

中华人民共和国地质部水文地质工程地质研究所

水文地质工程地质 论文集

2

(三峡专集)

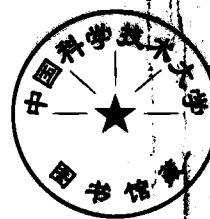
地质出版社

北京 1959

水文地質工程地質論文集

2

(三峽專集)



著者	地質部水文地質工程地質研究所
出版者	地質出版社 北京宣武門外永光寺西街3號 北京市書刊出版業營業許可證公字第060號
發行者	新華書店
印刷者	崇文印刷廠

印數(京) 1—2,500冊

1959年4月北京第一版

開本 31"×43"1/16

1959年4月第1次印刷

字數 293000

印張 12 插頁 3

定價(10) 2.05元

統一書號: 15038·699

中華人民共和國地質部水文地質工程地質研究所

水文地質工程地質

論文集

2

(三峽專集)

目 录

序 言	地質部水文地質工程地質研究所所长 张更生 (4)
三峡区域地質概述	胡海壽 李鄂榮 (5)
三峡区域水文地質基本特征	籍傳懋 (19)
三峡水庫的工程地質条件	刘广潤 (33)
黄陵背斜前震旦紀結晶岩系岩性、岩相及地質构造的研究	李鄂榮 (40)
美人沱坝区結晶岩风化壳的初步研究	胡海壽 刘广潤 李鄂榮 任殿華 (78)
美人沱坝区水文地質条件	趙运昌 (100)
美人沱坝区河谷工程地質分段	苏惠波 籍傳懋 (117)
南津关坝区的地質构造	郭希哲 曹照垣 (125)
南津关坝区碳酸盐类地层的岩性及其对喀斯特发育起控制作用的实际意义	盧耀如 (131)
南津关坝区碳酸盐类岩石溶孔的形成和发育問題	朱学穩 (138)
南津关坝区的喀斯特发育規律	朱学穩 郭希哲 (142)
南津关坝区喀斯特化地层的渗透性	盧耀如 陳連禹 于 珉 (156)
南津关坝区的水文地質工程地質条件	盧耀如 (169)

.....

更立西江石壁，
截断巫山云雨；
高峡出平湖。
神女应无恙，
当惊世界殊。

——摘录毛主席词

序 言

长江三峡水利枢纽是举世无双的巨大工程建设。它的建成将免除长江下游地区的水旱灾害；同时可以发出强大的电力，使我国广大地区的工农业建设得到迅速的发展；上游的航运条件得到根本的改善，使大型轮船溯江而上直达重庆。

由于这项工程具有上述的重大意义，因此，各方面对于三峡水利枢纽建设的要求日趋迫切，并积极地予以重视和支援。毛主席曾指示我们：要“积极准备，充分可靠”地建设三峡水利枢纽，也就是要在施工以前尽快地作好勘测设计和科学研究工作。

从1956年以来，地质部三峡队和水文地质工程地质研究所在南津关和美人沱两坝区进行了大量的工程地质、水文地质勘测工作，积累了丰富的地质资料，对于拟定筑坝区的主要工程地质问题进行了较深入的专题研究，给三峡水利枢纽初步设计要点阶段有关坝区坝段的选择，提供了确切的工程地质论证和评价。

大家都知道，三峡水利枢纽的两个拟定坝区具有不同的工程地质条件。美人沱结晶岩坝区拥有较厚的风化壳，南津关石灰岩坝区则具有较发育的喀斯特，这两大问题均足以影响作为高坝基础的工程地质评价，因而要详细的研究论证。经过1958年各科学研究单位协作，在三峡队的密切配合下，已胜利的完成了各项勘测工作和科学研究任务。利用三峡队已往几年来的勘测资料进行综合分析，基本上已查明了南津关坝区石灰岩喀斯特发育规律，以及与其有关的水文地质、工程地质问题：如基坑涌水量的计算，坝基及绕坝渗透条件，隧洞及坝基的稳定性等。在美人沱坝区对黄陵背斜结晶杂岩的岩性、岩相及其地质构造有了深入的研究分析，对结晶岩风化壳的分带特性、形成条件及分布规律获得了比较可靠的研究成果，这些成果将对三峡水利枢纽的工程设计起到一定的作用。因此特选择有关三峡的工程地质水文地质论文十三篇编成本专集，供三峡水利枢纽选坝工作及今后进一步研究三峡地区工程地质和水文地质问题的参考。

本专集中部分论文所利用的部分资料是通过和中国科学院地质研究所，地质部地质力学研究室，北京地质学院及长江流域规划办公室等单位在野外共同协作取得的，而大部分资料是水文地质工程地质研究所与三峡队密切配合下获得的。某些文章中为了避免重复将地质概述部分删去，某些图表照片亦相互利用，因此单独参阅某文时会感到有不够全面之感，特此说明。

由于我们的实际工作经验和理论水平所限，文章中可能存在着不少缺陷，希望从事水文地质及工程地质工作的同志们帮助指导，并提出宝贵的意见。

对本专集的意见请寄北京阜外百万庄地质部水文地质工程地质研究所。

地质部水文地质工程地质研究所所长 张更生

三峡区域地質概述

胡海濤 李鄂榮

三峡地区的区域地質，先后经过中外地質学者們的調查研究，有过不少的論著，其中以1924年我国著名地質学家李四光教授所著“长江峡东地質及峡之历史”一文奠定了本区地質論述的基础，对本区地层、构造及地文发育史作了精辟的論述和分析。

