

附件 5

# 钢铁行业（铁合金）清洁生产评价 指标体系

---

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

# 目 录

前 言 .....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价指标体系.....	2
5 评价方法.....	18
6 计算方法与数据来源.....	19

# 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》，指导和推动铁合金生产企业依法实施清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定钢铁行业（铁合金）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指数总得分值将企业清洁生产水平分为三级，I级代表国际清洁生产领先水平，II级代表国内清洁生产先进水平，III级代表国内清洁生产一般水平。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：北京京诚嘉宇环境科技有限公司（冶金清洁生产技术中心）、中国环境科学研究院、中国铁合金工业协会、吉林铁合金股份有限公司、五矿湖南铁合金有限责任公司。

本评价指标体系技术起草人：杨宝玉、李艳萍、张启轩、吕杰、姜琪、杨奕、肖莹、师钰、赵传海、张青玲、彭灵芝、张昕

本指标体系由国家发展改革委、生态环境部会同工业和信息化部联合提出。

本指标体系由国家发展改革委、生态环境部会同工业和信息化部负责解释。

## 1 适用范围

本指标体系规定了铁合金生产企业清洁生产一般要求。本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺装备及技术指标、资源与能源消耗指标、产品特征指标、污染物排放控制指标、资源综合利用指标、清洁生产管理指标。

本指标体系适用于采用电炉法生产硅铁、高碳锰铁、锰硅合金、中低碳锰铁、高碳铬铁和低微碳铬铁共六个品种产品的铁合金生产企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断以及清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度，也适用于环境影响评价、排污许可证管理、环保领跑者等环境管理制度。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。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 21341 铁合金单位产品能源消耗限额

GB 28666 铁合金工业污染物排放标准

GB/T 2272 硅铁

GB/T 3795 锰铁

GB/T 4008 锰硅合金

GB/T 5683 铬铁

GB/T 23331 能源管理体系要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

《产业结构调整指导目录（2013年修正版）》（国家发展改革委 2013年 第21号令）

《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）

## 3 术语和定义

《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。

### 3.2 电硅热法

指在电炉中用硅（来源于中间产品锰硅合金、硅铬合金等）做还原剂生产中低碳锰铁、低微碳铬铁等铁合金产品的方法。

### 3.3 电炉额定容量

指电炉变压器额定容量，单位用kVA表示，它是反映电炉生产能力的指标。

### 3.4 电炉自然功率因数

电炉额定容量下其低压侧未进行无功补偿前的电炉初始功率因数。

### 3.5 电炉低压无功补偿

指对电炉低压侧就地进行补偿，安装于电炉变压器后短网侧，由滤波电容器和电抗器等

组成并与冶炼电压相匹配的可监控的无功补偿系统。

### 3.6 PLC 控制

指一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。

### 3.7 污染物排放控制指标

指单位铁合金产品生产（或加工）过程中对污染物排放量的限制性指标。

### 3.8 管理指标

指铁合金生产企业实施清洁生产应满足国家对铁合金相关管理规定要求的指标，包括：产业政策符合性、达标排放、总量控制、突发环境事件预防、建立健全环境管理体系、危险废物安全处置、清洁生产机制建设及清洁生产审核、节能减碳机制建设与节能减碳活动等。

### 3.12 限定性指标

指对清洁生产有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行、在对铁合金生产企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。本指标体系将限定性指标确定为：综合能耗、单位产品颗粒物排放量、产业政策符合性、达标排放、总量控制、突发环境事件预防等六项指标。

## 4 评价指标体系

采用电炉法生产铁合金生产企业清洁生产评价指标体系技术要求内容见表 1~表 7。

表 1 硅铁产品清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)	
生产工艺装 备及技术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.16	≥50000	≥25000	≥12500	
		2	电炉装置	0.12	半封闭矮烟罩装置			
		3	除尘设施	0.14	原料场为封闭料场, 原料转运及输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%	原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		
		4	原料处理	0.12	采用原料预处理技术 (包括硅石整粒与水洗, 含铁料及炭质还原剂整粒等)			
		5	生产工艺操作	原辅料上料	0.11	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现计算机控制		电极压放实现机械化
				炉前出炉	0.05	料管加料、炉口拨料、捣炉实现机械化		
		6	余热回收利用	0.14	开堵炉眼及浇注实现机械化		炉前浇注实现机械化	
		7	水处理技术	0.08	回收烟气余热生产蒸汽或用于发电		回收烟气余热并利用	
						采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>®</sup>
资源与能源 消耗	0.25	1	电炉自然功率因数 (COSφ)	0.10	(电炉额定容量 25000 kVA)≥0.76		(电炉额定容量 12500kVA)≥0.84	
					(电炉额定容量 33000 kVA)≥0.74		(电炉额定容量 16500kVA)≥0.82	
					(电炉额定容量 50000 kVA)≥0.65			
					(电炉额定容量 60000 kVA)≥0.62			
					(电炉额定容量 75000 kVA)≥0.58			
					(电炉额定容量 90000 kVA)≥0.54			

