



第七集

第四纪冰川与
第四纪地质论文集

地质出版社

第四纪冰川与第四纪地质论文集

第七集

中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会 编

地质出版社

内 容 简 介

本文集选自在太原举行的“中国第四纪下限学术讨论会”提交的论文，共 22 篇。主要内容有：中国第四纪下限及国外第四纪下限研究的现状和我国一些地区的第四纪下限界线的讨论等。

文中对第四系的划分原则和依据——象生物地层、岩性地层、磁性地层、年代地层以及以古冰川为标志的气候变冷和沉积环境变化等等均作了详尽的叙述。下限地层的年代有：400万年、300—350万年、240万年、180万年四种。

文中还涉及了构造-气候旋迴，特别是对新构造运动——如青藏高原的崛起，它直接引起了气候、生物以及沉积环境的变化等这样一个新课题，有专文作了详细叙述。

第四纪冰川与第四纪地质论文集

第七集

中国地质学会第四纪冰川与第四纪地质专业委员会

*
责任编辑：蔡卫东

地质出版社出版发行
(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销



*
开本：787×1092¹/₁₆ 印张：10.625 字数：248000

1991年6月北京第一版·1991年6月北京第一次印刷

印数：1—1050册 国内定价：6.10元

ISBN 7-116-00834-9/P·716

目 录

第四纪下限问题.....	张宗祜	(1)
泥河湾层第四系下界的确定及第四纪下限问题的讨论.....	陈茅南	(14)
泥河湾盆地区晚新生代地层与第四系下界问题的探讨.....	李华章 刘清泗	(20)
构造-气候旋回与第四纪下限问题.....	吴锡浩	(32)
渭河地区第四纪下限的研究.....	张宗祜 邵时雄 余飞	(43)
黄淮海平原第四纪下限问题的讨论.....	邵时雄 韩书华 郭盛乔	(50)
庐山第四系底界初探.....	段万倜 何培元	(55)
关于滇西地区第四系下界的新认识.....	浦庆余	(69)
关于第四纪下限的讨论(以黄淮海平原为例).....	李凤林	(73)
试论我国第四纪下限及其划分标志.....	闵隆瑞	(77)
长江中下游地区第四纪下限问题的讨论.....	杨达源	(83)
昆明盆地晚新生代地层和第四纪下限.....	江能人 孙荣	(90)
黑龙江省松嫩平原下更新统泰康组及其地层时代的论证	初本君 高振操 杨世生 席晓华	(97)
渭南的第四纪下限问题.....	陈云 李瑞敏 葛同明	(106)
山西及邻近地区第四纪下限的初步探讨.....	孙炳亮	(111)
庐山第四纪沉积物的孢粉分析和下限问题.....	刘兰锁 王家栏	(118)
酒泉盆地磁性地层的初步研究及河西地区第四纪下限问题.....	王昭宽	(127)
江汉平原第四纪(系)下限研究.....	杨伟 康悦林 焦焕美	(134)
豫南第四纪下限问题.....	卢积堂 阎书君	(140)
对锦州东三县第四系与第三系界线的讨论.....	张明辉	(148)
用介形类化石确定第四纪下限现状与存在问题.....	王强 田国强 王景哲	(152)
裂变径迹法(FT)在N/Q界限研究中的应用.....	龙天才	(160)

CONTENTS

- On the lower boundary of the Quaternary—A lecture given at the
symposium on the lower boundary of the Quaternary in China,
1986..... *Zhang Zonghu* (1)
- Determination of the lower boundary of the Quaternary from the Ni-
hewan beds and a discussion on the lower boundary of the Qu-
aternary..... *Chen Maonan* (14)
- A study of the late Cenozoic strata and the lower boundary of the
Quaternary in Nihewan Basin..... *Li Huazhang and Liu Qingsi* (20)
- Tectonoclimatic cycles and the lower boundary of the Quaternary
..... *Wu Xihao* (32)
- A study of the lower boundary of the Quaternary in Weihe area
..... *Zhang Zonghu, Shao Shixiong and Yu Fei* (43)
- A discussion of the lower boundary of the Quaternary of Huanghe,
Huaihe and Haihe plains.....
..... *Shao Shixiong, Han Shuhua and Guo Shengqiao* (50)
- Preliminary study of the Lower Quaternary boundary in Lushan area
..... *Duan Wanti, He Peiyuan* (55)
- Some new ideas about the lower boundary of the Quaternary in we-
stern Yunnan..... *Pu Qingyu* (69)
- On the lower boundary of the Quaternary in Huanghe, Huaihe and
Haihe plains..... *Li Fenglin* (73)
- A discussion on the lower boundary of the Quaternary and its di-
viding from the underlying sediments in China..... *Ming Longrui* (77)
- A discussion of the lower boundary of the Quaternary in the mid-
lower Yangtze River area..... *Yang Dayuan* (83)
- Late Cenozoic and lower boundary of the Quaternary in Kunming basin
..... *Jiang Nengren and Sun Rong* (90)
- Lower Pleistocene Taikang Group in Songneng Plain, Heilongjiang
Province..... *Chu Benjun, Gao Zhencao, Yang Shisheng and Xi Xiaohua* (97)
- The lower boundary of the Quaternary in Weinan County, Shaanxi
Province..... *Chen Yun, Li Ruimin and Ge Tongming* (106)
- A preliminary approach of the lower boundary of the Quaternary in
Shanxi Province and adjoining areas *Sun Bingliang* (111)
- Spore-pollen analysis of the Quaternary deposits and the lower bo-

