

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

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话：“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”，因为他在家里的時候，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。他在沃尔施太冈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去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），在小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 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物进行纯培养，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寻找”。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，就能很容易地观察到细菌了，并和样品中着色的东西完全有把握地鉴别开来。”

这时，费尔迪南德·科恩和他的朋友们联合起来把罗伯特·科赫迎接到布雷斯劳，聘请他担任筹备中的卫生研究院的副教授。由于在短期内不能建立这所研究院，向教育部递交的呈文被拒绝了，致柏林的申请书和信件也都没有得到答复。但是1879年的夏天，科恩还是成功了，未经宣布就把他调到了布雷斯劳的诊所。

在布雷斯劳，科赫当了三个月的医生，薪水微薄，个人实验也没有什么收获。幸亏科赫作了两手准备，他在离开沃尔施太因时，向有交情的县长请求保留空缺，才使他能在同年的秋天回到沃尔施太因。

七、现代细菌学的基础

1880年4月9日，罗伯特·科赫得到柏林帝国卫生局长、俾斯麦侯爵的私人医生、主治军医施特鲁克博士的保举，几个月后，即1880年6月28日，他出乎意外地收到皇帝威廉一世的谕旨，受封为帝国政府顾问，作为帝国卫生局的正式成员被召赴柏林。

1880年7月10日，罗伯特·科赫在帝国卫生局就职。最初在一个小房间里，它就像是科赫的第一位同事、后来的忠实朋友弗雷德里希·勒夫勒所描述的那样：“这个房间与其他政府顾问的华丽实验室相比，有天壤之别。”而科赫并不介意，因为是他从沃尔施太因来的，对困难他已经习以为常了。使他不愉快的倒是施特鲁克局长根据28岁的军医勒夫勒的请求，派他给科赫当助手。而罗伯特·科赫喜欢单独工作，自己做试验，并不想培养军医。科赫腼腆，喜欢安静。

不久，当科赫有第二名助手奥尔格·加夫基的时候，才有了一个比较大的、有三面窗子的工作室。最称心的是：他的上司施特鲁克局长没有给他定什么清规戒律，科赫可以做他感兴趣的任何研究。他在工作中表现出只有天才人物才能做到的献身精神，忠实的勒夫勒在庆祝科赫60寿辰时写道：

“回忆当年我们在这间屋子工作的时候，科赫在中间，我们在他的两边，差不多每天都有新的细菌学奇迹出现在我们惊异的眼前，而我们上级为光荣榜样，从早到晚忙碌着，几乎无暇料理私事。当时的情景使我们终生难以忘怀。那时我们学习，观察，细致的工作，花费很大的精力，力求达到预定目的。”

罗伯特·科赫给自己提出的主要任务是改进他认为还远远不够的细菌学研究方法。因为居领导地位的植物学家还一直宣称“袭殖菌”像被当时称为细菌的那些生物一样，有同一形体，交替生长着的。

科赫默默地在他的岗位上工作着。他给细胞染色，思索自己的方法，把炭疽病菌向贫瘠的培养基移植115次，结果病菌仍然能传播。科赫把培养好的细菌涂在熟土豆上，然后把长出来的各种颜色的菌注射到另一个新土豆上而得到纯菌培养。他认为，所有研究传染病的重点就在纯菌培养上。

他对液体培养基和土豆纯菌培养的方法并不满意。他把肉汤和其他成分熬成动物胶，分别倒入试管和杯子里，凝固后成为透明的动物胶。细菌在这种胶冻上也能生长，科赫制成了这种简单易行并且使用可靠的无菌固体培养基。没有这个方法，现代细菌学的发展是难以想象的。

科赫后来说：“借助这种固体培养基还可以测定空气中、土壤中和水中的微生物。因此就可以明确判断各种病毒是否存在，事实证明这个新方法对很多课题都大有益处，简直可以把它当作进一步深入研究微生物的钥匙，至少要引起医学界的重视……”科赫夜以继日地培养细菌并回答对手的问题：“在同一培养基上和其它相同情况下，通过多次培养，或叫逐代培养，根据它们的特点可以把它们分得清清楚楚，所有这些细菌都一成不变地保留下来，也可以看作不同情况，可以把这些看作不同种类、变种、形体或是平常人们想要描述的那样。”

他在这时写出了细菌学的圣经——《病原组织的研究》这篇著作，后来在著名的《帝国卫生局通报》第一卷上再次发表。他在文章中借助精致的图片，一丝不苟地描述研究细菌学的方法。他的目的在于“防止这种方法普遍

