

关于对大丰区草堰翻水站工程现状的思考

朱 涛, 顾晓铭, 周建华

(盐城市大丰区水利局, 江苏 盐城 224100)

摘要: 随着经济社会的发展, 工业和农业废水、城市生活污水、船舶污染等水资源污染问题日趋严重。水源保护的重要性日益凸显, 对现有老化的翻水站进行改造, 提水灌区的建设完善更是不容忽视, 本研究旨在对草堰翻水站工程的现状分析背景下, 思考在保护水资源环境的当下, 如何更好发挥翻水站的作用。

关键词: 工程; 技术; 安全; 改造

中图分类号: TV675 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 12-0047-06

Thoughts on the status of Caoyan pumping station in Dafeng

ZHU Tao, GU Xiaoming, ZHOU Jianhua

(Dafeng Water Conservancy Bureau of Yancheng City, Yancheng 224100, Jiangsu)

Abstract: With the development of economy and society, the pollution of industrial and agricultural wastewater, urban domestic sewage and marine pollution has become more and more serious. The importance of water conservation has become increasingly prominent. Renovation of the existing aging pumping station and improvement of pumping irrigation district should be regarded. By analyzing the present situation of Caoyan pumping station, how to better play the role of pumping station is considered under the background of protecting the water resources and the environment nowadays.

Key words: project; technology; safety; reconstruction

1 基本情况

1.1 工程概况

1.1.1 基本情况

草堰翻水站位于大丰区草堰镇双河村, 主要是由通榆河向疆界河补充淡水, 以利堤东地区灌溉并串通水源, 改善水质, 洗盐淋碱, 冲淤保港。受益范围: 王港河以南, 竹港河以北, 通榆河以东, 海堤以西的 438 km^2 , 灌溉受益面积 29.07 万亩。同时, 在东部不受涝时, 可调排里下河地区洪水量 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 。该站设计水位: 上游 0.6 m, 下游 3 m, 设计流量 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

草堰翻水站为闸站结合, 翻水与自引相结合, 能灌、能排、能降、能通航, 为钢筋混凝土 4 级建筑物, 装机 10 台套, 容量 750 kW, 水泵为苏排 II 型污工泵, 扬程 1.7 m, 每台流量为 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 。中孔为通航孔, 净宽 7 m, 通航净高 6 m, 底板为混凝土反拱底板, 高程为 -1.5 m。底板上游设 10 m 长灌砌块石和 12 m 长干砌块石护底, 3 m 长块石护坦, 3 m 长块石防冲槽。上下游翼墙均为连拱扶垛空箱式浆砌块石墙。闸墩为钢筋混凝土和浆砌块石混合结构。航道孔两侧各排列 5 台苏排 II 型污工泵, 每孔泵室分为 3 层, 下层为引水涵洞, 净宽 2.8 m, 反拱底板, 中层为密封出水室, 上层为机房。闸墩

收稿日期: 2016-08-19

作者简介: 朱涛 (1981-), 男, 本科, 工程师, 研究方向为水利工程管理。

上游面设宽 4.4 m 工作桥, 桥面高程 10.8 m, 闸墩下游面设净宽 3 m 机耕桥, 桥面高程 6.6 m。泵孔闸门为平板钢筋混凝土框架钢丝网水泥门, 通航孔闸门为上下扉钢筋混凝土框架钢丝网扁壳门, 采用 2×10 吨绳鼓式启闭机启闭^[1]。

草堰翻水站建成后, 在多次提水抗旱中发挥了一定的作用, 但由于灌区封闭工程老化又未配套, 故未能充分发挥效益。

1.1.2 工程地质及水文情况

(1) 水文

自新生代以来, 大丰长期处于沉降阶段, 沉积了巨厚的松散堆积物, 厚度达 1200 米左右, 构成了一套巨厚的地下水含水系统。特别是第四纪以来, 古长江活动频繁, 北部方强一带为古淮河流经地带, 南部王港河以南为古长江流经地带。大丰处于江淮冲积交叉地带, 形成了一套以细、粉砂为主的含水介质。自上而下, 分别为潜水、第 I、II、III、IV 承压水, 潜水层及第 I 承压水层为海相沉积, 水质以咸水为主, 无开采价值, 第 II、III、IV 承压水层为河湖夹海相沉积, 水质以淡水为主, 局部微咸。

