

铁矿球团工程项目规范 (草案)

《铁矿球团工程项目规范》研编组

2020年11月

前言

本规范（草案）是根据住房和城乡建设部印发的《工程建设规范研编工作指南》（建标标函〔2018〕31号）的有关规定，和住房和城乡建设部《关于印发2020年工程建设标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2020〕9号），历经一年的规范研编，由中冶长天国际工程有限责任公司会同其他六家单位编制而成。

《铁矿球团工程项目规范》（草案）是贯彻落实国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的精神、构建强制性标准体系，在工业和信息化部、住房和城乡建设部的统一领导以及冶金建设协会的组织下编制的钢铁球团单元全文强制性工程项目规范。规范内容包含工程项目的生产规模、规划布局，项目的功能、性能、关键技术要求和指标等方面，涵盖了工程项目的规划、勘察、设计、施工、验收、运行维护及拆除等阶段，保障在项目全生命周期中人民生命财产安全、人身健康、工程质量安全、生态环境安全、公众权益和公共利益，以及促进能源资源节约利用、满足我国经济建设和社会发展的要求，并体现工程项目在技术上的先进性、经济上的合理性、安全上的可靠性和实施上的可操作性。

《铁矿球团工程项目规范》（草案）条文部分由八章组成，其中第二章“基本规定”是对铁矿球团工程项目各个阶段的一般要求，从第三章到第七章是按照主工艺流程的顺序对各生产工序所做的规定，第八章则是对与主工艺系统配套的辅助系统的规定。

《铁矿球团工程项目规范》（草案）是全文强制性规范，由住房和城乡建设部负责管理和解释，中冶长天国际工程有限责任公司负责具体条文内容的解释。在执行规范过程中，如发现问题或有任何意见和建议，请及时与研编组联系，以便更好的修订。

《铁矿球团工程项目规范》（草案）研编组

目 次

1 总 则	4
2 基本规定.....	5
3 原料和燃料.....	8
3.1 一般规定.....	8
3.2 原料	8
3.3 燃料.....	8
4 配料、混合和造球.....	10
4.1 配料.....	10
4.2 混合.....	10
4.3 造球.....	10
5 焙烧.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 焙烧.....	11
5.3 烟气净化.....	12
6 冷却	14
6.1 一般规定.....	14
6.2 球团矿冷却.....	14
7 筛分和产品.....	15
7.1 筛分.....	15
7.2 产品.....	15
8 辅助设施.....	16
8.1 一般规定.....	16
8.2 物料及能源介质计量.....	16
8.3 检化验.....	16
8.4 环境除尘、通风、采暖和空调.....	17
8.5 给排水.....	17
8.6 压缩空气、氮气等气体.....	17
8.7 供配电及控制系统.....	17
本规范用词说明.....	19
起草说明.....	20

1 总 则

- 1.0.1 为规范铁矿球团工程规划、建设、运营、维护及拆除，保障工程项目的功能和性能要求、人身健康和生命财产安全，节约资源，保护环境，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、改建或扩建氧化球团项目。
- 1.0.3 铁矿球团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，必须进行合规性判定。
- 1.0.4 铁矿球团工程除应符合本规范外，尚应符合国家现行的法律法规及规范的规定。

2 基本规定

2.0.1 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，遵循技术先进、经济合理、安全生产、节约资源、保护环境的建设理念，有效利用资源，保证生产和操作安全，采取措施降低能源消耗、减少污染，并应对产生的污染物进行处理。

2.0.2 项目规划应包括原燃料供应和能源介质供应、厂址选择、建设规模和投资规模、社会效益和经济效益等方面，并应进行环境影响评估和安全评价。

2.0.3 项目选址应符合下列规定：

1 应对拟选用的厂址进行勘察，并应评价场地的稳定性和适宜性。

2 应位于居民区常年最小频率风向的上风侧，厂区边缘至居民区的距离不应小于500m。

3 建厂地址应根据原燃料供应条件、产品运输条件、环境影响等因素选择。

2.0.4 工程规模应根据原料供应情况和需求等因素确定。规模应大于或等于100万t/a。

2.0.5 总图布置应流程顺畅、紧凑、利用地形、节约用地。

2.0.6 球团厂应采用连续工作制，设计年日历作业率不应低于90.4%。

2.0.7 材料和设备选择应满足安全、节能和环保要求，严禁使用国家明令禁止或淘汰的材料和设备。

2.0.8 安全、职业健康、消防和环保设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

2.0.9 安全设施应符合下列规定：

1 高温区域、煤气及其他危险物使用区域、高压用电区域应设置“禁止接近”、“禁止通行”或其他安全标志，安全色和安全标志应符合国家相关规定；

2 通道、楼梯的出入口不得位于吊车运行频繁的地段或靠近铁道，否则应设置安全防护装置；

3 吊装孔应设置防护盖板或防护栏杆，并应设警告标志；

4 设备裸露的运转部位应设置防护罩、防护栏杆或防护挡板，并应设警告标志；

5 皮带机、链板机等需要跨越的部位，应设置过桥或跨梯；

6 在轨道上行走的设备，两端应设置缓冲器和轨道清扫器，轨道两端应设置电气限位器和机械安全挡；

7 地坑应设置盖板或四周安全栏杆；

8 设备检修或技术改造应制定相应的安全技术措施，多单位、多工种在同一现场施工时，应协调作业。

2.0.10 锅炉、压力容器、起重设备、垂直运输等特种设备应符合国家有关特种设备监察管理规定的要求。禁止使用无保护装置的有放射性的仪表和器具。

2.0.11 使用易燃易爆物及有毒有害气体的场所应设置泄漏检测报警、安全保护、消防等设施。

2.0.12 工程项目在开展设计前应进行勘察。工程勘察应符合下列规定：

1 勘探钻机塔顶与钻杆距架空电缆间应保持安全距离，大雾、大风天气不得进行钻探

作业。

2 对深挖高填方场地，应对场地周边稳定性进行勘察、评价。

3 当基坑施工需要对地下水进行控制（降水或隔渗），且已有的资料不能满足要求时，应进行专项水文地质勘察。

4 对存在深厚新近填土或软土的场地，应评价地面沉降对工程的危害，提供设计所需的岩土参数建议值，并提出整治和改造方案建议。

5 对于存在大面积堆载的厂房，应评价地坪沉降对厂房地基基础与上部结构引发的危害，并提出风险防控措施建议。

6 对于沉降敏感的厂房、设备基础、烟囱、水塔等，应提供地基变形计算参数，预测其变形特征。

7 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 工程项目应依据国家核准的规模、环境影响评价批复、安全影响评价批复和能源评价批复，以及国家标准进行设计。设计深度应满足技术经济比较、设备采购、施工等阶段的要求。

2.0.14 工程施工前应取得施工许可证，并应编制施工组织设计。

2.0.15 施工应符合下列规定：

1 施工单位应具有建设主管部门颁发的、在有效期内的安全生产许可证。

2 施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任。

3 垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、爆破作业人员、起重信号工、登高架设作业人员等特种作业人员，必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书，并应在其核准的资格范围内从事相关工作。

4 设备和主要材料应符合工程设计要求，并应有合格证明。

5 安全防护用具、建筑机械设备、施工机具及配件必须具备供应商或租赁商提供的生产（制造）许可证、产品合格证，且应在产品规定的使用年限内使用，安全装置和设备档案应齐全。

6 有多台塔式起重机交叉作业时应编制专项施工方案，并应采取防碰撞的安全措施。低位塔式起重机的起重臂端部与另一台塔式起重机的塔身之间的距离不得小于 2m；高位塔式起重机的最低位置的部件(或吊钩升至最高点或平衡重的最低部位)与低位塔式起重机中处于最高位置部件之间的垂直距离不得小于 2m。

7 施工组织方案应结合工程特点，实施前应做安全技术交底。

2.0.16 工程验收应包括预验收和最终验收。现场浇筑和砌筑的耐火材料在烘烤前应进行预验收，并在热负荷试车前进行最终验收。工程项目完成单机试车、子系统冷负荷试车、全系统冷负荷联动试车和热负荷试车后，应进行工程预验收。合同规定的各项性能考核完成后一年，应进行工程最终验收。

