



学生应知自然知识

人类视野的开拓者

周丽琼 编

六

目 录

罗伯特·科赫	1
柯瓦列夫斯卡娅	42
科罗廖夫	79

罗伯特·科赫

一、快乐童年

罗伯特·科赫是 H·科赫的第三个儿子，他的母亲比文德（M. J. H. Biewend）是一位铁矿检查官的女儿。

科赫的父母一共生育了 13 个孩子，但其中有两个在幼年时期就不幸夭折了。科赫与他的父母，两个哥哥，6 个弟弟和两个妹妹一起生活在德国境内的克劳斯特尔小城。

H·科赫是一位矿工，他在年轻时曾在欧洲的许多国家游历过。在这段漫游欧洲的生涯里，他学到了不少知识，极大的开阔了自己的眼界。比文德是小城中人所公认的一位贤妻良母，她为人高尚，极其聪慧。1843 年 12 月 11 日，科赫在这样的一个家庭中诞生了。

科赫出生后不久，父亲就由于工作勤恳、踏实，被提升为矿区的监督。这样，父亲就有了更多的时间来陪伴自己的孩子们。

小科赫从记事起，就和兄弟们一起，围坐在父亲身边，听父亲讲他年轻时那多姿多彩的游历生活。他立志要像自己的父亲一样，当个旅行家，用自己的双足踏遍整个世界。

在父亲的影响下，科赫从小就热爱大自然中的一切事物。他经常缠着父亲问这问那，对什么事情都非要弄个水落石出。H·科赫对孩子这种遇上不明白的事情就要打破沙锅问到底的做法从不感到厌烦，他总是详细地解答小科赫提出的问题。在他的教导下，科赫学到了如何

采集苔藓、昆虫，如何辨别矿石标本。和同年龄的孩子们比起来，小科赫要比他们多明白更多东西。

科赫还没有上学的时候，就向父亲提出了练习写字的要求。一直鼓励孩子多学点东西、“艺不压身”的H·科赫高兴地给儿子买来了笔和纸，开始教小科赫学写字。

又过了一段时间，小科赫又向父亲提出了一个令他大为惊奇的要求：他要学摄影。

父亲奇怪地问：“我的宝贝，你怎么会想到学习摄影呢？”

小科赫用他那充满稚气的嗓音自信地回答父亲的问题：“爸爸，您知道，我将来是肯定要做一个旅行家的呀！要是我不会写字，在国外旅行时，我怎么给家里写信呢？要是我不会摄影的话，又怎么能让您和妈妈也一起看到我所看到的美丽的景色呢？”

小科赫的回答使得父亲乐不可支。他大笑着一把抱起自己钟爱的儿子，不住地在孩子的小脸上亲吻着。他那满脸的大胡子扎得小科赫一边“咯咯咯”的笑，一边把小脑袋左右摇晃。母亲也放下了手中的活计，微笑着抬起头望着自己的丈夫和孩子。

快乐的气氛感染着家庭中的每一位成员。

二、永远的水手梦

又是一个黄昏。克劳斯特尔城中像往常一样，家家户户屋顶上升起了缕缕的炊烟。

H·科赫正匆匆忙忙地往家赶。要知道，管理那么多的孩子，丝毫不比管理矿区的工作轻松。孩子们都还小，正是爱玩爱闹的年龄，光是依靠亲爱的比文德一个人是忙不过来的啊！

一回到家，他就开始点名。在这样一个大家庭中，纪律就像军队里一样严明。今天，点名时居然少了儿子罗伯特，这可把科赫夫妇给急坏了！

科赫家里乱了套。夫妇俩顾不上做饭，急急忙忙地跑出来寻找儿子。

花园里看过了，没有；邻居也问过了，也没有人看见小罗伯特。这孩子究竟跑到哪里去了呢？

最后，科赫的母亲想起了院子后面那个从来不被人注意的小池塘。她和丈夫打了一个招呼，就赶快跑了过去。果然，暮色中的小池塘边上正坐着一个模模糊糊的人影。母亲走近一看，正是自己的孩子——小科赫。

小科赫坐在池塘边的草地上，嘴里含着几茎小草，双手抱着膝盖，正静静地瞪大了两只眼睛，盯着水面出神。

母亲抓住孩子的胳膊，心痛地责备说：“科赫，天都黑了，你还不回家，在这里干什么呀？！”

