

岩棉外墙外保温应用

——理论、实践与思考

ETICS & Ventilated Cladding Facade System
Insulation Based on Stone Wool

Fundamental, Practice and Reason

徐洪涛 编著

中国建筑工业出版社

岩棉外墙外保温应用 ——理论、实践与思考

ETICS & Ventilated Cladding Facade System
Insulation Based on Stone Wool
Fundamental, Practice and Reason

徐洪涛 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

岩棉外墙外保温应用——理论、实践与思考/徐洪涛
编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 11
ISBN 978-7-112-19833-7

I. ①岩… II. ①徐… III. ①建筑材料—保温材料—研究 IV. ①TU55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217182 号

本书分成三篇, 第一篇为岩棉 ETICS 应用, 第二篇为通风外挂围护系统中岩棉的保温应用, 第三篇为参考引用文件, 作为对第一、二部分的支撑或补充。第一和第二篇按系统的类型、受力与安全、火灾安全、卫生健康与环境、隔声、节能与耐久性主题论述, 每一主题分成理论、实践或思考部分。

责任编辑: 王 磊 田启铭

责任设计: 王国羽

责任校对: 王宇枢 张 颖

岩棉外墙外保温应用——理论、实践与思考

徐洪涛 编著

*

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

北京佳捷真科技发展有限公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 1/4 字数: 610 千字

2017 年 1 月第一版 2017 年 1 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-19833-7

(29326)

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)

前 言

外墙外保温系统以其经济适用性在工程中已成功应用了 40 年以上，随着新建或既有建筑对外墙绝热性能的提高，系统的防火安全问题随之凸显。在成熟可行的不燃保温系统中，岩棉外墙外保温系统应用范围广泛，有完善的技术支撑和长期实践经验。中国的外墙外保温市场中，由于防火安全原因，大量建筑工程从 2010 年开始将岩棉应用于外墙外保温。其中有失败案例，有世界上使用岩棉 ETICS 最高的建筑，也有对岩棉外墙外保温应用不同的理解和规定，整个行业在实践中摸索、学习和前行。

本书借鉴欧洲岩棉外墙外保温应用理论，结合已有的研究和实践经验，从系统应用要点和原理展开，侧重于理论和应用基础部分。

依据建筑外墙系统类型，书中将岩棉外墙外保温应用分成 ETICS 和通风外挂围护系统，分别从受力与安全、火灾安全、卫生健康与环境、隔声、节能与耐久性六个应用要点进行论述。

每个应用要点独立成一章，内容大致分成理论、实践和思考三部分：“理论”部分侧重于原理和试验，将系统问题分解成独立项后进行分析、试验验证或计算；“实践”部分结合已有的经验和研究形成结论；在理论分析、试验、计算和总结已有经验时，由于需要设定大量的前提条件、建立理想化的简易分析模型、设定易于分析的独立变量等“假设”条件，然而“假设不等于事实”——所以，在每章的“思考”部分列出了存在异议的议题或理解，读者可结合实践独立思考。

本书适合的阅读对象：外墙外保温系统、建筑保温材料、建筑外围护系统行业的同仁，也可作为建筑外保温设计、施工或研究人员的参考用书。

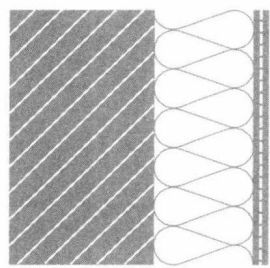
成书得益于 ROCKWOOL，感谢曾在 ROCKWOOL 一起共事的良师益友；还有家人的理解与支持：“天空没有留下翅膀的痕迹，但我已飞过。”

书中存在的缺点和错误，诚恳期待读者批评和指正。

目 录

第一篇 岩棉 ETICS	1
第 1 章 岩棉 ETICS 构造	3
第 2 章 受力安全	15
第 3 章 湿热作用、耐久性	73
第 4 章 隔声	107
第 5 章 节能	114
第 6 章 系统材料与细节	121
第 7 章 岩棉 ETICS 贴面砖	140
第 8 章 岩棉防火隔离带	153
第二篇 通风外挂围护系统	169
第 9 章 分类与构造	171
第 10 章 受力与安全	183
第 11 章 湿热作用与耐久性	207
第 12 章 节能	224
第 13 章 防火	245
第三篇 附录	255
附录 A 数据统计与可靠度	257
附录 B ETAG 004 & 034 节选	276
附录 C 稳态传热与传湿	314
附录 D 材料热工与湿热参数	355
附录 E 湿热模拟实例	368
网络资源	395
术语	396

