

大豆油厂水平衡测试与工业节水分析

张世杰¹, 张劲韬²

(1. 中储粮油脂成都有限公司, 成都 611434; 2. 吉林农业大学 食品科学与工程学院, 长春 130118)

摘要:水平衡测试是企业开展计划用水, 合理利用水资源, 提高经济、社会和环保效益的一种重要手段。对大豆油厂进行了水平衡测试, 根据测试结果对全厂进行了合理化分析和用水定额分析, 并提出了节水措施及建议。企业应当每3年定期进行一次水平衡测试, 因生产技术、工艺流程和规模等发生变化时, 应当及时进行新的水平衡测试。

关键词:大豆油厂; 水平衡测试; 节水; 用水定额

中图分类号: TS225.1; TQ647 文献标识码: B 文章编号: 1003-7969(2022)06-0133-05

Water balance test and industrial water saving analysis of soybean oil plant

ZHANG Shijie¹, ZHANG Jintao²

(1. Sinograin Oils Chengdu Co., Ltd., Chengdu 611434, China; 2. College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Water balance test in enterprise is an important means to carry out planned water use, make rational use of water resources, and improve the economic, social and environmental benefits. The water balance test in the soybean oil plant was carried out. According to the test results, the rationalization analysis and water quota analysis were carried out for the water consumption of the whole plant, and the water saving measures and suggestions were put forward. Enterprises should conduct water balance test regularly every three years. If the production technology, process flow and scale change, a new water balance test should be conducted in time.

Key words: soybean oil plant; water balance test; water saving; water quota

水平衡测试是企业摸清用水现状、挖掘节水潜力、提高用水效率、降低生产成本的有效手段, 是促进节约用水, 加强水资源管理的一项基础性工作^[1], 也是搞好节水工作的基础。利用水平衡测试, 企业可以准确了解单位产品的耗水量与生产用水的重复利用率, 摸清用水现状及各类用水设备、设施、仪器、仪表分布及运转状态, 用水总量和各用水单元之间的定量关系, 了解合理用水水平, 获取准确的实测数据从而进行工业用水节水合理化分析, 评价用水技术经济指标, 找出节水潜力, 有的放矢地采取相应的技术、管理措施, 达到节约用水和合理用水的目的^[2]。因此, 通过水平衡测试, 可以达到以下

几个方面的效果: 摸清工厂用水现状和用水基本参数之间的定量关系; 找出泄漏水量, 解决长期漏水问题; 为工厂制订合理的用水规划提供可靠的依据; 为公司制订耗水定额打下基础; 培养公司科学用水管理人员; 加强公司科学用水管理基础工作, 建立公司用水档案, 健全公司用水计量仪表; 为公司治理废水提供基础水量情况; 最终达到合理用水, 降低成本的目的。水平衡测试包括准备、实测、汇总、分析4个阶段。本文对大豆油厂进行了水平衡测试, 并根据测试结果进行分析评价, 提出节水措施及建议, 以期制油企业降本增效, 为油脂行业实现碳达峰、碳减排提供技术路线和管理思路。

1 工厂供水管网及计量情况

大豆油厂拥有大豆预处理、浸出生产线和油脂精炼生产线各一条, 配套有锅炉、污水处理等公用工程, 供水为市政自来水。全面排查工厂供水管网, 核实管道走向, 根据各段的管径大小绘制给水管网示

收稿日期: 2021-06-18; 修回日期: 2022-02-20

作者简介: 张世杰(1971), 男, 工程师, 主要从事油脂制取、精炼生产技术工作(E-mail) giantcn@126.com。

意图,在调查管网的同时检查了计量器具的配置情况,按照水平衡测试要求,完善了计量设备,并绘制水表计量网络图。工厂原有一级水表1只,二级水表14只,新增加二级水表7只,共计二级水表21只。一级水表装表率、完好率、计量率均为100%;二级水表装表率、完好率均为100%,计量率为97.25%;各用水管道、水泵等工作情况良好。

