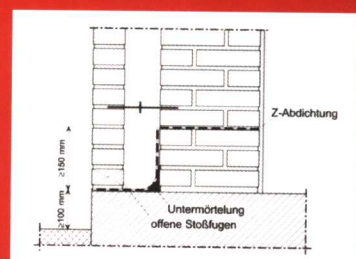
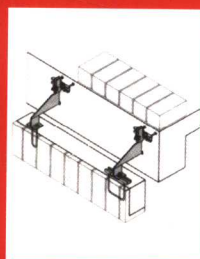
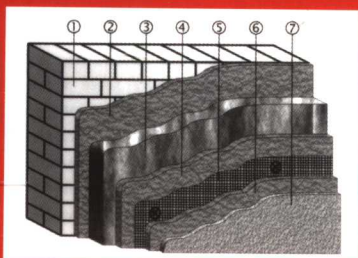




国际建筑业先进技术译丛

墙体保温体系手册

——基本理论、产品介绍、构造细节



Handbuch Fassadendämmsysteme
Grundlagen-Produkte-Details

(德) 凯·席尔德 米夏埃尔·魏尔斯 著
王培铭 译



TU52/3

2008

国际建筑业先进技术译丛

墙体保温体系手册

——基本理论、产品介绍、构造细节

(德)凯·席尔德 米夏埃尔·魏尔斯 著
王培铭 译

机械工业出版社

本书主要介绍了外墙保温体系的基本理论、产品介绍、构造细节。具体内容包括:保温板薄抹灰保温体系、外置空气间层外墙保温体系、保温砂浆保温体系、双层墙体保温体系、透光保温体系等。

本书技术含量高,对我国从事外墙保温技术的设计、施工人员会有很大帮助,本书也可作为相关专业师生参考用书。

Handbuch Fassadendämmsysteme by Kai Schild and Michael Weyers. Copyright © Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2003. All rights reserved.

版权所有,侵权必究。

版权登记号:图字 01—2005—5330

图书在版编目(CIP)数据

墙体保温体系手册:基本理论、产品介绍、构造细节/
(德)凯·席尔德 米夏埃尔·魏尔斯著;王培铭译. —北京:
机械工业出版社, 2008. 4

(国际建筑业先进技术译丛)

ISBN 978-7-111-22953-7

I. 墙… II. ①凯…②王… III. 墙体材料:保温材料—
手册 IV. TU522-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 186575 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张 晶 责任校对:李汝庚

封面设计:张 静 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·10.75 印张·206 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-22953-7

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

译者序

近年来，人们越来越认识到建设节能节约型社会是可持续发展的重要举措，其中，建筑节能是重要的一环。国家发展改革委员会提出“十五”期间实现住宅建筑和公共建筑严格执行节能 50% 的标准，建设部提出到 2020 年沿海发达地方和特大城市建筑实现节能 65% 的目标，科技部将农村城镇化过程中的建筑节能和绿色建材列入中长期规划。

建筑围护结构的保温效果是影响建筑节能指标的重要因素。借鉴国外在围护结构保温体系设计和施工方面四十余年的丰富经验，有利于我国节能建筑的健康发展。

K. Schild 和 M. Weyers 先生分别获德国波鸿鲁尔大学建工专业博士和学士学位后已工作多年，其合著的《外墙保温体系手册》详尽地描述了保温板薄抹灰保温体系、外置空气间层体系、保温砂浆保温体系、夹芯保温体系、透光保温体系等五大类外墙保温体系，并配以体系构造原理图、节点结构原理图，同时提供了市场供应的产品概况及必要的技术参数，可供设计者很方便地进行选择。尽管这些产品来自欧洲厂家，但其中的重要厂家已在国内开拓市场。因此，本书对当前我国建筑物围护结构的外墙外保温体系的设计和施工仍有借鉴作用。

