



Q

山东省水电设备厂企业标准

Q/ 370881SDSD12002-2020

水利水电工程回转齿耙式清污机 制造安装及验收规范

Code for manufacture erection and acceptance of
rotation tooth rake trash-cleaning machine for
water conservancy and hydropower projects

2020-12-05 发布

2021-01-01 实施

山东省水电设备厂 发布



前 言

本标准的编写格式符合GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定。本标准贯彻了能源部、水利部部分相关行业标准，本标准的检验方法采用了相应国家标准的规定。本标准由山东省水电设备厂提出。本规范编制组经过广泛调研，认真总结国内多项水利水电工程中清污机制造安装的经验，吸收国内外清污机制造安装的先进成果，编制本规范。

本标准起草单位：山东省水电设备厂。本规范的主要技术内容是：基本规定、焊接、螺栓连接、表面防护、电气设备、移动式清污机、回转齿耙式清污机、验收。

本标准主要起草人：冯明月、孙清海、李艳珍。

本标准于2020年11月22日由山东省水电设备厂负责人孙清海批准，并对标准中所规定的内容和实施后果负责。

本标准于2020年12月05日首次发布。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



目次

1 总则	1 -
2 术语	2 -
3 基本规定	3 -
3.1 技术资料	3 -
3.2 材料	3 -
3.3 基准点和测量工具	5 -
3.4 标记、包装、运输及保管	5 -
4 焊接	7 -
4.1 焊接工艺评定	7 -
4.2 焊接及焊接检验人员资格	11 -
4.3 焊接工艺要求	11 -
4.4 焊缝检测	12 -
5 螺栓连接	17 -
5.1 螺孔制作	17 -
5.2 普通螺栓连接	17 -
5.3 高强度螺栓连接	18 -
6 表面防护	21 -
6.1 金属结构表面预处理	21 -
6.2 金属结构表面涂装	21 -
6.3 涂料层质量检测	22 -
6.4 铬电镀层	23 -
7 制造	24 -



7.1	构件制作.....	- 24 -
7.2	栅体.....	- 25 -
7.3	回转齿耙.....	- 26 -
7.4	传动系统.....	- 26 -
7.5	链条.....	- 26 -
7.6	牵引链条轨道.....	- 26 -
8	组装及调试.....	- 28 -
8.1	厂内组装及调试.....	- 28 -
8.2	现场安装.....	- 28 -
8.3	试运行.....	- 30 -
9	电气设备.....	- 33 -
9.1	厂内组装.....	- 33 -
9.2	现场安装.....	- 34 -
9.3	现场检测与试验.....	- 36 -
10	验收.....	- 37 -
10.1	出厂验收.....	- 37 -
10.2	安装验收.....	- 37 -
10.3	质量保证期.....	- 38 -
	附录 A 回转齿耙式清污机构件校核.....	- 39 -
	本规范用词说明.....	- 43 -
	引用标准名录.....	- 44 -



1 总则

1.1 为规范我司水利水电工程回转齿耙式清污机制造安装与验收，保证回转齿耙式清污机制造安装与验收质量，特编制本规范。

1.2 本规范规定了水利水电工程回转齿耙式清污机制造安装的技术要求及验收要求。

1.3 本规范适用于水利水电工程回转齿耙式清污机的制造安装与验收。

1.4 水利水电工程回转齿耙式清污机制造安装与验收除应满足本规范要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



2 术语

2.1 清污机 trash-cleaning machine

用于清除拦污栅前和拦污栅上污物的专用设备。水电工程的清污机主要有移动式清污机和回转齿耙式清污机两种。

2.2 齿耙 stripper board with comb tooth type

带有梳齿的清污构件。

2.3 回转齿耙式清污机 rotation tooth rake trash-cleaning machine

集拦污和清污于一体，通过链条驱动清污齿耙的连续清污设备。

2.4 牵引链条 traction chain

在回转齿耙式清污机中，用于牵引清污齿耙绕栅做回转动作的链条。

2.5 牵引链轨道 tractor-chain track

在回转齿耙式清污机中，用于牵引链条限位和导向的C状槽型构件。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



3 基本规定

3.1 技术资料

3.1.1 回转齿耙式清污机制造应具备下列资料：

- 1 设计图样，包括总图、装配图及零件图、技术要求。
- 2 制造工艺文件。
- 3 主要材料的质量证明书。
- 4 外购件、外协件质量证明文件。

3.1.2 回转齿耙式清污机安装应具备下列资料：

- 1 出厂验收资料。
- 2 产品合格证书。
- 3 制造竣工资料。
- 4 安装、调试、运行维护手册。
- 5 发货清单、现场到货交接文件。
- 6 安装技术文件。
- 7 安装用控制点位置图。

3.1.3 回转齿耙式清污机制造安装应按设计图样和有关文件进行，如需修改，应取得设计单位书面同意。

3.2 材料

3.2.1 回转齿耙式清污机制造使用的材料除应符合设计图样规定外，还应符合下列要求：

- 1 优质碳素结构钢和碳素结构钢应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 和《碳素结构钢》GB/T 700 的规定；
- 2 低合金结构钢和合金结构钢应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 和《合金结构钢》GB/T 3077 的规定；



3 一般工程用铸造碳钢件，高锰钢铸件和合金铸钢应符合国家现行标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352、《奥氏体锰钢铸件》GB/T 5680 和《大型低合金钢铸件》JB/T 6402 的规定；

4 球墨铸铁和灰铸铁件应符合现行国家标准《球墨铸铁件》GB/T 1348 和《灰铸铁件》GB/T 9439 的规定；

5 碳素结构钢锻件和合金结构钢锻件应符合国家现行标准《大型碳素结构钢锻件技术条件》JB/T 6397 和《大型合金结构钢锻件技术条件》JB/T 6396 的规定；

6 不锈钢应符合现行国家标准《不锈钢热轧钢板及钢带》GB/T 4237 中的规定，宜采用 06Cr19Ni10 或 06Cr17Ni12Mo2；

7 钢材应具有出厂质量证明书，牌号不清或对材质有疑问时应予复验，复验合格后方可使用。

3.2.2 钢板超声波探伤检测应按现行国家标准《厚钢板超声波检验方法》GB/T 2970 执行；钢锻件超声波探伤检测应按现行国家标准《钢锻件超声检验方法》GB/T 6402 执行；铸钢件超声波探伤检测应按现行国家标准《铸钢件超声检验第 1 部分：一般用途铸钢件》GB/T 7233.1 执行。

3.2.3 焊接材料应具有出厂质量证明书。焊条的化学成分、力学性能和扩散氢含量等各项指标应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118 和《不锈钢焊条》GB/T 983 的有关规定；埋弧自动焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293、《埋弧焊用低合金钢焊丝与焊剂》GB/T 12470 或《埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂》GB/T 17854 的规定；气体保护焊用焊丝应符合国家现行标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110、《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493、《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853、《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092 的规定。

3.2.4 气体保护焊用气体应符合下列要求：



1 CO₂ 气体应符合现行国家标准《工业液体二氧化碳》GB/T 6052 的规定，其纯度不应低于 99.5%。

2 Ar 应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的规定，其纯度不应低于 99.9%。

3 Ar+CO₂ 混合气体应符合现行行业标准《焊接用混合气体氩-二氧化碳》HG/T 3728 的规定。

3.2.5 碳弧气刨用碳棒应符合现行行业标准《炭弧气刨碳棒》JB/T 8154 的规定。

3.2.6 切割用气体应符合下列要求：

1 氧气应符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 的规定，其纯度不应低于 99.5%。

2 乙炔气体应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB/T 6819 的规定，其纯度不应低于 98%。

3 燃气丙烯应符合现行行业标准《焊接切割用燃气丙烯》HG/T 3661.1 的规定，其纯度不应低于 95.0%。

4 燃气丙烷应符合现行行业标准《焊接切割用燃气丙烷》HG/T 3661.2 的规定，其纯度不应低于 95.0%。

3.3 基准点和测量工具

3.3.1 回转齿耙式清污机制造安装与验收所用量具和仪器，应经法定计量部门检定或校准后经评价合格，且在有效期内使用。

3.3.2 用于测量高程和安装轴线的基准点及安装用的控制点均应明显、准确、牢固和便于使用。

3.4 标记、包装、运输及保管

3.4.1 回转齿耙式清污机应在明显处设置标牌，标牌应符合《标牌》GB/T 13306 的规定，其主要内容应包括产品型号及名称、许可证编号与有效期、出厂编号、主要技术参数、制造日期和制造厂名称。

