

前 言

为进一步提高我国火力发电厂汽轮机运行安全性和可靠性，防止水和冷蒸汽损伤汽轮机，正确指导设计、安装、运行、检查、试验和维护，特制定本标准。

本标准是参考了美国国家标准《防止水对发电用汽轮机造成损坏的导则》(ANSI/ASME TDP-1-1985)，并总结国内外汽轮机运行经验和国产设备的实际使用情况而制定的。在使用本标准时，应考虑设备类型及实际情况，并遵照制造厂家的具体要求执行。

本标准的附录 A 是规范性附录。

本标准由电力行业电站汽轮机标准化技术委员会提出、归口并解释。

本标准起草单位：国电热工研究院。

本标准主要起草人：朱小令、危师让、刘安。

火力发电厂汽轮机防进水和冷蒸汽导则

1 范围

本标准规定了防止水和冷蒸汽对汽轮机造成损坏，提高运行安全、可靠性所涉及的设备和系统的设计、安装、监测、试验及运行维护的技术要求。

本标准适用于火力发电厂的汽轮机。

本标准不适用于核电汽轮机。

2 总则

2.1 本标准建议采取的措施主要是用于防止水和冷蒸汽对火力发电厂的汽轮机造成的损坏。

2.2 为防止汽轮机进水和冷蒸汽对设备造成损坏，有关制造厂、电力设计院、安装调试和运行部门，在对新装机组进行设计、安装调试和运行时，建议按照本标准的要求执行；对已投运的机组进行防进水系统改造时，可参照本标准执行；如制造厂另有要求，应按制造厂的规定执行；对未涉及的系统和设备，可根据实际情况，依据本标准的原则，采取相应的技术措施。

2.3 本标准中提出的运行建议是按照一般要求提出的。对不同机组，由于容量、结构、设备及系统的设计与布置、自动化程度以及运行方式不同，应根据实际情况制定技术规程，指导运行人员处理机组正常启、停、稳定运行、负荷变动、锅炉灭火、汽轮机甩负荷和进水等情况。这些规定应包括有出现如高水位报警，金属温度急剧下降或蒸汽管道振动等征兆时必须采取的措施。

2.4 本标准建议的措施，涉及以下与汽轮机进水和冷蒸汽有关的设备和系统的设计、安装、监测、试验及运行维修，这些系统和设备包括：

- a) 锅炉；
- b) 过热蒸汽和再热蒸汽的减温喷水装置；
- c) 启动旁路系统、管道及疏水；
- d) 主蒸汽系统、管道及疏水；
- e) 再热蒸汽（冷、热段）管道及其疏水；
- f) 汽轮机本体疏水；
- g) 抽汽管道及其疏水；
- h) 回水加热器与除氧器；
- i) 汽轮机汽封系统、管道及疏水装置；
- j) 锅炉给水泵汽轮机；
- k) 疏水管、疏水联箱、疏水扩容器。

与汽轮机连通的任何接口，都可能由于连结设备、系统本身积聚的凝结水或外来水源的泄漏，造成汽轮机进水或冷蒸汽。

3 设计、施工、运行准则

3.1 设计准则

3.1.1 汽轮机及汽、水系统的设计、控制和运行均应考虑对汽轮机在各种不同的工况下运行时，可能造成汽轮机进水和冷蒸汽的系统和汽轮机本体的不正常积水。

3.1.2 机组应有完善的进水检测,检测装置应能通过温度或水位及其他检测方法,检测出汽轮机内部和外部的积水,特别是能及早检测和判断出可能进入汽缸的外部积水。

3.1.3 机组具有完善的疏水排放系统,在各种不同的工况下,不仅能将储存在汽轮机和管道内的所有疏水排除,而且当发现不正常的积水时,能采用手动或最好采用自动控制方式将其隔离并排出。

3.1.4 为防止疏水阀的内漏而造成工质损失和减少设备的检修维护量,汽、水管道的的设计布置及走向应综合考虑疏水点的设置,合理简化疏水系统。

3.1.5 机组具有完善的防进水保护系统,对特别危险的水源,该处设备或该设备的任何一套保护或系统单独发生故障时(包括失电、失气信号故障),不致引起汽轮机发生进水事故。

3.1.6 防进水和冷蒸汽保护应与整个电厂的仪表监视、报警和控制系统相结合,满足以下要求:

- a) 对汽轮机启动、停机和各种不同运行工况,从盘车到满负荷,均应考虑防进水保护;
- b) 任何情况下,能够手动或自动请求保护动作,并在动作后,可由人工解除;
- c) 可为运行人员提供各系统及设备连续的状态显示和汽轮机金属温度记录;
- d) 在控制、监测系统中装有计算机的机组,可充分利用计算机对汽轮机及管道上、下温差、疏水管壁温度进行显示、记录和报警。

3.1.7 防进水和冷蒸汽保护的有关疏水阀操作、监视、报警部分,宜集中于一专用装置或计算机一部分组件,装于集控室,以便操作监视,并提供这些保护系统进行定期试验的方法及条件。

3.1.8 本体和管道疏水的疏水阀推荐采用动力操作方式,根据运行工况的需要可自动打开或关闭,也能在控制室远方操作,并在便于操作与检修的位置设置一手动截止阀,以备动力阀故障时使用。

3.1.9 疏水排放系统应有设计施工图,如小管径管道的布置只给出布置示意图,则应在图中给出详细的技术要求。

3.1.10 工程竣工之后,应按照实际疏水排放系统提交竣工图纸。

3.2 安装准则

3.2.1 施工单位严格按照电力设计院和相关制造厂的设计图纸及技术要求进行施工,确保安装正确,疏水畅通。在施工中,如由于现场具体情况,疏水点及管道布置需要改动时,应征得设计单位认可。在管道保温和整组启动前,应对所有有关的防进水装置、管道疏水逐一进行检查和调试,并做好记录。

3.2.2 疏水管道的安装,应保证在各种不同工况下都有朝着终点方向具有连续的疏水坡度,不应有低位点或比排出端接口标高还要低的管段。如果为满足管道热补偿要求,需设置补偿管段,则该管段应位于在水平方向或垂直方向有坡度的平面内。

3.2.3 疏水阀的布置安装位置宜相对集中、排列整齐,以便于操作和检修维护。

3.3 运行准则

3.3.1 电厂根据机组制造厂的要求和防止汽轮机进水和冷蒸汽系统的设计、控制方式,针对本厂具体机组不同工况下,可能发生的汽轮机进水和冷蒸汽事故编制和实施一套具体的运行规程。规程中包括防止汽轮机进水和冷蒸汽的措施、操作要领及防进水和冷蒸汽保护装置的试验等有关规定,每当有报警或迹象表明汽轮机已发生进水或有进水危险时,运行人员应按规程的规定处理。

3.3.2 运行人员经过汽轮机防进水和冷蒸汽事故的定期培训后,能熟练掌握疏水排放系统及有关保护、信号和控制系统的功能和操作要领;能熟练掌握正常启动、停机、负荷变动工况下,出现锅炉灭火、汽温下降、汽轮机跳闸、高水位报警、金属温度剧降、蒸汽管道突然振动等征兆时必须正确判断并采取的措施。未经培训或考试不合格人员禁止上岗。

3.3.3 疏水排放系统的所有管道和设备已安装好,管道已保温。防进水保护的仪器仪表、报警和控制系统经可靠性检查验收后,才允许汽轮机进行启动和运行。如发现异常现象,禁止启动汽轮机。

3.3.4 汽轮机任何一对进水检测热电偶指示上、下缸金属温差超过规程规定的限值时,应先进行超限报警,可维持机组运行,但要迅速找出水源进行隔离和处理。如果金属温差继续超限,达到对应事

