



城镇污水处理系统提质增效工作方案浅析 ——以广西上思县为例

文_李巍娜（广西建设职业技术学院，高级工程师，硕士）

宋玉峰（广西环保产业投资集团有限公司，高级工程师，硕士）

城镇化和工业化进程不断加速，对自然环境特别是水环境带来了巨大的影响，水环境安全问题日益突出。污水处理系统的提质增效是我国下一阶段在水环境治理方面的重要工作内容之一。值得注意的是，县城和乡镇发展状态的差异直接影响既有污水处理系统的状态。因此，需要统筹县城和乡镇的具体发展需求，结合既有污水处理系统，全面开展提质增效工作。

一、项目介绍

本项目是上思县城市建设投资有限责任公司为广西防城港市上思县打造的污水处理工程项目。工程的设计年限近期为2020—2025年，远期为2026—2035年。上思县位于广西壮族自治区南部，十万大山北麓，介于

东经107°33'~108°16'、北纬21°44'~22°22'。东与钦州市交界，南邻防城港市防城区，西与崇左市宁明县接壤，北与崇左市扶绥县毗邻，东北与南宁市邕宁区相连。县境东西长约68.10km，南北宽约49.50km，总面积2816km²，占全自治区总面积的1.20%。县城距离广西壮族自治区首府南宁市仅100km，距边境城市东兴市130km，为防城港市唯一市辖县。2011年中国生态学会旅游生态专业委员会授予上思县“中国氧都”称号。

2019年全年地区生产总值（GDP）比上年增长4.10%。其中，第一产业增加值增长7.30%；第二产业增加值增长14.30%；第三产业增加值增长-6.10%。三次产业增加值占地区生产总值的比重分别为16.60%、47.90%和35.50%，对经济增长的贡献率分别为13%、60.90%和26.10%。按常住人口计算，人均地区生产总值增长6.40%。GDP增长代表着综合经济的发展，这对城镇污水处理系统的提质增效工作提出了更高的要求。

二、项目建设必要性评估

（一）城镇给水

1. 县城供水状况

上思县自来水公司现有2座净水厂，其中一座建成于1999年，设计规模为1.0×10⁴m³/d穿孔旋流絮凝池、斜管沉淀池和虹吸滤池。由于受到场地限制，清水池、二级泵房、水厂的辅助设施都没有相应配套扩建，二级泵房面积狭小，正常供水能力也只能达到1.0×10⁴m³/d。2008年新建设一座设计规模为2.5×10⁴m³/d的净水厂，完善了从净水厂至县城用户的DN600~DN800输水管。虽然上思县净水厂在持续更新和增建，但仍属满负荷供水状态。

2. 乡镇供水状况

其采水点多为山溪、山泉、地表河和水井。以平福乡为例，新圩人饮水工程线有一个简易的水处理装置，设计处理规模350m³/d，占地面积200m²。水厂只能进行简单的净化处理措施，无消毒装置，处理后水质较差，不符合城镇发展要求。虽然乡镇政府有两处水池，但是年供水量仅达到12.78万m³/a，现状供水设施已满负荷运行。妙镇区、那琴乡、叫安镇、华兰镇、公正乡和南屏瑶族乡的现状供水设施均已满负荷运行。

（二）城镇排水

上思县已建成三座乡镇污水处理厂，采用人工湿地工艺和DMBR双膜内循环生物反应工艺，实际处理水量约为400m³/d。其余那琴乡、南屏乡、平福乡、公正乡四个乡镇均未建设有污水处理设施，集镇雨污合流，污水直接排入周边现状水系。

上思县三华污水处理厂占地面积约34666.67m²，采用分期建设的方式，近期工程建设规模为日处理污水1.50万t。污水处理采用A2O工艺，污泥采用机械浓缩、机械脱水的方式，尾水经过紫外消毒后排放，原处理后的水质达到一级标后排放明江。2019年4月对现状污水处理厂进行了提标改造（见图1），处理规模为1.50万m³/d，新建高效沉淀池及纤维转盘滤池，于2020年7月正式建成通水，根据出水监测报告，污水处理厂出水水质一级A标。

