

鋼的氮化表面硬化处理

朱 培 瑜 編 著

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書是作者根据歷年來在氮化工作中實際經驗和心得，并其所蒐集的有關資料編寫而成的。

本書詳細地敘述鋼料在氮化前的處理、氮化設備及裝置、操作方法等等，以及与其他熱處理的比較，并重點地敘述氮化工藝規程和處理实例。

這些知識可供氮化現場工作人員及設計氮化處理車間同志的參考。

鋼的氮化表面硬化處理

編 著 者 朱 培 瑜

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

中科藝文聯合印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15119·234

開本 850×1168 1/32·印張 7 5/16·插頁 14·字數 174,000

一九五六年七月第一版

一九五六年七月第一次印刷·印數 1—3,000

定價：(10)一元五角

前 言

自从我廠制造精密的工作母机橫鏜床以來，它的主要部件鏜床主軸（又称鏜杆），直徑有 75 公厘，長達 2,000 公厘，又有銷槽兩道貫通全長，一端并有錐孔。由于形狀細長，構造複雜，因此在熱处理后，產生了嚴重的彎曲變形、開裂以及硬度不均等疵病，報廢了的很多；成爲鏜床生產中的關鍵性技術問題。爲了克服这一困难，我廠領導上便決定積極學習苏联先進經驗，運用氮化表面硬化法來進行熱处理。由于党和行政的全力支持，和行政上前總工程師雷天覺、鍛冶工程師林汝鐸和今總工程師李良同志的具体指導和各兄弟廠如亞細亞鋼廠、益丰搪瓷廠、吳淞煤氣廠、天利氮氣廠等單位的大力協助下，經歷無數次的試驗和失敗，終于獲得了成功。自从应用于生產以來，獲得了很大的效果，到目前爲止，不但已解决了本廠的問題，而且还配合了其他工廠，完成了氮化机件的協作任務。

本書是根據我从事氮化試驗時所搜集的有關資料，在進行設計氮化設備時所遇到的問題，以及初步解决这些問題的心得，結合我廠几年來在氮化操作的實際工作中所獲得的一些經驗所編寫成的。早在我廠試驗氮化剛獲有成效時，很多工廠和工業管理單位曾紛紛來函索取有關氮化試驗的資料，很多刊物也來函囑爲介紹这方面的經驗，在我廠主管局的指示下，編者曾初步總結了一些氮化的經驗，交局刊“机床与工具”發表（1954 年 17,18 期）。以后，隨着氮化操作中的發展和操作經驗的增長，又曾修改和補充了一些資料，交“机械制造”月刊發表（1955 年 6 期）。但由于篇幅的限制，以上二文所報導的只是限于操作中的一些問題，而对

于進行氮化工作所迫切須要解决的設備問題和金相檢查、質量鑒定以及氨的分解率對氮化層影响等等的問題談得很少，因此本文便是把這些資料再加補充修改和整理的一本小冊子。由于編寫本書的主要目的是供現場工作者的參考，因此全文避免高深理論探討，着重于實際數據和參考資料，对于研究和試驗氮化的幾點關鍵問題，如氮化爐的規格和性能以及各種情形下不同處理后的金相組織圖片等，都不厭求詳的羅列出來，以使本書能幫助正在從事熱處理同志和其他對氮化有興趣的讀者，解答一些具體的問題，使得這一項內容豐富和價值很大的蘇聯先進經驗，能在國內普遍地推廣和發展，為祖國正在突飛猛晉中的社會主義工業化建設發揮一部分的作用。

本書的主要對象是：

一、正在現場工作中從事氮化工作或氮化試驗工作的熱處理同志，如熱處理車間（或工段）的工長、技術員以及四級以上的技工，在實際工作中的參考。

二、各廠礦施工科或鍛冶科的熱處理專職施工員或熱處理車間施工員在製訂氮化機件的工藝規程、工藝守則和其他技術指導文件時的參考。

三、各廠礦的設計部門和施工部門中設計人員和施工人員，在設計工作中選擇熱處理方法和制訂氮化機件金工工藝時的參考。

四、各機器制造工業的基本建設設計單位，如設計局和設計院，在設計新建或改建熱處理車間時，或總體設計時，在核算氮化工序的工時和制訂有關指標以及選擇設備、計算負荷時的參考。

五、各專科和機器製造學校的同學們可作為在校學習化學熱處理時配合教本的補充資料、和熱處理專業的同學們在工廠實習時的自習資料、或跨進工廠以前的準備資料，其中的主要部分，也可作為各廠礦的熱處理技工在技術學習時的教材。

