

中国分散式可再生能源发电系统引入强制性市场配额机制的可行性研究

(执行报告总结)

N.H.van der Linden

Li Junfeng

Deng Keyun

J-W Martens

K.V.Ramani

Wang Sicheng

Wang Shutian

C.van der Tak

2003年9月

致谢（序言）

从 2002 年 6 月到 2003 年 9 月，由荷兰能源研究所（ECN）牵头，和来自中国和欧洲的专家共同组成项目小组，研究将中国分散式可再生能源发电系统（DRES）纳入被提议的强制性市场配额政策（MMS）的可行性。这项工作得到了英国政府国际开发部的支持。

这项执行报告总结是在一篇为专业技术人员写的长达 145 页的完整的报告的基础上写成的。这个报告能通过因特网从www.ecn.nl 下载。

这个项目在 ECN 注册，项目号是 7.7440

目录

缩略语

汇率

1. 概述
2. 研究范围
3. 中国可再生能源的发展
4. DRE 的监测和验证技术的最新程序
5. 引入 MMS 系统对 DRE 系统的理解的影响
6. DRE 系统和 MMS 策略对于贫困人口缓和/减少贫困的影响
 - 6.1 能源、缓和贫困和减少贫困
 - 6.2 方法
 - 6.2.1 1&2 部分的主要结论
 - 6.2.2 3&4 阶段的主要结论
7. 建议
 - 7.1 小水电
 - 7.2 家用光电系统
 - 7.3 村庄光伏发电系统
 - 7.4 独立风力发电系统
8. 四川省小水电 MMS 试验阶段设计概要

附录 I: 可能的 DRE 选项列表

缩略语

AMB	农业机械局
CRESP	中国可再生能源促进项目
DRE	分散式可再生能源发电系统
MMS	强制性市场配额
NDRC	国家发展和改革委员会 (SETC 和 SDPC 已经并入和新建立的 NDRC)
RE	可再生能源
REDP	可再生能源发展项目
RMB	人民币 (中国货币)
RPS	可再生能源交易标准
SHS	家用太阳能系统
WTP	支付意愿

汇率

1 美元 = 8.28 元人民币

1.概述

中国在可再生能源利用方面的显著成效一直以来被世界所公认。特别是它的小型水力发电和沼气发电技术经常被引为成功的典型，在许多其它的国家应用。中国已经明确表达了其决定：要进一步提高可再生能源的利用以助于达到稳定的经济发展和减少由于煤的利用造成的环境影响。可再生能源将作为一个重点项目在第 10 个 5 年计划（2001-2006）中贯彻实行，并将在第 11 个 5 年计划中继续。

世界银行和全球环境基金将在第 10 个和第 11 个 5 年计划期间就可再生能源项目的实行对中国政府提供帮助，因此，设立了**中国可再生能源促进项目（CRESP）**。**CRESP** 由项目管理办公室（**PMO**）管理，项目管理办公室设置在国家发展和改革委员会（**NDRC**）中。中国可再生能源促进项目最先要开展的活动之一是机制建设，可再生能源的强制性市场配额政策可以在机制建设中引进。

强制性市场配额政策是指电力供应中一定数量（比例）的电力是由可再生能源生产的。从某种意义上讲，这种义务可以在电力供应链上的某些环节，这涉及到从生产，供应直到消费。为了完成任务，我们还实施可监控程序。对于与电网相联的可再生能源技术，基本的监控手段是读电表。

在强制性市场配额政策中，可再生能源电力的生产者收取额外的费用以填补可再生能源发电的基本成本。这些成本通常是转移到电力消费者身上，或者是强制性的（例如将这些成本加到一般电价上），或者是自愿的（例如通过绿色电力计划使了解环境问题的消费者自愿支付额外的成本）。这就意味着在强制性市场配额政策内产生了附加的收入，这些收入用来支持可再生能源发电。

一般来说，**MMS** 系统可以用以下三种类型的保障措施中的一种或者组合来建立：

1. **可再生能源交易标准（RPS）**：政府通过法律（或自愿）设置必须从可再生资源中生产的发电量（或比例）。然后允许市场按照贸易形式设定要满足这一任务的价格
2. **摊入电费**：对于所有合格的可再生能源馈入电网的电量，由政府制定额外的价格摊入电费。
3. **招标系统**：政府成立一项基金来支付它的可再生能源支持政策的费用。这个系统包括一个竞标的程序来决定基金的所属，以保证成本最低的项目能获得基金。

MMS 型系统作为一种达到环境目标和能源供应多样化的手段，已经引进到欧洲的一些国家和美国的一些州。中国政府目前正在考察 **MMS** 对于中国加速可再生能源的利用以减少环境污染而言是否是一个合适的政策框架。这也包括对在中国的形势下什么是最佳的电力供应机制的分析。和欧洲和美国一样，中国实施 **MMS** 的焦点将集中在与电网相联的可再生能源技术上。

环境因素是打算将 **MMS** 引入中国的主要原因。但是政府也已经认识到了(可再生)能源对解决贫穷问题的重要性。能源与贫穷问题之间的联系已经重新引起近来国际上对发展中国家持久的贫穷问题的注意力。对能源—贫穷关系的重要性的最正式的表述是在“千年发展目标”的框架和 2002 年关于可持续发展的世界首脑会议的成果中。由于世界上大部分的穷人生活在农村地区，言外之意就是我们

必须重新检查我们的政策和方针，引进现代燃料和电力来发展农村的社会经济。

分散式可再生能源供电系统（DRES）对未通电或者是由集中的矿物燃料发电的电力网或公用电力网供电的穷困的农村乡镇有特别的实用性。DRES 提供了一个可行的解决方法以满足电网不能到达的偏远地区的这些乡镇用电的需要。目前，中国有大约 30,000 个村庄没有电，每个村庄大约平均有 1,000 人。因为这些村庄偏远的地理位置和低的电的消费，它们可能始终在电网延伸中享有最低的优先权。中国政府已经将这些偏远农村的供电列为自己的任务，既然电网延伸的办法不实际，就通过 DRES 来实现。

然而，在 DRES 的推广中还存在一些障碍。最大的障碍是负担能力问题。DRES 在给偏远的乡镇供电时与传统选择的能源相比往往是有成本竞争力的。特别是当需要的能量少时，DRES 经常是最低成本的选择。然而，尽管偏远地区的乡镇发现 DRES 是他们最便宜的选择，大多数只能勉强糊口的贫困人口没有足够的现金去购买 DRES 以改善他们的生活条件和提高他们的生活水平。

目前中国政府考虑的减小这一障碍的选择之一是将 DRES 纳入所建议的中国 MMS 中。如果 DRES 能够纳入到 MMS 下，那么由 MMS 产生的一部分收入就能够分派给 DRES，这些反过来就能用来使穷人通过价格的降低来获得 DRES 或者是更好而且更便宜的维修和服务。

然而，因为 DRES 是通常只生产少量电力的独立运行系统，这些系统没有安装电表，因此，如果这些系统被包含在 MMS 中，不能简单通过读电表来监测，而需要开发和执行另外一套程序来监测和验证这些系统生产的总的电量。这些程序带来的相关的交易费用在很大程度上决定了在中国将 DRES 引入 MMS 中作为一个提高穷困的农村地区用电的选择的可行性。

当前的研究目标在于为 DRES 确定适合的监测和验证程序以及评价将 DRES 引入所建议的中国 MMS 中的可行性。研究中特别强调了为满足政府环境目标提出的 MMS 政策框架也能在什么程度上通过发展 DRES 来解决贫穷问题。

这项研究的结果对为中国设计的 MMS 有贡献，这是 CRESIP 中的一项独立的的活动，在这种意义上，这项研究必须给出 MMS 中电力供应类型的建议，以确保明显改善穷困户可以得到电力供应的条件。

2. 研究范围

研究的主要目标是分析将分散式可再生能源供电系统引入为中国提出的 MMS 系统中的可行性。为了在项目组可用的时间和资源条件下达到目标，研究的范围必须很清楚，很集中。以下的设想勾画了研究的界限

强制性的市场配额政策框架

对三种能用来建立 MMS 的方式（电价分摊，RPS，招标）中的任何一种，我们需要建立一个交易办法来跟踪，监测和验证从可再生能源资源中生产的电量。在这项研究中，交易办法定义为绿色证书系统。在绿色证书系统中可再生能源电量

的生产者收到代表每单位电量生产（例如，每 MWh）的证书。这些证书代表生产了“绿色”电力，同时也促进了两个不同的市场的形成：实际发电市场和绿色证书市场。绿色证书的价格决定了能够用来补贴可再生能源发电基本成本的额外收入的多少。