第一篇 岩棉 ETICS



第 1 章 岩棉 ETICS 构造

External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering 简称 ETICS^①，是在已有的基层墙体（砌体或混凝土墙体等）上，由粘贴或机械固定组件、保温材料、面层防护组件组成的系统。在 ETICS 中使用岩棉作为保温层时，依据岩棉的材质特性，可将岩棉保温层分成：主要纤维垂直于板面的岩棉带和主要纤维平行（或有一定角度）于板面的岩棉板，基于岩棉强度和系统受力特征，可按系统受力方式进行分类。

| 实践 |

1.1 岩棉 ETICS 组成

岩棉外墙外保温薄抹灰系统（external thermal insulation composite systems with rendering based on stone wool），简称岩棉 ETICS，一般由以下材料组成：

- 1) 基层墙体（substrates）：一般为混凝土墙体或砌体，或者由板材组合的墙体。
- 2) 粘接剂（adhesive）：将岩棉粘贴在基层墙体的材料，或将岩棉粘贴在岩棉上的材料，一般为聚合物基或水泥基的粘接剂，使用形式如下：
 - （1）在工厂内预拌的粉末状干混砂浆，施工时根据厂家指定的用水量进行混合；
 - （2）需要添加树脂的粉末状干砂浆；
 - （3）需要添加砂浆的浆料；
 - （4）在工厂配制好，可直接使用的浆料；
 - （5）密封于容器中，取出即可使用的泡沫状粘接剂。
- 3) 岩棉保温层：带界面处理或者无界面处理的岩棉板（slab）或岩棉带（lamella）。
- 4) 防护层（rendering system）：保温产品外表面的抹面层和饰面层的总称。一般包括：增强层、抹面层、界面剂和饰面层。
 - （1）增强层（reinforcement coat）：一般为玻璃纤维网格布、防腐的钢丝网，嵌入到抹面胶浆中起到增强、抗裂、抗冲击作用。分为标准网（standard mesh）和加强网（reinforced mesh）。标准网嵌入到抹面胶浆中，接头处搭接牢固；加强网置于标准网的内侧，通常不搭接，用于提高防护层的抗冲击和抗开裂性能。
 - （2）抹面层（render coating）：涂抹在保温产品外侧的一层或多层聚合物或砂浆材料，抹面层通常包括抹面胶浆（base coat）和增强层，嵌入抹面胶浆中的增强层用于提高机械性能。
 - （3）界面剂（key coat）：非常薄的涂层，涂在抹面层上或出于装饰美观的需要，作为

① 抹面层（Rendering）可以分成薄抹灰和厚抹灰，如果没有特别说明，书中均指薄抹灰 ETICS。

饰面层的界面处理，界面剂并非必需的材料。

(4) 饰面层 (decorative/finish coat)：外装饰层，覆盖住抹面层，同时抵御外界气候的影响。

5) 机械固定件 (mechanical fixing devices)：用于固定 ETICS 的锚固件，或者将系统连接到基层墙体的龙骨和连接件。

6) 配件 (ancillary materials)：ETICS 中使用的辅助部件或材料，比如：密封材料、护角、滴水线和托架等。

1.2 系统设计

依据实际的需要，可以从以下几方面对系统进行设计：

- (1) 依据工程荷载和基层墙体类型，选择系统的类型和固定方式；
- (2) 依据外墙的传热系数要求，计算保温层的厚度；
- (3) 依据外墙的基层墙体类型，保温材料的厚度、抹面层的类型，和当地的气候条件，评估饰面材料的水蒸气渗透性能和整个系统的耐候性能；
- (4) 依据设计要求的颜色、质感等视觉条件，选择饰面层的外观类型。

