ICS 27.010
CCS P 46

T

团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2026

双流道输配系统节能性能测试与评价方法

Energy efficiency testing and evaluation methods for dual-channel distribution systems

（草案）

2026-X-XX 发布 2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目　　次

前言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 ..... 错误！未定义书签。
3 术语和定义 ..... 错误！未定义书签。
4 基本要求 ..... 错误！未定义书签。
5 测试条件 ..... 错误！未定义书签。
5.1 测试边界 ..... 错误！未定义书签。
5.2 测试工况 ..... 错误！未定义书签。
5.3 系统运行状态确认 ..... 错误！未定义书签。
6 测试方法 ..... 错误！未定义书签。
6.1 流量测量 ..... 错误！未定义书签。
6.2 温度与冷（热）量测量 ..... 错误！未定义书签。
6.3 电耗测量 ..... 错误！未定义书签。
6.4 压差与阻力特性测量 ..... 错误！未定义书签。
6.5 切换工况测量 ..... 错误！未定义书签。
6.6 测试数据有效性判定 ..... 错误！未定义书签。
7 评价指标计算 ..... 错误！未定义书签。
7.1 水输送系数 ..... 错误！未定义书签。
7.2 双流道输配系统能效比 ..... 错误！未定义书签。
7.3 耗电输冷（热）比 ..... 错误！未定义书签。
7.4 节能量 ..... 错误！未定义书签。
8 节能性能评价 ..... 错误！未定义书签。
8.1 评价体系 ..... 错误！未定义书签。
8.2 单项指标评分 ..... 错误！未定义书签。
8.3 综合评分与分级 ..... 错误！未定义书签。
8.4 评价结论 ..... 错误！未定义书签。
9 测试报告 ..... 错误！未定义书签。
9.1 报告内容 ..... 错误！未定义书签。
9.2 保存期限 ..... 错误！未定义书签。

附　录　A （规范性） 测试记录表与数据整理方法 9
A.1　测试记录表 ..... **错误！未定义书签。**
A.2　数据整理方法 ..... **错误！未定义书签。**
附　录　B （资料性） 评价指标分级参考值 ..... **错误！未定义书签。**

前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次编制。

双流道输配系统节能性能测试与评价方法

1 范围

本文件规定了采用管中管结构的双流道输配系统节能性能测试与评价的基本规定、测试条件、测试方法、评价指标计算、节能性能评价以及测试报告的要求。

本文件适用于以水（含生活热水、暖通二联供冷热水、饮用水活水）为输送介质，采用内、外双流道同轴布置的管中管输配系统，在新建、改扩建居住建筑、酒店、别墅、公共建筑及既有建筑节能改造工程中的现场节能性能测试与评价。

本文件不适用于气体介质风道系统、以工艺物料输送为主要功能的工业管路系统，以及采用传统双管串联大循环布管方式且未采用内、外双流道同轴结构的输配系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则

GB/T 18742.2 冷热水用聚丙烯管道系统　第 2 部分：管材

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 50189 公共建筑节能设计标准

GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准

JJG 225 热量表检定规程

JJG 1030 超声流量计

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双流道输配系统 dual-channel distribution system

基于管中管（Pipe-in-Pipe）技术，在同一根外护管内同轴设置内管流道与外管流道，实现输送介质在同一管道内“进—回”同轴分离输配与循环的系统。内管流道承担介质向用水点或末端设备的正向输送，外管流道承担介质向循环泵或热水器方向的回流，两条流道互为闭环、共壳同轴。

