

序一

「綠水青山」是綠色發展、生態發展之國家戰略



王浩、業鋼、晉躍、百煉等九位院士專家的合力之作《綠水青山的國家戰略、生態技術及經濟學》一書即將付梓，囑我為之作序，實感誠惶誠恐。感於與他們數十年的兄弟情誼，卻之不恭，恭敬不如從命。

2017年5月27日是全國科技工作者日，由中國科學技術協會海智計劃領導小組辦公室（簡稱中國

科協海智辦）和浙江省科學技術協會發起，浙江省科協和浙江日報報業集團主辦，由浙江省科技館和網易公司聯合承辦了「綠水青山就是金山銀山」報告會，邀請李百煉院士在習近平總書記「綠水青山就是金山銀山」這一科學論斷的發源地浙江省安吉縣餘村作了主題為「未來新經濟：人與自然和諧的生態發展」的報告。網易公司做了網上現場直播，點播人次一度超過了120萬。為了滿足大眾對「綠水青山就是金山銀山」這一科學論斷的關注和推動國家的綠色發展，9月23—29日中國科協海智辦和浙江省科協又共同發起了「綠水青山就是金山銀山」院士專家報告會，邀請了王浩、李文華、倪晉仁、嚴晉躍、侯立安、呂永龍、俞孔堅、李百煉、傅伯傑、伍業鋼共10位海內外院士專家學者，先後在杭州、湖州、溫州作了系列巡迴演講。報告會結束後，諸位院士專家學者按照各自專業研究領域分別貢獻文章，由伍業鋼博士及其團隊編撰成書。

本書是這些生態環保領域的院士專家數年來科學研究探索的智慧結晶，從水生態治理技術、生態保育與生態發展、未來能源系統、水安全保障技術的創新發展、美麗鄉村建設、綠色發展和生態城市建設路徑、「生態中國和美麗中國」建設、生態技術與商業模式、可持續發展、生態系統的服務價值與功能、綠水青山的經濟學等方面，對「綠水青山就是金山銀山」這一科學論斷如何指導中國的經濟發展和生態保護作了詳細闡述和論證，並結合他們多年研究與探索的成果和經驗，提出了許多建議。

黨的十九大報告提出，人與自然是生命共同體，人類必須尊重自然、順應自然、保護自然。我們要建設的現代化是人與自然和諧共生的現代化，既要創造更多物質財富和精神財富以滿足人民日益增長的美好生活需要，也要提供更多優質生態產品以滿足人民日益增長的優美生態環境需要。要實行最嚴格的生態環境保護制度，形成綠色發展方式和生活方式，堅定地走生產發展、生活富裕、生態良好的文明發展道路，建設美麗中國，為人民創造良好生產生活環境，為全球生態安全做出貢獻。

本書的出版，正逢其時，必將使廣大讀者從中受益。海內外院士專家積極參加中國科協海智計劃，為國家的生態環保事業嘔心瀝血、鞠躬盡瘁，多有建言獻策，可欽可佩。讓我們戮力同心，攜手共進，為中國的美麗和美麗的中國貢獻力量！

是為序。

中國科學技術協會國際聯絡部部長、海智計劃領導小組辦公室主任
張建生

序二

照着「綠水青山就是金山銀山」這條路走下去

浙江省湖州市安吉縣餘村，位於天目山北麓，因天目山餘脈、餘嶺及餘村塢而得名。村莊三面環山，餘村溪自西向東繞村而過。

2005年8月15日，時任浙江省委書記的習近平來到安吉縣調研，實地考察了這裡。他走田頭、訪農戶，與鎮村幹部面對面座談。結合當時浙江省大力推進生態省建設工作和在各地進行的實踐工作，習近平在餘村首次闡釋了「綠水青山就是金山銀山」的科學論斷：

生態資源是這裡最可寶貴的資源，應該說安吉你們都強烈地感受到，今後真正地、扎扎實實地走一條生態立縣的道路。既然要生態立縣，總是有所為有所不為，而不是說甚麼都看着好，甚麼都要。不要以環境為代價去推動經濟增長，因為這樣的經濟增長不是發展。反過來講，就是為了使我們留下最美好的、最可寶貴的，我們也要有所不為。也可能現在會犧牲一些增長速度，所以我講到，鳳凰涅槃，浴火重生，脫胎換骨。長三角有多少遊客啊，逆城市化過程中，你們這裡更是一塊寶地。因為經濟發展到一定程度以後，5000美金以後逆城市化會更加明顯。就是人們不住在城市了，要住在農村，要住在郊區了。那到哪裡合適呢？你看你這裡，我看有兩小時交通圈吧，到杭州一個小時，到上海兩個小時，到蘇州兩個小時，兩小時交通圈，整個長三角這裡這個位置。我們現在在說建設生態省，推進「八八戰略」，建設生態省，建設節約型社會，推行循環經濟，對湖州來講是個必由之路，也是一個康莊大道。一定不要說再想着走老路，還是迷戀着過去的那種發展模式。所以剛才你們講了下決心停掉一些礦山，這個都是高明之舉，綠水青山就是金山銀山。我們過去講了，既要綠水青山又要金山銀山，實際上綠水青山就是金山銀山，本身它有它的這種含金量。我感覺到安吉，從安吉



2017年9月26日，中國科協海智辦副主任方進（左六）與海智專家嚴晉躍院士（左七）、伍業鋼博士（右六）在浙江省科協的帶領下參觀習近平「綠水青山就是金山銀山」科學論斷的發源地——湖州市安吉縣餘村

的名字我想到和諧社會的建設，我想到人與自然的和諧，我想到經濟發展的轉變。堅定不移地走下去，有所得有所失，熊掌和魚不可兼得的時候，要知道放棄，要知道選擇。總的我感覺在安吉，能夠感受到一種和諧的氛圍，人與自然的和諧，人與人的和諧。

九天後，從安吉縣餘村考察歸來的習近平在2005年8月24日出版的《浙江日報》頭版「之江新語」專欄，用筆名「哲欣」發表了評論文章《綠水青山也是金山銀山》。他指出：浙江省「七山一水兩分田」，許多地方「綠水逶迤去，青山相向開」，擁有良好的生態優勢。如果能夠把這些生態環境優勢轉化為生態農業、生態工業、生態旅遊等生態經濟的優勢，那麼綠水青山也就變成了金山銀山。

十年來，餘村堅持綠色發展的理念，重新編制了發展規劃，把全村劃分為生態旅遊區、美麗宜居區和田園觀光區三個區塊，將村民生活、生產與發展的空間做了合理

佈局。十年間，餘村的生活垃圾收集在分類的基礎上實現了「不落地收集」，污水處理率從 30% 提高到 95%，綠化面積從 1 萬平方米增加到 10 萬平方米。與此同時，村集體經濟總收入從 2005 年的 91 萬元增加到 2015 年的 375 萬元，村民年人均收入從 8732 元增加到 32990 元。2016 年上半年，餘村的各項指標依然揚起美麗的曲線。這樣的曲線，正是「綠水青山就是金山銀山」這一科學論斷在基層的生動實踐。而這樣的實踐，從餘村出發，蕩漾出千層漣漪，正在讓安吉、讓湖州、讓之江大地的綠水青山源源不斷地變成金山銀山。

十年來，浙江堅持一張藍圖繪到底，一茬接着一茬幹，從「綠色浙江」到「生態浙江」，再到「兩美浙江」，從「千村示範、萬村整治」，到當下的「五水共治」「三改一拆」「四邊三化」，體現了浙江省對走「綠水青山就是金山銀山」發展之路堅定不移的決心和敢於實踐的擔當。我們牢記習總書記的諄諄囑託，按照省委、省政府的決策部署，探索走出了一條生態美、產業興、百姓富的可持續發展路子。

十年來，湖州先後開展了污染減排、重污染高能耗行業整治、農村環境連片整治、「五水共治」、「三改一拆」、「四邊三化」、礦山綜合治理等專項行動，使湖州的天更藍、水更淨、山更青，城鄉更美麗。市控以上 II—III 類水質斷面比例達 96.4%，入太湖水連續 8 年保持 III 類水以上，農村生活污水治理規劃保留自然村實現全覆蓋；礦山企業從 612 家削減到 56 家，年開採量從 1.64 億噸下降到 0.73 億噸；近三年全市完成「三改」6383 萬平方米、「拆違」3312 萬平方米；十年完成造林更新 2.28 萬公頃，2015 年全市森林覆蓋率達 51.4%，其中平原林木覆蓋率達 27%，居全省前列。

十年來，以「鳳凰涅槃」的決心，實施企業「關、停、併、轉」，打好騰籠換鳥、機器換人、空間換地、電商換市等轉型升級組合拳，淘汰落後產能，倒逼轉型升級。累計關停低小散、落後產能企業 1900 多家；蓄電池行業「脫胎換骨」，企業數量由 225 家減少到 16 家，產值增加了 14 倍，稅收增長了 6 倍。

大力推進「生態+」綠色發展，加快構築生態農業為基礎、新型工業為支撐、現代服務業為引領的現代產業體系。做好生態工業的文章，湖州重點培育「4+3+N」的現代產業新體系。信息經濟、高端裝備、休閒旅遊、健康產業等重點主導產業加快形成規模，美妝時尚、地理信息、智能汽車等新增長點正在蓄勢發力。2005—2015 年，規模以上工業增加值年均增長 13%，規模以上工業利稅年均增長 16%。

做好生態旅遊的文章，把湖州作為一個全域景區來打造，鄉村旅遊呈現爆發式增長，形成了「洋式＋中式」「生態＋文化」「景區＋農家」「農莊＋游購」四大模式和十大鄉村旅遊集聚示範區，走出一條由「農家樂」到「鄉村遊」，到「鄉村度假」，再到「鄉村生活」的湖州模式，成為百姓致富的一條絕佳路徑。2015年，湖州市旅遊人數、旅遊收入分別佔到全省的13.2%和9.8%；旅遊業增加值佔全市生產總值比重達7.6%，比2005年提高了3.4個百分點；接待鄉村旅遊人次3218.1萬，經營收入達64.8億元。

做好生態農業的文章，湖州推動農業向二、三產業的橫向融合和涉農產業鏈的縱向延伸，建設國家生態循環農業示範市，連續三年農業現代化發展指數位列全省第一，成為全國第二個基本實現農業現代化的地級市。

十年間，湖州經濟社會取得長足進步：地區生產總值從2005年的639.42億元增加到2015年的2084.26億元；財政收入從74.24億元增加到327.82億元；城鎮居民、農村居民年人均可支配收入分別從15375元、7288元增加到42238元、24410元；城鄉居民收入比為1.73:1，是全國城鄉差距最小的地區之一。

