

# NB

## 中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20512.1—2018

---

### 核电厂运行许可证延续 第 1 部分：老化管理审查对象筛选 和时限老化分析识别

**Operating licenses extension of nuclear power plant—Part 1: Screening of aging  
management review and identification of time-limited aging analysis**

2018 – 12 – 10 发布

2019 – 04 – 01 实施

国家能源局 发布

# 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 术语、定义和缩略语.....	1
2.1 术语和定义.....	1
2.2 缩略语.....	1
3 范围界定.....	2
3.1 一般要求.....	2
3.2 范围界定信息源.....	2
3.3 范围界定要求.....	2
3.4 范围界定过程应用.....	3
3.5 范围界定流程.....	4
4 对象筛选.....	5
4.1 一般要求.....	5
4.2 对象筛选原则.....	5
4.3 对象筛选过程应用.....	6
5 时限老化分析识别.....	7
5.1 时限老化分析识别准则.....	7
5.2 时限老化分析识别实施方法.....	8
5.3 时限老化分析识别流程.....	8
6 记录和报告.....	9
6.1 范围界定.....	9
6.2 对象筛选.....	9
6.3 时限老化分析识别.....	9
附录 A（资料性附录） 典型非能动构筑物（构件）和部件的预定功能.....	10
附录 B（资料性附录） 记录要求.....	18

## 前 言

NB/T 20512—2018《核电厂运行许可证延续》分为以下几个部分：

- 第1部分：老化管理审查对象筛选和时限老化分析识别；
- 第2部分：机械设备老化管理审查；
- 第3部分：电气和仪控设备老化管理审查；
- 第4部分：构筑物和构筑物构件老化管理审查；
- 第5部分：环境影响评价；
- 第6部分：反应堆压力容器时限老化分析评价；
- 第7部分：蒸汽发生器时限老化分析评价；
- 第8部分：金属疲劳分析评价；
- 第9部分：电仪设备环境鉴定审查；
- 第10部分：预应力混凝土安全壳时限老化分析评价；
- 第11部分：最终安全分析报告增补指南；
- 第12部分：申请报告编写指南。

本部分为NB/T 20512—2018的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：中核核电运行管理有限公司、核动力运行研究所、上海核工程研究设计院有限公司、苏州热工研究院有限公司。

本部分主要起草人：姜赫、桂春、黄红科、孔德萍、陶钧、王江国、龚巍、陈志林、石秀强、施少波、史芳杰、张江涛、栾兴峰、陶革、高轩、赵传礼、李志华。

# 核电厂运行许可证延续

## 第1部分：老化管理审查对象筛选和时限老化分析识别

### 1 范围

本部分规定了核电厂运行许可证延续安全评估范围界定、老化管理审查对象筛选以及时限老化分析识别的方法。

本部分适用于核电厂运行许可证延续安全评估活动，其他老化管理活动可参照执行。

### 2 术语、定义和缩略语

#### 2.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 2.1.1

##### **范围界定 scoping**

根据既定的界定原则，识别出在运行许可证延续活动中需要开展安全评估的构筑物、系统、部件的过程。

##### 2.1.2

##### **对象筛选 screening**

根据既定的筛选原则，在范围界定的基础上，识别出需要进一步开展老化管理审查的构件和部件的过程。

##### 2.1.3

##### **运行许可证延续安全论证基准 safety evaluation base for operating licenses extension**

《核电厂运行许可证》有效期限延续安全论证的基准是核电厂营运单位在提交《核电厂运行许可证》延续申请时《核电厂最终安全分析报告》的有效修订版本，以及其他没有纳入安全分析报告的国家核安全局批准的安全重要修改。

##### 2.1.4

##### **预定功能 intended functions**

为了完成或支持设计基准事件预防和缓解的安全功能，或为满足特定的监管要求，电厂构筑物、系统和部件应实现的功能响应。

#### 2.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

OLE：运行许可证延续（Operating Licenses Extension）

AMR：老化管理审查（Aging Management Review）

TLAA：时限老化分析（Time-Limited Aging Analysis）

SSCs：构筑物、系统和部件（Structures, Systems and Components）



### 3 范围界定

#### 3.1 一般要求

范围界定是开展运行许可证延续安全评估的基础，为确保安全评估的完整性，在界定之初应制定满足OLE监管要求的界定原则，并严格控制执行。

#### 3.2 范围界定信息源

开展运行许可证延续范围界定的主要信息源如下：

- a) 最终安全分析报告；
- b) 系统和主设备清单；
- c) 定期安全审查报告；
- d) 设备管理数据库，包含设备基础信息、核安全分级等信息；
- e) 运行培训手册；
- f) 机械和电气设备合格鉴定文件；
- g) 图样，包括系统流程图、电气接线图、仪控逻辑图等；
- h) 设计文件，包括系统设计手册、技术规格书、设计任务书等；
- i) 运行规程，包括应急运行规程、通用运行规程、非正常运行规程、正常运行规程等。

除以上参考信息源外，不排除还有其他信息源。

#### 3.3 范围界定要求

##### 3.3.1 界定原则

开展运行许可证延续范围界定的原则如下：

- a) 安全重要 SSCs；
- b) 非安全重要但故障后影响安全的 SSCs；
- c) 其他应纳入 OLE 评估范围的 SSCs。

##### 3.3.2 安全重要 SSCs

在《核电厂最终安全分析报告》中描述了安全重要SSCs所承担的基本安全功能，这些基本安全功能如下：

- a) 控制反应性；
- b) 排出堆芯热量；
- c) 包容放射性物质和控制运行排放，以及限制事故释放。

在界定安全重要SSCs时，应按照上述对应的设计基准安全功能逐一进行识别。因核电厂设计时已对安全重要SSCs根据其安全功能和安全重要性进行了分级，在具体界定操作时，可以把电厂安全级的SSCs直接界定进来，若出现某些核电厂的安全级SSCs清单内容超出上述三大基本安全功能涉及的范围，可根据上述三大基本安全功能进行排除。

