

某铁路钢桁梁桥支座病害整治设计及施工关键技术

崔海

(中铁大桥(南京)桥隧诊治有限公司, 江苏 南京 210032)

摘要: 支座是桥梁的重要组成构件,由于各种原因在运营多年后会出现各种各样的病害而不得不进行病害整治甚至更换。该文结合具体的工程项目,详细阐述某铁路钢桁梁桥采用单向活动支座代替辊轴的支座病害整治的设计及施工关键技术。

关键词: 支座; 病害整治; 设计

1 前言

支座是承受上部结构荷载并将其传递至下部结构的重要桥梁构件。铁路桥梁由于活载占比较高,能够达到上部结构总荷载的80%,并且铁路桥梁满载速度相当快,对于中小跨径桥梁在1 min之内即可实现满载,对支座的使用提出了很高的要求。

铁路桥梁通常使用铸钢支座,一般情况下活动支座采用辊轴或摇轴形式,相对于固定支座,活动支座具有较高的维护养护要求。支座制造及安装精度偏差、养护不到位等导致活动支座的病害普遍,对于铁路运营安全极为不利。

中国铁路进行了6次大提速,铁路桥梁承受着较原设计更为不利的荷载。而具有承上启下作用的支

座,因为运营状态改变也逐渐显露出各种各样的病害。如何快速识别并及时处理铁路桥梁支座病害是桥梁工作者面临的严峻问题。

2 项目概况

2.1 桥梁概况

某黄河特大铁路桥1976年竣工通车,正桥上部结构为1联4孔(112+120+120+112) m连续钢桁梁,总长度为464 m,总体布置如图1所示。大桥主桁架采用三角形腹杆体系平行钢桁形式,主桁高度为12.8 m,主桁中心距离为10 m,节间长度8 m。

上、下弦杆均采用组合H形截面,截面高760 mm,宽720 mm;腹杆也采用类似的组合H形截面。上部结构总重量达到了2 600 t。

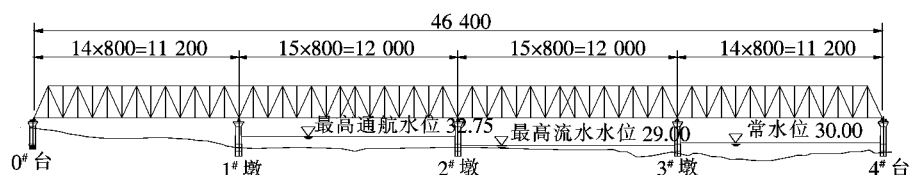


图1 某黄河特大桥立面布置图(除标高单位为m外,其余单位:cm)

该大桥上部结构载重标准为中-22级,下部结构为中-24级。

2.2 支座结构及病害

该大桥在3#墩上设置固定支座,其他支座均为辊轴支座,全桥合计使用支座10套,支座横桥向间距为10 m。辊轴支座高度1 255 mm,顺桥向长度1 100 mm,横桥向长度1 340 mm。每个辊轴支座均由上摆、下摆、辊轴及底板组成。其中上摆和底板分别与钢

桁梁及支撑垫石通过高强螺栓及地脚螺栓连接为整体。辊轴由3个小直径的辊轴并列、组联在一起。除了通过线接触应力传递上部结构荷载外,辊轴的转动适应并调节着桥梁上下部结构之间的纵向位移。辊轴截面与底座和下摆接触线为同圆心、同半径的圆弧,即相当于一个稍扁的圆柱体的滚动实现支座的平动线位移。为了保证各个小辊轴之间位移联动,在小辊轴的上下部分别设置了连杆。支座下摆与上摆的接触面加

收稿日期:2018-07-10

作者简介:崔海,男,硕士,高级工程师,E-mail:1244475021@qq.com

工成弧形以保证适应梁端转动变形需要。辊轴支座构造

造如图 2 所示。

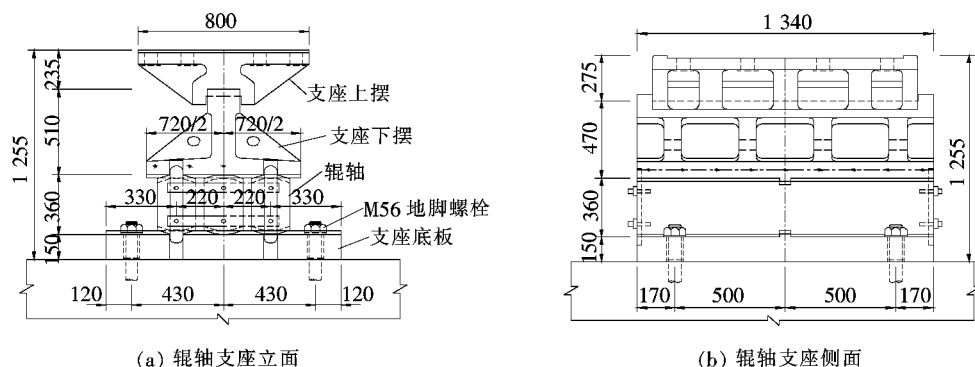


图 2 辊轴支座构造图(单位:mm)

