



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—××××

余热利用通用技术应用指南 第一部分：蒸汽配送和利用

Application guide of general technology of waste heat utilization Part I: Steam distribution and utilization

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语及定义..... 1

4 蒸汽配送系统要求..... 2

5 蒸汽利用..... 7

前 言

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会提出，由全国能源基础与管理标准化技术委员会节能技术与信息分技术委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准首次发布。

余热利用通用技术应用指南 第一部分： 蒸汽配送和利用

1 范围

本标准规定了工业余热产生的蒸汽配送系统要求和利用等内容。

本标准适用于工业余热利用蒸汽配送和利用的工业企业，涵盖蒸汽的配送和利用等环节。

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。

下列标准所包含的条文，通过本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能。

- GB/T1028 工业余热资源评价方法
- GB/T 2588 设备热效率计算通则
- GB/T 3486 评价企业合理用热技术导则
- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB/T 8174 设备及管道绝热效果的测试与评价
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准
- GB 12241 《安全阀一般要求》
- GB 12242 《压力释放装置性能试验规范》
- GB 12243 《弹簧直接载荷安全阀》
- GB/T 14794 蒸汽往复泵
- GB/T 15910 热力输送系统节能监测
- GB/T 15914 蒸汽加热设备节能监测方法
- GB/T 17116 管道支吊架
- GB/T 20801.2 压力管道规范 工业管道 第2部分:材料
- GB/T 20801.3 压力管道规范 工业管道 第3部分:设计与计算
- GB/T 20801.4 压力管道规范 工业管道 第4部分:制作与安装
- GB/T 20801.5 压力管道规范 工业管道 第5部分:检验与试验
- GB/T 34060 蒸汽热量计算方法
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- DL/T 776 火力发电厂保温材料技术条件

3 术语及定义

本标准采用下列术语和定义。

3.1

蒸汽配送 steam distribution

蒸汽输送是将蒸汽从中心汽源输送到用汽点。

3.2

蒸汽配送系统 steam distribution system

蒸汽配送系统是余热蒸汽发生器和蒸汽使用点之间必须连接。重要组件包括管道、排水点、直管、粗滤器、精滤器、液体分离器、蒸汽疏水阀、排气口等。

4 蒸汽配送系统要求

4.1 总要求

蒸汽配送系统宜考虑以下要求：

- a) 蒸汽配送系统的总目标是考虑经济性、热损失。在合理的压力下将蒸汽输送到用汽点。应合理确定管道、排水点、支管、粗滤器、精滤器、液体分离器、蒸汽疏水阀、排水口等重要组件。
- b) 蒸汽管道的布置应有利于凝结水的及时排出。排出的凝结水应尽可能回收。
- c) 在符合各种用途需要的压力下，应提高蒸汽的配送压力以提高蒸汽配送系统的蓄热能力，缩小主蒸汽管道尺寸和法兰、支架和保温层的投资成本。
- d) 蒸汽配送系统的重要组件设计合理，有利于蒸汽配送的最优配置。
- e) 蒸汽压力管道在运行过程中，要时刻观察或采取措施监控运行状态，注意压力、温度是否在允许范围内，是否存在蒸汽泄漏现象，设备的本体是否有肉眼可见的变形等，发现异常情况立即采取措施并报告。
- f) 为使蒸汽管道、阀门、法兰等都受到均匀缓慢的加热，排除管内的凝结水，以防止管道内产生水击而发生渗漏等，应暖管。

