

架空输电线路 隐患、缺陷及故障表象 辨识图册

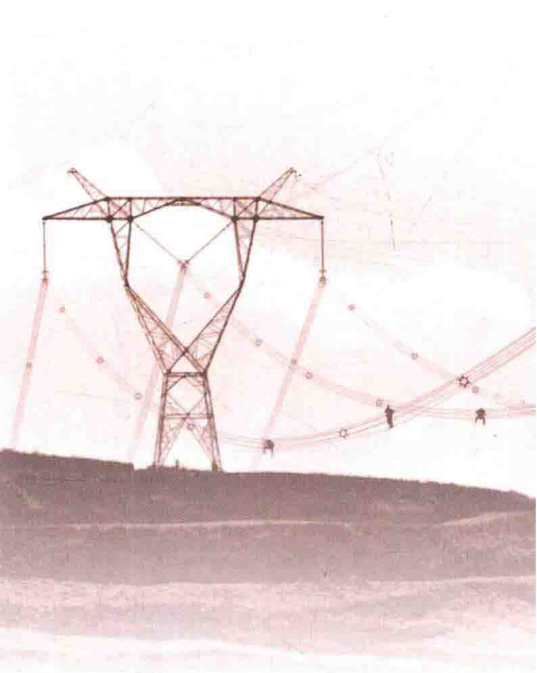
苏奕辉 梁伟放 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

架空输电线路 隐患、缺陷及故障表象 辨识图册

苏奕辉 梁伟放 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书按照国家标准、行业标准及相关技术规范,结合众多输电线路专家及生产一线技术骨干多年的运维经验积累,精选了1068幅输电设备隐患、缺陷及故障特征的典型现场照片编写而成。

本书主要内容包括导线与地线、绝缘子、金具、杆塔、基础、防雷设施与接地装置、防护设施、通道与环境的隐患、缺陷及故障特征。书中配有大量图片,直观生动地对内容进行解读,可作为新入职电力企业员工及生产班组员工的技术技能培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

架空输电线路隐患、缺陷及故障表象辨识图册 / 苏奕辉, 梁伟放主编.

—北京: 中国电力出版社, 2017.5

ISBN 978-7-5198-0470-1

I. ①架… II. ①苏… ②梁… III. ①架空线路—输电线路—故障诊断

—图集 IV. ① TM726.3-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 045976 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 岳 璐 (xiaolu5090@sina.com)

责任校对: 朱丽芳

装帧设计: 张俊霞 赵姗姗

责任印制: 邹树群

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

版 次: 2017 年 5 月第一版

印 次: 2017 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 889 毫米 × 1194 毫米 16 开本

印 张: 16.5

字 数: 404 千字

印 数: 0001—3000 册

定 价: 120.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

编委会

组编单位 广东电网有限责任公司汕头供电局

主 任 蔡 明

副 主 任 陈卫中 王素文

委 员 侯建伟 李清波 文衍广 汤城存 吴光伟
苏奕辉 陈谱慧

主 编 苏奕辉 梁伟放

副 主 编 蔡晓峰 罗庆雄 饶育平 李开焱 温淦芬
李 丹 杨 鹏 许国伟

审 核 许庆海 邓小康 潘国斌 温带银 王健宏
张奕杰

编写人员 （按姓氏笔画为序）

王仁道 朱彦宇 刘龙春 刘 烨 许剑丰

郑永民 吴焕辉 沈志明 张 彬 杨 昌

杨思元 杨少波 陈 彦 涂俊博 章晓凯

郭清林 梁启党 蓝梓健 赖灿坚 蔡东晓

黎如欣

前言

熟悉架空输电线路巡视要求，掌握辨别架空输电线路隐患、缺陷及故障表象的能力是输电线路工的必备技能。通过巡视及时发现并准确判别设备隐患和缺陷，可以为输电线路运行维护提供依据，尽可能地预防事故发生和防止事故扩大。老员工要经过多年的用心积累才能练就一双“火眼金睛”，对于新入职员工来说，更难以在短时间内掌握输电线路的巡视要领，如何快速提升输电线路员工的巡视技能成为大家高度关注的课题。

