

中华人民共和国国家标准

JC/T 731-1984

机械化水泥立窑热工测量方法

1984—05—29 发布

1985—03—01 实施

国家标准局

发布

项 次

1	名词术语	4
1.1	干白生料耗	4
1.2	风量	4
1.3	熟料产量	4
1.4	烧成热耗	4
1.5	煤耗	4
2	测量前的准备	5
3	测量时间、周期、项目和方法	6
3.1	测量时间和周期	6
3.2	测量方法	7
4	测量报告内容	10
4.1	文字说明	10
4.2	数据综合表	10
4.3	综合分析意见	10
附 录 A	立窑水泥熟料含碳量的测定方法	11
(参考件)		11
A.1	测定原理	11
A.2	测定装置	11
A.3	测定步骤	11
A.4	计算公式	12
A.5	注意事项	12

本标准适用于生产硅酸盐水泥熟料的各煅型机械化立窑系统（以下简称立窑）的热工测量。

注：普通立窑的热工测量参照本标准进行。

1 名词术语

1.1 干白生料耗

生产一千克熟料所消耗的不含燃料的干生料量。以 kg/kg 表示。

1.2 风量

生产过程中实际入窑的风量。以 m^3/kg 表示（标准立方米）。

1.3 熟料产量

1.3.1 台时产量

每台立窑每小时生产的熟料量，以 kg/h 表示。

1.3.2 立窑单位断面积产量

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。

1.3.3 立窑单位容积产量

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

1.4 烧成热耗

煅烧一千克熟料实际消耗的热量，以 kJ/kg 表示。

1.5 煤耗

1.5.1 实物煤耗

煅烧一千克熟料实际消耗煤量，以 kg/kg 表示。

1.5.2 标准煤烧

煅烧一千克熟料所消耗的标准煤量，以 kg/kg 表示。

2 测量前的准备

2.1 制定测量计划

2.1.1 每次测量应确定负责人，制定测量计划。

2.1.2 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。

2.2 测量仪器、仪表、计量装置及窑系统设备的检查

2.2.1 测量仪器、仪表及计量装置应经过校准。

2.2.2 立窑系统设备在测量前须进行检查，如有不正常现象应予排除。

2.3 根据要求，布置测点和开好测量孔。

2.4 试测

2.4.1 在窑系统运转正常时进行试验性测量。

2.4.2 试测和正式测量期间所用原料、燃料及生料成分应稳定。

2.4.3 所有测量项目应按 3.3 要求进行试测。

3 测量时间、周期、项目和方法

3.1 测量时间和周期

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

3.1.2 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

项 目				
燃料	a 工业分析	1 入磨煤在库底或磨 将测头仓下喂料设备	30min 取样一次 量期间取得的样 缩分后测定	
	b 灰分化学成分			
	c 热值	2 入窑煤在配煤楼 (站)煤仓下喂料设备	2h	
	d 水分		30min 测量流量 一次,每次测量 时间不少于 30s	
	e 消耗量			
生料	a 化学成分		30min 取样一将 测量期间取得样 缩分后测定	
	b 水分			
	c 含煤量		4h	
	d 消耗量		30min 测量流量 一次,每次测量 时间不小于 10s	
熟料	a 化学成分	出料器下输送机	30min 取一次样 将测量期间所取 得的样缩分后测 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 含碳量			
	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	2h	
	b 温度		3min 取样一次, 每 2h 将混合样 测定	
	c 含煤量			
烟囱废气	a 温度	烟囱测孔	30min	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			
	f 含尘量		2h	
窑面废气成分		窑面	2h	

窑体散热损失		窑壁、窑罩、烟囱表面	4h	
出窑熟料温度		出料器	30min	
出料器漏风温度		出料器	30min	
入窑空气	a 温度	入窑风管	30min	
	b 静压			
	c 动压			
大气和环境	a 温度	窑表面 2 米周围	4h	
	b 气压			

(此图空缺)

- 图 中：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——大气和环境。

3.2 测量方法

3.2.1 燃料

- a. 工业分析按 GB 212-77《煤的工业分析方法》进行；
- b. 灰分化学成分的分析按 GB 213-79《煤灰成分分析方法》进行；
- c. 热值(发热量)按 GB 213-79《煤的发热量测定方法》测定，对于暂采用工业分析结果计算热值的，按 GB 2589-81《综合能耗计算通则》的附录进行计算；
- d. 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 毫米以下，按 GB 211-79 《煤中全水分的测定方法》测定；

e. 消耗量可利用厂内原有的计量装置，但须经校正，使其相对误差小于 2%，也可根据料球含煤量、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。

3.2.2 生料

- a. 化学成分的分析暂按《水泥化学全分析》[*]进行；
- b. 水分的测定暂按《水泥化学全分析》进行；
- c. 含煤量可采用“立窑生料中煤的掺入量测定仪”(简称“定碳仪”)测定，也可用烧失量和滴定值计算。
- d. 消耗量可利用厂内原有的计量装置，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、料球含煤量进行反平衡计算。

