

---

# HJ

## 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 467—2009

---

### 清洁生产标准 水泥工业

Cleaner production standard Cement industry

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2009—03—25 发布

2009—07—01 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

---

# 目 次

前 言.....	iii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 规范性技术要求.....	2
5 数据采集和计算方法.....	5
6 标准的实施.....	10

---

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护环境，为水泥工业开展清洁生产提供技术支持和导向，制定本标准。

本标准规定了在达到国家和地方污染物排放标准的基础上，根据当前的行业技术、装备水平和管理水平，水泥工业企业清洁生产的一般要求。本标准分为三级，一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本标准将适时修订。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：中国中材集团、大连市环境监测中心、中国环境科学研究院。

本标准环境保护部 2009 年 3 月 25 日批准。

本标准自 2009 年 7 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。



---

# 清洁生产标准 水泥工业

## 1 适用范围

本标准规定了水泥工业企业清洁生产的一般要求。本标准将水泥工业清洁生产指标分为六类，即生产工艺与装备要求、资源能源利用指标、产品指标、污染物产生指标、废物回收利用指标和环境管理要求。

本标准适用于水泥工业通用硅酸盐水泥、钢渣硅酸盐水泥制造及水泥生产配套石灰石矿山开采企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度，也适用于环境影响评价和排污许可证等环境管理制度。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 13590 钢渣硅酸盐水泥
- GB 16780 水泥单位产品能源消耗限额
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 石油产品热值测定方法
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 16157—1996 固定污染源排气中颗粒物测定及气态污染物采样方法
- GB/T 21372 硅酸盐水泥熟料
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- HJ/T 42—1999 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法
- HJ/T 43—1999 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
- HJ/T 56—2000 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
- HJ/T 57—2000 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
- HJ/T 67—2001 大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法
- JC 600 石灰石硅酸盐水泥
- JC/T 733 水泥回转窑热平衡测定方法
- 《清洁生产审核暂行办法》（国家发展和改革委员会、国家环境保护总局令 第16号）
- 《水泥企业质量管理规程》（国家经济贸易委员会公告，2002年第1号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 清洁生产

指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、

---

综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

### **3.2 水泥窑**

水泥熟料煅烧设备，通常包括回转窑和立窑两大类。

### **3.3 窑磨一体机**

把水泥窑废气引入物料粉磨系统，利用废气余热烘干物料，窑和磨排出的废气同用一台除尘设备进行处理的窑磨联合运行的系统。

### **3.4 自动化控制系统**

使用计算机网络通讯技术，对水泥生产过程进行操作控制与数据采集的管理系统，主要包括集散型分布式（DCS）控制系统、程序逻辑控制器（PLC）控制系统、生料质量控制系统、生产信息管理系统和大气污染物连续在线监测系统等。

### **3.5 熟料综合煤耗**

在统计期内生产每吨熟料的燃料消耗，包括烘干原料、燃料和烧成熟料消耗的燃料。

### **3.6 熟料综合电耗**

在统计期内生产每吨熟料的综合电力消耗，包括熟料生产各过程的电耗和生产熟料辅助过程的电耗。

### **3.7 水泥综合电耗**

在统计期内生产每吨水泥的综合电力消耗，包括水泥生产各过程的电耗和生产水泥的辅助过程电耗（包括厂区内线路损失以及车间办公室、仓库的照明等消耗）。

### **3.8 单位熟料新鲜水用量**

生产设备生产每吨水泥熟料所消耗的新鲜水量（不包括重复使用的和循环利用的水量及余热发电用水蒸发量）。

### **3.9 单位产品污染物产生量**

各设备生产每吨产品所产生的污染物质量。产品产量按污染物监测时段的设备或系统实际小时产出量计算，如水泥窑、熟料冷却机以熟料产出量计算，生料制备系统以生料产出量计算。

