

## 揚域安計劃有關文獻及其簡史

沈 怡

揚子三峽水力開發計劃簡稱「揚域安」(YVA) (註1)，在抗戰勝利前夕，曾經名聞中外，轟動一時，現雖事過境遷，但其本身的重要性依然存在，我人決不可以明日黃花視之。因為只要中國屹立于世界一日，這一計劃，遲早必將見諸實施，而且中國的工業化亦將以此為關鍵，這是作者所深信而不疑的。

上年(一九七二)我旅行到美國西岸，遇見徐懷雲徐修惠二先生他們都是當年資源委員會派往美國墾務總局(US Bureau of Reclamation) (註2)，參加揚域安計劃設計工作的人。我為此事曾和徐懷雲先生有多次長時間談話，承他供給了若干第一手資料，主要是兩本報告(註3)，本文材料大半取給於此；這是我對徐先生特別致謝的。

最近獲讀吳相湘先生「近六十年之民國史研究」一文(註4)，其中提起：「資源委員會的檔卷，更是對日抗戰前後中國工業建設的主要史料」；吳先生的話，可謂正確之至。就我所知，今日自由中國主持經濟建設和參加各項公民營企業的人，不少是當年資委會的重要技術幹部。我

以為關於抗戰前後中國工業建設的史料，除由近代史學者去研究之外，凡曾直接參加資委會工作和間接有關係的諸君，何妨各就所知，寫將出來，供他們的採擇。即如揚域安計劃，就是抗戰勝利前後該會積極推動，饒有莫大意義的一件工作。現在我想根據手頭一些重要文獻及資料，說明此一計劃的由來，或可作保留若干記錄之一助。

## 一 國父首作開發揚子三峽水力之議

開發揚子三峽水力這個構想，一般人都以為是出於世界高壩權威美國水利鉅子薩凡奇博士(Dr. John L. Savage)，再不然，在薩氏提出揚域安計劃以前，交通部揚子江水道整理委員會和全國建設委員會亦曾有合作組隊測勘揚子三峽水力之舉，那知早在民國十三年(一九二四)以前，國父孫中山先生即已討論及此。國父是從增加農業生產，而談到製造人工肥料，而談到利用水力發電，更進一步而談到開發揚子三峽水力。因為這一連串構想都包含在「民生主義」第三講，而不在「實業計劃」之中，於是大家便把它輕易忽略過了。因此我認為第一個與揚域安計劃有關的重要文獻，應當是國父在「民生主義」第三

講中的那段話。「三民主義」是人人皆讀的書，但恐一般讀者對該段文字未必注意，特節錄其大要如下：

「第二個(增加農業生產的)方法就是肥料問題。中國向來所用肥料都是人與動物的糞料和各種腐爛的植物，沒有用過化學肥料的，近來才漸漸用智利硝做肥料。……但是智利硝是由南美洲智利國運來的，成本很高，賣價很貴。

近來科學發達，發明了一種新方法，到處可以用電來造硝，所以現在各國便不靠智利運進來的天然硝，多是用電去製造人工硝。這種人工硝和天然硝的功用相同，而且成本又極便宜，所以各國樂於用這種肥料。但是電又是用什麼造成呢？普通價值極貴的電都是用蒸汽力造成的，至於近來價錢便宜的電完全是水力造成的。近來外國利用瀑布和河灘(作者按：此處所稱河灘當係險灘之謂)的水力來運用發電機，發生很大的電力，再用電力來製造人工硝。瀑布和河灘的天然力是不用費錢的，所以發生電力的價值是很

便宜。

據說揚子江上游夔峽的水力更是很大。有人考察宜昌到萬縣一帶的水力，可以發生三千餘萬匹馬力的電力。像這樣大的電力，比現在各國所發生的電力都要大得多，不但可以供給全國火車電車和各種工廠之用，並且可以用來製造大宗的肥料。又像黃河的龍門也可以發生幾千萬匹馬力的電力，由此可見中國的天然富源是很大的。如果把揚子江和黃河的水力用新方法來發生電力，大約可以發生一萬萬匹馬力。一匹馬力是等於八個強壯人的力，有一萬萬匹馬力便是有八萬萬人的力。……馬力作工每天可以作足二十四點鐘，照這樣計算，一匹馬力的工作，在一日夜之中，便可等於二十四個人的工作。如果能够利用揚子江和黃河的水力，發生一萬萬匹馬力的電力，就是有二十四萬萬個人做工。到了那個時候，無論是行駛火車、電車、製造肥料、和種種工廠的工作，都可以供給。

