

Cold-rolled Steel for Enamelling

冷轧搪瓷用钢

www.baosteel.com

目 录

前 言	1
涂搪瓷釉具有的特点	2
搪瓷用钢板具有的特性	3
冷轧搪瓷用钢的生产流程图	4
涂搪工艺介绍	5
涂搪烧成示意图	6
涂搪中的常见缺陷及对策	7
宝钢搪瓷用钢的牌号、适应工艺、可供规格范围	9
宝钢搪瓷用钢供应的典型行业	10
宝钢冷轧搪瓷用钢成分、性能和对照牌号	12
搪瓷用钢的检测介绍	13

1. 前言

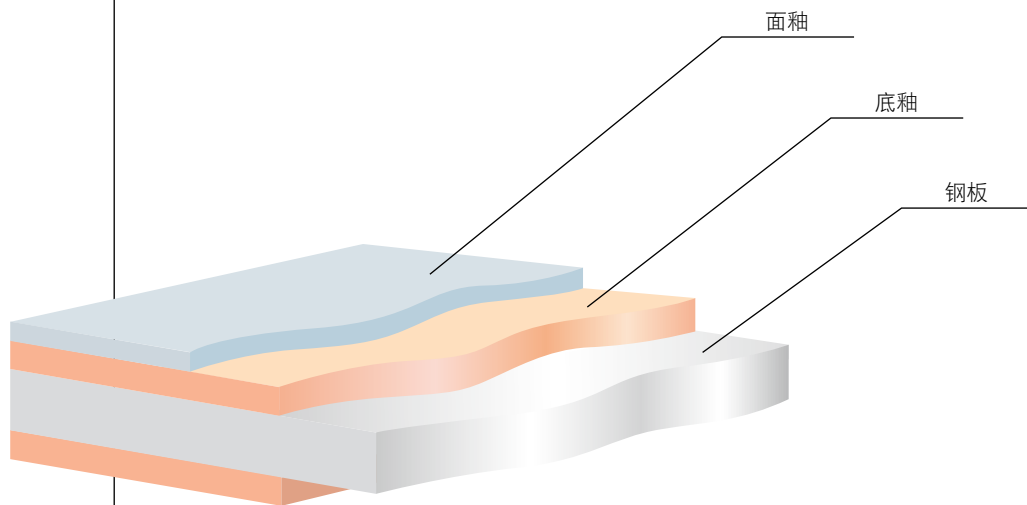
搪瓷用钢钢板是将钢板的强度、成形性和瓷釉的耐蚀、耐磨性和色彩鲜艳性等优点结合在一起，这些特性被应用在以下诸多领域。

生活中色彩鲜艳的脸盆、瓷杯、瓷碗和灶台台面；耐高温烘烤的烤炉、烤箱；耐压的热水器内胆；形状各异的浴缸、淋浴房等都可以由钢板涂搪后制成。

地下广场和地铁站内的站头指示牌、广告牌、墙面板；办公大楼的墙面板；隧道内的装饰板采用搪瓷用钢钢板后，不仅可以达到30年不褪色，而且日常维护、清洗更换方便。

教室内的教学板、会议室内的书写板使用搪瓷用钢钢板后不仅耐磨，更易清洁。

在工业领域，搪瓷用钢更是得到广泛应用。在高腐蚀的火力电厂热交换器冷端、化工厂的反应器、污水处理厂的废水存储器，城市自来水污水管道等。搪瓷用钢钢板的高耐蚀、表面光滑得到充分发挥。



2. 涂搪瓷釉具有的特点



耐蚀



耐磨



耐火



耐蚀

有着极强的耐化学性,包括耐强酸(氢氟酸除外)、弱碱、洗涤剂 and 有机溶剂等;有优良的耐大气、(含硫化物、氮化物)酸雨、海洋性气候、辐射以及气温骤变引起的腐蚀,保持颜色和光泽不变。经过500h的盐雾试验不会出现锈点,建筑面板暴露户外30年不发生腐蚀现象。

