



# 团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

## 面向电力行业的图像检测识别系统技术 要求

Technical requirements for image detection and recognition systems for the  
power industry

(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.....	III
1 范围.....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义.....	4
4 符号、代号和缩略语.....	5
5 系统架构.....	5
6 硬件要求.....	5
7 功能要求.....	6
7.1 数据管理系统 .....	6
7.2 方案设计与实施系统.....	6
7.3 在线推理系统 .....	9
7.4 运行管理系统 .....	9
8 性能要求.....	11
8.1 系统检测速度 .....	11
8.2 准确率.....	11
8.3 精确率.....	11
8.4 召回率.....	11
8.5 F1 分数 .....	11
8.6 图像处理算法 .....	11
8.7 并发数.....	11
8.8 数据保存.....	11
9 安全要求.....	11
9.1 日志管理.....	11
9.2 安全凭证.....	11
10 测试方法.....	11
10.1 数据管理系统功能测试.....	11
10.2 方案设计与实施系统功能测试 .....	12
10.3 在线推理系统功能测试.....	13

10.4	运行管理系统功能测试.....	14
10.5	性能测试.....	15
10.6	安全测试.....	16

## 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能源智慧化工作组归口。

本文件起草：国网信息通信产业集团有限公司、安徽继远软件有限公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：李强、陶俊、郭庆、喻成琛、赵峰、余江斌、周伟、浦正国、程琳、杨彬彬、张天琦、吴小华、薛濛、王雷、郭力旋、刘晓飞、黄晓光、张琳瑜、李小宁、李扬笛。

本文件为首次发布。

# 面向电力行业的图像检测识别系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了面向电力的图像检测识别系统技术要求，包括系统的架构、硬件要求、功能要求、性能要求、安全要求和测试方法等。

本文件适用于电力行业图像检测识别系统的规划、设计和实施。

## 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/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 5271.34 信息技术 词汇 第 34 部分：人工智能 神经网络

## 3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 5271.34 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 正检 true positive

