

四川广汉石亭江汉代铁桥墩相关问题研究

李映福 杨 盛 马春燕 余 建

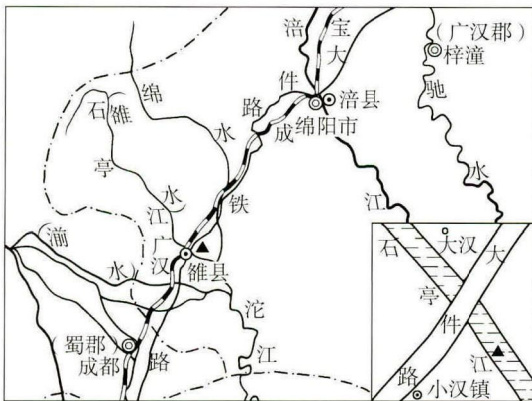
关键词：雒江铁桥墩 金属特性 浇铸工艺 金牛道

KEYWORDS: Iron Bridge Piers on Luo River Metal Properties Casting Techniques Golden Oxen Path

ABSTRACT: The dated iron bridge piers of the Han Dynasty discovered on Shiting River in Guanghan, Sichuan is the earliest large-sized cast iron object known to date. The microstructure observation found the slender and evenly distributed flake graphite and evenly arranged pearlites. The iron used to cast the pier was highly pure with metal properties of abrasion resistance and vibration damping, and its compression resistance is also the same as that of the modern gray iron castings. Meanwhile, the clay mold fragments unearthed together with the iron pier showed that the iron pier was made by “vertical inverted pit casting” and finished at one time in the open mold. The iron bridge piers unearthed on the “Golden Oxen Path” reflected the huge efforts and great achievements made by the Ba-Shu people to ease the difficult paths of Shu 2000 years before present.

2007年2月，广汉市小汉镇麻柳林村川陕公路石亭江大桥南约420米的河滩砂砾层中发现1件汉代铁桥墩（图一），随后德阳市文物考古研究所、广汉市文物管理所在桥墩出土地点做了调查和试掘，清理出若干泥

范块和商周及汉代陶片^[1]。石亭江铁桥墩是我国迄今为止发现的体量最大的汉代铸铁，不仅保存完整，且年代准确可靠，是研究汉代大型铸铁技术以及桥梁建设与道路交通的珍贵资料。



图一 雒江铁桥墩出土位置示意图

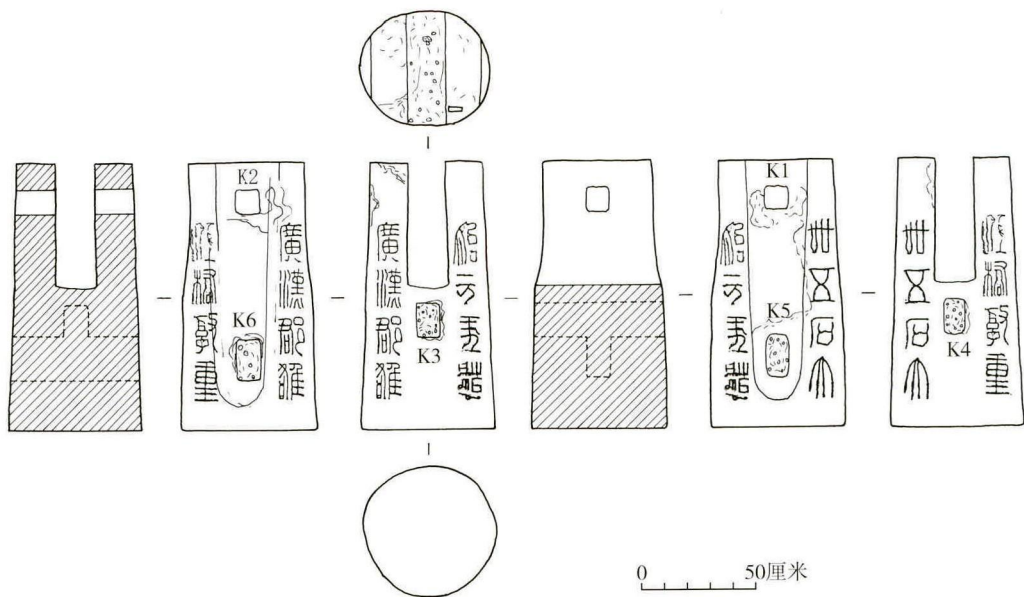
一、铁桥墩的形制与年代

铁桥墩上小下大，顶端直径51、底部直径55.1、高110厘米。上部中间有宽17、深51厘米的凹槽，凹槽底部残存有粘附于桥墩体的砂砾层，厚约6厘米。凹槽下有一贯穿柱体的长方形榫孔K3、K4，孔长14、宽10厘米，孔内填满砂砾。凹槽左右两侧有对称的正方形榫孔K1、K2，孔边长10厘米。近底座处有贯穿桥墩体的长方形榫孔K5、K6，孔长17、宽10厘米。桥墩顶部有一长6、宽2、高

