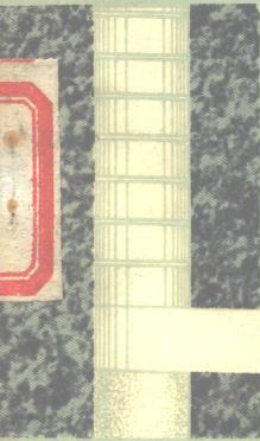


热绝缘工基本知识

P. П. 格魯什曼 著

俞同华 张雍新 译



中国工业出版社

73.173
466

熱絕緣工基本知識

P. П. 格魯什曼著



3

中國人民出版社

本书簡明地叙述了关于热絕緣材料，热絕緣結構安裝工艺，以及热絕緣工程中的劳动保护与安全技術等的基本知識。为了易于理解內容，本书采用了問答式的叙述，同时在附录中，还专门列有热絕緣工程量的計算和热絕緣工程的施工与驗收技術规范。

本书可作为在建筑工程中从事热絕緣工作的工人、工长和技术人員提高技術水平的参考資料。

Р. П. Грушман

ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ТЕПЛОИЗОЛИРОВЩИКУ

Государственное издательство
литературы по строительству
архитектуры и строительным материалам
Ленинград-1959

* * *

热絕緣工基本知識

俞同华 张雍新 譯

*

建筑工程部編輯部編輯（北京西郊百万庄）
中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙 10 号）
（北京市書刊出版事业許可証出字第 110 号）

北京市印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 787×1092 1/42·印张 2 15/21·字数 60,000
1963 年 10 月北京第一版·1963 年 10 月北京第一次印刷
印数 0001—2,330·定价 (10-5) 0.35 元

*

統一书号: 15165·2644(建工-335)

目 录

一、热絕緣的功用	1
二、絕热材料的重要特性	3
三、主要的絕热材料和絕热制品	7
(一) 无机絕热材料	7
(二) 有机絕热材料	22
(三) 在安装場地上制造的絕热部件	28
四、热絕緣施工	33
(一) 現場組織、施工准备、骨架安置	33
(二) 瑪瑙脂絕緣	40
(三) 利用矿棉材料作填充和围裹絕緣	46
(四) 用成形制品絕緣	53
(五) 用完好的結構部件絕緣	58
(六) 絕緣結構的复盖层和外部修飾	61
五、热絕緣工程的特种类型	76
(一) 工业建筑物屋面的保温	76
(二) 冷装置的热絕緣	88
六、热絕緣工程中的劳动保护与安全技术 ...	100
附录一 热絕緣工程量的計算	103
附录二 热絕緣工程施工与驗收技术规范 ...	104

06594

一、热絕緣的功用

热絕緣在国民經济中具有重大的意义。其功用如下：

节约燃料

当蒸汽、热水、煤气和其他温度高于周围介质的带热体沿着管道流通时，以及在各种工艺装置、蒸汽鍋炉、工业炉等的内部保持着高温的情况下，总有一部分热量不可避免地要经过管道和这些装置的外表面散失掉。

热量的损失会引起燃料过量地消耗。为了减少这种消耗，热表面应复盖传热性差的材料，也就是說鋪設热絕緣层。

热絕緣使热量損失减少90—95%，因而也就降低燃料的消耗。

根据計算得知，每一平方米的热表面，经过絕緣，平均每年可以减少燃料消耗 2.5 吨。

改善劳动条件

在与管道和各种工艺設備热表面接近的地方进行工作，是有害的。大家知道，这时周围空气的温度很高，常常不利地影响到劳动生产率；倘使不小心，人体碰上热表面，还可能引起燙伤。

