



人类的足迹

——技术创新与国家创新

张路锁 著
杜建明

未来……

信息时代

工业时代

农耕时代

河北人民出版社

责任编辑：李 方 王 颖

美术编辑：于艳红

责任校对：余尚敏

封面设计：李彦兆

作者简介

张路锁，1962年7月生。1984年毕业于华东石油学院地球物理勘探专业，后取得中国地质大学（北京）理学硕士、中国矿业大学（北京）工学博士，教授级高工，河北省“三三三人才工程”第二层次人才，河北省煤田地质局局长。中国地质学会、煤炭学会、煤炭工业协会技术委员会委员，河北省地质学会、煤炭学会、矿业协会副理事长，河北工程大学兼职教授、研究生导师。专著6部、科研成果40个、论文30余篇。

杜建明，1961年4月生。1983年毕业于华东石油学院地质勘探专业，后取得天津大学MBA硕士学位，高级工程师。先后从事石油、水利、煤炭地勘等行业。获石家庄市“十一五全民科学素质行动”先进工作者、石家庄市突出贡献专家、石家庄市科普专家团成员，河北省水利系统青年学术带头人。专著2部、科研成果6个、论文15篇。

这是一本关于“知识的历史”科普
读本。其中，“技术创新与国家创新”
贯穿始终。

ISBN 978-7-202-11217-5



9 787222 112175 >

定价：60.00元

知识历史科普读本

人类的足迹

——技术创新与国家创新

张路锁 杜建明 著

河北人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

人类的足迹:技术创新与国家创新/张路锁,杜建明著.
—石家庄:河北人民出版社,2016.6
ISBN 978-7-202-11217-5

I. ①人… II. ①张…②杜… III. ①科学技术—技术史
—中国—普及读物 IV. ①N092-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 132276 号

书 名 人类的足迹——技术创新与国家创新
Renlei De Zuji
Jishu Chuangxin Yu Guojia Chuangxin

著 者 张路锁 杜建明

责任编辑 李 方 王 颖

美术编辑 于艳红

责任校对 余尚敏

封面设计 李彦兆

出版发行 河北人民出版社(石家庄市友谊北大街 330 号)

印 刷 河北省发展和改革委员会文印中心

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 23.75

字 数 380 000

版 次 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-202-11217-5/K·1181

定 价 60.00 元

版权所有 翻印必究

前言

修志期间,接触并积累了大量“地史”志料。发现,我们青少年时代所接受的唯物史观教育,带有那个特殊时代(冷战与“文革”都比较激进)片面、简单和教条化的缺陷,并不完全科学。还有,人为割裂自然科技与人文科技,人为割裂中国历史与世界历史,与当今全球社会经济一体化的大趋势格格不入。因此,整理一部关于“知识的历史”科普读本의冲动,始终萦绕心头。

结合科普教育的特点,我们为本书设定了三个目标:一是宽视野。将人类的文明史放在地球生态环境演化的大背景下展开,同时,用对比的方式解读东方文明、西方文明和其他文明,特别是把中华文明放在世界范围内审视,给人新颖爽朗、耳目一新之感。二是高精练。用30多万字的篇幅,提纲挈领,粗线条地勾绘出一幅简笔画式的人类文明发展的基本脉络,符合现代化的快节奏趋势,把历史读薄。三是趣味性。故事化的叙事方式,加上80多幅彩图和密集的知识点,以求提高阅读兴趣,达到普及科学技术知识、历史文化知识、提高全民素质的目的。

为此,我们把容易引起人们兴趣和共鸣的“技术”和“国家”两个普遍存在而又异常美丽的主题贯穿始终。技术,不动声色地提高着我们的生存能力,创造着我们的财富,引领着国家的演化,改变着我们的生存方式。国家,轰轰烈烈地处在历史舞台的正中央,为仁人志士提供着宽广的舞台,把“力不如牛,走不如马”的人变得比牛马强千万倍。但是,我们不得不冷静地承认,技术在帮助人类提高生产效率的同时,对能源和资源的过度开发和依赖,致使地球已经千疮百孔,不堪重负。而代表国家行使职能的“君主”也时常受人诟病,贪婪残忍,专制独裁,吞噬着人类脆弱的文明,并导致无数次的武装起义。

