

改善人居环境



推进生态文明

焦继荣 编著



节能环保点靓美丽乡村

JIENENG HUANBAO DIANLIANG MEILI XIANGCUN



本书是一部实用型科技类著作。针对美丽乡村建设中的节能环保问题，结合甘肃实际，在调查分析甘肃农村居住状况的基础上，提出了农房节能的紧迫性、指导思想、原则以及农房节能的技术途径，初步探讨了农房节能技术措施、农房节能保温工程材料、新型能源利用等问题，并进行了农村节能住宅方案的规划设计，总结了推广适宜中国北方寒冷地区农村节能住宅建设的对策措施和组织保障。

 甘肃人民出版社

改善人居环境 推进生态文明

节能环保点靓美丽乡村

JIE NENG HUAN BAO DIAN LIANG MEI LI XIANG CUN

焦继荣 编著



甘肃人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

节能环保点靓美丽乡村 / 焦继荣编著. -- 兰州 :
甘肃人民出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-226-04889-4

I. ①节… II. ①焦… III. ①农村住宅 — 节能 IV.
①TU241.4②TU111.4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第 293952 号

出 版 人：王16.生

责任编辑：马晓燕

封面设计：魏 婕

节能环保点靓美丽乡村

焦继荣 编 著

甘肃人民出版社出版发行

(730030 兰州市读者大道 568 号)

甘肃北辰印务有限公司印刷

开本710毫米×1020毫米 1/16 印张 11 插页 1 字数 171 千

2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~800

ISBN 978-7-226-04889-4 定 价:29.00 元

目 录

第一章 甘肃省气候分区	001
第一节 气候分区 / 001	
一、地理地貌 / 001	
二、气候分区 / 001	
第二节 农房节能研究区域划分 / 006	
第二章 甘肃省农村居住状况调查	008
第一节 调查内容 / 008	
第二节 居住状况 / 008	
一、乡村住宅发展 / 010	
二、乡村住房面积 / 011	
三、村落规划布置 / 011	
四、示范村建设情况 / 013	
第三节 院落布置及建筑单体 / 015	
一、院落布置 / 015	
二、主要房间布置 / 015	
三、辅助房间布置 / 015	
四、交通联系方式 / 016	
五、建筑材料的选择 / 016	

六、院落布局形式 / 016	
第四节 传统建筑单体构造做法 / 019	
一、河西地区 / 019	
二、陇中区 / 020	
三、陇东区 / 020	
第五节 室内热环境及热舒适情况 / 021	
一、测试目的及对象 / 021	
二、测试仪器、内容及方法 / 021	
三、典型房屋冬季室内温度测试结果分析 / 021	
四、农村能源使用基本情况 / 022	
第三章 甘肃省农房节能的紧迫性、指导思想和原则 …… 023	
第一节 甘肃省农房节能的紧迫性 / 023	
一、农房节能是提高能源使用效率的必然要求 / 023	
二、实现农村住宅节能有利于减缓能源危机 / 024	
三、甘肃省农房节能状况落后，亟待改善 / 024	
四、甘肃省农房节能技术的研究 / 025	
第二节 甘肃省农村住宅节能的指导思想 / 026	
一、科学规划 / 026	
二、政府引导 / 027	
三、群众自愿 / 027	
四、技术保障 / 027	
五、持续发展 / 027	
第三节 甘肃省农村住宅节能的原则 / 028	
一、因地制宜的原则 / 028	
二、节地原则 / 028	
三、节能原则 / 029	
四、节水原则 / 030	
五、节材原则 / 030	

