

ICS 27.100

D 21

备案号: 60071-2017

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1712 — 2017

---

## 火力发电厂煤的自燃倾向 特性测定方法

Determination of coal self-inflammability in coal-fired power plants

2017-08-02 发布

2017-12-01 实施

---

国家能源局 发布



目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 方法提要 ..... 1

5 试剂..... 1

6 仪器设备 ..... 2

7 测试步骤 ..... 4

8 结果计算 ..... 5

9 精密度..... 6

10 煤炭自燃倾向特性的分级及判定 ..... 6

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电厂化学标准化技术委员会（DL/TC13）归口。

本标准起草单位：华电电力科学研究院、西安热工研究院有限公司、长沙开元仪器股份有限公司。

本标准主要起草人：李小江、张磊、陆超、杜晓光、罗建文、秦岭。

本标准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）。



# 火力发电厂煤的自燃倾向特性测定方法

## 1 范围

本标准规定了煤的自燃倾向特性的测定方法及分级方法。

本标准适用于火力发电厂煤的自燃倾向特性测定和判定。

## 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）适用于本标准。

GB/T 474 煤样的制备方法

GB/T 475 商品煤样人工采取方法

GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 19494.1 煤炭机械化采样 第1部分：采样方法

GB/T 19494.2 煤炭机械化采样 第2部分：煤样的制备

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 煤的自燃 **self-inflaming of coal**

煤在空气中没有外来火源的情况下，靠自热或外热发生燃烧的现象。

### 3.2 煤的氧化升温速率 **temperature increasing rate by oxidation of coal**

煤被氧化导致的温度自然升高速度。

### 3.3 煤的自燃倾向特性 **self-inflammability of coal**

一定条件下煤自燃的难易程度。

## 4 方法提要

将标称最大粒度为 6mm 的煤样装入煤自燃倾向特性测定装置的氧化反应器中，在隔绝空气条件下预热煤样至 69.0℃，通入空气使其氧化升温，测试煤样自 69.0℃升至 71.0℃的升温速率，以此表征该煤样的自燃倾向特性。