十年間，湖州先後獲得國家衛生城市、國家園林城市、國家環保模範城市、中國優秀旅遊城市、國家森林城市、國家歷史文化名城、全國國土資源集約節約模範市、國家生態市等城市名片，成為「兩山」重要思想的誕生地、美麗鄉村建設的發源地、「生態＋」綠色發展的先行地、太湖流域的生態涵養地和全國首個地市級生態文明先行示範區。

十年的探索和實踐，充分詮釋了「綠水青山就是金山銀山」不是靠山吃山消耗自然資源的「竭澤而漁」，也不是貧守青山無所作為，而是「經濟強、百姓富」與「生態優、環境好」的辯證統一。

十年的探索和實踐，充分證明了走「綠水青山就是金山銀山」之路是一條康莊大道，堅定不移地照着這條路走下去，必將進一步引領湖州生態文明建設邁向更高水平、更高境界，為「兩美浙江」、美麗中國建設做出新的更大貢獻。

湖州市安吉縣餘村村民委員會

前言

非常感謝中國科協、浙江省科協、浙江省社會主義學院、杭州市臨安區和餘杭區政府、湖州市政府、溫州市政府對我們舉辦這次「綠水青山就是金山銀山」院士專家考察報告會給予的支持和指導。

中國科協海智辦策劃和組織了這次「綠水青山就是金山銀山」院士專家考察報告會，邀請十餘名國內外生態能源資源專業的院士專家參加了對杭州、湖州和溫州的考察和報告會。院士專家們在湖州，認真研究了時任浙江省委書記的習近平於 2005 年 8 月 15 日來到安吉縣調研考察時首次闡釋的「綠水青山就是金山銀山」的科學論斷，並結合浙江省十年來對「綠水青山」理念的實踐與「五水共治」的經驗，作了系統的解讀報告。

考察與思考：自 1978 年中國改革開放以來，一直倡導「發展是硬道理」。40 年來，中國的經濟發展一枝獨秀，同時也遇到了巨大的生態環境挑戰。國家未來的發展需要有一個可持續發展戰略，「中國夢」需要一個支撐未來 30 年發展的國家戰略。十年前，習近平提出了「綠水青山就是金山銀山」的科學論斷。他指出：許多地方「綠水逶迤去，青山相向開」，擁有良好的生態優勢。如果能夠把這些生態環境優勢轉化為生態農業、生態工業、生態旅遊等生態經濟的優勢，那麼綠水青山也就變成了金山銀山。十年來，餘村堅持綠色發展的理念，餘村的生活垃圾收集在分類的基礎上實現了「不落地收集」，污水處理率從 30% 提高到 95%，綠化面積從 1 萬平方米增加到 10 萬平方米。與此同時，村集體經濟總收入從 2005 年的 91 萬元增加到 2015 年的 375 萬元，村民年人均收入從 8732 元增加到 32990 元。這正是「綠水青山就是金山銀山」科學論斷的生動實踐。

願景與目標：「綠水青山就是金山銀山」作為國家未來 30 年可持續發展戰略，它不是一個權宜之計，也不僅是一個保護的概念，它是一個發展的概念，是一個可持續經濟發展的概念。從「發展是硬道理」這個階段，中國的發展走過了 40 年，如今我們需要一個新的發展模式、新的經濟模式和新的生活模式，還有新的經濟增長模式。

這個模式就是「綠水青山」模式、綠色發展模式、生態發展模式、「生態+」模式。這個發展模式是中國發展的 2.0 版，是一個新的台階、新的版本、新的模式。

通過這次「綠水青山就是金山銀山」院士專家考察報告會，院士專家們要告訴人們為甚麼湖州十年的道路是成功之路、可複製之路，為甚麼湖州可以作為踐行「綠水青山就是金山銀山」理念的先行示範區，它的經驗在哪裡，它的戰略意義在哪裡，它有哪些操作是可實施的，我們提倡可實施、可複製、可引領、可示範的發展模式和發展經驗。十年來，湖州先後開展了污染減排、重污染高能耗行業整治、農村環境連片整治、「五水共治」、「三改一拆」、「四邊三化」、礦山綜合治理等專項行動，使湖州的天更藍、水更淨、山更青，城鄉更美麗。市控以上 II—III 類水質斷面比例達 96.4%，入太湖水連續 8 年保持 III 類水以上，農村生活污水治理規劃保留自然村實現全覆蓋；礦山企業從 612 家削減到 56 家，年開採量從 1.64 億噸下降到 0.73 億噸；近三年全市完成「三改」6383 萬平方米、「拆違」3312 萬平方米；十年完成造林更新 2.28 萬公頃，2015 年全市森林覆蓋率達 51.4%，其中平原林木覆蓋率達 27%，居全省前列。我們覺得這就是實實在在的一個非常好的示範模式。它更具有可實施性，而且對國家發展的戰略有更重大的意義，這應該是國家未來幾十年的建設模式、未來的經濟發展模式。

未來與設計：我們希望推動「綠水青山就是金山銀山」的國家發展戰略，我們需要有一個更高層次的頂層設計。當我們從 2018 年走到 2049 年，在中華人民共和國成立 100 週年的時候，我們國家的發展會是一張甚麼樣的藍圖？這張藍圖決定我們國家的發展模式和經濟模式，這也必然是「綠水青山就是金山銀山」的藍圖。我們希望以湖州作為榜樣和示範，給國家的發展提出一個建議，提供一個戰略示範、一個可複製的模式。這張藍圖將提供一個全新的經濟發展模式，一個新的經濟增長的動力和引擎。而要做好這一藍圖的頂層設計，需要確立國家發展的戰略，建立一支實實在在的團隊，一支院士團隊，一支專家團隊，能夠為湖州和全國的未來發展打造一個 2.0 版本甚至 3.0 版本的藍圖。毫無疑問，「綠水青山就是金山銀山」的理念將引領這一藍圖的頂層設計。

解讀與建議：十年來，越來越多的人理解了「綠水青山就是金山銀山」這個理念，這就是科學發展的理念，可持續發展的理念。它已經成為廣大幹部群眾的共識，並

被生動實踐，而且作為執政理念被寫入了中央的文件，上升為治國理政的基本方略和重要國策。在國家進入新的發展階段、奮力實現「兩個一百年」中國夢的今天，對進一步落實這一重要思想，進一步弘揚和傳播生態文明理念，促進綠色發展和生態發展的歷史新時期來說，我們這部「綠水青山就是金山銀山」的院士專家報告論著意義非凡。我們就「綠水青山的國家戰略、生態技術及經濟學」做了全面的解讀，其基本論點和建議如下：

(1)「綠水青山」的國家戰略與水生態文明建設和海綿城市建設一脈相承，它是「經濟建設、政治建設、文化建設、社會建設、生態文明建設」五位一體的建設目標和具體體現，它是未來國家經濟的綠色發展、生態發展模式及理論基礎。

(2)「綠水青山」核心是「水」，浙江的「五水共治」及全國的「水生態治理」是萬億元的新經濟。推動「綠水青山」，必須推動「水生態文明建設」和「海綿城市建設」；要關注水資源的合理利用和調配；要加大濕地建設，擴大水域面積，減少地表徑流，促進雨水就地下滲，保護洪泛區面積，實現「一片天對應一片地」的水資源管理模式，以及落實「源頭減排、過程阻斷、末端治理」的水生態治理原則。

(3)「綠水青山」的本底是「青山」，必須竭盡全力搞好河山和礦山的生態修復，推行良好的生態補償機制，保護好水源林、原始林、生境林、防護林，保護好生物多樣性和基因庫，保護好當地原始植物種和動物種，綠化城市，建設好城市森林公園、植物園。「綠水青山就是金山銀山」，浙江省林下經濟規模就有 826 億元，所以要大力發展經濟林和林下經濟。

(4)清潔能源和未來能源系統是「綠水青山」的保障，40 年的經濟發展，天然氣和清潔能源的利用，綠了山頭。但是，任何的能源都是有代價的。要保住「綠水青山」和生態宜居環境，就要進一步探索新能源的利用，實現智慧分佈能源，系統節能，推行低碳生活模式，提高能源利用效率。

(5)「經濟發展到一定程度以後，5000 美金以後逆城市化會更加明顯。就是人們不住在城市了，要住在農村，要住在郊區了。」「綠水青山」與美麗鄉村建設是一種內在聯繫的和必然的發展模式、經濟模式、生活模式，也是新型城鎮化、特色小鎮建設的重要組成成分。建設美麗鄉村就必須保得住「綠水青山」、留得住鄉愁、護得住田園；要完善農村的基礎設施建設，要保障農民的社會福利體制，要實現農業的商業化、產

業化、莊園化和機械化。

(6) 中國的發展必須走出一條「綠水青山」與綠色發展和生態城市建設的路徑。要選擇綠色發展和生態文明之路，走出一條城鄉融合與生態現代化的新路子。要理解中國是一個生態極其脆弱、極其不平衡的國家——人口分佈不均衡、水資源分佈不均衡、土地資源分佈不均衡、森林資源分佈不均衡、環境容量不均衡、經濟發展不均衡、人口結構不均衡等。因此，必須考慮以最小的資源消耗獲得最大的社會經濟和生態效應，應該儘可能地少排放對人體和環境有害的污染物質，要努力踐行低碳生活，減少二氧化碳的排放，高瞻遠矚地從這些方面考量經濟發展的指標。

(7) 「綠水青山」與「生態中國和美麗中國」建設是一體的，水生態、水環境、水景觀也是一體的。它提倡的是一種大尺度上的生態治理和景觀建設，提倡在考慮環境容量的前提下的藍線、綠線、紅線的劃分，提倡鄉土和自然、城市融合，提倡水文化與水經濟的融合，恢復自然，師法自然，回歸自然。

(8) 建設綠水青山的生態技術包括以水動力為基礎、以水質（地表 III 類水）為目標的水生態治理技術。它包括六大生態治理工程技術措施：河床三維坑塘水系系統，濕地島嶼的空間格局，效仿自然的跌水堰沉澱及曝氧，生態駁岸及土壤微生物，挺水植物、沉水植物、浮水植物系統的構建，原微生物激活素的投放。生態治理技術的本質是對水、對土壤、對地形、對植物的尊重。

(9) 要不要「綠水青山」，要不要可持續發展，是關係到人類的生死存亡的大事。「綠水青山」與可持續發展關係到國家安全。事實上從第二次世界大戰以後，70% 以上的戰爭都是因為生態環境資源的開發所導致的。有人曾做過一個未來戰爭形態的評估，得到的結論是認為全球氣候變化、水資源短缺、能源危機及其他生態危機將導致戰爭，或者導致類似於戰爭的形態，其毀滅人類的數量將遠超過去所有世界大戰的人數總和。而且，未來戰爭及戰爭形態所帶來的經濟破壞的後果更嚴重。因此，中國的生態文明建設和「綠水青山」理念具有國家可持續發展和國家安全的重大意義。

