

# 农村能源 综合建设规划与实施

● 邱大雄等 编著 ●

清华大学出版社

# 农村能源综合建设 规划与实施

主 编 邱大雄

副主编 顾树华 王明威

邓可蕴 张正敏

清华大学出版社

## 内 容 摘 要

本书全面阐述了10多年来我国农村能源建设取得的重大进展,总结了18个县农村能源综合建设的试点经验。书中所介绍的规划方法是国家“七五”重点科技攻关项目的一个专题,因其先进和实用,获得了国家和部委的多次奖励。

全书分两篇11章,包括:概论、农村能源状况、农村能源数据的采集和处理、农村能源需求分析和预测、农村能源资源评价和区划、农村能源的节约和合理利用、农村能源项目的经济分析、农村能源的供需平衡及系统优化模型、农村能源综合规划的实施、农村能源供需管理和节约以及农村能源工艺技术。书末附录给出了能源计算中的有关数据。

作者对象:从事能源规划与管理工作的科技人员和干部、大专院校的师生。

(京)新登字158号

### 农村能源综合建设规划与实施

主编 邱大雄

☆

清华大学出版社出版

(北京 清华园)

北京市通县向阳印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 22 1/2 字数: 579千字

1991年12月 第1版 1991年12月第1次印刷

印数: 0001—6000

ISBN 7-302-00963-5/TB·10

定价: 11.00元

## 序

受国家计委资源节约和综合利用司、农业部环保能源司，以及世界银行能源与工业局委托和支持，由清华大学负责组织了有关方面专家共同编著了这本全面系统地总结我国农村能源综合建设规划方法和实施经验的书。

书中所介绍的农村能源综合规划方法是国家“七五”期间重点科技攻关项目75-21-06中的一个专题。由于它先进和实用，先后获得了1989年国家“七五”科技攻关项目阶段成果荣誉奖、1989年农业部部级科学技术进步二等奖、1990年国家级科学技术进步三等奖。

本书内容丰富，系统性强，由浅入深，适宜于从事能源规划与管理工作的工程技术人员、科研人员和干部阅读与参考，也可作为大专院校有关专业大学生、研究生的教材和参考书。

本书主编邱大雄，副主编顾树华、王明威、邓可蕴、张正敏。主要编著人员何建坤、吴昌伦、施德铭、屠云璋、杨跃先、刘自箴。张大同、史久瑞、贺亮、梁宝芬、金公望、李俊峰、苏明山、汤川龙也参加了部分章节的编写。这里还要特别提出，为吸收世界银行先进的项目评价方法，特请世界银行罗伯特·泰勒先生负责编写规划方法中项目经济分析一章的大部分内容。全书由邱大雄、顾树华、苏明山进行最后编纂和整理。

由于编著水平和工作条件所限，书中难免有不妥甚至错误之处，欢迎同行和读者批评指正。

## 前 言

能源是国民经济发展的重要的物质基础。中国是发展中国家，有 8 亿 5 千万农民居住在广大农村地区，因此农村能源发展是我国能源建设和实现我国四个现代化的重要组成部分，具有战略意义。

10 多年来，农村能源建设取得了重大进展。随着农村商品经济的发展，乡镇企业的兴起，以及农民生活水平的提高，农村能源面临着严峻的挑战。从 1983 年开始，先后两批在 6 个县开展了以县为单位的农村能源综合建设试点。“七五”期间又有 12 个不同类型地区的县参加了国家重点攻关科技项目 (75-21-06)，进行了更广泛、更深入的综合建设试点，取得了明显的综合效益。

这 18 个县综合建设的成功经验，主要是贯彻了农村能源建设的十六字方针与“开发和节约并重，近期以节能为主”的能源建设方针，应用大系统观点、综合建设的思路，通过规划指导实施，因地制宜地开发和利用当地能源资源，有效地利用商品能源，建立起多能互补的用能供能体系，建立并完善农村能源组织管理和产业、服务体系，实际解决我国不同类型地区农村能源的供需矛盾，并取得经济、生态、社会等多种效益。

我国县级农村能源综合建设的思路和实践在国际上也得到了很高的评价，引起了国际粮农组织 (FAO)、联合国开发署 (UNDP) 和世界银行 (WB) 等有关组织的极大兴趣和关注。

本书系统地总结了农村能源建设的经验。其内容主要有：规划目标、任务及方法，综合建设的实施与管理；产业和服务体系的建立和完善；以及各种农村能源工艺技术特性的介绍。不妨说，在我国农村能源领域中，本书在深度上、广度上都有较高的学术水平和实用价值，值得广大能源工作者一读。

