

临江水厂脱水机房板柜压滤机现状与改造研究

刘毅超

上海市浦东威立雅自来水有限公司, 上海 200000

[摘要]随着城市人口增长和工业活动的扩展, 临江水厂面对的水处理需求日益增加, 现有脱水机房板柜压滤机的性能已不能完全满足当前的处理效率与环保标准。文章以临江水厂脱水机房板柜压滤机改造工程为研究对象, 综合分析了脱水机房板柜压滤机的运行现状, 并指出了存在的主要问题, 并提出了系统性改造策略, 实现了临江水厂脱水机房板柜压滤机处理能力与稳定性双重提升, 并显著降低了运营成本, 以此为相关人员提供实践参考。

[关键词]脱水机房; 板柜压滤机; 设备改造

DOI: 10.33142/ect.v2i6.12380

中图分类号: TQ051

文献标识码: A

Research on the Current Situation and Renovation of Plate Cabinet Filter Press in the Dehydration Room of Linjiang Water Plant

LIU Yichao

Shanghai Pudong Veolia Water Supply Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract: With the growth of urban population and the expansion of industrial activities, the water treatment demand faced by Linjiang Water Plant is increasing day by day. The performance of the existing dewatering machine room panel cabinet filter press can no longer fully meet the current treatment efficiency and environmental standards. This article takes the renovation project of the dewatering machine room panel cabinet filter press in Linjiang Water Plant as the research object, comprehensively analyzes the operating status of the dewatering machine room panel cabinet filter press, points out the main problems, and proposes a systematic renovation strategy, which achieves a dual improvement of the processing capacity and stability of the dewatering machine room panel cabinet filter press in Linjiang Water Plant, and significantly reduces operating costs, which provides practical reference for personnel.

Keywords: dehydration machine room; cabinet filter press; equipment renovation

引言

在现代水处理工艺中, 污泥处理一直是重要而复杂的问题。污泥的有效脱水与处理不仅关乎环保, 还直接影响着水处理厂的运行成本和效率。临江水厂中污水处理节点, 长期以来依赖其脱水机房内的板柜压滤机来处理和转化储泥池中的泥浆为较干燥的泥饼, 以便于运输和后续处理, 这过程是污泥管理链中至关重要的一环, 直接决定了污泥处理的效率和成本。随着环保标准的提高和处理能力需求的增加, 传统的板柜压滤机设备和工艺已经渐渐无法满足现代水厂的要求。技术的老化、效率的低下、维护成本的上升以及环保要求的提高, 都迫使水处理设施寻找更高效、更经济、更环保的污泥处理方案。此外, 随着科技进步, 新的材料、技术和工艺的出现为改造传统脱水机房提供了可能。本文旨在对临江水厂脱水机房内的板柜压滤机进行技术升级和工艺改造, 旨在提升处理效率, 降低运行成本, 满足更高环保标准。

1 工程概况

临江水厂脱水机房是该厂污泥脱水系统的核心部分, 位于水厂东北角, 毗邻储泥池, 该设施包括地上两层及地

下一层, 主要目标是将储泥池中的泥浆通过板框式压滤机处理, 压制成较干的泥饼, 以便于运输和处理。该系统的日常运行情况良好, 目前拥有 5 台板框式压滤机, 是 ANDRITZ (安德里茨) 产品, 单台压滤机可压泥饼容量约 6m^3 , 机架最大闭合压力 385 bar。滤板尺寸 $1.50\text{m} \times 2.00\text{m}$, 每台压滤机 94 块滤板, 泥饼厚度 30mm, 滤板材质 PP。每台机器的运行都保持在正常状态, 能够有效地处理每日产生的大量污泥。这些设备自 2009 年投入使用以来, 没有经过大修或更换, 但出泥率已经无法满足目前需求, 因此需对其进行改造。

2 临江水厂脱水机房板柜压滤机现状分析

2.1 现状

案例项目脱水系统由板框式压滤机、螺杆输送泵、清洗设备、空压机系统、污泥调节池、盐酸药剂间及酸中和系统等主要设备组成。污泥经过输送泵送至调节池后, 通过搅拌均匀, 经过高低压泵送至压滤机中进行压制, 此时压力为 7bar。当压力达到设 12bar 后, 通过板框的开启进行卸泥, 形成的泥饼随后被运输处理。目前储泥池污泥浓度范围为 2%~3%, 2020 年外运湿泥量 23402.5 吨, 干泥量 6008.47 吨。

