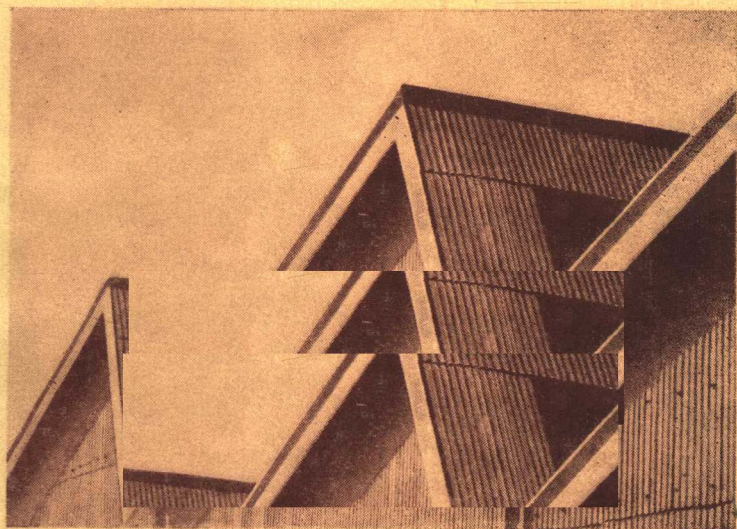


石棉水泥瓦

水泥工业管理局技术处 編



建筑工程出版社

內 容 提 要

本書簡明地介紹了石棉水泥瓦的生產過程，並着重介紹了石棉水泥瓦裂紋產生的原因及其防止方法。內容較全面，又通俗易懂可供一般的技术人員閱讀。

石 棉 水 泥 瓦

水泥工業管理局技術處 著

*

1959年6月第1版

1959年6月第1次印刷

4,065冊

787×1092 $\frac{1}{32}$ • 16千字 • 印張 $\frac{3}{4}$ • 定價(8) 0.10元

建築工程出版社印刷廠印刷 • 新華書店發行 • 書號: 1646

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

前 言

解放几年来，石棉水泥制品工业有了很大的发展，在生产技术上有許多突出的改进，尤其是整风运动以后，广大职工破除了迷信，以冲天的干劲在实际生产中突破了机器的原設計能力；小波瓦的小时产量几乎比解放前增長了4—5倍。在产品品种方面，增加了中波瓦、大波瓦、絕緣板、空心保温板以及石棉水泥管等許多新产品。根据社会主义建設的迫切需要，我国年青的石棉水泥制品工业也要来个大跃进，力爭在短時間內赶上并超过英国。

这本小冊子介紹了石棉水泥瓦的特性、經濟价值、制造工艺以及石棉水泥瓦裂紋的产生原因和防止方法等。使不了解石棉水泥瓦或者是初次使用石棉水泥瓦的同志們，获得有关石棉水泥瓦的一般常識。

本書搜集了各厂的实际經驗，和試驗研究中的一些数据。由于能力所限，在選擇这些数据和介紹这些經驗当中，可能不够全面，甚或有錯誤的地方。希望讀者多加指正。

水泥工业管理局技术处

目 录

前 言

- 一、石棉水泥瓦的特性..... (1)
- 二、石棉水泥瓦的經濟价值..... (2)
- 三、石棉水泥瓦的生产工艺..... (3)
- 四、石棉水泥瓦产生裂紋的原因分析..... (7)
- 五、防止石棉水泥瓦裂紋的方法..... (14)
- 六、施工中需要注意的問題..... (20)

