

硝酸铵的热稳定性

[苏] Б.Ю. 罗兹曼 著

(内部资料·注意保存)

化学工业出版社

硝酸铵的热稳定性

〔苏〕 B. IO. 罗兹曼 著

刘建勋 译

化学工业出版社

硝酸銨在其儲存和運輸過程中的燃燒和爆炸性能是一個很重要的問題。本書作者用批判的態度分析了國外研究者研究硝酸銨熱穩定性所得的結果。書中詳細介紹了與硝酸銨和硝酸銨包裝物的熱穩定性有密切關係的自行分解過程和反應機構。詳細討論了包裝物、溫度、硝酸銨中的雜質及濕度等因素對硝酸銨和硝酸銨包裝物的熱穩定性的影響。闡述了降低包裝溫度、保護復蓋層和穩定劑對提高熱穩定性所起的作用。最後，根據研究結果提出了提高硝酸銨及其與包裝物的熱穩定性的方法。

本書可供硝酸銨生產企業、運輸、儲存和使用硝酸銨的部門的工作人員閱讀，也可供上述部門研究人員參考。

В. Ю. КОЗМАН
О ТЕРМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ
АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Ленинград 1957

硝酸銨的熱穩定性

劉建勛 譯

特號：(內) 0773

定價：0.54元

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第092號

化學工業出版社印刷廠印刷 內部發行

1960年5月第1版 1960年5月第1版電1次印刷

開本：787×1092 1/32 字數：88千字

印張：4

印數：35000

目 录

序言.....	1
第一章 参考文献概述.....	5
第一节 純淨硝酸銨的热分解.....	5
第二节 杂质对硝酸銨热分解的影响.....	8
第三节 由于硝酸銨热分解所引起的火灾和爆炸.....	12
第二章 硝酸銨的热稳定性.....	22
第一节 硝酸銨的热分解.....	22
第二节 硝酸銨在200°C以下热分解过程的动力和机构.....	30
第三章 硝酸銨—有机物組份系統的热稳定性.....	43
甲、硝酸銨—有机物組份系統的热分解动力.....	43
第一节 包装物的作用、試驗方法.....	43
第二节 硝酸銨—有机物組份系統自燃的临界条件.....	49
第三节 感应期.....	56
第四节 自动催化作用.....	63
乙、有机物組份的本质对系統自行分解过程的影响.....	73
丙、硝酸銨—有机物組份系統自行分解过程的机构.....	83
丁、硝酸銨中的各种杂质对硝酸銨—有机物組份系統热稳定性 的影响.....	103
第四章 提高硝酸銨和硝酸銨—包装物系統热稳定性的方法...	115
結語.....	120

序 言

硝酸銨是苏联主要的一种氮肥。

硝酸銨的生产规模和使用规模很大，所以了解这种产品的失火和爆炸危险性的有关問題是非常重要的。苏联早在第二次世界大战以前就已开始广泛采用純硝酸銨来作为肥料，所以，这些問題在苏联就显得更为重要。

在广泛使用硝酸銨的时期內，亦即大約在近40年內，有过許多次在制造、儲存和运输硝酸銨的过程中发生燃烧和爆炸事故的記載。其中25次火灾和爆炸的规模是很大的，結果损失了12000吨硝酸銨，死伤了五千多人。应该指出，由于硝酸銨有爆炸危险，在德国的法律上已禁止生产含硝酸銨60%以上的肥料。

阐述这些爆炸和火灾原因的文献报导大部分都是就事論事，并且是不系統的。在許多情况下，对于产品质量和生产、儲存或运输这些产品的条件都是不知道的，而这些又是弄清火灾和爆炸原因的很重要的問題。

第一次世界大战期間，用于制造硝酸銨的硝酸，有一部分是由生产芳香族硝基衍生物的废酸再生而得的。第一次世界大战結束以后，为了处理未用完的硝基炸药，其一部分用来浸取以析出硝酸銨。在上述两种情况下制得的硝酸銨，在某种程度上已被硝基化合物所污染。在第一次世界大战以后的一段时期內，有时在硝酸銨蒸发和結晶时发生的爆炸，是因为硝酸銨中存在这种杂质。但是根据后来的記載，絕不可能被硝基化合物污染的硝酸銨也发生过燃烧和爆炸。

