《污水生物处理系统能效评价方法》

（征求意见稿）

编 制 说 明

《污水生物处理系统能效评价方法》编制组

二〇二一年十一月

目 录

[1 目的意义 2](#_Toc89240935)

[1.1 产业现状及标准编制的意义 2](#_Toc89240936)

[1.2 标准编制的必要性 3](#_Toc89240937)

[1.3 标准实施的经济效益 4](#_Toc89240938)

[2 任务来源 4](#_Toc89240939)

[3 编制过程 5](#_Toc89240940)

[3.1 预研立项阶段 5](#_Toc89240941)

[3.2 草案阶段 5](#_Toc89240942)

[4 主要内容技术指标确立 5](#_Toc89240943)

[4.1 标准结构框架 5](#_Toc89240944)

[4.2 标准性质和适用范围 6](#_Toc89240945)

[4.3 规范性引用文件 8](#_Toc89240946)

[4.4 术语和定义 8](#_Toc89240947)

[4.4 能耗统计范围 9](#_Toc89240948)

[4.5能耗评价指标 11](#_Toc89240949)

[4.6 能耗计算方法 12](#_Toc89240950)

[4.7 能耗限额要求 15](#_Toc89240951)

[4.8 能效评价 26](#_Toc89240952)

[4.9 节能管理与措施 26](#_Toc89240953)

[4.10 其他说明 27](#_Toc89240954)

[5 与相关法律法规和国家标准的关系 28](#_Toc89240955)

[6 实施推广建议 28](#_Toc89240956)

# 1 目的意义

## 1.1 产业现状及标准编制的意义

**（1）落实国家和江苏省相关政策的需求**

《工业和通信业节能与综合利用领域技术标准体系建设方案》倡导“以实现减少工业过程能源消耗为目的，围绕国家和产业发展规划中关于节能重点工作而制定的标准，包括生产设备节能、节能监测与管理、能源管理与审计、能源消耗限额、高效节能型产品及装置、产品能效、节能技术、新能源应用等”。《“十三五”节能减排综合工作方案》（国发〔2016〕 74号）提出要“强化重点用能设备节能管理，加强高耗能特种设备节能审查和监管，构建安全、节能、环保三位一体的监管体系”。《工业绿色发展规划（2016-2020年）》（工信部规〔2016〕 225号）提出要“大力推进能效提升，加快实现节约发展；以先进适用技术装备应用为手段，强化技术节能；在重点用能行业实施能效领跑者行动，开展企业能效对标达标”。《生态文明建设标准体系发展行动指南（2018-2020年）》提出要“健全节能、节水、节地、节材、节矿标准体系，加快制修订能效、能耗限额、能源管理体系等节能标准”。

《江苏省“十三五”节能规划》提出要“进一步完善节能标准体系，逐步完善对能效限额等标准的执行情况的日常监督管理制度和约束制度。建立效率优先的节能监督体系，编制能效指南，规范评审的标准，充分发挥节能评估审查源头控制能耗过快增长的作用”。因此，对我省污水生物处理工艺和设备能耗进行标准化研究，可有效支撑节能减排政策的贯彻落实，为促进污水处理行业结构调整和优化升级提供标准依据。

**（2）满足国家和江苏省污水处理厂能耗管理的实际需求**

我国污水处理厂的大规模建设始于二十世纪八十年代末，经过近三十年的发展，污水处理能力得到了极大地提高。根据《中国生态环境状况公报2019》和《城市建设统计年鉴2019》，截至2019年，全国城市污水处理厂为2471座，比2018年增加了6.5%；污水处理能力达1.79亿m3/d，比2018年提高了5.9%；年累计处理污水量532亿m3，比2018年增加了2.1%。根据《江苏省统计年鉴2020》，截至2019年底，江苏省城市（县城）污水处理率达96.14%，城镇污水处理能力达1942.1万m3/d，污水处理量达45亿m3，位于全国第二，仅次于广东。

随着污水处理率、出水排放标准和污泥处置标准等环保要求的不断严格和提高，以及污水处理厂的大量兴建，污水处理厂运行所消耗的电量将逐年增加，污水处理的能源消耗进一步加剧，污水处理中能源消耗问题越来越受到重视。污水量巨大、能量消耗大、运行费用高给相关的市政部门、生产部门带来了沉重的经济负担。在此趋势下，合理评估污水处理能耗水平，降低能源消耗，对于实现节能减排具有重要的现实意义。

因此，本文件给出统一的能耗评价指标和计算方法、能效评定方法，用于反映污水处理厂中主要耗能系统——生物处理系统的能耗和效率，对于污水处理厂正确识别污水生物处理工艺的能耗与能效，正确进行设备改良、制定高效污水处理降耗措施具有重要作用。

**（3）填补江苏省关于污水生物处理系统能效标准的空白**

江苏省关于能耗的标准已发布60余条，主要分布于化工等高耗能的行业，由于水系统的能耗相对较低，长期被忽视，目前未出台污水生物处理系统能效评价的相关标准，缺乏统一的评价指标。以处理水量表示的电耗值、去除污染物量表示的能耗值、当量人口的能耗值等常用的能耗指标大多数是化工行业通用形式的沿用，主要运用于空气压缩机、离心泵等设备。针对水处理过程中耗能最大的生物处理单元，尚无统一的能耗指标能反映耗能及污水处理的本质与特征。本文件旨在建立统一表征污水生物处理系统能效水平的标准指标，确定能耗限额。

## 1.2 标准编制的必要性

污水处理属于高能耗产业，污水处理厂消耗的能源主要包括电、燃料及药剂等潜在能源，其中电耗占总能耗（不含药剂）的70%~80%。随着能源价格的上涨，污水处理厂的发展受到直接影响。国内外对污水处理过程中的能量消耗以及优化运行研究相对有限，大大滞后于与水质特性相关的机理和应用研究。Wesner对美国污水处理单元过程进行了直接和间接能耗调查，并预计能耗在污水处理设施运行费用中所占的比例将越来越大。W.F.Owen J用直接能耗和间接能耗的概念，阐述和比较了各种污水处理与污泥处理工艺。Karlsson提出潜在耗氧势 (Oxygen Consumption Potential，OCP) 的概念，不仅考虑有机碳和氨氮在污水处理过程的耗氧，还考虑氮磷排放导致藻类生长在环境中分解所需耗氧的二级需氧要求。潜在耗氧势概念考虑了污水工艺出水对生态造成的影响，拓宽了能耗分析的概念，但是，这种方式不适合作为污水处理厂运行过程中能耗的衡量手段和管理依据。

