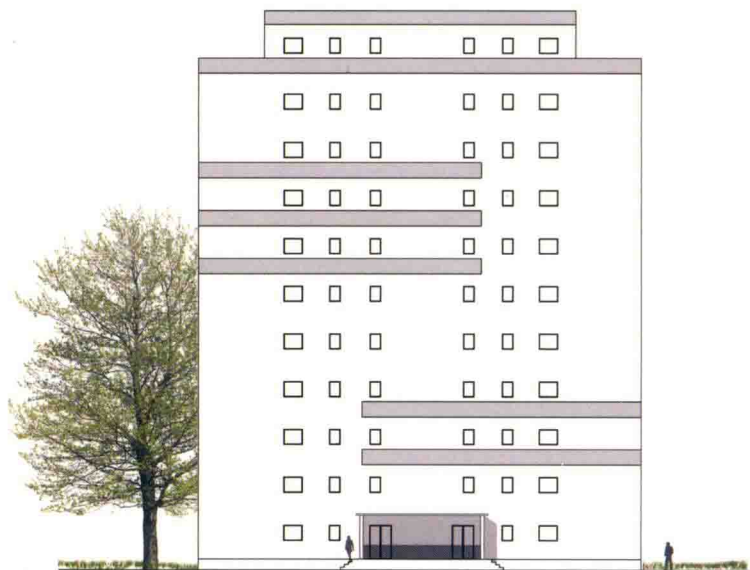




在中国各气候区 建被动房

Passive Houses in Chinese Climates



[德] 沃尔夫冈·费斯特 主编
陈守恭 译

中国建筑工业出版社

建筑节能

在中国各气候区 建被动房

[德] 沃尔夫冈·费斯特 主编
陈守恭 译

作者:

尤尔根·施尼德斯 (Jürgen Schnieders)

坦娅·舒尔茨 (Tanja Schulz)

沃尔夫冈·费斯特 (Wolfgang Feist)

贝特霍尔德·考夫曼 (Berthold Kaufmann)

盛巳宸 (Sichen Sheng)

江慧君 (Huijun Jiang)

苏珊娜·温克尔 (Susanne Winkel)

埃维莉娜·布泰基特 (Evelina Buteikyte)

卡米·西弗冷 (Camille Sifferlen)

本报告在被动房研究所先前工作的基础上扩展而成，特别是 [Feist 2011]，[Feist 2013]，[Feist 2015] (参见参考文献)。作者感谢下列单位的支持：维也纳 Schöberl & Pöll 有限公司，德国联邦环境基金会，圣戈班依索维尔 G+H 公司，圣戈班 CRIR。

作者感谢陈守恭先生为本书中文版提供了翻译。并特别感谢北京建筑节能研究发展中心 BECC，作为被动房研究所在中国的一个合作伙伴，对本书中文版的支持赞助。

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2018-2174号

图书在版编目（CIP）数据

在中国各气候区建被动房 /（德）沃尔夫冈·费斯特主编；陈守恭译．—北京：中国建筑工业出版社，2018.3

ISBN 978-7-112-21794-6

I. ①在… II. ①沃…②陈… III. ①节能—建筑设计—中国 IV. ①TU201.5

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第020070号

Passive House in Chinese Climates, 2016

Copyright © 2016 Passive House Institute, Rheinstrasse 44/46, 64283 Darmstadt, Germany

Editor: Prof. Dr. Wolfgang Feist, Darmstadt, Germany Printed and published in China © 2017 by China Architecture and Building Press

All rights reserved.

版权©2016被动房研究所，Rheinstrasse 44/46，64283，德国达姆施塔特市

主编：沃尔夫冈博士教授，德国达姆施塔特市。由中国建筑工业出版社在中国印刷并出版
©2017版权所有

责任编辑：程素荣 张鹏伟

责任校对：焦 乐

在中国各气候区建被动房

〔德〕沃尔夫冈·费斯特 主编

陈守恭 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京富诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本：880×1230 毫米 1/16 印张：7½ 字数：176 千字

