

兰州—郑州—长沙 成品油管道工程 地质灾害危险性研究

▶ LANZHOU — ZHENGZHOU — CHANGSHA

CHENGPINYOU GUANDAO GONGCHENG DIZHI ZAIHAI WEIXIANXING YANJIU

● 李继江 主编



中国大地出版社

兰州—郑州—长沙成品油管道工程 地质灾害危险性研究

主 编 李继江
副主编 颜宇森 袁小虹 黄一劲
李智毅 周永昌

中国大地出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

兰州—郑州—长沙成品油管道工程地质灾害危险性研究/
李继江主编. —北京: 中国大地出版社, 2008. 2
ISBN 978 - 7 - 80246 - 076 - 8

I. 兰… II. 李… III. 石油—长输管道—管道工程—地
质灾害—研究 IV. TE832 P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021791 号

责任编辑: 叶 丹 高晓峰

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010—82329127 (发行部) 010—82329008 (编辑部)

传 真: 010—82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 19

字 数: 520 千字

版 次: 2008 年 2 月第 1 版

印 次: 2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1—1200 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 076 - 8/P · 91

定 价: 86.00 元

《兰州—郑州—长沙成品油管道工程地质灾害危险性研究》

编 委 会

主 编：李继江

副主编：颜宇森 袁小虹 黄一劲 李智毅 周永昌

委 员：李继江 颜宇森 袁小虹 黄一劲 李智毅

周永昌 陈 聪 刘 涛 李永亮 黄 敏

刘贤娟 李 杰 雷海英 吕杰堂 祁小博

徐传获 叶得金 贾贵义 魏林森 胡少侠

王 莹 贞选武 梁天佑 张天增 常云真

徐绍宇 陈菊红 高艳玲

前 言

兰州—郑州—长沙成品油管道工程是我国正在实施的国家级重要建设项目，系国家计划建设输油气管网的一个重要组成部分，也是落实中共中央、国务院提出的“中部地区崛起”战略的重要内容之一。该管道工程干线全长 2050.8km，另有 1 条支干线和若干条支线，其中山西支干线长 516km，干、支线全长 2984km，目前长度仅次于西气东输工程。干线线路总的走向为兰州—定西—咸阳—风陵渡—三门峡—洛阳—郑州—武汉—长沙，山西支干线走向为风陵渡—太原，途经甘肃、陕西、山西、河南、湖北和湖南 6 省。除管线外，干线和干支线共设置站场（包括首站、分输站、减压站、注入站和末站等）30 座。管道干线设计压力 8~10MPa，干、支线管径 $\phi 168.3 \sim \phi 508\text{mm}$ 。输送介质为：0 号柴油、90 号汽油和 93 号汽油。该工程由中国石油天然气股份有限公司管道分公司负责实施。

为了确保工程顺利建设和建成后安全运营，该项目开展了多项评估工作，其中建设用地地质灾害危险性评估由中国地质环境监测院承担。在 2005 年初接受评估工作委托后，中国地质环境监测院即成立了评估项目组，并组织有关专家和技术人员沿线考察，收集有关资料，按照《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号，以下简称《通知》）相关文件的规定，认真开展评估工作。工程全线地质灾害危险性评估等级均是一级。考虑到管线长度大，跨越了 6 个省，沿线地质环境条件复杂和地质灾害类型多的具体情况，评估工作在中国地质环境监测院统一管理调度下吸纳了沿线地质灾害防治勘查单位参加，因此本评估工作成果是大协作的产物。

评估工作的主要任务是：

- （1）阐明工程建设区自然地理和地质环境条件基本特征；
- （2）分析论证工程建设区地质灾害的类型及其分布、形成，对各种地质灾害的危险性进行现状评估、预测评估和综合评估；
- （3）提出防治地质灾害对策和措施的建议，并作出建设场地适宜性评价结论。

按照国土资源部颁发的《通知》和各省关于地质灾害危险性评估的有关文件和规定，首先编制了评估工作大纲和设计书，经中国地质环境监测院组织专家审查通过后即开展工作，于 2005 年 4、5 月间编制出了各省段地质灾害危险性评估报告，并经各省国土资源厅组织专家评审通过。本研究成果即是在各省段评估报告基础上撰写的，显然它凝聚了很多科技工作者的劳动心血。本研究报告的第三章第二节“断裂活动性和地震”主要引用了该工程另一评估报告，由中国地震局地质研究所编制的《兰州—郑州—长沙成品油管道工程场地地震安全评价报告》部分内容。

