

单连君, 蒋宏毅, 王加敏, 等. 河北地震流体数据质量在线监控与评价软件设计[J]. 华南地震, 2021, 41 (1): 44-49. [SHAN Lianjun, JIANG Hongyi, WANG Jiamin, et al. Software Design for On-line Quality Monitoring and Evaluation of Hebei Seismic Fluid Data Quality[J]. South China journal of seismology, 2021, 41(1): 44-49]

河北地震流体数据质量在线监控与评价软件设计

单连君¹, 蒋宏毅¹, 王加敏¹, 张晓刚¹, 宋志刚², 王 江¹

(1. 河北地震台, 石家庄 050021; 2. 河北省地震局流动测量队, 河北 保定 071000)

摘要: 利用河北地球物理台网 ORACLE 数据库中的观测数据为软件数据源, 通过河北地震流体数据质量在线监控与评价软件, 对日、周、月、年不同时间尺度的观测数据及跟踪分析进行准确、高效在线质量监控与评价。结果显示: 该软件及时、准确实现质量监控、评比评价、跟踪分析汇总等功能, 实现了河北地震流体学科观测数据质量监控与评价需求。

关键词: 流体观测数据; 质量监控; 质量评价

中图分类号: P315.72

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2021)01-0044-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2021.01.06

Software Design for On-line Quality Monitoring and Evaluation of Hebei Seismic Fluid Data Quality

SHAN Lianjun¹, JIANG Hongyi¹, WANG Jiamin¹, ZHANG Xiaogang¹,
SONG Zhigang², WANG Jiang¹

(1. Hebei Seismic Station, Shijiazhuang 050021, China; 2. FieldSurvey Team of Hebei Earthquake Agency, Baoding 071000, China)

Abstract: Based on the observation data in the ORACLE database of Hebei Geophysical Network as the software data source and Hebei seismic fluid data quality online monitoring and evaluation software, the paper conducts accurate and efficient online quality monitoring and evaluation on the observation data and tracking analysis on different time scales of day, week, month, and year. The results show that the software timely and accurately realized the functions of quality monitoring and evaluation, tracking analysis and summary, etc, which fulfills the quality monitoring and evaluation requirements of Hebei seismic fluid subject observation data.

Keywords: Fluid observation data; Quality monitoring; Quality evaluation

收稿日期: 2020-10-15

基金项目: 河北省地震科技星火计划项目(DZ20180323047)

作者简介: 单连君(1983-), 男, 工程师, 主要从事地震综合数学方法研究。

通信作者: 蒋宏毅(1983-), 男, 高级工程师, 主要从事地震数据信息检索与维护。

E-mail: 584434003@qq.com

0 引言

随地震地球物理观测技术升级、观测台网规模扩大、产出观测数据增多,及时、准确监控观测数据质量的需求^[1]逐渐提高。河北地震流体学科属于河北地球物理台网,应用部署中国地震台网中心发布的前兆台网数据管理系统^[2]、处理系统、跟踪分析系统等需要严格配置运行环境的行业专业软件,根据中国地震局发布的流体观测技术规范^[3],用于每日观测数据采集、汇集、产品加工、数据跟踪分析事件记录、报告产出汇总等常规工作。管理系统与处理系统不具备数据质量监控与评价功能。

由于各省级台网未统一部署观测数据质量监控软件,河北地震流体学科于2014年使用自行开发仅监控观测日志和数据处理功能的非在线应用软件进行日监控,需配置软件运行环境,并缺少周、月、年时间尺度的数据完整率、观测质量、工作日志监控、跟踪分析结果评价功能。

因此,为准确、高效监控、评价河北地震流体日、周、月、年不同时间尺度的观测数据质量及跟踪分析结果,避免运行环境配置对软件的限制,设计了使用便捷的在线软件。

1 软件功能设计

软件数据源为河北地球物理台网 ORACLE 数

据库中的观测数据,计算及产出结果保存于新建 MySQL 数据库中,软件采用 B/S 模式。设计业务功能为质量监控、评比评价、跟踪分析。

1.1 权限管理

软件用户分为管理员和非管理员两类,对比在用行业专业软件,简化用户角色分类,仅通过权限配置完成用户管理。当用户角色、从事业务发生变化时,管理员在权限管理界面调整配置即可,解决了在用专业软件中用户角色、身份变化后需要添加、删除账户,导致软件用户繁冗、冲突不易管理维护的问题。

