白色证书机制在工业领域中的应用

摘要

作为最完善的基线和贸易激励机制的典范之一，意大利白色证书(WhC)机制旨在提高终端能源利用效率。该机制规定电力和燃气配电网运营商有义务完成每年节能目标，并提供相应数量的白色证书（每份相当于1吨油当量）来证实目标完成情况。根据10/1991法律规定，运营商可通过两种方式完成相应目标：直接对终端能源用户实施节能项目；从节能服务公司（ESCOs）或具有认证的能源管理师的公司购买白色证书。

约在七年后，为了应对实现2010目标时遇到的市场证书的短缺问题，意大利电力与天燃气监管部门对项目相关法规进行了调整，引入一系列节能量计算系数，将能源效率措施的技术年限纳入考虑范围。这一举措对工业领域的影响尤为明显，不仅因为激励机制的价值量提高（通常比原来高出三倍以上），更是由于对节能评估的能源监测计划方式认识的革新。

本文将对上述新法规进行介绍，着重关注它们所带来的经济效益,以及如何通过该机制推动能源效率措施在工业领域中实施的案例，将重点阐述节能评估方法，以便对监测计划方式的灵活性与弊端作出解释，此外还将探讨对节能服务公司（ESCO）的发展带来的影响。

本文是作者基于围绕白色证书(WhC)机制开展的相关活动撰写而成的，例如调查研究、测量、决策者的互动、标准评估方式针对不同措施的运用、信息和宣传，以及对能源管理师和节能服务公司（ESCOs）的支持等。

内容

本文一开始对意大利白色证书机制的运作原理、理论基础和市场动态进行了阐释，重点关注近期电力与天燃气监管部门（AEEG）作出的重要调整；将目光投向监管计划在水泥行业的应用潜力，以此证明白色证书机制在工业领域能够发挥良好的作用，而且迄今为止，监管计划的确已经在国际领域取得了一定成效。

当今意大利，行业监管计划基本已成为获取白色证书的主要机制，在工业领域表现得尤为突出。此外，这也促使提供白色证书拟案的咨询公司其实力倍增，其中有很多公司已经转型成为节能服务公司（ESCOs），以为提高行业能源效率做出更多贡献。

虽然意大利白色证书机制中仍有许多问题有待解决，但该机制已日趋成熟，通过合理利用，一定能够在经济发展部的2012计划监管调整后发挥更高效更有利的作用。

V2.1非常规情况下全球温室气体减排成本曲线-2030

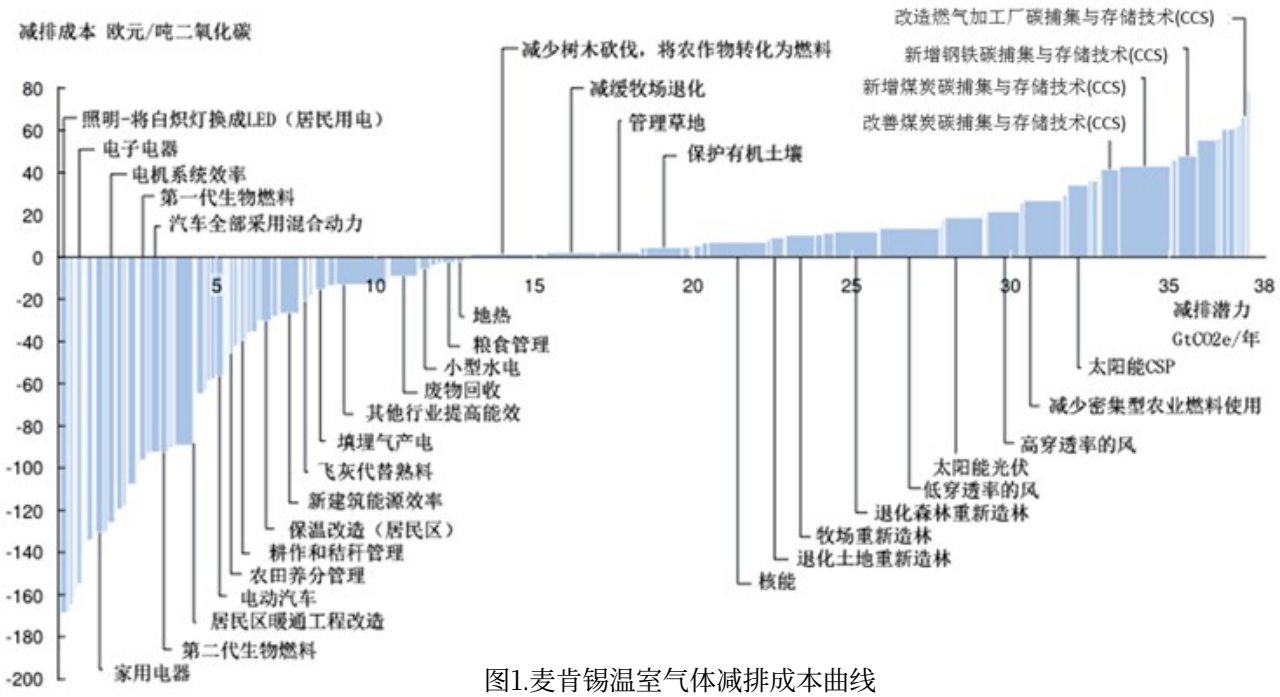

图1.麦肯锡温室气体减排成本曲线

对意大利白色证书机制的分析主要基于意大利能源合理利用联盟（FIRE）近期开展的三项调查[FIRE——意大利能源合理利用联盟，成立于1987年,属于非盈利性质，代表经济发展部管理意大利能源管理师网络，支持能源领域内的专业人士和经营者提高能效。从2001年开始管理意大利白色证书机制。]：针对能源管理师和节能服务公司（ESCOs）的调查；针对意大利能源合理利用联盟近年来所做研究[e.g.4]的调查；决策者、机构官员、意大利能源合理利用联盟成员和能源管理师在意大利能源合理利用联盟研讨会、会议或培训课程中分享的信息、观点、经验和议题等[e.g.5]。

意大利白色证书机制

简介

能源、环境和经济效益首先取决于能源效率。而且正如大家所知，许多能源效率措施都具备净现值(NPV)为正、内部收益率(IRR)高和投资回收期(PBT)短的特征[NPV——净现值、IRR——内部收益率和PBT——投资回收期，广泛用于投资评估的经济指标。]，这就表明投入的资金成本可以在合理的时间内收回，在许多案例中，能源效率投资的经济回报比许多债券或其他投资收益都高。[图1：GHG——温室气体.]

