中国科技的梦想与荣光

港珠澳大桥

——世界桥梁工程的伟大奇迹

李大光　翁永斌　著



河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

港珠澳大桥 : 世界桥梁工程的伟大奇迹 / 李大光，翁永斌著. -- 石家庄 : 河北科学技术出版社， 2019.9

ISBN 978-7-5717-0056-0

Ⅰ. ①港… Ⅱ. ①李… ②翁… Ⅲ. ①跨海峡桥—桥梁工程—介绍—中国 Ⅳ. ①U448.19

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第217249号

港珠澳大桥——世界桥梁工程的伟大奇迹

李大光　翁永斌　著

出版　河北出版传媒集团　河北科学技术出版社

地址　石家庄市友谊北大街 330 号（邮编：050061）

经销　新华书店

印刷　北京兴星伟业印刷有限公司

开本　700 毫米 × 1000 毫米　1/16

印张　12

字数　150 000

版次　2020 年 4 月第 1 版

印次　2020 年 4 月第 1 次印刷

定价　42.00 元

序

中国科技在古代曾经灿烂辉煌，为人类文明做出过重大贡献。但是自明末之后，中国科技开始渐渐落后于西方。新中国成立之初，中国科技特别是高新技术领域几乎一穷二白，在极其困难的情况下，中国科技工作者发扬自力更生、艰苦奋斗精神，奋起直追。1964 年 10 月 16 日 15 时中国第一颗原子弹爆炸成功，1967 年 6 月 17 日 8 时中国第一颗氢弹空爆试验成功，1970 年 4 月 24 日 21 时中国第一颗人造卫星发射成功……以“两弹一星”为标志，中国开始了自身现代历史上第一次自主科技创新的历程。1978 年全国科学大会召开，中国迎来了“科学的春天”，在航空航天、超级计算机、海洋科学、超级工程、医药科技等众多领域取得了举世瞩目的成就。进入 21 世纪以来，我国科技发展突飞猛进，取得了一批引领世界的科技成果。正如习近平总书记在党的十九大报告中指出：“创新驱动发展战略大力实施，创新型国家建设成果丰硕，天宫、蛟龙、天眼、悟空、墨子、大飞机等重大科技成果相继问世。”一系列“叫得响、数得着”的科技成果，惊艳世界。这些科技成果既增强了我国综合国力，又为改善人民生活水平做出了重大贡献。

河北出版传媒集团领导高度重视宣传我国发展伟大成就，亲自谋划选题，指导河北科学技术出版社组织有关专家、科普作家编写了这套《中国科技的梦想与荣光》科普图书。这套书主要介绍了包括太空探索、北斗导航、中国天眼、量子通信、中国大飞机、深海探测、巨型计算机、中国高铁等近些年对中国乃至世界产生重大影响的科技成

果。在这套书中，读者在了解当代最前沿科学技术知识的同时，还会从中看到我国科学技术工作者“坚持、坚忍、坚韧”的可贵品格和“勤奋学习，自主创新”的精神；在生动有趣的科学故事中，读者可以了解到其中蕴含的科学思想、科学精神和科学方法，潜移默化中提高自己的科学素养；读者也会从科技工作者的勤奋、创新、拼搏和献身精神中受到鼓舞，并以更大的决心去迎接未来的挑战，为实现中华民族的伟大复兴而努力奋斗。

2019 年是新中国成立 70 周年，把新中国取得的科技成就宣传好，让更多的人了解中国科技发展历程，了解中国科学家艰苦奋斗、勇于创新的精神，在全社会形成爱科学、学科学、用科学的浓厚氛围，是一件很有意义的事情，我愿意向广大读者推荐这套科普图书。

中国工程院院士 

2019/9.

前 言

这是一座中国建桥史上里程最长、投资最多、施工难度最大的跨海桥梁！它被英国《卫报》评为“现代世界七大奇迹”之一，被国内外媒体赞誉为“超级工程”。它是继丹麦瑞典厄勒海峡通道、日本东京湾跨海通道、韩国釜山巨加跨海通道、美国切萨皮克湾跨海大桥之后国际跨海工程建设史上的又一座里程碑。它蕴含着史诗般波澜壮阔的建设辉煌，创造了无数工程奇迹，承载了中国几代工程人的智慧与梦想。它的历史意义不亚于19世纪电信革命成就大西洋海底通信电缆、20世纪光电技术点燃尼亚加拉大瀑布发电厂、21世纪穿越世界屋脊的青藏铁路和横跨长江的三峡大坝。它是世界瞩目的超大型跨海集群工程，它就是“港珠澳大桥”！

这是一座集桥梁、人工岛、隧道于一体，目前全世界最长的跨海大桥。它的设计寿命达120年，是一座世界上最长的海底公路沉管隧道工程。33节沉管在最深45米的海底滴水不漏，成就了颠覆教科书的工程神话！一座超级大桥的诞生，展示的不仅是突飞猛进的基建力量，还有一个民族不甘沉寂的雄心和图景！

港珠澳大桥位于中国南海珠江出海口伶仃洋海域，东接香港特别行政区，西接广东省珠海经济特区和澳门特别行政区，是“一国两制”框架下粤港澳三地首次合作共建的跨海交通工程。港珠澳大桥整个工程投资1100多亿元人民币，全长55千米，由人工岛、桥梁和隧道组成。它还拥有世界最长、埋深最深的海底沉管隧道。

新中国成立70年来，我国交通运输行业经历了从落后到发展再到



壮大的过程，经历了 20 世纪 90 年代的大规模高速公路建设，更是在党的十八大后进入了加快现代化综合交通运输体系建设的新阶段。港珠澳大桥作为中国交通史上投资规模最大、工程技术最复杂、建设要求及建设标准最高的工程之一，是见证我国从“建桥大国”迈向“建桥强国”的一座里程碑。

编　者

2019 年 5 月

目 录

一、海上桥梁改变世界各国交通 1
美国的跨海大桥 …… 1
日本跨海大桥 …… 6
巴林的跨海大桥 …… 9
丹麦的跨海大桥 …… 11
韩国巨加跨海大桥 …… 15
中国跨海大桥 …… 16

二、港珠澳大桥：一座通向繁荣发展之桥 …… 26
从伶仃洋大桥到港珠澳大桥 26
港珠澳大桥开启粤港澳发展新空间 …… 34
港珠澳大桥加快区域经济融合 …… 41

三、巨龙，腾飞在伶仃洋上…… 44
一桥飞架东西，天堑变通途 44





中国交通行业发展的“集大成者” …… 47
海上巨龙昭示科技自信 … 49

四、港珠澳大桥标注中国工程建设新高度 …… 54
中国标准的港珠澳大桥 … 54
港珠澳大桥岛隧工程创新高 67
港珠澳大桥主体桥梁工程不简单 …… 111

五、伶仃洋上锻造中国奇迹 … 143
港珠澳大桥的绿色实践 … 143
超级工程的“世界之最” … 146
奉献者锻造的不朽丰碑 … 148

六、港珠澳大桥推动粤港澳大湾区发展 …… 161
港珠澳大桥路通三地财通

三地 …… 161
港珠澳大桥助力粤港澳大湾区
融合发展 …… 164
一座大桥改变的两岸三地城市
面貌 …… 167
港珠澳大桥打造粤港澳大湾区
一小时生活圈 …… 171
港珠澳大桥为粤港澳大湾区发展
插上腾飞翅膀 …… 173

附录一：港珠澳大桥建设大事记 176
附录二：英国《卫报》新世界七大奇迹 …… 179





一、海上桥梁改变世界各国交通

大桥，特别是跨海大桥，是建筑的集大成者。在中外建筑史上有一些独具风韵的跨海大桥，这些跨海大桥在给人类带来交通便利的同时，也为世界增添了美丽的景色，给人们带来了美的享受。

