

附件五：

核安全导则 HAD501/06

# 核设施实物保护和核材料衡算与 控制安全分析报告格式和内容

国家核安全局

# 核设施实物保护和核材料衡算与 控制安全分析报告格式和内容

(2008年9月1日国家核安全局批准发布)

本导则自发布之日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

本导则是指导性文件。在实际工作中可以采用不同于本导则的方法和方案，但必须证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相同的安全水平。

# 目 录

1 引 言 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 目的 .....	1
1.3 范围 .....	1
1.4 安全分析报告应满足的一般要求 .....	1
1.5 安全分析报告编写要求 .....	2
2 实物保护 .....	3
2.1 组织机构 .....	3
2.2 职责与分工 .....	3
2.3 设计基准威胁 .....	3
2.4 设计原则 .....	3
2.5 区域划分和实体屏障 .....	3
2.6 保卫控制中心（或保卫值班室） .....	4
2.7 警卫与守护 .....	5
2.8 出入口控制系统 .....	5
2.9 入侵报警系统 .....	6
2.10 视频监控系統 .....	7
2.11 供电和照明系统 .....	7
2.12 通信系统 .....	7
2.13 检验和维修 .....	7
2.14 突发事件处置 .....	7
2.15 实物保护系统完整性、可靠性和有效性评价 .....	8
3 核材料衡算与控制 .....	8

3.1 组织机构 .....	8
3.2 职责与分工 .....	8
3.3 平衡区的划分 .....	8
3.4 关键测量点 (KMP) 的设置 .....	9
3.5 核材料测量 .....	9
3.6 核材料转移控制 .....	9
3.7 实物盘存 .....	10
3.8 核材料平衡结算和 MUF 评价 .....	11
3.9 账目记录和报告系统 .....	11
4 信息保密 .....	11
名词解释 .....	12

# 1 引 言

## 1.1 概述

根据《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》及其实施细则关于安全许可制度的规定，核设施许可证申请单位在核设施建造前，必须向国家核安全局提交初步安全分析报告；在核设施装（投）料运行前，必须向国家核安全局提交最终安全分析报告。实物保护和核材料衡算与控制是核设施安全分析报告的组成部分。本导则给出了核设施实物保护和核材料衡算与控制安全分析报告的编写格式及其应包含的内容范围和详细程度的要求。

## 1.2 目的

本导则的目的是为新建核设施的许可证申请单位编写安全分析报告实物保护和核材料衡算与控制部分提供指导，并为其核安全审评提供依据。已建核设施营运单位在定期安全审查提供升版的安全分析报告时，执行本导则。改建、扩建核设施的许可申请可参照本导则执行。

## 1.3 范围

本导则适用于所有民用核设施初步安全分析报告和最终安全分析报告中实物保护和核材料衡算与控制的编写与审评。

## 1.4 安全分析报告应满足的一般要求

报告应符合我国核材料管制和核设施实物保护有关的法规、导则和标准。

报告的详细程度与核设施规模、加工方法、工艺流程特点、安全保证能力及其厂址特性有密切关系，应对核设施的保护目标和潜在威胁进行充分地分析，详细说明所采取的实物保护和核材料衡算与控制措施。

初步安全分析报告实物保护部分应对设施特征、设施布局、实物保护目标、实物保护等级、设计基准威胁、实物保护系统设计和有效性评价等内容进行描述。核材料衡算与控制应对设施特征和用途、设施布局、工艺原理流程及相关数据、

管理制度、核材料闭合衡算措施及评价等内容进行描述。

除初步安全分析报告的内容外，最终安全分析报告在内容深度和进展阶段上有所不同。最终安全分析报告实物保护还应对组织机构、管理制度、质量保证、突发事件处置等内容进行描述。核材料衡算与控制还应对组织机构、质量保证等内容进行描述。最终安全分析报告应说明自提交初步安全分析报告以来所发生的变化，确认并讨论自初步安全分析报告上交以后在设施设计上所做的全部重要的修改，说明新获得的资料及对初步安全分析报告进行某些设计修改的理由和依据。

安全分析报告是独立的文件，申请单位所提供的资料和数据应准确、充分和完整，以便于核安全审评人员能够对许可证申请单位提出的结论进行系统的独立审评，从而判断报告结论的正确程度。

