

节能量测量与验证技术体系研究报告

国宏美亚（北京）工业节能减排技术促进中心

2013年8月

目 录

前言.....	1
一、研究背景.....	2
1.1 节能量测量与验证的需求.....	2
1.2 节能量测量与验证技术体系研究的必要性.....	4
二、节能量及相关测量标准分析.....	5
2.1 节能量.....	5
2.2 节能量测量与验证技术规范.....	6
2.3 温室气体减排量的测量技术规范.....	11
2.4 节能量测量与验证的核心要素.....	18
2.5 总结分析.....	20
三、节能措施分析.....	22
3.1 十大重点节能工程.....	22
3.2 节能技术改造财政奖励备选项目.....	28
3.3 合同能源管理财政奖励的节能措施类型.....	29
3.4 电力需求侧管理目标责任考核项目类型.....	29
3.5 其他机制下的节能措施类型.....	31
3.6 总结分析.....	31
四、关于构建节能量测量与验证技术体系的思考.....	31
4.1 目的与定位.....	31
4.2 构建原则.....	32
五、技术体系构成.....	33
5.1 规范体系.....	34
5.2 支撑体系.....	38
5.3 实施体系.....	40
六、技术路线.....	42

前言

能源支撑着人类的生存与进步。工业革命之后，各国尤其是工业发达国家开始了对煤炭、石油、天然气等化石能源的大规模开采和利用，化石能源开采量在近一百多年间呈几何级增长。化石能源的大量取用，换取了人类社会的快速发展和高度文明，同时也带来能源短缺及气候变暖等一系列全球性问题。

在能源短缺及气候变暖的双重压力下，各工业国家在加紧开发新能源的同时采取了多种措施来提高能源利用效率或改变能源利用方式，从而减少能源消耗减少温室气体排放。一般而言，开发新能源的单位成本远比节省能源的单位成本昂贵，因此各国对节能措施（包括技术的、管理的）给予了相当重视，并形成了一系列促进节能措施应用的节能机制。在这其中，节能量既是衡量节能措施节能能力的标准，也是相关节能机制顺利实施的基础，因此，制定并统一科学合理的节能量测量与验证技术标准显得尤为重要。

不论是节能量还是减排量，都体现为节约量的概念，且多数情况下两者具备直接的关联关系。关于节能量和减排量的测量与验证，发达国家已有一些成功经验和做法，尤其是温室气体排放的相关规则和标准，一定程度为节能量的测量与验证提供了参考和指引，同时温室气体测量和节能量测量的部分国际标准也存在共同的作者。

本研究基于国内节能量测量与验证的需求及存在的问题，通过调研分析节能量测量与验证的相关标准及国际做法，以国内现行各种节能机制下的节能措施为对象，提出针对性的技术体系构成及构建方案。

技术体系构成概述了技术体系的框架结构，提出由规范体系、支撑体系和实施体系综合构成节能量测量与验证的整体技术体系，描述了体系间的相互联系以及各体系在节能量测量与验证活动中的作用。

构建方案部分围绕技术体系的建立与运转，提出了技术体系的构建路线，同时为了快速有效开展技术体系的构建，明确了近期的工作计划。

一、研究背景

1.1 节能量测量与验证的需求

1.1.1 现行的政策激励机制

1) 节能财政奖励

自我国国民经济和社会发展“十一五”规划纲要首次将节能减排作为约束性指标存在以来，中央政府先后采取了多种行政及经济手段来推动全社会的节能行动，如：相继发布了《节能技术改造财政奖励资金管理暂行办法》、《节能技术改造财政奖励资金管理办法》、《合同能源管理财政奖励资金管理暂行办法》，由中央财政安排专门资金，依据经第三方节能量审核机构审核的企业实际年节能量，采取“以奖代补”对企业及节能服务公司给予适当支持和奖励，引导企业积极采用先进节能技术，提高能源利用效率，从而促进节能减排目标的顺利实现。

2012年7月，国家发改委制定了《电力需求侧管理城市综合试点工作中央财政奖励资金管理暂行办法》，由中央财政安排专项资金，按实施效果对开展电力需求侧管理综合试点工作的城市给予适当奖励，以加强我国电力需求侧管理工作，保障电力供需总体平衡，促进发展方式转变，推动“十二五”节能减排目标实现。

2) 节能目标责任制

根据《万家企业节能低碳行动实施方案》要求，国家发改委组织制定了《万家企业节能目标责任考核实施方案》，以《万家企业节能低碳行动实施方案》规定的各地区万家企业“十二五”节能量目标为基准，根据企业每年完成节能量情况及进度进行评分，节能目标完成情况为否决性指标，未完成节能目标，考核结果即为未完成等级。

2010年11月发布的《电力需求侧管理办法》提出了电网企业0.3%的节电指标，并鼓励第三方机构认定电力电量节约量。为贯彻落实《电力需求侧管理办法》，国家发改委制定了《电网企业实施电力需求侧管理目标责任考核方案（试行）》，以建立健全电网企业电力需求侧管理目标责任评价和考核制度，确保实现《电力

需求侧管理办法》规定的电力电量节约指标，在这其中，电力电量节约指标为定量考核否决性指标。

1.1.2 潜在的节能市场机制

从我国将节能减排列为约束性指标到现在，国家主要是通过行政及经济手段来推动社会的节能减排工作，虽然初期效果较为明显，但成本较高。随着节能工作的深入，通过行政及经济手段实现节能的潜力越来越小，鉴于此，国家迫切需要引入市场机制作为促进节能减排的长效机制存在。

1) 节能量交易

节能量交易是指各类用能单位（或政府）在其具体节能目标下，根据目标完成情况而采取的买入或卖出节能量（或能源消费权）的市场交易行为。具体分为两类：一是基于能源消费权（能源消费指标）的交易，政府制定能源消费总量目标，并将其分解到各类用能单位或政府，各单位根据其持有能源消费指标数量和实际能源消费量决定购买或者出售能源消费指标；二是基于项目的交易，项目业主实施节能措施经验证产生的节能量可参与市场交易。

国家发改委酝酿在“十二五”期间推广节能量交易机制，并将根据节能量交易机制的研究情况，适时在部分省市进行试点，在总结试点经验的基础上在全国推广，深入推进节能工作，确保实现“十二五”期间万元 GDP 能耗降低 16%。

2) 合同能源管理

合同能源管理是发达国家普遍推行的、运用市场手段促进节能的服务机制。其实质是一种以减少的能源费用来支付节能措施全部成本的节能投资方式，这种节能投资方式允许用户使用未来的节能收益进行节能技术改造，并降低目前的运行成本。节能服务合同在实施节能措施的企业（用户）与专门的节能服务公司之间签订，合同模式主要有节能效益分享型、节能效益支付型、节能量保证型（效果验证型）等，不论哪种模式，其核心基础都是科学合理地认定项目的节能量。

近年来，我国政府加大了对合同能源管理模式的扶持力度，2010 年 4 月 2 日国务院办公厅转发了国家发改委等部门《关于加快推行合同能源管理促进节能服务产业发展意见的通知》、财政部出台了《关于印发合同能源管理财政奖励资金管理暂行办法》，从政策上、资金上给予大力支持，促进节能服务产业的健康

快速发展。

1.2 节能量测量与验证技术体系研究的必要性

不论是强制性的政策激励机制还是符合市场经济规律的市场机制，其有效实施都离不开科学合理的节能量测量与验证技术的支撑。而国内节能量测量与验证正处于起步阶段，存在多方面的不足，主要体现为：

1.2.1 标准细化不足

目前常见的测量与计算标准往往针对特定的对象给出计算公式，在对象明确的前提下，公式中的各项参数较为清晰，最终结果的计算相应有据可依。然而，不同于常见的技术标准，节能量测量与验证技术面对的对象很广，项目类型众多，实际测量过程中涉及边界条件的划定、参数选取、对相关参数的调整等，不同的行业有其专业性存在，单单列举计算公式显然不足以指导实际的节能量计算。

在目前的节能量审核过程中，因为缺少细化的指导依据，第三方节能量审核机构往往出现因主观理解不一致而导致项目的审核结果出现偏差，审核结果重复性差，审核结果难以互认。这类问题的存在降低了节能量审核工作的效率，甚至一定程度上影响到审核工作的客观公正性。

当然，我们也应该认识到，标准的细化不足不是某个人或机构造成的，而是标准的固有属性所决定的。因为标准要兼顾所涉及的全体对象，进而提出共性原则和要求，其本身也难以做到细化。

1.2.2 能力参差不齐

自 2008 年财政部、国家发展改革委第一次公布节能量审核机构以来，各级节能、财政主管部门认定的节能量审核机构已逾百家，这些机构在近年节能技改项目、合同能源管理项目的节能量审核工作中发挥了重要的作用，为国家及地方节能奖励资金的准确发放起到了一定的保障作用。

尽管如此，由于我国节能量审核机制尚未完整建立，开展节能量审核工作时间较短，各级主管部门的管理力度强弱不均，导致节能量审核机构审核能力参差不齐，部分审核机构存在人员结构不合理、专业技能不扎实、责任意识不强的问

题，甚至在审核过程中多次出现错核、误核现象，这些现象说明各级主管部门亟需加强对审核机构的管理。

从目前国家和地方各级主管部门出台的文件中对节能量审核机构的要求来看，多少都存在一些不足之处，有的是未对机构的从业背景提出要求，有的是对机构人员配置要求不明确，有的尽管提出了一定的要求但是门槛偏低。

1.2.3 缺乏即时释疑

标准的属性决定了其更多的是提出共性原则和要求，如此在实践过程中，针对具体项目特定环节，节能量测量与验证从业者往往会存在疑问，在缺乏指导的情况下，直接做出基于个人理解的主观判断，难免导致最终结果产生偏差。

长期以来，技术标准通常是由政府部门或者标准化组织制定，标准制定后，往往将存在的问题集中于若干年之后进行修订，缺乏即时的标准释疑。随着市场需求的增加和技术进步的加速，这种标准制定方式逐渐难以适应市场的需要，技术标准开始向市场主导的方向发展，企业日渐成为标准制定的主体，以企业主导制定的标准能及时反映市场需求和技术发展状态。

上述问题的存在使得当前的节能量测量与验证工作远不能支撑财政奖励资金节能量审核、合同能源管理、节能量交易等措施的有效实施，更不足以满足未来庞大的市场需求。如不加快节能量测量与验证技术体系研究步伐，并加以规范和引导，它将成为制约中国节能工作深入开展的瓶颈之一。

二、节能量及相关测量标准分析

2.1 节能量

节能量定义为满足同等需要或达到相同目的条件下，使能源消费减少的数量。节能量是通过减少能耗的形式表现出来的，因此不能直接测量，只能通过比较某个节能措施执行之前和执行之后的能源消耗量，并根据不同条件的变化做适度的调整而确定。

产生节能量的三大途径分别是：技术节能、管理节能和结构节能。技术节能，顾名思义就是通过技术进步来完成节能；结构节能，指依靠产业结构调整实

现节能；管理节能，主要通过完善组织能源管理制度来实现节能。

2.2 节能量测量与验证技术规范

2.2.1 国际性能测量和验证协议

20 世纪 90 年代，美国能源部(US Department of Energy, DOE)为克服当时能效项目面临的各种障碍，邀请美国劳伦斯伯克利国家实验室与其共同开发一个国际认可的关于检测和确认节能投资效果的方法，接着又有加拿大和墨西哥等北美国家的专家陆续加入到该项目工作中，经过不断发展与更新，形成了目前国际上普遍认可和采用的用于测量和验证节能量的基础规程——《国际性能测量和验证协议》(International Performance Measurement and Verification Protocol, IPMVP)。

