

黃河河道地形的發育*

張保升

黃河是一條沿途多大轉折的河流，而且是世界上任何其他大河流所沒有的，因此也就造成了黃河的历史極為複雜。黃河這幾個大轉折究竟是怎樣構成的，到現在為止，中外許多學者還沒有一致的看法。

有的學者認為，古黃河是今天永定河的上游；有的學者認為，渭河、涇河也曾扮演過古黃河的角色；有的學者認為，今天的黃河是由幾段河流銜接而成的；也有的學者認為，黃河大部分流經黃土地區，可以從黃土綫的分布來討論黃河的成因問題等等，看法很多。這些看法或解釋，對黃河的某些地段來說，可能是正確的，但要說明整個黃河，還是有一定的困難的。

古黃河與永定河的關係問題是彭伯利 (R. Pumpelly)⁽¹⁾ 於 1868 年來我國調查地質時首先提出的。他雖未至岱海以西，但根據地圖，却已看出黃河自河套而東，包頭以下，急轉南流，造成一個大陡折，想是後來的產物。彭氏後在洋河谷地，見有黃土沉積，誤認為這就是黃河的沉積，他說，古黃河的故道應是自河套取道黑水、岱海流入今天的洋河。李希霍芬⁽²⁾ 於 1869—1871 年來我國調查地質時認為此項黃土為中國北方最普通的沉積物，分布甚廣，其成因並不一定與黃河有關，因而動搖了彭氏黃洋相通的說法。1915 年，翁文灝、曹樹聲⁽³⁾ 到內蒙調查地質，足跡所至，也多是與黃洋相通說法有關的地區，翁氏贊同彭氏的解釋，並認為在大青山南麓斷層產生以前，古黃河應是東流與洋河相會；斷層產生以後，岱海中陷，黑水倒流向西，才造成今日黃河的形勢。根據作者 1954 年在內蒙地區所看到的現象，例如丰鎮岱海間的古河床、岱海的陷落、涼城和林間的錯亂地形、沿五當溝橫過大青山所見的峽谷曲流地貌等，認為翁氏的補充意見是值得考慮的。丁驥在“黃河流域之地形變遷及水系演進”⁽⁴⁾ 一文里則主張古黃河在中新統至上新統時期是今天永定河的上游。

古黃河與渭河的關係問題，是克萊波 (F.G. Clapp)⁽⁵⁾ 於 1914—1915 年間，應中美煤油探勘處之聘，到陝北調查石油時提出的。他認為黃河在晉陝間的谷道，甚為年青，而潼關以西的渭河河谷，則極寬闊，且與河南境內的黃河東西相接。渭河發源于甘肅，在

河源附近與黃河支流洮河的距离甚近，分水岭也很低，因而提出現在渭河可能是從前古黃河故道的說法。丁驥贊同這一說法⁽⁴⁾，並認為甘肅中部盆地，北以祁連山為界，其地與六盤山相距甚近，在東北邊緣地形上几無缺口。至于秦嶺與六盤山之間，在隴西則有一低缺口，古黃河就是穿過隴西缺口經臨洮而入渭河的。但他把時間確定為中新統至上新統（詳見丁驥文的附圖）是有問題的。

因為上中新統至上上新統正是隴中南大盆地沉積甘肅系紅色地層的時期⁽⁶⁾，甘肅境內的黃河是甘肅系以後的產物，所以楊鍾健先生說⁽⁷⁾，青海至旧寧夏段的黃河不能推至上新統下部，而只能推至更新統下部，因甘肅系受過強烈的變動，最高的台地為更新統下部。

根據王日倫先生的研究⁽⁸⁾，滄水期（上上新統一下更新統）的侵蝕面在甘肅極為普遍，不僅限于黃河谷道。自清水期（中更新統）起，地文上所表現的台地及沖蝕面，大致限于黃河及其支流谷道以內，所以黃河谷道至少是發生在清水期的前後；也就是說甘肅境內的黃河，滄水期是一個胚胎期，而清水期則是一個構成期。因此，丁驥的說法在時間上是有問題的。

古黃河與涇河的關係問題為德國庫勒 (G. Köhler)⁽⁹⁾ 所提出。他認為古黃河曾經一度經涇河入渭河，丁驥贊同這一意見⁽⁴⁾，並指出古黃河經涇河入渭河的時期是在早更新統，但這也有很大的問題。

大家知道，今日的涇河是隴山運動以後的產物，隴山運動以前，六盤山區還是一個內陸盆地的沉積區。根據王恭陸在永壽梁與邠縣各地對白堊紀地層的研究⁽¹⁰⁾，白堊紀礫石層的礫石均系自南來，且愈北則礫石愈少、愈小，砂質增多；果如此，則在白堊紀時代，渭河涇河均尚未形成，也就是說當時的地勢是南高北低，渭河地塹尚未產生，陝北、隴東為一內陸盆地，白堊紀地層正在沉積，今日所見的黃河當時也是不會存在的。永壽梁以北的涇家河、平遙，以至公主

