

马库斯莱恩 (Markus Renn)

3.6 对于使用热式风速仪查漏的说明概述

热式风速仪是一种在通风技术领域用于测量空气流的仪器。在气密性检测时使用风速仪查漏，首先是为了发现可能存在的气流。此时，实测或在仪表上显示的流速没有用处。

只有在分析下述影响因素时，才将流速用于对泄漏点的分析。

- **泄漏点的尺寸和形状**
在一个开口处的高风速（喷嘴效应）并不一定会造成高的泄漏流量，反之亦然。
- **风速仪与泄漏点的距离**
两者距离越大，风速越低。
- **风速仪与主气流方向的相对位置**
对于受狭小空间限制的气流，略微改变探头位置就会导致显示风速大幅变化。
- **温度平衡与气流的关系**
测量风速时风速仪也需要测量空气温度（参见测量原理）。由于温度测量与流体探头有一定距离，在受狭小空间限制的气流上有时会测不到相关的温度。这样风速仪显示的流速是不正确的。
- **风速仪的反应速度**
为了获得流速的正确显示值，探头在气流里的保持时间必须至少是探头的反应时间（适应时

间）。
极端值

按照伯努利（Bernoulli）定理，渗漏位置流速的理论上限取决于差压值。在建筑物 50Pa 负压条件下，在渗漏点直接测到的流入空气的流速最高约为 9m/s。这个风速只有在渗漏点几乎没有干扰的直线流体上才会达到（注意影响因素！）。

按照伯努利定理计算最大流速：

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

式中

v: 流速 m/s

Δp : 压差 Pa

ρ : 空气密度 kg/m³ (在 1013 hPa 和 20 °C 时: 1.2 kg/m³)

热式风速仪测量原理

热线风速仪的流速敏感探头是一种电气组件，其电阻与温度有关。电流会将探头加热到明显高于测量环境的温度（与生产厂家有关，最高到 100 °C）。当气流从探头带走热量时，调节回路提高加热电流，使温度保持恒定。调节电流与风速成正比。

带走热量的大小也与空气温度有关。因此需要测量空气温度。温度测量一方面应尽量靠近探头，但又必须在空间上保持一定距离，以免受到被加热探头的影响。所以温度探头的位置始终是一种妥协。特别在测量小流量时 (< 0.2 m/s)，这种影响是不可能完全避免的。



图 3.10: 使用中的热球探头

提示：如果也利用风速仪测量空气温度，并用于按 EN 13829 分析气密性测量值，最好摆动探头以便假造一种气流，使探头相对看来好像一动不动地停在空气中。



图 3.11: 热球探头 (1), 热线探头 (2)



作者

马库斯雷恩博士

1959 年出生。在爱尔兰根大学获物理学博士

1993-1995 希根大学从事科研工作，重点在建筑物理测量技术。1996 年开始成立自己的气密性、保温和能源咨询工程师办公室

1. 热球探头

被加热的电阻位于一个金属球体内 (D 3 mm)。

- 鉴于金属球的质量，反应时间比较长 (约 4 s)。
- 球头必须保持在气流中，不允许接触物体表面 (接触时也会失去热量)。
- 球头全方位对气流敏感 (与气流方向无关)。
- 由于球的直径很小，可以伸入缝隙内或在缝隙附近测量。
- 温度测量在球下方约 1-2 cm 的棒内。

2. 热线探头

被加热的电阻位于一个保护结构内，并自由悬挂在非常细的线上。

- 反应时间短，因为电阻极小 (约 0.5 s)。
- 探头不会接触到物体表面。
- 保护罩只允许在特定角度范围让气流流过电阻 (与方向相关)。
- 在保护罩的下边缘测量温度。

克劳斯 福格尔 (Klaus Vogel), 马库斯 雷恩 (Markus Renn)

3.7 气密性检测

在检测建筑物气密性时, 应根据具体任务做好检测对象的前期准备。由于在标准和建筑节能法规中对于如何做好“正确”准备工作的详细问题是个空白, 所以建筑气密性专业协会 (FLiB) 以说明和检查清单的形式对这些问题做了解释。

本节将深入介绍各种检测方法、按照建筑节能法规提出气密性证明的要求和一些发展动态。并以表格形式汇总了不同单位发表的检测准备工作和建筑物准备工作的内容和注意事项。

但是这里需要说明, 为气密性检测人员按照建筑节能法规进行“最终测量”提供详细并被普遍接受的准备工作清单的过程尚未结束。为此 FLiB 正在开展新的努力, 希望通过成立“跨行业工作组”来实现上述目标 [1]。

《建筑节能法》

2002 年建筑节能法规生效 [2], 并先后于 2004 年、2007 年和 2009 年进行了修订或者重新编写。

按照 2001 年 11 月 16 日法规第 5 款, “新建建筑在建设应该按照当时技术水平对传热围护结构包括接缝进行耐久性密封” [2]。现行法规, 即 2007 年 [3] 和 2009 年 [4] 的法规在第 6 款也有类似要求。但是, 将“按照当时技术水平”改为了“按照公认技术规则”。对于这个技术用语的含义在本书第 6 章做了详细介绍。法规第 6 款还说: “气密性检测如果符合附件 4 第二条的要求, 则在计算采暖能源需求

时可以考虑气密性证明” [4]。即提供建筑物外围护结构气密性证明, 可以在计算采暖能源需求时取较小的通风散热损失或者考虑机械新风系统的热回收份额, 对一次能源需求计算结果是有利的。

法规附件 4 [3, 4] 引用了检测标准 DIN EN 13829。此外, 该附件还提到了气密性要求, 如果不考虑对没有通风装置建筑的详细要求, 法规对气密性极限值的规定一直未变。

取决于采用什么方法!

DIN EN 13829 对于现场按差压方法检测建筑物或部分建筑透气性提出了详细要求, 见表 3.7.1。检测区分方法 A 和 B。两种方法在数据采集和测量时间方面没有差别。差别主要在检测前的准备工作。方法 A 强调在使用状态检测建筑物气密性。所以只需关闭“建筑物或部分建筑上有意留出的对外开口 (窗、门、烟囱)” [5]。方法 B 主要关注建筑物外围护结构的气密性。“为此需要关闭所有可以调节的开口, 封堵所有其他有意留下的开口” [5]。

例如对于电梯井通风或排烟用的可关闭的开口, 两种方法会提出不同要求。按照方法 A, 这类开口保持开启状态; 按照方法 B, 这些开口必须封堵。这种不同的准备条件必然会对检测结果产生影响。而且这种影响随建设项目有大有小。除了这些差别, 两种方法也有共同之处。例如要求对送风和排风装置的进出风口进行封堵, 以及前面说的测量时间点。两种方法都要求, “在建筑或

内容	
	前言
	导言
1	适用范围
2	引用标准
3	专业术语 ¹⁾
4	仪器设备
5	检测方法 ²⁾
6	数据分析
7	检测报告 ³⁾
8	测量精度
	附件 (供参考) 和参考文献

表 3.7.1: DIN EN 13829 目录[5]

¹⁾ 泄漏流量:
通过建筑物外围护结构的空气体积流量。

¹⁾ 建筑物内体积:
一栋建筑或部分建筑屋内有采暖、制冷或机械通风的体积。它们是检测对象, 通常不包括坡屋顶顶层楼板、地下室或建筑附着物。

¹⁾ 参照压差下的单位体积泄漏流量:
在建筑物外围护结构表面参照压差下的泄漏流量除以建筑物内体积 (一般为 50Pa: n_{50} , 单位: 1/h)。

¹⁾ 透气性:
在建筑物外围护结构表面参照压差下的泄漏流量除以外围护结构净面积 (一般为 50Pa: q_{50} , 单位: $m^3/(h \cdot m^2)$)。

¹⁾ 单位净建筑面积泄漏流量:
在建筑物外围护结构表面参照压差下的泄漏流量除以净建筑面积 (一般为 50Pa: w_{50} , 单位: $m^3/(h \cdot m^2)$)。

