

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.08.003

# 水厂项目工程造价质量控制分析

郭宇彪

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘要:** 通过对水厂项目工程造价计算特点、质量控制制度、质量控制方法的分析,详细阐述了在计算各构(建)筑物、水厂平面布置、土石方平衡、地基处理、基坑围护工程费用时需注意的关键特征点与应对方案,并列出了指引清单,可为水厂工程造价计算提供参考方法与依据。

**关键词:** 造价计算特点; 质量控制制度; 质量控制方法

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2025)08-0009-05

## Analysis on Construction Cost Quality Control of Waterworks Project

GUO Yu-biao

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

**Abstract:** This paper analyzes the key calculation characteristics, quality control system, and quality control methods of construction cost of waterworks projects. It provides a detailed discussion on the critical aspects and solutions to consider when calculating costs for structures (buildings), waterworks layout, earthwork balance, foundation treatment and foundation pit enclosure engineering. Additionally, a guide list is presented to offer reference methods and a solid foundation for construction cost calculation in waterworks projects.

**Key words:** characteristics of construction cost calculation; quality control system; quality control method

为满足城乡居民用水、工业生产、商业运营等用水需要,各地建设市政给水工程从水源取水送至水厂,通过有针对性的处理工艺将原水净化到符合国标要求的水质后,经输配水系统送往千家万户。市政给水工程由取水工程、原水工程、水厂工程、清水输配水工程组成,其中水厂工程包括常规处理、污泥处理、深度处理等工艺,因工艺构筑物及设备较多,总价计算复杂,故围绕水厂工程展开工程造价质量控制分析<sup>[1-2]</sup>,以供参考。

### 1 水厂项目工程造价计算特点

#### 1.1 分阶段计算费用

根据设计阶段的不同,水厂工程造价分为方案匡算、项目建议书估算、可行性估算、初步设计概算、施工图预算五个阶段,主要分析初步设计概算

阶段的工程造价质量控制。

#### 1.2 土建工程费用的计算

与其他市政工程不同,水厂土建工程数量先由技术经济专业人员根据设计提供图纸进行摘量计算,然后套用相应地区的计价软件得出土建工程费用。这就要求专业人员不但熟悉精通本专业的各项计费规定和计价软件,还要对设计工艺和结构有较全面的理解与认识。

#### 1.3 安装工程费用的计算

安装工程费用包括设备及主要材料价格的确定、安装费用的确定两部分,设备及主要材料价格通过向符合设计工艺要求的生产厂家进行询价或参照类似工程设备报价来确定,安装费用既可套用相应地区的计价软件计算,也可参照住房和城乡建设

设部颁布的《市政工程设计概算编制方法》中安装工程费率计算安装费用。

## 2 水厂项目工程造价质量控制制度

目前,造价咨询行业实行三级质量控制制度,即:编制人自检、具有相应资质的人员进行校对校核、专业总工程师审核。

① 编制人自检的工作内容包括:是否完成了项目规定范围的工程内容;采用的标准、计价依据等是否正确、合理;对工程量进行详细检查,工程量计算式是否正确。

② 校对校核人的工作内容包括:编制的深度是否符合相应阶段的深度要求;采用的标准、计价依据等是否符合国家政策规定;校对工程量计算稿,复核软件上机文件是否有输入性错误;复核综合单价、暂估价是否合理,技术经济指标是否在合理范围内。

③ 审核人的工作内容包括:送审造价成果资料是否完整,编制原则是否合理;造价成果是否进行了校对校核,校对校核意见是否合理;编制人根据校对意见是否进行修改,纠正及补充是否恰当和准确;工程的技术经济指标、技术参数是否在合理范围内;特殊工程、关键节点造价内容是否完整准确;对送审前未确定的技术事项做出技术决策。