韓愈說：『工之家一，而用器之家六』，國家便一天窮一天。中國四萬萬人到底有多少人做工呢？中國年輕的小孩和老年人固然是不做工，就是許多年強壯的人，像收田租的地主，也是靠別人做工來養他們。所以中國人大多數都是不做工，都是分利，不是生利，所以中國便很窮。如果能够利用揚子江和黃河的水力發生一萬萬匹馬力，有了一萬萬匹馬力，就是有二十四萬萬個人力，拿這麼大的電力來替我們做工，那便有很大的生產，中國一定是可以變窮為富的。所以對於農業生產要能够改良人工，利用機器

，更用電力來製造肥料，農業生產自然是可增加。」

在上面這段講話中，國父明白指出：

- 一、揚子江上游宜昌一帶的水力，可以用來發生很大的電力。
- 二、由此發生的電力，不但可供全國火車、電車，和各種工廠之用，並且可以用來製造大宗的肥料。
- 三、利用這麼大的電力來從事生產，中國就可以全面工業化，變窮為富。

以上三點與下文即將敘述揚城安計劃的目的，完全是不謀而合，因此我說開發揚子三峽水力來實現中國工業化這一構想，發源於國父，這是鐵一般的事實，無絲毫牽強附會之處。

## 二 揚子三峽水力之首次測勘

民國十九年春（一九三〇）全國建設委員會及交通部揚子江水道整理委員會雙方議定，由兩機關合作組織揚子江水電測勘隊，經揚水會調集工程人員二十餘人，前往揚子三峽一帶實地測勘。揚水會工務處處長宋希尚，建委會電業處處長譚震，及山東建設廳技正曹瑞芝偕行。當時全國僅山東濟南一處有一所五十匹馬力的小型水力發電廠，係曹君一手經辦，揚水會及建委會為借重他的經驗，特邀與同行。測勘工作歷時三月，這是純粹由中國工程師發動的一次實地測勘，沒有任何外國技術人員參加，不可謂非創舉。他們根據實地測勘所得資料，及海關歷年水位報告，商討的結果，作了三點原則性的結論：（註5）

- 一、選定宜昌峽內黃陵廟或葛州垵兩處為最適宜築壩設廠地點，俟地質詳細探測後擇一作最後決定。
- 二、為顧及國家財力及考慮電力市場起見，

採用分期發展政策，第一期開發暫定為三十二萬瓩。

- 三、同時擬定若干國防工業及肥料廠等計劃以配合之。

揚子江水電測勘隊於完成其任務後，曾草有「長江水電計劃初步報告」（註6），由交通部與全國建設委員會同呈報國民政府，但未引起任何方面的注意，這是深可惋惜的。

## 三 美顧問建議借款開發揚子三峽水力

民國三十二年（一九四三），時值抗戰後期，我政府所聘的許多美國顧問中有一位經濟專家 G. R. Patsai，他讀到了上述國父對於開發揚子江水力那段講話以後，很感興趣，便向蔣委員長上了一個條陳（註7），全文頗長，節譯其一部份如下：

「戰後中國工業建設亟需大量電力，估計戰後初期即需要的電力為三至四百萬瓩。由於工業化的進展及人民生活程度的提高，戰後第十年至第二十年終了時需要電力將在二千萬瓩以上。中國目前外匯短絀，即使有之，戰後復興工作千頭萬緒，需要外匯之處必多，何來此鉅款為建設大規模水力發電廠之用。為打開此僵局，特建議利用美國借款建設電廠，即以所製肥料償還債款。」

按美國每年所需肥料為數至為龐大，依照一九四二年的價值，約為三五四、〇〇〇、〇〇〇美元。雖如此，美國農民並未能獲得足夠的肥料，每年仍短少數百萬噸。美國農民罕用氮肥，無非因其價格過高，但氮肥價格如能減低至目前之一半，則農產品收成即可大為增加，而農業方面付出的補助金（一九四一年為六五三、〇〇〇、〇〇〇美元

亦可為之減少，故價格低廉的肥料必受美國農民之歡迎無疑。

假定美國有一億英畝的農田須使用氮肥，按每英畝每年氮肥的需要量為一百磅，則全年即需五百萬噸。倘建設一座年產氮肥七百萬至一千五百萬噸之工廠，即足以應付此項需要。我人更不妨假定所生產者為氫氮化鈣 (Calcium cyanamide)，含氮量為百分之三十五，製造每噸氮肥約需電力八千瓩，故必需電價低廉方可。今試研討在數量與價格及中美雙方互利的條件下，中國有無能力供應此項電力？

揚子江在宜昌以上有一長達數百哩之狹谷，揚子江低水時流量為四十萬秒立方呎，如在宜昌築一高四百呎之壩，即可生產電力一〇、五〇〇、〇〇〇瓩。因建壩而淹沒的農田及村莊並不多，但航運則可大為改善，從此海洋巨輪均能直達重慶。

