

三峡升船机贝雷架安装与拆除技术

刘 勇,陈建峡

(中国葛洲坝集团股份有限公司三峡分公司,湖北宜昌 443002)

[摘要] 三峡升船机塔柱横梁贝雷架支撑体系的安装与拆除属于高空立体交叉作业,而且施工场地狭窄、施工强度大,贝雷架的安装与拆除所受到的施工干扰大,是三峡升船机塔柱施工中的难题之一。本文通过对贝雷架施工作业环境的系统分析,根据不同部位的特点与要求,制定了有针对性的包括施工设备布置、吊装单元划分、吊点设置、各部位拆除方案在内的塔柱横梁贝雷架安装及拆除施工技术体系。该技术体系在三峡升船机贝雷架安装及拆除工程中得到顺利实施,塔柱横梁贝雷架支撑系统的施工进度、施工成本及施工安全均实现了良好的效果,表明该技术方案合理可靠。本文中贝雷架的安装与拆除施工技术体系可为类似条件下的贝雷架安装和拆除施工提供参考借鉴。

[关键词] 升船机;贝雷架;安装;拆除;三峡工程

[中图分类号] TV523 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)09-0077-06

1 前言

贝雷架是形成一定单元的钢架,可以用它拼接组装成多种形式的构件和设备,广泛应用于国防战备、交通工程、市政水利工程。贝雷架具有结构简单、运输方便、架设快捷、载重量大、互换性好、适应性强的特点。同时,贝雷架安全稳定性较好,投资节省,在高空以及大跨度建筑中应用非常广泛^[1-2]。

三峡升船机横梁混凝土结构跨度大,施工时为高空作业,采用贝雷架支撑方案,以保证横梁混凝土浇筑的正常进行。在塔柱墙体预埋贝雷架支座埋件,后期支座与埋件连接安装形成贝雷架支座,贝雷架坐落在支座上,贝雷架上部搭设钢管支撑排架并安装横梁模板,贝雷架上部施工荷载通过贝雷架传递到支座,由支座将荷载传递给塔柱混凝土墙体。

三峡升船机横梁贝雷架的安装与拆除属于高空立体交叉作业,施工场地狭窄,施工强度大^[3],其建设难点主要表现在6个方面。a. 横梁贝雷架规模大、质量重,根据现有的施工手段,需分组进行吊装。b. 横梁贝雷架跨度大,吊装单元长度长,安装

时易与船厢室内局部突出结构以及贝雷架移动平台之间形成相互干扰。c. 因筒体和剪力墙的施工进度不同,剪力墙贝雷架受吊装空间限制,部分贝雷架需分段吊装,左右方向在空中存在二次连接。d. 受起吊能力限制,只能分组、分段、分片进行拆除。在如此高的环境中分小单元进行拆除,没有可供借鉴的施工经验。e. 横梁混凝土浇筑后位于贝雷架顶部,受其遮挡,垂直吊装手段与横梁混凝土之间会相互干扰。f. 平台板混凝土浇筑后,底部贝雷架处于封闭空间内,只能采用卷扬机进行定点拆除。因平台板底部贝雷架拆除单元多,贝雷架需采用手拉葫芦拖至吊点处进行分解、起吊,拆除工序繁杂。

为了确保三峡升船机的顺利施工,在施工质量与进度并重的情况下,合理有效地安排三峡升船机横梁贝雷架的安装与拆除工作就显得至关重要。为此,本文在详细分析三峡升船机贝雷架安装与拆除的施工特点的基础上,从安装拆除设备的选取、吊装单元的划分等几个方面介绍了三峡升船机贝雷架的安装拆除技术,为今后类似的高空立体交叉作业的安全高效施工提供借鉴。

[收稿日期] 2013-06-20

[作者简介] 刘 勇(1984—),男,湖北宜昌市人,工程师,主要从事水利水电工程施工技术工作;E-mail:ly20031018@163.com

2 施工设备布置

2.1 固定起重设备

采用为升船机施工已安装的固定起吊设备进行贝雷架的安装与拆除工作。上闸首航槽两侧 185.00 m 高程处布置有两台 F0/23B 型行走式塔机,

主要作为船厢室段靠上游侧施工区域的起吊设备;航槽两侧岩台上分别布置的两台固定式 C7030 塔机和两台固定式 K40/26 塔机,作为船厢室段施工的主要起吊设备。F0/23B、C7030 塔机和 K40/26 塔机性能参数见表 1。塔机布置见图 1。

