

特高压工程验收 典型缺陷图集

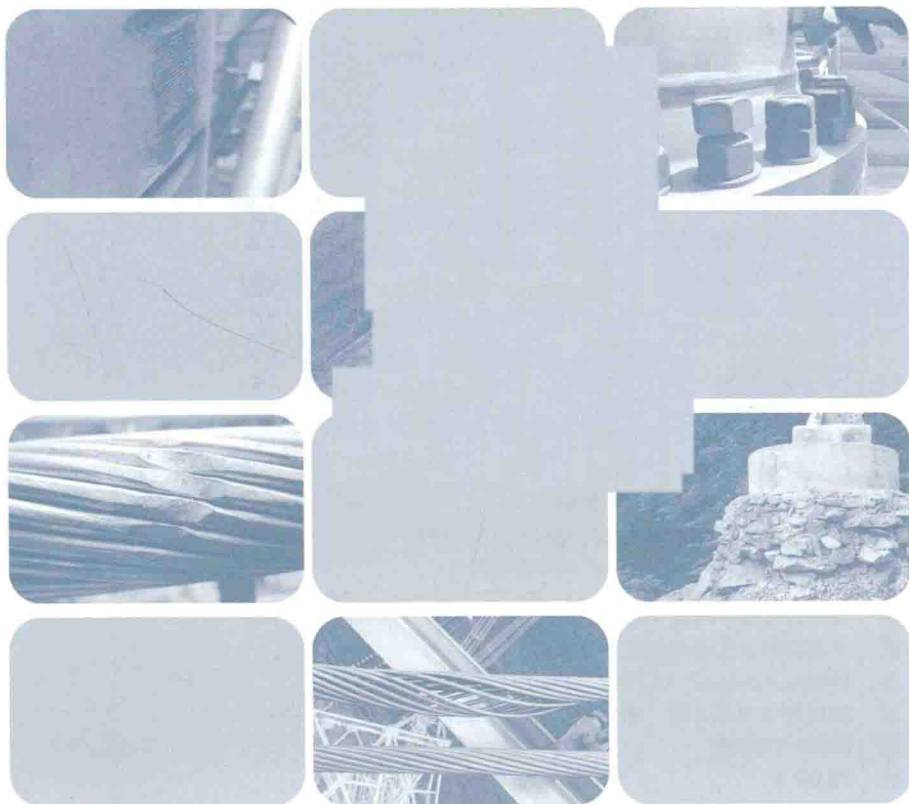
周文涛 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

特高压工程验收 典型缺陷图集

周文涛 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

进入21世纪以来，随着特高压输电线路的建设和投入运行，标志着我国已经全面进入了特高压时期。鉴于特高压输电线路在电网中的重要地位，其运行的可靠性要求极高，停电检修十分困难，一旦个别设备因缺陷而进行停电检修，必将给国家安全、社会稳定和经济发展带来严重的威胁。因此必须保证特高压工程建设的质量，对工程验收进行严格管控，保证线路投产运行后的安全可靠。

本书收录了120余种特高压工程验收中的典型隐患及缺陷，通过缺陷实景图片展示、缺陷描述、相关规程中缺陷判定依据进行介绍，便于读者对特高压线路存在的隐患、缺陷等问题进行排查，并依据相关规程对缺陷提出了处置建议。

本书可作为特高压工程施工与验收的一线生产人员及技术人员快速排查、处理隐患的工具书，也可供从事电力工程施工与验收工作的相关人员参考使用。

图书在版编目（C I P）数据

特高压工程验收典型缺陷图集 / 周文涛主编. — 北京：中国水利水电出版社，2018.5
ISBN 978-7-5170-6489-3

I. ①特… II. ①周… III. ①高压电力系统—电力工程—缺陷—图集 IV. ①TM7-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第102556号

书 名	特高压工程验收典型缺陷图集
作 者	TEGAOYA GONGCHENG YANSHOU DIANXING QUEXIAN TUJI
出版发行	周文涛 主编 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京博图彩色印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.75印张 231千字
版 次	2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	78.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