六、环保原则 / 031

第四节 实现甘肃农房节能的技术途径 / 032

一、充分利用自然能源 / 032

二、平面规划 / 032

三、围护结构保温 / 033

四、外围护结构面积 / 033

第四章 甘肃省农房节能技术措施和农房节能保温工程材料 …… 034

第一节 甘肃农房节能技术措施 / 034

一、农房加强保温的技术措施 / 034

二、农房加强隔热的技术措施 / 034

三、成熟的外墙保温技术 / 035

四、屋面的保温隔热技术 / 036

五、提高建筑门窗保温隔热性能的技术措施 / 039

六、建筑门窗密封条的应用 / 039

七、中空玻璃的应用 / 040

八、窗户遮阳措施 / 040

九、绿化环境对建筑节能的作用 / 040

第二节 甘肃省农房节能保温工程材料 / 042

一、保温节能墙体材料 / 042

二、生态墙体材料 / 047

三、其他常用保温材料 / 051

四、节能门窗及玻璃制品 / 051

五、农房围护结构传热系数限值 / 057

第五章 甘肃省农村节能住宅规划设计方案推荐 …… 058

第一节 规划设计 / 058

一、村落选址 / 058

二、村庄总体布局 / 064

三、住宅朝向 / 065

四、住宅日照 / 066	
五、住宅气温 / 068	
第二节 建筑设计 / 070	
一、建筑设计 / 070	
二、生态农宅设计方案 / 084	
第三节 节能做法及相关技术参数 / 093	
一、推荐农宅综合节能系统剖面图构造做法 / 093	
二、外墙、屋顶、地面、门窗构造做法 / 095	
三、特殊措施 / 102	
第四节 采暖方式及设施 / 104	
一、省柴灶 / 104	
二、燃池 / 107	
三、火墙 / 109	
四、土暖气 / 110	
五、电缆采暖 / 112	
六、自然通风 / 113	
第五节 既有住房节能改造技术 / 113	
一、技术要求 / 113	
二、外墙 / 114	
三、门窗 / 115	
四、屋面和地面 / 116	
五、采暖设施 / 117	
第六章 新型能源利用 …… 118	
第一节 沼气 / 118	
一、家用沼气池的类型 / 118	
二、沼气池的设计原理 / 120	
第二节 秸秆气化 / 121	
第三节 太阳能 / 122	

一、太阳灶 / 122	
二、太阳能集热器 / 123	
三、太阳能热水系统 / 123	
四、家用太阳能热水器类型 / 125	
五、暖房 / 125	
六、太阳能发电 / 126	
第四节 风力发电 / 126	
一、风力机的主要组成 / 127	
二、风力发电机的技术要求 / 128	
第五节 照明节能 / 128	
第七章 推广适宜中国北方寒冷地区农村节能住宅建设的 对策措施和组织保障 …… 129	
第一节 政府与集体 / 129	
一、政策引导作用的发挥 / 129	
二、农村社区管理组织的建立 / 130	
第二节 农村居民 / 131	
一、规划设计中的公众参与 / 132	
二、建造中的公众参与 / 133	
三、维护和持续发展中的公众参与 / 134	
第三节 规划设计人员 / 134	
一、强化农宅节能规划设计理念 / 135	
二、参与节能住宅建设全过程 / 136	
第四节 建立一支专业化的节能住宅施工队伍 / 137	
附录一：绿色农房建设导则（试行） …… 138	
附录二：农村住房建设技术政策（试行） …… 145	
参考文献 …… 162	

第一章

甘肃省气候分区

第一节 气候分区

一、地理地貌

甘肃省位于中国地理中心,地处黄河上游,地域辽阔。介于北纬 $32^{\circ}11' \sim 42^{\circ}57'$ 、东经 $92^{\circ}13' \sim 108^{\circ}46'$ 之间。东接陕西,东北与宁夏毗邻,南邻四川,西连青海、新疆,北靠内蒙古,并与蒙古人民共和国接壤。甘肃地貌复杂多样,山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁等类型齐全,交错分布,地势自西南向东北倾斜。地形呈狭长状,东西长 1655 公里,南北宽 530 公里,复杂的地貌形态,大致可分为各具特色的六大地形区域:陇南山地、陇中黄土高原、甘南高原、河西走廊、祁连山地、北山山地。

二、气候分区

1. 气候特征

甘肃省地处黄土、青藏和蒙古三大高原交汇地带,境内地形复杂,山脉纵横交错,海拔相差悬殊,高山、盆地、平川、沙漠和戈壁等兼而有之,是山地型高原地貌。从东南到西北包括陇南南部河谷北亚热带湿润区、陇南北部暖温带湿润区、陇中南部冷温带半湿润区、甘南高寒湿润区、陇中北部冷温带半干旱区、祁连山高寒半干旱区、河西冷温带干旱区、河西西部暖温带干旱区 8 个气候区,见图 1-1。

