

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标函〔2015〕274 号)的要求,由中冶京诚工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、基本规定、主体工艺流程、辅助设施、配套生产工艺等。

本标准修订的主要技术内容是:1. 增加企业能源管控中心节能设计条款,增加企业自发电节能设计条款。2. 增加原料场、总图运输、高炉汽动鼓风、RH(电工钢)精炼、CPE 顶管机组等工序能耗指标;细化电炉冶炼工序能耗指标、冷轧产品能耗指标。3. 补充完善各工序节能降耗工艺、技术、装备措施等内容。进一步核定各工序能耗的计算范围,补充修订各工序能耗计算公式、能耗指标及余热回收数量等内容。4. 取消电力等价值折标系数下的各工序能耗指标。适时调整电力当量值折标系数下各能源介质的折算系数。5. 取消碳素制品章节。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国冶金建设协会负责日常管理,中冶京诚工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中冶京诚工程技术有限公司(地址:北京市北京经济技术开发区建安街 7 号,邮政编码:100176)。

本标准主编单位:中冶京诚工程技术有限公司

本标准参编单位:中冶北方工程技术有限公司

中冶焦耐工程技术有限公司

中冶长天国际工程有限责任公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中冶南方工程技术有限公司
中冶东方工程技术有限公司
中冶华天工程技术有限公司
中钢集团郑州金属制品研究院有限公司
住房和城乡建设部标准定额研究所
宝山钢铁股份有限公司
山东钢铁集团有限公司
江阴兴澄特种钢铁公司

本标准主要起草人员：曹建宁 胡金玲 潘宏涛 毕敏娜
刘家洪 郑绥旭 蒋江晨 王 刚
毕 琳 周志安 苏 洸 徐跃民
杨杏彩 赵 芳 余 慧 屈春花
刘建业 兰兴昌 邹忠平 高 恋
陈卫强 张海东 蔡发明 张如海
秦平果 全 强 郝文萍 戈义彬
于 玲 罗立华 袁俊红 严云福
徐华祥 雷加鹏 朱 庆 李继淦
胡昌宗 彭 敏 孙 亮 耿小红
范新库 钟剑雄 杨俊峰 崔 昊
张 颖 栾元迪 陆 澄

本标准主要审查人员：郭启蛟 黄 导 郑文华 温燕明
王维兴 程小矛 王宝军 吕 杰
姜泽毅

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	主体工艺流程	(6)
4.1	原料准备	(6)
4.2	烧结	(8)
4.3	球团	(10)
4.4	焦化	(12)
4.5	高炉炼铁	(14)
4.6	炼钢	(17)
4.7	金属压力加工	(23)
5	辅助设施	(43)
5.1	能源管控中心	(43)
5.2	燃气	(44)
5.3	电力	(45)
5.4	给排水	(48)
5.5	热力	(49)
5.6	采暖通风除尘	(52)
5.7	总图运输	(54)
5.8	机修	(57)
5.9	检化验	(58)
6	配套生产工艺	(59)
6.1	采矿	(59)
6.2	选矿	(64)

6.3 铁合金	(66)
6.4 耐火材料	(68)
6.5 石灰	(70)
附录 A 常用的能源热值和折标煤系数	(71)
本标准用词说明	(73)
引用标准名录	(74)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic provisions	(4)
4	Main production process	(6)
4.1	Raw material preparation	(6)
4.2	Sintering	(8)
4.3	Pelletizing	(10)
4.4	Coking	(12)
4.5	Blast furnace ironmaking	(14)
4.6	Steelmaking	(17)
4.7	Metal shaping and working	(23)
5	Auxiliary facility	(43)
5.1	Energy management and contrld center	(43)
5.2	Fuel and gas	(44)
5.3	Electric power	(45)
5.4	Water supply and drainage	(48)
5.5	Thermal power	(49)
5.6	Heating ventilation and dedusting	(52)
5.7	General layout and plant material handling	(54)
5.8	Machine repair	(57)
5.9	Analysis laboratoxy	(58)
6	Matched production process	(59)
6.1	Mining	(59)
6.2	Mineral dressing	(64)

6.3 Ferroalloy	(66)
6.4 Refractory	(68)
6.5 Lime	(70)
Appendix A Caloricity of common energy and carbon equivalent factor	(71)
Explanation of wording in this standard	(73)
List of quoted standards	(74)

1 总 则

1.0.1 为提高钢铁企业的能源转换效率,发挥钢铁企业的能源转换价值,提高钢铁企业建设项目的设计节能水平,全面贯彻《中华人民共和国循环经济促进法》《中华人民共和国节约能源法》,加强节能管理,促进节能技术进步,合理使用、转换能源,有效回收和利用生产中的余能,提高系统能效,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于钢铁企业的总体发展规划、钢铁企业的所有新建和改造项目的节能设计、节能评价,以及钢铁企业节能规划。

1.0.3 钢铁企业设计应实现规模化经营,并应重视工序完整及结构优化,重视各工序高效连接和能力匹配,时空匹配,重视提高能源转换效率、生产作业率、产品合格率、金属成材率,降低铁钢比,实现工序之间的物质流、能量流、信息流生产的稳定有序、连续紧凑,耦合匹配、能尽其效,实现非能源物质的节约,提高系统能效。

1.0.4 钢铁企业节能设计应坚持能源转换高效化、过程消耗减量化、提高能源利用效率和高效回收余热余能、优先工艺再利用原则;回收余热余能应采用先进、高效的节能生产工艺和技术装备;建立跨界的能源流及能源流集成网络;能源使用应以系统能效最优为原则,局部服从整体,低温服从高温、低压服从高压、辅助工序服从主工序,严格控制各工序能耗水平,提高系统能源使用效率;二次能源回收利用应以高质高用、能级匹配、梯级利用、分布式集成为原则。

1.0.5 钢铁企业节能设计,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 能源 energy sources

提供各种能量的资源,包括机械能、热能、光能、电能等。可分为一次能源和二次能源。

2.0.2 一次能源 primary energy

自然界中以天然的形式存在的,未经过加工转换的能量资源,如原煤、原油、天然气、核燃料、风能、水能、太阳能、地热能、海洋能等。

2.0.3 二次能源 secondary energy

由一次能源直接或间接加工或转换得到的其他种类和形式的能源。

2.0.4 能源介质 energy medium

在生产过程中所消耗的不作原料使用,也不进入产品,制取时又需要消耗能源的工作物质,也称作耗能工质。

2.0.5 当量标准煤 coal equivalent

规定的一种能源计量单位,其发热量等于 29307.6kJ 的能源量,称为 1kg 标准煤或当量煤,计为 1kgce。

2.0.6 能源当量热值 heat value equivalent of energy

单位能源所含有能量。 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 电能的当量热值为 3600kJ,等于 0.1229kgce。

2.0.7 工序能耗 energy consumption of procedure

工序能耗是工序单位产品能耗的简称,指在统计期内,该工序每生产一吨合格工序产品,扣除本工序回收能源量后的各种能源消耗总量。

2.0.8 吨钢综合能耗 comprehensive energy consumption

per ton of steel

指钢铁企业在统计期内平均每生产一吨钢所消耗的各种能源折合成标准煤量。

2.0.9 余能 waste energy

某一工艺系统排出的未被利用的能量,如余热、余压等。

2.0.10 余热 waste heat

在某一热工艺过程中未被利用而排放到周围环境中的热能。按载体形态可分为固态载体余热、液态载体余热和气态载体余热。

2.0.11 余压 waste pressure

指工艺设备排出的有一定压力的流体。按载体形态可分为气态余压和液态余压。

3 基本规定

3.0.1 钢铁企业总体规划以及钢铁企业新建及改造项目立项相关文件中应有能源篇(章)。本标准宜作为各级政府部门对钢铁项目核准、备案所需节能评估报告中节能工艺、技术、装备以及能耗指标的编制和评审依据。

3.0.2 以钢铁生产工艺、技术、装备用能洁净高效及节能降耗为主,各工序节能设计应与经济发展和环境保护相协调。因改进产品质量、改善环境导致超出本标准规定的能耗时,应单列新增能耗,并应分析说明;采用新技术回收利用余能时,应有能效及效益论证;各工序的节能设计应有措施,措施应相互协调、系统优化,并应达到企业系统能效最优。

3.0.3 钢铁企业设计,应符合下列规定:

- 1 贯彻国家钢铁产业发展政策;
- 2 适时淘汰高能耗工艺和高能耗设备;
- 3 不得采用行业限制的落后生产工艺和装备;
- 4 不得生产国家、行业限制淘汰的高能耗落后产品;
- 5 不得采用国家明令淘汰的高能耗设备。

3.0.4 钢铁企业设计应优化工艺过程,并应优先采用先进成熟的节能工艺技术、装备技术、先进节能材料和信息化智能管控技术。

3.0.5 新建或改造工程节能设施应与主体工程同时设计、同时建设、同时投产。

3.0.6 新建钢铁企业应设置能源管控中心,企业技术改造项目,应逐步建立健全能源信息化管控系统。能源管控中心的规模、装备水平和节能目标,应与预期的企业经济效益及社会效益相适应。

3.0.7 对各种原料、燃料及能源介质应设置分析、计量、检测设施,各种物料及能源的供给和消耗数据应及时、准确、稳定、可靠地自动采集到计算机收集系统。

3.0.8 能源介质的计量检测仪表应设置齐全,配备率、完好率、固检率应符合现行国家标准《钢铁企业能源计量器具配备和管理要求》GB/T 21368 的有关规定。

3.0.9 企业应加强全厂钢铁主流程的工艺结构、装备结构优化,提高铁素流转化效率,提高铁素一次和二次利用率,回收全厂含铁料,并在相应工序中加以利用。企业应加强与钢铁主流程匹配的能源流及其介质的高效转化、能源效率及价值。做到整个流程稳定有序、连续紧凑、耦合匹配、集成高效。在保证工艺生产系统要求的前提下,企业应对电、燃气、蒸汽、氧气作综合分析,确保能源效益最大化。

3.0.10 钢铁企业设计应提高余热、余压、余能的回收利用水平和效率,应采用技术先进、经济合理、能耗低、二次能源回收利用率高的节能工艺、技术、设备与措施,并应最大限度地降低能源消耗。二次能源回收利用应实现高质高用、梯级利用、能级匹配、能尽其效。

3.0.11 在钢铁企业节能设计中,电力折标系数应采用当量值计算体系;电力折标当量值应采用 $0.1229\text{kgce/kW}\cdot\text{h}$ 。具体能源介质的折标系数应按本标准附录 A 执行。

4 主体工艺流程

4.1 原料准备

4.1.1 钢铁企业应根据生产工艺和节能技术要求,对采购原料、燃料的含铁率、热值、水分、灰分、挥发分等指标进行及时检验和质量控制。有条件的地区和企业宜采购洗精煤,避免采购和使用原煤。

4.1.2 新建钢铁企业应设置全厂各工序用原料、燃料、辅料集中处理的综合原料场,并应具有受卸、储存、配料、混匀、取制样、输送等生产设施。

4.1.3 钢铁企业应设置全厂各工序用原料、燃料、辅料统一处理的原料场,物料按品种堆放,并应对进场原料、燃料、辅料的数量和质量及时检验、记录。原料场设计应采用先进的全厂物料集中处理技术和管理制度。

4.1.4 原料场宜具有受卸、储存、整粒、配料、混匀、取制样、输送等生产设施。

4.1.5 原料场的位置应靠近主要用户,紧凑布置;应采用低库存连续高效工艺,减少重复卸料和二次倒运、减少物料的落差;宜按照工序用料需求采用直接供料。

4.1.6 原料场设计应优化工艺流程、系统互备、简化系统、减少设备。

4.1.7 解冻库的能源宜采用余热。

4.1.8 原料场应采用机械化、自动化的卸、堆、取、运设备,设备驱动电动机应采用高效节能电机。

4.1.9 原料场向焦炉供应炼焦煤时宜采用储配一体化工艺配置。向高炉喷煤设施供应原煤时,煤的储存和输送应设置防雨设施。

4.1.10 新建钢铁企业宜按原料用户要求,按合格原料粒度采购原料,不宜建设集中破碎设施。

4.1.11 新建钢铁企业应对料场储存的炼铁使用的块状料设置筛分设施,宜采用在线筛分工艺。

4.1.12 新建钢铁企业应设置原料混匀设施,现有钢铁企业也应逐步优化原料混匀设施;宜根据原料配比和原料条件选择混匀料的品种。混匀料成品铁品位波动允许偏差范围为 $\pm 0.5\%$,二氧化硅波动的允许偏差范围为 $\pm 0.3\%$ 。

4.1.13 混匀设施应设置吸收和消纳钢铁生产过程中产生的含铁废弃物的配料槽。

4.1.14 原料场设计应合理配置带式输送机的驱动数量和电动机功率。当电动机功率大于或等于55kW时,应采用软启动技术。多种输送速度的带式输送机宜设置变频调速驱动装置。原料输送宜采用分段间隔输送,并应减少输送系统启动、停机次数,减少空运行时间。

4.1.15 粉状熔剂料宜在用户处直接受卸和储存,且宜采用气力输送。

4.1.16 原料场采用机械除尘时,除尘系统宜与除尘点工作区域的工作联动,除尘风机宜采用变频调速驱动。

4.1.17 封闭式室内料场、封闭式转运站及封闭式高架通廊,应充分利用自然采光,减少白天照明用电。

4.1.18 新建钢铁企业的原料场应根据当地条件选择原料储存方式,控制原料水分,设计适宜的防风、防雨和防冻设施;宜设置封闭式料场和封闭式输送机通廊。

4.1.19 原料准备工序能耗计算范围应包括原料受卸、储存、整粒、配料、混匀、取制样、供料输送等生产全过程的介质能耗量,并应涵盖工艺设施、辅助设备及除尘环保设施的能源消耗量。

4.1.20 工序能耗应按下式计算:

$$\text{工序能耗} = E / (T_1 + T_2 + T_3) \quad (4.1.20)$$

式中： E ——工序自耗能耗（电耗、水耗、气耗、油耗等）折热量（MJ, kgce）；

T_1 ——受料量（t, 干量）；

T_2 ——供料量（t, 干量）；

T_3 ——主加工处理量（t, 干量），包括整粒量及混匀量。

4.1.21 新建及改造原料准备工序综合能耗设计指标应符合表 4.1.21 的规定。

表 4.1.21 原料准备工序综合能耗设计指标

序号	项 目	能耗单位
		kgce/t 物料
1	原料准备工序能耗(原料总量 > 300 万 t/a)	< 0.32
2	原料准备工序能耗(原料总量 ≤ 300 万 t/a)	< 0.28

- 注：1 供料输送仅针对厂内带式输送机运输，不包括车辆运输和对外运输，也不包括企业外委的厂外车辆运输能耗。
- 2 受卸作业包括汽车受料槽和火车翻车机。
- 3 整粒作业包括破碎、筛分设施，不包括干燥设施。
- 4 混匀作业包括混匀料场和混匀配料槽。
- 5 工序能耗指标不包括解冻库能耗，不包括固废料处理回收能耗。

4.2 烧 结

4.2.1 烧结工艺设计应选用成分稳定的优质含铁原料，混匀矿铁品位波动及二氧化硅含量波动应符合本标准第 4.1.12 条的规定。

4.2.2 烧结配料过程中宜添加生石灰或消石灰作熔剂，并应优先选择生石灰。

4.2.3 应选用高碳低灰分低硫的优质固体燃料，燃料的破碎不应选用易于产生过粉碎的设备，燃料的平均粒度应达到 1.2mm~1.5mm。

4.2.4 烧结厂设计应采用先进节能的烧结新工艺、新技术和新设备。

4.2.5 含铁原料、熔剂、燃料应采用自动重量配料，应采用变频调速給料设备。

- 4.2.6 烧结料混合过程中宜采用蒸汽、热水预热混合料。
- 4.2.7 烧结应强化混合制粒,混合制粒时间宜采用 5min~9min, 并应采用高效混合制粒设备。
- 4.2.8 在保证烧结矿质量和环保的前提下,烧结设计应提高烧结机的利用系数和作业率。
- 4.2.9 烧结设计应采用带式烧结机,烧结机应大型化。
- 4.2.10 点火系统应采用热风烧结技术及新型节能点火保温炉。
- 4.2.11 成品筛分中应控制返矿粒度小于或等于 5mm。
- 4.2.12 烧结过程中应选择匹配的单位烧结面积的风量和主抽风机前的负压,不应选用过大的主抽风机;主抽风机宜采用变频调速。
- 4.2.13 烧结设计应提高烧结厂的自动化水平,应配置主要工艺过程自动化检测、控制和调节系统,烧结过程应在最佳的工艺状态下进行。
- 4.2.14 新建和改造的烧结机及冷却装置应加强其密封性,应最大限度地降低设备漏风率。应配套设计烧结机工艺过程烟气余热利用及烧结矿余热回收利用装置。烧结机烟气系统应设置烟气脱硫、脱硝、除尘净化装置。
- 4.2.15 烧结废水应经处理后循环使用。
- 4.2.16 钢铁生产产生的碎焦、氧化铁皮、各种含铁粉尘泥渣和烧结厂本身的含铁含碳粉尘,应经处理后返回烧结厂再利用。
- 4.2.17 烧结工序能耗计算范围应从熔剂、燃料破碎开始,到成品烧结矿输出至高炉料仓为止,包括原燃料加工与准备,配料、混合与制粒,布料、点火与烧结,烧结抽风与烟气除尘,烧结矿冷却与整粒筛分,环境除尘与烟气净化,以及计算至蒸汽的余热回收设施的能源消耗量,并应扣除回收利用的能量。
- 4.2.18 烧结工序能耗应按下式计算:

$$\text{工序能耗} = (G + E - R) / T \quad (4.2.18)$$

式中: T ——烧结矿合格产量(t);

