

ICS 25.200

J 36

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10457—2004

液态淬火冷却设备 技术条件

Technological requirements of liquid quenching apparatus

2004-06-17 发布

2004-11-01 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
5 一般液态淬火冷却设备技术条件	2
5.1 淬火冷却系统的组成	2
5.2 淬火槽	2
5.3 移动淬火工件的装置	2
5.4 淬火介质	2
5.5 搅动系统	3
5.6 冷却器	3
5.7 加热器	3
5.8 泵、排水器和过滤器	3
5.9 供给淬火液的集液槽	4
5.10 抽风装置	4
5.11 安全防火设施	4
5.12 除去淬火槽氧化皮的装置	4
6 等温分级淬火设备技术条件	5
6.1 马氏体分级淬火介质	5
6.2 贝氏体等温淬火介质	5
6.3 等温和分级淬火冷却设备技术条件	5
附录 A (资料性附录) 液态冷却设备典型结构	6
A.1 淬火槽常用溢流方式	6
A.2 淬火介质冷却方法	6
A.3 淬火剂搅动和工件摆动装置	7
A.4 搅拌器	7
A.5 典型淬火设备举例	9
A.5.1 普通间隙作业式淬火槽	9
A.5.2 密封多用炉和连续推杆炉用淬火油槽	9
A.5.3 网带炉、震底炉、链板炉等连续生产线用淬火槽	9
A.5.4 独立的介质冷却循环系统	10
A.5.5 设集液槽的油冷却循环系统	10
A.5.6 不设集液槽的油冷却循环系统	10
A.5.7 等温分级淬火槽	11
图 1 钢件直径、淬透性和淬火烈度的 Grossmann 图	2
图 A.1 淬火槽常用溢流方式	6
图 A.2 淬火介质冷却方法	6

图 A.3	淬火槽的搅动装置	7
图 A.4	淬火槽的摆动装置	7
图 A.5	淬火槽内液流方向与安置螺旋桨方式的关系	8
图 A.6	普通型间隙作业淬火槽	9
图 A.7	密封渗碳炉用淬火油槽	9
图 A.8	连续生产线用淬火槽	10
图 A.9	独立的介质冷却循环系统	10
图 A.10	设集液槽的油冷却循环系统	10
图 A.11	不设集液槽的油冷却循环系统	11
图 A.12	等温分级淬火槽	11
表 1	常用淬火剂淬火烈度 H 值	3
表 2	贝氏体等温淬火用盐	5
表 A.1	淬火介质冷却方法说明	7
表 A.2	三叶片螺旋桨的功率	8
表 A.3	螺旋桨搅拌器尺寸	8

前 言

本标准是首次制定。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：北京机电研究所、机械科学研究院。

本标准主要起草人：樊东黎、马兰、王晓明。

液态淬火冷却设备技术条件

1 范围

本标准规定了金属合金制件在液态介质中实行淬火冷却设备的技术条件。

本标准适用于铁和非铁合金淬火和固溶处理冷却用的水、油、无机盐、碱水溶液、有机聚合物水溶液等的浸入式冷却设备。

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成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（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。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 7232 金属热处理工艺术语（GB/T 7232—1999, neq DIN EN 10052: 1994, JIS B 6905: 1995）

GB/T 8121 热处理工艺材料术语

GB/T 13324 热处理设备术语

GB 15735 金属热处理生产过程安全卫生要求

JB/T 4392 有机物水溶性淬火介质性能测定方法

JB/T 4393 聚乙烯醇合成淬火剂

JB/T 6955 热处理常用淬火介质技术要求

JB/T 7951 淬火介质冷却性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 8121、GB/T 13324 中确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

聚合物淬火剂 polymer quenchants

聚乙烯醇（PVA）、聚二醇（PAG）、聚丙烯酸钠（PSA）、聚乙烯基咪唑（PEOX）等聚合物不同浓度水溶液的冷却性能介于水、油之间，用于铁合金的淬火和非铁合金的固溶冷却，具有冷却性能可调、冷却均匀、不燃烧、不污染环境 and 工件防锈的优点，在一定程度上可代替油作为淬火剂。

