

ICS 27.120.20
F 69
备案号: 32943-2011

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20036.1—2011

核电厂能动机械设备鉴定 第 1 部分: 通用要求

**Qualification of active mechanical equipment used in nuclear power plants—
Part 1: General requirements**

2011 - 07 - 01 发布

2011 - 10 - 01 实施

国家能源局 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 总则 3

 4.1 鉴定目的和过程 4

 4.2 鉴定方法及其选择 4

 4.3 鉴定寿命 4

5 文件要求 5

 5.1 概述 5

 5.2 鉴定规格书 5

 5.3 鉴定报告 6

参考文献 7

前 言

NB/T 20036 《核电厂能动机械设备鉴定》分为6个部分：

- 第1部分：通用要求；
- 第2部分：抗震鉴定；
- 第3部分：非金属物项鉴定；
- 第4部分：动态约束器鉴定；
- 第5部分：泵组件鉴定；
- 第6部分：阀门组件鉴定。

本部分为NB/T 20036的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分参考美国机械工程师协会标准ASME QME-1-2007《核电厂能动机械设备鉴定》QR卷正文部分编写。

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：核工业标准化研究所。

本部分主要起草人：王继东、吴秀坤、董瑞林、李士模。

核电厂能动机械设备鉴定

第1部分：通用要求

1 范围

NB/T 20036的本部分规定了能动机械设备鉴定通用要求，包括鉴定目的、鉴定寿命确定、鉴定方法选择和鉴定文件要求。

本部分适用于核电厂安全运行和安全停堆所必需的能动机械设备的鉴定。

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，仅所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。

NB/T 20036.2 核电厂能动机械设备鉴定 第2部分：抗震鉴定

NB/T 20036.3 核电厂能动机械设备鉴定 第3部分：非金属物项鉴定

NB/T 20036.4 核电厂能动机械设备鉴定 第4部分：动态约束器鉴定

NB/T 20036.5 核电厂能动机械设备鉴定 第5部分：泵组件鉴定

NB/T 20036.6 核电厂能动机械设备鉴定 第6部分：阀门组件鉴定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件和NB/T 20036的其他所有部分。

3.1

能动机械设备 **active mechanical equipment**

包含运动部件且通过运动部件的机械运动（或停止机械运动）执行规定功能的机械设备。其故障会降低设备功能能力的内部部件、附属件都是能动机械设备的组成部分。

3.2

原型设备 **prototype equipment**

新型设备的首件、产品样机或原始设计样件。原型设备可用于做鉴定试验。

3.3

产品设备（产品） **production equipment**

制造厂批量生产的设备——其制造工艺、材料、产品试验和质量保证与原型设备的制造工艺、材料、产品试验和质量保证相同。

3.4

鉴定样机 **qualified parent equipment**

已经主要以试验法鉴定合格的设备。鉴定样机一般是系列设备中的有代表性的设备。

3.5

设备支承件 **component support**

在设备和建筑结构之间传递载荷的结构元件。设备支承件不包括支承载荷路径上的介入元件，例如电动机、阀门驱动机构。

3.6

功能必备零件/部件 **essential-to-function parts/components**

设备组件中这样的零件或部件：它们对于引发、许可或执行事故条件下的规定功能是必不可少的，或者它们的失效会妨碍规定功能的执行。

3.7

1E级 **class 1E**

电气设备和系统的安全级。1E级设备和系统是紧急停堆、安全壳隔离、堆芯冷却、安全壳和反应堆排热所必需的系统和设备，或者说是防止放射性物质向环境明显释放所必需的系统和设备。

3.8

设计寿命 **design life**

设计中确立的、预计在规定使用条件下满足规定性能的期限。该期限可以用时间表示，也可以用运行循环次数或其他参数表示。

3.9

安装寿命 **installed life**

从安装至拆除这一期限，此期限内设备和其部件将在设计规定的使用工况下正常工作并对系统的需求做出正确反应。

3.10

鉴定寿命 **qualification life**

通过鉴定证明设备能够满足规定设计要求的期限。确定鉴定寿命时不考虑设计基准事件下的条件，但在整个鉴定寿命期间，直至寿命末期，设备应能够执行设计基准事件和其后所要求的功能。

