

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 731—2009
代替 JC/T 731—1996

机械化水泥立窑热工测量方法

Methods for heat - measuring of mechanical cement shaft kilns

2009 - 12 - 04 发布

2010 - 06 - 01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准自实施之日起,代替 JC/T 731—1996《机械化水泥立窑热工测量方法》。

本标准与 JC/T 731—1996 相比,主要变化如下:

—将熟料冷却风、烟囱收尘器出口浓度等纳入测量范围(1996 年版的第 3 章,本版的 5.1.2);

—对测量频次进行了修改(本版的第 5 章);

—增加了腰风、熟料冷却风的测量项目(本版的 5.1.2);

—对黑生料发热量的测量增加用“氧弹仪”方法测量(本版的 5.2.1)。

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由国家工业和信息化部提出。

本标准由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC 184)归口。

本标准负责起草单位:中国建筑材料科学研究总院。

本标准参加起草单位:合肥水泥研究设计院、国家建筑材料工业建筑材料节能检测评价中心、南京建通水泥技术开发有限公司、云南大理弥渡庞威有限公司、黑龙江嫩江华夏水泥有限公司、湖南省洞口县为百水泥厂、云南易门东源水泥有限公司、广西华宏水泥股份有限公司、广西平果万佳水泥有限公司、内蒙古乌后旗祺祥建材有限公司、山东宏艺科技发展有限公司、北京炭宝科技发展有限公司、南京宇科重型机械有限公司、江苏科行集团、浙江圣奥耐火材料有限公司、浙江锦诚耐火材料有限公司、上海福丰电子有限公司、甘肃博石水泥技术工程公司。

本标准主要起草人:赵慰慈、顾惠元、王雅明、丁奇生、缪建通、滕振旗、任光远、崔宝玲、曾维柏、周崇武、赵洪义、陈开明、范圣良、罗博、朱其良。

本标准于 1996 年首次发布,本次为第一次修订。

台时产量与紧靠喇叭口的直筒部分横断面积之比,以 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 表示。

