

附件

核安全导则 HAD501/08-2020

核动力厂实物保护视频监控系统

国家核安全局 2020 年 7 月 17 日批准发布

国家核安全局

核动力厂实物保护视频监控系统

(2020年7月17日国家核安全局批准发布)

本导则自2021年1月1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或方案，但必须证明所采用的方法或方案至少具有与本导则相同的安全水平。

本导则的附与正文具有同等效力。

目 录

1 引言	5
1.1 目的	5
1.2 范围	5
2 系统功能和性能要求	5
2.1 系统的构成	5
2.2 系统总体功能和性能要求	5
2.3 视频图像信号	6
2.4 信号传输	6
2.5 视频切换控制	7
2.6 显示和记录	7
2.7 图像存储和回放	7
2.8 图像质量要求	8
2.9 视频智能分析	8
3 系统设备性能和安装要求	8
3.1 基本要求	8
3.2 前端采集设备	8
3.3 传输设备	10
3.4 视频切换控制设备	11
3.5 显示设备	12
3.6 记录和回放设备	12
3.7 控制台	12
4 系统安全性要求	13
5 系统可靠性要求	13
6 系统兼容性和可扩展性要求	13
7 系统防雷接地和供电要求	14
8 系统运行要求	14
名词解释	15
附 图像质量的主观评价	17

1 引言

1.1 目的

本导则的目的是对核动力厂在设计、安装、改造和运行实物保护视频监控系统方面提出统一的基本要求，以保障核动力厂的安全运行及其核材料的合法利用。

1.2 范围

本导则适用于我国新建、改建、扩建、运行和退役过程中的陆上固定式核动力厂。其他核设施可参照执行。

2 系统功能和性能要求

2.1 系统的构成

视频监控系统按照视频信号种类可分为模数混合视频监控系统、数字视频监控系统两大类。

视频监控系统一般由图像采集、传输、控制、显示、记录等部分组成。图像采集部分用于采集监控范围的视频图像信号；传输部分用于将前端视频信号传输至保卫控制中心或保卫值班室；控制部分用于对视频图像进行切换显示、对前端云台设备进行控制；显示部分用于视频图像显示；记录部分用于视频图像的存储。

2.2 系统总体功能和性能要求

视频监控系统的监控范围应完整，应能连续有效覆盖受保护区域，不存在盲区和死角。监控范围至少包含保护区和要害区周界、出入口、安全级冷却水循环泵房取水口、核岛内要害部位、保卫控制中心、穿越保护区和/或要害区的地下廊道和通径大于50cm的雨水管沟等。

视频监控系统应具备对监控图像信息有效采集、传输、控制、显示、记录、存储和回放等各项基本功能。用于入侵报警复核的摄像机视野应能有效覆盖探测区域。视频监控系统应与核动力厂安全运行、应急、消防和辐射防护等系统相容。

视频监控系统应满足现场使用环境（室内外温度、湿度、腐蚀性气体、大气压等）、建筑物分布格局、地形地貌、气候情况（风、雨、雪、雾、雷电、沙尘暴等）、干扰源环境（声、光、热、振动、电离和电磁辐射等）的要求，应使环境影响最小化，确保全天24小时正常运行。

2.3 视频图像信号

2.3.1 采集的视频图像信息应满足对目标识别的要求，应能覆盖监控范围，满足大范围宏观观察与特定目标区域的固定监控相结合，分时扫描与实时跟踪特定目标相结合等需求。

2.3.2 低光照、尘雾、雨雪、光照度变化范围大或强逆光等监控环境下，采集的视频信息和图像信息应能分清目标的外观特征、出入人员的体貌特征、机动车号牌等信息。采用图像增强和红外热成像技术时，采集的视频图像信息应能识别目标的轮廓属性。

视频监控系统应考虑阳光直射、阴天、大风、雨雪、沙尘、霜雾等自然条件对视频图像可能造成的不利影响，考虑采取图像增强、电子透雾、3D 降噪、电子防抖、背光补偿、增益控制、强光抑制等补偿措施。