3.4.2 回转齿耙式清污机包装应符合下列要求：



- 1 裸装出厂的设备应采取安全防护措施和防潮措施。
- 2 精密零件、电气柜及仪表等的包装应符合现行国家标准《机电产品包装通用技术条件》GB/T 13384 的规定。
- 3 随机文件应齐全，宜采用塑料袋封装，随机文件袋应放置在第 1 号箱中。

3.4.3 回转齿耙式清污机包装储运标志应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191 的规定；敞装或箱装运输时，应安放牢固，采取防止变形、滑移、滚动和掉落的措施，并符合陆运、海运及空运的有关规定。精密零件、电气盘柜及仪表等的运输应注意防潮和防震。

3.4.4 回转齿耙式清污机存放应符合下列要求：

- 1 电气盘柜等液压和电气设备应室内存放；电动机、制动器等其他设备露天裸放时，应采取防雨、防锈、防风沙等保护措施；
- 2 长期存放时，应每年进行维护保养。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



4 焊接

4.1 焊接工艺评定

4.1.1 应在回转齿耙式清污机制造、安装施工前进行，所用设备、仪表应处于正常工作状态，所用钢材、焊接材料均应具有质量证明书，并应符合国家现行有关标准的规定。焊接工艺评定应以可靠的钢材焊接性评价资料为基础。

4.1.2 在焊接工艺评定中，钢材应根据力学性能、焊接性能分为两类，应符合本规范表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 钢材分类

类别	组别	标称屈服强度 (MPa)	钢号	相应标准代号
I	I-1	≤ 295	20、30、Q235、Q275	GB/T699、 GB/T700
II	II-1	>295 且 ≤ 370	35、45、Q355、 Q370R	GB/T699、 GB/T1591、GB/T713
	II-2	>370 且 ≤ 420	Q390、Q420	GB/T1591

4.1.3 符合下列情况之一者，可不再做焊接工艺评定：

1 凡过去已评定合格的焊接工艺，经批准“评定报告”的单位验证后，可不再做焊接工艺评定。

2 按本规范表 4.1.2 的规定对钢材分类，在同类别号中，当重要因素、补加因素不变时，II 类钢材的焊接工艺评定可代替 I 类钢材的焊接工艺评定。

3 同类别号中，相同质量等级钢材的焊接工艺评定可互相代替，质量等级高的钢材的焊接工艺评定可代替质量等级低的钢材。

4 I 类与 II 类钢材组成的焊接接头，若 II 类钢材焊接工艺经评定合格，可不再做焊接工艺评定。

4.1.4 改变焊接方法，应重新进行“评定”。



4.1.5 已做过的焊接工艺评定,但改变下列重要因素之一者,应重新做焊接工艺评定:

- 1 厚度大于本规范表 4.1.8 规定的适用范围。
- 2 改变碳钢、低合金钢焊条或气体保护焊焊丝型号中的前两位数字或化学成分类型,改变埋弧焊焊丝与焊剂组合。
- 3 预热温度比评定合格的值降低 50℃ 及以上。
- 4 改变保护气体种类或混合保护气体比例,取消保护气体及用混合保护气体代替单一保护气体。
- 5 熔化极气体保护焊过渡模式从喷射弧、熔滴弧或脉冲弧改为短路弧或反之。

4.1.6 要求做冲击试验的试件,若与已评定合格的某个焊接工艺的重要因素相同,只是增加或改变下列一个或几个补加因素,可按增加或改变的补加因素,增焊一个补充试件进行冲击试验:

- 1 用非低氢型药皮焊条代替低氢型药皮焊条。
- 2 用具有较低冲击吸收能量的药芯焊丝代替具有较高冲击吸收功的药芯焊丝。
- 3 改变电流种类或极性。
- 4 从评定合格的焊接位置改为向上立焊。
- 5 最高道间温度比评定合格的道间温度高 50℃ 及以上。
- 6 焊接热输入或单位长度焊道的熔敷金属体积超出评定合格范围的 15% 以上。
- 7 埋弧焊、熔化极气体保护焊由每面多道焊改为每面单道焊。
- 8 埋弧焊、熔化极气体保护焊由单丝焊改为多丝焊或反之。
- 9 改变焊后消除应力热处理温度范围和保温时间。
- 10 从同类别号钢材中质量等级低的钢材改为质量等级高的钢材。

4.1.7 与合格的焊接工艺评定中的重要因素和补加因素都相同,仅改变下列次要因素时,可修改焊接工艺规程,不再做焊接工艺评定。



- 1 坡口形式及尺寸。
- 2 取消单面焊时的钢垫板。
- 3 增加或取消非金属或非熔化的金属焊接衬垫。
- 4 焊条及焊丝直径。
- 5 除向上立焊外的所有焊接位置。
- 6 需做清根处理的根部焊道向上立焊或向下立焊。
- 7 施焊结束后至焊后热处理前，改变后热温度范围和保温时间。
- 8 电流值或电压值变化未超出评定合格值的 20%。
- 9 保护气体流量。
- 10 摆动焊或不摆动焊。
- 11 焊前清理和层间清理方法。
- 12 清根方法。
- 13 焊丝摆动幅度、频率和两端停留时间。
- 14 导电嘴至工件的距离。
- 15 手工操作、半自动操作或自动操作。
- 16 有无锤击焊缝。

4.1.8 试件厚度与焊件厚度及焊缝金属厚度的评定应符合下列要求：

- 1 对接焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于焊件厚度和焊缝金属厚度的有效范围，应按本规范表 4.1.8 的规定执行。

表 4.1.8 对接焊缝试件厚度与焊件及焊缝金属厚度规定
(进行拉伸和横向弯曲试验) (mm)

试件母材厚度 δ 及 试件焊缝金属厚度 t	适用于焊件母材厚度的有效范围		适用于焊件焊缝金属厚度的有效范围	
	最小值	最大值	最小值	最大值
$\delta(t) \leq 10$	1.5	2δ	不限	$2t$
$10 < \delta(t) < 20$	5	2δ	不限	$2t$
$20 \leq \delta(t) < 38$	5	2δ	不限	$2t(t < 20)$



$20 \leq \delta(t) < 38$	5	2δ	不限	$2\delta(t \geq 20)$
$38 \leq \delta(t) \leq 150$	5	200^a	不限	$2t(t < 20)$
$38 \leq \delta(t) \leq 150$	5	200^a	不限	$200^a(t \geq 20)$
> 150	5	$1.33\delta^a$	不限	$2t(t < 20)$
> 150	5	$1.33\delta^a$	不限	$1.33\delta^a(t \geq 20)$

a 限于焊条电弧焊、埋弧焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊。

2 用焊条电弧焊、埋弧焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊等焊接方法完成的试件，当规定进行冲击试验时，焊接工艺评定合格后，若 δ 大于或等于 6mm，适用于焊件母材厚度的有效范围最小值为试件厚度 δ 与 16mm 两者中的较小值；当 δ 小于 6mm 时，适用于焊件母材厚度的最小值为试件厚度的 1/2。

4.1.9 对接焊缝试件或角焊缝试件评定合格的焊接工艺用于焊件角焊缝时，焊件厚度的有效范围不限。

4.1.10 评定对接焊缝预焊接工艺规程时，应采用对接焊缝试件；评定角焊缝预焊接工艺规程时，应采用角焊缝试件或对接焊缝试件；评定组合焊缝预焊接工艺规程时，应采用对接焊缝试件，当组合焊缝要求焊透时，应增加组合焊缝试件。

4.1.11 同一条焊缝使用两种或两种以上焊接方法或重要因素、补加因素不同的焊接工艺时，可按每种焊接方法或焊接工艺分别进行评定，也可使用两种或两种以上焊接方法或焊接工艺焊接试件，进行组合评定。组合评定合格的焊接工艺用于焊件时，可以采用其中一种或几种焊接方法或焊接工艺，但应保证其重要因素、补加因素不变，并保持每种焊接方法或焊接工艺所评定的焊件厚度和熔敷金属的厚度都在已评定的各自有效范围内。

4.1.12 除另有规定外，板对接焊缝试件力学性能试验项目和取样数量应符合本规范表 4.1.12 的规定；试件的制备、试样尺寸、试验方法和合格标准应符合现行国家标准《焊接接头机械性能试验取样方法》GB/T 2649、《焊接接头冲击试验方法》GB/T 2650、《焊接接头拉伸试验方法》GB/T 2651、《焊缝及熔敷金属拉伸试验方法》GB/T 2652、《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653、《焊接接头硬度试验