3.3.3

立窑单位容积产量 **production per unit volume of shaft kiln**

台时产量与窑有效容积之比,以 $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 表示。

3.4

烧成热耗 **heat waste during firing**

煅烧 1 kg 熟料实际消耗的热量,以 kJ/kg 表示。

3.5

煤耗 **coal waste**

3.5.1

实物煤耗 **coal waste in kind**

煅烧 1 kg 熟料实际消耗的煤量,以 kg/kg 表示。

3.5.2

标准煤耗 **standard coal waste**

煅烧 1 kg 熟料所消耗的标准煤量,以 kg/kg 表示。

4 测量前的准备

4.1 制定测量计划

4.1.1 每次测量确定负责人,制定测量计划。

4.1.2 测量计划的内容包括:任务、内容和要求、人员的组织分工、进度和注意事项等。

4.2 测量仪器、仪表、计量装置及窑系统设备的检查

4.2.1 测量仪器、仪表及计量装置应在校准有效期内。

4.2.2 立窑系统设备在测量前须进行检查,如有不正常现象应予以排除。

4.3 测点

根据要求,布置测点和开好测量孔。

4.4 试测

4.4.1 在窑系统运转正常时进行试验性测量。

4.4.2 试测和正式测量期间所用原料、燃料及生料成分应稳定。

4.4.3 所有测量项目应按 5.2 的要求进行试测。

5 测量要求和方法

5.1 测量时间和周期

5.1.1 在窑系统运转正常的情况下总的连续测量时间不小于 16 h(应含三个班次)。

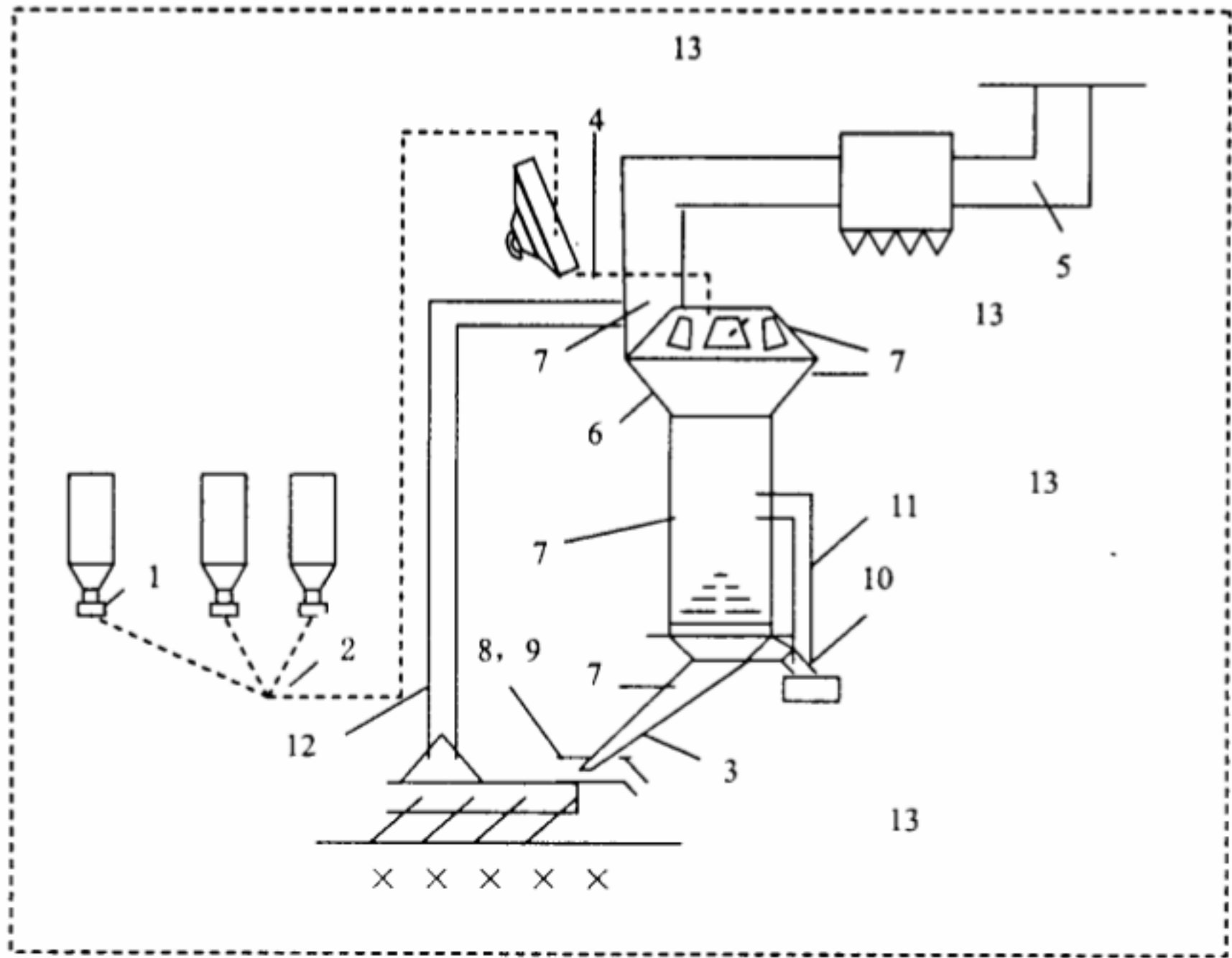
5.1.2 各测量和分析项目的测量(采样)周期见表 1,测量(采样)点示意图见图 1。

表 1 各测量和分析项目的测量(采样)周期

项 目		测量(采样)点	周 期	备 注
燃料	a)工业分析	1. 入磨煤 在库底或磨头仓下喂料设备	1 h 取样一次,将测量期间取得的试样缩分后测定	
	b)灰分化学成分	2. 入窑煤(外加煤) 在配煤楼(站)煤仓下喂料设备(窑面储煤料车)	2 h	
	c)热值		1 h 测量流量一次,每次测量时间不少于 30 s,外加煤按实际用量过磅计量	
	d)水分			
	e)消耗量			

表 1 (续)