美国的跨海大桥

世界上有很多令人惊叹的跨海大桥，你甚至无法想象这些震撼人心的大桥是如何建成的。建桥是一项庞大的工程，当你行驶在跨海大桥上，一边驾驶，一边感受周围的美景，是一件非常惬意的事情。但是现在有这样一座桥，让你感觉到的是胆战心惊，这就是美国的切萨皮克湾大桥。

1. 切萨皮克湾大桥

切萨皮克湾是美国东部大西洋由南向北伸入内陆最深的海湾，位于马里兰州和弗吉尼亚州之间。由于湾岸曲折岛屿众多，为船舶停靠提供了优良条件，位于湾头的巴尔的摩和湾口的诺福克都是国际著名的海港。为了方便切萨皮克海湾两岸的交通往来以及来此旅游的国内外游客，美国政府投资兴建了切萨皮克湾大桥。

切萨皮克湾大桥是一座双向跨海大桥，桥身位于马里兰州和弗吉尼亚州之间，整座桥于 1964 年通车。

切萨皮克湾大桥从诺福克到特拉华半岛，包含 20.11 千米混凝土低位高架桥、两条长度分别为 1.6 千米的海底隧道、两座高位钢结构桥、4 个长度为 457 米的人工岛、3.2 千米堤道和 8.85 千米引桥，全长 37 千

米，是当时世界最长的桥梁隧道综合体。

在切萨皮克湾大桥中间的人工岛上，可以观看大西洋湾口、世界最繁忙海运航道的壮观景象，也可以进行钓鱼、就餐、购买大桥纪念品等休闲娱乐活动。另外，切萨皮克湾大桥每年会开放一次让公众步行或骑自行车观光。

但是，切萨皮克湾大桥自通车以来，给来往大桥两端的司机造成了非常大的麻烦。为什么呢？原来当初为了方便大型船只顺利从桥下通过，大桥桥面修得离水面很高，平均高出水面近 60 米。桥面比海面高很多也就算了，更过分的是桥上的公路边没有修建路肩，加上桥面上一直有很强的横向风，很多司机一到大桥桥头就感到心惊胆战，不敢自己开车过桥。即使有些司机胆子大，也是只能小心翼翼地把车开得很慢，不仅造成桥上路面的拥堵，也给大桥本身带来了巨大的载荷。

为了保证切萨皮克湾大桥的交通畅通，美国当地政府特批准成立了汽车救援公司，为过往司机提供免费代驾过桥服务。但由于每年车到桥头即害怕的司机越来越多，目前这家公司已经没有足够的能力为两岸



全球十大最让人心惊胆战的桥——切萨皮克湾大桥

排队的司机提供及时有效的服务了。为了进一步缓解通行压力，当地政府又批准成立三家公司提供有偿代驾服务。这些不仅能为过往卡车和轿车提供服务，还可以为摩托车提供代驾服务。由于生意好到爆，需要代驾业务的司机现在得提前几天预约，代驾公司才会派司机来，不然的话可能还得排长队等待，影响按时过桥。



切萨皮克湾大桥

当猛烈的飓风袭来，在桥上行驶的可见度会变得非常低。司机到达桥中间时，可能看不到岸边，且桥上护栏非常单薄，下面的海水波涛汹涌，非常容易让人产生眩晕感。所以，当这类情况发生时，为保证过往人员安全，政府会采取特别措施，临时关闭大桥，停止通行。

2. 金门大桥

金门海峡位于旧金山海湾入口处，两岸陡峻，航道水深，为 1579 年英国探险家弗朗西斯·德雷克所发现，并由他命名。

金门大桥（英文名：Golden Gate Bridge）就位于金门海峡之上，全长约 2.7 千米，桥面双向 6 车道、宽 27.4 米，是世界上最大的单孔吊桥之一，是世界著名的跨海桥梁之一，被认为是旧金山城市的象征。在淘金热的时候，这座桥如同是通往金矿的一扇大门，因此被命名为“金门大桥”。整个金门大桥造型宏伟壮观、朴素无华。桥身呈朱红色，横卧于碧海白浪之上，如巨龙凌空，使旧金山市的夜景更加美丽。

金门大桥的最初构想来源于桥梁工程师约瑟夫·斯特劳斯。斯特劳斯在此前设计了 400 多座内陆的小型桥梁。这座桥的其他主要设计者

包括决定其艺术造型和颜色的艾尔文·莫罗、合作进行复杂数学推算的工程师查尔斯·埃里斯、桥梁设计师里昂·莫伊塞弗。大桥于 1933 年 1 月 5 日开始施工，1937 年 4 月完工，耗资达 3550 万美元，同年 5 月 27 日对外开放。

金门大桥在世界桥梁建筑史上也是一个创举。因为它不是利用桥墩支撑桥身，而是利用大桥两侧弧形吊带产生的巨大拉力，把沉重的桥身高高吊起。人们把金门大桥的设计者桥梁工程师约瑟夫·斯特劳斯的全身铜像安放在桥畔，用以纪念他对美国桥梁事业做出的贡献。



金门大桥夜景

金门大桥的北端连接北加利福尼亚，南端连接旧金山半岛。当船只驶进旧金山，从甲板上举目远望，首先映入眼帘的是大桥的两座巨形钢塔，它们使大桥显得更加壮观。钢塔耸立在大桥南北两侧，高 342 米，其中高出水面部分为 227 米，相当于一座 70 多层高的建筑物。塔的顶端用两根直径各为 92.7 厘米、重 2.45 万吨的钢缆相连，钢缆中点下垂，几乎接近桥身，钢缆和桥身之间用一根根细钢绳连接起来。钢缆两端延伸到岸上锚定于岩石中。大桥桥体凭借桥两侧两根钢缆所产生的巨大拉力高悬在半空之中。钢塔之间的大桥跨度达 1280 米，为世界所建大桥中罕见的单孔长跨距大吊桥之一。从海面到桥面的高度约 60 米，以确保即使涨潮，大型船只也能在桥下畅行。

金门大桥桥身的颜色为国际橘，因建筑师艾尔文·莫罗认为这个颜



夕阳下的金门大桥

色和周围环境挺协调的。另外，金门海峡常有大雾，橘色可以使大桥在大雾中显得更醒目，有利于过往船只的安全。由于金门大桥新颖的结构和超凡脱俗的外观，所以它被国际桥梁工程界认为是美的典范。

金门大桥的维护工作包括不断地给大桥进行加固，1989 年洛马·普雷塔大地震发生后，专家对金门大桥脆弱性进行了评估，制订了三期加固计划。金门大桥的维护工作还包括给桥身不断涂刷橘色油漆。2011 年 5 月开始进行开通近 75 年来首次整体重漆，预计四年完工。

