

国家工程建设规范

《钢铁冶炼工程项目规范》（草案）

（征求意见稿）

2019年5月

目 次

1	总则.....	2
2	基本规定	3
3	炼铁.....	8
3.1	一般规定.....	8
3.2	高炉炼铁.....	9
3.3	非高炉炼铁	13
3.4	辅助设施.....	13
4	炼钢及浇注	15
4.1	一般规定.....	15
4.2	冶炼.....	17
4.3	浇注.....	22
5	铁合金.....	27
5.1	一般规定.....	27
5.2	铁合金.....	28
5.3	辅助设施.....	29
6	施工与验收	31
6.1	一般规定.....	31
6.2	施工与验收	32

1 总 则

1.0.1 为规范钢铁冶炼工程的建设、运行和维护，保障钢铁冶炼项目相关作业的安全，节约能源资源、保护环境，满足国家经济建设和社会发展的需要，依据国家相关法律、法规，制定本规范。

1.0.2 新建、改建的钢铁炼铁、炼钢和铁合金工程建设、运行维护、拆除等全生命周期的活动应执行本规范。

1.0.3 本规范是钢铁冶炼工程项目的规划、建设、运行维护等过程技术和管理的的基本要求。当钢铁冶炼工程项目采用的技术措施与本规范的规定不一致或本规范无相关要求时，必须采取合规性判定。

1.0.4 执行本规范不能代替工程项目全生命周期过程中的工程质量、安全和环保监督。

1.0.5 钢铁冶炼工程项目的规划、建设、运行维护管理，除应遵守本规范外，尚应遵守国家现行有关规范的规定。

2 基本规定

- 2.0.1 钢铁冶炼工程建设应以社会效益、环境效益与经济效益协调统一为原则，应遵循以人为本、资源节约、环境友好的建设理念。
- 2.0.2 新建、改建钢铁冶炼工程项目须满足全国主体功能区规划、行业发展规划、区域发展规划、城市总体规划、节能减排规划、水资源开发利用规划、环境保护和污染防治规划等要求，并根据项目环境影响评价报告合理布局。
- 2.0.3 新建、改建钢铁冶炼工程项目备案前，须严格执行国家钢铁行业产能置换办法，制定产能等量置换或减量置换方案，严控新增产能。
- 2.0.4 新建、改建钢铁冶炼工程项目应按照全流程及经济规模设计和生产，实现生产流程各工序间的合理衔接和匹配。
- 2.0.5 新建、改建钢铁冶炼工程项目严禁采用国家政策明令限制和淘汰的冶炼设备。
- 2.0.6 新建、改建钢铁冶炼工程项目应满足粗钢生产主要工序单位产品能耗准入值的要求。
- 2.0.7 新建、改建钢铁冶炼工程项目各工序产生大气、水污染物的生产工艺装置，必须设立净化处理设施，污染物须达标排放。
- 2.0.8 钢铁冶炼工程建设项目须按国家法规进行环境影响评价、安全评价和节能评估。
- 2.0.9 钢铁冶炼工程建设项目中的安全设施、环保设施和节能设施须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。
- 2.0.10 钢铁冶炼工程建设项目在设计、施工前，必须进行岩土工程勘察。
- 2.0.11 拟建场地或其附近存在不良地质作用或存在发生不良地质作用的条件

时，必须进行相应的专门性勘察，并应查明不良地质作用的分布范围、性质、形成条件及对工程建设的影响，同时应根据工程条件提出治理措施建议和治理要求。

2.0.12 冶炼工程详细勘察中，除符合《岩土工程勘察通用规范》要求外，尚应符合如下规定：

1 大型设备基础勘探点数量不应少于 2 个，炼铁高炉等高耸构筑物和重大动力基础，勘探点数量不应少于 3 个，勘探孔深度自基础底面起不应小于基础底面宽度的 2 倍；

2 当场地（或地段）有生产堆料、工业设备地面堆载，以及天然地面上的大面积填土荷载等大面积地面堆载时，控制性勘探点应适当加深；

3 对含大量黏性土的碎石土，或含碎石、卵石的黏性土，不易采取原状试样时，应进行原位测试并采取适量扰动试样，并应测定其天然含水量和状态参数等；

4 对大型建筑物地基及用一般方法难以测定其力学性质的特殊土，应采用载荷试验确定地基承载力和变形参数，同一试验层不应少于 3 组；

5 当设计需要提供地基土动力参数时，应做相应的动力测试试验，数量不应少于 2 处。

2.0.13 钢铁冶炼工程建设项目应按照国家有关规定进行竣工验收，合格方可正式使用。

2.0.14 钢铁冶炼工程建设项目厂址应符合下列规定：

1 当厂址不可避免地位于受洪水、潮水或内涝威胁的地带时，必须采取防洪、排涝的防护措施；

2 厂址严禁选在下列地段或地区：

- 1) 堤坝决溃时，不能确保安全的地段；
- 2) 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区，以及海啸或潮涌危害的地区；
- 3) 有泥石流、滑坡、流沙或溶洞等直接危害地段；
- 4) 爆破危险区界限内；
- 5) 采矿塌落（错动）区地表界限内；
- 6) 国家规定划定的机场净空保护区域内。对雷达导航，对重要的天文、气象、地震观察以及对军事设施有影响的范围内；
- 7) 国务院、国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府规定的风景名胜区、自然保护区、水源保护区和其他需要特别保护的区域。

2.0.15 固体废物贮存处置场必须符合以下规定：

1 禁止选在自然保护区、风景名胜区和需要特别保护的区域；禁止选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区。

2 钢铁冶炼生产产生的危险废物贮存设施底部必须高于地下水最高水位。

3 含放射性物质的废料场，还应符合下列规定：

- 1) 应选在远离城镇及居住区的偏僻地段。
- 2) 应确保其周边土壤及地下水不被污染。

2.0.16 钢铁冶炼生产大气环境防护距离，应依据环境影响评价结论确定场址的位置及其与周围人群的距离，并经具有审批权的环境保护行政主管部门批准，作为环境防护距离的依据。

2.0.17 钢铁冶炼生产产生的危险废物贮存场所必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，基础必须防渗，满足防渗要求；必须有泄漏液体收集装置；地面与裙

脚要用坚固、防渗的材料建造, 建筑材料必须与危险废物相容; 必须采取防扬散、防流失和其他防止污染的措施。禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。

2.0.18 新建冶炼项目中高炉和转炉产生的煤气必须回收利用。

2.0.19 用能单位应加装能源计量器具。

2.0.20 抗震设防烈度为 6 度及以上地区的建构筑物, 必须进行抗震设计。其中抗震设防烈度和设计地震动参数必须按国家规定的权限审批颁发的文件(图件)确定, 并按批准文件采用。

2.0.21 厂房、平台和基础等结构若受热源辐射的影响, 必须采取隔热防护措施。

2.0.22 冶炼厂区内的坑、沟、池、井、平台孔洞, 应设置安全盖板或安全护栏。平台、架空通道、走梯、走台等, 应设防护栏杆等防护措施。

2.0.23 存放、运输液体金属和熔渣的场所, 不应设有积水的沟、坑等。如生产确需设置地面沟或坑等时, 必须有严密的防水措施, 且车间地面标高应高出厂区地面标高 0.3m 及以上。

2.0.24 建筑内设有储存易燃易爆物品的单独房间或有防火防爆要求的单独房间应设置独立排风系统。

2.0.25 可燃气体管道、可燃液体管道严禁穿越和敷设于电缆隧(廊)道或电缆沟。

2.0.26 装置或设备满足下列条件之一, 应进行拆除:

- 1 已进入国家强制报废名录;
- 2 严重超标排放, 且不具备整改达标条件;
- 3 存在严重安全隐患, 且整改后无法正常使用;
- 4 运行周期终结, 经专业机构评估, 综合经济指标评价不具备运行条件;

5 应国家规划许可，需整体搬迁或改造。

2.0.27 设施拆除前，应进行现场评估，制定装置和设备停车方案、拆除施工方案、拆除设施处理方案。对可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其它建、构筑物安全的拆除工程，应制定专项拆除施工方案，其内容应包括：工程概况；编制依据；施工工艺技术；施工安全保证措施；施工管理及作业人员配备和；验收要求；应急处置措施；计算书及相关施工图纸等内容。方案应按规定进行评审，批准后方可进行拆除。

2.0.28 进入拆除程序的装置或设备，必须制定安全预案、环保预案，避免拆除过程造成次生事故或二次污染。

2.0.29 设施拆除前，应采取下列措施：

- 1 拆除前必须对施工作业人员进行书面安全技术交底；
- 2 应在施工现场设置安全警示标志，设立警戒区；
- 3 应设置好控制扬尘、建筑材料及垃圾分类处置的设施。

2.0.30 拆除施工应采用低噪音、低能耗、低污染、安全的绿色拆除技术，拆除材料、设备应实现循环利用。对废弃油脂等有害废弃物，应送具有专业资质回收的单位做无害化处理。

2.0.31 拆除施工过程中，应对拆除物的状态进行实时监测，应保证剩余设施的稳定；当发现安全隐患时，应立即停止作业；对局部构件拆除影响结构安全的，应先加固再拆除。

2.0.32 当设备、部件、构件、材料等直接回收利用时，应在拆除时按原设计图纸进行编号，分类堆放，并采取保护措施。对局部变形的部件应进行矫正；对局部损坏的部件应进行修复；对需返厂整修的设备应返厂处理。

2.0.33 拆除后的场地，必须满足当地工业用地要求。

3 炼 铁

3.1 一般规定

3.1.1 新建高炉应以大型化为原则；炉容大小应根据下游工序对铁水的需求合理确定。

3.1.2 高炉运行维护应符合下列规定：

1 高炉操作必须建立定期维护检修制度，每年定修天数不小于 10 天，检修次数不少于 4 次；

2 对重大事故案例，要针对性制定运行、维护措施、事故预案。

3.1.3 高炉应采用高压操作，炉顶工作压力不得超过设计值。

3.1.4 高炉设计应符合下列规定：

1 煤气必须完全回收利用，不得放散；

2 必须设置高炉煤气余压利用装置；

3 必须设置煤粉喷吹设施；

4 热风炉必须设置烟气余热回收装置；

5 高炉炉顶装料罐必须设置排压煤气消音器及排压煤气回收装置；

6 在满足工艺条件下，应采用一包到底铁水运输方式。

3.1.5 厂区煤气危险区域应符合下列规定：

1 高炉风口（及以上炉体）平台、热风炉燃烧器平台、喷煤干燥炉平台、TRT（BPRT）平台、粗煤气除尘器卸灰平台、净煤气除尘卸灰平台、进出煤气阀门操作平台等易产生煤气泄漏而人员作业频率较高的区域，须设固定式一氧化碳监测报警装置；

- 2 在上述区域工作的作业人员，应携带一氧化碳检测报警仪；
 - 3 进入涉及煤气的设施内，必须保证该设施内氧气含量不低于 19.5%，作业时间要根据一氧化碳的含量确定；
 - 4 设施内动火必须用可燃气体测定仪测定合格或爆发实验合格；
 - 5 设施内一氧化碳含量高（大于 50ppm）或氧气含量低（小于 19.5%）时，应佩戴空气或氧气呼吸器等隔绝式呼吸器具，设专职监护人员。
- 3.1.6 高炉进行停炉、开炉工作时，煤气系统蒸汽压力应大于炉顶工作压力，并保证管道畅通。
- 3.1.7 高炉炉顶压力不断增高，大于设备设计能力值时，必须及时减风，并打开炉顶放散阀，找出原因，排除故障，待压力恢复到正常设计工作压力以下方可恢复工作。

3.2 高炉炼铁

3.2.1 上料斜桥、胶带机下部设置车辆及人行通道时，通道上方必须设置防止物料高空坠落的安全防护设施。

3.2.2 高炉炉体系统设计应符合下列规定：

- 1 高炉炉底、炉缸应设置完善的耐材温度检测，高炉炉缸铁口中心线到炉底象脚侵蚀区，炉缸监测系统要有足够的温度检测点，上下相邻标高热电偶周向交错布置；

- 2 同一标高相邻热电偶的配置圆周方向弧长距离不大于 2m；

- 3 高炉炉缸冷却壁应设有进出水温度检测，炉缸冷却壁每 8 根水管至少有 1 根应设置高精度的温度检测点；

- 4 高炉炉腹、炉腰、炉身下部冷却壁应设有进出水温度检测，每 8 根水管至

少有 1 根设置高精度温度检测点；

5 冷却壁冷却水回路的排水支管应设有冷却水流量检测，每 8 根排水支管至少有 1 根设置流量检测点。流量计和温度计宜在同一根支管上；

6 高炉铸铁冷却壁冷却比表面积应在 1.0 以上。

3.2.3 高炉炉体运行维护应符合下列规定：

- 1 应建立高炉全生命周期的炉缸、炉腹、炉腰及炉身下部安全评估体系；
- 2 应根据各类检测数据通过炉缸炉底侵蚀监测模型、水温差监测或热负荷监测等在线系统评估炉缸安全；
- 3 应根据各类检测数据评估炉腹、炉腰及炉身下部冷却设备安全；
- 4 针对炉缸不同安全预警级别，应制定相应的安全预案；
- 5 如果存在安全风险，必须采取措施，如降低冶炼强度，采取钛矿护炉等消除安全隐患，或停炉大修。高炉炉缸烧穿时，必须立即休风停炉。

3.2.4 高炉风口、渣口发生爆炸，风口、风管烧穿等，应首先改为常压操作，同时防止高炉发生灌渣事故，然后出净渣铁，并休风。情况危急时，立即休风。

3.2.5 高炉炉壳设计应符合下列规定：

- 1 高炉壳体设计强度计算必须考虑炉壳开孔面积；
- 2 风口段开孔面积不得大于 90%，风口应设置风口法兰为炉壳加固，且两相邻风口法兰外圆间距（图 3.1）不应小于 120mm；

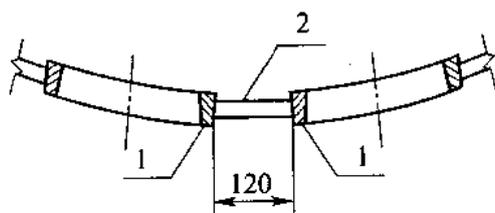


图 3.1 风口法兰外圆间距

1—风口法兰；2—炉壳

3.2.6 壳体结构的对接、T形对接与角接组合焊缝应焊透，其焊缝质量等级应符合下列规定：

- 1 高炉、热风炉、五通球壳体结构的对接焊缝应为一级；
- 2 下降管壳体结构的横向对接焊缝应为一级，纵向对接焊缝应为二级；
- 3 其他壳体结构的对接焊缝应为二级；
- 4 焊透的T形对接与角接组合焊缝应为二级。

3.2.7 壳体的材料及检测应符合下列规定：

- 1 高炉、热风炉、五通球壳体钢材的交货状态，除Q235B钢、Q345B钢为热轧状态交货外，其他钢材均应以正火后交货；
- 2 用于高炉(不含炉底板)、热风炉、煤气上升管和下降管、五通球或三通管壳体结构的钢板应逐张进行超声波检测，其中高炉出铁口、风口部位和热风炉拱顶的钢板质量等级不应低于Ⅱ级，其他钢板质量等级应为Ⅲ级。

3.2.8 混合煤或烟煤制粉系统厂房必须符合下列规定：

- 1 按乙类火灾危险建筑进行设计；
- 2 设消防水管路系统，厂房周围应设消防车道，主要火灾危险场所设与消防站直通的报警设施。

3.2.9 混合煤或烟煤制粉喷吹电气设计应符合下列规定：

- 1 非敞开式制粉厂房必须按20区进行电气设计；
- 2 系统供电按两路独立电源设计；
- 3 所有设备、容器、管道均需设置防静电接地，法兰之间需用导线跨接，并进行防静电校核；
- 4 烟气升温炉区域，如采用封闭设计，必须按0区、1区、2区进行电气设计。

3.2.10 混合煤、烟煤制粉系统必须按惰性干燥气设计，循环气体中的氧含量不应大于 12%。

3.2.11 磨煤机出口最高温度应根据煤种和采用的制粉系统流程确定。磨煤机出口最高温度须符合下列规定：

1 无烟煤制粉系统磨煤机出口温度必须小于受磨煤机和收粉设备允许使用温度；

2 其他煤种的制粉系统磨煤机出口最高温度必须符合如下规定：

1) 烟气直排式制粉系统流程，当 $V < 40\%$ 时，最高温度 $T_{\max.} < (82 - V) \times (5/3) \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；当 $V \geq 40\%$ 时，最高温度 $T_{\max.} = 70^{\circ}\text{C}$ 。

2) 烟气自循环制粉系统流程， $T_{\max.} < 95^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ 。

式中： V —煤的干燥无灰基挥发分，%

3.2.12 喷吹系统的安全防爆措施应符合下列规定：

当高炉喷吹混合煤或烟煤，一旦出现下列情况之一时，采用压缩空气作为输送气体的喷吹管路必须停止喷吹或改为氮气输送：

- 1 喷吹罐的罐顶压力低于混合器出口输送压力；
- 2 喷吹罐或串罐系统储煤罐内的温度高于设定的上限值；
- 3 压缩空气压力低于设定压力。

3.2.13 混合煤或烟煤制粉、喷吹系统必须符合下列规定：

- 1 所有煤粉容器、管道、设备、厂房设计必须考虑泄爆、隔爆、抑爆措施；
- 2 制粉系统应设置固定式氧含量和一氧化碳浓度在线检测装置，达到报警值时应报警并自动充氮，达到上限值是应自动停机。

3.2.14 高炉喷吹烟煤系统试车前的准备，应包含（但不限于）以下内容：

- 1 制定安全领导小组；

- 2 制定试车方案;
- 3 制定安全防爆细则;
- 4 制定事故应急预案;
- 5 操作人员培训、考核合格。

3.2.15 喷煤车间必须制定详细操作规程,明确技术负责人、安全责任人,喷煤系统功能、危险源辨识,操作规程应包含以下内容:操作一般要求、启动、正常运行、计划停车、非正常停车、应急操作规程以及维护检修。

3.2.16 高炉炼铁系统主体生产设施负荷应按一级和二级负荷供电。当一级负荷中在断电时可能造成重大损失的消防设备、安全保护设备、自动化控制设备等特别重要设备,还应增设 UPS 电源、柴油发电机等应急电源。

3.3 非高炉炼铁

3.3.1 本规范高炉炼铁相关条款均适应各种非高炉炼铁相关设施。

3.3.2 新建非高炉炼铁设施必须进行技术可行性和经济可行性论证。

3.3.3 新建非高炉炼铁设施,必须对能耗指标,综合排放指标进行论证,并应符合国家相关标准。

3.3.4 应设置高温烟气余热利用设施。

3.3.5 应考虑高热值煤气的高效利用。

3.4 辅助设施

3.4.1 高炉鼓风机组和煤气余压透平膨胀机润滑油系统必须设置安全可靠事故供油设施。

3.4.2 蒸汽轮机、高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机等高速运转设

备的合缸，必须进行隐蔽工程验收，并形成文件。

3.4.3 高炉本体、热风炉冷却水系统、高炉冲渣水系统必须设置事故供水设施。

4 炼钢浇注

4.1 一般规定

4.1.1 炼钢厂的设置应综合考虑原料资源、能源、水资源、交通运输、环境容量、市场分布和利用外部资源等条件。

4.1.2 选用电炉炼钢应具备可靠的废钢或直接还原铁等其他固态铁原料供应条件，以及充分的电力供应条件。

4.1.3 炼钢车间工艺流程和工艺设施的选择必须满足规划的生产规模和产品大纲要求。

4.1.4 炼钢车间设计应根据产品大纲及钢铁料原料条件，确定初炼炉公称容量、初炼炉座数和炉外精炼及铁水预处理的配置。

4.1.5 炼铁-炼钢-浇注-轧钢能力、节奏必须依次匹配，以实现技术经济合理。

4.1.6 新建、改建炼钢厂应设炉渣处理装置。

4.1.7 炼钢车间内外部各工序环节应协调顺畅，并应尽量保证所有原材料、钢水、炉渣等物料流向与路径互不干扰。

4.1.8 严禁利用城市道路运输铁水、钢水与液渣等高温冶金溶液。

4.1.9 炼钢车间吊运铁水、钢水或液渣时必须采用带有固定龙门钩的铸造起重机。

4.1.10 吊运装有熔融金属、熔渣的罐体和包体，应与邻近设备或建、构筑物保持大于 1.5 m 的净空距离。

4.1.11 高温熔融金属和熔渣吊运行走区域禁止设置操作室、会议室、交接班室、活动室、休息室、更衣室、澡堂等人员集聚场所；不应设置放置可燃、易燃物品的仓库、储物间；不应有液压站、电气间、电缆桥架等重要防火场所和设施。危

险区域附近的上述建筑物的门、窗应背对吊运区域。

4.1.12 吊运高温熔融金属和熔渣不应跨越生产设备设施或经常有人停留的场所，不应从主体设备上越过。起重机启动和移动时，应发出声响与灯光信号，不应用吊物撞击其他物体或设备（脱模操作除外）；吊物上不应有人。

4.1.13 熔融金属罐冷热修区不应设在吊运路线上，应设置通风降温设施，地面应有安全通道。

4.1.14 吊起熔融金属，如需副钩配合倾翻作业时，禁止提前挂副钩。作业完成后，应先落副钩再退小车，在副钩确认摘掉后，才能运行主起升机构。

4.1.15 移动车辆与建、构筑物之间，应有 0.8m 以上的安全距离。

4.1.16 钢包回转台旋转时，应保证运动设备（包括钢包和加盖机构）与固定构筑物如吊车梁（包括吊车梁底的防护结构）、厂房柱和管道等设施的净距不小于 0.5m。

4.1.17 炼钢车间生产设施负荷应按二级负荷供电，供电应有两路独立的高压电源，当一路电源发生故障或检修时，另一路电源应能保证车间正常生产用电负荷。在断电时可能造成重大损失的应按一级负荷供电。

4.1.18 铁水罐、钢水罐、渣罐、中间罐耳轴，应位于满罐合成重心以上 0.2-0.4 m 的对称中心。

4.1.19 密闭的深坑、池、沟，应设置换气设施。

4.1.20 生产企业应针对炼钢车间主体工艺设施及公辅设施，根据不同设备特性制定出详细的年集中检修及月/周/日/班定期检修计划；严格按计划对设备进行检修及维护，确保设备平稳、安全运行。

4.2 冶炼

4.2.1 铁水包内铁水面以上自由空间高度，当采用喷吹法时不应小于 500 mm，采用机械搅拌法时不应小于 700mm。

4.2.2 精炼用钢包的内型，其钢水部分的直径与高度比应为 0.9-1.1，钢液面以上的自由空间高度应根据不同精炼方法，按下列规定确定：

- 1 单独用于 RH 应为 400-600 mm；
- 2 单独用于 LF 应为 500-600 mm；
- 3 用于 VD 应为 800-1000 mm；
- 4 用于 VOD 应为 1200 mm 以上。

4.2.3 入炉废钢严禁混入爆炸物、密闭容器、有毒物质或放射性元素。进厂的社会废钢，应进行分选，检出有色金属件、易燃易爆及有毒等物品；对密闭容器应进行切割处理；废武器和弹药应由相关专业部门严格鉴定，并进行妥善的处理。

