



QDN1-R<sup>®</sup> (ESR) 强度与韧性高度平衡的热作工具钢

NADCA (北美压铸技术学会) 认证的 E 类优质特殊钢种

# QDN1-R<sup>®</sup> (ESR)

## 压铸用模具钢材料

### 日本山阳特殊制钢产品

QDN1-R<sup>®</sup> 模具钢材料是北美优质以及超优质 H13 类材料的改良材料。在化学成分方面，碳 - 硅 - 钼 - 钒元素做了进一步的调整，使得材料的合金元素达到有效的平衡。

QDN1-R<sup>®</sup> 较北美优质以及超优质 H13 类材料在韧性上有极大的提高，同时具有更高的耐高温性能。在炼钢工艺方面，采用真空电渣再重溶精炼（ESR）技术。在锻造方面，采用新的 5000 吨锻压设备使得材料的锻造压缩比在 6 倍以上。在原材料的均质细化处理工艺方面也做了进一步的优化，使得材料的心部性能与表面性能接近以达到材料的各向同性。

QDN1-R<sup>®</sup> 材料也适合于大型铝合金型材挤出模具以及锻造模具的使用。

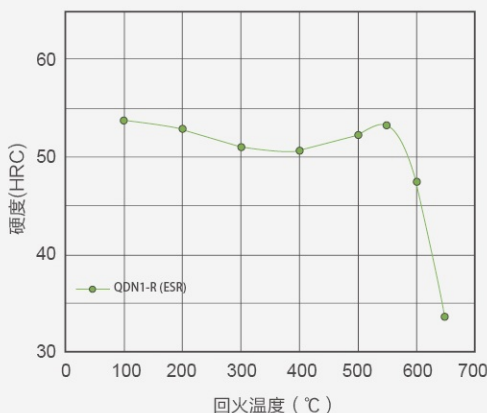
### 特 性

- 极高的韧性：使得材料的耐裂纹产生与扩展性能得到良好的提高
- 良好的耐高温性能：使得材料抗软化性能提高，抑制龟裂纹发生
- 材料的均质性：材料的心部与表面具有相类似的韧性与耐高温性能保障了模具使用性能
- 进一步提高的淬透性：材料更适合大型模具的使用，模具心部性能更加良好
- 良好的热处理性能：材料在 1030oC 度淬火，适合于真空热处理。淬火后具有极高的韧性
- 良好的氮化性能：与北美优质以及超优质 H13 类材料具有类似的氮化性能

### 回火硬度曲线

QDN1-R<sup>®</sup> 的回火曲线与 H13 二次精炼模具材料对比，具有在高于 600℃ 高温回火时硬度下降少的特点。即：模具材料具有更加优良的抗高温回火性能。

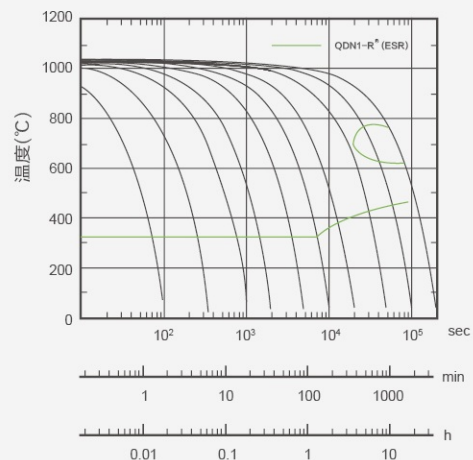
回火硬度



### 连续冷却曲线

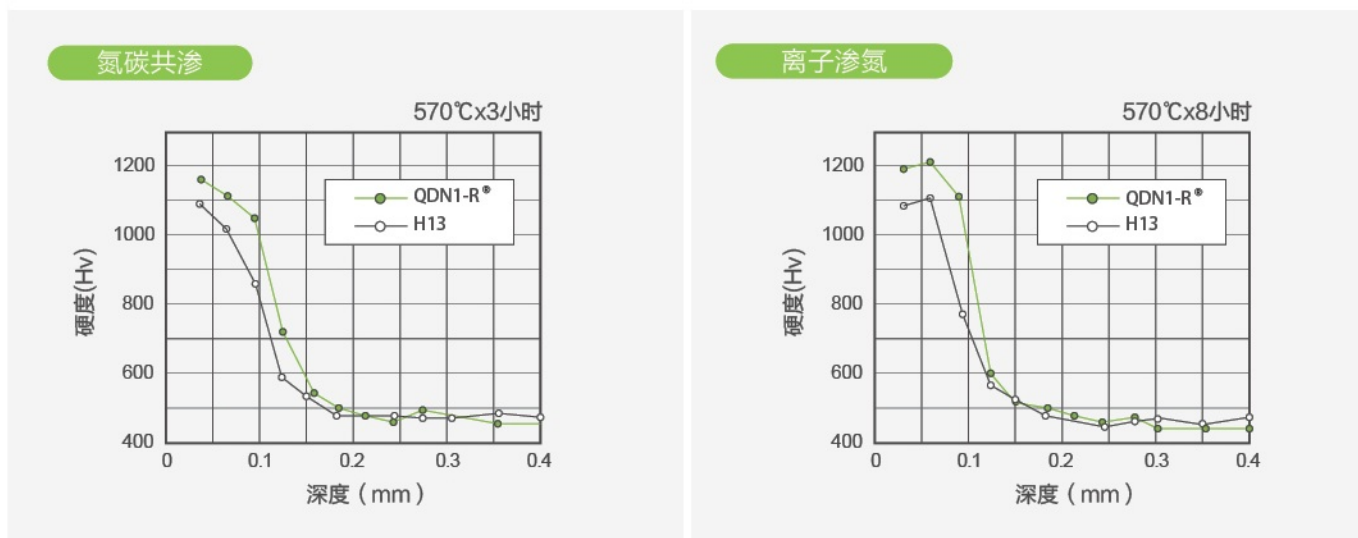
QDN1-R<sup>®</sup> 材料的淬透性能较优质 AISI H13 类材料更加优良。连续冷却曲线的珠光体区较优质 H13 材料更加往右侧移动。对于大尺寸模仁材料，心部的性能更加优良。