²⁾ 方法 A (在使用状态检测建筑物气密性)
建筑物外围护结构状态与不同季节开启采暖或空调时建筑物的使用状态相同。

²⁾ 方法 B (检测建筑物外围护结构气密性)
按照标准要求关闭或封堵建筑物外围护结构上所有有意保留的开口。

³⁾ 最少数据 (举例):
被检测建筑物的特征数据, 与标准的偏离, 检测对象和检测设备描述, 检测数据和检测日期。

部分建筑物外围护结构竣工后再进行检测”[5]。

关于选择“正确方法”的问题

如前所述,如果对建筑物气密性规定了必须遵守的极限值,就必须明确采用何种气密性检测方法。

从表 3.7.2 给出的建筑节能法规[3, 4]和 DIN 4108-7 2001 年老版本[6]和 2011 年现行修订版[7]的气密性要求可以看到,对于 50Pa 下的气密性要求 n_{50} 没有差别。迄今为止,建筑节能法规对检测方法没有规定。而无论老版本还是新版本,标准都明确引用了方法 A。当然,现行标准在 n_{50} 最高值方面有一点是新加的,即对于不同通风系统推荐的建筑物检测准备可以与 DIN EN 13829 方法 A 的准备有所不同。由于在建筑节能法规和 DIN 4108-7 中(2001 年旧版标准与当时正在准备中的建筑节能法规有关联)都提到了同一个 n_{50} 值,所以在一开始时就认为,在按建筑节能法规提出气密性证明时也应采用方法 A。

建筑物气密性专业协会 FLiB 公开代表了这种观点。所以一直到大约 90 年代中期,在按建筑节能法规进行证明性检测时主要采用 DIN EN 13829 的方法 A。由于这个标准没有回答详细问题,文献[8]给出了解释(推荐意见),其中也包括了按方法 A 进行“验收检测的检查清单”。

建设部长会议“建筑技术”专业委员会(该委员会也参与《建筑节能法》的设计)在《建筑节能法》框架内采用检测方法的问题上,从 2004 年 3 月开始就认为

“应该采用 DIN EN 13829 的方法 B(检测建筑物外围护结构)”。此外,“应该在建筑物竣工后(与气密层相关的全部工作完成后)对建筑物气密性提出证明”[9]。在之后几年,对于与气密性相关的专门问题作出了进一步规定。对于按[10]对建筑物准备的现行要求见表 3.7.3。仔细考量上述规定中提到的

必须封堵和不需要封堵开口的例子(比如不可以关闭的电梯井通风口和排烟口必须封堵,猫洞保持不变),可以清楚地看到,可以采取与 DIN EN 13829 方法 B 不同的准备工作。

那究竟该怎么办呢?即将修订的《建筑节能法》将明确要求采用方法 B。

	DIN 4108-7		建筑节能法规	
	[6]	[7]	[2]	[3, 4]
引用的检测标准和方法	DIN EN 13829 方法 A	DIN EN 13829 方法 A	DIN EN 13829 未 提方法 ⁴²⁾	DIN EN 13829 未 提方法 ⁴²⁾
不允许突破的要求				
在下列条件下: n_{50} 1/h				
建筑物没有室内通风装置				
	3	3.0 ⁴³⁾	3	3.0
建筑物有室内通风装置				
	1.5	1.5 ⁴³⁾	1.5	1.5
在下列条件下: w_{50} , $m^2/(m^2 \cdot h)$				
建筑物没有室内通风装置		无要求	无要求	无要求
	7.8			
建筑物有室内通风装置		无要求	无要求	无要求
	3.9			
Q_{50} , $m^3/(m^2 \cdot h)$ 用于:				
评价建筑物外围护结构	3.0 ²¹⁾	3.0 ⁴³⁾	无要求	无要求
⁴¹⁾ 只要在现行建筑节能法规中没有要求;按照通风系统和推荐的建筑物检测准备要求,另外推荐的 n_{50} 最高值一般应为 1.0 l/h, 1.5 l/h 或 3.0 l/h。				
²¹⁾ 可选择,如果净层高为 2.6 m 或以下。				
²²⁾ 可以额外要求。				
⁴²⁾ 当建筑物或部分建筑内体积大于 1500m ³ 时,可以提出额外要求。				
⁴³⁾ 按 [9]: 采用 DIN EN 13829 的方法 B				
⁴⁴⁾ 按 [10]: 采用 DIN EN 13829 的方法 B				

表 3.7.2: 气密性要求 [2, 3, 4] 和 [6, 7]

3. 建筑物外围护结构透气性测试

表 3.7.3: 检查清单比较

	DIN EN 13829	方法 A		方法 B	
		建筑节能法规最终检测 [11]	验收检测方法 A [8]	方法 B ¹⁾	建筑技术专业委员会 [10] ²⁾
Nr.	建筑构件/开口/内装修等	措施	措施	措施	措施
1	外门/外窗/屋顶窗	“关”	“关”，有时要锁住	=	=
2	内门	“开”，有时要固定住	=	=	=
3	非采暖房间窗户	“关”	=	=	=
4	人孔/顶层侧面挡板 ³⁾	“关”	=	=	=
5	通往非采暖建筑物的挡板/门/人孔	“关”	关闭，有时要锁住	=	=
6	通往非采暖地下室/地下室过道/地下室楼梯的门	原则上“关”；如果后面与采暖房间交界，则“开”	=	=	=
7	锁孔	无措施	=	=	=
8	吊顶	无措施	=	=	=
9	采暖区域通风管道的风口	封堵	=	=	=
10	通往非采暖区域的空管（如预留的太阳能装置安装管道）	无措施	=	=	=
11	卷帘拉绳穿透口	无措施	=	=	=
12	通往非采暖房间的晾衣通风道	“关”；无其他措施	=	=	=
13	信箱挡板/槽/猫洞挡板	“关”；无其他措施	=	封堵	=
14	中央吸尘装置	“关”；无其他措施		如关不了就封堵，否则“关”	如关不了就封堵，否则“关”
15	电梯井通风	无措施			
16	采暖区域干衣机对外排风口	“关”；无其他措施	=	封堵	封堵
17	采暖区域装有泵和技术设备的井道盖板	“关”；无其他措施	=	=	=
18	采用固体燃料、燃油或燃气并利用室内空气运行的燃烧装置（壁炉、燃气灶、壁炉、直热式热水器）	停用，必要时清除积灰，房间侧的关闭装置“关”	停用，无其他措施 ⁴⁾	关闭	封堵
19	用于供应燃烧所需空气的“室外通风口”	如有隔离挡板，则“关”，否则无其他措施	停用，无其他措施	封堵	封堵
20	暖气设备间/燃料库内的“进风”口	无措施	=	封堵	封堵
21	布置在采暖区域的烟囱背通风口	无措施	=	封堵	封堵
22a	直接对外的厨房抽油烟机	停用，如能隔离则“关”，否则无措	停用，无措施	封堵	封堵

