

过磷酸钙生产自动化

C.B.庫茲涅佐夫 著

化学工业出版社



过磷酸钙生产自动化

G. B. 庫茲涅佐夫著

賀紹堯 譯

化学工業出版社

本書敘述化学工厂中过磷酸鈣生产工艺过程的自动檢查与調节系統，以及某些專用的調节仪表与裝置。

本書可供化工生产部門的工程技术人员閱讀，同时也可供化工院校的师生學習和參考。

本書由袁作礼同志作初校，由陈珩同志作全稿加工。

С. В. КУЗНЕЦОВ
АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
СУПЕРФОСФАТА

ГОСХИМИЗДАТ(МОСКВА·1956)

过磷酸鈣生产自动化

賀紹堯 譯

化学工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第092号

化工出版社印刷厂印刷 新华書店發行

开本: 787×1092 $\frac{1}{2}$

1957年12月第1版

印張: 3張 插頁: 4

1959年4月第3次印刷

字数: 69千字

印数: 2543—4742

定价: (10) 0.60元

書号: 15063·0162

目 录

原序	5
緒論	8
过磷酸鈣生产过程的簡要叙述	8
过磷酸鈣生产过程对自动調节系統所提出的要求	13
自动調节技术的基本概念	15
第一章 硫酸濃度及溫度的自动調节	19
連續用水稀釋硫酸时其濃度的自动調节	19
硫酸溫度的自动調节	34
第二章 磷酸鹽原料与稀硫酸的自动計料	36
磷酸鹽原料的計料	36
硫酸流量的自动調节	37
酸、蒸汽和水等流量的檢查	43
第三章 过磷酸鈣生产过程的集中控制	45
过磷酸鈣化成室各机构与自动仪表的起动与停閉	45
过磷酸鈣化成室各机构与自动仪表的控制系統	48
化成室控制、信号、閉塞(VCBK)系統的基本綫路圖	52
化成室控制、信号及閉塞設備	67
第四章 自动調节与控制系統的輔助設備	69
調节閥	69
檢查与調节空气流量的設備	74
酸位和水位下降的信号器	82
第五章 自动調节系統中壓縮空气的制备与分配	86
第六章 調节仪表与調节裝置的佈置与安裝	90
檢查与控制設備的佈置	90
硫酸濃度計与流量計發送器的安裝	91
隔膜式压差計的安裝	94

操作板	95
管綫及电气联接綫的安裝	99
第七章 自动檢查与調节仪表的試运轉与調整	101
濃度計的試运轉与調整	101
ВЭП-1-37 型二次仪表連同ДМ-3 型压差計的試运轉与 調整	102
酸流量計的試运轉与調整	103
堰式酸流量計二次仪表刻度整刻度的校驗	104
其他仪表的試运轉与調整	107
第八章 过磷酸鈣生产自动化系統的改进	108
参考文献	115
譯名对照表	116

原 序

苏联在第六个五年计划中，拟定增产无机肥料一倍以上。1960年无机肥料的总产量为1960万吨，或者是1955年的204%。要完成这项任务，不仅要使新建企业投入生产，而且在相当大的程度上要使现有的工厂运用新的技术、改建成连续生产、并将生产过程自动化，以这些方法为基础来强化生产过程。

经验证明，这种改进生产的方法具有很大的效果。例如，把过磷酸钙的生产由间歇转换成连续，产品中有效五氧化二磷(P_2O_5)的含量能从18.7%提高到19.5%，并且改善了过磷酸钙的物理性质。用自动检查与自动调节的仪表来装备连续生产过程，又更进一步改进了过磷酸钙的生产指标。酸的制备和料装置自动化后，磷灰石直接在化成室中的分解系数即从85提高到86，亦即在新制得的过磷酸钙中有效 P_2O_5 的含量平均从17.6%提高到17.9%。如果过磷酸钙保存在仓库及后处理的时间长短和过去一样，这就可能使产品中的有效 P_2O_5 含量从19.5%提高到20.3~20.4%。