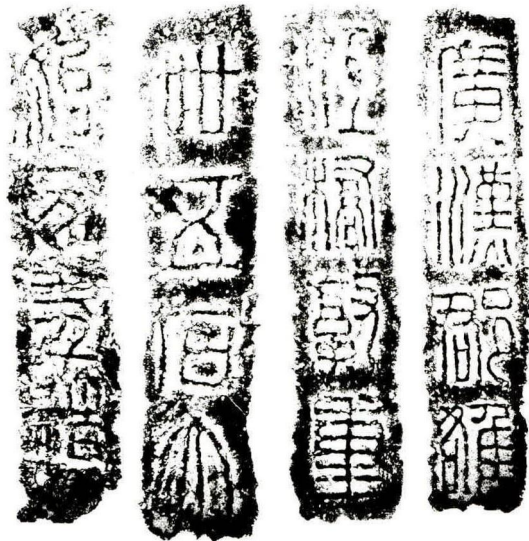
作者：李映福，成都市，610064，四川大学历史文化学院。

杨盛、马春燕，成都市，610072，成都文物考古研究所。

余建，四川省广汉市，618307，三星堆博物馆。



图二 雒江铁桥墩平面、剖视图



图三 雒江铁桥墩铭文拓本

1厘米的长方体铸块，与桥墩一体成型（图二）。铁桥墩表面铸有“广汉郡雒江桥敦重卅五石太始元年造”十六字阳文篆书铭文（图三）。按西汉衡制，一石约30700克，四十五石约为1.38吨，与铁桥墩的实测重量基本相符。

中国历史上以“太始”为年号的除西汉武帝以外，还有前凉冲王张玄靓、梁侯景

以及渤海国简王大明忠。无论是梁，还是前凉、渤海国，其行政统治范围均未及成都平原。因此，广汉石亭江出土“雒江桥敦”表面铸铭的“太始元年”为西汉武帝年号无疑，由此可以判定“雒江桥敦”的铸造年代为公元前96年。

二、铁桥墩的冶金学考察

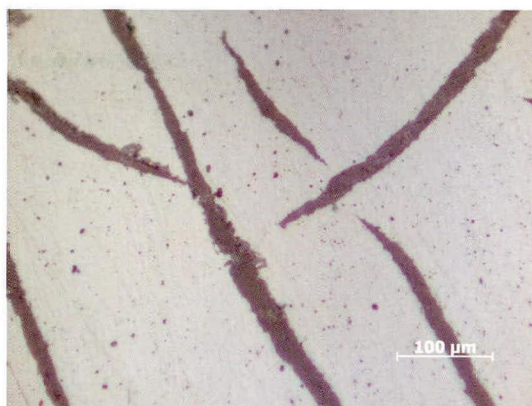
“雒江桥敦”是我国目前发现的年代最早的最大件铸铁，它的发现不仅改变了汉代缺乏大型铸铁的认识，也丰富了汉代铸铁的种类，是一件反映我国古代冶铁技术成就的重要实物。为全面了解铁桥墩的金属特性和铸造技术，笔者对取自铁桥墩的标本分别做了金相组织观察和化学成分分析。

（一）金相分析

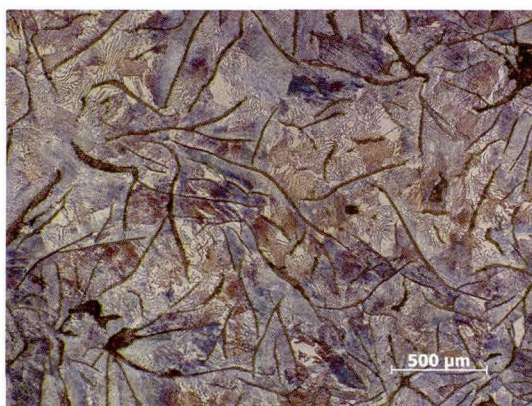
金相组织观察的样品取自铁桥墩顶部凹槽边缘（图四）。桥墩的材质为灰口铁，制作工艺为浇铸。样品近正方体，长、宽、高均约2厘米。利用美国标乐AbrsiMatic300型金相砂轮切割机对样品进行切取，然后利用黑色胶木粉镶嵌为直径3、高2.5厘米的圆柱体样品，再利用美国标乐金相自动磨抛机对



图四 雒江铁桥墩及取样位置



图六 片状石墨特征，高倍，未腐蚀



图七 片状石墨与珠光体组织，低倍，腐蚀



图五 片状石墨与金属基体，低倍，未腐蚀



图八 片状石墨与珠光体组织，高倍，腐蚀

镶嵌样品进行磨光、抛光处理，最后对抛光面做浸蚀处理，浸蚀溶液为4%硝酸酒精。蔡司（ZEISS）Axio Imager A1m金相显微镜下观察到的铁桥墩金相组织结构：腐蚀前可观察到细长片状石墨与金属基体（图五；图六）；腐蚀后观察到片状石墨与珠光体组织

