

柔性吊杆穿过刚性吊杆的双体系吊杆安装技术

张志勇

中铁大桥局集团有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：随着我国桥梁技术的发展，桥梁建设中越来越多采用公铁两用桥梁的设计，中铁大桥局集团有限公司在成贵铁路宜宾金沙江公铁两用桥采用上层铁路、下层公路的设计，主桥吊杆采用柔性吊杆穿过刚性吊杆的双体系吊杆的设计，乃国内首例。该桥由于成贵线高速铁路高程限制，上层为四线高速铁路，稳定性要求较高，且下层为宜宾市双向6车道城市快速路的分离式公铁两用桥，利用刚性吊杆的稳定性和抗冲击能力，加上柔性吊杆与其完美结合，形成柔性吊杆穿过刚性吊杆的双体系吊杆。

关键词：拱桥；公铁两用桥；柔性吊杆；刚性吊杆；拱肋

1 概述

宜宾金沙江公铁两用桥采用公铁合建方案跨越金沙江，双层桥面，上层桥面为四线高速铁路，下层为六车

道城市快速主干道。主桥为五连拱，主跨336米钢箱拱，边跨（116+120）m混凝土提篮拱。

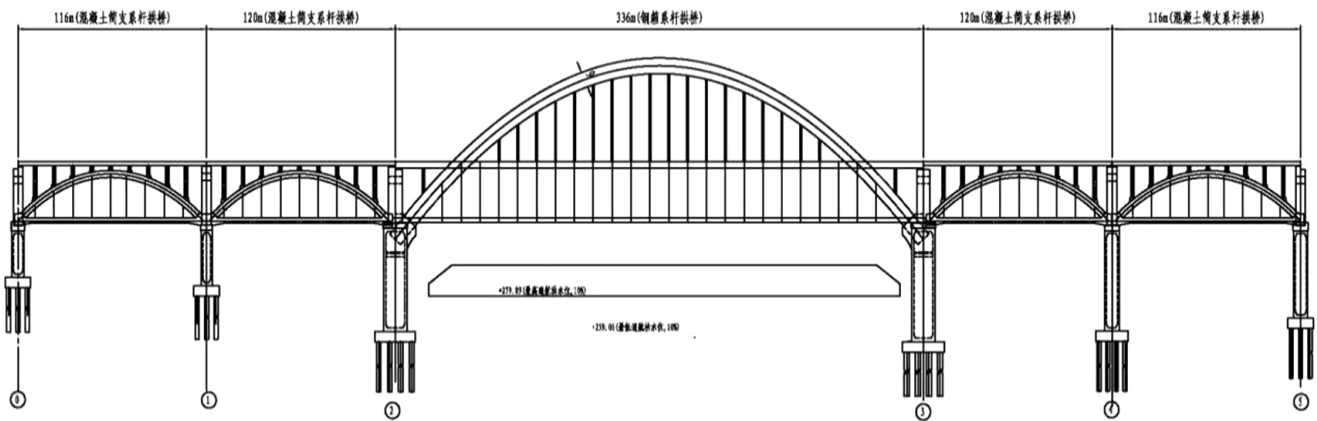


图1-1 宜宾金沙江公铁两用桥主桥桥型布置图

主桥共有56个拱肋节段（不含合龙段），初始定位 段GL0，其它拱肋节段为GL1—GL13，合龙段为GL14。

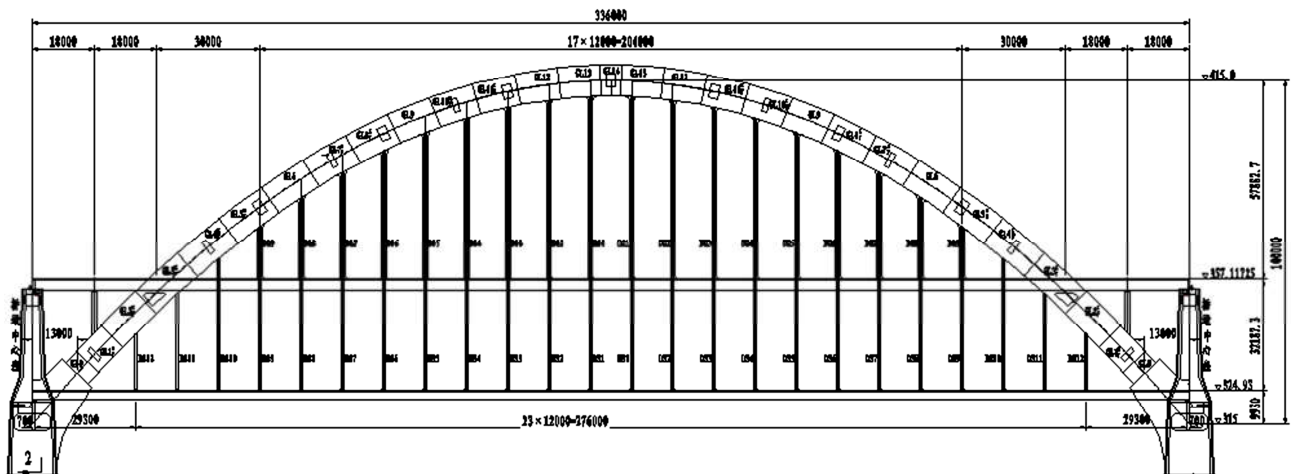


图1-2 主跨钢箱梁上部结构示意图

2 技术特点

2.1 刚性吊杆运输船停靠在大里程主墩侧,通过2×200t缆索吊机起吊、牵引,再用100t千斤顶顶升到位,进行高栓施拧完成安装;刚性吊杆利用焊接平台采用先对接拼装成整体后,再吊装的方法。

2.2 柔性吊杆运输至铁路梁底,拱顶设置5t卷扬机,将导绳通过导轮从刚性吊杆内提升至安装位置,完成柔性吊杆安装^[1]。

3 技术原理

