



世纪高等教育土木工程系列规划教材

砌体结构

宗 兰 主编
熊仲明 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高等教育土木工程系列规划教材

砌 体 结 构

主 编 宗 兰
参 编 曹 霞 尹玉先
主 审 熊仲明

机 械 工 业 出 版 社

砌体结构是应用量大、面广的一种建筑结构形式。本书以砌体结构理论和《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)为依据进行编写,详细阐述了砌体结构设计的计算方法。本书共8章,主要包括绪论,砌体材料及砌体力学性能,砌体结构极限状态设计方法,砌体结构构件的承载力计算,混合结构房屋墙体设计,过梁、圈梁、墙梁、挑梁及墙体构造措施,混合结构房屋抗震设计,砌体拱桥、墩台设计。本书各主要章节均有相当数量的例题和思考题。

本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可作为建筑结构设计、施工、科研及管理人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构/宗兰主编. —北京:机械工业出版社, 2006.1

(21世纪高等教育土木工程系列规划教材)

ISBN 7-111-18163-8

I. 砌... II. 宗... III. 砌体结构—高等学校—教材 IV. TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第152381号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:马军平 版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:张静 责任印制:洪汉军

北京原创阳光印业有限公司印刷

2006年2月第1版 第1次印刷

1000mm×1400mm B5·7.125印张·272千字

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

序

随着 21 世纪国家建设对专业人才的需求,我国工程专门人才培养模式正在向宽口径方向转变,现行的土木工程专业包括建筑工程、交通土建工程、矿井建设、城镇建设等 8 个专业的内容。经过几年的教学改革和教学实践,组织编写一套能真正体现专业大融合、大土木的教材的时机已日臻成熟。

迄今为止,我国高等教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名在第 36 位,与我国科技人员总数排名第一的现状形成了极大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员,特别是工程应用型技术人才供给不足。

科学在于探索客观世界中存在的客观规律,它强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学理论和技术手段去改造客观世界的客观活动,所以它强调综合,强调实用性,强调方案的优选。这就要求我们对工程应用型人才和科学研究型人才的培养实施不同的方案,采用不同的教学模式、使用不同的教材。

机械工业出版社为适应高素质、强能力的工程应用型人才培养的需要而组织编写了本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,结合大土木的专业建设需要,富有特色、有利于应用型人才的培养。本套系列教材的编写原则是:

- 1) 加强基础,确保后劲。在内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后发展具有较强的后劲。
- 2) 突出特色,强化应用。本套系列教材的内容、结构遵循“知识新、结构新、重应用”的方针。教材内容的要求概括为“精”、“新”、

“广”、“用”。“精”指在融会贯通“大土木”教学内容的基础上，挑选出最基本的内容、方法及典型应用实例；“新”指在将本学科前沿的新技术、新成果、新应用、新标准、新规范纳入教学内容；“广”指在保证本学科教学基本要求前提下，引入与相邻及交叉学科的有关基础知识；“用”指注重基础理论与工程实践的融会贯通，特别是注重对工程实例的分析能力的培养。

3) 抓住重点，合理配套。以土木工程教育的专业基础课、专业课为重点，做好实践教材的同步建设，做好与之配套的电子课件的建设。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国土木工程专业教学质量的提高和应用型人才的培养，必将产生积极作用，为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

江見鯨

前 言

本书根据教育部土木工程专业的课程设置指导意见编写，是普通高等院校土木工程专业的专业基础课教材。本书依据《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)，系统阐述了砌体结构的基础理论和设计方法，混合结构房屋墙体设计及抗震设计，以及过梁、圈梁、墙梁、挑梁及墙体构造措施，混合结构房屋抗震设计。同时，本书根据《公路圬工桥涵设计规范》(JTG D61—2005)的有关内容，简要介绍了砌体拱桥、墩台的设计。

本书由宗兰主编，曹霞、尹玉先参编。具体编写分工如下：宗兰编写主要术语与符号、第1~3章及第8章，曹霞、宗兰编写第4、5章，尹玉先、宗兰编写第6、7章。全书由宗兰统稿，西安建筑科技大学熊仲明教授审阅了书稿，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中，除了反映本学科的现状外，力求反映国内外砌体结构设计理论和实践的发展水平，参考和引用了国内外近年来正式出版的有关建筑结构的规范、教材等，在此向有关作者谨表谢意。由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