管理员在 web 页面登录后,可随时根据功能需求设置非管理员用户业务模块权限(图1),具备相应业务模块权限的用户可以执行监控功能并查看结果,无相应权限的用户仅可查看监控结果。

1.2 质量监控

质量监控业务功能设计监控流体观测数据处理、观测日志、工作日志及质量监控反馈。

其中,观测数据处理及观测日志监控依据中国地震局发布的《流体数字化观测数据预处理办法》^[4]。具体指标为观测值标准差,假设观测数据数列为 x_i ,均值为 \bar{x} ,其计算公式为:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

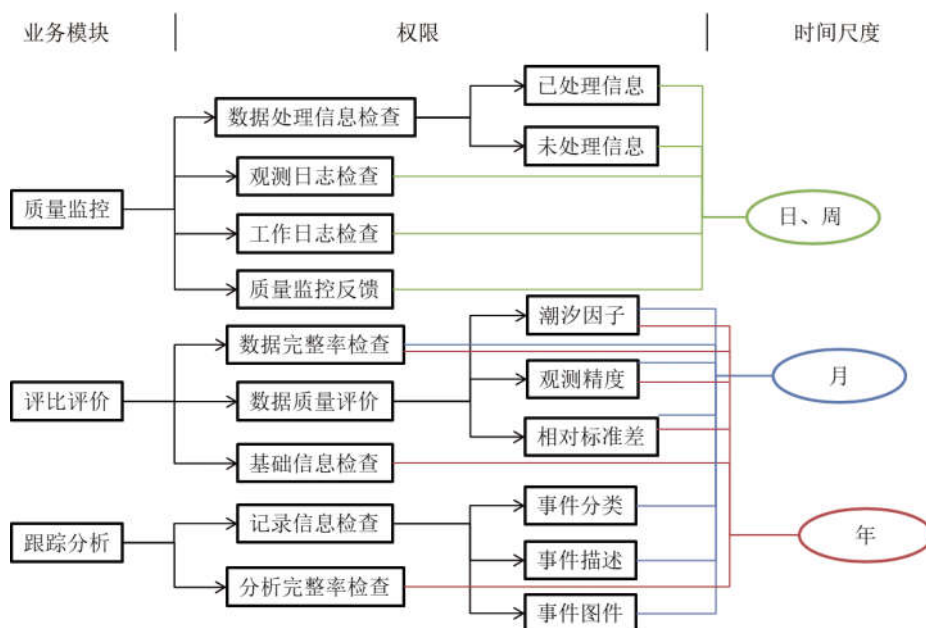


图1 软件业务模块权限

Fig.1 Software business modules permissions

软件读取观测数据序列后根据公式 1 计算标准差结果,并将观测数列中的超过 3 倍标准差个数保存于 MySQL 数据库处理信息表(表 1),与河北台网数据库处理表、观测日志表中对应结果、记录进行匹配,将匹配结果显示于 web 页面,由具备该业务模块权限的用户根据观测实际情况判定结果是否有效。

表 1 观测数据处理信息表结构
Table 1 Structure of observation data processing information table

字段描述	字段名	字段类型	主键	备注
起始时间	STARTDATE	DATE	√	
台站代码	STATIONID	VARCHAR	√	
测点编码	POINTID	VARCHAR	√	
测项编码	ITEMID	VARCHAR	√	
待处理数据源是否处理	PROCESSNUM ISPROCESSED	VARCHAR INT		
处理描述	PRODESC	VARCHAR		
日志编码	EVTID	INT		
日志描述	EVTDESC	VARCHAR		
结果	RESULT	FLOAT		

工作日志主要监控仪器校测与时间校准,在日志内容中检索关键字,统计次数并将结果保存于工作日志信息表(表 2),由具备该业务模块权限的用户判定结果是否有效。

表 2 工作日志信息表结构
Table 2 Structure of work log information table

字段描述	字段名	字段类型	主键	备注
起始时间	STARTDATE	DATE	√	
台站代码	STATIONID	VARCHAR	√	
测点编码	POINTID	VARCHAR	√	
测项编码	ITEMID	VARCHAR	√	
仪器校测	CALIBRATION	VARCHAR		
时间校准	TIMECHECK	VARCHAR		
结果	RESULT	FLOAT		

