

即用臭氧发生器的耗电功率，加上原料气体预处理装置、冷却装置等辅机的耗电功率所得的功率。

(4) 电耗

即单位臭氧发生量的耗电量 (kWh/kgO_3)，表示成电耗的目的是用来表示效率。

电耗 (kWh/kgO_3) = 耗电量 (kWh) / 臭氧发生量 (kgO_3)

(5) 发生效率

与电耗意义相同，有的时候也用发生效率 (g/kWh) 来表示单位耗电量的臭氧发生量。

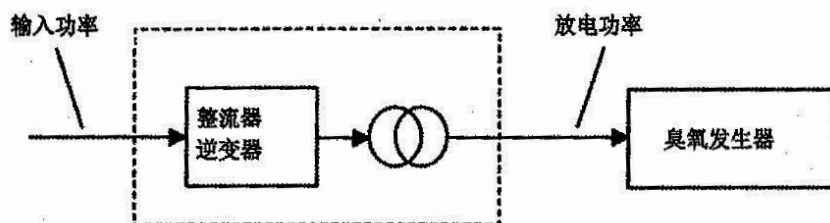


图 10-11 输入功率与放电功率概念图

10.3 控制系统

10.3.1 臭氧发生量的控制方法

输入电极的能量是保持放电电压与流入电极电流的乘积。此回路的放电功率如下式表示：

$$P=4fC_gSV_{ac}\{V_p-(1+C_a/C_g)\times V_{ac}\} \dots\dots\dots (10.1)$$

P: 放电功率 (W)

f: 电源频率 (Hz)

V_p : 施加电压峰值 (v)

S: 放电面积 (cm^2)

C_g : 介电体的单位面积的静电容量 (F/cm^2)

C_a : 间隙单位面积的静电容量 (F/cm^2)

V_{ac} : 保持放电电压 (V)

这里的 S、 C_g 、 C_a 诸值是由臭氧发生管的结构所决定，P、f、 V_p 、 V_{ac} 诸值则由工况条件决定。因此，一旦发生管与工况条件确定，式 (10.1) 即可将 A、B 作为常数由下式表示：

$$P=Af(V_p-B) \dots\dots\dots (10.2)$$

$$A: 4C_gSV_{ac} \dots\dots\dots (10.3)$$

$$B: (1+C_a/C_g)V_{ac} \dots\dots\dots (10.4)$$

从式(10.2)可知,放电功率 W 和电源频率 f 与施加电压峰值 V_F 成正比。因此,在同一放电面积下欲增大臭氧发生量,只要提高电源频率或增大施加的电压即可。但介电体间隙放电时,因施加电压是直接加在介电体上的,因此,施加电压不能高于破坏介电体的绝缘。实际上,为降低破坏率,把破坏绝缘电压低很多的电压作为其上限电压,所以通过加大电压来使臭氧发生量飞跃增加是不可能的。为此,只要提高频率,便可以在低电压下实现放电功率的增大,即臭氧发生量的增加,这样既改善介电体的破坏率,又使单位面积臭氧发生量得到增加,一举两得。

10.3.2 高次谐波对策

图10-12是高次谐波概念图。拥有基本频率50/60Hz整数倍之频率的电流和电压称为高次谐波。这种高次谐波,是从电气设备中(可变速机、不停电电源装置、整流器等)产生的,基本波与高次谐波一旦重合,电波就会失真,并影响其他设备⁶⁾。高次谐波所造成的影响大致如表10-3所示,为应对高次谐波,如表10-4所示制定了高次谐波抑制措施标线。

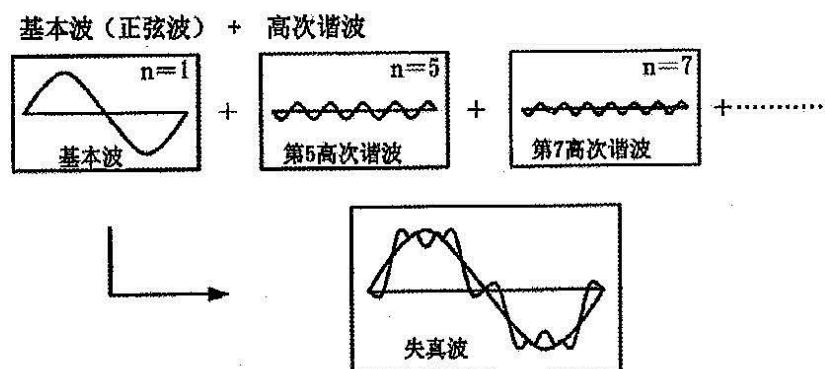


图 10-12 高次谐波概念图

表 10-3 高次谐波所带来的影响

分 类	现 象	受影响的设备
因高次谐波流入的过电流	异常音(轰鸣声)	串联电抗器
	加热	变压器
	烧坏	回转机械
	误差	电力电缆
	误动作	配线用断路器 功率计量表