希望本书在推动我国农村能源综合建设，探索具有我国特色的农村能源建设道路和实现四个现代化的进程中作出应有的贡献。

杨纪珂

1991 年 2 月 28 日

# 目 录

|          |    |
|----------|----|
| 序 .....  | i  |
| 前言 ..... | ii |

## 第一篇

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 概论 .....                  | 3  |
| 第一节 农村能源综合建设问题的提出和研究范围 .....  | 3  |
| 1.1.1 农村能源综合建设的目的和意义 .....    | 3  |
| 1.1.2 农村能源研究范围 .....          | 3  |
| 1.1.3 农村能源系统的特点 .....         | 4  |
| 1.1.4 农村能源系统的描述 .....         | 7  |
| 第二节 农村能源综合规划的内容和方法 .....      | 8  |
| 1.2.1 农业部门能源规划与农村能源规划 .....   | 8  |
| 1.2.2 农村能源综合规划的任务 .....       | 8  |
| 1.2.3 农村能源综合规划的方法——系统分析 ..... | 9  |
| 1.2.4 农村能源综合规划模型体系 .....      | 12 |
| 第三节 农村能源综合建设的实施与管理 .....      | 14 |
| 1.3.1 管理体制在农村能源综合建设中的作用 ..... | 14 |
| 1.3.2 服务体系在规划实施推广中的作用 .....   | 15 |
| 1.3.3 农村能源产业化和商品化 .....       | 15 |
| 第四节 农村能源建设的方针、政策与管理 .....     | 16 |
| 1.4.1 基本方针与政策 .....           | 16 |
| 1.4.2 供应与需求管理 .....           | 16 |
| 参考文献 .....                    | 17 |
| 第二章 农村能源状况 .....              | 18 |
| 第一节 能源、经济和生态环境 .....          | 18 |
| 2.1.1 能源与经济 .....             | 18 |
| 2.1.2 能源与生态环境 .....           | 19 |
| 第二节 农村能源资源状况 .....            | 21 |
| 2.2.1 生物质能 .....              | 21 |
| 2.2.2 小水力资源 .....             | 23 |
| 2.2.3 小煤矿资源 .....             | 24 |
| 2.2.4 太阳能 .....               | 24 |
| 2.2.5 风能 .....                | 24 |
| 2.2.6 地热能 .....               | 27 |
| 2.2.7 海洋能 .....               | 27 |
| 2.2.8 人畜力 .....               | 27 |
| 第三节 80年代农村能源消费状况 .....        | 28 |
| 2.3.1 农村能源建设取得了重大进展 .....     | 28 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 2.3.2 消费状况和特点 .....        | 28 |
| 第四节 农村用能部门分析 .....         | 31 |
| 2.4.1 农业生产用能 .....         | 31 |
| 2.4.2 乡镇企业用能 .....         | 32 |
| 2.4.3 农民家庭生活用能 .....       | 34 |
| 第五节 农村电气化状况及发展 .....       | 34 |
| 2.5.1 目的和意义 .....          | 34 |
| 2.5.2 现状 .....             | 34 |
| 2.5.3 发展途径 .....           | 35 |
| 参考文献 .....                 | 38 |
| 第三章 农村能源数据的采集和处理 .....     | 39 |
| 第一节 农村能源综合规划的数据基础 .....    | 40 |
| 3.1.1 数据统计指标体系的内容 .....    | 40 |
| 3.1.2 数据统计指标体系的分类 .....    | 40 |
| 3.1.3 农村能源类数据统计指标的表述 ..... | 41 |
| 3.1.4 农村能源统计中应用的计量单位 ..... | 49 |
| 第二节 数据的采集 .....            | 50 |
| 3.2.1 统计报表制度 .....         | 50 |
| 3.2.2 普查 .....             | 51 |
| 3.2.3 典型调查 .....           | 51 |
| 3.2.4 重点调查 .....           | 52 |
| 3.2.5 抽样调查 .....           | 52 |
| 第三节 数据处理 .....             | 57 |