* 本文曾於今年 2 月在中國地質學會第二次全國會員代表大會上宣讀。在完稿時承中國科學院地理研究所羅開富先生及北京地質勘探學院杜恆儉先生提示意見，謹此致謝。

川一帶則有第三紀礫岩的沉積，礫石的來源只是白堊紀岩層。由此可知，在第三紀礫岩沉積之初，涇河當已存在。它是否是今天的涇河雖不敢確定，但為今天涇河的前身是可以想像的。

有些學者認為，古涇河生成於隴山運動之前，後來由於六盤山的隆起，才將涇河分而為二，這種看法顯然是錯誤的。隴山運動以後，六盤山北部的東延分支有雲霧山，西延分支有屈吳山；整個六盤山就成為渭河上游、涇河上游，以及北流入衛寧及銀川平原各支流的分水嶺。所以古黃河在早更新統時由涇入渭的說法也是有一定的困難的。

1934年，高鈞德在“黃河概況”一文中提及，有的學者認為現在的黃河河身從第四紀前期以後，僅從青海達於蘭州，且自此而下繼續延展到現在渭河河身之中，或者通至通渭及秦州等地。但去年夏天，作者行經此處時，卻未見有黃河從蘭州至秦州故道的証象，所以這一問題必須對黃渭二河間的地形作徹底研究後才能作出完美的解釋。

陳夢熊在“甘肅中部地文”一文中提出黃河河道自蘭州突向北流問題，因此昔日黃河河道是否像由臨洮附近流入渭河，後因受地殼變動的影響，而為今日的河道所襲奪。根據今日地文的現象，在甘肅期以前，本區很可能是與外界不相連的盆地，在甘肅期以後，黃、渭等主要河流，均已具有固定的河道，並因強烈的向源侵蝕，與盆地外的河流相連接。如果在渾水期前，黃河和渭河系同一河道，則今日黃土區域地形的強烈破壞，其殘留風口恐也極難追尋。

楊鍾健先生認為今日的黃河是由幾段河流互相銜接而成的⁽⁶⁾，其中最主要的是上游至河套段，有一時期，如額濟納河注入居延海，而中止於河套陰山山脈以南。其次為晉陝段，發源于大青山南坡，注入潼關一帶的湖地（今為陸地）。再其次為垣曲以下的一段，其歷史最新。晉陝段歷史最古，其台地歷史可以上溯至第三紀中期，而介於二者之間的為甘肅境內的黃河，最古的台地也不過第三紀末期至第四紀初期。而晉陝段黃河與五加河以上的黃河的連接實由於前者的襲奪，其發生時代為第四紀。

以上是楊先生在“甘肅皋蘭永登區新生代地質”及“黃河導向蒙古之不可能及不必要”兩文中的看法。1954年楊先生對上述意見又有所修正⁽⁷⁾，他把黃河分成4段：1. 大青山至潼關段；2. 青海至舊寧夏段；3. 潼關以下；4. 華北大三角洲。

楊先生的看法，有些地方作者是同意的，有些地方則不同意。根據作者近几年在黃河中游各地的觀察，認為今天的黃河大致是由以下這些河段銜接而成的，即：貴德以上的上游段、貴德至靖遠以上的烏金

峽段、靖遠以下至銀川後套段、包頭托城段、晉陝段、垣曲以下的下游段等。

張伯聲先生在“從黃土綫說明黃河河道的發育”⁽¹¹⁾一文中認為，黃河河道是由許多大大小小的盆地一個挨一個地淤滿缺口互相連結起來的，這種連結決定了黃河直角狀的大曲大彎。作者認為這種解釋也是不夠恰當的。黃河河道沿途之所以多直角狀大曲大彎，一方面是由於若干河段互相銜接的關係；另一方面，最主要的還是由於受了黃河流域山脈分布以及主要構造軸綫的走向的限制。陰山、秦嶺、賀蘭山，以及呂梁山等山脈的分布和走向便是造成黃河中游直角狀大曲大彎的重要條件。作者認為B.A. 奧勃魯切夫院士在“粉沙在自然界中的作用”一文中對李希霍芬的批評，也同樣適用於對張伯聲先生的批評。

晉陝段黃河的成因問題為維理士(B. Willis)所提出⁽¹²⁾。他認為，假定晉陝之間，從前系一黃土平原，後因居太華山斷層的俯側，以致由內蒙一帶向南傾斜；但在未傾斜以前，已有原來的黃河在這黃土平原之上，或因傾斜之故，始沿傾斜面生成黃河。但根據現在河床由內蒙高原流向太華山斷層的情形，後說比較可能。王竹泉先生對維氏說法曾有所評論⁽¹³⁾，認為太華山斷層只能使黃河與汾河交口以南的地盤下降，交口以北，則反因沿汾河的斷層上升而居其仰側。且晉陝間的黃河，北入內蒙，則又居陰山山脈斷層的俯側，所以維氏假定晉陝間的地盤，因太華山斷層全部南傾的說法，頗有錯誤，故其學說亦不能成立。