人员出入口视频监控系统应考虑实现人证比对、人脸识别等功能，能与出入口控制系统联动、有效控制人员出入。车辆出入口视频监控系统应能识别车牌信息和前排人员的面部特征。

2.3.3 视频监控系统应采取有效的防抖动措施，保证采集图像的稳定性。视频图像信息如果叠加字符信息时，不可遮挡视频图像上的重要目标和关注的区域。

2.4 信号传输

2.4.1 信号传输应保持图像信息的原始完整性和实时性，保证显示、记录和回放的图像清晰，确保数据完整和控制信号准确。

2.4.2 信号传输应有防信号泄漏和/或加密措施，确保信息安全、可靠。

视频信号传输应采用视频专用线路或专用网络传输，禁止使用无线介质传输。数字视频信号采用网络传输时，传输带宽应满足视频采集设备、管理终端接入保卫控制中心监控室的带宽要求并适当留有裕量。

模拟视频或数字视频的信息延迟时间应符合下列规定：

- a) 前端采集设备与监控室视频控制设备端的信息延误时间 $\leq 2s$;
- b) 入侵发生时，视频监控系统的报警联动响应时间 $\leq 3s$ 。

2.4.3 视频监控系统应具备自检能力，当传输信号丢失或系统受到篡改时，系统应能报警。

2.5 视频切换控制

2.5.1 系统应具备与集成管理系统兼容的接口和协议，接受集成管理系统的统一管理，当集成管理系统故障或异常停机时，视频监控系统能独立运行。

2.5.2 摄像机、云台、镜头等设备各种功能应能通过手动或自动有效遥控，且效果平稳、可靠。系统应能实现对视频信号的集中式管理，支持手动切换或自动切换，能在指定监视器上进行固定或时序显示，切换图像显示重建时间应在可接受范围内。

2.5.3 系统应具有断电保护功能，当外部供电失效时，能对所有的编程设置、设备编号、时间、地址等信息进行保存。

2.5.4 系统应能独立运行，应能与入侵报警系统、出入口控制系统等其他系统联动。当与入侵报警系统联动时，系统能自动对报警现场进行图像复核，能将现场图像自动切换到指定的监视器上显示，并自动实时录像记录。

2.5.5 辅助照明联动应与所联动摄像机的图像显示协调同步。

2.5.6 系统前端设备应满足对控制终端的控制响应和图像传输的实时性要求。

2.5.7 视频移动报警应能根据需要设置探测区域和报警触发条件。

2.6 显示和记录

2.6.1 系统应能清晰显示前端设备采集的视频信号，显示设备的分辨率应不低于视频采集信号的分辨率。

2.6.2 用于报警复核的摄像机报警录像应能提供报警前不小于 20 秒实时的图像记录。

2.6.3 实时显示画面应显示摄像机编号，录像记录的图像画面应有摄像机的编号、部位、地址、记录时间和日期显示，且记录和显示的日期、时间应与实际发生的日期、时间相一致。

2.7 图像存储和回放

2.7.1 存储时间

图像存储设备应在适宜的环境条件下存放，存储容量配置应符合下列要求：周界报警录像保存时间应不少于 30 天；主要出入口和要害部位的连续监视图像保存时间应不少于 90 天；涉及重大事件（如，不法分子入侵报警、核与辐射事件等）的录像应永久保存，并考虑采用不同介质异地归档。

2.7.2 减帧

可根据需要设定图像存储的减帧帧数，但最小不得小于 15 帧/秒。涉及重大事件的图像存储不应采用减帧存储方式，必须保持源图像的帧数。

2.7.3 图像回放质量

图像回放质量应满足本导则 2.8 的要求。

2.8 图像质量要求

系统图像质量的主观评价应依据本导则附进行评价。系统图像质量要求参照《安全防范高清视频监控系统技术要求》（GA/T 1211）中“5.2 系统图像质量”执行。

2.9 视频智能分析

视频监控系统宜根据实物保护系统的总体方案、工程投资、出入口人员和车辆数量等因素，设置视频智能分析措施，主要用于目标物识别和异常侦测等。视频智能分析应满足以下基本要求：