本书组织编写委员会

主 审：么 军（国网天津市电力公司）

委 员：钱 滨（国网天津市电力公司）

刘耀宏（北京华联电力工程监理有限公司）

赵雪松（北京华联电力工程监理有限公司）

武 义（北京华联电力工程监理有限公司）

陈 凯（国网天津检修公司）

冯喜龙（国网天津检修公司）

邵瑰玮（中国电力科学研究院）

谈家英（中国电力科学研究院）

王宇晨（全国输配电技术协作网）

本书编写组

主 编：周文涛（国网天津市电力公司）

参 编：常 安（国网天津检修公司）

刘 玄（国网天津市电力公司）

王金富（国网天津检修公司）

姜明席（国网天津检修公司）

何 潇（国网天津检修公司）

孟庆祎（国网天津检修公司）

徐 博（国网天津检修公司）

方玉群（国网浙江省电力公司金华供电公司）

梁加凯（国网浙江省电力公司金华供电公司）

董彦武（国网山西省电力公司检修分公司）

王永豪（国网山西省电力公司检修分公司）

马建国（国网湖北省电力公司）

李 勇（湖北送变电工程公司）

编写说明

1. 本图册为 1000kV 交流特高压线路典型缺陷图集, 所选缺陷照片均在已投运的 1000kV 交流特高压线路验收阶段形成。

2. 本图册适用于指导 1000kV 交流特高压线路竣工预验收阶段的验收工作, 对 1000kV 以下电压等级线路验收也有参考意义。

3. 本图册 2.4 节“基础测量”应在基础中间验收阶段检查, 由于基础测量是基础中间验收的关键环节, 为保证图册完整性, 在本图册中列出。

4. 本图册按照 Q/GDW 1163—2012《1000kV 架空输电线路施工质量检验及评定规程》中架空输电线路施工的分部工程顺序分章节编写, 并将线路通道类单独作为第 7 章。

5. 本图册所引用标准规范的优先级如下:

(1) GB 50993—2014《1000kV 输变电工程竣工验收规范》、Q/GDW 1153—2012《1000kV 架空输电线路施工及验收规范》、Q/GDW 1163—2012《1000kV 架空输电线路施工质量检验及评定规程》、工程施工图纸。

(2) Q/GDW 1153—2012《1000kV 架空输电线路施工及验收规范》中明确需要参照执行的相关规范。

(3) 其他相关国家、行业、企业标准规范。

(4)《国家电网公司输变电工程标准工艺》等国家电网公司的部门文件。

6. 本图册所定义的典型缺陷为:

(1) 特高压工程验收中发生频率较高的缺陷主要集中在线路工程中, 所以本书主要介绍特高压线路工程验收中发生频率较高的缺陷。

(2) 在以往特高压工程验收中发生频率不高但需验收人员高度重视的缺陷。

目 录

编写说明

1 特高压工程验收概述

1.1 特高压输电的特点	1
1.2 特高压线路工程发展现状	1
1.3 特高压工程验收一般流程及重要性	2

2 基础工程

2.1 基础外观质量	4
2.1.1 基础掉块	4
2.1.2 基础裂缝	6
2.1.3 基础沙眼、气孔	7
2.1.4 基础起砂、掉皮、表面未收光	9
2.1.5 基础二次抹面、修补	10
2.1.6 基础钢筋外露	12
2.2 基础回填	13
2.2.1 基面回填不到位	13
2.2.2 基面未清理	14
2.3 保护帽工艺	15
2.3.1 保护帽破损	15
2.3.2 保护帽蜂窝、沙眼、气孔	17
2.3.3 保护帽裂缝	18
2.3.4 保护帽起砂	19
2.3.5 保护帽散水坡度不够	21
2.3.6 保护帽尺寸不符合要求	22

2.4	基础测量	23
2.4.1	基础根开	23
2.4.2	基础顶面标高	24
2.4.3	基础扭转	25
2.4.4	基础位移	26
2.4.5	边坡不足	27

3 杆塔工程

3.1	塔材类	28
3.1.1	塔材表面质量	28
3.1.2	塔材变形	33
3.1.3	塔材缺失	35
3.1.4	塔材扩孔、改孔	36
3.1.5	塔材贴合不到位	37
3.1.6	塔材间垫块缺失	37
3.1.7	塔材排水孔阻塞	38
3.1.8	塔脚板与基础缝隙过大	39
3.1.9	塔脚板与主材缝隙过大	40
3.2	螺栓类	42
3.2.1	螺栓锈蚀	42
3.2.2	螺栓受损	42
3.2.3	螺栓、螺母缺失	43
3.2.4	螺栓穿向错误	47
3.2.5	螺栓出扣不合规	48
3.2.6	螺栓紧固不到位	49
3.3	攀登与防护设施类	50
3.3.1	脚钉、爬梯	50
3.3.2	防坠落装置	57
3.3.3	休息平台、步道	66
3.4	异物类	68
3.5	测量类	69
3.5.1	杆塔倾斜超差	69
3.5.2	横担预拱超差	71