3.2

内流道 inner channel

管中管内管构成的介质正向输送通道，其内壁通常设有热断桥结构，用以抑制内、外流道之间的径向热传导。

3.3

外流道 outer channel

管中管内管与外管之间形成的环形或多孔回流通道，常见构型为外管三孔结构（合计四孔同轴），用于将末端回流介质汇集至循环泵进口。

3.4

热断桥 thermal bridge break

内管内壁或内、外管夹层中设置的低导热结构，用于降低内流道介质向外流道及环境的热损失，是管中管区别于普通双管系统的重要热工特征。

3.5

点对点定向循环 point-to-point directed circulation

由感应面板、控制阀与循环泵联动，仅在对应用水点或分区末端被触发时启循环的运行方式。循环能耗仅在用水需求时段产生，区别于传统串联大循环的“全程恒循环”模式。

3.6

水输送系数 water transport factor（WTF）

统计周期内，双流道输配系统输送的热量（或冷量）与系统循环泵及辅助用电设备总耗电量之比，单位为 kWh/kWh。

3.7

双流道输配系统能效比 energy efficiency ratio of dual-channel distribution system

统计周期内，系统向末端用户实际供给的热量（或冷量）与系统全部输配及辅助设备耗电量之比。

3.8

流道流量配比 channel flow rate ratio

外流道实测回流量与内流道实测供流量之比，用于表征管中管内、外流道之间的流量匹配与介质循环完整程度。

3.9

水力平衡度 hydraulic balance degree

某一支路的实际回流量与该支路设计回流量的比值，用于表征并联支路之间的流量分配均匀程度。管中管用平衡阀芯基于压差自适应原理实现“近小远大”的回流量分配。

3.10

热水到达时间 hot water arrival time

自用水点阀门开启起，至该用水点出水温度达到设定温度下限所历经的时间，单位为秒。

3.11

循环模式切换损失率 circulation mode switching loss ratio

智能循环系统在“待机—感应触发—定向循环—停止”运行模式切换过程中，因管内温降、泵启停扰动造成的附加电耗与稳态循环电耗之比，以百分比表示。

3.12

测试工况 test condition

为进行节能性能测试而约定的系统运行工况，包括额定工况、典型工况和循环模式切换工况。

4 基本规定

4.1 双流道输配系统节能性能测试与评价应遵循“先条件确认、再参数测量、后指标计算、终分级评价”的流程，各环节应形成完整的原始记录与可追溯的数据链。

4.2 测试应在系统安装调试完成并经试运行稳定后进行。新建、改扩建工程宜结合 GB 50411 规定的设备系统节能性能检验同步实施；既有系统宜在节能诊断或改造前后分别开展测试，以量化节能量。

4.3 测试用计量器具应满足 GB 17167 的配备要求，并应具有有效的检定或校准证书。主要

参数测量准确度应符合表 1 的规定。

表 1　主要参数测量准确度要求

测量参数	测量器具	准确度要求
流量	电磁流量计、超声波流量计	不低于 1.5 级，符合 JJG 1030
供回水温度	铂电阻温度计、热能表	不低于 B 级 Pt100，配对温差≤0.1 ℃，符合 JJG 225
电功率 / 电量	电能质量分析仪、多功能电能表	不低于 0.5 级
压力 / 压差	压力变送器、压差变送器	不低于 0.5 级
时间 / 热水到达时间	计时器、温度采集记录仪	分辨率≤1 s，温度采样周期≤1 s

4.4 测试前应确认被测系统具备以下条件：

a) 管中管管材、管件应符合 GB/T 18742.2、GB/T 18742.3 的规定，常用规格宜为 dn20、dn25、dn32、dn40 系列，内管供水、外管三孔回流；

b) 管中管内、外流道标识清晰，平衡阀、感应面板、控制阀、循环泵安装到位且功能正常；

c) 各支路已按设计要求安装管中管用平衡阀芯，并通过初调试使各支路“近小远大”的回流量分配关系初步建立；

d) 循环泵宜采用变频调速控制，并与感应面板、控制中心实现信号联动，不应采用与本系统不联动的第三方循环泵；

e) 系统已按设计要求完成压力试验：试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不应小于 0.6 MPa，稳压 1 h，压力降≤0.05 MPa；再降至工作压力观察 30 min，无渗漏为合格。

4.5 测试数据采样频率与统计周期应符合下列规定：

a) 温度、流量、压力、电功率等连续参数的采样周期宜不大于 10 s，存储周期宜不大于 1 min；热水到达时间测试的采样周期不应大于 1 s；

b) 额定工况测试持续时间不应少于 4 h，典型工况不应少于 24 h；

c) 用于综合能效评价的统计周期不应少于 1 个完整的用热（冷）季，且应覆盖系统在不同用水频次、不同负荷率下的运行时段。

4.6 本文件采用国际单位制。热量、电量分别以 kWh 计，温度以℃计，流量以 m^3/h 计。

5　测试条件

5.1　测试边界

5.1.1 双流道输配系统测试边界应自热水（冷热源）设备出口或主进液管起，经管中管内流道、各支路平衡阀、用水点或末端设备，由外流道回流至热水器或主回流管止，涵盖内、外流道全部管段、平衡阀、感应面板、控制阀、循环泵及配套自控装置，测试边界内管中管的内外流道均应处于受压验证状态：内流道（热水侧）与外流道（回水侧）应分别进行耐压确认，任一流道渗漏即判定边界不合格。