一、石棉水泥瓦的特性

石棉水泥瓦是盖屋顶或作墙壁用的轻型建筑材料，它有很多优越的性能：有人在 100°C 的温度下，作过几种不同的屋顶建筑材料的导热性能试验，结果指出，如果以瓦礫铁的导热性能为百分之百的话，那么粘土质的陶瓦和灰砂瓦的导热性能为百分之五十，而石棉水泥瓦的导热性能则只有百分之三十。这就是说，石棉水泥瓦是一种不易传热，能够保温防寒的建筑材料。水泥有很高的抗压强度，但抗拉强度很低，所以仅用水泥作成很薄的大块平板是很困难的。而石棉的抗拉强度很高，比一般的钢筋要大5倍多，一束没有折损过的石棉每平方公分可以承受30,000公斤的拉力，因此将石棉纤维和水泥混合制成的薄板，就好象钢筋在混凝土中的作用一样，不但弥补了水泥抗拉强度低的缺点，使制品提高了抗拉和抗压强度，而且使产品又轻，又有一定的弹性。因此石棉水泥瓦应用得很普遍。特别是对那些经常要受震动的建筑物（如水泥制造厂厂房、机械制造厂厂房、火车站上的防雨棚等），是一种很好的屋顶材料。在电绝缘方面，石棉水泥瓦也有独特的功能。如果把一块8公厘厚的石棉水泥瓦放在1,000伏的电压下，经过十分鐘后仍不会击穿。用瀝青等浸渍液处理过的石棉水泥瓦耐电压能力更能达到每公厘3,000伏。石棉水泥瓦对电弧的抵抗力也很强。由于石棉还具有抵抗强碱侵蚀的性能，因此石棉水泥瓦对碱和二氧化碳的抵抗力也很强，尽管抗酸的性能差些，但是同纯水泥制品比较起来却要强得多。水对于建筑物的侵蚀作用是很厉害的，它要使瓦礫铁生锈，使木材腐烂，但是对石棉水泥瓦却没有多大的作用。因此石棉水泥瓦作为沿海地方和某些化学工

厂等建筑物的建筑材料是很理想的。其次，不管是严寒的西伯利亚或酷热的热带地区也好，或者是冷热不定，气候变化多端的地区也好，石棉水泥瓦都能經受得住。这主要是因为它在制造出厂之前曾經过了零下 20°C 左右的严寒，冰冻过多次；又在 20°C 左右的常溫水中融化了多次；最后还在 110°C 左右的高温干燥和反复地进行了25次的浸水檢驗。这些檢驗都証明了石棉水泥瓦是既能耐寒又能抗热的材料。此外，在建造一座新的房屋的时候，为了求得施工时的方便和形式上的美观，往往需要将屋頂材料截成各种各样的尺寸和形状，这一点对瓦壩鉄、陶瓦和灰砂瓦來說都是不容易作到的，但石棉水泥瓦却有这种易于加工的性能，可以随意切割和鑽眼。因此，对一般建筑工程來說，石棉水泥瓦基本上能够滿足工程上“多、快、好、省”的要求。

二、石棉水泥瓦的經濟价值

一块大規格的石棉水泥瓦将近三个平方公尺那样大，比陶土瓦或灰砂瓦要大30倍左右，而單位面积的重量却比两种瓦輕一倍多，这就可以减少屋頂承重結構的鋼材和木材的消耗量。有人作过这样的統計：以小波石棉水泥瓦和小型鋼筋混凝土預制板比較，仅厂房設計一項，石棉水泥瓦就能节省30%的鋼材。如用石棉水泥瓦作一般磚木結構的仓库或不需要保暖的房屋屋頂时，由于它的体积輕，抗折强度高，面积大，跟灰砂瓦比較起来在施工时每一百平方公尺的屋面就可以节约3立方公尺的木材，这样就能大大地降低这些建筑物的造价。在节省工时和縮短施工日期方面，也是建筑設計部門喜欢采用石棉水泥瓦的一个原因。用同样的施工方法，每一百平方公尺的屋面，用石棉水泥瓦要比用灰砂瓦节

省十几个工作日。也就是說，能够縮短 68% 的工期。要是跟合瓦屋頂（如北京一般老房子的青瓦屋頂）來比較，施工进度要快 5—6 倍，而且石棉水泥瓦还不象合瓦屋頂那样，会受到雨天和冷气候季节等的限制，以至影响施工期限和工程質量。因此石棉水泥瓦很受設計和使用部門的重視与欢迎。

