

附件 2

《城镇污水处理能源消耗限额》（送审稿） 编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

2021 年 10 月 10 日，中共中央、国务院印发的《国家标准化发展纲要》提出，加快节能标准更新升级，抓紧修订一批能耗限额、产品设备能效强制性国家标准，提升重点产品能耗限额要求。因此制定相关能耗限额标准十分必要，并根据《广东省市场监督管理局关于批准下达 2021 年第二批广东省地方标准制修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2022〕26 号）的要求，《城镇污水处理能源消耗限额》地方标准项目正式立项。

1.2 编制单位

由广东省节能中心、广东省环境保护产业协会、广东省计量科学研究院、广东省广业环保产业集团有限公司、广州市净水有限公司、深圳市环境水务集团有限公司（原深圳市水务（集团）有限公司）、佛山市新之源污水处理有限公司等单位共同编制完成。

1.3 工作分工

广东省节能中心、广东省环保产业协会作为标准起草的主编单位，负责标准起草、处理反馈意见、会议召集以及组织编制单位之间的沟通交流。广东省计量科学研究院、广东省广业环保产业集团有限公司、广州市净水有限公司、深圳市环境水务集团有限公司（原

深圳市水务（集团）有限公司）、佛山市新之源污水处理有限公司作为标准起草的参编单位，参与标准的编写、讨论及技术支持等工作。

二、立项的必要性

2.1 我省生活污水处理行业概况

截至 2022 年年底，全省建成城镇生活污水处理厂 422 座，总设计规模达 3019 万立方米/日，连续多年居全国第一位，其中珠三角地区的城镇生活污水处理占全省集中式污水厂总数的约 70%。

2.1.1 污水处理建设类型

城镇污水处理厂建设类型主要分为非地埋式（含半地埋式）和地埋式。省内在粤东、西、北等地区城镇污水处理厂多采取非地埋式的建设类型，广州、深圳率先大规模建设环境友好型地埋式污水处理设施，化“邻避效应”为“邻利效益”，城镇污水处理厂多采取地埋式的设计。截至 2022 年底，全省已建成或在建的全地埋式污水处理厂已接近 30 座，总处理规模达到 500 余万吨/日，地埋式污水处理规模已达到全国第一。所有处理设施全部转移至地下，减少了直接占用地面面积，同时采用“地下建厂、地上建园”的理念规划和建设，在地下污水处理厂的上盖土地上建设海绵城市、雨水花园、湿地公园等设施，进一步减轻“邻避效应”。

2.1.2 污水处理技术水平

城镇生活污水处理工艺主要分为预处理阶段（格栅+调节+沉砂），生化处理和深度处理阶段。我省的城镇污水处理厂处理技术主要以氧化沟、A²O、传统活性污泥法、SBR 处理工艺为主，在深度处理方面，积极采用反硝化生物滤池、活性砂滤池等新型工艺。

而近几年随着全面城镇生活污水处理厂基本完成提标改造，处理技术在传统生活污水处理工艺的基础上，推广应用移动床生物膜反应器（MBBR）、膜生物反应器（MBR）等新型工艺，进一步提高处理技术水平，污水处理设施建设技术水平走在全国前列。

2.1.3 污水处理排放标准

根据《广东省城镇生活污水处理“十四五”规划》，截至2020年底，全省城市（县城）386座生活污水处理设施中，351座执行一级A（以下简称“一级A标准”）及以上排放标准，处理规模为2695万立方米/日，占总处理规模的96%，规模居全国第一。其中93座（占比24.09%）出水执行一级A排放标准，226座（占比58.55%）执行“一级A标准”及广东省地方排放标准的较严值，32座（占比8.30%）出水水质主要指标达到GB 3838—2002《地表水环境质量标准》准IV类标准（以下简称“地表水准IV类标准”）。淡水河、石马河、练江、茅洲河等重点流域生活污水处理设施执行更为严格的流域排放标准。

规划中提到开展污水处理差别化精准提标，新建、改建和扩建生活污水处理设施出水全面达到《城镇污水排放标准》（GB 18918—2002）一级标准的A标准及广东省地方标准《水污染排放限值》（DB 44/26—2001）第二时段一级标准的较严值。现有城市生活污水处理设施出水未达到上述标准的，力争2023年底前完成提标改造工作，原有城镇污水处理厂出水水质执行GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级B标准（以下简称“一级B标准”）的，数量将逐步减少直至为零。

