

Key Technology for Construction of Steel Composite Section of I-steel Composite Beam—Taking Chongqing Shuitu Jialing River Bridge as an Example

Ying Peng

Chongqing Urban Construction Investment (Group) Co., Ltd., Chongqing, 402260, China

Abstract

The rapid installation and positioning construction of the steel-concrete joint section of the I-steel composite beam cable-stayed bridge is one of the main beam construction technologies of the I-steel composite beam cable-stayed bridge. It is mainly used for the rapid installation and positioning construction of the steel-concrete joint section of the I-steel composite beam cable-stayed bridge, with significant social benefits. Compared with the similar technologies in China, its innovative achievements make the rapid installation and positioning construction technology of the steel-concrete joint section of the I-steel composite beam cable-stayed bridge more capable of adapting to the complex environment, as the new technology greatly improves the installation and positioning construction time of the steel-concrete joint section of the I-steel composite beam cable-stayed bridge, reduces the cost, has stronger competitiveness, promotes the scientific and technological progress and development of the industry, and has outstanding social benefits.

Keywords

I-steel composite beam; steel-concrete combined section; intelligent installation and positioning system; hollow shear nail with inner wire

工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段施工关键技术——以重庆水土嘉陵江大桥为例

彭英

重庆市城市建设投资(集团)有限公司, 中国·重庆 402260

摘要

工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段快速安装定位施工是工字钢组合梁斜拉桥主梁施工技术的一种, 主要用于工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段快速安装定位施工, 具有显著的社会效益, 相比中国同类技术, 其创新成果使工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段快速安装定位施工工艺适应复杂环境的能力更强, 由于新工艺极大提高了在工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段安装定位施工的时间, 降低了成本, 拥有更强的竞争能力, 促进了行业科技进步和发展, 具有突出的社会效益。

关键词

工字钢组合梁; 钢混结合段; 智能安装定位系统; 中空带内丝的剪力钉

1 引言

1.1 国际发展趋势

1926年, Kahn获得了组合梁的专利权, 标志着组合梁的诞生。世界上第一座混合梁斜拉桥诞生于德国, 始建于1972年, 该桥主跨为287m, 为独塔斜拉桥。20世纪90年代以来, 在世界范围内修建了许多著名的混合梁斜拉桥, 如法国诺曼底大桥、日本多多罗大桥和中国磐石大桥等^[1]。

钢梁与混凝土梁或预应力混凝土梁组合并形成整体的

梁称为结合梁。各种连接件、承压板和预应力钢筋或锚杆沿梁体纵向将两种不同材料的梁(混凝土梁和钢梁)结合在一起形成整体结构。通过对两种材料的合理利用, 主梁的受力性能、跨越能力等都得到了较大改善^[2]。采用组合梁作为主梁的斜拉桥成为结合梁斜拉桥, 这种桥型自20世纪70年代在原西德问世后, 先后受到欧洲、日本等国家的青睐。

1.2 中国研究现状

20世纪90年代末以来, 中国的斜拉桥主梁开始运用钢混结合梁形式, 中跨主梁采用钢箱梁, 边跨采用混凝土主梁, 结合梁斜拉桥在中国得到广泛发展, 同时工程人员注意到混凝土和钢结合的优点, 发展出来主梁采用工字钢和混凝土桥面板组合而成的组合梁形式, 在主墩处与边跨混凝土梁进行

【作者简介】彭英(1987-), 女, 中国重庆人, 硕士, 高级工程师, 从事管理科学与科学研究。

结合,这类桥型的应用大大提高了斜拉桥主跨的跨径,减轻了主梁自重,为我国桥梁工程发展作出了贡献^[3]。

混合梁斜拉桥以其独特的构造与技术特点显示出其强大的生命力,在其他国家得到了广泛的应用,中国虽起步较晚,但目前处于基础设施全面建设时期,其桥梁作为基础设施建设的重要一环,必将迎来全面的发展,组合结构作为一种极富创新空间的结构形式将会得到更大的发展,而作为混凝土斜拉桥中的工字钢组合梁斜拉桥,得到中国工程师的青睐^[4]。

2 工程概况

重庆水土嘉陵江大桥工程位于距嘉陵江与长江汇合点40km处的嘉陵江上,大桥连接两江新区水土组团和北碚蔡家组团。水土嘉陵江大桥长972m,主跨388m。由60+60+60m等梁高变宽截面连续刚构引桥和260+388+128m高低塔双索面混凝土斜拉桥主桥构成;引桥标准宽29m,主桥宽31.8m。双向六车道设计。钢主梁采用纵横梁体系,标准节段长度为12m,P5桥塔根部节段长度为10.10m,P6桥塔根部节段长度为10.85m,主梁与桥塔采用固结形式;合龙段长度为6m,蔡家侧主梁端节段长13.95m,水土侧主梁端节段长14.8m,辅助墩顶节段分别为12.3m与11.7m^[5]。