采用后会出现不成熟的研究报告”。

科赫建议，患炭疽病死的牲畜要深埋，可疑的饲料要经过消除芽孢的处理，因为巴斯德提出的抗炭疽杆菌预防注射不可靠。

这项研究工作给孜孜不倦的人提供了消毒方法。他把理论和实践结合起来，在培养基中培养细菌，在这些细菌上做了 72 种化学消毒剂的灭菌效果实验。科赫和他亲密的同事勒夫勒以及加夫基一起进行物理实验，实验结果表明，用蒸汽消毒是非常合适的。不久，这个方法在所有的医院和手术室都采用了。“科赫蒸馏器”的作用在于它防止了医院里的炭疽病。

在《论消毒》一文中，科赫显示出他不仅仅是在沃尔施太因甚至在他一生中都是一位伟大的实践家。

1881 年 8 月，科赫作为帝国卫生局代表，参加伦敦第七届国际卫生代表大会。那时，医学界德高望重的人都汇集在伦敦。

八、征服肺结核病与霍乱

据一位记忆力超群的人说，科赫早在 1881 年 8 月就在伦敦展示过肺结核细菌培养基了。这件事在著名的学者中间，首先在科赫的同事和朋友中间引起巨大的反响，因为连科赫的好友和热情的支持者——费尔迪南德·科恩于 1882 年 1 月访问柏林时还不知道科赫做肺结核病的研究。可以肯定，科赫从伦敦大会回来后不久就开始做肺结核病试验了。

他工作起来勇往直前，坚韧不拔，这一点连他的助手都不得不承认。他的所做所为，正像戈特霍尔德·埃弗赖姆·莱辛 100 年以前所说的那样：“天才就是勤奋。”

那时候，关于肺结核，人们知道些什么呢？首先是肺结核可怕、并且会传染。别的传染病，如霍乱，发生了，死了人，又消失了。但肺结核不一样，有时几个星期也不死人，有时甚至延续一年，一直把病人拖到骨瘦如柴才结束。

欧洲国家当时每死亡 7 个人就有 1 人死于肺结核。科赫用新的培养方法——染色法和改进过的显微镜把自己武装起来，他单枪匹马地向肺结核宣战，把自己关在实验室里达几个星期。

科赫相信，肺结核是人们相互传染的。这一点，希腊哲学家兼自然研究工作者亚里士多德和罗马医生加兰早就有过类似的看法。尽管国内外不少学者和医生都说，肺结核是慢性营养失调，并且遗传。科赫不太关心别人的不同见解，就像不太关心结核病的许多理论一样。

科赫研究了科恩海姆的一项试验，即把肺结核结节里的病菌注射到家兔的前眼室里，并让其生长。科赫对这个试验进行了认真细致的研究，他记得科恩海姆的一句话：“只要把结核菌传给合适的试验动物，都可以引起结核病的发生，这是百发百中，万无一失。”科赫断言，找到结核的病原体比进行炭疽病试验要难得多，而且危险得多！

1881 年 8 月 18 日当科赫给两只豚鼠注射结核药物开始结核试验工作时，他发现可以使用两个方法：一是通过动物试验来证明结核病原体；一是在显微镜下直接观察。科赫决定双管齐下。在等待经过注射的动物是否染病的时候，他制成上百个结核菌样品，几个小时、几天地进行染色。

在几个星期中，这位年满 38 岁的医学家有时沉默寡言，有时嘟嘟囔囔，有时怒不可遏。他冷落了妻子，也很少关心自己的宝贝女儿。他有时在回家路上走过自己家门，有时竟迷了路。只有为了解剖尸体得到结核菌时，他才去慈善医院，否则，他从不出实验室的门。

调配新颜料，配制新样品，但没有找到细菌。科赫在含有酒精的浓次甲兰溶液内加上蒸馏水和 10% 的苛性钾溶液，把样品放在里边浸泡一整天，然后再注入褐色溶液。他在一大堆样品中找啊，找啊……，终于在第 271 号样品中找到了他要找的细细的、纺锤形的、弯弯曲曲的细菌。这些细菌聚集在一起，有时呈包状，有进呈香烟状，泛着蓝蓝的颜色，而动物的组织则呈褐色。

科赫的学生和同事都认为这些就是结核杆菌，但科赫还在进一步思索，他没有急着公布自己的结果，以至人们议论起来：科赫在找什么呀？他跑遍医院和兽医所，甚至在动物园内到处观察。

科赫沉默着，研究着。要证实现有的发现和资料，就得进行进一步的实

验，培养离体细菌。科赫准备了许多液体培养基，并注入试样结核菌。几天、几星期过去了，没有获得积极成果，科赫自言自语道：“我一定要给细菌找到最接近自然的培养基。”为此他从屠宰场弄来牛羊血浆，每天把血清培养基在 58 的条件下持续消毒，6 天后把温度提高到 65 ，继续加热若干小时，然后血浆结成透明的琥珀色物体，最后把它同结核菌试样一起放进培养箱里边，观察等待……

