

污水处理厂全寿命周期成本分析

耿建新¹ 黄冰¹ 周晶²

(1.中国人民大学商学院 北京 100872 2.中国环境科学出版社 北京 100062)

【摘要】在当前污水处理厂的可行性研究报告中,投资估算和运行成本均没有把全寿命周期内所发生的全部成本计算在内,导致盈利预测失真,使勉强建成的污水处理厂难以实现持续经营。本文通过案例分析,重新计算污水处理厂全寿命周期建设成本和运行成本,并将其与可行性研究报告中的成本进行比较,明确计算污水处理厂全寿命周期成本的重要意义。

【关键词】全寿命周期成本 建设成本 运行成本

一、引言

污水处理厂的建设是一件利国利民的大事,但同时其投资额和后续的运行费用也很高。为了用有限的资金把污水处理事业经营起来,不管是政府财政出资,还是采用BOT或者TOT方式,污水处理厂在开始建设之前都需要编写可行性研究报告,从技术、经济、工程等方面对其可行性进行论证,并预测其建成后可能取得的财务、经济效益和社会影响。

然而,在仔细阅读了我国污水处理厂的可行性研究报告后,笔者发现其中经济分析的内容主要有三部分,即投资估算、污水处理成本计算和盈利预测,盈利预测是在前两者的基础上做出的。但问题是,固定资产支出几乎是污水处理厂投资额全部且占污水处理成本很大比例的部分,只计算了建设期内的部分,没有考虑在污水处理厂全寿命周期内还有一些设备需要更新,即没有考虑固定资产的后续支出,从而大大低估了污水处理厂的建设成本和把固定资产折旧计算在内的运行成本,这将严重影响污水处理价格的确定,进而影响盈利预测以至经济可行性分析的准确性,最终很可能导致污水处理厂勉强建成却难以经营下去。有鉴于此,本文从全寿命周期角度,运用案例分析,重新估算污水处理厂投资成本和运行成本,以提高盈利预测和经济可行性分析的准确性,为污水处理厂的持续经营打下基础。

二、相关概念的界定

1. 全寿命周期。全寿命周期是工程造价控制理论的一个词汇,指一个建设项目从立项开始,经过开发、设计到建成投产,到生产运行,再到报废淘汰,即到项目完全失去效益的整个时间过程。由于目前广泛采用BOT或者TOT方式经营污水处理厂,其特许经营期一般都是30年,因此本文中污水处理厂全寿命周期界定为30年。

2. 全寿命周期成本。全寿命周期成本是产品从研制、生产到所有权转让的整个寿命周期内的成本,即在预期的寿命周期内,为产品的论证、研制、生产、使用与保障以及退役处置支付的所有费用。

污水处理厂的全寿命周期成本表现为建设成本和运行成

本。建设成本是投资方按照预先设计的建设内容、规模、标准、功能、水质要求和使用要求等将污水处理厂建成并验收合格交付使用之前发生的全部支出,包括土建工程投资、机械设备采购、安装调试费、设计费等;运行成本是维持污水处理厂日常运转所发生的支出,包括电费、药剂费、人员费、资产折旧费、设备维修维护费、其他费用等。

在全寿命周期30年内,污水处理厂的很多设备都需要更换,有的甚至需要更换多次,像提升泵、填料装置、阀门之类的设备,在30年内需要更换3~6次,由此就产生了设备的后续购置支出,并且这一支出数额还不小。而污水处理厂的全寿命周期成本是其从立项到所有权转让的整个寿命周期内所发生的全部费用,因此固定资产的这一后续购置成本毫无疑问地应包括在全寿命周期建设成本之中,并且还通过折旧进一步反映在全寿命周期运行成本中。

