巴斯德

作者：苦丁山

（1）：旋光的酒石酸

　　我们现在觉得细菌能让人生病似乎是路人皆知的大道理。但是即使在欧洲，

在“西医”（就是现代医学）的发源地，一直到19世纪中叶，医学界主流看法仍

然是说疾病是一些看不见摸不着的因素导致的，比如瘴气，或是“自然发生论”，

就是说某些小生命可以从无形中产生，比如虱子可以从尘土里变出来，或是蛆虫

可以从腐肉里变出来。这些学说跟我们中华老祖先的“风邪热毒”致病或是“腐

草生萤”差不多，虽然“听起来很有道理”，但没能真正指出疾病的起源。

　　证明导致人体诸多疾病的元凶是细菌，并且导致一套完整的细菌致病学说产

生的，说起来很逗，不是一位医生，而是一位化学家。

　　这个化学家的名字叫巴斯德。路易·巴斯德。

　　喜欢写励志文学的同学应该好好注意巴斯德的故事。理由如下：巴斯德出身

贫寒，早期学业平平，可是他后来的成绩，如果匀给六个人分着用，这六个人全

都可以成为本行大牛，华罗庚那样的。

　　先说出身吧。巴斯德的老爸是个硝皮匠，就是用药物把动物皮革给弄软了，

好让鞋匠做成皮鞋（那时候没有驴包）。这行业不说是社会最底层，至少得说是

最低层之一吧。老爷子有五个孩子，只有巴斯德是男孩。老爷子深深懂得书中自

有黄金屋的道理，于是使劲赚钱，在巴斯德9岁那年把他送进了小学（那时女孩

不能念书）。

　　可惜幼年的巴斯德表现没怎么让老爷子舒心。虽然人不调皮，可是看着有点

偏傻。巴斯德小学成绩只能算中不溜，而且似乎比较热衷于绘画，而不是研究什

么大学问。他另外还有一个兴趣就是钓鱼，不过那更不让老爷子觉得有啥远大前

途。

　　虽然老爷子不赞成巴斯德的绘画爱好，如今巴黎的巴斯德博物馆里还是收藏

了几幅巴斯德给亲友画的肖像画。客观地说，巴斯德的绘画水平其实当真不赖。

假如他真的走上艺术道路，或许也能成为一个“知名画家”。

　　不过，从他后来的业绩看，我们应该庆幸他没有去当画家。他如果当了画家，

就算他能技压毕加索，也就是让高端美学爱好者们赏心悦目一番。可是他当了化

学家，他的研究成果却是使千百万人可以安享天年而不是死于传染病。

　　老爷子不赞成巴斯德学画，而是鼓励追求高等教育。不过巴斯德在这方面的

早期经历也不是特别闪光。16岁离开家乡到巴黎求学，呆了两个月就因为想家而

弃学业回家。第二年咬牙重返巴黎，这回花两年拿到一个文科中专文凭。但是接

下来他想拿一个理科中专文凭，考试却是不及格。换了个学校复读一年，勉强拿

到这个中专文凭，其中化学成绩相当难看。

　　或许因为老爷子的鼓励支持，他接着去报考巴黎高等师范学院，结果没能录

取。巴斯德矢志不移，第二年重考，终于入学，两年之后拿到一个大学文凭。

　　毕业之后他在法国阿尔代什省的一个中专学校找到一个物理学老师的工作。

这让老爷子很高兴，觉得儿子终于成才了。

　　老爷子没想到他儿子这时候还根本没有开始发功，而且，他这个儿子后来的

业绩，跟物理学没多大关系，跟教书更没啥关系。巴斯德后来一个不小心，就在

一个完全不同的领域成为了大牛。

　　事情的转机十分蹊跷。各家说书人都没有给出原因，但不管怎样，后来发生

的就是，巴黎高级师范学院的安东尼·巴拉德教授亲自邀请巴斯德回到巴黎高等

师范学院，而且是请他做化学研究助理！

　　巴斯德成名之后曾经很谦虚地说他从来不觉得自己有什么天赋，如果能有什

么成绩，大概主要是因为自己是个工作狂。

　　如果他成名之后还这么谦虚，那么他接到巴拉德的邀请的时候，心里肯定是

在嘀咕：你知不知道我化学成绩很烂啊？！

　　当然，就像爱因斯坦小学数学成绩差不说明他智商低一样，巴斯德读中专的

时候化学成绩烂也不能做判断他化学天赋的根据。巴拉德是溴元素的发现者之一，

作为化学大牛，别人是不是有化学方面的潜质，他应该是有识别能力的。或许巴

斯德在中专水平的成绩不好，正是因为他化学方面悟性太高，思考能力早已走到

某个高端境界，所以在大众水平的学习模式里找不到感觉呢？巴拉德招揽巴斯德，

或许就是因为他在巴斯德身上看到了这种悟性？

　　澄清一下。巴拉德跟巴斯德不是亲戚，所以他绝对没有任人唯亲的嫌疑。这

俩名字相似，只是因为中文音素不够用，两人名字的原文是八杆子打不着的，一

个是Pasteur，一个是Balard。

　　可能因为对自己的化学资质不是太有把握，巴斯德没有全盘接受巴拉德的邀

请，而是以兼职的方式，一边在那个中专教物理，一边跟巴拉德教授做化学研究。

　　这也算歪打正着吧。说不定就是因为他同时从物理和化学两个角度入手研究，

于是很快做出一个重要发现，就是酒石酸的分子特性跟它的立体结构有关。

　　怎么讲？

　　是这样。酒石酸是一种晶体，光线能够过这种晶体。透过就透过吧。这个不

稀奇。玻璃也能透光。但是酒石酸有个有意思的地方：它能让光线穿过去的时候

会发生偏转，就好象子弹穿过枪膛的时候会旋转一样。当然，必须是用偏振光来

穿透，才能观察到这种旋转。

　　这个特性叫做旋光性。

　　这种现象很奇妙，刚刚参加工作的巴斯德想深入研究它。这就需要用到很多

酒石酸。酒石酸在很多植物里都有，不过巴斯德既然在化学实验室做事，就想用

更简单的方法：自己合成酒石酸。

　　这个不难做到。但是接下来发生的事就很奇怪：化学合成的酒石酸，虽然用

试剂去检测，化学性状跟植物里的酒石酸完全相同，却不再有旋光性。

　　好在那时显微镜已经很普及，放大倍数也够高。巴斯德在显微镜下观察之后，

找到了原因。

　　原因在于酒石酸的分子不仅讲究成分，还要讲究造型。就是说，酒石酸的分

子分成两个亚种，这两种亚种，分子的成分相同，都是C4H6O，但是这些碳、氢、

氧的架子怎么搭建，却不完全一样。一个是朝左歪着脖子，一个是朝右歪着脖子。

就像一副手套，虽然“构成要素一样”，都是一个手掌五个手指头，但是因为拇

指偏向不同的方向，就有了左右之分。

　　就是因为这种立体结构的区别，使光线穿过这种分子的时候会发生偏转。朝

左歪脖子的能让光线逆时针旋转，叫做左旋酒石酸。朝右歪脖子的让光线顺时针

旋转，叫做右旋酒石酸。

　　那么为什么植物里的酒石酸能让光线旋转，化学合成的却不能？

　　很多人说纯天然的是最平衡的。但是这里我们看到一个例外。天然存在的酒

石酸，其实很不平衡，里面绝大多数是右旋酒石酸，所以从植物里取得的酒石酸

就有旋光性。而人工合成的酒石酸，却是左旋和右旋的酒石酸一样多，结果两者

的旋光效果互相抵消，就失去了旋光性。

　　旋光现象，其实之前就有人观察到了。不过当时是注意到这种现象，但是不

知道具体的原因。巴斯德的贡献在于他能用分子结构的“手性”（就像一副手套

分左右那样的特性）来解释旋光性。巴斯德的这个发现，在化学史上可以说是一

个里程碑。那以后大家对同分异构现象的意义就重视起来。所谓同分异构就是说，

研究物质的分子，光知道这个分子由哪些原子组成是不够的，你还需要知道这种

原子以什么样的三维立体结构勾搭在一起。同样的原子，不同的搭建方式，产生

的性状可以是天壤之别。比如蛋白质的结构就是这样。只有正确的氨基酸还不能

算蛋白质，因为它们还没有需要的化学活性。必须等这些氨基酸链条折叠成某种

特定形状了，才能成为有生物功能的蛋白质。

　　这个研究成果极大拓宽了未来化学研究的领域。巴斯德即使后来没有再做出

什么发现，单单是这个成绩就已经足可以让他在科学界名垂青史。

　　不过巴斯德现在还没亮出看家本事。这个旋光性的发现，只能算他后来业绩

的前奏曲。后来他还干了些什么，咱下回说吧。

　　顺便说一下，巴斯德这个分子旋光特性的研究成果，不仅为正经的科学研究

打开一扇大门，也无意中为我国的忽悠营养大师们提供了一个商机，激发了他们

的想象力，产生了诸如左旋肉碱或是左旋咖啡之类的炫酷减肥秘方，让商人们借

助贩卖垃圾产品很赚了一些小钱。

（2）：酒和牛奶

　　巴斯德当年第一次出门求学就因为恋家而弃学。从这表现看，巴斯德应该是

有点宅的性格。

　　大概他自己也没想到后来他会绕着法国到处跑，每次搬家，少的几十里，多

的七、八百里。

　　他的出生地，法国东部的阿尔布瓦，是个小地方。说是个镇，可是这镇到如

今也就三千来人。巴斯德出生那年，1822年，估计这地方也就是一条小街，百十

个人。那时候镇里的街道连青石板都没有，就是泥土和各种牲畜的粪便。下雨的

时候满地泥浆裹着粪便在车辙里微微涌动，乡亲们必须穿高帮木靴才好出门。

