国外主要臭氧设备厂家电极介绍

1、 概述

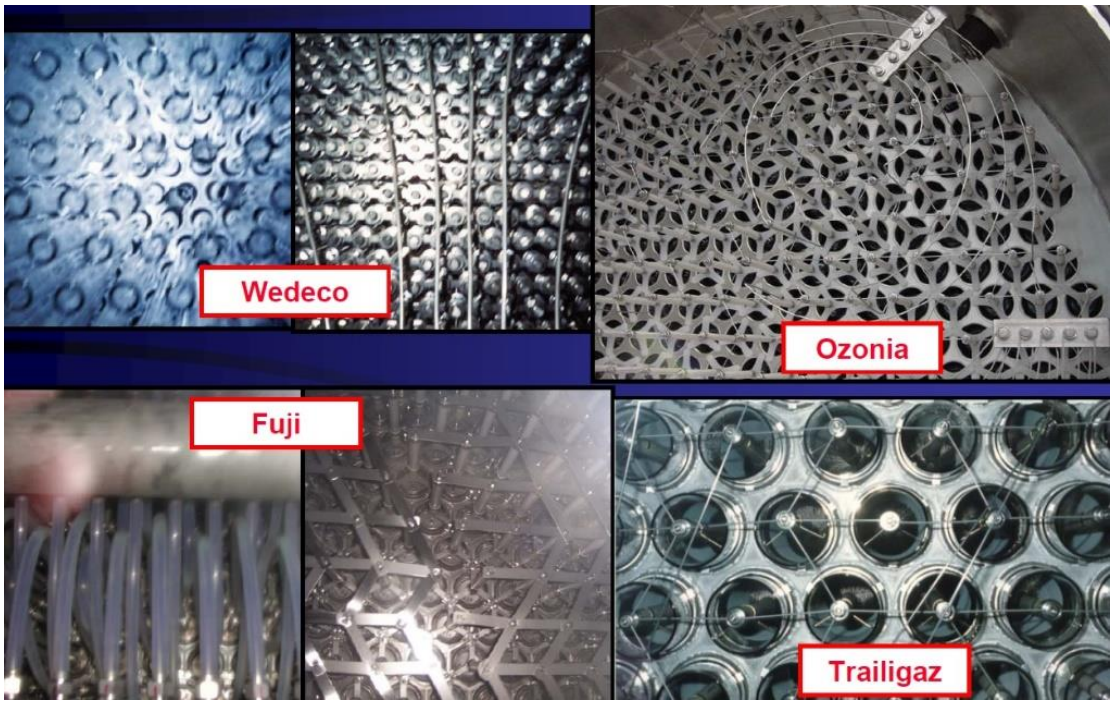
十九世纪初期，国外臭氧技术产品随着帝国主义的入侵进入中国，开始在某些水处理和空气杀菌等领域应用。20 世纪 90 年代开始，昆明自来水公司与瑞士苏黎士供水局合作开展了滇池水深度处理的研究工作。1995 年，昆明市自来水公司第五自来水厂和第六自来水厂南分厂引进臭氧——活性炭生物过滤深度处理工艺，解决以滇池为水源的水处理问题。1997 年 5 月，深度处理工艺在第六自来水厂南分厂投入运行，设备采用瑞士 OZONIA 公司生产 3 台 11kg/h 空气源臭氧发生器，是我国自来水行业最早引进国外大型臭氧设备用于自来水深度处理的企业之一。WEDECO 随后也进入中国，富士、三菱等国外臭氧设备也先后通过各种途径进入中国，甚至富士还早于 OZONIA。

2、 国外主要臭氧厂家的臭氧放电技术

臭氧制取技术主要有介质阻挡放电（DBD）法、紫外线法、电解法等，工业规模应用中的臭氧发生器大都采用 DBD 方法。DBD 技术进步快、相对能耗较低，易于制造大产量的设备、实现臭氧的工业规模应用，是目前市场占有率最高、应用最广的臭氧制取技术。

这些早期进入中国、用于饮用水深度处理的国外臭氧技术产品都是 DBD 法技术。DBD 型臭氧发生单元的关键技术，是通过对高压放电等离子体物理参数的研究和试验，研发选择具有优良介电常数和导热性能的介质材料，设计、加工形成精密的电极结构，保证形成微小、均匀的放电间隙，并研究、设计与之匹配的高压电场参数。

