



生命线工程



震害图集

郭恩栋 苗崇刚 编著

地震出版社

生命线工程震害图集

郭恩栋 苗崇刚 编著

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生命线工程震害图集 / 郭恩栋, 苗崇刚编著. —北京:

地震出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5028-4428-8

I . ①生… II . ①郭… ②苗… III . ①工程地震—图集

IV . ① P315.9-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 085222 号

地震版 XM3197

生命线工程震害图集

郭恩栋 苗崇刚 编著

责任编辑: 刘晶海

责任校对: 庞亚萍

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68455221

专业部: 68467982 68721991

<http://www.dzpress.com.cn>

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大天成印务有限公司

版 (印) 次: 2014 年 6 月第一版 2014 年 6 月第一次印刷

开本: 889 × 1194 1/16

字数: 610 千字

印张: 23.5

印数: 0001~1000

书号: ISBN 978-7-5028-4428-8/P (5118)

定价: 280.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

《生命线工程震害图集》编委会

主 编

郭恩栋 苗崇刚

副主编

王祥建 侯建盛 孙柏涛 李山有 林均岐
李 洋 刘如山 胡少卿 王亚东

编 委

郭恩栋	苗崇刚	王祥建	侯建盛	孙柏涛
李山有	林均岐	李 洋	刘如山	胡少卿
王亚东	景立平	马洪生	刘爱文	张令心
戴君武	孙景江	郭 迅	刘金龙	毛晨曦
黄 勇	宋立军	非明伦	曹金名	李永强
梁海安	刘 智	高 霖	洪广磊	张丽娜
王再荣	张美晶			

《生命线工程震害图集》编写单位

中国地震局工程力学研究所

宁波工程学院

黑龙江省水利水电勘测设计研究院

中国地震局地球物理研究所

四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院

新疆维吾尔自治区地震局

云南省地震局

前 言

强烈地震造成大量的人员伤亡和财产损失，同时导致供电、供水、交通、燃气、通信和水利等生命线工程设施、系统大范围功能下降或瘫痪，严重影响灾区居民的生产、生活和灾后重建。

生命线工程设施的地震破坏，主要是由地震直接作用、建（构）筑物倒塌和地震地质灾害（如山体滑坡、崩塌、滚石以及泥石流等）等造成的。自 1971 年美国圣费尔南多地震以来，生命线地震工程学研究取得了重大进展，生命线工程设施、系统的地震破坏现象、特征、机理及易损性研究是生命线工程抗震研究的重要基础性工作。汶川等地震后进行的科学考察工作，为系统展现生命线工程震害现象并编撰本图集取得了大量新的基础资料。

本图集以汶川地震生命线工程震害为主，兼顾其他地震，精选了 603 幅照片（含汶川地震 567 幅，玉树地震 18 幅，土耳其伊兹米特地震 5 幅，丽江地震 6 幅，昆仑山口西地震 6 幅，于田—策勒地震 1 幅），给出了生命线工程震害发生的地点、地震烈度（工程场址或设施设备所在地的地震烈度）、破坏等级和震害现象描述，可供地震现场工作参考，亦可促进防震减灾科技人员深化认识生命线工程震害特点和规律性，进一步完善生命线工程防震减灾技术。同时，图集也有助于警示人们关注防震减灾事业，宣传防震减灾知识。

全书共含六章：第一章为供电系统，主要汇集了变电站（变压器、高压电气设备和控制系统等）、供电线路（输电塔、电线杆和配变）和发电厂（站）的震害；第二章为供水系统，主要汇集了供水系统土建设施和供水管网（主干管道、庭院管道和其他设施）的震害；第三章为交通系统，主要汇集了公路、铁路、隧道和桥梁工程的震害；第四章为燃气系统，主要展示了燃气管道（室内管道、庭院管道、输配干管和长输管线）、燃气设施（调压设施、阀门和气表等）、门站（配气站等）的震害；第五章为通信系统，主要展示了通信基站建筑物、通信设备（通信设备、蓄电池组）、通信铁塔、传输光缆和通信杆路等震害；第六章为水利工程，主要展示了水库大坝的震害。