##### 3.3.3 非安全重要但影响安全的 SSCs

在核电厂非安全重要SSCs中，有一些故障时可能影响3.3.1. a) 安全重要SSCs执行功能的SSCs，其类别如下：

- a) 核电厂现行安全论证基准（主要是 FSAR）中存在的一些非安全重要 SSCs；

- 1) 飞射物。核电厂一些内、外部事件（如转动设备故障）可能产生飞射物，而用来保护周围安全级设备免受这些飞射物影响的非安全屏障，应属于 OLE 安全评估范围；
  - 2) 吊车。核电厂中的高空装卸系统，如反应堆厂房内的环形吊车、燃料厂房内的桥式吊车，在使用时其负载坠落可能会影响周边安全重要 SSCs 的安全，或直接造成核燃料破损，造成放射性外泄，这些吊车应属于 OLE 安全评估范围；
  - 3) 水淹。为安全重要 SSCs 提供防洪屏障的所有非安全设施，如海堤、排洪沟等，应属于 OLE 安全评估的范围；
  - 4) 高能管道破裂。为防护高能管道破裂影响安全重要 SSCs，电厂设计和安装了管道防甩件、冲射流屏蔽墙等，这些均属于 OLE 安全评估的范围。如果在高能管道分析中假设一个非安全重要但影响安全的高能源管道系统不发生故障或故障只发生在特定的位置，该管道系统应属于 OLE 安全评估范围，并进行 AMR，以确保这些假设仍然有效。
- b) 核电厂现行安全论证基准外存在的一些非安全重要 SSCs：
- 1) 与安全重要 SSCs 直接相连的 SSCs。对于与安全级 SSCs 直接相连的非安全级 SSCs（通常是管道系统），从安全级 SSCs 开始，经过安全/非安全交界面直到第一道抗震锚固件或等效锚固件的非安全级管道系统和支撑，都属于 OLE 评估范围。对于这一类 SSCs 的界定，可通过查找系统流程图和管道布置图进行，并辅以必要的现场勘查来确定。识别第一道抗震锚固件或等效锚固件的要点如下：
    - 抗震锚固件所指向的装置或构筑物应确保将力和力矩限制在三个正交方向；
    - 等效锚固件本身不是锚固件，但能起到替代锚固作用。如安全级管道后没有抗震锚固件固定而是直接连接到非安全级大型设备（如热交换器），该设备及其支撑将作为电厂管道系统设计分析的一部分，来确保力和力矩限制在三个正交方向。
  - 2) 与安全重要 SSCs 不直接相连的 SSCs。对于不直接连接到安全级 SSCs，或连接在第一道等效锚固件外的非安全级 SSCs，如果它们的故障会阻碍安全重要 SSCs 功能的实现，那么就属于界定范围之内。这种情况可能在现有的安全论证文件中没有体现，应现场勘查确定。此类 SSCs 一般从缓解和预防两个角度来进行界定：
    - 若电厂已设置了缓解设施（如管道防甩击装置、射流屏蔽墙、喷淋屏蔽墙、抗震支撑、防洪屏障等），可以保护安全级 SSCs 免受非安全级管道段故障的影响，并能得到证明，那么只有缓解设施应包含在 OLE 范围之内，非安全级管道段不应包含在内；
    - 如果不能证明缓解设施可以保护安全级 SSCs 免受非安全级管道段故障后的影响，那么应评估预防措施。此措施要求将非安全重要管道段纳入 OLE 范围内，并且对管道段的部件进行审查。

### 3.3.4 其他应纳入 OLE 评估范围的 SSCs

主要包括：

- a) 国内监管要求涉及的 SSCs。如：
  - 1) 《核电厂最终安全分析报告》中所描述的防火设计、火灾探测和灭火系统；
  - 2) 《核电厂最终安全分析报告》中所描述的超设计基准事故的预防或缓解设施；
  - 3) 未纳入《核电厂最终安全分析报告》，但经国家核安全局批准或国家核安全局所要求的改进项。
- b) 参考行业经验反馈确定的 SSCs。如国际上针对消防、环境鉴定、承压热冲击、未能紧急停堆的预期瞬态、全厂断电等事件所采取的预防和缓解 SSCs。

### 3.4 范围界定过程应用

#### 3.4.1 预定功能识别

作为范围界定的前提，电厂应建立一套用来识别运行许可证延续范围内的SSCs预定功能的方法。

系统级的预定功能可以最直接地反映范围界定原则要求；设备级的预定功能是支持所在系统为满足3.3的要求而承担的功能。

#### 3.4.2 系统级界定

以核电厂系统清单作为范围界定的输入，符合3.3中任何准则之一的构筑物或系统即纳入范围界定的构筑物和系统清单。

#### 3.4.3 设备级界定

为进一步明确系统中哪些设备属于许可证延续安全评估的范围，应对系统级界定结果中的机械、电气和仪控系统中包含的设备开展设备级界定（构筑物由于不存在设备的概念，所以没有设备级界定环节）。

设备级界定的界定原则与系统级界定是一致的。当系统的预定功能满足3.3中某一项或几项的要求时，用于支撑这些系统预定功能的设备均属于OLE安全评估的范围。

#### 3.5 范围界定流程

图1示例了从构筑物、系统到构筑物、设备逐级进行范围界定的流程。此外，核电厂也可采用多种方法相结合进行判断以使界定工作更加高效、便捷。

根据机械、电仪、构筑物的不同特点，其界定流程允许有所区别。例如：机械设备宜按照系统图，以人工审查的方式，按照先系统后设备逐级界定；电仪设备同样可按照从系统到设备逐级界定的流程进行，也可以直接从设备级开始界定，其前提是电厂已开发了完备的设备管理数据库。

