

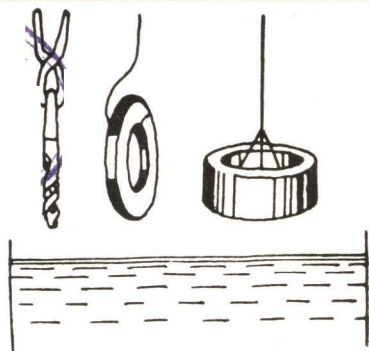
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

钢的气体氮化

火树鹏 编著

热处理



机械工业出版社

内容提要 本书比较全面、系统地介绍了气体氮化工艺。内容包括气体氮化的基本知识；气体氮化应用的钢种、主要辅助材料、工艺操作和常见故障及其排除方法；还包括质量检查和控制方法等。此外，对国内外气体氮化的新工艺、新材料也作了简要的介绍。

本书可作为热处理工人自学读物。

钢的气体氮化

火树鹏 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可登记证字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $2^3/8$ · 字数 56 千字

1984 年 11 月北京第一版·1984 年 11 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,850 · 定价 0.34 元

*

科技新书目：84-110

统一书号：15033 · 5671

一、气体氮化及其优缺点	1
1 气体氮化的主要优点 (1) —— 2 气体氮化的主要缺点 (2) ——	
3 气体氮化与其它氮化方法相比的优点 (3)	
二、气体氮化原理	3
1 氨气热分解, 产生活性氮原子 (4) —— 2 钢表面吸收氮原子过程 (4) —— 3 扩散 (4)	
三、氮化钢	5
1 氮化钢和氮化用钢的概念 (5) —— 2 氮化钢的分类和特点 (6)	
四、气体氮化用的氨	11
1 氨的性质 (11) —— 2 气体氮化用氨的质量要求 (12) —— 3 氨气使用中的安全卫生知识 (12)	
五、气体氮化设备	13
1 炉体部分 (15) —— 2 管路系统 (19) —— 3 气体氮化设备安全操作守则 (22)	
六、气体氮化零件的工艺流 程	23
1 工艺流程 (23) —— 2 预先热处理 (24) —— 3 调质 (24) —— 4 消除应力退火 (24) —— 5 常用氮化用钢的预先热处理工艺 (27)	
七、气体氮化工艺	28
1 零件的清洗 (29) —— 2 非氮化表面的防护 (29) —— 3 氮化试样的准备 (31) —— 4 装炉 (32) —— 5 排气 (33) —— 6 升温 (34) —— 7 氮化 (34) —— 8 退氮 (42) —— 9 冷却 (43) —— 10 常用氮化钢和氮化用钢气体氮化工艺举例 (43) —— 11 气体氮化工艺的改进 (46) —— 12 氮化过程中常见的故障及排除方法 (53)	
八、气体氮化零件的质量	56
1 气体氮化质量的概念 (56) —— 2 氮化层的组织 (57) —— 3 氮化层的性能 (60)	
九、气体氮化零件的疵病及其预防和挽救措施	66
1 变形 (66) —— 2 氮化层的组织缺陷 (69) —— 3 表面硬度低 (70) —— 4 硬度不均匀 (70) —— 5 氮化层深度不足 (71) —— 6 表面裂纹 (72) —— 7 表面氧化色 (73) —— 8 其它 (73)	

一、气体氮化及其优缺点

钢铁零件，在渗氮的介质中，于一定温度下（一般为 $480\sim 600^{\circ}\text{C}$ ）保温，使氮原子渗入零件表面层的热处理工艺过程，叫做氮化。

氮化亦叫渗氮，是机械工业中应用相当广泛的表面硬化方法之一。在工艺分类中，它属于化学热处理范畴。

氮化自从本世纪初在生产中获得应用以来，至今已有六十多年，由于氮化具有许多独特的优点，因而受到普遍的欢迎，应用日益广泛，近二十年来，工艺技术发展极快，形成了许多种氮化方法。按照氮化介质和处理特点，大致可分类如下：