灌区位于川东港以北, 地下水资源为贫水区, 属长江流域水文地质区, 深层地下水属于宝贵且有限的自然资源, 由于埋藏较深, 上部被隔水层隔离的咸水层覆盖, 其厚度为 40 ~ 60 m 左右, 不宜直接接受当地大气降水的入渗和河流渗漏的补给, 天然补给量很小, 基本上属于一个消耗型水源区, 开采的深层地下水靠扩大降落漏斗而形成弹性释放量, 即侵取更多的侧流量来获得。

(2) 工程地质

经实地勘探, 堤东灌区工程地质情况如下:

粉土: 黄灰, 稍~中密, 湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla 2.1 \sim \nabla 2.5$, 层厚 0.9 m ~ 1.5 m。 $\sigma_0=126$ kPa, $E_s=8.1$ MPa, $r=19.7$ kN/m³。

粉土: 灰, 稍密, 很湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla 0.9$, 层厚 0.0 m ~ 1.9 m。 $\sigma_0=88$ kPa, $E_s=4.9$ MPa, $r=18.8$ kN/m³。

粉土: 灰, 稍密, 湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla 1.7$, 层厚 0.0 m ~ 1.3 m。 $\sigma_0=113$ kPa, $E_s=6.1$ MPa, $r=19.2$ kN/m³。

粉土: 灰, 稍密, 很湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla 0.0 \sim \nabla 1.3$, 层厚 0.9 m ~ 1.2 m。 $\sigma_0=108$ kPa, $E_s=6.1$ MPa, $r=19.0$ kN/m³。

粉土: 灰, 稍~中密, 湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla -2.2 \sim \nabla -3.0$, 层厚 2.8 m ~ 3.1 m。 $\sigma_0=128$ kPa, $E_s=8.3$ MPa, $r=19.8$ kN/m³。

粉砂: 灰, 中密, 饱和, 含云母, 贝壳; 层底标高在 $\nabla 0.3 \sim \nabla -0.2$, 层厚 0.0 m ~ 1.5 m。 $\sigma_0=207$ kPa, $E_s=18.5$ MPa。

粉土: 灰, 稍密, 很湿, 含云母; 层底标高在 $\nabla -1.5$, 层厚 0.0 m ~ 0.6 m。 $\sigma_0=114$ kPa, $E_s=6.1$ MPa。

粉砂: 灰, 中密, 饱和, 含云母, 贝壳; 层底标高在 $\nabla -1.4$, 层厚 0.0 m ~ 0.6 m。 $\sigma_0=195$ kPa, $E_s=17.1$ MPa。

粉砂: 灰, 中~密实, 饱和, 含云母, 贝壳; 层底标高在 $\nabla -4.8$, 层厚 1.9 m ~ 2.8 m。 $\sigma_0=255$ kPa, $E_s=22.8$ MPa。

1.1.3 水位组合

泵站设计时的水位组合见表 1。

表 1 水位组合

计算情况		水位组合 (m)			备注
		$H_{\text{下}}$	$H_{\text{上}}$	ΔH	
节制闸	消能	$\nabla 2.0$	$\nabla 3.0$	1.0	
	设计期 I	$\nabla 2.0$	$\nabla 3.0$	1.0	
	设计期 II	$\nabla 2.3$	$\nabla 0.6$	-1.7	
泵站	设计期 I	$\nabla 2.0$	$\nabla 3.0$	1.0	
	设计期 II	$\nabla 2.3$	$\nabla 0.6$	-1.7	

1.1.4 工程设计、施工及安装情况

草堰翻水站工程由大丰县水电局设计, 大丰县疆界河翻水站工程办事处组织施工, 大丰县水利工程队承建, 于 1973 年 11 月开工, 1974 年 7 月竣工, 共完成土方 8 万 m³, 石方 1964 m³, 混凝土 1218 m³, 耗用钢材 20 t, 木材 227 m³, 水泥 446 t, 投资 46.65 万元。

1.2 运行管理情况

1.2.1 泵站续建、配套情况

该工程建成以来, 未进行过续建配套。

1.2.2 泵站技术管理情况

该工程投入运行后, 管理所专门成立了工程技术管理领导小组, 坚持一把手负总责, 分工一名领导班子成员具体负责工程技术管理事项。管理所先后制订完善了设备操作规程、机房安全管理

制度等相关规章制度 20 余项, 同时, 积极组织干部职工参加有关部门举办的知识技能培训, 收到良好的效果。

1.2.3 运行过程中出现的事故及处理情况

草堰翻水站建成后, 由于江界河灌区不配套, 未发挥灌区渠首作用, 仅 1999 年遇大旱后, 为抗旱需要, 进行了开机提水抗旱。当时由于通榆河水位低只能抽 $6 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右, 虽然经过对水泵叶片和导叶进行更换, 但未达到设计出流量。