| 3.3.1 数据文件的建立 .....        | 57 |
| 3.3.2 数据的清理 .....          | 57 |
| 3.3.3 数据的统计分析 .....        | 58 |
| 3.3.4 农村能源综合平衡表及其编制 .....  | 68 |
| 3.3.5 农村能源能流网络图及其编制 .....  | 71 |
| 参考文献 .....                 | 75 |
| 第四章 农村能源需求分析和预测 .....      | 76 |
| 第一节 需求预测目的和分类 .....        | 76 |
| 4.1.1 预测目的和影响因素 .....      | 76 |
| 4.1.2 预测在能源规划中的作用 .....    | 76 |
| 4.1.3 内容和分类 .....          | 77 |
| 第二节 能源需求预测原则和程序 .....      | 78 |
| 4.2.1 能源需求预测的基本原则 .....    | 78 |
| 4.2.2 能源需求预测的程序 .....      | 78 |
| 第三节 能源需求预测方法 .....         | 79 |
| 4.3.1 预测方法概述 .....         | 79 |
| 4.3.2 人均能源需求增长预测方法 .....   | 84 |
| 4.3.3 分部门能源需求预测方法 .....    | 85 |
| 4.3.4 弹性分析预测方法 .....       | 89 |
| 4.3.5 回归分析预测方法 .....       | 91 |
| 参考文献 .....                 | 95 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第五章 农村能源资源评价和区划</b>     | 96  |
| <b>第一节 资源评价的目的和内容</b>      | 96  |
| 5.1.1 资源评价的目的              | 96  |
| 5.1.2 资源评价的内容              | 96  |
| <b>第二节 各项资源评价</b>          | 98  |
| 5.2.1 小煤矿                  | 98  |
| 5.2.2 小水力                  | 100 |
| 5.2.3 薪柴                   | 101 |
| 5.2.4 其它生物质资源              | 102 |
| 5.2.5 太阳能                  | 103 |
| 5.2.6 风能                   | 103 |
| 5.2.7 海洋能                  | 104 |
| 5.2.8 地热能                  | 105 |
| <b>第三节 能源资源的综合评价</b>       | 105 |
| <b>第四节 能源资源的综合区划</b>       | 106 |
| 5.4.1 资源综合区划的等级系统和分区指标     | 107 |
| 5.4.2 单指标区划法及其应用           | 107 |
| 5.4.3 双指标区划法及其应用           | 108 |
| 5.4.4 聚类分析区划法              | 108 |
| <b>参考文献</b>                | 110 |
| <b>第六章 农村能源的节约和合理利用</b>    | 111 |
| <b>第一节 能源消耗</b>            | 111 |
| 6.1.1 能耗                   | 111 |
| 6.1.2 单项能耗                 | 111 |
| 6.1.3 综合能耗                 | 112 |
| 6.1.4 能量的当量值与能源的等价值        | 113 |
| 6.1.5 与能源有关的几个概念           | 113 |
| <b>第二节 节能</b>              | 114 |
| 6.2.1 节能的内容                | 114 |
| 6.2.2 节能量的计算               | 115 |
| 6.2.3 节能率                  | 117 |
| <b>第三节 节能基本原理</b>          | 118 |
| 6.3.1 有效能的概念——焓与熵          | 119 |
| 6.3.2 有效能的计算               | 119 |
| <b>第四节 节能的潜力分析</b>         | 120 |
| 6.4.1 提高能量利用效率             | 121 |
| 6.4.2 合理利用能源               | 121 |
| 6.4.3 用能部门与产品结构调整          | 122 |
| 6.4.4 节能技术措施               | 122 |
| <b>第五节 农村节能技术实例</b>        | 123 |
| <b>参考文献</b>                | 125 |
| <b>第七章 农村能源项目的经济分析</b>     | 126 |
| <b>第一节 经济分析在农村能源规划中的作用</b> | 126 |
| <b>第二节 经济分析中的一些基本概念</b>    | 126 |