耐磨

表面坚硬致密,耐磨和耐冲击性好。

耐高温急变

耐高温和低温稳定性好,耐高温急变性能好。

耐火

耐火性好,火焰和其它热源不会损坏搪瓷表面,也不会释放有毒有害气体。

清洁卫生

搪瓷表面不易滋生细菌和积尘,容易清洗,也不会溶出有毒有害元素,常用于食品级材料。

另外瓷釉色彩丰富、稳定,具艺术性,且不会褪色。

3. 搪瓷用钢板具有的特性

成形性

满足复杂冲压成形的要求。

如浴缸



抗挠性

高温搪烧以后没有变形。

如大尺寸装饰板



附着性

基板和瓷釉之间有很好的结合力。



抗鳞爆性

基板内的H在涂搪中不会发生大量积聚, 破坏釉层。

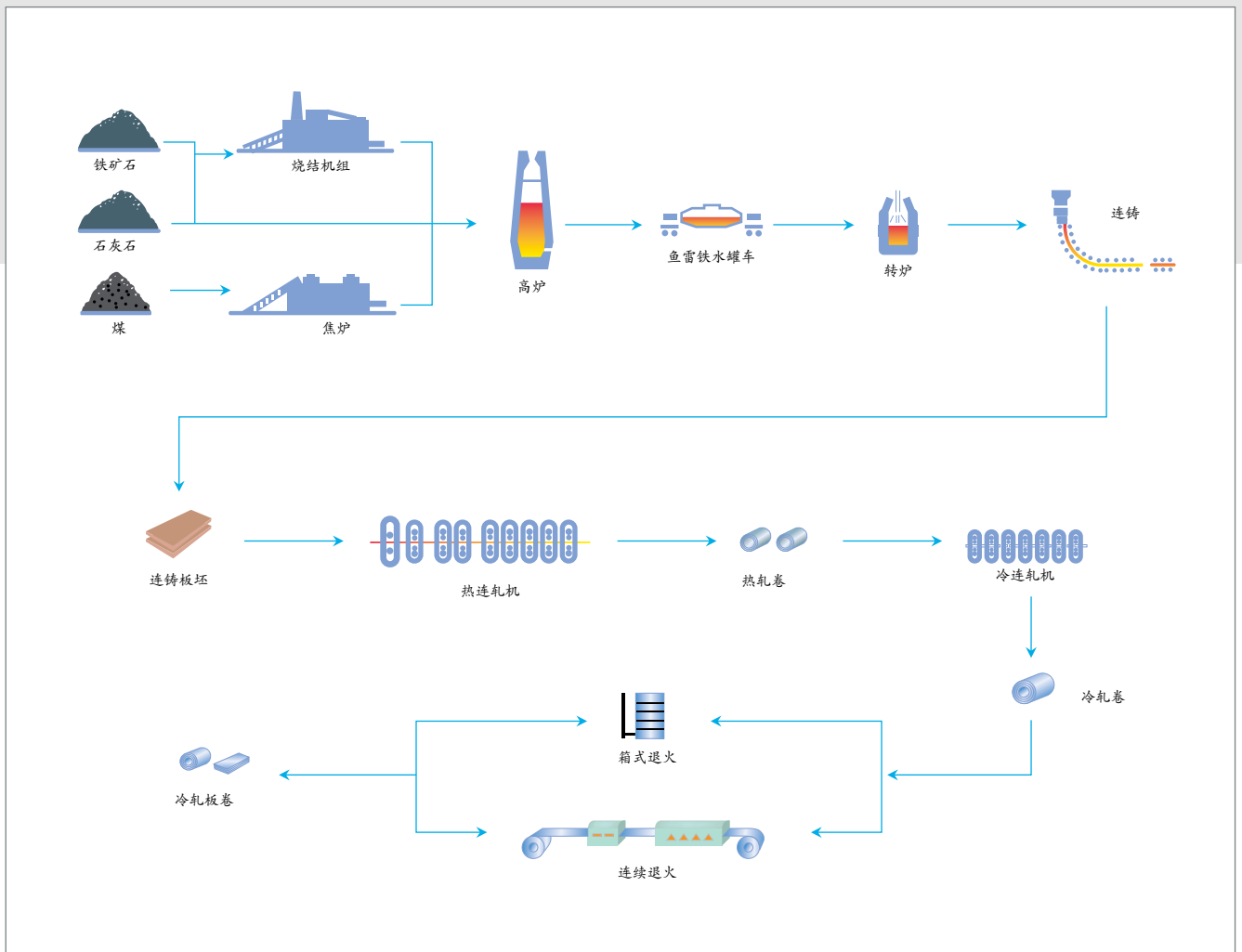
抗针孔性

通过钢板和瓷釉的匹配, 不会在瓷釉表面产生过多微观针孔。

强度

钢板在高温烧灼后有足够的承压能力或抗冲击能力。

4. 冷轧搪瓷用钢的生产流程图



5. 涂搪工艺介绍

在静电干法工艺出现前, 用户的一般工艺为:

静电湿法



在环保和成本的双重驱动下, 要求钢板在不进行处理的条件下满足附着力、针孔等要求, 用户工艺精简为:

静电干法 / 湿法



脱脂

去除表面的油脂, 提高瓷釉和钢板表面的附着力; 油脂在高温烧灼时分解成碳和水, 水在高温反应生成H₂, 导致鳞爆的发生; 碳在反应时生成CO, 导致针孔的产生, 所以钢板必须要经过脱脂处理。