王竹泉的結論比較簡約，他認為現在的黃河峽谷，在晉陝之間，谷形雖甚幼稚，但完全是一南北走向的低洼地帶，此種低洼地帶的地形，如假定現在的黃河尚未割切其間，頗可代表一半老地形的古河床。此古河床是否即從前的古黃河，不易斷定，所可知者，此古河床非比現在汾河較大的河流，絕難蝕成。而保德城及石城村附近的礫石層，或即為此古河床所沉積，亦即其古時存在的明証。後因黃河經此古河床及地盤上升，乃重新割切，以致成深峽。

1953及1956年作者有機會到陝北吳堡等地旅行，在綏德以東無定河與黃河分水的地方，對王氏所說的情況曾予注意，認為他的報導基本上是正確的。但德日進、楊鍾健的研究比較深入，並指出其發育的歷史過程。作者認為德、楊兩人的解釋⁽¹⁴⁾是比較合理的。

黃河、洛河、涇河在流入關中渭河之前均橫過渭北的北山區，造成峽谷地形。渭河于流入關中之前，通過六盤山南端與秦嶺銜接處造成有名的寶天段的渭河峽谷。寶天段的渭河、邠縣涇陽段的涇河，不但是

峡谷，而且曲流的發育極為完美。由于喜馬拉雅造山运动的影响，秦岭山脉再度升高，在隴东發生隴山运动，使六盘山高隆起，隴东陕北不免受其影响，地势因之升高。在这种情况下，关中渭河区在当时可能是比較低洼的，黄河、渭河以及泾洛諸水开始胚胎，迨黄、渭、泾、洛諸水水系發育相当壮大时，地壳又开始發生变动，产生渭河地塹，各河由于侵蝕基准变更，割切力量加强，終于横过山地，造成峡谷地形。黄、渭、泾、洛諸水流量比較大，当地盘上升时，能够保持故道，繼續下切，造成峡谷。值得注意的是較小的支流，亦每每与山脉的走向成直交或斜交，經過岩性較强的地層，产生峡谷，如汧水、雍水、清河、白水、濞水等，均足以証明其变动过程是比較緩慢的。

关于黄河河道沿途分段問題，一般学者多将黄河分成上、中、下游三段，上游段指貴德以上，中游段多指貴德至孟津，孟津以下称为下游段。丁驥从地形学的观点将黄河分成5段⁽⁴⁾：1. 上游段（貴德以上）；2. 中游段（貴德至清水河）；3. 瀑布带（河曲至壶口）；4. 下游段（壶口至三門）；5. 平原三角洲（三門至入海）。第一段与一般划分的相同，2—5几段的划分不够妥当，当然，丁驥的划分也有他一定的根据，但是熟悉黄河情况的人，对丁驥这种划分是不会同意的。第一，平原三角洲的起点不应放在三門；第二，瀑布带的起迄也有問題；第三，中游段上起貴德沒有問題，下止清水河則不够妥当。

根据地形結合水系，作者認為黄河可以分成以下4段：1. 上游段—貴德以上；2. 中游段—貴德至潼关；3. 下游段—潼关至孟津；4. 平原三角洲—孟津以下至入海。

上面初步討論了近几十年来中外学者关于黄河問題的意見，現在把作者对黄河河道地形發育的看法分段叙述于下。

貴德以上的上游段：貴德以上通称为黄河的上游段，索宗寺以上又被称为黄河的最上游⁽¹⁵⁾，穿行于巴顏喀喇山和河尼馬卿山之間，自西北流向东南，成縱順向河的形势，沿途多曲折及潮湿低洼的沼澤。索宗寺为黄河上游經度最东之处，过此以北，河流折往北与西北，造成上游最大的陡折，穿行积石山及西傾山之間，約200余公里之后，再横切秦岭西延的余脉，而进入到貴德盆地。根据多数学者研究的意見，認為黄河上游段原是东流入岷的，以后由于黄河在貴德以上的襲夺，才成为今天黄河的上游，試看这段支流的反常現象⁽¹⁶⁾，就可得到有力的旁証。襲夺作用的發生大約是在上更新統的时期，就是黄河水系构成时代的清水期以后。



照片1 黄河刘家峡（水利部攝）

貴德烏金峡段：此段黄河的流向，基本上是自西而东的。此段河道特別重要，北岸有大通河、湟水、庄浪河，咸水河等，南岸有大夏河、洮河、雷壇河、大营川等，如以烏金峡为界，大有水势集中于兰州附近、水系排列而成輻射状的形势，再者北岸支流多而长，南岸支流少而短，亦頗不对称，这显然是与两岸的整个地理形势以及气候条件相关联的。