3.2.3 熟料

- a. 化学成分的分析按 GB 176-77《水泥化学分析方法》进行；
- b. 矿物组成和游离氧化钙量的测定暂按《水泥化学全分析》进行；
- c. 含碳量的测定暂按附录 A“立窑水泥熟料含碳量的测定方法”(参考件)进行；
- d. 物理性能按 GB 175-77《硅酸盐水泥，普通硅酸盐水泥》的检验方法进行，并按“硅酸盐水泥”一项确定标号；
- e. 产量的测定可将测量期间的出窑熟料全部称量或由生料和燃料消耗量、飞灰量计算。

3.2.4 料球

- a. 水分的测定暂按《水泥化学全分析》进行；
- b. 温度的测量，采集不小于 3 公斤的料球盛入容器中，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℃；

- c. 含煤量可采用“立窑生料中煤的掺入量测定仪”(简称“定碳仪”)测定，也可用烧失量和滴定值计算。

3.2.5 烟囱废气

- a. 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它同精度(误差小于 1℃)的温度计，其时间常数应小于 15s；
- b. 成分分析使用气体全分析仪。当使用其它分析仪时，其相对误差应小于 5%；

- c. 湿含量的测量暂按《水泥窑热工测量》[**]进行；
- d. 静压的测量暂按《水泥窑热工测量》进行；
- e. 动压的测量暂按《水泥窑热工测量》进行；
- f. 含尘量的测量暂按《水泥窑热工测量》进行。

3.2.6 窑面废气成分

- a. 窑面废气样的采集暂按《水泥窑热工测量》进行；
- b. 气体成分的分析同 3.2.5 (b)，分析后将同一圆环相同编号点的成分平均值作为编号点的平均废气成分。

3.2.7 窑体散热损失

暂按《水泥窑热工测量》进行测量。

3.2.8 出窑熟料温度

可利用出料器上原有的出窑熟料温度测定仪器测量，也可将出窑熟料(不少于 10 千克)迅速集于一保温桶，用铠装热电偶温度计插入测量。

3.2.9 出料器漏风温度

用误差小于 1.0°C 温度计测量。

3.2.10 入窑空气

- a. 温度使用误差小于 1.0°C 的温度计测量；
- b. 静压用 U 型管压力计测量；
- c. 动压的测量暂按《水泥窑热工测量》进行。

3.2.11 大气和环境

- a. 温度用实验室玻璃温度计测量；
- b. 气压用大气压力计测量，也可用气象部门同期的测量数据。

4 测量报告内容

4.1 文字说明

4.1.1 测量的任务、内容和要求。

4.1.2 测点布置图及所用仪器仪表、计量装置、设备。

4.1.3 参加测量的主要人员和负责人。

4.2 数据综合表

按 GB 4413-84《机械化水泥立窑热工计算》附录 B “系统设备概况和热工测量数据汇总表”(补充件)规定的内容和格式填写。

4.3 综合分析意见

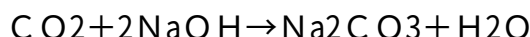
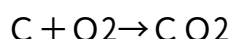
4.3.1 对立窑生产状态的评价和分析意见。

4.3.2 改进意见。

附录 A 立窑水泥熟料含碳量的测定方法 (参考件)

A.1 测定原理

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重量。



反应式中产生的水分用无水氯化钙吸收。

熟料中往往还含有碳酸盐，为此必须在测定前用稀盐酸处理。

A.2 测定装置

测定装置见图 2。

(此图空缺)

图中：1——氧气稳定器或通以一定压力的空气；

2——气体洗涤瓶，内装 50% 氢氧化钾溶液以吸收气体中的二氧化碳；

3——气体洗涤器，内装烧碱石棉以吸收气体中的二氧化碳；

4——气体干燥器，内装无水氯化钙以吸收气体中的水分；

5——管式燃烧炉；

6——电子温度自动控制器；

7——气体干燥器，内装无水氯化钙以吸收气体中的水分；

8——气体吸收塔，下部装烧碱石棉，上部装无水氯化钙；

9——瓷舟，盛放试样。

A.3 测定步骤

用万分之一天平称取一克粉碎后通过 4900 孔筛的熟料试样加入 10 毫升 1:4 盐酸加热，使其中的碳酸盐分解，然后用氟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已灼烧过的瓷舟中，在 $105 \sim 110^\circ\text{C}$ 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—30min, 停止通入气体, 取下吸收塔称重。然后再接上吸收塔通气体 5—10min 后再取下吸收塔称重, 直至恒重时止。

A.4 计算公式

$$C = \frac{G_2 - G_1}{G} \times 100 \times \frac{12}{44} \%$$

式中：C——熟料中含碳量；

G₁——吸收塔吸收之前的重量，g；

G₂——吸收塔吸收之后的重量，g；

A.5 注意事项

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—30min 后再分别称重, 其增重必须各小于 0.0005g 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—30min, 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 G₂ 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 950-1000℃下灼烧一小时。

附加说明：

本标准由国家建材局提出。

本标准由建材研究院水泥所起草。

本标准主要起草人赵介山、黄锦扬、汪宜光。