

手持电动工具或移动电器设备没有设计漏电保护装置,运转设备的电机、线路绝缘损坏而漏电,缺少保护接地、接零等安全措施,人员误接触时可能会造成触电。

(7) 火灾

该项目散状料采用皮带输送,皮带输送热物料;胶带带面未采用耐热胶带;皮带未设置防打滑装置;如果带式输送机通廊未设置消防设施、通廊安全出口设计不合理等容易引发皮带火灾事故。

(8) 坍塌

带式输送机通廊设计不合理;通廊构件耐火等级不够,当皮带机起火后持续燃烧引发通廊构件变形,进而引发坍塌事故。

3.4.3 铁水贮运和钢水吊运危险、有害因素辨识与分析

(1) 其他爆炸(熔融金属爆炸)

铁水吊运、钢水吊运、吊运场地积水、泄漏的铁水、钢水遇水,可发生爆炸事故。

(2) 灼烫

铁水罐、钢水罐坠落、倾倒;铁水罐、钢水罐漏包、铁水倒罐操作等均可能导致灼烫事故。

(3) 起重伤害

起重作业因违反操作规程、起重机安全附件缺失、信号系统缺陷、人员违章作业、管理缺陷等原因均可导致起重伤害。

运输铁水、吊运钢水的起重机应为铸造起重机,吊钩应为铸造龙门板钩。超载、吊钩缺陷、限位失效、铁包耳轴未定期检验存在缺陷等原因可导致起重机吊运铁水过程中发生坠包事故。

(4) 车辆伤害

铁水运输平车、钢水运输平车缺少双限位或限位安全防护装置失效,人员违章作业等原因可导致车辆伤害事故发生。铁路道口信号缺陷或道口设施

缺陷、人员违章穿行等，可导致火车事故伤害。

铁水运输未采用专用运输线路，未设置合理的运输线路，容易引发车辆事故伤害。

（5）高处坠落

车辆运行时观察或故障处理时，车辆运行过程中在车辆上行走等违章作业行为，可导致坠落事故的发生；平台等处安全设施或防护设施损坏；作业人员疏忽大意；检修作业时，人孔、吊装孔未设置防护盖板、防护栏及安全警示标志等。

（6）物体打击

工具（搬手、锤子）、检修更换件从高处落下，运转设备零部件飞脱伤人，上方设备粘渣，人员在下方作业时，被掉落的积渣砸伤。

（7）火灾、爆炸

在转炉、连铸机的钢水与液渣运输线、钢水吊运通道与浇注区及其附近的地表与地下，未采取可靠防护措施设置水管、电缆等管线，可能引发火灾、爆炸事故。

3.4.4 转炉冶炼生产过程中的危险、有害因素分析

在转炉冶炼过程中存在的主要危险、有害因素有灼烫（漏炉）、中毒和窒息、物体打击、机械伤害、起重伤害、灼烫、火灾、高处坠落。

（1）其他爆炸（钢水爆炸）

废钢配料时，由于入炉分析检查不到位，致使废钢中混有冰雪与积水的废钢、爆炸物、密闭容器、有毒物质或放射性元素、易燃易爆及有毒等物品，一旦加入转炉，会引起爆炸事故，伴生火灾事故。

转炉水冷系统（包括氧枪冷却水系统、转炉炉口冷却水系统、转炉烟罩水冷系统等）漏水，水遇液态金属和液态钢渣发生爆炸，或因为以上水冷却系统漏水，致使转炉炉坑等处积水，在倒渣、出钢、漏炉、漏包、翻包、喷溅等情况下造成爆炸。

吹炼过程中，氧枪坠落入炉内，水遇熔融金属液体会发生爆炸，造成氧枪坠落原因有：转炉氧枪升降系统没有配备钢绳张力测定装置。转炉氧枪无钢绳断裂防坠安全装置。转炉氧枪无坠落缓冲器。氧枪升降装置检查、维修不到位，存在的隐患没有及时发现。

转炉水冷炉口在高温作用下，钢板会产生热变形，导致焊缝开裂漏水，冷却水一旦漏到钢水中，处理不好会引起爆炸。

氧枪漏水、烟罩漏水时，冷却水进入炉内，此时一旦盲目摇炉，会发生爆炸事故。

铁水包、钢水包壳体上未设排气孔，罐体耳轴未按照规定要求进行重负荷试验合格便投入使用，耳轴等部位未定期进行探伤检测、未按照规定进行报修或报废，铁水包、钢水包修砌后未经烘烤并达到规定温度便投入使用，设备在使用前未进行彻底检查并确认是否具备使用条件、未及时进行处理或按规定报修、报废等可导致铁水包、钢水包在使用的过程中发生串漏导致钢水爆炸事故。

吊运装有铁水、钢水、液渣的罐，与邻近设备或建、构筑物距离不够，如果发生碰撞，容易发生铁水、钢水或液渣溢出，遇水容易发生爆炸。

（2）灼烫（熔融金属喷溅、漏炉及高温蒸汽）

1) 在吹炼过程中由于氧气流对熔池的冲击及脱碳反应产生大量 CO 气体逸出，造成炉渣及金属液的飞溅是不可避免的。在正常情况下，这种金属液飞溅的高度一般不超过炉口，不会形成喷溅，但在脱碳反应加剧的情况下，转炉内迅速产生大量的 CO 气体，于是向炉口排出的气体成倍增加，CO 气体产生聚变突发性反应，将炉渣及金属液喷出炉口，所以，由于熔池脱碳的不均匀而产生的突发性脱碳反应，瞬间产生大量的 CO 气体，是产生喷溅的根本原因。转炉喷溅事故不仅造成不必要的金属损失，而且飞溅的炉渣及金属液可能会烫伤炉前操作人员、天车工和炉下人员，易发生灼烫事故。

2) 转炉炉容比过小易发生喷溅，易发生灼烫事故。

3) 补炉料未完全干燥就兑铁冶炼, 补炉后第一炉拉碳、出钢时可能发生喷溅, 易发生灼烫事故。

4) 氧枪、烟罩漏水遇熔融金属可能发生灼烫事故。

5) 冶炼过程中吹炼时间过长或补吹次数较多, 造成炉渣氧化性过强, 炉渣的中 FeO 对炉衬造成侵蚀, 会降低炉衬使用寿命, 当炉衬较薄时可能发生转炉漏炉事故, 易导致灼烫事故发生。

6) 生产过程中未及时检查炉衬, 炉衬过薄时未及时发现, 继续吹炼可能造成转炉漏炉事故, 易导致灼烫事故发生。

7) 冶炼完毕未能及时出钢, 钢水会对炉衬造成侵蚀, 当炉衬较薄时可能发生漏炉事故, 易导致灼烫事故发生。

8) 转炉汽化冷却系统的汽包、除氧器、蓄热器等设备以及热力管道等采取保温隔热措施, 若出现保温隔热措施失效和蒸汽、热水管道、容器泄漏等情况, 对附近作业人员也很可能造成灼烫伤事故。

9) 铁水、钢水、钢渣的热辐射很强, 设备及环境温度高; 转炉吹炼期间不关闭挡火门、转炉主控室及炉旁操作室没有采取隔热防喷溅措施, 发生喷溅时, 易引发灼烫伤害。

10) 炉前操作人员工作在装铁、测温、取样、出钢、补炉、清理氧枪粘渣时, 如站位不当、无防护措施, 可能造成人员灼烫事故。

11) 炉后往钢包中加冷钢调温, 如果冷钢潮湿, 或混有冰雪, 遇钢水会发生爆炸, 飞溅的钢水会造成人员灼烫。

12) 炉后吹氩站气流量过大, 翻包钢水外溅易引发灼烫伤害。

13) 钢包下渣, 钢渣外溢, 易引发灼烫事故, 若四周有可燃物, 易发生火灾事故。

14) 人员密集场所如果设置在天车吊运熔融金属液体行走路线中, 一旦发生铁包、钢包坠落事故, 很容易造成严重的人员烫伤事故。

15) 铁水、钢水在吊运过程中, 如果铁包、钢包、渣罐耳轴磨损严重,

可能发生铁包、钢包、渣罐坠落事故，造成严重的人员烫伤事故。

16) 铁水包、钢包烘烤时间不够，潮湿造成包内铁水、铁渣、钢水、钢渣外翻，烫伤周围人员。

(3) 中毒和窒息

转炉炼钢时，在氧化期会产生大量含 CO 的转炉煤气，如果氧枪插孔氮封系统失效，煤气溢出会造成人员煤气中毒事故。

煤（烟）气管道及附属设施因碰撞或腐蚀、损坏而发生泄漏，会造成煤气中毒事故。

(4) 物体打击

清理炉体、侧壁、溜渣板积渣时，炉下有人工作，会造成物体打击事故。

(5) 机械伤害

在转炉冶炼过程中使用大量机械设备设施，如机械转动部分无防护罩或栏杆、违章操作、信号联系不规范均可造成机械伤害。

转炉炉后使用喂丝机喂线过程中，如果喂丝机未设防护栏杆、操作人员站位不合理，高速运行的合金线会造成绞伤事故。

(6) 起重伤害

加料跨铁水包吊运及周转跨钢水包吊运过程中，造成起重伤害的主要原因有：

- 1) 吊运液态金属的起重机未选用铸造桥式起重机；
- 2) 起重机本身存在制造质量缺陷；
- 3) 起重过程中出现联锁装置失灵、行程开关失灵；
- 4) 超载限制器失灵、斜吊，违反操作规程；
- 5) 指挥信号不清或错误；
- 6) 吊车司机无证上岗；
- 7) 电气保护系统失灵；
- 8) 制动器调整不当，刹车片磨损，制动器失灵打滑，未及时修复更换；

9) 钢丝绳断裂。钢丝绳断裂的主要是：①钢丝绳本身材质不合格，②由于钢丝绳内外磨损、损耗腐蚀造成截面积减少，③表面疲劳硬化或电弧、灼热、化学方面的影响引起质量发生变化，④由于松捻、压扁或在操作中引起的变形，⑤由于受力过度、突然冲击、剧烈振动或严重超负荷而引起突然损坏；

10) 吊钩长期使用或超载使用，出现疲劳裂纹，开口度增大，危险断面磨损超过标准，仍在使用。

铁水包、钢水包耳轴如未定期进行探伤检测，出现隐患不能及时发现，在吊运过程中可能造发生铁水包、钢水包坠落事故，造成群死群伤。

(7) 火灾

转炉车间发生火灾事故的原因有：发生喷溅时，润滑油、液压油遇钢水或红渣引起火灾；电气设备过负荷、短路等引起火灾；高温钢水、钢渣、铁水喷溅、泄漏引燃易燃物火灾。

(8) 高处坠落

高处坠落是指从业人员在 2m（含 2m）以上高处作业时发生坠落造成的人身伤亡事故，但不包括触电坠落事故。

转炉平台距地面较高，从业人员在平台操作或上、下平台时如精力不集中，栏杆焊接不牢或无栏杆，有可能发生高处坠落事故。

天车或高处设备检修时，栏杆焊接不牢或无栏杆，未按安全操作规程操作，有可能发生高处坠落事故。

(9) 触电

1) 转炉区为高温场所，区域内的电气线路受高温烘烤，绝缘层寿命降低损坏，造成线路裸露，可能造成触电事故。

2) 手持电动工具或移动电器设备没有设置漏电保护装置，易发触电事故。

3) 检修作业中停送电失误做成的触电事故。

4) 转炉车间内用电设备较多, 如电气设备未接地或接地不良, 均可导致触电事故。

5) 炉子跨天车滑线与司机室如在同侧, 如果未采取隔离措施, 人员误接触滑线, 会发生触电事故。

6) 电梯维护缺失, 电器设施裸露, 人员触碰会发生触电事故。

3.4.5 连铸过程危险因素辨识与分析

(1) 火灾、爆炸

钢水连铸时如发生钢水外溢, 连铸坯拉漏等情况, 炙热的钢水遇可燃物会发生火灾; 连铸坯使用丙烷切割, 如丙烷使用过程中管理不当, 可能发生泄漏发生火灾爆炸事故。

进行浇铸时, 浇铸过程中结晶器突然断水、漏水可能发生爆炸事故。钢水浇铸时如发生钢水外溢, 结晶器、中间包穿漏, 连铸坯拉漏等情况,

炙热的钢水遇可燃物质等可燃物会引起火灾, 遇水可能引起钢水爆炸。未设置事故水系统或事故水系统故障。

浇铸时发生事故, 钢水紧急排放应急储存设施中, 若溜槽、事故包容量不足、中间溢流罐等未保持干燥, 易发生火灾、爆炸事故。

吊运熔融液渣未使用冶金铸造起重机、固定式龙门钩, 存在渣罐倾翻坠落事故, 存在灼烫、火灾的危险性。

(2) 灼烫

钢水浇铸过程中, 由于大包或中间包检查不及时, 存在隐患不能及时处理, 超期工作可能造成漏钢现象, 操作人员接触可能发生灼烫事故。

大包水口直径过大、包底冲击区设计不合理、大包距冲击区直线距离过大, 在开浇时会造成钢水翻溅, 烫伤人员。

开浇时, 人员进入二冷区, 易造成人员烫伤。

更换浸入式水口, 钢水外溅易引发灼烫伤害。

加保护渣时, 保护罩潮湿易造成放炮。

钢水浇铸过程中，由于大包或中间包、扇形段漏钢可能漏钢，操作人员躲避不及时可能发生灼烫事故。

钢包滑动水口是控制钢包中钢水流量的一个重要系统，如果该系统在使用过程中发生穿钢事故，将导致铸机断拉，烧坏连铸机设备等恶性生产事故，水口座砖周围砖缝、上水口砖与座砖之间砖缝、上水口砖与上滑板之间砖缝、滑板之间砖缝、下滑板与下水口接缝处由于安装质量、耐火材料质量、操作失误、滑动水口机械故障等原因，可能发生滑动水口漏钢，易引发灼烫事故。

如果结晶器内部潮湿，结晶头冷料，易造成灼烫、放炮。

烧眼作业时，如人员劳保穿戴不齐全、规范，戴油手套，手握氧管接头处，接头不加固，可能发生氧气回火，人员灼烫事故。

火焰切割时，会产生火花，如果操作人员距离太近，未佩戴防护用品，容易发生灼烫。

出坯跨码放有大量炽热的钢坯，如果人员站位不当、安全意识薄弱，易造成灼烫事故。

发生事故钢水排放至应急储存设施，应急储存设施未保持干燥，发生爆炸，人员站位不当、安全意识薄弱，易造成灼烫事故。

（3）起重伤害

钢水浇铸作业中频繁使用天车吊运钢水，在天车吊运作业时，因设备存在缺陷（没有定期检测与维修），起重过程中抱闸失灵、接触器失灵、连锁装置失灵、行程开关失灵，卷筒钢丝绳尾固定不牢或钢丝绳折断引起被吊物坠落，发生起重伤害事故；

斜拉歪吊等违章操作或误操作，指挥信号不清或错误、同一时间多人指挥、操作人员无证上岗等违章行为，可引起起重伤害，造成人员伤亡、设备损坏。

天车吊运钢坯时，如果钢坯未夹牢固，易造成起重伤害。

（4）触电

触电事故发生的主要原因是电气设施、设备缺少安全防护措施（如保护接地、保护接零），在发生故障时带电设施、设备的金属壳体、金属构架导电产生接触电压，一旦人体接触就会发生触电事故。

钢水浇铸区域内用电设备较多，如电气设备未接地或接地不良、防护不当均可能造成人员的触电。

（5）高处坠落

钢水浇铸在高于地面的平台上进行，从业人员上、下平台时如精力不集中，栏杆焊接不牢或无栏杆，有可能发生高处坠落事故。

（6）物体打击

钢水浇铸范围内安装有不少设备设施，在生产或检修时，由于操作人员违反操作规程，可能发生物料掉落、工具、零件飞出而发生物体打击事故。

（7）机械伤害

钢水浇铸区内有许多转动的机械设备，如机械转动部位无防护罩，人员违章操作，信号联系不规范等均可造成机械伤害事故。热送辊道、冷床电机、轴流风机未设置防护罩。

（8） γ 射线辐射

连铸结晶器液面控制使用铯 137 放射性元素，连铸机结晶器钢水液面控制仪使用铯-137 (Cs-137), 铯-137 银色、质软、物理性质极其开朗，遇水后爆炸事件，放射性物质较强，身体供给量低于 0.25Gy 归属于安全性范畴；超出此值会造成造血功能系统软件、中枢神经系统损害，异常生孕甚至绝育手术；身体供给量超出 6Gy，可以致人身亡。

（9）坍塌

如果连铸坯堆垛基础不牢，码放高度过高，垛间距过窄，又未设置安全警示标识，一旦发生连铸坯堆垛坍塌，可能会造成人员伤亡。

如果大包回转台平衡防偏系统功能失效、停位锁定系统不完善，回转轴承磨损、变形等会导致大包回转台在运行过程中出现不稳定，最终引发坍塌。

如果工人违反操作规程或者劳动纪律，导致设备超载、设备运行不稳定，可能引发坍塌事故。

3.4.6 钢渣处理过程危险因素辨识与分析

(1) 车辆伤害

转炉车间出渣后由渣车将渣罐运至钢渣处理间，如果道路状况不好、车辆指挥管理不到位，酒后驾车，疲劳作业、违章作业、开快车，均有可能发生车辆伤害的危险。

若厂区作业环境不良，如堆物占用道路、交通信号标志缺乏、夜间照明不好，导致驾驶人员操作失误，也可能造成车辆伤害事故。

热熔钢渣冷却后用挖掘机松动钢渣，若司机违章作业或作业区域内有非作业人员停留，可能造成车辆伤害事故。

钢渣处理完成后由汽车运到破碎、筛分、磁选加工生产线原料车间，若人流、物流出入口设置不合理，车辆带“病”上路，作业人员安全意识薄弱，违章驾驶，交通标志和信号不健全等可能造成车辆伤害事故。

(2) 起重伤害

将渣罐在指挥人员指挥下吊运至指定位置或设备检修使用时使用天车，因设备存在缺陷（没有定期检测与维修），起重过程中抱闸失灵、接触器失灵、连锁装置失灵、行程开关失灵，卷筒钢丝绳尾固定不牢或钢丝绳折断引起被吊物坠落，斜拉歪吊等违章操作或误操作，指挥信号不清或错误、同一时间多人指挥、操作人员无证上岗等违章行为，可引起起重伤害，造成人员伤亡、设备损坏。

(3) 火灾

高温钢渣入池后分层打水降温时有燃烧火焰，热闷后期热闷池盖上面排气阀产生燃烧火焰，有时在热闷前期时热闷池的水封槽周围缝隙里有燃烧火焰，若与易燃物品接触易发生火灾。

现场电器设备较多，若线路短路，绝缘不良等易引起电气火灾。

(4) 中毒和窒息

在热闷渣工艺过程中，向高温的钢渣打水产生大量且高浓度的蒸汽，蒸汽分子将闷渣池子内的空气置换，导致使池内氧气分子减少，此时闷渣池子内温度的降低，钢渣中间含碳的铁珠，温度在随着渣池子温度降低的同时，铁中碳随着铁的晶型转变析出碳，在红热状态下与水分或者空气中间的氧产生反应，这些就为 CO 的产生提供了条件，在热闷渣的工艺中间，在产生 CO 的同时还会产生 H₂，可能会导致中毒和窒息事故的发生。