## 3 水厂项目工程造价的质量控制方法

以采用常规处理+深度处理(臭氧/活性炭、超滤、纳滤)+污泥处理(离心脱水)工艺的水厂工程为例,对其中的关键节点展开工程造价质量控制分析。

### 3.1 事前准备阶段

在项目开始之前需做好基础资料的收集与准备工作,具体内容包括:计价方法及依据、主要材料价格信息、资金来源、征借地的单价、成本中相应费用的单价、供电外线的形式、距离及单价等。若遇到重大或特殊工程,必须召开项目事前策划会。

### 3.2 编制实施阶段

#### 3.2.1 单项构(建)筑物工程

① 预臭氧接触池。该处理单元主要利用臭氧对水中有机污染物进行氧化,从而达到初步净化水质的效果。由于处理后的水有强氧化性,因此对所接触的池壁板内侧均采用防腐氟碳涂料,进水管及配件均采用SS316不锈钢材料。由于SS316不

锈钢价格远高于同类普通防腐材料(氟碳涂料价格为120元/m<sup>2</sup>左右、SS316不锈钢管件为50 000元/t左右),计算投资时需予以注意。

② 折板絮凝反应平流沉淀池。该构筑物分为折板反应混流絮凝池与平流沉淀池两部分。折板反应池中设置多组折板,水在板间流动时会产生旋转和撞击,从而使水中的悬浮颗粒物聚集成团并形成较大的絮凝体,最终通过重力沉淀到底部漏斗中。按材质分类,折板分为预制混凝土板与不锈钢板两种,两者价格相差很大,在计算费用时需注意设计对折板材质的选择(若采用不锈钢折板,其等级一般为SS304,价格为30 000~35 000元/t)。

平流沉淀池是通过重力沉淀作用去除水中悬浮物的一种传统水处理构筑物,在计算费用时应注意以下几点:a. 平流沉淀区长度较长(一般为90 m),其巡视走道两边的不锈钢栏杆亦很长,需注意其布置方案,避免漏算或少算。b. 沉淀池出水端设置有不锈钢集水槽,在计算其质量时需充分考虑固定、加固的质量(其附加系数一般为1.5)。c. 注意沉淀池采用除泥机械的类型是虹吸式吸泥机还是底部刮泥机,两者的价格相差2~3倍。

③ 均质滤料滤池。为了保持池体设计过滤能力并提升滤料使用寿命,需定期反冲洗以去除滞留在滤料中的杂质。滤池反冲洗配水通过滤头滤板配套体系完成,目前滤板价格为800~1 000元/m<sup>2</sup>,滤头价格为7~10元/个。

④ 提升泵房。根据工艺流程,原水在均质滤料滤池内的流动方向是上进下出,在地势较平坦的地区水体进入(下向流)炭滤池继续净化前一般先提升水位,通常采用潜水轴流泵来完成,但其价格较高(每台动辄几十万元乃至上百万元),需根据工艺参数向相关生产厂商进行询价。

⑤ 后臭氧接触池及炭砂滤池。水体进入炭砂滤池前需先进入后臭氧接触池进行氧化处理,由于处理后的水有强氧化性,因此池壁板内侧应采用防腐氟碳涂料。

炭砂滤池根据工艺流程分为下向流滤池与上向流滤池两种,前者来水通过上层中央进水渠流入各集水槽,再从上往下经过滤料层至下层中央汇水渠流出;后者相反,水从底部渠道进入,从下往上经过滤料层,再从各集水槽汇集后流入池顶部汇水渠流出。若是上向流滤池,其反冲洗的配水、配气可

通过 PE 管布水布气系统完成,注意不设置滤头及滤板,目前布水布气系统价格为 1 500~2 000 元/m<sup>2</sup>。另外,由于上向流滤池底部进水,水头损失较小(8~10 kPa),通过水力流程计算优化可不再设置提升泵。

活性炭滤料目前一般采用 8×30 目压块破碎炭,其价格较高(5 000~6 000 元/m<sup>3</sup>),数量计算方法为滤池单格过滤面积×滤层厚度×滤池格数。

