

# 广州地区绿色建筑技术应用指引(建筑分册)

---

2014 版



广州市城乡建设委员会  
广州市建筑节能与墙材革新管理办公室

# **广州地区绿色建筑技术应用指引**

## **( 建筑分册 ) 2014 版**

**2014 广州**

# 编制说明

为贯彻落实节约资源和保护环境的国家技术经济政策，推进广州地区绿色建筑的发展，经过编制组广泛调查研究，总结近年来广州地区绿色建筑技术方面的实践经验和研究成果，并在广泛征求意见的基础上制定本指引。

本指引共 8 章，按照建筑行业的传统专业分工方法，分别介绍规划、建筑、景观、结构、暖通空调、建筑给排水、建筑电气、可再生能源利用等专业常用绿色建筑技术的原理、设计原则、设计要点以及适用条件。

本指引分为建筑分册和设备分册，分别进行编制。

本指引由广州市建筑节能与墙材革新管理办公室负责管理。

主编单位：华南理工大学建筑节能研究中心

广州市建筑节能与墙材革新管理办公室

参编单位：华南理工大学建筑设计研究院

# 目录

00 总则 .....	4
01 广州地区气候自然条件 .....	6
1.1 广州地区气候特点 .....	6
1.2 广州地区水资源 .....	10
1.3 广州地区植被 .....	11
02 规划专业 .....	12
2.1 室外风环境设计技术 .....	12
2.2 室外热环境设计技术 .....	15
2.3 下凹式绿地技术 .....	18
2.4 综合管廊技术 .....	19
03 建筑专业 .....	23
3.1 建筑外围护结构节能技术 .....	23
3.1.1 外墙保温隔热技术 .....	23
3.1.2 屋面保温隔热技术 .....	34
3.1.3 立体绿化技术 .....	42
3.1.4 门窗节能技术 .....	47
3.1.5 建筑外遮阳技术 .....	52
3.2 建筑自然通风技术 .....	57
3.3 建筑自然采光技术 .....	61
3.3.1 光导管技术 .....	61
3.3.2 采光隔板 .....	63
3.4 围护结构隔声技术 .....	63

3.4.1 墙体隔声技术 .....	64
3.4.2 门窗隔声技术 .....	64
3.4.3 楼板隔声技术 .....	67
04 景观专业 .....	69
4.1 透水地面技术 .....	69
4.2 种植乡土植物 .....	71
05 结构专业 .....	73
5.1 固体废弃物利用技术 .....	73
5.2 集成房屋技术 .....	80
5.3 高强度钢筋技术 .....	86

## 00 总则

1、为贯彻执行节约资源和保护环境的国家技术经济政策，推进广州市绿色建筑的可持续发展，根据《绿色建筑评价标准》（GB50378-2006）、《广东省绿色建筑评价标准》（DBJ15-86-2011）、《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229-2010）和《广州市绿色建筑设计指南》制定本指引。

2、本指引适用于广州市新建、改建和扩建工程的绿色建筑设计。

3、本指引分为建筑分册和设备分册两个分册，建筑分册编制内容包括规划、建筑、景观和结构四个专业的常用绿色建筑技术，设备分册编制内容包括暖通空调、建筑给排水、建筑电气三个专业的常用绿色建筑技术以及可再生能源利用技术。

4、本指引中的单一绿色建筑技术编制内容包括技术介绍、设计原则、设计要点和适用条件四个部分，设计人员应根据实际工程情况选择合适的建筑技术并进一步深化。

5、本指引中凡是注明日期的引用文件（标准、规范、图集等），仅注明日期的版本适用于本指引。凡是不注明日期的引用文件，以该引用文件的最新版本适用于本指引。

6、绿色建筑技术的选择除应符合本指引外，尚应满足国家现行有关标准的规定。

# 01 广州地区气候自然条件

绿色建筑设计与技术的选用应遵循因地制宜的原则，结合建筑所在地域的气候、资源、生态环境等特点进行选用。因此，本指引首先对广州地区气候特点、自然条件予以概述，从而有利于建筑师、工程师有针对性的开展绿色建筑设计与绿色建筑技术的选用。

## 1.1 广州地区气候特点

广州市归属亚热带海洋性季风气候带，受季风环流所控制，冬季处于极地大陆高压的东南缘，常吹偏北风，且恰在冷暖气团交叉地带，气象要素变化大。夏季受副热带高压及南海低压槽的影响，常吹偏南风，由于暖湿气流盛行，气候高温多雨，表现出季风气候特色。受低纬海洋湿润气流的调节，夏季不像中国内陆长江流域一些盆地那样酷热。

### 1.1.1 温度

广州地区全年气温较高，年平均气温为 21.4~21.9℃，具体分布为南高北低，各区域平均气温差别不大。最冷月为 1 月，月平均气温为 12.9~13.5℃。最热月为 7 月，月平均气温为 28.4~28.7℃。广州地区典型气象年逐月气温变化及各月平均干球温度如图 1.1、1.2 所示。广州地区空调度小时数 8542（室内空调控制温度 26℃），建筑全年能耗主要为空调能耗，可以不考虑采暖。

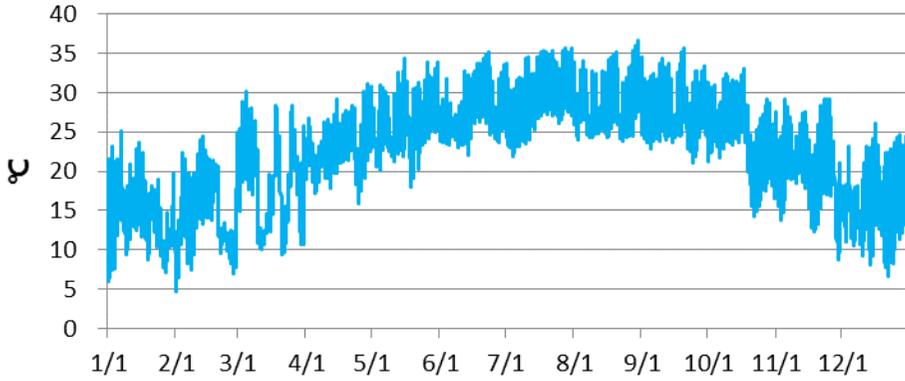


图 1.1 广州典型气象年逐时干球温度

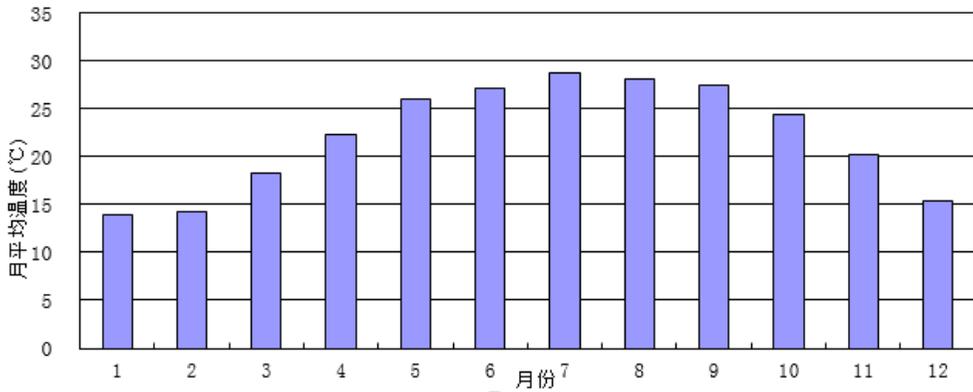


图 1.2 广州典型气象年逐月平均干球温度

### 1.1.2 湿度

广州地区气候湿润，降雨丰富，地下水和地表水量也很大，因水分蒸发等各方面的因素，使得广州地区空气含湿量较大，年平均相对湿度为 77.2%，年平均含湿量达到 13.9g/Kg。其中，含湿量最大的月份为 7 月，平均为 20.3g/Kg，最小的月份为 12 月，平均为 6.7g/Kg。此气候特点使得广州地区建筑空调能耗中除湿负荷占有较大的比重。广州地区典型气象年逐时含湿量如图 1.3 所示。

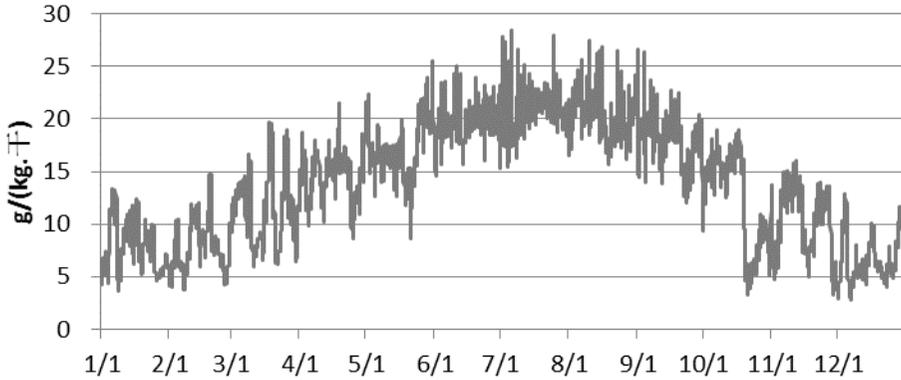


图 1.3 广州典型气象年逐时含湿量

### 1.1.3 太阳辐射

广州地区年太阳辐射总辐射量自东南向西北递减，一般平均在 4400~5000MJ/m<sup>2</sup>·年。其中番禺南部珠江口一带多于 5000 MJ/m<sup>2</sup>·年，为广州地区光能最丰富的区域。月总辐射量最大值出现在 7 月份，高达 510~550 MJ/m<sup>2</sup>·月，最小值出现在 2 月份，仅有 230~250 MJ/m<sup>2</sup>·月。全年日照总数为 1770~1940 小时。在时间分配上，夏季最多，春季最少。图 1.4、1.5 为广州地区典型气象年逐时太阳辐射强度和全年太阳直射辐射强度统计图。

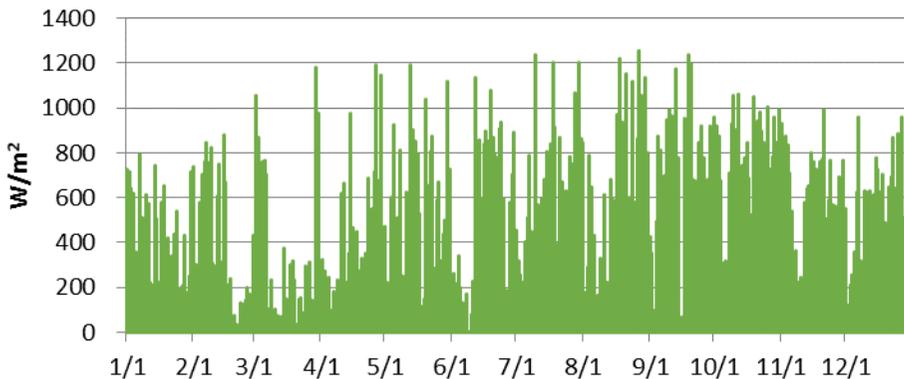


图 1.4 广州典型气象年逐时太阳辐射量

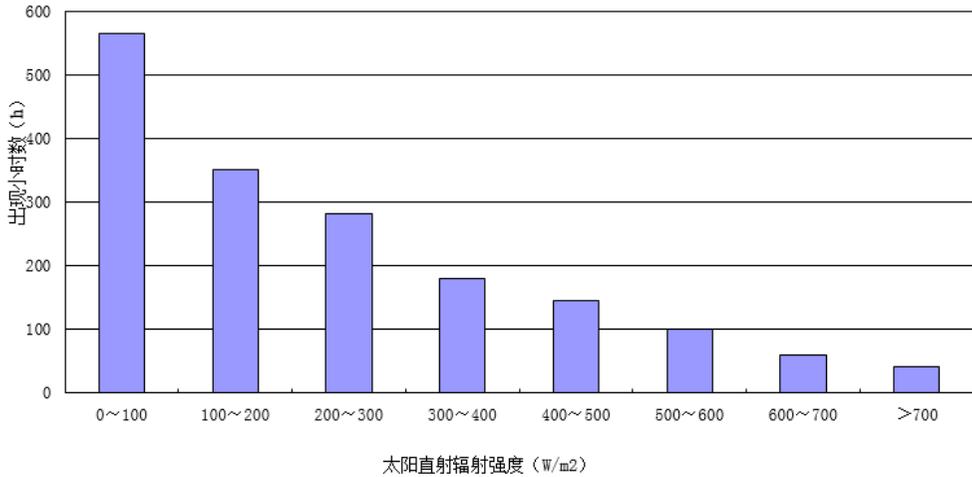


图 1.5 广州典型气象年全年直射辐射强度统计图

广州地区日照时间长，太阳辐射成为影响建筑空调能耗的重要因素，因此建筑遮阳措施显得尤为重要。同时也为建筑太阳能利用提供了空间。

### 1.1.4 雨量

广州地区雨量充沛，雨季明显。年降雨量在 1612~1909mm 之间。广州城区为 1697mm。广州地区雨量主要集中在 4~9 月份，约占全年雨量的 80% 以上。每年 10 月至次年 3 月是少雨季节，降雨量占全年雨量的 20% 左右。

