

钢（铁）水罐罐体生产安全指南

Production Safety Guidelines for Steel (Iron) Ladle Body

2025 - 04 - 11 发布

2025 - 07 - 10 实施

目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 分类和组成..... 2

5 材料..... 2

6 设计..... 2

7 制造..... 4

8 涂装..... 5

9 吊运..... 5

10 出厂检验..... 6

11 制造过程中的安全管理措施..... 6

前 言

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。

本文件由山西省应急管理厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省安全生产标准化技术委员会（SXS/TC01）归口。

本文件起草单位：山西博安泰安全技术服务有限公司、太原科技大学、山西省应急管理和安全生产协会。

本文件主要起草人：马秀萍、李媛、侯馨雯、柳媛媛、贾红云、高勇宏、张少博、赵俊喜、胡功德、武凯杰、申昊、徐兴旺、姬晨钟、谢建林、朱建国。

钢（铁）水罐罐体生产安全指南

1 范围

本文件给出了冶金用钢制焊接钢（铁）水罐的罐体生产的术语和定义、分类和组成、材料、设计、制造、检测和试验、涂装、吊运及制造过程中的安全管理措施。

本文件适用于山西省辖区内冶金企业炼钢厂不大于300t预处理焊接钢水罐及炼铁厂铁水罐罐体（不包含鱼雷罐）的制造。罐体不包括耐火材料。

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/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 713.2 承压设备用钢板和钢带 第2部分：规定温度性能的非合金钢和合金钢
- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 4171 耐候结构钢
- GB 6095 坠落防护 安全带
- GB 6441 企业职工伤亡事故分类
- GB 6514 涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风
- GB/T 7659 焊接结构用铸钢件
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测技术、检测等级和评定
- GB/T 19869.1 钢、镍及镍合金的焊接工艺评定试验
- GB/T 19879 建筑结构用钢板
- GB 24543 坠落防护 安全绳
- GB/T 26951 焊缝无损检测 磁粉检测
- GB/T 26952 焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB/T 29711 焊缝无损检测 超声检测 焊缝内部不连续的特征
- GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
- GB 30871 特殊作业安全规范
- GB/T 37400.3 重型机械通用技术条件 第3部分：焊接件
- GB/T 37400.10 重型机械通用技术条件 第10部分：装配
- GB/T 37400.11 重型机械通用技术条件 第11部分：配管
- GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装
- GB/T 37400.15 重型机械通用技术条件 第15部分：锻钢件无损探伤

GB 55006 钢结构通用规范
JB/T 8467 锻钢件超声检测
JB/T 8468 锻钢件磁粉检测
JGJ/T 395 铸钢结构技术规程
NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
YB/T 4175 冶金用钢水罐

3 术语和定义

YB/T 4175、GB/T 985.1、GB/T 985.2界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和组成

4.1 钢（铁）水罐的分类见表 1。

表1 钢（铁）水罐的分类

分类		I	II	III	IV
额定容量A	钢水罐	$A < 80t$	$80t \leq A < 180t$	$180t \leq A < 220t$	$220t \leq A < 300t$
	铁水罐	$30t \leq A < 100t$	$100t \leq A < 300t$		

4.2 钢（铁）水罐罐体的组成包括罐壁、罐底、耳轴和耳轴座等。

5 材料

- 5.1 钢（铁）水罐罐体材料需按设计图纸要求，所用钢材料应符合 GB/T 700、GB/T 1591。
- 5.2 中大型钢（铁）水罐罐体材料按吨位规格由小到大，结合板厚设计，推荐选用 Q355B、Q345R、Q245R、16Mn3 等钢板，均为正火探伤板，并应符合 GB/T 713.2 的规定；耳轴材料推荐选用 20CrMo、18MnMoNb 锻件等，应进行调质处理，并按 GB/T 37400.15 轴向、径向及其它方向探伤，质量等级宜不低于 II 级。
- 5.3 钢（铁）水罐焊接吊钩、吊耳装置及吊板的材料以设计单位设计材料为主，且不应低于推荐使用的材料标准。
- 5.4 锻件用钢的化学成分(熔炼分析)应符合 NB/T 47008 的规定。

