



广州地区绿色建筑技术应用指引(设备分册)

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 (设备分册) 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 暖通空调专业	5
1.1 区域供冷技术	5
1.2 蓄冷技术	8
1.3 温湿度独立控制空调系统	11
1.4 排风热回收技术	14
1.5 空调余热利用技术	18
1.6 变风量系统（VAV 系统）技术	20
1.7 变频调速技术	22
1.8 变风量空调系统控制技术	24
1.9 置换通风技术	27
1.10 CO ₂ 浓度控制新风量技术	32
1.11 智能化中央空调控制系统	34
02 给排水专业	37
2.1 ETS 生态污水处理技术	37
2.2 雨水综合利用技术	40
2.3 墙排式同层排水和特殊单立管技术	42
2.4 屋面虹吸雨水排水技术	46
2.5 分质供水技术	50
2.6 建筑中水技术	52
2.7 节水灌溉技术	55
2.8 节水器具	57

03 建筑电气专业	59
3.1 绿色照明技术	59
3.2 智能照明控制技术	61
3.3 节能电梯技术	65
3.4 建筑能耗监测管理系统	68
04 可再生能源利用技术	73
4.1 太阳能生活热水系统	73
4.2 太阳能光伏发电系统	81
4.3 太阳能制冷技术	89
4.4 空气源热泵系统	93
4.5 水源热泵系统	96

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》（GB/T 50378-2006）、《广东省绿色建筑评价标准》（DB/T J15-83-2011）、《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 暖通空调专业

1.1 区域供冷技术

技术介绍

区域供冷是指在一个建筑群设置集中的制冷站制备空调冷冻水，再通过循环水管道系统，向各座建筑提供空调冷量的供冷技术。采用区域供冷技术后，一方面各座建筑内不必单独设置空调冷源，从而避免到处设置冷却塔。另一方面由于各座建筑的空调负荷不可能同时出现峰值，因此制冷机的装机容量会小于分散设置冷机时总的装机容量，从而可能减少冷机设备的初投资和占用的建筑面积。自上世纪八十年代开始，日本一些大城市的商业建筑群、美国许多大学校园均采用了区域供冷技术。近年来广州地区一些大型建筑群也采用了区域供冷技术，例如广州大学城、广州珠江新城等。。区域供冷站宜位于冷负荷中心；供冷站可独立建设，供冷半径的确定应经过技术经济比较，且不宜大于 1500m。

一个独立的区域供冷系统一般由以下三个基本部分组成：

1) 能源站

在能源站站中冷冻水通常由电驱动的压缩式制冷机或吸收式制冷机生产出来，如果技术条件和经济条件允许的话，天然的低温水体可以被作为廉价的冷源来提供部分冷量。

2) 冷冻水输配系统

主干网的冷冻水输配系统实现了将在能源站生产出的、携带着冷量的冷冻水输送到用户端的任务。

3) 末端设备

末端设备是一个大型区域供冷工程中至关重要的部分，这不仅仅是

因为这一部分是整个区域供冷系统中实现为用户端供冷这一终极目标的最后一步，更是因为正是系统连接的这些客户的采取何种供冷方式供冷的决定将最终决定该区域供冷系统整体的节能性和经济性。

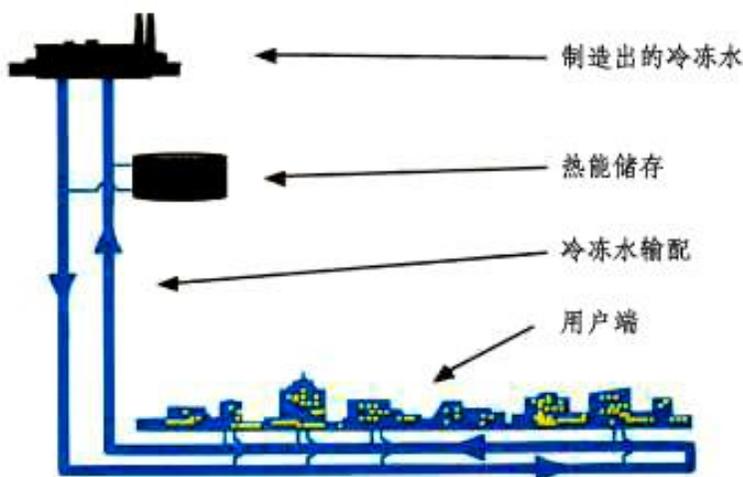


图 1.1 独立区域供冷系统组成示意图

设计原则

1、**区域供冷适用于负荷分布相差较大的建筑群。**区域供冷系统的单机容量都很大，在系统负荷很低时（例如仅为最大负荷的 1%时）冷机可以不开，可以采用融冰的方式，从而不会导致此时的冷源效率低下。而大规模集中供冷系统由于各个末端性质各不相同，出现 1%冷负荷或更低比例的冷负荷的时间非常多，这就导致与单栋建筑的集中供冷方式比，冷源效率提高。

2、**区域供冷适合于分布较为集中的建筑群。**区域供冷需要通过冷冻水循环输送冷量，由于供水温度不能过低（否则就出现冻结），回水温度也不能过高（否则不能起到供冷的作用），因此供回水温差一般不宜低于 5~10℃。与集中供热系统的 60~70℃的供回水温差相比，输送同样的热量，循环水流量要大 6~7 倍，这就导致管道直径大 2.5 倍，水泵

电耗高 6~10 倍，从而增加了系统的初投资和运行费用。

3、住宅建筑适合采用区域供冷技术，但收益不佳。住宅建筑的空调负荷分布非常不均匀、不稳定，部分负荷特点非常明显。

设计要点

1、应通过全年负荷变化特性确定区域供冷系统的负荷和装机容量，其中区域供冷系统中的负荷计算应采用全年动态逐时计算方式。

2、区域供冷系统的冷水管网的设计不宜按照传统的等比摩阻或等流速方法进行设计，应通过经济比较确定管网的计算比摩阻，管网水流速不宜超过 2.5m/s。

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。

1.2 蓄冷技术

技术介绍

蓄冷技术是指夜间供电负荷低谷时段运行制冷机制取冷量，并将冷量存储在蓄冷介质中，白天供电负荷高峰时段从蓄冷介质中取出冷量，减少运行或不运行制冷机。采用蓄冷技术可以在一定程度上减小制冷机组的装机容量，还可有效减少供冷系统运行费用。目前我国的电站主要是燃煤电站，火力发电机组的调峰能力很差，主要采用排空方式进行，蓄冷技术的应用可以减少建筑的峰值用电负荷、增加低谷用电负荷，有效减少电网的峰谷负荷差距，使得整个电网的效率提高，运行更安全，CO₂排放量减少，并可减少新建电厂的需求。

根据蓄冷介质的不同，蓄冷技术通常分为水蓄冷、冰蓄冷和相变材料蓄冷三类。

1) 水蓄冷通常采用水罐、消防水池等存储冷量，在夜间用电低谷时，开启制冷机将水罐或水池中的水温降低到4~6℃；白天用电高峰时，将水池中的冷水送入建筑直接供冷或与冷机联合供冷。由于利用水的温差蓄冷，水池的蓄冷量通常不大。同时由于水蓄冷可以直接利用原有系统的制冷机，因此系统初投资较低；

2) 冰蓄冷通常采用蓄冰槽存储冷量。蓄冷运行时，制冷机产生-4~-8℃的低温冷媒（乙二醇或盐水溶液），直接将冰槽中的水冻结成冰。由于冷量主要以冰的形式存在，因此存储相同冷量所需要的体积是水蓄冷的1/10，占地面积大大减少。由于制冷机需要在较低蒸发温度条件下工作，因此需要对普通制冷机进行改造或更换，因此系统初投资较高。

3) 相变材料蓄冷是将冷量存储在较高温度就可发生“冻结”（相变）的材料中。在空调系统中，相变材料的冻结温度通常在7~9℃，这样就

可以使用现有制冷机实现相变材料的冻结，白天供冷时将相变材料中的冷量取出单独或与制冷机联合为建筑物供冷。目前相变材料的比热焓较小，因此相同冷量所需要的体积通常为冰蓄冷的 2 倍，并且相变材料的成本较高、性能不稳定。

设计原则

1、蓄冷技术通常应用于执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，或有其它鼓励政策（转移负荷补贴）的地区。

2、蓄冷技术适用于夜间电力低谷时没有冷量需求或所需冷量远小于白天电力高峰时所需冷量的场合，对建筑面积的大小没有特别要求，容量大小应根据经济技术比较而定。

3、由于蓄冷水池、水罐或冰槽需要增加额外的成本，通常蓄冷工程的成本会高于普通制冷系统。与常规制冷系统相比，一般造价增加约 20%~40%。

4、蓄冷工程的运行效果需要合理的设计和良好的自控系统来实现。

设计要点

1、水蓄冷一般适用于用地成本较低的场合，或者将蓄冷水罐埋入地下或半地下，从而不占用有效面积的场合，或者有现成的水池可资利用（如消防水池等）的场合。

2、冰蓄冷一般适用于新建建筑或需要更换制冷机的既有建筑。可以考虑将冰蓄冷系统与大温差供水或低温送风相结合，从而使整个系统的投资于常规中央空调系统相比增加不大，但运行费用却显著减少，具有较好的经济性；

3、广州地区目前尚未执行分时电价政策，因此单纯从经济角度考虑，不推荐在建筑工程中采用蓄冷技术。但考虑蓄冷技术的节能效果、社会效益以及示范作用，可以在进行详细的经济技术分析后考虑在部分

示范建筑中进行使用。

适用范围及条件

蓄冷技术	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						
水蓄冷	—	—	△	△	△	△	△	△	△
冰蓄冷	—	—	△	△	△	△	△	△	△
相变材料蓄冷	—	—	△	△	△	△	△	△	△

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。

1.3 温湿度独立控制空调系统

技术介绍

温湿度独立控制空调系统是指采用温度与湿度两套独立的空调控制系统，分别控制、调节室内的温度与湿度的一种空调系统技术，如图 1.3-1 所示。温湿度独立控制空调系统一方面避免了常规空调系统中热湿联合处理所带来的损失。可以满足不同区域和同一区域不同房间热湿比不断变化的要求，另一方面克服了常规空调系统中难以同时满足温、湿度参数的要求，避免了室内湿度过高（或过低）的现象。

温湿度独立控制空调系统的基本组成为：处理显热的系统与处理潜热的系统，两个系统独立调节并分别控制室内的温度与湿度。处理显热的系统包括高温冷源和余热消除末端装置，系统采用水作为输送媒介。处理潜热的系统包括新风处理机组和送风末端装置，系统采用新风作为能量输送的媒介。处理潜热的系统同时承担去除室内 CO₂、异味，以保证室内空气质量的任务。

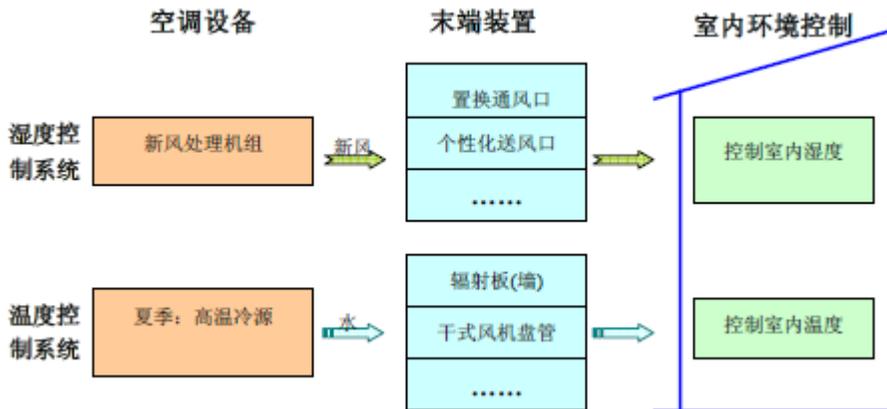


图 1.3-1 温湿度独立控制空调系统

相比传统空调系统，温湿度独立控制空调系统具有以下优势：

1) 显著的节能效果。办公楼、宾馆等建筑采用风机盘管+新风温湿度独立控制系统后，空调系统的节能率可以达到 30%~40%，初投资约增加 50%。商场、体育馆等大空间建筑采用温湿度独立控制系统后，空调系统的节能率约 40%，但系统初投资约为常规空调系统的 1.5 倍。

2) 较好的室内空气品质。温湿度独立控制空调系统通过先进的湿度处理方式提供 100% 健康、洁净的新风，降低病态建筑综合症发生的几率。

3) 良好的温湿度控制。实现温度、湿度独立调节和控制，提高人体舒适程度。

设计原则

1、温湿度独立调控空调系统适用于各类办公楼、商场、宾馆等公共建筑的新风处理系统，尤其对于空气品质要求比较高的建筑。

2、当建筑围护结构密封性能较差，导致新风渗透量较大的时候，不宜采用温湿度独立调控空调系统。

3、采用全回风系统（无新风或新风量极少）的建筑不宜采用温湿度独立调控空调系统。

设计要点

1、温湿度独立控制空调系统需要新风处理机组提供干燥的室外新风，以满足排湿、排 CO₂、排味和提供新鲜空气的要求。常规的低温露点除湿方式存在能耗高、室内空气品质较差等缺点，因此温湿度独立控制空调系统宜采用溶液除湿方式。

2、温湿度独立控制空调系统中的温度控制系统采用约 18℃ 的冷水即可满足降温要求。由于广州地区的河流密布，故可以采用江水作为天然冷源。

3、温湿度独立控制空调系统中的去除显热的末端装置可采用较高

温度的冷源通过辐射、对流等多种方式实现。例如采用屋顶或垂直表面辐射方式，如图 1.3-2 所示。此外还可以采用干式风机盘管使用高温冷水排出显热，如图 1.3-3 所示。这样可以使风机盘管成本和安装费用大幅度降低，并且减少占用吊顶空间。



图 1.3-2 毛细管辐射制冷

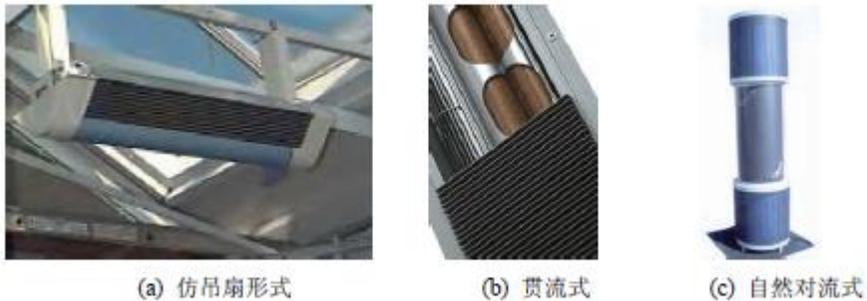


图 1.3-3 干式风机盘管

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。

1.4 排风热回收技术

技术介绍

排风热回收技术是指利用排风热回收装置有效地回收空调房间排风中的冷热量，并用回收的冷热量对新风进行一定的预处理，从而节省空调系统降温除湿的能耗，达到节能的目的。图 1.4-1 所示为排风热回收技术的运行原理。从空调房间排出的空气一部分经过热回收装置与新风进行换热，进而对室外新风进行预处理，换热后的排风以废气的形式排出。经过预处理的新风与回风混合后再被处理到送风状态送入室内。通常仅仅靠回风中回收的热量仍不足以将新风处理至送风状态点，这时需要采用辅助加热或冷却设备对空气进行再处理，图中的辅助加热/冷却盘管就是起这个作用。如果室内外温差较小就无需进行排风热回收，因此在新风的入口处设置了旁通管道，在过渡季节时将其打开。