第二个星期培养基上滋长出小的鳞状物。到了第 14 天，科赫把一小部分菌体从菌落上移到新鲜培养基上，4 个星期后，他把这些用颜色标出的菌落团放在显微镜下观察，看到同样景象：细细的纺锤形细菌，稍微有一些弯曲，泛着蓝色。

到最后论证的时候了。如果在健康动物体上进行结核菌纯培养，整个论证就可结束。科赫在各种动物体上进行了几十种试验。他想把试验做得精确无误。这是卓绝的试验。为了追踪隐藏着的结核菌，而又不伤害它们。科赫反复考虑传染途径。当时，他把全部力量投入这项艰巨的工作中。最重要的来源就是患结核病的人。科赫不承认遗传，他根据自己的推断观察，做了一个箱子，把试验的动物放在里面，然后把含有结核菌的喷雾剂喷入笼子里。这样，动物就染上了肺结核。就是说，重要传染途径之一是因为动物吸入含有结核菌的雾滴。

1882 年 3 月 24 日，罗伯特·科赫和他亲密的同事们在柏林大学医学院图书馆里花了好几个小时准备他的报告《论肺结核》。他让同事们把十几架显微镜都支好。自己调载玻片的位置。组织这次会议的是生理协会，科赫是该会的成员。

当天晚上，科赫由他忠诚的朋友勒夫勒陪同参加了会议。会场上来了不少大人物，其中有赫尔·曼·冯·赫尔穆霍尔茨，他曾发明检眼镜并发现内耳一个固定的部位有时接收一个固定的音频；还有著名的柏林喉症专家伯恩哈德·弗兰克尔以及后来发明 606 等药物的保尔·艾尔利希。

罗伯特·科赫缓慢而稍带口吃地开始作他的报告（论肺结核）。他把报告内容准备得详细简洁，逻辑性十分严密。正像勒夫勒后来所说的那样：“纯金是不能伪造的。”接着科赫叙述他的先辈研究肺结核的结果，然后阐述自己的研究情况：“因为这是属于卫生局的任务，从保健的观念出发，首先应该把影原学看作是调查研究工作的目的。这样，它就变成了一项迫切的任务，首先要对结核病进行深入的研究。”

科赫心平气和地讲：“现在判断结核病还缺少明确的标准。一些人把粟粒性结核病、扁桃体病、家畜结核病都列为结核病；另一些人也许以同样理由对所有这些疾病表示异议。但化验结果表明，结核病既不是由特殊组织，也不是由不定形结核菌，甚至巨型细胞所致，而是由结核菌引起的。这样就不难判断什么是结核病，什么不是结核病了。”后来他在提出现有的结核菌证据时说：“我在无数次观察的基础上认为，在人和动物所有结核病中，始终出现的或称之为结核菌的，是一种在特征上与其它微生物不同的细菌。”每个与会者对所提供的标本都亲眼看了，而且所有听众都能体会到保尔·艾尔利希在罗伯特·科赫的悼词中所说的话：“每个参加这个报告会的人都很感动。我不得不说，那天晚上是永远留在我记忆中最大的科学经历。”

就在这天晚上，科赫就已指出征服肺结核病的前景：“首先是尽人类的能力封锁传染病菌的来源。这些传染病菌来源之一，并且最重要的一个是结

核病患者的痰。到目前为止，对痰的无害处理还未完全做到。而用适应的消毒方法，对肺结核的痰进行无害处理，从而消除大部分结核传染菌，这样做并没有多大困难。此外结核病患者所用过的衣服、床等也应该消毒……”

科赫平心静气地结束他的讲话：“研究的结果是在因感染结核而病变的组织中会不断出现细菌。可以把离体的细菌作长期培养，并以各种方式传染给动物，动物就染上了结核病。从而可以得出结论：结核杆菌就是结核病的根源，结核病可以看成是一种寄生病。我是为维护人们的身体健康而从事研究的，同时，像我希望的，这将极其有益于人民的健康。”

会场安静得几乎屏（b ng）住呼吸，没有一位大批评家发言，这在柏林生理协会的历史上破天荒的第一次没有发生辩论。

就在同一晚上，消息传遍柏林，并传到世界各地。

在此之后，尽管科赫有许多工作，但他始终没有放弃结核病的研究，他似乎并不认为找到病因就算是解决问题了。

罗伯特·科赫的声誉迅速传遍世界。

那是 1890 年 8 月 4 日，柏林第十届国际医学代表大会召开了。会上科赫作了题为《论细菌学的研究》的报告。在整个会场上，人们全神贯注地听着，科赫详细介绍他是怎样发现治疗结核病药物——结核菌素的。他首次打破惯例，报告了那个还没做完的试验，尽管他十分谦虚，人们仍然报以热烈的掌声，以示鼓励。他很后悔，他们把自己的告诫当成了耳边风。后来，科赫对他寻找治疗结核病的药物作了如下的描述：“如果给一只健康的豚鼠注射结核纯菌苗，然后按规定用橡皮膏粘好注射部位，看来最初几天没有什么变化，可是 10 多天以后，出现了一个硬疖子，后来破了，形成溃疡点，直到动物死去。

