

成都市自来水六厂 BOT 水厂设计技术介绍(下)

万玉成 丁伟

TJ992 C

(续上期)

3.2.7 快速 F 型滤池

3.2.7.1 主要设计参数

进、出水控制浊度:进水 2~3 NTU;出水 <0.5 NTU;

滤池数目:分一、二线,布置于管廊两侧,每线 4 格,共 8 格;

每格尺寸面积:5.82 × 20.955 m = 122 m²;

滤池深度:4.86 m(00 层至池内底);

管廊深度:6.14 m;

滤料厚度:2.0 m(投标文件数据);

滤料粒径:1 mm(投标文件数据,未说明为何种粒径);

均匀系数:1.4(投标文件数据,未说明为哪两种粒径的比值);

过滤周期:20~24 小时(投标文件数据);

滤层上部水深:0.6 m;

正常设计流量滤速:17.3 m/h;

最大设计流量滤速:19.8 m/h;

最大流量时,一滤池反洗,其他滤池滤速:22.6 m/h;

长柄滤头小阻力配气、配水系统的滤帽缝隙总面积与滤池过滤面积之比:1.36%。

3.2.7.2 快速过滤原理

快速过滤原理是通过增加滤料厚度和颗粒直径来增加截污能力。一般来说,增加沙子高度并不意味着可以加大水力负荷,因大部分悬浮物有可能只在沙子表面累积,根据安茹试验中心的试验数据:当沙层厚 1.0 m,滤速 6~10 m/h,滤层的堵塞主要是在上面 40 厘米。这种现象,只有在滤速超过 15 m/h 才能克服,亦就是说,高的滤速才能使水中悬浮颗粒拉向滤层深处,达到深层过滤,这种扩散现象与滤料深度几乎成正比。故采用 2.0 m 滤层厚度可延长运行周期。

OTV 的试验结果也证实了 1992 年美国供水协会(A. W. W. A)关于《高速过滤工艺设计和运转优化指导》报告中的数据。

B 厂 F 型滤池所采用的设计参数与 OTV 试验数据基本一致。

3.2.7.3 F 型滤池主要特点及其设计技术

(1)高滤速:正常滤速为我国设计规范高限的 1.73 倍。

(2)滤层厚:为国内石英砂均质滤料的 1.67 倍。

(3)滤层上部水深浅:OTV 认为砂层上的水深不能过高,否则矾花会沉淀在滤料表面,不利于过滤,故确定为 0.6 m。

(4)气水反冲洗及强度

F 型滤池反冲洗时必须有足够的强度,以冲走底部的脏物。为此,反冲洗速度必须远大于过滤速度,而略低于流化速度,砂子的流化速度为 34.7 m/h (LVEA 和 ZABROOSKY 公式),OTV 经验得出水清洗阶段时的反冲洗强度为 30 m³/m²·h,此时速度梯度 G 值为 383S⁻¹,砂子膨胀高度为 0.2 m。

气冲强度:50 m³/m²/h;气水同时反冲,水冲洗强度:12 m³/m²/h。

(5)气水冲洗设备

冲洗水泵:四台,三用一备。每台 Q = 1220 m³/h,总流量:3660 m³/h,H = 7.66 m。

罗兹鼓风机:三台,二用一备。每台 Q = 3090 m³/h,总气量:6180 m³/h,P = 35 kPa。

(6)反冲洗过程

反冲洗过程由冲洗周期及滤层水头损失自动控制,亦可在操作台上人为启动。

进水闸板关闭后,反冲洗过程启动,反冲洗气水通过反洗进气水渠侧向进入滤池,反冲洗废水通过滤池两侧废水渠排出。由于废水渠顶高出滤池内正常水位 49 mm,故废水渠出口不设闸板控制。

因砂子膨胀度为 10%,而槽顶高出砂层 0.68

m,反冲时不会发生跑砂现象。

在气水同时冲洗阶段时的低流量反冲洗水(12 m³/h),只通过反冲洗干管上的分流管道。通过气动闸板自动控制低流量反冲洗废水直接排入厂区排水系统,水清洗阶段的反冲废水进入回收池回收。

进、配水渠、滤后出水及管廊布置与一般气水反冲滤池相似,不再一一介绍。

3.2.7.4 运行情况

(1)快滤池运行基本良好

快滤池运行基本良好,当进水浊度 2~3 NTU 时,滤后水浊度大部分时间为 0.05~0.1 NTU,冬季略高为 0.2 NTU,优于 <0.5 NTU 的要求。气水反冲周期 24 小时。