然而，就政策而言，根据欧洲2020要求，能源效率的潜力却发挥得并不理想。究其原因有很多，对此，委员会的2011能效行动计划还专门进行了分析论证，许多围绕该话题的研究近年来已经发展为书面形式。其主要障碍却是文化障碍而并非经济障碍（见案例）。这些文化障碍包括对能效机会的认识、能源效率经营者的资质、建筑居民和施工者的行为与态度，以及能源效率方案的复杂程度等。

能源效率方案的复杂程度等因提高能源效率措施的多样性而各有不同——比如规模大小、所涉及的领域和学习曲线上的定位等，此外,也受建筑和工业生产工艺的性能和应用之间的关系、地点和当地气候的影响。因此，很难定义合适的激励机制和能源效率融资投资计划。

在针对能源效率的众多支持机制中，白色证书机制是讨论最多的一个，已经在欧洲多个国家广泛应用。一些国家重点应用到某些特定的领域和行动，而其余的国家并非如此。比如意大利和法国，该机制应用到绝大多提高能源效率措施方案和领域。表1总结了这些不同点。我们或许对这样一个问题一直心存疑虑，即白色证书机制能否作为工业领域推动能源效率措施的有效工具？根据欧盟总管理事会联合研究中心的研究，表1中五个国家的主要领域都是建筑，尤其是居民住宅，似乎白色证书机制无法有效支持能源效率措施用于各国工业领域，像英国就明确选择将住宅作为重心。

因此上述问题的发生,让人觉得是否是因为不同白色证书机制的节能量测量和验证(M&V)规则、决策者对工业领域

的重视不够或白色证书机制固有的限制因素导致。我们认为最终原因是节能量测量和验证：工业领域的能源效率比其他领域的能源效率更复杂，因此很难确定适用的节能量测量和验证协议和节能量认定的方法。

表1.欧洲白色证书机制汇总：

	英国（碳减排目标计划（CERT） 和社区节能计划（CESP））	意大利	法国	丹麦	法兰德斯地区（比利时）
责任期限	2002-2005（EEC-1） 2005-2008（EEC-2） 2008-2012（CERT） 2009-2012（CESP）	2005-2012	2006-2009（第一阶段） 2011-2013（第二阶段）	2006-2009（第一阶段） 2010-2012（第二阶段）	2003 -
目标规模（开展阶段）	2012(CERT——碳减排目标计划) 累计达到293 Mt 2012（CESP——社区节能计划）累计达到19.25 Mt	2012年至少达到22.4 Mtoe累计减排量	345 TWh 使用期折现量 (2011年1月-2013年12月)	2009年之前每年2.95 PJ （第一年节能量） 2010年起：6.1 PJ/年（第一年节能量乘以优先系数，反映措施使用期限）	大约 580 GWh（2009目标） 家庭和非居民用户用电为上年供给量的3.5%（若总用户数少于2500，则为2.5%）
涵盖的能源终端利用领域	住宅	全部	除排放交易体系（ETS）外全部	除运输外全部	住宅、非能源密集型产业和服务
实现目标的限制举措	40% 优先节能群体和15% 特别优先节能群体。25% 保温措施(CERT) 低收入地区：通过阁楼保温最多达到4%；通过空心墙保温最多达到4%；采用节能措施最多达到1%	到 2008年， 达到自身用能的50%	可通过信息、组合和创新计划来完成最多25 TWh cumac 的节能量	无特定要求	措施必须包括财政资助和意识提高等因素。
测量和核算方法	标准值	标准值（19项措施） 工程方法（5项措施） 基线计量方法	标准值(约240项措施) 其他措施根据个案单独批准	约200项措施采用标准值 特定工程计算法	VEA根据个案单独批准
主要测量和核算选择	仅为认定节能量	认定节能量	认定节能量	特定工程计算	无
节能量认证	事前	事前(大部分)	事前	事前（仅对首年节能量进行调整）	事前批准
证书大小	无	1吨油当量	1 kWh cumac	无	无
证书有效期	无（2012完成目标）	机制整个阶段 (2005-2012)	3 个目标完成期 (2009 和 2013目标完成)	无（仅对首年节能量进行调整）	无
证书最低额度	无	采用被认定的 工程和计量基线方法分别评估节能量为20吨油当量/年、40吨油当量/年和60吨油当量/年。	1 GWh cumac (可将几个计划合并以共同完成最低限额)	无	无
交易* 机制s	供应商之间交易	现货市场交易 场外交易（主要方式）	仅能场外交易	无活交易	无活交易
储存和折储	可储存两阶段之间剩余的证书 (EEC-1 至 EEC-2，EEC-2 至 CERT)	储存至2012 目标完成量小于40%，可借用一年	可储存三个目标完成期	储存至2012 目标完成量小于40%，2010年借用（2012年为45%）	储存超出的节能量

意大利近年来的经验表明，白色证书机制在工业领域有了快速发展，而这种势头早在去年十一月引入新的节能量计算系数前就已经显现，此外，也提供了通过白色证书机制在工业领域中提高能源效率的可行方式的有用信息。

机制的基本原理

意大利白色证书机制（又称TEE，是意大利立法界定“ titolidiefficienzaenergetica ”的缩写，意为“ 能源效率证书 ”）由部级法令（D.M.）在2004年7月20日创立，旨在推动终端能源用户提高能源效率，在即将到来的2013年正迈进第三阶段。[.D.M.于2007年12月21日启动了第二阶段，规定了2008-2012年的节能目标.并且分别于2008年5月30日和2011年2月28日引入了第115号D.Lgs和第28号D.Lgs以及一些重要信息。但执行法令仍未明确。意大利立法术语中，D.M.是部级法令的缩写，作为遵照某条法律或立法法令（D.Lgs）颁布的立法第二级法案。实际上白色证书机制正是为电力与天燃气市场自由化法服务。]

该体制基于义务的宗旨，要求用户超过50，000的电力和燃气配电网运营商（DSO）s[.DOS：配电网运营商。该缩写用来表示电力与天燃气网络中的所有运营商，即自由市场中的自然垄断情况。]完成具体的节能目标，目标通过一次能源节能量体现，且节能量每年递增，如图2所示，从而提高终端使用能效。这些节能目标可以通过对终端能源用户采取提高能源效率措施来实现，可以采用吨油当量（toe）作为测算单位。[在意大利生产结构中，1吨石油当量（toe）约为1,200m3天燃气或5,350kWh电量。因此使用的系数为0.187toe/MWhe和0.086toe/MWht。]

