

绿色发展： 从建筑到城市

2018 绿色建筑
与生态城市（博士）论坛论文集

Green Development
From Architecture to City

全 晖 陈有川 等

编



中国建筑工业出版社

绿色发展： 从建筑到城市

2018 绿色建筑
与生态城市（博士）论坛论文集

Green Development
From Architecture to City

全 晖 陈有川 等

编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色发展：从建筑到城市——2018 绿色建筑与生态城市 (博士)
论坛论文集/全晖, 陈有川等编. —北京: 中国建筑工业出版社,
2019. 3

ISBN 978-7-112-23111-9

I. ①绿… II. ①全…②陈… III. ①生态建筑-建筑设计-文集
IV. ①TU201. 5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 292457 号

责任编辑: 易 娜 徐 冉

责任校对: 党 蕾

绿色发展：从建筑到城市
——2018 绿色建筑与生态城市 (博士) 论坛论文集
全 晖 陈有川 等编

*

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

北京科地亚盟排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 字数: 319 千字

2019 年 3 月第一版 2019 年 3 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-23111-9

(33189)

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)

论文集编委会

主 编：全 晖 陈有川

编 委：赵继龙 任 震 赵 虎

耿 耿 张林华 武道吉

张运楚 李秀领 肖华斌

郑 斐 程 亮 王月涛

前言

党的十九大报告为未来中国推进生态文明建设和绿色发展指明了路线图，绿色建筑与生态城市则是落实这一国家战略的重要载体，在政策指定、学术研究和工程实践中日益得到广泛关注。2018年5月26~27日，中国建筑节能协会、中国城科会绿色建筑与节能专业委员会和山东建筑大学，借助住房和城乡建设部“绿色建筑技术及其理论”博士项目平台，于山东省济南市联合举办了“2018绿色建筑与生态城市（博士）论坛”。中国工程院院士、同济大学副校长、山东建筑大学建筑城规学院名誉院长吴志强教授，中国建筑节能协会会长武涌教授，中国城市规划设计研究院副院长、中国城科会秘书长、山东建筑大学博士生导师李迅教授，山东省绿色建筑协同创新中心首席科学家、泰山学者王崇杰教授，香港理工大学吕琳教授及来自国内外绿色建筑与生态城市研究领域的青年学者、博士生出席了论坛。论坛围绕绿色建筑与生态城市的理论发展与实践拓展，交流了相关领域的新理论、新经验、新技术。

本论文集共收录参与本届论坛征文活动的24篇优秀论文，其中“绿色建筑设计 with 生态智慧传承研究”部分8篇、“绿色建筑技术与设计研究”部分8篇、“生态城乡规划与绿色景观设计”部分8篇，这些论文集中反映了目前绿色建筑和生态城市领域的发展和技术水平的提高，为广大专业研究人员和工程技术人员在今后绿色建筑和生态城市领域的设计、施工和研究工作提供参考。

为了保护作者的知识产权，本论文集采用纸质版的编排方式，对作者投稿的原文进行刊登，图片与文字均未发生变动，以表达作者原意。请读者在尊重作者原创的基础上，严格依据相关学术规范对文章内容进行借鉴与引用。