项 目		测量(采样)点	周 期	备 注
生料	a)化学成分	配煤楼生料小仓或生料库底喂料设备	1 h 取样一次,将取得的试样缩分后测定	
	b)水分		4 h	
	c)含煤量		1 h 取样一次,4 h 一组试样混合测定一次	
	d)消耗量		1 h 测量流量一次,每次测量时间不少于10 s	
熟料	a)化学成分	出料器下输送机	1h 取样一次,将测量期间取得的试样缩分后测定	取 样 时 应 考 虑 熟 料 在 窑 内 的 停 留 时 间
	b)矿物组成和 $f - CaO$			
	c)含煤量			
	d)物理性能			
	e)产量			
料球	a)水分	成球盘出料口或皮带喂料机上	1 h	
	b)温度		1 h 取样一次,4 h 一组试样混合测定一次	
	c)含煤量			
烟囱废气	a)温度	收尘器后烟囱测孔	1 h	装 设 双 烟 囱 的 立 窑 应 轮 流 测 量
	b)成分			
	c)湿含量			
	d)静压			
	e)动压		2 h	
	f)含尘量			
窑面废气成分		窑面	2 h	
窑体散热损失		窑壁、窑罩、烟囱表面	4 h	
出窑熟料温度		出料器	1 h	
出料器漏风温度		出料器	1 h	
入窑空气 熟料冷却风 腰风	a)温度	入窑风管 熟料冷却风管 腰风管	1 h	
	b)静压			
	c)动压			
大气和环境		窑表面 2 m 周围	4 h	



- 1——燃料；
- 2——生料；
- 3——熟料；
- 4——料球；
- 5——烟囱废气；
- 6——窑面废气成分；
- 7——窑体散热损失；
- 8——出窑熟料温度；
- 9——出料器漏风温度；
- 10——入窑空气；
- 11——腰风；
- 12——熟料冷却风；
- 13——大气和环境。

图 1 各测量项目的测量(采样)点

5.2 测量方法

5.2.1 燃料(煤)的测量

5.2.1.1 煤的工业分析

按 GB/T 212《煤的工业分析方法》进行；

5.2.1.2 灰分化学成分

按 GB/T 1574《煤灰成分分析方法》进行；

5.2.1.3 热值(发热量)