本书按照国家标准、行业标准及相关技术规范，结合众多输电线路专家及生产一线技术骨干多年的运维经验积累，精选了1068幅输电设备隐患、缺陷及故障特征的典型现场照片编写而成，目的是为了新入职的电力企业员工快速了解并掌握输电线路运维的知识和技能。

本书共八章，主要内容包括导线与地线、绝缘子、金具、杆塔、基础、防雷设施与接地装置、防护设施、通道与环境的隐患、缺陷及故障特征。本书内容丰富，配有大量现场照片，直观生动的对内容进行解读，除了作为新入职电力企业员工培训教材外，也可以作为生产班组员工的技术技能培训用书。

本书在编写过程中得到广东电网有限责任公司等单位的大力支持，书中大量的照片凝聚了现场运维检修人员多年的心血，借此对支持本书出版的同仁表示衷心感谢！

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，希望读者能及时提出宝贵意见，以便修订完善。

编 者

2016年12月

目 录

CONTENTS

前 言

第1章 | 导线与地线

1.1 基础知识及相关条文	2
1.2 导线.....	6
1.3 地线.....	26

第2章 | 绝缘子

2.1 基础知识及相关条文	40
2.2 瓷绝缘子	47
2.3 玻璃绝缘子.....	56
2.4 复合绝缘子.....	66

第3章 | 金具

3.1 基础知识及相关条文	76
3.2 悬垂线夹	84
3.3 耐张线夹	93
3.4 连接金具	102
3.5 接续金具	110
3.6 防护金具	118

第4章 | 杆塔

4.1 基础知识及相关条文	128
4.2 杆塔整体	132
4.3 杆塔横担	136
4.4 杆塔塔材	139
4.5 杆塔拉线	156
4.6 钢管杆、混凝土杆杆身.....	160

第5章 | 基础

5.1 基础知识及相关条文	164
5.2 基础.....	167
5.3 地脚螺栓	171
5.4 基础基面	174
5.5 基础边坡	179

第6章 | 防雷设施与接地装置

6.1 基础知识及相关条文	184
6.2 线路避雷器及其监测器.....	190
6.3 地线引流线.....	194
6.4 接地引下线.....	198
6.5 接地体	203

第7章 | 防护设施

7.1 基础知识及相关条文	208
7.2 基础防护设施	212
7.3 线路防护设施	227
7.4 登塔设施与防坠装置	235

第8章 | 通道与环境

8.1 基础知识及相关条文	244
8.2 线路通道树木异常	246
8.3 线路通道有建（构）筑物	248
8.4 线路通道有机械施工	249
8.5 线路环境变化异常	250
8.6 巡线通道变化异常	252

第 1 章

导线与地线



1.1 基础知识及相关条文

1.1.1 基础知识

1. 定义

导线是架空输电线路的重要组成元件，它通过绝缘子串组悬挂在杆塔上，用于输送电能。

地线是在某些杆塔或所有杆塔上接地的导线，通常悬挂在导线上方，对导线构成一保护角，防止导线受雷击。

2. 导线与地线的分类

(1) 圆线同心绞架空导线：在一根中心线芯周围螺旋绞上一层或多层单线（横截面为圆形）组成的导线，其相邻层绞向相反。

种类有：铝绞线、铝合金绞线、钢芯铝绞线、防腐性钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线、铝合金铝绞线、铝包钢芯铝绞线、铝包钢芯铝合金绞线、钢绞线、铝包钢绞线等。

(2) 型线同心绞架空导线：在一根中心线芯周围螺旋绞上一层或多层单线（具有不变横截面且非圆形）组成的导线，其相邻层绞向相反。

(3) 镀锌钢绞线：在一根中心线芯周围螺旋绞上一层或多层热镀锌钢丝组成的架空地线，其相邻层绞向相反。

钢绞线按断面结构分为四种： 1×3 ， 1×7 ， 1×19 ， 1×37 。

(4) 光纤复合架空地线：由光纤和保护材料制成的光单元同心绞合单层或多层单线就形成了光纤复合架空地线，即OPGW。OPGW是一种具有传统架空地线和通信能力的双重功能的线。