oundary of the Quaternary in Lushan area.....	
.....	<i>Liu Lansuo and Wang Jialan</i> (118)
A preliminary palaeomagnetic study of the Quaternary in Jiuquan Basin and the lower boundary of the Quaternary in Hexi region	
.....	<i>Wang Zhaokuan</i> (127)
A study of the lower boundary of the Quaternary in the Jiangnan Plain.....	<i>Yang Wei, Kang Yuelin and Jiao Huanmei</i> (134)
Lower boundary of the Quaternary in southern Henan.....	
.....	<i>Lu Jitang and Yan Shujun</i> (140)
A discussion of the boundary between the Tertiary and the Quaternary in the three counties east of Jinzhou.....	<i>Zhang Minghui</i> (148)
Determination of the Quaternary on the basis of ostracoda fossils ...	
.....	<i>Wang Qiang, Tian Guoqiang and Wang Jingzhe</i> (152)
Application of the fission track method(FT)in the study of the N/Q boundary.....	<i>Long Tiancai</i> (160)

第四纪下限问题^①

张宗祜

(地矿部水文地质工程地质研究所)

第四纪是地质历史上最近的一个独立的时代单位,它具有不同于以前地质时期沉积物的岩性特征,它的环境与现代的地质环境比较接近,而且与人类活动有密切关系。第四纪时期,气候的频繁变化以及其它一系列地质事件的发生,使它在地质史上成为一个独特的历史阶段。虽然它是一个独立的地质年代单位,但与以前的第三纪的年代界限,却长期未能有明确的统一意见。由于第四纪时期比其它同一地质年代等级的老的地质时代的延续时间要短得多,因此第四纪与第三纪的地质年代界限就更有其特别重要意义了。为此在国际上把第四纪和第三纪的界限问题一直作为地质学尤其是第四纪研究中的重大问题 进行探讨。为的是想找到一个全球性的合理的界限,以便解决第四纪地质的世界对比问题。这一问题解决,将会有助于深刻认识地球历史上这一最近的时段内曾发生的一系列重大地质事件。这些认识将对掌握未来,预测今后地质变化有着非常深远的意义。

1948年在第十八届国际地质会议期间,第三纪(N)/第四纪(Q)界限委员会曾经建议将意大利北部之海相卡拉伯里阶和陆相的维拉方阶之底界作为N/Q界限。同时根据这次会议的建议,将我国北方含有相当维拉方阶哺乳动物化石的三门组和泥河湾组的时代,由晚上新世改为早更新世,把N/Q界限划在静乐组与泥河湾组之间。后来,由于各国第四纪工作的逐渐深入,发现了许多问题,特别是发现欧洲的海相卡拉伯里阶,在地层层位上,只相当陆相维拉方阶的中、上部,而不是全部。这样,从陆相地层来看,N/Q界限就不能放在维拉方阶的底部了。随着工作的继续深入,国际上许多学者对最早提出的这条界限又有了许多不同的看法。

这一时期对于N/Q界限的研究,其基础资料是古生物资料,也就是生物地层的资料或者就是生物地层的方法。同时,对第四纪下限界限的确定依据,当时多数人认为是以首次冰川活动,也就是以首次冰期的出现为依据。但是后来被许多人证实了首次大陆冰川的存在并不在第四纪,可以追溯到至少700万年前,甚至1000万年以前就有最早的冰川。这一时期由于同位素测年方法和古地磁方法尚未得到发展和应用,因此,对N/Q界限的讨论,尚多局限于生物地层或冰期的对比上。而第四纪下限的年代问题并没有因此而得到解决。

为了解决N/Q界限问题,于1979年在印度召开了国际地质协调计划(IGCP)第41号项目(N/Q界限)与国际第四纪研究联合会I-a分会(上新世/更新世界限)的联席会议。这次会议决定了选定意大利南部地区(卡拉伯里地区)作为建立N/Q界限的典型区,以Vrica海相地层剖面作为研究N/Q界限的层型剖面。

