

合成橡膠厂工人長培訓用書

第一冊

丁钠橡膠生产工艺

(試用本)

吳嘉祥 編著

化学工业出版社

全成橡胶厂工人工長培訓用書

第一冊

丁 鈉 橡 膠 生 产 工 艺

(試用本)

吳嘉祥 編著

化学工业出版社

为了满足各地大办合成橡胶工业及培训合成橡胶生产工人系统地掌握技术知识的需要，我们组织编写了一套合成橡胶厂工人培训教材，这套教材将陆续出版。本书是其中的第一册。

本书是以年产20吨规模的丁钠橡胶厂为基础而编写的。书中主要叙述以酒精为原料生产丁二烯的过程，以及用丁二烯单体聚合成丁钠橡胶的过程，其中包括工艺流程、生产原理和条件，以及具体的生产工艺等。

本书还着重叙述了丁钠橡胶厂所用的主要设备及其特点，同时还介绍了丁钠橡胶生产操作规程及分析检验方法等。

本书可作为丁钠橡胶厂工人培训教材，也可供合成橡胶工业一般工程技术人员和专科学校学生学习和参考。

合成橡胶厂工人长期培训用书

第一册

丁钠橡胶生产工艺

(试用本)

吴嘉祥 编著

化学工业出版社出版 (北京安定门外和平北路)

北京市书刊出版业营业许可证出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本: 850×1168·1/32 1959年2月第1版

印张: $1\frac{24}{32}$ 插页: 4 1959年2月第1次印刷

字数: 50千字 印数: 1—15,000

定价: (10) 0.32元 书号: 13063·434

目 录

第一章	引 言	5
第二章	丁 鈉 橡 胶 的 制 造	8
第三章	丁 鈉 橡 胶 生 产 設 备	30
第四章	丁 鈉 橡 胶 生 产 操 作 規 程	33
第五章	分 析 項 目 及 檢 驗 方 法	41
第六章	几 个 商 權 的 問 題	47
附录	物 理 化 学 常 数	52

第一章 引言

1958年十一月七日，在北京化工厂生产出来了第一批丁钠橡胶。北京化工设计院根据实验编制了一套年产20吨丁钠橡胶的通用设计，以供各地大办合成橡胶工业的参考。

正如十一月廿三日人民日报介绍的，丁钠橡胶是合成橡胶的一种最早与最简单的品种。在1930年左右，年青的苏联是首先在世界上建立起大规模的合成橡胶工业，这并不是偶然的，苏联当时的情况是十分缺乏生胶原料的。这一客观的社会需要促进了合成橡胶的发明和发展。苏联卓越的科学家列别捷夫院士便是丁钠橡胶的发明人。在第二次世界大战前，苏联生产的合成橡胶绝大部分是丁钠橡胶，还有一些氯丁橡胶。现在，苏联生产许多品种的合成橡胶，还研究更多的新品种。在合成橡胶的生产量方面，丁苯橡胶已经或者快要占最主要地位。但是丁钠橡胶的数量还是不小，大概占第二位。从发展的趋势来看，丁钠橡胶的比重还会逐渐减小。资本主义阵营的美国也生产一点丁钠橡胶。此外，这种橡胶在德国也有生产。

目前世界上，苏联、美国、德国都是合成橡胶比较发达的国家。其他，如英国、加拿大、法国、捷克、波兰、罗马尼亚、日本、朝鲜等国家，有的已经有了合成橡胶工业的基础，有的还刚刚建立合成橡胶工业，或者还正在准备中。

丁钠橡胶的质量怎么样呢？这是大家很关心的问题。在与天然橡胶和丁苯橡胶对比中，一般说丁钠橡胶的质量差一些，特别是抗张强度差一些，例如丁钠橡胶的抗张强度在140~160公斤/平方厘米之间，而丁苯橡胶则可达到250~300公斤/平方厘米之间（以上都是加了约50%的炭黑和2~3%的硫黄经过硫化后的硫化胶强度）。丁钠橡胶容易加工，不需要特别的塑炼过程（但加工丁苯橡胶就要进行热塑炼。），可以单独或者与天然橡胶、丁苯橡胶一起混炼制成胶料以生产各种橡胶制品，如制成汽车轮胎、自行车轮胎、运输用的皮带、传动带等。

