

泵房建筑物检测与结构承载力复核技术分析

黄智海 马可桢

浙江邦尼建筑检测有限公司

摘要: 泵房建筑物定期检测质量,关系到建筑物的使用年限,可根据检测结果采取针对性的维护措施,确保泵房运行的安全性和可靠性。本文以某泵房建筑物为例,从外观质量和地面沉降量检测入手,系统化阐述了泵房建筑物安全性检测技术要点,以及泵房结构承载力复核技术参数等,希望对相关检测和复核工作有所帮助,获得更加完整的检测报告。

关键词: 承载力; 复核技术; 泵房建筑物; 检测

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2023.03.109

引言

泵房建筑物由于长时间运行,加之外部因素的干扰,极易出现各种各样的安全隐患,为此需注重泵房建筑物整体检测,正确使用结构承载力复核技术,能够参考现场实际情况,制定可靠的检测方案。再依据检测结果和国家相关标准,结合工程设计方案,对建筑物结构展开设计复核,制定完整的修复加固方案,提高泵房的运行效能。

一、泵房建筑物基本情况

为深入分析泵房结构承载力复核技术和建筑结构检测,本文以某市大型排灌两用泵站为例,展开系统化和探讨。泵房基本情况:泵站等级为II等,洪水标准50年一遇,主体建筑等级为2级。排灌站泵房属于块基型,以框架结构为主,尺寸9*46.52米,设置伸缩沉降缝,其中吊车梁排架柱间距6米。泵站厂房共4层,包括基础层、水泵层、联轴层、电机层。具体而言:基础层块基底面高程-6.53米、水泵层底高程-1.48、联轴层高程2.52米、电机层高程5.7米。通过查阅相关资料可知,泵房已运行50余年,经历一次地震,震后施工人员及时展开加固浇灌作业,但仍存在一些结构质量问题。如,基础变形、不均匀沉降等,造成汽蚀现象较为严重,运行噪声大,难以保障泵站运行的可靠性。为保障泵房建筑物稳定运行,需深入分析泵房基本资料和最初设计方案,对建筑物进行系统化检测,之后展开结构承载力复核,科学化评价主体结构的安全状态。

二、检测仪器和内容

为推动泵房建筑物检测有序开展,应做好前期准备工作,准备性能良好的检测仪器,明确检测内容,提高检测结果的完整性。检测过程中,常见检测仪器包括钢

尺、高倍望远镜、游标卡尺、混凝土回弹仪、多功能钢筋检测仪、自动全站仪等,要求技术人员掌握每种仪器的运用方法,并严格管控测量误差^[1]。另外,泵站建筑物检测过程中,应依据《工程建筑可靠性鉴定标准》,以提高泵房结构的安全性和实用性为目标,制定可行性较高的结构检测方案,了解结构承载力复核技术参数。检测内容包含:构件结构承载力、抗裂性能、结构缺陷、材料性能、结构单元连接构造,以及测量结构变形量、顶点与层间位移、构件侧弯等,之后依据检测结果,参考设计图纸和施工方案,构建计算模型,达到预期检测目标。

三、泵房外观质量和地面沉降量检测

(一) 外观质量

进行泵房外观质量检测时,以《泵站安全鉴定规程》为标准,细致化检查地下联轴层、水泵层和地上电机层,并掌握设计标准。检测泵房地下水泵层和联轴层时,重点检测混凝土梁和柱表面状态,是否外表面存在大面积缺陷和质量问题。经实地检测可知,在贴近出水池的位置水泵层存在纵梁露筋的情况,且钢筋已严重锈蚀,极有可能发生重大运行事故。

(二) 地面沉降量检测

泵房建筑物地面沉降量检测时,可沿着电机层布置2点测量断面,其中每个断面设置10个测点,提高地面高程测量的全面性。经实地检测可知,断面测点最大高程差16.5厘米,呈现南北两侧塌陷、中间伸缩缝凸起的特征,存在不均匀沉降情况^[2]。同时,通过查阅泵房近几年检测资料,建筑物不均匀沉降情况正逐年加重,主要由于:地质条件差,地震后地基破坏较为严重,并且地下水位逐年提升,渗透压也同比增加,使得结构裂开

位置渗透大量的地下水，加剧水土流失。

（三）部分钢筋混凝土结构外观质量

检查钢筋混凝土结构外观时，以物理方法为主检查外围护结构和内部钢筋混凝土结构，了解梁、墙、柱等构件缺陷。经实践检测可得，在钢筋混凝土结构中，排架柱质量不合格，多是由于浇注不规范且养护措施不合理，出现龟裂加之温差大，最终形成大面积裂缝。同时，梁柱位置蜂窝麻面较为严重，少数挑梁根部位置存在通缝，还伴有钢筋外露现象，长时间受到外部环境的侵扰。