但是如果给一只已经染上结核病的豚鼠注射的话，则完全是另外一种情景。4 至 6 周前成功的接受注射的动物情况是好的。开始时也给患病动物的注射部位贴上标志，但没有形成疖子，而是在第 2 天或第 3 天在注射部位才出现特别变化。注射部位变硬了，变成黑色，并没有只局限在注射部位，而是在周围扩散开来，直径 0.5 至 1 厘米。以后几天越来越明显，起变化的皮肤逐渐坏死，最后脱落了，然后留下一块平的溃疡，对周围的淋巴腺不感染，一般很快就好了，并且不会再犯。

把结核菌注射在健康和有结核病的豚鼠体内，反应则完全不一样的。这种明显的反应并不是单单出现在活结核菌上，也同样会出现在杀死的结核菌上，不管你是用长时间低温还是到煮沸的程度，或用一定的化学药物杀死结核菌，结果都会同我开始试验时一样。

1890 年 8 月 4 日科赫在他的报告中希望：有一天也会发现细菌是治疗药物。他提醒大家：“尽管以后某种药物能够人工培养结核菌，也不应首先把人作为试验的对象，而应是动物；只有在动物身上试验成功之后才能应用在人的身上。”

科赫十分谨慎，报刊也证明这一点：“科赫教授讲的《论细菌学之研究》，涉及到讲话人所发现的抗结核病药物，但是他在其试验结束之前始终不提。”

差不多一年以后，科赫报道：“采用新方法治疗结核病的药物就是人工培养结核菌的甘油浸膏。”他称这种药物为结核菌素。

罗伯特·科赫获得了皇帝颁发的贵族红十字勋章，在他以前医生还没有得到过这种勋章。柏林医务界给予科赫很高的荣誉。

1883年6月24日，罗伯特·科赫从沃尔夫电报局得到一个使他深感不安的消息，埃及发生了霍乱。霍乱也是世界上最可怕的疾病，它使人谈虎色变，闻声丧胆，因为没有人知道如何对付它。那时在维也纳召开的自然科学人员大会上，学者们作了论霍乱的冗长的报告，推荐放血、沐浴和催吐剂等方法来治疗，但毫无效果。慕尼黑有一位名叫马克斯·冯·彼登科夫的教授认为土壤情况对霍乱有很大影响，有机物丰富的透水层中霍乱菌容易生长，如果地下水位下降，毒素就游离了。但彼登科夫并不能论证它。

1866年，科赫第一次在汉堡碰上霍乱。作为综合医院的助手，在他叔叔的鼓励下，科赫借助显微镜寻找霍乱的根源，绘制精细的细菌图。无数霍乱病患者和尸体的悲惨情景打动了。1866年8月的绘图中可以看出，科赫有可能首先发现霍乱病菌，但他的脑子里还有别的计划，他想另谋待遇优厚的职务，以支付他的结婚费用。

1883年6月，科赫还另有打算。自1882年3月那次报告到现在，他仍在孜孜不倦地从事结核病的研究。他被任命为枢密顾问，在威斯巴登的第一次内科医学大会上作了《论肺结核病原学》的报告。他的研究工作既得到热情的赞扬，也受到激烈的批评。所有这些他认为并不足为奇。

他针锋相对回敬了他的论敌对结核菌的结论提出的挑战。科赫给在寄宿学校就读的女儿写信说：“这我就不得不给皇太子，巴登公爵夫人，萨克森国王和王后及其他诸侯作关于细菌的报告了。”尽管科赫取得了巨大的成就，但他还是继续从事着他的研究工作。1883年7月，他完成了和他的学生一起发表的手稿《论结核病病原学》。

1883年8月9日，罗伯特·科赫被任命为赴埃及霍乱医疗队队长。忠实的加夫基，受帝国保健局指挥的伯恩哈德·菲舍尔和化学家特雷斯科夫陪同他一起去。勒夫勒留在柏林，因为他要在太平间工作和在死亡儿童咽喉中寻找白喉病毒。需要用的器械和动物装备好了，医疗队出发前往埃及治疗霍乱，这时已有12名英国年轻医生在那里治疗霍乱，结果都劳而无功。