目标省的选择

因为资源有限，不能对不同的省份进行分析，这份报告给出的分析集中在四川省，研究结果已经考虑到各种收入水平、电气化率、可再生能源资源和不同技术的成本，推算方法尽可能做到适用于到整个国家水平。基于诸如中国西部省份的代表性、可再生资源、电气化率、可用数据和省政府的支持等多种因素的考虑，我们决定将研究集中在四川省。

技术的选择

可能被包含在 MMS 中的分散式可再生能源发电技术在附件 1 中给出。在表 1 中，这些技术分成两个主要类型：不装电表的技术和安装电表的技术。后一类包括光伏村庄供电系统。目前，大约 1,000 个村庄，总计 18MWp 的光伏村庄供电系统已经安装。不装电表的系统进一步细分为个别家庭应用系统和用于商业目的的技术。

表 1 中国分散式供电技术分类

	没有电表的系统		有电表的系统
	独立家用系统	商业独立运行 (包括水汞)	小型电网
光电(PV)	10~200Wp	200~2000Wp	5~100KW
风光互补系统	100W 风/50W PV 300W 风 /100/200W PV		高达 500KW (2/3 风~1/3 PV)
小水电	< 10KW	多种多样	
风机	50~300W	500W~10KW	

*小水电定义为在 1~10KW 之间的设备。这个定义由张正敏等人提供。

区分有电表和无电表的发电系统在开发如何监测系统性能的程序中很重要。如果 DRE 系统是有电表的，就不需要再建立一套检测系统性能的程序。无电表系统的技术细分与决定是否将扶贫的影响纳入 MMS 有关，它对于家用和商业应用是不同的。

分散式可再生供电技术的潜在市场分析

无电表的 DRE 系统在中国的潜在市场的分析包括以下不同情况的估计：

- 还没有通电的家庭的数量；这些家庭很可能购买可再生能源独立供电系统。
- 有供电系统，但是系统的功率较低或者性能很差的家庭的数量，这些家庭很可能用新的系统替换原有的系统

表 2 和表 3 显示了当前在中国和四川省的新型 DRE 系统的安装和潜在市场

表 2 当前在四川省已经安装的新型 DRE 系统和其潜在市场

市场划分	当前在四川已经安装的系统		
	光电	风机	小水电
独立运行系统	20,000		8,000
小型电网	50 村庄		无
	四川新系统的潜在市场		
	光电	风机	小水电
无电户	118,000		226,000
有待更新的系统	5,000		8,000
新的小电网	2,000 (10MWp)		无

表 3 当前中国新型 DRE 系统的安装和潜在市场

市场划分	当前在中国已经安装的系统		
	光电	风机	小水电
独立运行系统	300,000	170,000	146,000
小型电网	1,000 村庄		无
	中国新系统的潜在市场		
	光电	风机	小水电
无电户	2,000,000	992,000	581,000
有待更新的系统	100,000	85,000	146,000
新的小电网	20,000 (100MWp)		

3. 中国可再生能源的发展

在中国，基于可再生能源资源的分散式供电系统的首次应用是在七十年代初期，在过去的三十年里，这些系统经过了技术研究和设计、示范、提高、标准化和系列化生产以及现在达到成熟的各种发展阶段。最初，主要应用是通讯，但是逐渐的，焦点转移到中心电网不能覆盖的偏远地区的电力供应。经过三十年来政府对这一领域研究工作的支持和中国政府给予农村电气化高的优先权，使得这些系统已经发展成为成熟的技术，安装容量也迅速增长。在过去的三十年里，技术的发展和销售量的大幅度增长使这些系统的平均成本降低了 10 倍。

按照资源和安装容量，小水电（低于 10KW）在中国是最重要的分散式供电技术。目前，整个安装的小水电容量是 154MW，潜在的可开发的能源估计可达到 80GW。当前，中国大约安装了 146,000 个小型电力系统，潜在的新系统的市场估计总计约 420,000 个。系统的平均价格是约 5,000RMB/KW。

太阳能光伏发电系统是在中国迅速成长起来的技术，既可供家用，也可以作为小电网供电。在 2002 年，整个安装的光电系统的容量总计大约 25MW，主要用在农村的电气化上。光电系统的销售在最近的 10 年中增长迅速，从 1993 年的约 3,880KWp 增长到 2002 年的约 20,000KWp。同样时期内，每 Wp 的价格从 40~47 降到了 30~40RMB。目前，已经有大约 300,000 套光电户用系统在中国安装，而且估计新系统的潜在市场超过 200 万个。最普通的 18~20W 的光电户用系统

的价格大约是 1,600RMB，其中包括光电板、12V/38Ah 的电池、控制器、3 盏直流电灯和电缆

当前独立运行的风机主要用在内蒙古，给游牧民供电。现在，具有 16MW 的总容量的大约 178,000 个系统仍然在中国运行，其中大约 80% 安装在内蒙古。这些系统一般容量在 150~300W 的范围内，每年发 250~380KWh 的电，其成本大约 1,150~3,090 RMB。

在上面对中国 DRE 系统的回顾的基础上，小水电（小于 10KW）、光电（家用型和小型电网）和小型风机技术将被考虑引入 MMS 中。不同类型的系统的细节在附录 1 中给出。

4. 新提出的 DRE 系统的监测和认证程序

对于已经在不同的国家实施的可再生供电的 MMS 计划中，监测和验证程序几乎不成问题。在这些国家，它们几乎 100% 与电网相联，因此只包括与电网相联的可再生能源系统¹。与电网相联的可再生供电系统由电网操作者或者是电网公司自动管理，因此验证不是问题。

另一方面，分散式可再生供电系统准确地说并不与国家电力网相联，所以这些系统的发电量并不能自动测量到。因此，如果这些系统引入 MMS 中，需要开发和执行额外的程序来监测和验证这些系统的发电量。焦点集中在无电表的分散式发电系统上（见表 1），因为有电表的独立的小电网可以与并网发电机组一样按照标准的办法计量发电量。

因为 DRE 系统往往是用在难以达到的偏远地区，所以如果监测和验证的程序不是十分简单有效，那么这些系统的监测和验证的成本高得惊人。因此，为了确保准确估计 DRE 系统的发电量，必须针对下列不同情况开发出简单易行的监测和验证程序：

1. *估计 DRE 系统平均 KWh 发电量。*对每项 MRE 技术都制定一个简单的公式来计算系统的 KWh 产量。发电量由系统的技术水平、容量、系统所在地区的资源和系统的预计负载来决定。
2. *验证 DRE 系统的销售量。*设备供应厂商卖出设备的数目决定了他们能从监督 MMS 的机关得到的绿色证书的数量。因此，供应厂商需要提交售出系统的记录，这些提交的记录同样需要验证
3. *验证已售出 DRE 系统的运行状况。*DRE 系统的注册代理商（业主或者是设备供应厂商）只能获得那些能够正常运行的系统的绿色证书，因此，这些系统的运行状况需要验证。

1. 估计 DRE 系统平均 KWh 产量

以下的公式是为计算 DRE 系统平均每年的 KWh 产量提出的。

- 户用太阳能系统：KWh 发电量 = 函数（系统功率, 辐射资源）

¹在澳洲强制性可再生能源规定的系统中，没有测量电表的分散式系统是符合要求的。技术。

- 小水电系统： KWh 发电量 = 函数（系统功率, 负载）
- 独立风机： KWh 发电量 = 函数（系统功率, 负载）

对每项技术，如果引入 MMS，则需要提交一份表格，表格中要包含对不同的系统容量下各个地理区域的 KWh 发电量的估算。为了决定下面给出的简化的验证程序的交易成本，假设户用太阳能系统的平均容量是 20Wp，每年发电量为 15KWh；小水电系统的平均容量是 250W，每年发电量 196KWh；独立运行的风轮机的平均容量是 150W，每年的发电量是 89KWh。

2. 验证 DRE 系统的销售量

对每项技术，有两种选择用来鉴定和评估验证系统容量的简化程序。

户用太阳能系统：

- *选择 PS1：家庭调查的方法*：在家庭调查方法中，对于光电系统的实际销售量的验证是通过一个独立验证小组直接进行家庭调查完成。对每个参与的公司，我们将对过去一段时间内售出的光电系统进行随机抽样调查，抽样调查的结果将折算到被检查的公司售出的光电系统的总量中，只要按照统计规律进行抽样，这种方法可以得到可靠的结果。
- *选择 PS2：SHS 公司的财务管理的验证方法*：像其它公司一样，大多数国家的太阳能公司服从纳税制度并必须有独立审计员审核他们的财务。既然财务审计员也会验证公司的销售的收据（货单），每年它的光电系统的销售量原则上能由财务记录决定。因此可以通过相同的程序不太费事地完成对光伏公司销售额的验证。其它国家的太阳能公司的反馈表明这种系统是一种可行的方法。大多数太阳能公司因为税务的原因而被查账，对于那些没有被审核的公司，他们也不会认为对他们进行财务审核会是什么问题。

