

“ 镔铁 ”新考

潜 伟

(北京科技大学 冶金与材料史研究所 北京 100083)

摘 要 “ 镔铁 ”作为一种高质量的钢铁制品在中西技术文化交流史中占有重要地位。“ 镔铁 ”最早文献记载于隋代的《 不空羼索咒经 》,见于史书最早为初唐的《 周书 》、《 隋书 》。唐代惠琳《 一切经音义 》有“ 镔铁 ”最早的词义解释。“ 镔 ”字除了外来语直接音译以外 ,也可解释为来自鬲宾的铁。“ 镔铁 ”频繁出现在各种古代文献中 ,其中作为物产出现最多。史料记载的“ 辽以镔铁为号 ”应是金人杜撰 ,元代“ 镔铁局 ”只是借用“ 镔铁 ”这个名称 ,仅仅是对来自中亚、西亚的色人铁匠们进行管理的一个机构 ,哈密“ 喫铁石 ”的记载 ,经考证可能是陨石或者坩埚钢 ,太原府的镔铁坑(祠)应为一个冶铁遗址 ,镔铁制作的物品范围很广 ,不仅有兵器工具类 ,也有利用其精美外观特性制作的各种物品。南宋《 云烟过眼录 》中“ 金水总管造 ”镔铁小刀 ,是最早有关带花纹镔铁刀的记载。中国古代大量诗歌中 ,以镔铁为喻的篇章多谈及其锋利、表面花纹等特征。大马士革钢从某种程度上就是表面花纹钢的代名词 ,以自然花纹为特征 ,更像是由中亚的布拉特钢加工得来 ,而由南亚乌兹钢加工得到的大马士革钢却很少见。“ 镔铁 ”不是“ 大马士革钢 ”的同义词 ,更接近于坩埚钢系列。无论从文物考古还是文献资料来看 ,中国中原地区一直缺乏镔铁生产的可靠证据。新疆冶金考古的新进展 ,应该能够为探讨镔铁的起源与传播提供更多有价值的证据。

关键词 技术史 镔铁 大马士革钢 布拉特钢 乌兹钢 冶金考古

中图分类号 N092:TF-092

文献标识码 A 文章编号 1000-0224(2007)02-0165-27

“ 镔铁 ”^①作为一种高质量的钢铁制品在中国古文献中屡屡出现 ,在中西技术文化交流史中占有重要地位。多年来 ,中外学者们对“ 镔铁 ”的源流和相关技术传播进行考证 ,得到了许多重要的见解。德国汉学家劳费尔(Berthold Laufer)在专著《 中国与伊朗 :中国对古代伊朗文明史的贡献 》(*Sino-Iranica :Chinese Contributions to the History of Civilization in Ancient Iran*)中专列“ 镔铁 ”条目 ,并将其与大马士革钢(damascene steel)联系起来^[1] ;

收稿日期 :2006-07-09

作者简介 :潜伟 ,1972 年生 ,江西赣州人 ,博士 ,现任北京科技大学冶金与材料史研究所副所长、副教授 ,研究方向为冶金技术史、科学技术与社会 ,williamq@263.net。

① 镔铁的英文有多种译法 ,音译的有 pin thieh , pin tie , bin tie 和 bin iron 等 ,意译的有 steely iron , Chinese damascene steel 等。

章鸿钊将此书金石部分翻译并补充而作《洛氏中国伊兰卷金石译证》,有关“鍱铁”内容的补正与原文篇幅相当^[2]。李约瑟(Joseph Needham)也特别关注“鍱铁”,认为其就是中国的乌兹钢(wootz)^[3,4]。张子高等所作《鍱铁考》系统总结了鍱铁在我国的流传、特征和冶炼工艺,并对其显示方法有科学阐述,也认为鍱铁就是表面花纹的大马士革钢^[5]。此外,杨宽也有类似的论述^[6]。应该说,这些研究对于“鍱铁”释义和一般知识普及起到了很大的作用,但也存在许多未厘清的问题,甚至理解上的混乱。近年来,随着许多新的文献和考古资料逐渐被发掘出来,对“鍱铁”的重新考证也成为可能,遂成此文以求教于方家。

1 “鍱铁”在文献中的初次使用

1.1 正史中最早记载的“鍱铁”

一般认为,“鍱铁”见于文献始于北魏。《魏书·西域传》载:

波斯国,都宿利城,在忸密西,古条支国也……出金、银、镔石、珊瑚、琥珀、车渠、玛瑙,多大真珠、颇梨、琉璃、水精、瑟瑟、金刚、火齐、鍱铁、铜、锡、朱砂、水银、绫锦、氍毹、氍毹、赤獐皮,及熏陆、郁金、苏合、青木等香,胡椒、苾拔、石蜜、千年枣、香附子、诃梨勒、无食子、盐绿、雌黄等物。^[7]

随后的《周书》^[8]、《隋书》^[9]、《北史》^[10]等对波斯出“鍱铁”亦有记载,《隋书》、《北史》还提到了漕国产“鍱铁”:

漕国在葱岭之北,汉时罽宾国也……土多稻粟、豆麦、饶象、马、封牛、金、银、鍱铁、氍毹、朱砂、青黛、安西、青木等,香石蜜、半蜜、黑盐、阿魏、没药、白附子。

值得注意的是,这两段文字中“鍱铁”作为方物与金、银、铜、锡等原材料一起出现,并非特别的珍宝,也没有与任何表面花纹等特征联系起来。

《魏书》为北齐魏收所撰,到北宋时残缺了39卷,其中就包括记载“波斯出鍱铁”的卷102《西域传》,刘邠等在校订时以唐李延寿《北史·西域传》补其阙^①,所以《魏书》有关“鍱铁”的记载不应作为最早的出处,至少应晚于《北史》的成书时间^②。

唐贞观三年(公元629年),太宗诏修梁、陈、齐、周、隋书,《周书》由令狐德棻编纂,《隋书》由魏徵主修,皆于贞观十年(公元636年)完成。李延寿于贞观二十年(公元646年)始修《北史》,于显庆四年(公元659年)完成。上述史书在流传中多有残缺,但没有明证其为伪书,故其关于“鍱铁”的记载仍为可信。经查证,各书中关于波斯国的记载略有不同,但《北史》中关于波斯各物产记载与《周书》完全相同,关于漕国的记载完全同于《隋书》。由于《周书》、《隋书》为同一系统同时编纂,内容互有借用也是可能。因此,可以推断“鍱铁”最早见于史书的时间为初唐时期的公元636年,是否早到北齐年间尚无证可考。

① 中华书局版《魏书》卷102校勘记:“诸本目录此卷注‘阙’字,卷末有宋人校语云‘魏收书西域传亡,此卷全写《北史·西域传》,而不录安国以后。’”

② 劳费尔认为鍱铁在我国流传溯源于北周^[1],看来有一定道理,而张子高在《鍱铁考》^[5]中认为鍱铁出波斯的最早记载为《魏书》则未免失考。

《周书》因为没有关于漕国的记载,所以漕国(鬲宾)是否在那时候有镔铁并不确定。需要注意的是,几段史书记载只是说“波斯出镔铁”或“漕国出镔铁”,与后人所传“镔铁出波斯”在语意上有很大不同。因此,可以认为波斯和漕国同是中国文献记载最早的镔铁来源地。

自《后汉书》以后《晋书》、《三国志》、《北齐书》、《南齐书》、《陈书》均无西域诸国的列传。《宋书》虽有夷蛮列传,但没有提及西北各国。《梁书》虽有波斯国的记载,但所记物产中无“镔铁”等金属产品^[11]。由于南朝与西北诸蕃的交往远不及北朝诸国,且《梁书》为唐姚思廉编撰,成书也晚于北朝各史,因此并不影响前面的基本认识。虽然直到唐代才有史书开始“镔铁”的记载,但并不能否认南北朝时期“镔铁”传来中国的可能。事实上,北魏灭了北凉等国后,占据河西走廊,掌握了通往西域的丝绸之路这条重要交通线,东西交流日益频繁,物品贸易来往增多,自西域传入中国的物品数不胜数,镔铁亦有可能这个时候为国人所认识。唐代以后,“镔铁”屡见于史书而不绝。

1.2 中文字典类文献对“镔”的释义

中国古代各朝所编字典多收有“镔”字,可助理解“镔铁”的流传。东汉许慎《说文解字》未收录“镔”字,此时应当没有“镔铁”的使用。梁顾野王《玉篇》成书于梁武帝大同九年(公元534年),经唐孙强增补,至北宋陈彭年等重修,收22561字之多。今查日本保留的原本《玉篇》残卷^[12],未发现“镔”字,而宋本《重修玉篇》^[13]有“镔:铁也”的释义。故不能轻易将“镔”字使用提前到梁朝。

隋代陆法言的《切韵》(公元601年)收11000余字,今已失传。其增广本《原本广韵》不知撰者何人,有唐天宝年间孙缅作序。流传至今的是北宋陈彭年等重修的《重修广韵》(1007年),其中有“镔:镔铁为刀甚利”^[14]的说法。以后的《五音集韵》、《洪武正韵》、《御定音韵阐微》、《御定康熙字典》等都沿用此说。北宋司马光撰《类篇》以及其与丁度合撰的《集韵》有“镔:利铁也”之说。清代毛奇龄的《古今通韵》“镔:铁名”则更为简洁。至近代以后这种局面有所改变,《中华大字典》“镔:精铁,为刀甚利者也”、《辞源》“镔:铁之精者,为刀甚利”在原来“利”的基础上加入了“精”的含义。值得注意的是,各朝所修字典类书籍仅对镔铁的质量特性有所描述,从未提及表面花纹,不似无意简略所为。

除了上面各字典外,佛家重要的文献《一切经音义》应该格外重视。公元783—807年,惠琳(公元737—820年)在前人基础上编纂的《一切经音义》100卷是唐代一部集诸家训释佛经音义大成的佛典文献,从1300部佛经中收词释义,训解4万多字,较为系统地保留了汉译佛典中从东汉到唐代的汉语口语材料和大量的外来词,在一定程度上反映了上古汉语和近代汉语两相交叉的中间状态,体现了汉语词汇的古今演变概貌。书中除搜集对于佛教词语的释义外,还收录了大量梵文音译资料。《一切经音义》现存本以高丽藏本最善,通行1737年日本狮古白莲社的翻刻本。此前,唐初的玄应编有《一切经音义》^[15],但无“镔铁”任何解释。现查日本翻刻惠琳《一切经音义》的台湾重印本^[16],有3处关于“镔铁”的音义解释。

《一切经音义》卷第三十五第二十八张《苏悉地经》卷中:

镔铁:上音宾,镔铁出鬲宾等外国,以诸铁和合,或极精制,铁中之上者是也。

《一切经音义》卷第三十九第七张《不空罽索经》第五卷:

鎡铁 :上必频反 ,下正铁字。

《一切经音义》卷第四十三十四张《佛说毘沙门天王成就经》:

宾铁 :上必频反 ,经作鎡 ,非也 ;下天结反 ,经作铁 ,俗字也。

这些应是中文字典类文献中关于“鎡铁”最早的记载了。后两条仅仅涉及字音 ,第一条可视为“鎡铁”最早的解释了 :不仅明确指出鎡铁来源于外国 ,而且倾向性地指出“鎡铁出宾国” ,更重要的是它还描述有“诸铁和合”、“或极精制”等鎡铁制作方法和特性^①。由于惠琳出生于西域疏勒国 ,精通梵汉两文 ,相对来说其对于“鎡铁”的解释应该还是比较可靠的。

1.3 《大藏经》中关于“鎡铁”的记载

佛教经典《大藏经》收集了中国佛教传入以来的各种经卷 ,在翻译时将许多佛教中的思想概念转换为中国人能够领会的语言 ,创造出大量沿用至今的词汇。现在通行的《大正新修大藏经》^[17]是 1924 年由日本大正一切经刊行会组织编辑校勘 ,1934 年印行 ,共 13520 卷。今查其唐代及以前记有“鎡铁”的文献 ,除了前述所列《一切经音义》以外 ,尚有多处 :

《不空羼索咒经》:

若欲破他所作咒咀 ,作其人形象 ,或面或泥或蜡 ,当以鎡铁为刀 ,段段割之…… ([17] ,第 20 卷第 1093 号)

《不空羼索明主咒王·禁诸鬼神所著品第十二》:

令病者坐向坛中 ,咒鎡铁刀诵不空王咒三遍已 ,又以溲面作彼病儿形 ,用其刀截 ,彼当恐怖…… ([17] ,第 20 卷第 1096 号)

《不空羼索陀罗尼自在王咒经》卷中:

应诵不空羼索心王神咒称病人名 ,用淳鎡铁刀段段截之 ,病人见闻心即惊怖 ,虐鬼舍离 ,永不复来。 ([17] ,第 20 卷第 1097 号)

《佛说不空羼索陀罗尼仪轨经》卷上:

若他咒咀厌虫者 ,真言鎡铁刀附体肢分 ,以刀隐捺…… ([17] ,第 20 卷第 1098 号)

《苏悉地羯罗经·备物品第二十八》:

谓欲成就诸真言故……大杓、小杓、牛黄、鎡铁、紫檀 ,护净线净。 ([17] ,第 18 卷第 893c 号)

