

ICS 29.020

P46

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC 165.11—2018

电供暖系统技术规范

第12部分：检测

Electrical heating system technical specification—

Part 12: Testing

2018-01-24 发布

2018-04-01 实施

中国电力企业联合会发布

目录

1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 检测原则和要求	3
4.1 检测原则:	3
4.2 检测要求	3
5 检测项目和内容	4
5.1 热泵类电供暖系统	4
5.2 蓄热系统	4
5.3 直热式供暖系统	5
5.4 检测试验要求	5
6 检测步骤和检测方法	5
6.1 检测步骤	5
6.2 检测方法	6
7 能效评价	6
7.1 系统制热性能系数	6
7.2 燃煤代替量	7
7.3 环境效益	7
附录 A (资料性附录) 电供暖系统运行记录表	9

前言

T/T XXXX《电供暖系统技术规范》分为 12 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：设备；
- 第 3 部分：系统设计；
- 第 4 部分：施工和安装；
- 第 5 部分：验收；
- 第 6 部分：监控系统；
- 第 7 部分：运营服务平台；
- 第 8 部分：通信规约；
- 第 9 部分：运行维护；
- 第 10 部分：接口；
- 第 11 部分：计量；
- 第 12 部分：检测。

本部分为 T/T XXXX 的第 12 部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第一部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分由中国电力企业联合会提出并归口。

本部分主要起草单位：中国电力科学研究院有限公司、上海筑能环境科技有限公司、北京瑞特爱能源科技股份有限公司、西安爱科赛博电气股份有限公司、国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网电力科学研究院（武汉）能效测评有限公司、中国石墨烯产业技术创新战略联盟。

本部分主要起草人：蒋利民、肖洪海、苏树强、钟鸣、张进峰、张荣发、孟珺瑕、冯宜轩、柳立惠、李星、邱泽晶、成岭、尹立军。

本标准是首次发布。

本部分在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电供暖系统技术规范第 12 部分：检测（检测与能效评价？）

1 范围

本部分规范了电供暖系统中检测项目、检测内容、检测步骤、检测方法等要求，以及电能能效评价原则、测量方法、评价方法等内容。

本部分适用于电供暖系统的验收检测。

2 规范性引用文件

下列标准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。

GB/T 151-2014 热交换器

GB/T 3797-2005 电控设备

GB 4208-2008 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 4654-2008 非金属基体红外辐射加热器通用技术条件

GB/T 7287-2008 红外辐射加热器试验方法

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书总则

GB/T 10180 工业锅炉热工性能试验规程

GB/T 13306-2011 标牌

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室的用电设备电磁兼容性要求第 1 部分：通用要求

GBT 19065-2011 电加热锅炉系统经济运行

GB/T 20841-2007 额定电压 300 / 500V 生活设施加热和防结冰用加热电缆

GB/T 29456-2012 能源管理体系实施指南

GB 50093 自动化仪表工程施工及验收规范

DL/T 359-2010 电蓄冷(热)和热泵系统现场测试规范

JB 4726-2000 压力容器用碳素钢和低合金

JB 4088-2012 日用管状电热元件

JBT 10393-2002 电加热锅炉技术条件

JG/T 236-2008 电采暖散热器

JG/T 286-2010 低温辐射电热膜

建议对标准内容进行核查，引用标准最好不带年号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

相变蓄热装置 phase change heat storage device

相变蓄热装置是一种通过相变材料储存热能的蓄热装置，由承压内胆、蓄能芯、保温层、连接管接口、电热管、安全阀等构成，蓄能芯内装相变储能材料，增大贮热能力，承压内胆与蓄能芯之间用水作为传热介质进行充热或放热的装置。

3.2

长期监测 long-term monitoring

在整个供暖季内，对电供暖系统进行温度、流量、电量及相关环境参数等的测试与采集。

3.3

短期监测 short-term monitoring

在供暖期内对电供暖系统进行温度、流量、电量及相关环境参数的测试与采集，测试周期不少于 24h。

3.4

电供暖系统制热效率 heating coefficient of electrical heating system

电供暖系统在统计期间的总供热量与总耗电量的比值。总供热量包括：所有采暖建筑采暖期内总供暖耗热量；总耗电量包括蓄能罐、循环水泵、辅助热源等供暖系统所有用电装置的耗电量。

3.5

充热速率 heat charge rate

按设计参数，向蓄热装置充入热量时，蓄热装置单位时间内吸收的热量。

3.6

放热速率 heat release rate

按设计参数，向蓄热装置送入吸热介质时，吸热介质单位时间内带走的热量。

3.7

蓄热损失率 heat loss rate

蓄热完毕到开始释热前的放置阶段，蓄热装置在室温条件下静置 8 小时，蓄热装置与周围环境的热交换而造成的热量损失量与总蓄热量之比。

4 检测原则和要求

4.1 检测原则

(建议以下用条)