G ——固体燃料煤、碎焦折热量(MJ, kgce);

E ——加工能耗(燃气、电、耗能工质等)折热量(MJ, kgce);
 R ——回收余热蒸汽折热量(MJ, kgce)。

4.2.19 烧结工序能耗指标应综合产业政策准入要求,机组规模、原料种类、厂址海拔高度等因素,新建烧结工序能耗设计指标应符合表 4.2.19 的规定。

表 4.2.19 烧结工序能耗设计指标

系 统	工 序 能 耗	
	MJ/t _矿	kgce/t _矿
烧结系统	≤1377	≤47
烟气净化系统(活性炭脱硫、脱硝)	≤146	≤5
烟气净化系统(脱硫+SCR 脱硝)	≤264	≤9

注:1 原料稀土矿比例每增加 1%,烧结工序能耗指标应增加 0.15kgce/t_矿。

2 对于钒钛矿、褐铁矿、菱铁矿等难烧结的含铁原料,可根据配矿量比例适当提高工序能耗指标。

4.3 球 团

4.3.1 球团厂建设前应进行球团工艺试验,并应以试验结果作为球团厂工艺流程及工艺参数的设计依据。

4.3.2 球团生产设计应选取新型结构、漏风率小的链算机一回转窑—环冷机或带式焙烧机,以及新型节能的燃料燃烧装置、高效率的工艺风机等节能型设备。

4.3.3 球团生产应采用优质黏结剂,并应采用最佳配加量。

4.3.4 球团设计应严格控制布料,宜采用摆动胶带机(或梭式布料机)、宽胶带机和辊式筛分布料机的联合布料方式。

4.3.5 球团设计应建立合理的热工制度。热工参数应根据原料性质,通过试验及理论计算确定。

4.3.6 球团设计应强化原料准备工序,含铁原料的铁品位、粒度、水分应满足球团生产要求。

4.3.7 球团设计应采用计算机控制自动重量配料,应采用变频调

速給料设备。

4.3.8 球团设计应采用强力型混合机,应强化混合,大组分物料与小组分物料应充分混匀,混合料的成分应均匀。

4.3.9 球团设计应重视生球质量,应合理调整造球机的各项参数,应控制混合料水分,并应优化造球过程。

4.3.10 球团设计应采用合理的气体循环流程,并应充分利用余热。

4.3.11 链算机一回转窑一环冷机、带式焙烧机炉体应完善耐火材料构成,并应加强绝热和保温性能。

4.3.12 链算机一回转窑、带式焙烧机主机设备应加强其密封性,应最大限度地降低设备漏风率。

4.3.13 球团工序能耗计算范围应从原料、燃料准备开始,到成品球团矿输出为止,包括铁精矿干燥与辊压、煤粉制备、配料、混合、造球、生球干燥、预热与焙烧,球团矿冷却与筛分,除尘与烟气脱硫脱硝等设施的能源消耗量。

4.3.14 球团工序能耗应按下式计算:

$$\text{工序能耗} = (G + E - R) / T \quad (4.3.14)$$

式中: T ——球团矿合格产量(t);

G ——固体燃料折热量(MJ,kgce);

E ——加工能耗(燃气、电、耗能工质等)折热量(MJ,kgce);

R ——回收余热余能折热量(MJ,kgce)。

4.3.15 球团工序能耗设计指标应符合表 4.3.15 的规定。

表 4.3.15 球团工序能耗设计指标

生产类型	原料条件	工序能耗	
		MJ/t _球	kgce/t _球
链算机一回转窑	100%磁铁矿	≤730	≤25
	50%磁铁矿、50%赤铁矿	≤1055	≤36
	100%赤铁矿	≤1375	≤47

续表 4.3.15

生产类型	原料条件	工序能耗	
		MJ/t _球	kgce/t _球
带式球团	100% 磁铁矿	≤700	≤24
	50% 磁铁矿、50% 赤铁矿	≤1025	≤35
	100% 赤铁矿	≤1345	≤46

注：1 当赤铁矿用量不在表中所列值时，可用内插法计算。

2 采用褐铁矿、镜铁矿或其他含铁原料时，通过球团试验确定。

4.4 焦 化

4.4.1 备煤系统应根据煤源、煤质及配煤试验选择炼焦煤准备工艺流程、主要设施及设备，应做到工艺过程简单、设备少、布置紧凑。

4.4.2 焦化厂应采用大型密闭式储配煤一体化设施。

4.4.3 焦化厂宜采用装炉煤调湿及分级技术，宜利用焦炉烟道废气作为热源。

4.4.4 粉碎机宜配置调速装置；带式输送机功率不应小于 45kW，宜配置调速装置。

4.4.5 焦炉宜采用低热值煤气加热。

4.4.6 焦炉加热应采用计算机加热控制和管理系统。

4.4.7 焦炉应同步配套建设干法熄焦装置，宜采用干法熄焦装置备用。干熄焦锅炉宜采用高参数、自然循环锅炉，实现焦炭余热的高效回收利用。

4.4.8 焦炉应设置荒煤气显热回收装置。

4.4.9 高压氨水泵应设置变频调速装置。

4.4.10 焦炉蓄热室应采用蓄热薄壁格子砖。

4.4.11 焦炉应根据各部位的工况特点，采用相应的高效隔热措施。

4.4.12 独立焦化厂宜建设焦化工艺及能源介质管控中心。

4.4.13 电动煤气鼓风机应选用调速或前导流装置。

4.4.14 回收焦炉烟道气余热应作为炼焦煤调湿、蒸氨工艺热源，并应降低焦化厂系统能耗。

4.4.15 焦化厂用循环水和低温水应实现水温、水量、水质、水压四大平衡和水质全过程管理，并应提高循环比、降低电导率、降低高盐水，实现低成本、高效率、洁净运行。

4.4.16 剩余氨水蒸馏宜采用负压高效塔蒸馏和间接加热蒸氨工艺。

4.4.17 焦炉荒煤气脱硫宜采用 HPF 法工艺，硫膏回收及制硫酸装置中产生的余热应设置废热锅炉回收。

4.4.18 煤焦油和粗苯精制应采用集中加工。煤焦油加工装置规模应达到处理无水焦油 15 万 t/年及以上，粗苯精制规模应达到 10 万 t/年及以上。

4.4.19 焦油蒸馏宜采用减压蒸馏或常、减压蒸馏工艺。

4.4.20 苯精制宜采用苯加氢工艺，蒸馏苯宜采用导热油为热介质。

4.4.21 煤气净化系统的轻苯蒸馏宜采用负压蒸馏工艺。

4.4.22 冷却循环设计应符合“按质供应，温度对口，梯级利用，小半径循环，分区域闭路”的原则。夏季宜采用余热式制冷水或蒸汽制冷水装置，也可采用高炉煤气直燃式制冷水用装置；不得采用抽取地下水用作冷媒。

4.4.23 焦炉装煤、出焦以及干熄焦系统的除尘风机应配置调速装置。

4.4.24 采暖热煤可采用煤气净化系统的初冷器高温段循环水和焦炉循环氨水的余热。

4.4.25 焦化设计应积极推动焦化厂“分布式能源流网络集成优化”模式，并应扩大工艺过程余热回收利用范围，降低蒸汽等工质使用，降低工艺过程废水。焦炉应系统考虑能量耦合优化与梯级利用技术。

4.4.26 焦化设计时宜采用自动化、智能化水平较高的成熟工艺、

设备,提高焦化企业的智能制造水平。

4.4.27 焦化工序能耗统计范围应包括生产系统的备煤、炼焦和煤气回收与净化工段,并应包括辅助输出系统的生产调度指挥、机修、计量、环保等消耗的总能量,应扣除工序回收的能量。不应包括洗煤、焦油深加工、苯精制、焦炉煤气资源化利用以及附属的食堂、保健站、休息室所消耗的能量。

4.4.28 工序能耗应按下式计算,其中原料折热量应大于焦化产品折热量:

$$\text{工序能耗} = (I - Q + E - R) / T \quad (4.4.28)$$

式中: T ——焦炭(干全焦)产量(t);

I ——原料(干基洗精煤)折热量(MJ,kgce);

Q ——焦化产品(焦炭、煤气、焦油、粗苯等)折热量(MJ,kgce);

E ——加工能耗(煤气、电、耗能工质等)折热量(MJ,kgce);

R ——余热回收(干熄焦等)折热量(MJ,kgce)。

4.4.29 焦化工序设计能耗时,顶装焦炉不应大于 $122\text{kgce}/t_{\text{焦}}$,捣固焦炉不应大于 $127\text{kgce}/t_{\text{焦}}$ 。

4.5 高炉炼铁

4.5.1 高炉炼铁设计应根据原料、燃料质量水平和高炉生产条件,以及同类型高炉的实际生产指标,经技术经济比较后确定利用系数、燃料比等技术指标。

4.5.2 高炉炼铁设计应提高入炉原料、燃料的精料水平,选择合适的炉料结构,并应符合炉料含铁品位高、粒度均匀偏小、强度高、成分稳定、有害杂质含量少、冶金性能好的原则。

4.5.3 来料应实行混匀,入炉矿含铁成分波动允许范围为 $\pm 0.5\%$,碱度波动允许范围为 ± 0.08 ,其他成分应相对稳定。

4.5.4 入炉原料结构应以烧结矿、球团矿为主,配加部分块矿,在条件允许情况下应提高球团矿使用比例。在高炉中不宜加熔剂。

4.5.5 入炉矿及燃料质量应符合现行国家标准《高炉炼铁工程设

计规范》GB 50427 的有关规定。

4.5.6 成品烧结矿宜采取整粒筛分措施,应筛除小于 5mm 的粉末,入炉烧结矿料中 5mm 以下粉末含量不应大于 5%。

4.5.7 入炉焦炭应具有良好的化学成分、冷热态强度、粒度组成,并保持性能的稳定,并应优先采用干熄焦,控制焦炭水分。

4.5.8 高炉设计应采取焦丁回收工艺,与矿石混装入炉,焦丁使用量应计入高炉燃料比中。

4.5.9 高炉应根据气候等条件采用脱湿鼓风技术或加湿鼓风技术。

4.5.10 热风炉设计应采用烟气余热回收措施,应预热助燃空气或煤气。热风炉寿命不应小于 25 年,漏风率不应大于 2%。

4.5.11 热风炉使用的燃料应根据全厂煤气平衡确定,在保证风温 $1250^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下,热风炉宜采用全烧高炉煤气获得高温的技术。

4.5.12 热风炉设计应采取提高热风炉热效率的措施。热风炉总体热效率不应小于 80%。各级高炉的热风炉均应设置燃烧自动控制装置。

4.5.13 新建或改造高炉应采用高压操作,并应同步配套建设高炉煤气余压回收利用装置。

4.5.14 新建及改造高炉煤气净化应采用干法除尘工艺。

4.5.15 剩余高炉煤气应回收利用。

4.5.16 新建及改造高炉应采用炉顶均排压煤气回收技术,现有高炉宜增加炉顶均排压煤气回收技术。

4.5.17 新建高炉应同步配套建设煤粉喷吹装置,并应鼓励有条件的高炉采用废塑料、废旧轮胎、垃圾制粒喷吹等新型喷吹技术。

4.5.18 各级高炉应推广富氧大喷煤工艺,新建高炉喷煤量宜大于 180kg/t 。有条件的企业宜自建适合高炉喷煤使用的专用制氧机组。

4.5.19 高炉设计宜建设高炉冲渣水的余热回收装置。

4.5.20 新建钢铁厂时,高炉与转炉宜采用紧凑布局,应缩短热态铁水输送距离,宜采用转炉铁水罐一罐到底方式或鱼雷罐输送铁水。运送铁水装置宜采用加盖或其他保温设施。

4.5.21 高炉配套系统应按照与高炉低燃料比冶炼相匹配的能力设计。

4.5.22 高炉生产各项能源介质消耗应设置计量器具。

4.5.23 高炉炼铁工序能耗计算范围应包括工艺及公辅配套系统,原燃料供给、高炉本体、渣铁处理、鼓风、热风炉、煤粉喷吹、碾泥、铸铁机、给排水、煤气净化、除尘环保等系统(设施)的能源消耗量,并应扣除回收利用的高炉煤气和余压余热的能源量。

4.5.24 高炉炼铁工序能耗应按下式计算:

$$\text{工序能耗} = (C + I + E - R) / T \quad (4.5.24)$$

式中: T ——生铁产量(t);

C ——焦炭折热量(MJ, kgce);

I ——喷吹煤折热量(MJ, kgce);

E ——加工能耗(煤气、电、耗能工质等)折热量(MJ, kgce);

R ——回收高炉煤气、电力、余热折热量(MJ, kgce)。

4.5.25 各级别高炉炼铁工序能耗设计指标应符合表 4.5.25-1、表 4.5.25-2 的规定。

表 4.5.25-1 电动鼓风高炉炼铁工序能耗设计指标

工序名称	工序能耗	分 项 能 耗		
		燃料耗	电耗 (含鼓风电耗)	炉顶余压发电 回收量
	kgce/t _铁	kg/t _铁	kW · h/t _铁	kW · h/t _铁
1000 级高炉	≤400	≤520	≤120	干法除尘≥42kW · h/t _铁 湿法除尘≥30kW · h/t _铁
2000 级高炉	≤395	≤515		
3000 级高炉	≤390	≤510		
4000 级以上高炉	≤385	≤500		

表 4.5.25-2 汽动鼓风高炉炼铁工序能耗设计指标

工序名称	工序能耗	分 项 能 耗		
		燃料耗	电耗	炉顶余压发电回收量
	kgce/t _铁	kg/t _铁	kW·h/t _铁	kW·h/t _铁
1000 级高炉	≤415	≤520	≤40	干法除尘≥42kW·h/t _铁
2000 级高炉	≤410	≤515		湿法除尘≥30kW·h/t _铁
3000 级高炉	≤405	≤510		—
4000 级以上高炉	≤400	≤500		—

4.6 炼 钢

4.6.1 新建和改造炼钢车间应采用“炼钢—炉外精炼—连铸三位一体”的工艺路线。

4.6.2 在满足基本工艺路线条件下,应对铁水预处理、冶炼、精炼、连铸消耗的各种能源介质配置计量器具。

4.6.3 炼钢工序能耗计算范围应从原材料进入炼钢车间开始,到合格连铸坯(锭)出厂为止,这一全过程的直接能源消耗量,并应扣除回收利用的能量。

4.6.4 转炉炼钢工序能耗应包括铁水预处理、转炉冶炼、炉外精炼、连铸的能源消耗量。

4.6.5 电炉炼钢工序能耗应包括电炉冶炼、炉外精炼、连铸的能源消耗量。

I 铁水预处理

4.6.6 新建转炉炼钢厂应按 100%铁水进行预处理配套,宜与转炉同步投入生产使用。铁水预处理工艺、技术、设备应根据产品方案确定。

4.6.7 铁水预处理设施宜布置在炼钢主车间内。

4.6.8 铁水预处理能耗计算应包括预处理剂的上料、喷吹、机械

搅拌、铁水扒渣,以及不包括炉渣后加工的渣处理设施、辅助设备、除尘环保等设施的能源消耗量。

4.6.9 铁水预处理能耗设计指标应符合表 4.6.9 的规定。

表 4.6.9 铁水预处理能耗设计指标

预处理方式	工 序 能 耗	
	MJ/t 铁水	kgce/t 铁水
单脱硫	≤19	≤0.65
脱硫、脱硅和脱磷	≤53	≤1.8

II 转 炉 冶 炼

4.6.10 转炉车间设计应以铁水预处理—复吹转炉冶炼—炉外精炼—高效连铸作为新建和改造转炉炼钢的基本工艺路线。

4.6.11 转炉炼钢应做好废钢的分拣、加工,按质分级储存及运输,并应提高废钢比、降低铁水比。

4.6.12 转炉炼钢应采用顶底复吹技术与溅渣护炉技术,造渣应采用冶金活性石灰。

4.6.13 转炉出钢钢包应采用高效能钢包烘烤技术,宜采用钢包全程加盖技术,并应实现红包出钢。

4.6.14 铁合金烘烤应采用节能型烘烤炉。

4.6.15 新建或改造转炉炼钢车间,应配套建设煤气的净化、回收、利用系统,并应回收利用高温烟气的余热。

4.6.16 转炉冶炼宜采用煤气干法或半干法除尘技术。

4.6.17 当转炉煤气热值为 $6700\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 时,回收转炉煤气的设计指标不应小于 $100\text{Nm}^3/\text{t}$;密排管烟道系统回收蒸汽的设计指标不应小于 $80\text{kg}/\text{t}$ 。

