

管道完整性管理平台在 5*12 兰成渝管道抗震应急中的应用

贾韶辉¹ 周利剑¹ 李祎¹ 余海冲¹ 郭磊¹

(1 中国石油管道科技研究中心, 廊坊, 065000)

摘要: 2008 年 5 月 12 日四川汶川发生了 8.0 级地震, 形成特大灾难, 而保证西南地区成品油供应的生命线兰成渝管道有 600 余公里受到严重影响。管道科技研究中心充分利用管道完整性管理平台, 在完整性管理数据库和完整性管理分析软件的基础上, 从堰塞湖对兰成渝管道影响分析和兰成渝管道震后隧道风险分析等多个方面完成了次生灾害对兰成渝管道影响性分析工作, 不仅清晰的描述出了震区和管道的位置, 而且详细的对各类次生灾害的位置和危险情况进行了详细的分析, 为抢险决策提供了重要信息。

关键词: 管道完整性管理平台 5*12 地震 兰成渝管道 抗震应急

引言

2008 年 5 月 12 日四川汶川发生了 8.0 级地震, 形成特大灾难, 而保证西南地区成品油供应的生命线兰成渝管道有 600 余公里受到严重影响。兰成渝管道不仅在这次灾难中经历了磨难, 而且滑坡、堰塞湖等次生灾害严重威胁管道运行安全, 如何保证兰成渝管道运行安全, 如何保证完成抢险救灾中对救灾油品输送的重任, 对管道管理者提出了严峻的考验。此外, 具体了解地震对管道影响的区域、距离管道震中的距离、产生的次生灾害的位置和对管道的威胁等都是抗震保油所需要知道的首要信息。

管道科技研究中心充分利用管道完整性管理平台, 在完整性管理数据库和完整性管理分析软件的基础上, 完成了次生灾害对兰成渝管道影响性分析工作, 不仅清晰的描述出了震区和管道的位置, 而且详细的对各类次生灾害的位置和危险情况进行了详细的分析, 为抢险决策提供了重要信息。

限于篇幅, 本文仅从堰塞湖对兰成渝管道影响分析和兰成渝管道震后隧道风险分析两个方面, 来阐述基于管道完整性管理平台在 5*12 兰成渝管道抗震抢险应急中的应用。

1. 管道完整性管理平台概况

管道完整性管理平台, 作为中石油长输管道业务的企业级信息平台, 充分考虑国内管道完整性管理的现状, 采用成熟的信息化技术, 利用 GIS 技术和完整性数据库作支撑^[1], 可有效满足管道应急管理方面的需求。此外, 平台将不同层级用户的业务操作衔接起来, 实现各种数据信息的集成化管理, 保证业务操作在四个层级的上下贯通, 达到管道管理的闭环控制^[2]。