2 水平衡测试

委托专业公司依据 GB/T 12452—2008《企业水平衡测试通则》、GB/T 7119—2006《节水型企业评价导则》对工厂进行水平衡测试。

2.1 1 d 水平衡测试

根据工厂供水系统实际情况,此次水平衡测试工作采用动态一次平衡法,测试时间为2018年12月24日15:00—2018年12月25日15:00,测试项目为自来水,一、二级水表1 d 水平衡测试结果见表1。由表1可知,一级水表流量为838 m³,二级水表流量之和为813 m³,不明水量为25 m³,管网不明水率(不明水率为一级水表流量与二级水表流量之和的差值占一级水表流量的比例,下同)为2.98%,符合小于5%的测试标准,水平衡测试工作进入全面测试阶段。

表1 一、二级水表1 d 水平衡测试结果

水表编号	水表安装位置	级别	起读数/m ³	止读数/m ³	流量/m ³
I - 1	总表	A 级	304 797	305 635	838
合计					838
II - 1	预处理车间	B 级	7 443	7 450	7
II - 2	浸出车间	B 级	67 065	67 208	143
II - 3	精炼车间	B 级	60 907	60 972	65
II - 4	污水车间	B 级	9 685	9 687	2
II - 5	机修车间	B 级	87	88	1
II - 6	磷脂车间	B 级	15 003	15 006	3
II - 7	锅炉车间	B 级	31 527	32 036	509
II - 8	消防系统 1	B 级	34 421	34 432	11
II - 9	消防系统 2	B 级	2 101	2 102	1
II - 10	打包站	B 级	1 374	1 375	1
II - 11	油罐区	B 级	0	0	0
II - 12	品控中心	B 级	1 591	1 595	4
II - 13	一站办公室	B 级	22	30	8
II - 14	员工公寓	B 级	653	669	16
II - 15	员工食堂	B 级	123	132	9
II - 16	公用厕所	B 级	1 891	1 894	3
II - 17	食堂前绿化 1	B 级	15	15	0
II - 18	食堂前绿化 2	B 级	887	893	6
II - 19	钢板仓绿化地	B 级	62	71	9
II - 20	主干道绿化地	B 级	19	23	4
II - 21	小包装绿化地	B 级	378	389	11
合计					813

注:一级水表与二级水表同时测定。下同

2.2 连续 3 d 水平衡测试

进行连续 3 d 的水平衡测试,第一次测试时间为2018年12月25日15:00—2018年12月26日15:00,第二次测试时间为2018年12月26日

15:00—2018年12月27日15:00,第三次测试时间为2018年12月27日15:00—2018年12月28日15:00。一级水表连续 3 d 水平衡测试结果见表 2,二级水表连续 3 d 水平衡测试结果见表 3。

表2 一级水表连续 3 d 水平衡测试结果

水表编号	第一次			第二次			第三次		
	起读数	止读数	流量	起读数	止读数	流量	起读数	止读数	流量
I - 1	305 635	306 471	836	306 471	307 281	810	307 281	308 102	821
合计			836			810			821

m³

表3 二级水表连续3 d水平衡测试结果

m³

水表编号	第一次			第二次			第三次		
	起读数	止读数	流量	起读数	止读数	流量	起读数	止读数	流量
II - 1	7 450	7 458	8	7 458	7 467	9	7 467	7 475	8
II - 2	67 208	67 353	145	67 353	67 504	151	67 504	67 653	149
II - 3	60 972	61 035	63	61 035	61 092	57	61 092	61 150	58
II - 4	9 687	9 689	2	9 689	9 691	2	9 691	9 693	2
II - 5	88	89	1	89	90	1	90	92	2
II - 6	15 006	15 009	3	15 009	15 012	3	15 012	15 017	5
II - 7	32 036	32 521	485	32 521	32 993	472	32 993	33 484	491
II - 8	34 432	34 445	13	34 445	34 452	7	34 452	34 463	11
II - 9	2 102	2 123	21	2123	2123	0	2 123	2 123	0
II - 10	1 375	1 376	1	1 376	1 379	3	1 379	1 380	1
II - 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II - 12	1 595	1 597	2	1 597	1 599	2	1 599	1 601	2
II - 13	30	37	7	37	46	9	46	55	9
II - 14	669	687	18	687	704	17	704	721	17
II - 15	132	143	11	143	155	12	155	165	10
II - 16	1 894	1 897	3	1 897	1 901	4	1 901	1 905	4
II - 17	15	17	2	17	17	0	17	19	2
II - 18	893	901	8	901	912	11	907	915	8
II - 19	71	79	8	79	87	8	87	92	5
II - 20	23	26	3	26	29	3	29	33	4
II - 21	389	398	9	398	415	17	415	428	13
合计			813			788			801

