

市政污水、供水及 中水回用紫外线消毒 技术手册

——为中国及世界创造更优质的水环境——



北京安力斯环境科技股份有限公司
安力斯（天津）环保设备制造有限公司

公司地址：北京海淀区上地信息路11号彩虹大厦北楼一层
电话：010-82890788 传真：010-82890688
网址：www.onyxepi.com
E-mail: onyx@onyxepi.com



愿
景

专业的技术、优质的产品、至诚的服务，
成就世界级的领先企业！

使
命

为中国及世界创造更优质的水环境！

ABOUT US

关于我们

北京安力斯环境科技股份有限公司是一家专业提供水环境治理设备和解决方案的高科技企业。公司总部及研发中心设立在北京，在天津设有三万平米的生产基地，是国家高新技术企业。

拥有一支包括海外归国人才、博士、硕士的高素质研发队伍和多项技术专利，公司连续十一年被评为“中国水业优秀设备公司”，荣获“水业用户满意品牌证书”、“中国最具价值环保设备品牌”“中国水处理行业50强”等多项荣誉。

公司致力于市政污水、工业废水和商业净水等领域，拥有紫外消毒、氧化及高级氧化、SATBR赛博生化工艺、滤布滤池系统四大技术平台。公司以为中国创造更优质的水环境为使命，为广大的中国用户量身定制差异化的水环境技术解决方案和综合环境服务等多元化的产品和服务。

利用自身技术特点，在我司能提供有竞争力综合解决方案的项目中，有选择性的与客户进行PPP、BOT、ROT、BT等合作。



核心价值观

01

艰苦奋斗

02

开放创新

03

成就客户

04

团队合作

05

至诚合作

06

专业求真

» 应用领域 Application Fields



市政领域

市政排水杀菌
市政给水消毒
中水回用

工业领域

工业排水杀菌
深度处理——高级氧化技术

商业领域

二次供水
食品、饮料等
泳池、SPA、水族馆

村镇领域

村镇供水——UV/O₃耦合消毒技术
乡镇污水处理

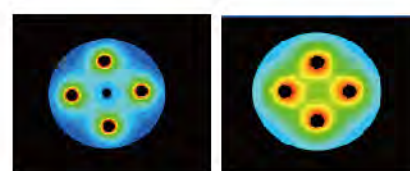
» 细分市场

01 市政水处理消毒 ——用于杀菌，除两虫，去异味



02 二次供水消毒 ——紫外线联合氯联动消毒技术

- ◆ 氯联合紫外双重杀菌保障
- ◆ 联动控制、精确保证杀菌剂量
- ◆ 降低氯的投加量，并具有降解化合氯的能力
- ◆ 采用紫外线消毒技术具有占地面积小、运行安全、可靠、维修简单、费用低等优势



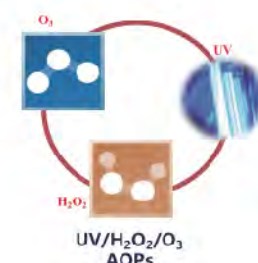
(85% UVT) (95% UVT)
CFD模拟技术——光强的模拟

03 中压饮用水高级氧化

MPUV/H₂O₂ 去除水中嗅味及微污染物如内分泌干扰物、消毒副产物、藻毒素等，同时杀灭水中病原体。	MPUV/Cl₂ 在保证管网中余氯要求的同时对自来水氯消毒后的余氯、抗氯微生物等的去除。	MPUV/O₃ 去除矿泉水中残留的臭氧和溴酸盐等。	MPUV/催化剂 与TiO ₂ 、BiPO ₄ 等催化剂结合反应去除微量有机物、消毒、降解COD等，与Fenton、H ₂ O ₂ /O ₃ 结合可用于污水深度处理去除氨氮、COD。
--	---	--	--

04 工业废水高级氧化 ——UV/O₃/H₂O₂

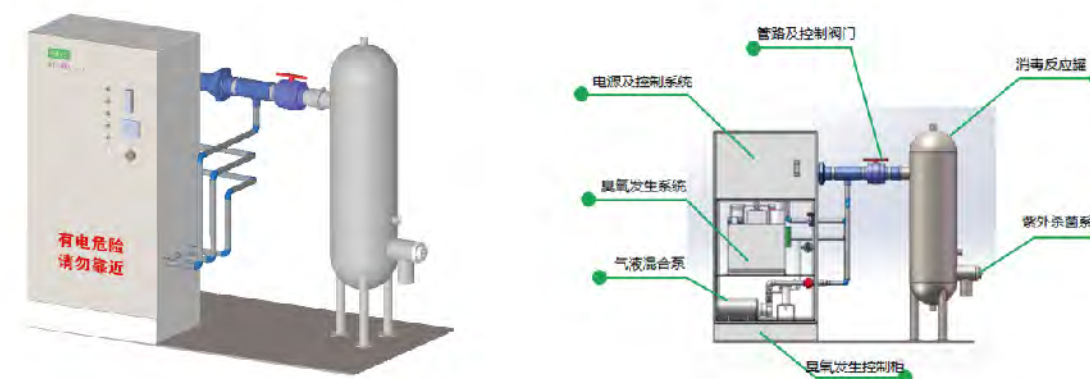
O₃在H₂O₂协同、UV催化作用下产生·OH（羟基自由基），对难降解有机物进行断链、破坏，直至完全矿化为二氧化碳和水；工艺选择灵活：O₃/H₂O₂、UV/H₂O₂、O₃/UV、O₃/H₂O₂/UV。



- | | | |
|---|--|---|
| 丰富的工程运行经验
安力斯具有20多年的工程设计及研发经验，在项目设计及运行中总结了丰富的技术参数及工程经验。 | 核心产品的生产制造能力
安力斯拥有自己的生产车间，针对高级氧化所需核心设备UV、O ₃ 等有独有的专利产品，可提供设计、生产、安装、调试、验收一条龙综合服务。 | 工艺过程的控制
反应系统各个反应区都能在线监测投加剂量及运行状况，对整个反应进行宏观把控。 |
| 反应系统的创新产品与工艺设计
整个高级氧化反应系统采用新型独特的工艺设计，提供高效稳定的反应系统。 | 系统的闭环控制
系统可根据水质、水量实现在线剂量的调控，最大化降低运行成本。 | |