3. 可行性研究报告成本。可行性研究报告是污水处理厂通过全面调查研究并分析论证项目是否切实可行后而提出的一种书面材料,其经济可行性研究部分包括投资估算、污水处理成本计算和盈利预测。但在众多污水处理厂的可行性研究报告中,投资估算和运行成本计算中均只考虑了设备的初始投资额,没有把上述设备后续购置支出计算在内。由此,相对于全寿命周期成本,可行性研究报告成本明显偏低。

三、研究污水处理厂全寿命周期成本的重要意义

“全寿命周期成本”的关键是以“全寿命周期”为时期坐标,在这一段时期内,污水处理厂的固定资产都要按其使用年限进行折算,从而形成固定资产周转次数,由此带来固定资产后续支出。而可行性研究报告成本完全忽视了固定资产的后续支出,其预测的局限性和非准确性不言而喻。因此,研究污水处理厂全寿命周期成本具有十分重要的意义。

1. 正确撰写可行性研究报告的基础。在污水处理项目可行性研究报告中,有关该项目的投资估算、成本分析中折旧费的计算,仅考虑了固定资产的初始投资,没有将全寿命周期内一些设备的一次或者多次更换即设备的后续购置支出考虑在内。而这一后续资本支出不容忽视,因为其往往达到初始资本

支出的一半甚至更多。由此,可行性研究报告中没有计算后续资本支出的投资额,而且成本被严重低估,则在此基础上做出的盈利预测和经济分析均存在很大偏差。在这种情况下,运用全寿命周期理论,考虑污水处理项目的固定资产更换支出,估算污水处理项目的全寿命周期成本,无疑会增加可行性研究报告的正确性。

2. 合理确定污水处理价格的关键。随着国家一系列鼓励、引导民间资本进入市政公用基础行业政策的颁布,越来越多的企业采用 BOT 或者 TOT 方式进入污水处理行业。这两种方式下政府都需要与企业确定污水处理价格,它一方面是政府购买企业提供的污水处理服务所支付的对价,另一方面也是污水处理企业最主要的收入来源,而这一价格就是在污水处理成本的基础上确定的。因此,正确估算污水处理项目的投资额和运行成本至关重要。计算污水处理项目全寿命周期成本,提高投资估算和污水处理成本计算的准确性,可以为政府科学合理地确定污水处理价格提供直接依据。

3. 投资决策和政策制定的重要因素。任何一项投资决策的做出,都离不开成本与收益的正确估算和比较,以选择盈利符合预期的投资方案。计算污水处理项目全寿命周期成本,一方面可全面地反映污水处理成本,进而确定收入、计算盈亏,做出正确的投资决策,另一方面分析污水处理项目全寿命周期成本,使污水处理项目的成本与效益更清晰,有利于政府明确对污水处理项目的投资方向,制定适合于本地经济规模和发展规划的投资政策。

四、污水处理厂全寿命周期成本分析案例

不同工艺污水处理厂使用的固定资产大不相同,为了更清晰、详细地阐述全寿命周期成本的确定过程,下面将以案例的形式展开讨论。本文用于案例分析的污水处理厂采用 A²/O 处理工艺,全寿命周期 30 年,设计污水处理规模 8 000 吨/日。

从计算口径看,运行成本应将建设成本完全包括在内,即运行成本中的折旧费用是建设成本的价值转移。为此,本文利用实地调研和分析整理案例污水处理厂可行性研究报告获得的数据,首先模拟全寿命周期建设成本,在此基础上,再模拟全寿命周期运行成本,然后将它们与可行性研究报告中模拟的建设成本和运行成本进行比较。

1. 全寿命周期内固定资产周转次数的确定。前已述及,污水处理厂建设成本主要包括工程建造成本、工具和器具购置费用和建筑安装工程费用等。其中,工程建造成本的一部分建筑安装工程费用形成污水处理厂的房屋、建筑物和其他放置污水处理设备的地上构筑物等土建固定资产;工具和器具购置费用和另一部分建筑安装工程费用形成污水处理厂的设备等固定资产。这些固定资产的使用年限大相径庭。按照《企业所得税法实施条例》的规定,除国务院财政、税务主管部门另有规定外,固定资产计算折旧的最低年限为:房屋、建筑物为 20 年;飞机、火车、轮船、机器、机械和其他生产设备为 10 年;与生产经营活动有关的器具、工具、家具等为 5 年;飞机、火车、轮船以外的运输工具为 4 年;电子设备为 3 年。

