

浅谈古井地表水厂供水调试

刘海军 卢海涛

亳州市自来水公司 安徽 亳州 236800

【摘要】：引江济淮工程是解决皖北地区人民生活用水安全的民心工程，古井地表水厂是二期工程的重要配套设施，为周边乡镇居民用水、古井集团生产用水提供保障。本文根据古井地表水厂试供水调试工作，对项目的工艺概况、调试前准备工作、联动调试过程和主要工艺控制措施进行详细的论述，并用实测水质数据检验调试效果，提出水源平稳置换的实施途径，归纳出此次调试的工程经验及应用价值。经过此次调试之后，水厂各运行参数保持稳定，出厂水水质全部达到国家饮用水标准，圆满地完成了春节期间供水保障任务，为皖北地区类似地表水厂的调试运行提供了一个可以复制的参考经验。

【关键词】：古井地表水厂；供水调试；水处理工艺；水质保障；水源置换

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.087

引言

伴随着城镇化的发展速度越来越快以及民生需求的提高，皖北地区的传统地下水供水方式已经不能满足群众日常生活的需要以及地方产业发展的要求，水资源供需矛盾、地下水超采问题愈加严重。引江济淮二期工程是安徽省重点推进的民生保障工程，主要目的就是打通优质地表水输送通道，取代超采地下水，使皖北群众早日喝上安全稳定的引调水。本文根据现场调试实操数据以及工作实际情况，就古井地表水厂供水调试技术及实施要点进行详细的分析。

1 项目概况与工艺基础

1.1 项目基本情况

古井地表水厂设计日供水量为5万吨，取自亳州市城南调蓄水库，经专用输水管道送到厂区，是引江济淮二期工程皖北片区主要的供水点。厂区水处理设施齐全，有2组平流沉淀池、4组砂滤池、4组活性炭滤池、2个清水库和6台送水泵组成，整体工艺布局合理，设备选型兼顾供水效率和水质净化要求，可以满足周边乡镇居民生活用水及古井集团生产用水的全部供应要求。

1.2 工艺体系与技术支持

该水厂采用常规水处理工艺和深度处理相结合的方式，整个原水水质的适配性以及生产工艺流程同亳州市城南地表水厂一致。城南地表水厂于2020年下半年正式投入运行，是皖北地区较早接入引江济淮原水的地表水厂，经过多年的运行已经形成了一套成熟工艺控制体系和设备操作规范。本次古井地表水厂调试工作，充分借鉴城南地表水厂成熟的运行经验，并且引进专业技术团队给予支持，很好地避免了新建水厂调试中出现的一些问题，大大提高了调试工作的效率和稳定性，为顺利开展试供水打下了良好技术基础。

2 供水调试前期准备工作

供水调试是新建水厂投产前的重要环节，前期准备工作的是否完整直接影响调试进度和运行安全，本次调试从硬件设施

检查、技术保障建立两方面入手，全面排查隐患、打牢基础，保证调试工作有条不紊地进行。

2.1 土建与设施设备全面核查

调试前各单位共同对厂区所有的构筑物、输水管道、机电设备、电气设备等进行彻底的清理、检查、维修、消除硬件上存在的缺陷。土建部分重点对沉淀池、滤池、清水库等主要构筑物进行查验，保证其无裂缝、无渗漏，池体干净无杂物，满足水处理工艺的密闭性、洁净度要求；管道方面逐段对输水主管网和分支管网的密封情况实施检测，并排查出管道堵塞或者渗漏状况，保证原水输送及成品水送出路畅通无阻；机电设备方面针对水泵、电机、各类自控阀门的运作状况展开细致检查，确认其运转时没有出现异常振动或者超出标准的噪音情况，电气接线结实稳定且自动化控制系统反应灵敏，给接下来的联动调试赋予坚实的硬件支撑。

2.2 技术保障体系搭建

为了保证调试工作的专业性、规范性，业主方组织设计单位、设备厂家、施工单位共同召开技术交底会，对所有的调试技术人员进行全过程培训，使操作人员能够熟练掌握各种构筑物的功能、设备的操作原理以及常见的故障处理办法。同时市自来水公司抽调骨干技术人员组成专项技术保障组，全程在现场指导下进行调试工作；技术小组提前编制了完整的调试方案及应急预案，对调试过程中的每个环节的运行参数、水质检测频率和应急处理措施都做了详细的说明，保证在调试过程中出现任何问题都能及时应对、妥善解决，保证整体调试工作的顺利开展。

3 联动调试实施与核心工艺管控

3.1 联动调试整体流程

联动调试启动前，施工单位会同设备厂商联合制订专项联动调试方案，报请业主方、监理单位审查同意后方可执行，方案中对调试全过程的步骤、主要设备运行参数、水质检测指标及管控要求进行了详细说明，各参与人员按照方案进行执行。

调试开始之后，业主、监理、施工、设备厂家四方人员全部驻场到现场，专职调试人员对进水、净化、出水全过程进行跟踪监控，先进行空载试运转检测设备的振动、温度、噪音等各项指标，确认设备正常后逐步转入带水调试，依次打开加药系统、水处理构筑物、送水系统，直至整个流程达到联动运行状态。

