

ICS 27.100

F 23

备案号: 16986-2006

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 982 — 2005

核电厂汽水管道与支吊架维修调整导则

Maintenance & adjustment guide for nuclear power plant
steam-water piping and supports

2005-11-28 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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

5 核电厂汽水管道系统..... 4

6 管道支吊架检查、维修与调整..... 6

7 人员职责与技术档案..... 9

前 言

本标准是根据国家发展和改革委员会《关于下达 2003 年行业标准项目补充计划的通知》（发改办工业〔2003〕873 号文）的安排制定的。

随着我国核能电力工业的迅速发展，对核电机组安全、经济、可靠运行的要求日益严格，核电厂汽水管道及其支吊架检修的重要性越来越受到重视，保证核电厂汽水管道及其支吊架的正常功能已成为核电厂每次换料大修的一项重要工作任务。

本标准是在调研并总结国内已投运核电厂在汽水管道及支吊架检修方面的实践经验基础上，参考 DL/T 616—1997《火力发电厂汽水管道与支吊架维修调整导则》，部分采用 ANSI/ASME B31.1—1998《动力管道》的附录 VI《动力管道运行、维护和改装的推荐实施规定》中的有关内容编制的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业核电标准化技术委员会归口。

本标准由苏州热工研究院有限公司负责解释。

本标准起草单位：苏州热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：王元东、余成长、朱成虎。

核电厂汽水管道与支吊架维修调整导则

1 范围

本标准规定了商业用途压水堆核电厂核级和非核级汽水管道及其支吊架的维修与调整的基本要求。

本标准适用于商业用途压水堆核电厂核级和非核级汽水管道及其支吊架的维修与调整。重水堆等其他堆型核电机组的汽水管道及其支吊架维修与调整可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

HAD 103-08 核电厂维修

HAF 103-01 核电厂运行安全规定—核电厂换料、修改和事故停堆管理

ASME Boiler & Pressure Vessel Code (2001) Section III Div. 1 Subsection NF 支承件

ASME Boiler & Pressure Vessel Code (1998) Section XI 核电厂在役检查规程

ASME OM-S/G-2000 核电厂设备运行和维修标准导则

ANSI/ASME B31.1—1998 动力管道

RSEM 1997 压水堆核电厂核岛机械设备在役检查规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

核级管道 nuclear class piping

与核安全相关的管道，包括核安全 1 级、核安全 2 级、核安全 3 级管道。

3.2

核级支吊架 nuclear class support

核安全 1 级管道的支吊架为 S1 级，核安全 2、3 级管道的支吊架为 S2 级。

3.3

管道坡度 slope of piping

为保证水平管道的正常疏水与排放功能而要求的管道指定两点之间连线与水平面夹角的正切值。

3.4

管道元件 component of piping

组成管道系统的各种部件，包括直管、弯管或弯头、三通、大小头、孔板、堵头、法兰、阀门、快速接头、软管等。

3.5

管道支吊装置（支吊架） support and device for piping (support)

用于承载管道重量、限制管道振动或控制管道位移的装置，由管部、连接件、功能件与根部等零部件组成。

3.6

管部 attachment of support on piping

支吊装置与管道直接连接的零部件的总称。

3.7

连接件 annectent device

用于连接管部与功能件、功能件与根部，或管部与根部相互连接的各种零件的总称。

3.8

功能件 function structure

实现各种支吊类型功能的零部件的总称，如导向装置、限位装置、阻尼器、弹簧箱等。

3.9

根部 base structure

支吊装置与承载结构直接连接的各种结构。

3.10

支吊点（吊点） point of support

管道上装设管部部位承受力的代表点。

3.11

着力点 point of force

承载结构上装设根部部位承受力的代表点。

3.12

变力弹簧支吊架 variable spring support and hanger

用于承受管道自重及工作荷载且其承载力随着支吊点处管道垂直位移的变化而变化的弹性支吊架。

3.13

恒力弹簧支吊架 constant support and hanger

用于承受管道自重及工作荷载，但其承载力不随支吊点处管道垂直位移的变化而变化，即荷载保持基本恒定的弹性支吊架。

3.14

刚性支吊装置 rigid hanger and support device

用于承受管道自重及工作荷载，并约束管道在支吊点处的垂直位移或者约束管道在支吊点处某一（几）个方向位移变化的支吊架，如刚性吊架、滑动支架、导向装置、限位装置和固定支架等。