2.0.17 球团厂运营管理应符合下列规定：

1 应建立组织机构和管理制度，并应配备运行、应急和抢修设施。

2 安全、环保和消防设施应可靠运行，废气、废水、废油、粉尘与噪声、固体废弃物

的排放应满足国家相关法规要求。

3 运营人员上岗前必须经过安全技能培训，合格后方可上岗作业。

4 特种设备和计量设备应依法进行检验检测。

2.0.18 利旧改造项目设计前应进行结构可靠性鉴定，结构加固方案应根据结构可靠性鉴定确定，加固后的结构应满足改造后的载荷要求和抗震规范要求。

2.0.19 球团厂维护应符合下列规定：

1 应实行计划检修制度。

2 应根据检修对象配备维修设施、备品备件、材料和油脂。

3 油脂应与材料、备品备件分开存放，材料、备品备件应分类存放，耐火材料应储存在防雨的库房内，机械设备备件应与电气仪表备件分开存放。

4 物料输送系统产生的撒料应及时清理、收集并回收使用。

5 维修时被更换的设备和部件、材料、油脂等应分类存放并交资源回收部门处理。

2.0.20 球团厂拆除应符合下列规定：

1 拆除工程施工前必须制定拆除方案。

2 拆除前必须对施工作业人员进行书面安全技术交底。

3 应在施工现场设置安全警示标志。

4 建构筑物拆除应采取隔离和抑尘措施。

5 对金属构件、可重复利用部件，应收集循环利用。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。

3 原料和燃料

3.1 一般规定

3.1.1 物料应分类堆存，堆存设施应布置在厂区主导风向的下风向，且应采取有效的控制扬尘措施。

3.1.2 燃料设施安全应符合下列规定：

1 使用气体燃料区域应设置 CO 和 O₂ 检测、煤气报警装置以及紧急自动切断装置；使用挥发分含量≥15%固体燃料区域应设置 CO 和 O₂ 检测报警装置。

2 储存挥发分含量≥15%的煤仓应定期检测温度，长时间停产时应排空煤仓。

3 易燃易爆物场所应采用防爆型电气设备。

3.2 原料

3.2.1 含铁原料水分应小于 10%，铁品位和 SiO₂ 波动允许偏差应分别为±0.5%和±0.2%。

3.2.2 原料预处理工艺应根据物料性质和工艺要求确定。当原料的细度和比表面积不能满足造球要求时应设置细磨工序；细磨工艺应根据试验确定。

3.2.3 原料接受和贮存系统应设置防止粘料和撒料装置，物料贮存时间应根据运输条件确定，严重冰冻地区应设置防冻、解冻设施。

3.2.4 原料水分高于造球水分时应设置烘干系统。烘干系统排出的废气应经净化后达标排放，不得直接排放。

3.2.5 熔剂、内配碳等添加剂应细磨至造球需要的细度，细磨后的物料应采用气力输送进矿槽贮存。

3.2.6 粘结剂采用膨润土时，应采用钠基膨润土或活化钙基膨润土。粉状膨润土应采用气力输送进矿槽贮存。

3.2.7 原料系统钢制矿仓排料口与其下方连接设备之间的间隙设计，应考虑矿仓装满料后因料重引起仓体竖向变形而导致该间隙的减少。施工安装时，该间隙应符合设计值。

3.2.8 原料受料和卸料系统的地下建筑物应设置防水、排水、通风和除尘设施。

3.2.9 翻车机室、汽车受料槽等地下结构的基坑工程开挖以及大跨度原料仓库屋盖体系安装，施工单位应预先编制专项施工方案，专项施工方案通过审批后才能实施。

3.3 燃料

3.3.1 焙烧燃料应根据焙烧工艺要求确定，气体燃料低位热值不应小于 10500kJ/Nm³。

3.3.2 气体燃料应根据燃料性质设置安全、计量、过滤等设施，调压装置应根据燃气到达用户点压力和燃烧系统对燃气压力要求设置。燃气输送管道应架空敷设。

3.3.3 使用液体燃料时，燃油系统应符合下列规定：

1 应设置燃油接收、储存和供油设施。

2 加热、保温系统和过滤、脱水及安全措施，应根据粘度、闪点、凝点、杂质含量、水分、比重等燃油特性确定。

3 燃油储存时间应根据燃油运输方式和运输距离确定。

4 贮油罐应靠近用户设置。当有多个用户时，应在距离总储油罐较远的用户附近设用户油罐。

5 总贮油罐应布置在厂区下风侧，与主要生产车间的距离不应小于 50m。

6 在燃油装卸和储存区域应设置防火围墙或铁丝网隔离措施，并应满足防火、防爆、防雷、防静电要求。

7 贮油罐最低油位不得低于加热器顶面的高度，最高加热温度应低于闪点 10°C；贮油罐和燃油输送管道加热用的蒸汽应使用饱和蒸汽，不得使用过饱和蒸汽。

3.3.4 用烟煤或次烟煤作为焙烧燃料时，煤粉制备及输送系统应符合下列规定：

1 磨煤室四周应留有消防通道。

2 磨煤室设备应采用防爆型设备。

3 原煤仓和粉煤仓不得使用可燃的衬板，仓内应设温度、CO 和 O₂ 检测报警装置，出现报警时仓内应通氮气保护，并采取降低仓位、使用干冰灭火器降温等措施。

4 停止喷吹煤粉时，煤粉在粉煤仓内的贮存时间不得超过 6h，煤粉输送风机应保持运转直至排空管道内的煤粉。

5 磨煤机的出口管道、旋风分级机顶盖、煤粉输送风机进口管道、袋式收尘器顶部和粉煤仓顶部应设置防爆阀，防爆阀泄爆时应不致危及人员和设备，爆炸产生的气体应送出室外。

6 煤粉制备区域的设备及管道等设施应采取防静电措施，防雷接地应规范可靠。现场严禁明火。

7 长时间计划停机检修或停产时应排空原煤仓和煤粉仓，杜绝仓内自燃事件。

8 露天原煤仓应定期测温，存在异常应及时采取措施将高温或冒烟煤堆与其它煤堆分离。

3.3.5 燃气管道和燃油管道应在总管上设置切断阀，当管道内输送压力超过 10kPa 时，应安装压力表、安全阀等安全装置。

3.3.6 燃气管道和燃油管道应定期检查维护，发生泄漏时应及时采取控制泄漏措施。

3.3.7 燃气输送管道和粉煤输送管道在拆除前应隔离现场，并应打开阀门、用压缩空气吹扫管道；燃油管道拆除前应清理管道内的残留物。

4 配料、混合和造球

4.1 配料

- 4.1.1 物料应采用自动重量配料，动态配料精度的允许偏差应为 $\pm 0.5\%$ 。
- 4.1.2 易扬尘的粉状物料应采用密封的配料设备。
- 4.1.3 配料槽贮存量应能满足正常生产使用 4h 以上的物料量。
- 4.1.4 主要含铁原料应首先进行配料。物料配料量应根据物料实时物理化学性质通过配料计算确定，并应根据物料物理化学性质变化及时调整。
- 4.1.5 配料槽上部移动式漏矿车走行区域严禁人员行走，其篦板应保持完整；采用抓斗上料的矿槽，上部应设置篦板。
- 4.1.6 钢制配料槽排料口与其下方连接设备之间的间隙应考虑料重引起仓体竖向变形。
- 4.1.7 贮存粘性物料的配料槽应设置机械振打等疏通装置；矿槽发生悬料时，严禁人员未采取防护措施进入矿槽处理。
- 4.1.8 采用气力输送物料的矿槽应密闭，其顶部应设置余压消除装置和除尘设施。

4.2 混合

- 4.2.1 球团工程应采用强力混合工艺和设备。
- 4.2.2 强力混合机的搅拌桨应耐磨，检查门应配置安全联锁开关。
- 4.2.3 进入强力混合机内部检修或清理，应事先切断电源并悬挂警示牌，并应全过程监护。

4.3 造球

- 4.3.1 合格生球落下强度应不低于 5 次/个球（0.5m 高），不合格生球应返回造球系统。
- 4.3.2 造球机数量应根据原料的成球性能及设备规格确定，且应设置备用造球系统。
- 4.3.3 每台造球机应配置一个给料仓，仓下部锥体角度不应小于 70° ，给料仓应设置防粘、防堵塞设施。
- 4.3.4 圆盘造球机倾角、转速应可调节，圆筒造球机转速应可调节。
- 4.3.5 生球筛分系统应筛除粒度不合格的生球，布料系统应减少生球转运次数、降低转运时的落差。
- 4.3.6 造球室应封闭并采取自然通风排气措施。
- 4.3.7 造球机应配备专用检修吊装设备。检修或清理造球机时，应事先切断电源并悬挂警示牌，采取防止筒体或盘体转动的措施，并有专人全过程监护。

5 焙烧

5.1 一般规定

- 5.1.1** 实验室试验应根据原料条件和产品质量要求并模拟生产工艺确定，试验结果应作为设计和生产操作的依据。
- 5.1.2** 工艺流程应根据试验或生产实践，以及生产稳定、产品质量合格、资源综合利用、节能环保要求制定。
- 5.1.3** 焙烧设备应优先采用链篦机-回转窑和带式焙烧机。
- 5.1.4** 焙烧系统产生的散料应回收利用。
- 5.1.5** 焙烧系统热负荷试车应在其他系统冷负荷试车结束后进行，试车前应编制热负荷试车方案。

5.2 焙烧

- 5.2.1** 球团工程应根据原料和燃料条件选择先进、成熟、节能的工艺路线，工艺流程和参数应根据球团试验和生产实践确定。
- 5.2.2** 焙烧系统设计能力应根据正常流程处理量，生产、操作以及原料变化等因素确定，并应留有富余量。
- 5.2.3** 焙烧系统应配置温度、压力检测和调节控制及保护设施。
- 5.2.4** 焙烧应采用高热值的燃料，带式焙烧机和竖炉球团工艺不应采用固体燃料。
- 5.2.5** 焙烧热耗应符合下列要求：
- 1 采用 100%磁铁矿焙烧时，不应大于 18kgce/tp；
 - 2 采用 100%赤铁矿焙烧时，不应大于 40kgce/tp；
 - 3 采用磁铁矿和赤铁矿的混合矿，可按比例用插入法计算确定；
 - 4 采用褐铁矿或镜铁矿或其他含铁原料时，应通过球团试验确定。
- 5.2.6** 燃烧系统应配置燃料和助燃空气调节阀、快速切断阀以及超压释放、防止低压回火、自动点火、火焰监测等安全装置。
- 5.2.7** 燃烧系统启动和停止操作应按操作规程执行。
- 5.2.8** 焙烧设备和载有热气流的工艺管道应根据介质特性采取相应的隔热保温措施。带式焙烧机和链篦机炉罩的耐火内衬应根据工艺段气流特性确定，内衬使用寿命不应小于 4a。高温段炉罩表面温度应小于 120℃，低温段炉罩表面温度应小于 80℃。
- 5.2.9** 带式焙烧机应设铺底和铺边料。
- 5.2.10** 球团冷却后的高温和中温载热气体、回转窑窑尾废气、从链篦机预热段风箱排出的载热废气，以及从带式焙烧机均热段、焙烧段和预热段排出的载热废气，应在工艺过程中循环利用。
- 5.2.11** 由焙烧设备漏出的散料以及回转窑中排出的大块粘结料应回收利用。
- 5.2.12** 工艺风机的风量和风压应根据工艺气流系统计算确定，并应留有富余量。
- 5.2.13** 链篦机耐热部件应采用耐热合金钢制造；篦床与炉罩和风箱之间、各工艺段之间应设置密封装置，风箱下应设置双层卸灰阀；整机漏风不应超过 20%。

5.2.14 带式焙烧机台车应采用耐热合金钢制造；台车与炉罩和风箱之间、各工艺段之间以及给料和卸料区应设置密封装置，风箱下应设置双层卸灰阀；带式焙烧机整体漏风率不应超过 25%。

5.2.15 回转窑筒体设计使用年限应不低于 25a。回转窑两端应设置密封装置。

5.2.16 带式焙烧机、回转窑、环冷机、高温风机以及重要部位冷却水泵应配置事故紧急驱动，并应由紧急备用电源单独供电。

5.2.17 使用燃气区域应定期检测设备、管道有无燃气泄漏。

5.2.18 焙烧设备应按照设备安装说明书进行现场装配，未达到安装要求的不得验收。

5.2.19 链篦机和带式焙烧机应安装在空气对流的封闭厂房。链篦机、环冷机和带式焙烧机上部炉罩耐火材料砌筑必须在设备本体安装完成并通过试运转后才能施工。

5.2.20 回转窑托轮和传动装置等部位安装精度未达到设计要求的不得验收。筒体分段在现场焊接时，焊缝应采用磁粉检测和超声波检测。

5.2.21 焙烧设备高温部位采用水冷却时，水冷系统安装完成后应进行水压试验。

5.2.22 检修人员进入链篦机内部维护前，应先停止向链篦机给料，关闭中央烧嘴、链篦机烧嘴和燃气阀门，打开链篦机放散烟囱和炉罩及风箱上的检查门，切断链篦机及其风机电源，待链篦机内部温度和煤气含量低于规定限值时方可进入，且应有专人全程监护。