“妈妈”，科赫抬头看了母亲一眼，又用手指了一下小池塘。母亲顺着他的小手所指的方向看去，幽黑的水面上倒映着天边几缕晚归的云霞，云霞中有一只纸叠的小船，正在随着波光的荡漾而轻轻起伏。

“我要当一名水手，到大海去航行，那该是多么有意思的事情啊！”

科赫的思绪已经飞向了那遥远的地方，飞到了那蔚蓝的一望无际的大海……

可是，小科赫想当一名水手的幻想并没有能够成为现实，童年时的另外一件事情反而给他将来从事的事业埋下了伏笔。

那是 1851 年秋天的一个早晨。在克劳斯特尔城外的

那座古老的木质结构的教堂里，全城的人都聚集在这里哀悼一位牧师。

仪式结束后，小城里一片寂静，人们脸上突然之间仿佛多了一些沉重，一些怅惘……

在回家的路上，不满8岁的小科赫向母亲提出了一连串的问题：

“那位牧师得了什么病？”

“全城的医生有那么多，难道都治不好他的病吗？”

母亲眉宇之间掠过一丝哀伤。她告诉小科赫：“牧师先生得的是绝症，医生们都毫无办法的绝症。”

“绝症难道就真的无法医治吗？”科赫睁大眼睛不解的问。

“是啊。要是有什么办法治疗，也就不会叫做绝症了。”母亲叹了一口气，不再作声。

科赫的脑子里总是紧绕着这个问题，他不相信绝症就没有人能够克眼，就没有办法能够治疗。

在科赫后来从事医学研究的日子里，他总也忘不掉童年时的这一件事。每当遇到困难的时候，他都要问一问自己，难道真的就没有办法了吗？

正是这个问题在科赫以后的生涯中驱使着他始终不渝地献身于征服各种绝症的医学事业当中。

三、从自然中学习

作为一个热爱大自然的观察者，科赫在儿童时代就走遍了他出生地克劳斯特尔城的哈尔茨山区所有的森林了。小科赫常常把毛毛虫、蝴蝶、苔藓和各种各样的矿石带回到自己的家里，用父亲送给他的一个小型放大镜进行观察研究，还不时画上几张放大的观察图。

母亲给了小科赫一个绰号——“鸡师傅”，因为他在家里的时候，不是忙着照料豚鼠和家兔，就是喂养小白鼠和老母鸡。还有一次，科赫为了证实鸡属于鸟类，那么就应该能够飞翔，居然拿扫帚追赶邻居家养的一群老母鸡。虽说最终还是有一只母鸡“飞”上了屋顶，但是母亲给他的这个绰号也伴随着这次“著名”的行动传遍了整个小城。

小科赫的舅舅爱德华·比文德是汉堡银行的货币专家。在爱德华到汉堡的银行之前，他在柏林的一所学校教化学。舅舅对自己的外甥搜集各种标本的做法非常赞同。他还教小科赫如何使用显微镜和下国际象棋。爱德华首先教科赫学习了摄影技术，即达盖尔摄影术。这种摄影术是根据发明人达盖尔的名字来命名的。虽然这种方法很是麻烦，还要使用碘银板，但它可以使照片做得极其逼真。小科赫如痴如醉地迷上了舅舅教给自己的种种技术。在这些事情上，他忙忙碌碌地玩耍着、实验着、学习着，度过了自己的童年时期。

1851年，科赫到捷姆纳西姆读小学。由于他从小就积累了一套独立学习、独立思考的学习方法，科赫对于小学所学习的知识并不感到十分吃力。小科赫在捷姆纳西姆小学几乎是作为一个传奇人物被老师们所牢记：怎么每一次考试科赫都是名列前茅，可是又没有人看到他学习呢？

他总是不停地“玩耍”：用放大镜观察矿石；用显微镜了解细胞；用照相机拍照；用画笔画出研究的结果；即使走在路上，听到两个买卖东西的人在讨价还价，他也会把这当成是自己练习算算数的好机会，在心里帮人家算帐。

其实科赫并不是没有学习。当人们认为他在玩耍时，他就已经是在学习了。

同样的疑问一直伴随着科赫，直到他从中学毕业。

四、确立志向

1862年，科赫以优异成绩从中学毕业。作为班上最出色的学生，校长和老师们都对科赫青很有加。

毕业前的一天，科赫正在教室看着舅舅送给自己的《莎士比亚戏剧集》，一位同学跑过来告诉他：“罗伯特，校长找你。他叫你赶快到他的办公室找他。”’