3.15

减振器 snubber

用于控制管道低频高幅晃动或高频低幅振动，对管系的热胀、冷缩有一定约束的装置。

3.16

阻尼器 damping device

承受管道冲击荷载或地震荷载，控制管系高速振动位移，允许管道自由热胀、冷缩的装置。

3.17

抗甩击装置 shock and sway suppressor

为防止核级流体管道断裂等原因造成管道甩动而产生的巨大冲击荷载对邻近构筑物或部件产生的巨大冲击而设置的控制装置，该装置允许管道自由热胀、冷缩。

3.18

接口 interface

管道与设备或甲管道与乙管道设计分界的连接环节，可以是焊缝、法兰或其他连接方式。

3.19

偏装 inclining

为了改善由于冷热位移引起不利受力而在安装时使支吊点与着力点在空间坐标上设计规定的不一致数值。

3.20

失载（脱载） looseness

由于非正常原因引起承载支吊架完全失去荷载的现象。

3.21

超载 over loading

超过支吊架设计最大额定荷载的现象。

3.22

过应力 excessive stress

由于非正常原因使管道元件的某局部位置或支吊装置某局部的工作应力超过许用应力的应力。

3.23

附加位移 additional displacement

设备由冷态到热态引起接口处坐标值的增量。

3.24

补刚处理 stiffening

为增加构件抗变形或抗振动能力而进行的结构改进。

3.25

水锤 water hammer

管道内因压力波动、流量或流向突然变化而引起的冲击荷载现象。

3.26

汽锤 steam hammer

蒸汽管道系统中因流动条件和流动状态的急剧变化而产生的动荷载现象。

3.27

三向位移指示器 displacement indicator in 3 directions

安装在管道上，用于指示管道某点在热态下空间三个方向上相对于冷态时的位移量的装置。

3.28

主管道热段 hot leg of main primary piping

连接反应堆压力容器与蒸汽发生器的一回路冷却剂管道。

3.29

主管道冷段 cold leg of main primary piping

连接反应堆压力容器与主泵的一回路冷却剂管道。

3.30

主管道过渡段 crossover leg of main primary piping

连接蒸汽发生器与主泵的一回路冷却剂管道。

4 总则

4.1 本标准参考了 ASME Boiler & Pressure Vessel Code (2001) Section III Div. 1 Subsection NF、ASME Boiler & Pressure Vessel Code (1998) Section XI、ASME OM-S/G-2000、ANSI/ASME B31.1 (1998)、RSEM 1997、HAF 103-01 和 HAD 103-08 等。

4.2 管道支吊架因为设计不当、安装错误、长时间运行、腐蚀等原因，会造成管道支吊架的状态异常、

失效等问题,如吊架弹簧扭曲变形、水平管道横担吊架横担偏斜、滑动支架滑动面脱开不受力等,这将使管道运行达不到设计要求,引起吊架受力不合理或管道运行应力升高。通过对管道和支吊架的检查、诊断和维修调整,可以提高管道运行的安全性和可靠性,减少机组故障和非计划停堆次数,延长其使用寿命。

4.3 对管道及其支吊架的全面检查一般包括三个过程,即热态时的状态检查、冷态时的状态检查和整改后机组重新启动后的热态复查。对于核辐射控制区内在热态下不允许进入检查的管道及其支吊架,除应做好热试期间的检查和记录外,对于特别重要的管道还应安装监测装置,监视其运行情况。

5 核电厂汽水管道系统

5.1 管道的膨胀

5.1.1 核电厂在预运行调试阶段对核 1、2、3 级与抗震 I 类的设备和管道必须进行热膨胀试验,试验要求按热膨胀试验大纲来执行。试验大纲应明确各测点处允许的热膨胀数值范围。

5.1.2 高温管道应在热位移较大、测量方便处装设三向位移指示器或采用挂铅锤等其他测量三向位移方法。设计单位应提供该处热位移的理论计算值。

5.1.3 应保证管道按设计要求进行膨胀。两相邻管道保温表面间的冷间距,应保证管道膨胀不相互阻碍。对管道周围的其他设施进行改造时,应保证管道膨胀不受影响。

5.1.4 新机组在热态试验升温期间,对于一回路核级管道应分几个温度平台逐级升温至额定温度,并在几个温度平台及时检查管道位移是否受阻,同时在两个温度平台之间的温升期间也要求检查 1~2 次。如出现受阻,应先采取临时消阻措施,并做好相应记录,再由设计单位根据现场实际情况做设计更改。

