

坑木防腐

王云志编写

中国工业出版社

U133.721

W939

坑木防腐

王云志编写

中国工业出版社

坑木防腐是提高木材使用期限，降低坑木消耗的重要措施之一。

本书首先比較詳細地介紹了木材构造、理化性质及其腐朽的基本知識，然后簡要地叙述了坑木防腐方法及防腐剂，最后着重地叙述热冷槽法坑木防腐的工艺过程，如选材、剥皮、碼垛、干燥、配制防腐溶液、防腐浸漬等，以及防腐安全技术与卫生。

本书編写时，王元水同志曾提供了一部分資料；写成后，又对全稿进行了审核，并补充了《城子煤矿坑木防腐經驗簡介》一节。

本书可供坑木防腐工作人員参考。

坑 木 防 腐

王 云 志 編 写

煤炭工业部书刊編輯室編輯（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京修文門路丙10号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店經售

开本787×1092^{1/2}·印张28^{1/2}·字数48,000

1965年8月北京第一版·1965年8月北京第一次印刷

印数0001—2,500·定价(科二)0.20元

統一书号：15165·3840(煤炭-277)

目 录

緒 言	1
第一章 坑木防腐的基础知識	4
第一节 木材的构造	4
第二节 木材的理化性质	12
第三节 木材腐朽菌及其生态特性	18
第四节 木材腐朽的机理	22
第五节 矿井木支架腐朽病原体的来源	23
第二章 坑木防腐概述	25
第一节 坑木場卫生	25
第二节 化学防腐及防腐剂	26
第三节 坑木防腐方法	30
第三章 防腐处理前的准备工作	35
第一节 防腐处理前的准备	35
第二节 坑木含水量的測定	38
第四章 热冷槽法坑木防腐	41
第一节 热冷槽法防腐原理	41
第二节 热冷槽法浸漬坑木时注意事項	41
第三节 热冷槽法防腐車間設備	42
第四节 防腐溶液的配制	43
第五节 硬水的軟化处理	48
第六节 热冷槽法工艺过程	53
第七节 城子煤矿坑木防腐經驗簡介	54
第五章 防腐坑木质量檢驗和保管	64
第六章 防腐工作安全技术与卫生	68

IV

附录 坑木防腐处理记录卡片	70
参考文献	71

緒 言

木材是有机物质組成的天然性材料，是經濟建設的一項重要物資。随着我国社会主义建設事业的发展，木材的需要量也增加。因此，合理地利用和節約木材，对我国社会主义經濟建設非常重要。

大家知道，煤炭工业是木材的主要消费者之一，每年需要的木材很多，其中大部分用于井下巷道的支护。

由于矿井的环境条件适宜于木材腐朽菌的生长发育，巷道中木支架腐朽現象很普遍。木支架在井下的工作寿命，一般为6~8个月，最多也不超过两年。因此，坑木腐朽每年都要造成一笔相当大的损失，以京西城于煤矿为例，1963年，該矿用于井巷掘进、維修和道木的坑木量，約占全矿坑木总消耗量的68.5%，其中腐朽損坏的坑木占40%，平均腐朽坑木量每千吨煤达1.61米³。

節約木材，延长坑木工作寿命，必須采取坑木防腐措施。坑木防腐后，有两大优点：

一、延长坑木的工作寿命，節約木材。根据世界各国的經驗，防腐处理的坑木至少可用4~5年，如果使用好的防腐方法和防腐剂，其使用期限可长达20年。我国焦作王封煤矿，1957年在总回风巷道架設氯化鋅防腐的木支架，到1963年已經使用5年了，木质仍然良好；而同一巷道未防腐的木支架，半年左右就腐朽了。京西城子煤矿，1955年在回风巷內同时架設防腐处理的樺木与未防腐的松木支架（松木比樺

木抗腐)，在1957年末观察，未防腐的松木支架已全部腐朽了，而防腐的樺木支架仍然跟新的一样，仍在使用。

枕木經過防腐处理，同样会增加使用寿命（表1）。据中国林业科学院的研究，用热冷槽法防腐的榆木枕木，鋪軌两年后的腐朽率仅为0.33%，而未經防腐处理的榆木枕木則为19%。我国鐵道部資料，防腐枕木的使用寿命比未防腐的枕木增加375%。