### 1.5 安全分析报告编写要求

许可证申请单位应按照本导则给出格式和内容编写安全分析报告。由于设施的不同或其他原因，许可证申请单位认为所规定的格式和内容的某一或某些部分是不适用的，必须向国家核安全局说明理由，并得到认可。

报告中使用的术语、符号、代号和缩略语如果与通常含义不同时应给出明确定义，并保持其含义在报告中一致。

报告的内容应简明扼要，应避免易混淆或含糊不清的陈述。尽可能采用示意图、地图、工艺流程图和表格等能更清楚方便地表达报告内容的形式。报告中的图表应清楚易读，比例适当，并附有图例和其他必要的说明。当数据中使用有效数字时，其数字位数应反映数据的不确定度。

报告内容应尽量避免重复，当必须出现重复信息时，应相互引用，并描述清楚引用部分的条款号、栏目号或图号。

报告的页次、表格和插图，按各章和章内顺序编码，而不按整个报告的顺序

编码。

本导则所提供的核设施实物保护和核材料衡算与控制安全分析报告格式和  
内容如下：

## 2 实物保护

### 2.1 组织机构

本部分应详细说明核设施许可证申请单位实物保护的组织机构，包括法人代表、主管领导、保卫部门，并给出组织机构图。

### 2.2 职责与分工

本部分应明确说明许可证申请单位实物保护法人代表、主管领导、各级管理部门和有关人员的职责与分工。

### 2.3 设计基准威胁

本部分应给出核设施设计基准威胁，包括作案类型（外部、内部、内外勾结）、作案目的（盗窃、抢劫、闹事、非法转移核材料及破坏核设施）、作案能力（技能、人数、武器装备、爆炸物种类及数量、作案工具、通讯工具、运输车辆、组织指挥能力、战术运用能力）等要素，并提供营运单位关于设计基准威胁的上报文件及国家有关部门对其的批复文件。

### 2.4 设计原则

本部分应说明实物保护系统的设计原则，一般应包括：与被保护目标的实物保护等级相适应；纵深防御和均衡保护；探测、延迟、响应相协调，人防、技防相结合；实物保护与主体工程同时设计、同时建造、同时投入运行；还应说明与核设施安全运行、应急、消防、辐射防护系统相容。

### 2.5 区域划分和实体屏障

#### 2.5.1 区域划分

本部分应简要说明核设施类型、地域范围、实物保护级别，给出核设施实物保护总平面示意图，标出保卫区域、实体屏障、保护目标、保卫区域周界出入口、固定岗哨、主要技防设备和警卫部队等的位置。

### 2.5.2 实体屏障

本部分应分别说明核设施保卫区域周界实体屏障的类型、功能及构成。如果采用单层围墙上加铁丝网，应说明围墙的结构、材料、高度、厚度，说明铁丝网的结构、材料、高度以及在墙上的固定要求。如果采用金属栅栏，应说明栅栏的结构、材料、高度；说明栅栏的桩距、混凝土底座及其金属支柱的埋设要求；说明水泥地面的宽度和厚度要求，以及当安装地基为松软土壤或山体岩石时的特殊要求。

还应说明实体屏障各种涵洞、管道、电缆管沟及其他可能入侵的孔洞的数量、位置及采取的防护措施，可结合图纸予以说明。对新建核设施不同建造期间设置的临时隔离屏障也应详细说明。

应说明沿控制区内侧设置的巡逻通道的布置和宽度。说明保护区周界设置的隔离带宽度及要求。如果在保护区出入口设置了防车辆冲撞的挡车设备，应说明挡车设备的种类、位置和阻挡能力。