在本書中有少數的插圖係借用英美書刊，因此有一二張圖表未採用公制，當在再版時修正。

本書的能够寫成，全賴幾年來諸位老師和前輩對我的教導和幫助，特別是周志宏老師、雷天覺老師和顧克錚老師等對我的培養和幫助。此外又承涂銘旌、何志明、徐志磊、朱志剛等同志的熱心幫助和鼓勵，分別協助我搜集資料和整理原稿以及積累氮化中尺寸變形的數據。在完稿之後，又承陳力展工程師、吳鍾璵工程師及李良同總工程師，在百忙中抽出時間，先後為我審閱原稿，並指出很多寶貴的意見，特地在此向他們致以衷心的感謝。

編者學識淺陋，只憑幾年來在熱處理車間內從事氮化實際工作的一些心得，並參考有關的資料，在業余匆促中寫成本書。後來又根據新問題的發現和解決補充和修改了一些。前後雖然費了近二年的時間，而且也耗費了不少的精力，很想把能找到的有關氮化的資料都搜集進去，但限于能力，缺點和遺漏一定還很多，因此熱烈希望看過這本書的讀者同志們和國內各先進工廠的熱處理同行，不吝給我指正和幫助，以便修正。

又到目前為止，氮化在國內還是并未普遍推廣的一門科學技術，本書雖然已把我廠在幾年來從氮化試驗開始到脫稿為止所掌握的一些經驗都總結了進去，但隨着氮化任務的增加和操作的繼續進行，在今后定必還隨時發現新的情況和新的問題，增進新的經驗，這些心得當再彙總後在再版時修正和補充。

朱培瑜

1956年1月於上海

目 錄

第一章 緒言	1
第二章 氮化發展的歷史溯源	2
第三章 氮化的化學原理	3
第四章 氮化時的金相組織	5
1. 鐵氮平衡圖的組成	2. 溫度對氮化相層變化的影响
第五章 氮化所適用的鋼料	8
1. 氮化鋼料的要求	3. 氮化鋼料的化學成分
2. 不同的合金元素及其含量對氮化的影响	4. 氮化鋼料的代用問題
第六章 鋼料在氮化前的處理	22
1. 鍛造型	5. 機械加工
2. 正火	6. 除应力處理
3. 硬化	7. 精加工
4. 回火	8. 金相檢驗
第七章 氮化的設備(上)	35
1. 連續式氮化爐	3. 單批式(不連續式)的氮化爐
2. 半連續式氮化爐	4. 初步結論
第八章 氮化的設備(下)	78
1. 氮化箱的製造	3. 氮化箱內氮的進入管和排出管
2. 氮化箱的密封問題	
第九章 氮化所用的氮	85
1. 氮的性質	5. 液氮的蒸發量
2. 氮的安全使用須知	6. 盛放液氮的鋼筒
3. 氮對人體健康的影響	7. 氮的取用
4. 檢查漏氣的方法	8. 液氮鋼筒的檢查

9. 液氮鋼筒的維護方法和注意事項

第十章 氮化爐的管件儀表和管系裝置……………98

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 管件材料 | 4. 氮的干燥箱 |
| 2. 調整壓力的裝置 | 5. 氮氣流動情況指示器 |
| 3. 流量表和流率表 | 6. 氮的分解率測定法 |

第十一章 氮化的溫度和時間…………… 106

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. 氮化的溫度和硬度的關係 | 4. 縮短氮化時間的方法 |
| 2. 分段氮化法 | 5. 氮化不同時間后的金相組織 |
| 3. 分段氮化法和等溫氮化的比較 | |

第十二章 氮氣的分解率對氮化的影響…………… 113

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. 氮的分解率對氮化效果的關係 | 3. 控制分解率應注意的地方 |
| 2. 氮的分解率對氮化溫度的關係 | 4. 分解率對氮化層脆性的關係 |

第十三章 防腐性氮化及其操作…………… 123

- | | |
|-------------|---------------|
| 1. 防腐性氮化的目的 | 2. 防腐性氮化的操作方法 |
|-------------|---------------|

第十四章 不銹鋼和耐熱鋼的氮化處理…………… 126

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. 不銹鋼和耐熱鋼氮化的目的 | 4. 表面情況對氮化效果的關係 |
| 2. 不銹鋼和耐熱鋼的成分 | 5. 不銹鋼和耐熱鋼進行氮化的 |
| 3. 不銹鋼和耐熱鋼在氮化后的效果 | 結論 |

