

生物柴油项目的生命周期评价

董进宁, 马晓茜

(华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

摘要:应用生命周期评价(LCA)方法,以大豆制取生物柴油项目为研究对象,对大豆的种植、豆秆发电、豆油炼制、生物柴油制取、各段运输和生物柴油燃烧排放等 6 个子过程进行了清单分析,并分别计算出其能耗和对环境的影响。结果表明:每 kg 豆油制取生物柴油,对环境的总影响负荷为 9.69 毫人当量;生物柴油制取对环境的影响主要为 CO₂ 排放,全球变暖的影响占据首位;过程中整个系统共从环境吸收 CO₂ 22.264 kg,向环境释放 CO₂ 22.527 kg。得到生物柴油项目在减少温室气体排放上能起积极作用,与柴油相比生物柴油是一种环境友好项目的结论。

关键词:生命周期评价;生物柴油;制取;资源消耗;环境影响

中图分类号:TQ91;TK6

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2007)09-0059-05

Life cycle assessment on biodiesel production

DONG Jin-ning, MA Xiao-qian

(South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Six stages of the project of producing biodiesel by soybean such as soybean planting, soy-straw power generation, soybean oil refining, biodiesel production, the transportation and biodiesel combustion emission are analyzed by LCA. The energy consumption and the impact on environment in each stage are also collected and calculated. The results show that the total load of the impact on environment is 9.69 mPET. The main impact on environment by producing biodiesel is from the carbon dioxide emission, which also brings much impact on global warming. 1 kg of soybean oil can absorb 22.264 kg then release 22.527 kg of carbon dioxide. It can be found that the projects of producing biodiesel are positive in reducing the emission of greenhouse gases, and friendly to the environment.

Key words: life cycle assessment; biodiesel; production; resource consumption; environmental impact

石油资源逐渐枯竭,价格不断上涨,全世界都面临着能源短缺的危机。石油衍生燃料也带来一系列环境问题。寻找新的环境友好的替代能源成为全世界面临的迫切问题,因此生物柴油的制取成为解决资源紧缺的一种良好途径。我国是一个农业大国,动植物资源丰富,为生物柴油的大规模生产提供了必要条件。如能在油料作物资源集中地区,建设生物柴油厂,既缓解石油压力,又能增加农民收入,具有良好的经济性和社会效益。研究者对生物柴油的制取工艺研究较多,而对其全生命周期分析研究较少。为了掌握生物柴油的资源消耗和环境影响的全面数据,笔者就生物柴油项目进行生命周期评价。

1 生物柴油制取过程的生命周期清单分析

1.1 研究目标与研究范围

以我国油料作物大豆为研究对象,功能单位采

用 1 kg 大豆油。在进行生命周期分析时主要考虑大豆的种植、豆秆发电、豆油炼制、生物柴油制取、各段运输和生物柴油燃烧排放等 6 个子过程,其中,豆秆发电过程产生的能量直接供给生物柴油制取过程。对这 6 个子过程进行分析时,主要从环境影响和能耗 2 个方面进行编目分析。生物柴油项目全生命周期的编目分析如图 1 所示。

1.2 大豆的种植过程

1.2.1 大豆生长过程中吸收 CO₂ 量

我国大豆平均产量为 1 677.7 kg/hm²[1],假设大豆的产油率为 17%,则每生产 1 kg 大豆油需要大豆 5.88 kg,需要 3.51 × 10⁻³公顷种植面积的大豆。大豆是一种一年生的作物,它在一年内吸收 CO₂ 的量就是它在整个生长过程中吸收的量。大豆生长过程中吸收的 C 量为 1.73 t/(hm²·a)^[2],折合为产生 1 kg 豆油所需大豆种植过程吸收 CO₂ 22.264 kg。

收稿日期:2007-06-29

基金项目:广东省自然科学基金研究团队资助项目(项目编号:003045)