4 架线工程

4.1	导线类	74
4.1.1	导线损伤	74
4.1.2	压接缺陷	77
4.1.3	引流线工艺不良	84
4.2	避雷线类	86
4.2.1	地线损伤	86
4.2.2	放电间隙	88
4.3	OPGW (光纤复合架空地线) 类	90
4.3.1	OPGW 损伤	90
4.3.2	OPGW 松股	92
4.3.3	接地引下线安装不规范	92
4.3.4	引下线夹具安装不足	94
4.4	绝缘子类	95
4.4.1	绝缘子损伤	95
4.4.2	绝缘子碗口朝向错误	96
4.4.3	防污闪涂料施涂不合格	98
4.4.4	绝缘子异物	100
4.4.5	绝缘子倾斜超差	101
4.4.6	绝缘子锁紧销安装不合格	102
4.5	金具类	103
4.5.1	金具损伤	103
4.5.2	金具安装	108
4.6	测量类	122
4.6.1	弧垂超差	122
4.6.2	交叉跨越净空距离超差	125
4.7	其他	127
4.7.1	铝包带缠绕工艺不良	127

5 接地工程

5.1	地线安装不合格	129
5.2	接地电阻值不合格	130

5.3 接地引下线安装工艺不良 131

5.3.1 接地引下线连板变形 131

5.3.2 接地引下线弯曲不符规范 132

5.3.3 接地引下线锈蚀 133

6 线路防护工程

6.1 标志类 134

6.1.1 标识牌安装位置错误 134

6.1.2 标识牌歪斜、锈蚀、变形、破损 135

6.1.3 标识牌缺失 136

6.2 防护设施类 137

6.2.1 护坡 / 挡土墙缺陷 137

6.2.2 排水沟缺陷 138

6.2.3 危石、陡坡未采取防护措施 139

7 线路通道类

7.1 树木隐患 140

7.2 建筑物隐患 142

7.3 堆物隐患 143

7.4 低压线路未切改 144

1 特高压工程验收概述

1.1 特高压输电的特点

随着特高压工程的深入推进和特高压主干网架的构建,我国已基本形成大规模“西电东送”“北电南送”的能源配置格局。特高压输电技术为电能资源调度、配置提供了灵活有效的方案,是西部、北部清洁能源大规模开发外送,破解大型能源基地“窝电”困局的重要手段,对于推动能源转型与绿色发展、优化能源配置、保障电力供应、防治大气污染、拉动经济增长、引领技术创新具有显著的综合效益和长远的战略意义。

特高压输电的特点主要表现在如下方面:

(1) 输送容量大。1000kV 交流特高压输电线路的输电能力超过 500 万 kW,接近 500kV 超高压交流输电线路的 5 倍。 ± 800 kV 直流特高压的输电能力达到 700 万 kW,是 ± 500 kV 超高压直流线路输电能力的 2.4 倍。

(2) 传输距离远。1000kV 交流特高压输电线路的最远经济输送距离能达到 1000~1500km 甚至更长,是 500kV 交流线路的 3 倍, ± 800 kV 直流特高压输电线路最远经济输送距离达到 2500km 以上。

(3) 线路损耗低。1000kV 交流特高压输电线路的线路损耗是 500kV 交流线路的 25%, ± 800 kV 直流特高压输电线路的线路损耗是 ± 500 kV 直流输电线路的 39%。

(4) 走廊占地省。1000kV 交流特高压输电线路的单位走廊送电能力是 ± 500 kV 交流线路的 3 倍, ± 800 kV 直流特高压输电线路的单位走廊送电能力是 ± 500 kV 直流输电线路的 1.2 倍。

1.2 特高压线路工程发展现状

2004 年以来,国家电网公司联合各方力量,在特高压理论、技术、标准、装备及工程建设、运行等方面取得全面创新突破,掌握了具有自主知识产权的特高压输电技术。

截至 2017 年年底，特高压建成“八交十直”，核准在建“三交一直”工程，建成和核准在建特高压工程线路长度达到 3.2 万 km。特高压输电通道累计送电超过 9000 亿 kW·h，在保障电力供应、促进清洁能源发展、改善环境、提升电网安全水平等方面发挥了重要作用。我国特高压线路工程发展的重要里程碑如下：