由表2、表3可知,一级水表3次测试的日均取水量为822.33 m³,二级水表3次测试的日均取水量为800.67 m³。第一次测试一级水表流量为836 m³,二级水表流量之和为813 m³,不明水量为23 m³,不明水率为2.75%;第二次测试一级水表流量为810 m³,二级水表流量之和为788 m³,不明水量为22 m³,不明水率为2.72%;第三次测试一级水表流量为821 m³,二级水表流量之和为801 m³,不明水量为20 m³,不明水率为2.44%;连续3 d水平衡测试的不明水率均小于5%的测试标准。

2.3 对月测试

同时记录全厂各取水表的读数,对月测试自来水取水量。测试时间为2018年12月24日—2019年1月23日(按照间隔30日对时计算)。一、二级水表对月水平衡测试结果分别见表4、表5。由表4、表5可知,对月测试一级水表流量为24 790 m³,二级水表流量之和为24 109 m³,不明水量为681 m³,不明水率为2.75%,一级水表日均取水量为826.33 m³。

表4 一级水表对月水平衡测试结果

m³

水表编号	起读数	止读数	流量
I - 1	304 797	329 587	24 790
合计			24 790

表5 二级水表对月水平衡测试结果

m³

水表编号	起读数	止读数	流量
II - 1	7 443	7 737	294
II - 2	67 065	71 854	4 789
II - 3	60 907	63 597	2 690
II - 4	9 685	9 762	77
II - 5	87	118	31
II - 6	15 003	15 138	135
II - 7	31 527	44 520	12 993
II - 8	34 421	34 817	396
II - 9	2 101	2 223	122
II - 10	1 374	1 405	31
II - 11	0	0	0
II - 12	1 591	1 646	55
II - 13	22	298	276
II - 14	653	1 250	597
II - 15	123	518	395
II - 16	1 891	2 046	155
II - 17	15	43	28
II - 18	887	1101	214
II - 19	62	287	225
II - 20	19	97	78
II - 21	378	906	528
合计			24 109

3 全厂用水情况合理化分析及用水定额分析

3.1 全厂用水情况合理化分析

测试工厂各区域用水量分布及比例,水量以对月测试期日均取水量为准,工厂用水情况分析见表6。从表6可以看出,生产加工用水包括间接冷却用水、产品用水、污水处理用水、锅炉用水,4项取水量

占比为84.62%,车间生活用水、办公生活用水、食堂用水、绿化用水取水量占比为10.54%,消防用水取水量占比为2.09%,不明水取水量占比为2.75%,符合公司用水情况,用水结构比较合理,这与工厂重视节水工作,改善用水设施,配备节水器具,对管网的日常检查维护是密不可分的。

表6 工厂用水情况分析

用水类别	用水量/ m ³	取水量/ m ³	重复利用水量/m ³		排水量/ m ³	耗水量/ m ³	取水量 占比/%
			冷却水循环水量	工艺水回用量			
间接冷却用水	17 050.90	202.90	16 848.00		0	202.90	24.55
产品用水	125.52	125.52			100.40	25.12	15.19
污水处理用水	2.57	2.57			2.57	0	0.31
车间生活用水	9.06	9.06			6.36	2.70	1.10
锅炉用水	736.56	368.28		368.28	0.00	368.28	44.57
办公生活用水	29.10	29.10			20.40	8.70	3.52
食堂用水	13.17	13.17			7.87	5.30	1.59
绿化用水	35.76	35.76			0	35.76	4.33
消防用水	17.27	17.27			17.27	0	2.09
不明水	22.70	22.70			0	22.70	2.75
合计	18 042.61	826.33			154.87	671.46	100.00

