

30147

中文资料

热处理译文集

(五)

《滴注式可控气氛渗碳》专辑

上海市机械制造工艺研究所

一九七八年一月

这几篇资料，是我们在进行《滴注式可控气氛渗碳》时曾经参阅过的一部分国外文献。这里所收集的内容，以著名的卡博玛格(Carbo Maag)法为主，其他的新式滴注法为辅。其中包括了气氛的制备、渗剂的选择、碳势的控制、炉子的改革等。此外，专门介绍碳势控制方法的内容也略述了几篇，一并收集在此。

翻译是在实验的间隙和业余时间里断断续续进行的。由于水平问题，错误之处在所难免，希望给以批评指正。

——译者

目 录

关于新式滴注法气体渗碳(日文)	(1)
自动控制钢件表面层的渗碳方法(英文)	(13)
关于滴注式气体渗碳(英文)	(23)
滴注式气体渗碳(日文)	(27)
滴液式气体渗碳(I)(日文)	(32)
滴液式气体渗碳(II)(日文)	(40)
甲醇在滴注式气体渗碳中的行为(日文)	(58)
滴注式气体渗碳炉(日文)	(67)
节省能量的井式周期热处理炉 (尤尼玛力特的发明及成果)(日文)	(70)
热处理中钢的表面含碳量的控制(英文)	(79)
渗碳气氛平衡碳浓度的自动控制方法(日文)	(98)
气体渗碳时的碳势控制法(日文)	(102)
自动渗碳(英文)	(106)

关于新式滴注法气体渗碳

藤野良治

1. 前言:

瑞士玛格(MAAG)公司的威伊斯(U. Wyss),在1962年召开的第九届国际热处理会议上,发表了用新式滴注法进行气体渗碳的方法。

这种气体渗碳方法被称为卡博玛格法(Carbo—Maag)。有机液体在渗碳炉内直接气化。它是兼备了原来滴注法和控制气氛法特征的划时代的方法。

卡博玛格法发表以后,引起了欧洲热处理工作者的注意,目前欧洲地区正在迅速地普及这种方法。

日本自1955年以来,从美国引进了气体渗碳法,这就是目前已经相当普及的发生炉方式。但这种方式的设备成本大、运转费用高;渗碳精度要求高的精密另件不适合;还有装置复杂操作麻烦。由于存在着以上的缺点,故这种方式不一定适合于日本的工业情况。

虽然发生炉方式存在着这样的缺点,但不用发生炉的滴注法却没有迅速地普及。这是因为原来所用的滴注法产气量太少,因此不能用于多用炉,不能满足为了连续监视气体成分而抽取气样,所以不能连续控制有机液体的供给量。

而开头所介绍的卡博玛格法,却综合了气体发生炉法的优点和滴注法的优点,排除了两者的缺点,是一种很好的气体渗碳方法。今后在我国的造船、机械、车辆、电机和仪表工业等领域中,将要迅速地采用这种方法。

以下,在叙述新式滴注法——卡博玛格法的同时,也想谈谈法国、英国、美国、德国的不用发生炉的气体渗碳方法的概况。

2. 卡博玛格法(Carbomaag process——瑞士)

2-1 概况

卡博玛格法是瑞士的玛格公司于1959年发明的。从此以后,该公司有名的船舶齿轮厂首先在各种机械另件上采用了这种新式滴注法。

卡博玛格法是把两种有机液体直接滴到渗碳炉内进行热分解而形成渗碳气氛的方法。1962年在瑞士洛桑召开的第九届国际热处理会议上,首先发表了这种方法,在欧洲及世界各国的热处理权威中引起了很大地反响。

2-2 机构

卡博玛格法气体渗碳炉的组成,大致有以下几部分:

- (1) 气体渗碳炉 (图 1) ;
- (2) 气体渗碳炉的控温装置;
- (3) 卡博玛格装置 (滴注装置及抽气装置) ;
- (4) 派特朗尼克露点控制装置 (图 3) 。



图 1 卡博玛格气体渗碳炉 (井式炉。被渗工件装在料架中, 入炉时的情形)



图 2 卡博玛格装置 (由滴注装置与抽气装置构成)