科赫的愿望实现了，他带领着医疗队得以踏上异国的土地。不过他们不是来旅行的，他们肩负着治疗霍乱的严峻任务。

到达亚历山大港几个小时以后，科赫就在希腊医院里动手解剖刚刚死于霍乱的尸体了，他在肠壁上发现了逗点状的细菌，这是他以前见过的形体，但还缺乏证据。

几周之内，传染病消失了。科赫认为，这并不能归结于用了制服和消毒方法。因为人们只是在大街上烧草，希望驱散传染病毒；用加了硫酸的海水浇船帮，而不是对船舱内部和厕所设施进行消毒。尽管传染病缓和了，科赫和他的同事们还是在12名霍乱患者的尸体上发现了同样的细菌，短的逗点状形体，有时两个在一起成S形或像“鱼群”样聚在一起。人工培养成功了，但人工动物感染试验一次也没有成功。

比科赫先到埃及的还有法国和英国的医疗队，有一阵子法国人认为他们已经找到了霍乱菌，于是就回国了。这是一个误解，他们错误地把血小板当做霍乱菌了。

为了彻底揭开霍乱之谜，科赫向柏林的部长请示，把实验室移到印度去。这里要指出的是，科赫除了研究霍乱之外，还抽时间和精力去研究埃及的供水情况，过滤方法，尼罗河水涨落和传染病活动之间的关系，观察埋葬的情况，研究一种特殊的痢疾和埃及结膜炎。

12月11日，在40岁生日那天，科赫到达加尔各答。那里的医学院附属医院为他提供了工作场所。他来得正是时候，因为医学院里住满霍乱病患者。科赫立即着手解剖了32具霍乱病患者的尸体，检查了16名霍乱病患者，发现了大量的短的逗点状的细菌，他用这些细菌进行人工培养，力图试验动物染病也没有成功。

科赫多么热心他的工作呀！度圣诞节之夜（耶稣降生的前一天晚上）的方式证明了他这种精神。他不接受邀请，而是在实验室里做试验，但总觉得还缺少最后的动物试验证据。这时一个偶然事件帮了科赫的忙。在加尔各答一个郊区，有很多人像中风一样染上了霍乱。这些人居住一个小池塘旁边贫穷的小屋里，科赫发现，人们就在这同一个池塘在洗澡，洗衣眼和提取饮用水。他顿时悟出了霍乱传染的途径并写道：“这就涉及到因为缺少动物实验出现的情况，在一定程度上被用偶然出现的人的实验所代替了。进一步证明假设是正确的，这种特殊的霍乱菌事实上就是疾病的根源。”

科赫疲倦地跟踪霍乱；他研究“流行病传染的情况，流行病的传染、蔓延，水的供应情况，下水道，以及贸易和水上交通”等各种问题。

科赫简单地报道：“悬而未决的问题，是否在霍乱患者的肠道内除了霍乱寄生菌以外就是肠道本身的寄生细菌了，这可以看成是已经解决了的问题。”

他对问题研究是多么彻底呀！用两句话表明：“也为霍乱病菌找到了类似结核菌培养基的合适培养基，并找到证实，霍乱病菌不适于炎热和干燥，而较容易在潮湿条件下寄生。特别主要的是肯定它经受不住消毒剂，如升华物质和石炭酸。”

科赫在他完成最后的试验论证和没有得出一个好办法之前，他是不去休息的。他用食道探针给豚鼠注射5CC的5%的苏打溶液，使其胃在几个小时内保持碱性，然后他把用水冲过的霍乱培养基注进去，再用鸦片酊使动物的肠道保持静态，经过24~26小时以后动物便染上霍乱菌而死亡。

由于实验室、医院和不清洁的住处使大家身体健康受到严重损害，1884年4月全体医疗队成员从孟买出发踏上归途。科赫成功地找到了霍乱交叉感染的途径及隐患和有效地控制霍乱的方法。

在柏林，罗伯特·科赫像凯旋而归的元帅一样受到欢迎。他向威廉一世皇帝汇报，从皇帝手里接过黑白授带皇冠勋章，就像俾斯麦颁发的证书上“加了星”一样。在无数的勋章和奖状中科赫最喜欢佩戴战争勋章，因为事实上科赫是进行了一场战胜霍乱的大战’+。

科赫被任命为普鲁士枢密院顾问，柏林医务界为此举行宴会庆祝。

九、不断奋斗，不断成功

1892年8月，汉堡发生霍乱。科赫动员研究院的全体人员立即投入治疗传染病的工作中去。他知道将面临一场严峻考验。

传染病是从印度，经波斯和俄国传到这儿来的，在汉堡爆炸般地蔓延。几周内严重的霍乱病患者达17000人，并有8000多人死亡。科赫和基森的卫生学教授，由宰相委任为汉堡议会顾问的格奥尔基·加夫基一起短时间内消除了这场瘟疫。这种流行病的特征证实它的主要来源：就是汉堡居民饮用的易北河水。由于过滤设备差，使霍乱菌渗透进来了。传染途径很清楚是由于人们吃进或喝进了霍乱菌，同时还证实陆地传播霍乱远远不如轮船运输和水路传播那么厉害，这样就建立了河流监护制度。