注:数据为对月测试日均量,排水无计量设备,排水量为估算数据;消防用水为每月的定期试压;间接冷却用水包含精炼车间、浸出车间冷却系统和锅炉脱硫循环系统,间接冷却水重复利用率为98.81%;锅炉蒸汽主要用于预处理、浸出车间和精炼车间,其中预处理、浸出车间的冷凝水再次收集回用到锅炉车间,精炼车间的冷凝水直接回用到本车间生产工艺使用,蒸汽冷凝水回用率为100%

3.2 万元产值取水量及工厂用水定额分析

3.2.1 万元产值取水量(见表7)

表7 连续3年万元产值取水量

年份	取水量/m ³	产值/万元	万元产值取水量/m ³
2016	245 392	17 786	13.80
2017	288 504	18 079	15.96
2018	296 589	19 320	15.35

由表7可知,2016、2017、2018年全年取水量分别为245 392、288 504、296 589 m³,万元产值取水量分别为13.80、15.96、15.35 m³。

3.2.2 工厂用水定额分析

根据生产报表计算工厂用水产品(工厂主要产品为精炼大豆油)单耗并进行用水定额分析,结果见表8。由表8可知,在水平衡测试期间,月生产精炼大豆油取水量为3 336.84 m³,月精炼大豆油产量为7 191.5 t,单耗为0.46 m³/t,符合《四川省用水定额》中精炼油先进值1.2 m³/t的要求。

表8 工厂用水产品单耗及用水定额分析

取水量/ (m ³ /月)	精炼大豆 油产量/(t/月)	单耗/ (m ³ /t)	通用值 定额/(m ³ /t)	先进值 定额/(m ³ /t)
3 336.84	7 191.5	0.46	3.0	1.2

注:定额为《四川省用水定额》规定的精炼油指标

4 工厂采取的节水措施

水不仅是生产过程中必备的主要辅料,也是最廉价、采用面最广泛的冷却源,同时也是生产中保障安全及正常生产必不可少的物质之一^[3]。经过此次水平衡测试,掌握了工厂各区域用水量、各环节用水量、不明水量,从而可以针对性地采取相应的节水措施,加强节水技术改造,采用闭路水循环的方式减少耗水量,提高水的重复利用率。

4.1 有关锅炉用水的节水措施

根据对月测试,锅炉日均取水量为368.28 m³,占工厂总取水量的44.57%,位居工厂各区域取水量第一位,是节约用水潜力最大的区域。

锅炉产生蒸汽后由管网输送至预处理、浸出、精炼车间的用热设备,释放潜热和少量显热后还原成高温的冷凝水,冷凝水热能占蒸汽热能的25%左右,采用密闭式冷凝水回收系统对冷凝水进行回收以重复利用,节约了锅炉用水量。无密闭式冷凝水回收系统的工厂非常值得技改增加密闭式冷凝水回收系统,节水节能效果显著。采用密闭式冷凝水回收系统需要注意首先系统要闭式运行,防止空气吸入,经常检查车间疏水系统疏水效果,避免漏汽漏水造成的水的浪费和回收率降低。

冷凝水是理想的锅炉用水,回收冷凝水作为锅炉给水可以减少锅炉排污次数,从而节省燃料、水的消耗及软水处理成本,可减少约10%锅炉除氧排放产生的热污染,还可减少相应烟气的排放。

4.2 有关间接冷却用水的节水措施

间接冷却用水日均取水量相对于工厂总取水量占比为24.55%,居工厂取水量第二位。夏季大豆一次浸出水耗控制在138 kg/t(以大豆质量计),冬季水耗控制在88 kg/t(以大豆质量计)。浸出、精炼循环冷却系统水量损失包括4部分:蒸发损失、风吹飘水损失、排污损失、泄漏损失。新鲜水的补水量就是这4部分水量损失的总和,采取措施减少这4部分的水量损失,就可以减少用水量。蒸发损失控制循环冷却水的浓缩倍数在3~4,降低补充水的用量,不仅节约水资源,还可以降低排污水量,同时减少废水的处理量。调整风机风叶角度以减少风吹飘水损失,在保证冷却效果的前提下,夏季调大风叶角度,冬季调小风叶角度,气温低时甚至停开部分风机,降低风吹飘水损失的同时降低风机电流,节水又节电。循环冷却水安装在线水处理系统,在线监测pH、硬度、电导率等指标,添加阻垢剂、缓蚀剂、杀菌剂,随时监测和调整循环水水质,保证循环水的水质,从而保证循环冷却效果,提高进出口水温温差,从而减少排污水量和补水量。