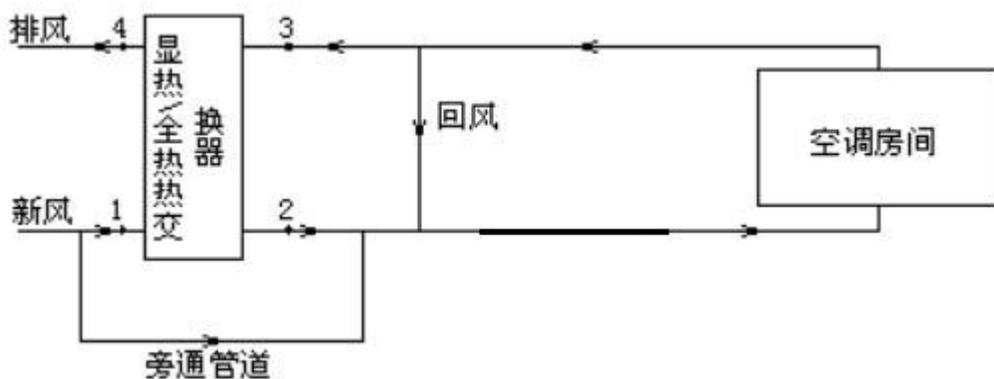


图 1.4-1 排风热回收装置的空调系统示意图



图 1.4-2 轮转式热回收装置

常用的排风热回收设备包括转轮式、板翅式全热换热器和热管式、中间冷媒式显热换热器。两种类型的热回收装置分别介绍如下：

1、全热回收装置

1) 转轮式换热器，是通过排风与新风交替逆向流过转轮来传递热量的。转轮中的转芯是用特种铝箔作载体，将无毒、无味、环保型蓄热、吸湿材料，用高科技方法合成，制作成具有蓄热吸湿等性能的蜂窝状转轮，装配在一个左右或上下分隔区的金属箱体内由传动装置通过皮带驱动转子转动。排风由转轮一侧的入口吸入，将所含的部分热量(或冷量)传递给转轮；而新风从另一侧吸入，转轮以 15~20r/min 的速度旋转，将积蓄在转轮上的热量(或冷量)传递给新风。转轮中间有清洗扇，本身对转轮有自净作用，对转速控制，能适应不同的室外空气参数，而且能使效率达到 70%~ 80% 以上；但是转轮式换热器是两种介质交替转换，不能完全避免交叉污染，因此流过的气体必须是无害物质，另外设备装置较大，占有较多面积和空间，接管固定，带传动设备，消耗一定的动能。

2) 板翅式全热换热器，采用了经特殊加工的纸张作为基材，并对其表面进行特殊处理后制成单元体粘结在隔板上。当隔板两侧的气流之间存在温度差和水蒸气分压力差时，两股气流之间将产生传热和传湿过程，从而进行全热交换。板翅式换热器结构简单，运行安全、可靠，无

传动设备，不消耗动力，无温差损失，设备费用较低；但是设备体积大，须占用较大建筑空间，接管位置固定，缺乏灵活性，传热效率较低。

2、显热回收装置

1) 热管式换热器，热管是利用某种工作流体在管内产生相态变化和吸液芯多孔材料的毛细作用而进行热量传递的一种传热元件。热管一端为蒸发端，另一端为冷凝端，热管一端受热时，液体迅速蒸发，蒸汽在微小压力差作用下流向另一端，并且快速释放热量，而后重新凝结成液体，液体再沿多孔材料靠毛细作用流回蒸发端。如此循环，热量可以源源不断地进行传递。热管式换热器，无需动力消耗，而是借助另一介质的相变来传递热量，传递效率较低。

2) 中间冷媒式换热器，在新风和排风侧分别使用一个气液换热器，排风侧的空气流过时对系统中的液体进行加热(或冷却)，而在新风侧被加热(或冷却)的冷媒再将热量(或冷量)传递给进入的新风，液体在泵的作用下不断地循环。新风与排风不会产生交叉污染，供热侧与得热侧之间通过管道连接，管道可以延长，布置灵活方便，但是须配备循环泵，存在动力消耗，通过中间液体输送，温差损失大，换热效率较低，一般在40%~50%之间。

排风热回收技术在国外已经比较成熟。美国和加拿大已有比较完整的研究体系，还有专门的热回收组织。且相关排风热回收的产品已经广泛应用于各种家用住宅和商用建筑，各种类型的热回收设备也已经面向市场全面销售。国外的一些组织和机构还出台了相关的技术规范标准（如ASHRAE Standard 84-1991、ARI Standard 1060-2005等）。排风热回收技术在我国也取得了一定的成果。国内目前已研制成功蜂窝状铝膜式，热管式等显热回收器，以及可同时解决夏季全热回收的纸质和高分子膜式透湿型全热回收器。

设计原则

1、全空气直流式空气调节系统，总送风量大于 $3000\text{m}^3/\text{h}$ 时，且新风与排风的温度差等于或大于 8°C 时，应至少有总风量的 70% 设置热回收装置；

2、风机盘管加新风系统，系统的设计最小新风量大于 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 时，且新风与排风的温差大于或等于 8°C 时，宜设置热回收装置；

3、带回风的全空气空调系统，总风量大于 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 、最小新风比大于 40%，且新风与排风的温差大于或等于 8°C 时，宜设置热回收装置；

4、采用排风热回收技术后需要增加风机电耗，若增加的风机电耗大于回收冷量的 20%，则不宜采用排风热回收技术。

设计要点

1、排风热回收装置（全热和显热）的额定热回收效率不应低于 60%；

2、考虑到广州地区室外气候特点，排风热回收设置应选取全热回收装置。

适用范围及条件

排风热回收技术在满足设计原则和设计要点的前提下，适用范围及条件如下：

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、但需针对具体项目进行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。

1.5 空调余热利用技术

技术介绍

空调余热利用技术指在空调系统上安装热回收装置将空调系统压缩机工作过程中产生的热量用于生活热水供应的节能技术。空调系统运行过程中产生的热量较大，在一般空调使用工况下，冷却水的温度为 37℃ 而水温需求为 30~65℃ 时，可回收热量约为制冷量的 30%-80%。水温需求为 55-60℃ 时，可回收热量约为制冷量的 30%。空调余热利用技术一方面可以提高空调机组运行效率，节省机组耗电量，另一方面利用废热提供建筑所需热水，减少了供热锅炉向大气排放热量。空调余热利用技术适用于采用集中式空调系统同时又有稳定生活热水需求的建筑，例如宾馆、医院等。

设计原则

1、《广东省民用建筑节能条例》第二十九条规定：采用集中空调系统，有稳定热水需求，建筑面积在一万平方米以上的新建（含改建、扩建）公共建筑，应当配套设计和建设空调废热回收利用装置，未配套的，不得通过施工图设计文件审查和竣工验收备案。

2、回收技术就是回收冷凝热，在机组压缩机出口处与冷凝器之间安装一个热回收装置。该装置使高温的气体冷媒与待加热的自来水进行热交换，把排到大气中的废热变为有用的热源，提高空调能源利用率。

3、余热回收技术的核心是热回收装置。其主要功能是实现空调压缩机在制冷运行中排放出的高温冷媒蒸汽与水进行热交换，将压缩机排出的热量转换为可利用的热水。

设计要点

1、由于空调余热回收系统只能在开启空调时才能使用，在改造时必须保留原有的热水生产系统，与原有热水生产系统的连接方式包括并联、串联等方式，为了确保空调余热回收水温过低时能够及时投入使用，保证热水的正常供应，最好采用与原有热水系统串联形式。

2、需用设置余热水罐作为热水贮存缓冲，在条件允许下尽可能做到能容纳系统用水高峰时 2~2.5h 的用水量。

3、可在回水进入余热水罐前的管路加装平衡阀，避免各分区的热热水水温不一样。

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。

1.6 变风量系统（VAV 系统）技术

技术介绍

变风量空调系统（VAV 系统）是全空气空调系统的一种形式，它由单风管定风量系统演变而来。与定风量空调系统和风机盘管加新风系统相比，变风量空调系统具有区域温度可控、部分负荷时风机可调速节能和可利用低温新风冷却节能等优点。

设计原则

相对于定风量空调方式，所谓变风量有两层含义：一是空调系统的风量可变；二是各空调区域末端的风量可变。根据区域需求，调节所需风量，满足不同温度控制需要，节省运行费用。适用于区域空气温度控制要求高，房屋进深较大，可分内、外区的民用建筑大、中、小型空间的全空气空调系统。

应用效果：在同一空调系统中，各空调区域内设置变风量末端送风装置，部分空调负荷时风机可实现变频调速节能运行，可以根据区域要求，调节所需风量，满足不同温度控制需要，节省运行费用。变风量空调器的容量不必按全部负荷峰值叠加来确定，变风量空调器的冷却能力及风量比定风量风机盘管系统可减少 10~30%，由于末端送风设备可调性，室内无过热过冷现象，由此可减少空调负荷 15~30%左右。

设计要点

空调系统中冷机风机、水泵是主要的耗电设备，要在合理的室内温湿度环境上进行分析研究，变风量空调系统的基本原理正式通过改变送入各房间的风量来满足室内人员对房间不同温湿度的要求，确保室内温度保持在设计范围内，从而使得空气处理机组在低负荷时的送风量下降，空气处理机组的送风机转速也随之而降低，并自动适应室外环境对

建筑物内温湿度的影响。

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。

1.7 变频调速技术

技术简介

在空调系统能耗中，水泵的能耗占空调总能耗的 20% 以上。由于房间负荷不均匀的特点，全年运行的空调系统满负荷运行的时间不到 1/5，因此系统需要进行不断的调节常用系统的能量调节原理是加大系统的阻力，以消耗水泵的富裕压头为代价，而采用变频技术，使系统按照动态负荷变化规律进行变水量适时调节，便可大大降低水泵的能耗。

设计原则

变频调速是通过改变电源频率调整电动机转速的连续平滑调速方法。主要用于同步电动机和鼠笼型异步电动机。交流电动机的调速方法有三种；变极调速、改变转差率调速和变频调速。与其它调速技术相比，变频调速有以下优点：

- 1、调速时平滑性好，效率高。低速时，特性静关率较高，相对稳定性好。
- 2、调速范围较大，精度高。
- 3、起动电流低，对系统及电网无冲击，节电效果明显。
- 4、变频器体积小，便于安装、调试、维修简便。
- 5、易于实现过程自动化。
- 6、在恒转矩调速时，低速段电动机的过载能力大为降低。

设计要点

变频调速的显性效益是节能效益。变频控制传动调速对于负载性质和负载率的不同，节电率也不同，低压变频控制设备，一般负载率在 0.5 左右时，节电率在 20~47% 左右。在水泵与主机冷源匹配的前提下，基本上变频范围在 30~50Hz 之间，平均节电率在 25~60% 左右。低压设备

变频调速改造投资少、见效快，投资回收期基本上比较长。

此外还实现了点击的软起软停，消除电机启动电流对电网的冲击，减少了启动电流的线路损耗，大大降低了机械磨损，减少设备的维修，延长了设备的使用寿命等。

微机控制技术及大规模集成电路的应用提高了交流调速系统的可靠性，操作、设置的多样性和灵活性，降低了变频调速装置的成本和体积。

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。

1.8 变风量空调系统控制技术

技术介绍

变风量空调系统控制方法有很多，有如下几种方式：压力有关型和压力无关型、定静压控制法、变静压控制法、总风量控制法、TRAV 控制法、末端调节的控制法（TRAV）等。其中末端调节控制作为一种新型方法，目前已得到业内越来越普遍的使用。

设计原则

TRAV 系统是基于末端所有各种传感器的数值来通盘考虑风机转速或入口导叶的开度，实时控制风量的变化，还进一步利用变风量箱是由 DDC 控制的优点，对室内温度采用变化设定值的方式，以进一步节约能量。如白天和夜间有不同的设定值并区别有人和无人（非工作）的不同工况等。所以，支持 TRAV 系统的变风量箱控制器，要配置进风流量、室温测量、房间有无人员停留和窗户是否打开等传感元件，所有这些参数都由变风量箱控制器和变风量空调机控制器综合使用来实现的。这种 TRAV 系统能够进一步降低风机能耗，还可设定在无人条件下继续送风，以保持空气的不断循环，提高室内空气品质。因此，支持 TRAV 系统的变风量箱控制器应能联网通信，并且有较多的监控点。

设计要点

具体控制方式为：根据各末端风量实测值之和与设定风量之和的偏差，通过风机变频器对空调器风机风量进行反向前馈控制。再根据每个末端风阀的状态，对风机变频器进行校正调节。如果流量实测值之和大于设定流量值之和，且至少有一个阀门全关时，认为系统提供的风量大于末端装置所需要风量，即应减小风机变频器频率，减小风机转速；如果流量实测值之和小于设定流量值之和，且至少有一个风阀是全开

时，则认为系统不能满足末端装置的风量要求，此时应提高风机转速，则对风机频率进行正向反馈调节。具体控制框图如图 1.8-1 和 1.8-2 所示。

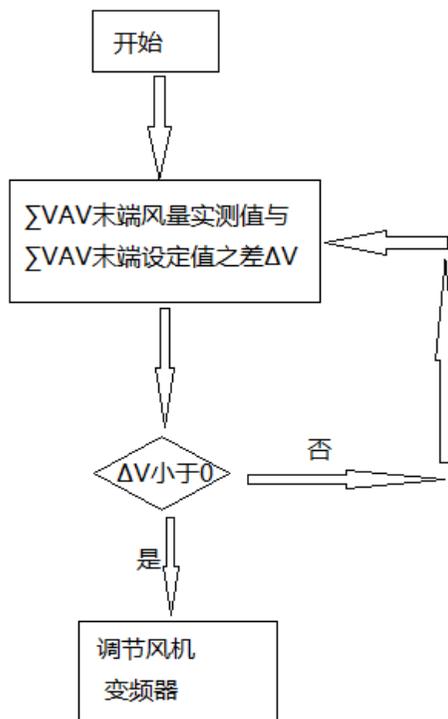


图 1.8-1 前馈控制图

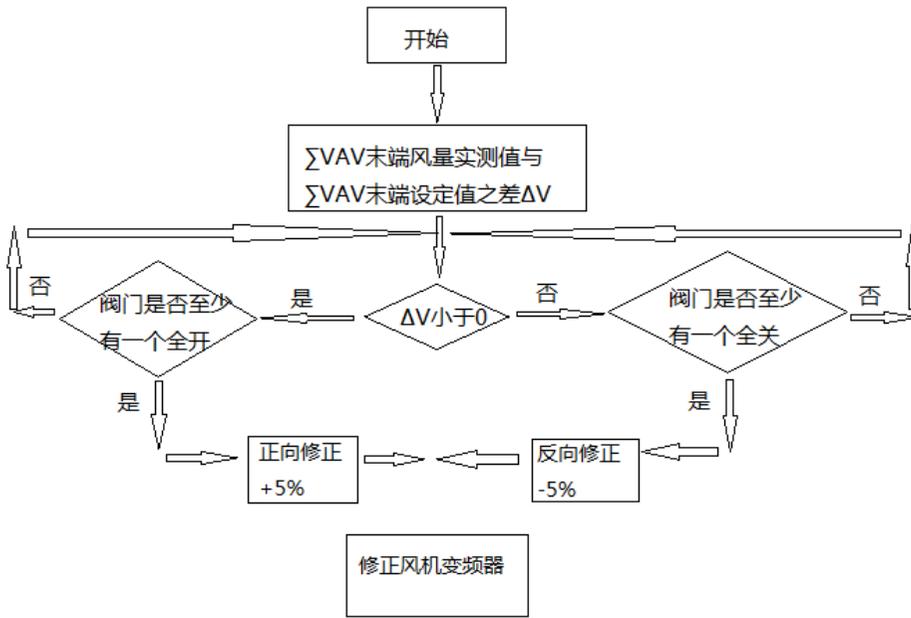


图 1.8-2 反馈控制图

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。

1.9 置换通风技术

技术介绍

置换通风是一种新的通风方式。这种送风方式与传统的混合通风方式相比较，可使室内工作区得到较高的空气品质、较高的热舒适性并具有较高的通风效率。一般来说，相对于空调房间的混合通风方式而言，置换通风可以保证良好的室内空气品质而且节能。因为在传统的混合通风中，送风口是安装在吊顶上（也有安装在侧墙上或窗台上的），送风是以较高的风速把气流送入室内。由于强烈的诱导作用，室内空气会被诱导进送风气流中，随着送风气流的扩散，风速和温差会很快衰减。在理想状态下，送风气流与室内空气混合得很均匀，不考虑风口临近区域，可认为室内温度和污染物浓度基本相同（混合通风空气品质）。混合通风的缺点是室内风速不能任意的小，它随风量和冷负荷的增加而增加。置换通风是以挤压的原理来工作的，如图 1.9-1 所示。置换通风以较低的温度从地板附近把空气送入室内，风速的平均值及紊流度均是比较小，由于送风层的温度较低，密度较大，故会沿着整个地板面蔓延开来。置换通风有如下特点：低速低紊流度；噪音低；温差小（ $\Delta t \leq 6^\circ\text{C}$ ）；室内产生浮升气流，出现热分离层，存在温度梯度；空气品质好等。

