



中华人民共和国国家标准

GB/T 41951—2022

金属和合金的腐蚀 建筑用钢连接部件及 钢构件耐蚀性能测试方法

Corrosion of metals and alloys—Test method for the corrosion
resistance of construction steel joint and member

2022-12-30 发布

2023-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、冶金工业信息标准研究院、中国科学院金属研究所、北京科技大学、青岛钢研纳克检测防护技术有限公司、中冶检测认证有限公司。

本文件主要起草人：陈洁、侯捷、王振尧、吕尚霖、张雷、杨朝晖、田子健、曹公望、李晓滨、李倩、丁国清。

金属和合金的腐蚀 建筑用钢连接部件及 钢构件耐腐蚀性能测试方法

1 范围

本文件给出了建筑用钢连接部件及钢构件耐腐蚀性能的测试方法。

本文件适用于建筑用钢连接部件及钢构件在氯离子环境下的腐蚀性能测试。

本文件包括以下两种方法,试验人员可按照实际条件进行选择:

——方法 A: 周期喷淋试验方法;

——方法 B: 周期性盐雾试验方法。

2 规范性引用文件

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

GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

GB/T 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢

GB/T 16545 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除

3 术语和定义

GB/T 10123 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢连接部件 construction steel joint

用钢板、角钢、槽钢、工字钢、H 型钢等通过焊接、螺接或铆接等方式连接而成的部件。

3.2

钢构件 construction steel member

用钢连接部件(3.1)组合而成的构件。

4 试验设备

4.1 方法 A

4.1.1 试验装置

4.1.1.1 耐腐蚀性能周期喷淋试验装置见图 1。该装置可放置多个试件,主体为可自动喷淋环境箱,也可配置力学加载装置。耐腐蚀性能周期喷淋试验装置应满足 7.1 中的规定。

