

第十四章

建筑过程监控和能源管理

建筑过程监控和能源管理

- 第一节 引言
- 第二节 建筑过程监控
- 第三节 能源管理
- 第四节 合同能源管理

第一节 引言

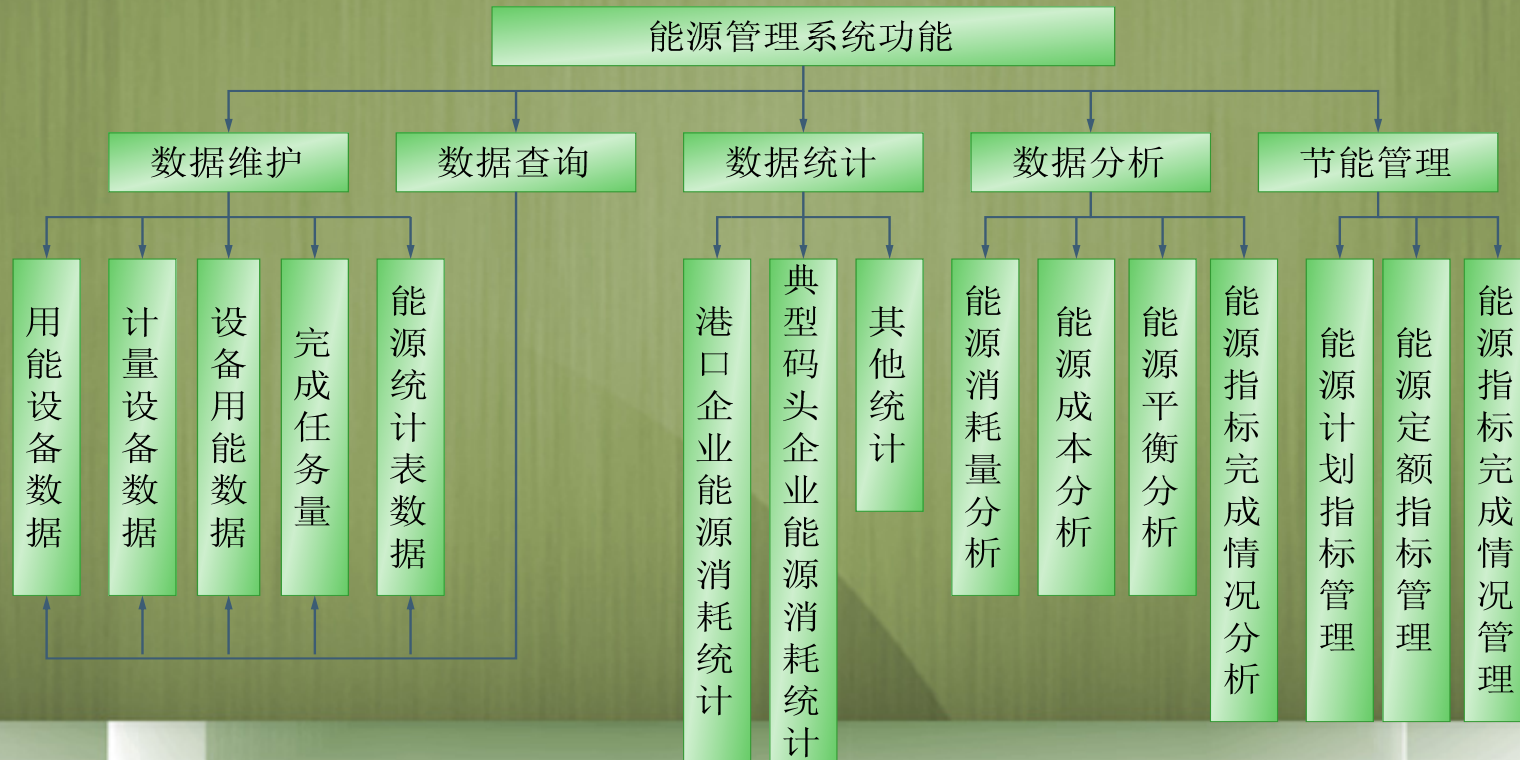
一、建筑过程监控和能源管理的定义

建筑过程监控（Building Commissioning）是指在建筑全寿命周期，对建筑的建造及设备的安装进行全程监控、测试、评估及调整，并将调试的过程及结果形成相应书面材料予以确认和保存，确保建筑及其设备最终能满足业主和用户的初始设计要求。



建筑设备的监控与调试

能源管理（Energy Management）是指运用管理技术来确定用能设备和运行过程的特点，并借助信息技术等手段对用能设备运行过程进行监测和管理。能源管理是新设备良好运行的保证，同时也有助于提高建筑能源使用效率，最终使建筑业主和用户获益。



