

「和」的哲學

——從中西冶金技術差異看中國文化

● 華覺明

中國古代有一個著名而悽慘的故事：楚人和氏在山中得到一塊玉璞，把它獻給了厲王。厲王讓玉工識別。玉工說：「這是塊石頭。」厲王認為和氏故意誑騙君上，剷去了他的左腳。待厲王去世，武王即位。和氏又將璞獻給武王。玉工仍說是塊石頭。武王又剷去了他的右腳。待到武王去世，文王即位，這才讓玉工剖理玉璞，當真得到了寶玉。於是，命名之為「和氏之璧」^①。這個故事揭示了專制政體的昏庸與殘暴，也使人們於感嘆和氏的不幸的同時，體察到追求真善美常常要付出慘重代價的艱難。

在漢語中，「和」是一個好字眼。除和氏（一名卞和）外，先秦時期以和為名的著名人物還有善於作弓的和^②及秦國的良醫和^③等。「和」的理念的界定始於史伯，其後廣泛影響於技術、藝術、倫理等領域，並被提昇到哲學高度，具有與「氣」和「道」等同的至高無上的意蘊與地位，成為中國固有文化的一個組成部分。

本文從對中國古代冶鐵術、烹調術、醫術和車輛、弓矢等製作技藝的考察出發，論述中國傳統技術觀是一種有機的、整體和綜合的技術觀。它以「和」為理念，採取「和」的方式與手段，達到「和」的指歸。

一 東西方鋼鐵冶煉技術的比較

孔子說：「君子不器。」中國古代哲人多以探討性理人倫和治國平天下的大道為要旨，很少顧及技藝、工巧這類形而下之事。在古代，工匠的地位卑下。他們的業績與成就可從考古發掘得到的種種遺存、遺物推知，卻很少見於眾多

* 本文是在柏林工業大學中國科技史和科技哲學中心及維快先生的支持下寫成的，作者以此題目在特里爾大學漢學系作了演講，在此一併致謝。

典籍之中^④。因此，只有通過考古學和科技史的實證性研究來確認的上古科技史實，輔以散見於古文獻中的零星資料的考據、推究，才能推知上古時期的技術觀與技術思想。

以鋼鐵冶煉和加工工藝為例，研究表明，以中國為代表的古代東方的鋼鐵技術路線和西方早期的鋼鐵技術路線，是明顯地存在差異的，分屬於兩種不同的技術體系與工藝傳統^⑤。

圖1為西方早期的鋼鐵技術路線。它起始於約公元前十四世紀，到公元前八世紀或更早些大體成形，以後不斷發展與充實，直到公元十四世紀，生鐵冶鑄技術在歐洲被普遍應用之後，這一基本格局才發生根本改變。

圖1 西方早期的鋼鐵技術路線

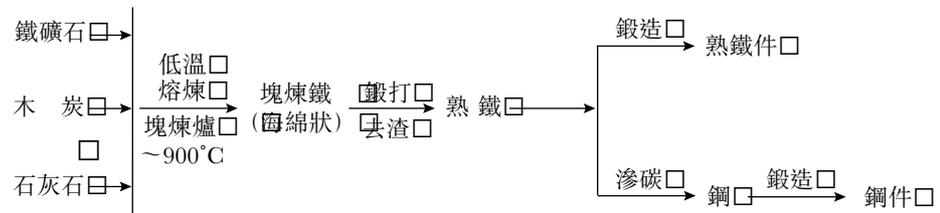
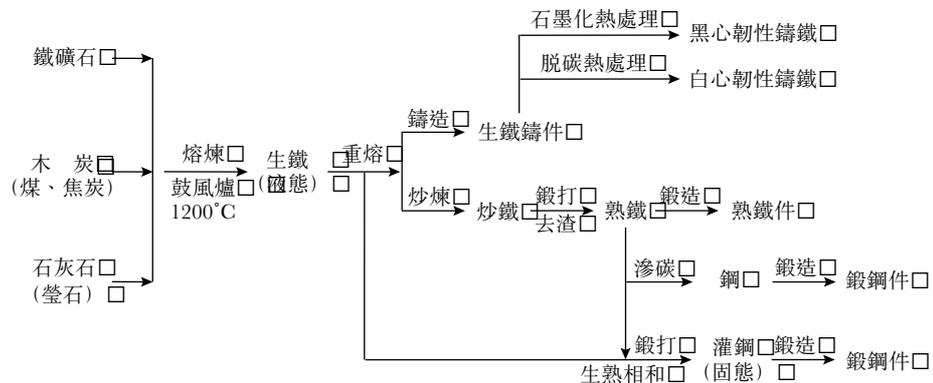