就人类整体而言,人们探索自然(科学)、改进技能(技术)是为了提高自身的生存能力;人们开展合作(分工)、建立组织(机构)也是为了提高自身的生存能力。就人类个体而言,提高自身生存能力的最基本要求,同样要具备更高的技能和更易融入组织的素质,这也就是本书立题的最大意愿,相信绝大多数读者,对此有同样的感受。

所以,本质上说,整个人类文明进程,就是以技术和国家为核心要素,共同推动的结果。人类生存的需求,推动技术(从投掷石头开始)持续创新发展,不断提高人们的生存能力和创造财富的生产效率。当积累到一定阶段后,必定引发人类社会生活方式和国家制度出现重大调整。

首先,人类历史受地质条件的制约显而易见,难怪有学者将地球比作人类历史的子宫。因为水是生命之源并为运输和贸易提供廉价的航道,所以地球的河流、湖泊、海洋和绿地,吸引着移民活动并定居在气候适宜的温热带沿岸。世界最早的几大文明莫不如此,埃及是尼罗河的赠礼,新月沃地依靠“两河流域”的便利建立了绵延的文明,印度是恒河与印度河的女儿,中国有黄河、长江之利,希腊则围绕着温馨的爱琴海繁衍。当一代又一代的人不断积累技术,开垦土地,灌溉沙漠,驯化畜力,利用植物能源和特殊资源制造高强度建筑材料和高硬度金属器件,人类便不再严重依赖地球恩赐的河、湖,他们就可以开垦广大的内陆腹地,文明中心随之扩散,并移向距离不远且具备大片宜开垦土地的西亚地中海周边、中华平原、印度平原,从而拓展在地球上的生存能力。

第二,以农耕技术为核心,促成了农耕文明,留给了人们第一产业的生存技巧。石器技术时代,当人类越来越适应定居式农耕生活的时候,财富有了剩余,人们有了进一步抵御自然灾害、大型凶残动物以及免遭近邻部落掠夺的需求。依靠集体力量,壮大生存能力,成为了普遍追求,于是建立了原始群落和原始村庄。以后随着生产能力的提高,出现了氏族群落、集团部落、联盟部落。随着防范或者对战败部落镇压和管制的需求,出现了警察行业,盟主(也称共主)式国家和城镇出现了,这是国家产生的萌芽阶段。铜器技术时代,定居式生活占了主导,人类进入了城邦式国家。这时,尽管技术本身由手工业者创造,但由于地表可识别的铜矿不普遍,铜器技术成本高,而且国王权贵要显示自己至高无上的地位,所以铜器技术首先为国家权力所垄断。到了铁器技术时代,新技术才广泛应用到一线生产者,社会生产力才得以大幅度提高,人类进入了多国争霸和科技文化大繁荣时期。当给马装上“铁蹄和马镫”——这种当时最先进的运输工具出现以后,造就了游牧文明,并且把人类带进了国家的更高级组织——帝国时代。在一千多年的罗马帝国时代,国家由皇权贵族掌控(秦汉)过渡到士族大夫(隋唐宋)为代表,最后演化为世俗式国家形式(元明清),西方则成了披着宗教外衣的世俗国家。

第三,煤炭技术时代,以蒸汽机技术为中心,催生了工业文明,留给了人们第二产业的财富扩张。当人类可以设计浮动的城市,建造巨型轮船,穿越大洋驶向彼岸时,文明的中心便移动到大西洋沿岸。电力技术革新的巨大进步,使欧洲和北美洲率先步入了国家体制的重塑阶段,出现了分权式君主制宪(或民主共和)制国家、大众式社会主义(或公共福利)国家,以及各种混合形态国家。石油内燃机技术对人类社会产生了强烈冲击,火车与飞机的发展又一次改变了文明格局。大批量地面或空中运输,可以将人员和物质越来越多地直接运向目的地,像广袤的亚欧、南北美洲、非洲、澳洲腹地等不宜农耕的地区,就会逐步克服原来的不利条件。石油技术同样改造着国家政体的进一步变革,两次前所未有的世界大战,迫使人们冷静地认为,国家对自己公民的保护,同样也可以变得不堪一击。为此,出现了超国家组织形式,比如联合国、北约、华约、国家联盟组织(欧洲联盟、东南亚联盟、南亚联盟、阿拉伯联盟、非洲联盟、拉丁美洲联盟),另外还有 7 国集团、20 国集团、上海合作组织、OPEC 石油输出国组织、国家之间的战略合作伙伴、命运共同体等等。