3.2

集（储）液槽 liquid container

在淬火剂的冷却、过滤循环系统中用来集中储存液体的大型容器。

3.3

溢流槽 overflow tank

工件投入淬火槽后液面上升，流入相邻的与淬火槽以隔板分开的容器。取出工件后，液面下降，用泵把溢流槽内的液体重新打入淬火槽，以维持原先的液面。

4 基本要求

4.1 冷却设备应能容纳足以吸收加热工件热量的液态介质。

4.2 生产过程中淬火液温度应保持在规定的范围。

4.3 选用的淬火液应满足待处理件的冷速要求，达到淬硬或完全固溶效果。

4.4 淬冷设备中的设施应保证液态介质对工件的均匀冷却，以达到工件少畸变、不开裂效果。

4.5 在批量生产条件下，淬冷设备应具有一定的机械化或自动化程度，以减轻工人劳动强度和减少人为失误。

4.6 用油淬冷时，设备应有可靠的安全、防火设施和有效的排烟、无害化处理排放系统。

5 一般液态淬火冷却设备技术条件

5.1 淬火冷却系统的组成

一个完整的淬火冷却系统通常应包括下列设施和组成部分：淬火冷却槽或淬火机床；移动淬火工件的装置；淬火冷却介质（其相关的技术要求及检测方法应符合 JB/T 4392、JB/T 4393、JB/T 6955、JB/T 7951）；搅动装置；冷却器；加热器；泵、排水器或过滤器；供给淬火剂的集液槽；通风设备；安全防护设施和除去槽中氧化皮的装置。

5.2 淬火槽

5.2.1 淬火槽容积按装炉量（包括工件料盘、料筐、挂具、夹具等）和工件加热温度来选择，一般每千克装炉量需 10L~15L 介质。

5.2.2 普通淬火油工作温度范围一般是 40℃~80℃，盐、碱水溶液和聚合物水溶液工作温度范围是 20℃~40℃，淬火后温升不得超过上限 5℃。为此淬火槽应设温度测量控制系统。

5.2.3 盐、碱等水溶液有腐蚀性，淬火槽应用防腐金属材料制做。铜会加剧淬火油的老化，因此淬火油槽中尽量避免有铜件。

5.2.4 淬火槽通常由两部分组成：淬火槽和溢流槽，中间用低于槽外缘的隔板隔开。当工件淬入，液面升高溢入溢流槽。取出工件，液面下降，再用泵（一般用 20L/min 的水泵）把淬火液打回淬火槽，使槽内液面保持规定高度。

5.3 移动淬火工件的装置

5.3.1 在静止液态淬火槽或淬火液流速较低的淬火槽中，为提高冷速和冷却的均匀度，槽内应设可使工件或料筐上下运动的机构。

5.3.2 在网带炉、输送带炉和震底炉等连续式生产线上淬火槽内应设传送和提升散置工件的输送带。

5.3.3 在密封多用炉和推杆式连续炉的淬火槽中，应设可使料盘升降和进出的装置。

5.4 淬火介质

5.4.1 可根据工件尺寸和心部要求硬度以及工件钢材端淬曲线相同硬度的位置在格罗斯曼（Grossmann）图（见图 1）上找到所需的介质淬火烈度 H 值。

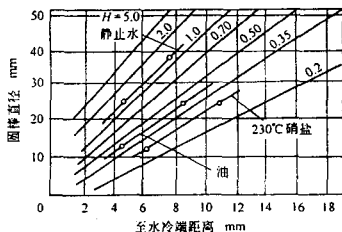


图 1 钢件直径、淬透性和淬火烈度的 Grossmann 图

5.4.2 根据选出的淬火烈度，按表 1 查到与此相适应的淬火介质和冷却条件。

表 1 常用淬火剂淬火烈度 H 值

搅动情况	矿物油	水	盐水
静止	0.25~0.30	0.9~1.0	2.0
弱搅动	0.30~0.35	1.0~1.1	2.0~2.2
中等搅动	0.35~0.40	1.2~1.3	—
良好搅动	0.40~0.50	1.4~1.5	—
强搅动	0.50~0.80	1.6~2.0	—
猛烈搅动或高速喷射	0.80~1.10	4.0	5.0

