



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 7030—2025

高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器 安全要求

Safety requirements for containers for containing and transporting
high-temperature molten metal and slag

2025-11-14 发布

2026-06-01 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 使用安全 4

 5.1 通用要求 4

 5.2 钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐 5

 5.3 真空抬包 6

 5.4 浇包、坩埚 6

 5.5 混铁炉 7

 5.6 鱼雷罐 7

6 检查、维护与报废 7

 6.1 通用要求 7

 6.2 钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐 8

 6.3 真空抬包 9

 6.4 浇包、坩埚 9

 6.5 混铁炉 10

 6.6 鱼雷罐 10

 6.7 评估与报废 10

附录 A（资料性） 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的安全状况评级 12

附录 B（资料性） 钢水罐、铁水罐安全状况等级及检验周期评定 13

附录 C（资料性） 中间包安全状况等级及检验周期评定 15

附录 D（资料性） 渣罐安全状况等级及检验周期评定 17

参考文献 19

前 言

本文件的全部技术内容为强制性。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

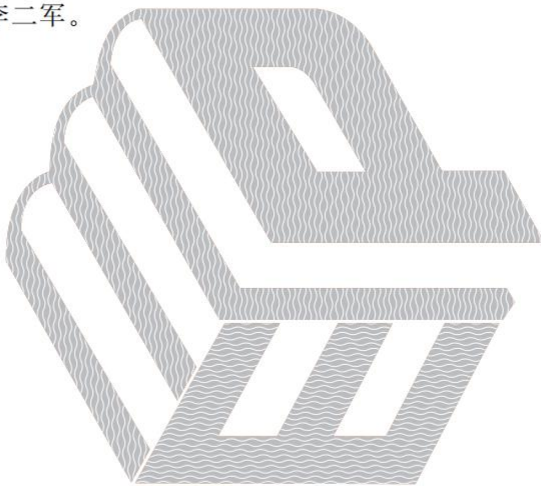
本文件由中华人民共和国应急管理部提出，安全生产执法和工贸安全监督管理局业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会冶金有色安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 8)技术归口及咨询。

本文件起草单位：中钢武汉安全环保研究院股份有限公司、无锡巨力重工股份有限公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司、中铝山西新材料有限公司、北京科技大学、江苏沙钢钢铁有限公司。

本文件主要起草人：沈星、吴启兵、王凤良、沈忱、刘峰、王峰、田百洲、展之发、焦克新、任青、吕垒、赵洪柱、王琦、邢利强、张林、李二军。

本文件为首次发布。



高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器 安全要求

1 范围

本文件规定了高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的设计、检验、标识、使用、检查、维护与报废等安全要求。

本文件适用于钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐、鱼雷罐、混铁炉、真空抬包、浇包等高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的安全管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
- GB 6222 工业企业煤气安全规范
- GB 39800.3 个体防护装备配备规范 第3部分：冶金、有色
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50414 钢铁冶金企业设计防火标准
- GB 51249 建筑钢结构防火技术规范
- GB 55036 消防设施通用规范
- AQ 7011 高温熔融金属吊运安全规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢水罐 ladle

钢水包

钢包

用于盛接钢液并进行浇铸的设备，也是进行钢液炉外精炼的容器。

[来源：GB/T 32818—2016, 6.2, 有修改]

3.2

铁水罐 hot metal ladle

承接、装载、运输铁水的容器。

3.3

中间包 tundish

中间罐

中包

位于钢包与结晶器之间,盛装钢液并向结晶器浇注的装置。

注:具有减压、稳流、挡渣、贮钢、分流、加热和冶金等重要功能。

[来源:GB/T 32818—2016,6.4,有修改]

3.4

渣罐 slag ladle

渣盆

承接、装载、运输渣液的容器。

3.5

真空抬包 vacuum ladle

利用真空抽取电解槽中的金属熔体并可用于金属熔体输送的装置。

3.6

浇包 ladle

铸造生产过程用来盛装铁水、钢水、铝水、铜水等高温熔融金属并用以完成浇注作业的特定装置组合。

注:含坩埚类盛装容器。

[来源:AQ 7011—2018,3.5,有修改]

3.7

混铁炉 mixer

配置在炼钢车间起贮存、均匀铁水成分和均匀铁水温度作用的冶金炉。

[来源:GB/T 32818—2016,5.2]

3.8

鱼雷罐 torpedo ladle

形状似鱼雷的用以盛装、运输铁水的容器。

3.9

事故罐 emergency tank

专门设计用于在熔融金属发生泄漏事故时,能够迅速、安全地接收并储存泄漏熔融金属的容器。

3.10

耳轴 trunnion

盛装容器用于传递起吊状态下的垂直提升载荷的连接部件。

3.11

额定容量 rated capacity

在新耐火材料内衬和留有符合设计液面与罐体上沿之间自由空间高度条件下,容器内熔融金属或熔渣的重量(以熔融金属或熔渣的平均密度计算)。

4 总体要求

4.1 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器生产应满足设计要求,并由符合设计条件的制造商制造。容器设计应符合以下规定:

- 结构型式及参数应满足盛装、吊运、存放、维修、检测作业的安全防护要求;
- 应考虑结构型式、加工方法、焊接方式等对容器应力分布的影响;
- 设计容量应能满足安全使用前提下的最大装入量,容器内的自由空间高度(液面至罐口)应满足工艺设计的要求。

4.2 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器承载结构及零件的用钢应考虑承载结构重要性及连接方式、容量大小、载荷特点、罐体设计使用温度限制条件、吊装和运输作业条件、材料的焊接性能、冷加工成形、连接坡口表面处理、焊接、热处理制造工艺等因素。

4.3 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的本体、底板、吊攀、横梁、吊杆应使用碳素结构钢，吊攀和吊杆不应使用铸件。

4.4 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器出厂前应进行试验。制造完工的容器在出厂前应按照图纸和技术文件进行倾翻试验。对罐体圆度、耳轴工作处中心距、两耳轴工作处外圆同轴度、耳轴端面倾斜度等主要参数进行检测。对于首台(套)或超越制作规格的钢(铁)水罐应进行重载倾翻试验。

