

中国古代马车主要使用木材及其材性特征^{*}

魏晓莲 赵国平

(陕西省林业科学院)

关键词：古代马车，榆科木材，竹材，材性

摘要：本文采用木材解剖学方法并结合文献记载，分析了中国古代马车所用木材树种。结果表明，制车毂、辐、轴、舆和伞盖主要以榆科榆属和青檀属木材为主，制辘（辘）、衡、軛多用榆科榆属、青檀属、榉树属、朴树属和糙叶树属木材，盖弓和车茵多用禾本科竹亚科竹材。榆科上述木材纹理通直、硬度高、弹性大、耐冲击性和耐磨损性强，适作马车主要部件；竹材韧性和弹性好、易编制，适作盖弓和车茵等部件。

KEYWORDS: Ancient chariot, *Ulmaceae*, Bamboo, Characteristics

ABSTRACT: This study employs wood anatomical analysis in combination with archaeological literature to identify the primary wood species used in the construction of ancient Chinese chariots. The results indicate that woods from *Ulmus* L. and *Pteroceltis* Maxim. were commonly used for key structural components such as the wheel hub, spokes, axle, compartment, and canopy of the chariot. Traction elements of the chariot were constructed using wood from *Ulmus* L., *Pteroceltis* Maxim., *Zelkova* Spach., *Celtis* L., and *Aphananthe* Planch., owing to the favorable properties of *Ulmaceae* Mirb. Woods — including straight grain, high hardness, elasticity, impact resistance, and wear resistance. In addition, bamboo was used for components such as canopy ribs and compartment floors due to its excellent toughness, elasticity, and flexibility.

一、中国古代马车发展概述

世界最早的马车形象被发现在美索不达米亚地区的苏美尔王朝王陵旗杆上，距今约4600余年^[1]。而中国古代车可能在夏禹时期就已经出现，距今4000余年^[2]。如《左传·定公元年》记载：“薛之皇祖奚仲居薛，以为夏车正。”^[3]在安阳殷墟遗址出土的一大批车马器，则肯定了到商代双轮马车已经存在^[4]。

中国古代马车发展主要包括商至西汉和两汉之交这两个重要时期^[5]。目前中国地区考古发掘最早的车辆就是商代车，商代车基本都是独辘车，主要部件有辘、轴、舆、轮、衡及各种装饰加固件，常驾两马，已经具有成熟的

构造和规范型式^[6]。西周车出土较多，整体上沿袭了商代形制结构，但盛行曲辘，且辘首呈现钩状。西周车最突出的变化是车上的青铜零件明显增多，制作也更加精美。春秋战国时期战车数量增加，车相比于商周时期，车厢面积变大，轨距缩小，车毂收缩，车衡重新变为直衡。此外，车轮在设计制造技术上有了新的突破，车伞盖也普遍使用^[7]。这一时期也出现了系统记载车辆工艺的规范性著作，如《考工记》中对轮人、舆人、辘人和车人的相关记载中都描述了先秦车舆的制作^[8]。秦朝因为时间短，车相比于战国时期没有本质区别。秦灭亡后，西汉基本上沿用了秦制。秦到西汉中期独辘车依然是主流，但西汉中期以后逐渐被双辘