解放以前，由于反动統治的結果，使本区地質工作受到重重阻碍，当时百万分之一的地質图幅尚残缺不全，因此区域地質資料仍感貧乏，或受自然条件的限制，观察仍然較粗略。

解放以来，由于国民經济建設的需要，进行了鄂西地区的矿产普查，为本区积累了丰富的区域地質資料，1956年地質部三峡队，水文地質工程地質研究所及湖北省地質局先后在三峡地区进行了1:50万及1:20万的地質測繪以后，补充了空白地区的地質图，对本区地层及地質构造有了較全面的分析和論証。

1958年在进行三峡水利枢纽工程地質勘测时三峡队与各科学研究单位又进行了路綫补充測繪，編制了1:20万黃陵背斜区地質图。

为了闡明三峡水利枢纽及水庫区較大范围的区域地質情况，我們將历次測繪資料編制成1:50万的“长江三峡区域地質图”（見图5），在路綫踏勘与編图基础上来論述本区的区域地質作为閱讀各专题論文的基础，很显然在各部分的論述深度上是有所差異的，且以作者所掌握的資料有限，很可能存在不全面的地方，尚希指正。

一 地形地貌

长江三峡位于川东鄂西地界，以瞿塘、巫山及西陵峡而得名，由宜昌溯源至奉节間长约170公里的河段內，江流湍急，刻切于巉崖峭壁間，形成险峻的峡谷地形。

三峡水利枢纽將拟定于西陵峡內，水庫儲水以后，回水上溯可达重庆，由宜昌至重庆間距离約500余公里。

从地貌形态及其成因而論，本区地貌可分为下列各种类型：

1. 侵蝕——剝蝕中生代紅色岩系中山丘陵地形：

奉节以西、川东地带广泛分布着侏罗白堊紀的紅色岩系，形成海拔在1000公尺以下的中山丘陵及河谷平原，山脉走向为北东——西南与地层走向相吻合，由于不等侵蝕与地質构造的影响形成各种不同的侵蝕构造地形。

由侏罗紀底部厚层砂岩所組成的紧密背斜褶皱山脉（軸部間或有二迭三迭紀灰岩出露），形成条带状的猪背山地形，背斜两翼岩层傾角約 45° 与地形坡度相一致，軸部石灰岩被溶蝕后成为槽形地形，重庆附近的几条平行褶皱山脉上均甚显著。

在上中侏罗紀自流井統及重庆統地层分布的寬闊向斜地区，岩层傾角較緩在 30° 以下，

由于砂頁岩互层抵抗侵蝕强度的差異，形成单面山地形，順斜坡較緩而逆斜坡較陡，順斜坡面上常为一层抵抗侵蝕力較强的砂岩所复盖。

在向斜的軸部，岩层近于水平，常有砖紅色白堊紀嘉定統砂頁岩出露，經侵蝕成为方山地形，峙立于宽广河谷平原之間，很远即可望見。

上述猪背山，单面山及方山地形均为紅色岩层分布区的地貌特征。鄂西秭归盆地中紅色岩层的地貌类型与此相似。

2. 喀斯特化石灰岩高山峡谷地形：

奉节以东、三峡地区广泛分布着古生代及震旦紀时期沉积的巨厚的碳酸类岩层，瞿塘峡及巫峡地区形成丛山峻岭及深切的峡谷，山脊海拔高程由1000至2000公尺，最深峡谷可下切达1000公尺左右。至黃陵背斜东翼，地势已漸低緩，山岭海拔自600—700公尺降至200—300公尺。

石灰岩山地地貌上的最大特征为残丘罗列的喀斯特高原状地面和深刻的峡谷，在侵蝕平面上分布着无数的喀斯特洼地，漏斗，落水洞和残丘，沿江峡谷两岸可見到不同高程分布的大小溶洞，有时溶洞中有泉水溢出，从陡崖上跌落下来成为极其壮观的飞瀑。

在峡谷地区，石灰岩中常含有頁岩等軟弱夹层，易于崩坍成为滩險，如新滩即由于山崩所形成，总之在峡谷地区的物理地質作用是比較强烈的。

3. 侵蝕——剝蝕结晶岩中山及低山丘陵地形：

在黃陵背斜核心部分，沿江由南沱至庙河間，分布着前震旦紀的结晶杂岩，形成中山及低山丘陵地形，与四周沉积岩层所形成的丛山峻岭及峡谷地形相对照，形成迥然不同的地貌特征，结晶岩所形成的山岭，在离长江較远的地方，拔海1000—1300公尺，靠近江岸地势逐漸低下成为拔海仅在400公尺以下的丘陵地形。

本区沟谷网极为发育切割密度很大，为5—8公里/平方公里，多成为較寬闊的河谷，谷坡傾角甚緩10—35°，长江两岸发育着7—9級的河谷阶地，除第一級阶地为堆积侵蝕类型外几全为侵蝕阶地，阶地上保存有較厚的风化壳。

4. 侵蝕——剝蝕的新生代紅色岩系丘陵地形：

主要分布南津关以东地区，在这里古生代石灰岩已被广泛的新生代紅色岩系所掩盖，形成海拔200公尺以下的丘陵地，相对高度約50—100公尺，受水流强烈分割，地表起伏不平，在薄层砂岩，砾岩及頁岩互层地区成为一种似单面山地形，起伏較平緩，但在厚层砾岩分布地区則成为陡峭的山坡和深切的沟谷，山頂較平坦，在砾岩所形成的陡壁下常見有崩塌的岩錐。