- a) 工程项目设计阶段应包括数据监测系统，在施工阶段由施工单位预留监测点位置，并采用清晰的标识注明；
- b) 电供暖系统的监测与评价应在工程竣工验收后进行；
- c) 电供暖系统的监测分为长期监测、短期监测和基本参数监测。针对每个项目，均宜进行基本参数监测；
- d) 电供暖系统的评价应在长期监测的基础上进行，包括指标评价及性能合格判定。电供暖系统评价报告内容参考附录 A；
- e) 电能质量和电磁兼容要求如下：
 - 1) 功率因数：电采暖设备自启动到全功率运行工况下，电采暖电源输入侧功率因数不小于 0.9；
 - 2) 电流畸变：电采暖设备运行后，在全功率运行工况下，电流畸变限值不应超过 JB17625.1 及 JB17625.2 的规定值；
 - 3) 电压波动及闪变：电采暖设备所允许的电压波动的限值和所允许的闪变限值应符合 GB/T 12326 的规定值。

4.2 检测要求

同上

检测基本要求如下：

- a) 计量监测设备、数据采集装置及监测系统相关设备应有出厂合格证等质量证明文件，并符合 GB/T 9969-2008、GB/T 13306-2011 等相关产品标准的规定；
- b) 计量监测设备、数据采集装置应与电供暖机组分别独立供电；
- c) 数据监测系统应采取网络安全措施，保障系统中的数据真实完整；
- d) 根据用热需要、系统特点及电力供应状况等因素，通过技术经济分析，制定合理的电供暖系统运行模式，并制订相应的操作规程；
- e) 应认真做好电供暖系统的运行记录，并定期进行分析。运行记录项目参见表 1，

运行记录表的格式内容参见附录 A。

表 1 电供暖系统运行记录项目

序号	记录项目
1	供热端供、回水温度
2	供热介质循环流量
3	蓄热装置内压力
4	用户侧供、回水温度
5	室内空气温度
6	室外空气温度
7	室外空气相对湿度
8	集热器温度
9	电功率与耗电量（低谷电、平价电）
10	故障警报

5 检测项目和内容

5.1 热泵类电供暖系统

5.1.1 长期监测与短期监测包含下列检测项目：

- a) 热源端供、回水温度；
- b) 供热介质循环流量；
- c) 用户侧供、回水温度；
- d) 室内空气温度；
- e) 室外空气温度；
- f) 电功率与耗电量；
- g) 故障警报；
- h) 系统压力。

5.1.2 空气源热泵设备的基本功能检测包括：

- a) 外观检测；
- b) 系统运行的电气安全检测。

5.2 蓄热系统

5.2.1 长期监测与短期监测包含下列检测项目：

- a) 热源端供、回水温度；
- b) 供热介质循环流量；
- c) 蓄能装置内压力、温度；
- d) 用户侧供、回水温度；
- e) 室内空气温度；
- f) 室外空气温度；
- g) 电功率与耗电量；
- h) 故障警报。

5.2.2 蓄热设备的基本功能检测包括：

- a) 外观检测；
- b) 蓄能装置的压力、渗漏检测；
- c) 系统运行的电气安全检测。

5.2.3 蓄热装置性能检测分析包括：

- a) 蓄热容量；

- b) 充热速率;
- c) 放热速率;
- d) 热损失率。

5.3 直热式供暖系统

5.3.1 监测包含下列项目:

- a) 室内空气温度;
- b) 室外空气温度;
- c) 加热器温度;
- d) 电功率与耗电量;
- e) 故障警报。

5.4 检测试验要求

试验要求如下: (同 4.1)

- a) 电供暖系统采用长期监测及基本参数监测时, 测试周期应与供暖期同步;
- b) 电供暖系统长期监测及短期监测时, 系统应连续供暖;
- c) 电供暖系统采用短期监测时应符合下列规定:
 - 1) 监测应在系统开始供热 15 天系统稳定以后进行测试, 测试时间应不少于 24h。
 - 2) 监测宜在系统大于设计负荷 60%时进行;
 - 3) 室外空气温度的测试应与室内空气温度的测试同时进行。
- d) 电供暖系统各阶段监测时, 供热侧与用户侧的相关数据保证测试同时进行;
- e) 电供暖系统蓄能罐监测压力 $\geq 0.35\text{MPa}$ 时, 打开安全阀泄压;
- f) 蓄热装置电加热技术条件应符合 JBT 10393-2002 等标准的规定;
- g) 直热式电加热器性能要求应符合 JG/T 286-2010 等标准的规定。

