

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

波施



中外科学家发明家丛书

波施

波施，全名卡尔·波施，德国化学家。公元1874年8月27日生于德国科隆。1894年进入夏洛滕堡工业大学学习冶金学和机械工程学。1896年转入莱比锡大学攻读化学。1898年在奥斯特瓦尔德指导下获博士学位。1898—1899年为有机化学家约翰尼·韦斯莱斯诺斯的助教。1899年在路德维希港任巴登苯胺纯碱公司工程师，1919年升任该公司总经理。1925年任染料工业股份有限公司第一任总经理，1935年任公司董事会主席。1937年被选为德国威廉·凯撒学会会长。1940年4月26日逝世于德国海德堡。

波施于1931年获诺贝尔化学奖。其获奖原因是，他改进了高压合成氨的催化方法，实现了工业化合成氨，在研究和发展高压化学方面做出了贡献。他还进行合成燃料的研究工作、合成出甲醇和从煤中制取汽油。他的研究工作推动了尿素、甲醇等高级醇类物质的合成和石油加氢工业的发展。

一、童年

鲍拉·波施太太用毛巾擦干净几个盘子，又晾上洗好的毛巾，然后就坐在沙发上，想休息一下。节假日虽然能给全家人带来欢乐和愉快，可是假日一结束，打扫呀，收拾呀，总得花去她许许多多的精力，花去她几个小时的时间，因为，全家的里里外外都得由她一个人去整理安排。

过完了圣诞节，又要过新年，日子无尽地流逝着，她也就天天没完没了地操心这个，惦记那个。卡尔·波施是科隆市一位知名的商人。这是个殷实富户，家里相当有钱，可是他们家里从来没有雇用过仆人。

老卡尔太太宁愿自己操劳家务，因为她对谁也不相信。眼前，就在他坐下来休息的这功夫，她的脑海里又转动着那些已经成为习惯的念头。应当把卡尔的衬衫改改，好给小孩子们穿。鲍拉太太找到一个装旧东西的大包袱，里边整齐地叠放着干干净净的衣物，随后她来到二楼的走廊，那里摆着一台缝纫机，这缝纫机可有年头了。

可是，在原来的地方已经没有缝纫机了。鲍拉太太觉得很纳闷，不过她立刻猜到了：

这一定是她大儿子卡尔干的事（他就是我们的主人公），因为只有他才会想出这种点子来。怪不得从午饭后他们就一直没露面。鲍拉太太迅速爬上四楼，说不定孩子们正躲在那里玩呢。果然孩子们干脆都坐在地板上，他们玩得着了迷，连鲍拉太太进来，他们都没发现。

只见卡尔手里拿着螺丝刀正在敏捷地把螺丝钉一个个地往下卸，然后又把缝纫机上的传动杆、手柄和大小齿轮、滑轮逐个拆下来。这样，好端端的一台缝纫机就变成了一堆零件。艾米尔和格尔曼两个人目不转睛地瞧着大哥的一举一动，他们又高兴又钦佩，钦佩的是大哥能将一架缝纫机拆成一件一件的，高兴的是他们从中获得快乐！

“卡尔！”鲍拉喊道，“你看看，你干的是什么！走，马上跟我到爸爸那儿去！我看，这一回要不狠狠地教训你一顿才怪呢？”

卡尔这时才开始把那些扔得满地都是的缝纫机零件一个一个地捡到一起，然后把螺母逐个拧紧。但是，怎么也装不好。别看这台小机器，就连爸爸自己装，也要花不少的劲呢！他弄了整整一天才装好。小卡尔直挺挺地站在爸爸旁边，一面留神看着，一面用心记着。

“这只螺丝钉应当安在这个地方。喂，把钳子递给我！……”

卡尔从很小的时候起就学会了使用钳工和木工的各种工具。在他的心目中，哪儿也不如爸爸店铺旁边的那家小工厂里有意思。工厂的师傅们——钳工、装配工和细木工——经常教给小卡尔如何使用各种不同的工具去干活，而且他们都很愿意帮助他学艺。

逐渐地卡尔就能干些比较复杂的活计了。譬如，他决定制做一只采集昆虫标本的木箱，养活青蛙和蚯蚓的“小房子”。到了冬天，卡尔制做了一个有供暖装置的特殊饲养箱：他在厨房的炉灶里安装了一只小巧的加热器，然后让热水管进入饲养箱内。难度更大的要算是他制做的一套玻璃鱼缸装置了。因为这套装置不仅能使玻璃鱼缸里的水维持一定的温度，而且还能补充水中的空气。这些箱子和装置是卡尔从爸爸的店铺里找来材料，再用各式各样的工具，自己独立制做出来的。

鲍拉·波施细心关注着儿子所迷恋的每一件事物，当他发现儿子的熟练技巧和对技术的热爱，心里充满了喜悦。“卡尔将来会成为了一个了不起的技术行家的，他也一定会继承我的事业，日后把家业越搞越大。”

——爸爸这样想着，可是这个小卡尔打算走的路，却和爸爸想的完全不一样。

二、学生时代

在学校上学的时候，卡尔最喜欢的是化学，这门科学在小卡尔面前展示了无限广阔的前景，给他添加了新的幻梦，于是，在他原有的各种爱好中，又增加了一个爱好。

为了使动物不受损害，他把单独的一间房改装成一个化学实验室。他们家住的是一座大楼房，卡尔的父母索性把三楼全部交给他支配。然而要筹备一个化学实验室可不是一件容易的事。这跟制做一只加热器，或是做一个玻璃缸上用的换气泵相比，完全是两码事。要装配一个实验室，就必须购置各种仪器和化学药品，所以没有钱是不行的。

可是爸爸一般是不允许有任何不必要的花费的，而妈妈在这方面就更严了；她甚至把几分几厘的零星开销都一笔不漏地登写在自己的家务记事簿上。

“人生要取得成就，必须学会珍惜金钱。”卡尔的爸爸说道。

卡尔也懂得爱惜金钱。他把逢年过节别人送给他的每一分钱都积攒起来。有时候他自己还挣一点钱，比如他在爸爸的店铺里帮忙干些活，爸爸便按同工同酬的办法给他工钱。虽然小伙子的“资本”增加得很慢，但是最终还是攒足了3马克。他手里攥着这笔钱径直跑到列鲍尔德的店铺里。这里真是样样俱全，什么都有：实验室用的玻璃器具、陶瓷器皿、各种金属仪器和吸引人的化学药品。

列鲍尔德先生把卡尔要买的東西一样样地放在柜台上面，随后卡尔把他买的物品整齐地摆放在篮子里。

“我觉得，您做得多少有失分寸吧，卡尔先生，”列鲍尔德一边说着，一边把帐单递了过来，“总共15马克80芬尼。”

卡尔还不习惯别人用这种称呼对待他，因此感到受宠若惊，但是当他听到应付的钱数之后，他的脸立刻变得苍白。怎么办呢？难道要就此罢休不成？

他把手心里的3马克攥得更牢了，尽量保持平静的神色，说道：

“我请求您把这批东西连同发票全部送到我家里，钱么，肯定都会给您付清的。”

这笔钱的数目使鲍拉·波施太太大为吃惊，因为这相当于她全家两个月的生活费。可是列鲍尔德店铺送货来的一位职员向她解释说，这些仪器和化学药品都是难得买到的贵重物品，利用它们可以做许多非常有趣的实验；何况对于拥有一家受人敬重的大商行的波施先生来说，这笔钱真是微不足道。为了珍惜商行的名声，波施太太只好如数付了款。但是她心里暗自盘算，非好好教训卡尔一顿不可。

然而当儿子知道家里已经把钱付了的时候，他高兴极了，一双蓝色的眼睛闪烁着喜悦的亮光，此情此景使妈妈非但不忍心斥责儿子，而且转怒为爱。卡尔挽着妈妈的手臂，把她领到自己的实验室里，他想把一门日新月异的科学——化学讲述给妈妈听，并且将物质的各种奇妙变化表演给她看。