故停机值，应立即停机。

3.3.5 一个与可能引起汽轮机进水的水源有关的保护设备出现故障时，把该水源与汽轮机隔离，并按失去该保护设备后的要求调整机组的运行工况，并通知热工人员及时处理。

3.3.6 运行中处于热备用的系统（设备、疏水管）经手动（或自动）切换之后，由于汽缸至隔离阀前的管道形成死区，要求开启组合型式疏水装置的手动旁路阀，进行连续疏水，使该死区的管道不积聚凝结水。开启旁路时，通过截止阀调整排出的蒸汽量，尽可能地减少热量损失。

3.3.7 动力疏水阀前或后安装有手动截止阀时，手动截止阀处于全开状态。机组正常运行时，如动力疏水阀出现故障或泄漏，可关闭手动截止阀。机组运行工况变化时，可按规程要求对该阀进行操作。

3.3.8 停机后，检查各减温水阀门是否关闭严密，有关防进水保护系统的报警、信号不得解除。停机备用期间，认真监视凝汽器、除氧器、高压加热器、低压加热器水位、汽缸金属温度变化及盘车等运行设备的运转情况。

3.3.9 锅炉水压试验，如汽轮机侧无截止门，则汽轮机主汽门前的管道上应加装临时堵板。锅炉上水找漏或进行水压试验，一般在机组冷态下进行。如在热态下进行，必须对可能造成汽轮机进水的系统进行彻底隔离，并保证电动主阀门或自动主汽门及其旁路阀门是严密的情况下进行。

3.3.10 按照制造、设计单位提供的方法及条件以及本标准的要求，对保护系统、设备、信号等进行定期的试验和检查。

4 设计导则

4.1 锅炉

4.1.1 对汽包式锅炉的汽包设置可靠的水位计，在汽包出现高水位和超高水位时报警。

4.1.2 在汽包出现高水位时，能自动减少给水流量（如改变给水泵的出口流量或关小给水调节阀）。

4.1.3 直流锅炉的汽水分离器后采用两套独立的防止汽轮机进水的系统。可采用下述自动防止汽水分离器的水进入主蒸汽管道方法中的任何一种：

a) 当出现高水位时，自动报警并依次自动打开所有汽水分离器的疏水，包括到凝汽器的疏水系统（典型系统如图 1、图 2 所示，图中的各图例见附录 A）；

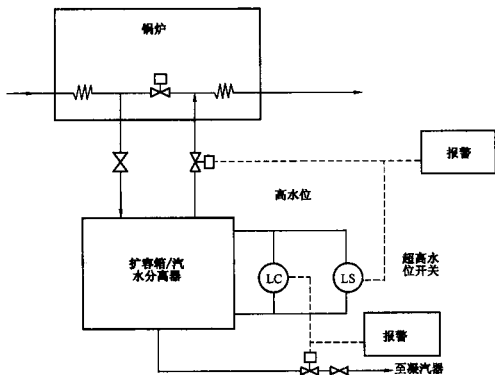


图 1 扩容箱/分离器的典型布置

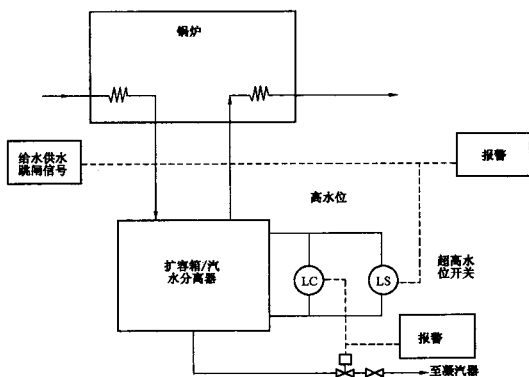


图2 扩容箱/分离器的典型布置

b) 当检测到汽水分离器出现超高水位时，自动报警并关闭分离器到主蒸汽系统的截止阀（见图1）；

c) 当分离器出现超高水位时，自动报警并使所有给水泵跳闸或关闭截止阀以自动切断所有进入分离器的水源（见图2）。

4.2 过热蒸汽和再热蒸汽减温器

4.2.1 过热蒸汽和再热蒸汽减温器建议采用图3所示的喷水系统。

4.2.2 减温器喷水调节阀应串联装设一个动力操作截止阀，同调节阀连锁，当调节阀开启信号出现时，截止阀自动打开，并作为开启调节阀的一个条件。喷水调节阀和截止阀构成防止喷水进入主蒸汽系统或冷段再热蒸汽管道的两套保护。如系统中还装有手动截止阀，机组运行时应保持常开。

4.2.3 在喷水调节阀和截止阀之间装设手动疏水阀，用以定期检查截止阀泄漏情况。

4.2.4 如图3所示流量测量设备，用于指示进入喷水减温器的喷水流量。

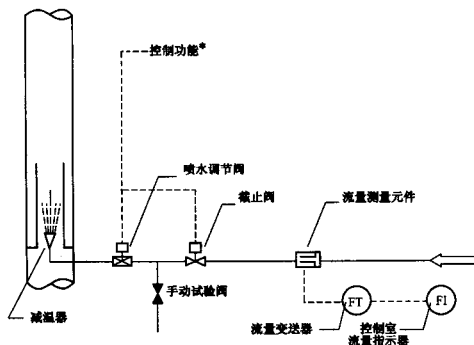


图3 典型减温器喷水系统

4.2.5 当主燃料跳闸装置动作或汽轮机跳闸时，控制系统应超越所有的手动和自动设定值并自动关闭

喷水调节阀和截止阀。

4.2.6 当负荷低于预先给定的最小蒸汽负荷以及未给出要求调节阀喷水信号的任何时刻, 截止阀自动关闭, 同时调节阀也关闭。在确认喷水对降低蒸汽温度已基本无效时, 不应使用喷水自动调节。

4.2.7 为防止突然大量进水, 喷水调节阀的控制系统应有良好的控制性能。

4.2.8 截止阀在任何情况下均不设置旁路。

4.3 启动旁路系统

4.3.1 启动旁路系统蒸汽入口尽量靠近汽轮机主汽门前。

4.3.2 机组正常运行, 旁路门关闭后, 阀门前、后管道均处于热备用状态。

4.3.3 采用两级串联的旁路系统, I 级旁路后至再热冷段的管理要求尽量短, 尽可能不设置最低点。若有最低点, 应在管道的最低点设有疏水。II 级旁路门后的管道处于凝汽器的压力之下。因此, 需装设一段垂直高度大约 230mm, 标称直径最小值为 DN150 的连接管, 以供重力疏水。该段连接管应将 DN150 管缩小到最小值为 DN50 标称直径的管子, 不必安装任何阀门, 直接连接到凝汽器。

4.3.4 旁路减温水调节阀应串联装设一个动力操作的截止阀, 该阀能严密关闭, 以防止调节阀泄漏。而且具有备用功能, 以便当调节阀需要关闭, 或失灵时将喷水关断。

4.3.5 开启减温水调节阀的控制系统应设计成不仅能防止管道超温, 而且能防止突然大量进水。

4.3.6 减温水调节阀和截止阀之间装设手动疏水阀, 作为定期检验截止阀泄漏情况的手段。

4.4 主蒸汽管道

4.4.1 锅炉出口到汽轮机主汽门之间的蒸汽管道, 每个最低点处均设置疏水点。为简化疏水系统, 在确定最低点位置时, 尽量靠近汽轮机一端。在每一根主蒸汽管进主汽门前的低位点, 均设有疏水点, 若主蒸汽主管末端分支在主蒸汽管道最低点, 则此处应设疏水点。