作者简介:董进宁(1983-),男,硕士,djinning@163.com;马晓茜(1964-),男,教授,博士生导师,主要从事高效低污染燃烧和生物质能的研究。

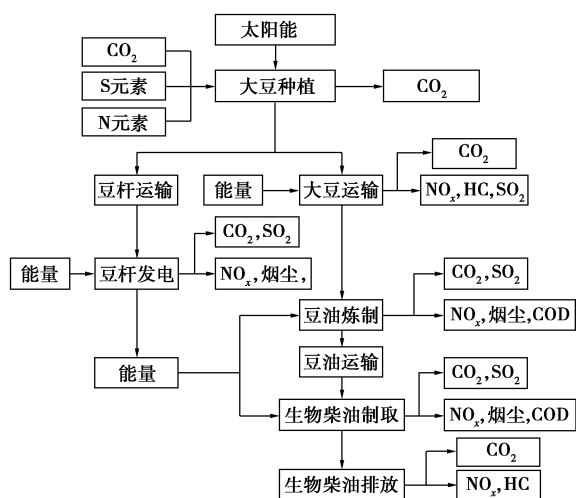


图 1 生物柴油制取项目全生命周期的编目分析

1.2.2 大豆种植过程中化肥的消耗

大豆种植所需氮磷钾肥分别以合成氨、普钙、硫酸钾为例,文献[3]指出每公顷需要氮 309.45 kg、磷 65.7 kg、钾 135 kg,折算为每公顷需氮磷钾肥分别为 375.76、495.93、301.154 kg。

(1)大豆种植过程的氮肥消耗,根据《中国节能技术政策大纲(2005 年修订征求意见稿)》知全国吨合成氨能耗(大、中、小加权平均)能耗为 1 699 kg 标煤,由文献[4-5]知合成氨的排放以煤为原料尾气为 SO₂ 2.28 kg/t、烟尘为 0.42 kg/t^[5]、合成每吨氨需要排放 3.4 t CO₂。

(2)大豆种植过程的磷肥消耗,参照《云南省主要工业产品能耗限额(试行)》可知普钙的综合能耗为每吨 133 kg 标煤,根据《普钙工业污染物排放标准》知每吨矿最大容许粉尘为 0.5 kg。由文献[6-7]可知每吨硫酸排放 0.202 kg SO₂,进一步可以折算出生产每吨普钙 SO₂ 的排放量为 0.0713 kg。

(3)大豆种植过程的钾肥消耗,目前我国平均电力的煤耗为 0.404 kg/kWh,由文献[8]可知每吨硫酸钾消耗硫酸 37.874 kg,能耗为 202.13 kg 标煤。每 kg 豆油的大豆在种植过程中化肥能耗与排放量见表 1。

表 1 1 kg 豆油的能耗与排放量

化肥名称	能耗/ kg(标煤)	SO ₂ 排放量/ kg	CO ₂ 排放量/ kg	烟尘排放量/ g
氮肥	2.2408	3.0070	4.3088	0.5539
磷肥	0.2315	0.3510		0.6040
钾肥	0.2137	0.0081		

由此 1 kg 豆油的大豆在种植过程中消耗

2.6860 kg 标煤,排放 SO₂ 3.3661 × 10⁻³ kg,排放 4.3088 kg CO₂,吸收 22.264 kg CO₂,排放烟尘 1.1579 × 10⁻³ kg。

