

淺談干將鑄劍

張志遠

(漢光文化網路公司, 本會會友)

中國古代冶金技術精湛, 歷年考古挖掘出不少冶鑄精品, 其中 1965 年出土的越王劍, 深埋地下二千三百餘年, 依舊鋒利, 毫無鏽蝕, 最能代表古代高超的冶金技術;《吳越春秋·闔閭內傳》中干將鑄劍的情節, 是描述中國古代冶金工業最常引用的文獻。然而, 干將鑄劍有著幾分的真實性呢? 在此以出土文物配合現代冶金學, 重新檢視這段歷史文獻。

《吳越春秋·闔閭內傳》記載「干將作劍采五山之鐵精, 六合之金英」、「金鐵之精不銷淪流」、「昔吾師作冶金鐵之類不銷」、「使童女童男三百人, 鼓橐裝炭, 金鐵刀濡遂以成劍」, 多處將金(即是銅)與鐵混為一談, 到底干將鑄是鐵劍, 還是銅劍?

從考古發現證明, 吳越寶劍皆青銅鑄造, 據不完全統計, 刻有吳國、越國諸王銘文的出土銅劍, 吳王劍有 5 件, 越王劍有 8 件。另外, 中國冶鐵技術起步較晚, 約春秋末戰國初才萌芽, 而且不論是塊煉鐵, 或是鑄鐵, 在冶鐵造劍的過程中, 最重要的是鍛打的步驟, 而《吳越春秋》內全無鍛造方面的描述, 因此干將造的應是銅劍。

在瞭解干將造的是青銅劍後, 我們來看看青銅劍須具備什麼樣的性質? 首先劍須有足夠的硬度, 來承受搏鬥過程的衝擊力; 其次劍薄而長的特性, 所以應具有堅強的韌性, 受力時才不致於斷裂。

然而, 青銅的硬度隨著錫含量的增加而提高, 相對的脆性亦增加, 形成兩難的局面, 所以在西周青銅劍的發展初期, 多生產短劍, 至春秋時代初期, 青銅劍的長度逐漸增加, 爲了克服韌性不足的問題, 此時期的劍脊呈圓筒突起狀, 以增加劍身的強度。直到春秋晚期因青銅冶煉技術的突破, 青銅劍才發展出今日劍的雛型, 但青銅的韌性畢竟沒鋼來的好, 因此考古出土的青銅劍長度多在 60 公分以下。

春秋晚期在鑄劍技術有何重大突破呢? 第一從 1965 年出土的越王劍, 分析其成份發現, 劍脊和劍刃的含錫量不同, 劍脊含錫量低, 劍刃的含錫量高, 如此即能兼顧劍所需的剛性與韌性, 其中劍刃成份爲銅 80.3%、錫 18.8%、鉛 0.4%, 正是青銅抗拉強度最高的成份比。

第二由上海博物館對 13 把春秋戰國時期青銅劍成份分析，自編號第五號起為高鉛青銅，鉛的含量皆超過 6%，鉛青銅具有良好的延展性、耐磨性，不過會影響青銅的強度，可加入少量的磷來改善其機械性質。這些高鉛青銅劍中不少含鉛量高達 10% 左右，以現代材料學成份比為銅 80%、錫 10%、鉛 10%，是一種良好的軸承合金，但因劍所需硬度較高，所以錫的含量略為偏高，由此可看出春秋晚期的劍匠已掌握鉛青銅的機械特性。

青銅劍編號	銅%	錫%	鉛%
1	84.40	12.32	1.96
2	83.30	14.61	0.72
3	78.96	19.78	0.29
4	77.62	20.50	0.83
5	74.27	14.57	7.54
6	74.00	12.40	10.37
7	73.85	17.48	6.84
8	73.72	19.01	6.97
9	73.70	12.36	12.46
10	72.26	19.65	7.14
11	72.15	15.78	10.71
12	72.15	15.92	11.24
13	71.59	17.14	10.40

上海博物館春秋時期青銅劍成份分析表

干將曰：「昔吾師作冶金鐵之類不銷，夫妻俱入冶爐中，然後成物……，今吾作劍不變化者其若斯耶？」，莫邪曰：「師知燦身以成物，吾何難哉？」，於是干將妻乃斷髮剪爪，投入爐中。使童女童男三百人鼓橐裝炭，金鐵乃濡，遂以成劍。《吳越春秋·闔閭內傳》

以上無疑是干將鑄劍過程中，最引人注目的一段，不僅生動描述鑄劍過程，更帶動全篇的高潮。但由銅綠山礦冶遺址來看春秋時期的煉銅豎爐，外形為腰鼓形，高 2.7 公尺，最大直徑 1.6 公尺，爐缸直徑約 40~60 公分，深 1.5 公尺，其容量應很難讓人進入，況且爐缸內尚要填滿燃料與銅礦石，因此根本不可能有空間讓「夫妻俱入冶爐中」；同時以煉銅豎爐的規模，也無須「使童女童男三百人鼓橐裝炭」，這大概是《吳越春秋》的作者劉曄，以漢代巨型煉鐵高爐為藍本，所想像出充滿文學張力的煉銅場景。

不過從現代冶金學的角度來看，含錫 9~16% 的青銅，僅添加 0.05~0.6% 的磷，即可成為強韌而硬度高、耐蝕性、彈性限及疲勞限高的鑄造用磷青銅，適用於軸承、齒輪、彈簧等零件。所以「夫妻俱入冶爐中，然後成物」，極可能是將人骨，或是獸骨投入爐內，以獲得極少量的磷，來改善青銅劍的機械性質，而在文學家的筆下，被渲染成犧牲人命的祭典。

此外，添加磷還能增加青銅溶液的流動性，尤其劍薄而長的特性，鑄造時溶液更需要絕佳的流動性，於是添加磷之後，就能「金鐵乃濡，遂以成劍」，而打造出千古名劍。（作者校對）