



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

输电线路走廊人为活动安全隐患类别卫 星遥感识别规范

Identification specification of satellite remote sensing technology for
potential safety hazard types of artificial activity in transmission lines

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

5 数据要求 2

6 影像处理要求 2

 6.1 卫星影像预处理 2

 6.2 卫星影像识别准确率 3

 6.3 图斑边界 3

 6.4 输出成果 3

7 人为活动安全隐患类别 3

8 人为活动安全隐患特征 4

附录 A（资料性） 典型卫星遥感识别人为活动安全隐患类别图谱 6

参考文献 10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力不停电检修技术与装备工作组归口。

本文件起草单位：国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司、国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司、国网甘肃省电力公司、国网甘肃省电力公司酒泉供电公司、国网冀北电力有限公司超高压分公司、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、国网北京市电力公司电力科学研究院、国网河南省电力公司超高压公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司电力科研院、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司百色局、广西电网有限责任公司南宁供电局、南昌大学、北京深蓝空间遥感技术有限公司。

本文件主要起草人：付豪、庄文兵、李晓光、戴永东、王关霖、孔晨华、洪鏊、马成龙、于竞哲、黄晓胤、叶宽、周恺、陶留海、王华宾、谭永殿、陈刚、张兴华、邱志斌、吴磊、尹治平。

本文件为首次发布。

输电线路走廊人为活动安全隐患类别卫星遥感识别规范

1 范围

本文件规定了基于卫星影像识别输电线路通道人为活动安全隐患的类型、特征和依据。

本文件适用于交流 110（66）kV、直流±200kV 及以上电压等级架空输电线路。35kV 架空线路及其他架空输电线路可参照采用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26859-2011 电力安全工作规程 电力线路部分

GB/T 2260-2007 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 17694-2009 地理信息 术语

GB/T 36296-2018 遥感产品真实性检验导则

GB/T 39468-2020 陆地定量遥感产品真实性检验通用方法

DL/T 741-2019 架空输电线路运行规程

中华人民共和国国务院令 第 239 号 电力设施保护条例（2011 年 1 月 8 日修正）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光学卫星影像空间分辨率 spatial resolution of optical satellite images

光学卫星影像上能够区分的最小单元尺寸或面积，是用来表征影像分辨地面目标细节能力的指标。

3.2

标准假彩色合成影像 standard false color composite image

根据加色法彩色合成原理，将遥感影像的近红外、红、绿波段分别通过红、绿、蓝滤光系统合成产生的彩色影像。

3.3

多时相影像 multi-temporal image

不同时间获取的同一地区的影像。

3.4

像元 pixel; picture element

亦称像素，数字影像的最小单元。

3.5

DN 值 Digital Number

遥感影像像元亮度值，记录的地物的灰度值。

3.6

人为活动安全隐患 potential safety hazard of artificial activity

由于人类生产、生活等各类活动造成线路通道环境发生变化而产生的不安全因素。

3.7

图斑 area of single potential risk

人为活动安全隐患的单一地块，其边界与所属类型区别于其它地块。

3.8

归一化植被指数 Normalized Difference Vegetation Index

根据植被的光谱特性，将卫星可见光和近红外波段进行组合，形成了各种植被指数，植被指数是反映植被的生长状况。

3.9

目标类别 object category

基于卫星遥感技术对输电线路通道人为活动安全隐患进行识别和分类的种类，包括易漂浮物类、水库池塘类、建（构）筑物类、施工作业区类、树木竹林类、线下堆物类、堆土取土类等。

4 一般要求

4.1 卫星影像质量应满足 CH/Z 1044 中规定的要求。

4.2 架空输电线路通道人为活动安全隐患类别的划分应满足 DL/T 741 中规定中通道环境巡视检查主要内容的要求。

4.3 数据收集包含光学卫星影像、输电线路信息、行政区划等数据。

4.4 输电线路通道人为活动安全隐患类别识别中应用卫星遥感技术获取数据及输出成果应遵循国家及电力行业相关保密规定。

5 数据要求

5.1 光学卫星影像应符合下列要求：

- a) 光学卫星影像空间分辨率应不低于 2m；
- b) 光学卫星影像至少包含蓝、绿、红和近红外四个光谱波段；
- c) 光学卫星影像单景云量不超过 10%，且不得覆盖识别区域；
- d) 识别区域内不应出现明显噪声和缺行；
- e) 光学卫星影像灰度范围总体呈正态分布，无灰度值突变现象；
- f) 相邻景影像间的重叠范围应不少于整景的 2%。