小水电装置

- *选择 PS1：家庭调查的方法*：和在光电系统的情况下一样，在这种模式中，小水轮机的经销商保留一份他们的顾客的名单，并通过一个独立的验证小组来检查实际销售结果。从其它的调查中明显可以看出他们的销售与光电户用系统相比不那么分散，但是距离可能更远。这可能使得通过小水电销售商对用户进行跟踪调查会有一些困难。另一方面，由于小水电用户比光电系统的用户更容易找到，验证应该会简单一些。
- *选择 HS2：小水电装置经销商的财务管理的验证方法*：在四川省，农业机械局（AMB）很有效地在监督小水电机组并提供运行和维修（O&M）服务。只要考虑可能发生的协作成本，AMB 可以作为可供选择的验证程序之一。AMB 已经存有小水电用户的数据库，该数据库包括系统信息和用户的地址信息，这些可以作为 MMS 的记录。可以要求小水电用户将他们的地址，系统特点（最好包括系统的序列号）和他们销售收据的复印本送到 AMB，加入到 AMB 的消费者数据库中。

独立运行的风力发电机

- *选择 WS1：家庭调查的方法*：家庭调查的成本估计是调查光电系统的一半，这是由于风力发电机用户一般分布在比光电系统用户容易达到的地区。
- *选择 WS2：通过财务检查验证销售量*：这项活动的交易成本应当包括派送一

个专门的会计师到风力发电机厂去查帐的费用。

3. 验证 DRE 系统的运行状态

对每项技术，有三种选择作为鉴定和评估系统运行状态的简化程序。

户用太阳能系统

- **选择 PP1: 家庭调查:** 和选择 PS1 中所描述的一样，这种方法是基于对随机选择的家庭的抽样调查。这种方法的缺点是：如果需要的抽样数量很大，实施成本将非常高。
- **选择 PP2: 蓄电池认证方法:** 这种认证方法是基于众所周知的蓄电池是光电系统中最薄弱的环节的事实。它也是确保终端用户还在用电的部件。如果终端用户为他的光电系统买了一个新的蓄电池，则证明光电系统还在发电，那么它当然应该得到这个年度的绿色证书。参与的太阳能公司将根据它所卖出的蓄电池的数量得到绿色证书。
- **选择 PP3: 预付补贴:** 在现场检查光电系统的运行状况是最重要的因素，但是它增加了光电系统认证的交易成本。因此，如果 MMS 的关键原则之一——在验证了发电量之后再发放证书，可以不考虑，那么很可能是减小交易成本的重要机会。这个办法是，一旦销售量得到了证实，光电系统会被预付补贴。这种方法与现在 NDRC 的 REDP 项目给太阳能公司发放补贴的方式相同。

小水电装置

- **选择 HS1: 家庭调查的方法:** 与选择 PP1 相似，家庭调查的实施基于小水轮机的销售者能够按照销售小水轮机的数量得到绿色证书。可供选择的另外的办法是通过农业机械局的工作人员，在每年一次对小水电运行情况巡视时完成对用户的调查。为了减小交易成本，用户调查应该和验证小组一起进行。
- **选择 HP2: 农业机械局模式:** 与 PV 部分不同，小水轮机的销售商在销售和保持与用户的联系中并不起重要作用。代替的是，叫做农业机械局 (AMB) 的政府机构填补了这一空缺。在 2002 年时，四川省通过 AMB 启动了一个雄心勃勃的项目，以改善小水电系统在四川的运行性能。AMB 的小水电管理模型将包括通过 AMB 在项目县建立技术服务网络。AMB 在将它的服务网络延伸到它所有的边远的项目县时肯定需要补偿基金，MMS 将是达到这一目的的有用的方式。AMB 可以与终端用户签订服务合同，并收取作为他们努力的回报的绿色证书。根据 MMS 收入的补贴资金的多少，AMB 也可以预付一部分购买备品备件的资金给终端用户。
- **选择 HP3: 预付补贴:** 和太阳能技术的选择 PP3 相似，MMS 也能用来给小水轮机供给预付补贴。

独立运行的风力发电机

- **选择 WP1: 家庭调查:** 这种选择和户用太阳能系统中解释的选择 PP1 相似。
- **选择 WP2: 蓄电池认证方法:** 这种选择和户用太阳能系统中解释的选择 PP2 相似。
- **选择 WP3: 预付补贴:** 和户用太阳能系统中解释的选择 PP3 相同。

以上的 15 个验证系统销售量和系统性能的简化程序已经在基于下列原则下进行

了讨论：

- i. **交易成本：**交易成本和上面给出的认证程序的实施相关联，对 CDM 进行的交易成本的调查突出表明投资者不支持高出项目获得的绿色证书产生的收入的 7% 的交易成本。在这次的研究中，10% 的极限是私营部门作为评估交易成本的标准，如果交易成本超过绿色证书收入的 10%，他们会认为成本太高，以至没有参与的兴趣。
- ii. **牢靠性：**如果不是故意欺骗和敲诈，一般认为认证程序是牢靠的。
- iii. **在中国的适用性：**这种程序已经在中国应用了吗？到目前为止，获得了哪些经验？

除了个别的以外，认证程序的交易成本取决于抽样数量、打算认证的公司的数目，验证的频繁程度、审计师的劳动成本和交通费用等。表 4 罗列出上述每一个单独认证过程的交易成本和一些销售量认证和系统性能认证的综合成本。为了确定交易成本是否达到了 10% 的极限，也给出了成本占 GC 价格的百分比² 和满足极限所需要的乘法因子。

表 4 分散式的太阳能、小水电和风机系统的交易成本（RMB 分/KWh）

	交易成本 [RMB 分 /KWh]	成本占 GC 价格 的百分比 % ²	需要的 乘法因 子
销售量认证			
太阳能：选项 PS1—家庭调查	8.9		
太阳能：选项 PS2—财务帐户的认证	0.6		
水电：选项 HS1—家庭调查	1.5		
水电：选项 HS 2—财务帐户的认证	0.3		
风机：选项 WS1—家庭调查	9.9		
风机：选项 WS2—财务帐户的认证	1.2		
系统性能认证			
太阳能：选项 PP1—家庭调查	6.3		
太阳能：选项 PP2—蓄电池认证	0.9		
太阳能：选项 PP3—预付补贴	0.5		
水电：选项 HP1—家庭调查	1.1		
水电：选项 HP2—AMB 模型	4.0		
水电：选项 HP3—预付补贴	0.04		
风机：选项 WP1—家庭调查	7.1		
风机：选项 WP2—蓄电池认证	0.5		
风机：选项 WP3—预付补贴	0.3		

²交易成本基于贴现率为 6%，如果贴现率为 12%，则交易度电成本将略高。

不同组合的总的交易成本			
太阳能：选项 PS1+选项 PP1	15.2	390	39
太阳能：选项 PS2+选项 PP2	1.5	39	4
太阳能：选项 PS3+选项 PP3	1.1	28	3
水电：选项 HS1+选项 HP1	2.6	67	7
水电：选项 HS2+选项 HP2	4.3	110	2 ¹⁾
水电：选项 HS3+选项 HP3	0.34	9	1
风机：选项 WS1+选项 WP1	17.0	436	44
风机：选项 WS2+选项 WP2	1.7	44	5
风机：选项 WS3+选项 WP3	1.5	39	4

