

X47
8.19

公路木橋防腐

技術科学博士 E.E. 紀卜西曼教授著

程文學譯 董 仲校

人民交通出版社

公路木橋防腐

技術科學博士 E.E.紀卜西曼教授著

程文學譯 董仲校

人民交通出版社

本書專門介紹在興建中和已建成的新舊木橋涵的防腐方法和防腐劑的配製方法。

本書供修建木橋涵的技術人員及城市與鄉村木橋涵的養護人員工作參考之用。

書號:15044-1098-京

公路木橋防腐

ПРОФ. ГИВШМАН Е.Е.

ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ЗАЩИТА

ДЕРЕВЯННЫХ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

ОТ ЗАГНИВАНИЯ

ДОРИЗДАТ

МОСКВА 1946

本書根據蘇聯道路出版社1946年莫斯科俄文版本譯出

程文學譯 董仲校

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

慈成印刷工廠印刷

1955年10月北京第一版 1957年4月北京第三次印刷

開本:31"×43" 印張:1張

全書:40,000字 印數:2911~3925冊

定價(1):0.28元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

序 言

公路上很多木橋，由於重要構件的木材腐朽，過早地失掉支承能力，成為無用，而必須更換。

採用新伐的不乾燥的木材修建橋梁，橋梁養護上的缺陷，以及至目前為止大多數木橋修建時木材沒有經過防腐處理，甚至也沒有採取基本的保護措施以防止結構受大氣的不良影響，乃使木橋很快出現腐朽，而且腐朽發展得甚為劇烈。

本書的目的，是簡要的敘述推荐採用於新建和現有使用中的公路木橋與木涵洞的防腐措施，並且指出實際應用這些措施的方法。

E. E. 紀卜西曼教授

目 錄

序 言

第一章 總 則

- § 1 構造物中木材腐朽條件的一般特徵…………… 1
- § 2 木橋腐朽的現象…………… 3

第二章 木橋構件的構造防腐法及保護設備

- § 3 概 論…………… 9
- § 4 行車道排水…………… 10
- § 5 特殊保護設備的式樣及構造…………… 13

第三章 濕材修建的橋梁中之木材乾燥調節的方法

- § 6 使用濕材對橋梁的影響…………… 20
- § 7 橋梁中木材乾燥強度調節的方法…………… 22

第四章 木材人工構造物使用藥劑處理防腐法

- § 8 防腐劑…………… 25
- § 9 木材防腐方法…………… 30
- § 10 防腐劑成份配方…………… 34

第五章 新建木橋實用的防腐方法

- § 11 木材防腐方法的選擇…………… 37
- § 12 塗刷、噴洒及浸沉法處理木結構…………… 39
- § 13 用熱冷槽法浸注木材…………… 40
- § 14 新建橋梁用瀝青漿膏處理…………… 43
- § 15 燒焦隨後浸注防腐劑…………… 51

第六章 舊木橋的防腐處理

- § 16 預先的措施…………… 52
- § 17 現有結構的防腐處理…………… 53

第一章 總 則

§ 1 構造物中木材腐朽條件的一般特徵

在人工構造物中，木材的破壞是由於木材在周圍環境物理化學作用的影響下，或在木材內繁殖的木腐菌或腐朽微生物活動的結果所發生的。

在木材內繁殖的菌類給予木材最嚴重的破壞作用，菌以有機物質為養料，同時引起木材的生物化學分解，在一定的條件下這種分解發生得很快。

在周圍環境物理化學作用的影響下（時乾時濕，溫度變化，空氣中氧氣的影響），木材的破壞一般發生得很慢，因此影響構造物的使用年限比腐朽要小些。

大多數木腐菌具有植物的性質，而且藉孢子（種子）繁殖。菌體由菌絲組成，菌絲穿進木材內部後分泌酵素，破壞木材。

菌絲的結合體稱為菌絲體。

木腐菌菌絲繁殖到一定的階段，便在木材的表面形成子實體。子實體有薄膜狀、柱狀、傘狀等等形狀。

木材內菌類的繁殖及其破壞活動，只有在木材內有一定的含水量和周圍環境有適當的溫度時才能發生。

菌類進行破壞活動的溫度是 $+3^{\circ}\sim+44^{\circ}\text{C}$ ，繁殖最快的溫度為 $+18^{\circ}\sim+35^{\circ}\text{C}$ 。

