



改造地球系列 75



伟大的工程

章志彪 张金方 主编

中国建材工业出版社



國立臺灣大學

圖書館

75



偉大的工程

1949-1979

世界科技全景百卷书



· 改造地球系列 ·

伟大的工程

编写： 张乐轩

中国建材工业出版社

目 录

古迹工程

- 世界上一大奇迹 (1)
- 巧夺天工的石窟工程 (7)
- 罕见的祭天建筑 (18)
- 规模宏大的明十三陵 (24)

经济建设

- 第一个有色金属生产基地 (33)
- 电子工业头号工程 (34)
- 第一个现代化大型钢铁企业 (37)
- 世界第一“生态工程” (40)
- 第一个通信卫星发射基地 (42)
- 我国第一座大型炼油厂 (45)
- 我国唯一的大型钾肥工业基地 (47)
- 华夏第一大油田 (49)

水利工程

- 规模最大的水利工程 (52)
- 神州第一高坝 (53)
- 世界水利第一工程 (55)
- 罕见的“人工地下长河” (58)
- 万里长江第一坝 (61)
- 我国最大的城市引水工程 (64)

我国第一座大型水库工程	(66)
第一条全面治理的大河	(68)
塔贝拉西水东调工程	(70)
面积最大的人工湖	(72)
阿斯旺水库	(73)
阿拉伯半岛的海水淡化工程	(75)

文体建设

最现代化的彩电中心	(77)
我国的第一运动员村	(78)
人民大会堂	(81)
亚洲第一图书馆	(85)
我国最大的体育馆	(87)
我国最大的博物馆	(88)

古迹工程

世界上一大奇迹

万里长城绵延起伏，横亘在祖国北方辽阔的土地上，被誉为世界上一大奇迹，宇航员从月球上回观地球的时候，所见到的人工建筑物以长城最为明显。它是我国古代的一项伟大的建筑工程，体现了人民高度的智慧和无穷的创造力。

悠久的历史

提起长城，人们总认为是秦始皇开始修筑的。其实，秦始皇筑的是万里长城。至于长城，早在秦始皇前 400 年的春秋时期就开始修筑了。楚国在今河南、湖北等地筑的“方城”，长达几百里，就是最早的长城。《左传》曾记载了这样的故事。在公元前 656 年，齐桓公率领众诸侯的兵马进攻楚国，原以为兵力强大，可以攻无不克，可是看到“方城”那样坚固的城防，就只好罢兵言和。从这里可以看出长城在防御方面的作用，后来齐国也筑了长城。到了战国，各国间战争频繁，为了防御，秦、韩、赵、魏、燕连中山小国也都在边界筑起了长城。秦始皇统一全国后，为

了怕再度出现地方割据的局面，将这些长城拆掉。

至于万里长城，那倒的确是秦代开始建筑的。原来在战国时，秦、赵、燕由于他们北面与以游牧为主的匈奴族为邻，为了防止匈奴奴隶主贵族南下侵扰，又各自在北方边界上筑了长城。秦始皇统一全国后，为了进一步防止匈奴和东胡的侵扰，派了大将蒙恬率领 30 万大军，花了 10 年的功夫，把燕、赵、秦的北方边界的长城连接起来，并把它延长，成为西起临洮（今甘肃岷县）东达辽东，长达万余里的万里长城。从此，它便巍然雄峙在祖国土地上。

秦代以后，汉、北魏、北齐、隋几个王朝都先后对长城进行修补和增筑，其中以汉代的规模最大，除了修葺秦长城外，又增筑了朔方长城和河西长城，西端一直越过玉门关，进入新疆。总长远远超过万里。

从唐代到元代，由于唐、元两个王朝都是幅员广袤的大帝国，长城已成为内城，没有修筑。唐以后在我国北方建国的辽与西夏，也没有对长城进行修筑。只有金代为了防御蒙古族的侵扰，曾增筑了两道长城。一道是明昌旧城，今在黑龙江省兴安岭北黑龙江沿岸，长达千余里，另一道是明昌新城，西从陕西西北部东达松花江，从而把长城筑到黑龙江。

到了明代，为了防御北方蒙古族和东北女真族南下的侵扰，又大规模修筑长城。从洪武元年（公元 1368 年）起，先后经过 100 年的时间，完成了万里长城的修筑工程。它西起嘉峪关，经过甘肃、宁夏、陕西、内蒙古、山西、河北、辽宁，一直到鸭绿江。全长 12700 里。清王朝也是幅

