置, 后将精轧螺纹钢穿过上落梁装置放至双拼 56a 工字钢横梁处, 安装下吊点, 并将下横梁提升至贝雷梁底部, 使贝雷梁固定在上落梁装置上, 并调整上落梁装置上端螺母和下端螺母的位置, 使贝雷梁在下落时整体下落控制在 10cm 内。

该项目最大落梁高度为 9.5m, 双层加强型贝雷梁高度 3.2m, 下横梁 0.56m, 下吊点 0.25m, 梁高 2.15m, 上落梁装置高度 1m, 总高度 16.66m, 故采用原材长度 12m 和 6m 的精轧螺纹钢。安装精轧螺纹钢时, 以 6m 长精轧螺纹钢作为底节, 此时精轧钢连接器位置处于梁体箱室内, 避免了连接器通过千斤顶, 需要更换特殊垫片或增加其他工序, 导致安全风险的增加。



图4 落梁装置图

4.3 安装限位装置

为避免出现贝雷梁在落架过程中发生纵横位移, 同时为防止端头分配梁出现侧翻, 进行落架操作前, 采用 Φ20U 型卡, 将分配梁与贝雷梁两者固接, 限制整个贝雷梁支架体系的偏移。

4.4 左右幅支架体系分离

落梁前将每孔的支架贝雷桁架分割为左右两幅, 拆除处于分割线一侧的贝雷梁顶部工字钢分配梁的 U 型卡、方木及模板, 保证左右两幅完全分离。同时将连续梁横梁处模板、方木断开, 使前后两孔模板、支架分离。



图5 左右幅支架体分离

4.5 拆除钢管支撑

先断开相邻两跨贝雷梁墩顶连接处贝雷片，加强弦杆，墩身上部模板与支架上部模板断开，然后进行砂箱卸载。拆除钢支墩时，先卸载跨中两排，然后两侧钢支墩同步进行。砂箱卸载后，将精轧螺纹钢吊杆锁死，然后将落架体系上调，使整个贝雷梁连同双拼工字钢横梁固定于梁上，然后用吊机拆除剩余钢管支墩。

4.6 支架落梁

落梁前先测定两侧梁底高差，首先利用一侧落梁装置将一端下落使贝雷梁处于水平状态，然后四处落梁装置同时工作，缓慢下落至地面。支架卸落工作由专人统一指挥，卸落中应派人观察支架系统，确保左、右幅贝雷梁同步下落。



图6 支架落架中



图7 支架落梁后

4.7 贝雷梁转场

将木方及模板拆卸并转到后一处，完成后进行贝雷梁上连接部件的拆卸，之后逐组转移到后一处。

5 安全关键注意点及防控措施

5.1 精轧螺纹钢主、副吊杆的精确定位及保护

(1) 精轧螺纹钢主、副吊杆的预留孔洞，必须预埋准确，同一排预留孔必须在同一轴线上。

(2) 精轧螺纹钢吊杆在使用过程中注意不得电焊或作为导体。控制好落架过程中支架的平衡，防止孔道对吊杆形成较大的弯折力。

(3) 由于该普通精轧螺纹钢长度为12m，需采用规格配套的连接进行接长，接长时必须采用专用扳手对连接器进行拧紧、加固，防止在千斤顶工况下，出现脱丝、断开等情况，精轧螺纹钢过孔或距离其他结构过近时，应增加过孔