6 设计

6.1 材料要求

- 6.1.1 钢（铁）水罐焊接用钢材及焊接材料应符合 GB 55006 的规定。
- 6.1.2 钢材的化学成分、力学性能复验应符合工程质量验收的有关规定；焊接难度等级为 C 级和 D 级的焊缝及重型、钢（铁）水罐采用的焊接材料应按生产批号进行复验。
- 6.1.3 选用的钢材及焊接材料应符合相应的焊接性能要求；在钢结构焊接工程中首次应用的新材料应经技术论证、评审和焊接工艺评定合格后，方可在产品中采用。
- 6.1.4 钢（铁）水罐焊接工程中常用国内钢材按其标称屈服强度分类应符合表 2 的规定。

表2 国内常用钢材分类

类别	标称屈服强度	钢材牌号举例	标准编号
I	≤300 MPa	Q195、Q215、Q235、Q275	GB/T 700
		20、25、15Mn、20Mn、25Mn	GB/T 699
		Q235GJ	GB/T 19879
		Q235NH、Q265GNH、Q295NH、Q295GNH	GB/T 4171
		ZG 200-400H、ZG 230-450H、ZG 270-480H	GB/T 7659
		G17Mn5QT、G20Mn5N、G20Mn5QT	JGJ/T 395
II	>300 MPa 且 ≤370 MPa	Q355	GB/T 1591
		Q345q、Q370q、Q345qNH、Q370qNH	GB/T 714
		Q345GJ	GB/T 19879
		Q310GNH、Q355NH、Q355GNH	GB/T 4171
		ZG300-500H、ZG340-550H	GB/T 7659
III	>370 MPa 且 ≤420 MPa	Q390、Q420	GB/T 1591
		Q390GJ 、Q420GJ	GB/T 19879
		Q420q、Q420qNH	GB/T 714
		Q415NH	GB/T 4171
IV	>420 MPa	Q460、Q500、Q550、Q620、Q690	GB/T 1591
		Q460q、Q500q、Q460qNH、Q500qNH	GB/T 714
		Q460GJ	GB/T 19879
		Q460NH、Q500NH、Q550NH	GB/T 4171
注：国内新钢材和国外钢材按其屈服强度级别归入相应类别。			

6.1.5 焊接材料应符合现行国家有关标准的规定。

6.2 设计参数

钢（铁）水罐罐体的主要设计参数包括额定容量、最大钢（铁）水载入量、钢（铁）水比重、额定容量或最大载入量时自由空间高度、钢（铁）水罐上口外径、罐底外径、耳轴工作处直径、耳轴工作处中心距、钢（铁）水罐总高等。钢（铁）水罐的主要设计参数，应符合用户在订货合同中提出的规定。

6.3 径高比

钢（铁）水罐上口液面直径与液高的比值(径高比) 为1或不小于1，在生产使用时液面高度要求低于最低点300mm, 其它应符合YB/T 4175的规定。

6.4 耳轴中心

耳轴中心位置除应符合YB/T 4175的规定，还应符合用户在订货合同中提出的规定及罐体整体稳定性的规定。

6.5 强度校核

6.5.1 钢（铁）水罐的罐体、罐底、耳轴应进行强度设计和校核。

6.5.2 对于第 I、II、III类钢（铁）水罐，可以采用比照设计的方法进行。比照设计时，若有下列情形之一的，应重新进行设计和校核。

- a) 额定容量增大 10%以上。
- b) 主要结构形式改变。
- c) 主要承载元件材料改变。
- d) 主要承载元件规格、尺寸变小。

6.5.3 对于第Ⅳ类钢（铁）水罐，除进行设计外，还应使用有限元建模等方法进行强度、变形、重心等仿真计算、分析、校核。

6.6 开设透气孔

钢（铁）水罐罐体与罐底应开设透气孔（透气孔的直径不应大于12mm，间距最小为230mm~300mm），透气孔不应影响钢（铁）水罐罐体的强度，透气孔的直径应符合相关标准的规定。