本书一方面基于建筑设计，信息丰富，可供外墙保温体系建筑师和设计师选型参考；另一方面提纲挈领，系统性强，也适合大学生和非专业人员入门学习。

在一些语句的翻译中，曾请教过许学锦博士和 Münchow 先生。对两位先生的不吝赐教，谨表示衷心的感谢！

由于水平有限，有些语句理解和描述难免有错讹之处，敬请读者指教！

译者

2008 年 3 月

目 录

译者序

1 引言	1
1.1 节能趋势	1
1.2 外墙保温的建筑物理要求	3
1.2.1 保温和防潮	3
1.2.2 隔声和防火	3
1.2.3 室内气候	3
1.2.4 美观	4
1.3 外墙保温体系中的保温材料	5
1.3.1 聚苯乙烯硬质泡沫塑料(PS)	5
1.3.2 矿棉	5
1.4 标准和规范	5
2 保温板薄抹灰保温体系(WDVS)	7
2.1 引言	7
2.2 体系结构	8
2.3 体系组分	8
2.3.1 固定	8
2.3.2 保温材料	12
2.3.3 增强网	13
2.3.4 终层/饰面层	14
2.4 建筑物理	16
2.4.1 保温和防潮	16
2.4.2 防火	17
2.4.3 隔声	18
2.5 构造细节	18
2.5.1 屋顶的连接	18
2.5.2 勒脚的连接	20

IV

2.5.3	开口处的连接	22
2.5.4	突出部位的连接	24
2.5.5	接缝处理	25
2.6	产品简介	27
2.6.1	建材燃烧性能 A 级体系	27
2.6.2	建材燃烧性能 B 级体系	38
3	外置空气间层保温体系(VHF)	53
3.1	引言	53
3.2	体系结构	53
3.3	体系构件	54
3.3.1	骨架	54
3.3.2	绝热材料	56
3.3.3	装饰层	57
3.4	建筑物理	59
3.4.1	保温和防潮	59
3.4.2	防火	59
3.4.3	隔声	60
3.5	构造细节	60
3.5.1	屋顶的连接	60
3.5.2	勒脚的连接	61
3.5.3	开口处的连接	62
3.5.4	接缝处理	63
3.6	产品简介	64
3.6.1	单一组分的制造厂家	64
3.6.2	建材燃烧性能 A 级体系	66
3.6.3	建材燃烧性能 B 级体系	72
4	保温砂浆保温体系(WDPS)	75
4.1	引言	75
4.2	体系结构	76
4.3	体系组分	77
4.3.1	基底的预处理	77
4.3.2	保温砂浆	78
4.3.3	防护层	79

4.4	建筑物理	80
4.4.1	保温和防潮	80
4.4.2	防火	80
4.4.3	隔声	80
4.5	构造细节	81
4.5.1	屋顶的连接	81
4.5.2	勒脚的连接	81
4.5.3	接缝的连接	81
4.6	产品简介	84
4.6.1	建材燃烧性能 A 级体系	84
4.6.2	建材燃烧性能 B 级体系	87
5	双层墙体保温体系结构	94
5.1	引言	94
5.2	体系结构	95
5.3	体系构件	96
5.3.1	承重层(内层)	96
5.3.2	锚固	96
5.3.3	绝热芯材	98
5.3.4	非承重外层	99
5.4	建筑物理	101
5.4.1	保温和防潮	101
5.4.2	防火	101
5.4.3	隔声	102
5.5	构造细节	102
5.5.1	屋顶的连接	102
5.5.2	勒脚的连接	103
5.5.3	开口处的连接	104
5.5.4	突出部位的连接	106
5.5.5	接缝处理	107
5.6	产品简介	108
5.6.1	绝热芯材产品	108
5.6.2	既有建筑改造绝热材料产品	111
6	透光保温体系(TWDS)	113

6.1 引言	113
6.2 体系结构	115
6.2.1 直接获能体系	115
6.2.2 实墙体系	116
6.2.3 对流集热体系	118
6.2.4 混交体系	118
6.3 建筑物理	120
6.4 构造细节	120
6.4.1 TWD 构件与周围外墙体系的连接	120
6.4.2 洞口处的连接	120
6.5 产品简介	124
 7 制造厂家联系方式	 129
 参考文献	 152
 产品索引	 153
 词汇索引	 158

1 引言

1.1 节能趋势

近 20 年来,随着人们环境意识日益强烈,对化石能源的储存量有限和全球气候污染影响因素认识得越来越清楚,感到合理使用能源成为不可放弃的措施。于是,德意志联邦共和国本着一个国家应尽的义务规定了达到的目标:到 2005 年,CO₂ 的排放比 1990 年下降 25%。从 1990 ~ 2000 年的实际情况(图 1.1-1)来看,CO₂ 排放仅下降了约 15%。

