

YB

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T XXXXX—XXXX

高炉工序节能诊断技术规范

Technical specification for energy saving diagnosis of blast furnace

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会（SAC/TC183）归口。

本文件起草单位：中冶赛迪集团有限公司、冶金工业信息标准研究院、山东慧敏科技开发有限公司、中天钢铁集团有限公司。

本部分主要起草人：肖学文、杨芸、仇金辉、邹忠平、胡芝春、王姜维、张若鹏、吕爽、田凤军、李存生、李恩健、王郢、张俊杰、张绍强。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

# 高炉工序节能诊断技术规范

## 1 范围

本文件规定了高炉炼铁工序节能诊断的术语和定义、一般性原则、节能诊断方法、诊断要点、节能诊断工作程序、节能诊断报告编写要求等内容。

本文件适用于长流程钢铁生产企业高炉炼铁工序节能诊断技术。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2587 用能设备能量平衡通则
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 3484 企业能量平衡导则
- GB/T 13234 用能单位节能量计算方法
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 21256 粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额
- GB/T 21368 钢铁企业能源计量器具配备和管理要求
- GB/T 28749 企业能量平衡网络图绘制方法
- GB/T 28750 节能量测量和验证技术通则
- GB/T 28751 企业能量平衡表编制办法
- GB/T 32045 节能量测量和验证实施指南
- GB/T 34193 高炉工序能效评估导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

高炉工序能效标杆 **energy efficiency benchmark of blast furnace**

用能企业在某一时期选定的要达到或超越的高炉工序能效水平。

## 4 一般性原则

### 4.1 专业性原则

节能诊断实施机构应具备但不限于以下条件：

a) 应拥有数量足够且经验丰富的，在高炉设计、生产、维护领域，具备高水平工艺、设备、公辅专业知识能力的工程技术人员，应挑选合适的技术人员组成专家组并开展工作；

b) 专家组成员的专业领域应覆盖高炉炼铁、燃气、制氧、热力、空压、给排水、供配电等诊断工作所需的专业，必要时还需要配置通风除尘、固废、环保等专业；

c) 专家组成员应熟悉高炉炼铁生产的实际情况，熟悉节能诊断工作的内容要求、评价标准、工作流程等。

#### 4.2 真实性原则

被诊断企业提供的资料应保证内容的完整性、数据的真实性，节能诊断实施机构应结合现场调研情况对收集的资料、数据的真实性做出分析判断，本着认真负责的态度对被诊断企业高炉工序用能情况进行分析诊断，确保结果的真实性。

#### 4.3 系统性原则

应对高炉工序进行系统性诊断和分析，涵盖其能源输入存储、输送分配、加工转换、使用耗散的全过程。具体如下：

a) 节能诊断应按照工作计划有分工、有步骤地开展；

b) 节能诊断报告宜依照本文件的要求编制，形成完善、规范的系统性节能降耗解决方案；

c) 节能诊断后提出的节能措施，不仅要分析其对高炉炼铁工序的影响，还应考虑其对上下游工序带来的综合影响。

#### 4.4 实操性原则

应根据被诊断企业的特点，提出科学、合理、具有可操作性的节能措施及建设方案、用能工艺调整意见、能源计量器具配备方案和能源管理制度完善措施等意见，应提出上述改进措施的投资估算、实施后的效益测算以及措施实施所需工期；尽可能避免在节能诊断中仅作原则性、方向性的描述。

#### 4.5 可靠性原则

提出的节能措施及建设方案，应采取成熟可靠的技术和装备，应在行业内有成功的实施案例，对于前瞻性或首次应用的技术措施，应在诊断报告中予以阐明，并做合理性和可行性论证。

### 5 节能诊断方法

#### 5.1 标准对照法

通过对照相关节能法律法规、政策、技术标准，对被诊断企业的能源利用是否先进合理进行分析对比，包括工序中各类能源消耗指标、工序综合能耗指标、工艺路线是否先进合理、工艺装备和耗能设备是否属于政策法规中的淘汰、限制类装备。

#### 5.2 类比分析法

与处于行业领先水平的高炉工序能效标杆企业进行对比，可以选择装备类似的标杆企业（高炉有效容积接近或同等级），也可以根据被诊断企业实际情况，选择更大有效容积的高炉，分析判断被诊断企业的能源利用是否先进合理。类比分析法具有时效性，专家应判断所选取的高炉工序能效标杆企业对比时段的能效水平是否达到国内领先或先进水平。采用类比分析法时，专家应提供类比高炉工序节能措施的相关信息，提出有可操作性的节能措施。