二. 地 層

本区由前震旦紀至第三紀間各时代的地层均有出露，为我国南方著名的标准地层剖面，前震旦紀为古老的侵入岩及变質岩所組成的杂岩系，震旦紀以后本区受到长时期海侵，至上三迭紀时期沉积了厚达五千余公尺的碳酸盐类岩层及海相碎屑岩层，除缺失下泥盆紀及下石炭紀地层外，其余地层均較完整，彼此間呈連續的整合接触或假整合接触关系，三迭紀以后地壳上升海水退却，本区沉积了厚达五千余公尺的陆相紅色岩系，茲将三峡地区各时代的地层由老至新叙述如下：

一、前震旦紀黃陵雜岩(Ar)

1. 方嶺片岩^①：主要為綠色片岩，角閃石片岩，綠泥石片岩，雲母石英片岩，綠泥石石英片岩，千枚岩等，其次有陽起石片岩，滑石片岩，石墨片岩，大理岩及蛇紋岩。

在片岩和侵入岩之間，廣泛發育着疊層注入（Лит—пар—лит）的帶狀或眼球狀混合岩相（注入片麻岩），條帶為黑白相間或黑綠，紅色相間，暗色部分為結晶片岩性質，而淺色部分為侵入岩成分。在較寬的暗色條帶中，往往見有淺色條帶橫穿節理，但在寬的白色條帶中，暗色部分有時呈稜角狀捕房體存在。

2. 蓮沱花崗岩^②。為花崗岩—閃長岩岩基狀巨大侵入體，其內部相為粗粒斑狀花崗岩，斑晶為肉紅色微斜長石，邊緣相為細粒和粗粒閃長岩，深灰黑色，主要礦物成分為中性斜長石，角閃石，少量黑雲母。過渡相為斜長花崗岩，花崗閃長岩，黑雲母石英閃長岩，石英閃長岩。在長江右岸剖面，這種岩相變化是逐漸過渡的，而以黑雲母石英閃長岩最為發育。在過渡相到邊緣相中，黑色透鏡狀析離體及包裹體逐漸增多，其長軸方向大部與流層構造走向相一致。

侵入岩中有酸性至基性的多種岩脈侵入，酸性岩脈粗粒至細粒的花崗岩，偉晶及細晶岩脈分布最廣，厚者達數十公尺，薄者僅數十分，接近於邊緣部分的酸性岩脈分布最密。中性岩脈為閃長岩及角閃岩脈，全區僅見數條，基性岩脈為輝綠岩，以北50°—60°東者居多，延伸達數公里，厚僅3—5公尺。這些岩脈均未侵入至震旦紀以後的沉積蓋層中，因此其侵入時代應為前震旦紀的產物。

二、震旦系 (Sn)

下震旦系 南沱建造(Sn₁)

分布于宜昌南沱至歸廟河長江南北岸，而以南岸最厚，可分兩層：

1. 南沱砂岩：分布在黃陵背斜南部，不整合在黃陵雜岩之上。底部為厚約一公尺的含砾石砂岩；中部為紫色石英砂岩，上部為紫紅色夾黃白色砂質頁岩。

南沱砂岩在江南岸厚達140公尺，過江往北延伸距長江十公里以內即行尖滅。

2. 南沱冰磧層：假整合在南沱砂岩之上，為暗黃綠色冰磧砾岩，砾石成分複雜，主要為前震旦紀結晶岩類：花崗岩、閃長岩，混合岩、千枚岩、脈石英砾石，輝綠岩，其次為結晶灰岩及紫灰色致密灰岩，粒徑大小不一，混亂地膠結在泥質砂質中。顏色主要為黃、綠、灰各色，在南部偶夾紫色冰磧層及紫色頁岩（厚約2公尺）。

冰磧層在江南岸最厚達80公尺，過江向北延伸逐漸變薄，在背斜北端，厚僅2—4公尺，有時尖滅。

中—上震旦系(Sn₂₊₃)

1. 陡山沱組：見於黃陵背斜四周，假整合在南沱組之上，為棕黑色，黑色，暗灰綠及暗灰色頁岩與棕色，暗灰色至黑色板狀灰岩，灰岩中局部呈鲕狀，有時尚夾薄層白雲岩及

① 方嶺片岩相當於原標地崆嶺片岩，但以原標準產地崆嶺處為混合岩，而在方嶺確為一套較標準的沉積變質岩，因而以此命名。

② 蓮沱花崗岩與原黃陵花崗岩相當，但以原標準產地黃陵廟附近經岩相分析結果為花崗閃長岩，而在蓮沱附近才為標準的斑狀花崗岩相，因而以蓮沱花崗岩命名。

砂質頁岩，在灰色板狀灰岩中常含黃鐵礦結核。本組下部以頁岩為主，其中黑色硬質頁岩中常含黑色燧石圓球，由下往上逐漸富含鈣質，在房縣興山一帶且夾砂岩。上部在廬河以南常見劣質煤厚一公尺左右。

陡山沱組岩層全厚120公尺。

2. 燈影灰岩：見於黃陵背斜四周。下部為淺灰色厚層灰岩，粗粒結晶，夾少量灰白色結晶灰岩，厚170公尺。在南沱為粗粒石灰角礫岩，中部為黑色，灰色板狀灰岩及頁岩，偶夾石炭，上部為白色至灰白色厚層結晶砂質灰岩及砂質白雲岩，其下部含燧石結核，上部夾燧石層厚約560公尺。

三、寒武系 (Cm)

下寒武系 (Cm₁)