圖2為中國古代及其文化圈所採取的鋼鐵技術路線，它肇始於約公元前六世紀的春秋中、晚期^⑥，至約公元二世紀大體成形，其後不斷調整和發展(例如韌性鑄鐵在宋以後便基本絕迹，農具製作從唐宋起從以鑄為主改為以鍛為主，等等)，但仍保持這一格局與體系，直到十九世紀引進西方現代鋼鐵技術後，才根本改觀。

圖2 中國古代的鋼鐵技術路線



這兩種技術路線的根本區別在於：西方早期是在塊煉爐中以較低溫度還原鐵礦石，得到海綿狀、固態的塊煉鐵，並以鍛造為唯一成型手段獲得鐵製件。

和西方不同，中國傳統鋼鐵技術是以生鐵熔煉為基礎，以生鐵作為全部鋼鐵冶煉和加工工藝的基本材質。液態的生鐵在鼓風爐中，於較高溫度熔煉得

到。隨後，綜合運用鑄造、石墨化和脫碳熱處理、滲碳、炒煉、鍛造、生熟鐵合煉^㉞等多種工藝手段，得到白口鑄鐵、灰口鑄鐵、黑心韌性鑄鐵、白心韌性鑄鐵、熟鐵、滲碳鋼（百煉鋼）、灌鋼等多種鋼鐵材質，形成複合的鋼鐵技術體系。

人們會問：上述這兩種鋼鐵技術體系是如何形成的呢？

人類並非先發展冶金術，然後才發展金屬加工工藝的，真實的情況剛好相反。由於遠古先民最先接觸的是天然金屬（例如天然金、銅），他們為了有效使用這些材質，便嘗試用鍛造、鑄造等手段予以加工、成形，由此才發明了冶金術，即學會冶煉和加工「人為金屬」。

西方早期金屬工藝傳統是鍛、鑄並用，而以鍛造居先，由是形成了以塊煉鐵為唯一原料、以鍛造為唯一加工手段的較為單一的鋼鐵技術體系。據說公元初的羅馬時期，也曾以較高爐溫煉得生鐵，但終因其脆硬、不堪鍛打而被棄置。直至公元十四世紀左右，生鐵冶鑄術才在歐洲被廣為使用^㉟。

中國的情形有所不同，早在夏代（約公元前二十世紀至公元前十六世紀）起，鑄造即在金屬工藝中據有主導地位。實物檢驗表明，從商初（約公元前十六世紀）到春秋中、晚期這長達千年的時期中，鑄造幾乎是金屬成形的唯一手段。因此，當時的工匠在處理鐵這種新材質時，很自然就以鑄造的手段予以加工、成形和使用。即使在使用生鐵這種脆硬的材料時，也會想方設法使之變性。正是這樣，遂形成了中國獨有的複合鋼鐵技術體系，而與西方早期的技術判然有別^㊱。

東西方依循着不同的技術路線、技術傳統，最終反映了兩者技術觀的差異。中國古代技術觀的中心是一個「和」字。

二 「和」的技術觀：冶鐵術、烹調術、醫術及其他

如許多學者指出，中國古代的自然觀乃是一種有機、整體和綜合的自然觀^㊲；同樣，中國古代技術觀也是一種有機、整體和綜合的技術觀。而正是「和」這一詞相當準確、明白地表述了這種技術觀的本質，因而也就在為數不多的涉及技藝的古文獻中，得到了較多的體現。

以冶鐵術為例。《鹽鐵論·水旱》云：「家人合會，徧於日而勤於用，鐵力不銷鍊，堅柔不和。」鐵的質地過於脆硬或過於柔軟，都是不和亦即和的反面——乖的表現。為此，須以和的方法與手段，使之得到和的屬性，即：

