

# 《蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求》 国家标准解读

梁秀英 陈海红

(中国标准化研究院)

**摘要:** 加强凝结水回收和蒸汽疏水阀管理,对蒸汽供热系统节能至关重要。本文介绍了国家标准《蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求》的修订背景,对标准的主要技术内容进行了阐释和说明,以期帮助相关方更好地理解和把握标准要求,促进标准的推广应用。

**关键词:** 蒸汽供热系统,凝结水回收,蒸汽疏水阀,技术管理要求

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.12.021

## Interpretation of National Standard GB/T 12712-2023 *Technical management requirements for condensate recovery and automatic steam traps of steam heating system*

LIANG Xiu-ying CHEN Hai-hong

(China National Institute of Standardization)

**Abstract:** Enhancing condensate recovery and steam trap management is critical to energy conservation of steam heating systems. This paper introduces the revision background of the national standard GB/T 12712-20223, *Technical management requirements for condensate recovery and automatic steam traps of steam heating system*, and explains the main technical contents of the national standard. It aims to improve the understanding and application of this standard.

**Keywords:** steam heating system, condensate recovery, automatic steam trap, technical management requirement

## 0 引言

节能标准是国家节能制度的基础,我国高度重视节能标准,从20世纪80年代开始推动节能标准化工作。蒸汽供热系统在不同行业中提供工艺加工条件,消耗大量能源和水资源,历来是工业节能减排工作的重点领域之一,围绕蒸汽供热系统用能管理和用能效率提升的相关技术标准研制工作也很早就纳入了节能标准化工作计划。国家标准GB/

T 12712《蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求》,作为国家层面针对蒸汽凝结水回收、蒸汽疏水阀应用制定的首项技术标准,由国家技术监督局发布于1991年1月29日,并于当年12月1日起正式实施,在规范工矿、企事业单位蒸汽供热系统凝结水回收系统及蒸汽疏水阀的设计、改造、安装和运行管理方面发挥了重要的指导作用,有效促进了蒸汽供热系统节能工作开展。

随着我国社会经济发展,从原来的工业发展初

---

**作者简介:** 梁秀英,硕士,研究员,研究方向为节能标准化、节能政策以及资源综合利用与可持续发展等领域的研究与管理实践。

期到现在的世界生产制造业大国,蒸汽应用的行业范围也从原来的石油化工、橡胶、冶炼、纺织印染、医药、民用采暖等极少数传统行业发展到各行各业,机械、电子、信息、航天、国防工业、新能源产业等大量使用蒸汽,蒸汽用量成几何级数增长,蒸汽行业相关技术、产品和设备也得到了快速发展。当前,蒸汽供热系统运行中仍然存在较多问题,尽管蒸汽生产和使用环节的能效已有明显进步,但系统整体的蒸汽热能实际利用率还有很大提升空间,特别是减少热损失,仍然是多数企业目前亟需解决的主要问题。调查显示,因凝结水系统设计不合理、凝结水回收装置选配不合理以及未安装疏水阀、使用低劣的蒸汽疏水阀或蒸汽疏水阀选型不当、安装管理维护不到位等因素,造成热能损失和洁净凝结水流失在10%~25%左右。加强凝结水回收和蒸汽疏水阀管理仍然是蒸汽利用领域推进节能减排最切实有效的解决措施。

为进一步提升标准的科学性、适用性和配套性,及时反映凝结水回收与蒸汽疏水阀产品技术与进步,以对凝结水回收与利用持续发挥有效规范和指导作用,全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)提出修订GB/T 12712。2023版标准已于2023年9月7日发布,并于2024年4月1日起正式实施。

## 1 GB/T 12712的修订变化

1991版标准实施迄今已逾30年,在结构编排和内容编写方面存在诸多不符合GB/T 1.1-2020规则要求之处。2023版按照文件内容从属关系和功能要素构成,在标准结构方面进行了优化编排,并规范要素的表述形式和词语选择,以提升标准的易读性和可理解性。除结构调整和编辑性改动外,2023版以结合技术与进步、体现应用现状和实际需求、提升标准科学性与适用性为原则,在技术内容方面进行了修改调整,与1991版相比主要技术变化包括以下几项。

(1) 凝结水回收系统技术要求部分,结合凝结水回收技术与进步,进一步明确了系统划分、

选择原则、确定依据、应用技术条件以及其他技术要求;

