

使用现场氮气发生器直接还原铁矿的 HYL 工艺

用于直接还原铁矿石的 HYL 工艺

HYL 工艺旨在通过在固体气体移动床反应器中使用还原气体，将铁矿石（颗粒/块状矿石）转化为金属铁。通过基于氢气（H₂）和一氧化碳（CO）的化学反应，从铁矿石中去除氧气（O₂），从而生产出高度金属化的直接还原铁（DRI）/热压块铁（HBI）。

HYL 工艺目前是以 "Energiron" 商标销售的。

直接还原铁矿石的 HYL 工艺是 Hojalata y L.mina, S.A.（后来被称为 Hylsa）在 50 年代初开始的研究工作的成果。在对这一概念进行初步评估后，决定安装一个使用隧道炉的工艺，并进行了几次运行。第一批是在 1950 年 7 月 5 日通过使用一个古老的炉子（已建成的加热板）进行的。一部分大小为 12 毫米至 25 毫米的碎矿石与 40% 的焦炭和 15% 的石灰石混合，其颗粒度与矿石相同。这种混合物被放入粘土坩埚和两个铁管中，每个铁管的直径为 100 毫米，长度为 1 米。生产了 20 公斤的优质 DRI。

第一个以气体为基础的工厂，其设计能力为每天 50 吨，但无法达到可接受的金属化水平。在其运行的 18 个月中，它经历了几次改变，包括安装一个天然气重整器，以改善还原气体。最后，在 1955 年初，它的运行被暂停。在这次令人沮丧的尝试之后，进行了几次实验，并组建了一个试验工厂，以测试新的想法。当这个试验工厂投入运行后，它开始成功地生产高质量的还原铁，速度为每天 30 吨。它很快就达到了每天近 60 吨的系统生产。

随着以气体为基础的 HYL 直接还原工艺成功地生产出直接还原铁，开始研究设计第一个日产 230 吨 DRI 的商业工厂。第一个工业规模的直接还原工厂于 1957 年 12 月 5 日投入运营。Hylsa Monterrey 1-M 工厂是一个固定床反应器或间歇式工艺，最初的能力是每年生产 75,000 吨 DRI。它一直持续运行到 1991 年，只差整整 35 年的生产。1978 年，美国金属协会指定 Hylsa 的 HYL 工艺厂 1-M 为历史里程碑，因为它是直接还原炼铁技术的第一个成功的工业实施。然而，由于其批次性，这种技术的竞争力是有限的。

到 1970 年底，1970 年的世界 DRI 总产量达到 79 万吨，其中 68 万吨是由 HYL 工艺厂生产的。然而，HYL 预见到，由于其批次性，这种技术的竞争力将是有限的。出于这个原因，1967 年启动了一项研究计划，开发一种连续（移动床）工艺，1980 年 5 月在墨西哥蒙特雷的 Hylsa 公司启动了第一个工业工厂，这是在其第一个 HYL 工厂成功后的 23 年。新的连续竖炉工艺被称为 HYL III。新的工艺概念带来了更高的工厂生产力、更高的 DRI 质量、更低的能源消耗和更简单的工厂操作。

HYL III 这个名字被选中，代表了第三代的 HYL 技术。第二代（HYL II）基本上是对原始固定床工艺的修改，旨在提高效率和减少天然气消耗。在该工艺的发展阶段，进行了两项重要的修改，即（i）在还原气再加热炉中使用高温合金管，允许将气体加热

到更高的温度，和 (ii) 将加热炉的数量从原来的四个单元减少到两个单元。在 HYL II 工艺中，还原气（富含 CO 和 H₂）是通过镍基催化重整产生的。然而，HYL II 工艺从未被商业化，因为 HYL III 工艺的出现提供了显著的优势。

从那时起，HYL III 移动床工艺中已经有了一些改进。1986 年，在还原气体回路中加入了二氧化碳去除系统，这使得生产力、能源消耗和 DRI 质量得到了显著的改善。改造后的气体消耗量减少了约 50%，竖炉的生产率也增加了约 50%。