4.5 企业应采购符合国家产品标准要求的高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器，并确认其质量证明文件、使用说明书等资料；国家未规定产品标准要求的，企业应在采购协议中向制造厂家提出明确的安全技术要求。

4.6 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器应由使用单位组织验收，确保其符合产品标准或安全技术要求。

4.7 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的耳轴、耳轴套符合以下规定：

- a) 耳轴不应出现内裂纹；
- b) 耳轴磨损应不大于原轴直径的 10%；
- c) 耳轴套磨损后的厚度应不小于原厚度的 50%；
- d) 耳轴套表面不应有影响使用的裂纹；
- e) 耳轴套和耳轴不应产生相对转动且造成耳轴外表面磨损。

4.8 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的耳轴中心线与耳轴箱座罐结构底面之间的垂线距离应满足吊钩垂直状态自由挂钩或脱钩的要求。耳轴及耳轴套符合以下规定：

- a) 耳轴所用材料力学性能应不低于 35 号钢，耳轴套所用材料屈服强度应不小于 235 MPa，当采用铸件或锻件时，应根据所用材料特性进行热处理；
- b) 容器与内衬耐火材料的合成重心应在耳轴中心线以下位置，容器耳轴中心应位于罐体合成重心以上 200 mm~400 mm；
- c) 耳轴工作处中心距、两耳轴工作处外圆同轴度和耳轴端面倾斜度应符合设计要求；
- d) 耳轴端面倾斜度应不大于耳轴端面外径的 1% (耳轴端面外径小于 100 mm 时，按 100 mm 计)，且应不大于 5 mm；
- e) 两耳轴工作处外圆同轴度应不大于耳轴工作处中心距的 1‰ (耳轴工作处中心距小于 2 000 mm 时，按 2 000 mm 计)，且应不大于 5 mm；
- f) 在耳轴端部应设置防止起重机吊钩侧向滑脱的装置，有耳轴套的耳轴端部应设置防耳轴套脱落的装置。

4.9 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器两侧耳轴配置连带起吊的吊耳装置时，吊耳装置材料和结构设计应符合以下安全条件：

- a) 起重机吊钩未进入两侧吊耳装置上部的耳轴部位时，或起重机吊钩在吊耳装置中位于松开状态时，吊耳装置可保持竖立位姿，以确保起重机吊钩的自由进入或脱离；
- b) 当起重机吊钩进入两侧吊耳装置上部的耳轴部位后，且垂直提升一段距离后，在起重机副钩与罐体倾翻机构配合下，容器可绕耳轴倾动。

4.10 中间包、槽形或梨形焊接结构的渣罐，耳轴焊接位置不应设在罐体边沿顶面。

4.11 罐(包)焊接符合以下规定：

- a) 罐底拼接焊缝中心线与相邻罐壁筒节纵向拼接焊缝中心线间的外圆弧长应大于钢板厚度的 3 倍，且应不小于 100 mm；
- b) 罐壁拼接焊缝不应与耳轴、腰箍与罐壁的连接焊缝重合，两者之间的距离应大于罐壁厚度的 3

倍,且应不小于 100 mm;罐壁的环向拼接焊缝可穿过耳轴和罐壁的连接焊缝;

c) 罐底的拼接焊缝不应穿过罐底水口开孔。

4.12 铁水罐、钢水罐、中间包、浇包等罐壁和罐底上应开有均匀分布的透气孔,且透气孔符合以下规定:

- a) 开设的位置不应影响罐体的强度;
- b) 与周向或纵向焊缝的距离应至少大于底板厚度或 5 倍筒体厚度;
- c) 与环箍、加劲肋、加强筋或其他附件的距离应至少大于底板厚度或 5 倍筒体厚度;
- d) 不应设置在罐底弧形或平头的转向区域内;
- e) 透气孔的直径应为 6 mm~12 mm,透气孔的间距应为 230 mm~300 mm,浇包上透气孔的间距应为 100 mm~300 mm。

4.13 钢水罐、铁水罐的底脚、支腿或座圈结构的高度应不小于保护罐底设置功能机构的最小高度。

4.14 有倾翻机构、带载座罐的高温熔融金属及熔渣盛装容器,其罐体上应设置腰箍结构,保证盛装高温熔融金属及熔渣条件下座罐作业的安全,降低罐体的应力、减轻罐体的变形,防止内衬碎裂。

4.15 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器砌筑所用的耐火材料应具有质量证明书。耐火材料的牌号、砖号、等级在施工前应按文件资料核查,符合设计要求,并对外观质量进行检查。若存在可能变质的材料,还应检验其理化指标。

4.16 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的耐火材料厚度、强度、砌筑方式应满足工艺使用要求;耐火砖砌筑时,符合以下规定:

- a) 砌体应错缝砌筑,底部与四壁交接处不应出现缝隙集中的情况;
- b) 湿砌砌体砖缝中的耐火泥浆应饱满,其表面应勾缝并填平压实;
- c) 应使用木锤或橡胶锤找正,不应使用铁锤;
- d) 不应直接在砌体上砍凿耐火砖。

4.17 锻件、铸钢件应在调质处理后再进行无损探伤检测。无损探伤检测人员应持有相应资格证明。

4.18 钢水罐、铁水罐不应采用链条和缆索作为翻罐作业的倾翻机构或机构构件。其他罐的倾翻机构,如使用链条或缆索,应依据设计温度条件下的断裂强度数据选择合适的链条或缆索规格,并且设计载荷下的安全系数应不小于 8。

4.19 倾翻机构中翻罐板应设计在罐体侧壁固定托架上且能自锁,在不使用倾翻机构而罐体又处于垂直位置时,能回到罐体固定支架上;倾翻机构销轴(或吊环)的设计位置应满足起重机副钩自由起钩或脱钩的位置要求。