按 GB/T 213《煤的发热量测定方法》测定；

5.2.1.4 水分的测定

在计算实物煤耗的计量点取样,取样后立即粉碎至 3 mm 以下,按 GB/T 211《煤中全水分的测定方法》测定；

5.2.1.5 消耗量

可利用厂内原有的计量装置测定,但须经校正,使其相对误差小于 2%,也可根据生料球含煤量、生料消耗量进行计算,或根据熟料产量和飞灰量、料球含煤量进行反平衡计算。

5.2.2 生料检测

5.2.2.1 化学成分

按 GB/T 176《水泥化学分析方法》进行；

5.2.2.2 水分的测定

按《水泥化学分析》进行；

5.2.2.3 含煤量

可采用立窑生料中煤的掺入量测定仪测定结果计算，也可用烧失量和滴定值计算。

5.2.2.4 消耗量

可利用厂内原有的计量装置测定，但须经校正，使其相对误差小于 2%；也可根据料球含煤量、燃料消耗量进行计算，或根据熟料产量和飞灰量、料球发热量进行反平衡计算。

5.2.3 熟料检测

5.2.3.1 化学成分

按 GB/T 176《水泥化学分析方法》进行；

5.2.3.2 矿物组成和游离氧化钙量的测定

按 GB/T 176《水泥化学分析方法》进行；

5.2.3.3 含碳量的测定

按本标准附录 A 立窑水泥熟料含碳量的测定方法(规范性附录)进行；

5.2.3.4 物理性能

按 GB/T 21372《硅酸盐水泥熟料》中规定的检验方法进行；

5.2.3.5 产量的测定

可将测量期间的出窑熟料全部称量或通过料球水分、生料料耗等计算，或由生料和燃料消耗量、飞灰量计算。

5.2.4 料球检测

5.2.4.1 水分的测定

按 GB/T 176《水泥化学分析方法》进行；

5.2.4.2 温度的测量

采集不小于 3 kg 的料球盛入容器中，然后将半导体温度计插入料球中测量。所用半导体温度计的误差应小于 0.5℃；

5.2.4.3 含煤量

可采用立窑生料中煤的掺入量测定仪测定，也可用烧失量和滴定值计算。

5.2.5 烟囱废气检测

5.2.5.1 温度的测量

可采用铂热电阻温度计或铠装镍铬-考铜热电偶温度计或其他同精度(误差小于 1℃)的温度计，其时间常数应小于 15 s；

5.2.5.2 成分分析

使用气体全分析仪。当使用其他分析仪时，其相对误差应小于 5%；

5.2.5.3 湿含量的测量

按 JC/T 733《水泥回转窑热平衡测定方法》进行；

5.2.5.4 静压的测量

按 JC/T 733《水泥回转窑热平衡测定方法》进行；

5.2.5.5 动压的测量

按 JC/T 733《水泥回转窑热平衡测定方法》进行；

5.2.5.6 含尘量的测量

按 JC/T 733《水泥回转窑热平衡测定方法》进行。

5.2.6 窑面废气成分检测

5.2.6.1 窑面废气样的采集

按《水泥窑热工测量》进行；

5.2.6.2 气体成分

同 5.2.5.2, 分析后将同一圆环相同编号点的成分平均值作为该编号点的平均废气成分。

5.2.7 窑体散热损失检测

5.2.7.1 测定项目

立窑系统热平衡范围内的所有热设备如立窑直筒部分、窑罩、烟气管道、卸料管、冷却风管和腰风管等及其彼此之间联结管道的表面散热量。

5.2.7.2 测点位置

各热设备表面。

5.2.7.3 测定仪器

热流计、红外测温仪、表面热电偶温度计、辐射温度计和半导体点温计以及玻璃温度计、热球式电风速计、叶轮式或转杯式风速计。

5.2.7.4 测定方法

a) 用玻璃温度计测定环境空气温度。

b) 用热球式电风速计、叶轮式或转杯式风速计测定环境风速, 并确定空气冲击角。

c) 用热流计测出各热设备的表面散热量。

无热流计时, 用红外测温仪、表面热电偶温度计和半导体点温计等测定热设备的表面温度, 计算散热量。测定方法如下:

将各种需要测定的热设备, 按其本身的结构特点和表面温度的不同, 划分成若干个区域, 计算出每一区域表面积的大小; 分别在每一区域里测出若干点的表面温度, 同时测出周围环境温度、环境风速和空气冲击角; 根据测定结果在相应表中查出散热系数, 按下式计算热设备表面散热量:

$$Q_B = \Sigma Q_{B_i} = \Sigma [\alpha_{B_i} (t_{B_i} - t_k) \times F_{B_i}] \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q_B ——设备表面散热量, kJ/h;

Q_{B_i} ——各区域表面散热量, kJ/h;

α_{B_i} ——表面散热系数, kJ/(m² · h · °C),

t_{B_i} ——被测某区域的表面温度平均值, °C;

t_k ——环境空气温度, °C;

F_{B_i} ——各区域的表面积, m²。

上式中 α_{B_i} 与温差和环境风速及空气冲击角有关, 可由 JC/T 733 附录 C 查出。

5.2.8 出窑熟料温度测量

将出窑熟料(不少于 10 kg)迅速收集于一保温桶中, 用铠装热电偶温度计插入测量。如出料器上已有出窑熟料温度测定装置, 也可进行对比校正后用于出窑熟料温度测量。

5.2.9 出料器漏风温度测量

用误差小于 1.0°C 的温度计测量。

5.2.10 入窑空气、腰风、熟料冷却风测量

5.2.10.1 温度

使用误差小于 1.0°C 的温度计测量;

5.2.10.2 静压

用 U 型管压力计或不低于该设备水平的其他仪器进行测量;