二、建筑过程监控和能源管理的目的

建筑过程监控和能源管理的主要目的可分为两个大的方面：

- (1) 保证建筑及其设备在建造完成后能满足业主初期设计意图；
- (2) 通过相关技术资料 and 运营人员培训，确保建筑后期运营管理更加有效、可靠。

三、建筑过程监控和能源管理的好处

随着建筑及其系统的日益复杂，建筑调试和能源管理带来的好处可以更具体地体现在一下几个方面：

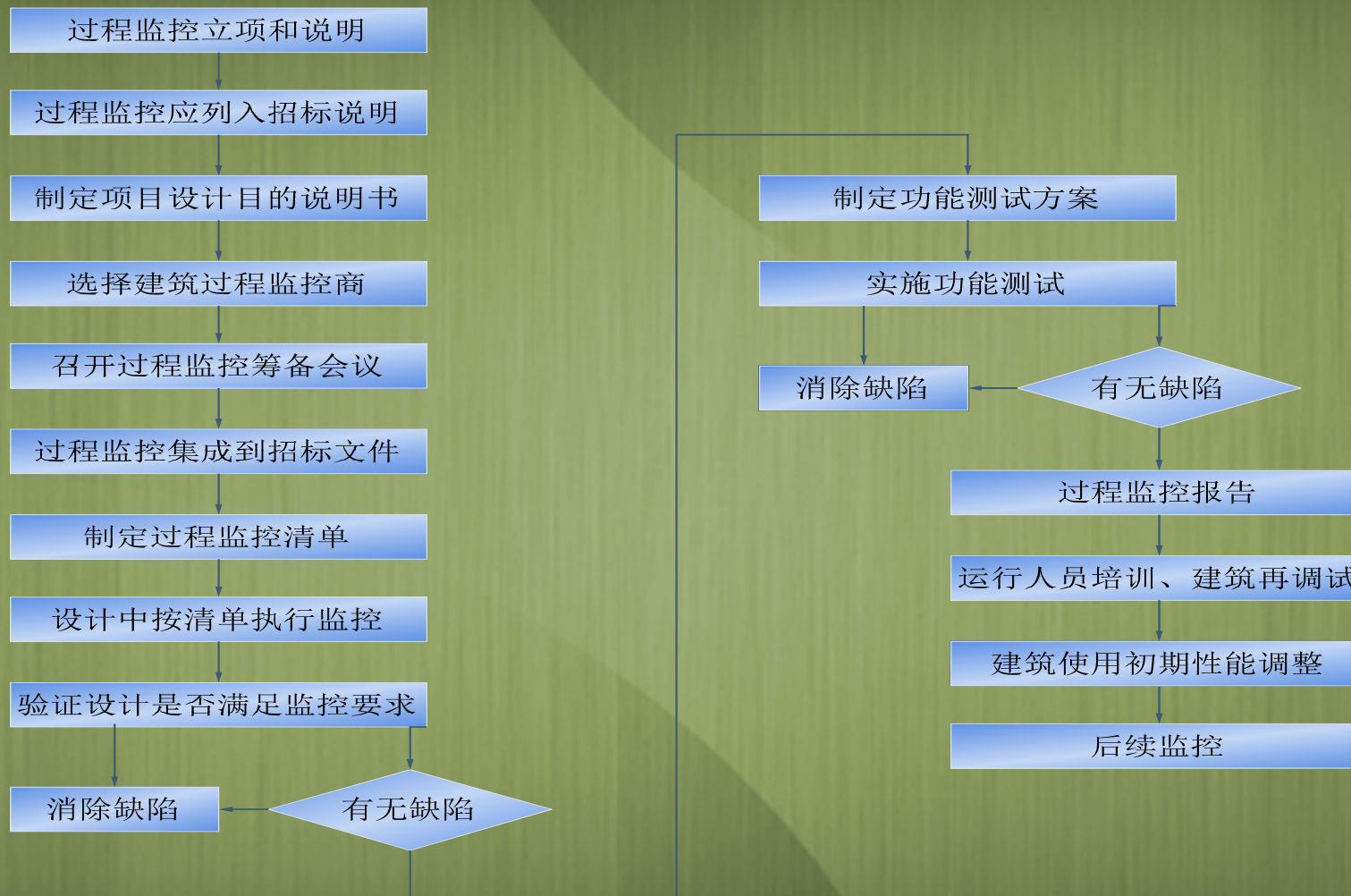
- ①减少工程变更；
- ②减少工程延误；
- ③缩短建筑资金投入的回收周期；
- ④消除或减弱因设计瑕疵引发的潜在问题；
- ⑤改善室内环境、提高工作效率；
- ⑥提高建筑的可维护性；
- ⑦减少建筑能耗和运营成本；
- ⑧通过严格的质量监控，提高建筑品质和价值。