金门大桥也是世界上最著名的自杀场所之一。1993 年，当金门大桥上自杀总人数达到了 1000 人后便不再正式统计了。2008 年自杀总人数大概已达



云雾中的金门大桥

1300 人。在 2005 年之前的 5 年，平均每两个星期就有一个人从金门大桥上跳下轻生。这也使旧金山政府不得不斥巨资在大桥上安装护栏。

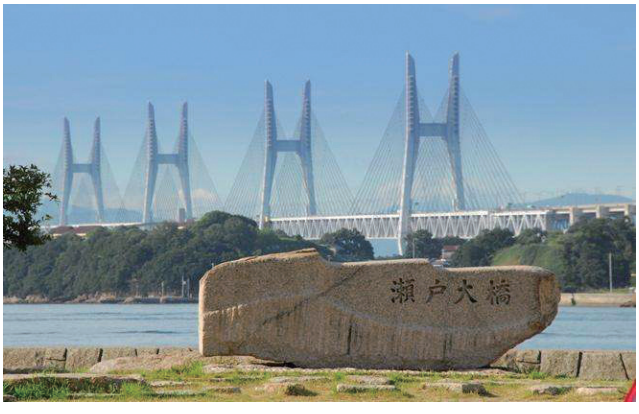
日本跨海大桥

1. 濑户跨海大桥

1955 年，日本濑户内海发生了一起轮渡翻沉的重大事故，造成 160 余人死亡，这起事故促使日本政府下决心修建濑户跨海大桥。1978 年 10 月 10 日，濑户大桥开工，经过 10 年施工，1988 年 4 月 10 日，连接本州岛和四国岛的濑户大桥终于建成通车，实现了两岸人民多年的夙愿。

日本濑户大桥全长 37.3 千米，横跨濑户内海，跨海长度为 9.4 千米，由两座斜拉桥、三座悬索桥和一座桁架桥组成，构成壮观的桥梁群。根据设计，大桥可抗里氏 8.5 级大地震和风速为 60 米 / 秒的大风。它的通车，第一次把四个主要岛屿用铁路连接起来。人们终于可以乘坐火车迅速地从寒如西伯利亚的北海道穿过本州，抵达亚热带气候的九州港口和南方四国岛上香火鼎盛的庙宇。

濑户大桥耗资约 85 亿美元，是一座铁路公路两用桥，犹如一条灰白色的钢铁巨龙，穿过世界上唯一一条铁路、公路上下分开的两层式隧道，弯弯曲曲、浩浩荡荡地跨海越洋，向南直奔四国岛的香川县。大桥在海中越过 5 座小岛，从远处看去，这 5 座小岛就像 5 颗璀璨的绿色明珠，



濑户大桥石碑和远处的濑户大桥

被一根银线串在了一起。

为了不影响船只航行和景观，大桥桥墩基本上建在海中的 5 个小岛上，形成 6 座相连的大桥，它们是：下津井濑户大桥、柜石岛桥、岩黑岛桥、与岛桥、北备赞濑户大桥、南备赞濑户大桥。濑户大桥为公路铁路两用桥，它的桥面为上下两层，上层通行汽车，最高速度设计为 100 千米 / 时，共有并行 4 条车道，最大日通过车辆能力为 4.8 万辆。大桥的下层为双线铁路，每天通过 120 列电气化列车，最高速度设计为 160 千米 / 时。

濑户水域水下地质构造复杂、水面宽阔、台风时常肆虐等不利因素，激发出了人类建桥史上的大智慧。大桥桥面至海面距离满潮时约为 65 米，可通过 50 万吨级油轮。6 桥中最长的桥为南备赞濑户大桥，两座桥塔高 194 米，相当于一座 50 多层大厦的高度，跨度为 1100 米，悬索钢缆直径 1.06 米，由 34417 根 5.12 毫米钢丝组成，长约 1780 米，可承受 9 万吨的拉力。南备赞濑户大桥是世界最大的铁路、公路两用悬索桥，按抵抗里氏 8.5 级大地震和速度 60 米 / 秒的强台风设计，并充分考虑到自然灾害和船舶碰撞等问题。

为了防止船舶碰撞桥墩造成相互损伤，桥墩的外层选用了不软不硬和防海水腐蚀的材料。建造濑户大桥共使用钢铁 70 万吨，混凝土 280



濑户大桥鸟瞰图

万立方米，钢缆线 290 600 千米。过去，车辆过海需船摆渡，费时 2 小时以上，大桥建成后只需 40 分钟，而且不受天气的影响，这对本州岛和四国岛之间的经济、文化和各种信息的交流起了很大的促进作用。

濑户大桥的建成，不仅方便了两岸交通，也为濑户水域增添了一处人造景观，使日本西部这个颇负盛名的游览地锦上添花。为了人们能够全面了解大桥全貌，在四国的香川县建立了濑户大桥纪念馆，通过展出的照片、图表、模型和相关实物，可以帮助人们认识这座大桥的真面目。在纪念馆开辟的中国展厅里，还展出了香川县人士与中国友好交往的相关图片和实物。

2. 东京湾跨海大桥

东京湾跨海大桥，号称是日本最重要的跨海大桥，连接日本的核心地带。它作为环东京湾高速公路的重要一环，西起神奈川县川崎市，靠近羽田机场，东达千叶县木更津市，横跨东京湾。

东京湾跨海桥隧工程采用桥梁、隧道结合方式建造，工程费用大约合 120 亿美元。东京湾跨海公路是从川崎市的首都高速湾岸线分出后，至千叶县木更津市与馆山自动车道连接，全长共 15.1 千米，全线设置四个车道，设计最高速度为 80 千米 / 时。跨海公路分为两个主体，川崎侧为一段长 9.6 千米的海底隧道，而木更津侧为长 4.4 千米的跨海大桥，两侧接通高速公路的道路 1.1 千米，中间是兼具餐饮购物一体



东京湾跨海大桥跨海部分

的人工岛，以连接海底隧道与跨海大桥，兼作紧急逃生之用。这座庞大的人工岛有个相当浪漫的爱称，叫作“海萤”，主要功能是司机的休息区，拥有商店、餐馆和观看东京湾风景的观景台。海萤是一种海中的甲壳类生物，体型十分微小，不过夜间会发出青色的光芒，宛如萤火虫般，十分美丽。“海萤”这个名字获得了大部分人的喜爱，就成了这座人工岛的别称。海萤岛共有 5 层楼，内部设施相当完善，也有不少餐厅，可以从海上欣赏东京湾的夜景，非常美丽。



东京湾跨海大桥人工岛如一艘巨轮

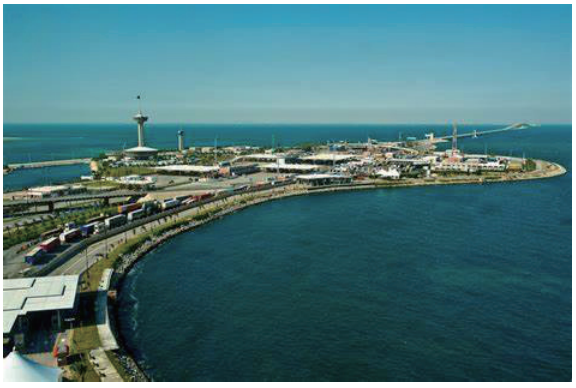


从千叶县的渔港看东京湾跨海大桥

巴林的跨海大桥

法赫德国王大桥，位于波斯湾中的巴林湾，是连接巴林和沙特阿拉伯间的跨海公路大桥。大桥 1981 年开工，历时 5 年多，于 1986 年 11 月 25 日建成通车，使原先的 2 个小时轮渡缩短至现在的 20 分钟车程。

法赫德国王大桥的命名是为纪念沙特阿拉伯的国王法赫德。大桥



巴林法赫德国王大桥

自巴林岛西部的贾斯拉（Jasra）起至沙特阿拉伯的阿济兹（Al–Azizia），全长 25 千米，其中填海造堤部分 10 千米，架桥部分 15 千米，由 5 座桥梁相连而成，中间的 3 号桥位于主航道上，留有一个高 28 米、跨度为 150 米的巨大桥孔，供船舶通过。桥面双向四车道，两侧有宽敞的人行道，每日可通行车辆 3 万辆，设计最高速度为 100 千米 / 时。包括连接公路等辅助项目，整个工程耗资达 12 亿美元，资金全部由沙特阿拉伯方面提供。