对于有异常的检测样本，识别为有异常的检测结果。

### 3.2

#### 误检 false positive

对于无异常的检测样本，识别为有异常的检测结果。

### 3.3

#### 漏检 false negative

对于有异常的检测样本，识别为无异常的检测结果。

### 3.4

#### 检测率 true positive rate

正检数与总样本数的百分比。

### 3.5

#### 误检率 false positive rate

误检数与总样本数的百分比。

### 3.6

#### 漏检率 false negative rate

漏检数与总样本数的百分比。

### 3.7

#### 准确率 precision

计算模型在测试集上正确分类的样本数量与总样本数量的百分比。

### 3.8

#### 精确率 accuracy

预测为正例且实际为正例的样本数除以预测为正例的样本数。

### 3.9

#### 召回率 recall rate

预测为正例且实际为正例的样本数除以实际为正例的样本数。

### 3.10

#### F1 分数

根据精确率和召回率计算 F1 分数。

#### 4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）。

ROI：感兴趣区域（Region of Interest）。

OCR：光学字符识别（Optical Character Recognition）。

#### 5 系统架构

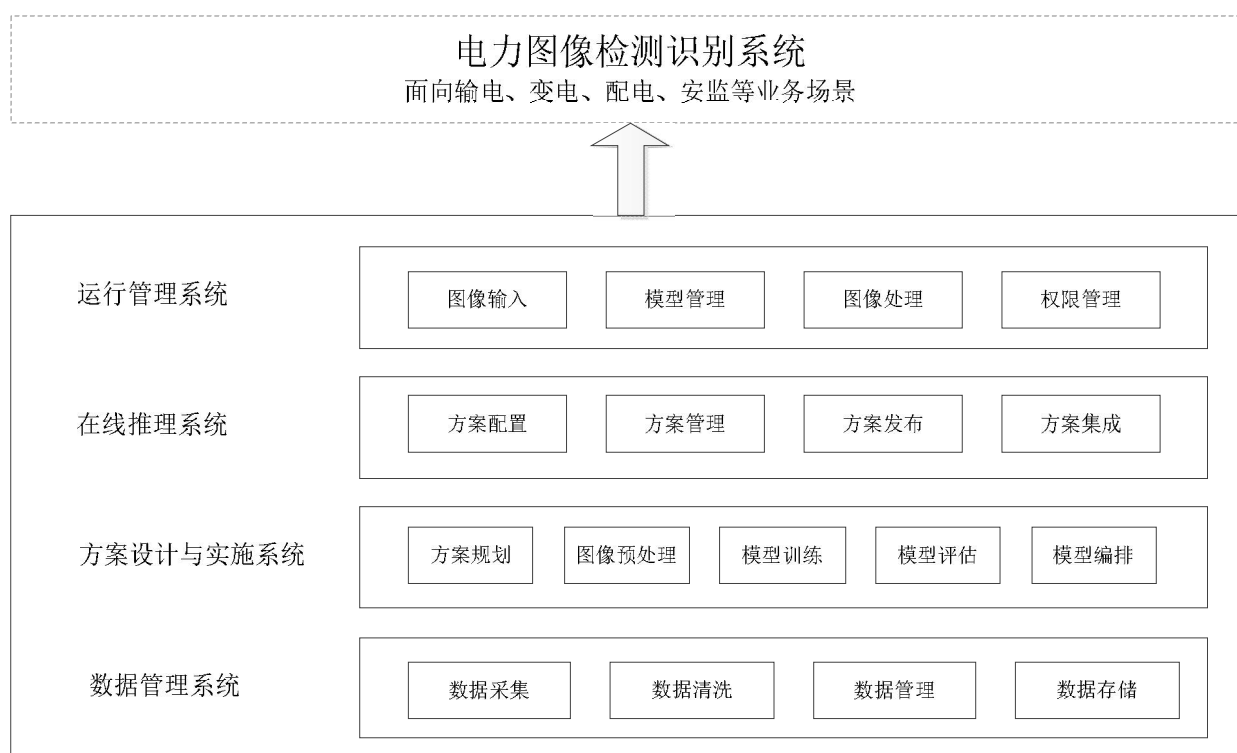


图 1 电力图像检测识别系统架构

面向电力行业的图像检测识别系统应采用分层式设计、分布式部署、模块化管理，主要应包括数据管理系统、方案设计与实施系统、在线推理系统和运行管理系统。

- 数据管理系统应主要涉及人工智能算法基础数据库搭建，其功能包括数据采集、数据清洗和数据管理等。
- 方案设计与实施系统应主要涉及实现电力图像检测识别需要具备的算法和模型训练功能，包括方案规划、图像预处理、数据标注、模型构建、模型训练、模型评估、模型优化等。
- 在线推理系统应主要涉及面向不同电力场景的图像检测识别所需的解决方案管理，包含方案配置、方案管理、方案查询、方案发布、方案集成等。
- 运行管理系统应主要涉及客户端软件、硬件、通讯、模型导入等内容，包含权限管理、模型管理、图像处理等。

#### 6 硬件要求

系统硬件要求如下：

- 内存不小于 256GB。
- 系统盘不小于 128GB，数据盘不小于 12TB。

- c) CPU 为多核，核心数不小于 16。
- d) 双电源供电。

## 7 功能要求

### 7.1 数据管理系统

#### 7.1.1 数据采集

电力图像采集功能要求如下：

##### a) 图像源

- 1) 图像源应支持相机和本地图像；
- 2) 图像源应支持一个或多个相机连接；
- 3) 图像成像像素应支持 30 万以上的分辨率；
- 4) 图像成像编码格式支持 RGB、YUV、RGB-D 等一种或多种格式；
- 5) 图像成像文件格式应支持 jpg、jpeg、bmp、png、tif、tiff 等一种或多种格式；
- 6) 图像帧率应满足电力应用要求，支持 20FPS 以上。

##### b) 图像窗口

- 1) 应支持一个或多个图像窗口显示；
- 2) 应支持多个图像窗口内设置不同图像源、光源和图像处理方案，能够适应不同的检测场景。

#### 7.1.2 数据清洗

数据清洗功能要求如下：

- a) 数据去重：去除数据集中的重复记录。
- b) 异常值处理：检测和处理数据集中的异常值。
- c) 数据标准化：将数据格式标准化为一致的格式，以便于处理和分析。

#### 7.1.3 数据管理

数据管理功能要求如下：

- a) 数据操作：对数据的追加、删除、更新、查询等操作。
- b) 数据分类：对数据名称、数据类型、存取路径等属性对数据的分类。
- c) 数据保护：对数据的操作进行权限操作保护。