05 村镇饮用水消毒

- 采用臭氧紫外耦合消毒工艺，对供水水源进行消毒同时具有持续杀菌能力保证管网的安全；
- 反应罐内溶解的臭氧在UV光照射下产生·OH，引发高级氧化反应，可去除水中嗅味物质及其他有害微量有机物；
- 整个过程无二次污染，且氧化反应脱色除味，提高水质口感；

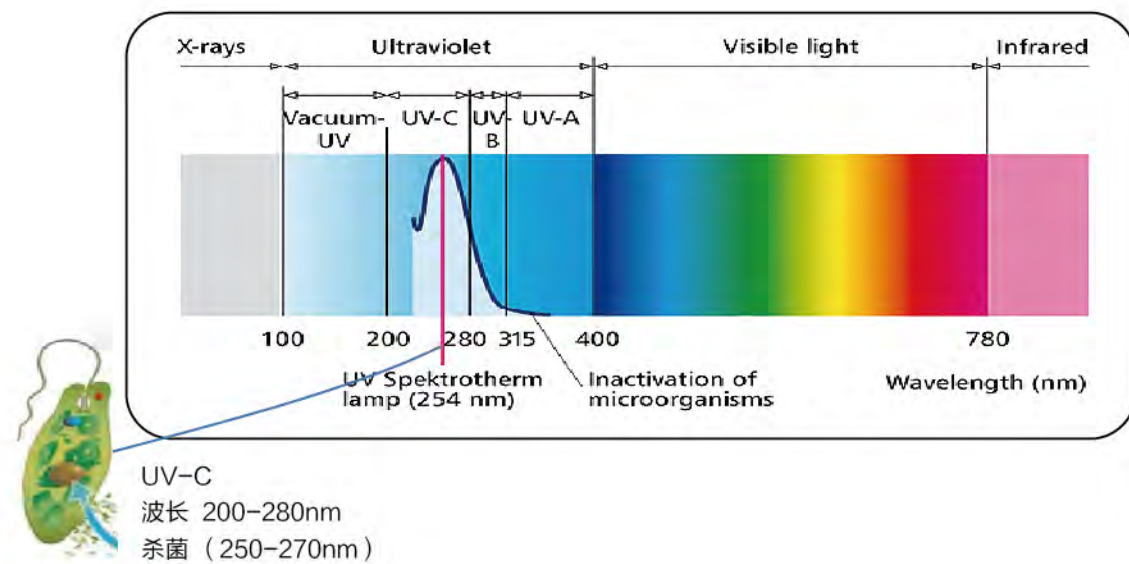


» 紫外线技术



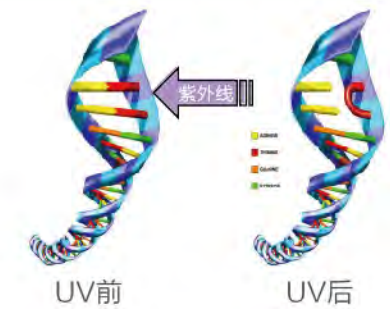
紫外线原理

紫外线是波长在100–380nm的电磁波，根据其波长及功能的不同，又分为四个波段，即UV-A（315–380nm），UV-B（280–315nm），UV-C（200–280nm）和V-UV（真空紫外线，100–200nm）。UV-A能使人的皮肤产生黑色素；UV-B可令皮肤起皱纹老化，有致癌作用；UV-C是具有有效杀菌效果的紫外线；V-UV中的185nm波长的紫外线能产生臭氧。



紫外线杀菌原理

水中的各种细菌、病毒、寄生虫、水藻以及其它病原体受到一定剂量的UVC辐射后，其细胞中的DNA（脱氧核糖核酸）或RNA（核糖核酸）结构受到破坏，使其丧失复制和繁殖能力，因细菌、病毒的生命周期一般都很短，不能繁殖的细菌、病毒就会迅速死亡，从而在不使用任何化学药物的情况下达到消毒和净化的目的。



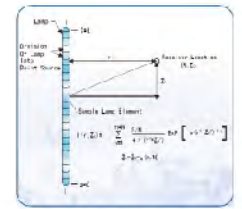
有机体	UV剂量 $\text{mJ.cm}^{-2}1\log$	UV剂量 $\text{mJ.cm}^{-2}3\log$
伤寒沙门菌-ATCC 19430	1.8	6.4
大肠杆菌0157:H7 - ATCC 43894	1.5	4.1
痢疾志贺氏菌-ATCC 29027	0.5	2.0
霍乱弧菌-ATCC 25872	0.8	2.2
蓝氏贾第鞭毛虫	2.0	4.0
嗜肺军团菌-ATCC 33152	1.9	5.8
诺沃克类病毒	11.2	25.0
微小隐孢子虫	2.4	5.2



» 紫外线消毒
有效剂量的确定

确定方法：
采用理论计算与第三方生物剂量验证相结合方式。
理论计算模型：美国环保局 多点源和法

- 把UV灯当为许多的UV-C点光源
- 散射：反平方定律
- 吸收：Lambert-Beer定律

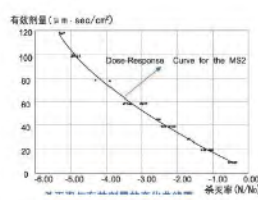


Dose(UV剂量) = I (UV强度) × t (照射时间)

按散射和吸收公式：
单一灯管被分成N小节，某一被照射点的总辐射强度I为：
$$I = \sum_{n=1}^N \frac{(S/N)}{4\pi(r^2 + Z_n^2)^{3/2}} \exp\left[-\alpha(r^2 + Z_n^2)^{1/2}\right]$$

