

冷沥青悬浮液屋面防水层

沈前瑞 編

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書根據近年來國內試驗和試用結果，對冷瀝青懸浮液屋面防水層的施工有系統地加以介紹。內容分為材料分析，材料制備、施工方法、保養和修補等七個部分，可供屋面施工人員參考之用。

冷瀝青懸浮液屋面防水層

沈 前 瑞 編

*

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出 093 號

上海市印刷六廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

開本 787×1092 1/32 印張 1 1/2 字數 34 000

1959年6月第1版 1959年6月第1次印刷

印數 1—2,500

統一書號：15119·1237

定 價：(十二)0.20元

目 录

一 概述	1
二 材料分析	3
(一) 原材料分析与技术条件	3
(二) 冷瀝青悬浮液的配合比	10
(三) 冷瀝青悬浮液的性能	13
三 准备工作	15
(一) 冷瀝青悬浮液的制备	15
(二) 冷瀝青悬浮液的贮存	21
(三) 施工前的准备	22
四 屋面防水层施工	27
(一) 冷瀝青悬浮液屋面防水层的构造	27
(二) 冷瀝青悬浮液屋面防水层的施工方法	32
(三) 玻璃絲加勁层的冷瀝青悬浮液屋面防水层的构造与施工方法	38
五 保养和修补	41
六 质量标准	44
七 安全技术	46

一、概 述

冷瀝青悬浮液是从羅馬尼亞傳來的一種特別适用于屋面防水的新型建筑材料。它是由石油瀝青、石灰、水和摻或不摻纖維素拌和而成。不摻纖維素的冷瀝青悬浮液称之为“飛利瀝青”；摻纖維素的冷瀝青悬浮液称之为“捷羅克”。

自1956年9月建筑工程部建筑科学研究所介紹冷瀝青悬浮液以来，曾經在許多地方，在不同時間，并从各个不同角度进行着試驗、試用，有的經冬冻、春雨、地震等各种考驗，結果是不淌、不裂、不漏，有的甚至沒有經過严重考驗，已有裂縫和漏水的現象发生。虽然有失敗亦有成功，但总的來說成功的經驗是最基本的，就是对于震动影响大的工业厂房來說，虽曾規定暫時不宜使用，但按目前已取得的經驗来看，只要建筑物本身結構的質量 and 基层的質量合乎設計要求，和在捷羅克中再多加一层加勁层或采用玻璃絲加勁层的做法，亦就可以在震动影响大的工业厂房的屋面防水工程中应用。同时也可肯定的說：这种材料較其他防水材料，特別是較用瑪瑙脂粘結卷材的防水材料，不但在技术上、就是在經濟价值上亦要优越得多，至少降低成本20~40%，有的仅为卷材防水层价格的1/3。

多年来，我們常使用瑪瑙脂粘結卷材作屋面防水层，但对于瑪瑙脂的耐热与韌性的处理，迄今还是感到不够理想，因而瑪瑙脂粘結卷材的防水方法，不是唯一作屋面防水层最好的方法了，

人們總想用一種比它優越的材料來代替它。冷瀝青懸浮液在試驗、試用過程中獲得的證明是：防水性能良好，具有較高的耐熱性和韌性及粘着力，並且是在冷的狀態下使用，施工更為方便。這種懸浮液又可以預先集中生產，這樣並保證了施工進度和安全。更突出的是可以大大地降低屋面防水工程的造價，因而對冷瀝青懸浮液這種新防水技術不能不感到極大的興趣和期望。為此在今天技術革命的形勢下和基於過去試驗、試用的經驗基礎上，有必要進一步來推廣和研究這一新防水材料，以便做到充分掌握這一新技術的運用。

二、材料分析

已如前述，冷瀝青悬浮液是由石油瀝青、石灰、水和摻或不摻纖維素拌和而成，在拌和成的这种悬浮液中，瀝青顆粒被氫氧化鈣薄膜所分离，从而形成稳定的悬浮体(图 1)。这种悬浮体涂抹在稳固的基层上面后，由于自然的蒸发与基层的吸收而逐渐失去了其中的水，致使悬浮液的体积縮小，同时产生瀝青顆粒的位移而重新聚合(图 2)，最后包圍着瀝青顆粒的氫氧化鈣薄膜