图3表示白色证书机制运作的原理。一个配电网运营商或自愿主体——用户少于50,000的配电网运营商、曾经或现在操控配电网运营商的公司、能源服务公司(ESC)[根据指令2006/32/EC，参与白色证书计划的不必一定为节能服务公司（ESCO），但公司必须准备充分以便执行能效措施，这也就是缩写使用ESC而非ESCo的缘由。提出计划前，ESC应先证明已遵照本要求获取意大利电力与天燃气监管部门（AEEG）的认可（“ accreditamento ”）。]、或遵照法律10/91[一次能耗至少为10，000toe的工业公司以及超过1，000toe其他形式的公司或主体，必须遵照法律要求指定能源管理

师。由意大利能源合理利用联盟（FIRE）管理他们的能源网络。]条款19，具备认证的能源管理师的公司或机构——都可通过递交能效项目来申请白色证书。若递交的项目满足意大利电力与天燃气监管部门制定的相关法规要求，并且获得意大利国家新技术能源与环境委员会（ENEA）（意大利能源机构，主要负责核查项目在技术和管理上的完好性）的批准，则企业就会从意大利能源市场运营商（GME）（GestoredeiMercatiEnergetici[意大利能源市场运营商（GME）负责管理意大利电力转换与排放交易、绿色证书和白色证书（WhC）市场。]）处获得与认证节能量（一份白色证书等于1吨石油当量的节能量）数量相等的白色证书。

机制涉及的各方可在意大利能源市场运营商市场中进行实时白色证书交易[可遵照下列链接中的指示进入交易“旁观模式”。——通常一周一次，或通过在意大利能源市场运营商平台上注册的双边合同进行场外交易(OTC)。未能提出白色证书项目的运营商可以交易商的身份进入市场。

责任主体配电网运营商（DSOs）可从白色证书交易体系中获取足够的白色证书来完成目标。在履行期即次年的5月31日之前，应将证书交与意大利电力与天燃气监管部门。若未取得足够数量证书，有两种解决办法：

若证书提供的节能量能够达到配电网运营商目标的60%及以上，则配电网运营商就不用受到惩罚，但下一年必须补齐目标的差额。

若白色证书提供的节能量未达到责任主体目标的60%，则分销商将受到罚款,并且必须在下一年补齐目标的差额。

值得注意的是，尽管惩罚是该机制极为重要的组成部分，但意大利电力与天燃气监管部门却未规定明确的罚款金额。因此惩罚会根据目标的完成程度和该配电网运营商对待整改要求的态度来决定。市场目前缺少基准罚款上限。

终端用户可从白色证书经济价值中获利，极少情况下，还可能拿到实施方案的资本成本或能源服务年费（若存在此类费用）的折扣。只有遵照法律规定的10/1991，且已具备认证的能源管理师的企业才可能成为主动方。

白色证书机制下，只要项目最终用能的能源效率有所提高，该项目就是合格项目，而不管该项目是锅炉或照明系统、太阳热能或热电联产还是电动机或工业生产工艺。部级法令专用列表内未列出的项目不在此机制范畴内，这类部级法令旨在提高发电效率和健全白色证书机制。应根据安装或更换的装置或测量参数（例如由区域供热厂发出的电力和热能）对各合格项目发放一定数量的证书，应在五年期（建筑外围相关项目为八年）内获得。

在EEN9/2011delibera[意大利电力与天燃气监管部门（AEEG）主要决议称为“delibera”，用数字进行归类，且用缩写代替措施涵盖的领域，EEN表示与白色证书（WhC）相关的决议。]中，意大利电力与天燃气监管部门改变了节能量认可的基本要素，引入了一个计算系数，将措施的技术寿命纳入考虑范围，并将其与技术使用多年的磨损情况和其他造成效益下降的因素折现成系数计算出综合节能量。例如，若某项能源效率施的年节能量为100吨油当量，预期年限为15年，则基本乘数为15/5=3（5为获取白色证书的年限），折现系数则为2.65，因此综合节能量为265吨油当量/年（见图4）。在这个例子中，采用能源效率措施将得到“白色证书年限”265×5=1,325吨石油当量对比之前法规规定的100×5=500吨油当量/年。采用的措施不同，系数也从1到4.58不等。表2和表3对工业节能量认定档案进行了总结归纳。

由于许多案例中，节能量难以通过实际测量[或许是因为成本太高或许是因为难以或无法排除能效方案产生的影响（例如，建筑隔热等）]得出，因此白色证书主要问题之一就是节能量的计算。针对某些措施，节能量基于特定“档案”（由意大利电力与天燃气监管部门限定）进行确定。这种情况下（节能量认定未经现场测量且工程估值也未经现场测量），根据安装的装置或产出的千瓦时（例如太阳能供暖、窗户更换、热电联产和区域供暖等），很容易测算出节能量。

