



笔者对航空业有一定程度的了解，因而拿到《大国之翼——C919 大型客机研制团队采访报告》很快就读完了：文字很生动，阅读时似有亲历 C919 成长中每一个重大时刻的感觉；总师们的话很接地气，让飞机的一钉一铆都有了温度；图像很珍贵，以独特的角度传递了研制中一幕幕令人震撼、动容的场景。

这是第一次对 C919 研制团队的集中叙述，也是让幕后英雄为国产大飞机代言的重要一步。即使在中国商飞成立 10 年、C919 首飞一年之后的今天，仍有质疑的声音——“不就是造了个飞机壳子吗？”C919 副总设计师黎先平的回答是：“民机制造业发展到今天，无论是波音、空客，还是巴西航空工业、庞巴迪，都是采用‘主制造商——供应商’的模式，充分利用行业分工优势，提高飞机研制效率。姑且不论飞机系统集成的难度之大、自主知识产权之强，就‘造壳子’这件事，C919 上就做了很多创新。最有名的就是 C919 机头采用了四块玻璃组成的圆弧形风挡，外加设计过程中从 500 多个翼型方案中优选出的超临界机翼，使得整个飞机气动外形优美，巡航升阻比高。同时，为了在结构强度和经济性之间取得平衡，设计师使用了密度低而强度高的新

材料，既使用了碳纤维复合材料，又使用了第三代铝锂合金。”

对壳子当然得测强度。全机 2.5g 极限载荷静力试验早已见诸报端，作为 C919 研制历程中的重要里程碑而为人们称道。这得益于 C919 副总设计师周良道和他的团队出众的分析能力。他们将 C919 的有限元模型做到 1500 万个节点的精度，达到了国际领先水平，为各项结构强度试验打下了坚实的基础。本书介绍了全机结构疲劳试验背后的故事，周良道形容其为一场马拉松，周期非常长，一个试验就可长达几年甚至十几年。假设飞机寿命为 20 年，其“一生”中约有 3 万次以上起降，那就意味着机舱将经受 3 万次以上的充压泄压。这 3 万次充压泄压，必须得到验证，按每天进行 100 次循环，也得 300 天才能完成。研制团队借鉴国外经验，将飞机两边舷窗都做成通气孔，一边用于充压，另一边用于泄压，还引进一些自动化检测设备，从而提升了疲劳裂纹的检测效率。

飞控系统是飞机机载系统里最复杂、设计难度最大的系统之一。C919 的飞控系统涉及三个专业：主飞控，操纵主舵面；高升力，控制襟翼、缝翼增升装置；自动飞



《大国之翼：C919 大型客机研制团队采访报告》  
陈伟宁、欧阳亮、周森浩著  
上海科学技术出版社出版

行系统，实现飞机自动飞行。飞控系统量身定制的，总体布局、气动外形等直接影响飞控的设计，而且飞控和液压、电源、航电等系统耦合度很高。研制过程中，副总设计师赵京洲和他的团队采用比主流模式层次更深的集成：设计师先进行分系统集成、分系统间集成，飞机级系统集成，再进行飞控系统和飞机的集成。如果供应商在研制过程中出现问题或偏离，最终的解决和裁决，由赵京洲带领设计师团队做出评判和决定。

类似的还有 C919 的航电系统。副总设计师周贵荣及其团队从研制之初就确立了“自主设计和集

成”的前进方向。中国商飞研究整体工作包如何分解和集成，在综合考虑先进性和经济性的基础上，对子系统进行综合设计，再选择相应的供应商承担分解后的工作包及分系统的研制任务。这一模式更有利于先进性和经济性的综合平衡，主制造商具有更高的主动权和对项目

掌控能力，整个航电系统的开放性也非常好，可随时根据要求对子系统进行创新设计和升级换代。

C919 首飞那天，中国商飞在世界民机史上第一次向全球观众直播首飞过程中的驾驶舱画面。外媒认为，这表明了中国商飞作为飞机制造商的信心。C919 的灵魂和身体，都是中国商飞人用智慧和汗水浇筑出来的，C919 大型客机的研制是长期奋斗、长期攻关、长期吃苦、长期奉献的过程。