注意：1) 这种 AMB 模式情况下，极限标准不是 10% 而是 100%。

除了交易成本之外，所提出的验证程序的牢靠性和程序在中国的适用性也被讨论了。表 5 给出了基于那些原则的评估结果。

表 5. 分散式 PV、小水电和风机技术的销售量和性能认证程序的牢靠性和在中国的可行性

简化的认证程序	程序的牢靠性	程序在中国的可行性
太阳能		
家庭调查	高（如果按照统计规则）	困难，但随着时间的推移期望能改善
财务帐户的认证	这种系统的牢靠性和税务检查系统相似，在提高程序的牢靠性上还有一些选择	程序还没有在中国应用，财务审计程序需要在中国太阳能工业更广泛推广
蓄电池的认证	需要实践来确定	此程序应当在中国被采用，取决于中国太阳能工业财务审计的质量
预付补贴	合理的	可行，中国有光电系统科学研究经验
小水电		
家庭调查	高	合理的
财务帐户的认证	比较高，可以接受。这种系统的牢靠性和税务检查系统相似，在提高程序的牢靠性上还有一些选择	程序应当被采用。小水轮机供货商的财务审计程序需要评估
AMB 服务模型	高	从当前 AMB 已经做的事情来看似乎是可行的，具体的细节有待进一步与 AMB 讨论
预付补贴	合理的	可行

风机		
家庭调查	合理的	看起来可行
风力发电机制造厂的财务帐户的认证	比较高，可以接受。这种系统的牢靠性和税务检查系统相似，在提高程序的牢靠性上还有一些选择	程序仍需要应用和测试
蓄电池的认证	需要检验	合理的
预付补贴	需要检验	可行

基于表 4 和表 5 中给出的评估结果，关于将 DRE 技术纳入中国 MMS 中的可行性，我们可以得出以下的结论：

- 户用太阳能系统的简化程序的整个交易成本都超过了 MMS 收入的 10% 的极限，但是如果 DRE 系统的乘法因子在 3 ~ 39 的范围之间，这个标准是能够达到的。依照交易成本，蓄电池认证与预付补贴的结合是最好的选择。基于牢靠性，抽样调查是首选。至于在中国的适用性，财务审计和蓄电池的认证的选择还没有在中国应用过。
- 对小水电装置而已，只有预付补贴的选择满足 MMS 收入的 10% 的极限。然而，如果乘法因子的采用范围到达 7，所有的认证程序都能达标。抽样调查和 AMB 服务协议的选择的牢靠性高。至于在中国的可行性，抽样调查和 AMB 是最可行的选择。考虑到交易成本，最好的路径是将小水电的 MMS 和 AMB 在微水电上的管理模式相结合，因为这意味着资源与为消费者提供最好服务的组合。
- 没有一种确认的认证能够使独立运行的风机满足 MMS 收入的 10% 的极限，但是如果乘法因子的采用范围在 4~44 之间，这些选择可能达标。预付补贴的选择具有最低的交易成本，基于牢靠性和可行性的原则，抽样调查是最好的选择。

5. 引入 MMS 系统对 DRE 系统的促进的影响

在前几章节，DRE 系统简化的监测和验证程序已经给出，并在一系列原则的基础上进行了评估。要着手解决的下一个问题是：什么才是促进 DRE 系统的最好的 MMS 设计？如果引入 MMS，每年 DRE 系统能发多少额外的电？必须强调的是，问题不是什么才是最好的 MMS 政策机制（电价分摊，招标系统或 RPS），而是一旦中国 MMS 选择了某种机制（或多种机制的组合），MMS 将会具体怎么做从而租金 DRE 的发展。

为了决定促进 DRE 系统的最好的 MMS 设计，可以考虑下列几种情况：

- 对基于 RE 技术的并网和分散式电力生产提供同样的支持：不对分散式可再生能源技术做特殊的支持。在这种情况下，分散式可再生能源技术必须与基于 RE 技术的并网系统竞争，这样那些低成本的合格技术就会被采用以满足 MMS 的要求。
- 对基于并网的 RE 技术和分散式电力生产提供不同的支持：在这种情况下，DRE 系统将得到比基于 RE 技术的并网系统更高的补贴，这可以通过为绿色

证书的数量申请一个乘法因子来实现，这些绿色证书是通过 DRE 系统的发电量来赚取的。例如，假设分散式 RE 技术的乘法因子为 10，则意味着独立运行的风机每发 1MWh 的电量可以得到 10 个证书，然而，基于 RE 的并网系统发 1MWh 的电只能得到 1 个证书。

如果政府给总发电量中可再生能源所占的比例设定强制性的目标，这将给 RE 发电系统带来更多的需求。这种需求是固定的，而且不依赖于可再生能源系统的发电成本，强制性目标能够通过并网的 RE 技术或者分散式可再生能源供电系统来达到。可再生能源电力的供应者收取更高的电价（与绿色证书的价格相应的）来填补达到目标的成本。这些附加成本一般是转嫁给消费者。

为了评估这种高电价对于安装的 DRE 系统数量和发电量上的影响，我们为分散式太阳能、水电和风机技术绘制了供电曲线。这些供电曲线描述了在特定的高电价（绿色证书价格）水平下，各种特定的技术的发电量之间的关系。这些曲线的定义如下：

供电曲线 = 每 KWh 的 DRE 系统的发电的成本 + 前面计算的交易成本 - 消费者愿意支付的金额

基于在中国应用的 DRE 系统的成本特性和每项技术的 WTP 的评估，用来促进水电，风机和 PV 在不同的乘法因子下的供电曲线在表 6 中给出。假定绿色证书的价格是 RMB 0.039/KWh³

表 6、2010 年中国和四川对应不同乘法因子的 DRE 系统的对照（GWh/年）

乘法因子	中国				四川			
	总计 [GWh]	水电 [GWh]	风机 [GWh]	PV [GWh]	总计 [GWh]	水电 [GWh]	风机 [GWh]	PV [GWh]
1	13	0	0	13	0.7	0	0	0.7
2	14	1	0	13	0.9	0.2	0	0.7
3	55	42	0	13	14.1	13.4	0	0.7
4	97	84	0	13	27.4	26.7	0	0.7
5	139	126	0	13	40.7	40.0	0	0.7
10	313	300	0	13	94.8	94.0	0	0.8
25	701	687	0	14	218.2	217.4	0	0.8
50	709	694	0	15	220.5	219.7	0	0.8
100	712	694	0	18	220.7	219.7	0	1.0
117.7	723	694	9.6	19	220.7	219.7	0	1.0

如果乘法因子为 1，从可再生资源中生产的每单位电（通常是 1MWh）接受一个绿色证书，与电是由并网系统产生的还是由分散式系统产生的无关。在这种情况下，对所有类型的可再生能源发电提供同样的支持。表 6 表明了在这种情况下，分散式 PV 仍有增长的潜力（对中国而言是 13GWh），但不会安装新的分散式水电和风机系统。

³这一价格取自 Meier（2002 年 5 月），符合 MMS 到 2010 年可再生能源发电量将达到 79,476GWh 的目标。

如果乘法因子大于 1，分散式系统受到优先的对待。例如，如果乘法因子是 10，

就意味着发相同数量的电，分散式可再生供电系统收到的绿色证书的数目比并网系统收到的多 10 倍。因此，DRE 系统的收入也大 10 倍。表 6 表明了中国采用乘法因子为 10 后，与同等支持的情况相比会多发 300GWh 电量。

从表 6 可以得出结论：在乘法因子为 3 或者大于 3 时，将小水电引入 MMS 中将导致稳定地多发电。如果小水电被引入到 MMS 中，在中国新安装量的潜在市场总计约 727,000 套，其中在四川省是 234,000 套。分析表明在乘法因子为 28 时，全国小水电的潜在发电量为 694.3GWh，四川为 219.7GWh。

对风机和光电系统而言，为了使发电量稳步增长，需要很高的乘法因子（大于 25）。然而，高的乘法因子可能对从可再生资源中生产的总电量产生消极影响，这样将影响 MMS 的环境目标⁴。正因为如此，建议乘法因子不要超过 10。

表 7 给出了将小水电引入 MMS 中的影响的详细信息。对于不同的乘法因子，在绿色证书的价格是 0.039 元 / KWh 的基础上，评估的安装量、发电量和对于能够用上电的贫困家庭数目的影响等都在表 7 中给出。如果应用的乘法因子为 10.3，大约 40% 的贫困家庭（人均收入高于 500RMB 而小于 1000RMB）将有能力购买小水电系统；剩下的 60%（包括人均收入低于 500RMB 的最低贫困线的贫困人口）将只能在用的乘法因子大于 10 时购买小水电系统。如上所述，这是不被推荐使用的。