5.2 运行维护单位应提供输电线路的电压等级、名称、杆塔号、杆塔坐标、总长度等信息。

5.3 输电线路地理位置信息应明确隐患识别区域的具体地理位置信息和行政区划信息，并满足下列要求：

- a) 具体地理位置信息为经纬度坐标或其他地理坐标系统信息，十进制经纬度信息至少精确到小数点后六位；
- b) 行政区划信息包括省、市、县、乡镇、村等信息，有关行政区划的描述应满足 GB/T 2260 中的规定。

6 影像处理要求

6.1 卫星影像预处理

光学卫星影像应经过预处理，将原始卫星数据转换为图像数据，预处理过程及结果应满足下列要求：

- a) 预处理过程应将原始影像的 DN 值转换为具有明确物理意义的地表反射率，并包含以下过程：
 - 1) 对多光谱影像进行辐射定标、大气校正和正射校正处理；
 - 2) 对全色影像进行辐射定标和正射校正处理；
 - 3) 对校正后的多光谱影像和全色影像进行数据融合处理；
- b) 在辐射定标阶段应考虑多波段的辐射特性，确保不同波段之间具有一致的辐射定标系数，并应参考卫星传感器的特性表，使用标准大气条件下的定标参数；
- c) 在大气校正阶段应综合考虑大气成分、湿度、高程等因素，采用大气校正模型，以获得真实的地表反射率；
- d) 光学卫星影像的正射校正应基于高精度的地面控制点和数字高程模型，采用多项式变换或其他适当的校正方法，确保影像准确匹配地理坐标；
- e) 光学卫星影像的预处理精度应满足下列条件：

- 1) 影像上地物纹理清晰、色调均匀；
- 2) 典型地物光谱反射率的曲线正确；
- 3) 影像几何无畸变；
- 4) 平原地区的配准误差不大于 1 个像元，山地地区的配准误差不大于 3 个像元。

6.2 卫星影像识别准确率

各类别隐患的卫星影像识别准确率应不小于 85%。以最终识别结果为依据，按以下公式计算

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP}}{(\text{TP} + \text{FP} + \text{FN})}$$

式中：

Accuracy ——准确率

TP ——实际为目标类别的样本被正确预测为目标类别的数量

FN ——实际为目标类别的样本被错误预测为非目标类别的数量

FP ——实际为非目标类别的样本被错误预测为目标类别的数量

6.3 图斑边界

6.3.1 卫星影像识别的最小图斑面积为 50 个像元。

6.3.2 图斑边界位置误差应不大于 2 个像元。特殊情况下，如薄云覆盖、高层建筑物或树木遮挡、阴影区等，位移应不大于 4 个像元。

6.3.3 图斑内和图斑间不应重叠、相交。

6.3.4 图斑不应存在空几何、不正确的环走向、非闭合环、重复折点等几何问题。

6.4 输出成果

6.4.1 坐标系应采用 2000 国家大地坐标系。

6.4.2 高程系采用 1985 国家高程基准，采用其他高程基准时，应与 1985 国家高程基准建立联系。

6.4.3 人为活动安全隐患识别结果和光学卫星影像数据应以常见的地理信息数据格式提供，如 Shapefile、GeoTIFF 等数据格式，确保数据格式的通用性，以适应不同地理信息软件的读取和处理。

7 人为活动安全隐患类别

输电线路通道人为活动安全隐患类别应分为：易漂浮物类、水库池塘类、建（构）筑物类、施工作业区类、树木竹林类、线下堆物类、堆土取土类。人为活动安全隐患分类类别及释义见下表：