7 制造

7.1 一般要求

钢（铁）水罐的制造除应符合本指南规定，还应按规定程序批准的图样及技术文件制造。

7.2 成形

7.2.1 罐体材料宜进行超声波探伤，质量等级不低于国家相关标准规定，Z 向性能按图纸要求。

7.2.2 钢（铁）水罐罐体、罐底、耳轴、腰箍及其他配件的成形需满足 YB/T 4175 中冷热加工成形的相关技术要求。

7.3 焊接

7.3.1 钢（铁）水罐所有焊接件的焊接接头应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的规定；焊接应符合 GB/T 37400.3 的规定。

7.3.2 罐体应使用全熔透焊缝 100%探伤，且应符合钢焊缝检测相关国家标准的规定；耳轴及耳轴块的探伤方法及质量等级应符合 GB/T 37400.15 的规定。

7.4 焊后处理

钢（铁）水罐焊后应进行整体退火，消除内应力，且整体在炉内加热的温度不得高于400℃。进行消氢热处理和去应力处理时温度需符合相关国家、行业标准的规定。

7.5 配管

钢水罐的配管应符合GB/T 37400.11的相关规定。

7.6 装配

钢（铁）水罐的装配应符合GB/T 37400.10的相关规定。

7.7 成品检测和试验

7.7.1 一般要求

钢（铁）水罐制造完成后需用目测方式及与图纸规定相关内容的检验项目进行成品检测和试验。

7.7.2 无损检测

制造完成的钢（铁）水罐应进行无损检测。无损检测包括耳轴和焊缝的检测。耳轴的检测应满足GB/T 37400.15、JB/T 8467、JB/T 8468、GB/T 19869.1的相关要求；焊缝的检测应满足GB/T 11345、GB/T 29711、GB/T 29712、GB/T 26951、GB/T 26952的相关要求。

7.7.3 倾翻试验

制造完成的钢（铁）水罐应按图纸和技术文件的规定进行倾翻试验。倾翻试验应满足YB/T 4175中关于倾翻实验的规定。

7.7.4 装载试验

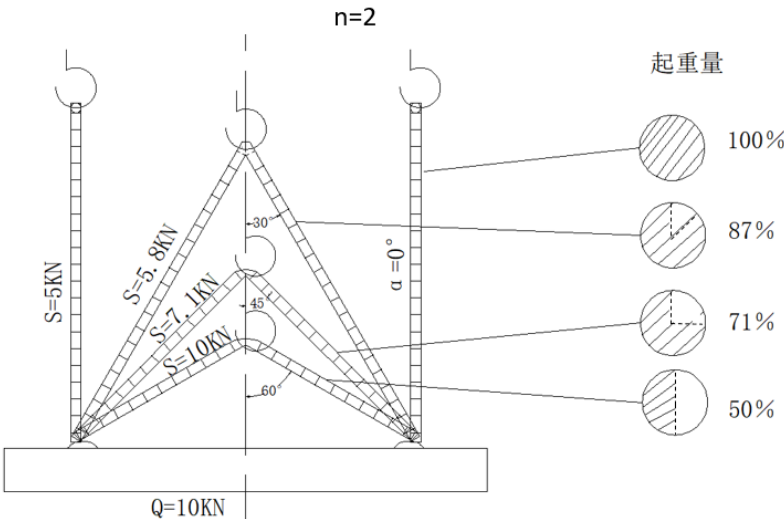
- 7.7.4.1 钢（铁）水罐装载宜不小于公称容量 1.25 倍进行冷载装载试验，装载钢（铁）水罐额定装入量在吊车以最高速度提升、下降各 3 次。
- 7.7.4.2 钢（铁）水罐不应出现母材及焊缝变形开裂等异常现象。
- 7.7.4.3 钢（铁）水罐罐体各相邻的焊缝应大于 200mm, 丁字接头或拼接不应出现十字焊缝。
- 7.7.4.4 纵向焊缝与耳轴分布接口高度方向最大受力面中心 90° 内不应出现接口。

8 涂装

- 8.1 钢（铁）水罐涂装前应进行表面除锈处理，不低于 Sa2.5 级。
- 8.2 钢（铁）水罐涂装前的表面处理、漆色及涂层质量应符合 GB/T 37400.12 要求。