1900年6月30日的帝国流行病法律就是在“科赫法则”上制定的。1905年和1910年再次出现的霍乱被消除就得归功于“科赫法则”了。1926年以后欧洲再也没有发生霍乱。事实证明科赫1908年在美国费拉德尔非亚(宾夕法尼亚州首府)大会充满信心的答复是正确的。当时有人问起他关于霍乱传播的危险性，他简洁地回答：“我们不怕它。”

因为需要专人制定治疗措施，所以在科赫的研究院里为普鲁士医务官员开设了许多医治霍乱的训练班。此外，埃及、美国、比利时、英国、意大利、日本、奥地利、俄国和土耳其的医生也来了很多。在早期发现霍乱这样特别重要的问题上，对于重霍乱病患者，只有这位专家最有发言权。因为很多细菌看上去和霍乱菌特别相近，因而就使人极易产生错误的认识和判断。科赫的学生夏德·普菲伊法尔用了一个巧妙的方法，即所谓的普菲伊法尔试验，把细菌区别开来。这个试验原理是把真正的霍乱菌和霍乱免疫血清一起注射到豚鼠的腹腔，那么真正的霍乱弧菌就分解了。与此同时试验动物获得了人工培养的无血清霍乱菌。如果波动细菌呈活跃状态保留下来的话，就可以诊断为霍乱。

这就是所谓的细菌分解，也就是在经受住了传染的人和牲畜的血液中，证实能产生分解这种细菌的物质。

1896年1月，科赫去埃及疗养，与此同时他委托俄国的细菌学家加哈伏基诺在印度报道他的关于霍乱菌培养的成果。

几个月后，一封电报又把他从结核菌素实验中抽调出来。英国政府请科赫去南非帮助治疗给那里农民造成严重损失的牛的黑死病。科赫立即答应了，他马上启程。他给居住在斯特拉斯堡的女儿写信道：“旅行的确有不少的困难，并且有时要作很大努力，但并不那么危险。”

科赫经历的危险够多的了，不单在海外，几乎在每天的实验和剖尸检验中都存在着各种危险。他并不知道什么是害怕。

1896年12月1日他在开普敦登陆。按照他的习惯马上就开始了工作。但是他试验过的方法已经不灵了，他既不能用显微镜也不能用细菌培养法证实牛黑死病病毒。今天我们知道了这个原因，牛黑死病的病毒是一种很难观察到的病毒。但必须尽快解决问题，因为有的地方大批牛群染病死亡了。在他那位28岁的同事威廉·科勒的帮助下，科赫断定，在病畜的血液和胆汁里可以找到传染菌苗。把牛黑死病的血液和健康牛的血清注射给牲畜，他给健康的牲畜皮下注射10ccm牛黑死病胆汁，健康牲畜免疫了。用这个方法科赫在开普敦这块殖民地上成功地拯救了2000000头牛。

当科赫还在征服牛黑死病的时候，从孟买传来了消息，那里又发生了人

黑死病。早在两年以前，香港遭到从亚洲内陆传来的黑死病的严重蔓延，那时科赫的学生和朋友，日本的北里柴三郎就发现了腺性黑死病或肿疔黑死病的病毒。

黑死病在印度蔓延和从东方传到地中海地区已经不是第一次了。

关于这种危险的传染病最早的可靠记载就是古代的西波哥拉第在《民族疫病》一书中描述的“鼠疫热”。传说著名的加兰，罗马皇帝的御医就是为了躲避从东方来的黑死病，一夜之间离开了罗马就逃得无影无踪。在中世纪的1346—1351年间，欧洲就有0.25亿人死于可怕的黑死病。那是对中世纪医生们最严峻的一次考验。

现在医生和当局通过下达严格的命令，如封锁港口，建立隔离地区，疫情报告制度，隔离病人，以及对卧具、用品、钞票、信件进行消毒，焚烧衣服等措施，收到了一定的效果。

1879年5月，当罗伯特·科赫从非洲来到孟买登陆时，他的学生们已经把主要工作都做完了。他们认为，北里柴三郎的发现方法是正确的，他们证明了用杀死黑死病菌培养基做的免疫方法的效果很好，并且完善了这个方法。科赫立刻意识到，施迪克检验传播黑死病的意义。自己患了腺体黑死病的施迪克和其他研究工作者都可以证明，在传染腺体黑死病方面，某些鼠类是起决定性作用的。阿西利阿人早就知道，人患肺结核是由人传染给人的，而人黑死病，也就是腺体黑死病，鼠疫占首位。鼠疫原来是动物传播给人的传染病，也就是最早的某些啮齿动物的传染病，特别是家鼠和船鼠的传染病。但也有西伯利亚的田鼠、土拨鼠以及其他鼠类的传染病。在鼠类中，鼠疫以两种方式传播：第一种方式，“贪食黑死病”，也就是染重病的或死掉的动物被其同类吃掉；第二种方式就是被带菌的跳蚤叮咬而染病。

