

文章编号: 0451-0712(2005)06-0035-04

中图分类号: U448.225.572

文献标识码: B

某中承式变截面悬链线无铰拱桥加固施工

张淑静

(路桥集团第一公路工程局 北京市 100024)

摘要: 某中承式变截面悬链线无铰拱桥因交通流量及超重车辆迅速增加,吊杆、横梁、桥面均表现出不同程度的病害,安全储备较低,经检测需要进行加固,以满足现状交通使用需求。

关键词: 中承式拱桥; 吊杆; 横梁; 桥面; 加固施工

1 工程概述

某中承式变截面悬链线无铰拱桥位于国道105线广东省境内,20世纪90年建成通车,主体结构为中承式混凝土肋拱,跨径90 m,桥宽为:净9 m+2×1.5 m,矢跨比为1:4.5,设12对PE防护的61根 $\phi 5$ 高强钢丝冷铸墩头锚吊杆,钢筋混凝土吊杆横梁,吊杆间距5 m,桥面板为预制钢筋混凝土空心板加现浇湿接头。设计荷载:汽车—20级、挂车—100、人群3 kN/m²。近年来由于交通流量及超重车辆迅速增加,经对该桥现状检查、结构验算、动静载试验等方式进行承载能力鉴定性检验,发现其强度、刚度的承载能力仍满足原设计荷载的使用要求,但安全储备

较低,且吊杆下锚头外部锈蚀,密封橡胶垫圈老化,其中有3根吊杆被火烧伤,PE套老化;吊杆横梁跨中下缘有大量竖向微裂缝,有些微裂缝已向上延伸超过中性轴,最大缝宽0.15 mm、长达45 cm,吊杆横梁上缘负弯矩区也有裂缝;桥面上有多条横向裂缝,靠拱脚段稍多。根据检验结果及现状荷载,主要原因是超重车辆增多,造成吊杆横梁裂缝、桥面裂缝增多加大。对于上述病害,如果不尽早对结构进行加固维修,任其发展,势必会影响行车及桥梁本身的使用安全。因而有必要对该桥吊杆、拱脚截面、横梁、桥面铺装进行加固,以满足使用。主拱结构立面见图1。

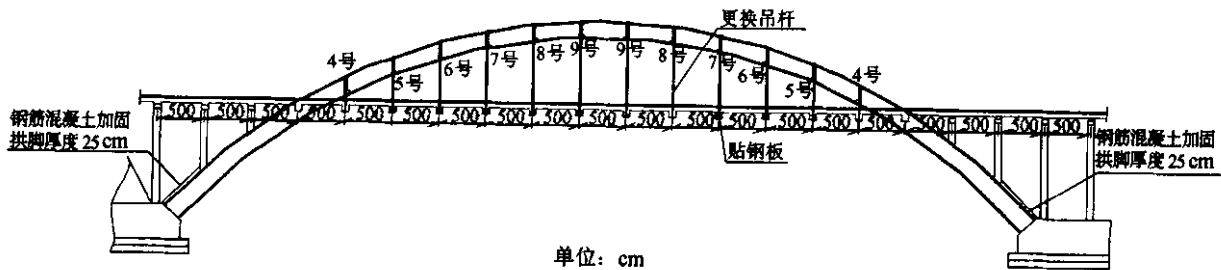


图1 主拱结构立面

收稿日期:2005-03-15

全,还是偏危险的。这也是撰写本文的意图之一。

(4) 本文主要结论可应用于钢管混凝土拱桥。若构造形式与此相差较大(如桁架),亦不难对表达式稍加改造,应用于计算;必要时,亦可仿此重新推导。

(5) 本文仅讨论了锚固抗力计算,至于锚固强度校核,将另文研究。顺便说明,图1所示之基础,实施时根据计算进行了加强。

参考文献:

[1] 钱冬生. 铁路钢桥[M]. 北京:人民铁道出版社,1978.

[2] 龙驭球,等. 结构力学教程[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

[3] 华东水利学院. 结构力学(下册)[M]. 北京:水利电力出版社,1983.

[4] 胡人礼. 桥梁力学[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.

