

节能源于专业设计 效益出于精心制作

图解系统门窗

节能设计与制作

主 编 朱晓喜
副主编 高 校 杨安昌 徐 军
主 审 张云龙

图解系统门窗节能设计与制作

主 编 朱晓喜
副主编 高 校 杨安昌 徐 军
参 编 杨 宁 刘长江 杨培祥
 蔡青春 王永智 刘 涛
 沈 捷 黄爱教 王 清
主 审 张云龙

本书以系统门窗为引领,以门窗节能为主线编写而成,对木窗、铝合金门窗、塑钢门窗、铝木复合门窗、铝塑复合门窗和玻璃钢门窗等在建筑节能中的作用和发展进行了详细介绍。

本书共三篇十章,全面介绍了系统门窗的发展过程,厘清了系统门窗与门窗系统等基本概念,提供了系统门窗等节能设计、生产制作、安装验收的主要途径和方法,从理论到实践图文并茂地展示了系统门窗发展过程中的优秀门窗系统。书中列举了国家和行业及一些地区的标准和设计规范,并把这些标准、规范和规程有机结合起来,在各个篇章中巧妙引用。

本书可供建筑门窗行业(包括企业)管理人员、设计人员、生产制作人员、安装人员、科研人员、质量监督人员以及大专院校相关专业师生学习参考,也可作为行业专业技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解系统门窗节能设计与制作/朱晓喜主编. —北京:机械工业出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-111-59640-0

I. ①图… II. ①朱… III. ①门—建筑设计②窗—建筑设计 IV. ①TU228

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第071829号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高

封面设计:马精明 责任校对:刘时光

责任印制:常天培

北京京丰印刷厂印刷

2018年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·393千字

标准书号:ISBN 978-7-111-59640-0

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

建筑门窗技术已进入了节能门窗、系统门窗时代。

国内系统门窗已走过 16 个年头了，这期间虽然取得了长足的进步，但与发达国家相比还有很大的差距，这个差距就是国内系统门窗前进的动力，是系统门窗发展的空间。在节能门窗方面，自从国家提出建筑节能指标、将绿色建筑作为国策以来，节能门窗在全国各地遍地开花。但节能门窗因没有统一的产品标准，节能门窗的性能和质量存在很大差异。编写本书的目的就是总结我国目前节能门窗、系统门窗的成功经验，从理论上厘清节能门窗、系统门窗的概念和要求，从实践上普及节能门窗、系统门窗的基本知识和应用方法，使节能门窗、系统门窗在节能建筑、绿色建筑中发挥应有的作用，使建筑门窗行业从业人员技术素质、管理水平得到飞跃。

节能门窗、系统门窗作为一种技术，它是众多环节的科学搭配和整合，整合的结果就会发现系统的“短板”，在众多的性能中，传热系数是主要的核心，解决问题的办法就是“创新”，创新可以创造奇迹，例如在我们头脑中认为最不可能改变的，性能最差的推拉窗，经过创新可以将气密性提高到 8 级，传热系数低于 2.0，加以智能化，不但可以适用于别墅还能用于高层建筑，从而实现高性能的梦想。编写本书的目的就是抛砖引玉，促成各相关技术的覆盖，相关技术的渗透和融合，产业聚集与延伸、整合与配套。希望建筑门窗企业同仁创造更多的新型产品，体现建筑门窗的真正价值。

本书从多个角度展示了国际、国内企业的成果，结合国家相关方针政策和多类标准整理而成，是节能门窗、系统门窗不可多得的知识大全。

本书从构思到编写得到了中国建筑金属结构协会秘书长刘哲和副秘书长闫雷光、江苏省建设机械金属结构协会理事长张云仙和秘书长罗进等领导的大力支持；还得到武汉理工大学陈定方教授、北京化工大学苑会林教授以及叶松青、李德生、孙炳才、胡显荣、董维钦、胡复兴和邓小鸥等行业内专家的大力支持；在编写过程中，汪庆祥、孙继革、刘春忠、赵新等为本书提供了大量资料，在此一并表示感谢！

本书如能对促进我国节能门窗、系统门窗技术提高和产业发展有所帮助，编者将感到十分欣慰。国内同行和许多专家为节能门窗、系统门窗发展做出了巨大努力，他们在该领域内积累了很多研究成果和实践经验，由于篇幅所限本书只收取了其中一部分。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 基础概念	1
第1章 建筑节能与门窗节能	1
1.1 术语符号	1
1.2 建筑节能与门窗节能	3
1.3 绿色建筑与绿色施工	5
1.4 系统门窗与门窗系统	6
1.5 被动建筑与被动门窗	9
1.6 门窗行业的五化	12
1.7 常用节能门窗	14
第二篇 系统门窗节能设计与制作	21
第2章 系统门窗节能的总体设计	21
2.1 系统门窗节能设计要求	21
2.2 系统门窗的总体设计	24
2.3 标准化附框设计	43
2.4 标准化外窗的选择方法	43
2.5 系统门窗的全生命周期理念	49
2.6 系统门窗研发的技术纲要	50
第3章 系统门窗节能的结构设计	51
3.1 门窗节能原理与节能设计	51
3.2 玻璃系统设计	52
3.3 框扇系统设计	58
3.4 缝隙密封结构设计	75
3.5 遮阳系统设计	81
3.6 附框设计	90
3.7 五金配套件	94
3.8 设计实例	96
第4章 系统门窗节能的热工设计	99
4.1 节能门窗的功能组成及制约要素	99