9 吊运

9.1 当被起吊物体重量一定时，钢丝绳与铅垂线的夹角 α 愈大，吊索所受的拉力愈大；吊索所受的拉力一定时，起重量随着 α 角的增大而降低。钢丝绳宜按下图 ($n=2$) 匹配起吊量，选用夹角最大角不宜超过 60° 。



说明：
S-每根钢丝绳所受的拉力（N），S的计算公式为： $S=Q/(n \cos \alpha)$ ；
Q-起重设备的重力（N）；
n-使用钢丝绳的根数；

α —钢丝绳与铅垂线的夹角。

图1 吊运钢丝绳角度与重物的关系图

- 9.2 起吊前应计算钢丝绳的安全系数。
- 9.3 吊装时吊点应在吊物重心的正上方。

10 出厂检验

10.1 一般要求

每台钢（铁）水罐须经制造厂技术检验部门按技术要求检验合格后方可出厂。出厂时应附有产品合格证明书、使用说明书、装箱单、备件明细表及备件附图。

10.2 检验项目

钢（铁）水罐出厂检验应包括按图纸及技术要求内容的相关检验、外观检测、力学性能测试及无损检测。

11 制造过程中的安全管理措施

11.1 建立安全管理体系

建立安全管理体系的一般步骤如下：

- a) 确定安全方针和目标：明确组织的安全理念和期望达到的安全目标；
- b) 进行风险评估：识别潜在的安全风险，并对其进行分析和评估；
- c) 制定安全政策和程序：根据风险评估结果，制定相应的安全政策和具体操作程序；
- d) 落实责任：明确各级人员在安全管理中的职责；
- e) 培训与教育：对员工进行安全培训和教育，提高安全意识和技能；
- f) 监督与检查：建立监督机制，定期对安全管理体系进行检查和评估；
- g) 应急管理：按照 GB/T 29639 编制应急预案，建立应急响应机制，以应对钢（铁）水罐制造过程中的突发安全事件；
- h) 持续改进：根据检查结果和实际情况，不断完善安全管理体系。

11.2 事故类别与防范措施

钢铁水罐制造过程中可能涉及的事故类别与防范措施见表3：

表3 钢（铁）水罐罐体制造过程中可能涉及的事故类别与防范措施

事故类别	事故模式	防范措施
灼烫	作业人员未穿戴耐高温手套等劳动防护用品进行焊接作业；	作业人员进行焊接作业时穿戴齐全符合国家标准要求的耐高温劳保用品；
	作业人员在焊接作业时未穿戴护目镜；	作业人员进行焊接作业时穿戴好护目镜或护目罩；

表3 钢（铁）水罐罐体制造过程中可能涉及的事故类别与防范措施（续）

事故类别	事故模式	防范措施
物体打击	作业人员将使用的工具放在高处的临边位置，工具掉落导致伤人；	作业人员应将使用的工具集中放置，不应放置在高处临边处，并设专人管理工具，如在高处作业使用工具时宜设置警戒区域防治人员进入被掉落的工具击中；
	作业人员抛掷工具或材料等时导致工具或材料伤人；	人员作业时不应抛掷传递工具，传递工具时两人配合；
	作业人员使用工器具时工具部件脱落或甩出，或由于未查明周围人员情况或安全距离不足导致工器具伤人；	作业人员使用工器具时提前检查工具是否牢固，与周围人和物保持距离，做到“四不伤害”；
	作业人员未戴安全帽，被掉落的工具或物体砸伤；	作业现场人员应按照规范要求佩戴安全帽；
高处坠落	高处作业人员未系挂安全带或安全带“低挂高用”，或将安全带、安全绳系在不牢固的地方；	高处作业人员应正确栓挂安全带、安全绳，不适合系挂的地方拉设安全绳，安全绳挂在牢固可靠的地方，安全带系在安全绳上，安全绳应“高挂低用”
	高处作业人员使用不符合要求的安全带或安全绳；	高处作业使用的安全带、安全绳应符合GB 6095、GB 24543的相关要求；
	高处作业人员站立在不稳固或湿滑的高处；	高处作业人员不应攀爬不稳固的设施；高处作业环境中人站立的范围内不应有湿滑物；
	高处作业人员在高处休息或有分散注意力的其它行为；	作业人员不应在高空进行休息或从事与作业无关的事项；
起重伤害	吊运作业中吊物捆绑不牢或未按操作规程要求捆绑吊物，在吊物上防治其它物品；	高处往地面运输物件时，应用绳捆好吊下；吊装时，不得在构件上堆放或悬挂零星物件；零星材料和物件必须用吊笼或钢丝绳、保险绳捆扎牢固后才能吊运和传递，以防止滑脱伤人；
	吊运时吊物倾斜或晃动严重，起吊速度过快；	起吊点应通过构件的重心位置，吊升时应平稳，避免振动或摆动；起吊物件时，速度不应太快，不得在高空停留过久，不应猛升猛降，以防构件脱落。
	吊运过程中下方站人；	吊物下方不应站人，在起重吊装作业时要设置警戒区域，作业过程中设监护人时刻注意起重机的运行，保证安全距离。
	吊运完毕后，吊装行车、吊具等未收回；	吊运作业结束后立即将行车驾驶到起点位置，将吊具收回到规定的位置
	使用有损伤的吊装器具；	吊运前对吊索具、钢丝绳进行确认，对有断裂断股被点焊打得钢丝绳及时报废；加强对行程限位和起升限位的检查工作，有缺陷及时修正；
机械伤害	未定期维护保养机械设备，安全防护设施损坏；	定期对机械设备进行检查、维护和保养，确保其性能良好，安全防护装置有效；