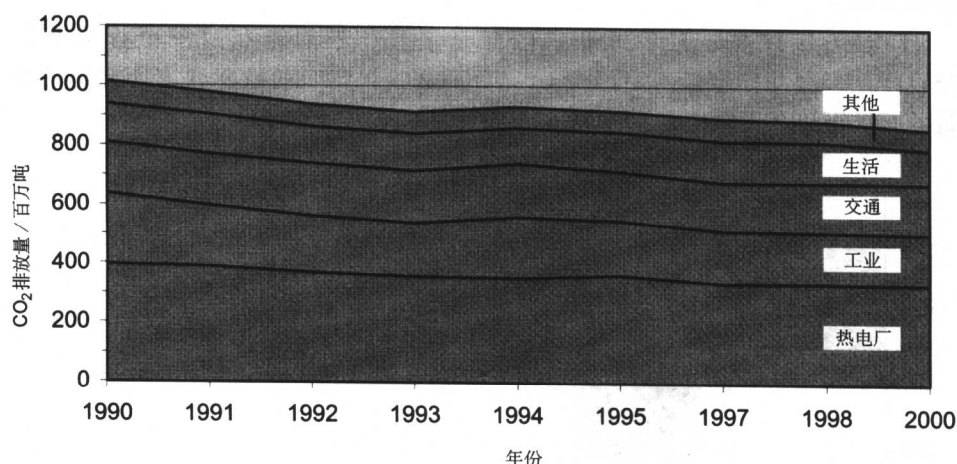


图 1.1-1 1990 ~ 2000 年 CO₂ 排放量

2000 年,居民生活排放 CO₂ 约 1.14 亿 t,占 CO₂ 排放总量的 13.3%。除了发电厂外,工业、交通和居民排放的比例差不多。从图 1.1-2 所示结果大体可以判断居民生活排放的 CO₂ 比例。

从图中可以看出,用于供暖的能耗占居民生活总能耗的 2/3 还要多。因此,可以得出结论,在供暖方面存在着最大的节能潜力。如果人们进一步分析下去的话,除去设备损耗外,房屋的能量消耗对应于各个部位进行分类的结果显示于图 1.1-3。

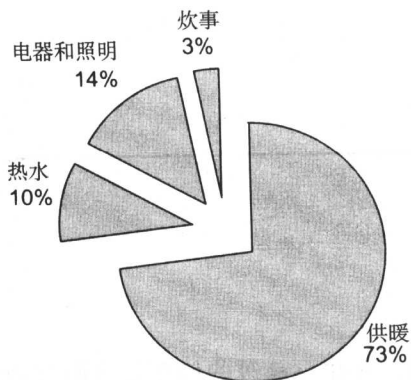


图 1.1-2 居民生活消耗能量分布

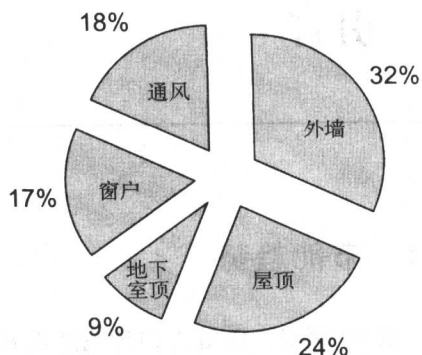


图 1.1-3 独立住宅楼在传递热损失和对流热损失的大小排列

从中可以得出如下结论，房顶和外墙的保温对节能来说最有效，其中外墙的节能潜力最大。

自 1977 年以来，为了降低供暖能量消耗，先后颁布过三个保温规定 (WSVO)。2002 年，节能规定 (EnEv) 出台。这些规定中的技术要求所对应的新建筑的标准可以从图 1.1-4 看出。