丁钠橡胶加工时，需要加大量的炭黑，大约达50%。它的耐寒性能相当好，但是耐油性能和天然橡胶相仿，很容易溶解于汽油和苯等溶剂中。

概括起来說，丁鈉橡胶是一种通用的合成橡胶，适用于制造各种橡胶制品，因此用途很广。在物理机械性能方面，丁鈉橡胶比天然橡胶、丁苯橡胶差一些。

为什么我們今天要发展合成橡胶，特別强调发展丁鈉橡胶，而不强调丁苯橡胶、氯丁橡胶，或其他品种的合成橡胶呢？我們想有以下几点原因。

目前我国社会主义建設的一切事业正以史无前例的高速度向前发展，随着工农业和交通运输事业的飞跃发展，对橡胶制品的需要提出了更高更大的要求，为了滿足这一要求必須大力开辟橡胶原料的来源，过去我国橡胶原料的来源主要依靠从东南亚进口的天然橡胶，但目前我国虽然大量种植了天然橡胶，但产量还很低。因此橡胶原料已經不能滿足当前社会主义建設大发展的需要。为了解决这一問題，大力发展合成橡胶工业，自給自足地解决橡胶原料的資源，已成为当前刻不容緩的迫切任务。

为了以更快、更高的速度发展我国工农业的生产，在党的八大二次會議以后，我們党指出了一条正确的工业化路綫，就是工农业并举、土洋并举和大中小相結合，同时指出了办工业必須大搞群众运动。以农产品为原料的丁鈉橡胶生产比較簡單，建厂投資較少，技术也比較容易掌握，而且我国有大量的資源。这些都給丁鈉橡胶在全国各地遍地开花創造了十分有利的条件。

从需要方面来看，过去我們受到条件的限制差不多只用天然橡胶单一的品种来生产橡胶制品。由于許多特殊的橡胶制品單純用天然橡胶已經不能滿足它本身性能的要求，因此需要大量使用合成橡胶。俟合成橡胶大发展以后，我国就有条件任意选择所需性能的多品种的橡胶了。根据橡胶制品的性能，通常也可以采用几种橡胶并用，特別在与天然橡胶的配合下，可以大量的使用丁鈉橡胶。

从今后的发展远景来看，丁鈉合成橡胶厂将需要逐步建立、普遍推广、不断提高。当前突出的强调发展丁鈉橡胶，是符合我国实际情况和党的多快好省建設社会主义总路綫的。

什么是丁鈉橡胶

首先我們介紹一下丁鈉橡胶的一般情况，而且談談这个技术不难。

由甘薯变橡胶，不是三言两語能講清楚的。为了說明这个问题，我們先談談天然橡胶。天然橡胶是从生长在热带、亚热带地方的橡胶植物上取下的胶乳制得的。寒带的人就没有办法种橡胶。苏联就是在寒带，他們就模仿着天然橡胶，試作橡胶。这样一做，就出来了人造橡胶（合成橡胶）。合成橡胶品种很多，随着科学技术发展，要求各种各样特殊性能的橡胶，人們也可以做出来。

把天然橡胶拿来解剖一下，了解到天然橡胶的分子量很大。但經過分析，主要是由异戊二烯組成的。如果我們形容天然橡胶是一所房子，那么异戊二烯就好比建筑房子的砖头。异戊二烯这个名字，正如水、鉄、金、酒精等等一样，是一个化学名詞，习惯了就容易記住。异戊二烯是由五个碳原子和八个氢原子組成的，而水是由两个氢原子和一个氧原子組成的。异戊二烯可以从松节油制取，但是数量不多。因此大规模工业生产有困难。现在科学发达了，又可以从石油气里做出来，这样数量就可以很多。此外，还可以用电石气和丙酮做，这个办法更麻煩。为了要制得橡胶，首先要做异戊二烯这个砖头，在今天都还是很困难的事，可想在二三十年前就更困难了。