表 3.7.3: 检查清单比较续表

22b	接入通风装置的厨房抽油烟机	封堵		=	=
22c	其他风机（短时间按需运行）	停用，无措施	= ⁵²	封堵	封堵
23a	排气口（厨卫和 DIN 1946-6 定义的其他排气室）以及用于机力排风的外墙通风口	封堵	关闭，无措施 ⁶²	=	=
23b	送排风“一体”装置的进风口	封堵	关闭，无措施	=	=
23c	排气口（厨卫和 DIN 1946-6 定义的其他排气室）以及用于横向自由通风和通风井通风的外墙通风口	如能隔离，则“关”，否则无措施	关闭，无措施 ⁷²	封堵	封堵
¹²	对于 DIN EN 13829 方法 B，迄今还没有针对上述各项的措施表。作者根据 DIN EN 13829 文字的含义对方法 B 演绎了以下措施：“关闭所有可调开口，其他有意保留的开口都必须封堵”[5]。				
²²	按照参考文献[10]对于《建筑节能法》要求的检测应采用方法 B。所以把“建筑技术”专业委员会放到了方法 B 一栏。当然并不一定保证建设部长会议“建筑技术”专业委员会对每一项以同样的方式和方法给予阐释。至少对于 13、18 和 22a，文献[10]对方法 B 栏提出了不同的措施。				
³²	朝向侧面和坡屋顶楼板的人孔/挡板的开或关，在文献[8]有不同的考量。建筑物内体积按文献[6]计算，“即将净建筑面积…乘以楼层净高”。在 2005 年的新版 DIN 277-1 中，对于净建筑面积的计算不再采用可行性准则。在文献[8]里还使用基于 1987 年老版 DIN 277-1 的准则。根据净建筑面积计算方法，选用相应的措施。				
⁴²	在文献[8]的检查清单里，对于“独立壁炉/墙内壁炉/侧墙壁炉等”以及“开放式烟囱”还提出了如下措施：“停运，清理积灰，关闭进风”。				
⁵²	原来在文献[8]的检查清单里没有 22c。而在文献[8]的文字部分第 5.2.3 节解释了，为什么这一点包括在本文列出的检查清单中。				
⁶²	文献[8]检查清单里没有相似的细分，仅提到了“进风部件（机械排风装置）”。				
⁷²	文献[8]检查清单里的“窗户间隙通风五金件/屋顶窗户”被归入 23c。				
=		等号适用同一行。适用第一栏的相同措施。			
■		灰色框表示在检查清单里没有相对应的措施。			
按文献[11]	“关”	关闭现有设备的开口。			
	封堵	用临时措施（如胶带、薄膜、橡胶气球等）封闭开口，建立一种绝对密封状态。			
	提示	如果没有仪器/安装部件，则允许采取临时封堵措施。此时检测队伍必须在检测报告中详细注明偏离“使用状态”的内容。 在抽油烟机和独立风机的排气口一般有可旋转的挡板，风机运行时气流可吹开挡板。因此，在负压和正压测量时预计会得出不同的结果… 根据进风和排风装置的封堵位置，管网系统的不密封性应计入测量结果。			

对检查清单的解释：

在比较检查清单时，应该参考文献[11]“《建筑节能法》最终检测检查清单”的结构和措施。本文的检查清单又在建筑气密性专业协会的“按方法 A 进行验收检测的检查清单”[8]基础上做了加工，主要是对个别项做了汇总，重新编排了各项的顺序，并扩大了针对通风技术装置的措施。在“按方法 A 进行验收检测的检查清单”中对于大立柜门（无措施）和缺少窗户把手（封堵，在检测报告中记录）等精准提示，没有包括在“《建筑节能法》最终检测检查清单”中。两种检查清单的主要差别在于对外墙通风口（ALD）的处理方式。按照“《建筑节能法》最终检测检查清单”，需要对此进行封堵；按照方法 A 进行验收检测的检查清单只要求关闭。

检查清单

在按《建筑节能法》进行证明性检测时，特别需要一份详细的可验证的建筑物准备工作检查清单。只有通过以下工作，才能制定这样的清单，

- 进行比对测量
- 对参与建设人员给予保障
- 统一执行《建筑节能法》。

表 3.7.3 中列出的一系列要点，需要根据采用的方法，在日常检测中给予统一规范。对不同检查清单的比较遵循文献 [11] “《建筑节能法》最终检测检查清单”的结构和措施。本文的检查清单又在建筑气密性专业协会的“按方法 A 进行验收检测的检查清单”[8] 基础上做了加工，主要是对个别项做了汇总，重新编排了各项的顺序，并扩大了通风技术装置的措施。作者根据 DIN EN 13829 文字的意义推导出针对方法 B 列出各点项的相应措施。这些措施也被“建筑技术”专业委员会引用，只要在参考文献 [10] 没有与此偏离的表述。当然并不一定保证建设部长会议“建筑技术”专业委员会对每一项以同样的方式和方法给予阐释。本表 3.7.3 可以作为文章开始提到的“跨行业工作组”的一个工作基础。

参考文献

- [1]Solcher,O.(2012): Gebäudepräparation bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen – Bericht über den FLiB-Workshop Auswirkungen der Gebäudepräparation in der DIN V 18599. Vortrag anlässlich 7th International BUILDAIR-Symposium am 11./12. Mai 2012 in Stuttgart.
- [2]Energieeinsparverordnung-EnEV (2001):Verordnungüber energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 59.
- [3]Energieeinsparverordnung-EnEV (2007):Verordnungüber energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 34.
- [4]Energieeinsparverordnung-EnEV (2009):Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung.Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 23.
- [5]DIN EN 13829 (2001): Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden. Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden. Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert), Deutsche Fassung EN 13829: 2000.
- [6]DIN 4108-7 (2001): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie-beispiele.
- [7]DIN 4108-7 (2011): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele.
- [8]FLiB (2002): Beiblatt zur DIN EN 13829. Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V. (FLiB), Kassel.
- [9]Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg., 2004): Auslegung zu § 5 i.V.m. Anhang 4 Nr. 2 (Luftdichtheitsprüfung) der Fachkommission Bautechnik der Bauminis - terkonferenz, 9. März 2004.
- [10]Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg., 2009): Auslegung zu § 6 i.V.m. Anlage 4 Nr. 1 (Luftdichtheit) und Auslegung zu § 6 i.V.m. Anlage 4 Nr. 2 (Luftdichtheitsprüfung) EnEV 2009 der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz, 9. Dezember 2009.
- [11]Vogel, K., Renn, M. (2005): Überprüfung der Luftdichtheit. Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V. stellt neue Checkliste vor. AIRTec 3, 13-16.