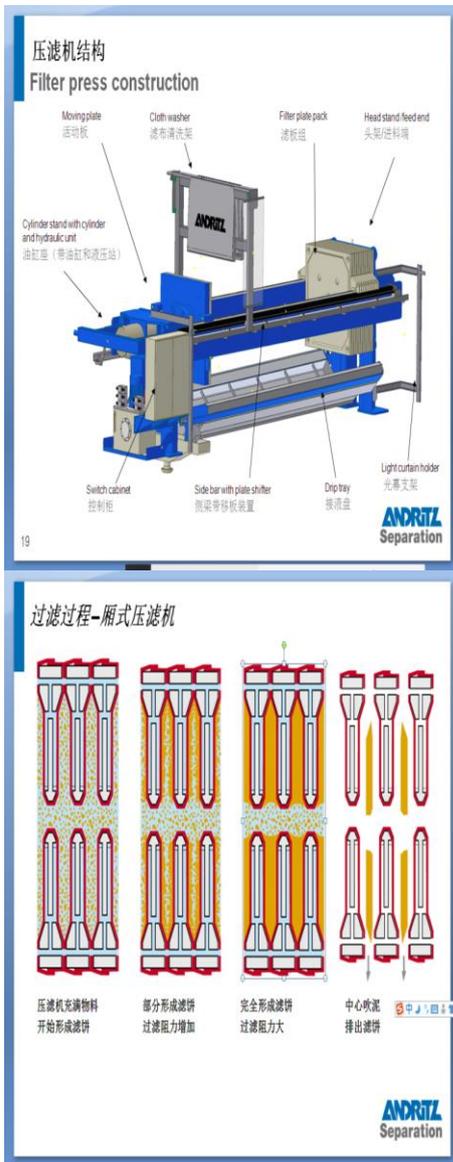


图 1 压滤机的结构

2.2 存在的问题

临江水厂脱水机房板框压滤机目前面临的主要问题为出泥含固率不达标，降低了运营效率，提高了污泥处理成本。当前的出泥含固率平均仅为 24%，远低于预期的 40% 目标。含固率的低下不仅增加了运输的体积和频次，也代表处理设施对于污泥的处理能力远未达到最优化，影响了整个水厂污泥管理的经济性和环保效果。此外，低含固率的泥饼容易导致粘板现象，进一步加大了卸泥过程中的困难和工作量。操作人员需要频繁介入，使用人工手段清理黏附在滤板上的污泥，不仅降低了卸泥效率，还增加了人工成本和操作风险。由于需要处理更多的污泥以满足日常生产需求，设备运行的批次数增加，导致了设备和操作人员工作时间的延长。这不仅影响了工作效率，还增加了设备的磨损和维护成本。高频次的运行和额外的清洗需求也

加剧了设备的损耗，间接提高了整体的运营成本^[2]。

综合分析，临江水厂脱水机房板框压滤机存在的问题主要集中在出泥含固率低、运营成本高、卸泥效率低下以及设备老化等方面，不仅影响了污泥处理的效率和经济性，也对环境保护和可持续发展目标的达成造成了负面影响。

3 临江水厂脱水机房板框压滤机改造策略

3.1 改造思路

3.1.1 板框压滤机改造

案例项目整体改造的目标为出泥含固率达到 40%，排查现有配套设备状态，符合新工艺需求的情况下，尽量利旧。案例项目中的板框压滤机改造则引入了隔膜板技术，将原有的箱式板框压滤机升级为高效的隔膜板框压滤机（原理如图 1），提高滤饼的脱水效率和最终干度。案例项目所选板框的滤饼厚度为 36mm，滤板尺寸为 1500*1500mm，腔室数为 98，过滤面积为 359 m²，滤板组长度为 7670mm。隔膜板框压滤机的脱水方式过程不同于传统箱式板框压滤机依赖持续进泥造成的内部泥压增大逐步压干滤饼，可在滤饼形成后，利用隔膜的膨胀直接对滤饼施加压力，进而实现快速脱水^[3]。更换后的单台压滤机的每批次的绝干污泥量为 5.821m³（压滤机容积）× 40%（泥饼干度）× 1.15（泥饼密度）× 70%（挤压系数）= 1.87t。

具体改造过程中，案例项目替换了原有的普通滤板为隔膜板，配备可以膨胀的隔膜，在滤饼形成后通过内部膨胀直接挤压滤饼。进泥方面，隔膜板框压滤机简化了原本需要两阶段（低压进泥后切换至高压）的进料过程，使用适中压力（大约 8bar）的泵直接进料，显著缩短了进泥时间，不仅提高了进料效率，也减少了整个滤饼形成过程的时间，从而加速了生产周期。最大工作压力达到 14bar，相比之下，传统箱式板框的最大进泥压力仅为 12bar，所以该结构的泥饼含固率更高^[4]。改造后的滤板组闭合功率为 22kW，清洗装置功率（提升马达）0.37kW，清洗装置功率（驱动马达）为 0.12kW。