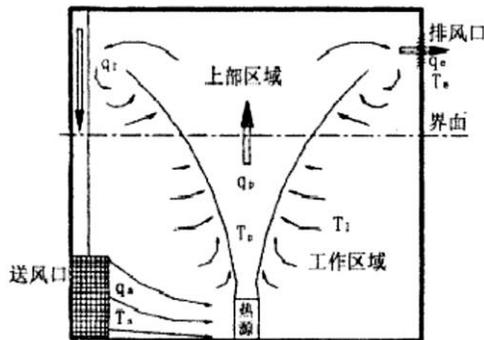


图 1.9-1 置换通风的原理及热力分层图

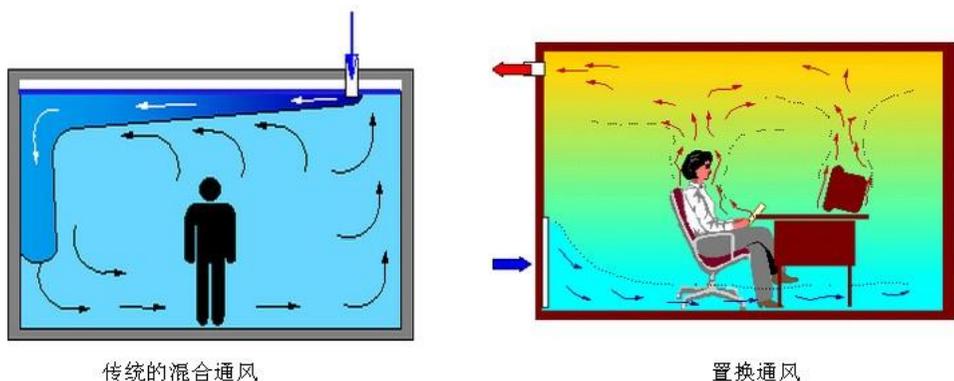


图 1.9-2 置换通风和传统的混合通风的对比

室内的热源（人，电器设备等）在挤压流中会产生浮升气流（热烟羽），浮升气流会不断卷吸室内的空气向上运动，并且浮升气流中的热量不再会扩散到下部的送风层内，因此在室内在某一位置高度会出现浮升气流量与送风量相等的情况，这就是热分离层。在热分离层下部区域为单向流动区，在上部为混合区。室内空气温度分布和浓度分布在这两个区域有非常明显差异，下部单向流动区存在明显的垂直温度梯度和浓度梯度，而上部紊流混合区温度场和浓度场则比较均匀，接近排风的温度和浓度。因此从理论上讲，只要保证热分离层高度位于人员工作区以上，就能保证人员处于相对清洁新鲜的空气环境中，大大改善人员工作区的空气品质；另一方面，只需满足人员工作区的温舒适度即可，而人员工作区上方的冷负荷可以不予考虑，因此相对于传统的混合通风，置换通风具有节能的潜力（空间高度越大，节能效果越显著）。

设计原则

从理论上讲，只要保证分层高度在工作区以上，首先由于送风速度极小且送风紊流度低，即可保证在工作区大部分区域风速低于 0.15m/s ，不产生吹风感；其次，新鲜清洁空气直接送入工作区，先经过人体，这样就可以保证人体处于一个相对清洁的空气环境中，从而有效地提高了

工作区的空气品质。这种通风形式不再完全受送风的动量控制而主要受热源的热浮升力作用，热污染源形成的烟羽因密度低于周围空气而上升。烟羽沿程不断卷吸周围空气并流向顶部。如果烟羽流量在近顶棚处大于送风量，根据连续性原理，必将有一部分热浊气流下降返回。因此在顶部形成一个热浊空气层。根据连续性原理，在任一个标高平面上的上升气流流量 Q_p 等于送风量 Q_s 与回返气流流量 Q_r 之和。因此必将在某一个平面上烟羽流量 Q_p 正好等于送风量 Q_s ，在该平面上回返空气量等于零。在稳定状态时，这个界面将室内空气在流态上分成两个区域，即上部紊流混合区和下部单向流动清洁区。

设计要点

1、室内温度 t_n 及工作区温度梯度的确定，如表 1.9-1 所示。

置换通风房间内工作区的温度 t_n 是造成人体不舒适的重要因素。离地面 0.1m 的高度是人体脚踝的位置，脚踝是人体暴露于空气中的敏感部位。该处的空气温度 $t_{0.1}$ 不应引起人体的不舒适。房间工作区的温度 t_n 往往取决于离地面 1.1m 高度处的温度(对坐姿人员如办公、会议、讲课、观剧等)。

表 1.9-1

活动方式	散热量 (W)	t_n (°C)	$t_{1.1}-t_{0.1}$ (°C)
静坐	120	22	≤ 2.0
轻度劳动站姿	150	19	≤ 2.5
中度劳动站姿	190	17	≤ 3.0
重劳动站姿	270	15	≤ 3.5

上述数据的取值根据工作人员的劳动状态确定。

2、送风温度的确定

以目前工程中常用的座椅送风为例,说明置换通风系统送风温度的确定。座椅送风是置换通风的一种具体形式,不同于传统置换通风的侧送风形式,座椅送风将送风口与人员的座椅相结合,使置换通风的气流组织更加均匀,适合于热源密度大的场所,如体育馆、剧场等。座椅送风风口采用座位下阶梯风口送风,参考国家相应规范标准,送风设计温度为 22℃。

3、送风量的确定

根据置换通风热力分层理论,界面上的烟羽流量与送风流量相等。

$$Q_s = Q_p \text{ m}^3/\text{h}$$

当热源的数量与发热量已知,可用下式求得烟羽流量:

$$Q_p = (3B\pi^2)^{1/3} * (6/5)^{4/3} * Z^{5/2}$$

式中: $B = g\beta Q_s / \rho \cdot C_p$

Q_s --热源热量;

β --温度膨胀系数;

α --烟羽对流卷吸系数(由实验确定);

ρ --空气密度;

C_p --空气定压质量比热;

Z_s --分层高度。

通常在民用建筑中的办公室、教室等工作人员处于坐姿状态,工业建筑中的工作人员处于站姿状态。坐姿时的分层高度 $Z_1 = 1.1\text{m}$,站姿时的分层高度 $Z_2 = 1.8\text{m}$ 。

4、送排风温差的确定

当室内发热量已知,送风量已确定的情况下,送排风温差是可以计算得到的。在置换通风的房间内,在满足热舒适性要求条件下,送排风

温差随著顶棚高度的增高而变大。对座椅送风而言，考虑到舒适度要求，送风温差为 5℃ 以内。

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。

1.10 CO₂ 浓度控制新风量技术

技术介绍

CO₂ 浓度控制新风量技术是指利用 CO₂ 浓度作为指标来控制室内新风量的技术，如图 1.10-1 所示。CO₂ 浓度不仅达标 CO₂ 本身作为污染物对室内空气的污染程度，而且还能反映出室内人员的状况，包括人数及活动状况，进而体现室内人员对新风的要求。研究表明，与传统的固定新风量的控制方案相比，在保证室内空气品质不变的前提下，CO₂ 浓度控制方案节能效果显著，最高可达 50% 以上。

CO₂ 浓度控制新风量技术首先通过传感器将室内 CO₂ 浓度信号转换为电信号，并由 A/D 转换器传送给计算机。在计算机中将测得的室内 CO₂ 浓度与给定值相比较，由此获得偏差值并由 D/A 转换器转换为电信号送入控制器，控制器根据此偏差信号，按照设定的控制规律输出电信号并驱动可逆电机（执行器）转动，调节风门的开度，从而实现新风量的随机控制，其原理如图 1.10-2 所示。

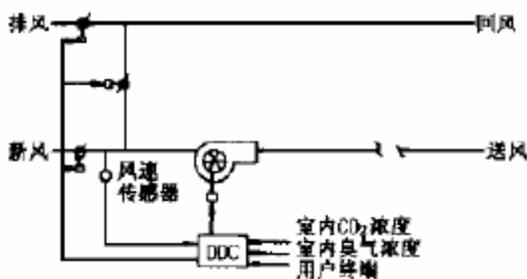


图 1.10-1 CO₂ 浓度控制新风量技术示意图

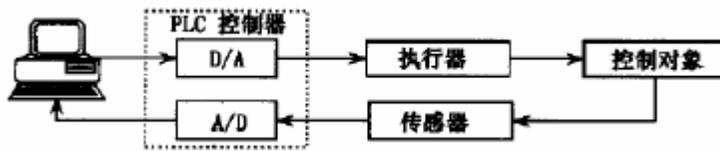


图 1.10-2 CO₂ 浓度控制新风量技术原理图

设计原则

CO₂ 浓度控制新风量技术主要适用于人员密度较大的场合，例如会议室、场馆类建筑等。

设计要点

CO₂ 浓度检测传感器应设置在能充分反映室内空气中 CO₂ 浓度水平的位置。

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。

1.11 智能化中央空调控制系统

技术介绍

智能化中央空调控制系统能够对空调系统的运行实行严格精确的控制，可以在保证空调功能的前提下，实现节约能源、保护环境的目标。它能够综合系统的特点，采用全方位监控、多点位调节、智能化管理，实现及时准确的控制，系统构成如图 1.11 所示。

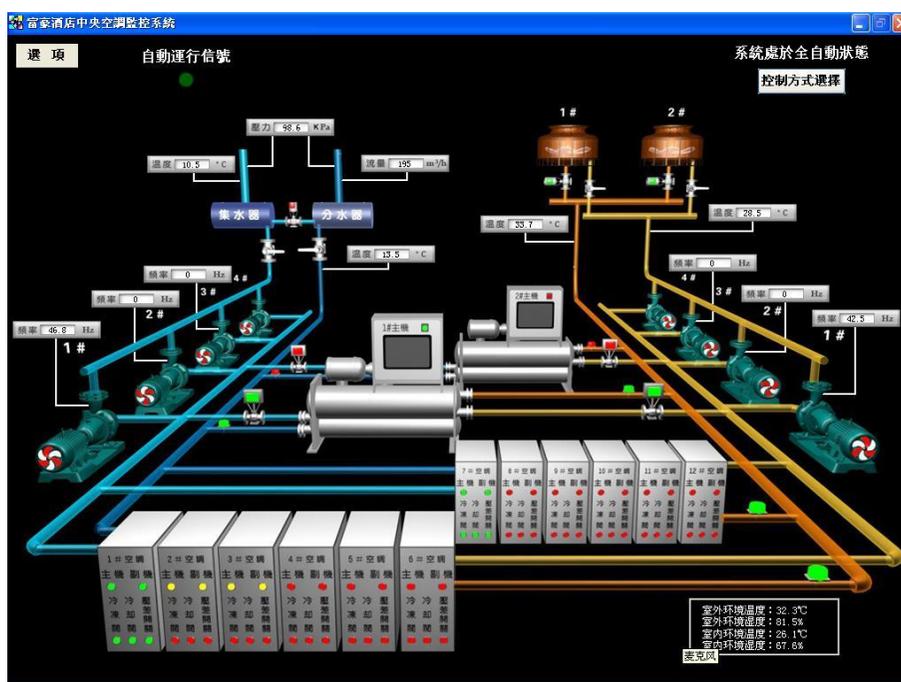


图 1.11 智能化中央空调控制系统示意图

目前中央空调系统智能化控制主要通过继电器控制、DDC 控制以及 PLC 控制这三种方式实现。

1、继电器控制：继电器作为一种控制元件，包括控制系统和被控制系统，是一种用小电流控制大电流或流态物质流量的简单方法，应用于自动控制系统中能起到自动调节、安全保护的作用。在中央空调系统

中常用的继电器有电磁继电器、热敏干簧继电器、时间继电器等。

2、DDC 控制：即直接数字化控制，大部分场合可以通过选择合适的 PID 系数来调节室内温度，以实现节能的目的。PID 系数越高，调节室温达到设定值的速度越快，可以使控制精度提高，但同时由于频繁驱动电磁阀等调节元件，对系统的稳定造成很大不利影响。在选择 PID 系数的时候，要考虑房间使用功能及对房间负荷影响最大的特征参数作为采样参数，例如对人员比较固定的办公用房，可按设定日程的定时操作实现；对于会馆、酒店等人员不确定场所，可选取二氧化碳等污染物作为检测参数等方式来调节室内温度和新风量。

3、PLC 控制：即为可编程控制器系统，PLC 控制核心能够在恶劣的环境中长期可靠、无故障运行，并且易接线、易维护、隔离性好、抗腐蚀能力强，能适应较宽的温度变化范围。PLC 提供各种功能模块，包括各种通讯功能选择、通讯参数设置，以及可以具体到某年、某月、某日、某个时刻的多种定时器和超长定时器等，方便了各种功能的实现，有利于缩短开发周期和节省程序容量。PLC 控制系统需通过预先电脑编制程序对中央空调系统的各个设备进行控制。

设计原则

1、各单元的控制设备系统之间相互独立，当某一单元的控制系統发生故障时不会影响其他单元监控和控制功能的实现。

2、中央空调控制系统的软件都具有可扩展性和可移植性，支持用户对其进行二次开发。

3、系统各个部分的硬件具有兼容性，扩充性和互换性，方便系统进行功能的升级需求。

设计要点

1、采用现场总线技术，确保整个系统数据传输的实时性和快速性。

2、系统的上位机接口功能强，组态的人机界面友好，使用方便。

3、系统对采集到的各种数字量信号进行光电隔离，对模拟量信号进行滤波和信号屏蔽等措施，提高系统抗干扰的性能。

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。

02 给排水专业

2.1 ETS 生态污水处理技术

技术介绍

ETS(Ecological Wastewater Treatment System)生态污水处理技术是目前世界上比较新的生物处理技术，它吸收了传统的污水生化处理和国际先进生态污水处理技术的优势，同时充分考虑了国内污水水质特点。

ETS 生态污水处理技术主要由三级处理组成：

一级处理：化粪池和调节池，主要作用是沉降污水中的较大固体颗粒，初级降解水中有机物，混合和均衡水质，去除异味。

二级处理：包括生态桶和沉淀池。生态桶是降解水中污染物的核心部分，内含景观植物、特种微生物以及为维持生态平衡人工添加的活性物质，水中污染物如悬浮颗粒、有机物、病菌、氨氮、磷等被逐级降解，特殊的技术保证了系统中污泥产量极低。生态桶出水经沉淀处理，悬浮物浓度降低。

三级处理：包括过滤和消毒装置，沉淀池的出水经过过滤处理，有机物、氮、磷、硝酸盐等得到进一步降解，浊度降低。其中藻类、细菌和原生动物在消毒装置中绝大部分得到消除。

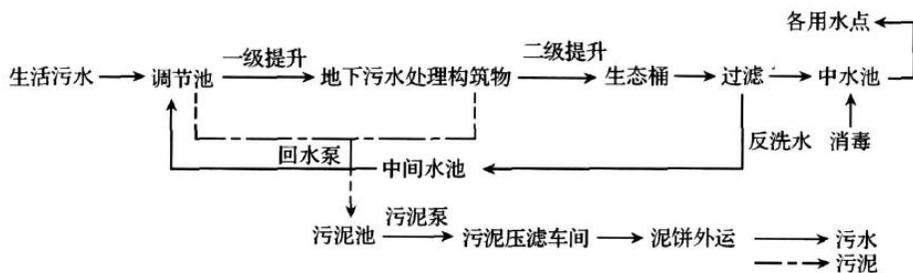


图 2.1-1 ETS 生态污水处理工艺流程图

设计原则

(1) 整体优化原则：顺应自然整体优化的原则，统筹处理污染源控制、污水传输、生态污水处理、生态结构配置、再生水的利用、生态区内物质能量的传输与循环利用、生态区对外联通等主要部分，充分发挥整体效能。

