

国家标准

《污水处理用旋转曝气机
能效限定值及能效等级》

（征求意见稿）

编制说明

标准编制小组
2016 年 12 月

1 任务来源

污水处理用充氧曝气设备是污水处理工程好氧工艺段唯一的关键高能耗设备，每天 24h 连续不停歇运转，其能耗占污水处理厂总能耗的 65%以上，为响应《中华人民共和国节约能源法》，提高污水处理设备的能源利用效率，引导节能技术进步，加快制订装备产品技术标准，提高标准水平，促进我国污水处理设备的国际竞争力，中国标准化研究院委托全国环保产品标准化技术委员会与中冶华天工程技术有限公司为主编单位，汇同凌志环保股份有限公司、蓝深集团股份有限公司、国家环保设备质量监督检验中心（浙江）（推荐该单位为本标准能效值专业检测机构）、江苏天雨环保集团有限公司、南京贝特环保通用设备制造有限公司、南京布鲁克林环保设备有限公司即行业研究单位、制造单位、专业检测单位共同编制《旋转曝气机能效限定值及能效等级》标准。

2 标准制定的背景和意义

2.1 国内外污水处理用旋转曝气机现状

本标准中的污水处理用旋转曝气机主要是指由电动机、减速机直接驱动的旋转曝气机，按其安装形式可分为立（竖）轴式表面曝气机（主要是倒伞型和泵型）和卧轴式表面曝气机（主要是转碟和转刷），旋转曝气机由电动机驱动减速机带动曝气设备叶片、叶轮等水力构件在水体表面旋转，搅动泥水混合体，并将其抛向空中，使之与空气接触，从而达到扬水并挟裹空气的目的，使空气中的氧能快速溶入水中，从而使污水中的厌氧微生物得到充分的氧化分解，同时向耗氧菌种提供生命源。

国外的污水处理用旋转曝气机起源于上世纪 60 年代，以荷兰 DHV 型、美国 EIMCO 公司研发的休伯特型为代表的第一代倒伞型表面曝气机，理论动力效率仅为 $1.8 \sim 2.1 \text{ kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ；70 年代卧轴式表面曝气机在南非伴随着 Orbal 氧化沟开始应用，由美国 Envirex 公司推广，因为卧轴式表面曝气机与水平面呈垂直旋转工作，而且在氧化沟中呈接力式安装运行，与立轴式表面曝气机相比，其推流功能略占优势，曾在一段时间内得到较广泛的应用。但其工作威力远逊于立轴式表面曝气设备，因此相同能源消耗条件下，曝气充氧能力较低。到 2001 年，美国西方技术公司研制出 LANDY-7 型立轴式表面曝气机，其曝气充氧能力得到提高，理论动力效率达 $2.5 \sim 2.7 \text{ kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

国内曝气机起步于从上世纪 80 年代，初始仿制荷兰 DHV 型、美国 EIMCO 公司的休伯特型立轴式表面曝气机，因为当时对曝气机认识不足，只能是完全仿制，并未能掌握曝气技术的精髓，在现场应用表现出的共性为曝气充氧能力满足不了设计需求，且能耗较高；又因国外 Orbal 氧化沟工艺的推广，国内的污水处理厂纷纷应用卧轴式表面曝气机；因为未能掌握曝气装置的核心技术，国产的曝气设备无论是设计、还是制造的内在质量、技术性能都逊于进口设备，因为这些企业在设计、生产、制造、检验能力和检测手段方面都很欠缺。

近年来，随着《中华人民共和国节约能源法》的实施，国内的部分曝气设备制造企业压力倍增，纷纷加重了研发筹码，立轴式表面曝气机的叶轮水力学结构较为复杂，除了仿制外，真正能独立设计计算和制作的单位较少，中冶华天工程技术有限公司是唯一一家从设计——模拟工作站优化——试验验证——工程应用——现场数据采集——反馈再优化的全过程原创设计单位，中冶华天下属二十多个污水处理厂为产品试验、实际应用跟踪、现场数据采集提供了便利；卧轴式曝气机的水力件存在易磨损、运转不平衡等现象，国内能创新设计和生产制造的单位也不多见。有的企业开展了引进与消化吸收的模式，如在美国西方公司的 LANDY-7 的基础上稍稍加以改进；又如在引进的转碟基础上对转碟扬水凸块的结构、形状和排列规则上进行了多次改进。也有的企业坚持走完全自主研发创新的模式，创新设计的一代又一代的立轴式表面曝气装置彻底颠覆了世界范围内的所有立轴式表面曝气机。不论是立轴式还是卧轴式的表面曝气设备都有了不同程度的进步，曝气充氧能力或多或少得到提高。