4.2.4 生产企业必须配备放射性物质检测仪器，防止存在放射性危害的废钢进厂、入炉。

4.2.5 新建钢铁联合企业转炉炼钢车间严禁采用混铁炉储存铁水（出于改善铁水质量的目的除外）及铁水分包工艺。

4.2.6 炼钢车间严禁采用化铁炉化铁或中频炉化废钢工艺。

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

4.2.8 VD、VOD 的真空罐以及各种精炼装置的钢包运输车轨道基础、转炉/电炉炉下钢包运输车轨道基础，必须采取漏钢事故的处理措施。钢包或钢包车升降式 RH 装置必须采取防止漏钢钢水浸入地下液压机械的措施-事故坑。

4.2.9 VD、VOD 以及 RH 精炼装置采用蒸汽喷射方式的真空泵水封池（或热水箱）必须采取防止内部气体外溢措施，真空泵与水封池的废气放散管应引至厂房屋顶以上 4 m，避免废气排放装置接近新鲜空气吸入口。所在区域应设置煤气检测与报警装置及“警惕煤气中毒”、“不准停留”等警示牌。

4.2.10 转炉新炉、停炉进行维修后开炉及停吹 8h 后的转炉，开始生产前均应按新炉开炉的要求进行准备；应认真检验各系统设备与联锁装置、仪表、介质参数是否符合工作要求，出现异常应及时处理。若需烘炉，应严格执行烘炉操作规程。

4.2.11 转炉炉前、炉后平台不应堆放障碍物。转炉炉帽、炉壳、溜渣板和炉下挡渣板、基础墙上的粘渣，应经常清理干净。

4.2.12 转炉炉下钢水罐车及渣车轨道区域（包括漏钢坑），不应有水和堆积物。转炉生产期间人员需到炉下区域作业时，应通知转炉控制室停止吹炼，并不得倾动转炉，应打掉炉体、流渣板等处有坠落危险的积渣。无关人员不应在炉下通行或停留。

4.2.13 转炉兑铁水用的起重机，吊运重罐铁水之前应验证制动器是否可靠；不应在兑铁水作业开始之前先挂上倾翻铁水罐的小钩；兑铁水时炉口不应上倾，以防铁水罐脱钩伤人。兑铁时转炉平台应只允许兑铁工在平台上现场指挥，其余人员全部撤离至转炉平台安全区域，兑铁工要站在安全位置，并有紧急撤离通道。

4.2.14 对不采用电炉周围密闭罩的电炉，应采取操作室隔音与厂房隔音措施。

4.2.15 转炉应设置事故电源装置，向氧枪升降和副枪升降供电，保证氧枪和副枪在正常电源中断时能提升到安全位置（或采用气动马达等方式将其提升到安全位置）；向转炉倾动制动器供电，使其能按需要松开；向转炉挡渣装置供电，保证它能退出转炉到安全位置。如果能提供保安电源，可不设事故电源装置。

4.2.16 转炉煤气回收，应设一氧化碳和氧含量连续测定和自动控制系统；回收煤气的氧含量不应超过 2%；煤气的回收与放散，应采用自动切换阀；氧含量检测应与三通阀设置自动联锁，当氧含量不合格时，三通阀应能自动打到放散状态；若煤气不能回收而向大气排放，烟囱上部应设自动点火装置。故障点火开关应设在烟囱下部。

4.2.17 设在密闭室内的氮、氩炉底搅拌阀站，应设氧浓度监测装置，浓度偏低时应有人工或自动联锁排气扇开启的保护措施。阀站应加强维护，发现泄漏及时处理，并应配备排风设施；人员进入前应排风，氧浓度达标确认安全后方可入内，维修设备时应始终开启门窗与排风设施。

4.2.18 转炉余热锅炉与汽化冷却装置的设计、安装、运行和维护，应遵守国家有关锅炉压力容器和压力管道的规定。

4.2.19 电炉和 LF 精炼炉，其变压器室大电流短网附近的墙体内外及附近的金属构件易因电磁感应发热，应采取防电磁感应发热的措施。

4.2.20 钢水罐需卧放地坪时，应放在专用的罐体支座上，或采取防滚动的措施，保证罐体放置牢固稳定；热修罐罐口应设置作业防护屏。

4.2.21 炼钢车间不能断水的设备，应设置安全供水系统。安全用水的水量、水压、供水延续时间，应满足安全用水设备要求。

4.2.22 烟道上的氧、副枪孔与加料口，应设可靠的氮封。转炉炉子跨炉口以上的各层平台，应设固定式煤气检测与报警装置，除就地报警外，煤气检测和报警应在转炉主控室集中显示；上述平台作业应携带便携式煤气报警仪，并采取可靠的安全措施。

4.2.23 有窒息性气体的阀站，应设氧浓度监测装置，浓度偏低时应有人工或自

动联锁排气扇开启的保护措施。阀站应加强日常维护检查，发现泄漏事故及时处理，只有氧浓度达标确认安全后，方允许人员入内进行日常巡检和维修作业。维修设备时应始终开启门窗与排风设施。

4.2.24 进入料仓等有氮气密封设备的空间，应采取有效的通风措施，凡进入有可能存在氮气等可能窒息的空间，应经作业许可，并应进行氧含量检测，合格之后人员方可进入。

4.2.25 所有高温作业场所，如炉前主工作平台、钢包冷热修区等，均应设置通风降温设施。

4.2.26 炉外精炼时炼钢炉应采用无渣或少渣出钢技术，并应准确控制出钢量。初炼钢水的温度与成分均应符合炉外精炼的要求。

4.2.27 应控制炼钢炉出钢量，防止炉外精炼时发生溢钢事故。

4.2.28 应做好精炼钢包上口的维护，防止包口粘结物过多。

4.2.29 LF 通电精炼时，人员不应在没有防护措施的短网下通行，工作平台上的操作人员不应触摸钢水罐盖及以上设备，也不应触碰导电体。人工测温取样时应断电。

4.2.30 氧燃烧嘴开启时应先供燃料，点火后再供氧；关闭时应先停止供氧，再停止供燃料。

4.2.31 开炉前应认真检查，确保各机械设备及联锁装置处于正常的待机状态，各种介质处于设计要求的参数范围，各水冷元件供排水无异常现象，供电系统与电控正常，工作平台整洁有序无杂物。

4.2.32 采用铁水热装工艺的电炉，应能正确控制兑铁水小车的停车位和铁水罐倾动的速度与位置，防止造成跑铁事故。

4.2.33 采用炉前热泼渣工艺的电炉，热泼渣区域周围的建、构筑物与地坪、上方的管线或电缆，应有可靠的防护措施，防止因作业区内积水酿成爆炸事故。

4.2.34 吊运满罐钢水、铁水或红热电极等高温物体，应有专人指挥；吊放钢水罐应检查确认挂钩，脱钩可靠，方可通知司机起吊。

4.2.35 潮湿材料不应加入精炼钢水罐；人工往精炼钢水罐投加合金与粉料时，应站在投加口的侧面，防止液渣飞溅或火焰外喷伤人。

4.2.36 喂丝线卷放置区，应设置安全护栏；从线卷至喂丝机，凡线转向运动处，应设置必要的安全导向结构，确保喂丝工作时人员安全；向钢水喂丝时，人员应站在安全位置。

4.2.37 转炉吹氧期间发生以下情况，应及时提枪停吹：氧枪冷却水流量、氧压低于规定值，出水温度高于规定值，氧枪漏水，水冷炉口、烟罩和加料溜槽口等水冷件漏水，停电。

4.2.38 转炉吹炼期间发现冷却水漏入炉内，应立即停吹，并切断漏水件的水源；转炉应停在原始位置不动，待确认漏入的冷却水完全蒸发，方可缓慢动炉。

4.2.39 电炉冶炼期间发生冷却水漏入熔池时，应断电、断气，关闭烧嘴，停止一切操作，并立即处理漏水的水冷件，不应动炉。直至漏入炉内的水蒸发完毕，方可恢复冶炼。

4.2.40 精炼过程中发生漏水事故，应立即终止精炼，若冷却水漏入钢包，应立即切断漏水件的水源，钢包应静止不动，人员撤离危险区域，待钢液面上的水蒸发完毕方可动钢水罐。

4.2.41 采用抱罐汽车运输液体渣罐时，罐内液渣不应装满，应留 0.3m 以上的空间，抱罐汽车司机室顶部与背面应加设防护装置；抱罐汽车运行线路宜设专线，

避免与其他车辆混杂运行，并尽可能减少相交道口。

4.2.42 转炉采用拆炉机拆炉期间，人员不应在炉下区域通行与停留。

4.2.43 电炉拆炉/修炉应待炉体完全冷却后进行。

4.2.44 电炉采用风镐拆炉时，作业人员应佩戴护目镜等防护装备，并注意站位安全，防止落砖伤人。

4.2.45 发生熔融金属泄漏事故，应在保证安全的前提下，及时用熔剂或沙土挡住流出的液体，防止熔融金属大面积流淌进入水沟、电缆沟或气、水、油等管沟（空间），造成次生灾害。

4.3 浇注

4.3.1 连铸车间生产能力，应根据车间产品大纲要求和相关工序主要设备配置等条件确定。

4.3.2 连铸车间布置应符合下列要求：

- 1 上下工序之间应有效衔接；
- 2 主体工艺设备布置应合理，流程应顺畅；
- 3 各生产工序、维修作业面积、设备和产品堆存面积应充足。

4.3.3 连铸车间主厂房的工艺布置，应根据工艺流程按分区作业原则确定，并应做到工艺顺行、物料流向不交叉、各工艺作业互不干扰。

4.3.4 连铸机冶金长度确定后，实际生产操作拉速不得超过连铸机冶金长度确定的最大拉速。确保铸坯凝固长度小于冶金长度。

4.3.5 在连铸平台的浇注区必须设置钢水事故处理系统，钢水事故处理系统应包括中间罐溢流罐、中间罐事故罐/渣罐、事故溜槽、事故钢包等设施。

4.3.6 钢包回转台的回转必须设置事故驱动装置和安全制动装置。应在操作岗位

及临近安全位置配置事故旋转紧急按钮或开关，并定期检验与演练。

4.3.7 钢包回转台的支承臂、立柱、地脚螺栓设计，应进行强度计算，计算中应考虑满罐负荷冲击系数：1.5~2。如果钢包回转台带有加盖机构，则所使用的钢包盖的工作重量不得超过钢包加盖机构设计重量，防止钢包加盖机构超负荷运行而导致钢包盖坠落。

4.3.8 当座到回转台上的钢包未带盖时，钢包回转台上应设置钢包加盖装置。

4.3.9 中间罐车长期在高温环境下工作，其构件应能耐受长时间的热负荷而不变形。

4.3.10 中间罐车的设计应采取防热、隔热及防止钢花飞溅的措施。

4.3.11 对钢包回转台旋转驱动机构、中间罐车行走驱动机构、钢包操作台以及易受钢液失控流出损伤的设备、管线和构筑物，应采取防护措施。

4.3.12 中间罐的容量必须满足换包浇注时，不应降低拉速，并保持允许的最低钢液深度。中间罐的容量应使钢水在中间罐内有足够的停留时间，促使夹杂物能上浮。

4.3.13 中间罐应具备长期高温作用下的结构稳定性。

4.3.14 中间罐内衬应有良好的保温性能，使用前应加热。

4.3.15 中间罐应设置罐盖保温。

4.3.16 管式结晶器的导流水套应保证有足够的刚度。铜管应同时满足传热和刚度的要求。

4.3.17 结晶器锥度和上下口的尺寸应满足钢水的凝固收缩要求。

4.3.18 结晶器投入生产使用之前应进行水压试验。在水压试验中以及生产使用中，如结晶器上口有渗水现象，不得用于浇注。

4.3.19 板坯连铸机铸坯导向段的最大开口度，应按铸坯冷凝后不能矫直的情况下切成若干段、仍可取出的条件确定。

4.3.20 连铸机设计中应根据设备构件所在位置的工作环境，采取相应防护技术措施。

1 高温区的构件应采取防止热变形的水冷措施；部件固定时，应允许热膨胀，并预留膨胀条件。寒冷冰冻的地区的设备及管道应采取防冻措施。

2 高温区的管线宜避免设置在红坯直接辐射的位置。当不可避免时，应采取隔热措施。高温区的水管和气管不应采用橡胶软管。液压介质可采用耐高温、抗燃的介质；当采用矿物油时，应采取消防安全措施。

4.3.21 关键设备必须设置应急驱动动力设施（如液压蓄能器、压缩空气蓄能器、UPS 电源），为钢包回转台事故旋转、水口紧急关闭、拉矫机夹持铸坯提供应急动力。

4.3.22 采用放射源检测控制结晶器液面时，放射源的贮存、使用、管理、退役、事故应急等应满足国家辐射防护相关法规和标准规范，并且应特别注意：

- 1 放射源的使用应建立严格的管理和检测制度；
- 2 放射源的装、卸、运输和存放，应使用专用工具；
- 3 放射源只能在调试或浇注时打开，其他时间均应关闭；
- 4 放射源启闭应有检查确认制度与标志，打开时人员应避开其辐射方向；
- 5 放射源存放箱与存放地点应设置警告标志。

4.3.23 采用磁盘吊吊运铸坯时，铸坯的温度应小于 550℃ 。

4.3.24 铸坯（锭）堆放的地面应平整，地坪负荷要满足堆垛高度的要求。堆垛要放置平稳整齐，垛间保持一定安全距离和考虑热坯辐射要求。

4.3.25 铸坯（锭）库内人行通道宽度应不小于 1m；铸坯（锭）垛间距应不小于 0.6m；进入坯（锭）垛间应有警示标识，警示标识应高出坯（锭）垛。

4.3.26 连铸机应设置专用的冷却水循环系统，冷却水的质量及参数应满足连铸工艺用水设备要求。北方地区应注意冬季的管道防冻。

4.3.27 连铸机冷却水系统必须设置安全供水设施，一旦正常供水中断，安全供水系统自动启动，保证连铸冷却不断水，同时连铸机冷却水监控系统立即发出警报。安全供水系统运行期间应立即停止浇注并降低拉速。安全供水系统冷却水供应量和供应时间应足以保证铸机的安全，避免人员及相关设备陷入危险状况。

4.3.28 连铸机使用的各种气体介质及燃料，应满足生产用户接点处的压力、流量及质量要求。连铸二冷气雾冷却用压缩空气应专线供给。

4.3.29 不锈钢和高铬合金钢连铸坯的火焰切割、铸坯火焰清理或热修磨，以及中间罐倾翻区域，应设置烟尘捕集和除尘装置。

4.3.30 连铸车间主厂房及构筑物设计应符合下列要求：

1 主厂房宜采用钢结构厂房。其屋面应按风、雨、雪、灰等动静载荷及较好的清灰条件等因素设计；

2 各跨间起重机轨道两侧和厂房两端应设置贯通的安全走道；

3 各跨间门洞尺寸应满足各种物料运输车辆要求和车间大型工艺装备的大部件进出条件；

4 车间地坪上应设置有鲜明标志的人行安全走道。

4.3.31 连铸浇注平台及以下各层，不应设置油罐、气瓶等易燃、易爆品仓库或存放点；连铸浇注平台上钢水、液渣发生溢、漏事故时可能波及的区域，不应有积水或潮湿物品。

4.3.32 连铸工程的节能环保、工业卫生、安全及消防等设计应符合国家现行有关标准的规定。

4.3.33 各循环水系统的排污水应回收利用。当必须排放时，排污水水质应符合国家和地方的排放标准。

4.3.34 液压站应根据具体情况设置吊装设施、通风设施，并应配置安全消防设施。

4.3.35 电气室、过程计算机室、变电所和电缆隧道等场所，应设置火灾自动报警系统。火灾自动报警系统设计应符合现行国家标准有关规定。

5 铁合金

5.1 一般规定

5.1.1 硅铁、硅铬矿热炉采用矮烟罩半封闭型，锰硅合金、高碳锰铁、高碳铬铁、镍铁矿热炉须采用全封闭型，矿热炉容量 $\geq 25000\text{kVA}$ 。

5.1.2 铁合金车间吊运铁水或液渣时必须采用铸造起重机。

5.1.3 厂区煤气危险区域应符合下列规定：

1 全封闭型矿热炉下料管、炉气净化装置须设可靠的氮封；全封闭型矿热炉拆炉/修炉时须用氮气、压缩空气将炉内的煤气置换干净；炉气净化设备及管道应设氮气吹扫管。

2 全封闭型矿热炉操作（及以上）平台、煤气作业区各操作点等易产生煤气泄漏而人员作业频率较高的区域，须设一氧化碳自动监测报警装置；

3 在煤气区域巡视、检查净化设备时应有两人以上，并携带便携式一氧化碳检测报警仪；

4 进入涉及煤气的设施内，必须保证该设施内氧气含量不低于 19.5%，作业时间要根据一氧化碳的含量确定；

5 设施内动火必须用可燃气体测定仪测定合格或爆发实验合格；

6 设施内一氧化碳含量高（大于 50ppm）或氧气含量低（小于 19.5%）时，应佩戴空气或氧气呼吸器等隔绝式呼吸器具，设专职监护人员。

5.1.4 矿热炉采用冷凝炉衬须设置完善的耐材温度检测。

5.1.5 吊运高温液体时，吊物不得从人和重要设备的上空通过。

5.1.6 所有高温作业场所，如矿热炉操作平台、出铁口平台等，均应设置通风降

温设施。

5.1.7 铁合金电炉下应布置三个以上勘探点(其中一点在中心，并为控制性孔)。

5.1.8 电极壳焊接平台和出铁口操作平台，应采用绝缘材料铺设。电极糊工作平台附近不应有金属物品，不应同时接触两相电极壳或电极壳与其他导体连通。

5.1.9 浇铸间不应采用整体混凝土地坪。

5.1.10 使用同位素放射源监控料位或用作计量的核子称等，在其设置的区域内，应采取有效的防辐射措施，设置明显的安全警示标志。

5.2 铁合金

5.2.1 采用电炉法冶炼铁合金产品时，倒拔电极时，必须先松开铜瓦，不得带电操作。

5.2.2 含六价铬的浸出渣必须进行还原处理，堆放时不得有渗漏。

5.2.3 铝、镁、钙、硅、硅铁、锰铁、硅钙和碳化钙等易燃物料的粉料加工间严禁使用产生火花的设备和工具，必须采用防爆设备，设置通风和防爆型粉尘收集净化设施。

5.2.4 封闭电炉炉盖上必须设置温度、压力测量计、防爆孔。

5.2.5 全封闭矿热炉炉内压力保持微正压，矿热炉周围须设置密闭罩，压力过大时，操作工应给煤气净化人员发出信号，及时进行压力调整。

5.2.6 全封闭型矿热炉烟道上设置氢气浓度测量仪，超值 2%以上在主控室设超值声光报警装置，氢气含量长期保持较高并达到 12%时，必须打开炉顶放散阀，找出原因，排除故障，待氢气含量恢复正常方可恢复工作。

5.2.7 封闭电炉炉气中含氧量应小于 2%。

5.2.8 各相短网须保证良好绝缘，铜管间隙中不应有灰尘和导电物。

5.2.9 矿热炉冶炼期间发生冷却水漏入熔池时，应断电、断气，停止一切操作，并立即处理漏水的水冷件，不应动炉。直至漏入炉内的水蒸发完毕，方可恢复冶炼。

5.2.10 矿热炉拆炉/修炉须待炉体完全冷却后进行。

5.2.11 扒渣、分渣应在挡板后进行。

5.2.12 两节电极壳互相连接时，筋片上、下应对齐并连接，其电极壳与上抱闸端面的垂直度公差值，不应大于该段电极壳长度的 2‰。采用连续焊接时，外表面焊缝焊后应磨平。

5.2.13 采用计算机配料时，应将不同的原料分层铺设在皮带机上，重量误差应控制在 1%之内，对前后批料误差应进行补偿。

5.2.14 电极压放应采取程序控制，并采取勤压少压，每次压放量不得大于 25mm，电极压放时间及压放量应有记录。停炉后再启动，如果电极功率没有恢复到满负荷时，不得压放。

5.2.15 铁合金矿热炉禁止使用普通液压油，应采用水乙二醇抗燃液压油。

5.2.16 铁合金铸造禁止使用水冷（通水）锭模。

5.2.17 封闭电炉的下料管应保持满料，且采用氮封。

5.2.18 有倾炉装置的电炉，倾炉装置与电极升降装置应互锁。

5.2.19 电炉送电前，应发出送电信号，危险区域不应有人。送电期间，不应擅自关闭水冷循环水管。

5.2.20 电炉运行时，不应爬上炉盖。封闭电炉运行期间，不应打开炉门。

5.3 辅助设施

5.3.1 电炉冷却水系统应考虑有 30 分钟的事故供水能力，其供水量应不小于正

常用水量的 1/3。

5.3.2 铁合金系统主体生产设施电力负荷应按一级和二级负荷供电。当一级负荷中在断电时可能造成重大损失的消防设备、安全保护设备、自动化控制设备等特别重要设备，还应增设 UPS 电源、柴油发电机等应急电源。

5.3.3 电解金属锰生产企业须配备锰渣库，严禁任意排放锰渣。锰渣库须取得非煤矿山安全生产许可证方可投入使用，使用年限不得低于 10 年（若锰渣进行了无害化处理和利用，锰渣库容量可相应调整）。锰渣库堆存锰渣达到设计标高后，应进行闭库、覆土、压实并绿化；锰渣库周边设置导流渠，防止雨水径流进入锰渣库；锰渣坝下游设渗滤液收集装置，将渗滤液引入生产废水处理池或就地处理后回用或达标排放，禁止渗滤液直接外排。冲洗压滤机滤布后的污水须回收处理，严禁在锰渣库附近用水直接冲洗压滤机滤布。

5.3.4 电解金属锰生产企业须配备含铬废水处理设施，确保废水稳定达标排放；建设事故应急池，确保事故废水不外排。生产厂区内污水收集和排放管线要设置清晰，采取雨污分流和污水分流系统，杜绝跑、冒、滴、漏现象。生产车间地面要采取防渗、防漏和防腐措施，厂区内道路要硬化处理。

5.3.5 设在室内的制氮设施，应设氧浓度监测装置，浓度偏低时应有人工或自动联锁排气扇开启的保护措施。制氮设施应加强维护，发现泄漏及时处理，并应配备排风设施；人员进入前应排风，氧浓度达标确认安全后方可入内，维修设备时应始终开启门窗与排风设施。

5.3.6 电炉变压器室的短网出线开孔必须采取绝缘和防电磁感应措施。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 工程施工单位应具备相应的工程施工资质，健全的安全生产责任体系等项目管理体系，施工现场应有相应的施工技术标准。施工前必须编制并经项目技术负责人审批的施工组织设计或专项施工方案等技术文件。超过一定规模的、危险性较大的分部分项专项施工方案，须经专家论证通过后才能实施。编制人员在施工前应分级进行安全技术交底并参与验收和检查。

6.1.2 工程施工应严格按设计要求进行，当需要修改设计文件及材料代用时，必须经原设计单位同意，并应出具书面文件。

6.1.3 工程施工质量控制及验收，应符合下列规定：

1 各施工工序应按程序进行质量检验，每道工序完成后，应进行自检、专检和监理检验，并形成记录。上道工序未经检验合格，不得进行下道工序施工。各施工工序之间应进行交接质量检验，并应形成记录。

2 隐蔽工程在隐蔽前应进行验收，隐蔽前施工单位应通知监理及有关单位进行现场确认，签字并形成检查或验收文件。

3 工程质量不符合要求，必须及时处理或返工，并重新进行验收。工程质量不符合要求且经处理或返工仍不能满足安全使用要求的工程严禁验收。

6.1.4 所有用于形成工程实体的原材料、成品、半成品、零部件和机具设备，必须符合工程设计和其产品标准的规定，并应有合格证明。应根据国家有关规定进行复检，复检不合格不得用于工程实体；严禁使用国家明令淘汰的技术、工艺、设备、设施和材料。