5.2.10.3 动压

按 JC/T 733《水泥回转窑热平衡测定方法》进行。

5.2.11 大气和环境

5.2.11.1 温度

用实验室玻璃温度计测量；

5.2.11.2 气压

用大气压力计测量，也可用气象部门同期的测量数据。

6 测量报告内容

6.1 文字说明

6.1.1 测量任务、内容和要求。

6.1.2 测量窑的规格尺寸、结构、加料、卸料、冷却等参数。

6.1.3 被测定窑所用原燃材料、配料组成等参数。

6.1.4 测点布置图及所用仪器仪表、计量装置、设备及测定人员。

6.1.5 测定的综合数据表。

6.1.6 综合分析意见。

6.2 数据综合表

按 JC/T 732 附录 B 规定的内容和格式填写。

6.3 综合分析意见

对立窑生产状态的评价和分析，并提出改进意见。

附录 A
(规范性附录)

立窑水泥熟料含碳量的测定方法

A.1 原理

熟料中含有未燃烧尽的碳,在氧气或空气充足的情况下,燃烧成二氧化碳气体,以烧碱石棉吸收,由增加的重量计算碳的质量。反应中产生的水分用无水氯化钙吸收。

A.2 测定装置

测定装置示意图 A.1。

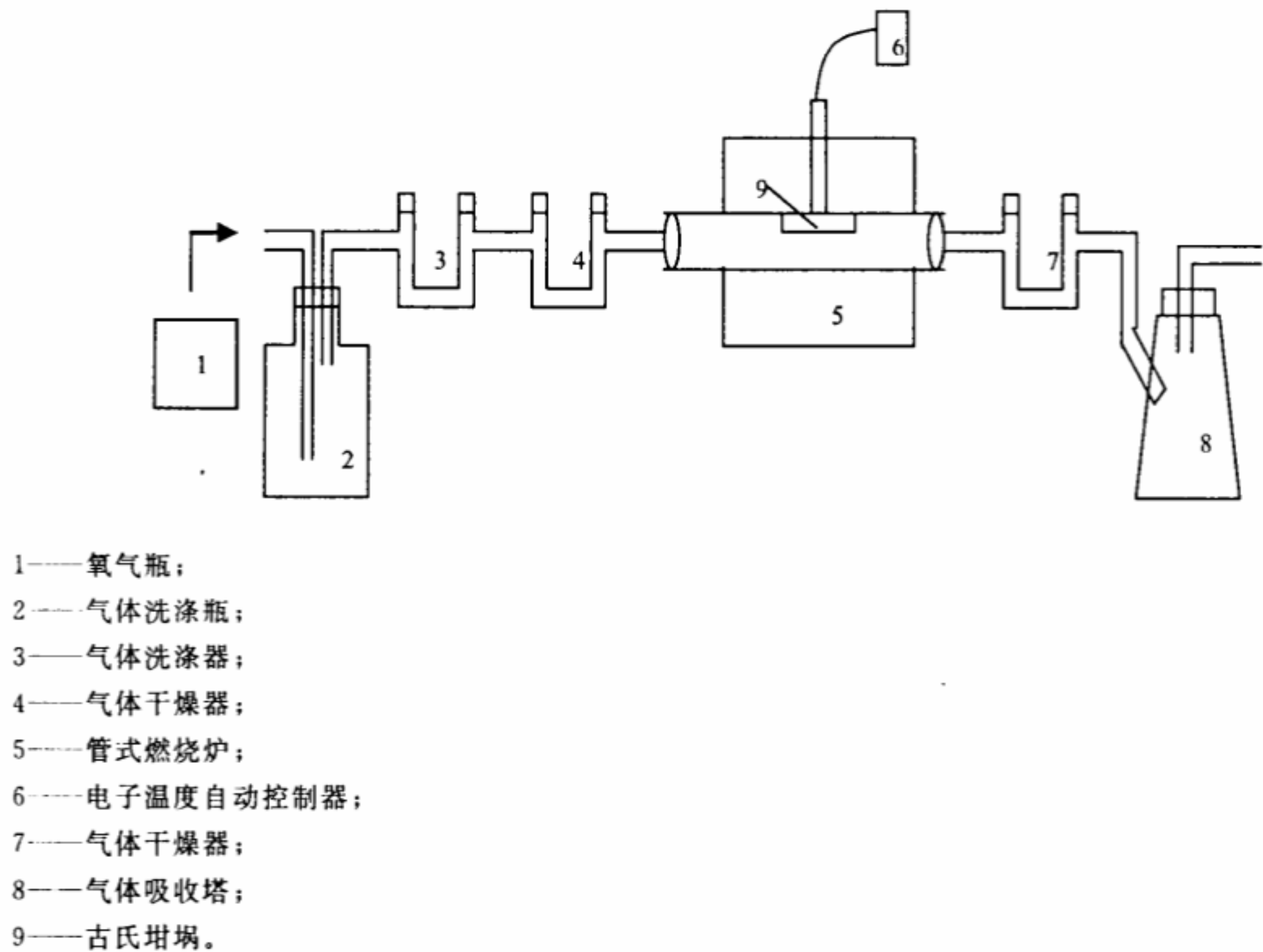


图 A.1 测定含碳量的流程图

A.3 测量设备

氧气瓶、气体洗涤瓶(内装 500 g/L 氢氧化钾溶液以吸收气体中的二氧化碳)、气体洗涤器(内装烧碱石棉以吸收气体中的二氧化碳)、气体干燥器(内装无水氯化钙以吸收气体中的水分)、管式燃烧炉、电子温度自动控制器(0℃~1 000℃)、气体干燥器(内装无水氯化钙以吸收气体中的水分)、气体吸收塔(下部装烧碱石棉,上部装无水氯化钙)、古氏坩埚。

A.4 测定步骤

用万分之一天平称取 1.000 0 g 样品,粉碎后通过 4 900 孔筛的熟料试样加入 10 mL(1+4)盐酸加热,使其中的碳酸盐分解,然后用铺有酸洗石棉的古氏坩埚在吸气的情况下过滤,用水洗涤去氯根,将石棉和残渣一起小心地移入灼烧过的古氏坩埚中,在 105℃~110℃烘干至恒重。将瓷舟放于管式燃烧炉的高温带,与已恒重过的吸收塔等联接,同时通氧或空气将残渣灼烧 20 min~30 min,停止通入气体,取

下吸收塔称重,然后在接上吸收塔通气体 5 min~10 min 后,再取下吸收塔称重,直至恒重时止。

A.5 要求

A.5.0 熟料中往往还含有碳酸盐,为此应在测定前用稀盐酸处理。