4.4.2 在汽轮机主汽门上安装阀座前疏水管, 以便在启动前清除积水。

4.4.3 不设启动旁路的机组, 需根据主蒸汽管道的布置和机组不同状态下的启动对主蒸汽参数和启动时间的要求选择合适的疏水管径。

4.4.4 设有启动旁路的机组, 疏水管径的设计宜采用 DN50。左右主汽门前疏水、阀座前疏水可以分别采用合并形式。合并点之前的疏水管道应尽可能使阻力一致。

4.4.5 主蒸汽管道上每一疏水管均串联装设两个阀门, 至少应有一个由主控制室内控制装置进行动力操作, 另一个阀门采用手动操作, 正常情况下, 该阀门均通过闭锁或其他方法使其保持开启状态。另外, 在每一疏水管上, 设计一个疏水温度测点。

4.4.6 主蒸汽管道疏水, 不应与锅炉的任何疏水管或联箱连接。

4.5 冷段再热管道

4.5.1 大量的汽轮机进水事故是因冷段再热管道有水所致。在设计这部分管道疏水和防进水保护时, 应综合考虑由于再热减温器、利用冷段再热管抽汽供加热器、I 级启动旁路的减温器出现故障而导致发生汽轮机进水的可能性。

4.5.2 由于再热减温器、加热器、I 级启动旁路的减温器出现故障时来水量较大, 设计一疏水系统能完全排除从上述水源进入冷段再热管道的水量不切合实际。因此, 建议设计一个系统, 既能向运行人员提供信号, 以便能及时发现有水和采取隔离措施, 又能排放一定的疏水量。根据具体机组冷段再热管道的布置以及现场施工条件, 推荐采用以下两种疏水方式:

a) 在靠近汽轮机高压缸排汽口的每根冷段再热蒸汽管道低位点管道底部安装一个疏水罐 (见图 4)。如果在冷段再热蒸汽管上有一个最低点不靠近高压缸排汽口, 且又在减温器或加热器抽汽管的上游部位, 在该低位点应增设一个疏水罐, 以加强保护作用。

b) 在靠近汽轮机高压缸排汽口附近, 设计安装一个直径不少于 DN200, 长度不小于 1500mm 的疏水筒 (见图 5), 既能发现有水, 又能及时疏水, 且简化了系统。可将高压缸排汽管逆止门后疏水、I

级旁路减温减压后疏水、抽汽管道隔离阀前（如该级抽汽从高压缸排汽逆止门后接出）疏水合并之后从疏水筒底部疏入筒体内。另外，从排汽管逆止门后垂直或水平管段上部引出一根汽平衡管接在筒体顶部。筒体顶部安装标高应低于所有接入筒内疏水在管道上的接口标高。

疏水筒采用启动和连续组合型式疏水装置,并在该筒底部和顶部安装一支壁温测点。

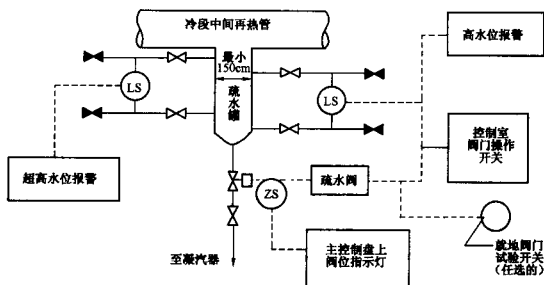


图 4 典型的冷段再热管道疏水罐系统

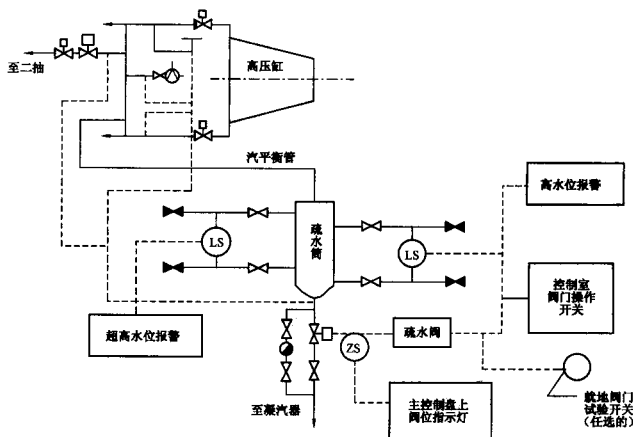


图 5 冷段再热管道疏水筒系统

4.5.3 疏水罐(筒)排水管径设计, 应按满足排放再热减温器、I 级旁路减温器及加热器泄漏时三者之中最大一个的来水量计算。每个疏水罐或疏水筒均采用动力操作疏水阀。

4.5.4 每一疏水罐或疏水筒至少设有两个水位开关。第一水位（高水位）使控制室高水位报警装置报警。第二水位（超高水位）将全开疏水阀，并使主控制室报警装置报警，以表明此阀已全开。

4.5.5 疏水阀的控制应具备下列特征,

- a) 超高水位和筒壁上下出现温差, 如温差大于 20°C 时, 动力操作疏水阀自动打开;
- b) 能在主控制室远方手动操作开启或关闭, 在超高水位情况下能超越手动关闭位置而自动开启;

c) 在主控制室内有阀门开、关或阀位指示。

4.5.6 当冷段再热管上装有通向汽轮机中压缸的冷却用蒸汽管时, 这根管道不应从水平布置的管段或管道的最低点接出。在冷却蒸汽管隔离阀前或隔离阀前后最低点, 分别设置启动和连续的组合形式疏水装置。

4.5.7 为了监测积水, 可以在高压缸排汽口的冷段再热垂直管上与冷段再热管最低点, 分别装设一支热电偶, 根据这两支热电偶的温差来判断管道中是否有水存在。

4.6 热段再热蒸汽管道

4.6.1 热段再热蒸汽管道及其有关设备的疏水系统设计要点和主蒸汽管道疏水系统相同。

4.6.2 在汽轮机启动前, 热段再热管处在接近凝汽器的压力之下。因此, 装设一段垂直长度约 300mm、标称直径最小值为 DN150 的连接管 (简称连接管一), 以便于重力疏水。连接管在 DN150 后缩小到直径最小值为 DN50 标称直径的管子 (简称连接管二)。

在连接管二上应装设一个全启式动力操作疏水阀。该阀在控制室内设有全开位置指示器, 并且应由控制室操作。建议将此阀设置在靠近连接管一的位置上。

连接管二通过上述疏水阀连接到凝汽器或疏水扩容器。

4.6.3 不同机组所采用的中压联合汽门布置具有多样性特点。因此, 汽轮机制造厂在设计中压联合汽门内及其附近的疏水时, 宜与本标准的要求一致。

4.6.4 不设启动旁路的机组疏水管径的选择见 4.4.3。设有启动旁路的机组, 疏水管径的选择见 4.4.4, 布置与主蒸汽管道相同。

4.7 汽轮机本体疏水

4.7.1 汽轮机设计应考虑防止汽轮机本体积水并对系统设计提出防止外部进水的具体要求。汽轮机制造厂的设计和运行规范应包括防止外部进水损伤汽轮机。汽轮机制造厂在设计汽轮机时, 宜与电力设计院共同考虑疏水系统的设计。

4.7.2 汽轮机本体应设计必要的疏水点。调节级后应在汽缸底部设置疏水点。中压缸排汽管如不从底部引出, 则在中压缸排汽部分底部低位点设置疏水点。低压缸应设置有效的去湿装置, 处于湿蒸汽区的隔板上设集水槽, 在相应的腔室或集水槽底部低位点设置连续疏水点, 以防止低压缸喷水装置喷水时可能聚集在排汽缸低位点的水由于倒流而冲击汽轮机末级叶片。低压缸疏水采用逐级疏水或排到抽汽管。