5.2.23 当回转窑内衬出现裂缝、外壳体发红时，应立即关闭中央烧嘴。在回转窑内部温度冷却至 100℃之前，应保持筒体慢转。在不关闭中央烧嘴的情况下，回转窑停止运转时间不得超过 5min。

5.2.24 检修人员进入回转窑内检修前，应切断回转窑、链篦机及风机电源，关闭中央烧嘴、链篦机烧嘴和燃气阀门，切断燃气，打开链篦机放散烟囱，确保窑内温度和燃气含量低于规定限值，确认内衬不会坍塌，并应采取防止筒体转动措施。在窑内作业时设专人监护，严禁采用人工方式清除窑内结圈。

5.2.25 带式焙烧机热态停机时间超过 30min 时，应控制烧嘴温度到最低，将风机转速降到最低同时风门关闭 80%，紧急情况应打开风箱检查门；在不关闭烧嘴装置或不减少烧嘴燃料供给量的情况下，临时故障停机时间不得超过 5min。

5.2.26 带式焙烧机应按照设备维护手册定期维护，发生台车碰撞、塌腰、驱动装置有异响等故障时，应停机检修。

5.3 烟气净化

5.3.1 工艺系统排放的工艺烟气必须经过净化处理且达到规定的污染物排放标准后才能向大气排放。

5.3.2 烟气净化系统应根据烟气性质、副产物综合利用等因素选择多污染物联合净化工艺，净化系统应能适应原料变化、生产波动等因素，系统能力应留有富余。

5.3.3 烟气净化系统应与主工艺系统同步运行。

5.3.4 主烟囱出口处应设置颗粒物、SO₂、NO_x 在线监测，烟囱高度应通过计算并结合实际确定。

5.3.5 烟气净化系统收集的粉尘应根据粉尘性质在工艺中循环使用，对含有碱金属和重金

属的粉尘，应妥善处置。

5.3.6 不含燃料燃烧烟气的工艺废气，采用单独烟囱排放时应经过除尘净化处理并满足排放标准要求，不得直接外排。

5.3.7 烟气净化装置及其管道在施工完成后应按相关规定作气密性检查。

5.3.8 烟气净化系统产生的固体废弃物和废水应统一回收处理，严禁外排。

6 冷却

6.1 一般规定

- 6.1.1 经过焙烧后的球团矿应冷却，冷却后的球团矿平均温度不应高于 120℃。
- 6.1.2 对未能充分冷却的大块料应采取喷水冷却措施。
- 6.1.3 冷却高温物料的高中温载热气体应在工艺过程中循环使用；对于没有回收价值的低温冷却气体应通过除尘系统去除粉尘后达标排放。
- 6.1.4 冷却机产生的散料应回收利用，不得外排。

6.2 球团矿冷却

- 6.2.1 高温球团从回转窑排入环冷机之前应设置固定格筛筛出大块粘结物，大块粘结物应采取防烫伤措施后进行处理。
- 6.2.2 球团环冷机应设置至少三个冷却段，第一冷却段的高温气体应直接供给回转窑，第二段的中温气体应供给链篦机循环使用。带式焙烧机应设置至少两个冷却段，第一冷却段的高温气体应直接供给预热段、焙烧段和均热段，第二段的中温气体应供给干燥段循环使用。
- 6.2.3 高温球团显热的回收利用率应不低于 90%。
- 6.2.4 环冷机应采取密封措施，整机漏风率不应大于 15%。
- 6.2.5 环冷机组装应符合设备安装说明书要求；上部固定炉罩及耐火材料应在本体安装完成并通过试运转以后才能砌筑。
- 6.2.6 环冷机内外环应设置钢格板操作平台，环冷机顶部的操作平台应采用钢结构并浇筑耐热混凝土。
- 6.2.7 环冷机台车、回转框架、驱动部、润滑系统以及炉罩的耐火内衬应按照设备操作维护规程定期检查和维修。

7 筛分和产品

7.1 筛分

7.1.1 出厂球团矿-5mm 含粉率不应大于 3%。

7.1.2 带式焙烧机工艺应设置球团矿筛分系统，并应分离出铺底铺边料、成品球团矿和球团粉（-5mm）；筛分系统应布置在焙烧系统附近。筛分设备应采用振动筛，筛分系统应设置备用系列。

7.1.3 链篦机-回转窑工艺筛分系统设置应根据冷却后球团矿含粉率以及用户对球团矿产品含粉率的要求确定。

7.1.4 球团粉应回收利用，回收利用工艺应根据实际情况确定。

7.2 产品

7.2.1 成品球团矿在出厂前应定时取样并检验。

7.2.2 成品球团矿质量应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 球团矿质量

项 目		高炉用球团矿	直接还原用球团矿
化学成分	全铁 (TFe) 含量 (%)	$\geq 63 \pm 0.5$	$\geq 66 \pm 0.3$
	碱度 (R)	≤ 0.3 或 $\geq 0.8, \pm 0.025$	$\geq 0.8, \pm 0.025$
	氧化亚铁 (FeO) 含量 (%)	≤ 1.0	≤ 1.0
	硫 (S)、磷 (P) 含量 (%)	$S \leq 0.02$ $P \leq 0.03$	$S \leq 0.02$ $P \leq 0.03$
粒度组成	8~16mm (%)	≥ 90	≥ 90
	-5mm (%)	≤ 3	≤ 3
物理性能	转鼓强度(+6.3mm) (%)	≥ 86	≥ 95
	耐磨指数:(-0.5mm) (%)	$\leq 4-5$	≤ 5
	抗压强度 (N/个球)	≥ 2500 (一级品) ≥ 2200 (二级品)	≥ 2800
冶金性能	还原度(RI) (%)	≥ 65	≥ 65
	还原膨胀指数 (RSI) (%)	≤ 15	≤ 15
	低温还原粉化率 (+3.15mm) (%)	≥ 65	≥ 65

7.2.3 球团矿应采用矿仓或堆场储存，直接供应高炉时还应设置送高炉矿槽的运输系统。

8 辅助设施

8.1 一般规定

- 8.1.1** 球团厂应配备更衣室、浴室、卫生间等生活设施。
- 8.1.2** 球团厂应配备医疗急救、通信、消防、防寒防暑等设施。
- 8.1.3** 生产辅助设施应包括供配电、自动控制、仪表、给排水、通风除尘、空气调节、热力、计量、压缩空气等。

8.2 物料及能源介质计量

- 8.2.1** 进入球团厂的含铁原料、粘结剂、添加剂、燃料及出厂成品球团矿均应设置计量和监测装置。
- 8.2.2** 水、电、燃气、燃油、压缩空气、蒸汽、氮气、氧气等能源介质应设置能源计量和监测装置，且应具有数据通信功能。能源计量和监测装置应实时在线从能源计量器具上采集数据，并应传输至能源管理系统。
- 8.2.3** 物料计量和监测应包括瞬时量和累积量；燃气、压缩空气、蒸汽、氮气、氧气的计量和监测应包括总管接口处的流量、压力和温度；生产用水和生活用水的计量和监测应包括总管接口处的流量和压力；电力计量和监测应包括变电所入口侧的电流、电压、电度、功率和功率因数。
- 8.2.4** 计量设备和仪表应根据介质性质确定，计量装置应定期校准，流体计量应根据压力和温度进行修正。
- 8.2.5** 计量装置安装应满足仪表设备技术要求，并应设置操作和检修平台。

8.3 检化验

- 8.3.1** 球团厂含铁原料、粘结剂、添加剂、中间产品和出厂成品球团矿均应定时进行物理检验与化学分析。
- 8.3.2** 物料物理检验与化学分析项目应包括化学成分、粒度和水分。球团矿应按表 8.3.2 进行物理检验、物理性能检测、化学分析和冶金性能检测。

表 8.3.2 球团矿检化验项目

检化验项目	球团矿
物理检验	粒度组成
物理性能检测	抗压强度，转鼓强度，耐磨指数
化学分析	化学成分
冶金性能检测	还原度，低温还原粉化率，还原膨胀指数

- 8.3.3** 固体燃料分析应包括元素分析和工业分析，液体燃料应做元素分析，气体燃料应做成分分析。
- 8.3.4** 检验和化验应执行相应的国家标准。
- 8.3.5** 检测和分析的数据应与工厂控制系统实时通信。

8.4 环境除尘、通风、采暖和空调

8.4.1 产生粉尘的扬尘点应设除尘设施，除尘系统应降低漏风率和减少二次扬尘。除尘系统排出的废气和岗位粉尘浓度应满足国家相关规范的规定，收集的粉尘应在工艺中循环使用。

8.4.2 除尘系统应靠近产尘点设置，除尘管道内气流速度的选择应避免粉尘在管道内沉降，输送高磨损性粉尘的管道应设置耐磨措施，除尘系统压力应根据系统阻力计算确定。

8.4.3 有易燃易爆环境的封闭建筑物或有防火防爆要求的单独房间、地下通廊等地下建筑物应设置机械通风；放散大量有害气体或有爆炸危险气体的封闭建筑物应设置事故通风装置；对生产中产生蒸汽的封闭或半封闭区域应设置屋顶机械通风。

8.4.4 操作室、控制室、配电室等应设置空调，空调系统能力计算应根据房间容积、气候条件、建筑材料、设备发热量等因素确定。

8.5 给排水

8.5.1 给排水系统应设置生产、生活给水及排水设施和消防给水设施。给水、排水管路布置应方便检查、维护和检修。

8.5.2 给水水量和水质应根据生产要求确定。

8.5.3 生产给水应设循环给水系统，循环水重复利用率不应小于 97%，循环冷却水系统应设有水质稳定设施。

8.5.4 给水设备的供电负荷等级不应小于用水设备的供电负荷等级。

8.5.5 污水与雨水排水系统应分开，生产废水和生活污水应达标排放。

8.6 压缩空气、氮气等气体

8.6.1 球团厂应配备压缩空气设施，氮气等其他气体设施应根据生产及安全要求配置。

8.6.2 压缩空气、氮气等气体的压力和供应量应满足用户要求。

8.6.3 压缩空气应分为工厂级和仪表级两个等级，并应根据用户要求配备净化装置。

8.6.4 仪表清洁和保护、气动执行器、布袋除尘器、气力输送、喷油润滑、精密设备清洁应使用仪表级压缩空气；机械设备清洁及冷却、压滤机、漏斗/溜槽/矿仓捅料等应使用工厂级压缩空气。

