

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T XXXX—XXXX

高炉炉顶均压煤气及休风煤气回收利用
技术要求

Technology requirements for Blast Furnace equalizing gas and rest gas recovery
technology in Blast Furnace top

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 工艺流程.....	3
5 技术要求.....	5
6 专用干法除尘器箱体.....	6
7 引射器.....	7
8 输卸灰过程.....	7
9 压力试验.....	7
10 技术指标.....	7
11 安全与环保.....	9

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》的规定起草。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。

本文件由工业和信息化部钢铁行业资源综合利用标准化工作组提出并归口。

本文件起草单位：宝钢股份有限公司、北京中冶蓝天科技有限公司、冶金工业规划研究院、盐城市联鑫钢铁有限公司、山东冶金设计研究总院、北京首钢股份有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、中冶东方工程技术有限公司、中钢设备有限公司、河北普阳钢铁有限公司、武安市裕华钢铁有限公司、唐山港陆钢铁有限公司。

本文件主要起草人：宋文刚、侯林泽、李新创、刘文权、陈小平、华建明、刘洋、赵满祥、廖运友、郑军、熊拾根、田辉、罗凯、栗翔、周丽楠、辛博、郭龙鑫、王瑞华、凌树渊、李龙飞、苏步新。

本文件为首次发布。

高炉炉顶均压煤气及休风煤气回收利用技术要求

1 范围

本文件规定了高炉炉顶均压煤气及休风煤气回收的术语和定义、工艺流程、技术要求、专用干法除尘箱体、引射器、输卸灰过程、压力试验、技术指标和安全与环保等。

本文件适用于高炉炉顶均压及休风放散煤气回收系统施工及质量验收。

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 6222 工业企业煤气安全规程
- GB/T 20801.5 压力管道规范工业管道第5部分：检验与试验
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50055 《通用用电设备配电设计规范》条文说明
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50087 工业企业噪声控制设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50505 高炉煤气干法袋式除尘设计规范
- GB 50632 钢铁企业要求设计规范
- HJ 435 钢铁工业除尘工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

湿法除尘器 wet dust collector

湿法除尘是指高炉煤气经重力除尘器除尘后，进入湿式精细除尘，依靠喷淋大量水，最终获得含量为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下的净煤气。湿式精细除尘装置又分为塔文系统和双文系统。

3.2

专用干法除尘箱体 special dry dust removal box

对高炉炉顶均压及休风放散煤气进行自然回收和全回收时的除尘过滤系统，使回收的煤气含尘量满足使用要求，且满足排放标准。布袋除尘器的设置和要求应遵守GB 6222的规定。

3.3

波纹补偿器 ripple compensator

主要用在各种管道中，它能够补偿管道的热位移，机械变形和吸收各种机械振动，起到降低管道变形应力和提高管道使用寿命的作用。

3.4

均压煤气回收旋风除尘器 cyclone dust remover for equalizing gas recovery

对炉顶均压进行初步除尘过滤，对过滤的可利用原料进行回收利用，节约能源，降低成本；同时降低荒煤气对管道的冲刷和磨损。

3.5

炉顶休风专用除尘器 top rest dust special collector

炉顶休风专用除尘器主要用于治理休风末端炉顶大放散阀打开后的尾气。

3.6

引射系统 the ejector system

用于高炉炉顶均压回收工艺的一套系统。

3.7

温度、压力变送器 temperature and pressure transmitter

指以输出为标准信号的温度、压力传感器，是一种接受温度、压力变量按比例转换为标准输出信号的仪表。

3.8

高炉煤气回收率 recovery rate of blast furnace gas

实际回收的煤气量与全年需要回收高炉煤气总量比值。

3.9

均压煤气回收率 equalized gas recovery rate

一年回收的煤气量与一年料罐回收量的比值。

3.10

休风煤气回收率 recovery rate of rest gas

休风煤气回收量与休风煤气发生量的比值。

3.11

吨铁高炉煤气回收指标 metric ton iron blast furnace gas recovery index

高炉炉顶均压煤气和休风煤气回收的指标

4 工艺流程

4.1 工艺流程的选择应根据高炉生产规模、设备配置和运行状态、结合实际，并经方案经济效益比选后确定。

4.2 高炉炉顶均压煤气及休风煤气回收工艺分为两大类：自然回收和强制回收。用户可根据情况进行选择。

4.3 高炉炉顶均压煤气自然回收工艺流程

是指高炉炉顶料罐装料前，料罐内压力高于炉内压力，处于高压状态，而与常压煤气管网连接的煤气回收装置内压力为常压状态，开启料罐与回收装置之间的煤气回收阀，利用自然压差，对料罐排出的煤气进行自然回收。待料罐与回收装置内的压力达到平衡时，关闭煤气回收阀门，回收过程结束，再按照高炉装料程序将料罐内剩余的压力接近常压的煤气进行放散。高炉炉顶均压煤气自然回收工艺流程示意图见图 1。