4.6.18 新建钢铁企业生产普碳钢、优质碳钢及低合金钢品种,不得采用混铁炉储存铁水及铁水分包工艺。

4.6.19 转炉冶炼能耗计算范围应从预处理后的铁水开始到钢水送到炉外精炼为止,应包括转炉冶炼、不含后加工的炉渣处理、辅

助设备、除尘环保等设施的能源消耗量,并应扣除回收的转炉煤气和余热蒸汽的能量。

4.6.20 转炉冶炼能耗应按下式计算:

$$\text{转炉冶炼能耗} = (M + A - R) / T \quad (4.6.20)$$

式中: T ——转炉钢水产量(t);

M ——转炉冶炼能源消耗量之和(MJ, kgce);

A ——辅助系统能源消耗量之和(MJ, kgce);

R ——回收转炉煤气、余热蒸汽能量量(MJ, kgce)。

4.6.21 转炉冶炼工序能耗设计指标应符合表 4.6.21 的规定。

表 4.6.21 转炉冶炼工序能耗设计指标

转炉公称容量	工 序 能 耗	
	MJ/t _{钢水}	kgce/t _{钢水}
100t~200t	≤-586	≤-20
>200t	≤-645	≤-22

- 注:1 能耗指标按照普碳钢、一般优质碳素结构钢为主要冶炼钢种确定;
- 2 当生产钢种以深冲钢、超深冲钢、DQ、DDQ 冷轧用钢、管线钢等为主,或以优质轴承、弹簧、齿轮、硬线钢、工具钢等为主时,能耗指标相应增加 0.5kgce/t~1.5kgce/t。
- 3 本表指标不适用于提钒、脱磷、脱硅等用途转炉。

III 电 炉 冶 炼

4.6.22 电炉生产应向高效化、物料热装热送和余热余能回收利用的方向发展。

4.6.23 电炉冶炼工艺设计应以超高功率电炉冶炼—炉外精炼—连铸作为新建和改造电炉炼钢车间的基本工艺路线。

4.6.24 新建超高功率电炉应采用高阻抗供电、铜钢复合直接导电臂、泡沫渣埋弧冶炼、电极自动调节技术、计算机过程控制、电炉烟气余热回收利用等先进节能技术。

4.6.25 电炉钢厂应采用辅助能源强化冶炼工艺,宜采用炉壁多功能超音速集束射流氧枪、炉门碳氧喷枪、氧燃烧嘴等装备。

4.6.26 电炉炼钢以废钢、DRI 为主原料,当企业有富余铁水时,电炉可采用铁水热装工艺。

4.6.27 电炉炼钢应加强废钢管理工作,应提高废钢质量,并应减少泥石、炉渣等非金属物混入量,应改进废钢装炉设备,并应减少废钢加料次数。全废钢法时,装料次数不应超过二次,铁水热装时,废钢应实现一次加料。

4.6.28 电炉炼钢应加强造渣料与铁合金等材料的管理。电炉炼钢车间使用的造渣料与铁合金应为合格料。

4.6.29 电炉冶炼应做好钢包烘烤与调度工作,应采用高效能钢包烘烤技术,宜采用钢包全程加盖技术。

4.6.30 电炉冶炼能耗计算范围应从原料进入电炉车间,到钢水送至炉外精炼装置为止;应包括废钢和辅料的储运和处理、电炉冶炼、炉渣清运与处理、辅助设备及除尘环保等设施的能源消耗量,不应包括钢渣加工的能源消耗量。

4.6.31 电炉冶炼工序能耗应按下式进行计算:

$$\text{工序能耗} = (C + F + P + E - R) / T \quad (4.6.31)$$

式中: T ——电炉钢水产量(t);

C ——碳粉、碳块折热量(MJ,kgce);

F ——燃料折热量(MJ,kgce);

P ——冶炼电耗(MJ,kgce);

E ——加工能耗(动力电耗、耗能工质等)折热量(MJ,kgce);

R ——电炉烟气余热回收折热量(MJ,kgce)。

4.6.32 电炉冶炼能耗设计指标应符合表 4.6.32 的规定。

表 4.6.32 电炉冶炼能耗设计指标

钢铁料结构	电炉类型	工序能耗	分 项 能 耗		
			燃料耗	电耗	回收蒸汽
		kgce/t 钢水	MJ/t 钢水	kW·h/t 钢水	kg/t 钢水
85%废钢+ 15%生铁	无预热、无蒸汽回收电炉	90	1060	437	0

续表 4.6.32

钢铁料结构	电炉类型	工序能耗	分 项 能 耗		
			燃料耗	电耗	回收蒸汽
		kgce/t _{钢水}	MJ/t _{钢水}	kW·h/t _{钢水}	kg/t _{钢水}
85%废钢+ 15%生铁	废钢预热式电炉 (Consteel,无蒸汽回收)	88	1117	402	0
	带蒸汽回收电炉 (无预热)	82	1066	437	70
70%废钢+ 30%铁水热装	无预热、无蒸汽回收电炉	70	842	338	0
	废钢预热式电炉 (Consteel,无蒸汽回收)	69	879	314	0
	带蒸汽回收电炉 (无预热)	58	848	338	100
50%废钢+ 50%铁水热装	无预热、无蒸汽回收电炉	56	760	247	0
	废钢预热式电炉 (Consteel,无蒸汽回收)	56	789	233	0
	带蒸汽回收电炉 (无预热)	41	766	247	130

注:1 全废钢法炉料组成应为 85%废钢、15%生铁(炉料总配碳 2.14%),每减少或增加生铁 1%,能耗指标相应增加或减小 1.2kW·h/t。

2 在铁水比不大于 50%时,配加铁水量每增加或减小 1%,相应能耗减小或增加 4.66kW·h/t。

3 表中的数据是基于钢铁料消耗 1080kg/t 进行计算的,钢铁料消耗每增加 1kg/t_{钢水},工序能耗值增加 3MJ/t_{钢水}。

IV 炉外精炼

4.6.33 新建和改造炼钢车间应配置钢水炉外精炼设施。

4.6.34 LF 精炼炉应采用管式全水冷钢包盖和铜钢复合直接导电臂,电极中心圆直径应小,二次侧导电短网长度应短,三相阻抗不平衡度应小于 5%。

4.6.35 各种真空精炼炉宜采用干式机械真空泵;采用多级蒸汽喷射泵时,宜采用水环真空泵作为前置泵。

4.6.36 炉外精炼装置的平面位置应考虑与炼钢炉、连铸机的匹配关系,应采用物流顺畅,钢水的倒运次数少和运输距离短,靠近炼钢炉或连铸机,并应缩短精炼周期的最佳工艺布置。

4.6.37 转炉或电炉应采用无渣或少渣出钢技术,必要时可在炉外精炼前设置扒渣站,并应准确控制出钢量。

4.6.38 炉外精炼能耗计算范围应为钢水进入炉外精炼装置,到钢水吊到连铸钢包回转台为止,应包括精炼、不含二次加工的炉渣处理、辅助设备及除尘环保等设施的能源消耗量。

4.6.39 炉外精炼能耗设计指标不应大于表 4.6.39 的规定。

表 4.6.39 炉外精炼能耗设计指标

精炼方式	工 序 能 耗	
	MJ/t _{钢水}	kgce/t _{钢水}
LF	159	5.43
VD	198	6.75
VOD	412	14.06
RH	368	12.56
RH(电工钢)	472.05	16.11
AOD	301.52	10.29
CAS-OB	6.25	0.21

V 连 铸

4.6.40 新建连铸工程应采用连铸坯热送热装工艺,并应根据条件预留今后实现直接轧制的可能。

4.6.41 新建连铸车间设计时,宜采用炼钢—连铸—轧钢厂房相

连、设备相接的紧凑式工艺流程和平面布置。

4.6.42 现有炼钢厂或车间应继续完善优化生产工艺条件。

4.6.43 连铸宜发展近终形连铸技术,宜采用薄板坯、异型坯、薄带连铸工艺。

4.6.44 全连铸车间设计应根据生产规模、生产钢种、炼钢炉容量和数量以及轧机组成确定,应实现炉机匹配或多台连铸机的协调生产,并应发挥连铸机能力。

4.6.45 连铸机的配套设施应齐全,应采取全程钢水保温和提高收得率的有效措施;根据条件宜采取铸坯保温技术,应采取完善的计量和检测手段。

4.6.46 炼钢应向连铸机提供优质钢水,浇注前钢水应进行炉外精炼,并应满足连铸钢水在成分、温度、纯净度方面的要求。

4.6.47 连铸能耗计算范围应从钢水送入钢包回转台,到合格坯运出连铸车间为止;并应包括连铸、辅助设备及除尘环保等设施的能源消耗量。

4.6.48 连铸能耗设计指标应符合表 4.6.48 的规定。

表 4.6.48 连铸能耗设计指标

连铸机类型	工 序 能 耗	
	MJ/t _坯	kgce/t _坯
方坯连铸机	≤175	≤6.0
板、圆、异型坯连铸机	≤205	≤7.0

4.7 金属压力加工

4.7.1 轧钢应大力开发采用节能型机组。热轧车间节能应以节约燃料为重点;冷轧车间应以节约电、燃料、保护气体和蒸汽为重点;应重视节水和废水处理。

4.7.2 金属压力加工应开发和采用节能型的新工艺、新技术,宜采用切分轧制、倍尺轧制、低温轧制、控制轧制、控制冷却、长尺冷

却、长尺矫直、在线热处理、在线检测和计算机过程控制。

4.7.3 轧钢车间设计应采用新装置和新设备,宜采用蓄热式加热炉、保温辊道、热卷箱、液体油膜轴承、油—气润滑滚动轴承等。

4.7.4 轧钢车间设计应推广连铸与轧钢紧密衔接的新工艺,宜采用连铸连轧或无头轧制;宜采用直装、热送热装工艺。冷轧带钢车间宜采用酸洗—轧机联合机组、连续退火机组。

4.7.5 轧钢车间加热炉、热处理炉设计应符合本标准第 4.7 节的有关规定。

4.7.6 轧钢生产应合理选用大坯重、近终型的坯料,宜采用一火加热轧制成材;冷加工应减少轧制道次。

4.7.7 轧钢车间设计产量应达到经济生产规模,应合理确定轧机生产线的年工作时间和轧机负荷率。

4.7.8 热轧开轧温度、终轧温度、终冷温度和冷却速率应根据工艺要求与设备能力制定,宜降低加热温度。

4.7.9 热轧工序能耗计算范围应包括预处理、加热、轧制、精整及热处理等工艺设备的直接能源消耗量,以及为本车间生产配套的辅助设备能源消耗量,并应扣除回收利用的能量量。冷轧工序能耗应包括酸洗、轧制、退火、涂镀层处理、平整、精整等工艺设施的直接能源消耗量,以及为本车间生产配套的辅助设备能源消耗量,并应扣除回收利用的能量量。

I 大、中型及轨梁轧钢

4.7.10 大、中型轧钢及 H 型钢轧钢应以热送连铸坯为原料,一火加热轧制成材,并应选择经济合理的连铸坯断面尺寸。生产钢板桩、H 型钢、工字钢大型型钢产品时,宜选用具有足够压缩比的近终型断面的连铸坯;对于生产特殊品种的大型棒材、中型棒材轧机,可采用钢锭、轧坯或锻坯等原料,并应优化轧制工艺流程或操作规程。

4.7.11 采用连铸坯为原料的热轧工艺应采用连铸坯热送热装,对于以生产普通质量合金钢和普通质量低合金钢为主的轧机,连

铸坯热装炉温度不应小于 600℃,热装率不应低于 80%。对于生产特殊品种的大型棒材轧机、中型棒材轧机可采用轧制坯为原料。

4.7.12 轧机、矫直机、冷热锯机宜采用快速更换装置。

4.7.13 新建大型型钢轧机宜采用在线轧后控制冷却工艺;钢轨生产线应设置在线全长轨头淬火生产线,应采用轧后余热淬火工艺;大型轨梁型钢、大型棒材轧机宜采用半连轧生产工艺,中型型钢宜采用半连轧生产工艺,也可采用脱头全连轧的生产工艺,中型棒材宜采用脱头全连轧的生产工艺;大型 H 型钢宜采用三机架可逆轧制;H 型钢轧机的开坯轧机应采用二辊可逆式轧机。

4.7.14 当采用连铸坯生产时,大、中型轧钢车间成材率不应低于 95%。

4.7.15 大、中型轧钢工序能耗设计指标不应大于表 4.7.15 的规定。

表 4.7.15 大、中型轧钢工序能耗设计指标

车间类型	分 项 能 耗								
	工序能耗		燃料		电力			其他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t
大型轨梁型钢轧机车间	1354	46.2	1250	42.7	270	9.2	75	—166	—5.67
钢轨在线全长淬火	360	12.3	—	—	360	12.3	100	—	—
大型棒材轧机	1325	45.2	1220	41.6	270	9.2	75	—165	—5.65
中型型钢轧机	1254	42.8	1150	39.2	252	8.6	70	—148	—5.04
中型棒材轧机	1216	41.5	1130	38.6	234	8	65	—148	—5.05
H 型钢轧机	1392	47.5	1145	39.1	277	9.5	77	—30	—1.03

注:1 燃料消耗按热装温度为 600℃,热装率为 80%计算。

2 表中工序能耗指标包含汽化冷却回收蒸汽热量。

3 生产钢板桩、Z 型钢等异型材时,其工序能耗可乘以系数 1.3。

4 生产合金产品的大、中型轧钢车间,工序能耗应根据钢种比例的多少乘以系数 1.3~1.6。有高合金钢产品和热处理工序车间,修正系数取上限值。

II 小型、线材轧钢

4.7.16 新建小型、线材轧机应以连铸坯为原料,一火加热轧制成材。对于生产优质质量合金钢、特殊质量合金钢的小型棒材、线材轧机,也可采用轧制坯、锻造坯为原料。

4.7.17 对于新建的以生产普通质量非合金钢和普通质量低合金钢且品种单一为主的生产系统,应采用连铸坯热装热送工艺或直接轧制工艺,热装温度不应低于 700℃,热装率不应小于 85%。

4.7.18 生产小规格钢筋宜采用切分轧制技术和控温轧制技术;应对不同钢种的轧件按产品用途采用不同的控制冷却工艺。

4.7.19 生产普通钢和低合金钢的线材轧机的终轧速度不宜低于 90m/s,盘卷重量不应小于 2000kg。

4.7.20 新建和改造小型及线材轧钢车间宜采用连续式轧机,应选择合适轧机主电机容量,等效负荷不应小于主电机额定负荷的 75%。

4.7.21 以普通钢和低合金钢为主的小型轧钢成材率不应低于 97%。以合金钢或型材为主的小型轧钢车间成材率不应低于 95%,以小规格产品为主的成材率不应低于 96%。

4.7.22 线材轧机成材率不应低于 97%;以合金钢为主的线材轧钢车间成材率可适当调整,但不应低于 93.5%。

4.7.23 小型、线材轧钢工序能耗设计指标不应大于表 4.7.23 的规定。

表 4.7.23 小型、线材轧钢工序能耗设计指标

车间类型	工序能耗		分 项 能 耗						
			燃料		电力			其他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t
小型型钢轧机	1120	38.2	1120	38.2	234	8.0	65	—235	—8.00
线材轧机	1207	41.2	1050	35.8	432	14.7	120	275	—9.38