① 在全国第四纪下限学术会议上的报告。

1980年7月,在第26届国际地质会议期间,召开了“上新世/更新世界限”分会项目工作组的会议。这次会议讨论了卡斯特拉(Castella)、圣玛尔塔(San Mariatai)、卡坦札罗(Catanzaro)等剖面,以及Vrica剖面的工作情况。同时,还讨论了有关深海沉积剖面的上新世/更新世地层界线层位的资料。这次会议认为Vrica剖面作为N/Q界限的层型剖面是符合要求的,它有完整的对比层位,它具备国际地层委员会要求的层型剖面的条件(出露于地表的连续沉积的巨厚岩性地层剖面,有较丰富的生物化石,可以进行磁性地层方法采样等),特别是剖面内夹有两薄层火山灰层,有利于用K-Ar法测定其年龄。这次会议决定对Vrica剖面作更详细的磁性地层研究和进一步的古生物调查。这次会议还认为N/Q界限仍有很大争议,意见很不一致。主要是因为还没有一个适合全球要求的第四纪下限原则和标准,而现有的观点确定的年代地层分层界限,差别很大。以往把晚第三纪一次气候恶化(变冷)现象作为第四纪下限标准,现证明是不当的。地球上气温下降开始的时间可追溯到中新世。实际上,上新世时就有冷暖的反复变化了。而且先出现于北方的寒冷气候,以后又迁移到地中海去了。所以气候变化有迁移性。因此,解决第四纪下限问题,必须再一次确定一个严格的统一的原则和标准。就如同所有老地层系统界线所采用的原则和标准一样。由于晚第三纪的界限在综合地质年表中是一个时间层位(单位);因此,它必须是一个通用的固定时间标准,以用于全球对比。这次会议指出,采用生物地层学、气候地层学、磁性地层学及同位素年代测定等方法,都是进行全球性对比和确定时间间隔所必须的。同时确认建立地层的层型剖面是确定地层年代界限的最客观的基础。

第26届国际地质会议期间(1980年在巴黎),又召开了IGCP 41号项目N/Q界限工作组与INQUA分委会的上新世/更新世界限小组的联席会议,讨论了N/Q界限问题。联席会议提出了工作报告,在这次会议的工作报告中指出,自1974年以来,许多国家,如西班牙、法国、意大利、日本、美国等都进行了许多工作。同时在苏联的塔吉克斯坦、印度克什米尔、乍及喀尔等处召开了现场讨论会。美国也正在亚利桑那及加利福尼亚进行工作。报告中指出,在世界上其它地区也都正在继续进行一些N/Q界限的典型剖面的研究,如匈牙利、英国、印度、民主德国、联邦德国、冰岛、美国、苏联、澳大利亚、新西兰等。同时对一些深海沉积物进行了研究。报告中还提到当时会上关于第四纪下限界限的意见有六种:

1. 位于意大利剖面的阿斯梯阶(Astian)(N₂)和普莱桑斯阶(Plaisancian)之下;极性年表靠近高斯/吉尔伯特界限,年龄距今为3.3—3.5Ma。
2. 位于凯纳(Kaena)事件的顶部,年龄为2.8Ma。
3. 位于意大利剖面,“中维拉方阶”的底部,接近松山/高斯的界限,年龄为2.43Ma。
4. 位于“卡拉伯里阶”的底部,具有极地动物群成分,相当于“上维拉方阶”。此界限与*Globorotalia truncatulinoides*带相当,也相当于古地磁的奥尔都维事件,年龄为1.67—1.87Ma。
5. 位于荷兰的克罗麦尔(Cromerian)间冰期堆积的底部,紧靠布容/松山的界限,年龄为0.8Ma左右。
6. 在全新世的底部。

在这次会议上,A. Ronai提出另一种意见,认为界限在年代地层上应位于2.2Ma左右。

IGCP41号项目国际负责人 Nikiforova 认为,在上述几种意见之中,只有第1和第4两方案作为N/Q界限的可能性比较大。

自1979—1982年经过将近四年的研究,对 Vrica 剖面进行了岩层层序、古生物、古地磁的研究,而且对所含火山灰薄层的同位素年龄测定,最后取得了研究成果。1982年8月在莫斯科召开的第十一届国际第四纪会议期间,又召开了国际第四纪联合会 I-a 分会及国际地质对比委员会 (IGCP) 第41号项目工作组的联席会议,讨论了 Vrica 层型剖面的N/Q界限的研究报告。报告在结论中提到:

在意大利上新世/更新世剖面中,第一个“寒冷分子”的初次出现,曾解释为气候变凉的证据,最后终于成为区别上新统与更新统的主要标准。并且认为,不应使用“气候第一次变坏的迹象”这种抽象的标准来划定N/Q界限。因为这个标准已成了今日产生模棱两可的混乱的根源。事实上必须记住的是,不同地层中所反映的气候变坏始于中、上新世,这已在近来为多种不同的方法所验明了的。然而对此标准有具体依据的,如,对意大利上新统/更新统剖面中初次出现的第一个“寒冷分子”则既不能忽视,也不能废弃。所以,就是这个意大利上新统一更新统剖面中初次出现的第一个“寒冷分子”,它历史地标志了新第三纪/第四纪的界限。报告向 INQUA 地层委员会及 IUGS (国际地科联) 地层委员会建议, N/Q界限层型应该规定在 Vrica 剖面中紧接初次出现第一个“寒冷分子” (*Cytheropteron testudo*) 之下的自然层。世界范围的 N/Q 界限应该固定在某个时间层 (time horizon), 与弗利卡界限层型剖面相一致。上述自然层位于腐泥质层e的顶板之上8—9m, 在剖面中及在附近地区均易被识别。根据报告中火山灰层的 K-Ar 法同位素年龄测定及古地磁资料证明这一 N/Q 界限层位于奥尔都维事件顶部以上10m处, 其年龄约为距今170万年。以上就是国际上研究N/Q界限的报告的结论。有关这个报告的详细内容,可以参看水文所翻译的报告全文,载于“国外第四纪下限 (N/Q) 问题的研究材料”中,这里就不多讲了。