　　他毕业之后，先是到了第戎，然后到了四百里地之外的斯特拉斯堡，下一站

更远了，到了八百里之外的里尔。最后在巴黎常住，而巴黎离他家乡多尔也得有

六百里地。

　　当然这多半也不是说他自己乐意搬家。人吧有能耐了就得找地方使劲。他25

岁上发表论文，证明酒石酸旋光性是因为分子的立体结构在起作用。这让他在法

国化学界有了地位，于是好些个大学纷纷邀请他去任职。

　　第戎本来是离家最近的地方，不过他在第戎没呆几天。在第戎的工作是在一

个高中教物理。但是巴斯德现在对自己的功力已经找到了感觉，知道自己前途在

化学不在物理，于是很快就转到斯特拉斯堡大学做化学教授。

　　在斯特拉斯堡有一段插曲很有点传奇。或许是因为出生地处在德法交界之地，

巴斯德这人，虽然是个法国人，个性和作为让人觉得更像是个德国人：高效，务

实，严谨，甚至有些刻板和粗暴。他的科研方法和感悟力是没得质疑的，但说到

浪漫情怀那似乎就不是他的特长。可是他到斯特拉斯堡大学才两个星期就做了一

件惊煞人的壮举：他直接给学校校长写信，要求娶校长的千金。

　　须知那时候巴斯德只不过是一个初出茅庐的年轻后生，虽然有教授的名分，

但刚刚参加工作，银行里是没有积蓄的。而且巴斯德以他那种德国式的诚实，跟

校长坦承自己没钱也没地位，能作为优点写在信里的就是“工作努力，身体健康，

而且没有不良嗜好”。就这么个路人甲的简历，他居然真的娶到了校长千金，至

于这个是校长慧眼识珠，还是歪打正着，似乎谁都没有留下故事，咱就不去猜想

了。

　　1854年，巴斯德跑到里尔去当了两年的里尔大学理科系主任。两年时间在巴

斯德将近50年的职业生涯里不算长，但是在里尔他做了一件事，后来让法国人把

他敬为半仙。

　　因为他挽救了法国一大重要产业：造酒业。

　　造酒可能是人类历史最长的化学工业了。七千年前的古埃及文物里就有酒的

残迹。这不算太奇怪。酒的产生是因为糖的酵解。而糖的酵解是地球生命最早的

生命能源。任何生命要能活下来都得不断有能量补充。我们比较熟悉的能量来源

大概就是食物氧化。但是地球上刚刚有生命的时候，有两件事情可以注意一下。

第一，那时候的生命很原始，没有动物，没有植物，只有很多连细胞核都还没长

出来的单细胞生物，就是一些细菌和真菌。第二，那时候没有氧气！

　　是的。地球上刚有生命的时候是没有氧气的。那得等到几亿年之后，蓝绿菌

大量出现，才因为光合作用而产生了越来越多的氧气。

　　我们现在怎么得到能量？我们是靠吃饭。我们吃的饭里面有碳水化合物，就

是糖。糖可以氧化，氧化的过程中产生了三磷酸腺苷，简称ATP。这个就是能量。

汽车烧的是汽油，我们的细胞烧的就是ATP。

　　可是在没有氧气的岁月里，那些原始细菌和真菌们怎么过日子？

　　那就是靠糖酵解。酵解的意思就是在没有氧气的情况下也能把糖“发酵”分

解了，然后产生ATP，于是就得到能量。

　　这些能酵解糖份的古老真菌里面，有一种叫做酵母菌。酵母菌分解糖份产生

能量的时候会有两个副产品，一个是乙醇，另一个是二氧化碳。

　　第一个副产品让人类得到了酒。第二个副产品让人类得到了面包。

　　当然这是我们现在知道的。古代的人不知道酒是这么来的。他们知道的就是，

如果果汁放在桶里一直没喝，过了十几天再喝，有一些桶里的果汁就有了一种奇

怪的冲劲，喝下去之后人会疯疯癫癫的，还会觉得自己特别有本事，有时候还能

看到神仙来跟自己说话。古人把这种神奇的变质果汁叫做酒。他们喜欢喝酒产生

的那种迷幻状态，于是就想办法有意的让果汁变成酒。

　　那时他们不知道酵母是什么东西，就只是凭经验知道要酿好酒，就要控制好

温度、时间，还得把酒桶酒坛子给封口。那时没人知道需要往桶里放酵母。但是

因为酵母菌是地球最早的居民之一，可谓无处不在，所以他们在把葡萄榨成汁的

时候就自然有酵母菌带入果汁里。只不过因为这些酵母菌不是有意选取的，碰上

是哪种就是哪种，所以酒的质量和口味就完全是靠运气。如果说有一点什么能够

控制的，就是寻找不同的地方种葡萄（于是能沾染不同的酵母菌），以及用不同

的水源（水里可能含某种“优质”酵母菌）。

　　法国人在探索酿酒条件方面做得很成功，所以那时法国的酒能远销欧洲各国。

　　但是有个问题让法国的酒商们很苦恼：他们的酒，虽然酿出来的时候很不错，

但是如果运到国外订户那里，有时候等酒运到了，味道却变酸了，没法喝了。于

是不但整桶酒都报废，这一路的开销也都打了水漂，人家还不给你付账。我订的

是酒，你拉一桶醋来给我，我干嘛要给钱？

　　酒商们不知道酒怎么就能变酸了。那时微生物学还没产生。一些化学大牛们，

比如李比希，说果汁能变酒，是因为果汁里面的白蛋白能够振动，能把自己震碎

了，震碎的时候顺便就把果汁里面的糖给震散了，散了之后就变成了酒。

　　这种理论听起来“言之成理”，就是这白蛋白怎么的就会振起来了，没人能

说明白。就好象老前辈说针灸好使，一根针扎下去就有“气”走到膻中或是神阙

什么的，可是这“气”长啥样，怎么个走法，没人见过，不知道到底是个啥东西。

因为真相不明，也就没法知道这白蛋白的振动为什么会这么即兴，有时候给振出

酒，有时候给振出醋来。

　　酒商们很愁苦，找不着解决办法。

　　巴斯德1854年来到里尔大学。这里尔是法国最主要的产酒地区，城里大概一

半人口都跟酒厂有些瓜葛。巴斯德当时手下一个学生的家里就是酿酒的。这学生

回家跟他老爸学说了一下这个新教授的名声，他老爸就说哦，这教授这么厉害？

那咱能不能跟他打听一下这酒怎么的就会变酸了？

　　巴斯德有很多德国人的品性，但有一点他很像法国人，就是爱国心特别强烈，

当然他的爱国心不是表现在骂别的国家不好，或是要跟谁打仗抢回来一个小岛之

类的。他的爱国就是说看到咱国家的人有啥难处了他着急，想帮着解决问题。

　　所以那个酿酒大爷来学校找他，问咱的酒为啥会变酸，他没嫌弃老头没念过

书，没说二话就跟老大爷去到他的酿酒厂查看情况。

　　现场查看看不出啥蹊跷，他说这不行，得用仪器。我实验室有显微镜。你把

好酒和酸酒都给我装几瓶，我带回实验室瞅瞅。

　　回到实验室，显微镜下这么一看就真有了发现：好酒里面能看到一些小圆球。

这些圆球不是什么能振动粉碎的白蛋白。而是酵母菌，是一种活物。它不但不会

震碎了，反而能繁殖增长，在显微镜下当时就能看到它们在不断增多。

　　而那些变酸了的酒里却找不到酵母菌，找到的是一种杆状的细菌。

　　巴斯德有了个猜想：酒的产生跟酵母菌有关系。而酒会变酸就很可能跟那些

杆菌有关系。

　　当然，做科学研究，有猜想只是第一步。你得有确切的观察结果来证实你的

猜想，才能算是科学结论。

　　于是巴斯德做了一连串的实验，用不同的成分来尝试酿酒，然后看看有什么

结果，再把所有的结果做个对比，这结论就很明显了。

　　他做的那些实验，和各种组合产生的结果，简单地列个表，就是这样的：

　　实验一：白蛋白溶液，在酿制条件下培养。无发酵反应。

　　实验二：葡萄汁，在酿制条件下培养。无发酵反应。

　　实验三：葡萄汁加酵母菌，在酿制条件下培养。产生酒和新的酵母菌。

　　实验四：葡萄汁加酵母菌加杆菌，在酿制条件下培养，产生酸酒。

　　（说明一下：巴斯德是训练有素的化学家，他在专业的化学实验室里做实验，

所用的原料和试剂都是高度纯化的，所以他的葡萄汁是不会像古埃及人的葡萄汁

那样带有“野生”的酵母菌的。）

　　根据这一组实验结果，足可以得出结论：酵母菌是产生酒的关键，而那种杆

菌是破坏酒的元凶。

　　巴斯德还做了其他一些测定，更进一步肯定酵母菌是把果汁变成酒的关键因

素，比如他发现酵母菌繁殖的程度跟产酒程度成正比。用一个简单的比方来说，

假如酒里看到十万个酵母菌，酒的浓度是5%。等到你能看到二十万个酵母菌的时

候，酒的浓度就是10%。

　　而且，巴斯德还发现，发酵有很多种，比如酒的发酵，面包的发酵，奶酪的

发酵，泡菜的发酵，这些都是酵母菌导致的，但是不是同一种酵母菌。不同的酵

母菌会导致不同的发酵，产生不同的产品。

　　现在我们知道了酵母菌是果汁变酒的根源，而那些杆菌是让酒变酸的根源，

所以酿制好酒的关键就是寻找合适的酵母菌品种，并且探索最适合这种酵母菌生

长的条件。同时要防止酒里面混入那些杆菌。

　　那时候巴斯德还不知道怎么能消灭这种杆菌，但是知道了原因，就可以尝试

清洗有这种杆菌的容器，尽量避免让果汁受到污染。而且，要运到国外的酒，上