2009 年 1 月 6 日，1000kV 交流输变电工程——晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程顺利通过试运行。这是我国自主研发、设计和建设的具有自主知识产权的第一条交流特高压线路工程，标志着我国在远距离、大容量、低损耗的特高压核心技术和设备国产化上取得重大突破，对优化能源资源配置，保障国家能源安全和电力可靠供应具有重要意义。

2010 年 7 月 8 日， ± 800 kV 特高压直流输电示范工程——向家坝—上海示范工程投运。这是我国自主研发、自主设计和自主建设的，世界上首个电压等级最高、输送容量最大、送电距离最远、技术水平最先进的直流输电工程，代表了当时世界高压直流输电技术的最高水平。

2014 年 11 月 4 日，1000kV 淮南—南京—上海特高压交流工程开工建设，是我国大气污染防治行动计划首个获得核准的特高压工程，工程于 2016 年 11 月建成投运。

2016 年 1 月 11 日， ± 1100 kV 淮东—皖南（昌吉—古泉）特高压直流工程开工建设。这是目前世界上电压等级最高、输送容量最大、输送距离最远、技术水平最先进的特高压输电工程，是国家电网在特高压输电领域持续创新的重要里程碑，刷新了世界电网技术的新高度。

1.3 特高压工程验收一般流程及重要性

生产运行单位应参与特高压工程项目可行性研究、初设评审、施工图审核、重要设备材料进场验收、中间验收、竣工验收的全过程。生产运行单位全过程参与特高压线路工程验收管理流程如图 1-1 所示。

特高压线路投运前验收即竣工预验收，是全面检验特高压输电线路是否达到设计要求、是否具备投运条件的重要环节。通过竣工预验收发现、消除特高压线路存在的质量缺陷，是确保特高压线路“零缺陷”投运的重要保障。竣工预验收工作质量的高低直接影响后期特高压线路的运行安全，因此生产运行单位应当把竣工预验收作为工作的重中之重，按照“逐基登塔、逐挡走线、全线测量”的原则，高标准开展竣工预验收工作。