2018年7月第一版 2018年7月第一次印刷

定价：78.00 元

ISBN 978-7-112-21794-6

（31638）

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

目 录

作者序	3
中文版序	4
缩略语	10
1 概要	11
2 Executive Summary	13
3 简介	15
3.1 被动房原理	15
3.2 在中国建被动房	16
3.3 本报告的目的	16
4 选择的地点	17
4.1 研究地点 01 北京：首都	17
4.2 研究地点 02 上海：工业化的东部沿海	17
4.3 研究地点 03 成都：西部的大城	17
4.4 研究地点 04 昆明：春城	17
4.5 研究地点 05 广州：工业化的南部沿海	18
4.6 研究地点 06 琼海：热带地区	18
4.7 研究地点 07 哈尔滨：寒冷，夏季潮湿	18
4.8 研究地点 08 乌鲁木齐：寒冷，夏季干燥	18
4.9 研究地点 09 拉萨：晴朗高海拔地区	18
5 一般性设计建议	19
5.1 被动房基本原则	19
5.2 经济的被动房	20
6 适合中国各气候区的被动房	22
6.1 计算工具	22
6.2 参考被动房说明	23
6.3 气候数据	27

6.4 舒适度要求	27
6.5 对所有气候区的一般性发现	27
6.5.1 综述: 组件与建筑参数	28
6.5.2 阳台	29
6.5.3 通风系统	29
6.5.4 采暖和制冷的分配	30
6.5.5 厨房, 厨房通风与内部热负荷	37
6.6 在研究地点 01 北京的参考被动房: 寒冷气候区	44
6.6.1 气候特征	44
6.6.2 参考被动房	44
6.6.3 结果	46
6.7 在研究地点 02 上海的参考被动房: 夏热冬冷气候区	50
6.7.1 气候特征	50
6.7.2 参考被动房	50
6.7.3 结果	52
6.8 在研究地点 03 成都的参考被动房: 夏热冬冷气候区	56
6.8.1 气候特征	56
6.8.2 参考被动房	56
6.8.3 结果	58
6.9 在研究地点 04 昆明的参考被动房: 温和气候区	62
6.9.1 气候特征	62
6.9.2 参考被动房	62
6.9.3 结果	64
6.10 在研究地点 05 广州的参考被动房: 夏热冬暖气候区	68
6.10.1 气候特征	68
6.10.2 参考被动房	68
6.10.3 结果	70
6.11 在研究地点 06 琼海的参考被动房: 夏热冬暖气候区	76
6.11.1 气候特征	76
6.11.2 参考被动房	76

6.11.3 结果	78
6.12 在研究地点 07 哈尔滨的参考被动房：严寒气候区	82
6.12.1 气候特征	82
6.12.2 参考被动房	82
6.12.3 结果	84
6.13 在研究地点 08 乌鲁木齐的参考被动房：严寒气候区	88
6.13.1 气候特征	88
6.13.2 参考被动房	88
6.13.3 结果	90
6.14 在研究地点 09 拉萨的参考被动房：寒冷气候区	92
6.14.1 气候特征	92
6.14.2 参考被动房	92
6.14.3 结果	94
6.15 动态模拟和 PHPP 计算结果比较	96
7 湿热问题	98
7.1 严寒气候	98
7.1.1 被检验墙体的组成	98
7.1.2 湿热分析结果与建议	99
7.2 夏热冬冷气候	100
7.2.1 被检验的墙体组成	100
7.2.2 湿热分析结果与建议	100
7.3 夏热冬暖气候	102
7.3.1 被检验墙体的组成	102
7.3.2 湿热分析结果与建议	102
7.4 结果一览表与建议	105
8 用于中国市场的被动房组件	106
8.1 墙，屋面，底板	106
8.2 窗	106
8.3 通风设备	107
8.4 集成空调系统	108

9 参考文献	110
附录 A 参考被动房资料	113
A.1 概述	113
A.2 建筑组件	113
A.2.1 不透明围护结构	114
A.2.2 室内建筑组件	115
A.2.3 窗	116
A.3 通风	116
A.4 空气调节	117
A.4.1 通过送风进行空气调节	117
A.4.2 通过中央分体机进行空气调节	117
A.4.3 理想型空气调节	118
A.5 内部热负荷与湿负荷	118
A.6 遮阳	118
译后记	119

在中国各气候区 建被动房

[德] 沃尔夫冈·费斯特 主编
陈守恭 译

作者:

尤尔根·施尼德斯 (Jürgen Schnieders)

坦娅·舒尔茨 (Tanja Schulz)

沃尔夫冈·费斯特 (Wolfgang Feist)

贝特霍尔德·考夫曼 (Berthold Kaufmann)

盛巳宸 (Sichen Sheng)

江慧君 (Huijun Jiang)

苏珊娜·温克尔 (Susanne Winkel)

埃维莉娜·布泰基特 (Evelina Buteikyte)

卡米·西弗冷 (Camille Sifferlen)