4.4 高炉炉顶均压煤气强制回收工艺流程

是指自然回收结束后，打开引射阀组，利用负压引流工艺将料罐内剩余煤气引至回收装置，当料罐内压力降至上密封阀能够打开的压力时切断回收系统，按照高炉装料程序打开上密封进行装料。回收阀门的开关时间，可以根据压力控制，也可根据计算得到相应的回收时间，进而采用时间控制。高炉炉顶均压煤气强制回收工艺流程示意图见图 2。炉顶均压煤气强制回收工艺流程图中引射器位于除尘器后端，即后引射法，引射器也可布置在除尘器前端，即前引射法，优先选用后引射法；若回收时间无法满足炉顶作业率要求时，可采用“前+后引射法”。

4.5 高炉休风煤气强制回收

是指采用引射法或煤气引风机等将剩余煤气进行回收的过程。高炉休风煤气强制回收工艺流程示意图见图 3。当休风时炉顶压力逐渐降低，降低至可回收压力，打开休风回收阀，前期通过压差进行自然回收；回收末期残余煤气则可以通过后端引射器进行带动回收。在回收过程中，系统设置气体分析仪对于回收煤气成分进行在线分析，当系统监测气体不再适合进行回收时，则通过除尘箱体过滤后对空排放。

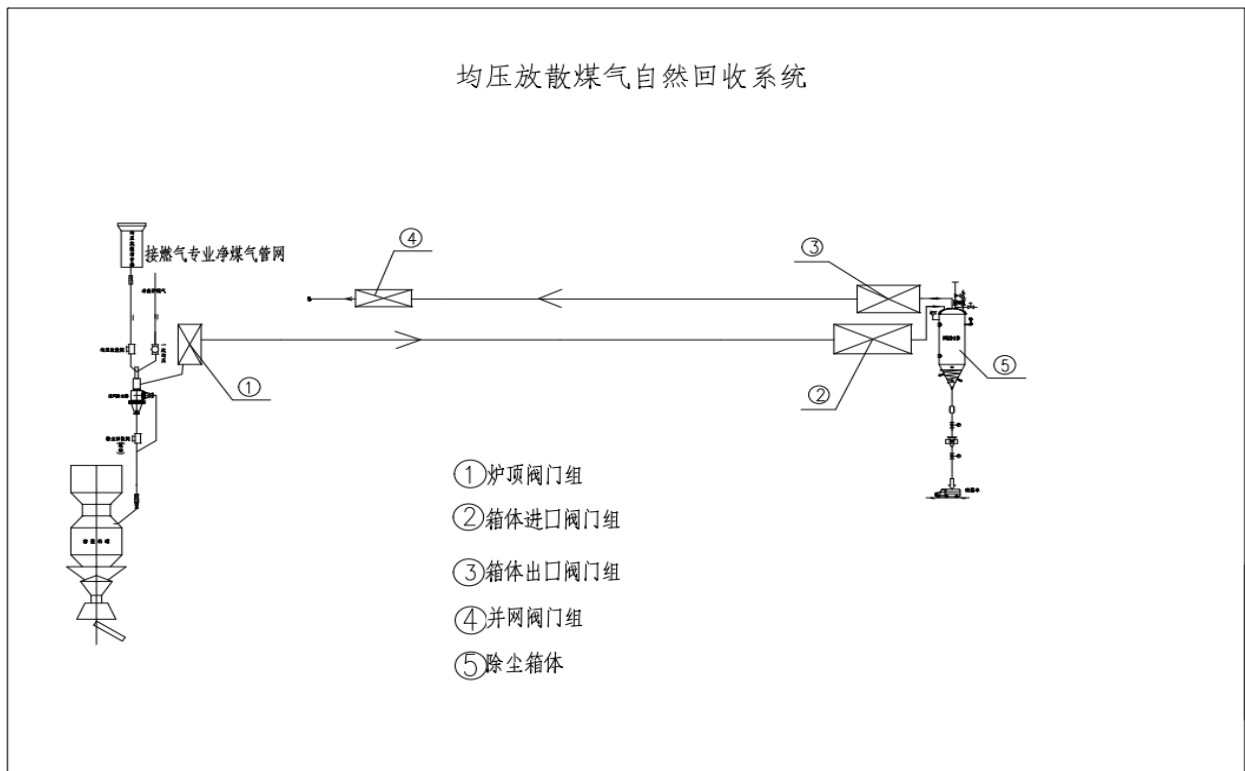


图1 高炉炉顶均压煤气自然回收工艺流程示意图

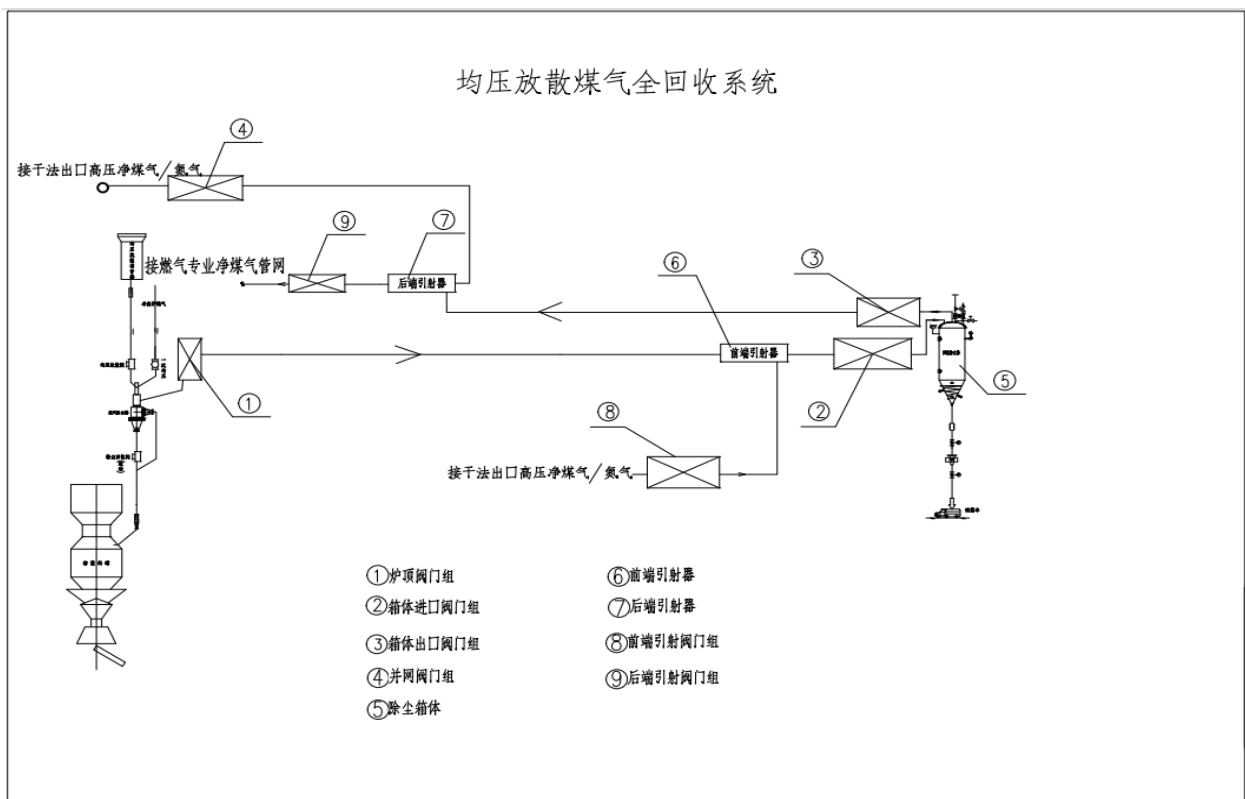


图2 高炉炉顶均压煤气强制回收工艺流程示意图