国内，羊寿生等对我国典型一级、二级污水处理厂各单元进行过能耗估算，并给出了估算值，但是研究没有揭示各部分能耗的影响因素，没有根据各部分能耗的特点给出估算值（统一使用吨水单耗来表示），没能揭示不同单元能耗的特点，不利于进行进一步的节能潜力和途径的分析研究，不便于作为能耗管理的依据。高旭、龙腾锐等人进行了污水处理工艺单元能量平衡分析研究，提出用Exergy（能量中可以无损耗地转化为功的部分，即能流中的有用部分）的概念分析污水处理单元能效，但这种方法不便对实际运行中的污水处理厂进行能耗分析和评价。

目前，能耗分析常用的评价指标包括以处理水量表示的电耗值、去除污染物量表示的能耗值、当量人口的能耗值等，这些指标大多数是化工行业通用形式的沿用，并未反映污水处理的本质和特点。因此，有必要根据能耗管理的需要界定污水处理厂能耗分析的边界，并根据实际运行中污水处理厂各部分能耗的特点，建立统一的能耗指标，反映采用各类工艺、不同规模的污水处理厂的能耗，综合评估污水处理厂的能耗水平，进而便于处理工艺间的横向比较、深入的能耗分析、节能潜力的识别以及能耗管理水平的提升。

## 1.3 标准实施的经济效益

本文件适用于A2/O及其变形工艺、氧化沟及其变形工艺、A/O及其变形工艺、SBR及其变形工艺、生物膜法和MBR等污水生物处理工艺，用于分析和评估污水生物处理系统的性能和效率，有助于正确识别污水生物处理系统各部分的能耗水平，正确管理污水生物处理系统的设备，降低污水处理厂的运行成本。

# 2 任务来源

为贯彻落实《标准化法》和《江苏省标准监督管理办法》，加快构建符合高质量发展需求的标准体系，促进标准有效供给，江苏省市场监督管理局开展了2021年江苏省地方标准项目立项申报。2021年4月，江苏省市场监督管理局苏市监标〔2021〕68号下达了《2021年度第一批江苏省地方标准项目计划》，由南京大学承担江苏省地方标准《污水生物处理系统能效评价方法》的编制，项目周期为1年。

# 3 编制过程

## 3.1 预研立项阶段

标准编制组完成了关于能耗的政策背景调研、文献资料调研以及国内外与污水处理厂能耗相关标准调研，编写并提交了项目建议书，于2021年4月成功立项《污水生物处理系统能效评价方法》。

## 3.2 草案阶段

2021年4月~6月，组织成立了标准编制组，召开了标准启动会，征集参编单位，补充与该标准编制相关的国内外文献、标准、法规政策等资料调研。

2021年6月，召开第1次工作组内部讨论会，确立了标准草案的框架。

2021年7月~8月，对全省城镇污水处理厂规模分布、处理工艺、能耗水平等数据进行线上线下调研；对调研数据进行分析；召开了两次工作组内部讨论会，确定了能耗指标和评价方法，形成了标准草案。

2021年9月，召开本标准首次企业研讨会，并根据会议结果修改完善标准草案和编制说明。

2021年10月~11月，编制组在南京大学国际会议中心召开专家咨询会，参会专家对标准文本（工作组讨论稿）和编制说明提出具体意见和建议。会后，编制组根据专家意见和建议修改完善标准文本和编制说明，形成征求意见稿。

# 4 主要内容技术指标确立

## 4.1 标准结构框架

本文件共分为10章，标准结构框架如下：

（1）范围：明确了本文件的适用范围。

（2）规范性引用文件：列出了本文件引用的规范性文件。

（3）术语和定义：对本文件中涉及的特殊用词进行了定义。

（4）能耗统计范围：规定了污水生物处理系统的能耗统计范围，包括预处理系统、生化-回流系统、深度处理系统、消毒系统、配套加药系统、污泥处理系统，不包括再生水处理系统、再生水外供配水系统、污泥运输和处置系统等。

（5）能耗评价指标：规定了每千克总污染物去除电耗作为能耗评价指标，并明确了总污染物包括的污染物指标。

（6）能耗计算方法：提供能耗评价指标的计算方法、规定了能耗计算中电耗数据和水质指标数据的来源。

（7）能耗限额要求：根据对江苏省13个区市822家城镇污水处理厂的调研结果，按城镇污水处理厂采用的生物处理工艺类型和设计处理规模设定能耗限定值和能耗先进值。

（8）能效评价：规定了不同能耗值对应的能效评价结果，并给出污水生物处理系统能效评价表。

（9）节能管理与措施：对城镇污水处理厂的节能管理与节能技术措施进行了规定。

（10）其他说明：对参与能效评价的城镇污水处理厂的污泥脱水率和运行负荷率进行了规定及说明。

## 4.2 标准性质和适用范围

本文件为推荐性地方标准，目的是建立统一的能耗指标，反映各城镇污水处理厂的能耗，综合评估城镇污水处理厂的能耗水平，进而便于不同污水生物处理工艺间的横向比较、深入的能耗分析、节能潜力的识别以及能耗管理水平的提升。

（1）本文件规定了污水生物处理系统的能耗统计范围、能耗评价指标、能耗计算方法、能耗限额要求、能效评价以及节能管理与措施。

（2）本文件适用于以生物处理为主体工艺的城镇污水处理厂能源消耗的计算、管理、评价和监督。

从污水处理厂运行实际以及任福民等人的相关研究表明，污水处理厂能耗与实际进出水水质以及进水类型有关，在相同工艺和规模下，污水处理厂能耗因接纳的工业废水比例和类型不同、出水排放标准不同而存在差异。一般而言，若接纳废水存在较多难降解有机物，则额外增加曝气等方式将导致增加能耗；随着排放限值降低，能耗也存在一定程度的增加。因此，为使得参与能耗评价的污水处理厂更具有可比性，该条款：

一是限定了污水处理主体工艺为生物处理工艺。一方面，根据全国投运城镇污水处理设施清单统计的污水处理工艺（见图4-6）分析，其前十主流工艺均为生物处理法，并且全国第二次污染普查数据和调研问卷也显示江苏省的主要污水处理工艺均为生物处理法。根据污水处理厂实际情况和焦煜涵等人的研究表明，污水处理厂中每个处理单元都消耗能源，能耗最大的处理单元为生化处理单元，占总耗电量的比例超过50%，其次是预处理单元，产生能耗最小的处理单元是污泥处理单元；并且对于城镇污水处理厂处理工艺而言，物化处理和生化处理是最主要的，为提高本文本的适用性范围和准确性，编制组考虑以生物处理为主体工艺的污水处理厂。