表 10-4 高次谐波抑制措施目标线

需要高压或特别高压电用户抑制高次谐波措施目标线									
目 的	在遵守电器事业法技术标准基础上, 达到强化电力应用基础恳谈会上提出的“高次谐波环境目标”, 指出抑制高次谐波电流措施的技术要点。								
适用范围	符合以下“判定标准”之高次谐波发生机器的使用人 ●“判定标准” <table border="1"> <thead> <tr> <th>使用电压</th><th>高次谐波发生机器合计容量</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6. 6kV</td><td>超过 50kVA</td></tr> <tr> <td>22kV 或 33kV</td><td>超过 300 kVA</td></tr> <tr> <td>66kV 以上</td><td>超过 2000kVA</td></tr> </tbody> </table>	使用电压	高次谐波发生机器合计容量	6. 6kV	超过 50kVA	22kV 或 33kV	超过 300 kVA	66kV 以上	超过 2000kVA
使用电压	高次谐波发生机器合计容量								
6. 6kV	超过 50kVA								
22kV 或 33kV	超过 300 kVA								
66kV 以上	超过 2000kVA								
对象设备	需要高压或特别高压电用户中所设置每相超过 20 A 的机器								
适用时间	新设、增设或更新高次谐波发生机器等场所								
高次谐波流出电流的计算	①高次谐波流出电流为每个高次谐波发生机器在额定运行状态下产生的高次谐波电流与每个高次谐波发生器最大运行率的乘积。 ②高次谐波流出电流为各高次谐波发生次数的合计值。								
抑制对策	该高次谐波电流, 按各用电电压所设定的高次谐波流出上限以下, 由使用者承担采取必要措施。								

在臭氧发生装置中, 降低或抑制由整流器所产生的高次谐波电流之方法大致有 4 种。

(一) 整流器多路化方法

用错开相位角的变压器整合整流器, 以降低所产生的高次谐波。理论上讲

产生高次谐波 : $6mn \pm 1$

m : 所整合的 6 相整流器的台数

n : 高次谐波的次数 1, 2, 3...

是不会产生低的高次谐波。但实际因阻抗不同, 相位角控制的偏差, 多少会有低的高次谐波残留。

如增大 6 相整流的 m 数, 变为 12 相整流 ($m=2$), 18 相整流 ($m=3$), 24 相整流 ($m=4$), 则抑制高次谐波效果更佳。

(二) 整流器的 PWM 控制方法

近来大容量自行消弧元件发展极快, 从而可控制流向各相的电流。为使各相电流接近正弦波形, 可采取 PWM (脉冲宽调制: Pulse Width Modulation) 控制方法。

此方法会产生超过 PWM 载波电流频率的高次谐波 (载波电流频率为 1000Hz 时, 约产生 20 次以上), 因此要在电源侧安装一个简单的低通滤波器 (无源滤波器)。

(三) 用输入滤波器的方法

此乃最常用的方法。使电抗器、电容器的串联回路发生共振以积极吸收阻抗为零的高次

谐波，从而降低高次谐波向外流出。

本法较廉价且简单而取得很多实绩，但如果仅配置高谐波过滤器，则放过了低谐波，也会因高次谐波扩大等的系统条件而发生共振，故须事先充分讨论。

(四) 用有源滤波器方法

此方法与(二)项整流器的 PWM 控制方法相同，因可控硅与功率晶体管等的功率电子元件发展而可行。这种方法仅吸收或释放流入整流器的矩形电流与正弦电流的差分，从而将电源来的电流变成正弦电流。用这种方法不会有无源滤波器那样的缺点，但受与整流器 PWM 控制相同的载波频率的控制，因此，需将有源滤波器内部多路化，或再设滤波器等加以解决。

10.3.3 改善功率因数

如改变电源电压的相位（滞后）来控制整流器的输出电压，则在负载状态下，电源的功率因数将发生变化。因此需安装无功补偿电容器。

使用自行消弧元件时，即可用脉冲宽（PWM）来控制整流器的输出电压，其功率因数为 1。此时电压控制时的高次谐波成分也稍有增加，从降低高次谐波的角度来看稍有不和。因此可认为 PWM 控制（相位控制）中的无功补偿电容器来改善功率因数是较好的。表 10-5 汇总了功率因数的改善效果。

表 10-5 功率因数改善效果

	电 压 控 制	电源功率因数
可控硅	相位控制	0.84（滞后）
功率晶体管 GTO.	PWM 控制（相位控制）	0.85（滞后）
IGBT	PWM 控制	1

10.4 臭氧发生部分

10.4.1 臭氧发生器

（一）规格项目

以下为规定的规格项目，规定合适的规格内容。

- ①臭氧发生量及发生浓度。
- ②冷却方式，温度及水质（水冷时）。
- ③使用温度，使用湿度及其他相关使用气体介质事项。
- ④最大使用压力。

（二）要求项目

臭氧发生器要求项目如表 10-6 所示

本文摘自《臭氧技术手册》 【修订版】原著〔日〕臭氧协会 津野 洋
翻译 方荣楠
主审 李汉忠 王占生