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)
		2	硅石入炉品位, %	0.16	SiO <sub>2</sub> 含量≥98		SiO <sub>2</sub> 含量≥97
		3	硅(Si)元素回收率, %	0.20	≥93		
		4	单位产品冶炼电耗, kWh/t	0.16	≤8050	≤8500	≤8500
		5	综合能耗*(折标煤)(按电力折标系数0.1229折算), kgce/t	0.26	≤1770	1835	≤1970
		6	生产取水量, m <sup>3</sup> /t	0.12	≤3.0		≤4.0
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	100	≥99.5	≥99.0
污染物排放 控制	0.20	1	单位产品烟气产生量, 万Nm <sup>3</sup> /t	0.30	≤3.5(950KJ/N m <sup>3</sup> )		≤4.0(800KJ/N m <sup>3</sup> )
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	0.30	≤3.5		4.0
		3	单位产品废水排放量, m <sup>3</sup> /t	0.20	≤1.2		≤1.5
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.10	≤0.12		≤0.30
		5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.10	≤0.02		≤0.03
资源综合利用	0.15	1	水重复利用率, %	0.34	≥97	≥95	≥92
		2	炉渣利用率, %	0.33	100		
		3	微硅粉回收利用率, %	0.33	100		

注: 1.硅铁产品标准执行 GB/T 2272; 2.硅铁产品实物量以硅含量 75%为基准折合成基准吨, 然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗; 3.硅铁生产采用干法除尘; 4.在执行电炉自然功率因数指标时, 当电炉容量与本表所列不一致时, 可就近靠本表所列电炉容量, 执行相应标准值; 5.带\*的指标为限定性指标; 6.表中冶炼电耗、综合能耗适用于本表中所规定不同额定容量电炉; 7.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水。

表 2 电炉高碳锰铁产品(少熔剂法或无熔剂法) 清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)	
生产工艺装 备及技术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.14	≥50000	≥25000	≥12500	
		2	电炉装置	0.10	全封闭式		全封闭式或半封闭式	
		3	煤气净化装置	0.11	干式净化装置		全封闭炉干式或湿式净化装置	
		4	除尘设施	0.12	原料场为封闭料场, 原料转运及输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%	
		5	原料处理	0.10	采用原料预处理技术 (包括锰矿整粒、锰粉矿的烧结/球团/造块, 炭质还原剂及熔剂整粒等)			
		6	生产工艺操作	原辅料上料	0.10	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现 PLC 控制, 加料实现机械化		电极压放实现机械化
				炉前出炉	0.05	开堵炉眼及浇注实现机械化		炉前浇注实现机械化
		7	煤气或余热回收利用	0.12	全封闭电炉回收煤气并利用		全封闭电炉回收煤气并利用, 半封闭式电炉回收烟气余热并利用	
8	水处理技术	0.08	采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>①</sup>			
资源与能源 消耗	0.25	1	电炉自然功率因数(COSφ)	0.10	(电炉额定容量 25000 kVA) ≥0.72		(电炉额定容量 12500 kVA) ≥0.78	
					(电炉额定容量 33000 kVA) ≥0.68		(电炉额定容量 16500 kVA) ≥0.76	
					(电炉额定容量 50000 kVA) ≥0.60			
					(电炉额定容量 66000 kVA) ≥0.56			
		(电炉额定容量 75000 kVA) ≥0.52						
2	锰矿入炉品位, %	0.16	Mn 含量≥38					

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
		3	锰 (Mn) 元素综合回收率, %	0.20	≥95		
		4	单位产品冶炼电耗, kWh/t	0.16	≤2100	≤2460	≤2650
		5	综合能耗* (折标煤) (按电力折标系数 0.1229 折算), kgce/t	0.26	≤610	≤660	≤780
		6	生产取水量, m³/t	0.12	≤3.5		≤4.5
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	100	≥99.5	≥99.0
污染物排放 控制	0.20	1	单位产品炉气产生量, Nm³/t	0.30	煤气900-950 (9-11MJ/Nm³)		全封闭炉煤气900-950 (9-10MJ/Nm³), 半封闭炉烟气13000-15000 (≥500KJ/Nm³)
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	0.30	≤0.15		全封闭式≤0.20, 半封闭式≤2.0
		3	单位产品废水排放量, m³/t	0.20	≤1.2		≤1.5
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.10	≤0.12		≤0.30
		5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.10	≤0.02		≤0.03
资源综合利 用	0.15	1	水重复利用率, %	0.27	≥97	≥95	≥92
		2	煤气回收利用率, %	0.27	100	≥95	(全封闭炉) ≥85
		3	炉渣利用率, %	0.20	100	≥95	≥92
		4	尘泥回收利用率, %	0.26	100	≥95	≥90

