

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 5018 — 2004

代替 DL/T 5018 — 1994

水 电 水 利 工 程
钢 闸 门 制 造 安 装 及 验 收 规 范

**Specification for manufacture installation and
acceptance of steel gate in hydraulic and
hydroelectric engineering**

2004-10-20 发布

2005-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	IV
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 一般规定	5
3.1 技术资料	5
3.2 材料	5
3.3 基准点和测量工具	6
3.4 标志、验收、包装及运输	6
4 焊接	7
4.1 焊接工艺评定	7
4.2 焊工资格	12
4.3 焊接的基本规定	12
4.4 焊缝检验	17
4.5 焊缝返修与处理	19
4.6 焊后消除应力热处理	20
5 螺栓连接	21
5.1 螺孔制备	21
5.2 螺栓制备	22
5.3 螺栓紧固	23
6 表面防腐蚀	24
6.1 表面预处理	24
6.2 表面涂装	24
6.3 涂料涂层质量检查	25
6.4 金属喷涂	26
6.5 金属涂层质量检查	27
7 闸门和埋件制造	28
7.1 零件和单个构件制造	28

7.2	铸钢件和锻件	31
7.3	埋件制造	36
7.4	平面闸门制造	40
7.5	弧形闸门制造	45
7.6	人字闸门制造	50
8	闸门和埋件安装	53
8.1	埋件安装	53
8.2	平面闸门安装	60
8.3	弧形闸门安装	61
8.4	人字闸门安装	62
8.5	闸门试验	65
9	拦污栅制造和安装	67
9.1	拦污栅制造	67
9.2	拦污栅安装	68
10	验收	69
10.1	总则	69
10.2	阶段验收	69
10.3	验收资料	70
附录 A (资料性附录)	常用金属材料性能	71
附录 B (规范性附录)	不锈钢复合钢焊接工艺评定	80
附录 C (规范性附录)	焊接工艺评定力学性能试板的制备、 试样尺寸、试验方法及合格标准	82
附录 D (资料性附录)	焊接工艺指导书和焊接工艺评定 报告推荐格式	89
附录 E (资料性附录)	高强度螺栓连接面无机富锌漆 配方	94
附录 F (规范性附录)	高强度螺栓抗滑移系数和紧固 力矩检测	95
附录 G (规范性附录)	涂装前钢材表面除锈等级	97

附录 H (资料性附录)	大气露点计算表	98
附录 I (资料性附录)	金属涂层厚度和结合性能的检查	99
附录 J (资料性附录)	一般工程与结构用铸钢件	102
附录 K (资料性附录)	优质碳素结构钢和合金结构钢	105
附录 L (规范性附录)	锻件通用技术条件	109
附录 M (资料性附录)	支承滑道常用材料	114
附录 N (资料性附录)	橡胶水封的物理机械性能	117
附录 O (资料性附录)	闸门高强度环氧垫料配制与 特性	118
条文说明		121

前 言

本标准是对 DL/T5018—1994《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》的修订。

本标准与 DL/T5018—1994 版比较有以下一些变化：

- 对焊接工艺评定有关程序和要求，参照美国 ASME 标准“锅炉及压力容器规范”中有关“焊接和钎焊评定”的要求进行了补充和修订，并增加了不锈钢复合钢板和进口钢材焊接工艺评定的规定；
- 将原第 5 章“焊后消除应力热处理”并入第 4 章；
- 调整了高强度螺栓预拉力和拧紧力矩的数值；
- 针对厚浆漆和金属喷涂的要求，调整了金属表面预处理粗糙度指标及涂层检测规定；
- 规定了采用局部火焰加热矫正时最高加热温度；
- 增加了铸钢件和锻件按质量特性重要度分类的规定，增加了各类铸钢件和锻件检验项目及数量的规定；
- 增加了锻件化学成分的允许偏差及不同尺寸分段锻件的力学性能指标；
- 调整和扩大了闸门尺寸分段及其允许偏差；
- 增加了弧形闸门斜支臂及支铰制造安装有关技术要求；
- 增加了平压阀安装及人字门安装有关技术要求；
- 补充了验收工作的一般规定。

本标准颁发实施后代替 DL/T5018—1994 标准。

本标准的附录 B、C、F、G、L 为规范性附录。

本标准的附录 A、D、E、H、I、J、K、M、N、O 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电站金属结构及启闭机标准化技术委员会归口并解释。

本标准主要起草单位：中国葛洲坝集团机电建设有限公司。

本标准参加编写单位：夹江水工机械厂。

本标准主要起草人：王守运、黄祖述、龚建新、王安、林朝晖、梅骏。

引 言

本标准是根据原国家经贸委电力[2000]70号文《关于下达2000年度电力行业标准制、修订计划项目》的安排修订的。

DL/T5018—1994标准自1994年11月颁发至今，已经实施10年，它对满足三峡、二滩为代表的一大批大、中型水电工程数以百万吨计的钢闸门制造安装的技术要求和质量要求起到了很好的作用。随着科学技术的进步和工程经验的积累，按照国家对标准化工作的要求，应该对DL/T5018—1994标准进行必要的修订。

修订工作总结了近年来我国水电水利工程钢闸门制造安装工程科学创新、技术进步及其经验成果，参照了有关国际标准和美、英、德、日等国先进标准的内容，加强了与现行国家标准和行业标准的协调。修订后主要内容的变化如前言所述。

1 范 围

本标准规定了水电水利工程闸门（包括拦污栅，下同）制造、安装的技术要求及验收标准。

本标准适用于大、中型水电水利工程闸门的制造、安装及验收。小型水利水电工程亦可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而构成为本标准的条款，凡是注明日期的引用文件，其随后所用的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 228 金属材料室温拉伸试验方法
- GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法（eqv ISO 148）
- GB/T 232 金属材料弯曲试验方法（eqv ISO 7438）
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 983 不锈钢焊条（neq ANSI/AWS A5.4）
- GB/T 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本形式与尺寸
- GB/T 986 埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸
- GB/T 1182 形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法（eqv ISO 1101）
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值（eqv ISO 2768-2）
- GB/T 1231 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 1591 低合金高强度结构钢（neq ISO 4950）
- GB/T 1800.2 极限与配合 基础 第2部分：公差、偏差和配合的基本规定
- GB/T 1801 极限与配合 公差带与配合的选择（eqv ISO 1829）
- GB/T 2970 中厚钢板超声波检验方法
- GB/T 3077 合金结构钢（neq DIN EN 10083-1）
- GB/T 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级

- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板 (neq JIS G4303)
- GB/T 5117 碳钢焊条 (eqv ANSI/AWS A5.1)
- GB/T 5118 低合金钢焊条 (neq ANSI/AWS A5.5)
- GB/T 5216 保证淬透性结构钢
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂 (eqv ANSI/AWS A5.17)
- GB/T 5680 高锰钢铸件
- GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 铸造表面 (eqv ISO 2632-3)
- GB/T 6402 钢锻件超声波检验方法 (neq JIS G587)
- GB/T 6414 铸件尺寸公差与机械加工余量 (eqv ISO 8062)
- GB 6654 压力容器用钢板
- GB/T 7233 铸钢件超声探伤及质量评级标准 (neq BS 6208)
- GB/T 7659 焊接结构用碳素钢铸件 (neq ASTM A216)
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝 (neq ANSI/AWS)
- GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 (eqv ISO 8501-1)
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 9443 铸钢件渗透探伤及缺陷显示迹痕的评级方法
- GB/T 9444 铸钢件磁粉探伤及质量评级方法
- GB/T 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级
- GB/T 11351 铸件重量公差
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件 (neq ISO 3755)
- GB/T 12470 低合金钢埋弧焊用焊剂 (neq ANSI/AWS A5.23)
- GB/T 14408 一般工程与结构用低合金铸钢件
- GB/T 15056 铸造表面粗糙度 评定方法
- GB/T 15826.1~9 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差 (eqv DIN 7527)

GB/T 16253 承压钢铸件 (eqv ISO 4991)
GB/T 17854 埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂 (eqv JIS Z3324)
DL/T 679 焊工技术考核规程
DL/T 5039 水利水电工程钢闸门设计规范
JB 4730 压力容器无损检测
JB/T 9179.1~8 水压机上自由锻件机械加工余量与公差
SL 35 水工金属结构焊工考核规则

3 一般规定

3.1 技术资料

- 3.1.1 闸门和埋件制造前，应具备下列资料：
- 1 设计图样和技术文件，设计图样包括总图、装配图及零件图；
 - 2 主要钢材、焊材及防腐材料的质量证书；
 - 3 标准件和非标准协作件的质量证书。
- 3.1.2 闸门和埋件安装前应具备下列资料：
- 1 设计图样和技术文件，设计图样包括总图、装配图、零件图、相关的水工建筑物图及闸门与启闭机关系图；
 - 2 闸门出厂合格证；
 - 3 闸门制造验收资料和质量证书；
 - 4 发货清单、到货验收文件及装配编号图；
 - 5 安装用控制点位置图。
- 3.1.3 闸门制造与安装必须按设计图样和文件进行，如需修改应有设计修改通知书，下达设计修改通知书程序应遵照合同有关规定。

3.2 材料

- 3.2.1 闸门使用的钢材必须符合设计图样规定，其性能参照附录 A 中的有关规定，并应具有出厂质量证书。如无质量证书应予复验，复验合格方可使用。
- 3.2.2 钢板如需超声波探伤，则应按 GB/T 2970 标准执行。
- 3.2.3 焊接材料（焊条、焊丝、焊剂）必须具有出厂质量证书。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 GB/T5117、GB/T5118 或 GB/T983 的规定；埋弧焊用焊丝和焊剂应符合 GB/T5293、GB/T12470 或 GB/T17854 的规定；气体保护焊用焊丝应符合 GB/T8110 的规定。

3.3 基准点和测量工具

3.3.1 闸门制造、安装所有的钢尺和测量仪器的精度必须达到下述规定：

- 1 精度不低于 1 级的钢卷尺；
- 2 DJ₂ 级以上精度的经纬仪；
- 3 DS₃ 级以上精度的水准仪；
- 4 测量精度不低于万分之一的全站仪、天顶仪及天底仪。

闸门制造与安装所用量具和仪器应定期由法定计量部门予以检定。

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、牢固和便于使用。

3.4 标志、验收、包装及运输

3.4.1 闸门和埋件制造安装的验收应按第 10 章“验收”有关规定进行验收。

3.4.2 闸门应有标志，标志内容必须包括：

- 1 制造厂名或厂标；
- 2 产品名称；
- 3 产品型号或主要技术参数
- 4 制造日期；
- 5 闸门重心位置及总重量。

3.4.3 闸门的门叶应分节编号，加工面应有可靠保护；埋件可成捆包装并用钢架栓紧；附件应成套装箱。

3.4.4 闸门起吊时应防止构件损坏或变形；装车时应摆放平稳、位置适中、加固可靠；超长、超宽、超高件运输应悬挂危险警示牌，注意保护道路、桥梁、通信、电力等设施安全。

4 焊 接

4.1 焊 接 工 艺 评 定

4.1.1 在制造与安装闸门前,应由施焊单位根据闸门结构特点和质量要求编制对焊接提供指导的、经过评定的焊接工艺规程。

4.1.2 焊接工艺评定是通过对焊接接头的力学性能或其他性能的试验验证焊接工艺规程的正确性和合理性。

4.1.3 焊接工艺评定一般过程是:拟定焊接工艺指导书,施焊试件和制取试样,检验试件和试样,测定焊接接头是否具有所要求的使用性能,提出焊接工艺评定报告对拟定的焊接工艺指导书进行评定。

4.1.4 焊接工艺评定所用设备、仪表应处于正常工作状态,钢材、焊材必须符合相应标准,应由施焊单位持有合格证书、技能熟练的人员焊接试件。

4.1.5 评定对接焊缝焊接工艺时,采用对接焊缝试件;评定角焊缝焊接工艺时,采用角焊缝试件或对接焊缝试件;评定组合焊缝(角焊缝加对接焊缝)焊接工艺时,采用对接焊缝试件,当组合焊缝构件要求全焊透时,应增加组合焊缝试件。

4.1.6 焊接工艺因素分为重要因素、补加因素和次要因素。

重要因素是指影响焊接接头的抗拉强度和弯曲性能的焊接工艺因素。

补加因素是指影响焊接接头冲击韧性的焊接工艺因素,当规定进行冲击试验时,需增加补加因素。

次要因素是指对要求测定的力学性能无明显影响的焊接工艺因素。

4.1.7 改变焊接方法,需重做焊接工艺评定。

4.1.8 当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;亦可使用两种或两种以上焊接方法或焊接工艺进行组

合评定。

组合评定合格后可以采用其中一种或几种焊接方法或焊接工艺，但应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。

4.1.9 不锈钢复合钢板焊接工艺评定试件采用不锈钢复合钢板制备。不锈钢复合钢板的焊接工艺评定应遵照附录 B 有关规定。

4.1.10 为减少焊接工艺评定数量，根据母材的化学成分，力学性能和焊接性能进行分类、分组，可按表 4.1.10 规定。

表 4.1.10 母材分类

钢种	类别	组别	钢号	相应标准号
碳素钢	I	1	Q235	GB/T 700
			20R	GB 6654
低合金钢	II	1	Q345 (16Mn、16Mnq)	GB/T 1591
			16MnR	GB 6654
		2	Q390	GB/T 1591
			(15MnV、15MnTi)	GB/T 1591
不锈钢	III	1	0Cr18Ni9	GB/T 4237
			1Cr18Ni9	
			0Cr18Ni9Ti	
			1Cr18Ni9Ti	
		2	0Cr13Ni5Mo	
			00Cr22Ni5Mo3N	

4.1.11 国外钢材首次使用时应对每个钢号进行焊接工艺评定。当已掌握该钢号焊接性能，其化学成分、力学性能与表 4.1.10 中某钢号相当，且某钢号已进行焊接工艺评定时，该进口钢材可免做焊接工艺评定。

4.1.12 符合下列情况之一者，可不再重作焊接工艺评定：

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，可不再重作“评定”。

2 按表 4.1.10 对钢材分类，类别 II 的高组别钢材的“评定”可代替低组别钢材评定。

3 同组别钢材的“评定”可互相替代。

4.1.13 不同类别钢材组成的焊接接头，即使两者都已分别进行过工艺评定，仍应重新评定。但类别为 II 与 I 组成的焊接接头，母材为 II 的焊接工艺评定合格后，可不再重做焊接工艺评定。

4.1.14 评定合格的对接焊缝试件的焊接工艺适用于焊件的母材厚度和焊缝金属厚度的有效范围应符合表 4.1.14 规定。

表 4.1.14 焊接工艺适用于焊件的母材厚度和焊缝金属厚度的有效范围

mm					
适用范围 母材强度等级	试件母材厚度 δ 及试件焊缝 金属厚度 t^a	适用于焊件母材 厚度范围		适用于焊件焊缝 金属厚度范围	
		最小值	最大值	最小值	最大值
标准抗拉强度 下限值大于 540MPa	$1.5 \leq \delta(t) \leq 8$	1.5	$2t$, 且不大于 12	不限	$2t$, 且不大于 12
	$\delta(t) \geq 8$	0.75δ	1.5δ	不限	$1.5t$
标准抗拉强度 下限值小于 540MPa	$1.5 < \delta(t) < 10$	1.5	2δ	不限	$2t$
	$10 < \delta < 38$	5	2δ	不限	$2t$
	$\delta \geq 38$	5	200^b	不限	$2t(t < 20)$
	$\delta \geq 38$	5	200^b	不限	$200^b(t \geq 20)$
a: t 指一种焊接方法（或焊接工艺）在试件上所熔敷的焊缝金属厚度。					
b: 限于焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊的多道焊。					

4.1.15 对接焊缝试件或角焊缝试件评定合格的工艺用于焊接角焊缝时，焊接厚度的有效范围不限。

4.1.16 已进行过焊接工艺评定，但改变下列重要因素之一者，应重新进行评定：

- 1 改变焊条牌号中前两位数字，焊丝牌号，焊剂牌号；
- 2 预热温度比评定合格值降低 50°C 以上；
- 3 改变保护气体种类、混合保护气体比例、取消保护气体以

及从单一的保护气体改用混合保护气体；

4 改变熔化极气体保护焊过渡模式从喷射弧、熔滴弧或脉冲弧为短路弧或反之。

4.1.17 如与已做的焊接工艺评定的重要因素相同，只是增加或改变下述任何一个补加因素时，可按增加或改变的补加因素，增焊冲击韧性试件进行试验：

- 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功的药芯焊丝代替具有较高吸收功的药芯焊丝；
- 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 最高层间温度比评定记录值高 50℃ 以上；
- 6 增加线能量或单位长度焊道的熔敷金属体积已超出评定合格的范围；
- 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 埋弧焊或熔化极气体保护焊由单丝焊改为多丝焊或反之。

4.1.18 如与已做的焊接工艺评定中的重要因素和补加因素都相同，仅改变下述次要因素时，只需修改焊接工艺指导书，不必重新进行焊接工艺评定：

- 1 坡口形式；
- 2 坡口根部间隙；
- 3 取消单面焊时的钢衬板；
- 4 增加或取消非金属或非熔化的金属焊接衬垫；
- 5 焊条及焊丝直径；
- 6 除向上立焊外的所有焊接位置；
- 7 需做清根处理的根部焊道向上立焊或向下立焊；
- 8 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；

- 9 电流值或电压值；
- 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。

4.1.19 板材对接焊缝试件力学性能评定项目和试样数量详见表 4.1.19。试板的制备、试样尺寸、试验方法和合格标准见附录 C 所示。

表 4.1.19 板材对接焊缝试件力学性能评定项目和试样数量表

接头型式	试件厚 (δ) mm	拉伸与弯曲试验				冲击试验	
		拉伸	面弯	背弯	侧弯	焊缝区	热影响区
对接	$\delta < 20$	2	2	2		3	3
	$\delta \geq 20$	2			4	3	3

注 1: 当试件焊缝两侧的母材之间或焊缝金属和母材之间的弯曲性能有明显差别时, 宜改用纵向弯曲试验代替横向弯曲试验, 纵向弯曲只取面弯及背弯试样各 2 个。
注 2: 当母材厚度大于 20mm 时, 可用 4 个侧弯试样代替 2 个面弯, 2 个背弯试样。
注 3: 要求做冲击韧性试验时, 试样数量为热影响区和焊缝上各取 3 个, 异种钢接头每侧热影响区分别取 3 个, 焊缝取 3 个。采用组合焊接方法 (工艺) 时冲击试样中应包括每种方法 (工艺) 的焊缝金属和热影响区。

4.1.20 板材组合焊缝及角焊缝的试件详见附录 C。试件应作焊缝外观检查, 并按 JB4730 中有关渗透探伤的规定进行表面缺陷检查。然后将试件切成 5 段, 进行横断面宏观金相检查。

4.1.21 焊接工艺评定后, 由焊接责任工程师填写焊接工艺评定报告作出综合结论, 评定合格的焊接工艺文件才能用于生产, “焊接工艺评定报告” 格式参见附录 D。

4.2 焊工资格

4.2.1 从事闸门一、二类焊缝焊接的焊工必须按 SL35、DL/T 679 或《锅炉压力容器管道焊工考试与管理规则》考试合格，具有经水利、电力主管部门或国家有关部门签发的焊工考试合格证。

4.2.2 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。

4.3 焊接的基本规定

4.3.1 焊缝按其质量特性重要度分为三类。

一类焊缝：

- 1 组成闸门主梁、边梁、臂柱的腹板及翼缘板的对接焊缝；
- 2 闸门及拦污栅吊耳板、吊杆的对接焊缝；
- 3 闸门主梁腹板与边梁腹板和翼缘板连接的组合焊缝或角焊缝；主梁翼缘板与边梁翼缘板连接的对接焊缝；
- 4 转向吊杆的组合焊缝及角焊缝；
- 5 人字闸门端柱隔板与主梁腹板及端板的组合焊缝。

二类焊缝：

- 1 闸门面板的对接焊缝；
- 2 拦污栅主梁、边梁的腹板、翼缘板对接焊缝；
- 3 闸门主梁、边梁、臂柱的翼缘板与腹板的组合焊缝及角焊缝；
- 4 闸门吊耳板与门叶的组合焊缝或角焊缝；
- 5 主梁、边梁与门叶面板的组合焊缝或角焊缝；
- 6 臂柱与连接板的组合焊缝或角焊缝。

三类焊缝：

不属于一、二类焊缝的其他焊缝都为三类焊缝（设计有特殊要求者例外）。

4.3.2 焊接闸门和埋件各类焊缝所选用焊条、焊丝、焊剂应与所

施焊的钢种相匹配，选用时可参照表 4.3.2 规定。

4.3.3 异种结构钢焊接时，焊接材料按强度低的钢材选用或按图纸规定；焊接工艺按强度高的钢材选用。

4.3.4 在下述环境条件下，焊接处应有可靠的防护屏障和保温措施，否则应禁止施焊：

- 1 风速：气体保护焊大于 2m/s，其他焊接方法大于 8m/s；
- 2 相对湿度大于 90%；
- 3 雨雪环境；
- 4 环境温度：碳素结构钢-20℃；低合金结构钢-10℃；中合金结构钢 0℃。

4.3.5 闸门和埋件组装完毕，经验查合格后，方可施焊。施焊前，应将坡口及其两侧 10mm~20mm 范围内的铁锈、熔渣、油垢、水迹等清除干净。

4.3.6 焊接材料应按下列要求保管和烘焙：

1 焊条、焊丝、焊剂应放置于通风、干燥的专设库房内，其温度保持在 5℃以上，相对湿度不大于 60%；

2 制造厂或施工现场宜建立现场焊条库，焊条由专人保管、烘焙和发放，并应及时做好烘焙实测温度和焊条发放及回收记录，烘焙温度和时间应严格按焊条说明书规定进行；

3 烘焙后的焊条应保存在 100℃~150℃的恒温箱内，药皮应无脱落和明显的裂纹；

4 施焊时，待用的电焊条应放在具有电源的保温筒中，随焊随取，并随手盖好筒盖；焊条在保温筒内的时间不宜超过 4h，否则应重新烘焙，重复烘焙次数不宜超过两次；

5 埋弧焊焊剂中如有杂物混入，应对焊剂进行清理，或全部更换，使用前将焊剂放在不低于 260℃ 的烘箱中干燥 1h；

6 焊丝在使用前应清除铁锈和油污；

7 各种气体保护焊的保护气体和混合气体，其露点温度不高于-40℃。

4.3.7 定位焊应符合下列规定：

1 定位焊工艺和对焊工的要求与正式焊缝相同；

2 对规定预热的焊缝，定位焊时应在焊缝中心两侧 150mm 范围内进行预热，预热温度较规定预热温度高出 20℃~30℃；

3 定位焊起始位置应距焊缝端部 30mm 以上，定位焊长度应在 50mm 以上，间距为 100mm~400mm，厚度不宜超过正式焊缝厚度的二分之一，且最厚不超过 8mm，定位焊的引弧和熄弧点应在坡口内，严禁在母材其他部位引弧（正式焊缝焊接也严禁在母材其他部位引弧）；

