

刘军, 康英. JOPENS 编目检查系统设计[J]. 华南地震, 2016, 36(2): 89-95. [LIU Jun, KANG Ying. Design of JOPENS Catalog Check System [J]. South china journal of seismology, 2016, 36(2): 89-95.]

JOPENS 编目检查系统设计

刘军, 康英

(广东省地震局, 广州 510070)

摘要: 地震编目检查是台网值班人员和编目人员的日常工作之一, 随着台站密度的增加, 监测能力的加强, 只处理一个地震事件, 地震分析和校核的工作量都会变得比以往更大。仅仅依靠肉眼, 人工查看校核有时还是难免会遗漏一些错误。依靠计算机技术, 将一些经常出现的错误, 用程序自动逐一检查纠错, 可以大幅提高工作效率, 减轻编目人员的工作量。经实际使用发现, 通过编目检查系统可以发现并排除日常地震分析中90%以上的错误。

关键词: 编目检查; JOPENS; 数据库; 地震目录

中图分类号: P315.78

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2016) 02-0089-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.02.014

Design of JOPENS Catalog Check System

LIU Jun, KANG Ying

(Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Earthquake catalog check is one of the daily works for cataloging staff. With the increasement of the density of stations, and strengthening of the monitoring capacity, sometimes, dealing with only one seismic event, the workload will become much larger than ever before. If only relying on the naked eyes and manual check, it is inevitable that some errors will be missed. Relying on computer technology, for those frequent errors, the program automatically check and correct them one by one, which can significantly improve work efficiency, reduce the workload for cataloging staff. By the actual use, JOPENS catalog check system can find and correct more than 90% of the errors.

Keywords: Catalog check; JOPENS; Database; Earthquake catalog

0 引言

地震编目是测震台网中心的关键业务之一。地震分析人员对台网记录到的管辖区域的地震事件进行分析处理, 提交到本地数据库, 然后与国家台网数据库统一匹配。产出地震目录和地震观

测报告从国家台网数据库导出, 内容包括地震目录和震相等相关数据。如图1所示为区域台网与国家台网的数据交换流程。这些报告作为台网的重要产出提供给相关部门和研究人员使用。规范规定区域台网承担记录到的本省及周边地区(省行政边界线外30 km内)地震震相分析, 编辑产出地

收稿日期: 2015-04-22

作者简介: 刘军 (1982-), 男, 工程师, 主要从事地震监测研究。

E-mail: duanmu.lj@qq.com.

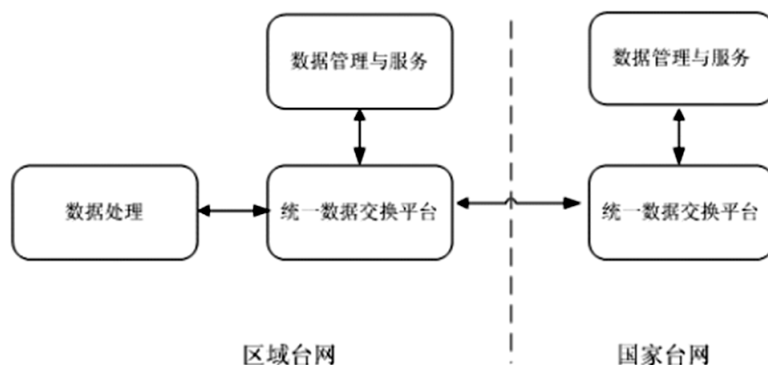


图1 区域台网与国家台网的数据交换流程

Fig 1 Data exchange process between regional and national seismic network

震目录和地震报告^[4]。按“十五”的“中国地震台网日常运行规定”要求，地震编目结果分为初报结果(日报)和正式报(周报)结果。地震编目的初报和正式报数据要通过 JOPENS 的“数据交换系统”报送到国家地震台网中心。初报数据每日编辑一次，每日 12 时前将前一日 8 时至当日 8 时的

地震初报数据报送到国家地震台网中心，正式报数据为台网产生的最终结果，每周编辑一次，每周星期日或周五 24 时以前将上周星期一零时到本周星期一零时的正式报数据报送到国家地震台网中心。如图 2 所示为地震分析流程。