3.11

老化 **aging**

在一段时间内运行、环境和系统条件（直至但不包括设计基准事件或模拟设计基准事件的过程）对设备的累积效应。

3.12

自然老化 **natural aging**

正常使用环境下发生的老化（有别于实验室模拟环境下的老化）。

3.13

设计基准事件 **design basis event (DBE)**

设计中用来确立构筑物、系统和部件（SSC）可接受性能且列在安全分析报告中的假设事件。

3.14

失常 **malfunction**

设备丧失了启动或持续执行规定功能的能力，或启动了可能导致不利后果的不希望动作。

3.15

维修 **maintenance**

在运行期间对物项进行的工作，目的是维护物项的功能能力，或将不可运行物项恢复到可运行状态。

3.16

可运行性/功能能力 **operability/functionality**

能动机械设备在规定的使用条件下为完成预定功能而执行所要求的机械运动的能力。

3.17

使用条件 **service conditions**

设备使用中所经历的条件，包括为正常运行、异常运行和设计基准事件规定的环境、载荷（包括动态/静态/压力载荷）、材料劣化条件。

3.18

安全停堆地震 safe shutdown earthquake (SSE, 或SL-2)

作为核电厂设计基准的地震地面运动。若发生该地面运动，用于保证下述要求的构筑物、系统和部件应依然能够执行其规定功能：

- a) 保证反应堆冷却剂压力边界完整性；
- b) 停堆并维持安全停堆状态；
- c) 防止（可能使厂外照射剂量超过规定限值的）事故或减轻其后果。

3.19

运行基准地震 operating basis earthquake (OBE, 或SL-1)

与停堆和检查相关联的地震地面运动。在发生该地面运动时核电厂继续运行所需的构筑物、系统和部件应当依然能够执行其规定功能，且不对公众健康和安全造成过量的风险。

3.20

鉴定 qualification

证明设备满足鉴定规格书所列使用条件和要求，并产生、保持相关证据的全部活动。

3.21

鉴定规格书 qualification specification

用于描述设备鉴定需要满足的各种要求的文件，它可以是独立文件，也可以是设计规格书的一部分。

3.22

鉴定大纲 qualification programme

详细规定鉴定目的、范围、方法、验收准则、记录和报告要求，并描述需要实施的全部鉴定活动的文件。详细规定鉴定目的、内容、方法和过程，实施鉴定并对实施结果文档化等全部活动的文件。

3.23

鉴定报告 qualification report

描述设备鉴定所用的方法和实施过程，给出相关数据，并证明鉴定活动满足鉴定规格书要求以及被鉴定设备符合验收准则的文件。

3.24

应用报告 application report

将已鉴定设备的鉴定结果扩展到被鉴定的同类设备时需要编制的一种文件，该文件用于说明被鉴定设备的要求额定压力、鉴定载荷水平和运行条件容量不高于已鉴定设备鉴定报告给出的额定压力、鉴定载荷和运行条件容量。

3.25

证明 demonstration

提供证据，以支持由假设的前提得出的结论。

3.26

裕量 margin

鉴定条件相对于使用条件的超出量。

3.27

合格准则 qualification criteria

依据设备鉴定所针对的具体使用条件制定的、判定能动机械设备满足结构完整性和可运行性的准则。

4 总则

4.1 鉴定目的

能动机械设备鉴定的目的是证明被鉴定设备在规定的使用条件下具备所要求的功能能力，并产生相应的证据。

4.2 鉴定方法及其选择

常用的鉴定方法包括试验法、分析法、相似法、经验法或以上方法的适当组合，方法的具体应用应遵守本标准其他相关部分的要求。在选择鉴定方法时宜考虑待鉴定设备的安全功能、可能的失常、可利用的鉴定资源等，一般性原则为：

- a) 对于无核电厂使用经验的能动机械设备，应采用试验法鉴定其原型设备。但下面 b) 中述及的难以进行试验的设备除外。
- b) 对于重量大、参数多或高（比如流量大、温度压力高）或形状复杂且难以进行试验的设备，可以采用分析法鉴定；对于有成熟分析模型的设备也可以采用分析法鉴定。
- c) 对于与鉴定样机相似或相近并满足相似性准则的能动机械设备，可以采用相似法鉴定。对于同一系列中的多个设备，可以仅对其中有代表性的少数设备（鉴定样机）进行试验鉴定，其余设备通过相似性分析和样机鉴定结果的扩展得到鉴定。对于重量、体积过大的设备，可通过缩比模型进行试验，然后通过相似分析，将鉴定结果扩展到实际设备上。
- d) 对于有相关运行经验数据的能动机械设备，可以采用运行经验法鉴定。
- e) 许多情况下（比如单一方法难以鉴定、相似条件不充分、或为了简化试验）宜采用几种方法的组合进行法鉴。