最后,以电子计算机为代表的新科技革命——信息技术,留给我们第三产业的美好未来。新技术革命不到 70 年,互联网信息时代初现,已经极大地改变了我们的生活方式。因此我们有理由相信,互联网革命一定会给人类带来更加美好的生活,以及更加完善的国家治理结构。当然,不同的国民,不同的环境,不同的历史阶段,人们会希望有不同的国家政体。强大而富有的国民喜欢弱小的政府,自由而善于贸易的人们欣赏松散政府,饱受长期战乱与分裂的国民企盼英明的领导,面对强大而频繁的自然灾害和虎狼之邦期望出现强势政府。实际上,人类漫长的文明步伐,都是在深一脚浅一脚的探索中度过,其中,许多民族还为此付出过惨痛的代价。人类经过 N 次的选择与奋斗,终于对政府的功能有了一个比较一致而明确的总体认识,那就是人们需要一个“人民可以当家做主的政府”,也就是李克强总理所设想的:变政府“端菜”为群众“点菜”,政府的规模和体制需要符合人民与历史的选择。但愿本书为读者提供的史料对思考国家的演化能有所裨益。

总之,由于技术的发展,地理因素的影响变小了。地形特征和地貌,或许可以为农业、矿业(制造业)、商业的发展提供机会,但只有富于创造力并坚韧勤勉的技术,再加上一个守规矩讲公信的政府,才能将可能变为现实,创造出

彪炳千古的优秀民族文化。

本书以我国特有的志书体裁为基础,吸收科普、历史、故事、演义等多重表现方式,形成了以技术创新和国家创新为主线的“知识历史学”科普读本。本书以技术的重大革新为历史分段依据,创新了历史学的分期理论。本书把不登历史大雅之堂“雕虫小技”般的管理创新、劳动技术创新与安邦治国的文韬武略相提并论,矫正我国“重人文轻技术,重理轻工”的儒家传统,选材有创新。相信,本书的出版对青少年读者、商业领袖、学术研究者、政治家,都会开卷有益。

本书的定稿和出版,曾得到魏志斌、王一报、艾劲松等朋友的鼓励和指导,特别是河北省科技厅、河北省发改委印刷中心与河北人民出版社给予本书大力支持,在此一并表示衷心感谢。

作者

2015.12

目 录

第一章 石器技术：神话般的时代	/1
第一节 盘古开天辟地：地球的形成与演化	/1
第二节 女娲抟土造人：人类的产生与进化	/7
第三节 燧人钻木取火：第一次能源革命	/12
第四节 伏羲的教化功德：农业的起源	/16
第五节 炎黄涿鹿战蚩尤：最早的城市化与国家的建立	/25
第二章 铜器技术：为国家垄断的时代	/33
第一节 铜器铸就了早期的城邦式国家	/33
第二节 夏朝权贵垄断制铜技术	/41
第三节 连接农耕与游牧的商朝：商业的起源	/46
第四节 向统一国家过渡的西周	/51
第五节 圣经的故事	/62
第三章 铁器技术：生产大普及和文化大繁荣时代	/68
第一节 铁器技术	/69
第二节 铁器技术推广与春秋霸国	/75
第三节 变法与战国争霸	/85
第四节 借八骏秦王灭六国	/93
第五节 一块石头的故事	/105
第六节 诸子百家	/109
第七节 古希腊科学	/116
第四章 马力技术：铁蹄上驰骋的帝国时代	/126
第一节 马是帝国胜负的决定要素	/127
第二节 秦汉帝国	/132
第三节 罗马帝国	/139

第四节	孔雀贵霜帝国	/145
第五节	隋唐宋帝国	/148
第六节	阿拉伯帝国	/160
第七节	拜占庭帝国	/167
第八节	蒙古帝国	/172
第五章	煤炭技术：开启工业文明时代	/177
第一节	欧洲人航海探险与殖民扩张	/178
第二节	蒸汽技术时代	/186
第三节	煤的故事：第二次能源革命	/192
第四节	近代科技革命	/200
第五节	启蒙运动：思想领域的革命	/211
第六章	电力技术：国家重塑时代	/220
第一节	电力技术革新	/220
第二节	欧洲国家革命	/226
第三节	工业化与美洲殖民地独立革命	/235
第四节	工业化与俄国崛起	/243
第五节	工业化对穆斯林世界的冲击	/248
第六节	工业化对东方儒家世界的冲击	/256
第七章	石油技术：世界为之疯狂的时代	/265
第一节	石油：能源新技术	/265
第二节	为石油而战：第一次世界大战	/272
第三节	国家革命与民族独立	/281
第四节	石油的黄金年代	/294
第五节	决战石油：第二次世界大战	/301
第六节	国家的石油战略竞争	/312
第八章	信息技术：新科技文明时代	/318
第一节	冷战	/318
第二节	殖民体系瓦解	/325