今更進一步研究美國有無可能為中國造此高壩及裝置一切發電設備，並於十五年內憑所生產之氮肥收回全部貸款？我人之答案曰：能！效估計建築高壩建設電廠及氮肥廠所需費用如下：

高壩建築費 一億三千萬美元  
電廠建設費 七億三千五百萬美元  
氮肥廠建設費 三千五百萬美元  
總計共需 九億美元

上述計劃完成後，中國立即可得電力五、二五〇、〇〇〇瓩，而以其餘半數電力製造肥料為還本付息之用，此項貸款在第十五年年終了時即可全部還清。

蔣委員長看到這一條陳後，立即發交當時的

資源委員會，研究結果認為 Pashal 這個意見十分可取。遂由政府透過美國國務院聘請美國壘務總局前設計總工程師薩凡奇博士為顧問，為期六個月。薩氏於三十三年（一九四四）三月到達我戰時首都重慶。薩氏到了我國以後資委會即指定水力發電工程總處負責接待，當時水力發電工程總處設於四川長壽，黃育賢為該處處長。薩氏來華主要任務，即為研究開發揚子三峽水力，旁及若干支流，如大渡河、馬邊河、龍溪河、岷江上游、及灌縣計劃等。薩氏做事一向認真，他一到長壽，就立即要求黃氏雇船，以便親往三峽實地視察。他也明知那些地方逼近前線，十分危險，因此於出發以前，寫下遺囑，交與徐懷雲君收執，並告以如有不測，即將是項遺囑轉交其戚某某；這都是徐君親口告訴我的。薩氏為研究一異國的工程計劃，此種忠於其事甘冒生命危險赴湯蹈火的精神，誠可令人感動。當時各種參考資料極不齊全，甚至連一份詳細的地形圖都不可得。事有湊巧，駐最前線吳奇偉將軍的部隊適停獲到日人所測三峽一帶地形圖一份，較之我們自己所有的還要詳細，遂立即轉送後方參考，薩氏最初憑藉的三峽地形圖即此。這種無意中得到敵人的幫助，不能稱之為佳話，至少也可說是一段有趣的插曲。薩氏冒險視察歸來，當即着手整理研究，並於三十三年（一九四四）寫成「初步報告」一冊，名曰：Preliminary Report: Yangtze Gorge and Tributary Projects, 凡三三八頁，附圖五五幅。報告內容對揚城安計劃僅述其大概，而詳於揚子江各支流的開發，殆因後者資料較為齊備之故。關於薩氏對揚子江三峽水力的開發，亦即揚城安計劃，當於下章述之。

#### 四 薩凡奇揚城安計劃的構想

薩凡奇博士於其所草「初步報告」(Preliminary Report) 中有致資源委員會主任委員一信，發信地點為四川長壽，日期為一九四四年十月九日，節譯其大要如下：

「余服務工程界垂四十年，最最愉快之事從未有若今日者；蓋研究開發揚子三峽水力之令人興奮，不僅由於此一計劃之偉大，而尤為重要者，中國將由此解決其急切之需要，從而享受其利益。

揚子三峽計劃能有此初步結論，不外根據：(1) 一度短暫的實地視察；(2) 若干基本資料，包括揚子江五十年來流量的分析；及(3) 由航空測量地圖中選出五處築壩地點的個別研究與估計。茲列舉其初步結論如下：

1. 揚子三峽計劃中之水庫，當其尋常水位高度在二百公尺時，可發展電力一〇、五六〇、〇〇〇瓩，其中「穩定電力」(firm power) 為六、〇〇〇、〇〇〇瓩，「二次電力」(secondary power) 為四、五六〇、〇〇〇瓩。倘上游續築水庫，則所有此項「二次電力」最後均可變為「穩定電力」(firm power)。本計劃有七四、〇〇〇、〇〇〇畝(acre feet) 的水可供灌溉一千萬畝農田之用。截留洪水可達二二、〇〇〇、〇〇〇畝呎，如此，則揚子江最大記錄的洪水已可完全控制。航運方面，海輪可以深入內地，至少達於重慶。三峽水庫容量有五〇、〇〇〇、〇〇〇畝呎，將對許多城市的給水及工業用水，作有效之供給。同時水庫四周風景優美，在育樂方面亦將多一理想的遊憩地區。

2. 試就所選五處築壩地點分別估計其工程總價，從而作一比較，則最低者為第四號

，計九三五、一二五、〇〇〇美元，最高者為第五號，計一、一六五、五四〇、〇〇〇美元。(註8)