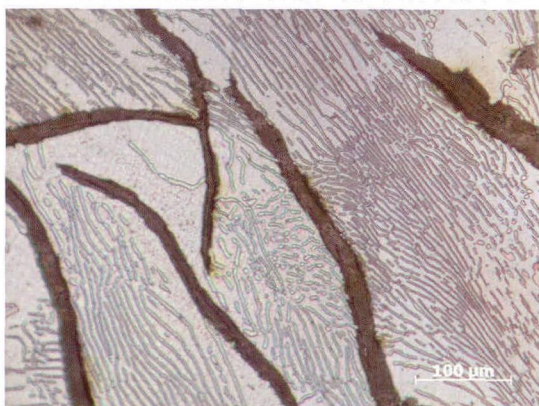
（图七；图八）；腐蚀后，高倍金相显微镜观察到片状石墨、层片状珠光体组织与铁素体（图九；图一〇）；铸铁样品的显微硬度HV0.5为184.5。

（二）成分分析

采用四川大学分析测试中心JSM-7500F



图九 片状石墨、层片状珠光体与铁素体, 高倍, 腐蚀



图一〇 片状石墨、层片状珠光体与铁素体, 高倍, 腐蚀

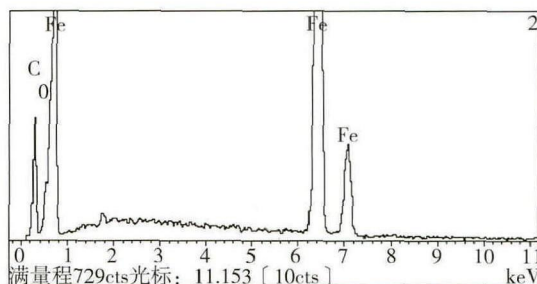
型扫描电镜 (JEOL公司) 及INCA大面积电制冷能谱仪 (X-Max), 对样品铁质区域进行微观形貌观察和成分检测。分析条件为加速电压20千伏, 使用背散射探头。能谱仪测试条件为工作距离10毫米, 分析电压20千伏, 每秒计数 ≥ 200000 。样品采用导电胶与样品座相连。微观形貌观察和成分检测区域如图一一所示。经检测, 样品中含有铁、碳和氧元素 (图一二), 未检测出其他成分。

(三) 检测结果分析

根据以上检测数据, 可以确认“雒江桥敦”为珠光体基体的灰口铸铁。显微组织观察出片状石墨, 石墨细长且分布均匀, 珠光体结构排列均匀, 呈层片状分布。灰口铸铁虽然硬度低于白口铁, 但脆性较小, 具有良好的耐磨性和润滑性能, 其耐磨性甚至要强于一部分的钢。分布均匀的片状石墨与层片状



图一一 微观形貌观察和成分检测区域



图一二 扫描电镜能谱

珠光体的结构, 使得铁桥墩的润滑性和消减震动的性能又比一般的灰口铸铁有进一步的提高。片状石墨结构一般是冷却速度较慢或经热处理而生成的。由此可知, 汉代工匠在浇铸“雒江桥敦”时, 有意识地控制铸铁的冷却速度, 从而使铸铁的耐磨性、消振性得到提高。

根据扫描电镜微观形貌观察和成分分析结果, 可以看出铁桥墩材质十分均匀, 且纯度高、杂质少, 能满足铁桥墩耐磨、消振和长期露天使用的需要。“雒江桥敦”的金相组织结构表明汉代工匠在长期的冶铸实践中已经熟知铁金属的特性, 并能根据功能的不同需要选择不同的铸铁材料浇铸成器; 控制冷却速度以提高桥墩性能的浇铸技术, 表明汉代成都平原的冶炼工匠已经积累了浇铸大件铁器的丰富经验。

关于“雒江桥敦”的抗压抗拉强度, 虽然不能直接对铁桥墩本体做抗压抗拉强度的

物理性能测试，但根据桥墩标本检测所获取的相关数据，可以推算出铁桥墩的抗压、抗拉强度。铁桥墩标本测量的显微硬度HV0.5为184.5，一般而言，宏观硬度值较显微硬度值小，取铁桥墩布氏硬度值HB为176。根据《中华人民共和国国家标准：灰铸铁件（GB9439-88）》中硬度和抗拉强度关系表^[2]，估算铁桥墩的铸铁抗拉强度为180Mpa。现代灰口铸铁大多通过孕育处理来改善铸铁的力学性能，但铁桥墩标本的成分检测中未检测出孕育剂元素成分。未经孕育的灰口铸铁抗压强度和硬度值之间的比值为3.4~4^[3]，考虑到灰口铸铁在压缩负载破坏之前几乎没有塑性变形，因此估算铁桥墩的抗压强度在598~704Mpa之间，这一数据显示石亭江铁桥墩的抗压性能已经与现代的灰口铁铸件相近。

