

水位自记台装配化设计与施工技术

李永波¹, 金忠良¹, 朱信泽²

(1. 建华建材(中国)有限公司, 江苏 镇江 212000; 2. 江苏省水文水资源勘测局盐城分局, 江苏 盐城 224000)

摘要: 基于传统现浇水位自记台的相关功能和装配式设计理念, 结合水位自记台的结构和功能特点, 从脱模、吊装、拆分、预埋件、专项设计等方面, 提出了装配式水位自记台结构设计和施工安装两方面的标准化设计要点, 对类似水文装置的安装应用具有一定的参考意义。

关键词: 水位自记台; 装配化; 拆分设计; 施工安装

中图分类号: TV131.66

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2024)01-0029-0004

Assembling design and construction technology of water level self-recording platform

LI Yongbo¹, JIN Zhongliang¹, ZHU Xinze²

(1. Jianhua Construction Materials (China) Co., Ltd., Zhenjiang 212000, China; 2. Yancheng Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Yancheng 224000, China)

Abstract: Based on the relevant functions and prefabricated design concept of the traditional water level self-recording platform, combined with the structure and functional characteristics of the water level self-recording platform, the standardization design points of the structure design and construction installation of the prefabricated water level self-recording platform are put forward from the aspects of demounting, lifting, splitting, embedded parts and special design, which has certain guiding significance for the promotion of similar structures in the future.

Key words: water level self-recording platform; assembly; split design; construction and installation

1 概 述

为观测水位数据, 常需要在河流、渠道、湖泊、水库上或流域内设立水位观测设施。与超声波式、雷达式水位计相比, 水位自记台由于价格较低、性能稳定、使用年限长等优点, 在水位观测领域应用广泛。水位自记台主体结构部分包括测井、连通管、栈桥、仪器房及附属设施等, 根据测井与岸坡的布置形式, 可分为岛式、岸式和岛岸结合式3类。

传统水位自记台多采用现浇方式, 施工方法主要为修建施工围堰、开挖连通管沟槽(包括排水)、铺设管道、回填及断面护坡修复、仪器房建设等, 岛式和岛岸结合式还建有栈桥^[1]。传统施工方式中, 修建围堰需要大量工期, 整体施工工序多、工程量大、工期长、造价高, 存在一定局限性。本文基于水文行业对水位自记台建设配备的规范化和标准化建设的需求, 探索水位自记台的标准化设计、模块化建造和装配化施工。

收稿日期: 2023-03-16

基金项目: 江苏省水利科技项目(2021045)

作者简介: 李永波(1996—), 男, 硕士, 主要从事装配式结构相关工作。E-mail: 2901443989@qq.com

2 结构设计要点

装配式水位自记台结构设计基本原理是等同原理,即通过采用可靠的连接技术和必要的结构与构造措施,使其与现浇结构的效能基本等同。区别于现浇结构,装配式结构混凝土构件在工厂预制,其在设计阶段需考虑预制构件脱模、吊装、连接节点、拆分、预埋件等环节的设计,还需考虑水位自记台专业特点的专项设计等。

2.1 脱模、吊装设计

预制构件脱模设计包括脱模强度确定、脱模吊点设计、在脱模荷载作用下构件承载力验算。脱模强度与构件重量和吊点布置有关,脱模时构件和吊具所承受的荷载包括模具对混凝土构件的吸附力及构件在动力作用下的自重,脱模吊点主要布置情况与吊运安装时的吊点为同一吊点,借用桁架筋、架立筋,专设脱模吊点,脱模吊点设计包括吊点布置、吊点构造、承载力验算。

预制构件吊装设计主要是考虑在翻转、吊运和安装工作状态下需设置吊点,与构件的制作方式、运输方式、安装方式等密切相关。构件翻转作业方式包括捆绑软带式 and 预埋吊点式,吊运吊点一般可与脱模吊点、翻转吊点或安装吊点共用。构件吊运状态的荷载动力系数需进行分析,安装吊点是构件安装时使用的吊点,构件的空间状态应与正常使用时保持一致。