注: 1.电炉高碳锰铁产品标准执行 GB/T 3795; 2.高碳锰铁产品实物量以锰含量 65%为基准折合成基准吨, 然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗; 3.在执行电炉自然功率因数指标时, 当电炉容量与本表所列不一致时, 可就近靠本表所列电炉容量, 执行相应标准值; 4.入炉矿品位每升高或降低 1%, 相应冶炼电耗也降低或升高≤60kW·h/t, 详见铁合金单位产品能源消耗限额 GB 21341; 5.带\*的指标为限定性指标; 6.表中冶炼电耗、综合能耗适用于本表中所规定不同额定容量电炉; 7.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水。

表 3 锰硅合金产品清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)	
生产工艺 装备及技 术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.14	≥50000	≥25000	≥12500	
		2	电炉装置	0.10	全封闭式		全封闭式或半封闭式	
		3	煤气净化装置	0.11	干式净化装置		全封闭炉干式或湿式净化装置	
		4	除尘设施	0.12	原料场为封闭料场, 原料转运及输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%	
		5	原料处理	0.10	采用原料预处理技术 (包括锰矿及富锰渣的整粒、锰粉矿的烧结/球团/造块, 炭质还原剂及熔剂整粒等)			
		6	生产工 艺操作	原辅料上料	0.10	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现 PLC 控制		电极压放实现机械化
				炉前出炉	0.05	加料实现机械化		炉前浇注实现机械化
		7	煤气或余热回收利用	0.12	全封闭电炉回收煤气并利用		全封闭电炉回收煤气并利用, 半封闭式电炉回收烟气余热并利用	
		8	水处理技术	0.08	采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>①</sup>	
资源与能 源消耗	0.25	1	电炉自然功率因数 (COSφ)	0.10	(电炉额定容量 25000 kVA)≥0.74		(电炉额定容量 12500 kVA)≥0.83	
					(电炉额定容量 33000 kVA)≥0.70			
					(电炉额定容量 50000 kVA)≥0.62			
					(电炉额定容量 66000 kVA)≥0.58			
					(电炉额定容量 75000 kVA)≥0.55			
		2	锰矿入炉品位, %	0.16	Mn 含量≥34			

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)
		3	锰(Mn)元素综合回收率, %	0.2	≥82		
		4	单位产品冶炼电耗, kWh/t	0.16	≤3800	≤4050	≤4250
		5	综合能耗* (按电力折标系数0.1229折算), kgce/t	0.26	≤860	≤910	≤1010
		6	生产取水量, m³/t	0.12	≤3.5		≤4.5
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	100	≥99.5	≥99.0
污染物排放控制	0.20	1	单位产品炉气产生量, Nm³/t	0.3	煤气1000-1050 (9-11MJ/Nm³)		全封闭炉煤气1000-1050 (9-10MJ/Nm³), 半封闭炉烟气≤15000-18000 (≥500KJ/Nm³)
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	0.3	≤0.15		全封闭炉≤0.20, 半封闭炉≤2.0
		3	单位产品废水排放量, m³/t	0.2	≤1.2		≤1.5
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.1	≤0.12		≤0.30
		5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.1	≤0.02		≤0.03
资源综合利用	0.15	1	水重复利用率, %	0.27	≥97	≥95	≥92
		2	煤气回收利用率, %	0.27	100	≥95	(全封闭炉) ≥85
		3	炉渣利用率, %	0.20	100	≥95	≥90

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)
		4	尘泥回收利用率, %	0.26	100	≥95	≥90

注：1.锰硅合金产品标准执行 GB/T 4008；2.锰硅合金产品实物量以 Mn +Si=82%为基准折合成基准吨，然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗；3.在执行电炉自然功率因数指标时，当电炉容量与本表所列不一致时，可就近靠本表所列电炉容量，执行相应标准值；4.入炉矿品位每升高或降低 1%，相应冶炼电耗也降低或升高≤100kW·h/t，详见铁合金单位产品能源消耗限额 GB 21341；5.带\*的指标为限定性指标；6.表中冶炼电耗、综合能耗适用于本表中所规定不同额定容量电炉；7.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水。