三、石棉水泥瓦的生产工艺

原料：石棉水泥瓦的主要原料是石棉和水泥，有时制品中也掺些有机纖維或矿物纖維。对石棉的要求是柔軟、堅韌、耐拉力强，且能分成很細的單絲纖維。纖維的長度在 1—12 公厘之間为最理想。因为纖維太短，砂石粉含量較多，不但影响强度，也容易增加干縮。而纖維太長时，既不經濟又妨碍纖維網的結構。当石棉从矿区运到工厂之后，先要进行松解、碾壓（图 1）、风选等

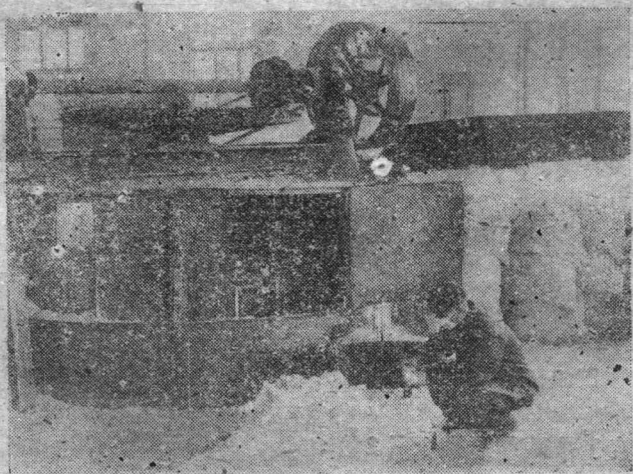


图 1 石棉的碾壓

工作，才能进行配料。对水泥的要求是一般用400号以上的普通矽酸盐水泥，要求矽酸三钙的含量高些，細度細些，这样可以使水泥和石棉的吸附性更好，强度更高。初凝和終凝時間一般要求是不早于1.5小时，不晚于3.5小时。过早过晚都会影响操作和石棉水泥瓦的質量。

配料：石棉水泥的配合比例，一般水泥約占干料总重量的88—90%，石棉占10—12%。

打浆：料配好以后即进行打浆。打浆是先把石棉放到打浆池中加水处理大約10分鐘，再把水泥放进去。打浆的时间長短要根据设备的性能，石棉的品种



图 2 打 浆

和处理时的情形来决定，一般是16—20分鐘。热水打浆比冷水打浆的效果好得多。浆打好以后，把浆池一端的下料眼打开，讓料浆流到貯浆池中，这样可以保証連續作业。应当注意的是石棉纖維对水泥顆粒有极强的吸附力，石棉纖維分裂得越細，水泥顆粒越小，石棉纖維分布得越均匀，石棉纖維同水泥浆的結合面积就越大，石棉水泥瓦的机械强度也就越高。因此，尽量地讓石棉松散和充分的使石棉和水泥混

合（打浆）是很重要的（图2）。

制板：貯浆池里有一个翻斗机将料浆供給制板机。当石棉水泥

料浆流到网状滤浆圆筒槽（1）之后（图3），随着网状滤浆圆筒（2）的不停运转，圆筒的表面就形成了一层很薄的石棉水泥膜。多余的水分便从网筒内排出循环使用。由于圆筒的运转使石棉水泥膜内的纤维方向和网状圆筒的运转方向形成了一定的角度，这个角度对产品的机械强度关系很大。石棉水泥膜由无端的毛毯（3）传送，经过其空吸水台（4）吸去多余的水分，然后送到光滑的成型筒（5）的表面上，成型筒是一个铸铁空筒，下面有撑压的橡胶滚（6），可以使料层在成型筒上压得更加密实。成型筒将石棉水泥薄膜从毛毯上接下来卷在表面上，卷到一定的厚度，就用筒上面的截坯装置将料坯取下。取下来的平板长度决定于圆筒的直径。并通过另一块毛毯的传动，送到瓦壠铁上去成波形。