主要术语与符号

1. 《砌体结构设计规范》的术语

(1) 砌体结构 (Masonry Structure) 由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构,是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。

(2) 配筋砌体结构 (Reinforced Masonry Structure) 由配置钢筋的砌体作为建筑物主要受力构件的结构,是网状配筋砌体柱、水平配筋砌体墙、砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层组合砌体柱(墙)、砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙和配筋砌块剪力墙结构的统称。

(3) 配筋砌块剪力墙结构 (Reinforced Concrete Masonry Shear Wall Structure) 由承受竖向和水平作用的配筋砌块砌体剪力墙和混凝土楼、屋盖所组成的房屋建筑结构。

(4) 烧结普通砖 (Fired Common) 由粘土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经过焙烧而成的实心或孔洞率不大于规定值且外形尺寸符合规定要求的砖。它分烧结粘土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等。

(5) 烧结多孔砖 (Fired Perforated Brick) 以粘土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经焙烧而成、孔洞率不小于 25%,孔的尺寸小而数量多,主要用于承重部位的砖。简称多孔砖。目前多孔砖分为 P 型砖和 M 型砖。

(6) 蒸压灰砂砖 (Autoclaved Sand-lime Brick) 以石灰和砂为主要原料,经坯料制备、压制成型、蒸压养护而成的实心砖。简称灰砂砖。

(7) 蒸压粉煤灰砖 (Autoclaved Flyash-lime Brick) 以粉煤灰、石灰为主要原料,适量掺加石膏和集料,经坯料制备、压制成型、高压蒸汽养护而成的实心砖,简称粉煤灰砖。

(8) 混凝土小型砌块 (Concrete Small Hollow Block) 由普通混凝土或轻骨料混凝土制成,主要规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ 、空心率在 25% ~ 50% 的空心砌块,简称混凝土砌块。

(9) 混凝土砌块砌筑砂浆 (Mortar for Concrete Small Hollow Block) 由水泥、砂、水及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组分,按一定比例,采用机械拌合制成,专用于砌筑混凝土砌块的砌筑砂浆,简称砌块专用砂浆。

(10) 混凝土砌块灌孔混凝土 (Grout for Concrete Small Hollow Block) 由水泥、集料、水及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组分,按一定比例,采用机械搅拌后,用于浇筑混凝土砌块砌体芯柱或其他需要填实部位孔洞的混凝土,简称砌块灌孔混凝土。

(11) 带壁柱墙 (Pilastered Wall) 沿墙长度方向隔一定距离将墙体局部加厚形成墙面带垛的加劲墙体。

(12) 刚性横墙 (Rigid Transverse Wall) 在砌体结构中刚度和承载能力均符合规定要求的横墙, 又称横向稳定结构。

(13) 夹心墙 (Cavity Wall Filled With Insulation) 墙体中预留的连续空腔内填充保温或隔热材料, 并在墙的内叶和外叶之间用防锈的金属拉接件连接形成的墙体。

(14) 混凝土构造柱 (Structural Concrete Column) 在多层砌体房屋前提的规定部位, 按构造配筋, 并按先砌墙后浇灌混凝土柱的施工顺序制成的混凝土柱, 通常称为混凝土构造柱, 简称构造柱。

(15) 圈梁 (Ring Beam) 在房屋的檐口、窗顶、楼顶、起重机梁顶或基础顶面标高处, 沿砌体墙水平方向设置封闭状的按构造配筋的混凝土梁式构件。

(16) 墙梁 (Wall Beam) 由钢筋混凝土托梁和梁上计算高度范围内的砌体墙组成的组合构件, 包括简支墙梁、连续墙梁和框支墙梁。

(17) 挑梁 (Cantilever Beam) 嵌固在砌体中的悬挑式钢筋混凝土梁, 一般指房屋中的阳台挑梁、雨篷挑梁或外廊挑梁。

(18) 设计使用年限 (Design Working Life) 设计规定的时期, 在此期间结构或构件只需进行正常的维护便可按规定的目的使用, 而不需进行大修加固。