本图集的初稿由郭恩栋、王祥建、胡少卿、林均岐、刘如山、景立平、马洪生、刘爱文、李永强、刘智、高霖、洪广磊、张丽娜、王再荣、张美晶等完成，其他编委参加了图集初稿修改、补充及完善工作。图集中所采用的照片除编委成员拍摄者外系地震灾区相关政府部门和企、事业单位提供，图集的编制得到中国地震局震灾应急救援公司和工程力学研究所的支持，由国家国际科技合作项目“中国地震灾害损失评估系统建设技术研究（编号：2011DFA71100）”资助出版，在此表示衷心的感谢。

由于编著人员水平所限，书中难免存在不足之处，敬请批评指正。

编 者

2014年1月25日

目录 Contents

第 1 章 供电系统·····	1
1.1 变电站·····	2
1.2 线路·····	21
1.3 发电厂(站)·····	34
第 2 章 供水系统·····	37
2.1 土建设施·····	38
2.2 供水管网·····	46
第 3 章 交通系统·····	63
3.1 公路·····	64
3.2 铁路·····	89
3.3 隧道·····	96
3.4 桥梁·····	111
第 4 章 燃气系统·····	229
4.1 燃气管道·····	230
4.2 燃气设施·····	242
4.3 门站、配气站等·····	250

第 5 章 通信系统.....253

5.1 通信建筑.....254

5.2 通信设备.....264

5.3 通信铁塔.....274

5.4 传输光缆和通信杆路.....279

第 6 章 水利工程.....281

6.1 均质土坝.....282

6.2 其他土石坝.....326

参考文献.....329

附录 A：生命线工程地震破坏等级划分

附录 B：建（构）筑物地震破坏等级划分

第1章 供电系统

电力系统包括发电厂—变电站—配电站—输电线路—用户设施等，其中各类设施的地震破坏都将影响系统功能。

供电系统设施设备的震害表明：①高压电气设备中，变压器的主要破坏现象为重瓦斯保护跳闸、本体漏油、套管断裂及漏油；底部固定螺栓错断、本体移位、主变倾覆。断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等高耸瓷器件的破坏现象多表现为喷油、炸裂、底部或中部折断、倾倒等。母线因绝缘子毁坏而断开。有些设备可能因相邻的高耸设备倒塌而被拉坏或砸坏。导线松动有时也会导致设备的短路或烧毁。②输电线路可能因地震地质灾害（如滑坡、滚石等）发生破坏如输电杆塔堡坎受损、杆塔本体被砸坏、变形、倾斜、倾倒，进而拉断电线。居民区配电线路的破坏往往系附近建筑物受损倒塌所致。室内设备的破坏多为倾倒或被房屋倒塌砸坏。③建在易发生地质灾害区域的小型发电站，有遭受山体滑坡等地震地质灾害影响的危险。

本章将供电系统设施设备的破坏划分为二级或三级（瓷质构件），发电厂和变电站的破坏根据《生命线工程地震破坏等级划分（GB/T 24336—2009）》划分为五级：

（1）高压电气设备的瓷质构件易发生脆性破坏，破坏划分为两级：基本完好和毁坏。

（2）根据变压器、控制设备等高压电器设备的破坏程度及修复难易程度，将破坏划分为三个等级：基本完好、中等破坏和毁坏。

（3）根据输电塔（杆）、配变等破坏程度、对供电功能的影响度和修复难易程度，将输电塔（杆）和配变破坏划分为三个等级：基本完好，中等破坏和毁坏。

（4）发电厂和变电站以“座”为单位评定破坏等级，根据发电厂或变电站的建（构）筑物和设施设备的破坏程度、恢复发电或供电功能的难易程度，将发电厂或变电站的破坏划分为五个等级：基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏和毁坏。