^{*}本文为陕西省重点产业创新链（群）社会发展领域资助项目（编号：2021ZDLSF06-05）和秦始皇帝陵博物院青年开放课题的阶段成果。

车取代^[9]。其中独辀车至少需要驾两匹马，采用轭靽式系驾法；而双辕车却可以驾一匹马，采用胸带式系驾法^[10]。

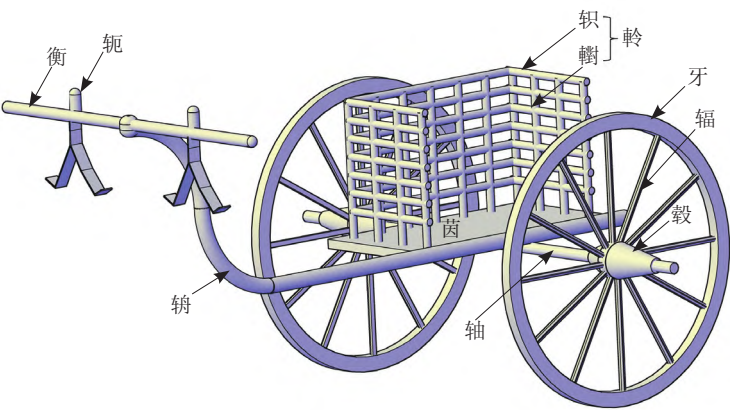
二、中国古代马车使用的木材

古代马车部件主要包括起转动和承载作用的轮，起曳引作用的辀（辕）、衡、靽以及起载人承物的车舆等结构部件组成（图一）。

《考工记》^[11]《艺文类聚》^[12]《南齐书》^[13]等古代著作即有关于古代马车用材的记载。但我国出土的绝大多数古代马车主体结构为木材，受埋藏环境影响，多已腐朽，只有少数金属件中留有木材残样。利用木材解剖学方法对出土车马器中木材残样进行种属确定，并结合文献记载系统研究中国古代马车主要用木材及材性特征，将为中国古代马车结构与材料研究以及修复复原奠定基础。

1. 古代马车转动部件主要使用的木材

“转动”是车辆的关键行为模式，是满足人们“引重致远”^[14]需求的重要功能，而这一功用主要通过车轮和车轴完成（图一）。车轮作为古代马车的重要部件，是马车主要的负载和转动装置，须达到“朴属而微至”^[15]的标准。“朴属”要求车轮结构缜密，长久使用不会坏掉，“微至”指的是轮子着地的面积微小，因此制作车轮的木材要求严格。毂是多个辐条汇聚的地方，且须贯穿车轴，因此制毂用材非常有讲究，甚至砍伐木材时需要标注阴阳面。背阴面木材通常木材年轮窄，木材柔弱，初加工时需要火烤使其与阳面木材性质相近^[16]。辐条是车舆重量传递到地面的主要承接者，而且辐条的径要细，这样才能保证车辆轻利。因此，揉制辐条的木材首先要具备一定的韧性和强度，然后要笔直齐整。牙作车轮的外框，形状浑圆，并需与土石摩擦，因此要求木材强韧。根据《考工记》记载，对于车轴用材