6.1.5 工程施工中采用的各种计量和检测器具、仪器、仪表和设备，必须符合国家现行有关标准的规定；其精度等级应满足被检测项目的精度要求。

6.1.6 设备的安全保护装置必须符合设计文件规定，在试运转中需要调试的安全装置，必须在试运转中完成调试，其功能必须符合要求。

6.1.7 从事焊接作业的焊工，必须按有关安全技术规范的规定考核合格，并应取得相应项目的资格后，方可在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。

6.1.8 特种设备操作人员应经过专业培训、考核合格取得建设行政主管部门颁发的操作证，并应经过安全技术交底后持证上岗。

6.1.9 吊装作业必须在起重设备的额定起重量范围内进行；用于吊装的钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩等吊具应经检查合格，并应在其额定许用荷载范围内使用。

6.2 施工与验收

6.2.1 立体交叉施工作业应符合下列要求：

1 立体交叉作业区域应设置安全警示标志，并应设专人监护，非作业人员严禁入内。

2 作业顺序应合理，不得在同一方向多层垂直作业。

3 作业高度超过 2m 时，高空作业的施工人员必须穿戴防滑鞋、安全帽、安全带，并系好安全带。安全带应高挂低用，当安全带无处悬挂时，应设置安全绳。

4 遇雷雨和五级以上大风，应停止作业。

6.2.2 动火作业应符合下列要求：

1 高处焊接或气割作业前，应清除作业区下方的可燃、易燃物，并应采取防火措施，高处焊接或气割作业时，应设监护人监护。

2 动火区内的易燃物应清除。

- 3 动火作业区应设置安全警示标志，并设专人负责火灾监控。
- 4 动火区应配备消防水源和灭火器具，消防道路应畅通。
- 5 动火作业时不得与使用危险化学品的有关作业同时进行。
- 6 设备管道内部动火应采取通风换气措施；空气中氧含量不得低于 18%。
- 7 动火作业结束，应检查并消除火灾隐患后再离开现场。

6.2.3 在高炉炉体、热风炉、大口径管道等密闭空间内作业应符合下列要求：

1 进出密闭空间内的通道至少要有 2 处；上下通道的临时爬梯等措施要牢固，作业期间不得擅自拆除或移动。

2 密闭空间内的电气设备应采用防爆型并接地良好，照明电压不应超过 12V。

3 在有煤气、烟尘等有害气体产生的区域应采取防护措施，并应设专页检测有害气体和样含量的浓度，氧含量浓度小于 18%应采取机械通风换气措施。

4 进出密闭空间内作业要办理批准手续，设置警戒线和安全警示标志。

5 配置相应的消防灭火器具，并应由专人负责管理。

6.2.4 热风炉内砌筑格子砖以前，必须检查炉箅子和支柱。用拉线法检查时，炉箅子上表面平整偏差应为 0~5mm；炉箅子格孔中心线与设计位置的允许偏差应为 0~3mm。

6.2.5 耐火砖砌筑施工,应满足下列规定：1 所有砖缝均应耐火泥饱满和严密；2 砌筑过程中必须勾缝，隐蔽缝应在砌筑上一层砖以前勾好，墙面砖缝必须在砌砖的当班勾好；3 墙面砖缝应在最终清扫后进行复查，对不饱满的砖缝应予以补勾。

6.2.6 不定形耐火材料浇注施工，应满足下列规定：1.耐火浇注料应振捣密实，表面不得有剥落、裂缝、孔洞等缺陷，可有轻微的网状裂纹。2. 膨胀缝应留设

均匀、平直、位置准确，并按规定填充材料。3. 承重模板应在耐火浇注料达到设计强度的 70%以上后拆除。热硬性耐火材料浇注应烘烤到指定温度之后拆模。

6.2.7 碳素捣打料施工应满足下列规定:1 碳素捣打料找平层铺料厚度及捣打后密实度应符合规定。 2 密实度及压缩比检验方法: 体积密度用环刀取样称重检查、压缩比用卷尺检查。3 满铺碳砖砌体与冷却壁或炉壳之间的捣打料压缩比应大于 40%。4 环状大块碳砖砌体与冷却壁或炉壳、地垫耐火砖之间的捣打料压缩比应分别大于 40%和 45%。

6.2.8 高炉炉底水冷管对接焊缝内部质量必须符合设计文件的规定, 无规定时, 应符合有关现行国家标准, 抽查全部焊缝总长度的 20%。

6.2.9 蒸汽轮机、高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机等高速运转设备的安装应符合下列要求:

1 蒸汽轮机、高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压发电机等高速运转设备的合缸, 必须进行隐蔽工程验收, 并形成相应文件。

2 蒸汽轮机的汽包封闭前必须进行隐蔽工程验收, 并形成相应文件。

3 压缩机或密闭容器内部严禁使用明火查看。

4 蒸汽吹洗时必须划定安全区, 并设置标志。在整个吹洗作业过程中, 应有专人值守。

5 电动高炉鼓风机、煤气压缩机启动后调节叶片时, 电流不得大于电动机的额定电流值; 高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压发电机运行时, 严禁停留于喘振工况内。

6 试运转需要安装的临时性安全保护装置, 必须在试运转前安装和施工完毕, 并经检查符合设计文件和施工文件的要求。临时性安全保护装置在试运转工作完

成后应拆除。

6.2.10 垂直胶带上料设备的胶带安装完毕后，在垂直胶带附近动火施工时，必须采取防火措施

6.2.11 炼铁工程烘炉应符合下列要求：

1 烘炉应由生产单位牵头，联合各相关单位制定烘炉方案，烘炉方案应包含热源及供热方式、热源循环流向、温度检测系统、温度控制系统、温度控制曲线、水分检测系统、烘炉结束判定标准、操作规程、安全措施及应急预案、与热态工程配套的内容等；烘炉方案应根据耐火材料的性能、施工季节等情况制定；烘炉方案中的阶段性保温时间及总烘炉时间应满足最长烘炉时间的材料的要求。

2 烘炉应按烘炉方案进行；烘炉过程中应测定和绘制实际烘炉曲线；在烘炉曲线中应注明降温速度；烘炉时应作详细的记录，对发生的不正常现象应采取相应措施，并应注明原因。

3 与生产有关的结构调整、机械设备联动调试、冷却水系统通水等工作在烘炉前应全部完成，并验收合格。

4 烘炉过程中，当主要设施发生故障影响需要处理时，应立即保温或停止烘炉，消除故障后，才可继续烘炉。

6.2.12 炼铁工程泄漏性试验应符合下列要求：

1 泄漏性试验应由生产单位牵头，联合各相关单位编制试验方案并组织具体实施；施工单位应配备试验方案规定的人员、机具、仪器、发泡剂等，并做好试验的安全、卫生、防护等工作。

2 热风炉应在热风炉烘炉结束后再进行泄漏性试验；热风炉泄漏性试验应按0.1Mpa、高炉炉顶工作压力、高炉炉顶工作压力的1.5倍分阶段进行。

3 高炉系统泄漏性试验可在高炉烘炉保温期阶段进行；高炉系统泄漏性试验压力可按设计文件要求确定，设计文件无规定时，不应小于 0.1Mpa，且不大于高炉炉顶设计压力；泄漏性试验可分 0.02Mpa、0.05Mpa 和泄漏性试验压力 3 个阶段进行。

4 高炉系统整体性泄漏试验范围，应从进入热风炉区域冷风管开始，经热风炉、热风主管、热风围管、送风支管以及高炉本体、煤气净化系统直至煤气调压阀组。

5 熔融还原炼铁炉应在烘炉前进行冷态强度试验和泄漏性试验；冷态强度试验压力应为设计压力的 1.1 倍，泄漏性试验压力应为设计压力的 0.5 倍，试验范围应包含气化炉、还原炉、装料系统、煤气净化装置直至煤气加压装置；烘炉保温阶段应进行热态泄漏性试验，其试验压力应为设计压力的 0.5 倍。

6 泄漏性试验系统范围内的各连接部位、法兰接口均应用发泡剂进行检查，并应无泄漏；在各个试验压力阶段均应进行检查有无泄漏，泄漏部位应做好记号和记录，待降压后一并进行处理。

6.2.13 炉口、氧枪、烟道、电极夹持头、水冷壁等水冷件安装后必须按设计技术文件要求进行水压试验和通水试验，设计技术文件未规定时，试验压力应为工作压力的 1.5 倍，在试验压力下，稳压 10min，再将试验压力降至工作压力，停压 30min，以压力不降、无渗漏为合格。通水试验，进、出水应畅通无阻，连续通水时间不应小于 24h，应无渗漏。

6.2.14 富氧或氧气管道的安装应必须符合下列要求：

1 通氧的零件、部件及管路严禁沾有油脂，安装前应严格检查，沾有油脂必须进行脱脂。

2 氧气管道中的切断阀，严禁使用闸阀。

3 氧气管道必须设置防静电接地。每对法兰或螺纹连接间的电阻值超过 0.03 Ω 时，应设置导线跨接。

6.2.15 电极升降、压放和把持器液压缸在安装前应进行压力试验，并应将同类液压缸空载动作压力相近的组成一组，安装在同一根电极上，其垂直公差值不得大于 0.50mm/m。

6.2.16 烟罩或炉盖安装完毕应进行绝缘检查，其他单体部件应逐件检查，其绝缘电阻不应小于 1.50M Ω ，整体部件总绝缘电阻不应小于 0.15 M Ω ，三相电极对地绝缘用电焊机检测时不应起弧。

国家工程建设规范

《钢铁冶炼工程项目规范》（草案）

条文说明

起草说明

根据国务院《深化标准化工作改革方案》（国发[2015]13号）要求，2016年住房城乡建设部引发了《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标[2016]166号），全面启动了构建强制性标准体系、研编工程规范工作。2017年11月20日，住建部定额司下发了《2018年工程建设规范和标准编制及相关工作计划》（草案）。该计划确定了工程建设规范体系框架，共规划了176项工程规范，其中住房城乡建设领域38项在2018年之前已启动研编，其他部门和行业的138项于2018年启动研编。《钢铁冶炼工程项目规范》就是这138个研编项目之一。规范起草组于2019年5月形成规范征求意见稿，向社会广泛征求意见。

主要起草单位：中冶京诚工程技术有限公司、中冶东方工程技术有限公司、中冶赛迪工程技术有限公司、中冶南方工程技术有限公司、中冶华天工程技术有限公司、上海宝冶集团有限公司、中国二十冶集团有限公司、中冶沈勘工程技术有限公司、河钢集团石家庄钢铁有限责任公司、鄂尔多斯西金矿冶厂、北京科技大学。

为便于政府有关管理部门和建设、设计、施工、科研等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，规范起草组按照条、款顺序编制了本规范的条文说明。但条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则.....	3
2	基本规定	4
3	炼铁.....	14
3.1	一般规定.....	14
3.2	高炉炼铁.....	18
3.3	非高炉炼铁	34
3.4	辅助设施.....	34
4	炼钢及浇注	37
4.1	一般规定.....	37
4.2	冶炼.....	45
4.3	浇注.....	57
5	铁合金.....	63
5.1	一般规定.....	63
5.2	铁合金.....	64
5.3	辅助设施.....	68
6	施工与验收	70
6.1	一般规定.....	70
6.2	施工与验收	73

1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本规范的目的。

1.0.2 本条规定了本规范所适用的范围。本规范是以炼铁、炼钢和铁合金工程项目（统称为冶炼工程项目）为对象，规范条文内容涵盖了工程规划、勘察、设计、施工验收、运行维护和拆除等全生命周期。

1.0.4 本条明确了本规范与安监局（应急管理部）、质监局和生态环境部相关法律法规的关系。

1.0.5 本条明确了本规范与国家现行有关工程项目规范和技术通用规范的关系。

2 基本规定

2.0.4 本条规定了冶炼冶炼工程项目建设规模的确定原则。

2.0.5 本条规定了冶炼设备的装备要求。本条依据 GB 50632-2010《钢铁企业节能设计规范》第 3.0.3 条（原条为强制条文）和 GB50506-2009《钢铁企业节水设计规范》中第 3.0.3 条（原规范黑体字表示）改写，并参照 2015 年国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录（2015 年本）》，明确了限制类和淘汰类冶炼设备。对照 2018 年国家工业和信息化部发布的《钢铁行业产能置换实施办法》，进一步确定规定了冶炼项目的规模要求。

2.0.7 本条规定了钢铁冶炼排放污染物达标排放的要求。本条是结合现行《建设项目环境保护设计规定》（1987 年 3 月 20 日）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号，2017 年 10 月 1 日起施行）中第三条、《炼铁工业大气污染物排放标准》（GB28663）中 4.7 条、《炼钢工业大气污染排放标准》（GB28664）中 4.7 条、《钢铁工业水污染物排放标准》（GB13456）中 4.3 条、4.4 条和《钢铁企业环境保护设计规定》（GB）的归纳提升。

《建设项目环境保护设计规定》（1987 年 3 月 20 日）中规定：

【第二十五条，建设项目产生的各种污染或污染因素，必须符合国家或省、自治区、直辖市颁布的排放标准和有关法规后，方可向外排放。】

【第二十八条，各种锅炉、炉窑、冶炼等装置排放的烟气，必须设有除尘、净化设施。】
《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号，2017 年 10 月 1 日起施行）中规定：

【第三条 建设产生污染的建设项目，必须遵守污染物排放的国家标准和地方标准。】

《炼铁工业大气污染物排放标准》（GB28663）中规定：4.7【产生大气污染物的生产工艺装置必须设立局部气体收集系统和集中净化处理装置，达标排放。】

《炼钢工业大气污染排放标准》（GB28664）中规定：4.7【产生大气污染物的生产工艺装置必须设立局部气体收集系统和集中净化处理装置，达标排放。】

《钢铁工业水污染物排放标准》（GB13456）中规定：

4.3【新建企业自 2009 年 7 月 1 日起执行表 2 规定的水污染物排放限值。】

4.4【根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染物排放行为，在上述地区的企业执行表 3 规定的水污染物特别排放限值。】

综合以上环保管理要求，按照《钢铁企业环境保护设计规定》（GB）中对炼铁和炼钢工序要求，以下环节需达标排放：

5.6 炼 铁

5.6.1 贮矿槽、贮焦槽的槽上受料及槽下筛分、称量、给料、输送等产生粉尘的设施应采取密闭和除尘措施。转运站、胶带机卸料产尘点应进行密闭，并应设置除尘或抑尘装置。

5.6.2 上料炉顶卸料点应设置集气罩和除尘设施。

5.6.3 喷煤制粉应采用密闭负压制粉工艺，各卸粉点、均压排气和其他产尘点应采取除尘措施。

5.6.4 出铁场的出铁口、主沟、铁沟、渣沟、撇渣器、摆动流嘴等产尘点应采取封闭措施，出铁口应设侧吸和顶吸捕集措施收集烟气并应设除尘设施。

5.6.5 炼铁煤气应净化后回收利用，高炉炼铁煤气净化应采用干法净化，非高炉炼铁煤气净化宜采用干法净化，不得向大气放散未经处理的煤气。

5.6.6 碾泥机室和铸铁机的产尘点应设置除尘设施。

5.7 炼钢、连铸

5.7.1 对物料破碎、筛分过程中产生的粉尘，应采取密闭抽风除尘措施。

5.7.2 炼钢散装料筛分和上料系统应采用密闭措施，各产尘点应设置抽风除尘系统及相应的粉尘收集、装卸、运输、贮存设施。

5.7.3 对铁水倒罐站和铁水预处理工艺产生的烟尘，应设置烟尘捕集和干式除尘系统。

5.7.4 对混铁炉产生的烟尘应设置密闭或半密闭的抽风除尘系统，烟气应采取干法净化设施。

5.7.5 转炉应采用未燃法设计，并应设置煤气净化回收利用设施。

5.7.6 转炉一次烟气净化应采用干法净化或新 OG 法工艺，其放散系统应设置点火装置。转炉应设置二次烟尘捕集系统。

5.7.7 炼钢电炉应设置冶炼烟气捕集净化系统。

5.7.8 对产生烟尘的炉外精炼装置应设置烟尘捕集和干式除尘系统。真空吹氧脱碳精炼炉应设置布袋过滤器净化其产生的烟气。

5.7.12 连铸二次冷却水处理应采用高效沉淀、除油等设施。处理后的水质应满足连铸循环供水的水质要求。

5.7.14 钢渣处理各尘源设备应设置封闭抽风除尘装置。

2.0.8 本条是针对钢铁冶炼工程项目建设程序的规定。钢铁冶炼设施在生产过程中，既消耗大量的能源，又产生二次能源，同时与周边环境关系密切，通过环境影响评价可明确项目对环境产生的影响和应采取的污染防治措施，通过节能评估

可明确项目应达到的节能效果、标准和采取的节能措施。钢铁冶炼设施的建设和运行具有一定的危险性，通过安全评价可以在项目规划和设计阶段，就应用安全系统工程原理和方法，对工程、系统中存在的危险、有害因素进行辨识与分析，判断工程、系统发生事故和职业危害的可能性及其严重程度，从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据。

2.0.9 本条源自《炼铁安全规程》AQ2002-2018 中第 4.2 条：【新建、改建、扩建工程项目的安全设施，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和适用。安全设施。】。

《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中第 4.2 条：【新建、改建、扩建工程项目的安全设施，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和适用。安全设施。……】，《建设项目环境保护设计规定》1987 年 3 月 20 日中第五条：【环境保护设计必须按国家规定的设计程序进行，执行环境影响报告书（表）的编审制度，执行防治污染及其他公害的设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的“三同时”制度。】，《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日起施行中第四十一条【建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置。】，以及《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010 中 3.0.6 条：【新建或改造工程节能设施必须与主体工程同步设计、同步建设、同步投产。】。本条依据以上规范、规定和规程编制。

2.0.11 本条源自《有色金属工业岩土工程勘察规范》GB51099-2015 中第 3.0.8 条：【拟建场地或其附近存在不良地质作用时，必须进行专门的勘察，并应查明不良地质作用的分布范围、性质、形成条件及对工程建设的影响，同时应根据工程条件提出治理措施建议和治理要求。】。《工程勘察通用规范》（征求意见稿）中有类似规定【勘察场区存在岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流等不良地质作用或存在发生不良地质作用的条件时，应进行相应的专门性勘察】，考虑到新建冶金厂房大部分远离城市中心区或处于山区，发生不良地质作用概率较大，同时不良地质作用对场地适宜性影响较大，依据上述规程编制本条。

2.0.12 本条源自《冶金工业建设岩土工程勘察规范》GB50749-2012 中第 5.1.4

条：【详细勘察勘探点深度自基础底面算起，应符合下列要求：……4 当场地（或地段）有生产堆料、工业设备地面堆载，以及天然地面上的大面积填土荷载等大面积地面堆载时，控制性勘探点应适当加深；5 大型设备基础的勘探孔深度不应小于基础底面宽度的 2 倍；……】；《冶金工业建设岩土工程勘察规范》GB50749-2012 中第 5.1.5 条：【详细勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求：……4 对含大量黏性土的碎石土，或含碎石、卵石的黏性土，不易采取原状试样时，应进行原位测试并采取适量扰动试样，并应测定其天然含水量和状态参数等；……7 对大型建筑物地基及用一般方法难以测定其力学性质的特殊土，应采用载荷试验确定地基承载力和变形参数，同一试验层不应少于 3 组；8 当设计需要提供地基土动力参数时，应做相应的动力测试试验，数量不应少于 2 处。】，本条依据上述条文编制，主要考虑了钢铁冶炼项目大型设备较多，补充了《岩土工程通用规范》没有具体规定的部分。

2.0.14 本条规定了钢铁冶炼工程项目的选址要求，是钢铁冶炼工程建设必须遵循的基本要求。条文为现行行业标准《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012，第3.0.12、3.0.13、3.0.14和《钢铁企业总图运输设计规范》GB50603-2010第3.0.14条的提升。

(1) 条-由于本条直接涉及人身财产安全及公共利益，当避免不了时，必须具有可靠、安全的防洪、排涝防护措施，故列为强制性条款。在沿海选厂，还需调查潮位、风对水体的影响及波浪作用的综合因素引起潮水泛滥的可能性，并按防洪标准确定有关洪(潮)水的设计基准。

(2) 1) 条-当堤坝决溃时，洪水直接威胁水库下游人员的生命安全和企业财产安全，故规定不得在受其威胁且不能确保安全的地区建厂；

2) 条-钢铁企业中许多建、构筑物属抗震设防乙类建筑物，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001) (3.1.3 条) 规定，应符合本地区抗震设防烈度提高一度的要求。现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001) 中 1.0.3 条规定：“本规范适用于抗震设防烈度为 6、7、8 和 9 度地区建筑工程的抗震设计及隔震、消能减震设计。抗震设防烈度大于 9 度地区的建筑和行业有特殊要求的工业建筑，其

抗震设计应按有关专门规定执行。”。如果钢铁企业建在 9 度及 9 度以上地区，则超出了该规范的适用范围，解决抗震加固问题的难度将非常大。故为确保安全，规定不应在 9 度以上地区建厂；

3) 条-泥石流、滑坡直接威胁人员的生命和企业的财产安全，故规定不应将厂址选在有泥石流、滑坡等直接危害地段。

山区建厂防御的重点是地质灾害，而诱发地质灾害的诱因之一是连续降大雨或暴雨。在山坡陡峭且高的山区，遇连续降大雨或暴雨后期的 3d~5d 极易引发塌方、山洪、泥石流等次生灾害。由于坡陡，山水的流速、流量大，很快会汇成巨大的山洪，破坏力甚剧。我国四川汶川、云南贡山、甘肃舟曲等发生的特大泥石流灾害造成了重大的经济损失，我们必须吸取教训，严防地质灾害发生再造成危害，故提出应避免开峻且高的山坡或山脚处建厂。

当不可避免时，应具有可靠的截洪或完整的排洪措施，并应根据国务院颁发的《地质灾害防治条例》对山坡的稳定性等作出地质灾害评估报告。

4) 条-现行国家标准《爆破安全规程》GB6722 和《民用爆破器材工厂设计安全规范》GB50089 中对爆破危险范围（安全允许距离）做了规定，厂址不得进入；

5) 条-采矿塌落（错动）区地表界限内建厂，将直接造成企业财产的损失并威胁人员的生命安全，故不得在该区域内建厂；当工程建设场地局部位于采空区时，在设计和施工前，必须进行采空区岩土工程专项勘察与治理设计报告，判定工程建设场地的稳定性和适宜性。

6) 条-本款根据《中华人民共和国民用航空法》第五十八条中有关规定制定；

《中华人民共和国民用航空法》第五十八条中有关规定：禁止在依法划定的民用机场范围内和按照国家规定的机场净空保护区域内从事下列活动：

①修建可能在空中排放大量烟雾、粉尘、火焰、废气而影响飞行安全的建筑物或者设施；

②修建靶场、强烈爆炸物仓库等影响飞行安全的建筑物或者设施；

③修建不符合机场净空要求的建筑物或者设施；

④设置影响机场目视助航设施使用的灯光、标志或者物体；

⑤种植影响飞行安全或者影响机场助航设施使用的植物；

⑥饲养、放飞影响飞行安全的鸟类动物和其他物体；

⑦修建影响机场电磁环境的建筑物或者设施。

7) 条-本款根据《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定、《建设项目环境保护设计规定》第十二条规定和《钢铁工业环境保护设计规范》（GB50406）4.1.3 规定制定。

《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定：在国务院、国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府规定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定排放标准的，限期治理。