(5) 爆炸

热闷渣处理过程中的爆炸一种是向热闷渣渣池子内倾倒红热态钢渣时发生的爆喷，另外一种是在热闷过程中热闷渣渣池子内气体产生的爆炸，其中以气体爆炸的频率为最，危害最大。

打水热闷时炉渣的温度逐步下降，池内温度降低，蒸汽量减少，它们产生的压力在逐步减小，高温蒸汽降温以后，体积减少，加上加盖热闷的这一工艺特点，如果它们的压力低于热闷工艺的要求，这些混合气体就被密闭在热闷渣渣池子内，这时可燃气体 CO 和 H₂，就逐渐的富集在池内某个空间，随着含量的增加，有可能达到爆炸极限范围；同时随着池内温度和压力降低，O₂ 的相对浓度逐渐加大，加上钢渣的导热性差，此时如热闷池内局部余留少量红渣，或者邻近的热闷池进行翻罐作业遇到明火，则极易发生爆炸。

热闷渣池子密封不严的时候，CO 和 H₂ 会沿着压力降低的缺口处四处扩散，在扩散点，如果满足爆炸的要求，就会发生爆炸。

多个热闷池子共用 1 条排气主管道，也容易造成热闷渣池子间串气。比如一个热闷渣池子在热闷渣的初期，产生的大量的气体排出，密度较小的 CO 和 H₂ 排出的过程中，有可能进入热闷渣处于热闷后期的作业或者开盖作业，也有可能是翻罐作业，气体的串气就会引起爆炸。

转炉出渣过程中，操作不当，有较多的钢液、未熔化的生铁、废钢进入渣罐，没有做好处理，直接翻入热闷渣渣池子，造成水煤气的发生量剧增，

闷不透的现象也会增加，这样，爆炸的几率就更大了。

排气管道内壁积累的粉尘结垢，造成排气困难，容易引起热闷渣渣池子内的气体压力增加，造成物理爆炸，也需要加以严格的控制。

（6）灼烫

指挥起重机吊装渣盘向热闷装置内倒渣或挖掘机出渣时，作业区域内站有工作人员，或渣盘提升高度距热闷装置口的高度过高，钢渣飞溅易引起烫伤。

清理热闷装置排气口时蒸汽串出易发生烫伤事故。

（7）高处坠落

如果闷渣池周围防护栏杆缺失，易引起现场作业人员高处坠落。

操作平台距离基准面高度 2m 以上，如果平四周安全栏杆缺失或损坏，平台没有采取防滑措施，作业人员在操作、巡检、检修作业中，均可能发生高处坠落事故。

（8）触电

造成触电伤害的主要原因包括：

电气设备工作环境恶劣（高温、潮湿、腐蚀、振动）、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损；

电气设备设施安装布置不合理，最小安全距离不符合要求；

电线、电缆安装不规范；

电气设备的金属外壳没有设置保护接地或保护接零，保护接地或保护接零系统存在缺陷；

使用移动式电器和手持电动工具因绝缘破坏或未设漏电保护器所造成的触电；

非电气专业人员私接乱拉电缆、电线和违章作业造成触电；

绝缘手套、绝缘鞋、高压试电笔等劳动防护用品未定期检测；

在电气设备上工作未执行工作票制度、工作许可制度、工作监护制度、

工作间断、转移和终结制度；

在电气设备上工作未采取停电、验电、接地、悬挂标示牌和装设遮栏措施等。

3.4.7 汽化冷却过程危险因素辨识与分析

(1) 容器爆炸

1) 余热汽包、蓄热器、蒸汽管道等未设安全阀等安全设施，易造成超压爆炸；

2) 余热汽包、蓄热器等设备为不合格设备或选材、设计不规范，易造成造成气体超压时爆炸。

(2) 灼烫

1) 蒸汽管道未设计热补偿措施，受热胀冷缩作用时会产生较大的应力，从而可能会造成管道的损坏，进而造成气体的泄漏，引发灼烫。

2) 高温蒸汽管道未设保温措施，易造成人员灼烫事故。

(3) 高处坠落

汽包等设备检修过程中存在高处作业，可能因违章操作或安全防护措施缺陷全而导致高处坠落伤害事故。

(4) 中毒和窒息

涉及到煤气的设备、设施、场所、由于设备、管道、阀门、仪表接头等处泄漏，使气化冷却区域转炉煤气含量升高，造成作业人员的急性中毒。

检修煤气设备时，管路或设备吹扫不合格，冒然作业造成的中毒事故。煤气区域值班室或控制室未安装固定式煤气报警仪，人员巡检时未配备

便携式煤气报警仪或报警仪失效，一旦煤气泄漏，易造成人员煤气中毒。进入有限空间检修时，没有对空气中氧含量进行测定或氧含量未达到 19.5%，可能发生人员窒息。

3.4.8 转炉烟气除尘及煤气回收危险因素辨识与分析

转炉烟气除尘及煤气回收过程中存在的主要危险、有害因素有火灾、爆

炸、物体打击、高处坠落、中毒和窒息。

(1) 火灾、爆炸

转炉煤气回收系统如果未设置一氧化碳和氧含量连续测定和自动控制系统，回收的煤气氧含量 $>2\%$ 时，有可能发生爆炸事故。

煤气管道泄漏未能及时处理，有发生火灾、爆炸的危险。

煤气管道膨胀超过补偿能力，导致管道破裂，煤气泄漏，有发生火灾爆炸的危险。

煤气回收系统电气设备未采用防爆电气、开关等防爆设施，容易引发火灾、爆炸事故。

转炉电除尘器及卸灰系统发生煤气泄漏遇点火源；静电除尘器内转炉煤气发生泄漏，且除尘器的电气是非防爆电气，运行电气产生火花；氧含量超标进入静电除尘器与烟气进行混合遇到明火；氧含量超标进入静电除尘器与烟气进行混合，除尘器未接地，产生静电积聚等均容易引发火灾、爆炸事故。

(2) 物体打击

高处作业平台、走道等场所未设置防护栏杆、防护板等，在其上面进行作业时，使用的工具和配件可能会无意中被踢落，从而造成物体打击事故。

(3) 高处坠落

高处作业平台、走道、吊装孔等场所未设计防护栏杆或防护栏杆不规范，易造成高处坠落事故。

爬梯、直梯未设计扶手、防滑踏板或设计不符合规范，易造成高处坠落事故。

(4) 中毒和窒息

煤气管道发生泄漏未能及时处理；进入煤气设备内部工作时，安全分析取样时间早于进入前半小时，检修动火作业中没有每隔 2h 重新取样分析；煤气管道膨胀超过补偿能力，管道破裂，煤气泄漏；处理煤气事故时未使用防毒面具及其它防护用品或使用不当、救护不当；在有毒或缺氧危险场所作业

时不使用防护用品、无人监护；煤气区域的一氧化碳声光报警仪或氧含量报警仪损坏或未按时校验，报警功能失效，毒物泄漏时不能及时报警；转炉在氧化期会产生大量含 CO 的转炉煤气，如果氧枪插孔氮封系统失效，煤气溢出；煤气风机、电除尘器、输灰设备未设置氮封；风机突然停电、切换站故障发生煤气回流反窜或泄漏；输灰装置未设置事故卸灰口或备用卸灰口，卸灰口未设防止煤气泄漏的锁气装置；煤气管道与煤气设施未设置可靠的隔断装置，或者隔断装置失效，煤气管道压力过高排水器被击穿，造成煤气泄漏等均会造成人员煤气中毒事故。

煤气管线和设备的吹扫需使用氮气，如果氮气管道无可靠切断、没有设置防止回流反窜的措施发生泄漏；用氮气置换煤气后，未采取强制通风措施并检测氧含量就进入煤气设施内部作业；检修或使用长期停用的煤气或氮气设施，没堵好盲板，没打开上、下人孔、放散管等，不能保证煤气设施内部自然通风，人员进入有发生中毒和窒息事故。

转炉电除尘器及卸灰系统发生煤气泄漏，作业人员吸入容易引发中毒和窒息事故。

煤气放散塔高度不足，可能导致煤气泄漏，造成人员中毒事故。

3.4.9 修炉及钢包砌筑、钢（中）包烘烤危险因素辨识与分析

修炉及钢包砌筑、钢（中）包烘烤过程中主要危险、有害因素有物体打击、起重伤害、高处坠落、中毒和窒息、火灾和爆炸、坍塌。

（1）起重伤害

天车属于特种设备，若起重设备选型错误、选用无资质单位设计、制造、安装的天车，易造成起重伤害。天车的安全装置（如限位器、限重器、运行信号等）不全，在使用过程中易发生起重伤害。作业场所中未划定安全通道，作业人员与天车进行交叉作业时，易造成起重伤害事故。砌炉过程中需要天车吊运大量物料，作业人员指挥不当、站位不合理，易造成起重伤害事故。

（2）物体打击

在钢包准备和转炉修砌过程中，使用大量设备设施和耐火材料，由于人员违反操作规程，可能发生物料掉落、工具、零件飞出而发生物体打击事故。

砌炉过程中，如果炉口未采取封闭，从烟道内可能掉落物体，砸伤砌炉人员。

砌炉过程中私自摇炉，易发生物体打击事故。

拆炉过程中大量的炉砖需要破碎拆除，如果人员站位不当，易发生物体打击事故。

（3）高处坠落

修炉及钢包砌筑过程中涉及高处作业，高处作业平台、走道、吊装孔等场所平台、走梯、栏杆或踢脚板不符合要求，有可能发生高处坠落事故。

（4）中毒和窒息

钢包砌筑、烘烤过程中煤气管道压力波动，烧嘴熄灭，造成煤气泄漏，如果未设熄火检测装置、低压快切阀和煤气报警仪，会造成周围人员煤气中毒事故。

钢水罐、中间罐烘烤过程中，如果烘烤器的烧嘴发生煤气泄漏，可能造成修炉人员中毒和窒息伤害。

修炉过程中，烟道、底吹设施如果未采取可靠的隔断，可能发生煤气、惰性气体串漏，造成修炉人员伤亡。

（5）火灾、爆炸

1) 钢（中）包烘烤过程中使用高炉、转炉煤气作为燃料，煤气具有易燃易爆性，在烘烤过程中使用不当，发生泄漏遇明火，易发生火灾和爆炸事故；

2) 带煤气抽堵盲板时，煤气大量逸出，与火源接触；带煤气作业时，使用铁质工具撞击产生火花；带煤气作业时，煤气设备附近有火源；煤气设备动火时煤气泄漏；煤气设备、设施、管网老化或腐蚀，造成煤气泄漏遇明火；煤气设备、管道没有接地或接地不良，造成静电积聚产生火花，易引起火灾和爆炸事故的发生。

3) 未办理动火证, 在煤气管道、设备上擅自动火, 在煤气管道、设备上动火之前, 未对 CO、O₂ 含量进行检测; 煤气设备停产后, 未将煤气处理干净, 盲目动火; 准备投产的煤气管道, 与运行中的煤气管道没有用盲板隔断, 煤气由闸阀漏入新管道, 未经空气分析检查, 动火; 在烘烤器煤气管道上未设置低压报警装置及快速切断装置, 在助燃空气管道上未设置泄爆装置等均可能发生火灾、爆炸事故。

(6) 坍塌

如果补炉时间不够、补炉料质量差、补炉烧结效果不好等情况都有可能造成冶炼倒炉过程补炉料坍塌, 进而发生坍塌等事故。

修炉、砌炉时, 炉砖没有背紧挤实, 可能造成炉体坍塌。

3.5 公用和辅助设备设施危险有害因素辨识与分析

3.5.1 供配电危险、有害因素辨识与分析

(1) 触电

触电事故是人触及带电部位造成的事故, 分为电击和电伤。电击是电流直接作用于人体造成的伤害, 包括正常状态下的电击和故障状态下的电击以及雷击。电伤害分为电弧灼伤、电流灼伤、皮肤金属化、电烙印、机械性损伤、电光眼等伤害。

造成触电伤害的主要原因包括:

- 1) 用电设备工作环境恶劣(高温、潮湿、腐蚀、振动)、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损;
- 2) 用电设备设施安装布置不合理, 安全距离不够等;
- 3) 电线、电缆安装不规范;
- 4) 电气设备绝缘不良;
- 5) 电气设备安全距离不符合规程要求;
- 6) 保护接地和接零系统存在缺陷;
- 7) 电气设备、其他设备、厂房、烟囱等防雷设施出现故障或存在缺陷;

8) 使用金属外壳移动式电器和手持电动工具, 未加装漏电保护装置因绝缘破坏所造成的触电;

9) 私接乱拉电缆、电线和违章作业造成触电;

10) 电气检修人员作业时未按照规定采取各种防护措施, 违章作业;

11) 电气设备检修时未执行操作票、工作票制度, 误合闸、误启动;

12) 电焊作业防护不当造成的电伤害等。

(2) 火灾、爆炸

供配电及电气传动设施的火灾危险源点有: 各级变配电站、开关柜、电缆夹层、电缆隧道等。导致供配电系统发生火灾、爆炸的原因有:

1) 火灾爆炸区域未采取防爆电气, 或防爆等级不符合规范要求;

2) 各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等, 由于安装不当、运行中长期过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等, 均可产生电气火花、电弧或者过热, 可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质, 造成火灾事故;

3) 充油电气设备(油浸电力变压器、电压互感器等)火灾危险性更大, 还有可能引起爆炸;

4) 雷电流的热效应引起电气火灾及爆炸;

5) 主控室、主电室、配电室、电缆夹层、电缆隧道等处没有按规定设置火灾自动报警系统, 消防控制室、自备电源室、配电室消防水泵房、主控室等处没有按规定设置事故应急灯和消防器材等, 致使火灾发生时, 人员未及时采取有效防护措施和快速逃离现场, 导致火灾事故的扩大化。

3.5.2 给排水危险、有害因素分析

(1) 触电

各种电气设备和缆线的绝缘或保护装置如果损坏、正常不带电设备由于事故而带电, 操作人员接触到此类设备或操作人员违章操作, 可能发生触电事故。

（2）机械伤害

水泵房有高速运转的电机，如果操作人员操作安全意识差，或设备转动部分未安装合格的防护罩，可能造成操作人员的机械伤害事故。

（3）淹溺

循环水池、消防水池、污水处理水池等处没有防护设施或防护设施损坏，缺少安全警示标志，人员不慎坠入水中，引发淹溺事故，造成人员伤亡。

（4）中毒和窒息

进入工业循环水池、旋流池等属于有限空间作业，作业场所存在缺氧环境、硫化氢中毒等风险，未严格执行“先通风、再检测、后作业，内部作业外部监护、持续作业动态监测”，易发中毒和窒息事故。

3.5.3 消防系统危险、有害因素辨识与分析

（1）消防水系统故障、移动式灭火器失效或压力不足、消防水箱缺水等易造成火灾扩大事故。

（2）消防用电未采用双电源，不能再发生火灾切断生产、生活用电时保证消防用电，都可能导致发生事故时消防设施无法及时有效使用，从而造成事故的扩大。

（3）如果消防设施无标志缺少标志标识，发生事故时岗位人员无法准确及时取用消防设施，可能延误灭火最佳时机，引起事故扩大。

（4）如果使用过期或不合格的消防器材，发生事故时无法达到灭火要求可能延误灭火最佳时机，引起事故扩大。

（5）如果消防道路的宽度不能满足要求或消防通道堵塞，一旦发生事故，均可导致消防车辆无法进入从而造成事故的扩大。

（6）如果未定期检查维护消防器材或未对人员进行消防知识的培训，可能由于消防器材无法使用或使用不当导致事故的扩大。

（7）消防控制、通信和警报线路没有按防火要求设计，在火灾发生时由于消防控制、通信和警报线路中断，使灭火工作无法进行，造成经济损失。

3.5.4 采暖、通风与除尘系统危险、有害因素辨识与分析

采暖通风及除尘系统可能存在下述危险、有害因素：触电、机械伤害、高处坠落、灼烫、中毒和窒息、起重伤害等。

(1) 触电

触电事故发生的主要原因是电气设施、设备缺少安全防护措施（如保护接地、保护接零），在发生故障时带电设施、设备的金属壳体、金属构架导电产生接触电压，人体一旦接触带电体，就会发生触电事故。

(2) 机械伤害

风机、电机等机电设备运转部件无安全防护罩或防护罩存在缺陷，均有可能发生人员机械伤害。

(3) 灼烫

采暖设备的高温表面、蒸汽管道破损漏气等，均可造成人员灼烫；抢修大烟道时，若不做好防护，可造成高温气体灼烫。

(4) 高处坠落

设备检修过程中存在高处作业，可能因违章操作或安全防护措施缺陷全而导致高处坠落伤害事故。

(5) 中毒和窒息

1) 检修烟道、电除尘器、布袋除尘器或其他有限空间作业时，没有检测一氧化碳浓度，冒然进入，造成工作人员中毒窒息。

2) 检修电除尘器、布袋除尘器或其他有限空间作业检修作业时，没有采取有人作业、有人监护的制度，易发生工作人员中毒和窒息事故。

(6) 起重伤害

1) 起重设备存在缺陷（没有定期检测与维修），起重过程中抱闸失灵、接触器失灵、连锁装置失灵、行程开关失灵等，易造成起重伤害事故；

2) 起重作业人员斜拉歪吊等违章操作或误操作；

3) 指挥信号不清或错误、同一时间多人指挥、操作人员无证上岗等违章

行为。

3.5.5 液压润滑设施的危险、有害因素辨识和分析

(1) 火灾、爆炸

液压站未设置消防设施和火灾报警系统，一旦发生火灾未及时发现，会导致火灾扩大。

液压站及油品存放区存在易燃物物品，一旦遇明火，易发生火灾、爆炸。

液压系统密封不严，油品泄漏，遇高温刚才可能引发火灾。

液压站设备压力表、安全阀未得到检测其安全性失灵，设备因压力过大造成爆炸。

(2) 其它伤害

液压站油品泄漏在主要通道上，可能造成人员跌倒，导致其它伤害。

3.5.6 热力设施危险、有害因素辨识

(1) 容器爆炸

余热汽包、蓄热器、蒸汽管道等未设安全阀等安全设施；余热汽包、蓄热器等设备为不合格设备或选材、设计不规范等易造成造成气体超压时爆炸。

(2) 灼烫

蒸汽管道未设计热补偿措施，受热胀冷缩作用时会产生较大的应力，从而可能会造成管道的损坏，进而造成气体的泄漏；高温蒸汽管道未设保温措施等均易造成人员灼烫事故。

(3) 高处坠落

汽包等设备检修过程中存在高处作业，可能因违章操作或安全防护措施缺陷全而导致高处坠落伤害事故。

(4) 中毒和窒息

热力系统涉及容器、管道等有限空间，在有限空间进行作业过程中，未对有限空间进行辨识；进行检修过程中未进行氧含量测定或氧含量不合格进入有限空间作业；未按照有限空间管理制度执行等均易引发中毒和窒息伤害。

3.5.7 空压站设施危险、有害因素辨识

(1) 容器爆炸

空压系统的压缩空气储罐等压力容器及其安全附件未定期检测合格，作业人员未经专门培训合格便上岗作业，此类设备缺陷或操作不当等原因可能引发容器超压爆炸。

(2) 火灾

空压机及其系统必须按运转时间定期清洗、检验，清洗时如使用煤油、汽油等轻质油，不使用碱性溶液清洗，则可能因摩擦产生火星引发火灾。

(3) 触电

空压装置区使用的电气设备保护接零或保护接地失效、违章作业等，人员接触漏电的电气设备或带电体可能造成人员触电。

(4) 物体打击

作业场所使用工具不当、高处物体坠落、压力容器超压产生的物理爆炸等原因，可能产生物体打击。

(5) 机械伤害

空压设备的转动部分联轴器、皮带等若缺少防护可能产生机械伤害。

3.5.8 燃气设施危险、有害因素辨识

(1) 煤气设施

煤气输送管道敷设不规范，管道、支架易受到外部物体的打击或车辆的碰撞而破裂，造成煤气泄漏；煤气输送管道未设计安全放散装置，超压时造成煤气输送管道的法兰、阀门、水封、人孔等管道附件泄漏煤气；煤气输送管道选材、设计不规范，易造成煤气泄漏；煤气输送管道未设计防腐措施，长期使用受到腐蚀，管道局部破损造成煤气泄漏；煤气输送管道未设计低压报警措施，管道内压力为负压时，空气进入煤气管道等遇到明火、静电火花、其他引发源等易发生火灾、爆炸或者造成人员中毒和窒息事故。

