



## P. T. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKASRA, TBK

### 方案：空气泄漏检查和维修

#### 摘要

Indocement 公司是印度尼西亚最大的水泥生产企业之一，成立于 1985 年，目前有 12 个工厂，其中 9 个工厂位于爪哇岛西部茂物市的 Citeureup，2 个位于爪哇岛西部井里汶市 Palimanan 乡，1 个位于南加里曼丹州哥打巴鲁市的 Tarjun。“空气泄漏”是指空气从开口、接合部或裂缝渗入或进入在真空状态下工作的生产设备。大部分主要的生产设备，包括冷却器、窑炉、预热旋风器、静电沉淀器和生料磨粉机，都需要在一定程度的真空状态下工作。空气泄漏会降低生产线的能量比耗。合理的漏气标准在 10% 左右。因此，为了减少空气泄漏，需要关闭空气进入系统的渠道，努力将其泄漏控制到最小程度。管理层制定了一个检测空气泄漏的日常计划，即如果氧含量高于 3%，就需要进行维修。有了这一保证，就有望将空气泄漏始终控制在 3% 以下（理论上），从而实现公司降低空气泄漏的目标（以旋风器顶部的氧气含量控制在 3.8% 到 2.8% 为标准）。

#### 关键词

印度尼西亚，水泥，窑炉&耐火材料，真空泄漏，空气泄漏

#### 观察结果

在 6 号工厂发现和很多漏气点，在生料磨粉区和 Pyroclone 预热器附近最为明显。在生料磨粉区发现了两个重大的进气点：

- 磨粉机入口处（进料传送带的末端）。经测量，进入的空气的速度大约是 17 米/秒。
- 顶部分粒器。进入的空气速度大约是 5 米/秒。
- Pyroclone 预热器。在 1 号线发现了一个重大的空气泄漏点。6 层的空气泄漏速度大约是 3.5 米/秒。
- 在工厂内随处可见以前的漏气维修的痕迹。

#### 方案

基于以上现象，我们提出了多种方案。建议工厂进行真空泄漏检查并且立刻进行维修，以减少过量的泄漏空气，因为：

- 过量的泄漏空气会增加引风机的负担，从而增加能耗。
- 过量的泄漏空气，尤其是在窑炉和预热器这样的燃烧燃料以产生热量的设备里，将会导致人为的燃料消耗增加。这对热效率（目前是 817 千卡/吨）有直接的影响。
- 管理层制定了一套日常方案，一旦氧气含量高于 3%，就需要进行漏气检修。有了这个保障，空气泄漏有望始终控制在 3% 以内，从而实现公司降低空气泄漏的目标（以旋风器顶部的氧气含量控制在 3.8% 到 2.8% 为标准）。不过，要将旋风器顶部的氧气含量降低到 2.8% 是很困难的（在本项目中，氧气含量最低

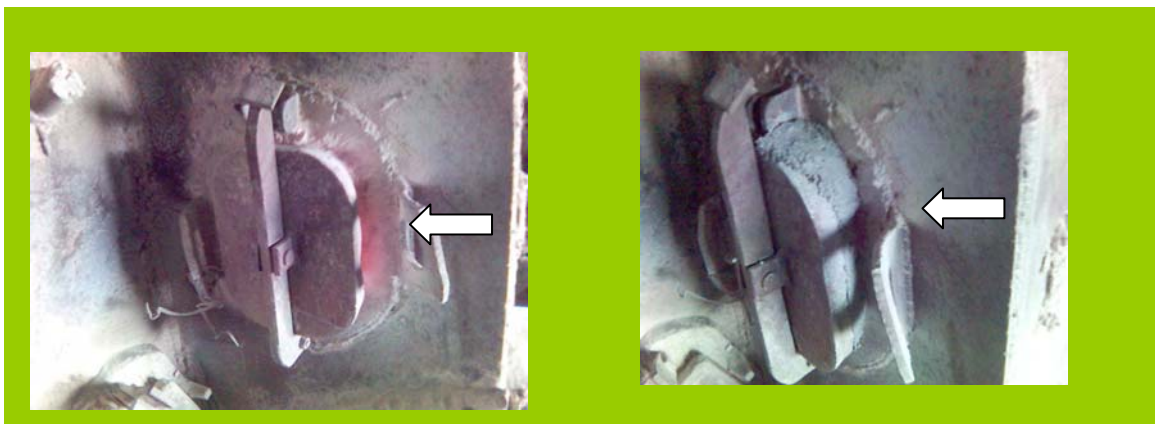


- 只降到了 3.3%)。出现这个情况主要是由于 Indocement 公司用废旧轮胎做替代能源 (占煤炭消耗量的 5%)，增加了系统中的氧气含量 (附录中的 2004 年成本节约数据中有废旧轮胎使用量的统计)。

## 结 果

本方案是日常维护工作。因此，一旦发现泄漏点，就能直接修复。如果旋风器顶部的氧气含量超过 3%，就会进行泄漏点勘察。

- 由于本方案是日常维护，而且是由 Indocement 公司自己的员工来完成，因此目前还不能看出投资和回报情况。



维修前的预热器

维修后的预热器

### F 经济收益

- 投资成本 = 35,000,000 印尼卢比，或约 3,804 美元
- 运营成本 = 包括在日常维护成本中
- 每年节约成本 = 节约的热能成本
- 将旋风器顶部氧气含量从± 3.8% 降低到± 3.3 % (SP)
- 每年节约的空气 =  $100/20 \times (3.8\% - 3.3\%) = 2.5 \%$
- 进入系统的空气减少了 2.5%
- 排放气体中的粉尘含量预计将降低 10%