4.2	门窗的节能设计依据及边界条件	99
4.3	整樘窗热工性能计算	106
4.4	结露性能评价	111
4.5	玻璃光学热工性能计算	112
4.6	框的热工性能计算	126
4.7	遮阳系统计算	141
4.8	通风空气间层的传热计算	145
4.9	门窗节能设计的常用软件	148
第5章	系统门窗制作	155
5.1	构件制作	155
5.2	构件的二次加工	170
5.3	门窗组装	171
5.4	产品质量检验	181
5.5	数控设备的应用	183
5.6	组装缺陷及对策	185
第6章	安装与验收	188
6.1	概述	188
6.2	标准化外窗系统安装前的要求	189
6.3	施工准备	190
6.4	施工安装	191
6.5	施工安全及安装后的保护	198
6.6	工程验收	199
6.7	工程质量通病与防治对策	204
6.8	门窗的日常维修保养	207
第三篇	应用案例	209
第7章	标准化外窗系统	209
7.1	标准化外窗主要内容	209
7.2	应用实例	213
第8章	普及提高型节能窗	223
8.1	概论	223
8.2	普及提高型节能窗选用导引	223
8.3	应用案例	224
第9章	高性能节能门窗	231
9.1	概述	231
9.2	高性能节能窗的选用导引	231
9.3	应用案例	232
第10章	被动窗	240

10.1 基于节能的举措·····	240
10.2 被动窗选用表·····	241
10.3 被动窗的应用案例·····	241
致谢·····	250
参考文献·····	252

第一篇 基础概念

第1章 建筑节能与门窗节能

1.1 术语符号

1.1.1 术语

1. 建筑外窗 architectural outside windows

建筑外窗指落在非跨层的土建洞口内，不承担主体结构作用，可起采光、通风或观察等作用的建筑外围护部件，通常包括窗框和一个或多个窗扇及五金配件。下文简称外窗。

2. 标准化外窗 standard external window

对组成外窗的型材、玻璃、五金件、密封件、配套件等进行定型和标准化生产，对外窗的规格尺寸按地方标准和国家标准实施标准化，且企业具备完备的生产工艺和质量控制制度、产品各项性能不低于标准和工程设计要求的成品窗。