二是限定了污水处理厂类型为城镇污水处理厂。根据污水来源和组成等，污水处理厂大致可以分为工业废水处理厂、城镇污水处理厂和农村生活污水集中处理设施。三种类别的污水处理厂在污染物控制项目、执行的进出水标准、接纳污水类型比例和数量上都存在很大的差异。相对于工业废水处理厂和农村生活污水集中处理设施，江苏省城镇污水处理厂在数量和处理规模上都大于前两者。如图4-1、图4-2所示，江苏省污水排放量和污水处理能力逐年增加，并且排放量近年来增长快速，城镇污水处理厂作为水污染物集中治理单位，在国家污染物减排战略中占有非常重要的地位，城镇污水处理厂的能耗评价不容忽视。



图4-1 江苏省污水排放量情况



图4-2 江苏省污水处理能力情况

## 4.3 规范性引用文件

本条列出了本文件中引用的应符合的相关标准。

## 4.4 术语和定义

本条说明了适用于本文件的术语和定义。除HJ 2016界定的术语和定义适用于本文件外，其他术语和定义的确定依据如下：

（1）城镇污水处理厂，municipal wastewater treatment plant：直接引用《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）3.2条，将“城镇污水处理厂”定义为“对进入城镇污水收集系统的污水进行净化处理的污水处理厂”。

（2）能耗，energy consumption：城镇污水处理厂能耗类型可分为直接能耗和间接能耗，直接能耗主要是指现场处理运行所消耗的能源，包括曝气系统电机的电能，污水提升和污泥回流所用泵的电能，污泥脱水时的电耗以及污泥消化时消耗的热能等。间接能耗则是指现场所用原料的生产耗能，诸如活性炭、明矾、二氧化碳、氯气、石灰等原料生产所需的能量功，也有相关资料将药耗纳入间接能耗。国内外普遍采用电耗评估污水处理厂能耗。北京市地方标准《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）中规定了污水处理厂电耗限额，《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》（2020版）中对污水处理厂能耗的考核也主要考虑电耗。综合以上，本文件采用电耗评估污水处理厂能耗，并根据江苏省地方标准《单位能耗限额》（DB32/ 2060-2018）中对综合能耗的定义“用能单位在统计报告期内实际消耗的各种能源实物量，按照规定的计算方法和单位分别折算后的总和”，在其基础上进行修改，将能耗定义为“用能单位在统计报告期内实际消耗的能源实物量。本文件能耗特指电耗。”

（3）每千克总污染物去除电耗，electricity consumption for removal of total pollutants per kilogram：根据计算方法本身的含义，将每千克总污染物去除电耗定义为“统计报告期内，去除每千克总污染物消耗的电量”。

## 4.4 能耗统计范围

本文件能耗统计范围包括预处理系统、生物-回流系统、深度处理系统、消毒系统、配套加药系统、污泥处理系统，不包括再生水处理系统、再生水外供配水系统、污泥运输和处置系统等。

（1）北京市地方标准《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）能耗统计边界包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统。其中，生产系统包括格栅、预处理系统、生化反应系统及回流系统等，不包括污泥脱水、污泥消化系统、污泥运输和处置等。2021年，该标准进行了修订，标准征求意见稿中规定与污水处理直接相关的生产系统能耗统计边界包括预处理系统、生化反应系统及回流系统、再生水深度处理系统、脱色消毒系统、污泥脱水系统等，不包括再生水外供配水系统、污泥消化系统、污泥运输和处置系统等。相比DB11/T 1118-2014，修订版公开征求意见稿中与污水处理直接相关的生产系统能耗统计边界增加了再生水深度处理系统、脱色消毒系统和污泥脱水系统。

城镇污水处理厂主要耗能设备为提升泵、潜污泵、风机、曝气机、提气装置、反冲洗泵、回流泵等，这些设备分散在预处理系统（含格栅）、生物-回流系统等。根据不完全统计，预处理单元电耗占全厂电耗的15%~25%，生物处理单元电耗占全厂电耗的50%~70%，污泥处理单元电耗占全厂电耗的10%~25%。

采用生物处理的城镇污水处理厂大多具备预处理系统、生物-回流系统和污泥脱水系统环节。预处理系统一般包括格栅、污水提升和混合泵等，其除了简单的去除大块的悬浮物，也为后续生化段所采用不同的处理工艺调节相应的水量水质情况，因此会影响到生物处理系统的能耗情况。在生物处理系统中，回流系统是和其直接联系的，回流系统，对于某些工艺例如A2/O可谓是密不可分，一般生物处理系统和回流系统和一体的。另外，不同的出水标准间接反映出污水处理的程度，现阶段会存在一些采用以生物法为主的深度处理技术。同时，随着水污染防治攻坚战的打响，“水十条”以及一系列水污染防治政策文件的发布，水环境质量要求不断提高，全国城镇污水处理厂提质增效逐步推进和开展，污水处理厂深度处理系统也将不断增加。

因此，本文件将预处理系统、生物-回流系统和深度处理系统纳入能耗统计范围。

（2）目前城镇污水处理厂中消毒方式包括紫外消毒、臭氧消毒和氯消毒，不同的消毒方式能耗水平不同，并且存在在不同的能源消耗形式，考虑本文件中能源消耗仅考虑电耗，影响城镇污水处理厂电耗水平的消毒系统也应包含进来考虑。而污水处理加药系统是集加药箱、计量泵、自动控制系统等于一体的系统，在城镇污水处理厂的应用较多，并且污水处理厂的加药一般是生化段的投加外加碳源、化学除磷加药等。因此，编制组将消毒系统和配套加药系统纳入能耗统计范围。

（3）污水生物处理过程中污泥的处理过程也会消耗电能。污泥在不同的工艺环节具有不同的形态，且根据工艺和处理路线不同，污泥最终的状态（含水率）也不同。根据污泥后续不同处理和处置要求，污泥脱水程度不同，进而导致能耗不同，目前《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中明确规定了城镇污水处理厂污泥进行稳定化处理时各指标应达到的限值并规定了污泥脱水的统一标准为污泥含水率小于80%。同时，根据生态环境部公布的第二次全国污染普查结果，江苏省14%的城镇污水处理厂具备自建污泥稳定处理系统，0.9%具备厌氧消化处理装置，即江苏省城镇污水处理厂的污泥大多外运进行处理和处置，但污泥在场内进行脱水是必须的。因此，本文件将城镇污水处理厂中的污泥处理系统纳入能耗统计范围。但不考虑污泥的运输和处置系统。

对于再生水处理系统和再生水外供配水系统，根据《城市污水回用设计规范》中规定，再生水的输配水应建成独立系统。当城镇污水处理厂的出水回用时，一般在深度处理工艺之后建设再生水的输配水系统，属于管道输送。此外，再生水与城镇污水处理厂执行出水标准不同，且根据回用途径差异，其出水执行的排放标准也不同，相对其他系统而言影响因素和不确定性很大，因此能耗统计范围不包括再生水处理系统和再生水外供配水系统。