(2) 动态循环再生原则：生态污水处理技术，实际上是追求“污水处理”与“污水利用”两个功能的总体实现，把外部输入的污水中的物质通过生态污水处理及利用系统变成可供人类生产生活利用的物质，是动态循环再生的过程。

(3) 区域分异、因地制宜原则：用于生态污水处理的场地，具有较严格的区域分异特征，应针对场地的区域性，从场地的实际情况出发，以当地的生态环境、自然条件、社会经济为基础，进行有区别的类型选择、工艺设计、结构配置和运行管理，科学合理地组织建设。

设计要点

(1) ETS 采用模块化设计，可集中建造也可分散建造。系统运行需保证电力供应。系统可配合周边环境，设计观赏性水生植物，系统可满足其生长。

(2) 系统需要构筑物包括：

①水处理构筑物。包括沉砂池、调节池、预处理池、沉淀池、中间水池、反冲洗水池及设备间等部分。

②温室，用于放置生态桶。

(3) 主要设备：格栅、毛发过滤器、一级提升泵、二级提升泵、三级提升泵、污泥回流泵、鼓风机、分气装置、反冲洗泵、过滤泵、排水泵、生态桶、加药装置、过滤罐、污泥处理装置。

适用范围和条件

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 雨水综合利用技术

技术介绍

雨水综合利用系统是一种提高雨水渗透涵养地下水，在城区把雨水收集贮存处理之后作为中水水源和传统的雨水管网排放系统结合起来，建立生态化的技术。它包括雨水排放收集系统、雨水渗排一体化系统、雨水储存系统、雨水处理系统和雨水回用系统。

雨水排放收集系统包括屋面雨水、桥面雨水、地面雨水收集，雨水排放收集管网和雨水弃流装置。雨水渗排一体化系统包括雨水渗透管、雨水渗透井、雨水渗透口和雨水渗透沟，雨水优先入渗土壤，超过土壤入渗能力的雨水溢流至市政雨水管网。雨水储存系统包括小型储存系统、塑料储水模块水池和稳定生态化景观水体。雨水处理系统包括雨水快速过滤装置、无动力雨水处理装置、固定床微生物处理装置、膜处理组件装置和其它污水处理装置。雨水回用系统可作为景观补水、土地入渗、洗车、绿化、道路冲洗、空调补水、场地喷灌和卫生间冲厕用水。

设计原则

1、雨水净化工艺视水质和使用目的确定，处理工艺的选择应以简便、实用为原则，因此雨水只需经过简易的混凝、沉淀、过滤物理化学方法集中处理后即可利用。

2、对雨水进行处理后既可作为杂用水又可作为中水水源。处理后收集的雨水可重力流入渗滤池，并将渗滤池布置在雨水贮存池上。

设计要点

1、初期 20%径流中的污染负荷占整场降雨的 80%。为了收集到水质良好的雨水，减少雨水处理成本，对初期的雨水弃之不用，而把中、后期的雨水收集起来。雨水初期弃流装置由降雨信号采集器、控制器和执行

行机构组成，自动控制雨水初期弃流量。

2、雨水降落到地面一部分形成了地表径流，经过较复杂的地势地貌后的雨水夹杂着大量的污染物和泥沙，污染物的种类及浓度较高，使得给地面雨水收集带来了较大的难度。工程中常利用下凹式绿地来处理，合理调整地面、绿地和雨水口坎的高程关系，使绿地高程低于地面高程，将雨水口设于绿地内。而雨水口坎的高程高于绿地并低于地面高程。当雨水径流流入绿地，经绿地的植被和土壤截留、渗流后多余的雨水再通过雨水篦由雨水管收集。

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 墙排式同层排水和特殊单立管技术

技术介绍

墙排式同层排水：卫生间洁具后方砌一堵假墙，形成一定宽度布置管道的专用空间，排水支管不穿越楼板在假墙内敷设、安装，在同一楼层内与主管相连接。墙排水方式要求卫生洁具选用悬挂式洗脸盆、后排水式坐便器。该方式达到了卫生、美观、整洁的要求。使用墙排式同层排水技术具有以下好处：房屋产权明晰、卫生器具的布置不受限制、排水噪音小、渗漏水机率小。特殊单立管排水系统：排水立管分别采用特殊管件、特殊管材或同时采用特殊管件、特殊管材的单根立管的排水系统。主要包含以下几种大类：苏维托单立管排水系统、旋流器单立管排水系统、加强型旋流器单立管排水系统、螺旋管单立管排水系统。使用特殊单立管技术具有以下好处：消音降噪、排水能力超强、节能、降耗。



图 2.3 同层排水效果示意图

设计原则

- 1、墙排式同层排水技术一般采用污废合流系统，避免排水管道交叉；
- 2、卫生洁具尽量布置在同一侧墙面上，当不能达到时，应布置在相邻的墙面；
- 3、墙排式同层排水不建议设置地漏。如果设置，一般在立管附件且采用横排地漏或采用符合功能要求的新型地漏产品。
- 4、苏维托单立管排水系统宜在下列情况下采用：

(1) 排水立管设计流量大于《建筑给排水设计规范》GB0015 中仅设伸顶通气管的排水立管最大排水能力（排水立管管径为 DN100 和 De110 时）；

(2) 建筑标准要求较高的多层和高层住宅，公寓，宾馆，医院病房等有小卫生间（内设有大便器，洗脸盆，浴盆或淋浴器等卫生器具的卫生间）的建筑；

(3) 同层接入排水立管的横支管数量较多的排水系统；

(4) 卫生间或管道井面积较小，难以设置通气立管（专用通气立管，主通气立管或副通气立管）的建筑；

(5) 需设置环形通气管或器具通气管，但不设置通气立管的建筑；

- 5、强型旋流器单立管排水系统宜在下列场所采用：

(1) 10 层级 10 层以上的高层住宅，公寓，宾馆，养老院，病房楼等建筑。

(2) 多层住宅，公寓，宾馆，养老院，病房楼等建筑。

(3) 要求降低排水立管水流噪声和改善排水系统水力工况的建筑

(4) 抗震需要其排水管系为柔性接口且适宜于特殊单立管排水系统的建筑

设计要点

(1) 该安装系统应采用污废水合流系统，卫生器具应尽量布置在同一侧墙面或相邻墙面上；当不满足时，可分别采用隐蔽式安装系统。

(2) 该安装系统能与任意卫生器具配套，唯大便器需采用挂壁式坐式大便器，冲洗水箱采用隐蔽式扁薄型或超薄型水箱。

(3) 该系统的隐蔽式支架应选择轻钢结构。支架可与墙、楼板或地面固定。

(4) 卫生器具排水支管宜分别独立接入排水立管，并应尽量减小横管长度，以改善排水管系统内部水力工况。接入排水立管的横管，废水管应在污水管上方。

(5) 隐蔽式水箱应采用吹塑成型工艺生产，排水管系的设计秒流量应符合实际排水情况。

(6) 排水横管坡度不宜过大，坐式大便器的排出管管径宜为 90mm，以保证其充满度。壁挂式坐便器排水管弯管不可直接与排水立管横向连接。壁挂式坐便器排出口中心与连接排水立管的排水横支管中心应有 100mm 以上的落差。

(7) 当必须设置地漏时，应采用高度较矮的新型地漏。地漏的设置位置应靠近管道井，直接连至排水立管。

(8) 当垫层高度 50mm 以上时，地漏下半部分需要预埋，可安装在卫生间地面各个部位。

(9) 当垫层高度为不足时，需采用符合功能要求的新型地漏，地漏不需要预埋处理，但只能安装在靠近立管的部位，比较适合垫层厚度较小的卫生间。

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 屋面虹吸雨水排水技术

技术介绍

虹吸式屋顶雨水系统是一种依靠虹吸作用加大排水系统排水能力的技术。其原理是依靠特殊的雨水斗的设计，实行汽水分离，从而使雨水立管中为满流状态，形成虹吸现象，利用管中水流重力加大排水能力。

虹吸式屋面排水系统的特点是当屋面雨水高度超过雨水斗高度时由于采用了科学设计的防漩涡雨水斗，通过控制进入雨水斗的雨水流量和调整流态减少漩涡，从而极大地减少了雨水进入排水系统时所夹带的空气量，使得系统中排水管道呈满流状态，利用建筑物屋面的高度和雨水所具有的势能，在雨水连续流经过雨水悬吊管转入雨水立管跌落时形成虹吸作用，并在该处管道内呈最大负压。屋面雨水在管道内负压的抽吸作用下以较高的流速被排至室外。



图 2.4 屋面虹吸雨水排水示意图

设计原则

(1) 屋面雨水排水系统一般由虹吸式雨水斗、无坡度悬吊管、立管和雨水出户管（排出管）组成。

(2) 一般来说,雨水斗的设计是整个虹吸系统的能否按设计要求工作的关键所在之一,它的稳流性越好,产生虹吸所需的屋面汇水高度越低,总体性能就越优越。标准型的雨水斗,它是由雨水斗底座(PE材料),碟片(ASA),格栅顶盖(PE)组成。另外根据需要可提供通用型的绝缘底座,固定件,法兰片,焊接片,防火保护帽,微型加热电圈等配件。压力流(虹吸式)雨水斗材质为HDPE、铸铁或不锈钢。

(3) 管道作为虹吸式屋面雨水排放系统最主要的部分,必须确保系统安全可靠,高效持续的运行。虹吸式系统作为一个特殊的排水系统,其管道必须保证完全的密封性和完备的防火措施,并且做到尽可能降低噪声,吸收震动,抗击冲击外力,最大程度满足抗温度变化引起的形变。由于虹吸系统是利用负压排水的,因此管道的管壁必须具备相当的承压能力。但是也不是完全的刚性体。因为虹吸系统的负压一般不大于 -0.08Mpa 。过大的负压会导致管内水流流速过快,发生气蚀现象,对于金属管道或者是金属质地的连接处产生极大的伤害(-0.09Mpa 已经接近气蚀的临界值)。同时负压过高也会给系统带来极大的震动,减少系统的使用寿命。

(4) 汽水混合流的排水过程中,有一个非常重要的要求,是关于在系统各部位内负压的限制,规定负压不得低于 -0.8 公斤。其原因在于,当负压在 -0.92 公斤左右时,系统内的气泡会在压力的作用下破裂,使整个管道说系统产生剧烈振动。

设计要点

1、雨水斗的设计安装需满足下述要求:

- (1) 雨水斗离墙至少 1 米;
- (2) 雨水斗之间距离一般不能大于 20 米;
- (3) 平屋顶上如果是沙砾层,雨水斗格栅顶盖周围的沙砾厚度不

能大于 60mm，最小粒径必须为 15mm。

(4) 如果雨水斗是安装在檐沟内，且采用焊接件的话，檐沟的宽度至少是 350mm，檐沟内的雨水斗安装开口为 70mm × 270mm 至 290mm×290mm。

(5) 如果雨水管是安装在混凝土屋顶面层内，那么屋顶至少有 160mm 厚。

(6) 断面呈连续梯形的屋面雨水斗开口，为安装固定件，尺寸必须是 280mm × 280mm，如果开口大于 300mm × 300mm，屋顶则需加固。

(7) 如果屋顶是混凝土的，雨水斗下连的雨水管管径至少是 35mm (用电焊管箍连接件连接)，与此对应的屋顶厚度是 180mm 至 190mm。

(8) 带隔离层的屋顶隔离层厚度至少 40mm。如果隔离层厚于 180mm，雨水斗的底座必需延伸至能与管径 56mm 的连接管相连的恰当长度。

2、虹吸式雨水管道系统的固定装置包括与管道平行的方形钢导轨，管道与方形钢导轨间的连接管卡(根据不同的管径，每隔 0.8 至 1.6 米布置管卡)，用于固定钢导轨的吊架及镀锌角。安装固定系统还包括管卡配件，这些配件可以固定管道的轴向，利用锚固管卡安装在管道的固定点。

3、当水流有 90° 的方向改变时，此处弯头的连接方式，必须注意设计一个衔接管段，以保证流速不会突然大幅下降，而是维持上升的状态，防止因为管内流速的突然下降而引起虹吸作用被破坏，从而整个虹吸式屋面雨水排放系统得以正常运行。

4、屋面雨水的水位高度必须限制在 55 毫米内。

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。

屋面虹吸式雨水排水技术主要适用于大跨度屋面体系，因此上述表格中建议常采用大跨度屋面体系的商场建筑和场馆建筑采用此项技术。

2.5 分质供水技术

技术介绍

现代化的住宅和高质量的生活水平使得人们对于饮用水的要求越来越高，不同建筑进行分区分质给水势在必行。所谓分质供水是指供水系统根据用户对水质要求的不同而分开供应相应用水的一种供水形式。分质供水源于美国、丹麦、荷兰等国家，其发展得也比较成熟。如美国的双管道二元供水系统，日本的三种供水系统，法国的两套供水系统等。上海于 1996 年率先在锦华小区实验建设了国内第一个分质供水系统——管道分质供水系统，随后，大庆、江苏、深圳、珠海、宁波、天津、大连等城市也相继开始建设此类系统，涉及到城市范围、居民住宅、公共场所、宾馆和学校等。从供水范围来看，有小范围（居民住宅、公共场所等）和大范围（城市范围）之分。

设计原则

(1) “区域分质供水-直饮水”，是指以现行自来水为水源，在供水区内分散设置深度处理净水站，城市自来水经进一步处理，在现有给水管网的基础上，另敷设一套专用饮水管道，供人们直接生饮。

(2) “区域分质供水-中水系统”，即小区中水系统。中水系统包括城市中水系统、小区中水系统和独立中水系统。广义上的小区中水系统可用在居住小区、机关大院、学校等建筑群。所谓小区中水系统是指在建筑小区内设置污水处理设施，以建筑小区内各建筑物用后排放的污水为水源，将其集中处理后，达到一定的标准回用于小区的绿化浇灌、车辆冲洗、道路冲洗、家庭坐便器冲洗等，从而达到节约用水的目的。

(3) “城市分质供水-直饮水系统”是在城市范围内建立专门优质直饮水处理厂或在给水厂中对部分自来水进行深度处理以独立管网输送

到用户。该模式利于管理与监测水质。

(4) “城市分质供水-优水优用”系统指在城市范围内建立三套供水系统：饮用水系统、工业用水系统、杂用水系统，选择原水、水质较好的地下水优先用于居民生活，次用于对水质要求较高的食品、医药等行业。中水主要用于工业、农业灌溉和环境生态用水等。

设计要点

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。

2.6 建筑中水技术

技术介绍

建筑中水是指民用建筑或建筑小区使用后的各种排水（生活污水、盥洗排水等），经适当处理后回用于建筑和建筑小区作为杂用的供水系统。建筑中水系统包括原水系统、处理系统和供水系统三个部分。

设计原则

1、建筑中水工程的设计应符合《建筑中水设计规范》GB 50336-2002 的规定。

2、民用建筑和建筑小区 5~100m³/h 的中水处理工程应按照《建筑中水处理工程（一）》03SS703-1 和《建筑中水处理工程（二）》08SS703-2 进行选用和施工。

3、建筑中水设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。建筑内的中水处理站宜设置在建筑物的最底层，建筑群的中水处理站宜设置在其中心建筑物的地下室或裙房内。中水处理站位置应避开建筑的主立面、主要通道入口和重要场所。

4、建筑中水供水系统必须独立设置。建筑中水工程设计必须采取确保使用、维修的安全措施，严禁中水进入生活饮用水给水系统。中水管道上不得装设取水龙头，当装有取水接口时，必须采取严格措施防止误饮、误用的措施。