2.2 标准制定必要性

当前广东省经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，但能源控总量、调结构、提能效压力仍然较大；生态文明建设仍处于压力叠加、负重前行的关键期。打好打赢污染防治攻坚战，是广东生态文明建设和生态环境保护的重点任务、当务之急。而污水收集处理及资源化利用设施是城镇环境基础设施的核心组成，是深入打好污染防治攻坚战的重要抓手。

城镇污水处理厂作为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。广东省城镇人口和经济总量居于全国第一，城镇生活污水处理能力逐年提升，进入“十四五”时期，在碳达峰、碳中和、污水厂提质增效等政策背景下，广东省污水治理需求还将不断提升。

城镇污水处理厂承担水环境改善重要任务，却是能源消耗密集型企业。城镇污水处理厂的能源消耗主要是电耗，电费约占污水处理成本的 50%~70%。随着近几年对城镇污水处理厂出水水质要求越来越高，城镇污水处理厂能源消耗不断升高。

2021 年 10 月 10 日，中共中央、国务院印发的《国家标准化发展纲要》提出，加快节能标准更新升级，抓紧修订一批能耗限额、产品设备能效强制性国家标准，提升重点产品能耗限额要求。

目前我国对城镇污水处理厂能耗限额的相关研究仍较薄弱，多以全国城镇污水处理厂的统计数据作为研究基础，广东省作为沿海经济发达地区，地域、气候、水环境质量标准、城镇污水处理厂规模、建设方式、运行负荷率、处理工艺、出水水质执行标准、设备能效水平、管理水平、节能技术水平等因素均与全国水平存在较大

差异，在评价广东省城镇污水处理厂的能源消耗水平时，不能直接借用目前国内外的研究成果，因此，开展《广东省城镇污水处理能源消耗限额标准》的研究及制定，对于提高广东省城镇污水处理厂的能源利用水平，加快推动行业绿色低碳发展、推动我省污水处理工作进入新发展阶段十分必要。

本标准制定的主要目的是在双碳背景下出台广东省城镇污水处理厂能源消耗限制标准，鼓励生活污水处理行业根据自身情况通过提升自动化控制技术、紧凑型污水处理工艺、管理水平等方式，推动节能技术革新，提升行业绿色发展水平。

三、标准编制原则

3.1 标准框架

本标准是按照国家标准委员会对国家标准起草的原则和《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则（GB/T 1.1—2020）》的具体要求，按照 GB/T 2589《综合能耗计算通则》和 GB/T 12723—2013《单位产品能源消耗限额编制通则》的要求编写，编制组确定《城镇污水处理能源消耗限额》的结构和内容编排。

本标准制定的指导思想是通过制定城镇污水处理厂单位水处理能源消耗的限额值落实国家节能减排政策，以标准中的能源消耗限额倒逼城镇污水处理厂进行节能整改，提升能效，既反映出我国能源政策的导向，充分、客观反映污水处理产业结构调整，实现高质量发展的政策需求，又要兼顾企业的生产现状和水处理工艺的技术水平，使本标准具有较高的科学性、先进性和可操作性。

3.2 主要内容

本标准适用于广东省内处理规模大于等于 1 万 m³/d 的城镇污

水处理厂单位污水能源消耗的计算、管理和评价。规定了城镇生活污水处理厂单位污水处理能源消耗限额、统计范围与计算方法、节能措施。

3.3 总体思路

标准编制组通过文献查询、资料调研、实地调研、现场监测、座谈会、咨询会等多种方式，多渠道、多方面、详细地了解广东省城镇污水处理厂生产技术、生产管理水平、能源消耗现状、节能管理和技术水平以及行业未来发展趋势等相关行业资料。在上述基础上，以国家及广东省相关污染防治法和污染物排放标准体系为指导，以推动广东省城镇生活污水处理行业高质量绿色发展为目标，参考国家和其他省市相关能耗限额标准，结合广东省城镇生活污水处理行业特色和管理需求，在符合相关国家地方法律法规基础上，编制本能耗限额地方推荐性标准。

根据查阅文献及调研，可知污水处理能源消耗主要与处理规模、建设类型、处理工艺、负荷率、进水浓度、污泥脱水率、执行标准等情况相关。标准编制组通过发放调查问卷、平台数据查询、典型城镇污水处理厂实地考察、运营单位走访交流等方式，对全省城镇污水处理厂近几年的进水浓度、负荷率、电耗数据与设计能源消耗进行分析，设置不同规模、出水执行标准下的城镇污水处理厂能源消耗限额基础值，再根据控制变量法等原则进行数据比对，结合行业治理现状、未来发展趋势及专家意见，对全地埋式污水处理厂、采用 MBR 处理工艺、进水 BOD_5 浓度、负荷率不同情况设置修正系数，计算得出城镇污水处理厂单位污水处理能源消耗的 1、2、3 级能耗限额。