作者

克劳斯·福格尔博士
自由职业者，主要
作为气密性领域的
专家和传媒人



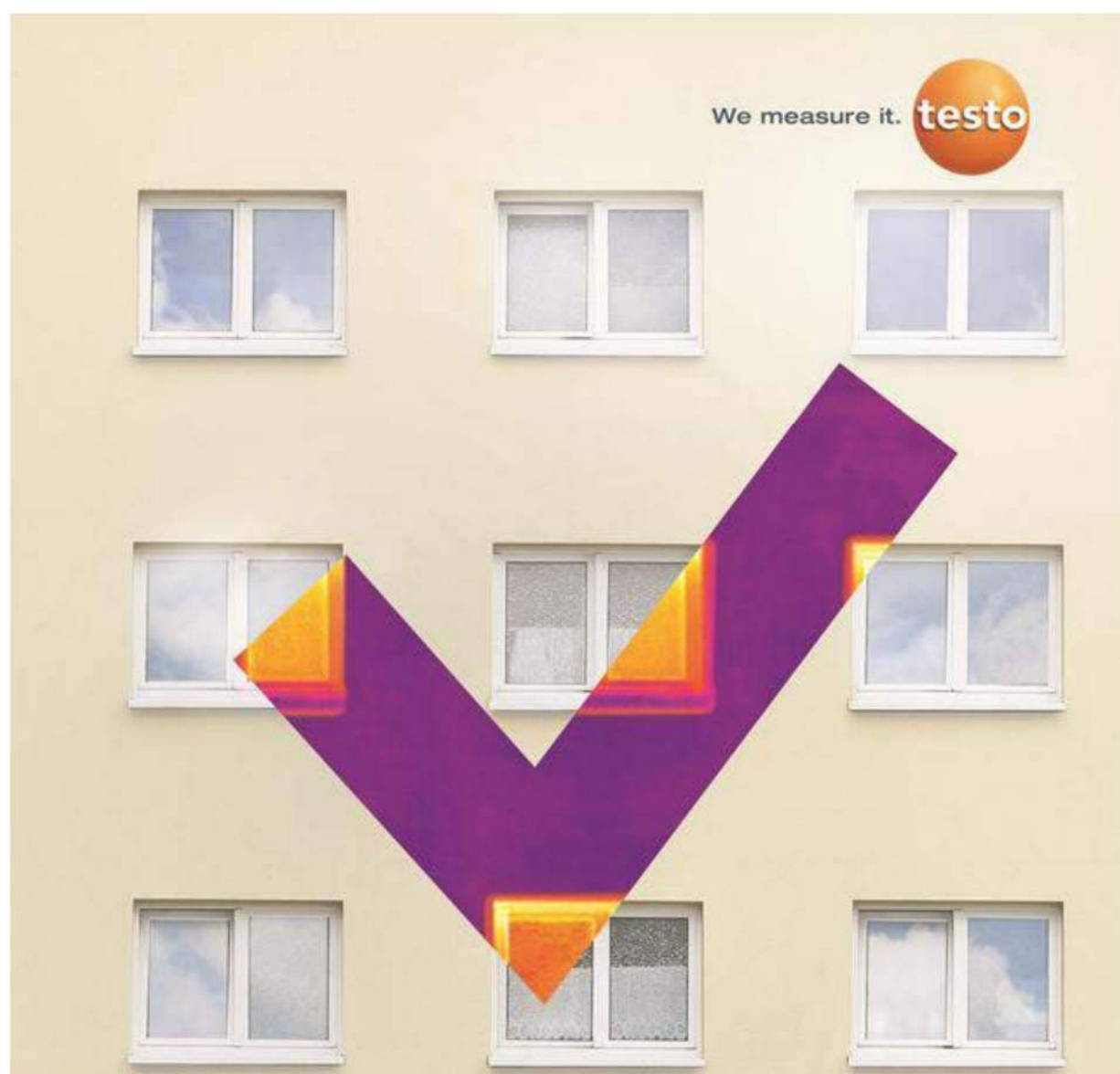
作者

马库斯·雷恩博士

1959 年出生。在爱尔兰根大学获物理学博士

1993-1995 希根大学从事科研工作，重点在建筑物理测量技术。
1996 年开始成立自己的气密性、保温和能源咨询工程师办公室

We measure it. **testo**



所过之处 能耗立现

德图 testo 885 红外热像仪
——建筑能耗无所遁形

- ◆ 检测建筑热缺陷 评估建筑能耗
- ◆ 检测建筑气密性及隔热保温性能 让节能效果可视化
- ◆ 独特表面湿度成像测量功能 清晰展现霉变隐患



德图仪器中国 * 400-882-7833 * 传真: 021-6482 9968 * www.testo.com.cn * info@testo.com.cn

4 粘贴—材料和加工

乌尔里希·何宁 (Ulrich Hoeing)

今天，业主期待他的房子不仅有舒适的居住环境，而且要既不太潮湿又不太干燥。气流和风应该存在于自然环境，而不应该出现在自己温馨的家里。制作耐久气密层对实现这一愿望有重要贡献。本文将重点介绍制作气密性建筑物外围护结构需要的材料、工艺和相关知识。

4.1 制作气密层的材料

常用粘贴材料

人们一般首先会想到单面胶带，其实还有许多构筑气密层的粘贴材料。简单提一下，不一定完整：

- 有或没有罩面纸的单面或双面胶带
- 经过浸渍处理的预压缩膨胀密封条
- 埋入式密封带
- 橡胶或塑料型材

最佳胶带宽度

还要对最佳胶带宽度说一句话。现在 50mm 宽的胶带还有零星使用，经常是出于价格考虑。但是市场上 60mm 宽的胶带卖的很好。这种胶带比较好，因为两边都有 30mm 的覆盖宽度。不要忘记，每增加 1cm 宽度，保险系数就相应增加。如果在外侧居中粘贴接头，则意味着每少 1cm 就会损失 33% 保险系数（相当于 3cm 宽的胶带损失了 1cm）。这就是为什么生产厂家提供不同宽度胶带的原因。而且接缝宽度也会占用胶带的有效宽度。在粘贴板的端部节点时就会出现这种情况。端面一般是不适合粘贴的，因为胶带在密度板、夹芯板和刨花板等粗糙和纤维状端面的粘结力很差。现在从通常的 60mm 宽的胶带扣除板的厚度，每一侧就只剩下 2cm，这显然是不够的。建议使用 75mm 或以上的胶带。建筑构件层面的错位或安装误差都可能要求更宽的胶带。

- 收边条
- 液体胶

这类材料可用于条形薄膜或板状材料的互相粘贴，与其他建筑材料或基底连接处的粘贴或者构造气密性穿墙口。这种材料粘贴后（几乎）可以剥离。还有一类用于结构连接的不可剥离的粘结剂，它们主要用于木材拼缝、飞机、船舶和汽车工业，但不适合用于吸收建筑物内的持久载荷。

胶带、薄膜、纸、无纺布、板材（所谓的基底或基础材料）

如前面的章节和本节标题所述，我们将某种东西与另一种东西一起粘贴到某种基底上。原则上我们和三个“伙伴”打交道，一方面我们必须把它们称为部分构件，另一方面每个构件都为成功做贡献—组成耐久性粘贴。可惜在日常工作中经常把这种关系忽略了。一般就说

“粘结剂”，而把另外“两个伙伴”忘了。需要说明，使用板状材料作为对常用胶带的补充是允许的，也符合现行标准。但在节点区域和穿墙口需要做特殊处理。

可惜今天市场上有些产品的表面特性属于难以粘贴的类别，比如纤维状的、带尘的和破碎的表面。下文给出了一个风险矩阵（表 4.1）

4.2 粘结世界的简要入门

粘结天天都会发生。我们从第一次做游戏开始，就一直在使用粘结。关于粘结可以写一本书。下面将集中介绍用于制作气密层的粘结。为了能够更好的理解粘结过程，这里先对粘结的技术术语做一解释。

内聚力和粘结力

内聚力是指一种粘结剂的内部强度（内聚），即粘结层内自身的强度（例如例如

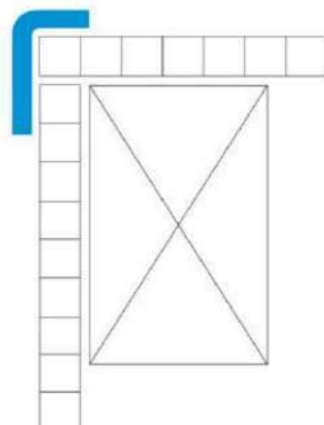


图 4.1: 必要的胶带宽度取决于基底构造和粘结性能，此处需要 75mm 宽的胶带。

实践小窍门**不用廉价聚乙烯胶带的4个理由**

- 聚乙烯的表面能量一般很小，所以基本上很难粘牢。
- 在温度波动时收缩和扭曲变形量很大。
- 有生产过程留下的分离剂。
- 存在静电积灰的危险。

液态会结晶的蜂蜜)。粘结力则不同。它表示一种粘结剂和其他基底材料的粘结能力。粘结力与粘结剂和基底材料有关。

表面张力(液体)和表面能量(固体)

该定义用于理解粘结剂在基底上的附着力。大家都知道，自来水会在玻璃或漆板表面形成椭圆形水滴，而油或甲醇则会形成很大的斑。如果在水中加入肥皂，水滴就会在基底上扩散。洗涤过程就利用了这种效应，即利用洗涤剂减少表面张力以改善水在布料或基底上的浸润。

粘结剂和基底都有表面能量。为了让粘结剂尽可能全面的浸润到基底表面，形成尽可能大的接触面积，就需要让粘结剂的表面能量小于基底的表面能量。用光学方法(接触角度测量仪)测量比较费事，用比对墨汁比较简单。表面能量单位为 mN/m 或 dyn/cm 。提供几个参考值：

- PTFE (聚四氟乙烯) 19
- PP/PE (聚丙烯 / 聚乙烯) 29-33
- 强力胶 约 30
- PET (聚对苯二甲酸乙二酯) 41-42
- 铁 2550

如果使用的条形薄膜表面能量很低，使得粘结剂在表面的浸润度不够，粘结就会不牢。所以条形薄膜(基底)要有尽可能高的表面能量。可惜很少有条形薄膜表面能量的数据，这类产品的相关标准和 CE 标识也没有这方面的规定，不能为施工人员提供适当的指导。FLiB 的检测和标识(PKV)规定 2007-11 版第 4 点建议，检测用基底的表面能量不得小于 $40\text{-}42 \text{ mN/m}$ 。目前正在编写的 DIN 4108-11(草稿)“用胶带和粘结剂制作气密层时对粘结连接耐久性的最低要求”，对于检测基底要求条形薄膜的表面能量 $\geq 40 \text{ mN/m}$ 。然而市场上供应的条形薄膜的表面能量远远低于上述极限值。这就意味着，在其他基底上的检测结果会差很多。