有效
12%
 $Z_n = Z_0 - L(n/N)$, L=灯管长度; N=小节数目;
如有P支灯管，某一被照射点的总辐射强度I为：
$$I = \sum_{p=1}^P \sum_{n=1}^N \frac{(S/N)}{4\pi(r^2 + Z_n^2)^{3/2}} \exp\left[-\alpha(r^2 + Z_n^2)^{1/2}\right]$$

10%
80%
40%



杀灭率与有效剂量的关系曲线图

细菌、微生物紫外线消毒（99.9%杀菌效果）所需剂量

品名	剂量	99.9%	品名	剂量	99.9%
		剂量 (uW · s/cm ²)			剂量 (uW · s/cm ²)
BACTERIA (细菌)			MOLD SPORES (霉菌芽孢)		
Bacillus anthracis 炭疽杆菌	8700		Aspergillus flavus (yellowish green) 黄曲霉		99000
Bacillus megaterium (vegetative)	2500		Mucor ramosissimus A 多分枝毛霉菌		35200
Bacillus megaterium (spores)	52000		Penicillium expansum (olive)		22000
B.paratyphosus 寄生性营养芽孢杆菌	6100		Penicillium roqueforti (green)		26400
Bacillus subtilis (vegetative) 枯草芽孢杆菌	11000		VIRUSES (病毒)		
Bacillus subtilis (spores) 枯草芽孢杆菌	22000		Coliphage 大肠杆菌噬菌体		6600
Clostridium tetani 破伤风杆菌	22000		Bacteriophage (E.coli) 噬菌体		6600
Corynebacterium diphtheriae 白喉杆菌	6500		Virus of infectious hepatitis 肝炎病毒		8000
Escherichia coli 大肠杆菌	6600		Influenza virus 感冒病毒		6600
Micrococcus sphaeroides 类球体蛋白质微球菌	15400		Polio virus 脊髓灰质炎病毒		6000
Mycobacterium tuberculsis 结核分枝杆菌	10000		Cryptosporidium		19000
Salmonella enteritidis 沙门氏肠炎菌	7600		Staphylococcus faecalis 粪便葡萄球菌		10000
Dysentery bacilli 痢疾杆菌	4200		Veridans streptococci 链球菌		3800
Staphylococcus aureus 金黄色葡萄球菌	6600		Vibrio cholerae 霍乱弧菌		6500

常见细菌紫外线消毒各种杀菌效果所需剂量

品名	剂量	90%	99%	99.9%	99.999%	99.9999%
		剂量 (uW · s/ cm ²)	剂量 (uW · s/ cm ²)	剂量 (uW · s/ cm ²)	剂量 (uW · s/ cm ²)	剂量 (uW · s/ cm ²)
Escherichia coli 大肠杆菌	3000		4800	6600	10500	15000
Salmonella 沙门氏菌	2700		4100	5500	7100	8500
Rota virus 轮状病毒	9100		19000	26000	36000	48000

» 技术优势及特点



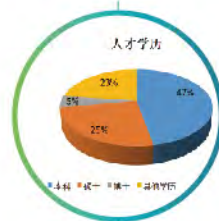
完整的供应链系统

Light sources、Philips、Heraeus等国际知名品牌为长期战略合作伙伴
核心部件采用进口品牌



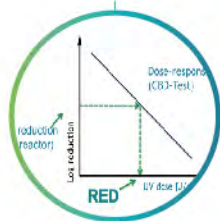
丰富的设计及项目经验

500多个污水处理项目经验
16年专注于紫外产品开发与设计
产品结构形式多样化



团队较强的研发能力

百十项核心技术专利
专业的检测平台与设备
专业的技术研发团队



精准紫外线剂量计算

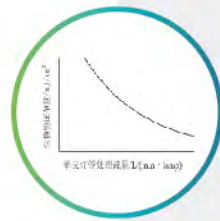
根据消毒设备剂量测试的实验数据和公式，利用数学模型和线性回归的方法，计算出其余的参数值，得到紫外线消毒设备的特性曲线。



计算流体动力学 (CFD)

计算流体动力学 (Computational Fluid Dynamics, 简称CFD): 通过国际先进的CFD流体模拟技术可精确计算流速分布、光强分布、有效剂量、水头损失、粒子追踪、流态分析。

- ◆ 优化工艺设计
- ◆ 模拟实际水头损失



生物剂量验证 (RED)

生物剂量验证: 又称RED剂量 (reduction equivalent dose), 表征紫外线消毒装置在一定水质条件下所能实现的紫外线剂量, 以每支灯管单位流量下所具有的紫外线剂量表示。



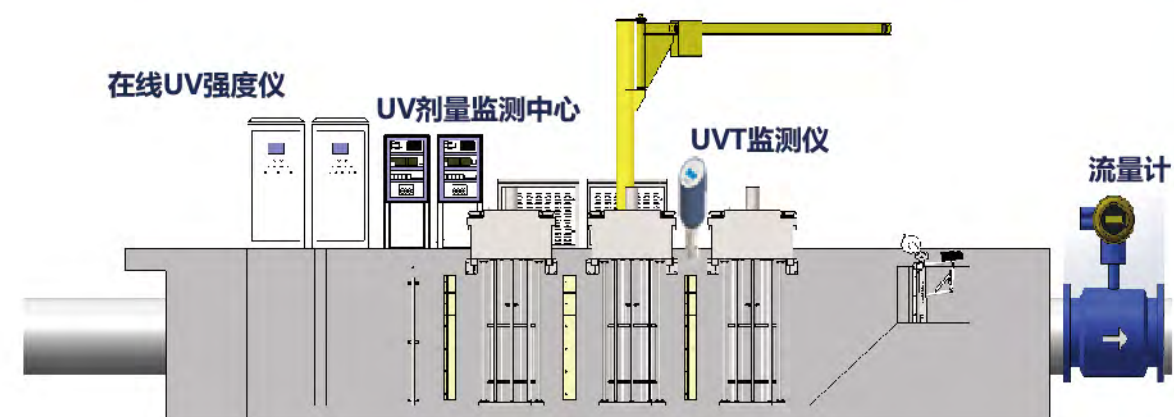
实时在线剂量监控系统 (定制)