表 7：在中国和四川，不同的乘法因子在安装容量和通过小水电实现贫困人口电气化上的影响

人均收入水平	中国（所有西部省）					四川				
	包含的贫困人口	乘法因子	潜在市场 [%] (727,000 套)	[MW]	[GWh]	包含的贫困人口	乘子	潜在市场 [%] (230,000 套)	[MW]	[GWh]
大于 500	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
小于 1000	136,680	2.5	4	34.2	32.3	43,990	2.5	4	10.8	10.2
	820,060	6.4	24	205.0	193.5	263,950	6.4	24	64.9	61.2
	956,730	8.2	28	239.2	220.3	307,940	8.2	28	75.7	69.7
	1,366,760	10.3	40	341.7	317.1	439,920	10.3	40	108.1	100.3
	2,050,140	11.5	60	512.5	451.0	659,880	11.5	60	162.2	142.7
小于 500	2,665,182	15.4	78	666.3	571.6	857,845	15.4	78	210.8	180.8
	3,006,870	19.2	88	751.7	624.9	967,825	19.2	88	237.8	197.7
	3,143,550	20.5	92	785.9	651.7	1,011,815	20.5	92	248.6	206.2
	3,348,560	23.1	98	837.1	683.7	1,077,805	23.1	98	264.8	216.3
	3,416,900	28.2	100	854.2	694.3	1,099,800	28.2	100	270.3	219.7

⁴ 为澄清此点：假定一张绿色证书代表 1MWh，MMS 目标是 10MWh，则发放 10 张证书就意味着达到了目标，如果离网系统的乘法因子是 2，则发 5 MWh 的电就已经达到了目标。

总而言之，关于将 DRE 系统引入 MMS 系统的影响的定量分析显示这将主要使小水电系统受益。如果小水电引入到 MMS 中，在中国新安装量的潜在市场总计约 727,000 套，其中在四川省是 234,000 套。分析也显示乘子值为 1 时（对于并网和离网的 RE 的发电技术给予同样的支持），小水电将不产生额外的新安装量。因此推荐采用不同的支持。因为乘法因子大于 10 时将对环境目标产生消极影响，所以推荐的乘法因子在 5 到 10 之间。

只有在乘法因子大于 100 时，将 PV 系统和小风机系统纳入 MMS 中的影响才会变大，因此，可以得出这样的结论：在中国，引入 MMS 机制不是促进光电和独立风力发电机的最好的方法。

6. DRE 系统和 MMS 策略对于缓和/减少贫困人口贫困程度的影响

6.1 能源、缓和贫困和减少贫困

DRES 对于贫困人口的重要性存在一个大的疑问，即像这样的能源对于减少贫困有多关键。至今围绕着这个问题仍有相当多的混淆。一种观点是，能源对于贫困人口是基本的、面向需求的服务的重要组成部分，也就是说，正如食物、衣服和住所那样，现代能源对于生活而言也被认为是绝对必需的，至少要达到某一极小值。能源由此被视为“生存之必需”，作为结果，普及电能以使之成为基本的居家需求之类的主张获得了人们的认可。另一种观点是，由于有了作为催化剂的能源，通过增加收入和资产积累活动而使农村经济改革成为可能。这种观点就是生存基本能源消耗以外的所谓“略高于最低需求”的方法。

这些不同的观点又都源于更加基本的什么是贫穷的争辩而来。按照通常的习惯，贫困状态是由收入分界点或者称为贫困线界定的，目前国际公认的指标是平均每人每天收入一美元，但是在各个国家会有所不同。收入低于所确定的临界指标的人被视为贫困人口。减少贫困意味着减少生活在贫困线下的人口数量，换句话说，收入的增长成为脱离贫困的主要量度。但是，收入标准（贫困的收入标准）这些年来已经受到了许多不同的理由的挑战，这些理由一般认为，有许多其它的因素决定着人们生存状态的好坏，例如健康、教育、安全等，这些因素是不能以金钱衡量的。按照这种定义，贫困是一种多方面都有所缺少的状态，而收入不足只是其中的一个指标。这种论点已经引出了缓和贫困的意见，贫困人口面对的众多困难中的任何一种有某种程度减轻都可以折算为贫困程度的减小。尽管在实际情况中，减少贫困和缓和贫困这两个短语可以互换着使用，但是它们分别针对的是不同的目标，但都争论着哪一个更为基本和更为优先。

虽然调和这些分歧已经超出了这篇报告的范畴，但是很有必要领会，扶贫的标志是贫困人口生活条件的改善，而不一定是从贫困的状态中彻底解脱出来。这种改善减轻了贫困人口的困难，可能使贫困不至于难以忍受。另一方面，减少贫困总是包括生产和生计的改进，通过增加收入使人们越过贫困线。有人会说，改善谋生的机会意味着创造更好的生活条件，但是这并不一定总是成立。

将这些认识到放到能源方面，我们必须了解贫困人口对能源的需求，通常有以下几方面：

- *基本的家庭和社区需求*，例如照明、烹饪、供暖，以及基本的通讯和便利设施。这些需求通常是使用传统的能源，例如柴禾、农业废弃物和动物粪便，它们的现代替代物是电、煤、焦炭和燃油。达到这些需求所需的现代能源的量通常都是很少的⁵，由于它们代表了“最低”需求，因此对于相关的能源供应能力的要求也是有限的。
- *生产的需求*，首先是农业的需求，但是也扩展到了与农业相关的商业活动（蔬菜，加工过的水果），以及与农业无关的家庭或社区办的企业。除了间接的能源输入（有机化肥、杀虫剂和除草剂），农业和企业活动直接需要的能源都要由人力⁶和畜力提供。用现代能源供应替换这些能源意味着为提供动力和加热所需的能源，而且随着时间推移，所需的能源量将增加。因此，能源供应的规模和为满足不断增长的需求的容量扩展就变得非常重要。

6.2 方法

为了评估将 DRE 系统引入 MMS 对于贫困人口所需的上述两类能源需求的影响，采用了包含下列四个主要阶段的方法：

1. 描述在四川省内通过 DRES 提供现代能源，尤其是电力，而获益的人口目前的社会经济状况。完成这个阶段的主要途径是与国家级、省级、区级（西昌）以及县级（平武和普格县）政府官员讨论，并且在两个县的乡村中进行走访以进行核实。
2. 确定目前贫困人口的能源供应—使用现状，并了解 DRES 对他们的社会和经济的影响。完成这个阶段的方法是将调查组集中在四川省的两个指定的贫困县，调查得到的情况反过来再由县级扶贫办公室和农业机械局的官员核实。
3. 评估贫困人口对 DRES 的支付能力和意愿，在走访村庄时了解他们对于本研究中准备实施的 MMS 激励方案的反应。在其它的报告中和在最终由调查确定的 MMS 选项的更完全的列表中，有更加详细的数据对于这个评估进行更进一步的讨论。
4. 推荐适当的方案来实际解决采用 DRE 系统为贫困人口供电的问题。这需要考虑现有的缓和贫困和减少贫困的政策和机制，检查它们与计划实施的 MMS 选项间的互补性和分歧，从而得出无论纳入还是不纳入 MMS，均以从 DRES 获取最大效益为目标的结论意见。

⁵ 世界能源委员会预测这一需求将很快达到每人每年 300KWh 电力，按照年增长率 2%，到 2020 年将达到 500KWh 电力。对于电和现代燃料每年每人为 1 吨（世界能源委员会 2000）。然而，这是一个乡村和城市人口的平均值，农村人口的能源消耗水平应当要低一些。

⁶ 也被称之为“出汗的能源”（IDS,2002）

6.2.1 1 和 2 阶段的主要发现

贫困人口的社会经济条件

DRES 在中国的主要受益者基本上是在西部地区的贫困人口，他们或者根本不能达到电气化，或者当前电的供应不足。这些人当中是收入水平低入国家贫困线或者主要能源资源供应是传统的燃料和人或动物的粪便的贫困人口。四川的贫困人口的社会经济条件如下：

- 他们的经济活动集中在农业，饲养动物，家禽和偶尔的渔业。
- 贫困人口主要集中在山区和丘陵区等生态条件荒芜的区域，这些地区的特点是适于耕种的土地少，土壤肥力水平低，结果就是农作物的产量低，而没有足够的富余去换取现金。
- 按人均计算，每年贫困地区的平均收入是 1,250 RMB，支出是 1,000RMB。支出的主要项目是农业开支、学费、房租、卫生保健费、税收和交通运输费，这些支出加起来多于总收入的 60%，剩下的不足 40% 的收入用于食物和其他家庭开支。
- 在国家指定的贫困县普格县，平均收入相当低，按人均计算，每年的收入约为 800RMB。这些当中只有 250—300RMB 是现金，而且实际上都用在家庭开支上了。