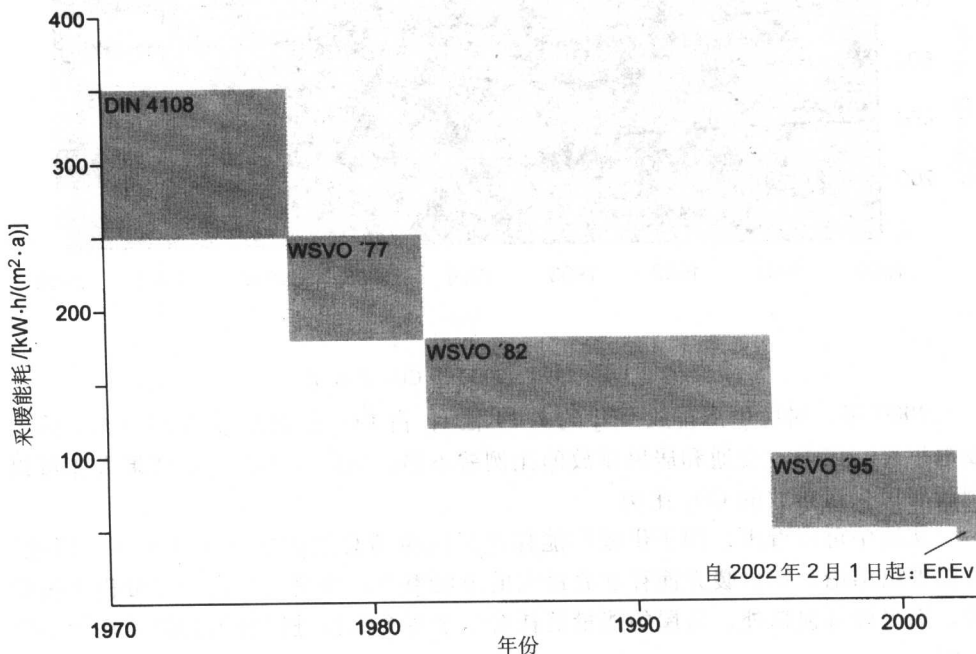


图 1.1-4 1977 年以来德国颁布的新建筑供暖能耗标准

为了达到对应于 EnEv 的标准要求,新建楼房围护结构的有效保温体系是必须要做的。当然,对热工指标达不到现行标准的所有房屋进行保温改造则更为重要。约 80% 的建筑是在 1977 年第一部保温规定颁布以前建造的。因为新的保温材料、保温技术和保温体系不断涌现,所以节能的潜力是相当大的。特别是在外墙保温方面,已有多种实践证明有效的体系,本书将介绍这些体系的结构、物理性能和节点处理等。

按照外墙保温体系的市场份额排列,比重最大的是保温板薄抹灰外保温体系(WDVS),多于 50%;其次是外置空气间层保温体系(VHF);再就是双层墙体保温体系^①,约占 15%;另外 5% 由保温砂浆保温体系(WDPS)、透光保温体系(TWD)和玻璃幕墙构成。

1.2 外墙保温的建筑物理要求

1.2.1 保温和防潮

除了降低传热损失和通风热损失存在着采暖节能潜力外,还有利用墙的蓄热作用产生的节能可能性。通过阳光的照射,围护结构的表面(墙、地面、屋顶)慢慢被加热,如果室内温度低的话,这些热又给予室内空间。相对不做保温或做内保温体系的外墙结构来说,做外保温体系的外墙结构可以储存更多的能量。

另外,通过内行施工的外墙保温体系,承重墙结构的湿热负荷可以降低下来,一般可使被防护的建筑具有更长的使用寿命。

此外,一个保温良好的外墙,可以避免在建筑内部或在外墙内表面结露,这是因为外墙内表面的温度,特别是在因保温欠佳而会出现问题的热桥部位将高于露点温度。

1.2.2 隔声和防火

外墙保温体系可显著影响外墙的隔声和防火性能,既可能被改善也可能恶化。在有关章节里对相应的体系将作进一步论述。

在判断防火时,首先注意所用的单一组分的燃烧行为所起的作用。具体体系被列入到哪种建筑材料燃烧性能等级,要尽量在相应的产品中注明。

1.2.3 室内气候

舒适的室内气候主要由保温良好的外墙结构来提供。对一个舒适的室内气候

① 有时称为夹芯保温体系或中保温体系。——译者注

起决定性作用的，除了室内温度外，更多的是室内温度和围护结构内表面温度的差别(见图 1.2-1)。

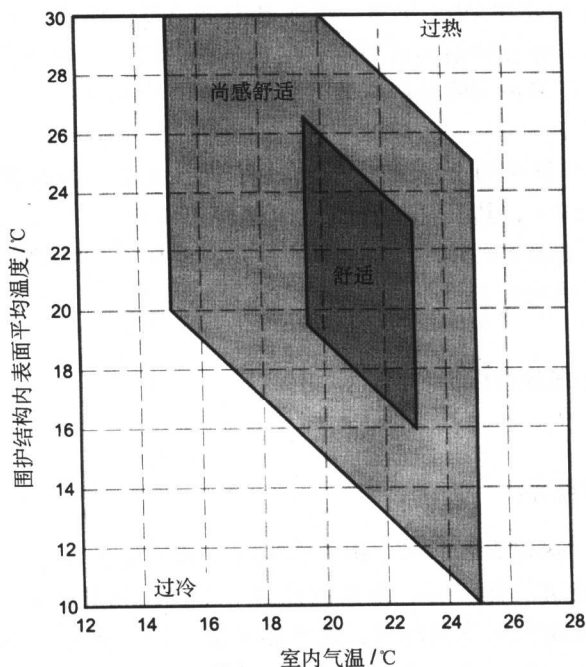


图 1.2-1 使用者的舒适感与室内温度和围护结构内表面平均温度的关系^[7]