员广大的帝国，长城是内城，没有进行修补和增筑。

明代以前修筑的长城现已废坏。明代所筑山海关到鸭绿江 1900 里那一段由于用土石垒成，工程比较简单，现也大部分被毁坏。仅嘉峪关到山海关这一段因修得非常坚固，至今仍保存得很好。这就是现在的“万里长城”。至于明代以前所筑的长城虽已废坏，遗址尚存。现在黄河流域和黄河流域以北的省市加上湖南、湖北 2 省，共 16 个省市都有长城的遗迹，可以想象当时的规模。

伟大的建筑工程

长城以长闻名于世。的确，长城是目前世界上唯一长达万里的建筑物。历史上的长城还要长，如果把我国历代修建的长城加起来，大约有 10 万里以上，其中内蒙古长城就达 3 万里。不过，长城被列为世界最伟大工程之一，不仅因为它长，还因为长城的城墙、敌楼、关隘和长城附近烽火台都是雄伟高大的建筑物，十分壮观。而且这些建筑物又很多建在高山峻岭上面，城墙沿着山脊蜿蜒起伏，通过无数悬岩深谷，显得雄奇险峻。现在让我们从明代长城的概貌看看这个伟大工程。

长城的主体是城墙。拿山西以东到山海关一段的城墙为例，它的断面呈梯形，下宽上狭，平均底宽 6 米，顶宽 5 米，高达 6.6 米，内筑夯土，外砌整齐条石和特大城砖。城墙的顶部由于宽达 5 米，可容 5 马并骑 10 人并进，地面用三四层砖铺砌，而上面这层砖是方砖，并用石灰砌缝，所以砌得十分平整坚实，连野草都难以生根。在城顶两侧还

砌有砖墙。内侧砌成高约1米的女墙（矮墙），外侧砌成1.6米高的垛口。每一垛口上面有一瞭望洞，下面有一射击孔。城墙上还有排水沟和吐水嘴等设施。在关口和险要的地方，设有一重重城墙，有的还设了凸出在前面的罗城。

敌楼和墙台都是凸在城墙外面的高台。墙台上只建有普通房屋，是巡逻放哨避风雨的地方。敌楼则是高出城墙的高大建筑，一般高达12米以上，有上下两层，下层住人，上层有供射击和瞭望的垛口，还有燃火的设备。

烽火台是古代传递军事情报的建筑物。汉代叫做帮烽燧，明代叫燧烟。遇到敌情，它利用白天燃烟（即燧），夜间放火的办法报道敌军进犯消息。点烽时，用硫磺硝石助燃。放烟时，还同时鸣炮，并且可从燃烟和炮声多少传递军情。这是当时迅速而准确的军事情报。为了要瞭望敌人，烽火台一般总设在长城附近的山顶上。它本身也是一个高大建筑物，一般高达15米，它的外观也有点像敌楼。

此外，长城沿线还有不少雄关和隘口，整个长城就是由上万里的高大城墙、成百座的雄关险隘、成千上万的敌楼、烽火台组成的。工程极为浩大。据计算，如果拿筑长城的土方用来筑1道厚1米高5米的墙，可绕地球1周有余。

长城不仅工程量大，而且由于它翻山越岭，经高原，过草地，通过无数悬崖深谷，施工十分艰难。可是古代工匠巧妙地采取因地制宜，就地取材的办法，用了简单的工具，成功地创造了这一世界奇迹。

首先，循导自然地形，巧为因借。凡是遇到陡峭山岗

的地方，城墙就利用山脊作为基础，外面包砌石块，依山而筑。还有把崖壁劈削而成的，明代称为山险墙、劈山墙，在山岗陡峭处，城墙比较低一些；平坦处，城墙比较高一些。内侧比较低，外侧比较高，使城墙居高临下，控制险要，即便于施工，又节约了大量建筑材料。在河岸、谷边，也是利用原来的陡坡、山崖，内侧并没有多高，可是从外面看去，却非常险峻。遇到湖泊以及低洼多水的地方，就利用湖面作为天然屏障，以水面代替这一段长城。

筑城的建筑材料一般都就地解决。大型城砖和石灰就地烧制；在高山峻岭，则在山上开取石料，用石砌筑；沙漠中用当地所产的红柳枝条和芦苇与砂石层层相间铺砌，可砌到 6.7 米高；在平原黄土地区，大都就地取土垒筑。明代手工业发展很快，能生产大量高质量的砖、石材料，使明代长城在重要地段都采用砖砌和条石镶砌的砖石城墙。