## 5 试剂

### 5.1 氮气

钢瓶装，符合 GB/T 8979 要求，含量 99.9%，氧气含量小于 0.01%，瓶中氮气总压力不小于 5MPa。

### 5.2 高纯空气

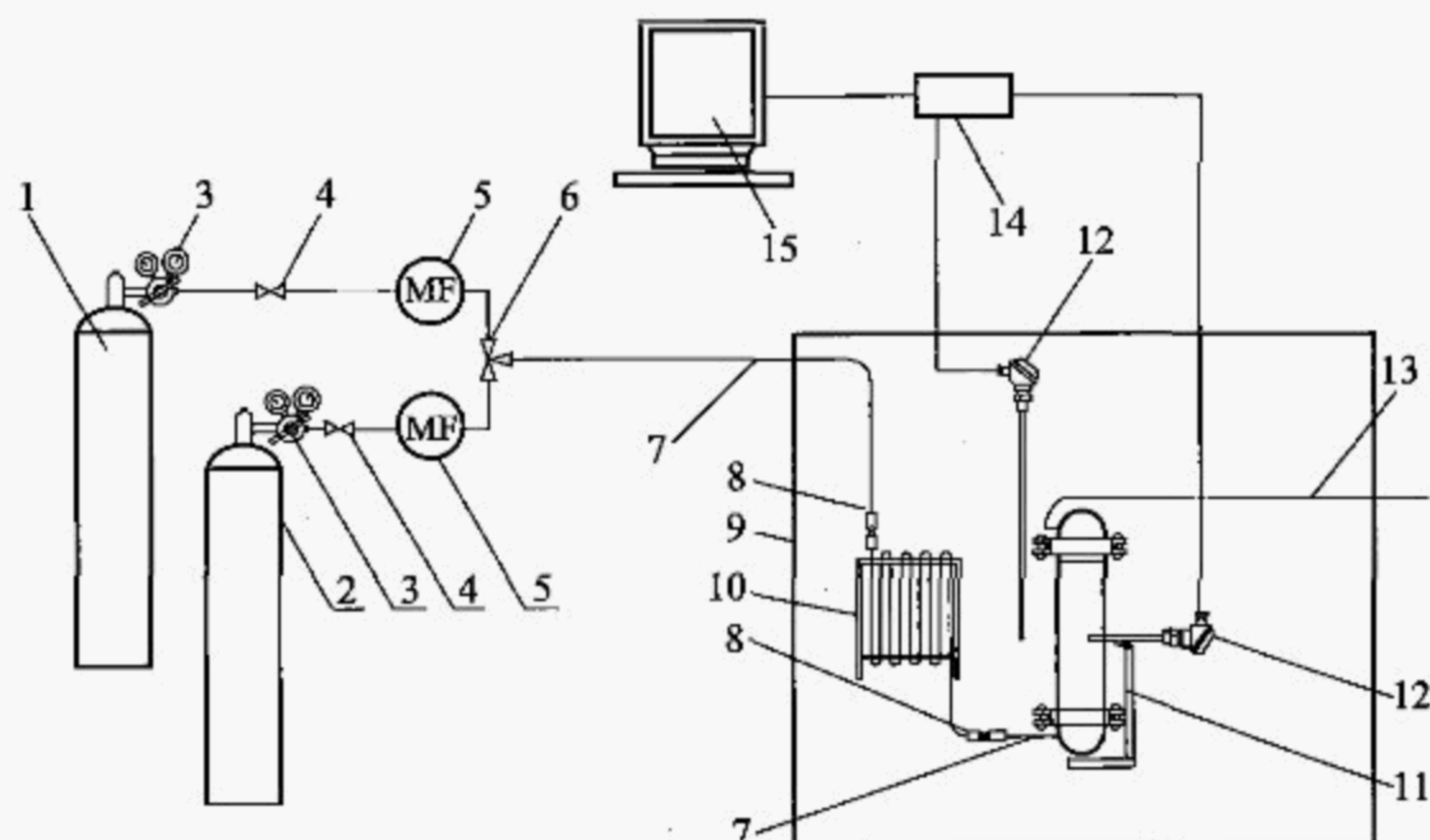
钢瓶装，由高纯氧气和高纯氮气混配，总纯度 99.998%，氧气含量 20.90%，其余为氮气；控制水



分含量不大于  $3\mu\text{L/L}$ ，总烃含量不大于  $0.5\mu\text{L/L}$ ，一氧化碳和二氧化碳含量不大于  $1\mu\text{L/L}$ 。瓶中高纯空气总压力不小于  $5\text{MPa}$ 。

## 6 仪器设备

本标准的测试系统由气瓶、气体预热器、氧化反应器、铂电阻温度计、恒温箱、数据采集器、计算机等仪器设备组成（见图1）。



说明：

- 1——氮气瓶；
- 2——空气瓶；
- 3——减压阀；
- 4——气阀；
- 5——质量流量计；
- 6——三通阀；
- 7——硅胶管；
- 8——变径接头；
- 9——恒温箱；
- 10——气体预热器；
- 11——氧化反应器；
- 12——铂电阻温度计；
- 13——排气管；
- 14——数据采集器；
- 15——计算机。

图1 火力发电厂煤的自燃倾向特性测试装置示意图

### 6.1 减压阀

氮气瓶和空气瓶减压阀量程为  $0\sim 25\text{MPa}$ ，分压表量程为  $0\sim 1.0\text{MPa}$ ，总压力满足气瓶使用规定，减压阀出口压力稳定在  $0.1\text{MPa}$ 。