4.3 各种方法的基本要求

4.3.1 试验法

试验法基本要求如下：

- 用于试验的水力台架、振动台等应能提供合适的试验条件（温度、压力、振动等），这些条件至少相当于实际使用条件加上适当的裕量；
- 设备在试验台架上的安装和连接应模拟设备使用期间的安装状态；
- 设备的老化可以采用自然老化，也可以采用加速老化，对于加速老化应明确加速老化时间与实际使用时间之间的关系，并论证其合理性；对于不同的老化机理宜分别进行老化；
- 模拟设计基准事件（如设计基准地震、设计基准事故）的试验应在老化后（即鉴定寿命末）的设备上进行；
- 如果试验证明被鉴定的能动机械设备在鉴定寿命末仍能够满足或超过为设计基准事件期间和其后规定的功能，则被认为合格。

4.3.2 分析法

分析法的基本要求如下：

- 应具备可定量计算的分析模型，并对模型进行验证，确认其有效；
- 应有足够的支持性资料，为分析中的假设和得出结论提供支持；
- 计算出的应力、应变、载荷、位移与设计基准事件下的许用限值进行对比，该对比应作为判定能动机械设备是否合格的依据；
- 如果用分析法排除老化对设备性能的影响，亦应建立适用的准则。

4.3.3 相似法

相似法的基本要求如下：

- 应有已鉴定合格的设备（比如鉴定样机）作为相似性比较的依据；
- 应进行适当的分析，证明被鉴定设备与已鉴定合格的设备在设计和使用条件上的相似，包括激励、物理和动态特性上的相似；
- 应确定相似性准则，以满足相似性准则作为判定能动机械设备合格的依据。

4.3.4 经验法

有足够的经验数据是经验法鉴定的基本前提条件。在NB/T 20036.2中给出了抗震鉴定采用经验法的详细要求。

4.4 试验法鉴定的一般顺序

一般情况下宜先进行初步分析，以确定总的鉴定过程。如果确定用试验法鉴定，典型的试验过程包括：

- a) 基准试验：检验正常运行条件下的功能，并取得基准数据；
- b) 老化试验：热老化、辐照老化、运行老化（磨损、振动）；
- c) 地震试验：规定地震（OBE、SSE）条件下的振动和功能试验；
- d) 设计基准事故试验：LOCA条件下（温度、压力、湿度、化学环境等）的考验和操作；
- e) 最终检验：即最后的功能试验，以便与基准试验比较。

4.5 鉴定寿命

4.5.1 老化机理

老化机理包括热、辐射、锈蚀、侵蚀、化学腐蚀、磨损、振动等。由于设备本身特性（如材料）和环境条件的不同，对于某些设备（或其零件）可能存在一种或几种影响其寿命的老化机理，即显著老化机理。当鉴定中不采用自然老化结果时，应当进行显著老化机理的识别和评价。满足下述准则中任意一条的老化机理被认为是显著老化机理：

- a) 在正常运行条件下和设计寿命内，老化机理使设备或零件发生与异常运行条件、设计基准事件条件下相当程度的失常；
- b) 在正常运行条件下和设计寿命内，老化机理使设备或零件发生与设计基准事件条件下相当程度的劣化；
- c) 老化机理降低了设备执行鉴定规格书规定功能的能力；
- d) 当老化机理引起的劣化不容易通过在役试验/检查/监督来评价和解决时，也视作有显著老化机理。

4.5.2 无显著老化机理能动机械设备的鉴定寿命

对于无明显老化机理的能动机械设备或零件，其鉴定寿命等于设计寿命。

4.5.3 有显著老化机理能动机械设备的鉴定寿命

对于有显著老化机理的能动机械设备或零件，其鉴定寿命应基于保守的工程分析和评价，依据以下诸方面加以确定：

- a) 所采用老化过程（自然的、人工的或两者组合）的结果；
- b) 设备运行数据；

- c) 相同材料、同类使用条件的试验结果;
- d) 对已确定的重要老化机理的理解;
- e) 超出所要求的最不利使用条件的裕量;
- f) 疲劳寿命分析和计算(在鉴定规格书要求时)。

4.5.4 设备运行期间非金属零件的更换

一般说非金属零件有显著老化机理,应按NB/T 20036.3进行鉴定并确定鉴定寿命。

鉴于非金属零件寿命短,为了保证相关的能动机械设备的鉴定寿命,在核电厂运行期间应当对其进行定期更换。

5 文件要求

5.1 概述

鉴定文件包括鉴定规格书、鉴定大纲、鉴定程序、鉴定报告等。其中最重要的鉴定文件是鉴定规格书和鉴定报告。

5.2 鉴定规格书

鉴定规格书应至少包括下述a)~i)的内容,更详细的要求见本标准其他相关部分NB/T 20036.2、NB/T 20036.3、NB/T 20036.4、NB/T 20036.5、NB/T 20036.6。