合成橡胶的先行者为制取异戊二烯費了不少心血，終於为今天鋪平了道路。但是在当时，他們走了不少的弯路做不出异戊二烯来。后来他們就換了一个想法，难道只有这一种砖头嗎？就联想到找异戊二烯的哥哥，或者弟弟，即丁二烯。后来果然找到了异戊二烯的弟弟。因为他們都是同属于一族的。制造丁二烯的原料很多，苏联科学家列別捷夫首先找到了从酒精制造丁二烯的方法。砖头找到了，但是把砖头建成房子还得用洋灰或者沙浆才能搭砌起来。把丁二烯搭砌起来也要有一个过程。这个过程叫做聚合，其实聚合起来的意思也就是搭砌起来。搭砌砖头有一定的搭法，不然建不出房子。同样搭砌丁二烯也得有一定的搭法，不然也制不成橡胶。搭丁二烯用金属鈉帮忙，在 70°C 左右就可变成橡胶。

总结起来，把甘薯变成橡胶首先要将甘薯变成酒或白酒，然后经过精馏成酒精，再把酒精变成丁二烯。然后把丁二烯在钠的帮助下聚合起来就成为所谓丁钠橡胶。一般合成橡胶科学中的术语把丁二烯称为单体，把金属钠叫做触媒，而把橡胶叫高分子化合物。所以实际上生产丁钠橡胶很简单，只要有甘薯（其他含淀粉质多的农作物，如马铃薯、高粱等均可）和金属钠两种原料就够了。而且钠用得很少，一吨橡胶只要5公斤钠。丁钠橡胶这个名词的意思就是用丁二烯在钠的帮助下做成的橡胶。

制丁钠橡胶难不难？我们说，不难。为什么说不难呢？

第一就是原料简单，差不多只要一种原料——酒精。我国是一个农业大国，有几千年的造酒历史。制成橡胶只要把白酒精馏成酒精。酒精的浓度要求不高，一般八十五度就很合适。再低一些，如六十五度的酒也能用。

第二是设备，这也不太复杂，只是要用一些钢材。但除了一些钢管外，全部可用普通钢材，还可以逐步寻找代用材料。

第三技术也不很难。当然开始时，对化学有些陌生，好象抓不住摸不着似的，因此对化学名字也记不住，这只要过了一段时间，就会象瓦匠拿起砖头建房子一样，丁二烯完全可以被我们掌握。根据北京化工厂的经验看，工人除了一两位炊事员同志外，全是一些新学员。他们只有一个月的时间，就初步掌握了。丁二烯炉子本来是一座很难掌握的炉子，可是几位烧炉子的同志都掌握得很好，可以使温度保持得很均匀、很准确（相差不过 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ）。

总的说来，我国有党和毛主席的英明领导，有干劲冲天、无比智慧的人民，有丰富的资源，我们又迫切需要橡胶，即使当前设备材料的供应上、技术上还有些困难，这一定是可以克服的。

第二章 丁钠橡胶的制造

丁钠橡胶可以用酒精、天然气、石油气和电石等为原料进行生产。

这里仅谈用酒精制丁钠橡胶的方法。为了纪念列别捷夫院士的贡献，这个方法称为列别捷夫法。虽然前面已经谈过，这种方法比较简单，但还

是相当噜嗦的。现在就北京东郊化工厂丁钠橡胶的试验情况及试生产过程中存在的几个问题分别加以叙述。

一、丁钠橡胶生产流程简述

以酒精为原料生产丁钠橡胶的生产流程如图 1 所示。

原料酒精及回收酒精(酒精浓度以88%左右为宜)由手摇泵(29)送入酒精计量槽(1a)或(16)中,每次送入量足供几小时连续生产的需要,酒精接触反应周期约为16小时,为使转化期间酒精连续加入,所以用了两个酒精计量槽,以便补充酒精。使酒精均匀流入蒸发器(2),在134°C时被蒸发成气体,然后进入过热器(3),气体被过热至360°C后进入接触转化炉(4)中,起接触转化作用。转化条件为365°C及4.表压(压力依吸收情况为好坏而选定)。