由此可知，上述对火灾和爆炸原因的解释是片面的，并且只能适用于某些特殊情况。

大家都知道许多在装有硝酸铵的车箱中发生的火灾，并且大部分都不能证明这些火灾是由外界火源引起的。但是在由水路运输大量硝酸铵的时候，发生过更为巨大的火灾和爆炸。

在此首先应指出的是1920年“Hallfried”号輪船在布魯克林发生的火灾，特别是1947年在得克薩斯城和布烈斯特港的輪船上发生的火灾和爆炸。装载硝酸铵的輪船在布魯克林、得克薩斯城和布烈斯特港发生的火灾，其原因未能确定，并不能证明是外界火源引起的。

得克薩斯城一艘装载2000吨硝酸铵的輪船由燃烧转变成了极为强烈的爆发，引起了巨大的破坏，死伤了許多人。

这最后几次爆炸造成了很强烈的印象，以致在刊物中甚至提出了停止单独使用硝酸铵作肥料的问题。

不言而喻，从最初几次硝酸铵发生火灾和爆炸事件起就已开始了研究，以便弄清产生这些事件的原因并制定预防的措施。

得克薩斯城和布烈斯特爆炸事件以后，美国对这方面进行了大规模的研究。美国农业部、矿务局、陆军部、交通部的科学研究管理局、生产硝酸铵的公司的研究室、许多高等学校的研究室都在研究火灾和爆炸的原因，这就足以说明研究规模之大。为了解决这个问题，吸收了最出色的专家参加（包括基斯提亚科夫斯基〔Кистяковский〕和雷斯〔Райс〕）。

美国的研究试验工作的计划由隶属于国家研究委员会、由基耳帕特里克（Кильпатрик）领导的统筹委员会（U. S. Coast Gard Advisory Comittee on Hazards of Ammoniumnitrate Transportation）统筹安排。

研究工作不仅在美国进行，同时也在其他国家：英国、法

国、比利时等国进行（部分是根据統筹委员会的研究题目进行研究）。

根据文献資料，特别是根据美国在这方面的现行安全技术規則和統筹委员会的決議可以看出，虽然研究工作的規模和費用很庞大，但是直到现在关于硝酸銨的燃燒和爆炸問題还不能認為已得到解决。

海納（Hainer）的报告也証明了这点，这个报告总括了研究在1947～1954年內发生的硝酸銨燃燒和爆炸事件原因的結果。此外，在报告中还指出，在1953年，亦即在研究工作开始6年以后，在“Tirrenia”号輪船上的4000吨硝酸銨又发生了爆炸，虽然可以認為在統筹委员会领导下研究制定的全部安全技术規則均已得到了遵守。

根据某些理由，可以認為硝酸銨发生燃燒的原因是硝酸銨自行热分解后产生的自燃。

如果考虑到倉庫或輪船貨仓中的硝酸銨数量很大，自然就不必奇怪由于硝酸銨自行分解会析出（并且在很短的時間內）这样多的热，以致会使分解过程加速进行并使燃燒轉变成爆炸。

因此，要說明还未弄清的硝酸銨燃燒和爆炸的原因，就要弄清硝酸銨自行热分解的原因。

大量硝酸銨粘結时，有很大的燃燒危險。硝酸銨大量粘結现象恰恰会在水路運輸硝酸銨时发生。根据第六个五年計劃，肥料（包括硝酸銨）的水运量将大大加大。由于这个原因，粘結問題便成了水运时最为迫切的問題。

上述情况也促使我們早从1949年即已开始研究硝酸銨在其儲存和運輸时自燃的原因。这时我們对硝酸銨热稳定性的研究特別重視，因为自燃的可能性正是决定于热稳定性。

我們認為必須說明，从上述观点出发，我們所感兴趣的絕

不是过去在制造或使用硝酸铵时发生的那些爆炸，而只是由于自行热分解引起的那些爆炸。例如，众所周知的1921年在奥堡（Onnay）发生的路那硝爆炸并不属于我们的研究范围，因为这次爆炸是在爆破粘结的肥料时发生的，亦即爆炸的原因与雷管的起爆有直接联系，而与自行热分解无关。

由于同样的原因，在下面的参考文献概述中也主要是介绍研究硝酸铵热稳定性的著作。应该指出，大多数研究工作都不是针对的热稳定性，而主要是研究硝酸铵的爆炸性能，如对起爆的敏感性、对机械作用的敏感性、爆炸效应和高爆效应。