商品过磷酸钙中有效五氧化二磷含量的提高，也就等于更好地利用了原料，使设备生产能力提高。产品质量的改进也同样影响到运输费用的缩减，因为在运输每单位重量成品时运送了更多的有用成份。

连续生产过程的自动化，特别是在产品吨数多的生产情况下，它从根本上改变了企业的面貌并改善了劳动条件。

根据自动及连续动作的检查测量仪表上的读数，操作人员有可能客观地评定工艺过程的进程，而自动调节器高度准

确地保持生产过程参数在規定值。此外，操作人員可以不必对調節装置进行繁勞的手动操縱，不必經常地直接檢查参数，及將其記載在生产日誌上。所有这些工作，都由自动仪表与調節器更准确、更客觀地来完成。

在自动化的过磷酸鈣生产中，一个操作人員可以同时管理兩個化成室的操作，对所有机件的操作情况进行全面的观察。他可以离开自动控制板，而去檢查任何一个机件，因为在必要的情况下，警告信号会把他召回到工作崗位的，而相应的装置在生产过程遭到事故破坏时会把机件停閉，并停止加入反应物。

自动化給間歇生产过程帶來的重大改进也不少。經驗証明，当間歇操作的化成室的給料改成連續給料后，产品的质量能大大地改进。簡化間歇操作的控制是特別重要的，因为这种生产过程的特点就是設備須常常停閉与起動，而当設備停閉与起動时，工作人員就不得不高度緊張地进行工作。

也应该着重指出自动化在加强劳动紀律方面的意义。連續記錄生产过程的主要参数，記錄一切与最适值的偏差，并精确地指出發生偏差的时刻，这就可以客觀地評定工作人員及機構的操作情况，确定参数变化的原因，从而發掘提高設備生产能力的潛力。

在最近四年以来，苏联化学工業部自动化独立設計局(ОКБА МХП)及国立基本化学工業設計院(Гипрохим)的工作人員集体研究出了过磷酸鈣生产自动化的方法、自动化系統与自动仪表。阿克丘宾斯克及維尼察过磷酸鈣工厂的工作人員已安裝了这些新的裝置，并掌握了用来进行正常生产的方法。

过磷酸鈣生产的主要工段(操作工段)的自动化，实际上

正在許多工厂中进行着。在維尼察过磷酸鈣工厂中，有兩個自动化連續操作的过磷酸鈣化成室已經運轉几年了。所有新設計建造的过磷酸鈣工厂，也將根据維尼察工厂所运用的流程来自动化。对現有工厂的間歇操作設備，正在按照已研究成功的自动調節系統进行改建。为过磷酸鈣工厂設計的个别仪表及調節器也同样可应用于其他部門。

本書綜合了这方面已完成的工作的總結，目的是使工業部門的工作人員，以及化工技术学校的教师与學生們了解已采用的自动化流程和新的專用檢查測量仪表及調節設備。

作者非常感謝技术科学碩士H.Я.費斯得，化学工業部自动化獨立設計局的諸位工作人員，国立基本化学工業設計院工艺工程师C.Д.愛溫契克，Д.К.尼基京娜及国立基本化学工業設計院自动化工作組的人員，技术科学碩士Г.М.菲阿尔柯等在作者編写本書及取材方面所給予的帮助。

讀者們的任何意見与願望，作者都將誠懇地接受，并表示感謝。

C.B.庫茲涅佐夫

緒 論

过磷酸鈣生产过程的简要叙述

过磷酸鈣生产的工艺过程主要是用硫酸分解天然磷酸鹽（磷灰石与磷灰岩）的反应。氟磷灰石矿石原料中所含的五氧化二磷是不溶解的。当硫酸作用于磷酸鹽时，五氧化二磷轉变成可溶状态，就容易为植物所吸收。磷酸鹽的分解率为工艺过程的主要指标，分解率是指原料中五氧化二磷有多少完全轉变成有效形态。磷酸鹽的分解率是以有效五氧化二磷含量与过磷酸鈣中五氧化二磷总含量之比来表示的。

分解过程实际上是分两个阶段进行的。反应最初在粉碎的天然磷酸鹽顆粒表面上进行。过程的第一阶段（在30~40分鐘內）所生成的磷酸再与殘存的氟磷灰石起作用。氟磷灰石与磷酸相互作用的速度不断地降低，以致使磷酸鹽完全分解需要很長的时间。