8.6.5 输送管道应按工作压力选用相应压力等级的流体输送用无缝钢管。

8.7 供配电及控制系统

8.7.1 球团厂应按二级负荷供电，二级供电系统应由两回路或更多回路同级电压供电，当其中一路中断供电时，其余回路应能满足全部二级负荷用电的要求。

8.7.2 链篦机-回转窑和带式焙烧机球团厂应设置应急供电系统为回转窑、环冷机、带式焙烧机、高温风机、应急消防给水系统和应急照明系统等提供应急供电，且应急供电系统应与主供电系统联锁。

8.7.3 应采用高效电机和低损耗变压器。

8.7.4 高温区域应采用耐高温防火电缆，且应做隔热防护。

8.7.5 工厂照明应采用节能灯具。

8.7.6 控制系统应符合下列规定：

1 应配备一次仪表对现场设备运行状态和过程参数进行检测和监控。

2 应配备工厂控制系统对主工艺系统进行自动控制和调节，且控制系统应采用中控室集中控制和机旁单机操作模式。

8.7.7 重要区域应配备工业电视系统。

8.7.8 火灾报警系统应与消防设备连锁。

本规范用词说明

为便于在执行本规范条文时区别对待，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”。

起草说明

一、起草过程

根据住房和城乡建设部《关于印发 2020 年工程建设标准编制及相关工作计划的通知》，受工业和信息化部、住房和城乡建设部以及中国冶金建设协会的委托，由中冶长天国际工程有限责任公司牵头，会同有关单位开展全文强制性标准《铁矿球团工程项目规范》的研编工作。《铁矿球团工程项目规范》为工程建设全文强制性国家标准，主编部门为住房和城乡建设部。

2020 年 4 月研编工作启动，研编组共有来自全国 6 家工程勘察、设计、施工、生产单位的专家组成。在规范研编期间研编组多次召开讨论会，进行规范研编草案的编写、修改和有关专题研究工作，并多次参加了住房和城乡建设部标准定额司、标准定额研究所组织的研编工作进展汇报及协调会议。2020 年 11 月 19 日中期评估会在长沙召开。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和解释。在执行本规范过程中，可将有关意见和建议函告住房和城乡建设部标准定额司（地址：北京市海淀区三里河路 9 号，邮政编码：100835；E-mail: gfc@ccsn.gov.cn）。

二、起草单位及人员

起草单位：中冶长天国际工程有限责任公司

参编单位：包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂、武钢资源集团鄂州球团有限公司、上海二十冶建设有限公司、首钢集团有限公司研究院、中冶北方（大连）工程技术有限公司、中冶集团武汉勘察研究院有限公司

起草人员：储太山、叶恒棣、朱晓春、徐胜修、李世超、张卫东、李会义、郑永恒、栾颖、贾雄、陈斌。

三、条文说明

为便于政府有关管理部门和工程项目的建设、设计、施工、运营、科研等单位有关人员在使本规范时能正确理解和执行条文规定，研编组按照条、款顺序编制了本规范的条文说明。但本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。

1.0.1 本条说明了编制本规范的目的。

2004年我国在武钢鄂州球团工程引进大型链篦机-回转窑球团技术，4年后首钢京唐又引进大型带式焙烧机技术，如今我们两种球团焙烧技术已越来越成熟。在我们面对庞大的球团工程市场以及日益成熟的工艺技术和装备的阶段，规范球团市场的重心就要从单纯的约束工艺技术指标及设备性能的初级阶段，转变到对工程安全、环保、节约资源和保障工程性能等宏观管控方面进行合理的规范。

1.0.2 本条说明了本规范的适用范围。

本规范所述的氧化球团是指采用链篦机-回转窑、带式焙烧机和竖炉工艺生产的氧化球团，它是在氧化气氛下将铁矿石转变为供高炉或直接还原装置使用的炉料；而直接还原球团则是在还原气氛下将铁矿石中的氧脱除变为含金属铁的球团，它是电炉冶炼的原料。氧化球团和还原球团采用不同的工艺流程，直接还原工艺众多，主要有煤基竖炉和回转窑、气基竖炉、内配碳转底炉等。由于工艺流程、产品质量、消耗指标等大不相同，因此直接还原球团工程没有纳入本规范的范畴。

1.0.3 本规范作为全文强制性规范，主要对球团工程项目的建设的功能、性能、基本技术要求和措施做出了规定，在具体条文的表述中考虑了可操作性。在执行本规范的过程中，当出现与其他规范不一致或本规范没有规定的情形时，应做出合规性判定。

1.0.4 当国家其他相关规范有明确规定时，本规范仅规定执行其他规范的要求而不规定具体的措施或效果。如烟气净化，不规定具体的污染物排放指标，因此在建设烟气净化时要满足国家最新环保法规的要求。

2.0.1 本条说明了建设球团工程项目的原则。球团焙烧过程中会产生污染物，整治污染肯定会增加工程投资，实施节能降耗则会为企业带来直接经济效益。因此，项目建设首先应注重社会效益和环境效益，在此前提下通过采用新技术新工艺来提升企业的经济效益。本条也体现了《钢铁企业节能设计规范》GB 50632-2010中第3.0.10条所规定的原则。

2.0.2 在项目规划阶段，首先应明确原燃料来源、水电气等能源介质供应情况、拟建场地情况、工程规模等基本情况，并根据这些基本情况进行项目建设可行性研究，分析其技术可行性和经济合理性，并依据可行性研究报告进行安全评估和环境影响评估。

2.0.3 本条规定了项目选址的基本要求，包括不良地质、国家明令禁止的文物遗址，对居民居住环境的影响以及物流等方面。

2.0.4 本条规定了建设铁矿球团工程的准入规模。目前我国仍然有一大批规模小的竖炉和100万t/a级以下的链篦机-回转窑在生产，其产能约占我国球团矿总产能的40%。这些小规模的球团厂能耗高、产品质量低、污染点多，在目前钢铁行业竞争激烈、环保压力巨大的背景下，新建球团项目规模都大型化，100万t/a已被钢铁企业普遍认为是起点规模，因此规定球团工程规模不小于100万t/a。

2.0.5 本条规定了总图布置的原则。保证流程顺畅是基础，流程不畅将带来运行成本高、生产率低下等问题；布置紧凑不仅节约用地、还降低了建设投资和物料转运成本。

2.0.6 日历作业率与工艺流程、装备水平、自动化程度、原料及生产操作状况等诸多因素有关。国内有代表性的大中型带式焙烧机日历作业率已超过 95%；链篦机-回转窑球团厂作业率主要受耐火材料影响，其作业率高于 90.4%，因此规定球团工程作业率为不低于 90.4%。

2.0.7 新型节能建筑材料、低排放除尘设备等应在球团过程中广泛采用，以达到国家规定的节能环保要求。

2.0.8 安全、职业健康、消防和环保设施是保障人身健康、保障人民生命安全和国家财产安全、保护环境的必要设施，必须在项目实施过程中实行“三同时”原则，这是对项目建设的底线，决不容许以牺牲生命、污染环境为代价上项目的情况发生。

2.0.9 本条列出了球团工程常见的有可能引发安全事故的安全措施，在使用规范的时候应根据具体情况进一步细化，保障安全措施在项目中落实到位。

2.0.10 本条纳入了《高炉炼铁工程设计规范》GB 50427-2015 第 21.1.2 条，针对球团工程高压辊磨机使用中子料位计检测溜槽料位做出的规定。当有成熟的取代中子料位计检测技术时应采用取代技术，没有取代技术而必须使用中子料位计时应设置可靠的防护措施和完善的监管程序。

2.0.12 本条是对工程勘察的规定。

工程勘察服务于工程设计，必须符合设计各阶段的要求。可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求；初步勘察应符合初步设计的要求；详细勘察应符合施工图设计的要求；工法勘察为施工方法的比选与设计提供所需资料。对场地条件复杂或有特殊要求的工程，还需进行施工勘察。

详细勘察要符合全文强制性国家标准《工程建设国家标准工程勘察规范通用规范》的规定。详细勘察的勘探孔深度自基础底面起算，勘探点的孔深应同时满足不同基础类型设计要求。大型工程控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度，并进入稳定地层；当重要设备基础采用天然地基时，勘探孔深度不应小于基础底面宽度的 3 倍；对水处理系统水池或地下室，当不满足抗浮设计要求，需设置抗浮结构（如抗浮桩、锚杆等）时，勘探孔深度应满足抗拔承载力评价要求；对原料堆场、仓储等存在大面积地面堆载厂房或有软弱下卧层时，应适当加深控制性勘探孔深度；对一级基坑工程，勘探孔深度不应小于基坑开挖深度的 2.5 倍。对重要地埋管线、大面积堆载地坪等，勘探孔深度应满足地基处理和基础设计要求。

对于改（扩）建工程，应搜集并分析已有建（构）筑物的详勘察资料、地基基础、变形监测、地下管网、生产工艺、施工竣工等资料；根据已有、拟建建（构）筑物和设备分布情况，采取钻探、原位测试、探井或探槽、取样和室内试验等方法；勘探点布置应避免让已有的地下管线，且经建设单位相关部门对孔位联合确认后方能施钻。对于不能确认的勘探点，应进行开挖确定孔位；应评价已有地基可利用程度，并提出整治方案建议；应评价基坑开挖对邻近已有地基基础和地下管网的影响，并提出防控措施建议。

2.0.13 本条规定了工程设计应遵循的依据和应达到的深度。工程设计一般包括可行性研究、初步设计（基本设计）和施工图设计（详细设计）三个阶段。可行性研究阶段的主要任务是对项目规模和技术经济等方面进行论证，为政府部门核准项目提供依据。

初步设计应根据批准的可行性研究报告所规定的规模以及环境影响评估报告所规定的污染物排放指标进行系统设计，其深度应包含技术说明书、设备表、投资和经济分析、图纸以及安全、职业卫生、消防和能源专篇。初步设计完成后建设单位应组织专家对设计单位提交的初步设计文件进行全面审查，审查应包括以下方面：1) 工艺技术方案的合理性；2) 装备和控制水平是否满足节能、减排、安全、环保等要求；3、投资概算和经济分析是否合理；4、安全、环保、消防、职业卫生的合规性，措施是否到位。审查应形成结论性意见，作为初步设计修改和开展施工图设计的依据。