2018年9月28日

目录

前言

第一篇 绿色建筑设计与生态智慧传承研究

建筑遗产的绿色节能措施可行性探讨——以比利时弗兰芒区一处文保类民居建筑为例
..... 吴美萍 Edith Vermeiren Birgit Grieten 3

历史文脉保护与可持续发展双重视野下的新城市主义
..... 邓庆坦 王月涛 周宫庆 李茜茜 16

基于计算机辅助方法的 3D 打印装配式建筑设计策略
..... 惠 雷 阿尔伯特·阿尔伯达·鲍尔 26

基于生态学理论的城市边缘地区建筑更新 徐钰彬 李 斌 31

越南民居适应自然环境的传统经验与当代传承 Duc Vien LE 38

绿色可持续的中国传统建筑——以湘西传统民居为例 钟明芳 45

数字技术背景下基于系统理论的生态建筑设计模式 王月涛 邓庆坦 郑 斐 50

南京近代清凉山公园住宅区规划研究 胡占芳 62

第二篇 绿色建筑技术与设计研究

基于 LCA 视角下南方高大空间碳排放评估研究 刘 科 冷嘉伟 73

钕钛黑瓷太阳能集热器的传热机理与理论优化 丁 玗 80

建筑空间形态设计为先导的绿色建筑被动式调节 周 琮 仝 晖 86

胶东乡村住宅夏季风环境模拟及优化策略研究——以左家疃村典型建筑院落为例
..... 郭佩艳 吕太锋 王 宇 刘庭凤 93

低温低浊进水条件下壳聚糖及其复配药剂助滤效果研究
..... 王 珊 张克峰 张英芹 贾瑞宝 宋武昌 任 杰 102

海洋生物材料在乡村风貌建筑中适应性再生利用的机理研究
..... 王 江 臧金源 郭道夷 114

基于数字技术的古建筑结构和材料可持续性检测研究 张军学 张一波 122

智慧理念在新型城镇化建设中的应用——以新型城镇化空间系统优化为例
..... 贾颖颖 魏琰琰 129

第三篇 生态城乡规划与绿色景观设计

“合作居住”的发展及可持续性探讨 段思宇 139

基于现场实测的郑州市中心区街区空间形态对城市微气候的影响研究
..... 郭琳琳 李保峰 陈 宏 148

基于 ArcGIS 的城市型大学校园车行交通路径优化研究
——以天津大学卫津路校区为例 杜娅薇 叶 青 陈梦源 齐 鹏 张诗达 154

生态文化视角下美国生态村建设经验及启示——以田纳西州的“农场”生态村为例
..... 倪剑波 162

基于田野调查的田园综合体理论探索与乡村规划设计实践研究
..... 王 宇 郭佩艳 吕太锋 王亚平 何文晶 郭 航 张天宇 169

健康导向下寒地城市公园冬季景观适宜性设计策略研究
..... 丁晨旸 王 崑 许大为 窦 瑞 张佳鑫 179

智能交通产品的比较与其分析构架 孙亚光 187

乡村振兴背景下乡村绿色基础设施的实现路径探讨 吴冰璐 195

后记 202

建筑遗产的绿色节能措施可行性探讨 ——以比利时弗兰芒区一处文保类民居建筑为例

吴美萍¹ Edith Vermeiren² Birgit Grieten³

(1 旅欧学者, 比利时; 2、3 Erfgoed & Visie 建筑设计事务所, 比利时)

摘要: 本文首先介绍了欧盟的建筑节能政策以及比利时在此大框架要求下制定的 EPB 法令, 对其中涉及建筑遗产节能处理的相关条款进行了简单分析; 接着以弗兰芒区一处文保类民居建筑为例, 介绍了当地如何在遗产保护和 EPB 法令双重要求下对住宅类建筑遗产进行保护修缮和节能处理的; 文章最后则是基于此案例的实践提出了一些对建筑遗产的可行性节能措施的思考。

关键词: 建筑节能, 欧盟 EPBD 指令, 比利时 EPB 法令, 住宅类建筑遗产

Discussion on the Possible Measures to Improve the Energy Efficiency of Architectural Heritage: A case study of one residential architectural heritage in Flemish region, Belgium

WU Meiping¹ Edith Vermeiren² Birgit Grieten³

(1 Belgian Scholar, Belgium; 2、3 Erfgoed & Visie Architecture, Belgium)

Abstract: This article first briefly introduced the EU policies on how to improve the energy efficiency of buildings and the EPB Regulation of Belgium under the framework of EU's Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), and analysed the relevant provisions concerning the energy-saving treatments of architectural heritage. Then it did the case study of one residential monument in the Flemish region, described the measures to improve its energy efficiency and conserve the heritage values under the dual requirements of EPB regulation and heritage conservation. Finally, it proposes some suggestions on the feasible energy-saving measures for residential architectural heritage.

Keywords: Energy Efficiency of Buildings; EPBD of EU; EPB of Belgium; Residential Architectural Heritage

