

# 秦岭太白盆地晚更新世晚期环境变迁

范淑贤

(地矿部水文地质工程地质研究所)

吴锡浩

(中国地质科学院地质力学研究所)

赵景波

(西安地质学院水工系)

童国榜 张俊牌

(地矿部水文地质工程地质研究所)

**摘要** 本文依据太白盆地拐里村晚更新世晚期沉积物中花粉谱,重建当时主要为含桦树的森林草原或灌丛草原,未见森林。孢粉波动幅度明显,记录了气候的强烈变化。该剖面存在四次孢粉贫乏事件(深度为 15.6–15.8m、10.7–10.9m、5.6–5.8m 和 3.4–3.6m),其特点为木本植物花粉急剧减少,乔木植物花粉几乎为零,草本植物花粉增多。上述孢粉贫乏事件与渭南黄土古风化强度、磁化率以及 SPECMAP 氧同位素曲线具有较好的可比性,反映气候的冷暖波动基本一致,从而表明该区气候变化与全球气候变化基本同步。

**关键词** 太白盆地 晚更新世 孢粉贫乏事件 孢粉植物群

近年来,中外学者对黄土高原古环境变迁进行了大量研究,取得了许多非常有科学价值的成果,特别是在洛川<sup>[1,2]</sup>、黄陵<sup>[3]</sup>、兰州<sup>[4]</sup>、渭南<sup>[5]</sup>等地区的研究更为深入,但对秦岭山间盆地的黄土堆积物研究较少。我们对秦岭北坡太白盆地咀头镇<sup>[6]</sup>及拐里村黄土剖面进行了研究,前者主要从地球化学方面进行研究,后者主要从孢粉分析方面进行研究。本文试图利用孢粉资料寻找孢粉贫乏事件的记录。

## 1 自然环境

太白盆地位于秦岭北坡,海拔高度 1500m 左右,属温暖半湿润气候,雾大风多,天气多变,降雪时间长。年平均温度为 7.5℃,7 月份平均温度 19.2℃,年降水量为 757mm,降水多集中在 7、8、9 月份,蒸发量大于降水量<sup>[7-9]</sup>。地带性植被为暖温带落叶阔叶林,其群种有栓皮栎 (*Quercus variabilis*)、槲栎 (*Q. dentata*)、辽东栎 (*Q. liaotungensis*)<sup>[8]</sup>。由于几千年来的人类活动,原始植被破坏殆尽,大部分土地被开垦为农田,栽培果树有柿 (*Diospyros*)、枣 (*Ziziphus*)、核桃 (*Juglans*)、板栗 (*Castanea mollissima*)、桃 (*Cerusus*)、杏 (*Armeniaca*) 等,荒坡上生长着荆条 (*Vitex megundo val. heterophylla*)、酸枣 (*Ziziphus jujuba*)、白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*) 等灌木与草本植物。

注:本研究得到中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室资助

## 2 孢粉组合

### 2.1 拐里村剖面

露头剖面厚 17.25m,共分三部分。顶部为现代耕作土,厚 0.45m;中部为黄土,灰黄、棕黄色粉沙质亚粘土,中间夹有三层发育弱的古土壤层,厚 15.8m;下部为河湖相沉积层,岩性为淤泥,颜色灰绿,厚 1m 淤泥层  $^{14}\text{C}$ 测年数据为 45.02±3.379kaBP(武汉地质大学同位素实验室测定) 1981年天津地质矿产研究所采样的测定该层年龄为 > 48.7kaBP<sup>[7]</sup>。

### 2.2 孢粉分析

该剖面共采样 70块,间距为 15-25cm 样品经酸、碱处理,重液分离后,发现孢粉尚丰富。共统计鉴定 5543粒,分属 62科属类型。孢粉浓度为每克 10-30粒,草本植物花粉(以下简称为草本花粉)占绝对优势,含量一般为 58%-81%,最高可达 91%;木本植物花粉(以下简称为木本花粉)仅在个别层位含量较高,最高可达 70%。依据花粉类型及数量在剖面上的变化,可划分出 5个孢粉带及 8个孢粉亚带(图 1),从老到新各带特点如下:

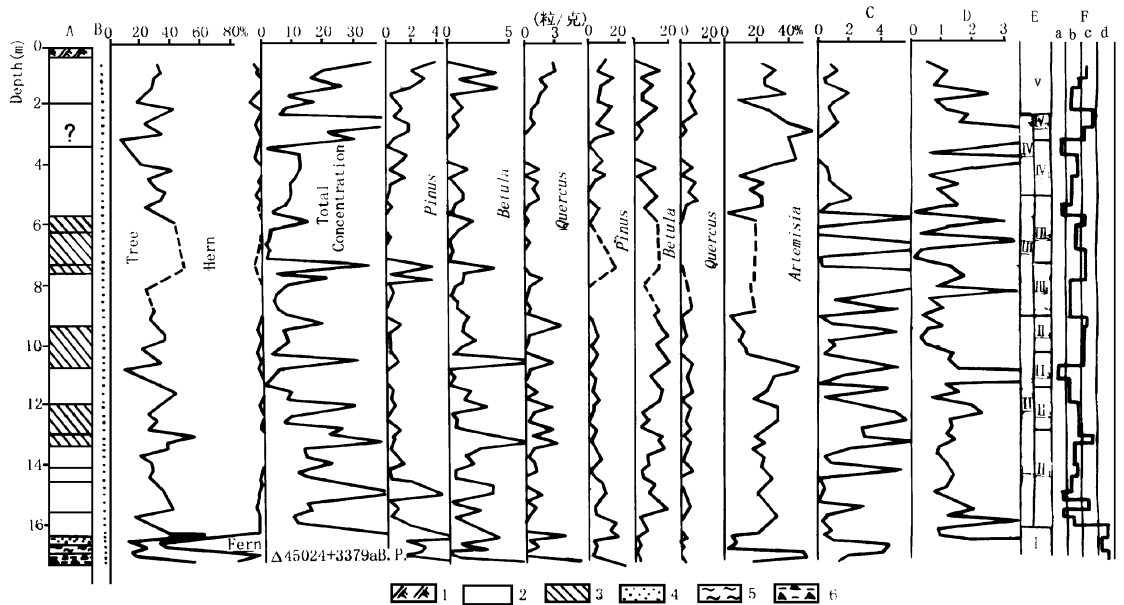


图 1 拐里村剖面孢粉图式

Fig. 1 Phynogram of section of Guaili village

- A. 地层剖面; B. 样点; C. 阔叶 针叶比; D. 蒿 藜比; E. 孢粉带; F. 环境: a. 草原; b. 灌丛草原;  
c. 森林草原; d. 阔叶疏林; 1. 耕作土; 2. 黄土; 3. 弱发育古土壤; 4. 粉细砂; 5. 淤泥; 6. 泥砾砂

孢粉带I (深度 17.25-16.20m) 孢粉浓度为每克 110-262粒,为剖面最高值。木本花粉含量为 24%-61%,蕨类孢子占相当比例,最高达 70%,草本花粉含量较低为 20%-58%。木本花粉以松属 (*Pinus*)云杉属 (*Picea*)为主,其次有桦属 (*Betula*),栎属 (*Quercus*)、铁杉属 (*Tsuga*)、榆属 (*Ulmus*)、椴属 (*Tilia*)等;草本花粉有蒿属 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*)、菊科 (*Compositae*)、禾本科 (*Gramineae*)、毛茛科 (*Ranunculaceae*)等;蕨类孢子主要有铁线蕨