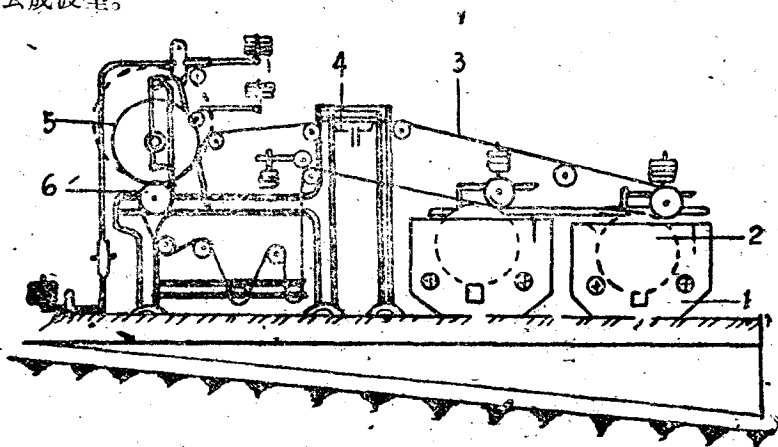


图3 制板机示意图

成波形：2—3层石棉水泥湿平板，整齐的重叠在铺有湿布的瓦壠铁上，而后在湿坯上再放一层布，就可以用滚杠来压紧了。压的时候，可以由一边滚压到另一边，也可以由中间向两边

滚压。初压波形时湿坯的水分大约在30%左右，经过压瓦机加压使2—3层湿坯密合在一起后，一般水分在27%上下。经过加压的瓦坯，常常在表面上出现一些小裂纹，这时需要用人工加以修抹，使制品的表面光滑，然后再进行切边、切角修整工作。