5.1.2 热水器（冷热源主机）、空气能热泵、末端淋浴器或空调末端本体不应纳入测试边界，但其能效指标可作为系统综合分析的参考。

5.1.3 采用“热交换节能管中管循环系统”时，入户单元内的热交换器、入户泵、循环预热回路应纳入测试边界。

5.1.4　设有共用循环泵的多支路系统，循环泵电耗应按各支路触发循环台时在支路间分摊。

5.2 测试工况

5.2.1 额定工况：内流道按设计流量供水，用水点或末端按设计同时使用系数开启，供回水温差达到设计值±0.5 ℃。
5.2.2 典型工况：按系统实际运行规律，分别选取用水（或负荷）率约 25%、50%、75%三个工况点，每一工况点连续运行时间不少于 8 h，用于表征点对点定向循环的典型运行状态。
5.2.3 循环模式切换工况：完成不少于 20 次“待机—感应触发—定向循环—停止”完整模式切换，记录每次切换前、切换中、切换后各不少于 5 min 的运行参数。
5.2.4 室外气象参数应接近当地典型用热（冷）季平均气象条件，单日测试期间室外温度波动不宜超过±5 ℃。

5.3 系统运行状态确认

5.3.1 测试期间，被测系统不应进行与测试无关的调节；感应面板触发、循环泵启停、平衡阀开度变化等操作应记录时间与操作内容。
5.3.2 应在主管路单元、入户单元及最远端支路分别同步测量内流道供流温度、外流道回流温度、内流道压力与外流道压力。
5.3.3 管中管外壁如有裸露金属段或非绝热段，应做临时保温处理；管中管热断桥性能应作为独立测试项进行测量，测试方法应符合 GB/T 8175 的规定。

6 测试方法

6.1 流量测量

6.1.1 应在主进液管、主回流管、入户进液管、入户回流管及典型支路的内流道、外流道分别设置测点，测点前后直管段长度应符合所选流量计的安装要求，超声波流量计安装应符合 JJG 1030 规定。
6.1.2 应同步测量内流道供流量与外流道回流量，并按下列规定判定：

a) 各支路实测回流量与设计回流量的比值（即水力平衡度）应在 0.9～1.1 范围内；
b) 外流道总回流量与内流道总供流量之比（即流道流量配比）应在 0.95～1.05 范围内；超限时应对平衡阀芯进行再校核。

6.1.3 平衡阀芯自适应调节性能测试：分别在被测支路采用“近端触发”“远端触发”“多支路同时触发”三种触发方式，验证管中管用平衡阀芯在压差自适应条件下“近小远大”回流量分配的有效性；远端支路回流量不应小于近端支路回流量。

6.2 温度与热量测量

6.2.1 内流道与外流道温度测点应成对设置，配对误差不大于 0.1 ℃；测点位置应避免弯头、三通、热熔接头等局部构件的热扰动。
6.2.2 输送热量宜由热能表直接测量；不具备条件时，可由实测流量、供回水温差与统计时间，按介质密度、定压比热逐时段累积计算，计算方法应符合附录 A 的规定。
6.2.3 内流道供热量与外流道回流量应分别计量，并按下列规定判定管中管保热性能：

a) 在环境温度 20 ℃、供水温度 50 ℃的标准测试条件下，外流道回水温度与内流道供水温度之差不应大于 2 ℃，对应管中管保温效率不应低于 85%；
b) 分级测试条件下（内流道 70 ℃、外流道 30 ℃、环境(20±2) ℃、风速≤0.5 m/s），热断桥传热系数不应大于 0.10 W/(m·K)，测定方法按热流计法执行。

6.2.4 热水到达时间测试：在最远端用水点安装温度采集记录仪，自阀门开启时刻起记录出水温度变化曲线，取出水温度达到设定温度下限（宜取 38 ℃）的时刻与开启时刻之差作为该点热水到达时间。每个用水点应重复测试 5 次取算术平均值。

6.3 电耗测量

6.3.1 应对主循环泵、入户泵、阀门执行器、感应面板、控制阀及辅助电加热装置分别设置电能计量，并同步采集瞬时功率；系统总耗电量为统计周期内各输配设备耗电量之和。
6.3.2 循环模式切换损失率测试：在循环模式切换工况下，记录感应面板触发时刻、控制阀动作时刻、循环泵启停时刻及流量、压力、功率响应曲线；单次切换的附加耗电量与切换前同历时稳态循环耗电量之比即为切换损失率，其限值应符合 8.2 的规定。