隴中高原，北界祁連山，南連秦岭，祁連山不但海拔很高，而且是一些西北东南向互相平行的山岭的組合体⁽¹⁷⁾，范围很广，因而有条件發育成为若干較大的支流注入黄河；隴中高原的中南部已屬渭河上游的范围，因此仅有很少数的支流注入黄河；但在秦岭的西段則有較大的支流如洮河、大夏河等注入黄河。如再将布喀河計算在內，則南北两岸支流的分布更不对称，因布喀河原为黄河北岸重要的支流⁽¹⁸⁾，后因断層陷落作用，致使大部分水流匯注到青海湖內，入黄者仅只短小細流而已。



照片2 黄河桑园峡

此段黄河大部分是与南山东部南支余脉的地層走向成直交或斜交^(19,20)，因而造成很多横谷，但在某些地区往往又切割到更古老的皋兰系地層或花崗岩的侵入体内，所以沿途山峡甚多。

峡与峡之間的峡間盆地（詳見“科学通报”1958年7月号“黄河貴德至宁夏段查勘記”一文的附圖），大多是在向斜層的构造內，或是岩性松弱易遭侵蝕破坏的甘肃系紅色砂頁岩或其他較新地層分布的范围內，兰

州貴德都是很好的例証。貴德盆地有貴德系地層的沉積，為甘肅系最上部，屬上上新統。

根據上面的敘述，我們知道渾水期是黃河的胚胎期，清水期是黃河的構成期。清水期的侵蝕面現在在蘭州附近，一般高出黃河水面五、六十公尺至七、八十公尺之間，這便是黃河後期到現在的陸地的隆起量。但是渾水期前或渾水期的初期，因為適值甘肅系盆地沉積之後，不但陸地的隆起量不及今天，一般地區的地表形態亦是遠比今天為平坦。蘭州附近當時可能為一局部盆地沉積的中心，產生向心狀的水系，各支流的連接綫可能就是黃河胚胎的前身。清水期後，由於水系的壯大，雖經地殼的一再隆起，依然能夠保持其故道，所以產生今天的山峽和峽間盆地的地形。

烏金峽銀川段：此段黃河的流向，基本上是自西南流向東北，烏金峽蘭州段的支流多與黃河的流向成正交或逆交，烏金峽以下的支流情形與此相反，多與黃河成順向斜交及平行斜交的情勢，這在一般的地形圖上也是不難看出的。

王德基曾提出烏金峽過去可能為此兩段河流的分水嶺的看法⁽²¹⁾，如果如此，則祖厲河便是過去此段河流上游的干流。丁驥也有同樣的看法，並指出其時間是在黃土期後期及新石器時代，後來由於河流的襲奪作用，兩段互相溝通，成為現在的形勢，而祖厲河也就退居于次要的地位而成為黃河的一條支流了。

此段黃河兩岸的支流，顯然也成極不對稱的形勢，恰巧與上段的情形相反，即：東岸支流多而長，西岸支流少而短，這很明显也是與其兩岸的整個地理形勢以及氣候條件相關聯着的。

烏金峽以下至青銅峽段的黃河，位居甘肅高原中部的北段，東有屈吳山、六盤山、雲霧山，以及華家嶺花崗岩侵入體一帶的高地，在此廣大範圍內，大致往北成一很低緩而距離相當長的斜坡，因此有條件產生若干較大的支流注入黃河。西面受水範圍較小，與庄浪河流域的分界也甚近，且北鄰阿拉善族的騰格里沙漠，氣候非常乾燥，凡此種種都是造成兩岸支流不對稱的有力因素。

此段黃河，大部分是與南山東段北支余脈延展的地層走向成直交或斜交，因而造成若干橫谷，所以沿途山峽亦很多，像貴德蘭州段的情形一樣。

峽間盆地除衛寧平原為一沉降地帶外，其他多在向斜層的構造內，或是岩性松軟易遭侵蝕破壞的甘肅系或其他較新地層分布的範圍內，例如靖遠盆地、條城盆地、泥灣盆地、五佛寺盆地等，差不多沒有什麼例外。

烏金峽靖遠段的黃河，自西南流向東北，靖遠以下改向西北，至索橋後再轉往東北一直到青銅峽，這

種之字形的轉折，很顯然是受鄰近地區先成構造及原有山脈的分布所影響，展開甘肅北部的地質圖及地形圖，便不難理解其中的道理。

當河流發育的初期，也都有它一定的必須遵循的道路，那就是沿山脈走向以行，向盆地的低洼處流經，在地質構造的弱處以尋其道。當水系發育相當壯大後，除地殼變動急速劇烈外，一般的緩慢隆起的上升作用，河流是能夠維持其故道的。烏金峽青銅峽段的黃河當是在先成構造及原有山脈分布的低洼處以及有甘肅系和較新地層堆積的基礎上逐漸發育成長起來的，因為黃河後期至現在的隆起作用，產生今天山峽及山峽盆地的地形。