第三节	冷战结束	/334
第四节	信息技术革命	/342
第五节	科技进步与综合国力竞争	/354
第六节	历史与未来	/361
结束语：关注变暖的气候		/364

第一章 石器技术：神话般的时代

远古，相当于人类发展早期的石器时代。其中，从距今 250 万年前人类产生到公元前 1 万年，属于以打制石器为主的旧石器时代。当时，人类刚从动物界脱颖而出，受智力和知识的限制，只能从事采集野果、植物，或者用石头和木质弓箭作器具的狩猎式生活。往后到公元前 4000 年，定居式农耕、畜养或者游牧，逐步替代了守株待兔式的觅食生活，人类从此进入了一个由磨制石器和陶器做器具的生产性时代。远古离我们太遥远，而保留给今天人们的，只是一些古老的神话传说与考古发现。

第一节 盘古开天辟地：地球的形成与演化

一、盘古开天地的神话传说

多少年来，中国许多地方一直流传着盘古开天地的神话。说的是在天地开辟之前，宇宙就像是一个大鸡蛋一样，黑暗混沌一团。经过一万八千年的发展变化，宇宙里竟然孕育了一个叫盘古的神。到盘古成熟醒来后，他凭借着自己的神力，把这一团混沌的宇宙劈开了来。从此，轻的东西往上浮，就成了天，重的东西往下沉，就成了大地。以后，天每天高出一丈，地每天加厚一丈，盘古本人也每天长高一丈。这样又过了一万八千年，天就变得很高，地就变得很厚，盘古当然也成了顶天立地的巨人^①。

经过很长一段时间后，宇宙凝固不动了，盘古也终因劳累过度而倒下了。临死的时候，他呼出的气变成了风；发出的声音变成了雷霆；眼睛变成了太阳和月亮；毛发变成了大地上的丛林草木；四肢变成了东、西、南、北四极；躯体变

^① 《三五历纪》记载：天地浑沌如鸡子，盘古生其中。万八千岁，天地开辟，阳清为天，阴浊为地。盘古在其中，一日九变，神于天，圣于地。天日高一丈，地日厚一丈，盘古日长一丈，如此万八千岁。天数极高，地数极深，盘古极长。后乃有三皇。数起于一，立于三，成于五，盛于七，处于九，故天去地九万里。

成了雄伟的三山五岳；血液变成了江河湖海；牙齿、骨骼和骨髓变成了地下矿藏；汗水变成了雨露^①。

不过，历史和考古学家们认为，盘古是中国传说中最早的神，是中华民族最早的祖先之一。科学证明，他更有可能是中国远古时代一个氏族部落的名字，所以也可称盘古氏。由于他们对人类进步的巨大贡献，我们一直都在传颂着。

二、地球起源的科学假说

盘古开天地，说的是我们生活家园——地球起源的神话故事。然而，严谨且略显呆板的地质科学家们，给出了另外一种演义。

宇宙是一个无始无终、无边无垠，且包囊一切物质的大集合体。其中，一些物质在万有引力的作用下，不停地俘获周边引力场以内的物质。当然，如果两个以上的引力刚好达到均衡时，他们便沿着一定的轨道，围绕着一个或多个球体作椭圆形旋(公)转。我们现在知道的太阳系中的彗星，便是这种多引力造成的结局。由引力引发的聚合作用持续进行，体积不断加大，引力场在空间上不断扩张。随着球体的增大，体内物质开始以不同的方式整合自身，启动了缩合作用：一部分物质开始发生化学转化，另一部分物质开始发生核聚变。球体内能量的不断聚集，使得中心部位的密度不断增大，在相对论质量转换能量原理的作用下，一部分物质释放出空间，直接转化成能量，达到新的暂时的平衡。