患鼠疫的老鼠并不怕人，成群地聚集在住宅里死去。带菌跳蚤离开死鼠爬上人体去，叮咬人后人就染病了。

罗伯特·科赫要求仔细查船只和货物中的老鼠和病鼠。他认为，如果忽略了船上的老鼠，只对旅客及其行李认真消毒就没有什么意义了。

在孟买逗留了两个月后，科赫又去了德属的东非去了。从维多利亚湖往东有个黑死病的发源地，像非洲腹地那样也会有蔓延的危险。科赫的推断得到了证实，自古以来，在中非就有一个黑死病发源地。同时，在德国殖民地他还研究牛马的传染病，并尽力弄清它的来源。

就在这一年，科赫又开始了他的多年没有放弃的疟疾研究工作，正像他所说的，因为他在疟疾寄生物中观察到像细菌里一样的一种有趣和特别的对象。早在1890年，他在柏林第十届国际医学代表大会上就指出，无数的传染病不是由细菌而是由原生动物（一种单细胞的生物）引起的。

1884年霍乱医疗队在印度工作期间，他产生了疟疾可由蚊子传染的看法。

1898年5月科赫从东非经那不勒斯和罗马回到法兰克福，然后到柏林。同年8月，他又去意大利研究疟疾。他证实了法国医生拉维的发现，苏格兰医生曼松和罗斯关于疟蚊的理论是正确的。并为罗马北部的小镇格罗赛托提出洋尽的抗疟计划。当英国人罗斯试图根除疟蚊的时候，科赫把注意力放在研究用奎宁治疗疟疾上。今天我们知道，两者结合起来是最奏效不过的了。

1899年4月，科赫领导一个医疗队前往爪哇，然后到德属新几内亚和太平洋中的德属岛屿。他发现了一个疟疾区（无法根除的）；他还发现，在看

上去健康的人身上可以找到疟疾寄生物。如果这些人遭到任何其他不利情况袭击时，由于高热发作就会突然染病。科赫作了恰当的归纳：“如果要把疟疾当作常见病治疗的话，那么治疗潜伏的疟疾具有头等重要的意义。”1900年7月20日，他自德属新几内亚满怀信心地报道：“事实上我已试验成功了，根据已证实的征服其他传染的原则，我也征服疟疾病，并且从而提供了证据，疟疾病也是一种普通人可以摆脱的传染病，只要人愿意并且真正开始摆脱的话……”

罗伯特·科赫在太平洋岛屿研究疟疾工作开展了一年之后，1901年7月23日重新在医学界露面了。关于这件事，他在日记中写道：“我关于家畜结核病文章的发表像一声霹雳。”

科赫提出了关于结核病的最新看法：一、人的结核病菌和牛的结核病不一样；二、牛的结核病菌可以传染给人，但这种传染病一般来说不严重。原始的肠结核病人的身上很少；三、所以结核病的预防措施，首先应是针对人的结核病菌。

毫无疑问，这些观点大大偏离了以前的观点，并出现了激烈的矛盾，特别是因为预防牛奶、黄油和肉类传染家畜结核病的措施都失去了决定性的意义。

科赫最激烈的对手是他的学生埃米尔·冯·贝林，他认为人的结核病和牛的结核病是一致的。经过这场使科赫深感遗憾的争论以后，老师和以前的学生之间的桥梁彻底断绝了。后来，1905年12月5日，科赫在接受诺贝尔奖金时，在他的报告《关于征服结核病时的情况》及其他报告中强调：“我并不是希望别人这样理解我，好像我蔑视根除牛结核病的决定。”

1902年12月科赫接受了英国政府的邀请，前往罗得西亚的红河研究和治服再度发生的牛传染病。几个月前他光荣地获得了一个极大荣誉，巴黎的科学院选举科赫为国外的成员。

1903年1月中旬，在罗得得西亚的布拉瓦约扎下营地，但对于被他称之为抗“海岸热”病，注射疫苗并没能解决问题。

此外，科赫还想侦察所谓“马亡症”，但没有成功，因为这是一种极不容易观察到的过滤性病毒。科赫把全部精力投入了研究工作。一天早晨将近5点时，他叫醒了他的同事克莱诺：“我们得赶紧出发，附近有一匹马得了‘马亡症’，应马上解剖！”疲惫的克莱诺建议推迟解剖，因为他还没有睡好觉。一夜总是梦见病马。科赫奇怪地问：“是呀！如果你不梦见疾病，那么你以后做什么呢？”克莱诺听了这话，只得苦笑一声。