报告分上、下两篇，共九章。上篇是总论，分四章论述评估工作概况、区域自然地理和社会经济、区域地质环境、地质灾害类型及分布。下篇是分论，分五章进行各省段地质灾害危险性评估。最后是总结论。

在评估报告编制和本研究成果撰写过程中，得到了国土资源部地质环境司、中国地质环境监测院、中国石油天然气管道工程有限公司兰郑长项目部、北京环宇正泰地质科技开发有限公司、工程沿线各省国土资源厅地质环境处以及参加评估单位的有关领导和专家的关心、指导和大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2007 年元月于北京

目 录

上篇 总论

第一章 评估工作概况	3
第一节 工程概况	3
第二节 评估依据	4
第三节 评估级别和范围的确定.....	4
一、评估级别的确定	4
二、评估范围的确定	4
第四节 评估工作的技术路线	5
第五节 完成工作量	5
第二章 自然地理及社会经济概况	7
第一节 地形地貌	7
一、兰州—郑州段	8
二、郑州—长沙段	9
第二节 气候气象	11
第三节 河川水文	13
一、黄河水系	13
二、淮水水系	14
三、长江水系	14
第四节 社会经济概况	15
第三章 区域地质环境	16
第一节 管道工程跨越的大地构造单元.....	16
一、祁连山褶皱系	16
二、华北地台	17
三、秦岭—大别山褶皱系	18
四、扬子地台	19
第二节 断裂活动性与地震	19
一、断裂活动性	19
二、地震活动	32
第四章 地质灾害类型及分布	40
第一节 制约地质灾害成生的地质因素分析.....	40
一、岩土类型和性质	40
二、晚近期构造活动	48
第二节 兰州—郑州段地质灾害类型与分布.....	51
一、滑坡和崩塌	52

二、泥石流和洪水冲蚀.....	53
三、地裂缝.....	55
四、采空塌陷.....	58
五、黄土湿陷和潜蚀.....	60
第三节 郑州—长沙段地质灾害类型与分布.....	61
一、采空塌陷.....	61
二、岩溶地面塌陷.....	62
三、崩塌和滑坡.....	64
四、膨胀土胀缩灾害.....	64

下 篇 分 论

第五章 甘肃段地质灾害危险性评估.....	67
第一节 评估区自然地理和地质环境.....	68
一、自然地理概况.....	68
二、地质环境条件.....	70
三、人类活动对地质环境的影响.....	75
四、地质环境条件复杂性等级的分段划分.....	76
第二节 地质灾害类型分布及形成特征.....	77
一、崩塌（危岩）.....	77
二、滑坡.....	78
三、泥石流.....	80
四、洪水冲蚀.....	83
五、地面塌陷.....	84
六、特殊岩土灾害.....	84
第三节 地质灾害危险性现状评估和预测评估.....	87
一、地质灾害危险性现状评估.....	87
二、地质灾害危险性预测评估.....	95
三、站场地质灾害危险性评估.....	103
第四节 地质灾害危险性综合评估及防治措施的建议.....	105
一、地质灾害危险性综合评估原则.....	105
二、管线工程地质灾害危险性综合分区段评估.....	105
三、站场工程地质灾害危险性综合评估.....	108
四、地质灾害防治措施的建议.....	108
第五节 小结.....	111
第六章 陕西段地质灾害危险性评估.....	114
第一节 评估区自然地理和地质环境.....	114
一、自然地理概况.....	114
二、地质环境条件.....	119