转炉煤气回收系统如果未设置一氧化碳和氧含量连续测定和自动控制

系统，回收的煤气氧含量 $>2\%$ 可能发生爆炸事故。

转炉煤气电除尘器入口未设置转炉煤气氧含量测定或煤气中氧含量 $>2\%$ 时未能自动切断电源装置可能发生爆炸事故。

(2) 氩气、氮气管线设施

氩气、氮气均为窒息性气体，一旦发生大量泄漏，在泄漏点周围的人员容易发生窒息事故。

氩气、氮气管道为压力管道，若设计制造安装缺陷，安全阀、压力表的失效，管道的腐蚀损坏、操作人员的失误可能造成压力管道爆炸。

(3) 氧气管线设施

氧气输送、使用过程中，以下原因可能导致火灾、爆炸：氧气管道没有设防雷、防静电接地措施；氧气管道的法兰、螺纹接口两侧没有用导线跨接；氧气主管线，没有配置阻火铜管；氧气管道穿过高温及火焰区域时没有在该管段增设隔热措施；明火及油污靠近氧气管道及阀门；氧气管道的弯头、分岔头与阀门出口直接相连；阀门出口侧的碳钢管、不锈钢管的长度不足；氧气管道、阀门及管件等，有裂纹、鳞皮、油污等；接触氧气的表面有毛刺、焊瘤、焊渣、粘砂、铁锈和其他可燃物，内壁不光滑。在安装过程中及安装后没有采取有效措施，防止受到油脂污染，防止可燃物、铁屑、焊渣、砂土及其他杂物进入或遗留在管内，也没有进行严格的检查等。

(4) 丙烷气站

1) 火灾、爆炸

丙烷气站内电气未选用防爆型，一旦发生泄漏，遇电火花；丙烷气站内消防设备配置不符合规范，一旦发生火灾，未能及时扑灭引燃气瓶；丙烷气站未设机械通风装置或排风口位置（下排风）设置不当，泄漏的丙烷气聚集达到爆炸极限遇明火；丙烷气站内未设置可燃气体检测报警设施或可燃气体检测报警设施未定期检验而失效；均有可能发生火灾、爆炸事故。

丙烷气站缺乏静电导除设施，管道未采取防回火措施等均等可能发生火

灾、爆炸事故。

丙烷气站未设置轻质屋顶或泄爆面积不足，可能会导致火灾、爆炸事故后果扩大。

丙烷站内温度过高或压力表失灵导致丙烷储罐压力过高，易发生容器爆炸事故。

2) 中毒和窒息

丙烷气站未设机械通风装置或排风口位置（下排风）设置不当，泄漏的丙烷气聚集容易引发中毒和窒息事故。

3.5.9 有限空间危险、有害因素辨识和分析

(1) 中毒和窒息

1) 进入除尘器、钢包、烟道、旋流井、水池、下水道、底吹阀门站等有限空间作业时，未检测有限空间内氧气含量，如果有限空间内氧含量达不到要求，有可能发生人员窒息。

2) 未制定有限空间作业的操作规程、操作人员无章可循而盲目作业，操作人员在未明了作业环境情况下冒然进入有限空间作业场所，有可能发生人员窒息。

3) 进入有限空间的作业人员未配置必要的安全防护与救护装备等，有可能导致事故的发生。

4) 进入有限空间区域作业，未严格执行“先通风、再检测、后作业，内部作业外部监护、持续作业动态监测””的原则，未进行有毒气体浓度、氧含量的测定，可能发生人员窒息，救援人员盲目施救，可能导致事故扩大化。

(2) 触电

有限空间作业场所的照明灯具电压不符合《特低电压限值》(GB/T3805)等国家标准或者行业标准的规定；行灯电压不应大于 36V，在金属容器内或潮湿场所，则电压不应大于 12V。

(3) 机械伤害

有限空间工作地点位置狭窄，使用机械作业过程中防护、注意不到易发生机械伤害事故。

（4）高处坠落

登高扶梯、支架等设置不稳，站位不当等易导致作业人员高处坠落。

（5）火灾、爆炸

有限空间内若存在易燃易爆气体，在检修过程中遭遇明火会发生火灾、爆炸事故。

3.5.10 检修、维修的危险、有害因素辨识和分析

（1）机械伤害

对于传动机构、转动机械（如冷却水泵、电动机等），以及液压传动装置等机械，在检修和操作中若不注意安全，容易引起机械伤害。如机器未设置安全联锁保护装置、启动声光信号，或是安全联锁保护装置、启动声光信号失灵；高速转动部件未加防护罩等。这些因素均有可能造成机械伤害。

（2）高处坠落

1) 该项目在转炉、精炼炉等处检修进行高处作业时，如不采取防护措施或是防护措施不到位，操作人员精力不集中，不佩戴安全帽，平台护栏有缺陷，可能发生高处坠落。

2) 作业平台的作业环境不良，如采光或光照不足，作业空间狭窄、通道狭窄或通道的上下方设有阀门、管道、平台支架钢梁、电缆桥架等设施，易引发碰撞、绊倒等伤害事故。

3) 转炉主控楼设置有客货电梯，若电梯的超失速安全保护系统、终端越位安全保护系统、紧急停止安全保护系统、非正常停止安全保护系统、层轿门安全保护系统、超载安全保护系统等安全保护系统失效，可能会引发其他伤害事故。

（3）物体打击

1) 物体打击主要发生在物料运输及设备检修过程中。

2) 设备检修时, 工作人员交叉作业, 没有佩戴工具袋、零部件存放不当、维修现场杂乱、传递不稳、人员误撞等, 造成物体坠落, 可引发物体打击伤害。

3) 高处作业时, 作业人员不慎掉落工具, 可能对下方作业人员造成物体打击伤害。

(4) 起重伤害

1) 起重机不按规定要求进行定期检测, 起升高度限位器、运行行程限位器、起重量限制器、联锁保护、报警装置等安全附件维修保养不当导致失灵, 非特种作业人员操作起重机, 易发生事故。

2) 起重机械的吊钩钢丝绳不定期更换, 起重机超载作业, 致使钢丝绳断裂, 可能导致起吊物坠落伤人。

3) 炼钢车间为高温作业区, 若夏季防暑降温措施不利, 起重作业人员发生中暑, 导致起重机失控, 可能会发生撞车事故; 炼钢车间粉尘得不到有效治理, 影响起重工的视线, 可能会发生撞车事故。

4) 两台起重机同时在同一轨道作业, 起重机未装行车启动联锁装置或装置失灵、操作失误可能会发生撞车事故。

5) 起重机重物起吊后, 在起重机吊钩下方和重物运行路径上如果站人, 一旦起重机超载、抱闸失灵或捆绑不牢造成重物下滑, 会发生人员砸伤或撞伤, 乃至生命危险。

6) 选用的起重设备不是相应资质企业生产的合格产品或起重设备选型不

7) 符合生产要求; 起重设备使用前没有通过相关部门检查和验收, 登记注册并获得使用许可; 起重设备操作工无证上岗、违章操作、误操作; 指挥人员指挥不当或违章指挥, 均可能会引发起重伤害事故。

8) 如果起重设备没有设置声光警示信号, 作业场所没有设置安全警示标志等, 可能会引发起重伤害事故。

9) 货梯超载、钢丝绳断裂, 货梯的电气系统若长时间使用而不进行定期

检查和维护，可能会导致线路老化，进而引起短路，均可能会引发起重伤害事故。

（5）车辆伤害

1) 钢水运输与其他交通工具混行；运送装有钢水的罐车与邻近设备或构筑物未能保持大于 1.5m 的净空距离，作业时可能会造成车辆伤害。

2) 车辆运行时不能发出红色闪光与轰鸣信号，进出炼钢生产厂房的铁路出入口或道口未设置声光信号报警装置，作业时可能会造成车辆伤害。厂内机动车辆驾驶员无证驾驶、酒驾；厂内道路布局不合理，未设置限速标志、警示标识；作业时可能会造成车辆伤害。

（6）触电

1) 各类水泵等机械设备的电动机，配电线路、现场控制柜或开关等，生产中日常检查、维护、保养及检修不到位，可能会由于电气老化、外力损坏等造成电气设备等漏电，若没有安装接地保护、漏电保护或保护失效，可能会引发触电事故。

2) 保护接地或接零、漏电保护、安全电压等电位联结等保护措施缺陷或不完善，可能会引发触电事故。

3) 电气线路或电气设备在运行中，缺乏必要的检修维护，保护装置失效等，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏等隐患。

4) 地面敷设的线路保护套管受外力破损，线路绝缘损坏，使带电的金属线裸露，可能会引发触电事故。

5) 用电设备、控制开关及电气线路等，如果电气绝缘老化、过载保护、漏电保护、接地保护或接零保护失效，违章检修，可能会造成触电事故。

6) 雷雨天气检查、巡视；不认真执行“两票三制”制度等。维修、维护可导致触电。

7) 未按规程正确使用电工安全工器具（绝缘用具、绝缘垫、警示牌等）；

带负荷拉刀闸；误操作引起短路；电气误操作。

8) 电气维修操作无监护或监护不力意外触及带电体。制度不完善，管理不到位，强制检测用具（验电笔、绝缘杆、绝缘靴等）未定期进行检验或检验不合格而投入使用。

9) 作业人员无证上岗。电气室等电气设备的场所、部位若没有按规定设置安全警示标志，或标志不清晰、不规范、标志选用不当等，均可能会引发触电事故。

（7）火灾

1) 电气设备故障起火。

2) 违章动火作业引燃周围可燃物。

3) 未制定动火作业安全规程，安全管理不到位。高温电弧会使金属熔化、飞溅，如果周围有易燃物质，焊接热源会引起周围易燃物质燃烧。

（8）灼烫

该项目的钢水的温度高达 1600℃，若设备存在缺陷、操作或巡检人员未穿戴防护用品，人体意外接触高温物料、设备，高温设备、管道保温缺陷，可能造成灼烫。

（9）中毒和窒息

作业人员进入有限空间进行清渣、修理衬砖，作业前，未对有限空间内氧浓度或有害气体及其浓度进行检测，未进行空气彻底置换或吹扫，未进行通风，个体没有佩戴氧气呼吸器等，在没有监护人员等情况下进入有限空间内作业，造成人员中毒或缺氧。

3.5.11 自动控制系统的危险、有害因素辨识和分析

控制系统包括大量用电仪器、仪表等控制系统，存在以下危险、有害因素：

（1）火灾

自动化控制系统中，存在大量用电仪器、仪表、计算机、电气设备及电

缆电线等，如果选型、配置、安装不符合安全技术要求时，容易因短路、过热、高温而导致火灾的发生。

电气设备维护不良致使绝缘老化、在负载导线连接处松动，或者人为引起短路，都可能产生火花或电弧，引起火灾。

在控制室内违反规定，随意乱拉电线、任意增设电气设备、加大电气负荷，增加了火灾发生的可能性。

进入控制室等的电缆孔洞未用耐火填料封堵严密，当外部电缆故障着火时，大火可能引燃至控制室内，室内的电气设备、电缆、仪表等将被烧毁。

（2）触电

自动化控制单元有大量用电的仪器、仪表、计算机等电气设备及电缆电线，在运行、检修过程中存在触电事故发生的可能。

（3）灼烫

用仪表测量饱和蒸汽或高温水时，测量管线没有保温或测量管线、阀门仪表本身泄漏出蒸汽或高温水，可能造成工作人员被蒸汽或高温水烫伤。

（4）高处坠落

在现场仪表、管线、电缆检修过程中，存在位置高于 2m 的高处作业，如果操作人员违章操作或者安全防护措施不到位，可能导致高处坠落事故的发生。

3.5.12 建（构）筑物承受重荷载、高温辐射、高温熔融金属喷溅、酸碱腐蚀等可能造成的危险性及危害程度分析

当建（构）筑物长期承受重载荷、高温辐射、高温液态金属喷溅以及酸碱腐蚀时，会造成建构筑物的支撑柱、梁以及面出现疲劳、蠕变、蚀损，最终导致强度下降，可导致建（构）筑物坍塌危险。

（1）重荷载情况分析

炼钢连铸厂房结构承受的荷载比较大，长期受重载的作用，结构容易产生疲劳破坏，同时受铁水罐、钢水罐、渣罐和钢坯等重物的碰撞而产生变形、

开裂破损，严重的会立刻折断或倾倒。

(2) 高温辐射、热渣喷溅情况分析

高温、热渣对结构材料内部会产生影响，对于钢结构，长期处于高温环境及热渣喷溅，未采取隔热及防止热渣喷溅的防护措施，结构会产生变形；混凝土结构长期处于高温、热渣环境中会产生酥松、开裂破损，严重的会产生局部断裂破坏，使整个构件丧失其功能。

炼钢连铸厂房的耐爆强度很高，但受热后由于钢材的强度大大下降，如果在主要钢构件外未包上非燃烧材料的被覆，被覆的厚度未满足耐火极限的要求，在高温时将失去承受荷载的能力，发生坍塌事故。

(3) 建（构）筑物承受酸碱腐蚀情况分析

室内外钢结构受工业大气酸碱腐蚀，钢结构产生锈蚀，会引起结构构件失去承载能力，甚至导致建筑物坍塌。

3.6 厂内运输危险有害因素辨识与分析

炼钢厂内铁水运输依托炼铁厂的铁路运输，各类物料运输主要采用道路运输、管线输送、带式输送机输送以及起重机械吊运等方式。在厂内运输方面，铁路线路运输要确保沿线无积水，道路设置“人车分流”、“人物分流”，管线设置避开熔融金属喷溅、泄漏区域，在条件不允许时设置防护措施，横跨厂区道路的管道、通廊的高度要满足车辆通行的要求。

1、铁路运输。来自炼铁的高炉铁水由牵引机车沿厂内铁路线运输到转炉加料跨，转炉炉下渣盘车采用轨道运输方式，主要存在以下危险因素：

1) 铁水专运线设置低于周围地面，且线路两侧无排水暗沟，因降雨可能会淹没铁水专运线，影响铁水罐车的正常运输。

2) 铁路运输线与道路、人行道等交叉设置，缺少声光警示、隔离等设施，存在液态金属爆炸、车辆等伤害。

3) 铁水罐车运输线路与其他车辆通行道路距离不足，可能导致车辆伤害、灼烫等事故。

4) 转炉炉下电动渣罐车的停靠处限位、车档和声光报警装置失效易对现场作业人员造成车辆伤害事故。

2、道路运输

厂区大部分生产原辅料运输采用道路运输方式,主要存在以下危险因素:

1) 厂内道路在弯道、交叉路口的横净距范围内,有妨碍驾驶员视线的障碍物,或道路转弯半径过小等有可能导致厂内道路交通事故。

2) 场内交通道路宽度达不到规范要求,机动车辆会车时可能会因为道路较窄,而发生碰撞,亦或非机动车辆受挤而造成车辆伤害事故。

3) 厂区道路交通标识设置不完善,未设置人车分离线,未在视线盲区设置凸视镜等可能发车辆伤害。

4) 场内道路管理不善,乱堆乱放占用道路,造成道路狭窄,也可能会导致车辆伤害事故。

5) 物流与人流出入口不分,人流、物流道路混用,也容易导致车辆伤害事故的发生。

6) 厂区应设置消防通道,如消防道路不符合要求,可能导致救火不利,一旦发生火灾会蔓延扩大。

7) 道路路基不实或道路下方有通廊、暗沟等设施,车辆运行时又发生因地基沉降而倾翻的危险。

8) 场地设计不合理,道路积水不能及时排除,可能淹没道路。

9) 司机驾驶技能差、无证驾驶、违章驾驶、酒后开车、车辆超载超速、货物超高超宽,都可能造成车辆伤害。

3、管线输送

炼钢生产氮气、氧气、煤气、氩气、蒸汽、丙烷、水、压缩空气等介质采用管道输送方式,主要存在以下危险因素:

1) 横跨厂内道路辐射的管线,如果跨度及管底标高不符合要求,有被过往车辆碰撞的危险。

2) 穿过道路埋地敷设的管道, 如果未做套管防护或管底部地基不实, 可能会被过往的车辆压断的危险。

3) 管廊、管道支架或共沟敷设的管线, 如果没有按要求敷设, 可能存在爆炸及火灾的危险。

4) 煤气管道放散的位置设置不当可能导致火灾爆炸和周围人员煤气中毒事故。

5) 金属管线防腐措施不当, 介质泄漏, 易造成火灾、爆炸、中毒和窒息事故。

6) 跨越铁水运输路线的煤气管道未设置隔热板, 易造成火灾、爆炸、中毒和窒息事故。

4、皮带输送机及通廊

转炉用石灰、白云石、萤石等辅料采用皮带输送机运输至高仓, 主要存在以下危险因素:

1) 架空设置的通廊, 如高度不能满足车辆通行的要求, 管道支架未设置防撞设施, 有被过往车辆撞塌的危险。

2) 地下设置的通廊, 通廊侧墙及顶面强度不够, 有被重物压塌的危险。如果是横跨道路底下的通廊, 有被过往的车辆压塌的危险。

3) 皮带机头尾轮安全护罩、急停拉绳开关、清扫器、防跑偏、防溢料、防止逆、防纵向撕裂、警铃、通讯等安全装置缺失或失效, 易发机械伤害事故。

4) 皮带通廊选用可燃材质、选材的耐火等级低, 遇到高温或明火, 可能引发火灾, 未设置灭火器材, 易导致火灾事故扩大。

5) 带式输送机通廊未设踏步或防滑设施, 可能发生高处坠落事故。

3.7 安全管理影响辨识与分析

危险因素产生的原因都可以归结为存在能量和有害物质, 以及能量和有害物质失去控制(以下简称“失控”)。失控主要体现在设备故障(包括缺

陷)、人员失误、管理缺陷三个方面,其中作业环境的不安全状态和人的不安全行为共同形成事故的本质性原因或直接原因;而管理缺陷是发生失控的重要因素,如果存在管理缺陷,就会造成管理混乱,作业无序的现象,会间接引发各类安全事故的发生,是造成事故的重要基础性原因。根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)管理缺陷归纳起来主要表现为以下几个方面:

3.7.1 安全责任不到位

1、如果总经理未履行安全责任,对本企业安全生产工作不重视,未把安全生产作为大事来抓;如果职能部门未在分管范围内履行相应的安全生产职责,就会造成安全工作滞后,安全工作不能有效开展。

2、如果未制定安全生产责任制,明确各级各岗位的责任人员、责任内容和考核奖惩要求,就会造成安全生产责任不清,生产与安全脱节,安全工作相互推诿,安全工作就不能得到考核,各级各类人员就不会主动的开展安全工作。

3.7.2 安全管理不到位

1、组织管理不健全

如果未依法设置安全生产管理机构,未配备专业安全管理人员,就会造成安全工作无组织、无计划,安全工作无人具体负责、无人督导落实。

如果未按照企业安全生产标准化基本规范的要求,系统的开展安全标准化工作,就不能形成有效的安全管理体系和管理机制,就做不到企业达标、技术达标、岗位达标,就会造成安全生产绩效低下。