4.20 未经设计单位技术审查,不应更改高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的结构、承受载荷的重要部件、用途、容量等。

4.21 高温熔融金属及熔渣的厂房、运输道路的消防设施设计、配置,应符合 GB 50016、GB 55036、GB 50414、GB 51249 的规定,厂房内应设置紧急疏散安全通道。高温熔融金属及熔渣运输路线应满足 GB 4387 的规定,设置在运输路线上方的可燃介质管道和电线电缆应采取隔热防护措施。

5 使用安全

5.1 通用要求

5.1.1 企业应建立高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器进厂、使用、维护、报废的全生命周期管理制度。

5.1.2 企业应建立高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的技术档案,包括合格证、检验报告、厂家资质证明、使用说明书等;应建立安全管理台账,台账至少包括以下内容:

- a) 容器规格;
- b) 容器编号;

- c) 制造厂商代码;
- d) 出厂日期;
- e) 最大额定容量(按吨计);
- f) 目前状态评级;
- g) 下次检测日期。

5.1.3 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器应定期检查、检测、维修并形成记录文件,在检测、维修和使用企业同时存档。定期检查、检测、维修记录文件的保存期应与容器的在役时间同步,容器退役后可移至其他档案管理部门保存。

5.1.4 从事高温熔融金属吊运作业的管理人员、岗位操作人员、检修维护人员应进行专门的安全教育和培训;涉及操作煤气烘烤设备的作业人员,应取得煤气作业证。

5.1.5 作业人员应穿戴个体防护装备,选型及使用应符合 GB 39800.3 的规定。

5.1.6 企业应对高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的吊装和运输作业区域实施划定,并明确各区域管理职责;作业区域应设置安全警示标志,防止无关人员进入以上区域。

5.1.7 企业在使用高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器前,应进行全面的风险识别和评估,并制定相应的风险控制措施。

5.1.8 企业应在高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的罐体上设置永久性编号标识。

5.1.9 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器日常存放地点应平整、干燥、防雨、防潮。在周转使用、吊运和维护时,不应磕碰、撞击。

5.1.10 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的吊运、转运应符合 AQ 7011 的规定。

5.1.11 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的起吊、运行操作应保持平稳,容器外壁与邻近设备或建(构)筑物应保持大于 1500 mm 的安全距离。

5.1.12 企业应结合实际情况,制定熔融金属泄漏专项应急预案或现场处置方案,配备应急装备和物资,并定期培训、演练和评估。员工应熟练掌握紧急情况下的疏散路线。

5.1.13 吊运高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的区域应设置事故罐,事故罐应放置在专用位置或专用支架上,并设置明显的安全警示标志。

5.1.14 盛装高温熔融金属及熔渣的罐(包)修砌或浇筑后,应结合耐材的特性进行烘烤。罐(包)使用前应检查,确保干燥,内衬不应出现裂纹和缺损。

5.1.15 各类烤包器、包胎等工具的煤气烘烤器应符合 GB 6222 的规定。

5.1.16 对于长期停用的高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器,应单独存放,并设置停用标志。重新投入使用前,应采取探伤检查等措施。

5.2 钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐

5.2.1 钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐入厂时应具有质量合格证、探伤报告等资料。投入使用时应建立周转卡和检查维护记录。

5.2.2 装满熔融金属的重罐需要放在厂房地面时,应放在重罐专用位置上。重罐位承载能力应与满载容器重量相匹配,并有标识。

5.2.3 钢水罐、铁水罐、渣罐放在地面时,翻罐拉杆应挂稳放好,有安全销的应插好安全销。钢水罐、铁水罐需卧放时,应放在专用支座上,或采取防滚动的措施,罐内不应有未凝结的残留物。

5.2.4 铁水罐接铁前应烘烤至 800℃ 以上,不应冷包接铁。铁水包运转过程中应控制降温,低于 600℃ 不应接铁。

5.2.5 铁水罐应在指定位置出铁,钢水罐、铁水罐的运输应配有专用运输工具。

5.2.6 钢水罐、中间包的滑动水口应操作灵活可靠,关闭后不应出现熔融金属滴漏现象。作业前应对滑动水口进行检查,并调试合格。

- 5.2.7 不应采用其他铁水罐、钢水罐挤压的方式处理熔融金属容器凝盖。
- 5.2.8 中间包包盖应做好日常维护,在浇钢过程中发生大面积塌料、稳流器浮起等情况,应立即停浇。
- 5.2.9 中间包打包完毕,包胎不能脱开时,不应采用撞击的方式脱模。
- 5.2.10 渣罐使用前应检查、确认渣罐内干燥且无水或潮湿物料;每次使用后,应及时清理内部残留渣料,保持清洁。
- 5.2.11 渣罐不应盛装钢水、铁水,倒渣时应缓慢。