1.2.1 组件与系统

岩棉 ETICS 系统的组合应由系统供应商设置，包括：抹面层、保温材料、粘接剂、机械固定件、增强层和饰面层，并且通过标准的评估（或符合标准的要求）。

对系统的组件进行试验时，可以使用极端条件作为基准对 ETICS 组件进行划分，确定各组件所需具备的性能，避免重复多次试验，参考图 1-1。

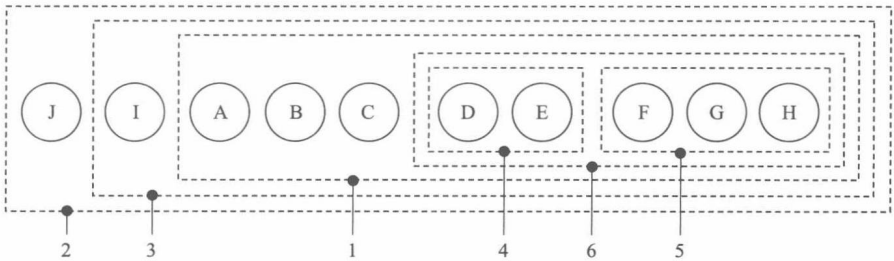


图 1-1 ETICS 组件的划分

系统说明：

1—系统供应商设计并提供的 ETICS，此部分为系统中的主要材料，需要经过认证（或标准）文件条款的检验、计算并符合一定的要求；

2—建筑外墙整体构造，此部分由系统供应商提供适合于工程的整体技术方案，考虑基层墙体的条件并提供合适于基层的系统；

3—ETICS 材料和配件，为系统供应商提供的所有系统材料和构造。配件在进行试验、计算和认证时一般不予考虑，但需要和外墙匹配并满足使用的要求，如安全、耐久等；

4—增强抹面层；

5—饰面层；

6—防护层，由饰面层和抹面层系统组成。

系统组件示意：

A：粘接剂；

B：保温材料；

C：机械固定件；

D：抹面胶浆；

E：增强层（玻璃纤维网格布或金属网）；

F：界面剂（可选）；

G：饰面涂层；

H：装饰涂层（饰面涂层与装饰涂层可同为饰面层）；

I：配件材料；

J：建筑结构（基层墙体）。

配件包括：密封胶或压条、接缝配件、边角条、底座托架等。配件应该包含在系统供应商的系统设计中，但是没有专用的试验方法进行验证。配件应该由系统供应商提供质保和安全使用保证。

例如，系统供应商设计的岩棉 ETICS 满足风荷载安全要求后，即“1 部分”满足要求后，如果系统使用的气候区不同，比如“寒冷地区”和“夏热冬冷地区”的差异，就仅需要对“6 部分”进行调整。此时，粘接剂、固定件等抵抗风荷载的试验数据可以通用，可避免系统反复试验。

1.2.2 试验验证的原则

对系统进行试验验证时，需明确不同的组件和试验的关联度，采用最薄弱的构造和不同的条件进行试验验证：

- (1) 组件不需要测试，其特性完全符合产品的特性，如锚栓；
- (2) 组件需要测试，但是测试的结果假定和组件没有直接联系，如粘接剂；
- (3) 组件需要测试，以测定组件的特性，如保温层；
- (4) 组件和测试项不相关；
- (5) 极端条件下需要测试的性能。

例如，粘接剂和水密性（湿热表现）不相关，测试结果适合所有的系统或产品，仅仅需要对抹面胶浆和饰面层进行测试^①。

1.3 岩棉 ETICS 类型

为了便于对系统进行分析、验证、设计和施工，岩棉 ETICS 可以从以下角度分类：

- (1) 从受力角度进行分类，分成粘接固定与机械固定系统；
- (2) 从防护层的厚度分类，可以分成薄抹灰和厚抹灰，以及粘贴面砖 ETICS^②。

1.3.1 从受力角度分类

依据岩棉 ETICS 使用中的受力特征，可分成两类（表 1-1）：

岩棉 ETICS 分类与岩棉材料级别选择				表 1-1
固定方式	粘接固定系统		机械固定系统	
受力方式	粘接力	粘接力, 锚栓辅助受力	锚栓受力, 粘接辅助受力	龙骨受力
系统构造	系统各层完全通过粘接连接	荷载通过粘接层传递到基层；锚栓在安装初期起固定作用，同时承受面层湿热应力荷载。锚栓盘固定在增强层或岩棉层上	锚栓或锚栓与系统形成的体系承受风荷载，粘接剂用于找平、避免空腔存在，粘贴面积不小于 40%。锚栓盘固定在增强层或岩棉层上	使用龙骨固定，荷载通过面层材料传递到岩棉和龙骨，龙骨将荷载通过支座与锚固件传递到基层。粘贴面积不小于 20%，同时局部使用锚栓加固
岩棉级别 ^③	≥TR 80	≥TR 80	≥TR 7.5	≥TR 15

① 参考附录 B 中 ETAG 文件的应用要点（ER）和不同组件的测试项目表。

② ETAG 004 不适用于贴面砖的 ETICS 系统验证，国内和岩棉相关的技术规程和标准中均没有贴面砖的构造，目前可参考的标准有《模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统材料》GB/T 29906—2013。另外，在岩棉 ETICS 的外侧抹一遍或几遍较厚（15~30mm）的保温砂浆或带有改性剂的保温砂浆系统可归于厚抹灰。