属 (*Adiantum*)、蹄盖蕨属 (*Athyrium*)、水龙骨科 (Polypodiaceae)等

孢粉带II (深度 16.2—9.4m)。该带组合特点是,孢粉浓度较I带明显下降,为每克 10—30粒。其中最突出的是木本花粉减少,占花粉总数 20—30%,草本花粉增至 68%—80%,蕨类孢子少量。木本花粉以桦属、栎属为主,其次有松属、胡桃属 (*Juglans*)、鹅尔枥属 (*Carpinus*)等。草本植物花粉以蒿属、藜科为主,有少量毛茛科、禾本科、十字花科 (Cruciferae)、蔷薇科 (*Rosaceae*)等;水生草本个别出现,有眼子菜属 (*Potamogeton*)、莎草属 (*Cyperaceae*)。蕨类孢子有中华卷柏 (*S. sinensis*)、水龙骨科、蹄盖蕨属

依据本带孢粉组合又可分为 4个亚带(图 1),即II<sub>1</sub>、II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub>、II<sub>4</sub>

孢粉带III (深度为 9.4—5.6m) 本带孢粉浓度变化大,波动明显,最高为每克 3.5粒,最低为每克 1.4粒,孢粉类型单调。木本花粉以灌木榛属 (*Corylus*)为主,含量高达 17.5%;乔木花粉少量,有桦属、松属、栎属、榆属、桑科 (*Moraceae*)等。草本花粉以藜科、蒿属为主,其次有少量禾本科、蔷薇科、毛茛科、茄科 (*Solanaceae*)等,水生草本个别出现,有眼子菜属。蕨类孢子仍然很少,由水龙骨科、中华卷柏构成

根据木本花粉和草本花粉相互消长,可分为III<sub>1</sub>、III<sub>2</sub>两个亚带(图 1)

孢粉带IV (深度为 5.6—2.5m) 此带孢粉浓度较前带波更为显著,最高可达每克 45粒,最低为每克 1.1粒。木本花粉明显升高(2%—40%),以桦属、栎属、榛属、松属多见,少量臭椿属 (*Ailanthus*)、报春花科 (*Primulaceae*)等。草本花粉占绝对优势,其中蒿属占总含量的 50%,其次有藜科、毛茛科、十字花科、菊科等。蕨类孢子少量,由水龙骨科、铁线蕨属构成。

根据孢粉组合类型及孢粉波动变化,可将此带分为IV<sub>1</sub>、IV<sub>2</sub>两个亚带(图 1)

孢粉带V (深度为 2.5—0.45m) 该带与III带的特征相近,浓度为每克 10—25粒,其中木本花粉占 20%—30%,主要由松属、桦属、栎属、榛属组成;草本花粉仍占优势,以藜科为主,最高达 40%,其次有蒿属、豆科、禾木科、毛茛科等。蕨类孢子含量占 7.7%,主要有铁线蕨属、蹄盖蕨属等

上述孢粉组合带反映了该区植被环境的演化过程

### 2.3 孢粉贫乏事件

II带下部(深度 15.6—15.8m)孢粉总浓度明显减少,最低为每克 7.6粒,其中乔木浓度最低为每克 1.1粒,仅有个别的桦属、栎属、松属等,特别是喜暖树种明显减少或消失。II带上部(深度 10.7—10.9m)木本花粉明显减少,乔木花粉中的桦属、松属、栎属消失,仅有个别灌木榛属分子,其孢粉浓度降至每克 1粒。III带顶部(深度 5.6—5.8m)孢粉总浓度在本剖面最低,为每克 1粒,乔木花粉最低仅每克 0.4粒,由少量桦属、榛属、松属构成。VI带中部(深度 3.4—3.6m)孢粉总浓度显著减少为每克 0.8粒,其中乔木浓度减少为每克 0.5粒,松属、栎属、桦属几乎完全消失,仅出现个别灌木植物花粉