路之前可以先抽样检查有没有这种杆菌，如果有，那就不能付运了，等运到了肯

定变酸。赶紧换一桶吧。

　　这当然没有根本解决问题。酒还是有变酸的，但总不至于是酒都运到外国了

才发现是酸的，于是赔了运费还收不到货款。法国酒业这时候还不能说是彻底翻

身，但至少没有继续下滑。

　　更彻底的解决方法要再等十年，等到巴斯德的微生物致病理论基本成型之后。

　　1864年，拿破仑三世（不是那个拿破仑·波拿巴，是波拿巴的侄儿）问巴斯

德有没有更好的办法，从根本上解决酒变酸的问题，让法国的这个支柱产业真正

繁荣起来。巴斯德当时回到家乡度假。对于巴斯德这种人来说，做研究也跟度假

一样好玩，于是他就开始琢磨。

　　他十年前知道了酒变酸是因为那些杆菌在捣乱，而那个时候欧洲人在跟细菌

周旋多年的经历里也慢慢地积累了不少新发现。比如意大利牧师（没错，是个牧

师。文艺复兴之后的欧洲，牧师们对科学研究其实很做了不少贡献。当然他们多

半会在公开演讲里把这些功劳归于上帝）发现把食物煮沸之后立即密封保存的话，

食物就不会变质。巴黎一位大厨也发明了一种食物保存方法，就是把食物装在玻

璃罐里，密封之后再煮熟，这样处理过的食物，在常温下放置几个月都不坏，这

很解决了战场士兵的口粮问题，他也因此获得一份大奖。

　　这些方法都是用煮沸来杀死食物里的细菌。那么是不是也可以用加热的方法

来杀死酒里面的那些杆菌，于是可以避免酒被它们破坏？

　　巴斯德跑到家乡的酿酒厂里（法国不光是里尔有酿酒厂。法国哪儿都有酒酿

厂），重新开始做他的那些酿酒实验。他在早先做过的实验的基础上，增加了一

个处理环节：加热。

　　刚开始他是把整桶原汁（果汁加酵母菌）给煮了，然后就等着果汁变酒。可

是没成功。果汁这么一煮就不产酒了。原因很简单：高温不仅能杀死杆菌，也能

杀死酵母菌。酵母菌杀死了，果汁就不能发酵产酒了。

　　那就加热之后冷却，然后再加入酵母菌。

　　这个成功了。果汁能酿成酒，而且因为果汁经过加热，里面的杆菌杀死了，

所以酿出来的酒就不再会变酸。

　　但是巴斯德是在实验室里做这些实验。实验室里容易保持无菌操作。而在酿

酒厂这种工业化生产环境里，很难保证果汁加热之后，在后来的一系列操作里不

会再次被杆菌污染。

　　那么调整一下加热的时机，改在酒已经酿出来之后，对酒进行加热？

　　这也成功了。这样处理过的酒确实也不再变酸。而且可以在加热之后立即封

装，不让杂菌有机会混进去。这样封装的酒就几乎不再有变酸的了。

　　但是这种方法有个重大缺点：高温加热之后，那些杆菌固然是杀死了，可是

酒的口感也就大打折扣，于是法国名酒就跟隔壁赵大娘家自己酿的米酒没多大区

别了。

　　巴斯德接着寻找新的变数。

　　还有什么可以调整的吗？

　　比如快速加热或是缓慢加热？比如直接烧熟或是隔水加热？比如用不同的温

度加热？

　　最后的实验结果证明，温度的高低是关键：如果把酒加热到50-60度之间，

只需要很短时间就能杀死那些有害细菌，而酒的口感却不受影响。

　　这就是举世闻名的巴氏消毒法，就是用低于沸点的温度来杀死食物里的有害

微生物，而不会破坏食物的口味和营养成分。

　　就用这么一个似乎技术含量不高的处理方法，就彻底解决了酒变酸的问题。

那以后法国酒业就真的是腾飞了。

　　我们现在提到巴氏消毒法，更多的时候是把它跟牛奶而不是跟酒联系在一起，

这里面有个道理。虽然巴氏消毒法本来是为了酒而发明的，但是后来发现它也能

用来消毒牛奶之后，它的身价就上升了一个数量级。那以后它的功能就不再限于

给酒增加口感，而是具有了防病救人的重大意义。

　　原因呢是这样：那时候的欧洲人，跟咱现在一些养生大师一样，坚信“天然

的是最好的”，所以他们喝牛奶都不加热。他们认为牛奶一加热就失去了珍贵的

营养要素。

　　现在我们知道，生牛奶里没有什么一加热就消失的神奇要素，倒是大量存在

各种细菌、病毒和寄生虫，包括结核杆菌，大肠杆菌O157:H7型，沙门氏菌，李

斯特菌，伤寒杆菌，白喉杆菌。

　　生牛奶里有这么多种致病微生物，怎么那些欧洲人还这么傻呼呼的坚持喝生

牛奶？他们喝下去不会拉肚子发高烧吗？

　　这是因为那时候人们还没学会科学的判断什么原因会导致什么结果，也因为

那时候能活到成年的人，对生牛奶里的大部分致病微生物已经产生了免疫力。

　　这句话的关键词是“能活到成年”。

　　这话听起来很轻松，但是您如果真的活在那个时候，您就会发现活下来不是

这么容易的。

　　不说那时候各种感染疾病和各种疗效可疑的无厘头“药物”，就说牛奶吧。

那时候，如果一个刚生了孩子的母亲，不幸没有乳汁分泌，或者有乳汁不用而决

定用牛奶来喂养自己的孩子，像这样单纯用牛奶喂养的婴儿，头3个月内的死亡

率能高达92%（J. H. Hotchkiss, 2001）。

　　不夸张地说，那时候让婴儿喝牛奶跟喝毒药没多大区别。

　　当然，那时候能要人命的不光是生牛奶。以那时的医学知识水平，人只要能

活下来就需要感谢上苍。即使不喝生牛奶，完全母乳喂养，那时新生儿死亡率仍

然有33%。基本上每生三个孩子就必然有一个会夭折。

　　所以，那些能挺过婴儿期活下来的人，都是命特别大的。当初挺过来了，那

么他们对这些细菌的大部分就有了免疫力。因为这种病魔锤炼之下产生的免疫力，

那些成年人继续喝生牛奶，多数时候不会立刻出现致命的症状——但还是有很多

人会生病，只是那时候的观察和检验技术不高，大家没有意识到疾病是生牛奶引

起的，尤其是一些进程缓慢的疾病，比如结核病。

　　对于成年人来说，生牛奶的一个大问题就是它能传播牛型结核病。

　　现代医学成熟之前，那时候的人类，除了黑死病那样的大型瘟疫，死亡率最

高的日常疾病就是结核病。因为结核病能传染，而那时候患上结核病就只能等死，

就像现在的艾滋病。实际上，结核病的一个外号就叫“白色瘟疫”（体内的结核

病灶是灰白色团块）。工业革命之前的欧洲，单单在英国，每年就有几千人死于

结核病（那时候全英国总共也只有两千万人）。而结核病的一个重要亚型，牛型

结核病，就是通过生牛奶传播的。

　　那时还没有发现抗生素，对结核病、肠炎、伤寒、白喉等等感染性疾病，唯

一能做的就是预防。而巴氏消毒法就是一个很有效的预防措施，它能消灭牛奶里

的所有致病微生物。

　　不过，就跟赛麦尔维斯的医生洗手技术遭到抵制一样，巴氏消毒法刚出现的

时候，也有很多人嗤之以鼻，认为那会破坏牛奶的纯天然。

　　最早尝试大面积推行巴氏消毒法的人，是一个连锁店老板，美国梅西连锁店

业主之一，名叫内森·斯特劳斯。斯特劳斯的孩子早夭。他的儿科医生告诉他，

孩子死亡的原因就是因为喝了生牛奶，染上了传染病。斯特劳斯于是决心做点什

么，免得别的孩子步自己孩子的后尘。他请教儿科医生有什么办法避免牛奶导致

的疾病，儿科医生告诉他，巴斯德十年前就发明了巴氏消毒法，只不过很多人不

愿意尝试。

　　斯特劳斯选了纽约蓝道尔岛的一个儿童收容院做试点，自己掏钱让收容院安

装设备，对所有牛奶使用巴氏消毒法灭菌。

　　那是1897年。那时的美国，疾病防治观念虽然比亚非洲大部分国家要有进步，

但比欧洲还是落后了一大截，卫生防疫措施基本是零。加上那时抗生素还没被发

现，所以人口死亡率还是很高。在那个蓝道尔岛儿童收容院，年度死亡率高达

44%。

　　斯特劳斯让这个收容院实施了巴氏消毒法之后，下一年全院儿童死亡率下降

到20%。

　　这期间收容院没有任何其他的技术改革。唯一的变化就是给牛奶做了消毒，

用巴氏消毒法。

　　仅此一项改变，就让院里的儿童死亡率下降了55%。

　　根据1997年美国亚特兰大疾病防治中心的报道，现在跟食物有关的疾病里，

由牛奶导致只占0.2%，而且无一例死亡病例。所以现在牛奶被列为最安全的食品

之一。

　　当然，现在的牛奶消费技术有了改进，使用的是高温短促（2-3秒）消毒法，

这样既能灭菌，又能最大限度地保持牛奶原来的口味。

　　但是巴斯德的贡献仍然是不能低估的。在这个问题上，重要的不是用什么技

术，而是那个概念，牛奶需要灭菌的概念。

（3）：微生物致病学说

　　中文有个词叫“西医”。这个词其实很不准确。如果咱能摆脱心底的某种面

子焦虑，那么就应该不难明白，它的正确名称应该是“现代医学”。当然，现代

医学最初是从西方发端。不过这不应该成为它的命名依据。因为，现代医学的标