3. 标准化附框 standard additive frame

与土建同步，预埋或预先安装在门窗洞口中，用于安装外窗的独立构件，其规格尺寸、性能指标均实施标准化，能满足质量、安全、节能和使用要求，并具有建筑外窗后装卸功能。

4. 主型材 major profile

主型材是组成外窗框、扇杆件系统的基本框架，在其上装配开启扇或玻璃、辅型材、附件的外窗框和扇梃型材，以及组合外窗拼樘框型材。

5. 辅型材 accessorial profile

外窗框、扇杆件系统中，镶嵌或固定于主型材杆件上，起到传递荷载或某种功能作用的附件型材（如玻璃压条、披水条等）。

6. 披水板 apron flashing

披水板是指能承接雨水并能改变雨水流向的构件。

7. 附框压条 depression bar of additive frame

装在标准化附框外沿四周，用于标准化外窗安装定位，并与披水板连接的构件。

8. 标准化外窗系统 standard external window system

标准化外窗（包括外遮阳一体化窗、内置遮阳一体化窗和中置遮阳一体化双层窗）与预先安装在门窗洞口中的标准化附框、附框压条和窗台披水板（窄附框）组合安装，完成

所有安装工序后投入使用的外窗系统。

9. 外遮阳一体化窗 external sunshade integrated window

由铝合金卷帘、百叶帘和织物卷帘等遮阳装置与外窗受力外框设计组合成一体并且满足标准化外窗要求的成品窗。

10. 内置遮阳一体化窗 built-in sunshade integrated window

采用内置遮阳中空玻璃制成的成品窗。

11. 中置遮阳一体化双层窗 double-window sunshade integrated window

内外两层窗，中间装有遮阳装置的成品窗。

12. 玻璃遮阳系数 SC shading coefficient of glass

在给定条件下，透过玻璃的太阳辐射得热量与透过相同条件下 3mm 厚普通透明平板玻璃的太阳辐射得热量的比值。

13. 外遮阳系数 SD external shading coefficient of window

建筑物透明外围护结构有外遮阳设施时透入室内的太阳辐射得热量与在相同条件下无外遮阳设施时透入的室内太阳辐射得热量的比值。

14. 宽附框 broad standard additive frame

附框型材宽度能够覆盖墙体宽度的标准化附框。

15. 窄附框 narrow standard additive frame

附框型材宽度小于墙体宽度的标准化附框。

16. 前装（预埋）式 pre-bury method

在工程墙体洞口位置预埋或在工厂预制装配式墙板中埋设标准化附框。

17. 后装式 later-bury method

在现场砌筑的建筑墙体预留洞口中安装标准化附框。

18. 干法安装 installation with appendent frame for fixing

墙体外窗洞口预埋或预先安装附框并对墙体缝隙进行填充、防水密封处理，在墙体洞口表面装饰湿作业完成后，将外窗固定在附框上的安装方法。

19. 暖边间隔条 warm edge spacer

中空玻璃内外片间作为热流路径的各材料壁厚与材料导热系数的乘积之和不超过 0.007W/K 的中空玻璃间隔条。

20. 型材截面主要受力部位 major load-bearing parts of profile section

外窗型材横截面中承受垂直和水平方向荷载作用力的腹板、翼缘及固定其他杆件、零配件的连接受力部位。

1.1.2 符号

H ——窗洞口高。

B ——窗洞口宽。

K ——窗传热系数。

SC ——玻璃遮阳系数。

SD ——外遮阳系数。

A ——中空玻璃中间层的空气。

Ar ——中空玻璃中间层的氩气。

1.2 建筑节能与门窗节能

1.2.1 建筑节能概要

建筑行业是一个耗能大户，一方面建筑材料的生产过程需要消耗大量的能源；另一方面，为了在建筑物的内部营造一个适合人们生活、生产和开展各类社会活动的环境，建筑物在使用过程中还将不断地消耗能源。

住房和城乡建设部最新统计数据 displays，我国建筑能耗总量逐年上升，已占全社会总能耗的33%。如此状况继续发展，到2020年，我国建筑耗能将达到1089亿吨标准煤；到2020年，空调夏季高峰负荷将相当于10个三峡电站满负荷能力。

为解决可能出现的能源资源短缺问题，一方面要积极探索革命性的新能源，并加大利用水力能、太阳能、地热能、风能、生物能等可再生能源的力度；另一方面也要大力提倡节约能源。

建筑节能，最初是指采取措施减少建筑中能量的散失。现在其含义进行到第三层意思，即在建筑中合理使用和有效利用能源，不断提高能源利用效率。

建筑节能具体是指在建筑物的规划、设计、新建（改建、扩建）、改造和使用过程中，执行节能标准，采用节能型的技术、工艺、设备、材料和产品，提高保温隔热性能和采暖供热、空调制冷制热系统效率，加强建筑物用能系统的运行管理，利用可再生能源，在保证室内热环境质量和满足人们对建筑舒适性需求（冬季室温在18℃以上，夏季室温在26℃以下）的前提下，减少供热、空调制冷制热、照明、热水供应的能耗。

1.2.2 建筑节能范围和主要内容

建筑能耗包括建造能耗和使用能耗两个方面。建造能耗属于生产能耗，是一次性消耗，而建筑使用能耗属于民用生活领域，是多年长期消耗，其中又包括建筑采暖、空调、照明、热水供应等能耗。我国建筑节能的范围按照国际上通用的办法，即指建筑使用能耗。但由于新建建筑和既有建筑改造规模很大，也应同时重视节约建造能耗和既有建筑的节能改造工作。

建筑节能工作主要包括建筑围护结构节能和采暖供热系统节能两个方面：改善建筑围护结构的热工性能，使得供给建筑物的热能在建筑物内部得到有效利用，不至于通过其围护结构很快散失，从而达到减少能源消耗的目的。实现围护结构的节能提高门窗和墙体的密闭性能，以减少传热损失和空气渗透耗热量。

采暖供热系统节能，采暖供热系统包括热源、热网和户内采暖设施三大部分。要提高锅炉运行效率和管网输送效率，改善供热系统的设备性能，提高设计和施工安装水平，改进运行管理技术。

建筑节能是确保人与社会、人与自然、当今人与未来人和谐共处（当今人不透支未来人的资源可视为和谐共处）的系统工程，具有明显的个性特征：

(1) 建筑节能实施的政府主导性。建筑节能是一个庞大的系统工程，从范围来讲，关系到人与社会、人与自然是否能够和谐共处；从时空来讲，关系到当今人与未来人能否和谐共处；从涉及对象来讲，是个人、家庭、社团必须参与，但又不是个人、家庭、社团所能全盘主宰的工程，必须由国家以及各级地方政府主导实施。

