

宜昌红星渡槽现浇混凝土双曲拱线形控制技术

王福章, 李 萍

(长江水利委员会 陆水试验枢纽管理局, 湖北 赤壁 437300)

摘要:在渡槽施工中,大跨度现浇钢筋混凝土拱肋的线形控制是施工控制的重点和难点。以宜昌市东风渠红星渡槽为例,介绍了大跨度现浇双曲拱肋施工中的线形控制技术、监控方法和采取的措施。施工采用支墩现浇法,通过预压处理消除支墩基础的沉降变形和支架自身的非弹性变形,并科学组织施工,成功控制了双曲拱肋线形,经通水加载后监测,线形符合设计和规范要求。

关键词:大跨度;双曲拱;线形控制;施工技术;红星渡槽;宜昌

中图法分类号:TV67 文献标志码:A

1 工程概况

红星渡槽是宜昌市东风渠总干渠上的控制性工程,设计过水流量 $15 \text{ m}^3/\text{s}$,加大过水流量为 $18 \text{ m}^3/\text{s}$ 。主拱圈采用两跨的双曲拱形式,单跨跨度 70 m ,两跨共 140 m ,跨高 17 m ,矢跨比为 $1/4.12$;宽度为 3.94 m ,宽跨比为 $1/17.77$;拱肋有三片:两片边肋和一片中肋,边肋为 L 形,中拱肋为倒 T 形,边肋宽 54 cm 、中肋宽 44 cm ,肋高 74 cm 。拱圈主截面为双波双曲拱,拱波净跨为 1.25 m ,矢高 46 cm ,预制拱波厚为 8 cm ,整个拱厚 1.32 m 。

2 线形控制概况

双曲拱拱肋线形在一定程度上影响内力的分布,甚至影响主体结构的安全性。红星渡槽主拱采用支架(由钢支墩、军用梁及碗扣式脚手架组成)现浇法施工。单跨跨度 70 m 、拱顶距河床高度约 35 m ,因此拱肋轴线线形控制的关键是控制支墩基础沉降变形和支架本身的弹塑性变形。支墩基础的沉降变形和支架自身的非弹性变形可通过预压处理消除,而支架预压时产生的弹性变形直接影响着预拱度的调整;此外,混凝土徐变产生的位移在设置预拱度时也必须予以考虑。

3 拱肋的线形控制与预拱度设置

3.1 消除支墩基础沉降变形

支墩基础位于砂卵石河床上,基坑开挖并夯实后采用 C20 混凝土浇筑支墩基础,基础承载力需满足要求。在混凝土浇筑前将预埋件按照立柱设计位置准确预埋并固定,防止浇筑过程中移位。在支墩基础四周布设 4 个沉降观测点,施工期内保持连续观测,密切关注其是否存在不均匀沉降,以便采取加固措施。

3.2 预压消除支架的非弹性变形

(1) 考虑到满堂脚手架整体性差、易产生不均匀沉降,且钢管间、排距小,影响河道行洪,根据现场实际情况并经技术论证,决定采用钢支墩、军用梁及碗扣式脚手架作为支承件搭设拱架。在每跨自河床内设 4 个钢支墩,中墩墩帽上左右侧(顺河流方向)设置工字钢牛腿,其顶部高程为 197.0 m 。在钢支墩和牛腿顶用军用梁搭设一个顶面高程为 199.0 m 的平台,在该平台上用碗扣式脚手架搭设整体拱架。详见图 1。碗扣式脚手架由纵横水平杆、竖杆及斜向支撑形成空间不变体系,其顶部设置可调节顶托,以调整标高确定拱形和落架。拱架形成后增加纵、横向通长钢管,以加强拱