青銅峽南北長約10公里，河寬約300公尺，主要地層為寒武奧陶紀的石灰岩，走向東西，斜向上水，⁽²²⁾黃河至此不流經其以西的地勢稍低的分水嶺附近的第三紀紅土層內，而橫過年代較老岩性較硬的灰岩地層內，造成深峻的峽谷，論其成因，似乎應歸入遺傳河一類。

青銅峽以下，便是銀川平原，西面是大致成西南東北走向的賀蘭山山脈，東濱鄂爾多斯高原，北至石咀山，長達200多公里，坡度平緩，水面大放，最寬處約8公里左右，平均亦寬約2—3公里，流緩沙停，洲渚如煉，最大者為馬家灘，長12公里，寬1—2公里，由於黃河的歷次遷徙改道，以及歷代灌溉渠道的興廢更迭，產生一系列串珠式的沼澤湖泊，與黃河的總流向一致，自西南而東北，使銀川平原成為有名的低濕地帶。但是，在黃河規劃中確是發展灌溉和航運的重要地帶之一。

後套段：西起黃楊岡，東至西山咀，長約190公里，北環狼山，南抱鄂爾多斯，地勢平衍，為黃河沖積的大平原，就現在的情況說，南部及西南部的海拔較高，臨河為1,040公尺，北部及東北部的海拔較低，五原為1,025公尺。因而有可能導引黃河之水灌浸後套廣大平原的農田。五加河流經狼山正斷層的南麓，實際上則是各灌溉渠道的總退水，匯聚於五原以北及安北縣以東的烏梁素海，最後再經烏拉山西端的西山咀流入黃河。

根據過去緩遠概況一書的記載⁽²³⁾，黃河在後套一向有南河北河之稱，南河就是現在黃河的正干，古稱南河；北河就是現在的五加河，是黃河的故道，古稱北河，南河之南稱河套，南河之北，北河之南稱後套。現在黃河雖在後套的南部，今後仍有往北遷徙改道的可能，其形勢一如黃河下游的情況，所以說，整個後套都是此段黃河所能夠活動到達的範圍。

現在來談一下後套平原和銀川平原黃河溝通的問題。根據盆地淤滿下注說，是銀川盆地淤滿後在桌子

山开口处流到河套盆地的，这种说法有其一定的困难，前面已经说过。笔者曾经提出河流襲夺的意见，也有人不同意，但从先成河或遺傳河的方面去分析，認為是比較合理的。

包托段：系指包头到托城，原是大青山南麓的一个陷落盆地，嗣后由于在喇嘛灣附近發生河流襲夺始与晋陕段的黄河衔接，成为今天的形势。根据笔者1954年夏在內蒙的觀察，認為大青山南麓的陷落当在唐县期后三門期前，襲夺發生的時間是在三門期以后。为什么这样講呢？其理由是：

(1) 包头东北的大青山里边有个地方叫做石拐矿区，主要是侏罗紀地層，褶綫平緩，石拐以南的大青山部分，多是侏罗紀以前較古老的地層，变动剧烈，地势亦較崇高，自五当召南下的五当沟，先流过地势較低、年代較新的侏罗紀地層，繼穿过地势較高、岩性古老的地層，而且又是極完美的幼年期的峡谷曲流的类型。翁文灝、王竹泉等人都会行經其地作有地質剖面⁽²⁴⁾，当地老乡有五当沟20里72水之諺，也就是說沟勢紆迴，20里間已有轉折72次之多，沟底平緩，且可通行大車。笔者也曾行經其地，峡谷两旁高出現河面30—50公尺处每有侵蝕台地，上面堆有砾石層，依照孙健初的研究⁽²⁵⁾，此級侵蝕台地約与唐县期的侵蝕相当，也就是說唐县期后，大青山地区一定有隆起作用，大青山的南麓則有相对的陷落。再看西起烏拉山，中經包头，东至呼和浩特，山地的隆起量有愈西愈高、愈东愈低的趋势。再看昆都侖河的横切烏拉山，呼和浩特北去武川各地的沟谷，都会承認这些沟谷河流生成在先的看法。所以翁文灝說：“吾国北部重要地質变动多在侏罗紀以后，大青山亦然，巴圖沟以东以迄察哈尔之境，其間侏罗紀地層顛倒錯乱，变动極烈，至五当沟以东，始見断層漸少，侏罗紀地層回复其平緩之势”。“土默特地形之变化，似多为断層所成，呼和浩特包头間大青山岩壁陡峭，俯临平原，界限截然，視太行山脉之崛起于冀豫平原之西者 尤为峻峭而清晰，則其断層时代，似亦較近，故最后之断層，就岩層之时代言，虽仅能断定其为侏罗紀以后，而自地文之形势觀，則必去第四紀并不甚远，諸沟破山而出，至南近平原处，大抵二岸壁成峡谷形。”又說：“察哈尔及大青山高原沟谷嶄深，似非今日淺水所能成，考其形势，殆当生成于断層时代之前。”⁽³⁾