贫困人口的能源的供应—使用方式

在四川，97% 的人口或者通过电网，或者通过小电网和独立的 DRES（主要是小水电系统）达到了电气化，其中包括省里 850 万贫困人口的 82%。该省小水电能源的容量总计是 38MW，在由于装置质量差、水流低、服务效率低等造成的设备容量利用系数仅仅是 4.3% 的情况下每年的发电量为 14.2GWh。余下的 118 万贫困人口还没有用上任何形式的电。这些人居住在偏远的山区或丘陵区域。给这些人口中的大部分通过电网延伸的办法供电是难以设想的，因为成本会非常昂贵。

通过目前的研究调查的贫困村子的能量和电气化状态在表 7 中做了概述，有以下要点：

- 生活在农村的贫困家庭的主要烹调用燃料是木材燃料、用作燃料的植物材料和动物粪便。在临近官方指定的生态区的两个村子中，村民被禁止从日趋恶化的临近山林中获取木材燃料，因此，他们只能使用生物质和动物粪便。
- 只有一个与电网相联的村子使用沼气来烹饪。然而，这也只限于大约 10% 的一小部分家庭。
- 在 5 个没有与电网相联的村子中有 4 个没有农业机械和水泵灌溉，因此没有直接的现代能源投入到他们的耕作中，但是，所有的村子都在使用化肥、杀虫剂和除草剂。
- 对于没有与电网相联的村子，主要的电的来源是小水电。有三个具有社区规模的电站并配有小的输电网。其中的一个给第三个村子的家庭供电，另外一个具有独立的水电机组的村子给第四个村子的家庭供电。剩下的村子有独立的小水电设备给村子里的大部分家庭供电，其中三户居住在没有水资源的地点的家庭只能使用柴油发电机。
- 最近在 2002 年 3 月获得联网供电的是大平村，最早的联网供电的村子是武

道清（从 1985 年开始）和新隆（从 1982 年开始）。在大平和合支（后来在 1999 年电气化）分别有 25% 和 60% 的家庭没有用上电。这些家庭是底层的贫困人口，他们或者没有能力购买小水电系统或者无法支付小电网供电的电费。

- 在 4 个没有与电网相联的村子里，平均每户的有效供应容量是在 40~72W⁷ 之间，尽管独立运行的小水电单元的安装容量在 300~3,000W 之间，但是实际的发电量受许多因素限制。
- 每户有限的供电水平使得主要负荷只有照明和电视。最普通的是 15W 的白炽灯（平均每户两个照明点），照明的质量很差，这样昏暗的光线仅仅够在夜间视物，很明显不适合阅读和写作。
- 在没有与电网相联的村子里，电视的拥有情况不同，在许多家庭拥有彩色电视机的同时，许多家庭因为供电的限制不得不满足于黑白电视机。进一步来说，电视机的高消费意味着尽管供电没有限制，也并不是所有的家庭都能负担。
- 在具有集中社区规模小水电系统的五道清和大平，发电站与谷物磨粉和磨坊相联。在这些村子里，这些是仅有的生产性用电。
- 在所有的 4 个没有与电网相联的村子里的家庭使用煤油和竹子作为照明燃料。在没有电气化的家庭没有其他的选项的同时，在枯水季节，当小水电系统供电不稳定和不可靠时，已经电气化的家庭也退回到选择这样的燃料照明。
- 由于即使在多水季节，当大家同时打开电视时会导致有限的发电容量过载，电压也变得很低或者不稳定，所以电灯十分昏暗在合支村的小电网也是很普通的。

对于减少贫困的影响

DRES 供电在贫民的生活改善上的影响很小或者是没有。绝对来说，通过小水电系统实现电气化后，年收入水平增加了大约 80 RMB，这种提高是不明显的。相对而言，村庄规模的小水电系统带来的电气化对经济的影响看起来比独立家用的小水电系统大。

⁷ 中国农村家庭拥有的太阳能光伏系统的容量甚至更小，大约只有 20Wp。在这个地方 76% 的光伏系统的容量是 20Wp，14% 的系统是 30—50Wp，剩下的要么是非常小的 (< 20Wp)，要么是更大的 (> 50Wp) 系统。

表 8 四川省贫困村村庄能源/电气化状态

	杨家社	五道清	大平 ^a	合支	新隆
家庭总数	13	250	250	275	470
获得电能的家庭数	13	250	200	165	470
尚未获得电能的家庭数	0	0	50	110	0
有电的年数	11-May 约 11	17	<1	3	20
电源	独立小水电 (10 h/h: 300W-3kW) 柴油机组(3 h/h)	小水电小电 网 ^e (10kW)	小水电小电 网 ^e (159b h/h: 20kW) 电网 (91 h/h)	小水电小电 网 (95 h/h: 8kW) 独立小 水电 (70 h/h: 300-600W)	电网
每家平均供电量 ^c	78W	40W	72W	42W	-
主要电器					
白炽灯		15-40W	15-60W	15-60W	40-100W
收音机	15-25W	有	有	有	有
电视（黑白）	有	有	有 ^d	有	有
电视（彩色）		有	有 ^d	有 ^d	有
音响	有		有 ^d		有 ^d
录像机					有 ^d
电熨斗					有 ^d
饮用水加热器					有 ^d
洗衣机					有 ^d
磨面机		集体设备 ^e	集体设备 ^e		
使用的其它 DRE					太阳能热水器 ^d
照明用燃料替代品/补充物	煤油	煤油, 竹子	煤油, 竹子	煤油, 蜡烛	沼气 h/h 单位 ^d
主要炊事燃料	薪柴	植物燃料, 动物粪便	植物燃料, 动物粪便	动薪柴, 植物燃料, 动物粪便料	薪柴, 植物燃料, 动物粪便

^a研究数据仅覆盖拥有小水电电网的村庄第 4 组的 55 个家庭

^b包括临近村庄的 100 个家庭

^c基于实际的发电效率

^d仅非常少数的富裕家庭拥有

^e由一个或几个家庭作为商业企业拥有

然而，实际的问题不是 DRES 是否能够减少贫困。更确切的说，问题是 DRES 能够以怎样的规模和可靠程度被进一步推广，以满足新的或者更先进的生活生产活动。在目前的规模和可靠性级别上，它们能够满足贫困人口的基本社会需求的一部分，但是不能完全满足。如果这种情况可以改变，那么 DRES 将来在扶贫和减少贫困方面能够扮演更加重要的角色，尤其是因为中国偏远的贫困地区的人民几乎没有其它可选的能源。

对扶贫的影响

表 9 总结了电力对所调查的村庄中的贫困人口生活条件的影响的评估。

表 9 电气化在四川所调查的村庄中的能够感觉到的效益

	杨家社	五道清	大平	合支	新隆
照明	很高	很高	很高	很高	很高
通过电视了解的外面世界的知识	很高	很高	很高	高	很高
家庭 / 社区安全	高		低	高	高
社会相互作用的机会	高				
妇女时间的节省			很高		高
男士时间的节省	低	很高	很高		
教育					
— 额外的学习时间	无		适中		
— 从电视中学的知识	适中			高	
使做饭或其它家务活更方便	可忽略	低	还不好说	可忽略	低
收入增长					

6.2.2 3 和 4 阶段的主要发现

DRES 的消费能力

研究数据表明穷困户不可能通过他们现有的财力来负担 DRES 的初期投资。研究中所咨询的各级政府中，低收入被引为 DRES 的首要障碍。研究的村庄的收入状态的评估表明：普通通过小（微型）水电系统实现电气化的贫困人口是通过非正式的贷款⁸来承受 DRES 的初期投资的。

除此之外，许多贫困人口通过这样或那样的办法得到了 DRES，这也显示了他们购买的意愿。但是这种购买意愿可能使我们忽略了那些想要得到电的穷人实际上是没有能力去购买的。在当前研究所设计的三个村子中，小（微型）水电系统是通过向亲属或者朋友借钱购买的。只有一例中，社区规模的发电系统是通过银行贷款购买的。这些贷款在三年内通过电动谷物磨粉机所赚的钱还清了。这不仅强调了融资的重要性，也强调了生产性电力的有效使用可以确保 DRES 的在资金方面的可持续性。

⁸是从亲属或朋友那里得到的。表明这些贷款是“能偿还时再偿还”或者是通过相当的劳动或其他的非现金偿还方式。

支付意愿

在很大程度上，人们购买电的意愿取决于当前他们使用的能用电代替的其它能源的支出。据普格县官员所述：家庭在用于照明的煤油上的支出在每月 15~20 RMB 的范围内，这样算出一年的支出在 240~300 RMB 之间，在数目上相当分摊到 3~4 年的 300W 的小水电系统的成本，但是对一个 40Wp 的户用太阳能系统而言，需要 7~9 年的更长的回收期。然而，调查的村子的数据显示在煤油和蜡烛上家庭年支出大约只有 2 元人民币。可能的解释是所调查的村庄中贫困人口中的后者并不是最贫困的无电户或者是他们采用其他能源照明，例如竹子。

