

# 木材防腐 与 抗火处理

Д.Н. 列克托尔斯基著

Д. Н. 列克托爾斯基著

# 木材防腐與抗火處理

史榮釗 譯

中國林業出版社

1960年·北京

Д. Н. 列克托尔斯基著  
木材防腐与抗火处理

史荣剑 译

\*

中國林業出版社出版

(北京安外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第007号

东單印刷厂印刷 新華書店發行

\*

787×1092 $\frac{1}{32}$  • 6 印張 • 136,000 字

1960年6月第一版

1960年6月第一次印刷

印數: 0001—3,000 册 定價: (9)0.63 元

統一書号: 15046·697

## 前 言

木材是工农业建設的重要材料之一。由于国家社会主义建設事业的发展，木材的需要量愈来愈大。要保証国民經济对木材日益增长的需要，除了主要依靠增产原木和发展人造板工业以外，如何延长木材的使用年限以节约木材也是有效的措施。

例如，一般的枕木平均只能使用五年左右，而经过防腐处理却可以延长使用期限二至三倍或更长；电杆和矿柱等经过适当防腐处理以后，也都能大大地延长使用寿命。可见，加强防腐工作是节约木材的重要方面。特别是大跃进以来，随着人民公社化的实现和工农业的连续跃进，我国的交通运输事业尤其是铁路建设正以空前未有的速度蓬勃地发展着。这就需要更多的枕木、电杆等木料；与此同时，木材的防腐工作也势必要相应地发展。

本书是根据苏联森林工业与造纸工业出版社（Гослесбумиздат）1951年出版的列克托尔斯基（Д. Н. Лекторский）著“木材保存学”（Защитная обработка древесины）一书译出的。主要阐述工农业建设中的各种用材诸如枕木、电杆、矿柱、造船材和水利建设用材的防腐技术，并结合着探讨了木材的防火处理问题。译者在翻译过程中对原书的某些章节或段落作了一些删节。希望本书的翻译出版有助于防腐工作的进一步开展。

# 目 錄

## 前言

## 第 一 篇

1. 緒 論 ..... ( 1 )
2. 各种木材的浸潤度 ..... ( 12 )
3. 浸潤木材時所發生的現象 ..... ( 24 )
4. 妨碍浸潤的木材缺陷 ..... ( 25 )

## 第 二 篇

- 第 一 章 干燥木材的浸潤方法 ..... ( 29 )
  1. 在浸潤罐內浸潤 ..... ( 29 )
  2. 其他浸潤法 ..... ( 50 )
- 第 二 章 潮湿木材的浸潤方法 ..... ( 53 )
  1. 在浸潤罐內浸潤 ..... ( 53 )
  2. 其他浸潤法 ..... ( 79 )
- 第 三 章 木材防腐 ..... ( 83 )
  1. 防腐劑 ..... ( 83 )
  2. 工業上木材防腐的基本原則 ..... ( 101 )
  3. 枕木的防腐 ..... ( 104 )
  4. 电杆的防腐 ..... ( 119 )
  5. 礦井支護材的防腐 ..... ( 127 )
  6. 水工構築物和造船用材的防腐 ..... ( 133 )

Am 46/13

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 第四章 | 抗火(耐火)木材.....      | (139) |
| 1.  | 抗火劑.....           | (142) |
| 2.  | 浸潤方法.....          | (153) |
| 第五章 | 木材防腐抗火处理的質量检查..... | (157) |
| 1.  | 一般檢驗.....          | (158) |
| 2.  | 特殊檢驗.....          | (175) |

# 第一篇

## 1. 緒 論

木材是最優良的天然材料的一種。它有許多固有的性能。這些性能是：

(1) 容重和比重很小。因此，木材可以漂浮，並且便於水運；

(2) 導熱性和導電性較低；

(3) 堅固；

(4) 和其他建築材料相比，能較好地承受振動和衝擊；

(5) 溫度改變時，尺寸變化不顯著；

(6) 用簡單的工具容易加工；

(7) 價廉；

(8) 木材種類繁多，它們的物理力學性能各有不同；

必須特別指出森林分布很廣（幾乎到處都有），而且採伐後還能更新。

但是，木材除了這些優良的性能以外，也有一些缺點。這些缺點常常限制了木材使用的範圍，而在某些情況下，則完全不能使用木材。例如：木材的外形和導電程度隨着濕度的變化而變化，木材容易腐朽和容易着火，對酸、鹼和某些鹽類缺乏足夠的抵抗能力等。