把建筑材料运输到山上筑城地区，也是施工中一项艰巨的任务。古代没有先进的交通工具，不是用毛驴搬运，就是靠人力背抬或采取排队传递的办法，一筐筐，一块块地搬上去；大石搬不动，还利用斜面、滚木等办法来运输。

雄关三胜

长城沿线雄关，不能一一列举，其中山海关、居庸关（包括关的北口—八达岭）和嘉峪关是现存的三座雄关，已列为全国第一批重点文物保护单位。

山海关在河北省秦皇岛市东北，与辽宁省接界，是长城东段的一个重要关口。自古以来一直是军事上的重要关

隘，关城倚山临海，非常险要，北面万山重迭，气势雄伟，长城从山上蜿蜒而下，与关城相接。关城东面的长城一直伸入渤海之中。登上城楼东望大海，北看长城，险要形势尽收眼底。山海关，明以前称作榆关。明洪武十四年（公元1383年）徐达把山海关建成完备的军事工程，因关城北枕群峰，南襟浩海，故改名为山海关。关城东西南北，分设“镇东”、“迎恩”、“望泽”、“威远”4门。城楼正面，高悬着“天下第一关”巨匾，雄浑道劲，峻拔端庄。解放后，修缮了长城和“天下第一关”的城楼以及许多文物古迹，山海关也建设成为新的生产性城市，古代雄关展现出崭新的面貌。

居庸关在北京西北100多里，建在一条长40多里的“关沟”内，两旁重峦叠嶂，树木葱茏，景色优美，相传秦始皇修筑长城时，“徙居庸徒（奴隶）于此”而得名。秦汉至隋唐之际，“常宿重兵，以谨管钥”，为兵家必争之地，也是南北交通要道。居庸关有南北两个外围关口，南面的叫南口，是关沟的入口，旧关城早已残破，北面的叫北口，就是现在的八达岭口。

在八达岭上远望，万里长城犹如巨龙，翻山越岭，游向远方。一个堡垒连着一个堡垒，古人云：“居庸之险不在关城而在八达岭”，它居高临下，地势险峻。岭口是一个小小的关城，万里长城连接着关城伸展开去，隔不远就有一座墙台和敌楼，城墙上还有女墙、垛口和瞭望洞、射孔等防御工事。城墙都用整齐的条石和大城砖砌筑，非常坚固。由于关的两崖绝峻，层峦叠翠，金章宗明昌年间，始以“居

庸叠翠”之名，列为燕京八景之一。

明长城最西端是嘉峪关，它座落在祁连山脉西南的嘉峪山岗之上；长城从祁连山上迤邐而来，直抵关下；又从关北折向东去，伸展在茫茫的戈壁滩上。关城台呈梯形，西城墙 166 米，东城墙 154 米，南北宽 160 米，城台高约 3 丈。在城台上矗立着 3 层 5 丈多高的城楼，关城 4 角有砖砌的城堡式的角楼。关城西面有凸出的罗城，作为关门的双重防线。除城台、敌楼、烽火台、垛口等关键建筑用大砖包砌之外，其余皆为黄土夯筑，夯打坚实，不亚于砖石。明弘治八年（公元 1495 年），由于原土城一度废弃，兵备道李端登主持重建关城，高悬巨匾，命名“天下第一雄关”，从而使它同山海关东西对峙，遥相呼应。现今关城，仍保留着明嘉靖年间的规模和概貌。登上关城，相目四顾，只见南面是终年积雪的祁连山，北面是嘉峪山和蜿蜒的万里长城，东面是河西走廊的名城酒泉市，西面是绵延起伏、一望无际的沙漠瀚海，关前潺潺的泉水，给古塞带来无限生机。作为肃州八景之一的“嘉峪晴烟”的壮丽风光，历历在目。

万里长城，已有 2000 余年的悠久历史，这个举世无双的伟大建筑是中华民族的骄傲。它将永远激励我们奋发图强、创造更多的奇迹。

巧夺天工的石窟工程

石窟，又称石窟寺，是佛教建筑的一种。在祖国辽阔

的土地上，西自新疆，东至江浙，南自云贵，北至辽东，至今仍保存着数百处石窟群。其中尤以甘肃敦煌的莫高窟、永靖的炳灵寺石窟，天水的麦积山石窟、山西大同的云岗石窟、河南洛阳的龙门石窟最为著名。佛教起源于印度，自东汉传入我国中原地区，作为佛教活动场所的石窟寺也逐渐开凿建成。石窟建筑自东汉至明清，有着近 2000 年的历史。它是我国古代洞窟体系建筑的一个重要组成部分。石窟中除主要有庄严高大的佛像、筋络发达的力士、凌空飞舞的飞天等塑像和壁画艺术珍品外，还有世俗人物风土的塑像和壁画，为我们提供研究中国古代社会的实物资料。