四、与现行法律法规、强制性标准等上位标准关系

本标准与现行相关法律法规及相关标准协调一致。

五、标准先进性与特色性

本标准在参考北京地方标准基础上，结合我省城镇污水处理行业现状制定完成。与其他地方标准对比，本标准是通过发放调查问卷、平台数据查询、典型城镇污水处理厂实地考察、运营单位走访交流等方式，对全省城镇污水处理厂近几年的进水浓度、负荷率、电耗数据与设计能源消耗进行分析结合行业治理现状、未来发展趋势及专家意见，对全地埋式污水处理厂、采用 MBR 处理工艺、进水 BOD₅ 浓度、负荷率不同情况设置修正系数，计算得出城镇污水处理厂单位污水处理能源消耗的 1、2、3 级能耗限额。本标准编制具有较好的先进性和特色性。

六、标准调研、研讨、征求意见情况

6.1 标准编制过程

1.前期调研：广东省节能中心、广东省环境保护产业协会成立“城镇污水处理能源消耗初步调查研究”工作组，①开展专家咨询，听取多位行业专家对制定我省城镇污水处理厂能耗限额地方标准的意见和建议。②开展文献调研，在政策法规方面，工作组对国家及我省城镇生活污水处理行业管理及节能减碳协同的相关政策开展了研究，分析了在“在碳达峰、碳中和、污水厂提质增效”等政策背景下城镇污水处理厂能源消耗管理需求；在标准限值制订方面，对国内外城镇污水处理厂能耗限额标准的制修订情况进行调研和分析；在行业发展方面，收集到产业政策和行业发展概况，系统收集了行业治理规模、地区分布、城镇生活污水处理厂主流治理工艺、

进水浓度、出水水质执行标准等情况。

2.走访调研收集整理数据：根据文献调研及专家咨询意见，设计《广东省城镇生活污水处理厂能耗初步调查表》。在广东省能源局的大力支持和我省广大城镇污水处理厂的配合下，工作组收集了我省 74 家不同规模的城镇污水处理厂 2018~2020 年的相关能源消耗数据，统计分析在不同影响因素下的城镇污水处理厂的能源消耗范围。

3.完成标准草案及立项申请编制：《城镇污水处理能源消耗限额》地方标准任务书和草案，申请立项。根据《广东省市场监督管理局关于批准下达 2021 年第二批广东省地方标准制修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2022〕26 号），于 2022 年 1 月地方标准立项获批。

4.召开项目启动会：修改并完善地方标准《草案》《编制说明》和《城镇污水处理厂能源消耗调查表》，2022 年 5 月 7 日在广州召开项目启动会，参会人员包括广东省节能中心、广东省环境保护产业协会、广东省计量科学研究院、广东省广业环保产业集团有限公司、广州市净水有限公司、深圳市水务（集团）有限公司、佛山市新之源污水处理有限公司等地方标准参与单位相关负责人员。在启动会上，编制组对编制工作的技术路线、工作计划、任务分工、《草案》的编制说明、《调查表》的制定等内容进行了介绍。

5.数据采集与走访调研：根据项目启动会提出的意见，对《草案》《调查表》等内容进行完善，科学选择《调查表》发放表象，发放表格并回收整理，收集了我省 104 家不同规模的城镇污水处理厂 2019—2021 年的相关能源消耗数据，初步分析数据的可信度、

科学性与合理性。联系并走访广东省广业环保产业集团有限公司、深圳市水务（集团）有限公司等有关单位，利用数据平台共采集了528家城镇污水处理厂2021年的相关能源消耗数据，并对污水处理厂运营情况、电耗详细数据及节能措施等进行了深入沟通，同时针对地埋式等典型污水处理厂进行实地走访调研。

6.形成征求意见稿：根据数据分析、走访调研和专家意见，标准编制组对标准内容进行了修改完善，完成了《城镇污水处理能源消耗限额》（征求意见稿）及编制说明。

7.公开征求意见：广东省能源局向社会公开征求意见，征求期限为4月25日至5月25日，未共收到反馈意见，无重大分歧意见。

8.召开地方标准专家咨询会：标准编制组根据反馈意见对标准文本进行修改完善，形成《城镇污水处理能源消耗限额》（专家咨询稿）和编制说明，组织召开地方标准专家咨询会，来自生态环境部华南环境科学研究所、广东工业大学、广东省环境科学研究院、广州市市政工程设计研究总院有限公司、广州市标准化研究院的专家对标准的文本规范性、能耗限额数值、出水执行指标分类、处理规模区间设置、修正系数、补充设计阶段理论能源消耗的分析等方面提出了建议。