2、安全规章制度不完善、操作规程不规范

如果未充分识别该项目在物料、设备设施、作业活动、相关方等方面潜在的风险,并依据有关国家安全生产法律法规、标准规范及其他要求,建立相应的安全生产规章制度、控制措施加以控制,就会造成企业的安全管理无章可循,危险危害得不到控制、生产现场管理混乱。

如果未制定各工种安全操作规程，或安全操作规程得不到严格落实，就会造成工作随意、作业无序、应有的安全技术措施得不到落实，事故频发。

3、安全检查整改不到位

如果监管手段和方法不科学，监管不到位，不能及时发现事故隐患，就不能及时排除设备故障，造成设备带病运转，物的不安全状态就无法消除；如果不能及时发现并纠正作业人员（含相关方）的不安全行为，就会造成管理松懈，各项规章制度、规程、劳动纪律、技术措施得不到落实，违章指挥、违章操作、违反劳动纪律的现象时有发生。

4、事故管理不到位

如果出现事故，未按“四不放过”原则进行处理，就不能有效防范类似事故的再次发生。

3.7.3 安全培训不到位

如果企业主要负责人、分管负责人、安全管理人员、特种作业人员、未经专门的培训，持证上岗，如果未对普通作业岗位和相关方人员（含承包商、供应商、外来参观学习人员、实习人员等）进行安全培训，就会造成以上人员不能掌握应知应会的安全知识，缺乏必要的专业安全知识，不具备相应的上岗能力。

如果培训制度不完善，培训人员能力不足，就会造成安全培训流于形式，培训走过场，培训缺少针对性，脱离实际，无实际效果。导致职工安全意识淡薄、不能掌握必要的岗位应知应会知识，不能熟练掌握安全操作技能、应急处理和防范事故的能力，应有的安全措施得不到落实，从而直接导致事故的发生。

3.7.4 事故应急预案及响应缺陷

如果应急预案体系不健全，未建立与本单位安全生产特点相适应的专兼职应急救援队伍；或未指定专兼职应急救援人员、或应急物资保障不充分、或体系和处置方案不适用；或未组织人员开展有效演练，以致员工应急处置

能力有缺欠，就会造成企业应急响应能力不足，无法遏制事故的发生与扩大。

3.7.5 安全投入不到位

如果安全投入不足，造成安全工作得不到有效开展（比如：安全隐患得不到及时治理；特种设备得不到及时的检验；安全技术防范措施得不到有效落实；从业人员得不到应有的培训、健康监护和劳动保护），就会造成工艺设备不能及时更新、设备、设施安全设施不全，存在本质安全缺陷，从而导致各类事故的发生。

3.7.6 风险管控及隐患排查治理不健全

如果企业未制定风险管控及隐患排查治理制度，重视程度不足，参与度不够，人员不掌握方法或方法不足，风险识别不全面，风险告知不到位，相关人员不清楚风险，提出的整改建议未落实等，会导致事故扩大化。

3.8 自然环境及周边环境安全辨识与分析

3.8.1 当地自然条件对该项目安全生产的影响

自然因素形成的危害不利影响，一般包括暴雨、洪水、雷电、地震、不良地质地段、暑、热、寒、冻等因素，各种危害因素的危害性各异，发生的可能性，机率大小不一，危害作用范围及所造成的后果均不相同。

自然因素形成的危害不利影响，一般包括暴雨、洪水、雷电、地震、不良地质地段、暑、热、寒、冻等因素，各种危害因素的危害性各异，发生的可能性，机率大小不一，危害作用范围及所造成的后果均不相同。

（1）地震

地震是一种能产生巨大破坏作用的自然现象，它尤其对建筑物的破坏作用明显，破坏作用范围大，进而威胁设备和人员的安全，还可能引发火灾、爆炸事故。

（2）不良地质

炼钢设备质量大，若设备安装在不良地质（滑坡地区）的地段，可能发生坍塌，毁坏主体生产设施，造成停产。

(3) 雷击

雷击能破坏建筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生，雷电出现的机会因工程所在地理位置的不同而不同，一般作用时间较短。

(4) 暴雨、洪水

暴雨、洪水也会对该项目施工和生产安全构成一定威胁，其作用范围大，但出现机率较小；洪水可浸渍设备，影响生产，对人的危害相对较小。

(5) 寒冻、暑热

人体有适宜的环境温度，当环境温度超过一定范围时，会产生不舒服感，气温过高人会发生中暑；气温过低，达到 0℃ 以下，则可能发生冻伤，同时也会冻坏设备。气温对人的作用广泛，作用时间较长，但其危害后果较轻。

(6) 暴雪

暴雪能破坏建筑物，压塌厂房，造成人员伤亡。

(7) 其他

风向对有害有毒物质或气体作用明显，人员位于危害源的下风向则极为不利。

3.8.2 建设项目周边环境

河北荣信钢铁有限公司位于迁安市沙河驿镇管庄子，河北迁安经济开发区，中心地理位置坐标北纬：39° 52′ 57.26″、东经：118° 32′ 56.34″。公司炼钢厂主厂房北距潘庄子村 390m，东距刘台子村 990m，东南距唐山宝利源焦化化产车间、粗苯中间槽、粗苯储槽分别为 410m、456m 和 360m，西南距管庄子村 810m，南侧距李店子村、京哈高速分别为 970m 和 1530m。项目 1000m 范围内没有商业中心等人口密集区域，也没有学校、医院等公共设施，无水源、水厂等保护区，无车站、码头、铁路交通干线等，无基本农田保护区、畜牧区等，附近没有河流、湖泊、风景名胜和自然保护区、军事禁区、军事管制区。厂址周边没有矿山开采企业、民用爆炸品企业、放射性物品企业或城镇燃气企业。

3.8.3 建设项目和周边环境的相互影响

该项目位于河北荣信钢铁有限公司东部，周边无民用爆炸品企业、放射性物品企业或城镇燃气企业等。该项目东侧为空地，东南侧 410m 为唐山宝利源炼焦有限公司化产车间，西距炼钢水站 25m，北侧 170m 为荒山，满足安全距离要求，因此居民区对该项目的影响较小。

该建设项目对周边环境的主要影响主要表现在火灾、爆炸、中毒等方面。该项目正常生产时不会对周边造成影响；当发生生产安全事故时，可能对周边高炉、制氧站、110kV 变电站及该项目厂区南侧唐山宝利源焦化厂造成影响，主要表现在以下方面：

- 1) 煤气管道泄漏，从而引起煤气扩散，可能造成周边项目职工煤气中毒，遇明火会发生煤气爆炸事故。
- 2) 如果发生熔融金属爆炸，冲击波在一定范围内可能造成受压面的门窗玻璃大部分破碎、人员听觉器官损伤或骨折、建筑物砖墙倒塌、人员内脏严重损伤或死亡等事故。
- 3) 如果除尘系统发生异常，对周边环境和人员造成粉尘伤害。
- 4) 丙烷站泄漏遇明火，会发生火灾、爆炸事故，对炼钢连铸厂房和 110kV 变电站造成影响。
- 5) 转炉干法除尘器和风机发生泄漏，从而引起煤气扩散，可能造成周边作业人员煤气中毒，遇明火还会发生煤气爆炸事故。

因此，加强煤气泄漏的检测监控系统，加强区域间应急演练，建立生产事故的沟通机制，减少对周边设施的影响。

(3) 可能发生的事故及波及范围

该项目可能出现的最严重事故波及范围及对周围的影响见表 3-16。

表 3-16 可能出现的最严重事故波及范围及对周围的影响

序号	可能出现的最严重的事故	波及范围	影响生产活动情况
1	转炉熔融金属爆炸	转炉平台、炉坑及附近区域	停产检修

序号	可能出现的最严重的事故	波及范围	影响生产活动情况
2	转炉汽包、蓄热器爆炸	转炉炉后平台区域	停产检修
3	煤气管道、煤气设施泄漏	泄漏点及附近区域	无影响或停煤气检修
4	起重伤害	吊运固体造成起重伤害影响坠落点区域，吊运液态金属波及范围更大	无影响或停产检修
5	所有液态金属区域有水或潮湿均可能引起爆炸	波及附近区域	无影响或停产检修
6	丙烷气站爆炸	丙烷气站及连铸钢坯切割区域	停产检修

3.8.5 项目对环境安全的影响

(1) 项目周围环境对该工程的影响

该项目周边无民用爆炸品企业、放射性物品企业或城镇燃气企业等。

该项目与周边的居民区间距满足安全距离要求，炼铁厂、变电站对该项目的影响主要有煤气泄漏导致的火灾、爆炸、中毒和窒息及粉尘逸散及噪声的叠加。

(2) 该项目对外部环境的影响

该项目生产运行时对居民区无安全隐患和污染，对河北荣信钢铁有限公司其它生产单元存在安全隐患，这些安全隐患和污染主要体现在火灾、爆炸、煤气泄漏中毒、噪声污染影响等。

3.9 事故后果辨识与分析

3.9.1 典型的事故案例分析

案例一：大包开浇过程中发生的灼烫事故

1. 事故经过

2013年10月27日11:53，某钢铁公司转炉炼钢厂冶炼三区150t转炉7号方坯连铸机大包对位套好大包套管后不能自动开浇，大包工取套管引流，开浇2分钟后再次关死大包。大包工套完大包套管后，机长莫某某（男，37岁，连铸工）发现大包套管向东偏移且套管下口已断，莫某某便指挥大包工陈某某关死大包，另一个大包工覃某某从主控室跑到大包平台转动回转台纠正大包套管偏移。纠偏过程中，陈某某发现中包液面低，打开大包开浇后（12:00）造

成钢流淋到包盖上引起钢水飞溅。莫某某发现后马上跑下 7 号机大包套管机械手平台，此时莫某某的衣服被钢花飞溅引燃，造成下肢、背部、左右小手臂灼烫受伤。

2. 事故分析

(1) 7 号机回转台定位不准，大包工覃某某操作大包转台时未通知附近区域作业人员撤离危险区；大包工陈某某操作大包对位偏移过大造成钢流淋到包盖上引起钢水飞溅，导致站在大包套管机械手平台的莫某某躲避不及，被飞溅的钢花引燃衣服，导致事故发生。

(2) 大包开浇程序不完善，大包不能自动打开，造成大包操作忙乱，现场生产组织衔接不好造成等钢水现象。

(3) 浇钢岗位未配发、使用阻燃服。

3. 事故防范

(1) 加强广大职工安全教育培训，督促职工严格执行操作规程；操作大包滑动水口进行浇铸时，做好现场监控，防止钢水飞溅、反弹或大量溢出烫伤人；安装大包套管时要待大包回转台停止旋转后才能进行，发现不符合安装套管条件，禁止靠近钢水飞溅区。

(2) 完善大包定位系统，确保定位准确；同时大包偏离浇钢位后油缸能自动关闭，或油缸开浇状态回转台不能转动的安全联锁。

(3) 完善高温岗位特种劳动防护用品发放标准，及时申请、配发，确保满足岗位作业需求，加强对穿戴情况的检查。

案例二：落包摘钩时钢水包梁倾倒造成的死亡事故

1. 事故经过

2006 年 4 月 29 日 13:10，某钢铁公司铸钢车间 10t 钢水包方砖损坏，电炉丙班班长李某安排浇铸工林某、赵某两人将钢水包内的废渣翻净准备更换耐材。林某指挥天车将翻完残渣的钢水包落到地面后，天车司机将钢水包梁落到钢包上摘钩。由于钢水包梁放的位置不当，摘钩时钢水包倾倒，林某（男 49 岁，浇

铸工，本工种工龄 12 年）躲闪不及，被钢水包梁砸伤，经抢救无效死亡。

2. 事故分析

（1）浇铸工林某在指挥天车落包摘钩时，没有躲避到安全距离以外，违反铸钢车间《钢水包包梁使用及存放安全管理办法》的规定，违章作业，是事故的直接原因之一。

（2）天车工田某在落包自行摘钩时，违反《天车工安全操作规程》和铸钢车间《钢水包包梁使用及存放安全管理办法》有关规定，缺乏安全意识，没有对作业环境认真瞭望和确认，习惯性违章作业，致使摘钩时包梁倾倒，是事故的直接原因之二。

（3）该公司铸钢车间安全管理存在缺陷，安全管理制度和岗位安全操作规程不够完善，现场安全监督检查不到位，设备、设施和作业环境不良，未及时消除事故隐患，安全生产投入不足，是事故的间接原因。

3. 事故防范

（1）钢水包包梁使用的相关规定：铸钢车间的《钢水包包梁使用及存放安全管理办法》中对于钢水包包梁使用的有关安全规定，在使用天车放置包梁时，天车自动摘钩，为避免伤及人员，摘钩时，天车工应对作业区进行安全确认并响铃警示地面操作人员撤离到安全距离（4.5m）以外。

（2）天车工起吊注意事项：天车工需经过训练考试，并持有操作证者方能独立操作。未经专门训练和考试不得单独操作。开车前应认真检查设备机械、电气部分和防护保险装置是否完好、可靠。如果控制器、制动器、限位器、电铃、紧急开关等主要附件失灵，严禁吊运。必须听从挂钩起重人员指挥。但对任何人发出的紧急停车信号，都应立即停车。天车工必须在得到指挥信号后方能进行操作。行车启动时应先鸣铃。

案例三： 山东青岛市华业铸钢有限公司“1.17”钢水喷炉灼烫事故

2009 年 1 月 17 日 7 时 15 分，胶州市青岛华业铸钢有限公司发生中频电弧炉钢水喷炉灼烫事故，导致 4 人死亡，1 人重伤，直接经济损失约 190 余万元。

1.事故经过

青岛华业铸钢有限公司位于胶州市马店镇第二工业园内，该公司于 2008 年 6 月投产，职工约 50 人。2009 年 1 月 16 日 23 时，该公司夜班工人根据当日生产安排，开始通电熔化。17 日 3 时 40 分，第 1 炉钢水熔化完毕，存放于 3 号保温炉中，接着熔化第 2 炉。熔化初期，在电弧炉底部已有部分钢水的情况下，本应根据工艺要求向炉内不断添加直径不大于 250 毫米的小块废钢，并用铁棍捣料作业。操作工为了达到降低劳动强度的目的，减少向炉内加料和捣料的次数，在当班车间主任李某的安排下，通过行车将未经切割加工的、不符合熔炼工艺规定要求的大块铸件冒口料吊至炉口旁，再由李某和炉前操作工纪某 2 人扶着吊入炉内进行熔化。因冒口截面尺寸及重量太大，熔化速度太慢，顶部结壳搭桥。李某安排行车司机从 3 号保温炉内取出约 700 公斤的钢水，由纪某配合倒入 1 号电弧炉内，以期用钢水化开顶部结壳。倒入钢水后，不但未能化开顶部结壳，反而受顶部结壳的急冷很快凝固，使顶部结壳更厚，电弧炉继续加热，炉内钢水温度已达到 1500℃ 以上，炉内气体不断受热膨胀，电弧炉内剧烈发生的气体无法排除，7 时 15 分左右，发生钢水喷炉事故，因钢水喷溅灼烫造成四人死亡、一人重伤。

2.事故发生原因

(1) 直接原因

1 号电弧炉在熔炼第二炉钢水时，电弧炉内钢水熔化初期加入的铸件冒口料因尺寸较大，熔化速度缓慢，顶部搭桥结壳捣不开，本应采取倾斜炉体用铁棍捣开的办法解决。李某却违章指挥、违章作业，命人错误地向炉内倒入钢水。铸件冒口料顶部的钢水在炉膛内随即冷却成一体，不但未化开结壳，反而致使结壳更厚。铸件冒口料顶部存在补缩孔洞、夹杂，倒入的钢水将铸件冒口料上面的孔洞内气体、夹杂封闭住，使炉膛下部形成密闭容器。由于顶部钢水凝固结壳，铸件冒口料与炉墙成为一体不能下移，炉膛底部正在加热熔化，封闭在铸件冒口料下面的气体和夹杂燃烧产生的气体不能排除，造成高温加热过程中

炉膛底部气体压力急剧增大，发生钢水喷炉。

(2) 间接原因

企业的管理原因：一是安全生产主体责任不落实，基础管理薄弱，技术水平低；二是安全生产管理制度和技术规范、操作规程不完善，工人不能正确的操作规程作业；三是在日常劳动组织方面没有按照国家法律、法规要求开展安全生产“三级”教育，只是职工安全意识淡薄；四是操作工人文化程度偏低，安全知识匮乏，操作技能与经验明显不足，违反工艺要求开展作业，缺乏处置生产过程中突发事件的能力；五是青岛华业铸钢有限公司未按照法律法规规定办理建设项目相关手续，严重违规建设施工，安全隐患未进行彻底整改，建设项目不具备安全生产条件，未经安全验收，就开工生产，导致事故发生。

案例四：辽宁铁岭钢水包倾覆特大事故

2007年4月18日7时53分，辽宁省铁岭市清河特殊钢有限公司发生一起钢水包倾覆特大事故，造成32人死亡，6人重伤，直接经济损失866.2万元。

事故企业概况

辽宁省铁岭市清河特殊钢有限公司成立于2005年5月，是一家以民营资本为主的股份制企业，法人代表为高峰。该公司位于铁岭市清河区向阳街，注册资金800万元，其中高峰个人出资600万元，控股75%；铁岭市清河区国有资产管理局出资200万元，持股25%。

炼钢厂房内的主要设备有：长春电弧炉厂生产的EBT电弧炉和LF钢包炉各一座；西安秦翔科技公司生产的VD真空炉一座；80t、50t、30t、10t电动双梁桥式起重机各一台；12t电动双梁桥式起重机2台。清河特殊钢有限公司炼钢车间于2006年9月投产，生产规模为年产钢14万吨，主要产品包括轴承钢、模具钢、易切钢、不锈钢等100多个钢号的锻造用钢锭。事故所在的炼钢车间下设甲、乙、丙3个工段和独立的机械、电气检修班组，3个工段实行三班两倒，每个工段连续工作12小时。4月18日事故发生时，丙工段当班，甲工段准备接班。

1、事故经过

当钢水包位于浇注台车上方，包底距地面约 5.5m，开始下行作业时，由于电气控制系统故障，驱动电动机处于失电状态，而制动器仍通电打开，重达 60t 的钢水包失去控制，迅速下坠，高速转动的电动机和传动系统发出异常声响。当司机发现钢水包下降异常时，将操纵手柄打回零位，制动器开始抱闸，但由于制动力矩严重不足，钢水包下降惯性较大，导致钢水包继续失控下坠，在距地面约 2.0m 处，包底猛烈撞击浇注台车的框架梁。撞击后，浇注台车往东南方向偏移，钢水包往西偏北方向倾覆，包内近 30t 约 1590℃ 钢水涌出，冲向约 6.0m 外的真空炉平台下方工具间，造成正在工具间内开班前会的 30 名接班工人和 1 名车间副主任当场死亡，当班作业人员中 1 人当场死亡，6 人重伤。

事故原因分析

(1) 直接原因

1) 电气控制系统故障及设计缺陷导致钢水包失控下坠

起重机电气控制系统在运行过程中，由于下降接触器控制回路的一个联锁常闭辅助触点锈蚀断开，上升、下降接触器均失电，电动机电源被切断，失去电磁转矩，而制动器接触器仍在闭合状态，制动器不抱闸。

起升控制屏的线路存在制动器接触器线圈有自保回路的重大缺陷，当上升接触器或者下降接触器接通后，制动器接触器闭合并自保，不再受上述二接触器的控制，制动器仍维持打开状态，不能自动抱闸，钢水包在自身重力作用下，以失控状态快速下坠。