1) IPMVP 核心内容

为合理地报告项目的节能量，IPMVP 提供了一个框架和四种测量与验证选项方法。

(1) 框架

节能量通过比较节能措施实施前某段时间（基期）和实施后某段时间（报告期）的能耗量，再对实施前后运行工况进行适当调整而得出：

$$\text{节能量} = (\text{基期能耗量} - \text{报告期能耗量}) \pm \text{调整量}$$

引入调整量是为了统一节能措施前后影响能耗的外界条件，将节能措施对能耗的影响与同期其它变化对能耗的影响区分开，通常有两种调整量：常规调整和非常规调整。

常规调整：对报告期内预期会发生的正常变化，因而引发的对能耗由决定性作用的因素的调整，例如天气或产量。

非常规调整：对不可预见的，对能耗有决定性作用的因素的变化而作的调整，如设施尺寸、入住者类型等。

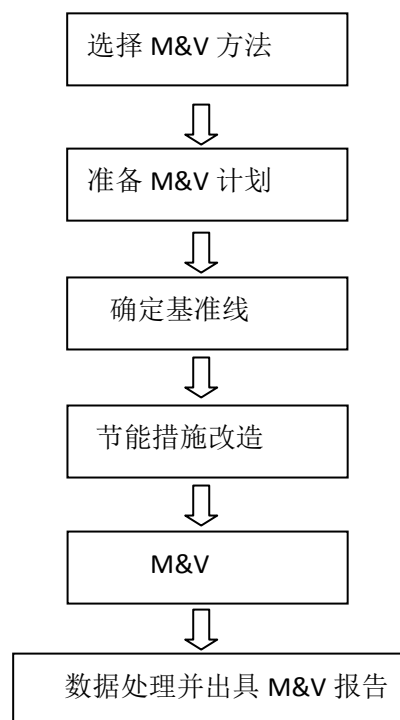
能耗量定义为某个具体对象在某个特定时间段的能源消耗量，针对对象及时间段的确定，IPMVP 提出了项目边界及基期、报告期的概念，并提出了相应的要求。

能耗量可通过以下一种或及几种方法确定：

- 水电费或燃料公司的发票；
- 隔离出节能措施或耗能设施部分，通过专用仪表进行测量得到的能耗量；
- 单独测量在能耗量计算中用到的参数。例如设备的电力负荷与运行时间可单独测量，二者相乘即得设备的能耗量；
- 测量可正确确定能耗量的间接参数。如变频器的输出信号即可作为确定电机耗电量的间接参数

对耗能系统或设施进行计算机模拟，并利用真实数据对模拟进行校准。

IPMVP 提出 M&V 程序应包含如下步骤：



(2) 选项方法

IPMVP 给出了四个选项方法来测量能耗量（A、B、C 和 D），选择时需要考虑包括测量边界的地点等多个因素。如果要确定整体耗能实施层次的节能量，选项 C 方法和选项 D 方法是较合适的；如果仅关注节能措施本身的性能，则隔离改造部位的方案更加适合（选项 A、B 或 D 方法）。各选项方法介绍如下：

IPMVP 选项方法	如何计算节能量	典型应用
<p>A. 隔离改造部分：测量关键参数 通过现场测量关键性能参数来确定节能量，此关键性能参数决定了节能措施作用系统的能耗量，以及 / 或决定了项目的成功与否。 可以是短期测量，也可以是连续测量，这取决于被测参数的预期变化以及报告期的长短。 其它参数通过估计得到，估值的根据是历史数据，设备制造商的规格表，或工程技术判断。应记录估值来源或说明估值的合理性。还要评估使用估计值代替测量值可能出现的节能量误差。</p>	<p>基期和报告期能耗量的工程技术计算可通过： 对关键参数的短期或连续测量；以及必要的常规和非常规调整。</p>	<p>照明改造项目，其中耗电功率是关键参数，需要对其进行周期性测量。通过建筑物的运行安排和入住者的行为特点来估计照明系统的运行时间</p>
<p>B. 隔离改造部分：测量所有参数 对进行节能措施的系统的能耗量进行现场测量以确定节能量。 可以是短期测量，也可以是连续测量，这取决于被测参数的预期变化以及报告期的长短</p>	<p>对基期和报告期的能耗量进行短期或连续测量，或测量决定能耗量的间接参数，通过工程技术计算得出能耗量。必要的常规和非常规调整。</p>	<p>采用变速拖动和控制技术来调节水泵流量。在电机的电源端安装功率表测量功率，每分钟测量一次。在基期用功率表进行一周的测量来证明是恒定负荷。在报告期持续测量以跟踪功率的变化。</p>
<p>C. 整体耗能设施 通过测量耗能设施整体或子耗能设施来确定节能量。在报告期内对耗能设施整体的能耗量进行连续测量。</p>	<p>分析耗能设施整体在基期和报告期的（市政）表计数据。 使用简单比较法或回归分析法进行必要的常规调整。 进行必要的非常规调整量。</p>	<p>综合能源管理计划影响耗能设施中的多个系统。利用燃气和电力市政表进行为期 12 个月的基期能耗数据测量，并在整个报告期进行能耗数据的测量。</p>
<p>D. 经校准的模拟 通过模拟耗能设施整体或子耗能设施来确定节能量。证明模拟程序可以充分模拟耗能设施真实的能耗性能。此方案通常要求使用者在校准模拟方面具有高超的技巧。</p>	<p>模拟能耗状况，并利用小时或月度的能耗费用帐单进行校准。（能源最终用户的表计可以用来提高输入数据质量。）</p>	<p>综合能源管理计划影响耗能设施中的多个系统，但在基期没有计量表。 安装了燃气表和电表后，能耗测量值可用来校准模拟结果。 用经校准的模拟来确定基期能耗量，并与模拟出的报告期能耗量进行比较。</p>

2) EVO 与 CMVP 培训

2002 年，IPMVP 有限公司成为一所独立的非营利性机构，并解除了美国能源部门作为其组织者的责任，为国际社会服务。IPMVP 有限公司自行筹资、建立网站、出版新的第三卷新建筑和可再生能源。2004 年，IPMVP 有限公司根据其扩充的业务和着眼点，更名为国际能效评估组织（Efficiency Valuation Organization，以下简称 EVO），EVO 创建了国际的和地区的团队来编写国际 M&V 方法。作为全球性会员制组织，EVO 的使命是开发和推广标准化的方法学来量化及管理在终端能效、可再生能源和水效项目交易中的风险及收益。EVO 目前负责维护和支持 IPMVP 的编辑、修订和管理。

注册能效评估师（CMVP）是由国际能效评估组织 EVO（Efficiency Valuation Organization）开展的关于节能量检测和确认（M&V）的国际资质认证和考核，证书由美国能源工程协会（AEE）颁发，此证书为国际上众多知名 ESCO、用能企业及国际机构所公认，得到了各界广泛的采纳和应用。拥有此证书是欧美等国运用 IPMVP 方法实施节能量测量和验证的必备条件之一。CMVP 的开展增加了 IPMVP 的受众，对于合理利用 IPMVP 也起到了积极的促进作用。

如何获得 CMVP 证书：

- （1）参加规定学时“注册能效评估师（CMVP）”培训
- （2）参加并通过考试
- （3）满足理论和实践经验条件（以下条件满足任意其即可）：
 - 拥有注册能源管理师的头衔（由 AEE 颁发）
 - 拥有四年制工科本科学历或注册专业工程师（PE）或者是注册建筑师加上三年相关的经历
 - 拥有四年制本科学历，加上 5 年的相关工作经验
 - 拥有 10 年的相关工作经验

3) IPMVP 的扩展

作为一种国际认可的规程，IPMVP 自出版以来，已成为许多国家制定节能量测量和验证方案的指导标准。北美许多公用事业公司和节能服务公司已把 IPMVP 作为业界节能量测量和验证的标准方案。同时，IPMVP 已经被翻译成法语、捷克语、日语、韩语、俄语、西班牙语、汉语等多种语言，在美洲、欧洲和亚洲的日本等国，以及中国的台湾、香港地区广泛使用。

IPMVP 的出发点是建立一个框架性的方法，细节问题随项目不同而不同。对任何应用的国家都可以补充一些更详细的全国性和地区性的能效导则。同时，IPMVP 不是一个强制性的标准，每个用户可以建立其专有的 M&V 计划以表达其项目的专有特点。

以下是美国在利用 IPMVP 方面的成果：

(1) 美国供暖、制冷与空调工程师学会的《指南 14-2002 能源和需求节约量测量》为节能量测量提供了详细的技术细节，为 IPMVP 提供了充足的补充。

(2) 美国加利福尼亚州公共事业委员会制定了《加州能效评估规程：为评估专家提供技术上、方法上和报告数据上的要求》，这份文件为电力公司提供了执行能效项目的指南，同时也体现了 IPMVP 在单独的项目 M&V 中的作用。

(3) 1973 年，美国政府开始实行联邦政府能源管理计划（简称 FEMP），该计划用于引导政府各部门更为有效地利用能源，涉及以下领域：新建建筑、建筑改造、设备采购、管理、运行和维护、水电煤气和负荷管理。为合理验证联邦能源项目的节能量，美国制定了《测量与验证指南 联邦能源项目的测量和验证》（目前为 3.0 版），该指南为各种节能措施提供了具体的 M&V 方法，指南大致与 IPMVP 的结构一致。

2.2.2 节能量测量和验证技术通则

由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC20）归口，中国标准化研究院等单位起草的《节能量测量和验证技术通则》（GB/T 28750-2012）于 2013 年 1 月 1 日起实施生效。

《节能量测量和验证技术通则》扼要说明了节能量测量和验证的程序、测量和验证方案、节能量测量和验证方法以及技术要求等内容；提出了“能耗基准—影响因素”模型法、直接比较法、模拟软件法三种节能量测量和验证方法；概述了不同节能量测量和验证方法的不确定性程度。

该标准属于推荐性标准，适用于节能技术改造项目的节能量测量和验证，新建类项目、管理类项目的节能量测量和验证也可参考使用。

推荐性标准的一般特征是通用性较强，覆盖面大，同时推荐性标准的技术内容一般规定得不够具体，而比较简单扼要，比较笼统、灵活。虽然是一种自愿采用的国家标准，但推荐性标准一经接受并采用，或各方商定同意纳入经济合同中，

就成为各方必须共同遵守的技术依据，具有法律上的约束性。

2.3 温室气体减排量的测量技术规范

2.3.1 清洁发展机制方法学体系

1997年，在日本东京召开的《联合国气候变化框架公约》第3次缔约方会议（COP3）通过了旨在落实公约目标和推动减排进程的《京都议定书》。为帮助附件一缔约方完成他们的减排目标，《京都议定书》提出了“联合履行”（JI）、“清洁发展机制”（CDM）和“排放贸易”（ET）三种境外减排的灵活机制。