2.2 连接设计

预制构件的连接设计是保障结构安全的基本环节,主要的连接方式及设计要点包括以下几个方面。

(1)套筒灌浆连接,设计时应选择可靠的灌浆套筒和灌浆料,且产品应匹配。

(2)浆锚搭接连接,要保证搭接部分螺旋钢筋的保护层厚度。

(3)后浇混凝土连接,预制构件和后浇部位的连接部位应设置粗糙面和键槽构造。

(4)螺栓连接,根据节点铰接或刚接的不同要求,螺栓的布置方式也有所不同。

(5)焊接连接,需确定现场施工是否具有施焊条件,在装配式主体结构中应用较少。

2.3 拆分设计

预制构件的拆分设计是核心环节,需考虑多方面因素。

(1)结构的合理性。拆分的部位要能够等效传

递设计内力,构件接缝宜选在应力小的部位,应尽量避免应力集中部位和结构受力较大的部位。

(2)生产的便捷性。应尽可能统一和减少构件规格预制构件标准化设计的要求,最终达到“少规格、多组合”的目的。“少规格”是指减少预制构件的模具种类,降低模具成本也就是降低工程项目的成本,减少预制构件的尺寸及规格,同时能简化现场安装的复杂程度,加快安装施工进度。“多组合”是指根据项目、结构、安装运输等方面的综合考虑,化整为零,以多个标准化构件,通过不同组合形式达到预制构件拼装成结构整体的目的^[2]。

(3)制作、运输、吊装环节的可行性和便利性。需考虑工厂起重机能力,模台或生产线尺寸,运输限高、限宽、限重约束,道路路况限制及施工现场的环境,吊装机械设备能力,施工现场作业空间限制等。合理的拆分还需使得构件的外形尺寸、表观质量、脱模及养护等各方面均能达到要求,以保证构件的生产制作具有足够的可控度。

(4)预制构件配筋构造的要求。为实现结构功能需求,以及保证生产和运输等环节的顺利进行,预制构件内常会埋设部分管线、构造钢筋、埋配件等,拆分设计时必须考虑这类材料的合理安装。

(5)连接和安装施工的要求。合理的拆分方案应在能满足结构功能的同时,也能方便施工,简化现场的施工难度。

(6)分类化和典型化。装配式水位自记台的拆分不能脱离当地的地形条件和生产需求,要分门别类并做好典型化设计。

2.4 预埋件设计

预制构件的预埋件是指在结构浇筑时预先安置的构配件,根据功能主要包括工程运行阶段用的预埋件和制作安装阶段用的预埋件。装配式水位自记台常用的预埋件类型有预埋钢板、附带螺栓的预埋钢板、预埋螺栓、内埋式金属螺母、内埋式塑料螺母等。预埋件安装的技术要求主要包括以下几个方面。

(1)预埋件应在主体结构浇捣混凝土时按照设计要求的位置、规格埋设。预埋件在安装时,各轴之间放线应从两轴中间向两边测量放线,避免累积误差。

(2)连接部位的主体结构混凝土强度等级不应低于C20。

(3)预埋件的锚筋应置于混凝土构件最外排主筋的内侧。为防止预埋件在混凝土浇捣过程中产

生位移,应将预埋件与钢筋或模板连接固定。在混凝土浇捣过程中,若有偏差应及时纠正。梁板顶面的埋件,一般与混凝土浇捣同步进行,随捣随埋,预埋板下面的混凝土应注意浇捣密实。

(4)在已埋入混凝土结构构件的预埋件锚板上施焊时,应避免高温灼伤混凝土等。

2.5 专项设计

装配式水位自记台主体部分的设计计算可参考现行有关标准执行,测井和连通管属于水位自记台的代表类构筑物,应着重关注其专项设计内容。

测井部分的设计计算可参考《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》,进行测井下沉、下沉稳定性、抗浮验算、倾覆滑移验算以及封底混凝土的相关验算等。测井的平面形式可为矩形或圆形,矩形测井的长宽比不宜大于2,以满足测井空间刚度和下沉稳定控制的需要,测井的高宽比不宜大于2.5。预制测井采用分段制作的方式,每个节段高度宜为4~6 m,每节井壁上端的环向和径向钢筋均应增强。