为了保证臭氧的活性,炭砂滤池设置顶盖。为方便滤料的更换,通常在池盖上开设下料口。目前,下料口的封闭形式有不上人玻璃观察窗、不锈钢盖板、玻璃钢盖板三种,价格相差较大,在计算费用时需注意设计的选用方案。

⑥ 膜处理系统。水厂工程主要使用压力差推动力膜法对滤后水进行膜处理净化,主要包括反渗透、超滤、纳滤和微滤等。河湖水一般采用超滤与纳滤工艺,而海水淡化则采用超滤、纳滤与反渗透工艺。目前,膜处理构件有膜堆、柱式膜、膜滤罐三种形式。膜系统设备费用指标见表 1。

表 1 膜系统设备费用指标

Tab.1 Cost index of membrane system equipment

项目	设备费用	
	折合水量指标/ (元·m <sup>-3</sup> )	折合膜面积指标/ (元·m <sup>-2</sup> )
超滤膜堆系统	300~450	160~220
超滤柱式膜系统	450~500	400~450
超滤陶瓷膜罐系统	1 000	4 500~5 000
纳滤膜堆系统	900~1 000	450~500
注: 膜面积=(处理规模×1 000/24)/膜通量。		

⑦ 清水池。清水池的有效容积通常按水厂最高日设计水量的 10%~20% 确定,在计算费用(特别是方案阶段)时需首先了解清水池的类型。按照池体内支撑体系的不同,清水池分为无梁盖柱与混凝土导流墙两种形式,前者池体的顶板采用无梁盖柱支撑,中间设砖砌导流墙;后者则用混凝土导流墙作为支撑体系,其费用比前者高 25% 左右。

⑧ 吸水井及二级泵房。二级泵房的作用是将清水池中的水通过中、高压水泵输送到给水管网,以供应用户需要。吸水井的设置是为给水泵提供良好的进水流态,以提高水泵的运行效率。

按照吸水井最低水位与水泵中心轴标高的相对位置,泵房进水形式可分为正压进水与负压进水

两种。前者吸水井最低水位高于水泵中心轴标高,后者反之,这使得泵房在结构与工艺设计上较大的不同。采用正压进水时,吸水井较浅(与泵房深度相近),无需设置真空引水装置;而采用负压进水时,吸水井比泵房深得多,需设置真空引水装置。因此计算此部分构筑物费用时需注意其不同。

⑨ 回用水池与排泥水调节池。回用水池主要收集滤池的反冲洗水与初滤水,故亦称反冲洗水收集池。回用水池的清液回流到沉淀池前重新利用,下层浓度较高的水流入排泥水调节池。排泥水调节池除了收集回用水池的高浓度污水外,同时亦收集来自沉淀池的排泥水。由于工艺流程标高的不同,这两座池体的实际容积远高于有效容积(约 1.5 倍),而工艺专业往往提供的是有效容积,因此在确定池体容积指标(方案前期阶段)时须特别注意。

⑩ 浓缩池。浓缩池分为重力式与斜板式两种,前者为圆形,结构壁板较薄,主要设备为中心式刮泥机;后者为外方内圆(混凝土填充),壁板较厚,主要设备除中心刮泥机外还会设置集泥斜板(材质为不锈钢或 PVC);斜板式浓缩池的造价远高于重力式浓缩池。在计算费用(特别是方案阶段)时需了解其类型,合理确定造价。

⑪ 污泥脱水机房。目前,污泥脱水方法主要有压滤脱水、离心脱水、板框脱水、低温干化等,处理后污泥含水率依次降低,设备费用逐次提高。在计算费用时需先了解污泥脱水方式、是否设置料仓、污泥外运的距离及处置方法。