《建设项目环境保护设计规定》第十二条规定：排放有毒有害气体的建设项目应布置在

生活居住区污染系数最小方位的上风侧；排放有毒有害废水的建设项目应布置在当地生活饮用水水源的下游；废渣堆置场地应与生活居住区及自然水体保持规定的距离。

《钢铁工业环境保护设计规范》（GB50406）4.1.3 建设项目厂址严禁选择位于下列位置： 1 地表水和地下水饮用水水源一级保护区、二级保护区内； 2 国家或地方设定的热水、矿泉水、温泉水特殊水资源保护区、补给、径流区域；

2.0.15 本条规定了固体废物贮存处置场选址要求。条文是《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）4.6.2,第4条的提升。

《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）4.6.2,第4条：含放射性物质的废料场，还应符合下列规定： 1)应选在远离城镇及居住区的偏僻地段。 2)应确保其地面及地下水不被污染。 3)应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871 的有关规定。

本条款修改和规范了用语，将“地面”明确为“周边土壤”；《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871）的要求中无强制条款要求，不再体现。

2.0.16 本条规定了钢铁冶炼生产大气环境保护距离规定。

本条源自《钢铁企业总图运输设计规范》（GB 50603-2010）4.2条中规定“钢铁企业与居住区之间应按以下规定的卫生防护距离设置卫生防护地带，炼铁厂：近五年平均风速 < 2m，1400米；平均风速2-4米，1200米；平均风速 > 4米，1000米。”

《环境影响评价技术导则 大气环境》对于项目厂界外大气污染物短期贡献浓度超过环境质量浓度限值的，可以自厂界向外设置一定范围的大气环境保护区域，以确保大气环境保护区域外的污染物贡献浓度满足环境质量标准。

《钢铁建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》第十三条 关注苯并芘、二恶英、细颗粒物及其主要前体物的环境影响，关注特征污染物的累积环境影响，结合环境质量要求设定环境保护距离，提出环境保护距离内禁止布局新居民点的规划控制要求。本条是现行《钢铁企业总图运输设计规范》（GB 50603-2010）4.2条、《环境影响评价技术导则 大气环境》和《钢铁建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》第十三条相关内容的提升。

2.0.17 本条规定了钢铁冶炼产生的危险废物贮存场所要求。

《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，及修改单）规定如下：

4.5【禁止将不相容（相互反映）的危险废物在同一容器内混装。

6.2.1【地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。】

6.2.2【必须有泄漏液体收集装置、气体到出口及气体净化装置。】

6.2.4【用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙。】

6.2.6【不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断。】

6.3.1【基础必须防渗，防渗层为至少1m厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或2mm厚高密度聚乙烯，或至少2mm厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。】

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令（第31号），2004年12月29日）规定如下：

【第五十八条禁止将危险废物混入非危险废物中贮存。】

《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）规定如下：

4.6.2【废料场及尾矿场的规划应符合下列规定：3 含有害、有毒物质的废料场，应选在地下水位较低和不受地面水穿流的地段，必须采取防扬散、防流失和其他防止污染的措施。】

本条是现行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001，及修改单）4.5条、6.2.1条、6.2.2条、6.2.4条、6.2.6条、6.3.1条和《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）4.6.2条的提升。

2.0.18 本条规定了对冶炼设备产生的煤气回收利用要求，减少煤气放散，是降低能耗的有效措施。

2.0.20 本条是现行《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中的 1.0.2 条、1.0.4 条和《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012 中的 1.0.4 条、1.0.5 条的提升。处于抗震设防地区的所有新建建构筑物必须进行抗震设计，冶炼工程中的建构筑物也不例外。

作为抗震设防依据的文件和图件，如地震烈度区划图和地震动参数区划图，其审批权限，由国家有关主管部门依法规定。

2.0.21 本条源自现行《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 第 18.1.7 强条，以及现行《钢铁企业冶金设备基础设计规范》GB50696-2011 中的 6.4.3 和 7.4.3 强条。

钢铁冶炼生产过程中，厂房、平台和基础等结构局部位置温度较高，热辐射容易使其结构变形，影响使用寿命并产生安全隐患，需要考虑必要的防护措施。

其中主要的高温影响区域有以下几处：

1 出铁场主沟及渣铁沟处，其辐射热量大，出铁场渣铁沟特别是主向存在有跑大流的可能，渣铁可能溢出铁沟漫到出铁场平台上，为保证出铁场平台结构的安全，出铁场平台特别是渣铁沟附近高温区的结构层表面应设置耐火砖或耐火混凝土保护层，渣铁沟底部及侧壁的结构层应采用耐热混凝土结构。风口平台在主沟上方、出铁场平台下方铁水接受区域的结构，应采取局部隔热防护措施。

2 高炉基础顶部与高炉炉壳底部接触处必须采取隔热防护措施。

3 热风炉基础顶部与热风炉炉壳底部接触处必须采取隔热防护措施。

4 铸铁机厂房内临近铁水、液体炉渣等热辐射区的平台梁柱、起重机梁、厂房柱及其他建（构）筑物宜采取隔热防护措施。

5 转炉基础及附属设施的下列部位应设置隔热保护措施：转炉耳轴墩墙靠转炉侧及前、后侧表面；转炉炉下钢水包车及渣罐车轨道基础和两轨道基础间的地坪。

6 电炉基础及附属设施的下列部位应设置隔热保护措施：电炉倾动轨道基础墩墙靠电炉侧及前、后侧表面；电炉炉下钢包车、渣罐车轨道基础及其通过地段的的地坪；热泼渣区基础及地坪；挡渣墙表面。

2.0.22 本条是现行《炼铁安全规程》中的 6.2 强条和《炼钢安全规程》中的 6.2.6 强条的提升。

冶炼厂区内因工艺需要存在大量的坑、沟、池、井、平台孔洞，这些部位若未设置安全盖板或安全栏杆，极易发生人员因坠落、跌倒而导致伤亡事故。尤其在工程建设过程中，容易未及时完善防护措施，安全事故时有发生，必须引起警

惕。

2.0.23 本条源自现行《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414-2007 中的 5.3.2 强条,《高温熔融金属吊运安全规程》AQ 07011-2018,《钢铁企业冶金设备基础设计规范》GB50696-2011 中 6.4.4 条。

在有液体金属(铁水、钢水)和液体熔渣运作的厂房内,一旦有一定量的水与液体金属或熔渣相遇,水被突然汽化膨胀,将产生极为猛烈的爆炸,会将大量的液体金属或熔渣抛向空中,破坏力很大。为防止这类爆炸事故的发生,条文中严格规定这类厂房的地面标高应高出厂区地面 0.3m 以上,以防暴雨时厂房进水,同时应确保厂房内不得有积水的坑、沟等。

2.0.24 本条源自现行《钢铁企业防火设计规范》GB50414-2018 中 9.0.5 条。为了避免易燃易爆物品着火或爆炸时通过通风系统送入该建筑内的其他房间造成更大范围的安全隐患,该类房间设置独立排风系统,可以将燃爆所产生的物质直接排到室外安全的地点,控制灾害的蔓延。

2.0.25 本条源自现行《钢铁企业防火设计规范》GB50414-2018 中 10.5.4 条。电缆隧(廊)道或电缆沟内均敷设大量电力电缆及控制电缆,它们在运行中产生的热量,将使室内的温度升高,影响电缆运行,甚至加速电缆绝缘的老化。可燃气体管道或可燃液体管道穿越和敷设于电缆隧(廊)道或电缆沟内,如果管道渗漏,可燃物聚集在电缆隧(廊)道或电缆沟内,一旦电缆绝缘损坏冒火或放炮,必将引燃电缆或可燃气体、液体,引起火灾甚至爆炸,后果不堪设想,故必须禁止。

2.0.26 本条规定了装置或设备拆除应满足的条件。

2.0.27 本条规定了设施拆除前应制定装置和设备停车方案、拆除施工方案、拆

除设施处理方案，对危险性较大的分部分项工程，应编制专项拆除施工方案，并明确了方案编制内容。

2.0.28 本条规定了设施拆除前必须制定安环、环保预案，防止次生事故或二次污染施工的发生。

2.0.30 本条规定了设施拆除施工应采用绿色拆除技术，确保拆除过程安全、环保、循环利用和有效处置。

2.0.31 本条规定了设施拆除施工过程中应实时监测，防止安全事故发生。

2.0.32 本条规定了对回收再利用设施应采取相关保护、处理措施。

3 炼 铁

3.1 一般规定

3.1.1 本条规定新建高炉炉容确定的基本原则。

3.1.2 本条规定高炉运行维护的基本要求。

3.1.3 《炼铁安全规程》AQ2002-2018 第 8.1.1 “炉顶工作压力不应超过设计值”，发生炉顶工作压力超过设计值，易导致的煤气系统爆炸垮塌的安全事故。

3.1.4 本条从环保及节能角度规定了高炉基本操作制度，基本功能和配置要求，以及所采用具体技术措施，是新建改建高炉的基本和必要的配置，所有设施要求同时设计、同时施工、同时投产。其目标是保证高炉系统达到有关国家节能、环保规范、标准要求。本条对原相关规范、标准中的强条做了合并、提升、改编。同时，为了规范的完整性，并考虑相关技术发展已经成熟，将部分和节能、环保有关的非强条（如排压煤气回收装置）纳入。改编后条款，涉及高炉安全、节能、环保及能源回收利用。

本条源自：

- 1) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 14.2.1 条：“新建高炉必须设置炉顶煤气余压利用装置”，《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010 第 4.5.17 条：“新建或改造高炉应采用高压操作，必须同步配套建设高炉煤气余压回收利用装置”；
- 2) 《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010 第 4.5.20 条，“剩余高炉煤气必须回收利用”，第 5.2.1 条“新建钢铁企业焦炉、高炉和转炉必须同步设计煤气回收装置”；
- 3) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 12.0.1 条，“新建或改建的高炉必须设置喷吹煤粉设施。”《钢铁企业节能设计规范》，GB50632-2010，第 4.5.21 条，“新建高炉必须同步配套建设煤粉喷吹装置”；
- 4) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 10.0.2 条，“热风炉温度宜为 $1250 \pm 50^{\circ}\text{C}$ ，拱顶不宜超过 1400°C ”；第 10.0.9 条，“热风炉应设置余热回收装置，回收烟气余热，预热阻燃空气和煤气。”

此两条虽不是强条，但考虑技术的成熟性及能源利用，改为强条；

- 5) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 7.0.5 条，“高炉炉顶应设置均压煤

气排压消音器,及除尘设施,宜设置设置炉顶排压煤气回收装置”为非强条。此处排除的为高炉煤气,含尘并有毒,目前煤气回收技术成熟,根据国家有关排放标准及有关政策,国内目前已经开始大规模增加均压煤气回收设施。因此,从环保及能源回收考虑,改为强条。

高炉采用高压操作的必要性:

高炉采用高压操作国内很多文献有论述(高炉炼铁生产技术手册-周传典主编),高压操作冶炼特征如下:

(1)压头损失降低

提高炉顶压力,在冶炼强度不变的情况下,总压头损失降低。

(2)边缘气流发展

提高炉顶压力,煤气速度降低,特别是边沿降低幅度较大,所以,高压操作必须相应加风,特别是炉顶压力增大幅度较大时,应当缩小风口面积。

(3)煤气停留时间延长

提高炉顶压力,煤气在炉内停留时间延长,有利于还原反应进行,也有利于焦比降低。

(4)有利稳定顺行

提高炉顶压力,由于压头损失降低,流速减慢,作用于炉料的浮力也相应降低,炉料比较容易下降,因而有利于炉况稳定顺行。

(5)除尘器瓦斯灰量减少

现代高炉炉顶压力提高到 0.15-0.25MPa,炉尘量常低于 10kg/t

高压带来的效果

(1)对产量的影响

高压操作压头损失降低,有利于加风,因而有利于提高产量。

(2)对焦比的影响

高压操作可降低焦比,其主要原因有:

1)提高炉顶压力,则煤气体积缩小,在风量大致不变的情况下,煤气在炉内停留时间延长,增加了矿石与煤气的接触时间,有利于矿石还原;

2)由于现在使用的球团矿和烧结矿都具有微孔隙和小孔隙,存在着大量的内表面,高压加快了气体在这些微小孔隙内的扩散速度。

3)气体扩散速度加快使得矿石还原速度加快,并且提高炉顶压力后,加速了 CO 分解($2CO \rightarrow CO_2 + C$)反应,分解出碳存于矿石之间,也能加速矿石还原反应。

4)提高炉顶压力后瓦斯灰吹出量降低,吹出的碳量也相应减少

(3)对生铁成分的影响

提高炉顶压力,有碍硅还原反应进行($SiO_2 + 2C = [Si] + 2CO$),因而高压操作有利于降低生铁含硅量。有利于获得低硅生铁。

一包到底铁水运输方式减少铁水倒灌次数,减少温降。

3.1.5 本条规定了高炉炼铁工程主要煤气危险区域、对区域煤气检测所要采取的技术措施,以及进入区域工作所需要的安全防护措施、试验、佩带器具等,目的

是保证人身安全以及设施安全。

本条来自《炼铁安全规程》AQ 2002-2018 第 6.9 条：“煤气危险区域，包括高炉风口（及以上）平台、热风炉操作平台、喷煤干燥炉平台（采用封闭厂房设计时）、TRT、除尘器卸灰平台等易产生煤气泄漏而人员作业频率较高的区域，应设固定式一氧化碳监测报警装置。在煤气区域工作的作业人员，应携带一氧化碳检测报警仪，进入涉及煤气的设施内，必须保证该设施内氧气含量不低于 19.5%，作业时间要根据一氧化碳的含量确定，动火必须用可燃气体测定仪测定合格或爆发实验合格；设施内一氧化碳含量高（大于 50ppm）或氧气含量低（小于 19.5%）时，应佩戴空气或氧气呼吸器等隔绝式呼吸器具，设专职监护人员。”

高炉煤气泄漏导致的人员伤亡事故时有发生，因此从人身安全和设施考虑，将此条纳入规范是非常必要，以达到高炉各煤气危险去不发生煤气中毒事件的目的。

“热风炉燃烧器平台”、“粗煤气除尘器卸灰平台、净煤气除尘设施平台”两处文字做了修改，因为，热风炉主要煤气危险区域在燃烧器，增加了煤气净除尘设施（布袋除尘）。风口（及以上）平台改为“风口（及以上炉体）平台”，因为，高炉平台主要煤气危险区炉身部位。

3.1.6 【条文说明】：本条规定了高炉开炉、停炉操作时，对吹扫煤气用介质的性能要求，以及对管路系统的要求，保证系统煤气被驱赶干净，目的是保证检修人员及系统的安全。

本条是《炼铁安全规程》AQ2002—2018 版第 9.2.16 条。

高炉炼铁生产，煤气爆炸最易发生在休风、送风和停风后在煤气系统动火施工时。在以空气驱赶和置换系统中残余煤气的过程中，有一段时间容器内会形成爆炸性的混合气体。所以要向系统中通入蒸汽（或 N₂ 气），来冲淡煤气浓度，同时还要控制系统温度低于煤气着火温度和火源，因而休风前应放净除尘器的积灰；在驱尽残余煤气，系统与大气相通、测定系统内气体成分安全合格，宣布准许施工以前，严禁在系统区域内动火。

鼓风机突然停风时，如混风大闸、冷、热风阀尚未关闭或未关严时，因炉缸内残余煤气压力较大，可能流入冷风管道和鼓风机内引起爆炸。高炉休风或减风时虽然鼓风机未全停风，如放风阀能将大部分放走，若冷风大闸未关，关时过晚或未关严，也能发生冷风管道爆炸。

高炉炼铁发生和使用煤气的爆炸范围和着火温度如下表：

表 3 炼铁常用煤气的着火温度和爆炸范围

品种	着火温度℃	爆炸范围（煤气量）/%
高炉煤气	700	40-70
焦炉煤气	650	6-30
天然气	550	5-15

煤气发生爆炸的必备条件是：

1)煤气中混入空气或空气中混入煤气,达到爆炸范围,并形成爆炸性的混合气体

2)要有明火、电火或达到煤气燃点以上的温度

以上两点同时具备,就会发生煤气爆炸。

注:高炉炼铁生产技术手册 p472(3)

高炉长期休风驱赶煤气程序如下:

高炉煤气系统驱赶煤气通常以蒸汽(或 N₂ 气)和空气作为置换介质,采用让空气从低处进入,煤气往高处泄出的方法来驱除。其根据是利用空气和煤气两者的密度不同而产生的几何压头:

$$h_{气}=H \left(\frac{\gamma_{0空}}{1+\alpha t_{空}} - \frac{\gamma_{0煤}}{1+\alpha t_{煤}} \right) \times 9.8$$

式中 H——系统(或设备)的空气入口和煤气出口的高度差,m;

$\gamma_{0空}$ 、 $\gamma_{0煤}$ ——分别为空气和煤气在标态下的密度,kg/m³;

α ——气体体胀系数 1/273;

$t_{空}$ 和 $t_{煤}$ ——分别为空气和煤气的温度,°C。

上式在等压下成立,驱赶残余煤气时,系统各人孔、放散阀均已打开,可视为等压系统。

如果用 N₂ 气作稀释和置换介质,其后要用空气以同样的方法和原理将 N₂ 气驱除,最后系统取样进行空分,到达 O₂>20.6%,CO<30mg/m³ 为合格,表明系统煤气处理完毕。

高炉煤气系统处理煤气必须遵守的原则:

高炉长期休风的煤气处理必须严格遵守稀释、断源、敞开、禁火的八字原则。

稀释——往整个煤气系统的隔断部分通蒸汽(或 N₂ 气),以达到稀释煤气浓度,降低系统温度,并置换出系统中的残余煤气的目的。

断源——关叶形插板(或封水封)切断本高炉煤气系统与煤气管网的联系;炉顶点火燃尽新生煤气。做到彻底断源。

敞开——按先高后低、先近后远(对高炉而言)的次序开启全部放散阀和人孔。使系统完全与大气相通。

禁火——在处理煤气期间,整个煤气系统及邻近区域严禁动火,以防煤气爆炸事故的发生。

注:高炉炼铁生产技术手册 P462, (6) 1) 2) 。

3.1.7 本条规定了高炉炉顶压力出现事故时的安全操作原则。

“炉顶压力不断增高又无法控制时的操作程序及具体措施,目的是保证操作安全,防止更大事故发生。”

本条是《炼铁安全规程》AQ2002—2018 版第 9.2.1 条,为可操作性,对“无法控制”做了具体说明,改为设计能力值。设计能力指炉顶设备及后续煤气除尘系统的设备设计承压能力。

高炉炼铁生产技术手册 P364, 有关内容:

高炉顶压升高可有多种原因, 必须及时处理、查明原因。

- 1) 设备原因: 如调压阀组故障、TRT 系统故障、煤气净化系统设备故障等。出现设备故障, 应及时通知燃气部门和鼓风机站, 高炉转常压并立即放风到安全水平, 同时打开炉顶放散阀, 联系有关单位排除故障。(注: 参高炉炼铁生产技术手册 P364 有关内容);
- 2) 操作原因: 如管道形成, 炉顶压力不稳, 不时出现高压尖峰。高炉一旦出现管道行程, 应及早消除, 不能让它继续发展。操作中首先应采取的措施是减风, 可视管道行程发展的程度减 5%-10% 的风量。(注: 高炉失常与事故处理, P213 有关内容)

3.2 高炉炼铁

3.2.1 本条规定的是设计中, 高炉斜桥或上料通廊如下方有通道时所采取的安全措施, 目的是防止高空坠物伤人。

此条是《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 6.0.11 条。

上料料车或主胶带机在运输矿石、焦炭等炉料时, 可能有发生物料掉落伤人的事故, 故规定此条。

本条将主胶带机扩大其它各种普通胶带机, 涵盖范围更广。

3.2.2 本条是对高炉炉底、炉缸设计耐材及冷却系统检测的基本功能要求, 明确了具体性能要求, 以及设计上的具体措施。本条规范要严于现有设计(现有设计没有相应标准), 目的是保证及时发现炉缸安全问题, 及时处理, 防止炉缸烧穿。

《炼铁安全规程》Q2002-2018 中 9.1.9 条, 《高炉炼铁工程设计规范》

GB50427-2015 中 8.0.12 条, 8.0.13 条, 均提到了有关炉底、炉缸检测, 及侵蚀模型问题; 另外, 通过对炉底炉缸的专题研究及调研发现, 国内外炉缸事故仍不断频发, 是高炉操作最大危险因素。因此, 对原有关条款进行了修改, 有关内容纳入强条。

本条源自:

- 1) 《炼铁安全规程》Q2002-2018 中 9.1.9 条, 强条。热电偶应对整个炉底进行自动、连续测温, 其结果应正确显示于中控室(值班室)。采用强制通风冷却炉底时, 炉基

温度不宜高于 250℃;应有备用鼓风机,鼓风机运转情况应显示于高炉中控室。采用水冷却炉底时,炉基温度不宜高于 200℃。----

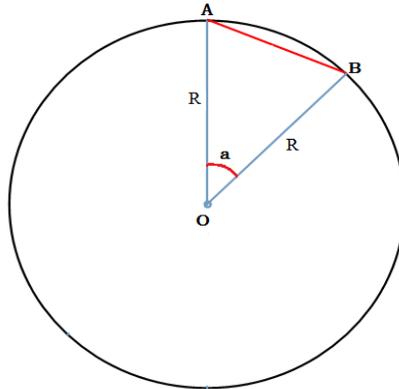
2) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中 8.0.12 条,炉喉宜设置十字测温装置和炉顶摄像装置,十字测温宜安装在炉喉钢砖的中上部位置。炉缸侧壁特别是铁口下部区域,应设置完善的炭砖温度监测设施。

3) 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中 8.0.13 条,高炉宜设置风口摄像装置、炉缸水系统热负荷检测系统及炉缸侵蚀模型,应设置炉顶煤气成份分析仪。

本条规定了高炉炉底炉缸在设计中设置检测点的技术要求。通过对炉底炉缸的专题研究及调研发现,国内外炉缸事故仍不断频发,是高炉操作的最大危险因素。高炉炉底炉缸的安全状况主要通过检测点的温度数据进行判断,因此需要设置足够的检测点,热电偶布置的密度越大,监测的盲区越小。但布置点过密又会产生安全隐患,需要制定一个合理的密度计算方法。

方法描述如下:针对不同直径的炉缸,同一标高的圆周角度设置数量,应以相邻两个测点所夹的圆弧长度为单位进行划分,如下图所示,炉缸半径为 R ,测点 A 和测点 B 的距离为 AB ,两个测点做间隔的圆周角度为 a 。

将 AB 弧长作为密度度量标准,根据余弦定理,可计算出两个测点的圆周夹角 a ,则圆周设置热电偶个数 $= (360/a)$ 。结合高炉实际情况,具体密度标准制定如下:温度测点处半径上, AB 弧长度 ≤ 2 m。



冷却水温差和冷却水流量是计算炉缸热负荷的基础数据,冷却壁水温差应考虑单块冷却壁的水温差,而非整体的进出水温差。高炉炉缸冷却壁必须有进出水温度检测,每 8 根水管至少有 1 个检测点,在进水温度已知的条件下,可以计算出单块冷却壁的水温差,进而求得热负荷。热负荷计算通用公式为:

$$Q = C \times W \times \Delta t \quad (1)$$

式中: C ——水的比热容,取 $1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, $1 \text{ kcal}=4.18 \text{ kJ}$;

W ——水的流量, kg/h ;

Δt ——进出水的温差, $^\circ\text{C}$ 。

冷却水管的水流量因其在周向方向上分配存在不均匀性,因此对冷却水流量也需要检测,每 8 根水管至少有 1 个检测点,如果炉缸冷却水与炉腹上部采用的不是串联冷却,则应单独设置流量检测。冷却壁的冷却比表面积对冷却壁的冷却能力有显著影响,冷却

