

工程技术百年颂

宋健

(中国工程院, 北京 100038)

[摘要] 回顾了20世纪世界工程科技发展的历程, 论述了工程科技进步在推动全球经济和社会发展中所起的巨大作用; 结合中国工程院主办的“20世纪我国重大工程技术成就”评选活动产生的25项评选结果, 指出了我国科技人员在为中华民族的振兴和国家经济发展所做的重大贡献, 以及工程师的创造性劳动获得了社会的广泛认知和尊重; 阐明了没有科技实力的国家就不能跻身世界强国之列的重要真理; 展望了21世纪, 特别是未来50年我国工业化、现代化建设将迎来工程科技发展的新高潮。

[关键词] 20世纪; 工程科学技术; 社会进步; 经济发展; 科技人才

[中图分类号] T-09; TB **[文献标识码]** E **[文章编号]** 1009-1742(2002)03-0001-05

20世纪的科学技术以怒涛澎湃之势突兀猛进。人类知识宝库中有80%的科学发现、技术发明和工程建设是20世纪的科学家和工程师们创造的。大量新知识、新发明争奇斗巧, 以迅雷不及掩耳之势涌入人间, 入主社会生活, 在每一角落留下深远印记。依傍新知识, 工程师们创建了人类历史上从未有过的工程和机械, 普惠天下, 彻底改变了人们的生产和生活方式, 提高了创造财富的能力, 改善了人民的生活质量, 延长了平均寿命。在漫长的人类历史中, 20世纪才真正出现了重大转折, 进入了不可逆转的现代物质文明社会。

翻阅1900年左右的报章、史书或年鉴, 可了悟到19世纪的社会生活。20世纪的科学与工程技术成就, 超过了19世纪人们最大胆的想象。

自从人类出现在这个世界上, 图生存始终是第一要务。一代接一代地、艰难地为衣食住行而挣扎, 与饥荒、寒冷、疾病抗争。20世纪以前, 农业极大地依赖于气候和自然条件。曾以土豆为主食的爱尔兰人, 1845年因枯萎病发作发生大饥荒,

饿死100万人, 逃荒出走100万人。中国19世纪和20世纪初发生过多次大饥荒, 流传“饿殍遍野”一词以警后人。

20世纪以来, 现代科学技术全面进军农业。大规模的水利工程建设增强了农业抗干旱、水灾的能力。19世纪发现了植物生长需要养分(1840年), 大规模工业生产化肥(1909—1919年)、杀虫剂(1938—1942年)、除草剂(1944年)等全然是20世纪工程技术的创造。作物选育工程优化了品种(1930年)。根据植物杂交优势的原理(1866年), 开始了小麦(1900年)、玉米(1917年)、高粱(1950年)、水稻(1960年)等作物的杂交研究, 提高了抗病性能和产量。工程师们为农业设计制造了千百种机动农牧业机械, 拖拉机(1907年)、联合收割机(1915年)、打谷机(1943年)、打捆机(1940年)、转动浇水机(1948年)、机械摘棉机(1949年)、挤奶机(1940年)和各种畜牧机械、加工设备, 成十倍地提高了农牧业劳动生产率, 节省了大量人力去发展工业和服务业。世界人

口从16亿增长到60亿,农业保障了世界食品安全,这主要是工程技术的功劳。

石油化工的兴起是20世纪化学工程技术的杰出贡献。由于物理学和有机化学的进步,工程师们发明了人造丝(1903年)、人造棉(1912年),掌握了蒸馏和裂解石油技术(1913—1936年),制造塑料(1909—1918年)、化学纤维(1912年)、尼龙(1940年)和人造橡胶(1930年)。现在塑料和人造纤维成为人类衣、食、住、行,工业、农业和服务业所须臾不能离开的材料。

电力网的设计和建设是20世纪的伟大工程创举。电动力学(1865年)、发电机和电动机(1860年)都是19世纪发明的。但是大型发电站(1920年)是20世纪才动工建设的。电力照亮了城市和乡村,为社会工业化、电气化提供了灵活方便的强大动力。无线电报(1901年)、广播电台(1920年)、电视(1926年)、雷达(1935年)、半导体(1915年)、晶体管(1948年)、电子计算机(1946年)、录象机(1956年)、集成电路(1959年)、激光器(1960年)、计算机辅助成像(1972年)、个人计算机(1975年)、互联网络(1969年)等都是工程技术在电动力学(1733—1865年)和量子力学(1889—1929年)指导下的发明创造,引发了新的技术革命,把人类社会送进了崭新的智能信息时代。