(19) 房屋静力计算方案 (Static Analysis Scheme Of Building) 根据房屋的空间工作性能确定的结构静力计算简图。

(20) 刚性方案 (Rigid Analysis Scheme) 按楼盖、屋盖作为水平不动铰支座对墙、柱进行静力计算的方案。

(21) 刚弹性方案 (Rigid-elastic Analysis Scheme) 按楼盖、屋盖与墙、柱为铰接, 考虑空间工作的排架或框架对墙、柱进行静力计算方案。

(22) 弹性方案 (Elastic Analysis Scheme) 按楼盖、屋盖与墙、柱为铰接, 不考虑空间工作的平面排架或框架对墙、柱进行静力计算的方案。

(23) 刚多层房屋 (Upper Flexible and Lower Rigid Complex Multistory Building) 在结构计算中, 顶层不符合刚性方案要求, 而下面各层符合刚性方案要求的多层房屋。

(24) 屋盖、楼盖类别 (Types of Roof or Floor Structure) 根据屋盖、楼盖的结构构造及其相应的刚度对屋盖、楼盖的分类。可把屋盖、楼盖划分为三类, 而认为每一类屋盖和楼盖中的水平刚度大致相同。

(25) 墙柱高厚比 (Ratio of Hight to Sectional Thickness of Wall or Column) 砌体墙、柱的计算高度与规定厚度的比值。规定厚度对墙取墙厚, 对柱取对应的边长, 对带壁柱墙取截面的折算厚度。

(26) 梁端有效支承长度 (Effective Support Length of Beam End) 梁端在砌体或刚性垫块界面上压应力沿梁跨方向的分布长度。

(27) 计算倾覆点 (Calculating Overturning Joint) 验算挑梁抗倾覆时, 根据规定所取的转动中心。

(28) 伸缩缝 (Expansion and Contraction Joint) 将建筑物分割成两个或若干个独立单元, 彼此能自由收缩的竖向缝。

(29) 控制缝 (Control Joint) 设置在墙体应力比较集中或墙的垂直灰缝相一致的部位, 并允许墙身自由变形和对外力有足够抵抗能力的构造缝。

(30) 施工质量控制等级 (Category of Construction Quality Control) 根据施工现场的质量保证体系、砂浆和混凝土的强度、砌筑工人技术等级综合水平划分的砌体施工质量控制级别。

2. 《砌体结构设计规范》中主要符号

(1) 材料性能

MU——块体的强度等级;

M——砂浆的强度等级;

Mb——混凝土砌块砌筑砂浆的强度等级;

C——混凝土的强度等级;

Cb——混凝土砌块灌孔混凝土的强度等级;

f_1 ——块体的抗压强度等级值或平均值;

f_2 ——砂浆的抗压强度平均值;

f 、 f_k ——砌体的抗压强度设计值、标准值;

f_g ——单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体抗压强度设计值;

f_{vg} ——单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体抗剪强度设计值;

f_1 、 $f_{1,k}$ ——砌体的轴心抗压强度设计值、标准值;

f_{tm} 、 $f_{tm,k}$ ——砌体的弯曲抗拉强度设计值、标准值;

f_v 、 $f_{v,k}$ ——砌体的抗剪强度设计值、标准值;

f_{VE} ——砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值;

f_n ——网状配筋砖砌体的抗压强度设计值;

f_y 、 f'_y ——钢筋的抗拉、抗压强度设计值;

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值;

E ——砌体的弹性模量;

E_c ——混凝土的弹性模量;

G ——砌体的剪变模量。

(2) 作用和作用效应

- N ——轴向力设计值;
 N_l ——局部受压面积上的轴向力设计值、梁端支承压力;
 N_0 ——上部轴向力设计值;
 N_t ——轴向拉力设计值;
 M ——弯矩设计值;
 M_r ——挑梁的抗倾覆力矩设计值;
 M_{0v} ——挑梁的倾覆力矩设计值;
 V ——剪力设计值;
 F_1 ——托梁顶面上的集中荷载设计值;
 Q_1 ——托梁顶面上的均布荷载设计值;
 Q_2 ——墙梁顶面上的均布荷载设计值;
 σ_0 ——水平截面平均压应力。