4 定位焊缝上的裂纹、气孔、夹渣等缺陷均应清除。

4.3.8 工卡具定位板及其他临时构件的焊接和拆除应符合下列规定：

1 对需要预热焊接的焊缝，焊接工卡具等构件时应按第 4.3.7 条中第 2 款的规定进行预热；

2 工卡具等构件焊接时，引弧和熄弧点均应在工卡具等构件上；

3 工卡具等构件拆除时，严禁用锤击法，应用氧—乙炔火焰或碳弧气刨在离工件母材表面 3mm 左右处切除，并不得损伤工件母材。切除后再用砂轮磨平，并认真检查有无微裂纹。

4.3.9 为防止产生裂纹，闸门的一、二类焊缝预热温度可由斜 Y 型坡口焊接裂纹试验确定或按有关规定进行，常用钢号推荐的预热温度见表 4.3.9。焊接时的层间温度不应低于预热温度，且不高于 200℃。

表 4.3.9 一、二类焊缝预热温度 °C

板厚 mm	Q235 20R	Q345 16MnR(16Mn、16Mnq)	Q390 (15MnV、15MnTi)	不锈钢及 复合不锈钢
25~30	—	—	40~80	—
30~38	—	80~100	80~100	60~80
38~50	80~120	100~120	100~150	100~200

注 1: 对不需预热的焊缝, 当母材温度低于 0°C 时也应预热到 20°C 方能焊接;
注 2: 异种钢焊接, 其预热温度按强度较高的钢材确定。

4.3.10 预热时需配置带温控的加热设备对母材均匀加热, 预热区的宽度应为焊缝中心线两侧各 3 倍板厚, 且不少于 100mm, 其温度测量宜用表面测温计, 在距焊缝中心线两侧各 50mm 处对称测量, 每条焊缝测量点不应少于 3 对。

4.3.11 厚度大于 36mm 的低合金钢, 宜采取后热消氢处理。后热应在焊后立即进行, 后热温度为 250°C~350°C, 保温时间不少于 1h。焊后立即进行消除应力热处理者可不作后热消氢处理。

4.3.12 为减少焊接变形和焊接应力, 根据结构的特点和坡口形式, 选择合理的焊接顺序及采用跳焊、分段退步焊和多层多道焊或采取预留反变形等措施。对封闭焊缝或刚性较大的工件, 焊接中间焊层时可配合锤击消除应力。

4.3.13 要求焊透的焊缝双面焊接时, 单面焊接后应用碳弧气刨或砂轮进行背缝清根, 并将清根侧的定位焊全部清除。如用碳弧气刨清根, 清根后应用砂轮修整, 并认真检查有无缺陷。对需预热焊接的焊缝, 清根前应预热。

4.3.14 焊件组装后局部间隙超过 8mm, 但长度不大于该焊缝长度的 15%, 允许在坡口两侧或一侧按焊缝同样工艺作堆焊处理, 但应符合下列规定:

- 1 严禁在间隙内填入金属材料;
- 2 堆焊时逐层表面探伤, 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增加无损探伤。

4.3.15 在焊缝两端设置引弧板和熄弧板时,引弧板和熄弧板的焊接和拆除应符合第 4.3.8 条规定。

4.3.16 焊接完毕,焊工应进行自检。一、二类焊缝自检合格后,应在焊缝附近用钢印打上焊工代号(高强钢用记号笔),做好记录。

4.4 焊 缝 检 验

4.4.1 所有焊缝均应进行外观检查,外观质量应符合表 4.4.1 规定。

表 4.4.1 焊缝外观质量 mm

序号	项 目		焊缝类别		
			一	二	三
			允许缺陷尺寸		
1	裂纹		不允许		
2	表面夹渣		不允许		深 $\leq 0.1\delta$, 长 0.30δ , 且 < 15
3	咬边		深度 $\leq 0.5\text{mm}$; 连续咬边长度 \leq 焊缝总长的 10%, 且 ≤ 100 ; 两侧咬边累计长度 \leq 该焊缝总长的 15%; 角焊缝 $\leq 20\%$		≤ 1
4	表面气孔		不允许	直径 $\leq 1.0\text{mm}$ 的气孔在每米范围内允许 3 个, 间距 ≥ 20	直径 $\leq 1.5\text{mm}$ 的气孔在每米范围内允许 5 个, 间距 ≥ 20
5	焊缝余高 Δh	手工焊	$\delta \leq 12$ $12 < \delta \leq 25$ $25 < \delta \leq 50$ $\delta > 50$	$\Delta h = 0 \sim 1.5$ $\Delta h = 0 \sim 2.5$ $\Delta h = 0 \sim 3$ $\Delta h = 0 \sim 4$	0~2 0~3 0~4 0~5
		埋弧焊	0~4		0~5
6	对接接头焊缝宽度	手工焊	盖过每边坡口宽度 2~4, 且平缓过渡		
		埋弧焊	盖过每边坡口宽度 2~7, 且平缓过渡		

表 4.4.1 (续)

mm

序号	项 目	焊缝类别		
		一	二	三
		允许缺陷尺寸		
7	角焊缝厚度不足(按设计焊缝厚度计)	不允许	$\leq 0.3+0.05\delta$, 且 ≤ 1 , 每 100 焊缝长度内缺陷总长度 ≤ 25	$\leq 0.3+0.05\delta$, 且 ≤ 2 , 每 100 焊缝长度内缺陷总长度 ≤ 25
8	角焊缝 焊脚 K	手工焊	$K < 12_{-1}^{+2}$	$K > 12_{-1}^{+3}$
		埋弧焊	$K < 12_{-1}^{+3}$	$K > 12_{-1}^{+4}$

4.4.2 无损检测人员必须持有我国水利、电力行业及无损检测协会无损检测人员资格鉴定工作委员会签发的, 并与其工作相适应的资格证书。评定焊缝质量应由 II 级或 II 级以上的检测人员担任。

4.4.3 焊缝内部缺陷探伤可在射线或超声波探伤中任选一种。表面裂纹检查可选用渗透或磁粉探伤。

4.4.4 焊缝无损探伤长度占全长的百分比不少于表 4.4.4 规定, 但如图样、设计文件另有规定, 则按图样、设计文件规定执行。

表 4.4.4 无损探伤长度占全长百分数

钢种	板厚 mm	射线探伤 %		超声波探伤 %	
		一类	二类	一类	二类
碳素钢	< 38	15	10	50	30
	≥ 38	20	10	100	50
低合金钢	< 32	20	10	50	30
	≥ 32	25	10	100	50

注: 局部探伤部位应包括全部丁字缝及每个焊工所焊焊缝的一部分。

4.4.5 焊缝局部无损探伤如发现有不允许缺陷时, 应在其延伸方向或可疑部位作补充检查; 如补充检查不合格, 则应对该条焊缝进行全部检查。

4.4.6 射线探伤按 GB/T 3323 标准评定, 检验等级为 AB 级, 一

类焊缝不低于Ⅱ级合格，二类焊缝不低于Ⅲ级合格。超声波探伤按 GB/T 11345 标准评定，检验等级可选作 B 级，一类焊缝Ⅰ级为合格，二类焊缝Ⅱ级为合格。

4.4.7 对有延迟裂纹倾向的钢材无损探伤应在焊接完成 24h 以后进行。

4.4.8 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%，最大不超过 2mm，但长度不大于该焊缝长度的 15%。

4.4.9 板材的组合焊缝，如设计无特殊焊透要求，腹板与翼缘板的未焊透深度不应大于板厚的 25%，最大不超过 4mm。

4.4.10 由大厚度板材组成的一、二类角型焊缝或组合焊缝，应增加焊缝表面检测。

4.5 焊缝返修与处理

4.5.1 焊缝发现有不允许的缺陷时，应进行分析，并找出原因，制订返修工艺后方可返修处理。

4.5.2 焊缝缺陷应根据钢材种类选用碳弧气刨或砂轮进行清理，并用砂轮修磨成便于焊接的坡口。返修前要认真检查，如缺陷为裂纹，则应用磁粉或渗透探伤，确认裂纹已经消除，方可返修。

4.5.3 当返修的焊缝需要预热、后热，则返修前应按第 4.3.7 条中的第 2 款规定预热，返修后按第 4.3.11 条规定进行后热处理。

4.5.4 焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次。超过两次以上返修时，应查明原因，制定可靠的返修工艺措施，并经单位技术负责人批准，方可返修处理。返修后的焊缝，应进行探伤检查。

4.5.5 在母材上严禁有电弧擦伤，如有擦伤应用砂轮将擦伤处作打磨处理，并检查有无微裂纹。

4.6 焊后消除应力热处理

4.6.1 闸门及预埋件是否进行焊后消除应力热处理和采用热处理方法应根据母材的化学成分、焊接性能、厚度及焊接接头的约

束程度、使用条件按设计图样或技术条件规定执行。

4.6.2 焊件宜作整体消除应力热处理，由于条件限制，允许分段或局部热处理，但局部热处理的加热宽度，在焊缝中心两侧应不小于3倍的板厚。

4.6.3 消除应力热处理的温度应按图样规定或经焊接工艺评定确定，碳素钢与低合金钢的加热温度不宜超过580℃~620℃。

4.6.4 焊件在炉内整体热处理的加热速度、恒温时间及冷却速度应符合下列要求：

1 焊件入炉时，炉内温度应低于300℃；

2 加热速度：升温至300℃，加热速度不应超过 $220 \times \frac{25}{\delta_{\max}}$ °C/h，且小于或等于220°C/h，式中 δ_{\max} 为最大板厚（mm）；

3 恒温时间：保温时间可按每毫米2min~2.5min，且不小于30min，保温时各部温差不得超过50℃；

4 冷却速度：恒温后的冷却速度不应超过 $260 \times \frac{25}{\delta_{\max}}$ °C/h，且小于或等于260°C/h，式中 δ_{\max} 为最大板厚（mm）；

5 炉温降至300℃以下焊件才能出炉空冷。

4.6.5 整体或局部热处理后，应提供热处理曲线及消除应力的效果及硬度测定记录。

5 螺栓连接

5.1 螺孔制备

5.1.1 普通螺栓或高强度螺栓的孔径比螺栓公称直径大 1mm~3mm，螺孔应配钻，或用钻模钻孔，螺栓孔应具有 GB/T 1800.2 中 IT14 级精度要求。

5.1.2 为防止构件钻孔时出现位移，应选最远孔距先扩钻全部孔数 10% 的销钉孔（且不少于 2 个），并打入销钉。销钉直径与孔径应符合 GB/T 1801 中 H7/k6 的配合要求。

5.1.3 构件配钻后，螺栓与螺栓孔的允许偏差应符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 螺栓与螺栓孔的允许偏差 mm

序号	名称	公称直径及允许偏差							
		12	16	20	(22)	24	(27)	30	
1	螺栓	公称直径	12	16	20	(22)	24	(27)	30
		允许偏差	±0.43		±0.52			±0.84	
2	螺栓孔	直径	13.5	17.5	22	(24)	26	(30)	33
		允许偏差	+0.43 0		+0.52 0			+0.84 0	
3	不圆度（最大和最小直径之差）	1.0			1.50				
4	中心线倾斜度	应不大于板厚的 3%，且单层板不得大于 2.0，多层板叠组合不得大于 3.0							

5.1.4 使用高强度螺栓连接的构件表面，为使抗滑移系数值保持规定值，在表面除锈后，宜热喷涂锌、铝、铝合金和涂刷无机富锌漆。无机富锌漆配方可参照附录 E。

5.1.5 闸门使用高强度螺栓的连接面，安装前应按设计要求复验制造厂所附试件的抗滑移系数，检测合格后方可安装施工，试件应与闸门连接板同时制作。连接摩擦面的抗滑移系数检测方法参

见附录 F.1。

5.2 螺 栓 制 备

5.2.1 普通螺栓与高强度螺栓，根据连接件工作特性、布置条件，按不同强度等级选用，并应符合表 5.2.1 规定，其螺母垫圈按相应的强度级别组合选用。

表 5.2.1 螺栓的选用

螺栓的强度级别			螺 母			螺栓与螺母 按强度级别组合	
级别	MPa	推荐材料牌号	级别	MPa	推荐材料牌号	螺母	螺栓
4.6	400	15、Q235	4	400	10、Q215	4	4.6、4.8
4.8		10、Q215	4				
5.6	500	25、35	5	500	10、Q215	5	5.6、5.8
5.8		15、Q235	5				
6.8	600	35、Q345	6	600	15、Q235	6	6.8
*8.8	800	35、45、40B	8	800	35	8H	8.8S
*10.9	1000	20MnTiB、35VB	10	1000	35、45、15MnVB	10H	10.9S
注 1：表中性能级别中小数点前的数字为 $\sigma_{\text{bmin}}/100$ ，小数点后的数字为屈强比 $\sigma_{\text{Smin}}/\sigma_{\text{bmin}}$ 的 10 倍。 注 2：“*”为高强度螺栓。 注 3：高强度螺栓配套的垫圈 HRC35~45、推荐材料 45 号或 35 号钢。							

5.2.2 普通螺栓材料性能应符合 GB/T 700 或 GB/T 699 的规定。螺栓、螺母和垫圈都应该妥善保管，防止锈蚀和丝扣损伤。

5.2.3 高强度大六角螺栓应符合 GB/T 1231。高强度连接副应注明规格，分箱保管，使用前严禁任意开箱。

5.2.4 高强度大六角头螺栓连接副在施工前按出厂批号复验扭矩系数，其平均值应达到设计规定值后才能使用。不同性能等级的高强度螺栓规定的施工预紧力、施工扭矩及检查扭矩的计算公式可参照附录 F.2。

5.3 螺 栓 紧 固

5.3.1 钢结构连接用的普通螺栓的最终合适紧度宜为螺栓拧断力矩的 50%~60%，并应使所有螺栓拧紧力矩保持均匀。

5.3.2 高强度螺栓拧紧，分为初拧和终拧。初拧扭矩为规定力矩值的 50%，终拧到规定力矩。拧紧螺栓应从中部开始对称向两端进行。

5.3.3 测力扳手在使用前，应检查其力矩值，并在使用过程中定期复验。

5.3.4 经检验合格的高强度连接副，应按设计要求涂漆防锈，并在连接处缝隙及时用腻子封闭。

6 表面防腐蚀

6.1 表面预处理

- 6.1.1 预处理前，应将闸门表面整修完毕，并将金属表面铁锈、氧化皮、油污、焊渣、积水等附着物清除干净。
- 6.1.2 表面预处理应采用喷射或抛射除锈，所用磨料表面应清洁干净。喷射用的压缩空气应经过滤，除去油、水。
- 6.1.3 闸门表面除锈等级应符合 GB/T 8923 中规定的 Sa2.5 级，使用照片目视对照评定。GB/T 8923 标准中的各除锈等级要求见附录 G。除锈后，表面粗糙度数值对常规防腐涂料应为 $Ry40\mu m \sim Ry70\mu m$ ；对厚浆型重防腐涂料及金属热喷涂为 $Ry60\mu m \sim Ry100\mu m$ 。用表面粗糙度专用检测量具或比较样块进行检测。
- 6.1.4 闸门埋件的表面，其埋入混凝土一侧除锈等级制造厂内可按 GB/T 8923 中规定的 Sa1 级，除锈后涂刷结合力强的改性水泥胶浆，在安装前除去表面氧化皮后埋入混凝土内。其露出混凝土的表面仍按 Sa2.5 级除锈等级进行。

6.2 表面涂装

- 6.2.1 除锈后，钢材表面应尽快涂装底漆，在潮湿天气应在 4h 内涂装完毕；如在晴天和较好的天气条件下，最长也不应超过 12h。
- 6.2.2 涂装的涂料应符合设计图纸规定，涂装层数、每层厚度、逐层涂装间隔时间、涂料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说明书规定执行。
- 6.2.3 闸门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车间底漆，以免坡口生锈。焊接后，对焊缝区进行二次除锈，用人工

涂刷或小型高压喷漆机喷涂料，达到规定厚度。

6.2.4 闸门出厂前应涂底漆及面漆。最后一道面漆宜在安装后完成，至于安装焊缝两侧 100mm~200mm 范围内，也应留待安装后涂装。如采用金属热喷涂复合保护系统，除金属涂层及封闭涂料由工厂完成外，其最后一道面漆宜在安装后完成。

6.2.5 在下述施工条件下不得进行涂装：

- 1 空气相对湿度超过 85%；
- 2 施工现场环境温度低于 10℃；
- 3 钢材表面温度低于大气露点 3℃ 以上。大气露点计算表见附录 H。

6.3 涂料涂层质量检查

6.3.1 每层漆膜涂装前应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，可用湿膜测厚仪测定涂层厚度。

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

6.3.3 涂层质量应符合下述规定：

1 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。漆膜最小厚度值不低于设计厚度的 85%。

2 如使用厚浆型涂料应用针孔检测仪，按设计规定电压值检测漆膜针孔，检测可在闸门主梁与纵隔板围成的各区域中根据闸门重要程度抽查其中的 10%~20%。在一个区域中应取不少于 5 个检测点，每处测试的检查探测距离保持 300mm 左右。在检测区域中，如只有 20% 以下发现针孔，该区域全部合格。所发现的针孔，需用砂纸或砂轮机打磨补涂。

3 漆膜附着力检查：

- 1) 当漆膜厚度大于 120 μm 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，然后沿垂直方向快速撕起胶带，涂层应无剥落为合格；

- 2) 当漆膜厚度小于 120 μm 时，可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，根据 GB/T 9286 按表 6.3.3 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 漆膜的检查

级别	检查结果
0	切割的边缘完全是平滑的，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，明显大于 35%，但划格区受影响明显不大于 65%
5	甚至按第 4 类也识别不出其剥落程度

6.4 金属喷涂

6.4.1 金属喷涂用的金属丝应符合下列要求：

锌丝的含锌量应大于 99.99%；

铝丝的含铝量应大于 99.5%；

锌铝合金的含铝量应为 13%~35%，其余为锌；

铝镁合金的含镁量应为 4.8%~5.5%，其余为铝；

金属丝应光洁、无锈、无油、无拆痕，且直径为 $\phi 2.0\text{mm}$ ~ $\phi 3.0\text{mm}$ 。

6.4.2 金属涂层的厚度根据工作环境及闸门结构按设计图样要求执行；也可根据不同喷涂材料按下述厚度施工：

1 喷铝层、锌铝、稀土铝混合金属宜取 100 μm ~120 μm ；

2 喷锌层宜取 120 μm ~150 μm ；

3 喷铝镁混合金属层宜取 100 μm ~120 μm 。

6.4.3 除锈后, 钢材表面应尽快喷涂, 一般应在 2h 内喷涂, 如在晴天和较好的大气条件下最长也不应超过 8h。

6.4.4 金属表面喷涂的施工条件必须满足第 6.2.5 条规定。

6.4.5 喷涂应力求均匀, 喷束应互相垂直交叉覆盖。

6.4.6 涂层经检查合格后, 根据使用要求按设计图样规定的涂料进行封闭, 涂装前将涂层表面灰尘清理干净, 涂装宜在涂层尚有余温时进行。

6.5 金属涂层质量检查

6.5.1 涂层表面应有均匀的外观, 不能有夹杂物、起皮、孔洞、凹凸不平、粗颗粒、掉块及裂纹等缺陷, 遇有少量夹杂, 可用小刀剔刮; 如缺陷面积较大应铲除重喷。

6.5.2 金属喷涂层的厚度测量, 采用磁性测厚仪测定磁性基体上无磁性涂层厚度的方法见附录 I。

6.5.3 金属涂层的结合性能检测采用切格试验法进行。试验结果在方格形式切样内不能出现金属与基底剥离的现象。检测方法参见附录 I。

7 闸门和埋件制造

7.1 零件和单个构件制造

7.1.1 制订零件和单个构件的制造工艺时，应充分考虑到焊接收缩量、机械加工部位的切削余量。

7.1.2 用钢板或型钢下料而成的零件，其未注公差尺寸的极限偏差应符合表 7.1.2 规定。

表 7.1.2 零件的极限偏差 mm

基本尺寸	极限偏差	
	切割	刨（铣）边缘
≤1000	±2.0	±0.5
>1000~2000	±2.5	±1.0
>2000~3150	±2.5	±1.5
>3150	±3.0	±2.0

7.1.3 切割钢板或型钢，其切断口表面形位公差及表面粗糙度要求：

1 钢板或型钢切断面为待焊边缘时，切断面应无对焊接头质量有不利影响的缺陷；断面粗糙度 $Ra \leq 50\mu\text{m}$ ；长度方向的直线度公差应不大于边棱长度的 $0.5/1000$ ，且不大于 1.5mm ；厚度方向的垂直度公差：当板厚 $\delta \leq 24\text{mm}$ 时，不大于 0.5mm ； $\delta > 24\text{mm}$ 时，不大于 1.0mm 。若局部存在少量较深的割痕时，允许采用电焊方法进行焊补，但焊补必须严格遵守本标准有关焊接的规定，焊补后应磨平。

2 钢板或型钢切断面为非焊接边缘时，切断面应光滑、整齐、无毛刺；长度方向的直线度公差应不大于表 7.1.2 中尺寸公差的一半；厚度方向的垂直度公差应不大于厚度的 $1/10$ ，且不大于 2.0mm 。