方法》GB/T 2654 的有关规定。

表 4.1.12 力学性能试验和弯曲试验项目和取样数量

试件母材的厚度 δ (mm)	拉伸试验 (个)	弯曲试验 (个)			硬度试验	冲击试验 (个)	
	拉伸	面弯	背弯	侧弯		焊缝区	热影响区
$\delta \leq 12$	2	2	2	—	当有热处理要求时,应做硬度试验	3	3
$12 < \delta < 20$	2	2	2	可用 4 个侧弯试样代替面弯和背弯		3	3
$\delta > 20$	2	—	—	4		3	3

4.1.13 板材组合焊缝及角焊缝的试件应做外观检查,并按现行行业标准《承压设备无损检测第 5 部分:渗透检测》NB/T 47013.5 的规定进行检验,然后将试件切成 5 段,进行横断面金相组织检查,焊缝根部应焊透,焊缝及热影响区应没有裂纹、未熔合。

4.1.14 焊接工艺评定后,应由焊接工程师填写焊接工艺评定报告并做出综合结论,评定合格的焊接工艺文件才能用于指导生产。

4.2 焊接及焊接检验人员资格

4.2.1 焊工应具有国家授权机构签发的合格证;焊工焊接的钢材种类、焊接方法和焊接位置等均应与焊工本人考试合格的项目相符。

4.2.2 焊接检验人员应经过专门的技术培训,并取得相应的上岗资格证书。

4.2.3 无损检测人员应持有与其工作相适应的资格证书。评定焊缝质量应由 2 级及以上资格的检测人员担任。

4.3 焊接工艺要求



4.3.1 除设计文件另有规定外，焊缝按其重要性应分为三类：

1 一类焊缝：

- 1) 主梁、端梁、滑轮支座梁、卷筒支座梁的腹板和翼板的对接焊缝。
- 2) 支腿的腹板和翼板的对接焊缝，支腿与主梁连接的对接焊缝。
- 3) 卷筒的纵向、环向对接焊缝。

2 二类焊缝：

1) 主梁、端梁、支座梁、支腿的腹板和翼板的组合焊缝或角焊缝。

2) 主梁与端梁、主梁与支腿连接的组合焊缝或角焊缝,支腿与端板连接的组合焊缝或角焊缝。

- 3) 主梁和端梁翼缘板连接的对接焊缝。
- 4) 液压缸体与固定座板、较轴座连接的组合焊缝或角焊缝。
- 5) 抓斗上吊耳与梁体连接的组合焊缝或角焊缝。

3. 其他不属于一、二类的焊缝为三类焊缝。

4.3.2 焊接坡口应符合现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1 和《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2 的规定。

4.3.3 焊接材料的选用及保管与烘焙、焊前准备、焊接、后热、焊后热处理、焊接缺陷返工和焊件矫形等应符合 SL 36 的规定。

4.3.4 当焊件组装后局部间隙超过 8mm，但长度不大于该条焊缝长度的 15%时，允许在坡口的两侧或一侧按同焊缝一样的焊接工艺作堆焊处理，但应符合下列要求：

- 1 不得在间隙内填塞焊条头、钢筋、铁块等异物。
- 2 堆焊时应逐层进行表面质量检查，堆焊后用砂轮修磨到原坡口尺寸。
- 3 根据堆焊长度和间隙大小，对堆焊部位的焊缝应进行无损探伤检测。

4.3.5 不得使用锤击法拆除临时构件，应采用碳弧气刨或火焰切割的方法在离工件母材表面 3mm 以上切除，余下部分用砂轮磨平，并检查确认无裂纹。

4.4 焊缝检测



4.4.1 所有焊缝均应进行外观检查，外观质量和尺寸应符合本规范表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 焊缝外观质量和尺寸要求 (mm)

序号	项目	焊缝类别		
		一	二	三
		允许缺陷		
1	裂纹	不允许		
2	焊瘤或焊疤	不允许		
3	电弧擦伤	不允许		
4	飞溅及焊渣	清除干净		
5	表面夹渣	不允许		深度不大于 0.1δ，长度不大于 0.3δ，且不大于 15
6	咬边	深度不大于 0.5		深度不大于 1.0
7	未焊满	不允许		不大于(0.2+0.02δ)，且不大于 1，每 100 长焊缝内缺欠总长不大于 25
8	表面气孔	不允许	直径不大于 1.0 的气孔在每米范围内允许 3 个，间距不小于 20	直径不大于 1.5 的气孔在每米范围内允许 5 个，间距不小于 20
9	错边	不大于 0.1δ，且不大于 2.0	不大于 0.15δ，且不大于 3.0	不大于 0.2δ，且不大于 4.0
10	根部凹陷	不大于 0.05δ，且不大于 0.5	不大于 0.1δ，且不大于 1.0	不大于 0.2δ，且不大于 2.0
		累计长度不大于焊缝长度的 25%		
11	对接	手工焊	不大于 (1+0.1b)，且不大于 4.0	不大于 (1+0.15b)，且不大于 5.0
	焊缝余高		自动焊	不大于 (1+0.1b)，且不大于 3.0
12	相邻焊道	不大于 2.0		



序号	项目	焊缝类别		
		一	二	三
		允许缺陷		
	高低差			
13	对接焊缝宽度差	在任意 50 焊缝长度内不大于 4.0，整个焊缝长度内不大于 5.0		
14	焊缝边缘直线度	在焊缝任意 300 焊缝长度内：手工焊不大于 3.0；自动焊不大于 2.0		
15	角焊缝厚度不足（按设计焊缝厚度计）	不大于 $(0.3+0.05a)$ ，且不大于 1.0，每 100 焊缝长度内缺陷总长度不大于 25	不大于 $(0.3+0.1a)$ ，且不大于 2.0，每 100 焊缝长度内缺陷总长度不大于 25	
16	角焊缝凸度	不大于 $(1+0.1b)$ ，且不大于 3.0	不大于 $(1+0.15b)$ ，且不大于 4.0	
17	角焊缝焊脚 K	$K \leq 12^{+2}_{-1}$ $K > 12^{+3}_{-1}$		
18	焊脚不对称	差值不大于 $(1+0.1a)$		
19	钢板端部 转角处	连续绕角施焊，焊脚与相邻角焊缝相等		

注：1δ 表示板厚，K 表示焊脚，a 表示角焊缝设计厚度，b 表示焊缝宽度。

2 在角焊缝检测时，凹形角焊缝以检测角焊缝厚度不足为主，凸形角焊缝以检测焊脚为主。

4.4.2 焊缝表面质量无损检测应符合下列要求：

1 下列情况之一应进行焊缝表面无损检测：

- 1) 设计文件规定进行表面无损检测时。
- 2) 外观检测发现裂纹时，应对该条焊缝进行 100% 的表面无损检测。
- 3) 外观检测怀疑有裂纹时，应对怀疑的部位进行表面无损检测。
- 4) 补焊的铸钢件表面。

2 磁粉检测应按现行行业标准《承压设备无损检测第 4 部分：磁粉检测》NB/T 47013.4 的规定进行，一类焊缝不应低于 II 级，二类焊缝不应低于 III 级。

**4.4.3 焊缝内部质量无损检测应符合下列要求：**

1 无损检测应在外观检测合格后进行，有延迟裂纹倾向的钢材，无损检测应在焊接完成 24h 后进行。

2 焊缝无损检测长度占全长的百分比不应小于本规范表 4.4.3 的规定，若图样或设计文件另有规定，按其规定执行。

表 4.4.3 焊缝无损检测比例

钢种	板厚 (mm)	脉冲反射法超声波检测		衍射时差法超声波检测或射线检测	
		一类	二类	一类	二类
碳素钢	<38	50%	30%	15%且不小于 300mm	10%且不小于 300mm
	≥38	100%	≥50%	20%且不小于 300mm	10%且不小于 300mm
低合金高强度 钢	<32	≥50%	≥30%	20%且不小于 300mm	10%且不小于 300mm
	≥32	100%	≥50%	25%且不小于 300mm	10%且不小于 300mm