例一：作為脆性材料的生鐵，在約九百度（攝氏）的高溫下，經過七至十晝夜持續的柔化處理，而變性（其中的碳化鐵分解，析出團絮狀石墨）成為具有較高強度和韌性的黑色韌性鑄鐵，化乖為和。

例二：熟鐵的碳含量很低，接近於純鐵，因而很柔軟，易彎曲變形，不耐磨損。為此，可將之置於炭火中，在適當的溫度和環境下，使木炭中的碳分滲

入鐵料表層，再予折疊鍛打，使其成為質地較均勻，具有較高強度、韌性的碳鋼，變不和為和。

例三：將生鐵片置於屈盤的熟鐵條上，為避免過度氧化可用泥封固——生鐵在高溫下熔融成汁，淋注於熟鐵表層，通過強烈的造渣作用，使碳分勻化。高碳的生鐵和低碳的熟鐵由是合煉成為碳分較均勻、合宜的灌鋼，亦稱團鋼。後者以冶煉過程中需經反覆鍛打而得名，團，即鍛之古稱。這是更高級形式的和。《北齊書》記綦母懷文製宿鐵刀，以生鐵和熟鐵合煉，「數宿則成剛」。宿的本意為男女交媾，在此借喻生鐵熔融所生成的鐵精與熟鐵相和合而成為宿鐵，亦即《道德經》所說「沖氣以為和」的意思。後世稱此工藝為「生熟相和，煉成則剛」是非常恰當的⑩。

值得注意的是，傳統冶鐵業使用的術語多與烹調術、醫術等相通，如稱冶鐵為烹礦、蒸礦⑪、煮鐵、煎鐵、煎煮和炒鐵等等。就合金配製來說，《考工記》有「齊」之說。「齊」即劑、亦即和劑，意指不同金屬原料按一定比例相和而成為合金。其後，用爐甘石（碳酸鋅）配製黃銅（銅鋅合金）以及用砒霜等砷化物配製砒白銅（銅砷合金），於文獻中又多以「用藥點化」名之⑫。這就又與醫術相溝通了。而上述種種，如就材料製備的角度看，則都是以和的手段與方法達到材性的堅柔之和。

再以烹調術為例。《周禮·天官冢宰》說：「內饗掌王及后、世子膳羞之割烹煎和之事。」《呂氏春秋·去私》說：「庖人調和而食之。」人們常以色、香、味俱佳為中國烹飪之特色。其實，說得更完全一些，應是質、形、色、香、味這五者之和。首先是菜蔬、葷腥品種的選擇與搭配，如何配合得當是一大學問。其次是要用各種器具、技巧將之加工成合宜的形狀，再用烹、蒸、煮、煎、炒等方式配合調和其色、香、味。其間的種種方式、方法、手段和環節，無不體現了一個「和」字，亦即古人常說的「五味之和」。

對於醫術，亦可作如是觀。「和」的涵意之一，即是身心健康。所以，調養身心稱為「養和」，身心不適則稱為「欠和」。醫術的本意是為求身心之和，如唐李華《國之興亡解》所說：「身或不和則藥石之，針灸之。」而中國醫術的基本理論、診治方式及具體的實施方法與手段，無不貫穿着「和」的理念，諸如辯證論治、君臣佐使的方劑和合以及烹、蒸、煮、煎、炒配合使用的中藥炮製技藝等等。

還可以舉出一些例子。《考工記》稱：「天有時，地有氣，材有美，人有巧，合此四者，然後可以為良。」合者，和也。《考工記》的作者是一位有機技術論者。在他看來，技術是綜合和具有整體特徵的，必須具備天時、地氣、材質和技巧這四個要素，並且把這四者有機地和合起來，才能得到良好的技術成果。這一觀念貫徹於《考工記》一書的始終，如：「輪人為輪，……三材既具，巧者和之。」⑬「弓人為弓，……六材既聚，巧者和之。」⑭弓在使用前還得調試，故又有「和弓」的記述，鄭玄註謂：「和，猶調也，將用弓，必先調之。」箭的製作須輕重均衡，而其能否中的，還得有其他因素的配合，如銀雀山漢墓出土竹簡