5.4.3 选择介质举例

- a) $\phi 25\text{mm}$ 钢棒心部要求淬硬到 45HRC, 查该钢种的淬透性曲线, 45HRC 硬度处在距端面 8mm 处。按此在图 1 上查到 $\phi 25\text{mm}$ 钢棒与 8mm 端淬试棒距离的交点在 $H=0.5$ 的线上。由表 1 可查出 $\phi 25\text{mm}$ 钢棒在充分搅动的油中淬火, 心部可达到 45HRC 的硬度要求。
- b) $\phi 25\text{mm}$ 钢棒心部硬度要求为 48HRC, 如果从该钢种的淬透性曲线上查到端淬试棒 48HRC 处的距端面距离是 6mm, 则由图 1 可查到淬火烈度 $H=0.7$, 即应在强烈搅动的油中淬火。

5.5 搅动系统

5.5.1 单件、小件小批量连续生产可采取自槽外容器泵入槽中淬火液的循环方式, 小件靠重力坠入淬火槽。稍大的单件以人工或起重机构在槽内移动方式搅动。

5.5.2 小批量和大批量以料盘装料方式间隙地施行淬火时, 为加速冷却和使工件冷却均匀应使用螺旋桨搅拌。根据生产批量和槽液容积可选用单向(单桨)或双向(双桨)搅拌。

5.6 冷却器

5.6.1 在小型淬火槽内设蛇形管或螺旋管, 于管中通冷水冷却使介质温度不超过规定温度。

5.6.2 淬火油槽可使用列管式、板式、螺旋板式、复波伞式或风冷式冷却器。

5.6.3 使用循环水的大型淬火水槽可使用塔式冷却器。

5.6.4 多组或大型淬火冷却油槽可配备设集液槽的油冷却循环系统。

5.7 加热器

5.7.1 水在 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 可保持稳定的淬火效果, 而盐水在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 的情况下可保持稳定的淬火效果。冬季初次使用应把介质升到此温度范围。为此可用通蒸汽或热水的槽内蛇形管加热。

5.7.2 油的最高工作温度必须低于油的闪点 50°C 。普通淬火油的理想工作温度应为 $50^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。温度过低易增加工件畸变; 温度过高不安全。为此初次用冷油淬火时应该用槽内的管状电热器将油温加热到 50°C 以上。管状加热器的负载率应 $< 1.5\text{W}/\text{cm}^2$, 以防止淬火油局部过热而迅速老化。

5.7.3 聚合物水溶性淬火介质的正常使用温度范围是 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。在冬季环境温度 $< 10^{\circ}\text{C}$ 时, 槽液应适当加热至 $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。为此可采用在液槽中蛇形管内通热水、蒸汽或燃烧炉烟道热气。

5.8 泵、排水器和过滤器

5.8.1 大型淬火槽中的水、油和聚合物水溶液淬火剂必须循环使用。在循环系统中应包括储液槽、冷却器、泵和过滤器等。

5.8.2 水及水溶液多用 $300\text{kPa}\sim 600\text{kPa}$ 工作压力的离心水泵。盐水、苛性钠水溶液应选用塑料泵或耐腐蚀泵。油冷却系统可选用齿轮泵或离心油泵。

5.8.3 选择泵的主要依据是: 流量、扬程、吸程和安装高度。一般泵不宜用于热液的输送, 因此大多安装在冷却器的后面。

5.8.4 过滤器安装在集液槽和泵之间, 用于隔离氧化皮、盐渣等物, 使其不返回淬火槽, 并定期清理, 以保护泵和热交换器。

5.8.5 通常多选用双筒式网状过滤器, 当一个过滤筒在清理时, 另一个在工作。不宜用过密的过滤网。

以免管道迅速堵塞，一般用 $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 网孔的过滤网即可。

5.8.6 在淬火油槽和集油槽下部应有排水管路和阀门，以备淬火油中进水沉入底部排放。

5.9 供给淬火液的集液槽

5.9.1 集液槽通常是由钢板焊成的立方形或圆筒形槽体。其内部用隔板隔成 2 或 3 个部分，分别用作存液、沉淀和备用。集液槽也兼有事故放油作用。

5.9.2 集液槽容积应大于全部淬火槽和冷却系统淬火液容量的总和。集油槽一般需比淬火液容量大 30%~40%，对水和水溶性介质要加大 20%~30%。

5.9.3 集液槽内隔板高度约为槽高的四分之三。槽上设进油和放油孔，以便维修。进油管须插到液面以下，吸油管应插到距槽底部 100mm 处，末端加过滤网。槽内应设测液面高度的标尺和紧急放油阀门。