4.1.1.2 环境箱由箱体、试样支架、自动喷淋系统、通风干燥系统、环境温湿度控制系统、环境控制测试系统组成。

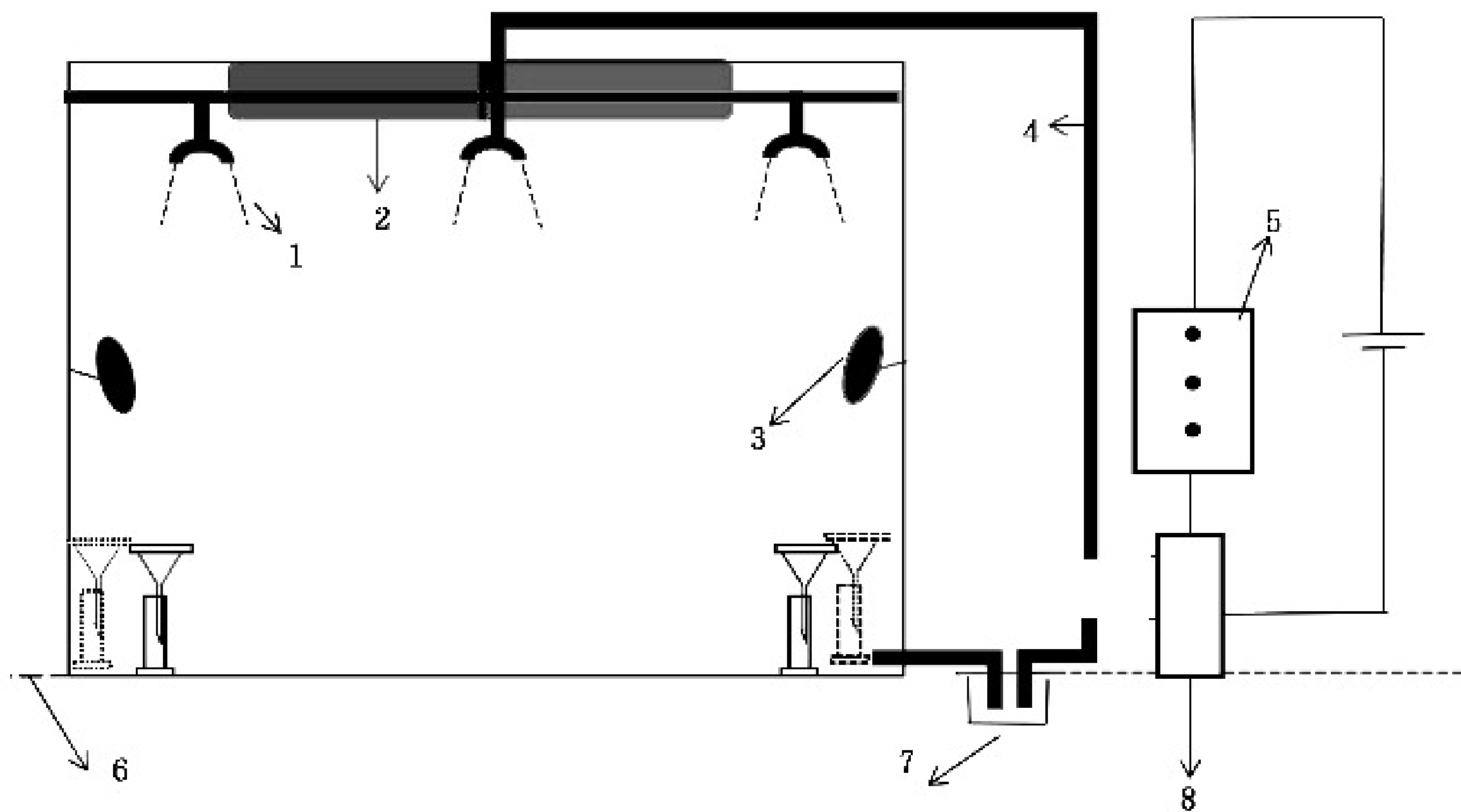
4.1.1.3 试验装置内至少放 4 个收集器,2 个靠近喷淋器,2 个远离喷淋器,以确保均匀收集箱内盐液。盐液收集器为漏斗形状并插在标有刻度的容器中,收集器直径为 100 mm,收集面积约为 80 cm²。

4.1.1.4 自动喷淋系统能够调节喷淋压力及采用合适的喷嘴使箱内盐液收集器的盐液沉降率为 50 mL/h±10mL/h。箱内上部的喷头应均匀分布,喷头可固定在能够控制速度的滑轨上。

4.1.1.5 环境温湿度控制系统包括加热装置及制冷装置,加热装置的加热能力范围为 20 °C~45 °C,制冷装置的制冷能力范围为 0 °C~20 °C。环境控制测试系统应保持箱内温度符合 7.1.1 的规定。

4.1.1.6 环境控制测试系统中的温湿度传感器应距箱内壁不小于 100 mm,各传感器之间的距离不小于 200 mm,传感器应至少分布于试验箱四个角落及中部位置,温湿度传感器应均匀分布。

4.1.1.7 以环境温湿度控制系统和环境控制测试系统控制喷淋。当需要时,力学加载装置控制加载力,每个喷淋周期对箱内的湿环境和干环境进行温度和湿度监测并可自动记录。装置能产生垂直向下扩散液流或者在试样表面应产生少量线性液滴,并且保证全覆盖试样表面。



标引序号说明:

- 1——喷头;
- 2——加热及制冷装置;
- 3——温湿度传感器;
- 4——输水管;
- 5——程控装置;
- 6——地平线;
- 7——蓄水池;
- 8——防腐自吸泵。