## **4 规范性技术要求**

### **4.1 指标分级**

本标准给出了水泥工业生产过程清洁生产水平的三级技术指标：

一级：国际清洁生产先进水平；

二级：国内清洁生产先进水平；

三级：国内清洁生产基本水平。

### **4.2 指标要求**

水泥工业清洁生产指标要求见表 1。

表 1 水泥工业清洁生产指标要求

清洁生产指标等级		一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求				
1. 水泥生产				
(1) 规模	水泥熟料生产线/ (t/d)	≥4000	≥2000	
	水泥粉磨站/(万 t/a)	≥100	≥60	≥40
(2) 装备	窑系统	窑外分解新型干法窑, 袋收尘或电收尘		窑外分解新型干法窑及产业政策允许的其他窑, 袋收尘或电收尘
	生料粉磨系统	立式磨, 袋收尘或电收尘	磨机直径≥4.6m 圈流球磨机, 袋收尘或电收尘	产业政策允许的其他磨机, 袋收尘或电收尘
	煤粉制备系统	立式磨或风扫磨, 袋收尘或电收尘		
	水泥粉磨系统 (含粉磨站)	磨机直径≥4.2m 辊压机与球磨机组合的粉磨系统或立式磨, 袋收尘	磨机直径 ≥ 3.8m, 辊压机与球磨机组合的粉磨系统或带高效选粉机的圈流球磨机, 袋收尘	2.6≤磨机直径<3.8m, 圈流球磨机或高细磨, 袋收尘
	动力配置	高、低压变频	暂波调整或滤波调整或水电阻调整	
(3) 生产过程控制水平		采用现场总线或 DCS 或 PLC 控制系统、生料质量控制系统、生产管理信息分析系统, 窑头、窑尾安装大气污染物连续监测装置		采用了 DCS 或 PLC 操作控制系统
(4) 收尘设备同步运转率 / %		100		
(5) 包装(袋装水泥)	包装方式	机械化, 袋收尘		半机械化, 袋收尘
	破包率 / ‰	≤ 1	≤ 2	≤ 3
(6) 装卸及运输		机械化装卸与输送; 装卸过程采取有效措施防止扬尘; 运输中全部封闭或覆盖。散装采用专用散装罐车(包括火车及汽车)运输		半机械化或人工装卸与输送; 装卸过程应采取有效措施防止扬尘; 运输中全部封闭或覆盖。散装应采用专用散装罐车(包括火车及汽车)运输
2. 石灰石矿山开采、破碎及运输				
(1) 开采		采用矿山计算机模型软件技术; 采用自上而下分水平开采方式; 在矿山地形和矿体赋存条件许可的情况下, 采用横向采掘开采法; 中径深孔爆破技术; 采用自带空压机的穿孔设备、液压挖掘机或轮式装载机; 有供电条件的采用电动挖掘机	采用自上而下分水平开采方式; 在矿山地形和矿体赋存条件许可的条件下, 采用横向采掘开采法; 中径深孔爆破技术或浅眼爆破技术; 采用自带空压机的穿孔设备或移动式空压机供气的穿孔设备, 液压挖掘机或轮式装载机, 有供电条件的采用电动挖掘机	
(2) 破碎		单段破碎系统, 袋收	二段破碎系统, 袋收尘	

