

中国大飞机：21世纪的一号工程 | 中国高铁：走向世界

特高压输电：中国挑战美国创新领导地位的重大工程 | 港珠澳大桥：中国成为桥梁建设强国

# 大国工程

MEGAPROJECTS  
IN A GREAT NATION

赵忆宁 著

GAOXIAO ZHUTI CHUBAN  
高校主题出版

# 大国工程

赵忆宁 著

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

大国工程/赵忆宁著. —北京: 中国人民大学出版社, 2018. 5  
ISBN 978-7-300-24094-7

I. ①大… II. ①赵… III. ①报告文学-中国-当代 IV. ①I25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 022533 号

大国工程

赵忆宁 著

Daguo Gongcheng

|      |                                                                                                                                  |      |                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------|
| 出版发行 | 中国人民大学出版社                                                                                                                        |      |                     |
| 社 址  | 北京中关村大街 31 号                                                                                                                     | 邮政编码 | 100080              |
| 电 话  | 010-62511242 (总编室)                                                                                                               |      | 010-62511770 (质管部)  |
|      | 010-82501766 (邮购部)                                                                                                               |      | 010-62514148 (门市部)  |
|      | 010-62515195 (发行公司)                                                                                                              |      | 010-62515275 (盗版举报) |
| 网 址  | <a href="http://www.crup.com.cn">http://www.crup.com.cn</a><br><a href="http://www.ttrnet.com">http://www.ttrnet.com</a> (人大教研网) |      |                     |
| 经 销  | 新华书店                                                                                                                             |      |                     |
| 印 刷  | 涿州市星河印刷有限公司                                                                                                                      |      |                     |
| 规 格  | 170 mm×240 mm 16 开本                                                                                                              | 版 次  | 2018 年 5 月第 1 版     |
| 印 张  | 15.5 插页 2                                                                                                                        | 印 次  | 2018 年 5 月第 2 次印刷   |
| 字 数  | 233 000                                                                                                                          | 定 价  | 49.00 元             |

版权所有 侵权必究      印装差错 负责调换

# 序 记录强国时代的大国工程

胡鞍钢\*

## 一、何谓“大国工程”

所谓“大国工程”，是人类认识世界、改造世界、并对人类命运产生深远影响的精神实践和物质实践的统一，这就至少需要包含三个基本特征，即时间上的延续性、空间上的跨度性和福祉上的广泛性。

“大国工程”，从历史角度来讲，就是经受住时间洗礼，可持续、可验证的人类实践活动；从现实角度来讲，是解决人类发展面临的重大问题的实践活动；从未来角度来讲，则是涉及人群最广，并将泽被后世的实践活动，是“前人栽树、后人乘凉”的代际工程。

从中国历史上看，每个兴盛时代都会建造大国工程，惠及后人。在秦国强盛时代，建造了都江堰工程（约公元前 256—前 251 年），它历经两千多年风采依旧，惠及成都平原；京杭大运河开掘于春秋时期，完成于隋朝，繁荣于唐宋，取直于元代，疏通于明清，它是世界上里程最长、工程最大的古代运河，也是最古老的运河之一。

从新中国历史上看，在长江上修建的第一座公路、铁路两用桥——武汉长江大桥，是中国第一个五年计划标志性的大国工程，是苏联援助中国 156 个重大项目之一，其设计寿命 100 年，至 2017 年已使用了 60 年，惠

---

\* 清华大学国情研究院院长，清华大学文科资深教授。

及长江两岸，诚如毛泽东在《水调歌头·游泳》这首词中所言：“一桥飞架南北，天堑变通途。”1960—1968年期间我国建造了南京长江大桥，这是由中国自行设计和建造的双层式铁路、公路两用桥。至今长江大桥已有68座，大大促进了中国南北方的经济一体化，创造了巨大的经济社会效益。

改革开放以来，中国进入经济起飞时代，也进入工业化、城市化、基础设施现代化加速阶段，自行设计和建造了一大批标志性的大国工程，如长江三峡水电站（1994—2009年建设），这是世界上规模最大的水电站和清洁能源生产基地，至2017年3月累计发电超过1万亿千瓦时，仅减排二氧化碳就超8亿吨。