图 1 耐腐蚀性能周期喷淋试验装置

4.1.2 装置材料

4.1.2.1 与试验溶液接触的装置材料不应与试验溶液发生反应,推荐使用惰性材料。

4.1.2.2 若采用金属装置材料,无论是否与溶液接触,应从对试验环境有耐腐蚀性的合金中选择或选用合适的防腐涂层。

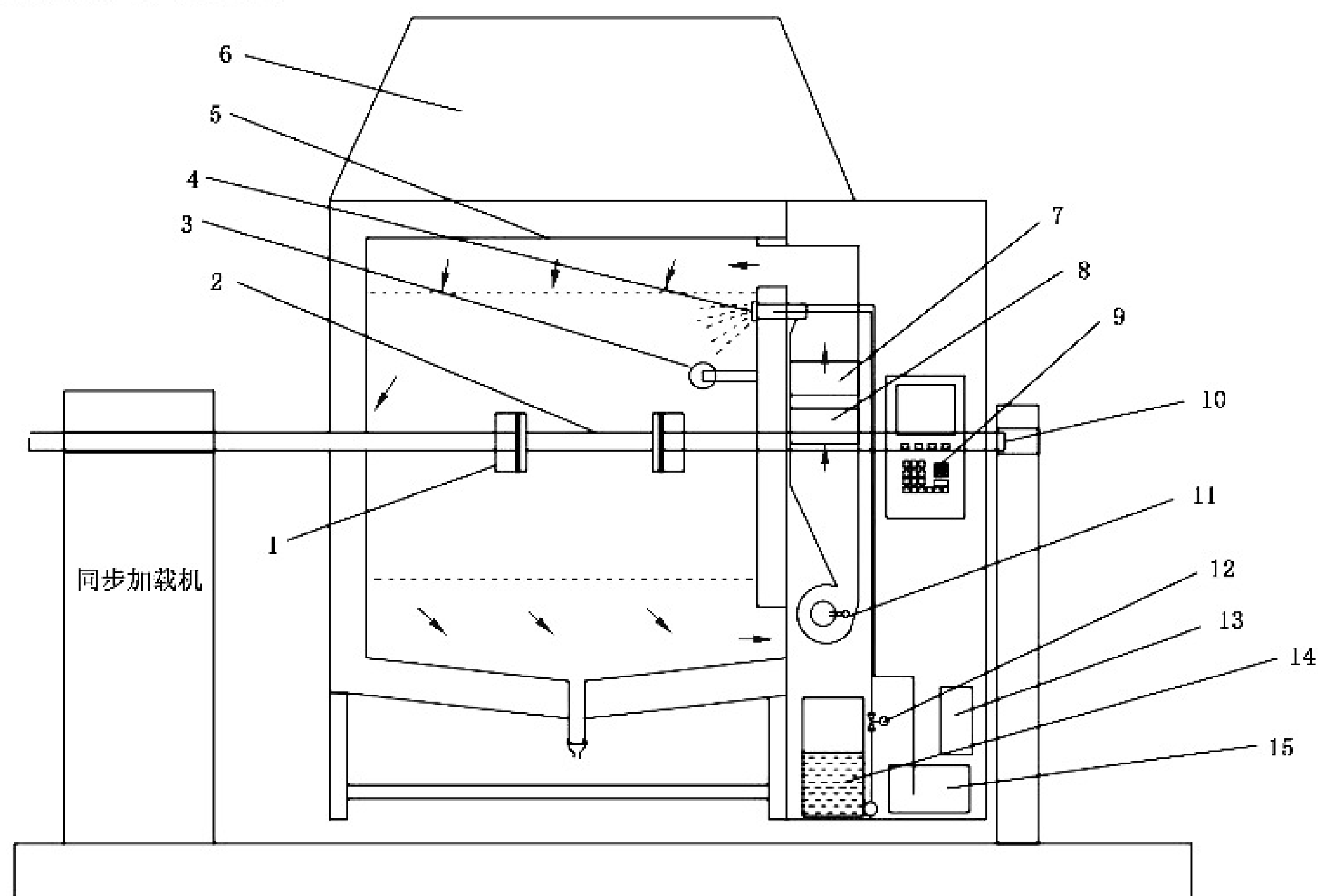
4.1.2.3 试样架的材料应使试样之间及试样与其他裸露金属之间保持电绝缘。如存在与试样接触的裸露金属,应用合适的绝缘材料与腐蚀剂隔离。