清洁生产指标等级		一级	二级	三级
		尘		
(3) 运输 (矿区至厂区)		采用胶带输送机或溜井—胶带联合运输或汽车—胶带联合运输等运输方式。各转运点配备除尘净化设施		采用矿用汽车或非矿用汽车运输。各转运点配备除尘净化设施
<b>二、资源能源利用指标</b>				
1. 可比熟料综合煤耗 (折标煤) / (kg/t)		≤106	≤115	≤120
2. 可比熟料综合能耗 (折标煤) / (kg/t)		≤114	≤123	≤134
3. 可比水泥综合能耗 (折标煤) / (kg/t)		≤93	≤100	≤110
4. 可比熟料综合电耗 <sup>a</sup> / [(kW·h)/t]		≤62	≤65	≤73
5. 可比水泥综合电耗 <sup>b</sup> / [(kW·h)/t]	生产水泥的水泥企业	≤90	≤100	≤115
	水泥粉磨企业	≤35	≤38	≤45
6. 单位熟料新鲜水用量/(t/t)		≤0.3	≤0.5	≤0.75
7. 循环水利用率/%		≥95	≥90	≥85
8. 水泥散装率/%		≥70	≥40	≥30
9. 原料配料中使用工业废物 <sup>c</sup> / %		≥15	≥10	≥5
10. 窑系统废气余热利用率/%		≥70	≥50	≥30
<b>三、产品指标</b>				
1. 质量指标		水泥、熟料产品质量应符合 GB175、GB 13590、GB/T 21372、JC600 和《水泥企业质量管理规程》的有关要求, 产品出厂合格率, 28 天抗压富余强度、袋装重量、均匀性等质量指标合格率均应达到 100%		
2. 放射性		对用于 I 类民用建筑主体材料的矿渣硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥和钢渣硅酸盐水泥, 其产品中天然放射性比活度的内、外照射指数 I <sub>Ra</sub> 、I <sub>r</sub> 应满足 GB 6566 标准要求		
<b>四、污染物产生指标<sup>d</sup> (末端处理前)</b>				
1. 二氧化硫产生量 / (kg/t)	燃料用煤的全硫量 ≤ 1.5%	≤0.20	≤0.30	
	燃料用煤的全硫量 >1.5%	≤0.30	≤0.50	
2. 氮氧化物(以 NO <sub>2</sub> 计) 产生量 / (kg/t)		≤2.00	≤2.40	
3. 氟化物(以总氟计) 产生量 / (kg/t)		≤0.006	≤0.008	≤0.01
<b>五、废物回收利用指标</b>				
窑灰、粉尘、废弃料回收利用率/%		100		
<b>六、环境管理要求</b>				
1. 环境法律法规标准		符合国家和地方有关环境法律、法规, 污染物排放(包括焚烧危险废物和生活垃圾)应达到国家和地方排放标准、总量减排和排污许可证管理要求		
2. 组织机构		建立健全专门环境管理机构和专职管理人员, 开展环保和清洁生产有关工作		
3. 环境审核		按照《清洁生产审核暂行办法》要求进行了审核; 按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系并通过认证	按照《清洁生产审核暂行办法》要求进行了审核; 按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系, 环境管理手册、程序文件及作业文件齐备, 原始记录及统计数据齐全有效	
	岗位培训	所有岗位进行过严格培训		主要岗位进行过严格培训
	各岗位操作管理、设备管理	建立完善的管理制度并严格执行, 设备完好率达 100%	建立完善的管理制度并严格执行, 设备完好率	建立较完善的管理制度并严格执行, 设备完好率达 95%



清洁生产指标等级		一级	二级	三级
4. 生产过程环境管理	原料、燃料消耗及质检	建立原料、燃料质检制度和原料、燃料消耗定额管理制度，安装计量装置或仪表，对能耗、物料消耗及水耗进行严格定量考核	达 98% 建立原料、燃料质检制度和原料、燃料消耗定额管理制度，对能耗、物料消耗及水耗进行定量考核	建立原料、燃料质检制度和原料、燃料消耗定额管理制度，对能耗、物料消耗及水耗进行计量
	颗粒物、无组织排放控制	生产线的物料处理、输送、装卸、贮存过程应封闭，所有物料均不得露天堆放，对粉尘、无组织排放进行控制并定期监测，其中窑系统须安装并实施连续在线监测装置；同时对块石、粘湿物料、浆料以及车船装卸料过程进行有效的控制。建立污染事故的应急程序		生产线对干粉料的处理、输送、装卸、贮存应封闭；对粉尘、无组织排放进行控制；露天储料场应当采取防起尘、防水冲刷流失的措施；装、卸料时，采取有效措施防止扬尘
	氯化氢、汞、镉、铅、二恶英类、厂界恶臭（氨、硫化氢、甲硫醇和臭气浓度） <sup>e</sup>	焚烧工业固体废物和生活垃圾的水泥窑，焚烧工业固体废物和生活垃圾时作好废物和垃圾的预处理，焚烧危险废物窑或窑磨一体机的烟气处理宜采用高效布袋除尘器		
5. 原料矿山降尘要求		露天采矿场有洒水降尘设备，对爆堆、采矿工作面，运输道路和其他扬尘点喷水降尘		
6. 固体废物处理处置		建有固废储存、处置场，并有防止扬尘、淋滤水污染、水土流失的措施		
7. 土地复垦		符合国家土地复垦的有关规定，具有完整的复垦计划，复垦管理纳入日常生产管理。矿山开采的表层土要全部回用，采终后受破坏植被绿化率 100%	符合国家土地复垦的有关规定，具有完整的复垦计划，复垦管理纳入日常生产管理。矿山开采的表层土要全部回用，采终后受破坏植被绿化率 70%	符合国家土地复垦的有关规定，具有完整的复垦计划。矿山开采的表层土要全部回用，采终后受破坏植被绿化率 50%
8. 相关方环境管理		服务协议中明确原辅材料的供应方、协作方、服务方的环境要求		
<p>注：a 只生产水泥熟料的水泥企业。  b 不包括钢渣粉制备的电耗。  c 废物资源条件不能满足的地区不执行此指标。  d 指在水泥窑及窑磨一体机的污染物产生量。  e 仅适用于焚烧工业固体废物和生活垃圾的水泥窑。</p>				