事故类别	事故模式	防范措施
	操作机械设备时人员站立在机械设备转动部件的正前方；	操作机械设备的相关人员应站立在转动部件的侧翻或后方；
	操作转动机械设备时戴手套或穿着衣服、袖口宽大的衣物，未佩戴工服帽导致长发绞入机器；	操作转动机械设备不应戴手套，穿着合适的工服，佩戴工服帽时长头发应全部放到帽子里；
	机械设备无限位装置或限位装置损坏；	定期对机械设备进行检查、维护和保养，确保限位装置性能良好；
火灾	作业人员在作业环境中吸烟引燃可燃物；	作业环境中不应吸烟或慎用其它明火；
	作业环境中堆放可燃物或散落油污，制造过程中产生的高温引燃可燃物或油污；	合理控制罐体制造过程中的高温，清除周围的易燃易爆物质，加强通风散热；
	焊接切割作业中焊渣掉落在可燃物上；	避免焊接切割时，火花飞溅落入易燃物，在焊接前及时清理焊接作业下方或附近易燃物；
	乙炔、丙烷等可燃气体气瓶未安装防回火装置；	乙炔、丙烷等可燃气体气瓶应安装防回火装置；
	焊接作业人员未持证上岗或作业时未采取相应的防火措施而导致火灾；	焊接时使用电焊机必须配置漏电保护器，焊机外壳接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；作业时在焊接区域设置防火毯或挡板等（具体可参照GB 30871中动火作业的安全要求）；
爆炸	气瓶、气带漏气；	定期检查气瓶、气带是否有泄露，加强气瓶、气带处通风，周围不应有火源；
	涂装作业中使用非水性涂料；	涂装作业时，应严格执行GB 6514中的规定，防止作业过程中火灾爆炸事故；
触电	电焊机漏电或电焊时环境潮湿有水气；	焊接前检查设备完好性，保持焊接环境干燥；
	电气设备接地保护被破坏导致电气设备壳体带电；	定期检查和维修、安装漏电保护器、提高绝缘水平、合理布线和安装、使用双重绝缘或加强绝缘的方法预防电气设备壳体带电；
其它伤害	焊接作业人员因吸入焊接产生的烟尘造成呼吸系统损伤；	焊接作业过程中应保持通风良好，防止工作场所空气中粉尘和金属烟雾的有害物质，如氧化铁、铜、锌等重金属积聚过多；作业场所使用烟尘净化设备等；
	交叉作业时导致意外伤害；	在交叉作业时签订互保协议或指定专人沟通协调，避免工作中交叉作业造成伤害。
	使用外包方或发包项目时未签订安全生产管理协议；	按工贸企业相关规定签订安全生产管理协议；
注：事故类别可参照GB 6441中的二十类事故		