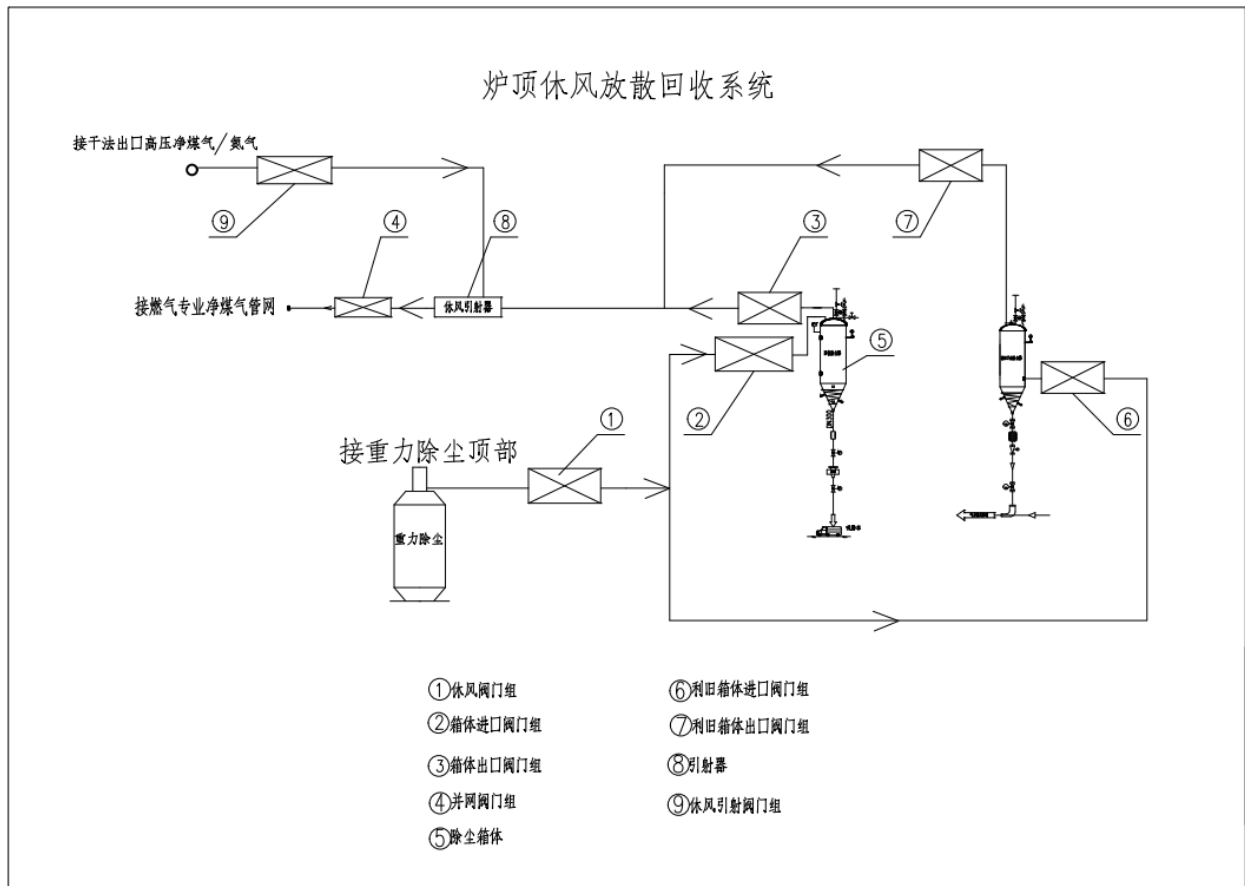


图3 高炉休风煤气回收工艺流程示意图

5 技术要求

5.1 总体要求

5.1.1 高炉炉顶均压煤气回收量考虑回收终点时料罐内的残留煤气，炉顶均压放散煤气自然回收回收率达到大于 80%。

5.1.2 高炉炉顶均压煤气回收量考虑回收终点时料罐内的残留煤气，全回收可以实现均压放散煤气回收率达到大于 95%。

5.1.3 排放含尘量达到工程项目所在地排放标准；过滤后并网的回收煤气粉尘排放浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