3.1 刚性吊杆跨中区域分上、下两个节段,吊杆整体最大长度50.98m,最小长度21.12m,采用先拼接后吊装的方法,且采用竖拼的方法,在铁路梁外侧设拼接平台进行拼接施工,拼接完成后整体吊装;吊装过程中由于刚性吊杆位于拱肋正下方,缆索吊机无法从拱肋正下方起吊,吊装时从拱肋外侧起吊,再通过吊挂在拱肋下方的钢丝绳将刚性吊杆横移至拱肋正下方,最后通过张拉钢绞线提升对位^[2]。

3.2 柔性吊杆在铁路梁和刚性吊杆吊装完成后开始安装,柔性吊杆则穿过刚性吊杆和铁路梁面,将公路梁与拱肋连接;过程中通过精确的测量保证拱肋、铁路梁及公路梁三层吊杆中心线处于同一直线且竖直。柔性吊杆安装和公路梁吊装同步进行,通过公路梁标高线性对索力进行初步调整,公路梁合拢后对所有柔性吊杆索力进行复测和张拉调整。

4 施工技术措施

4.1 刚性吊杆安装施工准备

4.1.1 在架设到拱肋GL5时,先架设了刚性吊杆DG9,考虑到铁路桥面TL5架设之后刚性吊杆DG9无法吊装,则在前期架设GL5之后先将刚性吊杆吊装到位,但不受力,采用临时受力结构保证TL5受力安全;

4.1.2 拱肋节段GL0-GL14及横撑、斜撑吊装完成;

4.1.3 100t千斤顶校核,按照校核的曲线参数计算出张拉油表读数;备用易损的油管、铜垫等,并对油泵进行调试^[3]。

4.2 预拼平台焊接

在3号墩铁路梁TL3-1外侧(上、下游)焊接吊杆预拼装平台,平台悬挑出拱肋外侧4m。

4.3 拱肋端接头竣工测量

对拱肋端刚性吊杆接头里程、偏距进行竣工测量,保证刚性吊杆拱肋端接头中心线竖直,安装后保证竖直受力状态。

4.4 索鞍横移

将2号墩、3号墩主索移动至距桥轴中心线17.55m处,对应刚性吊杆起吊位置,穿好索鞍固定销轴;并对缆索吊机进行试吊调试,保证刚性吊杆的吊装顺利进行^[4]。

4.5 刚性吊杆上、下节段拼装

采用单主索单天车起吊刚性吊杆DG8下节段,牵引索将下节段放置预拼平台处,在吊杆端头焊接牛腿,将下节段临时固定到预拼平台上,确认固定牢固厚松勾;起吊刚性吊杆DG8下节段并牵引至平台处,使用倒链、冲钉对位拼接,进行高栓施拧,完成预拼装。