第二节 建筑过程监控

一、建筑过程监控流程

建筑过程监控通常涵盖工程建设全周期，从建筑的初步设计、建造直到交付使用。建筑过程监控是一个系统化、集成化、有步骤的过程，详细流程如下图所示，大致可分6个阶段：

- 1.初步设计/规划阶段
- 2.设计阶段
- 3.招标阶段
- 4.建造阶段
- 5.保证期和季节测试
- 6.再调试（已有建筑的调试）



建筑过程监控流程示意图

1. 初步设计/规划阶段

建设项目初期最重要的工作就是对建筑设计意图和基本设计理念给予文件确认，设计意图就是业主建造和使用该建筑的目的和要求。

设计意图说明文件的内容可以只涉及主要的建筑系统，也可以更详尽地包括所有建筑部件。但是无论如何，该说明书主要是基于对建筑和设备功能的描述，着重点在于建筑业主和用户的需求。

基本设计理念包括设计方在满足用户需求前提下，如何选择建筑系统和满足建筑空间要求。设计理念最基本的要素是建筑类别的一般性描述，除此之外还包括诸如用户年龄构成、空气质量、新风量、房间负荷以及使用方式等方面的细节要求。

2. 设计阶段

设计阶段的建筑过程监控工作是通过设计内容的综合审查以及横向比较，进一步优化建筑性能。综合评述文件不仅仅是审视设计是否符合相关的建设法律、法规，至少还应该包括以下内容：

- 检查是否符合设计意图；
- 确认可调试的系统；
- 检查和测试细节说明；
- 可验证的设备参数；
- 罗列可测试和维修的系统；
- 承包商过程监控流程的细节描述。

3. 招标阶段

在该阶段，监控内容包含：

- 预招标会议；
- 记录预招标会议上的问题以及答复；
- 记录预招标会议后提交的问题及答复；
- 对投标预算进行评估；
- 按照招标预算筛选投标方。

4. 建造阶段

建造阶段又可分为以下几个部分：

- 建造工程前期
- 静态检查阶段
- 启动阶段（功能验证）
- 试运行阶段（性能验证）
- 建筑运行维护人员培训以及调试文件确认阶段

5. 保证期和季节测试

▶ 保证期

建筑运行第一年保证期可能会有很多问题出现，但是，如果监控调试工作做得好的话，这些问题就不会那么显著，很容易就被运行维护人员处理好。

▶ 季节调试

由于建筑及其系统完成时间的限制，很多建筑设备系统不能得到充分的测试。例如，锅炉系统的测试在夏天就很难完成，同样制冷机和冷却塔在冬季也很难完成测试。因而，监控测试应该包括某些设备在适宜的工况下进行季节性测试。另外，在春秋过渡型季节，也应该作部分负荷下的性能测试

6. 再调试（已有建筑的调试）

需要再调试的典型建筑有：十年以上的包含复杂系统的建筑；能耗运行成本过大的建筑；有显著环境控制问题的建筑；建筑用途发生改变的建筑。



通风空调系统的调试操作工艺

二、建筑过程监控与设备运行调试的关系

建筑过程监控（Building Commissioning）有别于传统的建筑设备及系统的运行调试即TAB（Testing-Adjusting and Balancing），建筑过程监控强调规划和集成，而早期的调试方案往往都不注重集成的概念。近年来，调试的概念才逐渐地从传统的HVAC系统及其设备的后期调试（TAB）转变为整个建筑系统建设的全过程监控。

总的来说，传统建筑设备TAB属于基础调试的范畴（Fundamental Commissioning），而建筑过程监控则属于建筑全寿命周期内高级调试的范畴（Additional Commissioning），建筑设备TAB属于建筑调试后期工作的一部分。