4.7.3 汽轮机本体主要疏水点包括:

- a) 主汽门阀体疏水;
- b) 主汽导汽管疏水;
- c) 调速汽门阀座前后疏水;
- d) 高压缸调节级后疏水;
- e) 高压缸内、外缸疏水;
- f) 中压联合汽门底疏水;
- g) 中压联合汽门后进汽管道疏水;
- h) 中压外缸疏水;
- i) 高、中压缸平衡管疏水;
- j) 中压缸排汽区疏水;
- k) 低压缸疏水。

4.7.4 在高压外缸、中压外缸、高中压缸排汽区、低压缸应设疏水的部位, 如已设有抽汽口, 可以不再设置疏水点, 可由相应部位抽汽管道第一个阀门前疏水取代。

4.7.5 上述汽轮机疏水, 在任何工况下, 压力相同的可以采用并联形式, 总管直径宜为 DN50。

4.7.6 每根疏水管串联装设两个阀门，一个由主控制室内控制装置进行动力操作；另一个阀门采用手动操作，正常情况下，该手动阀通过闭锁或其他方法使其保持开启状态。

4.7.7 如有另外的蒸汽或疏水接到抽汽管道，则其接点位置设在抽汽管的隔离阀之后（按汽流流出缸体的方向）。

4.7.8 汽轮机如有汽缸法兰加热装置、汽缸夹层加热或快速冷却装置，则应设置必要的疏水点。

4.7.9 各疏水管上的疏水阀由汽轮机制造厂确定，其形式和控制方式能满足本标准的要求。

4.7.10 在汽轮机的高压缸和中压缸上应装设检测进水用的热电偶。这些热电偶沿轴向分几个截面成对地安装在外缸顶部和相应的底部，同时有温差大报警。

4.8 抽汽管道及疏水

4.8.1 除布置在凝汽器喉部的抽汽管道外，用于高压加热器和除氧器的抽汽管道布置一个电动隔离阀和一个带辅助动力驱动的逆止门；用于低压加热器的抽汽管道上布置一个电动隔离阀和自由摆摆式的逆止阀（可在隔离阀任意一侧）。如某一段抽汽除向加热器或除氧器送汽外，还向其他设备（或系统）送汽，应在该分支管道上另装设一个电动隔离阀和一个逆止阀，而隔离阀和逆止阀不应设置旁路。

4.8.2 电动隔离阀只能用于防止汽轮机进水的一级保护。逆止阀不能单独作为隔离阀使用，一般只用于快速动作，以限制抽汽管道的倒流蒸汽造成汽轮机超速，同时作为防止汽轮机进水的二级保护。

隔离阀和逆止阀与保护系统应有连锁，当汽轮机跳闸、汽轮机超速、发电机跳闸、加热器（或除氧器）超高水位时，自动关闭。

4.8.3 抽汽管道上疏水点的设置根据管道和阀门布置的具体情况而定，一般在所有易积水的管段上、U形管段底部处的阀门两侧和垂直管段上的阀门上方布置疏水点。

每根抽汽管道电动隔离阀前、逆止阀后以及隔离阀和逆止阀之间均设有疏水点，这些疏水管上安装动力操作的疏水阀。隔离阀、逆止阀前后疏水不应采用并联方式。

4.8.4 每根疏水管均单独接到凝汽器或疏水扩容器，疏水管道要有尽可能大的坡度，疏水点与疏水阀之间标高差很小的疏水采用重力疏水。疏水管道上除了动力操作阀外，还串联装设一个隔离阀。作为动力操作阀故障时的备用阀，在启动和正常运行期间，该隔离阀应在开启状态。

4.8.5 在各抽汽管道逆止阀后第一个水平管段的顶部和相应位置的底部各设置一对温差热电偶，以监测管内是否积水，温差大时在控制室报警。

4.9 回热加热器

4.9.1 一般来说，加热器可有以下三项独立的保护系统：

- 正常水位控制的加热器汽侧自动疏水系统；
- 由高水位、超高水位控制事故放水和加热器汽侧隔离系统；
- 由高水位、超高水位控制事故放水和加热器水侧隔离系统。

为防止加热器满水，水从抽汽系统进入汽轮机，每台加热器应具有两套独立的自动保护装置，设计可选用 4.9.1 a)、b) 组成汽侧隔离系统。也可由 4.9.1 a)、c) 组成水侧隔离系统。设计也可同时采用 4.9.1 a)、b)、c) 组成汽、水侧隔离系统，以形成更可靠的防进水保护系统。

对于安装在凝汽器喉部的加热器，推荐采用水侧隔离系统。

4.9.2 推荐由自动疏水和隔离系统以及抽汽侧隔离系统所组成的典型加热器汽侧隔离系统如图 6 所示。加热器上装设两个水位控制器 LC₁、LC₂ 和一个水位开关 LS，各自的控制功能如下：

- 加热器的正常水位调节由 LC₁ 水位控制器控制疏水调节阀，将疏水正常排放至下一级加热器。
- 高水位时，水位控制器 LC₂ 控制事故疏水阀，事故疏水至某一容器，同时控制室内报警。带有内置疏水冷却器的加热器，可把事故疏水直接连接至内置式疏水冷却器前的加热器壳体上。
- 超高水位时，LS 超高水位开关控制关闭抽汽管道上的动力操作逆止阀、电动隔离阀以及上一级加热器到这级加热器的（逐级）疏水阀，同时控制室内报警。

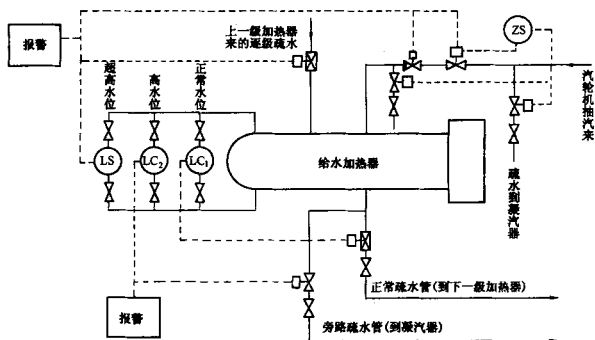


图6 加热器水位保护汽侧隔离系统

4.9.3 推荐由自动疏水和隔离系统以及加热器给水管隔离系统所组成的典型加热器水侧隔离系统如图7所示。加热器上装设两个水位控制器 LC_1 、 LC_2 和一个水位开关 LS ，各自的控制功能如下：

- 加热器正常水位调节和高水位调节与4.9.2 a)、b)相同。
- 超高水位时， LS 超高水位开关动作，控制室报警，关闭加热器进出水给水管道上的电动隔离阀，开启其给水旁路阀。
- 如果给水管道上的电动隔离阀装有平衡电动隔离阀两侧压差的小旁路阀，则该小旁路阀亦应采用动力操作并和电动隔离阀采用相同的关闭信号，自动关闭。

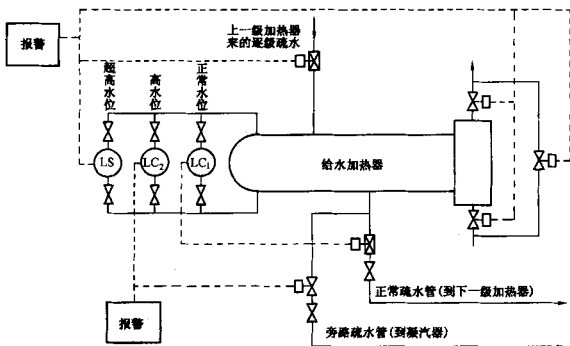


图7 加热器水位保护水侧隔离系统

4.9.4 加热器事故疏水管单独布置，不应合并为一，推荐排入：

- 凝汽器；
- 专用的疏水扩容器，其工质可回收或不回收。

4.9.5 抽汽和给水（包括给水旁路）管道上的电动隔离阀所要求的动作速度，取决于流至加热器中的额外增加水量及超高水位报警线和电动隔离阀之间的容积。计算额外增加水量应为下列两项水量的最