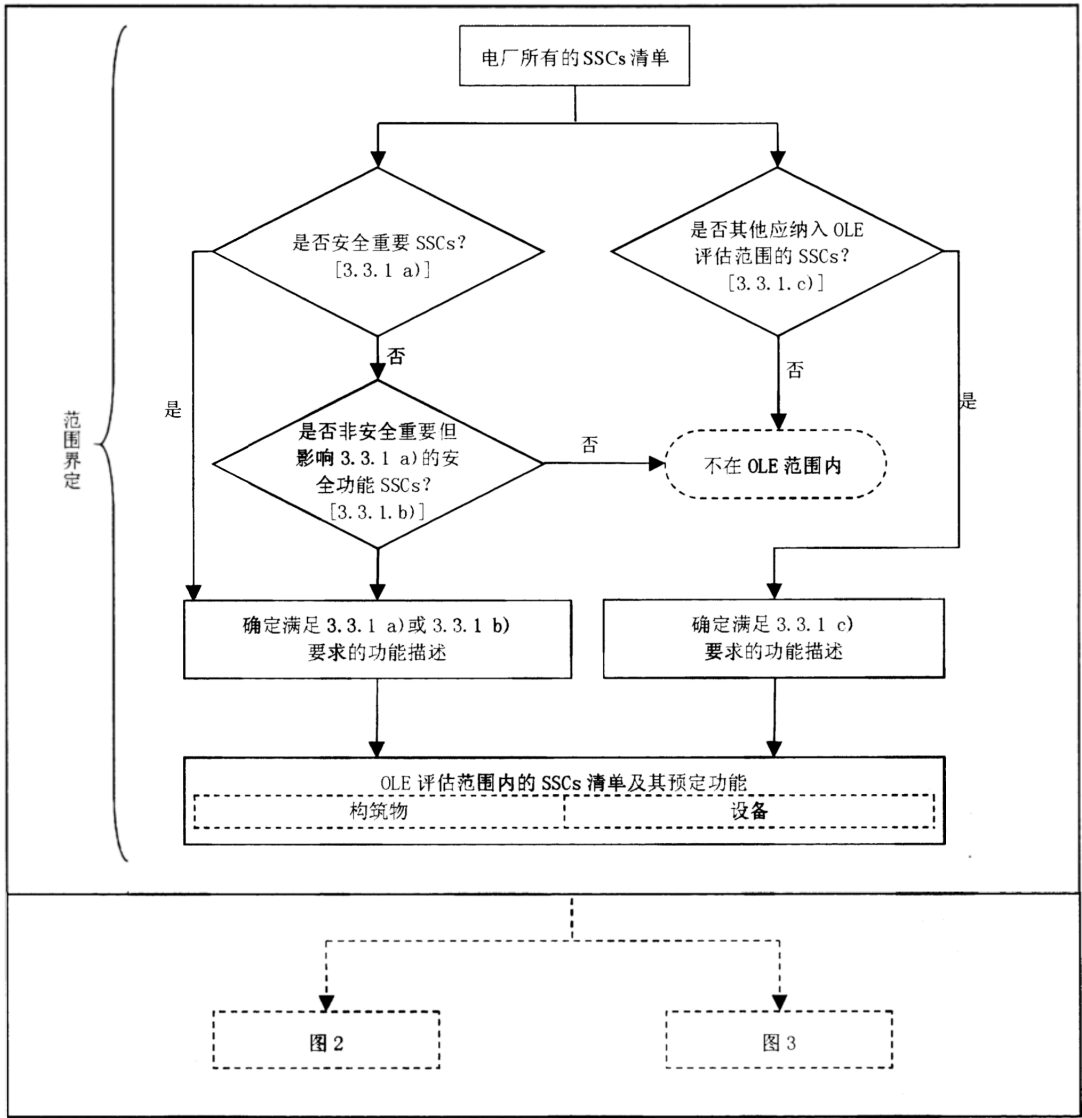


图 1 OLE 范围界定流程

4 对象筛选

4.1 一般要求

以范围界定后的SSCs清单为输入，确定其中“非能动”、“长寿命”的构筑物构件和部件，这些构件和部件就是老化管理审查的对象。

4.2 对象筛选原则

4.2.1 非能动

在执行预定功能时，结构和特征不发生改变的部件和构筑物，但不包括能动部件。这些部件和构筑物包括：反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器、管道、泵壳、阀体、堆芯屏蔽、热交换器、通风管、

安全壳、安全壳衬里、电气和机械贯穿件、设备闸门、抗震I类构筑物、电缆和接头、电缆桥架和电气柜等。

#### 4.2.2 长寿命

不基于鉴定寿命和规定时间进行更换的构筑物和部件。而通过定期试验、监测、维护或更换等方式保证使用期内功能的设备或部件不纳入审查范围，例如：泵（不包括泵壳）、阀门（不包括阀体）、电动机、柴油发电机、空气压缩机、减振器、压力变送器、压力指示计、开关（装置）、冷却风扇、晶体管、电池、断路器、继电器、电路板、充电器、电源装置等。

### 4.3 对象筛选过程应用

#### 4.3.1 预定功能识别

所有通过对象筛选确定的非能动、长寿命构件和部件均需进行老化管理审查（AMR）。对于这些构件和部件，应使用文件表述其预定功能，以便在AMR中使用。构件和部件的预定功能是指支持系统执行其预定功能的构件和部件的具体功能。表A.1列举了可供参考的典型非能动构筑物（构件）和部件的预定功能。

#### 4.3.2 物项组

对相似的构件或部件进行分组可为电厂老化管理审查工作提供帮助，按构件或部件组进行AMR审查将提高工作效率。可根据相似的设计、相似的材料、相似的老化管理实践和相似的服役环境等对构筑物（构件）或部件进行分组。如果在构筑物（构件）或部件的运行环境中还包含不同的敏感源，则在分组时还应考虑服役寿命、运行瞬态、前期失效模式及其他导致不同分组结果的条件。表A.2列举了一份电厂典型部件、构筑物和物项组清单，并在最后一列给出了该组是能动还是非能动的判定。

#### 4.3.3 构筑物

OLE范围内的构筑物均具有长寿命和非能动的特征，因而均应进行老化管理审查。在准备审查的过程中，对构筑物进行分类（如浇注混凝土、块状混凝土、钢结构、屏蔽墙、金属滑轨、基础等），将有助于后续AMR审查工作。将复杂的构筑物细分为构件（如墙体、地板、板料、贯穿件、地基等）也能为AMR提供便利。

#### 4.3.4 结构支撑

结构支撑（如吊钩、管道防甩装置、电缆盘槽和支撑）用来支承或约束机械设备和电气设备。结构支撑可作为构筑物的一部分考虑，也可单独考虑。

另外，有些管段也具有支撑作用。例如，如果安全重要和非安全重要的管道边界正处于某个阀门的位置，那么，从该阀门到下一个抗震锚固件前的管段在地震事故中就起结构支撑的作用。这些管段应属于AMR范围。

#### 4.3.5 复杂组件

一些构筑物和部件的组合物称为复杂组件（如柴油发电机启动加热系统、通风系统、空调冷冻设备）。评估者应对组成复杂组件的构筑物或部件进行识别，并以是否属于AMR范围为条件，为组成复杂组件的设备划定界限。表A.3关于范围界定的推荐意见中以控制室的冷却系统为例，说明了如何确定相关部件是否属于AMR范围。

#### 4.3.6 消耗品

在对象筛选过程中，还应考虑消耗品的处置方式。消耗品主要包括：

- a) 填料、垫圈、设备密封圈、O 形环；
- b) 结构密封材料；
- c) 油、润滑剂、过滤器组件；
- d) 系统过滤组件、灭火器、灭火水龙带、气密填料。