编目工作繁琐、工作量大，特别是来一个大

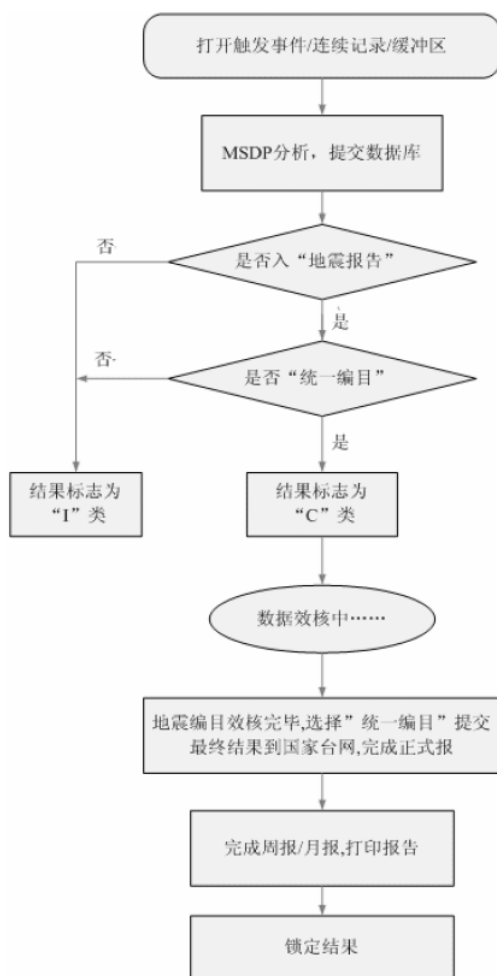


图2 地震分析流程

Fig 2 Earthquake analysis process

震或者有地震序列时,工作任务就会成倍增加。编目工作要做到百分之百的正确,否则分析人员使用有错误的数据会导致分析结果有巨大误差,严重影响分析质量。有时人工校核好几遍还是会有些错误,这对评比和产出的使用都会有很大的影响。为了提高工作效率,减轻工作负担,提高产出的精确度,需要设计一套编目检查系统来自动、准确地排查报告中存在的绝大多数错误^[2]。

1 系统设计

设想将常出现的错误进行分析归类,用计算机程序遍历每一条目录,与已知错误的特征比对,确定是否存在错误,准确定位存在的错位,并指出错误类型,把常规错误排查掉,从而大大降低编目工作量。

1.1 常见错误

根据编目人员日常工作的经验,在地震编目中常出现的错误大致有三类:一是震相类错误、二是地名类错误、三是统一编目匹配错误。以下为可能出现的各种错误列表:

(1) 单台定位地名不符合编目规则,单台定位地名的规则是“台站名(S-Pxxs)”,比如“广东南澎岛台(S-P2.3s)”。

(2) 单台定位地名和定位台站名不一致。

(3) 单台定位台站名里的S-P与计算出的S-P结果不一样。

(4) 单台定位有残差值。

(5) 单台定位Pg或Sg有残差值。

(7) 单台定位定位质量不为4。

(8) 有些不应参与定位的台站参与了定位,以广东台网为例,我们为了速报的准确性接入了台湾的地震台站,但在编目中是包括台湾的地震台站的。

(9) 震相标注中有SMZ。

(10) SMN或SME在Sg之前。

(11) SMN或SME在SmS之前。

(12) 参与定位的某个台站只标注有SMN, SME。

(13) 台站SME,SMN没有成对量取。

(14) Pg或Pn标在了水平分向。

(15) Sg或Sn标在了垂直分向。

(16) SMN或SME是在仿真之前量取的。

(17) Pg, Pn, Sg或Sn是在仿真后量取的。

(18) Pn或Pg标有1' (表示清晰)但没有U/R或C/D (表上初动方向)。

(19) 某个台站测得震级与平均震级之差大于1。

(20) 震中位号填写错误。

(21) 精度值填写错误,只能为1, 2, 3或4。

(22) 事件id号中的时间与发震时刻相差大于600 s。

(23) 事件类型为空。

(24) 地名填写错误。

(25) 与国家数据库中的目录不匹配。

(26) 遗漏邻省交界处的地震事件。

(27) 同一台站,相同震相重复标注。

(28) 震中距小于90 km,标注了不应该出现的震相Pn, Sn。

(29) 震中距大于130 km,标注了不应该出现的震相PmP, SmS。

以这些常见错误作为模板,在程序中对每一条目录进行过滤检查,发现符合错误特征的就显示给工作人员,由工作人员复核、检查、确认并修改。系统设计的基本原理是从JOPENS数据库读入目录,震相信息,然后查错,显示错误信息。

1.2 设计要点一:震相检查

JOPENS数据库中Catalog分A, C, I, R四类如表1所示,分别代表自动触发事件,统一编目事件,一般事件,速报事件。地震分析的流程是将提交的一般事件进行震相分析,然后判断是否需要提交成C类事件,如果需要,则修改成C类事件提交(如图2所示)。我们主要关注的就是C类事件。

表1 事件状态标识

Table 1 Event status flag

标志	状态	备注
I	人机交互	可反复提交,允许存储多个结果
A	自动定位	程序自动生成多个结果
R	地震速报	允许修改,可提交多个结果
C	地震编目	有时间限制,结果唯一

震相检查主要涉及操作Phase这张表,数据库中的震相信息是以Catalog_id目录id号为组逐条存入的,如果以此检查错误显示给编目人员并不直观。通常编目人员都是以台站为单位来检查的。所以为了方便检查,首先需要将震相信息表按台站分组,每个台站一般会有4条Phase记录,每个

目录最少有一个台站记录，这样便于比较，判断，而且显示出来思路清晰。注意表 2、表 3 列出的不是全部信息，只包含我们需要的信息。

检查时，就按前面提出的常见震相错误逐条目录，逐个台站，逐个震相检查，有错误就存入一个列表里，统一显示。

表 2 JOPENS 数据库中 Catalog 表
Table 2 Catalog in JOPENS Database

含义	字段	类型	主键
记录号	id	VARCHAR (48)	Yes
台网代码	Net_code	varchar (2)	
发震时刻	O_time	datetime	
震中纬度	Epi_lat	float	
震中经度	Epi_lon	float	
震中深度	Epi_depth	float	
震级	M	float	
震中地名	Location_cname	varchar (128)	
事件类型	Eq_type	varchar (40)	
震中位号	Epic_id	varchar (2)	
定位质量	Qloc	varchar (3)	
残差值	Rms	float	
操作者	Operator	varchar (20)	

表 3 JOPENS 数据库中 Phase 表
Table 3 Phase in JOPENS Database

含义	字段	类型	主键
记录号	id	VARCHAR (20)	Yes
台网代码	Net_code	varchar (2)	
台站代码	Sta_code	varchar (5)	
通道代码	Chn_code	varchar (3)	
记录类型	Rec_type	varchar (10)	
震相名称	Phase_name	varchar (12)	
震相类型	Phase_type	varchar (6)	
震相到达时刻	Phase_time	datetime	
震幅值	Amp	float	
振幅类型	Amp_type	varchar (10)	
权重	Weight	int (11)	
清晰度	Clarity	varchar (1)	
残差	Resi	float	
震级值	Mag_val	float	
震中距	Distance	float	
方位角	Azi	float	
S-P 值	S_P	float	
震级名称	Mag_name	varchar (20)	
目录 id	Catalog_id	varchar (40)	MUL

1.3 设计要点二：地名检查

我们编目检查时经常发现，目录中填写的地名和实际的地名有出入，或者是不符合编目规范。所以有必要将地名这一栏单独抽出来检查。地名检查使用的数据为 shape 格式。

一个 shape 文件由主文件，索引文件，和一个 dBASE 表组成，主文件是一个可以直接访问、长度可变的文件，在主文件中每条记录用一系列的点描述一个物体，在索引文件中，每条记录保存主文件中相应的物体相对主文件头的偏移量。在

dBASE 表中包含每条记录的属性，这种几何形与属性一对一的关系是依据纪录的数量的，dBASE 文件中的属性纪录和主文件中的纪录必须是顺序是一样的主文件包含一个固定长度的文件头和一系列可变长的记录集，每一个可变长的纪录由一个固定长度的纪录头和一个可变长的纪录内容。