本章选编震害照片 65 幅，其中：变压器震害 10 幅（汶川地震），高压电气设备震害 19 幅（汶川地震），控制系统震害 5 幅（汶川地震），变电站震害全貌 3 幅（汶川地震）；输电塔震害 10 幅（汶川地震 8 幅，玉树地震 1 幅，土耳其伊兹米特地震 1 幅），电线杆震害 9 幅（汶川地震 7 幅，玉树地震 1 幅，丽江地震 1 幅），配变震害 3 幅（汶川地震），发电厂震害 6 幅（汶川地震 5 幅，玉树地震 1 幅）。

1.1 变电站

1.1.1 变压器



照片 1-001 绵阳安县, 110kV 花菱站 (地震烈度Ⅶ度),
I#主变压器移位, 震害等级为基本完好 (汶川地震)



照片 1-002 广元利州区, 220kV 袁家坝站 (地震烈度Ⅷ度),
I#主变压器移位、滑轮脱轨、固定件损坏, 震害等级为中等破坏 (汶川地震)



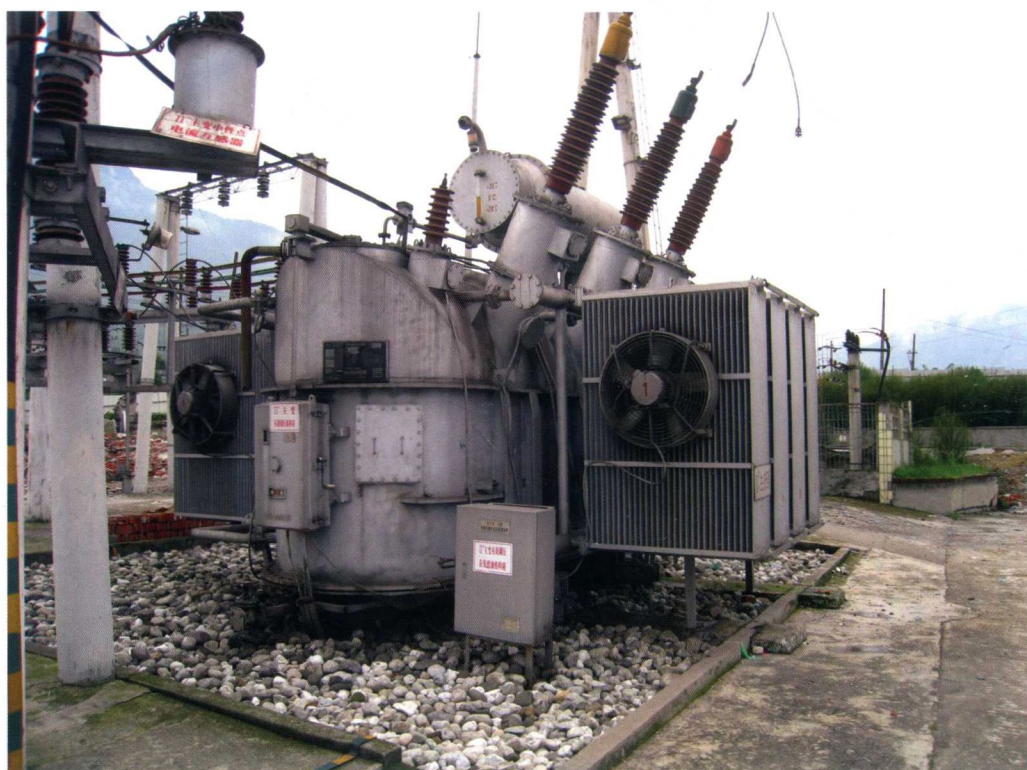
照片 1-003 都江堰市，110kV 灌县站（地震烈度IX度），
II#主变压器严重倾斜、连线拉断，震害等级为中等破坏（汶川地震）



照片 1-004 广元青川县，110kV 竹园站（地震烈度VIII度），
I#主变压器移位、漏油，震害等级为中等破坏（汶川地震）



照片 1-005 绵阳安县永安镇, 110kV 辕门坝站 (地震烈度IX度),
II#主变压器漏油, 震害等级为中等破坏 (汶川地震)