经过近 40 年运营后,固定支座及中部的两个辊轴支座运营状态良好,但是最端部的辊轴支座由于纵桥向位移量较大,桥梁振动引起的横桥向摆动冲击力大而产生的严重病害。主要表现在各个小辊轴的倾角不一致,连接螺栓发生变形的辊轴倾角较大,连接螺栓被剪断的辊轴则倾斜严重,与其他辊轴不相互平行。

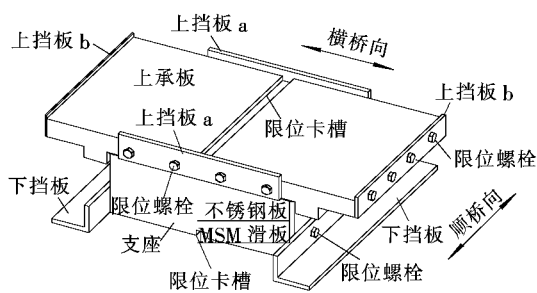
3 支座更换总体设计

3.1 总体设计思路及新制支座结构

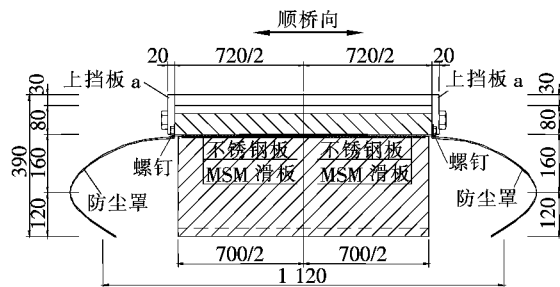
桥梁支座的病害特征显示,辊轴支座虽然满足承载力的要求,但是不能满足正常使用状态下变形的需要。因此也不能继续更换为原型号和规格的支座。综合考虑到既有钢结构支座高度大、上下部结构与既有结构连接可靠、支座的转动变形依然正常等多方面因素,最终确定为将活动支座的辊轴更换为单向滑动支座的改造方案。改造后结构的转动依然由原支座的上下板间转动实现;新更换的单向滑动支座则适应上下部结构之间的纵向滑移。

新制单向滑动支座应根据结构尺寸、使用性能、承载能力和耐久性等方面的要求进行专业设计,构造如图 3 所示。支座的高度应与原辊轴高度严格一致;上板、下板尺寸与原支座下摆及底板尺寸相匹配,并预留对应的横向限位卡槽。原支座地脚螺栓横桥向净距为 90 cm,为方便新支座安装,要求支座横桥向宽度小于 90 cm。支座设计承载力不小于 709 t,纵向活动位移量为 ± 120 mm。

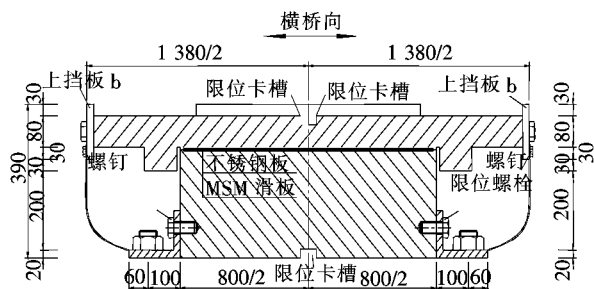
根据管理及相关规范的要求,支座设计应满足全寿命设计要求。新制单向滑动支座的滑动磨耗层要求设计使用寿命 50 年以上,滑动摩擦系数不大于 0.05。支座的滑动磨耗层由不锈钢板和 MSM 滑板组成。不



(a) 新支座结构示意图



(b) 新支座顺桥向构造



(c) 新支座横桥向构造

图 3 新制单向滑动支座构造图(单位:mm)

锈钢板采用材质为 00Cr19Ni13Mo3、厚度为 3 mm 的不锈钢板,要求平整度偏差不得大于 $0.000\ 3d$ (d 为 MSM 滑板短边尺寸),其他技术条件应符合 GB/T 3280 及支座规范相关规定。MSM 滑板应满足 GB/T

17955—2009 要求,尺寸偏差不得大于 1.2 mm,厚度偏差不得大于 0.4 mm,外露厚度偏差不得大于 0.3 mm。同时 MSM 滑板不应有裂纹、气泡、分层以及其他影响支座使用性能的缺陷。

3.2 顶升力

支座更换必然涉及到梁体抬高。该项目中采用横桥向左右两支点同步顶升的方式,并以满足操作的基本空间要求为标准按照顶升高度控制。

连续梁边跨顶升力除与恒载有关外,还与抬高引起的次内力息息相关。经理论计算,各关键控制工况理论顶升力如表 1 所示。

表 1 关键控制工况理论顶升反力(单个支座)