巴林法赫德国王大桥全景

在巴林和沙特阿拉伯水域的相交处，分别建造了两座人工岛。每座岛上分别设立了两国的海关和边防站，设有办理移民、护照、卫生、检疫、海岸警卫、行政管理等各种业务的办公大楼。岛上还建造了高塔饭店，并提供旅游一条龙观光服务。

丹麦的跨海大桥

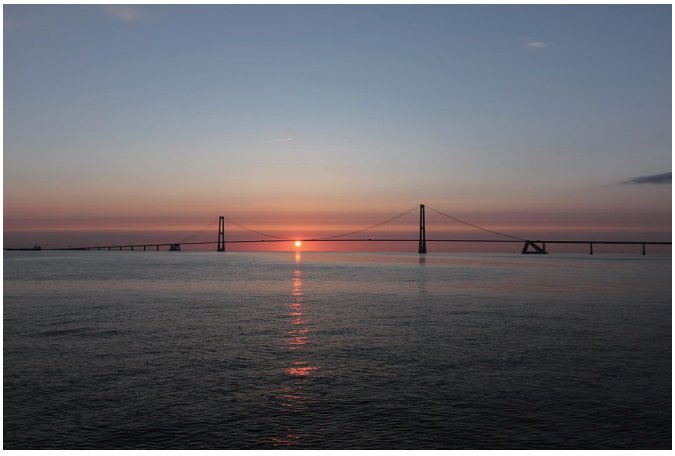
1. 大贝尔特桥

大贝尔特桥（丹麦语：Storebæltsbroen，也有音译为斯托伯尔特桥）是一座连接丹麦西兰岛和菲英岛的大桥，横跨大贝尔特海峡，全长 17.5 千米，工程总投资 55 亿美元，是欧洲当时预算最高的桥梁工程。

大贝尔特桥是一座两车道铁路和四车道高速公路结合在一起的大桥，通过大贝尔特海峡中间的斯普奥人工岛连接起来。大贝尔特桥由西桥、海底隧道和东桥三部分组成，分为东、西两段，中间以斯普奥人工岛作为中间站。西桥从菲英岛到斯普奥岛，全长 6.6 千米。它位于哥本哈根正西 120 千米处，将丹麦第一大城市、首都哥本哈根所在的西兰岛和第三大城市欧登塞所在的菲英岛连接在一起。两岛海面距离 18 千米。它于 1987 年 6 月开始动工兴建，1997 年 6 月全线铁路通车，1998 年 8 月公路桥启用，整个工程全部竣工。

东桥建于 1991 年到 1998 年之间，是一座公路悬索桥，全长为 6790 米，其中最长的跨径为 1624 米。桥面宽度为 31 米，桥塔高度为 254 米，是丹麦的固定建筑的最高点。东桥钢筋混凝土索塔高 258 米，主缆直径 827 毫米，由 18648 根直径 5.38 毫米的钢丝组成，安装架设中采用了空中架线法，上部结构采用流线型钢箱梁，连续箱梁和索塔间未设竖向支座，为漂浮体系，从而提高了桥梁通行性能，同时也降低了后期养护的工作量。

西桥建于 1988 年到 1994 年，是一座箱梁桥，长度为 6611 米，桥



丹麦大贝尔特桥美景

面宽度为25米，有62个桥墩，51个跨径为110米的桥孔和12个跨径为81米的桥孔。西桥是由两座独立的桥连接在一起的两用桥，北面为铁路桥，南面为公路桥，两座桥坐落在相同的桥基上。隧道是双孔隧道结构，长度为8千米，每隔250米有通道连接两条平行的主隧道。铁路控制设备就安装在连接通道中，同时也作为发生事故时的紧急逃生路线。

大贝尔特桥大大缩短了丹麦东西两岛的交通时间。在大贝尔特桥建造之前，每天摆渡的车辆为8000辆。大桥开通后，平均每天通过大桥的车辆约为2.7万辆。以前，摆渡平均需要花费90分钟，大桥落成后，驾驶汽车通过大桥仅需10分钟。相比公路交通，乘坐火车旅行的时间优势更加明显。

从国际经济角度来看，大贝尔特桥和厄勒海峡大桥一起连接了西部的欧洲大陆和北部的斯堪的纳维亚，将除少数岛屿之外的整个欧盟地区连接起来。通过这两座大桥，瑞典和德国之间的货运能够畅通无阻，甚至可以从瑞典一直运送到英国。

2. 厄勒海峡大桥

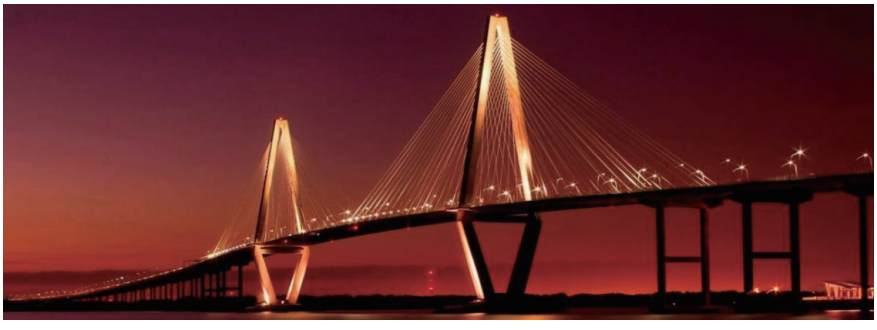
厄勒海峡是丹麦和瑞典两国之间一条天然的国界线。丹麦首都哥本哈根和瑞典的工业重镇马尔默在很长一段时间里只能隔海相望。随着

经济社会的不断进步，海峡两岸居民更加需要互通有无，特别是体现在劳动力与住房上，丹麦哥本哈根的居民需要大量更便宜的住房，而瑞典马尔默的居民则需要更多的工作机会。如果能够天堑变通途，必将产生巨大的社会效益和经济效益。随着科技的不断进步，两国政府终于在1991 年达成协议：建造一座横跨厄勒海峡的国际跨海大桥。



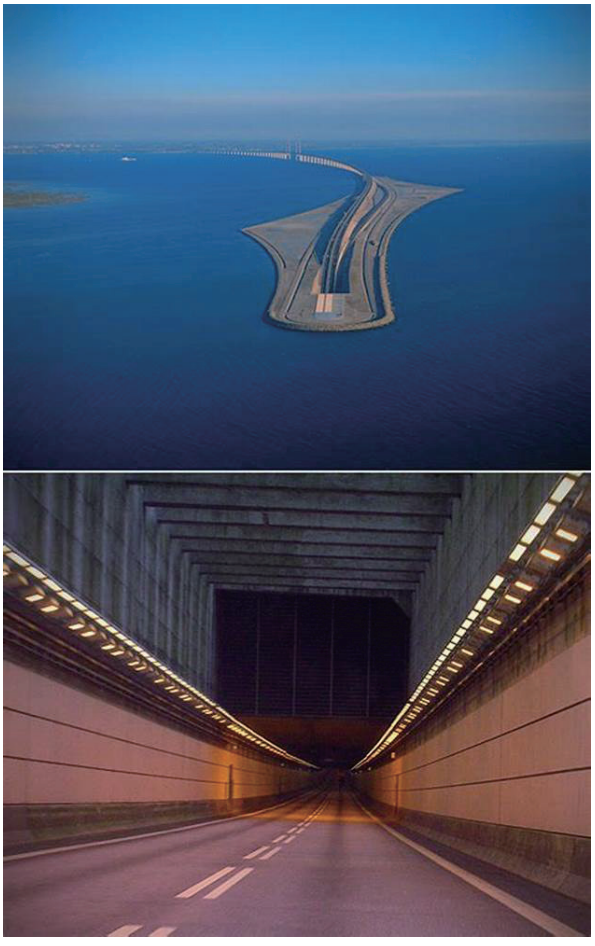
厄勒海峡大桥鸟瞰图，桥岛隧一体

厄勒海峡大桥也称欧尔松大桥，是目前世界上已建成的承重量最大的斜拉索国际跨海大桥，全程跨度 16 千米，连接丹麦的哥本哈根和瑞典第三大城市马尔默。同时，欧洲 E20 公路则在桥上经过。它于 1995 年动工，于 2000 年 5 月完工，2000 年 7 月 1 日正式通车。大桥的咨询设计工作由丹麦和瑞典的两家公司共同承担。大桥从瑞典城市马尔默出发，海峡中建造了一座人工岛，靠近丹麦首都哥本哈根的一段是铁路与公路合用的海底隧道，因此大桥由三部分组成，其中 8 千米桥梁、4 千米人工岛上公路、4 千米海底隧