9.数据采集与走访调研：标准编制组联系并走访了瀚蓝环境股份有限公司、佛山市城北污水处理厂、广州市花山净水厂等有关单位，并根据专家咨询会专家意见走访了广州市市政工程设计研究总院有限公司、广东省环保研究总院有限公司、广东省建筑设计研究院有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司广东分院等城镇污水处理厂设计单位，对城镇污水处理厂地埋式、非地埋式城镇

污水处理厂设计和实际运行能源消耗概况、理论值计算依据情况、节能技术与管理措施等情况进行了深入调研。

10.二次征求意见：结合调研数据对标准文件进行修改完善，形成《城镇污水处理能源消耗限额》（二次征求意见稿）、《编制说明》，通过定向发放的方式向36家省内城镇污水处理厂运营或设计单位进行意见征求，共收到中节能国祯环保科技股份有限公司等5家单位的反馈意见，基本采纳，剩余单位反馈无意见或逾期未回复，无重大分歧意见。

11.召开地方标准技术审查会：标准编制组根据二次征求意见，对标准文本进行修改完善，形成《城镇污水处理能源消耗限额》（送审稿）和编制说明，2023年10月27日，广东省能源局在广州召开了《城镇污水处理能源消耗限额》标准审定会，组织7位专家对标准进行技术审查，审查结论为“专家组一致同意该标准通过技术审查”。

12.形成报批稿：标准审定会后，根据专家提出的修改意见对标准进行了修改完善，形成标准报批稿和编制说明。

6.2 征求意见情况

第一次征求意见由广东省能源局向社会公开征求意见，未共收到反馈意见；第二次征求意见由广东省节能中心公开征求，采用定向发放的方式向36家省内城镇污水处理厂运营或设计单位进行意见征求，共收到中节能国祯环保科技股份有限公司等5家单位的反馈意见，已基本采纳，剩余单位反馈无意见或逾期未回复，无重大分歧意见。

七、标准主要内容

本标准共分 7 章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、能源消耗统计范围、能源消耗限额、计算方法和节能措施。

7.1 范围

本标准适用于广东省内处理规模大于等于 1 万 m^3/d 的城镇污水处理厂单位污水能源消耗的计算、管理和评价。规定了城镇生活污水处理厂单位污水处理能源消耗限额、统计范围与计算方法、节能措施。

通过文献查阅、实地调研、数据分析和专家咨询可知，城镇污水处理厂负荷率大于等于 70% 属于正常运行状态，控制变量对能源消耗数据进行分析，可知单位污水处理能源消耗与负荷率呈负相关，与理论能源消耗差异较小，故本标准研究的数据基准值选取负荷率大于等于 70% 的数据，通过数据分析后设置 90% 的置信区间，最终得到数据样本；由于省内村镇级污水收集管网系统存在缺陷、雨污分流不彻底、各地区居民生活习惯存在差异、污水处理设施运营及管理水平不一等原因，造成当地污水处理设施大多数存在进水 BOD_5 浓度低、水量波动大、运行负荷未达到要求、污水处理实际能源消耗与理论能源消耗差异较大等问题。该类问题多发生在省内村镇级生活污水处理设施中，其中大部分生活污水处理设施处理规模小于 1 万 m^3/d 。故本标准仅适用于负荷率大于等于 70% 且处理规模大于等于 1 万 m^3/d 的城镇污水处理厂单位污水能源消耗的计算、管理和评价。

7.2 规范性引用文件

本标准根据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定编写，并列出本标准正文中引

用的标准文件。

文本主要条款按照 GB/T 2589 《综合能耗计算通则》和 GB/T 12723 《单位产品能源消耗限额编制通则》的要求编写。

为排除工业废水或其他因素影响标准正常执行，本标准适用于进水符合 GB/T 31962—2015 《污水排入城镇下水道水质标准》相关水质指标，处理后符合 GB 3838—2002 《地表水环境质量标准》、DB 44/26—2001 《水污染物排放限值》等相关标准中城镇污水处理厂相关水质控制指标的城镇污水处理厂；根据实际情况，我省城镇污水处理厂出水水质部分指标参考执行 GB 18918—2002 《城镇污水处理厂污染物排放标准》，本标准同样适用于该类城镇污水处理厂。