[5] 小西一郎. 钢桥(第四分册)[M]. 北京:人民铁道出版社,1981.

[6] 苏善根. 公路钢桥设计回顾[J]. 公路,2000,(2).

2 加固设计

(1) 更换吊杆: 将原吊杆 61 根 $\phi 5$ 高强钢丝束更换为 73 根 $\phi 5$ 镀锌高强平行钢丝束, 外包 PE 套, 安全系数由 2.42 增加至 3.02, 提高安全储备。

(2) 吊杆横梁底部粘贴钢板, 并对裂缝进行补强和封闭加固。

(3) 拱脚纵断面采取钻孔植筋混凝土加固。

(4) 凿除原桥面铺装混凝土, 铺装层内重新设计上、下两层钢筋网混凝土, 以形成刚度较大的硬壳, 增强荷载横向分布。

3 加固施工

3.1 更换吊杆

(1) 施工方案选择、施工工艺及施工准备工作。

换吊杆的核心工作是采取临时吊杆系统和装新吊杆时标高的调整确定。经过多方案综合比选, 为确保施工质量和安全, 决定对该桥换旧吊杆临时吊点采用桥面纵梁分担法, 即: 以放在桥面两侧的两组贝雷纵梁为扁担梁, 纵梁由 3 排 4 片贝雷拼装组成, 长 12 m, 通过穿过桥面板的 2 组 4 根 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋为临时吊杆和上、下横梁组成的吊杆系统吊住桥面横梁, 在下横梁上各放置 1 个 YCW100 t 油压千斤顶, 两侧安放 2 个 50 t 机械千斤顶作为限位用, 通过油压千斤顶顶升和调节横梁高度, 顶升到位后用手摇机械千斤顶作辅助支撑, 防止油压千斤顶漏油自行下落。经过计算, 每组临时吊杆的荷载约为 50 t, 通过贝雷纵梁传递至相邻 2 根吊杆, 使相邻的 2 根吊杆增加约 25 t 荷载, 即为原恒载的 1.5 倍。由于该桥在维修过程中, 已封断交通, 没有车辆荷载, 而且小于吊杆的安全系数, 因此, 采用此方法为临时吊, 有利于施工和施工安全, 避免了拱圈面每个吊点斜度不同的难点和高空施工的危险, 也解决了临时吊点与拆装吊杆施工点相互影响的问题。

旧吊杆更换前, 应先组装好临时吊杆系统, 贝雷梁安放时应尽可能靠行车道的两侧, 经过多次检查和试顶后方可进行正式的换吊杆施工。

施工人员在桥面底部进行换吊杆施工和横梁贴钢板加固施工所需的施工平台, 根据以往的施工经验设计一套可移动式简易吊篮。该吊篮由桁架梁、工作平台、吊架、配重和吊杆等部分组成, 带有配重块的吊架放在桥面的人行道上, 吊杆安装在吊架的悬臂梁上, 配重必须有抗倾覆力矩的 1.5 倍安全系数, 放于人行道上的吊架可以通过手拉葫芦向前滑行。

在施工人员下至挂篮工作平台进行施工工作前, 需先派一位工作人员下去固定临时拉杆, 临时拉杆从桥面穿孔固定于桥面上, 以增强平台的安全性。该施工平台和吊架一起前移时, 必须先撤离施工人员和较重的施工机具, 并拆除临时拉杆。临时吊杆系统及施工平台结构见图 2。

更换吊杆施工前还应建立固定的监控测量点, 搭支架凿开拱背上的封锚混凝土, 擦干净垫板表面, 复测各上垫板顶面及吊杆横梁面的标高是否与设计图纸相符, 若不符合, 吊杆长度应作相应调整。