(10) 綠水青山的生態系統服務價值與功能比 GDP 要高。生態系統並非僅包括我們所說的「綠水青山」（森林、草地、濕地、河流、湖泊等），城市也是一個生態系統。自然生態系統給人類提供服務，這種服務是有價值的。這些價值可以分為三類，第一類是供給服務，比如生態系統給人類提供食物；第二種是調節服務，是看不見、摸不

着的，但是它的價值更大，比如調節氣候、調節洪水、減少疾病、控制污染都是生態系統給人類提供的調節服務；第三類是文化服務，人們欣賞美麗的自然景觀，從中得到精神愉悅和身心放鬆，綠水青山可以陶冶情操。可以說，「綠水青山」的生態系統服務價值是人類可持續發展的基礎。

(11) 打造「綠水青山」的商業模式所推崇的首要一點，是與新型城鎮化、特色小鎮、美麗鄉村、田園綜合體、大健康、大旅遊等國家戰略的融合；其二是與國家PPP、EPC商業模式的融合；第三是與提高城市品質和提高土地價值的開發相融合。「綠水青山就是金山銀山」將是新的經濟增長點、新的經濟發展引擎，它的核心價值是生態效益、經濟效益和社會效益的統一。

(12) 要實現「綠水青山」，解決今天的生態環境問題，就要改變現有的經濟體系。要改變傳統的「為經濟而經濟」的生產模式，要重現社會資本，修復自然資本，做大經濟資本，使得生態系統服務價值和功能不斷升值。生態經濟學家認為，每投資自然環境1元，它的回報是7.5—200元。可見，投資「綠水青山」，就會有「金山銀山」的回報，這就是綠水青山的經濟學。

(13) 浙江省的「五水共治」是落實「綠水青山」的具體行動。「五水共治」的核心是水質，推動「綠水青山」，必須實現從「消滅黑臭水體」，到「實現Ⅲ類水」，再到「綠水青山」的提升。同時，應該根據中國水環境容量，逐步提高污水處理廠尾水的達標標準（地表Ⅴ類水或Ⅳ類水標準），以有利於濕地的再淨化，並把「雨水是資源」和防洪防旱防內澇融合到治水理念和生態技術方案之中，全面實現國家的生態安全和水質安全。

(14) 「綠水青山」理念孕育產生在浙江這塊熱土，10年的踐行也為全國的「綠水青山」建設提供了可實施和複製的經驗。為了中國的可持續發展和落實「綠水青山」的發展理念和發展模式，我們建議在全國推廣「生態+」的理念，打造「湖州踐行『綠水青山』理念先行示範市」，創立「綠水青山」發展基金，建立國家「綠水青山」指導委員會，設立各省「綠水青山」指導辦公室。

顯然，「綠水青山」理念內涵豐富，思想深刻，生動形象，意境深遠，它不僅是對中國傳統生態智慧的現代表達，也深刻地闡述了經濟發展與生態保護及利用的統一，體現了在新的發展階段中中國的發展理念和發展方式的深刻變革。「綠水青山」理念根

植於實踐，源於實踐，又指導實踐，引領實踐。我們希望謹以此書獻給未來中國的建設者，希望與他們一起共同開創中國可持續發展的明天，實現「綠水青山」的未來。

《綠水青山的國家戰略、生態技術及經濟學》編寫組

2018 年 10 月

編著者簡介



王浩

中國工程院院士，教授級高級工程師，流域水循環模擬與調控國家重點實驗室主任，中國水利水電科學研究院水資源研究所名譽所長；兼任中國可持續發展研究會理事長、全球水夥伴中國委員會副主席、中國自然資源學會副理事長。

主要學術貢獻：長期從事水文水資源研究，在流域水循環基礎理論、水資源評價與規劃方法、水資源調度與管理技術等方面取得突出成就。主編專著 30 餘部，發表論文 400 餘篇，主編國家和行業標準 4 項。獲中國圖書獎 1 次，獲聯合國全球人居環境獎 1 項，國家科學技術進步一等獎 1 項、二等獎 7 項，省部級特等、一等獎 18 項，其他科技獎勵 30 餘項；並多次獲全國「先進工作者」「全國優秀科技工作者」「全國傑出專業技術人才」等國家級榮譽稱號。



李文華

中國工程院院士，國際歐亞科學院院士；曾任中國生態學學會理事長、中國科學院地理科學與資源研究所研究員、自然與文化遺產研究中心主任等職務。率先將計算機技術應用到生物量的製圖上，開拓了我國森林生物生產力的研究，為中國森林生態的保護和利用提供了理論基礎；提出了青藏高原森林地理分佈基本規律，為青藏高原森林生態的開發和保育奠定了科學基礎；開闢了紅壤丘陵地區生態系統研究領域，領導建立了千煙洲紅壤丘陵試驗站，開展以小流域為單元的農業生態工程；系統總結了農林複合經營的理論體系，提出了我國農林複合經營應用模式，推動了「九五」「十五」中國生態農業縣的發展；率先進行中國可持續發展的研究和實踐，促進了我國生態系統服務和生態補償領域的研究，並積極參與國家和地方生態建設工作。主編專著 20 餘部，發表研究論文 200 餘篇；主編有關資源、生態建設與環境保護、農業文化遺產等系列叢書 40 多卷。曾先後獲得 20 餘項國家和省部委獎勵，在國內外獲得多項榮譽稱號，被國務院授予「為科學事業做出突出貢獻的科學家」稱號。



李百煉

美國人類生態研究院院士 (IHE Fellow)，美國科學促進會院士 (AAAS Fellow)，美國加利福尼亞大學生態學終身教授，俄羅斯科學院外籍院士；任國際生態與可持續發展研究中心主任，世界生態高峰理事會主席，美國農業部—中國科技部農業生態與可持續發展聯合研究中心共同主任等。致力於世界生態環境科研 30 餘年，創建了生態複雜性這一全新的生態學分支學科，是國際公認的從事理論生態學和生態複雜性建模的權威。《生態複雜性》(*Ecological Complexity*) 創刊主編，《乾旱區科學》(*Journal of Arid Land*) 雜誌聯合創刊主編。在包括《自然》雜誌 (*Nature*)、《科學》雜誌 (*Science*)、《美國科學院院報》(*PNAS*) 等國際權威性學術刊物發表了 230 多篇論文，並主編了 5 本學術著作。獲 2015 普利高津金獎 (Prigogine Gold Medal，該獎每年只表彰 1 位對世界生態學做出卓越貢獻的科學家，他是全球第 12 位獲獎人)。



呂永龍

發展中國家科學院院士，國家有突出貢獻中青年專家；國際環境問題科學委員會 (SCOPE) 前主席，世界自然保護聯盟 (IUCN) 科學顧問，聯合國環境規劃署 (UNEP) 國際專家組 (IRP) 成員，中國生態學會副理事長，中國科技大學兼職教授等。

《科學》(*Science*) 子刊《科學進展》(*Science Advances*) 副主編，國際期刊《生態系統健康與可持續性》(*Ecosystem Health and Sustainability*) 創刊主編，創建國際期刊《環境發展：SCOPE 跨學科雜誌》(*Environmental Development: Transdisciplinary Journal of SCOPE*) 並任副主編，《生態學報》責任副主編。長期從事城市與區域可持續發展的生態學和新型污染物的區域生態效應與環境管理對策研究。在《科學》雜誌、《自然》雜誌等核心刊物上發表論文 260 多篇，主編中英文專著 16 部。獲中國科學院科技進步二、三等獎、中國科學院優秀導師獎、國家科技進步二等獎、SCOPE 傑出成就獎、綠色設計國際貢獻獎等多項榮譽。



伍業鋼

北京博大生態城市規劃設計院院長，國際生態城市建設理事會秘書長，聯合國「未來地球計劃」中國委員會委員，中國科協第八屆全國委員和海智專家。國際期刊《生態過程》(*Ecological Processes*) 創刊執行主編(2011—2016)。30 餘年來，主導和參與了美國三大流域生態修復和三大國家公園的科學研究、數據分析、模擬模型、規劃設計、工程可研、修復管理等工作；開創地理信息系統(GIS)在生態學空間數據分析和模擬的應用；近年來，參與和指導了中國一百多個城市的礦山、濕地、水系、海綿城市、特色小鎮、美麗鄉村等方面的生態規劃或修復治理。發表中英文論著多部、論文 60 餘篇，參與主編《現代生態學》《大壩對生態和環境的影響》《生態複雜性與生態學未來之展望》《生態學未來之展望：挑戰、對策、戰略》《海綿城市設計：理念、技術、案例》《生態城市設計：中國新型城鎮化的生態學解讀》等論著。



嚴晉躍

歐洲科學與藝術院院士，任瑞典皇家理工學院和梅拉達倫大學教授、未來能源中心主任，國際應用能源技術創新研究院院長，國家「千人計劃」特聘專家，教育部「長江學者」特聘教授等。長期在可再生能源技術與低碳技術、能源系統集成與優化、碳捕集利用與封存和碳貿易、先進發電技術與相變儲能、能源高效利用等領域中進行研究。國際能源期刊《應用能源》(*Applied Energy*) 主編，《能源持續》(*Energy Procedia*) 顧問主編。在《科學》雜誌、《自然氣候變化》雜誌(*Nature Climate Change*) 等權威學術刊物上發表論文 300 餘篇，主編權威工具書《清潔能源系統手冊》(6 卷, *Handbook of Clean Energy Systems*)。獲聯合國環境規劃署支持的可持續城市與人居環境獎等榮譽。



侯立安

中國工程院院士，環境工程專家，工學博士，教授，博士生導師，現任火箭軍後勤科學技術研究所所長，兼任中央聯繫專家，教育部高等學校環境科學與工程類專業教學指導委員會副主任委員，中國環境科學學會顧問等。長期致力於環境科學與工程領域的基礎研究，從事工程設計和技術管理工作；在飲用水安全保障、分散點源生活污水處理和人居環境空氣淨化等方面，率先提出並成功研發了具有自主知識產權的水處理及空氣淨化技術和系列裝備，取得多項突破性成果和富有創造性的成就。主編專著 5 部，編寫國家軍用標準 5 項，發表學術論文 300 餘篇。獲國家科技進步獎 6 項，軍隊、省部級科技進步獎和教學成果獎 26 項，國家專利 31 項；榮立一等功 1 次、三等功 4 次；曾獲中國科協「求是」傑出青年獎、全軍首屆傑出專業技術人才獎、全國科普工作先進工作者和全國優秀科技工作者。