1.2.3 大豆秸秆发电消耗排放

根据大豆秸秆的产量系数 1.0:1.6^[9]计算出每公顷大豆生产秸秆 2 684.32 kg。大豆秸秆中含 C 44.79%、N 0.85%、S 0.11%、低位发热量 16 146 kJ/kg^[10],生产 1 kg 大豆油所产生的大豆秸秆质量为 5.88 × 1.6 = 9.408 kg,燃烧秸秆烟尘(TSP)的排放因子为 5.85 g/kg^[11],当生物质秸秆与煤炭提供相同热量时,煤的 S 排放量是生物质秸秆的 7 倍,NO_x 排放量是生物质秸秆的 1.15 倍^[10],1 t 煤燃烧大约排放 20 kg SO₂、2.5 t CO₂、9 kg NO_x、125 kg 烟尘^[12]。设秸秆完全燃烧其 C 都以 CO₂ 的形式排放,SO₂、NO_x 排放完全符合以上条件,电厂发电效率为 20%,厂用电 10%,可知 1 kg 大豆油所产生的大豆秸秆发电产生热量 151 901.6 kJ,发电量 8.439 kWh,厂用电量 7.5951 kWh,供电量 7.5951 kWh,排放 SO₂ 0.0207 kg、CO₂ 15.4076 kg、NO_x 0.05681 kg、烟尘 0.055 kg。因此 1 kg 大豆秸秆发电过程供给电量折算为 3.0680 kg 标煤。

1.2.4 大豆炼油过程

生产豆油过程中煤用于燃烧加热,豆粕作饲料用,文献[13]可计算生产 1 kg 豆油消耗标煤 0.05911 kg,排放 SO₂ 0.001412 kg、CO₂ 0.17655 kg、NO_x 6.36 × 10⁻⁴ kg、烟尘 0.008828 kg。

1.2.5 生物柴油制取过程

生物柴油的生产采用氢氧化钠作催化剂的酯交换反应,由于氢氧化钠作催化剂需要的量极少,因此可忽略,产生的甘油可用于工业产品。综合文献[14-16]可计算出每吨甲醇排放 SO₂ 2.0 kg、CO₂ 120.8 kg、NO_x 0.1 kg、烟尘 1.0 kg。

豆油转换成生物柴油的能耗为 1 MJ 生物柴油的能量需要消耗 1.0801 MJ 能量^[17],由文献[18]可知生物柴油热值为 36.36 MJ/kg,折算为生产 1 kg 生物柴油的能耗为 1.3405 kg 标煤。故 1 kg 豆油转化成生物柴油消耗 1.3405 kg 标煤,排放 SO₂ 0.4314 × 10⁻³ kg、NO_x 0.02157 × 10⁻³ kg、CO₂ 26.0566 × 10⁻³ kg、烟尘 0.2157 × 10⁻³ kg。

1.2.6 生物柴油的燃烧排放

纯生物柴油的 CO 排放量为 1.85 g/kWh,HC 为 1.04 g/kWh,NO_x 为 13.90 g/kWh,柴油机功率 6.7584 kW,柴油消耗量 1.624 kg/h^[19],SO₂ 的排放

量为0,生物柴油中各种甲酯的含量与豆油中脂肪酸的相对含量是一致的^[14],因此生物柴油中的碳的质量分数为77.2%,每kg生物柴油燃烧CO₂排放量为2.831 kg,由此可知1 kg豆油制取的生物柴油排放CO 7.4787 g、HC 4.2042 g、NO_x 56.1915 g、SO₂ 0 g、CO₂ 2.597 kg。

1.2.7 运输转移

假设大豆炼油厂、秸秆发电厂、生物柴油制取厂都建设在大豆产地附近,使用5 t载重汽车运输,路面为公路,运输距离为20 km。

(1) 运输能耗

公路运输的单位汽油为0.0706 L/(t·km),汽油密度为0.72 g/cm³,则运输5.88 kg大豆,运输20 km,消耗汽油 8.302×10^{-3} L,质量为 5.978×10^{-3} kg,汽油热值为33.22 MJ/L, 8.302×10^{-3} L汽油相当于 9.412×10^{-3} kg标煤^[20]。运输9.408 kg大豆秸秆,运输20 km,消耗汽油 13.284×10^{-3} L,质量为 9.564×10^{-3} kg, 13.284×10^{-3} L汽油相当于 15.061×10^{-3} kg标煤。运输1 kg豆油,20 km消耗汽油 1.412×10^{-3} L,质量为 1.016×10^{-3} kg, 1.412×10^{-3} L汽油相当于 1.601×10^{-3} kg标煤。