佛教寺院是佛教徒念经修行的场所，它需要有一个清静的环境，以摆脱世俗生活的干扰，所以寺院的选址除了为便于佛教徒的顶礼膜拜，少数建在城市中外，一般是建在高山密林、风景秀丽的地方。我国的很多名山都为寺院所占据，成为名胜古迹的重要组成部分。如号称佛教四大名山的山西五台山、四川峨眉山、浙江普陀山、安徽九华山等，都是风景各有特色的地方。唐代诗人杜牧所描绘的“南朝四百八十寺，多少楼台烟雨中”也说明寺院大多数是深藏在烟雨苍茫的山林中。而石窟必定在山地开凿，不像木构建筑的寺院，任何地方都可建造。所以它本身的性质就决定它不在城市，符合佛教寺院选址的原则。一般为了取得优美的景色，石窟选址还注意能依山面水。选择天然峭壁开凿，务求与大自然溶合成一体，如莫高窟有大泉，云岗石窟有武州川，龙门石窟有伊水，麦积山石窟有渭水。四川的东山大佛，位于青衣江、岷江、大渡河三水交汇的地

方，佛高 71 米，它面对激流拍岸的三江口，兀立摩崖，格外巍峨挺拔。四川广元千佛崖，面临嘉陵江，窟龕密集，叠至 13 层，高达 40 米，气势磅礴。山西太原天龙山石窟开凿在海拔 1200 米的山上，这里泉水潺潺，云雾缭绕，真是高山流水如仙境一般。麦积山石窟整个石窟群选在孤峰突起的山崖上。登麦积山，正如五代时《玉堂闲话》中所记：“其间千屋万室，缘空蹑虚，登之者不敢回首”。再如炳灵寺石窟滨临黄河，峭壁千丈。这里的水面幽深，山石纵横，奇峰绝壁，千奇百怪，当你乘坐牛皮筏子，停泊于大佛前登岸时，使你更感石窟工程的艰巨和佛像的庄严雄伟。石窟寺往往选择在山势险峻、前有流水、景色秀丽的地方，借助于壮观的自然景色，衬托出佛和菩萨的尊严。

地质条件对石窟的开凿是一个很重要的因素。四川地区多为红砂岩，戈壁滩的敦煌为砾岩，洛阳龙门为石灰岩，大同云岗为砂岩。这些岩石各有特点，古代匠师针对不同岩石的特点进行不同的加工与处理，把它们开凿出来。石窟的崖面选择更为重要，如云岗的主要石窟占据了好的崖面，窟洞都比较完好，但自从北魏从大同迁都洛阳后，随着政治经济中心的南移，后期开的西部石窟，因财力物力的限制，窟洞规模不大，多接近山石表面，现已大部风化。在莫高窟发展过程中，比较好的崖面，首先被利用。唐宋以后，只好在原崖面上见缝插针或向岩石的深处发展。炳灵寺与麦积山都建在完整的崖石上。四川大足宝顶石窟选在一个山沟里，这里虽然是红砂岩，但有着大面积纯洁而坚硬的崖石，造像雕刻至今保持完好。

在石窟选址中，朝向也普遍受到重视。根据我国的地理气候条件，最好为南向和南偏东，西向和北向容易受到冬季风雨的侵袭，使用与保护都不方便。敦煌莫高窟开凿于前秦建元二年（公元 366 年），据唐圣历元年（公元 198 年）李怀让《重修莫高窟佛龕碑》记，有沙门乐僧选址在这里，开始修石窟。从现状看，这里大泉河自南向北流去，大河两侧都为连绵起伏的沙丘，东面名三危山，西面名鸣沙山。莫高窟选择在河西鸣沙山的峭壁上，为大规模的石窟群奠定了座西朝东的基础。大同云岗石窟前临武州川。武州川两岸皆山，云岗石窟选择了东西向河床的北侧山崖上，座北向南。又如洛阳龙门石窟，伊水自南而北流去，两侧有西山和东山对峙。龙门的主要石窟在西山的崖面上，从西朝东。至唐代，西山的主要崖面被石窟占满，才去东山的山坳中开凿。