表A.4为这些易损件提供了可供参考的分类方法。

4.3.7 对象筛选流程

在完成3.0范围界定工作之后，需将界定后的构筑物和设备分解到构件和部件，再根据4.2筛选原则确定老化管理审查具体对象，其流程如图2所示。

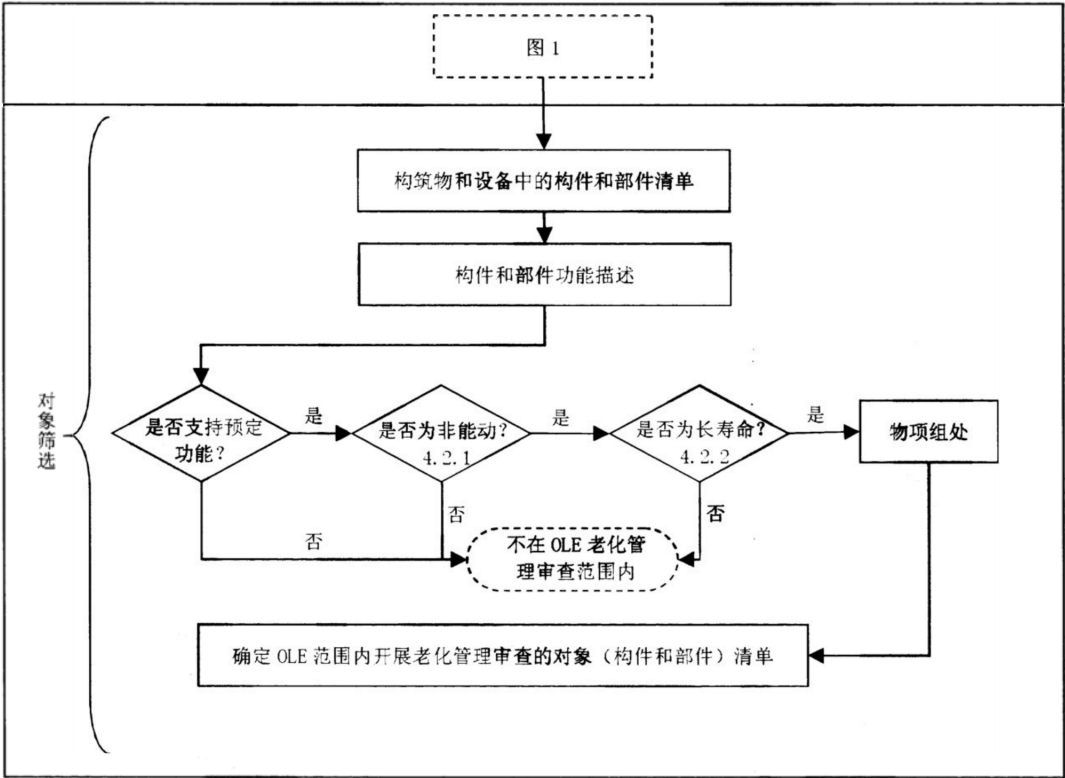


图 2 老化管理审查对象筛选流程

5 时限老化分析识别

5.1 时限老化分析识别准则

应识别出那些同时符合所有特定要求的电厂的计算和分析来做为时限老化分析（TLAA）对象，这些特定要求包括：

- a) OLE 范围内的 SSCs；
- b) 涉及老化效应；
- c) 涉及的时限假设是根据当前的运行许可证有效期限进行定义的，如 40 年；
- d) 与电厂安全决策相关；
- e) 可用于证明 SSCs 实现其预定功能的结论或得出该结论的相关依据；

- f) 被现行安全论证基准所包含或引用。

## 5.2 时限老化分析识别实施方法

### 5.2.1 通用要求

OLE申请者应按照5.1中提出的六条准则来确认电厂特定的时限老化分析的内容，这六条准则相关要求如下：

- a) OLE 范围内的 SSCs。OLE 范围界定应在识别 TLAA 对象之前或与其同时进行；
- b) 涉及老化效应。这些老化效应包括但不限于：材料损失、韧性降低、预应力损失、沉降、开裂、介电能力降低；
- c) 涉及的时限假设是根据当前的运行许可证有效期限进行定义的，例如 40 年。在现有分析中已明确定义了运行期限，并且是通过详细的分析计算而来；
- d) 与安全决策有关。运行许可证持有者是通过相关信息的审查来确定分析与安全决策的相关性，如果可以证明分析与电厂采取的安全行动有直接关系，或者为许可证持有者的安全决策提供基础，则认为该分析与安全决策有关。若不进行此项分析，许可证持有者可能已经认为该分析与安全决策无关；
- e) 可用于证明 SSCs 实现其预定功能的结论或得出该结论的相关依据。构筑物（构件）和部件的预定功能应在确定 TLAA 之前或与其同时确定，不影响 SSCs 预定功能的分析不列入 TLAA 的范围；
- f) 现行安全论证基准所包含或引用。不在现行安全论证基准中或不属于论证参考文件的计算和分析不属于 TLAA。

确定出的TLAA应满足所有的六条准则。表A.5作为参考，提供了如何应用这六条准则来进行时限老化分析识别判定的示例；表A.6列出了潜在的TLAA清单，这些潜在的TLAA是从国际上各核电厂的安全论证基准文件、各种规范、标准和法规文件的行业审查中得出的。

### 5.2.2 豁免项的分析

在评价时限老化分析时，应识别出所有电厂豁免条件，若该豁免条件是基于时限假设的则列入可能的TLAA分析项清单，并进行下一步的评估。

## 5.3 时限老化分析识别流程

时限老化分析是指基于电厂当前的运行状况，对电厂某些特定问题进行分析计算，包括以时限老化分析为基础的豁免条件，来证明现有的时限老化分析可以延伸至运行许可证延续期末。图3描述了时限老化分析识别流程。