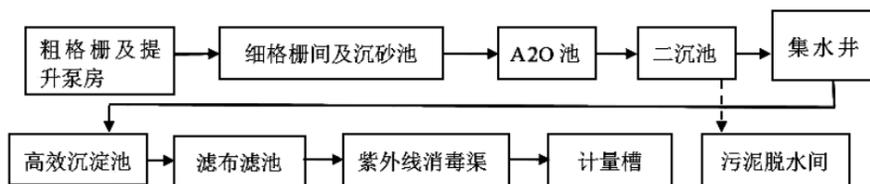


图1 污水处理厂改造后工艺流程图

根据2018年上思县三华污水处理厂生产数据统计资料统计得到的处理水量数据统计图显示（见图2），进水水量在1.30万m³/d~1.70万m³/d波动，80%、90%保证率进水流量分别为1.58万m³/d和1.62万m³/d，污水处理厂已满负荷并适度超负荷运行。

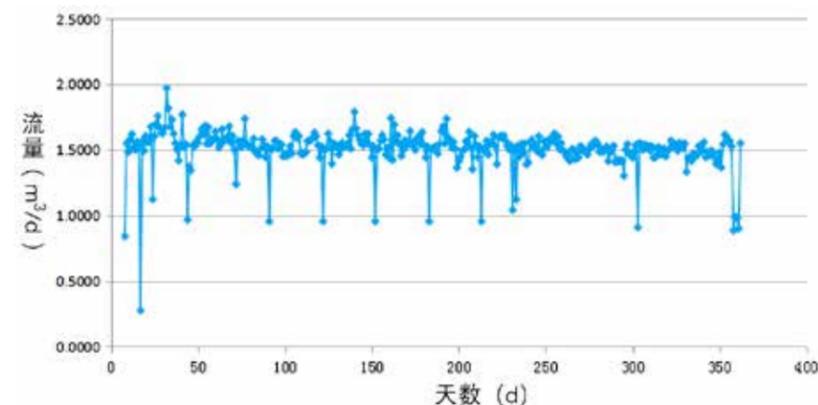


图2 2018年上思县污水处理厂处理水量数据统计图

（三）现存问题

一是部分随道路建设的污水管道，由于污水管道下游道路尚未建设或路网调整，污水管道尚无出路，存在溢流路面、水体污染问题，造成环境污染。

二是上思县城老城区总体排水体制采用截流式合流制排水体制，部分区域采用合流制，雨季时有大量合流污水排入水体，对水环境造成较大污染。

三是城镇排水管网普及率低，上思县污水收集系统建设滞后，与快速的城镇发展不相匹配，影响了县城污水收集系统的有效形成。

四是现状污水厂原设计服务年限为2010—2015年，目前已经超过其原设计服务年限，且处于满负荷运行，而近年来随着上思县经济与社会发展、人口的递增、人民生活水平不断提高，现有污水处理系统无法满足相关需求。

五是那琴乡、南屏乡、平福乡和公正乡均未建设污水处理设施，污水直接排入水体，造成环境污染。

三、城镇污水处理系统提质增效方案

（一）排水系统布局和体制

在制定城镇污水处理系统提质增效方案之前，需要明确排水系统布局和体制信息。根据上思县总体规划，布局为城区和工业区两个污水处理系统，每个处理系统设置一座污水处理厂。上思县污水处理厂规模为3万m³/d，服务范围为明江两岸城区。工业区污水厂规模为1万m³/d，服务范围为整个工业集中区。此外，根据各乡镇总体规划，拟在那琴乡、南屏乡、平福乡和公正乡各设置一个污水处理系统，建设一座污水处理厂。

对于排水系统体制，要根据城镇总体规划、当地降雨情况和排放标准、原有排水设施、污水处理和利用情况、地形地貌和水体等条件综合考虑，以确定不同区域的排水系统体制。老城区的街道往往比较狭窄，地下空间资源非常有限，现状各种地下管线拥挤，若要增建新的排水管道则较困难，且在施工期间对城镇的交通、城镇环境、工业生产和群众生活造成的影响较大，所以大多数城镇采取的做法是近期采用截流式合流制，远期随