3. 根據研究結果，在揚子江上興築此一大工，乃一可行之計劃。即使從電力、灌溉、防洪、給水、育樂各方面的收益而言，亦將證明本計劃有其價值。建築三峽高壩之結果，最顯著的利益有四，每項均可發揮至最大之程度，此四大利益即：電力、灌溉、防洪、與航運。

4. 高壩施工時，利用隧道以引江水他流，較之不用引水隧道為經濟。對防空言，亦安全得多。

5. 揚子三峽計劃包括高壩、水庫、及電廠全部費用，約為拾億美元(註9)。裝置每瓩電力之單位價將少於一百美元。

6. 祇以全年電力全部收入計，將有一四三、四五〇、〇〇〇美元，除應扣除管理、保養、折舊、及貸款利息等項共為九二、七九〇、〇〇〇美元外，每年淨收入計有五〇、六六〇、〇〇〇美元。

7. 若將電力、灌溉、防洪、航運、城市給水、及育樂等項一併計算，全年總收入為五一七、七九〇、〇〇〇美元，淨收入為一五三、九〇〇、〇〇〇美元。

8. 揚子三峽計劃乃為舉世罕有倫比的大事，一旦見諸實施，將使中國中部及西部地區之工業有巨大發展，人民生活程度亦將由此提高，國家之富強即可立致。為中國計，為世界計，均應努力促其實現。

上文提及薩凡奇博士所撰有關揚域安計劃之「初步報告」，篇幅與圖表均甚繁多，以其內容

偏於技術，故不在此一一介紹。

### 五 資委會推動揚域安計劃之經過

一九四四年九月在薩凡奇博士發表上述「初步報告」之同時，美國戰時生產局長 Donald Nelson 適來重慶，於其返美時，曾將此項報告帶回美國，面呈羅斯福總統，並未立即發生反應，直至一九四五年二次大戰結束，揚域安計劃始為各方所注意。但在我國，資源委員會始終未放鬆此事，並趁薩氏在重慶時與之一再交換意見，特別關於本計劃應如何進行以及施工前應作何種準備。當時所得結論共有兩點：其一為「最後方案」(final plans) 與「詳細設計」(detail designs) 及「說明書」(specifications) 的準備。以上三者之中，僅舉詳細設計圖樣為例，美國的 Boulder Dam 或 Grand Coulee Dam 及其電廠，各需圖樣在一萬五千幅以上。這兩個舉世聞名的高壩，都是薩氏所設計的，宜其言之鑿鑿有據。而且這種圖樣大半均須隨工程的進展逐步繪製，因此全部圖樣的完成，歷時常須數年之久。關於此點，亦即「最後方案」的準備，資源委員會於一九四五年十月一日代表政府與美國壠務總局簽訂合約，委託該局辦理，合約期限為三年。其二為借用技術人員及訓練本國技術員工。國外技術人員的來源將完全取給於美國最有此項工程經驗的三大機構，即壠務總局及田納西流域管理局(簡稱 TVA)，人數約需五百，包括工程師、管理人員、監工、及技工等。須經訓練的本國技術員工，初期即設計時期，人數亦為五百，包括工程師、地質學家、化學家、物理學家；次期即施工時期，人數可能自一萬至一萬五千名，包括工程師、地質學家、化學家、物理學家、及施工人員，自管理員以至技工等。

按資委會與美國壠務總局所訂合約，為期原係三年，起於一九四六年六月三日，但至一九四七年七月九日因國內剿匪戰事日殷，無法繼續，遂告中止，故實際工作為時僅十一個月。在此期間，資委會曾向國內有關各機構，遴選優秀年輕工程師五十餘人，派往美國壠務總局，參加各部門的設計工作，承徐修惠君見示名單一份，照錄如後：

徐懷雲(資委會代表)

于崇文	王伊復	卞鍾麟	卞學銳	朱	咸
朱鵬程	吳	匡	呂崇樸	呂春輝	李光華
李景沅	李新民	李津身	李毓芬	杜鎮福	
周大開	林元揚	林國璋	俞世煜	姚歸耕	
洪雄飛	徐修惠	唐季友	馬君壽	奚景岳	
曹承慰	陸欽侃	郭文魁	張萬楷	張蔭煊	
陳善莊	陳鵬卿	彭叔常	彭曼碩	馮樂熊	
馮鍾豫	楊德功	楊國華	楊訪漁	楊賢淦	
楊績昭	雷漢臣	葉連峻	董瑞馨	趙人龍	
潘仲魚	鄧才壽	劉芳級	劉鼎臣	蔣德祺	
盧伯章	嚴自強				