壁壁体温度随冷却壁比表面积及水速的关系如下图所示。冷却比表面积是指冷却水管外径周长与水管间距的比值，冷却壁冷却比表面积必须在 1.0 以上。

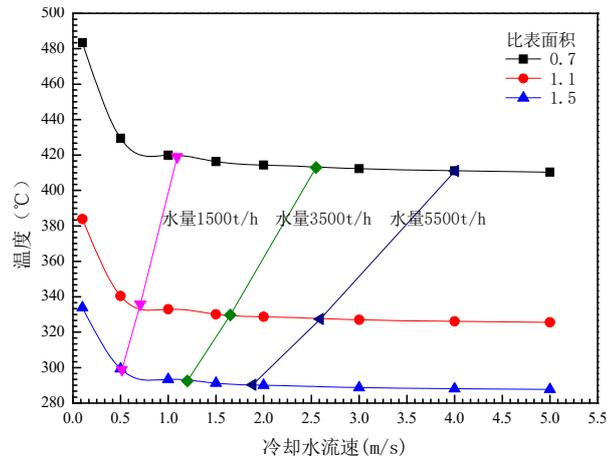


图 1 冷却壁壁体温度随冷却壁比表面积及冷却水速的变化关系

本条为现行规范《炼铁安全规程》Q2002-2018 中 9.1.9 条，《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中 8.0.12 条, 8.0.13 条的提升。

3.2.3 本条规定了为防止炉缸烧穿，生产中必须建立全生命周期评估体系，及具体功能要求和发生风险是所采取的具体措施。目的是防止炉缸因操作、维护、管理不当，发生炉缸烧穿。

本条源自《炼铁安全规程》AQ2002—2018 “，第 9.2.11 条 “高炉炉缸烧穿时，应立即休风。为防止炉缸烧穿事故的发生，各炼铁企业应建立、执行严格的《炉缸、炉底冷却水温差及热流强度的控制范围和处理办法》。”

高炉炉缸安全是一项系统工程，涉及设计、材料、施工、操作等多个方面，为从操作上保证炉缸安全，需要根据检测点的数据对炉缸炉底的安全状况进行评估，计算炭砖残余厚度，并针对不同的安全预警级别，制定相应的安全措施。当炭砖残余厚度大于 500mm 时，认为炉缸处于安全状态，当炭砖残余厚度低于 500mm 时，必须采取降低冶炼强度、钒钛矿护炉等措施，当炭砖残余厚度低于 300mm 时，必须停炉大修。炭砖残余厚度可以通过炉缸炉底在线监测模型、炉缸热电偶温度或热负荷等数据计算得出，计算方法如下：

(1) 双电偶法

在有热电偶监测且热电偶征程的情况下，炭砖残余厚度可利用同一位置不同深度的热电偶的温度计算得到，计算某部位炭砖残余厚度如式 (2)。

$$\Delta x = \frac{(T_i - T_{内}) \cdot \Delta L}{(T_{内} - T_{外(中)})} + L_1 \quad (2)$$

式中：

L_1 ——短电偶插入炭砖深度，mm；

ΔL ——此位置内、外（中）环热电偶插入深度之差，mm；

T_i ——计算材质热面温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) “内环热电偶温度+水温差”法

在只有一支热电偶，并已知冷却壁水温差、水管水流量的条件表，可计算得出热流强度，计算公式为：

$$q = \frac{w \times \Delta t \times c}{A} \times 1000 \quad (3)$$

式中：

q ——热流强度， W/m^2 ；

Δt ——冷却壁进出水温差， $^{\circ}\text{C}$ ；

c ——水的比热容，取 $1 \text{ kcal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ， $1 \text{ kcal}=4.18 \text{ kJ}$ ；

A ——冷却壁面积， m^2 。

由于在一维传热状态下，沿传热路径上所有位置热流强度相等，即沿 x 方向所传出的热量均由冷却壁带走，因此，式(3)及下式(4)中 q 值相同。再结合实际炭砖中热电偶温度，则可计算出炉缸炉底炭砖残余厚度。

$$q = \frac{T_i - T_w}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{L_i}{\lambda_i}} \quad (4)$$

式中：

T_w ——冷却水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_i ——计算材质热面温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

α_1 ——冷却水与管壁对流换热系数， $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ；

L_i ——分别为管壁、冷却壁、捣打料、炭砖、陶瓷杯等材质的径向长度， m ；

λ_i ——分别为管壁、冷却壁、捣打料、炭砖、陶瓷杯等材质导热系数， $\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

本条为现行规范《炼铁安全规程》AQ2002—2018 中 9.2.11 条的提升。

3.2.4 本条规定了高炉发生风、渣口爆炸等事故时的具体操作程序，及具体应对措施，目的是防止事故进一步扩大。

本条为《炼铁安全规程》AQ2002—2018 第 9.2.11 条，“风口、渣口发生爆炸，风口、风管烧穿，或渣口因误操作被拔出，应首先改为常压操作，同时防止高炉发生灌渣事故，然后出净渣、铁并休风。情况危急时，应立即休风。”

3.2.5 本条规定了高炉炉壳开孔的基本要求，目的是避免开孔影响炉壳强度。

考虑强条是规范的最低门槛，根据原规范执行情况对本条前半部分作了修改。

本条源自《炼铁工艺炉壳体结构技术规范》GB 50567-2010 中的 7.2.3 条强条。

随着强化冶炼的不断发展和炉内冷却设备的更新，铜冷却壁已逐渐取代铸铁冷却

板。这两种冷却设备与壳体的连接方式是不相同的，前者的连接孔为圆孔，孔洞密集，孔边缘的净距都小于或等于 100mm，后者的连接孔为长圆孔，其排列为错列，孔边缘的净距一般都大于 150mm。这些孔洞的存在极大地削弱了壳体截面面积，且使壳体结构不连续，在孔洞边缘产生应力集中，形成塑性屈服区。由于孔之间的净距较小，塑性发展有可能贯通，使壳体丧失承载力。根据中冶赛迪工程技术股份有限公司和重庆大学对壳体结构实体模型的弹性和弹塑性理论分析以及参照国内外有关资料，本条提出了壳体开孔截面面积和孔洞边缘净距的限制。

现行国家标准《高炉炼铁工艺设计规范》(GB50427)中推荐的风口数目见下表。

推荐的风口数目

炉容 (m ³)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
风口数目	16~20	18~26	24~28	26~30	28~32	30~34	34~38	36~40	40~42

初步统计国内现有 1000m³ ~4000m³ 级高炉的风口数目基本符合表 1 的要求。但风口段壳体开孔截面面积占全截面面积高达 70%~91%，炉容级别愈大壳体截面面积削弱愈多。如 1350 m³ 高炉风口段壳体开φ1240mm 风口 20 个使截面面积减少约 70%，4000 m³ 级的高炉风口 38 个~40 个使截面面积减少达 89%~91%。风口间边缘净距仅有 100mm 左右。有限元计算分析表明，在弹性阶段，孔边缘局部存在高额应力，其值大于钢材的许用应力值，如果仅根据局部或极小区域的高峰应力来扩大风口段的直径，不能反映钢材局部进入屈服后的应力重分布规律。前苏联“高炉系统钢结构设计”壳体设计中，规定风口的开孔截面面积不得超过壳体截面面积的 65%，这一规定过严，偏于保守，不能完全反映风口的实际受力情况。钢材是理想的弹性材料，钢材的塑性开展会缓和边缘的应力峰值，但由于风口边缘间距很小，应控制塑性区域的大小，以免钢材进入塑性后变形过大，影响壳体的承载能力和正常使用。宝钢第 2 号高炉有效容积 4063m³，风口段开 36 个φ1240mm 的风口，壳体厚 9Cmm，截面面积减少达 89%，风口间距 146mm，经 15 年的生产实践证明，风口段壳体尚能满足正常生产的使用要求；其原因是风口大套为铸钢件，与壳体的连接为坡口焊接，其组合体能有效减缓钢材的塑性流动。本条提出风口段壳体开孔截面面积和风口边缘间距的限制是以实践经验和理论计算的综合成果为基础，经分析、比较、选择制定出来的，在高炉壳体结构设计中必须严格执行。

3.2.6 本条规定了壳体结构的焊缝要达到性能的基本要求，目的是保证焊接结构强度。本条源自《炼铁工艺炉壳体结构技术规范》GB 50567-2010 中的 3.0.6

(1、2、3、4) 强条。

我国现有 500m³~ 1000m³ 的中型高炉炉顶压力均在 (0.08~0.15) MPa 范围内, 对于提高产量, 降低焦比影响很大。现行国家标准《高炉炼铁工艺设计规范》(GB 50427 规定, 对 1000 m³~5000 m³ 级的高炉, 应采用高压操作、强化冶炼技术, 炉顶设计压力为(0.20~0.30)MPa。调研资料表明, 炉顶压力增大后, 高炉壳体裂缝有增加的趋势, 不少裂缝发生在熔敷金属处, 裂缝以炉身下部为主, 裂缝的出现一般在投产后 7 年~8 年, 最短的仅有 4 年, 远小于一代炉役 15 年的要求, 从壳体结构弹性分析表明, 壳体主要承受环向应力, 竖向应力较小, 仅从这一点, 竖向焊缝应为一級, 横向焊缝质量等级可为二級, 但高炉在生产后期壳体还要承受热冲击负荷, 使壳体的局部过热区产生热疲劳效应, 抗疲劳的焊缝应为一級; 在检索文献中, 还看到某高炉壳体在制作过程中 50mm 和 70mm 厚的钢板对接焊缝存在缺陷, 在卷板时焊缝产生裂纹。热风炉壳体在调研中也发现在炉身和壳体转折部位多处产生纵向和横向裂缝, 裂缝除母材外在焊缝中亦有发生。现行国家标准《高炉炼铁工艺设计规范》GB50427 明确规定, 设计应为实现高炉长寿创造条件, 使高炉一代炉役的工作年限(无中修)达到 15 年以上, 热风炉等的工作年限应满足高炉二代炉役的要求。因此, 壳体结构的工作年限对设计、施工、安装提出了更高的要求。

鉴于上述原因, 高炉、热风炉壳体结构的对接焊缝质量等级应为一級。五通球内压均匀, 壳体的计算应力以拉应力为主, 焊缝质量等级应为一級。

下降管跨度大, 一般都在 50m 以上, 横向对接焊缝为受拉焊缝。另外, 在调研中发现某些高炉的下降管横向焊缝开裂, 采取了加固措施。因此, 下降管的横向对接焊缝应为一級。

3.2.7 本条规定了炉壳材质的交货状态、以及检测方法和达到的等级要求, 目的是保证炉壳材质的质量。本条在设计和施工中必须严格执行。

本条源自《炼铁工艺炉壳体结构技术规范》GB 50567-2010 中的 5.1.8 强条。

结构用钢在国家标准中规定钢板以热轧、控轧、正火及正火加回火状态交货。本条提出除 Q2358、Q345B 钢为热轧供货外, 其他牌号钢板交货状态均为正火, 主要是针对各壳体结构的受力状态、应力特征、腐蚀介质等的不同, 对钢板力学性能和工艺性能提出了不同的要求。钢板热轧后正火是热处理工艺中的一种, 通过正火可以细化金相组织, 提高强度和改善韧性。根据理论计算分析和试验研究以及壳体结构的使用实践经验, 并参考国外的有关资料。BB503 钢、ALK490 钢、WSM50C 钢、BB41BF 钢、ALK420 钢、WSM41C 钢、Q235C 钢、Q345C 钢、Q390C 钢、Q390D 钢和 Q34 画 R 钢板正火状态交货可满足高炉、热风炉、五通球生产使用炉役(高炉 15 年、热风炉 30 年)的要求。

关于超声波检测质量等级的划分, 主要是根据现行国家标准《钢制压力容器》GB 150 和现行行业标准《承压设备无损检测第 3 部分 超声检测》JB/T4730.3 的规定和高炉出铁口、风口部位壳体结构的应力分布状况以及热风炉拱顶壳体结构存在晶界应力腐

蚀，提出了不同质量等级的要求。所以其检测方法和评定标准应符合现行行业标准《承压设备无损检测第 3 部分 超声检测》JB/T4730.3 的有关规定。

3.2.8 本条规定了混合煤或烟煤制粉系统厂房设计防火标准要求及具体设施需要达到的基本功能，目的是保证消防安全。

钢铁企业喷煤车间从设计厂房安全考虑，对厂房建筑、结构给予规定。目前执行规定如下：

1 《建筑设计防火规范》GB50016-2014，表 3.1.1 规定，【使用或产生下列物质：“能与空气形成爆炸性混合物的浮游状态的粉尘、纤维、闪点大于等于 60℃的液体雾滴”的属于乙类火灾危险源。】。煤粉属于“能与空气形成爆炸性混合物的浮游状态的粉尘、纤维、闪点大于等于 60℃的液体雾滴”，属于乙类火灾危险源。

2 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008，章节“5.2 厂房”中条文有如下规定

- 1) 条文 5.2.1【应按 GB50016-2006 规定的乙类火灾危险建筑进行设计；】
- 2) 条文 5.2.2【应设消防水管路系统，厂房周围应设消防车道，主要火灾危险场所应设与消防站直通的报警设施。】
- 3) 条文 5.2.3【应通风良好，地板及内墙面应平整、光滑（刷油漆或粘瓷砖等），并设冲水清洗及排水设施。污水必须进行净化处理后才能外排。应尽量避免可能积粉的部位。难以避免的部位应便于清扫。】

综合上述条文 1，条文 2，厂房建筑结构符合安全设计；厂房设计配套消防系统，符合消防要求。

3 建筑结构设计符合条文 1 按乙类火灾危险建筑进行设计；

4 消防系统设计符合条文 2 设消防水管路系统，厂房周围应设消防车道，主要火灾危险场所设与消防站直通的报警设施。

5 该条文中引用如下列概念定义，需引用同级建筑通用设计规范。

1) 乙类火灾危险建筑。

2) 火灾危险场所。

注 1：工程建设强制性（全文）国家标准《建筑防火技术规范》于 2018 年 3 月报批。本规范上述名词“乙类火灾危险建筑”定义引用《建筑防火技术规范》。涉及具体条款需待规范条款编号确定后补充。按现行规范《建筑设计防火规范》GB50016-2014 标准中 3.1 节，“火灾危险性分类”中 3.1.1 条文规定，喷煤车间建筑属乙类火灾危险建筑，表 3.1.1 中定义乙类火灾危险建筑特征。现规范执行规范条文引用如下表：

生产的火灾危险性分类

生产类别	火灾危险性分类	
	项别	使用或产生下列物质的生产
甲	1	闪点小于 28℃
	2	爆炸下限小于 10%的气体

生产类别	火灾危险性分类		
	项别	使用或产生下列物质的生产	
	3	常温下能自行分解或在空气中氧化能导致迅速自燃或爆炸的物质。	
	4	常温下受到水或空气中水蒸汽的作用，能产生可燃气体并引起燃烧或爆炸的物质。	
	5	遇酸、受热、撞击、摩擦、催化以及遇有机物或硫磺等易燃的无机物、极易引起燃烧或爆炸的强氧化剂。	
	6	受到撞击、摩擦或与氧化剂、有机物接触时能引起燃烧或爆炸的物质。	
	7	在密闭设备内操作温度大于等于物质本身自燃点的生产。	
	乙	1	闪点大于等于 28℃，但小于 60℃的液体。
		2	爆炸下限大于等于 10%的气体。
3		不属于甲类的氧化剂。	
4		不属于甲类的化学易燃危险固体。	
5		助燃气体。	
6		能与空气形成爆炸性混合物的浮游状态的粉尘、纤维、闪点大于等于 60℃的液体雾滴。	
丙	1	闪点大于等于 60℃的液体。	
	2	可燃固体。	
丁	1	对不燃烧物质进行加工，并在高温或熔化状态下经常产生强烈辐射热、火花或火焰的生产。	
	2	利用气体、液体、固体作为燃料或将气体、液体进行燃烧作其它用的各种生产。	
	3	常温下使用或加工难燃烧物质的生产。	
戊	1	常温下使用或加工不燃烧物质的生产。	

注 2：本规范上述名词“火灾危险场所”定义范围与《建筑防火技术规范》定义范围一致。涉及具体条款需待规范条款编号确定后补充。

按现行规范《钢铁企业设计防火规范》GB50414-2007 标准中附录 C 爆炸和火灾危险环境区域划分举例，喷煤车间厂房属为火灾危险场所。

3.2.9 本条规定了混合煤或烟煤制粉系统电气设计标准要求及具体设施需要达到的基本功能，目的是保证消防安全。

钢铁企业喷煤车间煤粉属于可燃导电粉尘介质，喷煤车间配套电气、仪表、控制、电讯设备和安装设计考虑安全，目前主要遵守规范如下：

1 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 规定：【20 区应为空气中的可燃性粉尘云持续地或长期地或频繁地出现于爆炸性环境中的区域】，及气体防爆区域，0 区、1 区和 2 区的划分，高炉喷煤厂房属于此类区域。

2 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,条文 5.1.8,条文 5.1.9,条文 5.1.10 规定。

1) 条文 5.1.8 未设可靠的机械通风的非开敞式厂房,应按 GB 50058 规定的 10 区进行电气安全设计; 下述情况之一者,可按 11 区进行电气安全设计:

- 厂房为开敞式建筑;
- 厂房为半开敞式建筑,能进行充分自然通风;
- 厂房内设有可靠的机械通风。

注: 该说明中 10 区, 11 区为 GB50058 规范 1992 年版本区域定义。目前执行 GB50058-2014 版。

2) 条文 5.1.9 系统的供电应按两路独立电源设计。

3) 条文 5.1.10 所有设备、容器、管道均应设防静电接地,法兰之间应用导线跨接,并进行防静电设计校核。

综合上述条文 1, 条文 2, 喷煤车间满足安全设计要求, 需要电气、仪表、控制、电讯设计符合如下条文。

3 条文 1 非敞开式制粉厂房必须按 20 区进行电气设计。该条文对非敞开厂房给予明确规定, 对于敞开区厂房, 根据设备与粉尘释放源距离确定粉尘区域, 可划分为 21 区或 22 区。

4 条文 2 系统供电按两路独立电源设计。该条文规定保证厂房和工艺系统通风正常, 防治粉尘堆积和自燃现象发生。

5 条文 3 所有设备、容器、管道均需设置防静电接地, 法兰之间需用导线跨接, 并进行防静电校核。由于煤粉粉尘属带静电荷, 导电粉尘。与煤粉接触金属和导体之间在接触时, 会产生电火花, 对于燃点较低烟煤, 存在被点燃条件, 因此, 喷煤车间内与煤粉接触管道和设备需要设置严格的消除静电措施。

6 条文 4 烟气升温炉区域, 如采用封闭设计, 必须按 0 区、1 区、2 区进行电气设计。由于烟气升温炉主要采用气体燃料, 钢铁企业内主要采用高炉煤气和转炉煤气, 对于该区域内电气设备和电气装置所处区域进行电气及安装设计。

7 该条文中引用如下列概念定义, 需引用同级电气通用设计规范。

1) 爆炸性粉尘区域, 20 区; 21 区; 22 区。

2) 爆炸性气体区域, 0 区; 1 区; 2 区。

注 1: 注 1: 工程建设强制性 (全文) 国家标准《电气装置安装工程电气设备施工及验收标准》于 2019 年 12 月报批。本规范上述“爆炸性粉尘区域”和“爆炸性气体区域”定义引用《电气装置安装工程电气设备施工及验收标准》涉及具体条款需待规范条款编号确定后补充。按现行规范《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014, 3.2 节“爆炸性气体环境危险区域划分”中 3.2.1 条文规定, 4.2 节“爆炸性粉尘环境危险区域划分”中 4.2.2 条文规定。现执行规定条文引用如下:

条文 3.2.1 爆炸性气体环境应根据爆炸性气体混合物出现的频繁程度和持续时间分为 0 区、1 区、2 区, 分区应符合下列规定:

- 1 0 区应为连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境;
- 2 1 区应为在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境;
- 3 2 区应为在正常运行时不太可能出现爆炸性气体混合物的环境, 或即使出现也只是

短期存在的爆炸性气体混合物的环境。

条文 4.2.2 爆炸危险区域应根据爆炸性粉尘环境出现的频繁程度和持续时间分为 20 区、21 区、22 区，分区应符合下列规定：

- 1 20 区应为空气中的可燃性粉尘云持续地或长期地或频繁地出现于爆炸性环境中的区域；
- 2 21 区应为在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云很可能偶尔出现于爆炸型环境中的区域；
- 3 22 区应为在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云一般不可能出现于爆炸性粉尘环境中的区域，即使出现，持续时间也是短暂的。

3.2.10 本条规定了混合煤或烟煤制粉系统设计、操作中，惰性气体性质要求，目的是保证系统安全。

钢铁企业煤粉制备车间煤粉属于可燃导电粉尘，煤粉粉尘发生爆炸四个条件：1) 可燃性物质成粉尘云状态；2) 可燃性物质处在密闭空间；3) 助燃空气氧气浓度达到一定浓度；4) 存在火源。

根据上述煤粉爆炸发生四个条件，考虑制粉系统内部煤粉爆炸防爆措施。条件 1) 和 2) 是煤粉制备系统内部正常工作状态，条件 3) 和 4) 是制粉系统设计考虑防爆措施需要控制的条件。因此，煤粉制备系统通过限制系统烟气含氧量和系统烟气温度达到抑制煤粉爆炸条件。目前，相关煤粉制备系统安全设计有如下规定：

1 《高炉喷吹煤粉工程设计规范》GB50607-2010 中条文 3.7.2 为强条，在系统工况下惰性气氛的最高允许氧含量应符合表 3.7.2 的规定。表 3.7.2 惰性气氛的最高允许氧含量（体积百分数%），在混合煤和烟煤制粉系统中，煤粉仓内气体氧含量小于 12%，布袋收粉器出口烟气氧含量小于 12%。

2 《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中,条文 12.0.11，为强条。条文规定：除无烟煤外，混合煤、烟煤制粉系统必须按惰性干燥气设计，循环气体中的氧含量不应大于 11%。

3 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,条文 5.4.1, 为强条。
条文规定: 制粉系统应采用惰化气体作为干燥介质, 负压系统磨机入口氧含量小于或等于 8%, 末端出口氧含量小于或等于 12%, 煤粉仓内氧含量小于或等于 12%。

由于煤粉爆炸所需要最低氧气浓度数据来源于实验数据, 不同国家或地区根据目前使用的全部煤种进行爆炸试验后统计数据, 考虑一定安全性, 对烟气氧气浓度进行规定。

3.2.11 本条规定了制粉系统允许温度的要求及具体确定办法, 目的是保证制粉系统主要设备及系统防爆安全。

根据煤粉粉尘发生爆炸四个条件之一: 存在火源。煤粉制备系统通过限制系统烟气温度达到抑制煤粉爆炸条件。目前, 相关煤粉制备系统安全设计有如下规定:

1 《高炉喷吹煤粉工程设计规范》GB50607-2010 中 3.7.5 为强条。磨煤机出口最高温度根据煤种和采用的制粉系统流程确定。磨煤机出口最高温度符合下列规定:

1) 无烟煤制粉系统磨煤机出口温度必须小于受磨煤机和收粉设备允许使用温度;

2) 其他煤种的制粉系统磨煤机出口最高温度必须符合下列规定。

(1) 烟气直排式制粉系统流程, 当 $V < 40\%$ 时, 最高温度 $T_{max.} < (82 - V) \times (5/3) \pm 5^{\circ}\text{C}$; 当 $V \geq 40\%$ 时, 最高温度 $T_{max.} = 70^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 烟气自循环制粉系统流程, $T_{max.} < 95^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ 。