4.2 管道

蒸汽管道宜考虑以下要求：

- a) 管道选用的材料应具有化学性能、物理性能、抗疲劳性能和组织等稳定性，并应符合GB/T 20801.2。
- b) 管道系统中每个管道组件的设计压力和设计温度，应不小于在操作中可能遇到的最苛刻的压力和温度组合工况下的压力和温度。最苛刻的压力和温度组合工况应计及压力源(如泵、压缩机)、压力脉动、不稳定流体的分解、静压头、控制装置和阀门的失效或操作失误、环境影响等可能产生的运行条件。
- c) 管道的强度计算见GB/T 20801.3。
- d) 应合理确定管道的规格。蒸汽的压降不宜超过104Pa/100m。饱和蒸汽的流速宜取25~50m/s，过热蒸汽的流速宜取30~70m/s。对于较长的供汽管线，蒸汽流速宜取下限。

e) 管道的布置除应满足工艺流程、安全生产、经济运行和环境保护的要求外,还应满足总体布置、安装、运行及维修的要求。管道宜架空或地上布置,如确有必要可埋地布置或敷设在管沟内,采用直埋敷设时,应采用保温性能良好、防水性能可靠、保护管耐腐蚀的预制保温管直埋敷设。管道的布置应使管系任何一点的应力值在允许的范围内;应充分利用管系的自补偿能力,在满足管系应力要求的条件下尽量减少补偿管段;应防止出现由于刚度较大或应力较低部分的弹性转移而产生局部区域的应变集中。

f) 管道的净空高度及净距应符合GB 50316及GB 50016要求。

g) 水平管道的安装坡度,应根据疏放水的要求确定,并计及管道冷、热态位移对坡度的影响,坡度方向宜与汽流方向一致。蒸汽温度小于430℃时,安装坡度需大于或等于0.002;蒸汽温度大于或等于430℃时,安装坡度需大于或等于0.004。

h) 两个成型管件相连接时,宜装设一段直管,其长度可按下列规定选用:

——对于公称尺寸小于DN150的管道,大于或等于150mm;

——对于公称尺寸小于或等于DN500且大于或等于DN150的管道,大于或等于200mm;

——对于公称尺寸大于DN500的管道,大于或等于500mm;

——当直管段内有支吊架或疏水管接头时,还应根据需要适当加长。

i) 在三通附近装设异径管时,对于汇流三通,异径管应布置在汇流前的管道上;对于分流三通,异径管应布置在分流后的管道上。

j) 管道系统应进行应力分析计算,内容应包括计算管道在内压、自重和其他外部荷载作用下所产生的一次应力和在热胀、冷缩及端点附加位移等荷载所产生的二次应力,还应包括计算管道对设备和固定装置的作用力及力矩。管道系统的应力分析计算宜采用经过实际工程验证的并经过鉴定的计算软件进行。

k) 管道对所连接设备的作用力和力矩应在制造厂设备安全承受的范围內。管道对压力容器管口上的作用力和力矩应作为校核容器强度的依据条件。

l) 管道支吊架的设置和选型应根据管道系统设计对支吊架的功能要求和管道系统的总体布置综合分析确定。管道支吊架应符合GB/T 17116要求。

m) 管道的焊接应符合GB 50236及GB/T 20801.4要求。

n) 管道安装和检验应符合GB/T 20801.4和GB/T 20801.5要求。

4.3 排水点

排水点宜考虑以下要求:

a) 疏放水点的设置应从管道系统的安全经济运行、快速启动、事故处理、减少汽水损失、回收介质和热量以及实现自动化等方面进行充分考虑,系统宜简单可靠,布置合理,便于维修和扩建。

b) 蒸汽管道下列地点应设置经常疏水:

——经常处于热备用状态的设备进汽管段的低位点。

——蒸汽不经常流通的管道死端,而且是管道的低位点时。

——饱和蒸汽管道和蒸汽伴热管道的适当地点。

c) 蒸汽管道下列地点应设置启动疏水:

——按暖管方向分段暖管的管段末端;

——为了控制管壁升温速度,在主管上端可装设疏汽点;

——在装设经常疏水装置处,同时应装设启动疏水和放水装置;

——所有可能积水而又需要及时疏出的低位点;