志性特征并不是它的发源地，而是它建立知识体现的方法：实证，或者叫循证。

　　现代医学之所以被我们的老祖宗叫做“西医”，很重要的一个原因是，当年

现代医学进入中国的时候，老祖宗们不了解洋人历史，看这这些穿着奇怪衣服说

着奇怪语言的大鼻子蛮夷跑来用药片治病，以为他们这套东西也跟咱们一样，是

从黄帝时代传下来的秘术，只不过是个大鼻子的黄帝给传授的，所以有了东西方

的不同，所以就把他们那套医学叫做“西医”。

　　其实西方也有他们的“传统医学”，那个才是真正可以叫做“西医”的东西，

而且他们这个传统医学跟咱的中医很像，比如他们也说瘴气可以让人生病，还认

为喝尿可以治病。

　　他们那儿也有一个类似咱的黄帝的大师，叫亚里士多德。这个大师的医学知

识跟咱的黄帝也差不多，比如他认为人想事儿是用心脏来想的。

　　亚里士多德是不是不知道人脑袋里一个大脑？

　　他知道的，不过他认为大脑只是个散热器，唯一作用就是给心脏降温。

　　照这么看，如果亚里士多德说人头脑发热，应该是说这人的散热机制发生故

障，不能及时给心脏降温，所以就让心脏作出了鲁莽的决定。

　　我们现在知道人想事儿是用大脑不是用心脏。不过咱也不必笑话亚里士多德

无知。人家毕竟是两千四百年前的人。在那个时代，亚里士多德的学问已经算是

很牛了。比如他很全面地总结了生物的由来有四种形式：交合生育，种子发芽，

器官分泌，还有腐土滋生。

　　这个腐土滋生，说的不是土里有种子然后长出什么幼苗来。他说的是这土里

有“元阳”（Vital heat），这元阳能孕育生命。用高端的词说话，这叫做自然

发生论。用大白话说话，这就是说活物是可以从死物里长出来的。

　　亚里士多德在西方形象高大，地位不亚于我们这儿的黄帝，所以亚氏这个自

然发生论在西方绵延一千多年，不但被后人笃信不疑，更得到发扬光大，各路百

姓积极参与，发现了很多生命能无中生有的实例，比如蚜虫是从露水变来的，蛇

是马尾巴掉到死水里变来的，蛆是从腐肉里变来的。最生动的是老鼠的来源。他

们认为老鼠是面包和奶酪变来的，而且这个可以用实验证明。你用一团破布包上

一片面包和一点奶酪，然后放到阴暗角落里，不用几天你就能在破布里看到有老

鼠了。他们认为这就证明了面包加奶酪可以变老鼠。

　　当然，用面包变老鼠，主要是在欧洲中世纪之前。到巴斯德那个时候，欧洲

已经进入启蒙时代，所以有一些比较明白的人，开始质疑古代圣人们的说法。比

如那个面包变老鼠的实验，有人就不这么买账了。他会说您能不能把这面包锁在

一笼子里，然后再放阴暗角落去，看看它还变老鼠不？

　　这当然就变不成了。因为那老鼠本来就不是面包变的。它本是当地原住民，

路过此地的时候闻到那面包裹着奶酪味道不错，就钻到破布里面吃个便饭而已。

您要把面包锁笼子里它没法进去。这个自然发生论的著名例证就这么给破解了。

　　但是相信古代圣人的那拨人很顽强，还是不肯放弃。他们说这个或许不对，

但是我们还有别的证明，比如说腐肉能变成蛆，这个你不能否认吧？

　　但是有个意大利人叫雷迪(Francesco Redi)的说我能否认。

　　他用的是类似笼子隔离面包的方法。他把一片肉放在玻璃罐里，然后用纱布

把瓶口蒙上，不让苍蝇进去产卵。结果肉腐烂了却没有产生蛆。

　　因为他已经观察到了，肉产生蛆之前必定有苍蝇在肉上面用屁股捅那些肉。

这种可疑动作让他想到了苍蝇是在产卵，那些蛆是苍蝇卵变成的。

　　传统派还是不愿意退却。他们继续寻找证据。

　　有个叫尼德汉（John Needham）的牧师找到了一种证据。

　　要说这个尼德汉还是蛮有学识的。他听说了一些生物学研究的新进展，尤其

是关于一种叫做微生物的东西。那时候距列文虎克在显微镜下看到微生物已经有

两百多年了。虽然大多数人对于微生物能干些啥还不是很明白（除了巴斯德，这

个咱回头会说），但对于微生物是一种生命，这个是没有人怀疑了的。

　　于是尼德汉极有天分地设计了一个实验来证明生命可以无中生有：他把去掉

渣滓的清澈鸡汤加热，根据当时已经知道的微生物知识，这样加热就能把鸡汤里

的微生物都杀死。然后他把鸡汤放在室温下观察。几天之后，鸡汤变浑浊了。还

是根据当时的生物学知识，这是充分的证据，证明鸡汤里又出现了微生物。

　　自然发生论的支持者们很高兴，觉得这是铁证，说明活物可以从死物里产生

出来。

　　巴斯德很不高兴。他要推翻这个结论。

　　为什么巴斯德不喜欢这个结论？

　　因为他这时候已经在自己脑子里形成了“微生物能让人生病”的构想。

　　巴斯德是个联想很丰富的家伙，这让他有很强的悟性和洞察力。他发现杆菌

是让酒变酸的元凶之后，就作出了几个推理。

　　第一，酿酒的人没有往酒里面放这种杆菌。当然没人放这东西。他们想酿的

是酒不是醋。既然没人放，这些杆菌怎么进入酒里面的？原汁的处理过程是很严

谨的，没有什么机会接触脏东西。唯一的解释就是：这些杆菌漂浮在空气中，所

以只要酒桶没有密封，这些杆菌就能进入酒桶里。

　　第二，这些杆菌虽然小得不能再小，但咱不能因为它们小就认为它们无关紧

要。它们其实是很有能量的。比如，它们能让酒“生病”。

　　第三，1840年的时候，一个叫亨勒的医学家曾经猜测，人的很多疾病，尤其

是传染病，可能是由一些我们肉眼看不见的微粒生物导致的。亨勒确实能在生病

的动物组织，比如得了炭疽病的羊身上找到这种微生物。但是亨勒没有能找到有

力的观察结果或是实验证据来证明这些微生物是导致羊生病的罪魁，而不是生病

之后产生的组织碎片。现在巴斯德已经证实杆菌能让酒生病，那么，如果沿着这

个方向去寻找，是不是同样能证明微生物的出现和疾病的出现有必然的因果关系？

　　这个就是巴斯德关于细菌致病学说的最初构想。这个学说的核心就是：我们

周围，包括泥土里和空气里，充满了微生物，它们如果侵入人体血液，就可能会

让人生病。

　　但是他跑去跟医生们说到这种构想的时候，没人相信他。医学界主流还是相

信自然发生论。他们告诉巴斯德，微生物不是你说的什么引起疾病的东西，而是

疾病产生的碎片。就是说，微生物不是导致疾病的原因，而是疾病产生的后果。

你没看到肉会腐烂吗？没看到腐烂的肉产生的脓吗？那就是微生物。尼德汉的实

验已经清楚地证明了微生物就是从鸡汤里产生的。这还不明白吗？不要去想你的

什么微生物致病原理了。老老实实地研究你的酒和醋吧。医学的事，你一个化学

家弄不明白的。

　　巴斯德没这么容易放弃。他在显微镜下看到过酵母菌和那种杆菌在快速繁殖，

看到了杆菌能让酒“生病”。他坚信微生物肯定也能让人生病。但是要说服别人，

就必须先彻底推翻自然发生论。他知道尼德汉的鸡汤能生出新的微生物，只不过

是因为空气里漂浮的微生物重新落到了那瓶鸡汤里。

　　问题是，如果要对人们证明这一点，就必须把尼德汉的鸡汤放置在没有微生

物的干净空气里。这样才能让人们看到：只要空气里没有微生物，这鸡汤就不会

长出新的微生物。

　　然而，巴斯德也知道，空气里永远都有微生物，根本躲不开。

　　怎么才能找到没有微生物的空气？

　　他的第一个想法是到高山去。

　　他知道尘埃的密度是跟海拔成反比的。海拔越高的地方，尘埃越稀少。他觉

得微生物无非也是一种尘埃。那么如果到很高的山上去，空气里或许就没有微生

物，或是微生物非常之少。

　　恰好，巴斯德的老家附近，阿尔布瓦东边一百公里就是阿尔卑斯山。那是欧

洲最高的山脉。

　　1860年，巴斯德带着32个烧瓶爬到了阿尔卑斯山顶。

　　这些烧瓶里面都有一些经过煮沸杀菌的肉汤。煮沸之后立刻密封，所以瓶里

现在是没有污染的。

　　巴斯德要做的是这个：到了山顶之上，在这片几乎没有任何微生物的地方，

把那些烧瓶打开，让山顶的空气进入烧瓶，然后把烧瓶重新密封。

　　山下，在巴黎的实验室里，巴斯德布置了另外32个烧瓶，这些烧瓶里有同样

的经过煮沸杀菌的肉汤，不过这些烧瓶是直接在实验室里打开封口，纳入了巴黎

城市里污浊的空气。

　　回到实验室，巴斯德把两组烧瓶摆在一起，让它们处于最适合微生物生长的

温度（32度）下孵化。几天之后，吸收了巴黎空气的那些烧瓶，里面的肉汤都变

浑浊了。而那些采集了阿尔卑斯山顶空气的烧瓶里，肉汤依然清亮。

　　对于巴斯德，这已经足够说明问题。但是他觉得，这样的实验拿出去做依据，

顽固分子可能还是不会服输。他们可能说山顶的空气缺乏元阳，跟城市里“肥沃”