大值:

- a) 加热器水侧两根管子同时破裂(四个断口)时流出的水量;
- b) 相当于本级加热器水侧总流量 10% 的流量。

以上两种情况,都是假定加热器正常疏水或事故疏水能够排除来自上一级加热器的逐级疏水和本级加热器的抽汽凝结水流量。在确定储水容积时,必须考虑加热器的布置情况。

4.9.6 水位报警和加热器疏水管道的的设计布置,能防止启动和正常运行中由于水位波动而引起的误动作。用于水位控制的信号管和阀门以及传感器的设计,应保证在某一部件发生故障和误动作时,不会导致所有的各套进水保护系统同时失去作用。

4.9.7 疏水阀推荐采用气动薄膜调节阀、气关式、电磁阀控制,当电源、气源及信号中断时,阀门向开启方向动作。

4.10 除氧器(混合式给水加热器)

4.10.1 除氧器由于高位布置,它的满水将由于落差高而很快进入汽轮机,因而它是最危险的进水源之一。因此除氧器水箱应设有溢流系统,在超高水位时,控制打开溢流截止阀并关闭抽汽隔离门和逆止门。宜采用两套独立的自动保护装置,通常可由 4.10.1 a) 和 b) 项或 4.10.1 a) 和 c) 项组成:

- a) 通往除氧器的抽汽管道上的自动隔离阀;
- b) 除氧器自动放水系统;
- c) 进入除氧器的所有水源管道上的自动截止阀。

自动保护系统也可由 4.10.1 a)、b)、c) 项组成,以形成更可靠的防进水保护。

除氧器贮水箱上装设一个正常水位控制器和三个水位开关,即高水位、超高水位和危急事故水位开关。为防止由水位波动引起的误动作,贮水箱的水位信号宜从与水箱并联的专用水位指示箱接出。

4.10.2 推荐由 4.10.1 a) 和 b) 项组成的保护系统如图 8 所示,有如下功能:

- a) 贮水箱正常水位调节由正常水位控制器 LC 控制凝结水管道上水位调节阀,正常水位还可和凝汽器水位联合调节;
- b) 水位升高到高水位线时,高水位开关 LS_1 动作,在控制室报警,并作为超高水位保护动作的逻辑条件;

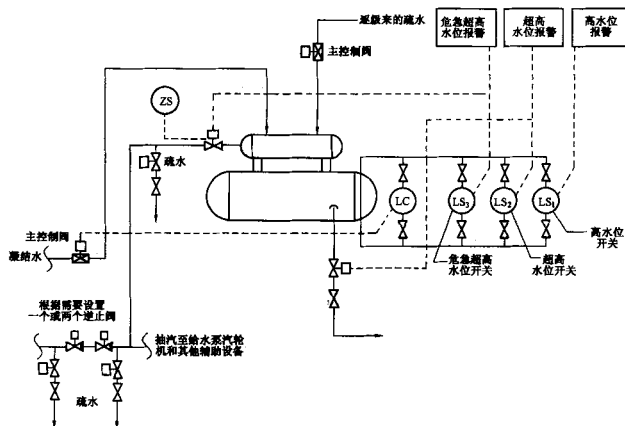


图 8 典型示意图

c) 水位升高到超高水位线时, 超高水位开关 LS_2 动作 (必须在高水位信号发出后), 在控制室报警, 并开启水箱上放水阀, 同时关闭水位调节阀;

d) 水位升高到事故水位线时, 事故水位开关 LS_3 动作, 在控制室报警, 并关闭抽汽管道上电动隔离阀, 以防止除氧器满水通过抽汽管道进入汽轮机。

4.10.3 推荐由 4.10.1a) 和 c) 项组成的保护系统如图 9 所示, 有如下功能:

a) 正常水位调节 LC、高水位开关 LS_1 , 事故水位开关 LS_3 功能与 4.10.2 a)、b)、d) 相同。

b) 水位升高到超高水位线时, 超高水位开关 LS_2 动作 (必须在高水位信号发出后), 在控制室报警, 并关闭进入除氧器的凝结水和来自高压加热器的逐级疏水管道上的截止阀。给水泵再循环和给水泵平衡装置至除氧器的泄漏水仍应在开启位置。

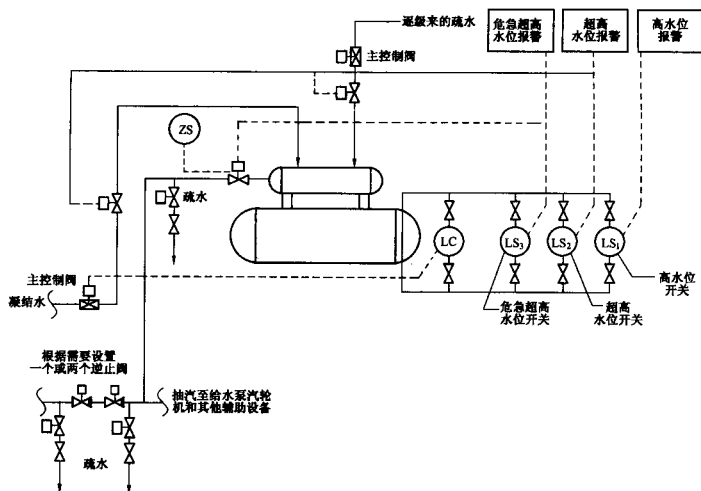


图 9 典型示意图

4.10.4 在上述两种组合的防满水保护系统中, 通往除氧器的抽汽管道上的自动隔离阀关闭速度, 应满足此阀关闭过程中, 流入除氧器的水量不致超过事故水位线至抽汽管与除氧器连接处最低点之间的可用容积。流入除氧器的净水量是以来自低压给水加热器的凝结水量和从高压加热器来的逐级疏水量的总和来计算。

4.10.5 贮水箱上溢水管接口位置放置在贮水箱允许的最低水位线以上。如果放水管装在给水泵的进水管上, 还应有除氧器贮水箱的低水位保护。

超高水位除氧器放水, 可排入凝汽器、定期排污扩容器或厂外其他水箱。

4.11 汽轮机轴封系统

4.11.1 除轴封系统的供汽管朝汽源（主蒸汽、辅助蒸汽或冷段再热蒸汽）方向以一定的坡度倾斜布置（见图 10）以外, 每种汽源阀门的入口侧均设有连续疏水管。

4.11.2 汽轮机和轴封联箱之间的轴封系统管道倾斜布置（最小 2/100），以便重力疏水至联箱。如果在此段管道上有低点, 则在这些点上设置连续疏水, 将疏水排至轴封冷却器、凝汽器或疏水扩容器。轴封联箱最低点设一连续疏水排至凝汽器或疏水扩容器。

4.11.3 汽轮机到轴封冷却器的排汽管道倾斜布置（最小 2/100），以便重力疏水至轴封冷却器。如果排汽管道上有低位点，则在该点设疏水管接至排汽管的较低标高处，或者通过 U 形密封管疏水至集水箱或大气中。

4.11.4 如果使用减温器喷水装置，则采用动力操作的截止阀，以防止轴封系统不投入时水进入轴封联箱。如在辅助汽源上设有喷水减温器，则设有汽水分离器，并在减温器上设疏水装置。

