

# 光触媒简介

1.光触媒发展历史

2 光触媒原理

3. 光触媒定义

4. 光触媒作用

5. 光触媒与其它产品作用比较

6.如何鉴别光触媒的优劣

7.光触媒问答

8. 光触媒喷涂方法

9. 光触媒相关报道

## 1.光触媒发展历史

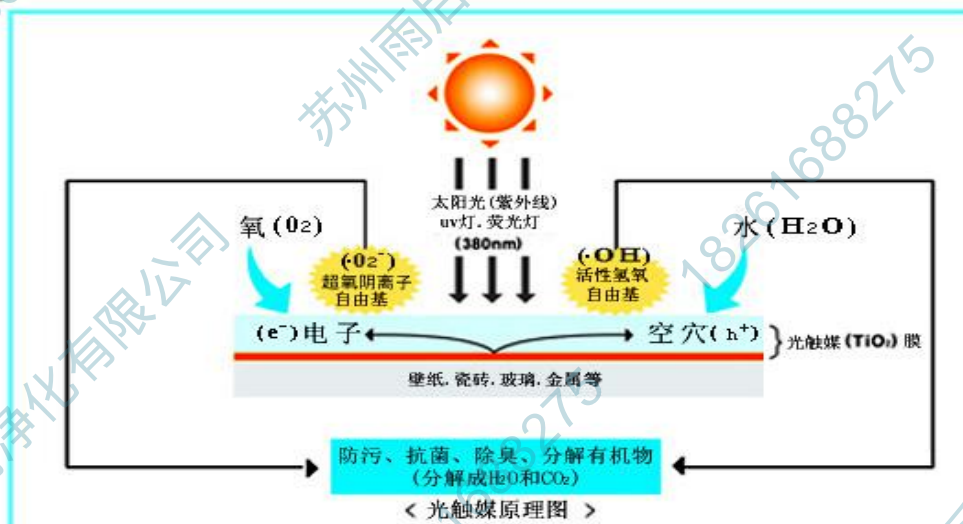
光触媒就是在光参与下发生反应的催化剂。1972年，A.Fujishima 和 K.Honda 在 n 型半导体  $\text{TiO}_2$  电极上发现了水的光催化分解作用，以此为契机，开始了多相光触媒研究的新纪元，最近以来，由于光触媒在净化气相和水中有机污染物方面的卓越表现，已成为光触媒应用的一个非常重要的领域。

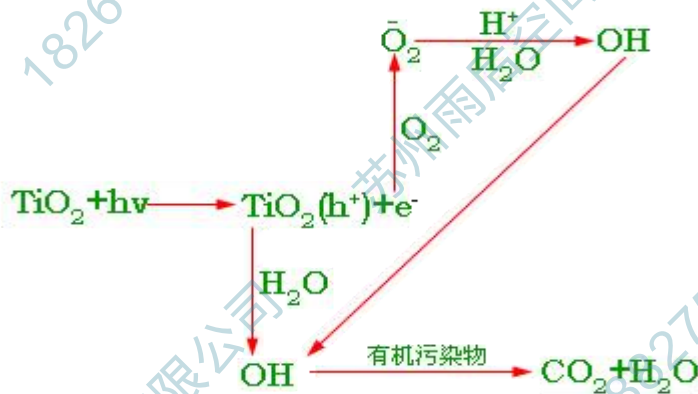
二氧化钛作为一种光触媒，在光作用下能产生具有超强氧化能力的空穴/电子对，能把有机物彻底氧化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，从而彻底消除污染，由于细菌和病毒也都为有机微生物，故也能将之彻底杀灭。而本公司纳米光触媒由于其粒子在小于 10nm 左右，具极大的反应表面积及量子效应，氧化能力更加强大。

人们还发现，二氧化钛光触媒纳米涂层在光的作用下具超级亲水性，接触角接近为零，从而又赋予了光触媒涂层的亲水防污功能，使被涂面始终保持崭新状态，而不受污染。

## 2.光触媒原理

光触媒就是在光的照射下(自然光,灯光),会产生类似与光合作用的光催化反应,产生出氧化能力极强的氢氧自由基和活性氧,具有很强的氧化还原功能,可氧化分解各种有机化合物和部分无机物,能破坏细菌的细胞膜和病毒的蛋白质,把有机污染物分解成二氧化碳和水,因而光触媒具有极强的杀菌,除臭,防霉,防污自洁等功能。氧化钛光触媒薄膜通常采用钛盐溶于乙醇溶液或溶于有机溶剂之中。用惰性气体为载体的高压喷射法,喷在经热处理后的玻璃、墙面、建材、灯罩及其他基质上形成大面积的均匀薄膜。该薄膜在阳光及紫外光的照射下产生的触媒效果。光触媒可应用于环境的净化。将氧化钛与敏化剂喷在墙壁涂料表面或喷在窗框玻璃上形成膜层,利用太阳光或室内照明光源,具有强氧化能力的氧化钛不仅可使室内污浊的空气物质分解、净化空气,尤其对医院、宾馆、候车室等空气流动性差的场所能有效杀死大肠杆菌和流感病菌。不只可以处理恶臭,而且从地板、建材、防虫剂、灭壁虫剂、福尔马林等散发出的溶剂造成的住宅综合症状群。甚至防止医院内的病毒感染、以及具有光触媒性能的照明器具、光触媒人工观叶植物、人造花、窗纸等,皆出现在市面上。连窗帘、百叶窗、壁纸、隔门、厨余用的除臭处理装置也早已问世。