表 1

木 材 种 类	枕木平均使用年限(年)			备 注
	素 枕	克 里 苏 油 浸 注	其 他 薪 剂 浸 渍	
松 木	4~5	15~20	10~15	未考虑气候条件
落叶松	8~10	20	15~20	
白 松	3~4	15	10~20	
山毛櫸	2~3	30	10~80	

电柱用杂酚油防腐后，可用35~40年，最高可长达80年以上。

从上述实例可見，木材經過防腐处理，可以显著地增加使用寿命。这就給国家节约大量木材。

二、减少巷道維修工程，改善劳动环境。未防腐木支架容易腐朽，这就要增加巷道維修次数，妨碍井下运输，恶化通风条件。如果使用防腐坑木，則能减少巷道維修工作，避免因維修停工而影响通风、运输、行人，有利于生产。

党和国家对合理利用木材，节约木材使用，給予极大的重視。国务院“关于节约木材的指示”中指出：“各用材单位，特别是煤炭、鐵道……等使用木材較多的部門，必須尽

可能采用金属支架、水泥支架、水泥軌枕代替木材，大力推行木材防腐、木材干燥等技术措施，制定和实行奖励木材回收复用办法……以逐步扩大木材代用范围，延长使用年限……从各方面努力降低木材消耗定额”。又“木材节约利用试行条例（草案）”中也指出：“采矿和地下工程使用的木材，必须根据使用情况，分别进行防腐处理。”

几年来，煤炭工业系统的各级领导干部、工程技术人员和工人，都把节约利用木材做为一项政治任务，积极采取各种技术措施，推行了国内外的先进经验，促进了坑木的节约和利用，并取得了显著的成绩。

坑木防腐工作，在国外已有几十年的历史。我国煤炭工业的坑木防腐工作已经开展起来，部分煤矿建立了防腐车间，取得了一些经验，但还不够完整。为了进一步开展坑木防腐工作，一方面要坚持政治挂帅，贯彻群众路线，奋发图强，自力更生，进行科学实验，另一方面把现有的坑木防腐经验总结一下，以资学习推广，可以预期不久的将来会取得更显著成效的。

第一章 坑木防腐的基础知識

第一节 木材的构造

了解和掌握木材的构造，对坑木防腐处理具有重要意义。

要研究木材的构造，必須从用肉眼可看到的宏观构造和用显微镜充分放大才能看到的微观构造两方面着手。

宏观构造

为了正确地了解木材的构造，須将木材分成三个相互垂直的切面来观察（图1）。与树干纵軸相垂直所鋸成的平面叫做横切面；通过树干中心（髓心）鋸成的切面叫做径切面；垂直于横切面，而切于年輪线的切面叫做弦切面。

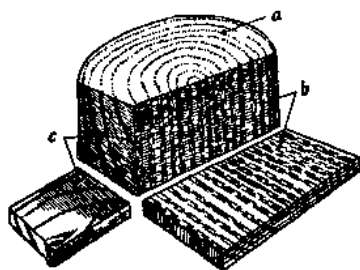


图 1 木材的三个切面

a—横切面；b—径切面；c—弦切面

在横切面上，木材是由围绕髓心配置的許多同心圆的层次构成的。这些层次叫做年輪。年輪的形成与树在生长时期形成层周期性活动有关。在一个生长季节內，产生的木材其疏密程度不等，从而形成早材（春材）和晚材（秋材）。

早材組織結構疏松，晚材較密实，每一个年輪中都包

括早材、晚材两部分。木材的力学性质，主要决定于晚材的相对含量。

年輪在三个切面上的形状是不同的，在横切面上呈同心圓状，在径切面上为平行的线条，在弦切面上呈“V”或“U”字形。

树皮 树木上形成层以外的部分都叫树皮。树皮可分为內皮和外皮（图2），前者是韌皮层，后者是木栓层。

边材、心材和熟材

木材都有或深或浅的颜色。有些树种，在横切面及径切面上有深浅不同的颜色，一般靠近树皮部分色浅，髓心周围部分色較深。在树干中材色浅的部分叫做边材；材色較深的部分叫做心材。有些树种，材色虽然没有区别，但中部的木材含水量比边缘部分小，其含水量低的部分叫做熟材。