本标准适用于废气排放及通风符合 GB 14554—1993 《恶臭污染物排放标准》和 DBJ/T 15-138—2018 《城镇地下污水处理设施通风与臭气处理技术标准》的城镇污水处理厂。

污水处理单位应按照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的要求配备能源计量器具。

7.3 术语和定义

本标准按照 GB/T 2589 《综合能耗计算通则》和 GB/T 12723—2013 《单位产品能源消耗限额编制通则》的要求编写，根据标准内容给出了城镇污水处理、全地埋式城镇污水处理厂、负荷率和能源消耗单位污水处理能源消耗等 5 个术语的定义。

污水处理厂的能源消耗类型包括电、热、蒸汽、天然气、柴油、汽油等。由于广东省的城镇污水处理厂的电能消耗占全厂能源消耗的 95%以上，其余耗能场所如生活区的天然气、应急发电机的柴油

使用等，与污水处理主体工艺不相关或耗能较少，故本标准中的能源消耗特指现有城镇污水处理厂统计周期内的电能消耗，与新、改扩建城镇污水处理厂理论周期内满负荷运行时的电能消耗。

7.4 能耗统计范围

编制组对广东省城镇污水处理厂能耗情况进行调研，污水处理生产所涉及的能源只有电能，部分生活区、车辆等附属生产系统会使用少量天然气、汽油、柴油、液化石油气等，基本忽略不计。故本标准的能源统计范围为生产系统与附属生产系统电能消耗。

7.4.1 生产系统

标准编制组根据调研及数据分析可知，城镇污水处理厂由于技术水平、地方管理要求、场地限制等因素影响，污泥经过脱水系统处理后的污泥含水率都不相同，大部分含水率集中在 60%~80%，通过对理论脱水能源消耗及工艺实际能源消耗计算可知，污泥脱水率在该区间的能源消耗对全厂的单位污水处理能源消耗影响较小，而污泥干化系统根据使用的工艺不同，能耗存在巨大差异。故本标准规定生产系统包括预处理系统、生化反应系统、深度处理系统、脱色消毒系统、暖通系统、污泥脱水系统（污泥含水率 $\geq 60\%$ ）、除臭系统等，以及供电系统和机修车间库房等辅助生产系统。不包括再生水外供配水系统、污泥干化系统、污泥运输和处置系统等。

7.4.2 附属生产系统

附属生产系统包括办公楼、食堂、浴室、宿舍等。

7.5 能源消耗限额

本标准规定了广东省城镇污水处理厂单位污水处理能源消耗 1、2、3 级标准。其中，现有城镇污水处理厂的单位水处理的电能

消耗应符合 3 级水平，新、改扩城镇污水处理厂理论上周期内满负荷运行时的电能消耗应符合 2 级水平。

根据查阅文献及调研，可知污水处理能源消耗主要与处理规模、建设类型、处理工艺、负荷率、进水浓度、污泥脱水率、执行标准等情况相关。参考编制组对我省城镇污水处理厂近几年的能源消耗数据进行分析，结合专家咨询意见，确定了本标准按不同的设计规模、出水水质执行标准对能耗限额进行分类，对全地埋式城镇污水处理厂、采用 MBR 处理工艺、不同阶梯的进水 BOD₅ 浓度和负荷率设置修正系数。

7.5.1 能源消耗限额分类

(一) 处理规模

参考《城市污水处理工程项目建设标准》（建标 198—2022）城市污水处理工程建设规模的划分，结合广东省城镇污水处理厂建设规模实际情况，故本标准将城镇污水处理厂的建设规模划分为 4 类，1 万~5 万 m³/d、5 万~10 万 m³/d、10 万~20 万 m³/d、20 万 m³/d 以上。根据上述建设规模分类，数据统计如下：

表 1 城镇污水处理厂建设规模分类

建设规模 (万 m ³ /d)	样本数量	总规模 (万 m ³ /d)	平均单位污水处理能耗 (kW·h/m ³)
1~5	166	415.9	0.29
5~10	94	558.4	0.28
10~20	45	522.5	0.31
20 以上	28	716	0.31