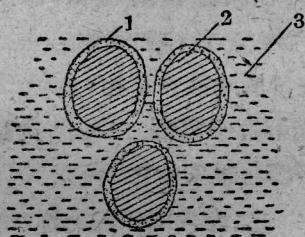


图 1

1—氫氧化鈣薄膜；2—瀝青顆粒；3—水。

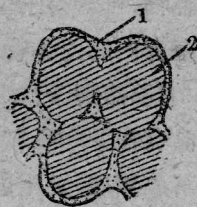


图 2

1—氫氧化鈣薄膜；2—瀝青顆粒。

被挤破而引起悬浮液的破坏，此时瀝青顆粒逐渐形成連續的瀝青膜而包圍氫氧化鈣，于是悬浮体結成稳定的防水层。

(一) 原材料分析与技术条件

冷瀝青悬浮液在用作屋面防水层时，除了最近的采用玻璃絲作为纖維素及加勁层以增强抗裂性能的做法外，一般可以有

下面几种作法：

- (1) 飞利瀝青与麻布配合使用；
- (2) 飞利瀝青与油毡、麻布配合使用；
- (3) 飞利瀝青、捷罗克与麻布配合使用；
- (4) 飞利瀝青、捷罗克与油毡配合使用；
- (5) 飞利瀝青与捷罗克配合使用。

按上述作法的防水层所用原材料的技术条件分述如下：

1. 瀝青

瀝青的化学成分是較复杂的，而且是成分不定的物质。在瀝青内，主要的成分是由許多不同类的高分子量液态和固态碳氢化合物所組成。

瀝青的化学成分基本上是由 80~90% 的碳，10~13% 的氢和 5~10% 其他物质（如硫、氧、氮等）。其基本組成的瀝青碳氢化合物，可分为三个組丛，即固体、粘性体和液体。

瀝青内的固体物质，是地瀝青质的晶体结构，色黑，比重大于 1，它不溶解于汽油、酒精，而溶解于氯仿、二硫化碳等熔剂，加热温度在 300°C 以下时，它不溶化也不软化，超过 300°C 时，則分解成焦炭，发出氢气体，因而它是瀝青中和稳定性、粘度、粘結力有影响作用的重要成分。

瀝青内的粘性物质是脂类物质（脂胶）和酸酐类物质，它主要是环状碳氢化合物及氧化物所組成，呈褐色，比重約为 1，可熔化，软化点在 100°C 以下，其中脂胶溶解于汽油，酸酐类物质溶解于酒精而不溶解于汽油，在这两种粘性物质中，前者是瀝青内的粘結剂与彈性的体现者，后者則为影响表面粘結力的表面活性材料。

瀝青内的液体物质是油类物质，比重小于 1，它溶解于石油

醚和其他有机溶剂，它給予瀝青活动性和流动性。

由上述构成瀝青的物質分析来看，在受热氧化以及其他因素影响下，瀝青內的物質将起着复杂的变化。例如油性物質在氧化作用下可变为复杂的脂胶物質；脂胶类物質在受热的作用下可变为地瀝青質物質，而致粘滯度增高(材料老化)。为此在冷瀝青悬浮液中采用的瀝青必須是氧化石油瀝青，因为氧化石油瀝青中的碳素、脂胶及油类物質是比較穩定的，但是由于瀝青中的各种物質含量比例不完全一致，故对在制作冷瀝青悬浮液中所使用的瀝青有如下的要求：

- (1) 石油瀝青(不允許以煤瀝青代替)；
- (2) 針入度(25°C): $60\sim 200$ ($1/10$ 公厘計)；
- (3) 軟化点(环球法): $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；
- (4) 延性: 25°C 时不小于 60 公分, 0°C 时不小于 1 公分；
- (5) 最大石蜡含量(重量計)不大于 2%；
- (6) 加热損失量(160°C , 5 小时)不大于 1%；
- (7) 在生产地点瀝青含水量不大于 1%。