连续冷却曲线



## 表面处理

渗氮是 QDN1-R<sup>®</sup> 表面处理的方法之一，气体渗氮、氮碳共渗和离子渗氮工艺都是可行的，渗氮后在表面形成硬质耐磨的白亮层，表面最高硬度可达 70HRC 左右，同时其还具有一定的防腐性能，因此，对提高压铸模浇口和流道的耐侵蚀性、耐冲刷性十分有效。



## 去应力处理

- 热处理前（退火）状态：

将模具缓慢加热至 750°C，保温时间按每 25mm 有效厚度 1 小时计算，保温后缓冷至室温。

- 热处理后（硬化）状态：

缓慢加热模具至低于最后一次回火温度 50°C 左右的温度，保温时间按每 25mm 有效厚度 1 小时计算，保温后缓冷至室温。

## 焊接与修补

QDN1-R<sup>®</sup> 是可焊接的，推荐的焊接工艺包括电弧焊、氩弧焊、等离子焊以及激光焊。高质量的焊接和修理要求模具工作表面具有一定的光洁度，尽量避免出现尖锐的拐角，彻底干燥模具表面，避免湿气，在焊接或维修的过程中最好保持整个模具的温度在 325~375°C 左右。

- 热处理前（退火状态）的焊接：

将待焊补模具预热至 325~375°C 左右采用 QDN1-R<sup>®</sup> 焊丝，焊接前把焊丝烘干，焊接时尽量采用小电流。同时不要来回摆动。在焊接过程中将模温始终保持在 325~375°C，焊接结束后将模具以均匀的速度缓冷至 50~100°C 然后进行去应力退火。退火工艺为：将模具缓慢加热至 850°C，保温时间按模具有效厚度 30 分钟 /25mm 来计算，保温后缓慢冷至室温。

- 热处理后（硬化状态）的焊接：

焊接前须将所有热龟裂纹和微裂纹彻底去除，并在焊接过程中将模具温度始终保持在 325~375°C 焊接后缓慢冷却至 50~100°C，然后去应力处理。将模具加热至低于最终回火温度 50°C，保温时间按模具有效厚度 1 小时 /25mm 来计算。



## 电火花放电加工：

进行电火花放电加工时，会在表面形成一层危害极大、深度 0.10mm 左右的熔化白亮层，该白亮层内部具有很多微小裂纹，必须通过打磨、研磨或抛光去除干净，否则将会在模具表面形成早期微裂纹，从而大大缩短模具使用寿命。同时白亮层去除前，模具还必须在 520-540℃ 进行去应力回火，保温时间按模具有效厚度 1 小时 /25mm 来计算。这样一方面利于白亮层打磨，同时消除加工应力并使二次硬化层得到回火。

## 主要用途及推荐硬度

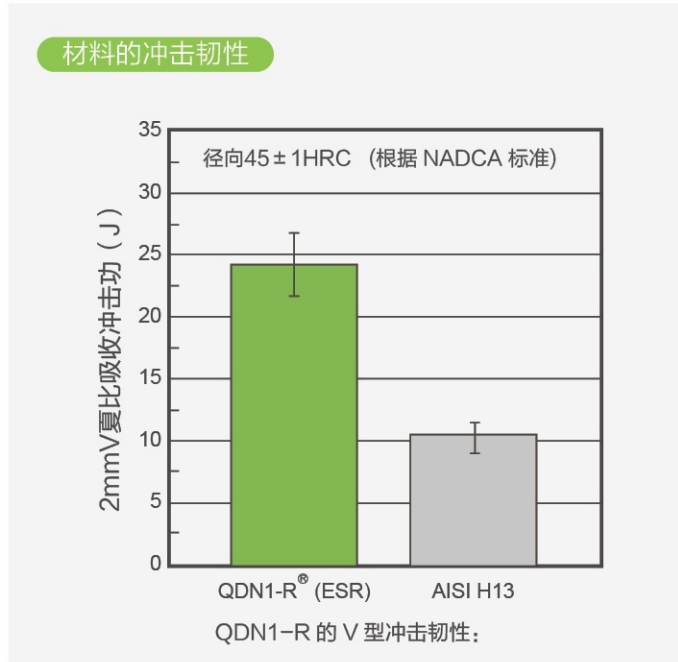
主要用途	推荐硬度 (HRC)
铝、镁、锌的合金压铸	45-50
热锻模	45-52
热剪切刀片	40-52
热冲压模	42-50
浇口、顶针 (渗氮、涂层等)	48-52
柱塞套筒	45-50
塑胶膜 (硬塑部件成型及镜面抛光要求等)	50-52