5.1.5 新机组对核岛内一回路管道在热态试验前和反应堆热态试验期间管道介质参数达到额定稳态试验工况且保持 120h 后,检查并记录一次位移指示器的三向位移指示数值;首次停堆后,管道壁温降至接近环境温度时,应对有关管道记录一次位移指示器的三向位移数值。新机组常规岛在首次启动前和启动后蒸汽参数达到额定值 8h,以及机组首次停机后管道壁温降至接近环境温度时,应对有关管道记录一次三向位移数值。

5.1.6 机组大修停机后,待管道壁温降至接近环境温度时,应对核岛管道记录一次位移指示器的三向位移数值。机组大修停机后,待管道壁温降至接近环境温度时,以及机组重新启动待蒸汽参数达到额定值 8h 后,对常规岛有关管道应记录一次管道位移指示器的三向位移数值。

5.1.7 各支吊点的实际位移值与其设计计算值一般不会完全相符,但应不超过 20%,且在支吊架的允许工作范围内,否则应做好记录,查明原因,必要时应予以纠正。

5.1.8 在每次换料大修期间,应对核岛一回路冷却剂管道的主管道热段、主管道过渡段和主管道冷段上的限位装置进行检查,测量管道外表面与限位装置定位块之间的间隙,并做好记录;此测量记录应交有资质的设计或研究单位进行管道柔性分析,评估测量结果的合理性,并确定所需的调整措施。

5.2 管道的推力与力矩

5.2.1 管道在安装或者调试阶段发生现场变更而偏离原设计时,必须对变更管道重新进行计算分析和评定、核算管端推力和力矩。与管道连接的设备及其支吊架出现明显变形或非正常位移时,应分析管道的推力与力矩对设备和支吊架的影响,并与管道设计时的计算结果进行比较,找出原因予以改进。

5.2.2 与管道连接的设备接口焊缝出现裂纹时,应查明管道是否发生过剧烈振动,检查焊接质量,对附近的支吊架进行检查,必要时进行管系推力与力矩核算。

5.2.3 固定支架的混凝土支墩、墙体或预埋件发生损坏,应做好记录,分析原因,并及时进行处理。

5.2.4 与反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器、主泵、高压加热器、低压加热器、除氧器、汽水分离再热器、给水泵、汽轮机等重要设备连接的管道在设备接口处附近或在设备支承结构上,发现推力与力矩异常时,应立即进行处理。

5.2.5 运行中出现法兰结合面经常泄漏的情况时,除应检查分析支吊架布置是否合理之外,还应考虑管

道推力与力矩异常引发泄漏的可能性。

5.2.6 厂房或设备基础发生沉降或遭受地震后,应对管系进行位移测量与记录,并进行管端附加推力与力矩核算,必要时提出处理措施。

5.3 管道的冲击与振动

5.3.1 核电厂在预运行调试阶段对核 1、2、3 级与抗震 I 类的设备和管道必须进行振动试验,试验中的振动量应控制在允许的范围之内。在役运行期间,对于常规岛管道,当发生明显振动、水锤或汽锤现象时,应对管系进行测量检查,并记录发生振动、水锤或汽锤的时间、工况、支吊架零部件是否损坏与管道是否变形,并分析原因,采取防止措施;对于核岛管道,特别是重要管道,应在可能发生管道振动的部位安装监测装置,并经常监视管道的振动情况;在停堆检修期间,要对管道是否发生过较大幅度的振动、水锤或汽锤问题进行分析判断,采取防止措施。

5.3.2 管系发生较大振幅的低频振(晃)动,应检查支吊架荷载是否符合设计要求。对于超出安全振动范围的管系应及时采取减振措施,但是严禁未经计算就用强制约束办法来限制振动。常用的减振办法为:

- a) 用提高管系刚度的办法来减振,并应对支吊架进行认真的调整;
- b) 用增设减振器的办法来减振,在振动管道沿线试加减振附加力,以确定减振的最佳位置;
- c) 用增设阻尼器的办法来减振,根据分析计算并结合现场条件确定增设的具体位置,刚度、位移量、位移方向及荷载,确定型号、连杆长度与根部布置。