毫无疑问，从使用硝酸铵及其混合物作为炸药来看，上述爆炸性能是很主要的，但与硝酸铵在储存和运输时的自行热分解的原因没有直接联系。

第一章

参考文献概述

第一节 純淨硝酸銨的热分解

貝塞利特 (Berthelot) 在上世紀七十年代首次系統地研究了硝酸銨的热分解。这些研究的結果发表在杂志中和1883年出版的貝塞利特的著名著作“关于爆炸物質的力”(Sur la force des matiers explosives) 中。

貝塞利特指出了硝酸銨可能进行热分解的基本方向，并引用了从动力学的观点來說明分解过程的热化学数据。貝塞利特導出的硝酸銨分解方程式在今天仍见于关于硝酸銨热分解的專門文獻中。

在加热时，硝酸銨首先熔融。硝酸銨的凝固溫度在很大程度上决定于它的水分含量。純淨的无水硝酸銨于 169.6°C 凝固。含水量为1%时，凝固溫度为 157°C ；含水量为2%时，凝固溫度为 146°C 。

在加热初期，硝酸銨按方程式(1)①逐渐离解成氨和硝酸。



离解过程是吸热的。溫度进一步提高时，热分解的过程发生变化。硝酸銨按方程式(2)分解成二氧化氮和水。



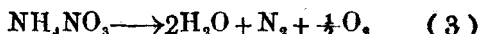
这个反应已經是弱放热反应。貝塞利特認為，在溫度稍低于 210°C 时开始生成气体，亦即析出一氧化二氮。从 230°C 开

① 方程式(1)~(9)的編号与表1中方程式的編号符合。

始，反应速度大大加快；温度进一步升高（由于反应混合物的自行加热，温度可能升高）时，反应越来越猛烈。温度为 300°C 时，分解非常猛烈，稍高于这个温度时，有时甚至好象爆炸。

这时不仅分解速度发生了变化，同时分解过程本身也发生了质的变化。

这时在反应产物中出现了大量氮气以及一氧化氮和二氧化氮。貝塞利特認為，当温度急剧升高到 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ 时，由于硝酸铵按方程式(3)分解而析出水、氮气和氧气：



这个方程式相当于硝酸铵起爆时的理想爆炸分解方程式。

貝塞利特一共提出了七个分解反应方程式，其中三个就是上面談的。其余四个方程式，其特点是反应中生成氮、一氧化氮和二氧化氮，将在后面詳細介紹。

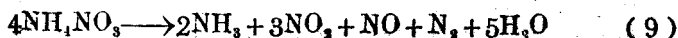
在研究硝酸铵的热稳定性时，确定在什么温度时开始生成气体，即开始析出一氧化二氮是很重要的。人們常常把开始生成气体这个概念同开始分解这个概念混为一談。这是不精确的，因为严格地說，硝酸铵在温度大大低于开始生成气体的温度时，就以相当的速度进行离解，而离解过程也就是分解过程。

前面已經說过，貝塞利特認為在 210°C 开始形成气体，史密斯 (Smith)³ 認為在 170°C ，皮斯克林 (Pickering)⁴ 認為在 $185\sim 186^{\circ}\text{C}$ ，毛麦內 (Maumene)⁵ 認為在 212°C ，波因卡雷 (Poincare) 認為温度高于 200°C 开始生成气体，根据 Chemisch-technische Reichsanstalt⁷ 的資料在 170°C 开始生成气体。

試驗結果的这种差別，大概是由于試驗方法不同和很难确定温度下限的緣故。因为在低于 200°C 的温度下，硝酸铵的分解速度非常小。

果証明，当逐漸升溫到 200°C 时，在气态的分解产物中出现氧气（ $2\sim 4\%$ ）。这一点与薩翁德斯、沙赫和奧扎的数据相矛盾。

凱瑟（Kaiser）^{15, 63}对硝酸銨加热时的爆炸分解过程进行了很有趣的观察。凱瑟发现，如果緩慢地升溫到 269°C ，使硝酸銨分解所得的气体混合物在 $260\sim 269^{\circ}\text{C}$ 長時間加热，則会发生爆炸。凱瑟根据分析这种混合气体的結果提出了在試驗条件下硝酸銨分解的总反应方程式：