6.4 压差与阻力特性测量

6.4.1 应在内流道与外流道总管及关键并联支路设置压差测点，同步记录内、外流道压差与循环泵进出口压力。
6.4.2 应根据实测流量与压差绘制内流道与外流道的阻力特性曲线，用于判断平衡阀芯自适应调节是否建立、是否存在流量偏流或水力失调。
6.4.3 管中管内、外流道单位长度阻力损失宜分别测量，并结合热断桥结构对内、外流道过流面积的影响进行阻力修正。

6.5 测试数据有效性判定

6.5.1 每一测试工况下，主要参数波动幅度应符合表 2 规定，超出范围的数据应剔除并补充测试。

表 2 测试工况允许波动范围

参数	允许波动范围
用水（负荷）率	±5%
流量	±5%
内外流道温差	±0.5 ℃
循环泵频率	±2%
供水温度	±2 ℃

6.5.2 删除异常值后，每一工况有效数据组数不应少于该工况总数据组数的90%；异常值判定可采用格拉布斯准则，置信概率取95%。
6.5.3 热水到达时间测试每个用水点重复测试不少于 5次，取算术平均值；数据整理时给出算术平均值、最大值与95%分位值。

7 评价指标计算

7.1 水输送系数

按式(1)计算双流道输配系统的水输送系数：

$$WTF = \frac{Q}{W} \quad (1)$$

式中：

WTF——水输送系数，kWh/kWh；

Q——统计周期内输送的热量（或冷量），kWh；

W——系统总耗电量，kWh。

WTF 按热水、冷水工况分别计算，并分别记为 WTF_h、WTF_C。

7.2 双流道输配系统能效比

双流道输配系统能效比按式(2)计算：

$$EER_D = \frac{Q}{W + W_{aux}} \quad (2)$$

式中：

EER_D——双流道输配系统能效比；

Q——统计周期内输送的热量（或冷量），kWh；

W——系统循环泵总耗电量，kWh；

W_{aux}——阀门执行器、感应面板、控制阀及辅助加热装置耗电量，kWh。

7.3 点对点循环节能率

按式(3)计算与传统串联大循环（或恒温循环）相比的节能率：

$$\Delta E = \frac{E_{ref} - E_{sys}}{E_{ref}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

ΔE——点对点循环节能率，%；

E_{ref}——基准工况下传统大循环系统统计周期内的耗电量，kWh；

E_{sys}——被测管中管双流道系统同一统计周期内的耗电量，kWh。

7.4 其他运行指标

水力平衡度、流道流量配比、保热效率、热水到达时间及循环模式切换损失率的测试结果，按第 6 章规定的文字限值直接判定，不另行建立计算式；其数值与判定结果一并填入附录 A 规定的记录表。

7.5 耗电输冷（热）比

可结合系统输送长度与设计扬程，按 GB 50189 的规定计算耗电输冷（热）比 EC(H)R，并与实测 WTF 进行相互校核。

8 节能性能评价

8.1 评价体系

双流道输配系统节能性能评价由基础指标、水力指标与运行指标三类共 7 项指标构成，评价指标及权重见表 3。

表 3 评价指标及权重

类别	指标	单位	权重
基础指标	水输送系数 WTF	kWh/kWh	0.25
基础指标	双流道输配系统能效比 EER_D	—	0.20

类别	指标	单位	权重
基础指标	点对点循环节能率 ΔE	%	0.15
水力指标	支路水力平衡度 β	—	0.10
水力指标	流道流量配比 λ	—	0.10
运行指标	热水到达时间 th	s	0.10
运行指标	循环模式切换损失率 δs	%	0.10

8.2 单项指标评分

8.2.1 WTF、EER_D与ΔE 采用五级评分制，评分参考值见附录B。
8.2.2 水力平衡度评分：β 介于0.9～1.1得满分；介于0.85～0.9或1.1～1.15得60分；低于0.85或高于1.15得0分。
8.2.3 流道流量配比评分：λ 介于0.95～1.05得满分；介于0.90～0.95或1.05～1.10得60分；低于0.90或高于1.10得0分。
8.2.4 热水到达时间评分：th≤15s得满分；15s＜th≤35s得60分；th＞35s得0分。
8.2.5 循环模式切换损失率评分：δs ≤3%得满分；3%＜δs≤ 5%得60分；δs＞5%得0分。
8.2.6 点对点循环节能率评分：ΔE≥80%得满分；60%≤ΔE＜80% 得60分；ΔE＜60%得0分。
8.2.7 管中管保温效率评分：ηr≥92%得满分；88%≤ηr＜92%得60分；85%≤ηr＜88%得40分；ηr＜85%得0分