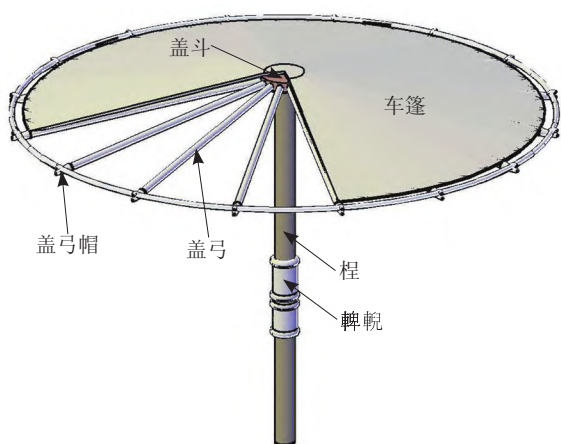
图一 中国古代马车结构示意图

有三个要求：一是微，即木理均匀无节目；二是久，木质坚韧；三是利，轴与毂配合得即滑又密^[17]。

根据文献记载，制毂、辐和轴的木材主要有榆科榆属（*Ulmus* L.）和青檀属（*Pteroceltis* Maxim.）木材。如《周礼注疏·冬官考工记》载：“轮人为轮，斩三材，必以其时。”郑玄注曰：“今世毂用杂榆，辐以檀。”^[18]唐代《艺文类聚》载：“桑车榆毂，闻声之。”^[19]明代《天工开物·舟车》载：“凡车质惟先择长者为轴，短者为毂，其木以槐、枣、檀、榆为上。”^[20]《南齐书》载：“衣书十二乘，资榆毂轮。”^[21]已出土古代马车也证明榆属和青檀属木材被多用于制作古代马车车轮的毂、辐和轴。如秦始皇陵一号兵马俑陪葬坑中二号车的轮毂和安徽六安双墩一号汉墓车马坑中一~三号车的车辐均为青檀属木材^[22]。除此之外，也有记载鼠李科枣属木材也可用于车轴制作。例如《史记·田敬仲完世家》记载：“猋膏棘轴，所以为滑也，然而不能运方穿。”^[23]其中提到的“棘”，多指鼠李科枣属木材。

考古出土轮牙木材实物甚少，目前有关牙的用材限于文献记载，如郑玄注曰：“牙以檀。”^[24]《尔雅义疏》记载柎櫪为材中车輶，关西呼柎子，一名土櫪，也称櫪，其木材十分坚韧，可做车轮^[25]，应是指使用了壳斗科栎属（*Quercus* L.）木材。

2. 古代马车曳引部件主要使用的木材



图二 中国古代马车车伞部件示意图

车轮转动需要动力曳引，马车曳引部分主要包括辔（轅）、衡和輶（图一）。先秦时期的车绝大多数为独辔车，而西汉中期以后的车基本上都是双辔，装在车厢的左右两侧^[26]。辔前半出輶以持衡，后半在輶下含轴以承輶。辔（轅）是负荷任木构件，借以曳车前行，因此其用粗壮的长木制作而成。且前端高，中部弯，后部平直，能减小车的倾斜度，使得马的拉力方向几乎与地面斜面平行，得以省力；同时也避免车的重心偏移，保持车行驶过程中的稳定性。衡是一根横木，其主要功用在于缚輶。《释名·释车》云：“衡，横也，横马颈上也。”^[27]因为衡上捆輶来拉动马车前行，所以中间为粗壮的扁椭圆形，两旁细且高高翘起以不妨碍骖马的活动空间。輶是缚在衡上的“人”字形驾马器具，作用在于輶住马头。

明代《天工开物·舟车》载：“其余轡、衡、箱、輶，则诸木可为耳。”^[28]考古发掘表明秦始皇陵一号兵马俑陪葬坑的二号车车轡为榆属木材^[29]；河北满城汉墓车马坑的车为实用车，车轡为榆属木材，车衡为青檀属和朴树属（*Celtis* L.）木材，輶木也为朴树属木材^[30]；湖北九连墩楚墓的车也为实用车，轡首用的是榆科的榉树属（*Zelkova* Spach.）木材^[31]；六安双墩一号汉墓车马坑中的车为明器车，三号车车轡为榆属木材，四号车的车轡、车衡为青檀属木材，四号车輶首木材属于榆科糙叶树属

（*Aphananthe* Planch.）木材^[32]。以上考古资料表明，制轡部件的轡（轅）、衡和輶部件的木材主要包括榆科的榆木属、榉属、青檀属、朴树属和糙叶树属木材。

3.古代马车承载部件主要使用的木材

车辆的承载部件主要由輶和车盖组成。輶指车辆的车厢。所以輶可从车轮和车轴上卸下。輶主要由轡、轼、茵和轳等构成（图一）。轡指輶底部的四面边框，用以承托茵和树植车轳；茵是輶的底板；轳是轡木之上纵横交错的木条，横为轳，竖为輶；轼为车厢前用作扶手的凭木。

车盖是古车的上顶，主要由盖斗、盖弓、车篷以及盖柄组成，主要功用是遮雨和蔽日（图二）。盖斗是总持盖弓的部位，将盖弓聚拢在一起。盖弓是支撑车篷的骨架，需牢固不能过细，为揉治方便也不可过粗，所以制作盖弓材料和工艺非常讲究，通常使用竹材或者木条。榫是古代车上插车盖柄的长木筒。《考工记》记载轮人制作车盖，盖柄的上节围长三寸，盖柄的下节围长为六寸。用盖柄下节的围长作为上面盖斗的直径，即盖斗的直径为六寸，盖柄的上节长为二尺，盖柄的下节长为八尺^[33]。