2) 制动器制动力矩不足未能有效阻止钢水包下坠

当主令控制器回零后，由于两台制动器的制动衬垫磨损严重，制动轮表面均有不同程度的磨损，并有明显沟痕，事故单位未对其进行及时更换和调整，致使制动力矩严重不足，未能有效阻止钢水包继续失控下坠。

3) 班前会地点选择错误导致重大人员伤亡

据调查，班前会地点原本是由立柱和 VD 真空炉平台构成的开放空间，2006

年 11 月在各立柱间砌起砖墙，形成房间，用作临时堆放杂物的工具间。该工具间离铸锭坑仅 7.0m、长期处于高温钢水危险范围之内，没有供人员紧急撤离的通道和出口，北面窗户又被墙外的多个铁柜挡住。2007 年春节后，各工段逐渐将此工具间作为班前会地点。钢水包倾覆后，正在工具间内开班前会的人员无法及时撤离，导致重大人员伤亡。

（2）间接原因

1）起重机选型错误

根据 AQ2001-2004《炼钢安全规程》第 8.4.4 条的规定，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。铸造起重机的主起升机构为双驱动系统，且每套驱动系统有两套制动装置，当一套驱动系统出现故障时，另一套系统可完成一个工作循环。铸造起重机一般有 4 根起升钢丝绳，当任一根钢丝绳断裂时，能将钢水包安全放下，其安全可靠性能明显高于通用起重机。而事故起重机却是安全可靠等级较低的通用桥式起重机。

2）检测检验机构未正确履行职责

铁岭市特种设备监督检验所的检验人员在炼钢车间主厂房内，按照通用桥式起重机的检验标准，对用于提升钢水包的事故起重机进行了检验，且在图纸资料不全的情况下，仅用 1 个多小时就完成了全部检测检验工作，并出具检验合格的报告，导致事故起重机在运行条件不符合的情况下运行。

3）制造厂家超许可范围生产

事故起重机由开原市起重机器修造厂生产，该厂经国家质量监督检验检疫总局核准的资质为生产 20t 及以下通用桥式起重机，不具备生产 80/20t 通用桥式起重机的资质；事故起重机电气系统设计有缺陷；未向事故单位提供相关技术资料，造成设备运行、维护缺乏依据。

4）事故单位建设项目设计不规范

事故单位炼钢项目仅土建厂房委托吉林冶金设计院设计，其余部分均无正规设计，无法正确进行设备选型；在土建厂房设计委托中提供的依据不正确，

如委托资料为 50t 吊车，实际建设采用 80t 吊车。

5) 起重机司机缺乏处理突发事件的能力

起重机司机缺乏必要的岗位培训和职业技能训练，对起重机的基本性能缺乏了解，未掌握紧急情况下的处置手段和程序，致使其在发现钢水包的下降速度异常时，将主令控制器回零，未切断起重机电源。

6) 设备日常维护不善

事故单位在没有起重机相关图纸、资料的情况下，由维修工凭经验进行日常设备维护，维护内容和要求均不能满足设备正常运行的需要。如制动器制动衬垫磨损严重，未及时更换；制动器电磁铁拉杆行程不足，未及时调整；制动轮表面磨损严重；主钩卷筒上的钢丝绳绳头固定压板严重松动；控制屏积尘严重，触点锈蚀，等等。

7) 机构不健全，管理混乱

事故单位未按照《安全生产法》的要求，设置专门的安全管理机构和配备专职安全管理人员。管理制度不健全，现场管理混乱。员工培训不力，起重机司机无证上岗现象严重，员工安全意识薄弱，缺乏处理突发事件的能力。

8) 生产组织不合理，关键岗位工作时间过长

炼钢车间采用三班两倒工作制，每班工作时间为 12 小时，时间过长。

2、防范措施

(1) 要进一步加强和规范特种设备的设计、制造、安装、使用和检测检验工作，确保特种设备安全可靠运行。

(2) 冶金企业要重点加强对起重机等关键设备、设施的日常维护与保养，健全维护保养制度，完善维护保养记录，防止设备、设施带病运行。

(3) 冶金企业要针对冶金生产工艺链长，高温高压、有毒有害因素多的特点，认真开展危险辨识工作，对重大危险源进行登记建档、加强监控。

(4) 冶金企业新建、改建和扩建工程项目要符合国家相关产业政策，建设项目要委托有资质的设计单位进行正规设计，切实把好工艺设计和设备选型关，

提高企业本质安全程度。

(5) 冶金企业要建立健全安全生产责任制和安全生产管理制度，加强安全管理机构建设和人员培训，加强作业现场的安全管理。

案例五、熔融金属爆炸事故

1 事故经过

××炼钢厂根据该厂生产计划安排，1999年3月10日10时，3#转炉停炉检修换炉衬。10时5分，出完第7炉钢后，3#转炉总炉长邴××与责任工程师吕××商量涮炉。2分钟后，发现炉口溢渣，因怕烧坏炉口设施，将氧枪提出时发现漏水，邴××就让炼钢工崔××上到26.8米平台处关闭水阀，并通知钳工更换氧枪。崔××上到氧气通廊时，发现氧枪喷漏，但没有把这一情况向他人反映。两分钟后，邴××又让高××上去查看漏水情况，高××上到15.8米平台，仅查看到氧枪头漏水不大，就下来向邴××报告说漏水量不大，没问题。此时，吕××对邴××说，渣子太泡，涮炉效果不好，应当倒掉渣子兑点铁水，涮炉效果会更好。15分钟后，邴××、高××、兰××3人对转炉炉口处进行观察，确认没有蒸汽冒出（事后分析为过热蒸汽，肉眼观察不出来）。邴××便安排兰××准备倒渣，在兰××摇炉时炉内积水与渣混合，发生喷爆。3#转炉部分设备及建筑物严重损坏，并将西北方约5米处的化验室南墙推倒，转炉操作室门窗玻璃被震碎，造成3人死亡，2人重伤，3人轻伤，直接经济损失174.65万元。

2 原因分析

这是一起安全管理不严，违章指挥，违章作业造成的重大责任事故。总炉长邴××由于接受信息不准确、不全面，对氧枪漏水的严重程度及炉内积水的情况判断失误，指挥摇炉时造成渣与水混合，使水急剧汽化，发生喷爆，是事故发生的直接原因。××炼钢厂领导重生产、轻安全，对事故隐患和以往多次出现的氧枪、烟道漏水整改不力，致使氧枪头铜铁结合部全部断裂，裂隙达2厘米，炉内积水过多，是事故发生的主要原因。对职工安全教育培训不够，职

工安全防范意识不强；炉前场地狭窄，临时炉前化验室位置不当，是造成事故的重要原因。

案例六、××钢铁公司煤气中毒事故

1 事故经过

发生事故的××公司××炼钢分厂有2座120吨转炉，其中1#转炉及配套的1#、2#风机系统于2009年6月份正式投入使用，2#转炉正在砌炉，3#风机系统正处于安装调试阶段。3#风机管道由×××公司负责施工、安装。

2009年12月23日，×××公司为工程结算，向××公司××炼钢分厂提出割除3#风机与2#风机煤气入柜总管间的盲板，将3#风机煤气管道和原煤气管道连通。2010年1月3日8时至13时，为完成炼钢车间1号天车钢丝绳更换和各处盲板作业，1#转炉停产。3时30分左右，南坪炼钢分厂运转工段长王××电话通知三叶公司现场负责人刘××，在1#转炉停产期间可以进行盲板割除业。约10时30分，在盲板切割出约500mm×500mm的方孔后，发生2人死亡事故，×××公司施工人员随即停工。事故现场处置后，××炼钢分厂副厂长武××安排挡板维修工封焊3#风机入柜煤气管道上的人孔，王××安排挡板风机房操作工李×给3#风机管道U型水封进行注水，李×见溢流口流出水后，关闭上水阀门。1月3日13时左右1#转炉重新开炉生产。

1月4日上午，在1#转炉生产的同时，2#转炉进行砌炉作业。约10时50分，炉内砌砖的田××与在2#转炉操作砌炉提升机的郭××通话，炉外的刘×刚到提升机口突然晕倒，郭××与小平台上一起工作的刘××、田×用手去拉刘×但未拉动，郭××感到头晕，同时意识到刘×可能是煤气中毒，马上用手捂住自己的鼻子并向身边的两人喊：“有煤气，赶快离开”，并边跑边用对讲机报告调度。炼钢分厂当班调度王××从对讲机里听到后，通知普阳公司副总经理石××并立即组织救援。此时，副总经理张××向郭×报告南坪钢厂发生了事故，郭×在其办公室电话指挥总经理助理石××等人，从各分厂向事故现场调集防毒面具组织自救，直接经济损失980万元。

2 原因分析

(1) 直接原因

在 2#转炉煤气回收系统不具备使用条件的情况下,割除煤气管道中的盲板,U 型水封未按图纸施工,存在设备隐患,U 型水封排水阀门密闭不严,水封失效,且没有采取 U 型水封与其他割断装置并用的可靠措施,导致此次事故的发生。

(2) 间接原因

1) ××公司违章作业、违规建设

①违反《工业金属管道工程施工及验收规范》和《建设工程质量管理条例》的规定,在工程交接验收前,未对建设项目进行检测,没有确认工程质量是否符合施工图纸和国标规定,而且在未对项目进行验收的情况下,同意×××公司将 3#风机煤气管道与主管道割断的盲板割通,将未经验收的水封投入使用。

②未按《建设工程项目管理规范》实施管理,与项目施工单位责权不明,项目的实施过程未完全处于受控状态。

③安全生产规章制度不健全,落实不到位,培训不完善,技术和操作人员安全技能低,业务知识差,指挥系统有较大的随意性。在该次煤气管道连通中,口头下达指令,人员机械执行操作指令,在 U 型水封补水口,未对煤气回收系统中存在的危险、有害因素进行分析和确认。

④××公司××炼钢厂分厂 120 吨转炉炼钢项目符合国家钢铁企业发展政策规定的准入标准,但不具备项目立项的前置条件,企业未经申报、立项,违规建设。

2) ×××公司未按设计要求施工、违规作业

①3#风机煤气管道施工完毕后,×××公司违反《工业企业煤气安全规程》有关规定,没有对 U 型水封的管道、阀门、排水器等设备进行试验和检查;没有向普阳公司提交竣工说明书、竣工图以及验收申请,没有确认水封是否达到设计要求,没按图纸要求安装补水管路和逆止阀。

②未按《建设工程项目管理规范》实施管理，与项目建设范围责权不明，项目的实施过程未完全处于受控状态。

3、事故性质

这是一起气压违反项目建设有关规定开工建设，施工单位和企业未按相关安全管理规定施工、投运管理不到位引发的重大安全责任事故。

案例七：未采取可靠切断措施导致的煤气中毒事故

1. 事故经过

2010年1月4日，某钢铁公司炼钢分厂2号转炉与1号转炉的煤气管道完成连接后，未采取可靠的煤气切断措施，使转炉气柜煤气泄漏到2号转炉系统中，造成正在2号转炉进行砌炉作业的人员中毒。事故造成21人死亡、9人受伤。

该公司炼钢分厂运行中的1号转炉煤气回收系统与在建的2号转炉煤气回收系统共用一个煤气柜；与在建的2号转炉连通的水封逆止阀、三通阀、电动蝶阀、电动插板阀（眼镜阀）仍处于安装调试状态。

1月3日上午，1号转炉停产，为使2号转炉煤气回收系统与现有系统实现工程连通，公司在将3号风机和2号风机煤气入柜总管间的盲板起隔断作用的盲板切割出约500mm×500mm的方孔时，发生2人中毒死亡事故，施工人员随即停工。

事故现场处置后，当班维修工封焊3号风机入柜煤气管道上的人孔（未对盲板上切开的方孔进行焊补），当班风机房操作工给3号风机管道U型水封进行注水，见溢流口流出水后，关闭上水阀门。

13:00，1号转炉重新开炉生产。

1月4日8:00，2号转炉同时进行砌炉作业。

10:50，泄漏进入2号转炉的煤气造成正在2号转炉进行砌炉作业的人员煤气中毒。事故造成21人死亡、9人受伤。

2. 事故分析

(1) 在 2 号转炉回收系统不具备使用条件的情况下, 割除煤气管道中的盲板, 煤气柜内(事故时 1 号转炉未回收)煤气通过盲板上新切割 500mm×500mm 的方孔击穿 U 型水封, 经仍处于安装调试状态的水封逆止阀、三通阀、电动蝶阀、电动插板阀充满 2 号转炉(正在砌炉作业)煤气回收管道, 约 10: 50, 煤气从 3 号风机入口人孔、2 号转炉一文溢流水封和斜烟道口等多个部位逸出。

(2) U 型水封排水阀门封闭不严, 水封失效, 导致此次事故的发生(从 1 月 3 日 13: 00 注水完毕至 1 月 4 日 10: 20, 经过约 21 小时的持续漏水, U 型水封内水位下降, 水位差小于 27.5cm, 失去阻断煤气的作用)。

(3) U 型水封未按图纸施工, 未装补水管道, 存在事故隐患。

3. 事故防范

(1) 加强企业外协施工队伍的安全管理, 认真审核外协单位和人员的资质, 严格准入条件, 并依法签订安全生产管理协议, 明确双方的安全生产权利与义务。

(2) 做好设备检测检验、职工的安全教育培训、配足配齐便携式煤气报警仪、空气呼吸器等装备, 切实消除安全隐患, 坚决避免同类事故重复发生。

(3) U 型水封必须设置补水管路和逆止阀。

3.9.2 事故发生的可能性及其严重程度的预测

通过对河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统)实施安全评价, 我认为该项目应重点防范的重要危险、有害因素为:

1、火灾、爆炸;

该项目火灾原因有电气火灾、高温熔融金属接触可燃物造成的火灾; 爆炸的原因主要有高温钢水遇潮湿物或水引起的爆炸、漏水造成的爆炸。

2、电气火灾;

设计、选型不合理、设备缺陷、安装质量差等设计、施工方面的原因引发电气火灾; 在运行、检修中, 电气设备绝缘失效、短路电流、电火花、电弧等原因引发火灾; 操作失误, 雷电或其它外因引起的电气火灾爆炸。

3、中毒与窒息；

煤气管道泄漏、氮气管道泄漏，以及检维修过程未彻底隔断有毒有害气体等原因，可造成作业人员中毒与窒息事故。

4、灼烫；

该项目转炉、连铸等环节涉及熔融金属页液渣，人员违规、劳保用品损坏、设备操作失误、操作水平不达标等各种原因易造成灼烫事故。

5、起重伤害；

正常生产、检维修等涉及起重机械，设备故障或人为操作失误，会造成严重的伤害事故。

3.10 危险化学品重大危险源辨识与分析

3.10.1 重大危险源辨识与分析

1、辨识依据

依照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识该项目的危险化学品是否构成重大危险源；依据《关于进一步加强和规范全省重大危险源监管工作的通知》（冀安监管应急[2017]83 号）辨识该项目煤气管道是否构成工业企业煤气管道重大危险源。

危险化学品重大危险源为长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。即生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。单元内存在危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

（1）单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

（2）生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则按式①计算，若满足式①，则定为重大危险源：

$$q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n\geq 1\cdots\cdots\cdots\textcircled{1}$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

2、重大危险源辨识过程

（1）危险化学品重大危险源辨识

《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定，长期地或临时地生产、储存、使用或经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元，定为危险化学品重大危险源。按照重大危险源的辨识指标：单元内存在危险化学品的数量等于或超过规定的临界量，即被定为重大危险源。

1) 高炉煤气：

①储存单元 1：高炉煤气只在管道中储存，起点为进入该项目第一道可靠隔断装置，终点为烤包器煤气烧嘴、炼钢和连铸区域各用气点，存储量约为 0.8t。

2) 转炉煤气：

①储存单元 2：转炉煤气只在管道中储存，起点为一次除尘切换站，终点为转炉煤气柜前可靠隔断装置，储量约为 2.8t。

②生产单元 1、2：1#100t 转炉本体、2#100t 转炉本体：

100t 转炉本体有效容积取值 95m^3 ，压力按高压操作，取 2.8kPa ，转炉炉口煤气喷出温度取值 1450°C ：

由理想状态下气体方程： $P_1V_1/T_1=P_2V_2/T_2$

$$V_2=(101+2.8)\times 95\times (273+25)/[101\times (1450+273)]$$

$$V_2=16.9\text{m}^3$$

$$100\text{t 转炉本体煤气储量：}1.368\times 16.9/1000=0.023\text{t}$$

3) 氧气：

①储存单元 3：氧气只在管道中储存，起点为炼钢厂区隔断装置，终点为炼钢和连铸区域各用气点，存储量约为 0.1t。

4) 丙烷:

①储存单元 4: 炼钢厂丙烷站内有 20 个钢瓶, 每个钢瓶储量为 0.05t, 储量共计 1t。

表 3-17 危险化学品的临界量和实际贮存量

序号	单元	物质名称	实际储存量 t (储存单元)	实际储存量 t(生 产单元)	临界量 (t)	备注
1	储存单元 1	高炉煤气	0.8	——	20	管道中少量储存
2	储存单元 2	转炉煤气	2.8	——	20	管道中少量储存
3	储存单元 3	氧气	0.1	——	200	管道中少量储存
4	储存单元 4	丙烷	1	——	10	气瓶储存
5	生产单元 1	1#100t 转炉	——	0.023	20	
6	生产单元 2	2#100t 转炉	——	0.023	20	

储存单元 1: $0.8t < 20t$

储存单元 2: $2.8t < 20t$

储存单元 3: $0.1t < 200t$

储存单元 4: $1t < 10t$

生产单元 1: $0.023t < 20t$

生产单元 2: $0.023t < 20t$

因此, 该项目生产和储存单元危险化学品储量均未构成危险化学品重大危险源。

(2) 工业企业煤气管道重大危险源辨识

依据《关于进一步加强和规范全省重大危险源监管工作的通知》(冀安监管应急[2017]83 号) 规定, 公称直径 $\geq 1600\text{mm}$ 的煤气管道, 评定为工业企业煤气管道重大危险源。

表 3-18 工业企业煤气管道重大危险源分级评定条件

煤气管道重大危险源等级	对应的分级评定条件
一级	公称直径 $\geq 3600\text{mm}$
二级	$3000\text{mm} \leq \text{公称直径} < 3600\text{mm}$
三级	$2000\text{mm} \leq \text{公称直径} < 3000\text{mm}$
四级	$1600\text{mm} \leq \text{公称直径} < 2000\text{mm}$

该项目涉及到的煤气管道重大危险源见下表：

表 3-19 工业企业煤气管道重大危险源评定表

序号	煤气类型	直 径(mm)	起 点	末 端	重大危险源辨识、分级情况
1	转炉	3200	一次除尘	转炉煤气柜	二级
2	转炉	1400	转炉煤气柜	炼钢厂阀组平台	未构成重大危险源