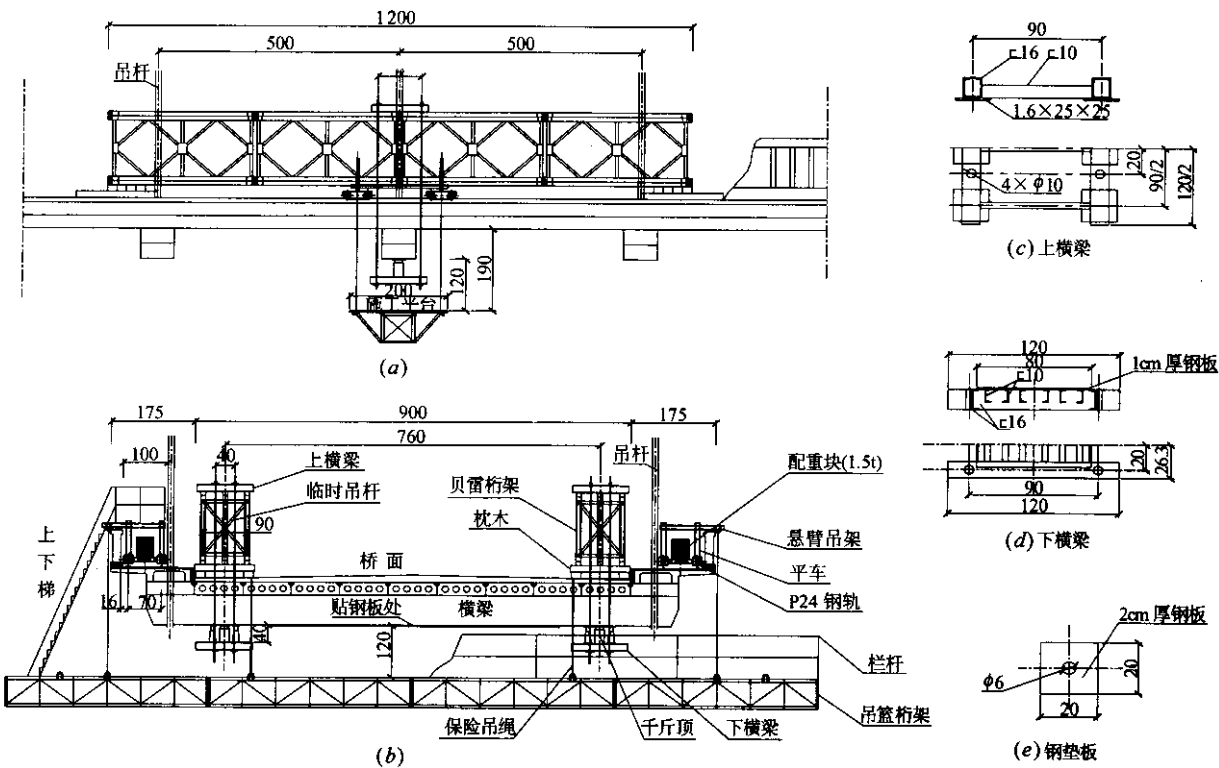
施工工艺流程见图 3。

(2) 旧吊杆拆除。

由于该桥桥面为先简支后连续桥面, 横梁顶升时会造成桥面板开裂, 而且受桥面负弯矩影响, 顶升力将远远超过梁体的自重, 而且起升量细微, 因此采取解除桥面后连续, 凿开横梁上的混凝土, 割断桥面钢筋和梁体后连续的上层钢筋, 以减少负弯矩加大顶升量。解除桥面负弯矩后, 通过油压千斤顶多次同步顶起桥面横梁, 顶起桥面 (顶升量尽可能达到旧吊杆的伸长量约 15 mm), 顶升时在栏杆不破坏情况下, 尽可能在旧吊杆受力为零时割除部分钢丝。如顶升量不够, 在旧吊杆受力状态下将旧吊杆部分卸载, 使顶起的横梁荷载通过桥面贝雷纵梁传递到相邻两侧的吊杆, 初次卸量为该旧吊杆所承受恒重 (即 5 m 跨范围内桥面系及吊杆横梁自重) 的 5%~10% 为宜, 为防止旧吊杆达到受力极限而发生断裂, 在内力作用下旧吊杆往侧边甩, 用麻绳或钢丝绳将吊杆从 3 个方向横向固定, 为防止下锚头往下飞出, 应装下锚头临时固定。切割钢丝时两侧应同步由外围向内部分次等量割除, 并让无关人员远离工作区, 让切割操作人员尽量站离吊杆处, 防止吊杆钢丝侧甩伤人。卸除部分荷载后, 由于贝雷纵梁受载后产生下挠, 使桥面随着下挠, 再加上在割除过程中, 随着钢丝的减少, 旧吊杆伸长量增大, 使桥面也产生下挠。因此, 在旧吊杆荷载转换时, 应通过多次重复进行, 调整卸荷量, 并复测横梁顶面标高, 同时千斤顶顶起横梁, 调整标高, 防止卸载过程中桥面下挠过大, 桥面产生裂缝, 并记录千斤顶的顶升量, 直到旧吊杆拆除。