3 主要施工技术

3.1 问题提出

结合梁斜拉桥有不同的结构形式,一般为中跨为钢梁,边跨为混凝土梁,在主塔位置采用钢混结合段进行连接。也有中跨采用工字钢组合梁,边跨采用混凝土梁,在主塔位置采用钢混结合段进行连接的结构。不管采用何种形式,这类斜拉桥的钢混结合段是结构特性和材料特性突变处,是该类桥梁的关键结构部位^[6]。

由于工字钢梁与混凝土梁在结合部刚度的差异及结构性能的差异,使得钢混结合部构造及受力均较复杂。

为保证让两个刚度不同的结构传力顺畅,并在成桥后的长期运营阶段,车辆荷载反复作用下不出现疲劳破坏而开裂,所以设计的结合段钢筋密集,预应力管道繁多。

但钢梁节段较重,结合段构造复杂、钢筋密集,易使结合段钢梁安装时间过久、安装精度不够,造成工字主梁合拢时位置差异较大,无法对接;工字钢结合梁又要伸入进混凝土梁,使得结合段施工空间更加狭小,混凝土下落会受阻,易造成浇筑质量不合格、结合段形成混凝土裂缝等;而埋入混凝土部分的钢主梁又会断开相当一部分混凝土梁的钢筋,进而降低桥梁受荷状态^[7]。

3.2 主要研究内容

①研发专门针对大型工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段的快速安装定位智能系统,该系统由机械系统、液压系统、电控系统三部分组成。智能钢混结合段快速安装定位系统是一种起重位移的专用工具,是根据重型构件或大型设备的空

间三维位置精确定位需要而研制的专业调整设备。

②钢筋接触钢主梁位置将钢主梁上的剪力钉做成中空带内丝的剪力钉,钢筋头同时车丝,把钢筋和中空内丝的剪力钉进行机械连接^[8]。

3.3 施工特点

3.3.1 钢混结合段钢主梁安装定位

钢混结合段钢主梁安装定位采用智能钢混结合段快速安装定位系统,该系统是一种起重位移的专用工具,是根据重型构件或大型设备的空间三维位置精确定位需要而研制的专业调整设备。应用该产品可进行对铁路、公路桥梁或类似梁式构件的多支点位移控制,实现横向(X),纵向(Y),及竖直方向(Z)的精确定位。顶升负载大,位置控制精度高,操作简便,自动化程度高。

智能钢混结合段快速安装系统优点:

- ①专为桥梁等重载大型构件而设计的精确定位设备。
- ②电脑集中控制三个方向的位移,设置参数后可自动实现横向,纵向及竖直顶升的等动作过程。
- ③动作全程实时位移及压力监控,位移同步精度为2mm以内。
- ④触摸屏操作,具有良好的人机交互界面,简单培训即可操作。
- ⑤采用标准产品模块化连接及通信总线连接方式,便于现场使用及管理。

⑥单个液压泵站最多可配置四套千斤顶,可根据需要采用多种配置灵活使用。

⑦运用多台液压泵站及千斤顶的组合,以及便携式电气操作控制装置来实现超重构件的多支点同步动作。

3.3.2 钢混结合段混凝土主梁施工

钢混结合段混凝土主梁构造复杂,钢筋密集,埋入混凝土部分的钢主梁会断开相当一部分钢筋,钢混结合段施工质量难以保证。在钢筋接触钢主梁位置将钢主梁上的剪力钉优化设计,做成中空带内丝的剪力钉,钢筋头同时车丝,把钢筋和中空内丝的剪力钉进行机械连接(图1),使钢混结合段的钢梁和混凝土梁更为有效结合,有效解决钢主梁断开混凝土主梁钢筋的问题^[9]。

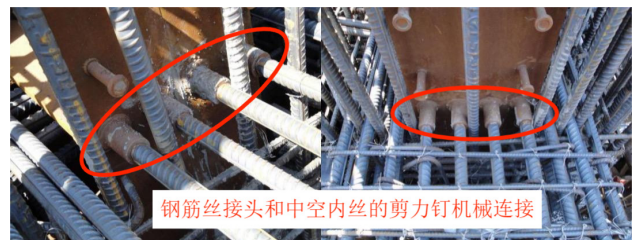


图1 钢筋丝接头和中空内丝的剪力钉机械连接

3.4 施工技术原理

工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段根据各桥位现状的差异,因地制宜,钢混结合段工字钢梁采用在工厂制造,保证