(二) 出水水质执行标准

广东省的城镇污水处理厂出水水质都执行 DB 44/26—2001《广东省污水综合排放标准》第二时段一级标准或 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 或一级 B 标准，淡水河、石马河、练江、茅洲河等重点流域生活污水处理设施执行 DB 44/2050—2017《淡水河、石马河流域水污染物排放标准》、DB 44/2051—2017《练江流域水污染物排放标准》、DB 44/2130—2018《茅洲河流域水污染物排放标准》、DB 44/2155—2019《小东江流域水污染物排放标准》，我省部分城镇污水处理厂出水水质 COD、BOD₅、氨氮、总磷等主要指标处理达到 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中 V（以下简称“地表水准 V 类标准”）、IV（以下简称“地表水准 IV 类标准”）、III（以下简称“地表水准 III 类标准”）类水质标准。

执行标准与标准的搭配类型虽多，但根据《广东省城镇生活污水处理“十四五”规划》可知，广东省污水处理行业已基本完成对原有城镇污水处理厂出水水质执行标准为 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准的提标改造，逐步完成“一级 A 标准”升级改造工作，执行“一级 B 标准”的城镇污水处理厂数量将逐步减少，故本标准不考虑执行“一级 B 标准”的城镇污水处理厂。通过对各排放标准及地表水环境质量的指标分析可知，我省全部城镇污水处理厂都执行 DB 44/26—2001 第二时段一级标准，存在的差异是在和其余标准执行较严值的多种情况，淡水河、石马河、练江、小东江等重点流域排放标准的关键指标与地表水准 V 类标准的指标类似；茅洲河重点流域排放标准的关键指标与地表水准 IV 类标准的指标类似。通过对能源消耗原理、理论能源消耗及调研

数据分析，并结合广东省污水处理行业执行标准发展趋势，可将标准划分为 A、B 两类。根据分析出水执行标准可知，A 类①、②标准的差异是总磷，通常可通过加大药剂用量达到，不额外增加能源消耗，而“地表水准IV类标准”由于标准更严，污染因子浓度更低，生化处理工艺段需要更长的曝气量与时间，能源消耗将大大增加，所以分类如下：

表 2 城镇污水处理厂出水水质执行标准分类

标准分类	对应执行标准	样本数量 (个)	总规模 (万 m ³ /d)	平均单位污水处理能耗 (kW·h/m ³)
A	①GB 18918—2002 一级 A 标准 ②出水 COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷等关键指标处理达到 GB 3838—2002 准V类标准。	246	1661.8	0.3
B	出水 COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷等关键指标处理达到 GB 3838—2002 准IV类及以上标准。	7	57	0.33

7.5.2 能源消耗限额基础值

省内污水处理规模：截至 2022 年末，广东省建成城镇污水处理厂 422 座，总处理规模达 3019 万吨/日。编制组对全省城镇污水处理厂的用电量情况进行了数据采集，根据全厂全年“负荷率 ≥70%”、选取 90%的置信区间，筛选得到 1 万 m³/d 以上有效数据 258 条，合计处理规模 2237.8 万 m³/d，占全省总处理规模的 74.1%，超过 50%，符合 GB/T 12723—2013《单位产品能源消耗限额编制通则》5.2.2 的要求，样本数据有效。

编制组对不同建设类型、建设规模的城镇污水处理厂电能消耗

数据处理，分类按照升序方法对电耗数据进行排序，充分考虑《室外排水设计标准》（GB 50014—2021）修订发布实施之后综合生活污水量变化系数与现有污水处理厂差异较大的情况，编制组参考取上 1/5 分位数、下 1/5 分位数进行合理性、可行性分析验证后，分别确定为能源消耗 1、3 级标准，2 级则是通过调研城镇污水处理厂设计单位对不同设计规模、建设类型、出水水质执行标准、处理工艺以往案例的实际理论设计值，结合样本的中位数进行合理分析后得到。各电耗限额基础值数据如下：

表 3 城镇污水处理厂单位污水处理能耗限额基础值

污水处理 规模 S 10 ⁴ m ³ /d	基础值 kW·h/m ³					
	1 级		2 级		3 级	
	A 标准	B 标准	A 标准	B 标准	A 标准	B 标准
1≤S<5	0.26	0.30	0.35	0.40	0.45	0.53
5≤S<10	0.24	0.28	0.31	0.35	0.41	0.47
10≤S<20	0.23	0.27	0.29	0.33	0.38	0.43
20≤S	0.22	0.26	0.28	0.31	0.36	0.40
A 标准包括①GB 18918 一级 A 标准②出水化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD ₅ ）、氨氮（NH ₃ -N）、总磷（TP）等关键指标处理应达到 GB 3838V 类标准。						
B 标准包括出水 COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TP 等关键指标处理应达到 GB 3838 准IV类及以上标准。						