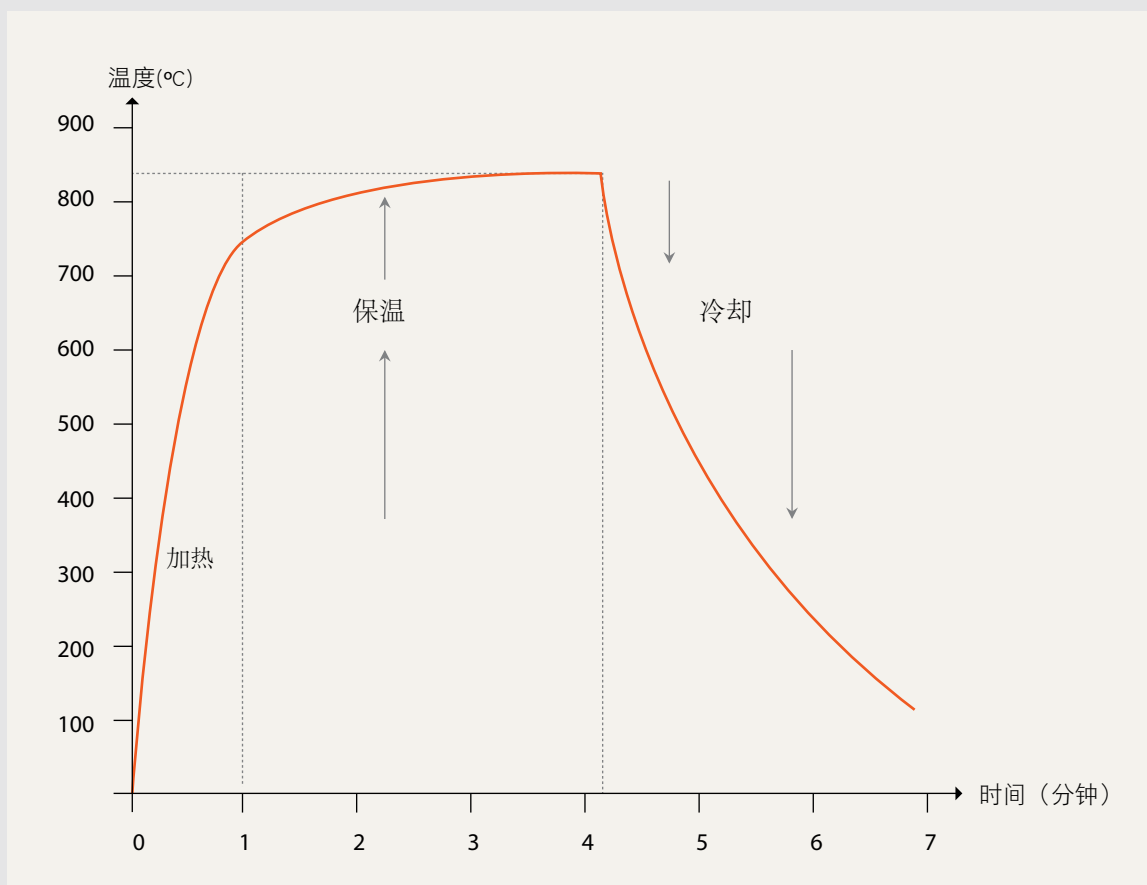
酸洗

酸洗可以增加钢板表面粗糙度, 提高瓷釉和钢板的附着力。将钢板经过规定的酸液温度、浓度和酸洗速度下重量的减少量在15-30g/m²/面(即酸洗失重)被认为较为合适, 酸洗减量和钢板的成分、粗糙度等因素关系密切。

镀镍

镀镍不仅可以提供瓷釉和钢板的附着力, 还有益于预防鳞爆的发生。

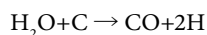
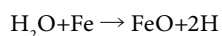
6. 涂搪烧成示意图



7. 涂搪中的常见缺陷及对策

鳞爆

涂搪制坯在高温烧釉时，瓷浆内的结晶水与钢板表面的铁、碳反应生成原子氢。反应式见下式。



原子氢在钢中扩散，以原子或分子的形式溶解于铁，或吸附在钢中的组织孔隙、晶界位错、基体与非金属夹杂物之间的空位处等等。当制品冷却时，氢在铁素体中的溶解度急剧下降，如果钢中没有足够的吸氢场所，氢原子会大量逸出，在钢板表面积聚，至一定程度以很大压力冲破瓷釉表面，产生鳞爆剥落，即鳞爆。