## 二、中国进入大国工程时代

只有世界大国才有大国工程，只有大国工程才能是世界工程，只有世界工程才能称世纪工程。

进入21世纪，中国进行前瞻性全国大布局，建设更大规模的大国工程，大力振兴我国重大装备制造业，使之成为工业化、现代化建设的发动机，重点建设一大批关系全局与未来的重大项目，尤其是水利、交通、通信、能源、环保、生态等基础性设施工程。国家“十一五”规划安排了15类134个重大项目，其中包括民用飞机等项目；国家“十二五”规划安排了20类142个重大项目，其中包括港珠澳大桥、特高压跨区域输电通道等项目；国家“十三五”规划安排了23类165个重大项目，其中包括加快大型飞机研制，建设智能电网、能源互联网等项目，特别是建成全国高速铁路网，预计2020年营业里程达到3万公里，覆盖80%以上的大城市，使我国综合交通基础设施总体达到世界水平。

这些大国工程几乎都是代表世界先进水平的杰作，已经创造出难以估量的经济效益和社会效益。仅以高速铁路为例，2008年中国高速铁路营业里程为672公里，仅占铁路营业里程的0.8%，占铁路客运量的0.5%；到2017年底中国高速铁路营业里程已经达到2.5万公里，占铁路营业里程的19.7%；截至2017年9月30日，中国高铁动车组累计发送旅客突破

70 亿人次，高铁动车组已成为国人旅行的主要交通工具，这极大地显示了高铁的正外部性和溢出效应，如为旅客节约了难以计算的时间成本，从根本上改变了内陆地区的区位优势，加速了人流、物流、信息流的交换速度，促进了区域经济一体化、全国经济一体化等。从经济学的视角来看，建设这些标志性的大国工程，尽管工程的设计者、建设者都付出了极大代价和艰辛劳动，但其符合公共投资长期边际成本趋于零的规律，功在当代，惠及后世。

中国高铁革命的意义早已超过美国的铁路革命，当时美国总人口不足 1 亿人，而今天中国总人口已近 14 亿人。如果说美国的铁路革命是美国成为世界强国的重要标志，那么中国的高铁革命则是中国进入世界强国时代的重要标志。

### 三、中国进入全面创新时代

我们有幸见证前所未有的伟大科技创新时代。我和我的研究团队对科技实力的宏观研究表明：2000 年中国科技实力（核心指标包括：投入指标，即研发支出；产出指标，如本国居民发明专利申请量和科学论文发表数）占世界比重为 3.99%，美国比重（25.63%）是中国的 6.42 倍；2010 年中国的比重上升至 15.78%，与美国比重（22.64%）的相对差距已经缩小，美国是中国的 1.44 倍；2015 年中国比重上升至 24.17%，美国的比重则下降至 19.66%。从科技实力上看，进入新世纪后，中国仅用 15 年的时间就实现了对美国的赶超。从世界科技前沿来看，中国在加速追赶美国等发达国家，在高速铁路、特高压输电、巨型跨海大桥等重大工程方面取得了重大突破，不仅在国内打造大国工程，而且已经开始走向世界。

这充分体现了两种中国独特的创新机制：一是自下而上的基于市场机制的市场创新、科技微创新，反映在企业对研发的直接投入和发明专利“双增长”；二是自上而下的基于国家科技发展战略需求的重大工程创新，举全国之力办全国大事，反映在国家重大工程和项目数“双增长”。两者不是对立的而是统一的，不是相互排斥的而是相互补充的，不是相反的而

是同向同行的。这也解释了为什么中国不仅在科技实力上会超过美国，而且在重大工程上也会超过美国。中国步入世界科技强国之列的速度远超人们的预想。

世界强国需要大国工程，大国工程又是世界强国的重要标志。美国曾是如此，才有了太平洋铁路工程（1869 年建成）、胡佛水坝（1936 年建成）、旧金山金门大桥（1937 年建成），它们至今还在发挥效益。当今的中国更是如此，且正在全面超过美国。特别需要指出的是，根据国家“十三五”规划，到 2020 年，中国将力争在基础研究、应用研究和战略前沿领域取得重大突破。中国还会建设和创造令世人瞩目的大国工程、世界工程、世纪工程，继续创造人间奇迹。