7.5.3 能源消耗影响因素修正系数

（一）全地埋式城镇污水处理厂修正系数

编制组对广东省地埋式城镇污水处理厂电能消耗情况进行调研，筛选负荷率≥70%的数据，得到以下有效电耗数据。当前地埋式城镇污水处理厂主要集中在珠三角发达地区，出水水质执行标准

虽然是“一级 A 标准”，但在实际运行中大部分地埋式污水处理厂出水水质基本控制指标已处理达到“地表 V 类标准”，且如广州、深圳等地，出水水质部分指标更是处理达到“地表准 IV 标准”及以上。通过与设计单位交流和数据分析，了解到全地埋式城镇污水处理厂考虑通风、除臭、照明、二次提升等影响因素，全地埋式城镇污水处理厂能耗较非地埋式的高，且省内全地埋式城镇污水处理厂由于技术水平、地方管理要求、场地限制、《城镇地下污水处理设施通风与臭气处理技术标准》（DBJ/T 15-202—2020）发布实施等因素影响，通风、除臭的能耗差异较大，全厂能耗比非地埋式城镇污水处理厂高 20~30%。故本标准规定全地埋式建设类型修正系数 η_1 如下：

表 4 全地埋式建设类型修正系数

建设类型	修正系数 η_1
非全地埋式城镇污水处理厂	1.00
废气排放应执行 GB 14554、GB 18918 的全地埋式城镇污水处理厂	1.20
废气排放应执行 DBJ/T 15-202 的全地埋式城镇污水处理厂	1.30

（二）MBR 处理工艺修正系数

由于提标改造、地方管理要求、场地限制等因素，部分城镇污水处理厂会采用 MBR 处理工艺，与传统工艺相比，MBR 工艺能耗增加的主要原因是需要较大的曝气来控制膜污染，膜污染控制技术从穿孔管连续曝气、间歇曝气，发展到目前广泛使用的脉冲曝气，曝气能耗已经明显下降，但曝气能耗占比依然较大。通过分析我省采用 MBR 处理工艺的城镇污水处理厂能源消耗数据，并参考 DB 11/T 1118-2022《城镇污水处理能源消耗限额》不同规模的 MBR 工

艺和非膜工艺能源消耗的比值范围为 1.20-1.33。故本标准规定采用 MBR 处理工艺修正系数 η_2 为 1.3。

(三) BOD₅ 进水浓度修正系数

省内部分地市由于管网建设未完善，未做好雨污分流，大量生活污水未能有效收集，且雨水混入污水管网，导致城镇生活污水处理厂进水浓度普遍偏低，甚至污水不需处理即满足排放标准直接排放。该部分城镇污水处理厂实际能源消耗不能完全反映能效水平，根据数据分析和专家意见，本标准规定 BOD₅ 进水浓度修正系数 η_3 如下：

表 5 BOD₅ 进水浓度修正系数

BOD ₅ 全年平均进水浓度 mg/L	修正系数 η_3
100 < C	1
80 ≤ C < 100	0.97
60 ≤ C < 80	0.93
C < 60	0.88

(四) 全年平均负荷率修正系数

省内部分城镇污水处理厂全年平均负荷率较低，长期低负荷运行除了会导致机械设备的损坏、工艺系统不稳定，还会导致能耗的增加，由于污水处理厂在低负荷状态下仍然需要保持各项处理工艺的运转，如曝气、混合，导致能耗偏高。该部分城镇污水处理厂实际能源消耗不能完全反映能效水平，根据数据分析和专家意见，本标准规定全年平均负荷率修正系数 η_4 如下：

表 6 全年平均负荷率修正系数

全年平均负荷率%	修正系数 η_4
90 < R	1.00
75 ≤ R < 90	1.08

全年平均负荷率%	修正系数 η_4
$60 \leq R < 75$	1.20

7.6 计算方法

7.6.1 单位污水处理能源消耗

计算方法按照 GB/T 2589 《综合电耗计算通则》的要求，现有城镇污水处理厂单位污水处理能耗计算按公式（1）计算：

$$E_1 = \frac{E_2}{Q_1} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

E_1 —单位污水处理能源消耗，单位为千瓦时/立方米（kW·h/m³）；

E_2 —统计报告期内电能消耗总量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_1 —统计报告期内处理污水量，单位为立方米（m³）；

