

浅谈污水处理厂运行期的风险分析与安全管理

Risk Analysis and Safety Management of Wastewater Treatment Plants During Operation

李明

Ming Li

葛洲坝水务(天津)有限公司 中国·天津 300000

Gezhouba Water (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

摘要: 污水处理厂的安全有效运行是维持污水处理能力的重要条件。依据“事故—安全”平衡模型,对污水处理厂运行期的事故风险和安全管理进行研究和分析。从F人、F物、F调控三个角度,提出了污水处理厂运行期间的安全管理措施。

Abstract: The safe and effective operation of wastewater treatment plants is an important condition for maintaining wastewater treatment capacity. Based on the “accident safety” balance mode, the accident risk and safety management during the operation period of a sewage treatment plant are studied and analyzed. Safety management measures during the operation of wastewater treatment plants are proposed from three perspectives: F people, F objects, and F regulation.

关键词: 风险分析; 安全因素; “事故—安全”平衡模型

Keywords: risk analysis; safety factors; “accident safety” balance mode

DOI: 10.12346/edwch.v1i2.7840

1 引言

随着国家经济的发展,城市、乡镇面积不断扩大,工厂生产污水以及城市生活污水的排放量越来越大,污水处理厂面对的压力逐年递增,不断提标改造,造成污水处理厂的数量也越来越多,污水处理厂的安全事故也频发^[1],因此其安全运营也越来越引起社会的广泛关注^[2]。论文依据“事故—安全”平衡模型^[3],对污水处理厂运行期的风险和安全管理进行了浅要的分析。

2 污水处理厂运营安全影响因素

从“人一机一环”角度分析来分析影响污水处理厂安全运行的危险因素,可分为:人员安全影响因素、环境安全影响因素、机械设备安全影响因素三类。进一步列出污水处理厂安全影响因素清单^[4],如表1所示。

3 污水处理厂的危险因素风险评估

安全和事故是一个动态变化的一个过程,而利用“事故—安全”平衡模型能够较好地呈现出他们两个之间的动态变化关系^[5],见图1。

表1 污水处理厂安全影响因素清单

类别	污水处理厂安全影响因素	
人员安全影响因素	管理人员安全影响因素	安全管理意识、安全管理能力、安全培训、安全预案、安全检查、安全交底
	技术作业人员安全影响因素	身体状况、心理状况、作业安全意识、安全技术作业
环境安全影响因素	自然环境安全影响因素	暴雨天气、有害气体、地表水
	人造环境安全影响因素	污水温度过高、危险化学品泄漏、抢险作业、污泥不当处理、触电、火灾
	组织环境安全影响因素	安全文化、安全制度、安全组织
机械设备安全影响因素	机械设备的设计和安装有缺陷、机械设备长时间疲劳运转	

【作者简介】李明(1984-),男,中国黑龙江七台河人,硕士,高级工程师,一级建造师,从事环境工程及市政工程的管理、技术与建设研究。

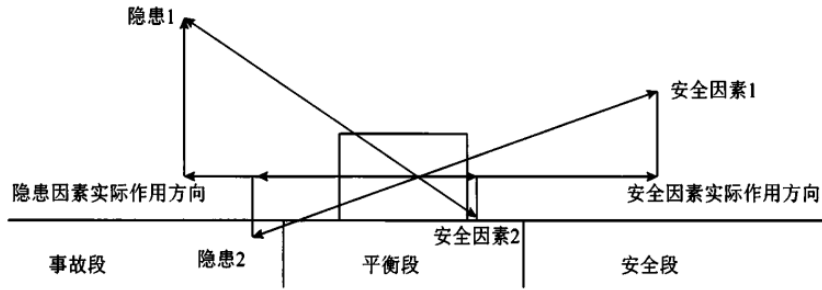


图 1 “事故—安全”平衡模型

如图 1 所示，模型左侧为隐患因素起主导作用的事故段，模型右侧为安全因素起主导作用的安全段，模型中间为隐患因素和安全因素影响力相当的平衡阶段。根据“事故—安全”模型的运用要求，污水处理厂建立此模型需要找出其安全关键影响因素。污水处理厂的安全关键影响因素，见表 2。