质量监控反馈是在软件中将观测数据处理及观测日志中的问题反馈录入信息表(表 3),显示于 web 页面,供对应台站用户查看结果并进行处理操作。

1.3 评比评价

评比评价包含数据完整率、质量评价、基础

表 3 监控反馈设计表结构
Table 3 Structure of monitoring feedback table

字段描述	字段名	字段类型	主键	备注
起始时间	STARTDATE	DATE	√	
台站代码	STATIONID	VARCHAR	√	
测点编码	POINTID	VARCHAR	√	
测项编码	ITEMID	VARCHAR	√	
问题反馈	FEEDBACK	INT		
操作处理	PROCESS	INT		
结果	RESULT	FLOAT		

信息三方面内容。其中,数据完整率由软件自动计算河北流体学科处理后的观测数据数量获取。基础信息是软件读取河北流体学科数据库中对应信息表,然后在 web 页面由具备相关权限的用户进行选取、核查,评价信息的完整、准确程度。流体学科观测数据质量评价主要涉及水位、水温、气氦、气汞、氦气、氢气等观测项目,评价指标包括潮汐因子、潮汐因子相对中误差等潮汐观测项目与标准差、相对标准差等非潮汐观测项目^[9]。

其中,固体潮计算采用 Venedikov 调和分析方法^[6],假设 $y(t_j)$ 为时间序列, w_i 为角频率, h_i 为 w_i 角频率的振幅, $\varphi(T_j)$ 为初相位, $\Phi(t_j)$ 为 t_j 时的零点漂移,则固体潮观测值为:

$$y(t_j)=\sum_i h_i \cos(\omega_i t_i + \varphi(T_j)) + \Phi(t_j) \tag{2}$$

式 2 中 $\varphi(T_j)$ 可以表示为在以 T_j 为观测序列中央时刻历元的初相位 φ_j 与 t_j 经历时间间隔后的相位滞后 $\Delta\Phi_j$ 之和,即: $\varphi(T_j)=\varphi_j+\Delta\Phi_j$; 式 2 中 $\Phi(t_j)$ 为仪器在经历时间 t_j 过程的零点漂移 k 阶多项式 $\sum_{k=0}^j b_k P_k(t)$ 与观测误差 $\varepsilon(t_j)$ 之和,即 $\Phi(t_j)=\sum_{k=0}^j b_k P_k(t)+\varepsilon(t_j)$ 。将 $\varphi(T_j)$ 和 $\Phi(t_j)$ 代入公式 2 中,最终公式^[7]为:

$$y(t_j)=\sum_i h_i \cos(\omega_i t_i + \varphi_j + \Delta\Phi_j) + \sum_{k=0}^j b_k P_k(t) + \varepsilon(t_j) \tag{3}$$

潮汐因子是半日波的观测固体潮^[8-9]振幅与理论固体潮^[10]振幅之比,潮汐因子相对中误差为潮汐因子与其序列标准差之比。

非潮汐观测项目标准差采用公式 1 计算,相对标准差为标准差与平均值之比。本软件计算超过预设整数倍数标准差个数,自行完成总超差天数统计。

软件读取河北流体学科源数据后,根据观测

项目及评价指标进行分类,按照已有公式自行完成观测质量计算结果保存 MySQL 数据库评价表中(表 4)并显示于 web 页面,不需配置运行环境、额外使用行业专业软件及人工复核。

表 4 评比评价表结构

Table 4 Structure of evaluation table

字段描述	字段名	字段类型	主键	备注
起始时间	STARTDATE	DATE	√	
台站代码	STATIONID	VARCHAR	√	
测点编码	POINTID	VARCHAR	√	
测项编码	ITEMID	VARCHAR	√	
完整率	COMPLETENESS	FLOAT		
基础信息	BASICINFO	INT		
潮汐因子	TIDEFACTOR	FLOAT		
潮汐因子中误差	TIDEFACTOR- ERROR	FLOAT		
标准差	STANTARDERROR	FLOAT		
相对标准差	CONSTAERR	FLOAT		
周评价	WEEKRES	FLOAT		
月评价	MONTHRES	FLOAT		
年评价	YEARRES	FLOAT		