表 4 电硅热法中低碳锰铁产品清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)	
生产工艺 装备及技 术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.16	≥6300	≥5000	≥3000	
		2	电炉装置	0.16	半封闭式矮烟罩或带盖倾动式+密封烟罩			
		3	精炼电炉铁水装炉	0.12	热装热兑工艺			
		4	除尘设施	0.16	原料场为封闭料场, 原料输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%	原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		
		5	生产工艺操作	原辅料上料	0.12	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现 PLC 控制		电极压放实现机械化
					0.08	加料采用料管等机械化方式		
6	水处理技术	0.12	采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>①</sup>			
资源与能 源消耗	0.25	1	电炉自然功率因数(COSφ)	0.12	≥0.9			
		2	锰矿入炉品位, %	0.12	Mn 含量≥48		Mn 含量≥46	
		3	锰 (Mn) 元素回收率, %	0.16	≥84			
		4	单位产品冶炼电耗 (热装), kWh/t	中碳锰铁	0.08	≤650		≤700
				低碳锰铁	0.08	≤1200		≤1300
		5	综合能耗* (按电力折标系数0.1229折算), kgce/t	中碳锰铁	0.16	≤120		≤130
				低碳锰铁	0.16	≤212		≤241
6	生产取水量,m <sup>3</sup> /t	0.12	≤1.2		≤1.5			

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)	
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	100	≥99.5	≥99.0	
污染物排放控制	0.20	1	单位产品烟气产生量, 万Nm <sup>3</sup> /t	中碳锰铁	0.30	≤1.2 (350℃)		≤1.5 (300℃)
				低碳锰铁		≤1.8 (350℃)		≤2.0 (300℃)
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	中碳锰铁	0.30	≤1.2		≤1.5
				低碳锰铁		≤1.8		≤2.0
		3	单位产品废水排放量, m <sup>3</sup> /t	0.20	≤0.4		≤0.5	
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.10	≤0.12		≤0.30	
5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.10	≤0.02		≤0.03			
资源综合利用	0.15	1	水重复利用率, %	0.34	≥97	≥95	≥92	
		2	炉渣利用率, %	0.33	100	≥95	≥90	
		3	尘泥回收利用率, %	0.33	100	≥95	≥92	

注：1.电硅热法中低碳锰铁产品标准执行 GB/T 3795；2.中低碳锰铁产品实物量分别以含 Mn78%为基准折合成基准吨，然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗；3.入炉矿品位每升高或降低 1%，相应冶炼电耗也降低或升高≤20kW·h/t；4.带\*的指标为限定性指标；5.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水。

表 5 高碳铬铁产品清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标							
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)		
生产工艺装 备及技术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.14	≥50000	≥25000	≥12500		
		2	电炉装置	0.10	全封闭式		全封闭式或半封闭式		
		3	煤气净化装置	0.11	干式净化装置		全封闭炉干式或湿式净化装置		
		4	除尘设施	0.12	原料场为封闭料场, 原料输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		
		5	原料处理	0.10	采用原料预处理技术(包括铬矿整粒、铬粉矿的烧结/球团/造块, 炭质还原剂及熔剂整粒等)				
		6	生产工 艺操作	原辅料上料	0.10	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化	
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现计算机控制		电极压放实现机械化	
				炉前出炉	0.05	开堵炉眼及浇注实现机械化		炉前浇注实现机械化	
		7	煤气或余热回收利用	0.12	全封闭电炉回收煤气并利用		全封闭电炉回收煤气并利用, 半封闭式电炉回收烟气余热并利用		
		8	水处理技术	0.08	采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>①</sup>		
资源与能源 消耗	0.25	1	电炉自然功率因数 (COSφ)	0.10	(电炉额定容量 25000 kVA) ≥0.84		电炉额定容量 12500 kVA ≥0.86		
					(电炉额定容量 33000 kVA) ≥0.82		电炉额定容量 16500 kVA ≥0.85		
					(电炉额定容量 50000 kVA) ≥0.78				
					(电炉额定容量 66000 kVA) ≥0.77				
		(电炉额定容量 75000 kVA) ≥0.76							
2	铬矿入炉品位, %	0.16	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含量≥40						
3	铬(Cr)元素综合回收率, %	0.20	≥92		≥90				

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)
		4	单位产品冶炼电耗, kWh/t	0.16	≤2650	≤3050	≤3400
		5	综合能耗* (按电力折标系数0.1229折算), kgce/t	0.26	≤710	≤750	≤870
		6	生产取水量, m³/t	0.12	≤3.5		≤4.5
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	100	≥99.5	≥99.0
污染物排放控制	0.20	1	单位产品炉气产生量, Nm³/t	0.30	≤煤气800 (9-11MJ/Nm³)		全封闭炉≤煤气800 (9-10MJ/Nm³), 半封闭炉烟气≤12000 (≥500KJ/Nm³)
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	0.30	≤0.10		全封闭炉≤0.15, 半封闭炉≤1.5
		3	单位产品废水排放量, m³/t	0.20	≤1.2		≤1.5
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.10	≤0.12		≤0.30
		5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.10	≤0.02		≤0.03
资源综合利用	0.15	1	水重复利用率, %	0.27	≥97	≥95	≥92
		2	煤气回收利用率, %	0.27	100	≥95	(全封闭炉) ≥85
		3	炉渣利用率, %	0.20	100	≥95	≥90
		4	尘泥回收利用率, %	0.26	100	≥95	≥90