《联合国气候变化框架公约》第七届缔约方会议（COP7）通过的CDM方式和程序，为执行CDM制定了详细的规则。

1) CDM 项目流程

CDM是基于项目一级的活动，一个CDM项目自提出直到获得经验证的减排量（CER），包括以下八个主要阶段：

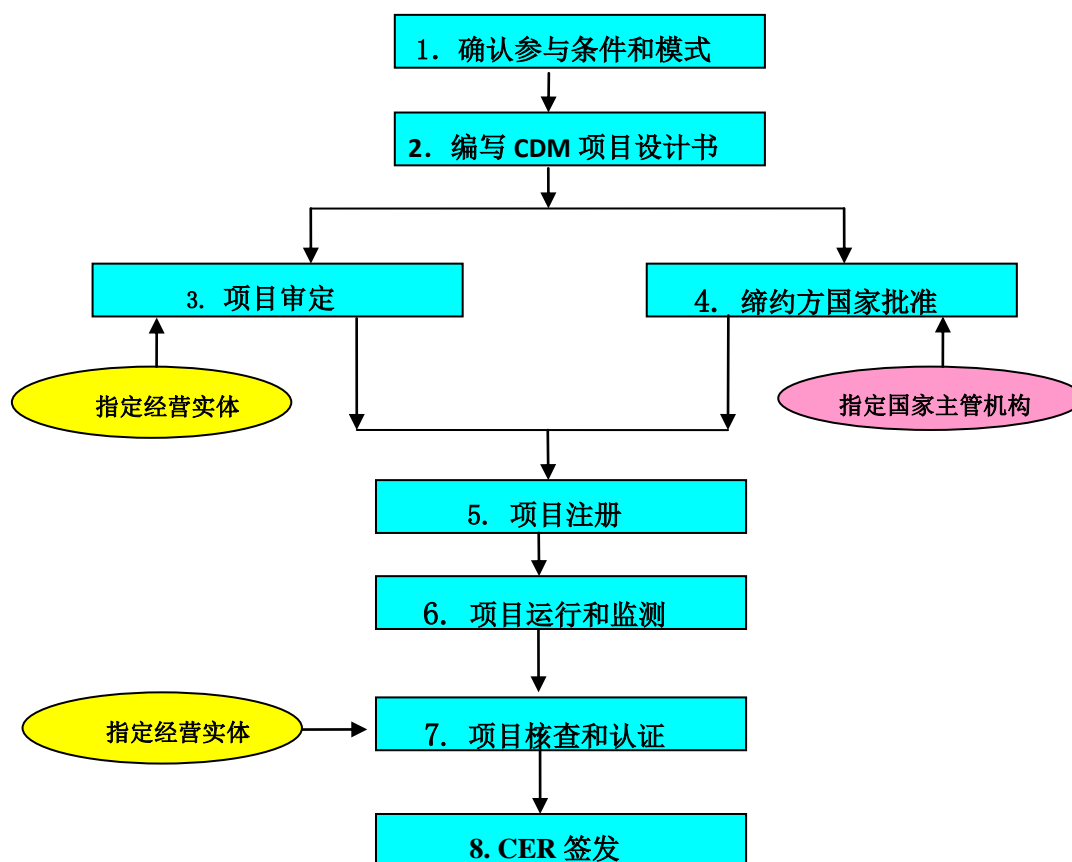


图1 CDM运行程序示意图

2) 相关机构

在 CDM 运行过程中，涉及到的主要技术服务机构如下：

(1) CDM 执行理事会

CDM 执行理事会（Executive Board, EB）向缔约方会议汇报工作单位并接受其指导和监督，负责对 CDM 的日常进行监督，具有一系列重要职责，例如：向缔约方会议提出关于 CDM 模式和程序的进一步建议；批准 CDM 方法学；负责认证经营实体；注册 CDM 项目，为了协助经营实体的审定与核查工作，EB 还设立了小型 CDM 项目活动专家小组、方法学专家小组、认证小组、造林和再造林专家小组以及注册和签发小组，如下图：

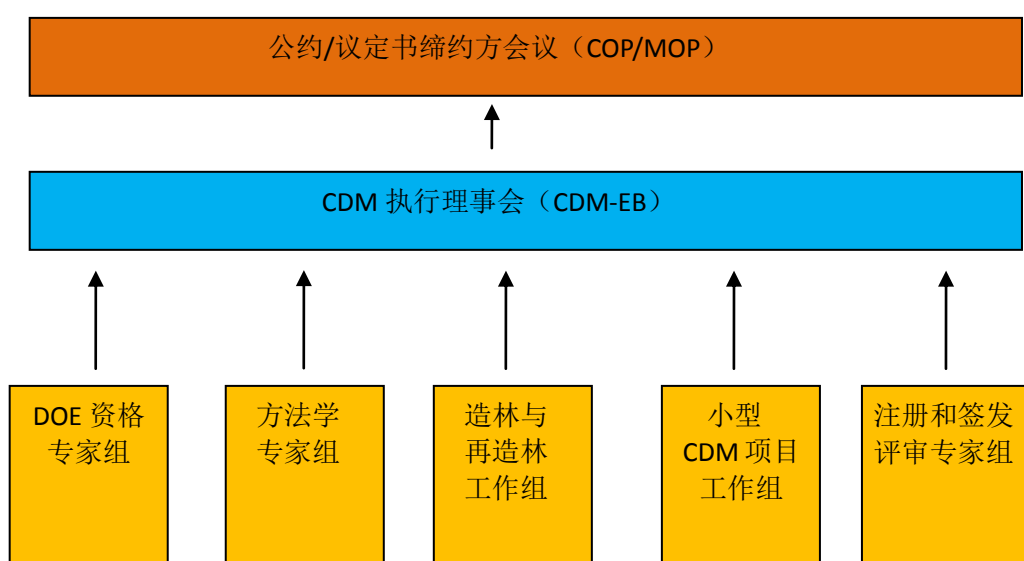


图 2 CDM 相关机构

(2) 指定经营实体

指定经营实体（Designated Operational Entity, DOE）是由执行理事会认证并由缔约方会议指定的法律实体，CDM（清洁发展机制）中的第三方独立审核机构。在 CDM 项目开发和实施过程中履行非常重要的职能，主要是审定 CDM 项目和核查 CDM 项目的减排量。由于其所具有的重要地位和作用，一个实体必须经过一系列严格评估才能成为 DOE，从而在相关领域从事减排量审定和核查工作。

(3) 咨询公司

从实际的交易情况看，能否在 EB 成功注册已成为决定交易成功的关键因素。而面对复杂、专业的申报注册程序，缺少专业知识和 CDM 项目操作经验的企业主们通常会选择让专业的咨询公司代为申请。此外，咨询公司也提供一般意义上的中介服务，包括为项目业主寻找和筛选碳购买方、协助企业与买方的谈判、帮助

企业完成项目审定注册以及减排量的核查与验证，最终促成 CDM 项目的完成等。

3) CDM 方法学

为确保 CDM 项目能带来长期的、实际可测量的、额外的减排量，EB 开发了一系列方法学。CDM 方法学是进行事前/事后估算、审定、测量、核查和验证 CDM 项目产生的减排量的程序和规则，满足公开、透明、可核实等国际规则。

(1) 方法学内容

方法学所涉及的主要方面包括：基准线、额外性、项目边界、泄漏和监测方法学等几个方面。

a. 基准线

基准线是合理地代表一种在没有拟议的 CDM 项目活动时会出现的温室气体源人为排放量的情景。基准线是计算项目减排效益的基础，CDM 模式和程序提供了三种设定途径确定基准线：

- 现有实际的或历史的排放量；
- 考虑投资障碍情况下，一种代表有经济吸引力的技术的排放量；
- 过去五年在类似社会、经济、环境等情况下、其绩效在同一类别位居前 20% 的类似项目活动的平均排放量；

项目基准线的确定必须应用 EB 批准的方法学。项目开发者可以选择自己开发一种新的方法学，并提交 EB 批准，也可以从已经批准的方法学中选择适合本项目的的方法学。

b. 额外性

额外性是指与没有实施项目的假设情况相比，该项目会产生额外的减排量。这是任何 CDM 项目开发者在确定项目之时都必须优先考虑的问题，也就是说，项目建议者需要证明 CDM 项目不是基准线情景。

EB 已经给出了一个“额外性说明和评估工具”用于对 CDM 项目额外性的严格评价。额外性评价论证步骤主要包括：基准线情景识别、强制性政策法规分析、投资分析(障碍分析)、普遍性分析。

c. 项目边界

项目活动及基准线情景与排放相关的所涉及到的空间范围，包括项目参与方控制范围内、数量可观并可合理归因于 CDM 项目的所有温室气体源的人为排放

量。

CDM 项目的减排量是项目实施前后的温室气体排放源排放(吸收汇)的差,因此项目边界需要涵盖所有与项目活动相关的排放源(吸收汇),防止“泄漏”。

d. 项目监测

为了计算项目的减排效益,项目开发者还需要监测项目本身的排放。因此,项目开发者必须合理确定项目的边界,并根据项目的特点以及所应用监测方法学的要求确定监测计划。与基准线方法学一样,监测计划中所应用的方法学也必须经过 EB 批准。根据 EB 的决定,已经批准的基准线方法学和监测方法学必须匹配应用,不能将其分开应用。否则,就应该被视为新的方法学。

项目监测注意事项:

- 事前确定,事后固定不变参数的严格区分,比如电网排放因子计算的相关参数
- 监测参数可操作性和监测成本
- 监测参数的准确性和可靠性
- 监测计划应结合项目业主的实施能力,尽可能简化、简单、降低监测成本和不确定性风险。

此外,项目开发者还需要考虑项目的可能泄漏。

以上方法学各要素并不是相互割裂的,而是密切相关的。

(2) 方法学分类

自 2003 年 7 月底批准第一个方法学始,EB 已为许多 CDM 项目开发商和业主提供覆盖大多数部门和技术领域的方法学,如能源、工业、农业、造林、居民等,而且形式也是多样化,有温室气体减排、造林、大型 CDM 项目、小型 CDM 项目、单一的和整合的方法学等等。

下表为 CDM 分行业方法学一览表(部分摘录):

领域	种类	编号	题目
能源工业	方法学	AM0014	天然气热电联产
		AM0024	水泥厂余热回收利用发电
		AM0025	通过对有机废弃物处理方式的改变进行减排
		AM0036	供热锅炉从化石燃料到生物质废弃物的燃料替代
		AM0044	能效提高项目：工业或区域供暖部门中的锅炉改造或替代
		AM0053	生物沼气并入燃气管道
		AM0054	采用油水乳液技术提高锅炉的能效
	批准的整合方法学	ACM0002	可再生能源联网发电
		ACM0006	生物质废弃物联网发电
		ACM0007	单循环转换为联合循环发电
		ACM0009	天然气替代煤炭或石油作为工业燃料
	批准的小规模项目方法学	ACM0011	在现有的发电设备中天然气替代煤炭或石油作为燃料
		AMS-I. A	可再生能源项目：用户发电
		AMS-I. B	可再生能源项目：用户使用的机械能
AMS-I. C		可再生能源项目：用户使用的热能	
能源分布	方法学		
	批准的小规模项目方法学	AMS-II. A.	提高能效项目：供应侧能源效率提高—传送和输配
能源需求	方法学	AM0017	通过替代凝汽阀和回收冷凝物提高蒸汽系统效率
		AM0018	蒸汽系统优化
		AM0020	抽水中的能效提高
		AM0046	高效电灯泡分配给家庭使用
	批准的整合方法学		
	批准的小规模项目方法学	AMS-II. C.	针对特定技术的需求侧能源效率规划
		AMS-II. E.	针对建筑的提高能效和燃料转换措施
		AMS-II. F.	针对农业设施和活动的提高能效和燃料转换措施
化工行业	方法学	AM0021	己二酸生产中的 N ₂ O 分解
		AM0037	石油和天然气加工设施中的火炬燃烧和气体利用
		AM0047	使用餐饮废油生产生物柴油作为燃料使用
		AM0050	联氨-尿素制造企业的原料转换
		AM0051	硝酸厂 N ₂ O 的二次催化销毁
		AM0053	生物沼气并入燃气管道
	批准的整合方法学		
	批准的小规模项目方法学	AMS-III . J.	其他项目类型：避免工业设施所用二氧化碳生产中的化石燃料消耗
	规模项目方法学	AMS-III . M.	通过从造纸工艺中回收苏打来减少电能消耗