第三节 能源管理

能源管理是节能技术良好运行的保证，它有助于节能技术更好地发挥节能潜力，因此带来更好的经济效益。要实现建筑节能的目标，先进的能源管理技术是必不可少的。

一、能源管理的步骤和能源节约评价

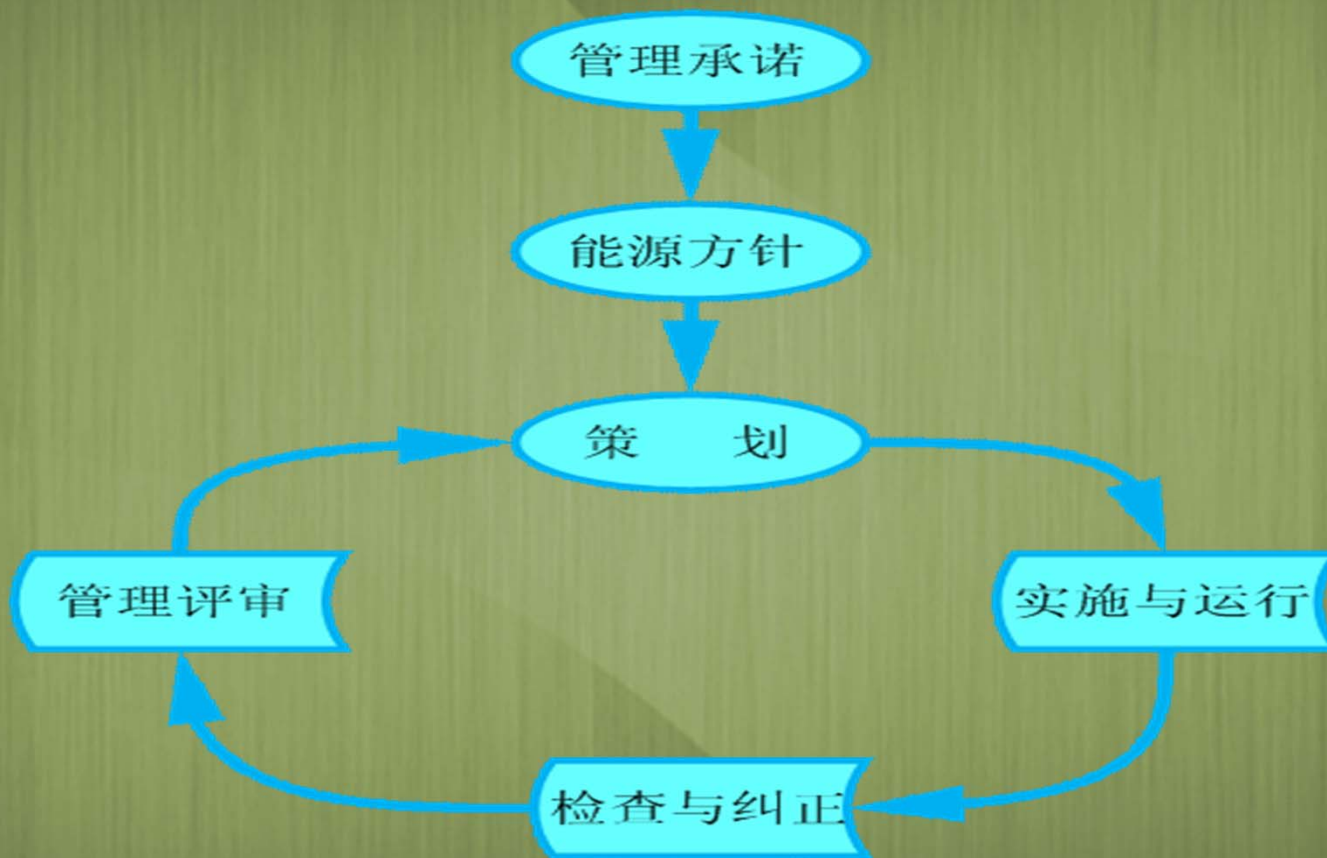
1. 能源管理的步骤

高效的能源管理步骤如下图所示，通常包括以下九个步骤：

- 制定管理任务
- 争取员工支持
- 开展能耗调查
- 了解存在的问题和制定相关对策
- 制定节能目标
- 记录目前的能耗
- 执行能源节约方案
- 监测能源节约效果
- 进行适当调整



能源管理步骤示意图



能源管理流程示意图

2. 节能效果评价

对各种节能措施的节能效果和投资进行评价，需要根据各方面的信息，包括建筑业主、物业管理者以及设备供应商等的信息，并结合相关的使用经验，才能做出正确的评价。对节能效果进行分析的主要目的有：

- 确定最佳的节能策略，以便能够获得最短的回报周期；
- 分析结果能够帮助现有建筑或新建建筑的业主、运行者和设备供应商更好地理解不同节能技术对节能所能带来的利益，以便做出正确的选择。

二、能源管理方法

能源管理可以帮助提高建筑能源利用效率，因而为建筑业主带来较好的经济回报。当然，要实现这个目标，需要采用合适的能源管理技术。

1. 建筑寿命周期内的能源使用

通常，建筑寿命周期内的能耗使用可分为四类，分别是：

- 初始能耗：是指在产品生产和维修过程中，直接或间接消耗的能源。
- 翻新能耗：是指在建筑运行期间，对建筑进行维修和翻新所消耗的能源。
- 运行能耗：包括建筑供热、供冷能耗、生活热水能耗、照明能耗、冷冻冷藏能耗，以及设备、器具的运行能耗等。
- 拆除能耗：是指在建筑寿命周期终结，拆除建筑时所消耗的能源。