十、退休的医生

1904年4月初，科赫开始从布拉瓦约启程回国，在埃及下了船，5月中旬到达了那不勒斯。船只在圣维森提角触礁了。幸运的是科赫收集的材料和行李都打捞上来了，没受损失。

7月23日，柏林的医生和科赫的学生们欢迎和祝贺他们的老师。像他希望的那样，他的得意门生格奥尔格·加夫基成了他的接班人。加夫基在讲话中表达了自己的心意：“对学生的慈爱和同情没有任何人能超过您。”

科赫在致答辞时保证，他将永远忠于“我们的科学事业”。

1904年10月1日，罗伯特·科赫退休了。

然而退休的医生并没有在家里享福，他离不开他的研究工作。12月27日，他启程去达累斯萨拉姆，非洲的疾病需要他去研究。首先研究的三种病：海岸牛热病、非洲回归热和锥虫病，也就是由于各种单细胞的鞭毛滴虫在人和动物身上引起的疾病。科赫很快证实了一种扁虱是传播回归热的罪魁祸首，而所谓回归热菌，是弯曲的螺旋状菌。

1905年12月5日，科赫荣获诺贝尔生理学及医学奖，以表彰他在研究肺结核病方面的成就。几个月后，他又获得普鲁士艺术与科学高级勋章。

回到达累斯萨拉姆后，科赫弄清了哪些动物得了海岸热，哪些动物得了克萨斯热。为了研究锥虫病，他又到内地去了。他经历了不少艰难险阻，表现出他不但是一位医学博士，而且是一位好猎手。

当科赫还在维多利亚湖的塞塞群岛工作的时候，他从《德国医学科学》领导人那儿得知一个消息，为治疗肺结核病创立了“罗伯特·科赫基金会”。科赫在回信中保证。“要尽我的一切力量来促进事业的完成。”在相当短的时间内就募捐了100万马克。国人安德列夫·加内基捐了50万马克，德国皇帝捐了10万马克。

1907年11月4日，科赫回到柏林，受到了热烈的欢迎。医生们赠给他“罗伯特·科赫奖章”，皇帝封他为“阁下”。

4个月后，科赫开始了他的环球旅行。他想实现自己年轻时的梦想。经过伦敦，他在那里参加征服昏睡症国际代表大会；然后到北美去看望他的弟兄和亲戚。在纽约，美国的学者们向他表示了敬意。安德列夫·加内基发表了节日般的演说：“他是文明时代的真正英雄，他为他同时代的人们服务和拯救他们的人，……我们张开双臂欢迎……”

科赫经弗朗西斯科和火奴鲁鲁继续前往他早就向往的日本。1908年7月21日，科赫又见到了他的学生北里柴三郎。北里柴三郎的一个学生曾叙述那次见面的情景：“科赫65岁了，他的头发全都脱光了。看见他那博学的头，使我联想到伟大的圣人孔夫子。”

在这次环球旅行中，显然他很愉快。他深感遗憾的是，他不能完成这次旅行。因为他收到柏林来的电报，派他到华盛顿去参加国际结核病代表大会。

在开幕式上，科赫当选为名誉主席。两天以后，他用纯熟的英语作了具有重大意义的报告《人和牛的结核病之间的关系》。他透彻地论述了人结核菌和牛结核菌的区别。

1808年10月底，科赫回到柏林。在研究院他的私人实验室里，他又从事结核病的研究工作了。在他的得意门生加夫基60岁生日时，他在庆祝宴会上致了辞。1910年4月7日他还在柏林科学院作了一个报告。4月9日到10

日的夜里，他的心脏病发作了。大约两周后，情况有所好转，在他的最后一名学生和私人助手的帮助下，他甚至出了一次远门，还参加鉴定了柏林市建立的一家结核病医院。

按照他的意愿，他于5月20日前往巴登的一个安静的疗养院去休养。5月27日，这位从不虚度年华的研究者坐在圈手椅上安静的长眠了。

科赫留下遗言，他说如果他去世了，就把他火化，不要举行大规模葬礼。人们遵嘱没有举行大的追悼会，在火化之前只有少数人参加了庄严肃穆的追悼仪式。

青铜骨灰盒安葬在柏林传染病研究院的院内。在白色的大理石墓碑上雕刻着这位伟大人物的头像、他的名字及生卒年月，还用金色的大字记叙了罗伯特·科赫的伟大功绩。

他的坟墓在第二次世界大战中奇迹般地完整无损地保存下来了，使得后人永远有一个地方可以悼念这位永载史册的伟人。