根据上述规定,参考调研中工作人员的介绍,并按本行业

建筑工程、生产设备、工具和器具的实际使用情况,在 30 年全寿命周期内,案例污水处理厂建设支出形成的固定资产的周转次数(即更换次数)如表 1 所示。

表 1 污水处理厂固定资产周转次数说明

固定资产类别	固定资产名称	固定资产项目	周转次数
土建类	房屋、建筑物	房屋、建筑物和地上构筑物	1
	中水处理系统	砂滤罐	1
机器设备类	机器设备	污水提升泵、反洗泵	3
		集水井设备	一级提升泵
	集水井设备	格栅、插板闸门	6
		细格栅及沉砂池机器设备	螺旋输送机 and 压榨机、砂水分离器
	机械格栅		6
	酸化调节池设备	二级提升泵	3
		电磁流量计、液位计、布水设备	6
	A ² /O 池机器设备	潜水搅拌机、鼓风机、曝气器	2
		污泥和混合液回流泵	3
		填料装置	6
	刮泥机	刮泥机	2
	剩余污泥泵	剩余污泥泵	3
	CLO ₂ 发生器	CLO ₂ 发生器	2
	污泥脱水系统机器设备	污泥脱水机、螺旋输送机	2
		加药装置	6
加药除磷系统机器设备	除磷反应设备	2	
	投药装置	6	
其他机器设备	变压器、配电柜、柴油发电机组	2	
	自控仪表	3	
	电线电缆、阀门、管道	6	

2. 全寿命周期土建成本分析。在全寿命周期 30 年内,案例污水处理厂的土建类固定资产——房屋、建筑物和地上构筑物只周转 1 次,因此可行性研究报告中列示的土建成本就是按全寿命周期计算得到的土建成本(见表 2)。

表 2 全寿命周期土建成本的构成

固定资产类型	编号	固定资产名称	全寿命周期模拟成本(万元)
土建类	1	集水井、阀门井	32
	2	沉砂池、酸化调节池、A ² /O 池(4格)、辐流沉淀池、中间水池、清水消毒池、污泥池	329
	3	鼓风机房、脱水机房、消毒加药间、中水处理间、配电间、控制室	148
	4	综合办公	106
	5	小计	615
	6	厂内外环境、污水管道建设	219
	7	拆迁安置费	364
	8	土建成本合计	1 198

注:表中数据通过实地调研、分析整理可行性研究报告,并经适当处理得到(后同)。

3. 全寿命周期设备成本分析。现结合表1列示的全寿命周期内设备的周转次数,将可行性研究报告与全寿命周期的设备模拟成本对比列示如表3所示。可以看出,当把后续购置支出计算在内时,设备成本增加了近2.6倍。

表3 全寿命周期设备成本的构成

固定资产类型	编号	固定资产名称	可行性研究报告的模拟成本(万元)	固定资产名称	周转次数(次)	全寿命周期模拟成本(万元)
设备类	9	集水井设备	8	一级提升泵	3	9
				格栅、插板闸门	6	30
				小计		39
	10	细格栅及沉砂池机器设备	33	螺旋输送机 and 压榨机、砂水分离器	2	32
				机械格栅	6	102
				小计		134
	11	酸化调节池设备	23	二级提升泵	3	9
				电磁流量计、液位计、布水设备	6	120
				小计		129
	12	A ² /O池机器设备	172	潜水搅拌机、鼓风机、曝气器	2	92
				污泥和混合液回流泵	3	21
				填料装置	6	720
				小计		833
	13	刮泥机	17	刮泥机	2	34
	14	剩余污泥泵	1	剩余污泥泵	3	3
	15	CLO ₂ 发生器	16	CLO ₂ 发生器	2	32
	16	污泥脱水系统机器设备	30	污泥脱水机、螺旋输送机	2	58
				加药装置	6	6
				小计		64
	17	加药除磷系统机器设备	5	除磷反应设备	2	8
投药装置				6	6	
小计					14	
18	中水处理系统机器设备	39	砂滤罐	1	28	
			污水提升泵、反洗泵	3	33	
			小计		61	
19	其他机器设备	218	变压器、配电柜、柴油发电机组	2	294	
			自控仪表	3	54	
			电线电缆、阀门、管道	6	318	
			小计		666	
20	设备成本合计	562	设备成本合计		2 009	