(3) 几何参数

- A ——截面面积;
 A_b ——垫块面积;
 A_c ——混凝土构造柱的截面面积;
 A_l ——局部受压面积;
 A_n ——墙体净截面面积;
 A_0 ——影响局部抗压强度的计算面积;
 A_s 、 A'_s ——受拉、受压钢筋的截面面积;
 a ——边长、梁端实际支承长度、距离;
 a_i ——洞口边至墙梁最近支座中心的距离;
 a_0 ——梁端有效支承长度;
 a_s 、 a'_s ——纵向受拉、受压钢筋的重心至界面近边的距离;
 b ——截面宽度;
 b_c ——混凝土构造柱沿墙长方向的宽度;
 b_f ——带壁柱墙的计算截面翼缘宽度、翼墙计算宽度;
 b'_f ——T形、倒L形截面受压区的翼缘计算宽度;
 b_s ——在相邻横墙、窗间墙之间或壁柱间的距离范围内的门窗洞口宽度;
 e ——轴向力的偏心距;
 h ——墙厚、矩形截面较小边长、矩形截面的轴向力偏心方向的边长、截面高度;
 h_b ——托梁高度;

- h_0 ——截面有效高度、垫梁折算高度；
 h_T ——T形截面的折算高度；
 h_w ——墙体高度、墙梁墙体计算截面高度；
 l ——构造柱的间距；
 l_0 ——梁的计算长度；
 l_n ——梁的净跨度；
 I ——截面二次矩（惯性矩）；
 i ——截面的回转半径；
 s ——间距、截面面积距；
 x_0 ——计算倾覆点到墙外边缘的距离；
 $u_{\max}$ ——最大水平位移；
 W ——截面系数（抵抗矩）；
 y ——截面重心到轴向力所在偏心方向截面边缘的距离；
 z ——内力臂。
- (4) 计算系数
- α ——砌块砌体中灌孔混凝土面积和砌体毛面积的比值、修正系数、系数；
 α_M ——考虑墙梁组合作用的托梁弯矩系数；
 β ——构件的高厚比；
 $[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比；
 β_V ——考虑墙梁组合作用的托梁剪力系数；
 γ ——砌体局部抗压强度提高系数；
 γ_a ——调整系数；
 γ_f ——结构构件材料性能分项系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；
 δ ——混凝土砌块的孔洞率、系数；
 ζ ——托梁支座上部砌体局压系数；
 ζ_c ——芯柱参与工作系数；
 ζ_s ——钢筋参与工作系数；
 η_i ——房屋空间性能影响系数；
 η_c ——墙体约束修正系数；
 η_N ——考虑墙梁组合作用的托梁跨中轴力系数；

- λ ——计算截面的剪跨比;
 μ ——修正系数、剪压复合受力影响系数;
 μ_1 ——自承重墙允许高厚比的修正系数;
 μ_2 ——有门窗洞口墙允许高厚比的修正系数;
 μ_c ——设构造柱墙体允许高厚比提高系数;
 ξ ——截面受压区相对高度、系数;
 ξ_b ——受压区相对高度的界限值;
 ξ_1 ——翼墙或构造柱对墙体受剪承载力影响系数;
 ξ_2 ——洞口对墙梁墙体受剪承载力影响系数;
 ρ ——混凝土砌块砌体的灌孔率、配筋率;
 ρ_s ——按层间墙体竖向截面计算的水平钢筋面积率;
 ϕ ——承载力的影响系数、系数;
 ϕ_n ——网状配筋砖砌体构件的承载力的影响系数;
 ϕ_0 ——轴心受压构件的稳定系数;
 ϕ_{com} ——组合砖砌体构件的稳定系数;
 ψ ——折减系数;
 ψ_M ——洞口对托梁弯矩的影响系数。