7.1.4 焊接接头坡口的基本形式和尺寸应符合 GB985 和 GB986

有关规定。

7.1.5 钢板零件的边棱之间平行度和垂直度公差为相应尺寸公差的一半。

7.1.6 零件经矫正后，钢板的平面度、型钢的直线度、角钢肢的垂直度、工字钢和槽钢翼缘的垂直度及其扭曲应符合表 7.1.6 的规定。

表 7.1.6 零件形位公差

mm

序号	名称	简图	公差		
1	钢板、扁钢平面度 (t)		在 1m 范围内: $\delta \leq 4: t < 2.0$ $\delta > 4 \sim 12: t < 1.5$ $\delta > 12: t < 1.0$		
2	角钢、工字钢、槽钢的直线度		长度的 1/1000 但不大于 5.0		
3	角钢肢的垂直度 (Δ)		$\Delta \leq b/100$		
4	工字钢、槽钢翼缘的垂直度 (Δ)		$\Delta \leq b/30$ 且 $\Delta \leq 2.0$		
5	角钢、工字钢、槽钢扭曲度 (e)		型钢长度 L	型钢高度 H	
				≤ 100	> 100
			≤ 2000	$e \leq 1.0$	$e \leq 1.5$
			> 2000	$e = \frac{0.5}{1000} L$	$e = \frac{0.75}{1000} L$
		$e \leq 2.0$			

7.1.7 单个构件拼装的尺寸公差和形位公差应符合表 7.1.7 中的有关规定。构件在焊接之后若发生变形，应予矫正，经矫正好的单

个构件的形状公差应符合表 7.1.7 中有关规定。

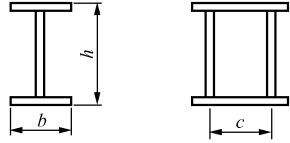
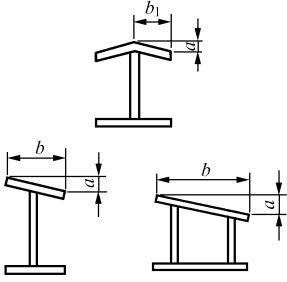
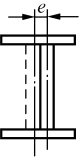
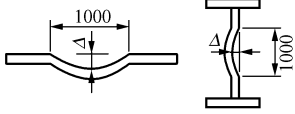
表 7.1.7 构件拼装公差		mm	
序号	名称	简图	公差或极限偏差
1 2 3	构件宽度 b 构件高度 h 腹板间距 c		± 2.0
4	翼缘板对腹板的垂直度 a		$a \leq b_1/150$, 且不大于 2.0 $a \leq 0.003b$, 且不大于 2.0
5	腹板对翼缘板中心位置的偏移 e		2.0
6	腹板的局部平面度 Δ		每米范围内不大于 2.0
7	扭曲		长度不大于 3m 的构件, 应不大于 1.0; 每增加 1m, 递增 0.5, 且最大不大于 2.0

表 7.1.7 (续)

序号	名 称	简 图	公差或极限偏差
8	正面（受力面） 弯曲度		构件长度的 1/1500， 且不大于 4.0
9	侧面弯曲度		构件长度的 1/1000， 且不大于 6.0

7.1.8 零件和单个构件变形，可以采用机械方法矫正，也可以采用局部火焰加热矫正法。若采用局部火焰加热矫正，应严格控制加热区的温度不超过 650℃(呈暗红色)。

7.2 铸钢件和锻件

7.2.1 铸钢件和锻件应根据零件的受力情况、重要性程度、工作条件进行分类：

I 类铸钢件和锻件：

用于承受复杂应力和冲击振动及重负载工作条件下的零件。这类零件如果失效或损坏会直接产生严重后果，发生等级事故，或危及人身安全，或导致系统功能失效。

II 类铸钢件和锻件：

用于承受固定的重负载和较小的冲击振动工作条件下的零件。这类零件如果失效或损坏可能直接影响到其他零件、部件的损坏和失效，影响到某一部分的正常工作，但不会导致等级事故和危及人身安全，不导致系统工作的失效。

III 类铸钢件和锻件：

用于承受固定的负载，但不受冲击和振动工作条件下的零件。这类零件损坏只会引起局部出现故障。

IV 类铸钢件和锻件：

用于承受负载不大、不计算强度、安全系数较大的零件。

V 类铸钢件和锻件：

除以上 4 类之外的铸钢件和锻件。

7.2.2 各类铸钢件的检验项目按表 7.2.2 规定。

表 7.2.2 铸钢件的检验项目

铸件类别	单铸试件			铸钢件					
	化学成分	力学性能 σ_b 、 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 、 δ_5 、 ψ	硬度	尺寸公差	重量公差	粗糙度	表面质量	无损检测	气密性
I类	√	√	√	√	√	√	√	√	○
II类	√	√	√	√	√	√	√	√	○
III类	√	○	√	○	○	—	√	○	—
IV类	√	—	—	—	—	—	—	—	—
V类	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 1：“√”表示必须检验的项目；“○”表示仅按设计要求才检验的项目；“—”表示不检验的项目。

注 2：单铸试块应符合 GB11352 中图 1 的要求，批量划分按炉次分。

7.2.3 除本标准另有规定外，一般工程与结构用铸钢的牌号及其铸件的技术条件应符合 GB/T11352 或 GB/T14408 的规定；铸焊结构用铸钢的牌号及其铸件的技术条件应符合 GB/T7659 的规定；承受压力铸钢的牌号及其铸件的技术条件应符合 GB/T16253 的规定；承受冲击负荷下耐磨损高锰钢的牌号及其铸件的技术条件应符合 GB/T5680 的规定。

一般工程用铸造碳钢件和低合金铸钢件的化学成分和力学性能应参见附录 J 的规定。

7.2.4 铸造 I、II 类铸钢件时，其冶炼方法和铸造工艺应符合以下规定：

1 铸钢宜采用电弧炉或感应电炉冶炼，必要时应进行炉外精炼，去除液态金属中的气体和夹杂物，以净化金属，改善铸钢质量。

2 铸造用材料的选择、型（芯）砂及涂料的配制，应满足铸件长尺寸、大面积及高结构的特征要求。

3 制订浇注工艺时,宜进行计算机模拟铸态显示试验,以验证铸造工艺。

7.2.5 除非设计另有规定者外,铸钢件可以用焊接方法进行修补。

焊补前需将缺陷全部清除干净,露出致密金属表面,坡口面应修整圆滑,不得有尖角存在;对于裂纹类缺陷,为防止裂纹扩展,应开止裂孔,并采用磁粉探伤或渗透探伤方法对焊补区进行检验,以证实缺陷被全部清除;对于焊接性能较差或裂纹倾向较大的铸钢件,焊补前应进行预热,焊补过程中预热区的温度应不低于选用预热温度的下限;焊补后应进行消除应力热处理,必要时在焊补过程中应进行中间热处理。

焊补应严格遵照本标准有关焊接的规定。

当焊补坡口深度超过壁厚的 20%或 25mm 或坡口面积大于 65cm^2 时,被认为是重大焊补。重大焊补应征得设计同意并报监理批准;重大焊补必须有焊补技术记录,及时、正确、真实地记录焊补过程的实际情况。

铸钢件在最终性能热处理之后不得再进行焊补。

7.2.6 碳钢和合金钢铸件可采用退火、正火或淬火+回火处理,高锰钢铸件应进行水韧处理。

7.2.7 铸钢件表面粗糙度应采用 GB/T6060.1 规定的样块进行比较检查,按 GB/T15056 规定的方法进行评定,并满足设计图样的规定。

7.2.8 铸钢件的尺寸和机械加工余量的数值、确定方法及检验评定规则应符合 GB/T6414 的规定。

铸件重量公差的数值、确定方法及检验规定应符合 GB/T 11351 的规定。

7.2.9 铸钢件的表面质量:

1 铸钢件表面应清理干净,修整飞边与毛刺,去除补贴、粘砂、氧化铁皮及内腔残余物。

2 浇冒口的残根应清除干净、平整。

3 铸钢件表面不应有裂纹、冷隔和缩松等缺陷，加工面上允许存在机械加工余量范围内的表面缺陷。

7.2.10 铸钢件的内部质量：

I、II类铸钢件应按 GB/T7233 进行内部质量检验和评定，I类铸钢件的关键部位质量等级应符合 2 级标准，II类铸钢件的关键部位应符合 3 级标准。

7.2.11 每个铸钢件应在合适的非加工面铸造或打印标志，标志的内容包括制造厂名或代号、熔炼炉号或检验批号。

7.2.12 铸钢件应按批提供质量证明书，内容包括：订货合同号，铸件名称及设计图号，铸钢牌号，熔炼炉号、批号，热处理类型，各项检验结果及标准编号。

7.2.13 锻件用的钢棒、钢锭或钢坯应是镇静钢，其牌号、技术要求、试验方法及检验规则应符合 GB/T699 或 GB/T3077 的要求，其化学成分和力学性能应遵照附录 K 的规定。要求保证淬透性的锻件的牌号、技术要求、试验方法及检验规则应符合 GB/T5216 的要求。锻件用钢必须具有出厂合格证书，必要时可提出探伤、低温韧性、晶粒度、夹杂物及金相组织等补充试验要求。

7.2.14 各类锻件的检验项目及数量应符合表 7.2.14 的规定。

表 7.2.14 锻件的检验项目

锻件级别	试验项目及检验数量				组批条件
	化学成分	硬度	拉伸 (σ_b 、 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 、 δ_5 、 ψ)	冲击 (A_k)	
I	每一炉号	100%	100%	100%	逐件检验
II	每一炉号	100%	每批抽 2%，但不少于 2 件	每批抽 2%，但不少于 2 件	同钢号、同热处理炉次
III	每一炉号	100%	—	—	同钢号、同热处理炉次

表 7.2.14 (续)

锻件级别	试验项目及检验数量				组批条件
	化学成分	硬度	拉伸 (σ_b 、 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 、 δ_5 、 ψ)	冲击 (A_k)	
IV	每一炉号	每批抽 5%，但不少于 5 件	—	—	同钢号、同热处理炉次
V	每一炉号	—	—	—	同一钢号
注 1：每批锻件应由同一图样锻成，也可由不同图样锻造但形状和尺寸相近的锻件组批。 注 2：按百分比计算检验数量后，不足 1 件的余数应算为 1 件。 注 3：I、II 级锻件的硬度值不作为验收的依据。					

锻件的化学成分允许偏差、锻件的力学性能（纵向）、及锻件径向、横向、切向力学性能允许降低的百分比应遵照附录 L 有关规定。

7.2.15 锻造使用的水压机、锻锤等设备应具有足够的能量，以保证锻透；锻造采用钢锭或钢坯，其主截面部分的锻造比不得小于 3（电渣重熔钢不得小于 2），采用钢棒材，锻造比不得小于 1.6；毛坯的加热、始锻和终锻温度及锻件的冷却应按有关工艺规定执行，并作好技术记录。

7.2.16 锻件的机械加工余量与公差应符合 GB/T15826.1~9 规定或 JB/T9179.1~8 的规定。

7.2.17 锻件表面不应有裂纹、缩孔、折叠、夹层及锻伤等缺陷。需机械加工的表面若有缺陷，其深度不应超过单边机械加工余量的 50%。

7.2.18 发现有白点的缺陷应予报废，且与该锻件同一熔炉号、同炉热处理的锻件均应逐个进行检查。

7.2.19 I、II 类锻件应按照 GB/T6402 进行内部质量检验和评定，I 类锻件关键部位的质量等级应符合 2 级标准，II 类锻件关键部位应符合 3 级标准。

7.3 埋 件 制 造

7.3.1 除本标准另有规定外，预埋在各类闸室中的钢结构件，包括底槛、主轨、副轨、反轨、止水座板、门楣、侧轮导板、侧轨、铰座钢梁和具有止水要求的胸墙及钢衬制造公差应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 具有止水要求的埋件公差 mm

序号	项 目	公 差	
		构件表面未经加工	构件表面经过加工
1	工作面直线度	构件长度的 1/1500 且不大于 3.0	构件长度的 1/2000, 且不大于 1.0
2	侧面直线度	构件长度的 1/1000 且不大于 4.0	构件长度的 1/2000, 且不大于 2.0
3	工作面局部平面度	每米范围内不大于 1.0, 且不超过 2 处	每米范围内不大于 0.5, 且不超过 2 处
4	扭 曲	长度小于 3.0m 的构件, 应不大于 1.0; 每增加 1.0m, 递增 0.5, 且最大不大于 2.0	
注 1: 工作面直线度, 沿工作面正向对应支承梁腹板中心测量。 注 2: 侧向直线度, 沿工作面侧向对应焊有隔板或筋板处测量。 注 3: 扭曲系指构件两对角线中间交叉点处不吻合值。			

7.3.2 没有止水要求的胸墙和钢衬制造公差应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 没有止水要求的埋件公差 mm

序号	项 目	公 差
1	工作面直线度	构件长度的 1/1500, 且不大于 3.0
2	侧面直线度	构件长度的 1/1500, 且不大于 4.0
3	工作面局部平面度	每米范围内不大于 3.0
4	扭曲	长度小于 3.0m, 应不大于 2.0, 每增加 1.0m, 递增 0.5, 且不大于 3.0
注: 同表 7.3.1。		

7.3.3 平面链轮闸门主轨承压凹槽及承压板加工应不低于 GB/T1800 标准 IT8 级精度要求, 凹槽底面的直线度应符合表 7.3.3 的规定。

当设计要求对主轨承压板进行表面热处理时, 热处理工艺不但应满足表面硬度要求, 同时应满足硬度分布要求。

承压板装配在主轨上之后, 接头的错位应不大于 0.1mm, 主轨承压面的直线度公差应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 主轨凹槽底面和承压面公差 mm

主轨长度	公差	
	主轨凹槽底面	主轨承压面
≤1000	0.15	0.20
>1000~2500	0.20	0.30
>2500~4000	0.25	0.40
>4000~6300	0.30	0.50
>6300~10000	0.40	0.60

7.3.4 高水头弧门(包括采用液控伸缩式和偏心铰压紧式止水的弧门)采用突扩式门槽时, 侧轨上止水座基面的曲率半径允许偏差为±2.0mm, 其偏差方向应与门叶面板外弧的曲率半径偏差方向一致; 一般弧形闸门门槽上侧止水板和侧轮导板的中心曲率半径允许偏差为±3.0mm。

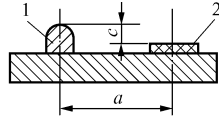
7.3.5 门槛和门楣的长度允许偏差为 $^{+0}_{-4.0}$ mm, 如门槛不是嵌于其他构件之间, 则允许偏差为±4.0mm; 胸墙的宽度允许偏差为 $^{+0}_{-4.0}$ mm, 对角线相对差应不大于 4.0mm。

7.3.6 焊接主轨的不锈方钢、止水板与主轨面板组装时应压合, 局部间隙应不大于 0.5mm, 且每段长度不超过 100mm, 累计长度不超过全长的 15%。铸钢主轨支承面(踏面)宽度尺寸允许偏差为±3.0mm。

7.3.7 当止水板布置在主轨上时, 任一横断面的止水板与主轨轨

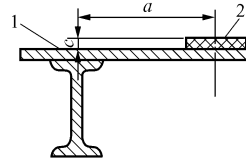
面的距离 c 的允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，止水板中心至轨面中心的距离 a 的允许偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ，止水板与主轨轨面的相互关系见图 7.3.7。

7.3.8 当止水板布置在反轨上时，任一横断面的止水板与反轨工作面的距离 c 允许偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ，止水板中心至反轨工作面中心距离 a 允许偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ ，止水板与反轨工作面的相互关系见图 7.3.8。



1—主轨轨面（承压加工面）；
2—止水板（加工面）

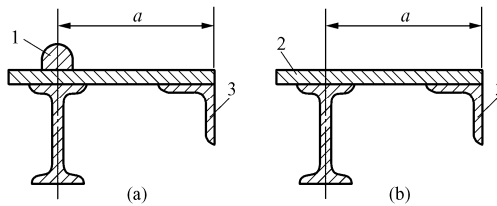
图 7.3.7 止水板与主轨面的相互关系



1—反轨工作面（指与反轮接触部位，系非加工面）；2—止水板（加工面）

图 7.3.8 止水板与反轨工作面的相互关系

7.3.9 护角如兼作侧轨，其与主轨轨面（或反轨工作面）中心距离 a 允许偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ ，其与主轨轨面（或反轨工作面）的垂直度公差应不大于 $\pm 1.0\text{mm}$ （见图 7.3.9）。



1—主轨轨面；2—反轨；3—护角

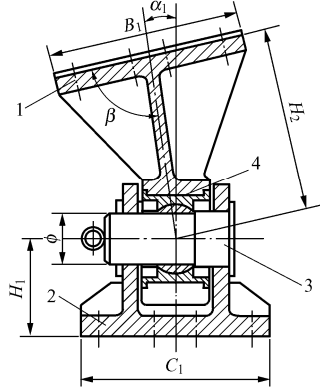
图 7.3.9 护角与主轨（反轨）的相互关系

7.3.10 支铰的铰链和铰座平面的平面度公差、铰链轴孔和铰座

轴孔的同轴度公差应符合 GB1184 中 B 级精度要求，其表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu\text{m}$ ；铰链与支臂的连接螺孔宜采用模板套钻。

斜支臂的铰链平面应与支臂夹角角平分线垂直，支臂夹角角平分线的倾斜角应符合设计图样要求。

采用自润滑关节轴承时，支铰轴和铰链孔的尺寸精度应满足轴承配合的要求。球形支铰如图 7.3.10 所示。



1—铰链；2—铰座；3—轴；4—关节轴承

图 7.3.10 球形支铰

7.3.11 分节制造的构件，应在制造厂进行预组装，预组装可以立拼，也可以卧拼，但必须符合下列规定：

- 1 各构件之间的装配关系、几何形状应符合设计图样。
- 2 整体几何尺寸及公差应符合本标准第 8 章有关规定。
- 3 转铰式止水装置应转动灵活，无卡阻现象。
- 4 相邻构件组合件的错位应符合下列规定：
 - 1) 链轮门主轨承压面应不大于 0.1mm。
 - 2) 其他经过加工的应不大于 0.5mm。
 - 3) 未经加工的应不大于 2.0mm。

5 预组装检验合格后，应在埋件的工作面和止水面显著标记中心线，应在节间组合面两侧 150mm 处标定检查线，必要时应设置定位装置，并按本标准有关规定进行编号和包装。

7.4 平面闸门制造

7.4.1 除本标准另有规定外，平面闸门门叶制造、组装的公差或极限偏差应符合表 7.4.1 的规定。

表 7.4.1 平面闸门的公差或极限偏差 mm

序号	项目	门叶尺寸	公差或极限偏差	备注
1	门叶厚度 b	≤ 1000 $> 1000 \sim 3000$ > 3000	± 3.0 ± 4.0 ± 5.0	
2 ^a	门叶外形高度 H 门叶外形宽度 B	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	± 5.0 ± 8.0 ± 10.0 ± 12.0 ± 15.0	
3	对角线相对差 $ D_1 - D_2 $	取门高或门宽中尺寸较大者： ≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	3.0 4.0 5.0 6.0 7.0	
4	扭曲	≤ 10000 > 10000	3.0 4.0	

表 7.4.1 (续)

序号	项目	门叶尺寸	公差或极限偏差	备注
5 ^b	门叶横向直线度 f_1		$B/1500$, 且不大于 6.0	
6 ^b	门叶竖向直线度 f_2		$H/1500$, 且不大于 4.0	
7	两边梁中心距	≤ 10000 $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	± 3.0 ± 4.0 ± 5.0 ± 6.0	
8	两边梁平行度 $ l'-l $	≤ 10000 $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	3.0 4.0 5.0 6.0	
9	纵向隔板错位		3.0	
10	面板与梁组合面的局部间隙		1.0	
11	面板局部平面度	面板厚度 δ : ≤ 10 $> 10 \sim 16$ ≥ 16	每米范围内不大于 5.0 4.0 3.0	
12	门叶底缘直线度		2.0	
13	门叶底缘倾斜值 $2C$		3.0	
14	两边梁底缘平面 (或承压板)平面度		2.0	
15	节间止水板平面度		2.0	
16	止水座面平面度		2.0	
17	止水座板至支承座面的距离		± 1.0	
18	侧止水螺孔中心至门叶中心距离		± 1.5	
19	顶止水螺孔中心至门叶底缘距离		± 3.0	
20	底水封座板高度		± 2.0	

表 7.4.1 (续)

序号	项目	门叶尺寸	公差或极限偏差	备注
21	自动挂钩定位孔 (或销)中心距		±2.0	
<p>注 a: 门叶宽度 B 和高度 H 的对应边之差应不大于相应尺寸公差的一半(本规定适用于其他形式的闸门)。</p> <p>注 b: 门叶横向直线度通过各横梁中心线测量, 竖向直线度通过两边梁中心线测量。门叶整体弯曲应力求凸向迎水面, 如出现凸向背水面时, 其直线度公差应不大于 3.0mm; 但图样有规定时, 应符合图样规定。</p>				

7.4.2 平面链轮闸门门叶焊接完毕之后, 为了保证门叶整体形状和几何尺寸的稳定, 宜进行消除应力处理。

当设计图样要求对门叶进行机加工时, 应满足下列要求:

- 1 相应平面之间距离允许偏差为 ±0.5mm。
- 2 门叶两侧与承载走道相接触的表面平面度应不大于 0.3mm。
- 3 平行平面的平行度公差应不大于 0.3mm。
- 4 各机械加工面的表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu\text{m}$ 。经加工后的梁系翼缘板板厚应符合设计图样尺寸, 局部允许偏差为 -2.0mm。

7.4.3 平面链轮闸门的主要零部件(滚轮、承载走道、非承载走道)的制造应满足下列要求:

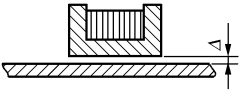
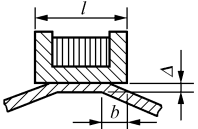
- 1 主要零部件的毛坯材料应满足本标准有关规定。
- 2 主要零部件尺寸公差可参照 GB1800 按 IT6~IT8 级精度选用, 其表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ 。
- 3 当设计要求对承载走道进行表面热处理时, 热处理工艺不但应满足表面硬度要求, 同时应满足硬度分布要求。