在制取一氧化二氮的生产中，硝酸銨也进行热分解。这时分解的不是几克硝酸銨，而是若干公斤硝酸銨，有时硝酸銨还不是十分干燥的。这时对溫度的調节远不能象在實驗室試驗时那样完善，并且可能发生的局部过热是絕對避免不了的。所以把實驗室条件下的研究結果同工厂条件下的結果加以比較是有意义的¹⁶。分析气体、冷凝液和洗滌水的結果証明，在工厂条件下的分解过程，特别是湿硝酸銨的分解过程远不能象在實驗室条件下那样順利。这时与實驗室条件下的分解不同，在所得气体中含有大量氨、氮气、氮的高价氧化物和氧气。

波利亚科夫及其同事首次确定¹⁷，硝酸銨在 $180\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时的热分解是按单分子定律进行的，后来罗伯遜（Robertson）¹⁸及其他研究者証明了这点。

直到1947年，对硝酸銨热分解动力的研究仍未給予重視。但是在得克薩斯城和布烈斯特的爆炸以后，已有很多研究者研究分解过程的动力。實驗基本上是在 $200\sim 290^{\circ}\text{C}$ 的溫度下进行的。分解速度用压力測定法或体积測定法确定。

德什納（Дешнер）⁶⁴研究了硝酸銨在 $178\sim 203^{\circ}\text{C}$ 的分解；雷斯（Райс），林迪尔（Рендил）和舍伯尔（Шербер）⁶⁴研究了在 $240\sim 260^{\circ}\text{C}$ 的分解；宾特（Бент）和鮑尔（Пауэлл）⁶⁴研

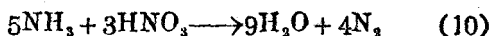
最特別的是：貝恩 (Behn)¹⁰証明，在相当的条件下，硝酸銨在室溫下便可以分解。

維雷 (Veley)^{9, 10}是首次研究生成一氧化二氮的反应动力的人。

薩翁德斯 (Saunders)¹²，以及沙赫 (Shah) 和奧扎 (Oza)¹³对这个反应的动力作了更詳細的研究。

薩翁德斯在恒溫（在210~260°C的范围内）和标准压力下将硝酸銨加热。分析生成的气体表明，該气体由98%的一氧化二氮和2%的氮气組成^①。在分解产物中，一氧化氮和二氧化氮的含量极微——約0.001~0.002%。

薩翁德斯認為，在气态的分解产物中存在氮气是因为氮和硝酸按下式作用的结果。



这个假設沒有得到实验証实。

沙赫和奧扎研究了在185~300°C的溫度范围内（基本上是在240~270°C）的热分解过程。分解是在真空中进行的。沙赫和奧扎根据自己的研究結果确定：在整个加热过程中，硝酸銨于240°C时的热分解速度仍大致不变^②。在240~290°C范围内的溫度系数等于2。此外，沙赫和奧扎还发现，在一定溫度下延长加热時間，或在加热時間不变的情况下提高加热溫度，則未分解的硝酸銨的酸度加大。他們認為，这是由于硝酸銨离解时氮的扩散速度大于硝酸蒸汽的扩散速度，这个现象是雷 (Ray) 和賈納 (Jana)¹¹首先发现的。沙赫和奧扎認為，反应(2)在液相中进行，反应(10)在气相中进行。

克雷茨馬尔 (Kretzschmar)¹⁴引用研究硝酸銨热分解的結

① 在更高的溫度下加热时，生成气体中氮含量增大，一氧化二氮的含量减少。

② 这个結論与后面將提到的研究結果矛盾。

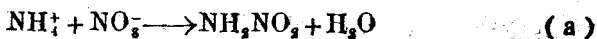
究了在210~250°C的分解，伍德(Wood)和瓦伊斯(Wise)⁶⁵研究了在175~230°C的分解，庫克(Coock)和阿貝格(Abegg)⁶⁶研究了在215~267°C的分解。

所有这些研究者(罗伯逊除外)所得的分解速度常数数值彼此相当符合。290°C时的分解速度常数大部分都是在 $1.5 \times 10^{-3} \sim 2.5 \times 10^{-3} \text{秒}^{-1}$ 的范围内变化。罗伯逊得到的在290°C时的分解速度常数等于 $1.26 \times 10^{-3} \text{秒}$ ，亦即約比別人的大4~7倍。所以可以認為罗伯逊的数据是过大了一些。

奇怪的是，除伍德和瓦伊斯以外，上述研究者誰也沒发现硝酸铵热分解时的自动催化作用。伍德和瓦伊斯⁶⁵則不然，他們发现分解过程，至少是在反应的最初阶段，是自动催化反应。伍德和瓦伊斯認為，在硝酸铵分解过程中生成的硝酸是催化剂。分解开始以后，催化作用很快便消失。