|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 7.2.1 贴现现金流及其计算 .....               | 126 |
| 7.2.2 投资回收与折旧 .....                 | 131 |
| 7.2.3 成本分析 .....                    | 133 |
| 7.2.4 不变价和当年价 .....                 | 137 |
| 第三节 项目经济评价方法 .....                  | 139 |
| 7.3.1 总述 .....                      | 139 |
| 7.3.2 最小成本法 .....                   | 140 |
| 7.3.3 单位产出成本法 .....                 | 145 |
| 7.3.4 成本-效益法 .....                  | 146 |
| 7.3.5 项目有无之间的比较 .....               | 150 |
| 7.3.6 不确定性分析 .....                  | 151 |
| 第四节 农村能源项目的选择分析 .....               | 154 |
| 7.4.1 效益和成本取值 .....                 | 154 |
| 7.4.2 小煤矿改造项目 .....                 | 155 |
| 7.4.3 沼气项目 .....                    | 156 |
| 第五节 项目综合评价 .....                    | 158 |
| 7.5.1 综合评价的意义和内容 .....              | 158 |
| 7.5.2 综合评价方法 .....                  | 159 |
| 7.5.3 计算实例 .....                    | 162 |
| 7.5.4 层次分析法 (AHP) 求效益和制约权重向量 .....  | 165 |
| 第六节 项目效益的动态模拟 .....                 | 167 |
| 7.6.1 系统动力学方法 .....                 | 167 |
| 7.6.2 系统动力学方法应用实例 .....             | 171 |
| 参考文献 .....                          | 177 |
| <b>第八章 农村能源的供需平衡及系统优化模型</b> .....   | 178 |
| 第一节 农村能源的供需平衡 .....                 | 178 |
| 8.1.1 农村能源供需平衡的概念 .....             | 178 |
| 8.1.2 农村能源系统网络图在能源供需平衡计算中的应用 .....  | 180 |
| 第二节 农村能源系统优化模型 .....                | 183 |
| 8.2.1 农村能源系统优化模型示例 .....            | 183 |
| 8.2.2 农村能源系统模型的数学表示 .....           | 186 |
| 8.2.3 模型参数的选取及处理 .....              | 188 |
| 8.2.4 模型的输出及计算结果分析 .....            | 190 |
| 第三节 农村能源系统目标规划模型 .....              | 192 |
| 8.3.1 目标规划模型示例 .....                | 193 |
| 8.3.2 目标规划模型的数学描述 .....             | 194 |
| 第四节 农村能源系统优化模型的扩充 .....             | 197 |
| 8.4.1 考虑到农业生产和生态环境的农村能源系统优化模型 ..... | 197 |
| 8.4.2 分层次逐级优化规划模型 .....             | 203 |
| 第五节 规划方案的选择及相关因素分析 .....            | 206 |
| 8.5.1 规划方案的选择及效果评价 .....            | 206 |
| 8.5.2 影响规划方案的相关因素 .....             | 208 |
| 8.5.3 农村能源规划的实施方案 .....             | 211 |
| 参考文献 .....                          | 212 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第九章 农村能源综合规划的实施</b>          | 213 |
| 第一节 中国农村能源综合建设概况                | 213 |
| 9.1.1 综合建设思想的形成                 | 213 |
| 9.1.2 综合建设试点实践                  | 213 |
| 9.1.3 试点建设的实施步骤                 | 215 |
| 第二节 农村能源综合建设的管理体制               | 216 |
| 第三节 科研、宣传和培训在农村能源综合建设中的作用       | 217 |
| 9.3.1 农村能源综合建设必须采用先进适用的软硬技术     | 217 |
| 9.3.2 做好各层次宣传工作                 | 218 |
| 9.3.3 做好培训工作, 不断提高农村能源建设队伍的技术素质 | 219 |
| 第四节 农村能源建设的产业服务体系               | 219 |
| 9.4.1 建立产业服务体系的必要性              | 219 |
| 9.4.2 产业服务体系门类                  | 220 |
| 第五节 农村能源综合建设的资金问题               | 220 |
| <b>第十章 农村能源供需管理和节约</b>          | 222 |
| 第一节 农村能源供需管理的基本任务               | 222 |
| 第二节 农村能源需求管理                    | 222 |
| 10.2.1 能源法规和政策                  | 223 |
| 10.2.2 能源需求管理的经济手段              | 223 |
| 第三节 农村能源供应管理                    | 224 |
| 10.3.1 农村能源供应结构                 | 224 |
| 10.3.2 农村能源供应管理的政策手段            | 225 |
| 10.3.3 中国农村地区现行的几种能源的供应管理       | 226 |
| 第四节 节能与供需管理的关系                  | 231 |
| 参考文献                            | 232 |