当采用建筑物墙体作为周界实体屏障时，应说明建筑物墙体的牢固程度。

## 2.6 保卫控制中心（或保卫值班室）

### 2.6.1 功能和建筑要求

本部分应说明保卫控制中心（或保卫值班室）的功能，描述其所处的位置和保卫区域、建筑物结构及建造要求（包括墙壁、顶板、地板、门、窗等），并提供平面布置图。

### 2.6.2 设备和性能要求

本部分应说明保卫控制中心（或保卫值班室）配置的主要设备性能要求、设

备布置及人因工程考虑。说明操作设备组成，包括服务器、监视器（组）、操作控制台（或出入口控制台）等，说明系统应用软件、网络结构、操作界面、数据管理及系统安全与备份，描述与各系统的接口（视频监控、出入口控制、通讯、入侵探测和报警复核、供电及备用电源、巡更系统等），还应说明系统控制信号传输保护及防篡改、运行稳定性及自检能力、系统防雷击及接地、防干扰与通讯保障，以及人员信息记录、报表生成等功能，对系统的可扩展性和防篡改能力也应予以说明，应提供实物保护系统及子系统结构图。

### 2.6.3 管理要求

本部分应说明保卫控制中心（或保卫值班室）管理方式和值班要求、值班人员的素质与培训要求、出入控制及保卫要求。

## 2.7 警卫与守护

### 2.7.1 保卫力量

本部分应说明与核设施设计基准威胁和实物保护等级相匹配的保卫力量，包括保卫人员数量和装备，指出各岗哨的位置、功能和保卫力量配备要求。

### 2.7.2 保卫人员基本要求

本部分应说明各类保卫人员的选择原则和要求；保卫人员的职责；保卫人员培训计划和培训内容、培训考核指标和培训记录。

### 2.7.3 巡逻

本部分应说明各保卫区域巡逻的目的、主要巡逻部位，以及巡逻的方式，说明建立巡逻检查工作日志或值班记录的作用和方式。

## 2.8 出入口控制系统

### 2.8.1 出入口控制管理制度

本部分应说明出入保卫区域的人员、车辆、物品检查程序和需要制定的管理制度；外来人员和车辆进入保卫区域的审批规定和陪访制度；说明核设施在建

造、运行、维修期间各类人员和车辆出入证件的发放原则、证件种类、授权范围，以及证件的管理办法，对核材料库房等重要部位的出入规定，在核设施事故应急情况下出入口控制的特别管理办法等。

#### 2.8.2 出入口控制设备及其功能

本部分应说明出入口控制系统的重要设施与设备及其功能，如说明各类通道门和读卡器、制卡工作站、强制车辆减速或防冲撞的挡车设备、违禁品检查设备等。

#### 2.8.3 人员出入口控制

本部分应详细说明核设施各保卫区域各类人员出入口的数量、位置和出入口控制方式、人员识别和人员授权验证方式；说明对各类违禁品的检查位置、检查程序和检查方式；授权进入保卫区域人员名单的定期审核和更新。

#### 2.8.4 车辆出入口控制

本部分应详细描述核设施各保卫区域各类车辆出入口的设置和出入口控制方式，包括机动车辆进入相应保卫区域的授权验证方式，进入各级保卫区域授权车辆使用的标志或通行证；说明检查违禁品的位置、检查程序和检查方式；说明防车辆强行闯入的应对措施。

#### 2.8.5 应急出入口控制

本部分应说明应急出入口的位置和采取的出入控制措施。

#### 2.8.6 陪访规定

本部分应说明陪访工作制度及程序。

### 2.9 入侵报警系统

#### 2.9.1 系统功能

本部分应说明入侵报警系统的基本功能、设计原则和要求。说明系统的设计、设置以及设备的主要技术参数，提供有关的系统图，并说明与其它系统的接口关

系。

### 2.9.2 设备及其性能

本部分应说明系统探测、传输、报警及显示、报警复核、控制等单元的性能要求。应详细说明在保卫区域周界、出入口、重要核材料库房和工艺厂房等位置设置的入侵探测器和报警复核装置的数量、布防情况、设备的类型和作用。应说明入侵探测和误报警的相关性能指标。

应对系统设备的多重性、多样性，探测能力，探测区域的搭接，探测及复核设备的保护措施，设备的防干扰及自检功能，系统维修等进行说明。

### 2.10 视频监控系统

本部分应详细说明视频监控系统监控的区域和部位；说明在保卫区域周界、出入口、核材料库房和重要建筑物内外设置的摄像机数量、位置、类型、性能和功能。说明保卫控制中心设置的视频监控系统的设备、性能和功能。尤其应说明报警信号复核和确认用的视频图象的接受、显示、录制和回放功能。

