长江南京至浏河口深水航道航行基面及 理论基面初步分析

夏云峰,闻云呈,张世钊,徐 华

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要:由于沿江河道治理、航道整治、桥梁建设等人类活动以及海平面上升等因素的影响,南京以下沿程潮波 发生变形,现行的基面需要重新计算与复核.通过收集沿程各站潮位资料,并利用一维数学模型对资料进行插 补延伸;根据所得的沿程各站潮位资料,采用综合历时曲线法等手段对南京以下基面进行计算,比较现行基面 与本次计算基面的差异.研究表明,南京以下现行的基面是可行的,且对船舶的航行是偏安全的,利用现行基面 所测量的海图、地形图及研究成果可信有效.

关 键 词: 深水航道; 航行基面; 理论基面; 复核 中图分类号: U612 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-640X(2012)01-0013-05

长江干流是世界上运量最大,运输最繁忙的通航河流.长江南京以下河段位于长江三角洲地区,自然条件优越,区位优势明显,是长江流域重要的国际门户,其战略地位和开发利用价值十分显著.随着长江口 12.5 m深水航道开通,深水航道上延至南京迫在眉睫.南京以下河道现行的基面从1970年开始启用,江阴— 南京采用航行基面、江阴以下采用理论基面.随着人类活动以及海平面上升等因素的影响,南京以下沿程潮 波发生变形,为确保船舶航行安全以及测图的准确性,现行的基面需重新计算与复核.

1 南浏段自然条件

1.1 南浏段概况

长江下游黄金水道南京至浏河口河段(以下简称南浏段)全长约 320 km,总体上以分汊河型为主,河道 平面形态呈宽窄相间的藕节状.本河段河道宽阔,流路曲折,洲滩众多,河道宽度除局部较窄外,一般都在 1 km以上,局部宽阔河段,由于水流分散,江中多滩,常形成多支分汊河道.南京河段,即和尚港至三江口河 段,长 85.1 km,其中龙潭水道长 22 km;镇扬河段,即三江口至五峰山河段,长73.3 km;扬中河段,即五峰山

至鹅鼻嘴河段,长87.7 km;澄通河段,即鹅鼻嘴至徐六泾河段,长88.2 km;长江口南支河段,河段长70 km.南京—浏河口河段示意图见图1.

1.2 南浏段潮汐、潮流

长江口为中等强度潮汐河口,本河段潮汐为非正规半日 浅海潮,每日两涨两落,且有日潮不等现象,在径流与河床边 界条件阻滞下,潮波变形明显,涨落潮历时不对称,涨潮历时 短,落潮历时长,潮差沿程递减,落潮历时沿程递增,涨潮历





收稿日期: 2011-08-02

基金项目:西部交通建设科技项目(2011 328 746 60)

作者简介:夏云峰(1965-),男,安徽芜湖人,教授级高级工程师,博士,主要从事河口海岸泥沙研究. E-mail: yfxia@126.com

时沿程递减.南浏段自上而下以镇江、三江营、江阴、天生港、徐六泾和杨林的潮汐特征为代表,其潮汐统计特征值如表1.

	1ab. 1 11ue	e statistical chara	ictenstics of static	ins along tvanjing-	Liune niver reac	n (65 uatum)	111		
計 夕	特征值								
垍 石	最高潮位	最低潮位	平均高潮位	平均低潮位	平均潮差	最大潮差	最小潮差		
镇江	6.70	-0.65	3.43	2.76	0.96	2.32	0		
三江营	6.14	-1.10	2.56	1.40	1.19	2.92	0		
江 阴	5.28	-1.14	2.10	0.50	1.69	3.39	0		
天生港	5.16	-1.50	1.94	0.05	1.82	4.01	0		
徐六泾	4.83	-1.56	2.07	-0.37	2.01	4.01	0.02		
杨林	4.50	-1.47	1.72	-0.47	2.19	4.90	0.01		

表1 南浏段沿程各站的潮汐统计特征(85 高程)

ab. 1 Tide statistical characteristics of stations along Nanjing-Liuhe river reach (85 datum)

长江下游南京至吴淞口潮位特征见图2,可以看出最高潮位通常出现在台风、天文潮和大径流三者或两 者遭遇之时,其中台风影响较大.1997年8月19日(农历七月十七日),11#台风和特大天文大潮遭遇,江阴

站至长江口沿程各潮位站出现建站以来最高潮位; 1996年八号台风,正值农历六月十七天文大潮,遭遇上游 大洪水(长江大通站流量达72000m³/s),江阴以上三江 营,镇江站出现历史上最高潮位.江阴以下台风占主要因 素,江阴以上出现的最高潮位则是以上游径流加上下游 的天文大潮所产生的效应.