#### 7.1.4 数据存储

实现数据、模型、用户信息的存储功能，包括但不限于基于权限的实体创建、删除、编辑、访问、导出指定的数据。

### 7.2 方案设计与实施系统

#### 7.2.1 方案规划

根据已采集数据和项目需求，选择对应的 AI 算法，以对电力图像检测项进行智能识别。

#### 7.2.2 图像预处理



图像预处理功能要求如下：

- a) 图像尺寸调整：将图像调整为模型所需的输入尺寸。
- b) 数据增强：通过对图像进行旋转、翻转、缩放、平移等操作来增加数据样本的多样性，以提高模型的泛化能力。
- c) 归一化：将图像的像素值缩放到一个固定的范围，通常是 $[0, 1]$ 或 $[-1, 1]$ ，以便更好地适应模型的输入要求。
- d) 噪声去除：通过滤波等技术去除图像中的噪声，以提高图像质量和模型的稳定性。
- e) 图像增强：通过调整图像的对比度、亮度、饱和度等参数来增强图像的特征，以提高模型的性能。
- f) 图像标准化：将图像转换为特定颜色空间或表示形式的过程。例如，将彩色图像转换为灰度图像、将图像转换为特定的色彩空间（如 RGB、HSV 等）。

### 7.2.3 图像标注

图像数据标注功能要求如下：

- a) 标注工具
  - 1) 有笔刷、多边形、矩形、特征标签与带文本的矩形和多边形工具用于进行数据的标注；
  - 2) 标注工具产生标注实例会附带特征标签，应可通过特征列表对特征标签集合进行管理，应可对特征标签进行新增、修改、删除和合并；
- b) 智能标注
 

可通过智能标注功能，使得标注工作量得到简化，如交互式标注分割、预训练打标等；
- c) 标注管理
  - 1) 可对标注进行存储、编辑，按条件的筛选查看；能够导出及导入标注使得标注可以复用。对不同算法模型的训练可应用不同的数据集进行训练；
  - 2) 可通过编辑 ROI 区域，让算法方案之关注图片局部信息；串联模块下，ROI 区域也可以作为前置模块输出结果的调整；
  - 3) 有放大缩小功能、抓手功能、隐藏/显示标注/推理结果功能以及撤销与恢复功能辅助标注。

### 7.2.4 模型构建

模型构建功能要求如下：

- a) 灵活且可扩展：系统应该能够支持各种图像数据源和数据类型，包括 bmp、png、jpg、jpeg、tif、tiff 等。系统应该具备灵活的数据处理和分析能力，以支持不同的模型构建需求。
- b) 模块化设计：系统架构应该采用模块化的设计，以便于扩展和维护。每个算法模块应该具有独立的功能和责任，并且模块之间的交互应该清晰和简洁。
- c) 高效计算能力：系统应该具备高效的计算能力，包括高性能的硬件资源和优化的软件算法，以支持大规模数据的处理和复杂的模型构建。
- d) 全面的算法模型工具箱：系统应该提供全面的模型工具箱，包括单分类算法、多分类算法、目标检测算法、语义分割算法、OCR 算法、无监督算法等。同时，它还应该支持自定义模型构建，以满足特定的业务需求。

- e) 易用性：系统应该具备友好的用户界面和简洁的操作流程，以使用户能够方便地进行模型构建、调试和评估。
- f) 可视化分析：系统应该提供强大的可视化分析功能，包括数据检索、特征选择、模型评估等过程的可视化展示，以帮助用户更好地理解 and 解释模型结果。
- g) 安全性：系统应该具备完善的安全性措施，包括数据加密、访问控制和漏洞管理等，以保护用户的数据和模型安全。
- h) 基础性：系统应该能够于其他系统或工具集成，包括数据库、报表系统、可视化工具等，以实现更全面的模型构建和管理。

### 7.2.5 模型训练

模型训练功能要求如下：

- a) 模型训练：能够根据选择的算法应用，利用标注的数据进行模型训练，包含设置超参数与训练策略；
- b) 模型推理：利用训练好的模型对指定的数据进行推理；
- c) 模型信息查看：查看历史版本信息，训练与推理在数据集上的表现等；
- d) 运行参数配置：能够配置模型的运行参数，如阈值，分割算法的面积过滤，检测算法的 IOU 等，使得在不重新训练模型就能够快速调节模型效果。