1.3 主要技术指标情况

该工程除水闸尚能运行外, 泵站机电设备已经无法运行, 对照《泵站技术管理规程》SL255-2000, 本泵站的主要技术指标无法满足要求。

2 存在的主要问题及安全状态初步分析

2.1 建筑物安全状态初步分析

该工程通航孔闸墩被船撞损坏严重, 局部严重露筋, 排架顶部开裂严重, 混凝土闸门底梁露筋严重。交通桥腹拱微弯板开裂, 通长断裂, 拱瓦断裂, 拱圈底混凝土胀裂露筋严重。泵房南泵房屋顶损坏严重, 漏雨渗水, 混凝土露筋严重, 墙体开裂严重, 电机梁开裂, 4# 机进水侧拱板跨中开裂。泵房及通航孔闸室底板为反拱底板, 难以满足抗震要求。

由于上述问题的存在, 该工程的交通桥为危桥, 存在严重的安全隐患。泵房屋顶损坏后漏雨严重, 加剧了机电设备的锈蚀, 泵房上部结构为危房。混凝土结构的碳化大大降低了对钢筋的保护, 导致钢筋锈胀, 承载能力降低, 存在严重的安全隐患。

2.2 机电设备安全状态初步分析

该站建站时由于考虑到低扬程及节省土建经费, 水泵采用苏排 II 型圪工泵, 由吴江农具厂 1971 年生产。目前水泵老化严重, 效率低, 零配件已难以购置, 目前全部 10 台水泵已不能运行。

主电动机外观较重锈蚀, 接线桩头及电缆老化严重, J3 系列电动机为淘汰产品, 运行已近 40 年。

低压电控柜外观整体严重锈蚀, 内部电器均老化, 接线零乱, 部分电器元件损坏, 无法正常运行。电控柜防护功能不全, 属于淘汰产品。

南、北侧机房各 1 组母排局部已损坏。2 台柴油机, 南、北侧机房各 1 台。整体锈蚀严重, 已无法运行。

目前泵站机电设备已老化严重, 存在严重的安全隐患。

2.3 金属结构安全状态初步分析

本工程 10 台手动螺杆式启闭机南北机房各 5 台, 无启闭机房, 启闭机基座、螺杆、吊点严重锈蚀。2 台卷扬式启闭机中, 手电两用启闭机手动装置锈蚀, 联轴器严重锈蚀, 启闭机渗油, 限位保护装置简易。电动卷扬式启闭机电机外壳锈蚀, 启闭机渗油, 限位保护装置简易。

总体上, 启闭机老化严重, 运行十分困难。^[2]

3 建议

3.1 现场安全检测和复核计算分析项目

根据以上初步分析结果, 确定现场安全检测项目如下:

3.1.1 土建部分

(1) 检测范围: 泵房、泵站进、出水建筑物等。

(2) 检测项目: 混凝土结构强度、碳化深度和钢筋保护层厚度、砌体结构砂浆强度、混凝土砌体结构裂缝等病害检测。

混凝土强度回弹检测成果, 见表 2。

3.1.2 机电设备部分

(1) 检测范围: 主水泵、主电动机及电器设备等。

(2) 检测项目:

主水泵: 叶片等过流部件的汽蚀磨蚀及损坏程度、泵轴变形和轴颈磨损、连接螺栓及其它紧固件的连接状况、主要零部件的腐蚀、锈蚀、损坏情况等。

主电动机: 绕组的绝缘电阻和吸收比、绕组直流电阻、绝缘材料表面龟裂、分层、老化, 绑扎松动, 端部连接等外观性状、支座(轴承)等主要零部件腐蚀、锈蚀、裂纹、变形、损坏及渗漏情况等。

主变压器: 绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比、主要部件锈蚀、腐蚀、漏油 and 安全性检查。

低压开关柜: 设备老化状况检查、电气连接检查等。^[3]