的空气不是一回事。

　　1862年，巴斯德想出了一个实验方法。这个方法，知道了就觉得简单，但是

第一个想到它的人，必须有开拓性的思维能力。

　　巴斯德定制了一批歪脖子烧瓶。这东西就是一个玻璃罐，罐子唯一的出口是

一个一尺长的玻璃管子冲天而起。然后，玻璃管子半道上转弯，像垂杨柳一样弯

向地面。有些版本还让玻璃管子的最末一段重新扬起头朝上走一点点，整个玻璃

罐看起来有点像鹅跟人打架的时候那种样子。所以有人把这种歪脖子烧瓶叫做鹅

颈烧瓶。

　　巴斯德用这种鹅颈烧瓶装上肉汁，然后煮沸杀菌，完了就让它呆在适合温度

下孵化。

　　一个星期过去了。肉汁没有浑浊。两个星期过去，仍然没有浑浊。

　　实际上，有几个当年巴斯德制作的这种鹅颈烧瓶，现在还放在巴黎的巴斯德

学院里公开展览。到今年为止这些瓶子已经放置了150多年，里面的肉汁依然清

亮。

　　那个弯管并没有封口，空气是可以自由出入的，只不过因为它那种弯曲结构，

空气里的微生物无法穿越。地球引力使它们无法在那段朝上走的玻璃管里攀升。

于是细菌不能进入烧瓶，烧瓶里的肉汁就一直清澈。

　　然后，巴斯德把其中一些烧瓶的瓶颈打破，让空气里的微生物可以降落。几

天之后，里面的肉汁就变浑浊了。

　　这个实验实在太有说服力，自然发生论的拥趸们终于住嘴了。

　　自然发生论者是住嘴了，但是医生们还是不愿意采纳巴斯德的学说。一个化

学家来告诉他们疾病的原理，他们咽不下这口气。他们坚持说疾病是因为“各种

自然气息与人体内部气息相互作用的结果”。这种理论貌似深邃，但是等于什么

都没说。

　　以巴斯德在设计实验方法上的独到天份，如果他在医院工作，应该可以设计

出一系列方法来验证他的微生物致病学说。但是他不是医生，所以他没有这个实

验环境。

　　不过有个人干了巴斯德不能干的事。这个人叫做李斯特，约瑟夫·李斯特。

　　李斯特是英国的一个外科医生。他当医生的时候，托法国外科医生帕雷的福，

手术的止血问题已经解决。美国的牙医莫顿也摸索出了用乙醚麻醉解决手术疼痛

问题的方法。自古以来外科手术的三大难题已经解决了两个。现在就是感染问题

还没有得到解决。手术之后很多病人的伤口会出现坏疽，感染引起败血症然后导

致死亡是常事。感染问题不能解决，有大约一半的时候，外科手术只不过是让病

人换一种死法而已。

　　虽然大家都说医生冷酷，外科医生尤其冷酷，但李斯特其实很柔情。看着这

么多病人因为手术之后情况不见好转反而直落黄泉，他感到很内疚。他觉得街上

人人骂外科医生是杀人犯其实也不算太恶毒。他想改变这种局面，所以就一直仔

细观察，想找出解决办法。

　　办法还没找到，但是他注意到一个规律：一个骨折病人，如果骨折是开放性

的，就是说骨头穿透了皮肤，伤口暴露在空气中，那么这个病人就离死期不远了，

即使做手术也救不了他——实际上，李斯特发现，如果他到医院里来做手术，在

医院肮脏的病房里呆上两天，那他就更是难逃一死。倒是那些做完手术马上回家

的病人，或许还能有几个侥幸存活的。

　　而非开放性的骨折，即使里面骨头裂成碎片，那就基本不会有死亡的。这种

病人，医生只会为他们上夹板打石膏。病人身体原来就没有伤口，医生也不会在

病人身体上切开新的创口。

　　为什么有开放性伤口的病人更容易被死神带走？当时的主流医学大师对此有

他们的解释。他们说这是因为瘴气入侵了伤口，导致组织发生化学反应，所以组

织坏死，病人死亡。

　　问题是，这个“瘴气”是个什么东西，有什么成分，怎么产生，怎么消灭，

谁都不知道。所以李斯特觉得这种“原理”是一套包装华丽的废话，不能帮助解

决实际问题。

　　然后，在1864年的某一天，他的一个朋友，一个知道他这几年在为什么劳神

思索的朋友，在医院里遇到他的时候，问他：你知道有个叫做巴斯德的化学家吗？

　　李斯特说：不知道。怎么呢？

　　他朋友递给他一份期刊，说：里面有一篇文章他写的文章。我觉得你可能对

这篇文章感兴趣。

　　下班之后回到家里，李斯特打开期刊读完了那篇文章。

　　他的朋友没说错。李斯特读完这篇文章之后的感觉，用咱中国话说，就叫茅

塞顿开！

　　因为这篇文章列举实验数据，指出空气里和泥土里的微生物，如果入侵伤口，

会导致疾病。

　　李斯特一直在寻找一种理论，一种真正有说服力的理论，来解释为什么有开

放性伤口的病人会有这么高的死亡率。

　　这个巴斯德给了一个理论，而且是一个有确切的实验数据来支持的理论。这

个理论跟李斯特的观察对上了号。有开发性骨折的病人，之所以会有坏疽和热病，

是因为空气里的微生物通过伤口进入了血液。

　　那么，有没有办法阻止这些微生物进入伤口？

　　这个叫巴斯德的化学家很尽责，不仅论述了疾病的可能原因，还列举了解决

办法，就是要对一切会接触病人伤口的东西做“消毒”处理。消毒的方法有三种：

第一，过滤。用多层纱布来过滤掉空气里的微生物。第二，高温处理，比如把需

要消毒的器具在火焰上烧一下。第三，用一些化学药剂来杀死微生物。

　　李斯特琢磨了一下。病人受伤都是因为意外事件，不大可能事先采取过滤措

施，防止微生物进入伤口。当然更不能用火烧病人的伤口。

　　其实，早些年，16世纪中期以前，外科医生真的是用火烧病人的手术创面的。

比如截肢之后，就用烧红的烙铁“吱”的一下把那些血管烫焦。不过这不是为了

消毒，而是为了止血。帕雷1564年发明绳线结扎血管技术之后，这种恐怖的止血

法才被废除了。另外有一个差不多同样彪悍的外科处理技术，就是对战场枪伤士

兵做截肢之后，接着用滚烫的热油浇在伤口上，说是要“清毒”，但那“毒”说

的不是细菌或是什么微生物，而是当时外科医生认为滑膛枪的火药有毒，是这种

火药的毒让伤口化脓坏疽的。没办法，世人还不知道微生物能让人生病之前，大

家对疾病总得给个什么解释。这种火药毒性就是当时大家能想出来的最“言之成

理”的解释了。

　　三百年过去了，现在的外科医生不需要这么野蛮，不需要再用烙铁去熨病人

的伤口了。

　　过滤不可行，烧灼不可行，那么剩下的就只有从化学药剂里找出路。

　　可是用什么药剂呢？巴斯德给出了基本原理，但是巴斯德不是医生，不知道

什么药剂能给人体组织消毒杀菌，却不会把人体组织本身给杀死。

　　巴斯德有一句名言：机会只为有准备的人敞开大门。

　　在1865年，李斯特可以说就是这样一个有准备的人。因为他学过化学和生物

学。

　　这对于一个医生居然算特殊资质？难道这不是每个医生都应该学过的吗？

　　您别惊奇。在欧洲，自古以来外科的工作不是由医生而是由剃头师傅来做的。

所以呢，传统上，学习外科的方法是徒弟模仿着师傅的手法直接下刀子。

　　到李斯特这个时候，外科开始进入现代医学的大门，不过还没形成系统的教

学制度。做外科医生之前应该学习什么，学校没有固定的教学大纲。所以当时很

多外科医生也就是跟着前辈外科医生直接动手实践，跟剃头师傅的路子也差不多。

　　李斯特不一样的地方是，他挂牌做外科医生之前，还到医学院学习过医学课

程，所以他有足够的生物学和化学知识。

　　生物学知识让他能立刻从巴斯德的论文里看出了微生物致病学说的临床意义。

化学知识加上医学知识使他能有根据地寻找合适的消毒药剂。

　　李斯特查阅了一下当时的文献，发现当时有几个国家，英国，比利时和荷兰，

都在用一种叫做石炭酸的药剂对下水道的污水做除臭防腐处理。石炭酸本来是用

在木材上，防止木材腐烂朽坏的。那时的城市卫生官员看到石炭酸能防止木材朽

坏，就推想或许这东西也能防止下水道里那些食物残渣或是死亡动物尸体之类的

有机质腐化变臭。试用之后效果确实不错，于是就变成了常规处理方法。

　　李斯特也做了一番推想。根据巴斯德的实验结果，酒变质是因为微生物在起

破坏作用。而且巴斯德指出这样的微生物很可能也是导致人体组织腐坏（就是坏

疽）的罪魁祸首。那就是说，木材的腐坏，下水道有机物的腐坏，跟人体组织的

腐坏，其实都是微生物导致的。

　　那么，如果石炭酸能防止木材腐坏，能防止下水道食物残渣腐坏，应该也就

能防止人体组织腐坏？

　　李斯特先谨慎地用棉签蘸了石炭酸，涂在病人伤口的表面。果然有用。术后

坏疽的发生率有明显下降。李斯特觉得比较有把握了。

　　这天医院来了一个11岁的男孩。他的大腿被马车车轮碾成开放性骨折。

　　李斯特把一大片纱布浸透了石炭酸，然后覆盖在男孩的伤口上。

　　四天之后他揭开纱布查看，没有化脓，没有坏疽。伤口已经有新生组织出现，

正在开始愈合。

　　他继续用这个方法给男孩换药。六个星期之后，伤口不但没有化脓或是坏疽，

连粉碎性骨折都愈合了！

　　效果已经确定，李斯特在自己的病房里制定了制度，所有外科器械都要用石

炭酸浸泡消毒，做手术的时候要用5%石炭酸溶液洗手。手术室的空气里要用石炭

酸喷雾处理（这个我们后来知道意义不大，所以现在已经不再这么做）。

　　这些改革让他病房里的术后死亡率从接近50%下降到15%。

　　15%跟今天的近乎零死亡相比还是太高，但是对于刚刚开始探索消毒方法的

李斯特来说，这已经是很了不起的进步了。别忘了那是1865年。更有效，对人体

损伤更小的消毒剂（石炭酸对人体组织有一定程度的灼伤作用），要到很多年之

后才探索出来。

　　跟一切革命性的新技术一样，李斯特的消毒措施并不是马上被医学界接受的。

实际上，这种抵制持续了足足十年，直到1875年，慕尼黑一家术后死亡率高达

80%的医院半信半疑的尝试了李斯特日益改进的消毒措施，然后术后死亡率骤降

至不到1%，于是世界震惊了，李斯特的消毒概念这才开始被普遍推广，李斯特也

因此名声鹊起。

　　1874年，李斯特写了一封信给巴斯德。信里说的是：“感谢您证实了微生物

致病学说。因为您的理论，我才能成功实施了手术室消毒措施。”

　　巴斯德1864年正式推出微生物致病学说，那以后他的理论一直被巴黎的医学

专家们攻击嘲笑。现在终于有一个职业医学工作者认同自己的理论，而且用实践

证明了自己的理论是正确的。

　　巴斯德很欣慰。

（4）：培养疫苗

　　19世纪的法国，有两大支柱产业。一个是酿酒，一个是丝绸。

　　巴斯德曾经拯救了法国的酿酒业。这个可能不会让人太惊奇。虽然酒发酵靠

的是酵母菌的消化活动，也就是说那是个生物学现象而不是个化学现象，但化学

不是也有生物化学嘛。那么化学家巴斯德能在这里面琢磨出点业绩来还是能说的

通。

　　但是巴斯德接下来居然还拯救了法国的另一个支柱产业：丝绸业，这个就有

人让人掉下巴了。养蚕那是不折不扣的生物学行当。巴斯德一化学家，凭什么啊？

　　其实您要惊奇您有充分理由。别说您觉得这不靠谱，连巴斯德自己都觉得不

靠谱。所以他的老师杜马（Jean-Baptiste Dumas）教授建议他到阿莱城去研究

蚕瘟的时候，他很有些犯犹豫。杜马好容易才说服力他举家搬迁到阿莱城去——

必须搬家。蚕对气温和湿度要求都很高，每年只有这么几个月能生长，而这种研

究不是几天就能出结果的。巴斯德为了找出蚕病根源，前后花了近六年时间。

　　实际上他的第一年根本不是做病因研究，而是在学习养蚕。因为他去到蚕场

的时候，人家很热心的拿起一个蚕茧，告诉他这里面就是蚕蛹。他很无辜的问

“什么是蚕蛹？”