1.4 跟踪分析

跟踪分析需要实现的功能是检查事件分类、描述、图件质量及事件审核完整率。软件读取河北流体学科源数据,不需配置运行环境、额外使用行业专业软件,按照设定的检索条件在 web 页面显示信息,由具备该业务模块权限的用户评价跟踪分析结果并保存于 MySQL 数据库跟踪分析信息表中(表 5)。

表 5 跟踪分析信息表结构

Table 5 Structure of tracking analysis information table

字段描述	字段名	字段类型	主键	备注
起始时间	STARTDATE	DATE	√	
台站代码	STATIONID	VARCHAR	√	
测点编码	POINTID	VARCHAR	√	
测项编码	ITEMID	VARCHAR	√	
事件编码	EVTID	FLOAT		
事件分类	EVTCLS	FLOAT		
事件描述	EVTDES	FLOAT		
图件	EVTIMG	FLOAT		
审核完整率	CHECKPS	FLOAT		
结果	RESULT	FLOAT		

2 软件实现

2.1 权限管理

软件业务权限进行组管理,管理员根据监控时间尺度可以将不同业务模块的功能权限合并成组,分配给需求用户。需求用户与组一一对应关系,但组内权限与用户不一一对应。即每个用户只能加入一个组,一项功能权限可以由多个用户共同完成。

例如软件中设置观测质量组权限,包括潮汐因子、观测精度、相对标准差、完整率等功能;设置跟踪分析权限,包括事件分类、事件描述、事件图件、观测日志等功能。

2.2 质量监控

质量监控将软件设计中具备质量监控模块权限用户的审核结果进行展示,具体包括观测数据的未处理情况次数、问题处理情况次数及该监控得分。以河北流体学科 2019 年 1 月观测数据为例展示当月第二周质量监控结果(图 2)。

2.3 评比评价

评比评价对河北流体学科月、年时间尺度的观测数据质量进行评价,具体包括完整率、观测质量、工作日志、跟踪分析等项目。

以 2019 年 7 月河北流体学科观测数据为例,显示内容为观测质量软件自动评价结果(图 3)与具有该模块权限用户的工作日志检查界面(图 4)。

2.4 跟踪分析

软件在 web 页面显示河北流体学科数据中的跟踪分析信息,由具有该模块权限用户检查原始记录信息、完整率进行结果评价。以 2019 年 2 月河北流体学科观测数据为例展示评价结果(图 5)。