1. 石牌頁岩：灰黃色，黃綠色頁岩及板狀砂質頁岩，中夾薄層砂岩及含鐵鮞狀灰岩，最底部為黑色含磷頁岩，本層厚100—185公尺，與其下燈影灰岩呈假整合接觸，接觸帶見斷續底礫岩分布。

2. 石龍洞灰岩：下部為黑褐色條帶狀含泥質石灰岩及含白雲質石灰岩，中夾頁岩及豆狀白雲質石灰岩，上部為白色及灰黑色厚層結晶灰岩與白雲質灰岩，厚250公尺。

中上寒武系 (Cm₂₊₃)

1. 坪善壩灰岩：灰色，灰黑色及黃灰色薄層或板狀灰岩，白雲岩，白雲質灰岩，泥質白雲岩及頁岩，局部有條帶狀及鮞狀結構，下部含燧石結核，本層假整合於石龍洞灰岩之上，厚82公尺。

2. 紅溪灰岩：黑色結晶白雲岩，具有褐色條帶，厚25公尺。

3. 上峰尖灰岩：下部為灰色厚層白雲質灰岩，灰色及灰黃色板狀白雲岩及泥質白雲岩和頁岩，上部為深灰色，灰色中厚層及薄層灰岩，灰質白雲岩及頁岩和泥質白雲岩的互層，頁岩夾層厚0.5—20公尺者共7—8層，本層總厚165公尺。

以上三層相當於覃家廟灰岩。

4. 黑石溝灰岩：假整合 (?) 在上峰尖灰岩之上。最底部為灰黑色細粒結晶白雲質灰岩，夾薄層灰黃色泥質白雲岩及頁岩，具有縫合綫，縫合綫內常夾薄的泥質或炭質填充物。下部為灰黑色致密白雲質灰岩，白雲岩，與灰白致密或結晶的白雲岩，砂質白雲岩互層。上部為灰白色，灰色厚層結晶或致密的白雲岩與灰質白雲岩，夾少量泥質白雲岩與純灰岩，含燧石結核及燧石層，縫合構造發育。

黑石溝灰岩厚220公尺。

5. 三游洞灰岩：黑色厚層結晶白雲岩，厚14公尺。

6. 南津關灰岩：下部為灰色厚層結晶白雲質灰岩，夾灰白色結晶白雲岩。中上部為灰白色厚及中層細粒結晶的白雲岩，灰質白雲岩及白雲岩質灰岩，夾灰色或深灰色致密的灰質白雲岩及少量泥質白雲岩與純灰岩，含燧石結核及巨大的方解石塊，本層厚150公尺。

以上三層與舊三游洞灰岩相當。

四、奥陶系 (O)

下奥陶系 宜昌統 (O₁)

1. 宜昌灰岩：下部为灰色带黄色泥質条带的白云質灰岩，中央一层厚約0.1—1公尺的綠灰色頁岩，底部偶有砾状灰岩，上部为灰色厚层結晶白云質灰岩，結構致密，含燧石結核，总厚为122公尺，与其下南津关灰岩呈假整合接触。

2. 分乡組：为浅粉色，黑灰色灰岩与黄綠色鈣質頁岩互层，底部为棕黄色頁岩，厚約20公尺。

3. 紅花圓灰岩：为浅紅色或浅灰色石灰岩，与浅黄綠色鈣質頁岩互层，厚約10公尺。

4. 涓潭組：見于宜昌，秭归，兴山等地，以石灰岩为主，富含泥質，厚約20公尺

中奥陶系 艾家山統 (O₂)

1. 楊子貝組：为浅灰色，黄綠色，棕黄色泥質薄层灰岩，与灰色、黄綠色的鈣質灰岩互层，下部为灰色薄层含泥質灰岩，总厚 110 公尺，与下奥陶紀宜昌統地层呈假整合接触。

2. 宝塔灰岩：为灰色，灰綠色，黄綠色薄层泥質灰岩，夹黄灰色，黄綠色頁岩，或粘土質頁岩，层面上具有显著的龟裂紋結構，厚100公尺。

上奥陶系 五峰頁岩 (O₃)

为黑色板状頁岩，厚2—10公尺，假整合于艾家山統之上。

五、志留系 (S)

下志留系 龍馬溪統 (S₁)

为黄綠色，灰色砂質頁岩夹灰綠色薄层砂岩，底部为黑色頁岩夹深灰色薄层致密灰岩，厚約200公尺，与其下五峰頁岩呈整合接触。

中志留系 罗惹坪統 (S₂)

黄綠色頁岩夹薄层白云母質砂岩，厚約300公尺。

上志留系 紗帽統 (S₃)

为紫紅至灰綠色細粒石英砂岩与砂質頁岩互层，层面上具显著波痕，厚約 285 公尺。

六、泥盆系 (D)

中上泥盆系 (D₂₊₃)

1. 云台觀石英岩：为白色中层状石英岩，风化面呈紅色或浅紅色，厚40—60公尺。

2. 黄家磴层：下部为黄灰色頁岩夹薄层砂岩，上部为灰色石英質砂岩，浅綠色砂質頁岩及綠色砂岩之互层，层面上具显明的波痕，厚40—60公尺。

3. 写經寺层：見于长阳等地，为杂色頁岩，砂質夹鎂質結核，下部为藍綠色云母質頁岩，黄灰色泥質灰岩，夹綠色頁岩，底部为黄色頁岩，含鲕状赤鉄矿（共3至5公尺），本层总厚約30公尺。

七、石炭系 (C)

中上石炭系 壺天灰岩 (C₂₊₃)

