



沈 景 秀 編

电杆防腐法

中國林業出版社

序 言

隨着我国工農業的高速發展，邮电通信就更加重要了。党中央号召在邮电通信方面要搞微波化和電纜化以及用鋼筋混凝土电杆來代替木材电杆，但根据目前实际情况，在許多地方还要使用木材电杆做通信器材。我国木材資源不足，而国民經济各部門对木材的需要日增，節約木材問題就具有特殊的意义。

在建設和修理通信架空綫路时，要用大批木材。据計算，建設一公里長的通信綫路，消耗在电杆、撑杆、帮樁和木担上的木材，平均就要十立方公尺左右。

未經防腐处理的电杆一般經過3—5年就開始腐朽，但經防腐处理的就能使用25年以上，因此，防腐处理电杆不僅能節約大量木材，而且也为国家節省許多投資費用。

解放后，在党的正確領導下，我国电杆防腐工作得到了很大的發展。1954年苏联防腐專家別洛夫來我国后，防腐科学大地提高了一步。大躍進以來，在破除迷信的思想指導下，工人們不但把原有的工藝規程得到改進，并且又發明了一些新的防腐方法，如联合处理法、石蠟干燥后冷槽处理法等。

本書簡要地介紹了我国各防腐工厂的电杆防腐处理方法，防腐剂的使用以及防腐厂的必要設備等。材料的來源，一部分是根据作者三年來在工作中的体会，一部份是参考、摘錄尼克諾洛娃“电杆防腐”和鄭止善“木材保存学”。本書可供木材工業部門、建築工程部門、邮电、鉄道防腐工厂的工人、干部及有關学校參考。

本人搞电杆防腐工作虽已有三年，但因水平所限，本書尚存在一些缺點，希讀者批評指導。

沈景秀

1959年5月于北京

目 錄

序 言

一、总 論	(1)
(一) 电杆防腐的目的	(1)
(二) 电杆防腐的一般原則	(1)
(三) 电杆受生物侵害后所發生的缺陷	(2)
(四) 电杆腐朽后机械强度的损坏	(3)
(五) 电杆防腐后的質量檢查	(4)
二、电杆防腐前的準備工作	(5)
(一) 剥 皮	(5)
(二) 电杆的刨光	(6)
(三) 电杆含水量的測定	(6)
(四) 电杆干燥方法	(7)
(五) 木材水分的類別	(9)
(六) 木材含水量与空气湿度的關係	(10)
(七) 木材含水量与体積收縮的關係	(11)
(八) 影响木材干燥的主要因素	(12)
三、电杆防腐法	(13)
(一) 表面处理法	(13)
(二) 浸漬法	(15)
(三) 冷熱槽浸注法	(17)
(四) 燒焦后塗抹克魯苏油法	(23)
(五) 对正在使用的电杆防腐处理法	(24)
(六) 木材端头浸漬法	(24)
(七) 活樹处理法	(25)

(八) 擴散防腐法 ·····	(27)
(九) 高頻電熱法 ·····	(38)
(十) 完全吸收法 ·····	(38)
(十一) 定量吸收法 ·····	(40)
(十二) 半定量吸收法 ·····	(42)
(十三) 采用壓力及其他真空浸注法 ·····	(43)
(十四) 濕木材防腐處理法 ·····	(43)
(十五) 石蠟干燥后冷槽處理法 ·····	(45)
四、防腐劑 ·····	(45)
(一) 油質防腐劑 ·····	(46)
(二) 水溶性防腐劑 ·····	(48)
(三) 混合防腐劑 ·····	(52)
(四) 氣體防腐劑 ·····	(53)
(五) 乳狀防腐劑 ·····	(54)
五、防腐廠的設備 ·····	(55)
(一) 加壓防腐廠的設備 ·····	(55)
(二) 冷熱槽處理木材設備 ·····	(65)
(三) 塗刷噴射設備 ·····	(66)
附錄：電杆加壓防腐處理作業過程和時間表 ·····	(69)
參考文獻 ·····	(70)

一、總 論

(一) 电杆防腐的目的

一般說來，电杆防腐的主要目的是使电杆延長使用年限。
电杆經過防腐后有下列效果：

1. 延長寿命。未經防腐处理的电杆，在北方只使用三年到五年，南方二年到三年在接近地面处就開始腐朽，尤其在白蟻繁殖地區腐朽得更加厲害；
2. 电杆必須經過防腐方適合使用部門需要；
3. 电杆必須經防腐后方適合保存。