注:1 燃料消耗是按热装温度为 700℃,热装率为 85%计算。

2 表中工序能耗指标包含汽化冷却回收蒸汽热量。

- 3 离线热处理能耗不包括在表中的工序能耗中。
- 4 线材工序能耗指标适用于半连续和连续式轧机车间,车间工序能耗指标均以原料为 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 方坯碳素结构钢制定。
- 5 生产合金钢产品的小型轧钢车间,工序能耗应根据钢种比例的多少乘以系数 $1.3 \sim 1.6$ 。有高合金钢产品和热处理工序车间,修正系数可取上限值。
- 6 线材工序能耗调整系数,当车间原料小于 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 方坯,能耗调整系数应为 $0.95 \sim 0.85$;当车间原料采用大于 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 方坯,能耗调整系数应为 $1.05 \sim 1.2$ 。当生产硬线时,能耗调整系数应为 1.3 ;当生产合金钢时,能耗调整系数应为 1.5 ,当生产高合金钢时,能耗调整系数应为 2.0 。

III 热轧带钢及中厚板

- 4.7.24 除特殊品种中厚钢板产品可采用钢锭外,其余热轧板带产品应采用热送连铸坯为原料。
- 4.7.25 连铸车间宜靠近轧钢车间紧凑布置。当采用热送热装工艺时,宜在板坯的运输、堆垛过程中,采取相应的保温措施。
- 4.7.26 热轧板带坯料应提高热装率和热装温度。热轧带钢坯料热装温度不应低于 500°C ,热装率不应低于 60% 。当生产较大比例不锈钢、高级冷轧板、高级管线钢等产品时,可适当降低热装比例。
- 4.7.27 中厚板坯料热装温度不应低于 400°C ,热装率不应低于 30% 。对于特殊品种的坯料,入炉温度可降低到 250°C 。
- 4.7.28 薄规格带钢轧机宜采用润滑轧制。
- 4.7.29 热轧板带轧钢工艺设计应制定合理的压下规程,并应合理选择中间带坯厚度,合理选择轧机主电机容量。电机应采用交流调速。
- 4.7.30 中间带坯应采用保温罩或热卷箱保温;带钢冷却宜采用节能型在线冷却装置。
- 4.7.31 热轧带钢轧钢应采用自动宽度控制(AWC)、自动厚度控制(AGC)、板形控制、切头最佳化控制等新技术。常规热连轧工艺生产碳钢成材率不应小于 97.5% ,炉卷轧机工艺生产碳钢卷材成材率不应小于 95% 。
- 4.7.32 热轧板带工艺设计应采用控制轧制、控制冷却技术代替

部分热处理,控制轧制、控制冷却的产量应大于 30%。有条件时宜开发和推广在线热处理技术。

4.7.33 中厚板轧机应采用自动厚度控制(AGC)、弯辊板形控制技术、在线强力冷却和高强钢低温矫直等技术,并宜采用自动宽度控制(AWC)技术、平面形状控制技术、窜辊板形控制技术。

4.7.34 中厚板轧机应配备包括基础自动化(L1级)和过程控制级(L2级)在内的一体化在线电气控制技术,宜配备生产控制级(L3级)自动化系统。

4.7.35 连铸连轧工艺,钢包回转台上应设置钢包加盖装置。

4.7.36 连铸连轧工艺,在保证充分冷却以使钢坯不致拉漏的前提下,应合理控制钢流速度和冷却制度,保留更多的冶金潜热和凝固潜热,并应保证足够高的轧制温度。

4.7.37 连铸连轧工艺应采用两级计算机控制,应根据钢种性能要求在线计算轧制规程;宜采用自动宽度控制(AWC)、自动厚度控制(AGC)、板形控制、铁素体轧制、半无头轧制、无头轧制等新技术、新工艺。薄板坯连铸连轧车间的成材率不应小于 96%。

4.7.38 热轧带钢及中厚板轧钢工序能耗设计指标不应大于表 4.7.38 的规定。

表 4.7.38 热轧带钢及中厚板轧钢工序能耗设计指标

车间类车型	工序能耗		分 项 能 耗						
			燃 料		电 力			其 他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW•h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
热轧带钢	1368	46.7	1200	41.0	80	288	9.8	—119	—4.1
中厚板	1545	52.7	1365	46.6	70	252	8.6	—72	—2.5
连铸连轧	1238	42.3	854	29.18	90	324	11.06	60	2.05

注:1 代表产品钢种为碳素结构钢、优质碳素钢和低合金钢。

2 常规热连轧燃料消耗量按热装温度为 500℃,热装率 60%计算,中厚板燃料消耗量按热装温度为 400℃,热装率为 30%计算。

3 工艺耗电指标不包括循环水、压缩空气的耗电。

- 4 其他项中已包含汽化冷却回收蒸汽量。
- 5 中厚板工序能耗不包括热处理能耗。其工序能耗调整系数,当生产合金钢时,按合金钢比例不同,能耗调整系数应为 1.1~1.3;当原料为钢锭时,燃料消耗调整系数应为 1.5;当控制轧控冷比例大于 30%时,电耗调整系数应为 1.1~1.2。
- 6 热轧带钢工序能耗调整系数,当为炉卷轧机工艺时,能耗调整系数应为 1.1;当生产合金钢、取向硅钢和不锈钢时,按钢种比例不同,能耗调整系数应为 1.3~1.5。能耗不包括精整机组,当产品经过一条精整机组加工时,电力消耗指标相应增加 $10\text{kW}\cdot\text{h}\sim 13\text{kW}\cdot\text{h}$ 。当产品品种规格不同时,能耗调整系数应为 0.9~1.3。
- 7 连铸连轧能耗指标包括连铸指标,不包括精整机组。当产品经过一条精整机组加工时,则电力消耗指标相应增加 $10\text{kW}\cdot\text{h}\sim 13\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

4.7.39 中厚钢板轧钢应根据产品要求确定热处理工艺,中厚板热处理能耗设计指标不应大于表 4.7.39 的规定。

表 4.7.39 热处理工序能耗设计指标

处理类型	工序能耗		分 项 能 耗						
			燃料		电力			其他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
正火、淬火	1533	52.4	1190	40.7	50	180	6.2	163	5.6
回火	1213	41.5	870	29.7	50	180	6.2	163	5.6
淬火+回火	2605	89.0	2060	70.4	70	252	8.6	293	10.0

IV 冷轧板带轧钢

4.7.40 冷轧工艺设计应根据产品方案选取合理的热轧原料带钢规格,并应制定合理的降低能耗的压下制度。

4.7.41 新建冷轧宽带钢车间酸洗机组应采用浅槽紊流酸洗及多级溢流漂洗工艺。

4.7.42 新建冷轧宽带钢车间宜采用酸洗—轧机联合机组工艺。新建轧机负荷率不应小于 85%。

4.7.43 新建冷轧宽带钢车间冷轧机组应有厚度、张力、速度、板形等自动化和计算机过程控制;连续处理机组在满足产品大纲要求的前提下,应合理选择机组的工艺参数,并应优化机组的最大处

理能力、合理选择活套储量。

4.7.44 冷轧宽带钢按照产品用途和生产规模可采用连续退火工艺,也可采用全氢罩式炉生产工艺。连续退火炉宜配置废气预热及余热回收与再利用系统。

4.7.45 冷轧带钢车间不得新建单机不可逆冷轧机组。

4.7.46 新建冷轧不锈钢车间宜采用高速可逆多辊轧机或连轧机。冷轧不锈钢成材率不应小于 88%。

4.7.47 冷轧电工钢应采用冶炼高纯度钢质、连铸电磁搅拌技术。高磁取向电工钢宜采用板坯低温加热工艺、高温时效轧制、电磁感应加热炉、新型退火炉、激光刻痕等技术;无取向电工钢应采用一次冷轧工艺、高速连续退火炉。

4.7.48 冷轧无取向电工钢成材率不应小于 85%,冷轧取向电工钢成材率不应小于 75%。

4.7.49 冷轧高牌号电工钢宜采用高速可逆多辊轧机或连轧机;冷轧无取向中、低牌号电工钢宜在连轧机上轧制。

4.7.50 冷轧取向电工钢宜采用高温环形退火炉或高温隧道退火炉。

4.7.51 酸洗处理机组应配置废酸再生系统。

4.7.52 冷轧机组和其他处理机组的带钢清洗液、酸液、酸雾洗涤液应采用循环或再生使用系统。

4.7.53 各不同生产工艺的冷轧产品工序能耗设计指标不应大于表 4.7.53 的规定。

表 4.7.53 冷轧产品工序能耗设计指标

生产工序	工序能耗		分 项 指 标						
			燃 料		电 力			其 他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
酸轧产品	534	18.2	—	—	75	270	9.2	264	9.0
连退产品	1974	63.4	1000	34.1	140	504	17.2	469	16.0

续表 4.7.53

生产工序	工序能耗		分 项 指 标							
			燃料		电力			其他		
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	
罩式炉产品	1961	66.9	850	29.0	130	468	16.0	642	21.9	
冷轧不锈钢	5612	191.5	3000	102.4	450	1621	55.3	991	33.8	
取向电工钢	18327	625.3	9000	307.1	870	3134	106.9	6193	211.3	
高牌号无取向电工钢	7083	241.7	3000	102.4	370	1333	45.5	2750	93.8	
中低牌号无取向电工钢	5173	176.5	2000	68.2	270	973	33.2	2200	75.1	

注：1 酸轧产品指采用酸洗—轧机联合机组生产的产品。

2 连退产品指采用酸洗—轧机联合机组和连续退火机组生产的产品。

3 罩式炉产品指采用酸洗—轧机联合机组和罩式炉、平整机生产的产品。

4 冷轧宽带产品工序能耗调整系数，当成品规格较厚时，能耗调整系数应为 $1.0 \sim 0.85$ （较厚成品取下限）；当成品规格较薄时，能耗调整系数应为 $1.0 \sim 1.5$ （较薄成品取上限）；当高强度化学成分的差异较大、合金钢合金比的差异较大时，能耗调整系数可根据具体情况选定。

5 冷轧不锈钢采用黑卷原料，且消耗中不含光亮产品。双相不锈钢电耗限额增加 $235 \text{ kW} \cdot \text{h/t}$ 。

V 涂、镀层

4.7.54 涂镀层产品应采用酸洗—轧机联合机组生产。现有的常规连轧机宜改造为酸洗—轧机联合机组或全连续轧制新工艺。

4.7.55 热镀锌机组宜采用立式炉工艺，电镀锌和电镀锡产品宜采用连续退火生产工艺。新建车间不宜单独建设涂镀层机组。

4.7.56 新建车间主、辅机组，应有张力、速度、活套位置、工艺模型等基础自动化和计算机过程控制。

4.7.57 各涂镀层连续处理机组应合理选择主传动电机容量。

4.7.58 各涂镀层连续处理机组，在满足产品大纲要求的前提下，

应合理选择各工艺段的参数,优化机组的最大处理能力、最大速度、活套储量的选择。

4.7.59 热镀锌机组连续退火炉应配置废气预热及余热回收与再利用系统。

4.7.60 各不同生产工艺的涂镀层产品能耗设计指标,不应大于表 4.7.60 规定的指标。

表 4.7.60 涂镀层产品能耗设计指标

生产工序	工序能耗		分 项 指 标						
			燃 料		电 力			其 他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
热镀锌产品	2076	70.8	1050	35.8	150	540	18.44	485	16.6
电镀锌产品	3269	111.5	1000	34.1	290	1045	35.64	1225	41.8
彩涂产品	3634	124.0	2050	70.0	200	720	24.58	864	29.5
电镀锡产品	3091	105.5	1000	34.1	270	973	33.18	1118	38.1

- 注:1 热镀锌产品指采用酸洗—轧机联合机组和连续热镀锌机组生产的产品。
- 2 电镀锌产品指采用酸洗—轧机联合机组和连续退火机组、连续电镀锌机组生产的产品。
- 3 彩涂产品指采用酸洗—轧机联合机组和连续热镀锌机组、彩涂机组生产的产品。
- 4 电镀锡产品指采用酸洗—轧机联合机组和连续退火机组、连续电镀锡机组生产的产品。
- 5 工序能耗调整系数,当成品规格较厚或镀层较薄时,能耗调整系数应为 1.0~0.85(较厚成品取下限);当成品规格较薄或镀层较厚时,能耗调整系数应为 1.0~1.5(较薄成品取上限);当生产高强度钢时,应根据产品化学成分差异情况选定。

VI 焊 管

4.7.61 高频直缝焊管和螺旋焊管宜采用卷重大的带钢做原料。焊管机组设计的金属消耗应符合现行国家标准《焊管工艺设计规范》GB 50468 的有关规定。

4.7.62 焊管工艺设计应提高车间机械化、自动化水平。应合理分工各套焊管机组生产的品种规格,并应实行专业化生产。

4.7.63 高频直缝焊管机组应采用先进的成型工艺和高频发生装置、焊接参数自动控制、焊缝在线热处理、焊缝在线探伤等工艺技术;螺旋焊管机组应用自动调节式成型、多丝埋弧焊等工艺技术,有条件的情况下宜采用预精焊。

4.7.64 焊管机组年工作时间和机组负荷率应符合现行国家标准《焊管工艺设计规范》GB 50468 的有关规定。

4.7.65 焊管工序能耗设计指标应符合表 4.7.65 的规定。

表 4.7.65 焊管工序能耗设计指标

产品类型	工序能耗		分 项 能 耗				
			电 力			其 他	
	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
高频直缝焊管	385	13.1	85	306	10.4	79	2.7
螺旋埋弧焊管	295	6	40	144	4.9	32	1.1
直缝埋弧焊管	474	16.2	90	324	11.1	150	5.1

注:1 高频直缝焊管产品是指采用高频感应焊生产的一般焊管,且不经焊缝热处理的产品。

2 高频直缝焊管产品工序能耗调整系数,按产品规格,能耗调整系数应为 1.0~1.3(小规格产品取上限);按产品品种,能耗调整系数应为 1.0~1.5(生产难度大的专用管取上限);按有无焊缝热处理,能耗调整系数应为 1.1~1.3;按焊接方式,能耗调整系数应为 0.8~1.0(高频接触焊取下限)。

3 螺旋埋弧焊管产品工序能耗调整系数,按产品规格,能耗调整系数应为 1.0~1.3(小直径管取上限,厚壁管取上限);按产品品种,能耗调整系数应为 1.0~1.3(合金钢取上限)。

4 直缝埋弧焊管产品工序能耗调整系数,按产品规格,能耗调整系数应为 1.0~1.3(厚壁管取上限);按产品品种,能耗调整系数应为 1.0~1.3(合金钢取上限)。

Ⅶ 无 缝 钢 管

4.7.66 热轧无缝钢管生产宜选用连铸圆管坯作原料。当生产特

殊钢种或采用特殊生产工艺时,可采用其他供坯方式。

4.7.67 热轧无缝钢管机组的类型和规格应根据产品方案、原料供应及综合建厂条件合理选择。

4.7.68 热轧无缝钢管机组设计应积极倡导、开发和应用连铸坯热装热送工艺,宜采用在线热处理工艺。

4.7.69 无缝钢管生产应采用连续工作制度,主要机组负荷率不应低于75%。

4.7.70 加热炉和热处理炉的炉型应根据产品大纲合理选择;淬火处理应选用高效的钢管淬火装置和冷却用水量;加热炉和热处理炉设计应符合本标准第4.7节的有关规定。

4.7.71 管加工线应采用高效节能的铣头倒棱机、车丝机和水压试验机等加工设备。

4.7.72 冷轧冷拔钢管原料宜选用热轧无缝钢管机组或焊管机组生产的合格管料。管料规格应接近冷轧、冷拔成品钢管尺寸。

4.7.73 冷加工生产以碳素钢、低合金钢和合金钢钢管为主时,宜选择冷拔管机组;生产以高合金和不锈钢管、薄管壁、精密和高性能钢管为主时,宜选择冷轧和冷拔联合机组。

4.7.74 根据生产钢种和规格的不同,热挤压钢管机组可采用锻坯、轧坯和离心浇铸空心坯。

4.7.75 热挤压钢管机组的类型和规格应根据产品方案、原料供应及综合建厂条件合理选择。挤压温度应根据不同的钢种设定,挤压温度宜为900℃~1280℃。挤压奥氏体不锈钢管时,应采用余热固溶热处理工艺。

4.7.76 热轧无缝钢管工序能耗计算范围应包括坯料定尺切断、加热、穿孔、轧管、定径到切成定尺/倍尺成品钢管。挤压钢管的工序能耗计算范围应包括坯料准备、加热、扩孔(穿孔)、挤压钢管、冷却收集。