每间隔16小时,停止加酒精;先用蒸汽将接触炉及过热器内酒精蒸气吹净,然后由鼓风机(26)吹入空气,进行触媒的再生,约2小时。酒精过热器及接触炉均砌在炉内,用煤火加热,以供应酒精蒸气过热和接触分解时所需要的热量。

接触气体由接触炉(4)经用水冷却的蛇管冷凝器(5),被冷却至100°C,此时接触气体中的酒精,水蒸汽及高级醇等大部分冷凝下来,冷凝液储存在冷凝液受槽(6)内,定期输送冷凝液至酒精回收塔(22),以便回收酒精。未被冷凝的气体送至吸收塔(7)。

吸收剂(酒精)由吸收剂高位槽(8a)或(8b)自流入塔内,气体和吸收剂逆流接触,此时,丁二烯被吸收。塔釜用蒸汽加热保持在115°C左右,未被吸收的尾气放空,饱和吸收液自流入解吸塔(10)被蒸汽加热至117°C,丁二烯自饱和吸收液中解吸出来,经解吸塔顶冷凝器(11)冷凝后流至粗丁二烯储槽(12)。解吸塔底的吸收剂若浓度低于76%时,自解吸釜底放出一部分,其余自流经吸收剂冷却器(9)至当时未操作的常压吸收剂高位槽(8a)或(8b),并补充适量的酒精,以保持浓度大于76%。

粗丁二烯由储槽送至水洗塔(14)底部,水由水高位槽(13)自流至水洗塔顶,两相逆流接触,粗丁二烯中所含乙醛与乙醇被水洗去。洗过的粗丁二烯由顶部溢出至洗过的粗丁二烯贮槽(16),洗涤水由塔底流出至汽油桶,视乙醇具体浓度决定送至酒精回收塔(22)回收乙醇和乙醛。

或放至下水道。

洗过的粗丁二烯在蒸馏釜中用蒸汽加热至78°C，塔顶维持40°C表压力为3.5，塔顶馏出物经蒸馏塔顶冷凝器(17)至丁二烯计量槽(19a)或(196)，经计量后送至聚合釜(20)，蒸馏塔底液体定期放出弃去。在操作过程中定期酌量加入木焦油阻聚剂。

丁二烯液体在聚合釜(20)中，由于金属钠的接触作用进行聚合，用水浴控制温度，调节聚合釜内温度60~65°C，聚合过程约经60小时。聚合结束后，为回收未聚合的丁二烯，把丁二烯气体由聚合釜导至聚合尾气冷凝器(21)。经冷凝后再放至丁二烯计量槽(19a)或(196)，以备下次聚合用。

冷凝液定期送至酒精回收塔(22)，塔釜用蒸汽加热至102°C，塔顶维持约78°C，回收酒精由酒精回收塔顶冷凝器(23)自流至汽油桶，以备下次接触反应用。

二、变酒精为丁二烯

多、快、好、省的把酒精变为丁二烯，正如多做出一些好砖头，以便建筑合成橡胶的厂房一样，是生产合成橡胶的基础。这个变化有些条件，需要从理论上考察。兹将酒精变成丁二烯的反应过程表示如下：



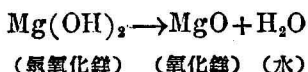
(酒精) (丁二烯) (水) (氢)