5.3 真空抬包

- 5.3.1 真空抬包存放时,安全卡应放置到位,大包盖螺栓不应松脱。存放处应设置隔离设施和明显的安全警示标志。
- 5.3.2 生产场所的真空抬包应定置存放,放置于专用抬包座上。
- 5.3.3 真空抬包使用前应进行检查,确认各部件完好、运转设备正常、包内无杂物,并记录检查情况。
- 5.3.4 初次使用或大修后的真空抬包在吸入熔融金属 2 t~3 t 后应排气一次,排气时应将倾倒入口压盖打开,等待 3 min 以上。打开倾倒入口压盖时应戴好面罩,不应正对倾倒入口操作,防止包内热气、液体喷出,造成烫伤。
- 5.3.5 电动真空抬包应检查操作和急停按钮,确保接触良好,动作正常;电机抱闸应灵敏可靠,无溜包现象。
- 5.3.6 吊运真空抬包前,应对包横梁、吊臂、包耳轴、包耳轴座、包体、包盖与包体连接螺栓、包口连接法兰、抬包吊环、安全卡托等部位进行检查,确保正常。
- 5.3.7 起吊真空抬包,应先做升降制动试验,试验时真空抬包起吊高度应小于 200 mm。升降制动试验后,应将真空抬包吊起 200 mm~500 mm,并吊离运输车水平距离至少 2 m 后,再移动运输车辆。
- 5.3.8 出铝前,应将真空抬包的吸铝管管口放于电解槽出铝口上方约 100 mm 处,持续通入压缩空气 3 min~5 min 后,对真空抬包进行预热。
- 5.3.9 出铝过程中,真空抬包及吸出管不应与阳极、槽上部和炉底接触。
- 5.3.10 真空抬包装包容量不应超出其最大容量的 90%。
- 5.3.11 真空抬包实包装车后,作业人员指挥起重机将吊钩脱离抬包吊环,并升至超出运输车最高点 500 mm 后,再移动运输车辆。
- 5.3.12 真空抬包装车、卸车时,抬包车驾驶员应关闭引擎,离开驾驶室,与吊运区保持安全距离。
- 5.3.13 向浇铸炉倾翻熔融金属,若使用专用倾翻装置,应定期对倾翻装置进行检查维护,保证紧急下降动作正常,各操作按钮动作正常。
- 5.3.14 使用专用工具打开真空抬包倾倒入口时,作业人员不应正对倾倒入口进行操作,防止烫伤。

5.4 浇包、坩埚

- 5.4.1 浇包应设置保持垂直位姿的安全卡,安全卡转动应灵活、安全、可靠,安全卡座与包体应焊牢,安全卡与吊杆两侧间隙之和应不大于 5 mm,容量小于 5 t 的浇包至少应设置单侧安全卡,容量大于或等于 5 t 的浇包应在两侧分别设置安全卡。浇包在吊装和运输过程中保持垂直位姿的安全卡应闭合锁住。
- 5.4.2 浇包应设置自锁装置(安全卡叉),在浇铸时自锁装置(安全卡叉)应能保持在相应倾动角度位姿,且安全可靠。不应在自锁装置(安全卡叉)闭合锁住的情况下操作手轮。
- 5.4.3 传动机构中的齿轮、蜗轮、蜗杆、链轮和轴承等应润滑良好,磨损量适度。
- 5.4.4 浇包在使用前,应检查确认浇包吊攀、横梁、吊杆、安全卡、安全卡座、包体、传动机构等齐全、完好,浇包烘烤干燥,并做好相关检查记录。

- 5.4.5 吊运浇包时,应与人员保持安全距离,并设置安全警示标志。浇包起吊和放置时,应缓慢升降。
- 5.4.6 浇包未吊挂放置时,应将龙门架转至最低位置;龙门架垂直放置时,应将吊杆用安全卡卡牢。
- 5.4.7 与浇包连接的电缆不应在地面拖拽。
- 5.4.8 应建立浇包、坩埚台账,详细记载其材质、厚度等资料,以及日常检查、壁厚检测等记录。
- 5.4.9 盛装熔融金属的坩埚转运前应检查吊挂件,确认安全后再进行转运。
- 5.4.10 坩埚使用前应按照使用说明的要求进行预热,表面清理干净,无异物。

5.5 混铁炉

- 5.5.1 混铁炉使用前,应检查炉体机电设备是否正常,并进行全面试车(包括紧急事故气动手闸),确认运转正常后,再倾动和进铁水,若发现有异常现象应及时处理。
- 5.5.2 混铁炉的炉体应定期检查,水套冷却水应设置回水温度及进出水流量差监测报警装置,发现异常及时处理。
- 5.5.3 混铁炉与倒罐站作业区地坪及受铁坑内,不应有水。
- 5.5.4 混铁炉的烧嘴应设置熄火监测报警和联锁保护装置,单体燃气设备的入口总管道应设置止回装置或紧急自动切断装置,并符合 GB 6222 的规定;空气管道上应设置泄爆装置。
- 5.5.5 兑铁前应检查炉内存铁量,以免铁水溢出。铁水罐结盖或罐内有大块渣块的不应直接兑入混铁炉内,应处理后再兑铁。
- 5.5.6 向混铁炉兑铁水时,铁水罐口至混铁炉受铁口(槽),应保持一定安全距离;混铁炉不应超装;混铁炉出铁时,应发出声响信号;当冷却水漏入混铁炉时,应切断水源,不应倾动,待水蒸发完毕再倾动。
- 5.5.7 兑铁过程应有专人指挥起重机械,先试吊,试吊无误后再正式起吊;指挥吊、落铁水罐前,应确认两侧耳轴挂牢。铁水罐不应压受铁口和平台。兑铁过程中指挥人员应在 5 m 以外指挥,无关人员不应进入兑铁区。
- 5.5.8 出铁前,铁水罐应对准出铁口并检查正常后,再倾动炉子出铁。出铁时,铁水罐内的自由空间高度(液面至罐口)应满足工艺设计的要求。
- 5.5.9 出铁水时如遇设备失灵,应立即将控制手柄拉回零位,同时切断电源并拉动手闸控制器,使混铁炉自动回倾到安全位。
- 5.5.10 清理混铁炉炉体、出铁口积渣时,应确认炉下无人。混铁炉在维修、炉顶有人或受铁水罐未放至规定位置时不应倾动。

5.6 鱼雷罐

- 5.6.1 新鱼雷罐投入使用前应记录好原始皮重。
- 5.6.2 应按班记录每台鱼雷罐的使用次数、翻渣情况、贮铁时间、皮重、冷热检情况,并与原始皮重进行比较,分析变化原因,并做好记录。
- 5.6.3 当鱼雷罐出现漏铁等异常情况,应立即停止使用。

6 检查、维护与报废

6.1 通用要求

- 6.1.1 企业应定期对高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的主要承载构件和零件的外形、尺寸进行检查、检测;典型缺陷形式及对应检查的重点零件或部位见表 1。