2. 建筑寿命周期的能源管理

有效的能源管理是为了有效地利用能源。有很多因素会影响到建筑寿命周期中不同阶段的能源管理效果。为了能更好地分析这些因素，下面将分别研究建筑不同阶段，包括建筑设计、建筑施工、建筑运行和建筑拆除等各阶段的各种影响因素。

➤ 建筑设计阶段的能源管理

设计阶段所采用的管理方法，将会影响到建筑寿命周期的整个能耗曲线，这里所指的设计阶段的能耗管理主要强调的是建筑的节能设计。

➤ 建筑建造阶段的能源管理

建筑建造阶段指建筑的实际建造过程，该过程需要消耗能源来运输材料，运行各种建造设备和设施，如各种工具、照明、提升机、起重机等等。

➤ 建筑使用阶段的能源管理

建筑运行阶段的能耗与建筑能源管理密切相关。在建筑使用过程中，有效的能源管理和有效的节能程序是非常重要的问题，为实现这个目标，开发了很多不同的能源管理系统，在这当中，最具有代表性的是能源管理系统[Energy Management System, EMS(CIBSE, 1998)]。然而，EMS系统在使用中受到很多限制，它主要强调技术方法和工程程序，而对管理过程和使用过程考虑较少。

➤ 建筑拆除阶段的能源管理

正确地回收利用建筑拆除废料，能够减少对新材料的消耗，从而在很大程度上减少能源消耗。随着可持续发展意识的增强，研究如何减少建筑垃圾，回收建筑拆除废料中的能量，被认为是整个建筑能耗管理的重要组成部分。

三、建筑能源监控

1.建筑能源审计

(1) 什么是建筑能源审计？建筑能源审计是一种重要的建筑能耗检查。能源审计需要对至少一年来的各种建筑能耗、费用和需求进行分析，并且通过走访现场，检查建筑围护结构和耗能装置的能耗现状。建筑能源审计的主要目的是寻找节能机会，提出节能改造方案。

(2) 建筑能源审计的信息来源

在着手建筑能源审计之前，必须经过一个相关信息采集阶段，包括：

- ✓ 收集各月份的能耗账单；
- ✓ 对能耗账单进行分类，利用现场仪表读数，制作年度能耗报表；
- ✓ 熟悉各种测量仪表，如果使用了很多仪表，在图纸上对各个测量仪表进行编号；
- ✓ 了解每一个测量仪表所负责的设施或空间；
- ✓ 获取历史能耗数据，利用这些数据建立一个标准年，如果手头没有这些数据信息，可以从当地公共事业部门获取；
- ✓ 获取每一天的气象数据，这些信息可以从当地气象站或国家气象部门获得。

2. 能源管理系统

能源管理系统（EMS），又称建筑（设备）自动化系统（BAS），它利用计算机中央监控系统，集中监测与控制建筑（设备）系统的能耗和使用状况。这些系统尽管从规模和功能上可能不同，但它们的设计目的是相同的，都是在一定程度上集中监视和遥控暖通空调系统、照明系统、以及其他的建筑能耗系统，以提高其能源利用效率。

根据EMS系统的开发商估计，EMS系统除了能够实现其他有用的建筑管理功能外，还能够帮助减少能耗费用10%~20%。

EMS系统的主要部件包括传感器、控制器、执行器和软件系统等。

EMS系统平均能够节省建筑年总能耗的10%左右，通常，EMS系统通过控制设备来节约和管理能源使用，以至达到：a.设备只在需要时才运行；b.设备总是在需求的最小容量下运行；c.尽可能减少峰值电力负荷需求；另外，EMS系统还可以通过监视设备的运行数据，并将这些数据用于系统的故障检测与诊断，从而实现节能。

第四节 合同能源管理

一、建筑合同能源管理及其对建筑节能的意义

合同能源管理（EPC——Energy Performance Contracting）是一种新型的市场化节能机制，其实质就是以减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能业务方式。

合同能源管理是EMC公司通过与客户签订节能服务合同，为客户提供包括：能源审计、项目设计、项目融资、设备采购、工程施工、设备安装调试、人员培训、节能量确认和保证等一整套的节能服务，并从客户进行节能改造后获得的节能效益中收回投资和取得利润的一种商业运作模式。