5.10 抽风装置

5.10.1 抽风装置的作用是迅速排除工件淬火时油槽表面挥发的油烟，以改善工作场地和车间的环境，保证操作人员的健康。碱水、等温分级淬火的热浴也都需要设强迫抽风系统。

5.10.2 抽风系统可选择顶抽或侧抽两种类型。中、小件盐浴加热手工操作时可采取顶抽。大件或整筐工件须采取吊装淬火方式时应选择单侧（较小型槽）或双侧（大型槽）抽风。

5.10.3 淬火油槽抽风量 V 按下式计算。

$$V=3600Av_1$$

式中：

V ——淬火油槽抽风量，单位为 m^3/h ；

A ——油槽口面积，单位为 m^2 ；

v_1 ——油槽口吸入气体流速，单位为 m/s ，一般取 1m/s 。

5.10.4 排气罩出口直径 d 按下式计算：

$$d=\sqrt{\frac{V}{900\pi v_2}} \cdot m$$

式中：

d ——排气罩出口直径，单位为 m ；

V ——淬火油槽抽风量，单位为 m^3/h ；

v_2 ——排气口气流速度，单位为 m/s ，一般取 $6\sim 8\text{m/s}$ 。

5.10.5 通风口穿过房顶，其高度应高出周围 100m 直径范围内最高建筑物 3m。

5.11 安全防火设施

5.11.1 主要是针对淬火油槽。淬火油槽使用不当很容易燃烧起火，因此必须采取有效防火措施。

5.11.2 油槽应设有冷却系统以控制油温，使其不超过油闪点以下 50°C 的温度。

5.11.3 油槽燃烧起火时把油迅速排放到距油槽较远的集油槽是安全的措施。

5.11.4 小型油槽应设二氧化碳隔绝油面空气的灭火装置。也可使用泡沫和化学灭火剂以及高压氮+碳酸氢钠灭火剂。切忌用水灭火，干粉灭火剂会污染油槽。

5.11.5 工件淬火过程中对油的充分搅动可避免油的局部过热，减少起火的危险。

5.11.6 在 100°C 以上使用的分级淬火油槽切忌有水。水会使油在加热时形成泡沫，极易起火，含水量大时，加热油还会突然形成大量蒸汽，引起爆炸。因此新油要在 100°C （水的沸点）稍高温度保持，以除去油中水分。

5.12 除去淬火槽氧化皮的装置

通常采用槽底大口径管和阀门定期（一般每月一次）排出淬火剂，并清理槽底。淬火剂经过滤后再注入淬火槽。

6 等温分级淬火设备技术条件

6.1 马氏体分级淬火介质

6.1.1 在 95℃~230℃进行钢的马氏体分级淬火时,可用热油作淬火介质。热油工作温度不得超过油的闪点 $t_{\text{闪}}-50^{\circ}\text{C}$ 。油面须用气氛保护,以防其快速老化。

6.1.2 在 160℃~400℃的马氏体分级淬火时,可使用 50%~60%KNO₃+37%~50%NaNO₂+0~10%NaNO₃熔盐。添加 1.25%水在 205℃的熔盐中,具有与 50℃油同样的冷速。

6.2 贝氏体等温淬火介质

6.2.1 可用加热到 260℃~400℃的熔盐进行钢的贝氏体等温淬火。

6.2.2 钢的贝氏体等温淬火可用表 2 所列的硝酸盐和亚硝酸盐混合盐。盐浴中加少量水可显著提高淬火烈度。

表 2 贝氏体等温淬火用盐

等温盐	化学组成(质量分数)			熔点 ℃	工作温度 ℃
	%				
	NaNO ₃	KNO ₃	NaNO ₂		
低熔点	15~25	45~55	25~35	150~165	175~540
高熔点	45~55	45~55	—	220	260~550