#### 5.3 数据分析法

通过对高炉工序较长时间段内的生产操作数据、原燃料质量数据和能耗数据的对比，分析其能效水

平较高时间段内的外部条件和操作调整措施，寻找稳定保持高炉工序高效水平的规律和方法；通过对上述数据的分析，依据高炉生产的冶金学原理，发掘能效水平的提升空间，提出有可操作性的节能措施。

#### 5.4 专家判断法

在采用上述三种节能诊断方法的同时，利用专家经验、知识和技能，对高炉工序能源利用水平、各类节能降耗措施是否先进合理配置进行判断，对企业能源利用存在的问题集中商议，充分考虑运用国内外先进成熟技术和具体实践，提出有可操作性的节能措施。

### 6 诊断要点

#### 6.1 边界划分与诊断范围

高炉工序边界以原燃料及耗能工质输入为起点，以工序产品铁水及副产品炉渣、煤气、除尘灰、蒸汽（热水）、电能输出为终点，边界划分示意图如图 1 所示。

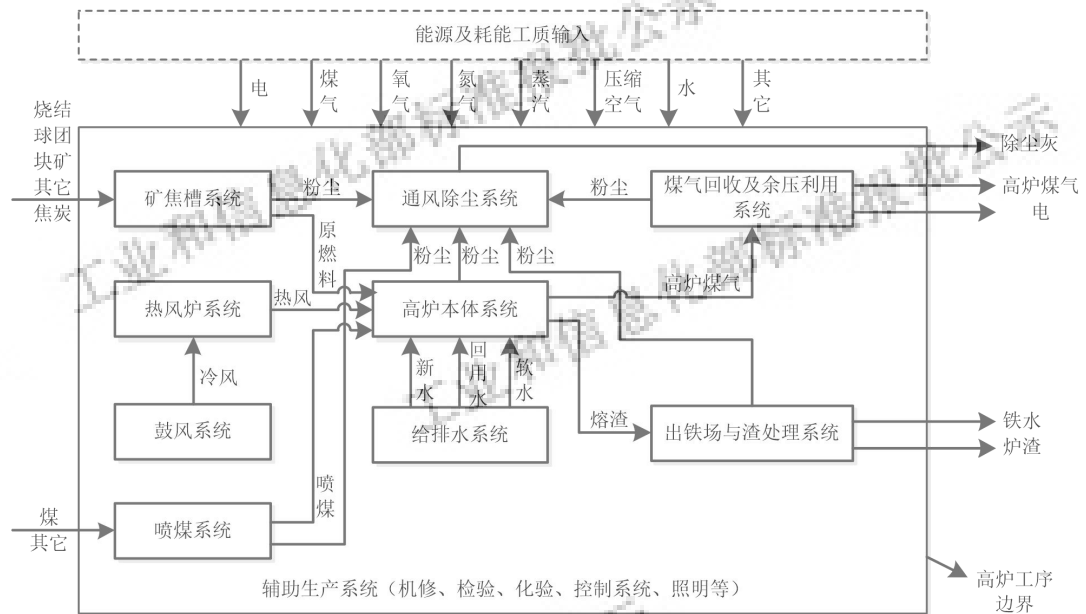


图 1 高炉工序边界划分示意图

高炉工序能耗诊断范围应包括高炉本体系统、出铁场及渣处理系统、热风炉系统、鼓风系统、喷煤系统、矿焦槽系统、煤气回收机余压利用系统、给排水系统、通风除尘系统等；不包括铁水运输、生铁铸造、水渣处理等产品及副产品的输送和加工；机修、检验、化验、计量、生产管理和调度、采暖或制冷、照明、生活设施等是否包括在节能诊断工作范围可由双方成立的联合工作组商议确定。

#### 6.2 资料收集

##### 6.2.1 主要工艺和设备

6.2.1.1 每座高炉主要工艺装备配置及其主要技术参数，包括但不限于矿焦槽及上料系统、炉顶、炉体、风口平台及出铁场、热风炉、渣铁处理、煤粉制备及喷吹、高炉鼓风、高炉煤气净化及煤气余压利用、给水排水、通风除尘、脱硫脱硝（如有）等设施，高炉和热风炉投产或上次大修时间。