表 2 污水处理厂安全关键影响因素清单

类别	安全因素 (F)	隐患因素 (f)
人员安全影响因素	安全意识 (F _{人1})	身体不良 (f _{人1})
	遵守纪律 (F _{人2})	企业管理不足 (f _{人2})
	合理操作 (F _{人3})	精神不良 (f _{人3})
	岗位知识 (F _{人4})	不安全行为 (f _{人4})
	责任感 (F _{人5})	
	人的能力 (F _{人6})	
物体安全影响因素	防护设施 (F _{物1})	设计上有缺陷 (f _{物1})
	隔离和屏蔽设施 (F _{物2})	制造上的缺陷 (f _{物2})
	本质安全设计 (F _{物3})	维修、保养和使用上的缺陷 (f _{物3})
	设备、部件的可靠性 (F _{物4})	
	报警系统 (F _{物5})	
	安全检测监控系统 (F _{物6})	
环境调控影响因素	紧急停车系统 (F _{调控1})	作业场所环境上的缺陷 (f _{阻力1})
	安全连锁系统 (F _{调控2})	现有的制度，科技、资金的限制 (f _{阻力2})
	安全阀等泄压装置 (F _{调控3})	企业的生产现状 (f _{阻力3})

污水处理厂在停止运行期间，系统处在一个最佳的安全状态，当开始投入生产运行时，系统不再保持安全的静止状

态，转为“事故—安全”相互转化的运动状态。上述安全状态发生变化的内因是：各种安全关键影响因素相互作用产生不同的安全状态，其作用关系如图 2 所示。

由图 2 受力分析可得到，如下等式关系：

$$F'_{物} = F_{物1} \times \cos \alpha_1 + F_{物2} \times \cos \alpha_2 + F_{物3} \times \cos \alpha_3 + F_{物4} \times \cos \alpha_4 + F_{物5} \times \cos \alpha_5 + F_{物6} \times \cos \alpha_6 + F_{物7} \times \cos \alpha_7 \quad (1)$$

$$f'_{物} = f_{物1} \times \cos \beta_1 + f_{物2} \times \cos \beta_2 + f_{物3} \times \cos \beta_3 \quad (2)$$

$$F'_{人} = F_{人1} \times \cos \gamma_1 + F_{人2} \times \cos \gamma_2 + F_{人3} \times \cos \gamma_3 + F_{人4} \times \cos \gamma_4 + F_{人5} \times \cos \gamma_5 + F_{人6} \times \cos \gamma_6 \quad (3)$$

$$f_{人} = f_{人1} \times \cos \delta_1 + f_{人2} \times \cos \delta_2 + f_{人3} \times \cos \delta_3 + f_{人4} \times \cos \delta_4 \quad (4)$$

$$F'_{调控} = F_{调控1} \times \cos \theta_1 + F_{调控2} \times \cos \theta_2 + F_{调控3} \times \cos \theta_3 \quad (5)$$

$$f'_{阻力} = f_{阻力1} \times \cos \omega_1 + f_{阻力2} \times \cos \omega_2 + f_{阻力3} \times \cos \omega_3 \quad (6)$$

污水处理厂运行期间的安全状态的所受的作用力用 R 表示，安全因素影响力用 F 表示，隐患因素影响力用 f 表示，则存在如下等式：

$$F = F'_{人} + F'_{物} + F'_{调控} \quad (7)$$

$$f = f'_{人} + f'_{物} + f'_{阻力} \quad (8)$$

$$R = F - f \quad (9)$$

当 R > 0，表示安全因素起主要作用，安全状态向右移动；当 R < 0，表示隐患因素起主要作用，安全状态向左移动。

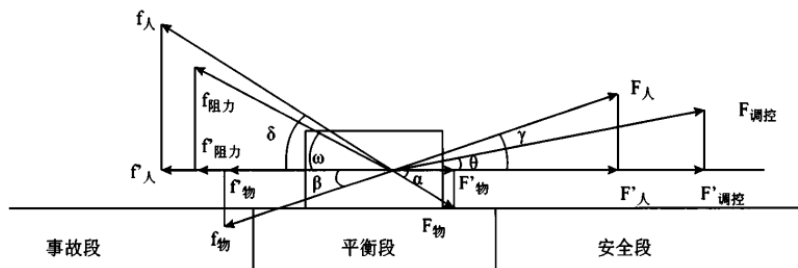


图 2 “事故—安全”模型受力关系

4 污水处理厂的风险分析与安全管理

在“事故—安全”平衡模型中,当 $R > 0$ 时,安全状态向右端的安全段移动,但随着生产运行的继续,由于系统中人的不安全行为和失误的增多,物的故障率的增加,导致安全影响因素 F 不断减小,相反隐患影响因素 f 不断增加,引起 $R=F-f$ 的值逐渐变小,此过程中,虽然安全状态仍然向安全段移动,但是移动时作减速运动的。当 R 的值减小到 0 时,安全状态达到平衡。如果不采取安全措施任由其发展,就会出现 $R < 0$,此时安全状态加速向事故段左移,事故隐患能量不断积累,当安全状态到达事故段时,安全事故就会发生。发生事故后,引起广泛关注,有关方迅速采取有效措施, R 值由负转正,然后继续循环上述过程。