根据这个反应式，两分子的酒精可能变得一分子的丁二烯。两分子酒精的重量为92，一分子丁二烯重量为54，或者说，用一百斤的酒精可以变得约58斤的丁二烯。如果把它能变出58斤丁二烯，那就是达到百分之百的完满程度。实际上，这样完满程度达不到。苏联的许多工厂只能变出来43斤丁二烯。在这种情形下，做一吨橡胶可能只要三吨酒精。有一个名词叫收率。收率的意思，简单说来，就是消耗了一百斤酒精，能得到多少丁二烯，如果100公斤酒精能得到丁二烯43公斤，则丁二烯的收率为43%。比方说，苏联的工厂丁二烯的收率是43%，这就是算直截了当的帐。但是这个说法还可以用实际得到多少与理论上得到多少的对比来表示。如果实际上得到43公斤，理论上可能得到58公斤。则收率为理论量的

74% ($43 \div 58 \times 100 = 74\%$)。道理上可以达到100%，而目前只达到74%的水平。这就清楚地表明，理論上还差26%，因此还可以繼續努力来提高。抓收率就抓住了網，达到尽可能高的收率，就是目标。根据我們的試驗，起先收率是很低的。除了触媒效率不好外，炉子掌握很有关系；经过发动群众討論收率低的原因，才逐步提高了一些。有时，收率提高了，但巩固不起来，又降下去。大概要经过反复曲折的过程。我們的經驗是必須抓紧发动群众，还要善于綜合的观察技术现象，調整技术条件。这一环节抓不紧，丁二烯出不来，或者出来很少。試驗中，工人都体会到掌握温度很重要。如稍有疏忽，温度就可能搖摆几度，收率将会大大下降。因此很快地找到了烧炉子的經驗，只要多加一些小心，温度一定能控制得很好。现将触媒的活化和酒精的轉化两个过程分述如下：

1. 活化 酒精可以变为丁二烯，也可以变为别的化学产品。酒精是一种較活潑的物质在遵守一系列的条件下，特别是在丁二烯触媒面前，就可以变为丁二烯。触媒这个东西在有机合成化学中的地位很重要。它的作用就是指导化学变化向一定方向去变。活化乃是对触媒的一种准备。一般說，触媒好比人有出生、少年、青壯年、老年的阶段一样，有它的規律性。一般从工厂刚刚做出的触媒好似刚刚出生一样，它的活力不高，有时几乎沒有。活化阶段的目的，就是迅速的把触媒推进到青壯年阶段。而等触媒开始衰老的时候，即是刚刚进入老年阶段时，就又要更換新的触媒。丁二烯触媒的青壯年阶段大約为 800 小时。寿命相对地來說是不长的。

丁二烯触媒大体上是由若干金属的氧化物所組成。它的外观象切成一段段的面条。为了制造的方便，出厂时为金属的氢氧化物形态，经过活化的化学作用，使金属氢氧化物脫水变为金属氧化物。工厂习惯称这种脫水为脫化学成分的水。例如有一个成分是氢氧化鎂，其脫水作用可用下列反应式来表示：



这一个脫水作用大概从 250°C 就开始，到 480°C 結束。其中在 330°C 到 400°C 之間进行得最好。通过这个阶段使触媒脫去絕大部分的水。除了脫除这种水分外，活化阶段还脫掉两种水分：一种是潮气、湿

气；另一种是結晶水。通常出厂的触媒并不是很干的，它約含有10%以下的水分。在保存期間，触媒也会吸收空气中的水分。赶走这种水分比較容易，事先烘干也可以，只要装在炉子里温度达 100°C 左右就可以把它赶掉。至于結晶水，它与某种金属結在一起，赶掉这种水分，温度要求在 500°C 以上。