表 1 塔机性能参数表

Table 1 Performance parameters of tower crane

设备名称	安装起止高度/m	起吊能力	设备参数	备注
F0/23 行走式塔机	高程 185.00 ~ 225.00	10 t / 2.9 ~ 14.5 m 4.4 t/30 m	轨距 4.5 m, 塔柱截面 1.6 m × 1.6 m	臂长 30 m
C7030 塔机	高程 84.50 ~ 235.00	16 t / 3.3 ~ 18.6 m 7.1 t/40 m	塔柱截面 2.0 m × 2.0 m	臂长 40 m
K40/26 塔机	高程 84.50 ~ 235.00	16 t / 3.1 ~ 18.4 m 7.6 t/40 m	塔柱截面 2.0 m × 2.0 m	臂长 40 m

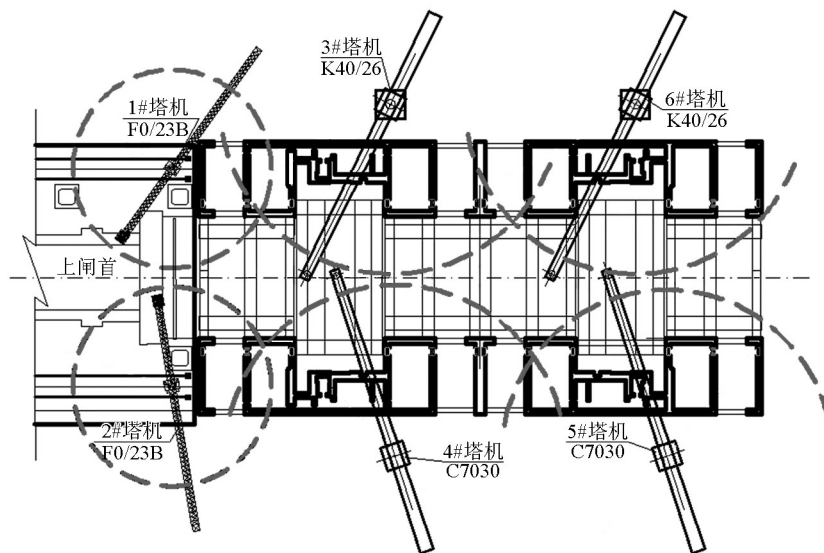


图 1 升船机船厢室段塔机布置

Fig.1 Arrangement of tower crane of ship lift chamber section

2.2 卷扬机布置

在观光平台板和中控室平台板各布置 1 台 15 t 卷扬机和 6 台 10 t 卷扬机,用于平台板部位贝雷架的拆除。

2.3 施工设备分析

根据施工设备布置情况,横梁结构贝雷架主要利用塔机拆除,横梁贝雷架根据吊装构件结构特点,需采用两台塔机抬吊,基础梁贝雷架则为单台塔机起吊。平台板贝雷架每组分 3 段进行拆除,其中中间部分采用布置在 196.00 m 高程平台板上的

两台(或 3 台)10 t 卷扬机抬吊下放至 50.00 m 高程航槽底板进行拆除。两端部分主要采用单台塔机起吊至 84.50 m 高程平台进行拆除。平台板下部的纵梁贝雷架及下部固定操作平台采用布置在平台板上的单台 15 t 卷扬机进行拆除。卷扬机钢丝绳穿过平台板预留孔洞后由手拉葫芦配合将贝雷架下放到 50.00 m 高程航槽底板或分段分解后采用单台塔机起吊至 84.50 m 高程平台进行拆除。移动平台轨道梁采用布置在平台板上的单台卷扬机起吊下放到 50.00 m 高程航槽底板进行拆除。

3 贝雷架安装技术

3.1 吊装单元划分

因贝雷架长度过大,质量较重,现有起吊手段和起吊能力均不能满足整体直接吊装的要求。因而需将贝雷架分解成若干起吊单元,以单个连接框将2~3片贝雷架梁连接为一组,采用单台塔机单独起吊或两台塔机抬吊将贝雷架吊装到位,然后在空中连接形成整体。经计算,每组贝雷架吊装单元质量均在塔机起吊能力范围内,抬吊质量按两台塔机起吊能力的75%控制。

3.2 吊点设置

吊点必须在贝雷架梁两端对称设置,同时吊点位置必须满足塔机幅度要求。为避免贝雷架割伤钢丝绳,钢丝绳不直接与贝雷架连接,而是采用卡环将钢丝绳卡在贝雷架支撑节点上进行起吊。