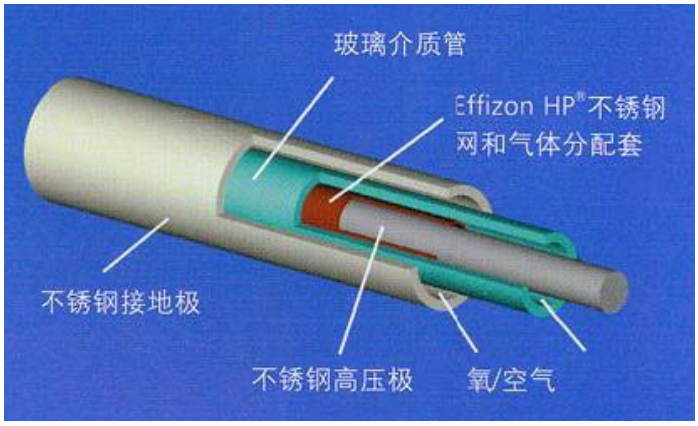
国际知名品牌大型臭氧设备的臭氧发生单元均为 DBD 技术（下图：国际知名品牌臭氧放电电极结构），比如 WEDECO 的 Effizon HP 玻璃介质放电技术、Ozonia 的 AT（Advantage Technology）和近年推出的 IGS（Intelligent Gap System）非玻璃介电体技术、三菱电机的玻璃介质放电技术、富士电机的玻璃介质放电技术、TRALIGAZ（创立，2003 年被 WEDECO 收购）的玻璃介质放电技术、OEI 的玻璃介质放电技术，等等。

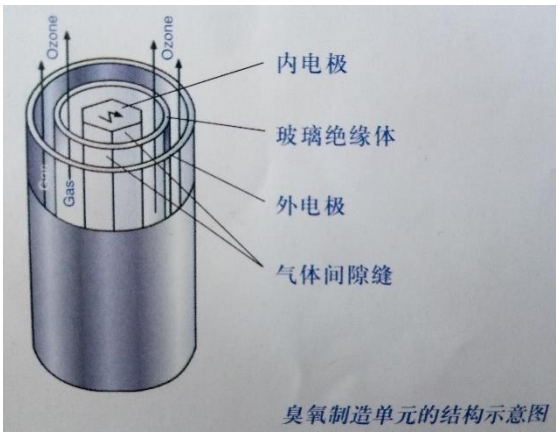


3、 国际主要臭氧厂家电极类型介绍：

3.1 WEDECO：

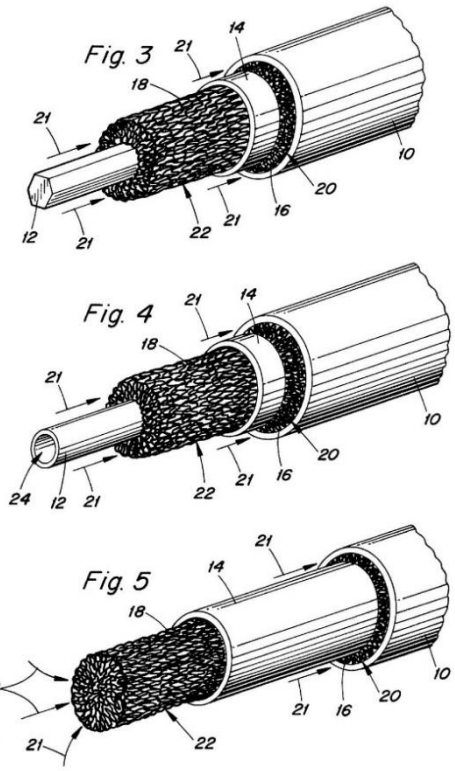
WEDECO 的 Effizon HP 放电技术（右图：WEDECO 的 Effizon HP 玻璃介质放电技术），玻璃介质管采用约Φ 11.7*1.4*1500mm 玻璃管，从其公布的专利的技术来看电极技术有单间隙放电、双间隙放电、陶瓷介质等，包括圆棒内电极、六棱棒内电极（右图：WEDECO 的六棱棒内电极）、网状内电极等。