5.3.3 因地震造成停堆时,应及时对管系进行全面察看,检查液压阻尼器状态是否正常,检查管道与设备接口焊接是否异常(必要时,需进行合适的无损探伤检查),支吊架是否损坏与管道是否变形,出现异常应及时进行处理。

5.3.4 因流体不稳定流动而引起的管道振动,一般不用强制约束和增加支承的办法来限制振动,应从运行工况、系统结构布置与适当的支吊架改进进行综合治理。

5.4 管道过应力

5.4.1 根部或管部钢结构或连接件刚度或强度不足引起管系过应力时,应按汽水管道支吊架设计原则进行补刚、补强处理。

5.4.2 严禁利用管道作为其他重物起吊的支吊点,如需在管道或支吊架上增加设计时没有考虑的任何永久性或临时性荷载时,需重新进行计算确认。

5.4.3 管道个别部件损坏或焊缝部位经无损检测发现有新的缺陷或裂纹时,应进行材质性能试验和应力分析测量,以确定部件失效的原因,并采取有效措施予以纠正。

5.4.4 当管道某一焊缝多次发生裂纹,除分析焊接及管材质量外,还应进行如下工作:

- a) 检查裂纹焊缝邻近支吊架是否正常,并测定其热位移方向和位移量;
- b) 根据管系的实际状况进行应力分析,找出焊缝损坏原因,并采取有效措施予以纠正。

5.4.5 当更换管子、管件或保温材料时,原则上应按设计的原材质、原规格、原质量更换。当材质、规格、质量、尺寸、外形布置等与原设计不同时,应进行应力分析,防止管系任何部位产生过应力。

5.4.6 管道上多处支吊架弹簧被压死,常造成管系过应力。发生此情况时,应对管系重新进行应力分析,查明原因,并采取纠正措施。

5.4.7 蒸汽管道水压试验时,应将弹性支吊架进行锁定来保护弹簧。如无法锁定或锁定后其承载能力不足时,应对部分支吊架进行临时加固或增设临时支吊架,加固或增设的临时支吊架要经计算核准,如管系设计未考虑水压试验工况,在水压试验前,应通过计算增设临时支吊架。

5.5 管道保温与油漆

5.5.1 一回路冷却剂管道、主蒸汽管道、主蒸汽旁路管道、汽水分离再热蒸汽管道、汽轮机抽汽管道等温度较高的管道上,严格控制保温材料的技术参数,以保证保护层表面温度与管道受力不超限。

5.5.2 检修时,局部拆除的保温应按原设计的材料与结构尺寸恢复。使用替代材料使邻近支吊架工作荷载超过 $\pm 10\%$ 时,应进行支吊架荷载调整。

5.5.3 大范围拆除保温前，应将弹性支吊架暂时锁定，保温恢复后应解除锁定。

5.5.4 大范围更换保温时，不得使用与原设计容重相差过大的保温材料或改变原保温结构尺寸，否则要重新进行支吊点荷重分配、热位移、管系应力及推力校核计算，并对支吊架逐个进行调整，必要时更换支吊架。

5.5.5 禁止一回路冷却剂管道、主蒸汽管道、汽水分离再热蒸汽管道的任何部位因保温脱落而裸露运行。禁止把弹簧、吊杆、滑动与导向装置的滑动面包在保温层里，禁止保温层阻碍弹簧、吊杆、滑动与导向装置的正常功能。

5.5.6 对于有防腐要求的管道和支吊架，在设计供货时，应要求对支吊架作防腐处理；在维修检查时，应检查支吊架的锈蚀情况，对锈蚀轻微的要进行防锈处理（如刷防锈漆等）和重新进行油漆，更换的油漆要符合设计要求，对锈蚀严重的支吊架要更换。

5.6 管道的检修与改造

5.6.1 核电厂在役运行期间，必须按在役检查大纲定期对管道和重要支承进行无损检测，具体包括焊缝探伤、管道壁厚测量、支承防腐、支吊架零部件目检等方面。如检查结果超过允许范围，应做进一步检验与分析，在此基础上再确定管道及其支吊架的维修和改造方案。