7.4.4 滚轮和轴套应按图样要求的配合公差加工: 轴套内孔公差带按 GB1801 规定应不低于 H8 级精度要求, 其圆柱度公差为尺寸公差的 1/2; 滚轮组装好后, 应转动灵活, 无卡滞现象, 滚轮踏面圆跳动可按 GB1182 规定应不低于 9 级精度要求。

7.4.5 滑道支承和轴承材料应符合设计图样的规定，常用的压合胶木、增强（填充）四氟板材、铜塑复合材料、自润滑铜合金支承材料的物理机械性能及技术要求参见附录 M。

7.4.6 滑道支承夹槽底面与门叶表面的间隙应符合表 7.4.6 的规定。

表 7.4.6 滑道支承夹槽底面与门叶表面的间隙 mm

序号	间隙性质	间隙数值	
		接触表面未经加工	接触表面经过加工
1	贯穿间隙 	Δ 应不大于 1.0, 每段长度不超过 200, 累计长度不大于滑道全长的 20%	Δ 应不大于 0.3, 每段长度不超过 100, 累计长度不大于滑道全长的 15%
2	局部间隙 	$\Delta \leq 0.5, b \leq l/10$ (累计长度不大于滑道全长的 50%)	$\Delta \leq 0.3, b \leq l/10$ (累计长度不大于滑道全长的 25%)

7.4.7 闸门的主支承行走装置或反向支承装置组装时，应以止水座面为基准面进行调整。所有滚轮或支承滑道应在同一平面内，其平面度允许公差为：当滚轮或滑道的跨度小于或等于 10m 时，应不大于 2.0mm；跨度大于 10m 时，应不大于 3.0mm。每段滑道至少在两端各测一点，同时滚轮对任何平面的倾斜应不超过轮径的 2/1000。

7.4.8 滑道支承与止水座基准面的平行度允许公差为：当滑道长度小于或等于 500mm 时，应不大于 0.5mm；当滑道长度大于 500mm 时，应不大于 1.0mm。相邻滑道衔接端的高低差应不大于 1.0mm。

7.4.9 滚轮或滑道支承跨度的允许偏差应符合表 7.4.9 的规定，同侧滚轮或滑道的中心线极限偏差应不大于 2.0mm。

表 7.4.9 支承跨度极限偏差 mm

序号	跨 度	极限偏差	
		滚轮	滑道支承
1	≤5000	±2.0	±2.0
2	>5000~10000	±3.0	±2.0
3	>10000	±4.0	±2.0

7.4.10 在同一横断面上，滚轮或主支承滑道的工作面与止水座面的距离允许偏差为±1.5mm；反向支承滑块或滚轮的工作面与止水座面的距离允许偏差为±2.0mm。

7.4.11 闸门吊耳应以门叶中心线为基准，单个吊耳允许偏差为±2.0mm，双吊点闸门两吊耳中心距允许偏差为±2.0mm。闸门吊耳孔的纵向、横向中心线允许偏差为±2.0mm，吊耳、吊杆的轴孔应各自保持同心，其倾斜度应不大于 1/1000。

7.4.12 平面闸门的整体组装：

1 一般平面闸门不论整体或分节制造，出厂前应进行整体组装（包括主支承装置、反向支承装置、侧向支承装置及充水装置的组装），组装应在自由状态下进行，如节间系焊接连接的，则节间允许用连接板连接，但不得强制组合。检查结果应符合本节中有关规定，且其组合处的错位应不大于 2.0mm。

2 平面链轮闸门承载走道跨度极限偏差应符合表 7.4.12 规定。

表 7.4.12 承载走道跨度极限偏差 mm

跨 距	极限偏差
≤5000	±1.0
>5000~10000	±2.0
>10000	±3.0

链条组装好后，应活动灵活、无卡滞现象。门叶水平放置时，每个链轮与承载走道面应接触良好，接触长度应不小于链轮长度的 80%，局部间隙应小于 0.10mm。门叶处在工作位置时，应检查链轮与下部端走道之间的距离（下弛度）并满足设计的要求。

反轮、侧轮及橡胶水封的组装应以承载走道上的链轮所确定的平面和中心为基准进行调整与检查，检查结果应符合本节有关规定，且其组合处的错位应不大于 1.0mm。

3 检查合格后，应明显标记门叶中心线、边柱中心线及对角线测点，在组合处两侧 150mm 作供安装控制的检查线，设置可靠的定位装置并进行编号和标志。

7.5 弧形闸门制造

7.5.1 除本标准另有规定外，弧形闸门门叶制造、组装的公差与极限偏差应符合表 7.5.1 的规定。

表 7.5.1 弧形闸门公差与极限偏差 mm

序号	项 目	门叶尺寸	公差或极限偏差		备 注
			潜孔式	露顶式	
			1	门叶厚度 b	

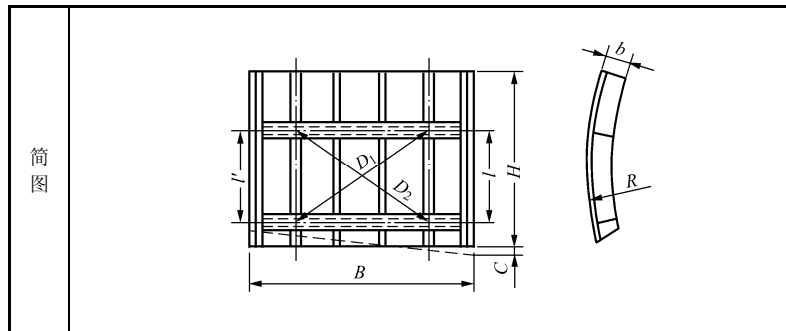


表 7.5.1 (续)

序号	项 目	门叶尺寸	公差或极限偏差		备 注
			潜孔式	露顶式	
2	门叶外形高度 H 和外形宽度 B	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ $> 10000 \sim 15000$ > 15000	± 5.0 ± 8.0 ± 10.0 ± 12.0	± 5.0 ± 8.0 ± 10.0 ± 12.0	
3	对角线相差 $ D_1 - D_2 $	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	3.0 4.0 5.0	3.0 4.0 5.0	在主梁与支臂 组合处测量
4	扭曲	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	2.0 3.0 4.0	2.0 3.0 4.0	在主梁与支臂 组合处测量
		≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	3.0 4.0 5.0	3.0 4.0 5.0	在门叶四角测 量
5	门叶横向直线度	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	3.0 4.0 5.0	6.0 7.0 8.0	通过各主、次 横梁或横向隔板 的中心线测量
6	门叶纵向弧度与 样尺的间隙		3.0	6.0	通过各主、次 纵梁或纵向隔板 的中心线, 用弦 长 3.0m 的样尺 测量
7	两主梁中心距		± 3.0	± 3.0	
8	两主梁平行度 $ l' - l $		3.0	3.0	
9	纵向隔板错位		2.0	2.0	
10	面板与梁组合面 的局部间隙		1.0	1.0	
11	面板局部与样尺 的间隙	板厚 δ : $> 6 \sim 10$ $> 10 \sim 16$ > 16	每米范围不大于		
			5.0 4.0 3.0	6.0 5.0 4.0	
12	门叶底缘直线度		2.0	2.0	
13	门叶底缘倾斜值 $2C$		3.0	3.0	

表 7.5.1 (续)

序号	项 目	门叶尺寸	公差或极限偏差		备 注
			潜孔式	露顶式	
14	侧止水座面平面度		2.0	2.0	
15	顶止水座面平面度		2.0	2.0	
16	侧止水螺孔中心至门叶中心距离		±1.5	±1.5	
17	顶止水螺孔中心至门叶底缘距离		±3.0	±3.0	
注：当门叶宽度、两边梁中心距及其直线度与侧止水有关时，其偏差值应符合图样规定。					

7.5.2 在高水头下运行，采用突扩式门槽的弧门或有局部开启要求的弧门，当弧门面板、门叶与支臂组合面、支臂与铰链组合面需进行机加工时，门叶除按表 7.5.1 中潜孔式弧门各项要求从严控制进行制造和检查之外，加工后的门叶面板外弧的曲率半径允许偏差为±2.0mm，其偏差方向应与侧轨止水座基面的曲率半径偏差方向一致；加工后的板厚应符合设计图样尺寸，局部允许偏差-2.0mm。其表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu\text{m}$ ，经机加工后弧门形状公差应符合表 7.5.2 的规定。

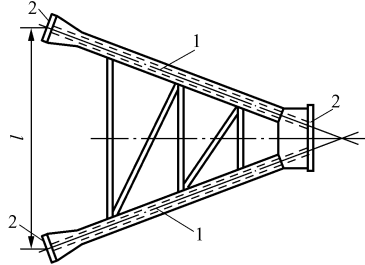
表 7.5.2 形状公差 mm

序号	项 目	尺 寸	公 差
1	门叶横向直线度	≤1000	0.5
		>1000~1600	0.8
		>1600~2500	1.0
		>2500~4000	1.2
		>4000~6300	1.5
		>6300~10000	2.0
2	各组合面的平面度	≤630	0.25
		>630~1000	0.3
		>1000~1600	0.4
		>1600~2500	0.5

7.5.3 弧门吊耳的位置偏差及吊耳孔纵向、横向中心线的偏差应符合第 7.4.11 条的规定。

7.5.4 支臂（见图 7.5.4）组装的极限偏差应符合下列规定：

1 臂柱下料时，应留有焊接收缩量 and 调整余量，在弧门整体组装时再修正，保证其长度最后能满足铰链轴孔中心至面板外缘半径的要求。



1—臂柱；2—连接板

图 7.5.4 支臂

- 2 臂柱作为单个构件制造的极限偏差应符合表 7.1.7 的规定。
- 3 支臂开口处弦长 l 的极限偏差应符合表 7.5.4 的规定。

表 7.5.4 支臂开口处弦长极限偏差 mm

序号	支臂开口处弦长 l	极限偏差
1	≤ 4000	± 2.0
2	$> 4000 \sim 6000$	± 3.0
3	> 6000	± 4.0

4 直支臂的侧面扭曲，应不大于 2.0mm。反向弧门支臂两侧对水平面的垂直度应不大于 1/1000。

5 斜支臂组装应以臂柱中心线夹角平分线为基准线，臂柱腹板应与门叶主梁腹板形成水平连接，支臂连接板应与基准线垂直，上、下臂柱腹板在垂直于基准线的剖面的扭角应用样板检查，样

板间隙应不大于 2.0mm，臂柱补强板应根据计算扭角大小预折成形，不得强制装配。

7.5.5 弧门出厂前，应进行整体组装和检查，检查的部位见图 7.5.5，其偏差除应符合本节中有关规定外，并应符合下列要求：

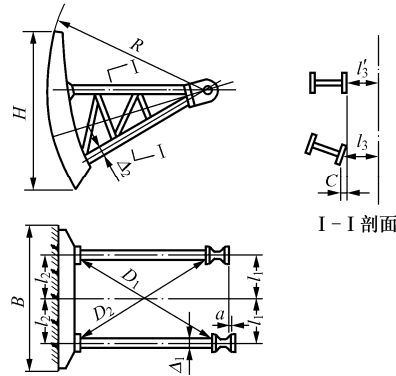


图 7.5.5 弧门整体组装检查的部位

1 两个铰链轴孔的同轴度公差 a 应不大于 1.0mm，每个铰链轴孔的倾斜度应不大于 1/1000。

2 铰链中心至门叶中心距离 l_1 的极限偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

3 臂柱中心与铰链中心的不吻合值 Δ_1 ，应不大于 2.0mm；臂柱腹板中心与主梁腹板中心的不吻合值 Δ_2 ，应不大于 4.0mm。

4 支臂中心至门叶中心距离 l_2 (在支臂开口处) 的允许偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

5 支臂与主梁组合处的中心至支臂与铰链组合处的中心对角线相对差 $|D_1 - D_2|$ 应不大于 3.0mm。

6 在上、下两臂柱夹角平分线的垂直剖面上，上、下臂柱侧面的位置度公差 $C = |l_3 - l'_3|$ ，应不大于 5.0mm。

7 铰链轴孔中心至面板外缘的半径 R 的偏差：露顶式弧门极限偏差 $\pm 7.0\text{mm}$ ，两侧相对差应不大于 5.0mm；潜孔式弧门极限

偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ ，两侧相对差应不大于 2.0mm ；采用突扩式门槽的高水头弧门极限偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ，其偏差应与门槽侧轨止水座基面内弧曲率半径偏差方向一致，两侧相对差不大于 1.0mm 。

8 臂柱两端与门叶、铰链连接板组合面之间应平整密贴，接触面应不少于 75% ；连接螺栓紧固后，用 0.3mm 塞尺检查，连续可插入部位应不大于 100mm ，累计长度应不大于周长的 75% ；极少数点的最大间隙应不大于 0.8mm 。

9 组合处错位应不大于 2.0mm 。

10 组装检查合格后，应明显标记门叶中心线，对角线测控点，在组合处两侧 150mm 作供安装控制的检查线，设置可靠的定位装置，并进行编号和标志。

7.6 人字闸门制造

7.6.1 人字闸门门叶制造、组装的公差或极限偏差，应符合表7.6.1的规定。

表 7.6.1 人字闸门公差或极限偏差 mm

序号	项 目	门叶尺寸	公差或极限偏差	备 注
1	门叶厚度 b	≤ 1000 $> 1000 \sim 3000$ > 3000	± 3.0 ± 4.0 ± 5.0	

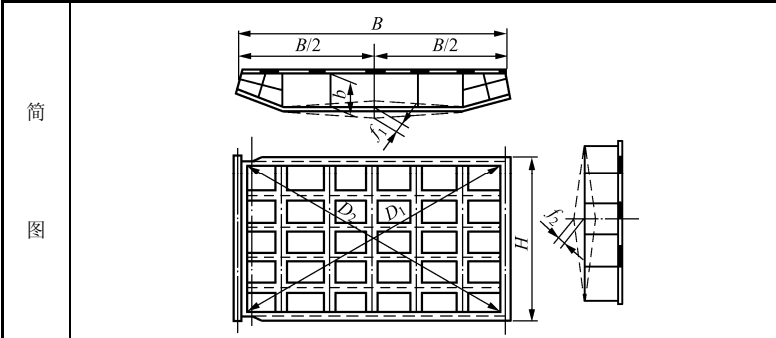


表 7.6.1 (续)

序号	项 目	门叶尺寸	公差或极限偏差	备 注
2	门叶外形高度 H	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	± 5.0 ± 8.0 ± 12.0 ± 16.0 ± 20.0	
3	门叶外形半宽 $B/2$	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	± 2.5 ± 4.0 ± 5.0	
4	对角线相对差 $ D_1 - D_2 $	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ $> 10000 \sim 15000$ $> 15000 \sim 20000$ > 20000	3.0 4.0 5.0 6.0 7.0	按门高或 门宽尺寸较 大者选取
5	门轴柱 正面 直线度 斜接柱	≤ 5000 $5000 \sim 10000$ > 10000	2.5 4.0 5.0	
6	门轴柱 侧面 直线度 斜接柱		5.0	
7	门叶横向直线度 f_1		$B/1500$, 且不大于 4.0	
8	门叶竖向直线度 f_2		$H/1500$, 且不大于 6.0	
9	顶、底主梁的长度相 对差	≤ 5000 $> 5000 \sim 10000$ > 10000	2.5 4.0 5.0	
10	面板与梁组合面的 局部间隙		10	
11	面板局部凹凸平面 度	面板厚度 δ ≤ 10 $> 10 \sim 16$ > 16	每米范围内 6.0 5.0 4.0	
注 1: 门叶横向直线度通过各横梁中心线测量。竖向直线度通过左、右两侧两根纵向隔板中心线测量。 注 2: 门叶纵向隔板错位, 门叶底缘倾斜度 C , 止水座面平面度符合表 7.4.1 中序号 9、13、15 的规定。				

7.6.2 支、枕垫块出厂前应逐对配装研磨，使其接触紧密，局部间隙应不大于 0.05mm，其累计长度应不超过支、枕垫块长度的 10%。

7.6.3 除设计另有规定外，底枢蘑菇头与底枢顶盖轴套应在厂内组装研刮，并满足下列要求：

1 在加工时，定出蘑菇头的中心位置并予以标记。

2 应转动灵活，无卡阻现象。

3 蘑菇头与轴套接触面应集中在顶部 $20^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 范围内，接触面上的接触点数，在每 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 面积内应不少于 1~2 个点。

7.6.4 人字闸门出厂前应进行整体组装检查，其偏差应符合表 7.6.1 的规定外，并应符合下列要求：

1 人字闸门整体组装时，应以门叶中心线（垂直线）和底横梁中心线（水平线）为基准线。

2 底枢顶盖中心位置偏差应不大于 2.0mm，底枢顶盖与底横梁中心线的平行度公差应不大于 1.0mm。

3 分节制造的人字闸门顶枢轴孔应在工地完成了门叶拼装、焊接之后再行镗孔或扩孔。整体组装时应作出顶、底枢轴线和顶枢轴孔控制线，并用仪器校验，顶、底枢中心同轴度公差应不大于 0.5mm，顶、底枢中心线与门叶中心线平行度公差应不大于 0.5mm。

4 整体制造的人字门可在工厂对顶枢进行镗孔，顶、底枢中心同轴度公差应不大于 0.5mm，顶、底枢中心线与门叶中心线平行度公差应不大于 0.5mm。

5 检查合格后，应明显标记门叶和端板中心线及底横梁中心线，在距离节间组合面约 150mm 作供安装控制的检查线，设置可靠的定位装置，并予编号和标志。

8 闸门和埋件安装

8.1 埋 件 安 装

8.1.1 预埋在一期混凝土中的锚板（栓），应按设计图样制造，由土建施工单位预埋。土建施工单位应根据施工图在模板上划线并固定锚板（栓），锚板应与模板密贴，在混凝土开仓浇筑之前应通知监理及安装单位对预埋的锚板（栓）位置进行检查、核对。

8.1.2 埋件安装前，门槽中的模板等杂物必须清理干净。一、二期混凝土的结合面应全部凿毛，二期混凝土的断面尺寸及预埋锚板（栓）的位置应符合图样要求。

8.1.3 除本标准中另有规定外，平面闸门埋件安装的公差或极限偏差应符合表 8.1.3 的规定。

8.1.4 平面链轮闸门埋件安装除满足 8.1.3 条规定外，主轨承压面接头处的错位应不大于 0.2mm，并应作缓坡处理；孔口两侧主轨承压面应在同一平面之内，其平面度公差应符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.4 主轨承压面平面度公差 mm

主轨长度	公 差
≤1000	0.4
>1000~2500	0.5
>2500~4000	0.6
>4000~6300	0.8
>6300~10000	1.0

8.1.5 弧门铰座的基础螺栓中心和设计中心的位置偏差应不大于 1.0mm。

8.1.6 除本标准另有规定外，弧形闸门埋件安装的公差或极限偏差应符合表 8.1.6 的规定。

8.1.7 在高水头下运行采用突扩式门槽的弧门，侧轨上止水座基面中心线至孔口中心线的距离极限偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ；侧轨上止水座基面的曲率半径极限偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ ，其偏差方向应与门叶面板外弧面的曲率半径偏差方向一致；侧轨上止水座基面至弧门外弧面间隙尺寸极限偏差应不大于 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

8.1.8 弧门铰座钢梁单独安装时，钢梁中心的里程、高程和对孔口中心线距离的极限偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。铰座钢梁的倾斜（见图 8.1.8），按其水平投影尺寸 L 的偏差值来控制，要求 L 的偏差应不大于 $L/1000$ 。

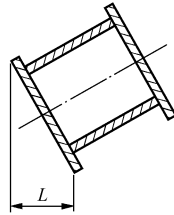


图 8.1.8 铰座钢梁的倾斜

8.1.9 水平钢衬高程极限偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ ，侧向钢衬至孔口中心线距离极限偏差为 ${}_{-2.0}^{+6.0}\text{mm}$ ，表面平面度公差为 4.0mm ，垂直度公差为高度的 $1/1000$ 且不大于 4.0mm ，组合面错位应不大于 2.0mm 。

8.1.10 埋件安装调整后，应按设计图样将调整螺栓与锚板（栓）焊牢，确保埋件在浇筑二期混凝土过程中不发生变形或移位。

8.1.11 埋件工作面对接接头的错位均应进行缓坡处理，过流面及工作面的焊疤和焊缝余高应铲平磨光，凹坑应补焊平并磨光。

8.1.12 埋件安装完，经检查合格，应在 $5\text{d}\sim 7\text{d}$ 内浇筑二期混凝土。如过期或有碰撞，应予复测，复测合格，方可浇筑混凝土。

混凝土一次浇筑高度不宜超过 5.0m，浇筑时，应注意防止撞击埋件和模板，并采取措施捣实混凝土。

8.1.13 埋件的二期混凝土拆模后，应对埋件进行复测，并作好记录。同时检查混凝土结构尺寸，清除遗留的钢筋和杂物，以免影响闸门启闭。

8.1.14 工程挡水前，应对全部检修门槽和共用门槽进行试槽。

8.2 平面闸门安装

8.2.1 整体闸门在安装前，应按设计图样对各项尺寸进行复测，并符合本标准有关规定的要求。

8.2.2 分节闸门在组装成整体后，除应按本标准有关规定对其各项尺寸进行复测外，并应满足下列要求：

1 节间如采用螺栓连接，则应按螺栓连接有关规定紧固螺栓。

2 节间如采用焊接，则应按已经评定合格的焊接工艺，遵照本标准有关焊接的规定进行焊接和检验，焊接时应采取措施控制变形。

8.2.3 充水阀的尺寸应符合设计图样，其导向机构应灵活可靠，密封件与座阀应接触均匀，并满足止水要求。

8.2.4 橡胶水封的物理机械性能参见本标准附录 N 有关规定。

8.2.5 橡胶水封的螺孔位置应与门叶及水封压板上的螺孔位置一致；孔径应比螺栓小 1.0mm，应采用专用空心钻头掏孔并严禁烫孔，均匀拧紧螺栓后，其端部至少应低于橡胶水封自由表面 8.0mm。