(2) 建筑节能标准的动态渐进性。建筑节能标准视国家资源状况、社会经济发达程度、社会文明进步程度、国家在世界范围的影响力,以及国家意志的认知力的不同而表现出其一定时期的不同标准幅度。比如现在江苏等地执行 65% 节能标准,北京等地执行 75% 节能标准,今后有可能执行 80% 节能标准等。

(3) 建筑节能方案的多样性。提高建筑围护结构的热工性能和采暖、制冷及其他家用电器能效比的途径的多样性,且随着科技进步提高建筑围护结构的热工性能和家电能效比的手段还会不断出现更新换代的事实,决定了建筑节能实施方案的多样性。

(4) 建筑节能受益群体的广泛性。衣、食、住、行是人们基本生存需求,其中衣、食、住直接或间接地与建筑节能相关。抓好建筑节能,直接受益者是地球上的每一个人。

(5) 建筑节能前景的可观性。建筑是文明社会人类生存、工作和活动的场所,随着社会的发展,人类的繁衍,建筑将永无止境地延续。不可再生的一次性能源的有限存量会随时间推移而逐渐减少,人口的不断增加,城镇化的加速,导致建筑量的不断增大,以及人们对建筑舒适度要求的逐步提升,决定了建筑节能具有广阔、长久的发展潜力。

1.2.3 节能建筑

任何建筑都有保温隔热能力,但保温隔热能力差距很大,节能建筑是人们根据自己的节能目标设计制作出符合节能标准的建筑。

节能建筑与普通建筑相比具有如下特征:

(1) 冬暖夏凉。门、窗、墙体等使用的材料保温隔热性能良好,能耗达到节能设计要求并小于普通建筑。

(2) 通风良好。自然通风与人工通风结合,兼顾每个房间。

(3) 光照充足。尽量采用自然光,自然采光与人工照明相结合。

(4) 智能控制。采暖、通风、空调、照明等家电均可按程序集中管理。

1.2.4 节能门窗

节能门窗是建筑物的重要组成部分,其作用不仅是采光、通风作用,还有保温、隔热、隔声、防水及安全防护(防火、防盗)和装饰作用。

由于建筑能耗占全社会总能耗的 33%,而门窗作为民用建筑外围护结构的主要部分,能耗却占到建筑总能耗的约 50%,对于公共建筑,有的窗墙比更是高达 70%,更加大了降低建筑能耗的难度。

我国在建筑保温性能上与发达国家相比,居住建筑的单位总能耗是发达国家的 2~3 倍,外窗能耗是发达国家的 1.5~2.2 倍,门窗空气渗透率为发达国家的 3~6 倍。这表明我国建筑节能空间还很大。

建筑门窗是建筑物热交换、热传导最活泼、最敏感的部位。普通的建筑外门窗的保温隔热性能比外墙差很多,而且外门窗和墙体连接部位又是保温的薄弱环节,因此,从降低建筑能耗的角度出发,必须要求建筑外门窗具有良好的保温性能。

节能门窗是指达到现行建筑节能设计标准的门窗。换句话说,凡是门窗的保温隔热性能(传热系数、遮阳系数)、空气渗透性能等物理性能指标达到(或高于)所在地区《居住建筑节能设计标准》或《公共建筑节能设计标准》以及其各省、市、区地方节能设计标准的建筑门窗称为节能门窗。节能门窗可以是单体的(单层窗),也可以是双体的(双层窗),甚至在高纬度严寒地可能采用三层窗。

节能门窗有其地域性和时代性的特点。不同地域的节能门窗含义不同，如在以保温为主的严寒、寒冷地区的节能门窗，用在夏热地区就满足不了节能门窗的隔热性能要求，也就不是节能门窗；随着建筑节能要求的提高，不同时期的节能含义也不同，如在北京市建筑节能要求65%时对门窗的传热系数要求为 $2.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，建筑节能75%时对门窗的传热系数要求为 $2.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。显然外窗的传热系数为 $2.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 能满足建筑节能65%时对门窗的节能要求，不能满足建筑节能75%时对门窗的节能要求。

不论是节能建筑还是节能门窗，在缩短这个差距的过程中，都不能按部就班地追赶，而是要跨越式发展，对建筑和门窗来说，就是要走绿色建筑和绿色施工的道路。

1.3 绿色建筑与绿色施工

1.3.1 绿色建筑

绿色建筑是指在建筑全寿命周期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

绿色建筑作为建筑行业转型发展、创新发展的标志性工作之一，正在全国迅速推进。到目前为止，我国已有1545个绿色建筑标识项目，具备了良好的基础。此间，对绿色建筑的认识也经历了从模糊到逐渐清晰、从表象化向理性化转变的过程。绿色建筑并非只是绿化景观效果好的建筑，也不是由各种高技术“堆积”而成的高成本建筑，而是在全寿命周期内满足节能、节地、节水、节材要求的环境友好型建筑。绿色建筑的技术原则是实用高效、因地制宜，采用简便实用的被动式技术和高效的资源利用技术，减少建设过程中对土地、建材的占用和投入，减少使用过程中对能源、水资源的消耗，改善室内环境，以满足建筑室内健康环境要求、尽可能减少对自然环境的消耗。