这次会议上,许多学者(许多国家)对这一建议却提出了不少的反对意见,认为世界其它地方的N/Q界限不全如此。说明目前国际上对第四纪下限问题还有很不相同的看法。主要的区别是对下限年代和确定下限的原则和标准有不同的意见所致。如美国 J. H. Beard 及 J. Boellstorff 等人于1982年指出,目前提出的上新世与更新世的界线层型——意大利弗利卡剖面的超微化石的年代在165万年的看法是站不住脚的。J. Boellstorff 在其所著的“就可能的上新世—更新世大陆冰期重新考虑北美更新世的时代问题”一文中认为,在北美,上新世/更新世界限应定为 250 ± 10 万年。他对墨西哥湾古温度记录的研究,认为北美晚新生代第一个冷期开始于280万年前,到距今240年左右达到高峰,在距今220万年结束。他认为美国内地“上新世—更新世的气候分界线最少是220万年前。他认为 Vrica 层型剖面中有一层火山灰,所以才使人注意,把它作为N/Q界限层型剖面。但是 J. Boellstorff 对此火山灰的年龄,认为是 250 ± 10 万年的年龄(裂变径迹法)及 210 ± 30 万年(裂变径迹法)及 220 ± 20 万年(K-Ar法)三个数据。这是根据实验室标准样一起测定的结果。

在世界其它一些地区,有关第四纪下限年龄的资料,亦说明差别也很大。如:

1. 法国中央地块 (Massif Central), 含有维拉方期哺乳动物化石的地层中的玄武岩及浮石 K-Ar 法测年资料为 2.5Ma;

2. 冰岛, 古冰碛层与其层位相当的熔岩年龄为 2.5—3.0Ma;

3. 美国内华达谢拉 (Sierra)、加利福尼亚, 与冰碛层在一起的熔岩流的 K-Ar 年龄资料为 3Ma;

4. 加利福尼亚布兰坎 (Blancan) 堆积中的火山凝灰岩可与欧洲的更新统对比。其 K-Ar 年龄为 2.1—3.3Ma;

5. 北美西部在含有第四纪化石的淡水沉积层中的玄武岩的 K-Ar 年龄为 1.4Ma;

6. 坦桑尼亚, 奥尔都维峡谷早更新世火山凝灰岩, 放射性年龄测定为 1.8—2.0Ma;

7. 新西兰, 被认为是气候转变时的海相沉积物的年龄为 1.9—2.5Ma;

8. 南大洋, 反映气候变化的沉积物的年龄为 2.0Ma, 此时正是冰山广泛活动的时候。

1983年, Tage Nilsson 从气候标志、生物标志以及第四纪火山活动论述了 N/Q 的界限。他认为在中央赤道太平洋所取的深海钻孔岩心氧同位素的分析, 以及其磁性特征表明岩心已进入上新统的上部 (相当吉尔伯特反向期), 认为有关上新世末至更新世初气候变化的分析和结论非常有趣。大约 320 万年前曾是一个比较适宜的稳定的气候。自 320 万年以后, 就产生了冰期—间冰期的气候变化; 但是当距今 250 万年时, 出现了一次重大的变化, 为一次包括北半球的大冰川作用。这一认识也被 Keigwin 研究赤道太平洋与北太平洋中部深海沉积物之后得出的结论所证实。这个结论是: 在 300 万年前, 在北半球开始了冰川作用, 但大约 210—230 万年时发生了一次主要的变冷时期。Tage Nilsson 认为用古生物的和沉积岩的变化可以说明 N/Q 界限应在 250 万年时。Keller 对取自日本以南太平洋的岩心中发现 400 多万年前以来有过许多次变冷期, 即 4.4Ma, 3.2—3.1Ma, 2.4—2.2Ma, 1.2—0.7Ma 等共 5 次变冷期。

美国一些海洋学家, 如 D. B. Ericson 等认为上新世—更新世界限在深海沉积中, 应用一些古生物变化作为确立依据, 如:

1. 所谓的 *Discoaster* 群开始绝灭。*Discoaster* 常见于中新世, 在上新世时就逐渐减少;
2. 有孔虫中的 *Globorotalia truncatulinoides* 开始大量出现;
3. 其中 *Globorotalia menardii* 群, 从右旋型变为左旋型, 同时变为肉质的、大壳的;
4. 有孔虫的亚种: *Globigerinoides sacculifera fistulosa* 的消灭。