DG7-DG1重复上述方法,依次完成预拼装。

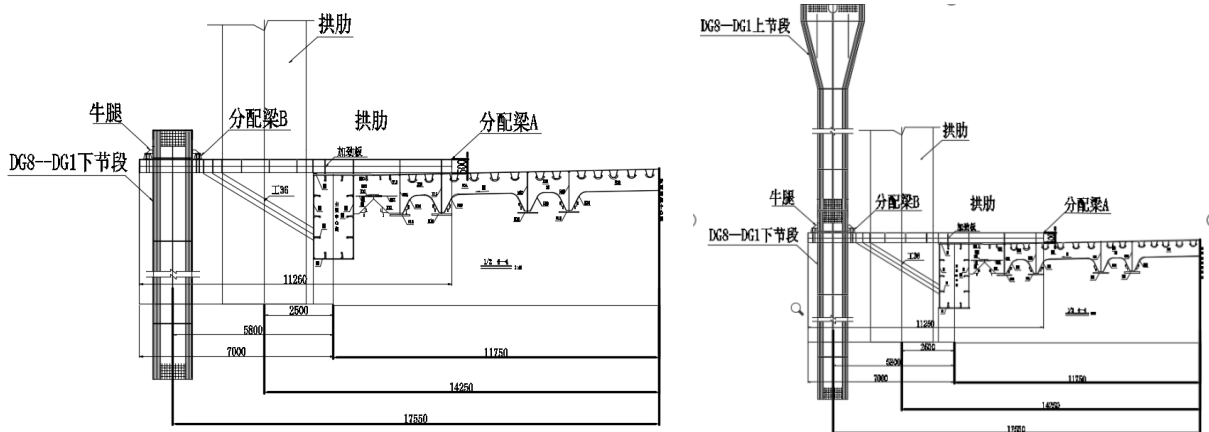


图4-5 刚性吊杆节段拼装

4.6 牵引至安装位置、受力转换

利用缆索吊机将预拼装完成的DG8牵引至拱肋GL6吊杆接头处,在起吊扁担上挂上弓形卸扣,安装吊挂钢丝绳(4Φ34),将吊挂钢丝绳另一端固定于刚性吊杆结构

中心上。

将吊挂钢丝绳固定牢固后,缆索吊机缓慢松勾,吊点钢丝绳受力,吊杆横移到位,完成受力转换,将起吊扁担钢丝绳拆除^[5]。

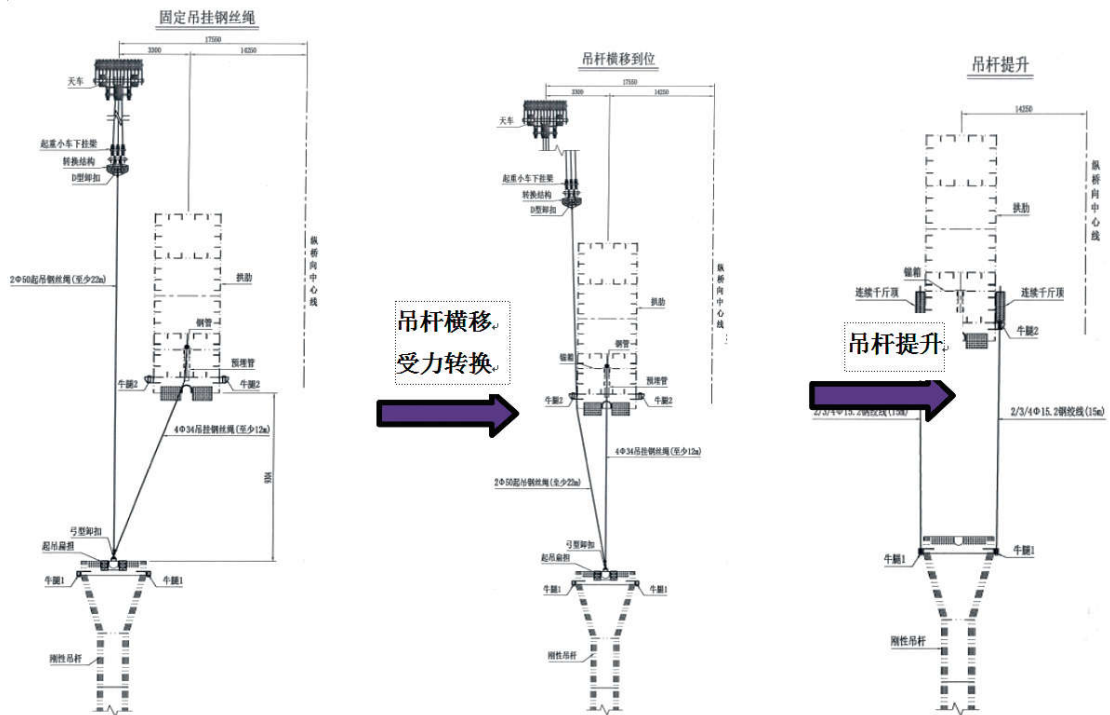


图4-6 吊杆横移、受力转换

4.7 千斤顶顶升，临时固定

在刚性吊杆上节段拼接板处牛腿1、牛腿2装上4孔锚具，然后安装提升钢绞线（2Φ15.2），将钢绞线安装完成后，利用100t连续千斤顶提升到位，用冲钉和临时螺栓完成刚性吊杆与拱肋端接头的临时固定。