为了防止对工人的健康和劳动产生有害的作用，上述表面必須复盖热絕緣层。

絕緣層表面的溫度不應高過40—50°C（攝氏溫度）。

保持低溫

在國民經濟的許多部門中，其中包括建築部門，為了各種生產目的，都採用着低溫。

利用專門裝置可以凍結或冷卻各種產品和材料。利用專門物質，如所謂冷卻劑（氨、二氧化碳氣體等）可以獲得低溫。

在貯存冷卻劑的裝置和輸送冷卻劑的管道上，復蓋熱絕緣層，以減少冷的損失。同樣，為了減少從外界空氣中透入熱量，各種低溫室（冷藏器）的防護面上也要復蓋絕緣層。

降低建築成本

在建築工程中，採用熱絕緣是非常有利的，因為這有可能減少防護結構（牆壁、屋頂）的厚度，減輕構造物的重量，實行施工工業化和降低建築的成本。

利用輕便的保溫層，可以使主要建築材料的消耗量減少一半，減輕結構重量40%，降低勞動量33—67%。

預防水管凍結

在冬季條件下，只有在具有熱絕緣裝置的水管上，才容許短時停止供水。在此情況下，絕緣裝置會阻止低溫對管道中水的直接影響。但此時必須注意，絕緣層只能在有限的時間內防止管道內水的凍結。

通过屋内的水管干綫，也用复盖絕緣层的方法，来防止在管道表面上形成冷凝物（即凝上水珠）。

提高工艺設備的生产能力

工艺設備安上热絕緣装置，就有可能保持一定的溫度，从而保証生产过程的正常进行。

工艺炉采用热絕緣装置，不仅能保証降低燃料消耗量，而且能大大提高生产率，亦即增加每一立方米炉底的产量，增加熔炼量等。

除此以外，采用热絕緣装置，还能降低单位产品的燃料消耗量。

二、絕热材料的重要特性

絕热材料的特点是：具有多孔結構、重量小和传热性低。

传热性

絕热材料和絕緣結構的质量，首先表現在热传导系数上^①。

热传导系数愈低，每小时通过絕热层的热量也愈少。用传热性低的材料装成的絕緣层，可比用传热性高的材料装成的絕緣层薄。这也就是为

① 在一小时内通过厚度为1米，面积为1平方米，两相对表面的溫度差为1℃的材料层的热量，叫做热传导系数。

什么絕緣工程的成本，决定于所采用材料传热性的大小的緣故。

材料的传热性，首先决定于材料的結構(气孔的数量和大小)(图

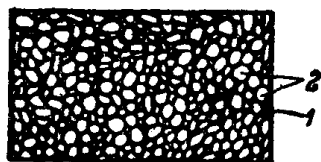


图 1 絕热材料的結構
(泡沫玻璃)

1—玻璃；2—气孔

1)。材料的传热性，也决定于組成該材料的物质的传热性和存在于气孔中空气的传热性。

必須指出，处于靜止状态的空气是最好的热絕緣体。

材料中的气孔愈多，空气对整个材料的传热性的影响也愈大。因此，在制造絕热材料和进行絕緣作业时，要求使空气均匀地分布在无数細小的，彼此間不相連通的气孔中，使絕热体最大限度地被空气所饱和。