综上所述,本区存在 4次孢粉浓度和乔木花粉数量急剧减少,特别是乔木中的喜暖分子胡桃属、榆属、椴属、铁杉属、栎属、桦属和松属明显减少甚至消失,这种现象我们称之为孢粉贫乏事件。它反映了一次短暂的环境恶化过程,结合其出现于黄土层中的事实,这种环境恶化主要为降温变干事件。上述 4次孢粉贫乏事件可与渭南黄土剖面古风化强度 ( $L_w$ )曲线<sup>[10]</sup>、磁化率和 SPECMAP氧同位素曲线<sup>[11]</sup>相对比。植被类型发生变化的时间及其与其它地区的对比见表 1

上述事件发生的时代是依据地质资料推算的。由于剖面位于二级阶地上,缺失全新世的黑垆土,因而可认为该剖面顶部年龄为 10ka BP,剖面底部经<sup>14</sup>C测定其年龄为 45ka BP,根据沉积速率内插法求出每个点的具体年龄

表 1 太白盆地拐里村剖面孢粉贫乏事件与渭南剖面  $L_w$  低值、磁化率低值及 SPECMAP 同位素曲线发生时间的对比表 (kaBP)

Table 1 Time correlation table of the poor sporopollen events of Guaili village section in Taibai Basin to  $L_w$  low value, susceptibility, SPECMAP  $\delta^{18}O$  isotope curve of Weinan section

拐里村剖面孢粉贫乏事件	渭南剖面 $L_w$ 低值	磁化率低值	SPECMAP $\delta^{18}O$ 低值
16.2—16.4	13.3—14.1	18.0—19.0	18.0
20.8—21.3	20.4—21.9	22.0—23.0	22.0—23.0
31.7—32.1	28.9—30.8	29.0—31.0	29.0—30.0
42.0—42.4	36.9—40.4	36.0—37.0	36.0—38.0

### 3 讨论

#### 3.1 古植被

依据孢粉组合中各种花粉的比例关系及优势科属的情况,可以确定植被。本剖面木本粉含量一般小于 40%,反映植被主要为森林草原<sup>[12]</sup>或灌丛草原,个别时段草本花粉达 80%以上,呈现出干旱草原景观。总的说来,晚更新世晚期植被不稳定,经历过数次波动,可归纳为两个旋回:II—III带为一旋回,IV—V带为另一旋回。植被演替序列表示在图 1 右端。从序列可知:①孢粉植物群为森林草原—灌丛草原相互交替变化,各群落出现次数及延续时间不等反映气候波动的多旋回性;②晚期草原的范畴有所扩展,表明自然环境恶化;③植物群不稳定,标志自然环境急剧变化,孢粉贫乏事件的发生更证实了这一点。植被演化总趋势为由稀疏林地向干旱草原方向发展。

#### 3.2 古气候

利用孢粉资料重建古气候的方法很多,大体可分四类:一是以植物群体生态属性为基础的群落分析方法;二是以植物单个属种的生态特征为基础的典型属种法;三是以现代表土花粉研究为基础的转换函数法<sup>[13]</sup>;四是利用花粉比值作为古气候代用指标法<sup>[14]</sup>。在没有大量表土孢粉资料情况下,我们采用花粉比值方法来判别古气候变化趋势。例如:蒿/藜比(A/C),表示干旱程度;阔叶树种花粉与针叶树种花粉比(阔/针),表示温湿程度;据此确定古气候变化序列,由老到新分别归纳为两个不同的气候周期,以 5.6m 为界。气候周期又有不同时间尺度的次级温凉的波动,构成多旋回特点。气候以温凉半干旱—半湿润为主,有过温和半湿润时期,显示了间冰阶气候特征。依据当时植被为含桦木的森林草原或灌丛草原为主与现代秦岭山地植被垂直分带相比较,可知当时气候比今低 3.5—6°C,但降水量远远小于 500mm。