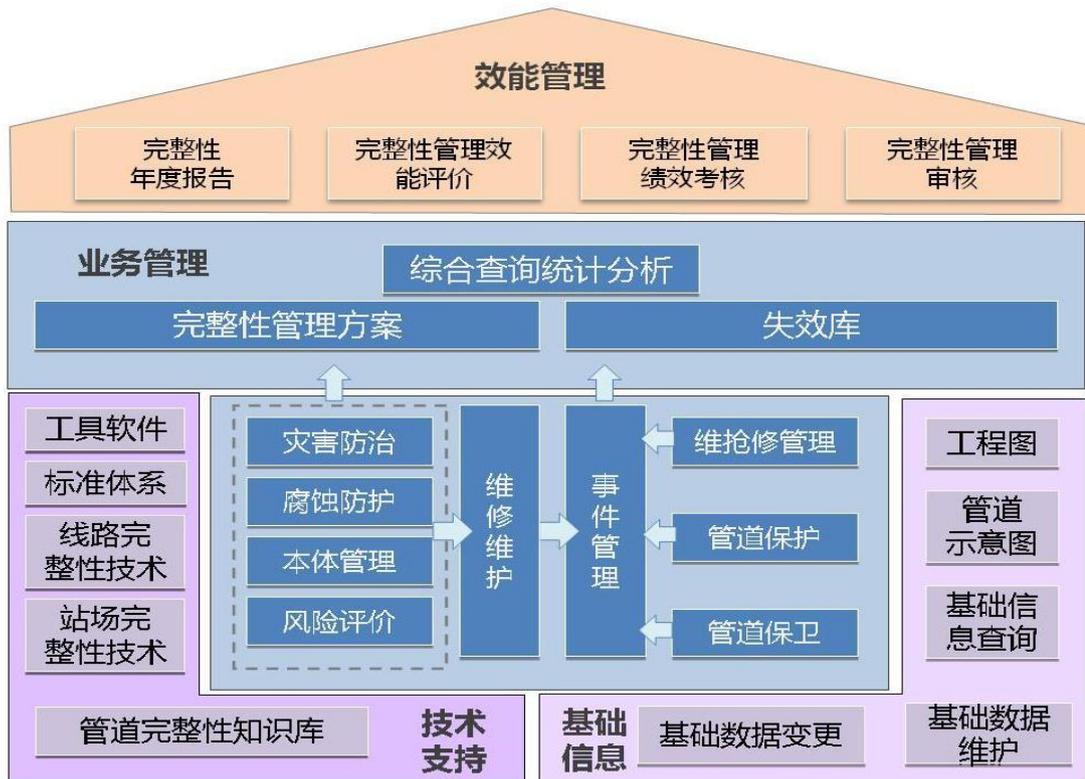


图 1-1 管道完整性管理平台功能架构图

2006-2007 年，中石油管道科技研究中心对兰成渝管道开展了外业测绘和调查工作，建立了完整性数据库，使得兰成渝管道分散的资料管理方式变成了统一集中式的数据管理方式，也为兰成渝管道的应急管理奠定了数据基础。

2. 堰塞湖对兰成渝管道影响分析

2.1 堰塞湖概况

据水利部统计，汶川大地震后形成的高度超过 10 米、库容超过 10 万立方米、流域面积在 20 平方公里以上的堰塞湖有 34 座，其中唐家山堰塞湖已蓄水约 1 亿立方米^[3]。堰塞湖库容及数量统计如下表。

表 1-1 堰塞湖统计表

堰塞湖分类	库容(万 m ³)	个数	备注
小型	<100	15	
中型	100~300	11	
大型	>300	8	其中，唐家山堰塞湖水量为 1 亿立方米
总计		34	

其中，基于管道完整性管理平台，获取了部分对兰成渝管道有影响的堰塞湖与管道相对位置平面图。同时发现，唐家山堰塞湖水量达到 1 亿立方米，水位高程为 710 米，对兰成渝管道涪江穿越处造成很大的危险。