(3) 新吊杆安装

拆除旧吊杆后应及时安装新吊杆, 新吊杆的安装通过放于桥面的汽车吊起吊吊杆的一端, 从拱顶一端往下穿索, 在穿吊杆前应先拧上锚具螺母, 从桥面上穿过不锈钢管, 再穿入下预埋管, 拧好下锚具螺



注:1. 本图尺寸以 cm 为单位。
2. 该临时吊杆系统和施工平台如图,临时吊杆上下横梁用槽钢和钢板加工焊接而成。横梁上穿临时吊杆精轧螺纹钢孔设为 10 cm,以微有微调位置,防止桥面开孔位置不准确。临时吊杆上下垫板为 2 cm 厚活动钢板。
3. 每边设一个 100 t 油压千斤顶和两个 50 t 机械千斤顶起升横梁换吊杆,起升定好位后应用钢板垫住横梁,防止千斤顶下滑。

图 2 临时吊杆系统及施工平台结构

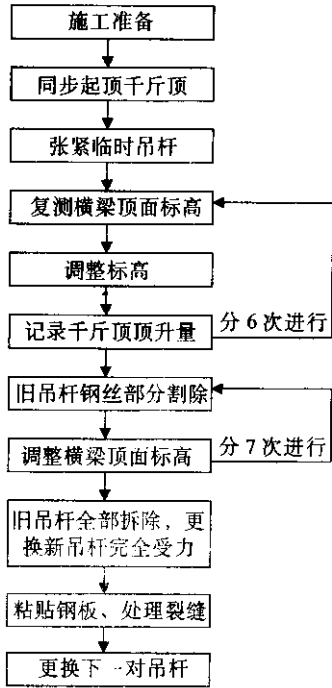


图 3 更换吊杆施工流程

母。由于新吊杆处于空载状态,导致吊杆微小弯曲,因此,利用 YCW60 穿心油压千斤顶从下锚头张紧新吊杆(或从上锚头张紧)。张紧装置是张拉杆通过一个接头与锚头相连接,在张紧新吊杆时应时刻注意桥面标高的变化和张拉力的情况,如发现在张紧过程中桥面标高升高(以 2 mm 为基准),则应调整下横梁上的手摇机械千斤顶,慢慢微调下放千斤顶,使桥面标高恢复到原标高值,方可再张紧新吊杆。张拉新吊杆时应同步上紧锚具螺母,直到桥面系达到设计标高。通过多次张拉吊杆时,如吊杆锚具的螺纹不够位置调节,则采用不同的镀锌钢垫块垫高。新吊杆的最大张拉力以吊杆所受的恒载为准(约 40 t)。

整个吊杆更换过程中,桥面纵向为平坡,以各横梁顶面恒定设计标高控制为目的,以防止桥面板,特别是防止桥面板的接头处开裂为依据,进行多次卸载和张拉。如与原桥顶标高相差较大,则应彻底凿除横梁上的混凝土,并解除后连续,再来调整桥面标高,以防依靠直接张紧或卸载来调节标高而产生梁体内应力,造成吊杆间受力不均。调好标高,松开临