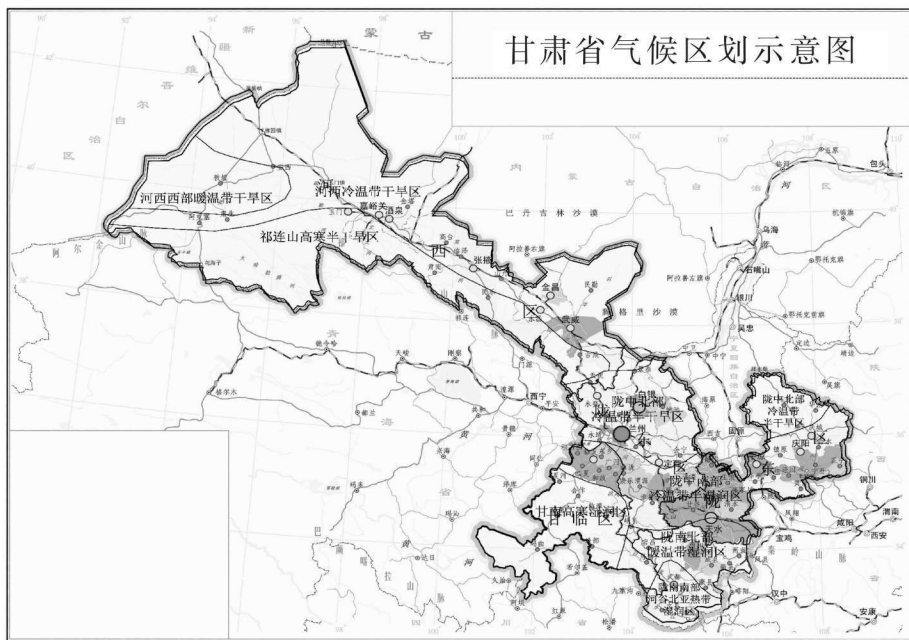


图 1-1 甘肃省气候区划示意图

甘肃省气候干燥,气温日较差大,光照充足,太阳辐射强。年平均气温在 0~14℃之间,由东南向西北降低;河西走廊年平均气温为 4~9℃,祁连山区 0~6℃,陇中和陇东分别为 5~9℃和 7~10℃,甘南 1~7℃,陇南 9~15℃。年均降水量 300mm 左右,降水各地差异很大,在 42mm 到 760mm 之间,自东南向西北减少,降水各季分配不匀,主要集中在 6~9 月。甘肃省光照充足,光能资源丰富,年日照时数为 1700~3300h,自东南向西北增多。其中,河西走廊年日照时数为 2800~3300h,是日照最多的地区;陇南为 1800~2300h,是日照最少的地区;陇中、陇东和甘南为 2100~2700h。

甘肃省气象灾害的种类繁多,灾情也比较严重。主要的气象灾害有干旱、大风沙尘暴、暴雨、冰雹、霜冻和干热风等。干旱是甘肃省最主要的气象灾害,干旱出现频率高,给工农业生产和群众生活造成诸多不利影响。按出现时间划分,影响甘肃省的干旱有春旱、春末夏初旱、伏旱和秋旱。大风和沙尘暴灾害也较重,大风日数每年有 3~69 天,沙尘暴日数为 1~37 天,大风和

沙尘暴主要危害河西和陇中、陇东北部。此外,暴雨、冰雹、霜冻和干热风也是不可忽视的气象灾害,各地每年均有发生。

甘肃省具有丰富的光能、热量、风力资源、大气成分资源等气候资源,是可再生能源的。可以根据甘肃省气候资源的分布状况,开展气候资源的分区规划,并根据各区的气候特点,开发利用气候资源,为甘肃的经济建设、社会发展做出贡献。

2. 气候分区

综合不同的地形条件、气候特征、区位条件、社会经济、历史文脉等因素,在甘肃六大地形特征基础上按照采暖要求,将甘肃新农村建设分为 5 大片区,即陇东区、陇中区、河西区、甘临区和陇南区,陇南不属于寒冷地区,故不在本次研究范围之内,本次研究只考虑其余 4 个区,区域划分见图 1-2。