皮垫，以保护精轧螺纹钢不受损伤。

(4) 落梁前，必须按方案安装好辅助吊杆，以确保在落架中个别精轧螺纹钢吊杆出现剪断能起到安全保护的作用，见图4。

5.2 防止梁板在千斤顶受力工况下出现裂缝破坏

(1) 由于梁面存在坡度，因此落梁前需在上落梁装置下采用沙子进行找平，在沙子上面再铺垫一块1m*1m*0.03m的钢板，以确保梁板受力均匀，见图4。

(2) 预留孔处应设置钢筋网片或螺旋筋进行加强布置。

5.3 严格控制左、右幅支架下落的同步性

(1) 落梁前仔细检查贝雷架体系左、右幅横向分配梁及前后两相邻跨支架、模板断开情况，确保支架落梁中不受干扰，见图5。

(2) 为控制好支架下落的同步性，确保左、右幅支架下落高差不大于10cm，安排专人量测、标记精轧螺纹钢吊杆下落高度，见图8。



图8 精准控制吊杆下落

5.4 避免贝雷梁落地后失稳及倾覆

由于地基为软土地基，在贝雷梁支架卸落后，不可直接卸落至地面，应采用原钢管柱做支撑，且采用U型螺栓将工字钢与横梁进行固定，防止在吊装倒运时，出现支架倾覆，见图9。



图9 采用U型螺栓进行固定

6 支架落梁验算

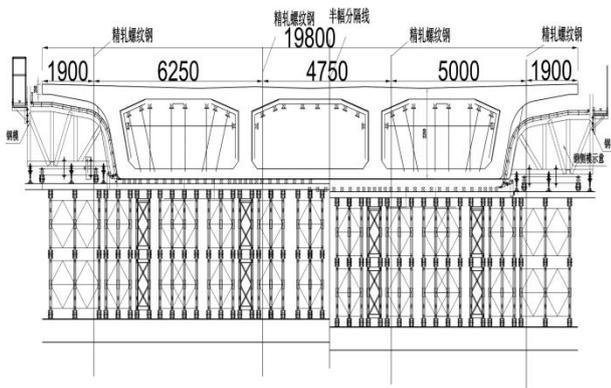


图 10 吊杆断面布置图

为确保贝雷梁下落安全，需分别对左、右幅横向分配大梁进行受力分析，先取左幅分析。

6.1 荷载计算

模板采用厚度为 18mm 竹胶板，长 32m，宽 8.1m，密度 ρ 取 750kg/m³。

$$M_{\text{模板}} = \rho V = 750 \times (8.1 \times 32 \times 0.018) = 3.49t$$

方木采用 10×10mm 方木，顺桥向 32m，横桥向布置 29 根，密度 ρ 取 750kg/m³。

$$M_{\text{方木}} = \rho V = 750 \times (0.1 \times 0.1 \times 32 \times 29) = 6.96t$$

贝雷梁+加强弦杆+花架：

$$M_{\text{贝雷梁}} = 460 \times (0.270 + 0.080) + 46 \times (0.180 + 0.053) + 280 \times 0.042 = 183.47t$$