20世纪初汽车、火车尚未普及,绝大多数人一生的活动范围只有数百公里,禁锢在出生地,使“原籍”二字至今不得摆脱。汽车的工业化生产(1908年),高速公路的建设(1940年),铁路成网,列车高速化(1960年)等,扩大了人们生产、生活的空间和商品流通范围。工程师们发明了飞机(1903年)、直升机(1939年)、超音速客机(1947年),开通了洲际航线(1939年),大批量生产大型客机(1950—1960年),使航线遍布全球,一天之内你可到达地球上任何城市。到20世纪末,全世界民航客机总数已近2万架,年运送旅客16.4亿人次。

医药卫生的重大突破主要发生在20世纪。抗生素(1928年)、磺胺(1932年)、胰岛素(1921年)、维生素(1928年)、脊髓灰质炎疫苗(1952—1957年)、青蒿素(1970年)等新药的发现和批量生产拯救了千百万人的生命,70年代消灭了天花,这都是化学家和医药工程师的功德。心

电图(1903年)、脑电图(1929年)、人工肺(1927年,1953年)、人工肾(1945年)、人工心脏瓣膜(1950年)、肾移植(1954年)、心脏起搏器(1957年)、断层造影(1973年)、人工心脏(1982年)、隐形眼镜(1985年)等的设计制造和运行,为诊断、治疗和提高病人生活质量提供了日益可靠的工程技术保障。人均期望寿命已从20世纪初的30~40岁提高到70岁以上。

“两弹一星”,发现应用核能和空间技术是20世纪人类最辉煌的成就。原子能、火箭、航天的基础理论,量子力学(1889—1929年)、相对论(1905—1915年)、铀原子裂变(1935—1938年)、火箭动力学(1895—1950年)都是20世纪初发现和建立的。原子弹(1945年)、氢弹(1952年)、核反应堆(1942年)、核动力潜艇(1954年),原子能发电(1951—1957年);火箭(1915—1942年),卫星(1957年),人进入太空(1961年),宇航员登月(1969年),航天飞机升空(1981年),飞船落金星(1982年),机器人登火星(1997年),都是科学和工程技术最高意义上的丰功伟绩。

人类世代凝视茫茫天空,不知星辰其然和所以然。战国·庄子(公元前369年—前286年)惶惑:“天其远乎,地其处乎?日月其争于所乎?”屈原(公元前340年—前278年)问天:“日月安属?列星安陈?”“夜光何德,死则又育?”苏东坡(1037—1101年)把酒问月,天上今夕何年?“又恐琼楼玉宇,高处不胜寒!”辛弃疾(1140—1207年)质疑:“可怜今夕月,向何处、去悠悠?是别有人间,那边才见,光影东头?”“飞镜无根谁系?嫦娥不嫁谁留?”20世纪中叶,1969年7月到1972年12月阿波罗飞船把18人先后送上了月球,累计在月面考察了600多个小时,一举结束了人类对月亮的疑惑和梦幻。20世纪以前,天文学家们并不确切知道太阳光热来自何处,星辰为何闪耀。原子弹、氢弹的爆炸成功不懈地证明了包括太阳在内的一切恒星的光和热都是由轻原子的聚变反应放出的。由于高能粒子加速器和粒子探测器工程的建设(1958年)和运行,使物理学家有可能研究和发现一系列亚原子粒子,证明了质子、中子等不是“基本粒子”,都是由6种夸克构成的,还有更细微的结构。雷达工程为发现各向同性的宇宙微波背景辐射提供了关键的工具(1965年),为宇宙起源于“大爆炸”理论提供了证据。

20 世纪的科技狂涛证明了，科学是指导工程技术和引导人类文明进步的知识源泉，而工程技术是推动社会经济增长和物质文明进步的主发动机，也为科学探索提供了新工具和开辟了新坦途。

