

中兴大桥变截面钢梁曲线滑移施工技术

吴永敏

(宏润建设集团股份有限公司, 上海市 200235)

摘要: 通过宁波中兴大桥陆上区域的变截面钢梁曲线滑移施工实例, 重点介绍了钢梁曲线滑移的关键技术, 包括支架、轨道、滑靴、动力与控制系统等设计与选型, 顺利完成了钢梁吊装、滑移、就位等施工。实测钢梁线形结果符合设计与规范要求, 具有较高的经济性与安全性, 可为类似施工提供有价值的参考。

关键词: 变截面钢梁; 曲线滑移; 关键技术; 设计与选型

中图分类号: U445.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)01-0143-03

0 引言

近几年桥梁顶推、滑移技术不断发展, 在国内大跨径桥梁施工中也经常应用, 其具有安全、经济、便于施工控制等优点。但常规桥梁顶推、滑移技术主要应用在等截面主梁, 变截面主梁基本上无应用案例。宁波中兴大桥是国内首次采用变截面钢梁曲线滑移技术, 通过专用滑靴系统设计, 实现自动适应坡度, 达到实现曲线滑移工况。本文通过介绍施工关键技术, 为今后类似桥梁的施工提供有价值的实例参考。

1 工程概况

宁波中兴大桥主桥采用一跨过江矮塔斜拉桥, 跨径布置为 $(64+86)\text{m}+400\text{m}+(86+64)\text{m}=700\text{m}$, 主桥全宽 29 m。上部结构主梁采用混合梁, 中跨及部分边跨 467 m 范围区段采用钢箱梁, 其他区段采用叠合梁; 标准段梁高 4.5 m, 主墩墩顶梁高 10.5 m^[1]。主桥的效果图如图 1 所示。



图1 宁波中兴大桥主桥效果图

该工程主桥边跨节段和主墩上部节段均采用曲线滑移工艺进行安装, 主桥南北两岸单侧滑移节段

各 19 个, 总共 38 个节段, 滑移钢梁总重约为 6 758 t。最长分段为 11 m(LBS3、LBN3), 最短分段为 4.5 m(LS0B、LS0Z、LN0B、LN0Z)。最大分段重 458.1 t(LBS1、LBN1), 最小分段重 100.7 t(LBS15)。单侧滑移钢梁分段如图 2 所示。

钢梁节段均通过船舶水运至现场, 采用 600 t 浮吊将钢箱梁节段依次吊装到起始段滑移轨道上, 安装滑靴及设备, 由跨中向边跨方向滑移; 滑移到位后拆除滑靴及设备, 落梁到桥位标高。

2 曲线滑移设计

曲线滑移设计主要包括承重支架、滑移轨道、滑靴系统、滑移动力设备与控制系统等内容。

2.1 承重支架

承重支架因根据场地条件、地质情况、上部结构梁段重量、施工影响荷载等综合进行设计, 宜采用格构式组合支架。承重支架一般利用常用材料, 立柱采用钢管, 柱顶分配梁、纵向滑道梁采用 H 型钢组合结构, 基础采用扩大基础或桩承台基础。滑移起始段支架兼作吊装平台, 设计时应适当加强。中兴桥滑移支架布置如图 2 所示。

2.2 滑移轨道

滑移轨道一般采用重型钢轨, 布置在纵向滑道梁上, 采用单侧多轨布置, 与滑道梁 H 形竖向腹板对应。为适应纵向曲线, 滑移轨道宜分段设置, 轨道下方垫钢板调整。轨道中心位置与设计轴线偏差不大于 5 mm; 单侧多根轨道面横向高差不大于 2 mm, 单根钢轨接头高差不大于 2 mm^[2]。