着城镇发展再逐步改造为分流制。

目前上思县城不同区域采用不同的排水体制，随着污水管网的建设，市政雨污水管分流已经覆盖了大部分建成区域，上思县城区市政道路排水体制主体为雨污分流制，但部分区域由于管网未覆盖，采用的是截流式合流制或直排式合流制。从目前运行情况分析两种方式都存在诸多问题，如雨季时合流污水溢流明江造成较大污染，同时本身老城区街道排水管渠尺寸较小，部分区域雨污混合水直接漫流路面，极大影响市容市貌及群众出行；旱季时，由于有山间水接入合流管渠，致使进厂污水浓度较低。此外，现有排水系统建成年代较久远，管渠破损严重，影响其排水功能的发挥。为满足城镇发展要求，充分发挥污水处理厂环境效益，县城建成区排水体制工程拟采用雨污分流制，新区仍然采用分流制建设排水管网。为此，拟在尚未铺设污水管网的区域新建污水管道，实现道路雨污分流，并完善现状污水管网已覆盖区域的污水收集系统，确保污水管网基本覆盖已建成区域。

对于乡镇，考虑集镇区域街区街道狭窄、建筑密集、排水系统改造困难，为节省投资，乡镇排水系统采用截流式合流制排水体制。合流制污水截流工作较难确定截流倍数，截流倍数越大，截流的污水就越多，对水体环境越有利，但增大了截污管的管径，会增加工程投资。根据《室外排水设计规范》（GB 50014—2006），截流倍数 n 一般采用2~5。综合考虑环境效益及经济效益，本项目乡镇截流式合流制排水体制截流倍数确定为2。

（二）建设规模

本工程的设计年限近期为2020—2025年，远期为2026—2035年。本项目上思县城污水处理厂服务范围为明江两岸城区，那琴乡、南屏乡、平福乡和公正乡服务范围为集镇镇区范围。为了明确上思县城镇污水处理系统提质增效工作的建设规模，需要明确县城污水量和乡镇用水量。

县城用水量可以采用三种方法进行预测：县城人口预测、城市规划资料和城市综合用水指标预测，以及城市规划资料和建设用地综合用水指标法预测。经过分析计算，仅靠规划期限内用水人口数难以实现准确预测，因此本项目主要采用城市规划资料和城市综合用水指标预测、城市规划资料和建设用地综合用水指标法预测，具体结果如表1和表2所示。对比分析上述二种预测方法得出的结果，与相同年份的实际污水量相差较小，其中近期污水处理厂预测规模平均值为2.40万 m^3/d ，远期污水处理厂预测规模平均值为3万 m^3/d ，为集约用地，降低分期建设成本，本工程建设规模按远期预测污水量一步建设到位，即在现有1.50万 m^3/d 处理规模基础上扩建1.50万 m^3/d 处理规模，总处理规模为3万 m^3/d 。

表1 按城市规划资料 and 综合用水指标预测县城区污水量

指标	近期	远期
人口（万人）	15	22
给水普及率（%）	97	98
综合用水量标准（L/d·人）	340	340
最高日需水量（ $10^4 m^3/d$ ）	4.95	7.33
用水日变化系数	1.40	1.40
平均日用水量（万 m^3/d ）	3.53	5.24
污水排放系数	0.80	0.80
平均日总污水量（ m^3/d ）	2.83	4.19
污水收集率（%）	98	100
污水处理厂服务范围占比（%）	80	68
污水处理量（万 m^3/d ）	2.22	2.85

表2 按城市规划资料和建设用地综合用水指标预测县城区污水量

指标	近期	远期
用地（ km^2 ）	17.13	23.89
给水普及率（%）	97	98
综合用地用水量标准（万 $m^3/km^2 \cdot d$ ）	0.34	0.34
最高日需水量（ $10^4 m^3/d$ ）	5.65	7.96
用水日变化系数	1.40	1.40
平均日用水量（万 m^3/d ）	4.04	5.69
污水排放系数	0.80	0.80
平均日总污水量（ m^3/d ）	3.23	4.55
污水收集率（%）	98	100
污水处理厂服务范围占比（%）	80	68
污水处理量（万 m^3/d ）	2.53	3.09

对于乡镇用水量预测而言，拟建污水处理厂的乡镇总体规划编制年代较久，目前乡镇的实际人口、建设规模尚未达到规划确定的规模，为此本工程对乡镇污水拟结合实际情况，根据现有人口增长情况、《上思县城镇体系规划》（2017—2035）基础资料预测，人口增长率为1.55%，建设期人口=基准人口 \times （1+人口增长率）^{年限}。经过计算确定各乡镇区处理规模如表3所示。