### 6.2 气阀

不锈钢材质，一片式直通球阀。

### 6.3 质量流量计

质量流量计响应时间不大于  $2\text{s}$ ，能准确控制流量在  $(50\pm 0.3)\text{mL/min}$ 。



#### 6.4 气体预热器

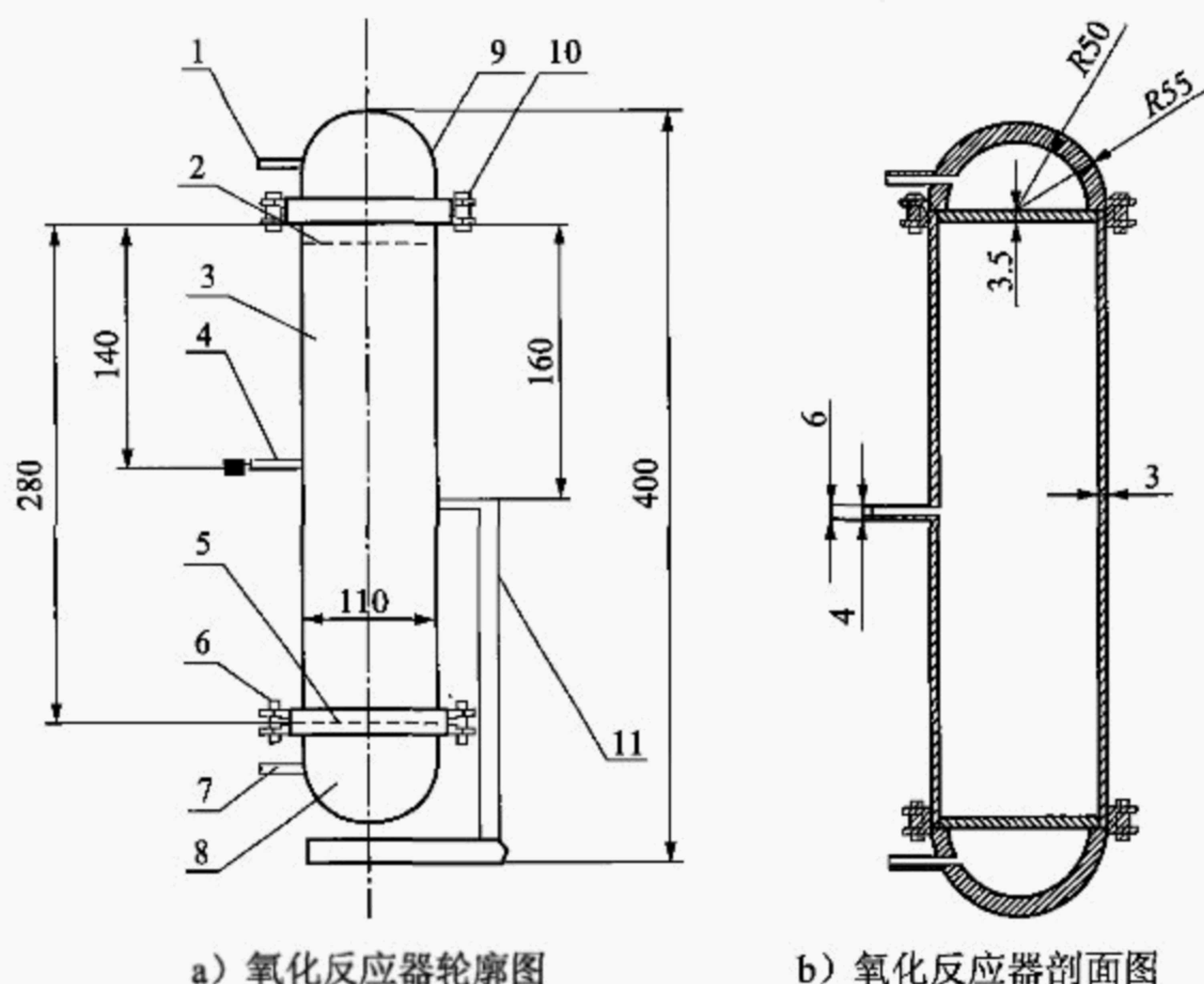
由长 80m、内径 1mm、壁厚 0.5mm 的紫铜管盘成管间距 10mm 且在长 (200mm) × 宽 (200mm) × 高 (300mm) 范围内的蛇形盘管。