为淡灰色或灰白色厚层石灰岩，偶含黄鉄矿結核，上部漸变为白色，含巨大方解石結

晶块，本层厚50公尺，与其下泥盆系地层呈假整合。

八、二迭系 (P)

下二迭系 阳新统 (P₁)

1. 马鞍山建造：为灰白色或黑色頁岩，有时为炭質頁岩夹石英砂岩薄层，常含有无烟煤层，与阳新灰岩之过渡层为黑色頁岩及灰岩，厚度变化不大，平均为10公尺，本层出露于黄陵背斜的东西两翼，与其下的中上石炭紀地层呈假整合接触。

2. 阳新灰岩：为灰色及黄灰色厚层致密灰岩，含燧石結核及燧石层，其底部常夹有黑色砂質頁岩层，本层厚190公尺。

3. 孤峰組：为黑色砂質頁岩，厚約10公尺，见于巴东附近。

上二迭系 乐平统 (P₂)

1. 龙潭組：下部为灰綠色薄层灰質頁岩，中夹无烟煤层，含鉄矿，厚40公尺，上部为灰色薄层砂質頁岩，厚約20公尺，本組岩层见于巴东附近，与其下阳新统岩层呈假整合接触。

2. 长兴灰岩：为棕色厚层灰岩，中含燧石結核，此燧石結核沿层面排列，有时一部分或全部变为砂質灰岩，本层厚100—200公尺。

3. 保安頁岩：为黑褐色或棕色軟質砂質頁岩，分布稀少，仅于远安等地見到。

九、三迭系 (T)

下三迭系 大冶灰岩 (T₁)

下部为黄灰色泥質薄层灰岩夹灰綠色或黑灰色頁岩，中部为綠色薄层灰岩，黑色頁岩及厚1—2公尺的石膏层。上部为深灰色厚层灰岩局部見有結晶灰岩，厚800—1300公尺，本岩与上二迭紀长兴灰岩呈假整合接触。

中三迭系 巴东统 (T₂)

下部为紫、黄、綠色頁岩及鈣質頁岩，夹灰色厚层灰岩及浅灰色泥灰岩，巴东尚見有黄灰色鈣質砂岩。上部为黄灰色及灰色厚层灰岩和板状灰岩，夹有紫紅，灰綠及黄綠色頁岩及鈣質頁岩。本統地层厚度在黄陵背斜的东西两翼有所变化，东翼在远安附近上下两部共厚100公尺左右，而在西翼巴东附近厚达330—550公尺。

上三迭系 远安统 (T₃)

为紫色頁岩夹不純石灰岩及綠色鈣質頁岩，灰色頁岩及紫色細砂岩，在巴东厚250—300公尺。

十、侏罗系 (J)

下侏罗系 香溪统 (J₁)

下部为黄、灰、黑、綠色薄层砂岩与頁岩互层，在黑色頁岩內夹煤层。底部有厚层黑色砾岩及石英砂岩，砾石成分主要为燧石及石英，灰岩次之，砾石形状极圓，为砂質胶結，質底坚硬。中部为黄色、黄綠色、綠色砂岩，黑色、灰色、綠色頁岩及灰綠色砂質頁岩，含煤层。上部为黄綠色細砂岩，砂質頁岩与黄綠色頁岩互层，总厚180—200公尺。

其下与中上三迭紀地层呈假整合接触。

中上侏罗紀(?) 归州統(J₂₋₃)

底部为黃綠色砾岩及砾質砂岩，与其下香溪煤系呈假整合或局部的不整合現象。在兴山附近底部見有厚层淡水灰岩两层。下部为紫色，黃綠色頁岩与綠色、黃色砂岩的互层，在本部頂底紫色頁岩內含鈣質結核。中部为紫色頁岩与綠色、黃色、黃綠色砂岩，夹紫色砂岩頁岩，上部为紫色頁岩与灰綠色、紫紅色砂岩互层，在砂岩內尚有紫色頁岩的碎片，其中一部分砂岩为灰紫色云母質砂岩，本統岩层总厚約3000公尺；

十一、第三系 (Tr)

石門砾岩：为紅色厚层砾岩，砾石成分以灰岩及石英岩为主，砾石粒徑一般10公分左右，最大1.2公尺，如在长阳紅屋子所見，为鉄質及鈣質所胶結，砾岩中夹有透鏡状砂岩，本层厚95公尺。

东湖砂岩：为紅色砂岩，被鉄質及鈣質所胶結，間夹数层粘土質頁岩及凸鏡状砾岩，本层厚2000公尺以上。

本系地层与其下各时代的地层呈角度不整合接触。

十二、第四系 (Q)

更新統(Q₁₋₃)

1. 大門壩砾石：分布于宜昌，秭归，长阳等地，分布于海拔500—1000公尺的山地緩坡及垭口（仅見于沉积岩地区，結晶岩地区未見）。砾石成分为石英岩，白色燧石及石灰岩，砾石圓度极佳，以宜昌黃牛崖，大門壩所見为代表，伙生有黃色粘土及亚粘土。

2. 冰川泥砾：分布于宜昌以东，巴东西南及巴东至秭归之間，在后二地所見为紅色粘土內杂有大小不等的砾石，砾石多为圓稜扁平状，包括燧石，石灰岩，石英及砂質頁岩等，直徑小者1—2公分，大者10—20公分，某些砾石上曾見有冰川擦痕。

3. 紅土：見于宜昌附近，远及当阳以南一帶，其底部常夹有薄层石膏。

全新統(Q₄)