俞孔堅

美國藝術與科學院院士，美國哈佛大學設計學博士，意大利羅馬大學名譽博士，教育部「長江學者」特聘教授，國家「千人計劃」特聘專家，北京土人城市規劃設計有限公司首席設計師，創辦北京大學景觀設計學研究院和北京大學建築與景觀設計學院。長期致力於通過生態途徑進行城鄉規劃設計的科研和工程實踐，系統發展和實踐了基於生態安全和承載力的逆向規劃途徑，探索通過構建生態基礎設施來綜合解決城市內澇、水資源流失、水土污染、棲息地喪失及城市綠地使用等問題。主編專著 15 部。在 10 多個國家和中國 200 多個城市進行生態設計實踐，其主持設計的工程以生態性和文化性贏得國際聲譽，曾獲 28 項國際重要獎項。



傅伯傑

中國科學院院士，發展中國家科學院院士，英國愛丁堡皇家學會外籍院士，中國科學院生態環境研究中心研究員、學術委員會主任，兼任中國科學院地學部主任，國際生態學會副主席，中國地理學會理事長等。主要從事自然地理學和景觀生態學研究，在土地利用結構與生態過程、景觀生態學和生態系統服務等方面取得了系統性創新成果。發表論文 400 餘篇，其中在《科學》雜誌、《自然地球科學》雜誌 (*Nature Geoscience*)、《自然氣候變化》雜誌等 SCI 收錄刊物發表論文 230 餘篇，主編專著 12 部。獲國家自然科學二等獎、國家科技進步二等獎、中國科學院傑出科技成就獎和國際景觀生態學會傑出貢獻獎等多個獎項。

目錄

1	綠水青山的國家戰略與水生態治理技術	001
1.1	綠水青山的國家戰略	002
1.2	綠水青山的水生態治理技術	006
1.2.1	水是生態系統的控制性要素	007
1.2.2	治水實踐的科學思辨	008
1.2.3	治水理念指引與生態流域	010
1.2.4	科技創新引領生態流域建設	015
1.3	政府和科學家對「綠水青山」的責任	017
1.3.1	政府對「綠水青山」的責任	017
1.3.2	科學家對「綠水青山」的責任	017
1.4	對浙江省「五水共治」的認識與建議	018
2	論綠水青山的生態保育與生態發展戰略	023
2.1	全球生態環境的問題	024
2.2	生態科學發展的里程及生態問題的反思	027
2.2.1	生態科學發展的里程	027
2.2.2	生態問題的反思	027
2.2.3	我國的生態問題	028
2.3	中國生態治理的措施及戰略	029
2.3.1	生物多樣性的保護	029
2.3.2	退化生態系統恢復	030
2.3.3	生態系統管理	031
2.3.4	全球變化的適應與應對	032
2.3.5	區域可持續發展	032
2.4	進一步發揮生態系統服務功能	033
2.4.1	理念創新	033
2.4.2	技術創新	035
2.4.3	制度創新	036

3 綠水青山的國家戰略與未來能源系統的關係041

3.1 能源系統的轉型 042

3.1.1 全球能源系統的變化 042

3.1.2 能源系統轉變的驅動因素 044

3.1.3 瑞典解決發展與排放問題的經驗 048

3.1.4 瑞典生態城案例研究 050

3.2 未來清潔能源系統 052

3.2.1 實現能源系統的新維度 053

3.2.2 智慧能源系統 055

3.2.3 智能分佈式能源系統 056

3.3 未來能源系統的展望 059

4 「綠水青山」理念引領水安全保障技術的創新發展 063

4.1 政策背景 064

4.2 我國水安全概況 064

4.2.1 保障水安全是基本的民生問題 064

4.2.2 對水安全的認識不斷深化 065

4.2.3 水資源利用效率逐年提高 066

4.2.4 初步構建了飲用水安全保障技術體系 067

4.3 我國水安全面臨的挑戰..... 068

4.3.1 水資源約束趨緊 068

4.3.2 水質自然本底條件較差 069

4.3.3 水污染嚴重 070

4.3.4 城市黑臭水體問題突出 070

4.3.5 水生生態功能退化 071

4.3.6 淨水技術有待提高 074

4.4	「綠水青山」理念引領水安全保障技術創新發展	075
4.4.1	踐行「綠水青山」理念，推進創新發展	075
4.4.2	統籌規劃，推動水環境長效治理的創新機制	076
4.4.3	綜合治理黑臭水體的創新技術路線	077
4.4.4	進一步完善飲用水相關法律及標準	077
4.4.5	健全生態補償機制和完善激勵政策	078
4.4.6	開源節流，保障水資源量足充盈	079
4.4.7	污染防控，確保源潔流清	081
4.5	聚焦前沿，創新水安全保障技術	082
4.5.1	面向未來建設深度處理水廠及保障飲用水安全	082
4.5.2	建立突發水污染事件應急保障體系	084
4.5.3	提高水體非常規污染物的處理能力	084
4.5.4	強化膜分離機理研究	084
4.5.5	深化納米技術適用性研究	085
5	美麗鄉村建設	087
5.1	美麗鄉村概念	088
5.1.1	綠水青山與美麗鄉村	088
5.1.2	美麗鄉村建設發展歷程	088
5.2	美麗鄉村發展理念	089
5.2.1	中國發展模式 2.0 版	089
5.2.2	浙江湖州「生態+」	090
5.3	美麗鄉村是一個複合生態系統	091
5.3.1	複合生態系統概念	091
5.3.2	山、水、林、田、湖的複合生態系統：萍鄉市麻山生態新區規劃	091
5.3.3	美麗鄉村與傳統民居改造	097

5.4	美麗鄉村建設的生態技術與商業模式	102
5.4.1	浙江溫州三垟濕地	102
5.4.2	北京房山區琉璃河濕地	103
5.4.3	海南文昌凌村河	105
5.4.4	山東青島膠州灣濕地規劃	106
6	綠水青山與綠色發展和生態城市建設路徑	109
6.1	為甚麼我們要選擇綠色發展和生態文明之路？	110
6.2	發展路徑的選擇問題	113
6.3	城鄉的融合與生態現代化	119
6.4	資源城市轉型	122
7	綠水青山與「生態中國和美麗中國」建設	125
7.1	「綠水青山就是金山銀山」	126
7.2	「美麗中國建設」與「生態建設」	126
7.3	策略一：「反規劃」建立生態基礎設施，即海綿城市的基礎設施，綜合解決問題	128
7.4	策略二：新美學，大腳美學，大自然美學，景觀生態系統美學	129
7.4.1	與洪水為友：金華燕尾洲公園	129
7.4.2	回歸生產：瀋陽建築大學	130
7.4.3	珍惜足下文化與遺產，循環再生——中山岐江公園	131
7.4.4	最少干預：秦皇島湯河紅飄帶	132
7.4.5	讓自然做工：天津橋園	132
7.4.6	綠色海綿營造水彈性城市：哈爾濱群力國家濕地公園	133
7.4.7	景觀作為生命系統：上海後灘公園	134
7.4.8	集成案例一：遷安三里河 11 千米城市河流綜合治理	135
7.4.9	集成案例二：六盤水明湖濕地——海綿系統綜合解決生態環境問題	135
7.4.10	集成案例三：三亞的城市雙修	136
7.4.11	集成案例四：浙江浦江縣浦陽江	138

7.4.12 生態城市從家做起：低碳之家	139
7.5 結語	139
8 建設綠水青山的生態技術	141
8.1 為甚麼是以水動力為基礎、以水質（地表Ⅲ類水）為目標.....	142
8.1.1 水動力的力量	142
8.1.2 水質的階段性目標	143
8.2 水生生態治理工程技術措施	144
8.2.1 河床三維坑塘水系系統	144
8.2.2 濕地島嶼的空間格局	146
8.2.3 效仿自然的跌水堰沉澱及曝氧	148
8.2.4 生態駁岸及三道防線的設計	149
8.2.5 土壤微生物、沉水植物、挺水植物、浮水植物系統的構建	150
8.2.6 原位微生物激活素的投放	151
8.3 綠水青山先行示範小鎮：湖北荊門愛飛客生態小鎮綠水青山生態工程設計	154
8.3.1 項目簡介	154
8.3.2 目標與理念	155
8.3.3 生態策略及技術建議	155
8.4 綠水青山先行示範區：眉山市東坡區聖壽片區傳統民居聚落片區改造.....	159
8.4.1 項目介紹	159
8.4.2 目標與理念	160
8.4.3 生態建設技術措施	160
9 論綠水青山與可持續發展	165
9.1 人類面臨的問題	166
9.2 基於生態系統彈性（Ecosystem Resilience）的生態環境認知	172
9.3 「綠水青山」的可持續發展理念	174
9.4 「綠水青山」可持續發展的實踐	177

10 綠水青山的生態系統服務價值與功能	181
10.1 生態系統服務	182
10.1.1 生態系統服務的概念	182
10.1.2 國際熱點與前沿	183
10.2 生態文明	185
10.2.1 生態文明闡述	185
10.2.2 發展階段	186
10.3 我國生態文明建設面臨挑戰	187
10.3.1 我國生態面臨問題	187
10.3.2 生態系統管理滯後	189
10.3.3 生態服務功能格局與變化	191
10.4 城鎮生態系統特徵與變化	197
10.4.1 長三角生態服務格局變化	198
10.4.2 快速城鎮化過程及其特點	198
10.5 構建生態系統服務和生態安全格局	202
 11 打造綠水青山的商業模式	 205
11.1 「綠水青山就是金山銀山」是經濟發展的理念	206
11.2 「綠水青山」提升城市的土地價值	207
11.2.1 重慶市大渡口區伏牛溪濕地公園及體育公園策劃	207
11.2.2 重慶市大渡口區伏牛溪濕地公園及體育公園建設經濟分析	210
11.3 「綠水青山」提升城市的品質	214
11.3.1 溫州市三垌濕地概念性規劃	215
11.3.2 溫州市三垌濕地建設經濟分析	215

11.4	「綠水青山」打造與城市建設的融合.....	216
11.4.1	北京房山區琉璃河濕地公園設計方案.....	216
11.4.2	北京房山區琉璃河濕地公園投融資方案.....	217
11.5	「綠水青山」的生態可持續性與經濟可持續性.....	222
11.5.1	愛飛客生態小鎮的「綠水青山」設計方案.....	223
11.5.2	愛飛客生態小鎮的「綠水青山」建設工程實施方案.....	225
11.6	結語.....	226
12	綠水青山的經濟學.....	227
12.1	為甚麼綠水青山就是金山銀山？.....	228
12.2	綠水青山的經濟學原理.....	230
12.2.1	自然資本.....	230
12.2.2	生態補償.....	231
12.2.3	綠色 GDP.....	232
12.3	綠水青山如何成為金山銀山？.....	233
12.4	綠水青山與綠色發展.....	237
13	「綠水青山」與「五水共治」的實踐經驗.....	241
13.1	浙江省「綠水青山」的實踐經驗.....	242
13.1.1	浙江省生態文明建設的主要做法.....	243
13.1.2	浙江省生態文明建設的主要經驗與存在問題.....	249
13.1.3	浙江省生態文明建設下一階段建設重點工作.....	250
13.2	浙江省「五水共治」的工作情況.....	252
13.2.1	主要做法.....	252
13.2.2	主要成效.....	257
13.2.3	浙江「五水共治」的思考.....	261