本图集对特高压交流输电线路工程竣工预验收阶段发现的典型缺陷进行分类汇总，旨在为特高压线路验收人员提供借鉴，也可作为新参加工作人员的培训教材。

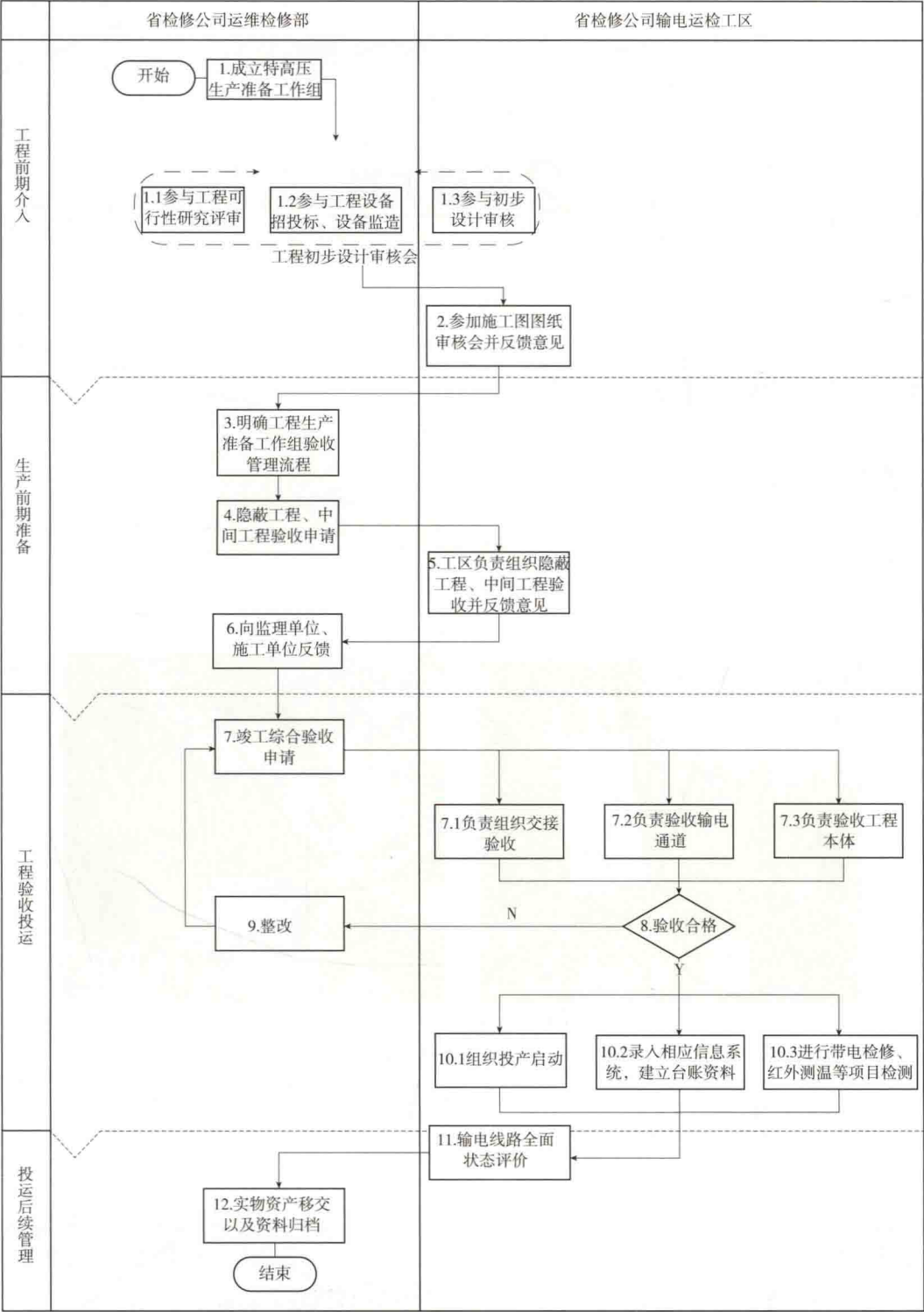


图 1-1 生产运行单位全过程参与特高压线路工程验收管理流程图

2 基础工程

2.1 基础外观质量

2.1.1 基础掉块

1. 缺陷名称

基础破损

2. 缺陷图片

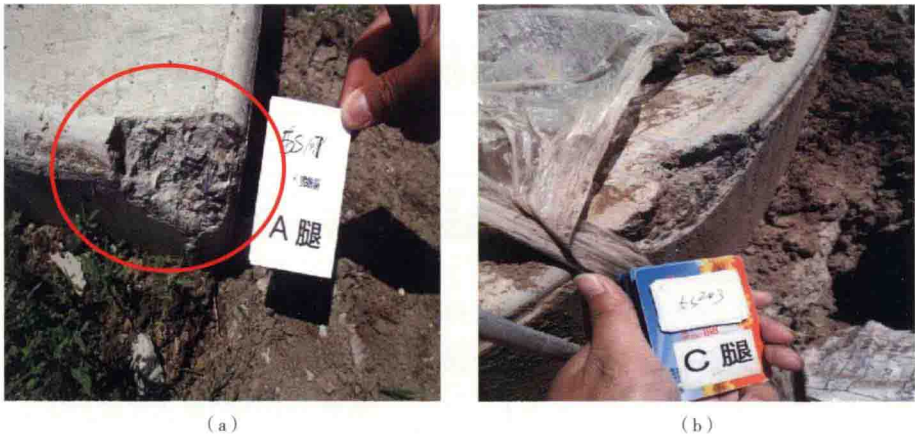


图 2-1 基础破损

3. 缺陷描述

基础混凝土表面棱角缺掉损伤、局部混凝土缺失。

4. 缺陷判定依据

依据条文	来源标准
6.1.1 铁塔基础的钢筋混凝土工程施工与质量验收除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。	Q/GDW 1153—2012 《1000kV 架空输电线路施工及验收规范》
6.2.9 基础拆模时应保证混凝土表面及棱角不损坏。	

续表

依据条文				来源标准
6.2.13 对混凝土表面缺陷的处理应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。 6.3.9 地面以上桩基础应达到表面光滑、工艺美观。				Q/GDW 1153—2012《1000kV 架空输电线路施工及验收规范》
8.1.2 现浇结构的外观质量缺陷应由监理单位、施工单位等各方根据其对应结构性能和使用功能影响的严重程度按表 8.1.2 确定。 表 8.1.2 现浇结构外观质量缺陷（部分）				GB 50204—2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》
名称	现象	严重缺陷	一般缺陷	
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷	
8.2.1 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。 8.2.2 现浇结构的外观质量不应有一般缺陷。				
“表 9 灌注桩基础质量等级评定标准及检查方法（线表）”对基础的混凝土表面质量的优良评级要求为“表面平整”。				Q/GDW 1163—2012《1000kV 架空输电线路施工质量检验及评定规程》
8.9.1 混凝土结构缺陷可分为尺寸偏差缺陷和外观缺陷。外观缺陷分类应符合表 8.9.1 的规定。 表 8.9.1 混凝土结构外观缺陷分类（部分）				GB 50666—2011《混凝土结构工程施工规范》
名称	现象	严重缺陷	一般缺陷	
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷	