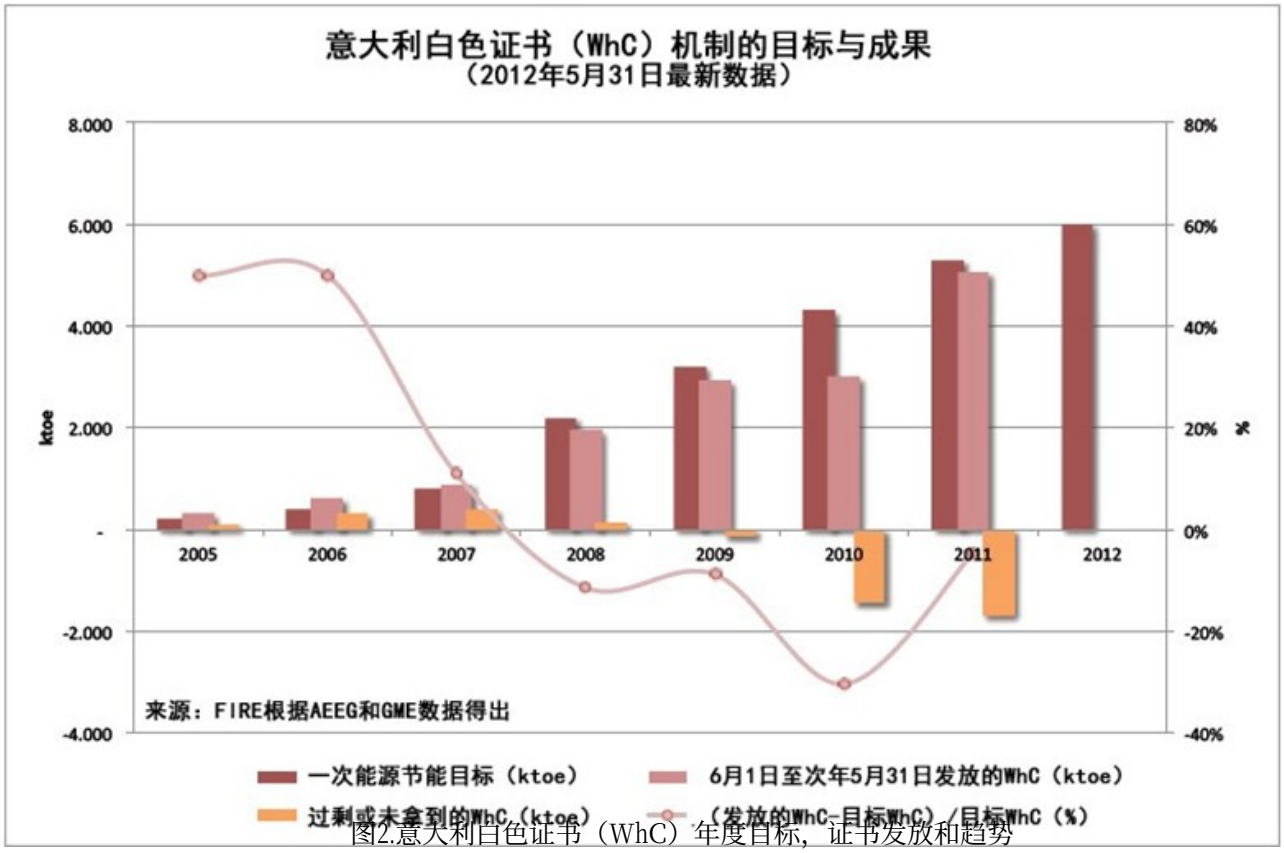

图2.意大利白色证书（WhC）年度目标，证书发放和趋势

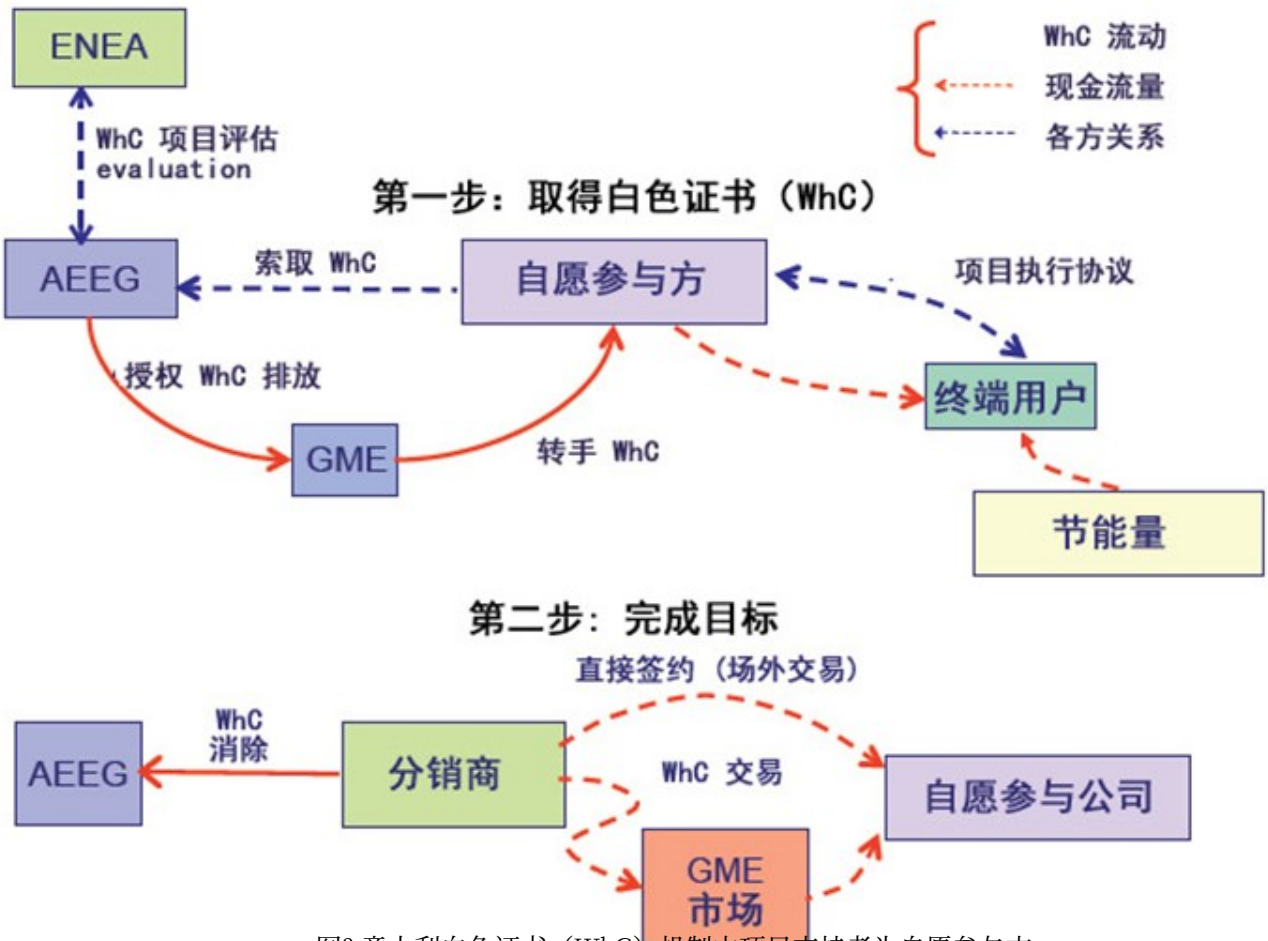

图3.意大利白色证书（WhC）机制中项目支持者为自愿参与方

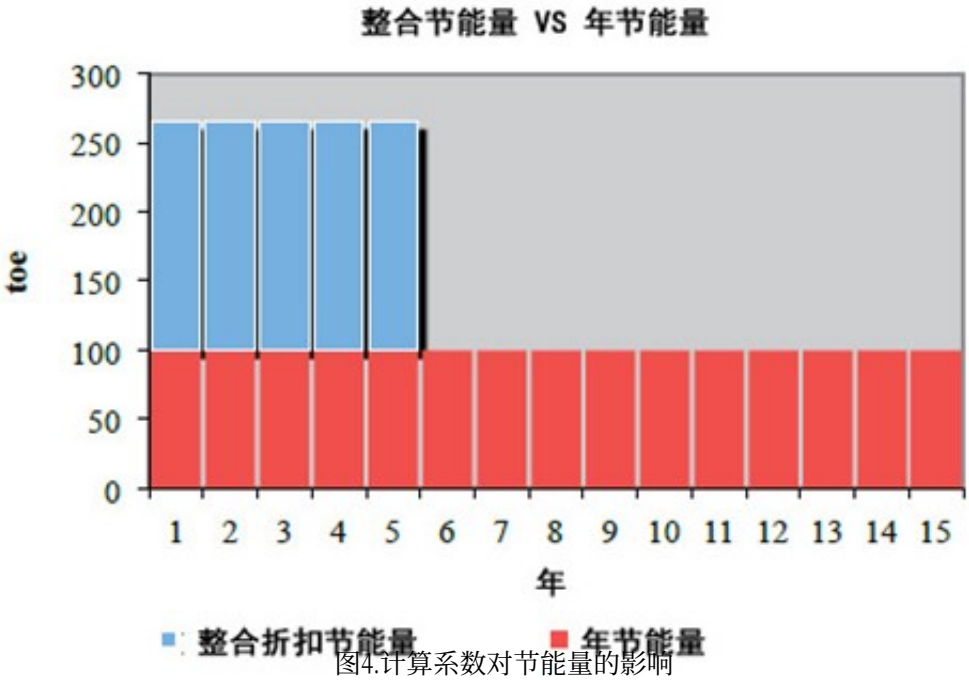

图4.计算系数对节能量的影响

例如，罗马安装玻璃太阳热能板替代电热锅炉，每平方米玻璃板相当于0.154吨油当量[随着燃气锅炉、区域供暖集成或真空管集热器位置的变化，该数值将有所不同（该表对五个日照地带进行了区分）。]，综合并贴现计算后一年则为0.408吨油当量，在这个案例中采用的计算系数为2.65。对于节能量认定，意大利国家新技术能源与环境委员会开

展了初步调查——之前由意大利国家新技术能源与环境委员会、能源系统研究中心或其他主体协助意大利电力与天燃气监管部开展，旨在通过这些档案来评估被认定的标准化节能量。

如果在调查期间，无法使用标准化方法[譬如，利益关系人之间无协议存在（技术制造商、能源供应商、配电网运营商（DSOs）、消费者和协会等），或由于某些变量导致节能量变化较大。]，那么建议采用工程估算方法，即在核算方法（基于至少一次测量）的基础上算出节能量。例如在中央供暖和制冷系统中，根据燃料消耗、电力消耗和对用户供给的可用热量的总量来计算节能量。节能量认定方法的好处就是不用进行任何计量，而且从能源效率措施实施就可取得白色证书。因为工程估算法需要进行一系列测量，所以第一份白色证书通常会推迟一年发放[这是对“测量”节能量时间上的要求。]。而以上两种方法皆使项目不再难以提出。

在其他情况下，若无简化档案可用，则建议者必须预先取得对拟用测量过程和节能量评估方式(PPPM)的许可。计算这些以测量数值为基础（即所谓的metodoaconsuntivo”,或能源监测计划）。实际上，建议者必须针对市场标准和相关“额外”节能量进行市场调查，以评估基准线方案，并提出一种建立在合适测量基础上的方法来计算节能量。如许多工业项目、建筑改造和余热利用等这类项目都可通过这种方法来计算节能量。

工业节能量认定档案									
文档编号	技术	单位	单位每吨油当量		节能量（10^3吨油当量/单位/年）		单位需达到20吨油当量		计算系数
			最小	最大	最小	最大	最大	最小	
9	工业泵系统的变频调速电机								
	单班	1 kW	12	42	24	83	314	91	2，65
	双班	1 kW	6	20	49	166	153	45	2，65
	三班	1 kW	3	11	95	319	80	24	2，65
	不定时	1 kW	11	38	27	90	284	84	2，65
11	高效电机								
	单班	1 kW	37	294	3	27	2.220	283	2，65
	双班	1 kW	19	149	7	53	1.126	142	2，65