表 10 四川省所调查的村子的经济状态 (RMB)

	杨家社	大平	合支	新隆
家庭年收入				
农业 (谷物, 蔬菜, 水果)	1,000	2,050	2,100	4,800
家畜, 家禽, 渔业	1,000	110	650	1,200
其它 (包括干活得到的食品)	400			
总收入	2,400	2,160	2,750	6,000
家庭年支出				
农业费用 (主要是化肥)	400	600	1,000	1,000
食物	1,040	1,050	1,050	2,000
教育	860		860	1,230
待客, 娱乐		300		
衣物	40	100	55	300
交通, 通讯				120
医疗, 医药	50	16	15	150
税	20	22	27	60
电气的 O&M 服务支出/费用	100	50	100	210
煤油, 蜡烛	2		2	
其它				
总支出	2,512	2,138	3,109	5,070
年盈余/亏损	-112	22	-359	930
占年收入的百分比 (%)	5	1	13	15
平均家庭资产 (主要是住房和家畜家禽)	8,000	6,000	6,000	8,000

这儿重要的是一般的贫困家庭仅仅只能够收支相抵，电的费用 (DRES 装置的 O&M 服务) 是这些家庭的现金流的主要部分。例如，在杨家社，在独立运行的小水电系统上的平均 O&M 服务费用是每户 100RMB。如果考虑通常电气设备的成本和部件更换的成本，贫困家庭的经济状况将受到更大的影响。一台 21 吋彩电的价格 (1,200 RMB) 超过投资一个 300W 的小水电单元的费用。对一个 40Wp 的户用太阳能系统而言，每两年更换的电池的费用 (520 RMB) 就相当于后者十年的寿命期的费用，实际上是它的两倍。

对贫困人口而言 DRES 未来可能的角色

不管前面部分中所提到的种种事实，很明显 DRES 将在给中国的贫困人口提供现代能源服务，特别是供电方面扮演独特的角色。本研究报告建议以下促进 DRES

今后发展的措施：

- 为了克服支付能力上的主要限制，在降低成本的同时提高贫困人口的购买力看起来是必要的。MMS 可以对前者有贡献。
- 通过获得 DRES 来增加贫困人口的购买力方面所做出的努力是理想的促进 DRES 的办法。这可以通过项目或机制将 DRES 的销售和供家庭使用的用于增加收入的小企业的设备或其它类似的组织生产用的设备的销售结合起来。当然，这取决于是否有额外富裕的资金投入。
- 对于底层的贫困人口，也就是那些收入低于国家贫困线的人，成本的降低和收入的增加可能都不足以让他们在短期内获得 DRES。在他们这种情况下，所有或者是一大部分的初期投资可能必须来源于公众或者国际基金，后者也是 MMS 的资金来源。
- 无论是 DRES 的容量和供电服务质量就现在的水平来看都需要进一步充分改善。在四川，将来小水电仍将是 DRES 的主要供电方式。依照省政府官员的说法，低于 1kW 的系统只够满足贫困人口的最基本的需要。为了迎合生产性使用的需要，今后的焦点将集中在 1~10kW 之间的系统上，重点是村庄规模的系统。要更加注意提高这些系统的发电量并努力提高它们的技术可靠性。
- 增加系统的容量和确保性能质量不应该仅限于新系统的销售上，而且也应该包含当地已有系统的更新换代上。事实上，更新换代的工作已经在进行，而且对新系统而言，这些应该继续并且随市场的开发进一步扩大。
- 其它形式的 DRES 如沼气，以及高效的设备如改进的炉灶，将被引入将来的增效活动，因为它们对于节约贫困地区妇女的时间是非常有意义的。沼气还有大大减少化肥费用的潜力，而这些化肥的费用与增加的收入相当。
- 用以支持 DRES 的公众投资的使用应当对贫困人口有更大的照顾。现行的按县分配的方法将由新的分配方法代替，新的分配方法可以根据收入水平确定贫困村和/或贫困家庭的优先级。
- 总的来讲，如果减少贫困是最终的目标，那么在形式上和实质上，DRES 在将来扮演的角色都将由这个目标所引导。减少贫困的促进模式将来可能会取代现行的基本需求模式而成为主流，基本需求模式只着眼于小型静态系统的容量上。应当将注意力调整到模块化的可以随意扩展的更大的系统，以适应随着时间而增长的需求。

7. 建议

前面的章节基于下列要点分析并评估了将 DRE 系统纳入 MMS 的可行性：

1. 交易成本：如果对 DRE 系统的监测和验证过程的交易成本高于 MMS 预期收益的 10%，那么就认为成本太高了（太多的钱花在了过程中），建议采用更直接的发展 DRE 的方式。
2. 审核过程的可靠性和可信性。
3. 审核过程在中国的适用性。
4. 将 DRES 引入 MMS 对新增 DRE 系统的影响。
5. 引入 DRES 对减少贫困和缓和贫困的影响。

在中国引入全国性的 MMS 方案之前，计划实施的 MMS 首先将在省级范围内做试验。下面对于引入小水电、家用光伏系统、光伏村庄供电系统和独立风力发电

系统提出一些建议。

7.1 小水电

推荐的小水电审核过程是通过家庭调查的方法对销售情况和系统性能进行审核。这种审核过程可以与农业机械局服务合同模型相结合。小水电的评估结果如下：

- 在相对较低的乘法因子 7 或再高些的情况下，推荐的监测过程的总交易成本低于 MMS 预期总收益的 10% 的阈值。
- 如果遵循统计学的规则，监测和审核系统的推荐调查方式的可靠性较高。
- 通过农机局服务合同的小水电系统的审查方法在中国的适用性非常好。相信农业机械局在执行这个选项的时候能够扮演一个重要的角色。农业机械局建立的很完善，已经参与了小水电系统的开发，并且表达了愿意在 MMS 的框架下参与系统的维护工作。从实施项目的角度来看，这个选则很具有吸引力。
- 总体上说，中国具有建设新的小水电系统的非常大的潜在市场，估计具有 727000 套系统的潜力，尤其是在四川省，估计具有 234000 套系统的潜力。当乘法因子为 10.3 时，中国小水电系统总潜力的 40% 将会由于被引入 MMS 而开发，相当于在中国安装 290800 套新系统，它们每年的总发电量预计为 317.1GWh（占 MMS 在 2010 年的目标 79476GWh 的将近 0.4%，此目标由 P. Meier 建议）。
- 正如前面所指出的，当乘法因子是 10 时，贫困人口使用的小水电系统将增加约 290800 套。平均每个系统可以为 4.7 个家庭供电，这意味着如果小水电系统在 MMS 下能够发展起来，约 137 万家庭将获得电能，约占目前无电家庭总数的 24%。贫困分析显示，小水电在绝大多数情况下对于缓和贫困有着正面影响，尽管在历史上曾经有过负面的影响，那是由于设备的质量很低而导致了很高的修理和维护费用以及占很大百分比的系统不能运行。小水电也能对创造经济活动有所贡献，尽管在乡村考察时发现的证据没有表明这些经济活动能够节约开支。这表明小水电在创造资产和收入的意义上，仍然不能对减少贫困作出很大贡献，这也许是由于对于这些应用而言，小水电系统常常过于小了。如果将小水电引入 MMS，将会带来更好的系统设计和更好的维护。

基于以上考虑，我们推荐在中国进行计划实施的 MMS 的试验阶段，引入小水电，因为对于所考虑的所有关键因素，评估结果都是有利的。我们还建议，对小水电和与电网联接的 RE 技术分别提供支持，并且为小水电提供的乘法因子值在 5—10 的范围内。更高的乘法因子值将不利于 MMS 的环境目标。

7.2 家用光电系统

推荐的家用光电系统审核过程是对太阳能公司的财务进行审核，因为其它等价的审核过程的费用太高，并且达不到 10% 的阈值标准。家用光电系统的评估如下：

- 乘法因子值为 4 就足以使推荐的监测和验证过程的交易成本达到 10% 的阈值。
- 推荐的审查过程的可靠性是合适的，并且与税务监察系统的可靠性相似。有一些有用的选项可以提高过程的可靠性。