三、人类活动对地质环境的影响.....	127
四、地质环境条件复杂性等级分段划分.....	127
第二节 地质灾害类型分布及特征.....	129
一、滑坡.....	129
二、崩塌.....	129
三、地裂缝.....	130
四、泥石流及洪水冲蚀.....	130
五、黄土湿陷和潜蚀.....	130
六、地震液化.....	131
第三节 地质灾害危险性现状评估及预测评估.....	131
一、地质灾害危险性现状评估.....	131
二、地质灾害危险性预测评估.....	136
第四节 地质灾害危险性综合评估.....	144
第五节 地质灾害防治措施.....	148
一、地质灾害防治级别.....	148
二、地质灾害防治措施.....	148
第六节 小结.....	150
第七章 河南段地质灾害危险性评估.....	152
第一节 自然地理和地质环境.....	153
一、自然地理概况.....	153
二、地质环境条件.....	155
三、人类活动对地质环境的影响.....	167
四、地质环境条件复杂性等级的分段划分.....	168
第二节 地质灾害类型及其危险性现状评估和预测评估.....	171
一、地质灾害类型及特征.....	171
二、地质灾害危险性现状评估.....	174
三、地质灾害危险性预测评估.....	177
四、站场地质灾害危险性评估.....	179
第三节 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施.....	180
一、地质灾害危险性综合分区评估的原则.....	180
二、管线工程地质灾害危险性综合分区评估.....	181
三、站场地质灾害危险性综合评估.....	181
四、地质灾害防治措施的建议.....	181
第四节 小结.....	187
一、结论.....	187
二、建议.....	187
第八章 湖北—湖南段地质灾害危险性评估.....	189
第一节 评估区自然地理和地质环境.....	189
一、自然地理概况.....	189
二、地质环境条件.....	191
三、人类活动对地质环境的影响.....	198

四、地质环境条件复杂性等级	198
第二节 地质灾害类型及其危险性现状评估	198
一、地质灾害类型及特征	198
二、地质灾害危险性现状评估	202
第三节 地质灾害危险性预测评估	203
一、工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测	203
二、工程建设本身可能遭受已有地质灾害危险性的预测	207
三、地质灾害危险性预测评估结果	208
四、分输泵站地质灾害危险性评估	208
第四节 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	210
一、地质灾害危险性综合评估的量化指标原则与方法	210
二、地质灾害危险性综合分区评估	211
三、地质灾害防治措施的建议	211
第五节 小结	217
一、结论	217
二、建议	217
第九章 山西支干线地质灾害危险性评估	218
第一节 自然地理和地质环境	218
一、自然地理概况	218
二、地质环境条件	224
三、人类活动对地质环境的影响	237
四、地质环境条件复杂程度的分区	238
第二节 地质灾害类型及特征	238
一、采空地面塌陷	238
二、地裂缝	246
三、滑坡	247
四、崩塌（含岸边坍塌）	248
五、泥石流	249
六、地面沉降	250
七、岩溶塌陷和黄土塌陷	250
第三节 地质灾害危险性现状评估	250
一、采空地面塌陷	250
二、地裂缝	254
三、滑坡	256
四、崩塌（含岸边坍塌）	259
五、泥石流	260
六、地面沉降	261
七、岩溶塌陷和黄土塌陷	261
第四节 地质灾害危险性预测评估	261
一、工程建设引发地质灾害危险性预测评估	261
二、工程建设加剧地质灾害危险性预测评估	262

三、工程建设遭受已有地质灾害危险性预测评估.....	262
四、预测评估小结.....	265
第五节 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施.....	265
一、地质灾害危险性综合分区评估原则与量化指标的确定.....	265
二、管线地质灾害危险性综合分区评估.....	266
三、站场地质灾害危险性综合评估.....	271
四、地质灾害防治措施的建议.....	274
第六节 小结.....	278
一、结论.....	278
二、建议.....	279
总结论.....	280
主要参考文献.....	282
图 版.....	283

上篇 总论

第一章 评估工作概况

第一节 工程概况

兰州—郑州—长沙成品油管道工程（简称“兰郑长工程”）是中国石油天然气股份有限公司管道分公司正在实施的国家级重要建设项目，也是我国 21 世纪初规划建设油气管道网络中的一条大动脉。工程建成后将为我国“中部地区崛起”战略的实施作出贡献。很显然，该工程具有重要的经济效益、社会效益和环境效益。