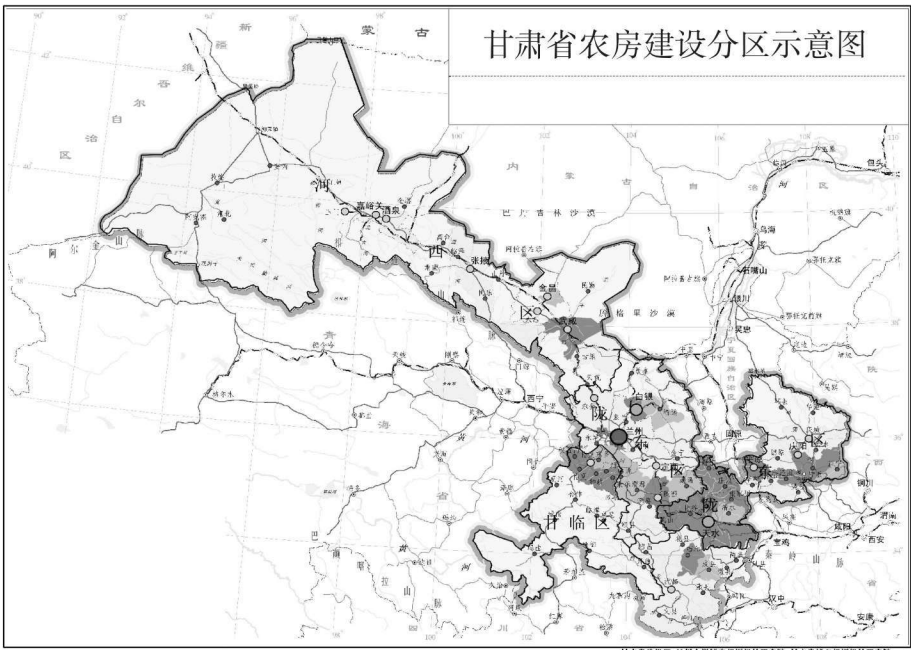


图 1-2 甘肃省农房建设分区图



(1)河西区

东起乌鞘岭,西至古玉门关,南北介于南山(祁连山和阿尔金山)和北山(马鬃山、合黎山和龙首山)间,属于祁连山地槽边缘拗陷带,长约 900 公里,宽数公里至近百公里,为西北—东南走向的狭长平地,形如走廊,称甘肃走廊,因位于黄河以西,又称河西走廊。

河西走廊冬春二季常形成寒潮天气。夏季降水的主要来源是侵入本区的夏季风。气候干燥、冷热变化剧烈,风大沙多。自东而西年降水量渐少,干燥度渐大。如武威年降水量 158.4 毫米,敦煌 36.8 毫米;酒泉以东干燥度为 4~8,以西为 8~24。降水年际变化大,夏季降水占全年总量 50%~60%,春季 15%~25%,秋季 10%~25%,冬季 3%~16%。云量少,日照时数增加,多数地区全年日照为 3000 小时,西部的敦煌高达 3336 小时。年平均温度 5.8~9.3℃,但绝对最高温度可达 42.8℃,绝对最低温度为-29.3℃,二者较差超过 72.1℃。昼夜温差平均 15℃左右,一天可有四季。民勤年沙暴日 50 天以上。安西 8 级以上大风的风日一年有 80 天,有“风库”之称。河西走廊风向多变,武威、民勤一带以西北风为主;嘉峪关以西的玉门、安西、敦煌等地,以东北风和东风为主。

河西走廊的气候属大陆性干旱气候,尽管降水很少(年降水量只有 200 毫米左右),但发展农业的其他气候条件仍非常优越。当地云量稀少,日照时间较长,全年日照可达 2550~3500 小时,光照资源丰富,对农作物的生长发育十分有利。因地处中纬度地带,且海拔较高,热量不足,但作物生长季节气温偏高,加之气温日变化大,有利于农作物的物质积累,特别适于瓜果糖分的积累。

(2)陇中区

陇中黄土高原地处甘肃省中东部、黄土高原西部,面积 113000km² 以上,占黄土高原总面积的 1/5,海拔大多为 1200~2500m,下垫面属黄土高原丘陵沟壑区,植被低矮稀疏,水土流失严重,生态环境脆弱。位于青藏高原东侧,身居欧亚大陆腹地的陇中黄土高原,年均降水量为 200~600mm,是我国干旱气候区和湿润气候区之间的重要气候过渡带,也是气候变化的敏感带。陇中