### 3.光触媒定义

是光触媒是以纳米级二氧化钛为代表的具有光催化功能的光半导体材料的总称。这种材料在紫外线的照射下可产生游离电子及空穴，因而具有很强的光氧化还原功能，可氧化分解各种有机化合物和部分无机物，能破坏细菌的细胞膜和固化病毒的蛋白质，具有极强的防污、杀菌和除臭功能。

### 4. 光触媒作用

#### Ω抗菌性:

A. 杀菌功能。由于其强大的氧化作用，故能高效快速彻底杀灭各种细菌、病毒，对一般消毒剂有抗性的病毒微生物也能彻底分解。杀灭大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯氏菌、绿脓杆菌、病毒等。

B. 除臭功能。对各种臭味物质有强力氧化消除作用，从而迅速消除异味，再由于杀灭了致病微生物，也消除了臭味源，故光触媒具很好的除臭功能，并持久有效。去除香烟臭、垃圾臭、生活臭等恶臭。

C. 净化空气功能。对装修材料释放的甲醛、苯、氨及其它有机物有强大的氧化分解作用，使之变为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。对大气污染物  $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、碳氢化合物也都能高效去除，从而彻底消除污染。另外，光触媒还能释放氧负离子，从而还人们一个真正绿色的生存环境。

D. 亲水防污功能。由于光触媒涂层的高亲水性，可形成防雾涂层，同时由于其强大的氧化作用，可氧化掉其表面的油污，故可喷涂于物体表面形成自洁涂层，使被涂物永远保持清新状态。

E. 防紫外线功能。由于二氧化钛光触媒的紫外光吸收特性，使被涂面免遭紫外线的老化作用，大大延长被涂面的使用寿命。

F.防霉防藻：防止发霉、防止藻类的产生，防止水垢的附着。

G. 防污自洁：分解油污，自清洁。

H. 防锈防褪色 防止金属生锈，防止被涂物体褪色。

#### Ω持久性

光触媒涂层只是提供反应的场所,其本身并不参与任何杀菌、除臭等反应,所以它的作用不会随时间而衰减，具有持久的效力。3e 系列光触媒即使在室内日光灯等微弱光源下也可发挥作用。

#### Ω安全性

二氧化钛被广泛用做食品和化妆品的添加剂，对人体无害。3e 系列光触媒为中性水溶液，无毒无味，无腐蚀性，可安全使用于任何材质，不仅不会腐蚀损害被涂物，对被涂物更

有保护作用。

## 5. 光触媒应用领域

抗菌：

医院 宾馆 学校 幼儿园 公共场所；医疗器械、设备； 抗菌瓷砖、洁具、灯具；  
空调滤网；餐具；汽车、火车车厢，飞机机舱；抗菌口罩、防护服

室内空气净化：

居家；医院 办公室 学校；车站 公共休息室 娱乐场所；汽车 火车内；空气净化器

自洁作用：

建筑外墙；玻璃 瓷砖；交通护栏、路牌、隔音板；广告牌、霓虹灯；车、船、飞机机身；照明设施；城市雕塑

大气净化：

建筑外墙；高速公路隔音板；桥梁；烟气净化；大型广告牌

水净化：

污水处理；蓄水槽；滤水器；游泳池

防霉、防藻：

医院手术室；食品厂；浴室；养鱼池 养鱼缸 水族馆；储水槽

## 6. 如何光触媒的优劣

光触媒是高科技产品又是高价值产品，国内光触媒的生产标准又尚未出台，造成许多假冒和劣质充斥市场。这些假冒和劣质产品中，既有日本、韩国的进口货，也有以日本、韩国原液国内灌装名义销售的产品，以及一些定价很高的国内产品；相反，国内产品中也有些是“质优价廉”，所以判断光触媒的好坏绝不能从价格上区分。

掌握识别光触媒原液优劣的知识，是经销商、装饰公司、污染治理公司在应用光触媒前必须具备的。否则，一不小心用了假货，检测不过关或者出现对客户装修、家具的损坏，只有等着人家索赔。

光触媒的鉴别方法主要有以下几个步骤：

(1) 看颜色。光触媒清除室内污染的原理是应用二氧化钛的光催化原理。光触媒的主要原料——二氧化钛的颗粒越小，表面积越大，光催化效果越好。优质光触媒原液中的二氧化钛非常小，为纳米级颗粒分布，光触媒外观呈无色、浅蓝色、金黄色透明液体或类似牛奶的白色悬浊液，可能稍有沉淀。沉淀较多而且有肉眼可见颗粒的肯定是劣质产品，一种原因是生产工艺不过关，纳米二氧化钛呈团聚状态；另一种原因是用极其便宜的钛白粉假冒纳米级二氧化钛，颗粒大了上千倍，当然使用效果就差的多了。