单位体积重量

絕緣材料的质量，首先决定于它的单位体积重量。单位体积重量是用每一立方米材料的重量(公斤/米³)来表示的(图 2)。

應該知道，材料愈輕，即单位体积重量愈小，它的传热性亦愈低。单位体积重量大的材料，传热性亦大。这在硅藻土砖和泡沫水泥等材料中特別明显地看出来。

湿度

材料受潮时，空气从气孔中被排出，而代之

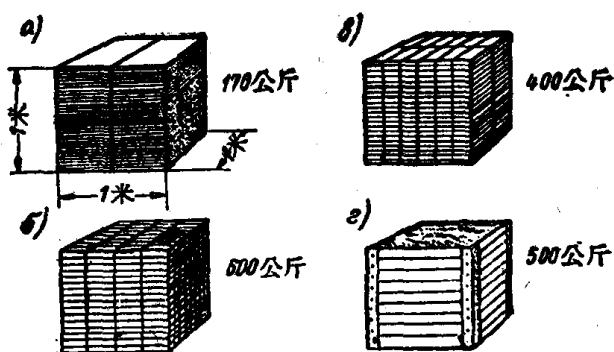


图 2 絕热材料的单位体积重量

a—泥煤板；b—硅藻土砖；g—石棉白云石板；
e—石棉硅藻土粉

以水。此时必須注意，水传导的热量要比空气大24倍。因此，材料受潮将导致絕热性能的恶化，即传热性的提高。

稍有受潮的材料，用来絕緣热表面，倒沒有关系。因为在这时水分会迅速地蒸发，但是它絕不能用于冷表面的絕緣。水分在冻结时，会大大地恶化材料结构的絕热性能，因为冰的传热性又要比水的传热性大三倍。

絕緣材料通常保存在密閉的仓库中。在建筑現場上，材料則必須用护板和衬垫来防止雨雪和土壤湿气的影響。

某些材料（如微孔橡胶等）具有剧烈受潮的能力，也就是說，能剧烈地吸收空气中的水分，这种現象叫做吸湿性。这些材料在保藏时應該用包装箱，如果它們受了潮，通常在应用以前必須

將它們烘干。

使用溫度

熱絕緣層通常安在蒸汽管、渦輪機、爐子等高溫表面上。絕熱材料長時期處於高溫的直接作用下，必須不喪失它原有的品質，也就是說，它不應該破壞和改變形狀，它應該能經受溫度的急劇變化（在傳熱介質通過或中止時）。

某些材料能很好地經受高溫（1000°C以上），而另一些材料即使在較低的溫度時（100°C）也要開始破壞。

各種絕熱材料的最高容許使用溫度示于表 1。

絕熱材料的最高使用溫度 表 1

材 料 名 稱	使 用 溫 度 (°C)	材 料 名 稱	使 用 溫 度 (°C)
石棉硅藻土	600	微孔橡膠	80
硅藻土磚	900	蘆葦板	60
石棉繩	220	礦 棉	600
石棉水泥板	450	礦棉板（用瀝青 粘合劑）	70
蛭 石	1100	泡沫混凝土	400
木質纖維板	100	泥煤板	100
石棉白雲石板	500		

強度

絕熱材料在結構上受有不大的負荷。成形的絕熱制品（平板、管瓦、弧形板）的受彎強度必須不小于 1.5 公斤/厘米²。實踐證明，達到這個強度時，在運輸和貯藏過程很少產生廢品（即制

品的碎块)。

有些材料，如绳索、织物、纸板等，它们的力学强度用抗拉强度来衡量。

散粒材料（如矿棉、蛭石等）应当具有足够的弹性，而没有大的收缩性。胶粘材料，除了具有足够的强度以外，还应能很好地与被绝缘的表面相结合。

三、主要的绝热材料和绝热制品

（一）无机绝热材料

石棉、石棉纸板、石棉布

石棉是一种岩石。它纤细的弹性纤维极为坚韧，能经受拉力达 300 公斤/毫米²；当然，这个数字对钢来说还是相当小的。石棉是一种耐热的材料，在温度达到 600°C 时还不会发生质地上的变化。但是在更高的温度时，它将失去本身的强度而碎裂，在 1500°C 时则被熔化。