输入视频图像的分辨率应不小于 1920×1080 像素；

视频智能分析结果留存天数不低于录像保存时间；

视频智能分析功能应易于启动和停止，并能够根据时间设定进行布防和撤防操作。

3 系统设备性能和安装要求

3.1 基本要求

3.1.1 系统设备应满足实物保护视频复核与监视的功能要求、现场环境及电磁兼容性要求，同时应符合现行国家标准、核行业标准及其他相关标准的技术要求。

3.1.2 系统设备应优先选择高清视频设备。系统各种配套设备的性能及技术要求应协调一致，以保证高清数字系统的图像质量满足系统性能指标。

3.2 前端采集设备

3.2.1 前端采集设备性能

3.2.1.1 前端采集设备可采用方向固定式摄像机（包含定焦式和变焦式）或带云台可转动摄像机。

3.2.1.2 摄像机的选型应满足被监视目标环境照度、传输、控制、安装条件和管理条件，以确保系统总体功能和技术指标的实现。选择不同灵敏度的摄像机应根据监

视目标的环境照度来确定，监视目标的最低环境照度宜高于摄像机要求最低照度的 10 倍。当监视目标的照度变化范围大或必须逆光摄像时，宜选用具有逆光补偿的摄像机。当监视目标可见光照不足或需要隐蔽监视时，需采用光源补偿措施。

3.2.1.3 针对地下管网等特殊监控点的摄像机，建议采用带补偿光源的摄像机，摄像机应具备满足特殊监控点使用环境的性能要求，如防水散热、防起雾结霜、夜视效果、白天色彩还原等。

3.2.1.4 摄像机镜头的选择应符合下列规定：

- a) 镜头焦距的选择应根据监视目标大小和镜头到被监视目标的距离等因素来确定；
- b) 监视目标照度有变化时，应采用自动光圈镜头；
- c) 需要遥控时，可选用具有可变对焦、可变光圈、可变焦距等功能的遥感镜头装置。

3.2.1.5 镜头像面尺寸应与摄像机靶面尺寸相适应，镜头接口应与摄像机接口配套。

3.2.1.6 可采用摄像机托架或云台将摄像机固定在特定部位上。当一台摄像机需要监视多个不同方向的场景时，应配置自动调焦装置和电动云台。

云台/支架应满足承载重量、摄像机安装角度、安装环境、现场使用要求。监视目标固定时，可配备手动云台（万向支架）；监视场景范围较大时，摄像机应配备电动遥控云台。

云台的负荷能力应大于实际负荷的 1.2 倍。云台的工作温度、湿度范围应满足监视现场环境要求。

云台的运动速度（转动角速度）和转动角度范围，应满足跟踪移动目标和搜索范围的要求。云台转动停止时应具有良好的自锁性能，水平和垂直转角回差应不大于 1° 。

室内型电动云台在承受最大负荷时，机械噪声声强级应不大于 50 分贝（dB）。

3.2.1.7 摄像机的工作环境温度、湿度范围应能适应现场气候条件的变化，必要时安装适应环境条件的防护罩。

3.2.1.8 隐蔽安装的摄像机宜采用小孔镜头或棱镜镜头。

3.2.2 设备安装要求

3.2.2.1 摄像机的监视范围应覆盖被监视区域，不出现盲区，宜与报警防区相对应；在满足监视图像质量要求的前提下用最小数量的摄像机覆盖尽可能大的监视区域。摄像机的安装高度应根据实际需要合理确定，室内距地面高度通常不低于 2.5 米，室外距地面高度通常不低于 3.5 米。照明灯具的安装应有足够高度，保证不影响摄像机的视野。

3.2.2.2 摄像机应安装在不易遭受外界损坏的位置。摄像机及其配套设备应牢固固定在支架上，运转灵活，并有防篡改措施。如采用立杆安装，立杆的强度和稳定度应满足摄像机的使用要求。立杆应固定在混凝土底座上，且不能被用作翻越屏障的攀爬工具。

3.2.2.3 镜头安装应顺光源方向对准监视目标；当必须逆光安装时，可降低监视区域的光照对比度或选用逆光补偿的摄像机。

3.2.2.4 云台/支架安装应牢固稳定，转动时不抖动。信号传输系统和电力系统线缆敷设时应留有足够长的裕量，以免影响云台转动。

3.3 传输设备

3.3.1 传输设备性能

3.3.1.1 传输设备应确保传输带宽、载噪比和传输时延满足系统总体指标的要求，接口应适应前端、后端设备的连接要求，确保传输图像质量和控制信号的准确性，信号输出与输入的一致性。