6.2.1.2 每座高炉原料结构，入炉品位，入炉原料全铁、亚铁、碱度、转鼓、还原性、RDI、熔化特性、

平均粒度、入炉粉末率等技术指标，入炉燃料（含喷吹煤粉）固定碳、抗碎强度、耐磨强度、反应后强度、反应性、灰分、挥发分、硫分、水分、有害元素、平均粒度、入炉粉末率等技术指标。

6.2.1.3 上1年按月统计的铁水产量及其成分和温度，炉渣量及其成分和温度，除尘灰量及其成分等。

6.2.1.4 上1年按月统计的高炉利用系数、焦比、煤比、焦丁比、风量、风温、风压、富氧率、鼓风湿度、炉顶压力、炉顶煤气温度、风口风速、鼓风动能、理论燃烧温度、风口面积、炉顶煤气利用率、炉顶煤气成分、全炉热负荷等主要技术指标，矿批重量，焦批重量，焦炭负荷，布料矩阵，每月风口破损数量，高炉悬料、滑料、管道等异常炉况次数，高炉休风率等主要操作参数。

6.2.1.5 上1年按月统计的能源消耗种类、能源实物消耗量和回收量、能源性能参数等指标，单位产品能耗成本占铁水成本指标，高炉工序能源价格数据（焦炭、煤、电、工业新水、循环水、软水、蒸汽、煤气、氧气、氮气、压缩空气、风等）。

6.2.1.6 以炼铁厂（含多个高炉）或单座高炉作为耗能设备开展能效评估，每座高炉各工艺装备设施消耗或回收的各类能源原则上都计为此高炉的输入或输出能源。对于诊断过程中判断具备节能潜力的工艺装备或单体设备，可单独进行能效诊断。能效诊断方法可按 GB/T 2587、GB/T 3484、GB/T 34193 等相关要求执行。

6.2.1.7 高炉工序的能量平衡网络图表或者能量平衡表绘制，可按 GB/T 28749、GB/T 28751 等相关要求执行。

6.2.1.8 高炉工序铁水的单项能源消耗及综合能耗，可按 GB 21256、GB/T 2589、GB/T 34193 等相关要求以及工业节能主管部门发布的重点产品能效指标、能效领跑者的相关指标进行对比。能耗指标的评价应参考高炉炉容、原燃料结构、原燃料理化指标等数据综合分析。

6.2.1.9 上1年节能降耗增效方面开展的工作、实施的效果、存在的问题和今后努力方向的举措。已采用节能措施的技术说明和主要设备清单。

6.2.1.10 对现有能耗进行评价，包括节能降耗存在的问题，节能的潜力，建议的节能措施，建议措施的投资和建设周期估算，建议措施实施后的效益估算。建议的节能措施节能量计算可按 GB/T 13234、GB/T 28750、GB/T 32045 等要求执行。

## 6.2.2 公辅设施

6.2.2.1 高炉工序公辅设施，主要包括水、电、鼓风、蒸汽、煤气、压缩空气、氧气、氮气、TRT、喷煤等系统的基本配置。

6.2.2.2 高炉工序煤气回收系统的运行情况，包括煤气回收量、成分、压力、热值等主要技术参数。

6.2.2.3 高炉工序热风炉系统运行情况，包括煤气消耗和热风温度等主要技术参数。

6.2.2.4 高炉工序鼓风系统（如采用蒸汽动力，则包括蒸汽系统）的运行情况，包括压力、电耗（汽耗）等技术参数。

6.2.2.5 高炉工序电机系统（不含鼓风系统）的运行情况，包括电压、电流等技术指标。

6.2.2.6 高炉工序煤气余压利用运行情况，包括吨铁发电量、泄露、叶片磨损等技术指标与运行情况。

6.2.2.7 高炉工序输配电运行情况，包括功率因数、谐波等主要技术参数。

6.2.2.8 高炉工序给排水系统运行情况，包括压力、温度、流量等主要技术参数。

6.2.2.9 高炉工序喷煤系统运行情况，包括压力、喷吹稳定性等主要技术参数。

6.2.2.10 高炉工序使用的压缩空气、氧气、氮气等耗能工质，如由高炉工序单独建设并运营，则诊断其设施的运行情况，如为全厂统一供应，则只诊断其使用情况，如单耗指标等。