### 2.11 供电和照明系统

本部分应详细说明实物保护供电系统的组成、容量及接地情况以及备用电源情况。应说明与实物保护相关的室外、室内照明的要求及其设计要求，包括照度、光源、照明系统的可靠性、系统的自动与手动控制等。

### 2.12 通信系统

本部分应说明通信系统的功能和设计要求，以及对通信系统的范围、可用性、信息保护及防干扰要求。应说明后备通信措施。

### 2.13 检验和维修

本部分应说明核设施实物保护设备和系统的检验和维修制度，还应说明关键实物保护设备和系统采取的维护维修措施。

### 2.14 突发事件处置

本部分应详细说明针对核设施遭破坏，以及核材料被盗、破坏、非法转移和非法使用等突发事件制定的处置方案。包括：组织机构、突发事件处置程序启动条件、响应力量联络方式、响应程序、突发事件报告、处置突发事件使用的设备和器材；处置方案的培训、考核、演习、评价、记录和归档等事项作出说明。

### 2.15 实物保护系统完整性、可靠性和有效性评价

本部分应说明核设施实物保护系统评价方法。说明各保卫区域实体屏障、穿越实体屏障的出入口、管沟和廊道等所有可能的入侵部位是否具有相同延迟能力。说明为保证系统可靠性所采取的技防设备的多重性与多样性设计，包括探测、报警、复核、通讯、供电、系统自检和防篡改等。说明为保证系统的可靠性所制定的管理措施、人员技术水平和培训情况。说明具备制止能力的响应部队的响应时间和响应能力。给出实物保护系统完整性、可靠性和有效性的评价结论。

## 3 核材料衡算与控制

### 3.1 组织机构

本部分应详细说明核设施许可证申请单位核材料衡算与控制的组织机构，包括法人代表、主管领导、核材料衡算与控制部门等，并给出组织机构图。

### 3.2 职责与分工

本部分应明确说明许可证申请单位核材料衡算与控制法人代表、主管领导、各级管理部门和有关人员的职责与分工。

### 3.3 平衡区的划分

本部分应明确给出核设施划分平衡区的个数，说明每个平衡区的名称、位置和物理边界，详细说明按此划分平衡区的理由，确保平衡区之间无重叠、无遗漏，每次进出平衡区的核材料数量能够准确确定。同时还应给出工艺原理流程图和平衡区划分平面图。

### 3.4 关键测量点（KMP）的设置

本部分应说明核材料流动关键测量点和盘存关键测量点的位置、个数，应给出平面示意图，说明设置关键测量点的考虑，确保关键测量点的设置能够反映核材料时间、空间流动情况。

### 3.5 核材料测量

#### 3.5.1 测量系统

本部分应说明核设施类型、工艺、核材料的测量范围，包括所涉及的原材料、中间产品、最终产品、过程返料、废物等；核材料衡算与控制使用的测量系统以及建立该测量系统的各项考虑，包括被测量材料的类型和特性、测量方法及其精度、测量仪器的技术要求、使用的标准物质、仪器仪表标定方法和标定频次、测量的质量控制、仪器仪表维护、取样方法、数据处理等。对每种测量方法（质量测量、容积测量、浓度测量、同位素成分、化学分析和无损检测及计数等）应进行描述。对使用燃料元件的件料设施应说明核实手段，包括件料的真伪、富集度和数量等。

应说明各种测量方法的预期测量不确定度和置信水平，单次测量所预期的随机误差和系统误差，以及测量误差是否满足核材料衡算要求。

#### 3.5.2 测量的质量控制

本部分应说明核材料测量的质量控制，包括测量管理组织、测量方法和人员素质等方面。对件料设施应说明新燃料测量、堆芯中的燃料测量或计算和乏燃料计算的质量保证准则和程序；散料设施应说明测量系统的质量控制目标、所用标准的制备和使用、标准物质的使用和管理、测量仪器的标定和再标定、测量系统的检查和评定、测量误差的确定，以及检验人员的培训和考核等。