A.5.1 整套仪器在各接头的连接处不得有漏气。

A.5.2 在测定试样的含碳量前,必须测定吸收塔的空白值,即将吸收塔称重,然后在管式电炉中不放试样的情况下将系统按测定条件通气 20 min~30 min 后,再分别称重,其增重必须各小于 0.000 5 g 时才能使用,否则应增加对气体的干燥能力。

A.5.3 酸洗石棉也有一定的空白值,最好在测定后校正。即在管式电炉中只放酸洗石棉(不放试样)的情况下,将系统按测定条件通气 20 min~30 min,然后称量吸收塔,其增重即为酸洗石棉的空白值,这个数值要在测定含碳量后从 G_2 中扣除。

A.5.4 吸收塔及吸收塔周围环境应保持洁净。

A.5.5 瓷舟在使用前须在 950℃~1 000℃下灼烧 1 h。

A.6 计算公式

熟料中含碳量的计算按(A.1)式,计算结果宜保留小数点后 2 位。

$$C = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100 \times \frac{12}{44} \% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

C —— 熟料中含碳量;

m_2 —— 吸收塔吸收之后的质量,单位为克(g);

m_1 —— 吸收塔吸收之前的质量,单位为克(g);

m —— 试样质量,单位为克(g)。

中 华 人 民 共 和 国
建 材 行 业 标 准
机械化水泥立窑热工测量方法

JC/T 731—2009

*

中国建材工业出版社出版
建筑材料工业技术监督研究中心
(原国家建筑材料工业局标准化研究所)发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
地矿经研院印刷厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本 880 mm×1230 mm 1/16 0.75 印张 字数 23 千字
2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月第一次印刷
印数 1~400 定价:15.00 元
书号:1580227·280

*

编号:0621

网址:www.standardcnjc.com 电话:(010)51164708
地址:北京朝阳区管庄东里建材大院北楼 邮编:100024
本标准如出现印装质量问题,由发行部负责调换。