降雨量丰富是造成广州地区空气湿度较大的主要因素，同时也给雨水的利用创造了良好的条件。

### 1.1.5 风

广州地区年平均风速在 2m/s 左右，广州城区约为 1.9m/s。广州地区全年平均大风日数是南部多于北部，其中广州市区为 4~5 天。

由于风力资源不够丰富，在小区、建筑设计中应注意提高建筑自然通风的能力或通过其他手段提高通风能力以改善建筑用能效率和室内空气品质。

## 1.2 广州地区水资源

广州地区集水面积在 2000 平方公里以上的河流有珠江干流及流溪河、增江，其余多在 100-1000 平方公里。南部河网区主要水道总长度有 400 多公里。

广州地区本地水资源并不丰富，年平均总量为 81.29 亿  $m^3$ ，其中地表水为 60.1 亿  $m^3$ ，地下水 21.19 亿  $m^3$ 。年人均径流量为 1314 $m^3$ ，平均每公顷 44425 $m^3$ ，分别为全国平均值的 0.5 倍和 1.86 倍。

### 1.2.1 地表水资源

广州地区地表水资源地域分布不均，其地域差异表现为南部少、北部多。在时间上也分配不均，与降雨量的年内变化规律基本吻合，即河川径流量多集中于汛期（4~9月），占全年径流量的 80% 以上。由于广州地区气温常年偏高，地表水温也相对较高。

### 1.2.2 地下水资源

由于降雨量充沛，广州地区浅层地下水资源相对较为丰富，浅层地下水年径流量为 20.37 亿  $m^3$ ，占河川年径流量的 25.3%。深层地下水年径流量为 0.82 亿  $m^3$ ，为浅层地下水年径流量的 4%，全市地下水年总径流量为 21.19 亿  $m^3$ 。

广州地区的地下水温较高，一般在 23~26℃，低于大部分空调时间内的空气湿球温度，有可能作为空调冷源。

### **1.3 广州地区植被**

广州地区天然植被的种类丰富多样，其中季风常绿阔叶林的各种次生林，在丘陵、低山谷地呈小片状分布。广州市的人工植被种类也多种多样。园林绿化植被主要由观赏植物组成。广州地区常见的花木品种有 800 多种，其中花卉品种有 100 多个，代表种类有罗汉松、白兰花、玫瑰花、菊花、百合花、兰花等。绿化物种为 300 多种，其中较为常见的有：榕树、桃花心木、木棉、芒果、银桦、白千层、阴香、红花羊蹄甲、鱼尾葵、夹竹桃等。

## 02 规划专业

### 2.1 室外风环境设计技术

#### 技术介绍

室外风环境设计技术包括建筑群室外夏季自然通风设计与冬季防风设计两部分。夏季自然通风设计主要是指在规划设计中尽可能建设“风道”，促进城市空气流通更新与人们聚集区域的舒适性，并避免废气回流、减轻污染；而冬季防风设计是指在规划设计中避免冬季冷风直接侵入居住区域内部。

随着经济的高速发展和城市化进程的大规模扩张，各种建筑的数量日益增多，尤其是高层、超高层商业办公建筑以及大型住宅小区的大量涌现，使城市的建筑密度越来越大，城市室外风环境问题（再生风环境或二次风环境）和建筑群间污染物难以扩散的现象逐渐突显，进而影响到建筑使用者的舒适度和健康，甚至人身安全。此外，室外风环境同时也直接影响建筑全年能耗，如夏季建筑物前后室外风压差过小不利于建筑过渡季自然通风的使用，增加夏季空调能耗；冬季建筑物前后风压差过大导致建筑冷风渗透负荷增大，增加冬季采暖能耗。因此需要在规划设计阶段对建筑周边室外风环境进行设计和优化，以确保形成良好的室外风环境。

室外风环境设计技术主要通过风环境现场实测或计算机软件模拟来实现。目前较为常用的方法为计算机软件模拟技术，即通过计算流体力学（CFD）分析软件对建筑规划设计方案进行优化分析，常用的CFD软件包括 Phoenics、Fluent、ENVI-met 等。

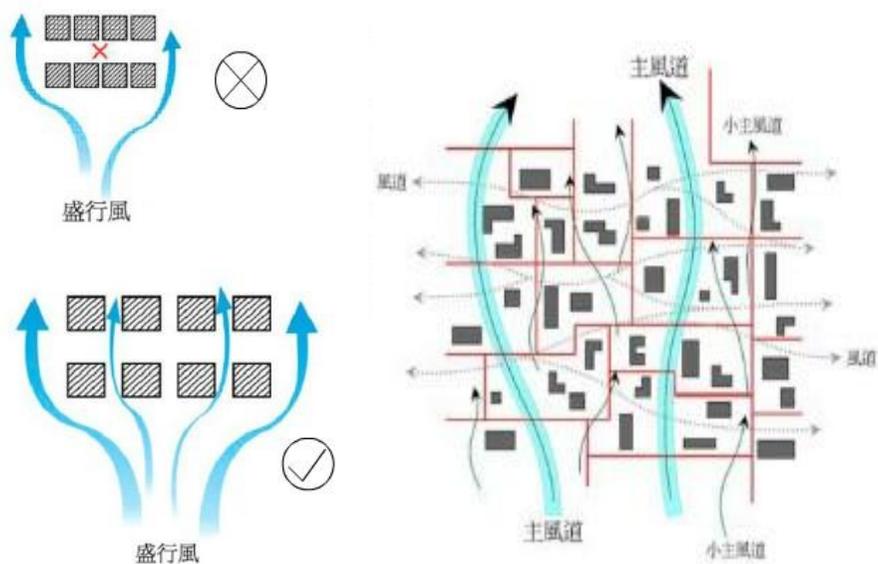


图 2.1 规划设计对室外风环境的影响

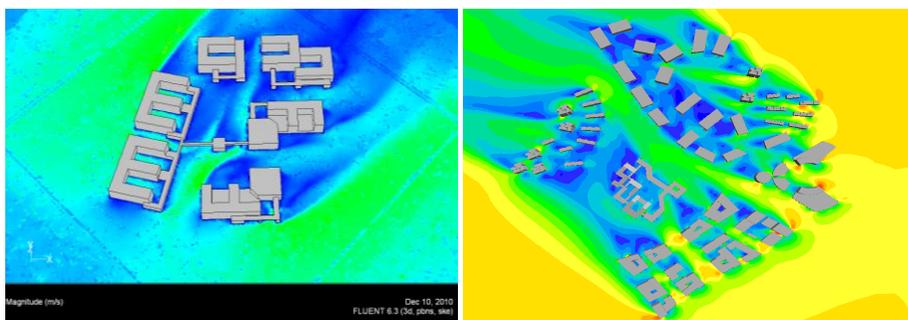


图 2.2 室外风环境模拟技术

## 设计原则

- 1、建筑规划时应采取有效措施确保建筑物周边人行区域风速不高于 5m/s，不影响室外活动的舒适性和建筑通风；
- 2、合理设计建筑间距，确保建筑物单体前后不会形成较大面积的气流漩涡区；

## 设计要点

- 1、小区、组团的轴线和开口宜迎向广州市全年主导风向（南偏西

5°~南偏东 10°)，确保气流能顺畅通过小区和组团内部，形成良好的通风效果，改善小区内部空气质量。当二次风环境影响较大时，应结合项目周边实际情况参照执行；

2、建筑群宜尽量采用交错的行列式或自由式布局。在立体布置方面，应采取“前低后高”和有规律的“高低错落”的处理方式；

3、围合式布局宜采用半围合式结构，开口宜迎向广州市全年主导风向（南偏西 5°~南偏东 10°），并且沿主导风向上宜布置首层架空层、开敞连廊、开启门厅等出风口；

4、建筑朝向宜迎向广州市全年主导风向（南偏西 5°~南偏东 10°），确保建筑前后风压差不小于 3Pa；

5、当建筑呈一字平直排开且体形较长时（超过 30 米），首层宜采用部分架空或骑楼结构。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 2.2 室外热环境设计技术

### 技术介绍

在建筑领域，室外热环境指建筑物周围地面上空及屋面、墙面、窗台等特定地点的风、辐射、温度与湿度条件。这些条件决定着人类赖以生存的户外环境的质量，并直接影响室内热环境。

随着城市规模的不断扩大，城市室外热环境问题越来越突出，直接影响到了人们户外活动的安全性和舒适性。尤其是南方湿热气候区，户外环境过热导致居民心脑血管疾病发病率和死亡率增高，根据对广州市相关数据资料的分析，夏季因过热死亡人数的比例近十年由4%上升到12%。同时通过对广州市实际居住区的夏季室外热环境实测表明，热岛强度高达 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，一方面环境温度的增高限制了居民必要的室外活动，户内滞留时间增加了15%，不但危害居民身心健康，也间接导致了居住建筑能耗的增长。另一方面环境温度每增高 $1^{\circ}\text{C}$ 将造成建筑空调能耗增加约5~8%，因此城市热岛效应所导致的建筑空调能耗增加高达15~40%。因此需要在规划设计阶段对建筑周边室外热环境进行设计和优化，以确保形成良好的室外热环境。

室外热环境通常以热岛强度指标进行衡量和评价。室外热岛强度指标通常采用数值模拟方法，着眼于各种质量传递和能量传递的耦合计算和平衡解析，把太阳辐射、风、建筑结构和类型、下垫面状况、人员情况和各种排热活动等因素综合考虑在内，采用辐射、对流、导热、传质过程联合求解，即传热与空气流动联立计算的方法，最终获得温度场（分布参数，即同时呈现评价区域内不同位置的温度值）或温度值（集总参数，即获得整个评价区域内的一个温度值结果）作为输出结果。在此基础上，可对评价区域内建筑群不同几何特征、布局

方式、下垫面物性、绿植、水体等规划设计要素和热岛效应值之间的关系进行定性、定量的评价。

目前较为常用的室外热岛强度数值模拟计算软件包括 DUTE1.0、Phoenics、Fluent、Envi-met 等，其中 DUTE1.0 为集总参数模型，Phoenics、Fluent、Envi-met 为分布参数模型，分别适用于不同尺度评价区域的计算。

### 设计原则

1、合理规划建筑组团布局，保持良好的室外通风状况，减少气流对区域微环境和建筑本身的不利影响；

2、通过优化建筑布局和室外环境设计、合理选择下垫面材料、有效配置绿化及水景，提高夏季室外热舒适度，降低热岛强度；

3、利用绿地来达到组团内保水、调节气候、吸收雨水、降低污染、隔绝噪音；

4、通过建设湿地系统，调节气候、改善区域生态环境，保持生物多样性。

### 设计要点

1、居住区室外热环境设计应满足《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 的规定性指标要求：①夏季平均迎风面积比 $\leq 0.70$ ；②夏季户外活动场地应有遮阳，遮阳覆盖率不应小于：广场 25%、游憩场 30%、停车场 30%、人行道 50%。

2、居住区室外热环境性量化评价应满足《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 的规定：①居住区夏季逐时湿球黑球温度（WBGT）不应大于  $33^{\circ}\text{C}$ ；②居住区夏季平均热岛强度不应大于

1.5℃。

3、规划设计方案可通过采用遮阳措施或高反射率的浅色涂料以有效降低屋面、地面和外墙表面的温度；采用透水性地面铺装代替硬质铺装（屋面、人行道路、室外停车场等），结合绿化设施的补水系统，透水性地面设置人工补水装置，在高温炎热的季节向地面淋水，利用水份蒸发冷却改善微气候环境；

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 2.3 下凹式绿地技术

### 技术介绍

下凹式绿地是一种具有渗蓄雨水、削减洪峰流量、减轻地表径流污染等优点的生态型的雨水渗透设施。

下凹式绿地是绿地雨水调蓄技术的一种，较普通绿地而言，下凹式绿地利用下凹空间充分蓄集雨水，显著增加了雨水下渗时间。具有渗蓄雨水、削减洪峰流量、减轻地表径流污染等优点。它既可设置在城区范围内的建筑物、街道、广场等不透水地面周边，用于收集蓄渗小面积汇水区域的径流雨水，又能在立交桥附近、市郊等空旷区域大规模应用，从而提高立交桥及整个城市的防洪能力。

典型的下凹式绿地结构为：绿地高程低于路面高程，雨水口设在绿地内，雨水口低于路面高程的绿地并高于绿地高程。下凹式绿地汇集周围道路、建筑物等区域产生的雨水径流，雨水径流先流入绿地，部分雨水渗入地下，绿地蓄满水后再流入雨水口。



