

附件 4

黄磷工业清洁生产评价指标体系

国 家 发 展 和 改 革 委 员 会
环 境 保 护 部 发 布
工 业 和 信 息 化 部

目 次

前 言.....	III
1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	5
4 评价指标体系.....	7
5 评价方法.....	11
6 指标解释与数据来源.....	12
附录 A(规范性附录)计算公式.....	17

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，指导和推动黄磷生产企业依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定黄磷行业清洁生产评价指标体系（以下简称“指标体系”）。

本指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：中国环境科学研究院、中国石油和化学工业联合会、中国无机盐工业协会。

本指标体系由国家发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部负责解释。

1 适用范围

本指标体系规定了黄磷工业企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产指标分成六类，即生产工艺及装备指标、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标。

本指标体系适用于黄磷生产企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，环境影响评价、排污许可证、环境领跑者等管理制度。

2 规范性引用文件

本指标体系内容引用了下列文件中的条款。凡不注明日期的引用文件，其有效版本适用于指标体系。凡是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 21345 黄磷单位产品能源消耗限额
- GB/T 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法
- GB/T 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
- GB/T 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
- GB/T 2589 综合能耗的计算
- GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- HJ480 环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法
- HJ481 环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法
- HJ 484 水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法
- HJ487 水质氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法
- HJ 540 环境空气和废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法（暂行）
- HJ 541 黄磷生产废气 气态砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法（暂行）
- HJ 545 固定污染源废气 气态总磷的测定 喹钼柠酮容量法（暂行）
- HJ629 固定污染源排气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
- HJ 659 水质 氟化物的测定 真空检测管-电子比色法
- HJ670 水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法
- HJ671 水质 磷酸盐和总磷的测定 流动注射-钼酸铵分光光度法
- HJ 694 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法
- HJ700 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
- HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
- HJ/T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
- HJ/T 67 大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法

HJ/T 593 水质 单质磷的测定 磷钼蓝分光光度法(暂行)

HJ484 水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法

《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 591 号）

《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿)(国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部 2013 年第 33 号公告)

国家发展和改革委员会关于修改《产业结构调整指导目录(2011 年本)》有关条款的决定 国家发展和改革委员会令 2013 年 2 月 27 日第 21 号

《排污口规范化整治技术要求（试行）》（国家环保局 环监[1996]470 号）

《环境信息公开办法（试行）》（国家环境保护总局令 第 35 号）

3 术语和定义

GB 21345、GB/T 24001、GB/T 2589、《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿)所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

3.1 清洁生产

指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与装备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

3.2 清洁生产评价指标体系

由相互联系、相对独立、互相补充的系列清洁生产水平评价指标所组成的，用于评价清洁生产水平的指标集合。

3.3 生产工艺及装备指标

产品生产中采用的生产工艺和装备的种类、自动化水平、生产规模等方面的指标。

3.4 资源和能源消耗指标

在生产过程中，生产单位产品所需的资源与能源量等反映资源与能源利用效率的指标。

3.5 资源综合利用指标

生产过程中所产生废物可回收利用特征及回收利用情况的指标。

3.6 污染物产生指标

即产污系数，指单位产品生产（或加工）过程中，产生污染物的量（末端处理前）。包括废水、废气产生量、水、气污染物产生量、固体废物产生量等指标。废水及其污染物产生量是指污水处理装置入口的量，废气是指排气筒前或净化处理装置前的量。

3.7 产品特征指标

影响污染物种类和数量的产品性能、种类和包装，以及反映产品贮存、运输、使用和废

弃后可能造成的环境影响等指标。

3.8 清洁生产管理指标

对企业所制定和实施的各类清洁生产管理相关规章、制度和措施的要求，包括执行环保法规情况、企业生产过程管理、环境管理、清洁生产审核、相关环境管理等方面。

3.9 指标基准值

为评价清洁生产水平所确定的指标对照值。

3.10 指标权重

衡量各评价指标在清洁生产评价指标体系中的重要程度。

3.11 指标分级

根据现实需要，对清洁生产评价指标所划分的级别。

3.12 清洁生产综合评价指数

根据一定的方法和步骤，对清洁生产评价指标进行综合计算得到的数值。

3.13 新鲜水消耗量

从各种水源取得的水量，用于供给企业用水的源水水量。

3.14 黄磷生产界区

从磷矿、焦炭、硅石、电力、蒸汽等原材料和能源经计量进入开始，到成品黄磷计量入库和黄磷水、气、渣等污染物经处理送出为止，包括整个电炉法黄磷产品的生产过程。生产界区由生产系统、辅助生产系统和附属生产系统设施三部分组成。