注：(1) 局部探伤部位应包括全部丁字焊缝及每个焊工所焊焊缝的一部分。

(2) 在脉冲反射法超声波检测有疑问时，用衍射时差法超声波检测或射线检测进行复查。

3 脉冲反射法超声波检测按现行国家标准《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》GB/T 11345 执行，检验等级为 B 级，一类焊缝不应低于现行国家标准《焊缝无损检测超声检测验收等级》GB/T 29712 中规定的 2 级，二类焊缝不应低于 3 级。衍射时差法超声波检测应按现行行业标准《承压设备无损检测第 10 部分：衍射时差法超声检测》NB/T 47013.10 的有关规定执行，一类焊缝和二类焊缝均不低于 II 级为合格。射线检测按现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323 执行，射线透照技术等级为 B 级，一类焊缝不应低于 II 级，二类焊缝不应低于 III 级。



4 焊缝局部无损检测发现存在裂纹、未熔合或不允许的未焊透等危害性缺陷时，应对该条焊缝进行全部检测。当发现存在其他不允许缺陷时，应在其延伸方向或可疑部位作补充检测，补充检测的长度应大于或等于 200mm，经补充检测仍不合格，则应对该焊工在该条焊缝的全部焊接部位进行检测。

4.4.4 单面焊且无垫板的对接焊缝，根部未焊透深度不应大于板厚的 10%，且不大于 2mm，累计长度不应大于该焊缝长度的 15% 。

4.4.5 设计无特殊焊透要求时，组合焊缝允许有深度不大于腹板厚的 25%，且不大于 4mm 的未焊透。

企业标准信息公共服务平台
2021年12月15日 15点11分
企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



5 螺栓连接

5.1 螺孔制作

5.1.1 普通螺栓或高强度螺栓孔的螺孔宜配钻或模钻，螺孔精度应不低于现行国家标准《产品几何技术规范（GPS）第2部分标准公差等级和孔、轴极限偏差表》GB/T 1800.2 规定的IT14 级。

5.1.2 钻孔时应选最远孔距，先钻全部孔数10%且不小于2个的销钉孔，并打入销钉。销钉直径与孔径应符合现行国家标准《产品几何技术规范（GPS）极限与配合公差带和配合选择》GB/T 1801 规定的H7/k6 的配合要求。

5.1.3 构件配钻后，螺孔的允许偏差应符合本规范表5.1.3 的规定。

表 5.1.3 螺栓孔的允许偏差(mm)

名称	允许偏差									
螺栓公称直径	12	16	20	22	24	27	30	36	42	48
螺栓孔直径	13.5	17.5	22	24	26	30	33	39	45	52
螺栓孔允许偏差	+0.43 0				+0.52 0				+0.62 0	
中心线倾斜值	应不大于板厚的3%，且单层板不得大于2.0，多层叠板组合不得大于3.0									

5.2 普通螺栓连接

5.2.1 普通的螺栓、螺钉和螺柱的力学性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的有关规定；螺母的力学性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺母粗牙螺纹》GB/T 3098.2 的有关规定；弹簧垫圈的应符合现行国家标准《弹性垫圈技术条件弹簧垫圈》GB/T 94.1 的规定；平垫圈应符合现行国家标准《平垫圈 C 级》GB/T 95 的规定。

5.2.2 不锈钢、铜或镀锌螺栓装配时应在螺纹部分涂润滑油或其他防咬合剂。

5.2.3 螺栓紧固时，宜采用呆扳手，不得采用打击法和超过螺栓的许用应力紧固螺栓；有预紧要求的，应按规定的预紧力用扭矩扳手紧固。



5.2.4 矩形分布的螺栓，应从中央按对称顺序向四周紧固；圆周分布的螺栓，应按交叉对称顺序紧固。

5.2.5 用双螺母锁紧时，应先装薄螺母后装厚螺母，每个螺母下面不得用两个相同的垫圈；用穿钢丝锁紧时，应按防松方向穿钢丝。

5.3 高强度螺栓连接

5.3.1 高强度大六角头螺栓连接副应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定；扭剪型高强度螺栓连接副应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

5.3.2 采用高强度摩擦型螺栓连接的，且连接面有摩擦传力要求的高强螺栓，制造厂和安装单位应分别进行抗滑移试验。抗滑移系数应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定进行试验与复验。抗滑移系数试验的试板，每批三组，抗滑移系数试件宜采用图 5.3.2 所示形式，试板宽度应按本规范表 5.3.2 的规定取值。

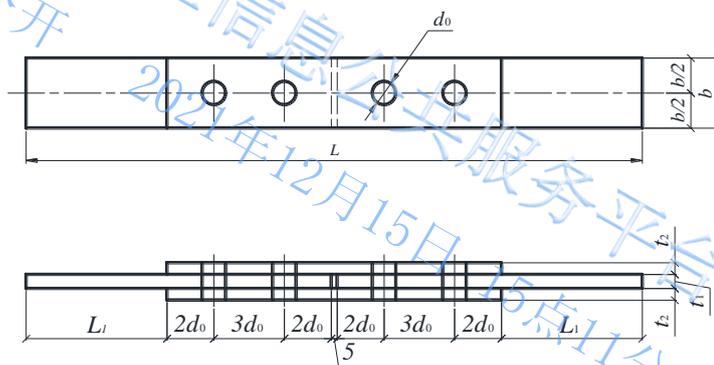


图 5.3.2 抗滑移系数试板的拼接形式和尺寸

d_0 -孔径 t_1 -母材厚 t_2 -连接板厚 L_1 -试验机夹具所需长度 b -试板宽

表 5.3.2 试板宽度表(mm)

螺栓公称直径 d	16	20	22	24	27	30
试板宽 b	100	100	105	110	120	120



5.3.3 试板由制造厂加工；试板的材质与构件是同一材质、同批制作、采用同一摩擦面处理工艺和相同表面状态；试板应平整，孔和板的边缘无飞边，无毛刺，无油污，与构件在同一环境条件下运输和存放。

5.3.4 抗滑移系数试验所用高强度螺栓连接副应与安装用的是同批同一等级的高强度螺栓连接副，并在同一环境条件下运输和存放。

5.3.5 使用高强度螺栓连接的构件表面应按设计要求的除锈等级喷砂处理；经喷砂处理的摩擦面，宜涂刷无机富锌漆，表面抗滑移系数应符合设计要求。

5.3.6 高强度大六角头螺栓连接副扭矩系数复验应符合表 5.3.6 的要求。

表 5.3.6 高强度大六角螺栓连接质量检验表

序号	检测项目		质量要求
1	出厂质量证明文件	材质证明、质量证明书、扭矩系数报告	完整
		扭矩系数平均值	0.110~0.150
		扭矩系数标准偏差	不大于 0.010
2	螺栓副配套性		螺栓、螺母、垫圈在同批内配套供货及使用，一个螺栓配一个螺母配二个垫圈
3	螺栓裂纹（10.9 级及以上级别）		无裂纹 (用 10 倍放大镜或按 JB/T 4730.4 磁粉探伤检查)
4	构件连接处对接板厚差		不大于 1mm
5	构件连接处钢板表面		应平整、无焊接飞溅、无毛刺、无油污
6	螺栓穿孔率		100%且自由穿入，孔中无钻屑
7	漏拧(初拧或复拧后)		不允许漏拧，每个螺母上应有施拧标记
8	终拧后的施工扭矩复验	复验时间	终拧 1h 后，48h 内
		抽查数	每个节点 10%，且不小于 2 个
		扭矩法检验	符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 附录第 B.0.3 条规定，检验扭矩与施工扭矩偏差不大于 10%
		转角法检验	符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 附录第 B.0.3 条规定，终拧转角偏差不大于 60°。
9	漏拧(终拧后)		100% 检查，用 0.3kg~0.5kg 的小锤敲击螺母，不得漏拧

5.3.7 安装高强度螺栓时，不得强行穿入。当不能自由穿入时，该孔应用铰刀进行修整，修整后孔径应不大于 1.2 倍螺栓直径，且修孔数量应不超过总数的 25%，修孔前应将四周螺栓全部拧紧，使板贴密后再进行铰孔。不得用气割或电弧扩孔。