图 2.3 下凹式绿地构成

## 设计原则

1、设计暴雨条件下下凹式绿地减洪效果的模拟计算结果表明：在设计下凹式绿地时，一般需将绿地低于路面 5~10cm，才能对暴雨的洪峰流量起到明显削减作用；

2、在设计下凹式绿地时，要使下凹式绿地很好的发挥功效，绿地面积应占汇水面积的 10% 以上。

## 设计要点

1、绿地景观与城市景观相结合：下凹式绿地在城市中的应用是一个集汇水、净化、景观功能于一体的系统工程，应注意绿地植物群落的有序结合，避免杂乱无章的生硬堆积；

2、下凹式绿地植物类型选择：植物应满足适应性强、生长速度快、生物量大的特点。这样既有利于及时吸收水分，又有利于削减洪峰，而且便于管理。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 2.4 综合管廊技术

### 技术介绍

城市综合管廊技术是指将设置在地面、地下或架空的各类公用管线集中容纳于一体，并留有供检修人员行走通道的隧道结构技术。即在城市地下建造一个隧道空间，将市政、电力、通讯、热力、给排水等各种管线集于一体，设有专门的检修口、吊装口和监测系统，实施统一规划、设计、建设和管理，彻底改变传统的各个管道各自建设、管理的零乱状况。

综合管廊技术常用的三种形式包括干线综合管廊、支线综合管廊和缆线综合管廊。干线综合管廊一般设置于机动车道或道路中央下方，主要收纳干线管道和高压电力电缆的综合管廊，其特点为结构断面尺寸大、覆土深、系统稳定且输送量大，具有高度的安全性，但维修及检测要求高。支线综合管廊一般设置在道路两侧或单侧，收纳的管线可以直接服务于临近地块的综合管廊。其特点为有效断面较小，施工费用较少，系统稳定性和安全性较高。缆线综合管廊一般设置于人行道的下方，主要收纳电力电缆、通信电缆的综合管廊，内部空间不能够满足人员正常通行要求。其特点为空间断面较小，埋深浅，建设施工费用较少，不设有通风、监控等设备，在维护及管理上较为简单。

目前综合管廊技术在广州市城市建设过程中得到了广泛的应用，例如广州大学城、广州白云国际会议中心等重点建设项目均采用了该

项技术。

## 设计原则

1、市政建设遇到以下情况之一时，宜采用综合管廊技术：

- ①交通运输繁忙或地下工程管线设施较多的机动车道、城市主干道以及配合地下铁道、地下道路、立体交叉等建设工程地段；
- ②不宜开挖路面的路段；
- ③广场或主要道路的交叉处；
- ④需同时敷设多种工程管线的道路；
- ⑤道路与铁路或河流的交叉处；
- ⑥道路宽度难以满足直敷设多种管线的路段。

2、综合管廊系统规划应遵循节约用地的原则，确定纳入的管线，统筹安排管线在综合管廊内部的空间位置，协调综合管廊与其他地上、地下工程的关系。

3、综合管廊系统规划应明确管廊的最小覆土深度、相邻工程管线和地下构筑物的最小水平净距和最小垂直净距；

4、热力管道、燃气管道不得同电力电缆同舱敷设；

5、综合管廊应设置机械排烟设施。

## 设计要点

综合管廊技术的系统规划设计、土建工程设计、附属工程设计、竣工验收以及维护管理应满足国家标准 GB50838-2012《城市综合管廊工程技术规范》的要求。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
△	△	○	○	○	○	○	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 03 建筑专业

### 3.1 建筑外围护结构节能技术

#### 3.1.1 外墙保温隔热技术

##### 3.1.1.1 外墙外保温隔热系统

###### 技术介绍

外墙外保温隔热系统是由保温层、抹面层、固定材料（胶粘剂、锚固件等）和饰面层按照一定的建筑构造固定在外墙外表面形成有机的整体，并使墙体的热工性能等指标符合相应建筑节能标准要求的建筑外墙保温隔热技术体系。

相比其他外墙保温隔热系统，外墙外保温隔热系统在保温节能和防潮方面具有较大的优势：1) 减少外墙热桥部位的热损失，优化外墙整体热工性能；2) 防止或减少保温层内部产生水蒸气凝结；3) 房间的热稳定性好；4) 大大降低温度应力的起伏，提高外墙结构的耐久性；5) 节约保温材料，提高建筑使用面积，降低建筑造价。

基于以上优点，外墙外保温隔热系统适用于使用率较高的建筑，例如住宅、办公、商业等。

目前常用的外墙外保温隔热系统包括以下几种：

1) 粘贴保温板外保温隔热系统，该系统由粘结层、保温层、抹面层和饰面层构成。粘结层材料采用胶粘剂，保温层材料采用岩棉板、

玻璃棉板等，抹面层材料为抹面胶浆，抹面胶浆中满铺玻纤网；饰面层材料可为涂料或饰面砂浆。

2) 保温浆料外保温系统，该系统由界面层、保温层、抹面层和饰面层构成。界面层材料为界面砂浆；保温层材料为膨胀珍珠岩保温砂浆、无机保温砂浆、玻化微珠保温砂浆等，经现场拌和后抹在基层上；抹面层材料为抹面胶浆，抹面胶浆中满铺玻纤网；饰面层为涂料。

3) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统，该系统由界面层、现场喷涂硬泡聚氨酯保温层、界面砂浆层、找平层、抹面层和涂料饰面层组成。抹面层中满铺玻纤网。

4) 保温装饰板外保温系统，该系统由粘结砂浆、保温装饰板（发泡陶瓷隔热保温板等）、嵌缝材料、密封材料和锚固件构成。施工时，先在基层墙体上做防水找平层，采用以粘为主、粘锚结合方式将保温装饰板固定在基层上，并采用嵌缝材料封填板缝。

## 设计原则

1、外墙外保温隔热系统应能适应基层墙体的正常变形而不产生裂缝、空鼓和脱落；

2、外墙外保温隔热系统的保温隔热材料的燃烧性能等级要求应满足现行国家、广东省及广州市防火规范的相关规定；

3、在正确使用和正常维护的条件下，外墙外保温隔热系统的使用年限不应少于 25 年。

## 设计要点

1、广州地区建筑外墙外保温隔热系统应满足《外墙外保温工程技术规程》（JGJ144—2004）中的相关规定和要求。可以按照《墙体节能建筑构造》（06J123）、广东省建筑标准推荐性图集《挤塑板建筑隔

热系统构造》（粤 07J/T107）、《发泡陶瓷隔热保温板建筑构造》（粤 13J/T003）进行设计施工。

2、外墙外保温隔热系统应包覆门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台以及出挑构件等热桥部位。

3、外墙外保温隔热系统应做好密封和防水构造设计，确保水不会渗入保温层及基层，重要部位应有详图。水平或倾斜的出挑部位以及延伸至地面以下的部位应做防水处理。在外墙外保温系统上安装的设备或管道应固定于基层上，并应做密封和防水设计。

4、外墙外保温隔热系统应做好系统在檐口、勒脚处的包边处理。装饰缝、门窗四角和阴阳角等处应设置局部增强网。基层墙体变形缝处应做好防水和保温构造处理。

5、外墙外保温隔热系统的饰面层宜采用涂料、饰面砂浆等轻质材料。

6、保温浆料外保温系统必须按照《外墙外保温工程技术规程》（JGJ144—2004）进行设计、施工。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.1.2 外墙内保温隔热系统

#### 技术介绍

外墙内保温隔热系统是由保温层、防护层和饰面层按照一定的建筑构造固定在外墙内表面形成有机的整体，并使墙体的热工性能等指标符合相应建筑节能标准要求的建筑外墙保温隔热技术体系。

目前常用的外墙内保温隔热系统包括以下几种：

1) 复合板内保温隔热系统，该系统由粘结层、保温层和饰面层构成。粘结层材料采用胶粘剂或粘结石膏+锚栓，保温层材料采用聚苯板（EPS板）、挤塑聚苯板（XPS板）、岩棉板、玻璃棉板等；饰面层材料可为涂料或面砖。

2) 保温浆料内保温系统，该系统由界面层、保温层、抹面层和饰面层构成。界面层材料为界面砂浆；保温层材料为胶粉 EPS 颗粒保温浆料、膨胀珍珠岩保温砂浆、无机保温砂浆、玻化微珠保温砂浆等，经现场拌和后抹在基层上；抹面层材料为抹面胶浆，抹面胶浆中满铺玻纤网；饰面层为涂料或面砖。

3) 现场喷涂硬泡聚氨酯内保温系统，该系统由界面层、现场喷涂硬泡聚氨酯保温层、界面砂浆层、找平层、抹面层和涂料饰面层组成。抹面层中满铺玻纤网。

4) 玻璃棉、岩棉、喷涂硬泡聚氨酯龙骨固定内保温系统，该系统由保温层、隔气层、龙骨、龙骨固定件和饰面层构成。

#### 设计原则

1、外墙内保温隔热系统应能适应基层墙体的正常变形而不产生裂缝、空鼓和脱落。

2、外墙内保温隔热系统应防止火灾危害。

3、外墙内保温隔热系统应与基层墙体有可靠连接。

4、外墙内保温隔热系统用于厨房、卫生间等潮湿环境时，应具有防水渗透性能。

5、外墙内保温隔热系统内各组成部分应具有物理化学稳定性。所有组成材料应彼此相容，并应具有防腐性。所有组成材料均应满足国家相关标准规定要求。

### 设计要点

1、广州地区建筑外墙内保温系统应满足《外墙内保温工程技术规程》（JGJ/T261—2011）的相关规定和要求。可按照《墙体节能建筑构造》（06J123）、《无机轻集料保温砂浆技术规程》（JGJ253-2011）、广东省建筑标准设计推荐图集《无机保温砂浆内保温墙体构造》（粤07J/118）、《JR 膨胀玻化微珠保温砂浆墙体构造》（粤08J/T131）进行设计、施工。

2、宜在墙体易裂部位及与屋面板、楼板交接部位采取抗裂构造措施。

3、内保温材料与基层墙体的粘结，可采用胶粘剂或粘接石膏。当用于厨房、卫生间等潮湿环境或饰面层为面砖时，应采用胶粘剂。

4、内保温材料选用无机保温材料时，其抹面层的增强材料宜采用耐碱玻纤网格布。内保温材料选用有机保温材料时，当其抹面层为抹面胶浆时其抹面层的增强材料可采用涂塑中碱玻璃纤维网布；当其抹面层为粉刷石膏时其抹面层的增强材料可采用中碱玻璃纤维网布。

5、厨房、卫生间等潮湿环境的内保温墙体内饰面采用腻子时，应选用耐水型腻子。

6、有机保温材料应采用不燃材料或难燃材料做保护层，且防护层厚度不应小于 6mm。

7、门窗四角和外墙阴阳角等处的内保温工程抹面层中，应设置附加增强网布。门窗洞口内侧面应做保温。

8、内保温基层墙体应具有防水能力。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
○	○	○	○	○	○	●	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.1.3 外墙自保温隔热系统

#### 技术介绍

外墙自保温隔热系统是由具有保温隔热性能的砌块（蒸压加气混凝土砌块、轻质陶粒混凝土小型空心砌块等）与配套专用砂浆砌筑的砌体和梁柱等热桥部位的处理措施，按照一定的建筑构造形成有机的整体，并使墙体的热工性能等指标符合相应建筑节能标准要求的建筑外墙保温隔热技术体系。

外墙自保温隔热系统构造由自保温砌体、热桥处理措施、不同材料连接节点处理措施三个部分构造组成。自保温砌体、热桥与保温材料等不同材料连接处要采取防裂加强措施。节点构造与处理措施可按中南地区建筑标准设计图集《蒸压加气混凝土砌块外墙自保温》10ZJ106 及广东省建筑标准图集《轻质墙体节能建筑构造（一）》粤 07J/126、《蒸压加气混凝土砌块薄浆干砌自保温墙体构造》粤 08J/133 选用。

外墙自保温隔热系统适用于框架结构、框剪结构等外墙热桥面积占全部外墙面积的比例小于 50% 的建筑体系。

目前常用的外墙自保温隔热系统包括蒸压加气混凝土自保温墙体、轻质陶粒混凝土小型空心砌块自保温墙体、聚苯板插孔普通混凝土空心砌块（双排孔）等。其中聚苯板插孔普通混凝土空心砌块（双排孔）自保温系统可以克服蒸压加气混凝土墙体开裂率高，施工技术难度大，造价偏高，偏远地区原材料短缺等问题。

#### 设计原则

1、自保温砌体砌筑材料应采用专用保温砌筑砂浆或专用砌筑粘结剂；自保温砌体薄抹灰应采用聚合物水泥抗裂砂浆，普通抹灰应采用专用保温抹灰砂浆或专用抹灰砂浆。

2、热桥处理用保温材料宜选用与主墙体寿命相当的无机类保温材料，如轻质加气混凝土砌块、无机保温砂浆（板材）等。热桥处理用保温材料与配套材料性能应符合《外墙外保温工程技术规程》JGJ144的要求。

3、连接节点应采取加强措施，有效防止开裂。

### 设计要点

1、广州地区外墙自保温隔热系统可按照中南标建筑标准设计图集《蒸压加气混凝土砌块外墙自保温》（10ZJ106）、广东省建筑标准设计推荐图集《轻质墙体节能建筑构造（一）》（粤 07J/126）、《蒸压加气混凝土砌块薄浆干砌自保温墙体构造》（粤 08J133）进行设计施工。