3.15 黄磷产品综合能耗

在报告期内黄磷产品生产全部过程中的能源消耗总量。包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的各种能源消耗量和损失量，包括作为原料、材料的能源消耗；不包括基建、技改等项目建设消耗的、生产界区内回收循环利用的和向外输出的能源量。

3.16 黄磷单位产品综合能耗

用黄磷单位产品产量表示的综合能耗。

3.17 标准磷矿

折合成含 P_2O_5 等于 30% 的磷矿为标准磷矿。

3.18 标准焦炭

折合成固定碳含量等于 84% 的焦炭为标准焦炭。

4 评价指标体系

4.1 指标选取说明

根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行本指标体系的指标选取。根据评价指标的性质，分为定量指标和定性指标两类。

定量指标选取了具有代表性、能反映“节能”、“降耗”、“减污”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产水平。定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划等选取，用于考核企业执行相关法律法规和标准政策情况。

4.2 指标基准值及其说明

各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。

在定量评价指标中，各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。本指标体系确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：凡国家或行业在有关政策、规划等文件中对该项指标已有明确要求的就执行国家要求的数值；凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则选用国内重点黄磷企业近年来清洁生产所实际达到的中上等以上水平的指标值。在定性评价指标体系中，衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规的情况，按“是”或“否”两种选择来评定。

4.3 指标体系

黄磷工业（电炉法）清洁生产评价指标体系的各评价指标、评价基准值和权重值见表 1。

表 1 黄磷工业（电炉法）清洁生产评价指标体系的各评价指标、评价基准值和权重值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III级基准值
1	生产工艺及装备指标	0.15	*单台磷炉变压器容量	kVA	0.15	≥20000	≥10000	
2			*黄磷尾气净化处理装置		0.4	深度净化，达到生产碳一化学品质量要求	生产甲酸钠或尾气发电等	初步净化，做燃料
3			*排渣系统烟气处理装置情况		0.25	磷渣产生的水气，集中收集、冷却、处理后排放	有水气收集装置	
4			黄磷污水、泥磷处理装置		0.1	含磷污水密闭循环；泥磷全部得到有效回收利用，过程废气污染物得到有效控制和处置	含磷污水闭路循环；泥磷有回收装置	
5			间接冷却水处理装置		0.05	无过程间接冷却水排放	有过程间接冷却水排放	
6			原料（磷矿、炭质还原剂等）烧结等预处理装置		0.05	有磷矿和炭质还原剂等烧结装置，可采用低品位磷矿	无烧结等预处理装置	
7	资源和能源消耗指标	0.25	*单位产品综合能耗	tce/t-P ₄	0.35	≤2.6	≤3.0	≤3.3
8			磷矿消耗（折 30%P ₂ O ₅ 标矿）	t/t-P ₄	0.1	≤8.5	≤9.0	≤9.5
9			*电炉电耗 ^a	k·wh/t-P ₄	0.35	≤12900	≤13200	≤13800
10			炭质还原剂消耗(折固定碳含量等于 84%的标准焦炭)	t /t-P ₄	0.1	≤1.5	≤1.8	≤2.0
11			新鲜水耗	t/t-P ₄	0.1	≤4.0	≤5.0	≤10.0
12	产品特征指标	0.05	黄磷含量（在苯中）	%	0.6	≥99.9	≥99.5	≥99.5
13			砷含量	%	0.4	0.01	0.02	0.02
14	污染物产生指标	0.25	废水产生量	m ³ /t-P ₄	0.1	≤4	≤5	≤8
15			废水中悬浮物	kg/t P ₄	0.05	≤0.16	≤0.2	≤0.32