绿色建筑的设计不但要对场地进行规划，还要搞好室外风环境设计、热环境设计、吸声环境设计、景观环境设计、地下空间设计，不但要进行围护结构节能设计，还要做好建筑能源供应和可再生能源利用，对水资源综合利用和节水、节电设计，并要搞好市政管廊建设还要搞好运营管理和能耗监管。

1.3.2 绿色建材

绿色建材是生态环境材料在建筑材料领域的延伸。从广义上讲，绿色建材不是一种单独的建材产品，而是对建材“健康、环保、安全”等属性的一种要求，对原料加工、生产、施工、使用及废弃物处理等环节贯彻环保意识并实施环保技术，保证可持续发展。绿色建材的内涵包括以下方面：

(1) 以相对较低的资源和能源消耗、环境污染为代价，生产高性能传统建材，如用现代先进工艺和技术生产的高质量水泥。

(2) 能大幅减少建筑能耗（包括生产和使用过程中的能耗）的建材制品，如具有轻质、高强、防水、保温、隔热、隔声等功能新型墙体材料。

(3) 具有更高的使用效率和优异的材料性能，从而减低材料的消耗，如高性能混凝土、轻质高强混凝土。

(4) 具有改善居室生态环境和保健功能的建筑材料，如抗菌、除臭、调湿、屏蔽有害

物质的多功能玻璃、陶瓷和涂料。

(5) 能大量利用工业废弃物的建筑材料,如净化污水、固化有毒有害工业废渣的水泥材料,或经资源化和高性能化后的矿渣、粉煤灰、硅灰、沸石等水泥组分材料。绿色建材是涵盖了绿色建筑节材和材料资源化利用目标的建筑材料。

绿色建材不仅应具备基本性能,而且需具备节能、保温、防霉、杀菌、防污和去污等特殊功能,使人类生存空间更加洁净、舒适和有益于健康。

一方面要选用绿色建材,一方面还要节约建材,这主要体现在:设计时,采用工厂化生产的标准规格预制构件,以减少现场加工材料所造成的浪费;尽可能地少用材料,并尽量采用可再生原料、可再循环材料、可再利用材料;从节材角度进行方案的优化设计,对不同方案进行优选,并应用新工艺、新材料和新设备对优选方案再优化,如对基础类型选用、房间尺寸的确定、层高和层数的确定以及结构形式的选择等进行技术经济分析。

采用建筑工业化的生产与施工方式;采用科学严谨的材料预算方案,尽量降低竣工后建筑材料剩余率;优化施工方案,积极推广新材料、新工艺,促进材料的合理使用,节省实际施工材料消耗量。

1.3.3 绿色施工

绿色施工是指在保证质量、安全等基本要求的条件下,通过科学管理和技术进步,最大限度地节约资源,减少对环境的负面影响,实现“四节一环保”(节能、节材、节水、节地和环境保护)的施工活动。

绿色施工是一种工程活动,是可持续发展理念在工程施工中的具体应用,强调施工过程与环境友好,把环境保护作为重要指导思想。绿色施工是建筑全寿命周期的一个阶段,是绿色建筑形成过程中的重要环节,对绿色建筑的形成起到促进作用,是绿色建筑的有机组成部分。

绿色施工是社会高度发展的必然要求,是对传统施工方式的变革和升级。绿色施工旨在改变传统施工中大量建设、大量消耗、大量废弃的施工模式,以资源的高效利用为核心,以环保优先为原则,追求高效、低耗、环保,统筹兼顾,实现经济、社会、环保(生态)综合效益最大化,是施工技术发展的必然趋势。

绿色建筑核心理念就是全局、全程,换句话说就是用系统工程的方法处理全局、深入到全程,就是全寿命周期,把这一理念放到门窗上,就形成了系统门窗的新概念。

1.4 系统门窗与门窗系统

随着国家建筑节能标准对门窗性能要求的提升,门窗行业的生产模式正在经历一场变革,系统门窗可以放大组件的内在关联性,实现 $1+1>2$ 的效果,因此,系统门窗将是国内门窗行业发展的必然产物。

1.4.1 系统门窗的内涵

1.4.1.1 系统门窗的内涵

系统门窗就是运用系统集成的思维方式,基于针对不同地域气候环境和使用功能要求所研发的门窗系统,按照严格的程序进行设计、制造和安装,具备高可靠性、高性价比的建筑门窗。系统门窗是由多要素、多个子系统相互作用、相互依赖所构成的有一定秩序的集合