虽然妈妈对孩子们十分严厉，但是他们非常乐意跟妈妈谈心，把自己的打算和幻想告诉她。卡尔非常喜欢这种坦率的、敞开心扉的交谈。他告诉妈妈，他从化学书里学到了哪些知识，他是如何为化学中存在的难题而焦急不安的，以及当他从书上知道这门科学所取得的成就，特别是读到那些已经运用到工业生产中的种种发明创造的时候，他又是如何欣喜若狂的。

但是，卡尔所迷恋的志趣却不合乎爸爸的口味。老波施先生对化学持怀疑的态度。他认为，只有冶金这个行业是最值得重视的，其它都不能与之相比。在老波施的店铺里，各种金属制品是他们的主要商品，所以对于这类制品的用途和作用了解得最清楚。因此，临到该决定儿子未来前途的时候，他虽然勉强同意卡尔选择化学作为未来的职业，但是有一个条件，那就是，卡尔必须研究与冶金学关系密切的各种化学问题，即冶金学中的化学。

“我看，你在进工科学学校学习之前，最好先到冶金工厂里去实习一个阶段，这样可以使你对于今后毕生从事的工作，有一个深入细致的认识 and 了解。”爸爸向他提出了建议。

“好，我同意，不过工厂能让我这样做吗？”卡尔问道。

“这不用你操心。咱们店铺的商品主要都是由柯岑纳乌的一家冶金工厂供应的。我和这家工厂的厂主哈斯先生有私交，我想，把你安置在他的工厂里工作是不会有困难的。”

1893年的夏天，卡尔进入冶金工厂实习。要求他在一年的时间里把工厂所有的车间都体验一遍：要当模型工、铸工、钳工。无论哪个工种规定的活计，卡尔都干得又快又好。另外，他还利用其他时间，做了不少小件的手工制品，都是他采集动植物标本用得着的一些东西和工具。

有一回，卡尔得到车间的允许，拿了几块柁木板子，没过几天，他用它做好一副滑雪板。在希列吉亚，也就是工厂的所在地，人们把滑雪板看成是一种稀罕的新玩艺儿。工人们怎么也不能相信踩着这种弯曲的木头板居然还能滑动。因此，当卡尔拿着自己做的滑雪板到离他们工厂最近的一座小山上去滑雪时，竟吸引了几十个好奇的人去看热闹。卡尔滑雪的技术虽然算不上是最好的，但是他还滑得不错。

“卡尔这小伙子真棒！”工人们异口同声地说，“像他这样的才真能出息成好样儿的呢，无论什么事到他手上都干得非常出色。”

实际上，卡尔只要动手做一件事，不论遇到什么样的困难，他总会一一

克服，有始有终地做出成绩来的。经过一年的学习之后，他参加了实习考试，考试内容是让他制做一个铸件的模型。他自己浇铸一个立方体的钢块，然后再进行抛光和磨光，老师傅给他的活儿打了一个满分，于是卡尔带着毕业证书——铸工、钳工技术合格证书——回到了家。

现在，他通过实践对冶金学有了了解，而发展科学和技术的过程中，金属将会起到十分巨大的作用。

1894年秋，卡尔来到萨尔廷堡，他准备进那里的一所高等工业专科学校学习，他读的是冶金与机械制造专业，这个求知好强的青年人，学校里开设的各种不同学科的课，他都去上，真是五花八门，样样都有：冶金学、化学、植物学、动物学、昆虫学。还是在工厂里实习的时候，卡尔就多少懂得一点金属加工的道理，现在当他认真地学习了这方面的理论之后，倒大失所望。

“难道这门科学就是这个样子吗？”他感到遗憾，“我利用种种复杂的公式，经过几个小时的计算，最后得出一个结果，然后把计算的结果放大到原来数字的五倍，以便确信金属能经得住……”

“看来，想必如此。”爸爸开导他说。

“完全不对！推导公式的人对于公式是否正确并没有把握。而我的师傅汉茨，什么公式也不用，可是他什么样的齿轮都能做出来，而且他制的齿轮能经得住任意的负荷，毫无问题。”

“单凭实践这一方面，终究是不会有有什么结果的。”

“这个我不懂，爸爸，不过目前我也没有什么可说的。然而您可知道，无机化学就完全是另一码事。柳道夫教授在课堂上所讲的内容，都可以在实验室里进行验证，用实验去证明他讲授的理论。而光谱分析，则是我从伏格教授的讲课中学到的一种方法，那才真是一个既准确又别致的方法呢！”

他们两人都沉默下来，谁也不再说话。可是每个人都各有心思。爸爸不能理解儿子的心情，而儿子的脑子思考的却是遥远的未来。

“暑假我还要回到冶金工厂去，想具体深入地了解一下高炉的工作情况。”

“我试着帮你联系一下克鲁普的冶金厂，因为他离科隆不远。”

在克鲁普工厂实地了解了几个礼拜之后，再次说明，在学校的课堂上和实验室里所讲授的内容，与各种宏大的工业设备之间实际上存在着很大的差别。譬如，拿炼铁来说吧，在学校的实验室里，那是非常简单的实验。可是，到了工厂，情况就大不相同：这里是成百上千吨的矿石、整车厢整车厢的焦炭，堆积如山的沙子和石灰石、巨大的高炉。

工业，这并不意味着把科学技术成果在实际中简单地再现。工业是一个最复杂的机构，它需要技术精湛的专家，需要天生就有创造性智慧的人们参加进来。说不定，有朝一日他自己也会成长为这样一位专家。

三、落户巴登公司

卡尔回到萨尔廷堡之后加倍努力学习。随着他对于冶金学和金属学中各种问题的研究日益深入，他也就越加感到失望。理论和实际简直相差十万八千里！

“学习冶金学没什么好处，还不如攻读一下化学更好些。”

在工业专科学校里，化学专业的教学力量一般是比较薄弱的，只有在大

学里，才能受到正规的良好的培养。1896年秋天，卡尔转到莱比锡一所大学的化学实验室里从事研究工作。他的导师是约翰内斯·维斯利岑努斯教授。这位新来的大学生很快就引起了教授的重视，因为他热爱劳动，具有较丰富的知识和一双特别灵巧的手。教授表示愿意给卡尔拟定一篇博士论文的题目。

波施先开始研究的一种物质是：丙酮二羧酸二乙酯与溴代苯乙酮缩合的产物。维斯利岑努斯推测这个化合物的分子是个7元环的结构。通过研究，卡尔确定这个缩合产物的分子是个带侧链的6元环。青年研究家的这项发现不仅表明他具有进行复杂实验的本领，而且不受先入为主的种种说法的影响，具有完全独立地解决问题的能力。

博士生的毕业考试刚一结束，维斯利岑努斯就推荐卡尔·波施留校，做他手下的一名助教。科学研究工作——这是每个青年研究工作者的梦想。

但是，富于热情和激昂性格的卡尔并不喜欢大学实验室里那种安谧、宁静的气氛。他喜欢实践活动——工业生产。因为工业生产同样需要创造性人材。

维斯利岑努斯建议波施到巴登苯胺纯碱公司去工作。这是德国一家历史悠久的化工企业，同时也是全德国规模最大的。这家公司之所以享有特殊的声誉，主要是因为它把阿道夫·拜耳提出的人工合成靛蓝的方法实现了工业化生产。像巴登公司这种大型企业任何时候都需要专家来厂工作，所以，卡尔·波施就被工厂录用了。1899年秋天，他开始在巴登苯胺纯碱公司设在路易港的厂部中心化学实验室里搞研究工作。

公司交给他第一项研究任务是提供一种合成染料的重要中间体，结果他出色地完成了任务。因此，靛蓝合成车间的主任鲁道夫·克尼契博士便把他调到自己的身边——邻苯二甲酸酐生产车间。