他根据这四条标准确定的 N/Q 界限是 200 多万年前。但是近来有些人认为 Ericson 的这个生物标准, 不能用于年代学上。因为 *Discoaster* 在早更新世时, 有时仍可见到。苏联学者认为在太平洋的近代浮游动物标本中, 仍可以找到。如在新西兰岛周围的海水中也仍有不少的 *Discoaster*。一些学者认为这一标准, 只是古生物的, 没有岩石学和地球化学的界限。

另外一些学者, 用硅藻土带作为划分地质年代的标准。他们把硅藻土划分为六个带, 即:

		下限年龄
Ω (omega 带)	硅藻土软泥及	40 万年
Ψ (psi 带)	冰期、间冰期	70 万年
X (chi 带)	(更新世)	200 万年
<hr/>		
Φ (phi 带)	“红色粘土”	250 万年
Υ (ypsilon 带)		
T (tau 带)	(上新世)	

这是根据南大洋反映气候变化的硅藻土确定的，即从红粘土转变为硅藻土时是气候的大变化期。值得注意的一个现象是，从深海沉积物岩心中发现，在200多万年前时，火山灰层有显著的增加。

以上这些情况可以充分表明，由于采取的确定N/Q界限的标准和原则不同，而对N/Q界限的意见也就很不一致。甚至即使采取同一原则，如气候原则，但由于自上新世以来气候变化不只一次，而被采用的标准不一样，所持的意见也就很不一致了。而更主要的原因则在于生物的变化以及气候的变化都具有“穿时性”的特点，因此，单纯以生物地层或气候地层的界限（冰期、间冰期的交替）作为N/Q界限还是不能最终解决问题的。例如：中央赤道太平洋深海沉积物岩心的氧同位素表示底部水温的变化在北半球是一个早期冰川作用期，大约是250万年前。这一时期与北大西洋最初冰碛物的堆积期相当，同时与新西兰第四纪海相地层底部出现的最重要的气候变冷时期相一致。在美国中部，最早的第一次更新世冰期是早于220万年。在欧洲法国，早期维拉方动物群反映气候的迁移曲线，被认为不早于300万年。而在冰岛，最老的冰碛层年龄为300万年，巴伦支海初始冰期为350万年，南大洋最早的老冰碛物年龄为500—1000万年。这表明近极区，冰期在较早一些时期出现。

以上讲的是国际上对N/Q界限研究的基本情况，以及对N/Q界限的意见。

下面介绍一下各主要地区和国家在第四纪地层研究中N/Q界限的对比情况。

在苏联，对西伯利亚和远东地区的N/Q界限，有三种意见。第I种为3.5Ma，第II种为1.79Ma，第III种为0.69Ma，见对比表（表1）。

中亚细亚地区的新世—第四纪堆积区域对比中，将第四纪划分为古更新阶与更新阶，第四纪称为灵生纪。

古更新阶的下限位于松山期内的奥尔都维事件，而古更新阶与更新阶的界限放在布容与松山交界线之下，贾拉米洛事件之上，即介于89万年与69万年之间（实际应位于布容/松山之界限上）。更新阶又划分为上、中、下三个亚阶。这一方案实际上是即保持了苏联过去把N/Q界限划为80万年的一条界限，而又适应近来国际上提出的N/Q界限位于奥尔都维事件的意见，以避免以往的第四纪地质测绘、分层资料上发生紊乱，所以在更新阶下增加一段为古更新阶而把第四纪的年限推前（见表2）。

北美中东部依阿华州、西部洛山矶等地的N/Q界限，有两种意见：Beard等认为应放在250—280万年处。其依据是：在内布拉斯加剖面中的A、B、C三组冰碛层的C组之上有一火山灰层，火山灰的年代测定和磁性地层方法研究资料为220万年。按沉积速率计算C组冰碛层应为250万年。另一种意见是Richmond（美调查所）认为N/Q界限应放在C组之上，应为170万年。

日本北海道十胜群为夹火山碎屑物质的海相层，总厚度大约2000m。根据杉—松消失的时间相当于奥尔都维以前的时期，所以把N/Q界限定在200万年。

大板群是一套陆相河湖沉积和海相沉积组成的上新世—更新世地层，总厚200—600m。根据大板群中水杉植物灭绝开始的阶段已是气候恶化的开始，应作为N/Q的界限。这个水杉开始灭绝的层位年龄根据K-Ar法及裂变径迹法测定为200万年。

在印度，Ranga Rao(1984)根据磁性地层方法研究资料，发现在陆相沉积地层中高斯和松山界限附近，哺乳动物群发生很大的变化，出现了马属和有茸角的鹿，这个界限与塔特罗特—平乔的动物群界限相当。其年龄定为250万年左右。