从上面对瀝青数据要求看来，所用石油瀝青在性能上大致相当于国产 2~3 号石油瀝青(但延性难以达到要求)。为什么要求用这种熔点較低的瀝青呢？因为这种瀝青含有易溶解的油类物質及脂胶最多，制作时易于乳化和分散。而高熔点瀝青中难溶解的地瀝青質、碳瀝青質及碳質含量較高，而油类物質及脂胶等活性成分含量較少，制作时不易乳化和分散。根据我国具体情况，則在南部气温較高地区，可采用軟化点較高于 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的瀝青，如 4 号瀝青或 3 号与 5 号瀝青混合物等，但在制作时应加强攪拌，使制成的悬浮液达到均匀分散和必要的細度，同时应适当掌握乳化剂的加热温度，不使乳化剂温度低于瀝青本身軟

化点。此外采用軟化点較高的瀝青时，更应注意适当調整悬浮液的配合比。

瀝青的延性及石蜡含量的要求，对保証悬浮液的质量具有重要意义。在气温較低或变化剧烈的地区更为重要，因为达不到必要的延性，以及石蜡含量过高，会使悬浮液变脆和彈性降低，故在悬浮液配制中应慎重选择其配合比，以获得必要的延性。

2. 石灰

由于各地石灰石的原料不一，所鍛燒出的生石灰其成分也是不一致的。但是主要的成分总是氧化鈣及其他少量的物质。一般化学成分如下： CaO 約在 60~90%； MgO 約在 5~25%； SiO_2 2~8%；其他酸不溶物約在 1~3% 左右。含氧化鈣高的生石灰經過熟化后，一般認為所得氫氧化鈣含量亦高。由于悬浮液中氫氧化鈣是作为乳化剂的，氫氧化鈣均匀分散在瀝青顆粒中形成了薄膜而包圍瀝青顆粒，如果氫氧化鈣的含量不足，則乳化作用就会减弱。按照正常的拌和时间，悬浮液就难以保証有足够的細度和分散度。为此对制作冷瀝青悬浮液中的石灰也就有一定的要求。

(1) 要求鍛燒良好，其氧化鈣含量不小于 80% 的少鎂石灰，熟化后的石灰膏含氫氧化鈣不小于 30%。

(2) 酸不溶物不大于 2%。

(3) 熟化后的石灰膏分別通过 2, 1 和 0.5 公厘的篩孔過濾，并且应在石灰膏池中儲放一星期后方可使用。在儲放期間，石灰膏面层上面必須注水浸沒，不可直接与空气接触，否則空气中的二氧化碳会使石灰膏产生碳酸鈣薄膜。这种質硬的薄膜就难在瀝青顆粒中起乳化作用了，更不允许其他杂物混入。

(4) 氧化鈣含量在 60% 以上而达不到 80% 的非鎂質石灰，

当酸不溶物亦小于2%时,也可采用。但为了保证质量,石灰膏在悬浮液中必须达到一定的细度和分散度,故在拌和时须以先快后慢的速度进行拌和。

除以上用石灰作为乳化剂外,目前有些地方还采用黄土膏、矽藻土、烟灰、滑粉、泥炭、皂土等作为乳化材料;不问用何种材料作乳化剂,必须符合的条件是:它能在悬浮液中均匀分散,起包围沥青颗粒的薄膜作用,又不致改变其所选的沥青性质,方可使用。

3. 纤维素

纤维素是在作捷罗克时应用的,其作用是在悬浮液中增加沥青分子结构的抗拉强度。为此掺在悬浮液中的纤维素也就有着一定的要求。目前在悬浮液中所掺纤维素的主要纤维材料为石棉。

石棉是具有纤维结构并可分解微细纤维丝特性的矿物质,一般有两类,即是蛇纹石类和闪石类。

(1) 蛇纹石类石棉:

1) 纤蛇纹石石棉 也称为温石棉,是含有结晶水的镁矽酸盐矿物。它的抗张力强,并富有挠性,比重在2.4~2.5,纤维长。

2) 硬蛇纹石石棉 是纤维状蛇纹石的一种,类似粗硬的石棉,其纤维结合成块,常产于蛇纹石的裂缝中,一般称之为“伪石棉”,其质硬,不易分成纤维丝,无挠性,易折断。

(2) 闪石类石棉:

1) 直闪石石棉 纤维质脆,抗张力弱,但耐酸、耐热性较纤蛇纹石石棉好。

2) 青石棉(纤维状的钠闪石) 是一种易于分裂成纤维丝

的強韌纖維，抗拉力強，耐熱性較差。

3) 鐵石棉 是含鐵質的直閃石，其質地同青石棉大同小異，纖維質較粗硬。

4) 透閃石石棉 纖維短而弱，但耐酸性極強。

5) 陽起石石棉 纖維質硬而脆，無彈力。

6) 角閃石石棉 與透閃石石棉質地相近，不同的是含鋁較多。

7) 石棉石灰木 系矽酸化合物，由纖維組成的薄片，體質輕，比重小於1。

由以上各類石棉來看，有纖維抗拉力強和耐熱性較好的石棉，也有抗拉力弱和耐熱性較差的石棉。在摻纖維素的懸浮液中的纖維素作用，主要是在增加瀝青分子結構的抗拉強度，同時要求纖維素有一定的耐熱性。為此在懸浮液中摻的纖維素——石棉纖維，抗拉能力要強，並具有一定的耐熱性，如其中的纖維紋石石棉、青石棉和鐵石棉。

上述所擇石棉纖維，還必須進行分散和彈松的加工，使其纖維長度在1~20公厘範圍內。

除以石棉纖維作為纖維素的材料外，還有紙漿、竹絲、草漿等纖維也可作為懸浮液中的纖維素材料，但必須符合上述要求時方可使用。

此外，最近還利用玻璃絲纖維素來代替捷羅克中的石棉纖維素的做法，亦有着它的經濟意義。玻璃絲纖維素的捷羅克與石棉等其他纖維素的捷羅克在加工方法上並沒有什麼不同，只是在配合比上將玻璃絲纖維素的用量減少至1%，和預先將玻璃絲剪成0.5公分長度的短纖維，並打亂成石棉絨狀即可使用。

4. 麻布

冷瀝青悬浮液屋面防水层中加麻布的作用，是加强悬浮液凝固后的抗拉强度的一种加筋做法，亦即为了防止悬浮液凝固后，热胀冷缩而引起的龜裂。为此对麻布材料的要求，除具有一定的抗拉能力外，并且要求麻布不因悬浮液凝固后的干燥或悬浮液本身热胀冷缩而变形。

麻布品种是較多的，如有亚麻、大麻、黄麻等麻布，但紡織好的麻布一般按綫徑可分为三种，即細麻布、粗麻布和中徑麻布。按質地可分为二种，即熟麻麻布和生麻麻布。

細麻布多为熟麻，質柔韌，但抗拉力較差。粗麻布多为生麻，質地硬，吸水性強，收縮变形大。因而在悬浮液屋面防水层中的加勁材料多采用中徑熟麻麻布。为了保証一定的抗拉强度与防止变形，其綫徑宜为 1 公厘左右，在 10 公分的縱橫方向內应有麻絲 30~33 根，并且应經過湿水处理后方可应用。

5. 油毡

油毡用在冷瀝青悬浮液屋面防水层中的功能与麻布相同，但它的粘結效果較麻布为差。因为底层悬浮液可以通过麻布中的孔隙与上层悬浮液牢固地凝結成一体，而用油毡作加勁材料是单凭油毡与油膏或悬浮液的粘結。为此用油毡来作悬浮液屋面防水层中的加勁材料时，只应用在不太受震动的建筑物的屋面上，或要求防水性能可以較差的屋面防水层中。为了保証其質量，制作油毡的瀝青材料应该同制作悬浮液的瀝青材料質地相近，也就是說必須是石油瀝青油毡，抗拉强度(橫向)应不小于 32 公斤/公分²。