6.2.2.11 高炉工序余热资源回收及已经采用的回收技术，回收产生的蒸汽、热水等产量、压力、温度等技术参数。

## 6.2.3 能源管理措施

6.2.3.1 能源管理标准与基础制度制定情况。



6.2.3.2 能源计量器具配备情况，应按 GB 17167、GB/T 21368 等相关要求执行诊断。

6.2.3.3 能源管理制度落实情况。

### 6.3 重要系统

#### 6.3.1 高炉本体系统

重点诊断燃料比、焦比、煤比、煤气利用率、高炉热负荷、富氧率、休风率、铁水产量等主要技术指标。

#### 6.3.2 热风炉系统

重点诊断热风炉燃烧方式、烧炉曲线控制、空燃比控制、送风温度、拱顶温度、烧炉烟气终点控制温度、热风炉本体及管系钢壳温度数据、消耗煤气种类、吨铁煤气消耗、烟气余热回收装置形式、空气煤气预热温度、换热后烟气温度和流量及余热利用、助燃风机供应能力与工艺需求的匹配性等能源利用情况。

#### 6.3.3 鼓风系统

重点诊断鼓风机配置、拨风系统设置、鼓风机驱动形式、能源利用效率、鼓风机运行工况、鼓风能力与高炉的匹配性等。

#### 6.3.4 喷煤系统

重点诊断制粉能力、喷吹能力、喷吹工艺配置、喷吹量波动控制水平、输粉系统动力介质、喷吹系统固气比、喷吹罐氮气回收、干燥煤气消耗、磨煤机出口温度、布袋入口 CO 和 O<sub>2</sub> 含量、煤粉粒度和水分等能源利用和运行情况。

#### 6.3.5 矿焦槽系统

重点诊断原燃料筛分控制水平，筛网管理水平、焦炭和块矿含水率等。

#### 6.3.6 煤气回收及余压利用系统

重点诊断高炉煤气回收工艺技术、装备配置、煤气热值和成分、煤气压力波动、吨铁煤气回收量、吨铁发电量等能源利用情况。

#### 6.3.7 给排水系统

重点诊断高炉工序水耗指标、水泵和电机效率、水系统供应能力与工艺需求的匹配性、水泵运行工况点、循环水输送能量损失、供水温度控制等能源利用情况。

#### 6.3.8 通风除尘系统

重点诊断风机驱动形式、能源利用效率、除尘点密封性、系统供应能力与工艺需求的匹配性等。

#### 6.3.9 余热回收

重点诊断高炉水渣余热回收工艺技术、余热回收水平等。热风炉系统余热回收见 6.3.2。

## 7 节能诊断工作程序

## 7.1 概述

节能诊断工作一般分为七个阶段：

- a) 确定节能诊断任务并成立联合工作组织；
- b) 确定诊断工作计划；
- c) 收集企业基本资料；
- d) 现场诊断及收集详细资料；
- e) 编制节能诊断报告；
- f) 节能诊断报告初稿沟通交流；
- g) 完善并形成最终的节能诊断报告。

## 7.2 确定节能诊断任务并成立联合工作组织

节能诊断实施机构与被诊断企业明确节能诊断合作意向后，双方应各自确定至少一名项目负责人，协商确定节能诊断工作的范围、内容、深度、进度计划。双方宜建立一个专业性的节能诊断联合工作组，节能诊断实施机构的工作组专家成员应具备高炉炼铁工艺、高炉设备、水/电/风/气/汽等能源介质和耗能工质、能源管理等专业背景，被诊断企业工作组成员应包括高炉生产工艺、设备管理、燃气、热力、循环水、输配电、发电等单元技术管理人员。工作组规模可参考工信部发布的2020年版《工业企业节能诊断服务指南》的相关规定，根据双方约定的节能诊断范围、内容确定。

## 7.3 确定诊断工作计划

按照节能诊断任务和工作组人员的专业背景，制定节能诊断工作计划。工作计划中应明确工作内容、时间节点、具体对接人员信息等，现场诊断期间的工作计划宜按日编制。

## 7.4 收集企业基本资料

节能诊断实施机构初步收集被诊断企业基本信息进行前期审核分析。专家组可通过对这些资料的分析，判断高炉工序基本情况，初步形成节能诊断工作方向，形成现场诊断重点关注目标和收集相关详细资料的初步判断，为提升现场诊断工作效率奠定基础。在诊断工作准备时间不足的情况下，本工作程序也可和下一步“现场诊断及收集详细资料”程序合并执行。