(2) 闻气味。质量好的光触媒为无味的水性溶液，如果打开装光触媒液包装的瓶盖，有异味：如酒精味、树脂味、其它有机物气味，则均为劣质光触媒，会对居室造成二次污染。

(3) 在光照下产品的颜色变化。假劣光触媒使用了有机粘合剂、分散剂等有机物加在钛白粉中制成，它会在阳光的直射下几小时内会变黑。因为钛白粉在光照下也能有微弱的光催化反应发生，氧化了其溶液中的有机物成分。这种劣质光触媒会在室内墙壁上留下黑斑。好的光触媒液采用的是无机粘合剂，在光照下颜色没有任何变化。

(4) 测酸碱度 PH 值。在化学试剂商店购买一包 PH 值试纸，价格在 2 元左右；把试纸插入光触媒中测量 PH 值。优质的光触媒产品是中性的，PH 值接近 7，一般 5-9 之内也可以，不会对物体产生腐蚀作用。劣质的光触媒生产工艺过程中使用了强酸或者强碱，PH 值在 5 以下或者大于 9，腐蚀作用明显，一段时间后墙面或家具、织物表面会变色，如果给客户用了这样的货，等着索赔吧。

(5) 室内自然光下的催化能力测试。好的光触媒可以在室内可见光下表现出催化效果，劣



质产品只能被紫外线激发，只能在室外使用，室内使用效果极差；在化工商店购买一瓶甲基蓝（一种有机染料），制成 100ppm（万分之一）浓度的溶液，将甲基蓝溶液滴入装有光触媒的无色玻璃试管，放置在室内，能够使甲基蓝褪色的光触媒质量好，褪色不明显的是劣质光触媒。

（6）看产品说明。

光触媒是通过吸收光的能量后才表现催化剂作用的，无光状态光触媒没有能量来源，自然没有效果。

那些宣称无光状态也具有杀菌作用的光触媒其实是因为本身质量不过关而加入了酒精，杀菌效果随着酒精的挥发而消失，杀菌作用只有一两天。

那些宣称无光状态也具有消除甲醛作用的光触媒，也是因为本身产品质量不过关加入了甲醛清除剂来应付治理后的检测，这是对消费者极不负责任的。甲醛清除剂、装修除味剂等有很快的除味效果，但是它的有效期只有几天时间。随着甲醛从板材、粘合剂中不断游离出来，治理后的房间不久又会超标，甲醛清除剂、装修除味剂还有轻微的毒性。这些假冒伪劣产品的生产厂还编造出许多诸如冷触媒、空气触媒、自然触媒等新名词来欺骗经销商和消费者，这样的产品我们更不能用了。

（7）红墨水法。有些厂家使用红墨水褪色的方法来测试光触媒的氧化能力是不妥当的。

红墨水的组成是：红色有机染料（如一品红、酸性大红 G、曙红等）、树胶（阿拉伯胶）、防腐剂（如甲醛）、防冻剂（如甘油）及少量抗氧化剂组成。因为组分复杂，其他成分对褪色有影响。用红墨水测试中性光触媒，产生明显褪色的时间可能长达几个小时甚至 2、3 天。只有单组分的试剂，比如甲基橙、甲基蓝等褪色效果非常明显，颜色在 2-5 分钟内就有明显改变，才适合用作光触媒催化能力比较。

我们比较了国内外 20 多种光触媒产品，发现生产工艺中使用了强酸或者强碱的光触媒使红墨水褪色的能力很强，可以这样讲，不是光触媒使红墨水褪色，而是这类劣质光触媒原液里的酸或碱使红色褪去。使用 PH 值试纸测试，这些能够使红墨水几十分钟褪色的光触媒肯定不是中性的，使用后会使喷涂物变色。结论：凡是推荐经销商使用红墨水褪色的方法来验证光触媒效能他的光触媒一定是强酸或者强碱法生产的，是早被淘汰的东西，这样的产品不能买。

## 7. 光触媒问答

（1）、室内污染有哪些以及对人的危害？

有板材、油漆、乳胶漆、粘合剂释放出来的甲醛、苯、二甲苯；建筑物冬季施工使用防冻剂释放的氨气，石材中的放射性物质发出的射线和放射性物质衰变产生的氡气。因超标发生纠纷的主要是甲醛、苯、二甲苯。

普通人买套房子不容易。辛辛苦苦搞装修，眼泪汪汪进新居，“搬新家，得新病”，辛辛苦苦花钱装修的家竟变成了“毒气室”，这是绝大多数家庭装修情况的真实写照。

室内污染物超标对人体生理造成明显的损害，轻者流眼泪、咳嗽、烦躁、失眠、浑身无力，影响少年儿童智力发育；严重的会引起白血病、鼻咽癌和肺癌等，对小孩、孕妇等危害更大。医学证明，现代人白血病发病率增高与装修污染有直接的关系。

（2）、为什么使用环保材料装修同样也会超标？

装修材料的环保标准是建材行业根据国内大部分生产厂的工艺、设备、技术水平制定的，总不能因为环保标准定的高让自己管辖下的大部分企业停产关门；

室内污染的标准是由国家环保部门和装饰协会参照发达国家的标准，适当降低后制订的，充分考虑了各种有害物质对人体的伤害程度，是大量动物实验的结果，也是我们应该遵循的标准；

比如我国建材标准对水性涂料中苯系物的限量要求是不大于 500mg/kg，按这个标准生产，

在亚热带地区（中国属亚热带）的温度下，游离出来的苯在封闭空间（室内）的浓度通常都会超过 0.09mg/m<sup>3</sup> 的室内污染检测标准。因为相关标准的不配套和各自的出发点不同，使用环保材料装修同样也会超标。