14 湖州建設「綠水青山就是金山銀山」先行區..... 263

14.1 湖州的生態文明建設..... 265

14.1.1 湖州是習近平總書記「兩山」重要思想的誕生地 265

14.1.2 湖州是中國美麗鄉村的發源地 266

14.1.3 湖州是「生態+」綠色發展的先行地 266

14.1.4 湖州是太湖流域的生態涵養地 267

14.1.5 湖州是全國首個地市生態文明先行示範區 267

14.2 湖州生態文明建設的做法和成效..... 267

14.2.1 走出了城鄉一體的新路子 268

14.2.2 探索了綠色發展的新模式 268

14.2.3 構建了「三位一體」的新體系 271

14.2.4 打造了生態環境的新優勢 271

14.2.5 營造了全民參與的新氛圍 272

14.3 湖州生態文明建設的下一步安排..... 273

14.3.1 系統謀劃整體推進，做好戰略部署..... 273

14.3.2 打通「兩山」轉化的有效路徑，抓好綠色發展 273

14.3.3 提升生態產品供給水平和保障能力，建好「綠水青山」 273

14.3.4 創新生態價值實現的體制機制，加強制度保障 274

14.3.5 打造綠色惠民共建共享品牌，促進全民參與 274

綠水青山的國家戰略 與水生態治理技術

王 浩

2005 年 8 月 15 日，時任浙江省委書記的習近平在湖州市安吉縣餘村首次闡釋了「綠水青山就是金山銀山」的重要思想。經過十餘年的理論實踐，「綠水青山就是金山銀山」這一科學論斷，成為樹立生態文明觀、引領中國走向綠色發展之路的理論之基。要實現「綠水青山就是金山銀山」這一美好藍圖，當前最緊迫的工作就是要構建並嚴格執行好「三大紅線」，這「三大紅線」分別是生態功能保障的基線、環境質量安全的底線和自然資源利用的上限。堅持保護優先、自然恢復為主的方針，深入實施山水林田湖一體化生態保護和修復，牢築國家生態安全屏障。

1.1 綠水青山的國家戰略

首先，我們理解一個問題：為甚麼說「綠水青山就是金山銀山」。

2017年5月26日，習近平在中央政治局第四十一次集體學習時的講話中指出：人與自然是一種共生關係，對自然的傷害最終會傷及人類自身。只有尊重自然規律，才能有效防止在開發利用自然上走彎路……推動形成綠色發展方式和生活方式，是發展觀的一場深刻革命，這就要堅持和貫徹新發展理念，正確處理經濟發展與生態環境保護的關係……讓良好的生態環境成為人民生活的增長點、成為經濟社會持續健康發展的支撐點、成為展現我國良好形象的發力點，讓中華大地天更藍、山更綠、水更清、環境更優美。

「綠水青山就是金山銀山」是習近平對科學發展觀、可持續發展理念的進一步解讀，是對綠色生產方式和生活方式的形象化表達，是對生態環境保護和經濟社會發展辯證關係的高度凝練和概括，其內涵極為豐富。首先，它回答了我們需要甚麼樣的發展觀，這是如何處理人與自然關係的根本問題；第二，它指明了未來發展和努力的方向，即把生態文明建設擺在突出位置，努力實現經濟社會發展和生態環境保護協同共進；第三，在行動上，它提供了破解我國當前及未來一段相當長的時期內一切發展問題、資源環境問題的途徑。

生態環境保護與經濟發展並不矛盾，只要在經濟發展方式轉變、環境污染綜合治理、生態保護修復、資源集約利用、生態文明制度建設、綠色消費等方面下大力氣，做好工作，就能夠實現綠水青山就是金山銀山（圖 1.1）。



圖 1.1 浙江省湖州市餘村樹立起「綠水青山就是金山銀山」的石碑

那麼，「綠水青山就是金山銀山」為甚麼會成為國家戰略，來指導中國接下來的國家建設和發展？

我國當前面臨的生態退化、環境污染、資源利用等問題嚴峻，生態文明建設的任務依然繁重艱巨。這可以從幾個方面數據體現出來，一是坡面生態退化直接影響了經濟社會發展，全國水土流失面積佔陸域國土面積的 31%，每年流失土壤總量達到 50 億噸，流失土壤養分相當於 4000 萬噸標準化肥，因水土流失導致土地生產力下降的耕地超過 3 億畝，可利用天然草原 90% 存在不同程度退化，其中明顯退化的接近 50%。二是污染物排放總量遠高於環境容量，全國 32% 的河流和 11% 的湖泊污染物入河總量超出水功能區的納污能力，造成全國 33% 的河流長度、55% 的湖泊面積、70% 的地下水監測井水質劣於 III 類，地表水、地下水飲用水源地不達標率仍有 10.8% 和 13%，對人民群眾飲水安全造成巨大影響。三是資源開發利用超出其承載力，以水資源為例，我國海河、黃河、遼河流域水資源開發利用率已分別達到 106%、82% 和 76%，北方平原區地下水平均開發利用率達 85%，其中河北、天津、河南、山西超過 100%，全國 23 個省區存在地下水超採，超採區面積達 30 萬平方千米，平均每年超採地下水 170 億立方米，造成地面沉降、地面塌陷、海水入侵、土地荒漠化等一系列問題，嚴重影響了人民群眾正常生產和生活（圖 1.2）。四是在此背景和形勢下資源利用方式仍然粗放，單位國內生產總值能耗是世界平均水平的 2 倍多，水資源產出率僅為世界平均水平的 62%，人均城鎮工礦用地 149 平方米，人均村莊用地 317 平方米，遠超國



圖 1.2 2011 年鄱陽湖乾旱見底

家標準上限。

綠色發展不僅是發展觀的一場深刻革命，也是生產方式、經濟增長模式的深刻變革，它的影響將會滲透至社會生活的各個層面，因此需要一個長期的過程。正是因為任務的複雜性、長期性和艱巨性，所以必須將其上升為國家戰略，從全局出發，統籌安排，協同推進。

「綠水青山就是金山銀山」成為國家戰略，將對中國的水資源保護、水環境治理產生怎樣的影響呢？

前文提到了，以「綠水青山就是金山銀山」為代表的綠色發展理念、綠色發展方式、綠色生活方式，將對中國未來發展產生極為深遠的影響，這將是一場深刻的社會變革。對中國的水資源保護、水環境治理而言，其影響體現為：

第一，水資源保護、水環境治理從傳統的部門工作上升為全社會共同參與、多部門通力合作的國家意志，在國家宏觀調控中的地位與作用更加突出。目前在全國全面推行的「河長制」，就是一個很好的例子。

第二，從被動治理轉變為主動應對。中國近年來高度重視水資源問題的合理應對和安全保障體系的建設，制定了國家水資源安全保障戰略：水資源合理配置與安全供給、節水型社會建設、水生態環境保護與修復、水資源應急風險管理。國家明確提出了要實行最嚴格的水資源管理制度：用水總量控制制度、用水效率控制制度、水功能區限制納污制度、管理責任與考核制度。同時，國家制定了三條考核水資源管理的紅線：水資源開發控制紅線、用水效率控制紅線、入河湖排污總量控制紅線。這三條紅線針對水資源的三大問題——水資源的過度開發、缺水和浪費並存、水體與環境污染，對應水資源開發利用的三大環節——取水環節，用水環節，排水環節，涉及水資源管理的三大領域——水資源配置、水資源節約、水資源保護。這是最嚴格的水資源管理制度體系構架，包括目標體系、制度體系、考核體系，也包括保障和支撐體系。而習近平提出的「綠水青山就是金山銀山」的科學論斷為中國水資源的科學管理和利用提出了新的方向和理念，極大地豐富了中國水資源管理制度體系的內涵。

總之，可以比較樂觀地說，「綠水青山就是金山銀山」成為國家戰略，將加速實現從政府到全社會的理念轉變，促進中國的水資源保護、水環境治理工作向縱深發展（圖1.3）。



圖 1.3 湖州安吉竹海

「綠水青山就是金山銀山」理論成為國家戰略，將明確而堅定地指導中國未來幾十年甚至數百年的國家發展和建設。根據中國現如今的國情，怎樣才能更好地實現「綠水青山就是金山銀山」這一美好藍圖呢？

要實現「綠水青山就是金山銀山」這一美好藍圖，當前最緊迫的工作就是要構建並嚴格執行好「三大紅線」，這「三大紅線」分別是生態功能保障的基線、環境質量安全的底線和自然資源利用的上限。

構建生態功能保障的基線，就是要堅持保護優先、自然恢復為主的方針，深入實施山水林田湖一體化生態保護和修復，重點實施青藏高原、黃土高原、祁連山脈、大小興安嶺、京津冀水源涵養區、雲貴高原等關係國家生態安全格局的生態修復工程，牢築國家生態安全屏障，推進天然林保護、退耕還林還草、濕地保護恢復等重大生態工程，加強城市綠化和綠色基礎設施建設。

構建環境質量安全的底線，就是要以大氣、水、土壤污染等突出問題為重點，全面深化京津冀及周邊地區、長三角、珠三角等重點區域大氣污染聯防聯控；全面推行河長制，逐步消滅城市黑臭水體，嚴格控制七大重點流域常規與突發水環境風險，建立從水源到水龍頭的全過程水質監管體系；推動化肥、農藥使用量零增長，着力解決農產品質量和人居環境健康兩大土壤污染突出問題。

構建自然資源利用的上限，就是要實行最嚴格的水資源管理和耕地保護制度，強化能源、水資源、建設用地的總量和強度雙控制度，加快自然資源及其產品價格改革，完善資源有償使用制度，健全自然資源資產管理體制，通過強化資源利用管理，倒逼經濟發展方式轉變。