丹麦厄勒海峡大桥夜景

道。西侧海底隧道长 4050 米、宽 38.8 米、高 8.6 米，位于海底 10 米以下，由 5 条管道组成，它们分别是两条火车道、两条双车道公路和一条疏散通道，是目前世界上最宽敞的海底隧道；中间的人工岛长 4055 米，将两侧工程连在一起；东侧跨海大桥全长 7845 米，上为 4 车道高速公路，下为对开火车道，共有 51 座桥墩，中间是斜拉索桥，跨度 490 米，高度 55 米。其大桥隧道两者结合的长度，是全欧洲最长的汽车铁路两用的大桥隧道。它所连接的丹麦东部地区和瑞典南部地区将成为北欧及波罗的海地区国际性都市群最密集、经济最活跃、文化交流最频繁的地区。



厄勒海峡大桥岛隧工程

这一海上走廊的建成将欧洲大陆的中部和北欧的斯堪的纳维亚半岛连成一体，从而把整个欧洲连接起来。厄勒海峡大桥的东桥建有 200 米高的中央桥墩和 57 米高的船舶通过空间，保证过往海峡的船只从桥底顺利通过。大桥工程经过两国政府的认真论证和调查研究，对确保大桥不影响进入波罗的海的水



夕阳下的韩国巨加跨海大桥

流及减少对海洋生物破坏等都做了严格的规定。

韩国巨加跨海大桥

巨加跨海大桥位于朝鲜半岛最南端，是连接韩国釜山广域市和巨济岛的跨海大桥。大桥总长 8.2 千米，总投资约 13 亿美元，经过 6 年施工于 2010 年 12 月 13 日竣工。巨加跨海大桥开通后使得原来从庆尚南道巨济市到釜山加德岛的距离从原来的 140 千米缩短到 60 千米，所需时间也从 2 小时缩短到 50 分钟左右。

巨加跨海大桥在沉管安装项目上完全是采用欧洲的技术方案，每一节沉管安装的时候都会有几十名专家专门从欧洲飞到釜山来提供全程技术指导。



韩国巨加跨海大桥

巨加跨海大桥工程分为海底沉管隧道路段和 2 座斜拉桥路段

两部分。韩国在此工程中首次引进沉管隧道施工方式。釜山加德岛至大竹岛的海底隧道总长为 3.7 千米，长度居世界海底隧道第二，仅次于港珠澳大桥海底隧道的 6.7 千米长度。

中国跨海大桥

中国人民对搞建设有一种如痴如醉的执着和热情，在国际上被称为“基建狂魔”。基建能力是中国人自带的种族天赋，在世界上称第二，没人敢称第一。在中国各种高难度的大桥比比皆是。世界十大最长跨海大桥排名中中国就占据了五座，在长度上遥遥领先其他国家。

1. 杭州湾跨海大桥

杭州湾跨海大桥（Hangzhou Bay Sea Cross Bridge）是一座纵跨中国杭州湾的跨海大桥，于 2003 年 6 月 8 日奠基开始建设，2007 年 6 月 26 日全线贯通，2008 年 5 月 1 日开始通车运营。大桥北起浙江省嘉兴市海盐郑家埭，南至宁波市慈溪水路湾，桥长 35.7 千米，海上段长度达 32 千米，双向六车道高速公路，设计最高速度为 100 千米 / 时，大桥总投资约 107 亿元，设计使用寿命 100 年。大桥设南、北两个通航孔。南通航孔桥为单塔单索面钢箱梁斜拉桥，通航标准 3000 吨；北通航孔桥为主跨 448 米的双塔双索面钢箱梁斜拉桥，通航标准 35 000 吨。除南、北航道桥外其余引桥采用 30 ~ 80 米不等的预应力



宏伟壮观的杭州湾跨海大桥

混凝土连续箱梁结构。大桥两岸连接线工程总长 84.4 千米，投资 52.1 亿元。大桥和两岸连接线总投资约 160 亿元。全桥总计使用混凝土 245 万立方米、各类钢材 82 万吨、钢管桩 5513 根、钻孔桩 3550 根、承台 1272 个、墩身 1428 个，工程规模浩大。

目前，杭州湾跨海大桥是继港珠澳大桥、美国庞恰特雷恩湖桥和中国青岛胶州湾大桥之后，世界第四长的跨海大桥。

杭州湾跨海大桥工程规模宏大，备受世人瞩目。建设之初，作为业主的政府部门明确提出大桥工程要按照国内最高的标准来实施。面对复杂的建设环境和充满挑战的建设工程，组织和管理好大桥工程是摆在指挥部面前的巨大挑战。大风、大潮、巨浪、急流、暴雨、大雾及雷电等复杂气象水文条件，如何采取切实有效的工程控制与运行管理措施是工程管理上需要面对的新课题。

截至 2016 年 11 月，杭州湾大桥日均车流量 3 万余辆次，平均每 3 秒钟就有 1 辆车驶上跨海大桥。2018 年 10 月 1 ~ 7 日，杭州湾跨海大桥日均过车流量为 7.9 万辆次，同比增长 7%，创历史新高。

杭州湾跨海大桥的护栏为彩虹七色，每种颜色覆盖 5 千米，自慈溪到嘉兴海盐分别为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。

杭州湾跨海大桥的奠基碑是中国第一座青铜奠基碑，其高 100 厘米，厚 25 厘米，重 500 千克；由铸、锻、刻等多种工艺制作而成，是传统艺术和现代技术融合的结晶，由中国工艺美术大师朱炳仁创意制作。

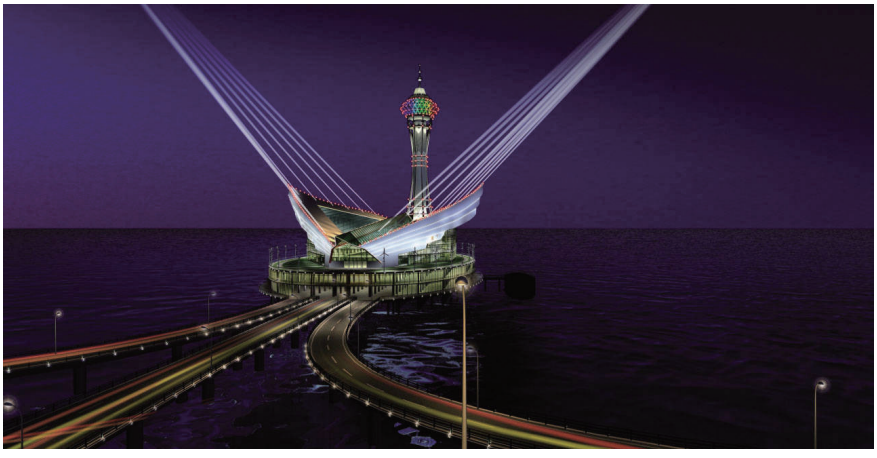
杭州湾跨海大桥海中平台位于桥梁约 18 千米左右位置处。在杭州湾跨海大桥建设期间，海中平台用于工程测量、应急救援和物资堆放。杭州湾跨海大桥建成后，海中平台进行改造，变成了海中观景平台，并命名为“海天一洲”。“海天一洲”以白色和蓝色为主调，外形像一只展翅飞翔的雄鹰，分为主体平台和观光塔两部分，主体平台共有 6 层，观光塔共 16 层，高 145.6 米。