2、加气混凝土墙体外表面应做装饰保护层，外墙水平方向凹凸部位，如线脚、出檐、窗台等，应做好防水、泛水和滴水，避免墙面干湿交替或局部渗漏引起开裂。

3、应避免在平面中采用加气混凝土砌块作为短窄的小墙肢、悬臂墙体，确保墙体的稳定性。

4、穿越加气混凝土墙体的水管应严防渗水，穿墙、附墙或埋入墙体内部的钢件应做好防锈处理。

5、聚苯板插孔普通混凝土空心砌块（双排孔）外墙构造热工性能随着插入聚苯板的厚度产生变化，当聚苯板厚度大于 15mm 后，其热工性能不发生显著变化，综合考虑经济和技术因素，聚苯板插入厚度以 15mm 为最佳。

6、应避免在聚苯板插孔普通混凝土空心砌块（双排孔）外墙上开洞、开槽和开沟，以免破坏空气层和降低墙体隔热效果。

### 适用范围及条件

建筑类型									
	住宅建筑		公共建筑						
	高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
			大型	普通					
蒸压加气混凝土	●	●	●	●	●	●	●	●	●
陶粒混凝土空心砌块	●	●	●	●	●	●	●	●	●
聚苯板插孔普通混凝土空心砌块	○	●	○	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。



图 3.1 聚苯板插孔混凝土空心砌块及墙体

### 3.1.1.4 外墙外饰面热反射涂料隔热技术

#### 技术介绍

建筑外墙外饰面的材料及颜色决定了外墙面太阳辐射吸收系数  $\rho$  的大小。而外墙外饰面热反射涂料隔热技术是基于广州地区气候特点，充分考虑利用气候资源达到节能目的而提出的，同时也是为了鼓励推行绿色建筑和生态建筑的设计思想。

采用反射隔热涂料隔热技术的外墙面，太阳辐射吸收系数  $\rho$  值小，在夏季能反射较多的太阳辐射热，从而能降低室内的太阳辐射得热量和围护结构内表面温度。当白天无太阳时和在夜晚，围护结构外表面又能把围护结构的热量向外界辐射，从而降低室内温度。

外墙外饰面热反射涂料隔热技术目前已在广州市建筑工程中得到广泛应用。同时该技术已经入编《广东省绿色建筑技术产品推荐目录》。

#### 设计原则

建筑反射隔热涂料技术一般在重质围护结构的東西外墙及屋顶，轻质围护结构和金属围护结构的各朝向外墙及屋面采用。

#### 设计要点

1、建筑反射隔热涂料性能应满足《广东省建筑反射隔热涂料应用技术规程》DBJ15-75-2010 和《建筑反射隔热涂料》的 GB/T 235-2008 规定；

2、反射隔热涂料的太阳辐射吸收系数不应大于 0.40。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 3.1.2 屋面保温隔热技术

### 3.1.2.1 挤塑聚苯板屋面保温隔热技术

#### 技术介绍

挤塑聚苯板保温隔热屋面是指采用一定厚度的挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板作为保温层，并使屋面的传热系数、热惰性指标等热工性能指标符合相应建筑节能标准要求的建筑屋面保温隔热技术体系。

挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板（简称为挤塑板）具有重量轻、强度大、导热系数小等特点。其特有的致密表层和闭孔结构内层使得挤塑板具有优越的保温隔热性能和良好的抗湿性，是目前建筑工程中理想的保温材料。

目前建筑工程中常用的挤塑聚苯板隔热屋面类型包括倒置式挤塑板隔热屋面和挤塑板隔热坡屋面。

#### 设计原则

1、挤塑板隔热屋面所采用的挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板的选材标准和主要性能指标应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345-2012的有关规定。

2、挤塑板隔热屋面所采用的挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板的燃烧性能和耐火极限应满足国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

#### 设计要点

1、挤塑板隔热屋面中挤塑板的设计厚度应根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75-2012）、《公共建筑节能设计标准》广东省实施细则（DBJ15-51-2007）和《民用建筑热工设计规范》

(GB50176)，经过计算确定。当采用倒置式挤塑板隔热屋面时，挤塑板设计厚度应按照计算厚度增加 25%取值。挤塑板的厚度不宜小于 20mm。

2、广州地区挤塑板保温隔热屋面的设计和施工应满足国家标准《屋面工程技术规程》(GB50345-2012)、《倒置式屋面工程技术规程》(JGJ230-2010)中的相关规定和要求。可以按照国家建筑标准设计图集《挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板保温系统建筑构造》(10CJ16)、广东省建筑标准推荐性图集《挤塑板建筑隔热系统构造》(粤07J/T107)进行设计施工。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	○	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.2.2 防水型成品隔热板屋面保温技术

#### 技术介绍

将聚苯乙烯泡沫板隔热层、防水粘结层和面砖保护面层一次性生产合成，构成防水型成品隔热板。

防水型成品隔热板将防水层置于保温层之下，让防水层获得充分的保护，使防水层表面温度变化幅度明显减小，避免防水层由于温度变化造成的破坏，同时使防水层免受紫外线照射，外界或人为撞击的破坏，给建筑物提供良好的防水保温功能。成品隔热屋顶不需要增设排气孔使施工变得简单，且不受气候的影响。

防水型成品隔热板屋面技术目前已在广州市建筑工程中得到广泛应用。同时该技术已经编入《广东省绿色建筑推荐技术产品目录》。



图 3.2 防水型成品隔热板屋面实例

#### 主要技术参数

防水型成品隔热板屋面热工参数参见广东省建筑标准图集《SGK 屋面节能隔热板建筑构造》粤 10J/T215。

#### 设计要点

防水型成品隔热板屋面设计、选材及施工要点详见广东省建筑标准图集《SGK 屋面节能隔热板建筑构造》粤 10J/T215。

#### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	○	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.2.3 蒸发降温屋面隔热技术

#### 技术介绍

在建筑屋面上铺设一层多孔材料，如松散的砂层或固体的加气混凝土层等，此层材料在人工淋水或天然降水以后蓄水，当受太阳辐射和室外热空气的换热作用时，材料层中的水分会逐渐迁移至材料层的上表面，蒸发带走大量的汽化潜热。这一热过程有效地遏制了太阳辐射对大气高温对屋面的不利作用，达到了蒸发冷却屋顶的目的。

加气混凝土蒸发降温隔热屋面就是一种利用上述蒸发降温原理并具有良好隔热效果的上人屋面形式，其运用自然调和降温原理，通过积蓄雨水并使雨水逐渐蒸发，达到降低建筑物面环境温度、缓解环境热岛效应的目的。加气混凝土多孔透水砖密度大于  $500\text{kg}/\text{m}^3$ ，完全干燥时传热系数为 1.046（深色面层），热惰性指标为 3.719。

#### 主要技术参数

1、根据实验室测试计算结果，加气混凝土蒸发降温隔热屋面的加气混凝土透水砖面层当量热阻约为  $0.28\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$ 。

2、加气混凝土蒸发降温隔热屋面（加气混凝土面层厚 50mm）内表面平均温度比同厚度的加气混凝土隔热屋面（加气混凝土为保温隔热层）低约  $1.82^\circ\text{C}$ 。

#### 设计要点

1、加气混凝土蒸发降温隔热屋面的隔热效果与加气混凝土面层的厚度关系较小，综合考虑经济和技术因素，加气混凝土面层厚度宜选择 50mm；

2、条件允许情况下宜设置人工喷淋装置对加气混凝土蒸发隔热屋面进行喷水处理，以确保屋面热工性能的稳定性。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	○	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.2.4 淋水、喷雾降温透光屋面隔热技术

#### 技术介绍

贴附在建筑外表面上的水膜，不仅通过水自身的显热变化吸收表面热量，而且通过水本身的蒸发作用及水与表面的综合反射作用使得来自太阳的辐射热被有效地阻隔下来，从而达到隔热降温之目的。淋水降温透光屋面技术即利用上述原理，设置人工喷淋装置对建筑透明采光玻璃屋顶进行淋水降温的一种屋面隔热技术。

实测结果表明，玻璃屋面淋水以后，室内空气温度出现峰值的时间比不淋水屋面向后推了将近三个小时。但温度大小相差不多。透过玻璃屋面进入室内的太阳辐射强度最大可以减少  $41\text{w/m}^2$ 。

喷雾产生的细小雾粒能遮挡太阳辐射及蒸发降温，降低建筑空调负荷，改善室内热环境、光环境。通过对不同雾粒粒径、分布密度对太阳辐射的遮挡及对玻璃表面的降温效果进行实测，雾粒对太阳辐射的遮挡率在 21.3% 到 38.5% 之间，随着太阳辐射强度的增加，雾粒对太阳辐射的遮挡量及遮挡率均呈上升趋势；与淋水降温相比耗水量少，运行能耗更低。

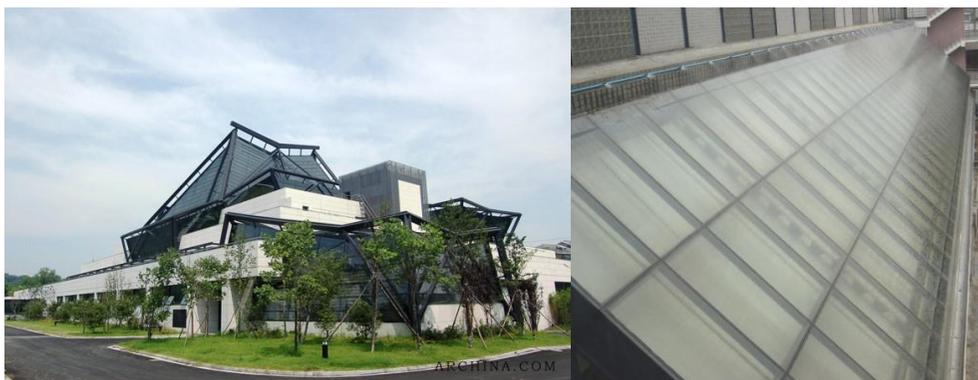


图 3.3 淋水降温透光屋面实例

## 主要技术参数

根据实验室测试结果，传统透光屋面采用淋水降温隔热技术后，室内空气温度平均降低 1.9℃，最大降低可达到 3℃。采用喷雾降温技术后，玻璃屋顶内表面温度最大值由 60℃ 降至 43.9℃。

## 设计要点

- 1、为减少水资源的消耗，应设置水循环利用设备；
- 2、条件允许情况下应设置太阳辐射监测设施，根据室外太阳辐射强度控制喷水的时间和速度。
- 3、水循环利用设备宜采用太阳能光伏独立发电系统进行驱动。
- 4、使用寿命长，水滴均匀，喷雾直径大，耗水少的喷雾喷头。
- 5、采用水过滤器，防止喷头堵塞。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
—	—	○	●	●	●	●	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.3 立体绿化技术

#### 技术介绍

立体绿化技术是指选用适宜的绿色植物并采用适应的栽培方式，使植物覆盖在建筑的表面，使植物栽培向建筑空间拓展的绿化方式。建筑立体绿化技术包括在屋顶、墙体、阳台、露台以及室内等建筑空间所进行的绿化。

立体绿化技术是绿色建筑的重要组成部分，首先在建筑物表面实施有生命的绿色覆盖，可以有效减弱太阳紫外线、电磁辐射及建筑表面温差变化，降低表层建材的热胀冷缩指数，有效的保护建筑物、延长建材使用寿命。其次在屋顶、外墙表面进行绿化，夏季可以节约30%~50%的空调能耗，同时显著减少城市的热岛效应（种植屋面上空1.5米处空气温度比普通屋面降低约0.78℃），降低灰尘排放，改善城市空中景观。最后立体绿化技术是扩大城市绿化面积的有效途径，生长良好的立体绿化能涵养雨水、增加空气湿度、有效降低空气中PM2.5的含量，显著改善城市生态，提升城市品质，具有巨大的生态、经济和社会效益。

立体绿化技术以屋顶绿化和墙面绿化在我国建筑的应用上较为广泛。屋顶绿化包括重质绿化屋面和轻质绿化屋面两种类型。墙面绿化包括传统型绿化墙面和模块化绿化墙面（容器栽培型、模块装配型等）。