3. 导线与地线的常见异常表象

(1) 导线：掉线、断线；子线间粘连、扭绞、鞭击；损伤（断股、散股、刮损、磨损等）；腐蚀；电弧烧伤；弛度偏差；温升异常；有异物（漂浮物等）等。

(2) 地线：掉线、断线；损伤（断股、散股、刮损、磨损等）；腐蚀、锈蚀；电弧烧伤；弛度偏差；温升异常；有异物（漂浮物等）等。

4. 其他相关知识

(1) 导线或架空地线在跨越档内接头应符合设计规定。输电线路跨越铁路、高速公路、一级公路、电车道（有轨及无轨）、通航河流、管道、索道、110kV以上输电线路时不得有接头；跨越段垂直、水平距离及交叉角应符合跨越、被跨越物双方的规程规范要求。

(2) 不同金属、不同规格、不同绞制方向的导线或架空地线严禁在一个耐张段内连接, 导线及架空地线的连接部分不得有线股绞制不良、断股、缺股等质量问题; 连接后管口附近不应有明显的松股现象。

(3) 接续管及耐张管压后应平直, 有明显弯曲时应校直, 弯曲度不得大于2%; 校直后不得有裂纹, 达不到规定时应割断重接; 钢管压后应进行防腐处理。

(4) 在一个档距内, 每根导线或架空地线上不应超过一个接续管和两个补修管, 并应符合下列规定:

各类管与耐张线夹出口间的距离不应小于15m;

接续管或补修管出口与悬垂线夹中心的距离不应小于5m;

接续管或补修管出口与间隔棒中心的距离不宜小于0.5m。

(5) 非张力放线、张力放线、紧线及附件安装时, 应防止导线和良导体地线损伤, 在容易产生损伤处应采取有效的预防措施。

(6) 施工及验收时, 张力放线导线、良导体地线的损伤的处理应符合下列规定:

1) 外层导线线股有轻微擦伤, 擦伤深度不超过单股直径的1/4, 或截面积损伤不超过导电部分截面积的2%时, 可不修补, 可以用0号以下的细砂纸磨光表面棱刺。

2) 当导线损伤已超过轻微损伤, 但在同一处损伤的强度损失尚不超过设计使用拉断力的8.5%或损伤截面积不超过导电部分截面积的12.5%时应为中度损伤。中度损伤应采用补修管或带金刚砂的预绞丝补修, 补修时应符合《110kV~750kV架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233—2014) 第8.3.3条第4款的规定。

3) 有下列情况之一时应定为严重损伤, 达到严重损伤时, 应将损伤部分全部锯掉, 并应用接续管或带金刚砂的预绞丝将导线重新连接:

- a. 强度损失超过设计计算拉断力的8.5%;
- b. 截面积损伤超过导电部分截面积的12.5%;
- c. 损伤的范围超过一个预绞丝允许补修的范围;
- d. 钢芯有断股;
- e. 金钩、断股和灯笼已使钢芯或内层线股形成无法修复的永久变形。

1.1.2 相关规程、规范条文

《架空输电线路运行规程》DL/T 741—2010

5.2.1 导、地线由于断股、损伤造成强度损失或减少截面的处理标准应按照表2的规定。

表2 导线、地线断股、损伤造成强度损失或减少截面的处理

线别	处理方法			
	金属单丝、预绞式补修条补修	预绞式护线条、普通补修管补修	加长型补修管、预绞式接续条	接续管、预绞丝接续条、接续管补强接续条
钢芯铝绞线 钢芯铝合金绞线	导线在同一处损伤导致强度损失未超过总拉断力的5%且截面损伤未超过总导电部分截面积的7%	导线在同一处损伤导致强度损失在总拉断力的5%~17%，且截面损伤在总导电部分截面积7%~25%	导致强度损失在总拉断力的17%~50%，且截面损伤在总导电部分截面积的25%~60%	导致强度损失在总拉断力的50%以上，且截面损伤在总导电部分截面积的60%及以上
铝绞线 铝合金绞线	断损伤截面不超过总面积的7%	断股损伤截面占总面积的7%~25%	断股损伤截面占总面积的25%~60%	断股损伤截面超过总面积的60%及以上
镀锌钢绞线	19股断1股	7股断1股 19股断2股	7股断2股 19股断3股	7股断2股以上 19股断3股以上
OPGW	断损伤截面不超过总面积的7%（光纤单元未损伤）	断股损伤截面占面积的7%~17%（光纤单元未损伤 修补管不适用）		