注：1.高碳铬铁产品标准执行 GB/T 5683；2.高碳铬铁产品实物量以含铬 50%为基准折合成基准吨，然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗；3.在执行电炉自然功率因数指标时，当电炉容量与本表所列不一致时，可就近靠本表所列电炉容量，执行相应标准值；4.入炉矿品位每升高或降低 1%，相应冶炼电耗也降低或升高≤80kW·h/t，详见铁合金单位产品能源消耗限额 GB 21341；5.带\*的指标为限定性指标；6.表中冶炼电耗、综合能耗适用于本表中所规定不同额定容量电炉；7.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水；8.对未回收利用的含铬炉渣、尘泥按危废管理要求进行处置。

表 6 电硅热法低微碳铬铁产品清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)	
生产工艺 装备及技 术	0.25	1	电炉额定容量, kVA	0.16	≥6300	≥5000	≥3000	
		2	电炉装置	0.12	带盖倾动式+密闭烟罩或半封闭式矮烟罩			
		3	精炼电炉铁水装炉	0.12	热装热兑工艺		热装或冷装工艺	
		4	除尘设施	0.16	原料场为封闭料场, 原料输送系统采用密闭输送方式; 原料处理、熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 在熔炼除尘装置废气排放部位安装有在线监测装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%	原料场设有防尘抑尘网; 原料处理、转运、输送 熔炼、产品加工产尘部位配备有除尘装置, 对烟粉尘净化采用干式除尘装置和 PLC 控制, 除尘装置配置率和同步运行率均达到 100%		
		5	生产工艺 操作	原辅料上料	0.12	配料、上料、布料实现 PLC 控制		配料、上料、布料实现机械化
				冶炼控制	0.08	电极压放、功率调节实现计算机控制		电极压放实现机械化
			0.12		加料采用料管等机械化方式			
		6	水处理技术	0.12	采用软水、净环水闭路循环技术		采用净环水闭路循环技术 <sup>①</sup>	
资源与能 源消耗	0.25	1	电炉自然功率因数 (COSφ)	0.12	≥0.9			
		2	铬矿入炉品位, %	0.12	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含量≥48			
		3	铬 (Cr) 元素综合回收率, %	0.16	≥90	≥88		
		4	单位产品冶炼 电耗, kW·h/t	低碳铬铁	0.08	≤1500		≤1600
				微碳铬铁	0.08	≤1800		≤1900
		5	综合能耗* (按 电力折标系数 0.1229 折算), kgce/t	低碳铬铁	0.16	≤200		≤230
				微碳铬铁	0.16	≤240		≤280
		6	生产取水量, m <sup>3</sup> /t	0.12	≤1.2		≤1.5	

一级指标		二级指标						
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I级基准值 (1.0)	II级基准值 (0.8)	III级基准值 (0.6)	
产品特征	0.05	1	产品合格率, %	1	≥95			
污染物排放控制	0.20	1	单位产品烟气产生量, 万Nm <sup>3</sup> /t	低碳铬铁	0.3	≤1.8 (350℃)		≤2.0 (300℃)
				微碳铬铁		≤2.0 (350℃)		≤2.5 (300℃)
		2	单位产品颗粒物排放量*, kg/t	低碳铬铁	0.3	≤1.8		≤2.0
				微碳铬铁		≤2.0		≤2.5
		3	单位产品废水排放量, m <sup>3</sup> /t	0.2	≤0.4		≤0.5	
		4	单位产品化学需氧量排放量, kg/t	0.1	≤0.12		≤0.30	
5	单位产品氨氮排放量, kg/t	0.1	≤0.02		≤0.03			
资源综合利用	0.15	1	水重复利用率, %	0.34	≥97	≥95	≥92	
		2	炉渣利用率, %	0.33	100	≥95	≥90	
		3	尘泥回收利用率, %	0.33	100	≥95	≥90	

注：1.电硅热法低微碳铬铁产品标准执行 GB/T 5683；2.低微碳铬铁产品实物量以含铬量 50%为基准折合成基准吨，然后以基准吨为基础再折算单位产品能耗、物耗；3.入炉矿品位每升高或降低 1%，相应冶炼电耗也降低或升高≤30kW·h/t；4.带\*的指标为限定性指标；4.表中①净环水是指不带软水处理装置的间接冷却循环水；5.对未回收利用的含铬炉渣、尘泥按危废管理要求进行处置。