## 第 二 篇

|                      |     |
|----------------------|-----|
| <b>第十一章 农村能源工艺技术</b> | 235 |
| 第一节 概述               | 235 |
| 11.1.1 农村能源工艺技术的概念   | 235 |
| 11.1.2 农村能源工艺技术研究对象  | 235 |
| 11.1.3 农村能源工艺技术的内容   | 235 |
| 第二节 薪炭林              | 236 |
| 11.2.1 营造薪炭林的目的和意义   | 236 |
| 11.2.2 薪炭林树种的选择      | 238 |
| 11.2.3 采种和育苗         | 239 |
| 11.2.4 薪炭林的栽植与管理     | 244 |
| 11.2.5 薪炭林的经营类型及作业方式 | 248 |
| 第三节 生物质能转换工艺技术       | 249 |
| 11.3.1 概述            | 249 |
| 11.3.2 节柴炉灶与炕连炉灶技术   | 250 |
| 11.3.3 沼气工艺技术        | 256 |
| 11.3.4 生物质气化和液化技术    | 266 |
| 11.3.5 生物柴油技术        | 271 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第四节 小水电和潮汐能 .....            | 272 |
| 11.4.1 水力发电基本原理 .....        | 272 |
| 11.4.2 小型水电站类型 .....         | 273 |
| 11.4.3 小型水电站勘测及装机容量选择 .....  | 275 |
| 11.4.4 水工建筑 .....            | 276 |
| 11.4.5 厂房 .....              | 284 |
| 11.4.6 机电设备 .....            | 286 |
| 11.4.7 输电线路及地方电网 .....       | 289 |
| 11.4.8 潮汐电站 .....            | 289 |
| 第五节 小煤矿 .....                | 290 |
| 11.5.1 小煤矿资源及地质勘测 .....      | 291 |
| 11.5.2 矿井生产系统 .....          | 292 |
| 11.5.3 发展小煤矿的意义和作用 .....     | 293 |
| 11.5.4 小煤矿的管理 .....          | 294 |
| 第六节 太阳能利用技术 .....            | 294 |
| 11.6.1 太阳灶技术 .....           | 295 |
| 11.6.2 太阳能热水器技术 .....        | 298 |
| 11.6.3 太阳能采暖技术 .....         | 302 |
| 11.6.4 太阳能干燥技术 .....         | 307 |
| 11.6.5 太阳电池技术 .....          | 310 |
| 第七节 风能开发利用 .....             | 315 |
| 11.7.1 风力发电 .....            | 316 |
| 11.7.2 风力提水 .....            | 321 |
| 11.7.3 风能的其它利用方式 .....       | 323 |
| 第八节 地热利用 .....               | 324 |
| 11.8.1 概述 .....              | 324 |
| 11.8.2 地热能发电 .....           | 325 |
| 11.8.3 地热能在农村工业中的利用 .....    | 327 |
| 11.8.4 地热能 in 农业中的利用 .....   | 328 |
| 第九节 农村生产节能实用技术 .....         | 332 |
| 11.9.1 回流式双锅并联茶叶炒干机 .....    | 332 |
| 11.9.2 节能烤烟房 .....           | 334 |
| 11.9.3 节能砖窑 .....            | 336 |
| 参考文献 .....                   | 338 |
| 附录一 各种能源折标准煤参考系数 .....       | 339 |
| 附录二 常用生物质燃料在不同含水量时的低热值 ..... | 339 |
| 附录三 各种能量单位之间的换算 .....        | 340 |
| 附录四 现值系数表 .....              | 340 |

# 第一篇



# 第一章 概 论

## 第一节 农村能源综合建设问题的提出和研究范围

### 1.1.1 农村能源综合建设的目的和意义

发展中国家城乡差别大, 80%以上人口居住在农村。经济落后、劳动力过剩、生活相对贫困、贫富不均、能源短缺、生态环境恶化等是发展中国家农村地区普遍存在的问题。能源是农村发展中的一个重要问题, 它不仅对促进农村发展, 而且对生态环境有着重要的作用。因此, 开展发展中国家农村能源问题的研究意义重大。

农村能源综合建设的目的是:

① 将农村能源建设纳入到农村社会经济发展和改善生态环境整个系统中综合地加以研究。

② 将农村地区多种可开发的能源资源统一规划, 综合开发和利用, 即全面贯彻中央关于农村能源建设的十六字方针: “因地制宜、多能互补、综合利用、讲求实效”。

另外, 农村能源是国家整个能源的一部分, 因此, 农村能源问题的解决, 不能单纯依靠农村地区本身, 而要纳入国家整个能源规划中, 统筹兼顾, 妥善解决。

### 1.1.2 农村能源研究范围

什么是“农村”? 什么是“农村能源”? 显然, 农村是地理上的概念, 是相对于城市而言的。一般的概念是凡人口分布比较分散, 主要从事农业的社会空间结构形式称为农村。具体划分各国是不同的。我国城镇划分标准随着经济的发展也不断调整, 1984年可建镇的标准大体是:

- 县级地方国家机关所在地;
- 或总人口在2万人以下的乡, 乡政府驻地非农业人口超过2000人;
- 或总人口在2万人以上的乡, 乡政府驻地非农业人口超过10%以上。

按1984年确定的建镇标准, 我国市镇人口和农村人口的比例如表1.1所示。由表可知, 1987年农村人口仅占53.4%。但实际上, 在研究农村问题时将新建制镇人口包括在内, 按此考虑1987年农村人口为8.5713亿人, 占全国总人口79.3%。