《孫臏兵法·兵情》有：「弩張柄不正，偏強偏弱而不和，其兩洋之送矢也不壹，矢雖輕重得，前後適，猶不中。」

總之，從「和」的理念與目標出發，通過「和」的方法與手段，以到達「和」的境界與結果，無疑是中國古代技術觀的中心和重要特徵。由此出發，我們將進一步探討與此有關的更具普遍性的論題。

三 「和」的涵義

「和」的古寫見於金文和簡文，可舉出以下幾例，它們都是從口、禾聲，暗喻着「和」字的由來與本意。



史孔簋

陳昉簋

好窰簋

《說文》

《老子》簡文

「和」有五種讀音，即：hé, hè, huó, huò, hú，其用法視涵義而定，對應的例證有：和順、和（如煎服藥劑之次數）、攪和、和泥、和牌，詳見下文。

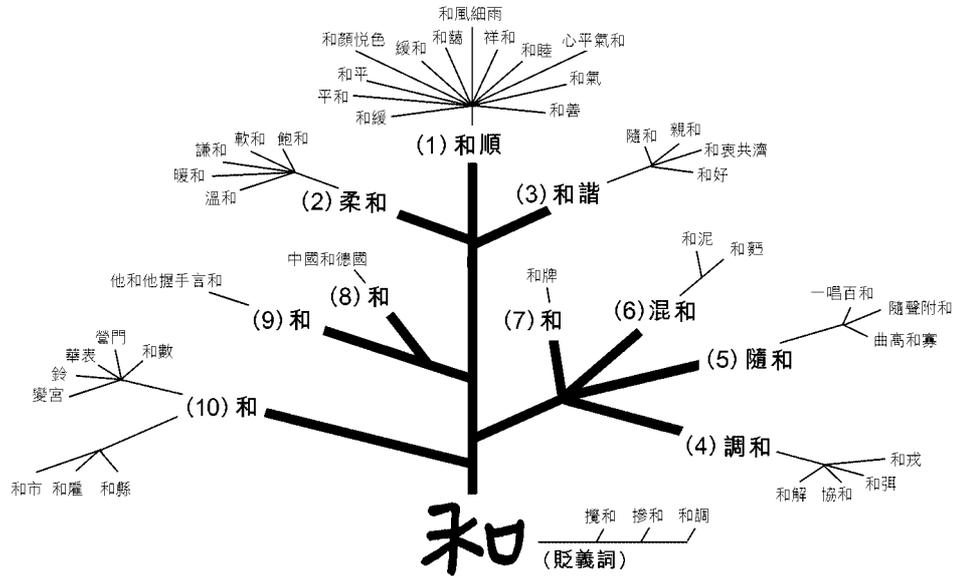
「和」的涵義是豐富多樣的，如圖3所示，大致可分為以下十個方面：

(1) 表示事物狀態，如：和順，《廣韻》說：「和，順也。」《禮記·樂記》云：「和順積中，而英華發外。」與之相近的詞有：和緩、和婉、和平、平和、緩和、和藹、祥和、和睦、和氣、和善、和美等。成語則有和顏悅色、和風細雨、心平氣和、風和日麗等。《左傳·昭公二十年》有「心平德和」，《禮記·樂記》：「耳目聰明，血氣和平。」《晉書·王羲之傳》有「天朗氣清，惠風和暢」。現代用語則有和平共處、和平演變等。

(2) 表示事物屬性，如：柔和。與之相近的詞有溫和、暖和、謙和、軟和等。現代用語則有飽和、過飽和等。

(3) 表示事物內在或與其它事物的關係，如：和諧。與之相近的詞有和好、隨和、親和等等。《尚書·皋陶謨》：「同寅協恭，和衷哉。」孔傳：「衷，善也，以五禮正諸侯，使同敬合恭而和善。」其後，習作和衷共濟。又，《荀子·樂論》：「民和齊則兵勁城固，敵國不敢撓也。」《左傳·昭公二十年》：「仲尼曰：……寬以濟猛，猛以濟寬，政是以和。」《孟子·公孫丑下》：「天時不如地利，地利不如人和。」《左傳·莊公二十二年》：「鳳凰于飛，和鳴鏘鏘。」這是從家庭、人際和社會各個層面對和諧的嚮往與追求，從而衍生出和氣生財、鸞鳳和鳴、政通人和等成語，又引伸為均等之意，如：和局、和棋。《新書·道術》則帶有總結性地概括為「剛柔得適謂之和，反和為乖」^⑩。《廣韻》云：