石棉由于耐热性和纤维结构，以及传热性小，被广泛地应用在热绝缘装置中。

石棉在采得以后，应进行专门加工（选矿），去除无用的矿石，然后碾碎成纤维。

石棉共有七个等级，它是按纤维的长度来区分的。纤维长度最大的石棉属于第一级，通常用

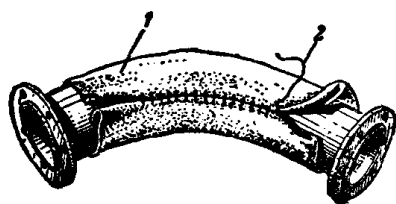
来制造石棉布，纖維短的石棉（第五、六和七級）用于热絕緣。

用于热絕緣的石棉，能在破碎机上輾成更細的纖維，而不减小它們的长度。經過輾碎，較低級的石棉能代替高級的石棉，并能减少材料的消耗量和提高絕热性能。

經過輾碎的石棉，在絕热制品和絕緣結構（如抹灰层）中，也是輕而強韌的加固材料。

石棉紙板的組成包括：第四、五級的石棉纖維（65%）、高岭土（30%）和淀粉（5%）。石棉紙板用作衬垫耐热材料，它能經受 600°C 以下的溫度。

石棉布是用2—3毫米粗的石棉綫織成的。它



可用作管道的包裹层（图3）和可拆卸絕緣层的面层（石棉垫），使用溫度可达 600°C 。

图3 石棉布絕緣

1—石棉布；2—鋼綫

石棉绳、石棉絨毛绳、石棉氧化鎂绳

这些绳都是用掺有9—20%棉花（为了增加强度）的第一級石棉制成的。在热絕緣中最常采用的是直径为20、25和30毫米的绳。

石棉绳是由絞合的石棉綫或石棉紗編織而成，外表面为連續的編織层（图4）。

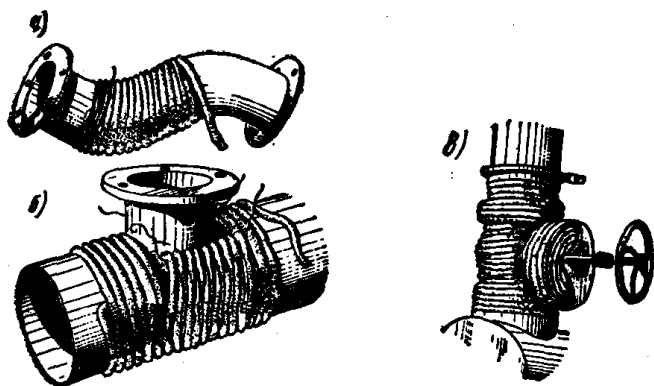


图 4 石棉绳絕緣
a—管道, b—三通管, c—开关

石棉绳的技术特性

单位体积重量 公斤/米³600—800

温度为100°C时的热传导系数

大卡/米·小时·度0.14以下

使用温度220°C以下

石棉混紡绳由石棉和棉花纖維織成。它具有連續的或網狀的石棉編織层。

石棉混紡绳的技术特性

单位体积重量 公斤/米³ 200—300

温度为 100°C 时的热传导系数

大卡/米·小时·度0.12 以下

使用温度 250°C 以下

石棉氧化鎂绳外表面为連續的石棉綫編織层。绳的心子是含水碳酸鎂粉。

石棉氧化鎂绳的技术特性

单位体积重量 公斤/米³400—600

温度在100°C时的热传导系数

大卡/米·小时·度 不超过0.1
 使用温度 400°C 以下

石棉垫

石棉垫通常是在现场上制造的。制造的方法是：在用石棉布缝成的外套中填充以轻质散粒材料（石棉镁石、石棉白云石等），并用嵌有铜丝的专门石棉线成棋格地缝钉起来，缝钉间距为85毫米（图5）。

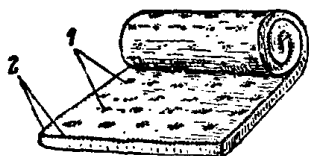


图5 石棉垫（卷材）

1—缝钉处；2—缝合处

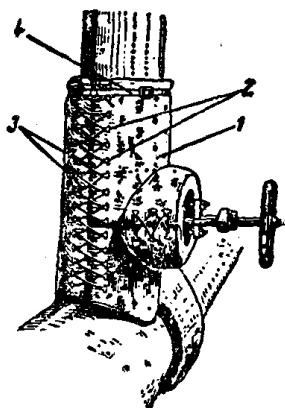


图6 石棉垫绝缘

1—垫；2—小钩；3—黄铜线；4—箱

垫的厚度为20—100毫米，单位体积重量（根据厚度）为200—400 公斤/米³。最高使用温度决定于石棉布中含棉量的百分数和填充料的耐热性，实际上最高使用温度可达到400—500°C。