我们使用 Geotools 来操作 shape。Geotools 是 Java 语言编写的开源 GIS 工具包。该项目已有十多年历史包含多个开源 GIS 项目，并且基于标准的 GIS 接口。Geotools 主要提供各种 GIS 算法，各种数据格式的读写和显示。

我们的做法是将地震分析人员填写的地名和用 geotools 查找出的地名分别列出来，供编目检查人员对比。如果发现不同，一眼就能够看出来。

1.4 设计要点三：统一编目检查

有时因统一编目提交不成功，或没有同步删除，或网络中断，造成两边的数据库不一致。

需要从两个数据读取当日的数据，然后逐一对比 id，保存时间，震相数目等信息，确认一致才认为匹配，否则认为没有匹配成功。将匹配成功的和未匹配成功的分别列出，方便编目人员查看。

1.5 设计要点四：周边事件检查

在波形浏览，事件截取时，由于台站数目所

限，有时候会遗漏本属于我们职责范围内的编目事件，特别是处于交界处的事件，有时浏览截取时会遗漏。所以需要利用国家台网数据库，列出本区域台网边界 50 km 范围内的事件，以广东台网为例，需要列出周边江西，福建，湖南，海南，广西五省的事件。这样编目人员可以一目了然的知道是不是遗漏了事件。

2 系统界面

2.1 震相检查界面

图 3 所示为编目检查之震相检查界面。界面的每一列分别显示目录 id 号，发震时刻，纬度，经度，深度，震级，类型，精度，s1n，发震地点，检查结果。每条目录的检查结果是以列表的方式，提示信息用绿色字体显示出来的，可能错误信息用红色显示。

图 4 所示为编目检查目录所有震相走时曲线，图中为 Pg 和 Sg 走时曲线，一般情况下如果分析正确，所有的相同震相应大致在一条线上。如果有标识错误的，就会较明显偏离这条直线，通过走时曲线能够很快的发现标识有问题的震相。

2.2 地名检查界面

图 5 示为编目检查之地名检查界面。界面的每

id	发震时刻	纬度	经度	深度	震级	类型_精度_s1n	发震地点	检查结果
GD.201504011233.0001.C.001	2015-04-01 12:33:59	23.72	114.62	9.9	ML0.3	天然地震C_1_11	广东河源	
GD.201504011412.0002.C.001	2015-04-01 14:12:43	23.73	114.62	8.9	ML0.9	天然地震C_1_17	广东河源	
GD.201504011600.0003.C.001	2015-04-01 16:00:16	23.72	114.63	9.7	ML0.5	天然地震C_1_13	广东河源	
GD.201504011619.0001.C.001	2015-04-01 16:19:14	23.72	114.62	9.4	ML0.4	天然地震C_1_14	广东河源	
GD.201504011623.0002.C.001	2015-04-01 16:23:55	23.72	114.63	9.8	ML0.3	天然地震C_1_12	广东河源	
GD.201504011632.0001.C.001	2015-04-01 16:32:47	23.72	114.63	9.7	ML0.4	天然地震C_1_13	广东河源	
GD.201504011725.0001.C.001	2015-04-01 17:25:36	23.09	117.36	-99999.0	ML0.5	天然地震C_4_1	广东南澳岛台(S-P2.7s)	
GD.201504011728.0001.C.001	2015-04-01 17:28:43	23.72	114.63	9.7	ML0.1	天然地震C_1_10	广东河源	与GD.201504011729.0001.C.001的发震时刻相差小于60秒
GD.201504011729.0001.C.001	2015-04-01 17:29:12	23.72	114.62	9.6	ML0.6	天然地震C_1_14	广东河源	
GD.201504011749.0002.C.001	2015-04-01 17:49:31	23.72	114.62	9.6	ML0.7	天然地震C_1_17	广东河源	
GD.201504011828.0001.C.001	2015-04-01 18:28:04	23.27	117.16	15.7	ML0.2	天然地震C_2_5	广东南澳海域	
GD.201504011839.0001.C.001	2015-04-01 18:39:03	23.72	114.62	9.5	ML0.2	天然地震C_1_12	广东河源	
GD.201504011940.0001.C.001	2015-04-01 19:40:23	23.72	114.62	9.5	ML0.2	天然地震C_1_13	广东河源	
GD.201504011956.0001.C.001	2015-04-01 19:56:21	23.71	114.55	10.1	ML0.1	天然地震C_2_12	广东河源	
GD.201504012040.0001.C.001	2015-04-01 20:40:40	23.70	114.55	9.7	ML0.4	天然地震C_2_15	广东河源	
GD.201504012314.0001.C.001	2015-04-01 23:14:05	23.35	117.46	13.1	ML0.5	天然地震C_2_6	福建东山海域	GD/RAP s-p=11.11秒 s-p大于10秒可以不标 统一编目中的目录 国家=GD.201504012314.0001 FJ.201504012314.0001.C.001 位置误差1.4(公里) 震级误差0.2(ML) 发震时刻误差<1毫秒