连通管部分的设计计算可参考《给水排水工程管道结构设计规范》,计算内容包括管道强度验算、抗浮验算、柔性管道环向稳定性验算、敷设方向改变处的抗滑稳定验算以及正常使用状态下的变形和裂缝等^[3]。预制管截面可为圆形和矩形,圆形管道接口宜采用柔性连接,矩形管道应沿线设置贯通全截面的变形缝,缝距不宜超过25 m,缝处应设置止水带、密封材料等防水措施。管道材质宜为钢管、玻璃纤维增强塑料夹砂管或钢筋混凝土管,混凝土强度等级不宜低于C50,抗渗等级不应低于S8。

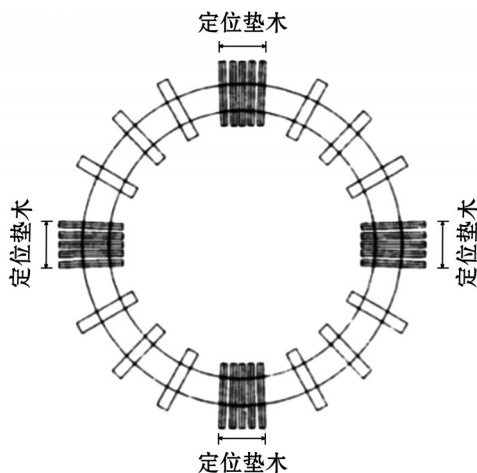
3 施工安装要点

装配式水位自记台的施工难点主要在于测井和连通管的施工安装。

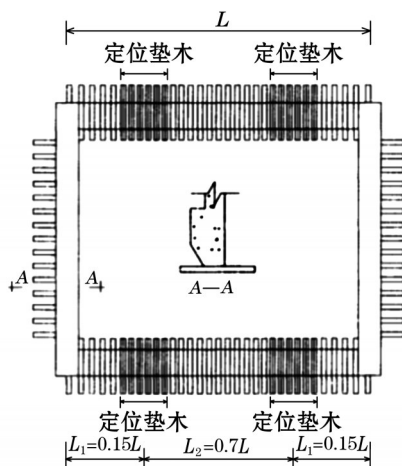
3.1 测井施工

预制测井施工采用多次下沉方案,其主要施工工序为基坑开挖,铺设垫层和承垫木,垫木布置样式根据测井形状确定(图1)。将首节测井吊入指定位置,抽取承垫木,挖土下沉(继续将第二节测井吊入指定位置后,再挖土下沉,保证测井吊入与挖土下沉交替进行),下沉至设计标高后,封底回填。当测井井筒不高且土质承载力允许时,可吊装多节井筒后,一次挖土下沉。

(1)测井施工前,首先应对测井设计位置处的



(a) 圆形测井垫木平面布置



(b) 矩形测井垫木平面布置

图1 测井定位垫木布置示意

岸坡进行削坡平整,在此基础上依次设置地基垫层和测井垫层。地基垫层宜采用颗粒级配良好的中砂、粗砂或最大粒径不超过40 mm的砂砾石,测井垫层宜采用素混凝土垫层或垫木垫层。

(2)在利用测井自重下沉时,应先进行破垫,破垫前应做好预留支撑点分布位置的安排工作,防止测井在破垫过程中发生倾斜。破垫应按照先隔墙、后井壁、定位支撑点最后破除的原则,分段、对称、均匀、同步向轴线方向进行。破除混凝土垫层或抽出垫木后,空隙处应及时用砂或砂卵石回填、捣实。

(3)测井的下沉方法视测井所穿过的土层和水位地质条件而定。当测井下沉所穿过的土层较稳定、渗水量不大、砂卵石地层或需在岩石中下沉的测井,宜采用旱地挖土下沉法施工。当测井下沉所穿过的土层为液化土层、渗透系数大的砂层时,或大量抽地下水会影响附近建筑物以及环境保护等级要求高的区域时,宜采用水下挖土下沉法施工。