2.2 唐家山堰塞湖对兰成渝管道影响分析

2.2.1 唐家山堰塞湖到兰成渝管道之间的地形地貌分析

基于管道完整性管理平台，计算出唐家山堰塞湖到兰成渝管道直线距离约 36km，沿通口河、涪江河流走向上的距离约 50km。

下图为唐家山堰塞湖到兰成渝管道直线方向上的高程剖面图。

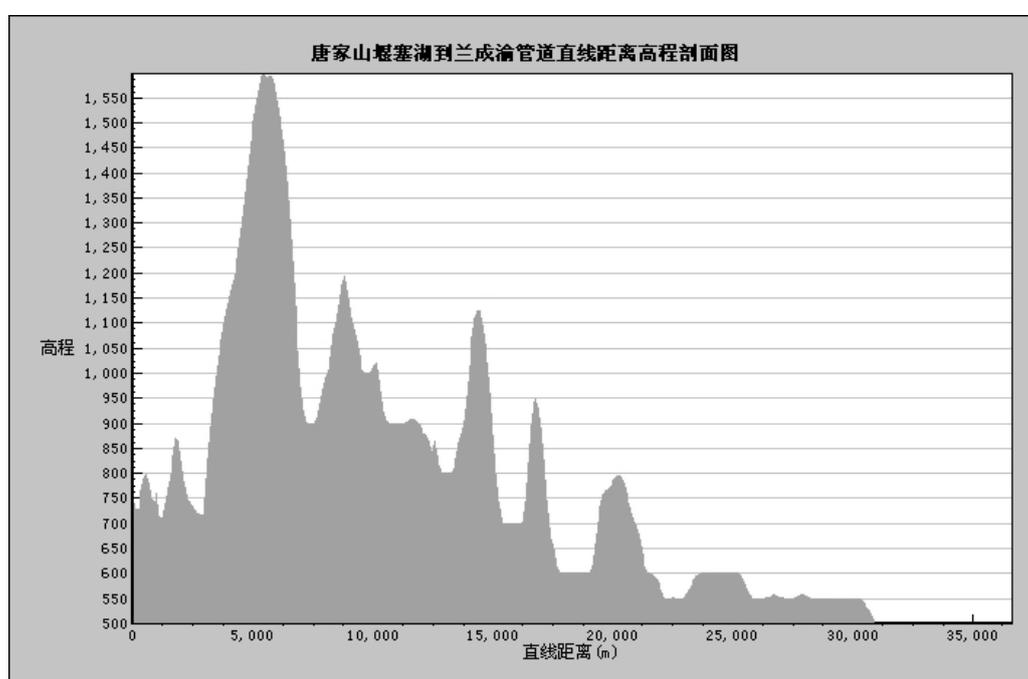


图 1-2 唐家山堰塞湖到兰成渝管道直线距离高程剖面图

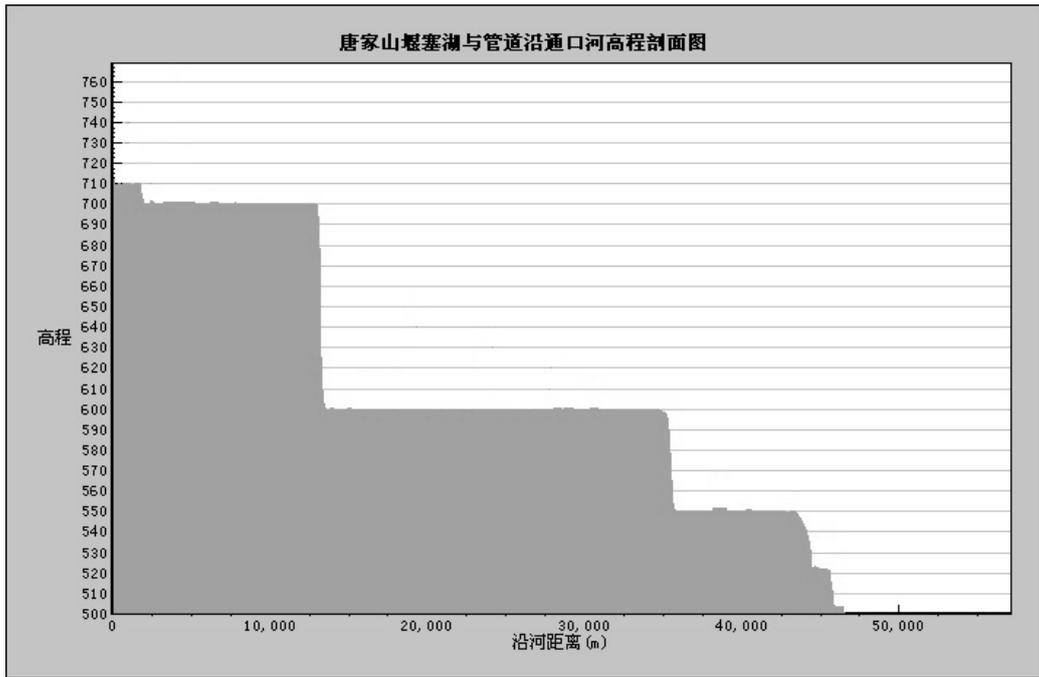


图 1-3 唐家山堰塞湖到兰成渝管道沿通口河、涪江走向上的高程剖面图

经过地形地貌分析可知，唐家山堰塞湖高程约为 710m，兰成渝管道涪江阀室高程约为 500m，总的落差达到了 210m。总体来说唐家山堰塞湖所处地势较高，兰成渝管道江油市涪江阀室地势较低。在 34 座堰塞湖中，唐家山堰塞湖由于地势较高、库容很大，而对兰成渝管道造成很大的危险。