5.1.4 距离设备 1m 处，设备运行噪音 $< 85\text{dB (A)}$ 。

5.2 一般要求

5.2.1 安全连锁，所有安装的监测点，全部实现实时数据显示，一旦超出系统设定范围，系统自动切出，以确保高炉正常安全生产。

5.2.2 新增煤气回收系统的运行，不得影响高炉上料作业率。

5.2.3 新增回收系统等防爆要求：高炉炉顶均压及休风放散煤气回收系统所用设备以及控制系统应符合高炉煤气区域防爆要求和符合 GB 50009 的要求。

- 5.2.4 煤气回收管道的荒煤气管道壁厚应不小于 12mm，煤气过滤后的净煤气管道壁厚不小于 10mm。合机应设置加液口和除尘口。
- 5.2.5 应符合 GB 6222 的要求，管径选择以迅速、安全完成煤气回收，不对正常高炉生产工艺产生影响为宗旨。
- 5.2.6 考虑到荒煤气中粉尘含量大，煤气管道流速高，为保证回收系统正常的使用寿命，宜对管道进行耐磨耐冲刷处理，必要位置做耐磨涂层。
- 5.2.7 压力管道布置，必须在满足工艺以及仪表流程图的要求的前提下首先考虑采用架空方式敷设，以方便安装、操作、检修等。在管道应力条件许可范围内，尽量避免拐弯交叉等，管道布置尽可能整齐美观。符合 GB/T 20801.5 的要求。
- 5.2.8 应符合 GB 50205 的要求，煤气回收管道安装完成后，进行试压试验。
- 5.2.9 宜设置固定式管道气体检测仪，主要安装在煤气回收系统的净煤气管网中，用于监测管道中 CO、O₂ 等的含量，通过与煤气回收的控制系统连接，确保煤气回收系统安全稳定运行。
- 5.2.10 对于煤气回收量进行统计，有班/日累计回收量、月累计回收量、年来累计回收量。
- 5.2.11 引射器是高炉实现全回收的核心设备，应符合实际炉况进行设计计算，并经过试验合格后安装。
- 5.2.12 炉顶休风专用除尘器，应具有耐高温作业能力，炉顶休风专用除尘器滤袋耐温 160°C 以上。
- 5.2.13 安装在爆炸和火灾危险环境的仪表、仪表线路、电气设备及材料，应符合技术文件的规定。防爆设备应有铭牌和防爆标志，并在铭牌上标明国家授权的部门所发给的防爆合格证编号。

6 专用干法除尘器箱体

- 6.1 专用干法除尘箱体设施宜布置在高炉重力除尘附近，减少因管网过长造成的温降较大等影响。如场地限制，回收除尘器布置距离高炉较远，宜设置煤气排水器。
- 6.2 均压煤气回收过程为循环往复工况，箱体强度须考虑抗疲劳。
- 6.3 布袋除尘器系统的设计压力为炉顶放散阀开启压力（炉顶最高工作压力），设计流量按最大煤气发生量考虑，采用引射法时，同时要考虑引射用气量。
- 6.4 布袋除尘应符合 HJ 435 的要求，入口煤气温度应高于露点 50°C 左右，低于滤料规定的长期使用温度。
- 6.5 经干法除尘后净煤气含尘量应小于 5mg/m³。
- 6.6 平均滤速（工况）按 0.3~0.8m/min 选取。合成纤维滤料（以芳纶 Nomex 为代表）可选择较高值；玻璃纤维复合滤料（以氟美斯为代表）宜选择较低值，均已包含了裕量。
- 6.7 布袋除尘器设计压差应不大于 3kPa。
- 6.8 煤气布袋除尘分脉冲式布袋除尘。
- 6.9 脉冲布袋反吹装置由脉冲阀、分气包、喷吹管等组成。尺寸与精度应符合行业规定。
- 6.10 脉冲喷吹参数与喷吹介质
- a) 脉冲喷吹气体压力应高于煤气压力 0.15~0.25MPa。

b) 喷吹介质为氮气、净煤气等气体，严禁使用压缩空气。

6.11 反吹制度

除尘器有定压差反吹或定时反吹两种方式。

7 引射器

7.1 高炉顶均压煤气回收宜采用气/气型不锈钢引射器，实现全回收操作，缩短回收时间提高引射效率，减少引射气体使用，实现炉顶均压放散煤气零排放，确保高炉炉顶均压系统及休风系统使用的安全、环保和节能

7.2 引射气源采用高压净煤气，在保证回收效率的同时，保证回收煤气的成分含量，减少能源的损耗。

7.3 采用双级引射，可有效控制引射效率，控制引射时间。前端引射器在工作中抽空料罐内压力，后端引射器抽出除尘箱体内煤气压力，有效引导煤气全回收系统的流畅性。

8 输卸灰过程

输卸灰应保持密封无泄漏

8.1 卸灰过程

除尘器内煤气灰通过 2 台气动卸灰钟阀先卸入中间灰仓，中间灰仓内卸灰前先通氮气吹扫，放散气体通过小布袋除尘器净化再外排大气，然后煤气灰再由中间灰仓通过卸灰球阀输出。

8.2 输卸灰系统外运宜采用吸排式罐车。

9 压力试验

9.1 系统试压前，先进行检漏试验，检漏试验分多段进行：炉顶区域至布袋箱体入口阀前为一段、新增布袋箱体出口至并网处为一段。打压时，按照以下顺序打压，炉顶区域至布袋箱体入口阀前一段，布袋箱体出口至并网处一段，依次打压。分段打压完成后，用氮气对整体系统进行吹扫保压。