在溫度超過 53°C 的長期作用下，菌類即行死亡，低溫度時菌類的生活過程及破壞活動停止，但仍保持其生活能力，一旦溫暖季節到來便繼續進行破壞活動。

菌類繁殖最適宜的條件是木材含水量在 30~60% 之間，但是含水量達 22% 即能產生破壞作用。

此外，菌類繁殖還需要空氣；當缺乏空氣時（如水中）不發生腐朽。

炎熱而乾燥的天氣和寒冷的天氣不利於木腐菌的繁殖。溫暖與潮濕的天氣最能促進菌的繁殖。當空氣中的濕度很高時能大大地延遲結構中木材的乾燥，甚至可能依靠吸收空氣中的水份而增加木材的濕度，這樣便造成了木材腐朽的有利條件。特別是這些地區，如遠東邊疆區，高加索的黑海沿岸及其他天氣溫和、雨量很多、空氣濕度很高的地區，橋梁上的木材很快地發生腐朽，並且木腐菌繁殖得非常迅速。

健全的木材感染菌類，可以由木腐菌的孢子通過空氣而發生，或因直接與有菌的木材接觸而引起。

如果木材內有足够的濕度，有髒污和通風不良等情況，落在木構件上的菌孢子便處於適宜的條件之下開始萌芽。木材上有裂縫、刀傷痕跡及其他容易附着孢子並易於受潮的地方，特別危險。

直接與土壤或水接觸的構造物木材部分，特別是時乾時濕時，也是處於不利的條件。

結構中腐朽的蔓延，最嚴重地發生於構件上聯結處、接合點及受潮而又不能保證良好通風之處。在鬆動的接合點與榫頭上，構件接觸處及其他積水的地方，腐朽更加容易發展。

縫隙、裂紋、鬆動和小孔都適于孢子停留而萌芽，同時也使腐朽繼續蔓延，這是因為木材上的積水保持其周圍木材的營養性及木腐菌的生活能力。

因此，使用濕材建造橋梁給予腐朽特別有利的條件。因為木材乾燥後，結構上發生大量的裂紋、縫隙及鬆動，從腐朽發

展的观点看，容易使橋造物損壞。

不同的樹種，有不同的抗朽能力。

橡木抗朽能力最強，落葉松也有足夠的抗朽能力。

松木對腐朽的抵抗力較弱，但若經過基本的防腐措施，可以在橋梁上使用很久。

雲杉和冷杉是堅固性較差的木材，樺、鵝耳櫪與水曲柳對腐朽的抵抗力最弱，如不用防腐劑處理，很容易發生腐朽。

修建橋梁應採用最能抵抗腐朽的樹種。

§ 2 木橋腐朽的現象

養護木橋的多年經驗和最近幾年來橋梁試驗站的調查資料，使我們能很清楚地敘述木橋腐朽出現與發展的條件。

木橋構件的腐朽是由許多原因所引起的，它們可分為木材在結構上的條件方面的原因和取決於構造物所用木料質量方面的原因。

因為是遭受大氣作用的露天構造物，所以在腐朽發展的危險性方面，木橋處於很不利的條件之下。

橋梁結構受雨和雪的影響，時濕時乾，木材冰凍及融化，風的影響，陽光直接照射（陽光作用），以及很多墩台構件直接與水或地面接觸，對於木結構非常有害，並且促使木材腐朽的發生和蔓延。