圖3 和的涵義



「和，順也，諧也、不堅不柔也。」可說是非常確切地說明了「和」表示事物狀態、屬性及關係的功能。

(4)「和」作為動詞，可表示協調、均衡的涵義，如：調和。《周禮·天官冢宰》稱「食醫掌和王之六食、六飲、六膳、百羞、百醬、八珍之齊。」鄭玄註：「和，調也。」又，《國語·鄭語》云：「是以和五味以調口，……和六律以聰耳。」《說文》也說：「龠，調也。」與之相近的詞有和解、協和、和調、和弭、和理等。《尚書·堯典》謂：「百姓昭明，協和萬邦。」同書《舜典》稱：「律和聲」。其後，又引伸作媾和、和戎，以及現代紡織業術語「和毛」等等。

(5)「和」作動詞用，又可表示跟隨、協同之意，如：隨和、一唱百和、隨聲附和、曲高和寡等⑩。

(6)「和」作動詞用，還可表示混雜、摻雜之意，如：混和。與之相近的詞有攪和、摻和、和麪、和泥、和劑等。

(7)「和」作為動詞的一個用法是特指完成之意，如：和牌。

(8)「和」可用作連接詞，如：中國和德國。

(9)「和」可用作介詞，表示「與」、「如」等涵義，如：他和他握手言和。

(10)「和」用作名詞可指以下物事：小笙、鈴、營門等。《爾雅·釋樂》：「大笙謂之巢，小者謂之和。」《詩·小雅·蓼蕭》：「和鸞雝雝」，掛在衡上的鈴稱鸞，掛在軾上的稱和。《周禮·夏官司馬》：「以旌為左右和之門。」鄭註：「軍門曰和」，蓋軍中多肅殺之氣，故特名曰和，用增祥和也。此外，鐘，一稱和鐘；華表，又稱作和表；數相加，稱為和數；又用作姓氏、地名、族名等等。

公元前841年，厲王遭逐，共伯和執政，是為中國有確切紀年之始，即共和元年，至近代有五族共和、共和政體等稱謂。歷代多有和買、和市、和雇、和售、和糶等名和實不和的欺哄民眾之舉，誠如《新唐書·韓琬傳》和蘇轍《論雇河年不便札子》所說：「今和市顛刻剝，名為和而實奪之」，「名為和雇，實多抑配」。這裏，已揭示了和的背離與悖謬（詳見下文）。「和」還曾用作法律術語，意指雙方自願。《資治通鑑·後周太祖廣順元年》有律文稱：「姦有夫婦人，無問強、和，男女並死。」真正是野蠻、荒唐之極，這樣的社會、這樣的法律，焉得和？

只有在少數場合，「和」才用作貶義詞，如：和弄、摻和、攪和等。江南方言「和調」，意指玩忽、玩笑、調笑，也屬於此類。

四 「和」的本意與流變

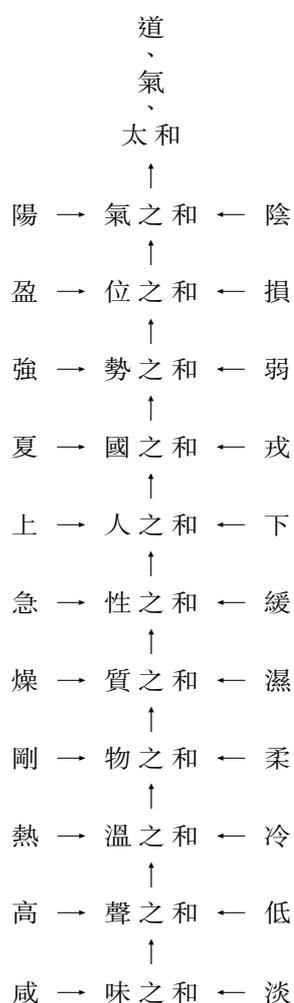
「和」的初文作「𠂔」，意為口味的調和與和美。《尚書·說命下》：「若作和羹，爾惟鹽梅。」孔穎達疏：「鹽，鹹；梅，醋。羹須鹹醋以和之。」以調料來調和食物，達到口味之和，而這樣的食物亦以「和」命名之。這就是「和」的本意和來歷。