8.2.6 橡胶水封表面应光滑平直，橡塑复合水封应保持平直运输，不得盘折存放。其厚度极限偏差为±1.0mm，截面其他尺寸的允许偏差为设计尺寸的 2%。

8.2.7 橡胶水封接头宜采用生胶热压硫化胶合方法，胶合接头处不得有错位、凹凸不平和疏松现象；若采用常温粘接剂胶合，抗

拉强度应不低于附录 N 中橡胶水封抗拉强度的 85%。

8.2.8 橡胶水封安装后, 两侧止水中心距离和顶止水至底止水边缘距离的极限偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$, 止水表面的平面度公差为 2.0mm 。闸门处于工作状态时, 橡胶水封的压缩量应符合设计图样规定, 并进行透光检查或冲水试验。

8.2.9 平面闸门应作静平衡试验, 试验方法为: 将闸门吊离地面 100mm , 通过滚轮或滑道的中心测量上、下游与左、右方向的倾斜, 一般单吊点平面闸门的倾斜不应超过门高的 $1/1000$, 且不大于 8.0mm ; 平面链轮闸门的倾斜应不超过门高的 $1/1500$, 且不大于 3.0mm ; 当超过上述规定时, 应予配重。

8.3 弧形闸门安装

8.3.1 圆柱铰、球铰及其他型式支铰铰座安装公差或极限偏差应符合表 8.3.1 的规定。

表 8.3.1 弧形闸门铰座安装公差或极限偏差 mm

序号	项 目	公差与极限偏差
1	铰座中心对孔口中心线的距离	± 1.5
2	里程	± 2.0
3	高程	± 2.0
4	铰座轴孔倾斜	$1/1000$
5	两铰座轴线的同轴度	1.0

注: 铰座轴孔倾斜系指任何方向的倾斜。

8.3.2 分节制造的弧门门叶组装成整体后, 应按设计图样对各项尺寸进行复测, 并满足本标准有关规定。当门叶节间采取焊接连接时, 应按已经评定合格的焊接工艺、遵照有关焊接规定进行焊接和检验; 当门叶节间采取螺栓连接时, 应遵照螺栓连接有关规定进行紧固和检验。

8.3.3 弧门、支臂与支铰铰链的安装应符合以下规定:

1 支臂两端的连接板若需在安装时焊接,焊接时应采取有效措施减少变形,确保焊后连接板与主梁或铰链的组合面接触良好,互相密贴。

2 连接螺栓应遵照螺栓连接有关规定进行紧固和检验,并按本标准第 7.5.5 条规定对连接面间隙进行检测,抗剪板应与连接板侧面顶紧并按设计要求施焊。

3 铰轴中心至弧门面板外缘半径 R 的极限偏差:露顶式弧门为 $\pm 8.0\text{mm}$,两侧相对差应不大于 5.0mm ;潜孔式弧门为 $\pm 4.0\text{mm}$,两侧相对差应不大于 3.0mm ;采用突扩式门槽的高水头弧门(包括采用偏心铰压紧式或液控伸缩式止水弧门)为 $\pm 3.0\text{mm}$,其偏差方向应与侧轨上止水座基面的曲率半径偏差方向一致,侧轨上止水座基面至弧门外弧面的间隙公差应不大于 3.0mm ,同时两侧半径的相对差应不大于 1.5mm 。

4 橡胶水封的质量应符合国家或行业有关技术标准的规定,顶、侧止水安装应符合 8.2.4~8.2.8 条有关规定。

8.4 人字闸门安装

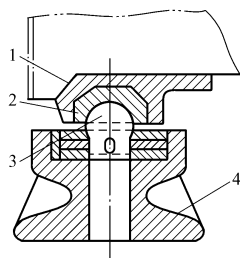
8.4.1 底枢装置(见图 8.4.1)安装应符合下列规定:

1 底枢轴孔或蘑菇头中心的极限偏差应不大于 2.0mm ,左、右两蘑菇头高程极限偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$,其相对差应不大于 2.0mm 。

2 底枢轴座的水平倾斜度应不大于 $1/1000$ 。

8.4.2 门叶安装应以底横梁中心线为水平基准线,以门体中心线为垂直基准线,并在门轴柱和斜接柱端板及其他必要部位悬挂铅垂线进行控制与检查。

门叶安装应按照吊装对位、焊接并检验合格之后再吊装下一节的程序进行。焊接应采用已经评定合格的焊接工艺,并采取有效的防止和监视焊接变形措施,遵照本标准有关焊接规定进行焊接与检验,门叶整体几何尺寸及形位公差应符合表 7.6.1 的规定。

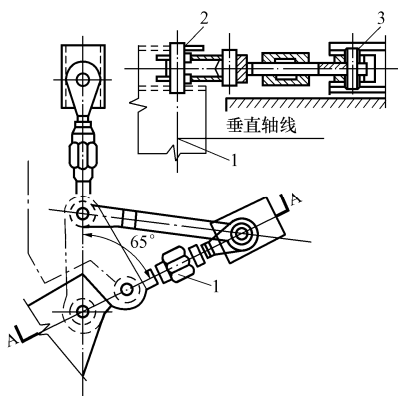


1—底枢顶盖；2—轴套；3—蘑菇头；4—底枢轴座

图 8.4.1 底枢装置

8.4.3 顶枢装置（见图 8.4.3）安装应符合下列规定：

- 1 顶枢埋件应根据门叶上顶枢轴座板的实际高程进行安装，拉杆两端的高差应不大于 1.0mm。
- 2 两拉杆中心线的交点与顶枢中心应重合，其偏差应不大于 2.0mm。
- 3 顶枢轴线与底枢轴线应在同一轴线上，其同轴度公差为 2.0mm。



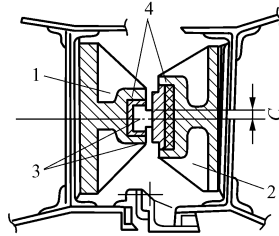
1—拉杆；2—轴；3—座板；4—门叶

图 8.4.3 顶枢装置

4 顶枢轴孔的同轴度和垂直度应符合 GB1184 标准 9 级精度，表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu\text{m}$ 。

8.4.4 支、枕座安装时，以顶部和底部支座或枕座中心的连线检查中间支、枕座的中心，其对称度公差应不大于 2.0mm，且与顶枢、底枢轴线的平行度公差应不大于 3.0mm。

8.4.5 支、枕垫块（见图 8.4.5）安装和调整，应符合下列规定：



1—支座；2—枕座；3—垫块；4—填层

图 8.4.5 支、枕座垫块

1 支、枕垫块安装应以枕垫块安装为基准，枕垫块的对称度公差为 1.0mm，垂直度公差为 1.0mm。

2 不作止水的支、枕垫块间不应有大于 0.2mm 的连续间隙，局部间隙不大于 0.4mm；兼作止水的支、枕垫块间，不应有大于 0.15mm 的连续间隙，局部间隙不大于 0.3mm；间隙累计长度应不超过支、枕垫块长度的 10%。

3 每对互相接触的支、枕垫块中心线的对称度公差 C ：不作止水的应不大于 5.0mm，兼作止水的应不大于 3.0mm。

8.4.6 支、枕垫块与支、枕座间浇注填料应符合下列规定：

1 如浇注环氧填料，则其成分和配制比例参见附录 O，环氧垫层的厚度应不小于 20.0mm。

2 如浇注巴氏合金，则当支、枕垫块与支、枕座间的间隙小

于 7.0mm 时，应将垫块和支、枕座均匀加热到 200℃后方可浇注，加热时禁用氧气—乙炔火焰加热。

8.4.7 旋转门叶从全开到全关过程中，斜接柱上任意一点的最大跳动量：当门宽小于或等于 12m 为 1.0mm；门宽大于 12m 小于或等于 24m 时为 1.5mm；门宽大于 24m 时为 2.0mm。

8.4.8 人字门背拉杆调整应在自由悬挂状态下进行，调整背拉杆应符合下列要求：

1 背拉杆宜分步参照设计预应力值进行调整。

2 门轴柱和斜接柱的正面直线度、门叶横向直线度不得超过表 7.6.1 有关规定。

3 门叶底横梁在斜接柱下端点的位移：顺水流方向±2.0mm，垂直方向±2.0mm。

8.4.9 关闭单扇门叶，检查门轴柱支、枕垫块（侧水封与侧止水板）、底水封与底止水板是否均匀接触；关闭两扇门叶，检查斜接柱支垫块间（中间水封与止水板）是否均匀接触。

8.4.10 在无水状态下调试人字闸门时，应充分考虑到环境温差的影响，正确处理门体有关几何尺寸及相互位置的变化。

8.5 闸 门 试 验

8.5.1 闸门安装好后，应在无水情况下作全行程启闭试验。试验前应检查挂钩脱钩是否灵活可靠；充水阀在行程范围内的升降是否自如，在最低位置时止水是否严密，同时还须清除门叶上和门槽内所有杂物并检查吊杆的连接情况。启闭时，应在橡胶水封处浇水润滑。有条件时，工作闸门应作动水启闭试验，事故闸门应作动水关闭试验。

8.5.2 闸门启闭过程中应检查滚轮、支铰及顶、底枢等转动部位运行情况，闸门升降或旋转过程有无卡阻，启闭设备左右两侧是否同步，橡胶水封有无损伤。

8.5.3 闸门全部处于工作部位后，应用灯光或其他方法检查橡胶

水封的压缩程度，不应有透亮或间隙。如闸门为上游止水，则应在支承装置和轨道接触后检查。

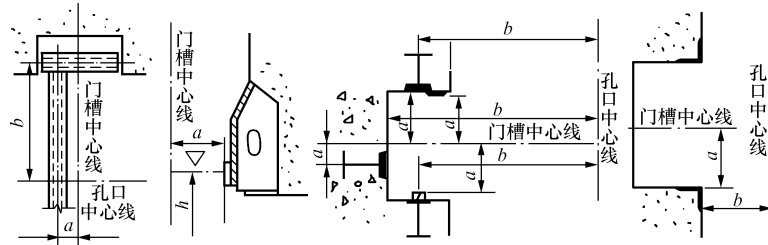
8.5.4 闸门在承受设计水头压力时，通过任意 1m 长止水范围内漏水量每秒钟不应超过 0.1L。

表 4.3.2 焊条、焊丝、焊剂的选用

钢种	钢号	手工焊		埋弧焊			焊丝		
		牌号示例	符合国际型号	焊丝钢号	焊剂				
		焊条			牌号示例	符合国际型号			
碳素钢	Q235	J422y J426x J427	E4303 E4316 E4315	H08A	HJ431	HJ401	H08M		
低合金钢	Q345 (16Mn) (16Mnq)	J506 J507 J507H	E5016 E5015 E5015	H08MnA H10MnSi H10Mn2	HJ431 HJ431 HJ350	HJ401 HJ401 HJ402	H08M		
	Q390 (15MnV) (15MnTi)	J506 J507 J507H J556 J557	E5016 E5015 E5015 E5516-G E5515-G	H08MnA H10MnSi H10Mn2	HJ431 HJ431 HJ350	HJ401 HJ401 HJ402	H08M		
不锈钢	0Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni9Ti	A132 A137	EO-19-10Nb-16 EO-19-10Nb-15	H0Cr21Ni10Ti	HJ260	H308H F410H	H0Cr20 H0Cr1		

表 8.1.3 平面闸门埋件安装的公差或极限偏差

序号	埋件名称	门槛	门楣	mm								
				主轨		侧轨	反轨	止水板				
				加工	不加工							



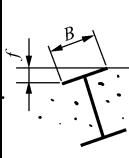
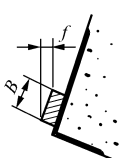
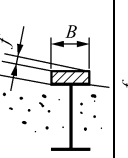
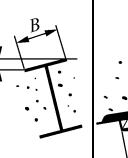
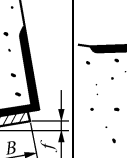
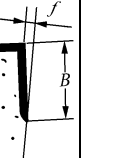
	简图													
1	对门槽中心线 <i>a</i>	工作范围内	±5.0	+2.0 -1.0	+2.0 -1.0	+3.0 -1.0	±5.0	+3.0 -1.0	+2.0 -1.0					
		工作范围外			+3.0 -1.0	+5.0 -2.0	±5.0	+5.0 -2.0						
2	对孔口中心线 <i>b</i>	工作范围内	±5.0		±3.0	±3.0	±5.0	±3.0	±3.0					
		工作范围外			±4.0	±4.0	±5.0	±5.0						

表 8.1.3 (续)

序号	埋件名称		底槛	门楣	主轨		侧轨	反轨	止水板					
					加工	不加工								
3	高程	▽	±5.0											
4	门楣中心对底槛面的距离 <i>h</i>			±3.0										
5	工作表面一端对另一端的高差	$L < 10000$	2.0											
		$L \geq 10000$	3.0											
6	工作表面平面度	工作范围内	2.0	2.0	2.0				2.0					
		工作范围外												

7	工作表面组合处的错位	工作范围内	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5				
		工作范围外			1.0	2.0	2.0	2.0					

表 8.1.3 (续)

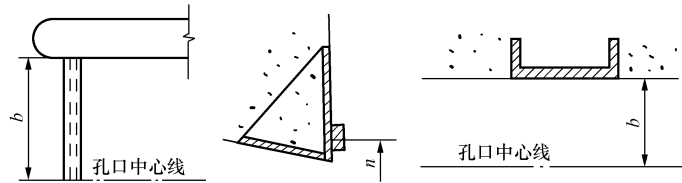
序号	埋件名称	底槛	门楣	主轨		侧轨	反轨	止水板					
				加工	不加工								
8	表面扭曲值 f	简图											
		工作范围 内表面宽度 $B < 100$	1.0	1.0	0.5	1.0	2.0	2.0					
		$B = 100 \sim 200$	1.5	1.5	1.0	2.0	2.5	2.5					
		$B > 200$	2.0		1.0	2.0	3.0	3.0					
	工作范围外 允许增加值			2.0	2.0	2.0	2.0						

注 1: 构件每米至少应测一点;
 注 2: 胸墙下部系指和门楣组合处;
 注 3: 门槽工作范围高度: 静水启闭闸门为孔口高; 动水启闭闸门为承压主轨高度;
 注 4: 侧轮如为预压式弹性装置, 则侧轨偏差按图样规定;
 注 5: 组合处错位应磨成缓坡。

表 8.1.6 弧形闸门埋件安装公差或极限偏差

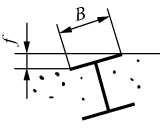
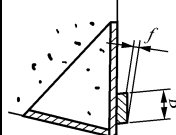
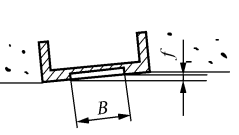
mm

序号	埋件名称	底槛	门楣	侧止水板	
				潜孔式	



	简 图					
1	里程		±5.0	+2.0 -1.0		
2	高程		±0.5			
3	门楣中心至底槛面的距离 h			±3.0		
4	对孔口中心线 b	工作范围内	±5.0		±2.0	
		工作范围外			+4.0 -2.0	
5	工作表面一端对另一端的高差	$L \geq 10000$	3.0			
		$L < 10000$	2.0			

表 8.1.6 (续)

序号	埋件名称		底槛	门楣	侧止水板		
					潜孔式		
6	工作表面平面度		2.0	2.0	2.0		
7	工作表面组合处的错位		1.0	0.5	1.0		
8	侧止水板和侧导轮板中心线的曲率半径				±5.0		
9	表面扭曲值 f	简 图					
		工作范围表面宽度	$B < 100$	1.0	1.0	1.0	
			$B = 100 \sim 200$	1.5	1.5	1.5	
			$B > 200$	2.0		2.0	

	工作范围外允许增加值			2.0	
注 1: L 为闸门宽度; 注 2: 安装时门楣一般为最后固定, 故门楣位置宜按门叶实际位置进行调整; 注 3: 工作范围指孔口高度; 注 4: 构件每米至少测一点; 注 5: 潜孔式侧止水座板如为不锈钢, 其组合错位为 0.5mm; 注 6: 组合处错位应磨成缓坡。					

9 拦污栅制造和安装

9.1 拦污栅制造

9.1.1 拦污栅埋件制造公差应符合表 9.1.1 的规定。

表 9.1.1 拦污栅埋件制造公差 mm

序号	项目	公差
1	工作面直线度	构件长度的 1/1000, 且不大于 6.0
2	侧面直线度	构件长度的 1/750, 且不大于 8.0
3	工作面局部平面度	每米范围不大于 2.0
4	扭曲	3.0

9.1.2 拦污栅单个构件制造的允许偏差应符合表 7.1.7 的规定。

9.1.3 拦污栅栅体制造的公差与极限偏差应符合下列规定:

- 1 栅体宽度和高度的极限偏差为 $\pm 8.0\text{mm}$ 。
- 2 栅体厚度的极限偏差为 $\pm 4.0\text{mm}$ 。
- 3 栅体对角线相对差应不大于 6.0mm; 其扭曲应不大于 4.0mm。
- 4 各栅条应互相平行, 其间距极限偏差为设计间距的 $\pm 5\%$ 。
- 5 栅体的吊耳孔中心线的距离极限偏差为 $\pm 4.0\text{mm}$, 当拦污栅与检修门共用启闭设备时, 则应符合第 7.4.11 条的规定。
- 6 栅体的滑道支承或滚轮应在同一平面内, 其工作面的平面

度公差应不大于 4.0mm。

7 滑块或滚轮跨度极限偏差为 $\pm 6.0\text{mm}$ ，同侧滑块或滚轮支承的中心线极限偏差为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

8 两边梁下端的承压板应在同一平面内，其平面度公差应不大于 3.0mm。

9.2 拦污栅安装

9.2.1 活动式拦污栅埋件安装公差或极限偏差应符合表 9.2.1 的规定。倾斜设置的拦污栅埋件，其倾斜角度允许偏差为 $\pm 10'$ 。

表 9.2.1 活动式拦污栅埋件安装公差或极限偏差 mm

序号	项目	底槛	主轨	反轨
		公差或极限偏差		
1	里程	± 5.0		
2	高程	± 5.0		
3	工作表面一端对另一端的高差	3.0		
4	对栅槽中心线		+3.0 -2.0	+5.0 -2.0
5	对孔口中心线	± 5.0	± 5.0	± 5.0

9.2.2 固定式拦污栅埋件安装时，各横梁工作表面应在同一平面内，其工作表面最高点和最低点的差值应不大于 3.0mm。

9.2.3 栅体吊入栅槽后，应作升降试验，检查栅槽有无卡滞情况，检查栅体动作和各节的连接是否可靠。

使用清污机清污的拦污栅，其栅体结构与栅槽埋件应满足清污机的运行要求。

10 验 收

10.1 总 则

10.1.1 闸门和埋件制造安装验收是工程验收的一部分，应服从工程验收的需要，并满足工程验收要求。

10.1.2 验收工作由项目法人或委托监理单位主持，各阶段验收的时间、地点及参加验收工作的人员应遵照合同有关规定。

10.1.3 验收主要工作：

- 1 检查闸门和埋件制造安装是否符合设计要求。
- 2 检查闸门和埋件制造安装质量是否符合本标准和有关技术标准的要求。
- 3 对遗留问题提出处理意见。

10.1.4 验收工作程序：

- 1 审查验收大纲。
- 2 听取有关闸门和埋件制造安装质量管理工作报告，查阅质量检查记录、文字及声像资料。
- 3 检查和检测验收项目几何尺寸精度和技术指标。
- 4 召开验收成员会议，协调处理有关问题，讨论并通过“验收鉴定书”。

10.2 阶 段 验 收

10.2.1 在闸门和埋件制造安装过程中的关键时刻，根据需要可分为若干阶段进行验收。

10.2.2 闸门和埋件制造可分为以下阶段验收：

- 1 主要钢材、焊材及防腐材料的验收。
- 2 铸钢件和锻钢件及外协件的验收。
- 3 闸门和埋件主体焊接结构件的验收。
- 4 闸门和埋件组装检测和验收。

5 闸门和埋件金属防腐质量检查。

6 包装与运输及交货验收。

10.2.3 闸门和埋件安装可分为以下阶段验收：

1 单元工程质量检查与评定。

2 分部工程质量检查与评定。

3 单位工程质量检查与评定。

闸门和埋件安装还应根据工程建设需要，参与并满足工程截流前验收、工程蓄引水验收、机组启动验收和工程竣工验收等工程阶段验收的要求。

10.3 验收资料

验收资料包括：

1 验收申请报告和验收大纲。

2 设计图样、设计文件及有关会议纪要。

3 监理文件、指令和通知单。

4 焊接工艺评定报告、制造工艺文件或安装技术措施。

5 主要材料、标准件及外协加工件的质量证明书。

6 焊缝质量检验报告。

7 表面防腐质量检验报告。

8 对不合格品或重大缺陷处理记录和报告。

9 闸门和埋件组装检测记录。

10 闸门和埋件制造质量合格证。

11 闸门和埋件安装检测记录。

12 闸门平衡试验、充水试验及静、动水启闭试验报告。

13 试运行记录和资料。

附 录 A
(资料性附录)
常用金属材料性能

A.1 碳素结构钢和低合金结构钢

碳素结构钢和低合金结构钢的性能应符合表 A.1~表 A.6 的规定。

表 A.1 碳素结构钢的化学成分 (摘自 GB/T 700—1988)

牌号	等级	化学成分%					脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P	
				不 大 于			
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.14~0.22	0.30~0.65 ^①	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12~0.20	0.30~0.70 ^①		0.045		F、b、Z
	C	≤0.18	0.35~0.80		0.040	0.040	Z
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050	0.045	Z
	B				0.045		

注①: Q235A、B 级沸腾钢锰含量上限为 0.60%，含硅量不大于 0.07%。

A.2 不锈钢及不锈钢复合钢板性能

不锈钢及不锈钢复合钢板性能应符合表 A.7~表 A.10 的规定。

表 A.7 奥氏体不锈钢的化学成分 (摘自 GB/T4237—1992)

牌号	化学成分%							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0Cr18Ni9	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~13.00	18.00~20.00	—
1Cr18Ni9	≤0.15	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—
0Cr18Ni10Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~13.00	17.00~19.00	—
1Cr18Ni9Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~13.00	17.00~19.00	—

表 A.8 奥氏体不锈钢经固溶处理的力学性能 (摘自 GB/T4237—1992)