6. 水

水是冷瀝青悬浮液中的拌和剂和稀釋剂。水的質地对悬浮液的質量影响极为重大，含酸含碱的水，都将会引起悬浮液的变

質，以致改變其物理性能。為此，必須採用飲用的軟水。

(二) 冷瀝青懸浮液的配合比

配制冷瀝青懸浮液除考慮原材料的技術條件外，當然其配合比的適當與否亦是很重要的。根據國內外各地試驗、試用的結果，懸浮液（包括摻纖維素的捷羅克和不摻纖維素的飛利瀝青）所用一切原材料如符合上述的技術條件與要求時，其基本配合比可以採用如表 1 的配合比。

表 1 冷瀝青懸浮液配合比（重量百分比計）

懸浮液名稱	瀝青	氫氧化鈣	纖維素(石棉)	水	備注
捷羅克	29~31	12~14	1.8~2.2	50.8~55.2	
飛利瀝青	39~41	17~19		41~43	

但由於各地的原材料不一定完全符合上述技術條件與要求，再加上各地的气候的不一致，以及實際施工中的技術條件等問題，因而配制懸浮液的配合比必須根據當地、當時試驗的結果來確定適合的配合比方案方為正確。表 2 列舉的是各地根據他們自己的試驗結果所選擇的捷羅克配合比方案。

以上冷瀝青懸浮液配合比中所指的氫氧化鈣並不就是石灰膏，此點必須注意。因而在配制冷瀝青懸浮液前必須首先測定已熟化後的石灰膏中的氫氧化鈣含量，然後根據配合比所需要的氫氧化鈣用量計算出石灰膏用量。

例如已選定的懸浮液配合比如下：

2# 石油瀝青	39%
氫氧化鈣	8.5%
石 棉	1.5%
水	51%

表 2 捷罗克配合比方案

悬 浮 液 名 称	原 材			料 试 驗			冷 凝 青 悬 浮 液 重 量 配 合 比 (%比計)				冷 凝 青 悬 浮 液 性 能 試 驗				施 工 或 試 驗 地 區 单 位		
	壓 青		加 热 損 失 量 (160°C 5小 时)	石 灰			纖維素	水	瀝 青	石 灰 (乳 化 剂)	纖維 素	水	耐 熱 性	耐 粘 結 力		不 透 水 性	抗 冻 性
	針 入 度 25°C 1公厘 10	延 性 (公 分)		0°C	氧 化 鈣 或 氧 化 鈣 (%)	氧 化 鎂 或 氧 化 鎂 (%)											
捷	48	75.8	—	80~88	7~8	—	—	10~25	自來水	38	9	1.5	51.5	合 格	合 格	合 格	太 原 工 程 局
羅	47	122.5	—	72.16	1.36	0.8	25 左 右	1~1.5	自來水	31或30	13或14	2	56.0	合 格	合 格	合 格	包 頭 建 筑 總 公 司
克	46.5	55.8	—	72.16	1.36	0.8	25 左 右	1~1.5	自來水	31	13	2	56.0	合 格	合 格	合 格	包 頭 建 筑 總 公 司
	47	74.8	—	54~74	—	—	—	1~2	自來水	32	14	2	52	合 格	合 格	合 格	鞍 山 建 筑 總 公 司
	45	98.0	—	70.49	—	—	—	2~20 2~40	自來水	29~31	12~14	2.2	55.2~ 60.8	合 格	合 格	合 格	武 漢 建 筑 總 公 司
	50	53	—	73.83	—	—	—	0.5~5	自來水	31	11.5	1.8	47.7	合 格	合 格	合 格	西 北 二 公 司

首先測定石灰膏中氫氧化鈣含量。假定已測得石灰膏中氫氧化鈣含量為 40%，

$$\begin{aligned} \text{則} \quad 40:100 &= 8.5:x \\ x &= \frac{850}{40} = 21.25 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

即是配制 100 公斤的捷羅克，石灰膏的用量是 21.25 公斤。

由於石灰膏中含有水，故懸浮液中應加水量亦應相應地減去石灰膏中含水量來計算。

如上例求出石灰膏為 21.25 公斤，則其中含水量應為 $21.25 - 8.5 = 12.75$ 公斤（少數雜質不計），故應加水量則為 $51 - 12.75 = 38.25$ 公斤。