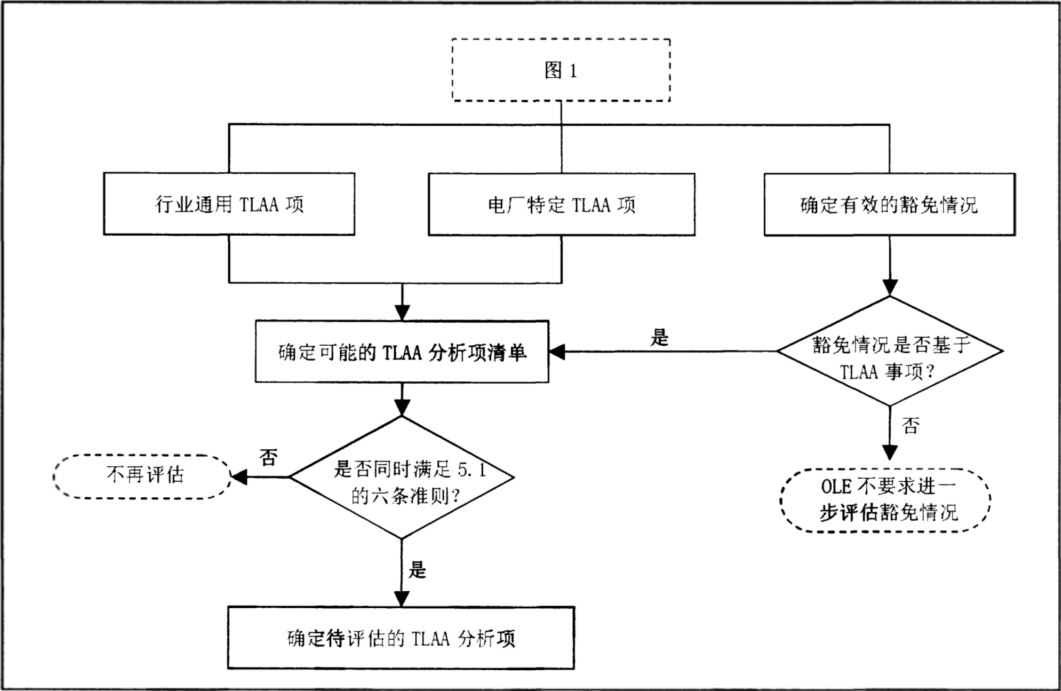


图 3 时限老化分析识别流程

6 记录和报告

6.1 范围界定

范围界定的记录表单中应包含系统码、系统名称、系统的详细描述、边界、纳入范围的理由等信息，其要求参见表B.1。

6.2 对象筛选

老化管理审查对象筛选的记录表单中应包含设备或设备组名称（或构筑物名称）、设备编码、部件名称、部件预定功能、判断理由等信息。其要求参见表B.2。

6.3 时限老化分析识别

时限老化分析识别的记录表单中应包含电厂潜在的计算和分析、是否纳入TLAA范围的说明、及应考虑的计算和分析等信息。其要求参见表B.3。



附 录 A  
(资料性附录)

典型非能动构筑物（构件）和部件的预定功能

可供参考的典型非能动构筑物（构件）和部件的预定功能见表A.1。

表 A.1 典型非能动构筑物（构件）和部件的预定功能

预定功能	说明
吸收中子	吸收中子
电气连续性	连接特定电路，传输电压、电流或信号
绝缘（电气）	为导体提供绝缘和支撑
过滤	提供过滤功能
换热	提供换热功能
泄漏边界（空间隔离）	保持非安全重要设备的结构完整性，防止因非安全设备失效导致的安全级设备失效
压力边界	提供承压边界，以保障输出足够的压力和足够大的流量，提供裂变产物的屏蔽边界，包容隔离裂变产物
喷淋	将流体转为喷雾
结构完整性	为保持安全重要设备机械和结构完整性，非安全设备为无结构约束的安全级设备和管道提供支撑功能
结构支撑	为安全级设备或安全相关设备提供结构上或功能上的支撑
限流器	提供流量限制功能
导流	提供喷淋防护或防止直通流（如通往安全壳地坑的安注流）
膨胀/隔离	提供热膨胀伸缩/地震隔离
防火屏障	控制火势，或防止火势蔓延到电厂的临近区域
水淹屏障	提供防水淹的屏障（在内外部水淹事故中）
气体释放	对过滤气体或非过滤气提供排放路径
热阱	在全厂断电或设计基准事故工况中，提供热阱
高能管道屏蔽	提供高能管道破裂的屏蔽功能
飞射物屏障	提供飞射物屏障的功能（内部或外部飞射物）
管道防甩	提供管道防甩功能
泄压	提供超压保护功能
屏蔽/保护	为安全重要设备提供屏蔽/保护功能
屏蔽	提供放射性屏蔽功能
停堆冷却水	为停堆提供冷却水源
构筑物压力屏障	在设计基准事故工况中，为保护公众健康和安全，作为压力边界或防泄漏屏障

可供参考的典型构筑物、部件和物项组的筛选判定见表A.2。

表 A.2 典型构筑物、部件和物项组及 4.2.1 的筛选判定

典型的构筑物、部件和物项组以及针对 4.2.1 的筛选判定			
序号	类型	部件及物项组	是否在执行预定功能时, 不包含能动部件, 结构、特性不发生变化, 4.2.1
1	构筑物	抗震I类构筑物	是
2	构筑物	安全壳构	是
3	构筑物	取水构筑物	是
4	构筑物	取水渠(隧道)	是
5	构筑物	OLE范围内的非抗震I类构筑物	是
6	构筑物	设备支撑及基座	是
7	构筑物	波纹管	是
8	构筑物	闸门	是
9	构筑物	贯穿件密封	是
10	构筑物	膨胀节及密封圈	是
11	构筑物	燃料水池	是
12	构筑物	混凝土路牙	是
13	构筑物	排放烟囱	是
14	构筑物	防火屏障	是
15	构筑物	防甩约束装置及射流屏蔽装置	是
16	构筑物	电气及仪控贯穿件	是
17	构筑物	仪表机架(框架)、机柜(柜体)及其他外壳	是
18	构筑物	配电板、电气箱、电气设备支架及其他设备	是
19	构筑物	电缆桥架及其支撑	是
20	构筑物	电缆管廊(沟)	是
21	机械	堆内构件	是
22	构筑物	规范I级支撑及吊架	是
23	构筑物	非规范I级支撑及吊架	是
24	构筑物	缓冲装置	否
25	反应堆冷却剂压力边界部件 (注: 此类部件由电厂CLB 和具体文件确定)	规范 I级管道	是
26	反应堆冷却剂压力边界部件	压力容器	是
27	反应堆冷却剂压力边界部件	主泵	是(壳体)
28	反应堆冷却剂压力边界部件	控制棒驱动机构	否
29	反应堆冷却剂压力边界部件	控制棒驱动机构承压壳	是
30	反应堆冷却剂压力边界部件	蒸汽发生器	是
31	反应堆冷却剂压力边界部件	稳压器	是
32	非核安全I级管道部件	地下管道	是
33	非核安全I级管道部件	低温厂用水管道	是

表 A.2 (续)