- 5.3.8** 高强度螺栓拧紧时，应在螺母上施加扭矩，施工终拧扭矩按现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 中第 6.4.13 条有关规定计算。
- 5.3.9** 高强度螺栓的初拧、复拧、终拧按现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 中第 6.4 节的有关规定执行。
- 5.3.10** 高强度螺栓施工所用的扭矩扳手，扳前应校正，其扭矩允许相对误差为±5%，校正用的扭矩扳手，其扭矩允许相对误差为±3%。
- 5.3.11** 在安装过程中，不得使用螺纹损伤及沾染的高强度螺栓连接副，不得用高强度螺栓兼作临时螺栓，高强度螺栓不得重复使用。
- 5.3.12** 高强度螺栓连接副的保管时间不应超过 6 个月。当保管时间超过 6 个月使用时，应按要求重新进行试验，检验合格后方可使用。
- 5.3.13** 高强度螺栓制造与安装质量满足表 5.3.6 的要求。
- 5.3.14** 在高强度螺栓拧紧检查验收合格后，连接处板缝应及时用腻子封闭。
- 5.3.15** 高强度螺栓连接的其他要求应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



6 表面防护

6.1 金属结构表面预处理

6.1.1 预处理前，应铲除全部厚锈层，可见的油、脂和污物也应清除掉。

6.1.2 可采用喷射法(抛丸或喷砂)进行表面预处理。喷砂用压缩空气应经过滤、除油。所用磨料应清洁、干燥。对于以上方式无法进行的部位，允许采用手工或动力工具除锈。预处理的评定按表 6.1.1 进行：

表 6.1.1 金属结构表面预处理的检查

检验项目	预处理方法	检验方法	结果判定
表面清洁度	喷射法	用 GB/T 8923.1 中的照片进行目视对比检验	达到 GB/T 8923.1 规定的 $S_a 2\frac{1}{2}$ 级
	手工或动力		达到 GB/T 8923.1 规定的 S_1 级
表面粗糙度	喷射法 手工或动力	用比较样块进行目视评定 或用仪器法进行	Rz40um-70um

6.2 金属结构表面涂装

6.2.1 除锈后，构件表面应尽快涂装底层涂料，潮湿天气条件下应在 2h 内涂装完毕，较好天气的天气条件下，应在 8h 内涂装完毕。

6.2.2 涂装的涂料应符合设计文件规定，涂装层数、每层厚度、逐层涂装间隔时间、涂料的配制方法和涂装注意事项，应按设计文件或涂料生产厂家的要求进行。

6.2.3 拼装后如不立即焊接，应在待焊接头坡口两侧各 50mm 范围内，涂装焊接时不会对焊缝质量产生不良影响的底层涂料。焊接后，应对焊缝区进行二次除锈，并采用人工涂刷或小型喷漆机喷涂料，以达到规定厚度。



6.2.4 清污机出厂前应涂装底层涂料及面漆。最后一道面漆宜在安装完成后进行，安装焊缝两侧 100mm~150mm 范围内的全部涂装应在安装后完成。

6.2.5 用螺栓连接的各构件平面，不得进行涂装。

6.2.6 用户无特殊要求时，涂漆颜色应符合现行国家标准 GB/T 3181 的规定。

6.2.7 施工现场空气相对湿度超过 85%，环境温度低于 10 °C，钢材表面温度低于大气露点 3 °C 的工况不得进行涂装。

6.3 涂料层质量检测

6.3.1 每层漆膜涂装前应对先对上一层涂层外观进行检查。涂装时如有漏涂、流挂、皱皮等缺陷应进行处理。

6.3.2 涂装后应对涂层外观进行检查，表面应均匀一致，无流挂、皱纹、鼓泡、针孔、裂纹等缺陷。

6.3.3 漆膜厚度用测厚仪测定，测点距离为 1.0m 左右，85%以上测点厚度应符合设计要求，漆膜最小厚度值不应低于设计厚度的 85%。

1 当漆膜厚度大于 250 μ m 时，在涂层上划两条夹角为 60 °的切割线，应划透涂层至金属表面，用布胶带粘牢划口部分，然后沿垂直漆膜方向快速撕起胶带，涂层应无剥落。

2 当漆膜厚度小于 250 μ m 时，用专用割刀在涂层表面以等距离(1mm~2mm)划出相互垂直的两组平行线，构成一组方格。按本规范表 6.3.3 的规定检查漆膜附着力等级，其前三级均为合格漆膜。

表 6.3.3 漆膜检查

级别	检查结果
0	切割边缘完全是平滑的，没有一个方格脱落
1	在切割交叉处，涂层有少许薄片分离，划格区受影响明显地不大于 5%
2	涂层沿切割边缘或切口交叉处脱落明显大于 5%，但受影响明显地不大于 15%
3	涂层沿切割边缘，部分和全部以大碎片脱落或它在格子的不同部位上部分和全部剥落，明显大于 15%，但划格区受影响明显地不大于 35%



4	涂层沿切割边缘大碎片剥落或者一些方格部分或全部出现脱落，明显地大于 35%，但划格区受影响明显地不大于 65%
5	按第 4 级也识别不出其剥落程度

3 需定量检测附着力时，可采用拉开法，拉开法适用于不同厚度的涂层，测试方法应符合现行行业标准《水电水利工程金属结构设备防腐蚀技术规程》DL/T 5358 的有关规定，涂层与基体表面的附着力应符合设计规定。

6.4 铬电镀层

6.4.1 电镀铬前的表面预处理应按现行国家标准《金属零（部）件镀覆前质量控制技术要求》GB/T 12611 的规定执行；电镀铬应按现行国家标准《金属覆盖层工程用铬电镀层》GB/T 11379 执行。

6.4.2 电镀层厚度应符合设计要求，设计规定的镀层厚度应为最小局部厚度。

6.4.3 硬铬硬度按现行国家标准《金属材料金属及其他无机涂层维氏硬度和努氏显微硬度试验》GB/T 9790 规定的方法测量，不应低于 HV750。

6.4.4 铬电镀层表面质量应符合下列要求：

1 主要表面上铬电镀层应是光亮或有光泽的，不应有麻点、起泡、脱落等缺陷。

2 除铬层电镀层最外边缘处，其他部位不得有铬瘤。

3 电镀后的工件应无肉眼可见的裂纹，厚度大于 50 μ m 的铬电镀层不允许有通达基体的裂纹。

4 铬电镀层的孔隙率不应多于 2 点/100mm²。孔隙率检测应按现行国家标准《金属覆盖层工程用铬电镀层》GB/T 11379 的规定执行。



7 制造

7.1 构件制作

各构件焊接后质量要求应符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 构件制作质量要求 (单位: mm)

序号	项目	简图	质量要求
1	翼板的水平倾斜度		箱形梁: $\Delta \leq b/200$, 且 $\Delta \leq 2.0$ 工字梁: $\Delta \leq b/150$, 且 $\Delta \leq 2.0$
2	翼板平面图		箱形梁: $\Delta \leq a/20$, 且 $\Delta \leq 2.0$ 工字梁: $\Delta \leq a/150$, 且 $\Delta \leq 2.0$
3	梁腹板的垂直度		$\Delta \leq H/500$, 且 $\Delta \leq 2.0$



序号	项目	简图	质量要求
4	翼板相对于梁中心线的对称度		$\Delta \leq 2.0$
5	腹板的局部平面度		<ol style="list-style-type: none"> 1. 在受压区 $H/3$ 区域内, 每米范围内 $f \leq 0.7\delta$, 且在相邻筋板间凹凸不超过一处。 2. 在其他区域, 每米范围内 $f \leq 1.0\delta$
6	箱形梁、工字梁翼板局部平面度		每米范围内 $f_1 \leq 3.0$ 全长 $f_2 \leq 1.5L/1000$

7.2 栅体

1 栅体宽度和高度允许偏差为 $\pm 8\text{mm}$, 栅体对角线相对差不应大于 6mm , 栅体扭曲不应大于 4mm , 栅体厚度偏差不应大于 $\pm 4\text{mm}$ 。

2 栅条间距偏差不应大于设计间距的 $\pm 5\%$, 在 1000mm 长度范围内, 栅条平行度不应大于 2mm , 总长度范围内不应大于 5mm , 栅条迎水面平面度不大于 3mm 。

3 栅体分段制作时, 栅段联接应定位可靠。



7.3 回转齿耙

1 齿耙管宜选用厚壁无缝钢管制造，无缝钢管应符合现行国家标准 GB/T8162《结构用无缝钢管》的规定。

2 齿耙插入栅条面深度不应小于 20mm。

3 齿耙总长度宜小于栅体两侧轨道内侧间距 10mm~15mm。

7.4 传动系统

1 传动轴由端轴与厚壁无缝钢管焊接而成。无缝钢管应符合现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 的规定。端轴宜采用圆钢，材料的力学性能不应低于现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 中 35 钢。