牌号	拉力试验			硬度试验		
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ %	HB	HRB	HV
0Cr18Ni9	≥205	≥520	≥40	≤187	≤90	≤200
1Cr18Ni9	≥205	≥520	≥40	≤187	≤90	≤200
0Cr18Ni10Ti	≥205	≥520	≥40	≤187	≤90	≤200
1Cr18Ni9Ti	≥205	≥520	≥40	≤187	≤90	≤200

表 A.9 不锈钢复合钢板复层、基层材料标准 (摘自 GB/T8165—1997)

复层材料		基层材料	
标准号	GB/T3280 GB/T4237	标准号	GB3274 GB713 GB3531 GB6654 YB (T) 40 YB (T) 41

表 A.9 (续)

复层材料		基层材料	
典型钢号	0Cr13 0Cr13Al 0Cr17 0Cr17Ti 0Cr18Ni9 0Cr18Ni10Ti 0OCr19Ni10 0Cr17Ni12Mo2 0OCr17Ni12Mo2 0OCr18Ni5Mo3Si2	典型钢号	Q235-A Q235-B 20 20R 20g 16MnR 15CrMoR

表 A.10 不锈钢复合钢板面积结合率 (摘自 GB/T8165—1997)

界面结合级别	类别	结合率 %	未复合状态
I 级	BI BRI RI	100	不允许有未结合区存在
II 级	BII BRII RII	≥99	单个未结合区长度不大于 50mm, 面积不大于 20cm ²
III 级	BIII BRIII RIII	≥95	单个未结合区长度不大于 75mm, 面积不大于 45cm ²

注 1: 不锈钢复合钢板的复合率达不到表 A.10 规定时, 允许对复合缺陷的复层进行熔焊修补, 这种修补应满足以下要求。

注 2: 按未结合面积与总面积的比率, 以及单个未结合面积的大小和个数将复合钢板分为 I 级、II 级和 III 级, I 级复合钢板适用于不允许有未结合区存在的、加工时要求严格的结构件上, II 级复合钢板适用于可允许有少量未结合区存在的结构件上。III 级复合钢板适用于复层材料只作为抗腐蚀层来使用的一般结构件上。

注 3: 代号 B 为爆炸法、R 为轧制法、BR 为爆炸和轧制。

表 A.11 不锈钢复合钢板力学性能

性能级别	界面抗剪切强度 J_b MPa \geq	屈服点 σ_s MPa	抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ %	冲击功 A_{KV} J
I级 II级	210	不小于基层钢板标准值 ^①	不小于基层钢板标准下限值, 且不大于上限值 35MPa ^②	不小于基层钢板标准值 ^③	应符合基层钢板的规定 ^④
III级	200				
<p>注①: 复合钢板和钢带的屈服点下限值亦可按公式 (A.1) 计算:</p> $\sigma_s = \frac{t_1\sigma_{s1} + t_2\sigma_{s2}}{t_1 + t_2} \quad (\text{A.1})$ <p>式中: σ_{s1}——复层钢板的屈服点下限值, MPa; σ_{s2}——基层钢板的屈服点下限值, MPa; t_1——复层钢板的厚度, mm; t_2——基层钢板的厚度, mm。</p> <p>注②: 复合钢板和钢带的抗拉强度下限值亦可按公式 (A.2) 计算:</p> $\sigma_b = \frac{t_1\sigma_{b1} + t_2\sigma_{b2}}{t_1 + t_2} \quad (\text{A.2})$ <p>式中: σ_{b1}——复层钢板的抗拉强度下限值, MPa; σ_{b2}——基层钢板的抗拉强度下限值, MPa; t_1——复层钢板的厚度, mm; t_2——基层钢板的厚度, mm。</p> <p>注③: 当复层伸长率标准值小于基层标准值、复合钢板伸长率小于基层、但又不小于复层标准值时, 允许割去复层仅对基层进行拉伸试验, 其伸长率应不小于基层标准。</p> <p>注④: 复合钢板复层不做冲击功试验。</p>					

表 A.12 不锈钢复合钢板弯曲性能

厚度 mm	试样宽度 mm	弯曲 角度	弯芯直径 d		试验结果	
			内弯	外弯	内弯	外弯
≤ 25	$b=2a$	180°	$a < 20\text{mm } d=2a$ $a \geq 20\text{mm } d=3a$	$a < 20\text{mm } d=2a$ $a \geq 20\text{mm } d=3a$	在弯曲部分的外侧不得产生裂纹; 复合界面不允许分层	
> 25	$b=2a$	180°	加工基层厚度至 25mm, 弯芯直径按基层钢板标准	加工基层厚度至 25mm, 弯芯直径按基层钢板标准		
注: a 为复合钢板厚度。						

A.3 普通碳素钢和低合金钢热轧厚钢板表面质量

普通碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板表面质量应符合下列规定（摘自 GB/T3274—1988）：

1 钢板表面不得有气泡、结疤、拉裂、折叠、夹杂和压入的氧化皮。钢板和钢带不得分层。

2 钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化皮铁锈，由于压入氧化铁皮脱落所引起的不显著的粗糙、划痕、轧辊造成的网纹及其他局部缺陷，但凹凸度不得超过钢板厚度公差之半，对低合金钢板并应保证不超过钢板允许的最小厚度。

3 钢板表面的缺陷不允许焊补和堵塞，应用凿子和砂轮清理。清理处应平缓无棱角，清理深度不得超过钢板厚度负偏差的范围，对低合金钢板并应保证不超过钢板允许的最小厚度。

4 切边钢板的边缘不得有锯齿形凹凸，但允许有深度不大于 2mm、长度不大于 25mm 的个别发纹。

5 根据供需双方协议，厚度大于 10mm 的钢板可逐张进行超声波检验，检验方法由双方明确规定。

注 1：钢板的尺寸、外形、重量及其允许偏差应符合 GB709 的规定。

注 2：适用于 4mm~200mm 的普通碳素钢和低合金结构热轧厚钢板。

附录 B

(规范性附录)

不锈钢复合钢焊接工艺评定

B.1 总 则

B.1.1 本工艺评定规定适用于轧制法、爆炸轧制法、爆炸法和堆焊法生产的不锈钢制品。

B.1.2 不锈钢复合钢的焊接工艺评定除遵守本规定外,尚应遵守本规范 4.1 “焊接工艺评定”条文中有关规定。

B.2 焊接工艺评定规则

B.2.1 试件应以不锈钢复合钢(包括基层和复层)制备。

B.2.2 经评定合格的焊接工艺适用于焊件(包括母材和焊缝金属)厚度有效范围,应按试件的复层和基层厚度分别计算。

B.2.3 经评定合格的焊接工艺适用于焊件复层焊缝金属厚度有效范围的最小值,为试件复层焊缝金属厚度。

B.2.4 试样进行拉伸和弯曲试验时,不锈钢复合钢焊接接头(包括基层、过渡焊缝和复层)都应得到检验,冲击试验只检验基层部分的焊接接头。

1 拉伸试样应包括复层和基层的全厚度。

2 当过渡焊缝和复层焊缝焊接工艺评定重要因素不同时,应取 4 个侧弯试样;当过渡焊缝和复层焊缝焊接工艺评定重要因素相同时,尽量取侧弯试样,也可以取 2 个背弯试样和 2 个面弯试样。背弯试验时,基层焊缝金属受拉伸。

弯曲试验尺寸见表 B.1。

3 只在基层焊缝区及热影响区做冲击试验。

表 B.1 弯曲试验尺寸

弯曲试样类别	试样厚度 S mm	弯心直径 mm	支座面距离 mm	弯曲角度
侧弯试样	10	40	63	180°
面弯、背弯试样	S	$4S$	$6S+3$	

B.2.5 力学性能试验的合格指标

1 拉伸试验: 每个试样的抗拉强度 σ_b 应满足附录 A 中表 A.11 “复合钢板力学性能” 附注中公式 (A.2) 的计算结果。

2 弯曲试验: 试样弯曲到规定的角度后, 拉伸面上任何方向不得有长度大于 3mm 的任一裂纹或缺陷, 试样的棱角开裂不计。对轧制法、爆炸轧制法、爆炸法生产的不锈钢复合钢侧弯试样复合界面未结合缺陷的分层, 裂纹允许重新取样试验。

3 冲击试验: 每个区 3 个试样为一组的常温冲击吸收功平均值应符合图样或相关技术文件规定, 且不小于 27J, 至多允许有 1 个试样的冲击吸收功低于规定值, 但不低于规定值的 70%。

附录 C

(规范性附录)

焊接工艺评定力学性能试板的制备、
试样尺寸、试验方法及合格标准

C.1 对接接头试件制备

C.1.1 板状对接接头试件尺寸应满足切取所需试样，试样切取部位见图 C.1。

C.1.2 试件焊完后应作外观检查、X 射线探伤，合格后再作力学性能试验。

C.1.3 外观检查应符合表 4.4.1 有关规定。

C.1.4 试件的射线探伤按 GB/T3323 的规定、射线照相的质量应不低于 AB 级，焊缝质量不低于 II 级；试件的超声波探伤应按 GB/T11345 的规定，检验等级为 B 级，焊缝质量不低于 I 级。

C.1.5 硬度测定应按图 C.2 所示位置测定。

C.2 对接接头力学性能试样的形状和尺寸

C.2.1 拉伸试样

- 1 对接接头的试样可选用带肩板状试样；
- 2 带肩板状试样如图 C.3 所示；
- 3 试样的焊缝余高应以机械方法去除，使之与母材齐平，试样厚度应等于或接近试件母材厚度 δ 。
- 4 厚度小于或等于 30mm 的试件，采用全厚度试样进行试验。

C.2.2 弯曲试样

- 1 纵、横向面弯、背弯试样尺寸和表面粗糙度应符合图 C.4 规定，横向侧弯试样尺寸见图 C.5 规定；

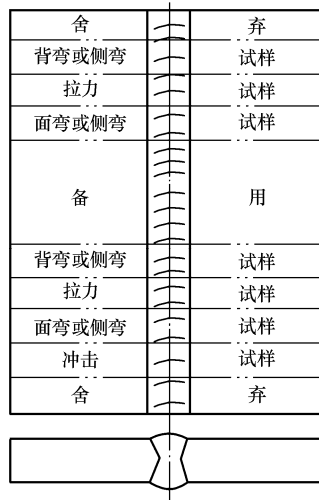


图 C.1 试验切取部位

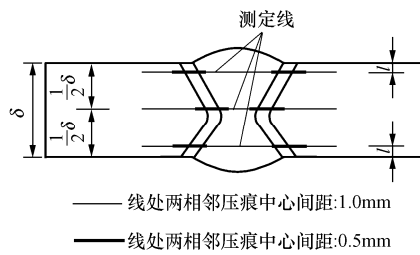
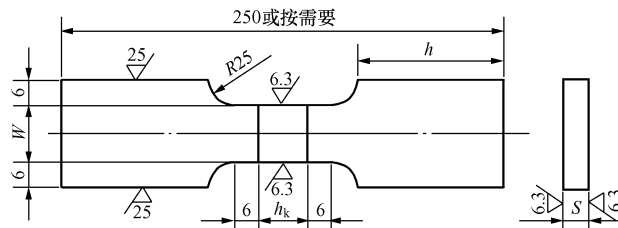
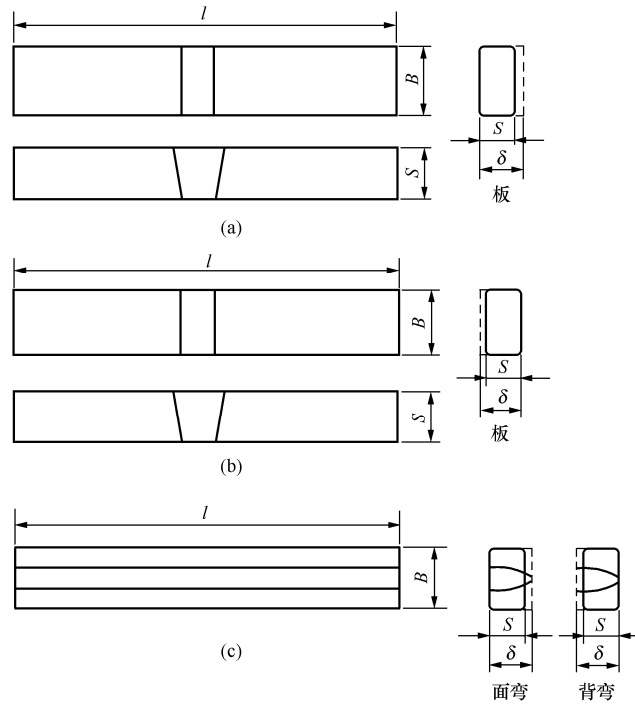


图 C.2 硬度测定位置



S —试样厚度, mm; W —试样受拉伸平行侧面宽度, 大于或等于 25mm;
 h_k —焊缝最大宽度, mm; h —夹持部分长度, 根据试验机夹具而定, mm。

图 C.3 对接接头带肩板状试样图



(a) 板材横向面弯试验；(b) 板材横向背弯试验；(c) 板材纵向面弯和背弯试验

图 C.4 板材纵、横向面弯及背弯试样

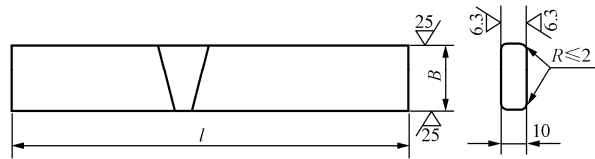


图 C.5 板材横向侧弯试样

2 纵、横向面弯、背弯试样长度 $l=D+2.5s+100\text{mm}$ (式中 D ——弯心直径 mm)，横向侧弯试样长度 $l=D+105\text{mm}$ ，最小为 150mm；

3 试样宽度 $B=38\text{mm}$ ，横向侧弯试样宽度此时为试件厚度方向；

4 试样拉伸面棱角 $R<2$ 。

C.2.3 冲击试样

1 以 $10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 55\text{mm}$ 带有 V 型缺口的试样为标准试样，试样的尺寸及偏差应符合图 C.6 的规定，试样缺口底部应光滑，不得有与缺口轴线平行的明显划痕；

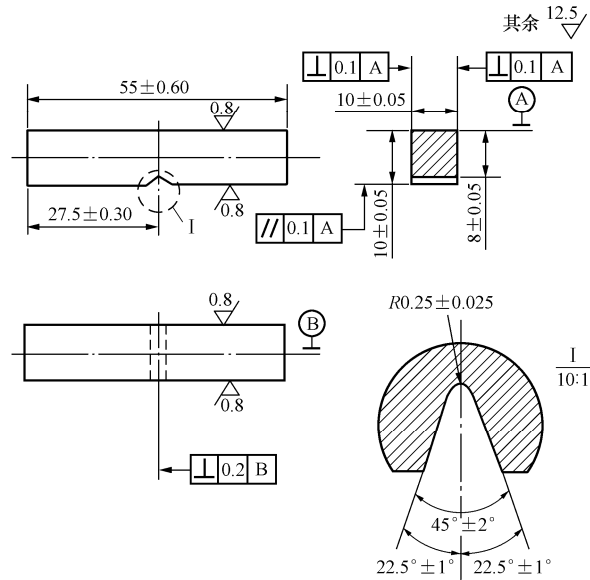
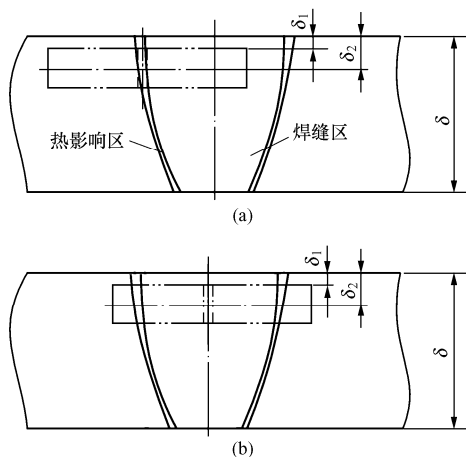


图 C.6 V 型缺口冲击试样

2 试样应采用机械加工或磨削方法制备，应防止加工表面的应变硬化或材料过热；

3 试样缺口按试验要求可分别在焊缝及热影响区，试样的缺口轴线应当垂直焊缝表面、取样位置见图 C.7 所示；



(a) 热影响区冲击试样位置；(b) 焊缝区冲击试样位置

图 C.7 冲击试样切取位置

注 1: 当 $\delta \leq 60\text{mm}$ 时, $\delta_1 = 1\text{mm} \sim 2\text{mm}$; 当 $\delta > 60\text{mm}$ 时, $\delta_2 = T/4$ 。

注 2: 双面焊时, δ_2 从后焊面的钢材表面测量。

4 试样缺口处若发现有肉眼可见的气孔、夹渣等缺陷时, 则不能用该试样进行试验。

C.3 力学性能试验方法和合格标准

C.3.1 拉伸试验

- 1 拉伸试验按 GB/T228 的规定进行。
- 2 试样母材为同种钢号时, 每个试样的抗拉强度应不低于母材钢号标准规定值的下限。
- 3 试样母材为两种钢号时, 每个试样的抗拉强度不应低于两种钢号标准规定值下限的较低值。

C.3.2 弯曲试验

- 1 弯曲试验按 GB/T232 的规定进行。
- 2 试样的焊缝中心应对准弯心轴线。侧弯试验时, 若试样表

面存在缺陷，则以缺陷较严重一侧作为拉伸面。

3 弯曲试样按表 C.1 规定的角度进行弯曲，其拉伸面上沿任何方向不得有单条长度大于 3mm 的裂纹或缺陷，试样的棱角开裂一般不计，但由夹渣或其他焊接缺陷引起的棱角开裂长度应计入。

表 C.1 弯曲试验尺寸的规定

试件厚度 S mm	弯心直径 D mm	支座间距离 mm	弯曲角度
<10	4S	6S+3	180°
10	40	63	

注 1: 衬垫焊接接头弯曲角度按双面焊规定;
注 2: 异种钢接头弯曲角度按低塑性一侧钢种的规定。

C.3.3 冲击试验

1 冲击试验按 GB/T229 的规定进行;

2 每个区 3 个试样为一组的常温冲击吸收功平均值应符合图样或相关技术文件规定，且不得小于 27J，且至多允许有一个试样的冲击功低于规定值，但不低于规定值的 70%。

C.4 角焊缝试件制备

C.4.1 角形焊缝试件尺寸及试样见图 C.8 及表 C.2。

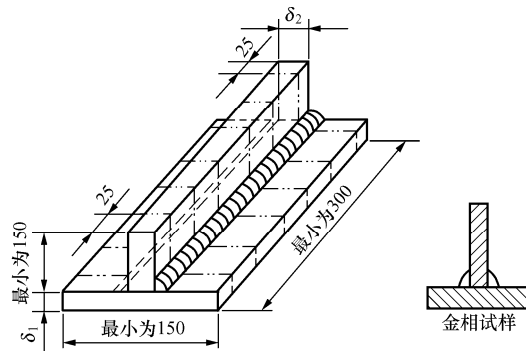


图 C.8 角形焊缝试件及试样 (单位: mm)

表 C.2 角形焊缝试件厚度组成 mm

翼板厚度 δ_1	腹板厚度 δ_2
≤ 3	δ_1
> 3	$\leq \delta_1$, 但不小于 3

C.4.2 板材组合焊缝试件尺寸及试样见图 C.9 及表 C.3。

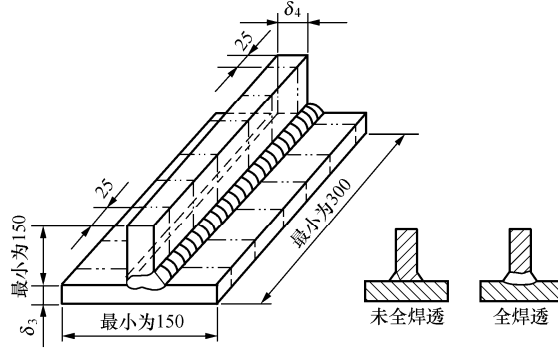


图 C.9 板件组合焊缝试件及试样 (单位: mm)

表 C.3 板材组合焊缝试件厚度组成 mm

翼板厚度 δ_3	腹板厚度 δ_4	适用于焊件母材厚度的有效范围
< 20	$\leq \delta_3$	翼板和腹板厚度均小于 20
≥ 20	$\leq \delta_3$, 且 ≥ 20	翼板和腹板的厚度中任一或全部不小于 20

C.4.3 角焊缝及板材组合焊缝的评定试件焊完后, 需经外观检查和磁粉渗透探伤。合格后, 将试件二端各弃去 25mm 后五等分切开, 如图 C.8、图 C.9 所示。

- 1 角焊缝合格标准: 焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合;
- 2 板材组合焊缝合格标准: 焊缝金属和热影响区不得有裂纹、未熔合, 焊缝根部焊透程度应符合 4.4.9 的规定。

附录 D

(资料性附录)

焊接工艺指导书和焊接工艺评定报告推荐格式

表 D.1 焊接工艺指导书推荐格式

单位名称: _____															
焊接工艺指导书编号: _____ 日期: _____ 焊接工艺评定报告编号: _____															
焊接方法: _____ 机械化程度(手工、半自动、自动) _____															
焊接接头: _____ 简图: (接头形式、坡口形式与尺寸、焊层、焊道布置及顺序)															
坡口形式: _____															
衬垫(材料及规格): _____															
其他: _____															
母材:															
类别号 _____ 组别号 _____ 与类别号 _____ 组别号 _____ 相焊及															
标准号 _____ 钢号 _____ 与标准号 _____ 钢号 _____ 相焊															
厚度范围: _____															
母材: 对接焊缝 _____ 角焊缝 _____															
焊缝金属厚度范围: 对接焊缝 _____ 角焊缝 _____															
其他: _____															
焊接材料:															
焊条牌号 _____ 焊条规格 _____ 型号 _____ 钨极型号规格 _____															
焊丝牌号 _____ 焊丝规格 _____ 型号 _____ 焊剂牌号 _____															
焊条烘干参数 _____ 焊剂烘干参数 _____															
保护气体 _____ 流量 _____ 其他 _____															
焊材标准 _____ 填充金属尺寸 _____															
焊缝(焊丝)熔敷金属化学成分(%)															
焊材 牌号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Nb				
焊接位置:															
对接焊缝位置 _____ 焊接方向 _____															
角焊缝位置 _____															