③ 《建筑外墙外保温用岩棉制品》GB/T 25975—2010 中使用 TR 表示岩棉的抗拉强度，欧洲的实践和规范中，对于机械固定系统中岩棉的要求为不小于 TR 5，从强度分级看，TR7.5 与 TR10 相差不大，TR7.5 在实际中经常被边缘化，比如中国许多地方岩棉 ETICS 技术规程中选定 TR10 作为强度级别基准。

(1) 粘接固定系统 (bonded ETICS): 理论上的所有荷载通过各层材料和系统以粘接的方式传递到基层墙体, 粘接剂部分粘贴或满粘, 系统中也可能会使用锚固件, 起构造或辅助受力的作用;

(2) 机械固定系统 (mechanically fixed ETICS): 理论上的风荷载通过机械固定体系传递到基层墙体, 系统中使用粘接剂, 提供找平、辅助受力和承担湿热应力荷载、重力荷载的作用。

由于岩棉板和岩棉带的抗拉强度差别, 实际中选用的基本原则是: 抗拉强度较高的岩棉带适用于粘接固定系统, 抗拉强度相对较低的岩棉板适用于锚栓固定的机械固定系统, 强度相对较高的岩棉板适用于龙骨固定或锚栓固定的机械固定系统。

1.3.2 粘接固定和机械固定系统的区分

可使用经验公式界定系统是否适合以粘接方式固定^①, 粘接固定 ETICS 的最小粘贴面积必须满足 $S \geq 20\%$, 计算如下:

$$S = (0.03 \times 100) / B \tag{1-1}$$

式中 B ——干燥条件下粘接剂和保温层之间的最小抗拉强度, $\geq 0.03\text{MPa}$;

S ——ETICS 所必需的最小粘贴面积 (%), 要求 $S \geq 20\%$ 。

依据公式计算, 如果粘接剂和保温层之间的最小抗拉强度低于 0.03MPa , 将导致要求的粘贴面积 $S > 100\%$, 这在实际中不可能实现, 对于抗拉强度低于 30kPa 的产品, 需要使用机械固定。岩棉板的抗拉强度标准值较难达到 30kPa , 岩棉带的强度标准值一般超过 80kPa 。所以, 岩棉板 ETICS 一般归于机械固定系统, 岩棉带 ETICS 一般为粘接固定系统。

1.3.3 依据现场基层墙体选取系统

新建建筑基层墙体的强度一般可以满足设计要求; 而既有建筑的墙体表面情况较复杂, 如果墙体表面已经风化, 需要严格测试基层墙体及表面的强度。

在已经有保温层的既有建筑上再附加一层外保温系统时, 需要在现场进行严格的测试, 并遵循最不利的原则 (表 1-2)。

在已有外保温系统上固定附加 ETICS 的选型 表 1-2

原有的保温系统类型	可选附加 ETICS 的固定类型	受力考虑原则
粘接固定系统	粘接固定系统 或机械固定系统	粘接固定系统:需考虑原有系统对附加 ETICS 重力的承载能力; 机械固定系统:将附加 ETICS 的重力荷载和风荷载通过锚栓传递到基层墙体
机械固定系统	机械固定系统	将附加 ETICS 的重力荷载和风荷载通过锚栓传递到基层墙体

无论采用粘接还是机械固定, 在进行计算或验证时, 两种力值不能互相叠加^②。

① 在粘接固定系统理论计算中, 不考虑锚栓参与受力, 一般而言系统的总体安全系数接近 10, 考虑实际的风压标准值, 如果低于 30kPa 则不适合, 此计算公式基于实际经验的反推。

② 参考 ETAG 004, § 7.1.2.4 评估产品适用性的前提和建议——安全性能, 两种受力不能相互叠加意味着: 考虑粘接受力时, 不能计入机械固定件的承载力贡献值; 反之亦然, 当计算机械固定时, 粘接剂的强度贡献值也不能计入。