为了說明硝酸铵热分解反应的特点，法克(Folk)和海納^{67, 68}提出了所謂限定溫度(Лимитирующая температура)。所謂限定溫度就是指在一定的条件下因硝酸铵分解所能达到的最高溫度。这个溫度取决于两个过程(硝酸铵的离解和硝酸铵分解并生成一氧化二氮的过程)的热效应，該溫度的高低决定于压力和熔融硝酸铵与其周围介质之間的热交换。

弗里德曼(Friedmann)和比格勒森(Biegeleisen)⁷³研究了同位素硝酸铵后証明，一氧化二氮是由于分子中两种离子的作用而生成的。根据这个理論，作者提出了反应(2)的反应机构



因为直到现在还不能由硝酸铵制得硝酸酰胺，所以这个反应机构还只是一个假說。虽然如此，某些用原质理論(протоли-
тическая теория)来說明在熔融硝酸铵中的反应的研究者，其中包括奥德里特(Одрит)和克列印别尔格(Клейнберг)⁷⁴,

仍支持这个反应机构。

德拉塞姆 (Delsemme)²⁰ 与上述所有研究者不同，他研究了硝酸铵在封闭容器（压力达20大气压）内的热分解。将硝酸铵加热到290°C后，德拉塞姆用光谱分析法研究了分解所得的气体组成，得到了一个很有趣的结论。在他看来，硝酸铵所含的水分能加速离解过程而破坏氮氧化物的生成。

第二节 杂质对硝酸铵热分解的影响

杂质对硝酸铵分解过程的影响是一个非常重要的问题。从开始研究硝酸铵的热分解过程时起，这个问题就引起了学者们的注意。

维雷^{8,9}研究了添加硝酸对硝酸铵热分解过程的影响。他发现，当添加硝酸时，硝酸铵的分解速度急剧增大。

卡斯特 (Kast)²¹ 研究了铝粉、铁粉、锌粉和氧化铁粉对硝酸铵的闪点的影响。在硝酸铵中添加锌粉时，其闪点降低。

我们认为，确定闪点并不是确定硝酸铵热稳定性的相当客观的方法。闪点决定于许多因素（加热条件、物料质量^①、体积和容器形状等）。即使试验条件经过尽可能仔细的校准，也很难考虑到一些重要因素，如反应的中間气态产物或最终气态产物的影响（这些产物对热分解过程常常起着自动催化作用）。在罗巾斯基 (Рогинский)¹⁹ 和安德烈夫 (Андреев)²² 的著作中特别说明了一点。

萨翁德斯¹² 研究了某些无机杂质，特别是氯化物对硝酸铵在185~240°C的热分解过程的影响。研究证明，氯化物是硝酸铵分解过程的活性很高的催化剂。如果硝酸铵中有氯化物，在其分解时便析出氯气，而在分解而得的冷凝液中含有盐酸。

① 本书中的“质量”是指物料的多少(克或公斤)，并非指品质，请勿混淆——译者。

薩翁德斯認為，鹽酸是由下列反應而生成的，



在Chemisch-technische Reichsanstalt⁷中發表的試驗結果也証明了氯化物對硝酸銨熱分解過程的活化作用。根據特拉姆(Tramm)和維爾德(Velde)²³的資料，只有在硝酸銨中存在游離酸時氯化物才產生活化作用。

沙赫和奧扎¹³及羅伯遜¹⁸也研究過各種無機添加物對硝酸銨分解過程的影響。

在得克薩斯城和布烈斯特的爆炸以後，專門為了弄清某些雜質對硝酸銨熱穩定性的影響，對一系列的研究工作作了安排。他們推測，在硝酸銨中存在某種會降低其穩定性的雜質是產生爆炸的原因。

在專門總結中介紹了這些研究，其中某些研究結果發表在海納⁶⁴的論文中。這篇論文簡略評述了在得克薩斯城和布烈斯特的爆炸以後，根據統籌委員會的規定完成的一系列研究。

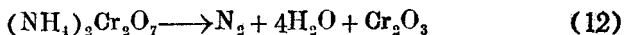
硝酸銨在硝酸、氯化物和重鉻酸鹽存在下的熱分解動力已作過研究。研究証明，當加入5%的硝酸時，硝酸銨於200° C時的分解速度加大了99倍。