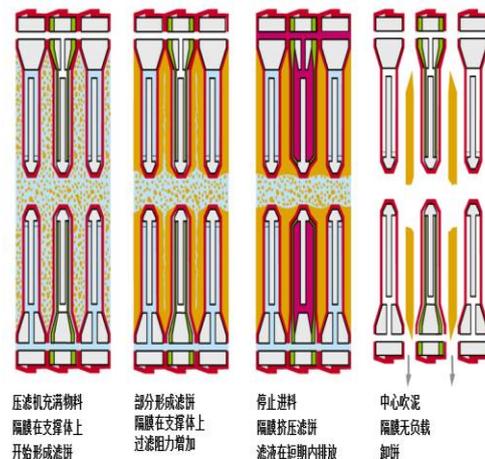


图 2 隔膜板框压滤机原理图

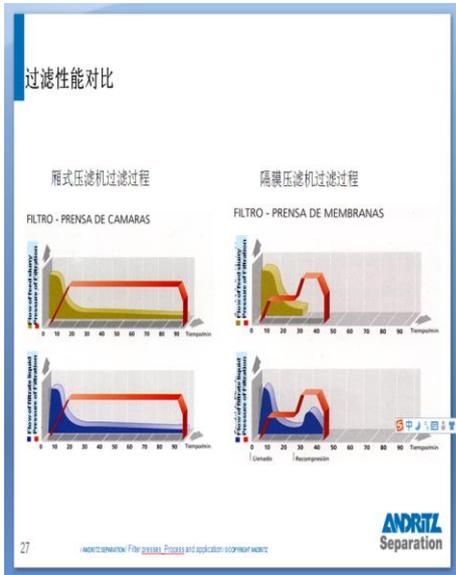


图3 过滤性能对比

3.1.2 增设隔模板框的配套工艺

案例项目考虑到隔模板框对配套的工艺设备与箱式板框有所不同,所以本次改造对附属工艺设备也有所改造,在隔模板框压滤机的引入过程中,不再将PAM药剂直接投加到储泥池中,而是将加药点设置在进泥泵的出口管道上,解决了原有系统中药剂分布不均匀和投加量控制不准确的问题。通过与进泥量相匹配的自动控制系统,确保了PAM药剂与泥浆的比例精确,从而实现了更好的絮凝效果,并为后续压滤过程提供了均质化预处理。同时在进料管道中增设了管道混合器,以提升PAM药剂与泥浆混合的均匀性,该混合器利用高效流体力学设计,在不影响进泥速度和压力的前提下实现快速、充分地混合。

最后,针对隔模板框特有的挤压脱水需求,案例项目增加了由专用水箱和挤压水泵组成,并具备必要的管路和阀门配置的挤压水系统。其中挤压水泵能够产生最大16bar(通常工作条件下14bar)的输出压力,远超传统箱式板框所能提供的12bar最大进泥压力。通过精确控制挤压水泵送往隔模板内部的水流量及其时序,在滤饼形成后立即开始挤压过程,以便于将滤饼内部残余水分排出。

3.2 滤板、滤布改造

案例项目在进行脱水机房板框压滤机的改造时,为提升整体压滤效果,滤板选择了尺寸为1500mm×2000mm的凹腔隔膜滤板,并采用了耐高压、耐腐蚀、寿命长的聚丙烯(PP)配方材质。为确保足够的处理容量和过滤效率,案例项目根据工艺性能参数确定了86个过滤室腔的数量配置。每个室腔提供至少6700升的容积,隔膜在过滤过程中可完全膨胀并填充整个室腔空间。在滤布方面,案例项目选用的PP制成的滤布设计为中心套颈式连接方式,此结构既保证了两片滤布之间紧密相连也便于安装和更换,套颈部分可以使用与滤布相同或孔径更小的材料实现

更好的密封效果。

考虑到强度和透气率,案例项目选用PP材质,确保足够的强度抵抗操作中可能出现的机械应力,并且具有与泥质相适应、优化过滤断面清晰度所需透气率,经过研光处理后,表面光滑平整,使泥饼在完成挤压后能顺利从滤布上剥离。

3.3 进泥、加药螺旋杆改造

针对进泥系统,案例项目将原有的高低压进料泵更换为采用变频调节技术,能够根据进料需要实现流量的精确控制单元的螺旋杆泵。其流量范围设定为8~80m³每小时,确保泵可以在高效运行环境下可靠工作,最高操作压力设定为8bar,配备了功率为30kw的电机,该电机采用了IE3能效标准,并增强了冷风扇,以保持良好的散热性能。