注 1. 钢芯铝绞线导线应未伤及钢芯，计算强度损失或总铝截面损伤时，按铝股的总拉断力和铝总截面作基数进行计算。
2. 铝绞线、铝合金绞线导线计算损伤截面时，按导线的总截面作基数进行计算。
3. 良导体架空地线按钢芯铝绞线计算强度损失和铝截面损失。

5.2.2 导、地线不应出现腐蚀、外层脱落或疲劳状态，强度试验值不应小于原破坏值的80%。

5.2.3 导、地线弧垂不应超过设计允许偏差：110kV及以下线路为+6.0%、-2.5%；220kV及以上线路为+3.0%、-2.5%。

5.2.4 导线相间相对弧垂值不应超过：110kV及以下线路为200mm；220kV及以上为300mm。

5.2.5 相分裂导线同相子导线相对弧垂值不应超过以下值：垂直排列双分裂导线100mm，其他排列形式分裂导线220kV为80mm，330kV及以上线路50mm。

5.2.6 OPGW接地引线不应松动或对地放电。

《架空输电线路状态检修导则》DL/T 1248—2013

表B.1 线路单元状态量检修策略

线路单元	状态量	状态量具体描述	检修策略	
			检修方法	检修时限
导地线	腐蚀、断股、损伤和闪络烧伤	钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线：导线损伤范围导致强度损失在总拉断力的50%以上且截面损伤在总导电部分截面积60%及以上；铝绞线、铝合金绞线：股损伤截面超过总面积的60%及以上；镀锌钢绞线：7股断2股以上，19股断3股以上	B.2.1	立即开展
			B.3.3	
		钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线：导线损伤范围导致强度损失在总拉断力的17%~50%且截面损伤在总导电部分截面积25%~60%；铝绞线、铝合金绞线：股损伤截面占总面积的25%~60%；镀锌钢绞线：7股断2股，19股断3股	B.2.1	尽快开展
			E.3	

续表

线路单元	状态量	状态量具体描述	检修策略	
			检修方法	检修时限
导地线	腐蚀、断股、损伤和闪络烧伤	钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线：导线在同一处损伤导致强度损失未超过总拉断力的5%~17%且截面积损伤未超过总导电部分截面积7%~25%；铝绞线、铝合金绞线：断股损伤截面占总面积的7%~25%；镀锌钢绞线：7股断1股，19股断2股；光纤复合架空地线：断股损伤截面占面积的7%~17%（光纤单元未损伤）	B.2.1	尽快开展
			E.3	
		钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线：导线在同一处损伤导致强度损失未超过总拉断力的5%且截面积损伤未超过总导电部分截面积7%；铝绞线、铝合金绞线：断股截面不超过总面积的7%；镀锌钢绞线：19股断1股；光纤复合架空地线：断损截面不超过总面积的7%（光纤单元未损伤）	B.2.1	适时开展
			E.3	
	异物悬挂	导地线异物悬挂，危及线路安全运行	C.10	立即开展
			E.5	
		导地线异物悬挂，影响线路安全运行	C.10	尽快开展
			E.5	
		导地线异物悬挂，但不影响线路安全运行	C.10	尽快开展
			E.5	
	异常振动、舞动、覆冰	舞动区段未采取防舞动措施；重冰区段未采取防冰闪措施	C.4	尽快开展
		分裂导线鞭击、扭绞和粘连	C.4	尽快开展
	弧垂	弧垂偏差最大值110kV为+10%以上，-5%以上，220kV及以上为+6%以上，-5%以上；相间弧垂偏差最大值：110kV为400mm以上，220kV及以上线路为500mm以上；同相子导线弧垂偏差最大值：垂直排列双分裂导线为+150mm以上、-50mm以上，其他排列形式分裂导线220kV为130mm以上，330kV及以上为100mm以上	B.2.2	尽快开展
	弧垂	弧垂偏差最大值110kV为+6%~10%，-2.5%~-5%，220kV及以上为+3~6%、-2.5%~-5%；相间弧垂偏差最大值：110kV为200mm~400mm，220kV及以上线路为300mm~500mm；同相子导线弧垂偏差值最大值：垂直排列双分裂导线为100mm~150mm、0mm~50mm，其他排列形式分裂导线220kV为80mm~130mm，330kV及以上为50mm~100mm	B.2.2	基准周期开展
	跳线	最大风偏时不满足电气距离要求	E.1	立即开展
			E.2	
	OPGW及其附件	附件损伤、丢失	D.10	尽快开展
		接地线接触不良	D.9	尽快开展
		接线盒松脱或锈蚀严重、松动、变形	D.9	尽快开展

