

上承式钢筋混凝土箱型拱桥的主拱圈施工技术

李彦飞

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:上承式钢筋混凝土箱型拱桥的拱箱是进行腹板及横隔板的预制,拱圈吊装完成后,先浇筑接头、横系梁,再浇筑拱肋间湿接缝混凝土,最后整体现浇15 cm厚顶板混凝土,形成组合断面,这样,才能有效保证箱型拱桥的主拱圈质量安全。

关键词:上承式;拱桥;拱箱;主拱圈;吊装

中图分类号:U448.51;U448.22+2;U445.4

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)02-0164-03

1 工程概况

拉哇金沙江大桥横跨川藏两省区,左岸属四川省甘孜州巴塘县,右岸属西藏自治区昌都地区芒康县,是跨越金沙江的一座大桥,桥址位于拉哇水电站坝址下游约3 km处。拉哇金沙江大桥桥型采用115 m上承式钢筋混凝土箱型拱桥,桥梁总长190 m,为永久桥,采用预制吊装施工工艺;大桥汽车荷载:汽-60级,公路-I级,桥面宽度12.5 m。

总体布置:1×25 m预应力简支T梁+1×115 m上承式钢筋混凝土箱型拱+1×25 m预应力简支T梁,桥梁起点桩号K0+007.30,终点桩号K0+197.46,全桥长190.16 m。桥梁左右岸设置平面交叉口。

主拱圈:主拱圈净跨径115 m,净矢高23 m,净矢跨比1/5。主拱圈为7片预制拱肋组成的箱型截面,高2.2 m,宽10.5 m。预制拱肋高2.05 m,宽度为1.46 m,横桥向布置7个箱肋,纵向每箱肋分为5段预制安装;拱圈吊装完成后,先浇筑接头、横系梁,再浇筑拱肋间湿接缝混凝土,最后整体现浇15 cm厚顶板混凝土,形成组合断面。

2 拱箱的预制

2.1 准备

在预制拱箱之前,要先进行腹板及横隔板的预制,预制场地必须平整坚实,并设置必要的排水设施,保证制作构件不因混凝土浇筑和振捣引起沉陷变形。根据施工图纸或工程师的指示进行钢筋制安,并符合规程规范和技术标准有关规定。预制构件的预埋件按施工图纸所示安装钢板、钢

筋、吊耳及其它预埋件,其埋设的允许偏差和外观质量符合相关规范的有关规定。混凝土达到设计或规范规定强度后拆除。

2.2 实施

当腹板及横隔板强度满足设计拼装要求后,在预制场预先在做好的拱胎上按常规组装顺序分段拼装,每段拱箱端接头上下角钢埋置与角钢位置要准确,拱箱组装成型后弦长误差不超过6 mm。当装配到位后,采用人工入仓的方式依次浇筑底板、边腹板和顶板混凝土成为预制拱箱。

2.3 运输

预制混凝土构件的强度达到设计强度标准值的75%以上,采用汽车吊对构件进行装运。装卸车时注意轻放,防止碰损。

2.4 堆放

预制好的拱箱就堆放在预制场的空地,预制拱箱堆放不得引起混凝土构件的损坏。堆放高度要考虑到构件强度、地面耐压力、垫木强度及堆放体的稳定性。

2.5 吊运

拱箱在吊运时,混凝土强度不低于施工图纸和工程师对其吊运的强度要求,吊点按施工图纸规定设置,起吊绳索与构件水平面的夹角不小于45°。

3 主拱圈吊装施工

3.1 基本要求

3.1.1 预制组装的顺序

主拱箱采用分段预制组装,即先按图纸要求预制好腹膜、横隔板,再在预先制作好的拱胎上按常规组装顺序分段拼装,每段拱箱端接头上下角钢埋置与角钢位置应准确。主拱115 m拱箱分

收稿日期:2018-03-23

5段缆索吊装施工,单箱最大吊重为边箱第Ⅰ段75 t(未计入动载系数)。

3.1.2 施工规范

主拱圈是采用缆索吊装,为减轻吊装重量,吊装箱高2.05 m,纵缝浇筑完毕后现浇顶板15 cm现浇层,整幅主拱圈由7片箱组成,每片箱分为5段吊装,每段箱是将先期分块预制的腹板和横隔板,在底板钢筋骨架上进行组装,然后现浇底板和接头,再浇筑顶板,形成封闭的拱箱构件,施工时必须按照图纸和施工规范来连接各部分钢筋。吊装后进行拱箱之间的纵缝连接加固和浇筑纵缝混凝土以及顶板现浇层。