4.1.2.4 试样加载夹具材料应使加载夹具与试验箱箱体及试样之间保持电绝缘。

4.2 方法 B

4.2.1 试验装置

4.2.1.1 不同氯离子浓度环境下的腐蚀试验装置,如图 2 所示。该装置包括温湿度控制系统、喷雾系统、盐雾收集器、力学加载装置等。其内部有效试验区容积应不小于 0.4 m^3 ,并确保在试验期间满足盐雾及温湿度的均匀分布。



标引序号说明:

- 1 —— 试样工装;
- 2 —— 试样;
- 3 —— 温湿度传感器;
- 4 —— 盐雾喷嘴;
- 5 —— 腐蚀箱体;
- 6 —— 倾斜顶盖;
- 7 —— 制冷器;
- 8 —— 加热器;
- 9 —— 温湿度控制系统;
- 10 —— 夹具固定端;
- 11 —— 通风干燥系统;
- 12 —— 防腐泵;
- 13 —— 制冷主机;
- 14 —— 盐水槽;
- 15 —— 空气饱和器。

图 2 不同氯离子浓度环境下的腐蚀试验装置

4.2.1.2 温湿度控制系统由制冷器、加热器、制冷主机等组成,可根据湿度、箱内温度及外部饱和器的温度等监测数据自动控制装置内的温度和湿度,以保证在试验期间温湿度满足规定要求。温湿度测量区

应距离箱内壁不小于 100 mm。

4.2.1.3 喷雾系统由可控制压力的空气供应装备、气源预加温加湿的空气饱和器、盐水槽和喷雾器组成,该系统应产生均匀扩散的盐雾。喷雾器由符合喷雾流量压力的喷嘴安装在塔式喷雾架组成。压缩空气应先通过过滤器,净化空气,再供给到喷雾器。压力应控制在 80 kPa~130 kPa 范围内。

4.2.1.4 试验装置内至少放 2 个收集器,一个靠近喷雾器,一个远离喷雾器,以确保均匀收集盐雾。盐雾收集器为漏斗形状,直径为 100 mm,收集面积约为 80 cm²,漏斗应插在标有刻度的容器中,要求收集的是盐雾而不是从试样或箱体其他部位滴下的液体。

4.2.1.5 力学加载装置的加载能力应与连接件大小及强度相匹配。

4.2.2 装置材料

用于制作试验装置的材料应是能抗盐雾腐蚀并且不影响试验结果的材料。材料其他要求应符合 4.1.2 的规定。

5 试验溶液

5.1 方法 A

5.1.1 本试验所用试剂为化学纯及以上,配制溶液所用水为 GB/T 6682—2008 中三级水。

5.1.2 在水中溶解 NaCl 以获得浓度为 35 g/L±1 g/L 的模拟海洋环境中腐蚀效应的中性盐溶液。

5.1.3 用 pH 计或使用精确度不大于 0.5 的 pH 试纸检测 pH。pH 应在 6.5~7.5 范围之内,若超过该范围则应通过加入稀 HCl 或 NaOH 溶液来调节溶液的 pH。