3.10.2 重大危险源辨识结论

综上所述，该项目危险化学品未构成重大危险源，转炉煤气一次除尘至转炉煤气柜的煤气管道构成二级重大危险源。

3.10.3 重点危险场所及设备设施危险辨识

主要危险场所及设施即是指可能造成多人伤亡或引起火灾、爆炸、设备及厂房设施毁灭性破坏事故的场所及设备设施。

表 3-20 重点危险场所及设备设施一览表

序号	重点危险设备	辨识依据	危险性分析
1	钢包、铁水罐、中间罐、渣罐	熔融金属、熔渣盛装容器 有限空间	高温熔融金属可引起灼烫、火灾、爆炸、缺氧引起窒息
2	转炉	金属冶炼炉窑 有限空间	高温熔融金属可引起灼烫、火灾、爆炸、煤气泄漏引起中毒与窒息、氮气、氩气泄漏引起窒息
3	连铸浇注平台	熔融金属	高温熔融金属可引起灼烫、火灾、爆炸
4	汽包、蒸汽管道、蓄热器	压力容器、高温蒸汽	容器爆炸、灼烫
5	煤气管道、烘烤器	毒性气体输送设备、使用设备	气体泄漏可能引起中毒、窒息 可燃气体可引起火灾、爆炸 压力管道可能发生爆炸
6	丙烷管道、氧气管道	易燃易爆气体输送设备 压力管道	气体泄漏可能引起中毒、窒息 气体泄漏遇点火源引起火灾、爆炸、压力管道可能发生爆炸
7	加料跨冶金铸造天车 钢水接受跨冶金铸造天车	特种设备	可能造成起重伤害、灼烫、火灾、爆炸
8	转炉煤气回收系统（含煤气管道、除尘器、除尘风机）	易燃易爆气体输送设备 有限空间	煤气泄漏可引起中毒和窒息 煤气可引起火灾、爆炸
9	电缆夹层、电缆沟	有限空间	触电、火灾 缺氧
10	结晶器	放射源	放射性物质可引起电离辐射

序号	重点危险设备	辨识依据	危险性分析
			危害
11	所有低位料仓	有限空间	有限空间可能导致窒息
12	所有高位料仓	有限空间	有限空间可能导致窒息
13	皮带通廊	物料输送系统、重点防火场所	采用可燃材料可能导致火灾
14	液压站、润滑油站	重点防火场所	液压油、润滑油泄漏可能导致火灾
15	变压器室	重点防火场所	电气火灾
16	货梯	特种设备	起重伤害

3.11 其他危险有害因素

（1）空气质量、温度、湿度对操作影响危险有害因素辨识

工作环境中的热能可凭借空气对流、水（汗）、衣物或某些以皮肤接触的外部物质而将热传至身体，或借着辐射而把热传至身体；对于高温作业环境，身体会借助一系列生理与心理的调节而逐渐适应，才可以在高温环境中工作。但如果工作环境的温度与湿度太高、职工工作量太大或身体对热的调节失效，作业人员的体温就会升高，正常生理会受到影响而导致健康上受到损害。

在高温、高湿和热辐射作用下，因散热困难而导致人体大量积热，会引起体温升高、失水、失声，新陈代谢紊乱、神经系统与心血系统等功能障碍，主要表现的急性病症有：中暑、热衰竭、热痉挛等。

该项目炼钢主厂房属于热作业厂房，采用自然通风方式以排除厂房内余热；排风口利用厂房屋面上部设置通风器，进风口主要靠厂房外墙下部设置的窗户及敞开面。

液压站、高压室、电缆夹层、加药间等处，按发热量或换气次数的要求，设置机械通风系统，一般采用机械排风、自然进风通风方式；全地下的设备用房采用机械排风、机械进风的通风方式。

对高温工作区采取通风降温措施，设置岗位式轴流风机。

（2）采光、照明对操作影响危险有害因素辨识

生产企业所生产出的物料往往堆放在一个集中位置，在其需要使用的时候，对其的搬运工作也需要足够的照明来完成，若光线过于昏暗也很容易导致搬运过程中出现问题。但往往这种材料堆放地或其经过通道、楼梯都没有布置足够的照明灯，特别是在通过有台阶或转弯处若没有足够的照明措施很容易在物料在搬运的过程中出现安全问题，或导致人员受伤事故。

对于长期处于重复性劳动的机械式作业，劳动者因为操作熟练以及习惯性操作，已成失去安全意识下的习惯行为。因为光照度不足或者过强，视网膜产生疲劳，造成神经衰弱，进而产生脑力迟钝、注意力不集中，长时间的不良光线下，劳动者处于精神疲劳和不集中状态，轻微的操作偏差即就造成生产安全事故。

该项目炼钢车间以天然采光为主。车间封墙四周上部和车间高低错落处的檐口封墙处设采光窗。在条件允许的情况下尽可能增加采光窗的面积以提高车间内照度，使车间内宽敞、明亮。

主厂房照明选用“智能稳压节电装置”，灯具采用高效节能金属卤化物投光灯；区域道路照明灯具采用高压钠灯/LED灯；所有小房子灯具采用荧光灯，配电子镇流器。电气室、操作室、调度室内还设置应急照明装置，供电时间不小于30min。并设人工照明和事故照明。

3.12 危险有害因素综述

该项目（炼钢系统）生产过程所涉及的主要危险、有害因素及存在部位情况见下表。

表 3-21 危险、有害因素汇总表

序号	工序	生产单元	危险、有害因素
1	主要生产工序	废钢运输	火灾、爆炸、车辆伤害、物体打击、起重伤害、坍塌、高处坠落
2		散状料供应	物体打击、车辆伤害、起重伤害、机械伤害、高处坠落、触电、火灾、坍塌
3		铁水贮运和钢水吊运	灼烫、其他爆炸（熔融金属爆炸）、起重伤害、车辆伤害、高处坠落、物体打击、火灾、爆炸

序号	工序	生产单元	危险、有害因素
4		转炉冶炼	其他爆炸（钢水爆炸）、灼烫（熔融金属喷溅）、灼烫（漏炉）、中毒和窒息、物体打击、机械伤害、起重伤害、灼烫、火灾、高处坠落、触电
5		连铸	火灾、爆炸、灼烫、起重伤害、触电、高处坠落、物体打击、机械伤害、 γ 射线辐射、坍塌
6		钢渣处理	车辆伤害、起重伤害、火灾、爆炸、灼烫、高处坠落、触电、中毒和窒息
7		汽化冷却	容器爆炸、灼烫、高处坠落、中毒和窒息
8		转炉烟气除尘及煤气回收	火灾、爆炸、物体打击、高处坠落、中毒和窒息
9		修炉及钢包砌筑	起重伤害、物体打击、高处坠落、中毒和窒息、火灾、爆炸、坍塌
10	公辅工程	供配电设施	触电、火灾、爆炸
11		给排水及消防设施	机械伤害、触电、淹溺、中毒和窒息
12		采暖通风及除尘设施	触电、机械伤害、灼烫、高处坠落、中毒和窒息、起重伤害
13		液压润滑设施	火灾、爆炸、其他伤害
14		热力设施	容器爆炸、灼烫、高处坠落、中毒和窒息
15		燃气设施、空压站	容器爆炸、火灾、触电、物体打击、中毒和窒息、爆炸、压力管道爆炸
16		有限空间	中毒和窒息、触电、机械伤害、高处坠落、火灾和爆炸
17		检、维修	机械伤害、高处坠落、物体打击、起重伤害、车辆伤害、触电、火灾、灼烫、中毒和窒息
18		自动控制	火灾、触电、灼烫、高处坠落

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分

4.1.1 评价单元划分原则

评价单元的划分是为评价方法服务的，恰当的划分评价单元，不仅可使评价工作简化，减少工作量。同时也有助于保障和提高评价结果的准确性。根据系统的危险特征，不同的评价单元可以选用不同的评价方法，得到相对确切的结果。

评价单元的划分一般可遵循如下的基本原则：

评价单元的划分一般以生产过程、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合的起来进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分成若干子评价单元或更细致的单元。

常用的划分原则有：

1、以危险、有害因素的类别为主划分

(1) 按工艺方案、总体布置和自然条件、社会环境对建设项目（系统）的影响等综合方面的危险、有害因素分析和评价，将整个建设项目（系统）作为一个评价单元；

(2) 将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

2、按装置、设施特征划分

(1) 装置工艺功能：如储存区域、反应区域、运输区域、物料处理区域等；

(2) 按布置的相对独立性：如安全距离、防火墙、防火堤、隔离带与其它装置隔开即可作为一个单元；

(3) 按工艺条件划分

按操作温度、压力范围不同，划分为不同的单元；按开车、加料、卸料、正常运转、检修等不同作业条件划分单元。

(4) 可以将安全管理、外部周边情况分别划分为一个评价单元。

4.1.2 评价单元划分过程与结果

根据《国家安全生产监督管理总局 2007 年第 1 号公告》发布的《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）和《国家安全监管总局关于印发金属冶炼建设项目安全设施验收评价报告编写提纲的通知》（安监总管四[2017]143 号）的有关要求，结合河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统)现场实际情况，将本次评价划分以下评价单元：

- （1）法律、法规等方面符合性评价单元
- （2）选址及总图布置单元
- （3）建筑及工艺布置单元
- （4）物料、产品安全性能评价单元
- （5）生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元
- （6）公用和辅助设备设施配套评价单元
- （7）易燃易爆有毒场所评价单元
- （8）特种设备设施及强制检测设备设施评价单元
- （9）周边环境适宜性评价单元
- （10）重大危险源评价单元
- （11）重大隐患评价单元
- （12）安全管理及应急救援评价单元
- （13）安全设计采纳落实情况评价单元

4.2 评价方法确定

安全评价方法是定性、定量安全评价的工具。安全评价的内容十分丰富，由于安全评价的目的性质和对象不同，安全评价的内容和指标也不同。尽管安全评价方法有很多种，但每种安全评价方法都有其适用的范围和应用条件，因此在进行安全评价时，应视安全评价的对象和要达到的评价目的，选择适用的安全评价方法。

选择安全评价方法时，应该认真分析熟悉被评价项目，应该遵循充分性、

适应性、系统性、针对性和合理性的原则。

充分性原则，指的是在选择安全评价方法之前，应该充分分析评价的系统，掌握足够多的安全评价方法，应充分了解多种安全评价方法的优缺点、适用范围和条件，同时还要对安全评价工作准备充足的资料。

适应性原则，是指选择的安全评价方法应该适用被评价的系统。被评价的系统可能是由多个子系统构成的复杂系统，对于各子系统评价的重点可能有所不同，各种安全评价方法都有其适用的条件和范围，应该根据系统和子系统、工艺的性质和状态，选择适用的安全评价方法。

系统性原则，是指选择的安全评价方法与被评价的系统所能提供的安全评价初值和边值条件应形成一个和谐的整体。也就是说，安全评价获得的可信的安全评价结果，是必须建立在真实、合理和系统的基础数据之上的，被评价的系统应该能够提供所需的系统化数据和资料。

针对性原则，是指所选择的安全评价方法应该能够提供所需的结果。由于评价的目的不同，需要安全评价提供的结果可能是：危险和有害因素、事故发生的原因、事故发生的概率、事故后果、系统的危险性等。因此，应该选用能够给出所要求的结果的安全评价方法。

合理性原则，是指在满足安全评价目的、能够提供所需的安全评价结果的前提下，应该选择计算过程最简单、所需基础数据最少和最容易获取的安全评价方法，使安全评价的工作量和要获得的评价结果都是合理的，不要使安全评价出现无用的工作和不必要的麻烦。

根据该项目的特点，本次安全验收评价选用了安全检查表法评价方法。评价方法与对应评价单元的关系见表 4-1。

表 4-1 评价单元与评价方法对应表

序号	评价单元名称	采用的安全评价方法
1	法律、法规等方面符合性评价单元	安全检查表法
2	选址及总图布置单元	安全检查表法
3	建筑及工艺布置单元	安全检查表法

序号	评价单元名称	采用的安全评价方法
4	物料、产品安全性能评价单元	安全检查表法
5	生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元	安全检查表法
6	公用和辅助设备设施配套评价单元	安全检查表法
7	易燃易爆有毒场所评价单元	安全检查表法
8	特种设备设施及强制检测设备设施评价单元	安全检查表法
9	周边环境适宜性评价单元	安全检查表法
10	重大危险源评价单元	安全检查表法
11	重大隐患评价单元	安全检查表法
12	安全管理及应急救援评价单元	安全检查表法
13	安全设计采纳落实情况评价单元	安全检查表法

4.3 评价方法简介

评价方法是从安全角度对项目的危险、有害因素进行分析和评价。安全验收评价的方法很多,综合河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统)的危险、有害因素和实际情况,结合生产工艺流程、各装置特点及各种评价方法的特点,采用安全检查表法进行评价。

安全检查表法又称安全评价表法,是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患,还对各检查项目给予量化,用于进行系统安全评价。

安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员,事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论,列出检查项目及检查要求、对照标准,以表格的方式评定系统的安全状况。

(1) 编制安全检查表的主要依据是:

- 1) 有关的安全法律、法规、规范、标准、规程。
- 2) 国内外相关的事故案例。

(2) 安全检查表的编制步骤如下:

- 1) 熟悉系统。包括评价对象的结构、功能、工艺流程、操作条件、总图

布置、已有的安全卫生设置等。

2) 搜集资料。搜集与评价对象有关的安全法律、法规、规范、标准、规程及过去发生过的事故案例，作为评价依据。

3) 划分单元。按功能或结构：将系统划分为若干子系统或单元，逐个分析潜在的危险因素。

5 定性、定量分析危险、有害程度符合性评价结果

5.1 法律、法规等方面符合性评价单元

5.1.1 安全设施“三同时”程序

该检查表主要依据《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第八十八号）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（安监总局令〔2010〕第36号，77号修改）、《建设工程安全生产管理条例》（国务院令〔2003〕第393号）、《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令〔2003〕第293号，中华人民共和国国务院令〔2003〕第662号修改）、《建设工程监理规范》（GB/T50319-2013）、《河北省安全生产监督管理局关于开展金属冶炼建设项目安全设施设计审查工作的通知》（冀安监四函〔2017〕41号）等法律、法规、规章和标准规范对建设项目履行安全设施“三同时”程序的情况进行符合性检查。

表 5-1 安全设施“三同时”程序安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准规范	实际情况	结论
1	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第八十八号）第三十一条	河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统)按规定履行安全“三同时”手续。安全设施投资纳入建设项目概算。	符合
2	下列建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当按照国家规定，进行安全预评价： （一）非煤矿山建设项目； （二）生产、储存危险化学品（包括使用长输管道输送危险化学品，下同）的建设项目； （三）生产、储存烟花爆竹的建设项目； （四）金属冶炼建设项目； （五）使用危险化学品从事生产并且使用量达到规定数量的化工建设项目（属于危险化学品生产的除外，以下简称化工建设项目）； （六）法律、行政法规和国务院规定的其他建设项目。”	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（安监总局令〔2010〕第36号，77号修改）第七条	河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统)安全预评价报告由河北尊太安全评价有限公司编制。	符合
3	生产经营单位在建设项目初步设计时，	《建设项目安全设施	河北荣信钢铁有限公司	符合

序号	检查项目及内容	依据标准规范	实际情况	结论
	应当委托有相应资质的初步设计单位对建设项目安全设施同时进行设计, 编制安全设施设计。	“三同时” 监督管理办法》 (安监总局令 (2010) 第 36 号, 77 号修改) 第十条	钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统) 安全设施设计由河北新烨工程技术有限公司编制, 钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统) 安全设施设计已通过专家评审, 评审意见见报告附件。	
4	按照相关法律法规要求, 县级以上地方各级安全生产监督管理部门对本行政区域内的建设项目安全设施“三同时” 实施综合监督管理, 并承担本级人民政府及其有关主管部门审批、核准或者备案的建设项目安全设施“三同时” 的监督管理。	《河北省安全生产监督管理局 关于开展金属冶炼建设项目安全设施设计审查工作的通知》 (冀安监四函 (2017) 41 号)	该项目安全设施设计由河北省应急管理厅组织专家评审, 已通过专家评审, 河北省应急管理厅出具了《河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统) 安全设施设计的批复》, 批复意见详见报告附件。	符合
5	施工单位从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等活动, 应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术装备和安全生产等条件, 依法取得相应等级的资质证书, 并在其资质等级许可的范围内承揽工程。	《建设工程安全生产管理条例》 (国务院令第 393 号) 第二十条	建筑施工土建及主体工程为河北通泰建设有限公司, 具有冶金工程施工总承包贰级资质, 电力工程施工为盛隆电气集团电力工程有限公司, 具有电力工程施工总承包贰级。	符合
6	本办法第七条规定的建设项目安全设施竣工或者试运行完成后, 生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价, 并编制建设项目安全设施验收评价报告。	《建设项目安全设施“三同时” 监督管理办法》 (安监总局令 (2010) 第 36 号, 77 号修改) 第二十二条	河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统) 安全设施验收评价报告由河北秦安安全科技股份有限公司(资质证号 APJ-(冀)-001) 编制。	符合
7	建设工程勘察、设计单位应当在其资质等级许可的范围内承揽建设工程勘察、设计业务。 禁止建设工程勘察、设计单位超越其资质等级许可的范围或者以其他建设工程勘察、设计单位的名义承揽建设工程勘察、设计业务。禁止建设工程勘察、设计单位允许其他单位或者个人以本单位	《建设工程勘察设计管理条例》 (中华人民共和国国务院令 第 293 号, 中华人民共和国国务院令 第 662 号修改) 第八条	河北荣信钢铁有限公司钢铁产能减量置换转型升级项目(炼钢系统) 由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司于 2018 年 10 月出具了岩土工程勘察报告。	符合

序号	检查项目及内容	依据标准规范	实际情况	结论
	的名义承揽建设工程勘察、设计业务。			
8	实施建设工程监理前，建设单位应委托具有相应资质的工程监理单位，并以书面形式与工程监理单位订立建设工程监理合同，合同中应包括监理工作的范围、内容、服务期限和酬金，以及双方的义务、违约责任等相关条款。	《建设工程监理规范》 (GB/T50319-2013) 第 1.0.3 条	该项目监理单位是鸿泰融新咨询股份有限公司。	符合

评价小结：

本单元安全检查表共检查 8 项，均符合规范要求。

5.1.2 安全设施专项投资情况

该项目（炼钢系统）总投资 62000 万元，其中安全设施投资为 2852 万元，占总投资概算的 4.6%，炼钢系统主要包括 2 座 100t 顶底复吹转炉、2 套 100t KR 脱硫站、2 座 100t LF 钢包精炼炉、2 台 R9m10 机 10 流方坯连铸机、1 台 R10m 3 机 3 流板坯连铸机，1 台 R10m 6 机 6 流小板坯连铸机，其中 2 套 100t KR 脱硫站、2 座 100t LF 钢包精炼炉，1 台 R10m 3 机 3 流板坯连铸机，1 台 R10m 6 机 6 流小板坯连铸机为公司预留（未建设），本期工程炼钢系统（主要包括 2 座 100t 顶底复吹转炉、2 台 R9m10 机 10 流方坯连铸机）安全设施投资为 2052 万元，分类投资概算占安全设施总投资概算的比例，详见下表。

表 5-2 安全设施投资概算明细表

费用类别	投资概算 万元	占安全设施投资概算的 比例（%）	实际投资额是否符合 安设投资额
主要生产环节及设备安全防范 措施投资费用	918	44.7	符合
检测与监控费用	373	18.2	符合
安全教育培训设施费用	156	7.6	符合
事故应急救援措施费用	309	15.1	符合
其他安全费用	296	14.4	符合
合计	2052	100	符合