3.2 核心工艺参数精细化管控

本次调试根据原水水质特点来制定详细的工艺控制参数，保证水质逐级达标。调试初期进水流量为每小时 1000 立方米，预臭氧投加量为每千吨水 1.0 千克，混凝剂用聚合氯化铝，初投加量为每千吨水 40 千克，用混凝搅拌实验调节投加量，兼顾絮凝效果和药剂成本，后臭氧投加量为每千吨水 1.5 千克，活性炭滤池开启后一同投加，加强水质深度净化。

水质控制贯穿调试全过程，原水浊度小于 100NTU 时才能进入厂区试运行，原水管网刚开始时冲刷原水浊度比较高，调试阶段严格控制原水进水浊度的控制点。原水进入折板絮凝池时同时加入混凝剂，根据矾花的形成情况以及絮凝沉淀的效果随时调整药剂的投加量，平流沉淀池出水浊度小于 3.0NTU 时才能进入砂滤池，砂滤池浊度去除率大于 70% 才为运行达标；活性炭滤池进水浊度 ≤ 1.0NTU，滤池浸泡 ≥ 48h，不使滤料露出水面。清水库阶段及时开展加氯消毒，利用烧杯实验法测算耗氯量，根据新建管网冲洗要求，暂定出厂水余氯控制在 1.5mg/L 左右，以后根据管网运行情况逐步调整。

3.3 联动调试实施与核心工艺管控

3.3.1 平流沉淀池调试

平流沉淀池属于水处理前端重要的固液分离设备，对后道工序水质有着直接影响。本次调试开始时，由于原水管网首次通水冲洗，进厂原水浊度较高，水质不稳定，调试人员 24 小时值班对进水浊度进行监测，并根据实时进水浊度调整臭氧预氧化和混凝剂的投加量，使进水流量与药剂投加相匹配，以达到矾花充分形成、杂质有效沉淀的目的，同时防止药剂过量导致浪费或者影响水质。调试期间严格实行不合格水全排放制度，沉淀池出水达不到 3.0NTU 控制标准之前，所有的制水都经过专门的排泥池有条不紊地向外排放，杜绝超标水进入后面滤池工序，防止造成滤料的堵塞。定期开展池底排泥工作，清除沉淀下来的杂质，保证池内水流动良好，持续提高沉淀的效果，为以后深度处理奠定水质第一道防线。

3.3.2 砂滤池调试

砂滤池主要完成浊度深度去除的任务，在新建滤池内部滤料、池壁残留泥杂较多的时候，调试阶段一直执行初滤水排放的策略，先排出初期过滤出的不合格水体，然后逐渐转入正常的过滤模式。对新滤池含泥量过高问题用气冲、气水混合冲和水冲三段式标准化反冲洗工艺，单次冲洗时间控制在 12 分钟以内，根据滤后水浊度的变化情况灵活地调节冲洗的次数和强

度，反复冲洗直到滤池内部杂质彻底清除为止。冲洗时要持续监测滤料状态，控制冲洗强度不能超过上限，防止强度过大造成石英砂滤料流失或者滤层紊乱，只有当滤后水浊度降到 1.0NTU 以下并且浊度去除率达到标准时，才能开始把过滤水送入到活性炭滤池深度处理阶段。

3.3.3 活性炭滤池调试

活性炭滤池为水质深度净化的主要环节，可以清除水中的微量有机物和异味物，从而改善饮用水口感品质，调试重点为保护滤料、使活性炭活化充分。调试前向滤池内注入达标清水，保证滤池内水稳在 72 小时以上，滤池内的水位必须维持稳定，不允许有活性炭滤料露出水面，以免造成滤料干裂、吸附性能降低。经过浸泡之后再用水和式的三段反冲洗来调节冲洗强度，防止高压水流把活性炭颗粒冲跑、磨破了滤床的结构完整性。冲洗结束之后先排出初期过滤水，然后同时取样检测水质，待浊度、有机物等指标全部达到工艺要求之后，才正式接入流程水体，发挥活性炭的深度净化作用。

3.3.4 清水库加氯与外输管网调试

深度处理达标水进入清水库后马上开始加氯消毒工序，严格按照之前烧杯实验计算出的耗氯量准确投放次氯酸钠，同时兼顾消毒效果和新建管网冲洗的需求，控制好余氯含量。消毒完毕后同时开启全线外输管网所有排放阀，按照分段推进原则冲洗新建管网，将管网内施工残留的泥沙、焊渣等杂物全部冲出。安排专人对各个排放口的水质进行不间断的巡检，时刻关注出水的浊度和清澈度，直到排放口出水没有任何杂质，并且水质完全符合要求时，再按照由近及远的原则分阶段关闭排放阀门，有条不紊地对管网进行冲洗，有效地消除了管网的水质隐患，为之后平稳供水、水源逐步替换创造了良好的条件。

4 调试成果与水质达标验证

4.1 各车间出水浊度监测结果

经过连续多日联动调试，水厂各处理单元运行参数逐步趋于稳定，核心水质指标浊度持续优化，各制水车间出水浊度监测数据详见表 1。从数据变化可以看出，平流沉淀池、砂滤池、活性炭滤池的净化效果逐步提升，出厂水浊度快速降至达标范围，水处理全流程运行效率稳定。