(2) 运输对环境的影响

表3 1 kg豆油制取生物柴油生命周期的清单

生产过程	CO ₂ 排放量/kg	SO ₂ 排放量/kg	NO _x 排放量/kg	烟尘排放量/kg	HC 排放量/kg	CO 排放量/kg	能耗/kg(标煤)
种植过程	-17.955	3.366×10^{-3}		1.158×10^{-3}			2.686
大豆运输	3.998×10^{-3}		6.586×10^{-5}		2.352×10^{-5}	2.023×10^{-4}	9.412×10^{-3}
秸秆发电	15.41	2.07×10^{-2}	5.681×10^{-2}	5.5×10^{-2}			-3.068
秸秆运输	6.397×10^{-3}		1.054×10^{-4}		3.763×10^{-5}	3.236×10^{-4}	1.328×10^{-2}
大豆榨油	0.1766	1.412×10^{-3}	6.36×10^{-4}	8.828×10^{-3}			5.911×10^{-2}
豆油运输	6.8×10^{-4}		1.12×10^{-5}		4.0×10^{-6}	3.44×10^{-5}	1.601×10^{-3}
生物柴油制取	2.606×10^{-2}	0.4314×10^{-3}	2.157×10^{-5}	2.157×10^{-4}			1.341
生物柴油排放	2.597	0	5.619×10^{-2}		4.204×10^{-3}	7.479×10^{-3}	
总排放量	0.2631	0.02591	0.1138	0.0652	4.269×10^{-3}	8.039×10^{-3}	1.042

(2) 环境排放清单分析结果

生物柴油制取中废弃物排放主要为废气。每1 kg豆油制取生物柴油项目中,废气中排放量最大的是CO₂为0.2631 kg,其次是NO_x为0.1138 kg,烟尘为0.06520 kg,SO₂为0.02591 kg,CO为0.008039 kg,HC为0.00042694 kg,其他忽略不计。通过分析CO₂的排放,发现其主要来自秸秆燃烧发电过程。其他废气的排放(NO_x、烟尘、SO₂)也呈相似格局。因此削减秸秆发电过程中的废气排放量是削减生物柴油制取项目废气排放的主要途径。但与制取石化柴油相比,其废气排放总量和各种废气排放单量都

汽车内燃机排放对人体和环境影响最大的污染物主要是CO、NO_x、HC、CO₂,目前国内内燃机废气排放水平是汽油车每行驶1 km,排出CO 8.6 g、NO_x 2.8 g、HC 1.0 g、CO₂ 170 g^[12]。在运输过程中排放物全部由5 t汽车平均分担,故各生产阶段运输过程中的排放量见表2。

表2 各生产阶段运输过程中废气的排放量

运输阶段	大豆运输	大豆秸秆运输	豆油运输
CO 排放量/g	0.2023	0.3236	0.0344
NO _x 排放量/g	0.06586	0.1054	0.0112
HC 排放量/g	0.02352	0.03763	0.004
CO ₂ 排放量/g	3.9984	6.3974	0.68
能耗/kg(标煤)	9.412×10^{-3}	13.284×10^{-3}	1.601×10^{-3}

1.2.8 清单分析

(1) 生物柴油制取生命周期内的排放清单

假定设整个生命周期过程中排放的CO₂完全供给大豆生长过程中吸收,秸秆发电过程供给的电量折算为等价标煤,完全供给生命周期过程中的能源、资源消耗,产生1 kg豆油制取生物柴油的生命周期向环境排放的清单见表3。