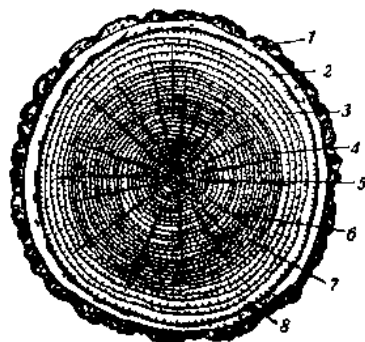


图2 树干的横切面

- 1—木栓层；2—韌皮层；3—边材；
4—心材；5—髓心管；6—髓射线；
7—年輪；8—形成层

凡心材和边材区别明显的树种叫做显心材树种。心材、边材颜色一致，而含水量不同的树种叫做熟材树种（或隐心材树种）。既无颜色区别，又无含水量显著区别的树种叫做边材树种。

我国属于显心材树种的有：落叶松、紅松、馬尾松、杉木、柏木、圓柏、白榆、麻櫟、栓皮櫟、胡桃秋、山槐、洋槐、大叶櫟树、苦櫟、苦棟等。属于边材树种的有：樺木、

楊樹、槭樹、檜木、鵝耳櫪和赤楊等。屬於熟材樹種的有：雲杉、魚鱗雲杉、冷杉、臭松、山楊、櫟木、水青岡等。

心材是由邊材轉化來的，這種轉化是一個極其複雜的化學變化過程。隨着生活細胞逐漸死亡，在導管中形成侵填體，細胞壁和細胞腔中有樹脂、碳酸鈣的沉淀，以及單寧、揮發油、色素等化學物質的透入，使其輸導線路發生堵塞（圖3）。因此，對於氣體和液體的滲透有極大的阻止作用，這對坑木防腐來說，具有不良影響，因心材不易被防腐溶液浸入。



圖3 侵填體

1—橫切面；2—縱切面

在防腐工作中，心材和邊材可用碘化鉀與碘的混合溶液來檢定。取2份2%的碘化鉀水溶液與2份2.5%碘的酒精溶液，用100毫升水稀釋後，塗於木材上，邊材遇這種溶液後變為藍綠色，心材則不變色。

髓射線 髓射線在針葉樹材及闊葉樹材中都有。在橫切面上，它是從髓心徑向輻射出的許多窄條紋；在徑切面上為橫着木紋理的條紋；在弦切面上為順着木紋理方向，兩端呈尖削的細條紋。由髓心到樹皮最長的射線叫做初生射線，由木質部起不到髓心的射線叫做次生射線。

髓射線為薄壁細胞組成，它的主要功能是貯藏養料及徑向輸導水分。因此，在防腐浸漬中，對防腐劑的橫向滲透有一定作用。射線的強度很低，由於濕漲或干縮，木材往往沿

射线开裂。

髓斑 在某些树种的木材中，在横切面上常常可以看到稀疏的、漫无秩序的白色斑点或褐色斑点，这叫做髓斑。这是由昆虫侵害或冻害造成的，是一种病理状态。如果木材有大量髓斑，便会降低木材的力学性质。樺木、椴木、槭木和槭树等木材中，經常能看見髓斑。

微 观 构 造

木材是构成树干的主要部分，它并不是一种均匀的实质的物体，而是由許多各种細胞組成的多孔性的物体。不同树种的木材的微观构造是各式各样的。坑木及其他矿用木材，不外乎是針叶树材及闊叶树材两大类。闊叶树木材比針叶树木材的构造复杂得多。

針叶树材的主要組成部分有：管胞、髓射线、薄壁細胞和树脂道等。

闊叶树材的主要組成部分有：导管、髓射线、木纖維和薄壁細胞等。

任何組成部分都是由最基本的单位——細胞組成的。根据构造和功能，木材細胞可分为細胞壁和細胞腔（图4）。

細胞壁是細胞分裂时形成的，表面不連續，厚薄也不均匀，上面具有孔眼，借隔膜封密着，这些孔眼叫做紋孔。两个相邻細胞間的紋孔构成紋孔对。通过紋孔，水分、气体可由一个細胞通到另一个細胞。这在防腐浸漬时，对防腐溶液的渗

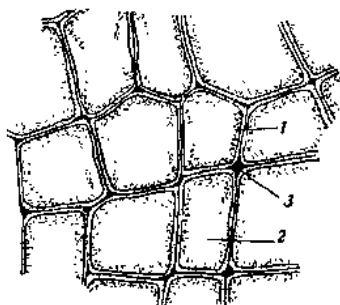


图 4 細胞

1—細胞壁；2—細胞腔；
3—細胞間隙

透是有利的。

各种細胞的紋孔的大小和形状不相同，可分为单紋孔和具緣紋孔两个主要类型（图5）。单紋孔在剖面上看，为圓柱体腔道，在正面上观察紋孔口为一小孔眼。薄壁細胞上的紋孔都属于单紋孔。具緣紋孔是导管和管胞所特有的，紋孔腔由細胞腔到紋孔膜逐漸扩大，形成拱頂狀的紋孔