5.6.2 对超期服役或损坏的管道进行全部或部分换管时，除要遵守核安全辐射防护的有关规定外，还应根据管系的实际状况，重新进行设计计算与支吊架调整。

5.6.3 核级水平管道不允许出现倒坡现象，其他水平管道过度挠曲影响疏水时，可以用增设支吊架的办法解决，但应进行荷载分配与热位移计算。水平管坡度方向不能满足疏水和排放要求时，应请专业设计和研究单位研究解决。

5.6.4 当管道系统发生下沉时，应查明原因，必要时应请专业设计和研究单位协助处理。

5.6.5 更换管道前，应对作业部位两侧管道进行定尺寸、定位置的临时约束，待作业结束后解除约束。

5.6.6 大量更换支吊架，改变支吊架的位置、定向、类型、荷载或增加约束，应进行管系设计计算。

5.6.7 支吊架施工前应熟悉有关图纸、资料及现场情况，制定施工方案，按方案的工艺要求施工，施工完成后要认真核对检查。

5.6.8 管道支吊点的定位与设计的偏差值应符合管道设计图纸的规定；着力点的定位与设计的偏差值，不应引起根部辅助钢结构或承载结构超设计规定的应力水平或偏心受载。

5.6.9 管道支吊点与着力点需要偏装时，偏装值应为水平冷、热位移之和的 1/2。利用根部偏装，偏装方向与位移同向；利用水平管道偏装，偏装方向与管道轴向位移反向。热态时出现吊杆倾角比冷态时同向增大，应查明原因，并进行处理。

5.6.10 支吊架与管道直接接触的管部零件，其材料应按管道设计温度和原设计材料选用，接触面不应损伤管道表面，应保证管部与管道之间在预定约束方向不发生相对滑动或转动。不锈钢管道表面不允许直接同碳钢材料接触，可以采用不锈钢薄板衬垫。

6 管道支吊架检查、维修与调整

6.1 一般规定

6.1.1 核电厂运营单位应根据相关法规和标准以及核电厂的运行技术规范制定管道支吊架的预防性维修大纲和针对不同类型支吊架的维修工作程序。预防性维修大纲应列出覆盖的全部支吊架清单及其相应的检查频度和检查要求。

6.1.2 根据本标准和支吊架预防性维修大纲为每次换料大修制定支吊架检修计划，安排一定数量的支吊架检修，把所有应该检查的支吊架按核安全级别、温度、压力等参数和重要性分为每次大修必须检查、每两次大修检查一次、每三次大修检查一次、每五次大修检查一次、每十年检查一次等类型；为了更好地开展支吊架检修工作，核电厂运营单位应建立支吊架检修数据库管理系统，便于大修计划制定和检修记录管理。

6.1.3 支吊架调整的主要内容是调整恢复管道设计标高、管道设计坡度、荷载分配、规定间隙数值、减振器的防振力、阻尼器行程分配和抗甩击装置的功能完整性等。

6.1.4 支吊架施工焊接必须执行核电厂的有关焊接程序规定。与管道直接焊接的管部零部件，其材料应与管道材料相同或相容。根部及管部的焊缝应符合图纸要求。支吊架的全部安装焊缝应根据管道等级决定检查方法，一般采用目视检查，必要时进行合适的无损探伤检查。

6.1.5 为避免焊接高温影响混凝土与预埋件的连接强度，在预埋件上焊接辅助钢结构时，宜采用降低焊接热输入量的焊接工艺。

6.1.6 大范围更换保温与大量更换支吊架后，在弹簧支吊架锁定装置未解除前，应对全部支吊架进行检查与首次初调，使所有吊杆不受力过大或过小。

6.1.7 支吊架的冷态调整，对单管线路管道，一般应从连接设备的固定端开始，从两端向管道中间按顺序进行；对多管线路管道，还应平行按顺序进行，而且这种调整要反复多次才能达到支吊架的安装荷载。

6.1.8 热态试验前，应撤除弹簧支架的锁定装置。热态试验时，对所有支吊架进行一次目视检查。试验完毕后，再次对所有支吊架进行一次目视检查。发现问题应及时处理，不能把问题留在机组运行后处理。