1.2 綠水青山的水生態治理技術

近些年來，隨着國家生態文明建設的迫切需要和科技體制的全面改革，通過自主創新、集成創新與引進消化吸收再創新相結合，生態環境保護修復的各類技術可以說層出不窮，並且日新月異。比較有代表性的包括以下幾類技術：一是針對坡面山體的生態清潔小流域建設技術，通過構建生態修復、生態治理、生態保護三道防線，形成生態空間健康穩定、生活空間宜居適度、生產空間集約高效的生態清潔小流域，切實發揮山區水源涵養與水質保護功能（圖 1.4）；二是各行業的清潔生產和節水減排技術，包括農業的「水—肥—藥」一體化調控、各主要工業產業的源頭減排技術等；三是高效的分佈式生態型污水處理技術，目前我國大型污水處理廠（處理水量超過 10 萬立方米 / 日）數量比例在 10% 左右，遠高於發達國家（如德國僅佔 3.5%），而通過建設高效的分佈式生態型污水處理設施，出水水質能達到准IV類水，佔地僅為傳統污水處理廠的 1/10，且無臭氣，無噪聲，可與社區零距離接觸，並有效降低廢污水長距離運輸能耗，減少管網系統建設與運行投資，適應性和靈活性強，值得大力推廣；四是末端水體的原位生態修復技術，通過選擇性激活水體中原有的能高效降解污染物的土著微生物，促進有益微生物的快速生長，並建立起「污染物—有益微生物—浮游動植物—小魚小蝦—大魚」的完整食物鏈，在降解水體內污染物的同時形成良性健康的水生態系統，提高水體透明度，清理淤積底泥，配合相應的源頭減排和過程阻斷技術，形成完整的水污染防治和「綠水青山」保護治理技術體系。



圖 1.4 京津冀水源涵養區

我個人是做水文水資源研究的，從我的專業來看，要正確理解「綠水青山就是金山銀山」，就得從全流域的視角進行解讀。根據水體的賦存狀態和匯流特徵，一個完整的流域可以分為三大類型區域，分別是作為主要水源涵養區的山地產水區、作為主要用水區域的山前平原耗散區、河流湖泊等水體匯集區。要保護好綠水青山，並做到「綠水青山就是金山銀山」，就需要分別把這三個區域的工作做好，並做好相互之間的銜接。

其中，青山重在保護，需要劃定生態保護紅線，禁止和限制人類活動影響，倡導和實行水土保持、水源涵養、綠色礦山與修復、生態種養等技術。人類活動的耗散區，則形成依附於自然水循環的「取—供—用—排—處理—回用」社會水循環過程，其重點在於建立水資源開發利用三條紅線，嚴控取用水總量和污染物排放總量，建立水資源承載能力監測預警機制，在此邊界條件下不斷優化水資源配置，開展節水減污型社會建設，形成綠色生產生活方式。而在河湖等水資源的匯集區，則一方面需要開展河湖藍線的劃定和灘地、岸線等水域空間管控及生物棲息地保護，另一方面需要加強水利工程生態化建設和調度運行，強化河湖生態流量（水位）保護以及地下水水量水位雙控，營造健康穩定的水生態系統。

1.2.1 水是生態系統的控制性要素

水是地球環境系統的基本構成要素，和氣溫、光照並列為三大非生物環境因子。水是影響生態系統平衡與演化的控制性因子，水分的狀況決定着陸生生態系統的基本類型。水是水生生態系統的基本組成，其理化性質、動力條件決定着水生生態系統的狀況。

水是生態系統的控制性要素，體現在兩個方面。首先，水是影響生態系統平衡與演化的控制性因子，水分的狀況決定陸生生態系統的基本類型。陸生生態從大類上分有四類，分別是濕地、森林、草原和荒漠（圖 1.5—圖 1.8），這四種格局基本的控制性要素就是水，水最多的時候表現為濕地的格局，濕地的水分少了退化為森林生態系統，森林生態系統的水分再減少退化為草原生態系統，草原生態系統的水分再減少退化為荒漠生態系統，反之亦然。荒漠生態系統隨着水分的逐漸增多，可以不斷演化淨化。其次，水是生態系統與文明的關鍵性因子，水的演變是生態演變及社會發展的重要驅動力，水是生態文明建設的重要組成部分。隨着人類活動影響的加深，自然水循環與社會水循環在循環通量上此消彼長，在循環過程上深度耦合，在循環功能上競爭融合，

逐漸導致流域水循環內的各種失衡，產生了洪澇災害、河流斷流、黑臭水體、生態退化等一系列的水問題。例如，中國的石羊河流域從水生濕地生態系統逐漸轉變為荒漠生態系統，中亞的鹹海由於過度取水導致徑流來源截斷、河流堰塞及污染，昔日世界第四大湖即將消亡。而隨着水生生態系統消亡，人類社會和文明必將衰退或崩潰。



圖 1.5 濕地生態系統



圖 1.6 森林生態系統



圖 1.7 草原生態系統



圖 1.8 荒漠生態系統

1.2.2 治水實踐的科學思辨

1) 全球水問題的發展歷程

隨着人類的出現，人類文明先後經歷了漁獵文明、遊牧文明、農業文明等多個發展階段，當前處在工業和城市文明階段；工業文明正在從灰色文明向綠色文明過渡，將來定將向藍色文明階段發展。在農業文明初期及之前階段，人類「逐水而居」，對水循環和生態的影響十分有限，水循環過程整體表現為天然水循環過程，水生態和水環境過程呈現出天然演替與演變狀態，生態良好，水質優良。

隨着以灌溉為代表的現代農業文明的發展，水循環過程由天然一元水循環過程向「自然—人工」二元水循環過程過渡。隨着人類社會的快速發展，天然水循環通量與社

會水循環通量此消彼長，過程上深度耦合，功能上競爭融合。尤其是進入到工業和城市文明階段以來，人類水土資源開發活動在一定程度上擠佔了生態需水和生態用地，水生態退化問題凸顯。

伴隨着水土資源的開發，污染物得以產生和遷移轉化，並在水體中富集；部分水體超出其自淨能力，水污染問題日漸嚴峻。我國現階段出現的水污染問題，集中了歐美髮達國家在過去百年工業化進程中不同階段出現的全部水污染問題，治理任重道遠。

與此同時，伴隨着化石能源等能源的消耗，溫室氣體集中向大氣排放，氣候系統能量富集，水熱特性發生改變，穩定性下降，原有自然變化節律被改變，一致性被打破，極端事件發生頻率提高，水資源時空分佈等自然屬性及可控性等特徵發生根本性變化。

人類過去面臨的水問題，主要是供水不足、洪澇災害以及水土流失河道淤積的問題。而現在的水問題，一方面是規模過大，資源有限，用水效率不高，體現為水資源短缺的問題；另一方面是水污染嚴重、河流黑臭的問題；第三是生態退化的問題，表現為生態水擠佔及棲息地破壞。過去對傳統水問題的解決方案是單純依照自然水循環過程進行調控，而對現代的水循環來說，主要是對社會水循環調控，單純地調控自然水循環已經顯得力不從心。

2) 產生水問題的根本癥結

那麼產生水問題的根本癥結是甚麼？水問題不論其表現形式如何，都可歸結為流域水循環分項或伴生過程導致的失衡問題。以增溫為背景的氣候變化和以競爭性用水、用地為特徵的人類活動影響，水循環及其伴生過程中的多向反饋作用發生了顯著變化，是水資源、水環境與水生態問題形成演化的共同根源。隨着人類活動影響的加深，自然與社會水循環在循環通量上此消彼長，在循環過程上深度耦合，在循環功能上競爭融合，影響着自然生態系統和經濟社會系統，產生了洪澇災害、河道斷流、黑臭水體、生態退化等一系列水問題。

3) 治水實踐的科學思辨

當前水問題治理，存在兩大突出問題。

首先是末端治理，又表現為空間上的末端治理和時間上的末端治理。像當前的洪澇防控，集中在位於產匯流末端的河道和平原低窪地區開展，且重點採用的是工程防控形式，未能從流域產匯流全過程的角度進行層層調控。當前的水污染防治，集中在

位於社會水循環末端的排水環節，且重點採用的是「以能量攻擊能量」的形式，未能從用耗水過程這一真正源頭進行減排，亦未在用耗水工藝過程進行層層攔截。上述兩類治理模式就是典型的空間末端治理。空間上的末端治理模式加重了處理單元的壓力，風險難以得到有效控制或疏解，並加大了系統的外部不經濟性。

其次是過程分離。完整的水循環過程包括「大氣—地表—土壤—地下」等垂向過程、「坡面—河道」等水平過程和「取水—輸水—用水—耗水—排水—再生處理與利用—回歸」等社會水循環過程。當前，垂向水循環過程分屬氣象、水利、農業和國土等不同部門管理；現行針對坡面調節和河道調蓄的相關技術導則，未能進行有機銜接；社會水循環過程的管理權限更是分散在多個部門，且存在重複管理。在流域層面，上下游、左右岸往往進行分離式的水問題治理，步調不一，未能充分遵循流域水循環的完整性。與此同時，將水循環過程、水生態過程、水化學過程和水沙過程進行分離式管理，未能充分融合多過程間的多向反饋作用機制，也忽略了水循環是主循環和主驅動的客觀事實，導致相關應對措施缺乏長效性。

1.2.3 治水理念指引與生態流域

我們認為引領治水實踐有四大理念。首先是「兩山」理論、綠色發展的理念，然後是生態文明的理念、以人為本的理念和科學決策的理念。

1) 治水理念

(1) 「兩山」理論、綠色發展的理念

2017年5月26日，習近平總書記在中央政治局第四十一次集體學習時的講話中指出：推動形成綠色發展方式和生活方式是貫徹新發展理念的必然要求。有甚麼樣的生產方式，就有甚麼樣的水資源利用方式，有甚麼樣的產業結構，就有甚麼樣的用水結構。因此，推動形成綠色發展方式和生活方式，是發展觀的一場深刻革命，也是破解一切發展問題、資源環境問題的根本途徑！

(2) 生態文明的理念

尊重自然規律，本着生態學的基本原則，儘可能地減輕對水生態系統的干擾，全面嚴格規範人類的行為。

(3) 以人為本的理念

遵循社會學基本原理，體現人的意願，滿足人的需求，保障人的安全，以提高人民福祉為目標。

(4) 科學決策的理念

治水是一項複雜的系統性工作，必須在治理的頂層設計、規劃、佈局、技術手段、社會參與、專家知識、多學科聯合等方面，全面制定科學合理的治理方案，使治水實踐經得起時間和歷史的考驗。

2) 生態流域

(1) 概念及核心問題

生態流域建設就是以流域水循環多過程為主線，充分發揮流域對水循環的天然調節作用；規範人類水土資源開發活動，減少對自然水循環的擾動；優先佈局綠色基礎設施（林草地等）和藍色基礎設施（河流、湖泊、濕地等），優先利用土壤水庫和地下水水庫，合理佈局地表灰色基礎設施（水庫、堤防、渠系、泵站、水井等）；融合現代信息技術的新進展，實現「地表—土壤—地下」多過程、「水量—水質—泥沙—水生態」的聯合調控，最大限度地實現「去極值化」，系統解決水問題（圖 1.9）。為此，需要充分發揮流域的自然調節能力，整體提升流域的綜合調節性能，以應對水循環的「極值化」態勢；治水需建設健全流域的綜合服務功能，保育「山水林田湖」生命體功能，自然與社會相協調；多種水問題交織需進行水循環過程、水生態過程、水化學過程和水沙過