式中: V —煤的干燥无灰基挥发分, %

2 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,5.1.14 为强条。条文规定：磨煤机入口温度应比设计煤种中最低燃点低 50℃以上，磨煤机出口温度应比磨煤机后收粉设备中耐温最低者低 20℃以上，比出口露点高 10℃以上，且不低于 60℃，对于褐煤不高于 90℃，对于烟煤不高于 120℃。

3 综合上述目前执行规范，考虑采用《高炉喷吹煤粉工程设计规范》GB50607-2010 中 3.7.5 条文。

3.2.12 本条规定了喷吹系统设计、操作具体防爆条件及具体措施，目的是保证系统防爆安全。

高炉煤粉喷吹系统煤粉防爆抑爆设计措施，同样是从控制煤粉爆炸条件发生进行防爆抑爆设计。

1 目前，高炉喷煤车间符合如下规范：《高炉喷吹煤粉工程设计规范》GB50607-2010 中 3.7.5 条文，喷吹系统的安全防爆措施应符合下列规定：当高炉喷吹混合煤或烟煤，一旦出现下列情况之一时，采用压缩空气作为输送气体的喷吹管路必须停止喷吹或改为氮气输送：1)喷吹罐的罐顶压力低于混合器出口输送压力；2)喷吹罐或串罐系统储煤罐内的温度高于设定的上限值；3)压缩空气压力低于设定压力。

2 混合煤和烟煤喷吹系统在喷吹罐所配置气源全部为氮气，包括：充压气、流化气和补压气。钢铁企业一般为了降低成本或氮气气源不充足条件下，喷吹管道可采用压缩空气进行二次补气，由于喷煤管道补入二次补气压缩控制量有限，而且粉管道内无光滑，无点火源，不存在管道内煤粉爆炸条件。

3 喷吹系统防爆抑爆措施采用《高炉喷吹煤粉工程设计规范》GB50607-2010 中 3.7.5 条文，从电气控制方面给予保证。

3.2.13 本条规定了混合煤或烟煤喷吹系统设计、操作具体防爆要求及施措，目的是保证系统防爆安全。

喷煤车间煤粉制备系统、煤粉喷吹系统、厂房设计需要充分考虑卸爆、隔爆和抑爆措施。其中制粉系统环境固定一氧化碳浓度检测和系统一氧化碳浓度分析监测是主要预防措施。目前，在该方面执行主要规范标准如下：

1 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,条文 5.5、5.6 涉及内容摘录如下。

1) 章节 5.5 泄爆包括条文

a) 5.5.1 除压力容器外，所有煤粉容器、与容器连接的管道端部和管道的拐弯处均应设置足够面积的泄爆孔，其朝向应不致危害人员及其他设备。当需要设泄爆导管时，其长度不宜大于 3m，且不宜带有弯头。

b) 5.5.2 容器、设备、管道和厂房的泄爆应按 GB/T 15605 进行设计。

2) 章节 5.6 隔爆、结构抑爆及灭火包括条文

a) 5.6.1 喷吹罐和喷吹管路必须能紧急自动切断。

b) 5.6.2 输粉、喷吹系统的供气（压缩空气或氮气）管道均应设置逆止阀。

c) 5.6.3 工艺设备及管道的设计和配置，在保证生产需要的条件下，应尽量减少容器数量、缩小管道直径、减小管道长度、减少弯头数目，消除局部积粉，提高系统内的煤粉浓度与速度等。

d) 5.6.4 制粉系统应设紧急充氮系统。

e) 5.6.5 厂房内应设水雾式灭火系统或蒸汽灭火系统，禁止采用喷射水柱的灭火方法。煤粉容器内应设二氧化碳或磷酸盐类灭火装置或系统。

f) 5.6.6 所有电气室内应设灭火装置或灭火系统。

g) 5.6.7 原煤贮存系统应加喷吹装置。

2 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,条文 5.7.3，在线监测是保证安全的必要措施。条文 5.7.3 要求，制粉系统应设置固定式氧含量和一氧化碳浓度在线检测装置，达到报警值时应报警并自动充氮，达到上限值是应自动停机。

3 由于喷煤车间系统卸爆、隔爆和抑爆措施和在先监测，与工艺流程和技术发展不断改进，喷煤车间应具备措施和监测，具体方法和设备配置应由生产和设计

选择。

3.2.14 本条规定了高炉喷吹烟煤系统投产试车必须程序，及具体措施和内容，目的是保证系统试车过程安全。

由于喷煤车间属于易燃易爆工作场所，喷煤车间需要由安全部门验收合格后方可投产。生产中具有各类事项操作流程，应对事故预案，人员培训工作。目前执行规范有如下规定：

1 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008,条文 4.12, 高炉喷吹烟煤系统试车前，应经国家相关部门（地方消防部门）的安全验收，该部门对系统的防火防爆负验收责任。

2 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008、条文 4.13, 高炉喷煤系统应制定相应的事故急救预案。

3 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008, 条文 6.2.1, 应由建设、施工和设计单位组建试车领导小组（或指挥部），负责制定验收标准和试车防爆安全细则，检查生产设备和防爆设施性能并领导试车工作。

4 综合目前上述条文执行情况，编制本规范 3.2.14 条文。

3.2.15 本条规定了高炉喷煤车间为保证生产安全，必须建立的机构、有关安全规程文件等，及具体内容要求，目的是保证系统防爆安全。

喷煤车间生产运行规范，是保证安全的前提。《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB16543-2008，章节 7、章节 8 在操作和维护检修方面给予详细说明。本规范条文是对目前执行的规范归纳总结。关于《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》中章节 7 和章节 8 详细条文如下。

1 章节 7 操作

1) 条文 7.1 系统应具备下列条件方可进行操作：

- a) 系统的联锁、报警设施灵敏。
- b) 阻断、隔爆、抑爆、泄爆设施可靠。
- c) 消防器材完好、有效。
- d) 监测仪表完好、准确。
- e) 现场、设备及管道内无火种和易燃物，转动件和传动件无卡阻。
- f) 原煤仓内备有无烟煤。

2) 条文 7.2 启动

- a) 7.2.1 制粉系统应按下列顺序逆向启动：布袋收粉器清灰装置；收粉器之后的排粉风机；磨煤机。
- b) 7.2.2 磨煤机出口温度不应超过 70℃，先投入无烟煤，待制粉系统运行正常后改投烟煤。系统排放尾气的氧含量在正常启动时不应超过 12%，非正常停车后重新启动时不应超过 8%。
- c) 7.2.3 应将输粉管吹扫干净，方可输粉。
- d) 7.2.4 喷吹管未吹扫干净不应向高炉插入喷煤枪。插入氧煤喷枪时应先用氮气或其他惰化气替代氧气，待喷吹正常后改用氧气。

3) 条文 7.3 运行

- a) 7.3.1 应调节、控制各监测点的压力、温度、一氧化碳浓度和气氛氧含量，防止急剧升高和超过规定值。
- b) 7.3.2 煤粉温度急剧升高超过 85℃时，应改用氮气输粉和喷吹。
- c) 7.3.3 应防止漏风、漏粉和管道、设备内部积粉。
- d) 7.3.4 应定期测定煤粉粒度、水分。煤种变化时应分析煤粉挥发分、测定煤粉着火温度和返回火焰长度。

4) 条文 7.4 停车

a) 7.4.1 正常停车

- 磨煤机停车前 2 h 应改用无烟煤生产。
- 应将仓式泵、储煤罐等压力容器内煤粉排空，压力降至常压。停车超过 8h，制粉煤粉仓、喷吹煤粉仓内煤粉应排空。停车超过 8d 时，原煤仓内烟煤应排空。
- 应用惰化气保护喷吹罐，维持罐内压力比高炉热风压力高 0.05 ~ 0.10MPa。停车超过 2h 应将喷吹罐内煤粉排空。
- 使用氧煤喷枪时应在拔枪前用氮气或其他惰化气置换氧气。
- 输粉管、喷吹管应吹扫干净。
- 宜用惰化气将旋风收粉器、布袋收粉器等设备和制粉管道内煤粉吹扫干净。
- 各阀门开度应置于停车位置。

b) 7.4.2 非正常停车

- 各监测仪器、仪表应保持正常运行状态，出现异常测值时应立即处理。
- 宜用氮气吹扫制粉系统内部各处积粉。应改用氮气做载送介质。应检查并清除各设备、管道内火种。
- 磨煤机出口温度不应超过 70℃，制粉系统排放尾气氧含量不应超过 8%。制粉煤粉

仓、喷吹煤粉仓和常压状态的仓式泵、储煤罐内氧含量不应超过 12%。喷吹罐和加压状态的仓式泵、储煤罐内氧含量不应超过 8%。

——各阀门开度应置于安全位置。

5 条文 7.5 应急操作

- a) 7.5.1 磨煤机断煤时,应调节干燥介质温度,使出口温度不超过 85℃,系统排放尾气氧含量不超过 8%,继续运行。当出口温度超过 85℃时,按 7.4.1 操作。
- b) 7.5.2 磨煤机满煤时,应停止投煤,减少干燥介质供应,继续运行。处理无效时,停磨煤机,用氮气吹扫磨煤机内残粉。
- c) 7.5.3 突然停电时,应切断电源,使各阀门开度置于安全位置。
- d) 7.5.4 布袋收粉器着火时,应立即停车,堵住通向煤粉仓的煤粉通道,通入氮气或用灭火器灭火,不应使用喷射水柱灭火。
- e) 7.5.5 仓式泵内煤粉着火时,应通入氮气或蒸汽灭火。若着火面积很小,可用氮气做为输粉载气将煤粉送空。
- f) 7.5.6 泄爆膜破裂时,应及时更换泄爆膜。

章节 8 维护检修

- 1) 条文 8.1 应保持设备表面、厂房内无积粉和易燃物。定期清仓、清罐。
- 2) 条文 8.2 应按仪表产品说明书的要求定期校验氧浓度、一氧化碳浓度等关键的监测仪表。
- 3) 条文 8.3 定期校验制粉、喷吹系统的压力、温度仪表。
- 4) 条文 8.4 应及时处理泄爆、抑爆等不完好的零件和部件。
- 5) 条文 8.5 应按劳动部颁发的《压力容器安全技术监察规程》的规定检查压力容器。
- 6) 条文 8.6 检修应在岗位操作人员配合下进行。动火应有动火证和足够的灭火器材。动火完毕应清除火险隐患。
- 7) 条文 8.7 人员进入容器内检修应经主管人批准,容器外应有专人监护和急救措施。进入容器前应清除残粉,切断惰化气和高温气进口,通风换气使容器内温度降至 40℃以下,测定氧浓度、一氧化碳浓度,确认无窒息、中毒和其他危险。

3.2.16 本条根据《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中 15.1.1 条 2 款,高炉炼铁系统主体生产设施负荷应按一级和二级负荷供电。当一级负荷中在断电时可能造成重大损失的消防设备、安全保护设备、自动化控制设备等特别重要设备,还应增设 UPS 电源、柴油发电机等应急电源。设备供电电源切换时间应满足设备允许中断供电要求。电源中断不会对生产产生影响的辅助生产设施、检修设施等应按三级符合供电。

3.3 非高炉炼铁

3.3.1 本条规定了各种非高炉炼铁设施不许遵守本规范相应高炉条款。

由于非高炉炼铁工艺种类很多，不同工艺设施区别很大，但对于规划、安全、环保、节能等条款是通用的，是可以参考执行的。比如：COREX、煤基直接还原、转底炉等都设计都涉及到煤气、高温、环保、节能等项目。

国内目前涉及的非高炉项目主要有：COREX、HISMELT、转底炉、回转窑、气基竖炉等等，同时用于处理固废的各种工艺也应归属于非高炉，也必须遵守本规定。

3.3.2 本条规定了各种非高炉炼铁设施规划阶段必须进行技术经济论证。非高炉炼铁虽然是国家政策鼓励项目，但由于非高炉炼铁技术在国内还不成熟，设计、建设经验不足，国内已有不成功的建设先例，因此，在建设非高炉设施应充分科学论证，考察。避免造成经济损失。

3.3.3 本条规定了非高炉设施前期论证进本内容，避免由于能耗高、资源浪费、成本增加等情况发生。

3.3.4 本条规定了各种非高炉炼铁设施高温烟气应设置节能回收设施。如转底炉、回转窑等烟气温度很高，则必须设施余热利用设施。

3.3.5 本条规定了各种非高炉炼铁高热值煤气的利用。比如 COREX 工艺，输出煤气很高，如不充分利用，则是一种很大的能源浪费。

3.4 辅助设施

3.4.1 本条规定了高炉鼓风机和透平机事故供油要求，目的是保证事故时设备安全。

本条源自《钢铁企业热力设施设计规范》GB 50569-2010, 3.2.15 (4) , 为强条, 高炉鼓风机组和煤气余压透平膨胀机是高速运转的大型机械, 其支持轴承和推力轴承需要大量的油来润滑和冷却, 供油的任何中断, 即使是短时间的中断, 都将会引起严重的设备损坏。润滑油系统必须在系统危急状态, 向高炉鼓风机组和煤气余压透平膨胀机各轴承提供用油, 以保证设备安全。

3.4.2 本条规定了高速运转设备隐蔽工程的施工验收要求, 目的是保证施工质量, 防止出现安全事故。

本条源自《钢铁企业余能发电机械设备工程施工与质量验收规范》GB 50971-2014 中的 3.0.6, 为强条, 蒸汽轮机、高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机等属高速运转动力设备, 其机体内的零部件的制造精度和运转速度都很高, 机体内存在某种缺陷或残留物, 都有可能造成安全隐患或造成设备不正常的运转, 甚至造成设备或人身安全事故, 给国家和企业、家庭带来严重损失, 因此缸体封闭即合缸是施工中的重要环节, 是关键性的隐蔽工程。根据国务院令 第 279 号和第 687 号《建设工程质量管理条例》(2017 年 10 月 7 日修正版) 第三十条 施工单位必须建立、健全施工质量的检验制度, 严格工序管理, 作好隐蔽工程的质量检查和记录。隐蔽工程在隐蔽前, 施工单位应当通知建设单位和建设工程质量监督机构。

3.4.3 本条规定了高炉、热风炉的供水要求, 及对事故供水的具体时间要求, 目的是保证生产安全。

本条是《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 第 16.0.9 条 “高炉冷却水系统的供水必须安全可靠, 不得断水” 及《炼铁安全规程》Q2002-2018 第 9.1.6 条, “为防止停电时断水, 高炉应有事故供水设施。” 协调提升。

高炉的安全供水系统主要靠柴油机泵来提供,这时高炉区域通常是处于事故状态,高炉应减风或休风,高炉的热负荷会下降,因此安全供水量只需要50%-70%即可。高位水塔是保证柴油机泵启动前的不断水的,要求柴油机泵在20s 钟内启动,因此高位水塔的供水时间5-10min 可满足要求。

“高炉冲渣水必须满足 5-10 分钟正常供水量的安全供水。”在《高炉炼铁工程设计规范》GB50427-2015 中不是强条,考虑在冲渣过程中突然断水,会产生爆炸等危险因素,因此,将此条转化为强条,合并到高炉安全供水要求中。高炉一旦断水,会直接导致风口泄露、冷却设备损坏,产生煤气泄露等事故,因此,将此条与上条合并为一个,纳入强条。

4 炼钢浇注

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 3.0.1 条，原非强条，考虑项目规划特有需求，补充此条。

原料资源、能源、水资源、交通运输、环境容量、市场分布和利用外部资源等因素对炼钢厂的生产运行非常重要，必须对其进行深入的调查研究，并应进行多方案技术经济比较后确定。

厂址应靠近原料、燃料基地或产品主要销售地及协作条件好的地区。厂址应有便利和经济的交通运输条件，与厂外铁路、公路的连接应便捷。厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。

水源和电源与厂址之间的管线连接应短捷，炼钢厂是用水、用电量大的工业企业，厂址宜靠近原料、燃料基地或消费地，以降低生产成本，减少运输费用。

4.1.2 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 3.0.2 条，原非强条，考虑项目规划特有需求，补充此条。

电炉冶炼以废钢为主要原料，使用电能作为主要能源，必须保证废钢、电力资源充分、价格适宜，电炉生产才有效益。废钢和电力问题是建设电炉项目必须考虑的首要问题。

4.1.3 本条规定源自设计和生产实践，对给定的规划或实施项目，首先要依据生产规模和产品大纲要求确定工艺流程及主体工艺设施。

4.1.4 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 5.1.1 条，原非强条，考虑项目规划及功能、性能等特有内容，补充此条。原来仅针对转炉车间，

本次修订为适应整个炼钢车间。

初炼炉公称容量、数量，炉外精炼和铁水预处理配置是炼钢工艺流程的首要确定的问题，直接关系到今后能否经济、稳定地生产出产品大纲要求的品种、质量，是规划和设计开展的前提。

4.1.5 实践表明：浇注车间的规模和主体工艺设施配置应满足轧钢工序对合格铸坯规格和产量的需求；炼钢车间的规模和主体工艺设施配置应满足浇注工序对合格钢水产量和节奏的需求；炼铁车间的规模和主体工艺设施配置应满足炼钢工序对合格铁水产量和节奏的需求。

炼铁-炼钢-浇注-轧钢能力依次匹配，是实现技术经济合理的前提条件。其它因素还包括生产运行管理和原材料的采购价格及产品销售价格等因素。炼钢-浇注是承上启下的工序环节，炼铁-炼钢-浇注-轧钢工序有一个环节能力或节奏不匹配都会使生产线先天不足，在规划和设计炼钢车间时必须遵守能力和节奏匹配原则。

4.1.6 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 3.0.8 条，原非强条，考虑项目规划及功能、性能等特有内容，补充此条。

钢渣经一次处理（如滚筒法、热闷法等）粒化后，经磁选分选出的金属返回生产利用，其余尾渣进行资源化深加工利用。根据其不同性质可有多种用途，现在钢渣已被成功地用作钢铁冶炼的熔剂；作水泥掺合料或生产钢渣矿渣水泥；用于筑路或回填工程材料；生产建材制品；作农肥及土壤改良剂等。

设置渣处理设施是钢渣实现高附加值利用的前提条件，也是循环经济的要求。在回收金属，创造高附加值产品的同时，降低了生产成本，提高金属收得率。

4.1.7 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 3.0.10 条，原

非强条，考虑项目规划及功能、性能等特有内容，补充此条。

物流顺畅，原材料、钢水、炉渣等物料流向与路径互不干扰是生产线稳定、高效运行的前提条件，在规划和设计炼钢车间时必须严格遵守，充分论证。实践表明：物流不顺，很难依靠生产管理进行弥补和调整，是设计的“硬伤”。

4.1.8 本条规定源自：

《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414-2007中6.7.3条【严禁利用城市道路运输铁水与液渣。】

《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414-2018中6.7.3条【严禁利用城市道路运输铁水、钢水与液渣等高温冶金溶液。】

近年来，个别无炼铁生产的电炉钢厂，为实现电炉热装铁水工艺，从邻近地区的炼铁厂购买铁水，通过城市公共道路将铁水运入本厂，铁水运输车与城市公共道路上的各种车辆混行，极易酿成严重的人身安全与火灾事故，从安全生产和防火角度考虑对此予以规定。

4.1.9本条规定源自：

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中5.3.15条【转炉炼钢车间内吊运铁水、钢水或液渣时，必须采用铸造级起重机。】；

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中8.1.6条【炉渣间内吊运装有液态渣的渣罐或渣盘，必须采用铸造级起重机。】；

《连铸工程设计规范》GB50580-2010中4.1.6条【吊运钢水包及装有钢水和满罐液渣的中间罐时，必须采用铸造级桥式起重机。】；

《炼钢安全规程》AQ2001-2004中8.4.4条【吊运重罐铁水、钢水或液渣，应使用带有固定龙门钩的铸造起重机，……】；

《炼钢安全规程》AQ2001-2018中8.4.4条【炼钢车间吊运铁水、钢水或液渣，应使用铸造起重机，……】；

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ 07011-2018中6.1.2条【炼钢企业吊运铁水、钢水或液渣，应使用带有固定龙门钩的铸造起重机，……】；

以上条款均为强条。本条规定去除了“铸造级”表述，基于吊运的稳定性考虑强调了必须采用“带固定龙门钩的铸造起重机”。

铁水、钢水或液渣均是高温液体，采用铸造起重机安全系数高。国内有的炼钢厂采用高一级普通桥式起重机吊运铁水、钢水或液渣，这是违反安全规程的，易酿成重大的人身安全事故。我国一些炼钢厂曾有过惨痛的教训，必须坚决制止与纠正。本条为强制性条文，必须严格执行。

4.1.10 本条规定源自：

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018中7.16【……吊运装有熔融金属、熔渣的罐体和包体，应与邻近设备或建、构筑物保持大于1.5m的净空距离。】；

《炼钢安全规程》AQ2001-2018中8.1.11 吊运装有铁水、钢水、液渣的罐，应与邻近设备或建、构筑物保持大于1.5m 的净空距离。】；

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.1.11本条规定源自：

《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中4.11条【炼钢企业的会议室、活动室、休息室、更衣室等人员聚集场所应设置在安全地点，不得设置在吊运高温液态金属的影响范围内。】

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018（全文强条）中5.7条【高温熔融金属和熔渣吊运行走区域禁止设置操作室、会议室、交接班室、活动室、休息室、更衣室、澡堂等人员集聚场所；不应设置放置可燃、易燃物品的仓库、储物间；不应有液压站、电气间、电缆桥架等重要防火场所和设施。危险区域附近的上述建筑物的门、窗应背对吊运区域】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.1.12本条规定源自：

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018（全文强条）中5.8条【吊运高温熔融金属和熔渣不应跨越生产设备设施或经常有人停留的场所，不应从主体设备上越过。】

《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中8.4.8条【起重机启动和移动时，应发出声响与灯光信号，吊物不应从人员头顶和重要设备上方越过；不应应用吊物撞击其他物体或设备（脱模操作除外）；吊物上不应有人。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.1.13本条规定源自：《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018（全文强条）中5.17条【熔融金属罐冷热修区不应设在吊运路线上，应设置通风降温设施，地面应有安全通道。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。该条自2018.12.01实施以来，国内钢厂都陆续开展了相应改造以满足本项条文要求。

文中所述吊运路线系指熔融金属罐吊运路线，熔融金属罐吊运路线范围以外或非熔融金属罐吊运范围可以考虑设置为金属罐冷热修区域。

4.1.14本条规定源自《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018（全文强条）

中7.15条【吊起熔融金属，如需副钩配合倾翻作业时，禁止提前挂副钩。作业完成后，应先落副钩再退小车，在副钩确认摘掉后，才能运行主起升机构。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.1.15本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018中6.2.2条【...移动车辆与建、构筑物之间，应有0.8m 以上的安全距离。】：

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.1.16本条规定源自：

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中5.4.4第4条【钢水接受跨：.....起重机轨面标高应按炉外精炼设备高度和连铸大包回转台的高度确定，并应保证钢包放入回转台后包括钢包加盖机构的最高点至起重机梁底防护结构下缘之间净空不小于0.5m】，非强条；

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中6.4.2第3条【炉外精炼和（或）钢包转运跨：.....起重机轨面标高应按炉外精炼设备高度和连铸大包回转台的高度确定，并应保证钢包座入回转台后包括钢包加盖机构的最高点至起重机梁底防护结构下缘之间净空不小于0.5m】，非强条；

《炼钢安全规程》AQ2001-2018中12.3.2条【钢水罐回转台旋转时，包括钢水罐的运动设备与固定构筑物的净距，应大于0.5m。】，所在规范为全文强条；

基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.1.17本条规定源自：

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中10.1.1条：炼钢车间生产设施负荷应按二级负荷供电，在断电时可能造成重大损失的应按一级负荷供电，……；