三、铁桥墩铸造工艺的考察

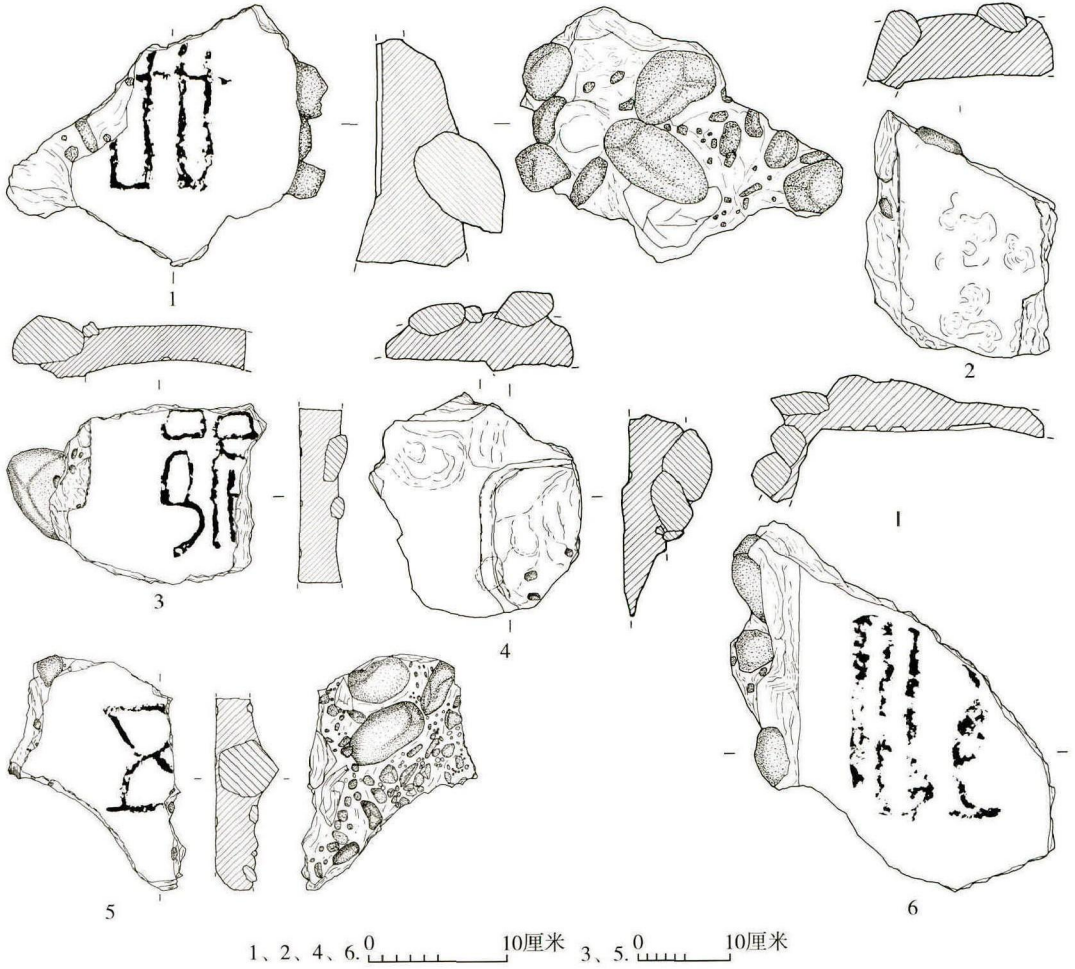
2007年3月和5月，广汉市文物管理所先后两次在“雒江桥敦”出土地点的河滩砂砾层中采集、试掘到29件泥范残块。“雒江桥敦”泥范块是研究汉代铁桥墩浇铸工艺的重要实物，为此，笔者对现存于广汉市文物管理所的泥范做了仔细观察和整理分析，并结合铁桥墩的形制特征，对铁桥墩的浇铸工艺进行了复原。

（一）铁桥墩铸范

桥墩铸范由粗砂与细砂混合而成，以泥沙为粘合剂。范面均残，横截面略呈弧形。范块内外壁颜色不一，外壁呈红褐色。接触铁水的内壁因高温呈灰褐色，粘附有铁锈层或铁锈斑；部分泥范内壁呈红褐色，并有明显的蜂窝状铸痕。依据泥范块的形状，可以推测其中15件泥范残块在铸范中的具体部位。

GST采：1，外壁由粗砂混合细砂而成，壁面粘附大小不一的卵石。内壁以均匀细砂制成。内壁残存“卅”字，字形及大小与桥墩铭文“卅”字相同，为桥墩“卅”

字部位的泥范，内壁可见蜂窝状铸痕。泥范块残长24.3、残宽18.8、厚4~9厘米（图一三，1；图一四；图一五）。GST采：2，外壁由粗砂混合细砂而成，壁面嵌有大小不一的卵石。内壁以均匀细砂制成，夹杂有木炭。内壁残存“五”字，字形及大小与桥墩铭文“五”字相同，应是桥墩“五”字部位的泥范，内壁可见蜂窝状铸痕。“五”字左侧有一处残长3、宽0.5、高0.5厘米的凸起，该凸起与桥墩顶部凹槽泥芯相接。残长25.5、残宽18.5、厚4~7厘米（图一三，5；图一六；图一七）。GST采：3，外壁由粗砂混合细砂而成，内壁主要为细砂。内壁残存“郡”字，字形及大小与桥墩铭文“郡”字相同，为桥墩“郡”字部位的泥范。“郡”字左侧有一处残长9、残宽4、高0.5厘米的凸起，略呈长方形，为连接桥墩榫孔K3部位的泥范。残长26、残宽18、厚4~7厘米（图一三，3；图一八）。GST采：4，内壁呈红褐色，可见明显的蜂窝状铸痕，与桥墩榫孔K1、K5处表面的铸痕一致。内壁一侧有残长10.6、残宽7.3、残高0.5厘米的凸起，略呈方形。根据铸痕和凸起部位推测为K1右侧部位的泥范。残长16.5、残宽16、厚6厘米（图一三，4；图一九）。GST采：5，内壁呈红褐色，有明显的蜂窝状铸痕，与桥墩榫孔K1、K5部位的铸痕一致。泥范内壁一侧有残长16、残高0.5厘米的凸起，略呈长条形。从铸痕和凸起看应为连接桥墩榫孔K1、K5与K3部位的泥范。残长17、残宽13.3、厚4~5.3厘米（图一三，2；图二〇）。GST采：6，内壁残存“江”字，字形及大小与桥墩铭文“江”字相同，为桥墩“江”字部位的泥范。“江”字左侧有一处残长6、残宽4、高2厘米的凸起，略呈长条形。根据泥范块所处的位置推测该凸起连接的是桥墩顶部凹槽内的泥芯。残长32、残宽16.6、厚2~5厘米（图一三，6；图二一）。GST采：7，内壁“廣”字基本完整，字形及大小与