5、中水池内自来水补水装置应采取自来水防污染措施，补水管出水口应高于中水贮存池内溢流水位，其间距不得小于 2.5 倍管径。严禁采用淹没式浮球阀补水。

6、综合医院污水作为中水水源时，必须经过消毒处理，产出的中水仅可用于独立的不与人接触的系统。传染病医院、结核病医院污水和

放射性废水，不得作为中水水源。

设计要点

1、建筑中水水源可选择的种类和选取顺序为：

- 1) 卫生间的盆浴和淋浴等排水
- 2) 盥洗排水
- 3) 空调循环冷却系统排水
- 4) 冷凝水
- 5) 游泳池排水
- 6) 洗衣排水
- 7) 厨房排水
- 8) 冲厕排水

2、用作中水水源的水量宜为中水回用水量的 110%~115%。

3、中水系统设计应进行水量平衡计算，宜绘制水量平衡图。

4、当以优质杂排水或杂排水作为中水水源时，可采用以物化处理为主的处理工艺流程或采用生物物理和物化处理相结合的工艺流程；当以含有粪便污水的排水作为中水原水时，宜采用二段生物处理与物化处理相结合的处理工艺流程；利用污水处理站二级处理出水作为中水水源时，宜选用物化处理或与生化处理相结合的深度处理工艺流程。

5、中水处理系统应设置格栅，格栅宜采用机械格栅。

6、中水处理的消毒剂宜采用次氯酸钠、二氧化氯、二氯异氰尿酸钠或其他消毒剂。

7、中水管道与生活应用水给水管道、排水管道平行埋设时，其水平净距不得小于 0.5 米，交叉埋设时，中水管道应位于生活饮用水管道的下方，排水管道的上方，其净距均不得小于 0.15 米。中水管道与其他管道的距离按照《建筑给水排水设计规范》中给水管道的要求执行。

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。

2.7 节水灌溉技术

技术介绍

在我国城市绿地建设发展迅速，城市绿地灌溉用水量逐年递增的形势下，植物节水、水源节水、灌溉设施节水、非工程节水和节水灌溉管理制度等方面逐渐催生了城市绿地节水灌溉技术。为解决严峻的城市绿地用水问题，建设高科技节水型城市绿地，创造适宜人居的生态环境，需要合理选择绿化植物，优化植物配置，发展节水、抗旱型城市绿地；充分利用非常规水；配合高效节水灌溉技术，采用智能化、精准化的城市绿地节水灌溉自动控制系统，科学合理地选用喷灌、微灌和地下滴灌等先进的灌溉方法。

绿化节水灌溉技术包括喷灌、微灌、渗灌、低压管灌等节水灌溉技术。目前普遍采用的绿化节水灌溉方式是喷灌，其比地面漫灌要省水30%~50%。微灌包括滴灌、微喷灌、涌流灌和地下渗灌，它是通过低压管道和滴头或其它灌水器，以持续、均匀和受控的方式向植物根系输送所需水分，比地面漫灌省水50%~70%，比喷灌省水15%~20%。



图 2.7 节水喷灌系统图

设计原则

1、绿化灌溉应采用喷灌、微灌、渗灌、低压管灌等节水灌溉方式，同时还可采用湿度传感器或根据气候变化的调节控制器；

2、选择合适的绿化植物，优化植物配置；

3、充分利用非常规水，包括雨洪水、污水处理回用水、海水、微咸水等。

设计要点

1、喷灌时要在风力小时进行。当采用再生水灌溉时，因水中微生物在空气极易传播，应避免采用喷灌方式；

2、微灌的用水一般都应进行净化处理，先经过沉淀除去大颗粒泥沙，再进行过滤，除去细小颗粒的杂质等，特殊情况还需进行化学处理；

3、根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014，采用节水灌溉技术的绿化面积比例不应小于 90%。

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。

2.8 节水器具

技术介绍

节水器具是指满足相同的饮用、厨用、洁厕、洗浴、洗衣等用水功能，较同类常规产品能减少用水量的器具，主要包括节水型喷嘴（水龙头）、节水型便器及冲洗设备、节水型淋浴器等。



图 2.8 节水器具

设计原则

1、建筑内用水器具宜优先选用中华人民共和国国家经济贸易委员会 2001 年第 5 号公告和 2003 年第 12 号公告《当前国家鼓励发展的节水设备（产品）》目录中公布的设备、器材和器具；

2、根据用水场合的不同，合理选用节水水龙头、节水便器、节水淋浴装置等。对采用产业化装修的住宅建筑，住宅套内均应采用节水器具；

3、所有用水器具应满足现行标准《节水型生活用水器具》CJ164 及《节水型产品技术条件与管理通则》GB/T18870 的要求。

设计要点

建筑内用水器具可选择下述产品：

1、节水龙头：加气节水龙头、陶瓷阀芯水龙头、停水自动关闭水龙头等；

2、坐便器：压力流防臭、压力流冲击式 6L 直排便器、3L/6L 两挡节水型虹吸式排水坐便器、6L 以下直排式节水型坐便器或感应式节水型坐便器，缺水地区可选用带洗手水龙头的水箱坐便器；

3、节水淋浴器：水温调节器、节水型淋浴喷嘴等；

4、节水型电器：节水洗衣机、洗碗机等；

5、营业性公共浴室淋浴器采用恒温混合阀、脚踏开关等。

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。

03 建筑电气专业

3.1 绿色照明技术

技术介绍

绿色照明是美国国家环保局于上个世纪 90 年代初提出的概念。完整的绿色照明内涵包含高效节能、环保、安全、舒适等 4 项指标，不可或缺。高效节能意味着以消耗较少的电能获得足够的照明，从而明显减少电厂大气污染物的排放，达到环保的目的。安全、舒适指的是光照清晰、柔和及不产生紫外线、眩光等有害光照，不产生光污染。

设计原则

要使用高效节能的、不污染环境的照明器材，当照明器材废弃后，要便于回收和综合利用，尽量使废弃物变成二次资源，此外还要采用固体废物污染防治新技术，使其对环境无害。在照明过程中也要做到节约资源和保护环境，使照明达到高效、节能、安全、舒适和有益于环境。

设计要点

- 1、采用高光效长寿命光源；
- 2、选用高效灯具，对于气体放电灯还要选用配套的高质量电子镇流器；
- 3、选用配光合理的灯具；
- 4、根据视觉作业要求，确定合理的照度标准值，并选用合适的照明方式；
- 5、室内顶棚、墙面、地面宜采用浅色装饰；
- 6、宿舍和住宅等场所的照明用电均应单独计量；
- 7、大面积使用气体放电灯的场所，宜在灯具附近单独装设补偿电

容器，使功率因数提高至 0.85 以上；并减少非线性电路元件——气体放电灯产生的高次谐波对电网的污染，改善电网波形；

8、室内照明线路宜分级并在适当位置设置开关，便于分区管理；

9、进行室内照明设计时，应采用照明容量限值（单位面积的电能消耗）作为衡量照明节能的效果；

10、室外照明和道路照明宜采用自动控制方式。

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 智能照明控制技术

技术介绍

随着照明系统应用场合的不断变化，应用情况也逐步复杂和丰富多彩，仅靠简单的开关控制已不能完成所需要的控制，所以要求照明控制也应随之发展和变化，以满足实际应用的需要。尤其是计算机技术、计算机网络技术、各种新型总线技术和自动化技术的发展，使得照明控制技术有了很大的改观。利用照明智能化控制可以根据环境变化、客观要求、用户预定需求等条件而自动采集照明系统中的各种信息，并对所采集的信息进行相应的逻辑分析、推理、判断并对分析结果按要求的形式存储、显示、传输，进行相应的工作状态信息反馈控制，以达到预期的控制效果。

智能照明控制系统（网络化照明），它是一个集多种照明控制方式、现代数字控制技术和网络技术于一身的控制系统。常规控制中被控制对象作为过程，它总是与控制器分离的，控制器由控制工程师设计，而对象则是给定的。智能控制中控制对象与控制器（或控制系统）不明显分离。控制律可以嵌入对象之中成为被控系统的一部分。这样它能以更为系统化的方法影响整个过程的设计。整个系统由现场控制级设备、传感器和通信信号传输系统三部分组成。

智能照明控制系统在确保灯具能够正常工作的条件下，给灯具输出一个最佳的照明功率，既可减少由于过压所造成的照明眩光，使灯光所发出的光线更加柔和，照明分布更加均匀，又可大幅度节省电能，智能照明控制系统节电率可达 20%-40%。智能照明控制系统它可在照明及混合电路中使用，适应性较强。

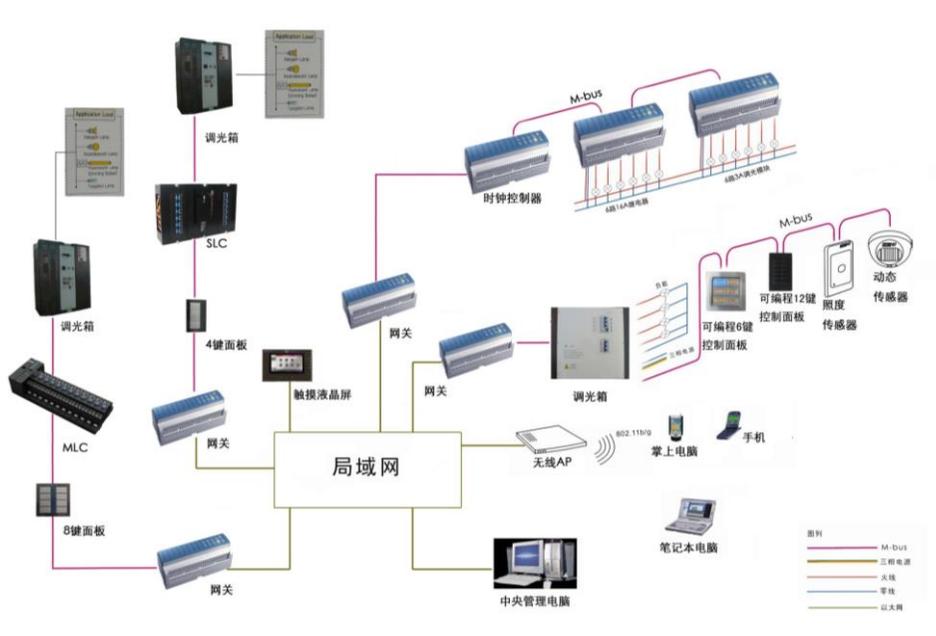


图 3.2-1 智能照明控制系统图

设计原则

智能照明控制系统必须具备以下条件：1) 系统可控制任意回路连续调光或开关；2) 场景控制：可预先设置多个不同场景，在场景切换时淡入、淡出；3) 可接入各种传感器对灯光进行自动控制；4) 移动传感器：对人体红外线检测达到对灯光的控制；如人来灯亮，人走灯灭（暗）；5) 光亮照度传感器：对某些场合可根据室外光线的强弱调整室内光线，如学校教室的恒照度控制；6) 时间控制：某些场合可以随上下班时间调整亮度；7) 红外遥控：可用手持红外遥控器对灯光进行控制；8) 系统联网：可系统联网，利用上述控制手段进行综合控制或与楼宇智能控制系统联网；9.) 可由声、光、热、人及动物的移动检测达到对灯光的控制。

设计要点

- 1、核对照明回路中的灯具和光源性质，进行整理。

1) 每条照明回路上的光源应当是同一类型的光源，不要将不同类型的光源如白炽灯，日光灯，充气灯混在一个回路内；

2) 分清照明回路性质是应急供电还是普通供电；

3) 每条照明回路的最大负载功率应符合调光控制器或开关控制器允许的额定负载容量，不应超载运行

4) 根据灯光设计师对照明场景的要求，对照明回路划分进行审核，如不符合照明场景所要求的回路划分，可做些适当回路调整，使照明回路的划分能适应灯光场景效果的需要，能达到灯光与室内装潢在空间层次，光照效果和视觉表现力上的亲密融合，从而使各路灯光组合构成一个优美的照明艺术环境。

2、按照明回路的性能选择相应的调光器

调光器的选用取决于光源的性质，选择不当就无法达到正确的和良好的调光效果。因各个厂家调光器产品对光源及配电方式的要求可能有所差异，此部分内容配置前建议参考相应产品技术资料或直接向照明控制系统厂商做详细技术咨询。如不同光源：白炽灯（包括钨、钨卤素和石英灯），荧光灯、各种充灯以及照明配电方式不同等对调光器选配要求均不相同。

3、根据照明控制要求选择控制面板和其它控制部件。

控制面板是控制调光系统的主要部件，也是操作者直接操作使用的界面，选择不同功能的控制面板应满足操作者对控制的要求，控制系统一般有以下几种控制输入方式：1) 采用按键式手动控制面板，随时对灯光进行调节控制；2) 采用时间管理器控制方式，根据不同时间自动控制；3) 采用光电传感自动控制方式，根据外界光强度自动调节照明亮度；4) 采用手持遥控器控制；5) 采用电脑集中进行控制。

4、选择附件及集成方式

控制系统如需与其它相关智能系统集成，可选用相应的附件。

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 节能电梯技术

技术介绍

电梯的耗电主要来自于驱动轿厢升降的电动机，据有关统计数据表明，电动机拖动负载消耗的电能占总耗电量的 70% 以上。因此，研究开发高效能的电机拖动系统，是电梯节能的关键。节能电梯可通过以下两种途径来达到节能效果。一是对电机拖动系统进行技术改造，如采用变频调速技术和永磁同步无齿轮曳引技术等；二是通过能量回馈器将机械能转换成电能（再生电能）的方法达到节能的目的。

电梯的节能降耗有以下几种技术：

1、改进机械传动和电力拖动系统

例如将传统的蜗轮蜗杆减速器改为行星齿轮减速器或采用无齿轮传动，机械效率可提高 15%~25%；将交流双速拖动（AC-2）系统改为变频调压调速（VVVF）拖动系统，电能损耗可减少 20% 以上。

2、采用（IPC-PF 系列）电能回馈器将制动电能再生利用

电梯作为垂直交通运输设备，其向上运送与向下运送的工作量大致相等，驱动电动机通常是工作在拖动耗电或制动发电状态下。当电梯轻载上行及重载下行以及电梯平层前逐步减速时，驱动电动机工作在发电制动状态下。此时是将机械能转化为电能，过去这部分电能要么消耗在电动机的绕组中，要么消耗在外加的能耗电阻上。前者会引起驱动电动机严重发热，后者需要外接大功率制动电阻，不仅浪费了大量的电能，还会产生大量的热量，导致机房升温。有时候还需要增加空调降温，从而进一步增加了能耗。利用变频器交-直-交的工作原理，将机械能产生的交流电（再生电能）转化为直流电，并利用一种电能回馈器将直流电能回馈至交流电网，供附近其他用电设备使用，使电力拖动系统在单

位时间内消耗电网电能下降，从而使总电度表走慢，起到节约电能的目的。目前对于将制动发电状态输出的电能回馈至电网的控制技术已经比较成熟，据介绍，用于普通电梯的电能回馈装置市场价在 4 千~1 万元，可实现节电 30% 以上。

3、更新电梯轿厢照明系统

相关资料介绍，使用 LED 发光二极管更新电梯轿厢常规使用的白炽灯、日光灯等照明灯具，可节约照明用量 90% 左右，灯具寿命是常规灯具的 30~50 倍。LED 灯具无热量，而且能实现各种外形设计和光学效果，美观大方。

4、采用先进电梯控制技术

采用目前已成熟的各种先进控制技术，如轿厢无人自动关灯技术、驱动器休眠技术、自动扶梯变频感应启动技术、群控楼宇智能管理技术等均可达到很好的节能效果。

设计原则

设置电梯的项目应尽量采用节能电梯技术。

设计要点

节能电梯应具备以下八方面的条件：

- 1) 电梯使用的电能必须较一般电梯节约 30% 以上；
- 2) 控制系统必须是微机控制；
- 3) 必须具备可扩展功能；
- 4) 必须符合中国国家最新电梯标准 GB 7588-2003；
- 5) 在停电情况下可不用到机房就能进行救援；

6) 必须是小机房或无机房电梯，这是因为节能电梯除本身节能外还需包括土建成本的节约，而小机房电梯可以节省设计时间、节省土建时间以及土建费用而无机房电梯能够节省更多；