科赫一边走在去校长室的路上，一边奇怪地想：校长突然找我，会有什么事情呢？

白发苍苍的老校长等科赫坐下来之后，又给他倒了一杯水，然后才不慌不忙地说：“科赫啊，是这么回事，你不要急，听我慢慢说。啊，我是要问你，你马上就要毕业了，是吧？那么毕业之后，你准备学些什么呢？”

科赫啼笑皆非，原来校长这么急急忙忙地把自己找来，就是为了问这么一件微不足道的小事。

“校长，您不是知道吗？我准备学习文学，我希望自己将来能够做一个像莎士比亚那样的作家。”科赫扬了扬手中的书，对校长说。

校长和蔼地笑了笑，“当然，我知道你有这个念头。”

“那您……”小科赫不能理解校长的用意了。

“哦，是这样的，我的孩子。”校长不紧不慢地告诉小科赫自己的想法。

原来，阅历无数的老校长通过自己平时对科赫的观察，发现这个孩子尽管并不是那么遵守纪律，但是，在他的身上却洋溢着一种投身于科学研究的热情。这个孩

子平时在对待各种微不足道的事情上也并不敷衍了事，不把一件事弄个水落石出，他绝不会罢休。

校长认为：从一个人对待小事情的处理方法上，就可以看出他将来能够做出什么样的成就。是功彪青史，还是默默而终，都是可以从小事上辨认。而无论一个人是什么样的人，他只要具备了这种天性，就一定会做出一番事业来。联系到科赫在学校期间所表现出来的对自然科学的热爱。校长决定帮助这个孩子认清自己发展的前途。

经过校长多次煞费苦心的教导，科赫终于决定了自己在学校中应学习什么。

1862年，19岁的科赫在克劳斯特学完大学预科以后，考入德国哥丁根大学医学院，接受当时德国病理学和解剖学权威亨尔的教导。亨尔提出的传染病理论引起了科赫的兴趣。科赫学习优良，但有时有些粗心，在笔记中常有一些笔误。

亨尔决定帮助他。有一天，亨尔让科赫誊清一大部医学论文的原稿。科赫见老师的原稿写得并不潦草，对于为什么让他做这件繁重、乏味的抄写工作疑惑不解。亨尔看透了他的心思，对他说：“好些聪明的学生都不肯做这种繁重乏味的抄写工作，但是从事医药研究的人，一定要具有一丝不苟的精神。医理上错了一着，可不像纸上错了一笔那样无伤大雅，那可是人命关天的事啊！”

老师的话语重心长，对科赫的教育很大。科赫把老师的话铭记在心，从此他无论学习还是研究，都非常严谨。

1865年，科赫参加解剖比赛考试，他在试卷页眉上写下一句话：永不虚度年华。这句话成了科赫一生的座

右铭。

科赫 23 岁时获得医学博士学位，在汉堡总医院学习 3 年后，他开始在波森的拉开维茨开业。

普法战争中，科赫成为一名志愿军医。战争结束后，他通过地区医务官的考试。1872 年的 8 月，科赫在沃尔施太因当了个乡村医生。

五、一个乡村医生和炭疽病

1876 年 4 月 30 日深夜将近 1 点钟，乡村医生罗伯特·科赫博士登上了去波森州沃尔施太冈的邮车。他随身携带着行李卷和手提箱，以及装着小白鼠的笼子和一架显微镜。经过半夜颠簸的路程，于清晨到达弗劳城火车站，改乘火车前往布雷劳斯。将近 10 点钟，罗伯特·科赫到达那里。

他携带着奇怪的行李来到一所大学的植物生理研究所。这个研究所的所长、著名学者费迪南德·科恩教授非常亲切接见了。教授审阅了这个陌生人的研究报告，并要把他的研究情况讲给应邀而来的学者们听听。出于礼貌，科学界人士参加了这次报告会。