3.3.1.2 传输设备应有自身安全保护措施，有防篡改报警功能。对于需要保密传输的信号，设备应支持加密/解密功能。

3.3.1.3 视频信号传输线缆的衰减、屏蔽、弯曲、防潮等性能应满足有关国家标准要求。

3.3.1.4 视频信号传输电缆部件应根据基带信号的不平坦度、摄像机的分布和监控距离来设置。视频信号传输电缆部件的视频输入和输出阻抗及电缆的特性阻抗应匹配。

3.3.1.5 光缆芯线数目应根据监视点的个数、监视点的分布和传输方式来确定，并注意留有一定的裕量。

3.3.1.6 光端机、解码箱或其他光部件在室外使用时，应具有良好的密封防水措施。

3.3.2 传输设备安装要求

3.3.2.1 传输设备应安装在易于检修和保护的区域，并尽量靠近前端采集设备或后端的视频设备。布线设计应考虑前端设备分布、线缆选型和管槽的路由分布情况。

3.3.2.2 视频信号传输所用传输光缆和同轴电缆的保护层应符合线缆敷设方式和现场使用环境（如气候条件、有害物质和电磁干扰等）的要求。

3.3.2.3 线缆与设备应连接牢固，每根线缆两头和转弯处应做永久性标记，标记应清晰正确。接线板、接线器、插头和其他端点也应做永久性标记。

3.3.2.4 传输线缆的选择和敷设可参照有关国家标准。

3.4 视频切换控制设备

3.4.1 视频切换控制设备性能

3.4.1.1 视频切换控制设备功能配置应满足使用要求，并留有一定的裕量。

3.4.1.2 视频输入接口的最低路数应留有一定的裕量。视频输出接口的最低路数应根据管理需要和显示、记录设备的数量来确定。

3.4.1.3 视频切换控制设备应能手动或自动操作并能切换，能对摄像机、镜头、云台、防护罩等的各种动作（如转向、变焦、聚焦、光圈等动作）进行遥控，对输入视频信号能在指定的监视器上进行固定和时序显示。

3.4.1.4 视频切换控制设备应具有信息存储功能，在供电中断或关机后编程设置、摄像机编号、地址、时间等信息有自动存储功能。在开机或电源恢复供电后，系统应恢复正常工作。

3.4.1.5 视频切换控制设备应具有与其他系统联动的接口。当与报警控制设备联动时应能切换出相应部位摄像机的图像，并显示和记录。

3.4.1.6 当有分控要求时，应根据实际情况在保卫控制中心以外设立控制终端分控设备，如控制键盘和视频输出接口等，并能根据需要确定操作权限。

3.4.2 视频切换控制设备安装要求

根据核动力厂实物保护等级不同，视频切换控制主设备应设在保卫控制中心或保卫值班室。

3.5 显示设备

3.5.1 显示设备的性能

应根据现场条件和使用要求选择显示设备。当需要多画面组合显示时，可配置多画面分割器。

3.5.2 显示设备的安装要求

3.5.2.1 显示设备的设置应与保卫控制中心其他设备统一考虑，做到布局合理、方便操作、易于维修。

3.5.2.2 多台显示设备同时显示时，可安装在显示设备柜或电视墙内，以获得更好的观察效果。

3.5.2.3 显示设备的屏幕应避免受到外界强光直射，当有不可避免的强光直射时，应采取避光措施。

3.5.2.4 显示设备的配置和安装应充分考虑值班人员对显示图像观察的人机关系。

3.5.2.5 显示设备的数量应根据实际配置的管理使用要求和摄像机数量来确定。

3.6 记录和回放设备

3.6.1 记录和回放设备的性能

3.6.1.1 宜选用数字录像设备，并具有防篡改功能；其回放图像质量应满足本导则 2.7 及使用要求。

3.6.1.2 录像设备应具有联动需要的接口，并具备实时回放功能。

3.6.2 记录和回放设备安装要求

图像记录、回放和查询检索设备应安置在便于集中操作和回放显示的位置。

3.7 控制台

3.7.1 视频监控系统的控制和功能操作应在控制台上进行。

3.7.2 控制台应设在保卫控制中心或保卫值班室内。保卫控制中心或保卫值班室设计和建设应符合核安全导则 HAD501/02《核设施实物保护》的要求。

3.7.3 接线端子的标志应齐全；控制台机柜应采用钢支架，牢固固定在构筑物上，并有良好的接地；机柜内的电源插座应可靠固定在机柜上；不间断电源（UPS）柜梁和板的承重荷载满足使用要求。