	三班	1 kW	10	77	13	102	581	74	2，65
	不定时	1 kW	15	220	4	29	2.040	262	2，65

表2：工业节能量认定档案归纳总结

能源效率措施	系数
IND-T 工业生产工艺：产能或热回收用于制冷、烘干、燃烧和熔化。	3.36
IND-GEN工业生产工艺：可再生资源、热回收或热电联产发电	3.36
IND-E工业生产工艺：高效的驱动系统（电机等），自动化和功率因数措施	2.65
IND-FF工业生产工艺：与上述措施不同，针对生产工艺和厂房设计布局采取能量优化技术，通过对产品数量和质量进行[illegible]	3.36

表3：工业监测计划节能量计算系数参考值

独立于已选的节能量测量和验证方法，需注意白色证书只关注额外的节能量。而额外节能量根据考虑的措施方案和/或相关行业，采用标准市场基线进行评估，从而显示出典型措施的平均能源效益。这是非常合理的方法，奖励仅针对源于机制所获得的节能量，而不是因技术改进、强制标准或市场发展而获得的节能量，因此在理论上既保证了激励措施的成本有效性，又有效促进了能源效率的提高[对于意大利额外节能量的实际效应与缺乏制约搭便车效应的能力]。

但是，基线的确定十分复杂，由于缺乏可靠的市场数据，于是限制了简易节能量测量和验证方法的确立及能源监测计划的实施。所以最终只有少量可用的节能量认定和工程估值档案：目前有24份档案，其中[D.Lgs.28/2011要求意大利国家新技术能源与环境委员会（ENEA）在2011年9月提出至少15份新的简化M&V档案。意大利国家新技术能源与环境委员会（ENEA）按期完成了任务，而且最后还多给出两份档案。经济发展部将于2012年发布这17份全新的档案。]份为节能量认定18。对于监测计划，带来两方面的影响,既让建议者很难实施简化的节能测量和验证协议的提议，也要求意大利国家新技术能源与环境委员会做出重大努力来评估这类提案议，而这类提议通常是无法获得批准的，所以

需要花时间修改，因此导致白色证书机制获批耗时较长、费用较高。

表4表明了2005年至2011年提议的结果。约45%的获批PPPMs在被接受和进行节能量计算前，都需要建议者至少进行一次修正。通常是因为提供的相关信息不充分或不正确，相关方面包括对项目的描述、拟定核算方法、节能量测量和验证的测量、基线和额外节能量的评估等。过去两年内提出的提议几乎占总数的二分之一，2011年的提议几乎占到了总数的三分之一。

自从意大利能源合理利用联盟和意大利国家新技术能源与环境委员会着手开展了一系列活动（会议、研讨会、培训课程、指导方针和常见问答等），并采用实际案例[意大利国家新技术能源与环境委员会（ENEA）从2006年就开始对提案进行评估，由于缺乏经济来源进行激励，一开始并未开展宣传活动，因此导致计划延迟]详细讲解如何提出这类提议，之后，能源监测计划的提出便开始增加。但在此之前，复杂的程序却让许多潜在的建议者对白色证书机制望而止步，尽管在引入节能量计算系数前，针对工业能源效率措施的白色证书机制带来的激励就非常有诱惑力。