几种用于制造粘结剂的原材料

有许多原材料可以制造用于气密层的粘结剂。下面列出最主要的几种：

- 天然橡胶和丁基橡胶
- 丙烯酸酯
- 强力溶胶

- 聚氨酯(PUR)
- 改性聚酯
- 反应系统(AB 胶)

根据基本材料的配置情况，强力胶也可称为或分类为水性(用水做溶剂)、溶剂型或固含量 100% 的产品(High solids)。大多数情况下这类粘结剂不是以单物质形态出现，而是一种有添加剂(树脂、软化剂、增稠剂)的改性物质，使其符合专门用途的需要和优化性能。因为“广谱抗生素”在粘结行业里还没有出现，对某项性能的改进一般会在其他方面产生负面影响。

粘结剂的软性和涂抹

粘结剂在胶带上的涂抹量(g/m^2)会显著影响其粘结性能和质量。涂抹量大虽然对不平整纤维状基底有好处，但是它会像软粘结剂那样，对于持久拉应力或高的外部温度比较敏感。涂抹量小虽然便宜，但是对于粗糙表面，由于粘结质量太少而不能浸润基底。粘结剂的调配也会影响其性能。比如软的粘结剂会渗入表面，但内聚力较小，在撕拉时倾向于在粘结剂中心分离，胶带圈端面还容易有胶水渗出。相反，调制得比较硬的粘结剂虽然一般有较高的内聚力，但低温粘结比较困难。简单

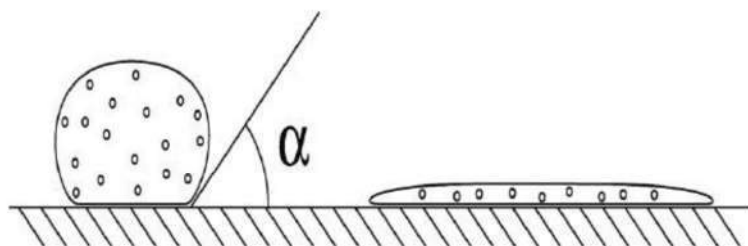


图 4.2: 表面张力示意图

的说, 粘结剂涂层越厚越软, 在建筑产品表面的粘结力就越大。而另一方面则会损失内聚力和温度稳定性。“用大拇指”试验粘结力的做法只能得到对粘结力的主观印象, 因为它仅仅感知了初始粘结力, 而决定性粘结力是在几个小时后才达到的。

常用载体材料和一种粘结技术上的假象

就像粘结剂原材料一样, 承载粘结剂的载体也有不同的材料。比如以聚乙烯为基础的塑料载体、聚丙烯、纸、油纸、合成纤维纸、铝和最近出现的无纺布。双面胶一般由与粘结剂一体化的网格布替代载体材料。需要注意下列事项: 首先载体要和今后的用途相匹配(比如适合在室外使用), 因为往往是载体的耐水性决定胶带的耐水性, 而不是粘结剂本身。其次, 载体将决定胶带的主观粘结力。如果它很有延伸力, 则大部分拉力被延伸力用掉了, 这会使使用者觉得粘结力很大, 而实际上并非如此。载体(无纺布、合成纤维布、塑料)与粘结剂的附着力决定胶带的强度。匹配不当, 载体会和粘结剂分离(粘结剂在载体上的粘合力太小), 使这种胶带不可实际应用。

载体材料的收缩性能

在潮湿、温度和老化收缩引发的双金属材料效应下, 胶带会垂直于胶带走向的方向缩紧。纸质胶带更甚。这是最烦人的, 特别在室外粘贴时, 水平粘贴的胶带会形成一个

“漏斗”形水槽, 导致不密封。用无纺布做载体的好处是, 这种材料有很高的抗撕拉强度, 对温度、紫外线和潮气引起的变形不敏感。用下面的例子就很好解释, 棉花球受热时不会明显收缩, 至多在温度太高时会融化。

衬里、面纸、覆盖用纸、保护用纸和分隔纸

在制作气密层时, 胶带一般有一层盖住粘结剂的纸或衬里。在实践中往往被认为是不必要的垃圾。然而如果胶带没有衬里而自己卷在一起, 那么载体面层就要进行处理(做硅化处理), 使胶带不会粘在一起。使用这种胶带做十字粘贴时, 交叉部位会粘不住, 无法形成密封的气密层。由于市场上有诱人的廉价产品, 所以这里要特别指出它们的薄弱环节。

用于边缘节点的粘结剂和胶水

除了胶带, 边缘节点粘结剂被越来越多地用于将条形薄膜的边际节点粘贴到相邻的建筑材料上。这种粘结物质一般为水性或溶剂型胶粘剂。

需要说明的是, 这类粘结材料可能需要好几天才能凝固, 特别是将两种渗透型致密材料互相连接时。凝固之前, 粘结点可能会受到外部因素(风、机械作用力)的干扰而脱开。

可惜也会经常发生这样的情况, 已经凝固的粘结仍会受潮气渗透或气候的影响。水性弥散剂趋于重新弥散, 也就是重新吸收水分

而丧失内部强度, 使粘结点失效。所以需要在实践中加以注意。应高度关注施工质量, 不能忽视现场施工条件。鉴于以上两方面的原因建议采取附加机械保护措施。

4.3 加工

人一材料—环境

粘结点的质量和耐久性主要取决于粘结材料本身、被粘结部位的质量(表面、运动、吸收性能和老化过程)、施工质量和粘贴时和粘贴后的环境条件(湿度, 温度)。

外部影响

假如能够全程跟踪一个建筑工地的气候条件, 就可用于评论“建筑工地的微气候”。季节变化对温湿度条件的影响经常被低估或忽略。再加上施工作业, 如抹灰或做地坪带来的潮气, 就更应加倍小心。如果粘结作业还要在无遮挡的户外进行或者受到天气的影响, 那么就一定要选用制造厂明确推荐和同意在这种条件下使用的粘结材料。

潮气

必须注意, 绝大部分强力胶不能粘结到湿或潮湿的基底上, 因为被粘结材料表面的水膜(如冰晶或凝结水)会产生隔离作用。所以在潮湿基底上的粘结一定要加倍小心。在实际工作中, 这种粘结方式经常被诟病。但埋怨也没有用, 还是需要注意。

潮气也会透过载体、粘结剂边缘和基底(粘结点背

标准，法规，法律 气密层设计	现场条件 气密层施工
对气密性建筑方式必要性的 认可 员工培训	使用产品的功能 注意制造厂提供的信息和推 荐意见

图 4.3: 对气密性施工质量的主要影响因素

面吸水引起渗透)侵害粘结效果。出现后一种情况时,粘结剂和基底间会形成隔离层,最终导致粘结失效。这里也需要说明,对于最近开始使用的潮气选择性或适配性隔汽层,应特别注意它们的可粘结性。因为这类材料可以吸收和输送水分子。也就是说,根据建筑工地条件它们会或干或湿,从而又会对可粘结性和粘结力产生负面影响。所以还是建议使用供货商提供的配套产品,从源头上杜绝可能出现的问题。

市场上有耐水粘结剂和潮气影响下会发生变化的粘结剂(膨胀和收缩)。受潮后呈牛奶状的粘结剂(“白色流挂”)将水分子带进了粘结剂里,可能会造成两个粘结体之间的粘结强度变差,所以应该将这种变化视为一种警告信号。

虽然气密层一般都位于建筑物内侧,但还是可能会涉及粘结剂是否适应外部条件的问题(例如橡条间的保温或者从外部进行建筑节能改造)。在这种情况下应该注意的是:粘结剂必须适合外部使用(不会二次弥散的粘结

剂),可低温使用,载体有足够的抗紫外线老化性能。

温度

首先要区分施工温度和耐温性能以及温度作用时间。施工温度一般只需保持在一定的温度范围。许多粘结剂很软,初始粘结力很强,可以在低温下施工,可惜在高温下的耐温性很差。好的丁基粘结剂的最低施工温度在零度左右,而丙烯酸粘结剂在-5℃。水性粘结剂的加工温度一般要求明显高于冰点温度。好的产品的耐温性在-40℃到+90℃范围。

施工建议

下面的建议来自作者和作者雇主的多年经验,应该对施工人员有所帮助。

设计窍门

气密层必须围绕建筑物外围结构,没有中断。应避免错位和不平整。应特别注意工人的施作条件。一些关键部位应有节点大样,并和施工人员交底。不要抱有任何侥幸心理。

如何粘贴木材,如何和强力胶一起使用?