0 前言——欧盟的建筑节能政策

1993 年欧盟理事会颁布关于通过改善房屋节能性能以减少二氧化碳排放的指令,但并没有任何强制性措施。在 1997 年《京都议定书》(Kyoto Protocol)颁布后,欧盟理事会指出建筑业在节能减排方面需要更严格、具体的措施。2002 年欧盟通过《关于建筑节能性能的指令》(Energy Performance of Buildings Directive, EPBD),并启动 2003~2006 年欧洲智能能源框架计划,建立 EPBD 建筑平台以方便各相关部门之间的信息沟通。《关于建筑节能性能的指令》提出需要综合考虑建筑所处的外在气候地理环境、建筑室内微气候以及节能措施的成本效益等方面的因素,指出欧盟各成员国必须于 2009 年 1 月份前完成以下五项强制性措施的实施:①制定一套建筑节能性能的计算方法(第 3 条),必须包括建筑热特性(建筑外壳、内部空间等)、加热设备和隔热设施安装、空调系统、通风系统、内部照明系统、建筑物的位置和朝向(包括室外气候)、太阳能系统和预防太阳直射、自然通风等方面,在计算过程中还需要考虑以下积极因素,如:太阳能系统和基于可再生能源的供热供电系统、借由热电联产产生的电、每个街区/地区的加热和冷却系统及自然光线。②各成员国须制定针对新建建筑物的最低节能指标要求(第 4 条和第 5 条),指出要专门研究针对建筑面积超过 1000m^2 的新建筑物的替代性能源系统,这些替代性能源系统能促进一些重要的节能系统,如热电联产、城市或地方的供热和热泵。③成员国必须制定针对大型旧建筑翻新改造的最低节能指标要求(第 6 条),即建筑面积超过 1000m^2 ,其改造费用要高于建筑物价值的 25%(不包括土地价值)和其改造部分至少超过建筑外壳的 25%。④各成员国必须使用建筑节能绩效证书,在建造、出租或出售的时候必须出示该证书,该证书由具有相关行业从事认证的专家和机构颁发(第 7 条),公共建筑的节能绩效证书必须挂在公众能看到的醒目位置。⑤各成员国必须对使用不可再生燃料的超过 20kW 的集中供热锅炉(第 8 条)和超过 12kW 的空调定期进行检查(第 9 条)。2006 年 10 月,欧盟委员会发布了“能源行动计划”,该行动计划提出了针对 6 个领域的 75 项行动,这些行动的具体内容后来在 2007 年 1 月颁布的“欧洲能源政策”一揽子计划中进行了进一步的阐述,后来于 2007 年 3 月欧盟理事会就“20-20-20 2020 年”目标达成协议,即实现二氧化碳排放量减少 20%、使用 20%的可再生能源、节能 20%这 3 个 20%的目标,同时还要实现在运输燃料中要使用 10%的生物燃料。①

1 比利时的建筑节能政策

在欧盟建筑节能政策的统一框架下,欧盟各个成员国都制定了符合各自国情的能源政策。比利时的建筑节能政策则是由三区(弗兰芒区、瓦隆区和布鲁塞尔区)分别制定。在弗兰芒区,弗兰芒区能源部(Vlaams Energieagentschap, VEA)负责欧盟指令第 3、4、5、6、7 条的对应政策制定,生活环境、自然和能源部负责欧盟指令第 8、9 条的对应政策制定。弗兰芒区政府从 2005 年 12 月起强制要求所有新建筑必须有能源节能证书。2006 年

① Hilde De Clercq, Nathalie Vernimme. Energieprestaties en Monumentale Constructies [Z]. Brussel, 2008: 5-15.

12月通过《关于建筑及其室内微气候的节能性能法令》(Energieprestatie en Binnenklimaat, EPB), 替代了2004年的能源节能法令。EPB法令将第3、4、5、6、7条转化成为地区性法规, 并明确了执法框架。该法令明确了建筑节能性能和室内环境的要求, 2006年1月之后获得建筑许可证的所有建筑均要符合该法令的相关要求。关于公共建筑的节能性能证书规定则是在2007年4月20日得以通过。2008年1月通过关于住宅出售和出租时需提供建筑节能证书和能源审计的相关规定, 自2008年11月起所有住宅在出售前必须取得该证书, 自2009年1月起则规定所有住宅在出租前也必须有该证书。