表3 各乡镇区处理规模一览表

名称	那琴乡	南屏瑶族乡	平福乡	公正乡
污水处理规模（ m^3/d ）	400	300	300	400

（三）厂址选择

本项目污水处理厂厂址选择须符合城市发展规划要求，厂址应综合考虑用地布局、河流分布、地形、地质条件、主导风向、饮用水水源位置、实施可能性等因素，便于净化水、污泥的排放和利用，同时拥有便利的交通、运输和水电条件。通常会选择位于主导风向的下风向，并与居民点有一定的防护距离；靠近污水收集较集中且排放渠道的行洪能力较强的地方，方便处理后的污水排入水体；尽量少拆迁建（构）筑物，保证近期施工方便，远期留有发展余地的位置。

经过对现场、城区及各乡镇整体地形和已建管道及设施的勘察，结合总体规划，可以确定县城及各乡镇污水处理厂厂址。上思县城污水处理厂扩建厂址选址位于现状污水处理厂位置，那琴乡污水处理厂选址位于镇区南面季风下风处，南屏乡污水处理厂选址位于集镇区的东北面渠坤河旁，平福乡污水处理厂选址位于镇区南面平福河下游处，公正乡污水处理厂选址位于镇区东面公正河下游处。

四、污水处理厂工艺方案比选

（一）污染物去除方法

根据检测结果可知，广西上思县城镇污水的污染物主要包括悬浮物SS，有机污染物COD、BOD，无机营养盐（N、P）及色度等。

悬浮物SS主要依赖沉淀作用去除。需要说明的是，污水中悬浮物的主要组成是活性污泥絮体，其有机物成

分较高，会影响BOD₅、COD、无机营养盐的含量，进而影响污水中悬浮物指标。因此，去除污水中的悬浮物应考虑以污泥负荷来提高其活性，加剧其凝聚和沉降。工程中常采用减小终沉池表面负荷和降低出水堰负荷的方法来起到降低出水中悬浮物指标的目的。

可生化性是影响COD去除效果的关键因素。当城镇污水的BOD₅/COD不小于0.5时，可以认为污水的可生化性较好。此时可以保证出水中的COD值控制在较低的水平。但对于以工业废水为主的城镇污水而言，BOD₅/COD比值较小，可以认为其可生化性较差，这时可通过在前端设置厌氧段等手段来提高其可生化性，进而有效降低COD含量。

关于去除BOD₅方法，主要依赖微生物吸附与代谢作用，以泥水分离的方法来降低BOD₅的含量。值得注意的是，在活性污泥与污水接触初期，BOD₅的含量会明显降低，原因是微生物吸附有机颗粒和胶体。但是这种吸附只会降低污水中悬浮物和胶体含量，对溶解性有机物的作用十分有限，需要使用微生物代谢来降低溶解性有机物含量，生成CO₂和H₂O等物质。微生物对非溶解性有机物也有较好的吸附作用。因此，微生物可以用于有效降低污水中BOD₅浓度。

物理化学法和生物处理法都是去除无机营养盐的常用手段，但是物理化学法的药物消耗量大、污泥多、运行费用较高，因此不适用于城镇污水处理厂。而生物处理法则弥补了上述缺点。从20世纪80年代初开始，我国开始研究生物除磷脱氮技术，并在20世纪80年代后期开始生产实践。

（二）污水处理工艺选择

现有的污水处理工艺较多，但是在不同的适用领域都有各自的优势和劣势。根据处理规模、原污水水质、出水要求、用地条件、工程地质、现有环境等条件，选择适用于具体工程需求的污水处理工艺是污水处理系统提质增效的关键。结合上思县城镇污水处理系统的具体需求，应选择具有较好除磷脱氮效果的污水处理工艺。目前污水处理厂最常采用的除磷脱氮的方法是生物处理方法，生物除磷脱氮工艺具有运行费用低、管理方便等优点，经改进后的生物处理方法对磷的去除率可在75%以上，因此本项目采用上述污水处理方法。

五、结语

本文以广西上思县城镇污水处理系统提质增效工作方案为例，在对其项目信息进行介绍的基础上，评估项目建设必要性，明确县城和乡镇不同区域污水处理系统的提质增效方案，对排水系统的布局和体制、建设规模和厂址选择等关键内容进行了分析。此外，根据上思县对污水处理系统的需求，明确污染物去除方法，为面临相似问题的城镇提供可行的污水处理系统提质增效工作方案，为全国污水处理系统提质增效工作的开展提供实际工程依据。C