我不想先入为主。但是我想先问:进行正确的木材粘贴需要什么?每个粗木工或细木工都会很容易的回答这个问题:

- 选择合适的胶水
- 材料表面要清洁、干燥、刨平、无灰、无油、无树脂
- 施加足够的夹紧力(螺纹夹具)
- 合适的温度(明显高于0℃)
- 留出足够的固化或松夹时间

在粘贴胶带时 also 需要注意这些问题。下面将给予详细介绍。

关于清洁度

大家应该知道,而且我们的经验也说明,本文介绍的粘结剂不可以用于油性的、有肥皂的、有灰、潮湿或者甚至有水的基底。DIN 4108-7/2011-1 第 7.2.1 节提请注意:“粘结基底必须清洁、干燥,无灰、无油脂和其他会降低粘结力的物质,并有足够的承载能力。”对此大家要注意。必要时可以采用硅烷做基底处理。

棘手的基底

当粘结材料不能在基底上生根时，就需要对建筑材料做预处理。在采用强力胶时（丁基、丙基胶水），只要基底粗糙、疏松、砂化或者呈纤维状，或者基底的表面强度很小时，就必须进行预处理。混凝土、砖、石膏、砂浆、石膏纤维板，特别是软木纤维板，如果不做预处理，一般是不能用胶带粘结的。所以说，是粘结材料的表面强度，而不是粘结剂本身对粘结强度起决定作用。一定要注意制造厂给出的基底处理要求和刷胶的间隔时间。

液体胶因其浓稠的性状一般不要求做基底处理。但是，一定要在刷胶让粘结剂渗入表面和对胶水进行不合适的平板挤压引起延性损失之间把握好分寸。

对工序的建议

应该用气钉将气密性薄膜固定到基底结构上。在铺设时应尽量无皱褶，便于后来粘贴接缝。要注意气密性薄膜不应受到拉压应力作用。气密性薄膜不得连续承受保温材料的重量。否则会使气密层鼓胀，危害强力胶的粘结效果。卷状薄膜或袋装薄膜一定要直线裁剪，波形线边很难粘贴。薄膜也不可以铺在地上裁减，防止灰尘沾污。接头在房间中间位置向两边展开。这样可以将皱褶危险减少一半。胶带沿接头中心线粘贴。粘完后一定要再压一遍——可以用手掌压直到“手掌发烫”，也可以用起钉锤压。然后用胶带进行气

机械保护——是一个永久话题

过去几年对这个话题反复进行了讨论，几乎已经到了信任战争的状态。作者多年从事气密层粘贴技术的研究。下面对于机械保护的理理由来自沉痛的施工经验：

- 使用期的持久性迫使寻求长久解决方案。
- 潮气、污染物和冷的基底是需要认真对待的问题。
- 后来的潮气渗透会造成原来良好的粘贴连接失效。
- 运动、潮湿和/或温度会造成参与基底的长度变化。
- 由于胶粘剂、薄膜和基底材料的变化会产生粘结力问题。
- 大部分胶粘剂需要时间建立粘结力。液体胶需要好几天才能干透。在此期间不可以对粘结点施加载荷，并且需要机械保护。
- 现行标准 DIN 4108-7/201101 允许使用没有机械保护的收边胶粘剂，但是却说了不下 13 遍的“...但是...！”。所以对工匠们给予忠告，一定要仔细看好，不要一条腿站在法庭上！

密性封边。最后用合适的剪切技术——好的旧剪刀是最好的工具——将薄膜尽量贴紧穿墙口并粘贴。如果薄膜与穿墙口距离较大，可能需要安装卡件。形状复杂或者大的穿墙口用硬质垫板施工效果更好。

气钉位置是否还要粘贴？

经常有人问气钉位置是不是还要粘贴。从气密性来说可以忽略不计，实际测量已经有证明了。DIN EN 13829-1/2011-1 第 6.1.2 指出，薄膜不允许打孔，但是明确表示气钉和固定物体产生的孔除外，这就表明气钉孔是合法的。然而如果钉口有撕裂或存在损伤的危险，那么贴一块胶带也无妨。如果气密层同时必须担负隔汽层的功能（桑拿室、工业厨房、洗浴中心），则是另一回事。此时，在高的蒸汽压差下，

湿气会渗入基底结构，所以建议用胶带粘住钉眼。这样也可以防止固定材料腐蚀而损坏薄膜。根据引用的标准，利用尖形固定物（钉子、间隔螺栓等）将薄膜固定到基底结构上时，只有当它会产生压紧力或覆盖作用时才是密封的。请注意！

对粘结处的持续载荷

根据切身经验，我们知道从塑料物体上撕下标签的最好办法，是用恒定的力气慢慢地撕。强力胶的表现同样如此。所以一定要避免对粘结位置连续施加小的拉应力。胶带是用于制作气密层，而不是用于对结构件进行连接固定的！

气密性和吹出纤维素纤维

这本来应该属于前面的话题。但是这在前段时间一直

质量保证窍门

保温材料敷设完成后应尽快制作气密层。因为在冬季休业期间或者在做完地坪或抹灰后会有大量湿气渗入结构构造内。如果无法确定，就最好测量其他构造层建筑构件的湿度。

气密层制作完毕后，立即用风速仪，也可以用烟棒或者绑在锚栓上的鸭绒做简单的气密性测试。用打火机做试验存在起火的可能。可惜，这些试验需要一定的风压。在查找圆形线脚、拐角和难以够着的部位时，奶奶打毛衣的棒针可以帮助你。

气密层有损伤的部位一定要修补好。这里要求项目经理进行监督检查并安排修理。

是投诉的热点，所以专门安排一节来介绍。利用压紧条、小间距气钉和间距为 65cm x 65cm 的横向压条可以承受吹入压力和保温自重产生的持续机械作用力。这种隔条应该在按照保温材料前就安装好。边缘节点和可能存在的穿墙口要在机械设备帮助下仔细施工。在引用标准第 5 点有相关提示，对设计和施工也提出了宝贵的要求。在出现事故索赔时，这里经常是鉴定专家和法官的藏宝地。

泡沫、型材和必要的压紧力

这里需要再一次指出，普通的发泡剂不能作为气密层材料使用。用弹性材料制作的型材，以及圆形嵌绳，比如丙基材料的绳子，需要一定的压紧力才能产生作用和实现气密性。制造厂给出的压紧力要求一定要铭记在心。

橡条保温的特点

橡条保温已经受到重视。

在新建建筑和既有建筑改造中，如果追求高的保温标准，那么橡条保温就不能忽视。在这种建筑结构上，在保温层的暖侧也需要设计和敷设气密层。但是这项工作有两个难点：首先，气密层是在安装正梁期间或者在刚安装完正梁后就要敷设的。也就

是说气密层会接触外部气候，在恶劣的环境下工作。所以，任何一种隔汽层都担负不了这项任务。此处需要采用有足够耐候性的稳定产品。选择的粘结材料应该适合用于室外环境，这一点也非常重要。其次，条形薄膜一般敷设在承重结构的上面或者外面，必须与墙体内的气密层材料相连接。如果在正常的室内装修时要求设计气密层，那么在这里是必须的。详细周密的细部节点设计和注意安装顺序是十分必要的。