4.1 风险分析

污水处理厂在运营初期,安全意识高、管理措施有效, R 值较大,一般不会发生安全事故,但是随着生产工作的继续, F 与 f 就会出现此消彼长的变化趋势,即 F 值逐渐降低, f 值逐渐增大。

主要原因有:①工作人员长期重复的工作,产生厌倦的情绪或者安全意识松懈;②工作人员生活遇到困难或对目前的工资待遇不满,导致工作时不在状态或工作敷衍;③增加了不合理的管理制度,导致现场工作人员出现工作不情愿、积极性下降;④工作时间长度安排不合理,员工出现加班熬夜,导致工作意识不清失误率增加;⑤安全管理人员为兼职,精力过于分散,出现管理疏漏问题;⑥机械设备出现安全隐患,未被及时发现;⑦作业场所环境的管理混乱或无管理状态。

以上提及或未提到的原因均会造成“事故—安全”平衡模型中,安全因素影响 F 逐渐减小,隐患因素影响 f 逐渐增大,结果是安全状态所受的作用力 R 值逐渐减小,力反向增大,故此过程中导致事故发生风险的能量不断蓄积。根据海因里希事故理论,当未遂事故积累到一定程度就会发生重大事故,所以预防污水处理厂安全事故的发生,要从增大安全因素影响 F 着手,促使作用力 R 朝正方向(安全段方向)变化,这样才能控制住安全事故发生的风险。

4.2 安全管理

依据上述风险分析,遵循“事故—安全”平衡模型理论的安全管理原则可以有效阻止污水处理厂在生产运行期间出现较大的安全事故。保障污水处理厂安全生产运营,必须满足 $F > f$ 的条件,这就要求采取各种措施来促使 F 值增加。由 $F = F_{人} + F_{物} + F_{调控}$,可知增加 F 值可以分别提高 $F_{人}$ 、 $F_{物}$ 、 $F_{调控}$ 的值来做到,比如采取以下的安全管理措施。

4.2.1 防止人的不安全行为($F_{人}$)

安全管理措施有:①通过定期组织员工进行生产安全教育,增强员工的安全意识;②结合污水处理厂实际生产运行情况,制定合理的奖惩制度,激励员工养成遵守纪律的好习惯;③员工初次工作时要进行安全、技术交底,同时组织员工进行定期的技能学习,增加员工的岗位知识,确保员工规范操作;④通过不断演练的方式,不断积累经验,提高员工的个人能力;⑤增加污水处理厂内的企业文化和企业信仰教育,增强员工的责任感。

4.2.2 阻止机械设备的事故发生($F_{物}$)

污水处理厂在采购机械设备时,要从本质安全的角度出发考虑机械设备的设计是否存在缺陷,零部件是否可靠;安装机械设备时要排除安全事故隐患,增加防护设施。设置报警系统和安全监测监控系统。另外,机械设备要定期保养、检修和零部件更换,杜绝机械设备长时间疲劳运转。

4.2.3 消除环境的不安全状态($F_{调控}$)

消除环境的不安全状态,可以采取以下措施:①污水处理厂在生产运行时,采用安全联锁系统;②消除不安全因素,如布置安全阀等泄压装置;③建立健全安全管理制度,防止出现有害气体或危险化学品泄漏、极端天气引起人或物的损害或抢险应急救援不当造成的再次伤害、触电、火灾等安全事故。

5 结语

论文利用“事故—安全”平衡模型对运行期间的污水处理厂进行了风险分析并提出了安全管理措施,但由于安全和事故在运行期间是一个相互转换的过程,即使未发生安全事故,也要继续采取措施,增加安全方向的力,使系统远离事故,并长期保持安全的状态。

参考文献

- [1] 王晓吟.现代化污水处理厂设备运行管理与维护[J].环境与生活,2014(10):160-162.
- [2] 高亚辉,蒋奇海,赵梦升,等.污水处理厂危险化学品全流程控制的安全管理[J].化工管理,2021(1):40-41.
- [3] 许凤杰,吴广泽.城市污水处理厂安全管理要点浅谈[J].城市建设理论研究(电子版),2012(35).
- [4] 高琼,吴春江,彭昕.污水处理厂有限空间安全管理的探索实践[J].北京水务,2019(4):1-4.
- [5] 李海丽,陈勇,黄湛熈,等.基于“事故—安全”平衡模型的安全分析法研究[J].安全与环境评价,2019(4):22-25+56.