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中10.1.2条：炼钢系统动力负荷应由两回线路供电，任一回线路应能满足生产所需的全部负荷；

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中【条文说明】10.1.1条：根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 中关于负荷分级的规定，炼钢系统在钢铁企业中属于中上游的环节，如果其生产受到影响，对其上下游生产流程都会产生影响，直接影响企业的产量和效益，所以炼钢系统生产设施负荷应定为二级负荷。其中个别重要设备主要是指转炉倾动、氧（副）枪升降、消防水泵等设备，其故障会造成设备报废或人身伤亡事故等需按一级负荷考虑。

《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中13.1.1条【炼钢厂供电应有两路独立的高压电源，当一路电源发生故障或检修时，另一路电源应能保证车间正常生产用电负荷。】；

《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中7.1.1（2）条【当一路电源故障时，另一路电源应带动全部负荷正常工作。】本款为强制性条款，连接于两路高压电源的动力变压器按可带动全部负荷正常工作来选择容量，即在任何一台动力变压器故障或检修时，另一台动力变压器仍可保证连铸机的正常生产。用电负荷较小的连铸机在取得高压电源有困难时，可以从就近的其他供电系统引入足够容量的低压电源，或采取其他措施，保证故障状态时的设备安全。

4.1.18本条规定源自：

《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中8.1.2条【（铁水罐、钢水罐、中间罐、渣罐/盘）罐体耳轴，应位于罐体合成重心以上0.2m-0.4 m 的对

称中心，……】；

《冶金用钢水罐》YB/T 4175-2008中6.4条【耳轴中心应高于钢水罐（含新砌耐材）满罐合成重心以上 200-400 mm】；

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ 07011-2018中6.2.15条【熔融金属浇包（铁水罐、钢水罐、渣罐、中间罐）的……包轴应位于包体合成重心上0.2m-0.4m对称中心，……】，进一步明确表述，强调“满罐，即熔融金属充满罐体”。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

在做国外项目时了解到，俄罗斯规范规定为400 mm，美国则是结合钢水罐上口直径与满罐总重（罐体+耐材+钢液）确定重心与耳轴间距，经计算：~420；

需要注意：该值越大，满罐重心约低，罐体约稳定；但重心过低则耳轴位置越高，造成翻罐时副钩力矩过大，同等条件下副钩起升能力更大，增加一次投资。

4.1.19本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中6.2.12条【密闭的深坑、池、沟，应设置换气设施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。此前某钢厂发生过类似事故，检修人员到吹氩/吹氮阀门站接头地坑内进行检修作业，而当时坑内氮气泄露，造成人员窒息死亡。

4.1.20 本条源自生产实际需要，对设备进行集中及定期检修，及时掌握设备状态，及时修复、更换可能有问题的零部件，防患于未然，确保设备平稳、安全运行。

4.2 冶炼

4.2.1本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中4.1.2条【.....铁水包内铁水面以上自由空间高度，当采用喷吹法时不应小于500 mm，采用机械搅拌法时不应小于700mm。】

原为非强条，考虑到铁水罐净空的重要性，净空选择不合理，影响脱硫效果，补充此条作为强条；

4.2.2本条规定源自《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中7.3.1条【精炼用钢包的内型，其钢水部分的直径与高度比应为0.9-1.1，钢液面以上的自由空间高度应根据不同精炼方法，按下列规定确定：

- 1 单独用于RH 应为400-600 mm；
- 2 单独用于LF应为500-600 mm；
- 3 用于VD 应为800-1000 mm；
- 4 用于VOD 应为1200 mm 以上。】

原为非强条，考虑到钢水罐净空的重要性，净空选择不合理，影响精炼效果；净空过小钢液有溢出危险，净空过大，导致设备升降形成过长，增加投资，不经济，如果是RH，可能导致无法观察到真空罐深入钢水罐深度；因此补充此条作为强条；

4.2.3本条规定源自《炼钢工程设计规范》GB50439-2015中5.2.5条【转炉装料废钢严禁混入爆炸物或封闭容器。】，原条文仅针对转炉，本次进一步扩大了适用范围；如果入炉废钢内混入爆炸物、密闭容器，在炼钢高温条件下，爆炸物或封闭容器均可能发生爆炸。会直接酿成转炉、电炉爆炸事故，造成重大人身伤亡与设备严重破坏。本条为强制性条文，必须严格执行。

本条规定同时源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018中7.2.1条【入炉废钢严禁混入爆炸物、密闭容器、有毒物质或放射性元素。可能存在放射性危害的废钢，不应进厂。进厂的社会废钢，应进行分选，检出有色金属件、易燃易爆及有毒等物品；对密闭容器应进行切割处理；废武器和弹药应由相关专业部门严格鉴定，并进行妥善的处理。】

两条内容联合编写，将放射性元素问题另纳入单独一条。

设置放射性物质检测仪器以防止存在放射性危害的废钢进厂、入炉。

有毒物质主要通过肉眼进行常识性判定，对存在怀疑的有毒物质必须委托有资质的检测机构检测并提供清理、排毒措施。

4.2.4本条规定源自：

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中6.2.12条【以废钢为主要原料的电炉，在废钢堆场应配备放射性物质检测仪器。】，原为非强条，考虑到废钢的安全性，补充此条作为强条；

《炼钢安全规程》AQ2001-2018中7.2.1条【可能存在放射性危害的废钢，不应进厂。】所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.2.5本条规定源自《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010中4.6.19条【新建钢铁联合企业严禁采用混铁炉储存铁水及铁水分包工艺。】

本条为强制性条文。在转炉炼钢车间，采用混铁炉储存铁水及铁水分包工艺，是由于炼铁与炼钢生产的衔接匹自己不合适产生的，这种方式增加了铁水温降，浪费了铁水潜热，增加了炼钢环节的能耗，是能源浪费行为，应予以禁止。

在电炉炼钢车间，当需要向电炉兑入铁水时，可以采用大容量的铁水罐分批

兑入不同炉次，也可将铁水分包装入适合的小容量铁水罐，一罐铁水兑入一个炉次。

云南某些企业使用本地铁矿时，铁水含铅较多，一旦进入冶炼炉及精炼炉对耐材内衬侵蚀严重，同时也影响钢水质量，为此，该企业采用混铁炉对含铅铁水进行沉淀，设置排铅孔，铅元素沉淀凝固后定期排除。如果是这种出于改善铁水质量的目的，应该允许设置混铁炉。

4.2.6本条规定源自《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010中4.6.18条【转炉车间严禁再建化铁炉供铁水炼钢。】本条为强制性条文。转炉生产采用化铁炉供铁水炼钢方式，即将铁水铸成铁锭再化成铁水用于炼钢生产，是能源的重大浪费行为。

化废钢工艺则是针对“地条钢”而言，即以废钢铁为原料，经过感应炉等熔化、不能有效地进行成分和质量控制生产的钢以及以其为原料轧制的钢材。

4.2.7 本条规定源自：

《钢铁工业资源综合利用设计规范》GB50406-2017 中 4.7.5 条【转炉炼钢必须同时配套建设未燃法转炉煤气净化、回收利用系统。】；转炉炼钢采用未燃法，每生产 1t 钢可回收 80m³~120m³ 转炉煤气。转炉煤气是钢铁工业重要的二次能源，转炉煤气的回收利用能够替代一次能源、减少大气污染物排放，回收利用转炉煤气也是实现负能炼钢的关键措施。为了能更有效地回收利用转炉煤气，完善转炉煤气的净化和回收利用系统，本规范明确规定“转炉炼钢必须同步建设煤气回收系统”，作为强制性条文。

《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010中4.6.15条【新建或改造转炉炼钢厂或车间，必须配套建设煤气的净化、回收、利用系统，必须回收利用高温烟

气的余热。】；本条为强制性条文。根据《钢铁产业发展政策》第十三条“焦炉、高炉、转炉必须同步配套煤气回收装置”。转炉炼钢厂（或车间）配套建设转炉煤气的净化、回收、利用系统，是减少转炉煤气放散，提高二次能源利用效率，降低转炉冶炼能耗的有效措施，回收高温烟气的余热，用于产生余热蒸汽，可解决后部钢水精炼环节生产所需的蒸汽，也是一项重大的节能措施。

《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010 中 5.2.1 条【新建钢铁企业焦炉、高炉和转炉必须同步设计煤气回收装置。】本条为强制性条文。根据钢铁产业发展政策第十三条“焦炉、高炉、转炉必须同步配套煤气回收装置”。

4.2.8 本条规定源自：

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 7.1.8 条【VD、VOD 的真空罐以及各种精炼装置的钢包运输车轨道基础，必须采取漏钢事故的处理措施。钢包或钢包车升降式 RH 装置必须采取防止漏钢钢水浸入地下液压机械的措施。】；出于安全考虑，并且在发生漏钢事故后，便于清理漏出钢水的凝结物。

《钢铁企业冶金设备基础设计规范》GB50696-2011 中 6.4.4 条【在转炉炉体下方的钢水包车及渣罐车两轨道基础间应设置钢包事故坑，坑内应设置有效的排水设施，严禁坑内积水。】；在生产过程中，为防止事故漏钢，应在两轨道基础间设置钢包事故坑，坑的位置及尺寸应满足工艺专业要求。由于钢水温度非常高，为避免遇水发生爆炸，应设置有效的排水设施避免坑内积水。

《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414-2007 中 6.7.2 条第 8 款【钢包车升降式循环真空脱氧装置（RH）必须防止漏钢钢水浸入地下液压装置。】；2005 年 4 月，某钢铁集团第一炼钢厂的钢包车升降式 RH 装置，因钢包漏钢钢水流入地下液压提升机构引发火灾，造成人员伤亡，故对这类装置设计时必须

采取防止漏钢钢水浸入地下液压装置的可靠措施。

防火规范所表述内容已包含在炼钢规范表述中，保留炼钢规范条文即可，另补充“转炉/电炉炉下钢包运输车轨道基础”。

4.2.9 本条规定源自《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 7.1.9 条【VD、VOD 以及 RH 精炼装置采用蒸汽喷射方式的真空泵水封池（或热水箱）必须采取防止内部气体外溢措施，真空泵与水封池的废气放散管应引至厂房屋顶以上 2 m。】，为强条，予以保留；

本条同时源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018(全文强条)中 11.1.5 条【VOD 与 RH-KTB 等真空吹氧脱碳精炼装置、蒸汽喷射真空泵的水封池应密闭，并设废气燃烧器和排气管道，排气管应至少高于屋顶 4 米，避免废气排放装置接近新鲜空气吸入口。所在区域应设置煤气检测与报警装置及“警惕煤气中毒”、“不准停留”等警示牌。】，根据实际使用情况，去除了设置“废气燃烧器”要求，放散管管高度取最大要求 4 m。

4.2.10 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018 (全文强条) 中 9.2.4【新炉、停炉进行维修后开炉及停吹 8h 后的转炉，开始生产前均应按新炉开炉的要求进行准备；应认真检验各系统设备与联锁装置、仪表、介质参数是否符合工作要求，出现异常应及时处理。若需烘炉，应严格执行烘炉操作规程。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.11 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018 (全文强条) 中 9.2.1【转炉炉前、炉后平台不应堆放障碍物。转炉炉帽、炉壳、溜渣板和炉下挡渣板、基础墙上的粘渣，应经常清理干净。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.12 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.5 条【炉下钢水罐车及渣车轨道区域（包括漏钢坑），不应有水和堆积物。转炉生产期间人员需到炉下区域作业时，应通知转炉控制室停止吹炼，并不得倾动转炉，应打掉炉体、流渣板等处有坠落危险的积渣。无关人员不应在炉下通行或停留。】所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.13 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.3 条【兑铁水用的起重机，吊运重罐铁水之前应验证制动器是否可靠；不应在兑铁水作业开始之前先挂上倾翻铁水罐的小钩；兑铁水时炉口不应上倾，以防铁水罐脱钩伤人。兑铁时转炉平台应只允许兑铁工在平台上现场指挥，其余人员全部撤离至转炉平台安全区域，兑铁工要站在安全位置，并有紧急撤离通道。】所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.14 本条规定源自《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 6.1.8 条【对不采用电炉周围密闭罩的超高功率电炉，应采取操作室隔音与厂房隔音措施。】，为强条，予以保留。

电炉在冶炼过程中的起弧、熔化废钢或其他固态原料阶段噪声非常大，因此应采取隔音措施。本条为强制性条文，必须严格执行。本次取消了“超高功率”的约定，适用所有电炉炼钢车间。

4.2.15 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 13.1.4 条【转炉应设置事故电源装置，向氧枪升降和副枪升降供电，保证氧枪和副枪在正常电源中断时能提升到安全位置（或采用气动马达等方式将其提升到安全位置）；向转炉倾动制动器供电，使其能按需要松开；向转炉挡渣装置供电，保证它能退出转炉到安全位置。如果能提供保安电源，可不设事故电源装置。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.16 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.1.11 条【转炉煤气回收，应设一氧化碳和氧含量连续测定和自动控制系统；回收煤气的氧含量不应超过 2%；煤气的回收与放散，应采用自动切换阀；氧含量检测应与三通阀设置自动连锁，当氧含量不合格时，三通阀应能自动打到放散状态；若煤气不能回收而向大气排放，烟囱上部应设自动点火装置。故障点火开关应设在烟囱下部。】

为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.17 本条源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.1.6 条【设在密闭室内的氮、氩炉底搅拌阀站，应设氧浓度监测装置，浓度偏低时应有人工或自动连锁排气扇开启的保护措施。阀站应加强维护，发现泄漏及时处理，并应配备排风设施；人员进入前应排风，氧浓度达标确认安全后方可入内，维修设备时应始终开启门窗与排风设施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.18 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 9.1.13 条【转炉余热锅炉与汽化冷却装置的设计、安装、运行和维护，应遵守国家有关锅炉压力容器和压力管道的规定。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

转炉余热锅炉与汽化冷却装置属于炼钢专有设施，且在《特种设备安全监察条例》有关锅炉压力容器和压力管道规定范围，应纳入强制规范。

4.2.19 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 13.1.6

条【电炉和 LF 精炼炉，其变压器室大电流短网附近的墙体内外及附近的金属构件易因电磁感应发热，应采取防电磁感应发热的措施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.2.20 本条规定源自：

《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 8.1.6 条【钢水罐需卧放地坪时，应放在专用的钢包支座上，或采取防滚动的措施；热修包应设作业防护屏；】

《高温熔融金属吊运安全规程》AQ 07011-2018 中 6.2.11 条【高温熔融金属罐需卧放地坪时，应放在专用位置或专用的罐体支座上，且保证罐体放置牢固稳定；热修罐应设置作业防护屏；】本次进一步明确是“罐口”设置作业防护屏。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.21 本条规定源自：

《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 8.6.1 条【高温工作的水冷件，应根据需要提供事故用水。】

《钢铁企业给水排水设计规范》GB50721-2011 中 9.1.1 条【不能断水的设备，应设置安全供水系统】、9.2.1 条【安全用水的水量、水压、供水延续时间，应满足安全用水设备要求。】原非强条；

《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 14.5.1【炼钢设备安全供水系统应符合现行国家标准《钢铁企业给水排水设计规范》GB50721-2011 的有关规定。】原非强条；

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.22 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.1.9 条

【烟道上的氧、副枪孔与加料口，应设可靠的氮封。转炉炉子跨炉口以上的各层平台，应设固定式煤气检测与报警装置，除就地报警外，煤气检测和报警应在转炉主控室集中显示；上述平台作业应携带便携式煤气报警仪，并采取可靠的安全措施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.23 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.13 条【有窒息性气体的阀站，应设氧浓度监测装置，浓度偏低时应有人工或自动连锁排气扇开启的保护措施。阀站应加强日常维护检查，发现泄漏事故及时处理，只有氧浓度达标确认安全后，方允许人员入内进行日常巡检和维修作业。维修设备时应始终开启门窗与排风设施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.24 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.14 条【进入料仓等有氮气密封设备的空间，应采取有效的通风措施，凡进入有可能存在氮气等可能窒息的空间，应经作业许可，并应进行氧含量检测，合格之后人员方可进入。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.25 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 6.23 条【.....所有高温作业场所，如炉前主工作平台、钢包冷热修区等，均应设置通风降温设施。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，参考其他规范在《钢铁冶炼工程项目规范》中增加相应强制性条文。

4.2.26 本条规定源自：《炼钢工程设计规范》GB50439-2015 中 7.1.2 条，原

非强条，考虑项目规划及功能、性能等特有内容，补充此条。

4.2.27 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2. 2 条【应控制炼钢炉出钢量，防止炉外精炼时发生溢钢事故。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.28 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2. 3 条【应做好精炼钢包上口的维护，防止包口粘结物过多。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.29 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2.9 条【LF 通电精炼时，人员不应在短网下通行，工作平台上的操作人员不应触摸钢水罐盖及以上设备，也不应触碰导电体。人工测温取样时应断电。……】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

有的企业在短网下设置了防护密封通道，则允许人员穿行。

4.2.30 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.2.5 条【氧燃烧嘴开启时应先供燃料，点火后再供氧；关闭时应先停止供氧，再停止供燃料。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.31 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.2.1 条【电炉开炉前应认真检查，确保各机械设备及联锁装置处于正常的待机状态，各种介质处于设计要求的参数范围，各水冷元件供排水无异常现象，供电系统与电控正常，工作平台整洁有序无杂物。】。本次扩展为所有初炼炉、精炼炉。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.32 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.1.20

条【采用铁水热装工艺的电炉，应能正确控制兑铁水小车的停车位和铁水罐倾动的速度与位置，防止造成跑铁事故。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.33 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.1.20 条【采用炉前热泼渣工艺的电炉，热泼渣区域周围的建、构筑物与地坪、上方的管线或电缆，应有可靠的防护措施，防止因作业区内积水酿成爆炸事故。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.34 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2.12 条【吊运满罐钢水或红热电极，应有专人指挥；吊放钢水罐应检查确认挂钩，脱钩可靠，方可通知司机起吊。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.35 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2.13 条【潮湿材料不应加入精炼钢水罐；人工往精炼钢水罐投加合金与粉料时，应站在投加口的侧面，防止液渣飞溅或火焰外喷伤人。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.36 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2.15 条【喂丝线卷放置区，宜设置安全护栏；从线卷至喂丝机，凡线转向运动处，应设置必要的安全导向结构，确保喂丝工作时人员安全；向钢水喂丝时，人员应站在安全位置。】。

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.37 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.6 条【转炉吹氧期间发生以下情况，应及时提枪停吹：氧枪冷却水流量、氧压低于规

定值，出水温度高于规定值，氧枪漏水，水冷炉口、烟罩和加料溜槽口等水冷件漏水，停电。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.38 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 9.2.7 条【吹炼期间发现冷却水漏入炉内，应立即停吹，并切断漏水件的水源；转炉应停在原始位置不动，待确认漏入的冷却水完全蒸发，方可缓慢动炉。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.39 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 10.2.8 条【电炉冶炼期间发生冷却水漏入熔池时，应断电、断气，关闭烧嘴，停止一切操作，并立即处理漏水的水冷件，不应动炉。直至漏入炉内的水蒸发完毕，方可恢复冶炼。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.40 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 11.2.6 条【精炼过程中发生漏水事故，应立即终止精炼，若冷却水漏入钢包，应立即切断漏水件的水源，钢包应静止不动，人员撤离危险区域，待钢液面上的水蒸发完毕方可动钢水罐。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.41 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 14.1 条【采用抱罐汽车运输液体渣罐时，罐内液渣不应装满，应留 0.3m 以上的空间，抱罐汽车司机室顶部与背面应加设防护装置；抱罐汽车运行线路宜设专线，避免与其他车辆混杂运行，并尽可能减少相交道口。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.42 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 15.1.1 条【转炉采用拆炉机拆炉期间，人员不应在炉下区域通行与停留。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.43 本条规定了进行电炉拆炉/修炉作业的前提条件-待炉体完全冷却后进行；增加此条源于一起事故：此前某厂在没有等待炉体完全冷却的情况下，人站在水冷板上进行作业，在炉内高温作用下，水冷板突然漏水，引发爆炸事故，造成人员伤亡。

此前未见现有规范有此方面的要求，基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.44 本条规定源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018（全文强条）中 15.1.2 条【电炉采用风镐拆炉时，作业人员应佩戴护目镜等防护装备，并注意站位安全，防止落砖伤人。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.2.45 本条规定源自《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018（全文强条）中 7.23 条【发生熔融金属泄漏事故，应在保证安全的前提下，及时用熔剂或沙土挡住流出的液体，防止熔融金属大面积流淌进入水沟、电缆沟或气、水、油等管沟（空间），造成次生灾害。】

所在规范为全文强条；基于安全方面考虑，制定本条款。

4.3 浇注

4.3.1 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 4.3.1 条
确定连铸车间生产能力的主要依据是车间生产大纲要求的规模，并由根据生产规模确定的相关工序主要设备配置，设备的先进性和可靠性来保证。对分步实施的工程设计时应预留有车间最终规模的发展空间。

4.3.2 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 4.4.1 条

本条规定了连铸车间的布置原则是上下工序有效衔接，流程顺畅，同时还应重视中间罐的修砌和更换备用设备的维修等作业。

4.3.3 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 4.4.5 条。

4.3.4 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 5.3.2 条；《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.1 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

连铸机拉速（拉坯速度）是连铸生产中非常重要的工艺参数，受产量、生产匹配、钢种特性、钢水条件、铸坯断面、质量要求以及生产安全性等多种条件影响制约，因此不宜盲目追求高拉速。连铸机冶金长度确定后，连铸机允许的最大拉速也就确定了。如果实际生产操作超出最大拉速，则有可能出现铸坯鼓肚等质量事故，甚至出现切割漏钢等生产事故。

4.3.5 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.24 条；《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.3 条；《连续铸钢机械和设备的安全要求》EN-14753-2008 中 3.12 条、3.13 条、5.1.23 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

钢包滑动水口应具有事故状态紧急关闭功能。当钢包或中间罐发生钢流失控时，钢水事故处理系统应当可以收集失控钢流并将其导引输送至安全位置。

4.3.6 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.2.5 条；《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.2 条；《连续铸钢机械和设备的安全要求》EN-14753-2008 中 5.3.2.1（4）条。

从生产安全考虑，制定本条款。

当发生停电等事故情况下,事故回转驱动装置应可使用应急动力紧急旋转钢包回转台,将盛有钢水的钢包旋转至事故钢包上方。

4.3.7 本条规定源自:《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.2 条。

基于安全考虑,制定本条款。

4.3.8 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.2.4 条。

回转台上设钢包加盖机构对到达回转台上盛有钢水的钢包加盖保温,可以减少钢水温度损失。

4.3.9 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 条文说明 6.3.1 ~ 6.3.3 条。

4.3.10 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.3.3 条。

中间罐车设置完善的防热、隔热及防止钢花飞溅的措施,不仅保护设备,也是操作人员在浇注操作时的安全生产防护措施之一。

4.3.11 本条规定源自:《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.5 条;《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 4.4.8 条、6.3.7 条。

从生产安全考虑,制定本条款。

条文中所述部位采取的防护措施,一是避免在上述区域发生液态钢水泄漏事故时高温液态钢水对设备、管线造成损坏,进而影响设备紧急运行及事故处理,造成更大的安全事故;二是避免在上述区域发生液态钢水泄漏事故时高温液态钢水对重要承力构筑物(平台、梁、柱)等造成损坏,进而引发安全事故。