8.3 综合评分与分级

8.3.1 综合得分 S 按各项评价指标得分与其权重相乘后逐项累加求得，满分为 100 分，计算结果保留一位小数。
8.3.2 双流道输配系统节能性能等级分为三级，判定规则见表 4。

表 4 节能性能等级判定

等级	综合得分 S	判定要求
一级（高效）	S≥90	全部单项指标得分不低于 60 分
二级（节能）	75≤S＜90	WTF、EER_D、ΔE 三项指标得分不低于 60 分
三级（达标）	60≤S＜75	WTF 单项指标得分不低于 60 分
不合格	S＜60	—

8.4 评价结论

8.4.1 评价结论应明确给出节能性能等级、主要薄弱环节及改进方向，包括但不限于：平衡阀芯自适应调节再校核、感应面板触发灵敏度调整、内流道流量与外流道回流量匹配再调试、热断桥性能核查、循环泵变频策略优化等。
8.4.2 评价结论可作为工程验收、超低能耗建筑评价、绿色建筑评价及节能改造效果评估的支撑文件。

9 测试报告

9.1 测试报告应至少包括以下内容：
a）委托方、被测方及测试机构信息；

b）被测系统概况（含管中管规格型号、内 / 外流道结构参数、平衡阀芯型号、循环泵参数、感应面板数量与布置）；
c）测试目的、依据、日期及测试工况说明；
d）测点布置图与测试仪器清单（含型号、编号、检定/校准信息）；
e）原始数据汇总与整理方法说明；
f）评价指标计算过程与结果；
g）节能性能等级判定与评价结论；
h）测试人员与审核人员签字。

9.2　测试报告的数据保存期限不应少于 5 年，原始电子数据宜同步归档。

附 录 A
（规范性）
测试记录表与数据整理方法

A.1 测试记录表

双流道输配系统节能性能测试应至少填写以下记录表：

a) 表 A.1 系统基本情况表（含管中管规格、内外流道结构、热断桥类型、平衡阀芯型号、感应面板与控制阀型号、循环泵参数）；
b) 表 A.2 测点布置与仪器清单表；
c) 表 A.3 额定工况与典型工况数据记录表（含内流道流量、外流道回流量、供回水温度、循环泵功率）；
d) 表 A.4 循环模式切换工况数据记录表（含感应触发时刻、控制阀动作时刻、循环泵启停时刻、响应曲线）；
e) 表 A.5 热水到达时间测试记录表（含各用水点到达时间曲线）；
f) 表 A.6 评价指标计算与评分表。

A.2 数据整理方法

A.2.1 原始数据应按工况分段整理，剔除系统启停、感应误触发、仪器异常引起的无效数据。

A.2.2 对于稳态工况，采用算术平均值作为该工况下的代表值；对于变工况统计周期，采用时间加权平均法或累积量法计算指标。

A.2.3 热量按各采样时段“流量×温差×时段时长”逐段累积计算，介质密度与定压比热按统计周期内供水平均温度取值。

A.2.4 热水到达时间数据宜采用统计分布法整理，给出算术平均值、最大值与 95% 分位值。

附 录 B
（资料性）
评价指标分级参考值

在缺乏权威基准数据时，WTF、点对点循环节能率及运行指标的分级参考值可参照表 B.1 取值。

表 B.1 评价指标分级参考值

指标	一级	二级	三级
热水系统 WTFh（kWh/kWh）	≥45	≥35	≥25
暖通二联供系统 WTFc（kWh/kWh）	≥40	≥30	≥20
点对点循环节能率 ΔE（%）	≥90	≥80	≥70
热水到达时间 th（s）	≤15	≤25	≤35
管中管保温效率 ηr（%）	≥92	≥88	≥85
热断桥传热系数 K（W/(m·K)）	≤0.08	≤0.09	≤0.10

T/CEATEC XXX—2026

中 华 人 民 共 和 国
团 体 标 准
双流道输配系统节能性能测试与评价方法
T/CEATEC XXXX－2026
*
中国欧洲经济技术合作协会
网址
https://www.ceatec.org.cn/
*
开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 XXX 千字
2026 年 X 月第一版 2026 年 X 月第一次印刷
*
如有印装差错 由中国欧洲经济技术合作协会
调换
版权专有 侵权必究
举报电话：010-64516951



T/CEATEC XXX—2026