2.3 滑靴系统

滑靴系统由上、下两部分组成, 上部滑靴与下部滑靴通过销轴连接, 可以分拆倒运; 在轨道上坡下坡

收稿日期: 2020-06-17

作者简介: 吴永敏(1974—), 男, 学士, 高级工程师, 从事路桥、地铁隧道等工程建设。

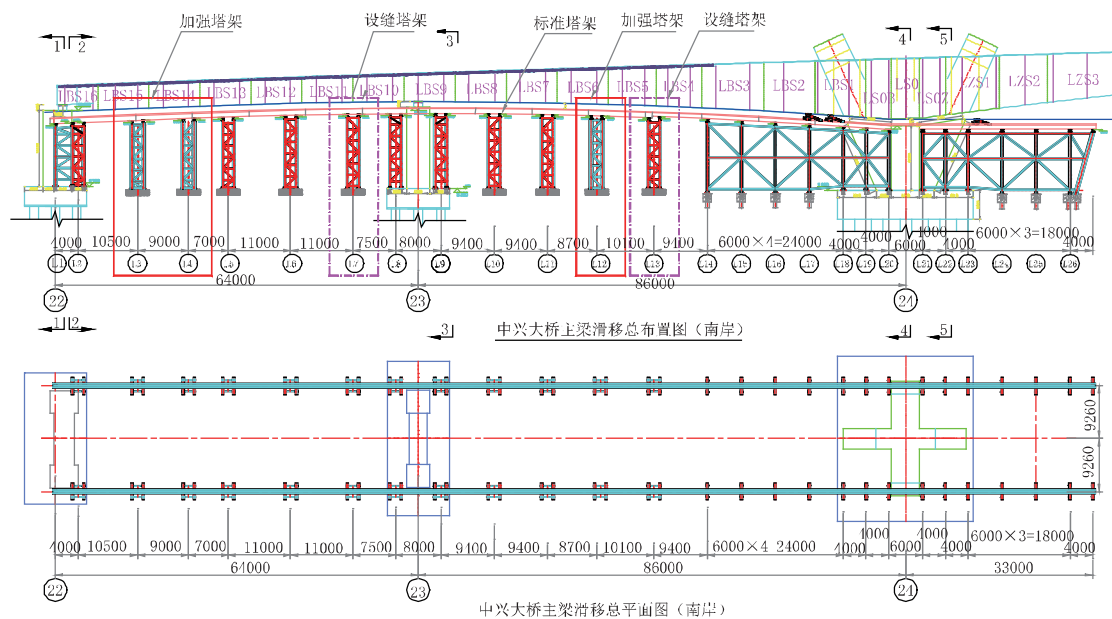


图2 单侧滑移钢梁分段及支架布置图

时,销轴转动,滑靴适应坡度。该工程所设计滑靴可转动角度为 10° ,能够适用大多数工程。滑靴系统如图3所示。

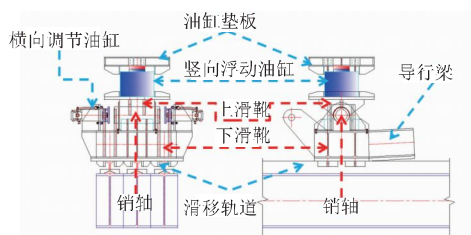


图3 滑靴系统示意图

上部滑靴用以放置上部浮动油缸及连接下部滑靴结构作业,由上部的油缸座及下部的销轴组成。上部油缸座由 $\phi 396 \times 8$ 钢管、30 mm钢板和12 mm钢板进行制作,下部销轴为 $\phi 180$ 的圆钢。

下部滑靴由铰支座和滑靴组成,铰支座用于放置上部滑靴的销轴,与上部滑靴组成销接结构;滑靴在滑移过程中与下部钢轨接触,用以支撑上部所有结构。为适应坡度,下部滑靴焊接两根与滑靴成 3° 夹角的导行梁,确保爬行到转角位置时避免卡住滑靴。

滑靴端部设置三组轨道限位板,放置滑移过程滑靴跑偏。下部滑靴伸出耳板,与爬行油缸连接。

2.4 滑移动力设备与控制系统

该工程单个节段钢梁布置四个滑靴支点进行滑移,滑靴设置于箱梁底部,与隔板位置对齐。

滑移动力设备采用在每个滑靴后端耳板配置一台顶推油缸及夹轨器,组成爬行系统,提供主梁分段向前滑移驱动力。滑移动力设备如图4所示。

顶推油缸选型需根据梁段重量及滑移支点数量计算单个千斤顶所需推力,一般推力储备系数不小

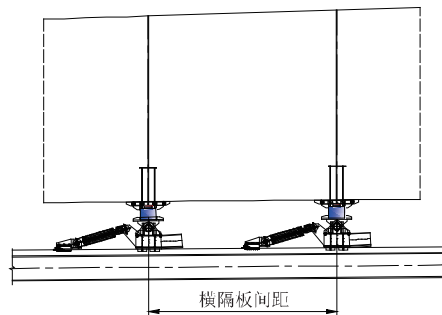


图4 滑移动力设备示意图

于2。千斤顶推力按式(1)进行计算:

$$F = \mu \eta G / n \quad (1)$$

式中: F 为所选爬行千斤顶额定推力; μ 为滑靴与滑移轨道摩擦系数,一般取 $0.15 \sim 0.2$; η 为储备系数,一般取大于等于2; G 为滑移梁段自重; n 为滑移爬行千斤顶数量。

根据各滑移点的液压油缸种类和数量,以及要求的滑移速度来布置液压泵站。根据泵站功率配备专用用电箱,将泵站与千斤顶通过油管连接,完成动力系统布置;在千斤顶油缸内安装压力、位移传感器,并将传感器与通信模块完成连接,最终与计算机控制柜连接,完成计算机控制系统布置。