《苏悉地羯罗经·成诸物相品第二十九》:

若欲成就轮仙法者 ,鎡铁作轮 ,量圆两指一磬 ,轮安六辐 ,鞞椽铍利 ,如是作法速得悉地……若欲成就刀法者 ,取好鎡刀 ,量长两肘 ,以小指齐 ,阔四指 ,无诸瑕病……若欲成就拔折罗法者 ,以好鎡铁 ,作拔折罗 ,长十六指 ,两头各作三股 ,或紫檀木作 ,或三宝作 ,所谓金银熟铜。 ([17] ,第 18 卷第 893c 号)

《千手千眼观世音菩萨治病合药经》:

若有人等横鬼所著 ,取弭哩吒那烧作灰 ,和净泥捻作横鬼形 ,于千眼像前 ,取鎡铁

① 张子高《鎡铁考》也注意到了这条文献 ,但是漏掉“等外国”3 个字^[5]。

刀子,咒一百八遍,段段切断为一百八遍,即称彼名即差永差还复不着。([17],第20卷第1059号)

《苏婆子呼童子请问经》卷上《除障分品》:

数珠有多种,谓活儿子、莲花子、阿嚧陀罗阿叉子、水精、赤铜、锡、木棹、琉璃、金、银、镇铁、高伽。([17],第18卷第895a号)

《陀罗尼集经》卷二:

何名五色,一金二银三赤铜四镇铁五锡。([17],第19卷785号)

排除其中迷信色彩的文字来看,镇铁在这里可作刀、轮、拔折罗、念珠等多种物品,表现出来的完全是一种金属材料特征,并无显现半点表面花纹特色。

需要注意的是《不空羼索咒经》为隋天竺三藏阇那崛多(公元522—600年)所译。据传,中天竺僧阇那耶舍等携弟子北天竺阇那崛多等于北周武成元年(公元559年)来长安(今西安),谈论经法。后周武帝毁佛,命在蜀地的阇那崛多入京,欲重加爵禄,劝从儒礼,然其不从。隋开皇十年(公元590年)后,阇那崛多在长安兴善寺主持译事,和达摩笈多等一起译经。如果现在流传下来的《不空羼索咒经》确系他所译的话,则此文献应该是目前所知最早的关于“镇铁”的记载。“镇铁”在佛教经典中频繁出现,暗示着极有可能是这些来往于天竺(印度)和中国的僧人,将发源于南亚的乌兹钢等钢铁产品介绍到中国来,创造了“镇铁”这样的词汇。

1.4 关于“镇”字的语言来源

“镇”字作为外来语的说法一直很流行。胡希曼(H. Hübschmann)早在19世纪末就从语言学上对伊朗语“spaina”、帕米尔语言“spin”、阿富汗语“ōspīna”或“ōspana”以及奥塞梯语“āfsān”进行了比较^[18]。此后,劳费尔认为“镇”(pin)与各种突厥语没有直接联系,而与上述语言有联系^[1]。张子高等^[5]仅采用了“spaina”的说法,并和“镇铁出波斯”联系起来了。这种观点也得到了杨宽^[6]等的支持,流传甚广。

最近,华道安(D. Wagner)提出“镇”字的另外两个可能的语言来源^①:一个是梵文“pinda”,个别字典显示有“钢”的意思^[19];另一个是古波斯语和阿拉伯语“印度钢”的意思,拉丁字母拼写为“ondanique (andaine, andanicum)”,可以和阿拉伯语对印度的称谓“hindia”、“hint”或“al-hint”等联系起来。但是pinda在绝大部分梵语词典中的语言解释都是“团”、“段”等意思,与“钢”或“铁”相去甚远,反而让人联想到中国古代的“团钢”、“灌钢”。

公元8世纪有一部汉梵词典《梵语杂名》,目前流传的是19世纪的日本版本,为归(龟)兹国沙门礼言所撰,收录有1221词,其中“宾铁”条有梵文的中文注音为“比拏”(pina)^[20]。这个读音恰与前述伊朗语、阿富汗语、帕米尔语等很接近,或许有某些联系。此外,还发现此书的其他中文条目,都有根据中文读音来注梵文的,也就是说,梵文起到的仅仅是标注读音的效果,并非说明其梵文来源。另一部重要的工具书唐义净撰《梵语千字

① 此条解释来源于2006年6月与华道安先生的通信联系,也见于其撰写的SCC钢铁卷的书稿中[Donald Wagner, *Science and Civilisation in China*, Vol. 5 (Ferrous Metallurgy), Cambridge: Cambridge University Press, to be published].

文》相当于梵汉词典,与其附录《梵唐消息》一起共收录 1305 词,这些梵文原词中没有可解释成“铍铁”的任何字^①。

还有一个重要的证据是惠琳的《一切经音义》,其对梵文音译过来的词汇一般都有特别标注,但在对“铍铁”或“宾铁”的词条中都没有梵文标注,说明惠琳并不认为“铍铁”是从梵文直接音译过来的词。既然梵语“pina”的读音不能成为“铍”字的语言来源依据,和其同源的“spaina”和“ōspīna”等自然很难令人接受了。

“铍”字除了外来语直接音译以外,是否还有另外的可能呢?这里至少还可以有两种假设。一种就是“宾”作“宾客”解,“铍铁”就是外来的铁,但外来的纺织品没有称为“铍”,外来的草木也没有称为“铍”,故这种说法很难有其他的佐证。另外一种可能就是,“宾”作“罽宾”解,“铍铁”就是来自罽宾的铁,这与波斯、阿拉伯称“印度来的铁”是一个道理。以前对于这种说法不够重视的原因很可能是因为“铍铁出波斯”先入为主,而相对忽略了几乎同时的文献记载作为产地的“罽宾”的可能性。罽宾为汉代时候开始的称谓,到北魏时期仍用此名,只在隋代有短暂时间改称漕国,而唐代又恢复罽宾的称谓。惠琳《一切经音义》对罽宾有注解为“罽宾,上京例反,梵语,古译讹略不正也,正梵音羯溼弭罗,北天竺也”([16] 858 页)^②。隋代阇那崛多为北天竺人,依惠琳解释其实就是罽宾人,“铍铁”初次出现在他的译文中是巧合吗?以产地名称来命名物产的东西在中文语汇中并不少见,如“藏香”(产于西藏)、“宛马”(产于大宛)等,则产于罽宾的“宾铁”流传出来当然没有太大意外,“宾铁”后来也逐渐演变为“铍铁”了。

2 古文献中“铍铁”的多种含义

“铍铁”也作“宾铁”或“斌铁”,自隋唐以来频繁出现在各种古代文献中,现总结有以下多种含义^③。

2.1 物产

如前述《魏书》、《周书》、《隋书》、《北史》提及波斯、漕国(罽宾)出铍铁,《通典》^[21]、《通志》^[22]、《太平寰宇记》^[23]、《太平御览》^[24]、《册府元龟》^[25]、《文献通考》^[26]、《渊鉴类函》^[27]等也有相同记载。

《宋史·食货志》记载:

互市舶法,……通货易,以金、银、缗钱、铅锡、杂色帛、瓷器、市香药、犀象、珊瑚、琥珀、珠琲、铍铁、鼈皮、瑇瑁、玛瑙、车渠、水精、蕃布、乌楠、苏木等物。……“自令惟珠贝、玳瑁、犀象、铍铁、鼈皮、珊瑚、玛瑙、乳香禁榷外,他药官市之余,听市于民。”

① 《梵语千字文》和《梵语杂名》同时出现在印度学者师觉月(P. C. Bagchi, 1898—1956)编著的汉梵词典 *Deux Leiques: Sanskrit-Chinois*^[20]中,后有法语注释。

② 其实,唐代以前的罽宾是以喀布尔河为活动中心的,拉丁文为 Kabha 或 Kubhana,希腊语为 Kophen,而惠琳所谈的罽宾是喀什米尔(Kashmir),在领地上略有不同,只不过当时大家习惯沿用古名罢了。

③ 今查文渊阁《四库全书》电子版,得“铍铁”有 82 卷、123 个匹配;“宾铁”有 21 卷、24 个匹配;“斌铁”有 2 卷、2 个匹配;“铍”共有 129 卷、276 个匹配。其中,“宾铁”直接查得有 40 卷、43 个匹配;“铍”直接查得有 186 卷、242 个匹配,这里统计已排除干扰项。

([28],卷 186)

这里可以看出镔铁在宋代还是比较重要的贸易品,属于需要严格控制交易的商品。此外,《宋史》还有西州回鹘、大食国来献镔铁的记录([28],卷 490)。

《续资治通鉴长编》有“己卯召辅臣于龙图阁观契丹礼物及祖宗朝所献者,……国主或致戎器、镔铁刀、鸢禽曰海东青之类……”^{〔29〕}《事实类范》载“景德二年十一月癸酉(契丹)国母国主各遣使来贺,承天节致御衣十二袭……鞍勒马八,散马四百,弓矢、镔铁刀、鹰鹞、麝脂……”^{〔30〕},而《重订契丹国志》指出“高昌国、龟兹国……以上诸国三年一次遣使约四百余人至契丹贡献玉、珠……玛瑙器、宾铁兵器……”^{〔31〕}。《松漠纪闻》言回鹘“善造宾铁刀剑、乌金、银器”^{〔32〕}。《五灯会元》有“……第三诀:西国夷人说,济水过新罗,北地用镔铁([33],卷 11)、“蜀地用镔铁”([33],卷 12)、“武昌……汉阳……镇府出镔铁……”([33],卷 15)。这些说明宋代“镔铁”使用和来源地已多元化了。

《明史》载“赛尔玛堪,即汉闾宾地,……洪武中……二十五年,兼贡绒六匹、青梭幅九匹、红绿萨噶哩各二匹,及镔铁刀剑、甲冑诸物……”([34],卷 332)。《古今说海》载“印毒国去中国最近,军民一千二百万户,所出细药、大胡桃、珠宝、木鸡舌、镔铁诸物。”^{〔35〕}《礼部志稿》([36],卷 35)、《玉芝堂谈荟》^{〔37〕}言及土鲁番、和卓、柳陈城、赛尔玛堪、天方国贡有镔铁刀、镔铁锉等物。《续文献通考》载黑娄贡方物“景泰四年,偕邻近三十一部、男女百余人,贡马二百四十有七、骡十二、驴十、驼七,及玉石、硃沙、镔铁刀诸物”([38],卷 29)。《渊鉴类函》记载火州出产镔铁([27],卷 236)。《存研楼文集》载“伊吾……地宜□参、豌豆,产马驼、镔铁、硫黄……”^{〔39〕}。《明一统志》有云内州出青镔铁([40],卷 21),哈密卫、和卓等地出镔铁([40],卷 89)的记载。《大清一统志》言哈密出镔铁^{〔41〕}。《图书编》载“山西云内州有青镔铁”^{〔42〕}。《山西通志》亦言“金云内州贡青镔铁,今废”([43],卷 47)。^①

《礼部志稿》记载明嘉靖、隆庆年间,对哈密王进贡的回赐物品,按弘治三年(1490年)的价格折算为:

玉石每斤绢一匹,夹玉石四斤绢一匹,斯隆玛石二斤绢一匹,青金石一斤绢一匹,把咱石十斤绢一匹,螺子石六块绢一匹……鱼牙靶小刀每把绢二匹,镔铁大刀每把绢五匹,拐棍刀每把绢五匹,两刃剑每把绢八匹,镔铁锉一把、镔铁镜一面各绢二匹,镔铁二斤绢一匹……([36],卷 38)

与其他物品如玉石、青金石的价值比较,可见镔铁价值在当时并不很高。而且镔铁是作为一种人工材料登记的,可以制作刀、锉、镜等物,没有强调表面花纹。《明会典》也有相似记载^{〔44〕}。

2.2 辽之国号

《金史·太祖纪》载:

收国元年正月壬申朔。群臣奉上尊号。是日,即皇帝位。上曰:“辽以宾铁为号,取其坚也,宾铁虽坚,终亦变坏,惟金不变、不坏。金之色白,完颜部色尚白。”于是国号大金,改元收国。([45],卷 2)

^① 云内州在今山西大同市。青镔铁目前没有见过实物证据,不知为何物,是否属于镔铁尚不可知。

此段文字应该是来源于《金太祖实录》,在《三朝北盟会编》^[46]、《资治通鉴后编》^[47]、《辽史拾遗》^[48]、《秋涧集》^[49]中亦有此记载。

“辽以镔铁为号”这句话曾令很多辽金史研究者费解。自元以来,人们对此解释各异。元世祖时的翰林学士王磐解释为:“契丹以其国产镔铁,乃为国号,故女真称金以胜之。”^[50]清人张穆在《蒙古游牧记》卷七则说:“契丹建国号曰辽,译言镔铁,盖《尔雅》‘白金美者谓之镔’。故女真抗辽,则名其国曰金。”《尔雅·释器篇》明明说“镔”是白金(银)之美者,与“镔铁”何干?况且“镔”和“辽”也不能划等号。冯家昇在《契丹名号考释》一文中引证中亚、北亚各民族语言中“钢铁”一词的读音,试图证明“镔铁”即为“契丹”之音译或意译^[51],但由于证据太薄弱,并不为学界所认同。事实上,辽代遗留下来的史籍中鲜见“镔铁”的记载,更没有以镔铁为国号的说法。