木橋中腐朽的發生及蔓延最容易的是在遭受週期性潮濕和通風不好的地方，木橋結構上經常有裂紋、縫隙、鬆動等的地方特別容易發生腐朽。

木構件（圓木、方木、木板）的末端也容易腐朽，因為末端裸露，並受大氣的作用。

木材在陽光的直接作用下時濕時乾，影響到木材的安全。

在這種情形下，潮濕的木材表面很快乾燥、裂開，多次的潮濕與強烈的乾燥，使裂縫擴大，構件顯著削弱，並使木材有容易腐朽的弱點。

用乾燥的健全木料建成並加以充分養護的橋梁，不採取特殊防腐的措施，一般可使用 12~15 年，有時或更久些。

採用潮濕木料，建築工作質量低劣，以及沒有很好的進行養護，會顯著減少木橋的使用年限，只能達 5~8 年。

在特別不利的條件下，木板結構以及由未經慎重選擇的木料建成的結構，可能在建成後經 2~3 年就有發生腐朽的危險。

在木橋上，木材的腐朽通常首先發生於下列構件與結構部分。

具有雙層橋面板的橋梁，下層橋面板能被透過上層橋面板間縫隙的水份所浸濕，同時通風不好，所以容易腐朽。

橋面排水不良能够促進強烈的腐朽，如：橋面有坑凹、垃圾等等。鋪築美製地瀝青橋面的木板，容易感染腐朽且很快地被菌破壞。這樣的橋面，木板之間有很多的接縫，完全不能保證通風，並易為透過裂縫（地瀝青橋面板經常有大量的裂縫）的水份所浸濕，因而促進木腐菌在木板內的發展。因此用地瀝青處治的拼合板行車部分，只能在拼合板經過防腐處理後才可使用（見第五章）。

腐朽的發展常常分佈在下層橋面板上及行車部分的橫梁上（或縱梁上）。

橫梁露在外邊的兩端，直接受潮與太陽光的作用，常常很快的因腐朽而破壞。

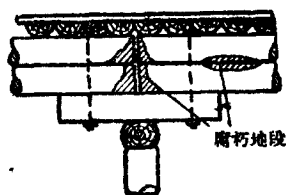


圖1 簡支梁橋縱斷的腐朽

簡支梁橋及撐架橋上部構造中，縱梁的疊合接觸面及其兩端接頭處（圖1）最容易發生腐朽。縱梁的邊緣（外部的）由於直接受潮與太陽光照射，亦嚴重地腐朽（圖2）。縱梁與錨木接合處常常發現腐朽。

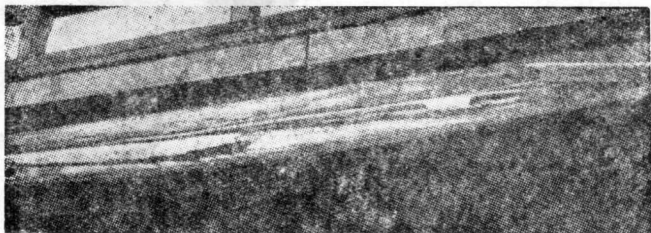


圖2 梁式橋極邊縱梁的腐朽

在撐架橋上，構件的樁頭與聯結處能積水，所以發生腐朽。

聯結處樁頭上具有由於木材乾燥和因活載作用與沒有很好旋緊螺旋而起的裂縫及鬆動時，特別容易發生腐朽。如果在裂縫內積聚塵土及垃圾，能夠幫助積水及菌類的繁殖。

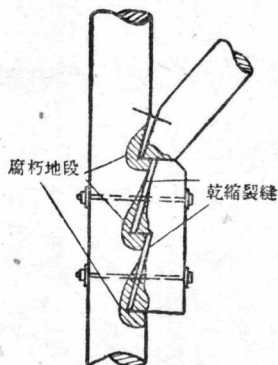


圖3 節點上斜撐與木樁聯結處的腐朽

大多數腐朽是發生在斜撐的下節點，斜撐和木樁聯接處（圖3）；但腐朽亦常發生在斜撐和縱梁接觸的上節點（圖4）。

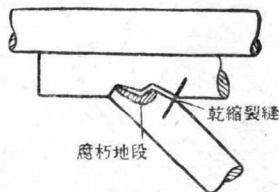
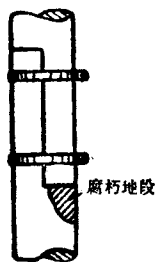
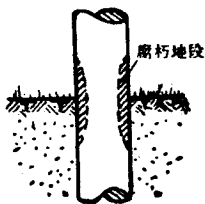