《带电设备红外诊断应用规范》DL/T 664—2008

表A.1 电流致热型设备缺陷诊断判据

设备类别和部位	热像特征	故障特征	缺陷性质			处理建议	备注
			一般缺陷	严重缺陷	危急缺陷		
金属导线	以导线为中心的热像，热点明显	松股、断股、老化或截面积不够	温差不超过15K，未达到重要缺陷的要求	热点温度>80℃或 $\delta \geq 80\%$	热点温度>110℃或 $\delta \geq 95\%$		

1.2 导 线



单导线



双分裂导线



四分裂导线

1.2.1 导线断线、掉线

导线断线、掉线如图1-1 ~ 图1-4所示。



(a)



(b)



(c)



(d)

图1-1 导线断线



(a)



(b)

图1-2 导线掉线 (一)



(c)



(d)



(e)



(f)

图1-2 导线掉线(二)

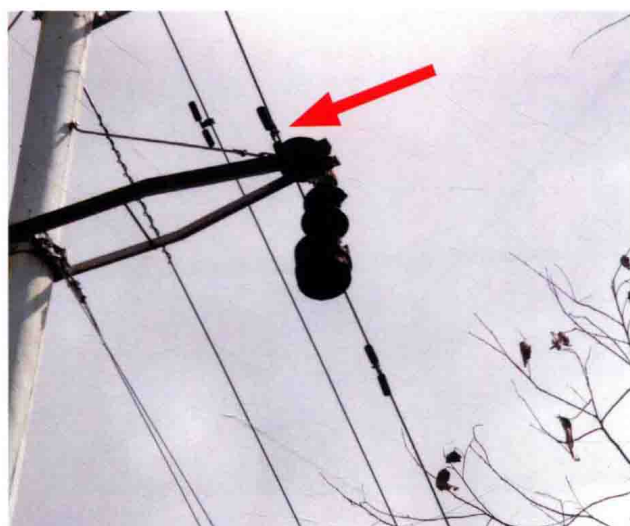


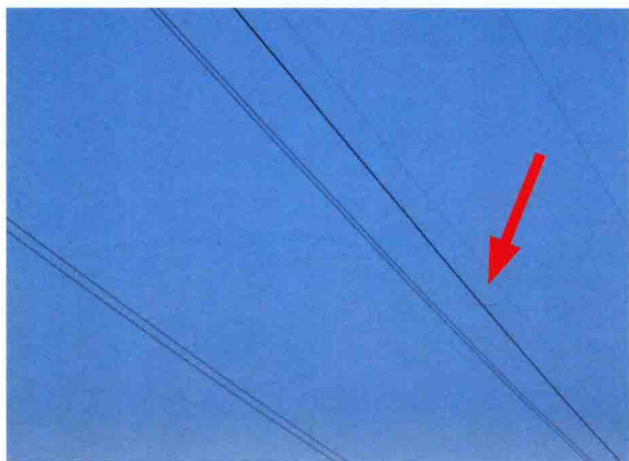
图1-3 导线掉线上扬



图1-4 导线跳线掉线

1.2.2 导线粘连、扭绞、鞭击

导线粘连、扭绞、鞭击如图1-5所示。



(a)



(b)