注:表3左边“可行性研究报告的模拟成本(万元)”一栏金额等于右边“全寿命周期模拟成本(万元)”一栏金额除以相应的“周转次数(次)”。

4. 全寿命周期建设成本分析。结合表2和表3,并在此基础上进一步计算出设计费、调试费、其他不可预见费和税金等费用,就得到案例污水处理厂模拟的全寿命周期建设成本,现将它与可行性研究报告中模拟的建设成本进行比较。从表4可看出,案例污水处理厂全寿命周期建设成本是可行性研究报告建设成本的近2倍,由此可见,不分析全寿命周期建设成本,会严重低估污水处理厂的投资估算。

表4 全寿命周期建设成本的构成

固定资产类型	建设成本构成内容	编号	可行性研究报告模拟成本(万元)	全寿命周期模拟成本(万元)
土建类	土建成本合计	8	1 198	1 198
设备类	设备成本合计	20	562	2 009
其他类	设计费	21	42	85
	调试费	22	35	79
	其他不可预见费	23	28	57
	税金	24	51	105
	合计	25	156	326
	建设成本总计	26	1 916	3 533
	单位吨水建设成本(元)	27	0.23	0.41

注:表4第21行的“设计费”=(表2中第5行+表2中第6行+20行)×3%;表4第22行的“调试费”=(表2中第5行+20行)×3%;表4第23行的“其他不可预见费”=(表2中第5行+表2中第6行+20行)×2%;表4第24行的“税金”=(表2中第5行+表2中第6行+20行+21行+22行+23行)×3.41%;表4第27行的“单位吨水建设成本”=26行÷(8 000吨×360天×30年)(表中计算结果经四舍五入处理)。

5. 全寿命周期运行成本分析。从运行成本的构成内容看,折旧费一般占三分之一以上。因此,在准确模拟污水处理厂全寿命周期建设成本的基础上,就能合理模拟全寿命周期运行成本。根据表4并结合可行性研究报告,用表5列示了按两种口径模拟的案例污水处理厂运行成本。

表5 全寿命周期运行成本的构成

项目名称		可行性研究报告模拟吨水成本(元)	全寿命周期模拟吨水成本(元)
电费		0.39	0.39
药剂费		0.09	0.09
人员工资		0.08	0.08
折旧费	土建	0.16	0.18
	设备	0.07	0.23
	合计	0.23	0.41
大修基金		0.09	0.09
日常维护费		0.01	0.01
运行成本		0.89	1.07

注:表5的“土建折旧费”=表4中的(8行+25行)÷(8 000吨×360天×30年);表5的“设备折旧费”=表4中的20行÷(8 000吨×360天×30年);表5的其他数据来源同表2,计算结果经四舍五入处理。

分期付款的数学原理及计算方法

陈国栋(博士)

(华北水利水电学院管理与经济学院 郑州 450011)