6 检测步骤和检测方法

6.1 检测步骤

6.1.1 蓄热装置实验步骤应符合 GB/T19065-2011 标准规定:

- a) 蓄热装置达到并保持额定的蓄水容积后进行实验;
- b) 蓄热装置中的水温检测点具有代表性, 不应与其他物体直接接触, 且温度传感器不受太阳辐射或其他热源直接影响, 不少于三个测量点;
- c) 开始测试时, 蓄热装置蓄热水温和环境温度与相应设计值的偏差应小于或等于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$, 对室外的蓄热装置, 要求室外风速小于或等于 3.0m/s ;
- d) 在实际蓄热装置的运行过程中, 必须保证管内压力稳定安全, 应对进出口测量实时压力, 确保管内压力在安全压力以下;
- e) 在供暖系统热源端、用户侧的主管路直管段上设置循环流量测点, 流量计安装的水平直管段应满足前端管长不小于 10 倍管道直径、后端管长不小于 5 倍管道直径的要求, 且流量计壳体上的箭头方向应与系统水流方向一致;
- f) 对蓄热装置供暖系统测试电耗情况, 电能表应在靠近蓄能罐供暖系统的配电箱侧安装, 保证测量准确。

6.1.2 空气源热泵试验步骤如下:

- a) 测量室外温湿度, 传感器应置于遮阳并通风的环境中, 且不应接触到其他物体, 安装时应远离烟囱、空气源热泵室外机、冷却塔、热气排风扇等设备;
- b) 测量室内空气温湿度应选择典型区域, 测点设置具有代表性, 温度传感器不应受到太阳辐射或室内热源的直接影响, 且不接触到其他物体;
- c) 在供暖系统主管路直管段上设置循环流量测点, 流量计(热量表)安装的水平直管段应满足前端管长不小于 10 倍管道直径、后端管长不小于 5 倍管道直径的要求,

且流量计（热量表）表壳体上的箭头方向应与系统水流方向一致；

d) 电能表应在靠近空气源热泵供暖系统的配电箱侧安装。

6.1.3 直热式电加热器试验步骤应符合 GB4706.23-2007 标准的规定如下：

- a) 对直热式电加热器进行功率偏差试验：功率偏差实验：按照 JG/T286-2010 中 6.2 的方法进行；
- b) 对直热式电加热器进行泄露电流和击穿电压试验：在 1.15 倍的额定电功率下，测量直热式电加热器外漏的金属部分与电源线不同极之间的泄漏电流；在带电部分和非带电金属部分之间施加额定频率和规定的试验电压，持续时间 1min，应无击穿或闪络；
- c) 对直热式电加热器进行接地电阻试验：用接地电阻仪测量直热式电加热器外壳与接地端子之间的电阻；
- d) 对直热式电加热器进行启动运行试验：直热式电加热器在额定电压的 90%和 110% 条件下启动，稳定运行 10min，切断电源。检查直热式电加热器各部件是否正常；
- e) 对直热式电加热器进行升温时间试验：方法及步骤参照 JG/T286-2010 中 6.7 的方法进行。

6.2 检测方法

6.2.1 空气源热泵性能检测

空气源热泵性能检测如下：

- a) 性能检测项目符合 5.1.1 要求，数据采集装置应有清晰的标识，标识不应标在可更换的部件上。施工应符合 GB 50093 的规定；
- b) 数据采集装置应能测量、发送和存储实时监测数据，并按要求关联时间标签上传数据，在网络繁忙时可缓存数据，并在网络恢复正常后根据需要上传失败的数据；
- c) 数据采集装置按照设定周期进行数据采集、计算，并按照一定周期传输至数据中心。上传至数据中心的监测数据应连续无间断；
- d) 数据采集装置应安装在信号良好的位置，以确保数据正常上传。当通讯发生异常，采集装置需缓存历史数据，直至通讯恢复后重新上传。

6.2.2 直热式电加热器性能检测

检测的试验条件及方法步骤应符合 JG/T 236-2008 标准的规定。

6.2.3 电能质量测试方法：

电能质量检测试验条件及方法步骤应符合 GB12325-2003 标准的规定。

7 能效评价

7.1 系统制热性能系数

7.1.1 电供暖系统的制热性能系数，按公式(1)计算：（公式，如果编号，要有前置符……）

$$\varepsilon = \frac{Q}{3.6N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ε ——电供暖系统运行制热效率；