表 1 典型缺陷形式及对应检查的重点零件或部位

序号	典型缺陷形式	重点零件或部位
1	罐体主要形状尺寸、形位公差超差	罐体圆度、两耳轴工作处外圆同轴度、耳轴端面倾斜度、耳轴工作处中心距
2	主要承载构件钢板裂纹	罐体、腰箍、罐底、耳轴箱、耳轴套、横梁
3	主要承载构件焊缝裂纹	
4	失圆、位置变化、弯曲	
5	主要承载零件磨损	耳轴、耳轴套、销轴
6	变形、鼓包、钢板减薄	罐体、腰箍、罐底
7	高温、穿包、变色引起材料力学性能退化、金相组织退化	罐体、腰箍、罐底、焊缝、吊攀、吊杆、吊耳装置、横梁

6.1.2 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器日常使用过程中,应按照以下要求检测检验,并记录存档:

- a) 定期检查高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器;
- b) 耳轴加工后进行探伤检查,每年至少对耳轴进行一次无损探伤检测;
- c) 对耳轴与罐体交接部位及耳轴加强筋和罐体交接部位定期进行探伤检测;
- d) 对安全评级为Ⅲ级及以上的钢水罐、铁水罐定期进行罐体圆度的检测(安全评级见附录 B);
- e) 对真空抬包横梁、吊环每年进行一次无损探伤检测;
- f) 浇包包轴加工后进行探伤检查,对浇包的吊攀、横梁、吊杆每年进行一次无损探伤检测。

6.1.3 罐体圆度检测位置为罐体上沿口,圆度应小于直径设计值的 3‰且不大于 12 mm。

6.1.4 应定期检查高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的各焊接部分,确认无开焊、无断裂。

6.1.5 各类罐(包)在使用过程中,若出现罐(包)发红、滴渗等异常情况,应立即停止使用,并进行检查维修。

6.1.6 罐(包)体及其内衬有裂纹,或罐(包)口严重结壳,或耳轴出现内裂纹,或耳轴磨损大于原轴直径的 10%,或壳体焊缝开裂、明显变形等,应立即停止使用,并及时报修或报废。

6.1.7 日常点检、维护应由两名及以上人员进行。

6.1.8 热修罐应设置作业防护屏;罐位之间净空距应不小于 2 m。冶金企业炼钢厂设置在吊运跨纵向最两端的钢水罐冷(热)修工位、铁水罐冷修工位的罐体外壁(靠近罐体吊运工艺极限边界一侧),与熔融金属吊运工艺极限边界间距应大于或等于 15 m;钢水罐热修工位靠近熔融金属吊运侧应设置高度大于或等于 2 m、宽度超出热修操作工位 1 m 以上的实体墙;实体墙与熔融金属吊运工艺极限边界的距离应大于或等于 13 m。

6.1.9 对高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的构件、零件或附件进行返修或更换时,不应偏离原设计参数。

6.1.10 不应在熔融金属罐(包)吊运时检修。

6.1.11 耐火砖衬拆除时,应从上往下或使用专用机械设备进行拆除。

6.2 钢水罐、铁水罐、中间包、渣罐

6.2.1 钢水罐、铁水罐应经常维护罐口,及时清除罐口、罐壁上黏结的块状残钢、残渣;罐口结壳或耐材损坏时,应停止使用。

6.2.2 钢水罐、铁水罐、中间包大修时,应将罐壳所有透气孔堵塞物清理干净。

- 6.2.3 钢水罐、铁水罐、渣罐倾翻机构销轴及销轴保险应定期检查,确保牢固、无积渣。
- 6.2.4 中间罐浇铸完毕、吊至修砌位前,应确认罐内和水口的钢水已经完全凝固,不应有液态钢水流出。放到修砌位时,应确认水口下的冷钢长度,不应将水口顶起。
- 6.2.5 刚浇铸完的中间罐不应直接放在地上。
- 6.2.6 当中间包永久层出现贯穿性裂纹、明显鼓包(鼓出高度大于 20 mm)、与包体外壳之间有空鼓等情况时,不应使用,应重新砌筑。
- 6.2.7 应定期检查渣罐,至少包括罐体、盆体的变形、裂缝、腐蚀情况,耳轴的磨损和变形情况等。

6.3 真空抬包

- 6.3.1 使用真空抬包前,应检查各螺栓紧固状况,发现松动应立即紧固。
- 6.3.2 每个运行班工作完毕后,应对真空抬包进行检查,如有异常应及时维修。
- 6.3.3 应定期对真空抬包内衬侵蚀、脱落情况进行检查确认,发现异常应停止使用。
- 6.3.4 应待真空抬包的内部温度冷却至 40℃ 以下,再进行人工清理。
- 6.3.5 需打开大包盖清理时,应使用专用支架将其固定。
- 6.3.6 清理真空抬包不应采用打水的方式冷包,盖包盖前应确认包内无残留物、无积水。
- 6.3.7 真空抬包使用过程中出现以下情况之一时,应停止使用并及时维修:
 - a) 大包盖浇注料脱落;
 - b) 倒铝口浇注料破损严重或渗铝;
 - c) 耐火砖单个损坏或脱落;
 - d) 内衬与包体有空鼓或渗铝;
 - e) 真空抬包外表温度在 180℃ 以上。
- 6.3.8 维修真空抬包的地点应设置在独立的场所。真空抬包盛装有铝水时,不应进入修包场所。
- 6.3.9 修包坑(台)应设置围栏,修包坑(台)与真空抬包之间的空隙应用坚固的垫板覆盖,修包坑(台)内不应有积水。
- 6.3.10 检修后的真空抬包,应检验合格后再使用。