分解的第一阶段在反应物混合时就已经开始，在化成室温度略高于 100°C 时終結。分解的第二阶段通常在化成室內不能完成，而从化成室卸出的新制的过磷酸鈣仍含有过量的（超过規定值的）游离磷酸和沒有分解的氟磷灰石。进一步的分解，也即所謂后处理，是在倉庫中进行的，新制的过磷酸鈣須在倉庫中保存几天。

为了加速最后的分解过程，应在倉庫中將过磷酸鈣撒开和翻动。这样处理后，氟磷灰石的分解实际上可認為結束了；殘存的游离磷酸可加專用补加剂（白堊粉、石灰石等等）到过磷酸鈣中去中和。

在用硫酸分解磷酸鹽原料的反应同时，还有含氟气体放出，这种气体可用特殊的吸收裝置加以吸收。这种裝置所获得的氟硅酸在車間的專門工段进行加工。

大部份的过磷酸鈣要做成顆粒狀，所以制好的与中和后的过磷酸鈣从倉庫取出送往造粒工段加工，然后再送入成品倉庫中。

因此，现代化的过磷酸鈣工厂都由下列几个工段組成：

- 1) 磷酸鹽原料倉庫；
- 2) 帶有吸收裝置的操作工段；
- 3) 氟硅酸加工工段；
- 4) 帶有中和裝置的过磷酸鈣倉庫；
- 5) 帶有过磷酸鈣顆粒加固裝置的造粒工段；
- 6) 成品倉庫。

全部裝置的生产能力及过磷酸鈣的質量，都取决于操作工段化成室中硫酸分解磷酸鹽原料过程的强化程度。其他的工段只是执行輔助操作：原料、半成品、成品等的运输与儲存，以及廢料的處理。

因此，在化成室中磷酸鹽的分解过程愈完全，亦即由化成室卸出新制的过磷酸鈣中未分解的磷酸鹽和游离磷酸殘存量愈少，那末过磷酸鈣在倉庫中后处理(抛散与翻动)所需的時間也愈少。

这样，为了提高設備的生产能力、减少原料及材料的消耗率和提高产品质量，首先必須尽可能使磷酸鹽直接在化成室中充分分解。这可以通过选择工艺过程的最适状况，并使其在化成室整个操作時間內保持不变来达到。

在生产工艺流程的具体条件下，生产过程的状况基本上以磷酸鹽原料的質量及其物理化学性質为先决条件。因为投

入生产的原料是大批的，一般都是来自同一产地，所以在正确的贮藏原料时，已选定的与已运用的操作条件实际上很少有所改变。

大多数现有的过磷酸钙工厂的操作工段都装设着间歇操作的化成室。而许多工厂及所有新建的企业都在按装连续操作的化成室。

圖 1 所示为采用间歇操作设备的简要生产流程。

从倉庫出来的磷酸鹽原料沿输送机 1 送入貯料槽 2，然后从貯料槽出来，利用卸料螺旋输送机 3、提升机 4 及上部的螺旋输送机 5 送到磅秤 7。如果磅秤装满而关闭着，磷酸鹽原料就从“回送”螺旋输送机 6 送回貯料槽。

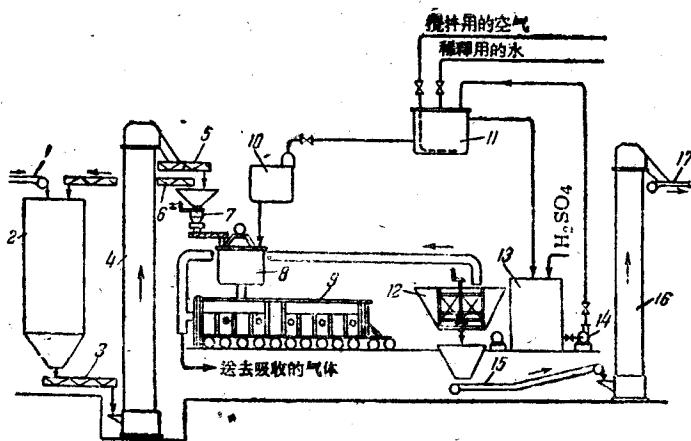


圖 1 間歇法生产过磷酸鈣的簡要流程

- 1, 15, 17—输送机；2—貯料槽；3, 5, 6—螺旋输送机；4, 16—提升机；7—磅秤；8—漿料混合器；9—化成室；10—酸計量槽；11—高位槽；12—切削机；13—貯槽；14—泵