### 3.6 核材料转移控制

#### 3.6.1 调入管理

本部分应详细说明核材料调入的管理文件和接收程序，保证所有核材料的接收均通过唯一的接收物项控制区控制。说明核材料的接收准则，应包括检查项目、文件控制、出现异常情况的处理和数据误差等；还应说明核材料的交接验收记录。

### 3.6.2 内部转移管理

本部分应说明核设施营运单位内部核材料转移管理规定以及程序，说明转移交接记录以及相应的账目记录情况。

### 3.6.3 调出管理

本部分应说明核材料调出管理文件、调出发运程序，包括检查项目、文件控制和出现异常情况的处理等；核材料调出资料必须齐全（包括数据误差）；还应说明核材料调出交接记录情况。

## 3.7 实物盘存

### 3.7.1 盘存前的准备

本部分应说明核材料实物盘存的组织机构和职责分工、实物盘存的频次、计划和时间表，应说明盘存使用的表格、标签、人员培训、测量设备和测量方法等，确保盘存的每一物项核材料量是测量值。应说明核材料流动的截止时间和盘存期间材料进出的控制措施。

### 3.7.2 盘存的实施

本部分应说明如何按照实物盘存计划和实物盘存程序进行盘存，说明为防止发生核材料漏盘、重盘、漏记和重记所采取的方法和措施。应说明对工艺设备、管道、系统中核材料滞留量的盘存方法，还应给出三废中核材料的测量值。

### 3.7.3 盘存后续活动

本部分应说明现场实物盘存后的再核实，出现漏盘、重盘、漏记和重记情况采取的后续活动，以及出现盘存数据与记录数据不一致时采取的方法和措施。

### 3.7.4 计划外盘存

本部分应说明计划外盘存的情况。

### 3.8 核材料平衡结算和 MUF 评价

#### 3.8.1 平衡区核材料衡算

本部分应给出平衡结算公式。说明每个材料平衡区核材料衡算数据的采集以及相对标准偏差 ( $\delta_{\text{MUF}}$ ) 和不明材料量 (MUF) 的计算方法。

#### 3.8.2 MUF 评价

本部分应给出 MUF 的评价准则。

### 3.9 账目记录和报告系统

#### 3.9.1 账目记录总体结构

本部分应说明衡算账目记录总体结构, 包括总账、存量变化日志、存量变化文件和辅助账。衡算账目记录应反映各种类型核材料的当前存量、所在位置和所有存量变化的统计。

#### 3.9.2 账目登记和原始记录制度

本部分应说明核材料流动变化的账目登记和原始记录制度, 包括核材料平衡区的原始记录、产品调拨计划、产品调拨单、测量记录、测量质量控制记录、实物盘存记录、调入调出记录、内部转移记录、不合格品记录、废物排放记录、事故损失记录及与其相关的误差数据记录等; 核材料的记录应包括名称、数量(或体积)、测量数据及核材料去向等。

#### 3.9.3 报告制度

本部分应说明核设施送交国家相关管理部门和本单位核管办的统计报表, 包括“核材料交接统计报表”、“核材料存量变化报告”(ICR)、“核材料库存统计报表”(PIL)、“核材料平衡报告”(MBR)等。

## 4 信息保密

本部分应说明核设施根据《中华人民共和国保守国家秘密法》或其他法规制

定的保密规章制度；说明核设施实物保护和核材料衡算与控制应保护的相关信息和采取的保密措施。

## 名 词 解 释

纵深防御 defence in depth

实物保护系统设计中使用的概念，它的要求是：敌人要想实现其目标必须突破或绕过多重不同的或类似的障碍物。

均衡保护 balanced protection

能够提供抵御所有可能路径的所有威胁的保护措施。不管敌人从哪个路径入侵，穿过屏障的最短时间是相等的，而且探知穿过屏障的最小概率也是相同的。

保卫控制中心 central alarm station (CAS)

提供完全而连续的探测、报警、监视、复核、出入口控制，并与警卫、设施管理部门和有关反应人员保持联络的设施。

实物保护系统评价 evaluation of physical protection system

通过使用定性和定量方法，对实物保护系统达到预期设计目标的能力进行分析 and 评估。

有效性评价 effectiveness evaluation

分析实物保护系统挫败非法入侵的能力。