本报告在被动房研究所先前工作的基础上扩展而成，特别是 [Feist 2011]，[Feist 2013]，[Feist 2015] (参见参考文献)。作者感谢下列单位的支持：维也纳 Schöberl & Pöll 有限公司，德国联邦环境基金会，圣戈班依索维尔 G+H 公司，圣戈班 CRIR。

作者感谢陈守恭先生为本书中文版提供了翻译。并特别感谢北京建筑节能研究发展中心 BECC，作为被动房研究所在中国的一个合作伙伴，对本书中文版的支持赞助。

中国建筑工业出版社

作者序

被动式建筑以最低的能耗提供住户优良的热舒适环境和室内空气品质。因而，自 25 多年前，坐落于德国 Kranichstein 的世界第一栋被动房成功建造以来，被动房已在全球各不同气候区不断发展着。如今已有大量的通过认证的被动房项目，从温偏凉气候区*如德国，冷气候区如瑞典，到温偏暖气候区如东京，暖气候区如新西兰，以及热而潮湿的气候区如迪拜。这些项目都很好地证明了被动房在全球都能运行并成功适用于任何地方。

被动房使用的原理对所有气候都是一样的，只是他们的相关参数应根据建筑所在地的气候进行相应的定量。继 2009 年关于被动房在欧洲西南部的研究报告和 2012 年关于被动房在不同气候区的研究报告后，本研究报告呈现了在所有中国气候区建造被动房的设计基础，同时考虑中国厨房烹饪文化和使用中国市场上流行并广泛可得的分体式空调机组。用于量化参数和简化项目数据管理的被动房规划设计软件包（PHPP）- 专为计算被动房能量平衡而研发的设计工具，在本研究报告中被证实适用于所有中国气候区。

随着正在进行的欧洲能源转型计划和响应联合国气候变化大会目标、全球对环境保护措施日益增

长的需求，被动房作为高效节能建筑被提名为未来的建筑形式。通过被动房中带热回收、可控的机械通风，住户时刻都能拥有舒适的、足够的新风，从而大大减少了住户必须开窗才能获取新鲜空气的束缚，尤其是在冬季当室外空气寒冷的时候。被动式建筑室内的高舒适性和极低的能源需求完美地兼顾了对良好室内环境和可持续发展都不断增长的要求。

在中国，被动房正在快速发展中。从 2014 年至 2017 年，已经有很多被动式建筑竣工，现在还有更多的以被动房标准为目标建筑正在设计或建造中。我们希望通过本研究报告能帮助被动房在中国的进一步发展。

我们诚挚地感谢住房和城乡建设部节能与科技司韩爱兴副司长赐序，以及所有为出版本研究报告中文版而提供支持的单位，尤其是北京建筑节能研究发展中心。并感谢陈守恭先生对本书所做的翻译。

被动房研究所团队

2018 年 1 月

* 译者注：本序中各气候区的名称依据被动房研究所定义的世界气候区划分，PHPP 软件会根据气象数据而自动确定被动房地点归属的气候区。被动房研究所定义的气候区和中国建筑气候区划分名称不同。两者间大致的对应关系参见第 4 章，仅供参考。

中文版序

建筑节能对于节约能源资源、减少空气污染、保护环境、减少二氧化碳排放,实现人类可持续发展的重要意义和作用越来越广泛地被人们所认识。中国建筑节能工作自20世纪80年代中期启动以来,先后经历了实施节能30%、节能50%、节能65%标准三个历史阶段。直到2009年,我们通过与中国有关机构合作,引进了德国被动房技术,并在中国寒冷及严寒地区的河北省秦皇岛市、黑龙江省哈尔滨市、新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市等地建设了一批试点示范工程。通过学习德国技术和理念,采取高效的围护结构保温技术、严密的气密性措施、和安装带有热回收装置的新风系统,实现了北方严寒寒冷地区在不安装传统的供热管网和采暖设备、并在冬季室外温度 -10°C 、夏季室外温度 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的情况下,室内温度分别能够达到 20°C 和 26°C 左右,综合节能达到90%以上,大幅度降低了采暖和空调的能耗。夏热冬冷地区的工程实践,也充分展现出了被动房显著的节能效果和优良舒适的室内环境。

中国政府有关部门和机构十分关注和重视被动房技术。先后组织建设了一大批被动式超低能耗绿色建筑示范工程;组织编制了《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》;河北省、山东省出台了《被动式超低能耗建筑设计标准》;山东省、河北省、北京市出台了建设被动式超低能耗绿色建筑工程的财政补助和土地优惠政策;山东省青岛市,江苏省南京市、南通市积极筹划建设被动式建筑产业园;发展被动式超低能耗绿色建筑也写入了《中共中