5.1.4 使用过的喷淋溶液不应重复使用。

5.2 方法 B

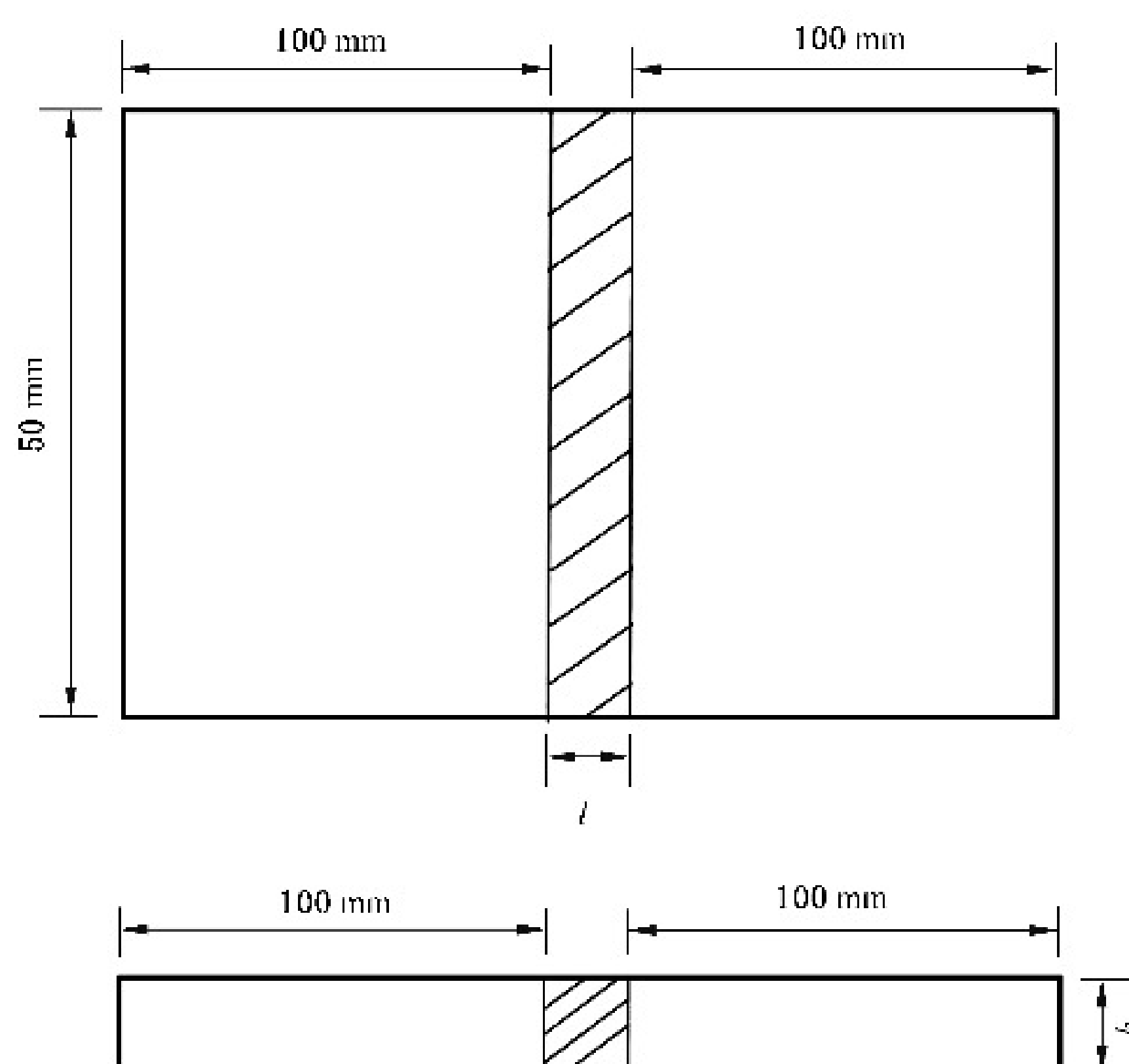
5.2.1 本试验所用试剂为化学纯及以上。在 25 °C±2 °C 时电导率不高于 20 μS/cm 的去离子水或同等纯度的水中溶解 NaCl,可配制低、中、高三种浓度分别为 20 g/L±2 g/L、35 g/L±3.5 g/L、50 g/L±5 g/L 的盐溶液。为测定不同环境 Cl⁻ 浓度对建筑用钢连接部件和钢构件的腐蚀影响,可根据试验目的进行选择。氯化钠的杂质含量应符合 GB/T 10125—2021 中 5.1 的规定。

5.2.2 用 pH 计或使用精确度不大于 0.5 的 pH 试纸检测 pH 值。pH 应在 6.5~7.5 范围之内,若超过该范围则应通过加入稀 HCl 或 NaOH 溶液来调节溶液的 pH。

6 试样

6.1 连接部件试样

6.1.1 试样的种类、形状和尺寸可根据试验目的确定。试样尺寸及类型,通常为焊接、螺栓连接等板状连接件,推荐单侧试样为 150 mm×100 mm(长×宽),厚度为产品厚度,见图 3。试样尺寸也可由相关方协商确定。