以上諸君都是由資委會全國水力發電工程總處，水利部，中央水利實驗處，長江水利工程總局，資委會礦產勘測處，中央地質調查局，錢塘江勘測處，上清洲硤工程處，臺灣電力公司，中國石油公司，上海電力公司，資委會電業管理處等十二個機關中選拔出來的，其中也有少數人原在美國留學，臨時加入。現在這些人大部份都陷在大陸，在臺及旅美者為數不多。這一支經過良好訓練的技術隊伍，都是很優秀出色的人才；資委會當年對人才的訓練非常注意，這一點也是值得稱道的。

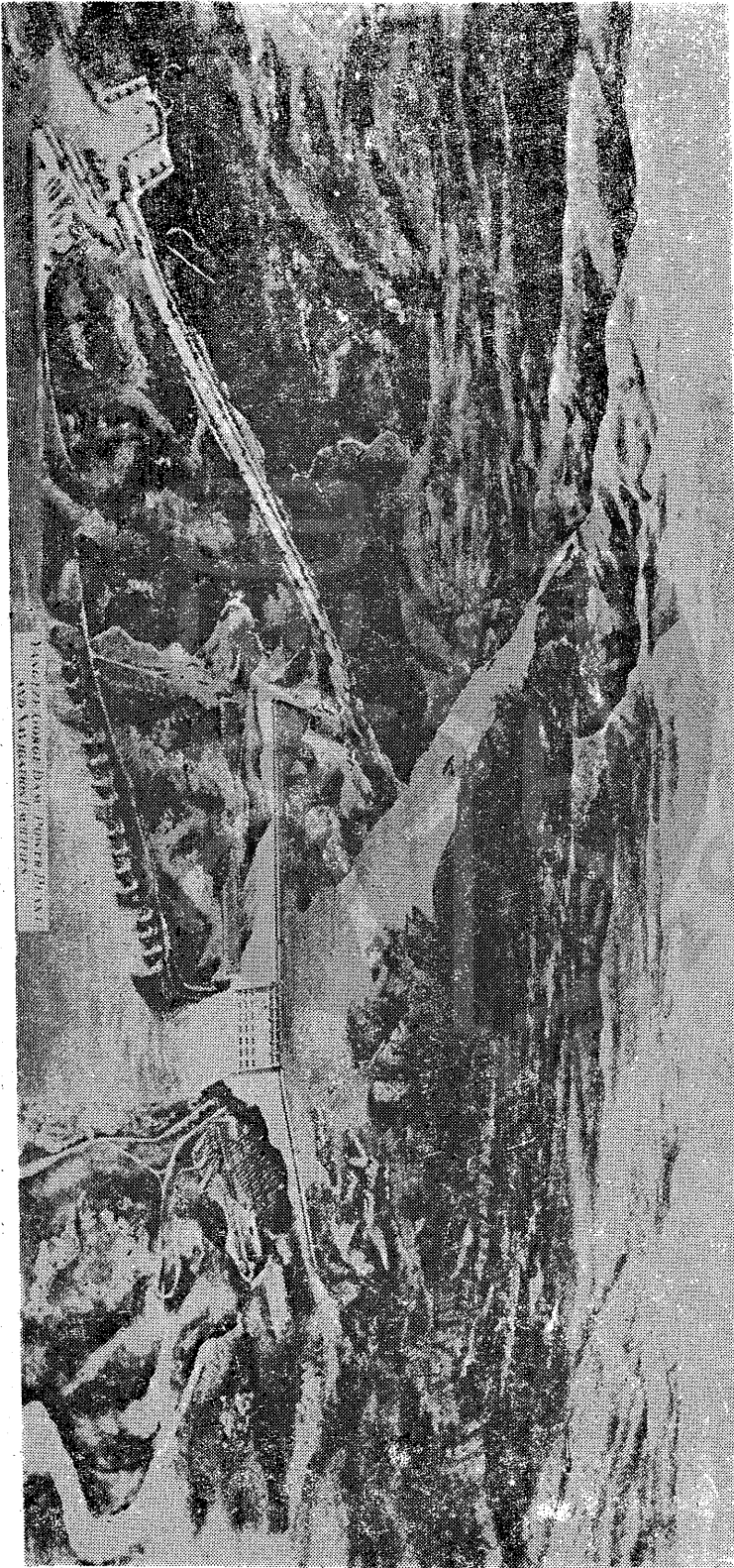
### 六 美國壠務總局發表之揚域安工作報告

美國墾務總局在接到資委會通知對揚域安計劃的設計工作暫行停止以後，曾草有報告，簡稱「現況報告」(Status Report)將各部份已在進行中之工作逐一記載，以期保存一份完整的記錄，用意至善。此項「現況報告」發表於一九四七年八月十五日，全文五十二頁，附圖五十四幅，表二十餘張，內容如下：