对策：

- 1、对瓷釉加热，让结晶水挥发。
- 2、调整瓷釉中镍、钴等成分。
- 3、调整钢种成分，增加夹杂物含量等，提高H穿透时间。

针孔

在在钢板和瓷釉高温烧成中，瓷釉内的水和钢板内的碳反应生成CO，在瓷釉冷却中，CO溢出瓷釉进入大气，在瓷釉表面形成针孔。针孔的存在使钢板直接裸露在大气中，降低搪瓷用钢板的使用寿命。

对策：

- 1、对瓷釉加热，让结晶水挥发。
- 2、降低钢板中碳含量。可以采用脱碳退火或钢水采用RH精炼加Ti合金。
- 3、提高钢板表面清洁度。

附着力不良

一种表现为瓷釉和钢板完全剥离，基板裸露；另外一种为在规定冲击试验中瓷釉和基板的结合力评价低于1级。

对策：

- 1、提高钢板表面粗糙度，提高瓷釉和基板的接触面积
- 2、提高钢板表面清洁度，如脱脂等。
- 3、提高烧成温度和保温时间，让瓷釉和基板充分反应。

综上所述,涂搪过程中出现的各类缺陷,不仅和钢板有关系,还和瓷釉的成分、瓷釉的厚度、加热炉的烧灼温度、钢板在加热炉中的保温时间、钢板的前处理等因素有关。用户的工艺适应一家钢厂的材料后,如果要引入另外一家钢厂的材料,为减少质量抱怨的发生,我们建议用户提供下述使用信息。

1. 客户名: _____

用途或产品: _____

2. 涂搪工艺

	酸洗 有 / 否	湿法搪瓷	干粉搪瓷
两搪两烧工艺			
两搪一烧工艺			
一搪一烧工艺,耐酸底釉			
一搪一烧工艺,面釉,有镀镍			
一搪一烧工艺,面釉,无镀镍			

其它工艺: _____

3. 瓷釉品名: _____

4. 第一次烧成温度: _____ °C 时间: _____ min

第二次烧成温度: _____ °C 时间: _____ min

日期: _____ 部门: _____

姓名: _____ 电话: _____

Email: _____

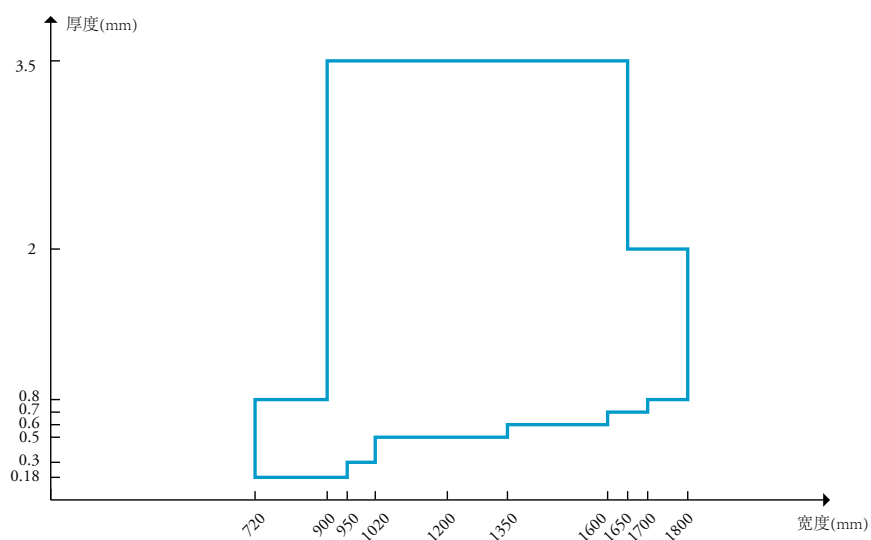
8. 宝钢搪瓷用钢的牌号、适应工艺、可供规格范围

宝钢冷轧搪瓷用钢已开发出多种成分体系，适合用户一搪一烧、二搪二烧等多种加工工艺，也适合静电干法、静电湿法等多种涂搪工艺。厂内有连退、罩式炉二种退火工艺。可供厚度从0.18mm到3.5mm，宽度从720mm到1800mm。规格范围涵盖所有加工行业。详见下表：

适用工艺

牌号	适应工艺
DC04EK	冲压用，二次涂搪
DC06EK	深冲用，二次涂搪
DC04ED/BTC4D	深冲用，一次涂搪
BTC1	超深冲用，适合一次、二次涂搪