EMC公司服务的客户不需要承担节能实施的资金、技术及风险，并且可以更快的降低能源成本，获得实施节能后带来的收益，并可以获取EMC公司提供的设备。

合同能源管理项目的特点：

④ 节能效率高

项目的节能率一般在10%—40%，最高可达50%。

④ 客户零投资

全部设计、审计、融资、采购、施工监测等均由EMC公司负责，不需要客户投资。

④ 节能有保证

EMC公司可以向用户承诺节能量，保证客户可以马上实现能源成本下降。

④ 投资回收短

项目投资额较大，投资回收期短，从已经实施的项目来看回收期平均为1—3年。

④ 节能更专业

EMC公司提供能源诊断、改善方案评估、工程设计、工程施工、监造管理、资金与财务计划等全面性服务，全面负责能源管理。

④ 技术更先进

EMC公司背后有国内外最新、最先进的节能技术和产品作支持，并且专门用于节能促进项目。

④ 客户风险低

客户无须投资大笔资金即可导入节能产品及技术，专业化服务，风险很低。

④ 改善现金流

客户借助EMC公司实施节能服务，可以改善现金流量，把有限的资金投入在其他更优先的投资领域

④ 提升竞争力

客户实施节能改进，节约能源，减少能源成本支出，改善环境品质，建立绿色企业形象，增强市场竞争优势。

合同能源管理的业务范围：

EMC能源服务业，广义来说，业务范围包括能源的买卖、供应、管理；节能改善工程的施实；节能绩效保证合同的统包承揽；耗能设施的运转维护与管理；节约能源诊断与顾问咨询等。

EMC公司提供能源用户能源审计诊断评估、改善方案规划、改善工程设计、工程施工、监理，到资金筹集的财务计划及投资回收保证的等全面性服务；采用适当的方法或程序验证评价节能效益，为能源用户提供节能绩效保证，再以项目自偿方式由节约的能源费用偿还节能改善工程所需的投资费用。

EMC模式带给能耗企业的效益：

- 1、能耗企业不用资金投入，即可完成节能技术改造；
- 2、节能工程施工完毕，就可分享项目的部分节能效益；
- 3、在合同期内，能耗企业的客户支付全部来自项目效益，现金流始终为正值；
- 4、合同结束后，节能设备和全部节能效益归能耗企业；
- 5、EMC为能耗企业承担技术风险和经济风险。

合同能源管理方式实施节能项目具有以下优点：

- 专业、系统的技术和服
- 利用减少的能源费用来支付节能改造项目的成本；
- 通过把实施节能项目的风险和负担转嫁给EMCo，克服由于实施项目的可能风险所造成的耗能企业对实施节能项目的保留态度；
- 通过把节能项目开发的主要负担转嫁给EMCo，帮助企业克服节能项目经济效益不明显、占用企业精力太多的担心和疑虑；
- EMCo通过同类项目的开发和大量“复制”来提高其节能项目运作能力，降低节能项目的实施成本，并且节能项目的资金偿还出自节能项目本身产生的节能效益，从而减轻了企业实施节能项目的融资压力。

随着合同能源管理机制在我国的不断发展，已经出现了如下三种不同的类型，与目前在北美和日韩等国的情况基本相似。

1. 节能效益分享型

这种类型的合同规定由EMCO负责项目融资，在项目期内客户和EMCO双方分享节能效益的比例。

例如，在5年项目合同期内，客户企业和EMCO双方分别分享节能效益的20%和80%，EMCO必须确保在项目合同期内收回其项目成本以及利润。此外，在合同期内双方分享节能效益的比例可以变化。例如，在合同期的头2年里，EMCO分享100%的节能效益，合同期的后3年里客户和EMCO双方各分享50%的节能效益。

2. 节能量保证型

在这种类型的合同里，EMCo 保证客户的能源费用将减少一定的百分比，既可由EMCo提供项目融资，也可由客户自行融资。

例如，EMCo保证客户锅炉的燃料费减少10%，而所有附加的节能效益全归EMCo享受。

3. 能源费用托管型

在这类型合同中，由EMCo负责管理客户企业整个能源系统的运行和维护工作，承包能源费用。

建筑合同能源管理是合同能源管理的一种。建筑节能服务公司将建筑物的全部能耗（采暖空调、照明、电梯、水泵等）或者部分能耗（如采暖空调系统）进行合同管理，业务方式和工业项目等的合同能源管理业务方式相同。