緒言

- 第一章 水文組報告
  - 第二章 泥沙問題(註1)
  - 第三章 壩工組報告
  - 第四章 電工組報告
  - 第五章 機械組報告
- 以上各部份之報告文字均極簡明，即圖樣亦

祇有一小部份採入，均經墾務總局總工程師會同資委會代表徐懷雲君及資委會特聘的兩位工程師 J. L. Savage 及 W. C. Beatty 的意見，共同選定。按編纂「現況報告」之主要目的，在於當此項工作停止之時，將所有截至最後已獲致的決定及設計，予以介紹與說明。在達成此項決定的研究工作，及無數工作案卷，均全部保存



揚子三峽大壩發電廠及船閘示意圖

(本圖採自 Status Report: Yangtze Gorge and Tributary Projects, by U.S. Bureau of Reclamation, 1947)

於墾務總局。

「現況報告」首頁有一揚子三峽大壩完成後之示意圖，壩左為船閘，壩右為發電廠，使讀者覽圖即可得其大概。緊接該圖之後，有墾務總局局長 Michael W. Strauss 致資源委員會主任委員信一通，發信地點為美國丹佛 (Denver, Colorado)，日期為一九四七年八月十五日。該信內容歷述根據同年五月廿九日資委會來函，要求暫停工作，經墾務總局同意，並由美國國務院於一九四七年七月九日予以核准，特將墾務總局為揚子三峽計劃已做工作，繕成報告六份，送與資委會保存。其時大陸已在軍事倥傯之中，資委會收到此項報告後，不能再有所作為，自惟有束諸高閣之一途，回念及此，實堪浩歎。

在美國墾務總局方面，對於有關揚域安計劃資料的保存，可謂盡其能事。據其自稱，全部工作記錄均經編號存放於該局之適當檔案中。無數圖樣俱經編號藏於該局之工程檔案組。所有參加本計劃之中國工程人員，其人事記錄則存於該局人事組。經費之使用，則該局財務組有詳細記錄。正式來往公文及報告，均經編號妥為存放。其餘資料有關本計劃者，如詳細計算書各種零星圖樣及報告暨內部往來文件等，亦皆單獨裝訂成卷，藏於該局工程檔案組。由是以觀，一旦是項工程可以繼續進行時，對於過去資料，美國墾務總局仍保存有一份極完整的記錄堪供參考。所可惜的，創議揚域安計劃的薩凡奇博士已於多年前去世，而預聞其事深為薩氏所器重的前資委會水力發電工程總處總工程師柯登 John S. Cotton

今亦垂垂老矣。好在我們當年經過訓練的五十多位工程師都尚健在，由他們來領導訓練下一代的工程師，後浪推前浪，不愁沒有接班的人。

#### 七 工程顧問對墾務總局工作報告之評語

上文所述的「現況報告」，內容以技術為主，有原文可以覆按，在此不再介紹。「現況報告」中值得重視者，厥為資委會所聘兩位工程顧問對該報告之批評：第一位 W. C. Beatty 原為墾務總局前機械總工程師，他的評語甚為詳盡，計分：總論、工作進度、航運、電廠、壩工、施工設備與保養、施工、財務、地質等細目，最後殿以結論。結論內容着重於壩高、水庫死水位、及圍堰三者，亦因全文過於專門，故祇譯錄其要點如下：

「一、設計工作因深受缺乏可靠資料的影響，進度並不理想，略舉其一二端言，如可靠之地形等高線直至一九四七年正月廿八日始獲得，Fairchild 公司所製之航空測量圖則至一九四八年五月始告完成。

二、水庫與揚子江下游之高差達五百至六百呎，此種情形特別在崇山峻嶺中所能引起之困難甚多。水庫中水位的變動自七十四至一百五十呎不等，揚子江本身水位的變化則有超過五十呎以上者，凡此皆為處理問題時所遇到之困難。船閘之大小亦為問題之一，有兩種尺寸在考慮中：一種較短，僅以通過萬噸輪船為準；其另一種以適合於長六百十呎、寬七十呎、吃水三十三呎之巡洋艦為準。減少閘之長度、寬度、與吃水，所省費

用並不多。依估計，單行之閘每年可通過船隻二千五百萬至三千萬噸，若為雙行，每年可通過六千萬至七千五百萬噸。在戰後中國經濟建設過程中，交通發展實屬最重要，開發電力而無交通設備為之配合，不能發生太大作用。因此水上運輸噸位的增長，必將與電力用途的增加作平行之發展無疑。

三、為防空安全起見，電廠一概設於地下，所選定的式樣為 inline type。壓力水管圓徑為十九呎，在每一水管進口處裝一環輪開門 (coaster gate)。此在美國 Grand Coulee Dam, Shaster Dam 皆證明甚為適用。最大水輪發電機將為二七五、〇〇〇馬力，此已較 Coulee Dam 所用者大逾一倍，發電機容量經決定為二〇〇、〇〇〇瓩。電廠分設於江之兩岸，先設其靠右岸者。依目前所作調查，電廠問題可謂已經解決。