长江口潮流界随径流强弱和潮差大小等因素的变化 而变动,枯季潮流界可上溯到镇江附近,洪季潮流界可下 移至西界港附近.据实测资料统计分析可知,当大通径流 在 10 000 m³/s 左右时,潮流界在江阴以上;当大通径流 在 40 000 m³/s 左右时,潮流界在如皋沙群一带;大通径 流在 60 000 m³/s 左右时,潮流界将下移到芦泾港—西界 港一线附近.



2 南浏段基面计算

本次研究收集了沿程南京、镇江、江阴、天生港、徐六泾、高桥以及堡镇各站的实测高、低潮位^[1],同时还 收集了大通实测逐日流量、水位以及白茆河口 2000—2005 年实测逐时潮位资料.由于沿程各站的资料基本 上都为实测高、低潮位,且年份不一,同时各实测潮位站之间间隔较远,有必要增加相邻站点间的潮位资料, 为此本次研究利用大通—白茆河口的一维非恒定流数学模型对沿程各站的资料进行插补^[2].

设计最低通航水位是确定航道标准尺度的起算水位,即要求通航河流在通航期内允许符合该航道等级 的标准船舶航行的最低起算水位,一般简称设计水位.国内外航道整治工程的最低设计通航水位的确定一般 采用综合历时曲线法和保证率频率法.

2.1 综合历时曲线法、保证率频率曲线法简介

历时曲线又称保证率曲线、累积频率曲线,取每年的逐日平均水位或流量资料,分级统计各级天数累积的曲线,根据保证率要求,求出相应水位即保证率水位值;综合历时曲线则以多年的日平均水位或流量分级统计各级天数累积曲线,根据保证率要求,求出相应水位即为保证率水位值.

保证率频率法是由历时曲线及频率分析两部分构成,即首先在每年的历时曲线上获得与保证率相对应 的水位,再将该水位系列点绘成经验频率曲线,并配线为理论频率曲线,按照规定的频率获得设计水位.其含 义为:如果水位设计标准为95%,频率为80%,则表示在所选水文系列年中年保证率95%对应的水位值低于设计最低通航水位的情况,平均5a出现1次.

2.2 南京至江阴航行基面的推求

航行基面不同于吴淞基面或黄海基面等,它不是一个平面,而是一个由若干个相互衔接的不同斜率的 斜面构成的相对基面.对于通航的天然河流而言,大体相当于最枯流量时的水面线或表征略低于低潮面;对 于通航渠道或湖泊、水库而言,大体相当于航线上各个部位可能出现的略低于最低水位的连线.因此,以航 行基面为准,低于基面地形点的数值所反映的是该点的枯水水深,高于基面地形点的数值所反映的是该点 枯水时的干出高度^[3-7].

现行的南浏河段南京至江阴航行基面于1970年开始启用,是各站设计最低通航水位的连线,航行基面 的计算是根据1970年以前工程段沿江布置的潮位站所测量的历时资料,以汉口站约41 a 的资料为依据,采 用最低水位频率法进行计算,计算其通航保证率为99.5%,相当于5年一遇最低水位,南京以下各站通过和 汉口站相关分析,并经过各地水位保证率曲线和最低水位频率进行校核,经计算南京站保证率为99.5%,相 当于5年一遇最低水位,镇江站保证率为99.9%,相当于5.1年一遇最低水位^[8],江阴站保证率为99.9%, 相当于5年一遇最低水位,南浏河段现行航行基面与理论基面衔接及各基面转换关系见图3.