7) 节能电梯还需要维护费用低，维护方便；

8) 具有成熟的技术和知识产权。

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 建筑能耗监测管理系统

技术介绍

建筑能耗监测管理系统实现对能耗使用的全参数、全过程的管理和控制功能，是能耗监测、温度集中控制和节能运行管理的综合解决方案。符合国家有关公共建筑管理节能的政策和技术要求，更是融合了能耗监测、空调温度集中控制和节能运行管理的整体解决方案，可对建筑能耗进行动态监测和分析，实现建筑的精细化管理与控制，带给用户新的价值体验，达到节能减排的效果。

它以计算机、通讯设备、测控单元为基本工具，为大型公共建筑的实时数据采集、开关状态监测及远程管理与控制提供了基础平台，它可以和检测、控制设备构成任意复杂的监控系统。该系统主要采用分层分布式计算机网络结构，一般分为三层：站控管理层、网络通讯层和现场设备层。

1) 站控管理层

站控管理层针对能耗监测系统的管理人员，是人机交互的直接窗口，也是系统的最上层部分。主要由系统软件和必要的硬件设备，如工业级计算机、打印机、UPS 电源等组成。监测系统软件具有良好的人机交互界面，对采集的现场各类数据信息计算、分析与处理，并以图形、数显、声音等方式反映现场的运行状况。

监控主机：用于数据采集、处理和数据转发。为系统内或外部提供数据接口，进行系统管理、维护和分析工作。

打印机：系统召唤打印或自动打印图形、报表等。

模拟屏：系统通过通讯方式与智能模拟屏进行数据交换，形象显示整个系统运行状况。

UPS：保证计算机监测系统的正常供电，在整个系统发生供电问题时，保证站控管理层设备的正常运行。

2) 网络通讯层

通讯层主要是由通讯管理机、以太网设备及总线网络组成。该层是数据信息交换的桥梁，负责对现场设备回送的数据信息进行采集、分类和传送等工作的同时，转达上位机对现场设备的各种控制命令。

通讯管理机：是系统数据处理和智能通讯管理中心。它具备了数据采集与处理、通讯控制器、前置机等功能。

以太网设备：包括工业级以太网交换机。

通讯介质：系统主要采用屏蔽双绞线、光纤以及无线通讯等。

3) 现场设备层

现场设备层是数据采集终端，主要由智能仪表组成，采用具有高可靠性、带有现场总线连接的分布式 I/O 控制器构成数据采集终端，向数据中心上传存储的建筑能耗数据。测量仪表担负着最基层的数据采集任务，其监测的能耗数据必须完整、准确并实时传送至数据中心。

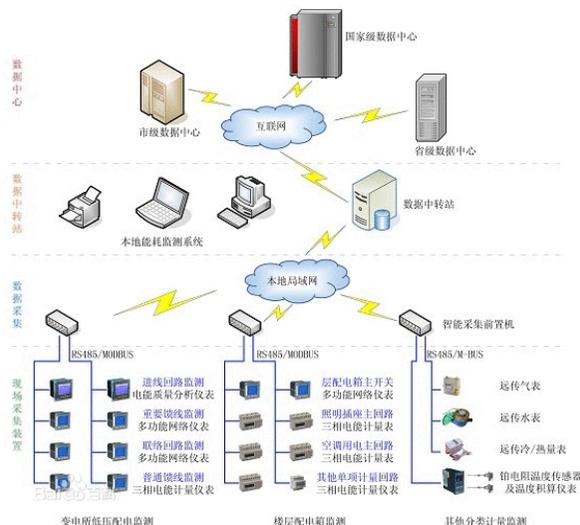


图 3.4.1 能耗监测管理系统结构图

设计原则

1、友好的人机界面：采用目前最为流行的 B/S 架构集成软件，基于统一的跨平台图形及人机界面系统，支持 WINDOWS 界面风格。

2、可扩展性：系统设计采用网络结构方式，充分考虑了用户今后分能源中心的扩展及功能扩展的需要，可以很容易地通过增加当地采集器的方法实现，而且还能通过网络拓展，利用集中趋使系统逐步扩充成为一个数据中心。

3、可维护性：系统本身有一套专门设计的系统状态信息输出系统维护功能：可以输出系统信息，对各种异常可以进行定制的报警。所有各种维护都有着严格的权限检查。

4、完整性：由于电能数据具有累加性和传递性的特点，要求在任何情况下都不允许丢失电能原始数据，特别是在进行分段、分费率电能统计和结算时，尤为重要。在本系统中，通过在采集处理及传输等环节采用多种技术手段以确保数据完整。

5、安全性：系统数据库所采用的 MySQL 数据库系统，保证电能量原始数据不可修改，对电能量进行计量和结算的模型等在相应派生库中进行，派生库数据只有在授权许可下才能修改，建立完善的安全措施，对不同等级用户，设立相应的访问权限，以保证电能量与计费的合法性和严肃性。同时系统支持数据自动或人工备档和恢复。

6、模块化和可扩充性：能源监测系统的总体结构将是结构化和模块化的，具有很好的兼容性和可扩充性，使系统能在日后得以方便地扩充。

7、先进的数据采集方案：基于目前先进的数据采集思想，采用通过通讯总线访问电能量数据的采集设备。

设计要点

1 分项计量回路的设置

建筑电气专业在进行强电设计时应根据分项要求按照经济、方便安装的原则单独设计回路。应设置分项计量表，计量的典型回路包括：①变压器低压侧出线回路；②单独计量的外供电回路；③特殊区供电回路；④制冷机组主供电回路；⑤单独供电的冷热源系统附泵回路；⑥集中供电的分体空调回路；⑦照明插座主回路；⑧电梯回路；⑨其他应单独计量的用电回路，比如光伏发电、风能发电等可再生能源利用计量回路等。

2.主要计量设备的选择

(1) 电能表的分类及类型选择

《导则》要求用电分项计量系统采用的电能表主要采用电子式、精度等级为 1 级及以上的有功电能表，不考虑无功电能表。按测量电能类别分类中的三相三线系统，一般用于不接地系统中。目前一般办公建筑的接地大多数采用 TN - S 系统，电能表采用三相四线，但在医院等特殊区域会采用 IT 系统，即不接地系统，电能表采用三相三线，这种情况须特别注意《导则》还规定电能表具有数据远传功能，至少应具有 RS -485 标准串行电气接口，采用 MODBUS 标准开放协议或符合《多功能电能表通信规约》DL/T 645- 1997 中的有关规定。考虑这两种协议是因为目前电表大多数采用 MODBUS 协议和《多功能电能表通信规约》。

(2) 数据采集器

《导则》规定电能表所连接的数据采集器按传输方式可选择有线网络和无线网络任一传输方式。

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 可再生能源利用技术

4.1 太阳能生活热水系统

技术介绍

太阳能热水器是目前太阳能热利用技术中最成熟和经济性最好的方式。我国是太阳能热水器集热安装面积最大的国家。截止到 2010 年，我国太阳能热水器保有量达到 2 亿平方米，约占世界 80%，为 7000 万户家庭，2.5 亿人提供生活热水。随着人民生活水平的提高，生活热水的需要量将持续上升。发展太阳能热水器作为居民制备生活热水的主要方式，将降低生活热水消耗量增长对能源供应和环境保护带来的巨大压力。

广州地区室外平均温度较高，有利于提高太阳能集热器效率。广州地区属于太阳能资源一般地区，但利用太阳能生产热水是一种节能环保的热水生产方式，完全适合广州地区建筑使用，尤其是为场馆建筑提供洗浴热水和为亚运村提供生活热水。一般来讲，国内生产的太阳能集热器大致分为如下四类，国内常见的各类集热器的集热效率和价格如下表：

	平板型集热器	全玻璃真空管集热器	热管式真空管集热器	U 管式真空管集热器
效率（水温 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ ）	0.45~0.55	0.40~0.45	0.45~0.50	0.40~0.45
价格（ m^2 ）	1100~2000	800~1000	1600~2000	1600~1800

全玻璃真空管容易爆裂跑水，不宜用于集中式系统；热管式、U 管式真空管集热器不易漏水，可应用于集中式系统和分散式系统，但价格

较高；平板型集热器易于与建筑结合，抗机械冲击能力强，其最大缺点是抗冻能力差，而广州地区可以不考虑热水器的防冻问题，所以，广州地区建筑可以优先考虑平板型集热器。

1、集热方式的选择

集中供热水系统是为几幢建筑、单幢建筑或多个用户供水的系统；分散式是指为建筑的某一局部单元或单个用户供热水的系统。分散式的热水系统造价约为 600~1000 元/m²(单位集热面积)和 1000~2000 元/m²。。

分散式系统灵活、简单，是我国现阶段最常见的应用形式。但这种形式的应用对建筑外观影响较大，并且随着高层建筑越来越多的出现，分散式系统的应用受到了限制。集中式太阳能热水系统开始越来越多的应用在高层住宅建筑以及公共建筑，但在住宅建筑中，存在由于住户用水习惯不同可能导致运行成本高及分户计量收费困难引起的管理问题。

所以，对于场馆建筑或其他公共建筑应优先考虑集中式系统，而对于住宅建筑如有可能布置集热器（如六层以下），可以采用分散式系统。对于高层住宅建筑，安装分散式集热装置存在困难，可以采用集中集热分散供水的方式。

如果考虑到分散式系统对建筑外观的影响以及集热器位置难以布置等因素，可以采用集中集热—分散供热的方式。集中集热—分散供热系统是利用集中集热循环和分散于住户家中的贮热装置的换热盘管进行间接换热，由太阳能集中集热循环系统提供热量，用户提供水，温度达不到洗浴要求时启动住户家中的辅助加热装置。这种系统正常运行时，不存在热水分户计量问题，住户仅需分担水泵电耗，管理方便。但是，由于存在间接换热，置于水箱中的盘管换热性能将直接关系到整个系统的太阳能热利用效率，同时，在高层建筑中应用时，必须通过流量

调节，控制进入住户水箱中的热量，控制系统比较复杂。系统初期投资介于集中式系统和分散式系统之间。

2、供水形式的选择

根据太阳能热水的供水不同，可以分为直接式系统和间接式系统。

(1) 直接式热水系统是在太阳集热器中直接将热水供给用户的系统，如图 4.1-1。其优点：该系统无热交换设备，太阳集热器加热后的热水通过管路直接输送到各个用户，所以热效率高。由于比间接式系统省去了很多设备管路，故该系统造价较低。缺点：该系统由于是通过集热器直接加热水供给用户，故水质不容易保证，且冬季系统较容易出现冻结现象（广州地区建筑可以不考虑结冻问题）。由于系统直接与各用水点相连，系统通常是非承压运行，供水的稳定性较差。

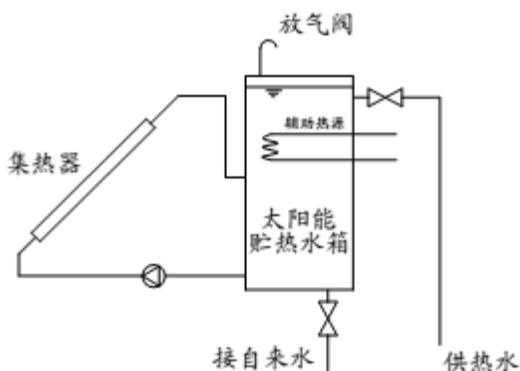


图 4.1-1 直接式系统示意图

(2) 间接式热水系统是在太阳集热器中加热某种传热工质，在利用该传热工质通过热交换器加热水供给用户的系统，如图 4.1-2。优点：该系统通常采用热交换器将太阳集热环路与用户热水环路分开，所以用户用水水质容易保证，而且在太阳集热环路采用防冻液，传热工质可很好地解决冬季的防冻问题，保证系统可以在全年运行，系统环路可承压运行，供水稳定。缺点：该系统由于比直接式系统增加了热交换器等设

备及管路，其造价较高是最大的问题，而且由于设备的增加带来了对设备的检修维护的工作量、费用将随之增大。热交换器的使用也会对系统的热效率产生一定的影响。

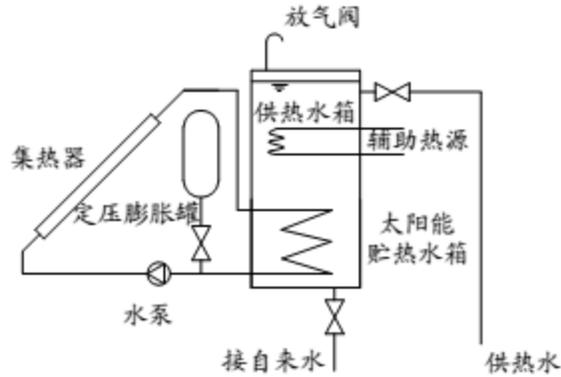


图 4.1-2 间接式热水系统示意图

欧美发达国家常采用间接式系统形式，国内的高级住宅及大型热水系统也常采用间接式系统。一般小区应用时若没有特殊的用水要求亦可以采用直接系统形式。

采用直接式或间接式供水系统的设计中，应注意太阳能热水与生活给水（冷水）在用水点处的压力保持平衡。特别是当生活给水采用变频增加，热水采用水箱供水时，应考虑补充平衡压力的措施。

3、建筑一体化

对于住宅建筑，需要更多考虑集热器与建筑一体化的问题。将集热器与屋面结合是当前流行的做法，但需要注意的是该技术受到屋面防水、载荷、结构、抗台风、集热器寿命等多方面因素的影响。



图 4.1-3 建筑太阳能光热一体化设计实例

鉴于建筑屋顶面积有限，即使对整个建筑屋面采用了太阳能集热器，但对于高层建筑，也不能保证每户具有足够的人均屋面面积，立面太阳能热水系统开始在高层建筑中有了应用。但是，目前立面太阳能热水系统的开发利用却存在不少困难：立面安装太阳集热器时必须充分考虑集热器的刚度、强度、锚固和防护问题；由于建筑立面接受的太阳辐射量为正南方向纬度倾斜表面的 50%~70% 左右，立面安装时所需的集热面积较大，单位集热面积热水产量较小；常用的金属构件墙面锚接安装方式，安装成本高，维修不便利；此外，立面系统对太阳能热水系统型式的要求较高，必须对传统模式加以改进。目前，立面太阳能热水系统主要包括阳台栏板式、墙面式、遮阳板式等。阳台栏板式太阳能热水系统已经在不少地区居住建筑中进入实际应用阶段。墙面式太阳能热水系统相关安装要求已编入国标《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》，但是由于存在上述种种不利之处，厂商对其一直持谨慎态度，仅

出现在少数示范工程中。遮阳板式太阳能热水系统，目前在国内应用较少。立面特别是墙面太阳能热水系统尚需进一步研究及实验，方可大规模推广应用。全玻璃真空管有容易爆裂而“跑水”的缺点，所以不适用于立面的集热器的安装。

针对这种现状，国内出现了屋顶花架式太阳能热水系统，即在建筑屋顶竖起 2~3 米高的混凝土或钢花架，太阳能集热器安装在花架上，花架下方在保证原有屋顶功能用地的基础上，采用种植屋面方式，增加建筑的绿化率，这样可以在不影响屋顶原有功能的情况下，最大限度地利用屋顶面积和增强屋顶功能。设计建造屋顶花架式太阳能热水系统时，由于屋顶的风负荷较大，集热器选型必须经过详细风荷载计算。所以，开发屋顶花架太阳能热水系统，必须经过充分的技术可行性研究及论证。

4、空气源热泵辅助的太阳能热水系统

空气源热泵辅助的太阳能热水系统是在不低于 $17\text{MJ}/\text{m}^2$ 的太阳辐照条件下，系统所产热水温不低于 25°C 的有用得热中，由空气源热泵辅助加热的得热量不超过 50% 的太阳能热水系统。储水箱容量大于 0.6m^3 空气源热泵辅助的太阳能热水系统由太阳能集热子系统、空气源热泵加热子系统、换热装置、热水储存装置、热水供应部分和控制部分组成。太阳能集热子系统由太阳能集热器、上下循环管、水泵等组成并与热水储存装置联通的水路循环系统，用于接收太阳能并转换输出热能的系统。空气源热泵加热子系统由空气源热泵热水机和其它部件组成，用于将低品位空气热源的热量转移输出热能的系统。

