



## PT. KRAKATAU 钢铁公司

### 用汽机膨胀和发电机产生的过量高压天然气发电

#### 摘 要

PT. Krakatau 钢铁公司是印尼一家大型国有钢铁企业，主要生产方钢坯、板坯和盘条，产品销往国内外市场。

PT. Krakatau Steel 的直接还原(DR)车间消耗的天然气总量占全厂的 80%。高压状态下(13-14 巴)的天然气，用于将铁籽晶还原为海绵铁，称为直接还原铁(DRI)，用做炼铁的原料。低压状态下(2 巴)的天然气还用做转化锅炉、燃气加热器和反应器的燃料。当天然气输送到低压联箱以用做燃料时，其压力从 13-14 巴下降到 2 巴。天然气在膨胀的过程中会释放大量的热量。

团队提出的方案是通过气体膨胀式涡轮来使天然气膨胀，并通过发电机来回收释放的能量。采用天然气膨胀过程中释放的能量发电后，PT. Krakatau 钢铁公司从国家电力公司(PLN)购买的电能将会相应减少。

购买和安装涡轮和发电机的成本为 250 万美元。本方案每年可节约成本 774,144 美元，投资回收期为 3 年。本方案实施后，每年发电 17,418 MW，因此就节约了相应总量的电能，因为公司不用再向电力公司购买这部分电能。本方案每年减少温室气体排放量达 12,541 吨 CO<sub>2</sub>。

#### 关 键 词

印度尼西亚，铁和钢，电，涡轮，天然气

#### 现 象

天然气是主要的能源之一，它为 PT. Krakatau 钢铁公司等综合钢铁厂的生产过程提供能量。表 1 显示，PT. Krakatau Steel 的直接还原(DR)车间消耗的天然气占全厂消耗总量的 80%以上。

表 1 – 各车间的天然气分配

车 间	天然气消耗量 [NCMH]	
	作为原料	作为燃料
直接还原车间	61800	59400
I 号 & II 号板坯车间	-	1200
方钢坯车间	-	500
带钢热轧机车间	-	1800
盘条机车间	-	1600
冷轧机车间	-	300
总计	61800	64800