硫酸 ($74\% \sim 78\% \text{H}_2\text{SO}_4$) 从貯槽 13 出来, 用泵 14 打入高位槽 11, 用水稀释到所要求的濃度 ($60\% \sim 70\% \text{H}_2\text{SO}_4$); 此时溶液一般利用空气鼓泡法来攪拌 (有許多工厂將硫酸放在貯槽中稀释, 然后再將稀酸打到高位槽)。从高位槽出来的稀硫酸流入計量槽 10, 此槽安装在磅秤 7 的旁边。

一定量的磷酸鹽原料与相应量的稀硫酸从磅秤和計量槽透往混合器 8。在混合器中激烈而迅速地攪拌反应物, 并将呈流体形态的混合物 (漿料) 送入車箱式化成室 9。在化成室中磷酸鹽的分解过程 (分解过程在混合器中就已开始) 繼續进行, 并基本上在此完成。

磷酸鹽与非磷酸鹽杂质起分解反应时, 有气体产物放出; 混合物温度升高到 $100 \sim 115^\circ\text{C}$, 并且有少量水份蒸發。这結果使物料迅速地凝結并硬化成多孔狀結構的大塊 («漿餅»)。

化成室裝滿后, 就停止加漿料到室中去, 而开始卸料, 卸料是利用 «切割机» 12 进行的; 在切割机上固定的一些刮刀, 將过磷酸鈣塊割成小塊。割裂与疏松的过磷酸鈣用輸送机 15 提升机 16 及上部輸送机 17 (有时用一台傾斜的輸送机来代替这三台机器) 送到倉庫中。过磷酸鈣从輸送机 17 抛入迅速迴轉的帶有叶輪的轉筒; 此时, 过磷酸鈣被耙松并被抛散到倉庫相当远的地方。过磷酸鈣在倉庫中的后处理——攪拌与翻动——利用抓斗式起重机和电鏟来进行。

因此, 在使用間歇生产方法及应用車箱式化成室时, 化成室的加料和过磷酸鈣成品的卸出都是輪流进行的。

用連續法生产法时 (圖 2) 化成室的加料与卸料同时进行。磷酸鹽原料的送入如同間歇生产系統中的一样, 同样是利用那些輸送机及提升机 (1、3、4、5) 不断地經過帶式

重量計料器 7 送入漿料混合器 8 中。硫酸(74~78% H_2SO_4)用泵 20 不断地打入高位槽 18; 过多的硫酸从高位槽 18 流回貯槽 19。如是, 酸位在高位槽 18 中可保持不变。水送入高位槽 15 中, 其中的水位同样保持不变。从高位槽 15 及 18 流出来的水和酸經調節閥 16 和 17 按适当的比例不断地送到混合器 14 中。从混合器出来的稀酸进入槽式气体分离器 13, 再从分离器出来經濃度計 12 和流量計 11 流到漿料混合器 8 中, 然后漿料从这里不断地送入化成室 9 中。