但是，必須指出木材的不良性能是有條件的。例如，導熱

性不好，在某種情況下是有利的（建築物中的木材），而在另一種情況下是有害的（機器中的某些木製部件、軸承等）。硬度對於製造某些零件是有利的，而在製造鉛筆杆時，却是有害的。因此，木材的某一種性能在不同的情況下，會顯得有害而應當排除。

木材易于進行物理—化學加工，因而就有可能不僅改變它在某種情況下所固有的缺點，而且还賦予天然木材所沒有的新的性能。

有許多方法能使木材具有新的性能。

對付真菌或昆蟲用有毒的浸潤劑浸潤木材，這是大家最熟悉的。這些方法統稱木材“防腐處理”。

所謂浸潤木材，就是為了改善木材的天然性能並使其具有新的性質，而將某種浸潤劑滲入木材內部。所以研究木材浸潤時，必須掌握各種浸潤劑在不同的狀態下滲入，木材內部的方法，以及這時所發生的現象；特別是要掌握木材的構造和液體在毛細管系內運動的規律。

所以除掉上面所指出的以外，在木材浸潤工藝學上還有一系列的問題，首先包括：滲入木材內的浸潤劑是否能達到一定目的；在不同條件下，這些浸潤劑對於木材的影響如何；木材經過浸潤所改善的性能和測定這些性能的方法；用各種浸潤劑浸潤木材時所發生的物理、化學和物理—化學的現象。

## 木材防腐的目的和方法

使木材能抵抗腐朽和某些海生軟體動物及甲殼動物損傷的特殊加工稱為木材防腐。木材防腐的目的主要是延長木材的使用期限，一般樹種的木材經防腐以後（例如在水工構築物中經浸潤過的山毛櫸）常常可以用來代替外來的貴重樹種，同時無論

在經濟上或技術指標上都有較大的效果。

防腐木材主要是在鐵路運輸、電力、通訊、造船、水工建築、礦山開采，以及民用建築和筑路工程等方面採用。

到目前為止，鐵道部門是防腐木材主要的生產單位，並且在大多數情況下，也是最大的消費單位。鐵道部門浸潤的有枕木、岔枕、電杆、木橋的構件和其他木制品。這些工程材料如不加浸潤，它們的使用年限是極短的。

在鐵道部門防止木材腐朽的唯一方法是用防腐劑浸潤。

動力工業和電訊部門電杆和電訊杆時，要消耗大量木材。沒有防腐的電杆的使用期限極其有限，主要是因為遭受真菌的破壞。在蘇聯大量的電訊杆是經過防腐處理的，而且往往祇浸潤容易受菌類腐朽的底部。

在造船和水工建築中，防腐木材作為主要的建築材料用在建築港口製造木船方面。此外，還用作甲板、內部鋪板、艙口蓋板、貯藏室、冷藏庫、壁板和客艙等設備上。建築船塢、水閘、碼頭時，要用大量的木材作為輔助材料。

礦柱最容易腐朽，這是因為礦內空氣濕熱，最適于真菌繁殖。

在民用建築和工業建築中，雖然被真菌破壞的木材為數甚大，但用木材防腐處理的時間還不太長。目前進行防腐處理的是最容易腐朽的部位：木結構房屋的底桁架、地板梁、地板、屋架部件和建築物露在外面的部分。

木材腐朽是木材損壞最常見的原因。

木材的組成部分在真菌和細菌的影響下，分解成為較簡單的化合物的過程稱為腐朽。

包含在木材組成部分中的複雜的有機物，由於外部的條件不同，能起化學作用分解成較簡單的物體。所以在某種情況

下，木材可以很好地保存，而在另外一种情况下却很容易坏。

在外表上，腐朽过程首先表现在天然色泽的变化，这种变化与侵入木材的真菌种类和腐朽的阶段有关。有时木材虽然开始腐朽，但它的物理和力学性质并没有受到损害（例如，感染青斑的一定阶段）。然而，在大多数的情况下，当色泽起变化的同时，木材也就丧失掉它所有的良好性能。

某些菌类能引起所谓腐蚀性腐朽。发生这种腐朽的木材还能保持一定的强度。在腐朽过程的一定阶段内，木材发生变色和出现白斑。例如松木菌（*Trametes Pini*）就引起这种腐朽。这种菌主要以木材的内含物——木质素来滋养的。在腐朽木材内纤维素的相对含量增加15%，而木质素的相对含量减少30%。