实时在线剂量监控系统: 实时监测流量、紫外强度和水质透过率等数据, 结合控制系统并根据剂量监测方程综合分析及精准计算, 实时监控设备的消毒效果, 集故障报警、数据统计分析、剂量监测于一体的自动化管理系统。



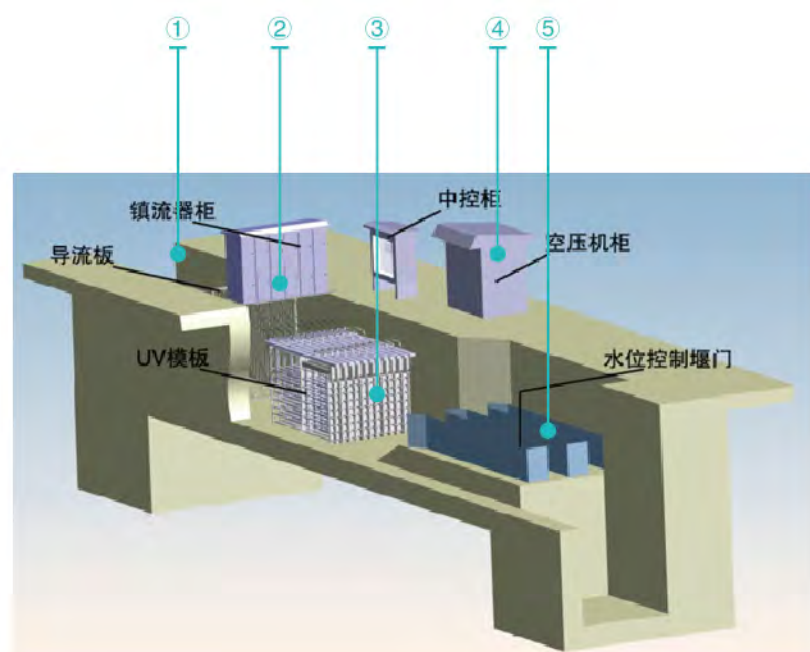
物联网云控制技术

公司自主研发远程监控系统, 可通过手机APP/电脑终端24h监控设备运行状态并对设备进行操控, 实现物联网远程监控, 实时掌握项目运行状态。



» 产品系列

WTHI水上单排系列



- ① **导流板:**
单渠配置导流板可起到阻隔漂浮物、平稳调节进水流态的作用。
- ② **镇流器中控一体柜:**
控制系统具备紫外模块启停、系统工作时间累计显示、紫外光强显示、监控、故障报警、远程通讯、系统历史记录等功能。支持Modbus RTU、TCP/IP通讯协议，可扩展支持PRO-FIBUS-DP、以太网等接口。能将系统工作状态信号上传至水厂中央控制室实现远程监控。

- ③ **紫外线模块:**
紫外灯管安装于石英套管内，最终固定在不锈钢模块上。所有灯管水平安装并与水流平行，镇流器置于渠道上方，无需额外的散热设备。
- ④ **自动机械清洗系统:**
紫外模块上的每只套管上配备清洗刮擦片，通过空压机的驱动，实现自动机械清洗及离线化学清洗。
- ⑤ **水位控制系统:**
多样化的堰门设计（蛇形固定溢流堰门、无动力二级精确控制堰门、无动力拍门），满足项目的个性需求，确保水位的精确控制。

产品特点:

核心部件采用进口产品
低压高强紫外灯管效率高，与镇流器匹配度高，输出稳定
自动机械清洗系统
全室外安装，无需房屋及起吊设备
模块化设计，可灵活适应土建

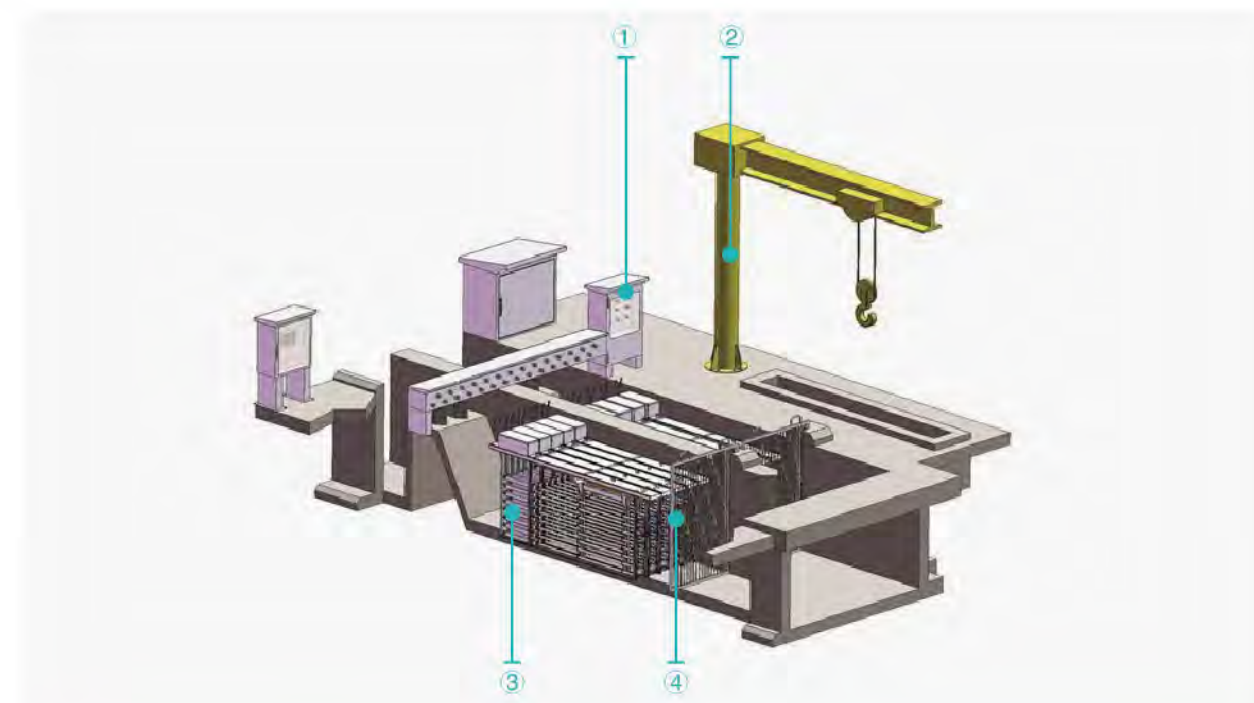
设备组成:

紫外灯模块组:
紫外灯管、石英套管、镇流器、模块机架等
紫外线强度监测系统
镇流器柜及系统控制中心
自动清洗系统
水位控制系统等

应用范围:

普通市政污水处理厂
污水厂的提标改造项目
已建土建污水处理





① 控制柜：

镇流器集成于水下模块中，无需额外的镇流器柜，现场安装灵活简便；
中控控制系统设计散热快，系统运行稳定，功能完备，实现实时监测及将系统工作状态信号上传至水厂中央控制室实现远程监控。

② 起吊装置：

水下双排产品配置起吊设备，可根据需求配置多种形式起吊。

③ 水下一体式镇流器：

多项水冷镇流器的专利技术；
国内唯一实现镇流器水下一体化技术，密封等级IP68专业的水下镇流器技术，镇流器水冷方式使其寿命延长30%到50%。
更高更稳定的输出效果，更适合于温度较高的运行环境。

④ 一体式紫外线模块：

镇流器置于水下消毒模块上，与紫外灯管相连，通过水冷散热，镇流器有效输出功率稳定。

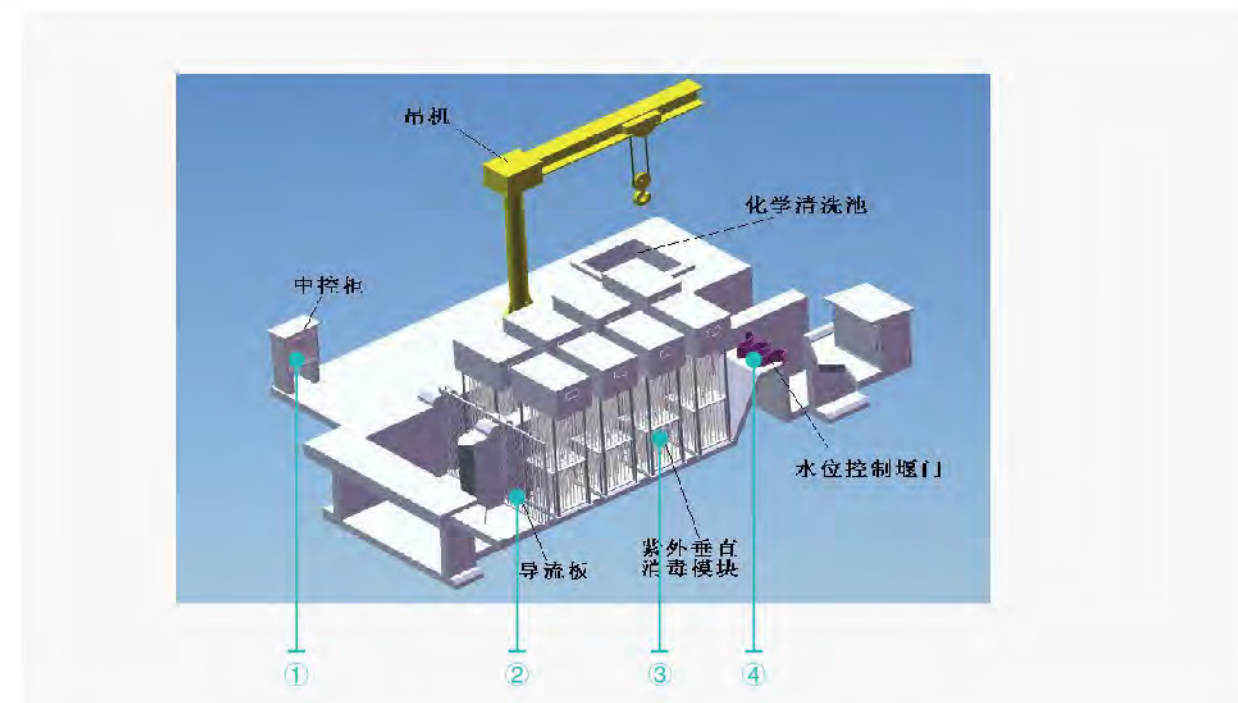
产品特色：

国内唯一一家提供镇流器灯管一体化技术厂家
抗高温环境，系统运行稳定
IP68防水等级

应用范围：



普通市政污水处理厂
南方夏季炎热地区（高温环境）



① 控制柜：

紫外模块为一体化设计，镇流器安装于模块顶部电气箱内，通过风扇散热，节约镇流器柜占地。

② 一体式紫外线模块：

模块一体化设计，无需额外镇流器柜，集成度高
更换灯管时无需将模块提起，可直接将单个灯管取出，后期维护简单；
灯管采用梅花状排布、确保照射效果；
立式灯管安装，抗水位波动强。

③ 自动机械清洗系统：

立式安装套管不易结垢，透过率高，降低机械清理频率，出水效果好。

④ 水位控制系统：

立式灯管抗水位波动大，可采用多样化的水位控制系统；
抗水位波动性更强。

产品特色：

可适应不同水质水量要求，节能环保
占地面积小，投资费用低
确保出水稳定，运行管理维护简单
灯管方向垂直于水流方向，成梅花状排布。
可通过逐排关闭灯管的方式达到无损节能。