可供规格



9. 宝钢搪瓷用钢供应的典型行业

让环境更美好，让城市生活更美好



轻工

家电

建筑

环保

冶金和化工

食品和制药



家电: 烤炉、烤箱、灶具、微波炉

洁具: 浴缸、面盆、淋浴盆

建筑装饰: 内装饰板、外装饰板、指示牌

工业: 脱硫、脱硝装置



10. 宝钢冷轧搪瓷用钢成分、性能和对照牌号

成分

牌 号	成 分 (熔炼, %)				
	C	Si	Mn	P	S
DC04EK	≤0.08	≤0.05	≤0.5	≤0.02	≤0.05
DC06EK	≤0.008	≤0.05	≤0.5	≤0.02	≤0.05
DC04ED/BTC4D	≤0.004	≤0.2	≤0.5	≤0.015	≤0.035
BTC1	≤0.008	≤0.05	0.1-0.3	≤0.02	≤0.05

性能

牌 号	性 能				
	RP _{0.2} (MPa)	RM (MPa)	A ₈₀ (%)	\bar{n}	\bar{r}
DC04EK	≤220	270-350	≥36	-	-
DC06EK	≥160	≥290	≥36	-	≥1.6
DC04ED/BTC4D	≤210	270-350	≥38	-	-
BTC1	≤190	270-320	≥39	≥0.19	≥1.6

注：表中所有性能均对0.7-1.5mm厚度有效，其他规格的性能参照EN10209规定执行。

对照牌号

宝钢牌号	EN 10209	ASTM A424	JIS G3133	ISO 5001
DC04EK	DC04EK	Type 2		VE03
DC06EK	DC06EK	Type 3	SPP	VE05
DC04ED/BTC4D	DC04ED	Type 1	SPP	
BTC1	DC07EK	Type 3	SPP	VE05

11. 搪瓷用钢的检测介绍

附录 A（规范性）针孔率测试

A.1 原理

使用基于颜色效应的光学方法检测缺陷。试验是在低电压,并使缺陷与一种导电溶液相接触情况下进行的。

A.2 试验试剂

将 $3.0\text{g} \pm 0.1\text{g}$ 亚硝酸钠溶解在100ml的自来水中,再加入2滴液体洗洁精。添加4ml酚酞乙醇溶液(要求酚酞的质量比为0.5%)。

警告: 在使用亚硝酸钠和酚酞溶液时,应特别小心。

只要试验之后样品不被再次涂搪瓷,除了亚硝酸钠,也可以使用其它水溶性盐类,盐类的加入量应控制在使替代试验溶液的电导率在 $35\text{ mS} \pm 3\text{mS}$, pH值在 7.5 ± 1 。

A.3 仪器

F.3.1 电源

电源应由一个直流电压为 $24\text{V} \pm 4\text{V}$ 的电源所组成,也可以由一个分压器组成,或由电池串连而成。

F.3.2 试验电极

电极要求使用湿的纸,例如厨房用纸,并且要求其面积至少在 500cm^2 以上。

A.4 试样

试样可以是普通商品或其一个部分,也可以是专门为试验所准备的平板样品,要求搪瓷样品必须有部分金属未涂搪瓷,以便与负电极相连接。

试验样品应该用洗涤剂清洗干净,再用自来水冲洗,最后用布或纸擦干,如果搪瓷样品在烧成后24小时内试验,不需要用洗涤剂清洗,搪瓷样品的温度不要超过 30°C 。

A.5 试验步骤

用记号笔或粘纸在试验区域做好记号,将试验样品的未涂搪瓷金属部位与电源(F.3.1)的负极相连接,然后将试验电极即湿纸电极(F.3.2)与电源(F.3.1)的正极相连接,将试验电极(F.3.2)浸透试验溶液(F.2),将电极覆在试验区域,不能有空气进入。

打开电源(F.3.1),2分钟后关掉电源,关掉电源1分钟内,计数缺陷数量,每个缺陷都会在试验电极(F.3.2)上显示红色的小点。

A.6 结果表示

用下列公式计算每平方米的缺陷数:

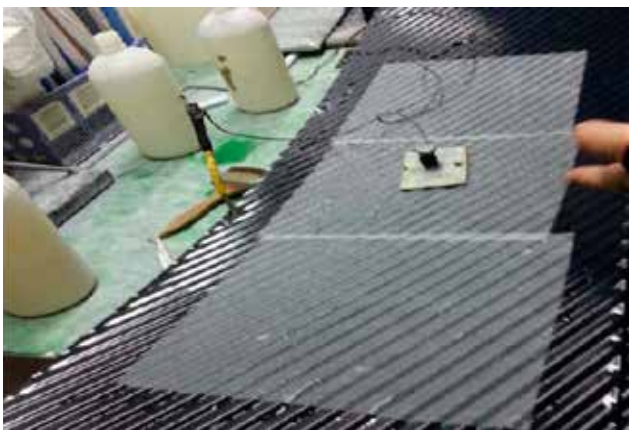
$$N = S/A$$

公式中:

N是每平方米的缺陷数;