因此攪拌 100 公斤摻纖維素的冷瀝青懸浮液（捷羅克）材料用量為：瀝青 39 公斤；石灰膏 21.25 公斤；石棉 1.5 公斤；水 38.25 公斤。

正確測定熟化後的石灰膏中氫氧化鈣含量是件重要的工作，其測定方法為：

首先取 100 毫升量筒一個，稱其重量，取 50 克石灰膏和 150 克水放於燒杯內，用玻璃棒仔細攪拌均勻，配成石灰乳液；然後將石灰乳液倒入首先稱量過的 100 毫升量筒內，裝滿 100 毫升為止，稱其重量，根據這一重量減去量筒重量，即為 100 毫升石灰乳液重量。查下表 3 即可得未稀釋之石灰膏中氫氧化鈣含量。

表 3

100 毫升石灰乳液 的重量 (克)	105.4	106.0	106.8	107.6	108.5	109.3
未稀釋之石灰膏中 氫氧化鈣含量 (%)	36	40	45	50	55	60

注：1. 中間數據可用插入法確定；2. 重量精度要求為 0.1 克。

(三) 冷瀝青悬浮液的性能

根据一定的原材料、技术条件和所选择的配合比配制的冷瀝青悬浮液，必須进行各种物理性能的鉴定合格后，方可进行施工。

1. 耐热性的测定

在 10×10 公分厚 $1 \sim 2$ 公分的 $1:3$ 水泥砂浆板面上，涂抹一层 1 公分厚的冷瀝青悬浮液，在室温内硬化，待試件干透后，安置在坡度 100% (45°) 的木架上，并放入已加热至 90°C 的烘箱中，經 5 小时，悬浮液无流淌或下滑现象为合格。

2. 韧性的测定

在 5×14 公分的石油瀝青油毡面上涂抹 3 公厘厚的冷瀝青悬浮液，在室温中硬化，干透后放入 $18 \pm 2^\circ\text{C}$ 水槽中，經過 1 小时取出，用 2 秒鐘的速度繞在 1.5 公分直径的圓棒上弯成半圓形时，以冷瀝青悬浮液不发生裂縫为合格。

3. 粘着力测定

剪两块尺寸为 5×10 公分的石油瀝青油毡，在一块油毡上涂抹 3 公厘厚的冷瀝青悬浮液，再将另一块油毡粘合上，然后在室温中硬化，干透后用手将油毡揭开时，以油毡本身裂开的面积应占二分之一为合格。

4. 透水性的测定

在一張无防水性能的紙上涂抹 $10 \times 10 \times 1$ 公分的冷瀝青悬浮液层，于室温中硬化，干透后在其下放一張濾紙，其上树立一根直径約 4.5 公分、高 15 公分的玻璃管，并用熔化的 4 号石油瀝青或飞利瀝青將玻璃管与紙上悬浮液层密封，經 24 小时后，再在玻璃管内灌入 5 公分高度的水（水温 $18 \pm 2^\circ\text{C}$ ），以 7 昼夜

。无渗水现象为合格。

5. 抗冻性的测定

在 10×10 或 20×20 公分的油毡或水泥砂浆板上,涂抹1公分厚以下的冷瀝青悬浮液层,于室温中硬化,干透后放入 -20°C 以下的冰箱中冻5小时,然后取出在室温中融化5小时,照此循环15次,以无裂纹出现为合格。

除上述耐热、韧性、粘着力、透水性、抗冻性等必须鉴定外,还可以做以下几种试验,以补充观察冷瀝青悬浮液的性能:

1) 耐久性(稳定性)试验: 将涂抹有冷瀝青悬浮液的试件,使其长期受光,观察表面有无皱纹和老化现象。

2) 抗拉强度试验: 将涂抹有冷瀝青悬浮液的试件,按纵向或横向求其拉应力。

3) 吸水率试验: 涂抹有冷瀝青悬浮液试件,使其长时间的浸在水中,观察其吸水程度。

4) 其他物理性能的测定: 如容量、导热系数、温度变形等。一般掺纤维素的冷瀝青悬浮液(捷罗克)的干容重在1.2左右,导热系数在 $0.54 \sim 0.55$ 千卡/公尺·度·小时,温度变形 1°C 的纵向膨胀率为0.000147左右。