6.3 等温和分级淬火冷却设备技术条件

6.3.1 可用管式电阻加热器加热分级淬火油槽。油的最高工作温度不得超过 230℃。油温的波动范围不得超过 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.2 被加热到 160℃~400℃的硝盐浴用于马氏体分级淬火,可采用坩埚外热式或内热式电阻加热方式。盐浴温度的波动必须控制在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.3 等温淬火槽的介质只能是盐浴,盐浴的工作温度按钢种和组织性能要求确定,通常为 260℃~580℃,可用坩埚外热式或内热式电阻加热方式。盐浴温度波动必须控制在 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 范围。

6.3.4 等温和分级淬火槽在工件淬入时的温度升高主要靠浴槽与周围环境的自然热交换来实现。因此液槽的外壁经常设增大散热片,同时槽内应装内通水冷却的蛇形管,以保证盐浴温度波动在要求范围内。

6.3.5 为使等温分级淬火槽内的温度均匀和工件淬入时可获得均匀散热条件,槽内尚需设螺旋桨搅拌器。螺旋桨轴线通常和盐面呈 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$,目的是使整槽盐充分搅拌和工件热量充分交换。

6.3.6 硝盐浴最高使用温度不得超过 595℃。表面带油和融氰盐、碳粉工件绝不可入硝盐浴,否则会发生爆炸。潮湿工件入浴也会造成盐水飞溅伤人。其他安全注意事项可按 GB 15735 执行。

附录 A
(资料性附录)
液态冷却设备典型结构

A.1 淬火槽常用溢流方式 (图A.1)

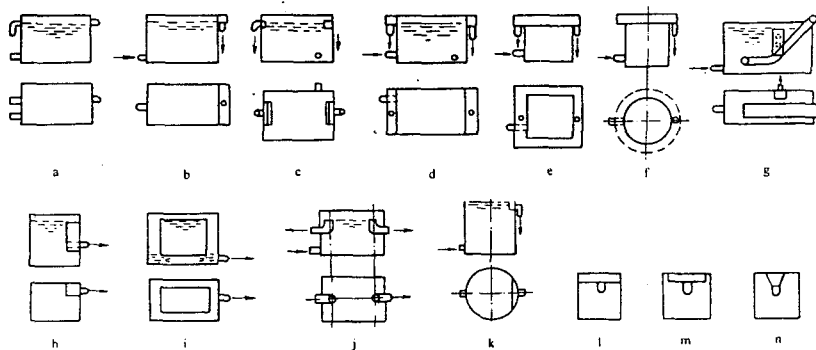


图 A.1 淬火槽常用溢流方式

A.2 淬火介质冷却方法 (图A.2、表A.1)

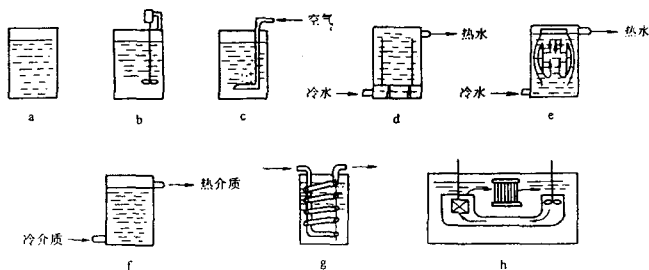


图 A.2 淬火介质冷却方法

表 A.1 淬火介质冷却方法说明

溢流方式 (图 A.2 中的方法代号)	特点	效果
a	介质自然冷却	冷却效果差, $3^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 5^{\circ}\text{C}/\text{h}$
b	搅拌冷却	主要是搅拌, 冷却效果差
c	吹压缩空气	冷却效果好, 易起泡, 工件易有软点
d、e	用冷却水套	冷却尚可, 仅适用于小型槽
f	介质循环冷却	冷却效果好, 但系统复杂
g	槽内蛇形管	效果尚可, 适用于小型槽, 易漏水污染油
h	用热交换器循环冷却	兼有冷却和搅动效果, 结构复杂

A.3 淬火剂搅动和工件摆动装置 (图 A.3、图 A.4)