(2) 蒸汽疏水阀技术要求部分,依据蒸汽疏水阀产品技术发展和应用现状,从蒸汽疏水阀产品分类、设置、选型原则、参数确定和安装等方面提出了相关技术要求;

(3) 管理与评价要求部分,结合当前凝结水回收、蒸汽疏水阀应用管理的实际需求,从制度与人员、运行与监测、维保与检修、评价等方面分别提出了相应的要求;

(4) 针对蒸汽疏水阀档案卡、凝结水回收及使用台账示例,结合实际管理需求,对相应附录部分进行了补充和调整。

## 2 主要技术内容

### 2.1 范围

GB/T 12712以公称压力不大于PN40、介质温度不大于350℃的蒸汽供热系统为适用对象,可用于凝结水疏排及回收系统的设计、安装、调试和运行管理等工作。标准内容主要包括蒸汽供热系统凝结水回收原则、凝结水管道水力计算基本公式、凝结水回收系统的技术要求、蒸汽疏水阀的技术要求以及凝结水回收的管理与评价要求。

### 2.2 凝结水回收原则

GB/T 12712明确了凝结水回收与利用所需要依据的总体性框架准则。蒸汽管网系统广泛应用于钢铁、有色金属、建材、石化化工等重点行业,加强凝结水回收与利用是实现用能体系绿色升级的重点任务,首先要符合国家能源和环境保护政策要求,坚持系统观念,加强总体规划设计,处理好短期和中长期的关系,统筹推进,做到技术先进、设备可靠和经济合理。凝结水回收的目标是在确保系统安全运行、不降低系统热效率、也不影响凝结水顺畅疏排的前提下,实现回收利用的效益最大化,也即水耗、热能与压力损失的最小化。凝结水回收既有“量”的要求,又有“质”的要求,可能受污染的凝结水和不受污染的凝结水应进行分类回收,经技术经济分析后确定无法回收利用的凝结水应确

保达标排放。

### 2.3 凝结水管道水力计算基本公式

水力计算是凝结水回收系统正确经济运行的技术保证,与凝结水回收与利用效果密切相关。GB/T 12712给出了摩擦阻力系数和比压降计算公式,主要解决的问题包括:按已知的流量和允许的压力降和允许的流速选择管径;按已知的管径和流量,计算管道的压力降及管道中各点的压力值;按确定的管径及允许的压力降,计算或校核管道的输送能力;根据管道水力计算的结果,确定管道系统选用的设备规格型号。

### 2.4 凝结水回收系统技术要求

GB/T 12712依据凝结水回收系统最常见的两种属性进行分类:(1)根据凝结水是否与大气相通分为开式系统和闭式系统,(2)根据回收动力情况分为重力回收系统、背压回收系统和加压回收系统。实际应用中具体的凝结水回收系统,往往不是单一类型的系统,而是由多种类型组成的复合系统,还涉及很多其他属性,具有不同的技术特点。在确定凝结水回收系统方案时,应根据实际情况因地制宜,采用适宜的回收管路与回收动力组合方式,依据企业用汽工艺总体布局、流程、用汽参数、用汽设备对疏水的特殊要求以及蒸汽供热系统产生凝结水的具体技术参数等情况来综合确定,同时还要考虑设计运行环境及投资预算。GB/T 12712分别给出了开式系统、闭式系统、重力回收系统、背压回收系统、加压回收系统的应用技术条件,以指导和规范企业凝结水回收系统的设计、改造。此外标准针对凝结水箱设置、蒸汽疏水阀及相关阀件配置、计量和监测装置配备、自动化运行及故障自动报警、保温等方面,也分别明确了相应的技术要求。

开式系统适用于小型蒸汽供热系统,凝结水量和二次蒸汽量较少的系统。其回收管路的一端向大气敞开,通常是凝结水的集水箱敞开于大气,高温凝结水携带的蒸汽和冷凝水因压力降低到常压后排放大量闪蒸汽,设置蒸汽凝结水冷却器或二次蒸汽凝结器,可使凝结水降温,减少冒汽量,从而减少环境污染、工质损耗和热能损失。凝结水直