施工图设计应依据通过审查的初步设计进行。在施工前设计单位应进行设计交底工作，由设计单位对项目特点、新技术应用、设计意图、特殊施工措施、施工质量要求、施工中应注意的事项等做出详细说明，使工程建设各参与方能正确贯彻设计意图，加深对设计文件特点、难点、疑点的理解，掌握关键工程部位的质量要求，确保工程质量。设计交底的主要内容应包括：施工图设计文件总体介绍，设计意图说明，特殊工艺要求，建筑、结构、工艺、设备等各专业在施工中的难点、疑点和容易发生的问题说明，等对设计图纸疑问的解释等。

2.0.14 工程施工前必须取得施工许可证，否则就属于违法施工。施工前施工单位应根据设计文件，针对项目特点和项目所在地的具体情况编制施工组织方案，主要内容应包括施工方案、施工现场平面布置、施工进度计划及保证措施、劳动力及材料供应计划、施工机械设备的选用、质量保证体系及措施、安全生产文明施工措施、环境保护、成本控制措施等。施工组织方案应针对球团工程建构物密集大、重型设备多、安装要求高、综合管线布置复杂等特点进行分析，优化施工方案，确保安全施工、施工进度和工程质量。

2.0.15 本条针对工程施工的规定共有 7 款。其中：

第 1 款规定了施工单位必须取得安全生产许可证。

第 6 款引用了《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规范》JGJ196-2010 第 2.0.14 条的规定，该条特别涉及到球团工程密集厂房施工中塔吊的布置问题，如果不进行规定就很可能造成多台塔吊在施工过程中相互碰撞、伤亡的重大事故，故纳入本规范。

第 7 款规定了施工前的安全技术交底。球团工程工程建设通常需要有多家施工单位同时参与，此外还有勘察设计、监理、建设方、设备材料供应单位等，现场人员众多复杂，大型施工机械开动，因此为保障人身安全和财产安全，施工方应做好安全技术交底工作。

2.0.16 本条是对工程验收的规定。大型回转窑耐火内衬、链篦机、带式焙烧机和环冷机炉罩等耐火内衬的砌筑质量对设备运行和工厂作业率影响很大，施工方应按照设计要求进行砌筑，只有通过了预验收才能对耐火材料进行烘烤，烘烤完成后才能验收。整个项目验收分成预验收和最终验收两个阶段，所有施工工作完成、单体设备试车无误、各系统冷态联动正常、全系统冷态联动试车正常后才能进入热负荷试车阶段；热负荷试车成功后建设方应组织各方对工程进行预验收，在预验收期间出现质量问题各相关责任方应负责整改；预验收后现场管辖权应转移到建设方，由建设方组织试生产；试生产期间建设方应组织各方进行工厂

性能考核，考核达标后的一年内建设方应组织各方进行工程最终验收。在最终验收之前，工程建设参与方的责任并未解除。

2.0.17 本条从4个方面对球团厂的运营做出基本规定，包括设立工厂管理机构，建立健全的管理制度，配备必须的生产物资，确保安全、环保、消防设施有效，组建合格的运营团队等。

2.0.18 随着装备老龄化，设备更新改造、技术升级不可避免。本条规定了利旧改造项目对结构可靠性的要求，以保证改造后工厂的安全运转。

2.0.19 本条是对球团厂维护的基本要求，运营单位应根据自身情况制定维护管理制度，以保证生产安全，废弃物得到妥善处置。

2.0.20 球团厂在拆除前施工方应会同运营方制定拆除施工方案，方案应包括拆除内容的详细描述、现场管理和协调措施、拆除进度管理及控制措施、拆除安全管理及控制措施、环境影响及控制措施、废弃物处置、施工顺序及拆除施工方法等内容。本条第2款引用《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ147-2016的第6.0.3条“拆除工程施工前，必须对施工作业人员进行书面安全技术交底，且应有记录并签字确认”。

3.1.1 球团厂使用的细粒级粉状物料如铁精矿和膨润土等极易引起扬尘，有条件时应堆存在封闭的仓库内；露天堆存时应在堆场的四周设置防风网等抑尘措施；块状物料如石灰石、白云石、块煤等露天堆存时，在堆料、取料过程中以及干燥少雨季节应喷雾抑尘，减少对环境的污染。在总图布置时还要考虑场地的主导风向对物料堆存的影响。

3.1.2 燃气和烟煤、褐煤、次烟煤等高挥发分固体燃料极易燃烧引起爆炸。使用气体燃料的区域有回转窑窑头、链篦机和带式焙烧机燃烧室等，高挥发分固体燃料区域有粉煤仓、磨煤室等。在油料库、粉煤仓、磨煤室等储存液体燃料或固体燃料的场所，除配备检测报警装置外，还应配备火灾自动报警、监视和灭火装置，且应采用防爆电气设备。

3.2.1 含铁原料为铁精矿、各种含铁尘泥等。控制含铁原料的水分可以降低焙烧热耗，铁精矿水分过高不但对运输和储存带来困难，而且不能满足造球工艺的要求，在工艺流程中需增设干燥系统，增加投资和能耗，所以精矿入厂水分不应大于10%。保持原料质量稳定可以保证产品质量，因此规定铁品位波动的允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ， SiO_2 的允许偏差为 $\pm 0.2\%$ 。达到此目标，炼铁将会取得显著的经济效益。

3.2.2 当球团原料不能满足造球对物料细度和比表面积的要求时，需要对原料进行预处理。原料预处理工艺与原料性质和工艺要求有关，如巴西南部铁精矿难磨、成球性差，而北部矿易磨、成球性好。预处理工艺有球磨、润磨、高压辊磨以及它们的组合，因此要通过试验选择经济合理的原料预处理工艺。

3.2.3 防粘和防堵措施包括料流顺畅设计、配备防粘防堵装置和堵塞检测装置，其中料流顺畅设计包括双曲线矿仓、料流调节装置以及导流装置等；防粘防堵装置包括振动器、振动漏斗、空气炮、疏通装置、防粘料衬板等；堵塞检测装置包括堵塞检测开关等。因此要

根据物料性质采用相应的措施。

3.2.4 球团原料水分高于造球水分时会影响生球质量、增加干燥热耗，因此要对原料预先烘干。精矿干燥宜采用圆筒干燥机以顺流方式干燥物料，以避免过分干燥。干燥尾气含有大量的水蒸气和粉尘，应配备除尘系统进行净化。

3.2.5 球团添加剂有熔剂如石灰石、白云石，内配碳如无烟煤等。添加剂一般采用块状物料运输进厂，在球团厂用立磨边烘干边磨细到造球所需的细度，通常为-0.044mm 含量不小于 90%，比表面积 4000-5000cm²/g，水分~2%以下。细磨后的物料极易扬尘，因此要采用气力输送以保护环境。

3.2.6 膨润土是最常用的球团粘结剂，钠基膨润土的性能要优于钙基膨润土，因此要优先选用钠基膨润土。

3.2.7 原料系统通常采用钢矿槽贮存物料，矿槽容积大，贮存的大量物料由于重力作用而导致拉伸变形，挤压其下方的排料设备影响设备运转，所以需要在矿槽排料口与排料设备之间留有足够的间隙。

3.2.8 原料受料和卸料系统的地下建筑物有翻车机室、地下受料槽等大型建筑，其地下深度通常达到 10m 以上，因此必须设置排水、防水、通风换气和除尘设施。

3.2.9 深基坑开挖极易出现坍塌危险，为保证施工安全，开挖前应编制深基坑专项施工方案。方案应针对场地地质情况，就深基坑的排水、降水、土方开挖、回填、支护结构、基坑监测等方面做出充分的预案。

大型原料仓库一般采用大跨度结构，其屋盖施工难度大、安全风险高，施工前应根据设计图纸编制专项施工方案，方案应详细阐明工程概况、施工难点分析、安装方案与施工方法、施工安全及施工质量保证措施、施工机械需求等方面。

3.3.1 原料和球团焙烧工艺不同对焙烧燃料的要求也不同。首先，带式焙烧机和竖炉只能采用气体燃料和液体燃料，链篦机-回转窑工艺则可以使用气体、液体和固体燃料；其次，原料性质不同其焙烧温度也不同，赤铁矿焙烧温度比磁铁矿高出 50~100℃。此外，为减少回转窑结圈的几率、控制高温火焰区的形状和长度，回转窑对煤粉的挥发分和灰分含量含量、灰分初始软化温度和熔点都有要求。下表列出了回转窑用煤的质量要求。另外，使用气体燃料时，燃料发热值的高低对球团矿质量和产量、热量消耗、系统烟气量、风机电耗都有直接影响，国外球团厂对气体燃料低位发热值的要求为不低于 2500kJ/m³。

表 1 回转窑用煤的质量指标

煤种	低位热值 (MJ/kg)	挥发分 (%)	灰分 (%)	灰熔点 (°C)	含硫量 (%)	细度	结圈指数 Rp	沉积指数 Dp
烟煤	≥25.08	17-25	<12	>1350	≤0.5	-0.074mm≥85%	≤150	≤300
无烟煤	高	低	低	—	≤0.5	-0.074mm≥90%	—	—

3.3.2 常用的气体燃料有天然气、焦炉煤气、转炉煤气、高炉煤气、混合煤气、液化石油气等。对燃气进行加压或减压的设施要根据燃气输送到工厂交接点的压力和用户需要的压力来考虑，加压站或减压站要配置精确的燃气计量装置，总管要配备安全阀和切断阀；如果燃气杂质含量不能满足要求，还要设置相应的过滤装置。

3.3.3 常用的液体燃料主要是重油，重油一般用油罐车运输。燃油系统第一个环节是卸油，卸油系统要根据燃油运输方式选择配套的卸油方式并配置卸油设施。为了保证生产连续进行，一般须在厂内设置储油罐存放燃油，储存天数取决于燃油运输距离。一般情况下，储油罐有3个，一个用于加热，一个用于使用，一个用于装油，储油罐根据消防要求布置。储油罐要配备加热器将燃油加热以降低粘度。为了保证燃油储存安全，储油罐应要设置人孔和透光孔、量油孔及平台、油位计、通气孔、排水阀和泡沫灭火室等。

3.3.4 烟煤和次烟煤挥发分含量高，易着火，潮湿的烟煤易发生自燃，因而储存时间不宜过长，储存设施应防雨、防潮和通风，储存及粉磨设施要考虑必要的安全、消防设施。

3.3.5 燃气燃油管道发生泄漏会引发中毒、火灾等安全事故。一旦发生泄漏，要立即关闭总管阀门，疏散现场人员，报告相关部门，查明泄漏根源，并根据查明的问题及时控制泄漏。