应用范围：

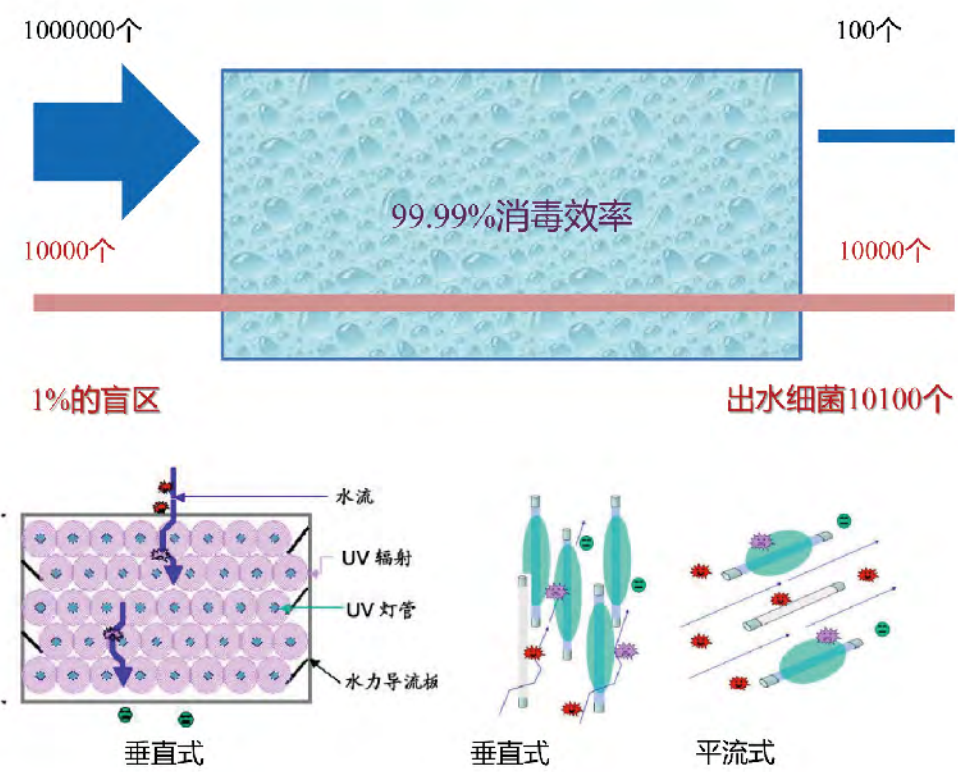


普通市政污水处理厂
（特别是间歇式出水）
提标改造污水处理厂
工业废水



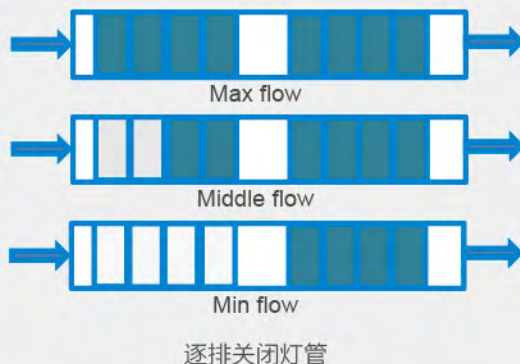
垂直式紫外杀菌系统优势

1 严格保证杀菌效果



2 运行维护方便

立式安装，安装与更换灯管时，无需吊起模块，维护方便。
可逐排关闭灯管，在保证消毒效果的同时，可节省电耗，延长灯管寿命。

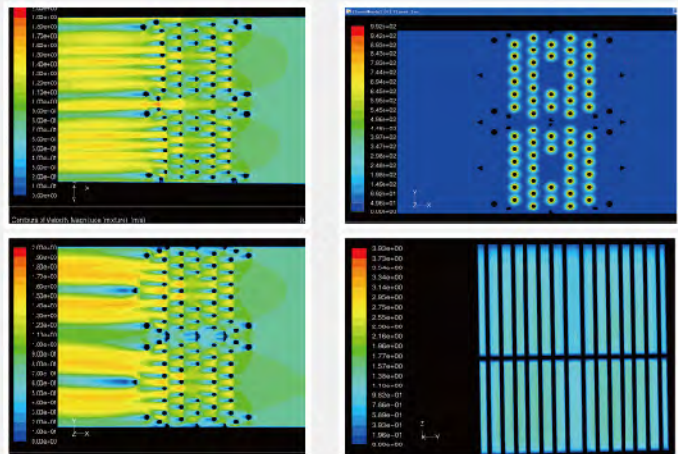


3 立式安装套管不易结垢

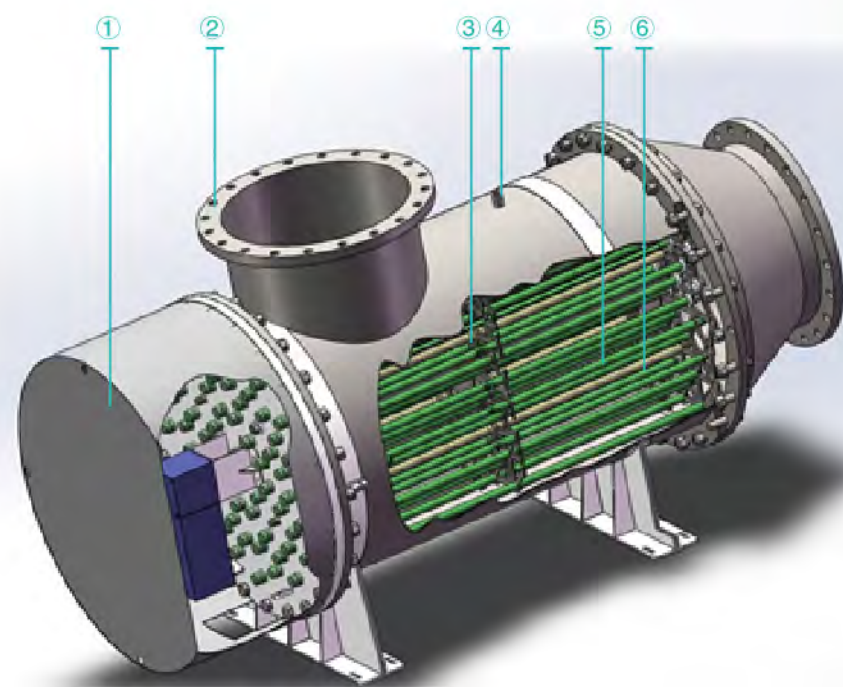
因重力作用，套管表面更不易结垢，透过率高，降低机械清洗频率，保证出水效果。尤其适用于透过率差的水质。