因此活化的过程，实质上就是不断升温的过程和不断脫水的过程。温度是一个表面现象，容易测量，因此活化就以温度上升幅度来控制。为了帮助水分更快的赶掉，往触媒里送空气，而且尽可能的多送一些，水分就被空气带走。按照脫水的順序，首先脫掉潮气，繼而脫掉氢氧化物的水，最后脫掉結晶水。而脫水量最大的一段是氢氧化物脫水。为了操作上的方便，把这一时期称为脫水期，而在脫水期之前称为脫水前期，之后称为脫水后期。但是把活化仅仅理解为脫水也不完全正确。因为它还有另一个作用，那就是改变金属的結構状态。金属在高温的作用下会引起晶体結構的改变。經過許多試驗証明，在 550°C 左右焙烧出来的触媒活性最强。这样在脫水后期以后还需要加上一个焙烧期。还有一些同志主张，触媒焙烧之后再加上一个驟然冷却时期，活性还会更强一些。

按照我們設計的炉子，每个炉子可装約200立升的触媒，大約为100公斤，其活化的操作过程如下：

(1) 将炉盖卸下，将炉底安好。安好炉底之前检查每根管子下端的托触媒的栅板是否装得很牢固。

(2) 在每根管子里放入同等数量的磁环。沒有磁环可用鉄环等来代替。在22根管子上下都放一定磁环的作用是将触媒支住及托住。免得一吹气时把触媒吹走了。放磁环不要从上面丢下去，这样会摔碎磁环。下次更换触媒时又得換新磁环，因而增加了磁环的損耗。所以操作时应想种种方法放进去，例如可用一根細鉄絲或者麻繩，穿上一串磁环并用两只手各拉住繩子的一端，先将一端放入管内，不要松手，等磁环差不多到底时再松手。这样操作，磁环基本上可以保证不碎。放完磁环后，检查一下每根管子內磁环高度是否相同。如果某些管子稍为低一些可补充一点磁环。稍为相差三、五厘米則无大妨碍。磁环究竟需要加多高呢？20厘米左右就可以了，沒有太严格的要求。如果触媒不够，磁环可以多放一些。

(3) 将触媒均匀地放入每根管内。此时可以完全装满。

(4) 在顶盖法兰上安上几个螺絲，以托住顶盖。螺絲不必擰上，以便从頂上赶跑水分。这时还应注意检查热电偶是否插好。

(5) 炉子可以点火，打开鼓风机往炉底送空气。风压在70毫米左右，触媒便开始活化。经常检查鼓风机，应使它不要停下来。

(6) 脱水前期，温度上升速度均匀保持每小时 20°C 。

(7) 从 330°C 到 400°C 是脱水期，每小时温度上升 10°C 。

(8) 400°C 到 550°C ，每小时温度上升回复到 20°C 。

(9) 保持 550°C ，焙烧五小时后，活化过程就告结束。

整个的活化过程，按照上面的条件约为36小时。这种条件，基本上是采用苏联大型炉子的做法。我們在試驗过程中感到苏联两昼夜时间太长。因此采用了比較快的办法，那就是把温度上升的速度提高一倍，甚至两倍。这样一个昼夜就可以活化完毕。我們的試驗次数还不多，初步証明效果不坏，以后还准备繼續采用。如何决定温度上升的速度，基本上观察水分的多少：水分多的时候，上升得慢一些；水分少的时候，可以快一些。如果鼓风机的能力很小，或者风压不够时，温度上升不能快。焙烧时间則不宜减少。其触媒的活化曲綫图如图2所示。