综上，能耗统计范围包括预处理系统、生化-回流系统、深度处理系统、消毒系统、配套加药系统、污泥处理系统，不包括再生水处理系统、再生水外供配水系统、污泥运输和处置系统等。

## 4.5能耗评价指标

**4.5.1能耗评价指标的确定**

编制组经大量资料调研，总结得到目前实际应用和研究较多的污水处理厂能耗评价指标如表4-1所示。

表4-1 污水处理厂能耗评价指标统计表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 能耗评价指标 | 计算公式 | 来源 |
| 1 | 单位水量电耗（kW·h/m3） | 电量/处理水量 | 实际应用、标准、文献 |
| 2 | 单位COD削减电耗（kW·h/kg） | 电量/（处理水量🞨（进水COD-出水COD）） | 实际应用、文献 |
| 3 | 单位BOD削减电耗（kW·h/kg） | 电量/（处理水量🞨（进水BOD-出水BOD）） | 实际应用、文献 |
| 4 | 单位耗氧污染物削减电耗（kW·h/kg） | 电耗/（处理水量🞨（（进水BOD-出水BOD）+4.57（进水NH4+-N-出水NH4+-N））） | 实际应用、文献 |
| 5 | 比能耗 | 电量/（处理水量🞨（（进水BOD-出水BOD）+1.71（进水TKN-出水TKN）-2.86（进水NO3-N-出水NO3-N）-1.71（进水NO2-N-出水NO2-N）-（进水DO-出水DO））） | 国际标准 |
| 6 | 每千克总污染物去除电耗 | 电耗/（处理水量🞨（（进水COD-出水COD）+2（进水BOD-出水BOD）+20（进水TN-出水TN）+100（进水TP-出水TP）2（进水SS-出水SS））） | 国际水质协会提出的污水处理水质基准、文献 |

为更好的选择科学合理、实用且适用的能耗评价指标，对以上污水处理厂能耗评价指标优缺点对比情况如下：

1. 单位水量电耗：应用广泛，仅考虑处理水量与电耗的关系。

2）单位COD削减电耗：应用广泛，仅考虑单一污染物COD与电耗的关系。

3）单位BOD削减电耗：应用广泛，仅考虑单一污染物BOD与电耗的关系。

4）单位耗氧污染物削减电耗：应用较广泛，仅考虑耗氧污染物（BOD和氨氮）与电耗的关系。

5）比能耗：国内目前尚无应用，考虑了污水处理厂多项污染物指标与能耗的关系，但计算中涉及污染物指标为污水处理厂非常规监测指标，且包含污泥中污染物指标，实际应用和可操作性低。

6）每千克总污染物去除电耗：这一评价指标中“总污染物”对应的污染物指标和各指标权重（总污染物=COD+BOD+20TN+100TP+2SS）由国际水质协会提出，其经过深入的研究分析，获得了各指标用于统一计算时的权重关系，弥补了目前仅考虑单一污染物去除电耗（如，单位COD去除电耗、单位BOD去除电耗）存在的不足。并且，国内有采用该公式对污水处理厂能耗进行了详细研究和分析。该公式考虑了污水处理厂多项主要污染物指标与电耗的关系，将污水处理厂COD、BOD、TN（含氨氮）、TP和SS指标根据权重系数整合在一起，便于不同进出水水质的污水处理厂之间进行横向比较。

目前，污水处理厂多以处理水量和单位污染物的去除量为电耗评估指标。我国基本以处理水量为电耗评估指标，且污水处理收费按水量为单位进行收费。污水处理厂的能耗与所去除的污染物密切相关。对于城镇污水处理厂，重点污染物指标为COD、氨氮、总氮和总磷。为更全面的反应污水处理厂的能耗水平和污水处理能效，根据对上述统计指标的分析，本文件建议以“每千克总污染物去除电耗”作为能耗评价指标。

**4.5.2总污染物的含义**

根据国际水质协会(IWAQ)提出的污水处理 Benchmark国际标准，总污染物主要以化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、总氮（TN）、总磷（TP）和悬浮物（SS）作为计算指标。

## 4.6 能耗计算方法

**4.6.1基本要求**

标准文本中6.1.1条说明了污水处理厂用于能耗计算的水质数据应采用实测值。城镇污水处理厂水质数据可来源于自动监测和手动监测，实测数据应根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）、《排污单位自行监测技术指南 水处理》（HJ 1083-2020）等相关要求获得，并保存原始记录。

标准文本中6.1.2条说明了城镇污水处理厂的电耗数据来源。根据《A method to calculate and express energy consumption of industrial wastewater treatment for the purpose of water reuse — Part 1: Biological processes》（ISO 21939-1:2019）4.1.8相关内容，“电能消耗量应根据安装在生物处理系统所有部件电源上的电能表进行测量”，《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB/T 17167-2006）中规定了污水处理厂的能源计量要求，结合日常工程经验，编制组规定了本条内容。

标准文本6.1.3条说明了城镇污水处理厂的进出水水质要求。污水处理厂能耗与进水水质有关。在其他条件相同的情况下，能耗随着进水浓度增大而增加。如进水氨氮高，在曝气池中氨氮被硝化菌氧化需要更多的氧气，导致鼓风机运行的时间更长，电耗增大。本文件规定了污水处理厂为城镇污水处理厂，目前与城镇污水处理厂进水有关的统一适用的标准有《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）。《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）为国家强制性标准，所有将废水排入城镇污水处理厂或者城镇下水道的企业或个人必须执行。《污水排入城镇下水道水质标准》为推荐性标准，由当地政府、企业或个人与城镇污水处理厂协商执行。此外，个别城镇污水处理厂进水水质也根据上游企业所属行业类别执行行业间接排放标准不同而不同。为尽可能减小污水处理厂之间的进水水质差异，明确进水水质要求，规定城镇污水处理厂进水水质应符合《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）或《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）相关指标要求。

同样的，在其他条件相同的情况下，出水标准要求越高，污染物的削减量增加，能耗增加。根据江苏省调查结果，江苏省22.2%的城镇污水处理厂（214座）执行《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》（DB 32/1072-2007），69.7%的城镇污水处理厂（673座）执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级A标准，8.1%的城镇污水处理厂（78座）执行一级B标准，即大部分城镇污水处理厂执行国标一级A及以上排放标准限值。为尽可能减小污水处理厂之间因出水水质差异，使得污水处理厂之间的能耗更有可比性，也需要对其出水水质要求进行规定。基于现在调研的城镇污水处理厂，其所执行的江苏省地方标准为旧版本，相关指标的限值和国标一级A相差不大，故本文件明确了出水水质要求，规定处理后出水水质应符合GB 18918-2002一级A标准。