四、泵房建筑物安全性检测

（一）钢筋混凝土构件抗压强度

检测泵房钢筋混凝土构件抗压强度过程中，需立足于泵房建筑物的基本情况，优先选择超声回弹综合法，并利用钻芯法取样，获得完整的钢筋混凝土试验件，再多层次分析各项检测数据。实践操作时，泵房上部建筑钢筋混凝土结构符合相关标准，构件抗压强度良好，下部墙体一侧混凝土抗压强度较低，其余位置符合设计标准。检测取样构件时，试验件抗压强度满足要求，但混凝土呈现脆性化特点，当抗压强度达至 $2/5-1/2$ 时，试件脆裂^[3]。

（二）钢筋锈蚀率检测

分析泵房建筑物外观质量检测结果可得，个别钢筋外露并锈蚀，对此应利用钢尺等工具测量钢筋外露长度，再与工程设计图纸相对比，计算出钢筋锈蚀率等于1.4%。同时，发现钢筋锈蚀现象普遍存在于混凝土保护层较薄位置，或者干湿交替位置。其中常见钢筋锈蚀检测方法包含：其一，依据混凝土碳化深度判断。当混凝土碳化后酸碱性发生变化，由碱性转变成中性，无法保护钢筋，使得钢筋结构形成钝化层，破坏构件的稳定性，若频繁与氧气、水接触将严重锈蚀。计算公式为： $K=D/C$ ，式中D为碳化深度、C为钢筋保护层厚度、K为表征钢筋锈蚀因子。当 $K<1$ ，表明钢筋保护层厚度大于混凝土碳化深度，钢筋未被锈蚀； $K=1$ ，表明混凝土钢筋已被锈蚀。其二，裂缝分析法。调查并分析泵房建筑结构表面裂缝分布规律和大小，再结合工程资料计算钢筋锈蚀率。其三，电化学方法。操作原理为：利用现代化工具测定钢筋混凝土腐蚀部分的电化学特性，再判断钢

筋锈蚀程度和速度。从某种角度出发，钢筋锈蚀也具有电化学特征，并且电化学方法具有灵敏度高、效率快等多元化优势。又分成交流阻抗谱法、半电池电位法、线性极化电阻法等，其中半电池点位法运用效果良好。

（三）裂缝检测

技术人员针对泵房混凝土结构的柱、墙、梁、板等部位，进行全方位开裂检验，借助裂缝综合测试仪，精准测试裂缝的深度和宽度。平台板前裂缝宽度小于3毫米，墙体以及梁柱与墙体交接位置存在明显裂缝，都属于不均匀沉降裂缝。同时，梁体位置也发现细小裂缝，框架位置为变形裂缝。同时，通过与施工图纸相对比可得，框架柱顶部区域由于施工缺陷的影响，使得结构承载能力下降，还出现受力不均匀现象。

五、泵房结构承载力复核技术要点

（一）荷载和材料特性参数

泵站厂房主要采用框架结构，结构荷载分成雪荷载、吊车荷载、厂房自重、楼面活荷载等等，需参考现有资料计算泵房结构荷载。具体而言：整体式吊车梁，荷载类型为梁结构自身重量、吊车竖向荷载，总荷载410.56kN；屋面大梁，荷载类型为雪荷载、屋面板、梁板重量，荷载数值为127.34kN；联轴层电机大梁，荷载类型为楼面活荷载。以工程原设计强度为基础，依据泵房建筑物检测结果，明确强度参数取值标准，若大于设计强度且未检测，则按照原设计标准取值，若小于设计强度标准，则选择实际测量值。保护层厚度取值时，应以设计厚度为标准，再减去碳化深度检测数值^[4]。泵房建筑物主体结构截面尺寸、保护层厚度、配筋、混凝土抗压强度等参数如表1所示。

（二）内力计算

由泵房结构检测可得，电机层不均匀沉降现象较为严重，不同位置柱的沉降量在-5-11.7厘米之间。内力计算过程中，应优先考虑影响不均匀沉降的因素，分析各构件沉降原因，再选择最不利排架、框架，利用泵站厂房各个构件参数计算，获得准确的计算数值。