圖4 斜撐與縱梁聯結處的腐朽

在木墩台上，靠近水面或與地面接觸的構件，受腐朽的損害最大。木墩台的木樁、柱子及木框架，直接在常水位上面的部分，

因水位漲落不定，時乾時濕，故通常首先發生腐朽。木墩台在河灘、乾河等地方與地面接觸的構件發生腐朽，同時此種腐朽非但擴展到地面之上，而且也局部地擴展到地面之下（圖5）。腐朽也最常發生在木樁接頭的下方（圖6），因為該處積聚水份。



接樁接頭的地方，其位置直接在常水位以上，往往在接樁上發現腐朽情況。

因為基樁的端面突出於水面不多，平常充滿水份，所以不發生腐朽。

除上述構件外，墩台上底邊樁及帽木的外露端（圖7）也常發生腐朽。此時雖將底邊樁頭上削成傾斜面或把木樁加工成圓錐狀，都不起防腐效果。旁撐的樁頭上及底邊樁上也常發生腐朽（圖7）。

棚形桁架上部構造在大多數情況下腐朽首先發生於接頭及構件聯接處。

例如，豪氏（即嘎烏氏）桁架常在下弦節點承墊下、斜桿

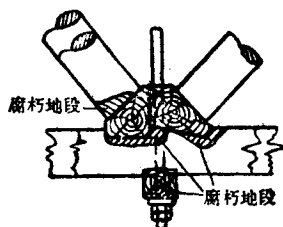
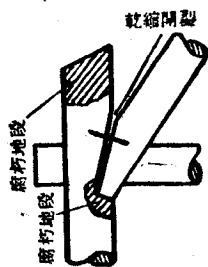


圖7 底邊樁接近旁撐下節點的腐朽

圖8 豪氏桁架節點上的腐朽

端面、螺絲帽墊木下部拉桿墊圈上（圖8）發生腐朽。

柵形桁架結構上裂紋、縫隙及鬆動的地方常常為腐朽的根源。受了潮的構件上部的乾縮裂縫是水份進入圓木（方木）內部的通路，同時此處積聚塵土與泥污，因而促使腐朽的發展（圖9）。圖10表示下承式豪氏桁架橋支座斜桿上部嚴重腐朽的情況。