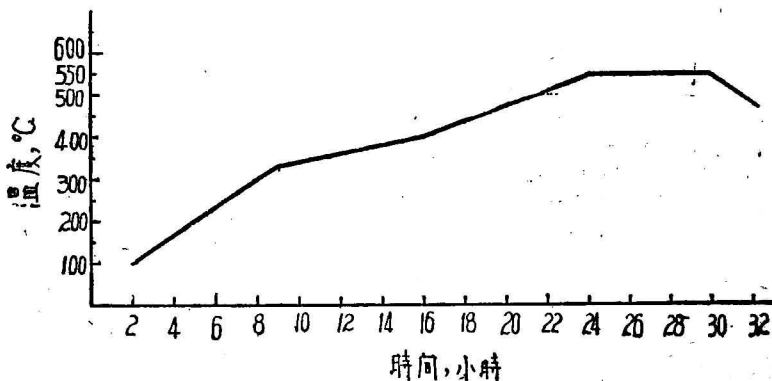


图2 触媒的活化曲綫图

活化曲綫只是提供參考，并非一成不变的。

活化操作是一个重要的操作。活化的好坏对触媒的活性影响很大。

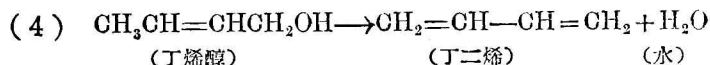
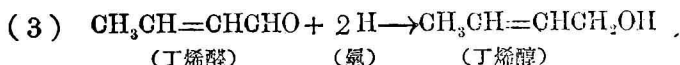
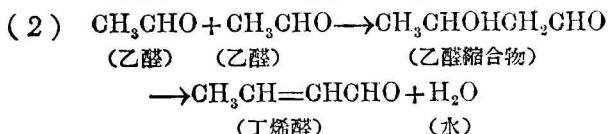
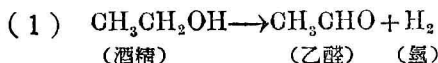
活化过程中可能会发生一些意外：例如鼓风机中途坏了、风压小了吹不过去，或者蒸汽活门漏蒸汽、温度计半途指示发生变化等都能使炉子升温速度控制不住，或者烧不到 550°C 。如发生以上情况对活化都会有影响。因此活化之前应检查准备工作最好保证不发生以上情况，万一发生了，就不要升高温度。此时应保持原来达到的温度，以便消除发生的问题，然后再继续活化。

活化完毕后，管内的触媒会降下去，触媒层的空气阻力也会下降，这都是正常的现象。降下去的部分可以用已经活化过的触媒补满。不补满关系也不大。然后将顶盖及底盖法兰螺丝上紧，有可能时用压缩空气试压。也可以先上紧螺丝，进行试压后再开始活化。

2. 轉化 轉化就是轉变的意思，酒精蒸汽通过活化好的触媒，在 360°C 温度下，就可以变为丁二烯。

轉化有许多条件，必须严格的遵守。

先谈一谈轉化的机理。这一个轉化，经过许多年的研究，酒精变为丁二烯的机理如下：



这些反应不仅有它理论上的意义，而且有其实意义，从而使我們更好的認識丁二烯生成的过程，并且也可以知道由酒精变为丁二烯很容易产生许多副产品。先后为许多研究工作者所发现的副产品约有43种。为什么会形成许许多多副产品呢？那就是因为，形成丁二烯的许多中间产物，如乙醛是相当活泼的，它不仅仅可以变为丁二烯，而且还可以变为其他的产品。因此关键问题就是在严格的遵守技术操作规程时控制这些中间产物的变化，使其基本上变为丁二烯。现将一百公斤酒精经过轉

化之后得到的物质如表 1 所示。

酒精分解所得

表 1

序 号	成 分	量
		%
1	H ₂ (氢)	1.9
2	CO(一氧化碳)	0.25
3	CO ₂ (二氧化碳)	1.6
4	CH ₄ (甲烷)	0.2
5	C ₂ H ₄ (乙烯)	2.6
6	C ₃ H ₆ (丙烯)	1.6
7	C ₄ H ₈ (丁烯)	2.3
8	(C ₂ H ₅) ₂ O(二乙醚)	2.7
9	CH ₃ CHO(乙醛)	0.1
10	①C ₆ H ₁₂ (己烯)	4.5
11	②C ₄ H ₉ OH(丁醇)	3.7
12	H ₂ O(水)	36.45
13	C(碳)	0.1
14	C ₄ H ₆ (丁二烯)	42.0
合 計		100.00