表 1 苏联东部上新统一下第四系标准剖面对比表

Q/N界限	古地磁表	普里欧伯高原 鄂毕河谷	贝加尔和新贝加尔 地区	勒拿河上游	滨海边疆和 黑龙江地区	堪察加	雅库特中部	雅库特北部	科雷马盆地
0.5	布 容	托博尔斯克组	含托洛戈依动物群洪积物	萨夫加万组玄武岩和灰白色粉砂和粘土	加姆琴山玄武岩	含蒂拉斯波尔动物群的冲积物	培雷社依阶地冲积物	欧里欧岩组	皮纳古尔组
1.0	0.69	维阿特基诺组	含艾坦沙动物群化石的红色褐色粘土	和安加组曼祖尔卡	秋尔特斯克火山杂岩	勒拿河和维柳依河高阶地冲积物	古河系冲积物	埃尔加林斯克层	
1.5	1.61	拉竹里层	赤刻依组	上红色组	红色组砂和粘土	吐姆罗克岩组	尼茨萨尔达赫层	土曼斯克组	
1.79	1.79	凯吉安层							
2.0	2.49	彼德普斯克—来比阿支层	坎吉斯斯克组(中部)	下红色组	拉兹多里岩组	沙平斯克组	第戈达尔组	埃内姆岩组	
2.5	2.49	比特基岩组							
3.0	3.32	巴夫洛达组							
3.5	3.32								
4.0	3.32								
4.0									

注: I、II、III为三个不同方案的界限

据米哈依尔·阿列克赛也夫 (1977)

表 2 苏联中亚地区上新世—第四纪沉积区域地层对比表

地层时序表			古地磁年表 (百万年)	南部塔吉克斯坦	费尔干纳	近塔什干区	
系	统	亚阶					
第四系 (灵生纪)	更新阶	上	布 容	杜尚宾综合体	冲积阶地高 10 150 200 m	冲积阶地高 10 200 m	
		中		依拉克综合体			及黄土层 年代新的古土壤
第三系	上新统	上	松 山	瓦克什综合体	冲积阶地 140—220m	冲积阶地 300—400m	
				贾拉米洛 奥尔都维			及黄土层 红褐色土壤
		中	高 斯	凯鲁巴克层	冲积阶地 300—400m	D	冲积阶地 300—400m
				库鲁克萨层	冲积阶地 600—700m		
		吉尔伯特	波利扎克组	C ₁ 层	冲积阶地 700m		
				波利扎克组	B ₂ 层		
				及黄土层 棕色粉砂岩	巴克特利组		

据 A. E. Додонов. (1980)

注: ПК古土壤、П黄土

表 3 欧洲第四系地层对比表

估计年龄 (年前)	西北欧总的划分		英国	阿尔卑斯	意大利中部冰期		海相阶段		哺乳动物群			
	意大利中				莱茵河中游		西北欧		意大利	法国	匈牙利	中欧
	意大利中				莱茵河中游		西北欧					
	全新统		全新统			尼札海侵		弗兰德里		现代动物群		
10000年	上	魏克塞尔	魏克塞尔 (代芬斯)	玉木	蓬蒂尼	海退	海退	海退	年轻动物群	年轻动物群	许多化石点	
35000年		伊明	伊普斯威奇	R/W		第勒尼安海	伊明海	伊明海	年轻动物群	年轻动物群	Ehringsdorf Taubach etc	
7.5-11万年	中	萨勒	伍尔斯顿	里斯	诺维塔那	海退	海退	海退	年轻动物群	年轻动物群	Sfeinheim etc	
12.5万年		霍尔斯特因	霍克斯尼	M/R		?	霍尔斯特因	霍尔斯特因	年轻动物群	年轻动物群		
40万年	更	埃尔斯特	安格	民德	弗拉米尼阿	罗曼海退	海退	海退	年轻动物群	年轻动物群		
70万年		克罗默尔	克罗默尔		?	克罗托内	克罗托内	“克罗默尔”	年轻动物群	年轻动物群		
90万年	新	复合期	毕斯帕		?	西西里	西西里	“克罗默尔”	年轻动物群	年轻动物群	mosbachian Mauer Mosbach Süssenborn	
170万年		梅纳普	—		?	米利亚	米利亚	“克罗默尔”	年轻动物群	年轻动物群		
	下	瓦	—		?	米利亚	米利亚	“克罗默尔”	年轻动物群	年轻动物群		
200-250万年		埃布隆	巴万特	巴万特	Acqua'ra- versa	阿姆斯物尔	阿姆斯物尔	阿姆斯物尔	年轻动物群	年轻动物群	Erpfingen Tegelen	
	上新统	蒂格	安瑟路德哈姆		卡希阿	卡拉布里	卡拉布里	卡拉布里	年轻动物群	年轻动物群		
		前蒂格	沃尔顿 (红色砂质 泥灰岩)	沃尔顿		皮亚琴察- 阿斯蒂	皮亚琴察- 阿斯蒂	皮亚琴察- 阿斯蒂	年轻动物群	年轻动物群	Zwarte fauna	
	上新统	勒弗尔留沃	珊瑚砂质 泥灰岩		阿斯蒂	阿斯蒂	阿斯蒂	阿斯蒂	年轻动物群	年轻动物群		