目前，国内自主研发的立轴式表面曝气装置其理论动力效率最高达 $3.75\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ，能效比值（动力效率）达到 $3.0\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ，并代表我国在曝气技术实力较强的美国获得国内唯一的曝气机发明专利授权；国内自主研发的卧轴式表面曝气装置的理论动力效率最高达 $3.2\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ，能效比值（动力效率）达到 $2.5\text{kgO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ；由国人自主研发的立轴式、卧轴式表面曝气装置曝气充氧能力远超国外同类产品，达国际领先水平。

2.2 行业可持续发展的需要

污水处理用旋转曝气机是水处理工艺的关键高能耗设备，国内污水处理工程中应用选型时并未能真正响应《中华人民共和国节约能源法》，先是按生产制造商的宣传资料

确定种类、规格型号，然后采用低价位中标，至于使用寿命、质量可靠性和能源效率从不考虑；尤其在选用国外某品牌减速机时受制于人，工况安全系数高达 2.8，节能、降耗从何而来！

目前，国内对高能耗曝气设备还缺少严格的规范，如环境保护部、住房和城乡建设部、机械部都有不同版本的行标存在，但标准要求不统一，且标准总体水平偏低，在无形之中保护了落后产能产品，也让一些企业有缝可钻、有机可乘，在只看重价格不注重能效的市场中得以生存；加之国家缺少有力度的监督管理机构来进行监督检查，国内污水处理用旋转曝气设备能效参差不齐，落差较大；更重要的是无序的低价位竞争机制，高耗、低效产品不能被市场淘汰，仍占据市场相当大份额；高效、低耗产品得不到健康的推广应用，形成供需极其畸形的氛围。

可见，制定《旋转曝气机能效限定值及能效等级》标准非常有必要：1) 旋转曝气机是污水处理厂的高能耗产品，高用能环保产品必须积极响应《节能法》；2) 统一提升国内曝气设备各行业标准要求，形成公平、公正的市场竞争环境；3) 能效标准不仅对国产旋转曝气设备实行节能管理以及相应制度保障，同时对进口同类设备也应适用该标准，使设计、生产制造企业自觉遵守，并自觉“自检”；4) 促进第三方国家权威检测机构加强曝气产品能效检测能力建设，提高检测水平；5) 加强国家监督管理部门监管力度，全方位杜绝生产制造的缺陷和管理方面的漏洞，对同类广普产品或是品牌产品同等对待；6) 将落后、高能耗的产品拒绝在市场门外，直至最终自行淘汰、消失；7) 正确引导企业自行调整产品结构，向“专、精、特”方向发展，全面提升曝气技术水平，积极进行节能技术创新与进步，推进污水处理用旋转曝气机向节能、降耗、增效方向健康发展，提升国产设备在国际市场的竞争力，力争在世界范围内的话语权。

3 标准编制原则

本标准的编制具有规范性和系统性，编制规范严格按照 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求和规定进行：1) 遵循重点突出的原则，按照新型工业道路和科学发展观的要求，突出技术进步、自主创新、节能减排、行业发展对能效标准的要求；使标准能真正引导生产制造企业创新设计、改进结构；2) 满足市场需求的原则，围绕《节能法》、产品生产、制造和应用等方面积极制定能效标准，规范

市场秩序，满足市场需求，保护消费者利益，正确指导用户选型应用，真正实现节能、降耗，从高能耗产品选型开始降低污水处理成本，降低能源消耗；使环保产品真正做到节能、环保；3）与国际接轨的原则，通过能源标准的制定与实施，实现国产曝气技术的突破，提高国产设备的能效，打破国外品牌垄断的局面。

本标准的编制以主编单位和参编单位多年来在该领域的研究创新结晶作为技术支撑，具有可操作性，全面考虑用户的利益，寻求最大的经济和社会效益，完全实现从单纯的生产型制造到节能服务型制造的伟大变革。

4 主要工作过程

本标准制定工作流程如下：



5 标准主要内容介绍

5.1 标准范围

本标准明确规定只适用于由电机、减速机直接驱动的旋转曝气设备，并不适用于需要匹配风机的曝气设备。

5.2 术语和定义

为响应《中华人民共和国节约能源法》，给高能耗产品设定一市场准入门槛，为淘汰高能耗、低效率的旋转曝气机而制定本标准，其中“能效限定值”和“节能评价值”是本标准的核心内容。