16			废水中氟化物（F 计）	kg/t P ₄	0.05	≤0.04	≤0.05	≤0.08
17			废水中总氰化物	kg/t P ₄	0.05	≤0.002	≤0.0025	≤0.004
18			废水中总砷	kg/t P ₄	0.07	≤0.002	≤0.0025	≤0.004
19			废水中单质磷	kg/t P ₄	0.07	≤0.0004	≤0.0005	≤0.008
20			*废水中总磷	kg/t P ₄	0.05	≤0.04	≤0.05	≤0.08
21			电炉尾气产生量	m ³ /t P ₄	0.1	≤2600	≤2850	≤3000
22			磷泥处置尾气产生量	m ³ /t P ₄	0.06	≤750	≤850	≤1000
23			*电炉尾气中颗粒物	kg/t P ₄	0.06	≤0.1	≤0.15	≤0.3
24			*电炉尾气中硫化物	kg/t P ₄	0.06	≤1.1	≤2.5	≤2.6
25			*电炉尾气中氟化物	kg/t P ₄	0.06	≤0.12	≤0.15	≤0.16
26			电炉尾气中总磷	kg/t P ₄	0.06	≤1.0	≤2.0	≤2.5
27			尾气中砷化合物	kg/t P ₄	0.06	≤0.002	≤0.005	≤0.008
28			磷泥产生量	kg/t P ₄	0.1	≤100	≤180	≤240
29	资源综合利用指标	0.20	*水回用率	%	0.2	100	≥90	≥85
30			*电炉尾气回收利用率	%	0.3	≥95	≥90	≥85
31			*磷泥量回收处置率	%	0.2	100		
32			磷渣综合利用率	%	0.1	100	≥95	
33			磷粉、焦粉利用率	%	0.2	100	≥90	≥85
34	清洁生产管理指标	0.10	*环境法律法规标准执行情况		0.2	符合国家和地方有关环境法律、法规，废水、废气、噪声等污染物排放符合国家和地方排放标准；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求		
35			*产业政策执行情况		0.2	未采用国家明令禁止和淘汰的生产工艺、装备，未生产国家明令禁止的产品；达到行业政策要求		

36			清洁生产审核情况	0.1	通过了清洁生产审核	
37			环境管理体系制度	0.1	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件完备	
38			固体废物处理处置	0.1	采用符合国家规定的废物处理处置方法。一般固体废物按照 GB 18599 相关规定执行；危险废物按照 GB 18597 等相关规定执行	
39			能源计量器具配备情况	0.1	能源计量器具配备率符合 GB/T17167 三级计量要求	能源计量器具配备率符合 GB/T17167 二级计量要求
40			环境管理制度和机构	0.1	具有完善的环境管理制度；设置专门环境管理机构和专职管理人员	
41			环境信息公开	0.1	按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息	
注：1、带“*”号的指标为限定性指标。						
2、电炉电耗 ^a ：当磷矿采用烧结或焙烧工艺时，单位产品综合能耗各级指标增加 0.7 tce / t，单位产品电耗各级指标值增加 600 k·wh/t。						

5 评价方法

5.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的函数。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \in g_k \\ 0, & x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (5-1)$$

式中， x_{ij} 表示第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标； g_k 表示二级指标基准值，其中 g_1 为 I 级水平， g_2 为 II 级水平， g_3 为 III 级水平； $Y_{g_k}(x_{ij})$ 为二级指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的函数。

如（式 1）所示，若指标 x_{ij} 属于级别 g_k ，则函数的值为 100，否则为 0。

5.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 g_k 的得分 Y_{g_k} ，如（式 2）所示。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \quad (5-2)$$

式中， w_i 为第 i 个一级指标的权重， ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重，

其中 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， m 为一级指标的个数； n_i 为第 i 个一级指标下二级指标的个数。

另外， Y_{g_1} 等同于 Y ， Y_{g_2} 等同于 Y ， Y_{g_3} 等同于 Y 。

5.3 黄磷行业清洁生产企业的评定

本指标体系采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到 III 级水平的基础上，采用指标分级加权评价方法，计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。

对黄磷行业企业清洁生产水平的评价，是以其清洁生产综合评价指数为依据的，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为清洁生产领先企业、清洁生产先进企业或清洁生产一般企业。

根据目前我国黄磷行业的实际情况，企业不同等级的清洁生产综合评价指数列于表 2。

表 2 黄磷行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

企业清洁生产水平	评定条件
I 级（国际清洁生产领先水平）	同时满足： $Y_I \geq 85$ ； 限定性指标全部满足 I 级基准值要求。
II 级（国内清洁生产先进水平）	同时满足： $Y_{II} \geq 85$ ； 限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上。
III 级（国内清洁生产一般水平）	同时满足： $Y_{III} = 100$