【摘要】 本文分析了分期付款这种消费方式的数学原理和计算方法,并且用 Excel 软件的公式与函数来计算分期付款还款额明细,结果清晰明了,可供实务工作者参考。

【关键词】 分期付款 Excel 等额本息 等额本金

一、分期付款的两种还款方式

分期付款这种消费方式和人们的生活密切相关。人们不仅用分期付款方式来买房、买车,还可以购买电脑、手机等。目前分期付款常见的还款方式有等额本息和等额本金两种还款方法。等额本息还款法是在还款期内每月偿还同等数额的贷款(包括本金和利息)。等额本息还款法本金逐月递增,利息逐月递减,月还款数不变。其相对于等额本金还款法的劣势在于支出利息较多,还款初期利息占每月供款的大部分,本金在供款中的比重逐渐增加。等额本金还款法是在还款期内把贷款数总额等分,每月偿还同等数额的本金和剩余贷款在该月所产生的利息,这样由于每月的还款本金额固定,而利息越来越少,贷款人起初还款压力较大,但是随着时间的推移每月还款数

也越来越少。

二者相比,贷款期限、在贷款金额和利率相同的情况下,在还款初期,等额本金还款方式每月归还的金额要大于等额本息还款法。但是按照整个还款期计算,等额本金还款方式会节省贷款利息的支出。总体来讲,等额本金还款方式适合有一定经济基础、能承受前期较大还款压力且有提前还款计划的借款人。等额本息还款方式因每月归还相同的款项,方便安排收支,适合经济条件不允许前期还款投入过大,收入较稳定的借款人。

二、等额本息与等额本金还款额计算的数学原理

先介绍等额本息还款的数学原理。假设某人贷款总额为 D 元,贷款分 n 个月偿还,每个月的月末还款为 P 元,月利率

从表 5 列示的成本构成可以看出,在折旧费按全寿命周期计算后,单位吨水运行成本较可行性研究报告中的单位吨水运行成本高出 20%多。因此,不考虑污水处理厂固定资产的后续支出,必然导致折旧费以及按固定资产价值计提的修理费和大修费的低估,从而严重低估运行成本,高估盈利,致使盈利预测、经济可行性分析失去对污水处理项目投资决策的指导意义。

五、结论与建议

本文以采用 A²/O 工艺的某污水处理厂为例,通过计算其全寿命周期建设成本和单位吨水运行成本,并将这些成本与该厂可行性研究报告中的建设成本和单位吨水运行成本进行比较,可发现后者被严重低估,这在会计上就表现为盈利虚增,投资在全寿命周期内无法收回,长此以往污水处理厂将难以维持经营。而且,如果污水处理厂是采用 BOT 或者 TOT 方式运营的,则根据低估的运行成本确定的污水处理价格将不能弥补实际支出,同样导致污水处理厂难以为继。这也是我国当前很多污水处理厂面临的尴尬局面——花费大量资金建成却不能投入运行的根本原因所在。由于对运行成本估算不足,污水处理补贴不足以弥补实际运行成本,结果运行时间越长亏损越多,而减亏的唯一办法就是建成的污水处理厂不投入使用。

由此,可以进一步制定或者修改相关政策法规,从撰写可行性研究报告开始就强调正确计算污水处理厂全寿命周期建设成本和运行成本,使盈利预测、经济可行性分析更加符合实际情况,以便做出正确的投资决策,并为污水处理厂的满负荷运转奠定基础,为早日实现“资源节约型、环境友好型”社会做出贡献。

主要参考文献

1. 建设部.市政工程投资估算编制办法.北京:中国计划出版社,2007
2. 建设部,国家发展计划委员会.城市污水处理工程项目建设标准.建标[2001]77号文,2001-04-16
3. 福建省建设厅.福建省城镇污水处理厂运行管理标准.闽建科[2007]79号文,2007-08-21
4. 李伟民等.城镇污水处理厂可行性研究报告评审标准的探讨.重庆建筑大学学报,2002;24
5. 原培胜.城镇污水处理厂运行成本分析.环境科学与管理,2008;33
6. 陈功等.城市污水处理厂节能降耗途径.水处理技术,2012;38
7. 柳丽红.浅析建设工程全寿命周期成本的控制.科技资讯,2011;10