氮化	{	固体氮化
		液体氮化
		气体氮化
		离子氮化

在上述方法中，气体氮化是最基本的，目前它仍然占有重要地位。本书将系统地予以介绍。

1 气体氮化的主要优点

（一）能显著提高零件的表面硬度和耐磨性以及抗擦伤能力，以 38 CrMoAl 钢制作的零件为例，经过气体氮化后，表面硬度可达 $\text{HV}950\sim 1200$ ，相当于 $\text{HRC}67\sim 72$ 。而高碳钢或低碳钢渗碳淬火的零件，表面硬度一般只有 $\text{HRC}58\sim 64$ ，最高也不会超过 $\text{HRC}66$ 。氮化零件表面的高硬度可抗各种类型的磨损，尤其是抗粘着磨损（通常叫做抗咬合能力）。

（二）能显著提高零件的耐疲劳性能：零件氮化以后，表层强度提高，同时由于表层比容增大，形成较大的压应力，因此在

交变载荷作用下，氮化零件有较高的耐疲劳性能和较低的缺口敏感性。后者特别重要，因为零件设计的形状，不可能非常理想，难免有尖角、缺口等应力集中因素。与别的热处理方法比较，提高抗缺口敏感性以氮化最为有效。通常合金钢氮化以后，疲劳极限可提高 25~35%；有缺口的试样，可提高 2~3 倍；在腐蚀介质中，可提高 40~100%。

(三) 提高热稳定性：氮化以后获得的高硬度，具有相当高的热稳定性(也有人叫做红硬性或耐热性)。经氮化的零件在 500℃ 以下，仍可保持其高硬度，而渗碳淬火的零件，当温度超过 200℃ 时，硬度就开始下降，耐磨性也急剧降低。

(四) 提高抗腐蚀能力：氮化后表面形成的化合物层具有较高的化学稳定性。当化合物层厚度达到 0.015~0.06 毫米时，在自来水、潮湿空气、气体燃烧产物或弱碱溶液中，它的耐蚀性同表面镀镍、镀锌、或发蓝相当。

(五) 变形小：氮化处理温度低，心部组织不发生相转变，而且不必再采取淬火方法来进一步强化，氮化以后缓慢冷却，就能获得强化效果。因此，零件氮化后变形很小，而且心部内应力也小，这样就能保证零件尺寸的精度及其稳定性。现在有不少精密量具如块规、塞规已用氮化钢经气体氮化来制造。

2 气体氮化的主要缺点

(一) 零件的生产周期很长：气体氮化零件既要求表面质量高，又要求经过严格的预先热处理，有时要多次预先热处理，且氮化工艺过程又很长，所以生产周期很长。

(二) 应用的钢材受到一定限制：能接受气体氮化并能获得最佳性能的材料是有限的，也就是说，不是所有的钢铁材料都能接受气体氮化，不同的材料经气体氮化后其性能也不一样，好坏相差很大，只有专门的氮化钢，才能获得最佳效果。

3 气体氮化与其它氮化方法相比的优点

(一) 工艺性良好，工艺参数控制要求不太严格，工艺过程容易控制。

(二) 可以获得比离子氮化、软氮化更深的氮化层。

(三) 装炉量大，而且大小零件、不同形状或不同钢种的零件可同装一炉。

(四) 与离子氮化工艺相比，设备投资费用小，而且气体氮化炉还可以作低温处理等其它热处理工艺用，如回火、消应力退火等。

值得指出的是，随着对氮化工艺的深入研究和技术进步，气体氮化的缺点正在逐步获得改善。如工艺过程长的问题，新型的快速氮化钢或快速氮化法可使其缩短；硬化层浅的问题，可以调整钢材成分、采用复合热处理工艺等使其增厚；氮化层脆性大的问题，可以用控制渗氮气氛的成分或氮势来加以改善。所以气体氮化虽然在离子氮化和软氮化等新工艺的竞争下，仍然具有很大的技术经济意义和广阔发展前途。