1995 年，通过在还原气加热器和竖炉入口之间的传输线上注入 O₂，部分燃烧技术被纳入 HYL 工厂。该方案允许大幅提高还原气体的温度，并进行原位重整。这减少了大约 25% 的重整气体消耗，提高了竖炉的生产率。1988 年，总的天然气进料和向竖炉（还原反应器）注入 O₂ 导致了 "HYL 自重整方案"，其中重整气的补给量减少到了零。这种少重整炉的方案被命名为 HYL ZR 工艺，并于 1998 年 4 月在 Hylsa 4M 工厂和 2001 年 7 月在 Hylsa 3M5 工厂成功应用。

1988 年引入了直接还原的球状/块状矿石的涂层。1993 年引入了气动运输系统（Hytemp 技术）和热 DRI 送入 EAF。1994 年，HYL 开始生产高碳（C）DRI，C 含量为 3% 至 5%。1997 年，世界上第一个双卸料（DRI 和 HBI）工厂设计投入运行。

在 2000 年期间，100% 的块状矿石被成功地用于常规的基础上。2001 年，基于 HYL ZR（零转化器）无转化器技术的微型模块（20 万吨/年）工厂被引进。基于煤气化和焦炉煤气（COG）的 HYL ZR 工艺装置也被引进。此外，年内还提供了设计能力为 250 万吨/年的单一模块的 DR 工厂。在微型模块和年产 250 万吨的单一模块之间，还有年产 50 万吨、80 万吨、120 万吨和 160 万吨的模块可供选择。

最初的开发工作是由 Hylsa 完成的。1977 年，Hylsa 成立了一个新的运营部门（HYL 技术），目的是正式开发直接还原技术并将其商业化。2005 年，Techint Technologies 收购了 HYL technologies。后来这个部门被称为 Tenova HYL。2006 年，特诺瓦和达涅利结成战略联盟，以新的 "Energiron" 商标设计和建造基于气体的直接还原工厂。Energiron 是特诺瓦公司和达涅利公司联合开发的创新的 HYL 直接还原技术，其名称来源于独特的 DRI 产品，使该技术区别于其他现有工艺。

工厂和设备

HYL 直接还原工厂主要由以下工厂和设备及其特点组成。

- 一个容纳移动床的还原轴炉。这个竖炉有一个装铁料的系统和一个产品排放系统。
- 还原气回路，由工艺气体加热器、顶部气体换热器、顶部气体淬火/擦洗装置、还原气回收压缩机、加湿塔和淘汰桶组成。
- 炉子的运行是以最小的天然气和水的消耗以及 O₂ 的注入来进行的。
- 产品排放系统可以有 (i) 用于冷 DRI 生产的冷却器，(ii) 用于 HBI 生产的热压块机，和/或 (iii) Hytemp 气动运输系统，将热 DRI 直接从竖炉转移到电弧炉（EAF）。
- 一个外部冷却气体回路，由淬火/擦洗装置和冷却气体循环压缩机组成。

- 一个基于 PSA（变压吸附）的吸附系统，用于从还原气流中去除二氧化碳（CO₂）。
- 铁矿石处理设备，包括铁矿砂仓、传送带、筛分站、球团涂层系统、进料输送机，以及采样和称重装置。
- DRI 处理系统，包括输送机和相关设备，用于运输冷 DRI。
- 冷却塔，以及过滤设备和泵。
- 工艺冷却水系统，基于闭合回路，以尽量减少水的消耗，带有澄清器和沉淀池。
- 一个过程控制和仪表系统，使用基于微处理器的分布式控制。
- 变电站、电动机和照明。
- 通常基于氮气（N₂）的惰性气体系统。
- 一个空气压缩机

工艺描述

Energiron 直接还原工艺（HYL 工艺）使用竖炉还原法来生产 DRI。它旨在通过在固体气体移动床竖炉中使用还原气体，将铁球/块矿转化为金属铁。通过基于 H₂ 和 CO 的化学反应将 O₂ 从铁矿石中去除，从而生产出高度金属化的 DRI。