表 1 人为活动安全隐患类别及释义

| 类别 | 释义 |
|---------|--|
| 易漂浮物类 | 在大风等恶劣天气条件下易漂浮、搭挂至输电线路上的地膜、防尘网、塑料大棚、彩钢瓦等可能危及线路安全的类别。 |
| 水库池塘类 | 在坑塘、水池、水库等水域存在垂钓等可能危及线路安全的类别。 |
| 建（构）筑物类 | 输电线路通道保护区内存在新增或拆除的建（构）筑物等可能危及线路安全的类别。 |
| 施工作业区类 | 线路下方或附近的施工、开山采石等危及线路安全的施工作业类别。 |
| 树木竹林类 | 树木（竹林）变化等可能危及线路安全的类别。 |
| 线下堆物类 | 输电通道保护区内存在的建筑、生活垃圾堆。 |
| 堆土取土类 | 线路杆塔附近有堆土、取土等可能危及线路安全的类别。 |

8 人为活动安全隐患卫星影像特征

应依据每种人为活动安全隐患类别在卫星影像上的主要特征进行识别，输电线路通道人为活动安全隐患各类别的对应特征见表 1，识别类型图谱详见附录 A。

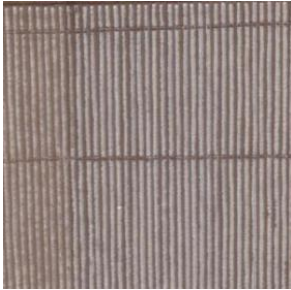



表 2 输电线路通道人为活动安全隐患类别及其特征表


| 类别 | | 主要特征 |
|--------|----------|--|
| 易漂浮物类 | 地膜 | 地膜即地面覆盖薄膜，贴近于地表，窄且密集，主要分布在耕地区，颜色因材质不同而有所变化，如白色、银灰色、黑色等，其中白色在波长 380~760nm 范围反射率明显高于裸露耕地，在遥感影像上大多呈小块或条状排列，边界清晰。地膜一般为单列或多列并排的长条形，宽度一般在 1~4m，间隔距离一般为 30~100cm 长度不定。 |
| | 防尘网 | 防尘网多覆盖于施工等裸露地表，表面较光滑平整，纹理细腻，真彩色的遥感影像中多呈现为蓝色、绿色，在 435~577nm 波长范围内的反射率高其他可光波段，几何特征不明显，大多呈片状分布，边界清晰。 |
| | 塑料大棚 | 塑料大棚由支撑物撑起，明显高于周围耕地及地膜，也宽于地膜，常见于耕地，真彩色的遥感影像中呈灰蓝色、灰色或其他颜色，在遥感影像上大多呈规则矩形，排列整齐。一般宽度为 4~15m，间距在跨度方向一般为 1~2m，在长度不小于宽度。 |
| | 彩钢瓦 | 彩钢瓦表面常呈现出色彩鲜艳的特征，其颜色可能因涂层不同而异，有相对较高的反射率和颜色鲜艳度，一般可见光波段反射率大于 40%，形状多为规则矩形，边界清晰。 |
| 水库池塘类 | 水库、水池、坑塘 | 水库、水池、坑塘通常表现为相对均匀、光滑的表面，在 390nm~760nm 可见光波段的真彩色遥感影像中通常呈现黑色、深蓝色或深绿色，在红外波段中表现为低反射率。一般在 450nm~600nm 波段的反射率明显高于近红外波段。水池、坑塘的形状和大小不一，但是水岸线清晰。 |
| | 建（构）筑物新增 | 建（构）筑物新增是在前一时相遥感影像中呈现为空地或其他非建（构）筑区域，后一时相遥感影像中出现新的建（构）筑结构，这些区域可能显示出明显的几何形状，表面光滑，在 390~760nm 的可见光和 0.78~3μm 的近红外波段，建（构）筑物新增可能呈现出较亮的特征，具有较高的反射率。 |
| | 建（构）筑物拆除 | 建（构）筑物拆除是前一时相遥感影像中存在的建（构）筑结构消失或破坏，后一时相遥感影像中拆除后的区域呈现为不规则的形状，存在较大范围的土地裸露。在光谱上，拆除区域前后时相在 390~760nm 的可见光和 0.78μm~3μm 的近红外波段反射率有较明显变化。在形态上，前一时相表现为规则几何特征，后一时相一般无规律。在后一时相遥感影像中，拆除区域周边可能有建（构）筑物拆除的痕迹，如堆积的建筑材料、平整的土地表面等。 |
| 施工作业区类 | 施工工地 | 施工工地内主要包括混凝土、砂石等材料的堆放，塔吊、打桩机、移动式起重机等大型施工器械，打地基、施工建筑等建筑结构。在遥感影像中纹理粗糙、杂乱，边界线不规则，光谱特征较杂乱。在 390~760nm 的可见光波段一般反射率在 10~60%之间。 |
| | 开山采石 | 开山采石区域多存在于山区，呈现出较为裸露的岩石或土壤表面，在真彩色遥感影像中通常呈现灰色、灰白色，与周围植被和土壤有明显的光谱对比，反射率相对较高，无明显几何特征，边界清晰，附近有采石设备和建筑物等。390~760nm 的可见光波段和 700~1400nm 波段中显示出较高的反射率，特别是在红外波段的反射率相对较高。 |
| 树木竹林类 | 植被增加 | 植被增加是在前一时相遥感影像中呈现为裸露或稀疏植被的区域，后一时相遥感影像中出现了人为活动产生的大面积植被覆盖，在真彩色遥感影像中通常呈现为深绿色或其他绿色色调，归一化植被指数一般大于 0.1。 |
| | 植被减少 | 植被减少是前一时相遥感影像中存在的植被茂密或密集的区域减少或消失，在后一时相遥感影像中植被减少的区域大多出现破碎、裸露的土地表面，有时还伴随着人为活动的痕迹，如道路、建筑物等，植被减少的区域在红外波段中呈现较暗的特征，归一化植被指数一般小于 0.05 |
| 线下堆物类 | 线下堆物 | 线下堆物类在遥感影像中通常表现为粗糙的表面，无特定的类型，颜色和反射率取决于堆积物的性质，形状不规则，杂乱堆放。小型 |