4.3 有关产品用水的节水措施

产品用水取水量相对于工厂总取水量占比为15.19%,居工厂取水量第三位。夏季精炼一级大豆油水耗控制在92 kg/t(以大豆原油质量计),冬季水耗控制在75 kg/t(以大豆原油质量计)。精炼车间工艺用水主要是水化脱胶所用软水,改造管路收集加热管路的蒸汽冷凝水回收至热水罐,从而减少软水补充量。水洗离心机排出的水洗废水回收利用,补充至水化脱胶工序,作为水化脱胶工艺用水,既减少了补水量,又降低了废水处理成本。水环泵所排冷却废水,改造管路补充至精炼车间冷却塔,作为循环冷却水补充用水,可减少冷却塔循环冷却水的补水量,同时降低废水处理成本。

4.4 有关不明水量的节水处理措施

4.4.1 不明水量情况分析

本次水平衡测试发现工厂存在一定比例的不明水量,全年累积起来是不小的浪费,所以必须采取措施减少或杜绝不明水量。水平衡测试不明水量情况统计见表9。

表9 水平衡测试不明水量情况统计

类别	动态全天测试	连续3 d测试			对月测试
		第一次	第二次	第三次	
不明水量/m ³	25	23	22	20	681
不明水率/%	2.98	2.75	2.72	2.44	2.75

由表9可知,虽然不明水率均小于5%,但是每天有20 m³及以上的水量不明流失,每月有681 m³水量不明流失。因此,必须采取措施找到不明水量流失的原因并加以解决。

4.4.2 不明水量解决措施

由于工厂自来水管网从户外进户都是地理管道,厂区内自来水管网也是走的地下,所以聘请专业公司专业人员携带测漏仪对工厂自来水地下管网管路进行检测查漏。经过专业检测,找到了两处地下管道漏水点,一处是管道腐蚀漏水,另一处是管道接头处地面下沉导致接头松脱漏水。经地面开挖、修复管道漏水点,解决了厂区地下自来水管网漏水问题。所以,若发现工厂存在不明水量,要使用专业测漏仪检查排查并解决,减少或杜绝不明水量。

4.5 管理措施

在节水管理措施上,各级管理人员对用水管理提高了认识,完善了每日每月水表机制,落实了水表抄表当班责任人及当班抄表时间节点,完善了用水报表,使管理人员能做到日常关注用水消耗情况,及时发现水量消耗异常。

5 结语

经过此次水平衡测试工作,彻底了解了工厂的供水管网及水平衡情况,找到了用水管理存在的问题,落实用水管理措施,完善用水管理制度,利于节约用水,降低成本。工厂有必要每3年做一次水平衡测试,以便找出用水各环节存在的问题并加以解决。同时,因生产技术、工艺流程和规模等发生变化的,应当及时进行新的水平衡测试。推行清洁生产战略,提高工艺节水水平,提高水的重复利用率是今后努力的方向。根据公司实际情况,污水车间可以处理二级中水回用,通过处理后,达到城市杂用水标准,用于替代自来水进行冲厕和绿化等,可节约水资源及水费支出。

参考文献:

- [1] 朱厚华. 我国水平衡测试现状分析[J]. 中国水利, 2011(19): 22-23.
- [2] 李聘. 水平衡测试在工业用水管理中的应用[J]. 计量与测试技术, 2020(3): 53-55.
- [3] 顾爱辉, 周荣, 江宝锋. 企业水平衡测试与节水分析[J]. 治淮, 2011(2): 18-19.