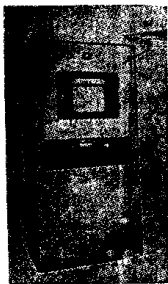


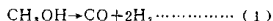
图3 派特朗尼克露点控制装置

2-3 原 理

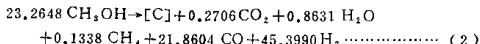
卡博玛格法同时把两种有机液体直接滴到渗碳炉内进行热分解, 从而得到所需要的渗碳气氛。

形成稀释气氛 (运载气氛) 的有机液体, 通常是采用甲醇 (CH_3OH)。甲醇的炭氧之比为 1 ($\text{C}/\text{O}=1$), 是结构非常简单的酯肪酸, 可以大量地生产。

甲醇在高温之下, 将按以下理论式进行分解:



甲醇的分解气氛, 几乎由 2/3 的 H_2 和 1/3 的 CO 所组成。但实际上还有少量的 CO_2 , H_2O 和 CH_4 生成, 虽然是少量的, 但却存在着温度与渗碳倾向的函数关系。这个关系由产生 1 克原子炭时的反应式 (2)



(2) 式是在 950℃、碳势为 0.6% 的情况下, 由甲醇获得 1 克原子炭时的反应方程式。

1 克原子, 也就是产生 12 克炭所需要的液体量, 把这个量叫作渗碳当量或碳当量 (Carbon, Epuivalent)。现在, 把对应于碳势 0.6% 和 1% 的甲醇在各温度下的碳当

量示于图 4。

从图 4 可以看出, 用甲醇渗碳时其消耗量是很大的, 故在实际上甲醇只能用来制备稀释气氛。

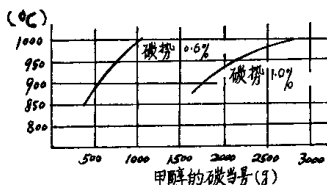


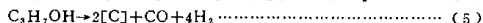
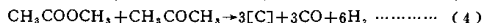
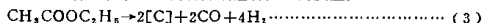
图 4

碳势为 0.6% 和 1.0% 时甲醇在各温度下的碳当量

另外, 使用以下的有机液体来制备渗碳气氛:

- (1) 醋酸乙酯 ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$)
- (2) 醋酸甲酯 ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$) 与丙酮 (CH_3COCH_3) 的混合物
- (3) 异丙醇 ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)

这些渗碳用有机液体, 在渗碳炉内将分别进行如下的反应:



很明显, 醋酸乙酯以及醋酸甲酯+丙酮的混合物分解气体的成分, 与甲醇分解气体的成分是完全一样的。

卡博玛格法所用各种有机液体的分解气体成分的实测值如表 1 所示。

表 1: 卡博玛格法所用各种有机液体经分解和渗碳反应后形成的炉气成分:

有机液体	气 体 成 分 (%)				
	CO_2	H_2O	CH_4	CO	H_2
甲 醇	0.35	0.96	0.68	32.35	65.66
醋酸乙酯	0.35	0.96	0.68	32.35	65.66
丙酮+醋酸甲酯	0.35	0.96	0.68	32.35	65.66
异 丙 醇	0.13	0.695	1.025	19.420	78.73

如表 1 所示, 除了 CO 和 H_2 之外, 在相应的气体平衡条件下还存在着少量的 CO_2 、 H_2O 和 CH_4 。

这些关系与 (2) 式一样, 也是可以用产生 1 克原子碳的反应式来表示的。表 2 是在

温度为900℃、碳势为1.0%时，醋酸乙酯、异丙醇和甲醇的实际渗碳反应方程式。

表 2：在温度为900℃碳势为1.0%时，醋酸乙酯、异丙醇和甲醇的实际渗碳反应式。

$0.49092\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 \rightarrow [\text{C}] + 0.01011\text{CO}_2 + 0.02775\text{H}_2\text{O} \\ + 0.0196\text{CH}_4 + 0.9388\text{CO} + 1.8965\text{H}_2 \dots\dots\dots (6)$
$0.50247\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \rightarrow [\text{C}] + 0.00322\text{CO}_2 + 0.01718\text{H}_2\text{O} \\ + 0.02532\text{CH}_4 + 0.47888\text{CO} + 1.9421\text{H}_2 \dots\dots\dots (7)$
$53.8597\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow [\text{C}] + 0.5547\text{CO}_2 + 1.5224\text{H}_2\text{O} + 1.0772\text{CH}_4 \\ + 51.228\text{CO} + 104.0431\text{H}_2 \dots\dots\dots (8)$