4.3.12 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.4.1、6.4.2 条。

中间罐作为钢包和结晶器之间的缓冲容器,起着稳压和分流的作用。中间罐的容

量和钢水深度是中间罐的重要参数,合理的中间罐设计应使钢水在中间罐内有足够的停留时间,促使夹杂物能上浮,并保证多炉连浇更换钢包时不影响正常浇注。

4.3.13 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 条文说明 6.4.1 条。

4.3.14 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.4.4 条。

4.3.15 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.4.3 条。

4.3.16 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.5.3 条。

4.3.17 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.5.6 条。

4.3.18 本条规定源自:《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.11 条。

从生产安全考虑,制定本条款。

4.3.19 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.7.13 条。

4.3.20 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.1.2 条

本条根据连铸机长期在高温、高负荷和潮湿的环境中工作特点,对连铸机设备设计共性问题作了原则规定。

4.3.21 本条规定源自:《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.22 条;

《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.2 条、12.3.7 条;《连续铸钢机械和设备的安

全要求》EN-14753-2008 中 5.3.2.1 (4) 条、5.2.3.2 (1) 条。

从生产安全考虑,制定本条款。

应急驱动动力设施应满足当液压泵发生故障或发生停电事故时:钢包回转台紧急旋转钢包至事故钢包上方、钢包水口和中间罐水口紧急关闭、液压系统蓄能器应能维持拉矫机压下辊继续夹持钢坯 30min~40min。

4.3.22 本条规定源自：《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.8 条；《连续铸钢机械和设备的安全要求》EN-14753-2008 中 5.1.22 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

4.3.23 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.12.6 条。

4.3.24 【本条规定源自：《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.4.1 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

4.3.25 【本条规定源自：《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.4.4 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

4.3.26 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.19 (1) 条、8.1.1 条。

4.3.27 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.19 (2) 、8.5.1、8.5.4 条；《钢铁企业给水排水设计规范》GB50721-2011 中 9.1.1 条；《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.6 条；《连续铸钢机械和设备的安全要求》EN-14753-2008 中 5.1.21 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

连铸机正常生产时，如果供水系统故障不能给连铸机各个系统正常供水，则极易发生设备损坏、漏钢甚至结晶器爆炸等恶性事故，因此，连铸机冷却水系统必须设置安全供水设施。可采用高位水塔（水箱）或其他安全供水设施，安全水塔（或水箱）应设置高、低水位报警，应设置低水位报警并与连铸机的开机连锁。

4.3.28 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.19 (3) 条。

4.3.29 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.18 条。

不锈钢及高铬合金钢连铸坯火焰切割时需加铁粉助熔，由此产生大量烟气，其烟气中含有钢中氧化物及合金粒子，虽无毒但对人体是有害的。因此，应加设抽气除尘设施，对烟气进行净化处理，使其净化后的烟气含尘量符合环保排放要求。同样，铸坯表面火焰清理(或热修磨)装置及中间罐倾翻点生产中均产生大量含氧化铁粉及灰尘的烟气也应进行治理。

4.3.30 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 4.4.7 条。

本条对连铸车间主厂房设计提出原则要求。

4.3.31 本条规定源自：《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 12.3.9 条。

从生产安全考虑，制定本条款。

4.3.32 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 3.0.25 条。

4.3.33 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 8.3.5 条。

4.3.34 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 6.13.5 条。

4.3.35 本条规定源自：《连铸工程设计规范》GB50580-2010 中 7.4.1 条。

5 铁合金

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定了铁合金矿热炉生产硅铁、硅铬、锰硅合金、高碳锰铁、高碳铬铁、镍铁主体工艺装备的选型。新(改、扩)建铁合金生产企业铁合金矿热炉工艺装备选型应执行本条规定。

本条源自《铁合金、电解金属锰行业规范条件》中三、工艺装备，并根据内容适当调整。

5.1.2 本条规定了铁合金车间吊运铁水或液渣时必须采用铸造起重机。铁合金车间浇铸间起重机经常用于吊运满罐的铁水和液渣，如果用普通的起重机容易造成重大人身安全事故和设备损坏。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.1.18 条，并根据内容适当调整，系现行强制性条文。。

5.1.3 本条规定了铁合金工程主要煤气危险区域、对区域煤气检测所要采取的技术措施，以及进入区域工作所需要的安全防护措施、试验、佩带器具等，目的是保证人身安全以及设施安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 10.1.2 条、10.1.4 条；《炼铁安全规程》AQ 2002-2018 第 6.9 条。

5.1.4 本条是对矿热炉设计耐材及冷却系统检测的基本功能要求。目的是保证及时发现炉缸安全问题，及时处理，防止炉体温度过高。

5.1.5 本条规定是为了防止高温液体在吊运过程出现人员和设备安全事故。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 13.8 条。

5.1.6 本条规定了高温作业场所采取的技术措施，保证作业人员安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 14.3 条。

5.1.7 本条规定了铁合金电炉详细勘察的勘探点布置要求。

本条源自《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.16 条中第 3 款【重大设备基础应单独布置勘探点，重大的动力机器基础和高耸建筑物，勘探点不易少于 3 个】。

5.1.8 本条规定了人员带电操作区域的绝缘措施，防止设备漏电造成安全事故。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 6.2.5、8.1.11 条。

5.1.9 浇铸间主要进行高温熔融铁水的扒渣、浇铸作业，温度急剧变化导致地坪热胀冷缩整体体积变化量较大，采用整体混凝土地坪容易产生裂缝或破坏。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 6.2.17 条。

5.1.10 本条规定了放射性区域所采用的安全措施，目的是保证人身安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 7.1.11 条。

5.2 铁合金

5.2.1 本条对采用电炉法冶炼铁合金产品时，倒拔电极操作作了严格规定。需要倒拔电极时，铜瓦必须松开。如果带电倒拔电极，会造成铜瓦与电极之间产生火花，不但会烧坏铜瓦造成停产，严重时还会造成人身安全事故。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.13 条，并根据内容适当调整，系现行强制性条文。

5.2.2 本条对含六价铬的浸出渣的堆放、处理作了规定。六价铬会对环境造成很大的危害，渗透力很强。尤其是对地下水危害更大，因此浸取渣必须做还原无害化处理。处理前需要短时堆放时，其堆放地面必须要做防渗处理，避免因雨水的

冲洗对地下水造成污染。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 4.6.1 条，系现行强制性条文。

5.2.3 本条对粉料加工间的设备、工具的使用、通风和粉尘收集净化设施的设置作了规定。铝、镁、钙、硅、硅铁、锰铁、硅钙和碳化钙都是易燃易爆物质，遇到火花会燃烧爆炸。易堆积形成粉尘爆炸性气氛，为保障生产安全、改善卫生状况，必须采用防爆设备，设置通风和防爆型粉尘收集净化设施。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 6.0.7 条、6.0.8 条及《钢铁冶金企业设计防火规范》GB50414-2007 中 6.8.4 条，并根据内容适当调整，系现行强制性条文。

5.2.4 本条规定了封闭电炉炉盖上必须设置温度、压力测量计、防爆孔的要求，目的是防止事故的发生，保证人员及设备安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.7 条及《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.14 条。

5.2.5 全封闭矿热炉内压力过大时，煤气从炉体溢出，压力过小，冷空气进入炉内过多易引起爆炸事故。因此须设置密闭罩，并采取相应的安全措施，目的是保证人身及设备安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 10.4.3 条及《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.15 条。

5.2.6 本条规定了铁合金工程氢气危险区域、对区域氢气检测所要采取的技术措施，氢气含量不断增高又无法控制时的操作程序及具体措施，目的是保证操作安全，防止更大事故发生。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.14 条、3.2.15 条。

5.2.7 本条规定了封闭电炉炉气中含氧量的控制要求。当封闭电炉炉气中含氧量大于 2%时，表示密封不好。当含氧量达到 2%时，就要停炉检查。当含氧量超过 2%时，可能产生爆炸。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.16 条及《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 10.1.5 条。

5.2.8 保证电炉短网的良好绝缘，防止短网短路事故的发生，目的是保证人员和设备安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.5 条。

5.2.9 本条规定了矿热炉漏水时所采取的安全措施，目的是保证人员和设备安全。

5.2.10 本条规定了矿热炉拆炉/修炉时须满足的条件，保证相关人员安全。

5.2.11 本条规定是高温熔融炉渣在扒渣、分渣操作时所采取的安全措施，防止炉渣溅伤事故。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 9.1.4 条。

5.2.12 本条规定了电极壳的焊接要求，目的是保证质量。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.1.7 条。

5.2.13 本条规定了计算机配料时的误差控制要求，目的是保证配料比准确，满足冶炼工艺要求。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.8 条。

5.2.14 本条规定了压放电极的要求，如果压放量过大，电极没有烧结好易产生软断。如果电极功率没有恢复到满负荷就压放也会造成电极断裂。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.2.12 条。

5.2.15 本条规定了铁合金矿热炉用液压油的要求，禁止使用普通液压油，应采用水乙二醇抗燃液压油，以有效避免和减少因普通液压油泄漏引起的火灾事故。
禁止原因：随着铁合金矿热炉大型化、自动化水平的不断提高，液压设备在矿热炉生产中应用逐渐增多，特别是高温区域，例如：电极升降、电极压放、开堵炉眼等关键部位等，这些都是处于高温区域或者操作困难区域，使用普通液压油一旦泄漏极易燃烧失火，造成人员伤亡或设备损毁。

本条源自《金属冶炼企业禁止使用的设备及工艺目录（第一批）》中第 11 条。

5.2.16 本条规定了铁合金铸造禁止使用水冷（通水）锭模，应使用不通水的铸造锭模，替代水冷（通水）锭模。水冷（通水）锭模长时间使用存在开裂可能，同时高温铁水浇注时，可能烧穿锭模，若使用水冷（通水）锭模，易发生高温铁水遇水爆炸事故。

本条源自《金属冶炼企业禁止使用的设备及工艺目录（第一批）》中第 12 条。

5.2.17 料管密封不好可能导致煤气泄漏及爆炸的危险，易发生重大生产安全事故，造成人员伤亡及设备损毁。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.8 条。

5.2.18 本条规定了倾动电炉倾炉装置与电极升降装置的控制要求，防止倾炉时炉体与电极干涉发生电极打断事故，保证设备安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.9 条。

5.2.19 本条规定了电炉送电前及送电期间的操作规程，保证人员及设备安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.13、8.1.14 条。

5.2.20 本条规定了电炉运行时的安全规程，目的是保证作业人员安全。

本条源自《铁合金安全规程》AQ 2024-2010 中第 8.1.16、8.1.17 条。

5.3 辅助设施

5.3.1 本条对电炉安全供水要求作了规定。基于安全方面考虑，电炉冷却水系统应事故供水能力以起到保护电炉本体设备，避免事故的发生。

本条为非现行强制性条文。

5.3.2 本条规定了铁合金项目主体生产设施的分级供电负荷。基于中断供电对人身安全、经济损失造成影响的重要程度考虑，铁合金电炉冷却水供水系统、液压系统、出铁车牵引系统、吊运铁水、液渣铸造起重机、回转窑供电级别须按一级负荷设计。

本条为非现行强制性条文。

5.3.3 本条对电解金属锰生产企业锰渣库的设置、使用、使用年限及锰渣的堆存、处理、污水处理作了严格规定。电解金属锰锰渣内含有大量的有害物质，若大量锰渣不经过处理即堆放，且防渗措施不当、不全，对环境安全隐患较大。锰渣若经雨水淋浸而产生的渗滤液对地表水和地下水、土壤造成严重污染，同时对周边的生物生态也会造成致命影响。

本条源自《铁合金、电解金属锰行业规范条件》三、工艺装备中（二）环保、节能、安全及综合利用设施 5、6 条及六、产品质量、职业卫生与安全生产中第（四）条，并根据内容适当综合改写。

5.3.4 本条对对电解金属锰生产企业含铬废水、事故废水、生产厂区内污水处理设施的配备了基本规定。电解金属锰含铬废水会对环境造成很大的危害，渗透力

很强。尤其是对地下水危害更大，因此必须经过综合处理，达标排放。地面必须要做防渗处理，避免对地下水造成污染。

本条源自《铁合金、电解金属锰行业规范条件》三、工艺装备中（二）环保、节能、安全及综合利用设施 7 条。

5.3.5 本条规定是制氮间内氧浓度检测的基本功能要求，及人员检修时所采取的安全措施，目的是保证人身安全。

本条源自《炼钢安全规程》AQ2001-2018 中 10.1.6 条。

5.3.6 大电流短网附近易产生涡流，变压器室墙体内外及附近的金属构件易因电磁感应发热，应采取防电磁感应发热的措施，保证建筑结构安全。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 5.3.2 条。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了工程施工安全和程序的基本要求，是现行《施工企业安全生产管理规范》GB50656-2011 中的 5.0.3、10.0.6 条，《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33-2012 中的 4.5.2 条、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46-2005 中的 3.1.4 条、3.1.5 条、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ276-2012 中的 3.0.1 条、《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278-2010Z 中的 1.0.3 条和《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093-2013 中的 6.1.14 条的提升。

6.1.2 本条规定了工程施工的基本要求，是现行《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》GB50669-2011 中的 5.2.1 条、5.5.1 条、11.2.2 条和《通风与空调工程施工规范》GB 50738-2011 中的 3.1.5 条、11.1.2 以及《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010 中的 1.0.5 条的提升。

6.1.4 工程选用的原材料、成品、半成品、零部件的质量状况直接影响到工程的基本功能和技术性能及安全，需要进行控制。按照 2011 年 4 月 22 日中华人民共和国主席令第 46 号《中华人民共和国建筑法》第 59 条：建筑施工企业必须按照工程设计、施工技术标准 and 合约的规定，对建筑材料、建筑构配件和设备进行检验，不合格的不得使用。

本条是现行《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231-2009 中的 1.0.5 条、《1KV 及以下配线工程施工质量验收规范》GB50575-2010 中的 3.0.13 条、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203-2011 中的 4.0.1 条、

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015 中的 5.2.1 条、《屋面工程质量验收规范》GB50207-2012 中的 3.0.6 条、《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》GB50669-2011 中的 3.0.4 条、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001 中的 4.2.1 条、4.3.1 条、4.4.1 条、6.3.1 条、《钢结构焊接规范》GB 50661-2011 中的 4.0.1 条、《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128-2014 中的 3.0.1 条、《施工企业安全生产管理规范》GB50656-2011 中的 3.0.9 的提升。

6.1.5 本条是引用现行《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231-2009 中的 1.0.6 条。

工程施工中使用未经计量检定的不合格的器具、仪器仪表和设备，会给工程质量带来严重后果，给企业造成经济损失；计量器具必须是根据计量法规定的、定期计量检验合格，且保证在检定有效期内使用；计量器具的精度要与质量检测标准精度相匹配。

6.1.6 本条是现行《冶金除尘设备工程安装与质量验收规范》GB50566-2010 中的 18.1.5 条、《通风与空调工程施工规范》GB 50738-2011 中的 16.1.1 条和《炼铁机械设备工程安装验收规范》GB50372-2006 中的 2.0.6 条的提升。

6.1.7 本条是现行《钢铁厂加热炉工程质量验收规范》GB50825-2013 中的 4.8.5 条、《炼钢机械设备工程安装验收规范》GB50403-2007 中的 2.0.4 条、《炼铁机械设备安装规范》GB50679-2011 中的 6.1.6 条、《炼铁机械设备工程安装验收规范》GB50372-2006 中的 5.2.2 条、《冶金机械液压、润滑和气动设备工程施工规范》GB50730-2011 中的 2.0.4 条《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236-2011 中的 5.0.1 条、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-2012 中

的 6.0.1 条、《球形储罐施工规范》GB50094-2010 中的 6.1.1 条、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001 中的 5.2.2 条、《钢结构焊接规范》GB 50661-2011 中的 6.6.1 条、《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128-2014 中的 6.1.1 条、《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128-2014 中的 6.2.1 条、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011 中的 5.0.1 条的提升。

焊接是一个特殊工艺过程，也是关键过程，焊接质量是关系到生产安全和工程使用寿命，而焊工的技能水平对焊接质量起到决定性作用。本条文强调焊工的资质，明确规定从事工程是施焊的焊工，必须经考试合格，取得资质合格证书并在有效期内施焊，其施焊范围不得超越资质合格证书的规定。

6.1.8 本条规定了工程施工中特种设备操作人员的上岗要求。本条是现行《中华人民共和国安全生产法》第 27 条、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33-2012 中的 2.0.1 条、《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128-2014 中的 7.2.1 条的提升。

6.1.9 本条是现行《钢结构工程施工规范》GB 50755-2012 中的 11.2.4 条和 11.2.6 条的提升。

进行吊装作业，所使用的吊具、起重设备必须在其额定起重量范围内进行，以确保吊装安全，若超出额定起重量进行，极易导致生产安全事故；吊装用的吊具在使用过程中可能存在局部的磨损、破坏等缺陷，使用时间越长存在缺陷的可能性越大，必须对吊具进行全数检查，以保证质量合格要求，方式安全事故发生，保证吊装安全。

6.2 施工与验收

6.2.1 【立体交叉作业是冶炼工程施工的最重要特点之一，同时立体交叉作业极易发生人身伤亡事故，必须严格执行。

6.2.2 参加冶炼工程施工的作业人员应熟悉、了解动火区作业的规定，掌握动火区消防设备等的使用。进入动火作业区必须办理动火证后方可动火。同时必须严格遵守安全规程和规定，以防止事故发生。

6.2.3 冶炼工程有大量密闭空间内的作业，参加冶炼工程施工的作业人员应熟悉、了解密闭空间内作业的规定，。同时必须严格遵守安全规程和规定，以防止事故发生。

6.2.4 本条规定了热风炉系统施工时，对炉箅子及支柱的检查要求、及具体指标和方法，目的是保证格子砖施工质量，保证通孔率，提高换热效率。

本条源自《工业炉砌筑工程施工与验收规范》GB 50211-2014 中的 6.3.11 炉箅子与支柱的安装质量不仅影响格子砖的砌筑质量，而且关系到生产安全。炉箅子上表面的表面平整偏差、炉箅子格孔中心线与设计未知的允许偏差是保证格子砖砌筑质量的先决条件，因此加以规定。

6.2.5 本条规定了耐火砖砌筑中对砖缝泥浆饱满度的要求，及具体措施，目的是保证砌筑质量，保证使用寿命。

本条源自《工业炉砌筑工程施工与验收规范》GB 50211-2014 中的 7.1.9 砖缝耐火泥浆的饱满和密实，是防止气体窜漏、保证正常生产和安全的有效手段，故加以规定；砖缝耐火泥浆的饱满度和严密性可通过勾缝予以弥补和增强。

6.2.6 本条规定了耐火浇筑料的使用具体要求，及具体保证质量和安全的措施，目的是保证浇筑质量，保证使用寿命。

本条源自《工业炉砌筑工程施工与验收规范》GB 50211-2014

6.2.7 本条规定了碳素捣打料施工的具体要求，及要达到的性能指标，目的是保证施工质量，保证使用寿命。

本条源自《工业炉砌筑工程施工与验收规范》GB 50211-2014

6.2.8 本条规定了炉底水冷管的焊接要求，及检查要求，目的是保证质量，保证使用过程不发生渗漏。

本条源自《炼铁机械设备工程安装验收规范》GB50372-2006 中的 5.2.5

炉底水冷管是保证炉底冷却的关键设备，工况恶劣，通水压力高，一旦有质量问题将严重影响高炉炉体一代炉役长短，对其施工质量必须严格控制。

6.2.9 本条规定了高速运转设备隐蔽工程的施工验收要求，目的是保证施工质量，防止出现安全事故。

本条源自《钢铁企业余能发电机械设备工程施工与质量验收规范》GB

50971-2014 中的 3.0.6，为强条，蒸汽轮机、高炉鼓风机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机等属高速运转动力设备，其机体内的零部件的制造精度和运转速度都很高，机体内存在某种缺陷或残留物，都有可能造成安全隐患或造成设备不正常的运转，甚至造成设备或人身安全事故，给国家和企业、家庭带来严重损失，因此缸体封闭即合缸是施工中的重要环节，是关键性的隐蔽工程。根据国务院令 第 279 号和第 687 号《建设工程质量管理条例》（2017 年 10 月 7 日修正版）第三十条 施工单位必须建立、健全施工质量的检验制度，严格工序管理，作好隐蔽工程的质量检查和记录。隐蔽工程在隐蔽前，施工单位应当通知建设单位和建设工程质量监督机构。

6.2.10 垂直胶带上料设备安装完毕后从机尾到机头全部胶带形成一个高达

100m 的封闭筒形系统, 一旦有火灾发生, 只要 30s 左右的时间就能从地面顺封闭筒罩燃烧至顶层, 将顺胶带筒罩蔓延至机头全部烧损, 目前尚无有效施救办法, 国内外均发生过类似火灾事故, 必须高度重视和严格采取有效的防火措施。

6.2.11 烘炉是确保热风炉、高炉顺利投产, 获得正常使用寿命的关键保证和前提, 必须严格保证; 烘炉是生产工艺性很强的工作, 应由生产厂编制试验方案和组织具体实施; 施工单位应配合生产单位做好过程的安全、卫生、防护等工作。

6.2.12 高炉、直接熔融还原炼铁炉在生产状态产生高浓度煤气, 一旦大量泄漏, 势必带来极大危害, 泄漏性试验对于减少生产状态的煤气泄漏, 具有极大保证意义; 泄漏性试验是生产工艺性很强的工作, 应由生产厂编制试验方案和组织具体实施, 施工单位应配合生产单位做好试验的安全、卫生、防护等工作, 配备足够的作业人员按生产单位的要求在各部位实施检查和记录

熔融还原 (COREX) 炉工作压力较高炉高, 某厂为设计压力为 0.55MPa, 工作压力为 0.42MPa, 是按压力容器标准设计的。要分别进行冷态强度试验和泄漏性试验以及热态泄漏性试验, 试验压力相应高于高炉。

6.2.13 本条是现行《《炼钢机械设备工程安装验收规范》GB50403-2007 中的 5.4.5、6.2.1、8.2.4、8.3.2、8.4.4、9.6.5、9.8.1、9.9.1、10.4.1、10.5.1、11.5.1、11.8.1、13.4.2 条、《炼钢机械设备安装规范》GB50742-2012 中的 2.0.12、5.3.12、6.2.4、8.1.3、9.5.5、9.7.5、10.4.5、11.3.3、12.2.5、14.1.2 条的提升。

如果发生漏水, 水在钢液中剧烈汽化, 可以引发钢水爆炸, 直接危及人民生命财产安全, 因此, 本条文严格要求水冷件必须按设计文件的规定进行水压试验。

6.2.14 本条是现行《《炼钢机械设备工程安装验收规范》GB50403-2007 中的

6.2.2、9.9.2、11.8.2、15.7.1、18.4.2 条、《炼钢机械设备安装规范》
GB50742-2012 中的 2.0.9 条、《工业金属管道工程施工规范》GB50235-2010
中的 7.13.1 条、《空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范》GB50677-2011
中的 9.1.1 条的提升。

氧气有遇油脂易爆的特性，爆炸直接危及人民生命财产安全。凡与氧气接触的设备、管道、零部件严禁沾有油脂是氧气安全技术操作必须遵守的法规，因此本条文严格要求其与氧气接触的零、部件及管路严禁沾有油。

6.2.15 液压缸在安装前试压，可检查液压缸是否漏油，将空载动作相近液压缸组成一组，可做到提升高度相同。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.1.6 条。

6.2.16 烟罩或炉盖安装完毕应进行绝缘检查，目的是防止造成漏电损失或其他安全事故。

本条源自《铁合金工艺及设备设计规范》GB50735-2011 中 3.1.9 条。