## 5 数据采集和计算方法

### 5.1 采样

本标准各项指标的采样和监测按照国家颁布的相关标准监测方法执行。

### 5.2 相关指标的计算方法

#### 5.2.1 统计与计算的基本要求和原则

燃料和电耗按 GB 16789 的规定进行统计和计算，统计期内企业生产两种以上不同强度等级的水泥时，应根据不同强度等级的可比水泥综合电耗和水泥产量采用加权平均的方法计算

可比水泥综合电耗和可比水泥综合能耗。

企业有多条生产线时，原则上按生产线分别计算能耗。

### 5.2.2 收尘设备同步运转率

指收尘设备年运转时间与对应的生产工艺设备的年运转时间之比，按公式（1）计算：

$$\tau = \frac{t}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中： $\tau$ ——收尘设备同步运转率，%；  
 $t$ ——收尘设备年运转时间，h；  
 $T$ ——生产工艺设备的年运转时间，h。

### 5.2.3 可比熟料综合煤耗

指熟料综合煤耗统一修正后所得的综合煤耗，以 $e_{\text{cl}}$ 表示。

#### 5.2.3.1 熟料综合煤耗按公式（2）计算：

$$e_{\text{cl}} = \frac{P_{\text{C}} Q_{\text{net,ar}}}{Q_{\text{BM}} P_{\text{CL}}} - e_{\text{he}} - e_{\text{hu}} \dots\dots\dots (2)$$

式中： $e_{\text{cl}}$ ——熟料综合煤耗（折标煤），kg/t；  
 $P_{\text{C}}$ ——统计期内用于烘干原燃材料和烧成熟料的入窑与入分解炉的实物煤总量，kg；  
 $Q_{\text{net,ar}}$ ——统计期内实物煤的加权平均低位发热量，kJ/kg；  
 $Q_{\text{BM}}$ ——每千克标准煤发热量，见 GB/T 2589，kJ/kg；  
 $P_{\text{CL}}$ ——统计期内的熟料总产量，t；  
 $e_{\text{he}}$ ——统计期内余热发电折算的单位熟料标准煤量，kg/t，按公式（3）计算；  
 $e_{\text{hu}}$ ——统计期内余热利用的热量折算的单位熟料标准煤量，kg/t，按公式（4）计算。

$$e_{\text{he}} = \frac{0.404 \times (q_{\text{he}} - q_{\text{o}})}{P_{\text{CL}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $P_{\text{CL}}$ ——统计期内的熟料总产量，t；  
0.404——每千瓦时电力折合的标准煤量（根据每年国家电力监管委员会和中国电力企业联合会于“电力可靠性指标发布会”公布的指标进行调整），kg/kW·h；  
 $q_{\text{he}}$ ——统计期内余热电站总发电量，kW·h；  
 $q_{\text{o}}$ ——统计期内余热电站自用电量，kW·h。

$$e_{\text{hu}} = \frac{H_{\text{HI}} - (H_{\text{HE}} - H_{\text{HD}})}{Q_{\text{BM}} P_{\text{CL}}} \dots\dots\dots (4)$$