时吊杆后,应进行封锚处理,装上防水罩,再进行下一对吊杆的更换。全部吊杆更换完成后应复测各吊点标高,检查是否符合设计要求,否则,应做局部调整。

3.2 横梁加固

在各横梁跨中梁底 6 m 范围内贴 6 mm 厚的钢板,其余裂缝刷环氧树脂或凿槽灌浆封闭,以提高梁底抗裂能力。

(1) 粘贴钢板工艺。

①将梁底混凝土表面需粘贴钢板的位置表面打磨平整,并清洗干净。

②将钢板粘贴面打磨除锈,并用丙酮清洗。

③钻孔安装 30 cm 间距膨胀螺栓,将钢板定位,钻孔时如遇钢筋可稍做移位。

④钢板固定后,钢板与混凝土表面间应留有 3~4 mm 的空隙,以便灌胶。

⑤用环氧密封胶对粘贴钢板四周密封,并预埋注浆管或压胶嘴和排气管,要求在压胶时不漏浆液。

⑥用专用压胶设备进行压胶,并使粘贴部位胶液饱满,固结后密实。

⑦压胶施工 12 h 后对粘贴钢板表面打磨,并用丙酮清洗干净。

⑧涂环氧型防锈油漆,并使颜色与混凝土保持一致。

(2) 裂缝处理。

①对裂缝浅而细,裂缝宽度小于 0.3 mm 的采用环氧胶进行裂缝补强和封闭。

②对裂缝宽度大于或等于 0.3 mm 时,沿混凝

土裂缝凿成 V 形槽,在裂缝较宽处、交叉处、端部以及裂缝贯穿处埋设进浆嘴、排气嘴,在 V 形槽面上,用毛刷涂刷一层平整均匀的环氧树脂浆液,再抹环氧树脂砂浆封缝,待环氧树脂砂浆具备一定强度后,沿裂缝涂一层肥皂水,从进浆嘴通入压缩空气,检查密闭效果,修补密封直至不漏,用压浆设备压入专用环氧树脂浆液,待缝内浆液达到初凝而不外流时,拆下进浆嘴,再用环氧树脂砂浆把进浆嘴处抹平封口。

3.3 拱脚截面加固

在两拱脚的第一个腹孔范围内拱背顶面,通过钻孔植 16 mm 钢筋并在拱背顶面布置纵向间距 16 mm、横向间距 12 mm 双层钢筋网,浇筑 25 cm 厚 40 号混凝土以加强拱脚,适当提高拱肋抵抗超载的能力,增加安全储备。

3.4 桥面系施工

凿除桥面铺装混凝土,恢复桥面后连续,按加固设计要求进行桥面铺装混凝土、伸缩缝安装、人行道及栏杆修复施工。

4 结语

该桥加固施工完毕后,经各项技术检测,结果均满足加固设计要求,桥梁承载能力得到很大提高,确保了行车及桥本身的使用安全,开放交通后,运营状况良好。另外,该桥采用桥面纵梁分担法更换旧吊杆的加固施工方案避免了高空作业危险,施工操作更加方便,确保了工程施工质量与安全,同时也为同类病害桥梁的加固提供了可供参考的成功实例。

新疆第二条沙漠公路开建

2005 年 6 月 1 日,新疆和田地区各族人民载歌载舞,喜迎新疆第二条横穿塔克拉玛干大沙漠的等级公路——阿拉尔至和田沙漠公路开建。

阿和沙漠公路是新疆规划中的第二条沙漠公路,全长 424 km,其中位于沙漠中的路段有 407.6 km,起于阿拉尔市,止于和田地区洛浦县吉亚乡,南北穿越中国第一大沙漠——塔克拉玛干大沙漠。公路建设等级为二级,估算总投资 8 亿元,是国道 217 线未来的延长线。该项目的建设,将形成纵贯南北疆的战略大通道,与国道 314 线、315 线共同构成南疆综合运输体系主干线,对改善新疆的公路网结构具有重要的作用。

阿和沙漠公路计划于 2007 年 12 月建成通车。该公路的建设,将为和田河的治理、沙漠植被的保护以及沙漠地下资源的开发创造有利条件,对改善和田地区生活条件、促进南疆经济和社会的发展有着十分重要的意义。

新疆第一条全长 522 km 的沙漠公路塔里木石油公路于 1995 年建成通车。随后,我国展开了对沙漠筑路技术的系统研究,目前一项名为《沙漠地区筑路成套技术研究》的科技项目取得了喜人成果,阿和公路的建设将广泛运用这些科技成果。