弗兰芒地区的EPB法令对建筑节能的要求可以分为三块: ①保温: S 值, U 值和 R 值; ②节能性能: E 值, 能源净需求和可再生能源; ③室内微气候: 通风和过热。 U 值是用来表示材料的传热性能, 如果传热性高则 U 值高, 如果保温性能好则 U 值低。 S 值表示建筑物为维持室内一定温度所需的能量, 所需能量越少则 S 值越低, 表示节能性能越好。 S 值是自2018年1月后新引进的, 代替了原来的 K 值和能源净需求量 (原来的 K 值是表示建筑物的整体保温性能, 保温做得越好则 K 值越低)。 R 值表示材料的热阻性能, R 值越高则表示能阻隔的热量越多, 保温效果越好。EPB法令规定了最高 U 值要求和最低 R 值要求, 不能高于最高 U 值也不能低于最低 R 值要求, 而在申请政府资助时, R 值是重要指标。 E 值表示建筑物整体节能效率的分数, E 值越低则表示节能效果越好。EPB法令规定所有于2006年后申请建筑许可证的住宅建筑必须达到一定的 E 值, 如果住宅建筑的 E 值超过所规定的最高值, 住户则需要提交罚款, 超过最高值越多罚款越多。自颁布实施以来, EPB法令的要求不断提升, 每年的最高 E 值也越来越低 (表1)。弗兰芒区政府计划于2021年实现“几乎零能耗建筑”(bijna-energie neutraal bouwen, BEN)。另外, 政府为了鼓励居民安装自家住宅的节能措施, 对屋顶的保温处理、更换密封性更好的双层玻璃的窗户、墙体作保温处理等工程均有对应不同的退税资助, 对于那些 E 值很低的新住宅建筑, 则是提供降低房产税的福利, 降低数额能达到50%~100%, 具体要视 E 值而定。

EPB 法令要求的 E 值要求^① 表 1

住宅建筑许可证申请年份	最高 E 值
2006~2009 年	100
2010~2011 年	80
2012~2013 年	70
2014~2015 年	60
2016~2017 年	50
2018~2019 年	40
2020 年	35
2021 年	30
大型改造项目许可证申请年份	最高 E 值
自 2015 年 1 月起	90

^① <https://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/bouwen-en-verbouwen/e-peil>.

按照相关数据统计, EPB 法令的要求只有新建筑或大型改造项目能实现, 目前还没有建筑遗产改造能实现 E 值要求。目前, 针对住宅类建筑遗产的节能性能规定也并不多, 在最新的 EPB 法令的一些条款里有相关说明。第 9.1.23 条款里提到: 对于文保类建筑遗产, 节能性能要求往往只针对扩建或重建部分, 建筑外墙体不需要满足 EPB 法令的要求, 对更换的窗户也不要达到 EPB 法令的通风要求, 如果屋顶或底层地面被改造, 新屋顶或新地面则需要满足保温要求, 不得超过最高的 U 值和达到最低的 R 值; 对于非文保类而被列入建筑遗产名录的历史建筑, 只有那些从公共道路上可以肉眼看见的立面构件和窗户的更新不需要满足 EPB 法令的要求。对于这些不需要满足 EPB 法令要求的改造部分, 需要在改造工程开始之前上报弗兰芒区能源部。另外, 第 9.1.27 条款里提到, 如果技术、经济和功能上不可行的话, 在文保类建筑遗产的改造工程中, 一些不可行的 EPB 法令要求也可豁免, 但需要提供足够的科学证明。第 11.1.4 条款里提到, 文保类建筑遗产的节能性能要求可以有所调整, 如果为了满足 EPB 法令要求而造成建筑遗产形制外观改变从而影响重要遗产价值的时候, 相关的节能要求可以适当作些调整。这些豁免和调整请求都需要在工程开始之前以及提交建筑许可证申请后的九个月之内提交相关申请。总的来说, 只有当遗产价值受到影响或为实现现有 EPB 法令要求而造成不合理的成本价格时, 文保类建筑遗产的修复或改造项目才有可能获得豁免。^①

2 比利时一处文保类民居建筑的保护修缮和节能处理

这是一座始建于 17 世纪后期的木结构民居, 19 世纪在建筑两侧进行了扩建, 更换了原有的木窗, 重新粉刷了外墙立面。^② 该建筑最初位于 Alken 镇的边缘地带, 如今则位于 Alken 镇中心地带, 早期是普通的农民住宅, 后代的住户分别是零售店店主、面包师和磨坊主, 该房屋的功能是开店+日常居住。1888 年被改为一座私人学校同时兼具住宅功能。17、18 世纪, Alken 镇的民居多为木结构, 后来在 19、20 世纪, 大部分民居都被改为砖结构。该建筑是目前 Alken 镇中心唯一一座建于 17 世纪的木结构建筑, 2002 年被列为文物保护单位。