电动机外观检测具体结果, 见表 3。

3.1.3 金属结构部分

(1) 检测范围: 金属管道、拍门, 拦污栅等。

(2) 检测项目: 金属管道、拍门、拦污栅及其

表 2 混凝土强度回弹检测法成果表

构件名称	平均回弹值	强度推定值 (MPa)	表层质量	强度代表值 (MPa)
1# 机组上游侧电机梁	45.8	25.4	良	18.2
1# 机组下游侧电机梁	37.8	18.2	一般	
2#~3# 机组上游侧电机梁	38.0	18.6	一般	
2#~3# 机组下游侧电机梁	39.9	18.9	一般	
4#~5# 机组上游侧电机梁	41.8	19.6	良	21.0
4#~5# 机组下游侧电机梁	41.6	21.5	良	
1# 孔进水侧启闭机梁	41.3	21.0	良	
3# 孔进水侧启闭机梁	43.9	25.2	良	
8# 孔进水侧启闭机梁	43.9	23.5	良	22.9
9# 孔进水侧启闭机梁	43.7	23.0	良	
10# 孔进水侧启闭机梁	44.9	23.2	良	
2# 机组进水侧闸门顶梁	43.3	22.9	良	
4# 机组进水侧闸门顶梁	44.2	24.1	良	15.0
4# 机组出水室拱形顶板	36.3	15.0	一般	
4# 机组出水室后墙	35.9	14.8	一般	
通航孔左排架	38.8	16.9	一般	
通航孔右排架	40.2	18.9	良	17.7
通航孔工作桥大梁	37.2	15.7	一般	
通航孔闸门 2# 主梁	39.2	17.9	一般	
通航孔闸门 3# 主梁	38.6	17.7	一般	
交通桥 2# 孔拱圈	44.1	24.4	良	18.8
交通桥 3# 孔拱圈	41.1	18.8	良	
交通桥 5# 孔拱圈	40.9	21.6	良	
交通桥 6# 孔拱圈	41.1	20.6	良	

表 3 电动机外观 (机械性能) 检测

编号	序号	项 目	内 容	备注
1# 电机	1	轴承	轻度锈蚀	合格
	2	轴	轻度锈蚀	合格
	3	外壳、底脚	较重锈蚀, 漆皮脱落	不合格
	4	其他	皮带轮锈蚀严重, 皮带老化断裂, 接地线不符合要求	不合格
3# 电机	1	轴承	轻度锈蚀	合格
	2	轴	轻度锈蚀	合格
	3	外壳、底脚	较重锈蚀, 漆皮脱落	不合格
	4	其他	皮带轮锈蚀严重, 皮带老化断裂, 接地线不符合要求	不合格
5# 电机	1	轴承	轻度锈蚀	合格
	2	轴	轻度锈蚀	合格
	3	外壳、底脚	较重锈蚀, 漆皮脱落	不合格
	4	其他	皮带轮锈蚀严重, 皮带老化断裂, 电缆头及接线桩头老化	不合格

它金属结构的可靠性和安全性检测^[4]。
启闭机基本情况检测结果, 见表 4。

表 4 启闭机基本情况和检测成果表

类 别	内 容
基本情况	共 10 台螺杆启闭机, 2 台卷扬式启闭机。
外观检查 / 检测结果	(1) 10 台手动螺杆式启闭机南北机房各 5 台。无启闭机房, 启闭机基座、螺杆、吊点严重锈蚀。 (2) 2 台卷扬式启闭机。其中手电两用启闭机一台, 手动装置局部一般锈蚀, 电机、减速器一般锈蚀, 联轴器严重锈蚀, 启闭机渗油, 限位保护装置简易。电动卷扬式启闭机电机外壳一般锈蚀, 启闭机渗油, 限位保护装置简易。电动机绝缘电阻 3 MΩ, 符合要求。
备注	混凝土闸门, 共 11 扇。

3.1.4 工程复核计算的内容

(1) 泵房及上下游翼墙的整体稳定性

- (2) 抗渗稳定性
- (3) 主要混凝土结构构件承载能力
- (4) 抗震复核计算。

草堰翻水站工程复核计算水位组合结果, 见表 5。机电设备评级结果, 见表 6。金属结构评级结果, 见表 7。主要建筑物评级结果, 见表 8。

3.2 更新改造的建议

草堰翻水站是我市疆界河灌区渠首建筑物。该灌区始建于 1972 年 12 月, 当时开挖了疆界河干渠, 在干渠渠尾兴建了竹港闸, 渠首兴建了草堰翻水站, 主要是为改善我市王港河以南高亢地区灌溉问题, 特别是干旱年抗旱问题, 促进该地区的粮食增产稳产。但由于该灌区的投入不足, 配套设施的不完善, 特别是王港河南岸未封闭, 渠首翻水站建成后多年一直未发挥作用, 部分设施年久失修。1999 年大旱时, 整个疆界河灌区无水抗旱,