(2) 托城至喇嘛灣段沿黄河东岸随处見有三門系的湖相沉积，笔者曾在河口鎮南黄河东岸高出水面30—50公尺处發現三門系介壳化石甚多，所以說大青山南麓的陷落不会晚于三門期。

(3) 托城喇嘛灣段三門系地層为現黄河割切成为沿河的台地，托城河口以下高出現河面30—50公尺，

托城以北的三門系地層則埋在現代冲积層下，未遭破坏。

(4) 喇嘛灣往南地势漸高，愈北愈低愈平，黄河水面相反，因而托城河口鎮以上水流平穩，蕩漾在平原的地面上，河口以下开始轉急，造成山地峡谷的水流，托城至喇嘛灣的河形为一喇叭状，就是自喇嘛灣起，愈北愈闊，一方面是因为黄河黑河两水在托城附近自东西两方来匯，一是喇嘛灣以上三門系地層的岩性松软，一是喇嘛灣以下地層的岩性古老和坚硬，直到今日，夏雨洪漲，喇嘛灣以下水流一时排泄不及时，迴水便倒退至河口托城，以加速喇嘛灣以上地区的側蝕作用。

(5) 喇嘛灣以西鄂尔多斯北部的水流多向北流入黄河，托城和林一綫的水流，亦多先自南而北，繼轉向西，然后南流，經托城而入黄河。根据以上所說的情况，結合我們实地的觀察，認為喇嘛灣托城段的水流，最初也是自南而北，喇嘛灣以下被切穿后，包托段的水流始得全部南流，以造成今天的形势。

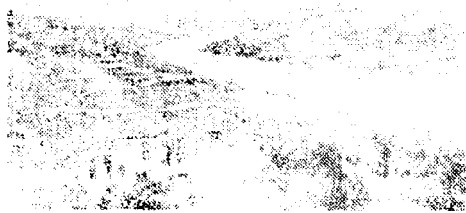
至于包托段与后套段的关系問題，有二种看法：一是这两段原来是不相通的，一是原来就是相通的，根据高鈞德在黄河概况一文中的記載⁽²⁶⁾，以前奥勃魯切夫院士曾有所解釋，以为环繞河套的奇异的河曲，是賴銀川以下包头附近第三紀时两湖的水泛濫而成，但也有人不同意奥氏的意见。楊鍾健的解釋与奥氏的看法比較接近，但在時間上有所先后，前面已經提及。

包托段的北面是大青山，后套段的北面是狼山，介于这二者之間的是南面山麓的扇形冲积地特別發育的烏拉山，烏拉山南麓扇形冲积地的前边是长100余公里的三湖河段，是前二段的中間地带。同时以上三段都是由于断層作用产生的陷落地带，断層的时期大致相同，再看西山咀至包头段中間，地势坦平，很像原来就是相通的。

关于烏拉山南麓扇形冲积地，我們如果从安北向西山咀远望烏拉山南麓，其情况与河西走廊、山丹、張掖的北面、龙首山的南麓一样，規模之大，發育之佳，頗为惊人，这可以說明烏拉山段在近期地壳运动中的隆起量要比大青山及狼山大得多。⁽²⁷⁾

晋陕段：就是指的喇嘛灣以下至潼关，流向自北而南；东是山西高原的呂梁山，它是黄河与汾河的分水岭，南北延展甚远，海拔最高处約2,000公尺，一般起伏在1,500—2,000公尺之間，与黄河几近平行，距离亦很近，受水面积小，因而影响到黄河东岸各支流的發育及长度。西是陝北高原，范围广，受水面积大，地層傾角平緩，所以西岸的支流比較多而长。根据德日进、楊鍾健等人的研究，某些較大支流具有与黄河

同样长久的历史⁽¹⁴⁾；支流排列与黄河几近平行而成锐角相交的形势，例如无定河、窟野河等就是很好的例证。



照片3 晋陕段吴堡以北的黄河峡谷

根据黄河水利委员会的调查，托城龙门段黄河两岸长15公里以上的支流共有39条，西岸22条，东岸17条。西岸最长的支流为无定河，长400公里，窟野河、延水各300公里，清涧河200公里。东岸最长支流为红河，长200公里，朱家川、岚漪河、三川河各150公里。这便是东西两岸支流分布和水系发育的不对称情形。