图 3 南浏河段现行航行基面与理论基面衔接及各基面的转换关系

Fig. 3 The existing navigation datum of Nanjing-Liuhe river reach connected to theoretical datum and the transfer relation of the datum planes

南京至江阴河段航行基面由 1970 年以前资料计算确定,1970 年前,南京至江阴河段基本上处于自然状态.随着河势的变化及一系列护岸工程整治工程的实施,以及其他人类活动因素的影响,其水位特征将有所变化.总体来说,工程河段潮波发生变形,表现为潮差减小,潮汐影响程度和范围有所减弱,径流作用进一步加强,沿程潮位特征将有所调整,水文系列的调整将影响到最低通航水位的确定.本次研究利用南浏河段各站近年的实测低潮位资料计算分析南京站保证率为 99.5%、镇江站保证率为 99.9%、江阴、天生港、徐六泾、堡镇以及高桥站保证率为 99.9% 的设计最低通航水位,计算结果见表 2.

表 2	南浏河段各站最低通航水位	

	Tab. 2 The lowest navigation water level of hydrology	stations along Nan	jing-Liuhe river r	each m
計 夕	次射版田左阳	综合历日	现存航行其面	
埴 石	页档取用干限	99.5%	99.9%	- 坑11肌11 至田
南京	1951—2005(缺1955,1988—2001)	2.1	/	1.966
镇 江	1953—2005(缺1955—1956,1988—2001)	/	1.74	1.649
江 阴	1956—2005(缺1988—2001)	/	1.27	1.198
天生港	1953—2005(缺1988—2001)	/	0.83	/
徐六泾	1956—1987	/	0.75	/
高 桥	1956,1965—2005(缺1988—2001)	/	0.27	/
堡镇	1965—2005(缺1988—2001)	/	0.15	/

从表2可见,南京至江阴各站航行基面计算值较现行航行基面数值有所增加且一般都约为0.10 m,沿 程总体变化趋势与现行航行基面一致.

2.3 江阴以下理论基面的推求

海平面指在某一时刻假设没有潮汐、波浪、海涌或其他扰动因素引起的海面波动,海洋所能保持的水平 面.其高度系利用人工水尺和验潮仪长期观测而得.它是确定山高水深的起算面,高度向上计算,深度向下计 算.对于计算的深度来说,由于海洋潮位的升降,海面大约有一半的时间是低于平均海平面,因此以海平面向 下计算的深度约有一半时间事实上没有那么深^[8].为了保证航海的安全和便于船只航行的计划安排,海图 上标明的深度是从所谓"海图深度基面"向下计算,关于海图深度基准面的确定主要有可能的最低低潮面、 大潮平均潮面、略最低潮面、平均大潮低潮面、英国海军军部海图深度基准面以及美国海图深度基准面等几 种计算方法.1956年以后,我国主要采用"理论深度基准面",它主要是 8 个主要分潮(*M*₂,*S*₂,*N*₂,*K*₂,*K*₁,*O*₁, *P*₁,*Q*₁)组合的最低天文潮面^[9].

设以平均海面作为起算的潮高公式为:

 $\zeta = (fh)_{M_2} \cos[\sigma_{M_2}t + (V_0 + u)_{M_2} - g_{M_2}] + \dots + (fh)_{Q_1} \cos[\sigma_{Q_1}t + (V_0 + u)_{Q_1} - g_{Q_1}]$ (1) L式取 $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1$ 等 8 个分潮,求其最高、低潮面,很明显它与交点因子 f 的选取有密切关 系. 为了书写方便,令

$$(fh)_{M_2} = M_2, \cdots, (fh)_{Q_1} = Q_1,$$

$$[\sigma_{M_2}t + (V_0 + u)_{M_2} - g_{M_2}] = \varphi_{M_2}, \cdots, [\sigma_{Q_1}t + (V_0 + u)_{Q_1} - g_{Q_1}] = \varphi_{Q_1}$$

把式(1)改写成:

因为

$$\zeta = M_2 \cos[\varphi_{M_2}] + S_2 \cos[\varphi_{S_2}] + N_2 \cos[\varphi_{N_2}] + K_2 \cos[\varphi_{K_2}] + K_1 \cos[\varphi_{K_1}] + O_1 \cos[\varphi_{O_1}] + P_1 \cos[\varphi_{P_1}] + \cdots$$

$$(2)$$

根据平衡潮相角展开式:

$$\varphi_{M_{2}} = 2t + 2h - 2s - g_{M_{2}}, \quad \varphi_{S_{2}} = 2t - g_{s_{2}}, \quad \varphi_{O_{1}} = t + h - 2s + 270 - g_{O_{1}},$$

$$\varphi_{P_{1}} = t - h + 270 - g_{P_{1}}, \quad \varphi_{N_{2}} = 2t + 2h - 3s + p - g_{N_{2}}, \quad \varphi_{K_{2}} = t + 2h + 90 - g_{k_{2}},$$

$$\varphi_{Q_{1}} = t + h - 3s + p + 270 - g_{Q_{1}}, \quad \varphi_{K_{1}} = t + h + 90 - g_{k_{1}},$$

$$\varphi_{M2} - \varphi_{O_{1}} = \varphi_{K_{1}} + (g_{K_{1}} + g_{O_{1}} - g_{M_{2}}) = \varphi_{K_{1}} + \alpha_{1} = \tau_{1}$$

$$\varphi_{S_{2}} - \varphi_{P_{1}} = \varphi_{K_{1}} + (g_{K_{1}} + g_{P_{1}} - g_{S_{2}}) = \varphi_{K_{1}} + \alpha_{2} = \tau_{2}$$

$$\varphi_{N_{2}} - \varphi_{Q_{1}} = \varphi_{K_{1}} + (g_{K_{1}} + g_{Q_{1}} - g_{N_{2}}) = \varphi_{K_{1}} + \alpha_{3} = \tau_{3}$$

$$\varphi_{K_{2}} = 2\varphi_{K_{1}} + (2g_{K_{1}} - 180 - g_{K_{2}}) = 2\varphi_{K_{1}} + \alpha_{4} = \tau_{4}$$

所以 $\varphi_{0_1} = \varphi_{M_2} - \tau_1, \varphi_{P_1} = \varphi_{S_2} - \tau_2, \varphi_{Q_1} = \varphi_{N_2} - \tau_3,$ 于是式(2)可以写成 $\zeta = K_1 \cos\varphi_{K_1} + K_2 \cos(2\varphi_{K_1} + \alpha_4) + M_2 \cos\varphi_{M_2} + O_1 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_1 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_2 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_2) \cos(\varphi_{M_2} - \tau_2) \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_2 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_2 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_2 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_2) \cos(\varphi_{M_2} - \tau_1) + C_2 \cos(\varphi_{M_2} - \tau_2) \cos(\varphi_{$

$$S_{2}\cos\varphi_{S_{2}} + P_{1}\cos(\varphi_{S_{2}} - \tau_{2}) + N_{2}\cos\varphi_{N_{2}} + Q_{1}\cos(\varphi_{N_{2}} - \tau_{3})$$
(3)

式(3)后6项可分为3组,其中每1组可组合成1个风潮的形式,即

 $A\cos\varphi + B\cos(\varphi - \tau) = A\cos\varphi + B\cos\varphi\cos\tau + B\sin\varphi\sin\tau =$

 $(A + B\cos\tau)\cos\varphi + B\sin\varphi\sin\tau = R\cos\varepsilon\cos\varphi + R\sin\varphi\sin\tau = R\cos(\varphi - \varepsilon)$

其中,令 $A + B\cos\tau = R\cos\varepsilon$, $B\sin\tau = R\sin\varepsilon$,所以 $R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\tau}$, $\tan\varepsilon = \frac{B\sin\tau}{A + B\cos\tau}$,这样可将式 (3)改写成: $\zeta = K_1 \cos\varphi_{K_1} + K_2 \cos(2\varphi_{K_1} + \alpha_4) + R_1 \cos(\varphi_{M_2} - \varepsilon_1) + R_2 \cos(\varphi_{S_2} - \varepsilon_2) + \cdots$ 其中: $R_1 = \sqrt{M_2^2 + O_1^2 + 2M_2O_1\cos\tau_1}$, $\tan\varepsilon_1 = \frac{O_1\sin\tau_1}{M_2 + O_1\cos\tau_1}$, $R_2 = \sqrt{S_2^2 + P_1^2 + 2S_2P_1\cos\tau_2}$,

$$\tan \varepsilon_{2} = \frac{P_{1} \sin \tau_{2}}{S_{2} + P_{1} \cos \tau_{2}}, \quad R_{3} = \sqrt{N_{2}^{2} + Q_{1}^{2} + 2N_{2}Q_{1} \cos \tau_{3}}, \quad \tan \varepsilon_{3} = \frac{Q_{1} \sin \tau_{3}}{N_{2} + Q_{1} \cos \tau_{3}}$$