很显然，数量有限的已批准方法学尚不能适用于所有准备开发的 CDM 项目。这种情况下，CDM 项目开发商和业主可以自行研究和提出新方法学，通过规定的程序获得 EB 的批准，为 CDM 做出贡献。提交新方法学的过程如下：

a. PP 提交 DOE 一个完整的新方法学建议和一个依托项目的项目设计书 (PDD) 的 A 到 C 部分。

b. 如果 DOE 认定这是一种新方法学，则将该文件转交 EB，EB 有可能在其下届会议上，但最迟不晚于四个月，审议所建议的方法学。PP 根据收到反馈意见，进行修改。

c. 一旦获得 EB 批准，则批准的方法学连同任何相关指导意见将在 UNFCCC 网站上公布，并供大家免费使用。

2.3.2 ISO14064 温室气体系列标准

ISO 14064:2006 是一个由三部分组成的标准，其中包括一套温室气体 (GHG) 计算和验证准则。该标准规定了国际上最佳的温室气体资料和数据管理、汇报和验证模式。构成标准的三个部分是：

1) ISO 14064-1 组织层面上温室气体排放和清除量化规范和指南

ISO14064-1 详细规定了设计、开发、管理和报告的组织 GHG 清单的原则和要求。它包括确定温室气体排放限值，量化组织的温室气体排放，清除并确定公司改进温室气体管理具体措施或活动等要求。同时，标准还具体规定了有关部门温室气体清单的质量管理、报告、内审及机构验证责任等方面的要求和指南。

2) ISO 14064-2 项目层面上温室气体排放和清除量化规范和指南

ISO14064-2 着重讨论旨在减少 GHG 排放量或加快温室气体清除速度的 GHG 项目（如风力发电或碳吸收和储存项目）。它包括确定项目基线和与基线相关的监测、量化和报告项目绩效的原则和要求。同为项目层级的减排量测量，下表为 ISO14064-2 与 CDM 的区别。

区别	CDM	ISO14064-2
目的	为达成京都议定书的减排量目的	作为国际间项目减量核查的依据
预期使用者	UNFCCC EB	由温室信息报告者识别
依据	马拉喀什协议 CDM EB 的指导文件	六大原则（相关性/完整性/一致性/准确性/透明性/保守性）

基准线的确定	符合 EB 批准的方法学的要求	项目方应选择或建立准则与程序，以鉴定及评估可能的基准线情景
额外性	使用额外性工具	项目方应选择或建立额外性识别和应用的准则与程序，以说明项目所产生的温室气体减排量或移除量，相对于基准线情景是额外的
减排量计算方法	基准线与监测方法学应事先由 CDM EB 批准；且项目必须满足方法学的适用条件	项目方应选择和使用可合理降低不确定性，且产生准确的、一致的及再现性结果的量化方法
监测计划	提供监测、查证及报告之用，与 CDM M&P 与 COP/MOP 相关决定一致	项目方应选择或建立准则与程序，以定期监控温室气体数据和信息

3) ISO 14064-3 温室气体声明审定与核查的规范和指南

ISO14064 第三部分阐述了实际验证过程。它规定了核查策划、评估程序和评估温室气体等要素。这使 ISO14064-3 可用于组织或独立的第三方机构进行 GHG 报告验证及索赔。

ISO14065 是对 ISO14064 的补充，在 ISO14064 为政府和组织提供能够测量和监控温室效应气体（GHG）的减排要求的同时，ISO14065 为采用 ISO14064 或其他相关标准或规范进行 GHG 确认和验证的机构提供规范及指南。

下图为 ISO14064 温室气体系列标准的关系图：

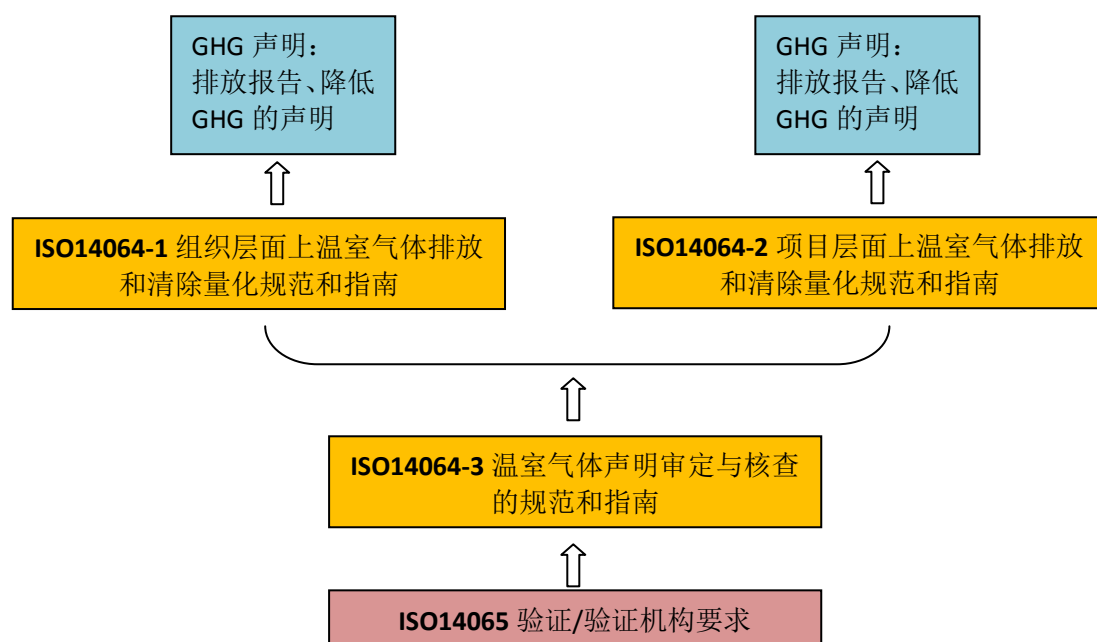


图 3 ISO14064 温室气体系列标准的关系图

2.4 节能量测量与验证的核心要素

由上述相关测量标准分析得知，节能量测量与验证至少应该包含如下程序或要素：

1) 项目边界

现场状况错综复杂，影响耗能体系能源消耗的因素众多，节能措施的采取只是贡献了整个耗能体系的能源消耗变化的一部分。因此，要验证节能措施所产生的真实节能量，首先需要明确节能措施所直接影响的能耗变化的范围，以区别其它措施对整体耗能体系的能耗影响，并以此范围内的耗能设施为对象分析节能措施实施前后的能源消耗量之差，即节能量。

根据节能量报告的不同目的，节能量的确定可以是针对整个耗能体系的，也可以是整个耗能体系的一部分。合理选择项目边界，是节能量计算的前提条件。若选择范围过大，则分析监测成本过大；若选择范围过小，则可能造成分析监测漏项，导致节能量计算结果与实际节能量偏差过大。

确定项目边界的基本原则主要有：

(1) 若节能技改只限于某台设备或某一单元过程，且其能源消耗没有传递，则系统只限于该台设备或该单元过程的范围。

(2) 若实施节能技改的设备或单元过程，其能源消耗具有传递性，则系统范围需包括能耗传递所涉及的所有设备或单元过程。

(3) 若节能技改涉及多台设备或多个单元过程，则系统范围需包括所有节能技改涉及的设备或单元过程，以及所有能耗传递所涉及的设备或单元过程。

(4) 当能源系统范围不够清晰时，或能耗计量存在困难时，可以适当扩大系统范围，使之包括一些节能技改没有涉及的设备或单元过程，但是可以确保所有节能技改涉及的设备和单元过程都被包括在系统之内，或使能耗监测成为可能。

一般条件下，只要使系统范围足够大，则总能将节能技改涉及的范围都包括进去。但这样做带来的负面影响是，系统的能耗关系不够清晰，多台设备或多个工序的能耗数据集中到一个数据上，各种不确定的因素也增加，而使节能量计算的不确定性增加。

2) 基准线

所谓基准线，即项目边界内的耗能设施在节能措施实施前某个特定时间段（基期）的能源消耗量。基准线的确定是节能量计算的基础，如果基准线不能准确确定，真实的节能量也就无从可谈。

由于在最终计算节能量时需要将基期和报告期调整到同一工况，需要建立能耗和能耗影响因子之间的模型，因此，在确定基准线时，除了确定基期能耗之外，所有影响耗能设施能耗的因素也应该是可知的，即需要确定基准线情景。

在实际操作过程中，基准线往往没有直接证据甚至基准线不一定真实存在（比如新建类项目），所以统一基准线确定的原则显得尤为必要。常见的基准线确定原则如下：

- （1） 所选择的基期应确保体现了耗能设施所有的运行工况；
- （2） 所选基期内，决定耗能设施能耗的所有固定和可变的因素均应是可知的；
- （3） 现实的或历史记录作为基准；
- （4） 以行业技术水平的某一层级为基准；
- （5） 以国家的限定标准作为基准；

此外，在合同能源管理项目中，基准线可以由项目可以双方约定，以此计算最终节能量并分享节能效益。

总之，在无法提供确切证据或没有明确的基准线时，基准线的确定需要得到利益相关方的认可。

3) 测量方法

除了通过能源发票获得能耗量外，IPMVP 还提出了四个选项方法来确定能耗量，分别为：隔离改造部分，测量关键参数；隔离改造部分，测量所有参数；整体耗能设施；经校准的模拟。

四种方法有不同的适用条件，几乎囊括了实际会遇到的所有情况，对于节能量测量与验证的实施起到了重要的指导和支撑作用。

4) 监测

为了获得报告期的能耗量及相关影响因素的情况，在节能措施实施之前，需要制定监测计划，明确需要监测的环节，监测的方式和频率；在实施监测时，可以连续监测也可以周期性监测，取决于被测参数的预期变化程度。

5) 计算方法

IPMVP 确定的节能量计算基本公式如下：

节能量=基准期能耗-统计报告期能耗±调整量

节能量测量与验证的实质在于确定基准期能耗、统计报告期能耗及调整量，然而，上述三个数据多数情况下不能直接测量得到，需要利用计算或者模拟方法获取。不同的项目类型，其计算方法必定存在差异，因此，技术体系需要确定好上述三个数据在不同项目类型下的计算方法。

6) 不确定性

节能量的计算是通过测量（部分是估计）的能耗量的对比，再加以“调整”而得到的，在这过程中，测量、估计、调整都会引入一定的误差，此类误差的存在导致节能量计算结果存在不确定性。为了评估上述不确定因素给节能量带来的最大可能偏差程度，提高节能量检测和确认的准确度，有必要对节能量测量与验证过程开展不确定性分析并降低不确定性。

降低不确定性的途径大致有以下几种：

- (1) 改进模型；
- (2) 大量收集收据；
- (3) 提高数据的代表性；
- (4) 使用更精确的测量方法；
- (5) 提高人员的技术能力，减少主观判断的误差。

在节能量测量与验证过程中，需要尽可能地降低不确定性，但是在采取措施降低不确定性的同时，还需要考虑不确定性和测量成本的平衡问题，为了达到更低的不确定度而增加的额外投入，不应超过预期可以增加的节能量价值。

2.5 总结分析

经过对国内外节能量及减排量测量技术规范 and 标准进行调研分析，初步得出如下结论：

- (1) 技术规范的实质在于确定核心要素

节能量不能直接测量，需要对比节能措施实施前后的能耗量，并经“调整”得出。因此，整个节能量测量与验证实质就是围绕着如何得到基期能耗量、报告期能耗量及调整量（如果需要）三个数值展开，在这之前，当然需要首先确定测量与验证的范围，即项目边界，由此产生了确定项目边界的原则。为了得到基期能耗，提出了基准线概念，并需要确定基准线的原则；为了得到报告期实际能耗

量，需要执行监测计划以收集数据；为了得到调整量，需要记录基期及报告期影响能耗的因子。某些情况下，为了准确评估节能量计算的准确性，需要考虑不确定性。因此，不论哪种形式的节能量测量与验证的技术规范或标准，其实质应该在于说明清楚核心要素的确定。