6.4 浇包、坩埚

- 6.4.1 应定期对浇包、坩埚进行检查检验,如出现以下情况之一时,应立即停止使用,及时维修或更换:
 - a) 包体的焊缝(包底和轴座)出现裂纹;
 - b) 保持垂直位姿的安全卡损坏,或浇包保持在相应倾动角度位姿的自锁装置(安全卡叉)损坏;
 - c) 吊攀、横梁、吊杆、包轴零件出现裂纹、夹杂、冷割等损害强度的宏观缺陷和微观缺陷;吊攀、横梁、吊杆出现松动、位移,或被熔融金属侵蚀;
 - d) 传动轴与包体发生相对转动,传动机构中蜗轮或蜗杆磨损间隙超过允许范围或出现明显振动、噪声及传动效率下降;
 - e) 坩埚安全卡座或底座磨损严重。
- 6.4.2 包衬因侵蚀减薄导致浇包增容的,其增容量应不超过浇包额定容量的 5%。炉衬侵蚀程度应不超过原厚度的 40%。
- 6.4.3 应定期检查维护传动机构,添加润滑脂、清洗减速箱体内的杂物,确保传动机构正常运行。
- 6.4.4 检修传动机构需要打开箱体时,应将安全卡闭合锁住。
- 6.4.5 不应以摔打的方式清除浇包包体的耐火材料;清理包衬时,应避免被包衬上粘挂的残渣刺破或割伤,并采取防范残渣或包衬脱落砸伤人员的措施。
- 6.4.6 修筑浇包耐火材料或检修需要调整龙门架时,应将浇包放置于地面,由起重机械对吊攀进行辅助受力,再操作手轮倾转,将龙门架缓缓放下或升起。

6.4.7 新坩埚启用前应进行壁厚检测并记录,坩埚使用时间未超过一年时,应每半年检测一次坩埚壁厚;使用时间超过一年时,应每三个月检测一次坩埚壁厚。

6.5 混铁炉

6.5.1 更换混铁炉煤气管道阀门、金属软管等备件时,应隔断煤气来源并将内部煤气置换干净,检测一氧化碳含量,并经检测合格才允许作业,作业人员应携带一氧化碳检测装置。

6.5.2 混铁炉使用过程中出现以下情况之一时,应及时维修或更换:

- a) 炉壳和主要机构不完整的;
- b) 各润滑点装置存在损坏的;
- c) 受铁口水套漏水的;
- d) 倾动减速机运转不正常,齿轮、齿条存在严重腐蚀、塑性变形、有裂纹及断裂、齿轮磨损超过原齿厚 15% 的;
- e) 送风机运转不正常,轴承温度超过 70 ℃ 的;
- f) 风压、风量不平稳,振动值超过 0.06 mm~0.11 mm 的;
- g) 制动器、各控制器运行不正常的;
- h) 煤气管路阀门有泄漏,手轮操作不灵活的;
- i) 熔池部位炉壳表面出现烧红、耐材侵蚀严重等可能烧穿情况的。

6.6 鱼雷罐

6.6.1 鱼雷罐应依据热态检测观察罐内耐火材料的侵蚀状况,并结合其使用次数进行综合评估。当罐体内出现局部或整体严重侵蚀时,应停止使用,下线进行冷态检查;根据冷态检查的结果,应重新确定其使用周期,并对侵蚀部位进行修补。

6.6.2 鱼雷罐修补作业完成后,应密切观察补料的变化情况;若补料出现剥落等异常现象,应立即对鱼雷罐进行全面检查,并重新补料。

6.6.3 鱼雷罐冷态检查应包括侵蚀砖的侵蚀程度和剩余砖的厚度,局部厚度低于 140 mm 时,应停止使用并进行修补。

6.6.4 鱼雷罐出现局部冲刷侵蚀严重,或皮重降标达到 5 t 时,应停止使用,并进行降温冷态检查。

6.7 评估与报废

6.7.1 企业应组织生产、设备、安全部门按照全生命周期管理制度,对高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的使用状况进行检查、评估。

6.7.2 根据高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的安全状况,应将其划分为五个等级进行管理(V 级为最低),并定期检验。安全状况评级原则、安全影响失效模式及缺陷见附录 A;钢水罐、铁水罐,中间包,渣罐安全状况等级及检验周期评定分别见附录 B、附录 C、附录 D,其他容器可参考执行。

6.7.3 在役高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器使用中,出现以下特征之一时,应立即停止使用,经检测并进行性能安全状况评级后,采取相应措施:

- a) 耳轴出现裂纹;
- b) 耳轴端面倾斜度超标;
- c) 耳轴箱部位穿钢受伤;
- d) 罐体主要承载结构焊缝开裂;
- e) 罐体结构、构件严重变形;
- f) 罐体出现 2 处以上鼓包;
- g) 罐体母材表面出现龟裂状裂纹;

- h) 罐体母材受高温影响发生变色；
- i) 罐体有 5 个以上需要挖补修理的部位；
- j) 罐体焊缝及焊缝热影响区域多处开裂且开裂累计总长大于 1 000 mm。

6.7.4 在役高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器使用时间达到设计寿命的 50%时,应进行首次剩余寿命评估。

6.7.5 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器安全状况等级为 V 级时,应组织专项评价,根据具体情况决定退役或延长服役期。

6.7.6 高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器报废后,企业应办理注销登记手续,对容器进行拆解以消除其功能,并留存拆解前、后的照片或视频资料。



附录 A

(资料性)

高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的安全状况评级

A.1 安全状况评级原则

对高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的性能安全状况评级基于主要失效模式下,典型缺陷对安全的影响及影响程度的评级原则。典型缺陷的安全影响及影响程度的评估原则如下:

- 对安全造成危害,不允许存在的缺陷;
- 对安全不造成危害,允许存在的缺陷;
- 对虽不造成危害但会进一步扩展的缺陷,进行寿命预测,并允许在监控条件下使用;
- 若存在缺陷结构、降级使用时可以保证安全可靠性的,降级使用;
- 若存在对安全可靠性构成威胁的缺陷,立即采取措施返修或退出服役。

A.2 安全影响失效模式及缺陷

A.2.1 在役高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器的性能安全状况评级涉及内容包括:罐体主要形状尺寸和容许形位公差超差,主要承载结构部位或零件的裂纹、断裂、过量变形、表面损伤、金属材料性能退化等方面的缺陷。