图一三 铁桥墩铸范
1. GST采: 1 2. GST采: 5 3. GST采: 3 4. GST采: 4 5. GST采: 2 6. GST采: 6



图一四 GST采: 1内壁

桥墩铭文“廣”字相同，为桥墩“廣”字部位的泥范。残长17.7、残宽15.4、厚5厘米（图二二）。GST采: 8，内壁呈红褐色，



图一五 GST采: 1外壁

蜂窝状铸痕明显，残存“太”字，字形及大小与桥墩铭文“太”字相同，为桥墩“太”字部位的泥范。残长26.3、残宽24.5、厚4~6



图一六 GST采：2内壁



图一九 GST采：4内壁



图一七 GST采：2外壁



图二〇 GST采：5内壁



图一八 GST采：3内壁



图二一 GST采：6内壁



图二二 GST采：7内壁



图二五 GST采：10内壁



图二三 GST采：8内壁



图二六 GST采：11内壁



图二四 GST采：9内壁

厘米（图二三）。GST采：9，内壁呈灰褐色，一侧有一处呈长方形的拐角，推测为桥墩顶部泥范。残长17.3、残宽13.3、厚4.5~6厘米（图二四）。GST采：10，内壁残存“年”字，字形及大小与桥墩铭文“年”字相同，应是桥墩“年”字部位的泥范。残长13、残宽10、厚9厘米（图二五）。GST采：11，灰褐色。内壁一侧有长方形拐角，推测为桥墩顶部泥范。残长21.3、残宽14、厚6~10厘米（图二六）。GST采：12，内壁呈



图二七 GST采：12内壁



图二八 GST采：13内壁

红褐色，有明显的蜂窝状铸痕，系K1与K5部位的泥范。残长28.3、残宽15.8、厚5厘米（图二七）。GST采：13，内壁残存一字，字体不全难以辨识。残长12.2、残宽8.3、厚4.4~10厘米（图二八）。GST采：14，内壁



图二九 GST采：14内壁

蜂窝状铸痕明显，残留铭文“石”字，字形及大小与桥墩铭文“石”字相同，应为桥墩“石”字部位的泥范。残长14.5、残宽9、厚8厘米（图二九）。

（二）铁桥墩的铸造工艺

中国古代大型金属铸件经历了一个波浪形的发展历程，早在商代就铸造了司母戊鼎、四羊方尊等大型青铜铸件；两汉时期的大型铸件少有发现；南北朝时期开始出现与佛教有关的大型铸铁器物；唐宋时期，大型铸铁的工艺日趋成熟，古蒲津桥铁牛、铁人、铁山^[4]，大周颂德天枢^[5]，云南弥渡铁柱^[6]，沧州铁狮等大型铸铁器物的高度与重量都大大超过了南北朝时期。

汉代铁器铸件器形较小，主要是生产工具、兵器、日用器和车马器等，多以陶范铸造成器，也有铁范浇铸的器物。广汉“雒江桥墩”器形巨大，其铸造工艺与一般小型铁铸件不同。“雒江桥墩”发现以前，一般认为重数百斤的铁盆就是汉代最大的铸铁器物。如1999年四川成都蒲江县高河场发现1件铭“廿五石”的汉代铁盆，铁盆口径131、底径100、高57、壁厚3.5厘米，重400余斤^[7]。江苏盐城市东台博物馆藏有1件直径158、高90厘米的汉代铁盆^[8]。除考古发现的实物以外，汉代铁盆也见于宋代的文献记载中，如黄庭坚、陆游记巫山永平七年“牢盆”^[9]、洪适记“廿五石廿年修官作”八字“牢盆”、“廿五石”三字“牢盆”^[10]等。

南阳瓦房庄遗址铁盆铸范遗迹是认识汉

代大件铸铁工艺的重要发现。铸范遗迹保存有内、外范痕迹和圆形铸痕，多数铸范的范面直径在2.5米以上，其中D8最大，铸痕直径达1.68~1.78米^[1]。根据铸范遗迹的形状与结构，可以看出汉代铁盆的铸造有平整、烘烤地面，制造内、外范，熔铁浇铸和清理等四道工序。