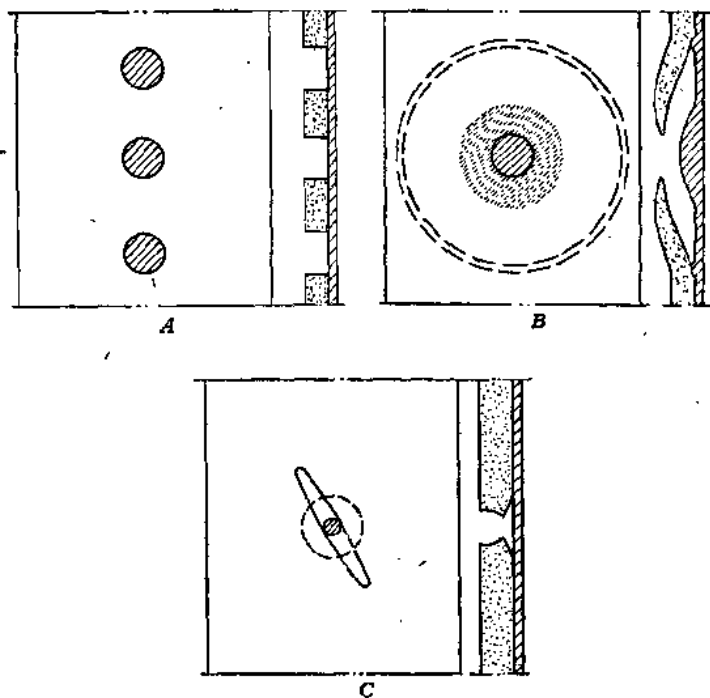


图5 紋孔

A—单紋孔；B—具緣紋孔（針叶樹材中）；C—具緣紋孔（闊叶樹材中）

室，它的紋孔口直接通向細胞腔。从表面上来看，具緣紋孔的外形象两个同心的小圓圈，里圈相当于拱頂的孔眼，外圈相当于拱頂的基部。在两个相邻的管胞上，具緣紋孔是对称配置的。通过紋孔小孔眼的橫切面来看，紋孔象一对叉子，中間由紋孔膜联着，这个膜中部有一个增厚的杯状物叫做紋孔塞。紋孔塞可以扭向一側，將紋孔口堵住；紋孔塞位于中間时，紋孔口打开（图6）。針叶树早材管胞的具緣紋孔对的紋孔塞，常因木材含水量的变化，使它倒向紋孔的一側，把紋孔口堵住，这对木材的干燥和防腐浸漬有一定影响，因此防腐溶液不易渗透。

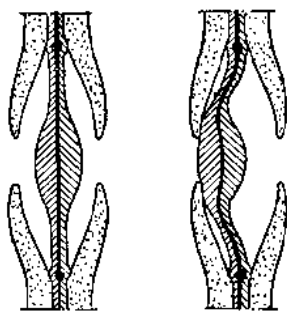


图6 具緣紋孔紋孔塞的位置

木材的簡單解剖分子

导管 只有闊叶树材有导管。它的功能，在立木上是輸导水分和溶解于水中的无机盐类。它是很长的管子（图7），由許多細胞一个接着一个地連結起来的，在相互銜接的端面的細胞壁部分或全部被溶解掉，形成不同形状的穿孔板。因此，在防腐浸漬时，防腐溶液很易渗透。另外，导管的側壁上有具緣紋孔，防腐溶液通过具緣紋孔扩散。导管的大小、数量及其分布是决定防腐溶液透入效果的重要因素，这些因素在不同闊叶树材中有很大的差異。

依据导管的分布情况，闊叶树材又可分为环孔材和散孔材。

环孔材有：洋槐、栓皮櫟、麻櫟、板栗和水曲柳等；

散孔材有：樺木、椴木、楠木、香樟和水青岡等；

此外，还有介乎环孔材和散孔材二者之間的，如枫楊、核桃等称为半环（或半散）孔材。

环孔材的春材中导管較大，有时也比較多；散孔材的导管在年輪中大小相同，分布均匀。因此，防腐劑在散孔材中的分布比在环孔材中均匀。环孔材的春材，常能吸收較多的防腐劑。然而，导管常被侵填体所堵塞（在心材中常見），大大地降低木材的透水性，这在防腐浸漬时对防腐溶液的透入有很大影响。