外墙内表面温度过低的话，就会出现冷气辐射的不舒适感觉。使用者为了消除冷气辐射，就会通过采暖提高室内气温，则往往使空间供热过高，导致采暖成本增加很多。另外，在温暖而干的建筑构件表面上不会生长霉菌植物。

如果冬天在建筑构件上结露，则希望湿气在夏天应能完全从墙里扩散出去。这就要求墙体结构具有向外渐高的水蒸气透过性，或将通过采用保温层和水蒸气扩散阻力小的表面材料来实现，或通过内置一个有效的空气间层来达到。

1.2.4 美观

外墙保温体系，特别是在旧房改造时提供一个可能性，将房屋的节能和按时代外貌风格的美观结合在一起。大量的表面材料如饰面抹灰、腰线砖、陶瓷面砖、玻璃、金属等在这里形成一个足够大的选择余地。

1.3 外墙保温体系中的保温材料

文献[1]叙述了关于具体产品的制造、应用、CO₂ 排放和经济上的详细介绍。下面仅介绍最常应用的产品——聚苯乙烯硬质泡沫塑料和矿棉。

1.3.1 聚苯乙烯硬质泡沫塑料(PS)

由聚苯乙烯组成的硬质泡沫塑料产品按生产方式分为膨胀聚苯板(EPS)和挤出聚苯板(XPS)。前者的市场商品名称为“Styropor”，后者为“Styrodur”。

制造聚苯乙烯产品的基础材料是石油。用含在石油里的组分苯和乙烯获得圆球状的硬质聚苯乙烯颗粒，成为制造 EPS 和 XPS 的原材料。制造 EPS 时是将水蒸气作为膨胀剂，而制造 XPS 时是用原始戊烷作为膨胀剂。在制造工艺末端获得最终产品——保温板。这些保温板须置放一段时间，使收缩过程结束，以免用在建筑构件上后变形。聚苯乙烯硬质泡沫产品一般被划入建材燃烧性能等级 B1 级(难燃)和 B2 级(可燃)。

1.3.2 矿棉

矿棉产品主要由岩石和玻璃制造。将原材料(岩石、石英砂或旧玻璃)在一个化铁炉中熔融，接着拔丝成纤维。然后用一种胶结材混合，摊在一个传送带上。在大约 250℃ 下通过烘干炉，在这里，胶结材硬化，纤维就形成一个固定的结合体。接着被切成板或片。矿棉产品一般不会燃烧(建材燃烧性能等级 A)，如果胶结材掺得多的话，也可能被划分为建材燃烧性能等级 B1(难燃)。

1.4 标准和规范

下面是与本文有关的标准和规范：

- DIN 1053 墙体
- DIN 1055 建筑物的负荷设计
- DIN 4102 建筑材料和建筑构件的可燃性
- DIN 4108 高层建筑的保温
- DIN 4109 高层建筑的隔声
- DIN 4113 主静荷下的铝结构
- DIN 18161 建筑用软木绝热材料
- DIN 18164 建筑用泡沫塑料绝热材料
- DIN 18165 建筑用纤维绝热材料

DIN 18174 建筑用泡沫玻璃绝热材料
 DIN 18515 天然石材、混凝土
 DIN 18516 外墙装饰
 DIN 18550 抹灰
 DIN 18557 厂制砂浆
 DIN 18558 树脂抹灰灰浆
 DIN V18559 保温板薄抹灰保温体系
 DIN 68755 建筑用木纤维绝热材料
 DIN EN13262 建筑用绝热材料—厂制矿棉板(MW)
 DIN EN13163 建筑用绝热材料—厂制膨胀聚苯板(EPS)
 DIN EN13164 建筑用绝热材料—厂制挤出聚苯板(XPS)
 DIN EN13170 建筑用绝热材料—厂制膨胀软木(ICB)
 DIN EN13171 建筑用绝热材料—厂制木纤维(WF)
 DIN EN13499 楼房用绝热材料—膨胀聚苯板薄抹灰外保温体系(WDVS)
 DIN EN13500 楼房用绝热材料—矿棉薄抹灰外保温体系(WDVS)
 EnEv 关于楼房节能保温和节能设备技术的规定(节能规定)