表 D.1 (续)

预热、层间、后热温度： 预热温度（允许最低值）_____℃ 保持预热时间_____min 层间温度（允许最高值）_____℃ 加热方式_____ 后热温度_____℃ 后热保温时间_____min 焊后消除应力热处理： 温度范围_____℃ 保温时间_____min 电特性： 电流种类：_____ 极性：_____ 焊接电流范围 _____ A 电弧电压 _____ V										
焊接工艺规范参数要求：（按所焊位置和厚度分别列出电流和电压范围，记入下表）										
焊接层次	焊接方法	焊条（丝）		焊接电流		电弧电压 V	焊接速度 cm/min	保护气体		焊接线能量 kJ/cm
		牌号	直径	极性	电流 A			种类	流量 L/min	
操作技术要求： 摆动焊或不摆动焊_____ 摆动参数_____ 喷嘴直径_____ 导电嘴至工件距离_____ 焊前清理_____ 层间清根_____ 清根方式_____ 清根要求_____ 单道焊或多道焊_____ 其他_____										
对焊接接头的基本要求： 1. 外观检验 检验评定标准_____ 2. 无损检验 检验方式_____ 检验评定标准_____ 3. 力学性能										
抗拉强度 σ_b MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	弯曲角度 (°)	冲击试验							
			缺口类型	缺口位置	试验温度℃					
4. 其他检验										

编制		日期		审核		日期		批准		日期	
----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--

表 D.2 焊接工艺评定报告推荐格式

单位名称: _____ 焊接工艺指导书编号: _____ 焊接工艺评定报告编号: _____ 机械化程度 (手工、半自动、自动) _____ 焊接方法: _____
接头简图: (坡口形式、焊接层次及顺序)
母材: 材料标准 _____ 钢号 _____ 类组别号 _____ 与类、组别号 _____ 相焊
填充金属: 焊材标准 _____ 焊材牌号 _____ 焊材规格 _____ 焊缝金属厚度 _____
焊接位置: 对接焊缝位置 _____ 方向: (向上向下) 角焊缝位置 _____ 方向: (向上向下)
预热、层间、后热温度: 预热温度: _____ °C 层间温度: _____ °C 消氢温度: _____ °C 消氢时间: _____ min 焊后热处理: 热处理温度: _____ °C 保温时间: _____ min
保护气体: 种类和比例 _____ 流量 _____ L/min
电特性: 电流种类 _____ 极性 _____ 焊接电流 _____ A 电弧电压 _____ V 其 他 _____
技术措施: 焊接速度 _____ cm/min 摆动或不摆动 _____ 摆动参数 _____ 多道焊或单道焊 (每面) _____

多丝焊或双丝焊 _____ 其他 _____

表 D.2 (续)

焊 接 工 艺 参 数										
焊接 层次	焊接 方法	焊条 (丝)		焊接电流		电弧 电压 V	焊接速 度 cm/min	保护气体		焊接 线能 量 kJ/cm
		牌号	直径 mm	极性	电流 A			种类	流量 L/min	
操作技术:										
外观检验结论:										
试样编号		外 观 发 现 缺 陷 情 况					评 定 结 果			
检验单位						检验报告编号				
无损探伤结论:										
试样编号	探伤方法	焊接缺陷	评定等级	评定结果	金相宏观 检查	接 头 硬 度				
						母材	焊缝			

检验单位		检验报告编号	
------	--	--------	--

表 D.2 (续)

拉伸试验				试验报告编号_____		
试样 编号	试样宽度 mm	试样厚度 mm	横截面积 mm ²	断裂负荷 kN	抗拉强度 MPa	断裂部位和 特征
弯曲试验				试验报告编号_____		
试样编号	试样类型	试样厚度 mm	弯心直径 mm	弯曲角度 (°)	试验结果	
冲击试验				试验报告编号_____		
试样 编号	试样尺寸	缺口类型	缺口位置	试验温度 ℃	冲击吸收 功 J	备 注
硬度试验结果 (HB)				试验报告编号_____		
焊 缝		热 影 响 区		母 材		
金相检验结果				试验报告编号_____		
宏 观		微 观		其 他 检 验		
其他检验项目结论:						
结论: 本评定按_____规定焊接试件, 检验试样、测定性能, 确认试验记录正确。						
评定结果: _____ (合格、不合格)						
焊工姓名		焊工代号		施焊日期		
编制	日期	审核	日期	批准	日期	

第三方检验	
-------	--

附录 E

(资料性附录)

高强度螺栓连接面无机富锌漆配方

1.5%海藻酸钠溶液	3~4 份
锌粉 (320 目)	21 份
水玻璃 (模数 3.1)	4 份
防风化剂	4.2 份
摩擦剂	0.7 份
氯化镁固化剂溶液 (浓度 28%)	

注 1: 海藻酸钠液配方——将工业用海藻酸钠 1g 加入 100g 水中, 稍加热搅拌使其溶解, 再加入 1/10 水杨酸酒精溶液 1g, 搅拌均匀后静置 12h, 待溶液均匀后即可使用;

注 2: 无机富锌漆涂刷后经数小时待其充分干燥 (用手指甲刮, 出现金属光泽), 再刷氯化镁固化溶液;

注 3: 氯化镁溶液是将 28g 氯化镁溶解于 72g 水中, 用相对密度计加水调整其相对密度至 1.116 即成;

注 4: 无机富锌漆含锌量较高, 易于沉淀, 使用时要经常搅拌, 无机富锌漆的涂层厚度为 100 μm ~200 μm 。

附录 F

(规范性附录)

高强度螺栓抗滑移系数和紧固力矩检测

F.1 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数检测规定

F.1.1 抗滑移系数试验用的试件应由制造厂加工，试件与所代表的钢结构部件应为同一材质、同批制作、采用同一摩擦面处理工艺，使用同一性能等级，同一直径的高强度螺栓连接副。

F.1.2 抗滑移系数试验应采用双摩擦面的二栓拼接的拉力试件。

F.1.3 抗滑移系数 μ 按公式 (F.1) 计算：

$$\mu = \frac{N}{nf \times \sum P_i} \quad (\text{F.1})$$

式中：

N ——由试验测得的滑动荷载 (kN)；

nf ——传力摩擦面板，取 $nf=2$ ；

$\sum P_i$ ——与试件滑动荷载一侧对应的高强度螺栓预拉力实测值之和 (kN)。

F.1.4 现场处理的连接部件摩擦面，抗滑移系数应按 F.1.2 和 F.1.3 规定进行检测，并应符合设计要求。

F.2 高强度螺栓紧固力矩检测规定

高强度螺栓规定的紧固力及紧固力矩计算见表 F.1。

表 F.1 高强度螺栓规定的紧固力及紧固力矩表

公称直径 d mm	高强螺栓平 均扭矩系数	施工预拉力 P_c kN		施工扭矩 T_c N·m	
		螺栓性能等级		螺栓性能等级	
		8.8S	10.9S	8.8S	10.9S
M12	0.130	45.0	60.0	70.2	93.6
M16	0.130	75.0	110.0	156.0	228.8
M20	0.130	120.0	170.0	312.0	442.0
M22	0.130	150.0	210.0	429.0	600.6
M24	0.130	170.0	250.0	530.4	780.0
M27	0.130	225.0	320.0	789.8	1123.2
M30	0.130	275.0	390.0	1072.5	1521.0

注 1: 高强度大六角头螺栓的初拧扭矩宜为终拧施工扭矩的 50%;

注 2: 大六角头高强度螺栓施工扭矩可由公式 (F.2) 计算确定:

$$T_c = k \cdot P_c \cdot d \quad (F.2)$$

式中:

T_c ——施工扭矩 (N·m);

k ——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值应在 0.110~0.150 范围内, 其标准偏差应小于 0.010;

P_c ——高强螺栓施工预拉力 (kN);

d ——高强度螺栓直径 (mm)。

注 3: 大六角头高强度螺栓检查扭矩可由公式 (F.3) 计算确定:

$$T_{ch} = k \cdot P \cdot d \quad (F.3)$$

式中:

T_{ch} ——检查扭矩 (N·m), 将已拧紧的高强度螺栓副抽查 10%, 将螺母松开约 60°, 再重新拧紧, 此时测得的扭矩应在 $0.9T_{ch} \sim 1.1T_{ch}$ 范围内;

P ——高强度螺栓设计预拉力 ($P_c=1.1P$)。

附录 G

(规范性附录)

涂装前钢材表面除锈等级

GB/T 8923—88 标准中订有四个除锈等级，其规定如下：

Sa1 轻度的喷射或抛射除锈

钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。参见照片 BSa1、CSa1 和 DSa1。

Sa2 彻底的喷射或抛射除锈

钢材表面应无可见的油脂和油污，并且氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物已基本消除，其残留物应是牢固附着的。参见照片 BSa2、CSa2 和 DSa2。

Sa2 $\frac{1}{2}$ 非常彻底的喷射或抛射除锈

钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。参见照片 ASa2 $\frac{1}{2}$ 、BSa2 $\frac{1}{2}$ 、CSa2 $\frac{1}{2}$ 和 DSa2 $\frac{1}{2}$ 。

Sa3 使钢材表面观洁净的喷射或抛射除锈

钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，该表面应显示均匀的金属色泽。参见照片 ASa3、BSa3、CSa3 和 DSa3。

注 1：照片见 GB 8923—1988。

附 录 H
(资料性附录)
大气露点计算表

环境温度 ℃ 相对湿度 %	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
95	-6.5	-1.3	3.5	8.2	13.3	18.3	23.2	28.0	33.0	38.2
85	-7.2	-2.0	2.6	7.3	12.5	17.4	22.0	27.0	32.0	37.1
80	-7.7	-2.8	1.9	6.5	11.5	16.5	21.0	25.9	31.0	36.2
75	-8.4	-3.6	0.9	5.6	10.4	15.4	19.9	24.7	29.6	35.0
70	-9.2	-4.5	-0.2	4.6	9.1	14.2	18.5	23.3	28.1	33.5
65	-10.0	-5.4	-1.0	3.3	8.0	13.0	17.4	22.0	26.8	32.0
60	-10.8	-6	-2.1	2.3	6.7	11.9	16.2	20.6	25.3	30.5
55	-11.5	-7.4	-3.2	1.0	5.6	10.4	14.8	19.1	23.0	28.0
50	-12.8	-8.4	-4.4	-0.3	4.1	8.6	13.3	17.5	22.2	27.1
45	-14.3	-9.6	-5.7	-1.5	2.6	7.0	11.7	16.0	20.2	25.2
40	-15.9	-10.3	-7.3	-3.1	0.9	5.4	9.5	14.0	18.2	23.0
35	-17.5	-12.1	-8.6	-4.7	-0.8	3.4	7.4	12.0	16.1	20.6
30	-19.9	-14.3	-10.2	-6.9	-2.9	1.3	5.2	9.2	13.7	18.0

附录 I

(资料性附录)

金属涂层厚度和结合性能的检查

I.1 金属涂层厚度检查

金属涂层厚度检查方法如下：

1 当有效面积在 1m^2 以上时用磁性测厚仪，在一个面积为 1dm^2 的基准面上测量 10 点涂层厚度，取 10 个值的算术平均值为该基准表面的局部平均厚度值，测点分布图见图 I.1 所示。当有效面积在 1m^2 以下时，在一个面积为 1cm^2 的基准面上测量五点涂层厚度，取五个值的算术平均值为该基准面的局部厚度，测点分布见图 I.2。

2 根据工件大小和结构复杂程度的不同，按照分布均匀，具有代表性的原则，一般在平整的表面上，每 10m^2 不少于三个基准表面，结构复杂的表面可适当增加基准表面。

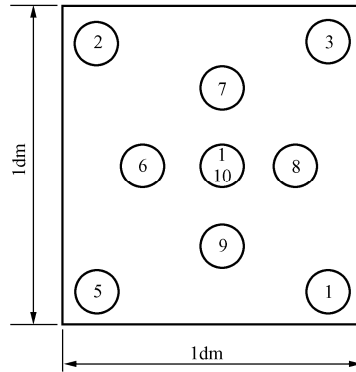


图 I.1 十点法测点布置图

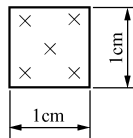


图 I.2 五点法测量布置图

3 实测涂层的最小局部厚度不得小于设计规定的厚度。

I.2 金属涂层结合性能检查

金属涂层结合性能检查方法如下：

1 用图 I.3 所示硬质刃口刀具，将涂层切割成方形格子，尺寸见表 I.1；

表 I.1 涂层切格尺寸表

检查的涂层厚度 μm	切格区的近似面积 $\text{mm} \times \text{mm}$	划痕间的距离 mm
<200	15×15	3
>200	25×25	5

2 切割时刀具的刃口与涂层表面约保持 90° 角（见图 I.4），切割后，涂层至基体表面必须完全切断；

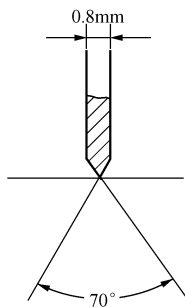


图 I.3 切割刀具刃口的形状

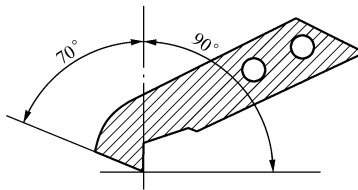


图 I.4 刀具切割角度

3 在格子状涂层表面,贴上宽度为 25mm 的布胶带,用 500g 负荷的辊子或用手指压紧,然后按图 I.5 所示方法,以手持粘胶带的一端,按与涂层表面垂直的方向,以迅速而突然的方式将粘胶带拉开,检查涂层是否被胶带粘起而剥离;

4 涂层的任何部位都未与基体金属剥离为合格,如果胶带上 有破断的涂层粘附,但破断部分发生在涂层间,而不是涂层与基体的表面上,基体未裸露,亦认为合格。

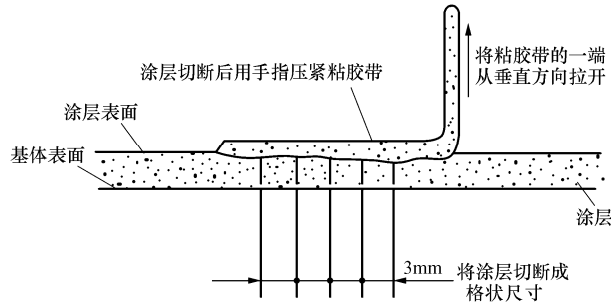


图 I.5 粘胶带拉开方式示意图

附录 J
(资料性附录)
一般工程与结构用铸钢件

J.1 GB/T11352《一般工程用铸造碳钢件》摘录

J.1.1 一般工程用铸造碳钢件化学成分应符合表 J.1 的规定。

J.1.2 一般工程用铸造碳钢件力学性能应符合表 J.2 的规定。

表 J.1 铸造碳钢件的化学成分

牌 号	元 素 最 高 含 量 %									
	C	Si	Mn	S	P	残 余 元 素				
						Ni	Cr	Cu	Mo	V
ZG 200-400	0.02	0.50	0.80	0.04	0.04	0.30	0.35	0.30	0.20	0.05
ZG 230-450	0.30									
ZG 270-500	0.40									
ZG 310-570	0.50									
ZG 340-640	0.60									

注 1: 对上限减少 0.01% 的碳, 允许增加 0.04% 的锰, 对 ZG 200-400 的锰最高至 1.00%, 其余四个牌号锰最高至 1.20%。
注 2: 残余元素总量不超过 1.00%, 如需方无要求, 残余元素可不进行分析。
注 3: 当使用酸性炉生产铸件时, S、P 含量由供需双方商定。

表 J.2 铸造碳钢件的力学性能

牌 号	最 小 值					
	屈服强度 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ N / mm ² (kgf/mm ²)	抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²)	延伸率 δ %	根据合同选择		
				收缩率 ψ %	冲击韧性	
			A_{kv} J		α_K kgf·m/cm ²	
ZG 200-400	200 (20.4)	400 (40.8)	25	40	30	6.0

表 J.2 (续)

牌 号	最 小 值					
	屈服强度 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ N/mm ² (kgf/mm ²)	抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²)	延伸率 δ %	根据合同选择		
				收缩率 ψ %	冲击韧性	
					A_{kv} J	α_K kgf·m/cm ²
ZG 230-450	230 (23.5)	450 (45.9)	22	32	25	4.5
ZG 270-500	270 (27.6)	500 (51.0)	18	25	22	3.5
ZG 310-570	310 (31.6)	570 (58.2)	15	21	15	3
ZG 340-640	340 (34.6)	640 (65.4)	10	18	10	2

J.2 GB/T 14408 《一般工程与结构用低合金铸钢件》摘录

J.2.1 一般工程与结构用低合金铸钢件的硫、磷含量应符合表 J.3 的规定。

J.2.2 一般工程与结构用低合金铸钢件力学性能应符合表 J.4 的规定。

表 J.3 低合金铸钢件化学成分中的硫、磷含量

牌 号	最 高 含 量 %	
	S	P
ZGD270-480	0.040	0.040
ZGD290-510		
ZGD345-570		
ZGD410-620		
ZGD535-720		
ZGD650-830	0.035	0.035
ZGD730-910		
ZGD840-1030		

表 J.4 低合金钢铸件的力学性能

牌号	最 小 值			
	屈服强度 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ MPa	抗拉强度 σ_b MPa	延伸率 δ %	收缩率 ψ %
ZGD270-480	270	480	18	35
ZGD290-510	290	510	16	35
ZGD345-570	345	570	14	35
ZGD410-620	410	620	13	35
ZGD535-720	535	720	12	30
ZGD650-830	650	830	10	25
ZGD730-910	730	910	8	22
ZGD840-1030	840	1030	6	20

注：表中力学性能值取自 28mm 厚标准试块。

附 录 K

(资料性附录)

优质碳素结构钢和合金结构钢

K.1 GB/T 699《优质碳素结构钢》摘录

K.1.1 优质碳素结构钢的牌号、统一数字代号及化学成分（熔炼分析）应符合表 K.1 的规定。

表 K.1 优质碳素结构钢的化学成分

序号	统一数字代号	牌号	化 学 成 分 %					
			C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
						不大于		
1	U20252	25	0.22~0.29	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
2	U20302	30	0.27~0.34	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
3	U20352	35	0.32~0.39	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
4	U20402	40	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
5	U20452	45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25

注：表中所列牌号为优质钢，如果是高级优质钢，在牌号后面加“A”（统一数字代号最后一位数字改为“3”）；如果是特级优质钢，在牌号后面加“E”（统一数字代号最后一位数字改为“6”）；对于沸腾钢，牌号后面为“F”（统一数字代号最后一位数字为“0”）；对于半镇静钢，牌号后面为“b”（统一数字代号最后一位数字为“1”）。

K.1.2 优质碳素结构钢的磷、硫含量应符合表 K.2 的规定。

表 K.2 优质碳素结构钢的磷、硫含量

组 别	P	S
	不 大 于 %	
优质钢	0.035	0.035
高级优质钢	0.030	0.030
特级优质钢	0.025	0.020

K.1.3 优质碳素结构钢用热处理（正火）毛坯制成的试样测定钢材的纵向力学性能应符合表 K.3 的规定。

表 K.3 优质碳素结构钢的力学性能

序号	牌 号	试样 毛坯 尺寸 mm	推荐热处理温度 ℃			σ_b MPa	σ_s MPa	δ_5 %	ψ %	A_{ku2} J	钢材交货状态 硬度 HBS10/ 3000 不大于				
			正火	淬火	回火						不 小 于			未热 处理	退火钢
1	25	25	900	870	600	450	275	23	50	71	170				
2	30	25	880	860	600	490	295	21	50	63	179				
3	35	25	870	850	600	530	315	20	45	55	197				
4	40	25	860	840	600	570	335	19	45	47	217	187			
5	45	25	850	840	600	600	355	16	40	39	229	197			

注：表中所列正火推荐保温时间不少于 30min；淬火推荐保温时间不少于 30min；回火推荐保温时间不少于 1h。

K.2 GB/T 3077《合金结构钢》摘录

K.2.1 低合金结构钢的牌号、统一数字代号及化学成分（熔炼分析）应符合表 K.4 的规定。

K.2.2 低合金结构钢中硫、磷及残余铜、镍、钼的含量应符合表 K.5 的规定。

K.2.3 低合金结构钢的力学性能应符合表 K.6 的规定。

表 K.4 低合金钢的化学成分

序号	统一数字代号	牌号	化 学 成 分 %					
			C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
1	A00352	35Mn2	0.32~0.39	0.17~0.37	1.40~1.80			
2	A10272	27SiMn	0.24~0.32	1.00~1.40	1.10~1.40			
3	A10352	35SiMn	0.32~0.40	1.10~1.40	1.10~1.40			
4	A20402	40Cr	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10		
5	A20502	50Cr	0.47~0.54	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10		
6	A30352	35CrMo	0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	0.80~1.10	0.15~0.25	
7	A30422	42CrMo	0.38~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	0.90~1.20	0.15~0.25	
8	A42302	30CrNi3	0.27~0.33	0.17~0.37	0.30~0.60	0.60~0.90		2.75~3.15
9	A42372	37CrNi3	0.34~0.41	0.17~0.37	0.30~0.60	1.20~1.60		3.00~3.50
10	A50202	20CrNiMo	0.17~0.23	0.17~0.37	0.60~0.95	0.40~0.70	0.20~0.30	0.35~0.75
11	A50403	40CrNiMoA	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.60~0.90	0.15~0.25	1.25~1.65

注 1: 本标准中规定带“A”字标志的牌号仅能作为高级优质钢订货, 其他牌号按优质钢订货。

注 2: 统一数字代号系根据 GB/T 17616 规定列入, 优质钢尾部数字为“2”, 高级优质钢(带“A”钢)尾部数字为“3”, 特级优质钢(带“E”钢)尾部数字为“6”。

表 K.5 低合金结构钢中硫、磷及残余铜、铬、镍、钼的含量 %

钢 类	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo
	不 大 于					
优质钢	0.035	0.035	0.30	0.30	0.30	0.15
高级优质钢	0.025	0.025	0.25	0.30	0.30	0.10
特级优质钢	0.025	0.015	0.25	0.30	0.30	0.10