**4.6.2评价指标的计算**

**4.6.2.1每千克总污染物去除电耗的计算**

每千克总污染物去除电耗按公式（1）计算：

$E\_{WD}=\frac{Q\_{WD}}{Q\_{ZW}}$ （1）

式中：

$E\_{WD}$——每千克总污染物去除电耗，单位为千瓦时/千克总污染物（kW·h/kg 总污染物）；

*QWD*——电耗，单位为千瓦时（kW·h）；

*QZW*——统计报告期内，污水中的总污染物去除量，单位为千克（kg）。

**4.6.2.2总污染物去除量的计算**

总污染物去除量按公式（2）计算：

$Q\_{ZW}=Q\_{COD}+2Q\_{BOD}+20Q\_{TN}+100Q\_{TP}+2Q\_{SS}$ （2）

式中：

QZW——统计报告期内，污水中的总污染物去除量，单位为千克（kg）；

$Q\_{COD}$——统计报告期内，污水中COD的平均去除量，单位为千克（kg）；

*QBOD*——统计报告期内，污水中BOD的平均去除量，单位为千克（kg）；

$Q\_{TN}$——统计报告期内，污水中TN的平均去除量，单位为千克（kg）；

$Q\_{TP}$——统计报告期内，污水中TP的平均去除量，单位为千克（kg）；

*QSS*——统计报告期内，污水中SS的平均去除量，单位为千克（kg）。

**4.6.2.2总污染物各指标的平均去除量的计算**

总污染物各指标的平均去除量按公式（3）计算：

 *Qi=QWS(Ci，0-C i，e)/1000·················*（3）

式中：

*Qi*——指标*i*（COD、BOD、TP、TN、SS）的平均去除量，单位为千克（kg）；

*QWS*——统计报告期内，实际处理污水总量，单位为立方米（m3）；

*Ci, o*——统计报告期内，指标*i*（COD、BOD、TP、TN、SS）的平均进水浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

*Ci, e*——统计报告期内，指标*i*（COD、BOD、TP、TN、SS）的平均出水浓度，单位为毫克每升（mg/L）。

## 4.7 能耗限额要求

污水处理厂能耗与进出水浓度、处理工艺、处理规模以及运行负荷率有关。为增加标准的合理性和科学性，除规定城镇污水处理厂进出水水质外，本文件还进一步考虑了污水处理厂运行负荷率、处理工艺以及处理规模对能耗的影响。

**4.7.1 运行负荷率**

根据对江苏省城镇污水处理厂运行负荷率现状的分析及有关文件资料的调研，本文件按照污水处理运行负荷率大于等于60%的城镇污水处理厂能耗进行统计。

《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》（2020版）中指出，60%≤处理水量≤80%，则考核满分，这里的“处理水量”即为本文件的运行负荷率。北京市地方标准《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 118-2014）修订版公开征求意见稿中指出，“本标准是按照污水处理运行负荷70%的城镇污水处理厂能耗进行统计”。

对全省城镇污水处理厂运行负荷率按规模进行统计，根据《城镇排水统计年鉴》，运行负荷率=污水处理总量/（日设计处理能力×天数）×100%），结果如图4-3、图4-4所示。总体而言，江苏省城镇污水处理厂平均运行负荷率随着污水处理厂规模减小，平均运行负荷率降低，全省整体的平均运行负荷率为74.3%，其中设计规模小于1万吨/日的城镇污水处理厂的平均运行负荷率为51.56%，不足60%，属于超低负荷运行。污水处理运行负荷70%的城镇污水处理厂数量占比为0，运行负荷率≥60%的数量占比为58%，运行负荷率≥70%的数量占比为43%。按不同运行负荷率区段划分，从数量上看，污水处理厂的运行负荷集中在小于60%区段和60%~100%区段。

图4-3 江苏省城镇污水处理厂不同规模运行负荷率

图4-4 不同运行负荷率区段城镇污水处理厂占比

根据本文件选用的能耗计算公式，将能耗指标与运行负荷率的关系进行统计分析（如图4-5），结果表明：污水处理厂平均能耗随着运行负荷率的增加而降低，在运行负荷率小于60%时，污水处理厂能耗随运行负荷率降低而大幅度增加，运行负荷率大于等于60%，小于120%时，能耗变化趋势较平缓。有关文献在对全国1980座污水处理厂能耗指标与运行负荷率的关系研究中也得到相同结论。

因此，参考以上有关文件的规定和研究结果，结合江苏省实际，本文件按照污水处理运行负荷率大于等于60%的城镇污水处理厂能耗进行统计。

图4-5 不同运行负荷率区段城镇污水处理厂占比

**4.7.2 处理规模和工艺**

根据对江苏省城镇污水处理厂处理规模和工艺现状的分析及有关资料的调研，本文件确定的工艺和规模如表4-2所示。

表4-2 六种主流工艺及其主要应用污水处理厂规模

| 处理工艺 | 设计处理规模（万m3/d） |
| --- | --- |
| A2/O及其变形 | 1以下 |
| 1~5（含1） |
| 5~10（含5） |
| 10~20（含10） |
| 20以上（含20） |
| 氧化沟及其变形 | 1以下 |
| 1~5（含1） |
| 5~10（含5） |
| A/O及其变形 | 1以下 |
| 1~5（含1） |
| SBR及其变形 | 1以下 |
| 1~5（含1） |
| 生物膜法 | 1以下 |
| MBR | / |

**（1）处理规模现状分析**

根据《城乡建设统计年鉴》（2019），截至2019年，江苏省共有965家城镇污水处理厂，合计设计规模1914.61万吨/天。根据《城市污水处理工程项目建设标准》（2001）、《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》（2020版）、以及北京市地放标准《城镇污水处理厂能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）中对污水处理厂设计规模的划分，对截至2019年底的江苏省城镇污水处理厂设计处理规模进行划分并对数量进行统计，结果如图4-6所示。不同规模区间合计设计处理规模（万吨/日）统计结果如图4-7所示。

从图4-6和图4-7可以看出，江苏省城镇污水处理厂规模类型较多，污水处理厂以中小型规模类型为主，尤其是设计处理规模（S）<1万吨/日的污水厂数量占比达到全省的66.32%，总设计处理能力占全省的12.34%。根据调研数据分析，相同工艺下，电耗一般随着规模减小而升高。因此在对污水处理厂进行能耗评价时，应该考虑规模的影响。同时，楚想想等人对2014年全国1980座污水处理厂的研究结果表明，中小型污水处理厂的能耗占全国污水处理厂总能耗54%，是节能降耗的重点。因此小规模污水处理厂的能耗也应纳入评价。