(二) 电杆防腐的一般原則

电杆防腐并不是一个很簡單的問題，防腐的方法不適當或者防腐質量不好，不但不能達到防腐的目的，反而加剧了它的腐朽。尤其是做电杆用的樹种不同，防腐方法也不相同。因此电杆防腐必須合乎以下要求：

1. 含水量必須合乎技術要求，如紅松、黃花松，其边材含水量一定要在25%以下；
2. 防腐处理的电杆，其表皮和韌皮必須剝乾淨；
3. 电杆在防腐处理前必須進行檢查，如有死節、机械磨損和腐朽等毛病，就不適合進行防腐处理；
4. 防腐处理的电杆，其尺寸大小必須合乎技術規格要

求；

5. 一罐防腐处理的电杆，其含水量要大致相等。

(三) 电杆受生物侵害后所發生的缺陷

1. 藍變色：电杆在乾燥时容易發生藍变色，須注意防止。这种缺陷是由于藍变色菌在木材中生長，發生菌絲，使边材部分变色的結果。这种菌類在木材中生長主要以細胞中含有物为营养，菌絲生長时常經過細胞壁上紋孔侵入鄰近細胞，藍变色菌初期發育时，在木材表面呈點狀或絲狀，此后菌絲侵入木材整个边材即行变色。木材發生藍变色表明木材細胞中已有許多小的細菌存在。当这些菌絲到達某种發育階段时，木材表面即發生子实体，这些子实体在藍色的木材上，呈細小黑斑狀，內中含有微小孢子，这些孢子經风吹到其他濕木材上，即行發芽生長繼續侵害。

2. 褐變色：松木电杆在乾燥时易發生褐变色，木材乾燥时常因溫度过高而發生化学变化，其形狀与藍变色相似，不易區別。褐变色防止方法尙待研究。

3. 腐敗：一切木材都有被腐敗菌侵害的机会。电杆在運輸或貯备期間都易感染菌害，电杆在感染菌害后，真菌即在木材內發育，形成顯微的綫狀結構，叫做菌絲。菌絲在適當环境下可以在木材表面發育和內部發育（裂縫中），交織成束狀或根系狀，或成为氈狀，叫做菌氈，常呈白色或暗色，肉眼可以看到。菌絲是真菌的吸收組織，与綠色植物的根系相似。

电杆在初期腐朽时，其性質并無顯明的改变，僅是受害部分变色而已。这种变色并不明顯，容易与木材化学性質变色相混。未乾燥濕材的新面变色比乾材的变色为明顯。电杆乾燥后暴露于大气下变色常不明顯。电杆在初期腐敗以后外形就逐漸

变色，細胞壁很快解体，电杆的顏色、結構、連續性和强度性質都有顯著的变化，等到后期腐敗时电杆軟化成海綿狀，表面呈皺痕狀，發生輪裂多孔而成碎片狀腐朽。菌除使电杆变色外，有时使电杆發生狹而不規則的各种顏色的綫紋，最普通的是暗褐色和黑色綫紋。这些現象通常在白腐病時常見。

多數真菌需要木材含水量在纖維飽和點以上才能適宜發育，木材含水量在纖維飽和點时菌類的生長就受限制，木材含水量在25%以下时菌類就完全停止發育。因此健康木材經充分气乾后，即不致受真菌侵害，不过，如果木材又受濕而使含水量增高到真菌所需要的最低限度以上，那末，真菌又可以發育。通常健康的濕材經適當堆積气乾后不發生腐敗。

4. 虫害：未經充分乾燥的木材，甚至乾燥木材常會受昆虫侵害。有些昆虫僅侵害边材，侵害心材的是白蟻和甲虫，乾燥場地常見的害虫以甲虫類为最多。甲虫常在木材管孔中產卵，尤其是闊葉材电杆管孔可容納甲虫產卵，因而木材的管孔易受害。凡是容易受害的木材不宜長久置于乾燥場地，应經常檢查貯备在場地的木材，并在端面塗油漆或瀝青可以防止害虫產卵。