每年可节约的能量 (千卡/年)

- SP 消耗量 =  $[2.5\% \times 0.9 \times 7650 \text{ Nm}^3/\text{min} \times \text{cp} \times (550-35)]$   
 $= (2.5/100) \times 0.9 \times 7650 \text{ Nm}^3/\text{min} \times (60 \times 24 \times 365 \text{ min}/\text{yr})$   
 $\times 0.380 \text{ KCal}/\text{NM}^3 \cdot \text{C} \times 515 \text{ C}$   
 $= 14.55 \times 10^9 \text{ 千卡}/\text{年}$
- 节约的能源(煤 6000 千卡/公斤) =  $(14.55 \times 10^9 \text{ 千卡}/\text{年}) / 6000 \text{ 千卡}/\text{公斤}$   
 $= 2,425 \times 10^6 \text{ 公斤}/\text{年}$   
 $= 2425 \text{ 吨}/\text{年}$
- 6 号工厂煤炭消耗量 ± 600 吨/天 = 180,000 吨/年  
 % 节约的煤 =  $2425/180,000 \times 100 \% = 1,5 \%$
- 节约的美元(50 美元/吨煤 1)



- 节约的印尼卢比(IDR) = 2425 吨/年 x 50 美元/吨  
=121,265 美元年  
= 121,265 美元 x 9200 印尼卢比/美元  
= 1,115,642,646 印尼卢比/年
- 投资回收期 = 35,000,000/1,115,642,646x 365  
= 0.5 个月

#### 环境效益

- 旋风器顶部节约的能源(煤 6000 千卡/公斤) =  $(14.55 \times 10^9 \text{ Kcal/yr}) / 6000$   
千卡/年  
=  $2,425 \times 10^6$  公斤/年  
= 2425 吨/年
- 温室气体减少  
每年能节约的能源 (千焦/年)  
 $0.3413^* (\text{纯煤燃烧}) \times \text{节约的能源} = \text{吨 CO}_2/\text{年}$   
 $0.3413 \times 2425 \text{ 吨/年} = 828 \text{ 吨 CO}_2/\text{年}$   
\* 数据来自联合国环境规划署温室气体排放统计：  
[www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/](http://www.uneptie.org/energy/tools/ghgin/)

#### 使用废旧轮胎节约的成本:

- HV 轮胎 = 7500 千卡/年.
- HV 煤 = 6500 千卡/年.
- 轮胎成本 = 印尼卢比/兆卡: 50
- 煤炭成本 = 印尼卢比/兆卡: 100
- 禁止 Base 的使用, 2004 年 9 月 28 日开始 (C): 4.8 吨/6 小时 = 0.8 吨/小时 (5%)
- 煤减少量: 7.5 吨/6 小时 = 1.25 吨/小时
- 煤消耗量/兆卡 1:  $1.25 \times 6500 \times 100$  印尼卢比 = 812,500 印尼卢比
- 轮胎消耗量/兆卡:  $0.8 \times 7500 \times 50$  印尼卢比 = 300,000 印尼卢比
- KKI 处理轮胎需要的人力:  $20 \times 837,500$  印尼卢比 = 16,750,000 印尼卢比/月
- 使用轮胎所需工时: 17 小时/天
- 窑炉月平均运行天数: 27 天
- 每月轮胎所需成本:  $27 \times 17 \times 0.8 \times 7500 \times 50$  印尼卢比 = 137,700,000 印尼卢比
- KKI 人力成本:  $20 \times 837,500$  印尼卢比 = 16,750,000 印尼卢比
- 总计 = 154,450,000 印尼卢比
- 月煤炭消耗成本:  $27 \times 17 \times 1.25 \times 6500 \times 100$  印尼卢比 = 372,937,500 印尼卢比  
(降低)
- 使用轮胎节约的成本: 0.8 吨/小时  
= 218,487,500 印尼卢比



如需要更多信息，请联系：



Ir. Tusy A. Adibroto 博士  
或  
Msi Widiatmini Sih Winanti  
BPPT - Jl. MH Thamrin 8, BPPT II 大厦 20 层  
Jakarta Indonesia  
电话: +62 (21) 316 9758/68; 传真: +62 (21) 316 9760;  
Ee-m@il:tusyaa@ceo.bppt.go.id; widiatmini@yahoo.com,

项目组长: Gunawan Purwadi  
总经理

PT. Indocement Tunggal Prakasa.Tbk  
电话: 总部: +62 21 2512121; 工厂 +62 23 8752812; +62 231  
343760; +62 518 61000  
传真: 总部 +62 21 5701693; 工厂 +62 21 8752956;  
+62 231 343617; +62 518 61090

E-m@il 地址: [Gunawan@indocement.co.id](mailto:Gunawan@indocement.co.id)

#### 免责声明:

本案例研究是“亚太地区工业温室气体排放削减计划”(GERIAP)的一部分。尽管UNEP为保证此出版物的内容的正确性做出了不懈的努力，但是UNEP不承担其内容的准确性和完整性的责任，对任何通过使用或者依赖该出版物内容而遭受的损失或者伤害，UNEP概不负责。© UNEP, 2006