2 传动轴端轴和无缝钢管焊接应确保其强度，同轴度应符合现行国家标准《形状和位置公差未注公差》GB/T 1184 中 10 级的规定。

3 传动系统的旋转部件应转动灵活。

4 链轮的轮齿形状、精度和热处理要求应符合现行国家标准《传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮》GB/T 1243 规定。

7.5 链条

1 传动链条应符合现行国家标准《传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮》GB/T 1243 规定。

2 牵引链条应符合下列要求：

1) 牵引链条材质宜选用 06Cr19Ni10 或 06Cr17Ni12Mo2。

2) 牵引链条内链板应与套筒牢固连接，外链板应与轴销铆接，滚子与套筒应转动灵活，组装后的链条应平直没有扭曲。

3) 牵引链条应进行拉力检测，施加工作最大负荷，测量 12 个节距，链条延伸率不应大于 1/1000。

7.6 牵引链条轨道

1 牵引链条轨道应与栅条平行铺设，轨道直线度不应大于 2mm，两轨道中



心距允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，轨道进出口应平直光滑。

2 轨道槽净宽应大于牵引链条滚子直径 5mm 以上，轨道上下槽面应光滑、槽高允许偏差 $\pm 1\text{mm}$ 。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



8 组装及调试

8.1 厂内组装及调试

8.1.1 回转齿耙式清污机应在各零部件检查合格的基础上在厂内进行整体组装，并应满足下列要求：

1 主动链轮与从动链轮轮齿应位于同一平面，倾斜偏差值不应大于两链轮中心距的 1/500。

2 链条的松紧程度应满足设计要求；传动链条工作时，非拉紧侧的链条松垂度应满足两链轮中心距的 1%~4.5%。

3 传动轴转动时，齿耙随牵引链条运动应平稳，无卡阻。

8.1.2 清污机各部件制作完成后应进行组装试运转。检查验证各部件组装后位置关系、配合间隙、运行状况符合设计值或在设计范围内，组装试运行时间不小于 10min。

8.1.3 清污机组装试运转完成后再进行表面防护。

8.2 现场安装

8.2.1 回转齿耙式清污机安装前应符合下列要求：

- 1 随机技术文件应齐全；
- 2 设备及附件应符合要求；
- 3 安装预埋件应符合设计要求；
- 4 发货实物与图纸要求及数量相符。

8.2.2 回转齿耙式清污机中心线对孔口中心线距离偏差不应大于 5mm。

8.2.3 回转齿耙式清污机的支承面应与安装基础面贴合；清污机弯段上端固定可靠。

8.2.4 减速机应注入润滑油，其油位应与标尺刻度相符；减速机应转动灵活，密封良好不应漏油。

8.2.5 轴承装配时应注入适量清洁的润滑脂。



8.2.6 现场安装应按设备出厂时的定位标识进行安装。

8.2.7 回转齿耙式清污机出厂验收检查项目及质量标准应满足表 8.2.7 的要求。

表 8.2.7 回转齿耙式清污机出厂验收检查项目及质量标准

序号	检测项目		质量标准	备注
一、栅体				
1	构件制作偏差		符合本规范表 8.1-1	
2	尺寸偏差		$\pm 2\text{mm}$	
	对角线偏差		$\leq 4.0\text{mm}$	
	栅体扭曲偏差		$\leq 3.0\text{mm}$	
3	螺栓连接的端板局部间隙	未装配前	$\leq 0.3\text{mm}$, 间隙面积不大于总面积的 30%, 周边角变形 $\leq 0.8\text{mm}$	
		螺栓拧紧后	螺栓根部无间隙	
二、栅条				
1	栅条间距		不大于设计间距的 $\pm 3\%$	
2	栅条平行度		在 1000mm 长度范围内, 栅条平行度不应大于 2mm, 总长度范围内应 $\leq 5\text{mm}$	
3	迎水面平面度		$\leq 3.0\text{mm}$	
三、牵引链轨道				
1	轨道直线度		小于 2mm	
2	两轨道中心距		允许偏差 $\pm 2\text{mm}$	
3	轨道接口高度差		允许偏差 $\pm 1\text{mm}$	
三、齿耙				
1	耙齿插入栅条深度		$\geq 20\text{mm}$	
2	齿耙长度方向与栅体两侧轨道内侧间距		10~15mm	



序号	检测项目	质量标准	备注
3	梳栅齿、托污齿形成工作的平面度	$\leq 5.0\text{mm}$	
四、运行机构			
1	各机械部件运行性	平稳无异常	
2	运行噪声	距 1m 处测不大于 85dB	
3	减速器	无漏油	
4	各润滑点油路	畅通	
5	滚动轴承温度	温度不大于 85°C ，温升不大于 35K	
	负荷试验	符合本规范 9.4.2	
五、电气及其他			
1	线路绝缘电阻	不小于 $1.0\text{M}\Omega$	
2	电动机三相电流不平衡度	不大于 10%	
3	电气元件	无异常发热	
4	控制器的触头	无烧灼	
5	其他出厂试验项目	符合出厂验收大纲的要求	

8.3 试运行

8.3.1 现场安装完成后应再次进行空载试运行，并符合按本规范 9.2.2 的规定。

8.3.2 负荷试验应在空载试验合格后进行，负荷试验应满足下列要求：

- 1 清污机加载状态应与实际使用状态一致。
- 2 将质量与设计载荷相同的配重块牢固地固定在总耙齿数一半的相邻齿耙上，每个齿耙上的配重块应分布均匀，配重块的大小不应超过耙齿的范围。
- 3 负荷试验时间连续运行不应小于 4h。
- 4 负荷试验检查项目除空载运行检查项目外，还应做如下检查：



- 1) 电动机应运行平稳，三相电流不平衡度不应大于 10%。
- 2) 检查齿耙管的变形情况，其挠度值不应大于 1/400。卸载后应无永久变形。

8.3.3 回转齿耙式清污机试运行检查项目及质量标准应满足表 8.3.3 要求。

表 8.3.3 回转齿耙式清污机试运行检查项目及质量标准

序号	检查项目	质量标准 (mm)	备注
1	高程安装偏差	±5	
2	水平安装偏差	0.5/m	
3	工作栅安装角度	±2°	
4	栅体间连接	应牢固可靠	
5	纵向和横向中心安装位置偏差	±3	
6	边梁直线度	≤3.0	
7	机架对角线	≤4.0	
8	耙齿插入栅条深度	≥20	
9	梳栅齿、托污齿形成工作的平面度	≤5.0	
10	牵引链条与轨道间隙	4~6	
11	齿耙长度方向与栅体两侧轨道内侧间距	10~15	
12	齿耙回转情况	平稳、无卡阻现象	
13	牵引链条张紧情况	正常	
14	传动部件之间稳定性情况	灵活、平稳、无卡阻现象	
	传动装置和链条及工作齿条安装	传动装置和链条灵活可靠，工作齿条安装平直牢固	
15	防腐外观质量	防腐涂层外观质量无损伤	



16	电动机	运行平稳、三相电流应平衡	
17	电气设备	应无异常发热现象	
18	控制触头	应无烧灼现象	
19	控制设备	应灵敏可靠	
20	机械部件	运转时应无异常声音和冲击声音	
21	构件连接处	应无裂纹、松动或损坏现象，机箱无渗漏油现象	
22	运行噪声	距 1m 处测不大于 85dB	
23	减速器	无漏油	
24	各润滑点油路	畅通	
25	滚动轴承温度	温度不大于 85° C，温升不大于 35K	
26	线路绝缘电阻	不小于 1.0MΩ	
27	电动机三相电流不平衡度	不大于 10%	
28	电气元件	无异常发热	
29	控制器的触头	无烧灼	
30	过载灵敏度可靠性	灵敏、可靠	



9 电气设备

9.1 厂内组装

9.1.1 电气设备组装应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254 的有关规定。

9.1.2 电气元器件的型号、规格应符合设计要求并具有合格证明书；元器件在电气盘、柜内布置应整齐、美观、固定牢固、密封良好、便于拆卸；端子排的安装、接线等应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的规定；二次回路的允许最小电气间隙和爬电距离应符合本规范表 9.1.2 的规定。

表 9.1.2 允许最小电气间隙和爬电距离 (mm)

额定电压 U(V)	电气间隙		爬电距离	
	额定工作电流		额定工作电流	
	≤63A	>63A	≤63A	>63A
U≤60	3.0	5.0	3.0	5.0
60<U≤300	5.0	6.0	6.0	8.0
300<U≤500	8.0	10.0	10.0	12.0