霸陵出土的盖弓帽和輶輶内残余木材样品经鉴定为青檀属木材^[34]，凤翔雍山血池遗址出土的铜帽内有青檀属木材和竹材，六安双墩一号汉墓四号明器车的车伞柱和满城汉墓实用车伞柄均为青檀属木材^[35]，陕西旬邑东汉壁画墓出土的盖弓帽中的材料为竹材^[36]。因此，车盖部件中的盖弓可使用青檀属木材和竹亚科的竹材，伞柄有使用青檀属木材。

三、中国古代马车使用木材的材性特征

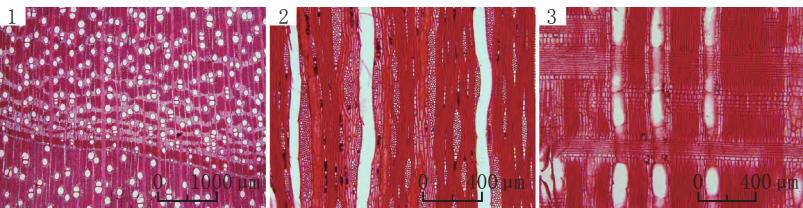
榆科青檀属木材是我国特有的单种属多用途珍贵树种，在我国华东、华北、西北、西南及中南诸省份均有分布。青檀木材呈黄褐色，心边材区别不明显。生长轮明显，散孔材，管孔呈径列或者斜列，管孔之间为单穿孔；轴向

薄壁组织环管束状，呈翼状或者聚翼状；射线局部叠生，多列为主，单列少，射线组织多为异形Ⅱ型，少数为异形Ⅲ型（图三）。青檀属木材细致、质硬、弹性大、耐冲击性强以及耐磨损性强，常作为古代马车的车轮、车轴和农具等。

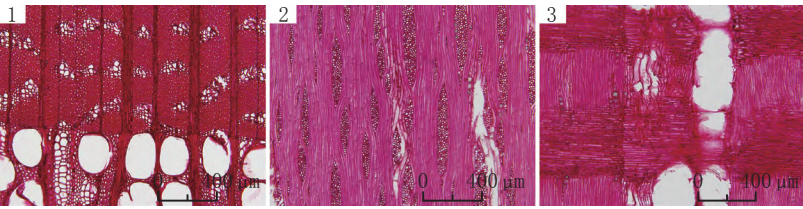
《诗经·伐檀》曰：“坎坎伐檀兮，置之河之干兮。……坎坎伐辐兮，置之河之侧兮。……坎坎伐轮兮，置之河之漘兮。”^[37]古代檀木主要指蝶形花科的黄檀属（*Dalbergia* L.）木材以及榆科青檀属木材。根据两种树木的分布以及出土的古代马车所用木材，推测《诗经》中所说檀木应就是指青檀属木材。

榆科榆属木材在我国约有23种，分布范围广，南北各省均有，以春榆、裂叶榆、白榆和榔榆为主，其中榔榆木材材质最优。木材区别明显，边材浅黄褐色，心材浅栗褐色。生长轮明显，环孔材，早材管孔至晚材管孔急变，早材管孔内含有侵填体，晚材带管孔多呈管孔团，单穿孔；轴向薄壁组织傍管状；木射线组织同形，以多列为主，单列稀少（图四）。榆属木材质硬、强度高、纤维纵横交错非常耐磨损，特别适合于制作车轮和车轴，且属于乡土树种，取材便利。