同时，多种装饰材料的共同使用也会使污染程度累加，造成超标。今年，大连棒棰岛国宾馆总统套房装修时用的装饰材料都是由环保要求最严格的欧洲采购而来，装修后各项污染指标经检测同样超标。我们平时用的东西比欧洲进口的还好吗？南京曾抽样对 90 户新装修户进行检测，无一合格。普遍超标 5-10 倍，甚至有超标几十倍近百倍的。

### **(3)、装修后有味，开窗通风不就行了？**

装修用的板材和粘合剂中的甲醛和苯是不断游离到空气中的，挥发期长达十几年，时间长了，味可能小了，但有害物质还在不断散发出来毒害我们的身体。开窗通风能够降低有害物浓度；不过关上窗户后浓度会慢慢上升。如果人的鼻子能够嗅到甲醛的气味，甲醛浓度至少已经超标 3-5 倍了。

### **(4)、解决装修污染的方法有几种？**

有活性炭、臭氧、甲醛清除剂、光触媒等。

**活性炭吸附法：**活性炭具有很大的表面积，能够在表面吸附一定量的气体，防毒面具就是根据这个特点设计的。活性炭很短时间就会失效，适用于解决低浓度污染，目前在室内污染治理中已经很少使用；

**臭氧法：**臭氧是强氧化剂，可以把空气中的甲醛等气体氧化为二氧化碳和水等无害物质，解决高浓度污染很有效，但臭氧对人体的呼吸道刺激很大，同时会使室内物品褪色；

**甲醛清除剂：**只对甲醛有效，寿命短，有一定的毒性。

目前最先进的办法是欧美、日、韩普遍采用喷涂光触媒（又称光量子）的方法。

### **(5)、光触媒清除室内污染的原理是什么？**

光触媒（纳米级的二氧化钛）是一种具有极强氧化能力的半导体活性材料，通过光的作用在其表面发生氧化还原反应释放出活性极强的氢氧自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）和负氧离子自由基（ $\cdot\text{O}_2$ ），纳米级的二氧化钛起催化剂的作用，当污染物和微生物（细菌、病毒）吸附在其表面时，就会发生链式降解反应，有害物质被分解，微生物被杀死。木地板行业的著名品牌“圣象”就推出了应用光触媒的系列产品。

### **(6)、效果如何？**

污染超标 10 倍以内只需喷涂一遍，7 天之内达标；超过 10 倍需要喷涂两遍。

### **(7)、是否影响原来装修的效果？**

优质的光触媒是无色或乳白色液体，使用喷枪雾化在墙壁和顶上薄薄喷涂一遍（1 升原液可以喷 150 平方米表面积），不会影响原装修效果。

### **(8)、光触媒寿命有多长？**

光触媒起的是催化剂作用，本身不参与反应，是永久性的。我们的光触媒产品采用的是德国技术，高效的无机粘合剂可以保证光触媒涂层寿命至少达到 10 年，不怕擦洗。涂层硬度达到 4H。

### **(9)、光触媒有毒吗？**

没有。大颗粒的二氧化钛俗称“钛白粉”，是用于食品（如白色巧克力）和所有高档化妆品的生产原料。

### **(10)、光触媒还有什么作用？**

①喷涂在汽车内，可以吸收车内的各种有害物质。

②可以杀灭室内的 99.9% 的病菌和病毒，替代公共场所常用的消毒用品而且寿命更长。据报道，日本的公交车喷涂一次光触媒后都免去了每月一次的例行消毒。

③一些欧洲国家将光触媒喷涂在高速公路隔离带上用于分解大气中的有害物质。具计算，喷

涂一千平方米的光触媒相当于 70 株白桦树的作用。

④喷涂在室外广告牌和建筑物表面，灰尘不易附着，使其具有自洁的功能。

#### **(11)、光触媒原液的价格**

目前光触媒在中国还是新事物，生产厂家和经销商不多，造成价格偏高。日本的光触媒原液经销商价在 1000~1500 元/升，韩国产品价格在 500-600 元/升，国内产品价格在 300-400 元/升。