该房子几经易手, 长时间没有人居住, 也没有人进行维护, 建筑结构破损严重。2009 年, 为了防止漏雨和进一步的破坏, 为了保证后期修复工作开展前测绘工作的安全实施, 采取了一些抢救性保护措施, 室内部分地板临时铺上 OSB 板, 原有的屋面铺瓦被移除铺上了一层防雨材料(图 1)。在测绘调研中发现其屋架基本还是 17 世纪后期初建时的屋架, 具有很高的遗产价值, 保护修缮方案中提出在条件允许的情况下全面保护 17 世纪后期的原始屋架, 同时也力求最大限度地保护体现遗产价值的其他建筑结构元素, 如 19 世纪加建的屋顶结构(图 2)、墙体结构(图 3)、窗户(图 4)等。此外, 在保护修缮方案设计和实施阶段均对如何实现建筑节能进行了相关探讨。

^① <https://www.energiesparen.be/epb/energieprestatieregelgeving>.

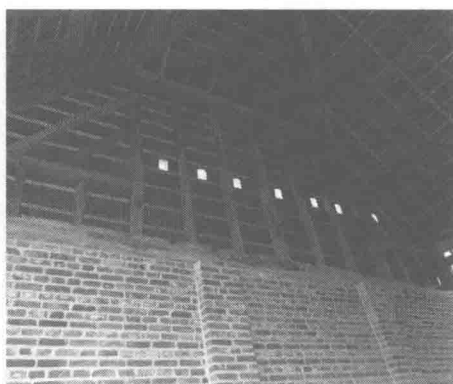
^② <http://inventaris.onroerendergoed.be>.



图1 建筑后立面（2013年）



(a)



(b)

图2 19世纪加建的屋架部分保护修缮后的面貌
(a) 右侧部分；(b) 左侧过道的屋架部分



图3 保护修缮工程后的前立面呈现样貌



图4 修缮后的十字形木窗

3 屋顶部分的保护修缮和保温隔热处理

屋架部分，有17世纪后期初建时期的原始屋架和19世纪向两侧加建的屋架，则是

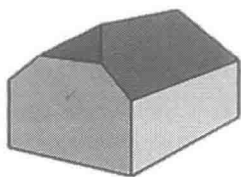


图5 弗兰芒式的“歇山顶”

分别不同的保护修缮方案，但基本保留了特有的原始屋面形制——弗兰芒式的“歇山顶”（Wolfsdak）^①（图5、图6）。铺瓦部分，初建时期为稻草屋面，后期改建为瓦面，在修缮过程中因原有瓦片基本已不能用，所有铺瓦全部更换为新瓦，其颜色和形制与原来铺瓦比较接近。

在具体的保护修缮过程中，17世纪后期的原始木屋架基本全部保留（图7），为了节能，在原有木屋架上加了三层处理：椽子上加了一层防潮层、一层保温层和一层保护层，在这三层节能处理层上按照传统做法安装了横向板条、纵向板条和铺瓦（图8）。^②为节能而加的这三层以保温层为最厚，这样处理使得屋面得以稍微升高，也使得檐口部分需要重新处理，建筑师则是加了类似檐垫板（beboarding）的构件（见图8左图的相应部分）。保护修缮工程之后，从室内看，原始木屋架自椽子层以下仍可见（图9）。

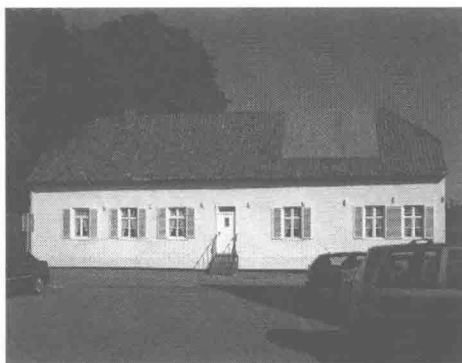


图6 建筑前立面（2005年）



图7 17世纪后期的原始木屋架

对于19世纪加建的右侧屋架部分，因其椽子损坏严重已经不可能加以保存和重新利用，就将其全部替换为很厚的椽条，椽条之间安装保温层，保温层下面为防潮层，防潮层下安装板条，然后再铺一层石膏板（图10）。屋面坡度保持不变，保护修缮后看不到19世纪加建的屋架（图2a）。