3.3.6、3.3.7、3.3.8 这3条分别规定了燃气燃油管道高压输送、定时检修和拆除的要求。

4.1.1 以前采用的容积配料法（俗称“端盘子”）不能满足产品质量要求，电子配料秤采用称重传感器可以根据需要实时调节配料量，并具有动态精度高、可显示瞬时量和累积量等功能。

4.1.2 白云石、石灰石、生石灰、返矿、煤粉、焦粉、粉尘、膨润土等要采用密封性能良好的配料设备。

4.1.3 精矿等大宗物料在配料槽内的储存时间要保证4小时以上，其他物料储存时间宜大于8小时。

4.1.4 本条规定了配料过程的两个方面：1) 物料从配料槽排出的顺序，要考虑物料量、含水量、粘性等因素，以避免物料粘附运输胶带、大宗物料冲击易扬尘物料等现象；2) 控制系统要能实现动态配料计算，例如：根据球团矿碱度计算并调整熔剂配料量，根据各种原料化学分析和球团矿质量要求调节原料配料比等；且当原料发生改变时，各物料配料比能及时调整。

4.1.5 在移动漏矿车走行区域两侧设置栏杆并悬挂警示牌防止人员进入、设备移动时发出声光报警、设置工业电视监控等措施都是有效的安全防范措施。

4.1.7 储存粘性物料的矿槽容易发生粘料、堵料、悬料，要配备必要的疏通装置。机械振打装置主要有激振器、振动电机、振动漏斗等，疏通装置有空气炮、疏通机等，这些装置可以单独使用也可以组合使用，视物料粘性而定。一旦发生悬料、不得不依靠人工处理时，

维护人员必须穿戴好安全防护服，系好安全绳，在专人看护下从矿槽顶部检修口进入，并从矿槽上部开始清理悬料。

4.1.8 气力输送物料依靠压力操作，物料输送过程中矿槽内始终处于有压状态，因此矿槽的进料口和排料口要密封严实，在矿槽顶部要配备布袋除尘器和抽风机，依靠风机抽力保持压力平衡，并且还要配备防爆阀，一旦超过设定压力可以自行泄压。

4.2.1 为了保证微量粘结剂与精矿充分混匀，球团厂必须采用强力混合机。目前强力混合机有立式和卧式两种。

4.2.2 为了不影响主工艺系统作业率、减少维护工作量，强力混合机搅拌桨等易磨损部位要采用耐磨合金制造，要求使用寿命不小于6个月，采用碳化钨耐磨材料则寿命更长。由于强力混合机筒体容易粘料、搅拌桨易磨损，所以在筒体上装设有检查门。为了避免高速转动的搅拌桨伤及维护人员，要求检查门配备安全连锁开关，一旦被触动就立即连锁停机。

4.2.3 本条是规定检修混合机的安全要求，避免混合机检修时因为无专人监护而误启动导致人员死亡的事故。

4.3.1 生球从造球机排出到焙烧设备一般要经过5次以上的转运，每次转运落差一般在0.5m以内。为保证生球不破碎，规定生球从0.5m高度自由落体到钢板上不至于破碎或开裂的次数为5次以上。不合格生球是指粒度在合格生球粒度范围外的球团，一般为-8mm和+16mm。不合格生球粘性极强，不能返回到混合机内，应直接返回造球系统。

4.3.2 目前世界上使用的造球设备有两种：圆盘造球机和圆筒造球机。每种造球机都形成了不同的系列规格，如常用的圆盘造球机规格有直径6m和7.5m。原料成球性能高低与原料性质有关，同一种规格的造球机在处理不同性质原料时其产量也不一样。因此在决定造球机数量时，应当先选定规格、再根据原料特性确定，同时要考虑应对设备检修对生产的影响以及原料可能发生变化的情形，至少配备一台备用造球机。

4.3.3 为了保持造球机均匀连续给料，在造球机之前要配置给料仓。同时由于造球物料粘性极大，一般要求造球机给料仓储存时间不超过造球机一小时的用量，所以每台造球设备都需要配备一个专用的给料仓，并且仓体下部锥体角度应不小于70°，仓内壁还要敷设防粘料衬板，锥体采用振动漏斗或配备振动器、疏通器等装置，以保证仓内下料顺畅。

4.3.4 影响造球的外部因素很多，如膨润土质量、原料成球性能、给料和加水位置、造球机刮刀设置等。当这些外部因素可控时，可以通过调整造球机本身来达到提高造球效率的目的。例如：调低圆盘造球机倾角、降低圆盘造球机和圆筒造球机转速都可以增加造球时间，反之亦然。所以，在购置造球设备时要考虑这些可控因素。此外，国外还开发出了可视造球系统(VisoPellet)，其原理是用高速摄像机拍摄造球机排料，通过图片成像软件分析其粒度分布，与理想的粒度分布比较后判断造球效果好坏。然后选取影响造球效果的参数，用历史数据通过神经网络分析由系统自动调整参数。该系统在国内也有使用，其效果和可靠性在现阶段还不能评价。

4.3.6 在冬季由于室内外温差大，通常会在造球机上形成蒸汽雾，因此要在造球室屋顶设置自然通风排气口。

4.3.7 本条是对造球机检修维护时的安全要求，其中引用了《铁矿球团工程设计标准》GB/T 50491-2018 第 5.5.5 条的规定。造球盘的盘面和造球筒的筒体都需要整体吊装，体积大、重量重、起吊高度高，因此要配备桥式起重机。清理造球盘盘面或造球筒筒体内的粘料时，要执行本条规定以防止发生安全事故。

5.1.1 本条规定了对实验室试验的两个基本要求：1) 特定性。即试验应采用特定的原料（工程实际使用的原料），模拟特定的工艺过程（工程实际采用的工艺流程），来满足特定的产品（工程将要生产的产品）质量指标。而实现这种特定性要求的手段就是通过调整工艺参数、找出它们之间的影响规律，从而实现工艺参数最优化的过程。2) 可靠性。即试验模拟工艺过程得出的结论应当是真实可靠的，可以直接用于指导设计和生产。这两个要求是基于球团工艺是成熟的，不是一个未知领域、需要经历多次失败才能成功的。因此本条规定是合理的。

5.1.2 本条规定了制定球团主工艺流程的原则。制定工艺流程首先要以试验结果为基础，没有进行试验时要参照同类型生产实践，以保证制定的工艺流程是可行的；其次，工艺流程要保证工程投入运行后能够保持稳定生产，生产出的产品质量满足要求，各种资源得到充分利用，节约能源，保护环境。这项规定的目的是保证工程项目建设达到预期目标，不至于造成浪费投资。之所以这样规定是考虑到采用新技术或工艺革新时必须坚持这个原则。例如，在确定热工工艺流程时，要根据试验结果确定各工艺段的风量、温度、时间等参数，以保证生产稳定、产量和质量达标。

5.1.3 本条规定了优先采用的球团焙烧工艺。竖炉工艺存在规模小、能耗高、污染大、产品质量差等问题，应逐步淘汰。

5.2.1 本条规定了确定球团工艺路线、工艺流程和工艺参数的原则。

首先，球团焙烧工艺路线的选择与原燃料条件有关。在链篦机-回转窑、带式焙烧机和竖炉三种工艺中，链篦机-回转窑工艺对原燃料适应性强，它将生球干燥和预热放在链篦机上完成，高温焙烧用回转窑，冷却用环冷机，三台主机（链篦机、回转窑、环冷机）设备可以独立调整运行参数，因此可以快速适应原料变化；同时，固体、液体、气体燃料都可以在回转窑内使用。带式焙烧机将生球干燥、预热、焙烧、冷却过程都放在带式焙烧机上进行，对任何一个关于过程进行调整必然会影响到其他工艺过程，因此带式焙烧机要求原料供应稳定，且不能采用固体燃料。竖炉由于设备构造所限，只能用磁铁矿作为原料，也不能使用固体燃料，并且能耗高、产量小。因此，要根据自身原燃料条件选择合理的工艺路线。

其次，确定好工艺路线后，要根据试验或者参照原料条件相近、工艺路线相同的球团厂实际生产情况，制定焙烧系统工艺流程、确定主工艺参数。例如：生球是采用鼓风加抽风干燥还是全抽风干燥，需要几个干燥段，冷却废气的热量如何在工艺过程中循环利用等，都属于具体的工艺流程问题；干燥、预热、焙烧、冷却的时间、温度以及各工艺段风速等属于确

定工艺参数问题。

5.2.2 本条规定了确定主工艺系统能力的原则。焙烧系统是球团工程的主工艺系统，系统设计能力直接关系到整个工程投产后能否达产。系统正常流程处理量是工艺系统和设备选型计算的基础，但是在确定系统设计能力时，还要在正常流程量的基础上考虑生产波动、操作水平、原料变化等因素对球团厂产量的影响。一般情况下，系统设计能力应比正常流程富余 10%~15%（国外称之为 Safe factor）。但是富余量也不能太大，以免造成“大马拉小车”的浪费现象。

5.2.3 为保证焙烧系统生产稳定、产品质量合格，保证人身安全和设备安全，球团高温焙烧系统要配备必要的温度、压力检测、调节、控制及保护设施。主要控制点有：链篦机/带式焙烧机炉罩压力检测与控制，保持炉罩内处于微负压状态，避免高温热气流溢出；链篦机/带式焙烧机风箱温度、压力检测与监视；干燥段料层排气温度检测与控制，通过旁通管兑入热风，保持排气温度高于露点；预热段排气温度检测与控制，通过冷风吸入阀兑入冷风避免设备超温；篦板或篦条温度监测；篦板掉落检测；链篦机 PH 段高温气体紧急放散以保护篦床；回转窑温度检测与控制等。

5.2.4 为使焙烧系统节能、产品质量合格，本条对焙烧燃料做了规定。焙烧系统使用低热值燃料，焙烧温度不能达到要求，不仅产品强度低，而且系统烟气量大大增加，使焙烧热耗上升、风机电耗增加。国外球团厂要求燃料低发热量不小于 2500kCal/Nm³，因此气体燃料通常采用焦炉煤气、天然气或低发热量高于 2500kCal/Nm³ 的混合煤气；液体燃料和固体燃料通常都能满足要求。