3.3 安装方法

3.3.1 取梁位置

横梁及纵梁均在船厢室50.00 m高程底板取梁,基础梁在84.50 m高程平台和上闸首185.00 m高程平台取梁。因轴1剪力墙滞后筒体施工,受船厢室段吊装空间限制,轴1横梁取梁位置布置在船厢室50.00 m高程底板上闸首凹槽内,同时需将凹槽内的设备材料转移至其他位置。受船厢室段空间限制和上部贝雷架移动操作平台轨道系统的干扰,在船厢室取梁的单根贝雷架吊装单元均在50.00 m高程底板斜向摆放后起吊,起吊到189.00 m收仓面以上再回转摆正就位吊装。

3.3.2 横梁贝雷架安装

以轴1墙跨航槽横梁贝雷架的安装(贝雷架1#)为例说明:轴1墙布置两层贝雷架,每层由12排贝雷片和4个450连接框组成。吊装时需将3排贝雷片连成1组,第1层4组就位后吊装第2层,按照从上游向下游的顺序采用两台塔机抬吊。安装程序具体如下所述。a. 将操作平台行走至贝雷架底部位置。b. 首先采用450连接框将第1~3排连接成一组吊装就位。按同样方法将第2组吊装就位,两组之间采用225连接杆连成整体,依次将第3组、第4组吊装就位并采用225连接杆连成整体。c. 将第2层第1组吊装就位采用螺栓将上下两层连成整体,依次将第2层第2组吊装就位采用螺栓将上下两层连成整体,并采用225连接杆与第2层第1组连成整体,依次将第2层第3组、第4组吊装就位连成整体,完成贝雷架1#吊装(其余横梁部位参照施工)。

3.3.3 特殊部位横梁贝雷架吊装

1)轴1、2横梁吊装:轴1、2横梁吊装长度为25.5 m,经计算,因受塔机吊重和吊装幅度限制,轴1、2横梁贝雷架由上闸首塔机起吊,上层贝雷架的上部加强弦杆需在吊装就位后再安装,以减轻吊重。

2)平台板横梁吊装:平台板横梁贝雷架吊装长度为33 m,吊装长度长,吊装质量重。经计算,需要两台塔机抬吊,单台最大起吊能力为36 m/8 t,按起吊能力的75%控制,两台塔机抬吊重量为12 t,而贝雷架横梁单组吊装单元重量达15.7 t,需同时采取以下措施。a. 将33 m横梁贝雷架缩短至30 m吊装,吊装就位后再将剩余3 m单片安装完成。b. 上层贝雷架上部加强弦杆待贝雷架吊装就位后安装,以减轻吊重。通过同时采取上述两项措施后,平台板横梁的单组吊装质量为11.63 t,在两台塔机抬吊能力范围以内。

3)轴7横梁吊装:轴7横梁部位贝雷架施工时,周边筒体部位贝雷架已安装,受吊装空间限制,先吊装下层3组单元就位,后续吊装单元吊装长度由25.5 m调整为21 m,在前3组单元形成的平台上再对接成25.5 m单元。因贝雷架节与节之间采用连接销连接,吊装单元为3片组成,如采取将4.5 m单元直接与21 m单元对接,中间一片的连接销打入贝雷架连接孔时锤子挥动空间不足,因此需采取分片吊装,将单节3 m和1.5 m贝雷架单元在21 m贝雷架上一节节组装成25.5 m完整单元,然后将该完成组装的25.5 m完整单元吊装就位。

3.3.4 纵梁、基础梁、平台板横梁延伸段贝雷架吊装

1)纵梁贝雷架吊装长度为18.9 m,吊装质量为7.9 t,每组吊装单元采用塔机直接进行起吊就位。在纵梁下面布置固定操作平台作为贝雷架拼装操作平台。

2)基础梁贝雷架横跨筒体,在剪力墙基础梁贝雷架之前施工,单根基础梁贝雷架需分2~3个单元吊装,其中贝雷架7分两个单元,贝雷架8分3个单元,吊装单元最大质量为4.3 t,每组吊装单元采用单台塔机直接进行吊装就位。