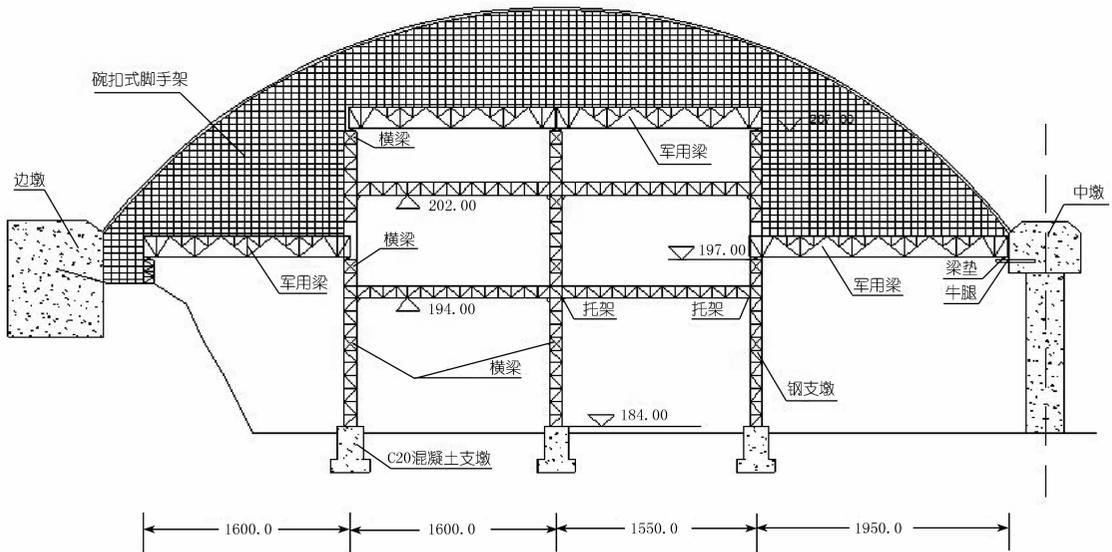


图1 拱架立面(尺寸单位:cm)

架的整体性、增强拱架刚度,减小加载后的变形。

(2) 预压处理。拱肋底模安装、固定后,以拱肋和横系梁混凝土实重换用实物在底模上进行预压,同时考虑施工时的其他荷载。预压的材料为袋装砂。加载时对称等载预压布置,防止支架偏压失稳。

预压前,在每片拱肋的顶点、1/4 和 1/8 点等部位设置位移、沉降观测点。预压前对设置的这些观测点进行观测记录,以便与预压中、预压后进行对比分析。卸压完成后,再次复测各控制点标高,以便得出支墩基础和支架自身的弹性变形量(等于卸压后标高减去持荷后所测标高),用总沉降量(即支架持荷后稳定沉降量)减去弹性变形量为支墩基础 and 支架的非弹性变形量(即塑性变形)。预压完成后根据预压成果,通过可调节顶托调整支架的标高,以便拱圈立模时预设预拱度而确保主拱线形满足设计要求。

3.3 预拱度的设置

考虑到在支架上浇筑混凝土、拆架及拱肋上部加载后,拱肋将发生一定的下沉,产生一定的挠度,因此施工时应采取预留预拱度控制。预拱度主要考虑以下因素:① 拆架后上部结构及荷载作用产生的竖向挠度 δ_1 ;② 支架在荷载作用下的弹性压缩变形 δ_2 (通过预压测量);③ 支架在荷载作用下的非弹性压缩变形 δ_3 (通过预压消除);④ 支墩基础在荷载作用下的非弹性沉降变形 δ_4 (通过预压消除);⑤ 混凝土收缩及温度变化引起的 δ_5 。

预拱度根据上述计算之和确定最大值,设于跨中,其他各点按公式计算分配确定。

4 线形控制工艺流程、测设及调整

4.1 线形控制工艺流程

在军用梁平台上搭设碗扣式脚手架→可调节螺杆顶部高程调节→方木调整→模板铺设→拱轴线标高调整→钢筋混凝土浇筑→线形复测与分析

4.2 线形的测设

该工程主拱拱轴线为悬链线,测量放样前须做好内业计算,根据设计蓝图上提供的部分坐标并参照相关资料,推导出拱底曲线方程为: $y = 216.08 - 101.85629 \times (\cosh(0.570173 - 0.016393x) - 1)$ 。

这样根据横坐标值可以方便地求出与之对应的唯一纵坐标值,即该点的高程。

4.3 线形的调整

主拱底模测量放样步骤如下:

(1) 用全站仪测量出底模上、立管顶上的相对坐标,求出公式中的横坐标值;