体，能够有效保证建筑性能。

简单地说，系统门窗就是用系统工程理念，整合门窗领域内诸多相关要素而形成的门窗，因此它具有系统性而区别于传统门窗。门窗的功能、性能和形式受约于诸多因素的影响，这些因素相互交错与渗透、制约和协同，整合的过程便是不断发现“短板”的过程，“短板”在创新的过程中不断加长。

系统门窗将建筑门窗设计分为门窗系统研发和系统门窗工程设计两个阶段。第一个为系统门窗研发阶段，即门窗系统供应商采用设计、计算、试制、测试等研发手段，针对不同地域气候环境和要求预先研发出一个或数个门窗系统产品族；第二个为系统门窗工程设计应用阶段，即门窗根据工程设计要求，在已完成的门窗系统的基础上，选择符合工程要求的某个门窗系统产品族。

系统门窗的制造涉及多个相关行业、数十种上游产品，包括设备、型材、五金、玻璃、粘胶、密封件等。然而即便应用了好的隔热型材、节能玻璃、五金配件以及进口加工设备也并不一定能生产出高性能的系统门窗，系统门窗决不仅仅是各种高质量材料的单纯组合。

系统门窗在材料选用方面并不只是对高品质材料的简单堆积，而是基于产品性能以及使用寿命的一个科学搭配。

系统门窗如何做到高性能，就要从源头抓起，贯穿设计、制造、安装、验收和定期维修的全过程。就要设计过程中的“量身定做”，取材的科学搭配，加工过程中的工业化手段保证，安装施工的创新，验收工程中的把关，全程质量管理才能保证最终实现门窗的高性能。

量身定做，要求不同，搭配不同。系统门窗在建筑设计阶段即开始考虑门窗在特定应用环境中需要实现的性能表现。在建筑设计阶段即会根据楼盘所处的不同地区及气候环境，甚至是楼盘的不同朝向和楼层，为开发商提供门窗系统的应用咨询及建议，改变了传统门窗一款产品打遍天下的局面，真正实现了为建筑“量身定做”门窗系统。例如，对于建筑的高层区域需要面对更大的风压以及更强的雨水冲刷的特点，应用窗框强度更高、水密性更好的门窗设计，而低层区域应用普通设计既能满足性能要求又能符合经济性原则；对于南方地区的西向门窗，应用能够阻隔红外热量的 Low-E 玻璃，而较少光照的北向门窗则设计使用普通双层中空玻璃。系统的考虑门窗在建筑环境当中的应用，不仅能够保证建筑的节能环保以及高度舒适，还能为开发商的项目投资实现最为优化的效果。

从材料应用搭配可以看出，科学的系统门窗材料选用，并非简单地使用各种最先进、最昂贵的部件，而是围绕实现门窗的使用性能为中心，实现各部件间的最优配置。

系统门窗的加工采用规范化的加工设备以及模块化的加工工艺，确保了门窗的加工过程受人为因素的影响降到最低。规范化的加工设备及工艺能够确保加工过程的精密程度，从而能够打造出外形美观，装配精密的门窗产品。

拥有了好的门窗产品也并非意味着您将获得一套具有高性能门窗的住宅。好的门窗产品只是成功的一半，只有在优良的安装规范及工艺要求下，辅以科学的施工手段，最终才能良好地实现门窗良好的性能。而目前国内系统门窗的安装，通常采用欧洲门窗典型的钢副框安装工艺，降低了门窗安装与土建施工之间的相互影响作用。通过在土建中期嵌入钢副框的施工方式，提高了门窗洞口的施工精度。而在门窗安装过程中，门窗与建筑之间不再是简单的直接连接，而是固定于钢副框之上。提高安装精度的同时，也让门窗与建筑之间的连接受力更加均匀，减小门窗在施工过程中变形可能，还大大降低了施工难度。此外钢副框与门窗之

间的连接处接缝均匀，且采用边框调整件进行固定，调整方便，能够很大程度上帮助提升安装质量。但是钢副框对于有节能要求的门窗而言，因热桥影响将降低节能效果，对于海洋性气候地区及湿度较大地区腐蚀问题不容小视。

综上所述，系统门窗区别于普通门窗，不仅在于选用了优质的材料以及材料搭配，而是要将每扇门窗从其设计阶段开始，即根据气候及地域特点的应用需求做了科学的分析与决策，进而系统的考虑材料的选用及配置，门窗的加工工艺，过程品质管理，以及安装施工，才能最终实现门窗的高性能。换句话说系统门窗不一定是高价格的门窗，但一定是适应性最强的门窗。