4.7.77 无缝钢管工序能耗设计指标不应大于表4.7.77的规定。

表 4.7.77 无缝钢管工序能耗设计指标

轧机类型	工序能耗		分 项 能 耗						
			燃料		电力			其他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
热连轧管机组	2146	73.2	1700	58.0	105	378	12.9	67	2.3
三 辊 斜 轧 管 机组	2164	73.8	1650	56.3	120	432	14.7	82	2.8
带导盘二辊斜 轧管机组	2128	72.6	1650	56.3	110	396	13.5	82	2.8
CPE 顶管机组	2139	73.0	1750	59.7	90	324	11.1	64	2.2
热 处 理/管 加工	2103	71.8	1790	61.1	82	295	10.1	18	0.6
冷轧冷拔钢管	2878	98.2	2000	68.2	120	432	14.7	445	15.2
热挤压钢管	3943	134.5	2000	68.2	450	1621	55.3	322	11

注:1 热轧无缝钢管工序能耗调整系数,按生产钢种的合金含量、钢级或专用管比例,能耗调整系数应为 1.1~2.0;按有无在线热处理,能耗调整系数应为 1.1;按是否预精整线,能耗调整系数应为 1.05;按是否精整线,能耗调整系数应为 1.1。

2 热处理/管加工车间是按照热处理线、油套管加工线、套管加工线、接箍管加工线各一条设计。热处理车间的燃料消耗按步进热处理炉,热处理制度为淬火+回火、正火+回火、正火综合;热处理的主要品种为:油井管、管线管、液压支架管等。油井管管端加厚为感应加。热处理/管加工能耗调整系数,当油井管加工为高强度油井管时,能耗调整系数应为 1.3;当油套管加工线为光管(管线管、锅炉管、液化支架管、结构用管等)线时,能耗调整系数应为 0.9。当套管加工线为光管线时,能耗调整系数应为 0.9;当钢管外径大于 177.8mm 时,能耗调整系数应为 1.1~1.5。

3 挤压钢管工序能耗调整系数,当原料为钢锭时,能耗调整系数应为 1.0~1.3;产品以双相不锈钢、镍基合金、钛合金为主,其他产品按合金比例,能耗调整系数应为 0.7~1.1;按是否有热处理,能耗调整系数应为 1.2;按是否含精整线,能耗调整系数应为 1.3;按是否立式热挤压钢管机组,能耗调整系数为 2.5。

4 CPE 顶管机组的能耗系数调整原则可见注 2。

4.7.78 冷轧冷拔钢管工序能耗调整系数应按表 4.7.78 的选定。

表 4.7.78 冷轧冷拔钢管工序能耗调整系数

钢种	成品外径(mm)		
	≤25	>25, ≤40	>40
碳素钢	1.3	1.1	1.0
低合金钢	1.5	1.2	1.1
合金钢	3.5	2.5	1.5

Ⅷ 锻 钢

4.7.79 冶金锻钢车间应主要生产单件、小批量、特殊钢锻材、工模具钢模块、挤压管坯、高合金钢坯、阶梯轴、饼环及异型锻件。

4.7.80 金属原材料可依锻造产品要求采用连铸坯、电炉钢锭、电渣锭或真空自耗锭。

4.7.81 锻压机组应根据产品方案、原料供应条件合理选择。宜选择快锻机组和精锻机组。应逐步淘汰自由锻锤或锻造水压机。

4.7.82 锻造车间设计节能应以节约燃料和电力为重点。

4.7.83 锻造加热炉应采用先进节能的燃烧系统。加热炉设计的节能措施应符合本标准第 4.7 节的有关规定。

4.7.84 锻造工艺设计应提高钢锭的热送温度和热送率。

4.7.85 锻造工艺设计应提高锻造产品锻后退火的热装炉率。

4.7.86 锻造工序能耗计算范围,应包括原料准备、加热、锻造、退火、剥皮或抛丸、点磨及粗加工过程的能耗,以及原料加热能耗,锻造动力能耗和锻造车间的辅助能耗。不应包括锻造产品二次热处理、精加工等延伸加工的能源消耗。

4.7.87 锻造工序能耗设计指标不应大于表 4.7.87 规定的指标。

表 4.7.87 锻造工序能耗设计指标

机组 分类	能耗 等级	工序能耗		分 项 能 耗						
				燃料		电力			其他	
		MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW•h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
快锻	先进	13450	460	11700	400	420	1522	52	234	8

续表 4.7.87

机组 分类	能耗 等级	工序能耗		分 项 能 耗						
				燃料		电力			其他	
		MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
快锻	平均	18960	648	17000	580	470	1698	58	293	10
精锻	先进	10170	347	8800	300	300	1080	37	293	10
	平均	15360	526	13750	470	350	1260	43	351	13
电液锤	先进	10570	360	9960	330	145	522	18	88	3
	平均	14290	488	13460	460	190	684	23	146	5

注：能耗指标按合金比 75%、高合金比 10% 确定，当合金比及高合金比增加时，能耗调整系数应为 1.2~1.5。当采用调质热处理工艺时，应按照 1.2GJ/t 增加燃料消耗。

IX 金属制品

4.7.88 钢丝绳、预应力钢丝和钢绞线、钢帘线和二氧化碳气保焊丝等可批量生产的产品，宜建设专业化生产的工厂或车间。

4.7.89 金属制品生产宜采用“机械除鳞→酸洗→拉拔，热处理→酸洗→涂层，热处理→酸洗→镀层”等多工序组合式连续生产线。

4.7.90 金属制品工艺设计应选用控轧控冷、金相组织及线径符合生产过程要求的大盘重线材为原料，应采用大盘重周转生产方式。

4.7.91 金属制品工艺设计应根据进线钢丝直径、强度、拉拔工艺和速度要求，合理选用拉拔设备，宜选用变频调速拉拔设备，应逐步淘汰不可调速拉拔设备。

4.7.92 钢丝绳车间设计应采用双捻机、轴承式管式捻股机、跳绳式捻股机或成绳机等类型设备。除生产粗钢丝绳和特殊钢丝绳外，不得采用筐篮式捻股机，应逐步缩小筐篮式成绳机的应用范围，不得采用工字轮直径 500mm 以下的筐篮式成绳机。

4.7.93 车间各种设备能力应匹配，辅机应保证主机的能力得到充分发挥，主要设备平均负荷率不应低于 70%。

- 4.7.94 钢丝展开式加热的热处理炉,宜采用以可燃气为燃料、炉内气氛可控的明火加热炉,钢丝直接导电加热炉,以及感应加热炉等高热效率加热炉。
- 4.7.95 钢丝成盘加热的热处理炉,宜采用气氛可控的周期炉。
- 4.7.96 热处理炉废气,除用于自身预热外,应考虑余热的回收利用。
- 4.7.97 钢丝热镀锌宜选用内加热或上加热式的耐火材料锌锅,排出的废气可用于镀前的钢丝烘干。
- 4.7.98 拉丝机冷却水或其他生产设备的冷却水,经冷却和过滤后应循环使用。各类金属制品厂生产用水的循环率不应低于 85%。
- 4.7.99 “热处理→酸洗→涂层,热处理→酸洗→镀层”等连续生产线宜减少酸和含铜、锌等重金属离子溶液的带出量,宜采用减少水耗量的负压吸附或逆流漂洗方法。
- 4.7.100 金属制品生产过程中的酸、碱、涂镀、淬回火槽等设施,应采取有效的覆盖或屏蔽措施。
- 4.7.101 金属制品能耗指标为“吨产品综合能耗”时,其能耗计算范围应包括从原料进厂、机械除鳞、酸洗、金属拉拔、捻股成绳、热处理、镀层、产品包装出厂全过程的能耗,以及为生产配套的辅助设施的能耗,并应扣除可回收利用的能源后实际消耗的各种能源折合标准煤量。金属制品综合能耗设计指标应符合表 4.7.101 的规定。

表 4.7.101 金属制品综合能耗指标

产品类型	工序能耗		分 项 能 耗						
			燃料		电力			其他	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
低松弛预应力钢丝钢绞线	2690	91.9	—	—	510	1835	62.7	855	29.2

续表 4.7.101

产品类型	工序能耗		分 项 能 耗							
			燃料		电力			其他		
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t	
轮胎钢丝帘线	18353	627	4180	142.8	3000	10792	368.7	3381	115.5	
胎圈钢丝	1619	157.8	1671	57.1	600	2158	73.7	790	27.0	
钢丝绳	4891	167.1	1671	57.1	600	2158	73.7	10625	36.3	
弹簧钢丝	3416	116.7	1671	57.1	350	1259	43.0	486	16.6	
(热)镀锌钢丝、钢绞线	4124	140.9	2090	71.4	400	1440	49.2	594.2	20.3	
CO ₂ 气保焊丝	3185	108.8			550	1979	67.6	1206	41.2	
不锈钢丝	3062	104.6	1671	57.1	350	1259	43.0	1312	4.5	

X 轧钢加热及热处理炉窑

4.7.102 轧钢加热及热处理炉设计应提高整体加热效率、提高坯料加热质量、提高炉体严密性,并应能有效控制炉膛压力、强化余热余能回收,运行顺畅可靠、环境洁净有序。

4.7.103 加热炉设计应减少或避免采用炉内水冷构件,需要采用水冷构件的地方,应减少暴露于高温的冷却面积,炉内水冷构件表面应采取隔热措施。

4.7.104 工艺和布置上要求热装的加热炉,在炉型结构与供热配置上应为提高热装率和热装温度提供条件。在热装率和燃烧温度较高的情况下,宜采用蓄热式燃烧系统,高温取向硅钢加热炉除外。

4.7.105 加热炉设计应根据炉型特点、加热工艺及环保要求,选择合适的燃烧设备。

4.7.106 加热炉的燃料选择应充分利用钢铁厂副产煤气,并按副产煤气的结构配置,采用避免多种煤气混烧的高质低用模式;无副产煤气或副产煤气供应不足时,可选用其他燃料,但不得选用原

油、原煤及煤粉作为加热炉燃料。

4.7.107 加热炉设计应充分利用企业富余的高炉煤气,应积极采用蓄热式燃烧技术,并应提倡采用燃烧高炉煤气的蓄热式加热炉。

4.7.108 加热炉烟气余热应首先得到自身充分回收和利用。

4.7.109 加热炉设计应充分利用前部工序的工件余热对工件进行加热或热处理。

4.7.110 对于非蓄热式加热炉,在工艺布置许可的条件下应合理延长炉长、配置不供热的预热段。

4.7.111 连续生产的加热炉应装设烟气余热回收装置,应最大限度地回收烟气带出的热量。

4.7.112 周期性生产的炉窑及低温热处理炉应根据具体情况采用合理的热交换设备;应充分回收和利用烟气余热;应采用轻质保温炉衬,并应减小蓄热损失。

4.7.113 大、中型加热炉水梁应采用汽化冷却,宜提高蒸汽压力,并宜纳入蒸汽动力管网。

4.7.114 炉体各部位的砌体,应采取隔热保温措施,应按不同接触面温度使用不同材料的复合砌体。隔热后的炉体外表面温度应符合表 4.7.114 的规定。

表 4.7.114 炉窑体外表面最高温度

炉内温度(℃)	外表面最高温度(℃)	
	侧墙	炉顶
700	60	80
900	70	90
1100	85	105
1300	100	120
1500	120	140

注:1 表中值系在环境温度为 20℃时,正常工作的炉子外表面平均温度(不包括炉子的特殊部分)。

2 本表不适用于下列炉窑:额定热负荷低于 $0.8 \times 10^6 \text{ kJ/h}$;炉壁强制冷却;回转窑。

4.7.115 周期性升温降温的炉窑及中低温炉窑,应采用体积密度小、导热系数小、热惰性小的轻质筑炉材料作为砌体的工作层。

4.7.116 热介质管道及加热设备应采取隔热措施。

4.7.117 炉窑设计应采取节能措施,新设计的轧钢加热炉的热效率应达到 60%以上。

4.7.118 轧钢加热炉冷装的额定燃料消耗设计指标应符合表 4.7.118 的规定。

表 4.7.118 轧钢加热炉冷装的额定燃料消耗设计指标

轧机类型	设定出钢温度 (℃)	额定燃料单耗	
		MJ/t	kgce/t
大型、轨梁	1250	1410	48.11
H 型钢	1250	1410	48.11
大型棒材	1200	1320	45.04
中型型钢	1200	1320	45.04
中型棒材	1150	1250	42.65
小型	1100	1190	40.60
高速线材	1050	1130	38.56
中厚板	1200	1340	45.72
热轧带钢	1200	1340	45.72
热轧无缝环形炉	1200	1360	46.54

注:1 表中额定燃料单耗指加热冷装(20℃)碳素结构钢、标准坯、炉内水梁或炉底水管 100%绝热,达到设计额定产量、连续生产的单位燃料消耗。

2 表中燃料单耗系按低位发热值为 8373kJ/Nm³混合煤气确定。

4.7.119 轧钢加热炉热装的额定燃料消耗设计指标应符合表 4.7.119 的规定。

表 4.7.119 轧钢加热炉热装的额定燃料消耗设计指标

轧机类型	设定出钢温度 (℃)	热装温度 (℃)	额定燃料单耗	
			MJ/t	kgce/t
大型、轨梁	1250	600	900	30.71

续表 4.7.119

轧机类型	设定出钢温度 (℃)	热装温度 (℃)	额定燃料单耗	
			MJ/t	kgce/t
H 型钢	1250	600	900	30.71
大型棒材	1200	600	830	28.32
中型型钢	1200	600	830	28.32
中型棒材	1150	600	770	26.27
小型	1100	600	710	24.23
高速线材	1050	600	650	22.18
中厚板	1200	400	1060	36.17
热轧带钢	1200	500	1100	37.60
连铸连轧辊底炉	1150	800	500	17.06

注：1 额定燃料单耗为加热碳素结构钢、标准坯，炉底水梁或炉底水管 100% 绝热，达到设计额定产量、100% 热装、连续生产的燃料消耗。

2 热装温度系按本标准金属加工的有关规定确定。

5 辅助设施

5.1 能源管控中心

5.1.1 新建钢铁企业应设置能源管控中心,企业技术改造项目,应逐步建立健全能源信息化管理系统。能源管控中心的规模、装备水平和节能目标,应与预期的企业经济效益及社会效益相适应。

5.1.2 钢铁企业能源管控中心应有明确的管理职责,有集中的能源管控场所,应配备水、电、风、气等相关专业的调度人员,并应配置能源管理系统和配套的软硬件设施。

5.1.3 钢铁企业能源管控中心应建设能源信息化管理系统,应建立优化能源配置机制、优化能源结构,并全面考核能源转换、输送及利用过程的系统用能效率。

5.1.4 钢铁企业能源管控中心应与钢铁企业生产指挥调度中心集成设计,一体化运行,并应共同协调物质流、能量流、信息流及流程运行状态达到稳定有序、连续紧凑、耦合匹配、洁净高效运行。

5.1.5 钢铁企业伴生煤气、蒸汽、氧气能源介质,应要计高效管网及充足气柜和缓冲用户,形成推力、缓冲、拉力的可控运行模式,实高效稳定运行,避免放散。

5.1.6 钢铁企业应协调发挥最大自发电能力,智能管控企业峰谷用电运行时效价值,提高企业自供电能力。

5.1.7 钢铁企业能源流及介质运行过程,应低温让高温、低压让高压、半连续让全连续、低热值介质让高热值介质。应做到能质匹配、高质高用、等效替代、跨界寻优、能尽其效,实现全过程高效率高价值能源管控。

5.2 燃 气

5.2.1 新建钢铁企业焦炉、高炉和转炉应配套设计煤气回收和净化装置。

5.2.2 燃气设计应编制煤气平衡,采取减少煤气放散措施,实行各工序燃气消耗定额管理。

5.2.3 炼铁和炼钢煤气除尘系统宜采用干法煤气除尘技术。

5.2.4 高炉煤气经净化除尘后含尘量不应大于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。当高炉煤气净化系统采用湿式除尘装置时,应采用高效脱水器,煤气中机械水含量不应大于 $10\text{g}/\text{m}^3$ 。

5.2.5 新建及改造高炉应同步设计高炉煤气余压(TRT)回收发电装置。

5.2.6 钢铁企业应设置与生产相匹配的干式煤气储气柜。

5.2.7 在煤气混合站设计中,宜采用流量比例混合、热值仪校正的控制系统,热值波动允许偏差为 $\pm 3\%$ 。混合煤气调节方法宜采用流量比例调节系统;对煤气热值精度要求较高的用户,宜增加热值指数调节手段。

5.2.8 在满足各用户对煤气热值、用量和压力等基本要求的前提下,应采取有效措施高效使用低热值煤气,富余的煤气应综合高效利用,化工合成转化或外销。煤气利用应遵守低质高用、等效替代、高效转化的原则。