照片 1-006 德阳绵竹市, 110kV 汉旺站 (地震烈度X度),
II#主变压器严重移位、漏油、连线拉断, 震害等级为中等破坏 (汶川地震)



照片 1-007 广元利州区，110kV 三堆站（地震烈度Ⅷ度），
I[#]主变压器本体位移 6cm、渗油，震害等级为中等破坏（汶川地震）



照片 1-008 绵阳安县，35kV 秀水站（地震烈度Ⅷ度），
I[#]主变压器严重漏油，震害等级为毁坏（汶川地震）



照片 1-009 绵阳北川县，110kV 启明星站（地震烈度XI度），
II#主变压器严重偏移漏油、并被堰塞湖洪水浸泡，震害等级为毁坏（汶川地震）



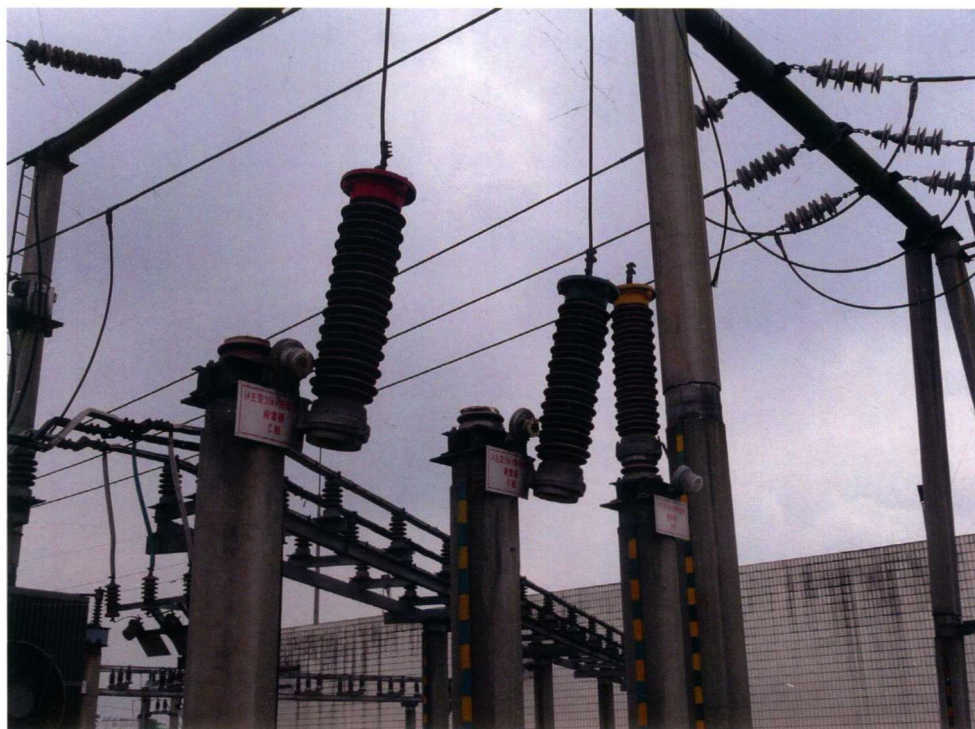
照片 1-010 阿坝州汶川县漩口镇，阿坝铝厂（地震烈度X度），220kV 有载调压变压器
严重移位、从导轨上掉落、导轨破坏、导轮折断，震害等级为毁坏（汶川地震）