5.2.5 本条是对焙烧热耗的具体要求。《钢铁企业节能设计规范》GB50632-2010 第 4.3.14 条对球团工序能耗做了具体规定，虽然该条说明了计算工序能耗所包含的工艺范围，但是该规定是不合理的，之后《链篦机-回转窑球团工序能效评估导则》GB/T34196-2017 提出了基准能耗并根据在基准能耗基础上计算修正基准能耗对实际能耗进行评估，是一种科学的方法。

本条规定是根据《铁矿球团工程设计标准》GB/T50491-2018 的规定，仅对焙烧系统的热耗按不同原料分别做了相应的规定，而没有规定工序能耗。理由是：电力消耗是影响球团工序能耗的第二大因素，而影响电耗的主要工序是磨矿和焙烧系统。有些铁原料易磨，如巴西卡拉加斯矿，其磨矿功指数只有 12~15kWh/t，而有些难磨的矿如巴西 MBR 矿，则高达 35kWh/t；而焙烧系统电耗也与原料有关，全赤铁矿焙烧时系统烟气量比全磁铁矿时高 20%以上，全磁铁矿时焙烧系统电耗 13~15kWh/t，全赤铁矿时 19~22kWh/t。因此，球团厂原料不同、原料预处理工艺不同，都会使球团厂工序能耗相差很大，没有可比性，所以规定其工序能耗是不合理的。

焙烧系统热耗与工艺流程、规模、操作水平等因素密切相关，国外全磁铁矿球团厂热耗最低为 100000kCal/t，折合 14.3kgce/t，全赤铁矿为 240000kCal/t，折合 34.3kgce/t。本条规定的热耗水平略高于国内球团厂平均水平，有些球团厂的热耗指标优于本规定。

5.2.6、5.2.7 规定了燃烧系统应配备的安全设施以及安全操作要求。燃烧系统是球团厂最大的危险源，既要配备必要的安全设施，更要按操作规程安全操作。本条所述的燃烧系统包括精矿干燥热风炉、添加剂磨矿热风炉等以及球团焙烧系统的燃烧系统。

5.2.8 本条是对减少系统散热、降低能耗的规定。在焙烧系统中，由设备或管道表面散发的热量约占总热量损失的12~15%，根据烟气温度、酸性气体、水蒸汽和粉尘含量选择合理的隔热保温材质和结构，是减少散热的重要手段。

5.2.9 台车是带式焙烧机的核心部件，台车在预热、焙烧段要承受高温气流，为保护台车，必须配备铺底铺边料系统，并且铺底铺边料要采用筛分后的成品球团矿。

5.2.10 链篦机-回转窑工艺和带式焙烧机工艺均能很好地利用工艺过程中的载热气流和球团矿冷却后的热废气，其工艺本身构建了一套余热回收系统，且热气流的利用率几乎可以达到100%，因此规定载热气流在工艺中循环是系统节能的要求。

5.2.11 散料和回转窑大块粘结物等含铁物料应尽可能经过预处理后在球团厂循环使用，如果球团厂未配备预处理设施，也应该回收利用。

5.2.12 工艺风机有循环风机、排气风机和冷却风机，工艺风机耗电量占球团厂总耗电量的70%以上，占焙烧系统耗电量85%以上。因此要根据工艺气流系统计算来确定风机的风量和压力，以达到经济运行的目的；同时还要考虑生产波动、操作、原料变化等因素对生产的影响，风量和压力都要留有一定的富余量。一般要求风量富余20%、压力富余40%，同时采用变频运行也可以降低电耗。

5.2.13 本条是对链篦机的规定。链篦机篦床需要反复承受低温和高温烟气，不同性质的原料其预热温度不同，因此要根据预热温度确定耐热件的材质。篦床是运动部件，篦床与上部炉罩、下面的风箱之间要密封良好。此外，各工艺段之间在篦床下面也要设置密封。

5.2.14 本条是对带式焙烧机的规定。带式焙烧机包含鼓风干燥、抽风干燥、预热、焙烧、均热、一冷和二冷共7个工艺段，台车需要反复承受低温和高温烟气，因此台车本体要采用耐高温合金材质。

5.2.15 本条是对回转窑的规定。由于回转窑筒体、滚圈和大齿圈是终生不更换的设备，所以其使用寿命要按照球团厂设计使用年限来确定，应不低于25年。

5.2.16 本条是为了保护重要设备不会因为突然停电而损坏所做的规定。重要设备有回转窑、环冷机、高温风机、带式焙烧机等。在球团厂一般配备有柴油发电机为这些重要设备提供应急供电。

5.2.17 为保证生产人员安全，在链篦机PH段烧嘴、回转窑中央烧嘴、管道烧嘴、带式焙烧机烧嘴等使用气体燃料的区域都要设置CO检测和超限报警。

5.2.18 本条是对焙烧设备安装的总体要求，焙烧设备包括链篦机、回转窑、环冷机、带式焙烧机等，其设备构成复杂、安装精度要求高，应严格按照安装说明书中的要求进行。

5.2.19 链篦机和带式焙烧机都是耐高温设备，在工厂配置时应注意主导风向，尽量将厂房与主导风向垂直布置，以增强空气对流、改善操作环境。链篦机、环冷机和带式焙烧机上部炉罩是固定的，炉罩内有耐火内衬，所以在耐火材料砌筑前必须确保设备本体试运转后所有运动部件都运转顺畅。

5.2.20 回转窑筒体由于运输限制一般都是制造厂分段后再运输到现场再焊接，不允许采用法兰连接。为了保证筒体在球团厂使用年限内不会出现问题，首先要确保筒体现场拼接的质量，焊接后要采用磁粉检测和超声波探伤。

5.2.21 为了保护高温设备部件的使用寿命，需对其进行冷却。冷却方式有水冷和风冷，采用水冷时要进行耐压试验，建议采用风冷。

5.2.22 本条是对维护链篦机时保证维护人员安全的规定。在维护人员进入链篦机内部之前，首先要停止链篦机之前的系统设备，关闭中央烧嘴和链篦机烧嘴，关闭燃气阀门以保证无燃气供应，打开PH段放散烟囱和炉罩及风箱上的检查门，让链篦机内部残余煤气放散、温度降低，再切断链篦机及其风机电源，待链篦机内部温度和煤气含量低于规定限值时方可进入，且应有专人全程监护。

5.2.23 本条是对操作中保护回转窑设备做的规定。回转窑内不可避免会出现结圈现象，结圈掉落时有可能引起耐火内衬局部脱落使高温烟气直接接触金属筒体。发生这种情况如不及时处理会烧穿筒体而引起更大的安全事故。

5.2.24 本条是对维护回转窑时保证维护人员安全的规定。进入回转窑内部维护存在的安全隐患有：煤气中毒，高温烫伤，空气不流通引起窒息，耐火材料脱落引起砸伤，筒体转动导致伤害等。清除窑内结圈有可能造成内衬大面积脱落，曾经有人工清理结圈造成伤亡的事故发生，因此不得人工进入窑内清除结圈，必须用机械方式处理。

5.2.25 本条是对带式焙烧机故障时保护台车不被损坏所做的规定。

5.2.26 本条是对日常维护带式焙烧机的规定。带式焙烧机是核心设备，除了加强日常检查和维修外，还要加强设备故障诊断和报警，减轻维护人员的劳动强度。

5.3.1 本条规定了工艺烟气在排放前必须净化。工艺烟气是指含有燃料燃烧产物的工艺过程气体。从焙烧设备排出的工艺烟气分为两种：一种是在工艺内部循环使用的循环烟气，如PH段风箱排出的烟气；一种是向大气排放的烟气，如干燥段烟气。

5.3.2 本条规定了选择烟气净化工艺以及确定净化系统处理能力的原则。

烟气净化工艺繁多，目前应用较广泛的烟气脱硫工艺有石灰石-石膏法，双碱法，氨法，海水法，喷雾干燥法，循环流化床法等；脱硝工艺有选择性催化还原法（SCR），电子束照射法，脉冲电晕等离子法，碳还原法等；多污染物联合净化工艺主要有活性炭法。

本条规定的烟气净化工艺选择原则是：1) 烟气净化工艺要适合烟气性质（污染物含量、水蒸汽含量、温度、压力、流量等）；2) 副产物要综合利用，不能产生二次污染；3) 要采用多污染物联合净化工艺，这是由工艺烟气性质所决定的。球团工艺烟气典型污染物有粉尘、

SO₂、NO_x。因此只有采用多污染物联合净化工艺，如活性炭工艺，才能达到烟气治理的效果。

本条规定确定净化系统处理能力的原则是：1) 要适应原料变化和生产波动等因素导致烟气性质发生的变化；2) 在考虑这些变化的基础上，系统能力还要有一定的富余量，通常不低于 10%。

5.3.3 本条是对烟气净化系统与主工艺系统同步运行的规定。球团主工艺系统排放的工艺烟气含有多种污染物，未经净化处理不得向大气中排放，因此主工艺系统运行时烟气净化系统必须同步运行，且同步率不得低于 90%。当烟气净化系统出现故障无法正常运转时，主工艺系统也必须停止运行。

5.3.4 本条规定了对排放到大气中的污染物要实时在线监测，以确保污染物不会超标标准排放。本条规定中的主烟囱是指球团工程工艺烟气净化设施后的烟囱，烟囱高度要根据烟囱出口处的风速、烟气温度和流速、污染物着地浓度限值计算。

5.3.5 本条规定了烟气净化系统粉尘的回收利用，包括工艺烟气净化和环境除尘系统。每个系统收集的粉尘性质不同，要根据粉尘性质在工艺过程中加以利用，如燃料除尘系统收集的粉尘应作为燃料利用，不要与其它粉尘混合。

5.3.6 本条规定了工艺废气排放要求。工艺废气是指从工艺过程直接向大气排放的没有燃料燃烧化学反应参与的工艺气体，如环冷机低温段排放的气体，以球团矿冷却载热气体为热源用于链篦机或带式焙烧机生球干燥后排放的气体，这些工艺废气中的污染物只有粉尘。当它们与工艺烟气混合后排放时应视为工艺烟气处理，当它们采用单独烟囱排放时应视为工艺废气并应经过除尘处理且达到粉尘排放标准。

5.3.7 本条是对烟气净化装置安装的要求。含有多污染物的烟气在经过净化装置和烟气管道时，不能产生泄漏污染环境，因此需要做气密性检查。

5.3.8 本条规定了烟气净化系统废弃物的处置要求。烟气净化系统在运行时必然会产生一些固体废弃物和废水，如石灰石半干法产生的亚硫酸氢钙、亚硫酸钙和石膏，海水法产生的含盐废水，活性炭工艺产生的少量废水等。这些废弃物很难在球团厂回收利用，因此要统一回收处置，不得污染环境。