图4-6 江苏省城镇污水处理厂不同规模数量及占比

图4-7 江苏省不同规模区间城镇污水处理厂合计设计规模及占比

**（2）处理工艺现状分析**

根据全国投运城镇污水处理设施清单统计的污水处理工艺大约30种。排名前10的主流工艺及占比如图4-8所示。

图4-8 全国投运城镇污水处理设施排名前10污水处理工艺及占比

结合全国第二次污染普查数据和调研问卷数据，编制组共获得822家江苏省城镇污水处理厂污水处理工艺情况，调研数量达到2019年底全省城镇污水处理厂总数的85.2%，污水处理工艺类型、数量及占比如图4-9所示。由于这些数据属于非抽样的普查数据，因此数据本身可以代表现阶段江苏省城镇污水处理厂各类工艺应用方面的总体情况。由图4-9可知，江苏省城镇污水处理厂采用的污水处理工艺类别达27种，其中主流工艺分别为A2/O、A/O、氧化沟、生物转盘、SBR和MBR，占调研总数的87.5%。与全国排名前10污水处理工艺相比，江苏省城镇污水处理厂对生物转盘工艺应用较多，这与江苏省小型、微小型污水处理厂数量较多相符。

图4-9 江苏省城镇污水处理厂污水处理工艺类型、数量及占比

编制组进一步对6种主流工艺A2/O、氧化沟、A/O、生物转盘、SBR和MBR进行分析，了解每种工艺在实际应用中适用污水处理厂的规模类型，结果如表4-3所示。由于这些数据属于非抽样的普查数据，因此数据本身可以代表现阶段江苏省城镇污水处理厂各类工艺在不同污水处理厂规模应用方面的总体情况。

表4-3 江苏省六种主流工艺应用于污水处理厂规模情况

|  |  |
| --- | --- |
| 工艺 | 城镇污水处理厂设计日处理规模（万吨/天） |
| S≥20 | 10≤S<20 | 5≤S<10 | 1≤S<5 | S<1 |
| A2/O | 7 | 20 | 36 | 117 | 305 |
| 氧化沟 | 1 | 1 | 14 | 21 | 14 |
| SBR | 1 | 1 | 3 | 18 | 7 |
| MBR | 1 | 3 | 2 | 7 | 12 |
| A/O | 0 | 0 | 2 | 18 | 66 |
| 生物转盘 | 0 | 0 | 0 | 1 | 41 |

由表4-3可知，A2/O工艺广泛应用于各污水处理厂规模类型；氧化沟、SBR和MBR在各类污水处理厂规模中也都有应用，但主要应用于设计处理规模10万吨/日以下的污水处理厂；A/O工艺主要应用于设计处理规模5万吨/日以下的污水处理厂；生物转盘工艺主要应用于设计处理规模1万吨/日以下的污水处理厂。

根据对江苏省城镇污水处理厂处理规模和工艺的分析，综合数量和总处理规模考虑，本文件能耗评价的工艺选择A2/O及其变形、氧化沟及其变形、A/O及其变形、SBR及其变形、生物膜法和MBR。根据每种工艺主要涉及的主要规模类型（表4-3），A2/O及其变形选择S≥20万吨/日、10≤S<20万吨/日、5≤S<10万吨/日、1≤S<5万吨/日和S<1万吨/日五种规模类型；氧化沟及其变形工艺选择5≤S<10万吨/日、1≤S<5万吨/日和S<1万吨/日三种规模类型；A/O及其变形选择1≤S<5万吨/日和S<1万吨/日两种规模类型；SBR及其变形选择1≤S<5万吨/日和S<1万吨/日三种规模类型；生物膜法选择S<1万吨/日一种规模类型。同时，根据统计，MBR工艺多与A2/O、SBR等工艺连用，因此对于MBR工艺，本文件不单独划分规模类型，而是根据能耗数据统计结果，规定采用MBR工艺的城镇污水处理厂的能耗限额在其他五种工艺的基础上上浮一定的比例。综上所述，本文件工艺选择和对应规模选择如表4-2所示。

**4.7.3 能耗限额的确定**

根据调研获得数据，对明显异常值进行剔除后，按照工艺和规模计算污水处理厂的每千克总污染物去除电耗。文献资料《中国城镇污水处理厂能耗统计与基准分析》基于《城镇排水统计年鉴》（2016）数据，针对全国范围内1291座城镇污水处理厂的单位能耗，使用归一化方法进行统计分析，以单位能耗统计数据的前90%作为污水处理厂单位能耗基准参考的极大值，即最差情况；前25%则认为在节能降耗方面表现较优秀；前10%则认为已经在同等污水处理厂中处于极佳状态。

北京市地方标准《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）中以调研样本中的最大值作为能耗限定值，最小值作为能耗先进值。考虑到能耗最大值和最小值存在偶然性，本文件以单位能耗统计数据百分位数作为能耗限额的取值依据。

以同一类污水处理厂能耗数据的80%分位数（即，调研样本中80%的污水厂的能耗值都小于或等于该数值）作为能耗限定值。一方面，江苏省城镇污水处理厂数量较多，根据2019年统计数据，江苏省城镇污水处理厂的数量居全国第二。因此，能耗限定值的确定考虑大部分城镇污水处理厂都可达到。另一方面，根据统计结果，各类工艺下污水处理厂的每千克总污染物去除电耗的80%分位数存在随着规模越小能耗越高的规律。再者，通过将调研数据得到的吨水电耗的80%分位数与《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》（2020版）规定的吨水电耗值进行对比发现，调研统计的能耗数据的80%分位数总体上可与其对应。因此，本文件以每一类能耗统计样本数据的80%分位数作为能耗限定值。

为鼓励企业节能降耗，以及考虑长远发展，本文件以每一类统计样本数据的20%分位数（即，调研样本中80%的污水厂的能耗值都小于或等于该数值）作为能耗先进值，也是节能评价值。具体能耗限额统计结果如表4-4所示。

表4-4 城镇污水生物处理系统能耗限额

| 处理工艺 | 污水处理规模（万m3/d） | 每千克总污染物去除电耗（kW·h/kg 总污染物） |
| --- | --- | --- |
| 80%分位数 | 20%分位数 |
| A2/O及其变形 | 1以下 | 0.898 | 0.342 |
| 1~5（含1） | 0.378 | 0.221 |
| 5~10（含5） | 0.261 | 0.162 |
| 10~20（含10） | 0.172 | 0.153 |
| 20以上（含20） | 0.139 | 0.134 |
| 氧化沟及其变形 | 1以下 | 0.920 | 0.297 |
| 1~5（含1） | 0.550 | 0.243 |
| 5~10（含5） | 0.282 | 0.210 |
| A/O及其变形 | 1以下 | 0.387 | 0.305 |
| 1~5（含1） | 0.349 | 0.222 |
| SBR及其变形 | 1以下 | 0.489 | 0.290 |
| 1~5（含1） | 0.287 | 0.182 |
| 生物膜法 | 1以下 | 0.383 | 0.154 |