#### 四、记录中国如何走向强国时代

我们有机会记录前所未有的伟大时代，即中国进入世界强国的时代。不同的人有不同的视角，就会有不同的记录，但本质上还是一致的，都是以中国为对象、以中国为中心、以中国为主题，书写不同的中国好故事。

何谓中国好记者？一是中国实践的记录者，真实记录当代中国的重大事件，第一线报道中国重大创新、重大工程，及时反映人民创新、国家创新；二是中国声音的传播者，讲好精彩的中国故事，彰显中国力量。

本书作者作为一名职业记者，深入第一线调研采访，真实记录了中国企业管理者、工程师、技术员、工人如何创造大国工程奇迹，全面反映了中国两种创新是如何同向同行的。可谓“不入虎穴，焉得虎子”。不经过深入细致的调查研究，就不能了解真实情况；不下功夫深入思考分析，就不能获得真知；不经过艰苦的反复打磨润色，就不能留下真正有价值的中国记录；不动真情就写不出有温度、有品质的作品，更不可能打动读者。

本书作者已经撰写和出版了若干有关中国与世界的专题著作，为了解中国、观察中国、分析中国留下了宝贵的文字资料，深受广大读者的欢迎。我本人就是一名忠实读者。这些著作提供了第一线的重要采访报道和第一手的重要数据资料，也从微观视角透视了中国是如何走向强国时代

的，为被采访者和读者之间架起了沟通和交流的信息桥梁，为中国和世界架起了知识桥梁，更为当下和未来之间架起了历史连接的桥梁。这正是本书的价值所在。

2018 年 1 月

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 中国大飞机：21 世纪的一号工程 .....   | 1  |
| 中国大飞机准备起飞 为制造强国而战 .....      | 4  |
| 中国大飞机 C919 即将揭开面纱 .....      | 4  |
| 航空制造业：中国制造的短板 .....          | 5  |
| 高层强音：中国制造自己的大飞机 .....        | 7  |
| “黄皮白心”：是自主研发吗？ .....         | 9  |
| 后发制人：两大竞争对手率先换“心” .....      | 11 |
| 十年为期：迈入航空制造业强国行列 .....       | 13 |
| 国家发展中国大飞机的四次决策               |    |
| ——专访国家大型飞机重大专项专家咨询           |    |
| 委员会委员吴兴世 .....               | 15 |
| 大飞机承载几代人梦想 .....             | 15 |
| 运-10 被搁置的三个原因 .....          | 17 |
| 三次艰难的决策历程 .....              | 19 |
| 面向市场的“三条金光大道” .....          | 21 |
| 引领产业发展 .....                 | 23 |
| 这次我们终于干成了：C919 飞机自主创新有五个标志   |    |
| ——专访 C919 项目常务副总设计师陈迎春 ..... | 25 |
| “举全国之力”研制大飞机 .....           | 25 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 解密一段曲折的历史 .....                   | 26 |
| C919 完全是自主设计 .....                | 28 |
| 如何参与国际市场竞争? .....                 | 30 |
| <b>C919 订单预期 2030 年占全球市场 1/5</b>  |    |
| ——专访中国商飞市场营销部副部长党铁红 .....         | 33 |
| 当前订单包括确认订单和意向订单 .....             | 33 |
| 预期 2030 年占全球市场 1/5 .....          | 35 |
| <b>“主供模式”：中国商飞与顶级供应商形成“生命共同体”</b> |    |
| ——专访中国商飞张洪光处长、郭佳文处长 .....         | 37 |
| 16 家合资企业 提升系统及产品研制能力 .....        | 38 |
| “主供模式”：与顶级供应商打交道 .....            | 41 |
| 在艰难的摸索中学习 .....                   | 43 |
| 新型供应商模式：“生命共同体” .....             | 45 |
| <b>中国大飞机是 GE 全球战略千载难逢的机会</b>      |    |
| ——专访昂际航电总裁兼首席执行官仲安仁 .....         | 48 |
| 成立合资公司是 GE 全球战略的需要 .....          | 48 |
| 提倡“合规文化”，转移“干净”技术 .....           | 51 |
| 希望从 C919 项目中获得经验和美誉 .....         | 52 |
| <b>沉浮：中国大飞机的三十年</b>               |    |
| ——专访北京大学教授路风 .....                | 55 |
| 大飞机决策回溯 .....                     | 55 |
| 运-10 下马摧毁了大飞机的研发平台 .....          | 60 |
| 中国商飞一定要坚定地走下去 .....               | 64 |
| <b>第二章 中国高铁：走向世界</b> .....        | 67 |
| 中国超高速试验列车 .....                   | 70 |
| 时速 605 公里超高速列车台上试验 .....          | 70 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 高铁就像一架飞机在不停地起降 ..... | 72 |
| 希望最高速度出现在中国 .....    | 73 |
| 多项创新技术等待上线验证 .....   | 75 |
| 抢占技术制高点，带动行业发展 ..... | 76 |