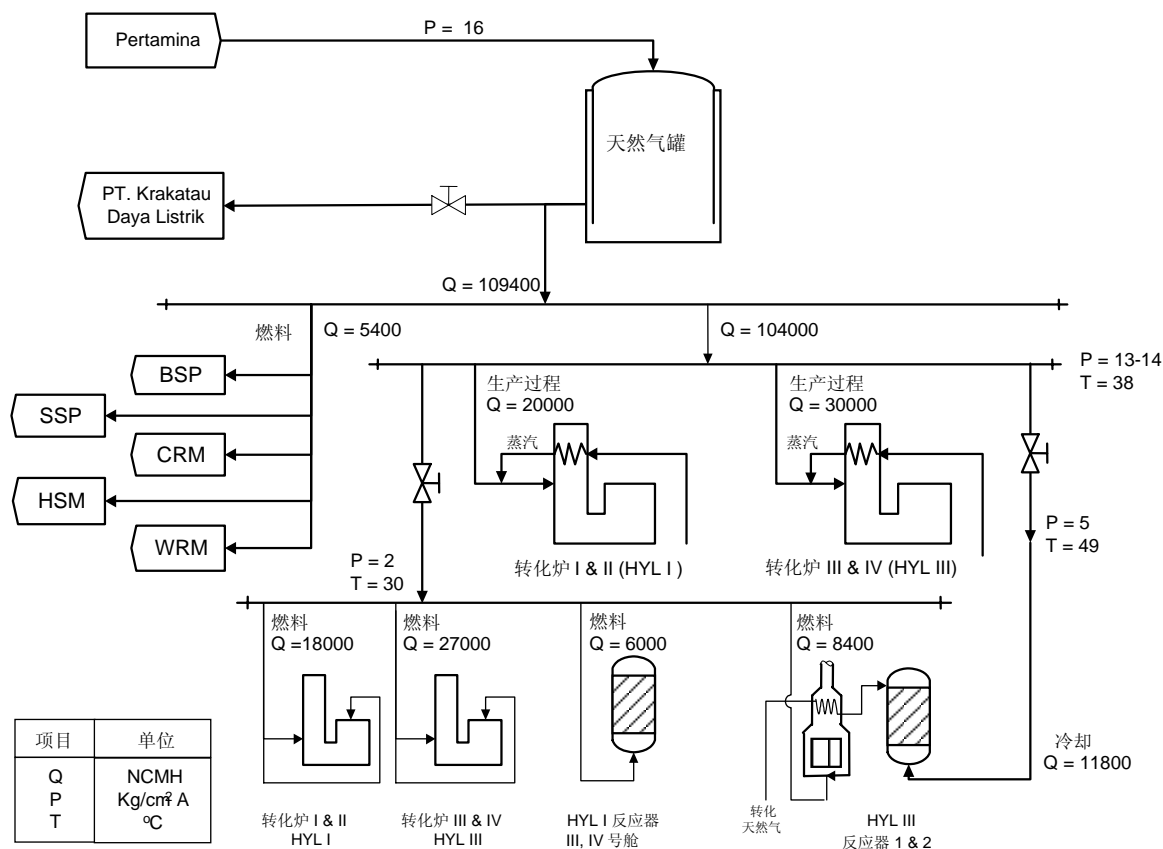


图 1 - PT Krakatau 钢铁公司的天然气分配

图 1 表示了直接还原车间的天然气分配情况，天然气总管分别连接到两个联箱：

- 高压联箱，压力为 13-14 kg/cm<sup>2</sup>，它为将铁籽晶还原为海绵铁的过程提供天然气。海绵铁又称直接还原铁(DRI)，用做炼铁的原料。
- 低压联箱，压力为 2 kg/cm<sup>2</sup>，它为加热设备、转化锅炉、反应器和燃气加热器提供天然气燃料。

在天然气分配过程中，有一次很大的压降。从离开储气罐到送达低压联箱，天然气的压力由高(13-14 bar)到低(2 bar)下降了 11-12 巴。这么大的压力差就意味着在天然气膨胀过程中，能量会以热量的形式释放出来。这种能量可以回收利用。

## 方 案

团队提出的方案是从汽轮机的压力差中回收能量用于发电，见图 2。采用天然气膨胀过程中释放的能量发电后，PT. Krakatau 钢铁公司从国家电力公司(PLN)购买的电能将会相应减少。

本方案需要以下设备：



- 1 台功率为 3MW 的涡轮膨胀器，天然气经过它以后体积会膨胀，因而压力会从 13-14 巴下降到 2 巴左右。根据不同的天然气计算流速，涡轮膨胀器能够使天然气输入流发生充分的变化(调节比约为 1:2)。
- 1 台能够和膨胀器连接的发电机，利用膨胀天然气释放的热量来发电。