——管道上无低位点,但管道展开长度超过100m处。

d) 蒸汽管道的放水装置应与疏水装置联合装设。

e) 公称压力大于或等于PN40的管道疏水和放水应串联装设两个截止阀, 管道放水应经漏斗接至放水母管或相应排水点。

f) 经常疏水的疏水装置, 对于公称压力大于或等于PN63的管道, 宜装设节流装置或疏水阀, 节流装置后的第一个阀门, 应采用节流阀; 对于公称压力小于或等于PN40的管道, 宜采用疏水阀; 当管道内蒸汽压力较低, 适合用U型水封装置时, 可用U型水封装置代替疏水阀。启动疏水的疏水阀门, 其中一个应为动力驱动阀。

g) 对于管径在500mm的蒸汽管道, 疏水点处宜安装疏水收集器, 疏水收集器的直径应大于或等150mm, 深度应大于或等于300mm。

4.4 支管

蒸汽支管宜考虑以下要求:

a) 主管外径与厚度之比大于或等于100时, 支管外径应小于主管外径的1/2。

b) 公称压力PN25及以下压力参数, 在满足补强要求的前提下可采用直接连接, 公称压力大于PN25的支管连接应采用成型三通连接。三通不宜采用带加强环、加强板及加强筋等辅助元件加强的形式。支管连接的补强计算应符合GB/T 20801.3的要求。

c) 如果分支管段的刚度与主管的刚度相差较大(一般刚度比大于10)时可将分支管段划为单独的计算管道系统进行管道应力分析, 但应计入主管在分界点处附加给分支管段的准确线位移和角位移。

4.5 粗滤器、精滤器和液体分离器

粗滤器、精滤器和液体分离器宜考虑以下要求:

a) 在蒸汽疏水阀、流量计和调节阀的上游宜安装粗滤器。

b) 根据压力需求、几何结构、容纳污垢能力、抗腐蚀能力、选择合适的粗滤器。

c) 当需要采用清洁蒸汽时(例如食品工业、制造工业中对工艺设备进行消毒的蒸汽, 灭菌机、造纸/纸板机, 清洁环境下使用的加湿蒸汽等), 宜在管线上安装精滤器; 并严格控制蒸汽流速以避免损坏精滤器。

d) 粗滤器和精滤器可配合使用以延长材料寿命。

e) 建议通过差压监测确定对精滤器的清洁周期。

f) 需要时建议在蒸汽管道中安装液体分离器除去悬浮水滴。通常可选择挡板式液体分离器、旋风式液体分离器、聚结式液体分离器等。

g) 选择合适的滤器时宜考虑以下因素:

——根据需拦截的杂质粒径选择合适的过滤孔径;

——网芯、骨架是否具有足够的强度;

——网孔是否光滑无毛刺, 排列是否均匀;

——滤芯有效过滤面积是否足够。

h) 滤器使用, 宜考虑以下内容:

——滤器的安装方向与汽流方向保持一致;

——能方便定期进行清理或更换。

i) 选择合适的液体分离器时宜考虑以下因素:

——是否考虑汽液的有效分离;

——分离器汽液混和物入口位置、角度和流速的选取是否有利于汽液分离, 汽和液体的引出方向与汽液引入管的旋转方向是否一致, 以减少阻力。

4.6 蒸汽疏水阀

蒸汽疏水阀宜考虑以下要求：

a) 选择合适的蒸汽疏水阀时宜考虑蒸汽疏水阀的以下能力：

- 1) 在启动过程中，蒸汽配送系统内充满空气，蒸汽疏水阀应能够排放掉其中的空气及其他不凝性气体。
- 2) 能够及时排出产生的冷凝水。
- 3) 并能防止蒸汽泄漏。

b) 蒸汽疏水阀的选型宜根据以下因素：

1) 蒸汽疏水阀按工作原理一般可分为三种类型：机械型、热静力型、热动力型。机械型疏水阀有自由浮球式、杠杆浮球式、倒吊桶式等；热静力型疏水阀有膜盒式、波纹管式、双金属片式等；热动力型疏水阀有圆盘式、脉冲式等。宜根据不同的应用场所，选择合适的蒸汽疏水阀类型；