铁盆又名“牢盆”，《史记·平淮书》记载汉武帝实行食盐专卖后，官府铸造煮盐工具“牢盆”。“牢盆”和“雒江桥敦”均始铸于西汉武帝时期，作为汉代的两大类大件铸铁器物，二者的铸造工序应基本相同，但“牢盆”与“雒江桥敦”的大小、功能、器形均不同，铸造工艺也有所不同。通过对桥墩泥范残块的仔细观察，发现泥范块与泥芯连成一体，泥范块之间未见拼合痕迹，特别是铁桥墩表面纵横方向均不见铁水浇注时因泥范拼合而形成的“披缝”和多次浇注留下的“冷隔”痕迹。据此推测铁桥墩是采用“地坑立式倒浇法”一次性明浇成型。为保证浇注的连续性，可能采用多个熔炉同时熔铁。根据桥墩体和泥范的形制及特征，“雒江桥敦”的具体浇铸工艺可复原如下。

1.整理场地 铁桥墩浇铸前，在就近的河滩地划定范围平整地面。

2.挖地坑 在平整好的地面上根据预先设计的地坑尺寸向下挖直径50~60、深110~120厘米的上大下小的圆坑。挖成的“地坑”即是顶部朝下、底部朝上的铁桥墩“范坑”雏形。由于河滩地砂砾层夹有大块的河卵石，“范坑”内壁凹凸不平，不利于浇注，因此，当坑成形后再经修整并以细泥沙填实抹平坑内壁，形成光滑的“范坑”内壁。

3.刻铭 铁桥墩铭文的制模方法推测有两种：一是在“范坑”内壁需刻铭文的部位，以刻有阳文的印模拓印形成阴文；二是在“范坑”内壁反书铭文，然后刻制，浇注后形成桥墩阳文铭文。因桥墩是从底部浇注，故铭文亦倒置。

4.盘筑泥芯 “范坑”内盘筑泥芯，从桥墩榫孔内残留的泥芯来看，泥芯的结构、材质与“范坑”基本一致，应是就地取用河滩砂料制成。首先盘筑的是桥墩顶端凹槽及榫孔K1、K2内的泥芯，其中凹槽内的泥芯直接从坑底向上砌筑，然后再盘筑榫孔K3、K4及K5、K6内的泥芯，至此“范坑”及泥芯制作完成。“范坑”顶部（即桥墩底部）不加范盖，不设浇冒口，形成敞口的露天浇口。

5.烘烤 根据泥范块（GST采：2）内壁夹杂有木炭，结合铁液浇注时须范模干燥不能夹杂水分的技术要求，推测“范坑”及泥芯制作完成后，再以木炭低温烘烤“范坑”壁及泥芯。烘烤后的“范坑”壁及泥芯干燥，质地坚硬，从而可有效地避免铁液浇注时引起爆裂。

6.浇注 自“范坑”顶部直接沿坑壁向内浇注铁液，浇注面应为桥墩榫孔K1、K5的表面。该面铁锈层剥落较严重，有别于其他三面光滑平整的特点，与之对应的“范坑”内壁的泥范残块也有明显的蜂窝状铸痕，具有铁液浇注面的特征。铁液浇注在接近“范坑”顶部（即桥墩底部）时完成，待其自然冷却后形成平整光滑的铸面，即桥墩底。

7.清理 浇铸完成后，挖开桥墩外侧的河滩堆积，敲开外范，挖净泥芯，桥墩成品完成。

从桥墩和泥范的采集地点在相同区域看，“雒江桥敦”为就地铸造。汉代大型铁器既有作坊内铸造，也有在使用现场铸造。瓦房庄冶铁遗址为汉代南阳郡的“阳一”铁官作坊，遗址内发现的铸范遗迹说明南阳郡的“牢盆”为在铁官工场集中铸造^[12]。从出土地点发现有半成品铁块来看，蒲江“牢盆”则是在盐场就地铸造^[13]。大型铸铁器物体量巨大，尤其是唐宋以后，多为就地铸造以省却搬运之苦，如唐代蒲津关铁桥的铁人、铁牛、铁山，沧州铁狮等均为就地铸造。

四、“雒江桥敦”与金牛道

“雒江桥敦”出土地点附近原有一座古桥，桥基在20世纪50年代遭到破坏。广汉市文物管理所在“雒江桥敦”对岸的河滩上发现有散落的古桥石构件和一条长100余米的石板引道。根据调查发现的“雒江桥敦”、古石桥和石板引道的位置可以看出，自汉代以来的2000多年间，石亭江大桥的位置几乎没有大的变动，南岸属今广汉市小汉镇麻柳林村，北岸为德阳市旌阳区八角井镇大汉村，为古旌阳驿所在地，今川陕公路石亭江大桥与古桥址相邻。

石亭江、雒江为同江异名，又称雒（洛）水，发源于四川省什邡市红白镇，为沱江上游支流。《清史稿》记：“石亭江即雒江，亦自什邡入，迳州北，东南入金堂”^[14]。早在东汉晚期刘焉治蜀时，雒江改称石亭江。嘉庆《什邡县志》卷六《雒水》：“刘焉治绵竹时凿石垒亭，以镇洛（雒）水，故以名江”。