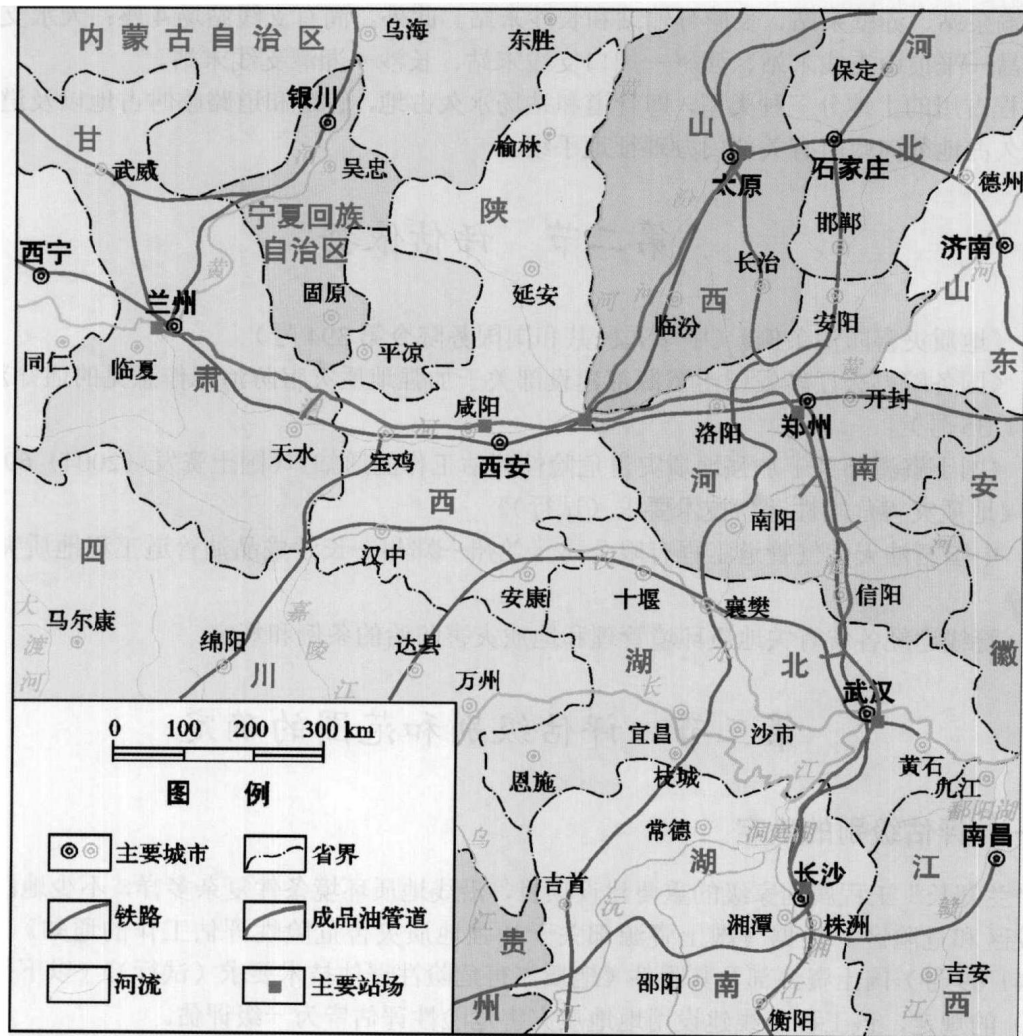


图 1-1 兰州—郑州—长沙成品油管道工程总体布置方案示意图

兰州—郑州—长沙成品油管道工程是一项巨型线形工程，除管道外，沿线还布设有分输站、

减压站、注入站、泵站以及首站、末站等站场。输送介质为 0 号柴油、90 号汽油和 93 号汽油。

管道干线全长 2050.8km，线路走向为兰州—定西—咸阳—风陵渡—三门峡—洛阳—郑州—武汉—长沙，途经甘肃、陕西、河南、湖北、湖南诸省数 10 个县市。除干线外，还有 1 条山西支干线和若干条支线，其中山西支干线（风陵渡—太原）长 533.1km，干、支线全长 2984km，工程总体方案布置见图 1-1。管道材料为直缝高频电阻焊钢管，干线设计压力 8~10MPa，支、干线管径 $\phi 168.3 \sim \phi 508\text{mm}$ 。采用地埋方式，埋深 2m 左右。管线与较多的河流、公路、铁路等交叉，分别采用不同的方式穿越。例如，穿越河流时，视河流的宽度和水深，分别采用盾构、定向钻、大开挖等形式；穿越公路、铁路则采用顶管或大开挖形式。

全线共设置站场 25 座，其中兰州—郑州段 11 座，山西支干线 5 座，郑州—长沙段 9 座。具体设置情况是：兰州—郑州段有兰州首站、定西分输站、张家川分输站、陇县减压站、凤翔分输站、咸阳注入站、渭南分输站、风陵渡分输站、三门峡分输站、洛阳分输站和郑州分输站。山西支干线有运城分输站、侯马分输站、洪洞分输站、祁县分输站和太原末站。郑州—长沙段有郑州分输站（同兰郑段），许昌分输泵站、西平分输泵站、信阳分输泵站、孝感分输站、武汉分输站、咸宁分输泵站、赤壁泵站、长塘分输站和长沙末站。此外，尚有支线站场 4 座：天水支线北道末站、许昌—平顶山支线末站、西平—周口支线末站、长沙—湘潭支线末站。