央国务院关于进一步加强城市规划建设和管理的若干意见》、《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》,上升为国家政策,也已列入住房和城乡建设部“十三五”建筑节能规划纲要。

中国被动式超低能耗绿色建筑进入了一个新的快速发展时期。如果说在前期试点试验阶段,为了全面、准确理解和学习被动房技术原理、技术指标和具体做法,虽然也有一些地方结合中国建筑产业水平有一些改进,但从总体上看基本采取的是原汁原味的引进,全面照搬的思路和做法。随着被动房技术在中国大范围推广,由于中国地域广阔,各地气候差异很大,经济发展水平、室内环境标准、建筑特点、人们生活习惯以及建筑技术与产业水平,和德国等发达国家有很大不同,特别是在经济水平低下时期形成的以开窗户无组织通风获取新风并引以为荣的习惯短期也很难改变的情况下,如何利用被动房技术原理,研究符合中国实际的被动式超低能耗绿色建筑显得更加迫切。

世界被动房之父——费斯特教授对中国各个气候区如何建设被动房进行了深入的研究,通过理论和模拟计算,取得了显著成果。我十分钦佩费斯特教授的治学精神和科技情怀,他25年磨一剑,开创了人类建筑节能科技的新领地,为了节能和保护地球著书立说,培养人才,在全世界推广被动房。这次又专门针对中国的各个气候区,特别是在人口占全国58.5%、国土面积占全国的25.76%、经济社会极其重要的我国夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区三个重要气候区的上海、成都、广州、琼海和昆明,同时又进一步完善了中国严寒和寒冷地区的哈尔滨、乌鲁木齐和北京、拉萨等城市的研究,提出了9个典型城市的技术

指标和设计参数，完成了本应由中国建筑科学家完成的成果，并将研究成果编写成《在中国各气候区建被动房》一书，为了满足广大中国建筑工程技术人员需要，组织有关专家将研究成果翻译成中文。这是费斯特教授著述的《德国被动房设计与施工指南》在中国出版大受欢迎后的又一专门针对中国各气候区典型城市的被动房设计与施工指南，应该说对中国建筑节能科技工作者特别是被动房建设者们无疑是一大喜讯。

发展被动式超低能耗建筑是人类可持续发展的重要途径。我相信，《在中国各气候区建被动房》一书的出版必定对目前国内普遍开展的被动式超低能耗绿色建筑建设起到极大促进作用。随着中国经济和科技水平的不断提高，人们会逐渐认识到被动式超低能耗、零能耗建筑在经济社会和人们生活中好处，也逐渐会认识提高建筑气密性和改

变传统落后的通风习惯的必要性，逐渐明白由于建筑室内环境和人的密切相关性，建筑如同汽车、飞机、舰船一样在使用和运行中是不宜随便开窗的，体会到根据室内人数的卫生要求通过机电设备调节控制室内空气质量比依靠人的体感是否开窗更精确更科学。被动式超低能耗建筑在中国广泛推广，还有诸多的“掉在地上的苹果”、“针眼儿大的窟窿斗大的风”的科研问题，需要广大建筑节能与科技工作者发挥本土和专业优势深入研究，并在实践中不断总结和完善。希望国内外专家共同努力，早日形成与中国气候和经济发展水平相适应的先进成熟完善的被动式建筑技术体系。

韩爱兴

住房和城乡建设部建筑节能与科技司

2017年3月6日

目 录

作者序	3
中文版序	4
缩略语	10
1 概要	11
2 Executive Summary	13
3 简介	15
3.1 被动房原理	15
3.2 在中国建被动房	16
3.3 本报告的目的	16
4 选择的地点	17
4.1 研究地点 01 北京: 首都	17
4.2 研究地点 02 上海: 工业化的东部沿海	17
4.3 研究地点 03 成都: 西部的大城	17
4.4 研究地点 04 昆明: 春城	17
4.5 研究地点 05 广州: 工业化的南部沿海	18
4.6 研究地点 06 琼海: 热带地区	18
4.7 研究地点 07 哈尔滨: 寒冷, 夏季潮湿	18
4.8 研究地点 08 乌鲁木齐: 寒冷, 夏季干燥	18
4.9 研究地点 09 拉萨: 晴朗高海拔地区	18
5 一般性设计建议	19
5.1 被动房基本原则	19
5.2 经济的被动房	20
6 适合中国各气候区的被动房	22
6.1 计算工具	22
6.2 参考被动房说明	23
6.3 气候数据	27