3.7.4 控制台的装机容量应根据工程需要留有扩展余地，设计应考虑安装、维修的可达性，并应满足人因工程学原理，布局应合理、舒适，便于操作和屏幕观察。

4 系统安全性要求

- 4.1 系统设备的安全性指标应符合国家标准和相关产品标准对安全性的要求。
- 4.2 系统设备及其部件应安装牢固、重心稳定，防止由于各种机械原因造成人员伤亡。
- 4.3 系统设备所产生的电磁辐射及其他辐射水平应符合有关国家标准，不能损害人身健康。
- 4.4 系统和设备应有防人身触电、防火等保护措施。
- 4.5 系统应设置备用电源，防止因突然断电造成信号丢失。
- 4.6 系统应设置复杂的操作密码，操作员应划分操作级别，严格执行操作控制权限，保证系统运行数据的安全。
- 4.7 信息传输应有防泄密措施。专用计算机不允许与互联网连接。
- 4.8 系统应具备自检功能、视频信号丢失和篡改报警功能。
- 4.9 系统防雷接地应满足本导则第 7 章的要求。

5 系统可靠性要求

- 5.1 系统平均无故障时间（MTBF）应大于 5000 小时。
- 5.2 系统采用成熟的技术和多重性设计，关键设备设置备份或采用并联式结构，保证系统局部失效时不影响其他部分正常运行。
- 5.3 采购的设备必须具有证明产品符合要求的合格证和检验报告。
- 5.4 系统采用标准化、通用化、模块化设备，设备安装应留有足够的维修空间，便于维修和更换。

6 系统兼容性和可扩展性要求

- 6.1 视频监控系统应能与入侵报警系统、出入口控制系统等联动，各系统和设备之间互相兼容。
- 6.2 系统设备的电磁干扰应尽量小，并有抗电磁干扰功能。系统及所用设备的电磁兼容性应满足有关国家标准的要求。
- 6.3 电力系统与信号传输系统的线路应分开敷设，线缆的外露部分应用软管保护。信号电缆的屏蔽性能和敷设要求应符合有关国家标准的要求。系统应有防电磁干扰措施。

6.4 系统设计应为系统扩容和/或改造升级留有余地，应留有通信接口和备用的数据输入及输出接口，满足系统可扩展性要求。系统可扩展性应满足系统简单扩容和集成的要求。

7 系统防雷接地和供电要求

7.1 系统设备应符合电子设备的雷电防护要求。

7.2 电源系统、信号传输线路、天线馈线以及进入保卫控制中心的架空电缆入室端均应采取防雷电感应过电压、过电流保护措施。

7.3 尽量避免在建筑物屋顶上敷设电缆，必须敷设时，应穿金属管进行屏蔽并接地。架空电缆吊线和架空电缆线路中的金属管道应接地。

7.4 光缆传输系统中，光端机外壳、光端加强芯和架空光缆接续护套应接地。

7.5 系统防雷接地可参照有关国家标准。

7.6 系统供电应符合核安全导则 HAD501/02 《核设施实物保护》的要求。

8 系统运行要求

8.1 系统完成调试并连续试运行一个月后，应编制试运行报告；经验收通过，达到设计使用要求后，设计、施工单位应提交竣工相关资料。营运单位应将设计、施工、安装、调试、验收的资料和完整的竣工图纸存档，以备运行维修使用。