4.4 粘结材料的检测

已知的检测方法

粘结材料行业有不同的检测方法。这些方法是由下列机构颁布的：

- AFERA（欧洲粘结剂产品协会）：24 种检测方法标准。

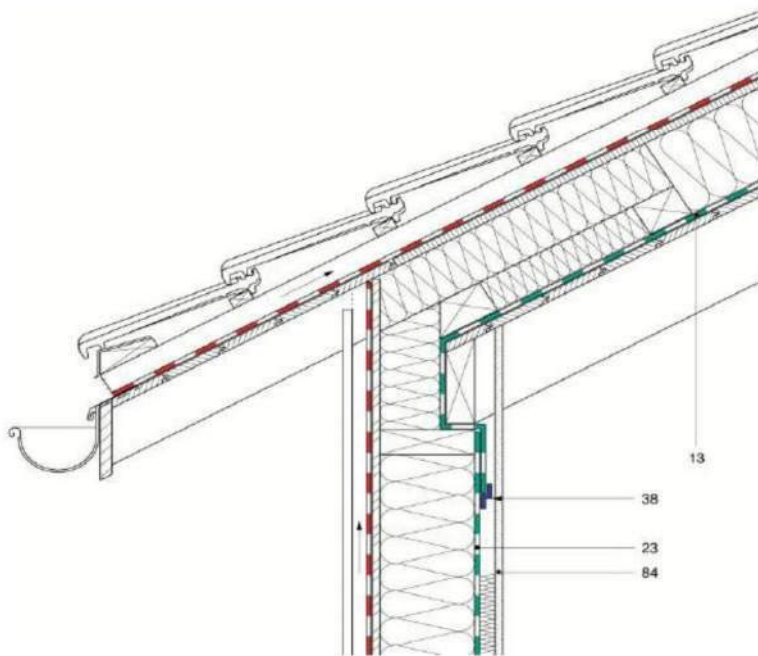


图 4.4: 橡条保温的根部节点大样

- ASTM (美国检测和材料协会): 适用于美国市场的检测标准。
- PSTC (压敏胶带协会): 适用于美国市场的标准。
- FINAT (全球不干胶标签制造商协会): 24 种检测方法标准, 称为 FTM。
- DIN (德国标准研究所): 针对胶带的不同标准, 但是一般在钢材或玻璃上做检测。

可惜对于气密性粘结材料, 这类检测几乎无一例外是在实验室条件下并且在非建筑基底上进行的。



图 4.5: 静态剪力试验 (长期温度试验)

一般检测什么内容?

首先是测试粘结力。此时对胶带用剪力或剥离方式 (90° 或 180°) 从基底上撕下。由于选择的基底、剥离角度和撕拉速度对测试结果影响很大, 在比较时经常会问: 是如何检测的, 检测精度如何?

粘结性或初始粘结力可以用滚球测试或者纸卷测试方法检测。第一种方法是让球在一个斜面上滚过粘结层, 测量球到停止时走过的距离。第二种方法是用胶带做一个

圈并放到一个基底上, 在接触基底后重新垂直撕下, 并测量粘结力。耐温性——也称为极限温度——的检测方法是将一个有明确定义的粘结物 (胶带粘在一个基底上并挂上一个静态载荷) 置于逐步升高的温度下, 测试粘结失效时的温度。从图 4.5 可以看到这样一个测试装置。左边的测试物体几乎无接触的被加热元件包裹, 载荷 (装了物体的塑料袋) 自由的悬挂在粘结物上。右边则没有加热元件。

4.5 粘结连接的耐久性

这是一个现在谈论很多的话题。这是可以理解的, 因为人们最终要求粘结连接与建筑物同寿命。可惜人们把许多事情混淆了 (耐久性、抗老化性能、耐候性、

按 DIN 53387 在气候实验室制造人造气候影响、在实验室和现实条件下测量), 以致缺少有根据的结果。目前, 已知的并认为需要注意的对粘结连接耐久性有影响的因数主要有:

- 紫外线对粘结剂和基底的光学分解
- 高温
- 高的空气湿度
- 在建筑物使用状态下的拉应力
- 粘结材料存放过程中受到的沾污和高温影响
- 粘结剂的存放条件

建筑物气密性专业协会所做的努力

建筑物气密性专业协会从 2000 年开始就对上述问题开展研究。作为阶段成果, 在 2007 年颁布了检测和标识

选择粘结材料的几个诀窍

对粘结材料、薄膜和板材的标准化可以帮助排除根本性的材料问题。但是产品质量绝对不可替代结构设计和施工质量。好材料也无法防止建筑外围结构气密层的施工缺陷导致索赔、增加修复费用或能耗的可能。原则上建议施工人员选用有长期使用经验的名牌厂家的好产品, 更应该优先选择体系供应商。同时也应该仔细设计气密层, 认真施工, 在建设过程中作为一个重要的独立工种对待, 并进行相应的检测和验收。

比较一下气密性结构的制作费用和施工缺陷造成的能源损失费用和增加的修理费用, 就会得出惊人的结果: 气密性构造是值得的! 请不要让爱德华 A. 墨菲言中: “人们从来没有时间从一开始就把事情做正确。人们却拥有世界上的全部时间去重新修补它。”

表 4.1: 胶带—对于不同建筑材料的风险矩阵（参考性）

建筑材料组	建筑材料	特性	评价		
木材 ¹			没问题	有问题	很有问题
		锯割表面		■	
		经过铣刨	■		
		含水率	< 10%	■	
					■
		软木	云杉	■	
			杨树	■	
		硬木	榉木	■	
			热带雨林树木		■
		浸渍木材		■	■
		刷过清漆的木材		■	■
木质材料	密度板	压制原型 ²		■	
		经过打磨		■	
	刨花板		■		
	DWD			■	
	胶合板		■		
矿物建筑材料	砖 ³	光面		■	
		有条纹			■
	钙砂砖 ³			■	

	混凝土 ³			■	■
	抹灰 ³	有沙子/有质感			■
		光滑		■	
	泥土 ³			■	■
	石膏 ³			■	
	石膏纤维 ³			■	■
薄膜	纸		■	■	
	聚乙烯			■	■
	聚丙烯		■	■	
	尼龙	光滑	■		
		无纺布或织物状		■	■
塑料	聚乙烯			■	■
	聚丙烯		■		
	聚氯乙烯	硬	■	■	
		软			■
	沥青				■
金属			■		
涂料	水性涂料			■	■
	乳胶			■	■
	矿物涂料				■
保温材料	聚氨酯发泡			■	■
	泡沫玻璃			■	■
	聚苯乙烯			■	■

¹材料上不能有灰尘。²注意分离剂。³只有经过界面剂处理才可粘贴。

表 4.2: 胶带—加工和气候的风险矩阵 (参考性)

	混凝土 ¹			■	■
	抹灰 ²	有沙子/有质感			■
		光滑		■	
	泥土 ³			■	■
	石膏 ³			■	
薄膜	石膏纤维 ³			■	■
	纸		■	■	
	聚乙烯			■	■
	聚丙烯		■	■	
	尼龙	光滑	■		
塑料		无纺布或织物状		■	■
	聚乙烯			■	■
	聚丙烯		■		
	聚氯乙烯	硬	■	■	
		软			■
金属	沥青				■
			■		
涂料	水性涂料			■	■
	乳胶			■	■
	矿物涂料				■
保温材料	聚氨酯发泡			■	■
	泡沫玻璃			■	■
	聚苯乙烯			■	■

¹材料上不能有灰尘。²注意分离剂。³只有经过界面剂处理才可粘贴。

规定草案 (PKV)。该规定描述了在接近于建筑物实际条件下的检测方法,对老化试验和分类提出了建议。但是对于最后两点业界尚未达成一致,所以最终版的颁布还遥遥无期。

4.6 气密层粘结剂的标准编制工作

现行 DIN 4108-7/2011-1 详细描述了气密层的设计和施工,并具有教科书的性质。目前正在对检测条件、检测方法、对气密层材料的要求准则和分类进行增补和修订,有可能因此产生对于胶带和粘结剂的新标准 DIN 4108-11/ (草稿阶段)。标准题目为“对于使用胶带和粘结剂制作气密层的粘结连接耐久性的最低要求”。但是需要注意,新的标准中排除了某些

特定的应用,而且尚未纳入某个标准(例如室外应用或紫外线载荷)。最后需要强调,虽然正在编写粘结剂的标准,但是现有的薄膜和板材标准不包含可粘结性的任何要求。这显然是标准工作的一个空缺,同样需要在今后加以弥补。

参考文献

DIN4108-7/2001-08

DIN4108-7/2011-1

Entwurf der Prüf- und Kennzeichnungsvorschrift für Haftklebebänder in der Innennutzung, Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V. (FLiB), Stand: 5. November 2007.