6.1.1 本条规定了产品冷却的要求。球团焙烧后的温度达到了 1150~1250℃，这些高温物料含有大量的显热，应当通过冷却回收利用。球团矿粒度均匀，冷却效果好，冷却后的平均温度一般不超过 120℃。

6.1.2 对球团焙烧时形成的大块粘结料，在正常的冷却时间内难以冷却到规定的温度。因此在处理这些大块料之前要喷水冷却，以防烧损输送皮带、烫伤操作人员。

6.1.3 从球团环冷机和带式焙烧机冷却段排出的高中温载热气体要在焙烧系统循环利用。温度低于 100℃的气体由于回收经济性差可以不回收，但是必须经过除尘并达到粉尘排放标准后才能排放。

6.1.4 由环冷机、带式焙烧机漏出的散料要回收利用，如：可以细磨后返回造球或给

烧结使用。

6.2.1 回转窑不可避免会出现大块粘结物，为了操作安全，本条规定了大块粘结物的处理要求。

6.2.2 本条规定了球团冷却废气在工艺过程中的利用方法。

对链篦机-回转窑工艺来说，实践证明，第一冷却段排出的高温废气（1000~1150℃）直接通过窑尾箱进入窑内作为二次风使用，无需消耗动力，散热损失最小；第二冷却段排出的中温废气（600-800℃）通过管道送到链篦机使用，是链篦机-回转窑工艺发展的一个里程碑，国外称之为“回流换热”。由于回流换热技术的使用，使得链篦机-回转窑工艺大型化成为现实。因此，环冷机第一、第二冷却段主要功能是回热利用，而为了使球团矿冷却到规定的温度，第三冷却段必不可少，所以环冷机至少要有三个冷却段。在处理高结晶水的褐铁矿和镜铁矿时，常常将环冷机分为4~5个冷却段。

带式焙烧机通常设2个冷却段，第一冷却段回收大部分热量，高温废气直接通过炉罩送到预热段、焙烧段和均热段，第二段的中温气体通过风机送到干燥段使用。

6.2.3 本条规定了球团显热利用效果。不论是链篦机-回转窑工艺还是带式焙烧机工艺，冷却后的热废气几乎100%循环利用，只有在全磁铁矿焙烧时约有8~10%温度低于100℃的废气没有利用价值。

6.2.4 球团环冷机采用回转框架结构，其密封包括：转动的台车侧墙与上部固定炉罩之间的动静密封，常采用水密封；台车体与下部风箱之间的密封，常采用橡胶板或弹性钢板式密封；给料端和卸料端密封。球团环冷机料层薄（600~800mm）、风压低、密封性能好，其漏风率可控制在15%以下。

6.2.5 本条规定了环冷机的安装要求。

6.2.6 环冷机内外侧要采用钢格板平台，防止人员踩在散落的球团上滑倒。顶部烧嘴平台采用钢结构平台，该平台需要待环冷机安装完成后才能封闭。考虑到窑头是高温区域，并且为了环冷机顶部炉罩耐火内衬防水的需要，钢平台施工完后需要再浇筑耐热混凝土。

6.2.7 本条规定了环冷机日常维护的部位。

7.1.1 本条规定了球团产品含粉率的具体指标。

7.1.2 带式焙烧机需要铺底铺边，因此必须配备筛分系统。

7.1.3 大多数链篦机-回转窑球团厂未经筛分的球团矿含粉率一般不超过3%。

7.1.4 本条规定了球团筛下粉的回收利用，具体的回收方法可根据自身情况确定。

7.2.1 本条规定了产品的取样检验。取样频率可根据需要自行考虑。

7.2.2 本条规定了成品球团矿的质量指标，引用《铁矿球团工程设计标准》GB/T 50491-2018第4.6.2条。

7.2.3 本条规定了成品球团矿的储运。为了使球团矿输出不至于影响球团厂生产，要设置成品储存系统。

8.1.1、8.1.2 此2条分别规定了球团工程必备的基础生活设施，以保证现场人员的人身健康。

8.1.3 本条规定了球团工程必备的生产辅助设施，它是实现主工艺系统功能和性能的保障。

8.2.1 本条规定了球团厂物料计量的要求。

8.2.2 本条规定了球团厂能源介质计量的要求。能源计量要实时、准确、可靠，计量数据要传送到能源管理系统以实现全厂能源集中管理与监控。

8.2.3 本条规定了物料、能源介质计量的基础项目，可根据具体情况以及管理的需要增加计量项目。

8.2.4 本条规定了计量仪器的选择、校准和修正，以保证计量精确。

8.2.5 本条是对计量装置安装和维护的要求。

8.3.1 本条规定了球团厂需要定时检化验的物料种类，中间产品是指生球、预热球团。

8.3.2 本条规定了物料和成品检化验的项目，可根据具体情况细化每一项的具体内容、确定合理的取样地点、取样频率，球团厂不具备冶金性能检测条件的可委托有资质的单位检测。

8.3.3 本条规定了固体燃料和液体燃料的分析项目。燃料元素分析项目包括C、H、O、N、S、水分、灰分，固体燃料工业分析项目包括固定碳、灰分、挥发分、水分等，气体燃料成分分析项目有CO、H₂、CH₄、C₂H₂、H₂S、CO₂、SO₂、O₂、N₂等。

8.3.4 检化验相关的标准主要包括取样、制样、物理检测、化学分析、冶金性能检测、试验设备及仪器仪表等这6个方面，如：铁矿石（烧结矿、球团矿）物理试验用试样的取样和制样方法（GB 10122），铁矿石-取样和制样方法（GB/T 10322.1），烧结矿和球团矿转鼓强度的测定方法（GB 8209），试验筛（GB/T6003），铁矿石-水分含量的测定-重量法（GB/T 6730.2），高炉和直接还原用铁球团矿抗压强度的测定（GB/T 14201）等。

8.3.5 检测和分析的数据与工厂控制系统实时通信，可以使生产操作人员及时了解原燃料情况和产品质量情况。当出现原燃料变化或产品质量下降等情况时，可以采取相应调整措施；此外，工厂采用L2控制系统时也必须取得实时的检化验数据。

8.4.1 本条是对环境除尘系统设置、性能和效果的具体要求。

8.4.2 本条是对除尘系统及其管道配置的要求。除尘系统靠近产尘点设置有利于增强除尘效果、缩短除尘管道；除尘系统阻力损失应包括管道沿程阻力和局部阻力、除尘设备自身的阻力等，确定系统阻力时应保证除尘罩内的负压，避免粉尘外溢。

8.4.3 本条是建筑物对机械通风的规定。球团厂封闭的煤磨室、煤粉仓等易燃易爆场所,地下翻车机室、地下受料槽、地下通廊等地下建筑要设置机械通风;变压器室、电气室、柴油发电机室、油脂储存间、封闭的润滑站等有防火要求的房间,要配备事故机械通风装置;造球室等产生蒸汽的区域要设置屋顶机械通风。机械通风可根据需要采用机械送风、机械排风、自然排风、自然补风等形式。

8.4.4 本条是对设置空调的规定。计算空调制冷或制热能力时要考虑房间容积、全年最低/最高温度、外墙保温材料、房间内设备的放热量等因素。

8.5.1 本条是对设置给水和排水系统的规定,生产给水系统应与消防给水系统分开,生产给水系统应根据用户压力要求不同分别设置,以节约电耗。

8.5.2 本条规定了给水水量和水质的确定原则。生活给水系统应保证水质符合生活用水的要求。

8.5.3 本条是对生产循环水的规定,循环水系统可根据情况选择开式或闭式循环。

8.5.4 本条规定是针对出现电力供应中断事故时,为保护重要设备如回转窑等不因供水系统停止而造成损坏,所以要设置安全供水系统。

8.5.5 本条是对雨污分流以及废水排放的规定。

8.6.1 本条是对球团厂压气和其他气体设施的规定。压气主要用于本草案第8.6.4条所述的地方,氮气用于燃气管道吹扫、球团厂粉煤制备系统的安全保护等。

8.6.2 计算压缩空气消耗量时,要考虑用户同时工作系数、高原修正系数、管网漏气系数、干燥器的再生耗气系数、空气压缩机吸气阻力系数、用气设备损耗系数、不可预见消耗等因素。

8.6.3 仪表级压缩空气质量等级高于工厂级压缩空气,其净化工艺也不一样,按两个等级设置可以减少浪费,只有当工厂级压缩空气用量远小于仪表级压缩空气用量时,才可以全部采用仪表级压缩空气以简化系统。

8.6.4 本条规定了两种压缩空气的适用范围。

8.6.5 本条是对选择气体输送管道的规定,以保证压力气体的输送安全。

8.7.1 本条是对供电可靠性的规定,二级负荷是指中断供电将造成较大的经济损失或者影响较重要用电单位的正常工作。

8.7.2 本条是对链篦机-回转窑工程和带式焙烧机工程应急供电系统(或称为安全供电系统)的规定。对链篦机-回转窑球团厂,当遇到电力供应故障造成无法给回转窑驱动装置供电时,筒体在高温下受物料和自身重力的作用会产生弯曲变形和耐火砖脱落的严重后果。为了保证供电可靠,要配备应急供电系统。对带式焙烧机球团厂,当遇到电力供应故障造成无法给带式焙烧机驱动装置供电时,带式焙烧机台车在高温下受物料和自身重力的作用会产生弯曲变形。因此也要配备应急供电系统。应急供电系统与主供电系统保持联锁,一旦

主供电系统电力供应中断，系统可以在规定的时间内自动启动应急供电系统。

8.7.3 本条是对用电设备节能的规定。

8.7.4 本条是对高温区域电缆防火的规定。带式焙烧机、链篦机、回转窑都属于高温区域，需要采用耐高温防火电缆，并在敷设时做隔热防护。

8.7.5 本条是对照明节能的规定。

8.7.6 本条是对工厂控制系统的规定。在国家大力倡导智能制造的背景下，球团厂要提高自动控制水平，减少人工操作的影响，降低劳动强度，提高产质量，创建智慧工厂。

8.7.7 本条是对监控的规定。重要区域是指影响到安全、产品质量、设备功能和性能的区域或者现场环境不适宜人员经常巡视的区域，如球团厂配料室、高压辊磨机室、造球室、链篦机及带式焙烧机布料端、烧嘴区域、回转窑头部、环冷机等。

8.7.8 本条规定了火灾报警系统与消防设备联动，一旦出现报警，消防设备可以立即投入使用。