豪氏桁架鎖緊螺母上面的墊木很快遭受腐朽而損壞；這是由於拉桿墊圈形成的凹陷積水，以及在雨水與直接陽光的交替作用下所引起的含水量劇烈變化的不良影響。

柵形桁架構件上腐朽常發生在螺栓頭或螺栓螺帽的裝置木材凹槽內（圖11）。



圖9 水份流入乾縮裂縫內的圓木的腐朽

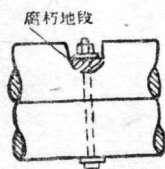


圖11 螺栓螺帽壓入木材內的腐朽



圖10 豪氏桁架支座斜桿嚴重腐朽的情況

木材與鐵件及石料砌體接觸的地方常發生腐朽，此處當溫度變化時，可能形成凝結水份，且不容易迅速乾燥。例如，豪

氏桁架弦桿接頭金屬栓的拼接板附近，以及敷設在重型墩台上的枕木，常常發生腐朽。

木板桁架由於有大量的構件外露面 and 很多的聯結面與木板間的縫隙，因此腐朽特別嚴重。下弦桿裏邊的棚形木板及內部的弦桿木板因容易積水並且通風不好，最易遭受腐朽。

木板桁架若缺少防腐措施，則腐朽非常迅速（2～3年），由於嚴重腐朽而失掉效用。大家知道，林勃卡式的鐵路木板桁架，大多數是桁架下弦因腐朽、鬆動、斷裂而破壞的。

上面所列舉的還沒有包括現有木橋體系及結構全部特徵性的腐朽，但是已經指出了最容易遭受腐朽的構件和結構部分的一般概念。

應該附帶指出，橋梁養護得不好，能促使木材嚴重腐朽，如：沒有很好的清除垃圾、泥污及雪，不及時和充分旋緊螺栓等等。

應用防止木材腐朽的特別措施，可以延長木橋的使用年限。例如建立頂蓋及橫向壁板（圖12）保護木橋使完全避免受

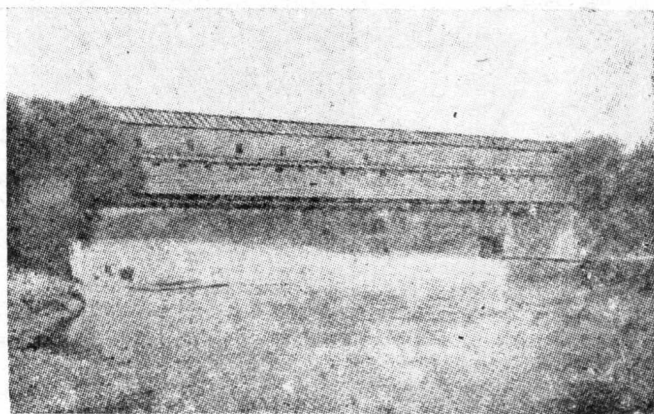


圖12 全部保護以防腐朽的木橋

潮，這在前一世紀及目前若干國家中均曾被廣泛採用，往往使木橋保持達數十年之久，用這種方法保護的橋梁可使用25~30年，而在許多場合中甚至可維持50~70年或更久些。

木橋結構用頂蓋、壁板及其他設備加以局部的保護，以防止個別構件、節點和聯結處的潮濕及陽光照射，也有良好的效果，但若與全部保護相比，則其效用小得多。

較可靠的木橋防腐方法是用防腐劑處理木材。美國廣泛採用木橋防腐處理，獲得良好的結果，顯著地增加木橋的使用年限。蘇聯在1941年前木橋用防腐劑處理者較少。在偉大的衛國戰爭期間，需要建造許多重要的木橋，其中有很大的橋梁，爲了延長這些構造物的使用年限，防腐處理開始經常地採用了。

毫無疑義，將來修建木橋，爲了保證延長構造物的使用年限，木橋的防腐處理，將獲得更廣泛的應用。

第二章 木橋構件的構造防腐法及 保護設備

§ 3 概 論

爲了預防橋梁及人工構造物中的木材發生腐朽，全部結構及個別構件應這樣地安裝，即使其盡可能地少受潮濕，落到構件上的水應迅速排除。此外，應保證良好的通風。

爲了這個目的，應避免採用容易積水，不能保證構件迅速排水和通風不良的木橋體系及結構。

在這一方面，對於有許多不通風的內部接觸的結構，以及有許多複雜的樑頭、聯結和細小零件的結構尤其不宜採用。

此外，在編製設計及建築時，橋梁上應規定有結構性質的

特別保護措施以防止全部結構，特別是最易損傷的地方，遭受雨水的潮濕。

也建議在橋梁上飽光木構件，作為減少木材腐朽危險的措施。

選擇人工構造物的結構形式時，應考慮橋梁的主要體系及橋梁結構對於腐朽條件的下列特性。

1. 一般上承式橋比下承式橋腐朽得較輕。因為行車部分的第一層橋面板阻止全部重要結構直接受雨水的潮濕。

2. 簡支梁橋比撐架橋腐朽較輕，撐架橋有許多聯結、接構及扣件。

3. 外露表面多且有大量釘孔和縫隙的桁架（塔烏納、列伯克等等型式的肖釘木板桁架與釘結木板桁架）最易腐朽。這些腐朽特別麻煩的是常發生在內部的木板上。檢查構造物時這些地方幾乎不可能看到。

4. 外露表面少的桁架（豪氏桁架、八字撐架等等）腐朽較輕，尤其是用圓木建造的桁架。

這些結構中節點是最易腐朽的地方。

5. 本身用肖釘、鐵釘等互相結合的塊束板組成的構件容易腐朽（鋪地瀝青行車部分之拼合木板、拱、郎格拉式桁架的拱弦）。

§ 4 行車道排水

保證迅速排除橋上行車部分表面的水份及防止水份透過橋面板是防止行車部分構件與上部構造下面結構受潮的首先及基本的措施。

為此，橋上行車道應設立縱坡及橫坡，坡度的大小應視橋上鋪砌層的種類依表 1 而定。

表 1

橋面鋪砌層種類	最小縱坡度%	推薦的橫坡度%
木板橋面板	1.0~2.0	1.5~2.0
碎石或礫石鋪砌層	2.0~2.5	2.5~3.0
地氈青鋪砌層	0.5~1.0	1.5