黄土高原具有的独特陆面特点和生态属性,使得其地表反射特征和对太阳辐射的响应过程,以及地气之间的能量循环过程有别于其他下垫面,从而形成特殊的区域气候特征。

(3) 陇东区

陇东黄土高原位于甘肃省东部,东北分别与陕西省和宁夏回族自治区为邻,西、南分别与本省的定西、天水接壤,地理范围在 $106^{\circ}20' \sim 108^{\circ}45'E$, $35^{\circ}15' \sim 37^{\circ}10'N$ 之间。在行政范围上包括庆阳的 7 县 1 区和平凉东部的 5 个县,总面积 $3.83 \times 10^4 \text{ km}^2$,占黄土高原区总面积的 6.11%,总人口 4.64×10^6 人,人口密度为 121.29 人/ km^2 ,耕地面积 $8.52 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。年均降雨量为 400~638mm,年均气温 $7^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$,大于等于 10°C 活动积温 2600~3300 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 140~180d,海拔 885~2089m。2002 年农业总产值为 2.69×10^9 元(1990 年不变价),农民人均纯收入 1271.83 元,相当于全国的 56.41%。全区分为丘陵沟壑区、高原沟壑区、黄土丘陵区、土石山区 4 个地貌类型区,具有典型的生态过渡带的特点,气候上是干旱、半干旱向半湿润区的过渡。

(4) 甘南高原区

甘南高原位于甘肃省南部,处于甘肃、青海、四川 3 省交界处。地理坐标在北纬 $33^{\circ}06'$ 至 $35^{\circ}34'$,东经 $100^{\circ}45'$ 至 $104^{\circ}45'$ 之间。地处青藏高原东部边缘,东接西北黄土高原,地势西高东低,海拔约在 1200~4800m 之间,境内山岭重叠,沟壑纵横,间以平滩和沼泽地,地形错综复杂,除局部山峰岩石裸露外,大部分地区植被覆盖较好。这里是黄河和长江两大流域的分水岭,拥有大量湿地、河流以及亚洲最优良天然牧场。

甘南高原地形复杂,具有大陆季风气候特点。光照充足,热量不足,利用率低,垂直差异大;降水较多,地理分布差异显著。区域太阳总辐射量在 4433.39~5486.7MJ/ $\text{m}^2 \cdot \text{a}$ 之间,其分布随海拔升高而增加。总辐射量在全省属中等,比河西各地少而高于陇东、陇南等地。

区域全年日照时数在 1700~2600 小时之间。冬春季晴天多,云量少,日照时数占年日照时数 50%以上;秋季阴天多,日照时数最少。区域内光能资源丰富,但大多数地区海拔高,气温低。



区域各地年平均气温自东南向西北随海拔升高而降低,一般在 $1\sim 13^{\circ}\text{C}$ 之间,平均海拔每升高 100m ,气温降低 $0.4\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 。气温的月变化表现为:1~7月,每月以 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 速度升温,7月至次年1月,每月以 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 速度下降。7月为最热月,除舟曲平均气温 23.3°C 、迭部 16.3°C 外,其余各地为 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。最冷月(1月),除舟曲 1.8°C 外,其余各地为 $-4.0^{\circ}\text{C}\sim -10.1^{\circ}\text{C}$ 。年平均气温的年际变化除舟曲为 2.4°C ,其余各地为 $1.0\sim 1.6^{\circ}\text{C}$,与省内其他地区相比,变幅相对偏小。由于地处高原,大陆性季风气候特征明显,气温日较差大,白天日射强,地面接收能量多,温度迅速上升,夜间散热快,温度急剧下降。

全州各地日较差,除舟曲 9.4°C 外,其余各地为 $13.3\sim 15.1^{\circ}\text{C}$,自东南向西北逐渐增大。气温日较差冬季大,为 $9\sim 19^{\circ}\text{C}$,夏季小,为 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$,春秋季节为 $8\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。