工程占用的土地分三种类型，即管道和站场永久占地，管道和道路临时占地以及道路永久占地。永久占地须向政府有关部门办理征地手续。

第二节 评估依据

1. 《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第 394 号）
2. 《国务院办公厅转发国土资源部建设部关于加强地质灾害防治工作意见的通知》（国办发〔2001〕35 号）
3. 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号）及其附件 1《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》
4. 中国石油天然气管道工程有限公司《兰州—郑州—长沙成品油管道工程地质灾害评价的委托函》
5. 管线途经各省有关地质环境管理和地质灾害防治的条例和规定

第三节 评估级别和范围的确定

一、评估级别的确定

“兰郑长”工程属国家级的一个重要建设项目，沿线地质环境条件复杂多样，不少地段为地质灾害易发区和危险区。根据《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号）国土资源部及其附件《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（以下简称“技术要求”）的规定，该工程全线建设用地地质灾害危险性评估皆为一级评估。

二、评估范围的确定

根据《技术要求》的规定，本工程评估范围一般为管线两侧各 1000m 范围内。但要针对地质环境条件和地质灾害类型及作用特点，确定合适的评估范围。例如，泥石流灾害必须以完整的

泥石流沟流域为评估范围；地面塌陷的评估范围应与初步推测的塌陷范围一致。

第四节 评估工作的技术路线

本项评估工作的具体实施，是在中国地质环境监测院统一管理调度下，吸纳沿线各省地质灾害防治勘查单位参加。我们吸取了西气东输管道工程地质灾害危险性评估工作的经验，为了统一技术方法和确保评估工作质量，根据国土资源部国土资发〔2004〕69号文的规定，考虑到本工程的特点，组织专家制定了评估工作的实施细则，包括前言、总则、工程建设区地质环境特征、地质灾害类型、分布和形成，地质灾害危险性评估、成果提交等内容。各评估参加单位针对工程项目的特点，制定评估工作大纲、设计书和实施方案，经专家审核同意后具体开展评估工作。

评估工作的技术方法，以充分收集和分析研究评估区已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质和灾害地质等资料为基础，采用地面调查、遥感解译、采样测试等多种手段。野外调查时，以1:5万地形图作为工作底图，而重点灾害点和重点地段则采用更大比例尺的地形底图。在全线地面调查基础上，着重查明评估区内对管道工程施工和运营威胁较大的地质灾害。例如，甘肃段的崩塌、滑坡、泥石流和洪水冲蚀以及黄土湿陷和潜蚀灾害；陕西段的滑坡、崩塌、地裂缝和黄土湿陷、潜蚀灾害；山西段的采空塌陷、地裂缝和滑坡灾害；河南段的采空塌陷灾害；湖北、湖南段的岩溶地面塌陷、采空地面塌陷和膨胀土胀缩变形灾害。评估区内各类地质灾害对生命财产、工农业设施和道路交通已造成的危害应尤为关注。在外业调查和室内编图过程中，还运用了全球卫星定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS），数字化技术成图等高新技术方法。

在统一部署下，各省段于2005年4月、5月间都编制完成了评估报告，并附有比例尺为1:10万的环境地质图和地质灾害危险性综合评估分区图。评估报告均通过了各省国土资源厅组织的专家评审和认定。

评估工作程序如图1-2所示。

第五节 完成工作量

兰州—郑州—长沙成品油管道工程全线地质灾害危险性评估完成的工作量列于表1-1中。

表1-1 完成工作量汇总表

工作项目		段 别						总 计
		甘 肃	陕 西	山 西	河 南	湖北、湖南		
资料收集	时间	1950~1999年	1961~1994年	1951~2002年	1953~1994年	1950~2000年		
	地质类/份	17	27	12	16	15	87	
遥感影像解译/幅		4					4	
野外调查	1:5万调查面积/km ²	2710	1300	3106	1600	1500	10216	
	调查线路长度/km	1360	1500	530	6200	2500	12090	
	矿区调查/处			70	15		85	
	地质灾害等调查点/处	360	54	238	79	131	862	
采样	水样/套		1				1	
	土样/组	54					54	
室内研究	地形底图数字化/幅	28 (1:10万)			24			
	微机制图/张		30 (1:10万)		24			
	评估报告/份	1	1	1	1	1	5	