(四) 电杆腐朽后机械强度的损坏

腐朽木材与健康木材的机械强度有顯著的區別，經驗証明健康木材比腐朽木材硬度大17—35倍。

研究木結構的証明，从腐朽開始經六个月其抗压强度降低35%，經一年降低60%，經一年半全部破坏。

健康木材单位体積重量比腐朽木材单位体積重量最大可大2倍，腐朽木材的吸水量也增加了，可参考表1。

健康木材与腐朽木材在单位時間內吸收水分比較

表 1

樹种及其状态	單位体積重量(公斤/立方公分)	含 水 量	吸 收 水 分 比	
			經 1 小 時	經 25 小 時
健 康 白 楊	0.39	12.0	~	~
腐 朽 白 楊	0.23	12.5	~	~
健 康 樺 木	0.68	12.5	15	35
腐 朽 樺 木	0.30	15.0	199	217
健 康 馬 尾 松	0.55	10.0	16	32
腐 朽 馬 尾 松	0.35	15.0	59	168
健 康 柞 木	0.68	13.0	14	42
腐 朽 柞 木	0.36	14.0	30	81

表面略有腐朽木材的弯曲性同样比健康木材大，这是由于除正常乾燥所引起的收縮以外，腐朽木材的細胞壁强度降低也影响腐朽木材弯曲性增加，这样自然降低了木材的性能。

(五) 电杆防腐后的質量檢查

防腐处理后質量檢查应由下列人員組成：防腐工長、技術領導人、質量檢查員。

防腐質量檢查主要应針對所用防腐剂、防腐溶液及成分的檢查。用油質防腐剂处理的电杆可在距粗端头 2 公尺左右鑽取試样，如边材全部浸透即算合格。如果用水溶性防腐剂处理的木材檢查其浸入深度时可采用下面方法：

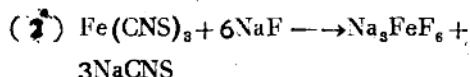
1. 距电杆粗端 2 公尺左右处用空心鑽鑽取試样一份，鋪于乾淨紙上。

2. 取0.25%三氯化鐵的酒精溶液和10%硫氰化鉀的酒精溶液各10毫升，使其混合成鮮紅色的指示劑。

3. 用附橡皮頭的滴管吸取上面鮮紅色的指示劑少許，小心沿樣一端滴至他端，經2—10分鐘滲入氟化鈉部分紅色消失，此時可以用尺量來確定氟化鈉侵入深度。

反應方程式：(1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCNS} \rightarrow \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$

鮮紅色



二、電杆防腐前的準備工作

(一) 剝皮

樹皮對液體無滲透性，故電杆在防腐處理前必須剝皮。在所有一切防腐處理中，除採用木材端向透入防腐劑的處理方法外，其他均須剝皮。

在春夏兩季樹木生長層軟滑，樹皮很易用斧或鑿刀剝皮，但在其他季節，則樹皮緊貼材部，須用剝皮刀剝除。原木在剝皮前用蒸汽處理或煮沸二、三小時，使生長層軟化，則樹皮就不分任何季節均易剝落。

剝皮均用手工，可將厚皮完全剝除。在蘇聯，有時採用剝皮機。但機械化剝皮只能在木材集中地點或干燥場有電力設備時方能使用。

針葉樹材剝皮時，即稀薄內皮亦應完全剝除，因木材經防腐處理後，內皮常脫落，致暴露未防腐處理部分，易遭受腐敗菌和其他侵害。嚴格要求的話，電杆木材內皮也不允許存在

但目前情况要求至少剥掉内皮80%，且留下的不应宽过1.9公分和长过20公分。

(二) 电杆的刨光

电杆原木除在林区内剥除外皮后，待运到防腐厂，即用刨光器将紧贴的内皮刨除，并将节疤和其他不规则部分刨整，使电杆较为光滑，通直并美观。

电杆刨光器并无一定标准，其形式和结构亦多变异。通常有多数刨光器压在电杆表面，电杆呈水平位置向前徐徐转动，与装在长柄上切头内旋转很快的刀口相接触，切头与木材外形相吻合。还有一种刨光器的切头是绕电杆旋转的，割切深度可以自由调整，其目的在使原木净洁而刨除的木材量又最少。这类刨光器的操作速度，因种类和木材尺寸而定，一般的电杆每小时可刨光305平方公尺。

(三) 电杆含水量的测定

木材含水量常依木材炉干重量百分率表示，因此如果湿材含水量为71%时，则此木材水分重量就相当于木材炉干重量的百分七十一。如果湿材含水量为100%时则此木材水分重量就等于此木材的炉干重量，换句话说即木材重量与水分重量各占湿材重之半。任何木材平均含水率的测定如下：