岩性、构造与河流发育的关系，在晋陕段的黄河也看得很清楚。凡岩性坚硬或年代古老的古生代灰岩或者其他地层多成峡谷，例如喇嘛湾以下至河曲石城村、巡檢司以下梯子石至保德、壶口至禹口，河行山峡中，流势湍急，沿岸壁立，河宽约300—400公尺，有时仅40—50公尺，一般为200余公尺。凡流经岩性较为松软的三叠纪砂页岩地带，河谷就较宽阔，例如河曲附近，保德至壶口以上，河宽多在700—800公尺至1,000公尺左右，流势较缓。凡近期地壳运动上升显著的地区，峡谷割切深，例如上面先说的三段；凡近期地壳运动较缓的地区，峡谷割切浅，例如上面所说的后两段，都是很好的例证。

根据王竹泉以前的调查，在保德城附近海拔1,000公尺以上的近河岸山顶上发现有古河床沉积的砾石层，砾石多系石灰岩；北至河曲石城村则在高出海面1,450公尺的山顶上发现有同属石灰岩的古河床堆积的砾石层，隆起量有愈北愈高的趋势，根据石灰岩砾石来源的最近处保德以北及河曲以北附近来说，当时的古黄河也是自北而南的流向，与现在一致。再就德日进、杨鍾健等的研究⁽¹⁴⁾，指出黄土期后在保德河曲间的火山锥隆起量为10—15公尺，保德以南的吴堡附近仅只数公尺，证明近期地壳运动在晋陕段的隆起量有愈北愈高的趋势，与王竹泉的调查不谋而合。

关于曲流发育的问题，根据许多科学工作者的调查，晋陕段黄河曲流的发育是相当完美的，尤其河曲附近最为标准，从一般地图上也可见其端倪。发育的地层是倾角平缓、岩性松软、易遭侵蚀破坏的三叠纪

砂页岩，但是距离较短，全长也不过30余公里。至于喇嘛湾至河曲石城村段，喇嘛湾以下渐入山岳地带，河行山峡中，极其迂回曲折，一直到河曲以上的石城村，约100公里，规模相当宏大，其间尤以老牛湾一段为最甚，老牛湾的曲流颈长不足1公里（实测800公尺），湾长近5公里（实测4.5公里），割切的地层是岩性坚硬、年代古老的古生代石灰岩及煤系地层。在吴堡的南北，曲流的发育虽不及前二段那样完美，但也颇曲折，此段曲流的发育，显然是与三叠纪地层的倾角平缓、水流坡度较小、利于侧蚀作用的进行有关的。

综上所述，使我们联想到黄河诞生之初的原始地形问题，河流发育往往受先成构造的影响，而黄河也不例外。李四光教授说：“山西陆台走向南北的全面翘起与局部陷落的形势，在黄河东岸吕梁山西坡表现得非常显著。黄河在托克托附近忽然改向南流，是与这一翘起分不开的”⁽²⁸⁾。以前王竹泉也曾指出黄河发育与局部先成构造的关系⁽¹³⁾，例如在兴县西南罗峪口附近，因南有紫金山火成岩侵入中生代地层，以致地势隆起，所以河身在此西行80余里始折而南。这些都是很好的例证。

再从曲流发育去分析，黄河发育在有些地方并非完全受先成构造的限制。黄河诞生之初，地表必然是较平坦的，尤其喇嘛湾至河曲段标准曲流的发育，就是说黄河诞生之初的原始地面可能是一准平面，也可能是在一较新的平缓的堆积物平面上发育起来的。据杨鍾健等的研究⁽¹⁴⁾，从红土高原位于唐县期平面上的情形随处可见来说，黄河应该是在保德期堆积的基础上发育起来的，嗣后由于长期地壳运动的隆起作用，才产生今天晋陕段黄河的地形。

壶口瀑布的成因问题，有的学者从断层的角度来分析，例如，王竹泉早期的看法⁽¹³⁾、冯景兰从壶口瀑布与山西地堑断层的联系，并按照美国尼加拉瀑布的计算方法来推测山西地堑的年龄⁽²⁹⁾。王竹泉认为冯景兰的分析颇有问题，曾提出反驳理由⁽³⁰⁾，并认为这是由于局部拗屈作用所致。张伯声、罗开富等则提出岩石性质坚硬与构造关系等的说法，认为峡谷段内类似壶口的情形甚多，不赞同用汾渭地堑断层来解释。根据作者的了解，除岩性的因素外，近期构造的局部拗屈作用也不可忽视。

禹门口潼关段：这段称为汾渭地堑，就是禹门口以北及潼关以南的地层上升，中间陷落，成为今天的形势。禹门口潼关段的黄河特别重要，因中游最大的支流如汾、渭、泾、洛等均在此段匯注黄河。