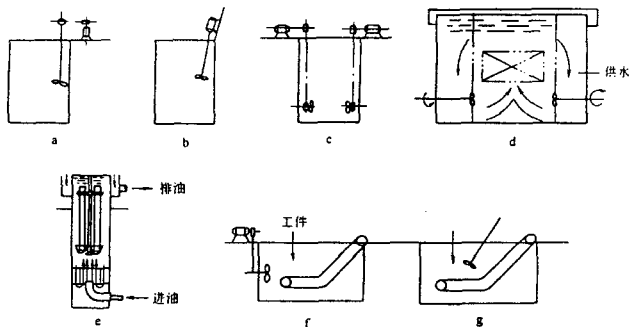


图 A.3 淬火槽的搅动装置

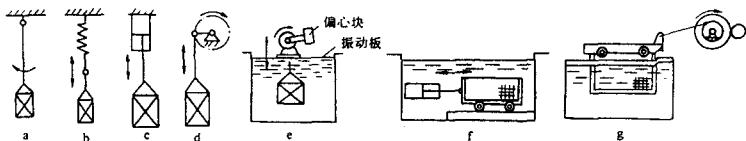


图 A.4 淬火槽的摆动装置

A.4 搅拌器 (图 A.5、表 A.2、表 A.3)

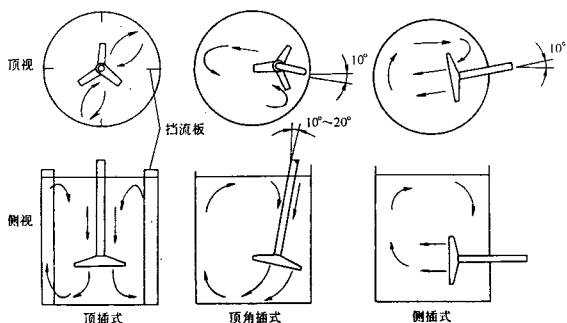


图 A.5 淬火槽内液流方向与安置螺旋桨方式的关系

表 A.2 三叶片螺旋桨的功率

淬火槽容积 L	要求功率 kW/L	
	标准淬火油	水或盐水
2000~3200	0.001	0.0008
3200~8000	0.0012	0.0008
8000~12000	0.0012	0.001
>12000	0.0014	0.001

注：螺旋桨的转速为 420r/min, 船舶螺旋桨螺距直径比为 1.0, 速度为 15 m/min~20 m/min。

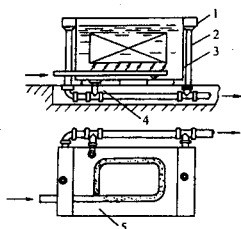
表 A.3 螺旋桨搅拌器尺寸

电机功率 kW	螺旋桨直径 cm
0.19	33.0
0.25	35.6
0.37	38.1
0.56	40.6
0.75	43.2
1.49	50.8
2.34	55.9
3.73	61.0
5.59	66.0
7.46	71.1
11.19	76.2
14.92	81.3
18.65	83.8

注 1: 按转速 280 r/min, 介质密度 1.0, 翼形桨 $N_p=0.33$ 计算 (翼形和船舶桨功率数相同)。
 注 2: 轴功率等于电机功率的 80%。
 注 3: 开式螺旋桨在 280r/min 的功率要求。
 注 4: 采用导流管时, 螺旋桨直径减少 3%。

A.5 典型淬火设备举例

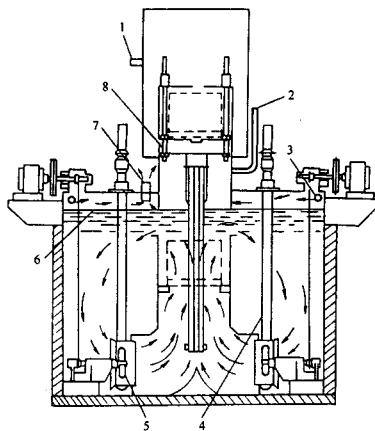
A.5.1 普通间隙作业式淬火槽 (图A.6)



1—溢流槽；2—排出管；3—淬火槽；4—事故排出管；5—供入管。

图 A.6 普通型间隙作业式淬火槽

A.5.2 密封多用炉和连续推杆炉用淬火油槽 (图A.7)