1. 选择的试材应具有适当的心边材的比重，每垛电杆至少要抽3—4根测定其含水量。

2. 电杆试样应从电杆距粗端头2—2.5公尺处取样。木材端面吸收或放出水分较侧面快，故电杆侧面含水量较其端面有很大差异，因此距电杆粗端头少于2公尺处取样并不代表该电杆的平均含水量。

3. 將試样取出后立即放入試管内称量，因为試样暴露大气中后含水量有变动，其变动程度和速度則視試样的含水量及所暴露的空气情况而定。

4. 將試样置于干燥箱中，保持溫度在100—105°C之間，如有許多試样置于干燥箱中；干燥时各試样应架空疊置，使試样空气流通，干燥箱頂部应具通气孔，以便試样中濕气揮發逸出，并插入溫度計，以便隨時檢查溫度。木材試样干燥时溫度过高時間太長，每使木材試样發生干縮現象，逐致結果發生很大差誤，应特別注意。通常低密度木材爐干12小时，高密度木材約48小时。

5. 当爐干的木材試样經數次称量不变的时候，則最后一次重量即为木材試样的爐干重量。

6. 求得濕木材試样与爐干木材的差數，除以木材試样爐干时重量，乘以100。所得數值为依据木材爐干重量为准的含水量百分率。

$$\text{木材含水量百分率} = \frac{W_1 - W}{W}$$

式中：W₁—濕材重 w—爐干材重

7. 將各木材試样含水量數值總加，除以木材試样的總重量，即得出木材的平均含水量。

(四) 电 杆 干 燥 方 法

1. 水平式碼垛干燥法 这种碼垛法是为了冬季或秋季到厂电杆所用的。在这样季節里，此种碼垛法会給电杆創造加速干燥的条件。然而在暖和的季節里，如夏季这样碼电杆，由于干燥过急，会造成很嚴重的開裂。对于易開裂的樹种，如榆木、黄花松、柞木不管什麼季節都不適合采用这种碼垛方法。

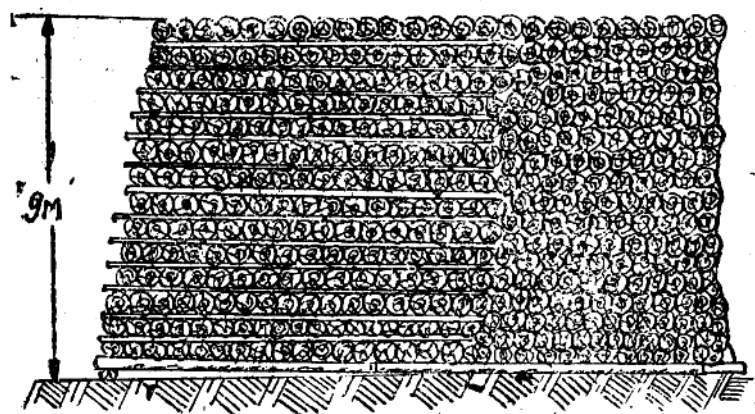


圖1 水平式法

2. 帶墊板碼垛干燥法 这种碼垛方法，其效果較好，容易干燥。占地面積小时，用电杆代替垫板，一般樹种均可采用此法。

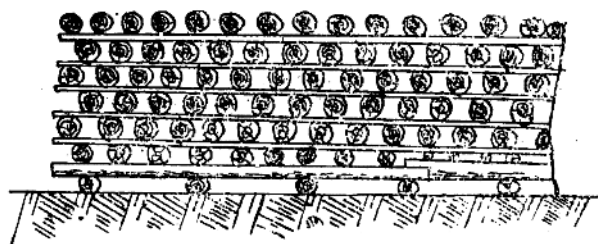


圖2 帶墊板法

3. 密堆碼垛干燥法 在貯存量大的工厂，建議采用这种碼垛方法。它可以减少用地面積，目前这种碼垛方法已被廣泛采用。虽然它節省用地面積，但也帶來了不少缺點，如不易风干，易造成木材腐朽等不良后果。