波施在这里首次接触到了工业化学。

人工合成靛蓝需要的全部原料都是在工厂里生产出来的。合成邻苯二甲酸酐所需要的硫酸在这里是利用克尼契博士发明的新方法，即接触法生产的。在接触室里，二氧化硫在铂催化剂的作用下，被氧化成硫酸酐。萘氧化成邻苯二甲酸酐的过程也是利用金属汞作催化剂才得以实现的。这种氧化方法是由奥汉查培尔博士提出的。

克尼契博士——这位在公司里被大家称为“红似火的首脑”的人确是一位名副其实的化工天才。他毕业于萨尔廷堡工学院，对金属工艺学和化学的钻研尤为深透。因此，他能够创造出规模如此庞大的接触设备和热交换装置，为工业提供了又一种新颖方法，这也绝非偶然的。

在较短的时间里，波施对工艺过程的各个细微奥妙之处都进行了学习、探讨。同时他还了解了作为难题的“症结”所在，并且进一步认真地思考克服这些难关的种种办法。他的一项内容重要、言之成理的建议立刻改变了他在公司中的地位。

事情的发生完全出乎人们的意料之外。有一天波施接到通知，叫他到克尼契博士的办公室里去一下。看样子克尼契正因为某件事显得情绪特别激动。他稍稍点了一下头，就径直地转入正题。

“我刚从经理处来，波施博士。经理那儿来了一位威廉·奥斯特瓦尔德教授。您不是在莱比锡上过学吗，您认识他吧？”

“我多少知道一点。我当时在第一化学实验室工作，而奥斯特瓦尔德教

授领导的是第二化学实验室。他主要从事催化方面的研究。”

“我正是为此才请您来的，奥斯特瓦尔德教授研究出一种用氮和氢经催化作用直接合成氨的方法。”在研究催化过程方面，奥斯特瓦尔德的确取得了更大成就。他与部里的人交谈时偶尔得知，硝石问题是德国的一个重大问题。智利硝石价格昂贵，供应缺乏保证，而且硝石又是战略原料，是制造炸药的必需品，因此必须开办工厂，在国内生产硝石。

用空气制取氮的设想早已变成现实，可是怎样用游离氮来制取硝石呢？这就要求首先研究出一种能使氮、氢化合的催化方法。

全面的研究开始了。一方面，要掌握合适的条件和催化剂，通过最简便的、最经济的氮氢合成法来制取氨。另一方面，还要研究有无可能把氨氧化成一氧化氮。有了一氧化氮，制取硝酸和硝石就好办多了。因此，任务集中在两个主要问题上，一是制氨，二是制硝酸。

合成氨的研究工作进行得相当缓慢，而把氨氧化成硝酸的问题却解决得非常成功。主要实验都是哈里，也就是埃贝哈德·鲍尔博士负责进行的。他后来成了奥斯特瓦尔德的女婿。鲍尔博士在短时期内顺利完成了使氨发生氧化的研究工作。在进行最初几次实验时，就发现可用铂铀合金作为催化剂。后来在“法本工业康采恩”的协助下，把氨氧化成一氧化氮的接触法开始用于工业生产。

克尼契讲到这儿，稍停顿了一下，接着说：“为出售这项方法的转让权，他要公司付给他 100 万马克。这可是一笔高得出奇的巨款，不过经理处倒是准备买下来，如果这个方法是可靠的话。化合态的氮对于我们来说，就如同空气一样地必需。为此，我们德国每年不得不进口几十万吨的智利硝石。如果我们把合成氨搞成功了。那么，我们不仅能够满足我国农业所需要的硝石，而且还可以把自己的硝石外运出口。波施博士，这可是几百万，甚至几千万马克的收入啊！”

卡尔·波施彬彬有理地听完克尼契的谈话，但是他弄不清克尼契安排这次谈话的目的何在。

“经理处委托我验证一下奥斯特瓦尔德教授的方法，”克尼契接着说，“我现在想把这个任务交给您去完成。您认为什么地方合适，就在什么地方干，在实验室或者工厂都行。”

波施由于心情激动，脸颊泛起了红晕，时机到底等来了！这个建议证明领导承认他是有才能的。现在，他应当不惜任何代价地努力完成任务，以便不辜负大家对他的期望。

设计实验装置对他来说毫不困难。无论是在车床上或者是在吹玻璃的煤气灯上，他都能操作自如。最初的一套装置结构比较简单粗糙，但是各项基本条件都符合要求。为了保证气体进入的流速均匀，波施利用自行车的打气筒输气。装在玻璃管里面的螺旋铁丝，从外面用若干煤气灯对它加热。这个螺旋丝是个极好的催化剂，它可以把氮氢分解成氮和氢，可是如果让氮和氢的混合气体从它的上面通过，却得不到氨。不论实验结果是否令人宽慰，反正得把结果向经理处汇报。

奥斯特瓦尔德教授在得知波施的实验失败之后，亲自跟他谈话，并就合成氨的有关问题做了某些说明和解释，他确有把握地认为，在波施做实验的过程中，肯定有什么地方出了差错。

“波施博士，有一点我请您注意，这个过程可是一个平衡的过程，”奥

斯特瓦尔德说道，“往装有催化剂的管子里通进去气体之后，在所得到的气体混合物里，氨的含量为6%。”

“这与通入气体的速度有关系，”波施打断了他的话这样说道，“当气体的流速不大时，氨几乎全部分解为氮气和氢气，如果我们在同样的催化剂的上面通入氮、氢的混合气体，则不会有氨生成。”

“您在实验里用的是什么样螺旋丝啊？”

“就是用铁本身做成的螺旋丝，这正是按您的建议做的，奥斯特瓦尔德先生”。

“可是用我做的螺旋丝，过程却进行得很正常嘛！”奥斯特瓦尔德用一种怀疑和不信任的目光瞧着波施。

他紧接着就去找经理去了：

“贵厂十分轻率地就相信了一个没有什么经验的人所做的实验结果。我本想亲自把他的实验全部检查一遍，可惜我又没有时间。您如果认为我的建议是不能接受的，我可以放弃我的建议，我再到别处推荐去。不过为了避免误解，我准备再把我做的螺旋丝给您寄来，您不妨用我的螺旋丝试试，把实验再重复一遍怎么样？”

从莱比锡寄来的螺旋丝收到了。一开始，用它做实验，得到的结果是对头的，即正结果，但是经过几次实验之后，它又不起作用了。对经理处来说，问题已经解决。但是波施的心情却一直无法平静下来。难道像奥斯特瓦尔德这样杰出的科学家也会弄错了吗？是不是因为他们忽略了某个细节，结果导致失败呢？

一连好几天，波施坐在图书馆里流连忘返。他细心地查阅一切有关氨的分解和铁在氨里、氮里以及其他气体中的性质的书刊和文章。他把查出的大量事实做了比较和系统地归纳之后，终于弄清了应当如何正确地解释奥斯特瓦尔德的实验结果。卡尔赶紧去找克尼契博士，以便把自己的想法告诉他。

“奥斯特瓦尔德先后用的是同一根螺旋丝，”波施说，“他先在它上面通过去的是氨，然后通过去的是氮和氢的混合气体。高温下在氮气的介质中铁生成了氮化物，后者在受到氮氢混合物中氢气的作用后，便发生分解，于是又产生出氨气来。这正是我们多次失败的原因所在呀！”

“据我所知，铁在氮气介质里加热也能生成氮化物。”克尼契博士说。

“这正是我的想法的另一个方面，也是我准备跟您交换的一点意见。我们能否找到一种条件，使金属粉末变成氮化物，再用氢气处理金属氮化物而生成氨。”

“您完全有条件通过实践去验证您的上述设想，波施博士。经理处给您提供完全的行动自由。我们准备把邻苯二甲酸酐车间所属的实验室拨出一个归您支配。在那里的地下室内有一个小工厂也可以归您自己使用，另外在最近我们还要给您几名助手支援您的研究工作，以便能取得更大成绩。”