⑫ 其他(池体的保温及遮阳问题)。由于水厂所处地区不同,池体的保温隔热措施也不同。这里提及的池体主要指开放性的地面构筑物(如沉淀池、滤池、回用水池等)。在南方,为防止藻类的产生,在这些池体上方往往会采取遮阳措施,形式上可采用钢筋混凝土结构或轻钢结构。在北方,为了避免水面结冰、设备冻结的现象发生,往往采用在池体上方设置建筑物的方式进行保温。由于池体尺寸较大,其费用亦较高,在进行工程费用计算时(特别是前期方案阶段)需与设计人员及时联系,明确方案,合理确定造价。

为加强技术经济专业人员在计算工程费用时对关键特征点的关注,根据以上分析内容归类总结出一张报表清单,其样式见表 2。使用时可通过勾



选关键特征点来复核水厂构(建)筑物费用计算过程中的相应情况。

表 2 工程费用计算关键特征点的指引样表

Tab.2 Guidance sample table for key characteristics of construction cost calculation

序号	构筑物名称	水厂各单项投资计算、特征点描述			
		特征名称	特征描述		
1	预臭氧接触池	内壁氟碳涂料	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		管道、管件材质	<input type="checkbox"/> 按SS316		
2	折板絮凝反应平流沉淀池	折板材质	<input type="checkbox"/> 预制混凝土	<input checked="" type="checkbox"/> 不锈钢	
		吸泥机形式	<input checked="" type="checkbox"/> 虹吸吸泥	<input type="checkbox"/> 底部刮泥	
		吸泥机导轨	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		不锈钢栏杆	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		不锈钢集水槽质量附加系数	<input checked="" type="checkbox"/> 已按1.5计		
3	均质滤料滤池	气水反冲洗装置	<input checked="" type="checkbox"/> 滤头	<input type="checkbox"/> 面包管	
		滤头、滤板	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		石英砂滤料价格确定	<input checked="" type="checkbox"/> 已经完成		
4	提升泵房	提升轴流泵的参数、台数与价格确定	<input checked="" type="checkbox"/> 已经完成		
5	后臭氧接触池	内壁氟碳涂料	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		管道、管件材质	<input checked="" type="checkbox"/> 按SS316		
6	炭砂滤池	工艺形式	<input type="checkbox"/> 下向流炭砂滤池		
			<input checked="" type="checkbox"/> 上向流炭砂滤池		
		气水反冲洗装置	<input type="checkbox"/> 滤头	<input checked="" type="checkbox"/> 面包管	
		布水布气系统	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
		炭砂滤料价格确定	<input checked="" type="checkbox"/> 已经完成		
		池顶可上人观察窗	<input checked="" type="checkbox"/> 设置	<input type="checkbox"/> 不设置	
7	膜处理车间	膜法形式	<input checked="" type="checkbox"/> 超滤	<input type="checkbox"/> 纳滤	<input type="checkbox"/> 反渗透
		膜的种类	<input checked="" type="checkbox"/> 膜堆	<input type="checkbox"/> 柱式膜	<input type="checkbox"/> 罐组式陶瓷膜
		膜面积 (m <sup>2</sup> )			
8	清水池	导流墙材质	<input type="checkbox"/> 砖砌	<input checked="" type="checkbox"/> 钢筋混凝土	
		池顶防水、倒滤层	<input checked="" type="checkbox"/> 已经计算		
9	二级泵房及吸水井	结构形式	<input type="checkbox"/> 地面式	<input checked="" type="checkbox"/> 半地下式	
		进水形式	<input type="checkbox"/> 正压进水	<input checked="" type="checkbox"/> 负压进水	
10	鼓风机房	鼓风机类别	<input checked="" type="checkbox"/> 罗茨式	<input type="checkbox"/> 离心式	
11	臭氧发生车间	采用品牌		型号规格	
		单位价格			
12	综合加药间	药剂投加	<input checked="" type="checkbox"/> 矾液	<input checked="" type="checkbox"/> 次氯酸钠	<input checked="" type="checkbox"/> 高锰酸钾
			<input type="checkbox"/> 石灰投加系统	<input type="checkbox"/> 设置料仓	<input checked="" type="checkbox"/> 粉炭投加系统
			<input checked="" type="checkbox"/> 设置次氯酸钠发生器	<input type="checkbox"/> 设置料仓	
13	回用水池	结构容积 (m <sup>3</sup> )			
		往复式池底刮泥机	<input type="checkbox"/> 设置	<input checked="" type="checkbox"/> 不设置	
14	预浓缩池、浓缩池	工艺积泥形式	<input type="checkbox"/> 重力式	<input checked="" type="checkbox"/> 斜板式	
		斜板材质	<input checked="" type="checkbox"/> 不锈钢	<input type="checkbox"/> PVC	
15	脱水机房	脱水机形式	<input type="checkbox"/> 离心	<input checked="" type="checkbox"/> 板框	<input type="checkbox"/> 椭圆
		料仓	<input checked="" type="checkbox"/> 设置	<input type="checkbox"/> 不设置	