Q——电供暖供热量，MJ；

N——电供暖耗电量，kW·h；

3.6——千瓦时与兆焦的换算系数，即 1 kW·h=3.6 MJ。

7.1.2 系统运行平均谷电利用率

电供暖系统平均谷电利用率根据考核期内所测出的系统总谷电耗电量量和系统总耗电量，按式(2)进行计算：

$$\mu = \frac{N_D}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

μ ——系统运行平均谷电利用率，%；

N_D ——系统总谷电耗电量，kW·h；

N ——系统总耗电量，kW·h；

考核期为一个运行周期，对常年运行系统为一个运行年度；对季节运行系统为一个运行季节。

7.2 燃煤代替量

7.2.1 供暖建筑采用燃煤供热的能耗 Q_t 按公式（3）计算：

$$Q_t = \frac{Q}{q \eta_t} \quad (3)$$

式中：

Q_t ——供暖建筑采用燃煤供热的煤耗，kgce；

Q ——供暖设备总供热量，MJ；

η_t ——燃煤锅炉效率，取 70%；

q ——标准煤热值，取 29.307 MJ/kgce。

7.2.2 电供暖系统的总能耗 Q_r 按公式（4）计算：

$$Q_r = mN \quad (4)$$

式中：

Q_r ——电供暖系统的总能耗，kgce；

m ——供电煤耗，取 0.31kgce/kWh；

N ——供暖系统总耗电量，长期监测时为 E_{lt} ，短期监测时为 E_{st} ，kWh。

7.2.3 电供暖系统的燃煤替代量 Q_s 按式公式（5）计算：

$$Q_s = Q_t - Q_r \quad (5)$$

式中：

Q_s ——电供暖系统的燃煤替代量，kgce；

Q_t ——采用燃煤系统的总能耗，kgce；

Q_r ——采用电供暖系统的总煤耗，kgce；

7.3 环境效益

7.3.1 电供暖系统的二氧化碳减排量 M_{CO_2} 按式（5）计算：

$$M_{CO_2} = Q_s \times EF_{CO_2} \quad (5)$$

式中：

M_{CO_2} ——二氧化碳减排量，kg；

Q_s ——电供暖系统的燃煤替代量，kgce；

EF_{CO_2} ——二氧化碳排放因子，取 2.6kg/kgce。

7.3.2 电供暖系统的二氧化硫减排量 M_{SO_2} 按式（6）计算：

$$M_{SO_2} = Q_s \times EF_{SO_2} / 1000 \quad (6)$$

式中：

M_{SO_2} ——二氧化硫减排量，kg；

Q_s ——电供暖系统的燃煤替代量，kgce；

EF_{SO_2} ——二氧化硫排放因子，取 7.4 kg/tce。

7.3.3 电供暖系统的颗粒物减排量 M_{PM} 按式（7）计算：

$$M_{PM} = Q_s \times EF_{PM} / 1000 \quad (7)$$

式中：

M_{PM} ——颗粒物减排量，kg；

Q_s ——电供暖系统的燃煤替代量，kgce；

EF_{PM} ——颗粒物排放因子，取 13.5 kg/tce。

7.3.4 电供暖系统的氮氧化物减排量 M_{NOx} 按式（8）计算：

$$M_{NOx} = Q_s \times EF_{NOx} / 1000 \quad (8)$$

式中：

M_{NOx} ——氮氧化物减排量，kg；

Q_s ——电供暖系统的燃煤替代量，kgce；

EF_{NOx} ——氮氧化物排放因子，取 1.6 kg/tce。

附 录 A
(资料性附录)
电供暖系统运行记录表

电供暖系统运行记录表见表 A.1

表 A.1 电供暖（蓄热）系统实验记录表

日期： 星期： 号蓄热装置

序号	项目	数值	是否正常
1	供热端供水温度, °C		
2	供热端回水温度, °C		
3	供热介质循环流量, L/s		
4	蓄热装置内压力, MPa		
5	用户侧供水温度, °C		
6	用户侧回水温度, °C		
7	室外空气相对湿度, %		
8	室内空气温度, °C		
9	室外空气温度, °C		
10	设备电压, V		
11	设备电流, A		
12	谷电耗电总量, kW·h		
13	平价电耗电总量, kW·h		
14	峰值电耗电总量, kW·h		
15	蓄热装置水位, m		
其他情况 记录	运行监测人员（签字）：		

电供暖（直热）系统运行记录表见表 A.2。

表 A.2 电供暖（直热）系统运行记录表

日期：星期：

序号	项目	数值	是否合格
1	加热器表面温度℃		
2	室内空气温度，℃		
3	室外空气温度，℃		
4	设备电压，V		
5	设备电流，A		
6	谷电耗电总量，kW·h		
7	平价电耗电总量，kW·h		
8	峰值电耗电总量，kW·h		
其他情况 记录	运行监测人员（签字）：		