5. 处置依据与建议

处置依据：

GB 50666—2011《混凝土结构工程施工规范》。

处置建议：

由施工单位提出处理方案，经设计、监理、业主、运行单位确认后处理，并对处理后的部分重新验收。可依据 GB 50666—2011 中 8.9.3 节、8.9.4 节：利用水泥砂浆或细石混凝土修补。

2.1.2 基础裂缝

1. 缺陷名称

基础裂缝

2. 缺陷图片

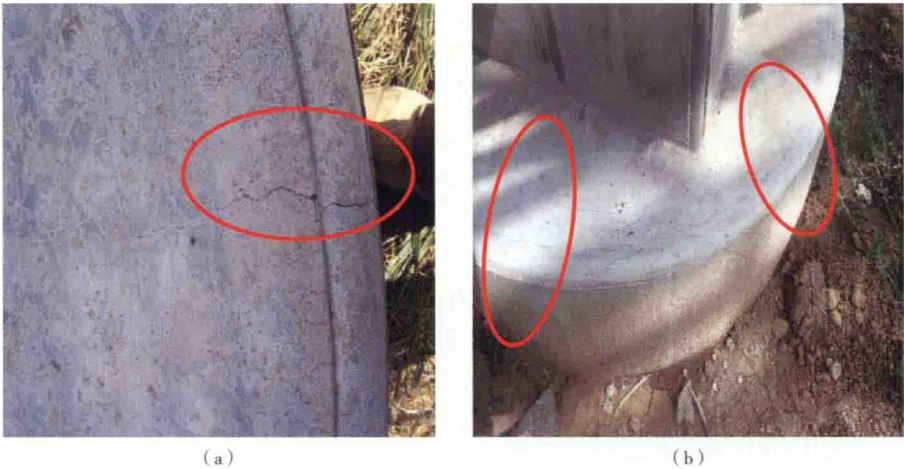


图 2-2 基础裂缝

3. 缺陷描述

基础混凝土表面存在肉眼可见的裂缝，裂缝从基础表面延伸至混凝土内部。

4. 缺陷判定依据

依据条文				来源标准
6.1.1 铁塔基础的钢筋混凝土工程施工与质量验收除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。				Q/GDW 1153—2012 《1000kV 架空输电线路 施工及验收规范》
6.2.13 对混凝土表面缺陷的处理应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。				
6.3.9 地面以上桩基础应达到表面光滑、工艺美观。				
8.1.2 现浇结构的外观质量缺陷应由监理单位、施工单位等各方根据其 对结构性能和使用功能影响的严重程度按表 8.1.2 确定。				GB 50204—2015《混 凝土结构工程施工质量 验收规范》
表 8.1.2 现浇结构外观质量缺陷（部分）				
名称	现象	严重缺陷	一般缺陷	
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部分有 影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量 不影响结构性能或使用功能的裂缝	
8.2.1 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。				
8.2.2 现浇结构的外观质量不应有一般缺陷。				

续表

依据条文				来源标准
8.9.1 混凝土结构缺陷可分为尺寸偏差缺陷和外观缺陷。外观缺陷分类应符合表 8.9.1 的规定。				GB 50666—2011《混凝土结构工程施工规范》
表 8.9.1 混凝土结构外观缺陷分类（部分）				
名称	现象	严重缺陷	一般缺陷	
裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝	

5. 处置依据与建议

处置依据：

GB 50666—2011《混凝土结构工程施工规范》。

处置建议：

由施工单位提出处理方案，经设计、监理、业主、运行单位确认后处理，并对处理后的部分重新验收。可依据 GB 50666—2011 中 8.9.3 节、8.9.4 节：采用注浆封闭、聚合物砂浆粉刷或其他表面封闭材料将裂缝封闭。

2.1.3 基础沙眼、气孔

1. 缺陷名称

基础沙眼、气孔

2. 缺陷图片



图 2-3 基础沙眼、气孔