### 3.2.2 厂区平面、地基处理及围护工程

#### ① 总平面布置

总平面布置主要包括:厂区平面工艺管线、加药管线、雨污水管线、各类阀门井、厂区道路、围墙、挡墙、绿化、土石方平衡等。在工艺总图中除了标明各单项构(建)筑物的位置、工艺流程外,通常还设有构(建)筑物一览表,其中描述了各构(建)筑物的座数、规模、道路及绿化面积、围墙长度等。该表有助于技术经济专业人员了解水厂的总体布局,在编制工程造价之前应先熟悉总图,避免错漏碰缺现

象的发生。

在较大规模的厂站工程中,相同的构筑物是多座的,而结构图纸往往按单座出图。若事先未在总图中理清构筑物的座数,就会导致漏计整座构筑物费用。有时由于构筑物过大,结构设计会出 1/2 或 1/4 的构筑物图纸,这就要求技术经济专业人员在摘取工程量时注意图纸中的对称线设置,并与平面布置图、构(建)筑物一览表进行对比,避免漏算。同时,在计算构筑物桩基工程量时,也要注意上述情况。

厂区的最终形状是一块或数块相对平整的场地,由于其所处位置的地形地貌不同,需要开挖山地或填平低洼,这部分费用往往占比较大,需要根据施工组织设计,认真合理地进行土石方平衡费用计算。

#### ② 地基处理及围护

地基处理是指通过改善天然地基的承载能力或者人为制造基础替代天然地基以达到构(建)筑物承载要求的工程技术措施,前者一般有换填法、强夯法、砂石桩法、振冲法、水泥土搅拌法等方法;后者一般有条形基础、独立基础、筏形基础、桩基础等方法。基坑围护的目的与作用是保证基坑四周土体的稳定性,满足地下室施工有足够空间的要求,并保证基坑四周相邻建筑物和地下管线等设施在基坑支护和地下室施工期间不受损害,保障施工作业的安全。基坑支护的种类包括板桩式、自立式、柱列式、地下连续墙等。根据水厂建设实际情况,着重分析钻孔灌注桩、SMW 工法桩、高压旋喷桩、地下连续墙在计算费用时需注意的关键节点。

a. 钻孔灌注桩。根据成孔方式的不同,钻孔灌注桩主要有回旋钻孔灌注桩、旋挖钻孔灌注桩、冲抓锤成孔灌注桩、冲击锤成孔灌注桩、人工挖孔灌注桩等形式。钻孔灌注桩在计算钻孔、灌注混凝土与产生泥浆(渣土)三部分工程量时,需特别注意以下三方面:一是钻孔长度与灌注桩混凝土计算长度的不同。钻孔工程量以成孔长度为计量基数,灌注桩混凝土工程量以桩长为计量基数,其中桩长=设计桩长+设计加灌长度,而且设计加灌长度各地区的规定取值不同,计算时需查阅各地区的计算规则。二是各类成孔灌注桩产生泥浆或渣土规定的不同(见表3)。三是各地区对成孔灌注桩产生的泥浆或渣土外运距离及渣土处置费的规定不同。除