这些渗碳用有机液体的碳当量如表 3 所示。

表 3：卡博玛格法所用渗碳液体的碳当量

醋酸乙酯	40克
丙 酮	29克
异 丙 醇	30克

从(2)式、(3)式、(4)式、图 1、表 1、表 2 和表 3 可知如下几点：

(1) 甲醇与渗碳用有机液体相比，其碳当量要高数十倍，因此，在卡博玛格法中甲醇只能用来制备稀释气氛。

(2) 卡博玛格法中使用的有机液体，都是碳当量低的、适于制备渗碳气氛的液体。

(3) 在卡博玛格法中，由于稀释气体的成分与渗碳气体的成分是一样的或近似的，所以碳势的控制只与形成渗碳气氛的有机液体的供给量有关。

这就是卡博玛格法的原理。

2-4 卡博玛格法所用的渗碳有机液体

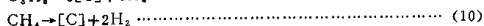
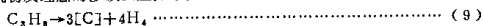
如前所述，在卡博玛格法中作为渗碳用的有机液体，可使用碳当量低的 醋酸乙酯、醋酸甲酯+丙酮以及异丙醇等，除此之外，还可考虑以下这些碳当量低的 有机物质：

(1) 丙烷 (C_3H_8)

(2) 甲烷 (CH_4)

(3) 乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

这些有机物质理想的渗碳反应如下：



如分析这些有机液体的分解特性，如表 4 所示，大致可把它们分为三类。

表 4：滴注法所用有机液体的分类

1 类	乙 醇 醋酸甲酯	C_2H_5OH CH_3COOCH_3
2 类	醋酸乙酯 异 丙 醇	$CH_3COOC_2H_5$ C_3H_7OH
3 类	丙 酮 丙 烷	CH_3COCH_3 C_3H_8

第 1 类由于分子中含有多量的 H 原子，故分解后仍有多余的氢原子存在；

第 2 类分解时不生成 C，只生成 CO 和 CH_4 ；

第 3 类由于分子中含 H_2 少，故分解反应时就已有 C 形成。

使用第三类有机液体时，为了防止炭黑的产生，使用时必须要特别慎重。

在 $850^\circ C$ 以上的情况下，渗碳液体的滴入速度至少能使渗碳反应程度在 98% 以上时，才有平衡状态存在。速度大时，由于 CH_4 的直接分解而引起过渗或炭黑。因此，在后面所讲的滴注法中，除了使用微碳调节仪的方法之外，渗碳液体的用量都过大，为了防止炭黑，只有 30~90% 的渗碳反应率在起作用。

而卡博玛格法中的渗碳液体，通过自动控制可保持一定的平衡条件，同时又可以连续地补充，因此其渗碳反应程度可达 98% 以上。

卡博玛格法把滴注法和发生炉法的优点很好地结合起来了。为此，形成稀释气氛和形成渗碳气氛的有机液体的分解气体成分，应该一样或近似乃是非常必要的。这就是希望以醋酸乙酯或醋酸甲酯+丙酮或异丙醇作渗碳液体的道理。

图 5 是甲醇与各种有机液体的混合比对炉气中 CO 含量的影响。图 6 是这个关系的理论值。

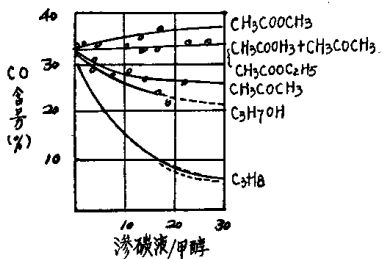


图 5

甲醇与各种渗碳液的混合比对卡博玛格法炉气中 CO 含量的影响 (实验值)