制造精度,通过船运或车运至施工现场;钢混结合段钢梁及混凝土梁施工支撑装置采取落地支架或托架形式的支撑体系,钢混结合段吊装采用墩旁吊机或设置的制造吊装设备进行吊装。

结合梁斜拉桥虽然有不同的结构形式,但钢混结合段始终是这类斜拉桥的结构特性和材料特性突变处,是关键结构部位。由于钢梁与混凝土梁刚度相差较大,钢混结合部构造及受力均较复杂,导致施工难度大,施工质量难以得到保证。

3.4.1 钢混结合段钢主梁安装定位

大型工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段钢主梁的定位施工采用快速安装定位智能系统,该系统由机械系统、液压系统、电控系统三部分组成,是一种起重位移的专用工具,根据重型构件或大型设备的空间三维位置精确定位需要而研制的专业调整设备^[10]。

该快速安装定位智能系统支持多支点位移控制,实现横向(X),纵向(Y),及竖直方向(Z)的精确定位。顶升负载大,位置控制精度高,操作简便,自动化程度高。

3.4.2 钢混结合段混凝土主梁施工

同时结合段构造复杂,钢筋密集,埋入混凝土部分的钢主梁会断开相当一部分钢筋,钢混结合段施工质量难以保证。在钢筋接触钢主梁位置将钢主梁上的剪力钉优化设计,做成中空带内丝的剪力钉,钢筋头同时车丝,把钢筋和中空带内丝的剪力钉进行机械连接,使钢混结合段的钢梁和混凝土梁结合得更好,有效解决钢主梁断开混凝土主梁钢筋的问题。此工艺各工序衔接紧凑,施工效率高,安全、质量管控好,节省工期。

3.5 施工操作要点

钢纵梁是桥梁钢主梁安装的首节段,其安装精度直接影响到后节段钢纵梁的安装精度,甚至桥梁的线形,故首节钢纵梁的校正与固定非常重要。结合段钢纵梁的校正步骤如下:

- ①复核设计图,确定钢纵梁的几何尺寸、安装高程、坐标等,并上报设计、监控、监理单位,确保数据准确无误。
- ②最终安装定位数据以监控单位给予的监控指令为准。
- ③在钢纵梁上标记好轴线、控制点位置。
- ④在钢纵梁型钢牛腿支撑架上标记处钢纵梁的轴线等

位置及横向限位器,便于钢纵梁初步定位。

⑤提吊钢纵梁至型钢牛腿支撑架上,并对齐钢纵梁轴线与型钢牛腿上的轴线位置,初步校正并临时固定。

⑥在钢纵梁底设置智能钢混结合段快速安装定位系统,作为钢纵梁位置调节措施。

⑦测量复测钢纵梁位置,确定钢纵梁微调数据,并在支撑架上做好标记。

⑧采用智能钢混结合段快速安装定位系统位置,待高程、平面位置均满足设计要求后,用钢管或型钢将钢纵梁焊接牢固,确保钢纵梁不会有任何移动。

⑨待钢纵梁均安装固定后,再用钢管将钢纵梁连接,确保在混凝土浇筑时钢纵梁不发生位移。

4 结语

工字钢组合梁斜拉桥钢混结合段钢主梁采用智能钢混结合段快速安装定位系统,其安装定位控制精度高,施工时间短,操作简便,自动化程度高。钢筋和中空带内丝的剪力钉进行操作连接,使钢混结合段的钢梁和混凝土梁更为有效结合,有效解决钢主梁断开混凝土主梁钢筋的问题。其技术成熟、可靠,保证了工程质量和安全,缩短了工期,降低了施工成本,对工程的施工起到了技术指导作用。

参考文献

- [1] 裘伯永,盛兴旺,乔建东,等.桥梁工程[M].北京:中国铁道出版社,2006.
- [2] 刘士林,梁智涛,侯金龙,等.斜拉桥[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [3] 严国敏.现代斜拉桥[M].成都:西南交通大学出版社,1996.
- [4] 林元培.斜拉桥[M].北京:人民交通出版社,1994.
- [5] 刘士林,王似舜.斜拉桥设计[M].北京:人民交通出版社,2006.
- [6] 卢桂臣,邹宏华.混合式斜拉桥钢混接合段的优化研究[J].中外公路,2006,26(3):153-156.
- [7] 徐利平.混合梁斜拉桥的边、中跨比例[J].上海公路,2002(4):3.
- [8] Yabuno Masashi. Design of Tatara bridge[J]. Engineering Review, 2003,36(2):40-56.
- [9] 刘玉擎.混合梁结合部设计技术的发展[J].世界桥梁,2005(4):4.
- [10] 陈开利,余天庆,习刚.混合梁斜拉桥的发展与展望[J].桥梁建设,2005(2):4.