另外一些菌，例如家菌（*Merulius lacrimans*）会引起破坏性腐朽。这些菌类主要以细胞壁的纤维素来滋养。因此，凡是感染家菌的木材都要丧失它的强度，并分裂成大大小小的稜形小块。破坏性腐朽的木材往往变成暗黑色。被家菌破坏的云杉，其纤维素含量会减少到8%，而木质素的相对含量则增高到56%。

还有一些菌类，例如 *Fomes annosus* 可以把木材的全部组成部分作为它的滋养物。

可以认为：木材一旦受菌类的破坏，就会引起各种化学变化（依菌种而定），这种化学变化目前还研究得不够。但同时必须指出，这种化学变化在任何情况下都会使遭受腐朽的木材的容重减小，并在大多数情况下会大大降低木材的强度。

某些树种的木材的防腐性能之所以较高，无疑地，这是与木材中含有一些对菌类有毒的物质有关。这些物质多半属于挥发性的。已经知道，即使木材中含有2%的单宁，也足以阻止

家菌的生长。所以很容易理解，为什么含有大量单宁的櫟木能有效地抵抗这种菌类的破坏。

同样已经知道：某些材种用水处理的方法所取得的心材提炼物比边材提炼物有较大的毒性。

从重要性来看，第二个缩短木材使用年限原因是昆虫、软体动物等对木材的破坏。在外表上，这种破坏可从木材表面或内部是否出现各种形状和大小的蛀孔、通道，以及有无昆虫的幼虫和成虫，就能轻易地识别出来。而且，木材力学性能变化的程度也与害虫的种类、破坏的阶段，以及害虫在被害物内分布的情况有关。木材的化学变化主要表现在纤维素和多缩戊酸的减少上。例如经过蚀船软体虫（*Teredo navalis*）的营养器官蛀蚀以后，木材的粉状残留物中仅含11—12%的纤维素。

水，温度的变化，空气和阳光对木材的破坏作用较不厉害。

水冲失部份木汁——因为木汁能溶解于水，在某种程度上对木材的保存反倒有利。实践证明，水运的木材较能耐腐；不过，这种作用的效果不大。

木材长时期（1—3年以上）在淡水，尤其在海水内浸泡，会降低它的强度。在外表上，表现色泽变淡和形成海绵状结构。但是大家知道，某些树种的木材（如落叶松）在沒有空气和温度均匀的水中可保存到1000年以上。

但是，水促使木材破坏的现象则是比较常见的。当木材的湿度大于20%和温度适宜（0+45°）时，各种真菌最容易发育。

土壤的湿度对于木材有很大的破坏作用。

木材在透水性、水分和热量较大的土壤内保存较差。木材在沙土内，特别是在湿度经常变化的沙土内，比在粘土内更不好保存。埋在土里的木材能吸收45—70%的水分，因此，在这

种条件下，木材湿度变化的范围，要比它在空气中的变化范围（10—20%）大好几倍。由于时胀时缩所产生的应力会妨碍木材保持内部平衡，造成裂纹，而使木材破坏。所有这些现象都能助长腐朽菌类破坏木材。

在有空气存在的情况下，改变湿度就使木材更易破坏。埋入土内或立在水中的电杆，在靠近地面或水位变动部位的木材最先破坏。

木材长期经受  $60^{\circ}$  以上的热度，即在自然条件下经受阳光的照射，也会变得松脆。这一过程有如木材干馏的最初阶段。

空气和阳光对木材的作用属于氧气和臭氧的氧化作用；木材的老化（干燥）过程并不显著影响它的强度。通常木材随着老化过程而稍稍变黑。在某些情况下，木材老化后却具有贵重的性质，例如共鸣性。

气候对于木材的腐坏具有重要的影响。在干燥和炎热，以及寒冷的气候下，腐朽的菌类就不能发育。所以在干热和寒冷地带保存木材要比在温带或气候湿热的地带来得好。

木材防腐方法有好多种，其中有些方法是对木材加以涂抹和喷射（外部掩复），或进行热处理（烧焦和硬化），或用水、蒸汽抽去滋养菌类的物质。但是这些方法没有得到多大的发展。

外部涂复（油类涂料、油漆）的目的在于减弱大气湿度的影响，可以减轻菌类和昆虫的为害。这种涂复防护法主要用在住宅、车厢和船内的细木工制品上。但这种防护是远远不够的。表面涂复只能降低水分渗入木材内部的速度，而木材内部仍然保留足够使菌类发育的湿度；何况菌类的孢子比较容易进入表面经防腐剂涂抹过的木材。防止昆虫的破坏也是很不够的，因