安装、调试、运行中的变动如下。

(2)滤料粒径的改变

在初设、施工图中滤料粒径一直未定。但在安装期间确定滤料粒径 d_{10} 为 1.35 mm, $K_{60} < 1.5$ 。由于冲洗强度为 $d_{10}^{1.31}$ 成正比,石英砂粒径(d_e)加大了,反冲强度需相应提高。为此增加一台鼓风机,同时将滤层由 2.0 m 减少至 1.5 m。冲洗水泵未变,故水冲强度未得到提高,只有在 24 小时气水反冲期间补充一次水反冲。

(3)消能板

滤池两侧进水孔进水处,滤料受到冲刷,在该处增设穿孔消能板。

(4)空气释放管

设于每格滤池进气管上的 DN 20 空气释放管,原设计排向滤池排水槽,后加大口径,直接排入管廊溢流水井内,增加冲洗结束后的滤池排气效果。

3.2.8 加药间

加药间的一侧为加氯及漏氯吸收间,另一侧为 PAM、PAC 及粉末活性炭投加间,中间设通道(宽约 2.0 m),通道下部为布置有各种管线的管沟。

3.2.8.1 PAC 原液投加系统

液态 PAC 被储存在四个直径为 2.9 m、高 7.6 m、容积为 50 m³ 的聚乙烯罐中,用六台隔膜式斗量泵 $Q=350$ L/h、 $P=0.525$ MPa(四用二备),将原液投入混合池中。后在投加点增加稀释原液的给水管。

3.2.8.2 聚丙烯酰胺(PAM)投加系统

PAM 配制由进料斗,45 m³ 的配液池及搅拌机组成,分设二池。投加采用偏心螺杆泵。高浊度投加

时采用三台 $Q=5\sim 15$ m³/h, $H=50$ m(二用一备)投加点在配水井。作为助凝剂使用的投加泵 $Q=0.195\sim 2.1$ m³/h,共六台(四用二备),投加点在混合井的出口端。稀释 PAM 的水由滤池管廊设的专用泵管供给,为无氯水。根据 OTV 经验,如采用含氯水,会影响投加 PAM 的效果。

根据工艺流程要求,要长期使用 PAM。而国产聚丙烯酰胺中的单体丙酰胺含量经常超标,不适于长期使用,中方在技术谈判中要求采用进口的 PAM,并提供中国国家卫生部签发的有关文件。现使用的阴离子 PAM 由法国进口。

3.2.8.3 粉末活性炭投加系统

由 $V=1000$ L 进料斗,50m³ 配液池及搅拌机组成,分设二池。

投加点:原设计在混合井,后改在配水井。由于进料斗未采用负压吸收装置,活性炭粉末大量逸出。为消除屋内粉尘,后在室外增加一套粉尘吸收装置,将大量粉尘排入水中,由水吸收后排出。

3.2.8.4 加氯系统

分预加氯、消毒加氯。加氯间内设有 200 kg/h 蒸发器二台,预加氯机 V030 60kg/h 一台及消毒加氯机 V2100 200kg/h 二台。水射器设在加氯间内,压力水由厂自用水系统供给。设三探头漏氯报警仪及漏氯中和系统。预加氯投加点原设在混合井,后移至配水井及斜管沉淀池出口,以增加预加氯效果。加氯间为单层建筑,其地面至屋顶表面高度只有 4.2m,故起吊不便。

3.2.9 清水池

水六厂属均匀供水,故清水池有效容积为 5.2%,略大于特许权协议 4.7% 的要求。清水池共设四组,每组可独立清洗。清水池设计有下列特点:

(1)采用与清水池同宽的溢流堰进水,以满足反洗泵自灌及压力稳定的要求;采用与清水池同宽的溢流堰溢流,溢流水出口处设有水封设施。

(2)清水池内设进出水闸室,装有叠梁闸及手动闸板闸;

(3)清水池出口设有防止杂物进入输水管的细格栅装置。

(4)由于采用 90°弯头向下的出水管,管顶积聚空气无法排除,会影响后段的计量精度,故在池顶设专用泵,提供压力水,通过水射器抽吸弯头处积聚的空气。

(5) 出水管上装有电动调节蝶阀。但流量的控制主要靠 DN 2400 输水管与城市管网交接处设置的控流站进行控制, 以确保均匀供水。

3.2.10 出水流量及出水水质检测

出水流量及出水水质检测对 BOT 项目极为重要, 有关双方的经济权益, 双方都很重视。在实施期间, 争议也多, 虽然最终得到统一, 但谈判异常艰难。因此在技术文件中, 这方面应尽量细化、明确。