Auszüge aus Fachprospekten der Firma Ampack AG, Rorschach, Schweiz.



作者

乌尔里希·何宁

工程硕士

瑞士安派克 (Ampack) 股份公司

技术和开发部主任

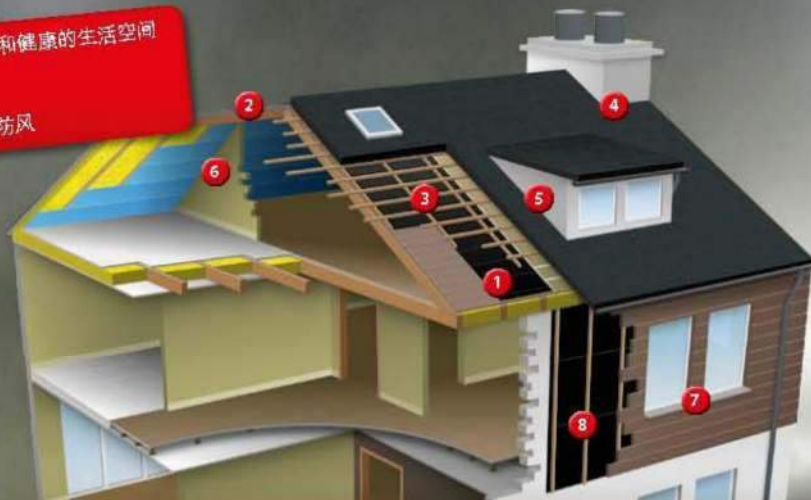
多个专业协会和 DIN 4108-7 标准委员会成员

建筑物理和气密性专题报告演讲人

COSMO 胶粘剂

weiss

- ✓ 健康的环境和健康的生活空间
- ✓ 节省能源
- ✓ 防雨
- ✓ 空气密封/防风



防风，防雨及空气密封的粘接



1 屋顶防水卷材交叠区域的粘接和密封



2 促进/提高丙烯酸，丁酯和沥青密封带的粘合



3 房梁上被铆钉或者钉卡订过部位的密封



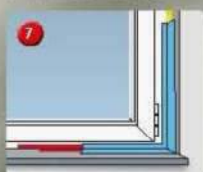
4 屋顶防水卷材在烟囱连接区域中的密封粘接



5 屋顶防水卷材和屋顶连接区域的粘接和密封



6 墙体连接区防潮层的粘接和密封



7 密封条在框架型材及窗框上的粘接



8 墙面防水卷材重叠区域和连接区域的粘接

我们的粘接解决方案是为了

防潮层

蒸汽阻隔层

屋顶防水卷材

墙面防水卷材

窗户密封条



Cofinetree
Technology 高分宝树

联系

北京高分宝树科技有限公司
商务花园，未来商业中心，
Chaoyang North Road, Chaoyang District
Beijing, P. R. China

Phone: +86 10 65581229/1232

Fax: +86 10 65581182

Email: zbl@cofinetree.com

www.cofinetree.com

5 气密性居住建筑内的通风

艾恩弗雷德·海因茨 (Ehrenfried Heinz)

5.1 建筑物和房间通风的必要性

2009 年 10 月 1 日最新版建筑节能法规 (EnEV) 生效。与以前的建筑保温法规和后来的建筑节能法规一样, 2009 版建筑节能法规为了可持续地限制新建建筑和建筑物专项改造 (现代化改造) 时的能源需求, 不仅规定了制作不透气外围护结构 (“新建建筑在建设时, 传热外围护结构包括接缝必须按照公认技术规则进行耐久性密封。” (第 6 (1) 款)), 而且要求 “外窗、门联窗和屋顶窗户” 必须遵守缝隙透气性极限值。但是, 在建筑物最高允许透气性方面, 与 2007 版相比, 原则上未作任何改动。

在专业界内外目前已普遍认识到并且承认, 气密性良好的建筑不仅有节能效果, 还有其他好处 (参见第 5.3 节)。尽管如此, 仍然有声音出于通风技术的原因, 对气密性太好的建筑表示担心。居室内太多的结露霉变使得他们的担心似乎是有道理的。这种现象主要出现在经过修缮、现代化改造的建筑上, 也少量出现在气密性较好的新建建筑上。在 2000/01 冬季的半年时间里, 对联邦各州随意选择的 8000 套住宅中的 5530 套进行了结露霉变方面有代表性的调查 (ZIV03, HEINZ04)。在内容广泛的问卷调查基础上, 得出如下结论:

在调查的住房中

- 1213 套住房 (21.9%) 至少有一处潮气损伤 (相当于大约 830 万个居住单元) (德国总共有 2900 万个居住单元)
- 787 套住房 (14.2%) 存在与通风有关的损伤 (相当于大约 540 万个居住单元)
- 513 套住房 (9.3%) 有结露霉变 (相当于大约 355 万个居住单元)
- 320 套住房 (5.8%) 的结露霉变与通风有关 (相当于 220 万个居住单元)。

这里 “与通风有关的损伤” 也包括那些不一定与居室通风措施不充分或用户开窗通风不够有关的损伤。采暖温度不够以及保温不够引起室内气温偏低或内表面温度偏低同样属于以上定义范畴。

但是, 在采用气密性外围护结构的住宅, 不仅仅室内湿气排出不充分会带来问题。在自由通风明显减少 (例如由于内外渗风受到限制), 并由此造成排风不充分的条件下, 有害物质和异味也会造成各种形式的伤害。所以, 在 90 年代初, 联邦议会作出了进一步防止室内空气污染的决定, 试图让人们更加重视这方面的问题。下面摘选一些通风对人体健康影响的内容供大家参考 (“摘录” 自 1992 年 9 月 25 日第 2 章 (ASR)):

- “每两个 15 岁以下儿童中就有一个呼吸的空气中含香烟的烟雾。可

以认为, 被动吸烟对健康的潜在威胁远远超出空气中的其他有害气体的影响。

- 联邦德国每年死于肺癌的案例中, 估计有大约 10% 是因为吸入了建筑物内的分解物一氡。
- 室内尘埃中的微生物、菌孢和过敏物质如菌孢、螨虫对所谓的致病综合症疾病负责。
- 洗涤剂 and 护理剂、颜料、胶水和其他居家用品和业余爱好用品, 会释放易挥发性有机物, 在短期内造成急性中毒烦躁型健康干扰。
- 建筑材料、家具、纺织品和其他装饰材料以及木材保护用品和杀虫剂会长期污染室内空气”。

尽管已经 20 年过去了, 上述观点的现实性迄今未变。相反, 如果要求通过减少 “最小” 通风量来获得节能效果, 那么在实践中越来越成功的提高建筑物气密性的措施, 加上居家范围内继续增加以及新增加的有害物质和异味, 将导致上述问题的进一步加剧。所以联邦议会决议 (ASR94) 得出了如下结论: “由于防止噪音而造成的室内空间通风不畅”, 例如 “交通繁忙道路两旁的居住建筑” 以及 “为了节约采暖能源”, 可能导致通风不足, 增加上述有害物质的浓度。这一点也涉及 “明火的使用, 它们会使刺激性烟气达到危险浓度”。

2009 版《建筑节能法》和前面版本一样, 提出了这