主要为近代河流冲积、洪积物，由砂、砾石及粘土所組成，砂及卵石多分布于河谷及漫滩部分，而粘土多分布于第一級阶地之上，沿河在第一級阶地边緣，常可見到鈣質胶結的砾岩，可能与江北砾岩的时代相当，在新滩附近称为鏡子砾岩。

以上为三峡地区的地层剖面；在川东一带如重庆附近华鎣山中梁山区及石柱，會阳区的地质与三峡地区頗为相似，經地层对比后（見图一），川东地质情况与三峡地区有如下的差異：

1. 川东及重庆附近地区，下部震旦紀及前震旦紀古老地层均未出露。

2. 下部古生代地层在川东石柱，會阳一带分布較广，而在川东弧形山地及重庆附近则出露甚少，仅在华鎣山褶皱軸部有少量出露。

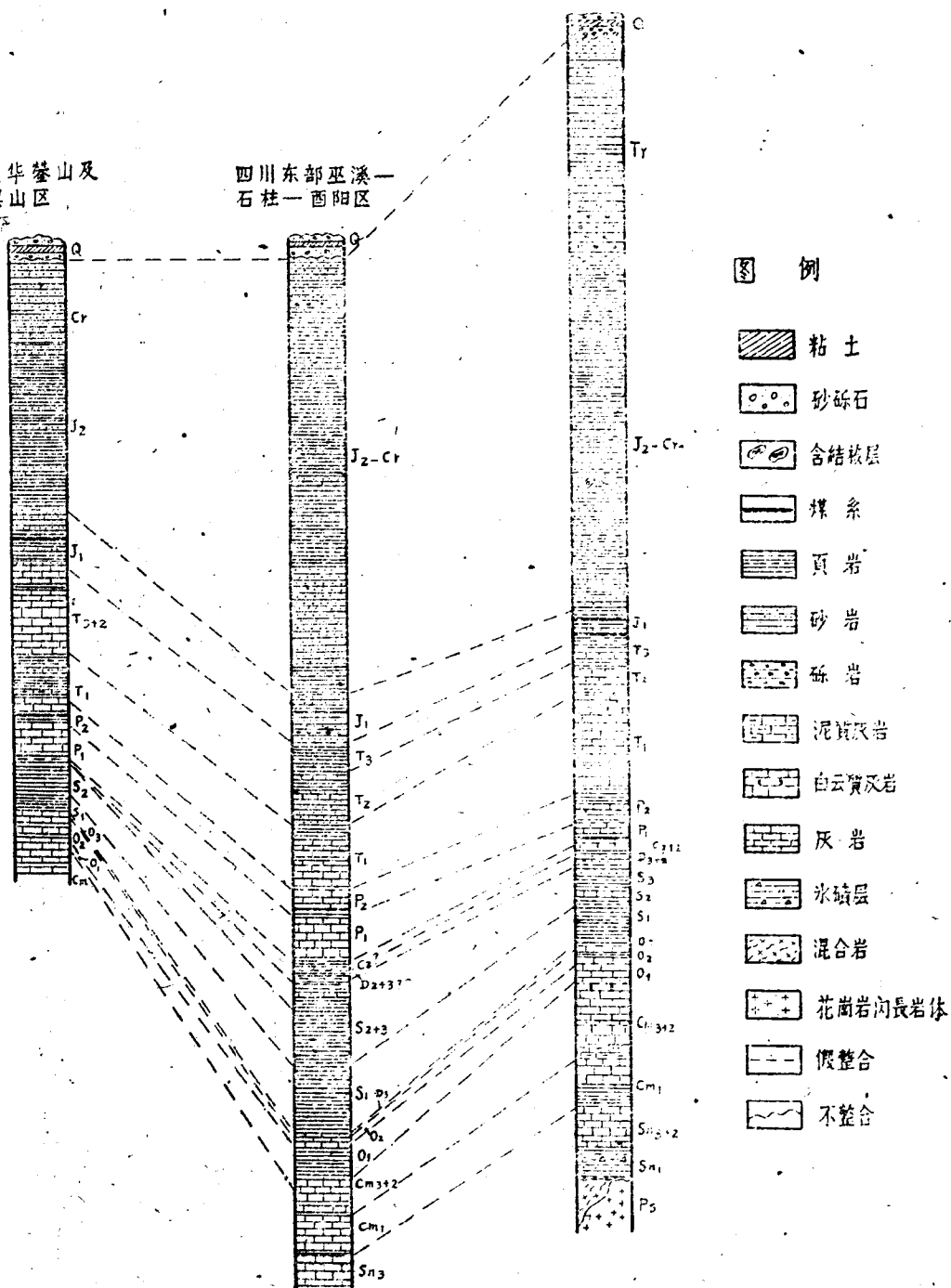
3. 泥盆石炭紀地层在三峡及川东地区均缺失下泥盆及下石炭紀的地层，而中上泥盆紀及中上石炭紀地层向西至华鎣山附近已行缺失。

4. 古生代地层多出露于川东褶皱带的背斜軸部。

5. 中生代地层在川东一带广泛发育，下三迭紀时在三峡地区为海相沉积的厚达800—1300公尺的大冶石灰岩，而在川东一带则为陆相沉积的夜朗統紫色頁岩夹灰岩及泥灰岩；

比例尺 1:5000

湖北西部長江峽区

四川華蓥山及
中梁山区四川东部巫溪—
石柱—酉阳區

图一 三峡水利樞紐区域地层柱狀剖面图

至中上三迭紀时三峡地区逐渐过渡为海陆交替相的巴东統及陆相的远安頁岩，而川东一带确为內海相的嘉陵江石灰岩，其中含石膏层，因此在三迭紀时东西方向有显著的古地理的变化，以致沉积岩相有所差異。