黄河出禹门口，流速顿减，水力分散，泥沙随积随淤，沙洲星列，析水流为数股，时合时分，河床宽



照片 4 禹門口黃河峽谷的內部



照片 5 由韓城黃河西岸北望禹門口

达10余公里，主流忽而东岸，忽而西岸，沿岸塌坍，側触严重。

晋豫段：黄河在潼关为太华山所阻，折而东流，河身界于山西河南之間。如以垣曲为界，又可分为上下两段，垣曲以上称上段，以下称下段。上段两岸支流都比较短小，因为崤山、中条山、南北夹峙，距离很近，受到限制。各支流与黄河流向的关系，多成直角相交或逆向相交，也有比较少数的短小支流成顺向相交。

垣曲以下，情形与此相反，两岸有比较长大的支流，如洛河、沁河，且与黄河河道近于平行，或顺向成锐角相交。垣曲以上以下黄河支流分布情况的不同，成一明显的对比。洛河或沁河可能就是当时上游的干流，嗣后由于河流襲夺，垣曲上下两段互相沟通，成为现在的形势，而洛河及沁河则退居于次要的地位，成为黄河的支流。

如以巴博尔所说的洛河侵蚀面与唐县期相比的话⁽³¹⁾，洛河生成的历史便已相当久远，与晋陕段的黄河差不多。潼关垣曲一带黄河在第三纪最末期及第四纪初期的地層中经过，故其历史最新。据此，则洛河原为垣曲以东的主干也不是不可能的。

豫鲁段：指孟津以下至入海。华北平原的高度多在100公尺内，而全面积^{9/10}均在50公尺以下，开封以下，席地千里，北迄燕山，南至淮陽，西起太行伏牛之麓，东达海濱，中間地带皆为最新冲积物所复盖，絕少丘陵。黄河干道流经平原之上，迁流淤塞，河床升高，紧束堤中⁽³²⁾。南北两岸無一支流，以南是淮河

水系，以北是海河水系，黄河南北的地势均較低洼，因而黄河本身就成为南北两大水系的天然界綫。由于黄河本身地势高亢，几千年来，对黄河的防护治理一有疏忽，便造成迁徙改道、潰决泛滥的灾难。在人民治河的今天，一向为人民所憂患的黄河，今后将一定会更馴服地为人民服务。

- [1] R. Pumpelly: Geological Researches in china, Mongolia and Japan.
- [2] V. F. Richthofen: China, II. 1877.
- [3] 翁文灏、曹树声：綏远地質矿产报告，地質彙报第一号。
- [4] 丁驥：黄河流域之地形变迁及水系演进，黄河研究資料彙編第3种，1952年12月出版。
- [5] F. G. Clapp: The Hwang Ho, Yellow River, The Geographical Review, Vol. XII.
- [6] 楊鍾健、卡美年：甘肃皋兰永登区新生代地質，中国地質学会志，第16卷。
- [7] 楊鍾健：有关黄河上游的几个地質問題，中国地質学会会訊，1954年5月出版。
- [8] 王曰倫：黄河上游地質，1943年。
- [9] G. Köhler: Der Hwang Ho, Eine Physiographie, 1929.
- [10] 王恭睦：陝西郿县永寿油蔕岩区地質，地質論評，11卷5、6合期。
- [11] 張伯声：从黄土綫說明黄河河道的發育，科学通报，1956年3月号。
- [12] Bailey Willis: Research in China, Vol. I. part 1.
- [13] 王竹泉：黄河河道成因考，科学，10卷2期。
- [14] 德日进、楊鍾健：山西西部陝西北部遼寧紀后黄土期前之地層观察，地質专报，甲8号。
- [15] 徐近之：黄河最上游，地理学报，15卷2、3、4、合期。
- [16] 馮景兰：黄河的特点和問題，科学通报，1954年9月号。
- [17] 侯德封、孙健初：兰州西北一地質剖面，中国地質学会志，14卷1期。
- [18] 孙健初：青海湖，地質論評，3卷5期。
- [19] 孙健初：南山及黄河上游之地質，中国地質学会志，15卷1期。
- [20] 中国百万分之一地質圖天水幅。
- [21] 王德基：兰州附近的地形，1954年6月。
- [22] 張伯声：黄河中上游地質，黄河中上游考察报告。
- [23] 綏远概况，上册，1933年12月出版。
- [24] 王竹泉：大青山地質，地質彙报，第10号，1928年版。
- [25] 孙健初：綏远及察哈尔西南部地質志，地質专报，甲12号。
- [26] 高鈞德：黄河概况，黄河水利月刊，卷4，1934年。
- [27] 袁复礼：綏远盆地近期地壳运动，中国地質学会会訊，1954年5月。
- [28] 李四光：旋卷构造及其有关中国西北部大地构造体系复合問題，地質学报，34卷4期。
- [29] 馮景兰：陝西中部及山西地塹断質时代的約略計算，中国地質学会志，13卷2期。
- [30] 王竹泉：陝西韓城煤田地質，地質彙报，第30号。
- [31] 巴博尔：中国中部之地文时期，中国地質学会志，第13卷3期。
- [32] 侯德封：黄河志，地質篇第6頁，1937年，商务印書館出版。