典型的构筑物、部件和物项组以及针对 4.2.1 的筛选判定			
序号	类型	部件及物项组	是否在执行预定功能时, 不包含能动部件, 结构、特性不发生变化, 4.2.1
34	非核安全I级管道部件	高温厂用水(单相)管道	是
35	非核安全I级管道部件	厂用水(多相)管道	是
36	非核安全I级管道部件	厂用水(多相)管道	是
37	非核安全I级管道部件	低温气体输送管道	是
38	非核安全I级管道部件	不锈钢管道	是
39	非核安全I级管道部件	仪表管道	是
40	非核安全I级管道部件	膨胀节	是
41	非核安全I级管道部件	管道系统	是
42	非核安全I级管道部件	喷淋头	是
43	非核安全I级管道部件	其他配件(弯管、法兰、热电偶、焊缝、销钉等)	是
44	泵	应急堆芯冷却泵	是(壳体)
45	泵	厂用水及消防水泵	是(壳体)
46	泵	润滑油及闭式循环水泵	是(壳体)
47	泵	冷凝水泵	是(壳体)
48	泵	含硼水泵	是(壳体)
49	泵	应急厂用水泵	是(壳体)
50	泵	潜水泵	是(壳体)
51	汽轮机	汽轮机泵驱动(除泵)	是(壳体)
52	汽轮机	燃气汽轮机	是(壳体)
53	汽轮机	控制系统(驱动装置及超速脱扣装置)	否
54	发动机	消防水泵柴油机	否
55	应急柴油发电机	应急柴油发电机	否
56	热交换器	冷凝器	是
57	热交换器	暖通系统冷却器(包括壳体)	是
58	热交换器	一回路系统用水热交换器	是
59	热交换器	处理水系统热交换器	是
60	热交换器	闭式循环水系统热交换器	是
61	热交换器	润滑油系统热交换器	是
62	热交换器	生水系统热交换器	是
63	热交换器	安全壳空气系统热交换器	是
64	其他设备	轴封风机	否
65	其他部件	复合器	电厂要明确设备的预定功能并使用电厂整体评估程序来确定是否按非能动和能动分组
66	其他部件	柔性接头	是
67	其他部件	过滤器	是

表 A.2 (续)

典型的构筑物、部件和物项组以及针对 4.2.1 的筛选判定			
序号	类型	部件及物项组	是否在执行预定功能时, 不包含能动部件, 结构、特性不发生变化, 4.2.1
68	其他部件	防爆膜	是
69	其他部件	疏水器	是
70	其他部件	限流孔板	是
71	其他部件	空压机	否
72	电仪设备	报警装置(如火警探测装置)	否
73	电仪设备	分析仪表(如气体、电导率分析器)	否
74	电仪设备	报警器(如灯、声音及报警信号)	否
75	电仪设备	蓄电池	否
76	电仪设备	电缆、连接件、母线、电气贯穿件零部件、能动机械对应的配电柜外部保险盒(如电气贯穿件的电缆、接头配件、接头、接线板、动力电缆、仪控电缆、绝缘电缆、通信电缆、非绝缘接地导线、信号变送线、分相隔离母线、不分相母线、分相母线、开关站母线)	是
77	电仪设备	充电器、转换器、逆变器(如电流-电压转换器, 电压-气动转换器、蓄电池充电器及逆变装置、棒控电源的电动发电机组)	否
78	电仪设备	断路器(如空气断路器、压膜成型断路器、充油断路器)	否
79	电仪设备	通信设备(如电话、音频视频记录及播放设备、内部播放系统、计算机终端、电子信息处理器、无线广播设备、传送线、输电线载波机)	否
80	电仪设备	电加热器	否/是(如果属于压力边界的电仪设备)
81	电仪设备	加热保温管	否
82	电仪设备	电气控制元器件(如开关、断路器、指示灯、保险盒等)及配电盘内部零件(如主控制盘、高压交流控制盘)	否
83	电仪设备	电气元器件、热电阻、传感器、热电偶(如传导元件、温度传感器、流量传感器、射线传感器、功率传感器、热电偶、热电阻、振动探头、电流表、频率表、功率因子表、无功表、速度传感器、电压传感器)	否/是(当属于压力边界的电仪设备)
84	电仪设备	熔断器	否
85	电仪设备	发电机及电机(如应急柴油发电机、堆芯应急冷却以及应急补水泵电机、小型电机、发电机组、汽轮发电机、燃气轮机发电机、风机电机、泵电机、阀门电机、空气压缩机电机)	否
86	电仪设备	高压绝缘(开关站陶瓷绝缘子串、传输导线绝缘)	是
87	电仪设备	避雷器(如配电装置避雷器、抑制浪涌电抗器、缓冲电容、保护电容)	否
88	电仪设备	指示器(如压差指示器、压力指示器、流量指示器、液位指示器、速度指示器、温度指示器、模拟指示器、数字信号指示器、LED及LCD指示器)	否

表 A.2 (续)

典型的构筑物、部件和物项组以及针对 4.2.1 的筛选判定			
序号	类型	部件及物项组	是否在执行预定功能时, 不包含能动部件, 结构、特性不发生变化, 4.2.1
89	电仪设备	隔离装置 (如隔离变压器、光频隔离器、隔离继电器、隔离二极管)	否
90	电仪设备	电灯 (如指示灯、应急照明灯、白炽灯、荧光灯)	否
91	电仪设备	控制回路 (如压差指示控制器、流量指示控制器、温度指示控制器、速度控制器、单片机控制器、单回路数字控制器、过程控制器、人工装载、选择站、手动/自动站、自动/人工站)	否
92	电仪设备	显示表 (如电表、电压表、频率表、功率表、功率因子表、电度表)	否
93	电仪设备	电源	否
94	电仪设备	辐照监测器 (如特定范围内辐照监测、过程辐照监测)	否
95	电仪设备	记录器 (图表记录器、数字记录器、事件记录器)	否
96	电仪设备	调节器 (如电压调节器)	否
97	电仪设备	继电器 (如保护继电器、控制或逻辑继电器、辅助继电器)	否
98	电仪设备	信号调节器	否
99	电仪设备	电磁控制器	否
100	电仪设备	固体元器件 (如晶体管、电路板、计算器)	否
101	电仪设备	开关 (如压差指示开关、压差开关、压力开关、流量开关、电导开关、液位开关、温差指示开关、温度开关、湿度开关、限位开关、振动开关、水平开关、控制开关、自动传送设备开关、手动传送开关、手动分离开关、电流开关、限位开关、刀闸)	否
102	电仪设备	开关装置、负荷中心、电机控制中心、配电盘内部元件 (包括开关、断路器、指示灯等) (如 4.16 kV 开关、480 V 负荷中心、480 V 电机控制中心、250 V 直流电机控制中心、6.5 kV 开关站、240/125 V 配电盘)	否
103	电仪设备	变压器 (如互感器、中心负荷变压器、小功率变压器、大功率变压器、隔离变压器、耦合电容、电压互感器)	否
104	电仪设备	变送器 (如压差变送器、压力变送器、流量变送器、液位变送器、辐照变送器、静压变送器)	否
105	阀门	液压阀	是 (阀体)
106	阀门	爆破阀	是 (阀体)
107	阀门	手动阀	是 (阀体)
108	阀门	小阀	是 (阀体)
109	阀门	电动阀	是 (阀体)
110	阀门	气动阀	是 (阀体)
111	阀门	主蒸汽隔离阀	是 (阀体)
112	阀门	小型释放阀	是 (阀体)
113	阀门	止回阀	是 (阀体)