6.1.9 汽水管道的首次试运行时，对于非核级管道，在管道介质温度达到额定值 8h 后，应对所有支吊架进行一次目视检查，对弹性支吊架荷载标尺或转体位置、减振器及阻尼器行程、刚性支吊架及限位装置状态进行一次记录，发现异常应分析原因，并进行调整或处理；对于核级管道，应在首次换料大修冷态时对有关管道及支吊架按原设计要求和检查和处理。

6.1.10 核级汽水管道的检查应列入电厂预防性维修大纲，并按要求定期按计划地进行检查，并记入档案。检查内容为：

- a) 阻尼器是否符合其规格书的要求；
- b) 滑动支架、导向装置、限位装置的间隙是否满足原支吊架设计图纸、文件的规定要求；
- c) 大荷载刚性支吊架结构状态是否正常；
- d) 一回路冷却剂管道的主管道热段、主管道过渡段、主管道冷段的限位支架的冷态间隙检查记录；
- e) 变力弹簧支吊架在冷态和热态的位置，其弹簧是否过度压缩（或拉伸）、偏斜或失载；
- f) 恒力吊架在冷态和热态的位置，其是否压死、偏斜或失载；
- g) 减振器、抗甩击装置功能是否异常等；
- h) 承载结构与根部辅助结构是否有明显变形，焊缝是否有裂纹，混凝土是否开裂；
- i) 管道是否有不允许的倒坡度。

6.1.11 常规岛主蒸汽管道、主蒸汽旁路管道、汽水分离再热蒸汽管道、主给水管管道及支吊架，每次大修应在热态和冷态时逐个目视检查一次，并记入档案。检查内容为：

- a) 阻尼器的行程是否符合其规格书的要求；
- b) 变力弹簧支吊架是否过度压缩、偏斜或失载，支吊架总成是否异常；
- c) 恒力弹簧支吊架转体位移指示是否越限，支吊架总成是否异常；
- d) 刚性支吊架状态是否异常；
- e) 导向装置、限位装置状态是否异常，间隙是否符合设计要求；
- f) 减振器、抗甩击装置及阻尼器位移及功能是否异常等；
- g) 承载结构与根部辅助结构是否有明显变形，焊缝是否有裂纹，混凝土是否开裂。

6.1.12 其他汽水管管道每次大修时应抽取一定比例的支吊架列入大修计划中进行检修。检查内容为：

- a) 承载结构与根部辅助结构是否有明显变形，焊缝是否有裂纹，混凝土是否开裂；
- b) 变力弹簧支吊架的荷载标尺指示或恒力弹簧支吊架转体位置是否正常；
- c) 支吊架活动部件是否卡死、损坏或异常；
- d) 吊杆或连接配件是否损坏或异常；
- e) 刚性支吊架结构状态是否损坏或异常；

- f) 导向装置、限位装置、固定支架结构状态是否正常;
- g) 减振器结构状态是否正常, 阻尼器的功能是否正常;
- h) 管部零件是否有明显变形, 受力焊缝是否有裂纹;
- i) 管道是否有不允许的倒坡度。

6.1.13 所有支吊架的螺纹连接件的固定螺母均应安装锁紧螺母, 使螺栓与附件紧固 (如卡箍、环形螺母、拉紧器的螺母等)。

6.1.14 订购更换支吊架时, 应要求生产厂提供支吊架检修维护程序。

6.1.15 运行中发现支吊架损坏, 在采取有效的安全措施后, 经电厂授权人批准, 可在近期停机时检修; 当危及安全运行时, 应立即停堆或停机检修, 或在有条件的情况下隔离相关系统处理。

6.1.16 所有支吊架均应具有可追溯性的编码标识, 弹簧支吊架要有清晰的名牌标识和位移指示器。

6.2 变力弹簧支吊架

6.2.1 更换变力弹簧支吊架组件, 在订购时应要求生产厂逐台按设计的安装荷载标定安装刻度。

6.2.2 更换被压死或压断的弹簧时, 若要变换弹簧规格号, 应根据实际载荷重新计算后再确定相应的规格型号。

6.2.3 弹簧组件的标牌, 应安置在便于观察的方位。

6.2.4 安装荷载的调整应通过松紧螺母 (花篮螺丝) 来进行, 必要时可用吊杆最上方或横担下方的螺纹作辅助调整, 但应保证螺纹至少突出吊杆承载件 3mm~5mm。