4 CFD流体模拟技术，提供针对性解决方案

通过国际先进的CFD流体模拟技术可精确计算流速分布、光强分布、有效剂量、水头损失、粒子追踪、流态分析。针对项目水质、水量、占地、布局等情况，优化工艺系统及设备，以满足各个不同项目的需求。



ZL管式系列



- ① **高品质加工:**
采用强度高耐腐蚀的不锈钢电解抛光外壳(304/316L)。内外均抛光,利用反应器内壁的UV反射,增强UV强度。
反应器出厂前均经过严格打压试验,保证密封效果。
- ② **设备集成度高,安装简洁:**
由反应器、控制柜、清洗系统组成,集成度高采用法兰连接方式,安装维护方便;
无需土建结构,节约建筑成本;
占地紧凑,降低成本。
- ③ **清洗机构:**
自动清洗系统可根据紫外强度检测数据对石英套管进行定时清洗,保证灯管正常使用,减少人力操作通过定期的清洗,保证套管表面清洁,紫外线可高效透过套管照射水体,达到稳定杀菌作用。
可根据项目需要,选择手动或是自动清洗。

- ④ **UV监测:**
高度精确的UV强度传感器,实时监测腔体运行状态。
通过探头的监测,了解紫外灯工作状态,便于提示灯管故障或到期更换。
- ⑤ **CFD模拟设计:**
确保在高流速状况下,水体受到足够的强度照射,从而确保消毒剂量。
- ⑥ **精度高:**
在灯管外侧与水流直接接触,保护灯管;
定制高透过率纯净石英管;
UVC透过率254nm $\geq$ 90%;
耐高温、高纯度、高透射率;
不易结垢。

产品特点

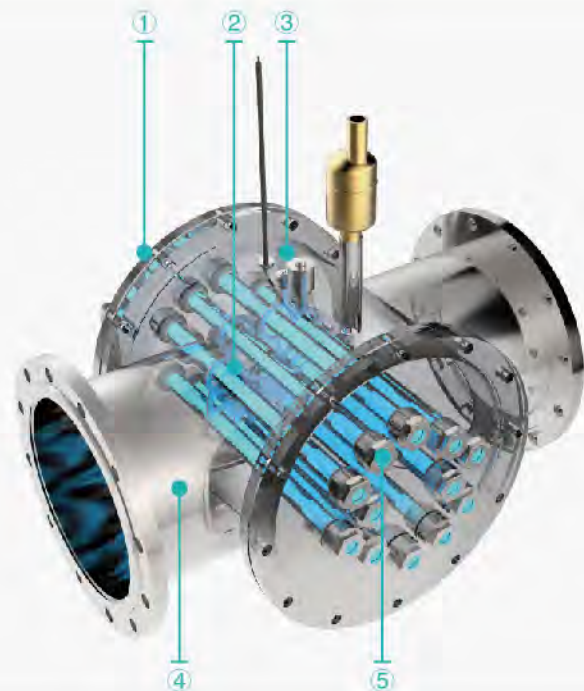
可适应不同项目的安装需求,灵活的安装方式,可水平、垂直安装;
安装设计灵活,反应器可串联或并联安装,为扩容或提标改造提供便利;
占地面积小,投资费用低。

应用范围

市政给水自来水厂
市政排水污水处理厂
提标改造污水处理厂
MBR膜后端出水



SMART中压系列



① 高品质加工

采用强度高耐腐蚀的不锈钢电解抛光外壳（304/316L）。
内外均抛光，利用反应器内壁的UV反射，增强UV强度。
反应器出厂前均经过严格打压试验，保证密封效果。

② 清洗机构

清洗机构往复运动，对套管表面进行清洗，去除套管表面沉积的污物。
可根据需求，选择手动清洗或者自动气动清洗。
通过定期的清洗，保证套管表面清洁，紫外线可高效透过套管照射水体，达到稳定杀菌作用。

③ UV监测

高度精确的UV强度传感器，实时监测腔体运行状态。
通过探头的监测，了解紫外灯工作状态，便于提示灯管故障或到期更换。

④ 配套系统：

紫外消毒腔体，系统控制中心，清洗驱动系统。

⑤ 核心部件进口：

中压UV灯采用美国light sources或Heraeus，镇流器为德国进口NEDAP品牌，是目前国际公认最为稳定的镇流器设备。

中压技术

强杀菌性：低剂量下对隐孢子虫和甲第鞭毛虫的灭活率达到99.99%，杀菌效率高、杀菌速度快。
杀菌的广谱性高：对所有的细菌和病毒都能高效杀灭，能够永久灭活抗氯性微生物组织。
在消毒过程中不会产生有毒及有害副产物：不改变被消毒水的成分和性质，对水体和周围环境不产生二次污染。
具备降解化合氯的能力：有效杜绝了致癌物质三卤甲烷（THMs）的产生。
可与臭氧、氯胺、 H_2O_2 等结合：达到高级氧化的效果，有效降解农药、亚硝胺等物质。