曾有人讽刺中国商飞研发中心大楼半夜还灯火通明是“浪费国家的钱”，殊不知彼时正是决战 C919 设计发图节点的“百日攻

坚”。时至今日，研发团队总师们仍带领团队执行着传说中的“611”工作制（一周工作 6 天，一天工作 11 小时），为中华民族的百年梦想而努力拼搏。已在行业 33 年的老航空人、副总设计师周贵荣从未休过年假，C919 首飞前，他带领团队连续奋战 6 日 5 夜，一直蹲守在现场，第一时间解决问题。

2015 年 11 月 C919 总装下线后，试飞团队开始了首飞的准备。C919 副总设计师、试飞中心总工程师王伟克服了队伍人员年轻、经验不多的挑战，协调机场、空管局、东部战区、适航审定中心等众多单位，同时为保证浦东机场的正常运营，每天凌晨 3 时即进行试飞准备工作。2017 年初，C919 地面试验最为集中，试飞团队顶着大风和低温坚持了近半年，为最后的顺利首飞提供了坚实的保障。

自幼喜欢飞机的 C919 副总设计师傅国华，是在中国民机产业低谷时毅然进入这个行业的。22 年来，为了心中的理想、国产的民机，他不分昼夜时常加班，40 多岁才要孩子。“长期奉献”已成习惯，即使在 C919 成功首飞后的“十一”假期，他仍一如既往投身工作，仅休息了一天。

C919 成功首飞已一年有余，摆在面前的就是适航取证工作。总设计师吴光辉说，取证试飞有很多高风险科目，每一步都非常艰难。结冰、失速、大侧风，高温、高寒、高原等自然环境，都在等着研制团队去攻坚、去奋斗。

# 人类不是地球生命演化的旁观者

——读《生命简史》有感

■陈华文

《生命简史》作者理查德·福提是英国资深古生物学家，在英国自然历史博物馆工作至退休。他曾任伦敦地质学会主席，毕生与地质研究为伴，在三叶虫与笔石动物、节肢动物演化、奥陶纪古地理重建与地层对比、寒武纪生命大爆发研究领域有很深的造诣。

福提还是地学科普达人，除了这本《生命简史》，他撰写的《化石：洪荒时代的印记》《藏匿的风景》《三叶虫：演化目击者》《地球：一段亲密的历史》等系列科普著作影响同样深远。《生命简史》出版以来，在世界各地翻译出版，被化石迷奉为“殿堂级的地学科普书”。

《生命简史》分为“永恒的海洋”“从尘埃到生命”“细胞、组织和躯体”“人类”等 13 个章节，福提以第一人称作表述方式，将自身的地质研究经历、见闻、趣事和古生物学理论有机融合，用开阔的视野、扎实的学识、生动的文笔，讲述地球生命 46 亿年波澜壮阔的演化传奇。

46 亿年是极其漫长的地质过程。伴随着地球内部和外部环境的巨大变化，生命从无到有时刻进行着演化，一方面适应着地球的环境，同时物种也在改造着生态环境。在不同的地质时期，曾有不同的新物种出现，同时也有不同的物种灭绝。生命演化的场景，构成地球上最为壮观的“表演”。

地球上的生命是如何形成的？西方神话认为是造物主创造的。1788 年，苏格兰

农场主兼业余地质学家赫顿，观察了河流的泥沙和河岸遭受受损的过程，并从岩层中得到启发，认为它们代表亿万年来沉积。他通过系列的论证，摒弃了中世纪的地质学理论，进而将地质学正式确立为一门科学。1915 年前后，放射性同位素测年方法运用于岩石测年，地质学家首次测出岩层的绝对年龄，并很快完成地质年代表的“编码”。

地球孕育了生命，然而 46 亿年前地球在宇宙大爆炸中诞生时，是滚烫的高温星体。35 亿年前，地球大气层形成，使生命的出现具备了生存条件。地球上最早出现植物，是在 4.5 亿年前。