区域内日均温稳定通过 0°C 、 5°C 各界限温度的初日,随着海拔的增高,自东南向西北推迟,终日自西北向东南提前,初终日之间的天数自东南向西北减少。大于等于 5°C 、大于等于 10°C 的积温也自西北向东南随着海拔的降低而增加。

日均温稳定通过 0°C 的初日最早出现在舟曲(1月23日),最迟出现在玛曲(4月9日),持续日数最长舟曲为 351d,最短玛曲为 196d,其余各地为 210~263d;大于等于 0°C 积温舟曲为 4808°C ,玛曲为 1440°C ,其余为 $1741\sim 2805^{\circ}\text{C}$;大于等于 5°C 积温为 $1157\sim 4528^{\circ}\text{C}$;大于等于 10°C 的积温 $302\sim 4043^{\circ}\text{C}$ 。

区域降水量的地理分布不均,大致趋势是南多北少,在一定范围内随着海拔的增高而增加。区域年降水量为 $434\sim 599\text{mm}$ 。因受季风影响,降水四季变化大,暖季多,冷季少。雨热同季。各地平均降水强度为 $3.6\sim 5.3\text{mm/d}$ 。区域日均温大于等于 0°C 期间的降水量为 $432\sim 553\text{mm}$,占年总降水量的 90%以上;大于等于 5°C 期间降水量为 $415\sim 568\text{mm}$,占年降水量 69%~95%;大于等于 10°C 期间降水量为 $87\sim 448\text{mm}$,占年总降水量的 14%~94%。

第二节 农房节能研究区域划分

按照《民用建筑设计通则》(GB 50352-2005),建筑热工设计分区中的寒

冷地区,包含建筑气候区划图中全部Ⅱ区以及Ⅵ区中的ⅥC,Ⅶ中的ⅦD;建筑热工设计分区中的严寒地区,包含建筑气候区划图中全部Ⅰ区以及Ⅵ区中的ⅥA、ⅥB,Ⅶ区中的ⅦA、ⅦB、ⅦC。建筑气候分区见图 1-3,甘肃省大部分地区属于寒冷地区。

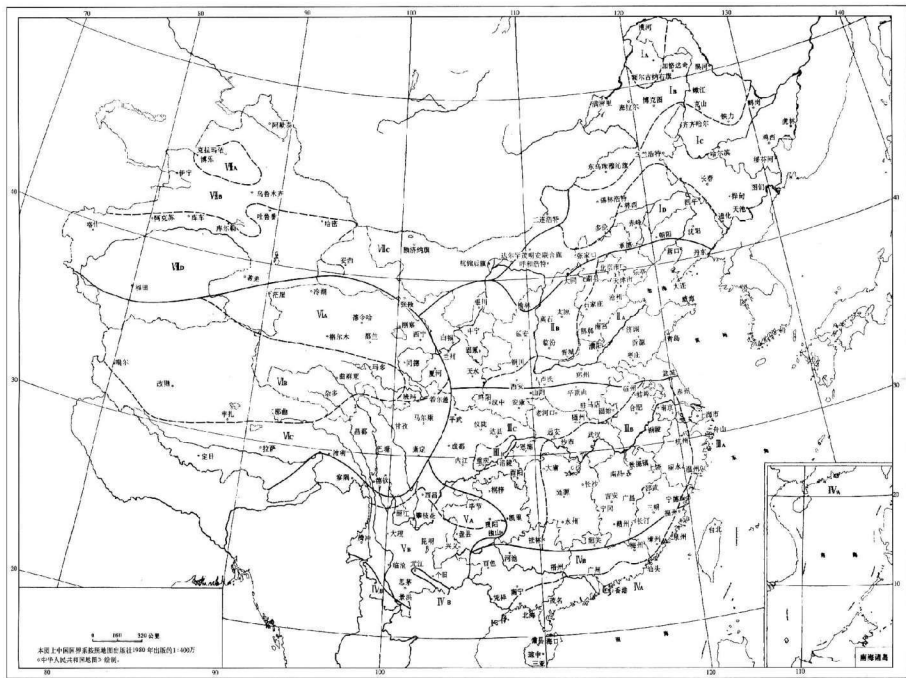


图 1-3 中国建筑气候区划图

根据甘肃省地理位置、地貌特点、自然条件、气候状况、住房特点、建造模式及人们生活习惯,这里将甘肃省农房节能研究区域划分为四个区:

河西区:包括酒泉、张掖、武威、金昌、嘉峪关。

陇中区:包括兰州、白银、定西。

陇东区:包括天水、平凉、庆阳。

甘临区:包括甘南、临夏。



第二章

甘肃省农村居住状况调查

第一节 调查内容

本次调查的主要目的是考察甘肃农村现有建筑的总体规划布局、单体建筑形式及构造做法、室内热状况等。以参观考察,现场踏勘,问卷调查,访谈与咨询等方式进行调研。其内容主要包括以下几方面:

(1)居住者,包括人口构成、职业、年龄、衣着、主观舒适范围以及家庭经济情况。

(2)建筑概况,包括宅基地面积、宅院流线模式、住宅面积、平面布局、房间开间进深、层数、层高、装修材料。墙、屋顶、门窗的构造做法及材料。

(3)采暖方式、燃料种类以及能源利用情况等。

第二节 居住状况

甘肃省位于中国西部,全省人口 2600 万人,其中农业人口 1796 万人。2006 年,农民人均纯收入仅为 2134 元,比全国农民人均纯收入低 1453 元。

甘肃地区乡村农户的经济类型主要有农业户、商业户、综合户。

农业户:以从事种植业为主,如小麦、玉米、马铃薯、水果、蔬菜等。兼营养殖或其他各类副业,一部分收入则来自外出打工。这类农户的经济来源主要靠土地,所以对土地的依赖性很强,年收入也很低。这些农户住宅标准一般很低,住房投资在 2.5 万~5 万元。

商业户:主要包括集镇临主街道的住户。他们一般是本镇原有的村民或者是进镇的农民。这类住户主要以从事买卖或者服务业为主,如商店、家电维修、理发等。这类住户的经济来源主要是商业,经济条件好。所以他们的住宅标准一般也较高,层数在两层或者两层以上,最大的共同特点是下店上宅,前店后宅形式,住房投资在5万~8万元。

综合户:主要指位置不在主要街道旁边的集镇和村落中的商户。他们是介于农业户和商业户之间的一种类型。收入一部分来自土地,一部分来自商业。对土地的依赖比农业户要低。其经济收入和住房标准的差异较大,这些农户住宅一般比较灵活,各种层次都有。

表 2-1 甘肃(寒冷)地区农房建设情况抽样调查表

项目	分类	河西区		中部区		陇东区		甘临区	
		户数	所占比例	户数	所占比例	户数	所占比例	户数	所占比例
宅基地面积	200m ² 以上	20	0.95	21	0.91	29	0.91	9	0.90
	200m ² 以下	1	0.05	2	0.09	3	0.09	1	0.10
宅院模式	前院模式	15	0.71	14	0.61	19	0.59	8	0.80
	前院模式带卫生窄道	5	0.24	8	0.35	11	0.34	2	0.20
	前后院模式	1	0.05	1	0.04	2	0.06	0	0
	后院模式	0	0	0	0	1	0.03	0	0
建造年代	1980 年以前	2	0.10	4	0.17	4	0.13	2	0.20
	1980~1990	5	0.24	8	0.35	11	0.34	3	0.30
	1990~2000	7	0.33	6	0.26	9	0.28	3	0.30
	2000 年以后	7	0.33	5	0.22	8	0.25	2	0.20
结构形式	砖混结构	1	0.05	4	0.17	3	0.09	1	0.10
	砖木结构	8	0.38	7	0.30	8	0.25	4	0.40
	土坯结构	12	0.57	12	0.52	21	0.66	5	0.50
建筑面积	90m ² 以上	6	0.29	6	0.26	7	0.22	1	0.10
	60~90m ²	13	0.62	14	0.61	20	0.63	7	0.70
	60m ² 以下	2	0.10	3	0.13	5	0.16	2	0.20
建筑层数	1 层	21	1.0	22	0.96	31	0.97	9	0.90
	2 层	0	0	1	0.04	1	0.03	1	0.10
备注		酒泉、嘉峪关、张掖、武威、金昌		兰州、白银、定西		天水、平凉、庆阳		甘南、临夏	