北京市地方标准《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）修订版公开征求意见稿中，根据其规定的电耗限定值和先进值，城镇水处理厂采用MBR处理工艺和非MBR处理工艺的能耗限额相差36%左右。根据《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》（2020版），处理规模处于统一区间（如5万m3/d~10万m3/d）和出水执行标准一致的情况下（如GB 18918-2002一级A标准），采用MBR工艺的污水处理厂的考核能耗与未采用MBR工艺的污水厂的考核能耗相比可增加25%。

根据编制组调研数据统计结果，调研期间，污水厂均执行GB 18918-2002中一级A标准，10万m3/d≤设计处理规模≤20万m3/d，将主体工艺分别为A2/O+MBR、AAOA+MBR工艺和A2/O为例对比发现，A2/O、SBR、氧化沟等与MBR联用时，组合工艺总体比单一工艺能耗更高。，对比结果如表4-5所示。根据对比结果，采用了MBR工艺的企业A相比企业1~企业13的每千克总污染物去除电耗高出16.77%~70.72%，仅企业14的能耗高于企业A；采用了MBR工艺的企业B相比企业1~企业13的每千克总污染物去除电耗高出24.51%~63.93%，仅企业9和企业14的能耗高于企业B。

综上，本文件规定A2/O及其变形、氧化沟及其变形等工艺与MBR联用时，污水厂的能耗限定值和能耗先进值可在未采用MBR工艺的基础上增加25%。

表4-5 采用MBR工艺和未采用MBR工艺能耗对比

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 企业 | 设计处理规模（万m3/d） | 主体工艺 | 每千克总污染物去除电耗 | 每千克总污染物去除电耗与企业A相比 | 每千克总污染物去除电耗与企业B相比 |
| 企业A | 10 | A2/O+MBR | 0.351 | / | / |
| 企业B | 10 | AAOA+MBR | 0.285 | / | / |
| 企业1 | 19.6 | A2/O | 0.171 | -51.42% | -40.15% |
| 企业2 | 18 | A2/O | 0.162 | -54.04% | -43.38% |
| 企业3 | 16.5 | A2/O | 0.215 | -38.72% | -24.51% |
| 企业4 | 16 | A2/O | 0.108 | -69.15% | -62.00% |
| 企业5 | 15 | A2/O | 0.173 | -50.83% | -39.43% |
| 企业6 | 15 | A2/O | 0.158 | -55.04% | -44.61% |
| 企业7 | 15 | A2/O | 0.167 | -52.34% | -41.28% |
| 企业8 | 15 | A2/O | 0.103 | -70.72% | -63.93% |
| 企业9 | 11 | A2/O | 0.293 | -16.77% | +2.55% |
| 企业10 | 10 | A2/O | 0.209 | 40.61% | -26.83% |
| 企业11 | 10 | A2/O | 0.147 | -58.29% | -48.62% |
| 企业12 | 10 | A2/O | 0.199 | -43.44% | -30.32% |
| 企业13 | 10 | A2/O | 0.149 | -57.50% | -47.64% |
| 企业14 | 10 | A2/O | 0.420 | +19.38% | +47.08% |

根据《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 576-2010），本文件所指的A2/O工艺为厌氧-缺氧-好氧活性污泥法；其变形工艺包括改良厌氧-缺氧-好氧活性污泥法、厌氧-缺氧-缺氧-好氧活性污泥法、缺氧-厌氧-缺氧-好氧活性污泥法等相关污水处理工艺。

根据《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 578-2010），本文件所指的氧化沟工艺包括单槽氧化沟、双槽氧化沟、三槽氧化沟、竖轴表曝机氧化沟和同心圆向心流氧化沟；其变形工艺包括一体氧化沟、微孔曝气氧化沟等几种工艺。

本文件中的A/O工艺为以厌氧-好氧为主的活性污泥法处理工艺，其变形工艺包括多级AO、百乐克等。

根据《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 577-2010），本文件所指SBR工艺为序批式活性污泥法；其变形工艺包括循环式活性污泥工艺(CASS或CAST工艺)、连续和间歇曝气工艺（DAT-IAT工艺）、交替式内循环活性污泥工艺（AICS工艺）等。

本文件中生物膜法包括生物滤池、生物转盘、生物接触氧化法和生物流化床等工艺。

**4.7.4 案例验证**

1. 昆山某城镇污水处理厂：其设计规模为5万吨/天，实际处理量为5.26万吨/天。其采用的处理工艺为氧化沟（后增加可提升曝气）+砂滤，处理流程为：粗格栅-进水提升泵房-细格栅-旋流沉砂池-生化池（氧化沟）-二沉池-中间提升泵房-V型滤池-紫外消毒。该厂吨水电耗为0.248 kW·h/m3，全厂年耗电量为545.67🞨104 kW·h，排放执行国标一级A，其2020年的实际水质指标年均值如表4-6所示。

表4-6 昆山某城镇污水处理厂2020年水质指标年均值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 污染物（mg/L） | 进水 | 出水 |
| 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 |
| COD | 415 | 54 | 178 | 32 | 10 | 16.6 |
| BOD | 184 | 22 | 72 | 3.5 | 2 | 2.2 |
| NH3-N | 45.4 | 5.8 | 28.5 | 4.1 | 0.05 | 0.23 |
| TN | 62.1 | 8.9 | 34.9 | 13.8 | 3.8 | 8.57 |
| TP | 7.9 | 0.6 | 3.05 | 0.38 | 0.06 | 0.1015 |
| SS | 251 | 45 | 115 | 7 | 4 | 4 |

每千克总污染物去除电耗=545.67🞨1000/（365🞨5.26🞨（（178-16.6）+2（72-2.2）+2（115-4）+20（34.9-8.57）+100（3.05-0.1015））=0.211 （kW·h/kg 总污染物）。

参照《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》，0.248<0.37，属于中等偏低能耗，和我们采用每千克总污染物去除电耗指标评价结果一致。

1. 吴中区某城镇污水处理厂：其设计规模为15万吨/天，实际处理量为13.46万吨/天。其采用的处理工艺为A2/O+深度处理，处理流程为：粗格栅-进水提升泵房-细格栅-曝气沉砂池-初沉池-A2/O生化池-二沉池-二次提升泵房-高效沉淀池-纤维滤池-紫外消毒。该厂吨水电耗为0.328 kW·h/m3，全厂年耗电量为1612.68🞨104 kW·h，排放执行国标一级A，其2020年的实际水质指标年均值如表4-7所示。