3)平台板横梁延伸段贝雷架,单组吊装质量为1.96 t,每组吊装单元采用单台塔机直接进行吊装就位。在横梁延伸段下面布置固定操作平台作为贝雷架拼装操作平台。

4 贝雷架拆除技术

4.1 平台板横梁延伸段贝雷架拆除

平台板延伸梁贝雷架分解成三组后采用单台

塔机起吊至 84.5 m 高程平台进行拆除。

4.2 基础梁贝雷架拆除

基础梁每个起吊单元采用单台塔机起吊,共分为 42 个起吊单元,先用塔机将基础梁起吊。再利用缆风绳(缆风绳提前系挂在贝雷架一端)将贝雷架水平旋转 90°,使其能从两根横梁贝雷架之间的空档下放。最后利用塔机将贝雷架下放至 50.00 m 高程航槽底板进行拆除。

针对上部有基础梁混凝土结构覆盖的部分贝

雷架,需采用两个 10 t 手拉葫芦配合塔机拆除。在横梁上兜挂钢丝绳,手拉葫芦固定在钢丝绳上,塔机钢丝绳卡环固定在贝雷架上。通过手拉葫芦将贝雷架抬吊一定高度并通过收放手拉葫芦链条将贝雷架移出基础梁覆盖范围。移出过程中在移动的相反方向用牵引绳反拉贝雷架,使贝雷架在塔机起吊过程中平稳向航道中心方向移动。最后塔机接钩起吊贝雷架。基础梁贝雷架拆除示意图见图 2。

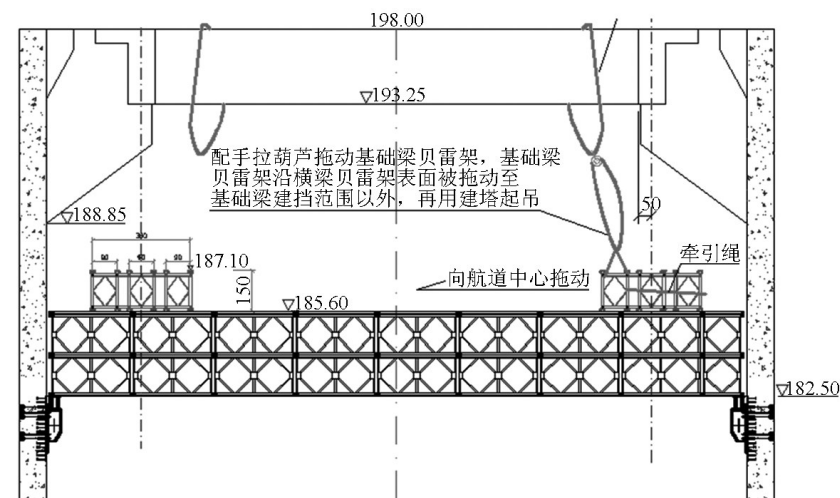


图 2 基础梁贝雷架拆除示意图(单位:m)

Fig.2 Demolition schematic diagram of bailey truss of based beam(unit:m)

4.3 横梁贝雷架拆除

1)吊点设置。横梁贝雷架全部采用塔机起吊(抬吊)拆除,吊点必须在梁两端对称设置,同时吊点位置满足塔机幅度要求并要避开基础梁、横梁遮挡。为避免贝雷架割伤钢丝绳,钢丝绳不直接与贝雷架连接,采取将卡环卡在贝雷架的支撑节点上进行起吊。横梁贝雷架吊点吊距为 15 m。

2)横梁贝雷架拆除。以轴 13 跨航槽横梁贝雷架的拆除为例进行说明。轴 13 横梁布置两层贝雷架,每层由 4 组起吊单元组成。首先将底部加强弦杆、水平连接框、上部水平连杆、斜杆、组与组之间联板以及上部加强弦杆拆除。从上部第二层上游侧一组开始拆除,该组与贝雷架梁分离后采用 3#、4#两台塔机抬吊。针对上部横梁遮挡,不能直接垂直起吊的贝雷架,需采用两个 10 t 手拉葫芦配合塔机拆除。具体操作方法为:在对应的横梁两端各兜挂 1 根钢丝绳,手拉葫芦固定在钢丝绳上,塔机起吊钢丝绳卡环固定在贝雷架上,通过手拉葫芦将贝雷

架抬吊一定高度并通过收放链条,将贝雷架移出横梁覆盖范围。塔机起吊,解除手拉葫芦钢丝绳。两台塔机抬吊从上游侧下放至 50.00 m 高程航槽底板进行拆除。为避开下部移动平台轨道干扰,需将起吊构件呈倾斜状下放。