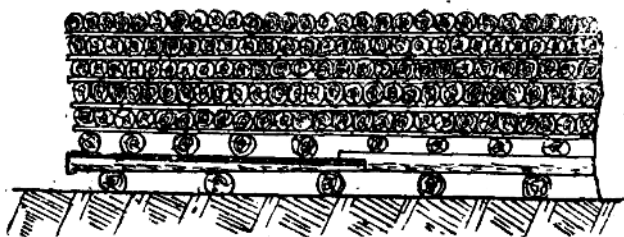


圖 3 密堆法

4. 成束碼垛干燥法 这种碼垛方法，可以大量節約用地面積。但其缺點很多，如：不易風干，易生菌使木材腐朽變色等。此種碼垛方法，只利用在臨時貯存上，卸車未選材之前，為了方便可以採用這種碼垛方法。

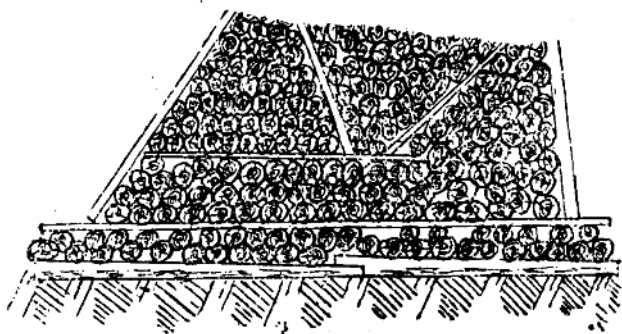


圖 4 成束法

(五) 木材水分的類別

木材中的水分可分為三種：充滿在細胞腔中的水分，叫做自由水（也叫毛細管水）；滲入細胞壁及占據微粒子間隙中的水分叫做吸着水；（也叫結合水）與細胞壁相結合而屬於（木材化學成分中的水分；叫做化學結合水。普通木材中的水分是

指自由水与吸着水兩者的總和而說的。木材中的水分通常叫做樹液。自由水在心材与边材中均存在，但含量不同，边材較心材含水量較大，根材較梢材含較多的水分。樹木在一年四季，含水量并無大的差別，但樹木的含水量因樹种和產地不同而有差異。含水量少的樹种如白蠟心材含水量为45%，边材含水量为40%。含水量多的樹种如黄花松心材含水量为100%，边材含水量为220%。

(六) 木材含水量与空气湿度的关係

木材是一种吸濕性物体。任何一塊木材放置空气中后，必然放出或吸收水分，直到木材中含水量与空气中所含濕气量相平衡为止。此时木材中所含水分的百分率叫做平衡含水率。在不变的空气溫度下，相对溫度增加时，木材含水量也要增加。在一定的相对濕度情况下，溫度增加时木材含水量也要下降。木材含水量的变異受空气濕度的影响最大。在一定的相对濕度下，木材含水量因溫度發生的变化很小。因此，周圍空气的濕度对木材干燥是很重要的，任何木材干燥时必须了解濕度与干燥的關系。空气濕度不僅决定木材干燥的速度，而且决定木材应干燥的程度。控制木材干燥时的相对濕度为最重要。从木材表面蒸發水分时，必須按着最大安全干燥率为准。若空气濕度太低，則木材干燥太快，木材品質將受損坏，若空气濕度太高，則木材干燥太慢，很不經濟。从另一方面來說，当木材暴露在一定濕度的空气下时，其喪失和吸收水分的速度，因其含水量而定，含水量越大，水分喪失越快，含水量越低，吸收水分越速。

一般說來，一年中夏秋兩季的空气相对濕度比冬春兩季略低。已經充分干燥的木材，暴露于季節性的濕度变化情況下，將相应的吸收和放出水分。空气的相对濕度，除因季節變動

外，亦因地理位置而有變動，如海拔高度、距離海洋遠近、降雨和其他地域情況都能影響相對濕度。在熱帶及亞熱帶地方，雨季很長，而且雨季過後隨着發生長期的干旱，所以因季節變動木材的平衡含水量就發生了很大的變動。在干燥地方，木材的平衡含水量較低，尤其沙漠地方更為低。

(七) 木材含水量與體積收縮的關係

前面說過，包括電杆木材在內，所有木材含的水分為自由水及吸着水兩種，前者存在細胞腔中，後者存在細胞壁中，木材在干燥時自由水先揮發，當木材中自由水完全逸出、僅細胞壁中含有吸着水，這時的木材含水率叫纖維飽和點。在纖維飽和點時的木材含水量，根據多方面研究資料針葉材約占27—31%，闊葉材約為28—32%，一般約介於20—35%之間，通常以25%為準。