(4)在挖土下沉过程中,应遵循先中央后四周、均匀对称的原则,防止测井下沉过程中出现倾斜。下沉时控制测井的下沉速率,保证测井稳定下沉,首节测井顶距地面(或水面)约1 m高时停止挖土和下沉,进行第二节及以上井筒的施工(即接高)。测井终沉后,刃脚踏面的平均标高与设计标高的偏差不应超过《水电水利工程沉井施工技术规程》^[4]规定的偏差范围。

(5)测井下沉就位后,经2~3 d下沉稳定后,8 h内累积沉降量不超过10 mm时即可进行封底。封底方式根据测井下沉方式确定,旱地挖土下沉宜采用旱地封底,水下挖土下沉宜采用水下封底。封底混凝土达到设计强度后,根据设计要求进行井身回填。

3.2 连通管施工

水位自记台连通管的施工方法多采用顶管技术,是指借助顶推装置,将管道在地下逐节顶进的非开挖施工技术。

(1)应根据管道穿越土层的物理力学特性,有无地下水,是否存在有毒气体,地下障碍物情况和需要保护的建筑物等因素,选用不同类型的顶管机。地下水位以上的可采用敞开类顶管机,地下水位以下的应采用具有平衡功能类型的顶管机。

(2)当估算总顶力大于管节或工作坑后背墙允许顶力设计值时,应设置中继间。中继间结构应满足刚度、安装方便和水密性良好的要求,中继间的外壳应具有良好的密封性和耐磨性,能避免浆液、地下水、砂石等进入壳体。

(3)柔性连接的管材接口密封圈宜涂抹润滑剂,在顶入管线为混凝土企口管时,宜在管节之间安装钢套环。

(4)初始顶进阶段。应低速度顶进,宜加密监测次数,当顶管机或工具管超过允许偏差时,及时采取纠偏措施。顶管机进入洞口后,止水圈与顶管机的间隙均匀、密封良好,应及时将洞口密封与首节管外壁贴紧,防止泥水与注浆浆液从洞口泄露。在软土等复杂地层初始顶进时,顶管机与管节连接宜采用刚性连接,初始顶进结束后,应拆除刚性连接变为柔性连接。

(5)正常顶进阶段。应根据初始顶进确定的工

作内容与参数施工,泥水平衡顶进应控制泥水仓压力、主顶油缸的顶速、输送泥浆的性能、排土量的变化等。土压平衡顶管的开挖控制应以泥土仓压力、主顶油缸的顶速和塑流性改良控制为主,辅以排土量控制。

(6)到达顶进阶段。对接收坑的洞口土体宜提前进行加固,顶管机到达顶进前应确认顶管机姿态,制定线形控制方案,安装好接收坑洞口止水装置等。接近接收坑洞口时,宜缓慢连续顶进作业;进入接收坑洞口后,应及时破碎接收坑洞口填充物,调节止水装置,启动排水系统,直至将顶管机完全顶到接收坑内;到达预定位置后,应及时封堵洞口与管节的缝隙,同时进行填充注浆,控制洞口周围土体沉降。

4 结 语

本文基于装配式理念,结合水位自记台的特点,从结构功能、受力特点、连接处理和施工阶段等方面提出了装配式水位自记台的结构设计要点及施工安装要点,主要包括以下几方面:

(1)以脱模吊装设计、节点连接设计、构件拆分设计和预埋件设计为基础的通用设计内容。

(2)以测井和连通管为代表的专项设计内容。

(3)以测井施工及顶管施工为代表的专项施工技术内容。

本文提出的技术内容,满足装配式结构的设计原则,符合水位自记台的结构和功能特点,对于装配式水位自记台的推广与应用具有一定的借鉴和指导意义。

参考文献:

- [1] 韦红敏,徐冰鑫,杨俊鸽.顶管技术在水位自记台建设中的应用与分析[J].水文,2013,33(3):77-79.
- [2] 金忠良,姜海涛,姚怀柱,等.小型水工建筑物设计模数及拆分装配初步研究[J].江苏水利,2023(1):24-27.
- [3] 中华人民共和国建设部.给水排水工程管道结构设计规范:GB 50332—2002[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [4] 中国电力企业联合会.水电水利工程沉井施工技术规程:DL/T 5702—2014[S].北京:中国电力出版社,2014.