新、改扩建城镇污水处理厂单位污水处理能耗计算按式（2）计算：

$$E_3 = \frac{E_4}{Q_2} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

E_3 —单位污水处理能耗，单位为千瓦时/立方米（kW·h/m³）；

E_4 —新、改扩建城镇污水处理厂满负荷运行设计的电能消耗，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_2 —新、改扩建城镇污水处理厂设计规模，单位为立方米（m³）；

7.6.2 能源消耗 1 级标准

现有城镇污水处理厂的单位污水处理能源消耗 1 级标准为表 1 的 1 级基础值与章节 7.5.3 列出的影响因素修正系数的乘积，即能源消耗 1 级标准=1 级基础值× $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$ 。

7.6.3 能源消耗 2 级标准

新建、改扩建城镇污水处理厂的单位污水处理能源消耗 2 级标准为表 1 的 2 级基础值与章节 7.5.3 列出的影响因素修正系数的乘积，即能源消耗 2 级标准=2 级基础值 $\times\eta_1\eta_2$ 。

7.6.4 能源消耗 3 级标准

现有城镇污水处理厂的单位污水处理能源消耗 3 级标准为表 1 的 3 级基础值与章节 7.5.3 列出的影响因素修正系数的乘积，即能源消耗 3 级标准=3 级基础值 $\times\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$ 。

7.7 节能措施

7.7.1 节能管理措施

应根据 GB 17167 的要求配备能源计量器具并建立能源计量管理制度。

宜建立能源消耗统计体系，对能源消耗原始记录、台账等文档进行受控管理。

宜建立能源管理体系，按照体系要求对污水处理用能进行系统管理。

鼓励采用信息化手段，实现污水处理智慧运营管理，减少能源消耗。

7.7.2 节能技术措施

污水处理系统应正常、连续和稳定运行，提高系统运转率，实现优质、低耗和清洁生产。

宜加强设备日常维护工作，防止出现设备意外停机，经常开停设备的情况。

宜采用先进、节能的工艺与设备，通用耗能设备应符合能效标

准中节能评价价值和用能产品经济运行标准要求。

宜采用节能降耗新工艺、新技术，以减少能源消耗。

宜采用太阳能光伏、光热系统，充分利用可再生清洁能源。

八、同类型标准对比

据调查，目前我国未颁布实施城镇生活污水处理厂能源消耗限额的国家或行业标准，也未见有标准的立项计划，提及能源消耗相关内容的文件如《城市污水处理工程项目建设标准》（建标198—2022）第八十六条，“污水厂电耗不宜超过下列指标：达到一级 B 排放标准的污水厂处理每立方米污水的电耗为 $0.15\text{kW}\cdot\text{h}\sim 0.28\text{kW}\cdot\text{h}$ ，达到一级 A 排放标准的污水厂处理每立方米污水的电耗为 $0.28\text{kW}\cdot\text{h}\sim 0.4\text{kW}\cdot\text{h}$ ，处理每千克五日生化需氧量的电耗为 $1.5\text{kW}\cdot\text{h}\sim 2.0\text{kW}\cdot\text{h}$ ”。除此之外在国家和行业标准方面没有可采用和衔接的内容。

其他省份有北京市于 2014 年发布的、于 2022 完成修订的《城镇污水处理能源消耗限额》（DB 11/T 1118—2022），是全国首个也是目前唯一一个污水处理能源消耗限额推荐性标准。2023 年 1 月 1 日正式实施标准中规定了采用 MBR 处理工艺和其他处理工艺不同处理规模的城镇污水处理厂单位污水处理综合能耗限额的限定值（准入值）与先进值。该限额指标对我省制定城镇污水处理厂单位污水能耗限额有一定的参考和借鉴作用。污水处理厂的能源消耗类型包括电、热、蒸汽、天然气、柴油、汽油等，由于广东省的城镇污水处理厂的电能消耗占全厂能源消耗的 95% 以上，而由于南北方气候温度差异，北方城镇生活污水厂普遍需要对处理工艺段进行供暖以保证微生物的活性，所以 DB 11/T 1118—2022 中是对综合

能源消耗进行规定，本标准则是对电能消耗进行规定。

九、涉及专利的有关说明。

本标准编制过程中无涉及相关专利。

十、重大意见分歧说明

本标准编制过程中没有重大意见分歧。

十一、标准性质的说明

本标准为您推荐性广东省地方标准。

十二、实施推广建议

建议本标准实施后，加强标准宣贯与实施培训，为城镇污水处理厂节能改造提供指导；加强交流沟通，收集和记录城镇污水处理厂电耗限额指标或其他内容在实施过程中存在的问题。