在 5 天的时间里，科赫一直在表演他的试验，并简单说明他的研究工作。他的演讲里没有空谈、大话和过激的言词。第一批实验刚做完，病理学教授尤利乌斯·科恩海姆就跑回他的研究所去召唤他的助手们说：“你们现在把所有的事情都放下，去听科赫的演讲！这个人有异乎寻常的发现。他的方法既简单又准确，值得赞赏。他与科学界相隔绝，一切都是他独自一个人做的，而且全部都成功了！简直绝妙极了。我认为这是微生物领域里最大的发现，相信科赫还将以其他的发现使我们感到惊奇和惭愧。”助手们都拥到植物生理研究所听科赫的

讲演去了。其中有一个名叫保尔·艾尔利希的青年人，后来一度成为科赫最有名的高足之一。

科赫讲演的题目《炭疽病病原学》。在这之前已有很多人写过他谈的可怕的炭疽病了，但还没有一个人能像科赫这样细致地做过实验。那么他的实验到底是怎么做的呢？

1873年的一天，和科赫交上朋友的兰德拉特，他把他的医生和有名的乡村医生都领到大森林里去，因为那里不久前死了一只鹿。

猎户的助手解剖了这头鹿，科赫根据黑色的血液立即判断出鹿是患炭疽病死的。当时科赫还不清楚这种潜伏的传染病也会侵害自然狩猎区的野兽……

作为官方的乡村医生的科赫，已在他工作过的地区跟炭疽病打过多次交道。他知道这种传染病总有一天会夺去牛和羊的生命，不管它们是不是属于拥有上好牧场的大地主的，还是属于贫苦农民的，都不会幸免。他也注意到马和猪甚至人有时也会受到这种传染病的侵袭。

科赫取了一滴鹿血做试验，作为一个大自然热心的观察者，他总是随身携带若干玻璃器皿和小盒子。他在沃尔施太因的诊室里用一架新显微镜观察那滴鹿血。这架显微镜是花了他一半的财产买来的。他观察粗大而透明的杆菌和线状有机体，有的部分呈线团状，纵横交织。是炭疽病病毒吗？喜欢并很会绘画的科赫画了几张草图，在图边写着：炭疽病原？

在威尔伏特工作的阿洛伊斯·波兰德以及其他一些人，也都观察到类似的形体。1841年波兰德给剥兽皮工人治病，这个工人扛过一张染有炭疽病菌的牛皮。没过几天，工人也患炭疽病死去了。8年后，波兰德在因患

炭疽病而死亡的牛的血液发现了奇异的细菌，这是一种杆状的，构成特别精细的，不完全透明的但很结实的形体。到 1885 年，波兰德虽然发表了他观察的结果，却不敢把患炭疽病的动物血液中出现的大量有规律的杆菌确定为传染病的病毒。在不了解波兰德观察结果的情况下，兽医学教授里德利希·布劳尔在同一年提出同样的检验结果。随后不久，经一名法国兽医证实，在纤维组织层也存在这种神秘形体。

但是首先实验成功的是巴黎的非官方学者卡斯米尔·约瑟夫·达维诺。他于 1863 年进行了一场有意义的试验。他用新鲜的或干燥的含有杆菌的血液使健康动物染上炭疽病！但是这位聪明的达维诺无法解释为什么传染病有时是通过传染发作，而有时却是自发发作的？为什么偏偏在潮湿地区、河谷和泥泞草地中出现呢？为什么有些年代出现得多，有些年代出现得少呢？

以后出现了路易斯·巴斯德。他是一位素有声望的教师、物理学家和化学家。他在巴黎师范学校通过一次典型的实验证明，哪怕是最小生命也不会自然发生传染病，而是在实验中染上了可怕的病菌。

巴斯德认为，患炭疽病动物的血液中的透明杆菌是炭疽病病原。但他没有充分的理由证明这一点。当时有不少研究人员激烈地反对，他们认为这种奇异的形体是晶体或炭疽病造成的分解物。

科赫首先提出第一个问题：这种不同寻常的形体需要无一例外地在每一种炭疽病血液中证实吗？好像事先约好的一样，几天以后一位忧伤的农民来找科赫，他说他的六七头最好的奶牛患传染病死掉了。科赫博士把在他这儿就诊的病人打发回家，就匆匆跟随这个农民一起