根据“雒江桥敦”、石桥基、石板引道在河道两岸的位置，推测原石亭江的宽度近200米。在距今2100多年前建设如此跨度的铁墩桥，无疑是一项技术难度和工程量都十分巨大的工程，应有充分的政治、经济背景。广汉早在秦朝时就设雒县，故城在今广汉市北外乡五里巷。西汉高帝六年（公元前201年），置广汉郡，郡治位于今梓潼县，雒县为所辖十三县之一。西汉武帝元封五年（公元前106年）在全国设十三州刺史，益州刺史治雒。汉初以来，自川北至成都平原，逐渐形成了梓潼、雒县、成都三大政治、经济中心，虽然武帝时刺史部治雒城，但梓潼仍然是金牛道上的重要城市。金牛道，又名石牛道，开凿于战国时期。虽然战国金牛道的具体线路已难确考，但古今道路都是择易而行，择捷而道，估计战国金牛道的路线与后世应大体一致。秦汉时期，金牛道的走向和

经过的地点更加清晰，起于成都，经广汉、绵阳、梓潼、剑阁、汉阳场、葭萌而进抵汉中，然后穿秦岭出斜谷到达关中^[15]。雒江铁墩桥连接了梓潼、雒县、成都三地交通，也是沿金牛道、褒斜道往来关中、成都的必经之路。金牛道是北向出入巴蜀地区的最便捷通道，其路线千百年来基本没有大的改变，且历朝历代均在沿途设立驿铺邮传，雒江铁墩桥北岸的旌阳驿早在唐代就已成为金牛道上的著名驿站^[16]。时至今日，连接川、陕的108国道仍沿袭这一路线。

雒江铁墩桥的修筑与雒县的特殊地位有关。汉代《秩律》记载了郡国官吏的俸禄，从官吏之秩的高低可以看出城市的等级与地位。《秩律》记载了西汉高后二年（公元前186年）中央直接统治区域内265个县的最高长官俸禄，分千石、八百石、六百石、五百石、三百石等五级。千石之城15座，八百石之城54座，六百石及其以下之城196座。千石之城主要集中于京畿和三辅地区，但蜀郡成都、广汉郡雒城却与京畿和三辅地区的长安、雒阳等中心城市同为千石级。由此可以看出，雒城早在西汉初年就已经拥有超越一般县级城市的特殊地位^[17]。

蜀郡成都、广汉郡雒城均位于成都平原的中心地带，两地相距约50公里。作为金牛道上的大型桥梁工程，雒江铁墩桥的修建可能与汉王朝开发西南夷的长期战略有关。自汉武帝建元六年（公元前135年）派遣“辩士”唐蒙开西南夷起，成都平原逐渐成为开拓西南夷的前进基地。为推进西南夷的开发，汉王朝在巴蜀以及西南夷地区先后兴建了一系列的大型工程，如西夷道、南夷道和成都大城等。往北的金牛道虽然战国时期就已经开凿成形，但雒江铁墩桥的修建仍然具有十分重要的意义，不仅使蜀郡、广汉郡之间的往来更加便捷，也进一步密切了金牛道沿线城市与中原地区的联系。

汉武帝时期是中原文化对巴蜀地区

影响最深刻的时期，成都平原依靠优越的地理位置率先完成了与中原先进文化的接轨，蜀郡、广汉郡的经济、文化水平也日益接近当时最发达的关中地区。《汉书·地理志》载西汉中期成都县有人口76256户，仅次于首都长安80800户，成为全国第二大城邑。到西汉平帝时（公元2年），蜀郡、广汉郡的人口总数达到435778户、1908178口，其中广汉郡人口数为167499户、662249人^[18]，汉代成都平原的社会经济发展水平是铁墩桥建设的物质基础。铁桥墩不仅器形巨大，功能也有别于一般的农具、兵器和日常生活用品，故冶铸工艺特殊且复杂。成都平原的冶铁手工业兴起于战国时期，秦武王元年（公元前310年）在蜀郡设立了“铁官”，负责铁器的冶炼、制作及生产销售管理^[19]。考古发现也表明成都平原早在战国中晚期，斧、锛、镰、凿等铁质农具就已经有了广泛的使用^[20]。秦汉初年，随着北方移民的迁入，成都平原的冶铁手工业得到了极大的发展，临邛卓氏和山东迁虏程郑氏迁入蜀地后靠冶铁致富，产品“倾滇、蜀之民”^[21]。成都平原秦汉初年以来积累的冶铁技术，为铁桥墩的浇铸和铁墩桥的建设提供了充分的技术保障。“雒江桥墩”的出土，使我们得以窥见2000多年前的汉代巴蜀居民为改变“蜀道难”所付出的巨大努力和创造出的伟大技术。

附记：本文为四川大学学科前沿与交叉创新研究重大项目（skqy201202）、国家社科基金项目（12BKG010）的阶段性成果。广汉三星堆博物馆邱登成、广汉市文物管理所刘军对本项研究给予了大力支持，在此谨致谢意！