#### **(12). 光触媒和其它净化方法相比有何优点？**

光触媒净化方法是近年来发展起来的最为行之有效最可靠的方法，其特点可归结为：高效、长久、彻底、安全。

(1) 高效。经各方印证，真正的光触媒净化率能达 90%以上，除臭率 99%，杀菌抑菌率可在 99.99%以上。

(2) 长久。光触媒的主要活性成分为二氧化钛，其为相当稳定的一种无机氧化物，不受酸、碱、风化等的侵蚀，

故施涂后可于物体表面长期存在，发挥其永久的净化杀菌效果有效期 5~10 年是没有问题的。

(3) 彻底。光触媒具非常强的氧化性，比臭氧氧化能力高几倍，能把其表面的有机物完全氧化为二氧化碳和

水，从而彻底清除污染，这是其它净化方法所不能比的。

(4) 安全。光触媒的主要成分为二氧化钛，可做食品添加剂使用，经过美国 FDA 的认可，已广泛用于化妆品、

增白剂、无毒白色颜料等用途，非常安全。

#### **(13). 光触媒会分解底材吗？**

(1) 光触媒需要光才能发挥强氧化作用，当将光触媒施涂于物体表面后，它会强烈吸收，起激发作用的紫外

光及部分可见光，当到达物体表面后光已大部分吸收，效界面不会有活性。

(2) 本公司光触媒经特殊惰性粘洁剂处理，与底材接触部分为惰性粘洁剂，从而也避免了对底材的影响。

#### **(14). 如何检测光触媒的真伪、好坏？**

关于此问题我们已于网站相关栏目进行了介绍，主要为检测光触媒涂层的亲水性，退红墨水性能及消烟黄斑性

能及面包发霉实验等，上述各项实验效果越明显，需要时间越短说明光触媒活性越高。

#### **(15). 如何在短时间内让客户相信光触媒的功效？**

光触媒的亲水性实验可当场做，退红墨水性能在强烈日光下或紫外灯下也可加速，从而短期看出效果，另外，

推荐一种消烟实验，可于半小时内得到非常明显的效果，不过实验需要严密性，必须方法得当，才能得到很好

的效果，具体细节电询。

#### **(16). 地毯及地板上可喷光触媒吗？**

地毯喷涂光触媒非常合适，由于其强力抗菌防霉功能，能使地毯不发霉味，并有一定程度自洁效果，减少各种

寄生虫的滋生，地板上喷涂光触媒，可使地板具有很好的抗菌功能，并大大降低其甲醛的释放量，由于本公司

光触媒硬度可达 3~5H，有较好的耐磨性能。

#### **(17). 我喷涂了某种光触媒，为什么房间还有味道，效果不明显？**



光触媒的净化功能是肯定的，造成感觉效果不明显的原因可能为：

(1) 污染物超标太严重。一时还不能将大部分污染物消除，这时需要综合的治理方案，才能在较短的时间内收到较好效果。

(2) 时间太短。一般情况下，随着喷涂时间的延长，污染物的浓度会越来越小。

(3) 光触媒活性差。目前市面上的光触媒有好几种，质量也参差不齐，活性差别也很大，而且光触媒施工的

#### (18). 施工中应注意什么？

(1) 喷涂前应保证底材的清洁，有一定的亲水性，以便光触媒涂层液的附着。

(2) 要根据不同底材选用最合适的型号，必要时请和我们联系。

(3) 喷涂技术要熟练，喷涂量不要过多过少，保持均匀喷涂。

(4) 一次不要喷涂过多，否则影响成膜，可少量多次，以保证喷涂效果。

### 8. 光触媒喷涂方法

喷涂前准备工作：

喷涂前要彻底清洁被涂物表面，被涂物表面的油污用中性清洗剂除去，并保持表面干燥。喷涂时，采用喷枪喷嘴口径小于 0.5mm 为宜，压力约 3.5kg/m<sup>2</sup>，喷涂玻璃时为 2.0kg/m<sup>2</sup>，喷嘴距被涂物 30cm 呈均匀雾状喷涂。本产品为中性水溶液，对人体无害，无需特殊防护。对喷涂设备没有特殊要求。一般，喷涂后在室温下干燥即可，涂膜完全干燥前请注意保护，涂膜干燥后即不溶于水，2 周后具有 2H--5H 的硬度。一般采用喷涂法，如形态复杂或需整体处理的物体，可采用浸渍法，建筑物外墙施工时也可采用滚涂。

### 9. 光触媒相关报道

日本是世界光触媒技术领先的国家

日本是世界光触媒技术领先的国家，近年已在防污、抗菌、除臭、空气净化、亲水材料、水处理、可降解塑料许多方面达到了实用化水平，并形成相当规模的产业。由于光触媒在环境净化方面的用途广影响深，被称为光净化革命。据三菱综合研究所和日本经济新闻社等机构预测，2005 年日本国内的光触媒及相关制品的市场规模将达到 1200 亿日元，未来的市场潜力将达到 10000 亿日元，形成一个全新的新型材料产业。美国、德国等国及台湾的光触媒及相关制品的市场也达到了相当规模。中国市场上除了有少量空调机使用了进口的光触媒材料外，其它方面的应用很少，尚属待开发的市畅 由于光触媒的应用范围很广，几乎涉及到各行各业，涉及到人们生活的每个空间，许多新的用途也在不断被开发，市场之大是无法估量的。

日本光触媒产品已经进入中国市场，在天津高新技术产业园区落户，以其迅猛的发展势头呈现出广阔的市场前景，来自各省市自治区甚至国外的咨询电话络绎不绝，体现出业内人士以及普通百姓对环保科技产品的渴望和兴趣。相信在不久的将来，光触媒会在中国的各个领域发挥广泛的卓越的环保作用。

神奇的纳米氧化钛

纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂技术介绍

自然界的金属元素，被科技界被誉为“神奇”的，仅二氧化钛。象它的名字“钛”，把它自身的用途一语道破：“太空金属”。广泛用于宇宙飞船、兵器尖端物品上。上至航空航天，下至潜艇、舰船都起到关键的作用。但这里不介绍钛的战略用途，只介绍钛在人类环境中的神奇特性。