　　结果那些把他当大救星的蚕农们瞪大两眼看着他，估计心里在想“这谁派来

的一个白痴啊？”于是他痛下决心，花了一年时间成为了养蚕专家。

　　接下来巴斯德用了几年时间，找到了蚕瘟的病根，而且琢磨出一套解决办法。

　　这几年蚕瘟肆虐难以制服的原因之一是因为，这个所谓的蚕瘟，其实是两种

蚕病交织在一起。

　　第一种病是 pebrine。巴斯德用他的显微镜技术发现了这种病的祸首是一种

微生物，一种单细胞寄生虫。

　　找到病原体还不能算解决问题。更麻烦的是，这种病能传染，而且既能通过

粪便传染给周围的熟蚕，也能通过产卵方式从母蚕蛾传给后代。而且病蚕的外观

没有肉眼能识别的变化，蚕农们不知道怎么把病蚕给剔除，所以蚕瘟不断扩散。

　　但是天下似乎就没有什么事能难倒巴斯德。他根据这种寄生虫的传播途径，

指导蚕农保持饲养环境的清洁卫生，防止粪便传播。另外又教给蚕农如何用显微

镜来识别外观正常的带病成年蚕，一旦发现就把它们产下的卵全部销毁。这样就

断绝了这种蚕病的传播途径。

　　第二种蚕病，flacherie，是由病毒引起的。巴斯德的光学显微镜不能看到

病毒，但是他从这种蚕病的临床表现推理出来，必定还是有某种能传染的微生物

让这些蚕生病。而且他观察到患有 flacherie 病的蚕虫动作特别迟缓。他让蚕

农们根据这个标准来剔除病蚕。结果也很成功。

　　就靠巴斯德琢磨出来的病蚕识别技术，蚕农们剔除了所有带病蚕卵，法国的

丝绸业起死回生。

　　对于法国农业部来说，这事的意义在于挽救了国家经济。但是对于巴斯德来

说，这事的意义在于：微生物致病理论现在有了进一步的证明！

　　当初巴斯德看到杆菌能让酒生病，就开始怀疑细菌也能让动物甚至让人生病。

不过那主要是因为前人（比如亨勒）一些猜测的启发。那时候他的想法还比较抽

象，更多的是一种概念，实际证据还不多。

　　现在看到微生物确实能让一种动物生病，他觉得更有把握了。蚕虽然是低等

动物，它怎么的也是个动物。微生物能让蚕生病，为什么就不能让人生病？《物

种起源》1859年出版，而且在达尔文之前已经有人提出进化论的片段思想，所以

巴斯德很可能对生物同源的说法有所了解。

　　不过，真正让他狠下决心研究疾病源头的，不是什么崇高的科学探索欲望，

而是因为他自己的家庭变故。

　　早先我们说过当年活下来不容易。在那时的欧洲，因为没有了解到微生物致

病的原理，没有相应的卫生防范措施，所以每三个出生的婴儿会有一个夭折（亚

非洲情况应该相仿佛，或者更糟。但是亚非洲国家没有数据可查）。巴斯德虽然

“贵”为大学教授，也没能成为例外。实际上他的遭遇更惨。他一共有过五个孩

子，可是只有两个活到成年。另外三个孩子都因为伤寒病早夭。死亡率60%。

　　失去孩子的伤恸让他有研究欲望。而蚕病研究的发现让他有了更具体的切入

点。

　　1878年，巴斯德着手研究鸡霍乱，试图找出微生物在动物身上产生疾病的活

动规律。

　　他用已经患上霍乱的鸡来提取体液，作为感染源，把这些霍乱毒液注射给试

验用鸡，被这么折腾的鸡会立刻染病，两天之后死去。巴斯德接着解剖这些病死

的鸡，在它们的血液和器官里寻找各种特征病变。

　　这是一个漫长的工程，需要几年才能有实质性的发现。这年夏天，巴斯德需

要休假几个星期。出门之前他交代助手张伯伦（Chamberlain）继续试验。

　　张伯伦可能是因为老师不在，觉得试验不能深入，于是自己也去休假了。过

了两个星期才回来继续工作。他把休假之前就放在实验室里的那些霍乱毒液取出

来，给鸡做了注射。但是这些鸡没有死。它们出现一些轻微的霍乱症状，但没几

天都完全康复了。

　　张伯伦觉得自己犯了错误。他跟巴斯德检讨，并且分析原因，认为这是因为

那些毒液放置时间太长，已经失效了。他保证尽快重做实验。

　　新的霍乱毒液准备好了。张伯伦给一批鸡做了注射。这批鸡里面，有一些是

上次打了过期毒液但是没死的。有些是刚收购来的。

　　接下来发生的事让他们惊讶万分：那些上次打了失效毒液的鸡，一个都没有

发病。而那些新收购来的鸡都在两天之后死去。

　　巴斯德以他敏锐的洞察力，立刻联想到了大约90年前一个叫做琴纳的乡村医

生。

　　1796年，琴纳用牛痘浆液给人接种，使人对天花产生了免疫力。这让欧洲每

年有上百万人幸免于死。

　　巴斯德这人确实是天赋不凡。他是个化学家，不是学医的，但是他能从琴纳

的接种和自己这个实验意外里看到了相似之处：

　　1）一种微生物能让动物或是人生病。

　　2）如果人或是动物接触到这种微生物，但是接触的时候这种微生物的毒性

不是这么强，那么这个动物或是人只会小病一场，而且过后即使再次接触这种微

生物也不会生病了。

　　巴斯德犀利之处还不仅与此。琴纳的接种技术，和巴斯德面临的“事故”，

其实有一个实质性的区别，需要更强的洞察力才能勘透。

　　琴纳的接种，其实本来是一个不可重复的案例。因为琴纳的疫苗是来自牛痘

而不是人痘。就是说，他是利用了一种天然资源。牛痘病毒跟天花病毒有一些相

似的结构，所以把牛痘病毒接种到人身上，能造成类似天花的感染症状，但是症

状要轻微得多。而且，因为它跟天花病毒结构的那种相似性，它在人体里激发的

抗体，正好对天花也有扑杀效果，于是接种牛痘的人就对天花有了免疫力。

　　问题在于，这种感染动物的病毒跟感染人的病毒结构类似，但是毒性大大不

如的情况十分罕见。实际上，自然界里，具备这么”完美”性状的微生物就只有

牛痘一种。至今没有发现别的细菌或是病毒能有这种特性。

　　当然，这些原理是后来的科学家们发现的。在当时，琴纳和巴斯德都不知道

接种疫苗让人能产生免疫力的真正原理。琴纳只是从实践中发现这个做法有效。

　　或许正是因为巴斯德不知道其中的生物学原理，所以反而没有因为一种既成

结论而束缚了思路。于是巴斯德从他自己的视角做了个总结：那些放置了两个星

期的鸡霍乱毒液，跟琴纳的牛痘本质相同。就是说，两者都是能致病的一种微生

物，但都是毒性减弱了的品种。

　　对于研究疫苗来说，这样的认识就足够了。

　　巴斯德回想了一下这次事故发生的过程，认为那些鸡霍乱弧菌之所以毒性减

弱，就是因为它们被放置了很长时间。

　　于是他们就照这个方法给鸡霍乱毒液减毒，并且尝试各种变数，试图加快减

毒过程。试着试着，巴斯德发现不光是放置时间有影响，是不是充分暴露在空气

里也有影响。如果把毒液密封，不让它们接触空气，毒液的减毒过程就很缓慢。

　　对巴斯德来说，这种空气的干扰很难逃过他的眼睛。因为，早在研究酸酒问

题的时候，巴斯德就发现不同的微生物对氧气是有不同的亲和力。有的微生物跟

人一样，必须有氧气才能生存。这叫做好氧性。有些微生物却很怪异，它们讨厌

氧气，氧气越多，它们的代谢活动就越艰难。这种微生物叫做厌氧微生物。酵母

菌就属于厌氧的。所以巴斯德那时就发现，氧气的多少跟产酒的多少是成反比的。

这现象还被后人给了个很给面子的名称，叫做巴斯德效应。

　　巴斯德经过试验发现，霍乱弧菌跟酵母菌一样，是厌氧的，就是说，你给它

们的空气越多，它们繁殖出来的后代就就越疲软，也就是说毒性就越减弱。

　　这就是巴斯德找到的培养鸡霍乱疫苗的方法：适当的温度，和暴露于空气的

时间。他用这种方法培养的霍乱疫苗给鸡接种之后，果然鸡对霍乱就产生了免疫

力。

　　琴纳发现了安全的牛痘疫苗，但那是利用天然的弱毒病毒。人工培养疫苗并

能稳定的生产，巴斯德是第一人。

　　这事情的意义不是说能让大家多养几只鸡，多吃几只鸡腿。这事的意义远比

吃鸡要伟大。因为，这事让人类认识到：我们不必在纯天然环境里苦苦寻找类似

牛痘那样的低毒微生物。我们可以用致病微生物做“原料”，自己从这里面培养

出疫苗。

　　这就为各种传染病的预防打开了一条通道。这条通道，不夸张的说，是一条

让人类离开传染病炼狱的黄金通道。

　　（5）：炭疽病

　　巴斯德的扩散思维能力是如同战马一般纵横驰骋，即使在46岁的时候（1868

年）经历了一场中风，他的思维的穿透力也丝毫未见减损。1878年，鸡霍乱疫苗

的研制刚一成功，他马上联想到一年前他做的一项牛羊炭疽病研究。

　　一年前，也就是1877年，巴斯德被邀请去研究牛羊炭疽病。

　　畜牧业不是法国的专有产业，因为欧洲所有国家都是吃牛肉喝牛奶穿羊毛纺