图 3.4 屋面绿化实例



图 3.5 外墙垂直绿化实例

## 设计原则

立体绿化技术必须针对建筑荷载、建筑防水和建筑排水三个要素展开设计、材料选择和施工。

1) 屋顶绿化设计应遵循以下设计原则：

①屋面绿化应满足建筑消防和日常安全要求；设置独立出入口和安全通道；设置屋顶周边防护，防止高空坠物；对植物、设施，做好防风固定处理，对大坡度，做好防滑固定；

②屋面结构荷载设计应满足屋顶绿化类型（轻质、重质）对荷载的要求。

③应设置完善的排水系统，种植层下必须设置过滤层、排水层，种植面层应保持排水的坡度，保证排水畅通。

④屋面排水宜结合设置雨水收集回用系统，将收集的雨水用于绿化灌溉。

2) 墙面绿化应遵循以下设计原则：

①墙面绿化及其配套结构不应影响建筑物的强度、防水等功能；

②应优先采用栽植池、特殊容器、种植模块等形式实现墙面绿化；

③墙面绿化设计应充分考虑建筑物高度、墙面朝向、立面条件、水源供给等状况。

### 设计要点

1) 屋面绿化设计要点包括：

1、屋面采用绿化屋面构造时屋面荷载应满足以下要求：

①设计活荷载大于  $350\text{kg/m}^2$  的屋顶，根据荷载大小，除种植地被、花灌木外，可以适当选择种植小乔木；

②设计活荷载在  $200\text{-}350\text{ kg/m}^2$  以内的屋顶，根据荷载大小，栽植植物以草坪，地被植物和小灌木为主；

③设计活荷载  $200\text{kg/m}^2$  以下的屋顶不宜采用绿化屋顶；

④屋顶荷载应将浇水后的重量以及植物生长带来的荷载增加考虑在内。

2、屋顶绿化的屋面防水设计应满足《种植屋面工程技术规程》

2013 版的规定。

3、塑料排（蓄）水卷材宜采用搭接法施工，搭接宽度不应小于 100mm；轻质陶粒、碎石做排水层时，粒径应均匀，厚度均匀，并符合《种植屋面工程技术规程》2013 版的规定。

4、当屋面坡度大于 20%时，应设置防滑构造，屋面坡度大于 50%时，不宜做种植屋面。

5、重质绿化屋面植物配置应以低矮的花灌木和宿根花卉为主，造景用的乔木、灌木最好点缀在背风处并辅以防风固定设施。轻质绿化屋面植物配置应选择耐干旱、易维护、生态效果较好的植物，建议采用耐干旱、耐高温的佛甲草；

6、绿化屋面的面积占可绿化屋面面积的比例不应低于：住宅建筑 40%，公共建筑 30%。

7、广州地区轻质绿化屋面应满足国家标准《屋面工程技术规程》（GB50345-2012）的相关规定和要求。可以按照广东省建筑标准设计图集《佛甲草种植隔热屋面建筑构造》（粤 08J/216）、《SGK 种植模块绿化隔热屋面建筑构造》（粤 09J/T217）、《佛甲草卷铺隔热屋面建筑构造》（粤 11J/T218）进行设计和施工。

2) 墙面绿化设计要点包括：

1、传统型墙面绿化选用的藤蔓植物应适应广州市湿热气候特点，同时根据墙面的小环境来选择耐荫或喜阳植物；

2、在建筑外墙、阳台和窗台等处设置固定容器时应充分考虑安全

因素，包括施工管理、日常管理的安全和便捷；

3、模块化绿化屋面（容器栽培型、模块装配型等）应采用自动水肥管理系统；

4、住宅建筑东西向外墙采用外墙绿化技术的面积达到可采用面积的30%以上。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
○	●	○	●	●	●	○	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.4 门窗节能技术

#### 技术介绍

门窗对建筑的采暖空调耗能有着较大影响，是整个建筑围护结构热工性能的薄弱环节，门窗的传热损失与空气渗透热损失之和约占建筑全部热损失的 57%，是外墙热损失的 5~6 倍。建筑门窗的构成主要包括门窗型材和玻璃两大部分，门窗型材是门窗中的基础材料，关系到整窗的气密性、水密性、抗风压性能和保温隔热性能等重要指标，门窗型材一般占整窗面积的 15%~30%。目前广州市建筑工程门窗型材仍以铝合金和塑料为主。

建筑外窗作为建筑围护结构应发挥对降低建筑总能耗至关重要的影响。通过窗口的传热过程包括导热、太阳辐射得热、空气渗透换热。综合考虑窗所选用玻璃及窗框的各项热工性能，最大程度提高其节能性。

建筑外窗保温隔热性能通常是指其在夏季隔离太阳辐射热和室外高温的影响，从而使其内表面保持适当温度的能力。

#### 1) 外窗窗框隔热技术

目前建筑工程中常用的铝合金窗框型材，隔热能力较差，较为常用的外窗型材包括以下几种：

##### 1、断桥铝合金门窗

断桥铝合金门窗是采用铝合金挤压型材为框料制作，两面为铝材，中间用塑料型材腔体做断热材料。兼顾了塑料和铝合金两种材料的优势，同时满足装饰效果和门窗强度及耐老性能的多种要求。隔热断桥铝塑型材可实现门窗的三道密封结构，合理分离水汽腔，成功实现气水等压平衡，显著提高门窗的水密性和气密性。

## 2、PVC 塑料门窗

主要是用未增塑聚氯乙烯树脂（PVC-U）为主要原料，按比例加入光稳定剂、热稳定剂、填充剂，通过机械混合塑化、挤出、成型为各种不同断面结构的型材，通过对型材进行切割，穿入增强型钢，焊接，装配五金件、密封胶条、毛条及玻璃等构成完整门窗。在各类节能性能优良的门窗中，pvc 塑料门窗具有较好的价格优势，但其在强度方面具有较大劣势。

## 3、玻璃钢节能门窗

玻璃纤维增强塑料门窗（简称玻璃钢门窗），是指采用热固性树脂为基体材料，加入一定量助剂和辅助材料，以玻璃纤维为增强材料，拉挤时经模具加热固化成型，作为门窗杆件。

## 4、铝塑复合节能门窗

铝塑复合节能门窗是指以铝合金（壁厚达到 1.4~1.8mm）作为受力杆件的基材，改性 PVC 塑料作为中间的隔热断桥部分的基材，按照“铝+塑+铝”的方式加工成铝塑复合型材。铝塑复合门窗在结构上采用六空腔设计，大大增强了门窗的保温性能，其玻璃最低限度使用 5+12A+5 的中空玻璃。

## 5、铝塑共挤节能门窗

铝塑共挤门窗型材是指由表面带燕尾槽的铝合金型材（壁厚不小于 1.0mm）做衬，通过共挤出工艺在其外表面上包覆一层厚度不小于 4mm 的硬质发泡塑料，并且发泡塑料进入燕尾槽内而成为一体的新型门窗型材，其兼容了金属门窗的高强度和塑料门窗的保温性优点。

## 2) 外窗玻璃隔热技术

窗的遮阳性能的提高可以通过采用在满足采光条件下遮阳性能好的窗玻璃来实现。如采用中空玻璃、热反射玻璃、Low-E 玻璃、Sun-e

玻璃等。中空玻璃已经被广泛熟知，相对于普通单片玻璃具有更好的遮阳性能，但其突出的优点在于其良好的保温和隔声性能，但其遮阳性能不如热反射玻璃，Low-E 玻璃。以下对几种玻璃性能做简单介绍：

### 1、热反射玻璃

是在玻璃表面镀一层或多层铬、钛、不锈钢等金属或化合物组成的薄膜。热反射玻璃对于可见光有适当的透射率，对近红外线有较高的反射率（对远红外反射不大）。其优点是具有良好的隔热性能，缺点是减少热辐射的同时，也限制了进入室内的可见光数量，一定程度上影响室内的自然采光；玻璃的发射率高会造成相应的光污染现象。热反射玻璃有单片和双片的应用。

### 2、低辐射玻璃、Low-E 玻璃、贴膜玻璃

是在普通玻璃表面镀或贴一层或多层由银、铜等金属或化合物组成的薄膜系。Low-E 玻璃在可见光区域具有较高的透射率 60%~80%，有的达到 85% 以上，对红外透过率 5%~25%。相对于热反射玻璃，其特点是可见光透射率高，玻璃的保温性能好。能减少室内向室外的长波辐射，特别适合寒冷地区建筑使用。Low-E 玻璃一般双片使用。

### 3、阳光控制低辐射玻璃(Sun-E 玻璃)

可以在降低远红外辐射率的同时增加反射太阳光中近红外辐射的功能,其原理是在单银膜系基础上,增加银膜层的厚度或者是在银膜外侧增加起遮蔽作用的金属膜,以达到降低可见光透射比,增加阳光控制功能的目的。可以在夏季有效防止室外的热量进入室内,从而降低空调能耗。

### 4、涂膜隔热玻璃

表面涂覆建筑玻璃用透明隔热涂料，具有较高的可见光透射比和较低遮阳系数的玻璃。建筑玻璃用透明隔热涂料是以合成树脂或合成树脂乳液为基料，与功能性颜填料及各种辅助剂配制而成，在建筑玻璃表面施涂后形成表面平整的透明涂层，具有较高的红外线阻隔效果的涂料。该涂料适用于既有建筑改造，也有通过工业化生产线制作成涂膜单片玻璃或涂膜中空玻璃，用途拓展到了新建建筑。纳米涂膜隔热玻璃附着力强，隔绝紫外线和近红外线，可见光透过率高，使用寿命一般在 10 年以上，且价格适中,易于普及。

### 5、内置百叶中空玻璃

内置百叶中空玻璃是将遮阳百叶或蜂巢帘安装在中空玻璃内，利用磁力或驱动电机来控制遮阳百叶的翻转和升降，从而实现透光率的调节。遮阳百叶与中空玻璃结合为一体后，既达到遮阳隔热的效果，还增强了保温性和防噪音功能，有效地提高了建筑物的热工性能，同时给建筑物和室内以新颖的视觉。内置百叶中空玻璃窗可遮去 50%~68% 的太阳辐射，以 6+19A+5 内置百叶双玻中空玻璃为例，百叶收拢拉起时遮阳系数为 0.88，可见光透过率为 0.81；百叶展开时（百叶水平）遮阳系数为 0.572，可见光透过率为 0.41。百叶闭合时（百叶垂直）遮阳系数为 0.17，可见光透过率为 0.01。

### 主要技术参数

节能门窗热工性能参数可按照《建筑节能门窗（一）》（06J607-1）、《铝塑共挤节能门窗》（11CJ27）、《Llumar(龙膜)建筑门窗幕墙玻璃贴膜构造》（粤 11J/T715）、《广州市居住建筑节能 65% 设计标准》等图集或标准进行设计选型。

### 设计要点

1、在节能 50%阶段，对外窗的传热系数不做要求，外窗应结合外窗其他性能选择外窗窗框和玻璃的种类，例如外窗隔声性能、经济造价等；

2、在节能 60%及以上阶段，公共建筑、居住建筑在窗墙面积比达到 0.4 以上时应对外窗的传热系数进行要求，外窗宜选择高隔热性能的窗框或中空玻璃以提高整窗传热系数；

3、在满足节能要求的前提下，宜尽量选择可见光透过率高的玻璃，以改善室内采光效果，降低建筑照明能耗。

### 适用条件及范围

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.1.5 建筑外遮阳技术

#### 技术介绍

建筑外遮阳技术是广州地区绿色建筑技术的一个重要组成部分，科学合理地运用遮阳技术对于防止广州地区民用建筑的室内环境恶化、降低建筑物空调能耗、维持健康生态的室内人居环境以及丰富建筑物立面艺术效果等起到重要作用。同时，建筑遮阳技术是一种被动的建筑生态技术，不存在使用中的能耗问题。研究表明，窗口外遮阳措施的节能率可以达到 10~24%，同时遮阳构件的造价仅占建筑总造价的 2~5%。

按照遮阳构件能否随季节与时间的变换进行角度和尺寸的调节，建筑外遮阳技术可以划分为固定式遮阳和活动遮阳两大类型，

1) 固定式遮阳，通常是结合建筑立面，造型处理和窗过梁位置，用钢筋混凝土、塑料或铝合金等材料做成的永久性构件，常成为建筑物不可分割和变动的组成部分。例如阳台、飘板等。固定遮阳的优势在于其简单、成本低、维护方便；缺点在于不能遮挡住所有时间段的直射光线，以及对采光和视线，通风的要求缺乏灵活应对性。

2) 活动式遮阳，与固定式遮阳相反，活动式遮阳可以根据季节，时间的变化以及天空的阴暗情况，任意调整遮阳板的角度；在寒冷季节，为了避免遮挡太阳辐射，争取日照，还可以拆除。这种遮阳灵活性大，使用科学合理，因此近年来在国内外得到了广泛的应用。活动遮阳根据遮阳构件与外窗之间的位置关系又可以划分为活动外遮阳和中间遮阳两种类型。