木材吸收水分時有膨脹現象，放出水分時有收縮現象，但木材的含水量在纖維飽和點以上，再吸收水分并無膨脹，放出水分至纖維飽和點時亦無收縮，木材在纖維飽和點以下時就相應的發生膨脹和收縮現象，所以纖維飽和點在木材干燥上是很重要的一點。從這一點起，若木材再喪失水分時，則木材的物理性質將起變化，開始發生收縮。

木材中自由水蒸發很快，但吸着水蒸發很慢。假使木材干燥時，自由水全部先行逸出後，吸着水開始蒸發的話，則木材干燥問題就很簡單了。事實上并不是這樣。當木材外表層的自由水很快逸出，繼則吸着水開始蒸發時，木材中央內部的水分遠未傳達到外表層，因之木材外表層比中央部分先發生收縮。由于這種不均衡所發生的應力，就使木材發生翹曲、開裂及表面硬化等缺陷。要防止木材在干燥時不發生不均衡的收縮，必

須控制干燥情况。木材干燥工業上，采用人工干燥的主旨，就在于利用人工加溫，加速木材内部的干燥速度。同时保持空气濕潤，防止木材表面过速及过分干燥。如此处理，就可以防止木材不均匀的干燥，收縮比較一致，木材的应变也就减少了。不过这种干燥方法。并不簡單，干燥窑中的濕熱空气，必須經常的以一致而適當的速度在木材表面流動。此外，窑內各部分必須正確設計。人工干燥方法很多不在本書詳述。可以參考И. B. 索柯洛夫著“木材干燥学”。

根据一些學者廣泛研究結果，木材由纖維飽和狀態、干燥爐干狀態，收縮度約如下：

體積收縮7.3—25%	弦向收縮3.6—15.3%
往向收縮2.1—8.2%	縱向收縮0.1—0.2%

从上列收縮數值看來，木材干燥时，縱向收縮最小，徑向收縮次之，弦向收縮最大，約為徑向的二倍。

由于木材在纖維飽和點以下，吸收和放出水分而相应的膨脹和收縮的事實，所以对木材干燥程度的要求中最重要的是使木材干燥到最后使用时所要求的最適宜的含水量。甚至有人主張干燥到最为干燥的程度。木材因吸收水分而膨脹所發生的不良作用，較之因放出水分而收縮所發生的不良作用為輕微。但木材含水量以在25%以下為最適合。

(八) 影响木材干燥的主要因素

木材干燥良好与否主要取决于溫度、濕度及空气对流三个因素是否有良好的配合。所謂木材干燥，無論是自然干燥和人工干燥，都是將以上三种因素置于可能做到的控制中，只是在控制上有大小不同而已。木材干燥时表面先干內部后干，因此就有木材含水量內外不同的差別。如果木材表面含水量已降低到纖維飽和點以下，木材已經開始收縮，而木材內部含水量在

纖維飽和點以上，木材仍保持原來體積，這樣就會使木材開裂。人工干燥法是用人工控制的力量將溫度、濕度、空氣對流等三個因素控制到這樣一種程度，使木材的周圍溫度增大，讓木材內部的水分慢慢傳到表面，再由木材表面逐漸蒸發掉。這樣就會使木材的內外含水量沒有過大差別，因此就不會發生木材開裂。採用人工干燥法是可以完全控制溫度、濕度、空氣對流等因素，不過電杆木材廣泛用人工干燥，目前我國各防腐廠限于條件還不能辦到，只有郵電部木材廠，對木担採用了人工干燥法。

三、電杆防腐法

(一) 表面處理法

1. 表面塗刷法

本法是一種最原始的防腐方法。採用這種方法防腐處理的電杆，防腐劑只能滲入木材幾公厘。經驗證明，松木材經兩次塗抹後，不同防腐劑滲入深度。

不同防腐劑滲入木材深度比較

表2

防腐劑名稱	濃度 %	浸 入 深 度 (公 厘)		
		端 向	徑 向	弦 向
氟 化 鈉	3	5—20	2—3	2—3
氯 化 鋅	3	5—20	2—3	2—3
克 魯 蘇 油	—	5—20	1—2	1—2

從表2可以看出，由於防腐劑滲入不深，當木材在自然環境影響下出現裂紋時，就會通過這些裂紋而使木材受到菌類的