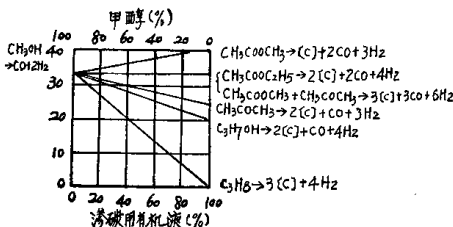
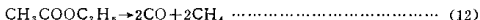


图6

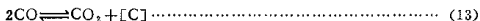
甲醇与各种渗碳液的混合比对卡博玛格法炉气中CO含量的影响 (理论值)

2-5 卡博玛格法渗碳反应的机理

若以醋酸乙酯作渗碳液体，它的分解渗碳过程是这样的：



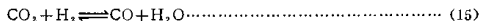
CO按照布德奥德 (Boudouard) 平衡生成初生的碳。



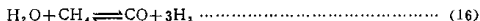
这种初生碳与钢表面产生渗碳反应。其中， CO_2 与 CH_4 还进行反应：



根据水煤气平衡还含有一定的水份。

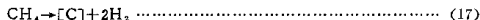


CH_4 与水还存在着反应：

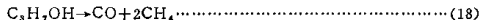


于是，醋酸乙酯从单纯的分解反应到完全的渗碳反应之间，还存在着连续的中间状态，产生CO和 H_2 的同时，亦有少量的 CH_4 、 CO_2 和 H_2O 产生。

在醋酸乙酯供给速度适当的情况下，渗碳是通过CO分解来进行的；当供给量大的时候，则通过 CH_4 分解直接进行渗碳。



采用异丙醇时，首先产生如下的分解反应：



而以下的反应，和醋酸乙酯是一样的。

2-6 卡博玛格法的操作方法

和使用气体发生炉的方法一样，卡博玛格法也是在同样的温度范围内进行气体渗碳的。

当渗碳炉装入工件之后，炉温升到650℃时即可开始供给甲醇。

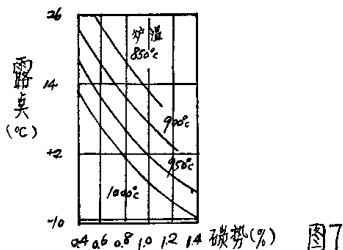
在渗碳炉的排气阶段，甲醇的供给速度要大，但当渗碳有机液体开始导入之后，甲醇的供给速度可以降到排气阶段的1/2以下。

当炉子到达预定的渗碳温度以后,便可开始供给渗碳液体。只有当炉温在 830°C 以上时,卡博玛格法的碳势控制才有可能。

碳势控制是通过派特朗尼克露点仪来进行的。这就是说,根据预定碳势所需渗碳液的量,而自动地向炉内供给,于是,在渗碳另件的表面上便产生了渗碳反应。

在渗碳炉内,露点、炉温、碳势三者是彼此相关的。虽然卡博玛格法能通过派特朗尼克露点仪来准确地控制碳势,但碳势仍然还要受炉温的影响。

用卡博玛格法渗碳时,气氛的碳势、露点和炉温的关系如图7所示。



在卡博玛格法中气氛碳势、露点、炉温的关系

碳液异丙醇的消耗量是渗碳时间与被渗另件表面积的函数。

预定的渗碳时间一到,便把渗件温度降到淬火温度,以便直接淬火。如随炉冷却的话,需滴甲醇,以得到无氧化气氛,直滴到 500°C 左右时方可停止。

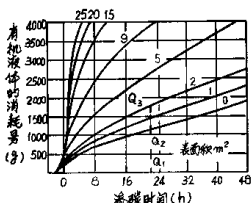


图8. 卡博玛格法渗碳液体的消耗量、渗碳时间与零件表面积的关系

渗碳有机液的消耗量决定于以下三个方面:

(1) 由于炉壁及工件托架(装料筐等——译者按)的消耗量;

(2) 调节稀释气氛碳势的消耗量;