9.1.3 在电气盘柜内组装变频器、可编程控制器、操作面板时，应采取防尘、散热、防潮措施；电气接线应符合设计要求，模拟量接线应采用屏蔽处理；变频器、可编程控制器、操作面板的接地应符合相关标准及产品要求。

9.1.4 电气盘、柜内进线总断路器输入端宜采用铜母线排连接。



9.1.5 电气盘、柜底部应装有接地母线装置，该铜母线截面面积不应小于 5mm × 40mm。安装在户外的电气盘、柜应有防雨措施，安装在震动场所应有防震措施。

9.1.6 电气组装完毕后应对保护元件进行整定，保护动作应准确、可靠；变频器的参数设定应符合设计要求，起升机构应进行电动机参数自整定处理。

9.1.7 清污机电气设备的绝缘电阻应符合国家现行有关标准的规定及设计要求。

9.1.8 电气设备组装完毕后，电气盘、柜应符合下列要求：

1 电气盘、柜结构尺寸，表面质量，元器件型号及安装、布置应符合设计要求。

2 电气盘、柜进行厂内试验时，PLC 程序、变频器、人机界面等功能应符合设计要求。记录试验数据，试验结果应符合设计要求。

9.2 现场安装

9.2.1 电气设备的安装应符合现行国家标准《起重机设计规范》GB/T 3811、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168、《电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范》GB 50256 的有关规定。

9.2.2 电气盘、柜的安装应符合下列要求：

1 应按设计要求就位，调整其水平和垂直度，将电气盘、柜底座与基础固定牢固。

2 单独或成列安装时，其垂直度、水平偏差、盘面偏差等应符合本规范表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 电气盘、柜安装的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差 (mm)
垂直度 (每米范围内)		1.5
水平偏差	相邻两盘顶部	2.0
	成列盘顶部	5.0
盘面偏差	相邻两盘边	1.0



	成列盘面	5.0
	盘间接缝	2.0

3 接地应牢固，电气盘、柜可开启的门应采用专用接地软线与接地的金属构架可靠连接。

9.2.3 电缆桥架、线管、线槽的安装应符合下列要求：

1 电缆线管弯制后，不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于线管外径的 10%；电缆线管布置应水平、竖直，电缆线管的交汇处应采用分线盒处理；电缆线管与金属软管的连接处宜用软管接头连接。

2 电缆桥架、线管、线槽的安装位置应正确，固定牢固，油漆完整；电缆桥架、线管、线槽可点焊在金属构件上；室外清污机的电缆线管管口应有防止雨水进入的措施。

9.2.4 电缆敷设及接线应符合下列要求：

1 电缆敷设时应检查电缆型号、规格、电压等级是否符合设计要求，电缆绝缘应良好，无断芯、短路，表面不应有破损。

2 不同电压等级的电缆宜分开布置，电缆应排列整齐并加以固定，电缆的弯曲半径应符合设计及相关规范的规定，电缆两端应悬挂电缆标志牌，导线应有回路编号，字迹应清晰，不易褪色、脱落。

3 电缆与接线鼻子的连接应压接紧固；电气盘、柜与电气设备的接线应排列整齐，编号清晰，避免交叉，固定牢固；每个端子上导线连接数量一般不超过 2 根。

4 电气盘、柜至电气设备的电缆接线应符合设计要求。

9.2.5 所有电气设备的正常不带电的金属外壳、金属导线管、金属支架、金属线槽、电缆金属外皮等均应可靠接地；通信、信号屏蔽电缆应接地良好；设备应有防雷措施，防雷接地应符合设计及相关规范的规定，大、小车行走机构与轨道之间应有可靠的电气连接及接地措施。

9.2.6 电气设备中可能触及的带电裸露部分，应设有防护措施、安全标志和警示牌。



9.3 现场检测与试验

9.3.1 电气设备检测与试验应符合现行国家标准《电气设备安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的有关规定。

9.3.2 电气设备在室内的防护等级不应低于 IP23,在室外的防护等级不应低于 IP55。

9.3.3 电阻器的绝缘电阻，常温下不应小于 $1M\Omega$ ；电气盘、柜、联动台等成套电气设备的绝缘电阻，一次回路不应低于 $1M\Omega$ ，二次回路不应低于 $1M\Omega$ ，潮湿地区不应小于 $0.5M\Omega$ ；额定电压为 1000V 以下的电动机，常温下的绝缘电阻不应小于 $0.5M\Omega$ 。

9.3.4 清污机的过电流保护、失电压保护、零位保护、相序保护、限位保护、过载保护、超速保护、联锁保护等应符合设计要求。

9.3.5 电气设备应进行控制系统现场试验，试验结果应符合设计及设备运行的功能要求。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



10 验收

10.1 出厂验收

10.1.1 出厂验收前应编制验收大纲。对验收设备进行检查，填写检验记录，检查合格后按验收大纲进行验收。

10.1.4 除本规范规定外，有特殊要求时，应在合同文件中规定，并按规定执行。

10.1.5 验收时，制造厂应提供下列技术资料：

- 1 制造总图、部件装配图。
- 2 预组装检验记录和空运转试验记录。
- 3 主要材料的材质证明文件。
- 4 大型及关键铸、锻件的探伤检验报告和热处理报告。
- 5 焊缝的检验报告及检验记录。
- 6 设计修改通知单和零部件材料代用通知单。
- 7 重大缺陷处理记录与返修后的检验报告。
- 8 主要外购件合格证或质量证明文件，主要外协件的质量检测记录。
- 9 产品使用维护说明书（包括英文原件及中英文译本）。
- 10 安全保护装置型式试验报告。

10.2 安装验收

10.2.1 安装验收前应编制验收大纲，对验收设备进行检查，检查合格后按安装验收大纲进行验收。

10.2.2 安装单位除移交制造厂提供的全部资料外，还应提供下列资料：

- 1 安装竣工图。
- 2 设计修改通知单。
- 3 安装尺寸的最后测定记录和调试记录。
- 4 重大缺陷的处理记录。
- 5 试验报告。



6 有关型式试验报告、安装质量监督检验证书等。

10.3 质量保证期

设备在用户妥善保管、正确安装及使用条件下，制造厂应保证所提供的设备自安装验收合格之日起 12 个月内或自设备交货之日起 24 个月内能正常工作，否则，制造厂应无偿给予修理或更换。

公开
企业标准信息公共服务平台
2021年12月15日 15点11分

公开
企业标准信息公共服务平台
2021年12月15日 15点11分



附录 A 回转齿耙式清污机构件校核

A.0.1 动力系统功率校核

$$P \geq \frac{T \cdot n}{9550} = \frac{kFRi \cdot \frac{v}{\pi Di}}{9550} = \frac{kFv}{19100\pi}$$

式中：

P —额定功率：单位 kW；

T —最大转矩：单位 N/m；

n —电机转速：单位 RPM；

k —安全系数，根据工况一般取 $k=1.2-1.5$ ；

F —最大牵引力：单位 N；

R —牵引链轮半径：单位 m；

v —回转线速度：单位 RPM；

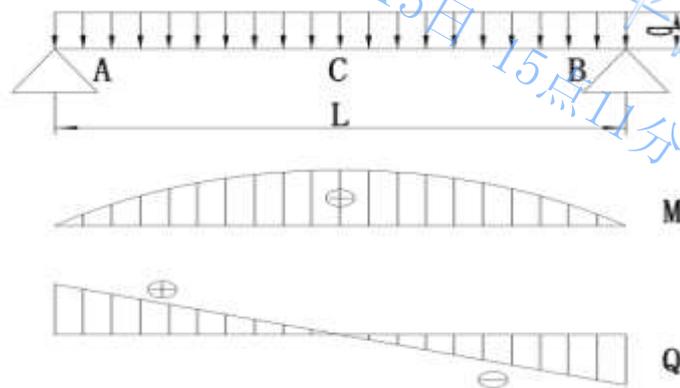
D —牵引链轮直径：单位 m；

i —传动比；

π —圆周率：一般取 $\pi=3.1416$ 。

A.0.2 主梁校核

清污机栅体主梁受力分析如下图所示，一般宜按简支梁考虑。



由图分析，A、B 两点可以看做主梁的支撑点，直接支撑在基础埋件上。由受力分析可知，C 点的受力最大，变形量也最大，其强度校核相关计算公式如下：



$$(1) \text{ 挠度校核: } f_{\max} = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5\rho ghal^4}{384EI}$$

$$(2) \text{ 抗弯校核: } W_z = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{ql^2}{8[\sigma]} = \frac{\rho ghal^2}{8[\sigma]} \leq W_x$$

$$(3) \text{ 剪应力校核: } \tau_{\max} = \frac{Q_{\max} S^*}{Id} = \frac{qlS^*}{2Id} = \frac{\rho ghalS^*}{2Id} \leq [\tau]$$