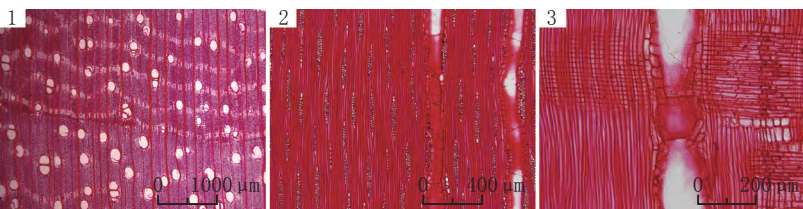
榆科糙叶树属木材在我国仅有糙叶树一种，主要产自江苏、浙江、安徽、江西、广东、广西、湖南、湖北、四川、山东及台湾等省区。糙叶树属木材呈黄褐色。生长轮不明显，散孔材，管孔数量略小，分布均匀，单管孔及径列复管孔，管孔内具有侵填体，单穿孔；轴向薄壁组织量多，局部叠生，主要为聚翼状，也存在环管状；木射线单列少，以多列射线为主，射线组织为异形Ⅱ型（图五）。木



图三 青檀属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面



图四 榆属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面

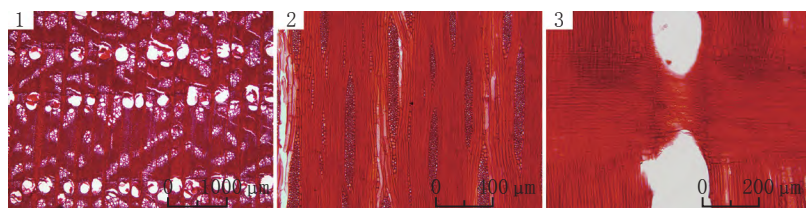


图五 糙叶树属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面

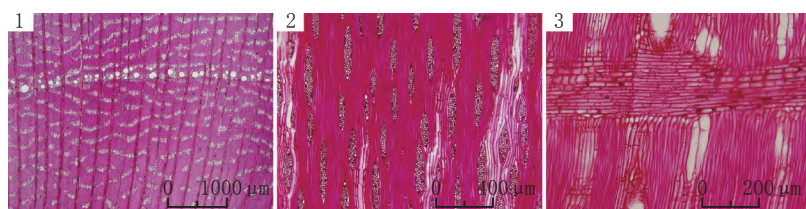
材结构细而匀，硬度和强度中等，不易拆裂，可供制家具、农具和建筑用。

榆科朴树属木材在我国有20余种，其中朴树和黑弹树为国产主要用材树种，朴树主要分布在淮河流域、秦岭以南至华南各省区、长江中下游和以南诸省（区）以及台湾地区，黑弹树则分布较广。木材呈黄褐色，心边材区别明显。生长轮明显，环孔材，早材管孔内侵填体可见，晚材管孔弦向带状，单穿孔；轴向薄壁细胞组织肉眼可见，傍管状，在早材带为环管状，在晚材带围绕导管连接成波浪形弦向或斜列；木射线非叠生，射线组织异形Ⅱ型（图六）。木材坚硬，纹理直，但较粗糙，供制作家具、建筑、车厢、船舶、工农具柄以及其他农具使用。

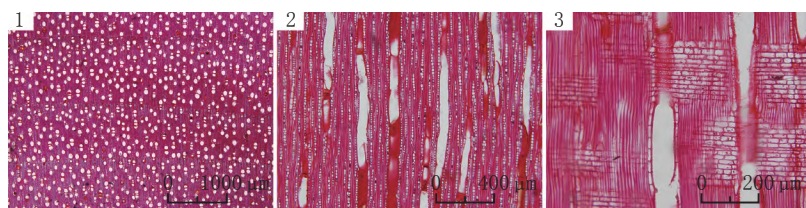
榆科榉树属木材在我国有三种，主要分布在江浙一带，其中榉树属于江南地区民间惯用木材。木材心边材区别明显。环孔材，生长轮明显，早材管孔至晚材管孔急变，单穿孔；轴向薄壁组织肉眼可见，局部叠生，主为傍管