“充氧能力”是不考虑能耗时单位时间内传递氧的能力；“理论动力效率”是技术指标，即不考虑所匹配的电动机和减速机效率，只对曝气叶轮的工作效率进行评判；“能效比”是经济指标，对曝气设备整机效率、性能及能耗进行综合考虑。因此，从旋转曝气机的工作性能和保护用户利益的角度出发，本标准中采用 JB/T21579-2015 中定义的“能效比”作为旋转曝气机的能效评价依据。

5.3 技术要求

5.3.1 基本要求

因为污水处理用旋转曝气机是由电动机、减速机、传动轴和曝气叶轮组装而成，电动机、减速机的能效直接影响整机的能效，有必要将其纳入到能效标准中进行管辖，有助于实现曝气机的能效提升。故在本标准中增加基本要求条款，分别对配套用电动机、减速部件的选用进行规定。

本标准中能效值的计算方法为在标准测试条件下，曝气设备的充氧能力与输入总功率的比值。能效比值越高，则证明用于曝气充氧的有用功能耗占比高，用于做无用功的能耗占比小，应归为理想的高能效设备，具有广泛推广应用价值；反之，能效比值越低，则设备用于曝气充氧的有用功消耗占比低，设备的能源效率低，应归为低产能或落后产能产品，应用价值非常低。

5.3.2 能效限定值

本标准中的能效限定值是污水处理旋转曝气机的能耗最高限定即能源效率最低限定

值，不同种类的旋转曝气设备能效限定值不相同，能效最高的限定依据调查数据统计值确定。国内有能力生产立轴式旋转曝气机仅 6 家，共有 5 家单位全都提供了相关参数以及持有的检测报告（统计数据见表 1）；卧轴式旋转曝气机大多数生产制造企业主要在江苏和天津地区，大多数单位提供了调查参数及持有的检测报告（统计数据见表 2）；自吸式潜水曝气机能效参数统计方式为不完全统计（统计数据见表 3）。

表 1 立轴式旋转曝气机能效参数调查统计表

序号	制造单位	型号	充氧能力 kgO ₂ /h		轴功率 kW	电机 功率 kW	输入 功率 kW	理论动力效率 kgO ₂ /kWh		能效比值 kgO ₂ /kWh		检测单位	备注
1	中冶华天	GPQ-50		1. 171	0. 305		0. 34		3. 839	3. 38		国家环保设 备质量监督 检验中心 (浙江)	2015 . 06
2	河南中新 环保	LY-1400	42	58	16. 5	22		2. 55	3. 52	2. 04	2. 64		
		LY-1600	83	97	27. 75	37		2. 99	3. 50	2. 39	2. 62		
		LY-1800	101	118	33. 75	45		2. 99	3. 50	2. 39	2. 62		
		LY-3000	216	252	72	90		3. 00	3. 50	2. 40	2. 63		
		LY-3200	264	308	88	110		3. 00	3. 50	2. 40	2. 63		
		LY-3400	297	346	99	132		3. 00	3. 49	2. 40	2. 62		
3	江苏亚太 水处理	YDB-2850		75. 1	21. 4		24. 3		3. 51	3. 09		同济大学环 境保护产品 检测中心	2011 . 10
4	南通联振 重工	LDB- II -300		273. 1	73. 6	90	86. 5		3. 71	3. 16			2011 . 12
5	国祯环保 节能技术								3. 68	2. 57		国家环保产 品质量监督 检验中心	
									3. 93	2. 37			