1.4.1.2 系统门窗的设计必须遵守的原则

系统门窗的设计必须遵守下列原则：

(1) 等寿命原则。门窗的各部件在达到使用寿命的极限时，可通过一次性的保养维护（如更换胶条、塑料件、五金件等损耗件），来延续整窗的使用，而且不会影响整窗的性能。过分地强调门窗某一部件的性能而忽略各部件之间的科学搭配，只会造成大马拉小车或是小马拉大车的局面。比如说采用了开关次数可达5万次的优质欧洲五金件（可用十年以上），却只选用了使用寿命仅为2年的低品质胶条产品，结果导致门窗密闭性能出现问题，且门窗胶条每两年就需进行维修保养；或是采用隔热断桥铝合金型材，却只使用单层玻璃，将大大影响门窗的整体保温性能。

(2) 高性能原则。系统门窗的进步，体现在对优异性能的追求，为确保门窗优异的性能表现，只要不涉及等寿命原则，尽量选用性能好的材料。铝合金型材的氟碳喷涂表面处理技术，具有优异的耐摩擦，耐工业以及耐海洋大气侵蚀，以及耐紫外线照射的性能，喷涂表面的20年历久常新；高耐候性的EPDM胶条产品，可实现使用20年不老化失效的高性能表现。

(3) 高性价比的原则。当然这里面存在一个评估问题，但是投资任何一个产品，必须要考虑方案可行性、工艺可行性和经济可行性。目前系统门窗很多，客户选择不都根据性能一条来决定，因此，系统门窗的设计，一定要考虑门窗的性价比。例如，在设计窗型时，我国设计师普遍喜欢的对外窗透明部分进行较多的分隔，且透明部分的尺寸过于随意。这种分隔对过去的一般的建筑外窗不算什么，不会引起太多的价格上涨，而对被动式房屋的价格就会产生较严重的后果。例如性能下降、成本上升和维修困难。

1.4.1.3 系统门窗与普通门窗的区别

系统门窗与普通门窗的区别如下：

(1) 稳定性和性能方面。系统门窗有自己独立的技术部门，会针对系统门窗的各部件进行严格的测试和检验，所以各个部件搭配非常好，不容易出现故障，也就是我们常说的稳定性好。普通门窗就是按照自己的需求订购不同的部件进行组装，但是在使用的过程中或多或少会出现一些问题，稳定性相对较差些。系统门窗的研发往往经过2~3年的时间，对材料、整个门窗的性能、质量进行全面检测，达到预期的目标后推出的成熟产品。普通门窗是针对单个项目临时集成的门窗产品，往往没有经过全面检测。

(2) 灵活性方面。系统门窗的各部件都是根据不同性能已经固定搭配好的，挑选的余地相对普通门窗来说比较小，所以灵活性小。普通门窗可以根据自己的需求灵活配置自己的部件。系统门窗是系列化、标准化产品，槽口构造、材料供应等具有很强的排他性和不兼容

性，只能根据工程的需求选择系列，一般不会对单独项目进行研发。普通门窗材料国内外厂家都可以选择，也可以临时开模，灵活性强。

(3) 软件方面。系统门窗在提供产品的同时，也提供设计软件、设计手册、采购手册、加工手册、专业专用设备及技术服务支持，是一个完整的产业链。普通门窗的品质取决于设计人员的水平和门窗企业的加工安装的能力。

(4) 售后服务方面。系统门窗的质保期比普通门窗的时间要长得多，系统门窗的质量保障除了门窗单位的工程质保外，还有系统公司产品的年限质保。另外，品牌专卖店可以进行简单的维修。而普通门窗往往是售后即告终极，门窗出现故障后业主不知找谁来维修。

诸如此类的区别还有很多，由此可以看出系统门窗和普通门窗在材料、工艺、性能及价格体系的差别。

1.4.2 门窗系统

门窗系统是指组成一樘完整的门窗的各子系统的的所有材料（包括型材、五金、密封胶条、辅助配件及配套纱窗）的总称。成熟的节能门窗系统均为经过严格的品牌技术标准整合和多次实践的标准化产品，利用专用的加工设备和安装工具并按照标准化的工艺加工和安装。

现在门窗系统内涵进入更深层次，是指为了工程设计、制造、安装达到设定性能和质量要求的建筑门窗，经系统研发而成的，由材料、构造、门窗形式、技术、性能这一组要素构成的一个整体。

材料指型材、增强、附件、密封、五金、玻璃。

构造指各材料组成的节点构造、角部以及中竖框和中横框连接构造、拼樘构造、安装构造、各材料与构造的装配逻辑关系等。

门窗形式指包括门窗的形状、尺寸、材质、颜色、开启形式、组合、分格等功能结构，纱窗、遮阳、安全防护等延伸功能构造。

技术指系统门窗工程设计规则、系统门窗的加工工艺及工装、系统门窗的安装工法。

性能包括安全性、适用性、节能性、耐久性。

可以看出，系统门窗和门窗系统的共同特点是它们都强调的是全局、全面和全程。

系统门窗的要求就是与时俱进的， K （传热系数）值 2.4 是系统门窗， K 值 1.0 是系统门窗， K 值小于 0.8 也是系统门窗，但是 K 值小于 0.8，人们又特别给它起了个名字，叫它“被动式门窗”，于是又产生了一个被动式的门窗概念。