螺旋杆选型方面,则按照公式(1)进行计算,

$$Q = \frac{V_{\text{总}}}{t} \times 1.5 \quad (1)$$

公式(1)中的V_总为设计流量,案例项目为300m³,t为工作时间,取值为16h,1.5为安全系数。按公式(1)计算,结果为30m³/h。根据该数据,泵体材质选择了铸铁,而转子则采用了不锈钢电镀材质,定子材质为SBBPF,此材料组合既保证了螺杆泵的耐用性,又支持其抗腐蚀性,延长了设备的使用寿命。加药系统同样新增具备变频调节功能的螺旋杆泵作为加药泵,流量范围设定在0.5~5立方米每小时,以满足不同化学处理需求的变化。加药泵的最高操作压力也是8bar,并搭载了功率为7.5kw的电机,其余则与进泥系统相关设备相同。

3.4 聚合物制备装置改造

案例项目为实现干粉药剂的高效溶解、熟化和储存,同时确保整个过程自动化程度高,人工干预最少。改造工作围绕着三箱式制备装置的配置进行,包括储料仓、粉料螺旋给料机、自动注水系统、溶解罐、熟化罐、储存罐及配套的自动化控制系统。案例项目聚合物制备装置采用三箱式设计,并加入真空吸料装置,以确保干粉药剂可以安全、高效地从储料仓输送至溶解罐中。储料仓采用完全封闭的设计,搭配料位开关和振动器,不仅确保了干粉的干燥存储环境,还通过振动器的周期振动保证料斗内料位的平稳,避免了物料堵塞现象的发生。在粉料螺旋给料机的设计上,案例项目采用了蜗轮马达驱动,并通过变频器进行调节,以实现粉末的高精度、无脉动输送。自动注水系统的组成部件包括截止阀、稳压阀(霍尼韦尔品牌)、进水压力变送器、进水电磁流量计和进水电动球阀,这些组件的精心配置确保了注水过程的精准控制和稳定性。罐体部分,不仅罐体自身采用304不锈钢材质,以满足聚合物溶解、熟化、储存过程中对材质的耐腐蚀性要求,而且每个罐体都配备了搅拌器,进一步提高了聚合物溶液的均匀性。最后,整个聚合物制备装置的操作和监控通过配备7寸触摸屏的PLC控制器和动力控制箱,实现完全自动化,

减少了人工操作和调整的需求。

3.5 效果分析

临江水厂在脱水机房板框压滤机的改造项目中取得了显著的成效。改造前后,进泥浓度保持在 2%~2.5%不变,但单批次进泥量从之前的 15~30m³显著增加到现在的每小时 60~70m³,大幅提高了处理能力。同时,批次处理时间也从 4 小时缩短到 3.5 小时,进一步提升了效率。改造最为显著的改进之一在于最大进泥压力的调整,由原来的 11~12bar 降低到更为合理的 8bar,而挤压压力从原本的 0bar 提高到 13~15bar,大幅度提高了出泥干度,从原先的 15%~20%提升到了 35%~40%,从约 5.5 吨降低到约 2.6 吨,极大地降低了运输和处理湿泥的成本。通过这一系列的技术改造,临江水厂不仅显著提高了其处理效率和干泥质量,还有效降低了运营成本。

表 1 改造后效果分析

数据名称	改造前	改造后
进泥浓度	2%~2.5%	2%~2.5%
单批次进泥量	15~30m ³	60~70m ³ /h
批次处理时间	4h	3.5h
最大进泥压力	11~12bar	8bar
挤压压力	0bar	13-15bar
出泥干度	15%~20%	35%~40%
每吨绝干泥的湿泥量	≈5.5 吨	≈2.6 吨

4 结束语

综上所述,本文依托临江水厂脱水机房板框压滤机改造工程,针对其当前存在的问题,从板框压滤机、隔膜板框配套工艺、滤板滤布、螺旋杆以及聚合物制备装置和电气系统的角度出发,说明了该工程的具体改造方案。发现该工程改造后,临江水厂可提高设备的运行效率、降低能耗,同时确保水处理过程的环保性和可持续性,为其他类似水处理设施提供了改造参考。未来,临江水厂还将对改造效果进行持续跟踪和评估,确保每项技术更新均可提升水厂的整体运行效率,并积极探索新技术、新理念,进一步探索新型材料、新技术在水处理领域的应用,以推动水处理技术的进步和发展。

[参考文献]

- [1] 饶明明,冯冰妍,潘铁军,等. 水厂排泥水处理系统全自动运行方法[J]. 净水技术,2021,40(10):56-61.
 - [2] 孙哲然,李广路,吴春江,等. 脱水污泥输送系统技术优化研究[J]. 城镇供水,2021(1):91-96.
 - [3] 平钰柱. 给水厂污泥脱水系统自动控制设计和应用[D]. 浙江:浙江工业大学,2020.
 - [4] 李威,陈鹏. 某水厂原脱水机房抗震分析及加固方案[J]. 工程技术研究,2020,5(3):27-28.
- 作者简介:刘毅超(1987.7—),男,单位名称:上海市浦东威立雅自来水有限公司,毕业学校和专业:上海工程技术大学 电气工程及其自动化。