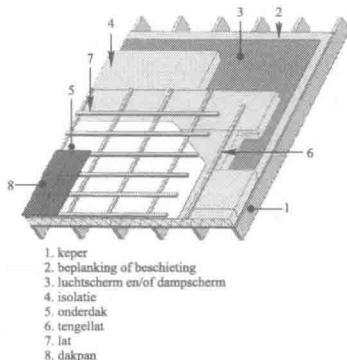
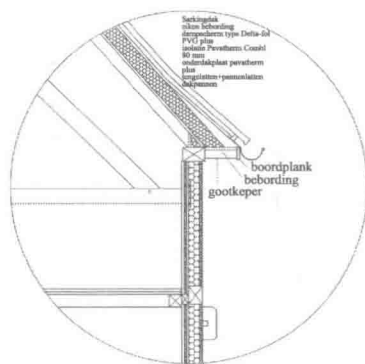


图8 17世纪后期的原始木屋架的保护修缮方案图

① <https://nl.wikipedia.org/wiki/Wolfsdak>.

② <http://www.golantec.be/isolatie.htm>.

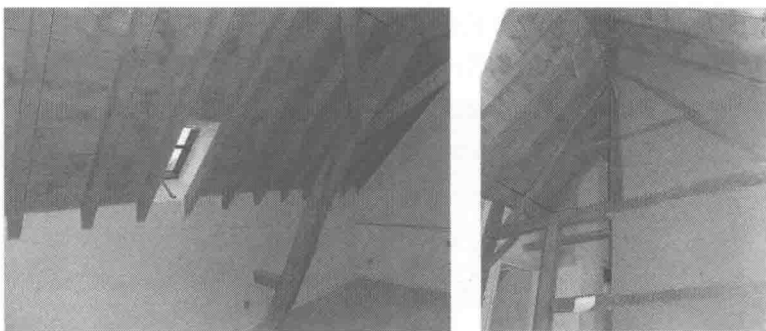


图 9 17 世纪后期的原始木屋架保护修缮后的呈现面貌

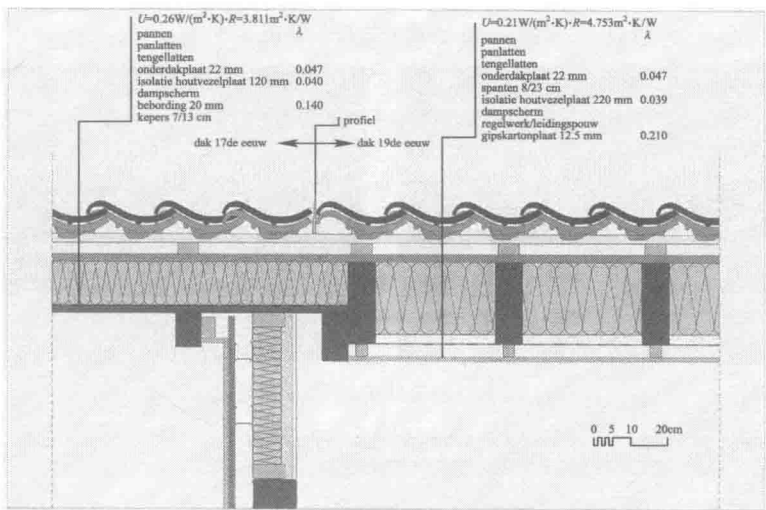


图 10 17 世纪后期的原始屋架保护修缮方案和 19 世纪加建的
右侧屋架的保护修缮方案图

对于 19 世纪加建的左侧屋架部分，因加建部分最初为过道，后来改为房间，在保护修缮中则是恢复了原来的过道，过道上方的屋顶部分也是原来的形制，没有进行保温处理，也没有加保护层，因此屋顶的檩条、椽子、板条和铺瓦都能肉眼可见（图 26）。

4 墙体的保护修缮和节能处理

在保护修缮工程开始前的调研过程中，在外墙和内墙部分都发现了早期的编条加泥墙（图 11、图 12），一开始的方案是要最大限度地保护这种传统工艺做法的墙体，只对破损部分进行修缮，但后来因为房主觉得这种传统编条加泥墙后期的维护成本太高不同意保存，后来经过协商，最后的方案则是只保存了原有编条加泥墙的木构架部分，并对其进行加固和抛光等处理以便后期维护，而填塞部分的编条加泥则被其他材料代替。外墙部分，原有的编条加泥填塞部分则是安装了木纤维保温板，一层 60mm、一层 40mm，外侧则是 20mm 厚的抹灰层，往内侧方向又加了一层 60mm 厚的岩棉板、一层 18mm 厚的 OSB 板、43mm 厚的板条和两层分别厚 12.5mm 的石膏板（图 13）。按照此方案保护修缮后，外墙部分的防潮和保温均得到实现，而原墙体的木构架部分只在外部可见（见图 3），在内侧则