6. 第三紀地层在川东一带缺失。

三 地 質 構 造

三峡水利枢纽和水庫范围，正位于四川地台的东南部，北及东北面与南秦岭地槽相接，南及东南面，隔川湘洼陷与江南古陆及黔桂地台相对峙，东侧则为南京洼陷，自第四紀以来已沉降成为广闊的江汉平原。

在四川地台东部三峡峡谷区，适为各弧形山脉的集会处，大巴山弧盘据于地台的东北部，由川陕鄂边境延伸至黄陵背斜北端，山脉走向由北西轉向东西，娄山及八面山弧环繞于地台的东南部，山脉走向由北东漸轉为近东西，西部川东一带为川东弧形山脉，呈北东走向，各弧形山脉向东会聚成为弧束，而以古老結晶杂岩为核心的黄陵背斜，正好象这弧束的一颗鈕扣。

从上述輪廓来看，本区的地質构造，由东至西，由南到北都呈現着不同的构造形态和特征，尤其是东部地区，正在弧形交会的地方，各种构造系统的相互干扰形成頗饒趣味的构造形态。

如果我們由宜昌沿长江而上，可經過不同地質构造特征的河谷地段，因而也就决定了該段河谷的工程地質和水文地質条件。

由南津关至香溪，长江河谷横切过黄陵背斜，香溪至巫山間，河流截过秭归盆地，順巴东复背斜而发育，巫山以上长江多沿川东褶皱带的向斜軸部而流行，有时也切割背斜。

为了能够对这一地区的地質构造有一清晰的概念，将各构造单位的构造形态，形成条件，及其发育过程論述如下。

(一) 黄陵背斜

黄陵背斜位于本区的东部，为一短軸背斜，軸向近 $N17^\circ E$ ，核心部分南北軸长73公里，东西寬36公里，长短軸率为2:1。背斜核心部分由于隆起并經后期侵蝕作用，裸露出前震旦紀的結晶杂岩基底。背斜四周分布着震旦紀以后各时代的沉积盖层，沉积总厚度約达10,000余公尺（其中海相沉积約5000公尺，陆相沉积約5000公尺）（图二）。

背斜四周沉积盖层的走向随背斜外形而周轉，岩层傾角东翼緩，西翼陡，东翼 $10-15^\circ$ ，西翼 $30-40^\circ$ ，成为在东西剖面上显著的不对称的背斜褶皱，南北两端傾伏角很緩，在 15° 以下。

古老結晶杂岩核心部分所呈現的构造系統，与四周盖层中的构造系統显著是不調和的，結晶杂岩与震旦紀沉积岩之間不仅在地层上呈現明显的不整合接触，而且两个不同的构造系統是相互交截的。

結晶片岩系統經褶皱后成北西西向的复式背斜，横互在裸露核心的中部（见图三，四）。

在前震旦紀雪峯运动时期，岩层发生剧烈褶皱和变質作用。造山运动的后期，有火成

岩的侵入，變質岩系中形成显著的片理及軟流褶皺，其方向与北西西向的褶皺軸向相一致。

侵入岩体成北西西向的岩基产出，具有不同程度发育的流层构造，在靠近侵入体边缘部分，流层构造最发育，流层走向随边缘形状而有所偏轉，与流层构造相一致的方向排列着无数的捕撈体和析离体，一般长数十公分，但也有巨型的捕撈体，其分布面积达 $1.6 \times 2.4 \text{ km}^2$ (如三斗坪以西的白岩尖捕撈体)，这些捕撈体呈透鏡状及条带状。

結晶岩基底中的断裂构造共有四組，即北 $60^\circ-70^\circ$ 西，北 $10^\circ-20^\circ$ 东，北 25° 西，及北 $60^\circ-70^\circ$ 东，其中北 $60^\circ-70^\circ$ 西及北 $60^\circ-70^\circ$ 东組裂隙，大部已被酸性及基性岩脉所充填，仅在背斜核心的北部有近乎北西及北西西方向的大断裂，而北 $10^\circ-20^\circ$ 东及北 25° 西組在背斜核心的南部表现为寬达20—30公尺的破碎带，后兩組破碎带經追踪証实他們大部穿过了沉积岩盖层，說明这些断层构造产生的时代至少是震旦紀以后的，很可能与背斜隆起同时，說明后期构造运动使結晶基底受到影响。

四周的沉积盖层的傾角均較小，在背斜隆起的时候，四周靠近核心的盖层部分，产生了一系列与背斜軸相一致的高角度冲断层，如东翼南津关及西翼五指山附近，NNE及南北向的冲断层和正断层，傾角很陡 $70^\circ-80^\circ$ ，另一組是接近垂直于背斜的正断层，走向NW，傾角 $50^\circ-80^\circ$ ，如背斜北端下家包至九里垭近东西的断层，以及东翼大山沟，交战垭及黃旗垭所見的NW向的正断层等均属同一应力产物。

在隆起运动影响范围和末期燕山运动表层褶皺所影响的范围之間，形成一复杂构造的轉拆带，这一地带是隆起和水平压力相干扰的地带，在背斜东翼，侯德封教授等曾这样的写过：“在平善壩对面的区域以及在下紅溪和上紅溪中間一带有一个地質构造很杂乱的地带，它成一个窄条，走向北 10° 西，包括許多小褶皺和断层（冲断性質）……”。