波施听后十分激动，克尼契博士接着又说道：

“布隆克经理（德国有机化学家，研究过染料的合成和染料性能方面的问题。布隆克还是一位有名的化学史专家，他曾撰写过靛蓝的制造史）认为您应当研究一下硝酸制法的改进问题。目前使用的这个方法最早是由毕凯兰和艾德二人提出的。这里有许多问题极需解决。譬如降低电能消耗问题；增加氮氧化物的产量问题；提高氮氧化物被吸收的程度问题等等，您可以看出，主要的问题是如何把空气中的氮固定成化合态。”

展现在波施眼前的是一幅无限广阔的发展前景。公司已为他运用自己的理论知识和实践经验、为他在科学思想上实现突飞猛进的志愿提供了条件。而克朗茨师傅则是他了不起的好助手。波施在研究工作上的最大特点就在于高度的精确性，而在化学仪器装置的设计中，最重要的一项要求也正是精确性。

除了在实验室里进行各种实验之外，波施同时还为建造更加完善的新装置、新设备多方奔走，四处张罗，他正是从这两个方面继续进行自己的科学探索。他们还实现了把氮固定成氨的其它几种工业方法。其中有一种是生成氮化物中间体的方法，关于此法，他已和克尼契博士谈过。还有一种可能的方法——氰氨化物合成法，事实证明此法也很可靠，只不过从氰氨化钙里制取氨，需要的成本极高，因此，氰氨化物合成法不可能用于大规模的工业生产。

波施连一分钟的空闲都没有。原来，他身兼数职。他必须到安装着生产硝酸的设备那里去，以便详细观察反应进行的情况；他又得到克朗茨师傅的小工厂里去，亲自核对每部分的新图线；此外，他还需要去实验室看看，因为那里正在实验各种方案。他提出不少新办法，既比较可行，且经济效益较好。

每当他感觉到精力快要不支的时候，他就找来几个铁盒子，带着抄网和小铲子，骑自行车，直奔城外——到墨尔汉姆附近的沼泽地去，或者是来到莱茵河的岸边，采集各种甲虫，蜗牛或者各类水生昆虫等等，作为他尚未收藏齐全的动物标本。这项活动使他身心感到舒畅愉快，疲劳顿时消失，他又重新充满了活力。有时候，波施到他的朋友们的宿舍里去串门。大家欢快地说到深夜，可是第二天清早他必定准时到公司上班。

时间悄悄地流逝着。直到返回故乡过圣诞节的时候，波施才发现年复一年过得太快了。他真的看到了这一点：母亲头上布满斑斑白发，小妹妹鲍拉长得那样高大——她如今已不是过去那个令人发笑的小女孩，竟变成一位端庄匀称、美丽可爱的大姑娘了。他的女友艾丽莎的变化更是令人惊讶。她本来是个翘鼻子的小学生，那时候卡尔扯着她那一对小辫子，手上还拿黑色的大甲虫吓唬她呢！

现在，跟妹妹一起走进来的艾丽莎完全变了模样，仿佛换了个人，一个文雅、体面和充满自尊的漂亮小姐。艾丽莎是一位具有独立性格的、坚毅果敢的姑娘。她弄到一辆自行车，于是就放心大胆、无忧无虑地在科隆大街上骑着车到处转，根本不留意过路的人投向她的愤懑的目光。“一个姑娘居然还骑自行车？这成何体统！”——端庄持重的夫人、太太们愤忿地议论道。然而，大家不久对此就都习惯了，而且胆子大一点的姑娘甚至也骑车上街，效仿起艾丽莎来。

自从和艾丽莎这次相见以后，波施常常到科隆来，他俩一起骑着自行车到城外去玩，举行自行车竞赛，采集动物标本。

波施每次由科隆返回路易港的时候，总感到和艾丽莎还没有呆够。艾丽莎不仅喜欢听他讲述研究工作中的种种趣闻轶事，而且每次耐心地把经过源原本本地听完。波施讲得娓娓动听，还把自己疑惑不解的地方统统告诉她。此外，也把自己的成功和失败如实地讲给她听，以使她和自己同甘共苦。

艾丽莎喜欢这位精明干练、牵动人心的青年，她愉快地答应了他的求婚。婚礼是在科隆举行的，婚后他俩立刻就到路易港去了。这对年轻夫妇住的是

一所私人住宅，坐落在一个宽阔大庭院的深处。这下子可有地方啦，不仅能摆放各种养鱼缸，而且还能放置各种饲养两栖类小动物的饲养箱。他们把一个房间改造成小工厂——安装了一台车床并且安放了木工的工作台。工余的时候，波施就从事他心爱的活动——养鱼、饲养两栖类的小动物、采集昆虫标本和栽培花草。

四、合成氨的制造

波施继续对氮的固定问题进行研究。他详细地研究了现有的全部有关文献之后，得出这样的结论：制取氨最容易实施的方法就是通过氰氨化钡。公司根据波施的订购申请，运进了一批碳酸钡，而克朗茨师傅则制做了一台压块机，以便把碳酸钡和煤粉的混合物压制成药块。具体的实验工作是由阿尔文·米塔什博士做的，他是经鲍登施坦教授的推荐来巴登公司工作的。鲍登施坦是德国物理化学家，迈耶尔的学生。迈耶尔曾经执教于德国汉诺威技术学校，并任柏林大学教授。鲍登施坦在热分解和电化学方面做过大量的研究，并且是最早从事光化学和化学动力研究工作的科学家。

米塔什博士研究出一种制氮的新方法，而氮又是合成氨必需的原料。老办法制氮是除掉空气中的氧，也就是让氧与铜粉起作用，从而将氧去掉。这方法耗费大，而新法则便宜得多。它是把空气和氢气分别用两个管道通进来，在两种气体汇合后并形成混合气的时刻，将其点燃，使混合气燃烧。在这种条件下，空气中的氧便与氢相结合变成水，而氮则呈游离态留在反应器里。把利用这种方法制得的氮气，通进一个充满了碳酸钡和煤粉团块的反应器。由于反应需在 1500 的高温下进行，所以反应器是放在一个专门的炉子里加热的。但是，由于连续反应器的输氮管密封程度经受不住如此高的温度，所以气体便从反应器里漏出来，结果，反应器内的团块往往和反应前一样，丝毫没有变化。

可是，氰化钡和氰氨化钡的混合物则极易与水蒸气发生反应，结果生成氨和碳酸钡，然后把碳酸钡与煤粉混合，再压制成药块重新使用。

新法是一个相当可靠的方法——两位研究人员劳动多年的成果并没有白费，他们的设计方案被公司采纳了，公司的生产委员会决定拨出资金建造氰氨化物工厂。

这个工厂于 1906 年开始动工兴建，而波施的儿子恰巧在同一年出生。按照家庭的传统，长子与父亲同名，波施的祖父、父亲和他本人，现在又添上他的长子，老少四辈人的名字都叫波施。

艾丽莎由于照看小孩子，无法脱身，她未能看到工厂的建造过程，不过她丈夫把兴建的情况全都详细地讲给她听。环形转炉的炉体由 16 个加热室组成，每个加热室内分别装有 210 个由耐火砖砌成的反应器。全部反应器内可容纳的团块，总量相当于五吨的碳酸钡。根据波施的计算，氨的产量平均每昼夜应当达到 500 公斤以上。但是，用 30 个反应器生产是一回事，现在用 3000 个反应器生产则完全是另一回事！实际表明，氨的日产量还达不到 350 公斤。这个产量是太低了，甚至连成本都不够。所以，公司的经理管委会做出了暂停生产的决定，并于 1908 年 6 月正式执行。

氰氨化物工厂在生产上的失败，并没有使波施垂头丧气，他决定把自己的精力全部集中到对氮化物的研究上来。他同米塔什博士一起，开始着手研

究把大气中的氮转化为化合态的氮化物究竟存在哪些途径。他们先后利用过钛、硅、氧化铝。实验结果本来颇有希望，是令人鼓舞的。然而不久才知道，法国已经有人研究出了这种工艺过程，并且已经获得专利。这样，法院便迫使巴登公司放弃这项研究。