(2) 技术规范的宗旨在于坚持统一的前提下尽可能的精确

影响节能量的准确性的因素很多，比如数据收集的优劣、测量仪器的精密度、测量的频率、抽样方式等等，不论采用何种方法，节能量结果都不可避免存在误差，且不同的做法导致的误差不一。标准的所起的作用在于统一每个环节的做法（或至多提出有限的几种做法供选择），提出原则性要求，减少不同做法导致的关于节能量结果的争论，提高节能量结果的公认度，以促进基于节能量的一系列政策或市场机制的实施。在统一的前提下，考虑测量与验证的成本，依据科学规律设计测量与验证方法，尽可能的提高计算结果的精确性。

(3) 技术规范需要细化以指导实施

IPMVP 只是提出了框架性的方法，不同的项目有不同的做法。针对具体项目的实施，可以依据此框架进行专门的设计。比如美国在空调制冷、DSM 项目、联邦能源管理计划（涉及建筑、水电煤气等）等方面分别制定了各自的测量与验证指南，通过细化技术措施，起到了指导实施的作用。同样，CDM 也是在马拉喀什协议(COP7)的框架下(运行模式和程序以及机构建设和方法学指南，技术及程序层面的实施细则) 进行方法学的开发，到目前为止，已经形成了一百多个方法学。相关指南或方法学的开发，细化了标准要求，极大提升了测量与验证的可操作性。从框架性的标准/协议到细化的指南或方法学，逐层细化了节能量测量与验证的指导依据，由此构成了节能量测量与验证的规范体系。

(4) 技术规范体系是一个逐步完善的过程

IPMVP 的持续更新、依据 IPMVP 的指南不断开发以及 CDM 方法学的不断扩充都表明：规范体系不是一成不变的，而应该是动态的和逐步完善的。完善体现在两个方面：一方面是对既有技术体系的修改更新；另一个方面来自于对现有体系未覆盖领域的补充。一个不断完善的技术体系才是一个成熟和高效的体系。

三、节能措施分析

3.1 十大重点节能工程

《节能中长期专项规划》确定了“十一五”期间的节能重点领域和重点工程。节能重点领域主要涉及工业、建筑、公共机构以及交通等；重点工程则主要涉及以下十大重点节能工程：

- (1) 燃煤工业锅炉（窑炉）改造工程
- (2) 区域热电联产工程
- (3) 余热余压利用工程
- (4) 节约和替代石油工程
- (5) 电机系统节能工程
- (6) 能量系统优化（系统节能）工程
- (7) 建筑节能工程
- (8) 绿色照明工程
- (9) 政府机构节能工程
- (10) 节能监测和技术服务体系建设工程

每类节能工程涉及的节能技术内容如下：

一、燃煤工业锅炉（窑炉）改造工程

工业锅炉

- 1、更新、替代低效锅炉：采用新型高效锅炉房系统更新、替代低效锅炉，提高锅炉热效率。
- 2、改造现有锅炉房系统：针对现有锅炉房主辅机不匹配、自动化程度和系统效率低等问题，集成现有先进技术，改造现有锅炉房系统，提高锅炉房整体运行效率。
- 3、建设区域煤炭集中配送加工中心：针对目前锅炉用煤普遍质量低、煤质不稳定、与锅炉不匹配、运行效率低的问题，主要侧重于北方地区，建设区域锅炉专用煤集中配送加工中心。
- 4、示范应用洁净煤、优质生物型煤替代原煤作为锅炉用煤，提高效率，减少污染。

工业窑炉

- 1、淘汰改造立窑、湿法窑及干法中空窑等落后水泥窑炉。
- 2、采用低压旋风预热分解系统、保温耐用新型炉衬材料、高效燃烧器、高效熟料冷却机、生产过程自动控制与检测系统等技术对现有水泥生产线进行综合节能改造。

3、采用节能型隧道窑、内燃烧砖节能、余热利用节能型干燥、稀码快烧、窑体改造等技术对落后的墙体材料窑炉进行改造。

4、改造钢铁企业球团回转窑、石灰窑、耐火材料窑等。

二、区域热电联产工程

1、用电联产集中供热为主的方式替代城市燃煤供热小锅炉，提高热电联产在供热中的比例，扩大集中供热范围。燃煤热电厂发展 20 万千瓦以上的大型供热机组，城市附近的 30 万千瓦以下纯凝汽发电机组改为供热机组，鼓励建设热电冷联供机组，北方小城市建设背压式供热机组热电厂。

2、加强工业开发区热电厂的管理，工业生产用热尽量采用热电联产方式，以背压供热机组为主。

3、建设分布式热电联产和热电冷联供。

4、因地制宜建设低热值燃料和秸秆等综合利用热电厂。

三、余热余压利用工程

冶金行业

1、钢铁：推广干法熄焦技术、高炉炉顶压差发电技术、纯烧高炉煤气锅炉技术、低热值煤气燃气轮机技术、转炉负能炼钢技术、蓄热式轧钢加热炉技术。建设高炉炉顶压差发电装置、纯烧高炉煤气锅炉发电装置、低热值高炉煤气发电—燃气轮机装置、干法熄焦装置等。

2、有色：推广烟气废热锅炉及发电装置，窑炉烟气辐射预热器和废气热交换器，回收其他装置余热用于锅炉及发电，对有色企业实行节能改造，淘汰落后工艺和设备。

煤炭行业

推广瓦斯抽采技术和瓦斯利用技术，逐步建立煤层气和煤矿瓦斯开发利用产业体系。到 2010 年，全国煤层气（煤矿瓦斯）产量达 100 亿立方米，其中，地面抽采煤层气 50 亿立方米，利用率 100%；井下抽采瓦斯 50 亿立方米，利用率 60%以上。

建材行业

1、水泥：推广纯低温余热发电技术，建设水泥余热发电装置。推广综合低能耗熟料烧成技术与装备，对回转窑、磨机、烘干机进行节能改造，利用工业和生活废弃物作燃料。

2、玻璃：推广余热发电装置，吸附式制冷系统，低温余热发电—制冷设备；推广全保温富氧、全氧燃烧浮法玻璃熔窑，降低烟道散热损失；引进先进节能设备及材料，淘汰落后的高能耗设备。

化工行业

推广焦炉气化工、发电、民用燃气，独立焦化厂焦化炉干熄焦，节能型烧碱生产技术，

纯碱余热利用，密闭式电石炉，硫酸余热发电等技术，对有条件的化工企业和焦化企业进行节能改造。

其他行业

纺织、轻工等其他行业推广供热锅炉压差发电等余热、余压、余能的回收利用，鼓励集中建设公用工程以实现能量梯级利用。

四、节约和替代石油工程

工业行业

1、电力：推广气化小油枪和等离子无油点火、低负荷稳燃技术等，对燃油发电机组进行洁净煤或天然气替代示范改造，依法关闭规模小、技术落后的燃油发电机组。

石油石化：在油气开采领域，推广采油系统优化配置技术，稠油热采配套节能技术，放空天然气和伴生石油气回收利用技术，以石油焦、洁净煤、伴生气及其他副产可燃气代替燃料油，高效洁净燃烧技术和设备，油气密闭集输综合节能技术等，降低油田自用油率。天然气资源供应可靠的地区适度发展天然气化工，替代石油化工。石油加工领域的节代油内容详见本实施意见“能量系统优化工程”。

2、建材：有条件的地区以天然气、煤层气、水煤浆、乳化油、石油焦替代重油，推广玻璃熔窑富氧或全氧燃烧技术，有条件且煤价较低的建筑卫生陶瓷企业使用焦炉煤气代油，对大中型建材企业进行节代油改造。

3、化工行业：以煤炭气化替代燃料油和原料油；在煤炭和电力资源可靠的地区，适度发展煤化工替代石油化工。

4、其他行业：推广重油掺水、混合煤气发生炉节代油技术。

交通运输行业

1、汽车节油：推广高效节油汽油机和柴油机生产技术，整车轻量化技术，电力电子传动系统，轿车和轻型汽车用柴油机，载重车用大功率节能柴油机，鼓励废油回收和再利用。

2、清洁燃料汽车：开发生产燃气汽车及专用发动机；开发生产混合动力汽车的电池、发动机、电机、制动能量再生系统，改善电池能量密度、充电时间、循环寿命，先在城市公交车上应用，逐步推广到轿车。

3、铁路运输：对牵引变电所进行节能改造；加快铁路电气化改造；引进、开发、推广高效交直交电力机车，提高用电效率；对客车实施机车向客车供电，逐步取消柴油发电车；实施内燃机车节油工程，提高内燃机车运行效率；推广柴油添加剂和各种节油装置。

4、城市公共交通：大力发展直线电机轨道交通和大运量快速公共汽车系统；采取有效措施推动智能交通系统的发展和保留人行道、自行车道系统。

5、水路运输：发展水路运输，改善航道条件；实现船舶大型化、规范化，推广使用标

准化船型，淘汰挂桨机船；进一步减小船舶阻力，提高推进效率；船舶节能技术的推广应用和设备改造；改善燃油品质；提高船舶运输组织管理水平。

石油替代产品

煤炭液化生产石油产品；发展醇醚燃料代油，包括利用工业副产可燃气生产甲醇、二甲醚，非粮食类原料生产燃料乙醇等；鼓励发展生物质柴油。推广大比例甲醇催化燃烧技术和醇醚燃料尾气净化技术。

五、电机系统节能工程

1、更新淘汰低效电动机及高耗电设备：推广高效节能电动机、稀土永磁电动机，高效风机、泵、压缩机，高效传动系统等。更新淘汰低效电动机及高耗电设备；采用高效节能电机及系统相关节电设备新装电机系统。逐步限制并禁止落后低效产品的生产、销售和使用。对老旧设备更新改造，重点是高耗电中小型电机及风机、泵类系统的更新改造及定流量系统的合理匹配。

2、提高电机系统效率：推广变频调速、永磁调速等先进电机调速技术，改善风机、泵类电机系统调节方式，逐步淘汰闸板、阀门等机械节流调节方式。重点对大中型变工况电机系统进行调速改造，合理匹配电机系统，消除“大马拉小车”现象。

3、被拖动装置控制和设备改造：以先进的电力电子技术传动方式改造传统的机械传动方式，逐步采用交流调速取代直流调速。采用高新技术改造拖动装置，重点是大型水利排灌设备、电机总容量 10 万千瓦以上大型企业的示范改造等。

4、优化电机系统的运行和控制：推广软启动装置、无功补偿装置、计算机自动控制系统等，通过过程控制合理配置能量，实现系统经济运行。

5、重点改造领域：

电力：用变频、永磁调速及计算机控制改造风机、水泵系统，重点是 20 万千瓦以上火力发电机组。

冶金：鼓风机、除尘风机、冷却水泵、加热炉风机、铸造除鳞水泵等设备的变频、永磁调速。

有色：除尘系统自动化控制及风机调速。

煤炭：矿井通风机、排水泵调速改造及计算机控制系统。

石油、石化、化工：工艺系统流程泵变频调速及自动化控制。

机电：研发制造节能型电机、电机系统及配套设备。

轻工：注塑机、液压油泵的变频、永磁调速。

其他：企业空调和通风、楼宇集中空调的电机系统改造等。

六、能量系统优化（系统节能）工程

炼油

对炼油企业进行系统节能改造，包括：炼油生产全厂能量系统优化，含装置改造、热联合、热力系统优化、节能燃烧器等；催化裂化过程能量优化，含回收余热、热进料、减少生焦量、利用再生烟气能量、优化换热等；常减压过程能量优化，含优化流程、控制过汽化率、减少加热能耗、干式减压蒸馏、热联合等；蒸汽动力系统能量优化，含热电联产、凝结水回收、管网保温、安全控制等。

乙烯

对乙烯企业进行系统节能改造，包括：乙烯生产全厂能量系统优化，含优化原料、燃气轮机—发电机—裂解炉联合、优化蒸汽管网、提高收率、先进控制技术；乙烯裂解炉节能优化，含更换短炉管、改造对流段等；低品位热量利用，含增设空气预热设施等。