粘接固定 ETICS：基层墙体材料的抗拉强度应满足使用要求，对于既有建筑的翻新，应在现场进行试验，并使用粘接剂和基层之间粘接强度的最小值进行评判。

机械固定 ETICS：计算抗风荷载时应考虑：

- (1) 机械固定 ETICS 的抗风荷载性能；
- (2) 基层锚固件的抗拉拔强度；
- (3) 抹面胶浆和保温层之间的粘接强度。

1.3.4 岩棉 ETICS 常见构造

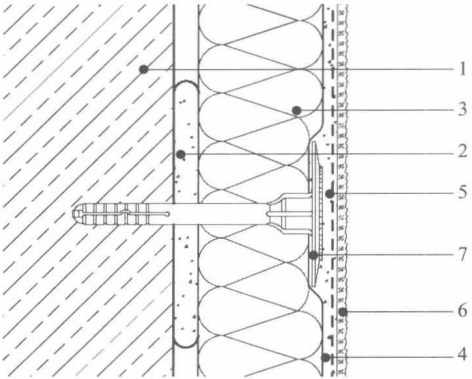
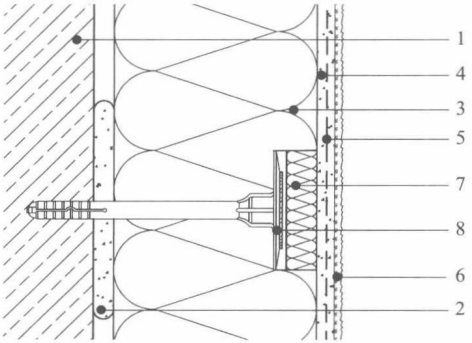
1. 机械固定系统

机械固定系统中可以使用不同类型的锚栓固定：比如不同直径的锚栓盘，或将锚栓盘沉入到岩棉中以隔绝局部热桥，或使用不同强度等级的岩棉板^❶，或用龙骨固定岩棉板，机械固定系统大致可分成如下三类。

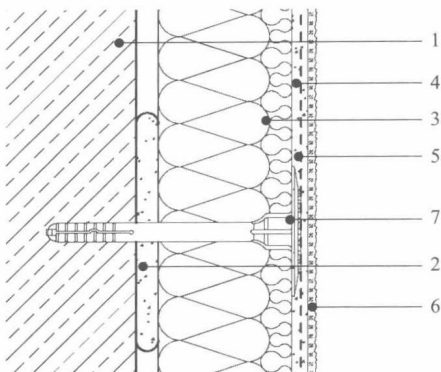
1) 类型一：锚栓盘固定岩棉层

锚栓盘位于岩棉层表面或内部，外部的防护层覆盖保温层和锚固件（表 1-3）。

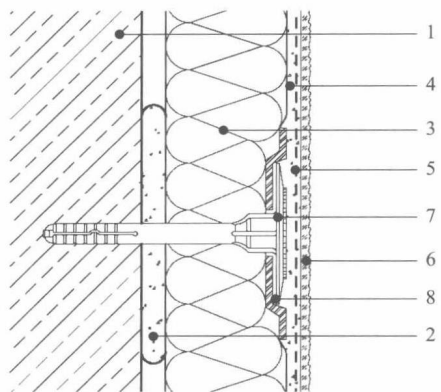
锚栓固定岩棉层的机械固定系统实例 表 1-3

	构造 A-1 示意： 1—基层墙体(带或不带找平层)； 2—粘接剂(依据要求部分粘接)； 3—岩棉板保温层； 4—抹面胶浆； 5—增强层(标准网)； 6—饰面层； 7—锚栓。 说明：较为经济的构造，抗风荷载承载力有限
	构造 A-2 示意： 1—基层墙体(带或不带找平层)； 2—粘接剂(依据要求部分粘接)； 3—岩棉板保温层； 4—抹面胶浆； 5—增强层(标准网)； 6—饰面层； 7—填补岩棉； 8—锚栓。 说明：可以绝断锚栓局部的热桥，承受风荷载的能力有限，并且要求岩棉层具有一定的厚度

❶ 当锚栓盘固定在岩棉板上时，系统强度主要取决于锚栓和岩棉，可以进行较多的系统的组合；相对而言，当锚栓盘固定在增强网格布上时，岩棉强度的贡献下降，系统强度取决于锚栓、岩棉和抹面系统，组合的方式主要由锚栓决定。



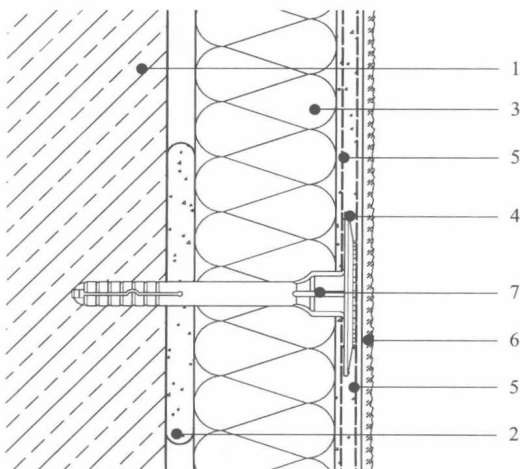
构造 A-3 示意：
1—基层墙体(带或不带找平层)；
2—粘接剂(依据要求部分粘接)；
3—保温层(Duo-Density 岩棉板)；
4—抹面胶浆；
5—增强层(标准网)；
6—饰面层；
7—锚栓。
说明：岩棉层表面具有较大的抗拉强度，内侧具有较低的导热系数。在实现高效绝热的同时还提供相对较大的抗风荷载承载力