接与大气接触,水中含氧量高易产生设备腐蚀,设置装置减少氧气向凝结水中扩散,可避免管道使用寿命缩短,同时回收的低氧凝结水可进入除氧器供锅炉使用。

闭式系统相较于开式系统,凝结水所具有的能量大部分可进行回收,水质有保证,水量损耗少,可大大减少水处理费用,且设备工作寿命长,优点十分突出,应用非常广泛。闭式系统管道内凝结水的输送是依靠压差驱动的,压差越大流速越大。凝结水输送的动力一般是凝结水的重力势能、背压和外加动力3种,凝结水流动需克服的阻力包括流体摩擦管阻、管道爬高的重力势能和闭式回水箱内压力,驱动力必须克服阻力并形成一定的压差,以保证管道流速和工艺所需流量。凝结水回收管道内的流体通常是闪蒸气和凝结水的二相混合流体,因此在配管设计上应采用特殊的计算方法,充分考虑饱和凝结水因减压产生闪蒸汽的占比。当压力不同的凝结水确需混入同一凝结水总管中时,应在总管上增加混流器,利用高压凝结水驱动抽取低压凝结水,最终形成混合稳定、统一压力的凝结水。

重力回收系统中,凝结水输送的动力是其自身重力势能,凝结水完全依靠自身重力来克服管道系统阻力和凝结水箱压力,并保持一定的流速进入到集水箱中,因此凝结水排出端一定是处于高位,而凝结水集水箱处于低位,二者之间的高度差所形成的压差要足以克服总的流动阻力。

背压回收系统中,凝结水输送依靠的动力是蒸汽疏水阀具有的背压特性,也即背压要足够克服沿程阻力和必要的管道爬升,将凝结水送至凝结水箱。凝结水排放与回收输送对蒸汽疏水阀工作背压的要求是相反的,这就要求背压回收系统在设计时做好平衡。如果个别蒸汽疏水阀后背压超过其最高工作背压,影响凝结水的及时排出,应采用外部动力源进行局部加压输送凝结水。

加压回收系统中,凝结水输送的动力主要来自外部动力源,如:水泵或其他的加压设施,可弥补依靠凝结水重力势能、蒸汽疏水阀背压不足以克服回收管道阻力的限制,使凝结水能够顺利被压送至回收再利用的场所。凝结水泵装置是加压回收系

统中极为重要的一环,凝结水加压站是用泵等加压设施将凝结水聚集回收、加压输送的站房,标准给出了凝结水泵配置、流量、扬程以及凝结水加压站设置要求。

凝结水回收系统设计首先要确定采用何种回收方式,凝结水出口端位置和压力是选择开式或闭式以及凝结水压送动力的主要考虑因素。相对而言,开式重力回收系统仅适用于凝结水集水箱位置较低的小型蒸汽系统,凝结水回收效果较为有限,无法实现凝结水回收利用的效益最大化,而闭式背压回收系统和闭式加压回收系统能充分利用凝结水的显热,热能回收利用率高,既无闪蒸汽排出又节能环保。如非受制于特殊的现实条件,企业在凝结水回收系统设计时应克服初始投资成本大的困难,优先考虑采用闭式回收系统,充分回收高温凝结水的显热。

## 2.5 蒸汽疏水阀技术要求

GB/T 12712给出了蒸汽疏水阀的分类、设置、选型原则、参数确定和安装方面的技术要求。

从产品技术和实际应用而言,蒸汽疏水阀通常按其启闭件的工作原理和动作方式分为机械型、热静力型和热动力型三大类,在此基础上还可根据典型结构与动力元件形式、材质等进一步细分。不同类型蒸汽疏水阀的典型结构原理图和动作原理具体可参考GB/T 12247《蒸汽疏水阀 分类》。

用汽设备的疏水方式宜优先采用单元疏水方式,即每台设备单独排水,设备之间没有相互干扰,可提高蒸汽使用设备的运转效率。当多台用汽设备用汽压力相同时,也可采用成组疏水方式来设置蒸汽疏水阀。尽管这样可节省蒸汽疏水阀的使用,节省投资成本,节省空间,但他对组内各用汽设备的工艺方法及参数要求十分严格,工程实践中往往难以实现,蒸汽消耗量少的设备产生的凝结水相对容易排除,而蒸汽消耗量多的设备产生的凝结水往往出现滞留,用汽设备之间相互干扰,不仅降低运行效率,而且易于引起故障。一般而言,一台用汽设备选用并安装一个容量适当的蒸汽疏水阀。如果安装一个排水量较大的蒸汽疏水阀确实无法满足用汽设备凝结水排放需求,可选用两个相同的蒸汽

疏水阀,采用并联安装的方式使用。在连续运行的工艺场合,为使得蒸汽疏水阀能够在线进行维修或更换,可用两个同型号的蒸汽疏水阀并联安装,只使用其中的一个,另一个作为备用。