表 A.2 (续)

典型的构筑物、部件和物项组以及针对 4.2.1 的筛选判定			
序号	类型	部件及物项组	是否在执行预定功能时, 不包含能动部件, 结构、特性不发生变化, 4.2.1
114	阀门	安全阀	是(阀体)
115	阀门	阻尼器、帘式挡板、重力阻尼器	是(外壳)
116	箱罐	气罐	是
117	箱罐	排放水收集箱	是
118	箱罐	硼酸储存箱	是
119	箱罐	地上储油罐	是
120	箱罐	地下储油罐	是
121	箱罐	除盐水箱	是
122	箱罐	中子屏蔽箱	是
123	风机	通风风机(包括进气风机、排气风机、吹扫风机)	是(外壳)
124	风机	其他风机	是(外壳)
125	其他设备	应急照明设备	否
126	其他设备	软管站	是

可供参考的关于范围界定的推荐意见见表A.3。

表 A.3 关于范围界定的推荐意见

问题	推荐意见
物项组	<p>电厂还可以将同类构筑物和部件列为具体的物项组, 如管道支架和电缆桥架。确定构筑物和部件分组的依据可以通过同类功能、同类设计、同类结构材料、同类老化管理实践或同类环境等特性予以解释。若电厂使用了物项组, 审查人员应核实电厂已经解释了分组的依据。</p>
复杂组件	<p>有些构筑物和部件被组合在一起时, 可认作复合组件(如柴油发电机起动空气系统或加热、通风和空调制冷单元)。根据老化管理审查的目的, 重要的是清楚地设定审查的边界。电厂应识别构成复合组件的构筑物和部件, 并分析各个构筑物和部件是否需要进行老化管理审查, 以便设定复合组件的审查边界。</p> <p>两台控制室冷冻器是控制室冷却系统的一部分, 每台都是100%容量的制冷机组。控制室冷冻器的功能是在最高温度6.7℃下提供可靠的冷却水, 为控制室冷却系统提供压力边界, 为厂用水系统提供压力边界, 为冷冻剂提供压力边界。所有这些功能被视为预定功能。通常将控制室冷冻器视为一个功能单元; 但针对老化效应评估这一目的而言, 有必要对单项部件进行分析。因此, 每台控制室冷冻器的边界确定如下:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 在控制室冷冻器的厂用水系统接头的入口和出口法兰处, 连接的管道系统属于厂用水系统;</li> <li>b) 在控制室冷冻器蒸发器的厂用水系统接头的入口和出口法兰处, 连接的管道系统属于控制室冷却系统;</li> <li>c) 对电源来说, 边界是向设备供电的断路器上的输出端子, 包括从断路器到设备的电缆, 适用于480 VAC和120 VAC;</li> <li>d) 仪表气源的边界是在仪表空气与压力控制调节器、温度控制器和变送器及位于设备上的电磁阀管道接头处。从仪表空气管接头到设备之间的管道是仪表空气系统的一部分;</li> <li>e) 警报系统的边界是位于设备报警开关装置(限位开关、压力开关、液位开关等)的外接触头处。电缆也是警报系统的一部分。</li> </ul>

表 A.3 (续)

问题	推荐意见
复杂组件	根据确定的边界, 应将下列部件列入老化管理审查范围之内: 冷凝器、蒸发器、节热器、冷冻器冷冻管道系统、冷冻剂变径孔板、基础和螺栓、电气柜、导管、桥架和支架、阀门。
假想故障	<p>根据非安全重要影响安全的判断原则, 申请人可以根据: a) 电厂的现行安全论证基准; b) 核电厂实际运行经验; c) 行业经验及现行工程分析文件, 来确定哪些SSCs应该列入OLE的初始关注范围。电厂不用考虑那些不属于现行安全论证基准并且未曾经历的假想故障。</p> <p>例如: 电厂应考虑的内容包括: a) FSAR中已经确认的消防系统部分。该部分向换料平台供水, 在设计基准事故分析中作为备用冷却水源, 减轻乏燃料池冷却剂丧失造成的损失; b) 非安全重要且非地震鉴定级的建筑: 按照电厂现行安全论证基准的相关说明, 该建筑的预定功能是保护作为备用冷却水源的水罐, 而备用冷却水源是减轻设计基准事件的后果所需要的; c) 在电厂的现行安全论证基准中确认为抗震I/II级部件的非安全相关的管段。</p>
级联效应	<p>对3.3.1.c)来说, 电厂无需考虑假想故障和第二、第三、第四级支持系统。例如, 若只要求非安全重要的柴油发电机维持其功能, 以符合“全厂断电”监管要求, 则电厂可以不考虑: a) 备用冷却水系统; b) 抗震不合格的建筑墙体; c) (地震II/III级配置中) 非地震鉴定等级的管道系统的架空管段。</p> <p>电厂不可将法规要求运行或依赖的任何特定的支持系统排除在外(这些支持系统是依据电厂的现行安全论证基准、电厂实际经验、业内通用经验或现有工程评估予以确认的)。例如, 若非安全相关的柴油发电机(依靠该发电机证明电厂符合适用的法规要求)的分析需要另一个冷却系统来冷却柴油发电机气缸套水冷却系统, 用于柴油机的运行, 则这两个冷却系统包含在该法规的范围内。</p>

可参考的OLE对象筛选过程中消耗品的处置方案见表A.4。

表 A.4 OLE 对象筛选过程中消耗品的处置方案

消耗品	处置方法
填料、垫片、设备密封垫、O形圈	在系统/设备范围界定与筛选过程中, 这些消耗品将不会明确地列入范围界定与筛选结果清单中。但在对设备部件进一步进行筛选时, 则需要解决这些消耗品是否属于AMR范畴的问题。可以利用设计规范中针对非压力边界设备的内容作为明确的依据, 将这些消耗品排除掉。
结构密封材料	在系统/设备范围界定与筛选过程中, 结构密封剂将不会明确地列在范围界定与筛选结果清单中。但在对设备部件进一步进行筛选时, 则需要解决这些消耗品是否属于AMR范畴的问题。结构密封剂与其所属的设备一起执行预定功能, 通常情况下, 这些设备没有能动部件、构型不会发生改变且不属于典型的更换设备。因此, 对特定电厂而言, 需要通过其设备的老化管理大纲对这些物项实施老化管理。
油、油脂和过滤器组件	由于这些常规物项具有短寿命的特点, 因此, 在筛选过程中就可以将其排除。
系统过滤器组件、灭火器、灭火水龙带、气密填料	根据4.2.2中的定义, 这些设备属于定期更换设备, 在AMR过程中, 可以根据电厂的具体情况, 将这些设备排除。作为方法描述的一部分, 评估者明确排除这些设备所依据的标准。