Opdyke 等人也认为巴基斯坦的锡瓦里克群（上新世—更新世）中的塔特罗特动物群到平乔动物群的巨大变化发生在240万年，即以松山/高斯为界限。这条界限与根据马、牛、象的同时出现作为上新统/更新统界限的标志是相符合的。在印度的查漠山脉测定的磁性地层资料也表明由三趾马到马的过渡是发生在240多万年的松山/高斯界限附近。

在欧洲的英国及西北欧，第四纪地层对比中，将第四纪下限放在200—250万年处（见表3）。

总之世界各地的N/Q界限意见是不完全一致的。从以上介绍的情况来看，国际上第四纪下限问题的研究，经历了两个不同的阶段。早期阶段是以生物地层为主，或者说以生物地层为标志，进行地层对比并划分第三纪、第四纪。这个时期由于测年的方法尚未得到发展和应用，古地磁方法亦尚未形成和引用到地质上来。因此，基本上采用的是生物地层学方法。而在欧洲以及其他一些冰川作用广泛的地区，气候地层学的方法也成为地层划分对比以及确定N/Q界限的主要依据。以后由于放射性同位素在地质学上的应用，以及古地磁年表的建立；特别是近些年来对深海沉积物的研究，利用氧同位素的分析，对过去古气候的变化取得了比较精确的分析资料，这些都促进了年代地层学的深入发展，从而对N/Q界限的确定增添了许多论证依据。这是第二个阶段。这个阶段的特点是在岩石地层学的基础上，利用测年资料，结合生物地层学方法及气候地层资料的综合分析方法来确定N/Q界限。预计不久的将来会最终解决这一问题。

我国第四纪下限问题的研究，大体上也是经历了这样两个阶段。

最早在中国北方新生代地质研究中，根据第18届国际地质会议的意见，把北方的泥河湾组与三门组地层作为第四纪早期的地层，与欧洲的维拉方组地层相对比。从而在较长时间里，我国北方的早更新世代表性地层泥河湾组（湖相沉积）和三门组（河湖相沉积），被认为是标准地层。但是不论泥河湾组，还是三门组，它们的下限在哪里？却一直未能明确。1959年召开的三门峡第四纪地质学术讨论会期间，对三门峡附近三门组地层的下部界限，即与上新世地层之间的界限，作了讨论。提出过一些意见。但这些意见，主要是以生物地层分析为依据，以岩性地层作标志提出的。而对三门组下限的年代，仍未能有一个结论。国内对泥河湾组的下部界限，即与第三纪的分界，也曾召开过学术会议，进行讨论，与会者持有完全不同的看法。但是，归根结底，仍是以生物地层为依据还是以气候地层为依据的不同。而实际的下限问题，当时并未得到解决。在80年代，天津地矿所等单位对泥河湾地层剖面做过详细研究，并采用测年和古地磁、古生物等方法对其年代地层研究之后，才有了进一步的明确意见，但问题仍处于讨论中。

对我国西南地区的晚新生代晚期地层昔格达组和元谋组的研究虽然也比较早（30年代开始），但这两套地层的时代，曾有不同的意见。有的认为是早更新世地层，有的认为是从上新世到早更新世。以后70年代（1976）对元谋组的古地磁和古脊椎动物及古人类化石的研究，认为元谋组为早更新统地层，其下限年代为300多万年。

1979年，在北京平原的顺5号孔内436m深处发现大量有孔虫，为一饰带透明虫组合，与意大利海相卡拉伯里层底部的含饰带透明虫可以进行对比，作为更新统底部的标准化石。据这一钻孔岩心的古地磁资料，这一含饰带透明虫组合的海相砂层位于高斯期顶面之上34m。据此认为北京平原，乃至华北平原的第四纪下限应放在松山/高斯的界面上，距今243万年。

1980—1981年，地矿部水文地质工程地质研究所与西北大学地质系在执行IGCP第41号项目任务期间，对我国西北黄土高原的第四纪下限进行了研究。同时分别在西峰、平凉、吴旗选择了三个地层出露完整（从全新世到上新世）的剖面进行了岩石地层和磁性地层的研究、对比工作，并提出我国西北地区第四纪下限位于松山/高斯的界面附近，年龄应为240万年左右。1981年在IGCP第41号项目国际负责人Nikiforoba所写的1981年度41号项目工作报告书已将这一研究结果作了报导。

1982年瑞士苏黎世工学院Heller教授与刘东生教授以及葛同明等共同对陕西洛川黄土钻孔剖面进行了磁性地层研究，其结果认为第四纪黄土与上新世堆积之间的年代界限应在240万年。

以后对我国其它地区，如东北、南方各地的第四系研究，有关第四系下限的资料逐渐有不少新的报导（表4）。

表4 中国更新世地层划分意见①

地区 地层 时代	北方			南方			古地磁对比	
	河湖堆积	洞穴堆积	土状堆积	河湖堆积	洞穴堆积	土状堆积	年龄(万年)	极性时期
晚更新世 (Q ₃)	萨拉乌苏河组 丁村组	山顶洞堆积	马兰黄土	资阳组(?)	柳江人洞 马坝人洞	下蜀亚粘土	70—80	布容正向期
中更新世 (Q ₂)		周口店15地点 周口店第1地点 周口店13地点	红色土C带 榆林组 泄湖组			浅红土化 红土		
早更新世 (Q ₁)	泥河湾组 上部	第18地点	红色土B带 (午城黄土)	阳郭组 元谋组 3、4段		深红土化 红土	240—250	松山反向期
上新世 (N ₂)	泥河湾组 下部			元谋组 1、2段				高斯正向期