蒸汽机启动了 18 世纪第一次产业革命以后，19 世纪末到 20 世纪上半叶电机和化工又引发了第二次产业革命，使人类进入了电气化、原子能和航空航天时代，极大地提高了社会生产力和人们的生活质量，缩小了国家、地区和人与人之间的空间和时间距离，地球真的变成了一个“村庄”。20 世纪下半叶，如火如荼的信息技术引发的第三次产业革命，使社会生产和消费从工业化向自动化、智能化时代转变，生产力又一次大提高，劳动生产率再次大飞跃。人类社会的三次产业革命中有两次发生和发育于 20 世纪，这将永远载入人类文明进步的史册。

20 世纪中国的工程科技人员为自己的祖国做出了历史性的贡献。从 20 世纪初中国人自己建设的京张铁路、玉门油矿，30 年代的钱塘大桥，60 年代的大庆油田、南京长江大桥、“两弹一星”，80 年代的杂交水稻等伟大成就，为中国的工业化和现代化建设拉开了序幕。中国得以建立成独立完整的工业体系，凝聚了数代科学家和工程师们的心血和智慧。20 世纪 80 年代改革开放以后，中国的工程技术人员如沐春风，展臂迎接这高山流水时代的到来，为祖国的富强，人民的福祉，奉献了他们的聪明才智，为 20 多年的经济高速发展和社会进步做出了关键性贡献。21 世纪伊始，人们看到我们祖国的科技、工业、农业、商业、交通运输等各行各业飞速发展，综合国力日益增强，人民的生活质量和健康水平不断提高，中华大地正在经历着翻天覆地的变化。我国的科学和工程技术事业都进入了空前繁荣的新时期。

回顾百年巨变，对于理解科学和工程技术的历史地位和作用是极为重要的。科学是向人间宣示真理的女神，她回答的问题是“为什么”，工程技术的使命则是根据科学原理改造自然和建设新社会，告诉你“应该怎么做”。铁路横贯、大桥飞架、筑坝治水、航空航天、卫星通讯、汽车轮船、千百万种机械、自动化生产线、电视、电话，以至自动洗衣机、微波炉、空调器等家用电器，都是工程技术的杰作。现代社会中人们所能享受的物质文明主要是由工程技术创造的。所以，“工程师是新生产力

的重要创造者，也是新兴产业的积极开拓者”^{*}（江泽民：在国际工程科技大会上的讲话，2000 年）。工程师的创造性劳动应当得到全社会的认知和尊敬。

新世纪伊始，中国工程院组织了“20 世纪我国重大工程技术成就”的推选活动，得到了广大院士、中国科协所属的有关学会以及国务院有关部门的热烈响应和积极参与。经过推荐、筛选和评选委员会民主评选，选出了“两弹一星”等 25 个项目，作为 20 世纪我国重大工程技术成就的代表摘要成册，临鉴日月天地，告慰于先驱故人，也为提高社会公众对工程技术重要性认知提供了一份比较准确的文件。

“两弹一星”排在第一位。1955—1956 年决定研制导弹、原子弹、氢弹和卫星，这是以毛泽东为核心的中共中央作出的具有伟大历史意义的决策。在科技落后、工业体系尚未建立、人才缺乏的建国之初，中国的科学家和工程师们用了仅 15 年的时间完成了导弹（1964 年）、原子弹（1964 年）、氢弹（1967 年）、卫星（1970 年）、核动力潜艇（1971 年）的研制任务。“两弹一星”的制造和试验成功，扫除了中国有些人在列强面前畏葸怯懦的心态，结束了 100 多年来关于中国能否自力更生发展现代工业和科学技术的争论。

排在第二、十二、十五和十六项的是汉字处理与印刷革命、电信工程、广播与电视、计算机。汉字激光照排系统使新闻出版业告别了铅与火的时代。已经成熟的汉字信息处理系统使汉语文化进入新的辉煌时代。光缆、数字程控交换机、移动电话等现代通讯设备全部能生产。从 1957 年生产第一台黑白电视机以后，1999 年生产了 3900 万台彩电。中国已成为电视机和视盘播放机生产和出口第一大国。计算机设计制造和应用已接近世界先进水平，年产微型计算机 860 万台（2000 年），成为能批量生产运算速度每秒 4000 亿次以上的巨型计算机和高档服务器（1999 年）的少数国家之一。

石油、无机化工、稀有金属和先进材料列为第三、二十、廿二项。石油是现代工业、交通运输、衣食住行的主要能源和原材料，被誉为现代工业的“血液”和“黑色金子”。经过炼油、裂解和加工，