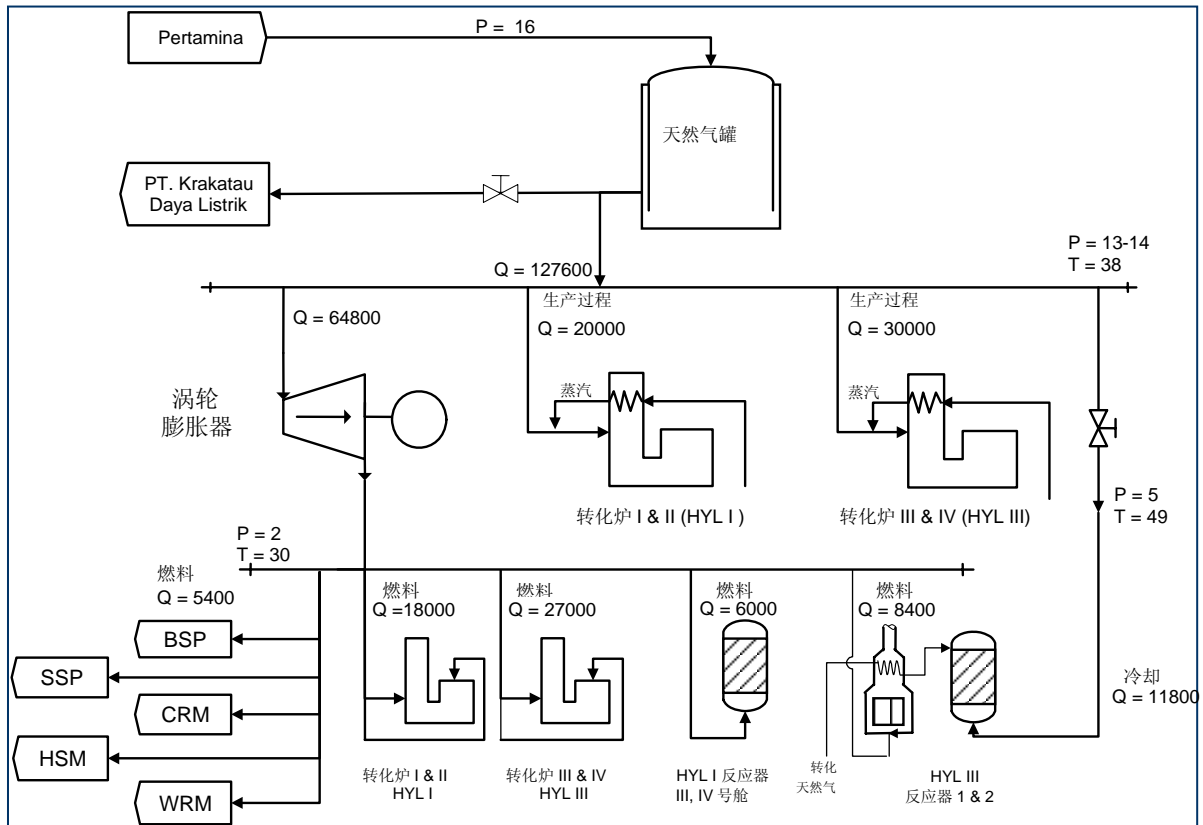


图 2 – 团队提出的天然气分配系统改进方案

表 2 显示了同时在 1 号和 2 号 DR 车间(DR 1 + DR 2)、仅在 2 号 DR 车间、在 2 号 DR 车间但仅针对 75%的天然气流量三种情况下实施此方案能够发电的预计总量。

表 2: 预计本方案能够生产电能的统计结果

项目	单位	条件		
		DR 1 + DR 2	DR 2	75% DR2
入口压力	kg/cm <sup>2</sup>	13.5	13.5	13.5
入口温度	°C	38	38	38
出口压力	kg/cm <sup>2</sup>	2	2	2
出口温度	°C	38	38	38
天然气流量	Kg/hr	44,028	27,721	20,791
预热器	KW	3,149	1,982	1,487
预热器出口温度	°C	149	149	149
电能输出	KW	2,856	1,719	1,232



除了发电，还有一个方案就是用天然气膨胀产生的热量直接去加热一些东西。HYL III 号反应器的炉顶天然气最有可能成为废热的热源。当压力降低到 2 巴时，炉顶天然气的温度为 400°C。目前，炉顶天然气必须进行淬火，以使其温度降低到环境温度。但是，炉顶天然气的质量却很差，因为它含有大量的粉尘，因此很难将其直接作为废热源。可通过采用热力油换热器从炉顶天然气中回收热量。这需要一个宽 2.8m、高 6m 的单通换热器。热力油吸收的热量随后就可以很容易地被输送到天然气供气管，用于预热天然气。废热的预热能力在 1487kW 到 3149 kW 之间，因此就能够节约相应总量的电能。这个方案看起来是可行的，但由于目前公司的工作侧重点是改进生产工艺，因此还没有得到实施。

## 结 果

### 财务效益

- 投资额：2,500,000 美元
- 每年节约成本：331,776 美元到 774,144 美元
- 投资回收期：3.10 年

### 环境效益

- 每年节约电能：7,464,960 到 17,418,240
- 每年减少温室气体排放量：5,375 到 12,541 吨 CO<sub>2</sub>

项目	单位	保守值	乐观值
发电能力	kW	1,200	2,800
电价	Rp/kWh	400	400
发电量(= 减少的电能消耗量)	kWh/year	7,464,960	17,418,240
节约电力成本	Rp/year	2,985,984,000	6,967,296,000
	US\$/yr	331,776	774,144
减少温室气体排放量 (kW X 0.724 吨 CO <sub>2</sub> /1000 kWh*)	吨 CO <sub>2</sub> /年	5,375	12,541

\*此数值为印尼发电业的标准温室气体排放系数

如需要更多信息，请联系：

### GERIAP 项目印尼国家协调中心

Dr. Ir. Tussy A. Adibroto or Msi Widiatmini Sih Winanti  
 BPPT - Jl. MH Thamrin 8  
 BPPT II building 20<sup>th</sup> floor  
 Jakarta, Indonesia  
 Tel: + 62 21 316 9758/68  
 Fax: + 62 21 316 9760  
 E-mail: [tusyaa@ceo.bppt.go.id](mailto:tusyaa@ceo.bppt.go.id), [widiatmini@yahoo.com](mailto:widiatmini@yahoo.com)

### GERIAP 项目印尼公司

Mr. Nurhudin  
 Krakatau Industrial Estate Jl. Industri No. 5 Cilegon  
 Banten, Indonesia



PT. KRAKATAU 钢铁公司: *用汽机膨胀和发电机产生的过量高压天然气发电*

Tel: + 62 21-5204003 / + 62 254 371134 / + 62 254 395176

E-mail: [nurhudin@teknologi.ks.co.id](mailto:nurhudin@teknologi.ks.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