四、在五處高壩地點中，從所得當地資料看來，論地質條件，第二及第三號的地點實為最佳。在電廠之上，將築一排水隧道，圓徑為七十呎，另築一馬蹄形隧道於其下，圓徑為六十五呎。全部共需十條排水隧道，初步設計的研究均已完成。水庫最高水位有六二一呎，六六八呎，六八八呎，七〇八呎及七二八呎各種比較研究。壩高對於工程總價的影響極微，反之，排水隧道及圍堰的費用佔高壩工程總價不下八分之五之多。先造一較低之壩，日後再視需要予以加高，並不合宜，故此點絕未曾考慮。造壩時間估計約

需八年。

五、有關施工各項問題，均經審慎考慮。全部工程於八年內完成，事有可能。大致估計，施工時所需工人將在二萬五千至三萬名之譜，所需電力將為四萬至五萬瓩。

六、在中國電力之消納量，經過仔細的研究與調查，已獲得大致概念。由曲線上指出消納一二，〇〇〇、〇〇〇瓩的電力，自開始施工起算，需時三十三年，此已較美國過去為速。總之，中國之開發一經開始，將甚神速。在合理時期內，本計劃將可自給自足。築壩藉水力發電與燃煤蒸氣發電，亦會比較其價格，前者價廉實多。就本人 (Beatty 自稱) 觀察言，此一工程在財務方面乃一十分健全的計劃。

七、有關壩址之地質資料尚不够完全。資委會所聘地質顧問 F. O. Jones 正在整理其實地探測後的報告。第一處與第二處的石塊小樣，經墾務總局岩石試驗室化驗結果，證明質地良好，所含粘土極少，吸水量更是微不足道。」

資委會所聘另一顧問即薩凡奇博士，對「現況報告」亦有評語，文字簡明而有力，特將其全文譯錄於此：

「揚子三峽計劃雖實地調查工作尚欠周全，工程設計猶在互相比較階段，而高壩、電廠、及航運設備等的估價亦屬比較性質，但本報告所用之資料 (data) 及所述之種種討論 (discussion)，頗能予人以一個完整

的概念。根據本報告所供給之情況 (situation) 可作若干暫時性的結論如下：

一、從揚子江所具施工條件的立場來說，揚域安乃一切實可行之計劃。

二、從財務方面言，更證明揚域安乃一極健全之計劃，因所投入的資金，均可於比較短時期內，由電力、灌溉、防洪、與航運所獲的利益中，一一收回。

三、如經費不成問題，揚域安計劃之調查與設計工作，仍應繼續，並予以完成。倘置此種「綜合性的流域規劃」工作於不顧，許多錯綜複雜的問題必將不斷發生，若然，則必嚴重地影響及於他日中國之整個經濟。

四、在中國發展電力，宜昌三峽堪稱首屈一指之地點。藉長達六百五十哩之高壓線電力輸送，可以遠至昆明、廣州、香港、福州、上海、天津、及北平。沿江城市如重慶、宜昌、漢口、南京等等，自皆同樣包括在內。總之，三分之一的中國，亦即人口最密集及一般最開發的地區，幾全部在其籠罩之下。

五、宜昌地處揚子江大三角洲之頂端，由此以下，亦即最宜於灌溉之大片土地，即揚子流域 (Yangtze Valley)，在揚域安計劃完成後，於經濟及資源方面對國家貢獻之鉅，將無法可以想像。

六、揚域安無疑的應為中國政府第一個開發之水力發電計劃，由於此計劃之龐大無比，故開發步驟自應分期進行，庶與電力、

灌溉、防洪、及航運方面的需要能作良好的配合。」

以上兩位工程顧問對於「現況報告」的評語，Beatty 的評語長而偏於技術，薩凡奇博士的短而着重政策，均值得重視。

#### 八 結論

揚域安計劃自停止籌備以迄於今，忽已逾四分之一世紀。在此二三十年之中，科學日新月異，工程技術方面亦有長足進步，僅以水輪發電機一端而言，當美國墾務總局從事揚域安設計工作時，世界最大的水輪發電機為美國 Grand Coulee 電廠所裝置的，每座才有一〇八，〇〇〇瓩，對於揚域安實嫌太小。因此墾務總局曾發信給全美各大水輪機製造廠詢問製造最大的發電機可能至何種程度，所有的回信大都說，即使能製較大於一〇八，〇〇〇瓩的，但亦因限於鐵路運輸無法運出。只有一家位於海岸的工廠不受運輸限制，表示能供應二〇〇，〇〇〇瓩的，因此「現況報告」中即以此為根據。以上種種是作者得之於徐修惠君的口述。