1.5 被动建筑与被动门窗

1.5.1 被动房的核心理念

被动建筑是从国外翻译过来的，乍听起来很不起眼，总给人没有一种“高大上”的感觉，但它却是当今节能建筑最高水平的代表，因此也有人叫被动式超低能耗建筑。所谓被动式是与主动相对的，是对人们主动开机取暖或降温而言，是不需要依赖开机取暖或减少依赖。

如果从技术的角度来解释“被动房”，那就是：被动房是建筑节能理念和各种技术产品的集大成者，通过充分利用太阳能、地热能等可再生能源使采暖消耗的一次能源不超过

$15 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ 的房屋。如此低的能耗标准，是通过高隔热隔声、密封性强的建筑外墙和可再生能源得以实现。

进一步讲，被动式房屋指将自然通风、自然采光、太阳能辐射和室内非供暖热源得热等各种被动式节能手段与建筑围护结构高效节能技术相结合建造而成的低能耗房屋建筑。这种建筑在显著提高室内环境舒适性的同时，可大幅度减少建筑使用能耗，最大限度地降低对主动式机械采暖和制冷系统的依赖。被动式房屋在冬季可以在没有传统供暖设施的条件下室内有 20°C 的温度，并且可以将夏季的空调负荷与能耗降低至原来四分之一以下。

被动房的核心第一是超低能耗，第二是舒适，因此被动房的节能，不是纯粹的高节能指标，而是达到相同舒适效果下的低能耗，即高能效，没有第二条，就无法屏蔽能耗，例如，被动房是节能的，但是，被动房相对你现在的房子也许是非常不节能的，电费可能还要高出一大截，这里面就有一个房屋寿命和行为效应问题。如果居民的生活品质要求不高，极寒极热的天气状况，人们更乐意靠吃苦耐劳挺过去。这种“行为节能”比被动房要“节能”得多，但少了核心之二即舒适两字，和被动房的要求是不相同的。

但是，你想把你家里普通节能的房子做成这个目标需求的话，你得把每个房间都装上空调，必须有新风设备持续不断的开机运行，所有房间的空调 24h 持续不断的运作，才能实现如被动房一样的恒温恒湿恒氧的体验感，这个时候，你会发现你家的电表飞速地旋转，电耗猛然间上升了十几倍甚至几十倍。当然，被动房所采用的技术和施工认证体系，保障各部品部件具有更长的使用寿命，这也符合可持续发展理念。毕竟，延长建筑物寿命才是最大的建筑节能。如果你住的房子没几年就要维修改造一下，那成本维护费也是你不想看到的。

被动房的节能率指标是很高的，肯定比 75% 要高出一大截的水平。按照我国节能发展速度来看，未来十年，也许我国有大部分地区就要执行被动房这种能耗水平，被动房是我国建筑节能发展的必然趋势。

1.5.2 被动房对被动门窗的要求

作为被动房最关键的部品之一，外窗不但要满足保温、隔热要求，还要满足得热和采光要求。同传统意义上的节能外窗相比，被动式房屋的出现对外门窗提出了非常严格的要求。不仅是对传热系数和遮阳系数的要求，而且是对窗的得热系数、采光系数以及抗风压性、水密性、气密性和安装系统提出了严格规定。

(1) 对外窗透明部分的基本性能要求，玻璃的透明部分性能是最为复杂的，需同时满足如下要求：

1) 玻璃系统的传热系数应满足 $K \leq 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2) 玻璃的太阳能总透射比 $G \geq 0.35$ 。

3) 玻璃的选择性系数 S ，愈大愈好。并满足 $S = TL/g \geq 1.25$ 的要求；其中 TL 是可见光透射比。

在这种条件下，房屋的外门窗的透明材料只可能选用 Low-E 中空玻璃或真空玻璃等透明材料。因为只有 Low-E 才能对阳光具有我们所期望的选择性。Low-E 玻璃红外线反射率高，表面辐射率低，遮阳系数范围广，兼具“最大限度允许可见光进入”和“控制太阳能”两种性能的玻璃。Low-E 中空玻璃具有传热系数低和能够反射红外线的特点，其主要功能是降低室内外远红外线的辐射能量和太阳能辐射能量的传递，从而维持室内温度。

低辐射 (Low-E) 玻璃生产工艺分为两种：一种是采用真空磁控溅射方法，在玻璃表面