“农村能源”这个名词, 不是能源分类学上的一个概念, 它是能源管理工作上的一种划分。它的研究对象和内容, 不仅是指农村当地各种自然能源资源的开发和利用, 还包括农村地区商品能源的供应、消费和管理以及各种农村用能问题等。

农村能源的范围原则上与农村社会总产值的统计一致。

“农村社会总产值”是指在一定时期内, 农村各物质生产部门生产的以货币表现的全部产品价值总量。根据我国目前的农村经济现状, 农村社会总产值包括的范围是: 乡(社)村(队)及村以下各级合作经济组织和农户从事农业、工业、建筑业、运输业、商业、饮食业活动所

表 1.1 我国人口、市镇人口和农村人口的比例

| 年 份  | 人 口 数<br>( $\times 10^4$ ) | 市 镇 人 口                  |       | 农 村 人 口                  |       |
|------|----------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
|      |                            | 人口数<br>( $\times 10^4$ ) | 比重(%) | 人口数<br>( $\times 10^4$ ) | 比重(%) |
| 1980 | 98 705                     | 19 140                   | 19.4  | 79 565                   | 80.6  |
| 1983 | 102 764                    | 24 150                   | 23.5  | 78 614                   | 76.5  |
| 1984 | 103 876                    | 33 136                   | 31.9  | 70 740                   | 68.1  |
| 1985 | 105 044                    | 38 446                   | 36.6  | 66 598                   | 63.4  |
| 1987 | 108 073                    | 50 362                   | 46.6  | 57 711                   | 53.4  |

生产的产值与国营农场的农业总产值两部分的产值。凡是在农村的国营工业、建筑业、运输业、商业、饮食业所生产的产值均不包括在内。国营农场及县镇的工业、建筑业、运输业、商业和饮食业的产值，也不包括在内。集体和国营联营的企业产值，凡场址在农村，又以乡镇合作经济组织的劳力、资金、土地或生产用房为主的企业，其产值包括在农村社会总产值中。

供应农村地区社会活动、生产和生活直接使用的能源皆属农村能源范围。生产包括农业（农林牧副渔业）生产、农村工业、交通运输、建筑、商业服务业等。随着乡镇企业的蓬勃发展，原则上讲，凡属乡办、村办企业使用的能源应计入农村能源，而县办企业则不属农村能源。凡是间接投入的能源如化肥，农机等生产过程中消费的能源皆计入工业部门的能耗中。另外，人力和畜力问题，一般，畜力计入一次能源资源。人力的处理各国不太一致，有的与畜力一样计入一次能源，有的则不计入。我国并无明确的规定，但在研究与机械力相互替代时常考虑人力的作用。生活用能不包括县城居民生活用能。新建镇的居民人口虽统计在市镇人口范围，但实际上镇内居民绝大多数都从事农业劳动，因此镇内从事农业劳动的居民用能，也属农村能源范围。

在实际进行县级农村能源综合建设时，经常以县为单位研究其能源问题。这样，其能源范围，既包括县城生产和生活用的能源，即县办工业、县属各类企业、县城及所属镇的居民生活等的能源活动，也包括县辖农村地区的能源活动。这样，就成为县级能源综合建设问题。因此，在研究农村能源范围时，包括上述人口上的划分，都需特别注意并加以区别对待。

### 1.1.3 农村能源系统的特点

发达国家由于经济发达，城乡差别不大，因此无需将农村能源作为一项专门的能源问题加以研究，而发展中国家的农村能源有其明显的特点，有必要作专门的研究。其特点如下：

① 农村能源资源分散，能量密度低。如生物质能的能量密度约为 14 650 千焦/千克。风能、太阳能的能量密度更低。在地区分布上差异也大，又只宜就地开展利用，不宜长途运输。

② 农村能源资源与农业生产及农村生态环境关系密切。生物质能是发展中国家农村能源供应中的主要资源，常占农村能源消费的 70% 以上，有的国家高达 90% 以上。表 1.2 列出了几个发展中国家能源消费的构成（是全国的能源消费，不仅是农村地区）。生物质能资源，