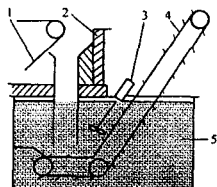


1—炉子出料口进气孔；2—出料槽排气孔；3—进气口；4—发热体；

5—螺旋桨；6—油面高度；7—出气孔；8—淬火提升机构。

图 A.7 密封渗碳炉用淬火油槽

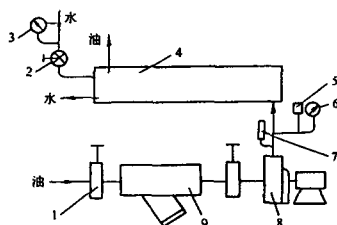
A.5.3 网带炉、震底炉、链板炉等连续生产线用淬火槽 (图A.8)



1—网带；2—加热炉；3—搅拌器；4—倾斜钢带；5—淬火槽。

图 A.8 连续生产线用淬火槽

A.5.4 独立的介质冷却循环系统（图A.9）

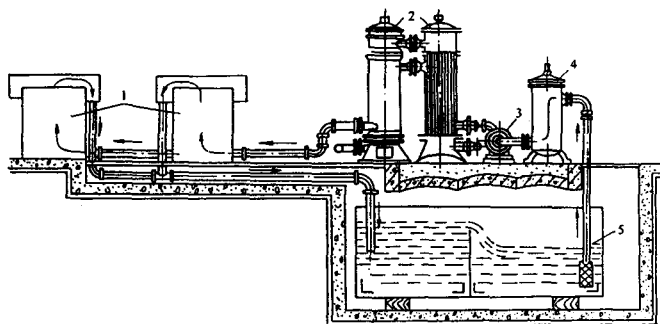


1—闸阀；2—球阀；3—压力表；4—冷却器；5—控制继电器；

6—压力表；7—温度控制表；8—泵；9—过滤器。

图 A.9 独立的介质冷却循环系统

A.5.5 设集液槽的油冷却循环系统（图A.10）



1—淬火槽；2—换热器；3—液泵；4—过滤器；5—集液槽。

图 A.10 设集液槽的油冷却循环系统

A.5.6 不设集液槽的油冷却循环系统（图A.11）

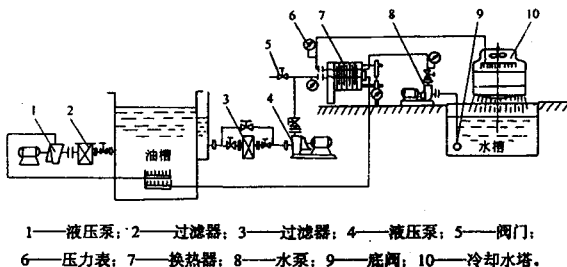
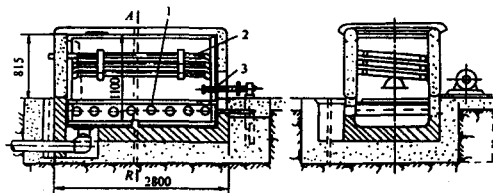


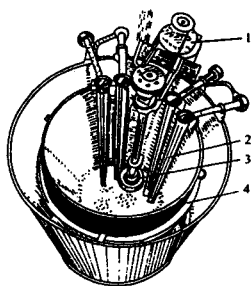
图 A.11 不设集液槽的油冷却循环系统

A.5.7 等温分级淬火槽 (图A.12)

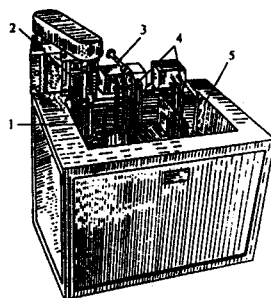


1—管状电热器；2—盐循环管；3—泵传动系统。

a) 分级淬火油槽

1—泵传动系统；2—管状电热器；
3—盐循环管；4—冷却蛇形管。

b) 硝酸盐等温分级淬火槽

1—工作腔；2—泵传动系统；3—热电偶；
4—加热器；5—清理室。

c) 带清理室的盐槽

图 A.12 等温分级淬火槽