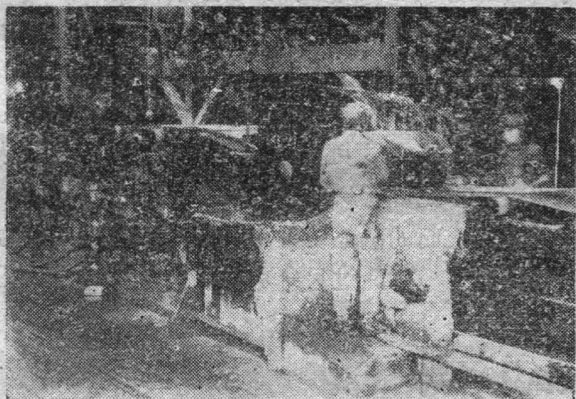


图 4 制板机

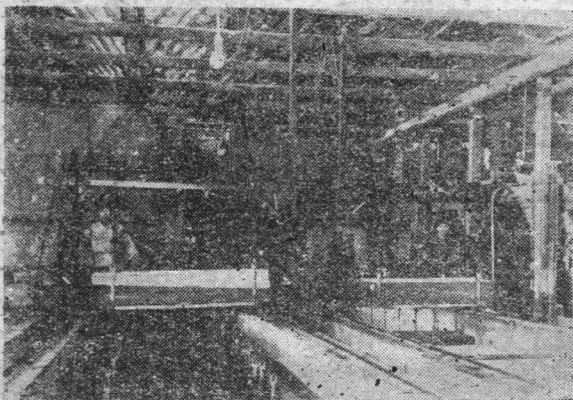


图 5 水养护池

养护：修整好的瓦坯送入养护室内养护。养护工作的好坏也是影响石棉水泥瓦制品质量的重要因素。养护不好不但影响强度，而且还会发生裂纹和鼓泡等现象。一般工厂都是采用蒸汽、温水（图5）和湿空气的联合养护制度。首先是送到蒸汽养护室里去进行蒸汽养护，蒸汽养护的主要目的是加速发挥产品的强度，从而可以缩短养护时间，加速产品的周转，养护时间一般为8—16小时。室里的相对湿度要求在95%以上。升温速度每小时是15℃左右，最高温度不超过85℃。湿度不够或者升温太快都会使瓦坯产生裂纹或起层鼓泡等毛病。石棉水泥瓦坯由蒸汽养护室出来后，把它从瓦型上起下来（瓦型擦油返回使用），再把已经具有一定强度的石棉水泥瓦坯再送到水养护池里继续养护8—24小时，使水泥继续硬化发挥强度。一般说来水养护的时间长些，而且使用循环清水，对产品的密实性和安定性将更好些。水养护以后，再送到湿空气养护室内进行10天左右的养护，室内温度是25℃左右，湿度一般要达到80%以上，养护以后便可以进行外观和物理性能检验而后出厂。

四、石棉水泥瓦产生裂纹的原因分析

石棉水泥瓦的生产过程虽然简单，使用起来也比较方便，但是在生产和使用上如果稍加疏忽，都会造成很多破损。1957年4、5月份各石棉水泥制品厂的产品普遍存在着裂纹，多数也是由此引起的。当时裂纹的数量差不多占使用部门保管数字的20—80%（有的地区只裂了百分之几或者没裂）。从裂纹的形状和程度来看，比以往所发现的裂纹都要长和宽，一般都裂到2—3个

瓦壠，从裂紋产生的時間分析，也比历年都要快的多，差不多有半天左右的時間，如果气候干燥，保管不好就可以裂到百分之几十，其中絕大部分都是垂直于瓦壠的橫向裂紋（如图6所示），平行瓦壠的順向裂紋以及不規則的裂紋很少。关于裂紋的产生，不只在工地或露天堆場中发现，就是在个别厂的仓库里也发现有裂紋的情况。



石棉水泥瓦的橫向裂紋

图6 石棉水泥瓦的橫向裂紋

为什么石棉水泥瓦会产生裂紋呢？

一般說来造成石棉水泥瓦裂紋的原因有两个：一个是受外力作用而产生的裂紋，例如在运输和搬运中受压、受震超过了一定的极限就会产生裂紋，这种裂紋是少数的，也是

容易克服的；另一个原因就是由于石棉水泥瓦体积变化产生的內应力所引起的裂紋，这种裂紋，問題比較复杂，也是石棉水泥瓦裂紋的主要原因。这里所說的体积变化主要是指产品的收縮，而收縮又是一般水泥所具有的特点。在混凝土中当收縮超过万分之一点五时就可以看出裂紋，但由于石棉水泥瓦本身是波形的薄板，又具有一定的彈性，因此对体积变化所产生的內应力有一定的适应性。总的看来收縮中由于溫差冷縮所产生的裂紋不太严重，而干縮却是造成裂紋的主要因素。如将單張石棉水泥瓦放在日光下曝曬，虽然产生干縮变形甚至翹曲得很厉害，但一般还不会产生裂紋。若把石棉水泥瓦成垛地放在露天中，由于边缘水分蒸发較快，产生干縮，而內部既見不到阳光，又不通风，不能将內部的水分很快地导致边缘处蒸发，因而在同一張石棉水泥瓦上就产生了边缘和內部收縮不一致的現象。这种收縮往往很容易产生裂紋。

那些因素增加了石棉水泥瓦的干縮性和降低了石棉水泥瓦对应变的抵抗力呢？

1. 石棉中的粉末含量过多：沈阳石棉水泥制品厂和吉林石棉瓦厂自1956年5月份大量增产以后，在配料上由大连石棉改为溁源絨棉和西康5級石棉，結果生产出大量强度过低的不合格品。