5.2.9 钢铁企业煤气输送,应充分利用原始煤气压力,少建或不建煤气加压设施。

5.2.10 空分装置规模应按企业氧气平衡表的平均耗量确定,机组能力和选型应综合考虑用户压力、气体纯度和企业发展等因素。

5.2.11 空分装置应实现可变工况生产。大型制氧机组应根据企业需要,选用提取氩气或其他稀有气体的机组。

5.2.12 空分设备宜具有一定的液体生产能力,并应配套相应的液体储存、加压和气化装置。

- 5.2.13** 钢铁企业应设置与生产相匹配的氧气、氮气和氩气储气罐。
- 5.2.14** 空分装置及供气系统设计应采取减少氧气放散的有效措施。
- 5.2.15** 在保证安全的情况下,高炉富氧宜采用机前富氧工艺。
- 5.2.16** 保护气体氢气站宜采用焦炉煤气变压吸附法制氢。
- 5.2.17** 气体能源介质应在生产设备总管出口处和车间或厂级、工序入口处设置计量装置。煤气加压机、空压机等设备存在变负荷工况的运行条件,宜采用入口调节或变频调节方式。

5.3 电 力

- 5.3.1** 供配电系统设计应根据钢铁企业规模、供电距离和电力负荷大小,合理设计供电系统和选择供电电压。对于大型钢铁联合企业,应根据企业内总图布置,在负荷比较集中的区域设置 35kV 及以上区域性变电站。新建钢铁企业不得采用 6kV 作为区域性变电站配电电压,自备电站厂用电除外。
- 5.3.2** 钢铁企业宜建设分布式发电厂并大力提高钢铁企业余热余能自发电比及相应管控中心。
- 5.3.3** 大容量的轧钢主传动以及炼钢电弧炉、钢包精炼炉,宜直接由区域变电站或由附近的总降压变电站以 35kV 及以上电压供电。
- 5.3.4** 有较大冲击负荷及非线性负荷的用电设备,当公共连接点的电压波动、闪变、三相电压允许的不平衡度及高次谐波超过国家规定时,应装设滤波装置、无功补偿装置。
- 5.3.5** 大、中型炼钢电弧炉变压器及钢包精炼炉变压器,不应与其他动力负荷同接在一段母线上,应采用专用的电力变压器供电。
- 5.3.6** 对具有几个电压等级的供配电系统,应进行经济技术比较确定。
- 5.3.7** 变电所宜靠近负荷中心。
- 5.3.8** 供配电系统应正确选择电动机、变压器的容量,宜降低线

路感抗,宜提高用电单位的自然功率因数。当自然功率因数达不到要求时,应采用并联电容器或当工艺条件适当、经技术经济比较合理时,采用同步电动机作为无功功率补偿装置。

5.3.9 电力部门计量考核的功率因数不得低于 0.9,并应满足当地供电部门的要求。

5.3.10 低压配电系统中接入 AC220V 或 AC380V 单相用电设备时,宜使三相负荷平衡。

5.3.11 变压器选择应根据计算负荷、负荷性质等条件,合理确定变压器的安装容量和台数,并应合理地选择和调整负载。变压器长期负荷率不应低于 30%,且不得空载运行。

5.3.12 根据工艺设备布置,应合理设置电缆路径。

5.3.13 根据电气负荷应合理选择电缆截面和线芯材质。

5.3.14 在正常运行条件下,当负荷率大于 80%时,应放大一级容量选择变压器。

5.3.15 当向一类、二类负荷供电的变压器采用 2 台时,宜同时运行。

5.3.16 同一配电系统采用 3 台及以上变压器的变电所时,配电系统应有切换每台变压器的可能性。

5.3.17 大型厂矿、车间和非三班生产的车间,宜采用专用照明变压器供电。

5.3.18 变压器选择应选用低损耗、新系列节能型变压器。在改造工程设计中,对能耗高的旧有变压器,应更换为节能型变压器。

5.3.19 电力设计不得使用落后的高能耗电机和变压器。

5.3.20 企业应实现内部电网优先供电,应经济运行。

5.3.21 有条件的企业照明系统可采用风能、太阳能等新能源。

5.3.22 无功补偿宜采用就地补偿的方式,也可在负荷相对集中的车间级变电所进行补偿。

5.3.23 设计短网时应保证电炉电弧稳定燃烧,并应保持电炉三相功率平衡。

5.3.24 在空心串联电抗器和电炉短网导体附近,不应有导磁性

材料及形成闭合回路的导磁性金属材料。

5.3.25 设计短网时宜减小集肤效应、邻近效应的影响,并应按规定的电流密度选择导体截面。

5.3.26 炼钢电弧炉和铁合金电炉的电极功率自动调节装置,应采用性能良好的电极调节器或采用专用的控制器控制。铁合金电炉宜采用在线电极自动程序压放系统。

5.3.27 高效低损耗电力设备宜选用交流电动机传动,对需要调速的交流电动机和工艺上对风量或水量有变化的风机和泵类负荷,宜采用变频调速装置。

5.3.28 高效率低损耗电力设备应选用新系列节能型高效率电动机。

5.3.29 高效率低损耗电力设备应选用高效低耗的电气设备,不得选用国家公布的淘汰产品。

5.3.30 照明系统应依据工作场所的条件采用不同种类的高效光源,宜采用新光源。应使用高效率的照明灯具。除特殊需要外,不得采用管形卤钨灯和大功率白炽灯。

5.3.31 灯具悬挂较低的生产车间、辅助车间、办公室和生活福利设施,应采用高效光源和灯具。

5.3.32 当选择气体放电灯时,应采用高功率因数、能耗低的镇流器。对钠及荧光灯线路,宜由灯具成套配置无功补偿电容器。

5.3.33 在工程设计中,应采用效率不小于 80% 的灯具。改造项目,对于效率低于 50% 的灯具应更换或改造。

5.3.34 集中控制的照明系统,应采用节能自控装置。条件许可的场合,可选用太阳能照明装置。

5.3.35 对大型厂房照明,宜采取分区控制方式;辅助和生活福利设施,应增设照明灯的开关。

5.3.36 对于距离较长的场所照明,其两端宜设置双控开关。

5.3.37 对于电缆隧道的照明,出入口处应设置能控制隧道照明的开关。

5.4 给 排 水

5.4.1 钢铁企业的给排水设施设计,在满足生产需要前提下,应采用工艺流程简单、构筑物布置紧凑合理、处理效果稳定、传动设备效率高、运行费用低的方案。

5.4.2 循环水系统,应根据工艺对水量、水质、水压及水温的不同要求,采用分质、分压的供水系统。循环水系统在满足主体工艺用户供水要求的前提下,设计应优化控制供水水量和供水压力。

5.4.3 大型高炉、转炉、电炉及连铸机等冷却部件热负荷较高的冶炼设备,在满足主体工艺用户供水要求的前提下,设计应采用软水(除盐水)闭路循环供水系统。在气象条件允许的情况下,换热设备宜优先采用高效节能蒸发空冷器。

5.4.4 给水系统宜采用串联供水方式、消灭直排水。新建或改建的钢铁企业全厂性排水应设置再利用的收集处理设施。各车间的排水宜自行回收利用,不能回收利用时可排入全厂性废水处理设施集中处理。

5.4.5 水泵台数的确定,应与生产用水变化和建设进度相适应。水泵选型应选择效率高的水泵;多台水泵并联工作时,应对水泵与管道的并联工况进行计算与分析。

5.4.6 循环水泵站应充分利用回水高度或回水余压。

5.4.7 给水管道上的阀门、止回阀等附件设备,应选用节能型产品。

5.4.8 在工艺设备用水条件允许的前提下,应提高循环冷却水的供水温度;应结合循环水给水温度自动控制冷却设施的运行台数。

5.4.9 循环水系统多台冷却塔运行应配置调速风机,当风机不少于5台时,应至少设置1台调速风机;当风机不少于6台时,调速风机应不少于2台。冷却塔选用风机,应综合风量、阻力损失、风机全压等因素确定,工作点应位于高效区。

5.4.10 冷却塔设计宜利用循环水的回水余压上冷却塔进行冷却,并应在每组冷却塔进水管上设置旁通管,当气温较低时回水无

需上塔可直接回用。

5.4.11 在水处理流程中,宜利用余压和自流方式输水。

5.4.12 用水量经常变化的场所,宜采用变频或其他调速方式的水泵供水。

5.4.13 当车间各用户要求的供水压力相差较大时,可根据具体情况采用分压式或局部加压方式供水,并应经技术经济比较确定。

5.4.14 车间的卫生设备宜选用节水型冲洗设备,大便器、小便器宜选用中水冲洗。

5.4.15 给水用户应装设计量仪表。

5.4.16 新建钢铁企业厂区排水管网应采用雨污分流制排水方式,生产废水和生活污水宜采用分流制排水方式。

5.5 热 力

5.5.1 新建高炉应选用高效节能的高炉鼓风机,其常年运行点的效率宜符合表 5.5.1 的规定。

表 5.5.1 高炉鼓风机常年运行点效率

高炉鼓风机类型	高炉鼓风机吸入流量 (Nm ³ /min)	常年运行点效率 (%)
离心式	2000 以上	80~83
轴流式	2000 以上	90~92

5.5.2 高炉鼓风机的传动方式,应根据全厂供汽能力、区域供电条件及鼓风机站总平面布置等因素确定,并应经技术经济比较确定采用汽动或电动。

5.5.3 拖动鼓风机的汽轮机宜选择蒸汽参数较高、高效区较宽的汽轮机,汽机岛的设计可按现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定执行。

5.5.4 高炉鼓风机应设置性能可靠、技术经济合理的进气空气过滤装置,并应保证吸入空气的清洁度符合高炉风机的要求。高炉鼓风机吸入空气质量应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 高炉鼓风机吸入空气的要求

高炉鼓风机类型	高炉鼓风机吸入流量 (Nm ³ /min)	最大粒径 (μm)
离心机	2000 以上	<5
轴流式	2000 以上	<3

5.5.5 供风管道系统应采用优质阀件与管配件。

5.5.6 向热风炉供风的冷风管道应进行保温。

5.5.7 新建或改造企业的供热系统,宜利用余热产生的蒸汽(热水),不足部分应建设独立的供热设施。

5.5.8 独立的供热设施应根据热用户采暖期和非采暖期的最大、最小、平均耗热量以及供热参数,通过技术经济比较确定建设热电站或区域性工业锅炉房。

5.5.9 钢铁企业供暖应优先利用工序生产的余热,高炉冲渣余热、废烟气余热、焦化初冷水余热资源。余热资源不足时,可设置集中采暖锅炉房。

5.5.10 锅炉房设计应选用满足现行行业标准《锅炉节能技术监督管理规程》TSG G0002 要求的高效节能锅炉。选用工业锅炉时,其设计热效率应符合现行行业标准《工业锅炉技术条件》NB/T 47034 的有关规定。

5.5.11 锅炉房设计应选用高效节能的鼓风机、引风机、给水泵、给煤、除灰、制粉等设备,其能力均应与锅炉匹配,与其匹配的大容量鼓风机、引风机、给水泵、热水循环泵宜采用变速传动或其他节能传动方式。

5.5.12 用户要求的蒸汽参数较汽源低得多时,可考虑热导油供热方式不再采用分级供汽,不宜采用节流降压供汽。

5.5.13 热能利用应考虑能源的梯级利用,必要时可采用背压汽轮机传动大功率的空气压缩机、风机、水泵等回转机械,其容量应按汽轮机的背压蒸汽能得到充分利用、同时不影响主机的正常运行原则确定。

5.5.14 钢铁企业热电厂(站)锅炉房应充分利用钢铁企业剩余的煤气。应根据煤气热值的不同梯级,采用不同的利用方式。焦炉煤气应优先选用燃气—蒸汽联合循环发电,转炉煤气、高炉煤气应选用高参数煤气发电。

5.5.15 钢铁企业煤气电站的规模,应根据煤气平衡,企业生产调度情况确定机组配置,发电机组的配置应留有一定富余,并应充分利用煤气资源。

5.5.16 钢铁企业热能利用,应根据主体工艺设置情况,充分利用各种余热资源发电。应根据不同参数,设置不同的蒸汽发电机组,提高企业的自发电率。

5.5.17 钢铁企业供汽宜根据蒸汽参数、蒸汽耗量、使用性质和季节等不同要求,经技术经济比较确定是否设置不同类型管网。

5.5.18 供热管网设计应按经济流速计算供热管道的管径,在用户入口处应设置计量装置。

5.5.19 热力设备和管道应按国家现行标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 和《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072 的有关规定进行绝热。

5.5.20 管配件的保温结构应为可拆卸型。

5.5.21 建筑物的采暖介质,在满足用户要求前提下,宜采用热水。

5.5.22 蒸汽供热系统的凝结水回收应符合现行国家标准《蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求》GB/T 12712 的有关规定。

5.5.23 空压站设计应根据压缩空气用户的使用量、压力、品质等要求,确定分区集中或分散设置空压机站。压缩空气宜集中统一供应。

5.5.24 不同质量等级的压缩空气宜分系统供应,应正确选用空气压缩机及除油和干燥净化设备。

5.5.25 冶金炉(窑)排烟余热经主炉回收利用后,应通过技术经济比较,确定是否装设余热锅炉。

5.5.26 钢铁厂设计采用余热回收利用技术应符合下列规定：

1 焦炭余热、焦炉荒煤气、焦炉烟道气、烧结机烟气、球团竖炉烟气、高炉热风炉烟气、电炉烟气、加热炉烟气以及烧结矿显热、高炉冲渣水等余热，应结合工艺要求回收利用高炉热风炉烟气、电炉烟气、加热炉烟气以及烧结矿显热等余热，应结合工艺要求回收利用；

2 转炉余热锅炉汽化冷却装置宜提高工作压力；

3 熔融还原炼铁炉烟气的余能，宜根据需要预热矿石和产生蒸汽；

4 新建焦炉应同步配套高温高压干熄焦余热锅炉，余热锅炉生产的蒸汽应高效合理利用；

5 低热值高炉煤气可用于汽轮鼓风机站、热电站、燃气或燃煤燃气锅炉房，以及燃气—蒸汽联合循环发电装置，其最终用途应通过技术经济比较确定。

5.5.27 钢铁企业设计应将余热回收装置产生的蒸汽纳入企业的蒸汽平衡。

5.6 采暖通风除尘

5.6.1 采暖、空调的供热应逐步实现全厂性或区域性热电联产或集中供热，热媒宜采用热水。在不具备热电联产或区域集中供热的情况下，新建锅炉房与供热系统应具备将来发展成为区域性集中供热锅炉房或与城市热网相连接的可能性。

5.6.2 采暖设计应充分利用工业余热采暖。利用余热采暖时，其热媒及参数可根据实际情况确定。

5.6.3 在资源和技术条件具备的地区，在经济合理和满足环保及工艺要求的条件下，应开发地热、太阳能等新能源用于采暖供热。

5.6.4 当厂区只有采暖用热或以采暖用热为主时，宜采用高温水做热媒。

5.6.5 热风采暖的热媒宜采用蒸汽，当采用热水作热媒时宜采用

高温水。

5.6.6 热源、供热站和用户入口应设置热计量仪表及自动调节设施。

5.6.7 在设计采暖供热系统时,应选用节能效果和热工性能好的设备。

5.6.8 通风机应选用高效、节能和低噪声产品,其设计工况效率不应小于最高效率的 90%。

5.6.9 涉及多收尘点的除尘系统,应考虑各点同时工作系数,宜设置阀门进行风量调节和启闭。

5.6.10 除尘系统管道的设置,应合理选择路由及风速。有条件的捕集点宜采用双层密封和漏风率低的集气设备。

5.6.11 通风、除尘与烟气净化系统的负荷变化较大时,风机应采用液力耦合器、电机变频或其他调速措施。

5.6.12 空气调节区有正压要求时,室内正压宜保持 5Pa~10Pa。

5.6.13 在满足工艺及卫生要求的条件下,空气调节系统宜设置回风系统。

5.6.14 设有机械排风时,空气调节系统设置热量回收装置宜按现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定执行。

5.6.15 设备和管道的保温和保冷应符合下列规定:

1 保冷层的外表面不得产生冷凝水;

2 管道和支架之间,管道穿墙、楼板处,应采取防止“冷桥”、“热桥”的措施;

3 采用非闭孔材料保冷时,外表面应设置隔气层和保护层;保温时应设置保护层。

5.6.16 保冷、保温材料宜选用导热系数小、湿阻因子大、吸水率低、密度小、综合经济效益高的材料;在使用温度下性能应稳定,应耐冻、不燃烧或难燃烧,应不易腐不易蛀。除软质、半硬质、散状材料外,硬质成型制品的抗压强度应符合现行国家标准《设备和管道

绝热设计导则》GB/T 8175 的有关规定；在满足保温要求的前提下，宜选用闭孔保温材料。

5.6.17 保温、保冷层厚度的计算，应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的有关规定。

5.7 总图运输

5.7.1 钢铁企业厂区用地指标宜控制在合理范围内，应符合现行国家标准《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603 的有关规定。