可参考的潜在的TLAAs示例及识别判定说明见表A.5。

表 A.5 潜在的 TLAAs 示例及识别判定说明

示例	说明
电厂证明控制棒在设计寿命期间未发生不可接受的累积磨损。	不属于TLAA，因为控制棒的设计寿命小于40年。因此不满足5.1.c)所述TLAA定义的准则。
100 m/h的最大风速预计每50年发生一次。	不属于TLAA。因为其不涉及老化效应。
安全壳底板上的防泄漏薄膜，经供应商鉴定可 <b>持续使用</b> 40年。	不满足5.1.d)所述TLAA定义的准则，因此其不属于TLAA。任何安全性评估都不考虑防泄漏薄膜的影响。
稳压器波动管的累积疲劳损伤因子在当前许可证期间满足要求。	属于TLAA，因为满足5.1所述TLAA定义的所有六个准则。电厂的疲劳设计依赖于与该设备 <b>40年运行寿命</b> 相关的假设。由于受到热分层的影响，对电厂 <b>实际数据</b> 进行分析的难度较大。
安全壳钢筋的预应力是根据 <b>电厂40年的运行寿命</b> 进行计算的。在技术规范 <b>监督期间</b> 用来和 <b>测量数据</b> 进行对比来预测此预应力在延寿期间的状态。	属于TLAA，满足5.1所述TLAA定义的所有六个准则。目前该预应力曲线限制于40年的值，如果考虑延续运行，则需要进行必要的技术检查和评估。

可供参考的潜在的TLAAs列表见表A.6。

表 A.6 潜在的 TLAAs 列表

序号	时限老化分析
1	反应堆压力容器 <b>中子脆化</b> 评估
2	金属疲劳分析
3	电气设备的环境鉴定
4	混凝土安全壳 <b>预应力</b> 损失评估
5	安全壳钢衬里，金属安全壳和贯穿件疲劳分析
其他电厂特定的TLAAs	见下面注
注：其他电厂特定的TLAAs的一些实例包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>——缺陷的<b>裂纹扩展</b>分析，来证明缺陷在许可证有效期内不发生失稳扩展；</li> <li>——安全壳贯穿件<b>加压密封</b>循环分析；</li> <li>——环吊的疲劳分析（吊车<b>循环</b>载荷限制）；</li> <li>——反应堆冷却泵飞轮<b>疲劳</b>分析；</li> <li>——破前泄漏分析；</li> <li>——循环水取水构筑物<b>沉降</b>分析。</li> </ul>	



附 录 B  
(资料性附录)  
记录要求

可供参考的范围界定的记录要求见表B.1。

表 B.1 范围界定的记录要求

1. 系统界定		
以表格形式列出系统界定的结果，表格中包括系统码、系统名称、纳入范围的理由。如：		
系统码	系统名称	纳入范围的理由
工艺系统		
RCS	反应堆冷却剂系统	SR、NSR、PTS
1.1 机械系统		
1.1.1 反应堆冷却剂系统		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
1.1.2 专设安全设施		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
1.1.3 辅助系统		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
1.1.4 蒸汽和动力转换系统		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
1.2 构筑物		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
1.3 电气及仪控系统		
对每个系统，提供以下信息：系统的详细描述、边界、纳入范围界定结果的依据。		
2. 设备界定		
以表格形式列出设备界定的结果，表格中包括设备码、设备名称、纳入范围的理由。例如：		
设备码	设备名称	纳入范围的理由
反应堆冷却剂系统RRCS		
RRCS-S01-01-SCV	反应堆压力容器	SC、PTS
2.1 机械系统		
2.1.1 反应堆冷却剂系统		
对每个系统，提供以下信息：系统中主要设备（包括动力设备及其前后的隔离阀、动力设备的吸入水源、系统的超压保护阀、换热器等）的功能描述、纳入范围界定结果的依据。		
2.1.2 专设安全设施		
对每个系统，提供以下信息：系统中主要设备（包括动力设备及其前后的隔离阀、动力设备的吸入水源、系统的超压保护阀、换热器等）的功能描述、纳入范围界定结果的依据。		

表 B.1 (续)

2.1.3辅助系统
对每个系统,提供以下信息:系统中主要设备(包括动力设备及其前后的隔离阀、动力设备的吸入水源、系统的超压保护阀、换热器等)的功能描述、纳入范围界定结果的依据。
2.1.4蒸汽和动力转换系统
对每个系统,提供以下信息:系统中主要设备(包括动力设备及其前后的隔离阀、动力设备的吸入水源、系统的超压保护阀、换热器等)的功能描述、纳入范围界定结果的依据。
2.2电气和仪控系统
对纳入OLE老化管理审查范围的电仪设备进行分组,并对每个类别进行功能描述、纳入范围界定的依据。

可供参考的对象筛选的记录要求见表 B.2。

表 B.2 对象筛选的记录要求

1.对象筛选结果
1.1 机械系统
1.1.1 反应堆冷却剂系统
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。
1.1.2 专设安全设施
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。
1.1.3 辅助系统
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。
1.1.4 蒸汽和动力转换系统
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。
1.2 筛选结果:构筑物
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。
1.3 筛选结果:电气及仪控系统
以表格形式列出对象筛选的结果,表格中包括设备或设备组名称(或构筑物名称)及编码、部件名称、部件预定功能、判断的理由。

可供参考的时限老化分析对象识别的记录要求见表B.3。

表 B.3 时限老化分析识别的记录要求

电厂潜在的计算和分析	是否纳入TLAA范围的说明	若纳入TLAA范围，列出所需考虑的TLAAs
100mph的最大风速预计每50年发生一次。	不属于TLAA。因为其不涉及老化效应。	
安全壳钢筋的预应力是根据电厂40年的运行寿命进行计算的。在技术规范监督期间用来和测量数据进行对比来预测此预应力在延寿期间的状态。	属于TLAA，满足5.1所述TLAA定义的所有六个准则。目前该预应力曲线限制于40年的值，如果考虑延续运行，则需要进行必要的技术检查和评估	混凝土安全壳钢筋预应力分析
... ..	... ..	... ..

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
核电厂运行许可证延续  
第 1 部分：老化管理审查对象筛选  
和时限老化分析识别  
NB/T 20512.1—2018

\*

核工业标准化研究所出版发行  
北京海淀区骚子营 1 号院  
邮政编码：100091  
电 话：010-62863505  
原子能出版社印刷  
版权专有 不得翻印

\*

2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷  
印数 1—50 定价 44.00 元