A.2.2 失效模式下缺陷涉及部位或零件见表 A.1。使用单位定期对基于安全的罐体主要形状尺寸、形位公差进行检测,并与设计图纸及标准规范进行对照和质量判断。

表 A.1 失效模式下缺陷涉及部位或零件

失效模式	失效模式下的缺陷机理与形式	常见失效部位或零件
断裂	机理:负载作用下,由于应力疲劳、应变疲劳和热疲劳,零件产生的裂纹、韧性断裂、脆性断裂、持久性断裂。 典型缺陷形式:钢板裂纹、焊缝裂纹、耳轴及耳轴套裂纹、零件断裂	罐体、腰箍、罐底、耳轴箱的钢板及连接焊缝,耳轴、耳轴套、吊攀、吊杆、横梁、吊耳装置、倾翻机构、倾翻机构销轴、吊叉等零件
过量变形	机理:零件在负载作用下的过热、过载引起的鼓胀、屈曲、伸长及撞击引起的局部结构过量变形。 典型缺陷形式:鼓包、本体失效、位置变化、构件弯曲	罐体、腰箍、罐底、倾翻机构、横梁
表面损伤	机理:外溢高温钢水对罐体表面的灼伤、耳轴部位由吊钩产生的磨损。 典型缺陷形式:耳轴磨损、本体减薄、穿包	罐体、腰箍、罐底、耳轴箱、倾翻机构、横梁的钢板,耳轴、耳轴套、销轴等零件
金属材料性能退化	机理:疲劳损伤、高温引起材料性能退化。 典型缺陷形式:材料力学性能退化、材料金相组织退化	罐体、腰箍、罐底、耳轴箱的钢板,耳轴、吊攀、吊杆、横梁、吊耳装置、倾翻机构、倾翻机构销轴、吊叉等零件

附 录 B

(资料性)

钢水罐、铁水罐安全状况等级及检验周期评定

B.1 钢水罐、铁水罐建档主要内容

钢水罐、铁水罐建档主要包括：

- a) 档案管理基本情况表或其他形式的文档；
- b) 出厂、入厂质量证明资料和试验记录等技术、质量资料；
- c) 检查、检测资料；
- d) 安全状况等级、定期检查检验周期表或其他形式的文档；
- e) 影像文档；
- f) 其他资料。

B.2 安全评级管理

钢水罐、铁水罐根据使用前的安全状态,实行五级安全评级管理。

B.3 安全评级及条件

B.3.1 符合下列技术条件为Ⅰ级：

- a) 钢水罐、铁水罐的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差值范围内；
- b) 罐体与底板拼接焊缝制造时返修次数不大于2次或修理焊接不大于1次,且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的10%；
- c) 耳轴与罐体装配焊缝制造时返修次数不大于2次或修理焊接不大于1次,且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的10%；
- d) 罐体金相无过热组织,且晶粒度为7级~8级,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2级,罐体钢板外侧无脱碳现象。

B.3.2 符合下列技术条件为Ⅱ级：

- a) 钢水罐、铁水罐的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差范围内；
- b) 罐体与底板拼接焊缝制造时返修次数大于2次或修理焊接不大于2次,且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的15%；
- c) 耳轴与筒体装配焊缝制造时返修次数大于2次或修理焊接不大于2次,且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的15%；
- d) 罐体金相无过热组织,且晶粒度为5级~6级,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2级,罐体钢板外侧无脱碳现象；
- e) 使用炉次不大于8 000。

B.3.3 符合下列技术条件为Ⅲ级：

- a) 钢水罐、铁水罐的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差的20%；
- b) 罐体与罐底拼接焊缝修理焊接不大于4次,且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的20%；
- c) 耳轴与罐体装配焊缝修理焊接不大于4次,且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的20%；
- d) 罐口和罐脚外径变形不大于设计公差值的20%；
- e) 耳轴上挠度不大于3°；
- f) 罐体金相无过热组织,且晶粒度为5级~6级,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2

级,罐体钢板外侧无脱碳现象;

g) 使用炉次不大于 10 000。

B.3.4 符合下列技术条件为Ⅳ级:

a) 钢水罐、铁水罐的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差值的 40%;

b) 罐体与底板拼接焊缝修理焊接不大于 5 次,且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的 30%;

c) 罐口和罐脚外径变形不大于设计公差值的 40%;

d) 耳轴上挠度不大于 4°,耳轴磨损深度不大于直径的 10%;

e) 罐体金相无过热组织,且晶粒度为 4 级~5 级,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于 A 类 2 级,罐体钢板外侧无脱碳现象;

f) 使用炉次不大于 12 000。

B.3.5 不满足上述技术条件的为Ⅴ级。

B.4 钢水罐、铁水罐定期检验周期

钢水罐、铁水罐按照安全状况等级,对应以下不同的检验周期:

a) 安全状况等级为Ⅰ级的,每 2 年至少检验 1 次;

b) 安全状况等级为Ⅱ级的,每年至少检验 1 次;

c) 安全状况等级为Ⅲ级的,每 6 个月至少检验 1 次;

d) 安全状况等级为Ⅳ级的,每 3 个月至少检验 1 次;

e) 安全状况等级为Ⅴ级的,由检测人员提出检测申请,使用部门报设备技术主管部门组织专项评价,根据具体情况决定其退役或延长服役期。

附 录 C

(资料性)

中间包安全状况等级及检验周期评定

C.1 中间包建档主要内容

中间包建档主要包括：

- a) 档案管理基本情况表或其他形式的文档；
- b) 出厂、入厂质量证明资料和试验记录等技术、质量资料；
- c) 检查、检测资料；
- d) 安全状况等级、定期检查检验周期表或其他形式的文档；
- e) 影像文档；
- f) 其他资料。

C.2 安全评级管理

中间包根据使用前的安全状态，实行五级安全评级管理。

C.3 安全评级及条件

C.3.1 符合下列技术条件为Ⅰ级：

- a) 中间包的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差值范围内；
- b) 罐体与底板拼接焊缝制造时返修次数不大于2次或修理焊接不大于1次，且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的10%；
- c) 吊耳、耳轴和本体装配焊缝制造时返修次数不大于2次或修理焊接不大于1次，且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的10%；
- d) 罐体金相无过热组织，且晶粒度为7级~8级，母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2级，罐体钢板外侧无脱碳现象。