合成氨

采用原料路线优化、回收发生炉煤气、回收造气炉余热、造气煤渣循环流化床锅炉、燃气轮机—空压机联合循环、联醇或二甲醚多联产、蒸汽自给或热电联产等技术对有条件的合成氨生产企业进行全厂系统节能改造；应用干粉煤加压气化、变压煤气化、多段炉碎煤气化、高效新型催化剂、新型转化炉管、新型烧嘴、高效换热器、新型保温材料等新技术对合成氨生产装置进行节能示范改造。

钢铁

钢铁企业能量系统优化工程包括：建立钢铁生产能源管理中心；建立炼铁高炉专家操作系统；建立副产煤气高效燃烧控制系统；原料准备工序系统节能工程；转炉炼钢综合节能工程；高效连铸连轧系统节能工程。主要推广技术有：高炉大型化、转炉大型化、利用废钢和二次资源、合理利用国内矿石、减少煤气放空量、蓄热式燃烧技术、干法熄焦技术、动力系统节能技术等。

七、建筑节能工程

新建建筑

新建建筑全面严格执行 50%节能标准，四个直辖市和北方严寒、寒冷地区实施新建建筑节能 65%的标准。采用新技术、节能建材、节能设施，建设低能耗、超低能耗及绿色建筑。新建建筑的节能要实行从规划、设计、施工图审查及施工、监理、验收和销售等全过程的严格监管，使节能设计标准得以切实实施。

既有建筑

采用新技术对既有建筑的采暖、空调、热水供应、电气、炊事等方面进行改造。启动和实施供热体制改革，推行居住及公共建筑集中采暖按热表计量收费制。

可再生能源城市级示范

开展再生能源技术城市级示范活动，探索推广机制和模式，包括太阳能利用、淡水源热

泵、海水源热泵、浅层地能利用和可再生能源技术集成等。完善新建建筑设计规范，推行建筑物与可再生能源一体化进程。

新型墙材和节能建材产业化

发展节能利废建材、聚氨酯、聚苯乙烯、矿物棉、玻璃棉等符合建筑节能标准和相关国家标准新型墙材及建设节能建材产业化基地。

八、绿色照明工程

节能照明产品生产线技术改造

以提高产品质量、降低生产成本、增强自主创新能力为主，进行节能灯生产技术设备改造，包括：紧凑型荧光灯自动化生产线改造；采用自动排气机、自动接桥机、自动封口机等关键设备，对紧凑型荧光灯生产线进行局部改造；直管荧光灯自动化生产线改造；金属卤化物灯生产线改造等。

节能照明产品推广

采用大宗采购、电力需求侧管理、合同能源管理和质量承诺等市场机制和财政补贴激励机制，在政府机关、学校、宾馆饭店、商厦超市、大型工矿企业、医院、铁路车站、城市景观照明及城市居民小区等重点推广高效照明产品。

采用半导体（LED）灯，改造大中城市交通信号灯系统。开展在景观照明中应用 LED 的示范。

九、政府机构节能工程

1、既有建筑节能改造

针对不同建筑特点和能源消费类型，对既有建筑围护结构、中央空调、采暖、照明和用电设备等进行节能改造；更换照明、办公等高能耗产品和设备；开展中央空调系统节能清洗和改造工作。

2、综合电效改造

对用电设备和电力分配系统进行系统性诊断和分析，加装节电设备，实现用电系统整体优化，提高电效。

3、新技术、新能源和可再生能源应用试点

积极推广使用浅层地源热泵、太阳能等新技术、新能源，扩大可再生能源使用范围。

4、推行节能产品政府采购

进一步落实节能产品政府采购制度，完善政府采购节能认证工作，扩大政府采购节能产品的范围，实施政府采购统计工作，构建节能产品政府采购管理网络平台，开展政府采购人员培训。

5、公务用车节能

逐步压缩公务车辆规模，加强公务用车的日常管理，将车辆纳入节能产品政府采购范围，

加强成品油的使用管理。积极推动公务用车改革，完善政府机构公务车辆配备配置标准与管理办法。

6、加强节水改造

安装分水表，开展用水计量监测和考核，采用节水型技术、设备，加强用水设备的日常维护管理。开展中水回用系统、雨水收集系统等试点工作，推广节水灌溉方式，提高水资源综合利用效率。

7、新建建筑节能评审和全过程监控

新建建筑全面执行现行建筑节能设计标准，对新建大型办公建筑开展节能综合评审试点，并对施工、调试、竣工验收、运行管理实施全过程的节能审查和监督。

8、建立政府机构能耗统计体系

建立能耗统计指标体系，开展政府机构能耗专项调查、典型建筑的能耗监测，选择高能耗建筑进行分项计量改造，建立能耗统计信息管理平台，将政府机构能源消费纳入国民经济能源统计体系，开展全国性能耗普查工作，对在京中央机关进行年度能耗统计。

十、节能监测和技术服务体系建设工程

1、节能监测（监察）中心按照节能检测规范和能效标准的技术要求，更新改造节能监测仪器和设备，建立节能数据处理分析系统和信息平台，建立节能监测（检测）流动实验室，提高监测（检测）技术水平。

2、建设节能监测（检测）标准装置，建立节能监测（检测）计量设备的量值传递标准及量传体系，统一全国量值。

3、开展重点耗能企业能源审计。

4、实施能效标识备案及国家监管机制，提高有效监管的能力。

5、推广合同能源管理等市场化机制，提高节能技术服务中心的服务水平和市场竞争力。

3.2 节能技术改造财政奖励备选项目

节能技术改造财政奖励备选项目主要集中于工业领域的重点节能工程。如2013年节能技术改造财政奖励备选项目选项范围和条件如下：

主要支持燃煤锅炉（窑炉）改造、余热余压利用、节约和替代石油（仅包括节约石油改造项目）、电机系统节能、能量系统优化等节能技术改造项目。项目承担企业具备完善的能源计量、统计和管理体系。项目符合国家产业政策，能够在2014年底前全部完工，实施后年可实现节能量在5000吨标准煤（含）以上。

（一）燃煤锅炉（窑炉）改造项目主要包括：老旧锅炉更新改造；集中供热改造，包括以大锅炉替代小锅炉、以高效节能锅炉替代低效锅炉、供热管网改造（不含新建管网）；工

业锅炉、窑炉综合节能改造等。

(二) 余热余压利用项目主要包括：钢铁行业干法熄焦、炉顶压差发电、烧结机余热发电、燃气-蒸汽联合循环发电改造等；有色行业烟气废热发电、窑炉烟气辐射预热器和废气热交换器改造；建材行业余热发电、富氧（全氧）燃烧改造；化工行业余热（尾气）利用、密闭式电石炉、余热发电改造；纺织、轻工及其他行业供热管道冷凝水回收、供热锅炉压差发电改造；油田伴生气回收利用；工业生产有机废弃物沼气利用等。其中，干法水泥生产线纯低温余热发电项目 2013 年以后不再支持。

(三) 节约和替代石油项目（仅包括节约石油改造项目）主要包括：电力行业等离子无油点火、气化小油枪以及利用洁净煤替代燃油发电技术改造；石化行业放空天然气回收、可燃气代油等技术改造；建材行业以天然气、水煤浆等替代重油改造；化工行业以煤炭气化替代燃料油和原料油改造等。

(四) 电机系统节能措施主要包括：采用高效节能电机、风机、水泵、变压器等更新淘汰低效落后耗电设备；对电机系统实施变频调速、永磁调速、无功补偿等节能改造；采用高新技术改造拖动装置，优化电机系统的运行和控制；输电、配电设备和系统节能改造等。

(五) 能量系统优化项目主要包括：钢铁、有色、合成氨、炼油、乙烯、化工等行业企业的生产工艺系统优化、能量梯级利用及高效换热、优化蒸汽、热水等载能介质的管网配置、能源系统整合改造；发电机组通流改造；新型阴极结构铝电解槽改造；采用高效节能水动风机（水轮机）冷却塔技术、循环水系统优化技术等对冷却塔循环水系统进行节能改造等。

3.3 合同能源管理财政奖励的节能措施类型

《合同能源管理财政奖励资金管理暂行办法》规定：“合同能源管理财政奖励资金主要用于支持采用合同能源管理方式实施的工业、建筑、交通等领域以及公共机构节能改造项目”，且“单个项目年节能量（指节能能力）在 10000 吨标准煤以下、100 吨标准煤以上（含），其中工业项目年节能量在 500 吨标准煤以上（含）”。

合同能源管理的节能技术类型较多，不会太多局限于技术类型，只要具备一定的预期节能量即可。比如《国家重点节能技术推广目录》（第一、二、三、四、五批）里的各项节能技术都可能成为合同能源管理潜在的采用对象。

3.4 电力需求侧管理目标责任考核项目类型

2012 年 9 月，国家发改委公布了电网企业实施电力需求侧管理目标责任考

核适用项目类型（第一批，试行），如下：

表 电力需求侧管理目标责任考核适用项目类型（第一批，试行）

技术分类	项目类型
供配电节能类	无功电压优化调节项目
	变电站无功补偿项目
	变压器经济运行项目
	高效变压器应用项目
	线路改造项目
	节能金具应用项目
	升压改造项目
	电能质量治理项目
电机系统节能类	高效电动机替换项目
	电机变频调速项目
	能量回馈应用项目
建筑节能类	中央空调余热回收项目
	中央空调系统控制节能项目
	建筑围护结构节能改造项目
	中央空调过渡季冷却水制冷项目
绿色照明类	节能灯项目
	光导照明项目
	照明控制节能项目
热泵类	水源热泵项目
	地源热泵项目
	吸收式热泵项目
电蓄冷（热）类	电蓄冷项目
	电蓄热项目
锅炉（窑炉）节能改造类	燃煤工业锅炉分层燃烧项目
	富氧燃烧项目
	回转式空预器柔性密封项目
	分体式热管空气预热器项目
	燃气锅炉冷凝式余热回收项目
	玻璃窑炉节能项目
余热余压利用类	水泥窑余热发电项目

	玻璃窑余热发电项目
	高炉炉顶差压发电项目
	烧结冷却机余热发电项目
	转炉饱和蒸汽发电项目
	冷凝水回收项目
	疏水阀改造项目
	火电厂低真空采暖项目
	冲天炉余热回收项目
	干熄焦余热利用项目
	其它工业余热回收项目

3.5 其他机制下的节能措施类型

和上述各种机制下项目层级的节能量确认不同，目前，《万家企业节能目标责任考核实施方案》主要涉及组织层面的节能量考核，正在酝酿的能源绩效评价也可能涉及到组织层面的节能量评价，这两种情况均不需明确具体的节能措施，而是以组织整体为对象开展节能量确认，节能量的产生既可能来自于节能技术的运用，也可能来自管理措施的优化。

3.6 总结分析

(1) 节能领域涉及工业、建筑、电力、交通等，其中工业能耗占据全国总能耗的 70%以上，为了完成节能减排的约束性目标，目前国内的节能机制主要围绕工业节能措施展开。

(2) 工业节能既有项目层面的节能，也有组织层面的节能，既有技术节能，也有管理节能。

(3) 工业节能项目多集中于燃煤工业锅炉（窑炉）改造工程、余热余压利用工程、节约和替代石油工程、电机系统节能工程、能量系统优化（系统节能）工程、建筑节能工程、绿色照明工程等几类领域。

四、关于构建节能量测量与验证技术体系的思考

4.1 目的与定位

构建技术体系的目的在于支撑现行及潜在的节能机制，当前背景下，技术体

系的构建应立足于解决现时存在的问题,如标准细化不足、能力参差不齐及缺乏即时释疑导致的节能量测量与验证不规范、节能量结果的认可度不高等。

《节能量测量与验证技术通则》提出了概要性的通用做法,作为推荐性标准,其本身也是一个技术文件。技术体系的构建,当以此为基础,进一步细化和规范,秉承“在统一的前提下尽可能精确”的宗旨,在不违背《节能量测量与验证技术通则》的情况下必要时可扩展部分要素以利于指导实际操作。