刘浦江^[52]考证出金都城上京会宁(今黑龙江阿城南)位于安出虎水(今阿什河)之侧,相传其水产金,女真语“金”念作“安出虎”,故国号“大金”。而《金太祖实录》的纂修者为了表明完颜阿骨打起兵伊始即以取代辽朝为目的,于是编造了一个“辽以镔铁为号”、“故女真称金以胜之”的话柄,以期混淆世人视听。

2.3 元代镔铁局

很多文献都提到元代的镔铁局,认为当时已经掌握了镔铁的制作工艺并大规模开始付诸实践了。《元史》记载在工部下设“诸色人匠总管府”,有“梵像提举司”等11个分支机构,其中“镔铁局”秩从八品,大使一员,掌镔铁之工,至元十二年始设。^[53]卷85)其实,这个“镔铁局”只是借用“镔铁”这个名称,仅仅是对来自中亚、西亚等地的色人铁匠们进行管理的一个机构,并非造作钢铁制品的机构,更不是专门进行镔铁制作的机构。《续通典》提到元代职官时,将“工部镔铁局、玛瑙玉局各大使”定为“正八品”^[54],而不是“从八品”,不知哪个更准确,但总之地位不高。

工部下设的“提举右八作司”才是真正可能进行镔铁制作的机构。《元史·百官志》记载:

提举右八作司,秩正六品,提举二员,同提举一员,副提举一员,吏目一员,司吏九员,司库十三员,译史一人,秤子一人,掌出纳内府漆器、红瓷、捎只等,并在都局院造作镔铁、铜、钢、榆石、东南筒铁,两都支持皮毛、杂色羊毛、生熟斜皮、马牛等皮、鬃尾、杂行沙里图等物……^[53]卷85)

《续文献通考》^[38]卷53)、《辍耕录》^[55]也有相同记载。可见镔铁的制作只是在内务府的都局院小范围地生产,仅仅是满足最高统治者的需要,并无大规模冶炼镔铁的记录。

从目前资料来看,元代镔铁制造规模较小,而且可能主要为色人掌握技术诀窍,并不为一般人所熟知。元代镔铁局到底是如何运作的?元人是否掌握了冶炼镔铁工艺?由于大量蒙古文的史料未能解读,给现在的研究带来了困难。

2.4 哈密噶铁石

《宋史·高昌国传》记载了一段哈密地区有镔铁的故事:

次历伊州。州将陈氏,其先自唐开元二年领州,凡数十世,唐时诏敕尚在。地有野蠶,生苦参上,可为锦帛。有羊,尾大而不能走,尾重者三斤,小者一斤,肉如熊,白

而甚美。又有砺石,剖之得宾铁,谓之喫铁石。([28],卷490)

这段文字其实最早见于北宋初年王延德的《高昌行程纪》(又名《西州行纪》),后来多次为人所引用,于是有了“哈密出镇铁”的传闻。《续文献通考》[38],卷53)、《河源纪略》^[56]、《物理小识》^[57]、《渊鉴类函》[27],卷236)、《格致镜原》^[58]等都有类似的记载。

章鸿钊解读这段文字时说“镇铁殆非天然产者,何云剖之即得乎?此盖剖之而铸之,坚若镇铁,故云然。又谓之喫铁石者,亦即坚胜于铁之意。”^[2]使我们仍然不得要领,因为一般石头怎么就能铸成镇铁一般坚硬呢?原文中“剖之即得”显然不像要经过铸铁一系列烦琐工艺过程的。这里推测存在两种可能:一是此石头为天然陨铁,也即古籍中所谓“玄铁”,可以剖之直接作铁使用。陨铁(主要是铁镍合金)质美且不易生锈,基本能够达到镇铁“精”的性能,也具有一定的硬度和延展性,是作为工具刀剑的理想材料,但是硬度能否达到镇铁那么“利”尚有悬疑^①。另外一个更大胆的假设,以为此砺石就是冶炼镇铁遗留下来的坩埚。根据中亚的考古发现,坩埚钢冶炼完成后,坩埚表面依然非常坚硬,野外看也许容易误以为是光滑的砺石^②。而将坩埚破坏的过程称为“剖”,取出其中的镇铁,坩埚自然就像“喫铁石”一样了。王延德当时肯定没有见识过陨铁或者坩埚炼钢,故将其作为“喫铁石”记载下来,后人以谬传谬就可想而知了。

明代方以智在《通雅》中有“宾铁”条:

宾铁出波斯。郭璞云:白猿食铜铁。《埤雅》云:猿粪可为兵切玉。又《神异经》有啖铁兽,禽书所言豸。《拾遗》言记:昆吾兔皆能食铜铁。《唐书》:吐火罗献大兽,食铜铁,日行三百里,其矢可铸刀;其言,西域苍鹅饲铜铁,取粪作刀,即驰鸟之类也。吴王武库,兔腹中肾胆皆铁,取铸剑,切玉如泥。元有都局院,造作镇铁、铜、钢、铦石、东南筒铁、沙里陀等物。元成宗定、辽阳等处都提举司掌办金、银、铁等课。何孟春曰《晋书》赫连勃勃以铁伐为氏。按,契丹号辽,实以镇铁为号。又有定铁,出甘肃。赞宁言:镇铁出南宾县^③。^[59]

此段为方以智对“镇铁”所作的文摘,涉及元代镇铁、辽号镇铁等,但其显然搞不清楚“喫铁石”为何物,引用带有迷信色彩的很多动物食铁的文字来说明“喫铁石”出镇铁,多不可信^④。

2.5 山西镇铁坑与镇铁祠(院)

《山西通志》记载太原府阳曲县“镇铁坑,旗蠹庙东,相传掘地则地陷。明初焦驸马都

① 中国最大的陨铁发现于现新疆青河县境内,哈密也属于陨铁多发地区之一。Buchwald 和 Mosdal 检测了爱斯基摩人用的陨铁工具的硬度,未加工的为 200HV,冷加工的 330HV,热处理后的降到 155HV,而一把普通的亚述人用的含碳量 0.2% 的低碳钢工具刃部经淬火就能达到硬度 487HV(Tylecote R. F. A History of Metallurgy, Second Edition, Institute of Materials, 1992, 354)。

② 笔者有幸亲眼目睹土库曼斯坦 Merv 遗址出土冶炼高碳钢所用坩埚,质地坚硬且光滑,没有经验仅从外观不易辨认。最近上海地矿珠宝网(http://www.mygem.com.cn/guanshangshi/gss_022.htm)还记载有人误将哈密炉渣认为是陨石的事情。

③ 赞宁为宋初名僧,著《物类相感志》等。南宾县在今重庆丰都(原属四川)东南,唐武德二年置,明洪武初废。此句与宋释普济《五灯会元》“蜀地用镇铁”([33],卷12)相呼应。由于年代相对较晚,不应看作“镇铁”词义的起源。

④ 惟所言动物肾胆结石坚硬似铁,似可信。

尉尝制刀甚利,后置旗蠹庙内,风雨为灾,复入坑。”(〔43〕,卷57)“镔铁祠在旗蠹庙东^①。”

(〔43〕,卷164)清代王士桢在《分甘余话》根据《名胜志》记叙:

太原府城内有巨铁,常露其顶,掘之则深入不出,曰铁母。今有镔铁祠,西樵游并州题诗云:“块尔留其质,萧然覆古苔。气应千家纬,地已绝尘埃。知有藏锋用,无劳大冶开。胡风今已远,珍重宝刀材。”^{〔60〕}

这里的西樵为王士桢兄王士禄,诗中点明了镔铁与胡人有很大关系,是作宝刀的材料。

另外,清代赵信执《因园集》中有诗《将游镔铁院以病不果》^{〔61〕}:

古院不一游,虚作并州客。寒铁夜有芒,秋井水无色。

病思清冷对,梦觉钟梵寂。想见静中僧,时时扫苔迹。

由此可见,太原府的镔铁坑,应该是一个冶铁遗址,巨铁很可能是古代高炉炼铁后残余的基铁,后来在这里建起了镔铁祠(院)。因为焦驸马“为刀甚利”,就被主观推断为是镔铁了,所以地名为“镔铁坑”或“镔铁祠(院)”了。如果镔铁确实是如乌兹钢或者大马士革钢那样的话,应该是用坩埚冶炼,与此坑中之巨铁恐怕相去甚远。

2.6 镔铁制作的各种物品

《山堂肆考》^{〔62〕}、《何氏语林》^{〔63〕}记载了唐代巨富王元宝“以镔铁瓮地面”的夸张做法。

《新五代史》^{〔64〕}、《十国春秋》^{〔65〕}记载有梓州守将顾彦瑤“指其所佩宾铁剑曰:‘事急有叛者,当啗此剑。’”可见镔铁剑之坚硬特征。宋代《枫窗小牋》^{〔66〕}谈到“镔刀”等物品,《宋稗类钞》^{〔67〕}也有相同记载。《道园学古录》有元代虞集作《曹南王勋德碑》提及赐镔铁环刀、镔铁槁、镔铁宝刀等物^{〔68〕}。

《元史》记载元世祖十四年(1277年)“九月壬申,制镔铁海青圆符。”(〔53〕,卷9)《元史》(〔53〕,卷78)、《钦定续文献通考》(〔38〕,卷97)、《钦定续通典》(〔54〕,卷62)在《輿轝篇》中谈到用“金嵌镔铁”等原材料制作木轝。《元史》(〔53〕,卷203)、《续通志》^{〔69〕}也记载有“(阿尔格尼)为七宝镔铁法轮,车驾行幸用以先导,原庙列圣御织锦为之图画弗及也。”《雪楼集》^{〔70〕}也有类似记载。

元人杨瑀《山居新话》有描述:“镔铁胡不四^②,世所罕有,乃回回国中上用之乐,制作极妙。余每询之铁攻,皆不能为也。今归平江巨室曹氏。”^{〔71〕}

《明史》记载刘綎“所用镔铁刀百二十斤,马上轮转如飞,天下称刘大刀。”(〔34〕,卷247)《钦定皇輿西域图志》载回部的一种攻战之具“鄂克箭也。以木为杆,镔铁为镞。镞头有三面刃,有两面刃。杆有羽者射程远,用毛者射近。”^{〔72〕}

明代杨一清《关中奏议》认为西域“以玉石、镔锉等项无用之物,往来神京,厚蒙赏赐,凡段匹、铁、茶彼之难得日用不可缺者,举得输入西域矣”^{〔73〕},因此“建议关绝其贡路”。

① 太原镔铁祠和旗神庙在水西门一带,现已不存,今为半坡东街宿舍。

② “胡不四”,汉文史籍中亦译作“火不思”、“胡拨思”、“琥珀词”等,源于突厥语“kopuz”,很早就成为北方游牧民族共有的乐器,但为中原地区所知大约是在宋代。《元史》卷71《礼乐志五·宴乐之器》:“火不思,制如琵琶,直颈,无品,有小槽,圆腹如半瓶榼,以皮为面,四弦皮絃,同一孤注。”

这个观点恰恰说明了镔铁在当局看来没有一般生铁等对生产生活作用大,故视为无用之物,没有大力发展。

镔铁还有一些特殊用途也见于文献。比如,医书《针灸资生经》^[74]、《普济方》^[75]记载有“诸蕃部落用镔铁击砭石,以艾引火”的点艾火方法。《钦定钱录》^[76]提及用镔铁钱币:“右碎叶国钱。洪志曰:镔铁为之,形如连环。圣历中,御史封思业使西域得之^①。”

由此可见,镔铁制作的物品范围很广,不仅有刀、剑、锉、镰、槁等兵器工具类,也有利用其精美外观的装饰性制作符牌、法轮、木辘、乐器、地面,甚至还可引艾火、制作钱币。这些足见镔铁作为一种钢铁材料广泛得到使用,远非表面花纹特征所能涵盖。

2.7 表面花纹钢

表面花纹这个特征,是多数学者认同的最重要的镔铁特性,也是其与大马士革钢相提并论的主要原因。但是,古代文献中真正直接点明这个特征的并不如想像那么多。

南宋周密撰《云烟过眼录》中张受益谦号古斋所藏镔铁小刀,是最早有关带花纹镔铁刀的详细记载了,不过这里的“镔铁”被称为“斌铁”:

篲刀一。其铁皆细花文。云此乃用银片细剪,又以铁片细剪如丝发,然后团打万捶乃成自然之花。其靶如合色乌木,乃西域鸡舌香木也。此乃金水总管所造刀也,上用渗金镌错造五字。斌铁自有细文,如雪花,以银和铁团打,恐非也。^{[77]②}

“金水总管”的解释有助于理解这把刀的来历。总管之名由后周始,即此前之都督;唐代又改总管为都督,然诸州都督亦不过有此名号,事实上非节度使不能当前代都督或总管之职;至宋代虽仍沿用总管之名,而性质纯属军事,与前代又有不同,盖五代以都总管为最高统帅之称,主要职责为统率军队、指挥军事^[78]。若“金水”作地名解,有金水河、金水县和金水州之说。周隋以来未见河流和县级单位设立总管官制,可暂不考虑。金水州为唐初置的回纥部落羁縻州^③,称总管可能性不大。