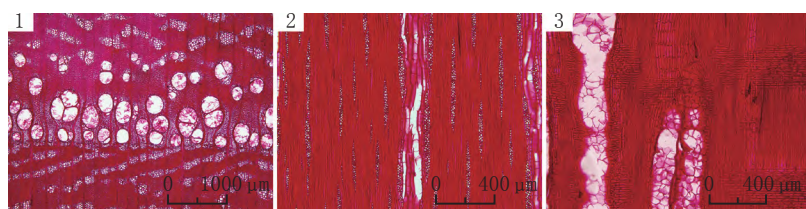
图六 朴树属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面



图七 榿树属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面



图八 枣树属枣树木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面



图九 槐树属木材的显微构造
1. 横切面 2. 径切面 3. 弦切面

状。木射线以多列为主，射线组织异形Ⅲ型或同形多列及单列（图七）。木材纹理直，木材致密，硬度、强度和冲击韧性甚高，使用极其普遍，江浙一带主要用于船舶木构件，也和榆属木材一样，主要用于车轮、车架和车厢各部件。

鼠李科枣属木材（*Zizyphus* Mill.）在全国各地作果树栽培。枣树木材心边材区别明显，生长轮略明显，散孔材，单管孔及径列复管孔，单穿孔；轴向薄壁组织呈傍管状及轮界状；射线异形单列（图八）。枣树木材纹理直，结构甚细，坚硬密实，耐腐耐磨，耐虫蛀，适宜作工农具柄及车轮各部等。

《天工开物·舟车》记载车使用的主要木材还包括“槐”^[38]。根据《中国木材志》，“槐”主要有蝶形花科刺槐属木材（*Robinia* L.）和蝶形花科槐树属木材（*Sophora* L.），其中刺槐属树木作为引种树木，19世纪末被从北美洲、欧洲和非洲引进^[39]。因此，古代马车用“槐”主要指槐树属木材，其在国内分布范围广。槐树属木材心边材区别明显，环孔材，生长轮明显，早晚材急变；导管呈短径列复管孔，单穿孔；轴向薄壁组织局部叠生，主要为环管束状或翼状；射线组织为同形多列，同形单列以及异形Ⅲ型（图九）。槐树属木材纹理直，重而硬，耐久性强，强度和冲击韧性高，最适于做室外用材和做车的轴、辕、轮、辐和辘等。

此外，在古代车辆制造中，竹材虽然不是主要使用材料，但在一些常见的附属设施上如车盖、车茵上有所使用^[40]。竹材的

一些力学和理化性质优于木材，其具有一定的强度、韧性、弹性，不变形、宜剖分，而这些特点都与车辆篷盖的性能需求相吻合，因此使用较为常见。

四、结语

中国古代马车制轂、辐、轴的木材主要以榆科榆木属和青檀属木材为主，制辘（辕）、衡、軛多用榆科榆属、青檀属、榿树属、朴树属和糙叶树属木材，也偶用蝶形花科槐树属和鼠李科枣属木材，制輿和伞盖部件多以榆科榆属和青檀属木材为主，盖弓和车茵等部件也用

到禾本科竹亚科的竹材。这与几类木材纹理通直、硬度高、弹性大、耐冲击性和耐磨损性强的特性和竹材弹性好、易编制有关。对中国古代马车结构与材料使用的认识为马车修复复原奠定了基础,也为了解古代先民对自然资源的利用和与环境的互动提供了依据。