自从部级指令在2011年9月5日采用不同的特定规则后，热电联产成为了基本节能量测量和验证规则中的例外。它的核算方法则未将额外节能量[节能量与2004/8/EC指令定义的热电联产PES指数直接相关，且因装机功率不同而有所变化。]考虑在内，评估当局为GSE（GestoredeiServiziEnergetici，一家推行和支持可再生能源的意大利国有企业），白色证书可在配电网运营商上一年度收费退还或市场中售出后撤销。

该机制允许提出项目的最低门槛为20-60吨油当量，视不同节能量测量和验证方法而定（见表5）。通过以下两方面降低最低门槛，一是将综合的节能量纳入考虑范围（即引入节能量计算系数），另一方面是结合针对不同用户实施的各种项目以达到要求的最低门槛，假设他们采用的是同样的节能量测量和验证体系。在这类新的限制条件下，目标比原来降低了二至八倍，最低门槛甚至对更小型的项目也不再是问题。

最终共有五种类型的白色证书：

类型I:电力节能证书；

类型II:天然气节能证书；

类型III:其他能源节能证书（液化石油气和柴油等）；

类型IV:运输用燃料节能证书（液化石油气和柴油等），采用简化节能量测量和验证方法；

类型V:运输用燃料节能证书（液化石油气和柴油等），采用能源监测计划。

终端用户支付电力和燃气配电网运营商的电费，承担节能任务的配电网运营商可通过这种方式“而非其他方式”[该定义由部级指令于2004年7月20日提出，指应将退还款考虑在能效投资相关收益之中，但难以用数字来衡量。由于大多配电网运营商（DSO）都为被动方，通常并未实施任何计划，因此可以说配电网运营商（DSO）退还款基本与白色证书（WhC）市场价格近似。实际情况中配电网运营商（DSO）要求的退还款通常高出市场价，从而弥补为取得白色证书（WhC）各设施产生的费用和配电网能量减产带来的损失。]收回成本。目前对承担义务的配电网运营商退还额达到了86.98欧元/吨油当量（2005年至2011年每吨油当量价格在88.92至100.00欧元范围内浮动），退还额应优先于用户支付的电费，且应按照提交意大利电力与天燃气监管部门的I、II、III和IV类证书分配给配电网运营商[V类证书无法获得退还款，因此在市场上不具备交易价值。实际上迄今为止，经济发展部还未发布简化节能量测量和验证(M&V)档案，因此还不存在任何IV证书。]。

需求、供给和白色证书定价

该机制以需求为运作基础，需求在分配了义务目标（例如，2011年为530万吨油当量）的配电网运营商身上得以体现，供给在提出并获得批准的能效项目证书持有方身上得以体现。图5对这种走势进行了总结。

市场以供需为导向，2008年供大于求，因此价格相对较低；随后一段时间由于证书短缺，价格又有所上升。证书可储存至2012年，因此证书所有人可持有至价格最为优惠的时候再转手卖出。2010年和2011年的年度目标（见图2）较难完成，

因此至今白色证书价格仍呈上升趋势。如注释22所述，由于缺乏对配电网运营商的退还款，所以IV和V类证书仍未

进入市场。

白色证书的趋势如图2所示，年度目标仍然远远未达到。2011年目标已经成功达到70%的最低门槛。当然这是由于引入的节能量计算系数将未来节能量计入在内，从而增加了市场内白色证书的流通，但因此也需要提高目标来满足同年节能量，以达到欧洲节能目标要求（2006/32/EC指令和能源效率新指令）。

	获批					驳回			其他			共计
2005–2011	第一次提交	第二次提交	第三次提交	第四次提交	第五次提交	第一次提交	第二次提交	第三次提交	暂停	撤销	待批准	
PPPMs 数量	399	270	41	3	1	86	12	4	9	31	117	973
PPPMs %	41%	28%	4%	0%	0%	9%	1%	0%	1%	3%	12%	100%
	72%								16%			

表4.PPPM获批程序的结果，表明频繁修改次数

门槛	吨油当量 (考虑到节能量计算系数)
节能量认定	20
工程估值	40
监测计划	60

表5.提出项目的最低门槛

结合各种措施为实现一个项目最低门槛的各种可能性	同类节能量评估方法			非同类节能量评估方法
单个客户	节能量认定	工程估值	监测计划	监测计划
多个客户	节能量认定	工程估值	监测计划	不允许

表6.结合各种措施为实现表5所述门槛的各种可能性

图5.白色证书价格趋势

水泥行业中的白色证书

为了更好解释白色证书机制在意大利工业领域中的运作，现将意大利能源合理利用联盟针对意大利国家新技术能源与环境委员会实施的水泥行业指导方针概括如下。

作为欧洲主要水泥生产国之一，尽管近年来产量大幅下降（2008年增幅为-15.6%），但意大利2009年水泥生产总量达到3630万吨，仍是欧洲最大的水泥生产商之一。生产设施遍及全国各地，目前共有88家水泥生产厂，其中58家为全生产流程工厂，另外30家仅为水泥研磨工厂。共有80套干法或半干法回转窑，可以满足更高能效要求。

由于水泥的生产及其主要成分熟料,是高能耗单位最终产品，近年来已对整个生产工艺进行了大规模革新，因此生产每单位水泥的能耗（热能和电力）显著降低，以及提高熟料的生产量、质量和效益。

2008/01/CE综合污染预防与控制（IPPC）指令中的部分BRef[BRefs – 参考文件 – 对最常用的生产工艺进行了介绍，明确指出了工业主要领域降低温室气体排放和能源消耗的最佳工艺方法。]对指导方针进行了说明。该文件主要针对排放相关问题，也介绍了能耗相关的工艺技术。指导方针重点关注节能思路和适于意大利整个行业的最佳实用技术（BAT）。

建造新厂（或进行大规模旧厂改造）时，水泥行业最佳实用技术要求水泥熟料生产工艺要配有预热器和多级预分解炉的干燥窑，水泥行业最佳实用技术中，熟料热预定值为3,300兆焦/吨。

虽然技术进步显著，但能源效率仍有很大提升空间。参考文件(BRef)中的水泥行业最佳实用技术明确指出，熟料的热能值为3,000M兆焦/吨，水泥电耗为90千瓦时/吨。通过对整个水泥厂园区进行改造，熟料节能量可达到300兆焦/吨。假设全国水泥年产量为3630万吨，熟料和水泥的比率为0.75,工厂改造率约为50%，则年节能量约为100千吨油当量。对于整条水泥生产线的电力消耗，年节电量比基线值节约为25千瓦时，考虑改造率为50%，年节电量约为85千吨当量。