这些石窟既要远离繁华的城市，又要与城市联系方便，因此往往位于重要的交通线上。如云岗石窟在当时的北魏都城平城（今山西大同）通往故都盛乐的要道上。敦煌是丝绸之路上的一个重镇。广元的千佛崖位于川陕栈道线上，山前是古代中原通往四川的必经之路。北魏皇家开凿的云岗石窟离平城仅 30 里，龙门石窟在洛阳南 25 里。云岗、龙门都是北魏皇家的崇佛圣地，皇室曾多次临幸。

石窟开始时可能是利用天然洞穴再进一步开凿而成的，如炳灵寺 169 窟就是利用高出地面 30 米的天然山洞开凿的。从窟壁面上题有“建弘元年（公元 420 年）三月二十四日选”的字样，说明早期开凿石窟是在十六国西秦时

期。利用天然洞穴开凿石窟最为简便，此后也一直在采用。如在杭州，尚保留有五代、宋元的石窟，也多利用天然洞穴，它与杭州自然山水相融合，形成杭州石窟艺术的一大特色。其他如龙门石窟的古阴洞、火烧洞、莲花洞和老龙洞等都有利用天然洞穴的痕迹。

适合作石窟的天然洞穴不多，所以石窟主要靠人工开凿。悬崖峭壁是开凿石窟最理想的地方。这是因为不仅开凿的石方量少，而且具有形势险要风景秀丽的环境。但天然峭壁不可多得，一般山都有一个自然的坡面，必须先行开山，以建造人为的峭壁，为了减少开山的石方，总是选择陡坡。但即使这样，工程量还是相当大的。洛阳龙门宾阳三洞的开凿是一个典型的例子，大约在北魏宣武帝景明初年（公元500年）开始在“洛阳伊阙山，为高祖文照皇后营石窟二所”，原来预定“窟顶去地三百一十尺”，可是从景明初到正始二年（公元505年），花了6年的功夫才“斩山二十三丈”，由于“斩山太高，费功难就”，才改为“去地一百尺，南北一百四十尺”。后来又为世宗造一个石窟，一共3所。从景明初（公元500年）开始开凿，到正光四年（公元523年）一共24年，用工802366。这里所说的斩山，就是为建成人工崖面的开山工程。宾阳洞前广场南北宽33米，东西深13米，峭壁高30米。开山的石方量在1万方以上。再如洛阳龙门唐代开凿的奉先寺，还特地选择了一个需要开山较少的微带凹形山坡，可是为凿成东西深41米，南北宽36米，容纳坐像高17.14米的本尊卢舍那佛的石窟。自唐咸亨三年（672年）至上元二年（公元

1675年)花了3年9个月的时间,开山的石方在3万方以上。云岗石窟群东西长达1公里,山前的峭壁全部是开凿出来的,工程之艰巨可以想见。

在峭壁上开凿洞窟与开山工程相比,在技术上要复杂得多。天然岩石是个坚硬的实体,容重大。人在岩石下面施工,既吃力又不安全。因此窟洞的开凿根据传统经验必须遵照自上而下,自外而内的顺序,即在岩石上施工,逐步向内推进。为了确保窟洞的完整,不偏移走样,必须首先在峭壁上放样,开凿洞窟时,从门洞的上部开始,沿门洞引进水平线与另线。进入门洞后,再自上而下大面积开凿,直到要求的地平。

大型石窟由于室内空间高大,一般窟中又有大佛,往往成了一个容有大佛的空井。如北魏早期的云岗昙曜五窟,窟内空间高达20米左右。这类容有大佛的空洞都在窟前的门楣上开有明窗。麦积山的天堂洞,在横向开了3个明窗。莫高窟第96窟上下明窗4层。这说明明窗不但是为了采光、通风,而且是石窟上部施工时最先打进去的缺口,为自上而下施工留下的痕迹。

石窟开凿不仅自上而下,由外及内,而且边开凿边加工。单项窟洞工程,往往在上部有一定空间,当形成一个施工台和施工面时,上部的细部加工就可以与向下的开凿同时进行。一个大型洞窟往往需要经过几年以至几十年的开凿时间,因此,上部与下部的雕刻与处理手法,会反映出不同时代的特征,如龙门的古阳洞,在现在的莲花座以上部分开凿于孝文帝时期,以下的台座,狮子以及壁面上