蒸汽系统中,在设备和管线的凝结水出口以及容易形成凝结水积存的位置应安装蒸汽疏水阀,且蒸汽疏水阀的性能参数应与凝结水的压差和水量相匹配,满足凝结水疏排需求,标准给出了疏水阀的设置点位。蒸汽疏水阀不应以切断阀来代替,尽管切断阀也可以排除凝结水,但它需要依靠手工开关阀门,要及时排除不断产生的凝结水就必须反复操作,如果不经常检查而只把切断阀门按一定的开度常开,当产生的凝结水波动时会造成凝结水滞留或大量漏汽。

蒸汽疏水阀要在工作压力条件下,从蒸汽和凝结水的混合物中把凝结水分离并排出,必须兼有压力管道元件和精密机械的作用,而且还必须能够长时间在苛刻条件下使用,其自身性能非常重要,应符合GB/T 22654《蒸汽疏水阀 技术条件》的规定。蒸汽疏水阀的类型型号多种多样,而任何种类和形式的蒸汽疏水阀都不是万能的,应根据实际工作蒸汽条件和凝结水疏排要求选择技术特点适宜的产品类型,不应仅以公称压力、公称通径、连接尺寸等作为选择依据,禁止选用淘汰产品和质量不合格产品。标准结合蒸汽疏水阀工作特性,给出了几种典型应用场合通常适宜选用的蒸汽疏水阀产品类型,同时给出了蒸汽疏水阀压力、温度、排量、尺寸等方面参数确定的方法。

蒸汽疏水阀的安装首先应确保选型正确、安装合理、使用条件得当。在安装蒸汽疏水阀之前一定要根据蒸汽使用装置的基本情况、蒸汽使用条件、凝结水疏排要求、蒸汽疏水阀的选型以及设置方案进行核对,确保待安装的蒸汽疏水阀型号和安装位号与设计一致,符合使用要求。标准给出了蒸汽疏水阀安装施工、入口管、出口管以及安装完成后管道清洗和水压试验的具体要求。

## 2.6 凝结水回收管理与评价要求

管理与评价要求,是落实凝结水回收系统及蒸汽疏水阀技术要求的必然延续,是保障凝结水

回收与利用有效开展的必要手段。当前蒸汽供热相关行业中仍有相当一部分企业存在对凝结水回收管理重视不够、管理不规范、方法不科学等问题,影响了凝结水回收节能潜力的深入挖掘,不利于有效促进蒸汽供热系统整体能效提升。

GB/T 12712首先强调了通过制度建设来实现凝结水回收的规范化管理,管理制度尽可能全面覆盖发展规划、工作计划、部门设置、职责划分、人员配备、能力保障、设备运维、数据统计与信息更新等方面,并突出可行性,使相关人员具有共同的行为规范,增强行为能力并克服客观环境不利因素;其次通过建立凝结水回收系统管路图、设备台账、设备操作规程等重要基础资料和技术规范,制定科学合理的维保计划、检修计划与工作方案,确保设备使用符合要求,及时排除故障,保持设备安全运行并处于良好工作状态。

蒸汽疏水阀遍布蒸汽系统,数量众多,类型多样,分散且使用条件不同,要把握整体运行状况抽检和巡检都必不可少,GB/T 12712给出了蒸汽疏水阀定期抽检和巡检的具体要求。实际操作中,企业可根据自身需求设定合理的抽检周期,适度扩大抽检量,并依据蒸汽疏水阀在整个工艺中的布局、作用和重要性分类抽样,提高样本代表性。针对检查数据,除计算抽检合格率外,应进行深入的统计分析,包括故障分类统计与原因分析、维修方案及其成本预测、动作不良率估算、漏汽量估算等,历次抽检的数据资料应做好记录和汇总分析,支持进一步制定有效的策略,提升蒸汽疏水阀维护、保养与检修的工作质量。此外,在精细化管理和实时调控日益成为节能工作发展新方向的背景下,信息化、智能化手段在凝结水回收系统中的应用越来越普遍,对于已设置在线监测系统的凝结水回收系统,蒸汽疏水阀运行数据可实现自动采集、传输与存储,通过定期汇总和统计分析作为支撑蒸汽疏水阀管理的基础数据。