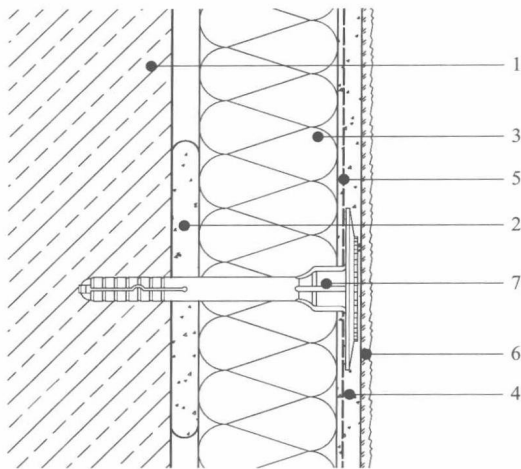
构造 A-4 示意：
1—基层墙体(带或不带找平层)；
2—粘接剂(依据要求部分粘接)；
3—保温层(特殊岩棉板)；
4—抹面胶浆；
5—增强层(标准网)；
6—饰面层；
7—锚栓；
8—锚栓扩盘。
说明：锚栓扩盘可以有效扩展锚栓盘在岩棉层上的覆盖面积并增加系统的抗风荷载承载力

2) 类型二：锚栓固定增强层
锚栓盘压住增强层，需要在施工首遍抹面层后安装锚栓（表 1-4）。

锚栓固定在增强层上的机械固定系统实例 表 1-4



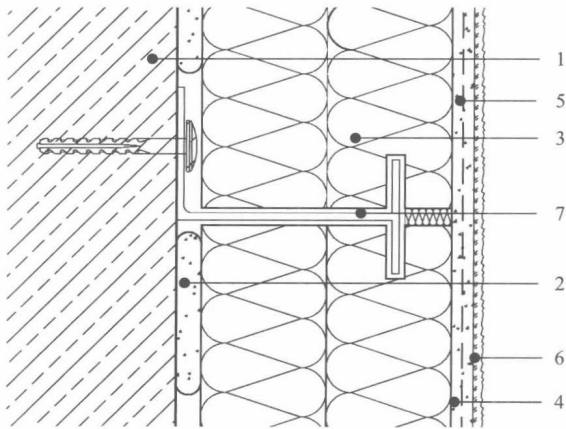
构造 M-1 示意：
1—基层墙体(带或不带找平层)；
2—粘接剂(依据要求部分粘接)；
3—岩棉板保温层；
4—抹面胶浆；
5—增强层(标准网和加强网)；
6—饰面层；
7—锚栓。
说明：抹面层的风荷载可以直接传递到锚栓，锚栓盘和抹面系统结合成整体，系统具有较强的抗风荷载承载力



构造 M-2 示意:
1—基层墙体(带或不带找平层);
2—粘接剂(依据要求部分粘接);
3—岩棉板保温层;
4—抹面胶浆;
5—增强层(标准网);
6—饰面层;
7—锚栓。
说明:相对前一种构造(M-1),抵抗风荷载的承载力相当;锚栓附近的平整度和抗冲击性相对低些

3) 类型三: 龙骨固定岩棉保温层
龙骨承担外保温系统, 同时使用一定的粘接剂, 局部使用锚栓加固^① (表 1-5)。

龙骨固定的机械固定系统实例 表 1-5



构造 S-1 示意:
1—基层墙体(带或不带找平层);
2—粘接剂(依据要求部分粘接);
3—岩棉板保温层;
4—抹面胶浆;
5—增强层(使用标准网,或同时使用标准网和加强网);
6—饰面层;
7—龙骨(使用锚固件连接到基层墙体)。
说明:抹面层的风荷载传递到岩棉层,经过龙骨传递到基层墙体,粘贴面积不小于 20%,局部使用锚栓加固

2. 粘接固定 ETICS

粘接固定的岩棉带 ETICS, 垂直于墙面方向上岩棉带的抗拉强度和平行于墙面的抗剪切强度均较大, 适用范围广泛; 相对于岩棉板, 岩棉带的导热系数提高约 10%~20%, 意味着外墙传热系数要求同等时, 需要使用更厚的保温层 (表 1-6)。