表 5 草堰翻水站工程复核计算水位组合表

计算情况			水位组合 (m)			备注
			H _下	H _上	ΔH	
节制闸	稳定计算	消能	▽ 2.0	▽ 3.0	1.0	
		设计期 I	▽ 2.0	▽ 3.0	1.0	
		设计期 II	▽ 2.3	▽ 0.6	-1.7	
		地震期 I	▽ 2.0	▽ 3.0	1.0	地震动峰值加速度为 0.15g
		地震期 II	▽ 2.3	▽ 0.6	-1.7	地震动峰值加速度为 0.15g
		设计期 I	▽ 2.0	▽ 3.0	1.0	
泵站		设计期 II	▽ 2.3	▽ 0.6	-1.7	
		地震期 I	▽ 2.0	▽ 3.0	1.0	地震动峰值加速度为 0.15g
		地震期 II	▽ 2.3	▽ 0.6	-1.7	地震动峰值加速度为 0.15g

表 6 草堰翻水站机电设备评级表

序号	设备名称	数量	主要特征描述	评定等级
1	主水泵	10	该站水泵为吴江农具厂 1971 年生产的苏排 II 型圩工泵, 安装运行已经近 40 年, 水泵老化严重, 效率低, 零配件已难以购置, 目前全部 10 台水泵已不能运行。	四类
2	主电机	10	直流电阻均不符合要求, 电机绝缘电阻均符合要求, 外观较重锈蚀, 接线桩头及电缆老化严重。J3 系列电动机为淘汰产品, 运行已近 40 年。	四类
3	低压电控柜	4	外观整体严重锈蚀, 内部电器均老化, 接线零乱, 部分电器元件损坏, 无法正常运行。电控柜防护功能不全, 属于淘汰产品。	四类
4	其他电气设备	1	母排 2 组, 南、北侧机房各 1 组。表面一般锈蚀, 漆皮少量脱落, 但是局部已损坏, 无法正常运行, 不合格。柴油机 2 台, 南、北侧机房各 1 台。整体锈蚀严重, 已无法运行。	四类
合计		25		
分类统计		类别	数量	比例 (%)
		一类设备	0	0
		二类设备	0	0
		三类设备	0	0
		四类设备	25	100

表 7 草堰翻水站金属结构评级表

序号	设备名称	数量	主要特征描述	评定等级
1	螺杆式启闭机	10	螺杆式启闭机 10 台, 无启闭机房, 启闭机基座、螺杆、吊点严重锈蚀。	四类
2	卷扬式启闭机	2	卷扬式启闭机 2 台, 启闭机渗油, 限位保护装置简易, 电机外壳一般锈蚀, 减速器一般锈蚀, 联轴器严重锈蚀。	三类
	合计	12		
		类别	数量	比例 (%)
		一类设备	0	0
分类统计		二类设备	0	0
		三类设备	2	16.7
		四类设备	10	83.3

表 8 草堰翻水站主要建筑物评级表

序号	单位工程	数量	主要特征描述	评定等级
1	进水结构	1	上游第一节翼墙地基应力不均匀系数在各工况下均偏大; 上游第一节、第二节导流墙的地基应力不均匀系数在地震工况下偏大。	四类
2	站 身	1	节制闸消力池海漫长度不满足要求; 节制闸底板、交通桥拱圈等素混凝土结构的抗拉强度不满足要求。节制闸浆砌石边墩、中墩等结构的抗拉强度不满足要求。站身底板、交通桥拱圈等素混凝土结构的抗拉强度不满足要求, 站身浆砌石边墩、中墩等结构的的抗拉强度不满足要求。	四类
3	出水结构	1	下游第一节翼墙地基应力不均匀系数在各工况下均偏大。	四类
	合计	3		
		类别	数量	比例 (%)
		一类建筑物	0	0
分类统计		二类建筑物	0	0
		三类建筑物	0	0
		四类建筑物	3	100

我市对该站紧急维修, 进行提水抗旱, 有效地缓解了该地区的旱情, 得到了盐城市委、市政府的肯定。2010 年起, 省水利厅将该灌区列入东台市堤东灌区续建改造项目, 先后投入 4300 余万元进行改造和完善。但由于草堰翻水站破损严重, 不具备了提水作用, 改造完善后的灌区仍然不能发挥效益。因此建议拆除该翻水站, 按新的设计要求, 新建一座翻水站。

参考文献:

[1] 大丰市水利志编委会. 大丰水利志 [M]. 北京: 方志出版社, 2009.

[2] 中国水利学会. 中国水利学会 2015 学术年会论文集 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2015.

[3] 中国灌溉排水发展中心. 泵站更新改造实用指南 [M]. 中国水利水电出版社, 2009.

[4] 李端明, 阳放, 李娜. 浅谈泵站现场安全检测的质量管理 [J]. 中国农村水利水电, 2006 年 12 期.

(责任编辑: 华智睿)