9.2 试压检漏采用肥皂水等，对阀门法兰连接处、所有焊口、人孔法兰连接处等等依次检漏。

9.3 试压检漏前保证每分段处于隔离封闭状态，从吹扫口等接入压缩空气进行充压，至 1.5 公斤（按 GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范中 7.5.4 中要求），对该段内所有焊口。法兰连接处进行检漏试验，并做好标记，对于法兰处漏气应先对称紧固螺栓，如若还有漏气情况再更换密封垫；对于焊缝连接处漏气，应先泄压后进行补焊；再次进行检漏至系统没有漏气点。

10 技术指标

10.1 高炉煤气回收率

高炉煤气回收率按公式（1）或（2）计算：

$$\xi = Q_1 / Q_2 \cdots \cdots (1)$$

$$\xi = V_1 \times T_1 / V_2 \times Q_t \times 350 \cdots \cdots (2)$$

式中：

ξ —高炉煤气回收率，%；

Q_1 —实际回收的煤气量，单位为立方米（ m^3 ）；

Q_2 —全年需要回收高炉煤气总量，单位为立方米（ m^3 ）；

V_1 —料罐几何容积，单位为立方米（ m^3 ）；

T_1 —每天放散次数，次；

V_2 —高炉容积，单位为立方米（ m^3 ）；

Q_t —吨铁产生的煤气量，单位为立方米（ m^3 ）；

350—高炉每年运行时间，单位为天（d）。

10.2 均压煤气回收率

均压煤气回收率按公式（3）计算：

$$\beta = Q_2 / (K \times Q_u) \cdots \cdots (3)$$

式中：

β —均压煤气回收率，%；

Q_2 —全年需要回收高炉煤气总量，单位为立方米（ m^3 ）；

K —一年的装料罐数，次；

Q_u —一罐的煤气量，单位为立方米（ m^3 ）。

10.3 休风煤气回收率

休风煤气回收率按公式（4）计算：

$$\alpha = Q_x / Q_z \cdots \cdots (4)$$

式中：

α —休风煤气回收率，%；

Q_x —休风煤气回收量，单位为立方米（ m^3 ）；

Q_z 一休风煤气发生量，单位为立方米（ m^3 ）。

10.4 吨铁高炉煤气回收指标

吨铁高炉煤气回收量按公式（5）计算：

$$\lambda = (V_1 \times T_1) \times 350 + Q_x \times L / V_2 \dots \dots \dots (5)$$

式中：

- λ 一吨铁高炉煤气回收指标，%
- V_1 一料罐几何容积，单位为立方米（ m^3 ）；
- T_1 一每天放散次数，次；
- 350 一高炉每年运行时间，单位为天（d）；
- Q_x 一休风煤气回收量，单位为立方米（ m^3 ）；
- L 一休风次数；
- V_2 一高炉容积，单位为立方米（ m^3 ）。

10.5 年减排粉尘量

年减排粉尘量按公式（6）计算：

$$W = V_u \times \eta_v \times T_1 \times 350 \dots \dots \dots (6)$$

式中：

- W 一年均压放散煤气减排粉尘量，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；
- V_u 一料罐几何容积，单位为立方米（ m^3 ）；
- η_v 一高炉利用系数，单位为吨每立方米·天 $t/(m^3 \cdot d)$ ；
- T_1 一每天放散次数，次；
- 350 一高炉每年运行时间，单位为天（d）。

11 安全与环保

- 11.1 卸灰阀不下灰时，严禁用手或工具往外掏灰。
- 11.2 设备的运转部位必须有防护罩，栏杆、走梯必须牢固、可靠。
- 11.3 检查气缸时必须保证其余气缸处于正常工作状态，如不能保证应停机后再进行检修或更换。
- 11.4 更换箱体布袋时，应安排专人做好监护，防止坠落物砸伤人员。

11.5 到箱体顶部点检或检修作业时，必须抓好栏杆和走梯扶手，栏杆外作业需系好安全带。

11.6 高空作业时严禁往下扔杂物以免伤人并系好安全带。

11.7 钢铁企业设计应符合 GB 50632 的要求，必须贯彻国家钢铁产业发展政策；适时淘汰高能耗工艺和高能耗设备；不得采用行业限制的落后生产工艺和装备，生产国家、行业限制淘汰的高能耗落后产品；严禁采用国家明令淘汰的高能耗设备。