解决过程中起初将石棉的掺加量由10%左右提到12—14%，（最高提到17%），以为多用石棉，强度就可以提高，可是产品的强度依然达不到要求，相反的出现了大批吸水过高的不合格品。以后采用增加篩棉設備，将溁源棉等篩选两三次，除去大量的砂石粉后，再进行配料，这时制出的产品不但强度达到了技术条件要求，而且配料中石棉配合比例也降到10%左右，只是精棉篩选的耗損率上升到20—30%。这就有力的說明了虽然石棉的掺加量会影响产品的强度，但在石棉水泥制品工业所使用的石棉絕大部分質量低劣，砂石粉含量过大的情况下，單純強調提高配合比例而不考虑石棉內的砂石粉含量，这对解决产品质量来講是不符合实际的。从这里也可証明、石棉內的砂石粉含量过大，不但相应地減少了石棉纖維的比例，降低了产品的强度，同时还增加了产品的干縮性，促进了石棉水泥瓦的裂紋。天津石棉制品厂1956年8月份受前建筑材料工业部委托所作的四个不同石棉配方的对比試驗来看，同样可以証明这点。該厂对比試驗是将水泥的品种和用量固定不变，仅改变石棉的品种来进行研究，企图解决各厂提出的溁源絨棉和西康5級棉質量太低不能使用的問題。通过試驗証明石棉內的砂石粉含量过大，不仅單位产品的原材料消耗定額提高，产量降低，强度下降，而且在保管不注意时，还要发生大量的裂紋。

天津石棉制品厂所作四个配方的質量鑑定表如表1。

天津石棉制品厂所作四个配方的質量鑑定表

表 1

配 料 編 号	1 号	2 号	3 号	4 号
石棉的品种等級 以及每池料浆需 要的纖維重量(公 斤)	涑源*4块 $6\frac{1}{2}$	涑源*4块 10	西康*5 4	西康*5 4
	涑源*3絨 12	涑源*3絨 5	西康*4 2	西康*4 2
	涑源*2絨 6	涑源*2絨 $9\frac{1}{2}$	热河*2 4	热河*2 4
	紙浆 5	紙浆 5	大連*1 5	涑源*4块 9
			大連*2 6	涑源*3絨 3
			大連*3 3	涑源*2絨 2
			紙浆 5	紙浆 5
小 計	$29\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$	29	29
*400矿渣水泥每 池使用量(公斤)	200	200	205	205
13天材齡的产品 抗折强度(公斤)	161.5	177.0	229.5	174.5
每池料浆产瓦数 (張)	458	468	503	497
到1957年5月份 檢查裂損%	100%裂損在1 个瓦罐以上	100%裂損在1 个瓦罐左右	裂損15%	裂損23%

注：試驗产品沒有出厂，是順弧堆架在厂內环境相同的地方，进行了8个月的观察。

2. 水泥品种的选择問題：一般說来普通矽酸盐水泥在一般的养护条件下比矿渣水泥、頁岩水泥在干縮性上要小一些，这个問題在石棉質量不好的情况下就显得格外重要。天津石棉制品厂曾在1957年5月份作了普通矽酸盐水泥和矿渣水泥、頁岩水泥的对比試驗，在三个配料單(表2)中仅仅改变水泥的品种，其他成分以及工艺操作条件完全相同。制成的产品經一个半月露天堆置的观察，結果(表3)証明，在制造石棉水泥瓦时，当石棉質量較低的情

天津石棉制品厂用不同水泥所做的对比試驗的配料單 表 2

石棉的品种和等級	每池料浆用量	占石棉总用量的%
涑源"3絨棉	6公斤	13.64
涑源"2絨棉	6公斤	13.64
涑源"4块棉	4公斤	9.09
西康"5棉	14公斤	31.80
大連"2棉	5公斤	11.36
內蒙"3棉	4公斤	9.09
內蒙"1棉	3公斤	6.82
热河"2棉	2公斤	4.55
小 計	44公斤	100.00
紙 漿	10公斤	
*400水泥(品种变化三次)	400公斤	