当球体能量聚合与缩合到一定程度时，大爆炸就在一瞬间开始了。聚积了超级能量、超级密度和超级温度的球体，在大爆炸的最初几秒钟，以比光速还要快的速度膨胀，释放出大量的能量、尘埃和碎片。大爆炸以后，球体就以大致恒定的速度释放能量，这就是恒星。比如太阳，就是在大约 130 亿年前因大爆炸开始的恒星岁月。而太阳又是更大的银河系中的一颗普通的恒星。

因为地球离太阳较近，所以当 46 亿年前地球形成时，它不仅保持了高温炽热(地球当时的温度估计在 1000°C)，而且保留了较多的重物质。不难设

^① 《广博物志》记载：盘古之君，龙首蛇身，嘘为风雨，吹为雷电，开目为昼，闭目为夜。死后骨节为山林，体为江海，血为淮渚，毛发为草木。其中，淮渚特指淮河，泛指河流。

想,距离大爆炸越近,尘埃物质的密度越大,陨石对初生地球的撞击频率也越高。因此,地球体在很长一段时期内保持了黏稠状熔融炽热状态。这促使地球很快发生两个方面的嬗变:

一是在太阳引力、旋转和重力作用下,内部物质发生分异。其中较重的部分渐渐地聚集到地球的中心部位,形成地核,其密度逐步变大,流变性逐步变差、温度逐步升高;较轻的物质则悬浮于地球的表层,形成地壳,其密度逐步变小,温度逐步降低,流变性逐步变差;而介于两者之间的物质则保持了熔融的可流变性地幔。比如,代表重物质的铁(原子量 56)和代表轻物质的氧(原子量 16),在地球中的含量都是 30%左右,而表层地壳中铁和氧的含量分别是 6%和 46.5%。

二是随着物质的重新组合、分化以及内部温度的升高,使内部结晶水汽化,各种挥发组分上升到地表,逐步成为大气圈层。以后又随着地表温度的逐渐下降,气态水经过凝结,积聚到一定程度后,通过降雨重新落到地面,于是在地面上又形成了水圈。大气和水圈在太阳光能、角速度不均衡以及雷电交加的作用下,不断循环并不时地发生化学反应。不久,演化出现了新的分子、超级分子、氨基酸,最后,最低等的原始生命开始在水介质中进化产生。

地球表面的温度不断降低,一发而不可收,这种情况一直持续到了震旦纪大冰期。

三、震旦纪大冰期

在地球形成的最初 30 亿年时段里,科学家称其为太古与元古时代^①。这时地壳很不稳定,火山活动频繁,岩浆四处横溢,海水面积覆盖地壳的绝大部分,零星的陆地上尽是一些秃山。这时,岩浆活动把地球深度的铁带到地表,是铁矿形成的重要时代。

到了距今 10 亿年的元古代晚期,地球在自转的作用力下,出现了两大片比较固定的陆地,即靠近南极的冈瓦纳古陆和离北极不远的劳亚古陆。地球

^① 地质学家将地球形成以来的漫长年代划分成五个时段,即:太古代、元古代、古生代、中生代、新生代。进一步,每个时代又划分出若干“纪”,比如,元古代末期有“震旦纪”;古生代包括寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪;中生代包括三叠纪、侏罗纪、白垩纪;新生代包括古近纪、新近纪、第四纪。而每个纪还可以划分出若干“世”,比如古近纪有古新世、始新世、渐新世;新近纪包含中新世、上新世;第四纪包含更新世、全新世。

的其余表面被一个叫作特提斯的大海包围或者分割。冈瓦纳古陆包括现今的南美洲、非洲、马达加斯加岛、阿拉伯半岛、印度半岛、斯里兰卡岛、南极洲、澳大利亚和新西兰。劳亚古陆是欧洲、亚洲和北美洲的结合体,这个北方陆块即使在现在还没有离散得很远。劳亚古陆有着很复杂的形成和演化历史,它主要由古北美陆块、古欧洲陆块、古西伯利亚陆块和古中国陆块合并而成。在距今约3亿年前的古生代晚期,这些古陆块逐步靠拢并碰撞,大致在距今2.5亿年前的二叠纪末期才逐步闭合。