6.2.5 变力弹簧吊架的吊杆与垂线间夹角应小于 4° , 不能满足时, 可通过调整偏装值来实现。

6.2.6 串联弹簧吊架应采用同荷载范围的弹簧, 调整时以下方吊架的弹簧荷载为准。

6.2.7 并联弹簧支吊架应采用规格相同、实际刚度相近的弹簧。对偏离设计值大的一侧弹簧支吊架应进行荷载调整。

6.2.8 支吊架全部调整结束后, 所有六角扁螺母均应锁紧, 并逐个检查变力弹簧支吊架的锁定装置是否均已解除。

6.3 恒力弹簧支吊架

6.3.1 恒力弹簧支吊架公称位移量的选用, 应比计算垂直位移量大 20%, 且至少大 20mm。

6.3.2 更换有较大水平位移的立管恒力吊架, 宜选择有较大的位移裕度。安装时, 吊杆平面应垂直于水平位移的合成方向。

6.3.3 更换恒力弹簧支吊架, 在订购时应要求生产厂逐台提供恒定度、规定荷载离差和超载三项试验数据。

6.3.4 带有转体上下限位器的恒力弹簧支吊架, 应留出位移行程值的 5% 作为冷态的起始状态, 以防管系长期运行后管线变化造成冷态时转体与限位器相碰。

6.3.5 恒力弹簧支吊架转体的位置的调整, 应通过松紧螺母进行。其荷载的调整, 应通过调荷器进行。

6.3.6 并联恒力弹簧支吊架, 宜采用规定荷载离差相接近的支吊架。热态时, 两侧转体位置指示可能不相同, 只要在位移量行程范围内, 可以不进行转体位置调整。

6.3.7 恒力弹簧支吊架的吊杆与垂线间夹角应小于 4° , 不能满足时, 可通过调整偏装值来实现。

6.3.8 支吊架全部调整结束后, 所有六角扁螺母均应锁紧, 并逐个检查恒力弹簧支吊架的锁定装置是否均已解除。

6.3.9 锁定装置应妥善保管, 以备后续的管道水压试验时使用。

6.4 刚性支吊装置

6.4.1 增设刚性支吊装置, 或变更刚性支吊装置的位置或约束类型, 应由设计或研究单位进行。

6.4.2 刚性吊架的安装, 其安装定位、安装工序应严格按设计图纸及技术要求进行, 以防运行中出现吊架失载或超载。

6.4.3 单吊杆刚性吊架, 冷、热态均不允许失载。双吊杆刚性吊架, 冷、热态均不应一侧失载。出现失

载现象，应分析原因，并设法纠正。

6.4.4 刚性支吊架的吊杆与垂线间夹角应小于 3° ，不能满足时，应调整偏装值或根部标高来实现。

6.4.5 承受排气反力的刚性支吊架，必须严格按设计要求进行安装，按规定进行冷、热态间隙调整。

6.4.6 滑动支架的工作面应平整、无卡涩或无脱空现象；导向装置的工作面应平整、无卡涩、无脱空或管部滑动底板越限，出现上述问题，应分析原因，并设法纠正。

6.4.7 限位装置安装，其安装定位、安装工序应严格按设计图纸及技术要求进行，并认真进行调整。定期检查其结构功能状态，发现损坏或异常，应分析原因，及时采取有效措施纠正。

6.4.8 导向装置在预定的约束方向或限位装置在限制移动的约束方向，应考虑管道与管部的热膨胀。热膨胀预留空间应遵守设计文件的要求。

6.4.9 固定支架安装，其安装定位、安装工序应严格按设计图纸及技术要求进行。定期检查其结构功能状态，发现螺栓松动、主要受力焊缝产生裂纹或其他异常，应分析原因，及时采取有效措施纠正。

6.5 减振器、阻尼器与抗甩击装置

6.5.1 管道需要增设弹簧减振器的，应根据动态载荷选择适当的规格，且必须选择可调节型的，以便现场调整防振力。在应力分析中，应考虑减振器在规定工况下对管道和设备的影响。