3.1.3 拱箱节段安装

拱箱吊装过程中应加强抗风措施,以避免大风天气的不利影响。吊装搭架应做好避雷设施。吊装时应仔细操作。拱箱节段安装:吊装预制拱箱形成拱圈,先中片后边片并左右对称。操作顺序为先吊装中间两片拱箱,采用双肋同时合拢,形成双基肋稳定状态。然后由中至边逐一吊装,对称均衡施工完毕后处理全部纵横接头,固结拱脚,然后浇筑接头横系梁混凝土,完成第一阶段加载。主拱合拢温度:本桥设计合拢温度为: $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 拱箱阶段安装施工步骤

3.2.1 阶段Ⅰ安装

吊装就位,节段荷载由吊索装换到扣索上;张拉左岸1号扣索、右岸1号扣索。调整扣索索力(调整索力将合龙口调整合龙口状态准备合龙):按次序先后调整两岸1~2号扣索的索力。调整索力的目标是,使两岸拱肋前端的 V_x 和 V_y 的位移为0,这样合龙口就调整到合龙状态准备合龙。

3.2.2 安装合龙段

合龙段就位,节段间固结,适当放松扣索,松去吊索;完成整个拱肋合龙(拱肋合龙固结要求是,节段之间填缝钢板,应于预留的厚度4 cm一样的情况下,固结干接缝,保证成拱线型)。

3.2.3 拱肋合龙

吊装预制拱箱形成拱圈,要采用双肋合龙松扣索成拱的方式(更有利于保证拱圈合龙时稳定性和强度):具体操作顺序为先吊装中间一片拱肋(Ⅰ段→Ⅱ段),按照施工监理要求张拉扣索和风缆,且暂不合龙;然后再吊装相邻中间另一片拱

肋(Ⅰ段→Ⅱ段),调整好扣索索力,先合龙两拱肋。待形成双基肋合龙后,再加焊临时横向连接,完全松去扣索,保留双肋风缆,并将拱肋接头钢、钢筋和中接头焊接到位全部形成固结,形成无铰拱。

3.2.4 松扣索和接头连接

松索之前,应采用钢板填塞每个接头缝,钢板的尺寸应与预留尺寸一致。之后,逐步松去扣索,松扣索的顺序是先拱脚段,后次拱脚段。每次松扣索都要控制拱肋变形,防止拱肋发生非对称变形而影响结构安全。每次松索量宜小,各个接头高程变化不宜超过10 mm,每次应普遍拧紧螺栓以压紧接头缝;多次松索后,拧紧接头螺栓,可以全部松去扣索。

3.2.5 其他拱肋安装

其他拱肋可以按上述过程重复,别的拱肋施工注意保持与已形成双基肋拱横向临时连接和稳定。拱肋合龙前,尽量不约束其纵向和竖向位移,以保证留有微调余地。

3.3 拱箱节段安装施工注意事项

3.3.1 满足施工要求

拱箱节段施工完成后,应准确画出实际拱轴线位置并与设计拱轴线比较,控制施工误差;每段拱肋的内弧弧长、内弧偏离设计线、断面尺寸、轴线偏位、拱箱接头倾斜和预埋件位置等必须满足施工规范要求,才能进行拱肋安装。

3.3.2 吊前预拼

拱箱节段在吊装前,应进行预拼(至少保证三节段同时预拼),保证拱圈施工阶段节段拼装顺利。

3.3.3 扣索锚点

扣索在拱圈的锚点尽量靠近拱圈,锚在拱圈型心轴竖平面上。应设当个锚点,原则上距前端5~7 m为最佳,锚点距前端距离要根据施工安装拱圈受力状况确定。

3.3.4 吊点的选择

预制拱圈节段吊点应锚在拱圈靠近腹板位置上,每段应设两个吊点,原则上吊点离拱肋端头 $0.22L\sim 0.24L$ 之间为最佳;中段合龙段两吊点设置在离两端 $0.225L$ 处,以减小拱肋前端变形有利于合龙。