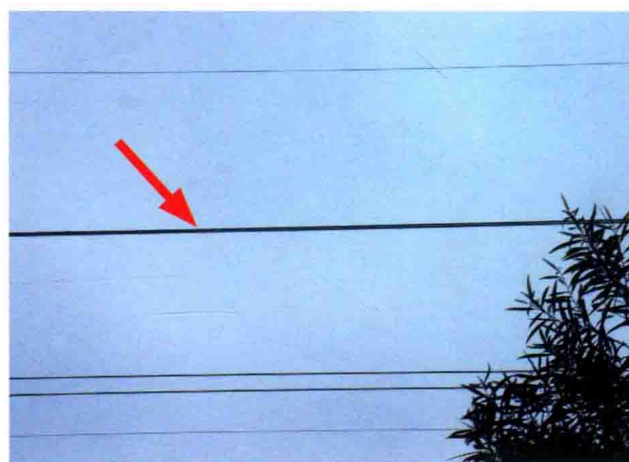
(c)



(d)



(e)



(f)

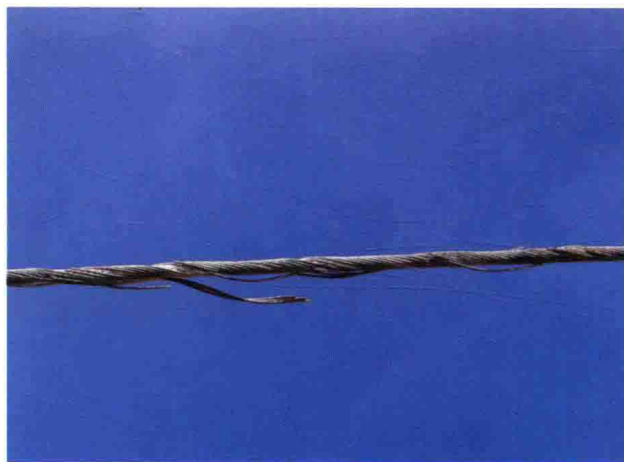
图1-5 双分裂导线上下子线粘连

1.2.3 导线损伤

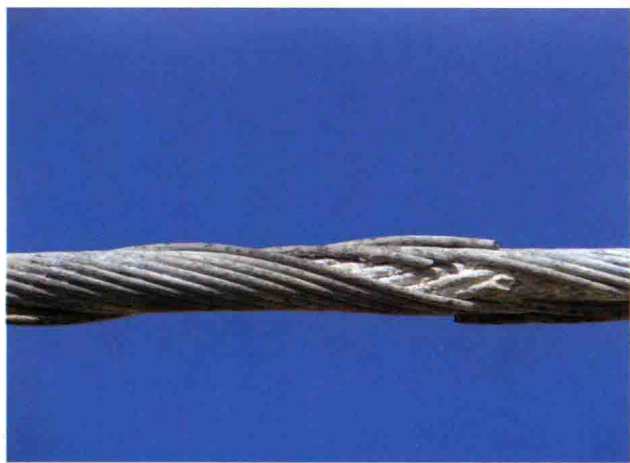
导线损伤如图1-6 ~ 图1-11所示。



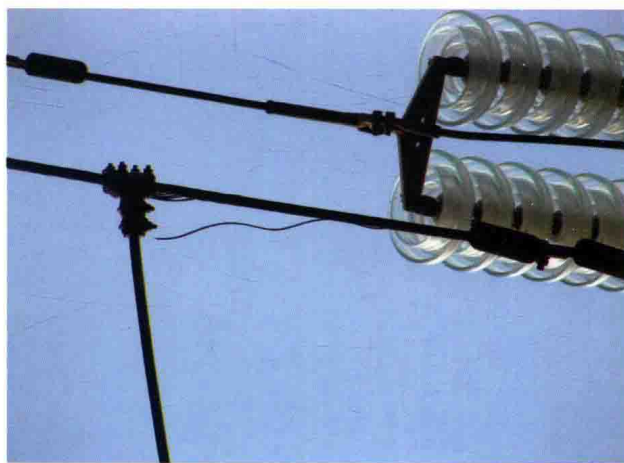
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

图1-6 导线断股(一)