3 结语

根据河北流体学科观测业务需求,为准确、高效监控、评价河北流体日、周、月、年不同时间尺度的观测数据质量及跟踪分析结果,设计了使用便捷的在线软件。

软件通过组管理配置用户功能权限分配软件全部业务功能权限,简化用户管理;实现自动质量监控功能,结合质量监控反馈及时、有效处理

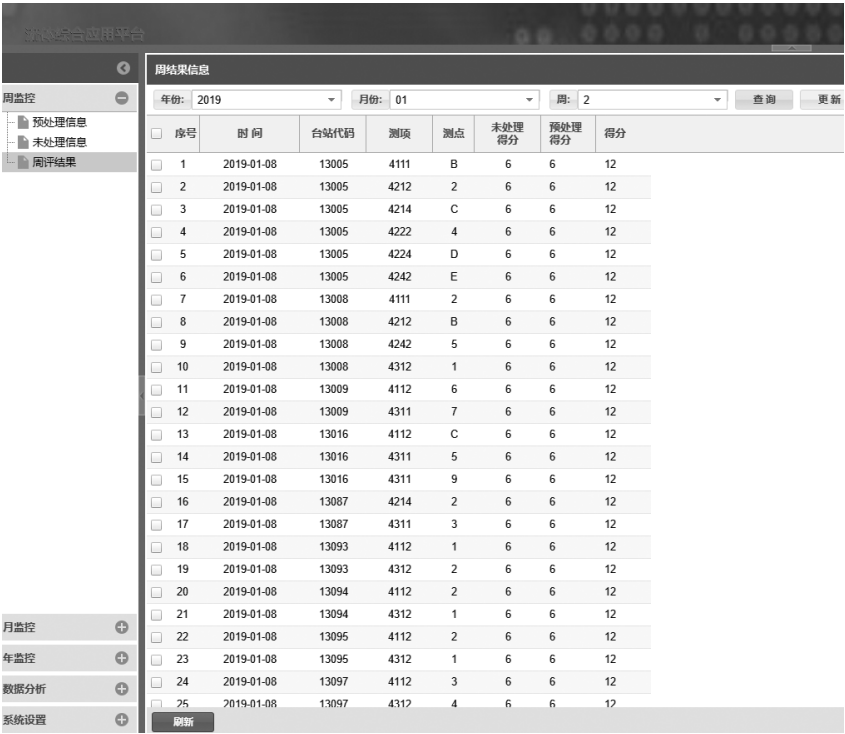


图 2 2019 年 1 月河北流体学科观测数据周质量监控结果

Fig.2 Weekly quality monitoring results of Hebei fluid observation data in January 2019

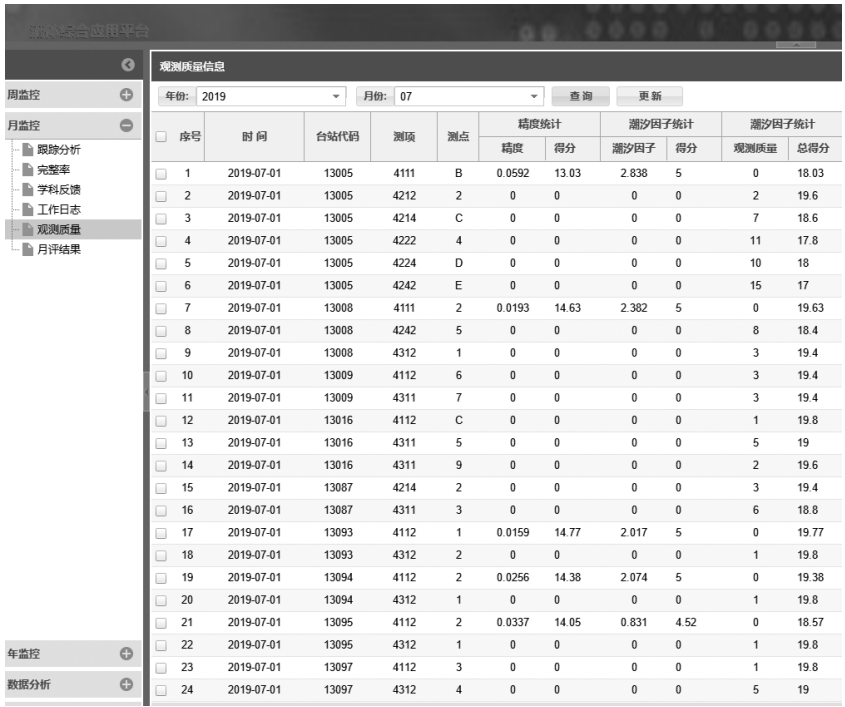


图 3 2019 年 7 月河北流体学科观测质量月评价结果

Fig.3 Monthly evaluation results of Hebei fluid observation data in July 2019

观测数据；评比评价实现无需人工复核完成观测质量评价；跟踪分析无需配置行业专业软件所需运行环境，根据检索条件完成信息显示及结果评价。

综上，本软件及时、准确实现质量监控、评比评价、跟踪分析汇总等功能，实现了河北地震流体学科观测数据质量监控与评价需求。

序号	时间	台站代码	测项	测点	校测统计			校测统计		
					次数	得分	专家确认	次数	得分	专家确认
1	2019-02-01	13005	4111	B	1	0	认定	4	0	认定
2	2019-02-01	13005	4212	2	0	0	认定	4	0	认定
3	2019-02-01	13005	4214	C	0	0	认定	4	0	认定
4	2019-02-01	13005	4222	4	0	0	认定	4	0	认定
5	2019-02-01	13005	4224	D	0	0	认定	4	0	认定
6	2019-02-01	13005	4242	E	0	0	认定	4	0	认定
7	2019-02-01	13008	4111	2	1	0	认定	4	0	认定
8	2019-02-01	13008	4212	B	0	0	认定	0	0	认定
9	2019-02-01	13008	4242	5	0	0	认定	0	0	认定
10	2019-02-01	13008	4312	1	0	0	认定	4	0	认定
11	2019-02-01	13009	4112	6	0	0	认定	0	0	认定
12	2019-02-01	13009	4311	7	0	0	认定	0	0	认定
13	2019-02-01	13016	4112	C	0	0	认定	4	0	认定
14	2019-02-01	13016	4311	5	0	0	认定	0	0	认定
15	2019-02-01	13016	4311	9	0	0	认定	0	0	认定
16	2019-02-01	13087	4214	2	0	0	认定	4	0	认定
17	2019-02-01	13087	4311	3	0	0	认定	0	0	认定
18	2019-02-01	13093	4112	1	0	0	认定	0	0	认定
19	2019-02-01	13093	4312	2	0	0	认定	0	0	认定
20	2019-02-01	13094	4112	2	0	0	认定	0	0	认定