去农场。他把一堆试管都取满动物的黑色血液，尽力安慰了这个农民，而后才回家。科赫进行了彻底的检验，但得到的总是同一个结果。

几天后，距此很远的其他地方也传来新的炭疽病消息。科赫又上路了，又是数小时数小时地坐在显微镜前观察。他在死亡动物的血液中总能发现有杆菌和链球菌。

于是科赫又提出第二个问题：这些鬼东西会出现在健康动物的血液中吗？屠宰场的师傅马上给他们的医生送来成桶的新鲜畜血。科赫反复观察，既没有发现杆菌，也没有发现链球菌和“线团”。

科赫给自己提出了第三个问题：感状物是细菌还是病畜血液中的分泌物？

他的研究没日没夜地进行着。心疼丈夫的艾梅·科赫夫人深知丈夫工作的意义，她在诊室里挂上一幅巨大的褐色布帘，从而使这位孜孜不倦的学者在小小的房间里建立起属于自己的实验室，不受干扰地进行工作。

在这些日子里，科赫一次也没有让他的小宝贝女儿格尔特鲁进入过实验室，这样做是有原因的。

他抓到一只小白鼠（早在儿童时代科赫就学会了这一手），在白鼠的尾巴上割开一个小口，注入几滴患炭疽病动物的血液，然后放在一只特制的宠子里。如果杆状形体是炭疽病菌的话，小白鼠就会像牛、羊、马和森林里的鹿一样死去。

他彻夜不眠地等待试验结果。第二天早晨，小白鼠四脚朝天一命呜呼。解剖结果证明肝脏肿大，血液乌黑。显微镜下出现了多次见过的景象：杆状形体、线团和串珠……

科赫又把这只死小白鼠的一小滴血液注射给另一只

健康的小白鼠。他这样做了 30 次，得到的都是同样的结果。

罗伯特·科赫对此并不满足，他想亲眼见到杆状形体的生长状况。这又该怎么做呢？答案是必须做动物体外试验。他先将一把外科手术刀放在酒精灯上消毒，然后从一只小白鼠身上割取一块染有炭疽病的组织，放在一只摘下来的牛眼的透明房水里，再把显微镜的载物台的温度调到相当于人体的温度。

第二天有一堆杂菌滋生在房水里，试验失败了。最后科赫终于做出了誉满世界的光辉成就：他在载玻片中间制出凹型小穴，周围涂上凡士林，然后把一小滴含炭疽病杆菌的液体滴在一张薄玻璃片上，就是所谓的盖玻片，把它翻过来压在凡士林上，从而使盖玻片的液滴悬在载玻片的穴里，完全密封，其他杂菌被隔绝在外面。

用这种方法可以观察细菌的活动情况。科赫在显微镜里看到：小棒儿变稀疏了，伸展开来，彼此分离，逐渐扩散到整个视野。它们活着呢！科赫仍不满意，这个证据还不是决定性的。如果这些杆状形体真的能引起炭疽病的话，那么就得上在没有细胞混杂，没有其他杂菌的情况下培养，即纯菌培养。

科赫自己动手做了一个培养箱。他把一小丛微生物从一个悬滴移到一种培养基上，杆状形体增多了，形成了链状和线团体。经过 8 次接种后，一种白鼠组织也不能存在了，这一定是培养的炭疽病细菌。科赫把这种菌苗注射在白鼠、豚鼠和家兔身上，结果所有的动物都染上了炭疽病。

这位深受人们爱戴和尊敬的乡村医生，这些日子曾多次忘记给他的病人开方子。他不顾患者等候就医，就

匆忙到实验室去工作。他废寝忘食，难得跟妻子谈一次心，也无暇陪伴女儿玩耍，通宵达旦地工作。他没有生病，也没有感染上致命的炭疽病，这真是个奇迹！

罗伯特·科赫并不急于发表他那成功的试验和论证，因为他认为还有很大的缺陷，于是他又给自己提出了第四个问题：

炭疽病到底是怎样在自然界中传播的呢？

通过无数次试验，科赫观察到，有时白鼠脾脏中的炭疽杆菌在显微镜下死掉，就是把细菌再滴到牛眼房水也无济于事，这些细菌再也不能复原了。给白鼠注射死去的细菌，白鼠也不再死亡。

一天早晨，科赫研究放在培养箱里很久的炭疽病菌悬滴，这些线状细菌体内也显出斑点和珠状形体。这些大概就是芽孢吧？该怎么判断呢？科赫把样品放到一边，又去从事注射的研究了。一个月后，他又把已经干燥的样品拿出来，珠状形体依然存在。对，的确是炭疽病菌的芽孢！