S是检测到的缺陷数;

A是试验面积,单位:平方米。



附录 B（规范性）薄钢板搪瓷密着强度的测定方法

B.1 适用范围

试验用薄钢板必须平整，没有变形，厚度在0.60mm到3mm之间。

B.2 原理

一个涂搪瓷薄钢板样品，由一个半球状的冲击锤冲击变形，冲击锤质量为1.5kg，冲击高度与未涂搪钢板厚度有关。

B.3 设备

冲击试验设备如图D.1所示：

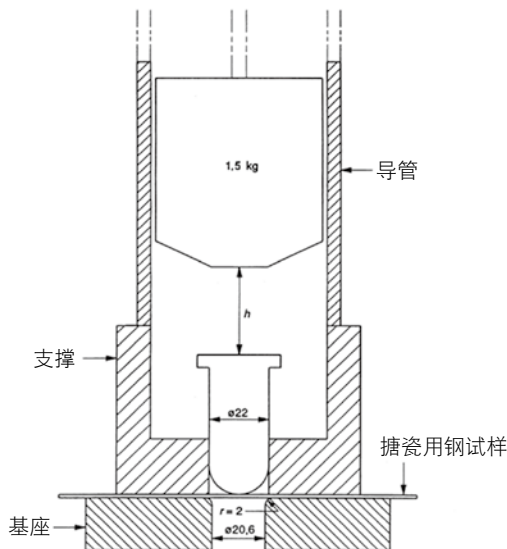
三类五级搪瓷密着强度级别参考图，如图D.2所示。（普通底釉涂搪，普通底釉涂搪加上普通白色面釉涂搪，一次搪）

B.4 设备介绍

冲击试验设备如图D.1所示。冲击锤的质量为1.5kg。

冲击锤呈半球状，其直径为22mm。

冲击基座上的圆孔直径为20.6mm，冲入的半径为2mm。



图D.1 冲击试验设备

B.5 操作程序

首先用厨房用纸将涂搪薄钢板擦干净，然后将其固定在基座和支撑架之间。

将1.5kg冲击锤置于高度h，高度的具体数值取决于未涂搪的钢板厚度，见表 D.1。

表D.1 冲击高度

0.6mm ≤ 钢板厚度 ≤ 0.8mm	h = 300mm
0.8mm ≤ 钢板厚度 ≤ 1.2mm	h = 500mm
1.2mm ≤ 钢板厚度 ≤ 3mm	h = 750mm

冲击锤冲击。

提升冲击锤，取出被冲击样品。

必须等冲击后的爆瓷现象全部停止后，才能评估搪瓷的密着强度级别。

B.6 密着强度评估

平板件

根据冲击试验后涂搪薄钢板的状况，对照参考图(图D.2)，评估密着强度。

级别“1”对应于非常好的密着强度，级别“5”对应于非常差的密着强度。



- 一级 冲击后的表面完全附着搪瓷层，并有光亮的外表（最好的密着强度）。
- 二级 冲击后的表面几乎完全附着搪瓷层（在密着层下）（很好的密着强度）。
- 三级 冲击后大部分附着搪瓷层，少量露铁（比较好）。
- 四级 冲击后少部分附着搪瓷层，大量露铁（比较差）。
- 五级 冲击后全部脱瓷，搪瓷层、金属层分离非常清楚（非常差）。

图D.2 搪瓷密着强度级别参考图

附录 C（规范性）未涂搪薄钢板抗鱼鳞爆性能的测定方法

C.1 方法 B.1 氢渗透试验

C.1.1 适用范围

试验用的薄钢板厚度应在0.5毫米到3毫米之间。

C.1.2 原理

在脱脂钢板的一面通过电解产生氢气。从电解开始到氢气穿过钢板到达另一面并被测定的时间被定义为氢渗透时间。渗透时间越长，说明抗鱼鳞爆性能越好。

C.1.3 设备

- 钢板氢渗透试验装置
- 电解液，由浓度为6%的硫酸（60ml硫酸，940ml蒸馏水）、0.25g/l的氯化汞（ HgCl_2 ）和0.5g/l的三氧化二砷（ As_2O_3 ）构成。要求每一次测试用的电解液都是现做现用的，并且所用化工产品都能达到分析纯度。
- 高纯度含有硅酸盐的碱性脱脂剂，适用于薄钢板
- 去离子水
- 浓度为10-15%盐酸

C.1.4 样品

每一批交付的货品中最少要取4个样品（宽70mm到90mm，长度不小于100mm）。应当指出，最易产生鱼鳞爆的部位是钢卷的边部。

C.1.5 准备

试验槽1: 脱脂

每升去离子水溶液中含有 $30\text{g} \pm 5\text{g}$ 脱脂剂，试验槽必须每天更换试验溶液，使用玻璃钩固定样品，试验槽温度控制在 $70-75^\circ\text{C}$ 之间，时间为5分钟，用磁性搅拌器进行搅拌。