杭州湾跨海大桥“海天一洲”效果图

“海天一洲”是杭州湾跨海大桥的点睛之作，它的建成使杭州湾跨海大桥更加壮观更加秀丽。在这里，望海、观潮、品大桥，是国内外独特的海上观光场所，是杭州湾区域的地标性建筑之一。

杭州湾跨海大桥设计要求新，其中 18.27 千米的水中区引桥和 10.1



夜晚“海天一洲”美景

千米的南岸滩涂区引桥，是整个工程的关键。

杭州湾潮差大、流速急、流向乱、波浪高、冲刷深、软弱地层厚，部分区段浅层气富集。其中，南岸 10 千米滩涂区干湿交替，海上工程大部分为远岸作业，施工条件很差。受水文和气象条件影响，有效工作日少，据现场施工统计，海上施工作业年有效天数不足 180 天，滩涂区约 250 天。

建成后的杭州湾跨海大桥直接促进了宁波、嘉兴社会经济的发展，对浙江省乃至长江三角洲南翼地区的整体发展产生积极影响。据统计，杭州、宁波、温州、绍兴、台州五市的 GDP 占浙江全省 70% 以上。杭州湾跨海大桥的建成使这些地区的经济发展如虎添翼，为区域经济和社会进一步腾飞注入新的活力，为浙江省整体综合实力的提升发挥更大作用。



杭州湾跨海大桥远景设计图

杭州湾跨海大桥作为中国沿海大通道中的第一座跨海大桥，突破了杭州湾的瓶颈，优化了长三角区域国道主干线的路网布局，缓解了沪、杭、甬高速公路流量的压力，改变了宁波交通末端状况，有利于实施环杭州湾区域发展战略网，有利于促进苏、浙、沪旅游发展。杭州湾跨海大桥的建设也有利于支持上海国际航运中心建设，促进宁波、舟山深水良港资源的整合开发和利用，有利于旅游业的发展和国防建设，有利于缓解杭州过境公路的交通压力。

杭州湾跨海大桥建成大力推动了“长三角”地区合作与交流，大大缩短了浙东南沿海与上海之间的时空距离，有利于推进城市化发展战略。杭州湾跨海大桥的建设进一步密切嘉兴、宁波、绍兴、台州等城市的联系，促进杭州湾城市连绵带和沿海对外开放扇面的形成，从而将这一区域提升为“长三角”都市群的最重要组成部分。杭州湾跨海大桥提高了浙江省改革开放的水平，提升了综合实力和国际竞争力。

2. 青岛胶州湾跨海大桥

青岛胶州湾跨海大桥是一座横跨胶州湾的大型跨海大桥，东起青岛市崂山区海尔路入口处，途经红岛，跨越胶州湾海域，西至黄岛红石崖。一期路线全长 28.047 千米，二期工程 12 千米， 其中海上段长度 25.171 千米，青岛侧连接线 749 米 、黄岛侧连接线 827 米 、红岛连接线长 1.3 千米。工程概算投资 90.4 亿元，于 2011 年 6 月正式运营通车。整个胶州湾大桥工程包括沧口、红岛和大沽河航道桥、海上非通航孔桥和路上引桥、黄岛两岸连接线工程和红岛连接线工程，李村河互通、红岛互通以及青岛、红岛和黄岛三个主线收费站及管理设施。

青岛胶州湾跨海大桥双向六车道，设计最高速度 80 千米 / 时，是国家高速公路网 G22 青兰高速公路的重要组成部分，是山东省“五纵四横一环”公路网上框架的组成部分，是青岛市胶州湾东西两岸跨海通道中的桥梁。环胶州湾高速公路长约 70 千米，而大桥项目的建设将青、红、黄三岛便捷地



胶州湾跨海大桥是 G22 青兰高速公路的重要组成部分

联系在一起，使青岛至黄岛陆路距离缩短近 30 千米。如果以 80 千米 / 时的速度计算，走大桥将比走高速路节省 20 分钟！



通行中的青岛胶州湾跨海大桥

青岛胶州湾跨海大桥于 2011 年被美国《福布斯》评为“全球最佳桥梁”。2013 年 6 月，美国匹斯堡第 30 届国际桥梁大会（IBC）向青岛胶州湾跨海大桥颁发乔治·理查德森奖，这是迄今为止中国桥梁工程获得的最高国际奖项。

青岛胶州湾跨海大桥建成后使得济南和青岛两座城市的交通更为便捷。以前，车辆沿济青高速南线至黄岛后须绕行胶州湾高速才能到达青



青岛胶州湾跨海大桥全景

岛；大桥建成后，车辆沿济青南线、大桥即可一路直通青岛。大桥还将进一步促进青岛与山东半岛城市群各城市间的交通联系，对发挥青岛在山东省经济发展的龙头地位，进一步加快山东半岛城市群建设，促进山东半岛旅游业发展具有重要意义。

胶州湾大桥是青岛“环湾保护、拥湾发展”战略中的一个重要交通枢纽。大桥的建成，大大缓解了青岛胶州湾高速公路的交通压力；进一步完善青岛市东西跨海交通联系，扩大了青岛市城市骨架，缩小了青岛、红岛、黄岛的时空距离，加强了主城区与两翼副城区的联系，塑造了拥抱胶州湾的大青岛城市框架，为青岛城市的深度发展拓展出崭新的空间。

3. 东海大桥

东海大桥是中国东海一座连接上海市与浙江省的桥梁工程，位于中国浙江省杭州湾洋山深水港海域内，为沪芦高速公路的南段部分。之前上海的桥梁主要是依黄浦江、苏州河而建，最长的桥是连接崇明岛和长兴岛的长江大桥，而东海大桥则是上海市第一座真正的外海跨海大桥。东海大桥工程2002年6月26日正式开工建设，历经35个月的艰苦施工，



东海大桥夜景

于 2005 年 5 月 25 日实现结构贯通。2003 年 7 月 13 日，时任中国国家主席江泽民为东海大桥题写桥名。东海大桥是上海市跨越杭州湾北部海域通往洋山深水港的跨海长桥，它以“东海长虹”为创意理念，宛如中国东海上一道亮丽的彩虹。



鸟瞰东海大桥

东海大桥的建成通车，为洋山深水港年内建成开港，加快上海国际航运中心的建设奠定了基础。东海大桥全长约 32.5 千米，其中陆上段约 3.7 千米，芦潮港新大堤至大乌龟岛之间的海上段约 25.3 千米，大乌龟岛至小洋山岛之间的港桥连接段约 3.5 千米。大桥按双向六车道加紧急停车带的高速公路标准设计，桥宽 31.5 米，设计最高速度 80 千米 / 时，设计荷载按集装箱重车密排进行校验，可抗 12 级台风、7 级烈度地震，设计基准期为 100 年。大桥的最大主航通孔，离海面净高达 40 米，相当于 10 层楼高，可满足万吨级货轮的通航要求。159 米高的两座大跨度海上斜拉桥主塔在国内最高；位于颗珠山岛和大乌龟岛之