科赫立即往原来的样品上滴新鲜的牛眼房水，他进行新的试验达数月之久。他终于弄明白了，炭疽病形成芽孢，这就是延续生存的形式。芽孢不是在死牛的体内形成的，而是在动物排泄的细菌中形成的。形成芽孢必须具备一定的条件，例如，地温在 15°C 以上。芽孢在自然界传播炭疽杆菌。

研究到了这一地步，科赫决定要发表自己的研究成果，他接受科恩教授的盛情邀请，来到布雷斯劳，为尊贵的朋友们做实验表演。

科赫详尽地阐述他的论断：“每一种寄生物在任何情况下都会引起疾病。寄生物不能在其他疾病中出现，

而是作为偶然的和非致病的寄居者出现。这种寄生物最终可以完全脱离寄生体进行纯培养，一定能使试验动物染上类似的疾病。”

科赫证实了他的论断。这样引起了后来的激烈争论：是不是所有的细菌都属于唯一的一种类型？像很多研究人员所断言的那样，或者费尔迪南德·科恩是对的，因为他早在 1853 年就认识细菌植物界，并明显地分为不同的类别。科恩赞同巴斯德的观点：即“腐烂的原因及其引起很多种疾病的毒素要到活组织中去找”。这的确是另一个广阔的有待进一步研究的领域……

现在，罗伯特·科赫在布雷斯劳证实时说：

“首次成功，一种奇异病症的病原学问题弄清楚了。这种疾病既不需要研究人员费力，也不需要大胆而复杂的假说，根据它对土壤的依赖情况就足以解释清楚了。显然有必要把炭疽病和炭疽病传染方式相近的疾病做比较，首先是伤寒和霍乱做比较。希望在进行这些观察的时候，偶然找到以球菌或类似裂殖菌的形式而存在的伤寒和霍乱菌。我们不应该让那些由于某些疾病一时还不能被征服而出现的困难所吓倒，允许以此通过试验作为一种手段来达到目的。只是不应该再像现在这样从最困难的地方开始。而是通过把传染病的病原学加以详细比较，来搞清楚频繁而又严重地传染给人类的疾病的实质并能找到可靠的方法来预防这些疾病。”

科赫把他的实验报告发表在费尔迪南德·科恩主编的《植物生物学杂志》上，题目是《炭疽病病原学：论炭疽杆菌发育史》。

六、等待机会

科赫返回沃尔施太因之后，为了遵循“永不虚度年

华”的诺言，他又开始了新的研究。他先是着手用一品红、甲基紫和所谓的新褐色为他的细菌染色，接着用加拿大树胶和醋酸将标本封好，从而达到长期保存的目的。

这些研究成果都写在题为《细菌的研究、保存和摄影过程》一文中，并且送到科恩教授的手中。教授很感兴趣，立即在一个学术会议上宣读了这篇论文。

1870年，尽管科赫高度近视，不符合军事要求，但他作为志愿兵参加了普法战争。在野战医院，他熟悉了创伤的处理并在传染病卫生所深入了解了伤寒的破坏作用。这一段经历使科赫后来在伤口感染和腐烂的研究上起了很大帮助。

科赫在1877年秋天开始研究伤口感染和腐烂，和同行一样，科赫给动物注射变质血液。苦干小时后，动物死掉了，但是科赫在内脏器官里没有发现细菌。把死动物的血液注射到健康白鼠身上而染病的试验也失败了。相反，却是一只注射了一小滴发炎水肿液的小鼠在50小时后死掉了。就是在这只小动物身上也没有发现细菌，尽管他在显微镜下观察了半夜。

问题出在哪儿呢？难道在显微镜上吗？

正好在不久以前，年轻的物理学家兼数学家恩斯特·阿贝为显微镜设计了一个新的照明装置，英国的许多研究人员已经开始使用了，而德国还没有人用。

科赫向阿贝求援，并且借助阿贝的聚光灯和油浸透镜，要找的细菌在视野里出现了。科赫在论文《创伤感染微生物初探》中写道：“用适当的染色，用阿贝的照明装置和均匀的油浸方法，情况改变了。在以前根本看不到或难以观察清楚的独特的细菌样品里，应用这种方法，整个景象就意想不到的清楚和明显了，就能很容易