目前，我国氮化工艺的应用已遍及机械工业各个部门，许多零件如机床的主轴、镗杆、套筒、齿轮；电站设备的阀杆、轴套、紧固件、心轴；汽车、拖拉机、柴油机的曲轴、衬套、齿轮、汽缸筒；工模量具；液压零件以及轻纺机械的一些零件等等，都采用了氮化工艺。

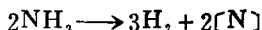
气体氮化在热处理工艺中占有相当重要的地位，我们应当很好地掌握它。

二、气体氮化原理

气体氮化是在氨不完全分解气氛中进行的。它由三个基本过

程组成。

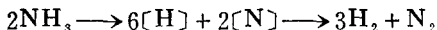
1 氨气热分解,产生活性氮原子 当氨气通入氮化炉的氮化罐内时,随着温度的升高和钢表面(氮化罐的内壁、吊具、零件)的催化作用,发生热分解,它的化学反应式如下:



氨气在分解过程中,首先生成活性氮原子 $[\text{N}]$,这些新生态的氮原子,具有很大的化学活性,很容易被钢表面吸收,然后由钢的表面向内部扩散,渗入到钢的内层,形成一定深度的氮化层。

2 钢表面吸收氮原子过程 一方面,在一定温度下的氮原子具有较大的活性;另一方面,钢表面具有吸收氮原子的能力。无论是体心立方晶格的 $\alpha\text{-Fe}$,或是面心立方晶格的 $\gamma\text{-Fe}$,都能够溶解一定量的氮原子。气体氮化一般都在 590°C 以下进行,在 590°C 时, $\alpha\text{-Fe}$ 最大的氮溶解量可达 0.1% ,形成间隙固溶体,叫含氮铁素体。氮原子还和钢中的铁、碳以及合金元素化合,形成氮化物。如 Fe_{2-3}N 、 Fe_2N 、 AlN 、 CrN 、 $(\text{Fe}, \text{M})_4\text{N}$ 、 $(\text{Fe}, \text{M})_3\text{N}$ 、 $(\text{Fe}, \text{M})_3(\text{NC})$ 、 $(\text{Fe}, \text{M})_2(\text{NC})$ 等。零件表面吸收氮和形成化合物的反应机理是非常复杂的,目前有各种不同的解释。

钢表面吸收氮原子的能力是有限的,其余的氮原子很快形成氮分子而失去了氮化作用,所以氨分解式实际上是,



为了使氮化作用继续不断地进行下去,需要不断地输入新的氨气,不断地产生活性氮原子。因此,控制氨的分解和炉内气氛的成分,是控制气体氮化过程的关键之一。

3 扩散 扩散是一种物理现象,是指物质中的原子由于热振动而产生的迁移。氮在钢中的扩散,是氮原子在晶格中由一个位

置到另一个位置的迁移过程。这一过程是形成氮化层的基础和重要阶段。

钢表面吸收氮原子以后，使表面和稍里面的次表面形成一个氮的浓度差。根据扩散定律，在一定的温度下，氮原子就能沿着浓度梯度下降的方向作定向的扩散。在理论上，经过无限长时间的扩散，可以达到浓度均匀一致。但在实际生产上，这是不可能的。所以从表面到内部的一定深度，有一个不同氮浓度的梯度层。最外表面，氮浓度最高，由表及里，浓度逐渐下降，直到基体原来成分为止。钢的这一表层性能，由于氮的渗入而发生了变化，这就是气体氮化所要求的氮化层。

影响上述三个基本过程的因素是很多的，如温度、时间、压力、介质成分（或氮势）以及零件用钢的成分和组织等等。气体氮化工艺就是要合理地控制这些影响因素，获得满意的氮化结果。