6 指标解释与数据来源

6.1 指标解释

6.1.1 产品综合能耗

按（式 6-1）计算：

$$E_{PZ} = E_{PS} + E_{PFF} - E_{PW} \quad (6-1)$$

式中：

E_{PZ} ——报告期内黄磷产品综合能耗，单位为吨标准煤（tce）；

E_{PS} ——报告期内黄磷生产系统综合能耗，单位为吨标准煤（tce）；

E_{PFF} ——报告期内黄磷辅助生产系统、附属生产系统的能耗摊入量和损失量，单位为吨标准煤（tce）；

E_{PW} ——报告期内向黄磷生产界区外输出的综合能源量，单位为吨标准煤（tce）。

E_{PS} 、 E_{PFF} 和 E_{PW} 的计算方法见附录 A 中 A.4 式，A.5 式，A.6 式。

6.1.2 黄磷单位产品综合能耗

按（式 6-2）计算：

$$E_{PZD} = \frac{E_{PZ}}{P_p} \quad (6-2)$$

式中：

E_{PZD} ——黄磷单位产品综合能耗，tce/t

P_p ——报告期内黄磷产量，t。

P_p 一的计算方法见附录 A 中 A.1 式。

6.1.3 黄磷单位产品电耗

按（式 6-3）计算：

$$Q_{PZD} = \frac{Q_{PZ}}{P_P} \quad (6-3)$$

式中：

Q_{PZD} ——黄磷单位产品电耗，kw·h / t；

Q_{PZ} ——黄磷产品消耗的电量，即报告期内黄磷生产过程中电炉所耗电量和动力及照明所耗电量, kw·h。

Q_{PZ} 的计算方法见附录 A 中 A.7 式。

6.1.4 黄磷单位产品电炉电耗

按（式 6-4）计算：

$$Q_{PLD} = \frac{Q_{PL}}{P_P} \quad (6-4)$$

式中：

Q_{PLD} ——黄磷单位产品电炉电耗，kw·h / t；

Q_{PL} ——黄磷产品电炉所耗电量。即报告期内黄磷生产过程中电炉所消耗的电量。 kW·h。

Q_{PL} 的计算方法见附录 A 中 A.8 式

6.1.5 新鲜水消耗

黄磷企业在一定计量时间内生产单位产品需消耗一定的水量（取水）。黄磷生产取水，包括取自地表水（以净水厂供水计量）、地下水、城镇供水工程的取水。按（式 6-5）计算。

$$V_{ui} = \frac{V_i}{Q} \quad (6-5)$$

式中：

V_{ui} ——单位产品新鲜水消耗，m³/t；

V_i ——在一定计量时间内产品生产取水量，m³；

Q ——在一定计量时间内产品产量，t。

6.1.6 单位产品标准磷矿消耗

指生产每吨黄磷产品所消耗的折标准磷矿量。其计算公式为（式 6-6）：

$$H_{LB} = \frac{E_L \cdot w_l}{30\% \times P_P} \quad (6-6)$$

式中：

H_{LB} ——单位黄磷产品的折标准磷矿消耗量，t/t；

E_L ——黄磷电炉实物磷矿入炉量，t；

w_l ——黄磷电炉实物磷矿中 P_2O_5 加权平均质量分数，以%表示；

P_P ——报告期内黄磷产品产量，t。

6.1.7 单位产品标准焦炭消耗

指生产每吨黄磷产品所消耗的折标准焦量。其计算公式为（式 9）：

$$H_{JB} = \frac{\sum_{i=1}^l (e_{it} \times w_{it})}{84\% \times P_P} \quad (6-7)$$

式中：

H_{JB} ——单位黄磷产品的折标准焦消耗量，t/t；

e_{it} ——黄磷电炉炭质还原剂原料（焦炭、无烟煤等）的实物量，t；

w_{it} ——某种还原反应炭质原料（焦炭、无烟煤等）的固定碳质量分数，%；

P_P ——报告期内黄磷产品产量，t；

l ——还原剂原料总数。

6.1.6 尾气综合利用率（ η ）

尾气综合利用率，按（式 6-8）计算：

$$\eta (\%) = \left(1 - \frac{S_d}{S_t} \right) \times 100\% \quad (6-8)$$

式中：

η ——尾气综合利用率（%）；

S_d ——本期尾气排放量（ m^3 ）；

S_t ——本期尾气总产生量（ m^3 ）。

6.1.7 磷渣综合利用率

磷渣综合利用率，按（式 6-9）计算：

$$\beta = \frac{P}{T} \times 100\% \quad (6-9)$$

式中：

β ——磷渣综合利用率，%；

P——在一定计量时间内磷渣综合利用量，t；

T——在一定计量时间内磷渣总产生量，t。

6.1.8 磷粉、焦粉利用率

磷粉、焦粉综合利用率，按（式 6-10）计算：

$$\beta = \frac{P}{T} \times 100\% \quad (6-10)$$

式中：

β ——磷粉、焦粉综合利用率，%；

P——在一定计量时间内磷粉、焦粉利用量，t；

T——在一定计量时间内磷粉、焦粉总产生量，t。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

企业的原材料和新鲜水的消耗量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以年报或考核周期报表为准。

6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征指标也可以在考核周期内用实测方法取得，考核周期一般不少于一个月。