大大减少^[21]。

2 生命周期的影响评价

2.1 环境影响评价

环境影响评价包括定量和定性评价。按照国际标准化组织的ISO 14040的框架,影响评价包括3个步骤:分类、特征化和加权评估。上述清单分析结果,只表达了各种输入和输出的相对值大小,因为各种排放因子对生态系统和环境变化的贡献不同,所以需要进行生命周期影响评价,将清单分析的结果转化为既容易理解,又能反映环境影响潜值的指标。

2.2 环境影响类型的确认

根据清单分析的结果,生物柴油项目可能造成的资源耗竭和潜在环境影响为全球性的全球变暖(GW),地区性的酸化(AC)和富营养化(NE),局地性的烟尘和灰尘(SA)。

2.3 资源耗竭系数

资源耗竭系数通过一次能源消耗来表征,在此将能源作为资源进行评价,秸秆发电产生的电量折算为等价标煤,供给生命周期过程中能源资源消耗,则整个过程中能耗和资源消耗情况如表 4 所示。

表 4 生物柴油制取项目的一次性资源能耗

燃料及原料	总耗能/MJ	燃料质量/kg
汽油	0.7119	0.01656
煤	29.8158	1.0176
总计	30.5277	

由于上述消耗量只表达了资源的绝对消耗量,并没有反映其相对大小,故此采用资源消耗基准^[21]进行标准化。由大豆的生长周期是 1 年,得出煤、油等资源消耗潜值,见表 5。其单位为毫人当量,反映了秸秆发电所耗资源占人均资源消耗量的比重(以 1990 年为基准)。经标准化后的资源消耗中煤依然为主要部分,占 98.45%,油占 1.55%。标准化后的资源消耗仅仅反映各种资源消耗的相对大小,并没有反映该资源的稀缺性。因此进一步采用表 5 中的权重进行加权分析,计算资源耗竭系数。考虑了资源的稀缺性后,煤的消耗比重降为 85.95%,而油则升为 14.05%。由于我国能源结构中煤的消耗占据主要地位,即使经过加权分析后,仍然没有改变整个能源消耗的格局,较真实地反映了资源消耗与资源耗竭之间的关系。

表 5 标准化后的生物柴油制取的资源消耗

资源	标准化后的资源消耗/ 可供应期 ^[21] /		加权后的资源消耗/ mPR _{w90}
	mPE _{w90}	a	
油	0.028	43	0.0007
煤	1.773	170	0.0104

表 8 豆油制取生物柴油的环境影响潜值标准化和加权分析

标准化	影响潜值/kg·a ⁻¹	标准化基准 ^[21] / kg·人 ⁻¹ ·a ⁻¹	标准化后的影响潜值/ mPE _{China,90}	权重因子 ^[21]	加权后影响潜值/ mPE _{China,90}
全球变暖(GW)	36.708(CO ₂ eq.)	8700(CO ₂ eq.)	4.22	0.83	3.503
酸化(AC)	0.10557(SO ₂ eq.)	36(SO ₂ eq.)	2.93	0.73	2.139
富营养化(NE)	0.15367(NO ₃ ⁻ eq.)	61(NO ₃ ⁻ eq.)	2.52	0.73	1.840
烟尘和灰尘(SA)	0.06520	18	3.62	0.61	2.208

2.4 环境影响负荷

2.4.1 环境影响潜值计算

(1) 全球变暖

将各种废气排放转化为全球变暖潜值 GW(100 年),得出总 GW 为 36.708 kg CO₂eq./a(见表 6),其中主要贡献来源于 NO_x(99.20%),其他如 CO₂(0.72%)、CO(0.04%)、HC(0.03%)对全球变暖的影响很小可以忽略。

表 6 1 kg 豆油制取生物柴油全球变暖影响潜值

排放物质	总排放量/ kg	效应当量因子 EF ^[21] (GW)/ g·g ⁻¹	影响潜值 EP(GW)/ kg·a ⁻¹
CO ₂	0.2631	1(CO ₂ eq.)	0.2631(CO ₂ eq.)
NO _x	0.1138	320(CO ₂ eq.)	36.416(CO ₂ eq.)
CO	8.039 × 10 ⁻³	2(CO ₂ eq.)	0.0161(CO ₂ eq.)
HC	4.269 × 10 ⁻³	3(CO ₂ eq.)	0.0128(CO ₂ eq.)
合计			36.708(CO ₂ eq.)