标引序号说明：

l ——连接部位宽度；

h ——板材厚度。

图 3 焊接连接试样取样位置示意图

6.1.2 至少采用 5 个平行试样。若进行对比试验,对比试样数量与试验样数量应相同。

6.1.3 试验前应仔细地清洗被测试样,尽可能地清除可能会影响试验结果的杂质(灰尘、油或其他杂质)。所用的清洗方法应取决于试样材料性质,试样表面及污物清洗时,不应使用可能侵蚀试样表面的研磨料或溶剂。

使用适当的有机溶剂和干净的软毛刷或超声清洗装置彻底清洗试样。清洗后,用新鲜溶剂冲洗试样,然后干燥。

对于涂覆保护性有机涂层的试样,清洗时不应破坏有机涂层。

对于无涂层的试样,应对试样表面进行打磨处理,试验前试样表面不允许有锈蚀产物及氧化铁皮等,表面粗糙度 Ra 小于或等于 $25\ \mu\text{m}$ 。

在试验前,检查试样是否存在裂纹和焊接缺陷。

6.1.4 如果试样是从较大的带有涂层的工件上切割下来的,不应损坏切割区附近的涂层。除非另有规定,应采用适当的在测试条件下稳定的涂层,如油漆、石蜡或胶带等,对切割区进行保护。

6.2 构件试样

6.2.1 试验宜选用满足 GB/T 34560.1、GB/T 34560.2、GB/T 34560.3、GB/T 34560.4、GB/T 34560.5、GB/T 34560.6 要求的结构钢制成的构件,由相关方协商也可选用其他种类的钢构件。

6.2.2 试样的种类、形状和尺寸可根据试验目的确定,通常为压弯构件、受弯构件等相关构件,可进行切割加工后进行试验,如 H 型钢截面压弯构件试样尺寸为高度 \times 宽度 \times 长度,其中高度 \times 宽度按照 GB/T 11263 中的尺寸要求,长度推荐 500 mm,见图 4。