4.2 构建原则

1) 立体构建

技术文件是节能量测量与验证的核心技术基础,但技术文件只是中间成果,技术文件的制定和维护需要专家库的提供智力资源,同时专家库还可承担澄清技术文件使用过程中出现的问题的职责,此外,专家库还可通过总结案例提供案例数据库、最佳实践及开发相应辅助工具以辅佐指导节能量测量与验证,如此综合以支撑技术文件的合理、有效发挥作用;技术文件的真正产出,应该是掌握技术文件的相关技术力量,最终实施节能量测量与验证项目、为节能机制直接提供技术服务的是掌握技术文件的技术机构和人员,因此,技术文件的实施力量同样应该被包含进技术体系。

上述三个方面可分别归纳为规范体系、支撑体系和实施体系,三个体系在不同层面各自发挥作用,共同构成节能量测量与验证技术体系以支撑节能量测量与验证工作。

2) 以人为本

人是规范体系的创造者和使用者,不论是规范体系的成熟程度,还是以规范体系为依据实施节能量测量与验证的规范合理性,都取决于人在其中发挥的作用。只有高水平的技术专家,才能制定出相应科学合理的规范体系;只有合格掌握规范体系的第三方技术力量,才能保证节能量测量与验证的有效实施;同时,面对参与节能量测量与验证实施的众多机构与人员,一个统一的管理平台也显得尤为必要。围绕规范体系的制定、使用和管理,构成节能量测量与验证技术体系的实施体系,在构建节能量测量与验证技术体系时,应以人为本,重视实施体系的建设与运行。

3) 注重实践

节能量测量与验证是一项实践性极强的活动，因此，该类活动的指导依据应该来自于实践，并经归纳演绎形成规范文件后服务于实践。比如通过固化依据标准或规程实施的具体操作，形成某类项目节能量测量与验证的方法学；根据案例分析和总结，提出节能量测量与验证的最佳实践；通过程序化节能量测量与验证过程中的某些固有环节，开发节能量测量与验证的辅助工具。

4) 动态开放

通过对国内的现行及潜在的节能措施的分析得知，节能措施涉及的类型众多，且随着技术的日益进步，新的节能措施会不断涌现，想在短期类开发出适用于所有技术措施的技术文件显然不切实际。因此，技术体系的构建做不到也不可能是一蹴而就的，面对庞杂的节能措施，需要找准切入点，集中力量攻克具备技术储备优势和需求紧迫的领域，由此形成经验，带动其它类型节能措施技术文件的开发，即技术体系是动态的。与此同时，技术体系还应该是一个开放的体系，需要依托各方力量结合实践贡献智慧，从而不断完善。

五、技术体系构成

依据前文所述，节能量测量与核证技术体系大致由规范体系、支撑体系及实施体系三个部分组成，如图 4 所示：

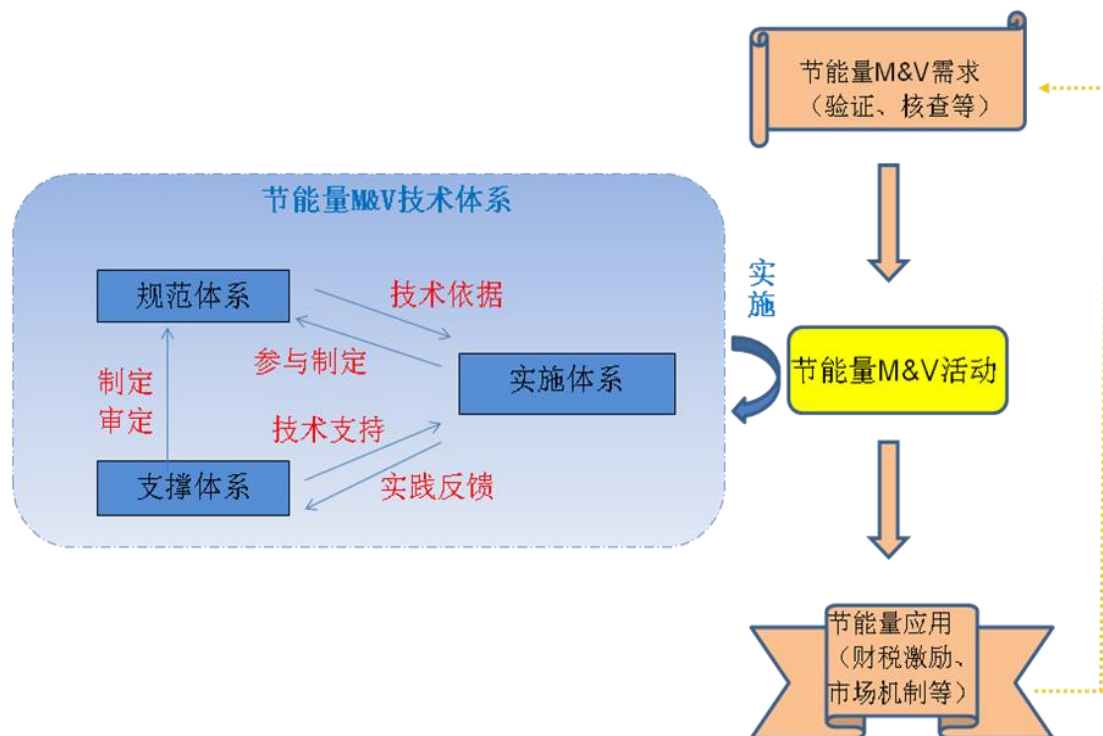


图 4 节能量测量与验证技术体系构成

5.1 规范体系

规范体系主要体现为各类技术文件，是技术体系的文件化产出，同时也是技术体系使用和传播的重要载体。本研究初步将规范体系划分为总则、通则、规程及方法学四个层级，各个层级逐步细化及具体化，用以发挥不同的作用。

规范体系整体构成如图 5 所示。

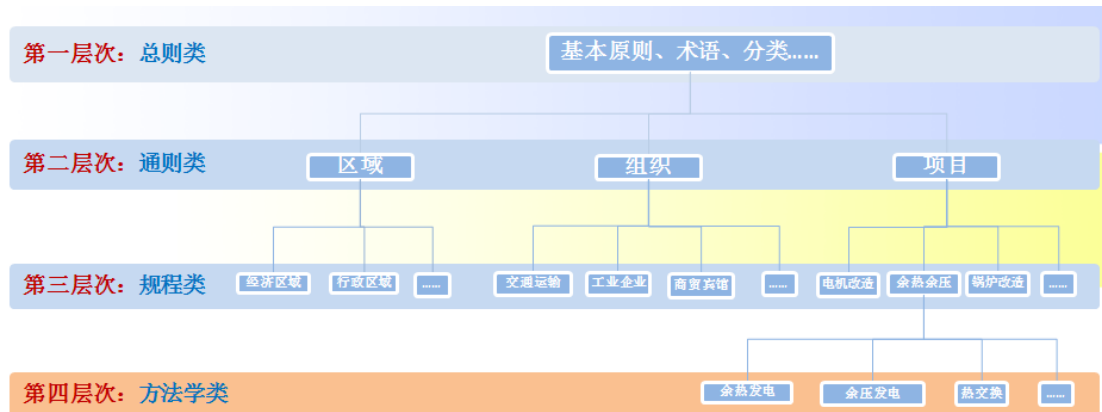


图 5 规范体系构成

5.1.1 总则

总则是整个规范体系的纲领，用以提出节能量测量与验证工作的核心要素和一般性原则，同时对节能量测量与验证的基本术语进行统一界定，以规范和指导规范体系第二、三、四层级技术文件的制定。

5.1.2 通则

通则围绕节能量测量与核证的核心要素，针对区域、组织及项目三个层面分别提出原则性要求或进行概要性的说明，作用在于细化总则部分所确定的核心要素。在一定程度上，也可以指导开展节能量测量、计算与验证。

5.1.3 规程

如图 5 所示，针对不同类型的区域、组织及项目，形成该层级的技术文件，即规程。比如区域可以按照行政区域、经济区域分类；组织可按照工业、交通运输、商贸宾馆等不同行业划分；项目可按照电机改造、余热余压利用、锅炉改造等不同的技术类型分类。规程的主要内容在于结合不同区域、组织及项目的特点，详细说明该层次节能量测量与验证的一般方法。

规程可用于行政考核类验证或核查，以及对于节能量结果要求不十分精确的

活动，同时，规程可以进一步指导方法学的开发。

1) 按照区域类型可制定如下规程：

- xxx 行政区域节能量测量与验证技术规程
- xxx 类经济区域节能量测量与验证技术规程
-

2) 按照组织类型可制定如下规程：

- 《工业企业节能量测量与验证规程》
- 《商贸宾馆类企业节能量测量与验证规程》
- 《交通运输类企业节能量测量与验证规程》
-

3) 按照项目类型可制定如下规程：

- 《锅炉改造节能量测量与验证规程》
- 《余热余压利用节能量测量与验证规程》
- 《能量系统优化节能量测量与验证规程》
- 《电机系统改造节能量测量与验证规程》
-

5.1.4 方法学

方法学是具体项目在遵循规程指导下的实施指南，经归纳、固化具体项目在规程指导下的实践而来，意在统一后续同类项目的实施。

在制定方法学时，需要把握好方法学的项目层级，层级过高会导致方法学内容宽泛，起不了指导实践的作用，过低则需要大量开发方法学，成本太高且单个方法学适用性低，均违背了方法学的初衷。

方法学的制定，可加大节能量结果的可靠性和同类项目节能量的可重复性，可用于节能量交易等对节能量结果有高精度度要求的活动。

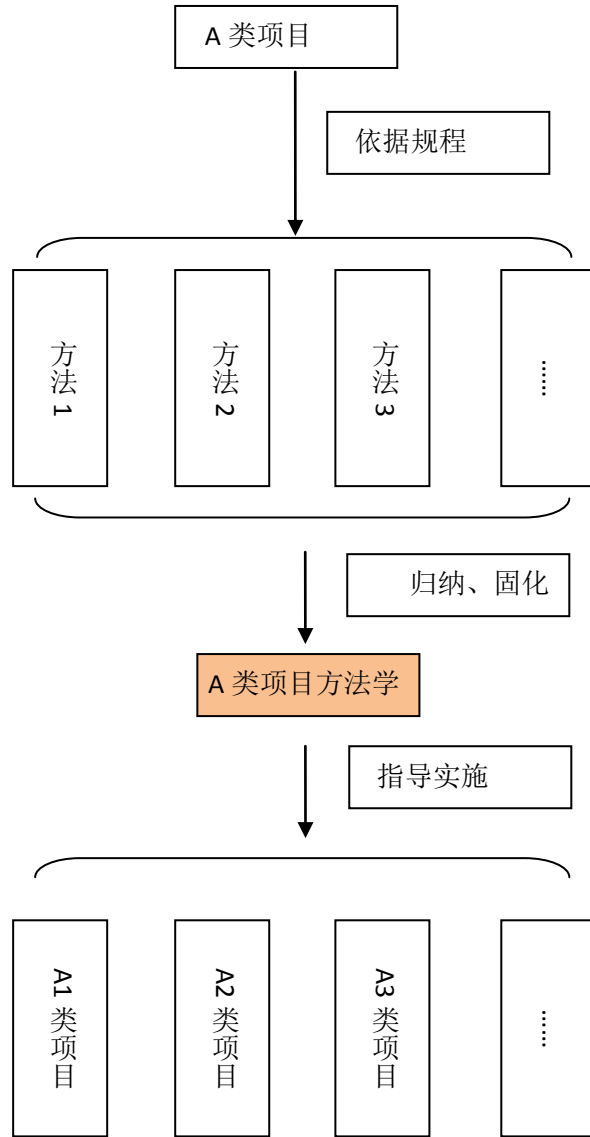


图6 方法学形成与作用示意图

方法学示例见下表：

表 方法学示例

技术分类	方法学示例
锅炉（窑炉）节能改造类	锅炉替代项目
	锅炉效率提升项目
	供热管网改造项目
	燃料替代项目
余热余压利用类	余热发电项目

	余压发电项目
	热交换项目
节约和替代石油	燃油替代项目
	高效燃烧技术项目
	采油节能技术
	气体回收利用
电机系统节能类	高效电动机替换项目
	电机变频调速项目
	能量回馈应用项目
	电机系统无功补偿项目
	电机永磁调速项目
	电机系统优化运行和控制
	变电站无功补偿项目
	高效变压器应用项目
	线路改造项目
	升压改造项目
能量系统优化	裂解炉空气预热改造工程
	合成氨及氮肥生产气化技术优化改造
	合成氨及氮肥生产全低温变化工艺
	发电机组通流改造
	新型阴极结构铝电解槽改造
	能量梯级利用及高效换热
	优化蒸汽、热水等载能介质的管网配置
	新型节能型离子膜（膜极距、氧阴极）电解槽改造
	液体烧碱蒸发改造工程