爲了排除積聚在邊緣（護輪木的）構件附近的水份應裝置洩水的鐵管或木槽（圖13）。

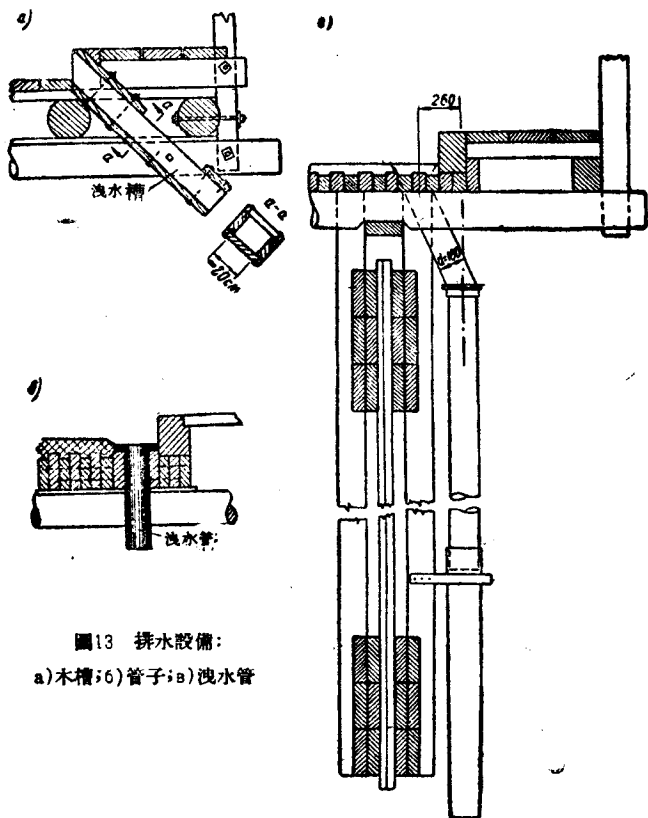


圖13 排水設備:

a) 木槽; 6) 管子; b) 洩水管

洩水管或木槽的數量與大小，應能足夠迅速排出橋面板上的水份，洩水管的孔徑，每平方公尺橋面約可以 $1.0 \sim 1.5$ 平方公分計算。洩水管或木槽安置於行車部分的每一邊，管與管間之距離應不大於 $6 \sim 8$ 公尺。

洩水槽與管子的位置應經過仔細選擇，俾使橋面上排出的雨水不致落到橋梁結構下面的構件上。

不論什麼原因，若橋上不可能設置縱坡或有困難時，在增加排水設備的條件下，可以允許只設橫坡。

根據橋梁長度佈置洩水孔與木槽時，應考慮到上部構造具有向一邊的建築拱度，以及橋梁今後使用的條件與梁逐漸形成下垂的可能性。

因此靠近上部構造的墩台處——這裏由於建築拱度而有下沉的地方，和跨徑正中——由於上部構造下垂，此處橋面板逐漸下沉，皆應裝置足夠數量的排水設備。

確定上承式上部構造主桁架的數量及位置時，應考慮到邊緣方木附近由於從橋面板上流下的水停留在這裏，常常發生急遽的滲漏水份。

所以，應避免把主桁架佈置在行車道邊緣之下(圖14)，如果主桁架全部這樣佈置，則應採取特別措施，以保護這些桁架的上弦桿不因漏水而受潮。

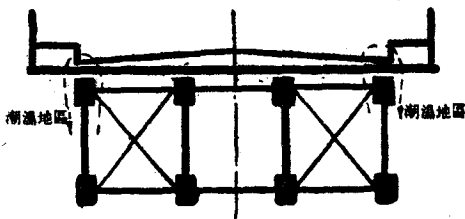


圖14 桁架分佈在行車道邊緣下面的受潮

為了減少水份透過行車部分橋面板流到下面的構件上起見，建議在行車部分拼合木板上鋪地瀝青。甚至潑一層薄的地瀝青也有良好的效果，或者最好在上層橋面板木板間所有縫隙