随着建筑材料技术的快速发展，建筑遮阳技术出现了多种形式的遮阳构件产品，可以应用于不同类型的建筑及其立面设计。较为常用

的遮阳构件产品包括铝合金机翼遮阳、铝合金格栅遮阳、卷帘遮阳、铝合金百叶帘、中空平板百叶等。



图 3.6 铝合金机翼遮阳

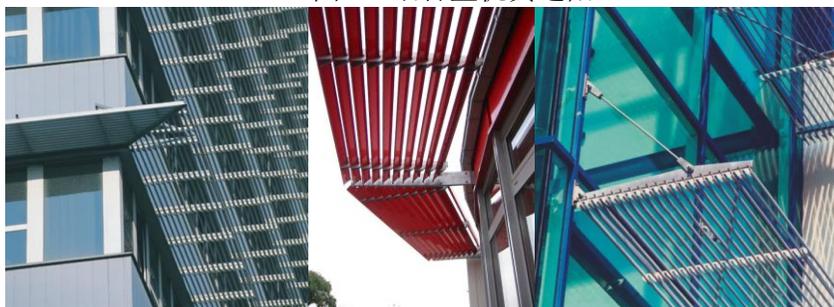


图 3.7 铝合金格栅遮阳



图 3.8 卷帘遮阳



图 3.9 铝合金百叶帘遮阳

## 设计原则

### 1、建筑遮阳设计应满足以下基本要素

(1) 防止直射阳光，并尽量减少散射阳光；(2) 要有利于采光、通风和防雨；不阻挡视线；(3) 与建筑立面和造型协调；(4) 构造简单且经济耐久。

### 2、遮阳板面组合与构造

为了有利于视野、采光、通风、立面处理等因素，在满足遮挡直射阳光的前提下，可以考虑采用不同的遮阳板面组合。为便于热空气逸散，减少对通风、采光的影响，通常将板面做成百叶形或蜂窝形；或者部分做成百叶形，或者部分做成百叶并在前面加上吸热玻璃档板。后一种做法对隔热、通风、采光、防雨都比较有利。

### 3、材料与颜色

遮阳构件的材料应当坚固耐用，同时为减轻自重，宜采用轻质材料。材料外表面对太阳辐射热的吸收系数要小，而内表面的辐射系数要小。遮阳板朝向阳光的表面应采用浅色、亮色，以减少对太阳辐射的吸收和对阳光的反射，而背对阳光的一面，则应采用无光泽的暗色，以免产生眩光。

## 设计要点

1、建筑遮阳技术从遮阳的适应范围可以分为水平式、垂直式、综合式、挡板式以及百叶式五种类型。

### 1) 水平式遮阳

水平遮阳能够有效地遮挡高度角较大地，从窗户上方照射下来的阳光，它适用于南向或接近南向的窗口，或者北回归线以南地区北向及接近北向的窗口上。水平遮阳地另一个优点在于：合理地遮阳板设

计宽度及位置能非常有效地遮挡夏季日光而让冬季日光最大限度地进入室内。

## 2) 垂直式遮阳

能有效的遮挡高度角较小地、从窗侧面斜射过来的阳光。不能遮挡高度角较大、从窗户上方照射下来的阳光或接近日出日落十分正对窗口平射过来的阳光。它主要适用于东北、西北及北向附近地窗户。

## 3) 综合式遮阳

由水平式及垂直式遮阳板组合而成，它能有效的遮挡中等太阳高度角从窗前斜射下来地阳光，遮阳效果比较均匀。这种形式地遮阳适用于东南或西南附近的窗口。

## 4) 挡板式遮阳

此种遮阳为平行于窗口的遮阳措施，能有效地遮挡高度角比较低、正射窗口的阳光。它主要适用于东西向及其附近的窗口。需要注意的是挡板式遮阳对建筑的采光和通风都有比较严重地阻挡，所以一般不宜采用固定式的建筑构件，而宜采用活动式或方便拆卸地挡板式遮阳。

## 5) 百叶式遮阳

百叶式遮阳的遮阳原理根据具体的百叶形式可归纳到前四种遮阳中，其适用范围很广，如果控制得当，室外的百叶遮阳可以适用于大部分朝向的遮阳而且效率都较高。

2、建筑遮阳技术的效果一般用遮阳系数来描述。一般遮阳构件的遮阳系数应根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》或《公共建筑节能设计标准》广东省实施细则中的规定进行计算得到。复杂遮阳构件的遮阳系数应选用标准参考值或采用计算机模拟的方法得到。

3、建筑外遮阳技术的选用应结合建筑立面效果和节能效果综合考虑，遮阳构造设计和产品选型可参考国家建筑标准设计图集《建筑外遮阳（一）》（06J506-1）、中南标建筑标准设计图集《建筑外遮阳》（11ZJ903）选用。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 3.2 建筑自然通风技术

### 技术介绍

自然通风是一种调节建筑室内环境的传统建筑技术，它具有节能、改善室内热舒适性和提高室内空气品质的优点，是人类历史上长期赖以调节室内环境的原始手段。自然通风在实现原理上有利用风压、利用热压、风压与热压相结合以及机械辅助通风等几种形式。现代人类对自然通风的利用已经不同于以前开窗、开门通风，而是综合利用室内外条件来实现。如根据建筑周围环境、建筑布局、建筑构造、太阳辐射、气候、室内热源等，来组织和诱导自然通风。在建筑构造上，通过中庭、双层幕墙、风塔、门窗、屋顶等构件的优化设计，来实现良好的自然通风效果。

建筑中常用的自然通风实现方式主要有以下几种：

1、利用风压实现自然通风。风压通风是利用建筑的迎风面和背风面之间的压力差实现空气的流通。压力差的大小与建筑的形式、建筑与风的夹角以及建筑周围的环境有关。建筑设计中应尽量减少室内空气通路的阻挡，并尽量增大窗户的开启面积以提高建筑风压通风的能力。

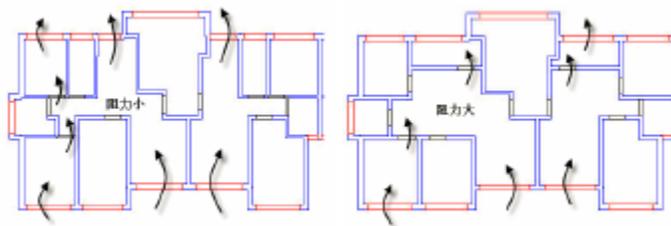


图 3.10 平面布局对建筑风压自然通风的影响

2、利用热压实现自然通风。利用建筑内部空气的热压差—即通常讲的“烟囱效应”——来实现建筑的自然通风。利用热空气上升的原理，

在建筑上部设排风口可将污浊的热空气从室内排出,而室外新鲜的冷空气则从建筑底部被吸入。在建筑设计中,可利用建筑物内部贯穿多层的竖向空腔——如楼梯间、中庭、拔风井等满足进排风口的高差要求,并在顶部设置可以控制的开口,将建筑各层的热空气排出,达到自然通风的目的。与风压式自然通风不同,热压式自然通风更能适应常变的外部风环境和不良的外部风环境。

3、风压与热压相结合实现自然通风。在建筑的自然通风设计中,风压通风与热压通风往往是互为补充、密不可分的。一般来说,在建筑进深较小的部位多利用风压来直接通风,而进深较大的部位则多利用热压来达到通风效果。



图 3.11 风压与热压相结合通风

4、机械辅助式自然通风。当建筑单纯依靠自然风压与热压不足以实现良好的自然通风或者外部环境条件不适合采用自然通风,例如空气污染和噪声污染比较严重的城市,直接的自然通风会将室外污浊的空气和噪声带入室内,不利于人体健康。在这种情况下,常常采用一种机械

辅助式的自然通风系统，借助一定的机械方式加速室内通风。例如建筑室内设置吊扇等机械通风设备来强化自然通风。

在建筑自然通风设计过程中，需借助于现有的分析流体流动和能量的软件。目前可应用于分析自然通风系统的通风特性和热特性的常见软件分别有：CONTAMW，COMIS，Fluent，Phoenics，DeST，EnergyPlus 等。

## 设计原则

1、采取建筑空间平面和构造设计优化措施，改善原通风不良区域的自然通风效果，使得建筑在过渡季典型工况下，90%的房的平均自然通风换气次数不小于 2 次/h。

2、合理设计建筑室内布局，确保建筑室内不会形成较大面积的气流漩涡区；

## 设计要点

1、优化建筑开口设计：开口位置和面积应设置恰当，保证室内的气流达到一定速度及流场均匀。其中居住建筑房间可开启有效通风面积不小于该房间地板面积的 8%，公共建筑外窗可开启面积不小于外窗总面积的 30%。

2、适当使用导风构件：不同类型的挑檐、挡风板及门窗开启方式都会影响到室内自然通风的效果，合理选择导风构件可以有效改善室内自然通风情况。

3、优化室内空间设计：根据不同房间功能及使用情况合理布置室内空间平面，尽量把主要用房安排在夏季迎风面。为了较好的促进自然通风效果，房间进深不宜过深。

4、采用数值模拟技术定量分析风压和热压作用建筑的自然通风效果，综合比较不同建筑设计及构造设计方案，确定最优自然通风系统设计方案。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 3.3 建筑自然采光技术

### 3.3.1 光导管技术

#### 技术介绍

光导管技术是利用光的折射、反射原理，将天然光引导到室内，供室内照明使用的自然采光技术。光导管系统分为被动式导光系统和主动式导光系统。主动式导光系统通过传感器的控制来跟踪太阳，以便最大限度的采集日光，被动式导光系统则是固定不动的。目前较为成功的主动式导光系统为向日葵天然光采光——导光系统，它利用GPS定位、凸透镜聚焦提升阳光强度、光纤导入、阳光自动追踪系统。

光导管分为采光罩，光导管和漫射器三部分，其系统原理是通过采光罩高效采集太阳光线，再经过特殊材料制作的导光管传输后，由系统底部的漫射器把太阳光均匀高效的照射到任何需要光线的地方，最终得到由太阳光带来的室内照明效果。由于天然光的不稳定性，光导管通常装有人工光源作为后备光源，以便在日光不足时作为补充。



图 3.12 光导管自然采光技术实例

#### 设计原则

光导管技术主要应用于单层、多层建筑的顶层或地下空间，建筑的阴面等。

### 设计要点

- 1、由于天然光的不稳定性，往往给光导管装有人工光源作为后备光源，以便在日光不足时作为补充；
- 2、不同季节、不同时段太阳照度的不稳定性和不均匀性会造成光导管系统采光的差异性，从而造成室内光线忽强忽弱的缺陷，因此需增加调节光通量的装置；
- 3、建筑设计的同时需预留光导管系统的安装空间；
- 4、光导管技术可以结合建筑的遮阳系统或自然通风系统进行设计。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
○	○	○	○	○	○	○	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.3.2 采光隔板

#### 技术介绍

采光隔板是在侧窗上部安装一个或一组反射装置，使窗口附近的直射阳光通过一次或多次反射进入室内，以提高房间内部照度的采光技术。

#### 设计原则

采光隔板技术主要应用于房间进深较小的功能房间，例如体育馆建筑的附属用房。

#### 设计要点

- 1、采光隔板技术宜结合建筑外窗外遮阳系统进行设计，防止夏季阳光直射而使温度过高的同时满足室内自然采光要求；
- 2、采光隔板构造应结合广州地区冬季和夏季太阳光线入射角和高度角进行设计，避免冬季太阳高度角较低时造成室内光线过暗；
- 3、采光隔板应经常清洗以确保其反光能力。

#### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
△	△	○	○	○	○	○	○	○

注：●：投资回收期短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 3.4 围护结构隔声技术

### 3.4.1 墙体隔声技术

#### 技术介绍

墙体隔声技术主要是指轻质墙体对空气声的隔绝。

#### 设计原则

墙体的隔声设计与构造选型应按照《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）和《建筑隔声与吸声构造》（08J931）进行设计。

#### 设计要点

- 1、居住建筑分户墙的空气声计权隔声量不应小于 45dB；
- 2、公共建筑墙体的空气声计权隔声量要求参考《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）的要求；
- 3、常用墙体构造的隔声性能参见《建筑隔声与吸声构造》（08J931）。

#### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	○	○	●	○	○	○	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 3.4.2 门窗隔声技术

### 技术介绍

门窗结构受空气声影响较大，同时门窗结构存在较多的缝隙，因此门窗的隔声能力一般从以下三个方面着手：（1）门窗构造组成。采用隔声性能优良的材料构成门窗框，例如 PVC 窗、铝塑共挤型材窗；（2）增加门窗玻璃的层数，双层中空玻璃的空气声隔声量不小于 30dB；（3）门窗缝隙的密封。严密堵塞门窗缝隙。

### 设计原则

门窗的隔声设计与构造选型应按照《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）和《建筑隔声与吸声构造》（08J931）进行设计。

### 设计要点

- 1、居住建筑户门的空气声计权隔声量不应小于 30dB；
- 2、居住建筑外窗的空气声计权隔声量不应小于 25dB，沿街时不小于 30dB；
- 2、公共建筑门窗的空气声计权隔声量要求参考《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）的要求；
- 3、常用门窗构造的隔声性能参见《建筑隔声与吸声构造》（08J931）。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	○	○	●	○	○	○	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