現在情形就大不相同了。近廿五年來水輪發電機的製造大有進步，發電機最大者已達一百萬瓩以上。一九七一年加拿大落成的 Churchill Falls 電廠所裝置的發電機即有五十萬瓩，據說蘇聯在興建中的電廠，所裝發電機將更大於此。以揚子江水運的便利，將來揚域安可裝每座一百萬瓩的水輪發電機，諒不致有何問題，若裝五十座，則發電總量當可達五千萬瓩。其次，則超高壓輸電半徑可達一千公里以上

，已是不成問題的事。揚域安計劃一旦實現後，其供應人口之衆與市場之廣，真可以說舉世無與倫比。這樣，二三十年前薩凡奇博士所作大膽的假設，幾乎無一落空，件件都可以實現。

依照今後世界電力開發趨勢，核能電廠的應運而興，事所必然。但由電力利用的經濟觀點言，若由水力電廠負擔「尖峯負荷」(peak load)，而由核能電廠負擔「基本負荷」(base load)，實為一種理想的配合；如此，則揚域安電廠將由基荷電廠進而為最大的尖峯電廠，可能為將來發展到最後階段時的必然結果。

再從土木工程觀點言，以揚域安壩址地形及地質條件的優越，如無其他方面的顧慮，則較原計劃將壩高稍予提高，非無可能；若然，則水庫蓄水量更為增加，效能亦將愈大。此外則施工期限由於年來工作機械之進步，試舉其一端而論，壩體所用之大量混凝土，現可用皮帶輸送機(belt conveyor)運送，較之以往工作效率大增，故原擬八年之工作期間亦可隨之縮短。此雖小節，但亦係二三十年前所未計及之事。

作者今借本雜誌寶貴篇幅，對揚域安計劃作此介紹，其用意無非欲指出國父雖未將開發揚子三峽水力一事列入「實業計劃」作為「六大計劃」之一，但在「民生主義」第三講中昭示我的那段談話，不應因未列入「實業計劃」而遂予漠視，何況揚域安對我國工業化前途有如此重要的關鍵作用！我故曰，我不談國父「實業計劃」則已，若談「實業計劃」，則必須將揚域安列為一旦國家太平後應立即付諸實施的第一件大事！

最後尚有不能已於言者，由於近年埃及Ash-van Dam 完成後所引起各種問題之多，足見工程設計以外，事先的調查與研究乃一非常重要之事。薩凡奇博士在其對「現況報告」之評語中雖肯定地指出「揚域安乃一切實可行的計劃」，但又認為「揚域安計劃之調查與設計工作，仍應繼續，並予以完成，倘置此種綜合性的流域規劃工作於不顧，許多錯綜複雜的問題必將不斷發生；若然，則必嚴重地影響及於他日中國之整個經濟」；此揚域安計劃創議者諄諄語誠之言，我人誠不可不深切注意也！

(註1) 薩凡奇博士襲用TVA之名，而稱揚子三峽水力開發計劃曰YVA，作者為譯作「揚域安」三字。

(註2) 美國墾務總局係老羅斯福總統任內所設置，成立已七十餘年，美國西部十七州之得有今日，該局之貢獻甚大。

(註3) 兩本報告之全名，其一曰：  
*Preliminary Report: Yangtze Gorge and Tributary Project by J. L. Savage, Bureau of Reclamation, US Department of Interior, 1944.* 簡稱「初步報告」；其二曰：  
*Status Report: Yangtze Gorge and Tributary Projects, China, prepared for National Resources Commission of China by U. S.*

Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Aug. 15, 1947, Denver, Colorado. 簡稱「現況報告」。

(註4) 見中國文化學院六十二年出版之「華學月刊」。

(註5) 見宋希尚著「河上人語」第二四七頁。

(註6) 見中國工程師學會在抗戰前出版之「工程雜誌」，內有宋、憚、曹三君合撰之文字。

(註7) 條陳原名 The building of hydroelectric power plants in China under U. S. Government loan and a suggested mode of repayment therefor by G. R. Pashal

(註8) 工程方面有兩種不同做法的考慮：一為築一具有引水隧道的高壩，另一為不設引水隧道。比較結果第一、二、三、四號均設引水隧道，祇有第五號一處可不設引水隧道。

(註9) 依戰後估計，已須加倍，目前自將更多，有謂需三十億至四十億美元者，但必須詳細估計，方可作準。

(註10) 本章泥沙問題係出於已故來因教授(E. W. Lane)之手，來因教授旅華多年，為美國泥沙問題權威之一。