2) 根据工艺过程特点和蒸汽设备生产厂家提供的数据，尽可能收集准确的冷凝水流量数据；

3) 根据工艺过程特点，收集疏水阀压差（即疏水阀前后压力之差），工作压差和最大压差数值，如工作压差小于最大压差的80%时，需提醒疏水阀制造厂家；

4) 疏水阀的选择，应满足蒸汽系统最大允许压力和最高允许温度的要求；

5) 疏水阀的选择，宜根据工艺特点和疏水阀类型，选择合适的安全系数。

c) 为提高蒸汽疏水阀使用的能源效率和使用寿命，选择合适的蒸汽疏水阀时建议还需考虑以下因素：

- 1) 排出冷凝水的连续性和合理间隔；
- 2) 是否具有低负荷工作能力
- 3) 是否尽量减小漏汽率；
- 4) 是否及时进行了通风排气；
- 5) 是否避免出现水击现象；
- 6) 是否防止冷凝水倒流；
- 7) 是否具有耐过热蒸汽的能力；
- 8) 是否能够处理污垢问题；
- 9) 是否能够避免蒸汽堵塞；
- 10) 是否选择了足够大的输水口；
- 11) 是否选择了足够大的疏水器连接管道。

d) 蒸汽疏水阀的安装，宜考虑以下内容：

1) 蒸汽疏水阀应水平安装，确保阀体上的流向指示与液体流动方向一致；

2) 与蒸汽疏水阀相连的入口管道管径不应小于疏水阀的口径，否则容易引起蒸汽和空气堵塞现象；

3) 蒸汽疏水阀出口管道如果接入冷凝水回水母管，不应从回水母管底部接入；如果多个疏水阀接入同一根回水母管，接入点应交错布置，避免对冲。

4) 蒸汽疏水阀不允许串联布置，当单个疏水阀排放容量不足时，可采用两个并联布置；

5) 如果蒸汽疏水阀不带过滤网，蒸汽疏水阀前宜安装粗过滤器；

6) 如果蒸汽疏水阀不带止回阀，对于有防倒流要求的工艺，蒸汽疏水阀后应安装止回阀；

7) 为便于后期检修维护，蒸汽疏水阀前后宜安装隔离阀；

8) 为便于后期检修维护，疏水阀后宜安装观察镜，观察镜入口距离疏水阀出口不应小于1m；

9) 蒸汽疏水阀宜根据使用条件和制造厂要求，选择合适的防冻和保温措施；

10) 倒吊桶式疏水阀安装旁通时, 旁通管道应安装在疏水阀的上方, 防止旁通打开时压力下降使疏水阀失去水封;

11) 热静力型蒸汽疏水阀, 进入疏水阀前的管道应适当降低, 再与疏水阀连接, 以确保疏水阀的入口浸没在冷凝水中。

e) 蒸汽疏水阀的维护和检测, 宜考虑以下内容:

1) 日常维护。宜根据疏水阀类型、工作压力和工艺系统的重要性, 制定蒸汽疏水阀日常维护的周期和频率, 包括清洁、保养和替换内部零件, 必要时更换整个疏水阀。

2) 定期检测。宜根据疏水阀类型, 对疏水阀进行定期检测;

3) 检测方法有观察镜目视法、螺丝刀听测法、温度计检测法、超声波测量法等; 宜根据经验选择合适的检测方法。

4.7 排气和凝结水回收

排气和凝结水回收宜考虑以下要求:

a) 需进行水压试验的蒸汽管道, 其最高位点应装设排气装置。对于凸起布置的管段, 可根据需要适当装设供水压试验用的排气装置。

b) 公称压力不小于PN40管道的排气装置应串联装设两个截止阀; 公称压力不大于PN25管道的排气装置可只装设一个截止阀。

c) 排气阀及其以前的管道应按与所连接管道相同的设计参数选择; 排气阀以后的管道可按不大于PN25选择。

d) 符合下列情况之一的管道, 应装设安全阀排汽:

——设计压力小于外部压力源的压力, 出口可能被关断或堵塞的设备和管道系统;

——减压装置出口设计压力小于进口压力, 排放出口可能被关断或堵塞的设备和管道系统;

——因两端关断阀关闭, 受外界环境影响而产生热膨胀或汽化的管道系统。

e) 安全阀的入口管道和出口管道上不应设置切断阀, 安全阀可根据介质种类、排放量的大小采用全启式或微启式安全阀。

f) 安全阀的选用应符合GB 12241、GB 12242和GB 12243的要求。

g) 安全阀排放管道的设计应易于疏水, 可在蒸汽安全阀出口排放管的低点设置疏放水管道, 疏放水管道上不应设置关断阀门。

h) 当蒸汽在配送和利用过程中不会被污染或有污染但处理比较容易时, 其凝结水应全部回收并设置凝结水回收系统。当凝结水回收率较低时, 是否设置凝结水回收系统, 应根据凝结水量、凝结水管网和设备投资等因素进行技术经济比较后确定。对不能回收的凝结水, 应充分利用其热能和水资源。

i) 应设置疏水扩容器和疏水箱用于收集管道的疏放水。

j) 凝结水回收系统的布局和尺寸宜根据压力、蒸汽疏水阀性质、工厂凝结水回水主管道位置、凝结水回水主管道压力等来设计和确定。

k) 凝结水回收系统应采用有压回收, 凝结水泵宜设置2台以上, 其中1台备用。运行泵的容量宜按1h内将凝结水箱的存水抽出的要求确定。

——建议在容器的蒸汽侧或主蒸汽管道上安装合适的排气装置来为蒸汽系统排气。

——建议将排气装置连接到高于任何凝结水的蒸汽空间。

——凝结水回收系统应能有效收集蒸汽使用设备中的凝结水。建议结合经济因素、排放限值、锅炉最大处理、给水质量等确定凝结水回收方案。

——凝结水回收系统的布局和尺寸建议根据压力、蒸汽疏水阀性质、工厂凝结水回水主管道位置、凝结水回水主管道压力等来设计和确定。

4.8 蒸汽管道和热工艺设备的保温

蒸汽配送系统的管道和热工设备均应采取保温结构措施，处于疏水管道末端的疏水阀可不进行保温。保温结构包括保温层和保护层。保温结构要求如下：

- a) 蒸汽管道和热工设备的保温结构设计需满足GB 50264, GB/T 8175和GB/T 4272的相关规定。
- b) 保温材料的技术条件和检验方法需满足DL/T 776的相关规定。
- c) 蒸汽温度低于350℃的管道和设备保温宜选用岩棉、矿渣棉制品等；温度在350℃至600℃之间的管道和设备保温宜选用硅酸钙制品或硅酸铝复合保温；阀门、弯头等异形件保温材料可选择软质保温材料或保温涂料；外径小于38mm蒸汽管道的保温材料宜选择普通硅酸铝纤维绳；潮湿工作环境的管道和设备保温宜选用憎水性材料。
- d) 在环境温度不超过25℃时，保温结构外表面温度不应超过50℃；环境温度超过25℃时，保温结构外表面温度不应高于环境温度25℃。
- e) 对操作人员需要接近维修的地方，维修时，管道和设备保温结构的表面温度不得超过60℃。
- f) 保温层设计时宜采用经济保温厚度。当经济保温厚度不能满足技术要求时，应按技术条件确定保温层厚度。
- g) 蒸汽管道的阀门、法兰部位宜采用可拆卸式保温结构。
- h) 保温层外应有性能良好的保护层，保护层的机械强度和防水性能应满足施工、运行的要求，预制保温结构还应满足运输的要求。
- i) 蒸汽管道和热工设备的保温结构施工需满足GB 50126的相关规定。