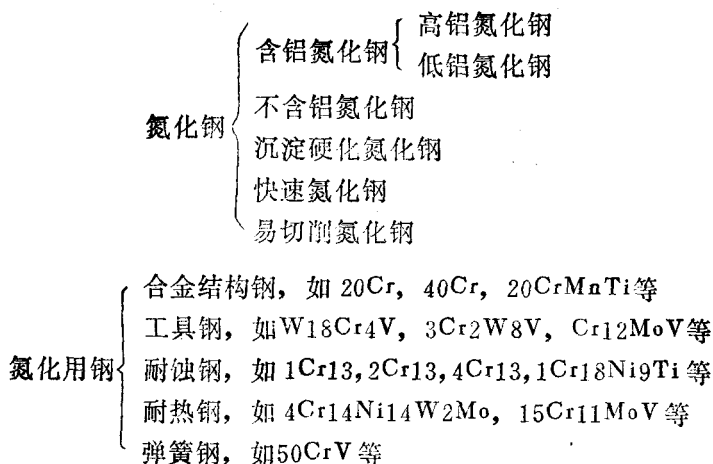
三、氮 化 钢

1 氮化钢和氮化用钢的概念 理论上，所有的钢铁材料都能氮化，不过氮化效果不同，有的效果极微，这一点在气体氮化中表现尤为明显。所以过去有一种不太正确的观点，认为气体氮化必须采用氮化钢，其它的钢种都不行。随着气体氮化工艺的发展和人们对气体氮化工艺的正确掌握，现在许多钢种在相应的工艺下，也能氮化并获得满意的效果。

为了适应气体氮化工艺特点，专门设计一定化学成分使之适合于氮化工艺并能获得最佳氮化效果的钢种，称为氮化钢。而把其它也适宜于氮化并能获得较好效果的钢，称为氮化用钢。国内外目前均用这样一种区分法。这种区分法是否科学和合理，还有

待于进一步研究。

2 氮化钢的分类和特点 氮化钢按其成分和特征来分,大致可分成如下几类:



下面我们对各类氮化钢作一简要介绍。

氮化钢最显著的特点,是含有与氮强烈亲和力并形成稳定氮化物的合金元素。这些元素有铝、铬、钛、钒、钼、钨等。它们与氮相结合形成稳定的氮化合物,以高度弥散状态均布于氮化层中,使氮化层具有极高的硬度和强度。各种元素对氮化层的强化作用是不同的,其中以铝的作用最大,所以长久以来铝就作为氮化钢的主要合金元素。含铝氮化钢几乎是与气体氮化工艺同时诞生的,38CrMoAl是最典型、历史最悠久和应用最广泛的一种氮化钢。该钢经气体氮化后,表面硬度可达HV1000以上,并能保持到在500℃左右不下降。

38CrMoAl钢含碳量中等,这样在不影响氮化速度的前提下,使钢具有强而韧的心部性能。铝和铬都是强化元素,并提高钢的

淬透性。钼除了也有强化作用外，还有消除钢回火脆性的作用。但是钢中含有较高的铝，使冶金工艺性能降低，钢液粘性大，容易产生点状偏析和非金属夹杂物。铝提高了钢的相变温度，使热加工温度提高，因此又带来了消耗能源大，氧化脱碳等缺点。可是从各方面来比较，38CrMoAl钢还是比较理想的氮化钢，为世界各国广泛采用并列为国家标准。表1是中国和世界各国工业先进国家38CrMoAl钢和相当于38CrMoAl钢的氮化钢的牌号和化学成分。