DG7-DG1重复上述方法，完成临时固定。

4.8 铁路梁端接头临时固定

DG8与拱肋端接头临时固定好以后，起吊铁路梁TL6-1，对TL6-1进行三维调整，保证铁路梁端接头与拱肋端接头中心线处于同一直线，调整到位后，用临时拼接板、冲钉和临时螺栓将DG8与铁路梁端接头临时固定，采集孔间距数据，对刚性吊杆下端与铁路梁端接头连接拼接板配孔。

4.9 高栓施拧、完成刚性吊杆安装

配孔完成后，安装好拼接板，对拱肋端、铁路梁端接头进行高栓施拧施工，完成刚性吊杆的安装。

4.10 柔性吊杆安装施工准备

4.10.1 刚性吊杆及铁路梁安装完成后，在拱顶布置2台5t卷扬机（上、下游各1台）；

4.10.2 导绳采用Φ20钢丝绳，从拱肋最下层放至拱肋锚箱处，在此处设置转向滑轮，将导绳依次穿过拱肋锚箱导管、刚性吊杆和铁路梁面导管，下放至离江面约30m的位置；

4.10.3 将柔性吊杆吊到运输船，并装在放索盘上，运输至柔性吊杆安装处江面。

4.11 柔性吊杆提升

将导绳下放至运输船，并与柔性吊杆张拉端连接，连接牢固后，启动5t卷扬机将吊杆缓慢提升，提升至拱肋锚箱处，采用倒链将吊杆提升露出拱肋锚箱顶面，旋紧锚杯螺帽，将柔性吊杆张拉端与拱肋锚箱临时固定。

4.12 固定端与公路梁连接

在提升柔性吊杆的过程中，同时进行相应公路梁节段的吊装，将固定端与公路梁采用叉耳连接好后，放松公路梁前端缆索吊钢丝绳，让柔性吊杆受力，对公路梁面进行三维测量，保证偏距、里程准确，并通过调整张拉端锚杯外露量来调整公路梁面标高，调整到位后缆索吊机松钩。在铁路梁导管穿安装好防震垫，防止吊杆与铁路梁摩擦受损。

DS12-DS1通过上述方法依次安装。

4.13 索力调整

公路梁安装完成后，对所有柔性吊杆进行索力复测，将索力在误差范围外的吊杆，在张拉端布置千斤顶进行索力调整，复核吊杆伸长值，完成柔性吊杆的安装。

结束语

成贵铁路宜宾金沙江公铁两用桥主跨336m钢箱系杆拱，上层铁路与拱肋间采用刚性吊杆连接，下层公路梁与拱肋间采用柔性吊杆连接，刚性吊杆刚度大、整体长

度长,且位于拱肋正下方,不易起吊;柔性吊杆穿过拱肋、铁路梁及公路梁三层,精度要求高,安装难度大。刚性吊杆采用先拼接后吊装,且从拱肋外侧吊装,进行受力转换横移至安装位置再提升,仅使用缆索吊机及4台100t千斤顶完成了刚性吊杆的吊装;在整个拱肋、铁路梁、刚性吊杆以及公路梁的安装过程中,全程进行精确的监控测量,保证了柔性吊杆的零误差安装。整个技术操作简单,机械设备投入少,工艺成熟且经济效益非常明显,为其他同类型双体系吊杆的安装施工提供了参考依据。

参考文献

[1]贾蕴磊.浅谈连续梁钢管拱桥吊杆施工技术[J].四川

水泥,2022(01):271-272.

[2]傅安民.高速铁路大跨度连续刚构拱桥吊杆张拉方案研究[J].铁道标准设计,2022,66(03):82-88.

[3]贾宏宇,雷嘯,梁斌,等.高速铁路大跨度钢管混凝土系杆拱桥温度效应分析[J].河南大学学报,2021(2):241-244.

[4]李广盼.钢箱拱桥吊杆吊装施工技术研究[J].江西建材,2018(3).

[5]莫晓华,陈文杰.于成拱桥吊杆施工索力优化[J].湖南交通科技,2012.38(3):79—82.