图 4 2019 年 2 月河北流体学科工作日志检查

Fig.4 Work log check of Hebei fluid discipline in February 2019

序号	时间	台站代码	测项	测点	异常信息		跟踪信息		描述信息	查看
					异常名称	得分	跟踪名称	得分		
1	2019-02-01	13005	4111	B	人为干扰	0	0	0		查看
2	2019-02-01	13110	4112	1	自然环境	0	0	0		查看
3	2019-02-02	13110	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
4	2019-02-05	13008	4312	1	场地环境	0	0	0		查看
5	2019-02-05	13008	4111	2	场地环境	0	0	0		查看
6	2019-02-05	13097	4112	3	观测系统	0	0	0		查看
7	2019-02-06	13096	4112	1	观测系统	0	0	0		查看
8	2019-02-09	13105	4112	1	观测系统	0	0	0		查看
9	2019-02-15	13087	4214	2	自然环境	0	0	0		查看
10	2019-02-22	13094	4112	2	地球物理事件	0	0	0		查看
11	2019-02-22	13095	4112	2	地球物理事件	0	0	0		查看
12	2019-02-22	13097	4112	3	地球物理事件	0	0	0		查看
13	2019-02-22	13099	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
14	2019-02-22	13106	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
15	2019-02-22	13107	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
16	2019-02-22	13110	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
17	2019-02-22	13110	4312	2	地球物理事件	0	0	0		查看
18	2019-02-22	13111	4112	1	地球物理事件	0	0	0		查看
19	2019-02-22	13142	4112	3	地球物理事件	0	0	0		查看
20	2019-02-22	13143	4112	4	地球物理事件	0	0	0		查看

图 5 2019 年 2 月河北流体学科跟踪分析评价检查

Fig.5 Data tracking, analysis, evaluation and inspection of Hebei fluid discipline in February 2019

参考文献

[1] 王建国, 姚会琴, 高逊, 等. 天津市地震前兆台网的运行监控与维护管理[J]. 大地测量与地球动力学, 2010. 30(S1): p. 111-115.

[2] 周克昌, 蒋春花, 纪寿文, 等. 地震前兆数据库系统设计[J]. 地震, 2010. 30(02): p. 143-151.

[3] 中国地震局. 地震及前兆数字观测技术规范地下流体观测[M]. 北京: 地震出版社, 2001.

[4] 中国地震局地下流体观测技术组. 流体数字化观测数据预处理办法[EB/OL]. (2012-04-27)[2020-10-10]. <http://www.fluid.seis.ac.cn/fluidnet>.

[5] 刘春国, 李正媛, 吕品姬, 等. 数字化地震前兆台网观测数据质量评价方法[J]. 中国地震, 2017. 33(01): 112-121.

[6] 唐九安, 常千军, 杜锡武, 等. 固体潮潮汐因子的空间分布特征与机理[J]. 地壳形变与地震, 1997(01): 67-72.

[7] 许厚泽. 固体地球潮汐[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2010.

[8] 苏融, 李胜利. 基于拉普拉斯级数展开法的固体潮波类理论值计算[J]. 大地测量与地球动力学, 2013. 33(05): 106-109.

[9] 张昭栋, 王宝银, 高玉斌, 等. 中国地下水潮汐的观测研究和分析[J]. 地震学报, 1989(04): 392-401.

[10] 刘澜波. 体应变固体潮理论值的计算[J]. 地震研究, 1984(06): 681-687.