3.3.5 缆风索锚点

缆风在拱圈上的锚点应该设在扣索锚点同一截面上,缆风地锚离肋横向距离不能太小,不小于25 m;吊点、扣索锚点和缆风索的锚点应设在横隔板处,如果没有在横隔板处,通知设计人员适当调整横隔板位置。

3.3.6 缆风索力控制

上下游缆风应对称布置,对称加载,保证拱肋不产生偏载,还必须注意缆风加载时拱肋变形和应力检测,缆风索力控制在60kN~100 kN。

3.3.7 拱肋应力和变形控制

节段荷载由吊索转换到扣索上,转换索力应分级逐步进行,使扣索张拉到位。索力转换阶段是一个受力不太明确的阶段,特别注意该阶段拱肋应力和变形控制。

3.3.8 索力调整

拱肋合龙之前,扣索索力根据缆风张拉力和结构安全的需要确定。合龙前要根据缆风张拉力和合龙要求调整扣索索力(保证结构安全),调整索力的目标是,使两岸拱肋前端的 V_x 和 V_y 的位移为0;

3.3.9 松去吊索

—————
(上接第136页)

跳仓浇筑在同一工作面有两台针梁钢模台车进行混凝土衬砌施工,一台在前,一台在后,前面一台针梁钢模台车超前后面钢模台车不超过3仓进行混凝土衬砌,后面一台针梁台车,进行预留仓位的混凝土衬砌。

当两台针梁钢模台车距离过近时,衬砌施工将相互打搅,难以发挥两台针梁台车衬砌的效率,造成人员窝工,现场停滞现象。若两台台车相距一仓,后一台针梁台车首先进行混凝土衬砌,混凝土浇筑完成后进行前一台针梁台车的衬砌施工,前一台针梁台车与后一台针梁台车之间预留一个仓位未进行衬砌,当前一个仓位混凝土衬砌完成后需要等待凝期,这是后一台针梁台车已完成拆模,并需要向前进行下一仓备仓,但是由于前一台针梁台车还未拆模,这就导致后一台针梁台车无法进行移动,造成窝工。

但是两台针梁台车之间的距离也不能太大,由于引水隧洞断面形式为马蹄形,断面尺寸为7.6 m×7.6 m,支护后底脚宽度为5.63 m,只能单台设备进行供料。当两台针梁台车相距较远时,

合龙段就位,但是必须先松扣索使合龙段产生轴向压力后方可松去吊索。

3.3.10 执行方案

拱箱节段安装扣索索力调整和合龙阶段扣索索力需要详细计算分析,特别注意施工误差分析。在确定好拱箱安装和合龙方案后施工在监控的控制下坚决执行。

4 结语

采用预制吊装施工工艺上承式钢筋混凝土箱型拱桥,主拱圈施工工艺非常重要,主要是拱箱的预制先后顺序,拱圈吊装完成后,顺利浇筑形成组合断面。拱箱吊装过程中应加强抗风措施,吊装搭架做好避雷设施。拱箱节段安装顺利为先预制拱箱形成拱圈,先中片后边片并左右对称;操作顺序为先吊装先吊装中间两片拱箱。这样,才能有效保证箱型拱桥的主拱圈质量安全。

作者简介:

李彦飞(1981-),男,湖北宜昌人,大专文化,工程师,项目总工程师,从事大中型水利水电工程和公路工程施工技术管理。

(责任编辑:卓政昌)

泵机将无法送料。因此综合考虑连续施工和泵机的泵送能力,两台针梁钢模台车之间的最佳间隔仓位为2~3仓。

3 结语

厄瓜多尔索普拉多拉水电站引水隧洞采用全圆式针梁钢模台车技术进行混凝土浇筑,保证了隧洞混凝土的质量,特别是混凝土表面光滑平整,接缝处无错台现象,同时也降低工序间的干扰,便于进行无缝衔接施工。全圆式针梁钢模台车技术的使用,降低劳动强度,提高施工工效,加快了施工进度。

厄瓜多尔伯特-索普拉多拉水电站是中国葛洲坝集团公司在南美洲的第一个国际水电工程,研究成果的应用对提高水电行业施工技术水平、增加公司的国际市场竞争力等方面具有极其重要的意义。

作者简介:

谭明军(1977-),男,四川成都人,大学本科,高级工程师,项目经理,从事施工工作。

(责任编辑:卓政昌)