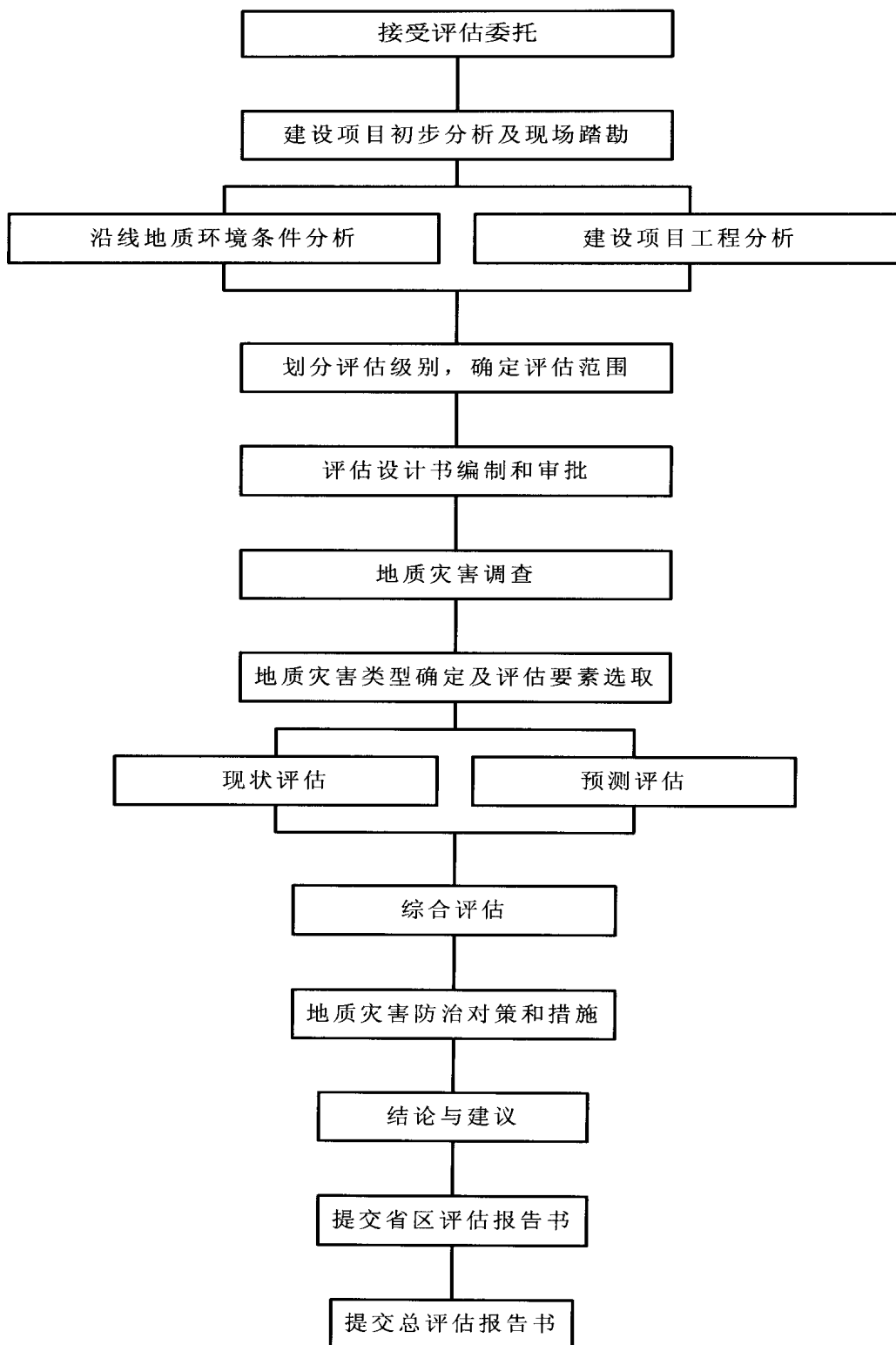


图 1-2 评估程序框图

第二章 自然地理及社会经济概况

第一节 地形地貌

兰州—郑州—长沙成品油管道工程自西往东（兰州—郑州），又自北往南（郑州—长沙），跨越了我国大地形地貌单元的第二、第三两级阶梯。大致可以郑州为界，以西兰州—郑州段为第二阶梯，以南则为第三阶梯。在兰州—郑州段根据地形地貌条件的差异性，兰州—郑州段（第二阶