WEDECO 采用玻璃管双间隙放电，其 Effizon HP 结构（下 2 图：WEDECO 的 Effizon HP 放电结构）。如图，玻璃介质管分隔出 2 个气隙，内气隙用不锈钢丝网置于高压电极与玻璃管之间，外气隙为介质阻挡放电，内气隙接近沿面放电，降低了放电电压，提高了臭氧浓度。



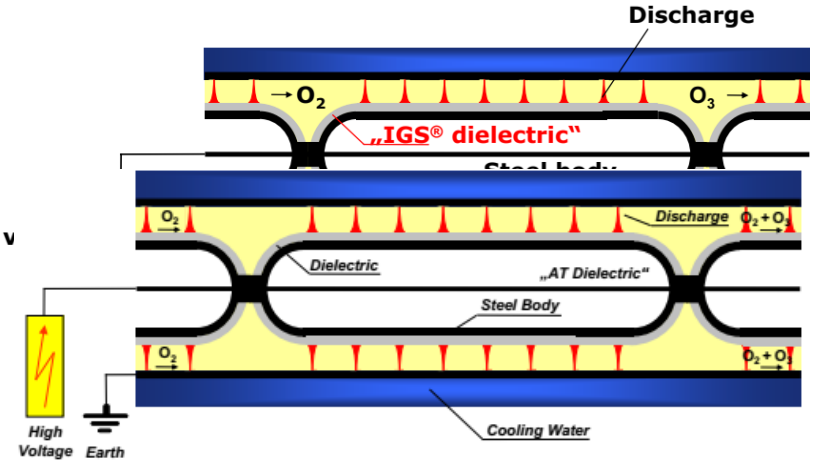


该结构对玻璃管的加工精度要求比较高，但比传统内覆电极金属膜的玻璃管省去了金属电极镀膜工艺。

WEDECO 持续改进放电技术，目前最新设备采用 Effizon evo 2G 电极，采用独特的双放电间隙，臭氧形成于电介质的两侧，电极由惰性材料制成，具有极高的耐腐蚀性。Effizon evo 2G 电极可以降低比能，提高臭氧产量。

3.2 OZONIA：

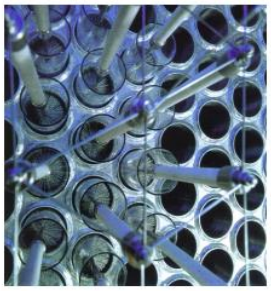
OZONIA 自上个世纪九十年代才开始大规模推广 AT 非玻璃技术（下 2 ∨



图：OZONIA 的 AT 技术及 IGS 技术），其根源，很可能主要是基于上个世纪八九十年代电力电子技术的迅猛发展，使得中、高频电源在臭氧放电上的优势更加明显，对于介质向高频的要求变得明朗，也促使陶瓷介质的优势性能更大限度的发挥出来（OZONIA 部分 2-10kg/h 设备甚至使用 3-5kHz 频率）。

早期的 OZONIA 使用玻璃介质放电技术（右图：两种介质技术安装对比图）。根据 2007 年 8 月在美国洛杉矶召开的世界臭氧与紫外技术会议的报告《洛杉矶水厂应用臭氧二十年》文章，可判定直到 1993-1994 年，OZONIA 还仍然在提供玻璃管的设备；1996 年，OZONIA 开始陆续为洛杉矶水厂的玻璃管臭氧发生器更换为 AT 非玻璃放电管，因此 1995 年昆明第五水厂的 3*11kg/h 空气源臭氧发生器在当时还属于 OZONIA 新技术设备。