欲使得 ζ 为极值,必须使 $\cos(\varphi_{M_2} - \varepsilon_1) = \pm 1, \cos(\varphi_{S_2} - \varepsilon_2) = \pm 1, \cos(\varphi_{N_2} - \varepsilon_3) = \pm 1,$ 亦即最低值为: $L = K_1 \cos\varphi_{K_1} + K_2 \cos(2\varphi_{K_1} + \alpha_4) - (R_1 + R_2 + R_3).$

本次研究利用南浏河段沿程各站的实测高低潮位进行调和分析,然后利用调和常数进行理论基面的计算,各站数值为(采用吴淞基面):南京2.81 m,镇江2.09 m,江阴1.32 m,天生港0.94 m,徐六径0.84 m,白 茆河口0.72 m.

2.4 现行基面与计算基面比较分析

计算基面与现行基面比较见表 3(其中现行的基面江阴以上是航行基面,江阴以下为理论基面),沿程变 化见图 4. 从表、图可以看出,各站航行基面值有所抬高,但抬高值一般都在 0.10 m 左右;理论基面计算表 明,各站理论基面计算值较现行理论基面值高约 0.20 ~ 0.30 m,而理论基面和航行基面衔接处(江阴站)两者的计算值较为接近,相差在 0.10 m 以内.

Tab. 3 Comparison between the calculated and existing datum planes (Wusong datum)									m		
站 名	计算航行基面	计算理论基面	现行基面	差 值	Ι	站	名	计算航行基面	计算理论基面	现行基面	差值
南 京	2.10	2.81	1.97	0.13		徐六	:泾	0.75	0.84	0.52	0.32
镇 江	1.74	2.09	1.65	0.09		白	茆	/	0.72	0.48	0.24
江 阴	1.27	1.32	1.11	0.21		堡	镇	0.27	/	/	/
天生港	0.83	0.94	0.67	0.27		高	桥	0.15	/	/	/

表 3 计算基面与现行基面的比较(吴淞基面)



Fig. 4 Comparison of variations between the calculated and existing datum planes along distance

江阴以上航行基面以及江阴以下理论基面的计算值较现行基面值高,究其原因,主要是随着河势的变化 及一系列护岸工程整治工程的实施,以及其他人类活动因素的影响,其水位特征将有所变化;总体来说,工程

河段潮波发生变形,表现为潮差减小,潮汐影响程度和范围 有所减弱,径流作用进一步加强,沿程潮位特征将有所调整, 从而使得沿程各站的平均海面(潮面)也有所变化.南浏河段 南京、镇江、江阴以及天生港各站1954—1970年(A时段)、 1971—1987(B时段)年以及2002—2005(C时段)年3个阶 段平均潮面(85国家基面)的变化进行分析,各阶段变化见 图5.从各站平均潮位的变化可以看出,第2阶段各站平均潮 位较第1阶段有所增加,第3阶段较第2阶段平均潮位值又 有所增加,而且增加的幅度较第2阶段的增加幅度大.



3 结 语

现状条件下计算得出的航行基面、理论基面较现行的航行基面、理论基面都有所抬升,但沿程抬升的趋势是一致的,计算航行基面和计算理论基面在江阴处相差0.1 m 以内,说明航行基面和理论基面在江阴处能平顺相接,进而说明南浏河段现行的基面是可行的、对船舶航行是偏安全的.以上说明利用现行的基面所测量的海图、地形图以及研究成果是可信的,能用于航道整治工程的应用研究.