周密曾撰有《志雅堂杂钞》,与《云烟过眼录》相互出入而详略稍殊,被疑为初记之稿本,惜未能流传下来。现有清沈嘉辙等撰《南宋集事诗》卷二有诗之注释“《志雅堂杂钞》:伯机^④家有篲刀,乃大金水总管所造,尚有渗金镌水造二字,直钞十铤^[79],可以帮助理解此刀的来历。此处仅言“水造”二字,与《云烟过眼录》“金水总管道”五字不同,难辨真伪,但理解为金朝某水姓总管造此刀似更为妥当。

《金史》记载金人之常服:

左佩牌,右佩刀。刀贵镔,柄尚鸡舌木,黄黑相半,有黑双距者为上,或三事五事。室饰以酱瓣桦,橐口饰以蛟,或屑金鍮和漆,涂蛟隙而礲平之。酱瓣桦者,谓桦皮斑文色殷紫如酱中豆瓣也,产其国,故尚之。([45],卷43)

① 原书按《新唐书·西域传》出安西南地千里,东曰热海,西有碎叶城。

② 张子高也曾注意到此段文字^[5],但误解周密以为此刀为银铁凑合捶打而成。其实周密是经过仔细观察此刀的特征的,后来曹昭《格古要论》记叙此刀时候应该受到他的影响。

③ 金水州为唐代设置的羁縻州,唐初以回纥部落置,在今蒙古境内,总章元年(公元668年)侨至凉州界,后废。详见臧励觥《中国古今地名大辞典》,上海:商务印书馆,1931年,第540页。

④ 鲜于枢,字伯机,元初渔阳人,曾为官浙江,与周密交好,收藏丰富。《云烟过眼录》中鲜于伯机恰在张受益名前,故疑为沈氏等错引。

《满洲源流考》^[80]、《盛京通志》^[81]中有相似的记载。可见金人以镔铁刀刃、鸡舌木靶、桦皮鞘为名贵刀的象征。

明曹昭《格古要论》卷中有：

镔铁 出西蕃。面上自有旋螺花者，有芝麻雪花者，凡刀剑器打磨光净，用金丝硃硃之，其花则现，价值过于银，古云：“识铁强于识金，假造者是黑金，宜仔细看验。”刀子有三绝：大金水总管刀，一也；西蕃 鸿濩木靶二也，鞞鞞桦皮鞘三也。尝有镔铁剪刀一把，制作极巧，外面起花镀金，里面嵌银回回字。^[82]

这里说的刀子与周密所说的金水总管刀应该是同一把。“刀子有三绝”应是指这把刀的3个绝妙地方，并非有3把刀。综上所述，这把刀很难推断是隋唐时期的遗物，更可能是金人造刀^①。

2.8 古诗中的镔铁

在中国古代大量诗歌中，赞美镔铁或者以镔铁为喻的篇章数不胜数，除了前述王士禄、赵信执关于镔铁祠的以外，还有大量的诗歌谈及其锋利、表面花纹等特征。

唐代元稹《奉和浙西大夫李德裕述梦四十韵》^[83]有“金刚锥透玉，镔铁剑吹毛”的句子，足见镔铁的锋利特征。宋代穆修《为秋浦会遇诗》“机弛千钧卷，刚催百炼镔”^[84]，元代王守仁《题温日观葡萄次韵》“镔刀剪断紫瓔珞”^[85]之句，亦表现如此。明代李晔有“镔刀巧削玻璃碗”、“紫镔之刀截鹅肪”^[86]之句，也是形容镔铁刀的锋利。

唐代李白（公元701—762年）有诗《暖酒》^[87]：

采暖将来宾铁文，暂时不动聚白云。拨却白云见青天，掇头里许便成仙。

该诗描绘的镔铁花纹与白云作比，形象生动，反映了诗人酒后超常的想像力。李白有说生于碎叶城，西域的诸多事物应当比较熟悉，也许他亲眼见到过有表面花纹的镔铁刀剑。但也有学者根据“暖酒”词汇的演变认为此诗不为李白所作，应为后世之作^②。元代姚枢《怀来醉歌》“白云乱卷镔铁文，蜡香一喷红染唇”^[88]大概是从《暖酒》诗句中演化而来。

元代刘因是比较熟悉镔铁的诗人，多次用“镔”字于诗中。《登中山城》“黄金一夕冷如镔”^[89]，卷15），着重谈到其寒气逼人的特点。《张元帅宝刀》^[89]，卷14）则生动地描述了镔铁的制作过程：

……水波江声浩无穷，朝暮夕淬天有工。回鹘健儿戏天巧，前身铁精非凡庸。紫烟滔滔天为红，镔纹绣发青芙蓉。宝钿摇落初开封，四壁如著清水中。……

点明了回鹘工匠制作镔铁，以铁精粉作为原料，有冶炼、淬火等工序，最后得到的镔铁

① Percival David 爵士在《格古要论》英文版(Caozhao, Chinese Connoisseurship 'Ko Ku Yao Lun, the Essential Criteria of Antiquities with Facsimile of Chinese Text of 1388. London: Faber and Faber, 1971 p. 137)中注解中提到“大金水总管”中“大”字疑为“火”字之误，看来是不确切的。

② 汪维辉《从词汇史看八卷本 搜神记 语言的时代》(《汉语史研究集刊》第3辑，成都：巴蜀出版社，2000年)提出宋之前无“暖酒”一语。唐以前多用“温酒”，如《裴子语林》“后何召之徒共集，乃以温酒”。《齐民要术》卷5“夏用冷酒，春秋温酒令暖，冬则小热。”这个例子很能说明“温”和“暖”的用法差异。李白的《暖酒》诗出自宋代缪氏本《太白集》，而萧本未收。清人王琦注《李太白全集》于此诗下云：“按《庭前晚开花》及此首语尤凡俗，不类太白。”因此此诗很可能不是李白所作。

有如芙蓉丝发般细致的纹饰。

元代的张宪也是一位非常熟悉镔铁的诗人。他在《吴钩行》中有“炭山烧天色如赭，神血喷人双跃冶。紫镔百炼结松纹，三尺清冷掌中泻”（[90]，卷3）的句子，很好地描述了镔铁的松纹和寒冷锋利的特点。《咏双陆》中有“东关未下黄金锁，西塞先扃紫镔键”（[90]，卷7），用紫镔比黄金，说明镔铁的名贵。张宪的《北庭宣元杰西番刀歌》^[91]是目前发现对镔铁刀制作着墨最多的诗歌：

金神起持水火齐，锻炼阴阳结精锐。七月七日授冶师，手作钳锤股为砺。
一千七百七十锋，脊高体狭刀口洪。龙飞蛟化岁月久，阮师旧物今无踪。
呱哇绣镔柔可曲，东倭纯钢不受触。贤侯示我西番刀，名压古今刀录。
三尖两刃圭首圆，剑脊黝黝生黑烟。朱砂斑痕点人血，雕青皮软金钩联。
唐人宝刀夸大食，于今利器称米息。十年土濶松纹生，戎王造时当月蚀。
平章遗佩固有神，朱高固始多奇勋。三公重器不虚授，往继王祥作辅臣。

前八句描述了宝刀制作的过程，“锻炼阴阳”也许就是生铁和熟铁合炼的灌钢（co-fusion）工艺。这些句子多化自杨泉《物理论》关于阮师造刀的记叙^①，但是没有提到坩埚。接着四句比较了此刀与爪洼刀（呱洼刀，即流传于马来西亚和印度尼西亚的克里士刀剑）和日本刀^②，也是符合事实的。克里士（kris）刀剑由多层低碳钢叠打而成，自然“柔可曲”，形成花纹也可称“绣”，与镔铁刀的更自然而无规律纹饰相比更像人工刻意为之；而日本倭刀在刃部含碳量很高，脆性较大，所以“不受触”。只有真正的大马士革钢制成的刀从性能上来说兼有二者长处，所以才能盖住东晋陶弘景《古今刀录》说言的各种名刀。从文献上看，这是首次出现对这三种名贵刀剑的比较，说明诗人已经有相当的刀剑鉴赏能力。再后四句写出了宝刀的外观和装饰，“三尖两刃”形制为中原刀剑所罕见，为西传之物无疑；剑脊呈黑色，应该是相对含碳量低的铁素体或珠光体组织，雕青皮软应该是说很名贵的刀鞘了。接着两句，点明唐代的以大食（阿拉伯）的刀为最佳，这基本符合事实^③。现在的宝刀以米息^④所产为最，未见其他文献有记载。接着两句提及“松纹”，此刀的这个特征还是很显著的，但说“松纹”地下埋藏10年生，和他自己诗句的“紫镔百炼结松纹”相互矛盾，恐怕与事实会不相符，因为现在已经知道大马士革钢的表面花纹是由于钢铁金相组织自身的渗碳体和珠光体的浸蚀结果不同造成，至于松纹刀和月食关系的说法更具迷信色彩。最后四句写出了诗人对宝刀主人寄以报国辅政的抱负思想，为诗歌惯用之

① 宋李昉《太平御览》卷345有“杨泉《物理论》曰：古有阮师之刀，天下之所宝贵也。阮之作刀受法于金精之虚。七月庚辛，见金神于冶监之门，其人光色炜耀。向神再拜，神执其手曰：子可教也。阮致之闲宴，设饌而问焉。神教以水火之齐、五精之陶，用阴阳之候，取刚软之和，行其术三年，作刀千七百七十口而丧其明。其刀平背狭刃，方口洪首，截轻微绝丝发之系，斫坚刚无变动之异。世不惜百金精求不得也。”《物理论》为晋杨泉所作，今已失传。阮师不知何许人也。此处“五精之陶”疑为特制坩埚，“阴阳之候”可理解为氧化还原气氛；“刚软之和”当为生铁熟铁混和，所以这段文字的意义在于揭示中国在晋代以前就可能已经掌握了生熟铁混和冶炼坩埚钢的工艺。

② 张子高也比较了这3种花纹钢的同异，日本刀在刃部有自然花纹，而克里士刀剑因为软钢叠打而成，故有表面粗糙感，确实如此。^[5]

③ 唐杜甫《荆南兵马使太常卿大食刀歌》有“吁嗟光禄英雄弼，大食宝刀聊可比”之句。

④ “米息”未有其他文献显示是何处，疑为“安息”之误。

“兴”。总的来看,作者有相当的刀剑制作知识,而且见多识广,能够对名贵刀剑说出来龙去脉。尽管如此,这首诗从工艺到成品总结了这种宝刀(很可能是大马士革钢)的诸特点,将其与阮师造刀相提并论,并与其他东南亚、日本的花纹刀进行比较,具有较高的史料价值,应当给予足够的重视。

明代陶安《径江》有“拾得花钹甲到家”^[92]的描述,也可看出钹铁的花纹特征。吴宽“总是昆吾钹铁色”^[93]指出钹铁产地和颜色。孙承恩《十四骏图赞》^[94]有“钹铸脊背,铜屑肩蹄”其实描写的是画中骏马的风采,表示坚强的特性。这些都从不同侧面反映了钹铁的特征。

元代诗人张宪《玉带生歌》“花钹铁面一尺方,紫雾文光上书几”^[95]借钹铁的花纹和质地来比喻砚台。《西清砚谱》中载乾隆《御制宋端硯石云腴铭》“花钹铁面灵不顽,制者谁氏溯有元”^[96]亦是如此。这说明钹铁的表面花纹特性此时已经广为众人接受了。

3 大马士革钢与坩埚钢

3.1 坩埚钢、布拉特钢、乌兹钢

要想更好理解在中西方技术文化交流背景下的钹铁,有必要先说明坩埚钢(crucible steel)、布拉特钢(pulad)、乌兹钢(wootz)、大马士革钢(damascene steel)等概念。

在1740年英国人亨特斯曼(Benjamin Huntsman)发明现代坩埚钢技术之前,古代坩埚钢的生产工艺通常有两种,一种是流行于南印度和斯里兰卡的“乌兹”,另一种是中亚流行的可以称为“布拉特”的坩埚钢技术。在很长时间内,这两种工艺被混为一谈,甚至因为都在坩埚中生产出高碳钢而认为中亚坩埚钢技术只是乌兹工艺的一种变形而已。但是,最近的考古资料显示这两种工艺无论是坩埚材料还是钢锭的质量、成分都相差甚远。

在中亚的语言中,“pulad”用来形容坩埚钢。这个词可以追溯到琐罗亚斯德教(Zoroastrians)的圣书《阿维斯陀》(Avesta,亦称《波斯古经》);“pulad”被认为是神、王、英雄们的金属^[97]。“pulad”这个词起源于古波斯语中的“pwl'wd”,以后变化为新波斯语“polad”或“pulad”,蒙古语“bolat”,俄语“bulat”,甚至藏语和亚美尼亚语“p'otovat”,奥赛梯语和乌克兰语“bulat”,捷克语“bolat”,现代阿拉伯语“fulad”。另外,在乌尔都语中,也用“farlad”表示“钢”的意思。在印地语中本身也存在一个“phaulad”的词表示钢的意思^[98]。根据土库曼斯坦的梅尔夫(Merv)遗址和乌兹别克斯坦艾克西凯特(Aksiket)的考古发现,中亚的坩埚钢工艺使用了用石英作掺和料的耐火材料制作坩埚,虽然主要的物料还不清楚,但是最大可能是块炼铁和植物混在一起,也许有生铁在里面。坩埚被加热到直至有液态的钢出现,然后在炉内缓慢冷却。得到的产品是没有铁渣和非金属夹杂物的高碳钢^[99]。