为了避免钢中含铝量过高带来的缺点，发展了一类含铝较低的氮化钢。这种钢由于铝含量的降低，氮化后表面硬度比含铝较高（含1.0%左右）的氮化钢稍低，但它的加工性能改善了，价格也比较便宜，所以应用日益广泛。属于这一类钢的，在我国有新研制成功的25Cr2MoAl*（C 0.23~0.30%，Si 0.17~0.37%，Mn 0.50~0.80%，Cr 2.00~2.40%，Mo 0.15~0.25%，Al 0.25~0.45%，S, P ≤ 0.03%）；30CrMnAl*（Mn 约为1.0%，Al 约0.50%）；30CrMoAl*（含Al 约0.6%）；国外类似的钢号有法国的30CAD6-03（C 0.26~0.32%，Si 0.10~0.40%，Mn 0.40~0.80%，Cr 1.50~1.75%，Mo 0.25~0.45%，Al 0.20~0.40%）；30CAD6-06；日本的RDK401*（C 0.15%，Cr 1.0%，Al 0.20%）和RDK705*（C 0.15%，Cr 1.0%，Al 0.20%）。

同样道理，为了改变铝对钢的不利影响，人们探索用别的合金元素来代替铝，所以发展了不含铝的氮化钢类型。主要有Cr-Mo系、Cr-Mo-V系和Cr-Mo-Ti系。这类钢由于不含铝，所以氮化后的最高硬度也不及38CrMoAl类型的含铝氮化钢高，但是氮化层强韧，对表面龟裂和剥落的敏感性小，对磨削裂纹也不敏感。此外，这类钢含铬、钼的量高，所以淬透性非常高，特别是

表 1 中国和其它工业先进国家含铝氮化钢的牌号和成分

国 别 (标准号)	钢 号	化 学 成 分, %					
		C	Si	Mn	Al	Cr	Mo
中 国 YB6-71 (YB674-73)	38CrMoAl	0.35~0.42	0.20~0.40	0.30~0.60	0.70~1.10	1.35~1.65	0.15~0.25
	(38CrMoAlA)	(Si 0.17~0.37, Ni ≤ 0.40, S, P ≤ 0.03, 其它成分同上)					
德 国 (DIN 17211-70)	24CrAlMo5	0.30~0.37	0.20~0.50	0.50~0.80	0.80~1.20	1.00~1.30	0.15~0.25
	41CrAlMo7	0.38~0.45	0.20~0.50	0.50~0.80	0.80~1.20	1.50~1.80	0.25~0.40
美 国 (ASTMA 355-70)	A	0.38~0.43	0.20~0.40	0.50~0.70	0.95~1.30	1.40~1.80	0.30~0.40
	D	0.33~0.38	0.20~0.40	0.50~0.70	0.95~1.30	1.00~1.35	0.15~0.25
	AMS6470	0.30~0.43	0.20~0.40	0.45~0.75	0.95~1.30	1.40~1.80	0.30~0.40
英 国 (BS970 Part 2-70)	305M31 (En41A)	0.27~0.35	0.10~0.45	0.40~0.65	0.50~1.30	1.40~1.80	0.15~0.25
	905M39 (En41B)	0.35~0.43	0.10~0.45	0.40~0.65	0.90~1.30	1.40~1.80	0.15~0.25
法 国 (NFA 35-531-72)	30CAD6-12	0.28~0.35	0.20~0.40	0.50~0.80	1.00~1.30	1.50~1.30	0.25~0.40
	40CAD6-12	0.38~0.45	0.20~0.40	0.50~0.80	1.00~1.30	1.50~1.80	0.25~0.40
日 本 (JISG 4202-1979)	SACM645	0.40~0.50	0.15~0.50	≤ 0.6	0.70~1.20	1.30~1.70	0.15~0.30
苏 联 (ГОСТ 4543-61)	38XMOA	0.35~0.42	0.20~0.40	0.30~0.60	0.70~1.10	1.35~1.65	0.15~0.25