3. 《公路圬工桥涵设计规范》中的术语

(1) 圬工桥涵 (Masonry Bridge and Culvert) 以石材或混凝土包括以其块材和砂浆或小石子混凝土结合而成的砌体作为建筑材料, 所建成的桥梁和涵洞。

(2) 极限状态 (Limit State) 整体结构或结构一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求时, 此特定状态为该功能的极限状态。

(3) 材料强度标准值 (Characteristic Value of Material Strength) 设计结构构件时采用的材料强度的基本代表值。该值可根据符合规定标准的材料, 取其强度概率分布的 0.05 分位值确定。

(4) 材料强度设计值 (Design Value of Material Strength) 材料强度标准值除以材料强度分项系数后的值。

(5) 作用 (Action) 施加在结构上的集中力或分布力, 如汽车、结构的自重等, 称为直接作用, 也称为荷载; 引起结构外加变形或约束变形的原因, 如地震、基础不均匀沉降、温度变化等, 称为间接作用。两者统称为作用。

(6) 作用标准值 (Characteristic Value of An Action) 作用主要代表值。其值可根据设计基准期内最大概率分布的某一分位值确定。

(7) 作用效应 (Effect of Anation) 结构所受作用的反应, 称为作用效应。如由作用产生的结构或构件的轴向力、弯矩、剪力、应力、裂缝和变形等。

(8) 安全等级 (Safety Class) 为使桥涵具有合理的安全性, 根据桥涵结构破坏所产生的后果的严重程度而划分的设计安全等级。

(9) 结构重要性系数 (Coefficient for Importance of A Structure) 对不同的安全等级的结构, 为使其具有规定的可靠度而采用的作用效应附加的分项系数。

(10) 分项系数 (Partial Safety Factor) 为保证所设计的结构或构件具有规定的可靠度, 在结构极限状态设计表达式中采用的系数。分为作用分项系数和材料分项系数。

4. 《圬工桥涵设计规范》中的符号

(1) 材料性能

MU——石材强度等级;

C——混凝土强度等级;

M——砂浆强度等级;

f_{ck} 、 f_{cd} ——石材、混凝土、砌体轴心抗压强度标准值、设计值;

f_{tk} 、 f_{td} ——砌体轴心抗拉强度标准值、设计值;

f_{tmk} 、 f_{tmd} ——石材、混凝土、砌体弯曲抗压强度标准值、设计值;

f_{vk} 、 f_{vd} ——混凝土、砌体直接抗剪强度标准值、设计值;

E_c ——混凝土受压弹性模量;

G_c ——混凝土剪变模量;

E_m ——砌体受压弹性模量;

G_m ——砌体剪变模量。

(2) 作用效应

N_d ——计入作用分项系数后的轴向力设计值;

M_d ——计入作用分项系数后的弯矩设计值;

V_d ——计入作用分项系数后的剪力设计值。

(3) 几何参数

A ——截面面积;

A_l ——局部承压面积;

A_b ——局部承压计算底面积;

W ——截面系数 (抵抗矩);

S ——截面面积矩;

e ——轴向力的偏心距;

s ——截面重心至偏心方向截面边缘的距离;

i ——弯曲平面内的截面回转半径;

r ——圆形截面半径;

- h ——矩形截面高度；
 b ——矩形截面宽度；
 l ——构件支点间长度或跨径；
 l_0 ——构件计算长度；
 l_n ——净跨径；
 L_n ——拱轴线长度。

(4) 计算系数

- γ_0 ——结构重要性系数；
 φ ——砌体构件受压承载力影响系数、混凝土轴心受压构件弯曲系数或拱脚处拱轴线的切线与跨径的夹角；
 m ——截面形状系数或悬链线拱拱轴系数；
 β ——混凝土局部承压强度提高系数；
 μ_1 ——摩擦系数。