6.2.3 采样和监测

本指标污染物产生指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准监测分析方法，详见表 3。

表 3 污染物项目测定方法标准

序号	监测项目	监测位置	检测方法标准编号、名称
1	废水中悬浮物	企业废水 总排放口	GB /T11901 水质 悬浮物的测定 重量法
2	废水中氟化物(F ⁻ 计)		GB/T 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法
			HJ487 水质 氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法
			HJ 488 水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法
3	废水中总氰化物		HJ 659 水质 氰化物的测定 真空检测管-电子比色法
			HJ484 水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法
4	废水中总磷		GB/T 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
			HJ670 水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法
			HJ671 水质 磷酸盐和总磷的测定 流动注射-钼酸铵分光光度法
5	废水中单质磷	HJ/T 593 水质 单质磷的测定 磷钼蓝分光光度法(暂行)	
6	废水中总砷	车间或生产装置（末端治理设施）	GB/T 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
			HJ 694 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法

序号	监测项目	监测位置	检测方法标准编号、名称
		排放口	HJ700 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
7	电炉尾气中颗粒物	车间或生产 设施（末端 治理设施） 排气筒	GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
			GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法
8	电炉尾气中硫化物		HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
			HJ/T 57 固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
			HJ629 固定污染源排气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
9	电炉尾气中氟化物		HJ/T 67 大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法
			HJ480 环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法
			HJ481 环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法
10	电炉尾气中总磷		HJ 545 固定污染源废气 气态总磷的测定 喹钼柠酮容量法（暂行）
11	电炉尾气中砷化合物		HJ 540 环境空气和废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法（暂行）
			HJ 541 黄磷生产废气 气态砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法（暂行）

附录 A

(规范性附录)

计算公式

A.1 黄磷产量的计算

A. 1. 1 黄磷产量按式(A. 1)计算:

$$P_P = P_{PZ} + P_{PS} - P_{PWN} \quad (A.1)$$

式中:

P_P ——报告期内黄磷产品产量, 单位为吨(t);

P_{PZ} ——符合 GB 7816 标准的产品和泥磷回收的黄磷量, 单位为吨(t);

P_{PS} ——泥磷制磷酸折合的黄磷量, 单位为吨(t);

P_{PH} ——泥磷制其他化学品折合的黄磷量, 单位为吨(t);

P_{PWN} ——外购泥磷回收的产品黄磷量或制磷酸和其他化学品折合的磷量, 单位为吨(t)。

A. 1. 2 泥磷制磷酸折合的黄磷量 P_{PS} 按式(A.2)计算:

$$P_{PS} = 0.3163 \times N_S \times P_S - P_{PW} \quad (A.2)$$

式中:

N_S ——泥磷制磷酸的质量分数, 以%表示;

P_S ——泥磷制磷酸的产量, 单位为吨(t);

P_{PW} ——外加的黄磷量, 单位为吨(t)。

A. 1. 3 泥磷制其他化学品折合的黄磷量 P_{PH} 按式(A.3)计算:

$$P_{PH} = N_H \times P_H - P_{PW} \quad (A.3)$$

式中:

N_H ——其他化学品中的磷质量分数, 以%表示;

P_H ——泥磷制得的其他化学品产量, 单位为吨(t)。

A. 2 黄磷产品综合能耗的计算

A. 2. 1 黄磷生产系统综合能耗 E_{ps} 按式(A.4)计算:

$$E_{PS} = E_{PT} + \sum_{i=1}^n (e_{ips} \times k_i) \quad (A.4)$$

式中:

E_{PT} ——黄磷电炉还原用炭质的综合能耗, 单位为吨标准煤(tce);

e_{ips} 生产系统消耗的除还原反应用炭质以外某种能源消耗量, 单位为吨(t)或千瓦时

(kW·h)或立方米(m³);

k_i ——某种能源折算标准煤系数, 单位为吨标准煤每千瓦时[tce / (kW·h)]或吨标准煤每吨(tce / t)或吨标准煤每立方米(tce / m³) 。

n ——能源总数。

A. 2. 2 黄磷辅助生产系统、附属生产系统的能耗和损失摊入量 E_{PFF} 按式(A.5)计算:

$$E_{PFF} = \sum_{i=1}^n (e_{ipff} \times k_i) \quad (A.5)$$

式中:

e_{ipff} ——黄磷辅助生产系统、附属生产系统消耗的某种能源能耗和损失摊入量, 单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m³)。