监测计划

起草监测计划必须将下列要点考虑在内：

- 工艺说明；
- 能源效率方案说明；
- 基线的确认以及因此产生的额外节能量；
- 节能量核算方法的确定；
- 节能量测量和验证体系的说明。

由于各种原因，通常第三和第四点最难把握。

额外节能量基线

应根据任一种可能性(两种可能性中)对基线进行评估：建设新厂房设施或改造现有系统。

针对新厂房（或对现有厂房进行完全改造），应参考市场平均基线，例如同一时期相似案例中提出的典型方案。如上所述，目前多采用带有多级预热器和预分解炉的干法工艺。

针对现有厂房的改造，假设已实行“硬措施”，不仅仅是改善厂区或节能设备的管理，参考基线也应取改造之前厂区和相同行业领域内现行方法两者间特定能耗量的较高值。表7将参考值与改造之前的系统值作了比较，以确定基准线。

白色证书机制规定的节能量是基线能源使用与之后能源使用的差。

对于不具备一条整个流程的生产线，仅是其中的几个不同生产阶段的项目，可将文献作为参考。例如，将其与水泥行业数据进行比较，则可以估算出熟料煅烧占水泥生产整个电力消耗的22%，水泥粉磨所占比例更高，为38%。依据这些数据，可推算出生产工艺流程不同阶段的实际的电耗。

节能量的核算方法

虽然核算方法并非技术问题，但所选择的核算方法对实现工业生产节能量的标准化却十分必要，尤其是熟料生产，而且也能确保实施的能源效率措施产生的节能量可以准确地从其他能耗中分离。因测量不充分或定位不准确产生很多相关问题，节能运算公式的定义就可能存在偏差。

待测量的变量为：

· 熔炉所使用燃料的总量；

· 燃料低热值(LHV);

· 熟料的产量(公吨);

· 年耗电量.

热能节能量:

Rt=(CSTB-Cstpost)×B[吨油当量/年]

其中:

CSTB=单位热耗基线[吨油当量/吨熟料]

Cstpost=Et/B=改造后的单位热耗[吨油当量/吨熟料]

Et=年耗热量=燃料使用量×LHV[吨油当量]

B=生产的熟料量[吨熟料/年]

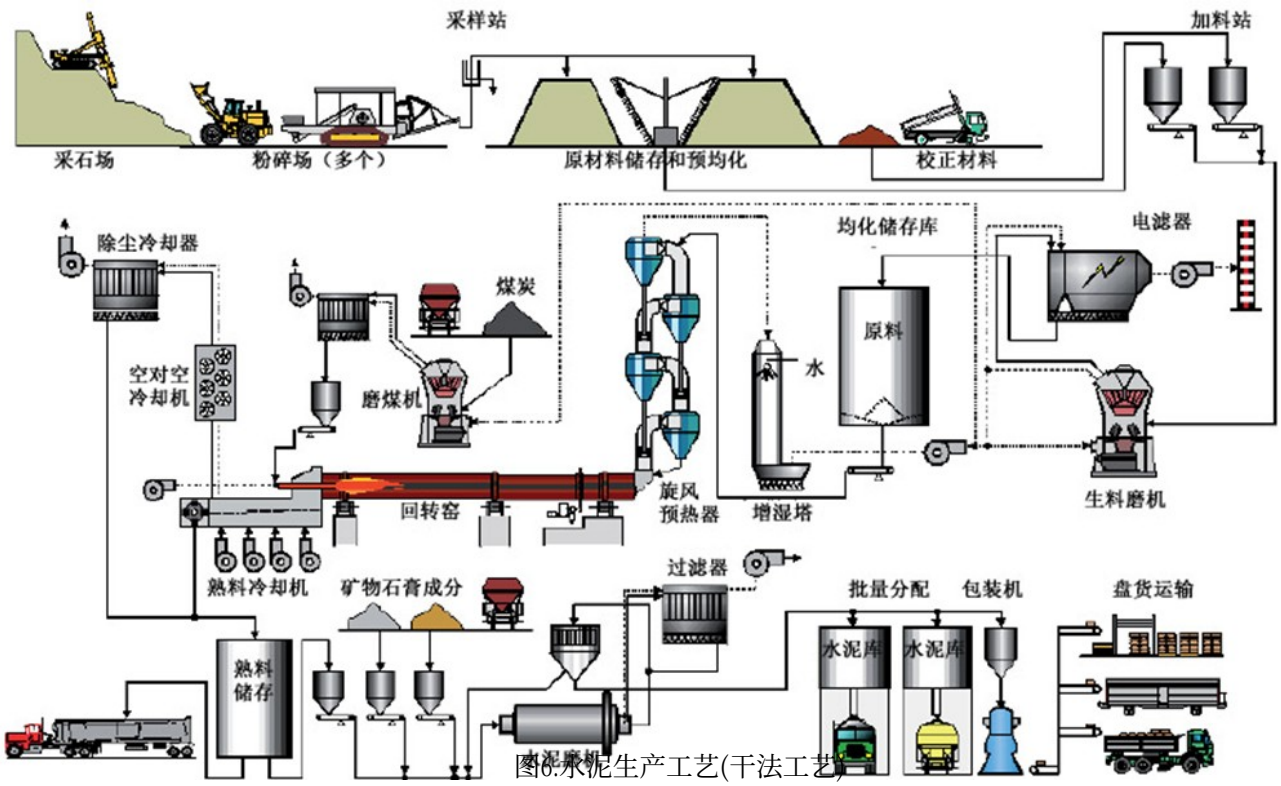

图6.水泥生产工艺(干法工艺)

参考值	热能	电力
参考文件	3,000 - 4,000 M J/t 熟料	90 - 150 kW h/t 水泥
意大利现行惯例	3,860 M J/t 熟料	114 kW h/t水泥
生产步骤分解		
原材料研磨	84 M J/t 熟料	38 kW h/t 水泥 35 kW h/t 原材料 (原材料/熟料= 1.52;湿度 5 %)
熟料熔烧	3,768 M J/t 熟料	25 kW h/t 水泥 33 kW h/t 熟料 (熟料/水泥= 0.77)
水泥粉磨		43 kW h/t 水泥
其他能耗(风机和燃料预热等)	8 M J/t 熟料	8 kW h/t水泥

表7.基线计算参考值

节电量：

Re=(CSEB-Csepost)×B×c[油当量/年]

其中:

CSEB=单位电耗基线

[千瓦时/吨熟料]

Ee=年耗电量[千瓦时]

CsepostEe/B=单位电耗

[千瓦时/吨熟料]

B=熟料产量[吨熟料/年]

c=0.187×10-3[吨油当量/千瓦时]