鸟瞰东海大桥

间的深海大堤绵延 1.22 千米，也是国内的突破和创新；而最大的奇迹在于建设速度——在风高浪急的外海，运用高效、科学的施工技术，实现大桥贯通仅用 3 年。东海大桥位于杭州湾口东北部，舟山群岛西侧起始于上海浦东新区芦潮港，北与沪芦高速公路相连，南跨杭州湾北部海域，直达浙江嵊泗县小洋山岛。气势恢宏的东海大桥，一头挑起“东海明珠”的洋山岛，一头连接上海南汇的海港新城和物流园区，好不威风！

4. 金塘大桥

金塘大桥位于中国浙江省舟山市，西起宁波市镇海区蛟川枢纽立交，上跨灰鳖洋海域，东至金塘岛引桥立交收费站，其路沿东接西堠门大桥；途经该桥路线为甬舟高速公路（国家高速 G9211）。

金塘大桥全长 26.54 千米，位于舟山金塘岛与宁波镇海间的灰鳖洋海域，起点为金塘小岭，终点位于老海塘西侧 426 米处。金塘大桥于 2006 年 4 月动工兴建，总投资 77 亿元，2009 年 11 月 22 日正式通车。



金塘大桥

在建设期间遭遇两次超强台风袭击，正处于架梁期的大桥安然无恙，凸显施工质量的可靠。

金塘大桥分别由主通航孔桥、东航孔桥、西航孔桥、分通航孔桥、桥塔、引桥及各立交匝道组成，全桥路段呈西北至东南方向布置。

金塘大桥连接浙江舟山金塘岛与宁波镇海区，是整个舟山大陆连岛工程中投资最大、最关键的大桥，也是中国第一座按桥梁新规范体系进行设计的跨海特大桥梁；作为舟山连岛工程一部分，将成为浙江发展海洋经济的助推器之一，使舟山与宁波的港口岸线连接成有机整体，对建设国际贸易中转存储基地具有重要意义。

2009年10月28日，国务院常务会议正式批准港珠澳大桥工程可行性研究报告。

2009年12月15日，时任国务院副总理李克强同志亲临珠海宣布港珠澳大桥正式开工。

2010年8月3日，港珠澳大桥珠澳口岸人工岛填海工程抛石出水；11月2日交通运输部批复了港珠澳大桥主体工程技术设计（交公路发〔2010〕622号）。12月28日，岛隧工程沉管隧道干坞预制动工。

2011年5月15日，岛隧工程西人工岛首个钢圆筒振沉成功；9月11日岛隧工程西人工岛最后一个钢圆筒振沉成功，西人工岛顺利成岛；9月22日，东人工岛首个钢圆筒顺利振沉；12月7日，人工岛主体结构完工。

2011年12月14日，港珠澳大桥香港口岸正式开工。

2012年7月，大桥主体工程桥梁工程开工；12月28日山桥中山基地举行开工仪式，标志着港珠澳大桥钢箱梁组拼工作正式开始。

2013年5月6日，大桥岛隧工程首节沉管成功实现与西人工岛暗埋段的对接；6月3日，大桥首个承台墩身整体顺利安装到位；2013年6月20日港珠澳大桥CB03标首个整体埋置式墩台成功安装，这也是国内首个整体埋置式墩台；7月30日，岛隧工程首节180米标准管节顺利完成浮运安装任务。

2014年1月19日，大桥深海区首跨钢箱梁架设成功；2014年2月24日岛隧工程E9管节顺利沉放安装。隧道安装水深突破40米，穿过临时航道，进一步走向深海。

2015年1月8日，大桥主体工程青州航道桥主塔封顶；2月2日，大桥主体工程第一座桥塔——九洲航道桥206号墩上塔柱完成整体提升竖转；2月23日，青州航道桥56号墩索塔“中国结”结形撑首个节段吊装成功；8月23日，江海直达船航道桥首个“海豚”塔成功吊装；9



月 6 日，桥梁工程完成最后一件上节墩身安装，主体工程 220 座墩台全线完工；11 月 22 日，九洲航道桥段主体完工。2015 年 12 月 21 日岛隧工程 E24 沉管安装成功。海底隧道在海底延伸至 4185 米。

2016 年 1 月 13 日，岛隧工程 28 个直线段沉管预制全部完成；4 月 11 日，青州航道桥合龙；6 月 2 日，江海直达船航道桥 138 号钢塔成功吊装，大桥主体工程 7 座桥塔施工全部完成；6 月 29 日，港珠澳大桥主体桥梁合龙；9 月 27 日，港珠澳大桥主体桥梁工程贯通。

2017 年 3 月 7 日，海底隧道最后一节沉管成功安装；4 月 10 日，大桥珠海连接线拱北隧道全贯通；2017 年 5 月 27 日港珠澳大桥主体工程主线浇筑式沥青铺装圆满完成；7 月 7 日，大桥海底隧道暨大桥主体工程全线贯通；7 月 28 日，西人工岛主体建筑封顶；8 月 31 日，东人工岛主体建筑封顶；12 月 21 日，港珠澳大桥主体工程车辆通行费收费标准听证会在珠海举行；12 月 31 日，大桥主体工程点亮全线灯光，主体工程的施工任务基本完成，基本具备通车条件。

2018 年 2 月 6 日，港珠澳大桥主体工程完成验收。

2018 年 9 月 28 日，港珠澳大桥首次三地联合试运行，为大桥全线开通做准备。

2018 年 10 月 23 日上午，港珠澳大桥开通仪式在广东珠海举行。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平出席仪式，宣布大桥正式开通并巡览大桥。10 月 24 日上午 9 时，港珠澳大桥正式通车运营。



附录二：英国《卫报》新世界七大奇迹

1. 北京大兴国际机场（Beijing Daxing International Airport）

2015 年工程师与建筑师不断拓展设计的边界，创造无与伦比的建筑之美。英国《卫报》评选出“新世界七大奇迹”，作为未来世界上最大航空港——北京新机场处于榜首位置。英国女建筑师扎哈·哈迪德赋予了机场设计全新生命力，呈辐射状的新航站楼将大大减少旅客的换乘距离，屋顶外观则采用设计师标志性的流线型设计。

北京大兴国际机场，是建设在北京市大兴区与河北省廊坊市广阳区之间的超大型国际航空综合交通连接的枢纽。新机场按照客流吞吐量 1 亿人次，飞机起降量 80 万架次的规模建设 7 条跑道和约 140 万平方米的航站楼；机场预留控制用地按照旅客吞吐量 1.3 亿人次，飞机起降量 103 万架次，9 条跑道的规模预留。

机场主体工程占地多在北京境内，是继北京首都国际机场、北京南苑机场后北京的第三个客运机场。本期建设 4 条跑道及 1 条军民两用跑



北京大兴国际机场全景图

道，70万平方米航站楼，客机近机位92个。当在客流达到4500万人次时，届时将建设第一卫星厅，使航站楼面积达到82万平方米，客机近机位137个，满足7200万客流量的需求。

2019年5月13日9时29分，第一架试飞飞机降落大兴机场。

2019年9月25日，北京大兴国际机场正式投入运营。

2. 沙特王国塔（Kingdom Tower）

王国塔是沙特阿拉伯计划耗资300亿美元建造的世界第一高楼，周围还将建造一座面积为23平方千米的新城，可容纳8万人和100万游客，而“国王塔”将作为这座8万人口新城的中心地标。



王国塔设计图

最初沙特有关部门的目的是建一座高1.61千米（1英里）的塔，这高度乘坐普通电梯需要12分钟才能到达塔顶，但是有人担心该地的土质无法承受这么庞大的建筑的重压，最终他们放弃了这个念头，改建高为1千米的超级大厦。