注 释

[1] 德阳市文物考古研究所、广汉市文物管理所、旌阳区文物管理所：《四川广汉市发现西汉纪年铁

“雒江桥墩”》，《四川文物》2015年第1期。

- [2] 国家标准局：《中华人民共和国国家标准：灰铸铁件（GB9439-88）》，中国标准出版社，1988年。
- [3] 马清林、沈大娟、永昕群：《铁质文物保护技术》，科学出版社，2011年。
- [4] 樊旺林、李茂林：《唐铁牛与蒲津桥》，《考古与文物》1991年第1期。
- [5] [宋]欧阳修、宋祁撰：《新唐书·则天武皇后传》卷七十六：“延载二年，武三思率蕃夷诸酋及耆老请作天枢，纪太后功德。……乃大哀铜铁合冶之，署曰‘大周万国颂德天枢’，置端门外。其制若柱，度高一百五尺，八面，面别五尺，冶铁象山为之趾，负以铜龙，石龕怪兽环之，柱颠为云盖。出大珠，高丈，围三之。……用铜铁二百万斤。乃悉饬群臣、蕃酋名氏其上”。
- [6] 铁柱现坐落于云南弥渡县城西约五公里，公元872年铸造，高丈余，体圆，周三尺。
- [7] 龙腾、夏晖：《蒲江县出土汉代牢盆考》，《盐业史研究》2002年第2期。
- [8] 曹爱生：《东台古铁镬考》，《盐业史研究》2009年第3期。
- [9] a. [宋]黄庭坚：《汉盐铁盆记》：“有大盐盆，积水堂下，以植莲茨。鲁直去其泥而识之，其文铸出铁上”。所铸十五字铭文为“巴官三百五十斤，永平七年，第廿七酉”。
- b. [宋]洪适：《隶续》卷三《巴官铁盆铭》，见《隶释·隶续》，中华书局，1986年。
- c. [宋]陆游《入蜀记》第六卷：“县廨有故铁盆，底锐似半瓮状。极坚厚。铭在其中。盖汉永平中物也，缺处铁色光黑如佳漆。字画淳质可爱玩，有石刻鲁直作《盆记》。大略言建中靖国元年，予弟叔向嗣直，自涪陵尉摄县事，予起戎州，来寓县廨，此盆旧以种莲，余洗涤乃见字云”。见《〈入蜀记〉约注》，中国文联出版社，2004年。
- [10] 洪适：《隶续》卷十四《修官二铁盆款识》记“廿五石廿年修官作”、“廿五石”。洪适记述：“乾道中，陆游务观监汉嘉郡得之，……字画无篆体，盖东汉初年所作。其文有廿年字，而无纪年之名。东都惟建武、建安有二十年，此必建武之器，所谓修官，正与永平巴官同，恐是

- 识铁官之地名，未详其义”。见《隶释·隶续》，中华书局，1986年。
- [11] 河南省文物研究所：《南阳北关瓦房庄汉代冶铁遗址发掘报告》，《华夏考古》1991年第2期。
- [12] 李京华：《汉代铁器铭文与铁官职官体系的研究》，见《中原古代冶金技术研究》第二辑，中州古籍出版社，2003年。
- [13] 同[7]。
- [14] [清]赵尔巽等撰：《清史稿》卷六十九《地理十六》，中华书局，1976年。
- [15] 任乃强：《华阳国志校补图注》，上海古籍出版社，1987年。
- [16] 蓝勇：《四川古代交通路线史》，西南师范大学出版社，1989年。
- [17] 肖爱玲：《西汉初年汉郡区城市等级及空间分布特征探析——张家山汉简研究》，《中国历史地理论丛》第22卷第4辑，2007年。
- [18] [汉]班固撰、[唐]颜师古注：《汉书·地理志》卷二十八，中华书局，1962年。
- [19] 任乃强：《华阳国志校补图注》卷三《蜀志》，上海古籍出版社，1987年。
- [20] 罗开玉、谢辉：《成都通史·秦汉三国（蜀汉）时期》，四川人民出版社，2011年。
- [21] [汉]司马迁：《史记》卷一百二十九《货殖列传》：“蜀卓氏之先，赵人也，用铁冶富。秦破赵，迁卓氏。卓氏见虏略，独夫妻推辇，行诣迁处。诸迁虏少有余财，争与吏，求近处，处葭萌。唯卓氏曰：‘此地狭薄。吾闻汶山之下，沃野，下有蹲鸱，至死不饥。民工于市，易贾’。乃求远迁。致之临邛，大喜，即铁山鼓铸，运筹策，倾滇蜀之民，富至僮千人。田池射猎之乐，拟于人君”。“程郑，山东迁虏也，亦冶铸，贾椎髻之民，富埒卓氏，俱居临邛”。

（责任编辑 苗 霞）

○信息与交流

《夏商都邑与文化》（二）简介

《夏商都邑与文化》（二）由中国社会科学院考古研究所编，中国社会科学出版社2014年10月出版发行。本书为16开本，共634千字，定价138元。

本文集收录了2014年“纪念二里头遗址发现55周年学术研讨会”参会学者论文32

篇，内容涉及学术史、夏商都邑布局与内涵、铜礼器和玉礼器的生产与消费、早期都邑的多学科整合研究以及青铜文化间的交流与互动等。

（肖 汶）