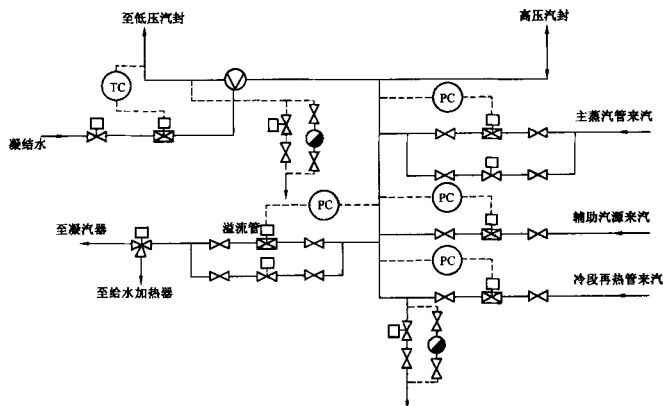


图 10 主汽轮机——典型轴封供汽布置

4.11.5 到低压轴封和驱动给水泵汽轮机轴封的供汽管道上若装有喷水减温器，则管道的布置使喷水不进入轴封管道，并在喷水减温器之后应设有连续疏水装置。连续疏水装置应能排除减温水喷水阀全开时喷入轴封管内的全部流量。

4.11.6 轴封汽源的连接位置在垂直管上或自管道水平段的顶部接出。

4.11.7 轴封排汽或轴封联箱的过量蒸汽排入低压加热器时，则排汽管道在抽汽管上的接口布置在截止阀之后。当汽轮机冲转之前，加热器停运或低负荷下轴封排汽温度超过加热器所允许的温度时，则将该排汽切换到凝汽器或疏水扩容器。

4.11.8 轴封汽源各管道、轴封联箱均设置温度测点。

4.12 锅炉给水泵汽轮机

4.12.1 给水泵汽轮机的热力系统（包括轴封、疏水、冷凝系统）的防进水设计亦应符合第 3 章中的有关规定，且为尽量减少外界因素和避免给水泵汽轮机相互之间以及主汽轮机相互之间的运行工况不同相互干扰，对给水泵汽轮机运行的不利影响，这些系统的设计应具有独立性。

4.12.2 供给水泵汽轮机的各路蒸汽管安装在高于汽源管低位点之上适当的垂直管上或自水平管段的顶部接出。

4.12.3 在不同负荷下，需相互切换的汽源管道上装设逆止阀和隔离阀，以防止汽源切换之后，蒸汽从一根管道旁路到另一根管道。

4.12.4 在逆止阀两侧应设疏水管，其位置可与管道上其他疏水管位置综合考虑。处于热备用的管道采用启动和连续的组合型疏水装置。

4.12.5 供汽管上设有减温器的汽源，应在减温器下游管道上最低点装设一个疏水罐。其安装形式和控制功能见图 4。

4.12.6 给水泵汽轮机的疏水点与主汽轮机本体疏水点的设计原则基本一致。

4.12.7 给水泵汽轮机的布置标高设计应考虑疏水畅通的要求。特别是汽轮机本体的各点疏水及轴封供汽系统疏水排至疏水扩容器或凝汽器的管道垂直高度能满足汽轮机停机后，冲转前负压疏水的要求。

4.13 疏水管、疏水联箱、疏水扩容器

4.13.1 疏水系统应分为汽轮机本体和管道疏水两大类。汽轮机本体疏水范围如 4.7.3 所述。除本体疏水之外的疏水系统为管道疏水。

4.13.2 疏水管、接头和疏水阀的内径，应考虑在各种不同工况下都能排出需要排出的最大水量，且在任何情况下均不应小于 DN20。推荐对大于 DN200 的蒸汽管道，疏水管不应小于 DN50；对小于 DN200 的蒸汽管道，疏水管不应小于 DN20。且疏水阀后管道内径应比阀前管道内径增大 1~2 级。任何疏水管上不应设计逆止阀。

4.13.3 运行中处于热备用的系统、设备经手动或自动切换之后，而与汽缸直接连通形成死区的管道，应在管道最低点设置启动和连续的组形式疏水装置（见图 12）。

在各种不同工况下，处于负压状态的管道应采用重力疏水方式。

4.13.4 疏水排放及布置主要推荐以下两种方式：

a) 疏水管直接接入凝汽器或按疏水类别和压力等级分类接入联箱排至凝汽器；

b) 疏水管直接接入疏水扩容器或按疏水类别和压力等级分类接入联箱排至疏水扩容器，再通过疏水扩容器向凝汽器集中疏水。

4.13.5 能级较高的疏水，设计直接或通过联箱排入凝汽器、扩容器或其他容器时，应依据最大工况时疏水的能级来计算这些容器的强度和热力性能。必要时，设计应采用消能措施。

4.13.6 为简化系统和疏水阀数量，不同疏水点的疏水管可合并使用，但合并后的疏水管内截面积应大于或等于合并前各疏水管内截面积之和，同时亦应满足以下条件：

a) 同一台机组；

b) 同一类型疏水；

c) 疏水管在被疏水的管道上的接口基本处于同一标高；

d) 被疏水的各管道在各种不同工况下都具有相同的压力。

4.13.7 排入同一疏水扩容器或布置在同一联箱上的疏水管应满足以下条件：

a) 同一台机组的疏水；

b) 同一类型的疏水；

c) 同一压力等级。

4.13.8 汽轮机本体或管道疏水不应与给水加热器、射汽抽气器、轴封蒸汽冷却器等容器来的连续疏水接在同一疏水联箱上。

4.13.9 安装在凝汽器壳体或疏水扩容器上的联箱和疏水管的设计应符合以下要求：

a) 每个联箱的内截面积应大于接至联箱各疏水管的内截面积之和的 10 倍。

b) 建议疏水管以联箱中心线成 45° 的角度安装在联箱上，且疏水管的排水口向着凝汽器或疏水扩容器。同一联箱上的疏水管按压力等级、顺水流方向从大到小顺序排列。

c) 联箱或疏水管安装在疏水扩容器或凝汽器所允许的最高运行水位线以上。联箱在凝汽器上的安装量应符合制造厂的要求，可采用图 11 所示的直筒式或 L 形联箱，其长度 ≤ 1000mm。

d) 安装在凝汽器上的联箱出口应设有挡板，建议装设挡板后的有效排出面积（即挡板与凝汽器壳体壁面之间的环形面积）不小于联箱内横截面积 1.5 倍，挡板的设计和安装必须使联箱排出的汽体不损坏凝汽器管束以及汽轮机和凝汽器之间的伸缩节，并且不影响邻近挡板的功能。

4.13.10 疏水扩容器设计及布置应满足以下要求：

a) 疏水扩容器到凝汽器的排汽管断面尺寸宜选择不小于 DN300，排汽管数量随扩容器形状、容积、

热负荷大小而定,以尽量减小排汽管的压降,使疏水扩容器的压力尽量接近凝汽器压力。

b) 疏水扩容器至凝汽器的疏水管应按运行最大的疏水量设计。

c) 疏水扩容器的正常水位应高于凝汽器所允许的最高运行水位线。如受安装场地的限制,疏水扩容器所允许的正常水位低于凝汽器的最高运行水位时,应设计专用的疏水泵。该疏水泵由扩容器的水位信号自动操作。

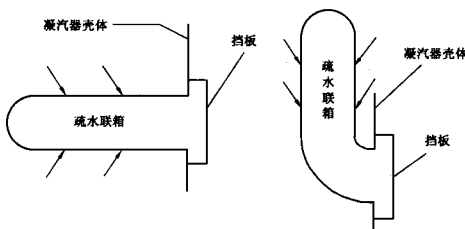


图 11 典型的凝汽器上的疏水联箱

d) 同时采用两台及以上疏水扩容器时,各台扩容器的排汽和排水管独立分开,不宜采用并联或串联形式。

e) 接受疏水温度较高的扩容器,其内部设置喷水减温装置,减温水源可取自凝结水泵出口凝结水。安装在凝汽器壳体上的疏水联箱,其疏水温度较高的亦应在联箱出口设置喷水减温装置。