一、“本多——藤岛效应”：



光催化剂效应，又称“本多——藤岛效应”是日本的本多健一和藤岛昭两位学者发现的。1967年本多健一副教授和他的研究生藤岛昭在做金属的光合作用时发现：用二氧化钛和白金作电极，放在水里，用光照射，即使不通电，也能够把水分解为氧气和氢气。现在是东京大学教授藤岛昭回忆说：他在观察到这一现象时，激动和兴奋得睡不着觉。植物的光合作用竟能在金属里如此简单地再现出来。利用阳光就可以大量生产清洁的氢能。这是多么有魅力的技术。1969年他们发表了关于二氧化钛的氧化分解功能的论文，从此光催化剂效应便被称为“本多——藤岛效应”。但当时TiO<sub>2</sub>的光催化效率低，这项研究成果就被搁置起来。

90年代中期，现代研究已经了解，TiO<sub>2</sub>在受到阳光或荧光灯的紫外线照射后，内部电子——空穴对激励，产生具有强氧化分解能力的活性氢氧（羟）基原子团。在光和氧或水的存在下可降解几乎所有的附着在氧化钛表面的各种有机物如氢化物、氮氧化物、硫化物、氯化物。但当时TiO<sub>2</sub>光催化剂的研究处于两难的境地：一方面，为了提高，激发态电子——空穴对的活性，从而提高催化活性，需要高的禁带宽度，也就需要吸收带“兰移”。TiO<sub>2</sub>的吸收阈值波长为387纳米即3870Å（埃）。一方面为了提高阳光（荧光）的利用率，又要求吸收带“红移”。这一对矛盾，一直制约了TiO<sub>2</sub>光催化性的活性增强。

有关专家学者，希望找到一种类似激光调制的光学倍频材料将可见光，红外光变频到紫外区。或添加促进剂在可见光范围内具有效高的催化活性。这是TiO<sub>2</sub>光催化剂一直是研究热点，又多年来不能实用的根本矛盾所在，但随着纳米科技的发展TiO<sub>2</sub>（锐钛矿型），在纳米尺度下禁带宽度得到满足，从根本上解决了TiO<sub>2</sub>催化剂活性增强的问题。

## 二、纳米科技：

纳米是一个长度单位：1纳米（nm）=10<sup>-3</sup>微米（μm）=10<sup>-6</sup>毫米（mm）=10<sup>-9</sup>米（m）=10埃。纳米科技是研究由尺寸在0.1-100nm之间的物质组成的体系的运动规律和相互作用以及可能的实际应用中的技术问题的科学技术。又把它叫做介于“宏观世界”和“微观世界（原子分子级）”的“介观世界”。纳米科技主要包括：纳米材料学、化学、纳米体系物理学；纳米生物学、纳米电子学、纳米力学、纳米加工学。纳米材料是指在三维空间中至少在一维处于纳米尺度范围或由它们作为基本单元构成的材料。

“纳米科技”是继信息技术和生物技术之后又一颗新的科技明星。在人们认识自然方面，它正在填补人类在介观区域知识的不足，在改造自然方面，它使人类的水平从微米层次延伸到了纳米层次，它有助于人类按照设计要求制造纯净的或具有特定功能的材料；制造速度更快，容量更高的原子开关与分子逻辑器件，制造可编的分子机器并用以进行高效率的制造和修理；消除污染，改造生存环境，再造物种……等等。纳米科技的发展导致人类改造世界的一次新飞跃，这一前景引起了了关心未来发展的科学家们的严肃思考。

纳米界公认，纳米理论的奠基之作是著名的物理学家，诺贝尔奖获得者费曼在1959年代发表的演说：“底部还有很大空间”，他提出一个令人深思的问题：“如何将信息储存到一个微小的尺度？令人惊讶的是自然界早就解决了这个问题，在基因的某一点上，仅30个原子就隐藏了不可思议的遗传信息……，如果有一天人们能按照自己的意愿排列原子和分子那将创造什么样的奇迹。”“至少依我看来，物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性”。今天，人们已能按照自己的意愿排列原子和分子，制备纳米结构。将能制造出最小的人工机器。

IBM公司的首席科学家汉姆斯朗（J·Armstrong）认为：“正像七十年代微电子技术产生了信息革命一样，纳米科学技术将成为下一信息时代的核心……。”我国的著名科学家钱学森也认为：“纳米左右和纳米以下的结构将是下一阶段科技发展的重点，会是一次技术革命，从而引起二十一世纪又一次工业革命。”

纳米科技将对人类的生产和生活方式产生重大影响，促进传统产业的改造和升级，并可能带动下一次工业革命，成为21世纪经济的新增长点之一。美国、日本、欧洲和中国都启动了

国家纳米科技 10 年规划，优先发展，据有关资料到 2010 年，纳米技术将成为仅次于芯片制造的世界第三大产业，拥有 14,400 亿美元的市场份额。纳米经济炙手可热，有专家认为：谁能在这场遍及全球的纳米决战中抢占一席之地，纳米技术就能为谁带来滚滚财源。我国是目前世界上纳米科技最领先的四大地区（美、日、欧洲、中国）我国早在 70 年代，就开发出具有纳米范畴的“分子筛”，80 年代中期，我国科学家白春礼，研制出“电子隧道显微镜”，被誉为纳米科技发展史上的一个里程碑。我国现在纳米企业近 400 家，纳米材料生产型企业 30 家，产品集中于纳米氧化物，纳米金属粉末和一些加工设备上。