(3) 相应于渗件表面积的渗碳消耗量。

图8是当用异丙醇为渗碳液时,上述(1)(2)(3)各项中的消耗情况。如形成稀释气氛的甲醇流量不变时,则渗

Q_1 : 炉壁和料架的消耗量

Q_2 : 调节稀释气氛碳势的消耗量

Q_3 : 相应于渗件表面积的消耗量

图9 所示是淬火时的情形。



图9 卡博玛格法的热处理操作（渗碳、降温、出炉淬火时的情形）

2-7 卡博玛格法的特征：

(1) 渗碳精度高，渗件可以得到优良的性能。在卡博玛格法中，碳势的控制只与形成渗碳气氛的有机液体的供给量有关，因此其控制方式是一元化的，碳势的自动控制也是可能的，而且精度高，其控制精度可在 $\pm 0.05\%$ C 以内。

如果渗件材料不变时，渗碳深度是渗碳温度和渗碳时间的函数。于是，能够得到准确的渗碳深度。

由于如此之高的渗碳精度，所以采用卡博玛格法渗碳后的另件，能得到理想的疲劳强度和耐磨性能。

(2) 没有发黑

卡博玛格法中所用的渗碳液体，在炉内热分解时不直接放出碳，而且它的供给量又是通过派特朗尼克露点仪来调节的，它的分解率纵然在98%以下时仍可自动调节，故不生成

发黑。

(3) 不要气体发生炉

卡博玛格法不但不要气体发生炉，而且连蒸发器或雾化器之类的设备也不需要。

(4) 运行成本低

首先由于不要气体发生炉，故这部分的折旧、运转和维修保养等费用不要了。

其次，稀释气氛的用量只是发生炉法的1/10以下。在卡博玛格法中，形成稀释气氛的有机液体与形成渗碳气氛的有机液体的分解产物是一样的，因而稀释气与渗碳气的数量比例，可以任意采用。即：不管渗碳气体量的多少，而提供的稀释气氛量只要能维持炉内为正压就行了。

表5是卡博玛格法与发生炉法的气体费用比较表。

(5) 操作容易

1) 由于气氛的形成、输送、测量和调节不需要复杂的装置，故操作维修容易，而且长时间运转的可靠性也高。

2) 当由于停电而使加热和自动调节中止时，也可以继续产生保护气氛，因此不需要另外制备保护气氛。

3) 渗碳气氛的形成不需要准备时间。

表5：卡博玛格法与气体发生炉法的气体费用比较

有效渗碳深度	卡 博 玛 格 法			气 体 发 生 炉 法		
	1.0mm	1.5mm	2.0mm	1.0mm	1.5mm	2.0mm
稀 释 气 氛 费	170円	280	500	1780円	3000	3570
渗 碳 气 氛 费	290	430	560	130	210	300
原 料 气 体 费	460	710	1060	1910	3210	3870
发 生 炉 电 费				510	860	1350
发 生 炉 水 费				50	80	90
发 生 炉 维 修 费				450	1020	1810
发 生 炉 运 转 维 修 费	0	0	0	1010	1960	3250
气 体 费 总 计	460	710	1060	2920	5170	7120
每公斤渗件的气体费	0.9	1.4	2.1	5.8	10.3	14.2

注：表面碳浓度：1.0% C

渗碳表面积：10m²

每炉渗件重量：500kg

3. 简单雾化器方式(simle, spray, unit——法国)

3-1 概 况

这是法国Renault公司所采用的方法。

这种方式用N₂或城市煤气作运载气氛，然后再把甲醇或丙烷添加进去，如有必要的话还可添加氨气，从而形成渗碳气氛或碳氮共渗气氛。

3-2 装置和原理

雾化器的装置如图10所示。



图 10 简单雾化器方式

甲醇借助于 N₂ 或城市煤气的压力被送入蒸发器内。

蒸发器中装有加热器，甲醇在此蒸发气化，之后被喷射到炉内。

渗碳时添加丙烷；碳氮共渗时添加氨气。

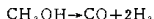
各种液体和气体的压力分别如下：

甲 醇 500克/cm²
N₂ 700克/cm²

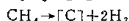
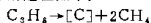
丙烷或氮气 100克/cm³
 作为流量的一例，有如下的报导：