为塗复的薄层对昆虫來說不是什么严重的阻碍。

烧焦木材是最古老的防腐方法之一。通常烧焦是在直火上进行的。由于高温，木材表层逐渐干燥并有些分解；同时所形成的木材干馏的初期产物渗入木材内部，而产生一些防腐作用。然而直火灼烧木材所起的裂纹，如果在灼烧以后不用热油或克魯索油塗抹，就会失去防腐的效果。而且木材烧焦法亦仅在不得已的情况下，在不大重要的材料上才采用。

木材硬化是基于热气流的压縮作用。加热的時間和溫度与木材的質量和树种有关。在高温的作用下，菌类的孢子死亡；木汁和木材的組成部分也經過一些变化，而形成具有防腐能力的物質。这种方法是有些价值的，但在实用上未見采用过。

以前認為，在細胞內的碳水化合物和蛋白質是菌类主要的养料，所以力求用水或蒸汽以抽提法除去这些成分。但是在知道多数菌类的滋养剂是木材本身（纖維素和木質素）以后，抽提法就丧失了它的意义。無論抽提到怎样程度，也不能防止木材遭受虫害（在海水中是木蠹蛾，在土壤內是甲虫科的幼虫和天牛）。

現代，木材用对菌类有毒的防腐劑來处理是木材防腐唯一可靠的方法，这种处理方法主要是采取浸潤的办法。在某些情況下也可采用塗复法。

木材防腐在国民經济中的意义是，木材經過防腐以后能延长使用年限。

木材防腐对枕木和大材的使用年限有重要的意义。

要确定铁路枕木的使用年限是非常困难的。因为它与許多可变条件有关。

茲將已經知道的在國際鐵路工作者代表大会上公佈的平均統計資料列入表1，以供參考。

未經浸潤和經浸潤的枕木的使用年限 表 1

| 木 材 樹 種 | 枕 木 的 平 均 使 用 年 限 (以年計) |          |          |
|---------|-------------------------|----------|----------|
|         | 未經潤浸的                   | 用克魯索油浸潤的 | 用其他藥劑浸潤的 |
| 櫟 木     | 12—15                   | 25       | 15—20    |
| 山 毛 櫟   | 2.5—3                   | 30       | 10—16    |
| 松       | 6—8                     | 20       | 10—15    |
| 落 葉 松   | 8—10                    | 20       | 15—20    |

根据文献記載的資料，經過浸潤的各種不同樹種枕木的較詳細的平均使用年限如表 2 所示。

根据某些資料，用克魯索油浸潤過的枕木，其使用年限與使用地點的氣候條件有關，一般在 19 年到 24 年之間。

浸 潤 枕 木 的 使 用 年 限 表 2

| 樹 種 | 防 腐 劑 與 浸 潤 方 法             | 國別和平均的使用年限 (以年計) |
|-----|-----------------------------|------------------|
| 松   | 煤制克魯索油；完全吸收法                | 英國 21—24         |
|     |                             | 德國 27            |
|     |                             | 丹麥 接近 25         |
|     |                             | 法國 接近 20         |
|     |                             | 瑞典 接近 20         |
|     |                             | 挪威 20—25         |
| 落葉松 | 氯化鋅 + 煤制克魯索油；二次浸潤法<br>各種防腐劑 | 捷克 10—15         |
|     |                             | 捷克 12—17         |
| 硬 材 | 煤制克魯索油；限制吸收法                |                  |
| 山毛櫟 | 氯化鋅 + 煤制克魯索油；二次浸潤法          | 捷克 21—30         |
| 山毛櫟 | 煤制克魯索油；限制吸收法                | 德國 40            |

所引用的資料概括地證明枕木防腐的重要意義，以及用克魯索油浸潤的優越性。但是它們還不能說明那些并非次要的問題，如氣候條件、制作枕木的林區的林齡、防腐劑的吸收定額、心邊材浸潤的充分程度、道碴的種類與狀態、枕木扣住鋼軌的方法、綫路運行的情況（尤其是載重情況）等對枕木使用期限的影響。很遺憾到現在為止還沒有這類資料。