（三）承载力复核

梁系构件需根据正截面受弯构件特点进行承载力计算，计算框架柱受压承载力时，需参考轴心受压构件，精准计算每个部位构件的承载力，再展开承载力复核工

表1 泵站厂房各个构件参数

构件	混凝土强度	碳化深度	截面配筋	保护层厚度
电机层框架柱	35.2MPa	2.3毫米	两边主筋6Φ19、中间主筋2Φ16	79毫米
水泵层纵梁	32.3MPa	2.9毫米	主筋4Φ22	73毫米
整体式吊车梁	C30	3毫米	底层主筋4Φ22 中部主筋2Φ22	25毫米
屋面大梁	C30	3毫米	上部主筋2Φ22 底部主筋4Φ19	25毫米

作。处于主体结构设计复核阶段，考虑到泵房建筑物结构的环境腐蚀因素、钢筋锈蚀度、损坏度、长期疲劳荷载等，之后依据工程施工设计方案和构件实际位置、大小等，针对性绘制构件最新荷载分配图。同时，计算中型和大型吊车产生的荷载，分析吊车荷载对构件的影响，再依据国家相关标准，灵活调整各项系数取值范围，重新计算泵房建筑物结构承载力，提高复核结果的准确性。

建筑结构承载力复核结果：泵房上部结构个别构件承载能力较差，包含外侧吊柱、梁板、楼梯板，需根据构件受力特征，制定可行性较高的维护和加固方案，并定期检测承载能力，判断是否存在安全隐患。对于泵房建筑下部结构，复核结果显示混凝土竖向筋符合标准要求，水平状态下的筋与构件标准要求不相同，但承载能力与设计标准相一致。鉴于此，为强化泵房建筑物的牢固性，遵守加固补强、长期维护的原则，重点修复材料严重劣化的构件，并对承载力较弱的构件采取加固补强处理，再对结构表面实行针对性防护。

（四）框架梁结构加固承载力施工

根据泵房建筑物结构承载力复核检测结果，需对框架梁结构进行加固承载力施工，提高结构的稳定性和可靠性。实际作业过程中，可选择外贴CFRP加固方法，增强混凝土梁和板结构承载力，具体施工方式为：处理混凝土构件表面，利用钢丝仔细清理浮渣等杂物，再用清水大面积冲刷，待构件表面完全干燥后，均匀涂刷底胶。随后修补粘贴面，当存在凹陷情况，选择环氧腻子修补，提高粘贴面的平整性。进入CFRP材料粘贴环节，需测量施工空间和构件位置，不断调整CFRP材料长度，多数情况下接头长度大于15厘米。整个粘贴过程中，应确保混凝土表面与粘贴材料紧密接触，避免由于密实性较差，降低加固质量。

粘贴结束30分钟内，可能出现错位或浮起情况，技

术人员应立刻采取恰当的处理措施，之后涂刷一层树脂。另外，粘贴养护也属于重点工作，可选择聚乙烯板进行养护，但应避免直接与作业面接触，其中养护时间应超过24小时。正常情况下，为确保构件强度达到设计标准，当天气温度为10℃，养护时间为14天；气温为20℃，养护时间7天。另外，考虑到胶的耐火性和耐久性，混凝土构件表面粘贴CFRP材料后，需涂抹适量的砂浆，并利用隔热板包裹梁构件。当温度80℃左右，环氧树脂材料被软化，故此为提高泵房运行的安全性，80℃应设置为上限温度，下限温度为-30℃。

总结

总而言之，在时代快速发展背景下，泵房建筑物维修和加固已成为重点工作，关系到区域经济发展，需要定期进行检测和结构承载力复核，及时发现泵房结构现存问题，采取合理化的维护措施。实践操作过程中，从泵房实际情况出发，做好前期准备工作，明确检测要点，重视外观质量检测 and 混凝土结构检测、地面沉降量检测，再根据结构承载力复核结果，优先选择外贴CFRP加固方法，最大程度上延长泵房建筑物使用寿命。

参考文献

- [1] 于顺霞. 泵房建筑物检测与结构承载力复核技术探讨[J]. 水利科学与寒区工程, 2020, 3(4): 145-148.
- [2] 卢剑文. 顺德林广电排站重建工程泵站设计及结构稳定性分析研究[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(11): 68-71.
- [3] 吴忠新. 既有建筑地基基础检测技术的探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(6): 0017-0020.
- [4] 苏擎柱. 某机场预应力索桁架点支式玻璃幕墙安全性检测鉴定[J]. 建筑结构, 2021, 51(S02): 1425-1428.