### 7.2.6 模型评估

模型评估功能要求如下：

- a) 评估能力：系统应该能够选择已有模型和数据进行模型评估，评估指标应包括稳定性、准确性等方面；
- b) 评估方法：系统应该能够针对算法模型进行不同维度的效果评估，如图像级别、实例级别、像素级别、字符级别等。

### 7.2.7 模型优化

模型优化功能要求如下：

- a) 系统应该可调整超参数以优化模型性能，如学习率、迭代次数；
- b) 系统应该可选择采用不同的模型结构来适应不同的电力场景；
- c) 系统应该具备特征选择的能力，提升模型的准确性和稳定性；
- d) 系统应该具备多模型串并联的方式，通过结合多个模型的预测结果来提升模型总体的预测性能；
- e) 系统应该具备一个已有的模型通过添加少量数据集继续学习的能力；
- f) 系统应该具备基本的后处理参数能力，如置信度过滤、面积过滤、长边短边过滤、灰度过滤等方法。

### 7.2.8 模型编排

模型编排功能要求如下：

- a) 模型选择和组合：模型编排应该能够选择适合特定任务的模型，并将它们组合在一起，以实现更高效和准确的结果；

- b) 数据传递和转换：模型编排需要能够在不同模型之间传递数据，并进行必要的格式化和转换；
- c) 上下文管理：模型编排需要能够管理上下文信息，以确保在不同模型之间传递的信息是一致和完整的；
- d) 错误处理和回退机制：模型编排应该具备错误处理和回退机制，以应对模型执行过程中可能出现的错误或失败情况。

## 7.3 在线推理系统

### 7.3.1 方案配置

方案配置功能要求如下：

- a) 应支持将图像采集和图像处理相关参数保存为方案配置文件；
- b) 应支持方案二次开发，包括算法前后处理、运行逻辑、结果输出方案等，帮助 AI 算法适用于实际电力业务场景；
- c) 应支持运行界面下快速选择运行的方案，适用于测试情况下的方案快速切换。

### 7.3.2 方案管理

方案管理功能要求如下：

- a) 方案操作：对方案的追加、删除、更新、导出、查询等操作；
- b) 方案编排：对方案进行串联或并联的编排。

### 7.3.3 方案发布

方案发布功能要求如下：

- a) 导出模型：导出模型的使用场景主要是为已经构建好调用方案的实例，这些实例仅需要在各自方案中对算法模型进行更新，无需重新编译或者修改调用代码。
- b) 二次开发：提供的接口包含方案信息获取，方案运行结果获取，运行参数设置，结果可视化。并提供环境安装指引，示例程序、调用示例和丰富的调用文档。系统使用人员可以快速进行电力图像的目标分割、目标检测、图片分类、图像识别、OCR 等功能，充分覆盖电力业务场景，如输电、变电、配电、安监等。

### 7.3.4 方案集成

方案集成功能要求如下：

- a) 支持配置：SDK 支持自定义方案的集成；
- b) 二次开发：SDK 支持 C、C#、Python、Java 中至少一种语言的二次开发。

## 7.4 运行管理系统

### 7.4.1 相机控制

相机控制功能要求如下：

- a) 应支持兼容不同型号的相机，以满足系统分辨率、镜头类型等要求；

- b) 应支持实时图像采集，支持设置曝光、白平衡、帧率等参数；
- c) 应支持选择相机触发方式，如软触发和硬触发；
- d) 应支持与相机的 SDK、API 或协议进行通信，以便控制摄像头的参数设置、开关、焦距调整等；
- e) 图像传输应支持 USB、GIGE、CameraLink 等一种或多种传输协议；

#### 7.4.2 光源管理

光源管理功能要求如下：

- a) 应支持基于 RS-232、以太网等一种或多种通讯方式；
- b) 应支持光源通道开关控制和强度设置。

#### 7.4.3 模型管理

模型管理功能要求如下：

- a) 模型部署和调度：支持将模型进行部署到不同的环境中，并提供调度功能，可以根据需求自动调度模型的运行；
- b) 模型权限和访问控制：提供模型的权限管理和访问控制，可以控制不同用户或角色对模型的访问权限。
- c) 模型生命周期管理：支持模型的完整生命周期管理，包括模型的创建、训练、部署、更新和退役等各个阶段的管理；
- d) 模型版本追踪和溯源：可以追踪和溯源模型的版本，记录模型的训练数据、参数配置和训练日志等，方便模型的复现和追溯。