第十五章 工具鋼的氮化…………… 132

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 工具鋼氮化的目的 | 3. 工具鋼在氮化后的性質 |
| 2. 工具鋼氮化的操作順序 | 4. 工具鋼在氮化后的效果 |

第十六章 鑄鐵的氮化…………… 138

- | | |
|----------------|------------|
| 1. 鑄鐵氮化的目的 | 前的處理 |
| 2. 氮化鑄鐵的成分 | 4. 鑄鐵氮化的操作 |
| 3. 氮化用鑄鐵的要求和氮化 | |

第十七章 氮化的實施數據和操作方法…………… 141

1. 实施氮化的步驟	4. 氮化爐的容量以及氮消耗量的計算实例
2. 实施氮化的一些数据	
3. 氮化的實際操作方法	
第十八章 机件局部避免氮化的方法和退氮处理	148
1. 局部避免氮化的方法	3. 退氮处理
2. 氮化后局部軟化的方法	
第十九章 氮化後机件質量的檢查	152
1. 硬度的測定	3. 脆性檢查
2. 氮化表層的稀松度檢查	
第二十章 机件在氮化中的變形	155
1. 產生變形的原因	3. 氮化變形的防止和補救
2. 氮化變形的規律	
第二十一章 机件在氮化后的机械性質	159
1. 耐磨耗性	3. 持久性
2. 在高溫下保持硬度(紅硬性)	4. 抗腐蝕性
第二十二章 机件在氮化后氮化層的金相組織討論	167
1. 机件在氮化后金相組織的變化	相層濃度的關係
2. 氮的流率和分解率对 $\alpha + \gamma'$	3. 氮化層的網狀組織
	4. 氮化后鋼料的脫碳現象
第二十三章 典型的氮化机件工藝規程和氮化处理实例	170
1. 汽缸襯套的氮化处理	3. 排氣閥的氮化处理
2. 水泵心軸的氮化处理	4. 銼床主軸的氮化处理
第二十四章 氮化件的缺陷	179
1. 机件在氮化后的表面硬度不高	3. 氮化層硬度和深度不均勻
2. 机件不正常的變形	4. 氮化層表面很脆或有裂紋
第二十五章 机件在氮化后的加工問題	184
1. ε 相層的性質	3. 細長軸類的研磨方法
2. 氮化件应用的研磨料	4. 氮化件的表面光潔度問題

5. 用砂輪精磨應注意之點

第二十六章 氮化的適用範圍以及和其他熱處理方法的比較 188

1. 氮化的適用範圍

2. 氮化法和其他熱處理方法的比較

第二十七章 氮化操作中的點滴經驗和應注意的事項…… 193

1. 氮化操作中可能產生的不正常的情形

3. 氮氣中毒的急救方法

4. 氮化操作中應該注意的事項

2. 鋼筒內液氮互相灌裝或過筒的方法

5. 在氮化中所應注意的事項

附 錄	(1) 氮化鋼料在氮化前的熱處理問題……	202
	(2) 蘇聯目前在氮化方面的發展情形……	211
	(3) 硬度對照表……	218
	(4) 攝氏與華氏溫度對照圖……	220

附表目錄

表 1	苏联常用的氮化鋼料·····	10
表 2	苏联專用氮化鋼料的机械性能·····	12
表 3	其他國家常用的氮化鋼化学成分·····	12
表 4	氮化鋼在氮化后能達到的硬度·····	14
表 5	鉻鉬釩鋼和鉻鉬鋁鋼在氮化后效果的比較·····	17
表 6	主要爲了提高机件的疲勞强度而氮化所適用的鋼料·····	17
表 7	苏联常用合金工具鋼在氮化后的效果·····	19
表 8	捷克普達鋼廠出品的氮化用鋼料及处理規範·····	20
表 9	常用氮化鋼在不同溫度回火后的机械性能·····	26
表 10	不同尺寸的氮化鋼料在不同溫度回火后的机械性能·····	27
表 11	氮化鋼料在不同溫度回火及退火后的机械性能·····	28
表 12	電熱式鐘型氮化爐的規格·····	40
表 13	外冷式氮化爐的技術規格·····	47
表 14	井式氮化爐的操作數據·····	54
表 15	井式氮化和氣體滲碳兩用電爐的技術規格·····	55
表 16	小型坑式電熱氮化爐的規格·····	58
表 17	流氣式氮化爐的規格·····	65
表 18	可应用于氮化的流氣式燃氣爐的規格·····	69
表 19	可应用于氮化的流氣式電爐的規格·····	71
表 20	苏联常用于制造氮化箱的材料·····	79
表 21	下釉的原料成分及其百分含量·····	80
表 22	氨的物理性質·····	85
表 23	液氨所生的压力与溫度之關係·····	87
表 24	氨的濃度对人体生理的影响·····	89
表 25	液氨蒸發器的尺寸·····	92