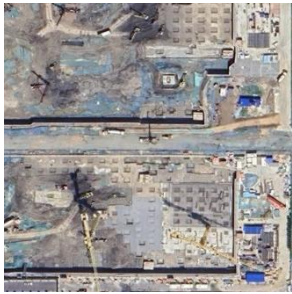






| | | |
|-------|------|---|
| | | 堆物一般为 10~100m ² ，中型堆物一般为 100~1000m ² ，大型堆物一般大于 1000m ² 。 |
| 堆土取土类 | 堆土取土 | 堆土取土类在遥感影像中一般表现为土方工程所产生的土体移动和堆积，纹理粗糙，位于施工工地周围，呈现出不规则的形状。 |


附录 A
(资料性)
典型卫星遥感识别人为活动安全隐患类别典型图谱

表 A.1 卫星遥感识别人为活动安全隐患类别典型图谱

| 类别 | | 图例 |
|-------|------|--|
| 易漂浮物类 | 地膜 |  |
| | 防尘网 |  |
| | 塑料大棚 |  |
| | 彩钢瓦 |  |

| | | | |
|---------|----------|---|---|
| 水库池塘类 | 水库、水池、坑塘 |  | |
| 建（构）筑物类 | 建筑物新增 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |
| | 建筑物拆除 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |
| | 构筑物新增 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |
| | 构筑物拆除 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |

| | | | |
|--------|------|--|---|
| 施工作业区类 | 施工工地 |  | |
| | 开山采石 |  | |
| 树木竹林类 | 植被增加 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |
| | 植被减少 | 前一时相 | 后一时相 |
| | |  |  |
| 线下堆物类 | 线下堆物 |  | |

| | | |
|-------|------|--|
| 堆土取土类 | 堆土取土 |  |
|-------|------|--|

参 考 文 献

- [1] GB 26859-2011 电力安全工作规程 电力线路部分
 - [2] GB/T 2260-2007 中华人民共和国行政区划代码
 - [3] GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语
 - [4] GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语
 - [5] GB/T 17694-2009 地理信息 术语
 - [6] GB/T 36296-2018 遥感产品真实性检验导则
 - [7] GB/T 39468-2020 陆地定量遥感产品真实性检验通用方法
 - [8] DL/T 741-2019 架空输电线路运行规程
 - [9] 中华人民共和国国务院令 第 239 号 电力设施保护条例（2011 年 1 月 8 日修正）
-