#### 6.5 硅胶管

内径 2.5mm，壁厚 0.75mm，适用温度范围为 0~100℃，外观无裂口、凹凸等缺陷。

#### 6.6 氧化反应器

氧化反应器形状和尺寸如图 2 所示，主要由盛样罐体、顶盖、底盖、多孔隔板组成。



a) 氧化反应器轮廓图

b) 氧化反应器剖面图

说明：

- 1、7——气体出、进口连接管；
- 2、5——多孔隔板；
- 3——盛样罐体；
- 4——测温孔；
- 6、10——卡箍；
- 8——底盖；
- 9——顶盖；
- 11——支架。

图 2 氧化反应器

氧化反应器盛样罐体为不锈钢材质的圆筒，内径 104mm，壁厚 3mm。罐体中心位置设有内径 4mm、壁厚 1mm 及管长 20mm 的测温孔。

顶盖和底盖为不锈钢材质的空心半球，内径 100mm，壁厚 5mm，用于密封罐体和固定多孔隔板。顶盖和底盖一侧设有内径 4mm、壁厚 1mm 的气体进、出口连接管。

多孔隔板直径 103mm、厚 3.5mm，隔板上均匀分布着直径 2.5mm、相邻透气孔圆心距 5mm 的圆孔 325 个 (21 行 × 21 列)，如图 3 所示。