在波施和他的同事们正忙于建造氰氨化物工厂的时候，欧洲的一批科学家却在探索使氮和氢直接化合成氨的条件。其中有奥斯特瓦尔德教授的学生瓦尔特·能斯特（德国化学家）、卡尔斯鲁厄的弗茨·哈伯。哈伯是德国著名的物理化学家和化工专家，卡尔斯鲁厄高等工业学校的教授，他和波施一起对于氮和氢直接合成为氨进行了研究。虽然这个过程最先是由能斯特提出的，但是哈伯等人的研究成果被巴登公司利用，并在路易港实现了合成氨的工业化生产。1911年哈伯担任柏林——达列姆化学物理和电化研究所（现称哈伯研究所）的所长。哈伯从事的研究工作有以下几方面：化学平衡、硝基苯的电解还原、电弧放电合成氧化氮。

哈伯在电化学领域进行过许多研究。此外，他多年致力于探讨从海水中提取黄金的各种方法。在第一次世界大战期间哈伯领导了德国军队的化学兵后勤部门，同时也是采用 BB 作战的组织者。他认为，这样做是为了尽“自己报效祖国的天职”。1933年，哈伯迁住瑞士侨居，一年后于瑞士的巴塞尔病故。其本人在1918年因在“以元素合成氨”方法所做的贡献获诺贝尔化学奖。

哈伯对于发生在氮和氨之间的平衡反应做了详尽的研究之后得出结论：氨的人工合成可以在1000以下进行。但是，直到瓦尔特·能斯特提出合成氨反应须在高压下进行的建议之后，波施的研究工作才取得了成果。

哈伯认为，合成反应的压力必须提高到200个大气压，装催化剂用的管子应当加厚。如果此法可行的话，那么，不论催化剂的价钱多么贵，在经济上也是合算的。

哈伯制备合成氨催化剂用的金属，都是由柏林电灯泡工厂提供的。在试用过的各种金属中，以粉末状金属钨的催化效果最好。在压力为200大气压，温度为600的条件下，达到氨气浓度为6%的产率。这在当时已被认为是很成功的了。

哈伯把他取得的成果介绍给他在卡尔斯鲁厄的同行、巴登苯胺纯碱公司的顾问卡尔·恩格勒教授，并建议恩格勒立刻向路易港的工厂发出生产倡议。恩格勒教授向经理管委会建议对此进行研究，因为他认为这个方法是完全靠得住的。

公司经理布隆克的写字台上放着两封信。信的内容他已背得烂熟。200个大气压！在工厂生产的条件下，要达到这么高的压力，这怎么可能呢？太没道理啦！各个车间倒是都安装着高压釜，不过釜内的压力最高也只有5个大气压，而且还发生过好几次爆炸事故呢。更何况制造这种设备的材料也都经受不住指定的各项条件。

冒这个险值得吗？需要跟专家们好好商量一下。

波施走进经理办公室，站在一旁等候着。布隆克举手示意请他坐下。

“哈伯教授提出一种合成氨的生产方法，需要在200个大气压下进行。”

“温度呢？”

“600度。”

“这可是红热温度呀！这样的温度恐怕连最坚固的钢材也承受不住。”

“可是他们就有这样的设备，可以实现上述过程。而且恩格勒教授本人

亲眼看见过呢。”

“我们也应该有这样的设备，”波施以坚定的语调说道，“实际上很有可能这样做并非得不偿失。”

“我们在建造氰氨化物工厂上本来就已经花了不少钱啦。”

波施扬起了头，他从来没有因为白白造成浪费而被任何人指责过。

布隆克安详地微笑着，“我说这些话，绝对没有指责您的意思，波施博士。对于您的才能，我一直给予高度的评价，这一点您是清楚的。但是，自从建造氰氨化物工厂失败之后，经理管委会不打算在筹建氨的生产方面再做任何新的摸索了。因此，这一次，恐怕经理管委会不会拨给您经费供您研究了。明天我们就要到卡尔斯鲁厄去。和我们一道前往的还有贝恩森博士。”

在哈伯教授的实验室里当众做了示范表演，但是，表演本身不是很有说服力，因而并不成功。尽管对反应设备事先做了细致的准备工作，可是实验刚开始不久，有一处密封就经受不住内部的压力，于是混合气体立刻冲了出来，并发出吓人的呼啸声。不过损坏的地方很快就修好了，经过几个小时的反应之后，布隆克经理亲眼看见清澈透明的液氨从分离器的旋塞里一滴滴地流了出来。但是，实验开始时遇到的挫折确实是一个严重的警告，就是说，在设计这套装置时，必须特别精确，必须采取各种措施，以避免不幸事故的发生。

实际上后来发现，爆炸事故完全不是偶然的現象。大家预料到会发生爆炸，也绝非毫无根据。哈伯的那套装置，在示范表演后的第二天就发生了爆炸。整个设备顷刻之间变成一堆七歪八扭报废了的烂铁。随后，刚刚安装好的盛着催化剂的圆柱装置，也爆炸了。这时，金属钨粉遇到空气后又燃烧起来，结果，把积存备用的价格极贵的金属钨几乎全都变成了没有多大用处的氧化钨。

“照这样干下去我们将一无所获，应当从几个方面同时开展全面系统的研究工作。”波施做出这样的决定，“我们需要一种价廉而且易得的催化剂。如果再发生两次这样的爆炸事故，那么储备的钨将全部用光。”

“米塔什博士，您去搞催化剂吧！”波施建议道，“您不妨用铁、铬、钼、钙、铝试一试，这几种金属随您挑选，用哪个都可以。但是有一点，必须找出一种效果好，价钱又便宜的催化剂。让克朗茨师傅研制出一套低压的实验性装置。我和朗涅工程师研究催化剂加热炉所用的材料问题。”

机械设备厂的厂长弗朗茨·郎涅把装催化剂的圆柱在爆炸时飞落现场的柱壁碎片拿来给波施看。

“您瞧，原来是钢做的，可现在变成一种莫名其妙的东西了，混合气中的氢气扩散到了钢里，从而引起钢在结构上和组成上都发生了根本的变化。”

这时，波施从自己工作服的内口袋里掏出一个小放大镜来，然后放在一小块黢黑的金属上面，开始仔细地观察金属块的情况。

“居然出现了意外的现象！氢气对钢铁起了脱碳的作用，结果把钢变成了熟铁，这说明必须改变一下设计才行。引起钢的结构发生变化的原因有两个：一是氢气，二是高温。我们倒是可以设法消除其中的一个原因，可是那样一来，合成氨的反应无法进行了。……那么，能不能在内部压力上想点办法呢？”波施自言自语道。

朗涅工程师笑了笑，这确实是个中肯的好主意。

“把催化剂一层层地摆在圆柱四周，中央安一只管子，里边燃烧煤气，

用以加热到反应要求的高温。”

朗涅工程师立即草拟了一张新的催化剂圆柱的结构图。

“整个工艺流程我们是按原先那样安排呢，还是有什么需要改动？”

“看样子，如果能设法让通进去的气体沿着四壁走，情况可能会好些。”波施建议说。

紧张工作的日子又重新开始了。在工厂大院的北面，有一块地方过去是用来堆放炉渣和各车间扔出来的残渣废料的。现在已经建成一座专门为了安装催化剂圆柱的厂房。这里如果发生爆炸，对任何人也不会有危险，此外，还为波施和他的同事们准备了一个钢筋混凝土的安全舱。

在安装设备的那段日子里，波施几乎是没有一天离开过工厂。随着工厂上下班的汽笛声，这一班的工人换下了上一班的工人，然而，波施则一直坚守着岗位。

必须尽快尽早地把新的催化剂圆柱安装好。波施希望这样做会使问题圆满解决。

负责领导安装工作的是克朗茨工程师，他对每个零件的制造和安装都要求极为严格，也十分仔细。今天克朗茨比哪天都更认真、用心。因为有一个工人过生日，全组的工人准备下班后去参加庆祝聚会，所以大家都匆匆忙忙地赶任务。