表 K.6 低合金结构钢的力学性能

序号	牌号	试样 毛坯 尺寸 mm	热 处 理				力 学 性 能					钢材退火 或高温回 火状态布 氏硬度 HB100/ 3000 不大 于
			淬 火		回 火		抗拉 强度 σ_b MPa	屈服 点 σ_s MPa	断后 伸长 率 δ_5 %	断后 收缩 率 ψ %	冲击 吸收 功 A_{kv} J	
			加热 温度 ℃	冷 却 剂	加热 温度 ℃	冷 却 剂						
1	35Mn2	25	840	水	500	水	835	685	12	45	55	207
2	27SiMn	25	920	水	450	水、油	980	835	12	40	39	217
3	35SiMn	25	900	水	570	水、油	885	735	15	45	47	229
4	40Cr	25	850	油	520	水、油	980	785	9	45	47	207
5	50Cr	25	830	油	520	水、油	1080	930	9	40	39	229
6	35CrMo	25	850	油	550	水、油	980	835	12	45	63	229
7	42CrMo	25	850	油	560	水、油	1080	930	12	45	63	217
8	30CrNi3	25	820	油	500	水、油	980	785	9	45	63	241
9	37CrNi3	25	820	油	500	水、油	1130	980	10	50	47	269
10	20CrNiMo	25	850	油	200	空	980	785	9	40	47	197
11	40CrNiMoA	25	850	油	600	水、油	980	835	12	55	78	269

注 1: 表中所列热处理温度允许调整范围: 淬火 $\pm 15^\circ\text{C}$, 低温回火 $\pm 20^\circ\text{C}$, 高温回火 $\pm 50^\circ\text{C}$ 。
注 2: 拉伸试验时试样钢上不能发现屈服, 无法测定屈服点 σ_s 情况下, 可以规定残余伸长应力 $\sigma_{0.2}$ 。

附 录 L
(规范性附录)
锻件通用技术条件

L.1 优质碳素结构钢和低合金结构钢锻件的化学成分

L.1.1 锻件应按 GB/T 223 《钢铁及合金化学分析方法》取样进行成品分析。

L.1.2 锻件的化学成分允许偏差应符合 L.1 的规定。

表 L.1 锻件的化学成分允许偏差 %

元素	规定化学成分范围 %	截 面 积 cm ²					
		≤650	>650~ 1300	>1300~ 2600	>2600~ 5200	>5200~ 10420	>10420
C	≤0.25		±0.03	±0.03	±0.04	±0.05	±0.05
	>0.25~0.50	±0.03	±0.04	±0.04	±0.05	±0.06	±0.06
	≥0.50		±0.05	±0.05	±0.06	±0.07	±0.07
Si	≤0.35	±0.02	±0.03	±0.04	±0.04	±0.05	±0.06
	>0.35	±0.05	±0.06	±0.06	±0.07	±0.07	±0.09
Mn	≤0.90	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07	±0.08
	>0.90	±0.06	±0.06	±0.07	±0.08	±0.08	±0.09
P	≤0.050	+0.008	+0.008	+0.010	+0.010	+0.015	+0.015
S	≤0.030	+0.005	+0.005	+0.005	+0.005	+0.006	+0.006
	>0.030	+0.010	+0.010	+0.010	+0.010	+0.015	+0.015
Cr	≤0.90	±0.03	±0.04	±0.04	±0.05	±0.05	±0.06
	>0.90~2.10	±0.05	±0.06	±0.06	±0.07	±0.07	±0.08
	>2.10~ 10.00	±0.10	±0.10	±0.10	±0.14	±0.15	±0.16
Ni	≤1.00	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
	>1.00~2.00	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
	>2.00~5.30	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07
Mo	≤0.20	±0.01	±0.02	±0.02	±0.02	±0.03	±0.03
	>0.20~0.40	±0.02	±0.03	±0.03	±0.03	±0.04	±0.04
	>0.40~1.15	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07	±0.08

L.2 优质碳素结构钢和低合金结构钢锻件的力学性能

L.2.1 锻件的纵向力学性能应符合表 L.2 的规定。

表 L.2 锻件的纵向力学性能

序号	钢号	热处理类型	截面尺寸 mm	力学性能 \geq						硬度
				σ_b (或=)	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{ku2}	A_{kv}	HB
				MPa		%		J		
1	25	正火 + 回火	≤ 100	420~570	235	22	50	39	126~170	
			$> 100\sim 250$	390~530	215	20	48	31		
			$> 250\sim 500$	380~520	205	18	40	31		
			$> 500\sim 1000$	380~520	205	17	35	27		
2	35	正火 + 回火	≤ 100	480~670	270	19	43	27	143~187	
			$> 100\sim 250$	460~650	245	17	40	24		
			$> 250\sim 500$	460~610	245	17	37	24		
			$> 500\sim 1000$	460~610	245	17	30	20		
		调质	≤ 100	550~700	320	20	45	47	196~241	
			$> 100\sim 250$	490~640	295	22	40	39	187~229	
			$> 250\sim 500$	490~640	275	21			163~219	
3	45	正火 + 回火	≤ 100	580~770	305	17	38	24	163~217	
			$> 100\sim 250$	560~750	275	15	35	20		
			$> 250\sim 500$	560~720	275	15	32	20		
			$> 500\sim 1000$	560~720	275	15	30	16		
		调质	≤ 100	630~780	370	17	40	31	207~302	
			$> 100\sim 250$	590~740	345	18	35	31	197~286	
			$> 250\sim 500$	590~740	325	17			187~255	
4	35Mn2	正火 + 回火	≤ 100	620	315	18	45	24	207~241	
			$> 100\sim 300$	580	295	18	43	24		
		调质	≤ 100	745	590	16	50	47	229~269	
			$> 100\sim 300$	685	490	16	40	47		

表 L.2 (续)

序号	钢号	热处理类型	截面尺寸 mm	力学性能 \geq						硬度 HB
				σ_b (或=)	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{ku2}	A_{kv}	
				MPa		%		J		
5	20SiMn	正火 + 回火	≤ 120	540	335	32	72	63		
			$> 120 \sim 250$	530	315	30	68	63		
			$> 250 \sim 400$	490	275	16	35	47		
			$> 400 \sim 600$	470	265	15	30	39		
			$> 600 \sim 900$	450	255	14	30	39		
			$> 900 \sim 1200$	440	245	14	30	39		
6	35SiMn	调质	≤ 100	785	510	15	45	47	229~286	
			$> 100 \sim 300$	735	440	14	35	39	247~269	
			$> 300 \sim 400$	685	390	13	30	36	217~255	
			$> 400 \sim 500$	640	375	11	30	32	196~255	
			$> 500 \sim 800$	600	345	10	28	24		
7	40Cr	调质	≤ 100	735	540	15	45	39	241~286	
			$> 100 \sim 300$	690	490	14	45	31	241~286	
			$> 300 \sim 500$	640	440	10	35	24	229~269	
			$> 500 \sim 800$	590	345	8	30	16	217~255	
8	50Cr	调质	≤ 100	835	540	10	40		255~286	
			$> 100 \sim 300$	785	490	10	40		241~286	
9	35CrMo	调质	≤ 100	735	540	15	45	47	209~269	
			$> 100 \sim 300$	690	490	15	45	39		
			$> 300 \sim 500$	640	440	15	35	31		
			$> 500 \sim 800$	590	390	12	30	24		

表 L.2 (续)

序号	钢号	热处理类型	截面尺寸 mm	力学性能 \geq						硬度 HB
				σ_b (或=)	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{ku2}	A_{kv}	
				MPa		%		J		
10	42CrMo	调质	≤ 100	900~1100	650	12	50		35	
			$> 100\sim 160$	800~950	550	13	50		35	
			$> 160\sim 250$	750~900	500	14	55		35	
			$> 250\sim 500$	690~840	460	15				
			$> 500\sim 750$	590~740	390	16				
11	30Cr2Ni2Mo	调质	≤ 100	1100~1300	900	10	45		35	
			$> 100\sim 160$	1000~1200	800	11	50		45	
			$> 160\sim 250$	900~1100	700	12	50		45	
			$> 250\sim 500$	830~980	635	12				
			$> 500\sim 1000$	780~930	590	12				
12	34CrNiMo	调质	≤ 100	1000~1200	800	11	50		45	
			$> 100\sim 160$	900~1100	700	12	55		45	
			$> 160\sim 250$	800~950	600	13	55		45	
			$> 250\sim 500$	740~890	540	14				
			$> 500\sim 1000$	690~840	490	15				
13	34CrNi2Mo	调质	≤ 100	900	785	14	40	54		269~319
			$> 100\sim 300$	855	735	14	38	47		262~312
			$> 300\sim 500$	805	685	13	35	31		241~291
			$> 500\sim 1000$	755	640	12	32	31		241~291

L.2.2 锻件的径向、横向、切向力学性能降低的百分数应符合表 L.3 的规定。

表 L.3 径向、横向、切向力学性能降低的百分数

力学性能 指标	力学性能允许降低的百分数 %			
	横向试样	径向试样	切 向 试 样	
			直径≤300mm 的锻件	直径>300mm 的 锻件
σ_b MPa	10	10	5	5
σ_s MPa	10	10	5	5
δ_5 %	50	35	25	30
ψ %	40	35	20	25
A_K J	50	40	25	30

附 录 M
(资料性附录)
支承滑道常用材料

M.1 压 合 胶 木

M.1.1 压合胶木的物理机械性能应符合表 M.1 的规定。

表 M.1 压合胶木的物理机械性能

序号	性 能	压合胶木 (短层积板)	
		MCS-2	MCS-2-2
1	密度 g/cm ³	≥1.3	≥1.3
2	水分和挥发物质 %	≤7	≤6
3	24h 吸水率 %	≤5	≤3
4	极限吸水率 %	≤20	≤8
5	极限膨胀率 %	≤22	≤10
6	顺纹拉伸极限强度 MPa	≥260	≥200
7	顺纹压缩极限强度 MPa	≥160	≥150
8	静曲极限强度 MPa	≥280	≥250
9	冲击强度 J/cm ²	≥8	≥9
10	胶缝极限剪切强度	≥15	≥15
11	端面布氏硬度 MPa	≥2.5	≥2.0

M.1.2 压合胶木在加工前应在 70℃ 的石蜡溶液中干燥，使其含水率（包括挥发物）降低到 5% 以下，干燥后端部裂纹不大于 0.2mm。

M.1.3 压合胶木应顺木纹方向的端面受压，其过盈量为夹槽宽度的 1.6%~2.0%。压合胶木与滑道夹槽应紧密接触，在两端部检查局部间隙应小于 0.2mm，深度不超过 30.0mm，宽度不超过 20.0mm。

M.1.4 压合胶木压入夹槽后的机加工表面粗糙度为 $Ra \leq 6.3\mu\text{m}$ 。

M.2 增强（填充）四氟板材

M.2.1 增强（填充）四氟材料的物理机械性能参见表 M.2。

表 M.2 增强（填充）四氟板材的物理机械性能

序号	性能	单位	指标	备注
1	密度	g/cm^3	1.20~1.50	
2	抗压强度	MPa	120~180	
3	缺口冲击强度	J/cm^2	>0.7	
4	球压痕硬度	MPa	≥ 100	GB3398-1982
5	许用线压强	kN/cm	≤ 80	
6	线胀系数	$1/^\circ\text{C}$	$\leq 7.0 \times 10^{-5}$	
7	吸水率	%	≤ 0.6	
8	热变形温度	$^\circ\text{C}$	185	

M.2.2 增强四氟材料滑块的宽度尺寸宜大于夹槽宽度 1%。

M.2.3 滑块表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ 。

M.3 钢背铜塑复合材料

M.3.1 钢背铜塑复合材料的物理机械性能参见表 M.3。

表 M.3 钢背铜塑复合材料的物理机械性能

序号	性能	单位	复合材料	
			铜球 / 聚甲醛	铜螺旋 / 聚甲醛
1	复合层厚度	mm	1.2~1.5	≥3.0
2	抗压强度	MPa	≥250	≥160
3	布氏硬度	MPa	≥300	≥120
4	允许线压强	kN/cm	60	80
5	线胀系数	1/°C	2.3×10^{-5}	2.3×10^{-5}
6	工作温度	°C	-40~+100	-40~+100

M.3.2 钢基聚甲醛复合材料的表层应均匀一致，无未溶化的塑料，无裂纹等缺陷。

M.4 自润滑铜合金支承材料

M.4.1 常用自润滑铜合金支承材料的铜合金应符合 GB/T 13819《铜合金铸件》有关规定的要求，其力学性能应满足表 M.4 的规定。

表 M.4 铜合金力学性能

铜合金	力学性能			
	抗拉强度 σ_b MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	伸长率 δ_5 %	硬度 HB
锡青铜	≥200	≥90	≥13	≥60
铝青铜	≥630	≥250	≥16	≥157
高强黄铜	≥740	≥400	≥7	≥167

M.4.2 铜基体应无夹杂物、砂眼、缩孔等缺陷，表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ 。

M.4.3 固体润滑剂的化学成分应符合图样规定，表面应颜色一致，无缺损、无剥离、无裂纹。

附录 N

(资料性附录)

橡胶水封的物理机械性能

N.1 橡胶水封的物理机械性能应符合表 N.1 的规定。

表 N.1 橡胶水封的物理机械性能

序号	性能	指标值			高水头橡胶水封
		I		II	
		SF6674	SF6474	SF6574	
1	密度 g/cm ³	1.2~1.5	1.2~1.5	1.2~1.5	1.2~1.5
2	含(新)胶量 %	≥60	≥60	≥60	≥60
3	拉伸强度 MPa	≥18	≥13	≥14	≥22
4	邵氏硬度 A	60±5	60±5	60±5	70±5
5	拉伸伸长率 %	≥450	≥450	≥400	≥400
6	拉伸弹性模量 MPa 当 100% 当 200%	1.6~2.0	1.6~2.0	1.6~2.0	2.0~4.0
		1.8~2.5	1.8~2.5	1.8~2.5	2.5~5.0
7	压缩弹性模量 MPa 当 20% 当 30% 当 40%	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~7.5
		5.6~6.0	5.6~6.0	5.6~6.0	5.8~8.0
		6.2~6.8	6.2~6.8	6.2~6.8	6.0~9.0
8	在-40~+40℃温度环境下工作	不发生冻裂或硬化			

N.2 橡塑复合水封聚四氟乙烯薄膜厚度应大于 1.0mm，聚四氟乙烯薄膜与橡胶材料的粘合强度，当试样宽度为 25.0mm 时，应不小于 10kN/m。

附录 O

(资料性附录)

闸门高强度环氧垫料配制与特性

O.1 环氧垫料配方 (重量比)

环氧树脂 6101 号 (主剂)	100
二丁脂 (增塑剂) 含量 99% 以上	12
多乙烯多胺 (固化剂)	12
42.5 号水泥	12

O.2 配 制 工 艺

先将 6101 号环氧树脂用隔水均匀加温到 25℃~30℃。按配方依次加入二丁脂、多乙烯多胺, 最后加入水泥搅匀。浆液温度控制在 35℃~40℃, 否则强度降低不能浇灌。

O.3 基 本 物 理 性 能

抗压强度 (7 天平均值)	89MPa
抗压强度 (15 天平均值)	93~108MPa
硬度 (平均值)	HB=61~100
初凝时间	2h
终凝时间	24h
流动性能	适中
收缩率	纵向收缩量大, 横向收缩小
比重	1.25~1.6

0.4 补 充 要 求

高强度环氧垫料进行物理性能试验的试样(块), 应尽可能模拟现场环境、条件及浇灌工艺制备。

表 A.2 碳素结构钢的力学性能 (摘自 GB/T 700—1988)

牌号	等级	位伸试验								冲击试验		180° 冷弯试验, $b=2a$				
		屈服点 σ_s MPa				抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 δ_5 %				温度 $^{\circ}\text{C}$	V 型冲击功 (纵向) J	试样方向	钢板厚度 mm		
		钢板厚度 mm					钢板厚度 mm							>4	>60	>
		≤16	>16~40	>40~60	>60~100		≤16	>16~40	>40~60	>60~100				~60	~100	100~200
不小于				不小于				弯心直径 d								
Q215	A B	215	205	195	185	335~410	31	30	29	28	— 20	— ≥27	纵 横	0.5a a	1.5a 2a	2a 2.5a
Q235	A B C D	235	225	215	205	375~460	26	25	24	23	— 20 0 -20	≥27	纵 横	a 1.5a	2a 2.5a	2.5a 3a
Q255	A B	255	245	235	225	410~510	24	23	22	21	— 20	≥27		2a	3a	3.5a

注 1: 牌号表示方法: 钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号和脱氧方法号等四个部分按序组成。例如: Q235—A、F。
 注 2: 符号:
 Q—钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母;
 A、B、C、D—分别为质量等级;
 F—沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母;
 b—半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母;
 Z—镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母;
 TZ—特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首位字母。
 在牌号组成表示方法中,“Z”与“TZ”符号予以省略。
 注 3: 冷弯试验中 B 为宽度, a 为板厚。
 注 4: 进行拉伸和弯曲试验时, 钢板应取横向试样。
 注 5: 夏比冲击功值按一组三个试样单值的算术平均值计算, 允许其中一个试样单值低于规定值, 但不得低于规定值的 70%。
 注 6: 钢材一般以热轧状态交货, 根据需方要求, 经双方协议, 也可以正火状态交货 (A 级钢除外)。
 注 7: 其他技术要求见 GB700—1988 规定。

表 A.3 低合金高强度结构钢的化学成分 (摘自 GB/T1591—1994)

牌号	等级	化学成分%											备注
		C≤	Mn	Si≤	P≤	S≤	V	Nb	Ti	Al≥	Cr≤	Ni≤	
Q295	A B	0.16	0.80 ~ 1.50	0.55	0.045 0.040	0.045 0.040	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	— —	— —	— —	
Q345	A	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	—	—	相当于 GB1591— 1988 中 16Mn 钢、 16Mnq 钢、 16MnR 钢
	B	0.18			0.040	0.040				—	—	—	
	C				0.035	0.035				0.015	—	—	
	D				0.030	0.030				0.015	—	—	
E	0.025	0.025	0.015	—	—	—							
Q390	A	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.30	0.70	相当于 GB1591— 1988 中 15MnV 钢、 15MnTi 钢
	B				0.040	0.040				—	0.30	0.70	
	C				0.035	0.035				0.015	0.30	0.70	
	D				0.030	0.030				0.015	0.30	0.70	
E	0.025	0.025	0.015	0.30	0.70	—							
Q420	A	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.40	0.70	
	B				0.040	0.040				—	0.40	0.70	
	C				0.035	0.035				0.015	0.40	0.70	
	D				0.030	0.030				0.015	0.40	0.70	
E	0.025	0.025	0.015	0.40	0.70	—							
Q460	C	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.035	0.035	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.70	0.70	
	D				0.030	0.030				0.015	0.70	0.70	
	E				0.025	0.025				0.015	0.70	0.70	

表 A.4 低合金高强度结构钢力学性能 (摘自 GB/T1591—1994)

牌号	等级	屈服点 $\sigma_s \geq$ MPa				抗拉强度 σ_b MPa	伸长率 $\delta_5 \geq$	冲击功, A_{KV} (纵向) J			
		厚度 (直径、边长) mm						+20°C	0°C	-20°C	
		≤ 16	$> 16 \sim 35$	$> 35 \sim 50$	$> 50 \sim 100$						
Q295	A B	295	275	255	235	390~570	23 23	34			
Q345	A	345	325	295	275	470~630	21	34			
	B						21				
	C						22	34	34		
	D						22				
E	22										
Q390	A	390	370	350	330	490~650	19	34			
	B						19				
	C							34	34		
	D										
E											
Q420	A	420	400	380	360	520~680	18	34			
	B						18				
	C						19	34	34		
	D						19				
E	19										
Q460	C	460	440	420	400	550~720	17		34		
	D						17				
	E						17				

注 1: 夏比 (V 型缺口) 冲击试验的冲击功和试验温度应符合表 A.4 规定。冲击功值按一组三个试样算术平均值, 试样值低于表 A.4 规定值, 但不得低于规定值的 70%;

注 2: A 级钢应进行弯曲试验, 其他质量级别钢, 如供方能保证弯曲试验结果符合表 A.4 规定要求, 可不作试验;

注 3: 原标准 GB1591—1988 中 16Mn 钢牌号改为 GB/T1591—1994 标准中的 Q345 钢; 15MnV、15MnTi 改为

表 A.5 压力容器用钢板的化学成分 (摘自 GB6654—1996)

牌号	化学成分%							
	C	Mn	Si	V	Mo	Nb	Cr	
20R	≤ 0.20	0.40~0.90	0.15~0.30	—	—	—	—	
16MnR	≤ 0.20	1.20~1.60	0.20~0.55	—	—	—	—	
15MnVR	≤ 0.18	1.20~1.60	0.20~0.55	0.04~0.12	—	—	—	

表 A.6 压力容器用钢板的力学性能、工艺性能 (摘自 GB6654—1996)

牌号	交货状态	钢板厚度 mm	抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s MPa	伸长率 δ_5 MPa	V 型	
				\geq		温度 °C	
20R	热轧、控轧或正火	6~16	400~510	245	25	20	
		>16~36		235			
		>36~60	225	24			
		>60~100	390~510		205		
16MnR		6~16	510~640	345	21	20	
		>16~36	490~620	325			
		>36~60	470~600	305	20		
		>60~100	460~590	285			
		>100~120	450~580	275			

15MnVR		6~16 >16~36 >36~60	530~665 510~645 490~625	390 370 350	19	20		
--------	--	--------------------------	-------------------------------	-------------------	----	----	--	--

注 1: 所有牌号的钢都是镇静钢;

注 2: 钢板的拉伸试验, 夏比 (V 型缺口) 冲击试验、冷弯试验结果应符合表 A.6 的规定, 其中厚度大于 60 注明才做冷弯试验;

注 3: 夏比 (V 型缺口) 冲击功, 按三个试样的算术平均值计算, 允许其中一个试样的单个值比表 A.6 规定值低, 但不得