「和」既從口、禾聲，它也有可能源自聲之相應與和諧。「和」的另一初文作「龠」，從龠、禾聲，意指樂律的調和與和諧，它的起源也是很早的。

「和」作為哲學理念，最早是由周代的史官史伯予以界定的，說見《國語·鄭語》：「夫和實生物，同則不繼。以他平他謂之和，故能豐長而物歸之。若以同裨同，盡乃棄矣。故先王以土與金、木、水、火雜，以成百物。」「和」是以「異」為前提的。他與他相異，「以他平他」即相異的事物相互作用，才能促進事物的發展。如果以相同的事物疊加，則只能窒息生機。史伯的這一界定是深刻，是包括「和」的技術觀在內的「和」的哲學的理論依據。《論語·子路》說：「君子和而不同，小人同而不和。」其對「和」、「同」的理解，是與史伯之說一致的。

《左傳·昭公二十年》記述晏子對梁丘據的評論：「公曰：『唯據與我和夫？』晏子對曰：『據亦同也，焉得為和？』公曰：『和與同異乎？』對曰：『異。和如羹焉，水、火、醯、醢、鹽、梅，以烹魚肉，燂之以薪，宰夫和之，齊之以味，濟其不及，以洩其過。君子食之，以平其心，君臣亦然。君所謂可而有否焉，臣獻其否以成其可。君所謂否而有可焉，臣獻其可以去其否，……今據不然，君所謂可，據亦曰可，君所謂否，據亦曰否。若以水濟水，誰能食之！若琴瑟之專一，誰能聽之！同之不可也如是！』」晏子的這段議論真是精彩，他不但明確地對梁丘據君可亦可、君否亦否的趨奉、依附提出異議，並深刻地闡明了「和」與「同」的本質差異。白水對清湯，誰能吃得下去。單一音符的無休止演奏，誰又能聽得下去。「同之不可也如是」這一警句，今天讀來還是那麼精闢有力。

圖4 「和」的流變



「和」的流變如圖4所示，最初是從味覺、觸覺、聽覺的切身感受而有味之和、溫之和、聲之和的體認與訴求。然後，從感性漸次擴及到物性(剛柔之和、燥濕之和)、人性(性情之和等)、社會性(人際之和、國際之和，等等)的層面。由此，又抽象為勢、位之和，以及更具普遍意義的氣之和。這就是《老子》和《禮記·郊特牲》所說的「萬物負陰而抱陽，沖氣以為和」、「陰陽和而萬物得」。

「和」的流變，起步甚早，如前引史伯之說，已將「和羹」引伸到「君子食之，以平其心，君臣亦然」的層次。《詩·商頌·烈祖》：「亦有和羹。」鄭玄箋云：「和羹者，五味調，腥熱得節，食之於人性安和，喻諸侯有和順之德也。」《尚書·大禹謨》：「水、火、金、木、土、穀，惟修；正德、利用、厚生，惟和……六府三事允治。」已將「和」的訴求置於甚為重要的位置。在權勢社會中，統治者和被統治者關係有着至關緊要的意義，這在史書中也有較充分的反映，如《尚書·周官》：「宗伯掌邦禮，治神人，和上下。」《墨子·節葬下》：「凡大國之所以不攻小國者，積委多，城郭修，上下調和。」《左傳·成公十六年》：「上下和睦，周旋不逆。」《史記·循吏列傳》：「施教導民，上下和合。」《金史·百官志》稱：「宣宗興定元年，行辟舉縣令法，以六事考之，……五曰軍民和。」看來，金代的軍民關係相當緊張，以此，「軍民和」成為選拔縣令的重要條件之一。