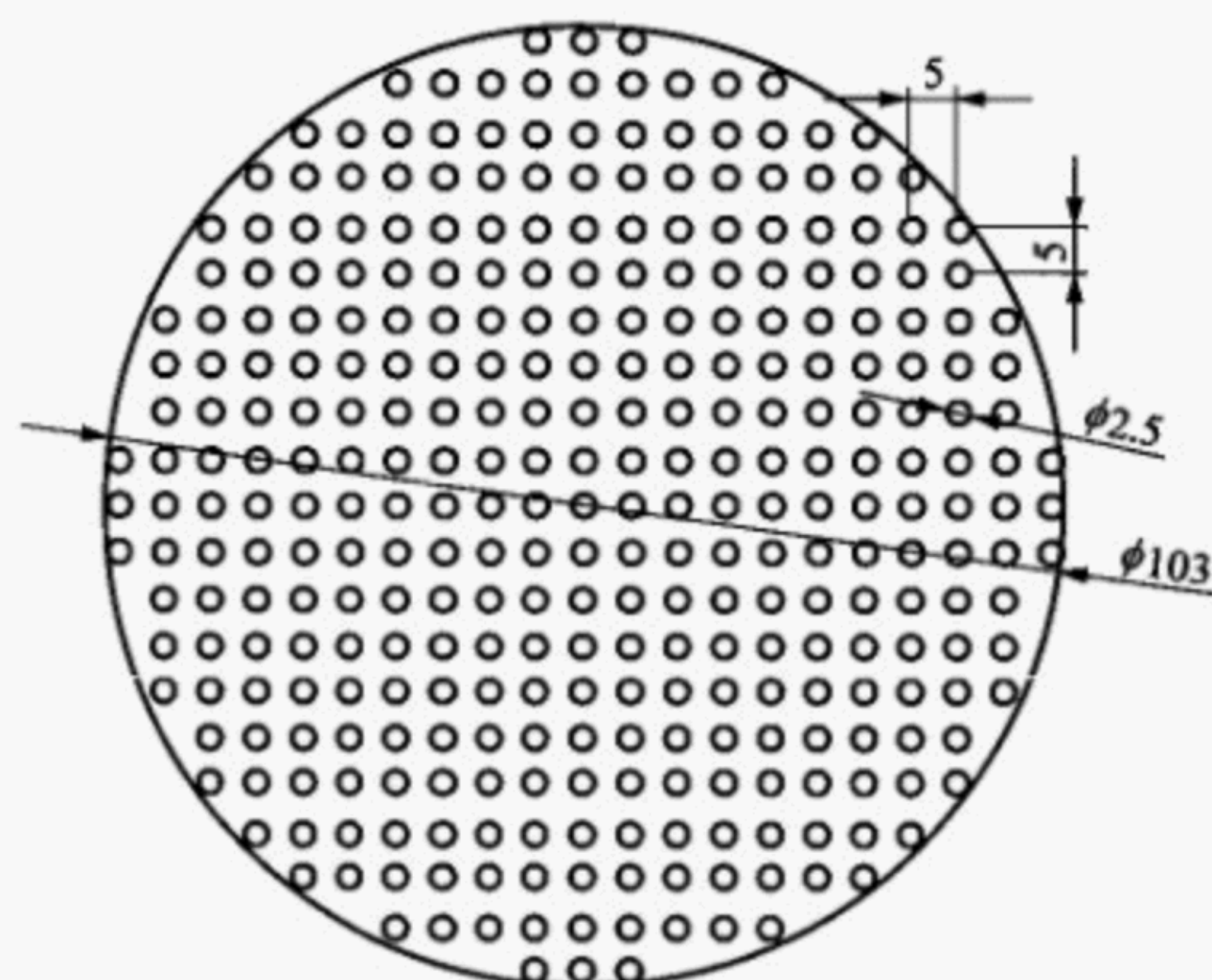


图3 多孔隔板

多孔隔板上方应铺一层直径为 103mm 的圆形隔网，由不锈钢钢丝编织而成，孔径为 0.042mm，防止煤粉撒落反应器底部堵塞进气口。

### 6.7 恒温箱

内壁为不锈钢材质，腔体尺寸不小于深（520mm）×宽（630mm）×高（780mm），控温范围为 0~100℃，控温精度±0.1℃，升温速率 0~5℃/min 可控；PID 控制系统，可实现恒温、程序升温及手动调控方式。

### 6.8 铂电阻温度计

采用 Pt100 四线制铂电阻温度计，传感器精度 AA 级，测量范围 0~100℃，保护管长度 300mm，保护管直径 3.5mm，在距保护管端部 75mm 的位置标记，补偿导线宜选用聚四氟乙烯 4 芯镀银导线，芯数及截面积 4×0.12mm<sup>2</sup>，长度满足试验要求。

### 6.9 数据采集器

有采集、显示和存储铂热电阻温度计测量结果的功能，可与计算机连接。

### 6.10 计算机

CPU 处理能力不低于 i3，内存不低于 4G，操作系统 Window 7 及以上。

## 7 测试步骤

### 7.1 测试准备

#### 7.1.1 煤样的准备

- a) 对被测批煤按照 GB/T 475 中的基本采样方案或 GB/T 19494.1 采取煤样。
- b) 按照 GB/T 474 或 GB/T 19494.2 制备出 2 份标称最大粒度为 6mm 的试样，每份试样质量不少于 3.75kg，并达到空气干燥状态。

#### 7.1.2 装样与检查

- a) 通过卡箍 [见图 2a) 6] 将底盖 [见图 2a) 8] 与盛样罐体 [见图 2a) 3] 密封固定，将多孔隔板 [见图 2a) 5] 和圆形隔网水平放入盛样罐体底部，将 1 份空气干燥试样混合均匀，并采



用多点取样法取出样品，自罐体上边沿处自由落入氧化反应器；用直尺将煤样刮平，使煤样与罐体上边沿高度相同，在煤样上部放置多孔隔板，轻压使多孔隔板上边沿与罐体上边沿平齐，盖上顶盖 [见图 2a) 9]，用卡箍密封固定。