下班的汽笛声刚响，工人们就都放下了工具，脱去工作服准备下班。

波施惊愕地挑起双眉。

“怎么啦？这是怎么回事？”

“今天是弗里德利希的生日，满22岁啦。”师傅回答道。

“太好了！应当庆祝嘛，”波施提高了嗓门说，“可是，难道为此我们就把原定的安装竣工的日子又往后拖一天吗？喂，朋友们，还是干活儿吧！至于弗里德利希的生日，咱们大家可以在这儿为他庆贺嘛！”

波施立刻走了出去，而工人们则眼巴巴地望着克朗茨师傅，人人都感到很扫兴。

“没有办法，只好接着干吧。你们大伙儿都明白，如果波施博士提出要干一件什么事儿，那不论是谁都得照办，他的话干脆就是法律。”

工人们又重新回到了各自的岗位上。在这间光线昏暗的附属厂房里，工人们又接着干了起来，但大家心情不快，默默无言。

过了一阵，波施走了进来。几分钟之后，乌利也来了。乌利是别的班组的一个工人，他手里提着一只大篮子，上面用纸蒙着。波施用调皮的眼光注视着大伙儿，提高了嗓门说道：

“喂！大家都到这儿来呀！咱们大家给弗里德利希祝贺生日吧！”

工人们立刻活跃起来了。

乌利把热的油煎小灌肠和松软的小白面包都摊放在纸上，克朗茨师傅打开了啤酒，“大宴会”就这样开始了。

波施举杯祝酒，提议为弗里德利希的健康干杯，为克朗茨师傅以及全体在场的工人们健康而干杯。然后大家又重新操起工具，继续干活去了。安装工作在拂晓前结束。工人们下班了，他们虽然十分疲惫，但个个心满意足。

波施没有忙着回家。

“克朗茨，咱们留下来吧，现在应当赶快开动这个柱子试一试。”

克朗茨愿意跟这个不知疲倦的人一道干活。好像有某种非常吸引人的东

西隐藏在这紧张的期待之中。何况波施博士在犒赏上又一向是慷慨大度的呢。

克朗茨把满载氮气和氢气的小推车推到跟前，波施接通了加热器的电源。循环泵均匀地响动起来，测量仪表上的指针一动不动，这说明过程进行得很正常。

“克朗茨，你去睡吧，天亮我一定叫醒你。”

他们在混凝土安全舱里呆了整整 76 小时，以便从舱里观察这台新设计的催化剂圆柱的工作情况。

他们吃在舱里，睡在舱里。

圆柱不停地工作着。

难道真的胜利了吗？

大家甚至都不敢相信。再试一次看看吧……波施刚刚站起身来，就在这个时候，一声震耳欲聋的轰隆巨响，把安全舱震得东摇西摆。克朗茨跳了起来，手还在揉搓着眼睛。

“完蛋了！又爆炸啦！”波施痛苦地叹息着。

他陷入悲观和失望中。

然而又哪里有时间让他们沉溺于灰心丧气的情绪之中呢？必须设法找出解决问题的办法。

经过几番努力，他们终于成功了，找到了一种催化剂，并且得到了意想不到的实验结果。就连哈伯教授在收到布隆克经理通知他试验成功的消息之后，也立即写信表示赞扬。

在哈伯的贺信中，波施背得烂熟的一段话是这样写的：

“您的同事能取得如此重大成果，对此我感到十分高兴，并向他们表示祝贺。最妙的是，在科学中新的发现总是会有地位的。就拿铁来说吧，奥斯特瓦尔德早年曾研究过，而我们呢，也成百次地使用过纯净的铁。然而正是这个铁，当包含少量杂质的时候，也只有这种情况下，它才会发生作用。

对于波施博士所取得的成绩，我再次表示由衷的高兴，并且盼望将来能有机会向他请教。”

哈伯教授希望了解在路易港进行的科学研究工作的情况。在此之前，波施的同事们只是听说过哈伯的名字，但是从来没有见过他本人，哈伯最感兴趣的是他们在催化剂方面的研究工作。

因此，布隆克经理和研究工作的总领导人波施便请哈伯参观设在地下室大房间里的米塔什博士的实验室。沿着房间的四壁，安装了 30 只催化剂圆柱，这些又高又粗的圆柱犹如大炮的炮筒。

“你们的圆柱和我在卡尔斯鲁厄看到的那种完全不一样。”哈伯说道。

“我们在结构上做了某些改动，”米塔什博士解释道，“每根圆柱使用大约 2 克左右的催化剂，它就放在这里，容易更换。”米塔什拧下一只螺栓，从里边掏出来一个装催化剂的小东西。

“你们的实验可能花钱不多吧？”哈伯问道。

“已经花掉大约 1.5 万马克了，可是实验工作还没有做完。各种金属我们都试过了。波施博士决定再重新用铁试试。”

“现在大家都已经不用铁了，在这种情况下，是什么因素促使您还想再用铁试试呢？”哈伯对此很感兴趣，因而朝波施问道。

“这个问题我该怎么跟您说才好呢？”波施顿了顿，接着说道，“当我

们的全部试验都失败了之后，我们总得找个出路吧。于是我就重新摸索，我先查资料，凡是我能弄到的资料我都翻开来看看。就这样，我偶然发现了艾德尔和瓦朗特合编的一本《光谱手册》。我留心查看了铁元素光谱的详细情况。结果发现，具有此种谱线的元素是很有希望的，于是我又重新用铁做实验。不久，塞林公司的发现公开了：他们发现少量的碱金属可以提高镍的催化作用。不过，关于这个问题最好让米塔什博士给您讲讲吧。”

米塔什以一种郑重其事的神态，把手插进工作服的口袋里，然后开始详细地叙述这次试验的经过：

“我们在研究工作中曾经使用瑞典产的磁铁矿矿石做过一些试验，这才使我们的工作发生了具有决定性意义的转折。”

“在一次试验里，我们曾经使用钨和铀作催化剂，结果所得到的氨在数量上几乎相等。可是，在其它几次试验中，虽然使用的也还是瑞典的磁铁矿，但是它也不起催化的作用。如果我们把塞松公司的实验成果联系起来考虑，那么对上述事实唯一可能做出的解释就是：磁铁矿中某种杂质起了活化的作用。于是，我们使用化学纯的铁作催化剂，安排了一系列的试验，然后依次往铁里分别加入各种其他物质。我们真侥幸，在这项研究刚刚开始，我们用铁和粘土的混合物所做的一次试验中，就发现了它的催化活性和钨或铀的活性完全相同。随后我们又做了大量的试验，想摸索到一种活性比这更好的催化剂，可是直到现在为止，我们没有发现。”

“我们的研究工作除了有实际意义之外，还有理论上的价值，”布隆克经理插话说，“米塔什博士和波施博士弄清了一点，即有少量杂质存在时，这部分杂质对于作为催化剂的铁，基本上没有什么影响；铜和锰的例子可以说明这一点，他们还证明：粘土和苦土（氧化镁）对铁均起活化作用，而且最主要的是，他们发现了还有第三类物质也对铁起作用，也就是那些能够使催化剂中毒的一类物质。只要有很少量的这类物质存在，就可以使催化剂中毒，使它完全丧失催化活性。其中，毒化作用最强的是硫磺。”

“这个情况说明，这就是在我们使用铁矿石作催化剂所进行的历次试验中为什么会得到反面结果的症结所在。因为铁矿石里，多多少少总会有一些硫化铁的成分。”波施在米塔什博士解释后，又补充了一句。

哈伯目不转睛地凝视着排列整齐的催化剂圆柱。

用这样简陋粗糙的装置居然能够得出如此令人神往的实验结果！

就这样，催化剂的问题算是彻底解决了。既然找到了便宜的催化剂，现在就可以放手大量地生产了。

但是，制造催化剂圆柱的材料问题怎么解决？怎样才能找到一条出路呢？波施用心地观察圆柱爆炸时从上面崩下来的碎钢块，并把它交给克朗茨师傅。

“请您把这个小钢块切成几个薄片，把表面磨平抛光，达到像镜面一样的光洁，然后请您交给我。”