1.1.2 高压电气设备

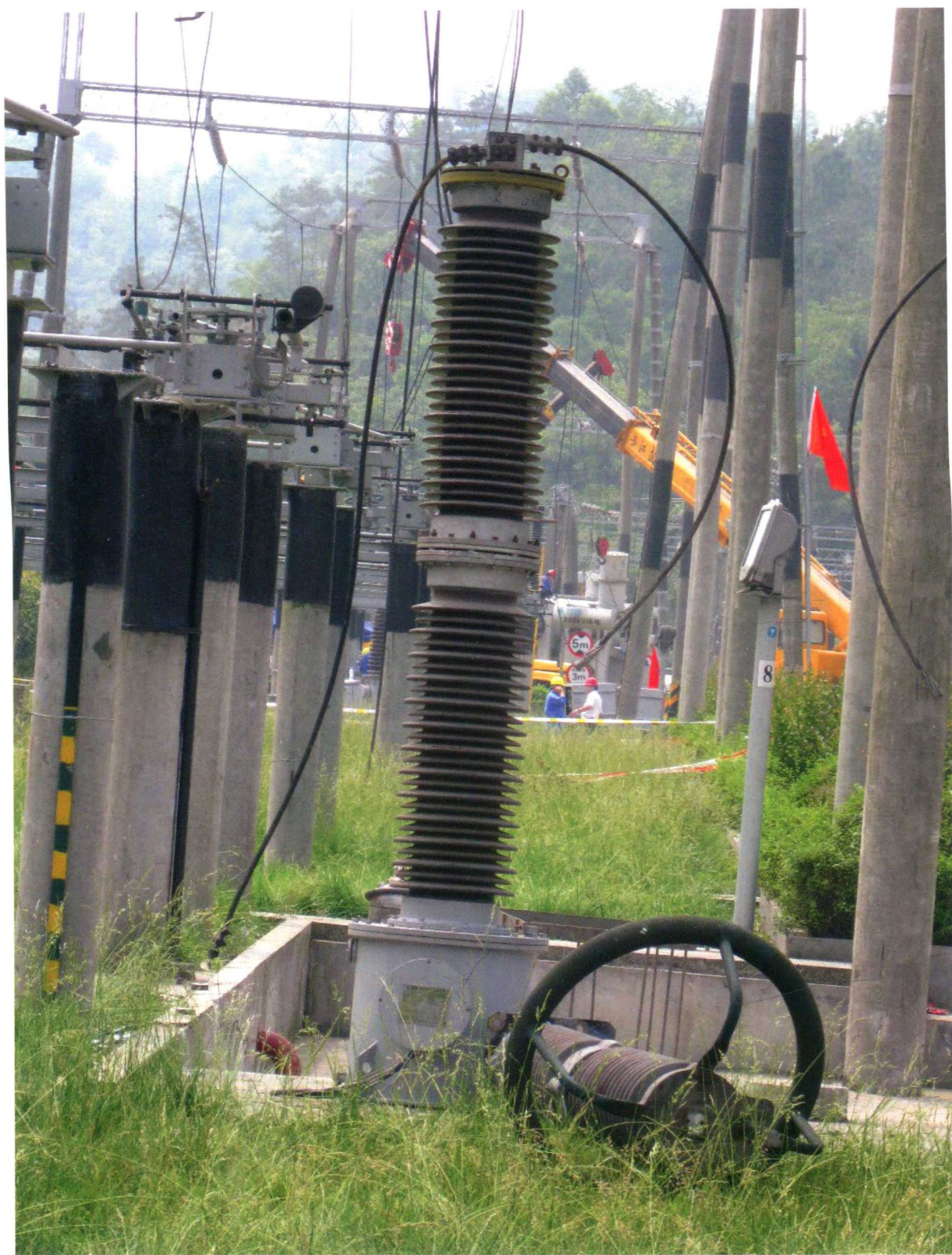
1.1.2.1 避雷器



照片 1-011 绵阳安县, 110kV 辕门坝站 (地震烈度IX度),
避雷器断裂掉落, 震害等级为毁坏 (汶川地震)



照片 1-012 德阳什邡市, 110kV 万春站 (地震烈度IX度),
I#主变压器 35kV 侧避雷器根部断裂, 震害等级为毁坏 (汶川地震)



照片 1-013 绵阳安县, 220kV 安县站 (地震烈度IX度),
避雷器折断掉落, 震害等级为毁坏 (汶川地震)