太阳能和热泵互为辅助热源，最大限度的利用太阳能，解决阴雨天气及冬季环境温度较低太阳能资源不足时热水供应保证率，同时，将空气源热泵和太阳能集热系统有机组合，既可充分利用太阳能，又可节约

辅助能源，最大限度降低运行成本，节省费用。

设计原则

1、《广州市绿色建筑和建筑节能管理规定》第十六条 鼓励在建筑中推广应用太阳能热水、太阳能光伏发电、自然采光照明、热泵热水、空调热回收等可再生能源利用技术。

(1) 新建 12 层以下(含 12 层)的居住建筑和实行集中供应热水的医院、宿舍、宾馆、游泳池等公共建筑，应当统一设计、安装太阳能热水系统。

(2) 新建别墅、农村居民自建住房等独立住宅，应当安装太阳能热水系统。

(3) 全部或者部分使用财政资金，或者国有资金占主导的新建、改建、扩建房屋建筑项目，应当至少采用一种再生能源利用技术。

2、无论采用哪种建筑一体化的集热布置形式，都应该协同建筑、暖通、给排水、结构等各专业综合考虑各方面因素后确定方案。

3、在各类太阳能热水系统中，需要注意系统中循环水泵的电耗。很多主动循环系统中循环水泵的电耗达到热水系统提供热量的 20% 以上，这样其能源消耗量接近热泵式热水器，因此就丧失了利用太阳能节省常规能源的优势。在太阳能热水系统中应尽可能优先采用自然循环系统，并尽量避免使用连续运行的水泵。

设计要点

1、广州地区，建议优先考虑太阳能制备生活热水的方式。

2、大中型公共建筑，集热方式建议采用集中式。

3、居住建筑，既可以采用集中式也可以采用分散式；其中，分散式适用于 6 层以下建筑（含 6 层）。

4、就供水方式而言，建议优先考虑直接供水的方式。供水系统的

设计中，应注意太阳能热水与生活给水（冷水）在用水点处的压力保持平衡。

5、集热器的建筑一体化方案，应协同建筑、结构、给排水等各相关专业综合考虑各方面因素后确定；其中全玻璃真空管不应用于建筑立面，平板式集热器可用于建筑物的立面、屋面等处。

6、太阳能生活热水的辅助热源，不宜采用电辅助加热，宜优先考虑采用热泵作为辅助热源。

7、太阳能热水系统如果在改建建筑中使用，需要经过建筑结构安全复核，以满足建筑结构的安全性要求。

适用范围和条件

技术名称		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									
集热 方式	集中 式	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	分散 式	○	○	○	○	○	○	○	○	○
供水 方式	直接 供水	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	间接 供水	○	○	○	○	△	△	○	○	△

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 太阳能光伏发电系统

技术介绍

太阳能电池工作的基本原理光伏效应(Photovoltaic Effect 缩写 PV)是 1839 年被发现的。由太阳光的光量子与材料相互作用而产生电势，从而把光的能量转换成电能，此种进行能量转化的光电元件称为太阳电池(Solar Cell)，也可称之为光伏电池。目前工程中常用的太阳能光伏电池包括以下几种类型：



图 4.2-1 太阳能光伏建筑一体化实例

1) 块状光伏电池

块状光伏电池一般指晶体硅光伏电池，是目前市场上的主导产品。晶体硅光伏电池按材料形态主要分为单晶硅太阳电池和多晶硅太阳电

池。其中单晶硅太阳能电池在太阳电池中研究最早、最先进入应用。晶体硅光伏电池以半导体硅材料制成大面积的 pn 结进行工作。一般采用 n + /p 同质结的结构，即在 10cm 见方的硅片上用扩散法制作出一层很薄的经过重掺杂的 n 型结，然后在 n 型结上面制作金属栅线，作为正面电极。在整个背面也制作金属膜，作为背面欧姆接触电极。这样就形成了晶体硅太阳电池。为了减少光的反射，一般在整个表面上再覆盖一层减反膜或在硅表面制作绒面。

单晶硅能太阳电池是当前开发得最快的一种太阳能电池，它的结构和生产工艺已定型，产品已广泛用于空间和地面。用户根据系统设计，可将太阳能电池组件组成各种大小不同的太阳能电池方阵，亦称太阳能电池阵列。目前商业化单晶硅太阳能电池的光电转换效率为 21% 左右、多晶硅效率 19%。使用寿命一般在 20 年以上。

非晶硅太阳能电池虽转化效率低，但具有低成本方面优势，而且还具有制造大面积太阳电池的优势，目前最大达到 1.4m^2 ，使其在建筑光伏一体化应用中占有不可轻视的地位。其优点包括①非晶硅电池能在任何形状的衬底上制作，可用玻璃、不锈钢、石板、聚合物材料等廉价材料作为衬底，可直接做成屋瓦式太阳电池。这种太阳能屋顶极大地节省了安装空间，减少了系统成本。特别是柔性衬底的非晶硅电池，轻而柔软，容易安装，在光伏建筑集成市场中具有很大的竞争力。②非晶硅光伏模块的活跃层 i 层制作的更薄，背电极采用透明的 ZnO (透明导电氧化物)替代不透明的金属。由于背电极是透明的，而且 n 层很薄，在电池模块“背面”的光线也可以发生光伏作用。可大面积的用于建筑物幕墙。③非晶硅太阳电池子组件可做成集成型，具有高的输出电压，便于组装和联接。④由于非晶硅材料的光带隙比单晶硅和多晶硅宽，因此非晶硅太阳电池的功率输出对温度的依赖不明显。如在 30°C 下，电池组件上升到

60℃，非晶硅电池板的功率输出几乎没有变化，而单晶硅电池板的功率输出将降低 20%。⑤非晶硅薄膜电池是以玻璃为衬底经多次真空镀膜工艺加工而形成的，其核心技术是 PECVD 技术，现在用于 LCD 的 PECVD 技术已发展到第六代，产品规格可达 1870mmX2200mm，以玻璃为衬底的透明非晶硅薄膜电池为在建筑幕墙大面积的应用提供了可能。⑥弱光发电性能:非晶硅薄膜电池模块弱光响应特性好，对阳光入射角度要求范围最宽，散射光接受率高。从图 4.2-2 可见，非晶硅组件的光谱相应曲线比单晶硅电池向短波方向偏移，在光线较弱的时候非晶硅组件的响应能力明显高于晶体硅。

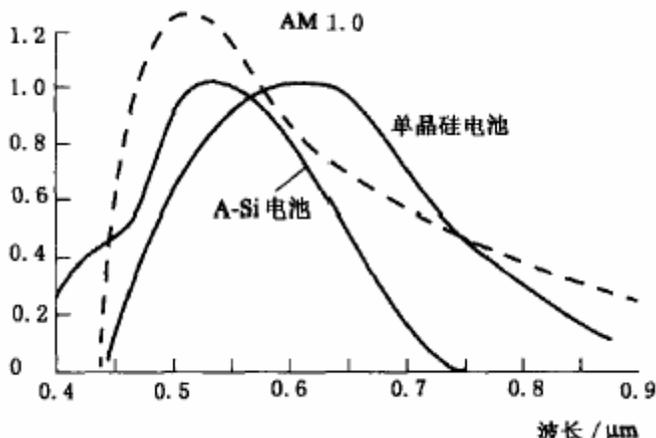


图 4.2-2 不同光伏电池的光谱曲线对比

非晶硅电池工作中不受环境的影响，而晶体硅电池如果其中一小部分被遮挡，这将极大的降低整个组件的功率输出。

2) 薄膜光伏电池

薄膜(Thin film)光伏电池，其薄膜厚度一般在 2~3μm。其中包括硅薄膜型(主要包括多晶硅、非晶硅和微晶硅)、化合物半导体薄膜型、新材料薄膜型电池(主要包括聚合物薄膜太阳能电池和染料敏化太阳能电池)。

多晶硅薄膜电池多采用化学气相沉积法，包括低压化学气相沉积(LPCVD)和等离子增强化学气相沉积工艺(PECVD)，另外还有液相外延法(LPPE)和溅射沉积法。由于多晶硅薄膜电池所使用的硅远较单晶硅少，又无效率衰退问题，并且可以在廉价衬底材料上制备，其成本远低于单晶硅电池，而效率高于非晶硅薄膜电池。因此，多晶硅薄膜电池将成为薄膜太阳能中发展速度最快的。

非晶硅薄膜太阳电池是 1976 年出现的新型薄膜太阳电池，它与单晶硅和多晶硅太阳能电池的制作方法完全不同，硅材料消耗少、电耗低。目前，非晶硅太阳能电池存在的问题是光电转换效率偏低，国际先进水平为 10-12%左右，且不够稳定，常有转换效率衰降的现象，制约着非晶硅电池作为大型太阳能电源，只能应用于弱光电源。估计效率衰降问题克服后，非晶硅薄膜太阳电池将促进太阳能利用的大发展，因为它成本低，重量轻，应用更为方便，它可以与房屋的屋面结合构成住户的独立电源。

3) 光伏发电系统

光伏发电系统是利用太阳电池组件，将太阳辐射能直接转换为电能的新型发电系统，如图 4.2-3 所示。

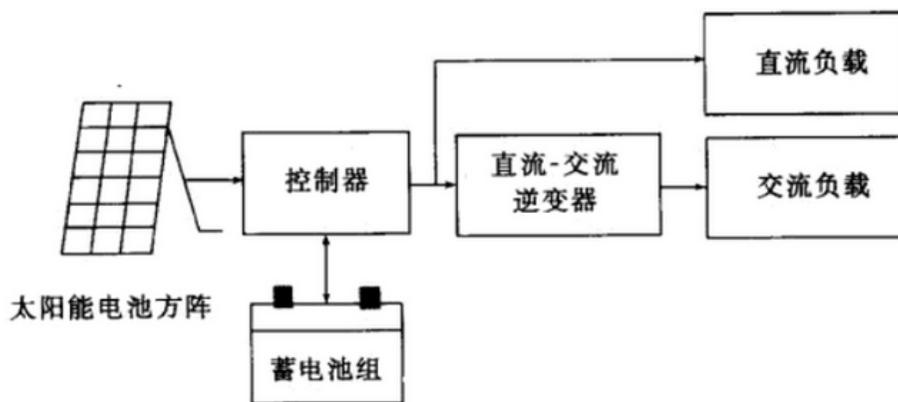


图 4.2-3 光伏发电系统结构

独立运行的光伏发电系统需要有蓄电池作为储能装置，其系统结构如图 4.2-4 所示。因其必须配置蓄电池储能装置，需要额外的存储修复损耗和维护费用，所以系统的造价较高。独立系统适合用于小型设备的供电，如室外庭院（园林）灯照明、指示灯、水景、建筑淋水水泵驱动



图 4.2-4 独立系统的应用

等。独立系统特别适合太阳辐射强烈同时用电需求量大的用电设备。例如建筑采用淋水降温，太阳辐射强烈的时间淋水所需要的水量也较大，而恰恰这时光伏系统产电的能力也比较强。

在有公共电网的地区，光伏发电系统一般与电网连接，即采用并网运行方式，其结构如图 4.2-3 所示。并网光伏发电系统的优点是可以省去蓄电池，而将电网作为自己的储能和补能单元。对于并网系统需要检测光伏发电系统的参数满足广州地区供电要求方可并网，这些参数包括电能质量，包括频率、电压偏差、电压畸变率、电压平衡度并网电流谐波、功率因数、电压失压保护、输入极性反接保护、过热保护等。

混合系统是由独立系统和并网系统构成的。

设计原则

根据建筑可设置太阳电池的场所以及设备的投资，确定太阳能发电系统形式和系统容量。为保证技术和产品的先进性，设计选型时考虑了未来并联扩容功能和接口。太阳能发电系统发电量与所处地域的日射

量、太阳电池组件数量、太阳电池组件输出、放射强度等因素有关。

1)安装位置

当前国内的光伏组件应用多是在新建建筑或既有建筑的屋顶架设光伏组件，这样，光伏组件的应用对建筑本身的采光不会产生影响，并且也起到了一定的屋顶遮阳作用。

如果光伏组件安装在建筑的立面直接充当建筑围护的一部分则需要考虑此类组件对建筑采光所造成的影响。

光伏阵列的倾角和方位角对其性能也有重要的影响。角度设置主要取决于当地的纬度(有时，安装角度与当地纬度并不相称，需要测量决定)、斜面上的辐照强度和负载的用电需求。BIPV 阵列的朝向和屋顶的倾斜度限制了其倾角和方位角。

安装光伏电池时应注意:电池支架，电池板的螺钉，电缆的选型(抗高低温和紫外线老化)，电缆的密封引出，方阵引出线，安装方向、角度的安全，接头注意牢靠和防腐。

2)遮挡因素

对于晶体硅光伏电池，很小的遮挡就会引起很大的功率损失，而遮挡对薄膜电池的影响小得多。建筑师设计 PV 系统时，一定要计算遮挡因素对输出功率的影响，因为不同的遮挡方式可导致不同的功率输出效果。建筑师需要精心设计 PV 组件的排布，一方面使 PV 建材的框形设计达到最优，另一方面使环境建筑物对 BIPV 的影响降到最低。

3)通风设计

为了保证充电电压，设计光伏发电系统时必须考虑各种因素引起的光伏电池方阵的电压下降量，并据此确定光伏电池组件的串、并联方式和方阵的排布形式。其中，导致电压下降的首要因素是组件的温升。光伏电池组件接收太阳能后，其中一部分直接转换为电能输出，余下部分

转换为热能向环境散出，因此电池组件开始工作后数分钟内温度升高，一般维持在 50℃左右。在通风不良的情况下，光伏电池组件背面温度可达 80℃以上，直接影响了太阳电池的输出电压和转换效率(温度每升高 1℃会使光伏电池的能量转换效率降低 0.5%左右)。因此，通风设计是 BIPV 中很重要的因素。从保证光伏电池性能方面考虑，要求尽量减少太阳电池背面温度对太阳电池输出电压和转换效率的负面影响。通过对 BIPV 系统(包括光伏电池组件、枕木、角钢、防雨保温板等组成部分)合理的建筑设计和安装方式，可以达到良好的通风、降温效果。通风冷却模式下，由于空气冷却光伏模块后直接排入环境，造成了部分热能的浪费，因此，国内外加强了对冷却方法的余热利用的研究。在此基础上发展了光伏光热建筑一体化(BIPV /T)系统。在不影响电力输出的同时，用 PV 发电为通风设备供电，通风设备推动环境空气来降低 PV 模块的温度，并且用得到的热空气给房屋供暖，或将热空气冷却后为房屋提供冷气。

设计要点

1. 目前国内光伏并网发电的造价在 8-10 元/W 左右。
2. 单/多晶硅光伏组件适用于通过支架安装在建筑已有屋顶，或直接充当屋顶或立面并起到遮阳作用；单独以遮阳板的形式出现在建筑外立面。
3. 非晶硅光伏薄膜电池更适合直接应用于建筑围护结构的立面、屋面、中庭等部位。
4. 考虑到经济、技术成本的因素，在建筑中应该选取代表性的局部使用该技术，而不建议大规模采用。
5. 独立系统可以应用在住宅建筑小区内的水景的水泵驱动（或建筑淋水的水泵驱动）、居民区路灯、标志灯和电网公共照明系统。光伏系

统可以白天储能，夜晚供电，但存储修复损耗和维护费用很高。对于重要路段可以考虑市电作为备用方式。

6.对于可以实施建筑屋顶、立面等大面积光伏发电的公共建筑或其他建筑，建议采用并网系统。太阳能并网光伏发电系统所发出的电能供建筑内用电负荷使用，当太阳能发电不足时由市电补充。

适用范围及条件

技术名称		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									
光伏系 统	独立系 统	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	并网系 统	○	○	○	○	○	○	○	○	○
光伏与建筑一体 化（BIPV）		○	○	○	○	○	○	○	○	○