5.2 选址及总图布置单元

5.2.1 选址

本评价单元依据《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）等有关要求编制了安全检查表。

表 5-3 厂址选择子单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
1	在进行厂区规划时，应同时进行消防规划，并应根据企业及其相邻建（构）筑物、工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向、交通、水源等条件，合理布置。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.1.1 条	该项目在可行性研究时，同时进行了消防规划，并根据炼钢厂和炼钢设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向等合理布置。	符合
2	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、工程量小。临近江、河、湖、海的厂址，通航条件满足企业运输要求时，应尽量利用水运，且厂址宜靠近适合建设码头的地段。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.5 条	该项目选址区域外部交通发达，厂内道路为城市型，主干道路面宽为 15m，其余次干道和车间引道路面宽分别为 9m、7m、4m。道路最小转弯半径为 9m，物料运输便捷。	符合
3	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尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.6 条	该项目选址区域水源丰富，由新建 110kV 变电站向炼钢区域提供双电源，正常工作时分段运行，当一回路故障时，另一回路能担负全部负荷。	符合
4	散发有害物质的工业企业厂址，应位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧，不应位于窝风地段，并应满足有关防护距离的要求。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.7 条	该项目周边较为空旷，有利于有害物质的扩散，未设置在窝风地段和学校、医院等敏感区域内。	符合
5	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂，自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.10 条	该项目选址区域不存在盆地、积水洼地，地势平坦。	符合
6	厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，并应符合下列规定： 1 当厂址不可避免不受洪水、潮水、或内涝威胁的地带时，必须采取防洪、排涝措施； 2 凡受江、河、湖、海、洪水、潮水或山洪威胁的工业企业，防洪标准应符合	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.12 条	该项目厂址位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	现行国家标准《防洪标准》GB50201 的有关规定。			
7	下列地段和地区不应选为厂址： 1 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区。 2 有泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段。 3 采矿 塌落（错动）区地表界限内。 4 爆破危险区界限内。 5 坝或堤决溃后可能淹 没的地区。 6 有严重放射性物质污染的影响区。 7 生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其他需要特别保护的区域。 8. 对飞机起落、 机场通信、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察, 以及军事设施等规定有影响的范围内。 9 很严重的自重湿陷性黄土地段, 厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段。 10 具有开采价值的矿藏区。11 受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.14 条	该项目建筑按 8 度设防, 厂址不在左述涉及的区域。	符合
8	工业企业总体规划, 应贯彻节约集约用地的原则, 并应严格执行国家规定的土地使用审批程序, 应利用荒地、劣地及非耕地, 不应占用基本农田。分期建设时, 总体规划应正确处理近期和远期的关系, 近期应集中布置, 远期应预留发展, 应分期征地, 并应合理有效利用土地。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.4 条	总体规划贯彻节约集约用地的原则, 严格执行国家规定的审批程序, 未占用基本农田。	符合
9	联合企业中不同类型的工厂, 应按生产性质、相互关系、协作条件等因素分区集中布置。对产生有害气体、烟、雾、粉尘等有害物质的工厂, 应采取处理措施。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.5 条	该项目选址充分考虑了与其他生产厂区的生产协作条件, 对有害气体、烟、粉尘等有害物质, 设监测及除尘设施及通风设施。	符合

评价小结:

本单元安全检查表共检查 9 项, 均符合规范要求

5.2.2 总图布置

本评价单元主要依据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）、《炼钢安全规程》（AQ2001-2018）等有关要求编制了安全检查表。

表 5-4 总图布置子单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
1	外部运输方式应根据国家有关的技术经济政策、外部交通运输条件、物料性质、运量、流向、运距等因素，结合厂内运输要求，经多方案技术经济比较后择优确定。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.3.2 条	外部运输采用汽车运输。	符合
2	工业企业厂外道路的规划应与城乡规划或当地交通运输规划相协调，并应合理利用现有的国家公路及城镇道路。厂外道路与国家公路或城镇道路连接时，路线应短捷，工程量应小。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.3.5 条	与外部城镇道路连通，减少工程量。	符合
3	工业企业的建筑物、构筑物之间及其与铁路、道路之间的防火间距，以及消防通道的设置，除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.3.5 条	建（构）筑物之间的防火间距符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414 的有关规定，详见表 2-1，表 2-2。	符合
4	选择厂（车间）的位置，应注意工程地质条件和洪水、海潮、台风、滑坡等灾害的危害，并按地震烈度等级标准设防。 厂址地坪应高于最高洪水水位 0.5m 以上，地处海岸边的应高于计算潮水位 1m 以上；如受条件限制无法达到，应采取有效的补救措施。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 5.1.1 条	该项目厂址未设在洪水等灾害的危害的区域，地坪高于潮水位 1m 以上。	符合
5	为全厂服务的机械修理设施应集中布置，为某一车间服务的机械修理设施宜靠近其服务对象布置。	《钢铁企业总图运输设计规范》 GB50603-2010 第 5.12.1 条	钢包冷修、热修区域靠近服务对象布置。	符合
6	各种动力设施应靠近负荷中心或负荷较大的车间。	《钢铁企业总图运输设计规范》 GB50603-2010 第 5.13.1 条	该项目变配电室布置在负荷附近。	符合
7	总平面布置应符合下列规定：	《钢铁企业总图运	铁水罐进入炼钢厂区，然	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	1 根据生产工艺流程, 应使物流、介质及人流短捷、顺畅、不折返; 应尽量使人、货分流。并应避免特种物流与主要普通物流平面交叉或混行。 2 散发烟气、粉尘等污染物较大的生产区和设施应布置在散发烟气、粉尘等污染物相对较小的生产区和设施常年最小频率风向的上风侧。要求洁净的生产区和设施应布置在其他生产区和设施常年最小频率风向的下风侧。 厂前区应布置在厂区常年最小频率风向的下风侧。 3 功能分区应明确。	输设计规范》 GB50603-2010 第 5.1.2 条	后经转炉、进入连铸机, 工艺顺畅, 布局合理; 炼钢厂总平面布置符合左述要求。	
8	在满足生产工艺及安全、卫生要求的条件下, 应尽可能使建筑物、构筑物联合、多层布置。	《钢铁企业总图运输设计规范》 GB50603-2010 第 5.1.6 条	厂房内按工艺流程集中布置生产主体设备, 相应变配电室布置在主体装置附近, 其中转炉、连铸机等系统变配电设备布置在厂房内;	符合
9	钢铁冶金企业内的消防车道, 当与生产、生活道路合用时, 应满足消防车道的要求。消防车道的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关要求。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.1.7 条	炼钢车间主厂房设道路为环形布置, 道路内侧转弯半径为 9m, 符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014 (2018 年版) 的有关要求。	符合

评价小结: 本单元安全检查表共检查 9 项, 均符合规范要求。

5.3 建筑及工艺布置单元

5.3.1 厂房及结构

本评价单元主要依据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014) (2018 年版)、《炼钢工程设计规范》(GB50439-2015)、《炼钢安全规程》(AQ2001-2018) 等有关要求编制了安全检查表。

表 5-5 厂房及结构子单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
1	建(构)筑物的火灾危险性分类应符	《钢铁冶金企业设	该项目建(构)筑物均符合	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	合表 3.0.1 的规定。表中未规定的,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关要求。	计防火标准》 GB50414-2018 第 3.0.1 条	表 3.0.1 中有具体规定,火灾危险性分类见本报告表 2-16, 2-17。	
2	下列二级耐火等级建筑在生产中或火灾发生时,其表面热辐射温度低于 200℃的金属承重构件,可不采用防火保护隔热措施,火焰直接影响部位或热辐射温度高于 200℃的部位,应采取外包敷不燃材料或其他防火隔热保护措施: 1 设置自动灭火系统的单层丙类厂房; 2 丁、戊类厂房。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 3.0.2 条	转炉连铸机区域,熔融金属吊运路线 4m 范围内的厂房柱、平台设置防护设施,防护做法:采用耐火砖砌筑,对建筑结构进行维护,砌筑厚度 $\geq 240\text{mm}$ 。有可能被铁水、钢水、熔渣危害的建筑物,采取耐热和隔热的保护措施。隔热保护层高度从地面标高砌至楼板梁底。隔热保护层前后通风口。隔热保护层采用 MU7.5 机砖、M5 水泥砂浆砌筑。	符合
3	设置在丁、戊类主厂房的甲、乙、丙类辅助生产房间应单独划分防火分区,并应采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体墙和 1.50h 的不燃烧体楼板与其他部位隔开。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 3.0.8 条	控制室、变配电室均单独划分防火分区,建筑耐火等级不低于二级,采用不燃性实体墙与周围环境隔离。	符合
4	钢铁冶金企业内建(构)筑物之间的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.2.1 条	建(构)筑物之间的防火间距符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定,详见表 2-1, 表 2-2。	符合
5	建(构)筑物有可能被铁水、钢水或熔渣喷溅造成危害的建筑构件,应采取隔热保护措施。运载铁水罐、钢水罐、渣罐、红锭、红(热)坯等高温物品的过跨车、底盘铸车、(空)钢锭模车和(热)铸锭车等车辆及运载物的外表面距楼板和厂房(平台)柱的外表面不应小于 0.8m,且楼板和柱应采取隔热保护措施。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 5.2.4 条	过跨车距离临近钢柱距离不小于 2m;楼板和柱采取隔热保护措施。	符合
6	电气室、控制室宜独立设置。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 5.3.2 条	变配电室独立设置;连铸控制室就近布置,开口不正对装置,且采用双层钢化玻璃。	符合
7	存放、运输液体金属和熔渣的场所,不应设置积水的沟、坑等。当生产确需设置地面沟或坑等时,应有严密的	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018	炼钢车间现有地面标高高于厂区地面标高 0.5m,转炉炉下、连铸区域、热修区	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	防渗漏措施, 且车间地面标高应高出厂区地面标高 0.3m 及以上。	第 5.3.1 条	域采取防积水措施。主厂房屋顶采取防雨措施, 地基标高高于厂外 0.5m。	
8	液压站、润滑油站(库)不宜与电缆隧道、电气室地下室连通, 确需连通时, 必须设置防火墙和甲级防火门。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.12.2 条	液压站、润滑油站不与电缆隧道、电气室地下室连通。	符合
9	油浸变压器室、高压配电室的耐火等级不应低于二级。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 10.3.1 条	油浸变压器室、高压配电室的耐火等级不低于二级。	符合
10	电缆夹层电气地下室宜采用钢筋混凝土结构或砖混结构, 其耐火等级不应低于二级。当电缆夹层采用钢结构时, 应对各建筑构件进行防火保护, 并应达到二级耐火等级的要求。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 10.3.2 条	电缆夹层采用钢筋混凝土结构。厂外电缆夹层采用钢结构, 对各建筑构件涂刷防火涂料。	符合
11	建(构)筑物的防火分区最大允许建筑面积(长度)应符合下列规定: 1 地上电缆夹层不应大于 1000m ² , 当设置自动灭火系统时, 可扩大 1.0 倍; 2 电气地下室不应大于 500m ² , 当设置自动灭火系统时, 可扩大 1.0 倍; 3 电缆隧道应设防火墙和防火门进行防火分隔, 其间距不应大于 100.0m; 当设置自动灭火设施时防火分隔的间距可扩大到 150.0m。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 10.3.3 条	该项目地上电缆夹层未超过 1000m ² 。	符合
12	主控楼、主电室、配电室等房间的建筑面积小于 60m ² 时, 可设置 1 个疏散门。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 10.4.1 条	转炉主控室、连铸主控室及各配电室均设不少于 2 个疏散门。	符合
13	厂房内的电缆沟宜避开固定明火点或散发火花地点。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 10.5.9 条	厂房内的电缆沟避开固定明火点或散发火花地点。	符合
14	厂房的安全出口应分散布置。每个防火分区或一个防火分区的每个楼层, 其相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m。	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 第 3.7.1 条	主厂房安全出口分散布置, 转炉、连铸等危险性较大的区域内平台均设置不少于 2 个安全出口, 水平距离不小于 5m。	符合
15	厂房内每个防火分区或一个防火分区内的每个楼层, 其安全出口的数量应经计算确定, 且不应少于 2 个; 当丁、	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014	主厂房每个跨设有安全出口, 数量不少于 2 个。该项目控制室、变配电室均在不	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	戊类厂房，每层建筑面积不大于400m ² ，且同一时间的作业人数不超过30人时可设置1个安全出口。	第3.7.2条	同方向设置两个出口，门向外开启，且朝向相对安全的区域。	
16	厂房内疏散楼梯、走道、门的各自总净宽度，应根据疏散人数按每100人的最小疏散净宽度不小于表3.7.5的规定计算确定。但疏散楼梯的最小净宽度不宜小于1.10m，疏散走道的最小净宽度不宜小于1.40m，门的最小净宽度不宜小于0.90m。当每层疏散人数不相等时，疏散楼梯的总净宽度应分层计算，下层楼梯总净宽度应按该层及以上疏散人数最多一层的疏散人数计算。	《建筑设计防火规范（2018年版）》 GB50016-2014 第3.7.5条	按规定设置疏散通道。	符合
17	厂房宜采用钢结构形式，结构设计应符合国家现行标准的有关规定。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.2.1条	厂房采用钢结构形式。	符合
18	厂房应合理设置通风天窗和竖风井。北方地区通风天窗宜采用可启闭的方式，南方地区宜采用常开方式。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.2.4条	厂房设置通风天窗。	符合
19	主厂房的门洞尺寸应满足废钢料篮、炉壳变压器等大型设备通过，并应留有不小于600mm的安全净空。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.2.8条	转炉跨、钢水接受跨等门洞宽度可通行废钢料篮、炉壳变压器等大型设备。	符合
20	车间宜采用混凝地坪各跨地坪上应设置带有鲜明标志的人行安全走道。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.2.9条	炼钢车间采用混凝土地坪，设有鲜明标志的人行安全走道。	符合
21	厂房柱基础的承载力和地基变形设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.2.12条	已按规定处理地基。	符合
22	转炉平台为多层钢架结构体系，框架柱脚与基础宜采用刚接连接，框架及各层平台宜采用钢结构形式。电炉平台、铁水预处理平台、精炼平台等为独立平台结构，应有独立支撑体系，平台可采用钢结构或钢筋混凝土结构形式，如平台活荷载较大或有防振要求，平台铺板宜采用钢筋混凝土板。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第18.4.2条	转炉平台为多层钢架结构体系，框架柱脚与基础采用刚接连接，框架及各层平台采用钢结构形式；转炉平台为独立平台结构。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
23	炼钢企业内的厂房、烟囱等高大建（构）筑物及易燃、易爆等危险设施，应按 GB50057 的规定设置防雷设施，并应定期检查，确保防雷设施完好。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.2.1 条	厂房、烟囱等按规范设置防雷设施。	符合
24	厂房地坪应高于厂房地坪 0.3m 及以上，厂房地面运输车辆的轨道面应与室内地坪面一致。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.1.6 条	厂房地坪高于厂房地坪 0.5m 及以上，厂房地面运输车辆的轨道面与室内地坪面一致。	符合
25	主要生产场所的火灾危险性分类及建（构）筑物防火最小安全间距、防火设施的设置，设置灭火器的场所和数量要求应遵循 GB50016、GB50414、GB50140 等消防法规、标准的规定，主控室、电气间、可燃介质的液压站、连铸切割介质的气站、一次除尘风机房、电缆夹层等易发生火灾的建（构）筑物，应设自动火灾报警装置。车间电缆隧道应设火灾自动报警装置和自动灭火装置。长度超过 7m 的，应设置通风设施。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.2.2 条	主要生产场所的火灾危险性分类及建（构）筑物防火最小安全间距、防火设施的设置，设置灭火器的场所和数量要求遵循 GB50016、GB50414、GB50140 等消防法规、标准的规定，主控室、电气间、可燃介质的液压站、电缆夹层等易发生火灾的建（构）筑物，设自动火灾报警装置。	符合
26	厂房地坪应采用不大于 45° 的斜梯（特殊情况允许采用 60° 斜梯与直爬梯），梯子的设置应符合 GB 4053.1、GB 4053.2 的规定。铁水预处理、转炉、电炉、精炼炉、连铸主平台，两侧应设梯子。大、中型转炉，炉子宜设电梯。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.2.5 条	厂房地坪采用不大于 45° 的斜梯，梯子的设置符合 GB4053.1、GB4053.2 的规定。转炉、连铸主平台，两侧设梯子。	符合

评价小结：

本单元安全检查表共检查 26 项，均符合规范要求

5.3.2 工艺布置与运输

本评价单元主要依据《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）、《炼钢工程设计规范》（GB50439-2015）、《炼钢安全规程》（AQ2001-2018）等有关要求编制了安全检查表。

表 5-6 工艺布置与运输子单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
1	甲、乙、丙类液体管道和可燃气体管	《钢铁冶金企业设	该项目涉及丙烷、氧气管	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	道不得穿过与其无关的建构筑物、生产装置及储罐区等。	《计防火标准》 GB50414-2018 第 4.3.2 条	道、煤气管道等可燃气体管道，未穿越与其无关的建构筑物、生产装置及储罐区等。	
2	敷设甲、乙、丙类液体管道和可燃气体管道的全厂性综合管廊，宜避开火灾危险性较大、腐蚀性较强的生产储存和装卸设施以及有明火作业的场所。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.3.1 条	可燃气体管道避开火灾危险性较大、腐蚀性较强的生产储存和装卸设施以及有明火作业的场所。	符合
3	高炉煤气、发生炉煤气、转炉煤气和铁合金电炉煤气的管道不应埋地敷设。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.3.3 条	该项目煤气管道均架空敷设。	符合
4	氧气管道不应与燃油管道、腐蚀性介质管道和电缆、电线同沟敷设，动力电缆不应与可燃、助燃气体和燃油管道同沟敷设。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 4.3.4 条	氧气管道架空敷设，动力电缆在厂房外埋地或架空敷设，进入厂房内时设电缆桥架。涉及电缆沟的区域无可燃气体管道穿过。	符合
5	铁水、钢水、液态炉渣作业和运行区域的工艺和设施应符合下列规定： 1 铁水、钢水、液态炉渣、红热固体炉渣和铸坯等高温物质运输线上方的可燃介质管道和电线电缆，必须采取隔热防护措施； 2 装有铁水、钢水、液态炉渣的容器，必须用铸造级桥式起重机吊运，并应防止该区域内的地面积水； 3 在铁水、钢水、液态炉渣作业或运行区域内的地表及地下不应设置水管、氧气管道、燃气管道、燃油管道和电线电缆等，必须设置时，应采取隔热防护措施。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.7.1 条	铁水、钢水、液态炉渣、红热固体炉渣和铸坯等高温物质运输线上方未设可燃介质管道和电线电缆；吊运液态炉渣、熔融金属的起重机均选用铸造级桥式起重机。转炉、连铸等区域地表及以未设氧气管道和燃气管道、燃油管道、电线电缆、水管道。	符合
6	严禁利用城市道路运输铁水、钢水、液渣等高温冶金溶液。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.7.3 条	熔融金属和液渣不出厂。	符合
7	液压站、阀台、蓄能器和液压管路应设置安全阀、减压阀和截止阀，蓄能器与油路之间应设置紧急开闭装置。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.12.1 条	液压系统的安全附件按规定设置。	符合
8	密集敷设电缆的电气地下室、电缆	《钢铁冶金企业设	电气室未布置油、气管或	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	夹层等,不应布置油、气管或其他可能引起火灾的管道和设备,且不宜布置热力管道。	计防火标准》 GB50414-2018 第 10.5.5 条	其他可能引起火灾的管道和设备、热力管道。	
9	炼钢车间内的电气室应避免设置在吊车吊运通道下方以及运输铁水、钢水、钢渣等的车辆经过的通道附近,设置在有热辐射区域的电气室应进行隔热处理,炼钢车间外电气室应避免设置在具有高温、腐蚀振动、粉尘等环境条件下。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第 10.4.4 条	变配电室设置在钢水吊运行区域外,且采用钢筋混凝土,具有隔热作用。	符合
10	值班室不应设置在氧气、煤气管道上方。值班室距氧气、煤气管道及其他易燃易爆气体、液体管道的水平净距和垂直净距应符合氧气、煤气等设计安全规定。	《炼钢工程设计规范》 GB50439-2015 第 19.2.3 条	值班室、控制室附近无可燃介质管道。	符合
11	炼钢厂不应邻近居民区、风景旅游区、文物保护区、生活水源地和重要农业区;选择厂址时,应同时考虑炼钢厂“三废”排放、弃置及噪声、电网闪烁等公害所产生的影响,并采取必要的防护措施。 炼钢厂的弃渣场,应位于居住区和水源地安全健康防护距离意外的低洼地带,并应考虑爆炸、扬尘、有害元素扩散的安全距离;厂内钢渣处理设施,应布置在主厂房常年最小频率风向的上风侧。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 5.1.3 条	该项目厂址未设在左述区域,钢渣一次处理后运入鑫达钢厂进行二次处理。	符合
12	炼钢主车间的布置,应根据各种物料的流向,保证其能顺畅运行,互补交叉、干扰,并尽可能缩短铁水、废钢及钢坯(锭)等大宗物流的运输距离。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 5.2.1 条	主要生产装置布局依流程顺序布置,特种物流运距短捷。	符合
13	炼钢主车间与各辅助车间(设施),应布置在生产流程的顺行线上;铁水、钢水与液体渣,应设专线(或专用通道)运输,以减少其他物流干扰,当铁水采用汽车运输时,应采用特种专用车辆,尽量减少铁水运输距离,道路宽度。净空、坡度应根据铁水运输车辆尺寸、技术参数专门核算确定,保证运输安全。严禁经由国家或地区公交线路运输铁水。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 5.2.2 条	铁水、钢水与液体渣专线运输,在熔融金属和液渣运行路线避开各辅助设施。	符合
14	炼钢厂内,应按消防规定设置必要的	《炼钢安全规程》	按规定设置。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结果
	消防设施和消防通道，并设有明显的标志牌。	AQ2001-2018 第 5.2.4 条		
15	炼钢主厂房，地坪应设置宽度不小于 1.5m 的人行安全走道，走道两侧应有明显的标志线；主厂房及其他中、重级工作类型的桥式起重机，应设置四周贯通的起重机安全走道，轻级工作起重机厂房，应设单侧贯通的安全走道，走道宽度应不小于 0.8m，并按起重机台数设置司机专用走梯和蹬车平台。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.1.4 条	炼钢主厂房设置宽度不小于 1.5m 的人行安全走道，走道两侧有明显的标志线；转炉跨、接受跨设置四周贯通的起重机安全走道，按起重机台数设置司机专用走梯和蹬车平台。	符合
16	转炉、AOD 炉和电炉主控室的布置，应设置出现大喷事故的必要防护措施；转炉兑铁、加废钢的起重机司机室玻璃窗应采取必要的防止转炉喷溅的措施；连铸主控室不应正对中间罐；转炉炉旁操作室应采取隔热防喷溅措施；电炉炉后出钢操作室，不应正对出钢方向开门，其窗户应采取防喷溅措施；所有控制室、电气室的门，均应向外开启；电炉与 LF 主控室，应按隔声要求设计；主控室应设置紧急出口。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 6.2.9 条	转炉、连铸主控室的布置，设置出现大喷事故的必要防护措施；转炉兑铁、加废钢的起重机司机室玻璃窗采取防止转炉喷溅的措施；连铸主控室未正对中间罐；所有控制室、电气室的门，均向外开启；主控室设置紧急出口。	符合