- b) 从氧化反应器测温孔水平插入铂电阻温度计于反应器中心位置，即铂电阻温度计标记与测温孔外边沿平齐，用螺帽和橡胶圈将铂电阻温度计与水平管固定密封后，将氧化反应器放入恒温箱几何中心区域，在反应器一侧置一铂电阻温度计，使其端部与测温孔在同一水平高度、与反应器间距 20mm，以此铂电阻采集温度作为恒温箱温度。铂电阻温度计的补偿导线按照数据采集器说明书接入数据采集器对应接口，开启数据采集器以 2 次/min 的频率采集，连接到计算机，启动数据采集界面以便观察所采集的煤样中心温度、恒温箱温度及时间。
- c) 按图 1 所示连接三通阀与气体预热器、气体预热器与氧化反应器气体进口。用硅胶管连接气体出口连接管将排出气体引出恒温箱。
- d) 依次打开氮气钢瓶阀、氮气减压阀和氮气流阀，控制氮气流量为 50mL/min，气体流量稳定后，用皂液检查系统气密性，如发现漏气应检查并密封漏气点，直至气密性合格。

## 7.2 升温速率的测定

7.2.1 保持通氮状态 1h 后，依次关闭氮气流阀、氮气减压阀和氮气钢瓶阀。

7.2.2 设定恒温箱加热目标温度为 69.0℃，以 2℃/min 的升温速率开始升温，按 PID 程序控制恒温箱温度达到 69.0℃且波动小于±0.1℃。当煤样中心温度升至 69.0℃且波动小于±0.1℃时，开始恒温 1h。火力发电厂煤的自燃倾向特性测试升温曲线示意图如图 4 所示。

7.2.3 依次打开空气钢瓶阀、空气减压阀和空气流阀，并记下初始采集温度  $T_1$ ，准确到 0.01℃；同时记录对应时间  $t_1$ ，精确到 1s。控制空气以 50mL/min 的流量通入氧化反应器，此时煤样中心温度会缓慢升高。每当煤样中心温度高于恒温箱温度 0.3℃时，调节恒温箱温度跟踪升高 0.3℃，直至煤样温度升至 71.0℃时，记下结束温度  $T_2$ ，精确到 0.01℃；同时记录对应时间  $t_2$ ，精确到 1s。试验结束。