- a) 说明正常运行和设计基准事件条件下设备的性能要求,包括判定为能动机械设备的依据,所要求的功能以及持续运行的时间。对于需要就设计基准事件做出反应的设备,明确其仅在设计基准事件期间或仅在设计基准事件之后执行功能,还是在设计基准事件期间和其后都要求执行功能。
- b) 给出设备的描述,包括边界、接口、边界内的部件、实体安装方向/位置、跨过边界与设备相接的附件、动力接线、密封件和控制线路等。
- c) 说明在每一种运行模式下通过设备边界上的附件、连接件作用在能动机械设备上的接口载荷;说明输入的动力和控制信号,包括偏离正常的输入动力和控制信号。
- d) 说明采用的鉴定标准(比如泵的鉴定应引用本标准第5和1、2、3部分)。
- e) 明确能动机械设备的使用条件和每类条件下同时承受的载荷,比如地震、内外部压力/温度、相对湿度、辐射、振动、腐蚀效应、瞬态等。
- f) 规定鉴定参量的裕量,以便计及设备性能变化、测量误差、产品设备的相互差别,从而能够高可信度地保证设备在最不利使用条件下胜任其功能。
- g) 给出明显老化机理(如果已知)。
- h) 列出鉴定验收准则,即保证设备满足基本功能要求的参量值。
- i) 规定需要提交的文件。

5.3 鉴定报告

鉴定报告应证明:鉴定程序和鉴定结果满足鉴定规格书的要求,设备合格性已确立;鉴定寿命确立,并有相应的证据。

鉴定报告宜包括(但不限于)以下内容:

- 设备的标识,如名称、代号;
- 引用的标准和其他资料;

- 鉴定中需要对照的设计输入数据；
- 鉴定方法及其说明，根据情况可包括试验台架、分析程序、数据库等的描述；
- 取得的数据及数据分析记录，异常情况记录；
- 鉴定中未处理而留待核电厂在其在役监督或老化管理中解决的问题；
- 验收准则；
- 鉴定结论；
- 批准人签字。

对于用相似法将鉴定样机的鉴定结果扩展到同类设备时，还应编制应用报告。NB/T 20036.6中提供了阀门鉴定应用报告的要求。

参 考 文 献

- [1] HAF 102-2004 核动力厂设计安全规定
 - [2] HAD 101/01 核电厂厂址选择中的地震问题
 - [3] HAD102/02 核电厂的抗震设计与鉴定
 - [4] HAFJ0053 设备抗震鉴定试验指南
 - [5] GB 50267-97 核电厂抗震设计规范
 - [6] GB/T 12727-2002 核电厂安全系统电气设备质量鉴定(IEC 60780-1998, MOD)
 - [7] GB/T 13625-1992 核电厂安全系统电气设备抗震鉴定 (IEC 980-1988, EQV)
 - [8] GB/T 17569-1998 压水堆核电厂物项分级
 - [9] EJ/T 531-2001 核电厂安全级阀门驱动装置的鉴定
 - [10] EJ/T 628-1999 核电厂安全级连续工作制电动机的质量鉴定
 - [11] EJ/T 1197-2005 核电厂安全级电气设备质量鉴定试验方法与环境条件
 - [12] USA, 10 CFR, Part 50, Appendix S --Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants
 - [13] Regulatory Guide 1.60 Design response spectra for nuclear power plants
 - [14] Regulatory Guide 1.61-2007 Damping Values for Seismic Design of Nuclear Power Plants
 - [15] Regulatory Guide 1.100-1988 Seismic qualification of electric and mechanic equipment for nuclear power plants
 - [16] NUREG 0800-1996 Standards review plan, Section 3.7.2 Seismic system analysis
 - [17] 美国机械工程师协会 锅炉与压力容器规范 第三卷 核设施部件建造规则
 - [18] ASME OM-S Standards and guides for operation and maintenance of nuclear power plants
 - [19] ASME QME-1-2002 Qualification of active mechanic equipment used in nuclear power plants
 - [20] ANSI B16.41-1983(R1989) 核电厂动力操作能动阀门组件的功能鉴定要求
 - [21] IEEE 323-2003 IEEE Standards for Qualifying Class 1E Equipment of Nuclear Power Generation Stations
 - [22] IEEE 344-2004 Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generation Stations
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
核电厂能动机械设备鉴定
第 1 部分：通用要求
NB/T 20036.1—2011

*

原子能出版社出版
核工业标准化研究所发行
北京海淀区骚子营 1 号院
邮政编码：100091
电话：010-62863505
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
版权专有 不得翻印

*

2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷
印数 1—200