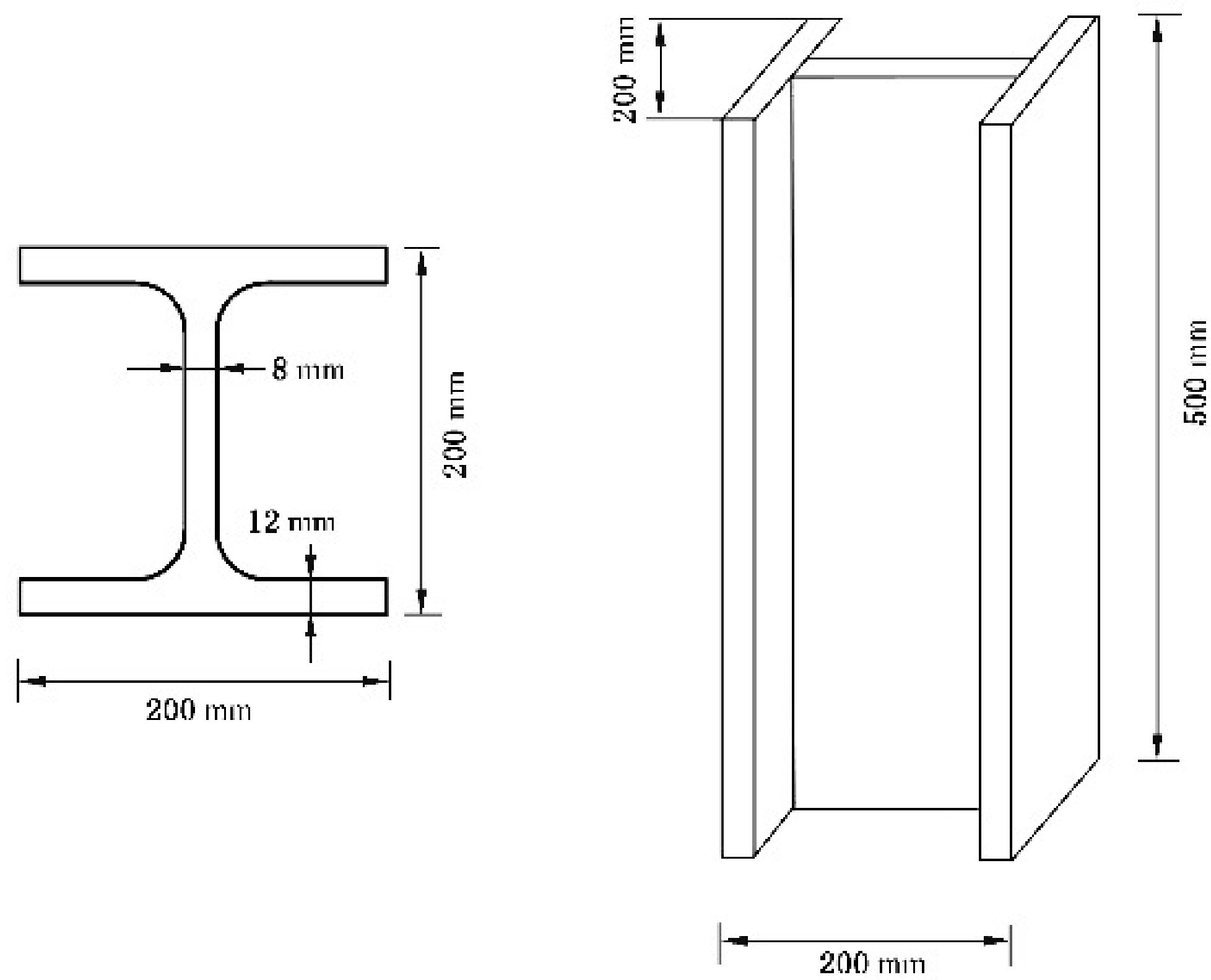


图4 H型钢截面压弯构件取样示意图

6.2.3 至少采用3个平行试样。若进行对比试验,对比试样数量与试验样数量应相同。

6.2.4 试样清洗按照6.1.3要求进行操作。

6.2.5 如果试样是从较大的带有涂层的工件上切割下来的,则应按照6.1.4要求进行操作。

7 试验条件

7.1 方法A

7.1.1 推荐试验温度在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内选择,控温精度为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,干燥时相对湿度为 $(45\pm 5)\%$ 。

7.1.2 推荐的试验延续时间为30 d,也可由相关方协商确定。单次循环周期为12 h,每次喷淋 $180\text{ min}\pm 10\text{ min}$,喷淋后采用通风干燥系统对试样进行风干,应保证试样的均匀干燥,不推荐用强制吹风的方法进行干燥。

7.1.3 盐液沉降率为 $50\text{ mL/h}\pm 10\text{ mL/h}$ 。

7.1.4 力学加载装置的加载能力应与构件大小及强度相匹配。

7.2 方法B

7.2.1 试验单循环时间为12 h,试验条件见表1。试验周期应根据被测材料或产品的相关标准来确定。当无标准时,可经相关方协商确定。推荐的试验周期为24 h、48 h、72 h、96 h、144 h、168 h、240 h、480 h、720 h、1 200 h。

7.2.2 在试验装置内放置好试样,并确认盐雾收集率和条件在规定范围内后,才能开始试验。盐雾沉降的速率在24 h连续喷雾后进行测试,盐雾期间沉降率为 $1.5\text{ mL/h}\pm 0.5\text{ mL}$ 。

7.2.3 使用过的喷雾溶液不应重复使用。

7.2.4 试验初始加载力宜按照钢材屈服强度30%来计算,也可由相关方确定。

7.2.5 必要时,可对试验装置进行腐蚀性能评价,参照GB/T 10125—2021。

表 1 试验条件

序号	试验条件
1	盐雾条件:温度 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
2	“湿”条件:温度 $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
3	“干”条件:温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(35 \pm 3)\%$
4	单循环流程总时间为 12 h,盐雾 3 h、湿 1.5 h、干 6 h、湿 1.5 h(对于每个条件下的时间包括了到达规定温度的时间)
5	试验条件转换时间(即试验条件改变后温度和湿度达到规定值所需时间):“盐雾”到“湿” $< 30\text{ min}$ ，“湿”到“干” $< 1\text{ h}$ ，“干”到“湿” $< 1\text{ h}$ ，“湿”到“盐雾” $< 30\text{ min}$ (此处默认为试验一开始就达到了盐雾条件,当转变为“盐雾”条件时,应立即进行“盐雾”)