4.9 避免蒸汽泄漏

避免蒸汽泄露发生，应考虑制定一个定期的调查计划来调查管道，阀门，法兰和接缝的泄漏情况。可以考虑将老厂中很少打开的法兰连接替换为焊接连接。

4.10 为生产过程提供干蒸汽

为生产过程提供干蒸汽应注意锅炉运行状况和管道的保温绝热情况，安装蒸汽分离器在主蒸汽管道上或分支管道上。

4.11 在过程中使用可接收的最低压力的蒸汽

在配送过程中，应选择设备可以运行的不影响生产时间或蒸汽消耗量的最低可能的蒸汽压力。

4.12 最小化热传递障碍

最小化热传递障碍可以采取以下措施：

- a) 定期清洁产品侧，减少污垢量。
- b) 定期清洁蒸汽侧传热面，减少污垢量。
- c) 规范地操作锅炉，并去除锅炉中携带杂质的水滴，减少污垢层。
- d) 去除蒸汽中的空气，降低凝结面上的凝结层厚度。

5 蒸汽利用

5.1 蒸汽利用的原则

蒸汽利用应遵循供用平衡、按质利用、梯级利用、循环利用、就近利用的原则，尽量减少不必要的能量和物质损失。

a) 供用平衡，即蒸汽利用设备或设施在使用时间和能量数量上应和蒸汽配送能力相当。蒸汽热量可按GB/T 34060-2017给出的方法计算。

b) 按质使用，即蒸汽利用设备或设施在利用蒸汽能量品位上应和蒸汽配送能力相当，且用汽设备的设计蒸汽温度和压力不应高于蒸汽配送系统提供的蒸汽温度和压力。蒸汽品位可用温度、压力、熵和饱和度表示和计算，也可按GB/T 1028-2018给出的可用势表示和计算。

c) 梯级利用和循环利用，即蒸汽配送系统开始端的高压蒸汽通过高压用汽设备后，其压力较高的冷凝水，通过闪蒸罐闪蒸出次高压的二次蒸汽，部分二次蒸汽可以供给次高压用汽设备使用，其间还可以使用蒸汽压缩或蒸汽引射泵、蒸汽热泵技术将蒸汽提质使用。如此重复，最终将低压用汽设备产生的冷凝水回收并进入给水系统循环使用。

d) 就近利用可以减少蒸汽配送产生的能量和物质损失。

5.2 蒸汽利用分类

a) 蒸汽利用方式可分为蒸汽发电、蒸汽拖动、蒸汽加热；

b) 蒸汽利用按蒸汽状态分为过热蒸汽和饱和蒸汽利用；

——过热蒸汽，利用其可压缩做功能力强的特性，常用于蒸汽发电和蒸汽拖动；

——饱和蒸汽，利用其单位体积蒸汽携带热量多的特性，常用于蒸汽加热。

5.3 蒸汽发电

当蒸汽品位较高、供汽量大且稳定、无直接工艺用汽设备时，蒸汽利用可选发电，其蒸汽品位质量要求见GB/T 12145；

5.4 蒸汽拖动

当蒸汽品位中等、供汽量大且稳定、有直接工艺或辅助用汽设备时，蒸汽利用可选蒸汽拖动，拖动设备主要是工艺或辅助装置里的动力设备。利用蒸汽驱动汽轮机或往复泵代替电力拖动，可减少能量转换环节，节约能源。蒸汽拖动的蒸汽品位质量要求见GB/T 12145。蒸汽利用设备的产品标准参见GB/T 14794。

5.5 蒸汽加热

较低品位的蒸汽可用于工业或民用加热设备和装置，如蒸煮、蒸发、蒸馏、干燥及综合用汽设备等。蒸汽加热设备的能源利用状况监测内容、监测方法和合格指标见GB/T 15914。