表4-7 吴中区某城镇污水处理厂2020年水质指标年均值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 污染物（mg/L） | 进水 | 出水 |
| 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 |
| COD | 966 | 50 | 385 | 29 | 9 | 18 |
| BOD | 386 | 24 | 155 | 2.8 | 2 | 2.2 |
| NH3-N | 48.4 | 3.57 | 28.7 | 1.24 | 0.024 | 0.119 |
| TN | 74 | 7.48 | 35 | 10.9 | 2.16 | 7.25 |
| TP | 12.1 | 0.444 | 4.38 | 0.301 | 0.02 | 0.09 |
| SS | 550 | 13 | 152 | 7 | 4 | 4 |

每千克总污染物去除电耗=1612.68🞨1000/（365🞨13.46🞨（（385-18）+2（155-2.2）+2（152-4）+20（35-7.25）+100（4.38-0.09））=0.168 （kW·h/kg 总污染物）。

参照《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》，0.328<0.35，属于中等偏低能耗，和我们采用每千克总污染物去除电耗指标评价结果一致。

1. 镇江某城镇污水处理厂：其设计规模为2万吨/天，实际处理量为459.24万吨/年。其采用的处理工艺为A2/O，该厂吨水电耗为0.289 kW·h/m3，全厂年耗电量为132.8422🞨104 kW·h，排放执行国标一级A，其2020年的实际水质指标年均值如表4-8所示。

表4-8 镇江某城镇污水处理厂2020年水质指标年均值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 污染物（mg/L） | 进水 | 出水 |
| 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 |
| COD | 172 | 234 | 103 | 14 | 23 | 10 |
| BOD | 92.4 | 138 | 65.7 | 3.0  | 3.5 | 2.6 |
| TP | 2.13 | 2.67 | 1.57 | 0.083 | 0.218 | 0.052 |
| TN | 22.6 | 26.9 | 17.8 | 7.36  | 11.9 | 3.13 |
| SS | 114 | 160 | 75 | 7 | 9 | 5 |

每千克总污染物去除电耗=132.8422🞨1000/（459.24🞨（（103-10）+2（65.7-2.6））+2（75-5）+20（17.8-3.13）+100（1.57-0.052））=0.360 (kW·h/kg 总污染物)

参照《江苏省城镇污水处理厂运行管理考核标准》，0.289<0.47，属于中等偏低能耗，和我们采用每千克总污染物去除电耗指标评价结果一致。

## 4.8 能效评价

根据计算所得的能耗值对应表5-4中的能耗先进值和能耗限定值，判断处理厂能耗情况。

城镇污水处理厂应定期对污水生物处理系统能效进行评价，并做好信息记录和存档。考虑到城镇污水处理厂冬季和夏季污水水质不同，城镇污水处理厂的能耗水平不同，为确保本文件的合理性和有效性，编制组规定能效评价以一年为统计报告期，并提供城镇污水生物处理系统能效评价表供标准使用者参考。

## 4.9 节能管理与措施

**4.9.1 节能管理**

城镇污水处理厂节能管理工作主要包括节能改造、节能降耗运行管理、节能降耗评价和持续改进等内容。

（1）完善城镇污水处理厂能耗统计体系、能源管理体系，遵循国家相关规范，实现与国家、省级能耗监测平台无缝对接，避免重复采集数据，减少污水处理厂负担。

（2）设备节能评估应采用科学、严谨的评估方法，客观、全面地分析设备合理用能的先进方面和薄弱环节，判定设备合理用能的政策符合性、科学性、可行性，提出合理用能的建议措施。

（3）城镇污水处理厂工艺运行优化应与收纳水体的管网、泵站关联，建立厂网站一体化联合调度制度，可实现高效稳定运行和节能降耗。定期采集管网、泵站、污水处理厂进出水的水质水量等数据，合理调配水量，挖掘生化处理系统潜能。

（4）规范使用高能效设备。对于污水处理厂中耗能耗电较大的设备，例如电泵、风机、搅拌机等，按照相关国家标准规定淘汰和使用相关高效设备，优先选择新型高效电机替换高能耗落后产品。

**4.9.2 节能技术措施**

通过对城镇污水处理厂的日常运行维护、污水处理工艺运行参数优化、设备的合理运行、建立精确控制系统来精准曝气、设备改造、资源化再生利用（水回用、水中热能利用）、新能源开发（使用太阳能、沼气等）等措施达到城镇污水处理厂的节能降耗，实现优质、低耗、清洁生产。

## 4.10 其他说明

标准文本中10.1条规定了进行能效评价的城镇污水处理厂的污泥处理应满足的要求。目前《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中规定的污泥控制要求是全省城镇污水处理厂必须执行和满足的基本要求，基于此，编制组编制了该条内容。

标准文本中10.2条说明了城镇污水处理厂的运行负荷率的要求。根据上述对江苏省城镇污水处理厂运行负荷率现状分析，以及参考《城镇污水处理能源消耗限额》（DB11/T 1118-2014）相关内容，本文件对污水处理厂运行负荷率进行了说明。运行负荷率=污水处理总量/（日设计处理能力×天数）×100%，污水处理厂应在运行负荷率大于等于60%的情况下进行能耗评价，因为运行负荷率较低的情况下，污水处理厂本身处于非正常运行状态，能源利用率较低，存在浪费，能耗评价值参考和借鉴意义不大。

# 5 与相关法律法规和国家标准的关系

目前，国家和江苏省均未发布与城镇污水处理厂或城镇污水处理厂污水生物处理系统相关的能效评价标准。本文件与现行法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

本文件贯彻落实了《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》（国发 〔2016〕74号）、《工业和信息化部关于印发工业绿色发展规划（2016-2020年）的通知》（工信部规〔2016〕225号）、《国家发展改革委关于印发绿色生活创建行动总体方案的通知》（发改环资〔2019〕1696号）等法律法规对节能减排的要求。

本文件符合江苏省发布《省政府关于推进绿色产业发展和意见》（苏政发〔2020〕28号）中提出要强化能耗、水耗、环保、安全和技术等标准约束的要求，有利于城镇污水处理厂节能降耗。

# 6 实施推广建议

基于目前数据的可获得性，本文件用于能耗计算的电耗为城镇污水处理厂统计的污水处理厂年耗电量，总污染物进出水浓度也为同一统计年份内的年均值。为更好、更及时的掌握污水处理厂污水处理能效水平，保障本文件的实施以及实现绿色节能目标，建议污水处理厂进一步完善电耗计量设备和水质监测设备，增加对COD、氨氮、总磷和总氮以外的常规水污染物指标的监测频率，做好日常数据管理台账和存档，以周、月、季度和年为评价周期对能耗使用情况进行连续统计，对污水处理能效进行连续评估。

《污水生物处理系统能效评价方法》编制组

2021年11月