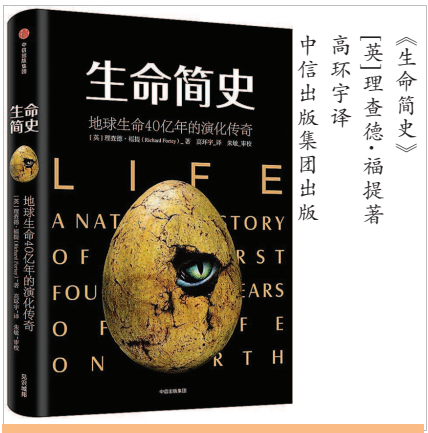
在地球生命演化中，恐龙是无法绕开的物种。恐龙起源于 2.25 亿年前，灭绝于 6500 万年前，在地球上生活了 1.6 亿年，最终落得了“演化失败者”的声名。传统观念认为，恐龙和其他爬行动物一样，是行动缓慢的冷血动物。但在 50 多年前，有学者指出恐龙属于温血动物。现在人们基本达成共识，肉食性恐龙可能是温血的，植食性恐龙则是冷血的。恐龙的灭绝，是地球遭外星体的陨石撞击后，形成浩瀚无边的火灾，因高温和食物锐减而迅速灭绝。也有学者认为，恐龙是因为气候或海平面变化而缓慢渐进地走向灭绝。笔者认为，恐龙灭绝是这两种因素叠加而形成的恶果。

人类文明真正入主地球，才不到一万年，这和恐龙统治地球 1.6 亿年的历史相差甚远。人类和所有物种一样，也历经了

漫长的演化过程。现在的人类，又称为智人。智人是灵长目亚科人族的分支，大约在 500 万年前与组成人科的大猩猩、黑猩猩分道扬镳。大约在 15 万年前，起源于非洲的现代智人，纷纷扩散到世界。人类对于生存条件极为苛刻，需要肥沃的土地、充足的水源、繁茂的植物。由此也不难看出，在远古的非洲，生态环境应该还算不错，否则人类不会首先在那里出现。

从猿到人的演化中，直立行走是最为关键的一步，为此人类花费了数万年的时间。当今地球人类接近 60 亿，日日夜夜、分分秒秒在向地球索取自然资源，使得地球承担着巨大的生态压力。资源是有限的，地球会否“弹尽粮绝”？

阅读《生命简史》，笔者不禁联想到近年来出版的《地球生命的历程》和《大灭绝时代》。这两本书谈到，地球生命历经六次演化。第六次生命的演化，是工业革命以来相当长的一段时期。生命演化历程中，物种的消亡与新生，本属于正常的自然规律。可是自第一次工业革命以来，由于人类的活动范围迅速扩大，对自然的索取越来越多，无数的原始森林遭到肆意砍伐，水源地遭到破坏。人类活动虽然基本上不可能让微生物、真菌、藻类和其他生活在海底与高空等极端环境中的生物从地球上消失，但对于树木、哺乳动物、鸟类和爬行动物等大型生物来说，生存的前景不算乐观。这些大型生物的生存，需要在大面积的栖息地中达成各种微环境的平衡。如



果大型生物的栖息地不复存在，很多物种将走向灭绝。

过去的 2 亿年中，地球上平均每 100 年约有 90 种脊椎动物灭绝，平均每 27 年有一种高等植物灭绝。然而，因受人类活动的干扰，鸟类和哺乳类动物灭绝的速度提高了 100 至 1000 倍。近 100 年来，110 种哺乳动物、139 种鸟类在地球上消失了。昆士兰毛鼻袋熊于 1900 年灭绝，北美白狼于 1911 年灭绝，中国犀牛于 1922 年灭绝，巴厘虎于 1937 年灭绝，墨西哥灰熊于 1964 年灭绝，爪哇虎于 1980 年灭绝，加拿大黑足雪貂于 1991 年灭绝……我国长江流域里白鳍豚的生死，依然是人们关心的话题。

人类的出现不过几百万年，在生命演化的时钟上，仅占有数分钟的光阴。对于地球漫长的自然历史，其实有太多的谜底需要揭开。地球承载着生命与人类文明，从宇宙视角看，这颗星球依然璀璨、伟大。同时也应看到，对于承受的生态环境压力，地球已不堪重负。当前，最为急迫的就是维护好、保护好物种之间的多样性平衡，使自然界保持蓬勃生机。时间在继续，地球生命演化的故事远未结束。