含钼的钢种，可以制造心部强度高、截面大的零件。属于这一类型的钢种，我国有 25Cr2Mo* (C 0.23~0.30%，Si 0.17~0.37%，Mn 0.50~0.80%，Cr 2.00~2.40%，Mo 0.15~0.25%，S、P ≤ 0.03%)；西德的 31CrMo12 (C 0.28~0.35%，Si 0.15~0.40%，Mn 0.40~0.70%，Cr 2.80~3.30%，Mo 0.30~0.50%)，39CrMoV139等；英国的 En40B (722M24) (C 0.20~0.28%，Si 0.10~0.35%，Mn 0.45~0.70%，Cr 3.00~3.50%，Mo 0.45~0.60%)，En 40 C (897M39)；法国的 30DC12 (C 0.28~0.35%，Si 0.10~0.35%，Mn 0.45~0.70%，Cr 2.80~3.30%，Mo 0.30~0.50%)；日本的 MAC 24*；苏联的 30 X3MΦ1，25 X 2 H 2 MΦ，25 X3H3MΦ 以及 38 XTM 等。

气体氮化的缺点之一是氮化速度慢，所以要达到一定深度的氮化层，所需时间很长。为了改进这方面的缺点，发展了快速氮化钢，这类钢利用高温 (650℃) 氮化，以提高氮化速度。快速氮化钢也有含铝和不含铝二类，即使是含铝的，它的含铝量也不高。属于这一类的钢种，我国有 35MnMoAl* (C 0.34~0.41%，Mn 1.60~1.80%，Mo 0.15~0.25%，Al 0.95~1.35%，V 0.45~0.62%)；日本的 N 6* (C 0.20~0.30%，Si 0.20~0.50%，Mn 0.50~1.00%，Ni 3.20~3.80%，Mo 0.20~0.30%，Ti 2.50~3.00%，Al 0.10~0.20%，Cr 1.00~1.40%) 和 N7 等。

某些机械零件，要求氮化后心部强度非常高，但 38 CrMoAl 或其它类型的氮化用钢都不能满足要求，此时可以采用沉淀硬化型氮化钢。沉淀硬化也叫析出硬化或时效硬化。这一类钢，合金元素多，含量高。一般都含有镍，所以价格昂贵。这类钢在调质处理时可以调整回火温度，控制零件的硬度，使它具有良好的切削加工性。当这类钢切削成形后氮化时，由于合金化合物的析出，并且化合物呈高度弥散均布于基体，使钢强化，心部硬度可提高

到HRC 40 以上, 强度可达 130 公斤力/毫米² (1274兆牛/米²)。采用含镍 5%、铝 2%的沉淀硬化型氮化钢, 心部硬度甚至可达 HRC 46。这是因为调质淬火时溶解了 Ni₃Al, 在 510~550°C 氮化时重新析出造成的。为了达到最佳的硬化效果, 这类钢在氮化前的消应力处理时温度要提高。以含镍 3.5%, 含铝 1.2%的钢为例, 消应力退火的温度应从 600°C 提高到 650~700°C 为好。

我国目前还没有生产沉淀硬化型氮化钢。国外有美国的 Nitralloy C (C 0.20~0.27%, Si 0.20~0.40%, Mn 0.40~0.70%, Ni 3.25~3.75%, Mo 0.20~0.30%, Cr 1.00~1.30%, Al 0.85~1.20%) 或 Nitralloy N; 日本的 NT-100*、NT-200* 和 MAS1*等。

通常氮化钢由于含合金元素较多, 因此切削加工性都不太好。大批量生产的零件为了提高氮化钢的被切削加工性, 发展了一种易切削氮化钢类型。易切削氮化钢, 一般是在氮化钢中再加入改善切削加工性的元素 (如硒)。我国目前也没有这一类型的钢种。国外有美国的 Nitralloy EZ (C 0.30~0.40%, Si 0.20~0.40%, Mn 0.50~1.10%, Cr 1.00~1.50%, Mo 0.15~0.25%, Al 0.85~1.20%, Se 0.15~0.25%); ASTM A 355-70B* (C 0.35~0.40%, Si 0.20~0.40%, Mn 0.70~0.95%, Cr 1.20~1.50%, Al 0.95~1.30%, Mo 0.15~0.25%, Se 0.15~0.25%) 等。