据袁复礼、杜恒俭(1985)

这些都充分表明我国第四纪下限的研究已由单独的以生物地层或气候地层为主的阶段进入到综合方法的研究阶段。而这一新的阶段中，古地磁方法的应用有着极为重要的意义。磁性地层资料，成为不同地区第四系划分及下限研究对比的主要依据和纽带。对推动我国第四系地层工作有很大的积极作用。而且今后还会有其深远的意义。

近几年来，我国第四系地层，特别是下限的研究，受到广大地质工作者们的极大注意，并在不同程度上，取得了不少的研究成果。这次全国第四纪下限学术讨论会上收到的130多篇论文，就充分说明了这一情况。

从收到的论文来看，概括起来，关于划分第四系下限的原则和依据方面，主要有以下几种意见：

① 袁复礼、杜恒俭编著，中国新生代生物地层学，高等学校教学参考书，地质出版社。

1. 认为进入第四纪时期,出现了古人类,全球气候变冷,动、植物出现新的种属,第三纪种属绝灭,第四纪沉积物和前第四纪沉积岩不同,成岩程度低。确定第四纪下限,必须反映自然界发生的这一系列重大变化。认为这是划分第四纪下限的首要原则,即必须反映第四纪的突出特征。

2. 认为理论总要指导生产实践,服务于实践,准确划分第四纪下限,是为了更深入地研究第四纪,为国家建设服务。因此,确定第四纪下限,必须考虑其实用性,下限界线标志必须清楚,野外易于识别,易于区域地层对比。

3. 认为确定的第四纪下限,还必须具有全国性的,至少是较大区域的代表性。

4. 确定第四纪下限要有利于国际学术交流,所划的界限,力求在大的地质事件上保持一致。所谓一致性,不是指时间上的完全一致,完全等时,而是强调事物发展变化趋势的一致。

此外,有的文章认为,考虑划分第四纪下限的原则时,还应当注意技术上的可能。比如建立层型剖面问题,就要受到自然条件的限制、测试手段与方法的限制。我国目前有些测试手段还不能过关,划分下限时,考虑技术方法是否允许,显然是有必要的。

关于划分第四纪下限的依据问题,有的认为确立我国第三纪和第四纪界限依据,须从我国的实际条件出发,提出具体的标志,然后再与世界范围作横向对比。比如有人主张以古人类的出现为确定第四纪下限的依据。但是,我国最早的人类化石,如元谋人、柳城及高坪巨猿动物群的年龄,意见仍不统一。有人主张以脊椎动物中真牛、真马、真象,植物中以现代植物群落的出现为标志。还有人认为我国北方上新世为红色岩系,早更新世为灰色岩系;南方,上新世是略有变质的褐灰岩系,早更新世是泥炭,故应以岩性标志为依据。再有主张以古冰川标志的气候变冷为依据。最后,还有人主张构造运动和地貌作为依据,认为我国第三纪末有一个比较普遍的剥蚀过程,第三纪与第四纪在沉积上有间断。

对于第四纪下限层位与年龄问题,这次提交的论文中也有不同的主张。

在黄土区第三系与第四系的界限有三种情况:

1. 黄土直接与三趾马红土接触; 2. 黄土底部有数米厚的砂砾石层,该层之下为第三系; 3. 黄土之下为河湖相沉积,厚度各处不等,大者数百米,河湖相沉积之下为前第四纪地层。不论哪种情况,第三纪红层与其上的松散沉积,在岩性上界限清楚,第三系与第四系界限可放在它们的接触面上,或放在其上的沉积地层中。

张宗祜等对黄土高原几个典型剖面的研究,根据岩性地层、磁性地层和生物地层的分析,认为早更新统黄土底部与上新世红土之间有一岩性混杂带,据磁性地层方法的研究,这个岩性混杂带相当于松山/高斯界面,它是第四纪黄土堆积的开始时期,为240万年左右。

西北大学王永焱教授认为,近年来所作的黄土剖面的磁性地层方法测定表明,各地的剖面,都有明显的一致的B/M界限。贾拉米洛及奥尔都维事件。留尼旺事件有些剖面反映不清。从奥尔都维事件距今180万年看,其下尚有20余米的黄土沉积,若以每万年沉积速率为1m计,黄土底界年龄大约200万年左右。若再考虑黄土底部的砂砾石层,则黄土区的第四纪下限应在200万年以前,因此,认为M/G界限年龄即240万年可作为第四纪下限年龄。

地矿部水文所与陕西省地矿局第二水文地质大队最近对渭河南岸渭南塬区的W₇号孔的深入研究,包括岩石地层、磁性地层、生物地层,微体介形类化石的分析,认为第四纪