织品的。所以在这个方面法国的优势不像酿酒业或是丝绸业这么明显。但是这既

然是全体欧洲人都离不开的产业，那它对法国当然也意义重大。这几年法国的牛

羊炭疽病蔓延得厉害，巴斯德现在已经是法国知名微生物研究专家，国家有难处

就来找他。于是他就去研究牛羊炭疽了。

　　当时已经有不少高手在研究牛羊炭疽病，比如罗伯特-科赫就从炭疽病的研

究里总结出著名的科赫法则。但是因为对微生物的研究还处于早期，大家对微生

物的生活习性了解不多，所以各家的研究结果有不少互相矛盾的。而且做这些研

究的都是医学界大牛，所以谁对谁都不服气。

　　然后巴斯德以化学家的身份卷入战团，做了一番研究，澄清了几个关键的疑

点，平息了这场关于炭疽病到底是不是微生物引起的争议。

　　比如他发现以前大家培养炭疽杆菌的时候，其实他们的培养基里的菌种不纯

净，就是说里面同时有两种致病菌。那么有些研究里说有动物染病之后，血液里

找不到炭疽杆菌，那就不奇怪了。因为那动物是被另一种细菌感染的。

　　这个发现可能对于化学家出身的巴斯德不算很神奇。做化学研究当然很注重

实验材料的纯净。所以他能发现人家实验材料不纯，可以说比较顺理成章。

　　可是巴斯德还有一个研究，是对芽孢的研究。他在这上面的发现是大大超出

了一个化学家的”责任范围“。

　　芽孢在当时已经不是一个特别新颖的概念。不过早先大家说到芽孢，定义比

较模糊。是到了科赫这块，才很肯定地说很多细菌有两种状态，就是生长状态

（vegetative）和芽孢状态（spore）。但是科赫就是在显微镜下看到这种区别。

至于这些不同状态在微生物的生活中有啥意义，科赫的想法不是太多。

　　而巴斯德以“理论联系实际”的务实态度，脑子里揣着这个芽孢理论去调查

牛羊炭疽病，于是就做出了一个重要发现。

　　早先，巴斯德指出炭疽病能传染之后，农民们听从他的意见，把染上炭疽病

死亡的动物埋到地下，防止炭疽病传给别的牛羊。但是这方法好像不管用。仍然

不断有牛羊感染炭疽。

　　巴斯德于是穿上高筒靴深入基层，亲自到农场查看。

　　巴斯德没白下乡。他到了农场转了一圈，就发现农场里有些地方的土壤颜色

跟周围不一样，就像是撒了一层黑胡椒的样子。

　　他把农场主叫来一打听，原来这就是埋病死的牛羊的地方。不过，那片土壤

的颜色不同，不是因为新掩埋的土质。动物已经埋了很久了。新草早就长出来了。

　　巴斯德蹲下细看，发现那些深色的土壤，原来是蚯蚓的排泄物。

　　巴斯德恍然大悟。

　　他早先在实验室里研究细菌芽孢的时候已经发现，这些芽孢生命力特别强，

沸水不能杀死，日晒不能杀死，冷冻不能杀死，高浓度氧气也不能杀死。把它们

扔到各种恶劣环境下，它们会停止生长，但是不会死亡。它们只是蛰伏，静候机

会。一旦去到适合生长的环境，比如动物的肚子里，它们就苏醒了，就能重新发

育成完整的细菌。

　　那些被掩埋的动物，会因为细菌的吞食而腐败，但是除了细菌，还有一种生

物喜欢从这些尸体身上挖掘一些免费食物，这就是蚯蚓。蚯蚓吃了这些带有炭疽

杆菌芽孢的动物尸体，自己没事。因为这种细菌只能让牛羊生病，不能让蚯蚓生

病。于是杆菌芽孢穿肠而过，随着蚯蚓的排泄物重新回到地面。牛羊到这里吃草，

把芽孢吃下去，于是重新染上炭疽病。

　　巴斯德的发现证明了芽孢的邪恶能量。

　　不仅与此。动物尸体只是芽孢的载体之一。有过炭疽流行的地方，芽孢到处

飘散，在自然环境里可以常年不死，一旦被某个动物吃下去就复苏。这根本无法

灭绝。

　　所以，巴斯德的研究只是找到了炭疽病流行不绝的原因，但是当时没有解决

办法。

　　这是一年前的事。

　　现在，因为一个意外，巴斯德发现，原来鸡霍乱是可以用人工培养的疫苗来

防治的。

　　那么炭疽病呢？能不能把炭疽杆菌也怎么处理一下，让它减毒，然后做疫苗

来给牛羊接种？接种之后能不能防止炭疽病的发生？

　　巴斯德不是空想家。他想到的立刻会动手尝试。于是他回头捡起去年搁置的

研究，开始探索培养炭疽疫苗的方法。

　　他根据的还是鸡霍乱疫苗制作的原理，就是让炭疽杆菌在充分暴露于氧气的

条件下不断培养繁殖，希望通过这样的繁殖过程让它们的后代减毒。

　　但是导致炭疽的这种细菌似乎比导致霍乱的那种细菌要顽固。这种空气暴露

法，有时有效，但并不是总有效。

　　这当然不能算成功的研究结果。您不能说卖一百支疫苗给医院，然后跟人家

说“我这些疫苗大部分是有效的。你们将就用着吧”。

　　还需要改进，需要找别的能调整的变数，看看怎么能让炭疽杆菌减毒。

　　巴斯德尝试了不同时间，不同温度，不同的暴露于空气的时间，但是结果还

是不稳定。

　　然后他的助手张伯伦了解到，巴黎南面一千多里地的图卢兹那儿，有个叫杜

桑的兽医也在培养炭疽杆菌疫苗。不过杜桑用的不是空气暴露和长时间放置这种

物理方法。他用的是化学方法。他用石炭酸来处理炭疽杆菌。

　　巴斯德实验室的人紧张起来。这个杜桑，会不会捷足先登，抢到炭疽杆菌疫

苗的发明权？

　　还好，根据张伯伦的查询，目前杜桑的处境跟巴斯德一样，他做出来的疫苗

也是有时候效果很好，但有时候不行。

　　但是杜桑的化学试剂方法让巴斯德实验室的人得到重要启发。

　　要说用化学试剂，那巴斯德实验室太有优势了。不管巴斯德在巴黎师范学校

的时候化学成绩怎么烂，他后来的业绩证明他绝对不是化学白痴。他听说杜桑用

的是石炭酸，就认为这不是个好选择。石炭酸是杀菌的。可是我们的目的不是要

杀死炭疽杆菌。我们要做的让这些炭疽杆菌继续活着，但是毒性减弱。

　　而巴斯德借助这之前的研究，已经知道炭疽杆菌暴露在充足的氧气下的话，

确实是会减毒的。只不过，单纯用空气中的氧来熏杆菌杆菌，不知道为什么，效

果不稳定。

　　但是氧化反应不光是靠空气里的氧气才能出现。巴斯德他们在化学实验室里

做了多少氧化实验了。他们知道怎么用氧化剂来制造快速氧化反应！

　　巴斯德立刻行动，选择了强氧化剂重铬酸钾来处理炭疽杆菌，果然功效非凡，

连续给14只羊做用这种氧化剂处理过的炭疽炭疽做接种疫苗，都获得了成功。

　　14例对于科研来说，尤其是变数远远多于物理和化学实验的生物科学来说，

其实还是太少。可是消息还是透露出去了。毕竟这结果对法国的畜牧业意义太重

大，实验室里总有人抑制不住兴奋心情而露了口风。

　　消息很快传到了罗欣约尔（Rossignol）的耳朵里。这位罗欣约尔是巴黎大

大有名的一位兽医，而且是一位坚定的自然发生论者。他听说巴斯德在弄什么疫

苗，还号称用这种方法就能让他说的那种叫做微生物的东西不再能让牛羊生病。

他觉得这说法特别荒唐，于是跟巴斯德挑战：我出钱，给你一批牛羊做实验，你

能证明你那个什么疫苗真能有用那我服了你。

　　有人认为罗欣约尔其实本意是要让巴斯德大大出丑，从此卷铺盖回他的实验

室研究醋酸去，别来咱农场里装什么大牛。

　　巴斯德实验室的人一致认为这事不可以有。但是好胜心极强的巴斯德直接接

受了挑战。

　　其实，他当时只有14例成功案例。以他这个底子，他并无必胜把握。

　　但是他知道杜桑也在做这个研究，为了抢在对手前面成功，他做了一场赌博，

同意罗欣约尔的提议，约定在巴黎附近一家农场，在全国各大报记者到场的情况

下做这个公开实验。时间是1881年。

　　罗欣约尔虽然不相信巴斯德的微生物致病理论，但是他能成为巴黎知名兽医，

确实是有点料的。跟那些租个门面挂几面锦旗就能开药的传统郎中不一样，他知

道个别神奇案例不足为凭，所以他要求这个实验必须有对照组，就是说25只羊给

巴斯德接种他的疫苗，另外25只不接种，等巴斯德认为他的接种已经做好，那么

接下来就给这50只羊同时注射炭疽杆菌新鲜毒液。效果的判断标准：接种的25只

羊一只都不能死。没接种的25全部都要死（那才能证明注射的毒液真的有足够的

毒性）。

　　这纯粹就是赌博。巴斯德在别人面前表现得坚定不移，其实他内心焦灼如同

血液在倒流。实验结果揭晓的那一天，他没去现场。他就在自己家里不停的踱步，

怎么都不能坐下来。

　　幸运的是，他赌赢了。一辆马车带来了快信。信里面写的是：“敬启者：……

25只经过接种的羊，一只怀孕母羊一度出现高热，但后来康复。其他24只安然无

恙。没有接种的25只羊全部死亡。非凡的成功！”