#### 7.4.4 图像处理

图像处理功能要求如下：

- a) 应支持运行 AI 或传统算法方案；
- b) 应支持调整标准方案和定制方案的参数，可根据方案类型来定制参数类型；
- c) 应支持采图测试或抓拍测试，能够实现不同应用场景的实时调试；
- d) 系统兼容性：能够基于 CPU 或 GPU 处理图像，能够在 Windows 系统运行，能够在国产操作系统上运行；
- e) 算法运行能力：能够基于系统发布的方案以及设定好的运行参数进行图像处理并返回图像处理结果；
- f) 异常处理：能够在输入数据非法时给出对应提示，避免系统异常。

#### 7.4.5 权限管理

权限管理功能要求如下：

- a) 用户鉴权：能够对用户进行身份验证，基于角色判断用户是否拥有访问系统和相应功能的权利。

- b) 权限管理：对用户和角色的权限进行编辑，可以通过权限管理赋予不同用户对不同资源的访问、编辑、删除等权限从而实现视觉检测任务中不同角色的资源共享与协助。

## 8 性能要求

### 8.1 系统检测速度

面向电力的图像识别检测，单张图像平均检测耗时不宜超过 5 秒。

面向电力的语音识别检测，单个文件平均检测耗时不宜超过 5 秒。

### 8.2 准确率

指模型在所有预测中正确的比值，常规图像检测项目不低于 80%。

### 8.3 精确率

指模型在预测为正例中真正为正例的比例，精确率越高表示模型识别结果中正确的结果越多，常规图像检测项目不低于 80%；

### 8.4 召回率

指模型在所有正例中成功预测为正例的比例，召回率越高表示模型的漏检结果越少，常规图像检测项目不低于 80%；

### 8.5 F1 分数

是精确率和召回率的调和平均值，综合考虑了模型的精确率和召回率，F1 分数不低于 0.7。

### 8.6 图像处理算法

图像处理算法应确保图像处理后的质量不会降低，如信噪比（SNR）、对比度、清晰度和颜色准确性。

### 8.7 并发数

系统最大并发用户数宜不少于 20 人。

### 8.8 数据保存

系统的模型数据保存不小于 15 年，图像数据的保存时间不小于 10 年，音频数据的保存时间不小于 10 年。

## 9 安全要求

### 9.1 日志管理

对用户登录，模型管理和模型调用记入日志。对管理员提供日志查询的功能。日志不可删除。

### 9.2 安全凭证

系统使用签名方法对对外接口调用进行鉴权。对外接口每被调用一次都需要包含签名信息，以验证用户身份，防止信息被恶意篡改。

## 10 测试方法

### 10.1 数据管理系统功能测试

#### 10.1.1 数据采集

电力图像采集测试方法如下：

**a) 图像源**

- 1) 检查图像源应支持相机和本地图像；
- 2) 检查图像源应支持一个或多个相机连接；
- 3) 检查图像成像像素应支持 30 万以上的分辨率；
- 4) 检查图像成像编码格式支持 RGB、YUV、RGB-D、Bayer8 等一种或多种格式；
- 5) 检查图像成像文件格式应支持 jpg、jpeg、bmp、png、tif、tiff 等一种或多种格式；
- 6) 检查图像帧率应满足电力应用要求，支持 20FPS 以上。

**b) 图像窗口**

- 1) 检查应支持一个或多个图像窗口显示；
- 2) 检查应支持多个图像窗口内设置不同图像源、光源和图像处理方案，能够适应不同的检测场景。

**10.1.2 数据清洗**

数据清洗测试方法如下：

- a) 数据去重：检查数据集中的重复数据，如根据 md5 去重。
- b) 异常值处理：检查是否不支持的格式进行异常处理，如测试不支持的图像。
- c) 数据标准化：检查数据格式标准化为一致的格式，如统一存储格式为 jpg。

**10.1.3 数据管理**

数据管理测试方法如下：

- a) 数据操作：检查对数据的追加、删除、更新、查询等操作功能。
- b) 数据分类：检查对数据名称、数据类型、存取路径等属性对数据的分类功能。
- c) 数据保护：检查对数据的操作进行权限操作保护功能。