### 高速是我们追求的梦想

|                              |    |
|------------------------------|----|
| ——专访南车青岛四方副总经理、总工程师梁建英 ..... | 77 |
|------------------------------|----|

### 中国强势进入高铁国际市场

|                         |    |
|-------------------------|----|
| ——专访南车青岛四方副总经理倪胜义 ..... | 82 |
| 拿下阿根廷大单 .....           | 83 |
| “国际化经营”的战略布局 .....      | 85 |
| 让中国高铁走向全世界 .....        | 87 |

## 第三章 特高压输电：中国挑战美国创新领导地位的

|            |    |
|------------|----|
| 重大工程 ..... | 89 |
|------------|----|

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 特高压输电：引领中国从技术追赶到技术领先的转变 ..... | 91 |
|-------------------------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 特高压输电的曲折之路：追寻特高压技术创新之美 ..... | 94 |
|------------------------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| 难题之一：提高电压与控制电压 ..... | 95 |
|----------------------|----|

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 难题之二：污秽环境下外绝缘子的配置 ..... | 98 |
|-------------------------|----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 难题之三：控制电磁环境与控制电场 ..... | 101 |
|------------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 难题之四：特高压设备的研制 ..... | 102 |
|---------------------|-----|

### 中国从超高压到特高压的历史性飞跃

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| ——专访国家电网公司副总工程师陈维江 ..... | 106 |
|--------------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 中国输电网曾落后西方 20 年 ..... | 106 |
|-----------------------|-----|

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 特高压输电在世界各国的探索与命运 ..... | 108 |
|------------------------|-----|

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 中国特高压输电为何是自主创新 ..... | 110 |
|----------------------|-----|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 特高压项目评估受阻 “十二五”电网规划何时出台 ..... | 113 |
|-------------------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 特高压输电项目评估纸上谈兵一年 ..... | 113 |
|-----------------------|-----|