## 7.5 现场诊断及收集详细资料

7.5.1 节能诊断工作组根据工作计划宜在被诊断企业生产现场召开节能诊断工作启动会，诊断实施机构介绍本次诊断的工作方案、行程安排以及需要被诊断企业提供的资料和配合的事项。前期初步分析中涉及多专业、多领域的关注方向也可在启动会上提出。被诊断企业介绍高炉工序的基本情况以及希望诊断工作关注的重点节能方向。

7.5.2 现场节能诊断主要是对高炉工序工艺、装置、设备、公辅设施、能源计量、能源消耗、能源管理体系等进行摸底排查，通过现场观察、收集生产技术和能源消耗数据、主要用能设备参数、查阅设计资料、与相关生产管理技术人员座谈等方式，了解企业的能源利用状况。

7.5.3 现场节能诊断时间根据工作范围确定。高炉生产涉及多专业配合协调，每日节能诊断工作结束后，专家组成员宜及时举行交流会，沟通不同专业获取的信息，分析后续诊断工作要点。不同渠道获取的信息颗粒度、准确性可能会出现偏差情况，专家组成员通过这种内部交流及时发现问题，请求企业澄清。若出现信息、资料、数据等不一致的情况，应优先采信相对正式的统计、报表数据。若出现企业提供的信息、资料、数据等与实际采用的技术、工艺偏离较大，且企业不能澄清时，应在分析过程中进行数据清洗或纠偏，并在编制报告中予以说明。

7.5.4 现场节能诊断工作结束后，诊断实施机构和被诊断企业可举行交流会，汇报初步分析结果和听取

被诊断企业人员意见。

## 7.6 编制节能诊断报告

7.6.1 节能诊断报告内容现状描述包括高炉工序工艺配置情况，使用的原燃料品质情况，当前基本生产状况，主要工艺技术指标，能源消耗指标等。采用第5章的诊断方法，分析能源消耗指标偏差的影响因素。高炉工序能耗指标分析宜按单座高炉或同级别高炉汇总开展，影响因素的分析应包括当前高炉炉役时间、铁水产量、原燃料指标、生产操作指标、固体能源消耗、气体能源消耗、水耗、电耗、余热余能回收等。

7.6.2 针对高炉工序用能情况现状分析，节能诊断报告应提出合理的优化改进建议。基于政府、行业政策对企业控煤、减碳等相关要求和企业控制能源成本的需求，节能优化措施应在满足政策、法规的前提下降低被诊断企业的能源成本，不能仅限于降低能源消耗指标。节能优化措施应综合考虑企业原燃料采购成本、其它能源采购成本、对高炉上下游工序的影响从而导致的被诊断企业整体运行成本变化、技改投资、技改对企业正常生产的影响等因素。

7.6.3 在报告编制期间，节能诊断联合工作组成员应充分沟通，确保资料、信息的分析工作和建议措施符合被诊断企业实际，必要时可进行补充调研。

## 7.7 节能诊断报告初稿沟通交流

节能诊断报告初稿编制完成后，应将初稿提交给被诊断企业用于征求意见。节能诊断联合工作组也可组织专门的评审会议，由节能诊断实施机构对报告内容进行讲解，与被诊断企业相关人员进行详细研讨对接。被诊断企业应对节能诊断报告初稿书面反馈意见或建议。

## 7.8 完善并形成最终的节能诊断报告

根据反馈意见，修改完善节能诊断报告直至形成终稿，必要时可进行补充调研。

## 8 节能诊断报告编写要求

节能诊断报告应全面、系统的反映节能诊断的全部工作，文字应简洁、准确，评价和建议要有针对性，并尽量采用图表，也可附一些现场的照片，以便报告提出的资料清楚，论点明确、可靠。

高炉工序工艺配置情况，当前基本生产状况描述应简洁，不宜占用大量篇幅，报告内容应重点展示高炉工序的能源消耗情况、分析过程以及节能建议措施的技术内容和经济性分析。宜多采用定量的分析，少用定性的描述。原始数据、计算过程等不必在报告中列出，必要时可写明数据和信息来源。

节能诊断内容较多的报告，重点诊断项目或主要技术问题可编制专题报告。

节能建议技术措施要与经济分析相结合。