双拼 I56a 工字钢：

$$M_{I56a\text{工字钢}} = 12 \times 4 \times 106.316 = 5.10t$$

I12 工字钢（贝雷梁上横桥向工字钢）：

$$M_{I12\text{工字钢}} = 12 \times 43 \times 13.987 = 7.27t$$

合计：3.49+6.96+183.47+5.1+7.27=206t。

每排贝雷梁 206/23=9.0t，每排单侧 4.5t，单根 I56a 工字钢 2.25t，贝雷梁处作用在单根 I56a 工字钢 F 合=22.5KN。

6.2 横向分配大梁受力分析

经采用 MIDAS 建模计算可得，单拼 I56 工字钢弯曲应力：

$$\sigma_{\text{max}} = 72.2MPa \leq 215MPa，\text{满足要求。}$$

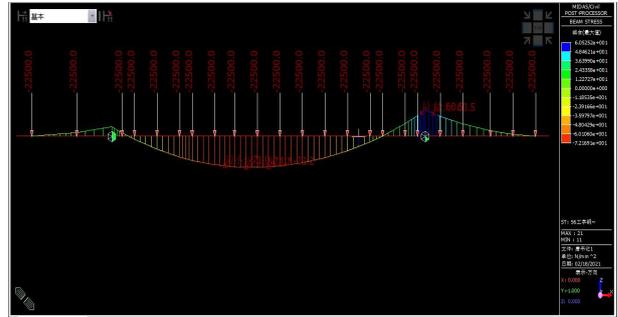


图 11 工字钢弯曲应力图

单拼 I56a 工字钢剪切应力：

$$\tau_{\text{max}} = 32.5MPa \leq 125MPa，\text{满足要求。}$$

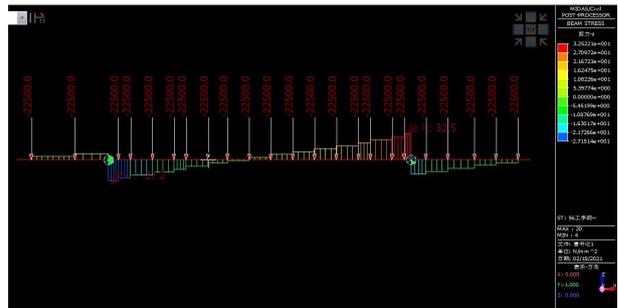


图 12 工字钢剪切应力图

单拼 I56a 工字钢挠度：

左侧悬臂端 $f_{\text{max}} = 2.76\text{mm} \leq 1900/200 = 9.5\text{mm}$ ，满足要求。

右侧悬臂 $f_{\text{max}} = 1.84\text{mm} \leq 2475/200 = 12.38\text{mm}$ ，满足要求。

$$\text{跨中 } f_{\text{max}} = 4.96\text{mm} \leq 6250/200 = 31.25\text{mm}$$

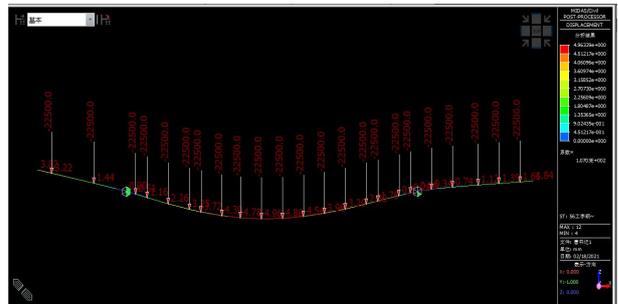


图 13 工字钢挠度图

由上可得：左幅单拼 I56a 工字钢强度、刚度满足要求。

右幅横向分配大梁分析计算同左幅，经计算：每排贝雷梁 180.42/20=9.0t，每排单侧 4.5t，单根 I56a 工字钢 2.25t，贝

雷梁处作用在单根 I56a 工字钢 $F_{合}=22.5\text{KN}$ 。

右幅单拼 I56 工字钢，经采用 MIDAS 建模计算可得，
弯曲应力：

$$\sigma_{\max} = 58.1\text{MPa} \leq 215\text{MPa}，\text{满足要求。}$$

剪切应力：

$$\tau_{\max} = 23.7\text{MPa} \leq 125\text{MPa}，\text{满足要求。}$$

单拼 I56a 工字钢挠度：

左侧悬臂端

$$f_{\max} = 1.4\text{mm} \leq 227500/200 = 11.38\text{mm}，\text{满足要求。}$$

$$\text{右侧悬臂 } f_{\max} = 0.81\text{mm} \leq 1900/200 = 9.5\text{mm}，\text{满足}$$

要求。

$$\text{跨中 } f_{\max} = 1.4\text{mm} \leq 5000/200 = 25\text{mm}$$

由上可得：右幅单拼 I56a 工字钢强度、刚度满足要求。

参考文献：

- [1] 江正荣. 建筑施工计算手册[M]. 中国建筑工业出版社, 2001.
- [2] 预应力混凝土用螺纹钢筋 GB/T 20065-2016[S].
- [3] 邓麟河, 刘东杰, 穿心千斤顶整体卸落贝雷梁支架施工技术探讨[J]. 铁道建筑技术, 2015(2).

作者简介：唐鹏飞，男，毕业学校：石家庄铁道大学，毕业时间：2014年1月，所学专业：土木工程，职称：工程师，现任职务：项目书记。

6.3 精轧螺纹钢吊杆受力分析

精轧螺纹钢采用 4 根直径 $\Phi 40$ PSB830，精轧螺纹钢承载力：

$$830 \times 1257 \times 4 = 417.3\text{t} \geq 206\text{t}，\text{满足要求。}$$

7 结束语



图 14 四线连续梁成品

温州市域铁路项目已完成 2 联四线连续梁，贝雷支架左、右幅同步落架方案的成功应用在浙东沿海尚属首例，该支架落梁方案有效地降低了支架的拆除安全风险，加快了支架的周转次数，降低了施工成本，取得了较好的经济及社会效益，值得在后续类似工程施工中大力推广应用。