A. 2. 3 输出的综合能源量 E_{pw} 按式(A.6)计算:

$$E_{pw} = \sum_{i=1}^n (e_{ipw} \times k_i) \quad (A.6)$$

式中:

e_{ipw} ——黄磷生产界区外输出的某种能源实物量, 单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m³)。

A. 3 黄磷产品所耗电量计算

A. 3. 1 黄磷产品电耗 Q_{PZ} 式(A.7)计算:

$$Q_{PZ} = Q_{PL} + Q_{PD} \quad (A.7)$$

式中:

Q_{PL} ——黄磷产品电炉所耗电量, 即报告期内黄磷生产过程中电炉所消耗的电量, 单位为千瓦时(kW·h),

Q_{PD} ——黄磷产品动力和照明所耗电量, 单位为千瓦时(kW·h)。

A. 3. 2 黄磷产品电炉所耗电量 Q_{PL} 按式(A. 8)计算:

$$Q_{PL} = Q_t + \sum_{i=1}^m q_{ibs} - Q_K \times P_p \quad (A.8)$$

式中:

Q_t ——实际用于黄磷电炉加热的电量, 单位为千瓦时(kW·h)

q_{ibs} ——黄磷电炉变压器损耗及其线路损耗耗、总供电线路能耗分摊量, 单位为千瓦时(kW·h);

m ——各种损耗及损耗分摊数;

Q_K ——磷矿质量对每吨黄磷电炉电耗影响量, 单位为千瓦时每吨(kW·h/t)。

A. 3. 3 磷矿质量对每吨黄磷电炉电耗影响量 Q_K 按式 (A.9) 计算:

$$Q_K = \frac{170000}{N_1 - 0.5} + \left(\frac{7750}{N_1 - 8} - 76 \right) \times N_2 + \left(\frac{3200}{N_1 - 3.5} + 8 \right) \times N_3 - 7.234 \quad (A.9)$$

式中:

N_1 ——配合炉料中 P_2O_5 平均质量分数, 以%表示;

N_2 ——配合炉料中 Fe_2O_3 平均质量分数, 以%表示;

N_3 ——配合炉料中 CO_2 平均质量分数, 以%表示。

A.3.4 配合炉料组分 P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 平均质量分数按式 (A.10) 计算:

$$N_i = \frac{W_x}{1 + M_G} \quad (A.10)$$

式中:

N_i ——分别为配合炉料中某组分 (i 为 1、2、3) P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 的平均质量分数, 以%表示;

W_x ——分别为报告期磷矿中 P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 加权平均质量分数, 以%表示;

M_G ——报告期配合炉料中硅石与磷矿的质量之比。

A. 3. 5 黄磷产品动力和照明电耗 Q_{PD} 按式(A. 11)计算:

$$Q_{PD} = \sum_{i=1}^{n_1} q_{ids} + \sum_{i=1}^{n_2} q_{iffd} \quad (A.11)$$

式中:

q_{ids} ——黄磷生产系统动力和照明所耗电量及其损耗量 t 单位为千瓦时(kw·h)}

q_{iffd} ——黄磷分摊的辅助生产系统、附属生产系统的动力和照明所耗电量及其电力损耗量·单位为千瓦时(kw·h);

n_1 ——黄磷生产系统动力和照明用电数;

n_2 ——黄磷辅助生产系统、附属生产动力和照明用电数。

A. 4 黄磷电炉还原用炭质原料综合能耗的计算

A. 4. 1 黄磷电炉还原反应用炭质的标准焦耗 E_{JB} 按式(A. 12)计算:

$$E_{JB} = \frac{\sum_{i=1}^l (e_{it} \times w_{it})}{84\%} \quad (A.12)$$

式中:

e_{it} ——黄磷电炉还原用炭质原料(焦炭、无烟煤等)的实物量, 单位为吨(t);

w_{it} ——某种还原反应用炭质原料(焦炭、无烟煤等)的固定碳质量分数, %;

l ——还原用炭质原料总数。

A. 4. 2 黄磷电炉还原用炭质综合能耗 E_{PT} 式(A. 3)计算:

1

$$E_{PT}=E_{JB}\times 0.9714 \quad (A.13)$$

式中:

0.9714——焦炭折标准煤系数, 单位为吨标准煤(tce)。