在我国, 列入冶金部部颁标准 (YB6-71; YB674-73) 的氮化钢只有一种, 即 38CrMoAl。38CrMoAlA 是高级优质品种, 主要区别在于含硫磷量低。过去, 在老标准 (YB6-59) 中还列有不含钼的 38CrAlA 和含钨的 38CrWVA1A 二种, 因为应用不广而被淘汰。新研制的氮化钢, 目前尚未列标。所以本书讨论中, 以 38CrMoAl 钢为主。

四、气体氮化用的氨

1 氨的性质 能够提供氮原子的气体介质很多,但是目前应用最多的是氨气。此外,也有氨气+稀释气。稀释气可以是氮气,也可以是氢氮混合气,如果用氢氮混合气,那末可以利用氮化的废气或者是氨预先分解后的混合气。下面我们主要讨论以氨气为原料的气体氮化。纯粹的氮气是不能作为氮化介质的,氮在通常情况下,很难与其它物质发生反应,也不易分解出氮原子,因为氮的分子态原子结合得很牢固,极为稳定。

氨气是由钢瓶或氨罐(按国家规定漆成黄色)盛装的液体氨蒸发而成的。氨是氢和氮的化合物,无色,但有强烈的刺激性气味(臭味)。它的分子式为 NH_3 。氨气比空气轻,同体积的重量比为0.59。在常温常压下,氨是气体,加压后(7~8大气压)或冷却到零下33℃以下就变成液体,同时放出大量热。反之,当液态的氨蒸发成气体时,也需要吸收大量的热。

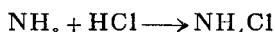
一公斤液氨(20℃时)大约可蒸发出1.4立方米氨气。氨气受热,容易分解成活性的氢原子和氮原子。随着温度的上升,氨分解也愈多,在300℃以上,如果有充分的条件的话,氨基本上可完全分解。如未及时被工件表面吸收,就会很快地形成稳定的氮分子和氢分子。最终得到约为0.7立方米氮气和2.1立方米氢气,气体体积增加约一倍。表2是氨分解与温度的关系。

氨极易溶解于水,成为氨水,氨水是一种肥料(氮肥)。在常温下,一体积的水,大约可以溶解700体积的氨(下面我们将会谈到,利用这一特点来测定氮化炉中氨的分解率)。氨水具有碱性,所以滴一滴氨水到红色的石蕊试纸上,试纸就会变成蓝色。氨水有腐蚀性。

表 2 氨分解与温度的关系

温度 (°C)	分解百分比 (%)	残余氨 (%)
200	74.70	15.30
300	97.82	2.18
400	99.52	0.48
500	99.71	0.29
600	99.95	0.048
700	99.98	0.022
800	99.99	0.012
900	99.99	0.007

氨与酸起反应:



NH_4Cl 是极细小的微小晶粒,看起来似白烟,我们利用这些特点,可以利用试纸或盐酸检验氮化炉和管路中是否漏气。

2 气体氮化用氨的质量要求 气体氮化用的液氨,采用工业用瓶装液氨就可以了,含水量要求 $\leq 0.20\%$ 。但目前有不少研究者证明,含水量多少对氮化质量没有不良影响,甚至还有人认为带有少量水有好处。我国工业用液氨一级品标准含水量 $< 0.2\%$;二级品 $< 1.0\%$,完全能满足要求。但是在国内各工厂生产中,管路系统中仍然安有干燥器,根据作者的经验,这类干燥器的干燥作用不大。

3 氨气使用中的安全卫生知识 由于氨有强烈的刺激作用和恶臭,对人体健康有一定危害,但只要了解氨的特性,做好防护措施,这种有害作用是完全可以避免的。

氨在空气中的允许浓度,应小于万分之一。超过这个浓度,不仅能闻到臭味,还要刺激喉咙,引起咳嗽和头痛,刺激眼睛而流泪,严重时影响呼吸,特别严重时,也会危及生命。但是由于氨气有奇臭,人们很易觉察,引起警惕。同时,氨气比空气轻,