Ozonia Ltd.以AT技术制成的电介质放电管

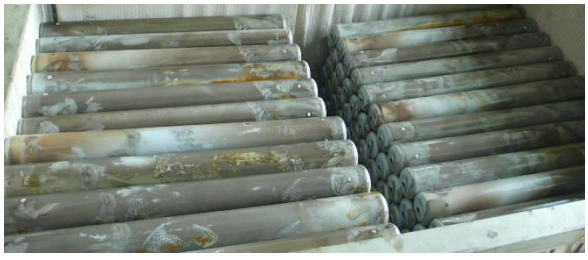


用传统电介质(玻璃)制成的放电管安装后情况



用Ozonia AT电介质制成的放电管安装后情况

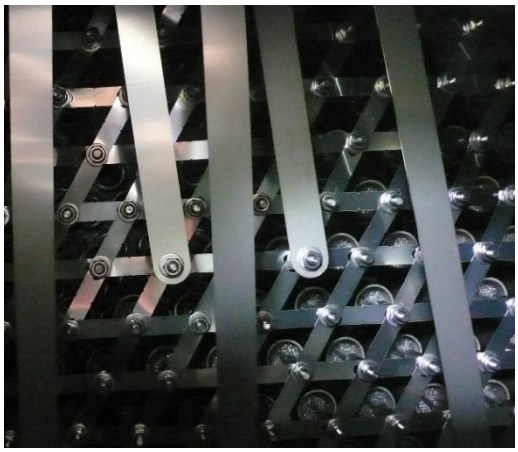
OZONIA 的 AT 技术有 AT95、AT98 等，与 IGS 技术结构尺寸基本相同，使用相同尺寸的外电极管，甚至玻璃介质技术也使用相同尺寸的外电极管。AT95 为蓝色，AT98 为深蓝黑色，IGS 为灰色（右图：污染维护中的 OZONIA 的 IGS 电极）。按照洛杉矶水厂直接更换 AT 非玻璃放电管、以 OZONIA Φ



60.3*1.65 的外电极管内装 4 支 540mm 长的放电体判断，其玻璃管直径规格应该大约为Φ56mm；大型设备采用大约 2.3-2.4 米的单支玻璃管，或采用 1.2 米左右的两支。

3.3 Mitsubishi 日本三菱

根据有关资料推测、实物目测，目前国内的三菱设备基本为使用约Φ20*1500mm 左右的玻璃介质管（右 2 图：三菱放电管），玻璃管一端按试管状封闭，内镀金属膜，采用刷状电极连接，或玻璃管的开口端有专门的金属连接结构。



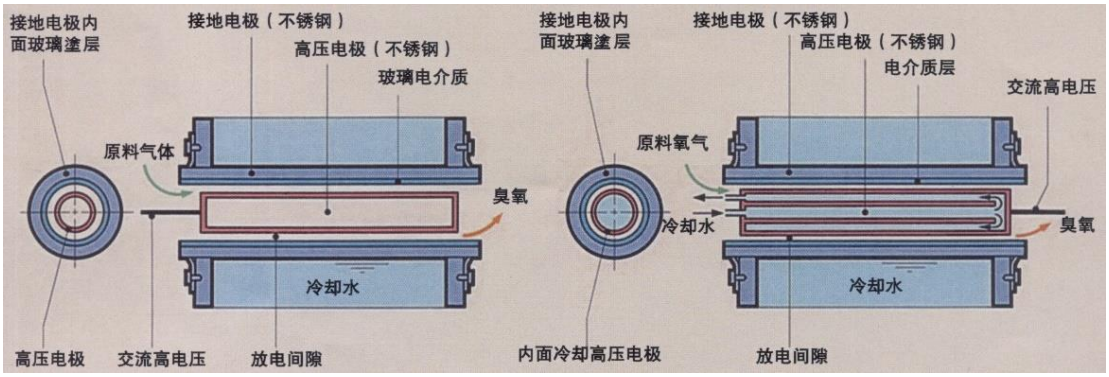
三菱近年来还开发了自修复臭氧放电管，采用极薄的玻璃管及镀膜技术，并利用极窄的气隙，臭氧浓度最高已经可以达到 300g/Nm^3。当介质层意外击穿后，该部分的电极消失，因此设备仍可连续运行，但未听说过国内有该技术的机器应用。



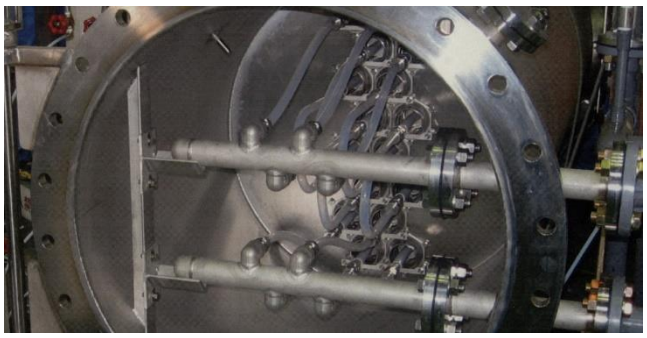
据有关资料介绍三菱还有板式臭氧，但未见相关设备。从相关资料获知早期的三菱还采用过大直径的玻璃介质管，推测应与早期 OZONIA 的玻璃管直径规格差不多。