最后一个系数由意大利电力与天燃气监管部门（AEEG）确定,作为电力一次能源的换算因数，相当于中央发电厂46%的效能。

节能量测量和验证(M&V)的相关问题

因为水泥行业燃料和熟料的消耗量较高——每年高达数十万吨，所以很难进行精确测量。为了解决这个问题,一种可能性是参考2007/589/EC排放权交易机制附录VII决议(指令2003/87/EC)[该指导方针，例如，给出了熟料生产测量的不确定因素为2.5%]所列出的不确定的测量结果。

可用的替代燃料仍然十分有限，因此最终成效还不明显。由于意大利有意利用工业和城市垃圾生产废弃物衍生燃料(RDF)，因此应着眼于白色证书和排放交易体系（ETS）对废弃物衍生燃料利用带来的影响进行分析。其中两点影响如今已经比较明显：流量和高热值很难测量；附属服务设备能耗和废气排放量增加，这将导致燃用废弃物衍生燃料工厂的基线方案的不同。

获批的PPPM的典型节能量记录

下文对记录的各类型项目和可达到的节能量（仅具指导意义，因特定的能源效率措施和起始基线的不同而存在较大差异）进行了归纳。

可从多数申请中看出，尽管监测计划比较复杂，但仍可以成功应用,尤其是可行节能量所取得的成就得到充分证明时。意大利提出单个能源效率措施的最低门槛为60吨油当量，目前白色证价格大致为6,000欧元/年，为期五年。该值须与用户的能源账单中的实际节能量相比较，实际节能量大约每年为10,000欧元[工业领域每吨油当量约花费400－600欧元，表8中典型的节能量计算系数为3.36，因此门槛为整合的60吨油当量，大约相当于20吨油当量年度实际节能量]，由此可以证明白色证书在工业领域中促进能源效率措施实施的重要地位。

而最低门槛实质上就是一种奖励，为能源服务公司(ESC)和许多其他公司提供了实施PPPM的契机，使他们不仅有能力支付提案准备阶段的费用（仅第一年才产生），还有行政管理费用，在PPPM获得批准后应付的费用，用于双方沟通测量方法、获得白色证书、并在市场中销售,之后还能挣到额外的利润。要达到最低门槛要求，全年需节约电力100兆瓦时或天然气200,000立方米，对工业领域的大中型企业来说轻而易举。

此外，表8说明了，对单个典型生产厂来说申请年收益上万欧元的项目并非难事。可见白色证书能为工业领域能源效率投资做出巨大贡献,此外,也适于所有能源密集型产业和高能耗企业。

结论

尽管白色证书是否为成本效益最佳的绩效机制仍然有待考证（见示例），但其优势却几乎涵盖了能源效率措施的整个范围,而不需要让决策者详细了解能源效率措施的资本成本。任何提高能源效率的机制都会遇到一个同样的问题，即制定有效的节能量测量和验证计划确保以最小成本获得最大节能量。因此节能量测量和验证成了最需要解决的问题。

能源效率（EE）措施	编号	节能量
工业炉改造	5	(2÷13) x 10⁻³ toe/t 熟料
工业炉更换	4	(4÷13) x 10⁻³ toe/t 熟料
热回收	3	(0.11÷1) x 10⁻³ toe/t 熟料
废弃物衍生燃料回收	7	(2÷4) x 10⁻³ toe/t 熟料
水泥磨机改造	2	(0.5÷3) x 10⁻³ toe/t 熟料
水泥磨机更换	3	(2÷4) x 10⁻³ toe/t 熟料
改进风机控制	3	(0.05÷0.4) x 10⁻³ toe/t 熟料
改善管理体系	3	(0.2÷0.4) x 10⁻³ toe/t 熟料
原材料磨机更换	2	(0.7÷2) x 10⁻³ toe/t 熟料

表8.获批的EPPM的节能量记录

节能量认定和工程估算法的明显优势是使用简单，降低了相关机构（意大利国家新技术能源与环境委员会）的监管和评估成本。另一方面，如果只考虑额外节能量和严格的节能量评估方法，很难定义大量认定的节能量的档案[定义认定节能量档案需用到：定义基线和潜力的市场分析；确认EE方案效益和标准节能量的技术分析，分析文件应可在不同用户之间进行复制，且供应商方案变化不可过大；将一切相关技术标准和适用立法措施都考虑在内的法规分析。通常要么数据收集不全，要么虽然数据收集较好，却缺乏单位节能值，由于经济效益过低，发布档案亦毫无价值],除非已有大量特别可靠的市场价格与技术方案的相关统计数据。而这在工业领域更难实现，除热电联产外，意大利目前仅发布了两份节能量认定档案和一份工程估算档案。

监测计划显然更难管理，因为不仅要求建议者提出有效的提案，而且还要求评估主体[很难对提案的起草进行标准化规范，相同的EE措施，不同的支持者可能由于文章风格、长短、附加信息、甚至核算方法和基线评估的不同而编制出形态各异的文件。]花费大量的精力对提案进行评估。它的另一缺陷是审核程序与中小型企业（SMEs）实施与自身特有性质的措施完全无法兼容。因为中小型企业是欧洲的主力军，更是意大利的经济支柱，因此这是一个很大的弊端。为确保中小型企业能从白色证书机制中获益，应发展简化的节能量测量和验证机制，为此，甚至不惜以某些工程的精确度为代价。

大型能源效率措施，譬如运用在水泥行业中，监测计划是行之有效的。工业企业已经意识到了白色证书带来的机遇，正努力想获得该证书。这对于缺乏大量白色证书而难以完成2012年度目标的交易体系无疑是个好消息。此外，也说明该机制最终推动了能源效率的提高。就前几月意大利证书发放量看来，实际上监测计划已突破节能量认定和工程估算的障碍。因此又给能源效率措施带来了令人关注的附加价值：计划的复杂性要求支持者，特别是能源服务公司，充分理解并学习现行能源效率措施[值得一提的是，ESCs通常在EE措施实施后从咨询公司的身份摇身一变成为行动参与方。他们并不一定具备项目相关的专业技能。]，从而提高了他们对自身所从事的工业领域的认识，这就有助于日后开展类似项目。一些能源服务公司(ESC)也的确通过该途径成为了真正意义上的节能服务公司，这也正是意大利白色

证书机制的一个最初目的。

另一个重点在于：信息和培训无疑是该机制在工业领域取得成功的催化剂。充足的经济和人员投入是首要基础，体制带来的利益远远多于投入的费用。

作者：

Dario Di Santo

Daniele Forni

Enrico Biele

FIRE – Italian Federation for the Rational Use of Energy

（文章提供：工业生产力研究所(IIP)）

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/news/55778.html