一般逸出后，都上升到大气中去了，在通风良好的车间，不致造成不良后果。

液氨在蒸发时要吸收大量的热，所以当沾着人的皮肤，会使表皮冻伤，通常也叫“烧伤”，因为它与高温灼伤或烫伤相似。氨气接触皮肤也有灼伤感觉，所以也应避免。

液氨钢瓶内的压力，随温度高低而变化，当超过60℃时，就有爆炸的危险。因此，氨瓶不能放在靠近加热炉的地方；也不能置于太阳下曝晒。氨气热分解的氢氮混合气体能燃烧。氢在空气中浓度达4%时，遇明火也会引起爆炸，所以氮化炉漏气，不仅浪费氨、影响工艺过程的控制，更重要的是影响生产安全。

工人如果受氨气轻度中毒，可喝一点淡的柠檬汁或醋酸溶液，能起缓解作用。

五、气体氮化设备

气体氮化设备，主要由两大部分组成：一部分是炉体及附带的温度控制柜和仪表；一部分是管路系统。图1是典型的气体氮化设备示意图。

气体氮化设备的特点和基本要求，包括如下几点。

(1) 氮化罐和管路系统有良好的密封性。

(2) 加热炉的工作温度不高，一般不超过700℃。但是对炉子的温度均匀性要求很高，尤其是大型炉子。温度均匀性是一个非常重要而又不容易达到的技术指标。一般规定，在有效氮化区内，温差应为 $\leq \pm 15^\circ\text{C}$ ，对重要零件的氮化，炉内允许温度差比规定的还要小。

(3) 炉温的测量和控制精确。控温精度一般为 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。为此，气体氮化炉的热源都采用电。大型炉子，一般配有测温（热

电偶插入氮化罐内并靠近零件，实行多点控制）和控温（热电偶插在电热体和氮化罐之间）二套温度仪表。

（4）有进气和排气管路，管路中配有各种仪表，如：压力表、流量计、氮气分解率测定仪等，用来测定和控制气体氮化介质的各项工艺参数。

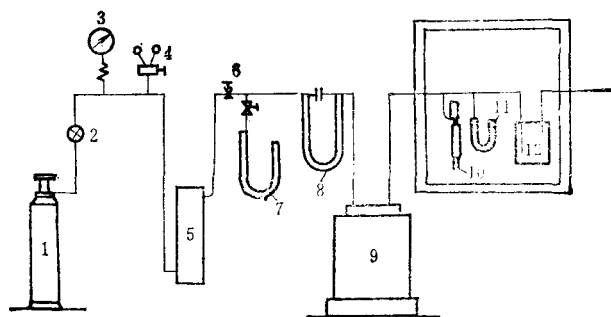


图1 氮化设备及主要管道装置示意图

- 1—氮瓶 2—两通开关 3—压力表 4—减压阀 5—干燥箱
6—针形阀 7—进气压差计 8—流量计 9—氮化炉 10—氮
分解率测定仪 11—排气压差计 12—冒泡瓶

（5）保证气体氮化介质气流通畅，介质均匀地与零件表面接触，所以在可能条件下，都装有气体循环装置，如风扇等。

凡是具备以上特点和满足以上性能要求的热处理炉，都可以用作气体氮化。所以，气体氮化炉的结构和形式是多种多样的。气体氮化设备的分类，也遵循热处理炉的分类原则，通常分连续式、半连续式和周期式三类。由于气体氮化周期很长，连续式和半连续式的气体氮化炉应用较少。在周期式炉中，有箱式和井式（坑式）两种。井式气体氮化炉，优点较多，应用最为广泛。

在我国，氮化设备还没有标准化、系列化和商品化。不过在我国电炉发展规划中，已安排了RN系列的氮化设备，即井式气