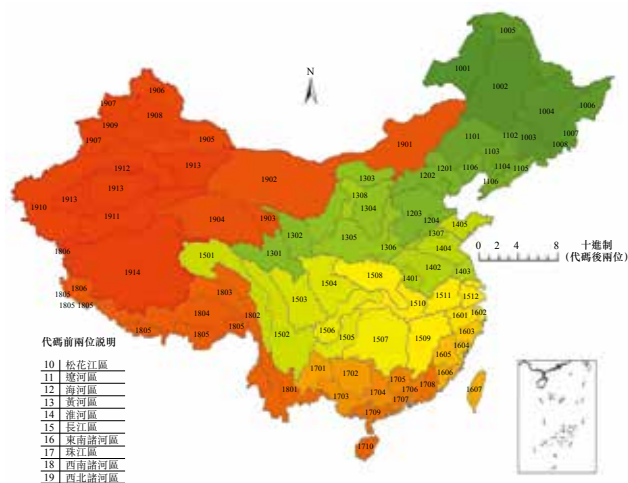


圖 1.9 中國水資源分區

圖片來源：中國水利水電科學研究院；數據來源：水利部水利水電規劃設計總院，2011

程等多過程的綜合調控。

生態流域建設的核心就是調控社會水循環過程，維持自然水循環與社會水循環的平衡，促進自然水循環和社會水循環融洽、互補。

(2) 科學內涵

水問題本質是水循環失衡，表現為洪澇、乾旱和水污染等方面的問題，生態流域建設就是要通過一系列措施實現良性水循環，使水與人類社會相適應。其科學內涵從「水量、水質、雨水利用」概括為「洪澇海綿化、黑臭清潔化、雨水資源化」三方面。

一是洪澇海綿化：洪澇的自然屬性是大量降雨徑流難以排除導致氾濫和積水，社會屬性是洪澇對生產生活產生影響而致災（圖 1.10）。因此，要減少洪澇災害影響，核心就是要坦化並延緩洪峰極值，本質是要減少由洪水蓄積而對人類帶來的損失。二是黑臭清潔化：水污染的來源主要分為農業污染、大氣乾濕沉降等面源污染和生活污水、工業污水等點源污染。我國水污染、水生態惡化現象十分嚴重，減少水污染、修復水生態是生態流域科學內涵的重要方面。三是雨水資源化：生態流域改變過去「入海為安」和「快速排乾」的觀念，將雨水視為資源，在不成災的情況下，儘可能把更多的雨水滯留在當地，補充生態環境用水和社會經濟用水。需注意，對於南北方、東西部、濱江濱海等不同類型應該區別對待，採取不同的雨水利用策略。



圖 1.10 雨季城市看海

(3) 三大耦合平衡

從生態流域的三大科學內涵出發，其根本解決出路是在流域尺度和單元尺度實現三大耦合平衡：水量下泄與分散滯流平衡（洪水平衡），污染產生與削減平衡（污水平

衡)，雨水控制與利用平衡（用水平衡）。

洪水平衡：主要針對場次洪水尺度，指洪水量與洪水氾濫量、流域立體多層次滯蓄水量、湖庫調蓄量及河道行洪量等水量之間的平衡。

污水平衡：主要指多種途徑、類型的污染物產生和累積量與多種途徑的減污和納污量相平衡。

用水平衡：主要是針對長系列降雨尺度，指生態環境和社會經濟用水量中的缺水量，能夠由雨水資源量滿足的部分與城市雨水資源化控制量相平衡。

（4）三大設計原則

生態流域的三大設計原則是：流域統籌、單元控制和系統均衡。

流域統籌原則：流域是水問題治理的基本單元，要以幹支流統籌、上下游統籌、水陸統籌、城鄉統籌、河湖統籌等為原則。

單元控制原則：將流域分解成若干小流域，形成幾十上百個單元，每個單元採用分散式生態治理模式，儘可能做到污染物的產生和削減平衡，做到每個單元守土有責，每個單元都不給下游留麻煩。實現單元控制的核心思想是「一片天對一片地」，即當地降雨，就地消納；污染平衡，系統耦合。

系統均衡原則：每個流域單元治理的條件和成本不一樣，流域治理需從經濟、社會、生態、環境、技術等方面綜合考慮，就像動車組一樣，均衡用力，使得治理的總成本最小，總效益最大。

（5）三大治理體系

流域根據土地利用類型，可以劃分為自然斑塊、農田斑塊、城市斑塊，相應地，生態流域建設分為生態保護體系、海綿田和海綿城市三大治理體系。

相對生態流域來說，海綿城市建設（圖 1.11）是「點」尺度的調控，海綿田建設是「斑塊」尺度的調控。在生態流域建設中，將充分遵循水循環「大氣—地表—土壤—地下」過程的基本規律，通過地表綠色基礎設施、灰色基礎設施、土壤水庫和地下水庫的優化配置與聯合調度，進行水循環的「去極值」（削減洪峰、以豐補枯）和多過程（減水、減沙、減污染）的協同調控。生態流域充分吸收「清潔小流域」「海綿田」和「海綿城市」建設的精髓，以流域為基本單元，進行面尺度的立體調控。



圖 1.11 海綿城市景觀

(6) 三大基本途徑

根據生態流域的三大內涵，要實現生態流域三大平衡，需要採取三類基本措施，即建設防洪排澇體系、污染控制體系和雨水利用體系，在「一片天對一片地」核心思想的指導下，貫徹和遵循系統均衡的原則，統籌安排，優化佈設。

防洪排澇體系：要實現「洪水平衡」達到「水量上削峰」的目的，可以通過增加流域立面蓄滯量、湖庫調蓄量和河道行洪量，通過「上攔、中蓄、下泄」和「源頭控制、過程調節、末端排放」等途徑來實現。

污染控制體系：水污染控污體系建設整體上應遵循「源頭減排、過程阻斷、末端治理」的總體原則。源頭減排，即採用清潔生產技術與工藝，調整產業結構與產品結構，減少污染物的產生。過程阻斷，即構築閉路循環系統，實現再生水利用、營養物質的循環利用，阻斷污染物進入水體的過程。末端治理，即污水的物理、化學與生物處理，污泥處置與物質利用，水生生態系統修復。

雨水利用體系：推進雨洪資源化利用，需建設完備的雨水利用體系（圖 1.12）。處理好雨水資源與用水需求在時間、空間、水量和水質上的匹配性，按需用水，確保安全。

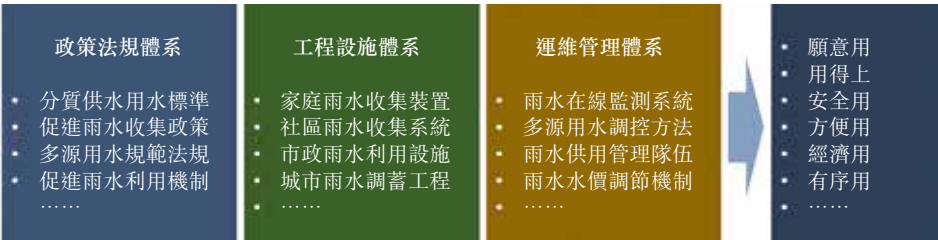


圖 1.12 城市雨水利用體系建設基本框架

(7) 八個層次目標

生態流域治理要實現八個層次的目標，即水安全、水資源、水環境、水生態、水景觀、水文化、水管理和水經濟。

實現這八個層次的目標，歸結起來就是要調整自然水循環和社會水循環二者之間的協調程度，重點是治理社會水循環。第八個國際水文十年（2013—2022 年）的主題是變化中的水循環，把調控的重點放在人的自律性發展與可持續發展上，重點調控社會水循環。調控社會水循環有兩個要點，第一要拚命節水，提高用水效率，儘可能少地從自然水循環取水，減少對自然水循環的干擾；第二是拚命治污，儘可能把用水產生的污水少向自然水循環排放。

1.2.4 科技創新引領生態流域建設

我們強調生態治水要推動形成綠色發展方式和生活方式，順應經濟發展規律和自然規律，發揮科學技術的引領作用。分佈式生態型污水處理技術、PGPR 原位生態修復技術、納米氣泡曝氣技術、污（淤）泥資源化利用技術、新型管材如粉煤灰及廢塑料資源化有效利用，這些都會對浙江的「五水共治」做出實質性的貢獻。

① 分佈式生態型污水處理技術的優勢是降低長距離運輸能耗，減少管網系統建設與運行投資，適應性和靈活性強，技術易於更新換代，生態化，總結為「四少、兩好、兩省、兩易」。「四少」即佔地少、能耗少、噪聲少、臭味少，「兩好」即出水水質好、感官好，「兩省」即投資省、運行維護費用省，「兩易」即選址落地容易、出水容易利用。

② PGPR 原位生態修復技術，是指第 3 代原位生態修復技術，利用生物激活酶，激活水體中的微生物。水體裡有幾百種微生物，具有潛在的可以降解總磷氮和 COD 的有 300 種左右，其中有幾十種降解效率更高。制備能激活這幾十種高效降解微生物的活性酶並放入培養箱中，將自然水體引入培養箱，大量激活水裡原本就有的土著微生物。

被激活的微生物在新陳代謝過程中，大量釋放氧氣，使水裡的氧氣含量從近乎為零增加到 10% 以上，浮游生物、底棲生物、魚類數量增加 20% 以上，自主重建動物系統。微生物不但能降解水中污染物，還能降解底泥厭氧菌包膜，使厭氧菌停止釋放產生黑臭的甲烷。包膜被土著微生物降解以後，底泥露出本色，或為黃壤，或為紅壤。

其中原位微生物修復技術具有三個方面的優勢：一是露出土壤顆粒，水草可以紮根，光合作用可以持續；二是露出本色顆粒後，使魚類有了產卵場所，動物系統也有了棲息地，動物系統也可持續；三是黑色包膜被降解後，底泥裡的有機物含量急劇下降，清淤工程量大量減少，相當於是生物清淤，極大降低工程清淤成本。物質不減，水裡的總磷總氮變成了顆粒態，工程清淤可以清理，總氮分解生成氧氣，一部分釋放到空氣中，一部分通過魚類帶出水體，最終使黑臭河流變清。

③ 納米氣泡曝氣技術的原理：一是納米氣泡擁有超強的氣體溶解能力，氣泡中的溶解氧濃度可達到飽和濃度以上，且氣泡衰減期長。二是在水環境治理中，納米氣泡為水體修復系統提供了高濃度的活性氧化劑，參與氧化分解反應，有效降低生化需氧量（ BOD_5 ）、重鉻酸鹽指數（ COD_{Cr} ）、氨氮、總磷和糞大腸菌群等在水體中的含量，提高了水體含氧量，同時，使有機淤泥也得到氧化和分解，從而使水體異味消除，水色得到優化，水質和透明度得到提高。