下图为唐家山及附近堰塞湖与兰成渝管道的三维地形图。

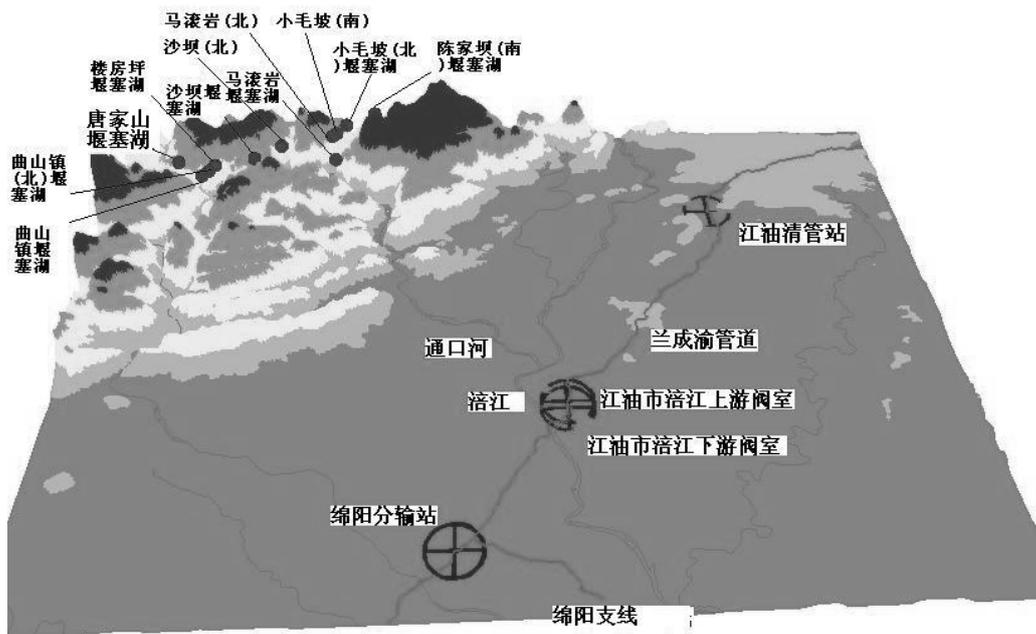


图 1-4 唐家山及附近堰塞湖与兰成渝管道的三维地形图

2.2.2 唐家山堰塞湖决口对兰成渝管道的影响

如果唐家山堰塞湖一旦决口，江油市临近北川的 6 个乡镇和 3 个重点企业将会受到直接威胁，并且同时会威胁三个水电站，即通口水电站、香水电站和青莲水电站。这三个水电站是涪江上游三个重要的水电站，承担着涪江流域的发电和灌溉等重要工作。尽管在接到唐家山堰塞湖的险情之后，三个水电站分别进行了开闸放水，但三个水电站承接的流量仍然有限。

按照唐家山堰塞湖 1 亿立方米蓄水总量，其决口后将会对整个涪江流域造成巨大威胁，江油、绵阳直至三台和射洪等县市都在其辐射范围之内。尤其对于兰成渝管道涪江穿越处危险性较大。

3. 兰成渝管道震后隧道风险分析

3.1 地震对隧道的影​​响主要决定因素

综合分析大量以往地震中隧道的破坏情况，可以得出以下认识：地震对隧道的影​​响主要由 3 个因素决定，即隧道的埋深、地震的级数和隧道距地震的距离。其中后两个参数可以综合成地震参数：地面峰值加速度。隧道的岩性和建造支护情况等因素，与这三个因素相比，可暂不考虑。

将地震对隧道的破坏分为 4 个等级：轻度、中度、严重和无损。

3.2 埋深的影响

隧道埋深大于 50 米时，隧道破坏程度明显减小，大于 300 米时，基本没有严重破坏。由于兰成渝隧道一般都在地面，可以想象破坏程度会加重。

3.3 震中距的影响

以汶川为震中，兰成渝隧道的震中距详细列表如下：

表 1-2 兰成渝隧道震中距

序号	隧道编号	震中距(km)
1	1#隧道	>300
2	2#隧道	>300
3	3#隧道	>300
4	4#隧道	>300
5	5#隧道	>300
6	6#隧道	>300
7	7#隧道	>300
8	8#隧道	>300