5.7.2 在进行厂址方案比选时，应将大宗原料、燃料输入及生产成品运出环节顺畅、有序、便利、高效、运行成本最低、总能耗最小作为选取厂址位置的重要因素。

5.7.3 烧结厂、焦化厂宜设在钢铁企业厂区内，邻近炼铁厂矿槽、焦槽侧布置。

5.7.4 钢铁企业宜靠近国家铁路、公路、主要水运航道布置。大宗原料、燃料以陆路运输为主时，应靠近铁路接轨站或主要道路干线，有条件时，宜加大铁路运输比例；以水路运输为主时，应沿江、沿海靠近符合水运要求的口岸或邻近具有良好运输条件的码头布置。

5.7.5 分期建设的钢铁企业，预留单元在用地规划中，宜以缩短物流距离，全厂整体布局总体合理作为确定布局的重要因素。

5.7.6 钢铁企业应紧凑布置，连续作业的工艺生产车间，应将厂房联合布置或合并。

5.7.7 原燃料装车车间宜靠近工厂站或原料码头，轧制成品车间及成品库等宜靠近成品站或成品码头；烧结、焦化、高炉、炼钢等车间宜顺物料流程方向顺序布置。全厂性仓库宜集中布置，并接近货流进入的地点。车间仓库宜靠近所服务的车间布置。

5.7.8 原料场、烧结厂、焦化厂、球团厂、炼铁厂应紧凑布置，并应缩短大宗物料输送距离。

5.7.9 炼钢车间、连铸车间、轧钢车间宜联合布置。总平面布置应为坯料的热送热装创造条件。

5.7.10 焦炉炭化室中心线不应与主导风向平行。主要生产车间宜结合与主导风向的关系设计。

5.7.11 总平面设计应合理安排主管道通廊的位置,主管道宜靠近主要用户。煤粉输送管道、石灰粉及污泥管道等的平面和立面宜顺直。管线综合设计应与总平面布置、竖向设计、运输设计、绿化设计统一考虑,合理确定管位,集中布置管线,并应使管线短捷、顺直。

5.7.12 水、电、风、气等动力设施应靠近相应的负荷中心设置。

5.7.13 厂区内地坪标高的确定,应减少生产过程中物料的提升高度,宜满足自然排水的要求。当土方来源不足,需降低场地设计标高,采用堤坝结合排涝泵排水时,应计算排水排涝能耗,并应经全面技术经济比较后确定。

5.7.14 在丘陵、山地建厂采用台阶式布置时,总平面布置和台阶划分宜利用物料流程中的位能,应以满足货物运输能耗最小作为设计标准。

5.7.15 运输设计应合理组织车流、货流,宜避免单程运输。

5.7.16 厂外运输方式的选择除应符合本标准第 5.7.2 条的规定外,尚应避免因转换运输方式而引起货物落地换装和重复作业。邻近通航河道的钢铁企业,水运条件好、经济合理时,应创造条件加大水路运输量的比例。

5.7.17 新建钢铁企业局部生产流程应与全厂物料流向相吻合,应合理组织生产工艺线路,利用生产工艺流程,有目的地完成一部分或一定距离内的物料运输,应避免逆行和交叉。

5.7.18 厂区内供求关系密切的车间或设备相邻或联合布置时,宜选用辊道、运输链、胶带输送机等运输设施。大宗原燃料、烧结矿、焦炭和散状料等宜采用胶带输送机运输;液态物料宜采用管道运输;铁水运输宜选用大型保温运输设备,并宜避免二次倒装,鱼雷罐混铁车运输应完善加取盖装置,减少运输过程温降;钢坯、轧钢车间之间的运输宜采用辊道运输。

5.7.19 改扩建厂区总体设计及各单元设计应立足企业长远发展,逐步优化总平面布置及物料的运输流程,减少物流折返、迂回以及货物的重复装卸和搬运。

5.7.20 厂内物流宜利用合理可靠的智能化技术提升物流效率,避免无序物流,在运输环节实现准确、直接、高效运输,在仓储环节优化作业路径、提升出入库效率,在装卸搬运环节实现总体环保和效率提升,降低运输能耗。

5.7.21 钢铁企业宜在大型重载工艺运输车辆行进路线上的主要交叉口采用智能信号技术,减少大型重载工艺运输车辆启停次数,降低车辆能耗,提高运输效率,提高运输安全。

5.7.22 道路设计宜采用优质路面材料,厂内道路宜根据运输荷载等级选用不同结构层。

5.7.23 铁路机车型号的选择,应根据铁路运输量的大小及牵引定数确定,不应以大代小。铁路运输车辆宜根据物料性质、运输量和卸车条件采用自重小、载重量大的高强度车辆和侧翻、底开门等自卸车辆。

5.7.24 道路运输设备宜采用低油耗、自重小、载重量大而性能优良的运输设备。

5.7.25 钢铁企业运输能耗主要应为铁路运输能耗和道路运输能耗,并应将该种运输方式消耗的能源折算至该运输方式运输总量中。新建钢铁企业长流程运输能耗设计指标应符合表 5.7.25 的规定。

表 5.7.25 钢铁企业运输能耗设计指标

序号	项 目	运输能耗(kgce/t物料)
1	铁路运输能耗(机车)	≤0.16
2	道路运输能耗(汽车)	≤0.26

注:1 表中铁路运输能耗为钢铁企业厂内运输能耗,包含铁水运输和普车运输能耗。

2 表中道路运输能耗为厂内运输能耗。运输量及能耗统计不包含码头与钢

铁企业间的往返运输;边界条件将循环经济(水渣微粉、钢渣尾渣再处理)、水渣物料(道路或铁路运输时)设定为厂外运输。

3 铁水采用道路、过跨车运输方式时的运输能耗不包含在表内。

4 工程机械(装载机、叉车)、救援设备的运输能耗不包含在表内。

5.8 机 修

5.8.1 钢铁企业应逐步建立适应市场经济的机械修理体制,以“专业化协作”为原则,检修备件应主要依靠专业化生产厂供应,设备检修工作也应主要依靠外部协作完成。

5.8.2 企业应建立设备点检制度。

5.8.3 原有企业“大而全”机修设施,应逐步与企业剥离,并应逐步形成区域设备检修、备件生产的专业化企业。新建钢铁企业不宜再设置机修设施。

5.8.4 新建钢铁企业当地区协作条件较差,需在企业内部设置机修设施时,应按下列规定和能耗指标控制其建设规模:

1 不得为机修建设铸、锻、热处理和电镀等高能耗车间;

2 加工备件自给率应控制在 25% 以内,并应限于应急不需热处理的易损件、简易件或修复件等;

3 机修设施应主要承担机械设备的日常维修工作,设备的定修和年修等计划检修工作应依靠外部协作解决;

4 自备电厂、高炉、烧结、焦炉、炉窑、大型动力设备、混铁车等特种车辆的车体及机械部分、装卸机械修理等专业性较强的设备检修,应外协解决。

5.8.5 新建钢铁企业机修设施设计,应推广先进的节能措施,加强成套部件组装能力;宜扩大部件更换检修范围,并缩短主机停工时间;应推广轴类件自动或半自动堆焊、喷涂等修复技术。钢板下料宜采用数控切割或仿形气割工艺,宜采用自动埋弧焊机。

5.8.6 新建钢铁企业机修能耗设计指标不应大于表 5.8.6 的规定。

表 5.8.6 钢铁企业机修能耗设计指标

企业规模		工序能耗		分 项 能 耗				
钢产量 (10 ⁴ t/a)	机械 设备 重量 (10 ⁴ t)			电 力			其 他	
		MJ/t _钢	kgce/t _钢	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
≥1000	>40	16.40	0.56	3.84	13.81	0.47	2.59	0.09
400~800	15~30	17.27	0.59	4.0	14.39	0.49	2.87	0.10
≤300	5~10	20.14	0.69	4.8	17.27	0.59	2.87	0.10

注:指标以钢铁企业的吨钢产量为单位。

5.9 检 化 验

5.9.1 检化验设施总体设计宜采用节能效果明显的集中检化验方案。

5.9.2 试验室的工艺布置,恒温、恒湿房间在北方应布置在阳面,在南方宜布置在阴面;需要用高压水的试验室,宜布置在底楼或地下室中;设有机械排风通风柜的化验室,宜布置在楼房顶层或平房中。

5.9.3 采用机械排风的通风柜,其操作口最大风速不得超过 1.0m/s;安装在空调房间的通风柜,应选用节能补风型通风柜。

5.9.4 试验室的采暖温度,除恒温恒湿的房间外,不应低于 18℃,仓库及储藏室采暖温度可取 5℃~8℃。

5.9.5 在保证设备正常工作条件下,恒温恒湿房间的净空高度,不宜大于 3.2m。力学室的净高应比最高试验机的高度增加 0.5m~0.8m。

6 配套生产工艺

6.1 采 矿

6.1.1 露天采矿节能工作重点应放在边坡角选取、采剥工艺及设备选择以及开拓运输系统的确定;地下矿应注重运输方式、采矿方法及其采掘设备选择。在注重系统节能的同时,应充分注意压缩空气、矿井通风、矿井排水及提升环节的节能。

6.1.2 露天开采矿山,宜用并段方式加陡边坡角和分期陡帮开采工艺;对于高差较大、工程地质良好的山坡露天矿,宜采用平硐溜井开拓;条件适宜的大型露天矿,宜采用连续或半连续联合运输的开拓方式。

6.1.3 大、中型地下矿山,宜选择大阶段高度的开拓布置;采用高效能的无底柱分段崩落法时,宜推广高分段大间距布置形式及低贫化放矿措施。采用充填法采矿时,宜利用井下采掘废石和利用尾矿充填。应采用高效节能采掘设备,采用电动铲运机为主、柴油铲运机为辅的铲装工艺,宜用液压锤二次大块破碎。

6.1.4 开采深度小于 300m 的大、中型地下矿使用混凝土支护量较大时,在工程地质条件允许的情况下,宜采用钻孔下放水泥、砂子和碎石。

6.1.5 矿山总平面布置,应力求紧凑合理,运输线路和管线应短捷。矿山厂(场)址选择应注意货物的合理流向,宜缩短运距,并宜充分利用地形。充填站宜靠近矿体开采重心布置,应减小充填管线,采用自流输送;深井矿山充填需采取减压措施时,减压后的管线应满足自流输送。

6.1.6 废石场宜选在井口或硐口附近并符合安全规程的沟谷或山坡、荒地上。缓倾斜矿体及走向长分区开采的露天矿应开辟内

部废石场。

6.1.7 大型或特大型地下矿主井宜采用胶带或多绳提升机,采用箕斗提升方式时宜选用双箕斗;对于作业水平少的罐笼井,宜采用双罐笼提升;除掘井外,不得采用不带平衡锤的单容器提升。定点提升的斜井宜采用双钩提升。

6.1.8 在满足提升任务和初期投资增加不多时,宜加大提升容器,并宜降低提升速度,提升速度可低至 $0.3\sqrt{H}$ (H 为提升高度)。

6.1.9 提升深度大于 350m 的大、中型矿井,宜采用带平衡尾绳的提升系统;当启动过负荷系数超过规定而需加大电动机时,可适当加大尾绳重量。

6.1.10 矿井提升宜采取使用滚轮缶耳取代刚性缶耳;斜井、斜坡提升的钢绳托轮、托辊宜采用滚动轴承;有条件的矿井宜采用轻金属的提升容器等措施。

6.1.11 压缩空气系统,地下矿宜设置在地表且靠近主要用气地点,在满足压风自救系统用气要求时,可采用机体小、且移动便利、节能的坑内移动式螺杆空压机;露天矿宜采用随凿岩设备移动的移动空压机。

6.1.12 采矿设计应减少压缩空气的多种用途,不应使用气动闸门和风动马达,不应使用压气吹扫其他设备,不应使用压气作掘进工作面的通风。

6.1.13 有条件分区的矿井,宜采用分区通风;大、中型地下矿,宜采用多级机站通风方式。有条件时宜采取集中自动控制多级机站风机运行,按需要量通风。

6.1.14 在满足工艺要求和安全规程条件下,通风井巷应按经济断面设计。

6.1.15 矿井风量和分风应合理确定,宜控制单井总进风量,宜减少总回风道长度。深井高地温矿床开采时,应进行通风降温和工作面制冷降温比较,选用能耗低的降温措施。

6.1.16 雨量大的地区,应采取堵(填)、截、引等防水和治水措施,

应减少地表水流入矿井或深凹露天矿的水量。有条件时宜开凿专用自流排水巷道。

6.1.17 水量大、深度较大的矿井和深凹露天矿,应采用分段截流排水。

6.1.18 经处理后水质符合要求的矿坑水,宜作为矿山生产供水水源或补充水源。

6.1.19 矿山企业的供电系统和电压应根据供电距离和负荷容量选择,应以高电压深入负荷中心供电;矿山总降压变电所、牵引变电所、高压配电室及车间变电所位置,应靠近负荷中心。

6.1.20 井下照明应采用适合井下温度、潮湿环境的高效光源,主巷道照明宜采用荧光灯或 LED 灯,井下破碎硐室等大硐室宜采用高压钠灯、LED 灯。

6.1.21 露天铁矿采矿能耗指标应为“吨矿岩综合能耗”和“吨矿岩可比能耗”,其计算范围应包括采剥、采场破碎、运输、排土、供排水、生产调度等采矿工艺主要生产系统的能源消耗量,并应包括公用和辅助生产系统的能源消耗量。

6.1.22 地下铁矿采矿能耗指标应为“吨矿岩综合能耗”和“吨矿岩可比综合能耗”,其计算范围应包括采掘、井下破碎、运输、提升、压气、通风、充填、供排水、照明、生产调度等采矿工艺主要生产系统的能源消耗量,并应包括公用和辅助生产系统的能源消耗量。

6.1.23 露天铁矿吨矿岩综合能耗设计指标不应大于下式计算结果:

$$P_1 = P_0 \times (1 + K_1 + K_2) \times K_3 + D \quad (6.1.23)$$

式中: P_1 ——露天铁矿吨矿岩综合能耗;

P_0 ——露天铁矿吨矿岩可比综合能耗(MJ/t, kgce/t),应符合表 6.1.23-1 的规定;

K_1 ——露天铁矿开采深度系数,应符合表 6.1.23-2 的规定;

K_2 ——露天铁矿运输系数,应符合表 6.1.23-3 的规定;

K_3 ——高原系数,应符合表 6.1.23-4 的规定;

D ——露天铁矿吨矿岩排水能耗(MJ/t, kgce/t), 按设计值选取。

表 6.1.23-1 露天铁矿吨矿岩可比综合能耗

露天铁矿类型	先 进		平 均	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
大、中型露天矿山	≤ 8.79	≤ 0.30	≤ 14.36	≤ 0.49
小型露天矿山	≤ 11.43	≤ 0.39	≤ 18.76	≤ 0.64

注:吨矿岩所需能量(电、油、煤等)均已折算计入可比能耗中。

表 6.1.23-2 露天铁矿开采深度系数

开采深度(m)	≤ 100	$>100, \leq 200$	$>200, \leq 300$	$>300, \leq 400$	$>400, \leq 500$
K_1	-0.1	0	0.1	0.2	0.3

表 6.1.23-3 矿山运输系数

运输方式	汽车运输	汽车+铁路运输	汽车+胶带运输	K_2
运距(km)	≤ 3	≤ 4	≤ 5	0
	≤ 4	≤ 5.5	≤ 8	0.18
	≤ 5	≤ 7	≤ 11	0.37
	≤ 6	≤ 8.5	≤ 14	0.55

注:表中各类运输方式的运距分别增加 2km、1.5km 和 1km 时, K_2 相应增加 0.2。

表 6.1.23-4 高原系数

海拔高度(m)	≤ 2000	2000~3000	3000~4000	4000~4500
K_3	1	1.00~1.05	1.05~1.15	1.15~1.25

注:区间数值采用内插法计算。

6.1.24 地下铁矿吨原矿综合能耗设计指标, 不应大于下式的计算结果:

$$P_2 = P_0(1 + K_1 + K_2) \times K_3 + D \quad (6.1.24)$$

式中: P_2 ——地下铁矿吨原矿综合能耗;