　　信末的署名是“罗欣约尔”。

　　罗欣约尔曾经有失误的时候，曾经执着于一个错误理论。但他也有一个真正

的科学家的胸襟。面对这么无可置疑的实验结果，他没有试图找借口为自己挽回

面子。他第一个给巴斯德送去祝贺。

　　巴斯德从此名声大噪。在法国人眼里，甚至在众多的外国人眼里，巴斯德就

像一座灯塔一般耀眼。

　　有一种说法，说法国因为这个成果，在接下来的几年里免受七百万法郎的损

失，相当于普法战争法国战败之后的赔款总额。

　　但是我们或许可以在这里塞一行小字注解：巴斯德毕生没有跟人说到他放弃

空气氧化法，改用氧化剂来给炭疽杆菌减毒，是受到杜桑的启发。实际上，他在

那个农场实验的报告里说的是，他的疫苗是用“空气氧化法”制作的。

　　巴斯德因为这次华丽的现场演示会顺利得到炭疽疫苗的专利权，而杜桑的研

究自然从此中断，然后在默默无闻中老去。

　　科学名人有卓越的研究能力，却必总是有完美的人品。

　　但是巴斯德在这项研究里还是有足够的独创性。实话实说，也只有他这么有

能量有洞察力的人，才能充分把握当时的资源，做出最重大的发现。

　　从鸡霍乱到牛羊炭疽，两种微生物的疫苗都获得了成功。现在似乎已经没人

能拦住巴斯德的前进步伐了。对巴斯德来说，今后要问的问题不是“我们能不能

培养疫苗”，而是“我们下一个培养什么疫苗”。

　　（6）：狂犬病

　　巴斯德凿开了人工培养疫苗的通道，连续培养成功鸡霍乱和牛羊炭疽两种疫

苗。巴斯德决定趁热打铁，接着培养一种新的疫苗。

　　他选择的下一个研究对象是狂犬病。

　　如果单说流行程度，狂犬病其实比不上别的传染病，比如鼠疫和伤寒。不过，

巴斯德选择狂犬病，或许有他的理由。狂犬病虽然论总体流行度是不如别的传染

病，但是别的传染病并不是常年出现，而只是在爆发期间危害严重。狂犬病不一

样。人类养狗的习俗最少得有一万年的历史（有些研究认为有三万年）。狗的忠

诚让人类受益匪浅，但是天下没有免费的午餐，人类为养狗也付出了代价，那就

是狂犬病的困扰。最早的关于狂犬病的记载是公元前2000年就有了。普天之下，

从城市到乡村到处都有狗。而且作为人类的忠实伴侣，狗的工作态度很认真，从

来没有冬眠的恶习，但这也就意味着狗如果患狂犬病就不挑季节，一年四季都有

可能发病，一旦发病就会咬人，就能把狂犬病传播给人。巴斯德小时候就亲眼看

到同村的孩子被疯狗咬伤的惨烈情景。

　　雪上加霜的是，狂犬病并不是只有狗会传播。猫、狐狸、貂、獾、狼、浣熊、

蝙蝠都可以传播。在那个年代，被这种动物咬伤人的机会还是相当高的。要不怎

么欧洲传说中的吸血鬼长的都是蝙蝠的牙呢。

　　而且，狂犬病的症状很恐怖。病人发病的时候，大致就像铁枪庙里中了欧阳

锋蛇毒的杨康，口吐白沫，面目狰狞，而且会狂暴撕咬，见到谁咬谁。而狂犬病

人一旦咬伤别人，就会把狂犬病传给这个倒霉的家伙。

　　最恐怖的是：人一旦患上狂犬病，死亡率基本就是100%。

　　这就是人人闻声变色的狂犬病。

　　因为这东西太可怕，几乎可以说谁碰谁死，所以当年欧洲人处理狂犬病人的

方法是根本别碰他，就用两床大棉被把他一把裹上，然后去十几个大汉狠狠压住，

当场把他闷死。

　　或许巴斯德选狂犬病做下一个目标，是有一点“宣传效果”的考虑在内，但

不管怎么说，如果能为这么恐怖的疾病研制出疫苗，那确确实实是造福人类的莫

大功绩。

　　但是真正开始动手之后，巴斯德发现，狂犬病疫苗的制作比他想象的困难。

　　首先，寻找传播狂犬病的适合毒源这事就很费了一番周折。通常来说，含有

高浓度致病微生物的组织是做这种传播毒源的最理想材料。可是巴斯德在狂犬的

血液里没有找到细菌。别的那些容易出现细菌的地方，比如肝脏或是脾脏，他也

用显微镜查看了。没有找到细菌的踪影。这就不好判断用什么组织做毒源是最有

效的。

　　他想，狂犬病是被狗咬了之后发病的，那么狗的唾液里肯定有这种微生物。

就用疯狗的唾液做传播毒液吧。

　　但是把狂犬的唾液注射给健康狗的时候，效果却不稳定。被注射的狗病不是

总会发病。

　　接着他做了个推理：狂犬病的典型症状是“狂”。就是说不管是人是犬，一

旦发病都陷入癫狂状态。在巴斯德这个年代，大家已经确切知道司管心智的是大

脑不是心脏，所以巴斯德猜想狂犬病毒素侵犯的是受害者的大脑。

　　于是他就开始用显微镜在大脑里找异常迹象，然后发现果然如此，狗的神经

和脑是真正的病灶。

　　不过这里有一个歪打正着的误会。

　　巴斯德的笔记说他看到有微生物在病犬的脊神经和大脑里面繁殖。这个其实

应该是会错了意。病毒比细菌小得多。巴斯德用的是光学显微镜，那是不可能能

看到狂犬病毒的。实际上在巴斯德的年代，“病毒”（virus）这个词跟我们现

在说的病毒不是一回事。当时的人说“病毒”只是说一种能让人生病的毒素。那

时的显微技术还不能看到真正的病毒。

　　巴斯德在他的显微镜下看到的应该是狂犬病在神经组织里造成的一种特殊小

团，行话叫做尼基小体。

　　但他的结论是对的。神经系统是狂犬病毒致病的关键。狂犬病毒必须从伤口

上行，进入大脑之后才会让人发病。这就是为什么被狂犬咬伤之后会有几天甚至

十几天的潜伏期。咬伤的地方离头部越远，潜伏期就越长。因为狂犬病毒在身体

里是不会跟着血液走动的。它们只对神经组织有亲和力，所以就只顺着神经纤维

走。走的速度不快，每小时才3毫米，但方向很明确，就是朝着大脑走。一旦进

入大脑，人就开始出现那些神志狂乱的症状。

　　确定了神经组织是狂犬病的病灶所在，巴斯德就改用神经而不是唾液做培养

疫苗的基础。

　　不过，病毒不是细菌，没有厌氧这种特性。所以他原来的空气暴露或是氧化

剂都没用。

　　他花了两年多时间反复试验，把病犬神经研磨之后做成的毒源注射给狗、猴

子、兔子、豚鼠和兔子，观察毒素在次第接种之后的强度变化。最后找到的最理

想的原材料，是经过很多代次第接种的兔子的脊神经。

　　但是即使经过几十代次第接种来减毒，这种兔子脊神经里的毒性还是太强，

还需要继续减毒。巴斯德研究出来的方法是把兔子的脊神经悬挂在一个消毒的瓶

子里风干，这就能使毒性进一步减弱。而且，悬挂时间越长，毒性就越弱。这样

就能制作毒性程度不同的毒源。

　　他需要这种不同的毒性水平。因为他的接种不是一次到位的。狂犬病比霍乱

和炭疽要猛恶得多，巴斯德不敢掉以轻心，所以他采取的是循序渐进的办法，开

始先用毒性最弱的疫苗做接种，第二天用稍微强一些的疫苗，然后第三天，第四

天……连续十二天，慢慢过渡到最强的疫苗。这是他探索出来的最安全有效的接

种方法。这种分阶段接种方法到现在还在使用。

　　他前后安排了50条狗做实验。这种实验需要几个星期才能看到结果。不过效

果正在出现。有一些实验犬已经到达最后阶段，给它们注射狂犬病毒源之后，它

们确实没有发病。就是说，目前研制出来的疫苗，在这几只实验犬身上已经看到

效果。

　　但狂犬病实在太恐怖，而他不是医生，没有行医执照，所以到目前为止他只

给狗和兔子做过实验。他不敢想象在人身上实验。按他自己的预测，他得研究几

年之后才可以考虑给人做实验。

　　有时候大概叫做时势造英雄。巴斯德自己本不想这么快就做人体实验，可是

一个病人的意外来访把他提早逼到了人体实验阶段。

　　1885年7月，一个叫做梅斯特的九岁男孩被疯狗严重咬伤，孩子的妈妈不知

道从哪里听说了巴斯德的实验，来找巴斯德要求给孩子注射疫苗。

　　（当然，到这个时候，在法国，没有听说巴斯德这个名字的人大概不多。他

的一举一动都成为媒体首页故事，也不是很奇怪的事。）

　　巴斯德的第一反应是不行。他说我这个研究还很不成熟，到现在只在11条狗

身上看到了效果，就是说它们经过接种确实就有了免疫力。可那是动物实验。要

说给人用，我得再研究很久，可能要几年，才能知道这个能不能用在人身上。

　　反正都是个死，梅斯特的妈妈说，您就试试看吧。

　　巴斯德其实内心何尝不想试试。但当时法国对医学研究已经有一些现代化的

管理概念，比如未经管理机构核准的药物或是治疗措施是不允许在人身上尝试的。

　　另一方面，孩子的妈妈说的也是对的。被疯狗这么严重咬伤的人，大家都知

道是必死无疑。而如果试试这种已经在实验动物身上初步证明有效的疫苗，孩子

或许还有一线希望。

　　但巴斯德毕竟没有行医执照，自己不好做这种牵涉到人的医疗决定。于是他

从法国医学会请来一位儿科医生沃尔平和一位神经科医生格兰歇尔，跟他们咨询

这实验是不是能考虑。

　　两位医生意见一致，都认为这孩子如果不接种疫苗是难逃一死。接种呢或许

还有一线生机。

　　巴斯德一咬牙说那就试试吧。

　　他把带毒的兔子脊髓制作的乳浊液交给格兰歇尔，让格兰歇尔开始给梅斯特

接种。

　　这其实还是一种赌博，不过他再次赌对了。连续十天逐渐增加毒性强度的接

种之后，梅斯特情况稳定，没有任何狂犬病的迹象，狗咬的伤口也逐渐愈合。三

个月之后，医生复查的意见是他已经脱离危险。他平安回家，后来一直活到了64

岁。

　　媒体再一次沸腾。

　　没错，这不是巴斯德的第一个疫苗。在那之前巴斯德已经研制出两种疫苗，

但是别忘了前面两种疫苗都只是用在动物身上。

　　这次的成功是在人身上。这是人类历史上第一次把人工培养的疫苗用在人身

上。

　　而且，它制服的疾病是让人类几千年来谈虎色变却又束手无策的狂犬病。

　　假如现在有一个诊所发明了根治癌症的药物（说的是真正的能根治。不是博

金斯基那样的忽悠），会发生什么事？

　　这个诊所门前肯定是排着两公里的长队，大家都等着能用上这种新药。

　　巴斯德的狂犬疫苗人体实验成功之后，发生的事跟这就差不多。

　　全巴黎，全法国，俄国，甚至美国，世界各地的人都来了。都是因为被疯狗

咬伤。来的人实在太多，巴斯德只好成立了一个医院，专门给前来求救的病人接

种狂犬疫苗。从1885年到1886年，一年时间里巴斯德他们给350位患者接种了狂

犬疫苗。

　　捐款不断涌来，巴斯德用这些捐款在世界各地建立研究院，名字就叫巴斯德

研究院。

　　巴斯德的事业达到了顶峰。

　　巴斯德后来还还研制了什么疫苗吗？

　　没有了。

　　巴斯德自己后来没有继续研究疫苗，但是他开辟了征服传染病的通衢。他的

疫苗研究方法就像是一种公式。有了公式就可以应用到其他各种致病微生物上。

从那一年开始，经过世界各国科学家的努力，一个又一个疫苗被开发出来。到现

在为止已经有超过三十种传染病可以通过疫苗接种来预防。完全列举未免冗长，

就列几个重要的吧：破伤风，白喉，鼠疫，结核，百日咳，伤寒，小儿麻痹。

　　没有疫苗之前，全世界每年有上千万人因为传染病而死去。

　　我们如今担心癌症，担心高血压，担心冠心病。其实这些疾病在19世纪之前，

在医院病人里只占一个零头。那时超过70%的病人是因为传染病死的。这是说日

常疾病。如果遇到传染病大流行，一次流行轻易可以灭掉当地人口的三分之一。

　　现在我们之所以改成担心高血压和冠心病，是因为这都是老年病，是因为人

类不再因为传染病而早早死亡，才会有越来越多的人“有机会”患上这些老年病。

　　青霉素发现之前，欧洲的感染性疾病死亡率就已经大幅度下降，这除了卫生

习惯的改进之外，最重要的原因之一就是疫苗的出现。

　　而这一业绩得以实现，关键在于人类意识到疫苗是可以用人工方法从天然毒

物里培养出来的。

　　如果说巴斯德发现酒石酸的旋光性可以让他出名，那么发现疫苗的人工培养

方法可以让他不朽。

　　收笔之前说两句最近流传的关于巴斯德的微词吧。

　　有人因为巴斯德在如何制作炭疽疫苗的报告里没有完全说实话而建议取消巴

斯德那个“史上最完美的科学家”的头衔。

　　这事，首先应该记住一点：但凡说“史上最XX”这种话的，本身就透着轻浮，

所以这类哗众取宠的说法本来就不值得认真。

　　然后，把精神耗费在挖掘科学家的人品污点上，其实也很作践自己。科学家

的分量取决于他做出多少科学发现。在科学家身上找道德缺陷，除了能暗示一下

自己道德锃亮之外，有什么实际意义？难道您会因为一个科学家有道德污点就把

他的科学发现也给否定了？（当然，是有人会这么做。我希望您不是其中一员。）

　　巴斯德另一个被人质疑的问题是他没有得到官方许可就在人身上实验狂犬疫

苗。

　　这个问题确实值得检视一下。

　　依照法律，巴斯德把未获得许可的医学治疗方法用于人体，是要被起诉的。

　　而且，这个法律不是什么荒唐的封建时代法律。这个法律是有必要的。没有

这样的法律保护，缺乏医德的人就会在不明真相的病人身上使用安全性没有保障

的药物或是治疗方法。这可能会伤害受试人健康，甚至会要出人命的。

　　但是巴黎当局没有起诉他。

　　狂犬病的恐怖身影笼罩人类超过四千年，四千年来人们听到狂犬病这个词都

要打个冷颤。现在有个人找到一种方法，能让人类不再被这种恐怖疾病威胁。虽

说法不容情，但这样的局面应该怎么审视，法庭还是明白的。

　　道德判断本来就是个相对论。天下罕有什么事情是绝对的正确或是错误的。

比如一位司机看到路边有人受伤，生命垂危，于是载上伤员飞车闯红灯去到医院。

闯红灯当然是违法的，但是救人是必须的。这样的事，如果是您，您会怎么判断

是非？

　　巴斯德固然违犯了法律，但他也确实救活了一个孩子。实际上，因为这个违

法的实验，他研制的狂犬病疫苗，疗效得到证明，于是后世有无数人因此获救。

那么，咱应该因为他违法操作而给他治罪，还是应该感谢他发现的救人疫苗？

　　评判一个科学家，没必要过于纠结于他的人品是否“完美”。因为道德判断

而臧否科学原理，这样的思维能力可以说是退回巫医年代了。作为科学家，重要

的是为人类发现科学原理，并且能让这些原理真正造福人类。巴斯德做到了这一

点，所以他是一个伟大的科学家。不管有多少人试图从他身上找道德瑕疵，他仍

然是一个伟大的科学家。