试验槽2: 冷水洗

用自来水进行喷淋或浸洗，时间为30s。

试验槽3: 脱脂

工艺与试验槽1相同，浓度为每升去离子水溶液中含有 $20\text{g} \pm 5\text{g}$ 脱脂剂。

试验槽4: 热水洗

用自来水进行喷淋或浸洗，温度为 65°C ，时间为30s。

试验槽5: 冷水洗

用流动水冲洗，时间为2分钟。

C.1.6 脱脂质量检查

经试验槽5处理后，取一个样品作为控制样品，并按照下列方法进行处理（该样品不能用作测定氢渗透时间的样品）。

将该控制样品浸在浓度10%-15%的盐酸溶液（100g/l-150 g/l HCl）中，温度为室温，时间为15s。

将样品完全浸没在去离子水中，然后用自来水冲洗。

将样品垂直放置15-20s，观测在样品表面流过的水膜状态，水应该在样品表面均匀地流过，水膜不应该有破损。

如果水膜试验不理想，可以增加脱脂时间。如果总的脱脂时间超过30min，该样品即被认为是不能使用的。

C.1.7 渗透试验程序

准备程序如下，将样品固定在一个电解装置上，该装置呈漏斗状，由有机玻璃制成，分为上下两个部件，在放置样品的水平面上各有一个直径为40mm的圆孔（分别对应样品的上表面和下表面）

下部件与毛细管（内直径为 $1 \pm 0.1\text{mm}$ ）相连接（见B.2的图）

将下部件与毛细管充满有颜色的水溶液。

将上部部件充满上述所提到的电解溶液，试验样品用作负极，而开孔的铂圆片作为阳极。

电解电流（6Vdc，电流密度 $0.125\text{A}/\text{cm}^2$ ）由一个整流器提供。

将玻璃圈浸入电解溶液中，并将它与一个带有恒温器的电路相连，以控制温度在 $25^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。必须使样品与电解溶液接触至少10min，以便达到正确的温度，该时间称之为“稳定”时间。



使用下部件里的活塞，调整毛细管中液体的起始液面位置。经过10min“稳定”时间后，建立电解电流，这即为渗透曲线的起始时间。

在试验样品的上表面，电解将导致氢气的过饱和。部分氢气将穿过试验板，取代等量体积的溶液。

穿过试验板的氢气体积先被毛细管中的液面位置纪录下来，再被连接到纪录装置的光电管所纪录。

根据纪录结果，使用切线法（见B.1图），可以确立氢气渗透的起始点。

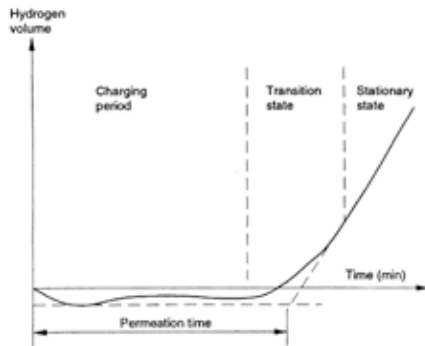


图 B1

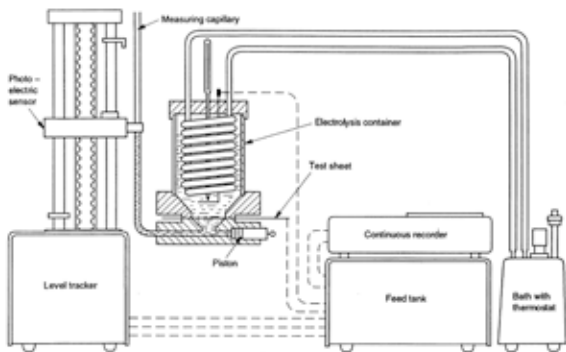


图 B2 钢板氢渗透试验装置

C.1.8 评估

用下列公式计算氢气的渗透值：

$$TH = \frac{15t_0}{d^2} \quad (1)$$

或

$$TH = \frac{t_0}{d^2} \quad (2)$$

上述公式中：

t_0 是氢气的渗透时间，单位为min（精度0.1min）；

d 是试验板的厚度，单位为mm（精度0.01mm）。

为了达到令人满意的抗鱼鳞爆性能，按公式（1）TH的最小值为100，按公式（2）的最小值为6.7。

经验表明，对于硼和钛钢板，鉴于目前的认知水平，我们还不能可靠地确定渗透时间与鱼鳞爆之间的关联性。对于这些钢板，氢气渗透试验结果的解释应该在订购时成为合同的重要组成部分。