式中： $H_{\text{HI}}$ ——统计期内余热利用进口总热量，kJ；  
 $H_{\text{HE}}$ ——统计期内余热利用出口热量，kJ；

$H_{HD}$ ——统计期内余热利用系统的散热损失总量, kJ。

注: 固体燃料发热量按 GB/T 213 的规定测定, 液体燃料发热量按 GB/T 384 的规定测定; 企业无法直接测定燃料发热量时, 按 JC/T 733 的规定计算。

**5.2.3.2** 熟料强度等级修正系数按公式 (5) 计算:

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{52.5}{A}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $\alpha$ ——熟料强度等级修正系数;

$A$ ——统计期内熟料平均 28d 抗压强度(参照 GB 16780 附录 A 的规定), MPa;

52.5——统计期内熟料平均抗压强度修正到 52.5MPa。

**5.2.3.3** 水泥企业所在地海拔高度超过 1000m 时进行海拔修正, 海拔修正系数按公式 (6) 计算:

$$K = \sqrt{\frac{P_H}{P_O}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:  $K$ ——海拔修正系数;

$P_H$ ——当地环境大气压, Pa;

$P_O$ ——海平面环境大气压, 101325 Pa;

**5.2.3.4** 可比熟料综合煤耗按公式 (7) 计算:

$$e_{kcl} = \alpha K e_{cl} \dots\dots\dots (7)$$

式中:  $e_{kcl}$ ——可比熟料综合煤耗(折标煤), kg/t;

### 5.2.4 可比熟料综合电耗

指将熟料综合电耗统一修正后所得的综合电耗, 按公式 (8) 计算:

$$Q_{KCL} = \alpha K Q_{CL} \dots\dots\dots (8)$$

式中:  $Q_{KCL}$ ——可比熟料综合电耗, kW·h/t;

$Q_{CL}$ ——统计期内熟料综合电耗, kW·h/t。

注: 按熟料 28d 抗压强度等级修正到 52.5 等级及海拔高度统一修正。

### 5.2.5 可比熟料综合能耗

指在统计期内生产每吨熟料消耗的各种能源统一修正后并折算成标准煤所得的综合能耗。按公式 (9) 计算:

$$E_{CL} = e_{kcl} + 0.1229 \times Q_{KCL} \dots\dots\dots (9)$$

式中： $E_{CL}$ ——可比熟料综合能耗（折标煤），kg/t；

0.1229——每千瓦时电力折合的标准煤量（参照 GB 16780 附录 B），kg/kW·h。

注：按熟料 28d 抗压强度等级修正到 52.5 等级及海拔高度统一修正。

### 5.2.6 可比水泥综合电耗

指水泥综合电耗统一修正后所得的综合电耗，以  $Q_{KS}$  表示。

#### 5.2.6.1 水泥综合电耗按公式（10）计算：

$$Q_s = \frac{q_{fm} + Q_{CL} p_{cl} + q_m p_m + q_g p_g + q_{tz}}{P_s} \dots\dots\dots (10)$$