表 26 我國常用的液氨鋼筒規格·····	93
表 27 苏联的氮化操作規程·····	109
表 28 在不同的分解率下殘余氣体的分析·····	113
表 29 氮化鋼料在不同溫度和分解率下氮化后的效果·····	117
表 30 各种鋼料在不同的溫度和氨的分解率中氮化后的硬化 層性質·····	118
表 31 苏联防腐蝕性的氮化規程·····	124
表 32 苏联常用于氮化的不銹鋼及耐熱鋼的化学成分·····	127
表 33 不銹鋼和耐熱鋼在氮化后的效果·····	127
表 34 不銹鋼的熱處理和表面情况在氮化后对氮化層深度和 表面硬度的關係·····	129
表 35 各种工具鋼料在氮化不同時間后可獲得的氮化層深度	133
表 36 工具鋼在氮化后的耐磨耗性能·····	136
表 37 工具鋼料在氮化后的切削性能·····	136
表 38 氮化用珠光体鑄鐵的机械性質·····	139
表 39 鑄鐵和氮化鋼料在氮化后的效果比較·····	140
表 40 圓柱体試樣在氮化后的尺寸變化情形·····	156
表 41 不同厚度的環壁在氮化后的尺寸變化·····	157
表 42 氮化鋼和鑄鐵碳鋼的耐磨性比較·····	161
表 43 氮化机件在高溫下的拉力强度·····	162
表 44 氮化處理对鋼料持久極限的影响·····	163
表 45 氰化，滲碳和氮化的試件在彎曲時持久極限的比較··	164
表 46 腐蝕对于各种鋼料耐疲勞極限的影响·····	165
表 47 氮化鋼料在氮化后散失的碳分·····	169
表 48 鏜杆氮化的操作規程及數據·····	174
表 49 氮化和其他表面硬化方法的比較·····	189
表 50 用火焰表面硬化法和氮化法制造鏜杆的需用工時比較	190
表 51 用火焰表面硬化和氮化法制造鏜杆的成本比較·····	191

第一章

緒言

氮化是化学熱处理加工中的一种表面硬化法。它的过程便是把特殊鋼料所制成的机件，放在密閉着的特制容器中和流動着的氨相接觸，同時加熱到 $480^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍內，保持適當的時間，使氨受熱而分解出來的氮滲入机件的表層，并且使它達到飽和的狀態，而使机件的表層得到一層硬度極高的氮化物組織。这种方法常被稱為“氣體滲氮”或称作氮化表面硬化法。

在整个的熱处理过程中，氮化是最后的一道工序，也因為氮化之後不再經過其他的加工和熱处理。而且氮化時的溫度比較低，故在整个过程中，氮化机件的變形極少。氮化的目的：除了可使尺寸穩定，并且可以獲得極高的表面硬度外，还可以獲得一种抗腐蝕性。例如：不会生銹以及能抵抗大氣中水分、鹽質、鹼類、油脂類的侵蝕作用。除此而外，还能够在高溫下保持机件原有的硬度以及增加机件的耐疲勞性等。由于以上这些特點是其他熱处理方法所不能得到的優點，因此，在苏联和其他的國家里，氮化法被廣泛的采用在机械制造工業、航空工業和國防工業方面；不但应用于結構鋼，而且还采用于鑄鐵和工具鋼。

第二章

氮化發展的歷史溯源

氮化法是苏联先進經驗之一種，早在 1907 年到 1913 年間，苏联的學者恩·勒·契熱夫斯基^①便從事於研究氮和鐵以及氮和鋼和其他金屬的相互作用，並且公布了許多著作。他闡述了鐵和氮的作用，並且確定氮在分子狀態並不會和鐵相化合；但當鐵在氮中加熱時，由氮中分解出來的新生態氮，亦即是原子狀態的氮，活潑性很大，極容易被鐵所吸收而成為鐵和氮的化合物。如果鐵是用氮來還原過的純鐵，則溫度在 500°C 時，對氮原子的吸收能力更大。他又研究了如果在鐵中間含有矽、碳、錳、磷和硫等元素，即工業中應用的鋼料，它的吸收性能即大大的減少；但在一定的氮的流量下，溫度愈高則氮的分解率愈大，鋼對於氮的吸收能力亦最高。