在拆除过程中待拆除贝雷架上部横梁需设防护栏杆,以保证施工人员的安全。轴 13 横梁贝雷架拆除方式见图 3 ~ 图 5。

4.4 平台板部位贝雷架拆除

平台板部位贝雷架长度为 33 m,起吊质量大,且处于封闭的平台板之下,按以下操作方式拆除:将两端头系挂钢丝绳穿过平台板两端延伸梁空档部位,用塔机起吊向下游或上游侧移动至平台板范围边缘,然后将起吊构件临时固定,将两端头建塔系挂钢丝绳解除,将钢丝绳重新系挂,使两吊点位于起吊构件端部 1/3 处,最后由两台塔机抬吊下放至 50.00 m 高程航槽底板进行拆除。

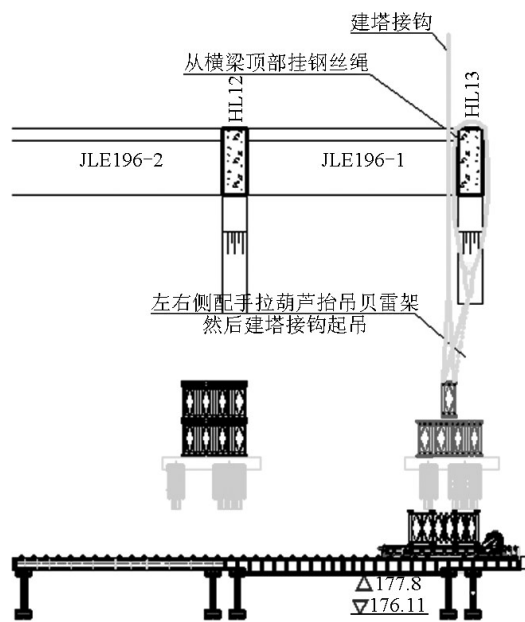


图3 轴13横梁贝雷架起吊(1)(单位:m)

Fig.3 Hoisting bailey truss of the 13th crossbeam (1) (unit:m)

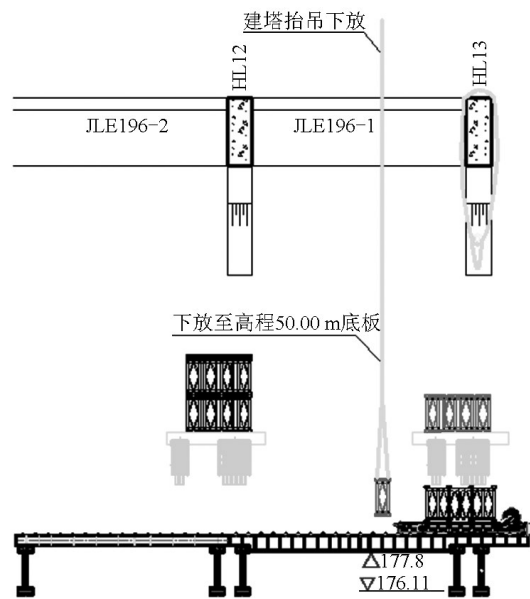


图4 轴13横梁贝雷架起吊(2)(单位:m)

Fig.4 Hoisting bailey truss of the 13th crossbeam (2) (unit:m)

4.5 纵梁及固定平台贝雷架拆除

纵梁及固定平台贝雷架拆除方式为:先用系挂在纵梁上的吊挂葫芦将其抬吊一定高度,再由卷扬机牵引出来起吊,然后下放至50.00 m高程航槽底板进行拆除。拆除方式见图6。

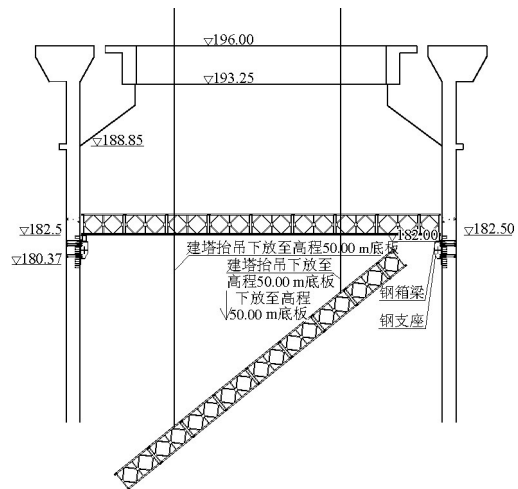


图5 横梁贝雷架拆除(单位:m)