8.2 系统试运行前营运单位应编制运行规程、管理制度、突发事件处置方案、维护维修制度，并进行人员培训。

8.3 配备合格的运行值班人员、运行管理人员和专门的维修人员，班组之间既要分工明确又要协作配合。

8.4 值班人员应做好系统运行记录，发现问题立即上报，并采取有效应对措施。

8.5 应对设备、系统进行定期维护，并如实记录，发现问题应及时解决。在问题整改期间采取相应的补偿措施，以保持系统的有效性。

8.6 根据运行记录、维修记录和定期试验记录，对发生重大变更的系统作有效性评价，并编制评价报告。如系统存在监控缺陷，应考虑升级改造。

名词解释

模拟视频信号

基于目前的模拟电视模式，所需的大约 6 兆赫兹（MHz）或更高带宽的基带图像信号。

数字视频信号

利用数字化技术将模拟视频信号经过处理，或从光学图像直接经数字转换获得的具有严格时间顺序的数字信号，表示为特定数据结构的能够表征原始图像信息的数据。

视频传输

利用有线传输介质，直接或通过调制解调等手段，将视频图像信号从一处传到另一处，从一台设备传到另一台设备的过程。

视频图像原始完整性

视频监控系统的图像信息保持原始场景特征的特性，无论系统中间过程如何处理，最后显示、记录、回放的图像应与原始场景保持最大程度的一致，且终端图像显示与现场事件发生之间的延迟时间足够短。

图像质量

指图像信息的完整性，包括图象帧内对原始信息记录的完整性和图象帧连续关联的完整性。通常按照如下的指标进行描述：像素构成、分辨率、信噪比、原始完整性等。

图像分辨率

表征图像细节的能力，常称为信源分辨率，通常用水平和垂直方向的像素数表示。

主观评价

特定人群组在设定的条件下，按判别项目和分级要求，以个体视觉感观对图像质量进行主观的定性评价。

视频信号丢失报警

当接收到视频信号的峰值小于设定阈值（视频信号丢失）时，系统给出报警信息的一种功能。

环境照度

反映监视目标所处环境明暗（可见光谱范围）的物理量，其数值等于垂直通过单位面积的光通量。

视频移动报警

利用视频技术探测现场图像变化，一旦达到设定阈值即发出报警信息的一种报警手段。

篡改

以故意、未经批准或未申报的方式进行的破坏安保设备完整性的干扰。

集成管理系统

将门禁系统、入侵探测报警系统、视频监控系统、通讯系统、巡更系统等多个子系统集成统一管理的平台。

平均无故障时间

视频监控系统正常运行期间平均故障间隔时间。可用下式计算：

$$MTBF = T/r$$

T——视频监控系统累计运行时间（h）；

r——视频监控系统累计运行时间内的累计故障数。

附

图像质量的主观评价

1 模拟系统图像质量主观评价

模拟系统图像质量主观评价采用五级损伤制评价，其评分分级见表 1。评价人员不少于 5 人，观看距离为图像屏面高度的 6 倍，评价人独立打分，取算术平均值；视频监控系统图像质量的主观评价得分应大于或等于 4 分。模拟图像质量主观评价项目包括：随机信噪比、单频干扰、电源干扰、脉冲干扰。

表 1 五级损伤制评分分级

图像质量主观评价	评分分级
图像上不察觉有损伤或干扰存在	5
图像上稍有可察觉的损伤或干扰存在，但不令人讨厌	4
图像上有明显的损伤或干扰，令人感到讨厌	3
图像上损伤或干扰严重，令人相当讨厌	2
图像上损伤或干扰极严重，不能观看	1

2 数字系统图像质量主观评价

表 2 给出了数字系统图像质量 7 项主观评价指标，并根据各项指标对图像质量的重要程度规定了加权因子。评价人员不少于 5 人，观看距离应为图像屏面高度的 6 倍，评价人独立打分，先计算每个单项指标的算术平均值 \bar{N} ；然后进行加权平均，得到全项评价的平均得分 \tilde{N} ，

$$\tilde{N} = \sum_{i=1}^n \rho_i \bar{N}_i$$

\bar{N}_i 为第 i 项评价指标的平均得分， ρ_i 为第 i 项评价指标所对应的加权值。

表 2 数字系统图像质量主观评价指标

编号		5分	4分	3分	2分	1分	加权值
1	马赛克效应	无	有, 不严重	较严重	严重	极严重	0.30
2	边缘处理	优	良	中	差	极差	0.05
3	颜色平滑度	优	良	中	差	极差	0.05
4	画面还原清晰度	优	良	中	差	极差	0.35
5	快速运动图像处理	优	良	中	差	极差	0.10
6	复杂运动图像处理	优	良	中	差	极差	0.10
7	低照度环境图像处理	优	良	中	差	极差	0.05