全国 90% 的 TiO<sub>2</sub> 可开发的资源在四川省的攀西地区，TiO<sub>2</sub> 光催化剂技术正在兴起。市场规模在迅速扩大。预计 2005 年仅日本可达：11122 亿日元。但日本是资源贫乏的国家。开发生产 TiO<sub>2</sub> 光催化剂的技术大有可为。

三：“环境催化剂”——纳米 TiO<sub>2</sub> 极广泛的用途：

由于纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂具有：

- 1、强氧化分解能力，带来灭菌，自清洁，抗霉，耐温和抗腐蚀功能。
- 2、本身十分稳定，耐候性好，安全无毒。
- 3、成本低（仅需光源）无二次污染的特点。

因此被誉为“环境催化剂”环保材料，用途十分广泛。

最早工业化使用纳米 TiO<sub>2</sub> 仍是发现人藤岛昭教授，10 年前他和日本乐陶公司的客座研究员渡部俊合作研究，有一次交换意见时，渡部俊提出“如果大量生产氢能不行，那么，把它应用在分解微量的在害化学物质方面，如清除厕所便器上的黄色污垢怎么样？”1998 年，他们利用喷涂 TiO<sub>2</sub> 光催化剂的方法，成功开发出厕所和浴池用防污瓷砖，成为 TiO<sub>2</sub> 光催化剂技术迅速发展的导火线。

我国几乎也同时在 1997 年由国家自然科学基金资助，将纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂用在废水处理上。有效地降解和消除有害污染物。

日本首先将 TiO<sub>2</sub> 光催化剂作为建筑涂料喷涂在高楼大厦，高速公路两旁的隔音墙，街道路灯等装置及玻璃和陶瓷物体，经阳光（紫外线）的照射，积落在上面的尘埃和污染物质，如氧化氮，硫化物，氯化物等就能够自动地被清除。我国广州、北京、上海、成都，均有许多企业正在研制生产建筑用的涂料，广州高科力纳米柔、纳米雅等内、外墙乳胶漆，于 2001 年上市。

把含有二氧化钛光催化剂的喷涂材料，喷涂在公路表面，汽车排出的氮氧化物沾在路面，便被分解为硝酸离子，下雨时会被雨水冲洗掉。将非晶质状的纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂事先混入氯乙烯等树脂材料中，结果，燃烧时它就会吸附氯等到有害物质，落在地面，遇到阳光，氯化物就会自动分解。这给以材料自身以减轻环境负荷的能力

在文物保护上，我国已取得长足的进展，世界八大奇迹之一的西安兵马俑，由西北大学纳米材料研究所，用掺银的 TiO<sub>2</sub> 光催化剂薄膜，即利用“溶胶——凝胶”法（Solution-sol-gel）制成一种透明的胶体，涂在文物表面可以形成一种“无机膜”，这样可保护文物的颜色不变，材质不腐坏，还可以有效地排除虫菌对文物的侵蚀，还有利于降低空气中的有害气体的含量。掺银 TiO<sub>2</sub> 光催化剂除可以对陶质文物进行有效保护外，还可以用于丝绸和书画等文物的保护。还可利用 TiO<sub>2</sub> 光催化剂把旧报纸变为脱臭、抗菌再生纸等。

TiO<sub>2</sub> 光催化剂还可用于水果保鲜和农作物保鲜上。水果采摘下树后，继续熟化，损失水分、糖分。水果在呼吸过程中会放出乙烯气体，TiO<sub>2</sub> 制成薄膜，包裹在水果箱周围，TiO<sub>2</sub> 薄膜在荧光灯照射下，会分解出乙烯气体，让水果窒息，缓慢熟化，减少水、糖分的损失，达到较长时间，保品质保鲜的目的。

TiO<sub>2</sub> 光催化剂，因为它有杀菌作用，而且自身无毒害，在医疗领域也得到应用。科学家用白鼠做的实验结果表明，直接向皮肤癌等病灶注射光催化剂，在紫外线照射下，癌细胞会被

杀死。

用 TiO<sub>2</sub> 光催化剂防治虫牙也取得疗效，因为二氧化钛杀死了变形链球菌，使它无法在内分解糖分，进而产生酸溶解牙齿上的钙质和磷质。

超群的亲水性也是 TiO<sub>2</sub> 光催化剂的独特之处。可用于防水、防污领域。如：不用擦的汽车后视镜，防水气和防污的玻璃、陶瓷、塑料和防污液晶显示器等产品。

TiO<sub>2</sub> 光催化剂，还可用在消臭的领域：如用喷涂、印染和浸泡等方法把光催化剂与树脂的混合物溶液加工到聚脂、尼伦、等纤维上，再制造成织物，使之具有防污，防水、脱息、杀菌等功能，可用作衣服、床单、枕套等……，一种名叫光催化剂脱臭装置的空调节器由光催化剂过滤器，冷极灯和电源构成，具有长期稳定的净化空气和脱臭功能，适合于家庭、医院及其它公共场所使用。