至於電杆，通常都認為未經浸潤的云杉和冷杉電杆祇能使用3—4年，而松木電杆祇能使用4—8年。

有關未經浸潤的松木電杆使用年限的詳盡資料證明，其使用年限，在蘇聯歐洲部分北部是6—8年，中部是4—5年，南部祇有2—3年。

文獻上記載的關於浸潤電杆的使用年限有下列資料：以完全吸收法用克魯索油浸潤的電杆可用18—25到50年以上；用硫酸銅浸潤的可用12—15到18年；用氯化鋅和克魯索油（二次浸潤法）的可用13—16年。

如果用氟化鈉或含氟化鈉的混合物，以及單用氯化鋅時，使用年限可達8到12年甚至16年，根據吸收定額從1.8到7.5公斤/立方米而異。

用氯化鋅和克魯索油（黑油、瀝青混合物等）以二次浸潤法處理時，使用年限在13到15—16年之間，甚至可使用更多的年限。用克魯索油浸潤的電杆，其使用年限可增加到28—35—50年或更長。

在水工構築物中，未經浸潤的松木只能使用4到6年（有時甚至只有0.5—2年），經過浸潤的平均可用18年。

儘管所引用的資料是不完全的，但也可以看出木材防腐的效果是很大的。

## 木材抗火處理的方法與目的

在國防工業、交通運輸工業，甚至民用建築，都需要耐火的材料。

但是要求任何一種有機物，包括木材在內在高溫下完全不氧化和完全不破壞是不可能的。所以不是完全不會着火的木材才稱做抗火的木材；而是說木材強烈受熱以後祇燒壞燒焦，而不會冒焰，也不會冒煙徐燃，這樣的木材就叫做抗火木材。在直火上加熱時抗火木材遠比一般木材不易着火。燃燒抗火木材時僅在直接和火焰接觸部分受到破壞，不會傳播火災；當火焰的作用停止後，任何燃燒和破壞就很快停止。

上面所說的抗火木材的這種性能大大減少火險，並且不會使火災蔓延。同時，在這種情況下，火災只會由於外界易燃物的燃燒而引起，不會因木材本身着火而引起。

木柱和木梁的優越性特別表現在即使在燃燒時負荷也能經受較長時間。這一方面，鋼鐵結構不如木結構，因為鋼鐵結構在加熱到 $400^{\circ}$ 時，強度很快減低；而在發生火災時，一般溫度高達 $1000^{\circ}$ 。

由於抗火木材具有這些性能，所以在建築業、造船業和其他部門都對它很重視。

至於要怎樣處理，才能使木材抗火，必須先探討木材燃燒的過程。

當木材加熱到 $130-140^{\circ}$ 時，全部水分很快逸出，木材的組成部分開始分解。由於分解而形成容易燃燒的含碳化合物：甲烷、乙烷、一氧化碳（和不燃燒的二氧化碳），以及氫氣。在高溫下進一步加熱，得到木材的高溫熱解產物——木精、丙酮、醋酸、焦油等物質都跑掉了，殘留的只是木炭。

溫度愈高，木材分解也愈快，單位時間內得到的各種可燃物質也愈多。

木材的燃燒是木材的熱分解產物和空氣中的氧氣迅速結合的過程，同時放出熱量和發生火焰。

首先燃燒的是木材分解產物中的輕揮發組分。這時所發生的熱量足以繼續分解相鄰部位的木材，弥漫在木材表面的氣體也着火，從而擴大火焰，並加劇木材的分解過程。木材分解時所生成的木炭因高溫也着火，使溫度更高。

木材本身的性質影響其可燃性。從文獻上知道木材的密度能影響其可燃性和燃燒速度，並可用下式計算：

$$\text{燃燒速度} = \frac{\text{損失的重量}}{\text{時間}}$$

隨着容重的減少，可燃性和最初階段的燃燒速度增加。而隨着容重的增加，最大燃燒速度（可燃性）也就下降。燃燒中形成的炭層和炭的結構（孔率）也影響木材的燃燒速度。

木材分解時所積累的氣體如不和火焰相遇，不會燃燒，這時木材可以不經燃燒而轉變成木炭。只有溫度在 330—470°（對某些樹種要在 500°時）才會由於所分解的產物自燃而發生火焰。

如果对被加热的木材不供給空氣，那麼不論在多大的溫度下也不會發生燃燒；這時將發生木材干餾的過程。

所以木材的分解總是發生在燃燒以前，但是木材也可以不燃燒而進行分解。

在很早以前，為了獲得抗火木材，用各種化學劑——抗火劑來浸潤木材。

用抗火劑來浸潤，可以得到這樣一種木材，它本身不會燃燒或冒煙徐燃，只有在外部強熱的作用下會燒壞。