4.13.11 在疏水扩容器或疏水联箱出口安装必需的、压力、温度测点。本体疏水管上加装检查疏水管是否堵塞的管壁温度测点。

4.13.12 疏水阀、节流疏水孔或自动疏水器(能顺利排出冷凝水而不使蒸汽排出的装置)的布置,尽量靠近疏水管的排入端,且相对集中,以便于操作、维修和检修。采用这种布置方式的、本体疏水管采用启动和连续组合形式的疏水方式。

使用启动和连续组合形式的疏水方式应将其设计并布置在方便清理的地方,且不易被杂物堵塞,宜采用图 12 所示的布置形式。

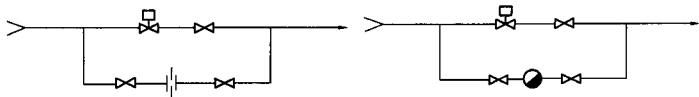


图 12 典型启动和连续组合形式疏水

4.13.13 疏水排放系统的管道、联箱、扩容器和排汽、水管有良好的保温。

5 运行导则

5.1 主蒸汽系统

5.1.1 机组启动前,主蒸汽系统开始暖管,被暖管段的疏水应全部打开,直至机组达到额定负荷的 10%。锅炉运行工况稳定,汽缸和管道的金属温度正常,系统内不会再形成水进入汽轮机内为止。

5.1.2 为防止主蒸汽管道疏水不彻底,汽轮机冲转参数除按有关规定的要求执行外,在主蒸汽管道靠近汽轮机一端距自动主汽门最近一点的疏水管上装有温度测点的机组,宜将该温度作为汽轮机冲转条件之一。

5.1.3 机组正常停机过程中，根据停机方式及主蒸汽压力和温度确定是否打开疏水或打开疏水门的时间。

5.1.4 当汽轮机甩负荷，并准备立即重新启动时，不必开启主蒸汽管道疏水。故障消除后，重新启动时，如果主蒸汽门前蒸汽温度满足冲转条件，冲转前可开启疏水 3min~5min。在这种工况下，无论是开旁路还是开疏水阀，要防止主蒸汽系统减压过快，使锅炉过热器和主蒸汽管道发生急剧冷却，反而影响机组重新启动。

5.1.5 汽轮机带负荷运行中，发生主蒸汽温度突降 50℃及以上或气温下降超过规定值时，应立即停机。对有热应力自动控制的机组根据该装置的指令减负荷或做其他处理时，如果没有好转，反而继续恶化，应立即停机。

5.2 冷段再热蒸汽管道

5.2.1 冷段再热蒸汽管上的疏水罐或疏水筒反复出现高水位是有问题的预兆，运行人员应查明引起这种情况的原因并做必要的调整。

5.2.2 当机组低于额定转速时，通过防进水温度测点检测出有水已进入或有可能进入冷段再热蒸汽管道或高压缸排汽口，应立即紧急停机、停炉，并要求：

- a) 停用给水泵；
- b) 关闭 I 级旁路减温水调整阀、截止阀；
- c) 关闭再热器减温喷水阀、截止阀；
- d) 隔离高压给水加热器；
- e) 按规程、规定投入机组盘车；
- f) 打开机组的有关疏水并密切监视汽缸金属温度变化。

5.2.3 当机组运行时，如冷段再热蒸汽管道发现进水，应紧急停机，并要求：

- a) 关闭 I 级旁路减温水调整阀、截止阀；
- b) 关闭再热器减温喷水阀、截止阀；
- c) 隔离高压给水加热器；
- d) 按规程、规定机组盘车；
- f) 打开机组的有关疏水。

5.2.4 带有两级串联启动蒸汽旁路系统的机组，在 I 级旁路投入运行期间，严格控制旁路门后蒸汽温度。在规程、规定的范围之内，旁路减温器不得作为调节再热器汽温的手段。

5.3 再热减温器

5.3.1 在低于预定的最低负荷和在未给出要求控制阀喷水的信号时，应关闭截止阀。在已确定喷水减温不能有效地降低最终再热蒸汽温度时，均应及时停用减温水，关闭截止阀。

5.3.2 在满足最终蒸汽温度调节要求的条件下，应尽可能提高减温器出口处蒸汽温度的过热度。当减温器出口处汽温过热度 $\leq 15^{\circ}\text{C}$ 时，不应使用再热减温器。

5.3.3 在任何情况下，减温器截止阀开启之前，必须检查确认喷水调节阀是处于关闭位置。

5.3.4 已确认再热器内或再热蒸汽管内有水时：

- a) 关闭再热器减温水各阀门；
- b) 开启再热管道上的所有疏水阀；
- c) 在事故原因消除之前和再热器及再热蒸汽管道的水排除前，不能再次投入减温水和启动汽轮机。

5.4 热段再热蒸汽管道

5.4.1 在汽轮机进汽前，运行人员开启热段再热系统每根疏水管道上的动力操作疏水阀或手动疏水阀，直至机组并网并证实热段再热蒸汽管道中出现足够过热度的稳定状态为止。

5.4.2 机组准备解列时打开疏水阀。

5.4.3 运行中再热蒸汽温度突降 50℃或汽温下降超过规定值，应立即停机。

5.5 轴封系统

5.5.1 备用汽源应始终保持热态备用。处于热备用的汽源管道，应保持连续疏水畅通；在投入备用汽源以前，应充分暖管。

5.5.2 当向汽封供汽时，应确认：

- a) 供给轴封的蒸汽温度与汽轮机制造厂的建议值相一致；
- b) 由辅助汽源到汽轮机轴封系统的供汽管道已被充分预热及疏水；
- c) 进入轴封的蒸汽温度确已达到规定值。

5.5.3 轴封漏汽管接在抽汽管道上时，汽轮机冲转前或使用该段抽汽的加热器退出运行，则应把此轴封排汽切换至凝汽器。

5.6 给水加热器和抽汽系统

5.6.1 如果一些保护装置发生了故障，加热器就不应投入运行，除非采取了专门的预防措施来保证相同的保护结果。

5.6.2 如果按设计报警声响后随即自动控制装置隔断水源，运行人员应立即远方操作所有需要操作的隔离阀和疏水阀，然后目视检查，以确认所有阀门都处于正确的位置。

5.6.3 任何退出运行的加热器应防止蒸汽在管道内凝结。在机组工况突然变动，汽轮机内部压力降低时会引起凝结在抽汽管内的高温凝结水闪蒸，冷蒸汽从抽汽口进入汽轮机，其相应抽汽管道上隔离阀前后的疏水应适当打开。当加热器恢复运行时，运行人员应检查加热器汽侧压力，确认该压力低于相应的汽轮机级压力后才能打开抽汽管道隔离阀。

5.6.4 除氧器汽源由汽轮机抽汽供给时，要注意监视除氧器内部压力和进汽温度变化，若除氧器内部压力高于机侧抽汽压力或相差不大，除氧器进汽温度明显低于机侧抽汽温度时，要防止蒸汽不流动在管道中凝结，形成高温积水。当机组运行工况变化，汽缸内部压力下降，管道中凝结水闪蒸，冷蒸汽返回汽缸内危害汽轮机。出现上述情况时，要求：

- a) 检查向除氧器供汽的辅助汽源是否已完全隔离；
- b) 检查抽汽管道各阀门是否正常开启；
- c) 适当开启抽汽管道最低点疏水阀，供汽正常后关闭；
- d) 如果采取措施后，抽汽管道仍不能正常供汽，则关闭至除氧器供汽门，并适当开启供汽门前的疏水。