表 7 铁合金清洁生产评价指标体系技术要求表

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
清洁生产管 理	0.10	1	产业政策符合性*	0.15	未采用国家明令禁止和淘汰的生产工艺、装备		
		2	达标排放*	0.15	污染物排放满足国家及地方政府相关规定要求		
		3	总量控制*	0.15	污染物排放量、二氧化碳排放量及能源消耗量满足国家及地方政府相关规定要求		
		4	突发环境事件预防*	0.15	按照国家相关规定要求，建立健全环境管理制度及污染事故防范措施，无重大环境污染事故发生		
		5	建立健全环境管理体系	0.05	建有环境管理体系，并取得认证，能有效运行；全部完成年度环境目标、指标和环境管理方案，并达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效	建有环境管理体系，能有效运行；完成年度环境目标、指标和环境管理方案≥80%，达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效	建立有环境管理体系，能有效运行；完成年度环境目标、指标和环境管理方案≥60%，部分达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备
		6	物料和产品运输	0.10	进出企业的原辅料及燃料等大宗物料和产品采用铁路、水路、管道或管状带式输送机清洁方式运输比例不低于 80%；或全部采用新能源汽车或达到国六排放标准的汽车运输	采用清洁运输方式，减少公路运输比例	

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值 (1.0)	II 级基准值 (0.8)	III 级基准值 (0.6)
		7	固体废物处置	0.05	建立固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理综合利用率≥80%	建立固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理综合利用率≥70%	建立固体废物管理制度。危险废物贮存设有标识，转移联单完备，制定有防范措施和应急预案，无害化处理综合利用率≥50%
		8	清洁生产机制建设与清洁生产审核	0.10	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员职责分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥90%；有开展清洁生产工作记录	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥70%；有开展清洁生产工作记录	建有清洁生产领导机构，成员单位与主管人员分工明确；有清洁生产管理制度和奖励管理办法；定期开展清洁生产审核活动，清洁生产方案实施率≥50%；有开展清洁生产工作记录
		9	节能减碳机制建设与节能减碳活动	0.10	建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥90%；年度节能减碳任务达到国家要求	建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥80%；年度节能减碳任务达到国家要求	建有节能减碳领导机构，成员单位及主管人员职责分工明确；与所在企业同步建立有能源与低碳管理体系并有效运行；制定有节能减碳年度工作计划，组织开展节能减碳工作，年度管控目标完成率≥70%；年度节能减碳任务基本达到国家要求

注：带\*的指标为限定性指标。

## 5 评价方法

### 5.1 计算方法

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。

### 5.2 计算公式

#### 5.2.1 二级单项指标得分计算公式

二级单项指标得分计算公式如下：

$$D_{ij} = \omega_{ij} Z_{ijk} Y_{g_k}(x_{ij}) \quad (5-1)$$

$$\text{其中, } Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 1, & x_{ij} \in g_{ijk} \\ 0, & x_{ij} \notin g_{ijk} \end{cases} \quad (5-2)$$

式中,  $D_{ij}$  表示为第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标的得分;  $\omega_{ij}$  为第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标的权重。  $Y_{g_k}(x_{ij})$  为二级指标  $x_{ij}$  对于级别  $g_{ijk}$  的隶属函数。  $x_{ij}$  表示第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标;  $g_{ijk}$  表示为第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标基准值, 其中  $k=1$  时,  $g_{ij1}$  为 I 级水平;  $k=2$  时,  $g_{ij2}$  为 II 级水平;  $k=3$  时,  $g_{ij3}$  为 III 级水平; 如公式 (5.2) 所示, 若指标  $x_{ij}$  隶属  $g_{ijk}$  函数, 则取值为 100, 否则取值为 0。  $Z_{ijk}$  表示为第  $i$  个一级指标下的第  $j$  个二级指标基准值的系数值, 其中  $k=1$  时,  $Z_{ij1}$  取 1.0;  $k=2$  时,  $Z_{ij2}$  取 0.8;  $k=3$  时,  $Z_{ij3}$  取 0.6。

#### 5.2.2 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的得分, 如公式所示。

$$Y_{gk} = \left( \sum_{i=1}^m (w_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Z_{ijk} Y_{gk}(x_{ij})) \right) \times 100 = \left( \sum_{i=1}^m (w_i \cdot \sum_{j=1}^{n_i} D_{ij}) \right) \times 100 \quad (5-3)$$

式中,  $w_i$  为第  $i$  个一级指标的权重,  $\omega_{ij}$  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,  $Y_{g1}$  等同于  $Y_I$  (一级水平综合评价指数得分),  $Y_{g2}$  等同于  $Y_{II}$  (二级水平综合评价指数得分),  $Y_{g3}$  等同于  $Y_{III}$  (三级水平综合评价指数得分)。