垫子按样板裁截后，在对接缝的边缘上缝上小钩（图6）。

石棉硅藻土

石棉硅藻土由硅藻土或硅藻石和石棉（等级

不低于第七級，含量不少于 15%) 的混合料組成。它有三个等級的产品：«ДН»——由掺有石灰的硅藻土制成；«Д»——由硅藻土制成；«Т»——由硅藻石制成。在应用时，用水与硅藻土粉末調合制成瑪瑙脂。瑪瑙脂可用作涂抹层和絕緣表面的最后修飾层。

石棉硅藻土是一种低效率的絕热材料，因此很少在溫度达 600°C 的表面上用作基本絕緣层。

石棉硅藻土的技术特性

牌 号	«Д» 級		«Т» 級	
	650	750	850	950
单位体积重量 (公斤/米 ³) 不超过	650	750	850	950
平均溫度为 100°C 时的热传导系数 (大卡/米·小时·度) 不超过	0.16	0.18	0.2	0.22

石棉白云石

石棉白云石刚性板由輕质的鎂和鈣的碳酸盐 (85%) 和石棉 (15%) 制成。用于工业与动力設備表面和大直径管道表面的热絕緣 (图 7)。

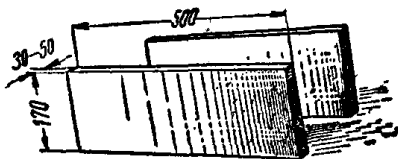


图 7 石棉白云石板

根据单位体积重量，石棉白云石板一般有两种牌号。它們的尺寸如下 (毫米)：

长.....500

寬.....170

厚..... 30、40、50

石棉白云石板的技术特性

牌号 350 400

单位体积重量(公斤/米³), 不超过.....350 400

溫度在100°C时的热传导系数

(大卡/米·小时·度), 不超过...0.077 0.08

使用溫度.....500°C以下

热压硅藻板

热压硅藻板是用硅藻土或硅藻石(60%)、石灰(20%)和石棉(20%)混合制成。热压硅藻板在其成形以后, 随即放在压热器中作蒸汽处理。热压硅藻板用于工业设备和蒸汽机车的絕緣。硅藻板的尺寸如下(毫米):

长.....500

寬.....170

厚..... 30、40、50

硅藻板的技术特性

单位体积重量(公斤/米³), 不超过.....400

溫度在50°C时的热传导系数

(大卡/米·小时·度), 不超过.....0.078

使用溫度.....600°C以下

石棉水泥制品

制成平板、管瓦和弧形板等形式, 其材料是第五和第六級石棉与水泥的混合料, 制造的方法是成形后烘干, 它用于工业装置的热絕緣。石棉水泥板的尺寸如下(毫米):

长	1000
宽	500
厚	30

石棉水泥板的技术特性

牌 号	400	450
单位体积重量(公斤/米 ³), 不超过.....	400	450
平均温度在100°C时的热传导系数 (大卡/米·小时·度), 不超过.....	0.09	0.095
使用温度.....	450°C以下	

石棉蛭石制品

这种制品所用的材料是：蛭石(云母)的焙烧产品，石棉(不低于第五级)和作为添加剂的粘合物质(膨润土)。石棉蛭石制品用于工业设备的绝缘，它有两种牌号——单位体积重量为 250 公斤/米³ 的和 300 公斤/米³ 的。制品的尺寸如下(毫米)：

平 板	管 瓦	弧 形 板
长 1000 和 500	500	500
宽 500	—	—
厚 30、40、50	30、40、50	60、70、80
内径	28、36、52、61 80、94、112、138	164、228、280、332

制品的技术特性

牌 号	250	300
单位体积重量(公斤/米 ³), 不超过.....	250	300
温度在 50°C 时的热传导系数 (大卡/米·小时·度), 不超过.....	0.074	0.08