### 3.4.3 楼板隔声技术

#### 技术介绍

楼板隔声技术包括对撞击声和空气声两种声音的隔绝。常用的100mm 钢筋混凝土楼板具有较好的隔绝空气声性能（48~50dB），但其对隔绝撞击声则显得不足，据测定，100mm 钢筋混凝土楼板的撞击声声压级约 80~85dB。因此需通过以下几种方法改善其隔绝撞击声的性能。（1）采用木地板、地毯等作为楼板的垫层。100mm 钢筋混凝土楼板铺设木地板或地毯构造的撞击声声压级不大于 65dB；（2）增加隔声减振垫、隔声玻璃棉等构成的隔声减振层以改善其隔绝撞击声的性能。增加隔声减振垫的浮筑楼板构造的撞击声声压级不大于 65dB。

#### 设计原则

楼板的隔声设计与构造选型应按照《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）和《建筑隔声与吸声构造》（08J931）进行设计。

#### 设计要点

- 1、居住建筑楼板的空气声计权隔声量不应小于 45dB；
- 2、居住建筑楼板的计权标准化撞击声声压级不应大于 75dB；
- 2、公共建筑楼板的空气声计权隔声量和计权标准化撞击声声压级要求参考《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）的要求；
- 3、常用楼板构造的隔声性能参见《建筑隔声与吸声构造》（08J931）。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	○	○	●	○	○	○	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 04 景观专业

### 4.1 透水地面技术

#### 技术介绍

透水地面包括自然裸露地面、室外公共绿地、绿化面积和镂空面积大于或等于 40% 的镂空铺地（如植草砖）、透水混凝土、透水沥青及其他透水地面材料。

场地硬地铺装采用透水地面首先可以降低区域热岛效应，调节室外微气候，实测结果表面晴天气候条件下，透水地面上空的逐时湿球黑球温度 WBGT 指标比不透水地面约小 4℃。其次可以增加场地的地下水涵养，改善周边生态环境，最后可以减少地表径流，减轻排水系统负荷，改善排水状况。

场地内部非机动车道路、地面停车场和其他硬质铺地均可采用透水地面进行铺装。该技术近年来在我国得到大力推广使用。广州地区绿色建筑工程大量采用室外透水地面技术。

#### 设计原则

- 1、透水地面的表层宜采用孔隙率较高的耐压材料，如互锁砖、植草砖、透水沥青、砌石等材料，并以透水性高的砂石为基层；
- 2、结合绿化设施的补水系统，透水性地面宜设置人工补水装置，在高温炎热的季节向地面淋水，利用水份蒸发冷却改善微气候环境。

#### 设计要点

- 1、室外非机动车车道、地面停车场和步行道宜采用透水地面，且

室外透水地面面积比不应小于：居住建筑≥45%，公共建筑≥40%；

2、透水地面的坡度以 1.5%~2.0%为佳，确保地面在降雨时不易形成地面积水。

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 4.2 种植乡土植物

### 技术介绍

种植适应本地气候和土壤条件的乡土植物，采取措施确保植物存活率，减少病虫害，抵抗自然灾害，能有效降低维护费用。

### 设计原则

1、对项目景观进行合理设计，不得移植野生花草、树木及树龄超过 30 年的树木。

2、根据本地气候条件和植物自然分布，栽种多种类型植物，组成并以乔、灌、草、喜荫植物结合构成的多层次植物群落，栽种植物应以珠三角地区常见乡土植物为主要组成。

### 设计要点

1、绿化物种选择适宜当地气候和土壤条件的乡土植物，且采用包含乔、灌木的复层绿化，避免大面积的单一草坪绿化。按照 100m<sup>2</sup>绿地计算，乔木、灌木和草坪数量比率宜接近 3（株）:20（株）:70（草坪面积 m<sup>2</sup>）；

2、合理利用植被（如丛植和列植的乔木和灌木）来引导室外空气流动或防止风速过高。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 05 结构专业

### 5.1 固体废弃物利用技术

#### 技术介绍

固体废弃物主要包括矿业废弃物、建筑废弃物、工业废弃物、农业废弃物和生活废弃物等，它们均可作为生产绿色建材产品的原材料。固体废弃物利用技术是指通过物理、生物以及化学等综合处理手段，对固体废弃物进行加工，从中提取一切当前可利用的物质，将其作为组分或替代组分加入到建筑材料原物系中形成新材料的技术，从而化害为利、变废为宝，既能减少废弃物的排放量和环境污染，同时又能降低总处理费用，提高资源利用效率，最终将产生良好的社会和经济效益。

固体废弃物利用技术主要包括以下几种应用形式：

#### ◆ 矿业废弃物在绿色建材中的应用

利用煤矸石生产轻骨料砼挤压隔墙条板；

#### ◆ 工业废弃物在绿色建材中的应用

1) 以粉煤灰为主要原料的建材产品有：蒸压粉煤灰加气混凝土砌块、粉煤灰混凝土多孔砖、粉煤灰混凝土砌块和 GRC 轻质隔墙条板等；

2) 以石粉、石渣为原料生产的建材产品有：①以石粉替代粘土

制蒸压石粉砖；②加气混凝土砌块；③将石渣、石材边角料破碎为小颗粒石子，拌与水泥，生产混凝土实心砖、空心砖等。

3) 利用炉渣、煤渣为原料生产的建材产品：轻质隔墙板、加气混凝土砌块、混凝土空心砖等。

#### ◆ 建筑废弃物在绿色建材中的应用

建筑废弃物分为可直接利用的材料、可再生或可以用于热回收的材料以及没有利用价值的废料等三类：

1) 钢筋、某些金属、塑料、木质材料等建筑垃圾是可以直接再生利用的，可以挑拣出来直接送往相应工厂进行再生加工；

2) 而建筑垃圾中的废混凝土、废砖石等物料是比较难以再次利用的。但是相关研究表明，它们均可被回收处理后作为粗骨料：如可以将废混凝土、废砖等建筑垃圾为骨料，利用高硫石油焦渣、粉煤灰等工业废渣制备再生砖；此外，也可利用废旧聚苯乙烯泡沫塑料制品(EPS)颗粒作为混凝土的骨料，水泥为胶结料，并掺加粉煤灰、炉渣、外加剂生产保温砌块等。

#### ◆ 农业废弃物在绿色建材中的应用

经加工处理过的植物包括农业废弃物，像麦秆、稻草、竹、锯末、谷壳等，可作为增强材料与胶凝材料混合使用，如：①利用锯粉、谷壳生产 GRC 轻质隔墙条板；②以稻或麦等谷类作物的茎秆为主要原料生产的生态节能草砖；③以麦秸和稻草为原料所制成的秸秆人造板和稻草板等。

## 设计原则

固体废弃物利用技术应遵循以下原则：

1. 建筑废弃物资源化利用应做到因地制宜、就地利用、经济合理、性能可靠。鼓励在施工过程最大限度利用建设用地上拆除或其他渠道收集得到的旧建筑材料，以及建筑施工和场地清理时产生的废弃物等资源，延长其使用周期。达到节约原材料、减少废物的产生，并降低由于更新所需材料的生产及运输对环境的影响的目的；

2. 对于施工所产生的垃圾、废弃物，应现场进行分类处理，并根据建筑垃圾的基本材性、价值特征、可利用的种类和数量，合理确定建筑垃圾再生利用技术和途径，便于在当地推广应用。可直接再利用的材料在建筑中重新利用，不可直接再利用的材料通过再生利用企业进行回收、加工，最大限度地避免废弃物污染、随意遗弃；

3. 适用于建筑垃圾资源化利用方式主要有：

（1）利用废弃建筑混凝土和废弃砖石生产粗细骨料，可用于生产相应强度等级的混凝土、砂浆或制备诸如砌块、墙板、地砖等建材制品。粗细骨料添加固化类材料后，也可用于公路路面基层；

（2）利用废砖瓦生产骨料，可用于生产再生砖、砌块、墙板、地砖等建材制品；

(3) 渣土可用于筑路施工、桩基填料、地基基础等；

(4) 对于废弃木材类建筑垃圾，尚未明显破坏的木材可以直接再用于建筑，破损严重的木质构件可作为木质再生板材的原材料或造纸等；

(5) 废弃路面沥青混合料可按适当比例直接用于再生沥青混凝土；

(6) 废弃道路混凝土可加工成再生骨料用于配制再生混凝土；

(7) 废钢材、废钢筋及其他废金属材料可直接再利用或回炉加工；

(8) 废玻璃、废塑料、废陶瓷等建筑垃圾视情况区别利用；

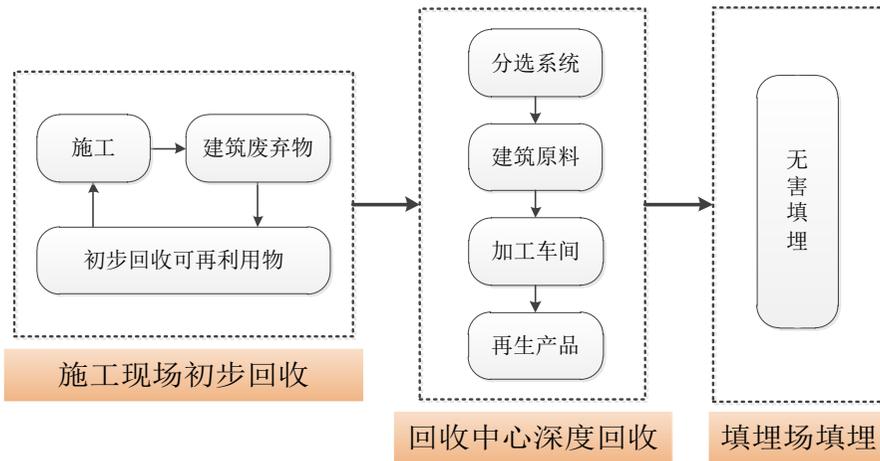
### **设计要点**

1. 加强建筑垃圾的资源化再利用，力争建筑垃圾的再利用和回收率达到 30%，建筑物拆除产生的废弃物的再利用和回收率大于 40%。对碎石类、土石方类建筑垃圾，可以采用地基填埋、铺路等方式提高其再利用率，力争再利用率大于 50%。评价方法为查阅建筑施工废弃物管理规划和施工现场废弃物回收利用记录；

2. 为保证废弃物使用达到一定的数量要求，特此规定：使用以废弃物生产的建筑材料的重量占同类建筑材料的总重量比例不低于 30%。例如：建筑中使用石膏砌块作内隔墙材料，其中以工业副产石膏（脱硫石膏、磷石膏等）制作的工业副产石膏砌

块的使用重量占到建筑中使用石膏砌块总重量的 30%以上。评价方法为查阅工程决算材料清单中有关材料的使用数量；

3. 由于建筑废弃物的构成混杂，有些只需经过简单分拣就可以再利用，如短钢筋、木材和一些包装料等，而大多数还需要进行专门的分离和再加工才能使用。因此，为了大幅提高其资源再生利用率，可采用建筑废弃物多级利用模式，即对产生的建筑废弃物除了在施工现场进行初步回收利用外，将剩余部分运往回收中心进行分类收集和深度加工利用，如图 1 所示。



建筑废弃物多级利用模式

建筑废弃物资源化再利用模式主要分为以下三个过程：

(1) 施工现场初步回收利用。对施工现场产生的易分离而且可直接利用的建筑废弃物进行初步回收利用。其初步回收物资主要为：钢筋、木材、石膏板、矿棉板、保温材料和各种材料包装件等，主要可采用以下几种形式进行回收利用：①下料后剩

下的短钢筋制作楼板钢筋的铁支撑（矮马凳），地锚拉环等；②木枋、木胶合板可用作铺设施工现场的办公室、临时道路、防护棚的防护板，后浇带防护板等；③充分利用每次大体积浇筑剩余的混凝土浇筑女儿墙、构造柱、后浇带、预制板盖等小型构件及硬化场区道路等，减少建筑废弃物的产生；

（2）回收中心深度回收利用。经过施工现场初步回收后的建筑废弃物主要为：碎砖石、渣土及各种包装件，还杂夹着一些短木料、废橡胶、废塑料和废金属件等，将其运往回收中心后需要经过分选系统进行分离处理和分类收集，然后按照各自的用途送往专业加工车间进行再加工，制成新的建筑材料和建筑原料。如碎砖石和渣土经过处理厂加工成骨料，再制成各种建筑砌块，这些再生骨料孔隙率大，质量轻，导热系数小，可用作非承重填充墙材料。由于深度回收过程的目标明确，加上专业化的生产和管理，可使建筑废弃物的回收利用率大幅提高，一般可达到 60% 以上；

（3）无害填埋。对经过多次筛选后剩余的建筑废料在确保无害后运往填埋场填埋，亦可用作深基坑回填、填海造地等，以减少对环境的影响。

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、 低层	办公建筑		旅馆 建筑	商场 建筑	场馆 建筑	文教 类建 筑	医院 建筑
		大 型	普 通					
○	○	○	○	○	○	○	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 5.2 集成房屋技术

### 技术介绍

A、基本原理：集成房屋（又称可移动或可多次拆装房屋）诞生于上个世纪 50 年代末。其主要概念是即房屋的承重构件、围护部件及各种零配件等全部在工厂加工制作好，运到现场进行组装，内外装修及水暖电等设备在专门厂家采购运到现场安装的一种建房模式。其特点是一种专业化设计，标准化、模块化、通用化生产，易于拆迁、存储，可多次重复使用、临时周转或具有永久性质的房屋。集成房屋依受力体系分轻钢墙体受力体系、预制组合体系等。