天津石棉制品厂試驗的不同水泥对比試驗結果 表 3

使用水泥品种	試样数量 (張)	裂 紋 占 %
普通水泥	227	0
頁岩水泥	232	3.4
矿渣水泥	279	45.8

注：三批試样都是噴弧堆放在露天，保管情况相同，当时室外的相对湿度是50~68%；风力是1~4級；温度13~35°C。

况下，使用掺有大量混合材的水泥，会增加产品的干縮，促进产品裂紋的产生。重庆石棉制品厂在这个問題上表現的更为明显，該厂于1957年使用低級石棉和矿渣水泥制造石棉水泥瓦，由于裂

紋无法制止，不得不于中途停产。如果在采用掺有大量混合材水泥的同时，使用一些較長、松解度較大的石棉纖維提高产品的抗拉强度，虽然产品的干縮仍然較大，但产生的裂紋却大为降低。此外，改变和加强养护，裂紋的問題也可以得到相应的減輕或消灭，因此，問題并不是絕对的，我們必須从多方面去加以考虑。

3. 产品在养护过程中的失水：水泥見水才能发生变化生成坚硬如石的化合物，这就是一般所說的水化。石棉水泥瓦在养护过程中失水，不但不能使水泥充分地进行水化而降低了强度，产品表現松脆，而且在脫水的过程中很容易产生裂紋。例如1957年4月份沈阳石棉水泥制品厂所生产的大波石棉水泥瓦，因为取消了水养护工序，湿空气养护庫內的相对湿度又只有60%左右，以致水泥在硬化过程中脫水太多，使产品粗松发脆，强度很低，在成品庫中保管的产品，用手一按就裂。另一方面就是出厂产品含水过大也容易产生裂紋。因为水分含量大，受热时水分蒸发得就多；产品的收縮变形也就相应地增大，由变形所产生的应力自然也要增大。从1956年全国几个主要地区逐月的相对湿度和1957年石棉水泥瓦使用調查小組的总结，对照起来分析，也可以說明这个問題（表4）。

从表4可以看出来，包头市因位于我国的西北，气候比較干燥，空气中全年的相对湿度最低。其次是河北通县。广州的全年相对湿度最大。而在一年中又以4月份前后空气中的相对湿度为最低。所以从石棉水泥瓦使用調查小組总结报告中能統計到的裂損数字看出，运到包头市的产品差不多裂損90%，而广州只有1%。在1年当中又以4月份前后裂的更严重些。这个原因从表4中是不难理解的。因为空气中的相对湿度越大，产品中水分蒸发的越少，蒸发的速度也就越慢，对于驟裂变形就可以減輕。产品的裂紋就可以防止，但这也并不是絕对的，当产品的强度过低，产

表 4

不同地区的相对湿度和石棉水泥小波瓦的裂纹的对照参考数字

地 名	月 份	自然条件												摘录调查小组总结 中可参考的石棉水 泥小波瓦的裂纹数 字
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
包 头 市	平均相对湿度	53	42	35	32	30	53	59	64	47	41	47	51	保管瓦7,587張
	最低相对湿度	9	3	0	1	4	8	15	16	11	4	9	15	裂纹6,694張
	风速(米/秒)	3.4	3.6	3.5	4.2	4.1	3.4	2.5	3.3	2.6	2.8	3.2	3.1	裂占88%以上
广 州 市	平均相对湿度	67	85	86	82	90	86	81	83	74	66	60	69	保管瓦4,070張
	最低相对湿度	29	47	44	54	61	55	54	55	40	33	22	21	裂纹50張
	风速(米/秒)	2.2	1.7	2.3	2.3	2.1	2.3	2.1	2.1	1.6	2.0	2.4	2.0	裂占1%以上
通 县 (北京)	平均相对湿度	46	55	68	53	67	81	82	85	74	85	60	52	保管瓦88,892張
	最低相对湿度	11	11	23	1	23	20	39	35	18	18	12	14	裂 27,141張
	风速(米/秒)	3.8	3.1	2.8	3.6	3.0	2.5	1.9	1.6	2.0	2.2	3.2	2.9	裂占30%以上