#### 3.3 孢粉贫乏事件对比

本剖面的四次孢粉贫乏事件,可与渭南古风化强度曲线、磁化率曲线和 SPECMAP 氧同位素曲线所显示的四次突变事件相对应(图 2)。剖面深度 15.6—15.8m(42—42.4kaBP)处孢粉贫乏事件可与渭南黄土剖面 36.9—40.4kaBP 之间  $L_w$  曲线、36—37kaBP 间磁化率曲线和 36—38kaBP 之间的 SPECMAP 氧同位素曲线相对比;剖面深度 10.7—10.9m(31.7—32kaBP)处孢粉贫乏事件可与渭南黄土剖面 28.9—30.8kaBP 之间  $L_w$  曲线、29—31kaBP 之间磁化率曲线和 29—30kaBP 之间的 SPECMAP 氧同位素相对比;剖面中部深度 5.6—5.8m(20.8—21.3kaBP)处孢粉贫乏事件与黄土剖面 20.4—21.9kaBP 之间  $L_w$  曲线、22—23kaBP 之间的磁化率曲线相对比;剖面上部深度 3.4—3.5m(16.2—16.4kaBP)处孢粉贫乏事件与黄

土剖面 13.3-14.1kaBP之间  $L_w$  曲线, 17-19kaBP间的磁化率曲线和 18kaBP氧同位素曲线相对比

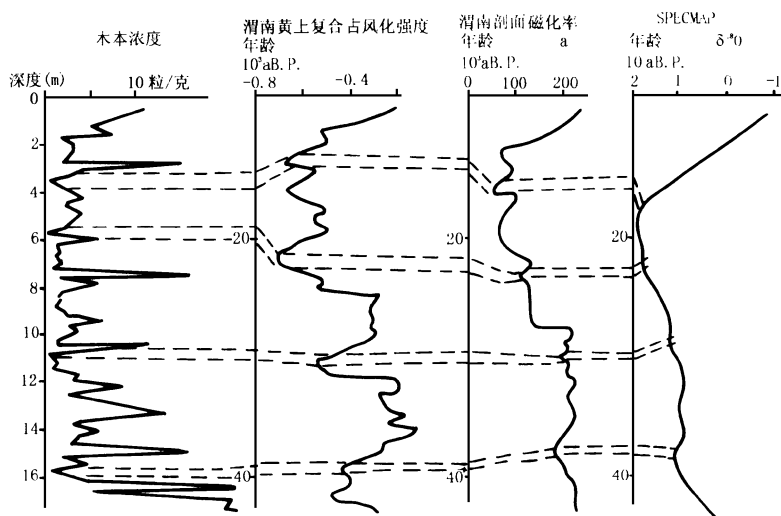


图 2 拐里村黄土剖面孢粉同黄土复合古风化强度曲线、磁化率和 SPECMAP<sup>W8</sup>O 曲线对比

Fig. 2 The Correlation of Sporopollen of Loess Section at Guaili Village with Curves of Loess Composite in Tensity of Weathering, Susceptibility and SPECMAP<sup>W8</sup>O of Weinan Section

综上所述,木本浓度曲线与渭南黄土剖面古风化强度 ( $L_w$ ) 曲线、磁化率曲线以及 SPECMAP<sup>W8</sup>O 氧同位素曲线有相当好的可比性,曲线上各峰谷变化基本吻合。总而言之,孢粉贫乏事件记载了这一时期植物群与自然环境的演化概貌,主要体现在三个方面:① 孢粉贫乏状态持续时间与植物群转变呈正相关。如剖面下部孢粉贫乏状态持续时间短,植物群转变快;相反,剖面上部孢粉贫乏状态持续时间长,植物群转变慢;② 孢粉贫乏事件多发生在黄土与发育弱古土壤交接处,标志自然环境转变时期;③ 孢粉贫乏事件处下乔木花粉含量最低或几乎为零时期,代表了气候冷暖双向转变时期

孢粉贫乏事件是环境突变的反映,也是气候突变的产物。晚更新世晚期孢粉序列反映环境变化,同时也反映气候的变化。4次孢粉贫乏事件揭示4次突发性降温过程,而且由老到新贫乏事件越来越增强,其延续时间也增加,反映气候降温时间延长,气候更趋干冷。