我們在試驗中尚未达到这个地步。因此上面的数字是采用苏联类似工厂的数字。估計这些数字我們在触媒方面改进之后，设备的严密性加强，操作更熟练时是可以达到的。

具体的分析轉化反应有以下几个条件：

(1) 触媒的活性这是使酒精变为丁二烯的一个决定性的条件。目前还没有一种效能很好的触媒，酒精不可能基本上变为丁二烯，因此在使用中必須对触媒加以注意。通常触媒轉化十多小时之后，触媒的表面結炭，此时触媒效力降低了，需要吹空气将炭烧掉以使触媒又恢复活性。这一过程称为触媒的再生。再生时温度不要超过 500°C。如再生温度过高，容易使触媒衰老，但再生温度也不要过低。以免炭烧得不干净。因此适宜的温度在 480°C 左右。

① 己烯为碳氢化合物的代表，实际成分中还包含有其他少量的己二烯、戊二烯、辛二烯等；

② 丁醇为高级醇的代表，实际成分中还包含有其他醇类，如戊醇、不飽和丁醇等。

(2) 轉化率，或者称为轉化程度：这也是一个很重要的条件，什么是轉化率呢？例如，往反应炉加100公斤酒精，反应时，40 公斤酒精轉化了，而60公斤酒精不过是通过轉化炉，但仍然沒有变化。这就称为40%的轉化率。这看起来很神秘，实际上很容易理解。因为可以用分析的方法来检查。操作时，調节轉化率也不难，只要将温度提高，轉化率也能提高。温度降低时，轉化率也降低。轉化率到底多少？根据苏联的經驗，采用40%。轉化率过高，容易引起結炭现象和气体产品增加。

(3) 温度：一般說，温度在 $360\sim 365^{\circ}\text{C}$ 之間。温度是一个可以随时看到的指示。在操作上，特別有用。我們說反应温度是 $360\sim 365^{\circ}\text{C}$ 之間。如何能保持这个温度并証明这个温度是正确的呢？为了保持反应温度，必須抓住过热温度及炉膛温度。过热温度也在360度左右，炉膛温度在400度左右。衡量轉化水平高低的表面现象就是看烧炉子水平如何？掌握炉子并不困难。为了鉴定温度，还可采用一个輔助办法，測量冷凝液的比重。这一比重，苏联采用 0.863 ± 0.003 。我們冷凝的条件不同，比重比苏联高得多。冷凝液的比重表示冷凝液中酒精含量的多少。如果比重大，就表示含水量大，酒精含量少。比重小时，則表示酒精含量大，含水量小。当酒精的轉化率大时，冷凝液中酒精就少一些，比重就大些。可以根据分析丁二烯含量的办法，来找到合适的冷凝液比重（一般随原料酒精浓度、气温而变化），并用比重来校对温度。温度计的誤差大一些，冷凝液比重的誤差小一些。

(4) 原料：紅薯做的酒精或者其他农副产品制成的酒精，是很滿意的原料。酒精的浓度在80%左右就很好。过浓时，会增加結炭现象。白酒是否可以用？六十五度的白酒可以用。用起来估計不会坏，只是反应炉的能力减小一些。普通酒精里的其他成分对丁二烯的产生影响不大。但是从冷凝液中回收回来的酒精中可能含丁醇和其他碳氢化合物。这几种东西，对丁二烯的生成有害，因此应该力求降低其含量。

(5) 流量：或者称为投料量通常以每小时投入多少酒精量来表示，对投料量的要求：第一要均衡，不要忽高忽低；第二投料量要合适。按照苏联經驗，化工厂实验时，每小时投料18立升（反应炉装触媒約80升，如果装的触媒量多，投料量可相应的增加）。因此还需要繼續寻找更合适的流量。目前正在試用40立升，初步結果看来还滿意，将来还