2 保温板薄抹灰保温体系(WDVS)

2.1 引言

约 40 年来保温板薄抹灰保温体系被用在外墙内面来降低外墙的传递热损失和结露,当时仅用聚苯板作绝热材料。后来,在 20 世纪 80 年代,基于矿棉绝热材料的体系的开发和应用,发展了如矿棉板、聚氨酯板或其他如软木、木纤维或芦苇等绝热材料,但至今只有矿棉板在市场上占有一定的份额。在近 90% 的情况下,仍然是用聚苯板,矿棉板仅占约 10%。

保温板薄抹灰保温体系既适合于新建建筑,也适合于既有建筑的节能改造。保温板薄抹灰保温体系通过多种方式连接到已有的外墙上(见第 2.3.1 节)。因此建议在设计阶段就要证实,确保所有荷载通过连接件即被传递到基底和基础中。对具有普通建筑许可的保温板薄抹灰体系来说,安全性的证明在审批过程中已经得到,应用时要保持许可要求。保温板薄抹灰保温体系的应用限定范围是从相应体系的最大允许建筑高度和体系专用建材燃烧性能等级得出的。

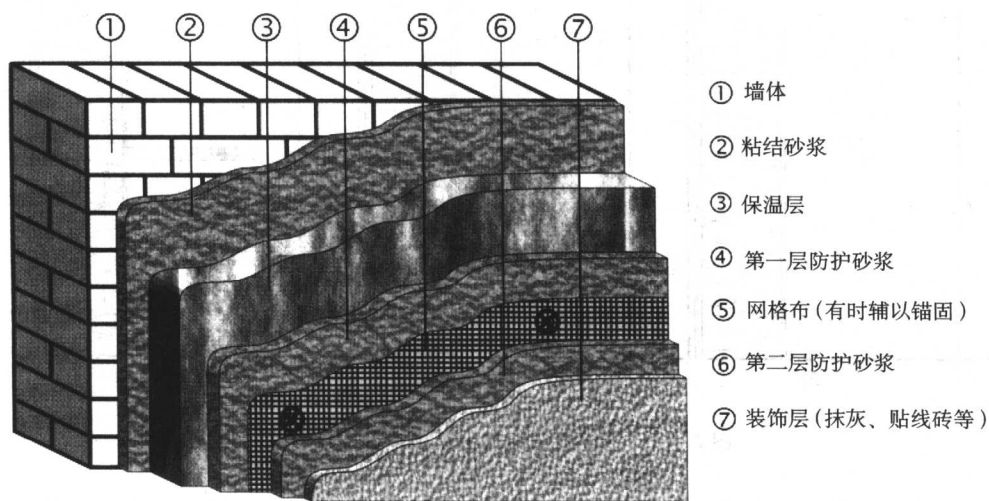


图 2.2-1 保温板薄抹灰保温体系图示

2.2 体系结构

保温板薄抹灰保温体系一般由一个保温层(保温板)、含网格布的抹灰层和一个罩面层组成,这个罩面层可能是形式不同的装饰抹灰或腰砖等。

保温板将通过锚钉和(或)粘贴固定在外墙上。如果外墙的不平度大,则要安装龙骨。

将保温层粘贴在基底上后,在外面抹一层灰浆。在这层灰浆里,敷入玻璃纤维网格布,这样的灰浆称为增强抹灰灰浆。在其硬化干燥以后,再做罩面层。

2.3 体系组分

2.3.1 固定

保温板薄抹灰保温体系被固定到外墙上基本有下列几种方式:

- (1) 仅通过粘贴(图 2.3-1a)。
- (2) 通过粘贴和锚固(图 2.3-1b)。
- (3) 通过托架机械固定(图 2.3-1c)。

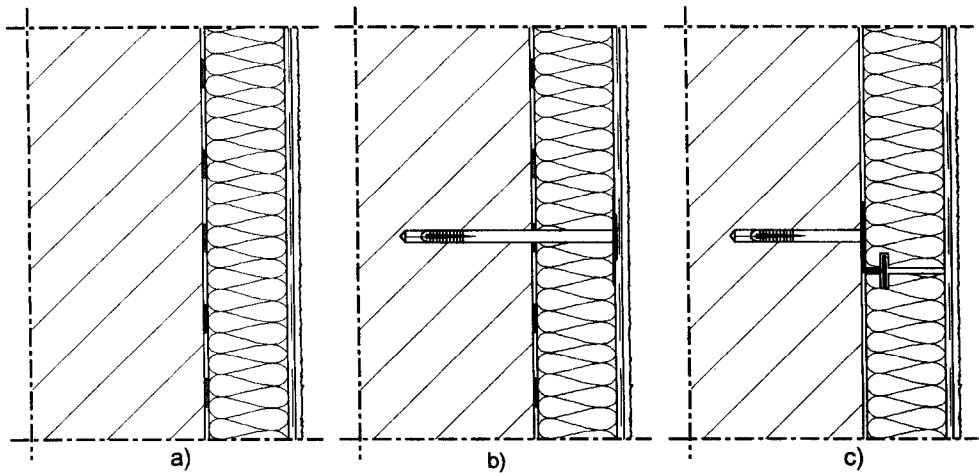


图 2.3-1 保温板薄抹灰保温体系的固定方式

a) 粘贴 b) 粘贴和锚固 c) 托架体系

在什么情况下用什么固定方式,首先与基底的情况有关,即与绝热材料的种类和建筑高度有关。无论如何固定的实施必须使所有出现的荷载能传递给基底,

负风压荷载在仅做粘贴的体系上通过粘贴卸荷，而在机械固定的体系上，是通过盘形帽锚钉和(或)支承托架卸荷的。

在仅做粘贴的 WDVS 体系上，自重、湿热引起的负载的卸除是通过粘贴砂浆层的法向应力和拉应力(或压拉力)发生的。在粘贴和锚固联合固定的体系上同样发生粘贴砂浆的法向应力。另外，必须考虑盘形帽锚钉锚固点的承载作用，锚钉在这里承受拉力。这种现象原则上也适合托架体系。

粘贴体系

如果这在普通建筑监理许可中注明的话，只有用聚苯板或交织矿棉板等绝热材料且高度低于高层建筑(Hochhausgrenze)的楼房上才能仅用粘贴的方式。在既有楼房改造应用前，则总要验证基底的承载能力。如果对基底的承载能力有怀疑的话，一般必须证明它的最低撕裂强度大于 0.08MPa。在新建筑物上的常用墙体结构上如混凝土剪力墙或砖砌体可以放弃验证，除非存在降低承载能力的污染物。如果 WDVS 应用到旧墙上，基底则必须做相应的预处理。

污染物如渍斑、苔藻的清除也属于预处理。基底的缺损处和裂缝必须被封闭。对仅粘贴的体系来说，一般地，基底上容许的最大误差或不平度为 1cm/m，除非相应的体系许可与此相违。更大的不平度应在使用 WDVS 前确定并消除。这里必须注意 DIN18550 的规定。粘贴或者按全铺方式(在足够平整的基底上)或按点框方法(可平衡较小的不平度)进行。在用点框法时，板背面的边上用胶粘剂做一周泥垄，里面点上若干个泥团。用这种方法可使保温板和基底的粘结饱满度达到 40%~60%。

粘贴和锚固体系

必须将纯结构锚固和静作用锚固区别开来。前者是起暂时性安全作用的，来确保胶粘剂硬化时体系稳定。另外，发生火灾时给一个附加稳定性。如果基底的承载力不足以仅靠粘贴来完成，或者 WDVS 的自重太大(如采用厚抹灰体系)，除了粘贴以外，WDVS 将用专用可靠的盘形帽锚钉机械固定在基底上。在这样的体系上，粘贴仅起到在不平的基底上调整板的作用，作为保温板的暂时维持定位。

用聚苯板作为绝热材料时通过粘贴和静作用锚固的体系可做到高层楼房上。如果体系是用建材燃烧性能等级为 A 的矿棉绝热材料来做，也可突破高层极限而到达 100m 的楼层高度。WDVS 用替代绝热材料如木纤维、软木、芦苇等，至今仅做到 8m 高度，或最高两层楼，且仅允许用静作用锚固。基底上的不平度允许 2cm/m，超过此值必须按 DIN18550 找平。

到底采用哪种锚钉，首先考虑按锚固基底和保温层选择。锚钉必须具有足够