這些鐵和氮的相互作用的初步結論，在學者恩·阿·明克維奇^②、伊·葉·康托羅維奇^③、斯·弗·尤耳葉夫^④和符·伊·普羅斯維林^⑤等人的繼續深入鑽研以及不斷的辛勤工作中，便促進了氮化法在苏联機械製造工業方面的廣泛應用。此外，在近年來，尤·穆·拉赫金^⑥更把氮化過程中的物理變化現象，作出了詳細和有系統的研究，並作出了關於金相變化的結論，發展到目前，已成為熱處理加工中的新型方法，即鋼的氣體滲氮處理或氮化表面硬化法。

① Н. Л. Чижевский ② Н. А. Минкевич ③ И. Е. Конторович
④ С. Ф. Юрьев ⑤ В. И. Просвирина ⑥ Ю. М. Лахтин

第三章

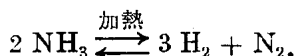
氮化的化学原理

氮在分子狀態時的活潑性很小，因此不能使鋼料吸收，也就是說氮化并不在純粹的氮中進行就是这个原因。但原子狀態的氮亦即是新生態的氮原子，由于它是含有氮的化合物的分解產物的緣故，活潑性極大。因此很容易為鋼料的表層所吸收，并且滲入內層達到飽和的狀態。它的过程也好像其他的化学熱处理如滲炭法和氰化法一樣，可以分為二个階段，即

(1) 最外層吸收氮原子，并且達到飽和狀態。

(2) 表面的飽和層向內層深处擴散滲入。

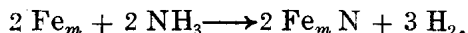
在氮化中，只要氮原子滲入机件的表面相当的深度之后，便可以獲得很高的硬度。氮化过程的化学方程式如下：



此時，氨的分解反应的平衡常數為 K

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{P_{\text{H}_2}^3 \times P_{\text{N}_2}}{P_{\text{NH}_3}^2}.$$

由氨中所分解出來的新生態氮和鐵的作用，所形成的氮化反應為



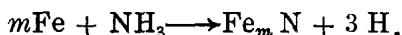
在这反应中的平衡常數為 K_1

$$K_1 = \frac{[\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{P_{\text{H}_2}^3}{P_{\text{NH}_3}^2}.$$

隨着氨的分解，同時還產生氫，氫對氮化的進行所起的作用尚

未肯定,但可以推知對氮化無益,相反的還可能對於氮化的進行有着一定的阻礙和破壞的作用。因為隨着氨的分解後,容器內氣體壓力的增加,會使繼續分解的氨的分解率降低,也就是使得新生態的氮相對的減少,因此間接的延遲了對鋼料的滲入作用。所以為了保證在氮化過程中獲得理想的效果,使氮在最短的時間內滲入機件表層並且達到飽和,容器內的氣體壓力不宜過大,一般的都是在 50~120 公厘的水柱高度範圍內,根據容器的容量以及管系的設備,容器內有無促進氨的對流循環和均勻流動的風扇裝置等情形而決定。而主要還是根據氨的分解率和氮化的溫度,在工作中進行校正。

如果在氮化的容器內,還有能使氨加速分解的接觸劑存在的話,則氮化的反應,就好像單個分子的反應一樣,即



在這反應中,新生態的氮原子和鋼化合成氮化物,而分解出來的氫原子又結成氫分子,它的平衡常數為 K_2

$$K_2 = \frac{[\text{H}]^3}{[\text{NH}_3]} = \frac{P_{\text{H}}^3}{P_{\text{NH}_3}}.$$

如果這平衡常數 K_2 大於前面方程式中的 K_1 , 則容器內的氣體壓力增加,反而會使氨的分解率相對的減少,不過這種情形只是在氨和鋼料的平衡狀態下才可能產生的。在實際上,氮化進行時氨是在不停的流動着的,也就是說真正的情況要根據氨的流率,即單位時間內的流量(如每小時的公升數),又如果流率固定不變,則氨的分解率和溫度成正比;反之,如溫度不變,則在一定的範圍內,流量和氨的分解率成反比例,也即是在單位時間內的流量愈大,則所能够分解的氨愈少。