计列运输费用外,部分地区还需额外计取渣土处置费。

表3 成孔灌注桩泥浆(渣土)工程量计算

Tab.3 Calculation of drilling mud (sludge) construction quantity of bored pile

桩型	泥浆(渣土)产生工程量	
	泥浆	渣土
回旋式钻机成孔灌注桩	成孔工程量	
旋挖钻机成孔灌注桩	成孔工程量×0.2	成孔工程量
冲抓锤成孔灌注桩	成孔工程量×0.2	成孔工程量
冲击锤成孔灌注桩	成孔工程量	
人工挖孔灌注桩		成孔工程量

b. SMW工法桩。SMW工法桩采用三轴型钻掘搅拌机成桩,是在水泥初凝时插入H型钢形成的一种桩型。按照其H型钢的设置形式,可分为全孔设置、隔孔设置、组合设置三种。SMW工法桩的计算包含三轴水泥土搅拌桩、插拔H型钢、H型钢租赁三部分,其中,租赁的天数根据主体结构的施工组织设计而定。

c. 高压旋喷桩。根据喷射注浆方法的不同,高压旋喷桩分为单管法、二重管法和三重管法三种形式。其中:单管法仅喷射水泥浆,二重管法喷射水泥浆与空气,三重管法是一种浆液、水、气喷射法,其能加固的土体直径可达2 m。高压旋喷桩包含钻孔与实体两部分内容,前者工程量按单根以“m”计算,后者按形式实体以“m<sup>3</sup>”计算。

d. 地下连续墙。地下连续墙子项内容包括:导墙制作、挖土成槽、清底置换、钢筋笼制作及吊装、安装接头管(接头箱)、浇捣混凝土、基地注浆。根据挖土机械的不同,地下连续墙成槽可分为履带式液压抓斗挖土成槽与铣槽机挖土成槽两种,前者适合的深度为25~50 m,后者适合的深度≥50 m,两者差价非常大。按照《上海市市政工程预算定额2016》(2023年8月价格)分析,履带式液压抓斗挖土成槽综合单价为600元/m<sup>3</sup>;铣槽机挖土成槽综合单

价为3 000元/m<sup>3</sup>。由于挖土成槽费用占地下连续墙费用的20%左右,因此,成槽机械的选择是影响地下连续墙指标的关键因素。

#### 4 结语

水厂项目是一个综合性、专业性均很强的市政基础设施工程,参与的技术工种亦很多,高质量完成其工程造价的计算难度较大。基于水厂项目的质量控制方法,通过对各构(建)筑物、水厂平面布置、地基处理及基坑围护工程关键特征点的关注与选择、容易发生错漏碰缺点的解析,可为技术经济专业人员计算水厂工程费用提供较为详实的参考方法与依据。

#### 参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 市政工程设计概算编制办法[M]. 北京:中国计划出版社, 2011.  
Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co., Ltd. Preparation Method of Budgetary Estimate for Municipal Engineering Design [M]. Beijing: China Planning Press, 2011(in Chinese).
- [2] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 给水排水设计手册(第10册):技术经济[M]. 3版. 北京:中国建筑工业出版社, 2012.  
Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co., Ltd. Water Supply and Drainage Design Manual (Volume 10): Technology and Economy [M]. 3rd ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012(in Chinese).

作者简介:郭宇斌(1970—),男,福建上杭人,大学本科,高级工程师,注册造价工程师、咨询工程师,从事市政基础设施工程各阶段投资计算及分析工作。

E-mail: guoyubiao@smedi.com

收稿日期:2023-09-26

修回日期:2023-10-17

(编辑:丁彩娟)