^{*} 江泽民。在国际工程科技大会上的讲话，2000 年 10 月 11 日

生产出从农用薄膜、化肥、塑料、人造纤维、药品、各种化学制品、轮胎到口香糖胶料，为工农业生产 and 人民生活提供了丰富又日益增多的宝贵材料。一座年产 8 万 t 合成橡胶厂相当于 97 000 hm² 橡胶园的年产量。一座年产万吨合成纤维厂相当于 20 000 hm² 棉田或 250 万头绵羊的棉毛产量。20 世纪下半叶，我国石化工业从零开始，逐步研究开发和建成各类大型工程，使人造纤维年产达到了 694 万 t (2000 年)，合成塑料折合乙烯 470 万 t (2000 年)，合成橡胶年产 73.28 万 t (1999 年)。石化技术和产品已大量出口。无机化工从弱到强，2000 年化肥年产 3 186 万 t，纯碱 834 万 t，硫酸 2 365 万 t，水泥 6 亿 t，都是世界第一。稀土元素和稀有金属的性能丰富多彩，能制成光、电、磁、催化剂等具有多种特性的功能材料，广泛应用于电子、原子能、航空航天等前沿领域。中国是世界上稀土资源最富的国家，储量占全世界的 80%。中国的科学家、工程师们研究开发了全新的冶炼、分离、提纯、加工技术，建立了自己的产业工程，产量和技术在世界上都处于主导地位。

第四、十四、廿四项是农作物增产技术、畜禽水产养殖技术、轻工纺织。从 1949—1958 年，中国农业科技工作者为 41 种大田作物育成 5 600 多个新品系，1 000 多个果蔬新品种。主要农作物已普遍更换了 4~6 次。新化肥、农药年年足供，耕作、栽培技术岁岁进步。单产普遍提高 3~5 倍。人均粮食产量从 280 kg (1952 年) 提高到 406 kg (1999 年)。1999 年人均占有肉 50 kg、蛋 18 kg、水产 33 kg、水果 50 kg，比 1978 年增长了 5~15 倍。轻纺工业日新月异。纺织品产量居世界之首。化纤年产量占世界总产量的 24%。中国已成为食品、服装生产世界第一大国。仓廩充溢，服装过剩，自用不竭，已能掬手捧心为美、俄、日本和欧洲人民的衣食尽礼仪之劳。斯情此景，千年所未有。

第五、十一、廿一项是传染病防治、计划生育、外科诊疗。医学科学和医疗技术的飞速进步使中国人的平均期望寿命从 34 岁 (1928—1933 年) 提高到 70 岁 (1997 年)。20 世纪中国人口从 4.26 亿 (1901 年) 增长到 12.7 亿 (2000 年)，增长了 3 倍，引起了全国人民的忧惧。近 20 年计划生育工作成绩斐然，每位妇女平均生育子女数 (总和生育率) 已由 2.86 (1982 年) 降到 1.8 (1999 年)，

小于临界生育率 (2.1)。中国人口预计 2040 年左右达到 16 亿以后将停止增长。这对中华民族的将来和后代人的福祉是一个历史的贡献。关于中国人口问题的担心和争论终于基本得到解决，尽管晚了一些。

第六项是电气化。中国第一个发电厂建在上海 (1882 年)。到 1949 年全国发电装机容量仅 180 万 kW，人均用电 8 kW·h。到 2000 年，装机容量达到 3.2 亿 kW，年发电 13 685 亿 kW·h，人均 1 094 kW·h。全国已形成 12 个区域电网，乡村农户通电路率达 98% 以上。正在建设的 100 万 kW 以上的水力、火力和核电站有 81 座。世界上最大的三峡水利工程将于 2003 年开始发电，建成后将新增装机容量 1 820 万 kW，年平均发电 847 亿 kW·h。全国电气化的时代正在到来。

大江大河治理、地质勘探和资源开发、城市化、采煤分别列于第七、十三、廿三、廿五项。20 世纪中国培养了一支强大的、世界第一流的地质科学家和工程师队伍。经过 100 年的奋斗，把中国提升为仅次于美国的第二矿产大国。新发现了 171 种矿产，建立矿山 26 万多座。掌握了世界上最先进的探矿、采矿技术。预测出全国煤炭资源总量 45 000 亿 t (1992 年)，保有探明可采储量 6 000 亿 t (1996 年)，年产煤 12 亿 t (1999 年)。20 世纪 60 年代中国甩掉了“贫油国”的帽子，原油年产量从 12 万 t (1949 年) 增加到 1.63 亿 t (2000 年)。地质矿产资源的勘探和开采保证了经济建设和社会生活的需求。