图 3 编目检查之震相检查

Fig.3 Phase checking

一列分别显示目录 id 号，地震分析人员填写的地震名和用程序搜索出的参考地点。如果某一目录的两个地名有不一致，系统会用红色标识出来，就说明在分析填写地名时，可能有问题。

2.3 目录匹配检查界面

图 6 示为编目检查之目录匹配检查界面。共

显示有三个表，左边的是本地数据库为匹配到的目录表，即本地数据库中有，但国家数据库中不存在或不一致的目录；中间的是国家数据库为匹配到的目录表，即国家数据库中有，但本地数据库中不存在或不一致的目录；右边的是匹配的目录表。即本地与国家数据库中完全一致的目录。如

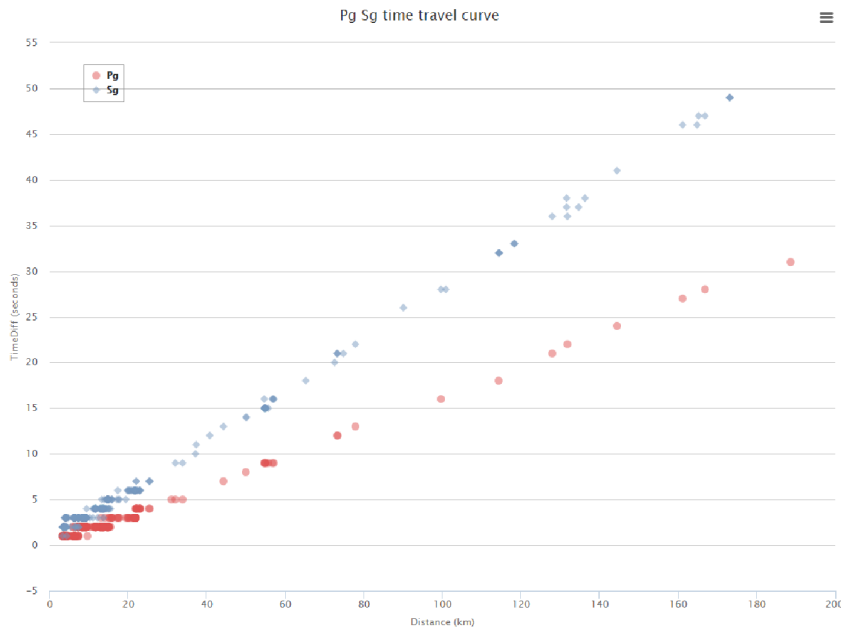


图 4 Pg 和 Sg 走时图

Fig 4 Time travel chart of Pg and Sg

id	发震地点	搜索的参考地点
GD.201504060000.0001.C.001	广东东源	广东省河源市东源县
GD.201504060154.0001.C.001	广东东源	广东省河源市东源县
GD.201504060457.0002.C.001	广东河源	广东省河源市源城区
GD.201504060824.0001.C.001	广东南澳岛台(S-P1.4s)	广东省汕头市南澳县附近海域
GD.201504060954.0001.C.001	广东河源	广东省河源市源城区