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 规划缺失，是造成项目评估一事一议的根源·····             | 116 |
| “十二五”过半，国家电网专项规划在哪里？·····            | 119 |
| <b>国家电网要实现跨国跨洲电力配置</b>               |     |
| ——专访国家电网公司国际部负责人程梦蓉·····             | 123 |
| 国家电网在境外市场的定位是长期战略投资者·····            | 123 |
| 巴西项目预期回报率 18%·····                   | 125 |
| 抓住“走出去”的机遇·····                      | 127 |
| 没有国际化，何谈世界一流·····                    | 128 |
| 2020 年境外资产占比 10%·····                | 130 |
| 中国特高压输电技术国际评价·····                   | 133 |
| <b>第四章 港珠澳大桥：中国成为桥梁建设强国</b> ·····    | 135 |
| <b>港珠澳大桥的工程领袖与精神领袖</b>               |     |
| ——在林鸣同志先进事迹报告会上的发言·····              | 137 |
| <b>建设中的港珠澳大桥：一道绵延 56 公里的难题</b> ····· | 142 |
| 全球瞩目中国沉管隧道跨海大桥·····                  | 142 |
| 海底隧道专有技术的昂贵学费·····                   | 145 |
| 超级工程凸显中国强大综合国力·····                  | 148 |
| “直逼技术极限”的挑战·····                     | 152 |
| “海中的眼睛”化解危机·····                     | 154 |
| 成功实现深水管节沉放姿态监测·····                  | 155 |
| 中国海洋工程装备制造的支撑·····                   | 157 |
| 从交通工程建设大国到交通工程建设强国·····              | 162 |
| <b>港珠澳大桥标志着我国由桥梁建设大国成为桥梁建设强国</b>     |     |
| ——专访港珠澳大桥主体工程设计负责人孟凡超·····           | 165 |
| 伶仃洋大桥搁置，港珠澳大桥续梦·····                 | 165 |
| 港珠澳大桥建设三方共同融资·····                   | 166 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 由桥梁建设大国成为桥梁建设强国的里程碑 .....                 | 168 |
| <b>港珠澳大桥：绵延 56 公里的创新</b> .....            | 171 |
| 4.5 公里海底隧道滴水不漏 .....                      | 172 |
| 艰难的抉择：E15 管节第一次返航 .....                   | 175 |
| 失败的“潜在收益” .....                           | 178 |
| 无中生有的清淤“救心丹” .....                        | 180 |
| 沉管隧道结构的独特创新 .....                         | 183 |
| 结尾 .....                                  | 186 |
| <b>大国工程师与超级样板工程</b>                       |     |
| ——专访港珠澳大桥岛隧工程项目总经理林鸣 .....                | 187 |
| 中国体制的优势 .....                             | 188 |
| 共和国长子的担当 .....                            | 190 |
| 做大国的工程师 .....                             | 193 |
| <b>港珠澳大桥的工程思想：“对失误零容忍”</b>                |     |
| ——专访港珠澳大桥岛隧工程项目副总经理、<br>总设计师刘晓东 .....     | 197 |
| <b>港珠澳大桥是世界最复杂的工程</b>                     |     |
| ——专访荷兰隧道工程咨询公司执行总裁、首席隧道专家<br>汉斯·德维特 ..... | 204 |
| <b>惊心动魄 38 小时：挑战最终接头“重新对接”极限</b> .....    | 211 |
| 7 小时的艰难决策 .....                           | 213 |
| 逆向操作行不行？ .....                            | 216 |
| 林鸣心中的“锚定”与“中国标准” .....                    | 220 |
| 逆向操作和与风险对话 .....                          | 222 |
| 天道酬勤的完美精度 .....                           | 225 |
| <b>后 记</b> .....                          | 231 |

# 第一章 中国大飞机： 21 世纪的一号工程



## 引言

2015 年 11 月 2 日，中国自主研发的 C919 大型客机首架机从中国商用飞机有限责任公司（简称中国商飞）总装下线。中国梦圆大飞机，向世界传递出一个信号：世界第二大经济体迅猛发展的航空业正在创造并与世界分享发展机会。毫无疑问，这是一个见证历史的重大时刻，当天，除了有 3 000 多人参加的隆重仪式外，各家媒体均以重要版面报道了这一事件。在当天所有的报道中，《21 世纪经济报道》的这组报道以富有历史感、采访深入而受到其他媒体的



2015 年 11 月 2 日 C919 大型客机总装下线仪式

肯定。时任中国商飞企业文化部部长魏应彪（现为上海飞机制造有限公司董事长、党委书记）对其他媒体讲，“《21世纪经济报道》为这组专题报道准备了一年”。

为了报道C919大飞机，我从2014年11月开始准备，过程中曾三次前往中国商飞上海总部。我登上一架白色涂装的飞机，它就是1980年首飞的运-10，它静静地停在中国商飞上海飞机制造厂的草坪上。飞机前的石碑上镌刻着四个字——“永不放弃”。从1970年运-10立项到今天，所有的遗憾与挫折、不屈与奋起、成功与自豪，都凝结在这四个字里。我坐在运-10飞机驾驶舱的那一刻，要给读者一个全视角的中国大飞机报道的想法更加坚定。