管胞 管胞是針叶树材的主要組成部分，为瘦长的管状細胞(图8)。它有很厚的細胞壁，上面有具緣紋孔，纵向細长，两端不穿孔。它的功能是輸导水分。防腐溶液的扩散是通过彼此相連的管胞的具緣紋孔进行的，因此，在管胞的系統

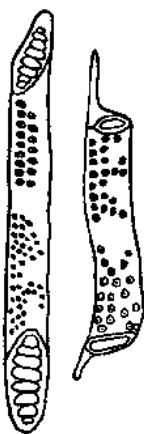


图 7 导管

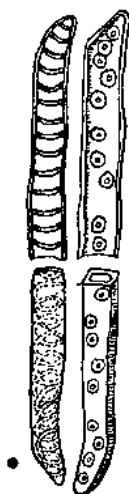


图 8 管胞

內，防腐溶液移动很慢。大多数具有导管的木材，都有管胞。針叶树材的管胞非常长，数量也最多，占木质部体积的90~95%。只有当紋孔塞处于开放状态时，防腐溶液才容易渗透。另外，侵填体不仅导管中有，有时管胞中也出现，这无疑对防腐溶液的透入有一定影响。

木薄壁細胞 針叶树材木薄壁細胞很少，平均約占材积的10%；闊叶树材中较为发达，約占材积的2~15%。在木薄壁細胞上有很小的圓形单紋孔，对防腐溶液的透入起一种扩散作用。

树脂道 树脂道是某些树种木材充滿着树脂液的特殊孔道。在横切面上呈浅色的斑点状。树脂道分为纵行和横行两种，前者零星分布在年輪中，后者在紡錘形的木射线中，呈輻射状排列。具有正常树脂道的树种有五个属（属为植物分类的一个单位）：松属、云杉属、落叶松属、黄杉属和油杉属。除正常树脂道外，还有因机械损伤、真菌侵害等产生的受伤树脂道。树脂道是沟通纵向和径向的通路，因此，往往认为它有利于防腐溶液的透入。但是，有些針叶树种的树脂道含有松脂，闊叶树种的树脂道含有树胶，防腐溶液不易透入。如果在树脂道周围的薄壁細胞和管胞防腐溶液較易渗透，那么，树脂道也可被透入一定深度。

木射线 木质部內的髓射线叫做木射线，在木材中呈径向射出。各类木射线間的道路是单紋孔对，且紋孔膜上无孔，因而細胞間溶液的交換，全靠渗透压的作用来实现。闊叶树材的木射线对防腐溶液的渗透几乎不起作用；多数針叶树材的木射线对防腐溶液的渗透也无重要作用，但松木类木材有輸导水分的管胞，有益于防腐溶液的渗透。

木纖維 木纖維是闊叶树材主要組成部分之一，是构成

木材的主体。根据紋孔的区别可分为两类：一为纖維状管胞，有具緣紋孔；一为韌皮纖維，具有单紋孔。一般說来，木纖維可从导管或其他細胞渗入防腐溶液。

第二节 木材的理化性质

物 理 性 质

不改变木材的化学成分，也不破坏試样的完整性，可以了解到的木材的性质，叫做木材的物理性质，例如，木材的比重、容重、水分、干縮、湿漲、吸湿、透气、透水、对液体的貫透性、导电、导热、对电磁波的穿透性、顏色和气味等。

木材的比重和容重 木材的比重就是全干木材細胞壁物质的重量对于同体积的水的重量的比。由于各种木材的基本化学組成相同，木材比重不取决于树种，一般說来，介于1.49~1.59之間，平均为1.54。細胞壁越厚的木材，其比重越大。夏材的比重常大于春材，所以夏材多的木材比重也較大。木材容重为木材单位体积的重量。木材是一种多孔物体，細胞腔和細胞間隙充滿着水分和空气。計算木材容重时，必須把木材所含水分和空气包括在內。

木材容重受許多因素影响，如水分，一般說来，含水量增加，容重也增加；含水量减少，容重也减少。木材容重可分为条件容重和絕對容重，其計算公式如下：

$$\text{条件容重} \quad \gamma_0 = \frac{W_0}{V_g};$$

$$\text{絕對容重} \quad \gamma = \frac{W_0}{V_0},$$