(2) 酸化

酸化影响潜值计算见表 7。总酸化影响潜值为 0.10557 kg SO₂eq./a,主要贡献来源于 NO_x(75.46%)。

表 7 1 kg 豆油制取生物柴油酸化影响潜值

排放物质	总排放量/ kg	效应当量因子 EF ^[21] (AC)/ g·g ⁻¹	影响潜值 EP(AC)/ kg·a ⁻¹
SO ₂	0.02591	1(SO ₂ eq.)	0.02591(SO ₂ eq.)
NO _x	0.1138	0.7(SO ₂ eq.)	0.07966(SO ₂ eq.)
合计			0.10557(SO ₂ eq.)

(3) 富营养化

富营养化的主要物质为 NO_x,其效应当量因子为 1.35 g/g,其环境影响潜值为 0.15363 g/g。

2.4.2 环境影响潜值的标准化

对以上所计算的各类环境影响潜值(全球、地区和局地)采用其相应的标准化基准进行标准化,从而比较其相对大小,结果见表 8。

2.4.3 加权评估及环境影响负荷

对上述标准化后的影响潜值进行加权,并计算其总环境影响负荷每 kg 豆油在制取生物柴油中为 9.69 毫人当量。各种环境影响类型的相对贡献为制取生物柴油对环境的主要影响为全球变暖(36.15%),其次是烟尘和灰尘(22.79%)、酸化(22.07%)、富营养化(18.99%)。即说明,在生物柴油制取中,全球性影响占据首位,其次是局地性影响,而地区性影响则最小。

3 结论

(1)以大豆制取生物柴油为例,1 kg 豆油制取生物柴油过程中整个系统共从环境吸收 CO₂ 22.264 kg,向环境释放 CO₂ 22.5271 kg。

(2)运输阶段消耗 24.29×10^{-3} kg 标煤,排放 CO 0.56×10^{-3} kg、NO_x 0.1825×10^{-3} kg、HC 4.2694×10^{-3} kg、CO₂ 11×10^{-3} kg,对环境贡献很小,说明运输阶段的收集半径不是决定全系统环境性的决定性因素;

(3)生物柴油制取过程中秸秆发电提供能量 7.5951 kWh,大大减少了生物柴油制取的资源和能源消耗,为社会节能降耗做出了积极贡献;