7.2.4 依次关闭空气流阀、空气减压阀和空气钢瓶阀，关闭恒温箱电源，取出氧化反应器并清理干净。

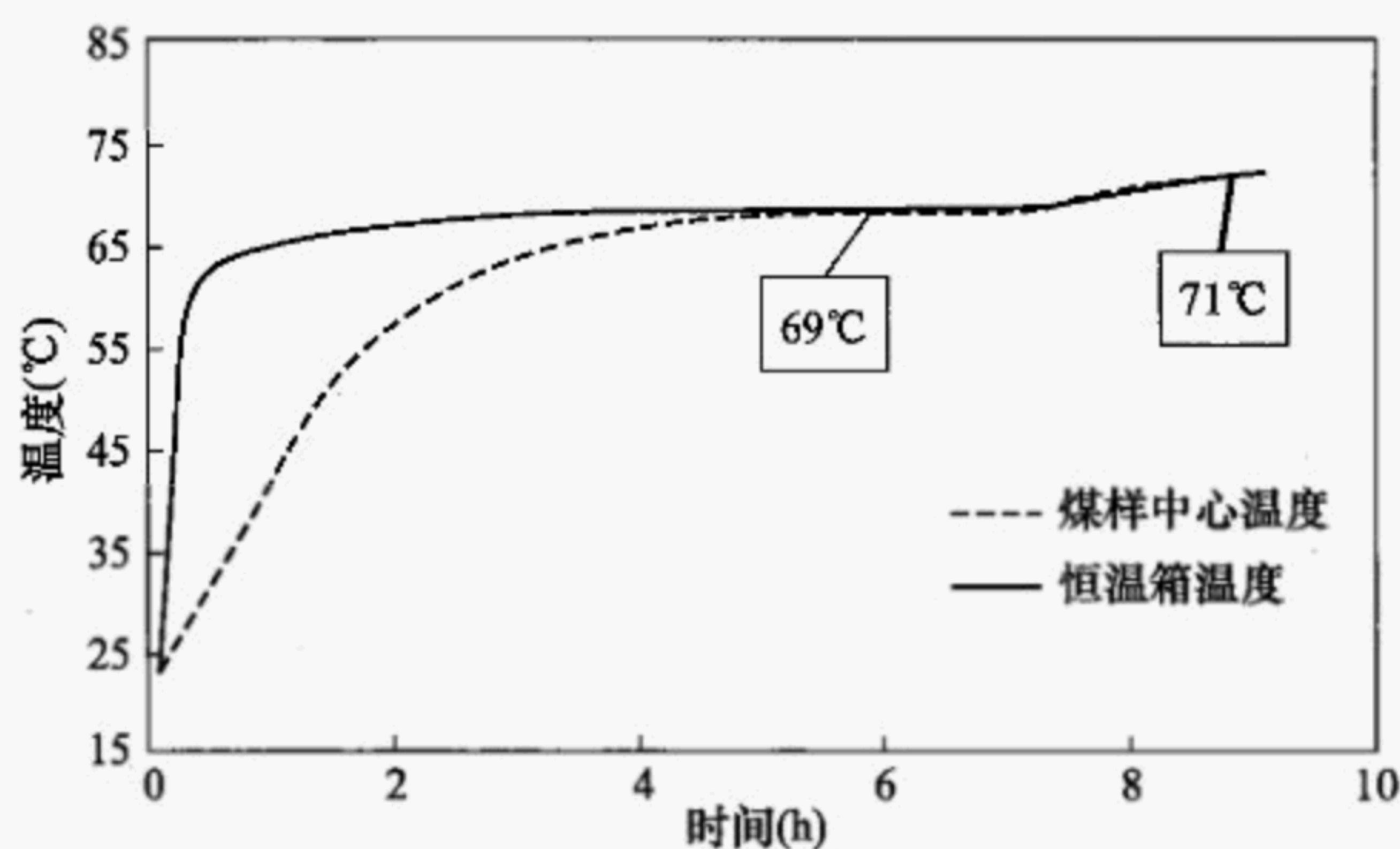


图 4 火力发电厂煤的自燃倾向特性测试升温曲线示意图

## 8 结果计算

$$v_{70} = \frac{3600(T_2 - T_1)}{t_2 - t_1}$$

式中：

$v_{70}$ ——煤样的氧化升温速率，℃/h；

$T_1$ ——目标温度为 69.0℃的实测温度，℃；



$T_2$  ——目标温度为 71.0℃ 的实测温度, ℃;  
 $t_1$  ——目标温度为 69.0℃ 的实测时间, s;  
 $t_2$  ——目标温度为 71.0℃ 的实测时间, s。

9 精密度

煤样氧化升温速率  $v_{70}$  测试结果的重复性见表 1。

表 1 煤样氧化升温速率  $v_{70}$  测试结果的重复性

$v_{70}$ ℃/h	重复性 ℃/h
$v_{70} > 1.00$	0.20
$0.40 \leq v_{70} \leq 1.00$	0.10
$v_{70} < 0.40$	0.05

10 煤炭自燃倾向特性的分级及判定

10.1 煤炭自燃倾向特性的分级

煤炭自燃倾向特性划分为强自燃倾向、中等自燃倾向和弱自燃倾向三级。

10.2 煤炭自燃倾向特性的判定

煤炭自燃倾向特性判定见表 2。

表 2 煤炭自燃倾向特性判定

煤炭自燃倾向特性分级	$v_{70}$ ℃/h
强自燃倾向	$v_{70} > 1.00$
中等自燃倾向	$0.40 \leq v_{70} \leq 1.00$
弱自燃倾向	$v_{70} < 0.40$





中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
火力发电厂煤的自燃倾向特性测定方法  
DL/T 1712—2017

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

\*

2018年1月第一版 2018年1月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.5印张 14千字  
印数001—500册

\*

统一书号 155198·515 定价 9.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



155198.515