因加了保温层，并不能看见原有的木构架。室内墙体部分只在原有木构件之间加了木纤维保温板和外层抹灰，因此室内墙体的原有木构架在墙体两侧均可见（图 14）。

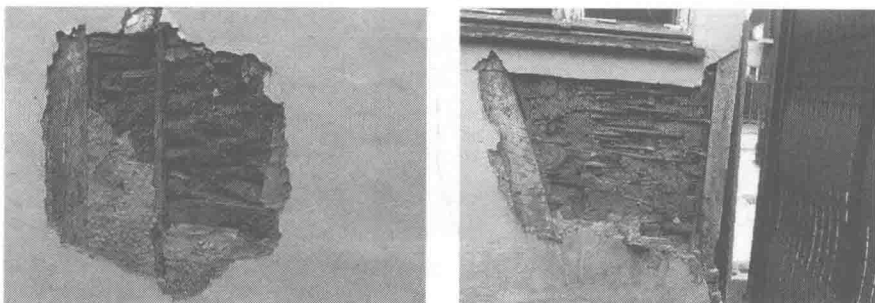


图 11 外墙部分的编条加泥墙体

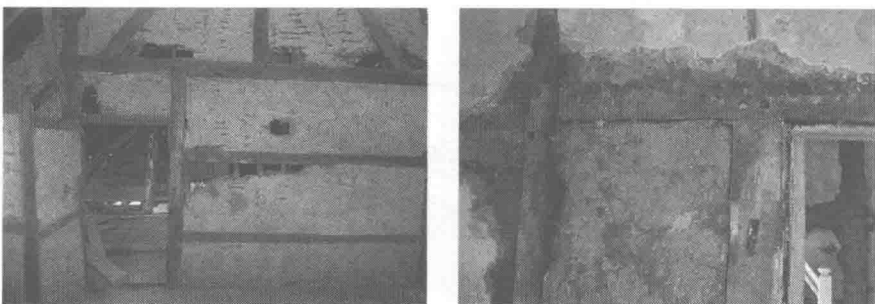


图 12 室内墙体的编条加泥墙体

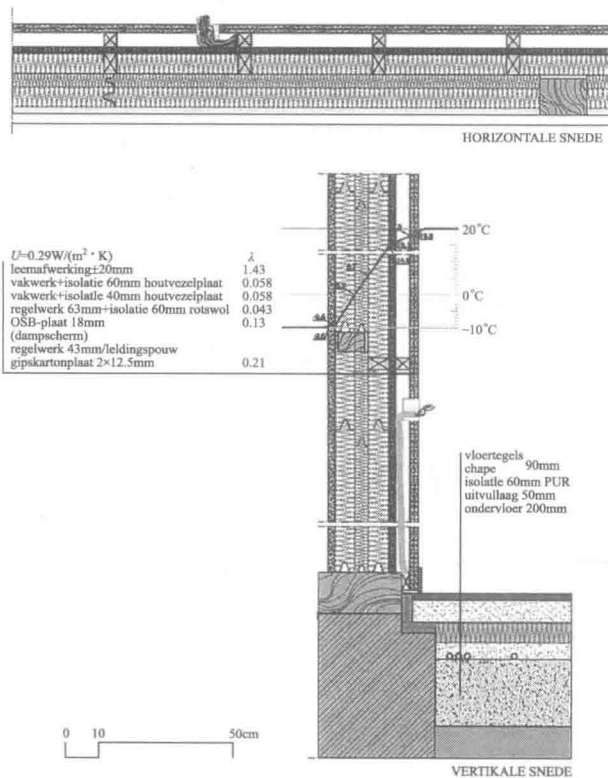


图 13 外墙的施工方案图

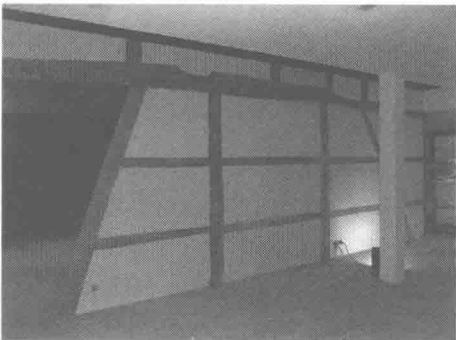


图 14 保护修缮工程后的室内墙体