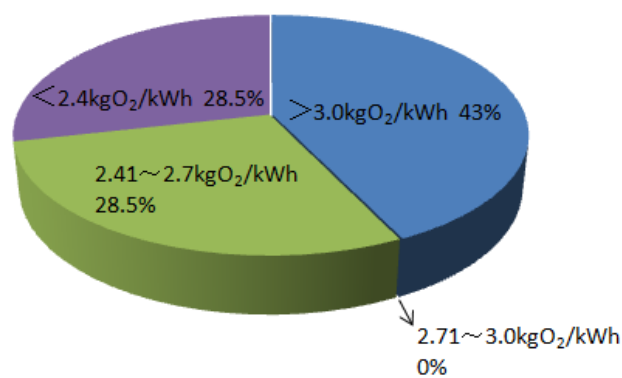


图 1 立轴式旋转曝气机能效参数调查统计图

表 2 卧轴式旋转曝气机能效参数调查统计表

序号	制造单位	型号	充氧能力 kgO ₂ /kWh	轴功率 kW	输入功率 kW	理论动力效率 kgO ₂ /kWh	能效比值 kgO ₂ /kWh	检测单位	备注
1	中冶华天工程技术有限公司	ZD800	1.216	0.376	0.453	3.234	2.684	国家环保设备质量监督检验中心（浙江）	2015.06
2	江苏亚太水处理工程有限公司	ZD-3				2.8	2.38		
3	凌志环保有限公司	Φ 1500	2.92	0.88	1.01	3.32	2.9	同济大学环境保护产品检测中心	2008.10
		Φ 1500	3.11	0.97	1.11	3.21	2.80		
4	江苏天雨环保集团有限公司	ZD1400-22				2	1.7		
5	江苏溢洋水工业有限公司	YBP-1500T				3.26	2.58	建设部给排水设备产品质量监督检验中心	2002.11

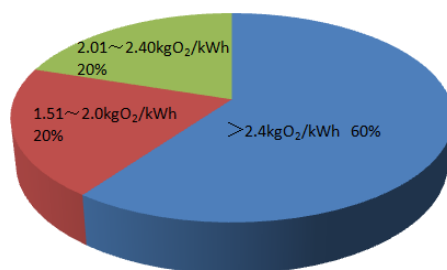


图 2 立轴式旋转曝气机能效参数调查统计图

表 3 自吸式叶轮潜水曝气机能效参数调查统计表

序号	制造单位	型号	能效比值 kgO ₂ /kWh	备注
1	南京科莱尔泵业有限公司	QXB150~800	0.64~0.85	
2	南京贝特环保通用设备制造有限公司		限值 0.65 1 级为 0.9	建议值
4	南京布鲁克林环保设备有限公司		限值 0.6 1 级为 1.0	建议值
5	蓝深集团有限公司		限值 0.64 1 级为 0.95	建议值

5.3.3 能效等级

提高曝气设备的曝气充氧效率是世界范围共同面对的问题，经历数十年的发展演变，

对一些生产、制造单位来说能效比值提升空间有限，尤其是达到其极限后，哪怕提升一点点都是非常困难的事情，故本标准中污水处理用旋转曝气机能效细化为三个等级，具体划分原则主要依据以下几点：

一级能效为节能产品的最高水平，指标定位于当前市场同类产品的最高水平；

二级能效为节能产品的正常水平，指标定位高于市场同类产品的平均水平；

三级能效为节能产品的中低水平，指标定位于市场同类产品的平均及以下水平；同时依据该等级淘汰市场 10%高能耗同类产品。

对于立轴式和卧轴式旋转曝气机能效等级划分各编制单位意见统一，自吸式叶轮潜水曝气机能效等级依据各参编单位建议进行确定。

6 标准实施的可行性

6.1 技术可行性

本标准污水处理用曝气机的各组成部件如电动机、水力件曝气叶轮、减速部件等都是成熟的技术产品，如电动机其能效等级及评价标准早已颁布实施，各旋转曝气机生产、制造企业应当而且必须按照相关标准的规定进行生产、制造、检测，方可达到市场准入门槛，如一味地追求低价位而放弃质量和能源效率要求，只能被市场无情地拒之门外继而遭淘汰，因而本标准具有技术可行性。

6.2 经济可行性

本标准积极响应《中华人民共和国节约能源法》，将污水处理用旋转曝气机能效细分为四个等级，总体原则为性价对等，目的是让更多不同能效等级层次的产品同时参与市场竞争，通过市场公平竞争规律自然淘汰质次、高能耗、低产能产品，不断提升优质、节能产品的市场竞争力，保证了不同的经济投入得到不同的效益回报，实现厂商和用户的双赢，确保从生产制造到现场运行有效制止浪费，合理地利用有限资源。通过本标准的实施，行业结构得到优化，竞争力得到全面提升，形成协调发展的产业格局。可见，本标准在经济方面同样具有可行性。

7 本标准与现行相关法律、法规、规章、标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合《中华人民共和国节约能源法》规定要求，与国家其他法律、法规和标准的要求协调一致，有助于《中华人民共和国环境保护法》等相关法律、法规和标准的实施。

8 贯彻国家标准的建议

本标准为首次制定，目前国内外均无同类产品能效标准可供参考，为规范国内同类产品市场秩序、尽快提升节能产品品质，建议国家标准化主管部门加快审查，尽早颁布实施。

9 实施国家标准的建议

建议本标准发布 6 个月后实施。

10 废止现行相关标准的建议

无

11 其他应予说明的事项

无