(4)虽然生物柴油制取的全球性影响大于局地性影响,地区性影响最小,但是其影响远远小于制取石化柴油对环境的影响,说明该系统环境性完善,是一种环境友好的项目。

参考文献

- [1] 中国农业年鉴编委会. 中国农业年鉴 2005[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005. 492 - 493.
- [2] 王修兰. 全球农作物对大气 CO₂ 及其倍增的吸收量估算[J]. 气象学报, 1996, 54(4): 466 - 473.
- [3] 撒德山, 王金龙. 种大豆不能不施肥[J]. 中国农村科技, 2007(1): 19.
- [4] 吴堂, 何有光. 合成氨工艺清洁生产分析[J]. 辽宁城乡环境科技, 2001, 21(4): 42 - 44.
- [5] 陈冠荣. 对我国化肥工业布局调整提出建议[J/OL]. <http://www.xb-nz.com/1111/xinwen/071901.htm>. 2006 - 5 - 8.
- [6] 李惠跃. 普钙厂技术改造的可靠途径[J]. 化肥工业, 2000, 27(2): 3 - 6.
- [7] 郭景芝. 国外硫酸工艺技术进展[J]. 化工生产与技术, 2003, 10(3): 25 - 29.
- [8] 任杰. 以混合盐为原料浮选法生产硫酸钾试车情况分析[J]. 中国井矿盐, 1998(3): 42 - 44.
- [9] 谭支良. 秸秆资源的开发利用潜力及途径[J]. 自然资源学报, 1995, 10(1): 73 - 78.
- [10] 李刚. 生物质能源化利用与硫循环[J]. 可再生能源, 2004(4): 39 - 40.
- [11] 曹国良, 张小曳, 王丹, 等. 秸秆露天焚烧排放的 TSP 等污染物清单[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(4): 800 - 804.
- [12] 邹治平, 马晓茜. 太阳能热力发电的生命周期分析[J]. 可再生能源, 2004(2): 12 - 15.
- [13] 农业部乡镇企业局. 食用植物油工业生产与污染防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991.
- [14] 徐元浩, 叶盛焱, 陈忠祥, 等. 生物柴油的实用性研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2005.
- [15] 鲁东霞. 以煤制甲醇的清洁生产技术[J]. 中国资源综合利用, 2005(11): 8 - 11.
- [16] 吴鹏鸣. 300 kt/a 甲醇投资分析[J]. 石油化工技术经济, 2003, 19(6): 22 - 25.
- [17] John Sheehan, Vince Camobreco, et al. An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles[R]. National Renewable Rnerny Laboratory, 1998.
- [18] 忻耀年, Sondermann B, Emersleben B. 生物柴油的生产和应用[J]. 中国油脂, 2001, 26(5): 72 - 77.
- [19] 江清阳. 生物柴油的试制及其在柴油机上排放特性的研究[D]. 江苏: 江苏大学, 2003.
- [20] 邹治平, 马晓茜, 赵增立, 等. 水利发电工程的生命周期分析[J]. 水利发电, 2004, 30(4): 53 - 55.
- [21] 杨建新, 徐成, 王如松. 产品生命周期评价方法及应用[M]. 北京: 气象出版社, 2002. ■

空气产品公司与国丰钢铁签订第 3 份合同 新空气分离工厂(ASU)将在华北唐山建成

空气化工产品公司日前宣布再次取得唐山国丰钢铁有限公司(前称新丰钢铁集团)工业气体供应合同。这也是空气产品公司自 2003 年以来与国丰钢铁签订的第 3 份长期合同,为国丰钢铁位于河北的钢铁厂提供氧气、氮气和液态氩。

新空分工厂即将毗邻国丰钢铁建设,并计划于 2008 年底投产。该工厂将成为空气产品公司在唐山为国丰钢铁建立的第 3 座空分工厂。第 1 座空分厂于 2005 年年中投产,第 2 个将于 2007 年底投入使用。现场提供的氧气、氮气和液态氩将用于国丰钢铁的鼓风机和氧气顶吹转炉。

国丰钢铁总经理张震先生表示:“空气产品公司的安全及技术水平,服务效率及对客户的承诺给我们留下了非常深刻的印象,我们很高兴能与空气产品公司签订新的合

同,推进业务的进一步发展”。

空气产品公司亚洲区总裁莫弗邦先生表示:“自 1999 年以来,国丰钢铁公司一直是空气产品公司的战略客户。我们能够再次成为国丰钢铁的合作伙伴,协助他们公司下一阶段的扩展感到非常荣幸。这进一步表明了这一长期客户对空气产品公司的产品及服务满意”。

唐山是河北省主要工业城市,也是华北地区领先的钢铁生产中心之一。国丰钢铁建有 9 座生产厂,年钢铁产量达到 700 万 t。中国炼钢业每年以 16% ~ 18% 的速度增长,年产量超过 4.2 亿 t。

新空分工厂将主要由空气产品公司在中国的工程中心和制造中心负责建造和设计。(于亚楠)