克朗茨在门口差一点跟朗涅工程师撞了一个满怀。

“这是分析数据，还是没有发现氮在实验中存在。”

“这说明没有氮化铁生成，”波施若有所思地在手里翻动着那块薄薄的金属片，“朗涅，您瞧瞧，圆柱内部由于和氮氢混合气直接接触，钢的颜色已经变浅了。钢的主要成分——珠光体已经毫无踪影。但是它并非纯铁，而是一种质地极脆，又具有白色的物质。这可能是铁和氢生成的一种化合物。”

一个突如其来的猜测使波施恍然大悟，他站了起来，“氢，当然是氢啦！劳驾，请您从圆柱的内壁上用锉刮一点钢屑下来，然后送给化验室分析一下是否含氢。”

分析的结果完全证实了波施的推测。

这就是说，在高温下氢气渗入钢中，并脱去钢材中的碳，这时，氢与碳生成甲烷，而氢与铁则生成质地很脆的氢化铁。

“根据您说的这些，我们只好放弃钢材啦。”弗朗涅说道。

“您晓得还有什么材料能够代替钢铁吗？根本没有！”波施有点恼怒地说道，“我认为，问题在于应当改变一下它的结构。催化剂圆柱起两个作用：一是作为反应的容器，二是保证反应所需的压力，能不能让这两种功能分开呢？”

“也许在圆柱内壁镶一层衬面会起点作用？因为有了这层衬面就可以避免它再和气体直接接触了，对吧？”

“蒙一层衬面是不能解决问题的。氢气的扩散能力极强，甚至连最细微的小孔它都能钻进去。因此，管中套管才是解决问题的办法。朗涅，咱们从头干。内管用铜的，外管用钢的。这样一来，我们就保护住钢材，使其不受氢气的作用，从而也就使钢能够保持住原来的强度。”

但是，试验未能奏效。铜没有能保护住钢，甚至换成银的隔离管也无济于事。

现在，大伙只为一件事着急：如何使钢管不受氢气的作用？

在每周的星期五所举行的例会上，讨论的也是这个问题。而每星期六召开的公司生产会议上，中心议题也只有一个：如何把催化剂圆柱改一改型？

在寒冷2月的一个星期六，人们的情绪是忧郁的。

尽管做了各种各样的改进，催化剂圆柱也只能坚持3天。这期间如果顺当，即令不爆炸也得把圆柱卸掉，扔到废铁堆去。实际上，爆炸仍然时常发生，所幸均未造成重大伤亡事故，因为这些试验工作是安装在过去生产氢化物的旧车间进行的。每只圆柱都用一个特制的钢筋混凝土圆圈围起来，圈上盖着钢板，掩住滋滋作响的氢焰火舌——因为氢气一旦与空气接触，转瞬之间就会自行燃烧起来。

工厂现在像是一个军事演习场，爆炸和失火此起彼伏。但是，试验工作一刻不停——圆柱炸坏了，立即换上一个新的，研究工作照常进行。问题是每天才生产出400公斤的氨，而且每生产一公斤的氨，就要报废一公斤的钢。尽管如此，生产仍然不亏本，因为氨的售价非常高。

但是，要使氨的年生产量达到上千吨的水平，就要求催化剂圆柱必须能够持续使用几个月，甚至使用几年才成，而不能像现在这样，只能使用几天就报销了。

波施还建议过一种方案——用含碳量少的熟铁制做一个隔离管。如果说，钢材出现裂缝的原因，在于碳与氢相互作用，那么就应当把碳除去，这样也就没有必要另找别的结构材料和器具了。

结果，问题解决了。波施对这项成果很有把握，现在他总算能过一个安心的假日了。天刚刚亮，他就和好友瓦里特·福特兰德博士一起，骑着自行车奔向莱茵河沿岸的沼泽地。波施在他家的小工厂里自制了一套捕捉牡蛎和蜗牛的新工具，他们此行的目的就是想找个淤泥多的地方试试这套工具是否好用。

根据米塔什博士的回忆，波施的业余爱好几乎包括了所有的自然科学领域。他对以下各学科中的最新问题都有涉猎：动植物学、生物学、矿物学、地质学、植物学、稀土元素化学、天文学和物理学。在海德堡，他自己拥有一个设备齐全的天文台。波施研究设计过多种捕捉昆虫的方法，而且效果皆佳。

波施就是在休假的时候，心里仍然挂念着催化剂圆柱的事。

“氢气反正是要进到熟铁里去的，因而，钢罩迟早要受到冲击，终归会爆炸的。那么如果预先把钢罩上弄成许多微孔行不行呢？譬如用最细的钻头钻成很小很小的眼儿，这样做既不影响钢的强度，而氢气又可以自由地穿过小孔直接跑到外围的空间去。结果，钢就不会受到氢气的作用了。”

一清早波施就直接来到专利局，他把一张全新结构的图纸摊在桌子上并正式地宣布道：

“请为我立即办理申请专利权的一切必要手续。”

波施在他一生从事的科学和生产活动中，先后取得了 114 项专利权。

随后，波施又到机械加工厂去，以便把任务布置给朗涅工程师。

新设计的催化剂圆柱于 1911 年 3 月 5 日正式投入使用，这台圆柱一直连续工作到 4 月底也未出现任何毛病。

问题终于解决了。

现在可以着手进行大规模的建设了。

五、辉煌时期

波施的生活开始进入了一个新阶段，研究各种设计方案，同机械制造方面以及炼钢方面的企业进行谈判和磋商。在这期间，波施的工作达到了超乎常人所能负担的紧张程度。处处都需要他来过问：主持各种业务会议；亲自与供应原材料的公司企业进行谈判；亲自参加和检查设备的安装工作；继续负责指导实验室的研究工作。此外，他经常需要到埃森和杜塞尔多夫去出差，主要是对各种零件的制造问题给予指示和说明。

如果要达到每年固定 6000 吨氮气的生产水平，那么每分钟就需要把 40 立方米常压下的氮氢混合气压缩到 200 个大气压。凡是对当时的技术状况十分熟悉的科学家和工程师，都认为这个生产目标是无法实现的。

然而，人类创造性的潜力是无穷的。

1913 年 9 月，生产合成氨和氮肥的工厂正式开工投产。平地上高高矗立起巨大的厂房，这里有冷却塔、吸收塔以及合成氨反应柱。这些合成氨反应柱，凭借无数的钢管与各部分相通，形成网络，结为整体。从规模来看，这确实是一座庞大的巨型工厂。厂内设有生产煤气的发生炉和水蒸气的分厂，还有专门把这类混合气加工成氢气和二氧化碳的车间，有压缩空气和制氮车间，有专门生产催化剂的车间。此外，还有水塔、贮存氨的仓库、成品（化肥）仓库、附属小工厂、实验室……这在当时可算是相当大的企业了。它吞进去的是数百吨乌黑的煤炭、水和空气，而生产出来的则是雪白的粉末——硫酸铵。

但是，在生产出第一批液态合成氨之后没过几天，又发现了新的难题。中和器——由大的圆柱形水槽制成，氨和硫酸在里边进行中和反应——差点把全厂都毁掉。

把氨输送到中和器去的管道尽管都是用铅防护好的，但是仍然出了毛病。循环泵也开始受到损坏，发生了渗漏现象。结果，硫酸流进了房间，并且淹没了地下室，而氨则挥发到空中，四处弥漫。

不过，这些泵和各种装置本来都是以炼焦工业中的焦炉煤气和氨为原料生产硫酸铵所使用的通用设备，难道合成氨会另有别的性质不成？当然不是。因此，问题的出现可能另有原因，这也许正是需要探索之处。