印度钢有“al-hind”、“hinduwani”和“hunduwany”几种说法。“al-hind”是阿拉伯语中用来描述从印度来的钢的词汇;“hinduwani”和“hunduwany”看来更像是专门指斯里兰卡生产的钢,用以区别印度钢。印度-斯里兰卡生产的坩埚钢通常称为乌兹钢(wootz)。“wootz”这个词应该来源于“ukko”和“hookoo”的英语说法,前者在卡纳里语(Canarese)中发现,后者用于印度海得拉巴(Hyderabad)、塔米尔纳都(Tamil Nadu)和麦索尔(Mysore)地区。^{万方数据}“wootz”这个词最早用于英文中是在1795年皮尔森爵士(G. Pearson)提交给英国

皇家学会的一份关于印度钢的报告中^[100],以后就用这个词来代替印度钢了。由于当时有一批印度钢被送到英国实验室进行研究和分析,以求找到其为什么比欧洲生产的钢更致密的原因,从而引起了欧洲研究印度钢的热潮^[101]。尽管乌兹钢在许多文献都有提及,但是真正经过科学分析检测的乌兹钢只有4个地方乌兹钢,3个在印度(Konasamudram, Gattihosahalli, Kodumanal),一个在斯里兰卡(Mawalgha)^[102]。南印度和斯里兰卡的乌兹钢有以下特征:用稻壳作为掺合料,坩埚的形状为茄形或者加长的梨形,或者灯泡形,坩埚底多是圆底,坩埚料包括一种铁料和木头或树叶等,在多数遗址钢凝固相对速度较快,坩埚通常呈锥形堆在炉中^[103]。

介于中亚布拉特钢和南亚乌兹钢工艺之间还有一种海得拉巴工艺(Hyderabad Process)。印度中部的海得拉巴的坩埚钢生产和南印度的有所不同,这里采用了两种铁料。研究表明,海得拉巴工艺更像中亚的坩埚钢工艺,而不是南印度的乌兹工艺。海得拉巴坩埚的形状是平底圆柱形,只是比乌兹钢工艺的更短些。海得拉巴坩埚的盖子由黏土制成,盖子内表面的小铁珠经过观察与梅尔夫遗址出土的相似。由于底面是平的,坩埚被整齐排放在炉子的一个平面内,而不是堆在一起。盖子的掺合料和坩埚本体是不同的,用了石英、长石等,而坩埚本体与印度其他地方的一样是稻壳搀和料,而坩埚基体的成分大约是70% SiO₂和30% Al₂O₃,这点又与中亚的相似。由于使用了稻壳掺和料,所以烧过的坩埚表面呈现黑色,这与南印度的坩埚相似^[104]。

3.2 大马士革钢

“大马士革钢”这个词汇很久以前就经常出现在伊斯兰文献、文化史、现代实验室分析中,但是直到现在仍然较混乱。这和“镔铁”词汇的使用一样,主要因为使用者都是根据二手文献来的,带来了很多误解,比如大马士革钢就曾被认为将印度的乌兹钢锭拿到大马士革加工出来的,等等。

大马士革钢在现代语言体系中从某种程度上就是表面花纹钢的代名词。产生钢表面的花纹有多种方法,包括焊纹(pattern-welded)、镶嵌(inlay)、浸蚀(etching)、坩埚(crucible)等。叠打加工的焊纹包括日本的倭刀(Samuri)和东南亚的克里士刀(kris)等,中世纪北欧生产的许多焊接花纹钢也为此列,可以从表面纹饰来区别。镶嵌东西然后再锻打的工艺在俄国的剑表面已有发现,这个工艺至少从14世纪就有了。完全用浸蚀方法显现花纹的钢在19世纪的印度还在使用。坩埚制钢法也被认为是真正的大马士革钢,它是利用晶体的特点自然产生花纹的。如果不特别说明,最后这种狭义的大马士革钢是我们现在讨论的对象^[105]。

因为伊斯兰地区中其他城市也有和大马士革一样的加工区,所以目前还缺乏大马士革是个刀剑制作中心的有力证据。还有一个曾经流行的说法是,大马士革钢的名称是因为十字军东征时了解到大马士革的刀剑,待回到欧洲后就用这个城市的名字来称呼这种钢剑了。现在还没有文献表明这种说法正确与否,而“Damascus”这个词汇直到16世纪才出现在欧洲的。法国珠宝商人查尔丁(Chardin)在17世纪曾经用到大马士革钢,他认为这就是布拉特钢,并且认为“大马士革钢”这个词汇是为了区别欧洲的那些钢刀而使用的^[106]。伊斯兰作家阿尔金迪(al-Kindi, 801—866)基于表面特征、生产地、工匠名字等将各种刀剑分类,认为大马士革钢剑的词汇来源有几种可能,其中包括在大马士革锻造钢刀

的说法,也有认为阿拉伯语中“ damas ”是“ 水 ”的意思,而大马士革钢经过浸蚀后往往有水一般的纹饰。另一位著名伊斯兰学者阿尔伯鲁尼(al-Biruni 973—1048)在其名著《论铁》(*On the Iron*)中称有位叫“ Damasqui ”的刀剑工匠专门拿坩埚钢来生产刀剑,故得名^[107]。这些都与十字军没有什么联系。研究表明,大马士革钢剑的词汇最早出现在阿尔贾乌巴里(al-Jaubari, ? —1232)的著作中,“ damascene steel ”这个名称在欧洲使用前在阿拉伯地区就有使用^[108]。阿尔金迪的关于大马士革刀剑花纹表面特征的记载大概是迄今发现最早的文献记载了^①。

合理的坩埚配料和锻打方法都是得到大马士革钢花纹的重要保障。阿尔伯鲁尼称大马士革钢的花纹不是人工预先设计好的而是偶然得到的^[109]。越来越多的现代研究表明,大马士革钢的花纹是钢本身材质决定的,虽然通过一系列锻打的工艺也能得到。费尔霍文(J. Verhoeven)^[110]还研究了过共析钢的花纹与渗碳体的形态的关系,发现与一些微量元素如钒、钼、铬、铌、锰等有很大关系,另外与冷却速率也有很大的关系。慢冷的锭子或锻打时间较长的会得到比较粗大的花纹,反之则得到细密的花纹,甚至肉眼难以看清。也就是说,不是所有坩埚钢都能够得到大马士革钢,还需要特定的加工条件才能得到。

得到的大马士革钢,还需要有浸蚀这个工序才能看清楚花纹。印度有用草木灰和水作为浸蚀剂的,或者是白灰和水除去表面的脏物,然后用干的石灰和水或者烟灰浸蚀表面。浸蚀剂可以用硝酸或硫酸,也可以是硫酸铜浸水 30 分钟,或者硫酸铁浸蚀表面。浸蚀的具体情况需要依照被浸蚀的刀剑材料和浸蚀剂来定。浸蚀后通常珠光体呈现黑色,而渗碳体(过共析钢)和铁素体(亚共析钢)呈现白色^[111 12]。

坩埚钢和大马士革钢的科学分析始于 18 世纪,当在孟买的斯科特(Helenus Scott)将这种形似蛋糕一样的坩埚钢锭交给当时的英国皇家学会主席班克斯(Joseph Banks)爵士的时候,掀起了一个研究的热潮。1795 年皮尔森给这个蛋糕取名为“ 乌兹钢 ”,当然这与花纹钢没有任何联系。1804 年穆舍特(D. Mushet)也称这些蛋糕状的东西为“ 乌兹钢 ”,他不仅没有将其与花纹钢联系起来,甚至他还很有预见性地指出大马士革钢是软铁和钢的混和物。斯托达特(J. Stodart)和法拉第(M. Faraday)在 1820 年发表的论文首次将乌兹钢和大马士革钢的花纹联系起来,但是他们的实验是在模拟复制的坩埚钢基础上,并没有用真正进口的乌兹钢进行实验^[112]。正是这个实验工作造成了后来许多认为乌兹钢可以制成大马士革钢的混乱。威尔金森(Henry Wilkinson)也对大马士革钢的花纹有浓厚的兴趣,他首先将钢锭表面的可见晶体与制好钢剑的表面花纹联系起来。他从印度和巴基斯坦边境的卡其(Cutch)得到的样品与印度南部的萨勒穆(Salem)得到的样品进行对比,

① 史密斯(C. S. Smith)教授曾经根据波斯诗歌“ *Imru'ul-quais* ”认为大马士革钢制成的刀剑的可靠年代是公元 540 年(C. S. Smith. *A History of Metallurgy*. Chicago : University of Chicago Press , 1960),彼亚斯科夫斯基(J. Piskowski)教授甚至将“ *Dead Sea Scrolls* ”光之子与黑暗之子战争的诗篇提及的那把精炼的宝剑作为大马士革钢最早的文献来源(Jerzy Piskowski. *Scientific Contributions of Mediaeval Arabic Scholars into Iron and Steel Metallurgy. Bulletin of the Metals Museum* , 2002 , 33 : #1—47)。这些都是不准确的,因为他们没有将真正带花纹的大马士革钢剑和坩埚钢制成的优质钢剑区别开。

② 张子高《锻铁考》^[5]中对曹昭在《格古要论》用金丝矾处理锻铁表面大加赞赏,其实阿尔伯鲁尼早在 11 世纪就有专门描述,显然这种处理技术后来传到了中国。

而只有卡其的才能产生水纹。这个印巴边境的坩埚钢显然属于中亚体系,而不是南印度-斯里兰卡体系的。这样,他认为与北印度、波斯等有关的布拉特钢才有可能生产出大马士革钢来^[113]。

阿诺索夫(P. Anosov)是19世纪俄国著名的冶金学家,他在1840年左右就完全复制出大马士革钢来了。他还对5种花纹进行了分类,分析得到亚共析钢和过共析钢都能产生大马士革钢花纹。正是18、19世纪的这些学者们对大马士革钢花纹显示机理的研究催生出金相学的诞生^[114]。阿诺索夫的继承者巴拉耶夫(N. T. Balaiev)深入研究大马士革钢的金相组织,也有许多重要发现^[115]。彼亚斯科夫斯基(J. Piaskowski)在他的基础上更进一步研究,认为卷曲纹和水纹都是亚共析钢,属于软大马士革钢,而波浪纹、棋盘形、梯形等花纹则是过共析钢的品种,属于硬大马士革钢。

总之,大马士革钢以自然花纹为特征,与大马士革城市关系不大,更像是由布拉特钢加工得来,而真正乌兹钢加工得到的大马士革钢却很少见。值得注意的是,乌兹钢或布拉特钢与大马士革钢的区别相当于钢的中间产品和某种成品的区别。

3.3 坩埚钢冶炼的考古学证据

由于坩埚钢冶炼工艺经过液态钢的过程,比固态渗碳钢更容易吸收碳和去除夹杂,渣铁分离完全,因此能够生产出更高质量的钢来,成为中世纪生产高质量碳钢的主要方法。

在南印度塔米尔纳都的Kodumanal遗址,被断代为公元前3世纪到公元3世纪,可能是有关乌兹钢最早的遗址。据报道,有一批直立的坩埚和铁渣在一个大型的炉子中被发掘出土。由于这个遗址没有铁或钢的颗粒出土,也没有坩埚盖,所以有人认为这个遗址不能被认为是最早的坩埚钢产地^[116]。在斯里兰卡发现的位于昆赫莱斯山脉(Kunchles)的一个遗址被确认为另一处较早的坩埚钢冶炼遗址,碳十四测年为公元6世纪到12世纪,工艺与离其很近但年代晚得多的著名的马瓦尔噶哈(Mawalgha)遗址相似,都是属于被称为“in situ”的渗碳工艺^[117]。

20世纪90年代英国和土库曼斯坦学者在中亚南部的梅尔夫遗址的考古工作,逐步揭开了中亚坩埚钢的秘密^[118]。这个属于9—10世纪的古城曾被阿拉伯作家阿尔金迪描述成中亚的一个钢铁制作中心。考古出土的坩埚胎由白色的致密黏土制成,其中残留的钢锭经过检验,被认为应该用生铁和块炼铁合在一起冶炼而成的,也就是co-fusion工艺^①。遗址出土的坩埚形状和其他的不太一样,坩埚盖没有发现孔洞,所以得到的气氛应该与其他方法不同。最重要的是加料的不同,其中有用生铁和熟铁混和炼出坩埚钢的可能^[119]。11世纪阿尔伯鲁尼有关熟铁和生铁混和在坩埚中加热生产坩埚钢^[120]的描述,从史料上验证了梅尔夫遗址的坩埚钢工艺。位于费尔干纳盆地中部的乌兹别克斯坦阿克西凯特遗址(11—13世纪)出现的大量坩埚的高度从32厘米到40厘米不等,内径为7—8厘米^[121]。