表 1.2 发展中国家能源消费构成 (%) <sup>(4)</sup>

|            | 尼泊尔     | 巴基斯坦    | 斯里兰卡  | 泰 国  | 菲律宾   | 印 尼  | 孟加拉   | 印 度     | 中 国  | 南 朝 鲜 |        |
|------------|---------|---------|-------|------|-------|------|-------|---------|------|-------|--------|
|            | 1984/85 | 1982/83 | 1984  | 1983 | 1983  | 1980 |       | 1982/83 | 1987 | 1961  | 1987   |
| 石 油        | 3.6     | 22.6    | 17.91 | 57   | 69.25 | 49   |       | 13.2    | 12.8 | 8.1   | 44.0   |
| 天然气        |         | 22.5    |       | 7    |       |      |       | 0.7     | 1.6  |       | 3.1    |
| 煤          | 1.5     | 2.9     | 1.49  | 3    | 3.6   | 1    | 25—30 | 16.1    | 57.5 | 32.4  | 34.4   |
| 水 力        |         | 9.6     |       | 5    | 5.20  |      |       | 4.0     | 3.5* | 1.7   | 2.0    |
| 薪 柴        | 83.6    | 22.7    | 77.3  | 22   | 14.82 | 50   | 70—75 | 25.0    | 13.4 | 57.8  | 2.2    |
| 其它生<br>物能源 | 10.7    | 19.2    |       | 6    |       |      |       | 41.0    | 11.2 |       |        |
| 地 热        |         |         |       |      | 7.4   |      |       |         |      |       |        |
| 电          | 0.6     |         | 3.29  |      |       |      |       |         |      |       | 14.6** |

\* 中国农村电力中 1/3 以上来自小水电。

\*\* 仅指核电部分。

一方面来自于农牧业生产，它们既可作燃料，又能作肥料、饲料和工业原料，因此它们的合理分配和利用又影响农业生产，应力求在能量循环和物料循环上实现良性循环，相互促进；另一方面，来自森林资源和林业生产。世界上森林资源的破坏是相当严重的。据有关资料表明，历史上，地球上的森林总面积曾达到76亿公顷（1公顷=15亩），到1985年仅剩下39.2亿公顷。目前地球上每分钟就有20公顷森林被毁灭。据估计目前世界森林覆盖面积为陆地面积的1/5，到本世纪末有可能降到1/6。当然，森林资源的破坏，并非全由于能源短缺造成的，有些国家主要是大规模砍伐开荒所致。我国的森林资源砍伐有1/3用于能源。

③ 农村能源转换工艺规模小，技术难度低，投资强度小，建设周期短，但涉及面广，且

表 1.3 印度农村能源消费情况 (1982—1983年) <sup>(4)</sup>

| 能源资源                        | 民 用          | 农 业          | 其它部门*       | 合 计          | 农村能源消费占国家<br>能源总消费量的比例<br>(%) |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------------------------|
| 传统燃料:                       |              |              |             |              |                               |
| 薪 柴 (10 <sup>6</sup> t)     | 124          | --           | 4           | 128 (31.2)** | 83                            |
| 农作物残留物 (10 <sup>6</sup> t)  | 33           | 139          | 5           | 177 (38.3)   | 99                            |
| 人畜粪 (10 <sup>6</sup> t)     | 101          | --           | --          | 101 (13.3)   | 100                           |
| 蔗 渣 (10 <sup>6</sup> t)     | --           | --           | 42          | 42           | 100                           |
| 合 计 (10 <sup>6</sup> t煤当量)  | 117.0 (95.0) | 69.49 (90.5) | 26.0 (81.9) | 212.4 (91.7) | 92                            |
| 商品能源:                       |              |              |             |              |                               |
| 煤 (10 <sup>6</sup> t)       | 0.96         | --           | 3.98        | 4.94 (1.5)   | 6                             |
| 油 (10 <sup>6</sup> t)       | 3.50         | 3.58         | 1.57        | 8.65 (5.3)   | 27                            |
| 电 (10 <sup>8</sup> kW·h)    | 40.7         | 177.9        | 54.9        | 272.6 (1.5)  | 24                            |
| 合 计 (10 <sup>6</sup> t煤当量)  | 6.2 (5.0)    | 7.3 (9.5)    | 5.7 (18.1)  | 19.2 (8.3)   | 16                            |
| 总 计: (10 <sup>6</sup> t煤当量) | 123.2 (100)  | 76.7 (100)   | 31.7 (100)  | 231.6 (100)  | 66.3                          |
| 部门间百分比:                     |              |              |             |              |                               |
| 传统(非商品)能源                   | 55.1         | 32.7         | 12.2        | 100          |                               |
| 商品能源                        | 32.2         | 38.0         | 29.8        | 100          |                               |
| 平 均                         | 53.2         | 33.1         | 13.7        | 100          |                               |