C.3.2 符合下列技术条件为Ⅱ级：

- a) 中间包的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差值范围内；
- b) 罐体与底板拼接焊缝制造时返修次数大于2次或修理焊接不大于2次，且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的15%；
- c) 吊耳、耳轴和本体装配焊缝制造时返修次数大于2次或修理焊接不大于2次，且被返修焊缝长度不超过该焊缝总长的15%；
- d) 罐体金相无过热组织，且晶粒度为5级~6级，母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2级，罐体钢板外侧无脱碳现象。

C.3.3 符合下列技术条件为Ⅲ级：

- a) 中间包的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差的20%；
- b) 罐体与底板拼接焊缝修理焊接不大于4次，且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的20%；
- c) 吊耳、耳轴和本体装配焊缝修理焊接不大于4次，且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的20%；
- d) 罐体金相无过热组织，晶粒度为5级~6级，母材金相魏氏组织评定等级小于或等于A类2级，罐体钢板外侧无脱碳现象。

C.3.4 符合下列技术条件为Ⅳ级：

- a) 中间包的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差 的 40%；
- b) 罐体与底板拼接焊缝修理焊接不大于 5 次,且被修理焊缝长度不超过该焊缝总长的 30%；
- c) 耳轴磨损深度不大于直径的 10%；
- d) 罐体金相无过热组织,晶粒度为 4 级~5 级,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于 A 类 2 级,罐体钢板外侧无脱碳现象。

C.3.5 不满足上述技术条件的为 V 级。

C.4 中间包定期检验周期

中间包按照安全状况等级,对应以下不同的检验周期:

- a) 安全状况等级为 I 级的,每 2 年至少检验 1 次；
- b) 安全状况等级为 II、III 级的,每年至少检验 1 次；
- c) 安全状况等级为 IV 级的,每 6 个月至少检验 1 次；
- d) 安全状况等级为 V 级的,由检测人员提出检测申请,使用部门报设备技术主管部门组织专项评价,根据具体情况决定其退役或延长服役期。



附 录 D

(资料性)

渣罐安全状况等级及检验周期评定

D.1 渣罐建档主要内容

渣罐建档主要包括：

- a) 档案管理基本情况表或其他形式的文档；
- b) 出厂、入厂质量证明资料和试验记录等技术、质量资料；
- c) 检查、检测资料；
- d) 安全状况等级、定期检查检验周期表或其他形式的文档；
- e) 影像文档；
- f) 其他资料。

D.2 安全评级管理

渣罐根据使用前的安全状态,实行五级安全评级管理。

D.3 安全评级及条件

D.3.1 符合下列技术条件为Ⅰ级：

- a) 渣罐的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差值范围内；
- b) 小渣罐使用次数不超过 300、大渣罐使用次数不超过 3 000；
- c) 使用过程中未出现裂纹的；罐体金相无过热组织,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于 A 类 2 级,罐体钢板外侧无脱碳现象。

D.3.2 符合下列技术条件为Ⅱ级：

- a) 渣罐的罐体几何尺寸和形状数据在设计图纸所规定的设计公差值范围内；
- b) 在服役过程中出现小于 150 mm 的横向裂纹的；罐体金相无过热组织,母材金相魏氏组织评定等级小于或等于 A 类 2 级,罐体钢板外侧无脱碳现象；
- c) 罐体与底板拼接焊缝制造时返修大于 2 次或修理焊接不大于 2 次；
- d) 耳轴磨损深度不大于直径的 6%。

D.3.3 符合下列技术条件为Ⅲ级：

- a) 渣罐的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差的 20%；
- b) 在服役过程中出现不超过 400 mm 的横向裂纹或圆周和耳轴部位出现不大于 300 mm 的裂纹；罐体金相略有过热组织,罐体钢板外侧无脱碳现象；
- c) 耳轴上挠度不大于 3°,耳轴磨损深度不大于直径的 8%；
- d) 罐体修理焊接不大于 3 次。

D.3.4 符合下列技术条件为Ⅳ级：

- a) 渣罐的罐体几何尺寸和形状数据不超出设计公差的 40%；
- b) 罐体修理焊接不大于 4 次；
- c) 耳轴上挠度不大于 4°,耳轴磨损深度不大于直径的 10%；
- d) 在服役过程中出现不超过 600 mm 的横向裂纹或圆周和耳轴部位出现不大于 450 mm 的裂纹。

D.3.5 不满足上述技术条件的为Ⅴ级。

D.4 渣罐定期检验周期

渣罐按照安全状况等级,对应以下不同的检验周期:

- a) 安全状况等级为Ⅰ级的,可不进行定期检验;
- b) 安全状况等级为Ⅱ级的,每年应检验1次并加强点检;
- c) 安全状况等级为Ⅲ、Ⅳ级的,每6个月检验1次并重点点检;
- d) 安全状况等级为Ⅴ级的,由检测人员提出检测申请,使用部门报设备技术主管部门组织专项评价,根据具体情况决定其退役或延长服役期。



参 考 文 献

- [1] GB/T 23583.1 钢液浇包 第1部分:型式与基本参数
- [2] GB/T 23583.2 钢液浇包 第2部分:技术条件
- [3] GB 25683 钢液浇包 安全要求
- [4] GB/T 25714.1 铁液浇包 第1部分:型式与基本参数
- [5] GB/T 25714.2 铁液浇包 第2部分:技术条件
- [6] GB/T 32818—2016 冶炼设备 术语
- [7] JB/T 3260 LT系列铁水罐 型式与基本参数
- [8] JB/T 12552—2015 浇包设计规范
- [9] YB/T 061 冶金渣罐技术条件
- [10] YB/T 4175 冶金用钢水罐