与传统的砖混结构相比，集成房屋具有以下几项优势：1）房屋自重轻；2）抗震性能好；3）钢构件、围护结构板材及各种配件可以工厂化生产，精度高，质量好；4）施工安装简单，周期短；5）建筑造型美观，房间空间大，布置灵活，管道和各种线路布置简便；6）基础以上干式工法没有湿作业，现场施工文明，建筑垃圾少；7）低碳：节能、节水、节材、节地；8）重复利用：大部分建筑部件能够在其它项目中再次使用；9）循环利用：房屋寿命结束后，90%材料可以回收利用。

### B、应用效果：

节能：耗能减少 65%~90%；

节水：干法施工作业，是传统施工耗水量的 10%；

节材：建筑材料 90%可回收利用；

节地：增加套内使用面积 10%；

环保：循环、无污染的建筑体系；

低碳：生产、施工建造快捷方便。在建筑材料与设备制造、施工建造和建筑物使用的整个生命周期内，减少化石能源的使用，提高能效，降低了二氧化碳排放量。

### C、应用形式：

#### 1. 轻钢墙体受力体系

轻钢墙体受力体系由轻钢密肋柱及复合围护构成，各项建筑物理性能卓越，是高效节能型绿色建筑体系，是发达国家普遍应用的建筑技术，处于国际先进水平。该体系满足单体 3 层以上以及 5000 m<sup>2</sup> 以下的房屋建设。

#### 2. 轻钢框剪体系

轻钢框剪体系适用于 3 层以上、12 层以下的建筑。可用于建造酒店、医院、学校、公寓、超市、工厂厂房等，具备以下突出的优势：（1）质量轻、强度高；（2）结构制造简便，施工周期短，装配性良好；（3）大跨度空间：轻钢框架可满足大跨度空间需求；（4）提升抗剪切力；（5）抗震性能良好；（6）加工精度高；（7）可扩建更改建筑布局。

#### 3. 钢木结构体系

采用轻钢结构加木质围护的形式，通过各种金属连接件或

榫卯手段进行连接和固定。建筑的各项物理性能卓越，是高效节能型绿色建筑体系，尤其适用于旅游度假酒店、会所等建筑。

#### 4. 木结构体系

木结构是由木构架墙体、木楼板和木屋架构成的结构体系。该体系由不同的木制产品建造而成，承担并传递作用于结构上的各类荷载。它具有以下几项优势：（1）低碳环保；（2）可预制、精度高；（3）结构尺寸多样；（4）适应性和耐久性强；（5）坚固抗震；（6）易改建；（7）减少噪声污染。

#### 5. 预制组合体系

- ◆ 保温隔热：屋顶分为室内复合板顶板和彩钢单板坡屋面两层，隔热效果良好，舒适度高。板材采用插接方式，可做防冷桥处理，保温性能良好，舒适度较高；
- ◆ 防水抗震：外屋面坡度较大，利于排水。钢布局体系使得活动房屋具有杰出的抵抗 86.4 km/h 风速的能力；轻量活动板房的布局使房屋在遇到地震烈度为 7 度的地震灾害时，表现出优秀的整体性；
- ◆ 安装快捷：10 个熟练工人 15 天可安装 1000 m<sup>2</sup> 房屋（房体部分）；
- ◆ 运输方便：产品设计充分考虑了包装盒运输环节，可提供最佳装载模式；40 英尺集装箱可容纳建筑面积 130 m<sup>2</sup> 的房

屋；

- ◆ 耐潮防腐：结合国际项目实际情况，骨架采用环氧富锌底漆，预防海运脱漆现象；
- ◆ 布局灵活：可根据业主要求来进行设计、生产，对于格局、尺寸等无大的限制；
- ◆ 使用年限：构件镀锌后，可连续使用 20 年之久，使用历程外不产生任何建筑垃圾。

### 设计原则

1. 工业化建筑的质量、功能应满足建筑使用者对建筑日益提供的要求，能便于更新改造，从而能适应未来的生活变化；

2. 绿色建筑应从节约资源和环境保护的要求出发，在保证安全、耐久的前提下，鼓励因地制宜地选用资源消耗和环境影响小的建筑结构体系，主要包括钢结构体系、砌体结构体系以及木结构体系；

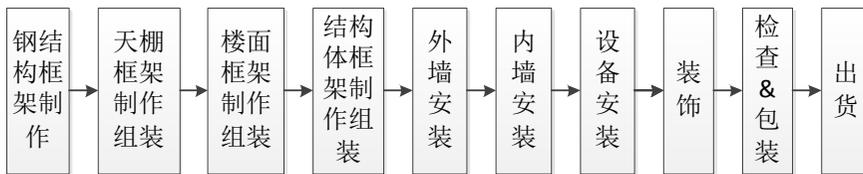
3. 此外，装配式建筑还应结合当地的资源状况、原材料生产供应状况、经济发展水平、技术管理水平、交通运输、生活习惯、风土人情、历史文化传统等因素。

### 设计要点

1. 工业化建筑要采用支撑体与填充体（即结构与围护）分离的形式，以便于填充体的更新换代，同时还可以提供大而灵活的室内空间，并提高建筑的抗震性能；

2. 工业化建筑的梁、板、柱等承重结构和围护、装修等将向着轻型化发展，从而节省用料、减轻荷载、少占用室内空间、并有利于施工。为此结构体应采用轻质高强、易加工成型的材料；

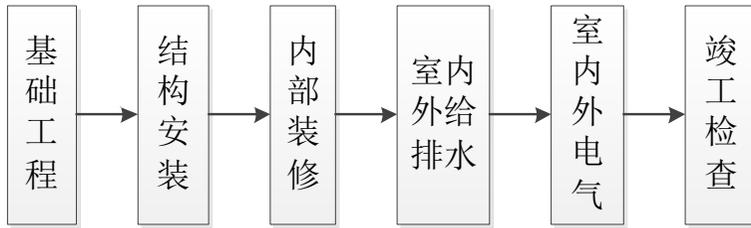
3. 围护体应具有良好的保温隔热、隔声、耐火、防水、轻质等性能，还需要具有较好的易加工和易成型等特点。此外，内隔墙还应该拆装方便，利于更新改造；



构配件制造的主要工序过程

4. 工业化建筑可以将围护与装修合一，在工厂中一次性完成，或者在工厂里完成主要装修工作，现场只进行简单的涂刷即可。若不能保证围护与装修合一，也可将装修的各道工序集成化，并在工厂中完成，现场只进行拼装工作，“二次装修”将不复存在；

5 工业化建筑用设备和部品也要体现工业化特色。尽可能使用工厂化生产的、整体性的功能单元，如整体厨房、整体浴厕等，以提高工作效率，保证质量。工业化建筑可以依用户需要，用菜单方式提供室内设备和部品，并全部安装到位。各种水暖电设施等也最好一次性完成。



工业化建筑建造过程图示

### 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑		公共建筑						
高层	中、多、 低层	办公建筑		旅馆 建筑	商场 建筑	场馆 建筑	文教 类建 筑	医院 建筑
		大型	普通					
△	○	△	○	○	○	△	○	○

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。

## 5.3 高强度钢筋技术

### 技术介绍

A、基本原理：高强度钢筋是指抗拉屈服强度级别在 400 MPa 以上，符合国标 GB1499 中规定的 HRB400、HRB500 级钢筋要求的螺纹钢，其具有强度高、综合性能优良等特点。高强度钢筋不仅能满足一般建筑的要求，更广泛的应用于高层建筑、大跨度建筑、抗震等级高的建筑、大型基础设施的建设。推广使用高强度钢筋不仅能节约建筑钢材用量，例如采用高强钢筋替代目前大量使用的 335 MPa 级的螺纹钢，平均可节约钢材 12% 以上，从而能提高建筑物质量等级。

B、应用效果：使用高强钢筋可以减少构件自重，使结构设计更趋合理，可减少钢筋运输、加工与连接工作量，同时可保证混凝土施工质量，提高安全储备等，对提高建筑物的安全性、耐久性提供了保障。

HRB500 级钢筋抗拉强度设计值  $420 \text{ N/mm}^2$ ，是 HRB335 级钢筋的 1.4 倍，是 HRB400 级钢筋的 1.16 倍。为充分发挥其抗拉强度高的特点，基础受力筋和框架梁纵筋采用了 HRB500 级钢筋，总用钢量为 207 吨（其中框架梁用钢量 130 吨，基础用钢量 77 吨）。HRB500 级钢筋与 HRB335 级钢筋相比，框架梁钢筋用量可减小 15~20% 左右，节省钢筋约 19.5~26 吨；基础钢筋用量可减少 28% 左右，节省钢筋约 22 吨。总共节省钢材

48 吨。按市场价格 5800 元/吨计算，仅材料可节约资金 27.84 万。节材、节资效果明显。

据专家测算，按全国高强钢筋置换比例达到 60% 以上，全国每年可减少钢材消耗 1000 万吨左右，增加钢铁工业经济效益近 150 亿元，减少铁矿石消耗 1600 万吨左右，减少能源消耗 600 万吨标准煤。

### C、应用形式：

#### 微合金热轧带肋钢筋

通过添加钒（V）、铌（Nb）等合金元素，可以显著提高钢筋的屈服强度和极限强度、同时延性和施工适应性能较好。其牌号为 HRB，如标注为 HRB400、HRB500 的高强钢筋，就分别代表为微合金化的屈服强度标准值为 400 MPa 级、500 MPa 级的热轧带肋钢筋。

#### 高延性冷轧带肋钢筋

CRB600H 高延性冷轧带肋钢筋，是国内近年来研制开发的新型高强带肋钢筋，其生产工艺增加了回火热处理过程，有明显的屈服点，强度和伸长率指标均有显著提高列入了国家行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》（JGJ95-2011）中。

CRB600H 高延性冷轧带肋钢筋抗拉强度标准值为 600 MPa。屈服强度标准值 520 MPa。抗拉强度设计值 415 MPa，最大拉力作用下的总伸长率（均匀伸长率） $\geq 5\%$ 。

### 余热处理钢筋

以轧钢时进行淬水处理并利用芯部的余热对钢筋的表层实现回火，提高钢筋强度并避免脆性，余热处理钢筋的牌号为 RRB。如标注为 RRB400 的高强钢筋，就代表为余热处理的屈服强度标准值为 400 MPa 级的热轧带肋钢筋。

### 细晶粒热轧带肋钢筋

轧钢是采用特殊的控轧和控冷工艺，是钢筋金相组织的晶粒细化、强度提高。该工艺既能提高强度又保持了较好的延性，达到了混凝土结构中使用高强钢筋的要求。细晶粒钢筋的其牌号为 HRBF，如标注为 HRBF400、HRBF500 的高强钢筋，就代表为细晶粒化的屈服强度标准值为 400 MPa 级、500 MPa 级的热轧带肋钢筋。

### 牌号带后缀“E”的热轧带肋钢筋

有较高抗震性能的热轧带肋钢筋，如 HRB400E、HRB500E、HRBF400E 和 HRBF500E 等。其抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25，屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.3，且钢筋在最大拉力作用下的总伸长率（均匀伸长率）实测值不应小于 9%。

### 设计原则

对于钢筋混凝土结构的公共建筑和中高层（7~9 层）以及高层（10 层及以上）居住建筑，柱、梁等主要受力部位应合理采用不低于 400MPa 强度等级（HRB400 级）的钢筋。

## 设计要点

6 层以上建筑 HRB400 级（或以上）钢筋占受力钢筋总量的比例不低于 70%。计算说明如下：a) 符合规范的抗拉强度设计值不低于 360 MPa 的钢筋，如 RRB400 级钢筋、冷拉钢筋、冷轧扭钢筋及高强预应力钢丝（索）等均可视作高强度钢；b) 当采用抗拉强度设计值高于 360 MPa 的钢筋(丝、索)时，可按等强（抗拉能力设计值相等）的原则，将这些更高强度的钢筋(丝、索)折算成 HRB400 级钢筋，以资鼓励；c) “受力钢筋”包括各结构设计规范要求的所有钢筋，如钢筋混凝土构件中的受拉纵筋、受压纵筋、箍筋、架立筋、分布筋、温度收缩筋、板边构造筋等；d) 符合规范的抗拉强度设计值不低于 295 MPa 的钢材(如厚度不大于 35 mm 的 Q345 级钢)，可视为符合本条对高强度钢要求的钢材；

## 适用范围及条件

建筑类型								
住宅建筑			公共建筑					
高层	中、多、低层	办公建筑		旅馆建筑	商场建筑	场馆建筑	文教类建筑	医院建筑
		大型	普通					
●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：●：投资回收年限短、应提倡采用；

○：投资回收期较短、但需针对具体项目经技术经济分析后采用；

△：不具有适用性而不宜采用、但在一定条件下经过详细技术经济论证分析、确有应用可行性。