④ 污（淤）泥資源化利用技術，通過脫水設備將底泥固化，將底泥再生砌塊可以用於護坡、擋牆及路面鋪砌等。

⑤ 新型管材（圖 1.13），將固體廢棄物（粉煤灰）與有機廢棄物（廢塑料）進行有效合成，轉變成有價值的產品生產裝備和各種含粉煤灰的塑料製品，實現廢棄物的資源化有效利用，降低環境污染，極大降低產品製造成本。



圖 1.13 新型管材 —— 大口徑低壓輸水管材

生態文明是人類文明發展的一個嶄新階段，是人、自然（水、土、氣、生態等）、社會和諧發展而取得的物質與精神成果的總和。生態流域重點關注「人—水—生態」的相互關係與協同進化。生態流域建設不是回到原始狀態，而是在新的發展階段，運用

綠色發展理念和生活方式，探索創新技術，實現健康、和諧、高效的「新的生態平衡」和綠水青山（圖 1.14）。



圖 1.14 生態平衡的綠水青山

1.3 政府和科學家對「綠水青山」的責任

1.3.1 政府對「綠水青山」的責任

一是構建科學適度有序的國土空間佈局體系；二是要建立綠色循環低碳發展的產業體系；三是要構建約束和激勵並存的生態文明制度體系；四是要營造政府、企業、公眾共同參與共同治理的綠色行動體系。

1.3.2 科學家對「綠水青山」的責任

科學家在「綠水青山」國家戰略中的責任，我認為需要從其扮演的社會角色中進行探討。

首先，探索未知領域，不斷創新是科學研究的永恆主題。科技工作者應面向國家

需求，挖掘重大基礎科學問題，豐富完善基礎理論體系。以水文水資源領域為例，目前仍有許多基礎科學問題需要解決，比如如何建立與綠色發展方式、綠色生活方式相適應的全新的資源環境經濟核算體系和核算方法，在國家建立資源環境承載能力監測預警機制中如何科學確定資源環境的承載能力，發現其科學機理、研發承載確定技術等方面，都存在許多空白，因而難以對有關工作提供有力支撐。

其次，在實踐應用方面，一是要在各類政策、規劃、方案的制定過程中切實發揮好專家作用，找準問題，釐清思路，做好規劃和佈局；二是要創新資源保護、污染防治和生態修復的各類關鍵技術，提供問題的優化解決方案，並加以推廣應用，加速科技成果的轉化；三是要充分利用現代信息技術，建立完善與綠色發展方式、綠色生活方式相適應的高效完備的信息化體系，包括資源環境監測體系、預警機制、智慧流域、智慧城市等大數據平台，確保各項工作推進中有抓手、有依據，充分發揮科技支撐的引領作用。

最後，要積極履行社會責任，發揮好科普作用，增強社會公眾對資源環境保護的基本認識和相關知識。

1.4 對浙江省「五水共治」的認識與建議

1) 認識浙江省「五水共治」行動

浙江省「五水共治」把污水、洪水、澇水、供水、節水這五項統籌起來進行綜合管理，開創性探索了我國水利工作的新模式，取得了很多好經驗，對其他省市開展水利工作具有較好的借鑑價值。浙江的實踐也證明，這種治水模式是有效和成功的，使水資源管理的科學性和行政效率得到了提高，是國家有關發展戰略的具體實踐。

2) 「五水共治」的核心

浙江省「五水共治」要想取得好的效果，核心是「共」字。實際上，污水、洪水、澇水、供水、節水各方面的工作其實都有相應的部門和單位在做，但這五方面沒有足夠的統籌，沒有形成合力。

治污水的人對雨污合流、初期雨水的面污染、不考慮清潔生產的供水等問題無計

可施；防洪除澇的部門不考慮雨洪資源的合理利用，一味地排，儘快地排；節水也缺乏與供水的對接和呼應，節水與治污也經常脫節；供水方面更受水源污染、用水浪費、「跑冒滴漏」等問題的困擾。

因此，「五水共治」的精髓實際上是統籌五方面的涉水事務，大家共同做好水文章。「共」的內涵主要有如下幾方面：

一是要系統規劃綜合管理。以前防洪規劃就考慮防洪安全，供水僅考慮找清潔水源。「五水共治」的核心工作是五方面統籌起來，綜合管理，五個方面相互有明確而緊密的接口和呼應關係，而不是各自為戰，相互割裂，如防洪要考慮洪水資源化問題。

二是行業管理上要形成治水合力，不能各自為政。目前正在全面推進的河長制，就是要打破行業壁壘，在河長的帶領下，各部門各負其責，形成保護河流的行政合力。「五水共治」是實施河長制的基礎。

三是政府和社會共治。治水是一項公益性事業，政府部門在治水方面要發揮主導作用，但社會各階層都涉及其中，沒有社會各方面的積極呼應，治水難度和阻力大，治水效能會大打折扣，有時社會參與甚至關係到方案的成敗。

3) 「五水共治」政策在執行中會面臨的困難

浙江省相關部門會有更切身的體會。會存在很多困難，主要包括：

一是科學技術的支撐方面。既然「五水共治」的核心是「共」，如何體現這個「共」的精髓，真正實現綜合管理是執行面臨的技術難題。國家提出過一張藍圖、多規合一等，都是和「共」的內涵一致的。但在技術方面還存在一些障礙，比如說如何遵循水循環的規律，以水循環為主線，把治污、節水、供水等環節放在社會經濟水循環中綜合考慮，實現高效、清潔用水，這就是需要科學計算和分析的。防洪、水資源變化、除澇與城市化等也是水資源在人類影響下的自然循環過程，也需要科學分析和計算，把不利影響降到最低，同時充分挖掘有利因素。

二是行政方面的協作問題。對於水資源綜合管理我國曾做過很多嘗試，也開展了一些研究。但從實際效果來看，並不是很理想。核心問題還是涉水部門之間相互割裂，協作機制不建立。以水庫汛限水位為例，絕大多數水庫幾十年的汛限水位一個數，防洪部門遲遲不進行調整。現在的雨洪預報能力已經比幾十年前提高很多，完全可以根據氣象雨情等及時調整防洪調度方案，最大限度地利用水資源。沒有部門之間的有效

協作，「五水共治」就是空談。

另外，信息相互封閉，不能有效共享。這些管理體制和機制問題一直阻礙着我國水資源綜合管理制度的推進。

4)「綠水青山就是金山銀山」指導浙江省「五水共治」

「綠水青山就是金山銀山」是習近平總書記對科學發展觀、可持續發展理念的進一步解讀，是對綠色生產方式和生活方式的形象化表達，是對生態環境保護和經濟社會發展辯證關係的高度凝練和概括，其內涵極為豐富。首先，它回答了我們需要甚麼樣的發展觀，這是如何處理人與自然關係的根本問題。第二，它指明了未來發展和努力的方向，即把生態文明建設擺在突出位置，努力實現經濟社會發展和生態環境保護協同共進。第三，在行動上，它提供了破解我國當前及未來一段相當長的時期內一切發展問題、資源環境問題的途徑。

生態環境保護與經濟發展並不矛盾，只要在經濟發展方式轉變、環境污染綜合治理、生態保護修復、資源集約利用、生態文明制度建設、綠色消費等方面下大力氣，做好工作，就能夠實現「綠水青山就是金山銀山」。

浙江是「兩山」重要思想的發源地、誕生地。治水始終是浙江生態文明建設中的重點，雖然不同時期治水的表述方式有所不同，但治水的主線是一脈相承的。從 2002 年時任浙江省委書記的習近平同志提出綠色浙江建設，到生態浙江、美麗浙江建設，每一個階段都有不同的工作目標。需要強調的是，浙江省在生態文明建設中，不僅憑藉雄厚的經濟實力加大水治理投資，更是在生態文明制度建設、體制機制上下大力氣，進行制度創新。

從 2014 年開始實施的「五水共治」行動已經取得了顯著成效，希望未來浙江在如何將綠水青山變成金山銀山上做文章，在促進經濟轉型升級等方面積極探索，繼續成為生態文明制度創新的排頭兵。

5) 將「五水共治」這一決策落到實處，而不是空談

前面提出的科學技術、管理體制機制、信息共享、社會參與四方面都扎扎實實地做好，就能把「五水共治」落到實處。除此之外，經濟機制也很重要，即解決資金問題。「五水共治」中大部分是公益性事業，政府應統籌考慮財政問題、社會資金問題等，通過 PPP、BOT 等模式，為「五水共治」提供資金保障。

6)「五水共治」在浙江省內的不同區域或流域的差異性

「五水共治」是一個整體，全省一盤棋。浙江省在「五水共治」行動中，制定了「五水共治，治污先行」的工作思路，將全省的首要工作任務定位在「治污水」，我認為是抓住了重點、抓住了要害。但另一方面，浙江省的區域差異顯著，全省地形自西南向東北呈階梯狀傾斜，西南以山地為主，中部以丘陵為主，東北部是低平的沖積平原。區域內水網密佈，湖泊眾多，在水資源分區上跨長江流域和東南諸河兩個一級區。總體的水資源特點是：降水和河川徑流的地區分佈不均，水土資源組合很不平衡，80%的水資源分佈在山區，而經濟發達、人口集中的平原和濱海地區不到20%；降水及河川徑流的年內分配集中，年際變化大；河川源短流急，豐枯相差懸殊；水污染日趨嚴重，大部分平原河網地區的江河污染仍在發展，城市飲用水普遍受到威脅。浙江省區情不同、水情不同，工作側重點也就不同，需要因地制宜，因水制宜。比如在山區，需要加強對水源地的保護，以水源涵養為重點；在經濟發達的平原區，要以節水、治污水、防洪除澇為重點；在沿海和島嶼，要以防禦颱風、風暴潮、近岸海域生態保護、供水安全為重點等。這樣才能保證全省的工作統籌協調，共同推進，有的放矢，取得實效。

7)「五水共治」對全國的示範意義

2014年，習近平總書記提出了「節水優先、空間均衡、系統治理、兩手發力」的十六字治水方針，要求樹立系統治水的理念，用系統方法統籌治水。浙江省的「五水共治」，就是對十六字治水方針的具體實踐和行動。它打破了單一治水的傳統模式，將原本分散於各部門的職能進行整合，將具有高度關聯性的治污、防洪、除澇、供水、節水統籌協調，將原本由各個部門負責的業務化工作，提升到全社會的統一行動。這種制度創新，通過協調生產關係，激發制度活力，節約了成本，提高了效率，起到事半功倍的效果。此外，浙江省在我國水權、水市場建設方面都積極踐行，走在了全國的前列。雖然治水實踐、治水效果具有地區差異性，但是浙江「五水共治」所形成的制度體系和在市場制度方面的探索，對於全國水生態文明建設具有可借鑑、可學習、可推廣的示範意義。