**10.1.4 数据存储**

检查实现数据、模型、用户信息的存储功能，包括但不限于基于权限的实体创建、删除、编辑、访问、导出指定的数据。

**10.2 方案设计与实施系统功能测试**

**10.2.1 方案规划**

方案规划测试方法如下：

- a) 测试是否支持新建方案；
- b) 测试是否支持删除方案；
- c) 测试是否支持修改方案；
- d) 测试方案中是否支持模块拖拽构建。

**10.2.2 图像预处理**

图像预处理测试方法如下：

- a) 图像尺寸调整：将图像调整为模型所需的输入尺寸, 检查是否满足要求。
- b) 数据增强：通过对图像进行旋转、翻转、缩放、平移等操作来增加数据样本的多样性, 以提高模型的泛化能力, 检查是否满足要求。
- c) 归一化：将图像的像素值缩放到一个固定的范围, 通常是 $[0, 1]$ 或 $[-1, 1]$ , 以便更好地适应模型的输入要求, 检查是否满足要求。
- d) 噪声去除：通过滤波等技术去除图像中的噪声, 以提高图像质量和模型的稳定性, 检查是否满足要求。
- e) 图像增强：通过调整图像的对比度、亮度、饱和度等参数来增强图像的特征, 以提高模型的性能, 检查是否满足要求。
- f) 图像标准化：将图像转换为特定颜色空间或表示形式的过程, 检查是否满足要求。例如, 将彩色图像转换为灰度图像、将图像转换为特定的色彩空间（如 RGB、HSV 等）。

### 10.2.3 图像标注

图像数据标注测试方法如下：

- a) 打开系统标准工具, 对预定的数据集, 打开待标注的电力图像, 在特征编辑区域进行创建类别；
- b) 对类别进行编辑；
- c) 选中合适的标注工具, 按照标注工具说明进行标注, 完成后进行保存, 导出标注文件, 打开导出的标注文件, 检查信息是否正确。

### 10.2.4 模型评估

模型评估测试方法如下：

- a) 留出法：将数据集 D 直接划分为互斥的两个集合, 分别作为训练集 S 和测试集 T。用测试集 T 的测试误差来估计模型的泛化误差。数据的划分比例一般是： $2/3 \sim 4/5$  比例的样本用于训练, 剩下的样本用于测试。
- b) 交叉验证法：将数据集 D 划分为 k 个大小相似的互斥子集, 每个子集都尽可能保持数据分布的一致性。然后每次用 k-1 个子集的并集作为训练集, 剩下的作为测试集。最终返回的是这 k 个测试结果的均值。常见的有 10 次 10 折交叉验证。
- c) 自助法：是有放回抽样, 将抽出来的样本作为训练集, 再将其训练集的补集作为测试集。

## 10.3 在线推理系统功能测试

### 10.3.1 方案配置

方案配置测试方法如下：

- a) 检查方案配置应支持将图像采集和图像处理相关参数保存为方案配置文件；
- b) 检查方案配置应支持方案二次开发, 包括算法前后处理、运行逻辑、结果输出方案等, 帮助 AI 算法适用于实际电力业务场景；
- c) 检查方案配置应支持运行界面下快速选择运行的方案, 适用于测试情况下的方案快速切换。

### 10.3.2 方案管理

方案管理测试方法如下：

- a) 方案操作：检查对方案的追加、删除、更新、导出、查询等操作；

- b) 方案编排：检查对方案进行串联或并联的编排。

### 10.3.3 方案发布

方案发布测试方法如下：

- a) 导出模型：检查支持可导出模型。
- b) 二次开发：检查方案发布支持提供的接口包含方案信息获取，方案运行结果获取，运行参数设置、结果可视化。
- c) 检查支持提供环境安装指引，示例程序，调用示例和调用文档。

### 10.3.4 方案集成

方案集成测试方法如下：

- a) 支持配置：检查 SDK 支持自定义方案的集成；
- b) 二次开发：检查 SDK 支持 C、C#、Python、Java 中至少一种语言的二次开发。

## 10.4 运行管理系统功能测试

### 10.4.1 相机控制

相机控制测试方法如下：

- a) 检查应支持兼容不同型号的相机，以满足系统分辨率、镜头类型等要求；
- b) 检查应支持实时图像采集，支持设置曝光、白平衡、帧率等参数；
- c) 检查应支持选择相机触发方式，如软触发和硬触发；
- d) 检查应支持与相机的 SDK、API 或协议进行通信，以便控制摄像头的参数设置、开关、焦距调整等；
- e) 检查图像传输应支持 USB、GIGE、CameraLink 等一种或多种传输协议；