#### 5.2.3 二级指标权重值调整

当企业实际生产过程中某类一级指标项下二级指标项数少于表1中相同一级指标项下二

级指标项数时，需对该类一级指标项下各二级指标分权重值进行调整，调整后的二级指标分权重值计算公式为：

$$\omega'_{ij} = \omega_{ij} \cdot \left( 1 / \sum_{j=1}^n \omega''_{ij} \right) \quad (5-4)$$

公式中， $\omega'_{ij}$ 为调整后的二级指标项分权重值， $\sum_{j=1}^{n_j} \omega'_{ij} = 1$ ； $\omega_{ij}$ 为原二级指标分权重值； $\omega''_{ij}$ 为实际参与考核的属于该一级指标项下的二级指标分权重值； $i$ 为一级指标项数； $j$ 为二级指标项数， $j=1, \dots, n$ 。

### 5.3 综合评价指数计算步骤

第一步根据相关指标计算二级单项指标得分值（ $D_{ij}$ ）；第二步计算综合评价指数值（ $Y_{g_k}$ ）；第三步 确定企业达到限定性指标的级别；第四步根据企业达到限定性指标的级别和综合评价指数值（ $Y_{g_k}$ ）结合表8 确定企业达到的清洁生产水平级别。

### 5.4 钢铁行业（铁合金）企业清洁生产水平评定

不同等级清洁生产水平综合评价指数判定值规定见表8。

表 8 铁合金生产企业清洁生产水平判定表

清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
国际清洁生产领先水平	全部达到 I 级限定性指标要求，同时 $100 \geq Y_{gk} \geq 90$
国内清洁生产先进水平	全部达到 II 级限定性指标要求，同时 $90 > Y_{gk} \geq 80$
国内清洁生产一般水平	全部达到 III 级限定性指标要求，同时 $80 > Y_{gk} \geq 70$

## 6 计算方法与数据来源

### 6.1 计算方法

#### 6.1.1 电炉自然功率因数

指在电炉变压器低压侧没有补偿的情况下，电炉有功功率与视在功率之比，以  $\cos\varphi$  表示。

$$A = \frac{P}{P_l} \quad (6-1)$$

式中：A——电炉自然功率因数，以 $\cos\varphi$ 表示；

$P_u$ ——有用功率，kW；

$P_l$ ——视在功率，kVA。

### 6.1.2 入炉矿品位

指入炉矿主元素的平均品位。

$$C_p = \frac{C_z}{C_s} \times 100\% \quad (6-2)$$

式中： $C_p$ ——入炉矿品位，%；

$C_z$ ——入炉矿含主元素量，t；

$C_s$ ——入炉矿实物总量，t。

### 6.1.3 元素回收率

指产品在冶炼过程中某种主元素的利用程度，它是反映冶炼过程中金属回收程度的指标。

$$R_{id} = \frac{S_d}{I_o} \times 100\% \quad (6-3)$$

式中： $R_{id}$ ——元素回收率，%；

$S_d$ ——合格品含主元素重量，t；

$I_o$ ——入炉原料含主元素重量，t。

### 6.1.4 单位产品冶炼电耗

指在单位时间(以年为单位)内铁合金冶炼工序每生产单位合格铁合金产品所消耗的电量，其中不包括原料处理、出铁、浇铸、精整等过程消耗的动力电量和烘炉电、洗炉电、照明电等。冶炼电耗是以电炉变压器高压侧的电表计量值为准。

$$E_{ydh} = \frac{e_{ydh}}{P_{THJ}} \quad (6-4)$$

式中： $E_{ydh}$ ——单位产品冶炼电耗，kW·h/t；

$e_{ydh}$  ——铁合金生产冶炼耗电量,  $kW\cdot h$ ;

$P_{THJ}$  ——合格铁合金产量,  $t$ 。

### 6.1.5 综合能耗

指铁合金生产企业在单位时间(以年为单位)生产单位产品合格铁合金所消耗的各种能源, 扣除工序回收并外供的能源后实际消耗的各种能源折合标准煤总量。

$$E_{THJ} = \frac{e_{yd} + e_{th} + e_{dl} - e_{yr}}{P_{THJ}} \quad (6-5)$$

式中:  $E_{THJ}$  ——铁合金产品综合能耗(折标煤),  $kg/t$ ;

$e_{yd}$  ——铁合金生产冶炼电力能源年耗用量(折标煤),  $kg$ ;

$e_{th}$  ——铁合金生产炭质还原剂年耗用量(折标煤),  $kg$ ;

$e_{dl}$  ——铁合金生产过程中动力能源年耗用量(折标煤),  $kg$ ;

$e_{yr}$  ——年二次能源回收与外供量(折标煤),  $kg$ ;

$P_{THJ}$  ——年合格铁合金产量,  $t$ 。

### 6.1.6 生产取水量

指铁合金生产企业在单位时间(以年为单位)采用电炉法生产单位产品铁合金所消耗的取水量。

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

式中:  $V_{ui}$  ——吨产品取水量,  $m^3/t$ ;