坩埚钢技术在公元第一千纪已经在南亚和中亚广泛使用了,并且后来传到了阿拉伯

① “co-fusion”这个术语最初由李约瑟提出^[3],是用来解释《梦溪笔谈》中生铁和熟铁混和冶炼的灌钢技术的。考虑到中文语境中的“灌钢”与co-fusion还略有差异,因此对于使用这种共熔工艺冶炼坩埚钢时,本文仍然称co-fusion,而不采用“灌钢”。

地区和其他地区,但只有少量坩埚钢工艺经过了科学分析检验。研究表明,中亚和南亚的坩埚钢技术是不同的。在南亚,坩埚中的块炼铁用有机质的植物来增碳,而中亚的 co-fusion 技术用了块炼铁和生铁混和冶炼,这在中部的海得拉巴的 Konasamudram 也有发现。在所有的工艺中,高温耐火材料都是技术发展的关键,需要坩埚的材料能够承受 1400℃ 的高温。在中亚,坩埚用一种致密的白色耐火黏土制作,而在印度和斯里兰卡是一种多孔的加入了稻壳掺和料的黑色耐火黏土制成。在斯里兰卡的工艺中,一种长形的管状容器用一个盖子封住,还有整齐的通气孔用于释放气体,而在乌兹别克斯坦的则有一个更大的孔来通气^[122]。关于坩埚钢的分析检测时有报道,如在巴基斯坦最北部塔克西拉(Taxila)古城出土的两千年前的铁器经过检验有三块含碳量从 1.2% 至 1.7% 的高碳钢^[123],另外一件萨珊王朝的铁剑表明也可能是坩埚钢产品^[124]。

中国目前仅有河南洛阳一汉代墓葬^[125]出土的坩埚经过科学检测,何堂坤检验坩埚上附着的钢为经过铸态的过共析钢,疑为坩埚钢工艺冶炼的结果^[126]。另有几处发现冶铁坩埚遗址的报道^①,年代都能早到汉代,而后一千多年时间再没有见过任何坩埚的遗迹,能否说明曾经有种坩埚钢工艺在中国短暂出现后又迅速消失了呢?

4 几点讨论

4.1 镔铁是大马士革钢吗?

劳费尔大概是最早将中国的镔铁与西方的大马士革钢联系起来的^[1],以后章鸿钊^[2]、张子高^[5]、杨宽^[6]等多支持此观点,然而仔细考察大马士革钢的词汇来源以及“镔铁”在古文献中的种种含义后却发现不尽其然。

根据前文提及的“镔铁”多种含义可知,“镔铁”并不仅仅指表面花纹钢,从开始就是作为一种从国外传进来的高质量钢铁制品存在的,用来制作的物品也是多种多样,显然很多东西不能像刀剑那么方便显现表面花纹来,后来甚至引申出很多意思,如“镔铁局”、“镔铁祠”等。各朝字典对“镔”字的释义中从未提及花纹特征也可见一斑。事实上,古人对“镔铁”的定义一直就在锋利、质量好等方面,也就相当于现在的高碳工具钢,偶尔出现的花纹特征也会作为稀罕事物认真加以描述。

所以“镔铁”不是“大马士革钢”的同义词,但“大马士革钢”的内涵基本上可以包含于“镔铁”中;“大马士革钢”更多时候是与刀剑(sword 或 blade)等联系在一起的。

从文献的表现来看,“镔铁”更接近于包括乌兹钢、布拉特钢的坩埚钢系列,理由如下:首先,“镔铁”文字最早出现于隋代从天竺等地翻译过来的经书,而当时的天竺正是坩埚钢的主要产地;其次,镔铁来源于罽宾等外国,而考古发现较早坩埚钢的巴基斯坦最北部塔克西拉古城也在古代罽宾国境内;再者,镔铁一直是中国的一种主要进口产品,古文献提到的几个主要产地如罽宾、波斯、大食、天竺等恰恰也是坩埚钢的主要产地。

① 这几处的古代坩埚冶铁遗址包括北京清河、内蒙古呼和浩特、新疆库车和新疆民丰都没有经过严格的考古发掘和科学分析。

4.2 大马士革钢什么时候传到中国的？

隋代有最早关于“镔铁”的记载,也就是说乌兹钢或者布拉特钢至迟于公元6世纪传入中国。但如果大马士革钢仅仅作为那种自然生成表面花纹的特殊钢来看的话,传入中国的时间却要晚得多。

前已述及,并不是所有坩埚钢都能够打造出带花纹的大马士革钢来,需要相当的技术水平和生产条件,所以真正的大马士革钢要晚于乌兹钢和布拉特钢若干世纪出现也是正常的,应该是在锻打这些坩埚钢无意中发现的,而且其中一个关键点是显示花纹的浸蚀剂的使用。阿拉伯文献中阿尔金迪最早于公元9世纪记载了花纹钢刀并有较详细的研究,真正能够制作这种带花纹的钢刀时间大概略早一些。

目前谈到“镔铁”花纹的最早中文文献恐怕只有李白的《暖酒》诗这一个孤证了。如果李白比阿尔金迪早100年就知道镔铁的花纹特征话,似乎显得有点不可思议。而且其他唐代的各种文献,包括《大藏经》也没有对镔铁花纹特征的任何记载^①,所以《暖酒》诗不仅为孤证甚至可能是伪证,而前文所述语言学的证据也证明其为后人伪作。

那么目前所知最早谈到镔铁刀剑花纹的应该是宋末元初时期周密《云烟过眼录》中那把“金水总管造”刀的相关记载,年代大约可到金朝(1115—1234年),这也可能是中国最早制作这种花纹钢刀的时间。真正开始全面注意到这种花纹特性差不多到元代了,出现的关于“花镔”、“镔铁纹”的诗篇也主要是这个时期的,但是那时也有将西蕃来的镔铁混同于东南亚和日本花纹钢刀的,如张宪有诗句“呱洼绣镔柔可曲”^[91]。

宋沈括《梦溪笔谈》“古剑有沈卢、鱼肠之名,……鱼肠即今燔钢剑也,又谓之松文,取诸鱼鳞,熟褫去胁,视见其肠,正如今之燔钢剑文也。”^[127]描述了当时有花纹的燔钢剑或者松文剑,并没有称之为“镔铁剑”,可见是有所区别的。也许有两种理由,一种是燔钢剑确实为国人所发明并生产,类似于焊接花纹钢,与西蕃产的镔铁剑并不同,其实从型制区别产地往往是最容易的;另外一个理由是当时“镔铁”根本没有和花纹的特征联系起来,自然不会有任何联想^②。这从一个侧面反映了镔铁的花纹特征到北宋时期还没有明确^③。

所以,真正大马士革钢传入中国的时间应当与“金水总管造”刀制作时代相当,晚至金代。

4.3 镔铁冶炼工艺有无中国源流？

镔铁既然最初由中亚和南亚进口而来,可以认为坩埚钢冶炼就是镔铁制作的主要工艺。而与大马士革钢联系更为紧密的中亚的布拉特钢工艺,经过分析检验证明可能用生铁和块炼铁作为其主要原料,也就是所谓 co-fusion 工艺,这也与阿尔伯鲁尼的文献相印证。如果这样,惠琳“以诸铁和合”制作镔铁的工艺描述也是可靠的。目前在中国以外的

① 冶金考古结果显示,乌兹钢可能并不能直接生产出大马士革钢来,而中亚的布拉特钢却是大马士革钢剑的主要原料,可以解释天竺(印度)传来的镔铁没有花纹的特征。

② 沈括^[127]将沈卢、鱼肠等青铜古剑认为是钢铁制作的,连“百炼钢”都惊叹为“真钢”,其见识较一般,能否识别“镔铁”也值得怀疑。

③ 古文中花纹刀剑的描述很早就有,如晋张协《文身刀铭》曰:“宝刀既成,穷理尽妙,繁文波回,流光电照”,但没有明确记载是什么材质,也或许为焊接花纹或者其他而与大马士革钢有所区别。

中亚地区还没有发现早于 10 世纪的高炉冶铁遗址,甚至连成品生铁都几乎没有发现,最大的可能就是从中国进口生铁。

中国是最早掌握生铁冶炼技术的国家,从大约公元前 7 世纪就已经能够铸造生铁了,随后又发展出铸铁脱碳工艺并生产钢制品^[128]。中国的“和”的技术思想早已有之,能够孕育出生熟合炼的新的钢铁工艺来。年代上限到汉代的几个遗址发现坩埚的报道也很有趣,除洛阳为首都级的城市外,其他在北京、内蒙古、新疆,分别属于北部和西部少数民族聚集的地区,虽无更多资料,但有一时坩埚冶炼之繁荣景象也可想像。晋杨泉《物理论》记载阮师能够利用“五精之陶、阴阳之候、刚软之和”,表明可能已经掌握了生熟铁混和的 co-fusion 坩埚钢冶炼工艺了,其年代大约在汉晋之间。相传梁朝道士陶弘景有“钢铁是杂炼生鏹作刀镰者”(《重修政和经史证类备用本草》卷四《玉石部》引),北齐慕容怀文“造宿铁刀,烧生铁精以重柔铤,数宿则成刚”(《北齐书·慕容怀文传》),或许也与坩埚炼钢有联系^①。后来的灌钢工艺,也许是为了提高效率,将本来在坩埚中的冶炼工艺简化到不用坩埚,结果就使氧化还原气氛不易控制,终于炼不出镔铁那样高质量的钢铁制品来。或许正是这种生产目的追求大众化廉价钢铁制品的原因造成了成本相对高昂的坩埚钢工艺失传。

《汉书·西域传》对罽宾国的物产描述中没有铁器,说明当时可能并没有掌握冶铁技术,后来能够成为坩埚钢的重要产地,一方面也许是受到南印度方面来的坩埚钢技术影响,另一方面也可能是受到中国中原地区的铸造生铁技术的影响,两种技术交汇于此,很有可能发展起后来的坩埚钢(镔铁)技术来。

另外一个重要的坩埚钢可能产地是中国新疆。事实上,早在公元前第一千纪的新疆南部就有生铁生产的遗迹,克里雅河流域的考古发现告诉我们这里已经能够铸造生铁^[129]。圆沙古城遗址出土的盛铸造铁釜的网袋碳十四测年数据为公元前 370 ± 20 年^[130],这是目前中亚考古发现生铁产品的最西端,这与《汉书·西域传》记载的“自宛以西至安息……不知铸铁器,及汉使亡卒降,教铸作它兵器”^[131]可以互为验证,说明当时新疆已经具备了 co-fusion 工艺的原料基础了。新疆鄯善苏贝希墓地(公元前 300—前 100 年)的考古发现有很多质量很高的铁器,经过检验有含碳量在 0.7% 的亚共析钢,基本没有夹杂物,疑为坩埚钢的产品,新疆哈密黑沟梁遗址(公元前 500—前 100 年)出土的铁器经过检验也有质量很好且没有夹杂物和渣相的亚共析钢,经过分析含碳量在 0.6% 左右^[132]。这些科学分析很容易让人将新疆公元前的早期铁器与巴基斯坦北部塔克西拉古城的坩埚钢,甚至公元后第一千纪的中亚的各种坩埚钢产品联系起来。另外,新疆发现的冶铁坩埚也是比较多的,现在报道的库车阿艾山^[133]和民丰尼雅遗址^[134],都发现年代可能早到汉代的冶铁坩埚,但还需要进一步的科学分析才能解决。毫无疑问,随着新疆古代冶金考古的进展,应该能够为解决这个问题提供更多的有价值证据。

4.4 中国古代是否掌握了“镔铁”冶炼工艺?