### 10.4.2 光源管理

光源管理测试方法如下：

- a) 检查应支持基于 RS-232、以太网等一种或多种通讯方式；
- b) 检查应支持光源通道开关控制和强度设置。

### 10.4.3 模型管理

模型管理测试方法如下：

- a) 对模型进行加载和初始化，试用或者检测其输入和输出，测试其部署功能。
- b) 以不同权限的用户账号登录，确认不同权限和访问控制的有效性；
- c) 执行模型的创建、训练、部署、更新和退役等操作，验证每个阶段的功能和流程是否正常；
- d) 创建多个模型版本，记录版本信息，模拟更新场景比对新旧版本；更新模型时保存旧版本信息并与新版本关联，从而验证模型版本追踪和溯源功能。



#### 10.4.4 图像处理

图像处理测试方法如下：

- a) 分别准备训练和测试数据集；
- b) 使用系统进行模型训练，记录模型训练时长，完成模型训练和配置后导出方案；
- c) 使用系统进行图像处理，并记录每个图像的推理结果和处理速度，并将推理结果与标准答案进行比对得到精度指标，对处理速度取平均得到速度指标；
- d) 多次使用系统进行图像处理，并将推理结果记录，对多次推理结果进行比对，得到多次检测一致率；
- e) 使用系统对新图片进行图像处理，查看方案是否具有泛化性。

#### 10.4.5 结果输出

结果输出测试方法如下：

- a) 检查结果输出模块应支持原始图片和渲染图片的展示和保存；
- b) 检查结果输出模块应支持数据统计和展示，包含检测结果、检测总数、良率计算；
- c) 检查结果输出模块应支持软件运行日志的展示和保存。

#### 10.4.6 权限管理

权限管理测试方法如下：

- a) 用户鉴权：检查是否能够对用户进行身份验证，如基于角色判断用户是否拥有访问系统和相应功能的权利。
- b) 权限管理：检查对是否能够对用户和角色的权限进行编辑，如通过权限管理赋予不同用户对不同资源的访问、编辑、删除等权限。

### 10.5 性能测试

#### 10.5.1 系统检测速度测试

采用多次平均的方法对电力图像、语音进行检测。平均值不超过 5 秒。

#### 10.5.2 准确率

准确率不低于 80%。

$$\text{准确率} = \frac{M1 + N1}{M1 + M2 + N1 + N2} \times 100\%$$

M1——被正确判断为正例的样本数；

M2——被错误判断为正例的样本数；

N1——被正确判断为负例的样本数；

N2——被错误判断为负例的样本数；

#### 10.5.3 精确率

精确率不低于 80%。

$$\text{精确率} = \frac{M1}{M1 + M2} \times 100\%$$

M1——被正确判断为正例的样本数；

M2——被错误判断为正例的样本数；

#### 10.5.4 召回率

召回率不低于 80%。

$$\text{召回率} = \frac{M1}{M1 + N2} \times 100\%$$

M1——被正确判断为正例的样本数；

N2——被错误判断为负例的样本数；

#### 10.5.5 F1 分数

F1 分数不低于 0.7。

$$\text{F1 分数} = \frac{\text{精确率} \times \text{召回率}}{\text{精确率} + \text{召回率}} \times 100\%$$

#### 10.5.6 图像处理速度测试

采用一组电力图像或者视频作为输入，使用图像处理算法进行处理，记录处理时间；进行多组测试，计算平均值。

#### 10.5.7 图像处理质量测试方法

以信噪比为例，测试方法如下：

- a) 选择一组具有已知信噪比的图像作为参考图像；
- b) 使用图像处理算法对这些图像进行处理，并记录处理后的图像；
- c) 计算处理后图像与参考图像之间的信噪比，以评估图像处理算法对噪声的影响；
- d) 常用的信噪比计算方法包括峰值信噪比（PSNR）和结构相似性指数（SSIM）等。

#### 10.5.8 并发数测试

采用第三方测试工具进行压力测试。

#### 10.5.9 数据保存测试

对模型数据、图像数据、音频数据进行统计估算出每个月的增长速度，根据存储空间进行测算。

### 10.6 安全测试

#### 10.6.1 日志测试

模拟用户登录，创建方案、模型调用、进行推理、数据操作等，对系统日志进行检查。

#### 10.6.2 安全凭证测试

检查对外接口的调用记录，查看返回信息。

---