建筑合同能源管理是促进建筑设备优化运行、实现建筑节能的重要措施。

二、节能服务公司（EMCo）的业务特点及其主要类型

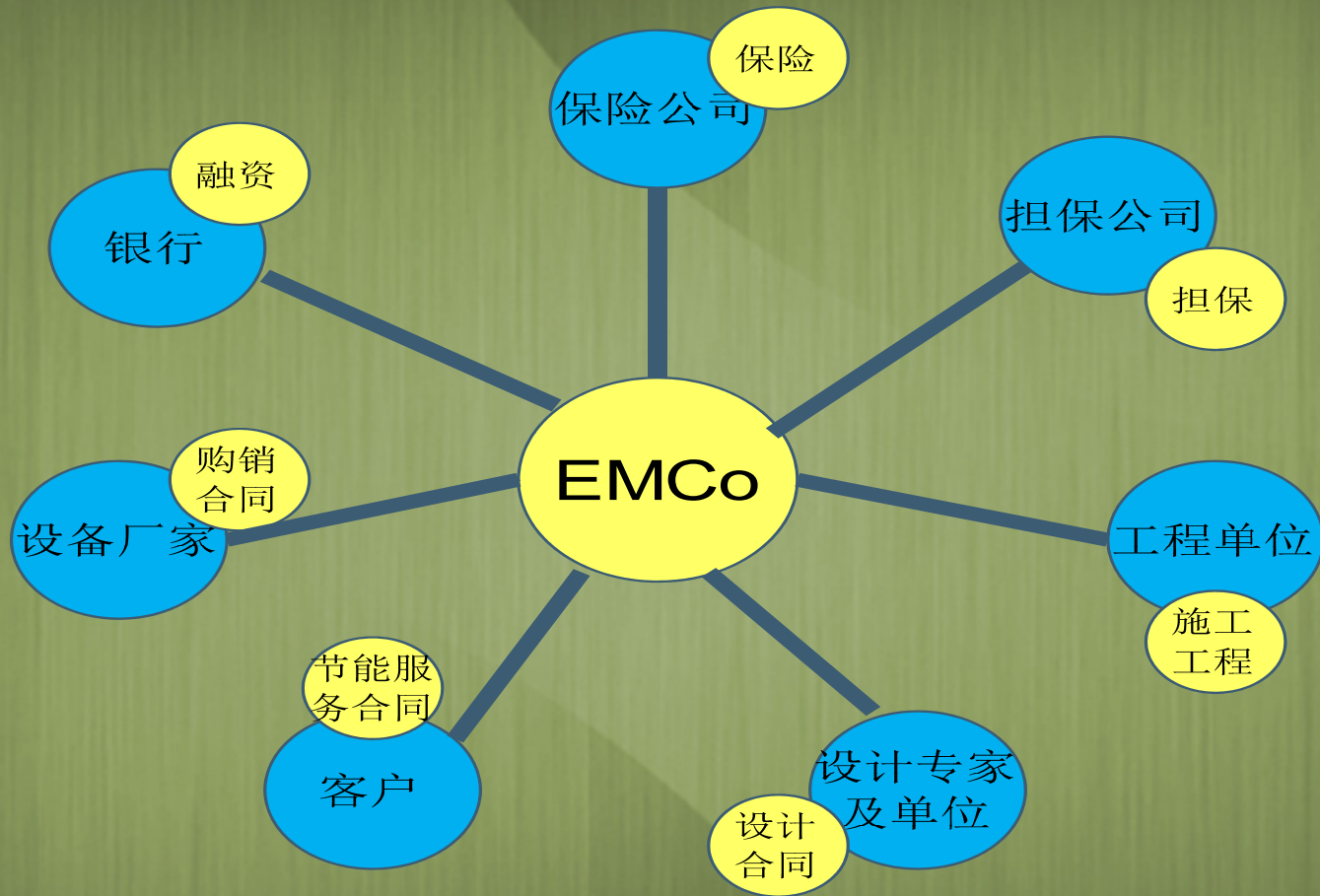
节能服务公司（EMCo——Energy Management Company，或者ESCo——Energy Service Company），又称能源管理公司，是一种基于合同能源管理机制运作的、以赢利为目的的专业化公司。

EMCo的业务模式:

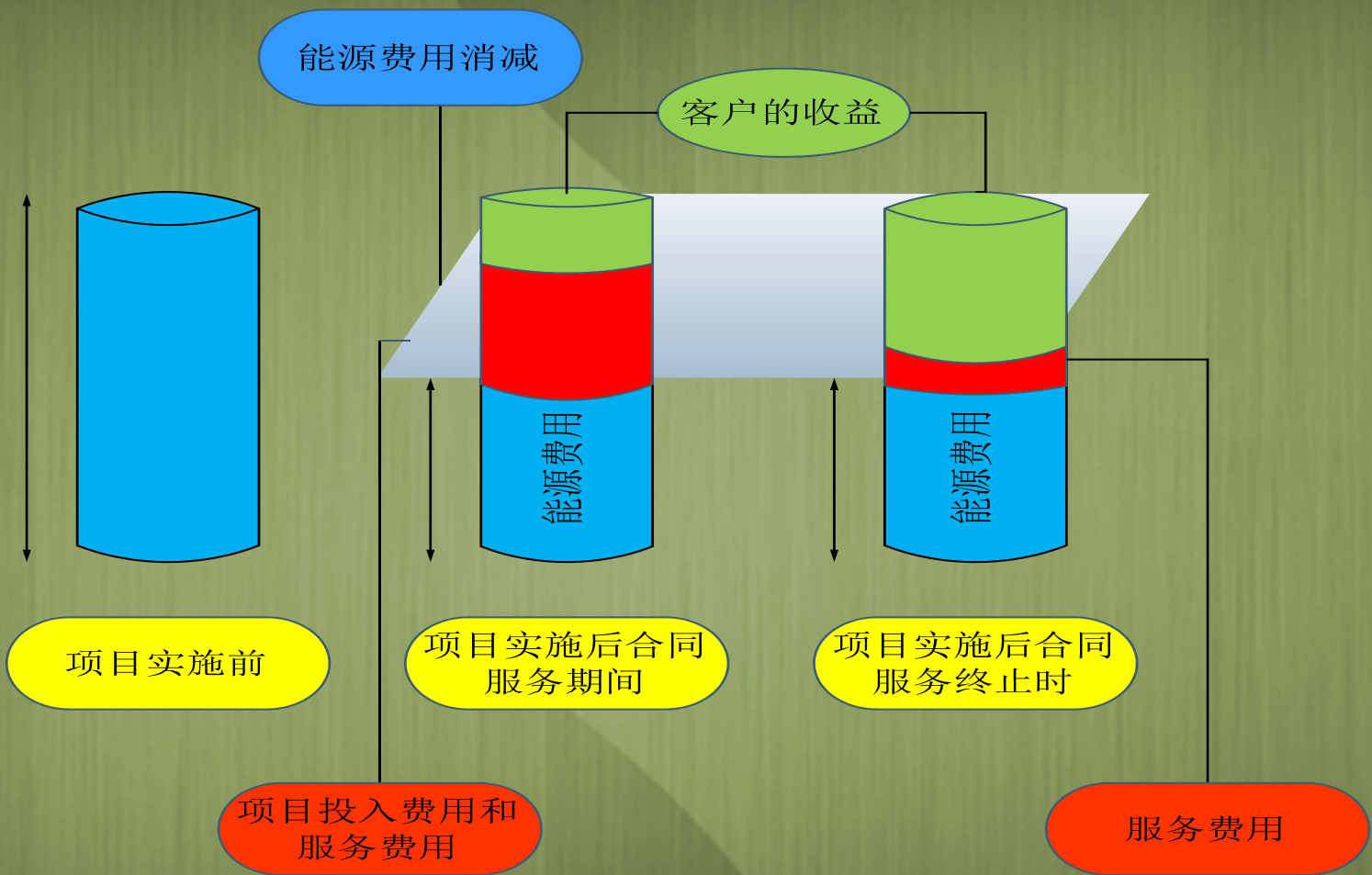
1. 能源审计（节能诊断）
2. 节能项目设计
3. 节能服务合同的谈判与签署
4. 节能项目融资
5. 原材料和设备采购、施工、安装及调试
6. 运行、保养和维护
7. 节能效益保证
8. EMCo与客户分享节能效益
9. 项目所有权赠送给客户

EMCo是市场经济下的节能服务商业化实体，在市场竞争中谋求生存和发展，与我国从属于地方政府的节能服务中心有根本性的区别。EMCo所开展的EPC业务具有一下特点：

- 商业性：EMCo是商业化运作的公司，以合同能源管理机制实施节能项目来实现盈利的目的。
- 整合性：EMCo业务不是一般意义上的推销产品、设备或技术，而是通过合同能源管理机制为客户提供集成化的节能服务和完整的节能解决方案，为客户实施“交钥匙工程”。
- 多赢性：EPC业务的一大特点是一个该类项目的成功实施将使介入项目的各方包括EMCo、客户、节能设备制造商和银行等都能从中分享到相应的收益，从而形成多赢的局面。
- 风险性：EMCo通常对客户的节能项目进行投资，并向客户承诺节能项目的节能效益，因此，EMCo承担了节能项目的大多数风险。



EMCo 图解



EMCo 收益示意图

EMCo企业的主要类型包括：

- ❑ 节能技术服务公司，主要业务是为客户提供能源效率审计、项目设计、原材料和设备采购、施工、工程验收、节能量监测、系统维护等节能技术服务，以“合同能源管理”的方式推广整合型的节能设备和技术。
- ❑ 节能产品生产厂商，以生产节能产品为主，并以“合同能源管理”的方式销售自产产品。
- ❑ 节能产品销售公司，受节能产品生产厂商的委托，销售成熟的节能产品，在销售过程中采用“合同能源管理”方式。

三、常见节能改造措施或解决方案

合同能源管理能够实施的前提是节能解决方案，即根据系统特征，找到节能的方法。解决方案由各种具体措施组成，常见的措施包括：

- (1) 加强管理——节约用能
- (2) 汰旧换新——提高能效
- (3) 改进工艺——挖潜增效
- (4) 加强维护——减少损耗
- (5) 加装节能器——减少能耗
- (6) 错峰用电——减少电费
- (7) 计算机远程监控——科学用能