3 施工关键技术

3.1 钢梁吊装

钢梁曲线滑移施工前,需将节段整体吊装至起始段滑移支架平台上方。施工前应根据现场施工条件选择合适的吊装方法,并编制吊装专项方案指导施工。

节段钢梁吊装前应做好梁段尺寸、吊耳连接、吊索具等检查工作,保证吊装安全。中兴大桥边跨钢梁

吊装如图5所示。



图5 中兴大桥边跨钢梁吊装图

该工程钢梁节段与滑靴采用高强螺栓连接,橡胶垫板过渡,需提前核查梁底的开孔连接位置。滑靴应提前布置在既定吊装就位位置,将构件吊装至滑靴上,完成梁段与滑靴的连接。

3.2 滑移施工

(1)滑移施工前应做好油缸、油管连接、液压泵站、计算机控制系统等检查,确保系统运行完好^[1]。

(2)各项系统检查无误后开始梁段滑移;油缸加载步骤按照最终所需压力40%、60%、80%的步骤进行,在一切都稳定的情况下可加到100%,正式开始滑移。钢梁滑移如图6所示。



图6 中兴大桥边跨钢梁滑移图

(3)滑移过程中应观测同步位移传感器,监测滑移同步情况。根据实际情况制定现场滑移速度,一般为4~5 m/h,最大可达10 m/h。该工程单个油缸行程为615 mm,在单个行程内,通过同步控制系统控制其同步性(位移同步、力同步),精度可达毫米级,最大误差控制在10 mm内。

(4)由于各种施工因素可能造成滑移同步性控制误差,应通过现场人工测量记录核查;每三个行程测量一次,并通过单个油缸调节误差。

(5)为保证滑移过程中的位移、负载同步,系统中需设置超差自动报警功能;一旦某跟随点主令点的同步距离差超过某一设定值,系统将自动报警停机以便检查,通过手动干预调节。

3.3 钢梁就位

(1)待钢梁滑移初步到位后,利用滑靴系统内的

横向千斤顶进行横向精确调位。

(2)因外侧油缸与落梁竖向油缸位置冲突,拆除滑移器外侧横向顶推油缸,安装竖向落梁千斤顶,油缸与钢梁底板间采用垫箱与钢垫板垫实。落梁布置如图7所示。

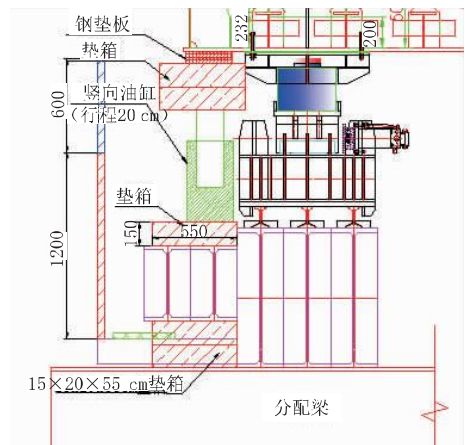


图7 落梁布置示意图

(3)拆除滑移设备,在轨道面上安装卸载支座。卸载支座采用钢垫箱组合叠高,四个滑靴拆除与支座安装替换须逐个进行,确保安全。四个卸载支座安装时必须保证垫梁高度的组合方式是相同的,当梁为变截面梁时,通过钢板、橡胶垫调节剩余高差。

(4)通过竖向落梁千斤顶与钢垫箱组合卸载支座交替承载,移除垫箱,逐步实现落梁就位。落梁时,四个支点每次抽离垫箱数量必须保持一致,对称同步进行。

3.4 钢梁局部复核

钢梁滑移、落梁时,支撑点处呈现集中受力状态。滑移系统设计时要对梁段局部强度、稳定性进行校核,不足时需进行补强。

4 结 语

宁波中兴大桥的变截面钢梁曲线滑移施工于2018年3月顺利实施完成,实测钢梁线形结果符合设计与规范要求。与原计划采用的大跨度门式起重机架梁方案比较,具有较高的经济性与安全性。曲线滑移技术拓宽了施工应用领域,其成功经验可为其他类似桥梁的施工所借鉴。

参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院. 中兴大桥及接线(江南路—青云路)工程主桥施工图设计文件[Z]. 上海, 2016.
- [2] GB/T 10183.1—2018, 起重机车轮及大车和小车轨道公差 第1部分: 总则[S].
- [3] 王宾, 蒙树昆, 李雪臣. 某钢箱梁桥顶推滑移施工关键技术[J]. 建筑结构, 2016, 46(S2): 588—594.