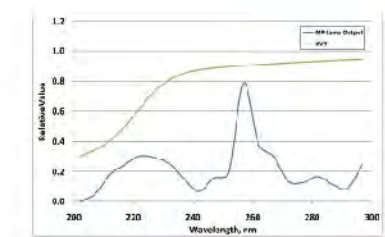
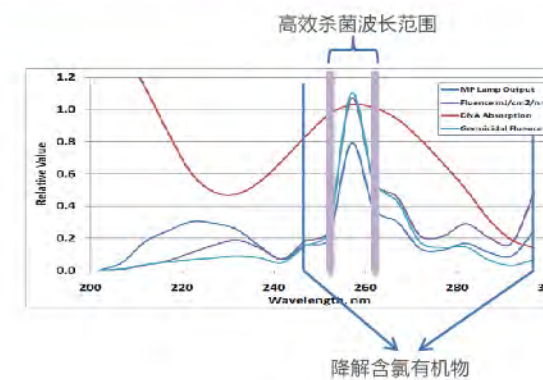
产品特色

占地面积小、运行安全、可靠、维修简单、费用低。
技术先进：自2006年开始，与清华大学、飞利浦公司合作深入开发，结合CFD流体模拟技术以及生物剂量验证设计符合国际标准要求的中压紫外消毒设备，技术已达到国际先进水平。
丰富的经验：在城市二次供水、饮用水、食品饮料生产过程水、市政污水，处理难度较高的工业废水处理领域有丰富的紫外线消毒工程经验。

应用范围



市政给水自来水厂
二次供水



中压紫外灯的光谱



序号	项目名称	设备处理量-峰值流量（万吨/天）	时间	处理标准
1	上海市竹园第一污水处理厂升级改造工程	221	2008年	一级A
2	上海竹园三期	80	2017年	一级A
3	沈阳南部污水处理厂项目	78	2009年	一级B
4	王新庄污水处理厂工程	67	2006年	一级A
5	长沙市岳麓污水处理厂提标改造及扩建工程	60	2017年	一级A
6	长沙市岳麓污水处理厂提标改造及扩建工程	60	2017年	一级A
7	拉萨市纳金水厂中压腔体紫外线消毒	50	2017年	一级A
8	成都市新建污水处理厂二期工程	39	2014年	一级B
9	沈阳西部污水处理厂	32	2013年	一级B
10	晋阳污水处理厂	32	2015年	一级A
11	昆明市第三污水处理厂	27	2008年	一级B
12	七格污水处理厂	26	2005年	一级A
13	洛阳涧西污水处理厂工程	26	2005年	一级B
14	长沙市开福污水处理厂	26	2007年	一级B
15	昆明市第七污水处理厂	26	2008年	一级B
16	山东省烟台市套子湾污水处理厂	26	2008年	一级B
17	绵阳塔子坝污水处理厂项目	26	2009年	一级B
18	石家庄市桥西污水处理厂二期工程	26	2009年	一级B
19	海口市白沙门污水处理厂扩建项目	26	2009年	一级A
20	济宁市污水处理厂升级改造项目	26	2010年	一级B
21	合肥经开区污水处理厂	26	2010年	一级B
22	深圳观澜污水厂二期	26	2011年	一级A
23	抚顺三宝屯污水处理厂	26	2012年	一级B
24	乌鲁木齐河东污水处理厂改造项目	26	2012年	一级B
25	合肥王小郢污水处理厂提标改造及除臭降噪工程	26	2013年	一级A
26	抚顺市三宝屯污水处理厂二期	26	2014年	一级B
27	蚌埠第一污水处理厂升级改造工程	26	2014年	一级A
28	昆明市第五污水处理厂	24	2008年	一级B
29	望塘污水处理厂	23	2009年	一级A

序号	项目名称	设备处理量-峰值流量（万吨/天）	时间	处理标准
30	杨家堡污水处理厂	21	2005年	一级A
31	江苏省徐州市奎河污水处理厂提标改造工程	21	2010年	一级A
32	合肥市清溪净水厂PPP项目	20	2017年	一级A
33	上海虹桥污水处理厂	20	2017年	一级A
34	上海虹桥	20	2018年	一级A
35	北海红坎提标（一）	20	2018年	一级A
36	吉林污水处理厂二期工程项目	19.5	2013年	一级A
37	商丘八污	19.5	2016年	一级A
38	深圳市宝安区龙华污水处理厂（一期）	19	2006年	一级A
39	富阳市灵桥污水处理厂	19	2007年	一级B
40	深圳龙华污水处理厂一期改造	19	2011年	一级A
41	长沙市经开区城北污水处理厂扩容提质项目	18.2	2016年	一级A
42	青岛麦岛污水处理厂	18	2005年	一级B
43	黄石市磁湖污水处理厂二期	16	2008年	一级A
44	昆明市第六污水处理厂	16	2009年	一级B
45	大连寺儿沟污水处理厂	16	2011年	一级A
46	马栏河污水处理厂一期提标改造工程	15.6	2016年	一级A
47	安庆市首创城东污水处理厂改造	15.6	2013年	一级A
48	长春西郊项目	15	2018年	一级A
49	昆明市第一污水处理厂	15	2009年	一级A
50	长春西郊污水处理厂	15	2017年	一级A
51	长春水务集团城市排水有限责任公司中水回用项目	15	2018年	一级A
52	沈阳西部污水处理厂提标改造EPC 工程	15	2018年	一级A
53	沈阳沈水湾污水处理厂提标改造EPC 工程	20	2018年	一级A
54	观澜河口调蓄池提标改造和运营服务项目	25	2018年	一级A
55	沈阳北部污水厂项目	40	2018年	一级A
56	仙女河污水厂项目	40	2018年	一级A
57	北海市红坎污水处理厂提标改造工程	20	2018年	一级A
58	上海虹桥污水处理厂工程HQ2.2标（地下式20万吨/日）	20	2018年	一级A