- 推荐的审核过程的适用性非常值得怀疑。尽管将销售记录审核与税务系统联系起来非常有新意，而且乍一看是个有吸引力的选择，但是中国的税务系统目前是否已经充分有效的建立起来并且能可靠的核实系统的销售状况仍然是值得怀疑的。目前占很大百分比的小公司仅缴纳与销售额无关的一笔固定税金，这种情况也减小了在 MMS 的试验阶段施行这些选项的吸引力。在这种审核办法施行之前，首先需要调研以评估税务部门与 MMS 部门合作的意愿，以防税务欺诈和统计两次证书等问题。
- 为了在 MMS 下实现光伏发电系统的重大进展，需要大约 77 的乘法因子。正如第 5 章所解释的那样，这样高的乘法因子是不可取的，因为它会对 MMS 的环境目标产生负面影响。乘法因子为 10 将使中国新增 30000 套光电系统，与现在的基本情形相比仅高出 1.4%。
- 对贫困的影响：光电系统主要是对贫困人口生活条件的改善，由于发电而产生直接收入的影响很小。然而，由于光电系统使人们能够在晚上学习更多的知识，从而间接的对收入产生影响。

基于上述评估，我们不推荐将家用光电系统引入 MMS 试验，因为讨论过的审核过程在中国的适用性值得怀疑，并且对光电系统的促进效果非常有限。采用更直接的方法能够使发展户用光电系统的有限资金更好地得到利用。

7.3 村庄光伏发电系统

目前，在四川省约有 50 个村庄，中国有约 1000 个村庄正使用着由光电系统供电的小型电网，其中。这些独立的小型电网的用户都装有电表，因此不需要另外的审核过程，可以用相对较低的交易成本纳入 MMS 机制。已经认定，大约有 20000 个村庄可以使用这种集中的方式供电，平均每个系统发电量为 4080kWh，可实现的全部最大发电总量为 81.6GWh（占 MMS 目标的 0.1%）。

由于小型光电电网产生的电能也可以供生产活动使用，因此，不论是从改善贫困人口的生活条件来说，还是从创造新的经济活动从而带来当地可持续发展来说，这种系统对贫困都有正面的影响。

基于上面的考虑，我们推荐将基于乡村光电系统的小型电网系统引入 MMS。另外，我们更进一步为村庄光伏发电系统和与电网联接的 RE 技术推荐提供分别的支持，并且对它们使用与小水电相同的乘法因子。

7.4 独立风力发电系统

推荐的审核过程是对风力发电机制造商进行财政经营审查，以了解售出系统的数量，以及通过蓄电池认证的办法，以考察系统的性能。基于上述这些要点进行评估，结果如下：

- ◆ 如果乘法因子为 5 是可接受的话，那么提议的审核过程将达到 10% 的阈值。
- ◆ 通过蓄电池认证的办法来监测系统性能的可靠性和在中国的适用性都是不清楚的。这里提出的审查过程是全新的，在中国乃至其它国家都没有实施过。因此，这个过程首先需要经过试验。
- ◆ 新增系统的潜在市场被限制在了拥有充足风力资源的有限几个省。定量分析

表明，尽管小型风力发电系统具有非常大的潜在市场，但是这些市场只有在乘法因子非常大时才能被开发。例如，只有在乘法因子高到不切实际的 123 时，才能达到 30% 的市场突破。

- ◆ 小型风力系统对贫困的影响可以与家用光电系统相比。对贫困的改善主要是在照明和通讯上。

基于上面的考虑，我们不推荐引入独立风力系统，因为讨论过的审查过程的可靠性和在中国的适用性都尚无法确定，并且促进小型风力系统的推广只有在乘子值非常高（高到不切实际）时才有实际意义。因此，MMS 不是发展小规模风力系统的合适机制。

8. 四川省小水电 MMS 试验阶段设计概要

本章要对推荐引入 MMS 试验阶段的小水电选项进行更进一步的详细阐述，估计出在四川省实施这个选项所需的成本。

正如第 4.3 节解释的那样，如果要将小水电引入 MMS 下，那么农业机械局对于这个选项的实施将会起到重要的作用。农业机械局的主要职能是管理农业机械部分，包括在农业部门颁布与实施政策，发布技术标准，控制质量以及技术研究的管理。

农业机械局是国家级、省级和县级政府的一部分。在四川省，农业机械局是一个独立的部门，但是在一些其它的省份，农业机械局是农业部的下属机构。四川省的农业机械局有约 50 名专业人士，负责小水电（10kW 以下）的管理。

在第 10 个五年计划中，四川省政府已经安排了 2.2 亿元人民币，通过安装和维护小水电设备，使贫困人口能够用上电。他们通过制订年度计划并且控制小水电设备和工程的质量来达到上述目标。已经安装的小水电的平均容量是 1kW，四川省新要安装的系统相对而言要大一些，大部分系统都在 3—5kW 之间，每个系统为 10 户左右家庭供电。

尽管四川省政府发展小水电的计划还不是很明确，但是对于四川省目前没有用上电的约 110 万家庭说来，今后能够给予解决电力的家庭不可能超过 10%。由 MMS 提供的额外的资金可以大大扩展这个计划。

将小水电纳入 MMS 试验阶段的有关费用主要由三部分构成：

1. 开发农业机械局能力的有关费用
2. 发展 MMS 机构的有关费用
3. 宣传推广活动的有关费用

表 11 列出对于前面描述的各种费用的情况。必须指出，这些对于不同的费用项的粗略估计值仅仅是基于在欧洲建立 MMS 机构获得的经验而得出的。列出费用的目的是给出在四川建立小水电 MMS 试验所需要的费用的数量级的初步概念。考虑中国具体情况而作出的更加详细的预算，只有在 MMS 试验决定后，并且特定的 MMS 形式已经确定的情况下才能作出。第二点要强调的是，这里的费用是将小水电纳入 MMS 的费用，而不包括建立 MMS 本身所需的费用。

表 11 四川省小水电纳入 MMS 的预计费用

	费用[人民币：千元]
<i>最初建立小水电 MMS 实体</i>	
拟定小水电实体的规章	50
标准和过程的开发	100
注册的建立	600
小水电 MMS 实体建立的一般费用	50
不可预见的其它费用	100
<i>小水电 MMS 实体的年运行费用</i>	
审核过程（选项 HS1+选项 HS2）	2,600*
发行约 100000 个证书	1,242**
恢复已经用过的证书	1,242
更新标准和过程	80
项目管理/编写报告	150
绿色证书付款：100000 个证书，人民币 39 元	3,900
<i>农业机械局的能力建设</i>	
建立 MMS 管理系统	200
技术支持	400
<i>开发和施行宣传推广活动</i>	250

*预计审核所需的总花费将随着时间的推移大大减小，因为采样数量将减小，而且审核频率也将降低

**基于荷兰 RECS 机构发生过的费用

附录 I: 可能的 DRE 选项列表

光电系统

系统号	系统类型	设备
1	4 W 以下 (直流)	照明, 一个 5W 的直流电灯
2	4 - 10 W (直流)	一个 9W 的节能灯
3	10 - 20 W (直流)	两个节能灯
4	20 - 40 W (直流)	两个节能灯, 黑白电视机
5	40 - 50 W (直流)	两个节能灯, 黑白电视机
6	50 - 100 W(交流)	彩色电视机
7	100 - 200 W(交流)	彩色电视机, 节能灯, 卫星接收器
8	200 W - 2000W	旅馆, 商店, 餐厅
9	5kW-100kW	小型电网 (控制室, 蓄电池室, 集中光电阵列)
	混合供电家用系统	
10	100 W 风力/50 W 光电	
11	300 W 风力/100/200 W 光电	
12	最大 500 kW(2/3 风力-1/3 光电)	乡村电力

小水电系统

13	1 kW 以下	为一个家庭供电
14	1-5 kW	2-5 个家庭
15	5-10 kW	5-10 个家庭
	> 10 kW	与电网并网

风力发电系统

15	50 W 以下	2-3 个节能灯和一台黑白电视机
16	50 - 100 W	2-3 个节能灯和一台彩色电视机
17	100 - 150 W	同上, 另加一台小电冰箱
18	150 - 200 W	2-3 个灯、一台彩色电视机和中等大小的电冰箱
19	200 - 300 W	2-3 个灯、一台彩色电视机和大电冰箱
20	300 - 500 W	同上, 外加水泵系统
21	500 - 600 W	同上
22	600 W - 1 kW	供若干家庭使用
23	1 - 2 kW	供若干家庭使用
24	2 - 3 kW	村庄供电系统
25	3 - 5 kW	村庄供电系统
26	5 - 6 kW	村庄供电系统
27	6 - 10 kW	村庄供电系统