6.4 舒适度要求	27
6.5 对所有气候区的一般性发现	27
6.5.1 综述: 组件与建筑参数	28
6.5.2 阳台	29
6.5.3 通风系统	29
6.5.4 采暖和制冷的分配	30
6.5.5 厨房, 厨房通风与内部热负荷	37
6.6 在研究地点 01 北京的参考被动房: 寒冷气候区	44
6.6.1 气候特征	44
6.6.2 参考被动房	44
6.6.3 结果	46
6.7 在研究地点 02 上海的参考被动房: 夏热冬冷气候区	50
6.7.1 气候特征	50
6.7.2 参考被动房	50
6.7.3 结果	52
6.8 在研究地点 03 成都的参考被动房: 夏热冬冷气候区	56
6.8.1 气候特征	56
6.8.2 参考被动房	56
6.8.3 结果	58
6.9 在研究地点 04 昆明的参考被动房: 温和气候区	62
6.9.1 气候特征	62
6.9.2 参考被动房	62
6.9.3 结果	64
6.10 在研究地点 05 广州的参考被动房: 夏热冬暖气候区	68
6.10.1 气候特征	68
6.10.2 参考被动房	68
6.10.3 结果	70
6.11 在研究地点 06 琼海的参考被动房: 夏热冬暖气候区	76
6.11.1 气候特征	76
6.11.2 参考被动房	76

6.11.3 结果	78
6.12 在研究地点 07 哈尔滨的参考被动房：严寒气候区	82
6.12.1 气候特征	82
6.12.2 参考被动房	82
6.12.3 结果	84
6.13 在研究地点 08 乌鲁木齐的参考被动房：严寒气候区	88
6.13.1 气候特征	88
6.13.2 参考被动房	88
6.13.3 结果	90
6.14 在研究地点 09 拉萨的参考被动房：寒冷气候区	92
6.14.1 气候特征	92
6.14.2 参考被动房	92
6.14.3 结果	94
6.15 动态模拟和 PHPP 计算结果比较	96
7 湿热问题	98
7.1 严寒气候	98
7.1.1 被检验墙体的组成	98
7.1.2 湿热分析结果与建议	99
7.2 夏热冬冷气候	100
7.2.1 被检验的墙体组成	100
7.2.2 湿热分析结果与建议	100
7.3 夏热冬暖气候	102
7.3.1 被检验墙体的组成	102
7.3.2 湿热分析结果与建议	102
7.4 结果一览表与建议	105
8 用于中国市场的被动房组件	106
8.1 墙，屋面，底板	106
8.2 窗	106
8.3 通风设备	107
8.4 集成空调系统	108

9 参考文献	110
附录 A 参考被动房资料	113
A.1 概述	113
A.2 建筑组件	113
A.2.1 不透明围护结构	114
A.2.2 室内建筑组件	115
A.2.3 窗	116
A.3 通风	116
A.4 空气调节	117
A.4.1 通过送风进行空气调节	117
A.4.2 通过中央分体机进行空气调节	117
A.4.3 理想型空气调节	118
A.5 内部热负荷与湿负荷	118
A.6 遮阳	118
译后记	119

缩略语

ACH	Air Changes per Hour 每小时换气次数
DH	Dehumidification 除湿
DHW	Domestic Hot Water 生活热水
ERV	Energy Recovery Ventilator 能量回收通风系统（全热交换新风系统）。一种机械通风系统，热量和湿度都经过回风和新风之间传递
HP	Heat Pump 热泵
HRV	Heat Recovery Ventilator 热回收（显热交换）通风系统（热交换新风系统）。一种机械通风系统，热量（但不含湿度）经过回风和新风之间传递
MVHR	Mechanical Ventilation with Heat Recovery 带热回收的机械通风
n_{50}	内部和外部压力差为 50 Pa 时，由风门加压试验测得的每小时换气次数
PHPP	被动房规划设计软件包。基于 Excel 的被动房设计工具，包括采暖、制冷、除湿、生活热水、电力和机械设备的计算工具
SDHW	Solar Domestic Hot Water 太阳能生活热水，即（部分）热水由太阳能集热器提供
SHR	Sensible Heat Ratio 显热比，即显热制冷容量占总制冷容量（显热加潜热）的比例。SHR 可以指建筑物的需求，或者指设备的容量。
ε	空气总焓变 Δh 和除湿量 Δx 的比率。 ε 的单位为 kJ/kg。类似于 SHR， ε 是显热和潜热制冷比率的一个量度。