Fig.5 The demolition of bailey truss of crossbeam (unit:m)

4.6 移动平台贝雷架拆除

按照拆除顺序,移动平台轨道系统(轨道、钢箱梁)跟进横梁贝雷架拆除。首先采用塔机挂吊篮拆除移动平台贝雷架底部水平连接框,然后将贝雷架分解为两个单元并采用1#、2#塔机抬吊下放至50.00 m高程航槽底板进行拆除。

5 结语

三峡升船机横梁贝雷架支撑体系的安装与拆除是整个升船机施工过程中的关键问题之一,在现有场地以及技术条件下,为了避免施工干扰,安全高效地完成贝雷架的安装与拆除工作,制定了详细的施工技术方案。该技术方案保证了三峡升船机贝雷架安装与拆除的顺利进行,其值得借鉴的施工技术如下。a.合理地利用现有的施工机械,避免了施工机械的重复安装,节省了施工时间。b.针对不同部位的结构特点,采取不同的施工方法,因地制宜,最大程度地保证了施工的顺利安全进行。c.受场地与起吊能力的限制,很多部位的贝雷架只能分组、分段、分片进行安装拆除,本工程成功解决了在如此高的环境中分小单元进行安装与拆除的问题,该技术值得推广与借鉴。d.充分利用各种施工机械的特点,塔机、卷扬机、手拉葫芦的结合使用,从最大程度上消除了塔柱混凝土带来的施工干扰,保证了安装拆除工作的顺利进行。

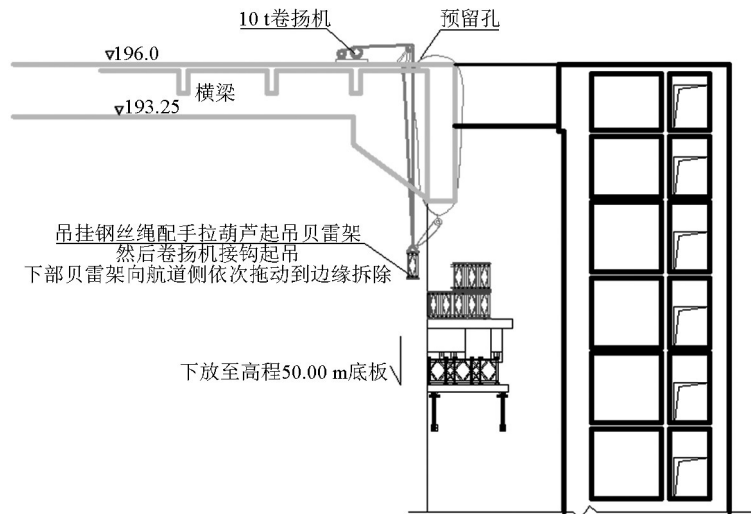


图6 纵梁及固定平台贝雷架拆除方式(单位:m)

Fig.6 The demolition way of bailey truss of longitudinal beam and fixed platform (unit: m)

参考文献

- [1] 李云华. 钢管临时支撑和贝雷架在施工实践中的应用[J]. 山西建筑, 2011, 37(2): 163-166.
- [2] 薄文江. 贝雷架高空支模施工的技术探讨[J]. 山西建筑, 2010, 36(36): 139-140.
- [3] 王建平, 聂本武, 李智. 三峡升船机立体交叉作业的风险控制措施研究[J]. 安全与环境工程, 2013, 20(1): 147-150.

Installation and demolition technology of Bailey truss of Three Gorges Project ship lift

Liu Yong, Chen Jianxia

(China Gezhouba Group Co., Ltd. Three Gorges Company, Yichang, Hubei 443002, China)

[Abstract] The installation and demolition of Bailey truss support system of Three Gorges Project ship lift belongs to be grade separation operation. Because of the narrow construction site, high construction strength, and big construction disturbance, the installation and demolition of Bailey truss has been one of the construction problems of Three Gorges Project. The installation and demolition technology system of bailey truss support system has been established based on the analysis of construction environment and the characteristics and requirements of different parts. The technology system contains the layout of construction equipment, the division of lifting units, the set of lifting point, and demolition plans of different parts and so on. This technology system ensures the smooth implementation of the installation and demolition of bailey truss. Construction schedule, cost, and safety of this project have achieved good results, and this technology system can provide a reference for similar project.

[Key words] ship lift; Bailey truss; installation; demolition; Three Gorges Project