目 录

序

前言

主要术语与符号

第 1 章 绪论	1
1.1 砌体结构发展简史	1
1.2 砌体结构优缺点	3
1.3 砌体结构的应用范围及发展趋势	4
第 2 章 砌体材料及砌体力学性能	6
2.1 块体材料	6
2.2 砂浆与灌注用混凝土	9
2.3 砌体材料的选择	9
2.4 砌体种类及其力学性能	10
2.5 公路圬工桥涵材料及其力学性能	21
思考题	26
第 3 章 砌体结构极限状态设计方法	27
3.1 砌体结构设计方法的发展	27
3.2 砌体结构的可靠度指标	28
3.3 砌体强度设计值	29
3.4 公路圬工桥涵设计规定	33
思考题	38
第 4 章 砌体结构构件的承载力计算	39
4.1 无筋砌体	39
4.2 局部受压	50
4.3 受拉、受弯和受剪构件	59
4.4 配筋砌体的承载力计算	62
4.5 配筋砌块砌体构件	72
思考题	76
习题	77
第 5 章 混合结构房屋墙体设计	78
5.1 混合结构房屋墙体设计的基本原则	78
5.2 混合结构房屋的静力计算方案	80
5.3 混合结构墙、柱的高厚比验算	85

5.4 刚性方案房屋墙体设计	92
5.5 弹性和刚弹性方案房屋墙体设计	101
5.6 地下室墙的设计	105
思考题	115
习题	115
第6章 过梁、圈梁、墙梁、挑梁及墙体构造措施	117
6.1 过梁	117
6.2 墙梁	124
6.3 悬挑构件	144
6.4 墙体的构造措施	150
思考题	157
习题	157
第7章 混合结构房屋抗震设计	159
7.1 概述	159
7.2 震害及其分析	160
7.3 抗震设计的一般规定和抗震构造措施	162
7.4 多层混合结构房屋的抗震设计	172
思考题	183
习题	183
第8章 砌体拱桥、墩台设计	185
8.1 砌体拱桥概述	185
8.2 砌体拱桥设计	188
8.3 砌体桥梁墩台设计	203
思考题	207
参考文献	209

第 1 章

绪 论

1.1 砌体结构发展简史

由砖、石或各种砌块用砂浆砌筑而成的结构，称为砌体结构。砌体结构有着悠久的历史，早在原始时代，人们就用天然石建造藏身之所。人们生产和使用烧砖也已有 3000 年以上的历史。

古代的砌体结构主要用于陵墓、城墙、拱桥、寺院和佛塔等。如在尼罗河三角洲的古埃及（约公元前 2723 年～公元前 2563 年）建成的三座大金字塔，均为精确的正方锥体，其中最大的胡夫金字塔，高 146.6m，底边长 230.6m，约用 230 万块重 2.5t 的石块砌成。随着石材加工业的不断发展，石结构的建造艺术和水平也不断提高。如古罗马公元 70～82 年建成的罗马大斗兽场，采用块石结构，平面为椭圆形，长轴 189m、短轴 156.4m，建筑总高 48.5m，共 4 层，可容纳观众 5～8 万人。

我国的万里长城，据记载始建于公元前 7 世纪春秋时期的楚国，在秦代用乱石和土将秦、赵、燕北面的城墙连接起来，并增筑新的长城，长达 5000km。明代又大规模地修筑了大部分长城，西起甘肃嘉峪关，东到鸭绿江，其中有部分用精致的大块砖重修，长达 635km。万里长城攀山越岭，气势磅礴，到现在仍有部分保存，如河北山海关、张家口大境门、甘肃嘉峪关等。隋朝李春建造的河北赵县安济桥，桥全长 50.83m，净跨约 37m，矢高 7m 多，宽约 9m，距今约有 1400 年的历史，为世界上最早的一座空腹式石拱桥，无论是材料使用、结构受力、还是艺术造型及经济合理上，都达到了很高的水平。1991 年安济桥被美国土木工程师学会（ASEC）选为第 12 个国际历史上土木工程里程碑。北魏（公元 386～534 年）孝文帝建于河南登封的嵩岳寺塔，是一座平面为 12 边形的密檐式砖塔，15 层，总高 43.5m，单筒体结构，是我国保存最古的砖塔，在世界上也是独一无二的。建于明朝初的南京古城墙至今保存完好。