甲 醇	1.25l/h
N ₂	2.5m ³ /h
丙 烷	120l/h
氮 气	250l/h

如在卡博马格法中已经说明的那样，甲醇将通过如下的分解反应而形成运载气氛（稀释气氛）。



丙烷的分解过程如下：



钢的渗碳是通过初生碳[C]来进行的。

同样，氮气在炉内分解成初生氮，使钢表面形成氮化层。

3-3 特 征

不用特别的气体发生炉，也能进行渗碳、氮化、碳氮共渗。但是，有如下缺点：

- (1) 需要蒸发器；
- (2) 液体或气体必须具有一定的压力；
- (3) 不能进行碳势控制；
- (4) 除了用甲醇作运载气氛之外，还需要N₂或城市煤气。
- (5) 渗碳气氛是由丙烷来制备的，而丙烷分子中含氢少，分解时就已放出碳，故容易引起炭黑。

4. CARBO DRIP方式（英国）

4-1 概 要

这是英国的Wild-Barfield公司发明的方法。这种方法把含水量为5~30%（容积）的1价脂肪族醇送到炉内热分解、形成渗碳气氛。

4-2 设备和原理

适用于立式炉。炉气通过风扇来搅拌，有机液体借助于低压空气被送到炉内。有机液体的供给量由流量计来测定控制。

分解气体的成分与精制城市煤气的成分比较如表6所示。

表6：城市煤气与CARBO DRIP的气体成分比较

成 分 (%)	城 市 煤 气		CARBO DRIP气氛
	原 煤 气	精制煤气	
CO ₂	3.3	0.0~0.2	0.0~0.3
O ₂	0.6	0.0~0.1	0.0~0.2
不饱合碳氢化合物	2.1	0.4~0.6	0.2~0.4
CO	16.4	20.2	20.0~25.0
CH ₄	24.0	23.6	20.0~25.0
H ₂	49.5	51.2	58.0~48.0
N ₂	4.1	其 余	—

4-3 特 征

不要气体发生炉，亦能进行渗碳和碳氮共渗。

但有如下之缺点：

- (1) 不能任意的控制碳势；
- (2) 渗碳表面积小时，容易引起炭黑；
- (3) 运载气氛必须用其他的方法来获得。

5. HOMO CARBO方式(美国)

5-1 概 况

这是美国Leed公司等采用的方式。

这种方式首先用 N_2 清扫渗碳炉，到达渗碳温度时滴入异丙醇等有机液体，以便形成渗碳气氛。

Leed和Northrup公司采用微碳调节仪控制异丙醇的滴量。

5-2 设备和原理

当渗件温度达到650℃时，首先用 N_2 清扫炉罐；在650~930℃时要连续不断地滴入有机液体。渗碳时间一到，即停止加热；待渗碳件温度降到650℃时，停止有机液的滴注而改通 N_2 ，直至430℃时，均用 N_2 保护；430℃以下则可停止 N_2 。

Leed和Northrup公司，把0.0762mm的铁丝插到这种炉子之内，根据铁丝截面上瞬时脱碳渗碳引起的电阻变化，再通过自动调节仪即可控制有机液体的滴注量。

使用的渗碳液体是极精制的煤油或异丙醇。

另外设置的小型气化器可使有机液体蒸发，然后再把这种气体送到渗碳炉。这就是HOMO·CARBO方式。

5-3 特 征

不用气体发生炉，只要装上小型气化器即可进行气体渗碳。

但有如下之缺点：

- (1) 除Leed和Nothrup公司之外，都不能进行碳势控制；
- (2) Leed和Nothrup公司的微碳调节仪性能虽高，但铁丝的寿命短、修理成本高。
- (3) 渗碳前后，即每次的升温降温时，均需 N_2 置换炉气，故操作麻烦。

6. 利用固体渗碳剂的气体渗碳法(德国)

6-1 概 况

这是德国的德国沙(DEGUSSA)发明的方法。这是在渗碳炉内的固体渗碳剂(固体渗碳剂装在圆筒内)通过与搅拌的炉气相接触，形成 N_2 、CO和 CO_2 气氛来进行气体渗碳的方法。

6-2 设备和原理

采用井式气体渗碳炉。在炉罐内放着装有固体渗碳剂的圆筒，使之与炉内空气接触。在700℃以下，由于CO₂含量高，故没有渗碳作用。在900℃时，生成的气氛主要是N₂，此外还含有CO和CO₂。