直接还原法的工艺流程示意图见图 1。

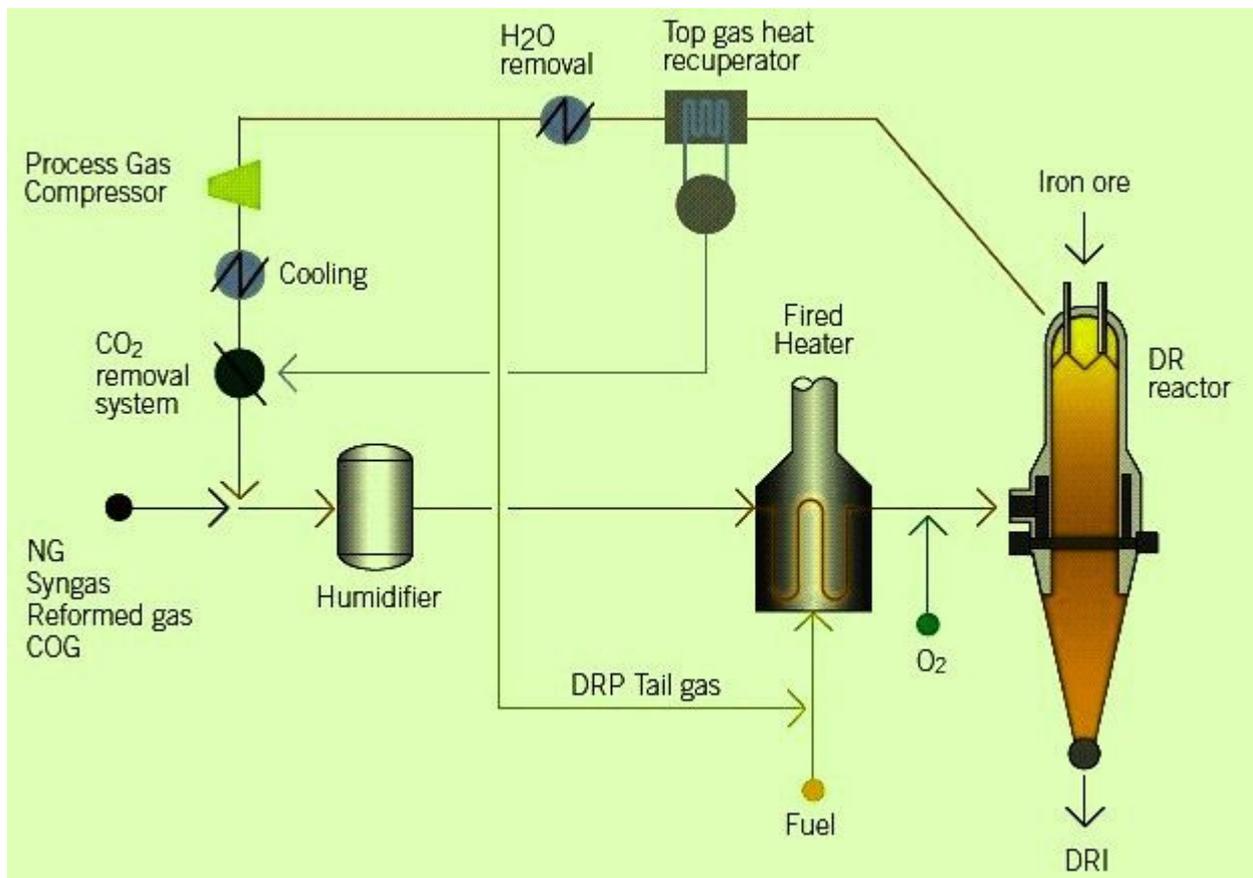


图 1 直接还原法的工艺流程示意图

Spire Doc.

Free version converting word documents to PDF files, you can only get the first 3 page of PDF file.

Upgrade to Commercial Edition of Spire.Doc <<http://www.e-iceblue.com/Introduce/word-for-net-introduce.html>>.