\* 农村工业、运输等。

\*\* 括号数字为百分比。



与广大农户关系密切，常与农村的社会文化水平、生活风俗习惯有关。因此工艺的推广与应用，都有其特殊问题，必须考虑农村地区和农户的特点。

④ 农村能源消费分散，负荷密度低。农民生活用能是主要的能源消费部门。表1.3给出了印度农村能源消费的情况。

⑤ 农村消费商品能源趋势明显。

发展中国家农村能源消费随着社会、经济、人民生活水平的发展，正在经历着一种变化，不论是生产用能，还是生活用能，商品能源的增长趋势十分明显。这种变化一方面是农业机械化，农村电气化所致，另一方面是农村乡镇企业发展所致，它们吸收了大批农村剩余

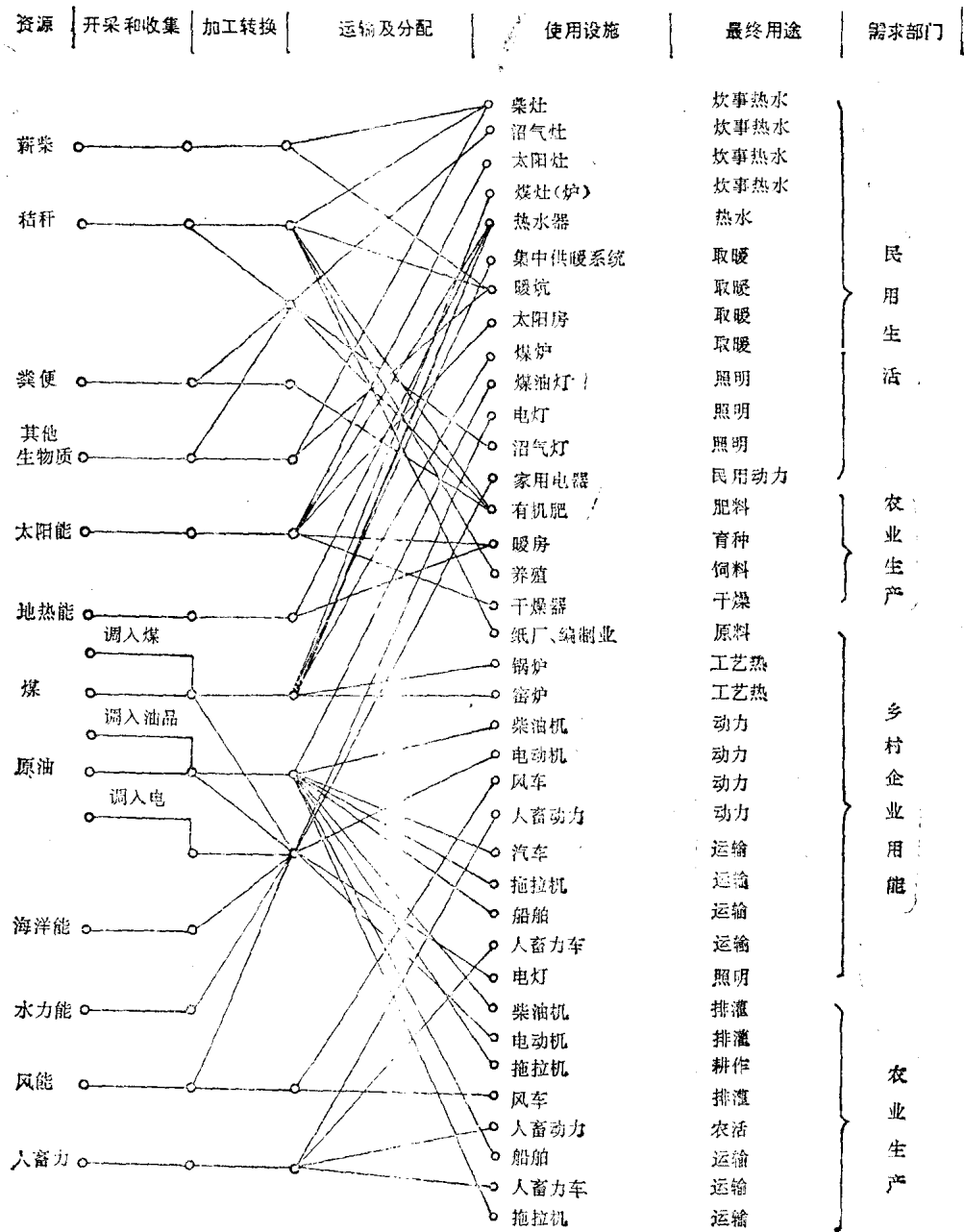


图 1.1 农村能流网络图