评价小结：

本单元安全检查表共检查 16 项，均符合规范要求。

5.4 物料、产品安全性能评价单元

本评价单元主要依据《炼钢安全规程》（AQ2001-2018）等标准规范对物料、产品的符合性进行检查。

表 5-7 物料、产品安全性能安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	检查结果
散状原料				
1	应根据入炉散状材料的特性与安全要求，确定其贮存方法；入炉物料应保持干燥。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.1.1 条	散状料分类、分堆储存；入炉物料均保持干燥。	符合
2	采用有轨运输时，轨道外侧距料堆应大于 1.5m。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.1.2 条	铁水、钢水、液渣采用有轨运输，轨道外侧距料堆大于 1.5m。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	检查结果
3	地下料仓的受料口，应设置格栅板。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.1.4 条	地下料仓口设有格栅板。	符合
废钢				
4	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，拣出有色金属件、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，并进行妥善的处置。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.2.1 条	对社会废钢人工分拣、分类堆放，对密闭容器进行切割处理，废武器弹药均严格鉴定，妥善处理。	符合
5	废钢应按来源、形态、成分等分类、分堆存放；人工堆料时，地面以上料堆高度不应超过 1.5m。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.2.2 条	废钢采用电磁吊车装料，地面以上料堆高度不超过 1.5m。	符合
6	炼钢厂一般应设废钢配料间与废钢堆场，废钢配料作业直接在废钢堆场进行的，废钢堆场应部分带有房盖，以供雨、雪天配料。混有冰雪与积水的废钢，不应入炉。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.2.3 条	废钢配料间设在炼钢厂房内，有房盖，安全操作规程要求混有冰雪与积水的废钢严禁入炉。	符合
铁水贮运				
7	铁水运输应用专线，不应与其他交通工具混行。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.3.1 条	铁水采用专线运输，未与其他交通工具混行，铁水罐车进入炼钢车间设置声光报警、铁水罐区域设置事故包。	符合
8	起重机龙门钩挂重铁水罐时，应有专人检查是否挂牢，待核实后发出指令，吊车才能起吊；吊起的铁水罐在等待往转炉兑铁水期间，不应提前挂上倾翻铁水罐的小钩。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.3.5 条	炼钢厂设有专门指车人员；吊起的铁水罐在等待往转炉兑铁水期间，不允许提前挂上倾翻铁水罐的小钩。	符合
9	往炼钢炉兑铁水时，铁水罐不应压在转炉炉口或电炉受铁槽上，人员应位于安全区域。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.3.7 条	安全操作规程要求往炼钢炉兑铁水时，铁水罐不允许压在转炉炉口上，人员必须位于安全区域。	符合
铁水罐、钢水罐、中间罐、渣罐				
10	铁水罐、钢水罐、中间罐的壳体上，应有排气孔。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.1 条	铁水罐、钢水罐、中间罐由专业厂家制造符合要求。	符合
11	罐体耳轴，应位于罐体合成重心以上 0.2-0.4m 的对称中心，其安全系数应不小于 8，并以 1.25 倍负荷进行重负荷试	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.2 条	铁水罐、钢水罐、中间罐经试验合格后使用。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	检查结果
	验合格方可使用。			
12	使用中的设备，耳轴部位应定期进行探伤检测。凡耳轴出现内裂纹、壳体焊缝开裂、明显变形、耳轴磨损大于直径的10%、机械失灵、衬砖损坏超过规定，均应报修或报废。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.3 条	罐体每 2 年检测一次，耳轴每年检测一次，详见附件：无损检测报告。	符合
13	铁水罐、钢水罐和中间罐修砌后，应保持干燥，并烘烤至要求温度方可使用。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.4 条	铁水罐、钢水罐和中间罐修砌后均烘烤至要求温度后使用。	符合
14	罐口严重结壳，应停止使用。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.5 条	钢水罐定期维护，罐口结壳严重时停止使用	符合
15	钢水罐需卧放地坪时，应放在专用的钢包支座上；热修包应设作业防护屏；两罐位之间净空间距，应不小于 2m。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.6 条	钢水罐卧放地坪时，放在专用的钢包支座上；热修包设作业防护屏；两罐位之间净空间距不小于 2m。	符合
16	渣罐使用前应进行检查，其罐内不应有水或潮湿的物料。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.7 条	渣罐使用前均进行检查，保证罐内无水或潮湿的物料。	符合
17	钢水罐滑动水口，每次使用前应进行清理、检查，并调试合格。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.8 条	钢水罐滑动水口每次使用前均进行清理、检查，并调试合格。	符合
18	铁水罐、钢水罐内的自由空间高度（液面至罐口），应满足工艺设计要求。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.9 条	铁水罐、钢水罐内的自由空间高度满足工艺设计要求。	符合
19	铁水罐、钢水罐内的铁水、钢水有凝盖时，不应用其他铁水罐、钢水罐压凝盖，也不应人工使用管状物撞击凝盖。有未凝结残留物的铁水、钢水罐，不应卧放。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.10 条	铁水罐、钢水罐内的铁水、钢水有凝盖时未用其他铁水罐、钢水罐压凝盖，也未人工使用管状物撞击凝盖。有未凝结残留物的铁水、钢水罐未采用卧放。	符合
20	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。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.1.11 条	吊运装有铁水、钢水、液渣的罐与邻近设备或建、构筑物保持大于 1.5m 的净空距离。	符合

评价小结：该单元共检查 20 项，均符合规范要求。

5.5 生产工艺系统、装置、设施、设备评价单元

本评价单元主要依据《氧气转炉余热锅炉技术条件》(GB/T28057-2011)、《炼钢工程设计规范》(GB50439-2015)、《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)、《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)、《炼钢安全规程》(AQ2001-2018)、《转炉煤气净化回收工程技术规范》(GB51135-2015)等有关要求编制了安全检查表。

表 5-8 生产工艺系统、装置、设施、设备单元安全检查表

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结论
转炉				
1	废料配料间应设置必要的纵向与横向贯通的人行安全走道。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 7.2.4 条	废料配料间设置了必要的纵向与横向贯通的人行安全走道。	符合
2	烘烤器应装备完善的介质参数检测仪表与熄火检测仪。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.2.1 条	烘烤器装备完善的介质参数检测仪表与熄火检测仪。	符合
3	采用煤气燃料时,应设置煤气低压报警及与煤气低压信号联锁的快速切断阀等防回火设施;煤气烘烤作业区域应设固定式一氧化碳检测报警装置。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.2.2 条	钢包烘烤煤气管道设置煤气低压报警及与煤气低压信号联锁的快速切断阀等防回火设施;煤气烘烤作业区域设固定式一氧化碳检测报警装置和煤气相关的安全警示标识。	符合
4	车间内的有轨车辆, 轨道面应与车间地坪一致。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.3.1 条	车间内的有轨车辆, 轨道面与车间地坪一致。	符合
5	车辆运行时, 应发出声光信号。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.3.2 条	过跨车设声光报警装置, 运行时发出声光信号。	符合
6	电动铁水罐车、钢水罐车、渣罐车的停靠处应设减速、停止两个限位开关; 轨道端头应设止轮器或车挡。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.3.3 条	铁水罐车、钢水罐车、渣罐车的停靠处设减速、停止两个限位开关; 轨道端头设止轮器或车挡。	符合
7	铁水罐、钢水罐龙门钩的横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件, 应定期进行检查, 发现问题及时处理; 应定期对吊钩本体作超声波探伤检查。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 8.4.3 条	铁水罐、钢水罐龙门钩的横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件, 定期进行检	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结论
			查;定期对吊钩本体作超声波探伤检查。	
8	炼钢车间吊运铁水、钢水或液渣,应使用铸造起重机,铸造起重机额定能力应符合GB50439的规定,电炉车间吊运废钢料篮的加料起重机,应采用双制动系统。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第8.4.4条	炼钢车间吊运铁水、钢水或液渣,使用冶金铸造起重机。	符合
9	带式运输机的通廊应设走道,设单侧走道其宽度应不小于1m,设两侧走道其宽度应不小于0.8m,并应在两侧走道间适当设置过桥;倾斜通廊的倾角大于6°时,走道应采取防滑措施;大于12°时,走道应采用踏步。走道沿线应设置可随时停车的急停拉绳开关。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第8.5.9条	按左述规定设置。	符合
10	转炉氧枪升降装置,应配备钢绳张力测定、钢绳断裂防坠、事故驱动等安全装置;各枪位停靠点,应与转炉倾动、氧气开闭、冷却水流量和温度等连锁;当氧气压力小于规定值、冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时,氧枪应自动升起,停止吹氧。转炉氧枪供水,应设置电动或气动快速切断阀。 转炉副枪升降装置,应配备钢绳张力测定、钢绳断裂防坠、事故驱动等安全装置;各枪位停靠点,应与转炉倾动、冷却水流量和温度等连锁;当冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时,副枪应自动升起,停止测量。转炉副枪供水,应设置电动或气动快速切断阀。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第9.1.4条	转炉氧枪升降装置,配备钢绳张力测定、钢绳断裂防坠、事故驱动等安全装置;各枪位停靠点,与转炉倾动、氧气开闭、冷却水流量和温度等连锁;当氧气压力小于规定值、冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时,氧枪自动升起,停止吹氧。转炉氧枪供水,设置电动快速切断阀。各枪位停靠点,与转炉倾动、冷却水流量和温度等连锁;当冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时。	符合
11	氧气阀门站至氧枪软管接头的氧气管,应采用不锈钢管,并应在软管接头前设置长1.5m以上的铜管。氧气软管应采用不锈钢体,氧枪软管接头应有防脱落装置。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第9.1.5条	氧气阀门站至氧枪软管接头的氧气管,采用不锈钢管,并在软管接头前设置长1.5m以上的铜管。氧气软管采用不锈钢体,氧枪软管接头有防脱落装置。	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结论
12	转炉宜采用铸铁盘管水冷炉口；若采用钢板焊接水箱形式的水冷炉口，应加强经常性检查，以防止焊缝漏水酿成爆炸事故。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.1.6 条	转炉采用铸铁盘管水冷炉口。	符合
13	从转炉工作平台至上层平台之间，应设置转炉围护结构。炉前炉后应设活动挡火门，以保护操作人员安全。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.1.8 条	从转炉工作平台至上层平台之间，设置转炉围护结构。炉前炉后设活动挡火门，以保护操作人员安全。	符合
14	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。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.1.9 条	烟道上的氧枪孔与加料口，设可靠的氮封。转炉炉子跨炉口以上的各层平台，设固定式煤气检测与报警装置，除就地报警外，煤气检测和报警在转炉主控室集中显示。	符合
15	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。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.1.11 条	按规定设置监控措施，见自动化控制小节的相关介绍。	符合
16	转炉煤气回收系统设备和管道上，应合理设置泄爆、放散吹扫等设施，不应正对人行通道和建筑物门窗，应设置警示标志。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.1.12 条	转炉煤气回收系统设备和管道上，合理设置泄爆、放散吹扫等设施，不正对人行通道和建筑物门窗，设置警示标志。	符合
17	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。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 9.2.13 条	氮气区域、吹氩（氮）站设置氧浓度检测仪，设排气扇。	符合
18	产生大量蒸汽腐蚀性气体、粉尘等的场所，应采用密闭电气设备；有爆炸危险气体（粉尘）的工作场所，应采用防爆型电气设备。爆炸危险环境的电气装置，应符合 GB50058 的规定。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 13.1.3 条	产生大量蒸汽腐蚀性气体、粉尘等的场所，采用密闭电气设备；有爆炸危险气体（粉尘）的工作场所，采用防爆	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结论
			型电气设备。	
19	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。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 13.1.4 条	转炉设置备用电源,向氧枪升降供电,保证氧枪在正常电源中断时能提升到安全位置;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。	符合
20	设在车间内部的变压器室,应设置 100%变压器油量的储油设施,应保证变压器油量符合安全使用要求,发现变压器油量不足,及时补充。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 13.1.5 条	变压器室,设置 100%变压器油量的储油设施。	符合
21	转炉炉口以上平台易产生煤气泄漏的区域、加压站房、风机房等封闭或半封闭空间,一次风机房、值班室,转炉煤气区域内的有人值守岗位,应设置固定式一氧化碳监测报警装置,值守的房间应保证正压通风。	《炼钢安全规程》 AQ2001-2018 第 13.4.3 条	转炉炉口以上平台易产生煤气泄漏的区域,值班室,转炉煤气区域内的有人值守岗位,设置固定式一氧化碳监测报警装置。	符合
22	建(构)筑物有可能被高温熔融金属喷溅造成危害的建筑构件,应有隔热、绝热保护措施。运载高温熔融金属的罐车、过跨车、底盘铸车、(空)铸锭模车等车辆及运载物的外表面距楼板和厂房(平台)柱的外表面不应小于 800mm,受火焰影响或辐射温度较高(钢结构 $\geq 200^{\circ}\text{C}$,普通混凝土 $\geq 80^{\circ}\text{C}$)的楼板和柱子应采取隔热保护措施。	《高温熔融金属吊运安全规程》 AQ7011-2018 第 5.6 条	建(构)筑物有可能被高温熔融金属喷溅造成危害的建筑构件,设隔热、绝热保护措施。运载高温熔融金属的罐车、过跨车等车辆及运载物的外表面距楼板和厂房(平台)柱的外表面不小于 800mm。	符合
23	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;不应设置可燃、易燃物品的仓库、储物间;不应有液压站、电器件、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。	《高温熔融金属吊运安全规程》 AQ7011-2018 第 5.7 条	高温熔融金属和熔渣吊运行走区域未设置操作室、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;未设置可燃、易燃物品的仓库、储物间;无液压站、电器件、电缆桥架等重要防火场所和设施。	符合
24	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	《高温熔融金属吊运安全规程》	吊运高温熔融金属和熔渣不跨越生产设备	符合

序号	检查项目及内容	依据	实际情况	结论
	设备上跨越。	AQ7011-2018 第 5.8 条	设施或经常有人停留的场所,不从主体设备上跨越。	
25	吊运高温熔融金属和熔渣的区域应设置事故罐,事故罐放置应在专用位置或专用支架上,并设置明显安全警示标识。	《高温熔融金属吊运安全规程》 AQ7011-2018 第 5.9 条	吊运高温熔融金属和熔渣的区域设置事故罐,事故罐放置在专用位置或专用支架上,并设置明显安全警示标识。	符合
26	主体工艺系统应符合下列规定: 1 转炉主控室的观察窗和门不宜正对转炉炉口,无法避开时,观察窗应设置能移动的安全防护挡板;电炉主控室的观察窗和门不得正对电炉炉门;转炉、电炉、精炼炉与连铸的主控室前窗应采用双层钢化玻璃;电炉炉后出钢操作室的门不应正对出钢方向,窗户应采取防喷溅保护措施; 2 转炉氧枪的冷却水出水温度和进、出水流量差应有监测,并应设置事故报警信号;系统中应设置氧枪与转炉的事故联锁控制; 4 氧枪的氧气阀站、由阀站到氧枪软管的氧气管线,宜采用不锈钢管;采用碳素钢管时,应在与软管连接前设置阻火铜管; 6 转炉煤气回收系统应设置一氧化碳和氧气连续检测与自动控制装置,当煤气中的氧含量超过 2%时,应能自动打开放散阀,并应能保证煤气经点火燃烧后操人大气;	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.7.2 条 (1、2、4、6)	主体工艺系统符合左述规定。	符合
27	厂房内动力管线的布置应符合下列规定: 1 燃气管线应架空敷设,并应在车间人口设置总管切断阀; 2 可燃气体管道不宜与起重设备的裸露滑触线布置在同一侧;当必须布置在同一侧时,氧气管道和煤气管道应与裸露滑触线间隔不小于 1.5m,或使用钢板将其隔离; 3 可燃气体管道严禁通过值班室、控制室等非生产用房; 4 各种水平管道在垂直方向宜按下列次序自上而下布置:氢气、乙炔、氧气、氮(氩)气、丙烷、煤气、液化石油气、燃油,输送腐蚀性介质的管道应敷设在管线带的下部; 5 输送易挥发介质的管道不得架设在热力管道之上;	《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414-2018 第 6.14.3 条	厂房内动力管线的布置符合下列规定: 1 燃气管线架空敷设,并在车间入口设置总管切断阀; 2 可燃气体管道未与起重设备的裸露滑触线布置在同一侧; 3 可燃气体管道未设置值班室、控制室等非生产用房; 4 各种水平管道在垂直方向按下列次序自上而下布置:氧气、氮(氩)气、煤气;	符合