顶升工况	支反力/kN
支座脱空	2 795
梁体抬高 45 mm	2 860

综上,单个桥墩需要顶升力为 5 720 kN,选用 8 台 200 t 的同步顶升千斤顶,每个支座附近设置 4 台。

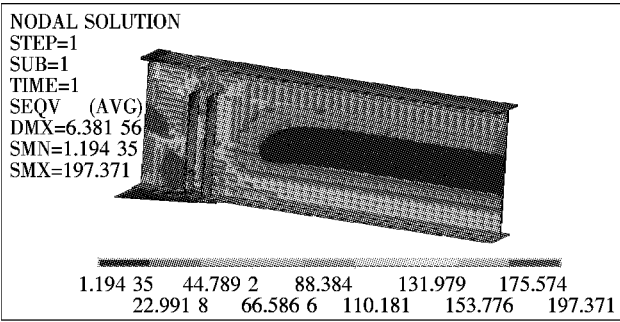
3.3 端部横梁可靠性验证

顶升反力施加于端部横梁的下方,横桥向距离横梁与弦杆中心交叉点 1 400 mm。端横梁的强度和稳定性对结构安全和支座更换起决定性作用。利用通用有限元程序 Ansys13.0 建立仿真分析模型计算(图 4)得出:① 横梁局部最大应力为 197 MPa,小于容许值(260 MPa);② 端部横梁在顶升力不超过 8 000 kN 时,端横梁跨中上翼缘以及顶升支点处加劲板的面外位移基本呈直线变化,且数值较小。上翼缘板位移相对较大,主要是由于处于连续梁的跨中。当顶升力在 8 000~9 000 kN 之间时,则面外变形有直线近似向曲线发展变化的趋势,但是依然保持着线性关系。当顶升力超过 9 000 kN 时,则加劲板处的变形与跨中上翼缘的变形迅速接近,表明端横梁呈现严重的扭转变形。从加载与面外变形关系曲线可以看出,单点顶升力在 9 000 kN 以下时是安全的,安全系数达到了 $9\,000/2\,860=3.15$ 。

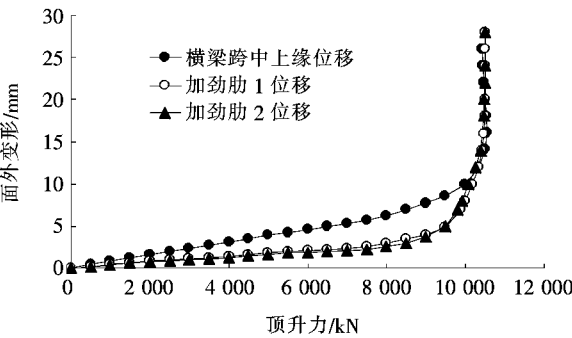
3.4 横向限位装置

通常梁体顶升在温度相对较均衡、稳定的凌晨进行,以避免梯度温度引起的不均匀变位、变形。尤其横向变位必须引起高度重视以避免梁体顶升过程中桥梁结构和施工产生安全隐患。但是铁路的天窗点通常均在接近中午的时间,因此必须考虑日照引起的两片主桁之间的温度差。综合考虑日照时间及升温速度等,在单片主桁施加 20℃ 整体升温以模拟日照温度梯度,

并具有一定的安全储备。经计算在不设置横向限位装置的情况下,钢桁梁端部横桥向位移将达到 225 mm。若该位移在梁体顶升或支座更换过程中发生则足以引起桥梁灾害事故。因此必须设置横桥向限位装置,并使其承受限制位移而引起的反力,约 370 kN。



(a) 端横梁应力云图(单位:MPa)



(b) 横梁面外变形与顶升力关系

图 4 端部横梁局部应力及稳定计算分析

限位装置设置于端横梁与墩帽之间,总高度 1.44 m,如图 5 所示。总体上由限位挡块、限位体、缓冲橡胶垫块及顶底部锚固等组成。钢结构限位体总体上断面形式为工字形,通过植入钢螺杆后锚固技术与既有桥墩墩帽连接为整体。限位挡块设置于端部横梁下方,现场开后通过螺栓与端横梁连接为整体。在限位体和限位挡块之间设置缓冲橡胶垫,厚度为 2 cm。

4 施工关键技术

4.1 施工前准备工作

支座更换施工不得影响铁路运营,因此所有的准备工作均需要在铁路天窗点内完成,主要包括顶升系统、支座的吊装就位,同步千斤顶的试顶升等。由于墩顶空间较狭小,并且需要摆放千斤顶、新制支座、限位装置、其他机具设备及操作人员,合理布局及工序紧密衔接成为在有限的时间内完成支座更换的保证。