C.2 方法 B.2

该鱼鳞爆试验使用特殊的搪瓷熔块。

为了测定抗鱼鳞爆性能，可以使用另一个试验。采用特殊的搪瓷釉，使用固定的参数在实验室进行搪瓷涂搪以开展鱼鳞爆试验。

通常情况下，涂搪厚度在100 μ m左右，搪瓷的密着强度在3级或以上，涂搪烧成24h后，用目测检查搪瓷是否有鱼鳞爆。

宝山钢铁股份有限公司
http://www.baosteel.com

BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.
http://www.baosteel.com

薄板销售部

Steel Sheet Sales Department

地址: 上海宝山同济路 1800 号

邮编: 201900

电话: 021-26645187

传真: 021-26645005

客户与产品服务部

Customer and Product Service Department

地址: 上海宝山同济路 1800 号

邮编: 201900

电话: 021-26648888

传真: 021-26645295

宝钢服务热线

Baosteel Service Hot-line

400-820-8590

宝钢在线

http://www.baosteel.net.cn

国内贸易公司

上海宝钢钢材贸易有限公司

电话: 021-50509696

传真: 021-68404618

广州宝钢南方贸易有限公司

电话: 020-32219999

传真: 020-32219555

北京宝钢北方贸易有限公司

电话: 010-56512000

传真: 010-56512199

成都宝钢西部贸易有限公司

电话: 028-85335388

传真: 028-85335680

武汉宝钢华中贸易有限公司

电话: 027-84298800

传真: 027-84298224

沈阳宝钢东北贸易有限公司

电话: 024-31391158

传真: 024-31391160

上海宝钢商贸有限公司

电话: 021-60869800

传真: 021-60869804

上海宝钢浦东国际贸易有限公司

电话: 021-36014655

传真: 021-51266522 51266533

上海宝钢宝山钢材贸易有限公司

电话: 021-36014688

传真: 021-51266500

东北亚及澳洲大区 Northeast Asia and Oceania Region

宝和通商株式会社

HOWA TRADING CO., LTD.

TEL: 0081-3-3237-9121

FAX: 0081-3-3237-9123

宝和首尔事务所

SEOUL OFFICE

TEL: 0082-2-5080893

FAX: 0082-2-5080891

宝钢澳大利亚贸易有限公司

BAO AUSTRALIA PTY LTD

TEL: 0061-8-94810535

FAX: 0061-8-94810536

东南亚及南亚大区 Southeast Asia and South Asia Region

宝钢新加坡贸易有限公司

BAOSTEEL SINGAPORE PET LTD.

TEL: 0065-63336818

FAX: 0065-63336819

宝钢印度公司

BAOSTEEL INDIA COMPANY PRIVATE LTD.

TEL: 0091-22-30071700

FAX: 0091-22-30071777

越南代表处

VIETNAM OFFICE

TEL: 0084-8-39100126

FAX: 0084-8-39100124

泰国代表处

THAILAND OFFICE

TEL: 0066-2-6543008

FAX: 0066-2-6543010

欧非及中东大区 Europe, Africa and Middle East Region

宝钢欧洲有限公司

BAOSTEEL EUROPE GMBH

TEL: 0049-40-41994101

FAX: 0049-40-41994120

宝钢中东代表处

BAOSTEEL MIDDLE EAST REPRESENTATIVE OFFICE

TEL: 00971-4-8840458

FAX: 00971-4-8840485

宝钢西班牙有限公司

BAOSTEEL ESPAÑA, S.L.

TEL: 0034-93-4119325

FAX: 0034-93-4119330

宝钢意大利钢材集散中心有限公司

BAOSTEEL ITALIA DISTRIBUTION CENTER SPA

TEL: 0039-010-5308872

FAX: 0039-010-5308895

宝钢东欧代表处

BAOSTEEL CENTRAL AND EASTERN EUROPE OFFICE

TEL: 0048-32-7315012

FAX: 0048-32-7315011

美洲大区 America Region

宝钢美洲贸易有限公司

BAOSTEEL AMERICA INC.

TEL: 001-201-3073355

FAX: 001-201-3073358

底特律代表处

DETROIT OFFICE

TEL: 001-248-2089918

FAX: 001-248-2080999

休斯顿代表处

HOUSTON OFFICE

TEL: 001-281-4847333

FAX: 001-281-4842655

洛杉矶代表处

LOS ANGELES OFFICE

TEL: 001-949-7526789

FAX: 001-949-7521234

宝钢巴西贸易有限公司 (宝美巴西代表处)

BAOSTEEL DO BRAZIL PTE LTDA.

TEL: 0055-21-25311363

FAX: 0055-21-25310298