P_0 ——地下铁矿吨原矿可比综合能耗(MJ/t, kgce/t), 应符

合表 6.1.24-1 的规定；

K_1 ——地下铁矿开采深度系数，应符合表 6.1.24-2 的规定；

K_2 ——地下铁矿采矿方法系数，应符合表 6.1.24-3 的规定；

K_3 ——高原系数，应符合表 6.1.24-4 的规定；

D ——地下铁矿吨原矿排水能耗(MJ/t, kgce/t)，按设计值选取。

表 6.1.24-1 地下铁矿吨原矿可比综合能耗

地下矿类型	先 进		平 均	
	MJ/t	kgce/t	MJ/t	kgce/t
大、中型地下矿	≤ 60.08	≤ 2.05	≤ 76.20	≤ 2.60
小型地下矿	≤ 78.25	≤ 2.67	≤ 99.06	≤ 3.38

表 6.1.24-2 地下铁矿开采深度系数

开采深度 (m)	300	500	700	900	1100	1300	1500
K_1	0.06	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.3

注：区间数值采用内插法计算。

表 6.1.24-3 地下铁矿采矿方法系数

采矿方法	空场法	有底柱 分段崩落法	无底柱 分段崩落法	自然 崩落法	充填法
K_2	0	0.04	-0.04	-0.1~-0.2	0.08~0.12

表 6.1.24-4 高原系数

海拔高度(m)	≤ 2000	2000~3000	3000~4000	4000~4500
K_3	1	1.00~1.05	1.05~1.15	1.15~1.25

注：区间数值采用内插法计算。

6.1.25 矿山企业设计能耗评价指标，可按下式计算：

$$\text{单位矿岩(矿)综合能耗(MJ/t, kgce/t)} = \frac{\text{采矿耗能总量(MJ/a)}}{\text{采出矿岩(矿)量(t/a)}} \quad (6.1.25)$$

6.1.26 高能耗项目应进行评价和论证,并说明原因。

6.2 选 矿

6.2.1 选矿应根据矿石性质及入磨前剔除围岩及夹石的试验结果,优选在磨矿前剔除围岩及夹石的方法,应实现预选抛尾。

6.2.2 选矿设计应缩小入磨矿石的粒度,可考虑使用高压辊磨机作为破碎设备。

6.2.3 选矿设计应提高磨矿介质质量,应合理选择球径及配比。

6.2.4 处理嵌布粒度不均匀的矿石,宜采用阶段磨矿、阶段选别流程。

6.2.5 赤铁矿选矿工艺设计前,应做各种选矿方法试验,经过技术经济比较,确定合理的工艺流程。宜选用联合工艺流程,不应采用能耗较高的焙烧磁选流程。

6.2.6 选矿设计应选用分级效率较高的设备,应选用旋流器、高效振网筛,必要时可采用两段分级工艺。

6.2.7 设计时应根据不同矿石性质及选矿试验结果,确定合理的精矿品位。磁铁矿选矿厂设计精矿品位应为 66%~68%。赤铁矿采用联合流程处理时,其精矿品位宜为 65%~67%。矿石类型复杂、特别难选的矿石,其精矿品位也应达到 60%以上。

6.2.8 尾矿输送浓度宜达到 35%以上,环水利用率应达到 95%以上。

6.2.9 选矿设计应重视余热利用,对于竖炉水封池、水箱梁中的冷却水,回转窑排矿的冷却水及高温烟气,可因地制宜采取措施回收利用其余热。

6.2.10 设计中应注意提高设备负荷和作业率。

6.2.11 冶金选矿能耗指标应为“吨矿(处理原矿)综合能耗”,其计算范围应包括原料矿准备、预选抛尾、破碎筛分、选矿、成品堆存等的能源消耗量。

6.2.12 新建或改造选矿单位产品可比综合能耗应按下式计算。

$$P_0 = P_1 / [(1 + K_1 + K_2 + K_3) \times K_4] \quad (6.2.12)$$

式中： P_0 ——单位产品可比综合能耗(kgce/t)；

P_1 ——单位产品综合能耗(kgce/t)；

K_1 ——碎磨系数，应符合表 6.2.12-1 的规定；

K_2 ——浮选加温系数，应符合表 6.2.12-2 的规定；

K_3 ——取暖系数，应符合表 6.2.12-3 的规定；

K_4 ——高原系数，应符合表 6.2.12-4 的规定。

表 6.2.12-1 碎磨系数

磨矿方式	一段球磨	二段球磨	三段球磨	自磨+一段球磨	自磨+二段球磨
碎磨系数 K_1	-0.15	0	0.10	0.12	0.15

表 6.2.12-2 浮选加温系数

年平均气温(℃)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25
浮选加温系数 K_2	0.55~0.45	0.45~0.35	0.35~0.25	0.25~0.15	0.15~0

注：区间数值采用内插法计算。

表 6.2.12-3 取暖系数

取暖期(月)	0	3	4	5	6
取暖系数 K_3	0	0.2	0.3	0.4	0.5

注：区间数值采用内插法计算。

表 6.2.12-4 高原系数

海拔高度(m)	<2000	2000~3000	3000~4000	4000~4500
高原系数 K_4	1.0	1.0~1.05	1.05~1.15	1.15~1.25

注：区间数值采用内插法计算。

6.2.13 独立破碎筛分厂单位产品可比综合能耗指标应符合表 6.2.13-1 的规定；新建或改造选矿厂单位产品可比综合能耗设计指标应符合表 6.2.13-2 的规定。

表 6.2.13-1 独立破碎筛分厂单位产品可比综合能耗指标

大 型		中 型		小 型	
年处理量>200 万 t/a		年处理量 60 万 t/a~ 200 万 t/a		年处理量<60 万 t/a	
kgce/t _矿	MJ/t _矿	kgce/t _矿	MJ/t _矿	kgce/t _矿	MJ/t _矿
≤0.8	≤23.2	≤0.5	≤14.6	≤0.4	≤12

表 6.2.13-2 新建或改造选矿厂单位产品可比综合能耗指标

选矿工艺类型		单位产品可比综合能耗(kgce/t)
弱磁选		≤3.3
联合选别		≤4.2
焙烧选别	竖炉	≤45.6
	回转窑	≤51.8

注:1 表中指标含破碎筛分。

- 2 新建选矿厂的能耗指标可按同一地区矿石性质相近的选矿厂选取。
- 3 磁—浮联选处理磁铁矿及赤铁矿混合类型矿石的选厂能耗指标可按浮选流程能耗指标选取。
- 4 多金属矿石的选矿厂设计能耗指标以及回转窑焙烧磁选厂的能耗指标均未列入本表,因矿石性质复杂,加工工艺没有一定规律,能耗相差很大,无法具体规定。
- 5 设计能耗指标包括厂房内的一切公用设施、辅助生产设施及尾矿输送所需要的能耗,矿石运到选矿厂及精矿输出所需能耗不包括在内。

6.3 铁 合 金

6.3.1 铁合金设计节能,应以电炉生产车间降低冶炼电耗和焦耗、高炉锰铁车间降低焦比和鼓风能耗、湿法生产车间降低蒸汽和燃料消耗为重点,并应充分回收利用余能。

6.3.2 铁合金原料应符合冶炼要求,宜提高入炉矿品位,并应选择优质组合还原剂。

6.3.3 铁合金冶炼设计应根据产品方案要求采用优化的工艺系

统。设备选型应力求与生产规模匹配,结合工程情况,应采用先进的节能工艺和设备。

6.3.4 窑炉设计应选择性能良好的隔热保温材料。

6.3.5 铁合金电炉烟气除尘应首先选择阻力损失小的除尘方式及阻力损失小的布袋、管道等结构形式,其次电炉操作宜做到烟气流速稳定。

6.3.6 电炉车间应靠近中央变电所,车间内电炉应缩短其与变压器的距离,应减少短网长度,应采用铜管、水冷电缆,应实现变压器二次抽头与铜瓦一对一的连接。

6.3.7 电炉车间应采用计算机控制配料、电极升降和压放。电炉的水冷设备中的循环水,应采用软化水冷却,并应配备完善的介质参数与工艺参数检测仪表。

6.3.8 在满足冶炼工艺条件下,采用半封闭电炉时应回收烟气余热;全封闭电炉应回收煤气,所回收的二次能源应加以综合利用。

6.3.9 铁合金能耗为“吨铁合金产品综合能耗”,其计算范围应包括原料准备、冶炼、出铁、浇铸、产品精整、包装等整个生产流程所消耗的各种能源,应扣除回收并外供的煤气、蒸汽等能源后实际消耗的各种能源折合标准煤量。

6.3.10 铁合金设计能耗指标不应大于表 6.3.10 的规定。

表 6.3.10 铁合金单位产品综合能耗指标

产品类型	产品能耗		冶炼电耗			备 注
	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	
硅铁(FeSi ₇₅ -A)	53410	1823	8500	30609	1045	硅石 SiO ₂ ≥97%
锰硅合金 (FeMn ₆₄ Si ₁₈)	26760	913	4200	15125	516	锰矿 Mn≥34%
电炉高碳锰铁 (FeMn ₆₈ C _{7.0})	20270	692	2600	9363	320	锰矿 Mn≥38%
中碳锰铁 (FeMn ₇₈ C _{2.0})	3720	127	580	2090	71	锰矿 Mn>40%

续表 6.3.10

产品类型	产品能耗		冶炼电耗			备 注
	MJ/t	kgce/t	kW·h/t	MJ/t	kgce/t	
高碳铬铁 (FeCr ₆₇ C _{7.0})	20670	705	3200	10083	344	铬矿 Cr ₂ O ₃ ≥ 40%
中碳铬铁 (FeCr ₅₅ C _{4.0})	7850	268	1600	6482	221	铬矿 Cr ₂ O ₃ ≥ 48%
硅铬合金 (FeCr ₃₂ Si ₃₅)	30390	1037	4800	17285	590	—
硅钙合金 (Ca ₁₆ Si ₅₅)	81250	2773	12500	45000	1536	—

注:1 未列产品的综合能耗比照确定。

2 原料准备不包括破碎。

6.4 耐火材料

6.4.1 耐火材料设计应根据生产品种要求简化流程、紧凑布置。

6.4.2 功率较大且需要调速的设备宜采用变频调速装置。

6.4.3 煅烧耐火原料应采用回转窑、机械化竖窑。

6.4.4 烧成耐火制品应采用隧道窑、梭式窑。

6.4.5 炉窑设计应提高窑体严密性、降低窑体蓄热损失、减少窑体散热损失及综合利用废气余热。

6.4.6 耐火制品能耗指标应为“吨产品综合能耗”，其计算范围应包括原料储运、干燥、破碎、粉碎、筛分、混合、成型、砖坯的干燥、烧成、除尘等各个工序及公辅设施的能耗，扣除可回收利用的能源后实际消耗的各种能源折合标准煤量。

6.4.7 耐火制品能耗可按下式计算：

$$\text{吨产品综合能耗} = (E - R) \div T \quad (6.4.7)$$

式中： T ——耐火制品产量(t)；

E ——加工能耗(燃料、电、水、耗能工质等)(MJ)；

R ——回收能量(MJ)。

6.4.8 各种耐火制品综合能耗设计指标不应大于表 6.4.8 的规定。

表 6.4.8 各种耐火制品综合能耗设计指标

产 品 名 称			综 合 能 耗	
			MJ/t	kgce/t
黏土砖	低蠕变黏土砖(实砖)		5800	198
	低蠕变黏土砖(孔砖)		13100	448
高铝砖	低蠕变电炉顶 Al_2O_3 80%		19600	670
	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 65\% \sim 75\%$		14000	478
	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 48\% \sim 65\%$		9700	331
硅砖	焦炉砖(梭式窑烧成)		15300	523
	焦炉砖(隧道窑烧成)		11800	403
	玻璃窑用砖		15000	512
碱性砖	镁砖 92		6500	222
	镁砖 97.5		7800	266
	镁铝尖晶石砖(Al_2O_3 11%~15%)		8900	304
	普通镁铬砖		6500	222
	电熔再结合镁铬砖		10100	345
	镁钙砖		6000	205
其他	滑板(埋炭烧成)		67400	2303
	镁炭砖		5500	188
	长水口	扣罩烧成	40500	1384
		埋炭烧成(发生炉煤气)	75600	2583
		埋炭烧成(柴油)	41700	1425

6.5 石 灰

6.5.1 设计中采用风动输送粉料时,宜采用浓相输送工艺。输送管道的路由宜简捷。

6.5.2 功率较大且需要调速的设备宜采用变频调速装置。

6.5.3 焙烧石灰应采用节能型石灰窑,炉窑设计应提高窑体严密性、降低窑体蓄热损失、减少窑体散热损失及综合利用废气余热。

6.5.4 采用气体燃料的竖窑宜采用低热值煤气。

6.5.5 生产炼钢用石灰宜采用气体燃料。

6.5.6 冶金石灰工序能耗计算范围应包括原料储存、原料水洗、原料破碎筛分输送、焙烧、成品输送筛分破碎、成品储存、成品加工等工艺设施的能源消耗量,并应扣除回收利用的能量。

6.5.7 冶金石灰工序综合能耗可按下式计算:

$$\text{综合能耗} = (E - R) \div T \quad (6.5.7)$$

式中: T ——冶金石灰产量(t);

E ——加工能耗(燃料、电、水、耗能工质)(MJ,kgce);

R ——回收能量(MJ,kgce)。

6.5.8 冶金石灰工序综合能耗设计指标应符合表 6.5.8 的规定。

表 6.5.8 冶金石灰工序综合能耗设计指标

窑炉类型	能 耗 指 标	
	MJ/t	kgce/t
混烧竖窑	≤ 4265	≤ 145.6
气烧竖窑	≤ 5715	≤ 195.0
双膛竖窑	≤ 4260	≤ 145.4
套筒竖窑	≤ 4365	≤ 149.0
梁式竖窑	≤ 4655	≤ 158.9
回转窑	≤ 5500	≤ 187.7

附录 A 常用的能源热值和折标煤系数

A.0.1 一次能源平均低位热值参考数据可按表 A.0.1 确定。

表 A.0.1 一次能源平均低位热值参考数据

序号	种类	单位	热 值		折标准煤 (kgce)
			kcal	kJ	
1	原煤	kg	5000	20934	0.7143
2	干洗精煤	kg	7098	29727	1.0140
3	洗精煤	kg	6300	26377	0.9000
4	洗中煤	kg	4000	16746	0.5714
5	无烟煤	kg	6300	26377	0.9000
6	烟煤	kg	5600	23446	0.8000
7	动力煤	kg	4970	20808	0.7100
8	煤泥	kg	2500	10466	0.3571
9	原油	kg	10000	41869	1.4286
10	天然气	Nm ³	9520	39858	1.3600

A.0.2 二次能源平均当量热值参考数据可按表 A.0.2 确定。

表 A.0.2 二次能源平均当量热值参考数据

序号	能源种类	单位	热 值		折标准煤 (kgce)
			kcal	kJ	
1	电	kW·h	860	3600	0.1229
2	蒸汽	kg	840	3517	0.1200
3	干焦炭	kg	6800	28470	0.9714
4	汽油	kg	10300	43123	1.4714

续表 A.0.2

序号	能源种类	单位	热 值		折标准煤 (kgce)
			kcal	kJ	
5	煤油	kg	10300	43123	1.4714
6	柴油	kg	10200	42704	1.4571
7	重油	kg	10000	41869	1.4286
8	轻油	kg	10010	41910	1.4300
9	焦油	kg	9030	37807	1.2900
10	粗苯	kg	10010	41910	1.4300
11	液化石油气	Nm ³	12000	50242	1.7143
12	焦炉煤气	Nm ³	4200	17585	0.6000
13	城市煤气	Nm ³	4000	16746	0.5714
14	水煤气	Nm ³	2500	10466	0.3571
15	高炉煤气	Nm ³	800	3350	0.1143
16	转炉煤气	Nm ³	1600	6700	0.2286
17	乙炔	Nm ³	12600	52754	1.8000

注:蒸汽为低压饱和焓值。

A.0.3 耗能工质折算系数可按照企业上年实际平均值,无企业数据时可按表 A.0.3 确定。

表 A.0.3 主要耗能工质折算系数推荐表

序号	能源介质名称	单 位	折算系数(电按当量值)
1	工业新水	kgce/m ³	0.0475
2	软水	kgce/m ³	0.1890
3	压缩空气	kgce/Nm ³	0.0152
4	氧气	kgce/Nm ³	0.0802
5	氮气	kgce/Nm ³	0.0169
6	氩气	kgce/Nm ³	0.8872
7	氢气	kgce/Nm ³	0.3514

注:1kgce=7000kcal,1kcal=4.1868kJ。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《小型火力发电厂设计规范》GB 50049
《公共建筑节能设计标准》GB 50189
《高炉炼铁工程设计规范》GB 50427
《焊管工艺设计规范》GB 50468
《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603
《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
《蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求》
GB/T 12712
《钢铁企业能源计量器具配备和管理要求》GB/T 21368
《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072
《工业锅炉技术条件》NB/T 47034
《锅炉节能技术监督管理规程》TSG G0002