5.6.5 在锅炉启动循环系统对给水加热器增压的情况下，汽轮机和已增压的加热器之间的隔离阀，在循环系统启动时应连锁关闭，以防止从加热器向汽轮机返流。一旦汽轮机中相应级的压力升高到足以防止从加热器返流时，就可以打开加热器的隔离阀并将加热器投入运行。当这些加热器投入运行时，应当注意加热器管束和至锅炉的给水管的温度变化速率。

5.6.6 当机组转速低于额定转速时，如果水已进入或有可能进入汽轮机（通过抽汽管道），应立即紧急停机和打开该抽汽管路上的所有疏水阀门，并要求：

- a) 隔离加热器；
- b) 按规程、规定投入机组盘车。

5.6.7 当机组在额定转速、空负荷或带负荷时，如果通过抽汽管道水已进入或有可能进入汽轮机，而且由于振动、差胀等原因必须紧急停机时，应紧急停机和打开该抽汽管路上的所有疏水阀门并要求：

- a) 隔离加热器；
- b) 投入机组盘车。

5.6.8 当机组在额定转速，空负荷或带负荷时，如果不通过抽汽管道已进入或有可能进入汽轮机，但是振动、差胀是合格的，并无其他紧急停机理由时，则不必紧急停机，但应打开该抽汽管路上的所有

疏水阀门，并要求：

- a) 维持额定转速或负荷；
- b) 隔离相应的加热器。

5.6.9 汽轮机停机后，高、中压汽缸各段抽汽隔离阀同时关闭。隔离阀前的疏水关闭，隔离阀后的所有管道疏水打开。

5.7 汽轮机

5.7.1 在额定转速或带负荷运行时，汽轮机发生进水，主要控制指标（振动、差胀、推力、推力瓦温度）突然超过制造厂规定的允许限值时，应立即停机，迅速找出并切断水源。

5.7.2 机组在低于额定转速下运行时，如果汽轮机发生进水，应立即停机并切断水源。

5.7.3 因进水事故停机后，应立即投入盘车。如果大轴已发生较严重的暂态弯曲或汽缸变形，导致动静间隙消失而盘不动转子时，不准使用吊车、通新蒸汽或用压缩空气，以及其他辅助方法转动被卡住的转子，可以静置转子，观察上、下缸金属温差，当转子能手动盘动且缸内无明显金属摩擦声时，方可按规定手动或电动盘车。

5.7.4 因进水而导致汽轮机停机后，再次进行重新启动前应符合以下条件：

- a) 水源已经查明并切断和彻底清除，同时确信不会重新发生进水。
- b) 转子应进行充分连续盘车，一般不少于 4h，如中间停止盘车，则要延长盘车时间。
- c) 大轴晃度值不偏离大修后首次测得的原始值 0.02mm，并检查高点相位。
- d) 在盘车状态监听缸内不得有金属摩擦声。
- e) 高、中压外缸上、下缸温差不得超过 50℃，高压内缸上、下缸温差不得超过 35℃。

5.7.5 汽轮机正常运行时，应定期或连续排除汽轮机本体疏水管和其他盲管内的积水。

5.7.6 锅炉熄火后，不应向汽轮机供汽，如有特殊需要（如蒸汽快速冷却汽缸等），应事先制定可靠的技术和监督措施。

5.7.7 停机少于 6h 后的汽轮机启动，高、中压导汽管温度高于 450℃，启动前这些管道不需要进行疏水，冲转前可开启高、中压导汽管疏水并进行不少于 5min 的吹管。

5.7.8 自动主汽门阀体和中间再热热段的温度比中压缸进汽温度高 100℃ 以上时，可不必进行暖管。冲转后再开启这些部件的疏水并进行不少于 5min 的吹管。

5.7.9 高压缸在进汽区的金属温度高于 300℃，而中压缸高于 280℃，且上、下缸温差不得超过规定值时，汽轮机冲转前再开启汽缸疏水。

5.7.10 汽轮机停机时，汽缸疏水、导汽管疏水、抽汽管门前疏水等与汽缸直接连通的疏水和排放阀门，无特别需要，在高压缸进汽室金属温度降到 150℃ 以前不予开启，以避免汽缸金属表面急剧冷却和形成氧化皮，甚至可能导致冷水或冷蒸汽返流进入汽缸。

5.7.11 停机后应重点监视汽缸上、下温差，主、再热蒸汽管道，各抽汽管道上、下温差和各容器水位及压力、温度变化。如出现上、下缸温差急剧增大，应立即查明进水或进冷蒸汽的原因，予以切断水或冷蒸汽的来源，并排除缸内积水。

6 试验、检查和维护

所有各项试验都包括对正常系统和冗余系统的整个控制回路试验，从发生信号开始到指定的信号按预期动作完成为止。

6.1 试验

6.1.1 每月进行一次。

6.1.2 对加热器高水位控制、开关、报警及连锁装置进行试验。试验方式尽可能接近加热器的实际满水情况而又不会危及汽轮机或其他设备，也不会使汽轮机跳闸（加热器和抽汽系统的设计应具有允许

做这种试验的特性)。检查报警指示的所有信号装置,应避免将连锁装置解除。如对关键性的进水保护设备进行试验,需将连锁装置解除时,试验后,应将这些设备恢复到试验前的运行状态。

6.1.3 对所有疏水阀进行机械和电操作试验。操作阀门并观察控制室的指示灯,以确定这些阀门是开或关,并包括检查阀门实际动作来检验控制室阀位指示器工作是否符合要求。

6.1.4 所有带辅助动力的逆止阀的机械操作试验。包括所有的电磁阀、空气过滤器、供气阀、空气调整装置等。

6.1.5 至少每值进行一次目测观察汽轮机的监测仪表,以确认差胀、汽缸膨胀、振动、轴向位移以及金属温度等指示表计工作正常。

6.2 检查

6.2.1 每3个月一次。

6.2.2 通过手触或采用温度计、热电偶等仪器检查所有疏水管道和水位计、水位开关侧信号管道,根据温差来判断管道是否堵塞。

6.2.3 检查所有阀杆螺纹,以确保其是干净、润滑良好且没有阻碍其运行的障碍物,查看螺纹以确认其没有受到损伤。

6.2.4 使用接触式高温计或热电偶检查疏水管道的所有疏水器和节流孔,以判断是否有流体通过管道。

6.3 机组计划停止期间的检查与维护

6.3.1 应试验或检查所有防止进水所必须的阀门(如自动汽门、调门、中压联合汽门、减温器喷水阀,抽汽隔离阀和逆止阀等)关闭的严密性,或对内部进行肉眼检查,这些试验也应包括所有连锁和控制以及减温器调节阀的开关特性。

6.3.2 所有水位动作的疏水阀都应进行水位动作机构的试验,以确保它们功能正常。

6.3.3 清理所有疏水的集水罐、自动疏水器、节流孔、系统疏水管道,各水位开关及水位计水侧管道,以防止杂物堵塞不畅。

6.3.4 通过6.2.2试验表明,对已不起作用的疏水管,应将其疏水阀拆下,从内部检查,以保证它们在检查后能正常工作。

附 录 A
(规范性附录)
图 例

本标准中的图例见表 A.1。

表 A.1 图例

名 称	符 号	名 称	符 号
流量指示器		调节控制阀	
流量变送器		开—关动力截止阀	
水位开关		带辅助动力的逆止阀	
水位控制器		截止阀	
位置开关		常闭阀	
压力控制器		流量测量喷嘴	
温度控制器		自动疏水器	
节流孔板		减压减温器	
减温器			