参考文献:

- [1] 闻云呈,夏云峰. 大通—长江口一维水沙数学模型计算研究[R]. 南京:南京水利科学研究院,2005. (WEN Yun-cheng, XIA Yun-feng. Research into the river segment from Datong to Yangtze Estuary with one-dimensional water-sediment mathematical model[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2005. (in Chinese))
- [2] 闵朝斌. 关于最低通航设计水位计算方法的研究[J]. 水运工程, 2002(1): 29-32. (MIN Chao-bin. An approach to the design lowest navigable water level[J]. Port and Waterway Engineering, 2002(1): 29-32. (in Chinese))
- [3] 彭钜新. 潮汐河段航道设计最低通航水位标准的研究[J]. 水运工程, 2008(1): 74-77. (PENG Ju-xin. On standard of design lowest navigable stage in tidal reach[J]. Port and Waterway Engineering, 2008(1): 74-77. (in Chinese))
- [4] 彭钜新. 非潮汐河段航道设计最低通航水位标准的研究[J]. 水运工程, 2007(6): 51-55. (PENG Ju-xin. On the standard of inland waterway design lowest navigable stage[J]. Port and Waterway Engineering, 2007(6): 51-55. (in Chinese))
- [5] 田林. 浙江省半封闭型海湾多浅段航道乘潮通航保证率计算若干问题的探讨[J]. 水运工程, 2003(7): 33-35. (TIAN Lin. On some problems in computing the cumulative frequency of high tide level in multi-shallow waterway of semi-closed bays in Zhejiang Province[J]. Port and Waterway Engineering, 2003(7): 33-35. (in Chinese))
- [6] 蔡国正. 论天然河流设计最低通航水位两种确定方法的矛盾与统一[J]. 水运工程, 2005(2): 47-51. (CAI Guo-zheng. Contradiction and unity of two ways determining the design lowest navigable water level of natural river[J]. Port and Waterway Engineering, 2005(2): 47-51. (in Chinese))
- [7] 夏云峰,吴道文,闻云呈,等. 长江下游南京至江阴段深水航道整治和床演变分析及整治技术初探[R].南京:南京水利 科学研究院, 2006. (XIA Yun-feng, WU Dao-wen, WEN Yun-cheng, et al. Preliminary study on the regulation technique, riverbed evolution analysis and regulation to the deep-water channel from Nanjing to Jiangyin of downstream Yangtze River[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2006. (in Chinese))
- [8] 吴华林, 沈焕庭, 吴加学. 长江口海图深度基准面换算关系研究[J]. 海洋工程, 2002, 20(1): 70-74. (WU Hua-lin, SHEN Huan-ting, WU Jia-xue. Relationships among depth datum levels in the Yangtze Estuary[J]. The Ocean Engineering, 2002, 20(1): 70-74. (in Chinese))
- [9] 陈宗镛. 潮汐学[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 200-214. (CHEN Zong-yong. Tidology[M]. Beijing: Science Press, 1980: 200-214. (in Chinese))

Preliminary study on the navigation datum plane and theoretical datum plane for deep-water channel from Nanjing to Liuhe River estuary of Yangtze River

XIA Yun-feng, WEN Yun-cheng, ZHANG Shi-zhao, XU Hua (Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: With the development of the 12.5 m deep-water channel of the Yangtze River estuary, the deep water channel extending up to Nanjing is in urgent need. The start-up year of the existing datum of Nanjing downstream is 1970. In the study, the navigation datum upstream of Jiangyin has been adopted, and the theoretical datum downstream of Jiangyin has been used. With the human activities such as river channel regulations and bridge construction and the natural factors such as sea level rise, the tidal wave from Nanjing downstream has been transformed along distance, the existing datum needs to be recalculated and rechecked. In this paper, tide data of different stations along distance has been collected, interpolated, extended and completed by one dimensional mathematical model. Based on these tide level data, we calculated the datum plane of Nanjing downstream by use of integrated cumulative curve method, and compared the difference between existing datum planes and our calculation datum planes. It is shown that the existing datum planes can ensure ship navigation safety, and that the charts, topographic maps and relevant research results based on the existing datum are reliable and applicable.

Key words: deep-water channel; navigation datum; theoretical datum; recheck