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。

4.3 太阳能制冷技术

技术介绍

太阳能空调是指利用太阳能集热器产生热能，再把热能转换为空调冷量或对空气进行除湿的方式。太阳能空调系统的技术关键是实现高效的能量转换，并且能有效的蓄存能量，以在没有太阳能时能继续维持建筑的空调环境。太阳能空调的示意图如图 4.3-1 所示。

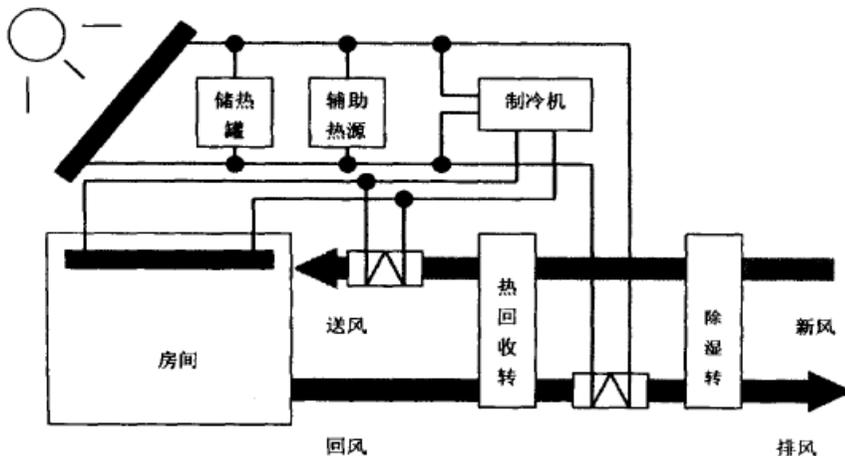


图 4.3-1 太阳能空调系统示意图

目前，实现太阳能制冷主要有两种形式：一种是光电转换制冷，实际上是太阳能发电的一种应用，先实现光电转换，再利用太阳能电池驱动压缩式制冷系统；另一种是太阳能光热转换制冷，主要包括太阳能吸收式制冷、太阳能吸附式制冷和太阳能喷射式制冷。

光电转换制冷原理简单，容易实现，但其太阳能电池成本较高；而光热转换制冷虽然技术要求高，但成本低廉。吸收式制冷技术出现的最早，技术相对成熟，目前太阳能溴化锂吸收式制冷机已广泛应用在大型空调领域，但是吸收式制冷系统庞大，运行复杂，并且制冷剂存在易结

晶、腐蚀性强、蒸发温度只能在 0℃ 以上等缺点，同时其工作压力高，具有一定危险性。在喷射式制冷技术中，循环泵是唯一的运行部件，系统设置比较简单、运行稳定、可靠性高，但喷射制冷效果较低。

1.吸收式制冷系统。自蒸发器出来的低压蒸气进入吸收器，被吸收剂强烈吸收，吸收过程中放出的热量被冷却水带走，形成的浓溶液由泵送入发生器中，被热源加热后蒸发，产生高压蒸气，进入冷凝器冷却，而稀溶液减压回流到吸收器，完成一个循环。

2.吸附式制冷系统。工作过程由热解吸和冷却吸附组成，基本循环过程是利用太阳能或者其他热源，使吸附剂和吸附质形成的混合物(或络合物)在吸附器中发生解吸，放出高温高压的制冷剂气体进入冷凝器，冷凝出来的制冷剂液体由节流阀进入蒸发器。制冷剂蒸发时吸收热量，产生制冷效果，蒸发出来的制冷剂气体进入吸附发生器，被吸附后形成新的混合物(或络合物)，从而完成一次吸附制冷循环过程。

3.喷射式制冷系统。制冷剂在换热器中吸热后汽化、增压，产生饱和蒸气，蒸气进入喷射器，经过喷嘴高速喷出膨胀，在喷嘴附近产生真空，将蒸发器中的低压蒸气吸入喷射器，经过喷射器出来的混合气体进入冷凝器放热、凝结，然后冷凝液的一部分通过节流阀进入蒸发器吸收热量后汽化，这部分工质完成的循环是制冷循环。

设计原则

太阳能+吸收式制冷机的方案虽然能有效的节省能源费，但由于生产太阳能热水的集热器以及温水型吸收式冷机的价格都较高，使得系统初投资大大增加。广州地区属于太阳能资源一般区，全年太阳能辐照量一般变化在 4400~5000MJ/m²·a。但广州地区全年室外平均温度较高，有利于提高太阳能集热器效率。所以，在广州地区依然存在使用太阳能空调的可能性。应用中存在的主要问题在于太阳能空调的投资较常规空

调系统有很大增加，而且必须设置辅助热源。

如果采用此类太阳能空调系统，需要的水温较高。考虑到使用时系统的稳定性，一般会采用热管式集热器，或其他中高温集热装置。

太阳能空调的另一条技术路线是利用太阳能产生的热量作为固体或液体除湿的再生热源，从而实现空调除湿协调的正常运行。目前，利用太阳能产生的热风再生转轮除湿设备的固体吸湿剂，从而实现对空气除湿的太阳能空调，综合的热量—冷量转换率仅在 0.6 左右。另一种技术就是采用溶液吸收除湿，用太阳能热量对溶液吸湿剂进行再生，可以获得 0.8 以上的热量—冷量转换率。

对于溶液除湿系统，在溶液和空气的热质交换过程中，湿空气的水被浓溶液吸收而变成干燥的干空气，同时，浓溶液吸收了空气中的水分而溶液便成了稀溶液，从而完成了除湿的过程。但稀溶液需要热量把稀溶液再转化成浓溶液从而实现循环使用，这个过程一般被称为溶液再生。溶液再生的过程在再生器中实现，利用外界的热能等能量实现溶液的浓缩再生。用于再生的热量可以由燃气、燃煤等产生的热水或蒸汽来产生，也可以由太阳能来提供。

设计要点

1. 虽然太阳能+吸收式制冷机的太阳能空调系统有节能特性，但由于初投资太高、所需的太阳能集热器占地面积较大。

2. 太阳能可以作为空调溶液除湿系统的再生热源，具有较高的能效比和较低的运行能耗，节能效果比较明显。但是，该系统的初投资较高。因此，具体项目是否采用，应在下一步设计阶段根据项目需求和空调负荷特性进行技术经济论证后采用在不超过 1 万平方米的小型建筑中使用。

3. 考虑到初投资的合理性，可以选择在小型办公建筑中作为前瞻

性技术示范，采用太阳能+吸收式制冷机的空调系统。

适用范围和条件

技术名称	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						
太阳能驱动吸 收式制冷	△	△	△	△	△	△	△	△	△
太阳能驱动溶 液除湿空调系 统	○	○	△	○	○	○	○	△	○

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。

4.4 空气源热泵系统

技术介绍

空气源热泵以环境空气作冷热源，通过热泵夏季制冷，冬季制热，如图 4.4-1。空气源热泵机组安装方便、无需专用机房。但它也有明显缺点，环境温度越低，机组供热量越小。特别是当换热器翅片表面温度低于 0°C ，还会结霜，必须停止供热进行除霜，不仅降低了供热季节的能效比，而且造成机组出水温度的波动。



图 4.4-1 空气源热泵机组

广州地区的全年室外空气温度曲线见图 4.4-2。数据显示，广州地区全年气温几乎都在 5°C 以上，所以，在广州地区使用空气源热泵几乎可以不考虑北方地区甚至长江中下游地区使用中经常出现的结霜问题。

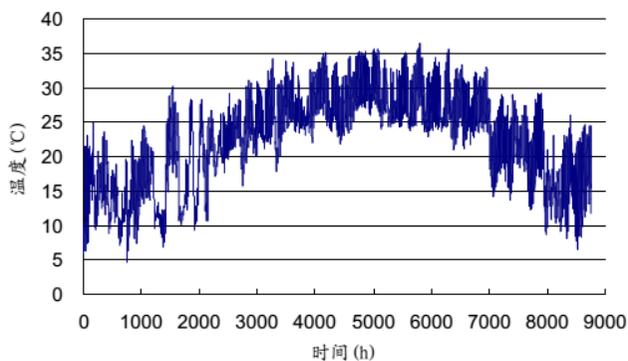


图 4.4-2 广州地区的全年室外空气温度曲线

设计原则

1、规划与单体方案阶段，各相关专业即应综合考虑以下因素，以便空气源热泵方案的合理实施：根据具体建筑使用需求、负荷规律、运行特点等所做的技术经济论证合理。符合规划布局与建筑造型及景观要求。

2、设计方案应充分考虑空气源热泵所处位置的局部热环境影响，必要时应采用 CFD 等先进技术方法进行详细计算分析，以保证通风顺畅、空气源热泵工况良好。

3、研究结果与机组实际运行表明，环境温度大于 5℃，换热器表面不会结霜，只结露；环境温度低于 4℃，换热器表面会结霜，霜层的聚积使空气流通截面减少，阻力增加，风量减少，传热热阻增大，供热量明显减少。环境温度从 10℃下降到 4℃，制热量能下降 20%，COP 下降 7%，蒸发温度下降 5%，冷凝温度下降 2.5℃。

设计要点

1、选用高效率低能耗的热泵、水泵，合理确定热泵台数及与之对应的水泵。水泵与热泵最好采用一一对应连接方式，便于运行管理。若天面设置水泵，一定要选择低转速泵，否则振动很难处理。

2、冬季时，在末端空调器散热量能满足室内供暖的前提下，尽量降低热泵的供回水温度，可以有效地节约能耗。

3、采用自动控制方法对热泵机组进行群控，确定部分负荷情况下开启热泵机组的台数；对系统采用变水量自控方式使水泵的运行台数与热泵机组同步；过渡季节可以利用全新风进行自然温降等。

4、末端空调器节能。合理选择末端空调器，一般高焓差低风量的空调器耗电少于低焓差大风量空调器；另外，当室外空气温度、焓值低于室内空气温度、焓值的情况下，尽可能利用室外空气冷却室内空气，

即全新风运行。

5、改善环境通风，防止气流短路。热泵机组能否高效运行甚至能否正常运行与热泵所处环境的通风情况有极大的关系。通风良好的标准是，进入热泵的空气通畅，而热泵排出的气流又能及时排走、排远，热泵机组排气与吸气不短路。因而设计时要注意热泵与女儿墙、主楼等以及热泵之间的距离，一般不宜小于 3 m。除此之外，在办公楼等有时间性的空调系统可以在上班人员到达前提前开启，有利于节能，另外由于围护结构及家具等的蓄热特性，空调系统热泵机组也可以在下班时间前半小时至 1 小时提前关闭，既不影响整体舒适，又有明显节能效果。提前开机，提前关机的确切时间根据建筑围护结构，室内家具特性、使用功能等因素而定。

适用范围和条件

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。

4.5 水源热泵系统

技术介绍

1、地下水水源热泵技术

地下水水源热泵系统，是指以地下水为低温热源，由热泵机组、水源侧系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。地下水水源热泵系统，一般抽取浅层地下水（100 米以内），经过热泵提取热量或冷量，再将其回灌到地下同一含水层；热泵的另一端产生作为热源的热水、或作为冷源的冷水。如果设计得当、条件适宜，系统的综合能效比可达 4 以上，节能效果比较明显。

2、地表水、中水水源热泵技术

目前国内多个城市正在筹划利用河水、湖水、海水以及污水处理厂的中水通过热泵技术实现冬季供热和夏季供冷，这类技术在理论上是可行的。而实际工程中，存在冬季供热的可行性、夏季供冷的经济性、以及长途取水的经济性三个主要问题。在技术上，则需要解决水源中有机和无机杂质附着与结垢所导致的换热装置换热性能恶化的问题。

影响各类地表水、海水和中水水源热泵应用的主要问题：

（1）水源侧的水温。夏季采用地表水源作为空调制冷系统的冷却水时，需要与冷却塔方式进行比较。对于广州地区，受大气温度和太阳辐射等因素影响，浅层水体的水温很可能会在相对长的时间内高于当时的空气湿球温度，从地表水体取水的输送水泵能耗一般也会高于冷却塔方式的水泵能耗。因此，是否能够采用各类地表水、海水和中水水源、尤其是浅层水体作为热泵系统的水源，应根据工程实际情况进行综合论证后方可确定。

（2）水源侧的水泵能耗。一般这些水源都不在被服务的建筑群附

近、且水源与建筑群往往有一定的高差，保证水源循环利用的水泵能耗很大，从而导致水源热泵系统的整体效能下降。在部分情况下，水源侧的水泵累计电耗有可能超过热泵系统电耗的 40%，这就使得热泵系统综合能效比由热泵本身的 5.5 下降到 4 以下。因此，必须充分注意水源侧的水泵电耗，以免导致此类水源热泵工程因运行费用过高而失败。

(3) 水源中的污物、杂质。开放式水源中的各种有机和无机杂物、杂质，会不断附着、沉淀在换热设备表面，导致堵塞、结垢、腐蚀等问题，从而使得热泵系统效能下降甚至无法正常工作。因此，一方面需要采用抗污浊、宜清洗的换热器结构；另一方面需要采用必要的生物抑制、灭活、阻垢、防腐等技术措施。如有可能，应考虑采取必要的在线清洗措施。例如在壳管式换热器中，采用一种专门的塑料小球清洗技术，这种小球随水流流动，经过换热管道时能自动将管壁上积存的污物带走，而后再通过专门的装置将污物释放，从而实现对换热装置的连续清洗。

设计原则

1、地下水水源热泵技术

(1) 从抽水的角度看，采用地下水水源热泵系统要有稳定且优质的地下水资源。如地下水位较低，则成井费用高，同时深井泵运行时电耗增加，使系统的效率和经济性降低；如果地下水储量小，则可能导致系统在长时间运行的情况下，不能满足建筑的冷热负荷要求。

(2) 从回灌的角度看，回灌井的工作情况与抽水井相反，井筒中水位最高，地下水的运动是发散的径向流。回灌过程中，由于井孔的堵塞，致使注水渗透系数逐渐减小。回灌流量越大，所需灌压越大，因此随着回灌的进行，回灌越来越困难。

(3) 等量回灌的同时，要确保地下水资源不受到污染。

(4) 建筑物周围须具备井群布置条件。一方面，深井涉及地面沉降问题，会对邻近建筑物基础造成影响；另一方面，如果井间距过小，可能会使回灌井和抽水井形成“热短路”。

2、地表水、中水水源热泵技术

地表水水源热泵空调系统的设计应根据具体工程情况，实际分析并确定其关键技术，并应考虑与其他节能技术的综合应用，从而有效发挥水源热泵的优点，并大大提高系统整体能效。

中水水源热泵技术的主要经济参数（主要是耗电量）与中水温度的高低、管网的铺设长短、所供面积的密集程度、相关技术要求、管网材质、铺设方式以及防腐保温、构筑物本身能耗结构等有着非常重要的关系，所以在水源热泵技术的应用中节能效果方面是不会等同的。

(1) 选用适合的主机及其他相关设备，合理设置适度的主机运行温度，降低能耗。

(2) 由于该技术自动运行程度高，所以可根据室外温度进行调节或开关机，从而降低运行费用。

设计要点

地下水源热泵：

(1) 根据项目现场的地质水文情况选择一个或一个以上的试验井，测出试验井每日的出水量和井的水质资料，以及其他水文地质资料。

(2) 确定所需地下水总水量。根据供冷和供热工况的最大散热量和最大吸热量计算井水流量。

(3) 确定地下水井的数量和位置。根据试验井的出水量和预期的热负荷选定满足系统峰值流要求的最佳方案，包括水井数量、间距和供水井、回灌井尺寸。

(4) 井群的管路布置。根据井群的位置，布置各井的供给管线和

建筑物的总管线并选择管径，计算压力降。

(5) 选择板式换热器的型号。对闭式供水的系统，根据总地下水量，建筑物内循环水量和地下水温，建筑物内循环水温选择板式换热器的具体型号。

适用范围和条件

技术名称	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						
地下水水源 热泵系统	△	△	△	△	△	△	△	△	△
地表水水源 热泵系统	○	○	○	○	○	○	○	○	○

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。