还可用 TiO<sub>2</sub> 光催化剂分解环境激素等剧毒物质的技术，以净化水质、空气和土壤。

综上，TiO<sub>2</sub> 光催化剂被誉为“环境催化剂”，有着极其广泛的用途，市场规模在迅速扩大，预计到 2005 年比现在增加 20 倍，预测表明到 2010 年，全球纳米技术创造的年产值将达到 14400 亿美元的市场规模。

#### 四、TiO<sub>2</sub> 光催化剂的产业化：

从理论上讲：1、所有的物质微粒都能用特定的方法制备出纳米级的微粒。

2、金属纳米粉的制备有几十种方法，但有的方法需大成本，有的方法，有自爆、强腐蚀、自燃等危险。

因此，对于 TiO<sub>2</sub> 这一特定的元素，找到一种经济、安全、高效规模化的生产方法，是纳米产业化的关键

我们试验了几种方法：

##### 1、化学方法：

① 用传统的溶胶——凝胶法（Solution-sol-gel）。这是具有 60 多年历史的成熟方法。也是现在实验室里生产 TiO<sub>2</sub> 纳米光催化剂的主要办法，溶胶——凝胶法（SSG 法）是指金属有机或无机化合物经过溶胶、溶胶、凝胶而固化，再以热处理而成氧化物或其他化合物的方法。但这种方法，用 TiCl<sub>4</sub>（四氯化钛）强酸溶液进入纯水，要自爆，只能小批量生产用。所以一直是实验室的主要方法。

② 化学沉淀法：即包含一种或多种离子的可溶性盐溶液，当加入沉淀剂后，在一定温度下发生水解，形成不溶性的氢氧化物，水合氧化物或盐类从溶液中析出，将溶剂和溶液中原有的阴离子洗去，经热解或脱水即得到所需氧化物粉料。用 TiCl<sub>4</sub> 和 TiSO<sub>4</sub>（硫酸钛）溶液加入碳酸氢铵作沉淀剂，在沉淀步骤不需加热。制备得纳米 TiO<sub>2</sub> 平均粒子尺寸为 8 纳米。这种方法，成本低，但易掺杂改性，适合生产建筑涂料用的 TiO<sub>2</sub> 光催化剂：因其成本要求低、掺杂要求不高。

2、激光气化法：这是纳米微料制备中的一个很有特点的方法，基本适用于金属类纳米微粒。TiO<sub>2</sub> 在红外没有吸收峰、带，可用近红外 1.06 μm 波长的 Nd: YAG 大功率激光器（脉冲式）或远红外 10.6 μm 的 CO<sub>2</sub> 高功率射频激光器（准连续）将待加工的 TiO<sub>2</sub> 粉末放在耐热材料板上，密封于充惰性气体 He（氦气）的密封体中：激光通过用 Ge 或 NaCl 单晶板的窗口照射，使之气化，生产约 20nm 左右的 TiO<sub>2</sub> 微粒。激光法，成本很高，但纯度高，激光器也不会受蒸发物污染，是一个工业化的好办法。

##### 3、物理办法：

① 气体喷雾干燥法：10 年前我们在四川第一家从国外专门引进一台用于生产超微粉的气体喷雾干燥仪。加工纳米、微米。这种办法是靠喷嘴喷成雾状物来进行微粒化的一种方法，还需经加热或焙烧。才能得到纳、微米级的微粉，而且，纳米级的微粒较少，200nm 以下的微粉仅占 3%但此设备对涂料生产有用。



② 气相的方法，如近似“湍流”的气流吸、磨机类。靠气流和固体（待粉碎物）流两相流在一个复杂的湍动、涡动过程中产生撞击、摩擦、剪切作用力，从而破碎物体，但纳、微米物因团聚性等不利因素，而不易纳米化。但仍不失涂料生产的好方法。

综上所述，我们认为生产纳米自洁功能涂料——这是我们规避 TiO<sub>2</sub> 光催化剂推广周期风险，而采用的先在涂料市场推广应用的办法。生产涂料用的添加剂二氧化钛光催化剂，化学沉淀法是一个经济、安全、可规模化生产的方法。

但“激光法”是最好的方法，从涂料市场，赚取资本后，可进入用激光法加工较纯的 TiO<sub>2</sub> 光催化剂的生产。

五、发展：

TiO<sub>2</sub> 光催化剂的发展之路：

第一、从规避风险出发，先进入涂料市场，开始生产掺入 TiO<sub>2</sub> 光催化剂的新功能，换代型涂料。

第二、进入环保市场，污水处理、脱臭、废气、尾气治理、文物保护等的光催化剂型的材料和元件。如汽车的尾气处理器，脱臭的空调内纯水的光催化剂过滤机。

第三、进行应用新领域的研究：如 TiO<sub>2</sub> 防弹服，防水气、防污的玻璃、陶瓷、防污液晶显示器，防污塑料、防癌制剂，保鲜制剂等。

第四、进行新加工方法的研究。形成一些加工设备，如“激光加工设备”、“湍流磨”、“气体喷雾干燥仪”等。

第五、资源控制：与矿山结合直接从锐钛型矿中，生产氯化钛、硫酸钛等规模生产 TiO<sub>2</sub> 光催化剂工业用的原料。

这样就能很快将 TiO<sub>2</sub> 光催化剂规模化生产并在市场推广应用，在竞争中处于优势，可确保稳步发展，让神奇的氧化钛光催化剂，造福人类！