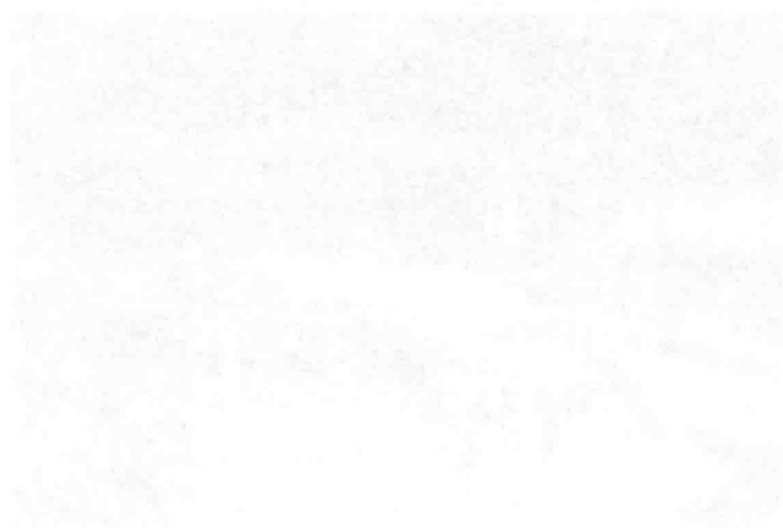
在C919下线这组专题中，共有七位访谈对象，每一篇访谈都是经过精心构思的。国家大型飞机重大专项专家咨询委员会委员吴兴世曾参与过运-10项目，在接受专访时，他用亲身经历讲述了40多年来，中国对发展大飞机的艰难探索与实践过程。C919项目常务副总设计师陈迎春针对C919“是欧美进口配件组装货”之说，旗帜鲜明地给出“C919飞机自主创新有五个标志”的结论。特别是对北京大学政府管理学院路风教授的访谈，字字句句震撼人心，至今我还记得整个访谈结尾时他说的那句话：C919下线，这一天是有重要纪念意义的，它标志着中国高端制造业的一个历史性突破，也同时标志着中国工业发展从沉溺于低端经济活动开始奋起向高端爬升。



C919大型客机试飞成功

2017 年 5 月 5 日，C919 在众人的见证下试飞成功。那几天我正在珠海见证港珠澳大桥沉管隧道最终接头的沉放。我虽然没在 C919 试飞现场，但是当 C919 冲上云霄的那一刻，我已经是泪流满面。回望 C919，成功的背后，怎一个艰辛了得？从设立项目到首次起飞，历时 10 年。为了此次首飞，C919 已完成 118 个试验项目，经过了低滑、中滑、高滑在内的 21 次滑行试验，2017 年 3 月通过了专家技术评审，4 月又通过了放飞评审，才有了这天的首飞。

中国终于有了自己的大飞机，国际民用航空市场出现了新的竞争者。C919 订单仍在不断刷新。截止到 2017 年 12 月，中国 C919 大飞机订单已达 785 架。从此我们可以为中国民用大飞机骄傲，如同为中国的高铁骄傲！



# 中国大飞机准备起飞 为制造强国而战\*

为实现中国大飞机的梦想，C919 和我们一起等待了近半个世纪。为了造出大飞机，中国一次次地尝试、探索，历经几番浮沉。从中国自主研发运-10 的下马，到为外国民机制造商组装，乃至一次次联合设计的无果而终，中国大飞机忍受着累累的伤痕与不甘，背负着几代人的遗憾，但最终国人将其变成了勇气和力量的源泉。“世界工厂”终于给自己一个交代，有了自主制造的大飞机。

## 中国大飞机 C919 即将揭开面纱

此时，在中国商飞总装制造中心浦东基地，人们正在为 C919 代号



C919 在中国商飞总装制造中心浦东基地总装中

---

\* 本文原载 2015 年 11 月 2 日的《21 世纪经济报道》，标题为收入本书时所加。