坩埚钢的起源还不十分清楚,甚至中国也可能是起源地之一;“镔铁”一词来源于国

① 一般认为,慕容怀文造宿铁刀属于灌钢工艺,但是很难想像一般的灌钢需要那么长的冶炼时间,所以有两种合理解释:一是灌钢工艺未成熟时,主要依靠固态渗碳;二是生熟铁同置坩埚中冶炼出坩埚钢。

外或许还有疑义。暂且不论镔铁最初从何处而来,但是后来的中国是否已经真正掌握了这项技术?许多学者都认为中国古代确实掌握了镔铁制作技术,从大量的文献中都可以找到镔铁使用的痕迹,但这也是值得商榷的。

唐代及以前的镔铁比较罕见,但译来的佛经有“镔铁”记载,应该和印度本身对这种产品的使用熟悉有关,并不能代表唐朝本身镔铁的普及使用,就更谈不上冶炼了。

宋代有文献记载产镔铁的地方值得怀疑的也有不少。哈密产镔铁主要是因为王延德记载的“喫铁石”,前面已经论述过其更有可能是陨铁或坩埚钢,算是有可能的坩埚钢冶炼之处了。高昌回鹘大概是掌握了这个技术,多次有关文物和其能够对照。契丹国从有关资料来看好像并没有掌握镔铁,虽然有契丹献镔铁刀给大宋朝,但它本身还接受从西域诸国进贡来的镔铁器物,很难想像其自己能够生产镔铁,很可能是接受西域来的镔铁刀再转送部分给大宋朝。至于辽之国号问题基本可以认为是金人杜撰。四川南宾和湖北武昌产镔铁的说法也是孤证,而金朝云内州的青镔铁是否与镔铁一回事还没有清楚,也没有直接的实物证据,金人尚佩镔刀也是物以稀为贵,“金水总管造”刀是否为中原地区所造还不得而知。

再来看看元代的情况。元代关于镔铁记载很多,正史中屡次提到镔铁,甚至还有镔铁局。前已讨论了,镔铁局其实并非一个管理生产的部门,而是“色人”技术人员的一个管理机构,说明中原地区的汉人并没有真正懂得这个工艺,需要一些西域出身的镔铁工匠来制造。而真正曾经制作过镔铁的可能只有“提举右八作司”曾经在“都局院”这个弹丸之地小批量地为内府生产过仅供皇族使用的镔铁。至元八年“制镔铁海青圆符”,恐怕仅仅是用现成的镔铁加工成器物,更和镔铁冶炼谈不上关系。元代张宪、刘因等诗句中的冶炼镔铁景象,并没有提到镔铁生产的一个关键东西——坩埚,很难说作者真的对这个实践有多少了解,但是也能看出至少镔铁在元代所属的回鹘等西域地区应该有生产了。

明朝的情况也并不乐观。首先来看传说中的明初焦駉马冶炼镔铁的遗迹——镔铁坑。如果我们认为镔铁就是用坩埚法冶炼出来的布拉特钢或乌兹钢的话,为什么镔铁坑出现的是大块的镔铁而不是小块的呢?显然这个“镔铁坑”很有疑问。其实,这里曾经冶炼出来的生铁经过后期的脱碳退火等热处理工艺以后,能够得到利器确是有可能的,只不过中间的很多过程无法得知了,故其实际上是一个高炉冶炼生铁的遗址而非镔铁坑。在明代礼部收取外国进贡物品中常有镔铁恰恰说明中国应该没有大规模的镔铁生产。其价格甚至比不上一般的玉器、青金石,制成的大刀也不如普通的两刃刀,并没有得到统治者的多少兴趣。从明朝大臣的奏折可以看出将镔铁制品视为无用之物,当然也就很难进行大规模的冶炼。另外,明代出现了一批技术百科全书,对当时钢铁制作技术都有较多笔墨,但却缺少对镔铁技术的描述,比如宋应星的《天工开物》和唐顺之《武编》等。只有方以智《物理小识》对镔铁略有记载,却是道听途说。

清代以后,“镔铁”很少出现在文献中,倒是山西等地的坩埚炼铁得到关注较多^①。此外,中国近代还有一种渗碳热处理的“焖钢”工艺^[135],是否与冶炼镔铁的坩埚钢工艺有关

① 坩埚炼铁自1870年德国人李希霍芬(F. F. Richthofen)报道以来,英国人W. H. Schekley、美国人T. T. Read都对山西的坩埚炼铁报道过。日本人原善四郎也报道了中国东北有坩埚炼铁的工艺。

系,还值得深入探讨。

从文物考古方面来看也能说明一些问题。迄今为止中国境内没有一例可以准确判断为镔铁产品的文物报道,仅有一把藏于芝加哥历史博物馆的产自 19 世纪西藏的刀经过史密斯教授检测为大马士革钢^[136],而国外大马士革钢被确定的比比皆是。辽宁博物馆藏的清代乾隆年间的“扣鸣刀”有精美花纹,经台湾陈朝波研究为类似于日本刀的花纹钢,并且成功进行了仿制^[137]。民间的流传的一些刀剑,经过研究基本弄清楚了其制作工艺,但由于缺乏显微组织分析,很难确定是镔铁刀剑^[138]。当然,现在经过系统分析检验的样品较少,利用文物进行坩埚钢技术和花纹钢技术的研究还值得进一步深入。

总之,无论从文物考古资料还是文献资料来看,中国除了西部少数民族地区有生产坩埚钢的可能外,中原汉人聚居区一直缺乏镔铁生产的可靠证据。中国自始至终镔铁没有大规模生产,一方面是中国自己的生铁—生铁脱碳钢的钢铁技术体系非常完善,而外来的坩埚冶炼高碳钢的工艺除了满足少量统治阶层内部人员的享乐外并未有多少实际用途,远不及生铁改善中国生产工具带来生产力的进步大;另一方面,从兵器角度来看镔铁刀固然为利器,但是在宋代以后逐渐产生的火器技术将军事技术的竞争从以前冷兵器时代吸引到火器技术上以后,也使中国丧失了进一步研究镔铁生产工艺技术的动力。元代虽然有西域各国的人士帮助中国生产镔铁,但是由于历史短暂,加之统治阶级的等级制度,没有汉人集团掌握这项技术的可能,终于导致了镔铁不能在中国中原地区生产且绝传的结果。

5 结 语

中国自古就有以铸造为主的金属生产技术路线,与西方锻造为主的技术路线很不相同,恰恰是在中西交通要道的中亚和西亚地区发展起来了大马士革钢技术。中国古代也因为“和”的技术思想曾经为镔铁技术的起源贡献了自己的力量,但后来坩埚钢技术失传,再也没有真正掌握这项技术,在 19 世纪后期西方近代钢铁技术到来后,传统的钢铁技术体系迅速土崩瓦解。有趣的是,欧洲在工业革命时期,大马士革钢的制作技术也相继失传,而近代众多学者和冶金家们本着发掘古代高技术为现代钢铁生产服务的宗旨,始终孜孜探索,使之成为 19 世纪最热门研究领域之一,并在此基础上诞生了金相学,并进而发展成为现代材料科学。其中道理耐人寻味。

致 谢 本文得到 Andrew W. Mellon 基金会的支持,在英国李约瑟研究所担任访问学者期间完成。这里要感谢李约瑟研究所各位同仁以及北京科技大学冶金与材料史所各位老师的帮助,还要特别感谢 Donald Wagner 先生提供未发表著作供参考。

参 考 文 献

- 1 Laufer B. *Sino-Iranica: Chinese Contributions to the History of Civilization in Ancient Iran* [M]. Chicago: Black Stone Expedition, 1919. 515.
- 2 Chang H T. Metals and Stones as Treated in Laufer's "Sino-Iranica" Translated with Commentaries [J]. *Geological Survey*

in China ,1925 ,3(B).

- 3 Needham J. *The Development of Iron and Steel Technology in China* [M]. London : The Newcomen Society , 1958. 44—46.
- 4 Needham J. The Evolution of Iron and Steel Technology in East and Southeast Asia [A]. Wertime T A , Dmuhly J. *The Coming of the Iron Age* [C]. New Heaven : Yale University Press , 1980.
- 5 张子高,杨根. 镇铁考 [J]. 科学史集刊, 1964 (7) 45—53.
- 6 杨宽. 中国古代冶铁技术发展史 [M]. 上海 : 上海人民出版社, 1982. 202—203.
- 7 (北齐) 魏收. 魏书 [M]. 卷 102. 北京 : 中华书局, 1974.
- 8 (唐) 令狐德棻. 周书 [M]. 卷 50. 北京 : 中华书局, 1971.
- 9 (唐) 魏徵. 隋书 [M]. 卷 83. 北京 : 中华书局, 1973.
- 10 (唐) 李延寿. 北史 [M]. 卷 97. 北京 : 中华书局, 1972.
- 11 (唐) 姚思廉. 梁书 [M]. 卷 54. 北京 : 中华书局, 1973.
- 12 (梁) 顾野王. 原本玉篇残卷 [M]. 北京 : 中华书局, 1985.
- 13 (宋) 陈彭年, 等. 重修玉篇 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 14 (宋) 陈彭年, 等. 重修广韵 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 15 (唐) 释玄应. 一切经音义 [A]. 历史语言研究所专刊 [C]. 第 47 辑. 中国台北 : “ 中央研究院 ” 历史语言研究所, 1962.
- 16 (唐) 释惠琳. 一切经音义·正篇 [M]. 中国台北 : 大通书局, 1970.
- 17 大藏经刊行会. 大正新修大藏经 [M]. 中国台北 : 新文丰出版公司, 1983—1990.
- 18 Hübschmann H. *Persische Studien* [M]. Strassburg : K. J. Trübner, 1985. 10.
- 19 Williams M. *Dictionary : English and Sanskrit* [M]. India : Chowkhamba Sanskrit Series Office , 1961.
- 20 Bagchi P C. *Deux Leiques : Sanskrit-Chinois* [M]. Paris : Librairie Orientaliste , Paul Geuthner , 1926. 49.
- 21 (唐) 杜佑. 通典 [M]. 卷 192 , 193. 上海 : 商务印书馆, 1935.
- 22 (宋) 郑樵. 通志 [M]. 卷 196. 上海 : 商务印书馆, 1935.
- 23 (宋) 乐史. 太平寰宇记 [M]. 卷 182 , 185. 中国台北 : 文海出版社, 1963.
- 24 (宋) 李昉. 太平御览 [M]. 卷 794 , 卷 796. 北京 : 中华书局, 1960.
- 25 (宋) 王钦若, 杨亿, 等. 册府元龟 [M]. 卷 960 , 卷 961. 北京 : 中华书局, 1960.
- 26 (元) 马端临. 文献通考 [M]. 卷 339. 上海 : 商务印书馆, 1936.
- 27 (清) 张英, 王士禛, 等. 御定渊鉴类函 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 28 (元) 脱脱. 宋史 [M]. 北京 : 中华书局, 1985.
- 29 (宋) 李焘. 续资治通鉴长编 [M]. 卷 61. 北京 : 中华书局, 1995.
- 30 (宋) 江少虞. 事实类苑 [M]. 卷 3. 文渊阁《四库全书》本.
- 31 (宋) 叶隆礼. 重订契丹国志 [M]. 卷 21. 上海 : 上海古籍出版社, 1985.
- 32 (宋) 洪皓. 松漠纪闻 [M]. 卷 1. 文渊阁《四库全书》本.
- 33 (宋) 释普济. 五灯会元 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 34 (清) 张廷玉, 等. 明史 [M]. 北京 : 中华书局, 1974.
- 35 (明) 陆楫. 古今说海 [M]. 卷 14. 成都 : 巴蜀学社, 1988.
- 36 (明) 林尧俞. 礼部志稿 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 37 (明) 徐应秋. 玉芝堂谈荟 [M]. 卷 26. 文渊阁《四库全书》本.
- 38 (清) 嵇璜, 曹仁虎. 钦定续文献通考 [M]. 上海 : 商务印书馆, 1936.
- 39 (清) 储大文. 存研楼文集 [M]. 卷 8. 文渊阁《四库全书》本.
- 40 (明) 李贤. 明一统志 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 41 (清) 和珅. 大清一统志 [M]. 卷 417. 文渊阁《四库全书》本.
- 42 (明) 章潢. 图书编 [M]. 卷 89. 文渊阁《四库全书》本.
- 43 (清) 觉罗石麟. 山西通志 [M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 44 (明) 徐溥. 明会典 [M]. 卷 102. 文渊阁《四库全书》本.