伍德和瓦伊斯⁶⁵研究了硝酸銨在硝酸存在下的分解動力，得出了以下結論：硝酸銨於175~230° C時的分解速度與加入硝酸銨中的硝酸(或硝酸銨離解所生成的硝酸)的濃度成比例。

氯化物也是硝酸銨分解的催化劑，但是它的作用不是直接的。

達維斯(Davis)²⁴和埃利奧特(Elliot)²⁵研究了某些鹽和金屬對硝酸銨熱穩定性的影響。研究証明，銅、鋅及它們的合金，以及鎳均能大大降低硝酸銨的熱穩定性。但是應該指出，銅對硝酸銨熱穩定性的作用是早就被發現了的^{25,27}。沙馬達里恩(Charmadarian)⁷⁰研究過金屬對硝酸銨的作用。泰勒爾

(Taylor)²⁸ 詳細地研究过各种盐对硝酸銨热稳定性的影响。研究証明，銅、錳和鉻，特別是錳和鉻是分解反应的活性最高的催化剂。硝酸銨在重鉻酸盐存在下的分解反应可以用下列方程式表示：



据芒塔內 (Montagne)²⁹ 的資料，鉛黑或鉍黑是硝酸銨分解的极有效的催化剂，这时的分解反应可以用下列方程式表示：



芬德拉 (Findlay) 和罗瑟包尔內 (Rosebourne) 对硝酸銨在有机杂质存在下的热分解作了有意义的研究。他們把硝酸銨同木屑和淀粉的混合物在 100°C 加热，并分析了这时所析出的气体。該气体由二氧化碳和氮組成。达維斯和哈尔迪斯图 (Hardesty)^{31,32} 研究过硝酸銨和过磷酸鈣同有机物組成的混合物的热稳定性。

第三节 由于硝酸銨热分解

所引起的火災和爆炸

在硝酸銨生产过程中的爆炸

在期刊^{33-38,64} 中記載过許多硝酸銨在其生产过程中爆炸分解的事例。

1) 1916年1月14日，美国“杜邦”公司的吉布斯坦 (Джибстаун) 工厂中，4000 磅硝酸銨熔融物在結晶时爆炸。

2) 1916年9月15日，美国“阿特拉斯粉药公司” (Atlas Powder) 在奥克达尔 (Окдал) 的工厂，在硝酸銨熔融物結晶时发生爆炸。

硝酸铵是用生产三硝基甲苯的废酸制造的。

3) 1918年10月14日, 美国“吉雷斯佩 劳德英”(Gillespie Loading)公司在摩根(Морган)的工厂, 硝酸铵熔融物结晶时发生爆炸。估计爆炸的原因是弹药混在了硝酸铵中。

4) 1924年3月1日, 美国尼克桑(Никсон)的“阿莫尼特”A.O.工厂发生爆炸。希里夫(Shrew)试图弄清这次爆炸的原因, 对这次事件有相当详细的叙述³⁸。

在因爆炸而完全被破坏了的工厂里, 以前是把用水淬取阿莫多炸药而得的母液蒸发, 然后把熔融物结晶。为了降低硝酸铵的吸湿性和结块性, 再将其用0.3%的疏水成份(80%的石蜡、5%凡士林和15%松香)处理, 并用1%硅藻土粉或白垩粉敷粉。

在成品中含硫酸铵0.3~0.5%, 氯化铵1.5~2.3%, 但未发现有硝基化合物。

据推测, 爆炸分解是在结晶器中发生的, 在其中有200磅热硝酸铵; 然后又引起了靠近结晶器的桶中的成品(总重16吨)爆炸, 因而产生了巨大的破坏。

虽然作过仔细研究, 但爆炸原因还是未弄清楚。于是很自然地产生了下列看法, 即认为结晶器中积存的某种有机物, 特别是甲苯的硝基衍生物, 在同热硝酸铵混合时引起了一个结晶器中的物料爆炸, 然后这个爆炸又引起桶中全部或一部分制得不久, 还是热的硝酸铵发生爆炸。

虽然这个假设似乎是十分正确的, 但是正如希里夫所指出, 能证明这种假设的证据很少, 并且有许多证据都与这种假设相矛盾。

事实上, 用活性炭非常仔细地脱除过硝酸铵溶液中的硝基化合物, 并且对净化过程进行了仔细的控制。此外还应指出, 由于有真空蒸发设备和真空结晶器, 在所有生产工序中的温度均