^① 参考 ETAG 004 § 5.4 龙骨固定, 此种做法在薄抹灰中使用相对较少, 虽然龙骨可以承担水平和竖向荷载, 但是龙骨和岩棉的拼接较容易松动, 不能缓冲和吸收面层相对于基层的变形, 所以需要使用最小面积 20% 的粘贴面积, 此外局部需要使用锚栓加固, 作为临时支撑或固定岩棉的中间区域。当保温层较厚 (如 300mm 以上, 或使用多层岩棉板保温) 时, 此种构造较合适。

粘接固定 ETICS 常用构造

表 1-6

	构造 B-1 示意: 1—基层墙体(带或不带找平层); 2—粘接剂(粘贴面积取决于要求); 3—保温层(岩棉带); 4—抹面胶浆; 5—增强层(使用标准网和加强网,或仅使用标准网); 6—饰面层(涂料或装饰砂浆); 7—锚栓(辅助作用)。 说明:示意中锚栓为虚线,指实际中可选择使用锚栓,锚栓可提高系统对重力和湿热荷载变形的限制能力,也可作为岩棉层和抹面层之间的额外安全保证
	构造 B-2 示意: 1—基层墙体(带或不带找平层); 2—粘接剂(粘贴面积取决于要求); 3—保温层(岩棉带); 4—抹面胶浆; 5—增强层(使用标准网); 6—饰面层(涂料或装饰砂浆)。 说明:在厚度较薄的轻质板材表面,加气砌块、空心砌块上不能或不宜使用锚栓时,可使用此种构造

1.3.5 ETICS 系统选用的原则和条件

依据岩棉 ETICS 的特性和实际工程的需求进行选择^❶, 参考表 1-7~表 1-9。

“锚栓固定岩棉层”机械固定系统的特性分析以及适用性

表 1-7

条件	构造 A-1	构造 A-2	构造 A-3	构造 A-4
抗风荷载安全性能	抗风荷载承载力有限		相对于构造 A-1 和构造 A-2,系统能提供相对大些的抗风荷载承载力	
抗冲击性能	单层增强层组成的抹面层抗冲击性能相对较低,一般可以满足大于 10J 的要求			
节能和保温	适中		具有较好的绝热性能	适中
隔声	在锚栓较少时对隔声的贡献较大,随着锚栓的增加,隔声的贡献降低		隔声的贡献最高,由于岩棉层内部具有不同的密度,可以降低声波共振的传递	在锚栓较少时对隔声的贡献较大,随着锚栓的增加,隔声的贡献降低

❶ 系统主要的技术指标可以遵循 ETAG 004 § 7 评估系统适用性的前提和建议的要求 (Assumptions and Recommendations under Which the Fitness for Use of the Product Is Assessed), 参考 § 7.1 的要求: 机械强度和稳定性, 防火, 湿热、卫生与健康, 隔声, 节能和耐久稳定性。

续表

条件	构造 A-1	构造 A-2	构造 A-3	构造 A-4
耐久性	—	可以避免局部热桥的存在,避免面层产生锚栓盘部位的变形或微生物滋生导致的变色	—	—
经济性和成本	施工工序相对简单	可以有效避免锚栓局部的热桥,实现系统较好的绝热性能	可以降低岩棉层的重量,降低保温层的成本;同时,岩棉层具有更好的绝热性能,也可以降低保温层的厚度	施工工序相对简单
施工和安装性能	较简便	施工时安装锚栓的工序较复杂,且需要特殊的工具	岩棉的重量较低,较厚的保温层施工时方便工人操作	较简便

“锚栓固定增强层”机械固定系统的特性分析以及适用性

表 1-8

考量条件	构造 M-1	构造 M-2
抗风荷载安全性能	均具有较大的抗风荷载能力,特别是在强度较大的基层墙体上时,能应对大部分建筑的风荷载	
抗冲击性能	大于 10J,可满足大部分要求	抗冲击性能相对低些
节能和保温	取决于岩棉板	
隔声	在锚栓较少时对隔声的贡献较大,随着锚栓的增加,隔声的贡献降低	
耐久性	双层的增强层具有更好的抵御抹面层变形的能力,附加的锚栓对于面层的湿热荷载导致的变形可以进行限制。但是锚栓盘位于抹面层的外侧,特别是锚栓盘外侧没有网格布覆盖或抹面层的厚度不足时,锚栓盘部位不平整或局部热桥导致微生物滋生或变色	
经济性和成本	在成本增加不多或几乎不增加的条件下,相对于“锚栓固定岩棉层”机械固定系统(构造 A-1),抗风荷载承载力有所提高	
施工和安装性能	相对于“锚栓固定岩棉层”机械固定系统(构造 A-1),施工和安装的成本相差不大	