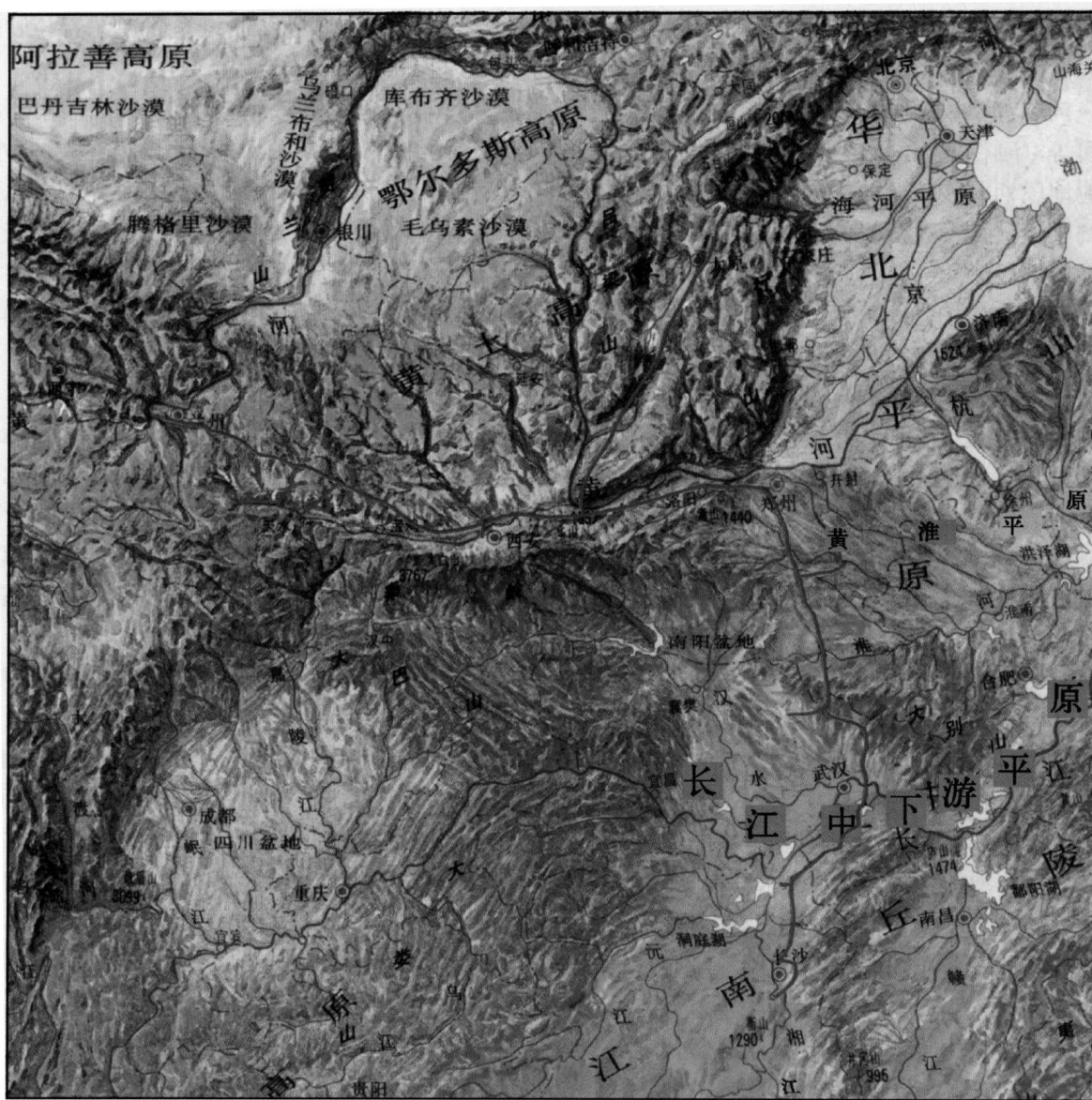


图 2-1 兰州—郑州—长沙成品油管道工程地形地貌示意图