“国王塔”预计投资300亿美元，将建275层，届时要到塔顶，乘坐普通电梯需要12分钟。其设计高度是迪拜的“迪拜塔”的两倍，是英国最高建筑“碎片大厦”的5倍。据了解，“国王塔”在红海东海岸的吉达市北部20千米处，“国王塔”及周围将建的23平方千米新城将由沙特阿拉伯王室拥有的全国最大的王国控股公司(KHC)出资，由美国建筑师阿德里安·史密斯设计，阿联酋的艾玛尔地产集团已经中标负责

建设，该塔是集酒店、写字楼、住宅公寓为一体的超级——摩天大厦。占地大约 2206.67 平方千米。

3. 港珠澳大桥（Hong Kong–Zhuhai–Macao Bridge）

自从 1997 年香港回归以来，中国政府一直致力于密切珠海、澳门和香港的区域往来。这座长达 55 千米的超级跨海大桥 2018 年 10 月开通后立即取代胶州湾跨海大桥成为新的世界第一。

港珠澳大桥是中国境内一座连接香港、珠海和澳门三个城市的桥岛隧工程，位于中国广东省伶仃洋区域内，为珠江三角洲地区环线高速公路南环段。

港珠澳大桥工程于 2009 年 12 月 15 日动工建设；于 2017 年 7 月 7 日实现主体工程全线贯通；于 2018 年 2 月 6 日完成主体工程验收；于 2018 年 10 月 24 日上午 9 时正式开通运营。

港珠澳大桥东起大屿山香港国际机场附近的香港口岸人工岛，向西横跨南海伶仃洋后连接珠澳口岸人工岛，止于珠海洪湾立交；桥隧全长 55 千米，其中主桥 29.6 千米、香港口岸至珠澳口岸 41.6 千米；桥面为



彤日映大桥

双向六车道高速公路，设计最高速度 100 千米 / 时；工程项目总投资额约 1200 亿元。

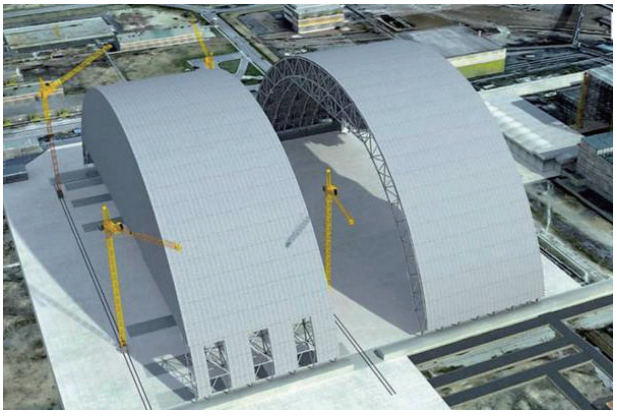
4. 乌克兰切尔诺贝利核反应堆钢铁外层

2007 年 9 月 17 日，乌克兰政府宣布将搭建一个巨型的钢铁外层，用于重新覆盖曾发生全球最严重核泄漏事故的切尔诺贝利核电站。

据英国广播公司报道，乌克兰政府雇用了一家法国公司，负责搭建一个钢铁外层结构，取代 1986 年掩盖核反应堆的混凝土外层。这一混凝土外层在发生核事故后仓促建成，已出现部分损坏，因此乌克兰政府计划建筑新的钢铁外层，遮盖曾发生核泄漏的反应堆和放射性材料。

新的钢铁外层工程计划耗资 14 亿美元，由国际捐献者出资，并由欧洲重建与开发银行监督资金营运，预计将在 5 年内竣工。

乌克兰政府表示，新的钢铁外层结构建成后，将可进行拆卸核反应堆的工作。这个反应堆仍包含 95% 的原核材料，并被暴露在外。因施工质量粗糙，现有的混凝土保护外层非常脆弱。乌克兰政府同时还与美国公司达成协议，在切尔诺贝利核电站的 30 千米“隔离区”内建造一个储存设施，收藏核电站泄漏的核废料。



乌克兰切尔诺贝利核反应堆钢铁外层建筑

在 1986 年 4 月 26 日，切尔诺贝利核泄漏事故发生之后，苏联工程师们匆忙搭成水泥箱将核反应堆封闭。目前，一座新的钢拱结构建筑正在建设之中，从而让起重机将来可以在屋顶上开展拆除工作。这项工程难度极大，特别是对于工人的迅速

转移能力是一种考验——一旦随身携带的放射性测量计数值过高，他们就得立马放下手头工作撤离。

5. 麦加 Abraj Kudai 酒店

麦加大清真寺在很长一段时间内都会淹没在起重机的海洋中，因为这座穆斯林圣地要为每年涌入的两百万朝觐圣徒扩容。不过，这项工作被部分人士认为是对伊斯兰古文明的一次毁灭。从高空俯瞰大清真寺，附近有世界第四高楼 Abraj al Bait 可以为人们提供奢华的住宿服务。其中，还有由 12 座高楼簇拥而成的 Abraj Kudai 酒店竣工后可为游客提供超过 1 万个住宿房间。



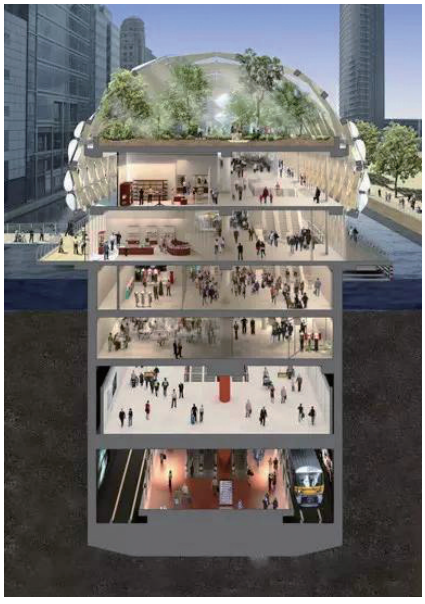
麦加 Abraj Kudai 酒店

Abraj Kudai 酒店由达尔建筑集团公司斥资 35 亿美元打造。这是一家拥有 12 座高楼、1 万间客房、70 个餐厅、外加多个直升机场和一个全尺寸会议中心的酒店，其占地面积达 140 万平方米。12 座高楼围成一圈拔地而起，提供 1 万间客房，远远超出目前世界最大酒店米高梅酒店 6198 间的客房量。

6. 伦敦 Crossrail 工程

伦敦目前正在进行的一项耗资 260 亿美元的铁路项目。

伦敦地铁网络发达，为了确保这座拥有八百万人口的大城市运转正常，这里的通勤控制系统已经到了令人炫目的程度。Crossrail 的出现



伦敦 Crossrail 工程截面图

将把希思罗机场与伦敦东部和中西部地区连接在一起。不过考虑到伦敦老旧的基础设施和有限的扩张空间，这项工程的存在不免有些奇怪。

7. 巴黎 FFR 大体育场

体育场是近距离体验大型体育项目的首选地点。但是，建设一座九成时间闲置、一成时间爆满的建筑是非常浪费的，同时这也是这座为法国橄榄球比赛设计的体育场面临的挑战之一。FFR 大体育场可容纳 82 000 名观众到场，配有间距可伸缩的座椅，外观庄严宏伟，同时装有移动顶棚，可以在必要时成为室内场馆，供人们健身活动使用。



巴黎 FFR 大体育场

（书中部分图片引自相关媒体，特向原作者真诚致谢，欢迎您与我们联系，我们将按有关规定支付稿酬）