3.4 FUJI 日本富士

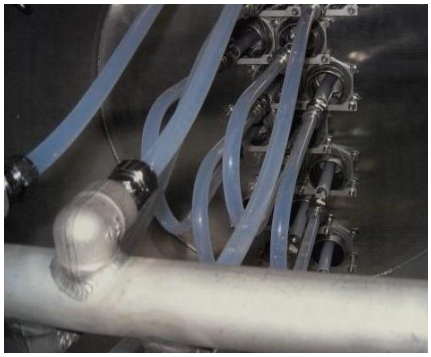
富士也采用玻璃管技术，但在实际实施结构上有显著区别，属于不锈钢外电极内衬玻璃介质管技术（下图：富士的电极技术），在外电极水冷却时使玻璃



管得到良好冷却，内电极为不锈钢管、也采用水冷却，这种双极水冷技术。



针对传统型玻璃介质管冷却效率较低臭氧浓度难以提高、玻璃管直接水冷时安全性差的结构性缺陷、镀金属膜电极加工复杂等问题，富士公司对放电单元结构进行了革新(右 2 图:富士最新电极技术)，利用热加工技术使玻璃管紧密套入外电极不锈钢管内，玻璃管外壁与外电极不锈钢管内壁紧密贴合，玻璃介质管得到良好的冷却并能得到尺寸校正，提高了发生器性能。

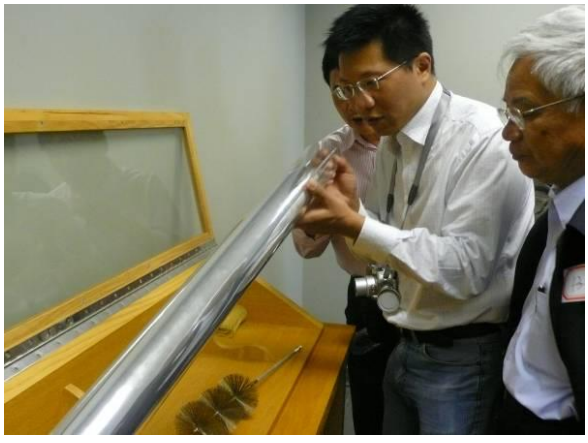


富士进入中国的时间很早，但实际在国内的设备并不多。

3.5 Trailigaz 法国创立

法国 Trailigz 公司是历史上久负盛名的老牌臭氧公司，其历史可上溯至 19 世纪，其产品销售至 60 多个国家 3000 多用户，但在 2003 年被德国 Wedeco 公司并购。

我国大庆石化厂 1996 年和香港牛潭尾水厂 2000 年分别购买安装了 12Kg/h 和 55Kg/h 的臭氧设备（右、下 3 图：香港牛潭尾水厂的 Trailigz 玻璃介质管、内镀膜电极)。



根据照片判断，其直径尺寸规格约为Φ56mm,应该与早期的 OZONIA 差不多，采用内镀膜/贴膜技术。





与一些玻璃介质管技术所区别的是，香港牛潭尾水厂 Trailigz 玻璃介质管的另一端是开口的、通过一个管塞封闭。

3.6 意大利 OEI

OEI 也采用玻璃管内镀膜/贴膜技术（下 2 图：OEI 放电管）。附图照片是早期产品，根据比例判断，直径尺寸规格应该与创立相当、约Φ56mm，或略小一点，





长度也约在 1.5 米，一端为试管状封闭。

4、 国外臭氧厂家其他电极技术情况

国外的 DBD 臭氧发生器还有板式臭氧技术，常用于 12-14wt%臭氧浓度的应用技术需求，比如半导体清洗用的高浓度臭氧水制取。常见的国外板式臭氧发生器厂家有住友、美国 INUSA 等。三菱也有板式臭氧，但中国市场未出现。

除此之外，国外臭氧技术还有电解法臭氧发生器、紫外法臭氧发生器等，比如，OZONIA 还有 MEMBREL 电解臭氧发生器（右图：OZONIA 还有 MEMBREL 电解臭氧发生器）。