- 45 (元)脱脱. 金史 M J. 北京:中华书局,1975.
- 46 (宋)徐梦莘. 三朝北盟会编 M J. 卷18. 上海:上海古籍出版社,1987.
- 47 (清)徐乾学. 资治通鉴后编 M J. 卷99. 文渊阁《四库全书》本.
- 48 (清)厉鹗. 辽史拾遗 M J. 卷11. 文渊阁《四库全书》本.
- 49 (元)王恽. 秋涧集 M J. 卷95. 文渊阁《四库全书》本.
- 50 (元)王恽. 玉堂嘉话 M J. 卷3. 文渊阁《四库全书》本.
- 51 冯家升. 冯家升论著集苑 M J. 北京:中华书局. 1987. 20—39.
- 52 刘浦江. 关于金朝开国史的真实性置疑 J J. 历史研究,1998,(6).
- 53 (明)宋濂. 元史 M J. 北京:中华书局,1976.
- 54 (清)嵇璜,曹仁虎. 钦定续通典 M J. 上海:商务印书馆,1935.
- 55 (明)陶宗仪. 辍耕录 M J. 卷21. 文渊阁《四库全书》本.
- 56 (清)纪昀,陆锡熊. 钦定河源纪畧 M J. 卷34. 文渊阁《四库全书》本.
- 57 (明)方以智. 物理小识 M J. 卷7. 浮山藏此轩,1966.
- 58 (清)陈元龙. 格致镜原 M J. 卷34. 雍正乙卯版,1735.
- 59 (明)方以智. 通雅 M J. 卷48. 文渊阁《四库全书》本.
- 60 (清)王士禛. 分甘余话 M J. 卷3. 文渊阁《四库全书》本.
- 61 (清)赵执信. 因园集 M J. 卷1. 文渊阁《四库全书》本.
- 62 (明)彭大翼. 山堂肆考 M J. 卷116. 文渊阁《四库全书》本.
- 63 (明)何良俊. 何氏语林 M J. 卷29. 文渊阁《四库全书》本.
- 64 (宋)欧阳修. 新五代史 M J. 卷63. 中华书局,1974.
- 65 (清)吴任臣. 十国春秋 M J. 卷35. 文渊阁《四库全书》本.
- 66 (宋)袁绶,袁颐. 枫窗小牋 M J. 卷下. 文渊阁《四库全书》本.
- 67 (清)潘永因. 宋稗类钞 M J. 卷12. 文渊阁《四库全书》本.
- 68 (元)虞集. 道园学古录 M J. 卷24. 文渊阁《四库全书》本.
- 69 (清)嵇璜,曹仁虎. 钦定续通志 M J. 卷585. 上海:商务印书馆,1935.
- 70 (元)程钜夫. 雪楼集 M J. 卷7. 文渊阁《四库全书》本.
- 71 (元)杨瑀. 山居新话 M J. 卷2. 北京:中华书局,1991.
- 72 (清)傅恒,刘统勋,于敏中. 钦定皇舆西域图志 M J. 卷42. 文渊阁《四库全书》本.
- 73 (明)杨一清. 关中奏议 M J. 卷17. 文渊阁《四库全书》本.
- 74 (宋)王执中. 鍼灸资生经 M J. 卷2. 文渊阁《四库全书》本.
- 75 (明)朱橚. 普济方 M J. 卷401. 文渊阁《四库全书》本.
- 76 (清)梁诗正,蒋溥,等. 钦定钱录 M J. 卷14. 文渊阁《四库全书》本.
- 77 (宋)周密. 云烟过眼录 M J. 卷1. 文渊阁《四库全书》本.
- 78 (清)黄本骥. 历代职官表 M J. 北京:中华书局,1965. 195.
- 79 (清)沈嘉辙,等. 南宋集事诗 M J. 卷2. 文渊阁《四库全书》本.
- 80 (清)阿桂,刘瑾之,等. 钦定满洲源流考 M J. 卷16. 文渊阁《四库全书》本.
- 81 (清)阿桂,刘瑾之,等. 钦定盛京通志 M J. 卷108. 文渊阁《四库全书》本.
- 82 (明)曹昭. 格古要论 M J. 卷中. 北京:燕山出版社,1993.
- 83 (清)康熙. 御定全唐诗 M J. 卷423. 文渊阁《四库全书》本.
- 84 (宋)穆修. 穆参军集 M J. 卷上. 文渊阁《四库全书》本.
- 85 (清)汪灏,张逸少. 御定佩文斋群芳谱 M J. 卷57. 文渊阁《四库全书》本.
- 86 (明)李晔. 草阁诗集 M J. 卷2. 文渊阁《四库全书》本.
- 87 (唐)李白. 李太白全集 M J. 卷22. 文渊阁《四库全书》本.
- 88 (清)陈焯. 宋元诗会 M J. 卷67. 文渊阁《四库全书》本.
- 89 (元)刘因. 静修集 M J. 文渊阁《四库全书》本.

- 90 (元)张宪. 玉筍集[M]. 文渊阁《四库全书》本.
- 91 (清)张玉书, 张霏. 御定佩文斋咏物诗选[M]. 卷 141. 文渊阁《四库全书》本.
- 92 (明)陶安. 陶学士集[M]. 卷 9. 文渊阁《四库全书》本.
- 93 (明)吴宽. 家藏集[M]. 卷 13. 文渊阁《四库全书》本.
- 94 (明)孙承恩. 文简集[M]. 卷 42. 文渊阁《四库全书》本.
- 95 (清)顾嗣文. 元诗选[M]. 初集卷 54. 北京: 中华书局, 1987.
- 96 (清)于敏中, 梁国治, 等. 钦定西清视谱[M]. 卷 10. 文渊阁《四库全书》本.
- 97 Allan J, Gilmour B. *Persian Steel : The Tanavoli Collection*[M]. Oxford : Oxford University Press , 2000. 7 , 41—79.
- 98 Allan J. *Persian Metal Technology*[M]. London : Ithaca Press , 1979.
- 99 Craddock P T. Cast Iron , Fined Iron , Crucible Steel : Liquid Iron in Ancient World[A]. Craddock P T , Janet Lang. *Mining and Metal Production through the Ages*[C]. London : British Museum Press , 2003. 231—257.
- 100 Pearson G. Experiments and Observations to Investigate the Nature of a Kind of Steel Manufactured at Bombay and There Called Wootz[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* , 1795 , **85** : 322—346.
- 101 Bronson B. The Making and Selling of Wootz , a Crucible Steel in India[J]. *Archaeomaterials* , 1986 , (11) : 13—51.
- 102 Juleff G. An Ancient Wind-powered Iron Smelting Technology in Sri Lanka[J]. *Nature* , 1996 , **379**(6560) : 60—63.
- 103 Craddock P. New Light on the Production of Crucible Steel in Asia[J]. *Bulletin of the Metals Museum* , 1998 , **29** : 41—66.
- 104 Lowe T L , Mark N , Thomas G. A Historical Mullite Fibre-Reinforced Ceramic Composite : Characterization of Wootz Crucible Refractory[A]. Vandiver P A , et al. *Materials Issues in Art and Archaeology II*[C]. Washington : Materials Research Society , 1991 , **185** : 627—632.
- 105 Herbert Maryon. Pattern Welding and Damascening of Sword-blade (Parts 1 and 2) [J]. *Studies in Conservation* , 1960 , **5**(1—2) : 25—37 , 52—60.
- 106 Figiel L S. *On Damascus Steel*[M]. New York : Atlantis Arts Press , 1991. 27.
- 107 Sachse M. *Damascus Steel : Myth , History , Technology , Applications*[M]. Wiirtschaftsverk : Fur Neue Wiss , 1994.
- 108 Al Hassan A Y. Iron and Steel Technology in Mediaeval Arabic Sources[J]. *Journal for History of Arabic Science* , 1978 , **2**(1) : 31—43.
- 109 Piaskowski J. Scientific Contributions of Mediaeval Arabic Scholars to Iron and Steel Metallurgy[J]. *Bulletin of the Metals Museum* , 2002 , **35** : 41—47.
- 110 Verhoeven J. The Mystery of Damascus Blades[J]. *Scientific American* , 2001 , **284** : 62—67.
- 111 Smith S C. *Four Outstanding Researches in Metallurgical History*[M]. Washington : American Society for Testing and Materials , 1963.
- 112 Wadsworth J , Sherby O D. On the Bulat (Damascus Steel) [J]. *Bulletin of the Metals Museum* , 1979 , **4** : 7—23.
- 113 Wilkinson H. On the Cause of the External Pattern or Watering of the Damascus Sword Blades[J]. *Journal of the Royal Asiatic Society* , 1837 , (4) : 187—193.
- 114 Smith S C. *A History of Metallography*[M]. Chicago : University of Chicago Press , 1960.
- 115 Belaiew N T. Damascene Steel[J]. *Journal of the Iron and Steel Institute* , 1918 , **97** : 417—434.
- 116 Srinivasan S , Juliff G. Crucible Steel in South India : Preliminary investigations on the Crucibles from Some Newly Identified Sites[J]. *Material Issues in Art and Archaeology* , 1997 , **5** : 111—125.
- 117 Wayman M L , Juleff G. Crucible Steel-making in Sri-Lanka[J]. *Journal of Historical Metallurgy Society* , 1999 , **33** (1) : 26—42.
- 118 Merkel J F , Feuerbach A , Griffiths D. Analytical Investigation of Crucible Steel Production from Merv[J]. *Turkmenistan. IAMS Newsletter* , 1995 , **19** : 12—14.
- 119 Feuerbach A M , Griffiths D , Merkel J F. Early Islamic Crucible Steel Production at Merv , Turkmenistan[A]. Craddock P T , Janet Lang. *Mining and Metal Production through the Ages*[C]. London : British Museum Press , 2003. 258—266.

- 120 Said H M. *Al-Beruni's Book on Mineralogy : the Book Most Comprehensive in Knowledge on Precious Stones*[M]. Islamabad :Pakistan Hijra Council , 1989.
- 121 Papachristou A O , Swertschkow L M. Eisen aus Ustruschana und Tiegelsthal aus dem Fergan-Becken[J]. *Der Anschnitt* , 1993 , 45(4) :122—131.
- 122 Rehren T. Crucibles As Reaction Vessels in Ancient Metallurgy[A]. Craddock P T , Janet Lang. *Mining and Metal Production through the Ages*[C]. London :British Museum Press , 2003. 207—215.
- 123 Marshall J. *Taxila*[M]. Cambridge :Cambridge University Press , 1951.
- 124 Lang J , Craddock P , Simpson S J. New Evidence for Early Crucible Steel[J]. *Journal of Historical Metallurgy Society* , 1998 , 32(1) :7—14.
- 125 洛阳市文物工作队. 洛阳吉利发现西汉冶铁工匠墓葬[J]. 考古与文物. 1982 , (3) 23.
- 126 何堂坤, 林育炼, 叶万松, 等. 洛阳坩埚附着钢的初步研究[J]. 自然科学史研究, 1985 , 4(1) 59—63.
- 127 (宋) 沈括. 梦溪笔谈[M]. 卷 19. 文渊阁《四库全书》本.
- 128 Han Rubin. Iron and steel Making and Its Features in Ancient China[J]. *Bulletin of the Metals Museum* , 1998 , 30(2) : 23—37.
- 129 潜伟, 孙淑云, 伊弟利斯, 等. 新疆克里雅河流域出土金属遗物的冶金学研究[J]. 西域研究, 2000 , (4) :1—11.
- 130 Debaine-Francfort C , Idriss A. Keriya , Memoires d'un Fleuve : *Archelologie et Civilization des Oasis du Taklamakan* [M]. Paris : Editions Findakly , 2001. 220.
- 131 (汉) 班固. 汉书[M]. 卷 96 上. 北京 : 中华书局 , 1962.
- 132 Qian Wei. The Iron and Steel Technology in First Millennium BC Xinjiang China[Z]. Beijing :The Papers Submitted to the 6th Conference of BUMA-VI. 16—20 Sep. 2006.
- 133 史树青. 新疆文物调查[J]. 文物, 1960 , (6) 8.
- 134 刘文锁. 尼雅遗址调查[A]. 中国考古年鉴[C]. 北京 : 文物出版社 , 1991. 331.
- 135 华觉明. 中国古代金属技术——铜和铁造就的文明[M]. 郑州 : 大象出版社 , 436—437.
- 136 Smith C S. Decorative Etching and the Science of Metals[J]. *Endeavour* , 1957 (10) :199—208.
- 137 陈雅玲. 风霜凛凛匣上清 ; 扣鸣刀 ” 光华再现 [J]. 光华. 1997(7).
- 138 何堂坤. 几枚传世花纹钢剑的初步考察[J]. 中原文物, 2001 , (1) 68—73.

New Research on *Bin-tie*

QIAN Wei

(Institute of Historical Metallurgy and Materials ,

Beijing University of Science and Technology , Beijing 100083 , China)

Abstract As an important material in the history of technological and cultural exchange between China and the West , *bin-tie* was often used as a type of high quality steel in Chinese texts. Many scholars have done researches on this special product and thought it has relations to Damascene steel , but recent research has given us some new opinions. It is shown that the word *bin-tie* first appeared in a Buddhist sutra translated from Sanscrit in Sui Dynasty , and was mentioned in *Zhou Shu* (History of the Zhou Dynasty) and *Sui Shu* (History of the Sui Dynasty) completed in 636. The earliest explanation of *bin-tie* is seen in the *Yi Qie Jing Yin Yi* completed in 807. The word *bin* might be understood as the iron product from State Jibin as well as being transcribed directly from foreign languages. It was generally used as a special iron or

steel product in many places. The history on Liao Dynasty(907—1125)named after *bin-tie* was fabricated by the rulers of Jin Dynasty (1115—1234). The Bureau of *Bin-tie* in Yuan Dynasty (1206—1368) was just an office for the management of the smiths and smelters from Central and Southwest Asia. The legend about ores saying that *bin-tie* could be produced in Hami was most probably referring to meteorolite or crucible. The famous temple of *Bin-tie* in Taiyuan was simply a site for iron-smelting. *Bin-tie* was used for making weapons and tools , and even musical instruments and coins. It was first written for its feature of watered pattern in *Yun Yan Guo Yan Lu* (Record of Things Like Floating Smoke and Passing Clouds)done in late Southern Song Dynasty (1127—1279) , in which the patterned *bin-tie* dagger ought be produced by a general named Shui in the Jin Dynasty. There are still a lot of statements about *bin-tie* since the Tang Dynasty (618—909). Linguistic study shows that Damascus steel is a word closely related to water patterned process. Archaeometallurgical studies indicate that Damascene steel , well-known for its natural patterns by special crucible smelting and forging process , might be better produced by *pulat* in Central Asia , rather than *wootz* in Southwest Asia. So *bin-tie* is not the same word of Damascus steel. In fact , *bin-tie* is more like a type of intermediate product like *pulat* and *wootz* is really a crucible steel , which might be produced through the co-fusion process developed by Chinese artisans. The patterned *bin-tie* , or Damascus knife and sword , was first used in China in about the 12th century , only a little later than in Central Asia. There is very little archaeological evidence to show that crucible steel was produced in China from ancient to medieval times , so *bin-tie* was almost an entirely imported material from outside China all through the historical period. The archaeometallurgical study on the Xinjiang Region in the northwest of China might enable us to get a clear understanding of the origin of *bin-tie* and its transmission.

Key words history of technology , *bin-tie* , Damascene steel , *pulat* , *wootz* , archaeometallurgy

责任编辑 艾素珍