全厂人员——工厂的领导、各部门的负责人、安装工、电工、技师、实验员和研究人员统统动员起来了。必须在最短的期限内找到一条出路，摆脱眼前这种极其危险且又复杂的处境。

经过研究大军的努力奋战，困难很快就被一一克服，工厂又恢复了正常生产。传送带不停地运送着合成的硫酸铵，满载产品的列车把宝贵的肥料运到德国的各个角落。

合成氨顺利投产之后，还有几十个新的技术问题需要解决。全部的生产研究工作都是在合成氨厂厂长卡尔·波施的领导下完成的。社会向工厂提出了生产各类化肥新品种的要求。哈伯教授在寄给波施的一封信中也提到了这一点。他写道：“您不妨花些力量研究一下其他肥料的生产问题，例如把氨转化为硝酸。农业方面的许多专家都认为，硝石（即硝酸钾）的应用范围最广，它的作用是多方面的，而硫酸铵的施用则是有一定范围的。”

于是，如何组织和安排好硝酸的生产（将氨转化为硝酸）便成为头等重要的任务了。要把氨氧化成氮的氧化物，就必须选择比较便宜的催化剂才成。奥斯特瓦尔德曾提出过用铂作催化剂，但由于价格太贵，对于大规模的工业生产究竟产生哪些影响，也应当进行全面系统的研究。为此，有人提出应当建立农业试验站，同时，必须在全国范围内组织一个联络局，负责向各公司提出各种不同的作物应当如何施肥和何时施肥的建议。

在路易港和施帕尔之间有一片广阔的温室和暖房，叫做里姆布海尔公爵养花房。这里，在汉斯·弗莱斯博士的领导下进行了一系列农业化学方面的实验，目的在于通过实践来证明合成化肥的种种优点。

波施常常和全家人一起到温室花房一带来度星期天假日，在大自然的怀抱中玩上几个小时。他们全家在试验站的开阔的场地上悠闲地漫步，场地四周是花坛，而花坛四周便是田野和菜畦，那里种植着马铃薯、黑麦和烟草。波施给儿子讲解，为什么有些作物已经变黄，渐近成熟，而另一些作物则长势正旺，油绿喜人。……

第一次世界大战爆发了。德国军国主义的战争机器需要大量的炸药，于是把波施召到军事作战部来，命令他在几个月之内组织好硝酸的生产。为此，或者把设在路易港附近的奥巴乌厂的生产加以扩大，或者另建一座规模更大的新厂。

新工厂开始动工兴建了。

工厂的地址设在距梅尔斯堡不远的一个叫罗纳的小镇旁边。根据计划，工厂的生产用水是取自水深而流量大的萨尔河。因为几个褐煤的开采点就在附近，同时，罗纳镇又恰巧坐落在法兰克福—莱比锡—柏林的铁路线上，交通方便，因此德国军队希望一年之内在这里建起一座巨型工厂。1917年2月1日工厂终于正式开工投产。

一场殊死的竞赛开始了。

一无原料、二无人才，不时有饥寒交迫的工人们暴尸于森林之中，或者

毙命于水泥平台之上。战时的法律是极端严厉的。林立在罗纳镇附近的高大烟囱于 1917 年 4 月底又开始冒出了滚滚的黑烟。

在德国宣告投降和战争结束之后，接踵而来的是社会的彻底崩溃，德国的经济完全垮了。被饥饿和痛苦折磨到极点的德国人民需要的是粮食，也就是说，需要合成化肥——硫酸铵、硝酸铵、硝酸钠。因此，肥料的生产成为一项重大的任务，任何时候都没有像现在这样紧迫和重要。

工厂开始生产了。空气压缩机吞咽了大量的空气，并把它变成浅蓝色的液体。再从压缩空气里把氮气分离出来，之后，再把氮气加高压进行压缩。氮气在高压下才能和氢化合而生成氨。

晚上，波施拖着疲倦的身体回到海德堡他自己的庄园里，坐在凉台上休息。正值 1921 年的夏季，在这炎热而干旱的日子里，习习凉爽的晚风特别使人感到惬意。

此时此刻，卡尔·波施的心里十分满意。仓库里堆满了生产出来的化肥，预计来年春天对化肥的需求量还有所增加，因此，工厂的包装工作一直紧张地进行着。库里的硝石由于天气热，再加上长期存放，压得非常瓷实，变得像石头一样坚硬。工人们只好用丁字镐把它们敲碎。

有一天，不知道是谁提出用爆破的办法把这些结块的硝酸铵弄碎。从前倒是也这样做过，但是就没有预料到会出危险。虽然在仓库里硝酸铵和硫酸铵是混合起来存放的，但是这丝毫也不会使硝酸铵丧失其易爆的性质。

那是 1921 年 9 月 21 日的清晨……

天气阴冷，烟雾弥漫。波施正在家里吃早饭。突然间一阵可怕的轰隆声震得大地发抖。当窗上玻璃还在颤动不已的时候，立即又传来了第二次爆炸巨响，而且比前一次更厉害，持续的时间更长，因而也更吓人。

波施意识到问题的严重性，立刻奔向电话机，可是工厂里没有人接，电话线已经断了，肯定出了大事。

当他飞奔到路易港的时候，只见在原来是仓库的地方有两口巨大的喷火口。眼前是：支离破碎的输送管道、被炸毁的吸引塔、冷却塔和厂房大楼以及 500 多具尸体。小镇上的居民住房有一半都变成了瓦砾。7500 多人无家可归，而再过两个多月严寒即将来临。……

波施总算勉强走进了他的办公室。地板上散堆着碎砖头，而他的写字台上则全是玻璃碎片。卡尔身子一沉，坐到了椅子上，双手紧紧地把头抱住，心里想：

“我怎么能够纵容自己这样做呢？我怎么就没有想到有危险呢？”

他又重新过起这样的生活：白天是高度紧张的工作和超乎常人的繁重负担，夜晚则又是通宵达旦地奋力苦干。工厂的厂房终于重建起来了，而且比过去更坚固，规模也更加宏大。一个新兴的、现代化的工业区在奥巴乌发展起来了。

1921 年 9 月的那个早晨所发生的那场悲剧已经渐渐地在人们的记忆中消失了。

卡尔·波施在发展德国化学工业方面所做出的重大贡献得到了应有的承认。推选波施担任名誉教授的高等学府有：卡尔斯鲁厄和达姆施塔特的工业学院，柏林的高等农业学校。许多大学和科学协会授予他荣誉奖章和证章，而德国冶金学会曾奖给这位学者一枚“卡尔·律克”奖章，以表彰他在炼钢方面的功绩。

波施先后在工厂实验室和几家炼钢厂进行过大量的研究工作，研制了若干新品种的钢材。卡尔·波施在这方面的贡献同样得到了较高的评价。

高压工业设备的发展与改进不仅可以为合成氨方法的研制服务，而且在波施的领导下，在工厂里还对其它的高压催化合成反应进行了试验研究，如甲醇的制备和苯的合成。从此化学工业进入了高压的时代。卡尔·波施得到了世界上最高的荣誉——荣获 1931 年度的诺贝尔化学奖。和波施同时荣获这项奖金的还有弗里德利希·伯吉斯博士。伯吉斯曾经利用煤炭在高压下加氢的办法来合成苯。

诺贝尔奖金委员会成员巴麦尔教授在授奖仪式上的致词中强调指出，波施和伯吉斯这两位获奖人的成就推动了化学工业的发展，他们取得了前所未有的重大成就。

当时已经形成的工业康采恩“ I.G. 法本工业托拉斯 ”想方设法地试图把卡尔·波施这样业务水平的高级专家吸引到自己的机构中工作。早在 1925 年波施就已经担任了这个康采恩的一个领导职务，10 年后他成为这个机构的经理联席会议主席。

后来，波施虽然年事已高，但他和过去一样，精力十分充沛。然而，当这位学者产生一种灾祸即将临头的预感时，他那股火一般的热情开始逐渐冷漠下来。他开始为再度兴起的法西斯军国势力担忧。身体也一天天虚弱下去。1940 年 4 月 26 日，波施辞别人世。他未能亲自目睹德国法西斯给人类造成的第二次大悲剧。