在不同的分解率以及不同的氮化溫度下進行氮化,以及氮化的時間對氮化層硬度和深度的影響,將在下面詳細討論。

第四章

氮化時的金相組織

1. 鐵氮平衡圖的組成

在研究氮化時的金相組織，必須先了解純鐵在氮化時的情形。

圖 4-1 便是鐵和氮的平衡圖。在這圖中可以看到有下列各相：(1) α -相層，這是氮在 α -鐵內的固溶體（亦即氮化鐵素體），在

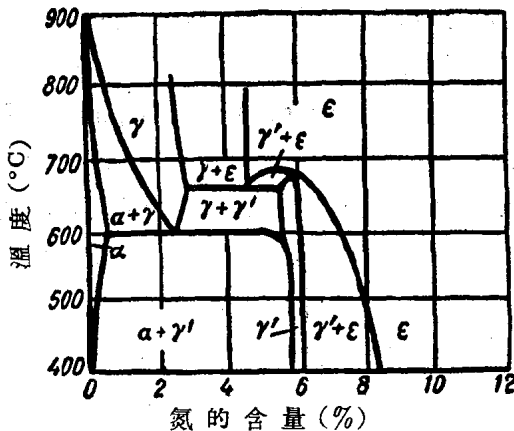


圖 4-1 鐵氮平衡圖

室溫時，氮對鐵的溶解度是 0.015%，但到共析溫度 591°C 時，氮對鐵的溶解度便增為 0.42%。(2) γ' -相，這是相當於含氮量達到 5.9%~6% 時所形成的氮的化合物 (Fe_4N)，這種化合物形成結晶格常數為 3.789 Å 的面心立方型晶格。(3) ϵ -相，這是相當於含氮量高達 8% 時所形成的鐵氮化合物 (Fe_2N)。這一相層可以擴展到含氮量達到 11.2%，它的晶格形狀為六方式。(4) γ -相，這是氮在 γ -鐵內的固溶體，也可稱為“氮化奧斯田體”，這是當氮化溫度

等于共析溫度 591°C 時所形成的，但当溫度超过 591°C 時，也有这种氮化奧斯田体的存在，它的晶格為面心立方形。

2. 溫度对氮化相層變化的影响

当溫度為 590°C ，而氮的含量為 2.3% 時， γ -相便会分解為由 α -相和 γ' -相(即 Fe_4N)所組成的共析体，而这种共析体在鉄-氮平衡圖的結構上，酷似鉄-碳平衡圖中的珠光体組織。但 γ -相急速的冷却時，便形成了氮化馬丁体。又溫度為 650°C 時，便形成了 $\gamma + \gamma'$ 相所組成的第二共析体。

氮化的溫度愈高則所分解的氮愈多，也就是產生的氮原子亦愈多，鉄对氮的滲入量和溶解度也顯著的增多。在这种變化中，可以看出鉄和氮的合金有分散硬化性的能力。在低于共析溫度的情況下以鉄來滲氮，使達到飽和時，可以得到硬度很高的 ϵ -相層，这也是最表面的一層，它的机械性質也是最硬而最能耐磨，并且最富于防腐蝕性能的一層，但同時也是最脆而易于剝落的一層。因此除去以防腐蝕為目的氮化以外，在氮化后都应把这層細心的磨去，或者用退氮的方法，使表面的硬度降低，并同時使脆性消除。在 ϵ -相層的下面就是 $\epsilon + \gamma$ 的二相組合層，再下面則是 α -相層，而在 α -相層中，还有帶一些过剩的 γ' -相組織存在。 $\epsilon + \gamma'$ -相層和 ϵ 相同樣是有抗腐蝕的性能，但不易和 ϵ 相明顯而清晰的分別出來。

如果氮化的溫度高于共析溫度(591°C)時，則在氮化过程中，依次的形成了 ϵ - γ 和 α -相。如果在这溫度急速的冷却到室溫，这种在氮化过程中形成的相便会固定下來。但如在氮化后緩慢冷却，則在 ϵ -相会形成部分分解，析出 γ' -相，而 γ -相則部分分解為共析体 $\alpha + \gamma'$ 。在氮化之后，由表面到內心各相層的分布情况便成為 $\epsilon + \gamma' \sim \alpha + \gamma'$ ，最下面則是过剩的 $\alpha + \gamma'$ 相的共析組織。

在平衡圖中研究，氮化層中本應該有 γ' 相的單獨構成層，这是