6.5.2 弹簧减振器的最大工作行程应比其防振力调整量与管道位移在减振器的轴向分量之和大20%，且至少大20mm。

6.5.3 管道需要增设阻尼器的，阻尼器的型式应与管道动态荷载特性及阻尼器要求相适应，阻尼器的规格应按动力荷载选用。

6.5.4 补装液压或机械阻尼器，必须使冷、热态均有足够的位移裕度，以防阻尼器位移超限损坏。

6.5.5 减振器与阻尼器一般应在管道处于冷态时安装。安装前应核对图纸尺寸与管线实际位置，如管线实际位置偏差过大，应对安装尺寸进行适当修正。

6.5.6 补装减振器后，必须进行热态调整，保证弹簧压缩后的行程裕度大于管道位移在减振器位置的轴向分量，确保无附加力作用在热态的管道上。

6.5.7 管道运行中发生事故断裂后，应检查评估管道抗甩击装置是否发挥有效作用。评估后，认为需要增设抗甩击装置的应由设计或研究单位进行分析设计，抗甩击装置的型式应与管道动态荷载特性及抗甩击装置要求相适应，抗甩击装置的规格应按动力荷载选用。断裂管道恢复后应检查抗甩击装置是否受损坏变形、松动、锈蚀，是否影响管道的热膨胀，发现问题应予以修复。

6.5.8 应按本标准和预防性维修大纲对液压或机械阻尼器进行维护，维护内容按生产厂规定进行。对液压阻尼器，要及时更换密封垫及老化的工作液，并定期检查液位及动作行程。

6.5.9 必须每年检查一次用于（由设计单位给出的）承受排汽反力的液压阻尼器，也可在安全阀动作后及时检查。检查是否漏油、液位及动作行程，并记入技术档案。

6.5.10 管道出现水锤、汽锤冲击后，应对出现冲击部位及其附近的所有减振器、阻尼器、抗甩击装置进行一次检查，发现问题及时处理。

7 人员职责与技术档案

7.1 汽水管道与支吊架专职或兼职工程师职责：

- a) 熟悉本厂汽水管道系统与支吊架的详细资料，熟悉管系的老化管理与寿命预测的基本知识，了解支吊架设计、计算的一般概念和知识；
- b) 参加新装机组汽水管道的竣工验收，参加设计与安装资料的移交工作；
- c) 负责组织对从事管道与支吊架维修工作人员进行技术培训；
- d) 组织人员建立基础档案及运行管理档案；
- e) 编制汽水管道与支吊架检修计划，审核支吊架检修与调整方案、检修总结与专题报告；
- f) 定期汇总主要管道的历史检查数据及记录，并进行分析，如有异常应进行核实，并及时以书面

形式向有关上级报告，数据分析结果送电厂档案部门存档。

7.2 下述工作应由有经验的或经过培训的人员担任：

- a) 管道系统与支吊装置的目视观察、检查、测量和记录；
- b) 支吊装置的维护和更换；
- c) 弹性支吊架荷载或转体位置的调整，刚性支吊架与限位装置结构状态的调整。

7.3 建立设计资料档案，包括：

- a) 设计图纸与设计修改通知单；
- b) 管道的设计参数与工作参数；
- c) 管道材料的钢号、规格及物理参数；
- d) 主要管件与阀门的型号、规格、钢号、质量与尺寸；
- e) 管道保温设计与保温材料的物理参数；
- f) 管端的附加位移，管道对设备接口的推力与力矩；
- g) 各管系的最大应力点位置与应力值；
- h) 支吊架的功能，冷态荷载、热态荷载及热位移汇总表等。

7.4 建立安装资料档案，包括：

- a) 主要部件的金属检验、冷紧作业情况与安装变更记录；
- b) 标注位移指示器、焊口及支吊架实际位置及尺寸的主要通道（如主回路管道、主蒸汽管道、汽水分离再热蒸汽管道及主给水管道）系统的单线立体图（等轴图）；
- c) 管道支吊架产品质量证明书及随箱资料，支吊架运行维护程序、支吊架安装、检查及调整记录；
- d) 位移指示器安装记录等。

7.5 建立投产后的技术档案，包括：

- a) 简明的支吊架吊点分布立体图；
 - b) 全厂统一的支吊架编号、型号规格、热位移及荷载的支吊架装置检查记录表；
 - c) 同一管系不同保温结构标志与尺寸图；
 - d) 运行小时数、启停时间与次数记录表；
 - e) 支吊架检修、调整记录与位移指示器检查记录；
 - f) 支吊架全面检查与管系异常的专题技术报告等。
-