8 试验步骤

8.1 试验开始前将收集器放入试验箱内,开启试验设备,调节自动喷淋系统使环境箱中每个收集器盐液沉降率均满足第 7 章的要求。

8.2 调节环境温湿度控制系统和环境控制测试系统,满足第 7 章的要求。

8.3 试样应放置在其测试表面不受到盐液或盐雾直接喷射的位置。需要力学加载时,试样放置应与力学加载装置相协调,以保证加载力的均匀性。

8.4 在环境箱中,试样不应接触箱体,应确保支架、夹具及箱体内壁上的液滴不滴落在试样上。

8.5 按照第 7 章要求进行试验。

9 试样的清洗

试验完成后,将被测试样从环境箱中取出,为了减少腐蚀产物脱落,试样在清洗前应先在室内空气中自然干燥 $0.5\text{ h} \sim 1\text{ h}$ 。然后用温度不高于 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干净的流动水将被测试样小心清洗,以去除试样表面残留的盐液,再在距试样约 300 mm 处用压强不超过 200 kPa 的空气吹干。干燥后,应立即按照 GB/T 16545 的要求进行除锈处理。

10 结果评定

根据试验的特定要求,可用多种指标对试验结果进行评定。

a) 对于无涂层试样:

- 1) 试验后的试样外观;
- 2) 去除表面腐蚀产物后的外观;
- 3) 在一定放大倍数(如, $\times 20$)下,检查试样的表面裂纹情况,需要时截取典型裂纹制作金相样进行显微观察;
- 4) 试样质量的变化(按 GB/T 16545 的规定)。

b) 对于有涂层试样:

- 1) 试验后的外观;

- 2) 试件表面开裂等级、起泡等级及生锈等级的评定(按 GB/T 1766 的规定);
- 3) 微观检查结果。

11 试验报告

试验报告中应根据试验规定的评定标准说明试验结果。每个试样的结果均应写入报告。必要时,也可提供一组重复试样的平均值。

试验报告宜包括以下内容。

- a) 对于无涂层试样:
 - 1) 本文件编号;
 - 2) 试验环境条件,包括温度、湿度等;
 - 3) 试验时间和试验循环条件;
 - 4) 试样材料的牌号、规格;
 - 5) 试样的尺寸、几何形状;
 - 6) 试样质量和厚度的损失;
 - 7) 典型腐蚀部位的剖面金相照片;
 - 8) 试样试验前后照片。
- b) 对于有涂层试样:
 - 1) 本文件编号;
 - 2) 试验环境条件,包括温度、湿度等;
 - 3) 试验时间和试验循环条件;
 - 4) 试样材料的牌号、规格、表面涂层材性描述;
 - 5) 试样的尺寸、几何形状;
 - 6) 与规定试验方法的任何不同之处;
 - 7) 试验结果,如带有涂层试样的气泡和起皮的宽度;
 - 8) 被测试样涂层脱落或失效典型外观的照片资料及相关说明;
 - 9) 试样试验前后照片。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34560.1 结构钢 第1部分:热轧产品一般交货技术条件
- [2] GB/T 34560.2 结构钢 第2部分:一般用途结构钢交货技术条件
- [3] GB/T 34560.3 结构钢 第3部分:细晶粒结构钢交货技术条件
- [4] GB/T 34560.4 结构钢 第4部分:淬火加回火高屈服强度结构钢板交货技术条件
- [5] GB/T 34560.5 结构钢 第5部分:耐大气腐蚀结构钢交货技术条件
- [6] GB/T 34560.6 结构钢 第6部分:抗震型建筑结构钢交货技术条件
-