化成室为一平底的圓筒。在圓筒的中央安裝着帶有窗孔的管子, 管子上裝有隆起隔板形的叶輪。圓筒和底都能迴

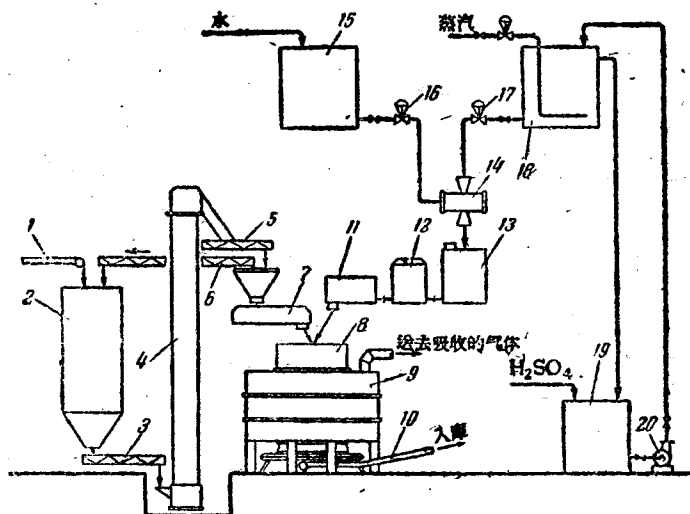


圖 2 連續法生产过磷酸鈣的簡要流程

- 1, 10—輸送机; 2—貯料槽; 3, 5, 6—螺旋輸送机; 4—提升机;
7—帶式重量計料器; 8—漿料混合器; 9—連續操作的化成室;
11—流量計; 12—濃度計; 13—槽式气体分离器; 14—酸水混合器;
15, 18—高位槽; 16, 17—調節閥; 19—硫酸貯槽; 20—泵

轉，管子与隔板則不动。化成室的上面盖着有密封裝置的頂；在頂盖上安裝漿料混合器与切削机的傳动裝置。傳动裝置的軸穿过頂盖与切削机連接在一起。

漿料从混合器出来，不断地进入隔板隆起部分附近的空間而將其裝滿。漿料在室中凝結成「漿餅」，同时化成室廻轉时使漿料沿周界移动，而隆起隔板附近空出来的空間又可加入新的漿料。化成室廻轉一周到达終点时，漿餅已送到切削机，并利用切削机將过磷酸鈣塊割开。过磷酸鈣經中央管送到輸送机，由它將过磷酸鈣轉送到撒揚机，而使其在倉庫中散开。

因此，在漿料繼續不断裝入化成室的情况下，化成室廻轉一周后，过磷酸鈣就开始連續地卸到倉庫中。

在化成室与漿料混合器中生成的气体和蒸气都用抽風机抽出；化成室与漿料混合器在任何时候都保持負压，約10~15毫米水柱。

过磷酸鈣生产过程对自动調节系統所提出的要求

自动化的任务是保持工艺过程的最适狀況。所以必須闡明生产过程的进程所取決的条件，并确定对自动調节系統的适当要求。用化成室法間歇或連續生产过磷酸鈣的工艺过程的狀況取決于下列条件：

- 1) 送入混合器的稀硫酸濃度；
- 2) 反应物（磷酸鹽原料与稀硫酸）的重量比及反应物在漿料混合器中混和的充分程度；
- 3) 向化成室內加料的均匀程度；
- 4) 漿料混合器中与化成室中分解反应的溫度狀況。

生产过程所要求遵守的条件所取決的因素，在間歇操作

与連續操作的裝置中是不相同的。例如在間歇操作裝置中，反应物規定重量比的恒定性、漿料混合器中反应物的混和程度及加料向化成室內加料的均匀度等，基本上都取决于操作人員的技术熟練程度及注意程度。在化成室間歇給料的情况下，每一份反应物（混合物）的配料比与混和程度，及在一定程度上进入化成室的漿料温度等都不相同。为了避免这些現象，許多工厂都將間歇操作化成室也改为連續加料。

在采用間歇操作化成室时，如果由于过程的进程需要迅速改变酸的濃度，用水預先稀釋硫酸就不可能很迅速地达到这个目的。

由此可見，自动裝置应保証連續的把酸与水混合，以便在任何时候都可能將酸的濃度按所要求的方向改变。这个所以必要还因为在硫酸稀釋到60%~70% H_2SO_4 时，特别是在60~70°C时，会强烈的腐蝕管道及泵，而使它們經常遭到損坏。由此对自动裝置提出了补充的要求：酸和水的混合应在直接靠近漿料混合器的地方进行。此时，較濃的硫酸（74%~78% H_2SO_4 ）在較低的温度（20~40°C）下沿管道送到漿料混合器中。