在西翼牛肝馬肺峡上游宜昌灰岩分布地区也有相当的这样一个带，該处地层层位发生显著的扭曲和断裂現象，南端是否存在此一应力干扰带尚需进一步的研究証实。

由于燕山运动末期受水平压应力結果，黃陵背斜南北端褶皺成为弧形山脉，南北应力受結晶岩核心的阻撓，使弧形山脉轉向，大巴山弧由北西向轉为近东西，川东弧及八面山弧由北东向轉为东西，因而使黃陵背斜四周盖层在应力干扰带范围以外产生褶皺甚至倒轉（靠近黃陵背斜的褶皺翼常有倒轉現象），由于应力的推掩，产生低角度的逆掩断层，如南津关附近的关庙堂断层，以及背斜南端的落步壩及十二花断层，断层走向为北西西及北东，傾角均在 20° 上下。

由于燕山运动的表层褶皺，并伴随着基底的块断升降，因而使背斜核心部分存在着的前震旦紀断裂构造产生复活現象，且在背斜周边盖层中見到充填式热液成因的多金属矿带，因此燕山末期为影响本区的主要地壳运动时期，經此运动之后基本上奠定了本区的地質构造形态。

第三紀紅色岩层沉积在燕山褶皺山間洼陷地区，至第三紀中期，南岭运动，在本区影响甚剧，使岩层沿早期断裂复活，古生代岩层逆掩于第三紀砂砾岩之上，如背斜南部的仙女山断层及南端的天阳坪断层。

仙女山平移逆断层：此断层自秭归县荒山口以北，向东南至长阳于全齐，断层总长约35公里，航空照片上清晰可見，断层走向北 20° 西，在仙女山处断层西侧为志留紀砂頁岩互层，上升至东侧第三紀砂砾岩之上，断距大于500公尺。

此断层为两次运动的产物，首先形成的时期是与长阳东西构造褶皱同时，断层沿北北西組X型断裂而发生，表现为西盘向北滑动，近于水平运动，第三紀以后表现是以西盘上升为主，使第三系沉积紅色岩层断开，而受到强烈的牵引，因此它是受两次运动复合的结果，此一断层分隔了黃陵背斜与秭归盆地构造。

天阳坪逆断层：介于黃陵背斜与长阳复背斜之間，为东西构造带即弧形山脉形成同时的产物，至第三紀以后再行复活。

此断层走向北 50° 西，傾斜 50° ，断层带长30公里以上，向西可能与仙女山断层相交，南东直达宜都以北約5公里处；此断层为逆断层，古生代岩层推掩到第三紀岩层之上。

上述这两个断层不仅是表层断裂，同时可能伴随着深部的基底断裂，天阳坪断层在金柱头附近被仙女山断层所割切，似乎仙女山断层发生稍晚，但仍为喜馬拉雅的同时期产物，此两断层說明黃陵背斜南端曾受喜馬拉雅运动的影响。

(二) 弧形褶皱

黃陵背斜四周为弧形褶皱山地所环绕，北面有大巴山弧，南面有八面山弧，西面有川东弧，东北有大洪山荆山弧(见图五)，这些弧形褶皱均有其独特的构造形态，兹分述如下：

1. 大巴山弧：盘据于四川盆地的东北边缘，构造綫走向与山脉方向一致。西部走向北西西，东部漸轉为东西；

弧形山脉的北部，为較規則的背斜及向斜平行褶皱，背斜軸部有下部古生代和震旦紀灰岩的出露，向斜部位則为二迭紀或三迭紀岩层所出露，南部則成为复式向斜，由一些向斜及背斜所組成，常成为不对称的褶皱，背斜南翼常倒轉，在背斜軸部常有自北而南的逆掩断层产生，此种現象說明应力自北向南，受黃陵背斜阻挠后使其产生褶皱南翼的倒轉現象。

2. 八面山弧：环绕于四川盆地东南，是一个大致平行的宽广的褶皱带，背斜和向斜交替出現，走向大致呈东北、西南向，向东轉成近东西向为长阳复背斜，西部背斜多宽广而开闊，軸部有震旦紀和寒武紀灰岩出露，向斜狭窄而陡峻，为二迭紀三迭紀地层所組成，成为显著箱形褶皱，向北多穹窿和盆地逐渐过渡为梳状的川东弧构造，在过渡带构造不显著的地方常常形成断层接触；本区逆掩断层較少見。

向东为长阳复背斜，褶皱較紧密，平行于褶皱軸方向有一系列的逆掩断层及垂直于它們的横断层，背斜的北翼傾斜較陡。

3. 川东弧：在重庆附近及川东一带，呈显著一系列北东向約近平行的細长褶皱山脉，向东逐渐由北东轉为北东东，背斜軸部多由三迭紀灰岩及頁岩所組成，兩翼为侏罗紀的砂頁岩，岩层傾斜成为显著的猪背山地形，华蓥山背斜軸部曾見有寒武紀地层出露。

其褶皱构造的特点为背斜褶皱紧密、向斜寬闊、成为显著的梳状褶皱，断层构造較少，仅于背斜軸部可見到平行于軸向的逆断层。

此弧形褶皱山脉向北东延伸，至云阳、奉节附近以銳角插入大巴山弧。

(三) 秭归盆地及巴东复向斜

秭归盆地及巴东复向斜构造，位于黃陵背斜以西，各弧形褶皱交会处所表现的构造特有形式。

秭归盆地面积約730平方公里，組成此盆地中心部分的岩层是中上侏罗紀的归州統，