(1) 出水流量检测

在清水池出水管上装有二套 DN2400 超声波流量计, 在二套流量计之间留有 3.2 m 宽的在线比对检定的位置, 以方便根据供水协议对流量计进行检查、校准和测试。流量计安装前必须经有资格的检验机构检验合格。流量计井室有两把安全锁, 以确保在检查和测试间隔期间流量计的运行是安全的。

(2) 出水水质检测

在清水池出水处装有出水浊度、余氯、pH 在线监测仪和记录仪。根据特许权协议, 上述水质参数及流量、清水池水位仪表输出信号用专线传至 A 厂中控室。水质监测仪表在安装前要经检验机构检验合格, 安装后双方要进行联合检查、校准和测试。上述仪表定期维护、保养, 以保证其准确度, 为确保仪表在维护、保养时数据仍能输出, 浊度、余氯、pH 水质监测仪表设置二套。

3.2.11 自动控制

自动控制由 SCADA 系统、仪器仪表系统及工业电视监视系统组成。以下仅介绍 SCADA 系统。

在综合楼设有两套 SCADA 工作站, 实施对水厂工艺监视、控制及数据采集。设计原则为分散控制及中央管理。两套 SCADA 系统都能对工艺控制和结构修改, 并负责水厂总体信息管理。工作站为操作人员提供水厂各子项运行状态和模拟屏图表。通过数据显示, 操作人员就能对水厂控制功能作出反应。SCADA 工作站与 PLC 连接和一条分开的高速管理 OFFICE 网络连接。一个数据高速通路与 A 厂中控室相连。

SCADA 系统的设计结构为等级制和多层次系统, 层次为:

(1) 监控工作站层次: 当水厂全自动运行时, 这一层次监视所有功能并采集和储存水厂运行数据。这一运行方式为水厂最基本的运行方式, 在正常情况下, 水厂通过这一层次运行和监视。水厂的各单

元只是在调试、保养或检修时才通过第二层次或第三层次运行。

(2) 就地控制柜(LCP)层次: 水厂控制工艺通过 LCP 来完成, LCP 内装有特定的 PLC, 用于监控层次的单独运行。根据工艺需要, 分别在取水口、预沉池和沉淀池、滤池、加药间、清水池等处共设有 15 套 PLC 控制系统。

4 净水厂设计特点

4.1 净水厂是一座技术先进、科学管理的现代化大型水厂

采用了高液面负荷的斜管(MUTIFLO)沉淀池及高滤速的 F 型快速滤池; 设置了原水受到特发性污染的处理技术措施; 水厂全自动运行的自控系统; 运行、维护灵活的系统分组, 总平面布置紧凑合理, 是一座技术先进、科学管理的现代化大型水厂。

4.2 采用了先进技术与新型设备

高液面负荷斜管沉淀池获得成功, 与先进的具有 10 余倍回流能力的机械絮凝、投加 PAM 助凝剂及快速启闭的气动橡胶排泥阀是分不开的。高效能的机械搅拌还用在机械混合及 PAM、粉末活性炭的搅拌池中。

4.3 水厂设计及运行后不断改造, 从多方面完善了运行管理方便、确保使用效果的技术措施

如各子项的进水或出水采用了可调式溢流堰, 对土建施工精度不够及今后沉降均能适应, 保证进、出水均匀; 在滤池、原水气动调节阀二处增设了备用压缩空气机组及储气设施, 以确保滤池及原水流量控制能正常运行; 浓度大、粒径大的预沉池排泥用二条专管直接排入终端排水井内, 以确保厂内排水系统的顺畅; 滤池反冲洗废水的回收考虑了含泥浓度的不同, 分别对待, 且设二根专管分别送至混合井, 以确保回收水的分配均匀; 在计量泵进液管上设置校正容器, 以校对水泵出水量; 在 PAM 出液管上设置反冲水管, 防止堵塞。

4.4 在确保水质、水量、运行可靠的前提下, 尽量节约投资、降低成本、增加竞争能力, 是 BOT 项目设计又一特点

如构筑物设计, 由于 15 年的运行期间, 出水水质、水量是不变的, 故不需考虑留有余地, 采用了高的设计负荷; 排污泵房、加药、加氯间、鼓风机房等建筑物内设备, 管路布置比较拥挤, 以缩小面积、降低了层高; 大部分处理构筑物采用了价格低的叠梁闸及闸板, 如功能特殊的取水口连接井有 35 处需设切