保持間歇操作化成室中所要求的稳定温度狀況是很困难的，因为不可能迅速改变預先配制好的大量稀硫酸的温度。化成室的温度取决于反应时所放出的热量及漿料帶來的热量。漿料的温度則取决于磷酸鹽原料和酸所帶來的热及反应物混合时所放出的热量。改变从倉庫运来的磷酸鹽原料的温度实际上是不可能的，所以要控制化成室中的温度狀況，只能改变送去与磷酸鹽混合的酸温。由此对自动裝置又提出了一个要求：应相当迅速地改变送往漿料混合器內的酸温，然后稳定地保持一定的酸温。

如果將一般性的要求再加上上述要求，那末就可得出結論，過磷酸鈣生產過程自動調節系統的主要任務為：

- 1)連續用水稀釋硫酸使其規定的濃度保持穩定；
- 2)使送入混合器內的稀硫酸不斷地保持規定的溫度；
- 3)使磷酸鹽原料與稀硫酸不斷地保持於規定的重量比；
- 4)在必要的情况下，均勻地并相當迅速地改變生產過程的調節參數；

5)能接通與切斷裝置，以及使過程「穩定下來」須相當迅速，也即調整系統後使參數迅速地達到規定值。

此外，自動儀表應不斷地記錄生產過程的主要參數與輔助參數，以便全面檢查裝置的操作及調整調節器，以及記錄原料及能量的消耗量，這對實行經濟核算制度非常重要。

為了實現上述要求，就需利用自動檢查，調節和控制系統；這個系統包括各個參數的自動檢查儀表、自動調節器、及遠距控制與改變定值的裝置、以及個別機構的閉塞裝置元件和信號元件。

自動調節技術的基本概念

生產過程的自動調節大都是使生產過程一個或幾個參數的規定值保持恒定。這些參數叫做被調節量，它們決定了裝置的操作條件。自動調節器和調節對象（過程）在一起通常合稱為被調節系統。被調節系統的特性決定了調節作用的特點。例如，硫酸稀釋裝置的被調節系統就是自動調節器、高位槽、酸水混合器及其連接管綫等的綜合。

由於外界影響，改變了反應物或能量的供應或消耗，即由於所謂外擾，致使系統的平衡狀態受到破壞，因而引起被調節量的改變。在這種情況下，自動調節器就起作用，它通

过調節机組改变反应物或能量（調節介質）的供应量或消耗量，来恢复系統的平衡状态，使被調節量接近規定值。

因此，自动調節就是使被調節量保持不变或根据指定的規律改变其数值的过程，而这过程是利用調節器对調節机構（調節閥、节气門等等）的作用自动进行的。

調節器是測量、調節、控制、执行等裝置和比較元件組的总称。上述的調節器元件在結構上联結成裝置及元件組。

測量裝置用来測定被測量的值及按一定的比例將被測量值轉換成其他物理量（例如將热能变成电流）。

測量裝置可以由敏感元件、測量元件及變換器等組成。敏感元件（电阻溫度計、孔板等等）处在被測量值的直接作用下，并將被測量值按一定的比例轉換成其他物理量，这是实行所选定的測量方法所要求的。用測量元件（測量电桥，在此电桥的綫路中連接着电阻溫度計、压力計或压差計的机構等等）可在数量上确定由于被測量值作用于敏感元件上所产生的脈冲特性。變換器（感应發送器，变压器等等）用以按一定的規律將被測量值轉換成其他物理量。

比較元件組用以比較被調節参数的規定值与測量值。元件組通常包括比較元件（槓桿傳动机構、桥形綫路等等）和整定器（彈簧裝置、變阻器、槓桿系統等等）。利用整定器可以把調節器調整于被調節参数的規定值上。

調節裝置承受来自調節系統比較元件組或其他裝置的作用（調節量的偏差），同时对調節器的控制裝置产生調節作用。

調節裝置的放大器用以使調節作用的信号具有相应的功率，以便足以使調節系統中以下一些元件得以動作。

控制（指揮）裝置承受調節作用，并根据該作用的大小