式中： $Q_s$ ——水泥综合电耗，kW·h/t；

$q_{fm}$ ——统计期内水泥粉磨及包装过程耗电量，kW·h；

$p_{cl}$ ——统计期内熟料消耗量，t；

$q_m$ ——统计期内每吨混合材预处理平均耗电量，kW·h/t；

$p_m$ ——统计期内混合材消耗量，t；

$q_g$ ——统计期内处吨石膏平均耗电量，kW·h/t；

$p_g$ ——统计期内石膏消耗量，t；

$q_{tz}$ ——统计期内应分摊的辅助用电量，kW·h；

$P_s$ ——统计期内水泥总产量，t。

注：对水泥粉磨企业，计算水泥综合电耗时按  $Q_{CL}$  等于零计算。

#### 5.2.6.2 水泥强度等级修正系数按公式（11）计算：

$$d = \sqrt[4]{\frac{42.5}{B}} \dots\dots\dots (11)$$

式中： $d$ ——水泥强度等级修正系数；

$B$ ——统计期内水泥加权平均强度，MPa；

42.5——统计期内水泥平均强度修正到42.5MPa；

#### 5.2.6.3 混合材掺量修正系数按公式（12）计算：

$$f = 0.3\% \times (F_H - 20) \dots\dots\dots (12)$$

式中： $f$ ——混合材掺量修正系数；

$F_H$ ——统计期内混合材掺量(质量分数)，%；

0.3% ——混合材掺量每改变1.0%，影响水泥综合电耗百分比的统计平均值；

20——普通硅酸盐水泥中混合材允许的最大掺量（质量分数），%；

5.2.6.4 可比水泥综合电耗按公式（13）计算：

$$Q_{KS} = d(1 + f)Q_S \dots\dots\dots (13)$$

式中： $Q_{KS}$ ——可比水泥综合电耗，kW·h/t；

注：对水泥粉磨企业按  $f$  为零计算。

### 5.2.7 可比水泥综合能耗

指在统计期内生产每吨水泥消耗的各种能源统一修正后并折算成标准煤所得的综合能耗，按公式（14）计算：

$$E_{KS} = e_{kcl} \times g + e_h + 0.1229 \times Q_{KS} \dots\dots\dots (14)$$

式中： $E_{KS}$ ——可比水泥综合能耗（折标煤），kg/t；

$g$ ——统计期内水泥企业水泥中熟料平均配比（质量分数），%；

$e_h$ ——统计期内烘干水泥混合材所消耗燃料折算的单位水泥标准煤量，kg/t。

注 1：按熟料 28d 抗压强度等级修正到 52.5 等级、海拔高度、水泥 28d 抗压强度等级修正到出厂为 42.5 等级及混合材掺量统一修正。

注 2：本标准水泥中熟料配比按 75% 计算。

### 5.2.8 循环水利用率

循环水利用率按公式（15）计算：

$$\eta = \frac{W_1}{W} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中： $\eta$ ——循环水利用率，%；

$W_1$ ——循环冷却水的循环利用量，t；

$W$ ——外补新鲜水量和循环水利用量之和（不包括余热发电用水蒸发量），t。

### 5.2.9 水泥散装率

水泥散装率按公式（16）计算：

$$k = \frac{G_s}{G} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

式中： $k$ ——水泥散装率，%；

$G_s$ ——散装水泥出厂量，万 t；

$G$ ——全厂全年水泥出厂量，万 t。

### 5.2.10 原料配料中使用工业废物

---

原料配料中使用工业废物比例为原料配料中使用工业废物的量与原料总量的比值，按公式（17）计算：

$$F = \frac{G_f}{G_y} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

式中： $F$ ——原料配料中使用工业废物的比例，%；  
 $G_f$ ——统计期内原料配料中使用工业废物的量，万 t；  
 $G_y$ ——统计期内原料总量，万 t。

### 5.2.11 窑系统废气余热利用率

窑系统废气余热利用率按公式（18）计算：

$$m = \frac{H_{HI} - (H_{HE} + H_{HD})}{H_{HI}} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$

式中： $m$ ——窑系统废气余热利用率，%。  
 $H_{HI}$ ——统计期内余热利用进口总热量，kJ；  
 $H_{HE}$ ——统计期内余热利用出口热量，kJ；  
 $H_{HD}$ ——统计期内余热利用系统的散热损失总量，kJ。

注：热量测定按 JC/T 733 进行。

### 5.2.12 废物回收利用率

废物回收利用率按公式（19）计算：

$$\sigma = \frac{F_h}{F_z} \times 100\% \dots\dots\dots (19)$$

式中： $\sigma$ ——废物回收利用率，%；  
 $F_h$ ——统计期内回收利用的废物量，kg；  
 $F_z$ ——统计期内废物总量，kg。

### 5.2.13 采种后受破坏植被绿化率

采种后受破坏植被绿化率按公式（20）计算：

$$n = \frac{S_1}{S} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

式中： $n$ ——植被绿化率，%；  
 $S_1$ ——统计期内植被绿化恢复面积， $m^2$ ；  
 $S$ ——统计期内植被破坏总面积， $m^2$ 。

## 6 标准的实施

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。