(2) 根据已知的横坐标值求出与之对应点的设计高程值;

(3) 根据对应点的设计高程值与实测值,调节碗扣式脚手架顶部的可调节螺杆,使其达到设计高程;

(4) 按上述方法逐排测量、计算、调整、复测,直至拱底模高程全部符合设计要求。

在调节螺杆过程中,需保证每一排的螺杆顶部高程相同,采用全站仪定出每排的上、下游各一个立管顶的高程后,两立管间挂线即可确定该排的其他立管顶高程。

5 混凝土浇筑过程中的变形观测

经多方论证,该工程拱肋分三段进行混凝土浇筑。浇筑顺序与预压顺序相同,即先浇筑拱顶段,进行压顶;再在拱脚两侧对称浇筑,以使拱架变形保持均匀和最小。

为观测拱肋模板及支架在拱肋混凝土浇筑过程中的变形情况,在拱肋上下游侧各挂设 3 个垂球,其中 4 个挂设在边肋底模上、2 个挂设在钢支墩顶部上,观测人员每间隔 30 min 观测一次。另外用全站仪、水准仪观测支架及支墩基础上布设的观测点,以及时掌控拱架的变形量,并与理论值进行对比分析,发现异常及时采取措施加以控制。

6 结语

在现浇钢筋混凝土拱肋的施工过程中,控制拱肋线形在设计和规范允许范围内,以确保结构受力状态满足设计要求,是此类工程施工成败的决定因素。科学合理地确定拱肋各控制点预拱度是保证拱肋线形符合设计要求的關鍵。此外采取有效措施消除支架的弹性变形、拱肋混凝土的浇筑顺序、施工过程中的变形观测等都是保证在拱肋上部结构施工完成并运行一段时间后达到设计所期望的标高线形的必要条件。在红星渡槽双曲拱肋施工中,采用支墩现浇法,科学合理组织施工,成功控制了双曲拱拱肋线形,经通水加载后观测,线形符合设计和规范要求。

(编辑:赵凤超)

Line - shape control technology for double curvature arch of cast - in - situ reinforced concrete aqueduct

WANG Fuzhang, LI Ping

(Bureau of Lushui Experimental Hydropower Complex Management, Changjiang Water Resources Commission, Chibi 437300, China)

Abstract: The line - shape control is a key point and difficulty for a long span arch reinforced concrete rib. The paper introduces the control technology, monitoring methods and construction measures of double curvature arch rib of Hongxing Aqueduct of Dongfeng Canal in Yichang City, Hubei Province. In the construction, the aqueduct pier was constructed by cast - in - situ method and the deformations of aqueduct pier foundation and body were controlled by pre - compression, combined with scientific organization, the line - shape of the arch rib was successfully controlled. The load monitoring by water - filling indicate that the line - shape meets the design specifications.

Key words: long span; double curvature arch; line - shape control; construction technology; Hongxing Aqueduct; Yichang City

(上接第 90 页)

Application of 32 - bit DSP in excitation regulator

GAO Xiongqing, SONG Yanming, XIONG Jie, HU Haiyan

(Bureau of Lushui Experimental Hydropower Complex Management, Changjiang Water Resources Commission, Chibi 437300, China)

Abstract: A 32 - bit DSP excitation controller that is based on TMS 320F2812 is introduced. Its basic principles are illustrated as follows: the peripherals of DSP are adopted to realize frequency measurement, AC sampling and output control of pulse, reaching the goal of simplifying the hardware structure and improving reliability and maintainability. Compared with 16 - bit microcontroller, 32 - bit DSP has significant advantages of faster speed, multiple peripheral selection and stronger communication ability. The 32 - bit DSP with 32 - bit timer has a digital conversion accuracy of 12 - bit, and the 16 - bit DSP with 16 - bit timer has a digital conversion accuracy of 10 - bit. Some circuit principle diagram and software flowing chart of the excitation regulator are provided, exhibiting its realization process that has been verified by test waveform of the operation units, and some main technical parameters of regulation and control are obtained.

Key words: excitation; DSP; AC sampling; formation of phase - shift pulse