$V_i$  ——年生产铁合金产品所消耗的所有新水量,  $m^3$ ;

$M_s$  ——年铁合金合格产品产量,  $t$ 。

### 6.1.7 水重复利用率

指铁合金生产过程中工业重复用水量占工业总用水量的百分比。

$$W = \frac{W_r}{W_r + W_n} \times 100\% \quad (6-7)$$

式中：W ——水重复利用率，%；

$W_r$  ——年生产铁合金产品过程中的重复用水量， $m^3$ ；

$W_n$  ——年生产铁合金产品过程中的取水量， $m^3$ 。

#### 6.1.8 炉渣利用率

指炉渣利用量与炉渣产生量的百分比。

$$R = \frac{G_h}{G} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中：R ——炉渣利用率，%；

$G_h$  ——年炉渣利用量， $t$ ，包括企业内部利用量和外销给社会其它企业利用量；

$G$  ——年炉渣产生量， $t$ 。

#### 6.1.9 微硅粉回收利用率

指硅铁生产过程中微硅粉利用量（含外销）与微硅粉回收量的百分比。

$$W_{gr} = \frac{W_{ge}}{W_{gz}} \times 100\% \quad (6-9)$$

式中： $W_{gr}$  ——微硅粉回收利用率，%；

$W_{ge}$  ——微硅粉年利用量，包括企业内部利用量和外销给社会其它企业利用量， $t$ ；

$W_{gz}$  ——微硅粉年回收量， $t$ 。

#### 6.1.10 煤气回收利用率

指煤气利用量与煤气回收量的百分比。

$$M_r = \frac{M_h}{M} \times 100\% \quad (6-10)$$

式中： $M_r$ ——煤气回收利用率，%；

$M_h$ ——年利用煤气量， $万m^3$ ；

$M$ ——年回收煤气量， $万m^3$ 。

#### 6.1.11 尘泥回收利用率

指铁合金生产尘泥利用量与尘泥回收量的百分比。

$$C_r = \frac{C_h}{C} \times 100\% \quad (6-11)$$

式中： $C_r$ ——尘泥回收利用率，%；

$C_h$ ——年尘泥利用量， $t$ ；

$C$ ——年尘泥回收量， $t$ 。

#### 6.1.12 基准吨

指铁合金生产企业把产品实物量按所含主要元素折合成规定基准成分且以吨为单位的产量。

$$M_{jz} = \frac{E_z \times M_s}{E_j} \quad (6-12)$$

式中： $M_{jz}$ ——基准吨， $t$ ；

$E_z$ ——产品主要元素成分，%；

$M_s$ ——产品实物量， $t$ ；

$E_j$ ——产品含主要元素的基准成分，%。

注：为便于统一计算和比较铁合金产品冶炼效果，规定铁合金产量均按基准吨计算，其它指标如单位炉料消耗、单位电能消耗也均以基准吨为单位进行计算。

#### 6.1.13 铁合金产品质量合格率

$$G_{chl} = \frac{G_{cs}}{G_{cj}} \times 100\% \quad (6-13)$$

式中： $G_{chl}$ —铁合金产品质量合格率，%；

$G_{cs}$ —铁合金产品检验合格量，万t；

$G_{cj}$ —铁合金产品检验总量，万t。

#### 6.1.14 废水排放量

$$S_{FPD} = \frac{S_{FP}}{T_{CG}} \quad (6-14)$$

式中： $S_{FPD}$ —单位铁合金产品废水排放量， $m^3/t$ 铁合金；

$S_{FP}$ —企业某种产品生产废水排放总量， $万m^3$ ；

$T_{CG}$ —铁合金生产企业合格铁合金产品年产量，万t。

#### 6.1.15 污染物排放量

$$W_L = \frac{W_{SL}}{T_{CG}} \quad (6-15)$$

式中： $W_L$ —单位铁合金产品污染物排放量， $kg/t$ 铁合金；

$W_{SL}$ —某污染物年排放量， $kg$ ；

$T_{CG}$ —合格铁合金产品年产量， $t$ ；

吨产品废气污染物排放量为有组织污染源排放量，不包括无组织源排放量。

此处污染物包括铁合金生产企业生产过程中化学需氧量、氨氮、颗粒物等的排放量。

## 6.2 数据来源

6.2.1 清洁生产评价应以报告期内的实际检测、监测、统计数据为依据。一般报告期为一个自然经营年度，并与自然经营年度同步。

6.2.2 对大气和水污染物排放情况进行监测的频次、采样时间等要求，按国家有关污染源监测技术规范的规定执行。

6.2.3 本标准各项指标的采样和监测按照国家标准监测方法执行。