	密闭环保节能型电石生产装置改造
建筑节能类	中央空调节能改造项目
	建筑围护结构节能改造项目
	电蓄冷/热项目
	既有建筑供热计量和采暖系统改造
	热泵项目
绿色照明类	高效照明灯具替换项目
	照明控制节能项目

5.2 支撑体系

支撑体系建设包括搭建由政策专家、技术专家、标准专家等为核心的专家库；开展案例分析，总结节能量测量与验证实践案例，建立实践案例数据库，为各相关方开展节能量测量与验证工作提供实施指导；开发实用性强的节能量测量与验证应用工具和方法，建立辅助工具数据库。

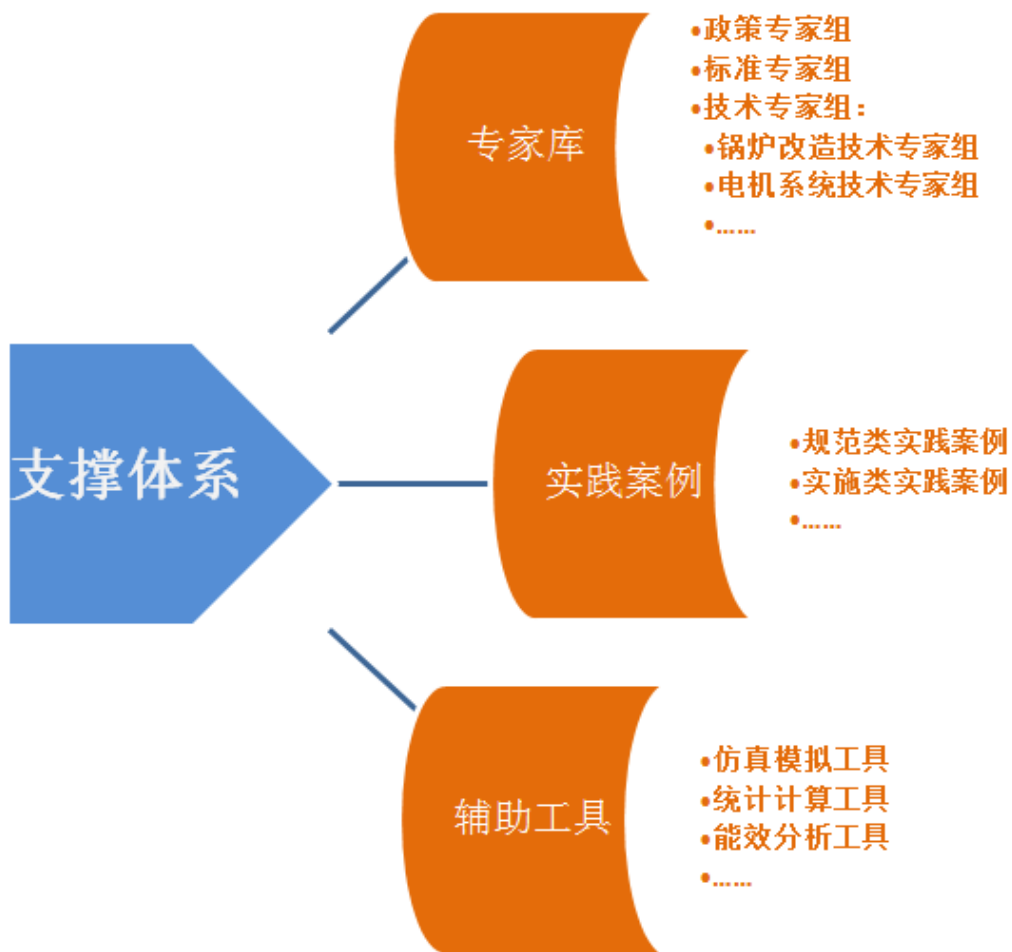


图 7 支撑体系构成

5.2.1 专家库

专家库是规范体系的智力来源和支撑,对于技术体系的建立和运转起着决定性的作用,技术体系的构建需要搭建由技术专家、政策专家和标准专家为核心的专家库,以此支撑规范体系的制定、实践案例的总结、能力建设的开展以及相关政策制度的研究。

根据规范体系的不同,构建不同领域的专家库,或以技术委员会的形式存在,如:

- 政策专家组
- 标准专家组
- 技术专家组:
 - 锅炉改造技术专家组

- 余热利用技术专家组
- 节约和替代石油类技术专家组
- 电机系统改造技术专家组
- 绿色照明改造技术专家组
- 能量系统优化技术专家组
- 建筑节能技术专家组
-
-

5.2.2 实践案例

开展实践案例研究的目的是，在于总结已经在别处显示显著效果并且能够适用于此处的优秀实践，共享被证明的卓有成效的经验，从而提高节能测量与验证的效率。实践案例需要通过不断实践而逐步得出。

规范体系表现为程式化的指导，而实践案例则体现为形象化的参考，此外，对于规范体系尚未明确或者无法明确的环节，实践案例可以提供经验参考。

实践案例按其预期侧重点不同，可初步划分为如下两类：

- 规范类实践案例（针对核心要素，规范补充）
- 实施类实践案例（实践经验总结，实施指导）

5.2.3 辅助工具

辅助工具通常表现为一个独立的执行特定的任务的方法（比如 CDM 方法学涉及的“额外性论证工具”）或者一个计算工具（即执行计算任务的电子表格或者软件）。如节能测量与验证可能应用到如下工具：

- 仿真模拟工具
- 统计计算工具
- 能效分析工具
-

辅助工具的意义在于增强测量与验证的可操作性，提高测量与验证效率。

5.3 实施体系

节能测量与验证机构及人员构成节能测量与验证的实施体系，技术体系的建立需要考虑实施体系的培育与管理，以最大程度的发挥技术体系的作用。

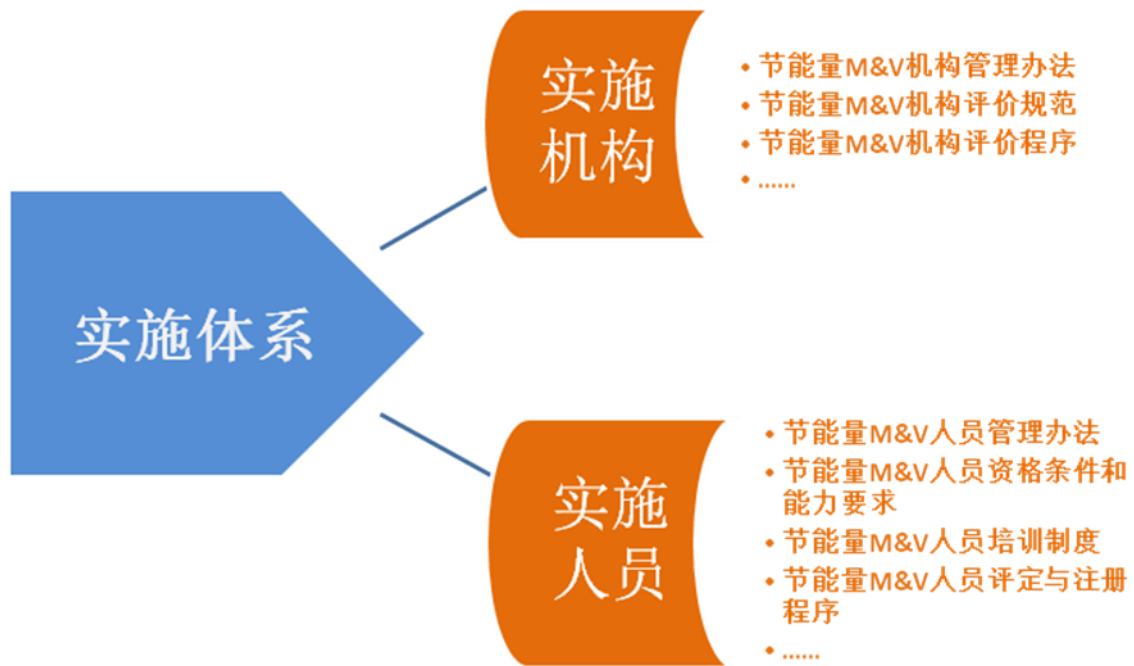


图 8 实施体系构成

5.3.1 实施机构

目前节能量测量与验证机构的技术能力良莠不齐，也存在非技术原因导致的不规范的节能量测量与验证现象，为加强对节能量测量与验证机构的管理，保证节能量测量与验证工作科学合理、高效公正，需要制定一系列规范及管理办法，从机构规模与资历、人力资源状况等方面对机构提出要求，明确节能量测量与验证机构的管理机构，相应的处理措施甚至推出机制等。具体可通过开展如下方面的工作，形成一批高水平、高素质的节能量测量与验证实施机构。

- 节能量 M&V 机构管理办法；
- 节能量 M&V 机构评价规范；
- 节能量 M&V 机构评价程序；
-

5.3.2 实施人员

深刻理解并掌握规范体系的专业人才，是整个技术体系的实质产出，为了促进规范体系的合理实施，有必要开发和推动节能量测量与验证人员培训、考试和注册机制，加强节能量测量与验证从业人员的能力建设，并出台相关制度对从业人员进行管理监督，明确从业人员的资质要求、工作原则与职责，保证节能量测量与验证的规范运行。具体活动可包括：

- 节能量 M&V 人员管理办法；
- 节能量 M&V 人员资格条件和能力要求；
- 节能量 M&V 人员培训制度；
- 节能量 M&V 人员评定与注册程序；
-

六、技术路线

1) 总则类、通则类技术文件的开发

对节能量测量与验证相关的基本原则和核心术语进行规范，同时，优先开发针对企业和项目层面的通则。

2) 规程类技术文件的开发

优先开发项目层面的节能量测量与验证相应规程。

3) 方法学类技术文件的开发

重点开发近期财税奖励所涉及节能项目的节能量测量与验证方法学，如：

- 燃煤锅炉（窑炉）改造
 - 锅炉替代项目
 - 锅炉效率提升项目
- 余热余压利用
 - 余热发电项目
 - 余压发电项目
- 节约和替代石油（仅包括节约石油改造项目）
 - 燃油替代项目
 - 高效燃烧项目
- 电机系统节能
 - 高效电机替换项目
 - 电机变频调速项目
 - 电机系统无功补偿项目
- 能量系统优化
 - 钢铁行业生产系统优化
 - 新型阴极结构铝电解槽改造

4) 实施体系

- 培训制度的建立，培训教材的开发