排在第八位的是铁路建设，公路建设排在第十七位。19 世纪末到 20 世纪初，交通运输靠的是南船北马。从北京到武汉要走 27 天，到广州 56 天，到云南 59 天，到新疆要 3 个多月。主要是 20 世纪下半叶建成了公路 140 万 km，其中高速公路已超过 2 万 km，仅次于美国，居世界第二。铁路干线建设始于 19 世纪末，高潮是 20 世纪。到 2000 年铁道营业里程为 6.8 万 km，干线不断提速，年运旅客 10.2 亿人，货物 16.6 亿 t。机车、车辆、钢轨及通讯，各种装备全部自己制造并开始出口。

船舶设计制造排在第九项。1949 年以前，中国河海航运主要靠买船。在以后的 50 年内，工程师们设计制造了客货轮 (1954 年)，15 万 t 以下的油船 (1992—1996 年)，炮艇 (1957 年)，护卫舰 (1957 年)，潜艇 (1965 年)，驱逐舰 (1971 年)

和核动力潜艇（1974年）等各种船舶。

从张之洞建立中国第一个汉阳铁厂（1890年）始，到1949年，铁最高年产量曾达到178万t，钢92万t（1942—1943年）。中华人民共和国成立后，50年中建立了年产钢100万t以上的大型钢厂36家，年总产量1.27亿t（2000年）。中国已成为世界第一号钢铁大国。这是第十项。

排在第十八项的是机械制造业。20世纪下半叶，建成了比较完备的机械装备制造业体系。万吨以上的各种压力机（1962—1971年），钢铁厂全套装备（1974年），水轮机（1981—1999年），30~60万kW发电机（1981—1988年），核电设备（1991年），矿山设备，石化成套装备等，我们都已具备设计制造能力。

航空工业列为第十九项。20世纪上半叶中国航空工业还是空白。新中国建立了自己的航空工业设计、制造能力，批量生产歼击机（1956年）、轰炸机（1968年）、运输机（1974年）、直升机（1985年）、空中加油机（1998年）和大型客机（1980年）。

站在新世纪的史乘驿畔，回溯以往，我们有理由为祖国20世纪取得的成就自豪。瞻望21世纪的宏丽目标，又觉得那好像是一个序幕，伟大的工业化、现代化建设的高潮还在后面。21世纪，我们需要造就更强大的工程技术队伍，培育出胜于前代的工程师和各类工程技术人员，才能实现中国人民的夙愿，建成一个现代化的，强大和幸福文明的国家。这是国家的战略任务，也是人民的根本利益所在。

中国的工业化比欧美晚了200年。经过100多年的血烈抗争和痛苦代价，我们明白了这个真理：一个没有强大科技和工程实力的国家，不可能屹立于世界民族之林。在迈入21世纪之际，我国的社会主义建设，各行各业的基础设施建设正在进入新的高潮，向第三步战略目标奋进。为建设强大的社会主义现代化国家，工程科技界肩负着光荣而艰巨的历史使命，任重道远。只要有更多的优秀青年立志献身于科学和工程技术的崇高事业，一代接一代地持续奋斗，一个现代化的中国必定指日可待。

Engineering over the Past Century

Song Jian

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100038, China)

[Abstract] This paper reviews the progress of engineering in the world over the 20th century, and describes the important role of engineering in promoting global economic and social developments. Connecting with the 25 achievements selected from "Outstanding Engineering Achievements in China in the 20th century" sponsored by Chinese Academy of Engineering, the paper points out the great contributions made by the Chinese technical personnel to the invigoration of Chinese nation and the national economic development. It speaks highly of engineers' creative work that is recognized and respected by the whole society. The paper reiterates the fact that a country can not rank among the strong countries in the world without enough scientific and technical strength. The paper points out that there will be a new upsurge in the respect of China's industrialization and modernization drive in the 21st century, especially in the coming 50 years.

[Key words] 20th century; engineering science and technology; social progress; economic development; scientific and technical talent