## 4 结束语

(1) 孢粉植物群演变是自然环境变迁的一个组成部分和结果。在剖面底部孢粉带I组合中松属、云杉属含量占一定比例,但在这组合中草本植物花粉比例也很高,两者相互交替出现在湿度较好的地方有云杉属、松属林的分布,镶嵌在草原上小片林地,但是未能形成森林优势,因此本区即使在间冰期也无森林存在,与气温低、偏干有关。

(2) 孢粉贫乏事件变化格局与渭南黄土古风化强度曲线、磁化率曲线及 SPECMAP<sup>W8</sup>O 氧同位素曲线比较,变化趋势基本一致,这对全球古气候古环境研究具有一定意义。

(3) 孢粉贫乏事件的发生时间和频率揭示气候的降温过程。从孢粉序列上看,贫乏事件期间,气候不仅偏干且冷,说明夏季风强度大大减弱,降水量减少,而冬季风则强盛。因此,贫乏事件记录了冬夏季风剧烈变化时期的气候特征

## 参 考 文 献

- 1 刘东生,黄土与环境。北京:科学出版社,1985
- 2 张宗祜,张之一,王芸生,中国黄土。北京:地质出版社,1989
- 3 张宗祜,中国北方晚更新世以来地质环境演化及未来生存环境变化趋势预测。北京:地质出版社,1997
- 4 唐领余,康建成,冯兆东,兰州地区黄土剖面气候旋回的孢粉记录。中国西部第四纪冰川与环境,北京:科学出版社,1991, 237- 243
- 5 孙湘君等,黄土高原南缘 10 万年以来植被。科学通报,1995,40(13): 1222- 1224
- 6 赵景波,童国榜,秦岭太白盆地黄土地层发育时的古环境。西安地质学院学报,1994,16(1): 64- 69
- 7 刘有民,王桂增,秦岭地区第四纪冰川地质研究。天津地质矿产研究所所刊(14),1987,32- 71
- 8 陕西省林业厅,太白山自然保护区综合考察论文集。西安:陕西师范大学出版社,1989,22- 183
- 9 童国榜,张俊牌,范淑贤等,秦岭太白山顶近千年来的环境变化。海洋地质与第四纪地质,1996,16(4): 95- 103
- 10 聂高众,刘嘉麒,郭正堂,渭南黄土剖面十五万年以来的主要地层界限和气候事件——年代学方面的证据。第四纪研究,1996,(3): 221- 228
- 11 郭正堂,刘东生,吴乃琴等,最后两个冰期黄土中记录的 H 型气候节拍。第四纪研究,1996(1): 21- 27
- 12 童国榜,羊向东等,满洲里—大杨树一带表土孢粉的散布规律及数量特征。植物学报,1996,38(10): 814- 821
- 13 童国榜,张俊牌,郑洪瑞等,中国第四纪孢粉植物气候旋回初探。中国海陆第四纪对比研究,北京:科学出版社,1991, 150- 162
- 14 童国榜,石英,范淑贤等,银川盆地晚第四纪环境特征。地球科学,1995,20(4): 421- 426

## ENVIRONMENT CHANGES DURING THE CLOSE OF PLEISTOCENE IN THE TAIBAI BASIN IN THE QINLING MOUNTAIN

Fan Shuxian

(*Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, MGMR*)

Zhao Jingbo

(*Xi'an College of Geology*)

Wu Xihao

(*Institute of Geomechanics, MGMR*)

Tong Guobang      Zhang Junpai

(*Institute of Hydrogeology and Engineering Geology*)

**Abstract** The environment during the close of Pleistocene is reconstructed from the sporopollen spectrum of the Guali Village section. It was a butula-rich forest-steppe or bushveld steppe. The prominent fluctuation of sporopollen content indicates the intense change of climate. The section contained four poor sporopollen events(at depth 15. 6- 15. 8m, 10. 7- 10. 9m, 5. 6- 5. 8m and 3. 4- 3. 5m). It is characterized by a sharp decrease of woody plant with little or no tree pollen and a increase of herb pollen content. These poor sporopollen events can be well correlated with the curves of weathering, susceptibility, and SPECMAP oxygen isotope of the Weinan loess, Shaanxi province, indicating the same tendency of temperature change which is identical with the whole world climate changes.