粘接固定系统的特性及适用性

表 1-9

参考条件	构造 B-1	构造 B-2
抗风荷载安全性能	具有很大的抗风荷载和抗纵向重力荷载的承载力,特别是在强度较大的基层墙体上时	较适合无法固定锚栓的场合,比如薄片的板状基层等
抗冲击性能	大于 10J,可满足大部分要求	抗冲击性能相对低些
节能和保温	相对于岩棉板,岩棉带的厚度需要增加 10%~20%	
隔声	对于隔声的贡献较小,对低频有贡献,对高频会起到降低隔声的作用,综合而言对于外界以低频为主的交通噪声,具有轻微的贡献或无贡献	
耐久性	双层的增强层具有更好的抵御抹面层变形的能力,附加的锚栓对于面层的湿热荷载导致的变形可以进行限制	—
经济性和成本	相对于构造 B-2,增加一些施工和材料成本	—
施工和安装性能	相对于构造 B-2,多两道工序	—

1.4 ETICS 的核心

ETICS 的形成包括系统的设计和现场组装。

在系统进行设计时，需要考虑：选择系统材料，受力安全性能，防火安全，系统的卫生、健康和环境要求，隔声，节能，耐久性和稳定性，面层装饰材料，整体的外墙的设计。然后依据规程进行验证，以及各种配件、细节做法、施工组织设计。

现场施工时，ETICS 的安装承包商应该是系统材料的唯一供应商，系统供应商对每一种系统材料和系统负责。施工时包括：细节详图的准备，现场模型样板的制作，窗口和各种洞口的处理方式，大面积施工中与样板墙的一致性。

确保 ETICS 品质的关键：系统中的所有组件都要出自于一个信誉良好的系统供应商，系统的施工应由系统供应商完成，而且系统出现问题后可以对责任溯源。

1.5 ETICS 和 EIFS 的区别

EIFS (exterior insulation & finish system) 与 ETICS 理念存在差异，可作为参考 (图 1-2)。

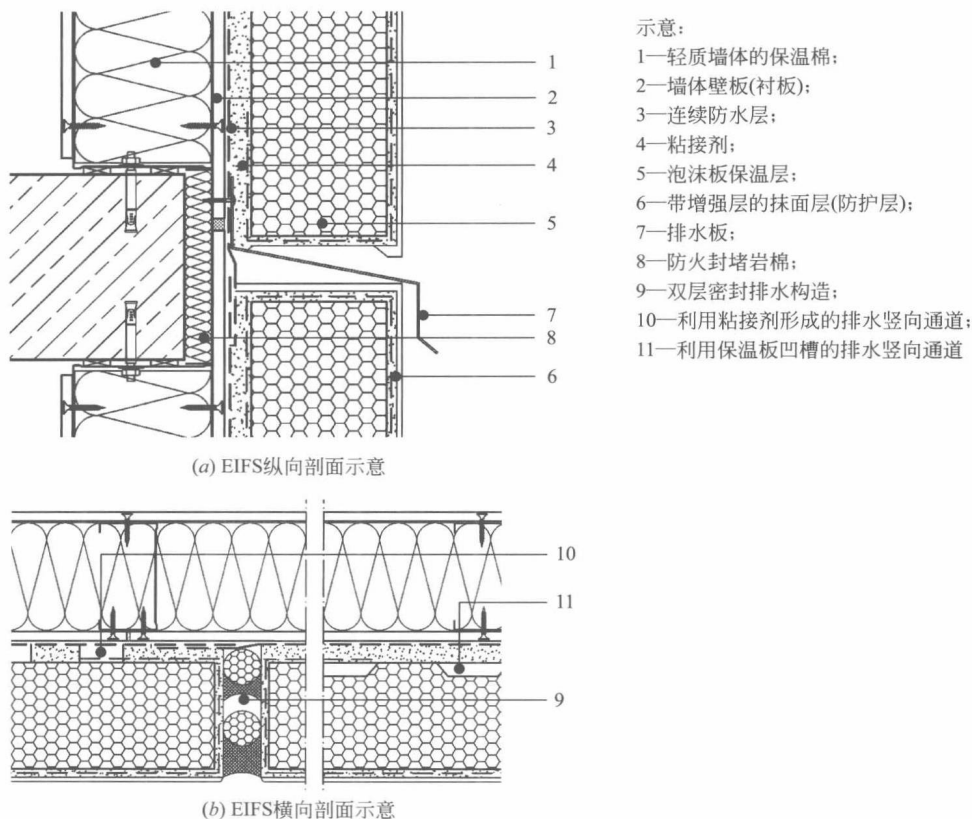


图 1-2 EIFS 典型构造