9	9#隧道	300
10	10#隧道	250-300
11	11#隧道	250-300
12	12#隧道	250-300
13	13#隧道	250-300
14	14#隧道	250-300
15	15#隧道	250-300
16	16#隧道	250-300
17	17#隧道	250-300
18	18#隧道	250-300
19	19#隧道	250-300
20	20#隧道	250-300
21	21#隧道	242
22	22#隧道	240
23	23#隧道	178

地震与隧道的震中距不同，其对隧道的破坏程度也不同。各种震中距的地震对隧道破坏程度统计如下。

表 1-3 各种震中距的地震对隧道破坏程度统计表

震中距 (km)	破坏程度				破坏百分比(%)
	轻度	中度	严重	无损	
< 25	30	13	7	20	71
25~50	2	7	8	25	42
50~100	10	1	2	26	33
100~150	2	1	1	9	31
150~200	1	0	0	6	14
200~300	0	0	0	3	0

根据上述统计结果可以看出，如果震中距大于 300km，则基本不会有什么影响。兰成渝隧道的震中距基本都位于上表中阴影区域，因此影响不会太大，应该不会有大量的破坏性影响。

3.4 震级的影响

不同震级的地震，其对隧道的破坏程度也不同。下表是各种震级的地震对隧道的破坏程度的统计数据。

表 1-4 各种震级的地震对隧道破坏程度统计表

震级	破坏程度				破坏百分比(%)
	轻度	中度	严重	无损	
< 4	2	1	1	3	57
4~5	1	2	0	8	27
5~6	2	2	1	12	29

6~7	17	3	6	33	44
>=8	10	7	6	22	51

汶川地震震级为 8.0 级，从统计结果基本可以推断，兰成渝隧道有一半以上都发生了不同程度的破坏影响。

3.5 兰成渝隧道的特殊性

兰成渝的管道专用隧道由于其特殊性，与上述统计数据中的铁路、公路隧道不同，并且兰成渝大多数隧道在震前已经有很多病害。2007 年，对兰成渝管道的部分隧道进行了现场病害调查。结果如下表：

表 1-5 兰成渝隧道现场病害调查

序号	隧道编号	渗漏水情况					毛洞岩体	
		潮湿、补丁	渗漏	滴漏	滴水	连续渗漏	破碎	坍塌
1	1#隧道		多处	多处	多处		4 处	7 处
2	2#隧道				1 处		1 处	2 处
3	3#隧道		多处		6 处	5 处	多处	
4	4#隧道		1 处		1 处			
5	5#隧道		9 处	1 处	1 处	1 处	12 处	6 处
6	6#隧道							
7	7#隧道		多处	2 处	8 处	2 处	7 处	6 处
8	8#隧道		2 处	3 处	2 处	1 处	3 处	2 处
9	9#隧道	该隧道已列入整治						

4、结论与建议

根据上述分析，建议兰成渝管道分公司尽快做出以下准备工作：

- (1) 对涪江穿越处，应严密监测，防止露管及管道悬空。
- (2) 对江油市上下游阀室进行严密监测，人员应有安全避难场所。
- (3) 江油站、绵阳站，应提前最好充分思想及工作准备，制定相应的应急预案。

(4) 兰成渝管道隧道由于其震中距较大，发生严重破坏性影响的可能性不大。但是，需要重点关注震中距小于 250km 的 21#隧道、22#隧道和 23#隧道。

但由于汶川地震高达 8.0 级，且兰成渝隧道之前已经有大量病害，兰成渝隧道的抗震性受到了一定的影响。

参考文献

- [1] Yi Li, Xianjun Tan, Lijian Zhou, etc. Applying APDM To Pipeline Integrity Management At Petrochina . Pipeline and Gas Journal, March 2009, Volume No. 236 Number 3: 58-61.
- [2] 周利剑，郭磊，余海冲等. 企业级完整性管理平台的建设及应用-中石油管道完整性管理系统：第二届中国管道完整性技术交流会会议.
- [3] 蓄水超 1 亿立方米悬湖隐患大 下游群众有序疏散：人民日报，2008 年 5 月 24 日.