按照先哲的理解，道既是本原又表現為過程、趨勢、手段和方法。道無所不在，氣亦無所不在。所以，道即是氣，氣亦即是道。反而推之，「和」既以之表示事物的狀態、屬性、關係與動作，又表現為過程、趨勢、手段和方法。那麼，「和」即是氣，即是道，就是順理成章之事。《淮南子·俶真訓》：「交被天和。」高誘註：「和，氣也。」更早的提昇見於《易·乾卦》：「保合太和」，意指太和之氣常運常洽，經由差異及複雜的平衡而達到和諧。《中庸》謂：「喜怒哀樂之未發，謂之中；發而皆中節，謂之和。中也者，天下之大本也；和也者，天下之達道也。致中和，天地位焉，萬物育焉」，已將「和」的理念推到很高的境界^⑩。明確地將「和」與道相等，始於張載《正蒙·太和》：「太和所謂道，中涵浮沉、升降、動靜相感之性，是生綱緼相盪、勝負屈伸之始。」^⑪至此，「和」已與道、氣一樣，取得至高無上的地位，成為世界的本原。這一推衍，當為史伯、晏子始料所不及，其意義與後果何在，還是有待探討的。

五 「和」的理念之延展與悖謬

「和」的理念於各個技術領域的影響，已如前述。相應於中華民族及其文化的形成與發展，它的影響更深深地延及藝術、倫理、國民性格、文化心理及行為方式等方方面面。

按先哲之見，天、地、人、物為有機的整體，通過複雜的均衡機制，求得相對的和諧，才是人類長久生存之道。就人與自然的關係來說，貴在人與自然之和、人與技術之和，而不是乖。這個認識是深刻的、具有現實品格與價值的。

然而，「和」的哲學自身也是命運多乖，並不那麼和順。任何玄妙的哲理乃至博大精深的哲學體系，都有內在的缺陷與悖謬；在其傳播過程中，還不可避免地會出現水準下降、平庸化，甚至有可能扭曲變形，成為恰與其本意相反的東西。「和」的哲學也是這樣。

「和」的理念本以「異」為前提，而與「同」判然有別。然而，在其延展和傳播過程中，卻逐步被抽去了立論的根本，而與「同」趨同、認同以至等同，異化成為恰與其本意相反的東西。

語義的模糊與摻和、混同，是使「和」向「同」轉化的一個因素。在《國語·鄭語》所引史伯之說中，已有「務和同」的提法。《管子·立政》：「大臣不和同，國之危也。」及至宋代，又有歐陽修《筆說·富貴貧賤說》所謂：「凡事不和同，則不濟。」在這裏，「和」與「同」是等同的。

「和」既與「同」認同，「和而不同」也就變成「同而不和」。和氣本是個好字眼，一團和氣卻意味着是非不分、善惡不辨。和事老本以其主持公道、持正持和而受到尊敬，待到出之以圓滑、世故，在是非、善惡之間和稀泥；那麼，原本的尊稱被代之和事佬的貶稱，也就是理所當然的了。

「和」既與「同」趨同、認同乃至等同，和同論遂告消亡，代之以同異之辨。在社會層面上，求同存異表現了某種寬容大度的精神，有其可取之處。然而，就科學技術和文化發展而言，求異存同才富於進取精神，才有盎然的生機和堅實基礎之上的無窮新意。在文化心態和思維取向上，片面地求同而忽視異的價值，應說是中國社會停滯、科學技術發展緩慢的緣由之一。更為惡質化的畸變是，只求同而不承認異，抹殺異之存在。此端一開，「和」的真正精神蕩然無存，揚同抑異、黨同伐異之風大盛，乖戾之氣充斥於世，原本生氣勃勃、充滿生機的「和」的哲學，至此蛻化為死氣沉沉、了無生機的「同」的說教。這真是哲學的悲哀！

我們正處在世紀的門檻上。人類在二十一世紀將面臨人與人如何相處、人與技術如何相處、人與自然界如何相處的重大挑戰，這同時也是人類從幼稚走向成熟的重要契機。為此，我們應盡力做到：