式中:

f_{\max} —最大变形量: 单位 m ;

q —均布载荷: 单位 N/m ;

l —主梁支撑跨度: 单位 m ;

ρ —水比重: $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$;

g —重力加速度: $g=9.8\text{N}/\text{kg}$;

h —设计压差: 单位 m ;

a —主梁间距: 单位 m ;

E —弹性模量: 钢材一般取 $E=2.06\times 10^{11}\text{Pa}$;

I —惯性矩: 单位 m^4 ;

W —抗弯截面模量: 单位 m^3 ;

M_{\max} —最大弯矩: 单位 kNm ;

$[\sigma]$ —许用弯曲正应力: 单位 Pa ;

τ_{\max} —最大剪应力: 单位 Pa ;

Q_{\max} —最大剪力: 单位 kN ;

S^* —横截面剪切静矩: 单位 m^2 ;

d —型钢腹板厚度: 单位 m ;

$[\tau]$ —许用剪应力: 单位 Pa 。



A.0.3 栅条稳定性校核

栅条整体稳定的临界载荷： $P_L = \frac{28.3}{L^2} \sqrt{EI_y GI_d} \geq KqL$

式中：

L —栅条支撑跨度：单位 cm ；

E —弹性模量：钢材一般取 $E = 2.06 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ；

I_y —栅条截面对轴的惯性矩：单位 cm^4 ；

G —剪切弹性模量：钢材一般取 $G = 0.79 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ；

I_d —栅条截面的抗扭惯性矩： $I_d = h\delta^3/3$ ，单位 cm^4 ；

h —栅条截面高度：单位 cm ；

δ —栅条截面厚度：单位 cm ；

K —安全系数： $K \geq 2$ ；

q —栅条单位长度上得的载荷： $q = \gamma \bullet H \bullet e$ ；

γ —水比重： $\gamma = 1.05 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ ；

H —设计压差：单位 m ；

e —栅条中心距：单位 m 。

A.0.4 牵引链条校核

(1) 链板校核： $f = R_m \bullet A \geq k \bullet f_{\max}$

(2) 销轴校核： $\sigma = R_m \bullet A = R_m \times \pi \times \frac{d^2}{4} \geq k \bullet f_{\max}$

式中：

f —最小截面处最大许用拉力：单位 N ；

R_m —抗拉强度：不锈钢材料一般取 $R_m = 520 \text{ MPa}$ ；

A —最小截面处截面积：单位 m^2 ；

k —安全系数，根据工况一般取 $k = 1.2 - 1.5$

f_{\max} —最大牵引力：单位 N ；

σ —最大许用剪力：单位 N ；



d —销轴直径：单位 m ；

π —圆周率：一般取 $\pi=3.1416$ 。

A.0.5 回转齿耙校核

(1) 集中载荷： $f_c = Pl^3 / 48EI$

(2) 均布载荷： $f_q = 5ql^4 / 383EI$

式中：

f_c —最大集中载荷时齿耙管的最大变形量：单位 m ；

P —许用最大集中载荷：单位 N ；

l —齿耙长度：单位 m ；

E —弹性模量：钢材一般取 $E = 2.06 \times 10^{11} Pa$ ；

I —惯性矩：单位 m^4 ；

q —许用最大均布载荷：单位 N/m

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非要这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

2 本标准中指定应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分



引用标准名录

- 《公差表》 DINISO2768
- 《钢淬透性的末端淬火试验方法（Jominy 试验）》 GB/T225
- 《金属材料洛氏硬度试验第 1 部分试验方法》 GB/T230.1
- 《优质碳素结构钢》 GB699
- 《碳素结构钢》 GB700
- 《不锈钢焊条》 GB/T983
- 《堆焊焊条》 GB/T984
- 《带式输送机滚筒基本参数与方法》 GB/T988
- 《产品几何技术规范（GPS）几何公差、形状、方向、位置和跳动公差标注》
GB/1182(eqvISO1101)
- 《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T1228
- 《钢结构用高强度大六角螺母》 GB/T1229
- 《钢结构用高强度垫圈》 GB/T1230
- 《钢结构用高强度垫圈》 GB/T1231
- 《焊接用钢丝》 GB/T1300
- 《低合金高强度结构钢》 GB1591
- 《碟形弹簧》 GB/T1972
- 《计数抽样检验程序第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样
计划》 GB/T2828.1
- 《中厚钢板超声波检验方法》 GB/T2970
- 《合金结构钢》 GB3077
- 《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》 GB3098.1
- 《紧固件机械性能螺栓粗牙螺纹》 GB3098.2
- 《弹簧钢热轧钢板》 GB3279
- 《金属熔化焊焊接接头射线照相》 GB/T3323



- 《弹簧钢工具钢冷轧钢带》 GB3525
- 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T3632
- 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T3633
- 《金属维氏硬度试验第 1 部分：试验方法》 GB/T4340.1
- 《氩》 GB/T4842
- 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》 GB/T5293
- 《厚度方向性能钢板》 GB/T5313
- 《非合金及细晶粒钢焊条》 GB/T5117 (eqvANSI/AWSA5.1)
- 《热强钢焊条》 GB/T5118 (neqANSI/AWSA5.5)
- 《高锰钢铸件》 GB5680
- 《工业液体二氧化碳》 GB/T6052
- 《金属平均晶粒度测定方法》 GB/T6394
- 《低压成套开关设备》 GB7251.1
- 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》 GB/T8110
- 《灰铸铁件》 GB9439
- 《碳钢药芯焊丝》 GB/T10045
- 《圆柱齿轮精度制第 1 部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》
GB/T10095.1
- 《圆柱齿轮精度制第 2 部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值》
GB/T10095.2
- 《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》 GB10433
- 《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》 GB/T11345
- 《一般工程用铸造碳钢件》 GB11352
- 《低合金钢埋弧焊用焊剂》 GB/T12470
- 《钢的显微组织评定方法》 GB/T13299
- 《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》 GB/T13320
- 《低合金钢药芯焊丝》 GB/T17493
- 《不锈钢药芯焊丝》 GB/T17853



- 《埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂》 GB/T17854
- 《焊接结构的一般尺寸公差和形位公差》 GB/T19804
- 《电气设备安装工程电气设备交接试验标准》 GB50150
- 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB50169
- 《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》 GB50171
- 《电力工程电缆设计规范》 GB50217
- 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》 GB50254
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303
- 《水电水利工程压力钢管制作安装及验收规范》 GB/T50766
- 《水电水利工程金属结构及设备焊接接头衍射时差法超声检测》 DL/T330
- 《焊工技术考核规程》 DL/T679
- 《水电工程施工组织设计规范》 DL/T5397
- 《水电水利工程压力钢管波纹管伸缩节制造安装及验收规范》 DL/T5751
- 《焊接用混合气体氩-二氧化碳》 HG/T3728
- 《承压设备无损检测第 3 部分：超声检测》 JB/T4730.3
- 《承压设备无损检测第 4 部分：超声检测》 JB/T4730.4
- 《大型齿轮、齿圈锻件技术条件》 JB/T6395
- 《大型合金结构钢锻件》 JB/T6396
- 《大型碳素钢结构钢锻件》 JB/T6397
- 《大型低合金结构钢》 JB/T6402
- 《水工金属结构焊工考核规则》 SL35
- 《水电工程钢闸门制造安装及验收规范》 NB/T35045
- 《水电工程清污机制造安装及验收规范》 NB/T35051
- 《焊接用不锈钢丝》 YB/T5092
- 《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》 GB/T14173
- 《水电工程钢闸门设计规范》 NB 35055
- 《水工金属结构焊工考试规则》 SL 35
- 《水工金属结构焊接通用技术条件》 SL36



《水利水电工程启闭机设计规范》SL 41

《水利水电工程钢闸门设计规范》SL74

《水工金属结构防腐蚀规范》SL105

《水工金属结构制造安装质量检验通则》SL582

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分

企业标准信息公共服务平台
公开
2021年12月15日 15点11分