6-3 特 征

这是操作比较简单的气体渗碳方法。

缺点是：

(1) 碳势由所使用的固体渗碳剂来决定。改变碳势时，必须通过变化渗碳温度来进行。

(2) 因为不能自动控制碳势，所以渗碳时必须装入试样，以便进行中间检验。

(3) 在700℃以下时，由于CO₂含量的增多而引起脱碳作用，故必须送入其他的气体以便形成保护气氛。

7. 日本的滴注式气体渗碳

我国在滴注式气体渗碳方面，以前也在各方面进行了研究。

前面所讲的卡博玛格法气体渗碳炉的国产化，现正在慎重地进行研制，预计不久将要发表。

另外，最近有以“UNIC”为商品名发表的方法。那是根据碳势的要求而把特殊的有机液体滴到渗碳炉内的方法。其原理和上述英国的CARBO DRIP法相似。其特殊的有机液体，估计也就是卡博玛格法中那样的东西，但它的技术内情，尚未弄清。

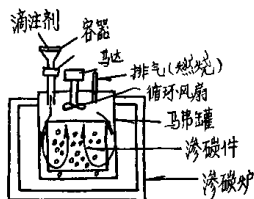


图 11

不使用气体发生炉而又有一般滴注法的优点；但以前所发表的滴注法则有不能碳势控制的缺点。

图11是采用这种方式的气体渗碳炉的结构概况。

8. 结 论

本文，以最近发表的卡博玛格法为中心，介绍了新的滴注式气体渗碳法，即不用发生炉的气体渗碳法。

今后，随着向高精度和自动化的发展，气体渗碳技术更应重视经济性。

在选择渗碳方法时，本文如能有参考价值，将引以为幸。

译自《工业加热》VOL. 3, No. 2 (1966) P33—40

——新しいドロップフィード法

によるガス浸炭について

自动控制钢件表面层的渗碳方法

Urs Wyss

本发明是关于钢件表面渗碳的，也是本人于1961年1月13日所发明的专利№ 116781的继续，但那个专利现在已经废弃了。

钢件在适当气氛中的渗碳方法，即众所周知并在很多方面得到应用的气体渗碳方法很多。但是，归根到底，已经知道的方法主要有以下三种。

(a) 渗碳气氛是在特殊的气体发生炉里产生的，然后或者将适合需要的气体成分送到渗碳炉里；或者是以渗碳能力很低的车载气氛送到渗碳炉里。在后一种情况下，还必须把具有强烈渗碳作用的气体添加到渗碳炉里。

(b) 渗碳气氛是在渗碳炉里由连续供给的物质（一般是液体）的裂化而形成的。这种方法就是到目前为止一直被称为的“滴注法”。在有的情况下，液体进炉之前先被汽化。

(c) 固体气相渗碳法。例如，将焦炭、木炭之类放在热处理炉中，通过 C—CO—CO₂ 平衡式提供气相碳。这种渗碳方法在下文中将根本不谈，因为它的性质完全不属于本发明的范围。

(a) 法有一个很大的缺点，这就是发生炉的使用成本高。众所周知，用于渗碳的气氛是在车载气氛中添加第二种气体或高温裂化气而构造的气氛，所添的第二种气氛具有强烈的渗碳作用（如丙烷），而车载气的成分大约是由 1/3 的 CO 和 2/3 的 H₂ 所组成，也可以用 N₂ 作为车载气氛。

(b) 法具有设备简单操作容易之优点。但是，由于它使用的物质（滴剂——译者按）是以前技术文献所报导的那些不严格的东西，故在整个的热处理过程中不能通过控制一种炉气的临界成分来控制碳势。而发生炉车载气氛法则可以控制碳势的。这是由两个原因造成的，其一是过去的滴注法所使用的滴剂不能完全地裂化；其二是在整个的热处理过程中炉气的基本成分不能保持令人满意地稳定。这都是因为过去缺乏足够的专门知识，因此，不能通过控制一种微量气体的含量来控制碳势。

在以前的滴注法中还有其他的缺点，这就是当每炉之间的工件表面积变化很大时，或者是形成炭黑或过渗（即形成过剩的碳化物）；或者是渗碳不足。然而，滴注法具有经济性的优点。