人與人之和——寬容與和解，而不是訴諸暴力與欺詐。

人與技術之和——物役於人，而不是人役於物。

人與自然之和——人與自然界共存共榮，而不是逆天行事，遭致天譴。

從這個意義上來說，對「和」的哲理的探討是有價值的。

註釋

- ① 《韓非子·和氏》：「楚人和氏得玉璞楚山中，奉而獻之厲王。厲王使玉人相之。玉人曰：『石也』。王以和為誑，而別其左足。及厲王薨，武王即位。和又奉其璞而獻之武王。武王使玉人相之，又曰：『石也』。王又以和為誑，而別其右足。武王薨，文王即位，……王乃使玉人理其璞而得寶焉，遂命曰：『和氏之璧。』」
- ② 《尚書·顧命》：「兑之戈，和之弓。」
- ③ 《左傳·昭公元年》記秦良醫和與扁鵲齊名，又，《漢書·藝文志》，「太古有岐伯、俞拊，中世有扁鵲、秦和。」
- ④ 《漢書·藝文志》統計其時所知典籍共六類三十八種、五九六家、一三二六九卷(篇)。諸子百家中，有醫家、農家，而獨無工技之家。在現存先秦至漢的典籍中，專一論述工技之事的，僅《周禮·考工記》一篇而已。
- ⑤ 華覺明：〈中國古代鋼鐵技術的特色及其形成〉，《中國冶鑄史論集》(文物出版社，1986)，頁3-120。
- ⑥ 最近的考古發掘表明，中國在約公元前八世紀的西周晚期已能冶鑄生鐵。但一般認為，這一技術的較多被應用是在公元前約六世紀或更早些。
- ⑦ 李約瑟將生、熟鐵合煉的灌鋼稱作co-fusion。這是不妥當的。在灌鋼熔煉時，生鐵是熔融成液態的，而熟鐵並未熔融，仍呈固態。所以、仍以稱作「合煉」為宜。
- ⑧ 華覺明等編譯：《世界冶金發展史》(科學技術文獻出版社，1985)，頁168-69。
- ⑨ 華覺明：〈中國上古金屬文化的技術、社會特徵〉，《自然科學史研究》，1987年，第一期，頁66-72。
- ⑩ 參見Joseph Needham: *Science and Civilisation in China*, vol. 2 (Cambridge University Press, 1980)；董英哲：《中國科學思想史》(西安：陝西人民出版社，1990)；宋正海：〈中國古代有機論自然觀的現代科學價值的發現——從萊布尼茨、白晉到李約瑟〉，《自然科學史研究》，1987年，第三期，頁193-202。
- ⑪ 宋應星：《天工開物·五金》。
- ⑫ 《宋會要輯稿·食貨三四》。
- ⑬ 隋開皇年間(公元581年至600年)成書的《寶藏論》記用雌黃和砒霜「點銅成銀」，又見何蘧《春渚記聞》卷十用砒粉點銅的記述。
- ⑭ 三材指分別用於輪輻、輪輻，輪緣的不同木材。
- ⑮ 六材指幹、角、筋、膠、絲、漆。
- ⑯ 《漢書·劉向傳》稱「和氣致祥，乖氣致異」，說的是同一層意思。
- ⑰ 《說文》：「咏，相應也。」即《廣韻》所謂：「和，聲相應。」《易·中孚》：「鳴鶴在陰，其子和之」，宋玉《對楚王問》：「其始曰下里巴人，國中屬而和者數千人。」
- ⑱ 順便說一說，按筆者之見，儒家「中庸之道」的提法是有缺陷的，其後，更常被理解為平庸、折衷等義。《中庸》原文有「博學之、審問之、慎思之、明辨之、篤行之」，並無平庸、折衷之意。《論語》何晏集解：「庸，常也，中和可常行之道。」《孟子·盡心下》：「子豈不欲中道哉」，趙岐註：「中道，中正之大道也。」從上引《中庸》「致中和」原文看，「中和之道」的提法似乎更為確切和較少歧義，姑錄此備考。
- ⑲ 故宮三大殿分別命名為：太和殿、中和殿、保和殿，是其又一例證。

華覺明 中國科學院自然科學史研究所教授，清華大學科技史暨古文獻研究所所長、兼任教授，中國傳統工藝研究會理事長。