大约在7亿多年前的震旦纪,整个地球几乎完全被冰雪覆盖,这就是地球史上三大冰期的震旦大冰期。这个时期的冰川堆积物遍布世界各地。那么,是什么原因造成原本炽热温暖的地球陷入寒冷之中呢?科学家们提出了冰期成因的多种假说。比如:

1. 当太阳随同银河系的自转通过宇宙间寒冷区域时,或转到宇宙尘微粒子稠密区域时,部分太阳辐射被宇宙尘埃吸收,地球得到的太阳辐射能量减少,温度降低,地球出现冰期。

2. 地球公转轨道的偏心率每9.3万年就会发生一次变化,造成地日距离加大;或地球受木星的摄动,地球公转轨道变圆,地日距离变远,地球温度降低,形成冰期。

3. 地球转速的变更,如地球转速加快时,两极寒冷的大气涌向赤道,气候变冷。

4. 强烈的地壳运动,使火山活动频繁,火山喷发出大量碎屑,遮天蔽日,减弱了太阳辐射热。强烈的地壳运动还会造成大陆上升,大量新岩石暴露于空气中,岩石风化使大气中保护地球热量不致散发的二氧化碳含量降低,造成气温下降和冰川活跃,产生冰期。

5. 大陆漂移使各大陆相对两极的位置在不同时期发生不同的变化。在移近两极时气候寒冷,出现冰期。

6. 地球南北磁极互相倒转的过渡时期,地磁场相当微弱,大气层中弥漫着带电粒子和宇宙尘埃,阳光被遮挡,气温下降,雨和雪断断续续,一下就是数百年,冰期到来。

7. 寒冷的北冰洋的海水通过海峡与温暖的太平洋、大西洋交流时,潮湿的气候使北冰洋上空大雪弥漫,结成冰盖,将大部分太阳辐射反射掉,致使气候

变寒，冰期出现。

四、古生代和中生代温室期

由于地球在冰盖期间没有液态水，不能捕捉大量的可携带热能的二氧化碳，所以二氧化碳在大气中的含量不断攀升，这引起地球表面转向变缓周期。大约在至今 5.4 亿年前的寒武纪，地球温室效应加上制造氧气的蓝绿藻（一种低等生物）繁盛，引发了寒武纪后期的生命大爆发。这一时期见证了几乎所有海生无脊椎动物种类的起源。三叶虫几乎遍布世界各地。由于动物吸收氧气并排放二氧化碳，再加上从冰盖中释放出大量的二氧化碳，所以在寒武纪后的大气中 CO_2 含量达到了 0.035%^①。温暖的气候进一步融化固态水，地球表面水量大幅度增加。液态水吸收二氧化碳，并于水中的钙或者镁结合形成碳酸钙、碳酸镁。它们连同铁一起沉积在大洋底部，以后形成了大套的寒武纪奥陶纪石灰岩。这对未来人类的生产和工业活动具有十分重要的作用。古生代晚期海洋中出现了几千种动物，海洋无脊椎动物空前繁盛。以后出现了适合在水中活动的鱼形动物，鱼类大批繁殖起来。随着陆地的扩大，一种用鳍爬行的鱼出现了，并登上陆地，成为陆上脊椎动物的祖先。两栖类也出现了。北半球陆地上出现了蕨类植物，有的高达 30 多米。这些高大茂密的森林，后来变成大片的石炭和二叠纪煤田。

距今 2.7 亿年的古生代末期，南方古陆发生了一次规模庞大的二叠纪冰期，这次冰期让两栖类动物和高大的蕨类植物逐步退出了地球舞台。这也直接引起了南方古陆的大分裂和大迁移。冈瓦纳大陆开始分裂，南极洲、澳大利亚、非洲、南美洲和印度次大陆开始漂向现在的位置。中大西洋裂谷在距今约 2 亿年的三叠纪开始张开，到距今 1.2 亿年的侏罗纪末期，可能已张开达 1000 公里的宽度。

南大西洋的裂开大约开始于距今 1.1 亿年的白垩纪。撕裂劳亚古陆的北大西洋张开最晚，大约开始于距今 7000 万年的古近纪。与此同时，由北大西洋裂谷向东北延展而伸入格陵兰与欧洲之间，挪威海随之张裂开。这期间，完

^① 理论上讲，大气中二氧化碳含量是 0.03%。但最新的一项研究表明，如今大气中二氧化碳的含量已经达到了 210 万年来的最高值，即 385ppm（毫克/升），就是 0.0385%。