为引导和促进凝结水回收系统运行效果的进一步提升,GB/T 12712给出了蒸汽疏水阀配备率、抽检合格率、蒸汽供热系统凝结水回收率的定量评价要求,同时也给出了蒸汽供热系统凝结水疏排

与回收评定等级要求。蒸汽疏水阀配备率反映的是凝结水回收系统中蒸汽疏水阀的实际安装情况;蒸汽疏水阀抽检合格率反映的是在用蒸汽疏水阀的实际运行及维修情况;凝结水回收率反映的是凝结水回收系统的综合运行效果情况。通过开展评价,可帮助企业了解和认识其凝结水回收工作现状,找出问题与不足,结合实际需求和改进能力,合理设定新的等级目标以及实现路径,持续提升凝结水回收工作整体的安全性、有效性和可控性。

### 3 结语

当前,我国经济发展正步入以高质量发展为战略定位的新时代,持续深化节能降耗减排,加快推进绿色低碳转型,是做好碳达峰碳中和工作的重要举措。以钢铁、有色金属、建材、石化化工等行业为重点,将通过开展绿色升级工程推进节能改造和污染物深度治理。同时,国家也将进一步健全节能减排政策机制,通过健全法规标准、优化管理制度、完善政策机制、加强能力保障等,推动能源利用效率大幅提高、主要污染物排放总量持续减少,实现节能降碳减污协同增效、生态环境质量持续改善。

伴随新型工业化的持续推进,重点行业设备更新升级不断加快,工业节能工作正逐步实现向能源低碳化、全流程系统节能、精细化管理的转变。蒸汽供给在我国工业中扮演着举足轻重的“能源弹药”角色。据统计,全球制造业能源供给约有30%来自于工业锅炉和蒸汽系统,在中国则有2/3左右的能源消费通过蒸汽能源实现。蒸汽行业作为能源和水资源消费大户,是落实绿色低碳转型的责任主体,蒸汽供热系统的节能节水对我国工业绿色转型可谓举足轻重。蒸汽排空损失和凝结水排放损失是蒸汽供热系统中最直接的热损失,是管网热损失中能耗最大的部分,也是系统中水质量损失最大的部分,可以说蒸汽供热系统热效率提升的最大短板即在于凝结水回收。

GB/T 12712的修订完善,紧扣蒸汽供热系统节能的两大关键点,(1)凝结水回收系统的确定、管

理和评价；(2)蒸汽疏水阀的选型、安装、管理和评价,为指导用汽企业规范开展凝结水回收系统及蒸汽疏水阀的设计、改造、安装和运行管理提供了技术支撑,是提高生产效率并从源头减少污染物和

碳排放负荷的基础保障,对于有力推动用汽企业加快凝结水回收系统改进、深入挖掘节能节水潜力、持续强化能源管理工作具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] GB/T 12712-2023, 蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求[S].
- [2] 程代京,刘银河. 蒸汽凝结水的回收及利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [3] 赵利光. 凝结水回收系统设计中的问题分析及应对[J]. 化工管理, 2020(35):143-144.
- [4] 李伟. 蒸汽疏水阀疏水方式的选择对用汽设备运行状况的影响[J]. 通用机械, 2018(9):28-29.

( 上接第93页 )

#### 参考文献

- [1] 张敏.高速公路隧道智能照明工程技术方案设计[J]. 科技创新与应用, 2024,14(26):129-132.
- [2] 陈国光. 智能照明控制系统的设计与实践[J]. 中国物业管理, 2024(09):112-115.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 50034-2024, 建筑照明设计标准[S].
- [4] 中华人民共和国卫生部. GB 7793-2010, 中小学校教室采光和照明卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50099-2011, 中小学校设计规范[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [6] 国家卫生健康委员会. GB/T 36876-2018, 中小学校普通教室照明设计安装卫生要求[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [7] 全国照明电器标准化技术委员会. QB/T 5533-2020, 教室照明灯具[S]. 北京: 中国轻工业出版社,2021.
- [8] 上海市教委教育技术装备中心. DB31/T 539-2020, 中小学校及幼儿园教室照明设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2020.
- [9] 中国教育装备行业协会. T/JYBZ 005-2018, 中小学教室照明技术规范[S]. 2018.
- [10] 刘园园,陈沁.建设标准计量体系 完善碳排放“度量衡” [N]. 科技日报, 2024-09-18 (008).
- [11] 上海照明电器行业协会. T/SIEATA 000001-2020, 中小学校教室照明质量分级评价[S]. 2020,9.