潮安赐茶水厂扩建工程设计介绍

郭迎庆 喻昌勇

摘要 潮安赐茶水厂扩建工程设计规模为 12 万 m^3/d 。简要介绍了水厂的净水工艺流程、水质目标、各净水构筑物的主要设计参数、设备配置以及各种药剂的投加系统、自动控制方式等内容,还分析了水厂设计的一些特点。

关键词 净水工艺 设计参数 设计特点

x2 C

1 工程概况

潮安赐茶水厂原有供水能力 8 万 m^3/d ,随着城市建设的发展,人民生活水平的提高,现有的生产设施已满足不了日益增加的用水要求,供水缺口较大。结合潮安县发展规划、水资源状况以及用地条件等综合考虑,拟定扩建规模为 12 万 m^3/d ,总供水能力为 20 万 m^3/d 。现正在进行工程施工,预计 2003 年底基本完成土建工程,2004 年建成投产。

2 设计基本条件及要求

2.1 水源及原水水质

潮安县境内最大的河流为韩江支流梅溪河,全长 18.2km,河面宽 320~1280m,属宽浅砂质河床,水厂取水河段保证率 97% 时的流量为 $68.2\text{m}^3/\text{s}$,1% 频率洪水水位为 8.41m,相应流量为 $1300\text{m}^3/\text{s}$,水量有保证,为潮安县赐茶水厂现有水源。由于本项目为赐茶水厂扩建工程,因此水源仍为梅溪河。

原水常年浊度较低,洪水期浊度较高,历时很短。年均 100~120NTU,低浊时仅几度,水质达到国家地面水环境标准 II 类水质标准。

2.2 供水水质与自用水量

为适应潮安建设现代化中等城市规划目标,本工程出水水质要达到城市供水行业 2000 年技术进步发展规划中第一类水司要求。厂区自用水量按设计规模的 8% 计。

3 净水厂总体设计

断闸门,设计仅在二处采用隔离闸板,而其他均采用可互换的叠梁闸等。

5 结束语

成都水六厂 BOT 项目商业运行已有一年,在技术谈判中一些担心的技术问题也被成功解决。单挡机械絮凝技术及一些设计参数突破了现行给水规范中有关规定,会给我国给水事业带来一定影响。

3.1 厂址

根据扩建工程用地条件,将整个赐茶水厂平面从功能上分为三个区,即老厂区、取水泵站区和新厂区。取水泵站区位于赐茶码头船闸以北,占地 0.42 亩,工程内容包括吸水井、取水泵房、配电间以及排水泵房。新厂区紧邻取水泵站,占地 26.3 亩。

3.2 净水工艺流程

根据本工程的原水水质条件及出厂水质要求,结合赐茶水厂扩建用地和现状工艺型式,确定工艺流程如图 1。

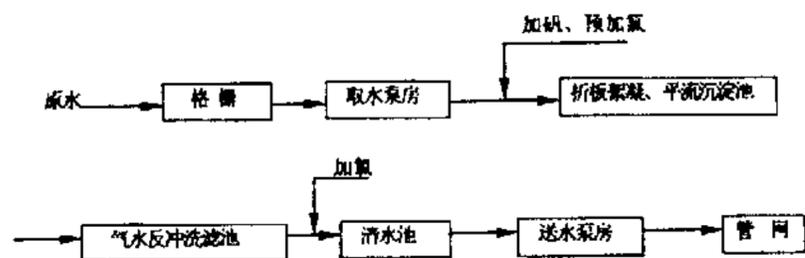


图 1

4 工艺设计

4.1 取水泵房

4.1.1 取水口位置

赐茶水厂现有取水口位于梅溪桥闸上游 2km 的赐茶码头船闸内。洪水期水闸关闭,由一根 DN700 虹吸管引水至船闸,此时常常水量不足。同时因船闸与城区水体相通,溃水倒灌,取水水质得不到保证。因此扩建工程取水工程包括老厂 8 万 m^3/d 的

随着紫坪铺水库不久将建成投入使用,水六厂原水水质将会得到改善,原水浊度会大大下降,届时,预沉池的作用有待重新确定了。

(续完)

△作者通讯处: 610081 成都市星辉中路 11 号 中国市政工程西南设计研究院