钢对碳量的需要，取决于要渗碳的表面积，当工件刚刚达到渗碳温度时这个需要量是很大的，随着时间的延长这个需要量要逐渐地减少。据此，有必要适当地调节渗碳液

体的滴入速度。首先，可以通过滴入过剩的渗碳化合物来饱和表面，这样虽然有形成炭黑的危险，但通过以后的扩散过程是可以消除炭黑和过饱和的。如果每炉之间工件表面积变化很大时，欲在工件表面得到一个精确地炭浓度，以前几乎是不可能的。

只有当滴入的液体能产生足够的气体时，才能从炉膛里抽取渗碳气体的气样。当然，液体的滴入量也是取决于渗碳剂表面对碳的需要。如果渗碳表面积不大，则渗碳混合物的滴入速度只需要很小就可以了，因此，产生的气体量也是很少的。在这种情况下，从炉膛抽取气样时空气将通过接头的地方渗到炉内，于是破坏了气氛，故不能有效地控制碳势。在一般的实际应用中，渗碳第一阶段的碳势要定得高（1.2~1.3% C）；而渗碳的第二阶段则较低（0.8% C）（请参看附图5）。因此，在渗碳的第二个阶段里，渗碳液体的滴入速度必须降得很低或干脆停止，即使渗碳表面积较大，但在渗碳炉里也只需产生少量的气体就可以了，这个气体量只要略大于必要的取样和漏损的补偿。

我发现，如果遵循了气氛或形成气氛的物质以及把它们送入炉中的临界条件，就能很容易地根据钢件渗碳表面积对碳的瞬时需要和消耗来控制滴入速度，其方法就是用现有的仪器正确地测定从渗碳炉里取出的一种气氛含量，最好是测定 H_2O 或 CO_2 的含量，因为 H_2O 或 CO_2 含量对碳势来说是重要的，并用同一仪器自动地滴入渗碳介质。发生炉运载气氛法不能为滴注法提供可靠的经验，故必须进行巨大的改变才行。在没有额外的或新的考虑的情况下，是不能综合两种方法的。当采用形成运载气氛或形成炉压气氛的化合物及单独计测的强烈渗碳化合物时，必须高速地滴入形成运载气氛的化合物以便保持炉气成分的稳定。因为炉气成分的稳定乃是非常必要的。当渗碳液体的滴入速度很低或完全关闭时，我希望形成运载气氛的液体，是这样一个大体恒定的速度：它恰好能满足炉气的取样、保持炉膛的压力稍高于大气压的压力、补偿气样及漏损的消耗。渗碳液体的滴入速度应该自动地调节以适应工件对碳的需要，这个需要决定于渗碳的表面积和渗碳的时间及温度。

本发明是采用在炉膛里的热分解气氛进行自动控制钢件表面层炭浓度的气体渗碳方法。其特点是：在滴入的特殊化合物中，一种是形成运载气氛的化合物（这种气体仅造成一个正压力）；另外的化合物则用来产生渗碳气氛。在裂化和渗碳反应过程中，化合物所产生的两种气体成分基本相同基本稳定，形成气氛的物质的供给量最好是由控制产生渗碳气氛的物质来确定，其方法是连续测定一种炉气成分的含量。这个测定工作由仪表来完成。

液体在炉内通过热分解而形成运载气氛（或压力气氛）和渗碳气氛。渗碳气氛是一种对钢有强烈渗碳作用的气体；而运载气氛的渗碳作用则是很微弱的。因为通过渗碳反应形成渗碳气氛的物质所提供的气体成分与运载气的成分相同，故在整个渗碳过程中炉气成分是不变的，与形成两种气氛的物质的比例无关。这样，在整个过程中使碳势的精确调整和控制变得容易可靠了。例如，渗碳气氛或产生渗碳气氛物质的供给，便可根据 CO_2 的浓度或水气的露点来控制。

提供运载气氛和渗碳气氛的物质，最好是采用两种有机液体，在炉温高于800℃（一般是850~1000℃）时，将它们同时或单独滴到渗碳炉里，在入炉之前亦可先行气化。这