表 1 各制水车间出水浊度监测数据

监测单元	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1号平流沉淀池 (NTU)	2.48	1.35	1.06	0.98	0.79	0.80	0.77
2号平流沉淀池 (NTU)	2.09	1.02	1.03	0.88	0.85	0.81	0.79

监测单元	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
砂滤池 (NTU)	0.88	0.65	0.40	0.35	0.29	0.25	0.24
活性炭滤池 (NTU)	/	0.80	0.35	0.26	0.25	0.20	0.19
出厂水 (NTU)	/	/	0.54	0.29	0.26	0.22	0.20

4.2 出厂水全项检测结果

联动调试第三天, 水厂出厂水浊度、余氯等核心指标趋于稳定, 按规范开展出厂水常规项目全项检测, 检测结果全部符合国家生活饮用水卫生标准, 具体检测数据见表2。从检测结果来看, 色度、浑浊度、微生物指标、重金属指标、放射性指标等全部达标, 无不合格项, 完全满足居民生活饮用水和企业生产用水的水质要求。

表2 出厂水常规项目检测结果 (节选核心指标)

序号	检测项目	计量单位	检测结果	标准限值	单项判定
1	色度	度	<5	≤15	合格
2	浑浊度	NTU	0.54	≤1	合格
3	臭和味	/	无异臭异味	无异臭异味	合格
4	pH值	/	8.35	6.5-8.5	合格
5	总硬度	mg/L	361	≤450	合格
6	游离氯	mg/L	0.56	≥0.3	合格
7	菌落总数	CFU/mL	3	≤100	合格
8	总大肠菌群	MPN/100mL	未检出	不应检出	合格
9	高锰酸盐指数	mg/L	2.14	≤3	合格

4.3 水源平稳置换实施

由于项目覆盖区的原有供水水源是地下水, 地表水和地下

水水质有差别, 直接一次转换水源容易引起管网水质波动、出现黄水等状况。本次供水采取逐渐取代、缓缓抽地下水体的稳妥方法, 先小比例供水给地表水, 慢慢提高地表水比例, 使供水管网和用户慢慢适应水质的变化, 等到管网全部适合之后, 再全部替换为地表水。本方案能很好地保护原有的供水管网, 防止由于水质突然改变而引起管网的破坏, 也给用户留有充足的过渡时间, 保证用水体验的平稳过渡。

5 工程效益与实践价值

古井地表水厂调试供水达标, 具有民生保障和产业支撑的双重效益, 也给区域水处理工程积累了宝贵的经验。民生上解决了周边四个乡镇、九座分水厂近20万群众的用水问题, 全面提升了供水水质、水压、水量, 使群众在春节前能喝上优质引调水, 兑现了民生工程的承诺, 产业上有效地缓解了古井集团酿酒生产地下水不足的问题, 用地表水代替地下水实现地下水有效压采, 保证了企业酿酒生产的专属地下水需求的同时也促进了地方特色产业的发展。就行业的实践而言, 本次调试工作依托成熟水厂的经验, 采取精细化工艺控制、全过程水质监测、平稳水源切换的模式, 完成了新建地表水厂的调试任务, 形成了一套可以复制、可以推广的调试流程, 对亳州市涡北地表水厂以及皖北地区其他新建地表水厂的调试、运行、管理有重大的参考作用, 推进了区域地表水供水体系规范化建设。

6 结论与展望

本次古井地表水厂供水调试工作, 经过前期全面硬件检查、健全技术保障、精细化联动调试、全过程水质控制, 顺利实现水厂稳定供水, 出厂水各项指标全部达到国家饮用水卫生标准, 圆满完成了民生保障和产业支持的双重要求。通过调试中得到的工艺参数优化、分单元调试、水源平稳置换等操作, 对新建水厂调试和新老水源切换的问题进行了解决, 给类似的工程提供一些借鉴。后续的水厂要立即创建规范化的生产管理规章制度、设备操作规程, 定时开展构筑物清洗、滤池反冲、水源水质检测等工作, 做好技术资料的保存工作, 保证水厂长久安全稳定地运转。伴随着水处理技术的不断发展和进步, 地表水厂自动化、智能化水平会越来越高。古井地表水厂后续可以根据运行数据不断改善水处理工艺流程, 提高设备的运行效率, 从而减少运行成本, 更好的满足区域用水需求的增长。同时水厂应加强同专业科研机构合作, 不断探究新的水处理技术和工艺, 促进水处理技术的更新换代, 持续提高供水的安全性、稳定性, 为皖北地区民生保障和产业发展提供更好的供水保障。

参考文献:

- [1] 于洲海. 高平城乡供水工程水厂项目工艺流程及调试运行分析[J]. 山西水利, 2020, 36(05): 40-42.
- [2] 曹林霞, 胡萍, 陈勇. 城市供水自动化检测系统在甘河水厂的应用[J]. 新疆农垦科技, 2016, 39(06): 73-74.