图 5 编目检查之地名检查

Fig.5 Location name checking

果是像图 6 这样的显示，就说明两边的数据库完全匹配，没有问题，否则就要检查不匹配的的目录。

2.4 周边事件检查界面

如图 7 示为编目检查之目录周边事件检查界

面。界面的每一列分别显示国家统一 id，目录 id 号，发震地点，距离广东边界距离。本系统显示广东省与周边福建，江西，湖南，广西，海南五省边界 50 km 范围内的地震目录。如果外省有，广东省没有，说明广东省可能遗漏了交界地震，反之，可能是外省遗漏了交界地震。

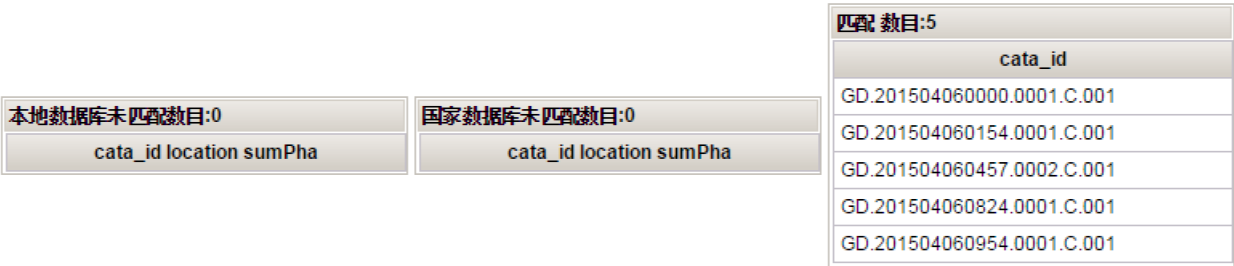


图 6 编目检查之目录匹配检查

Fig.6 Unified catalog match checking

国家id	cata_id	ml	location	距离广东边界距离(公里)
GD.201504050406.0001	GD.201504050406.0001.C.001	0.2	广东南澳海域	13.3
GD.201504050707.0001	GD.201504050707.0001.C.001	0.7	广东南澳岛台(S-P2.4s)	14.3
GD.201504050745.0001	GD.201504050745.0001.C.001	0.1	广东南澳岛台(S-P2.2s)	13.5
GD.201504050847.0001	GD.201504050847.0001.C.001	0.1	广东南澳岛台(S-P2.3s)	4.3
GD.201504051026.0001	GD.201504051026.0001.C.001	0.7	广东南澳海域	8.8
GD.201504051200.0001	GD.201504051200.0001.C.001	0.1	广东南澳岛台(S-P1.8s)	6.7
GD.201504051315.0001	GD.201504051315.0001.C.001	0.6	广东阳江台(S-P2.6s)	1.9
YGJ	GD.201504051315.0001.C.001	0.6	广东阳江台(S-P2.5s)	0.0
GD.201504051500.0001	GD.201504051500.0001.C.001	0.3	广东怀集台(S-P1.6s)	29.0
GD.201504052342.0001	GD.201504052342.0001.C.001	0.5	广东阳江台(S-P2.3s)	0.1
YGJ	GD.201504052342.0001.C.001	0.4	广东阳江	0.0

图 7 编目检查之目录周边事件检查

Fig.7 Surrounding events checking

3 结语

通过实际使用，编目检查系统起到了设计之初预想的效果，在震相检查，地名检查和统一目录匹配方面多次发现了人工校核所没有发现的错误。对编目工作提高效率起到了重要的作用。本系统还在不断的完善，如果发现新的错误是系统没有检查出来的，我们会及时添加进去，尽量使系统变得完善，可靠度高，进一步提高提交目录报告的质量水平。

参考文献：

[1] 刘军，苏柱金. 地震速报自动传真技术[J]. 华南地震，2013，33（4）：70-76

[2] 段刚，张丽娜，蔡杏辉. JOPENS 常用定位方法对台湾中深源地震定位差异分析[J]. 地震工程学报，36（4）：1 087-1 092.