**Key words** Taibai basin, close of Pleistocene, poor sporopollen events, sporopollen plant community

## 第一作者简介

范淑贤,女,工程师,1957年生,1982年毕业于河北地质职工大学水文地质工程地质系,现从事第四纪孢粉学及古气候学研究 通讯地址:河北省正定县地质矿产部水文地质工程地质研究所 邮政编码:050803

## “黄土、黄河和黄河文化学术讨论会”简讯

由中国地质学会第四纪冰川及第四纪地质专业委员会和河南省地质学会等单位联合主办的“黄土、黄河和黄河文化学术讨论会”,于1997年10月31日至11月4日在河南省郑州市地矿宾馆召开。来自地质矿产部、中国科学院、高等院校、黄河水利委员会、沿黄各省等有关科研、教学和生产单位的54名代表出席了会议。河南省地质学会理事长、地质矿产厅厅长张鹏远作简短开幕词,国际第四纪联合会黄土委员会主席、陕西省科学院院长、中国科学院西安分院院长、黄土与第四纪地质国家重点实验室主任安芷生院士作特邀学术报告。会议共有14名代表就黄土和黄土高原环境、黄河和黄河河流域治理、湖泊和湖泊环境恶化、黄河文化考古和中华文明源流等科学问题作学术报告。代表们参观了黄河博物馆,并考察了邙山黄土、大河村新石器文化遗址、西山夏代古城遗址、黄河花园口险工、郑州市傍河水源地和小浪底水利枢纽工程等。

与会代表在学术交流中深刻体会到,黄土是培养华夏民族兴旺发达的肥沃土壤,黄河是哺育炎黄子孙成长壮大的母亲河,黄河文化是中华文明的主要源流之一。但是,近千年来由于种种自然的和人为的原因,黄河流域的生态和生存环境遭受了前所未有的破坏,制约着沿黄地区的经济发展和人民生活水平的提高。这给面向21世纪的第四纪科学工作者提供的机遇,也是挑战。会议就以下4个方面的理论与实践问题取得了共识:

1. 黄河流域的黄土、第四纪地质和全球变化研究已经取得了重大进展,达到了国际领先水平。但是,如何把基础理论研究成果转化为生产力,还是一个急待解决的重大问题。今后的黄土研究工作,应在理论与实践的结合上多下功夫,开辟走向经济建设主战场的新途径。

2. 黄河的问题主要是泥沙问题。治理黄河水患是一项系统工程,其关键在于黄土高原的水土保持。黄土高原的科研工作应在防止土壤侵蚀及重建自然环境的绿色生态工程中发挥重要作用,并从中取得学科的新发展。

3. 夏商周考古断代将为早期中华文明确定可靠的纪年。黄河文化经历了从远古到北宋的蓬勃发展。她的盛衰变迁既有自然的因素,又有人为的结果;她的内涵既有历史进步的一面,又有落后保守的现实。从自然科学和社会科学的结合上研究黄河文化的过去、现在和未来,乃是第四纪,特别是全新世研究的新课题。

4. 黄土区和黄河流域大部分地区处于干旱、半干旱气候区,区域性的水资源短缺和黄河下游断流是制约经济和社会可持续发展的关键性问题。在合理开发地下水、发展节水农业和建设南水北调工程等重大举措中,第四纪科学工作者有广泛的用武之地。

中国地质学会第四纪冰川及第四纪地质专业委员会供稿