-
- [1]郑若葵.论中国古代马车的渊源[J].华夏考古,1995(3).
- [2]刘永华.中国古代车舆马具[M].北京:清华大学出版社,2013:1-35.
- [3]杨伯峻.春秋左传注·定公元年[M].北京:中华书局,1981:1523-1524.
- [4]a.马德志,周永珍,张云鹏.一九五三年安阳大司空村发掘报告[J].考古学报,1955(1).b.中国科学院考古研究所安阳工作队.安阳新发现的殷代车马坑[J].考古,1972(4).
- [5]同[2].
- [6]a.冯好.关于商代车制的几个问题[J].考古与文物,2003(5).
b.杨宝成.商代马车及其相关问题研究[J].华夏考古,2002(4).
- [7]a.黄富成.两周独辂马车构造技术的探索[D].郑州:郑州大学,2004:32.b.胡伟峰.中国古代设计思想研究:以先秦独辂马车设计为例[M].北京:中国轻工业出版社,2017:44-73.
- [8]闻人军译注.考工记译注[M].上海:上海古籍出版社,1993:99,118-122,297-302.
- [9]成自辉.秦汉时期独辂马车向双辕马车的演变[J].东方收藏,2022(2).
- [10]孙机.中国古代马车的系驾法[J].自然科学史研究,1984(2).
- [11]同[8].
- [12]a.欧阳询撰,汪绍楹校.艺文类聚·木部上(第88卷)[M].新1版.上海:上海古籍出版社,1982:1506-1529.b.欧阳询撰,汪绍楹校.艺文类聚·木部下(第89卷)[M].新1版.上海:上海古籍出版社,1982:1530-1554.
- [13]萧子显.南齐书·舆服(第17卷)[M].北京:中华书局,1972:333-348.
- [14]郑玄注.周易郑注(及其他一种)·系辞下(第8卷)[M]//丛书集成初编.新1版.北京:中华书局,1985:199.
- [15]同[8]:118.
- [16]贺文汇.浅谈先秦马车的设计[J].知识文库,2017(3).
- [17]同[8]:25,121.
- [18]郑玄注,贾公彦疏.周礼注疏·冬官考工记(第46卷)[M].上海:上海古籍出版社,2010:1535.
- [19]同[12]a:1525.
- [20]宋应星著,潘吉星译注.天工开物译注·舟车[M].上海:上海古籍出版社,1992:302.
- [21]同[13]:338.
- [22]a.秦始皇帝陵博物院.秦始皇帝陵一号兵马俑陪葬坑发掘报告(2009~2011年)[M].北京:文物出版社,2018:269-276.b.王树芝,焦延静,冯丹.凤翔雍山血池遗址出土木材鉴定与相关问题[J].考古与文物,2020(6).
- [23]司马迁.史记·田敬仲完世家(第46卷)[M].2版.北京:中华书局,1982:1890.
- [24]同[18].
- [25]郝懿行.尔雅义疏·释木[M].上海:上海古籍出版社,1983:1064.
- [26]同[9].
- [27]刘熙.释名·释车(第7卷)[M]//丛书集成初编.新1版.北京:中华书局,1985:118.
- [28]同[20].
- [29]同[22]a.
- [30]中国社会科学院考古研究所,河北省文物管理处.满城汉墓发掘报告[M].北京:文物出版社,1980:404-407.
- [31]王树芝,赵志军,胡雅丽.湖北枣阳九连墩楚墓出土木质遗物的研究[C]//新世纪的中国考古学(续)——王仲殊先生九十华诞纪念论文集.北京:科学出版社,2015:613-643.
- [32]同[22]b.
- [33]同[8]:120-121.
- [34]Dong Wang, et al..Deterioration mechanisms of archaeological wood inside the bronze parts of excavated chariots from the Western Han dynasty[J].Journal of Cultural Heritage,2023(62).
- [35]a.同[22]b.b.同[30].
- [36]冯德君,等.陕西旬邑县东汉壁画墓出土木材的研究[J].西北林学院学报,2002(1).
- [37]崔富章主编.诗经[M].杭州:浙江古籍出版社,1998:66-70.
- [38]同[20].
- [39]成俊卿,杨家驹,刘鹏.中国木材志[M].北京:中国林业出版社,1992:487.
- [40]欧阳晋焱.中国古代车辆材料与工艺探究[J].中国包装,2013(6).

(责任编辑 郑 颖)