## 物理性能

钢种	热膨胀系数 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )			热传导率 (W/m.K)				杨氏模量 (GPa)
	200℃	400℃	600℃	20℃	200℃	400℃	600℃	
QDN1-R* (ESR)	11.3	12.2	12.8	24.6	29.1	31.0	32.6	210
H13-ESR	11.3	12.3	13.1	25.7	30.9	34.8	35.8	210

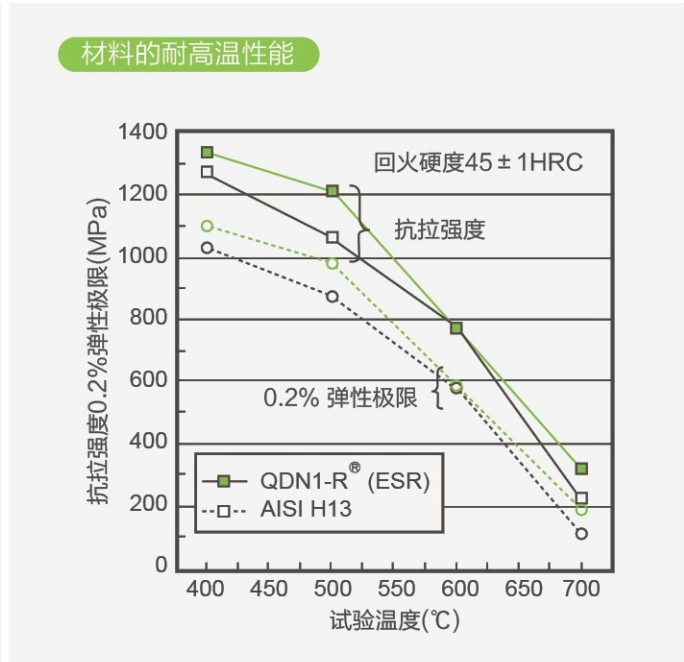
## 材料的冲击韧性

按照北美压铸学会（NADCA）模具材料技术标准对材料最低韧性要求，QDN1-R® 的最低韧性是优质 H13 ESR 的两倍以上。



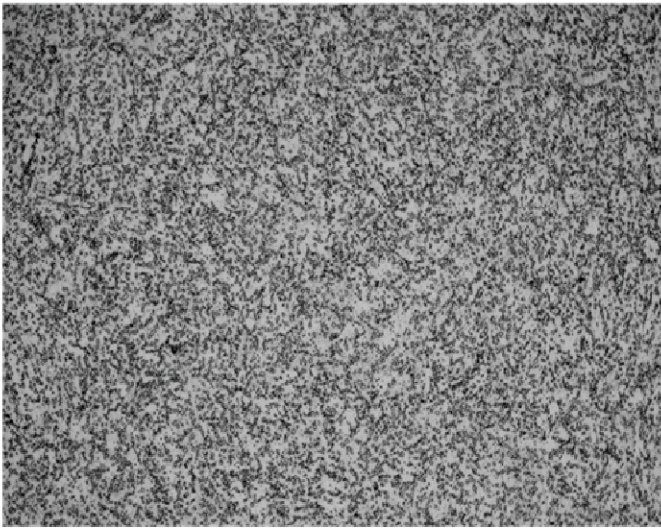
## 材料的耐高温性能

QDN1-R® 的耐高温性能较优质 AISI H13 类材料更加优越。



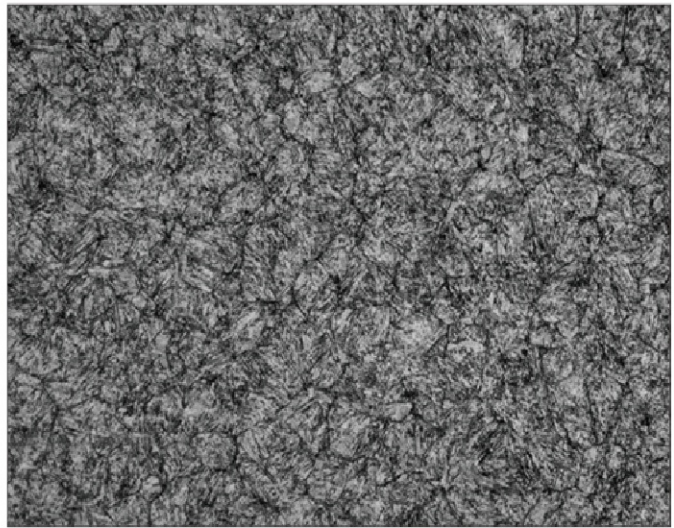
## 金相组织

QDN1-R® (ESR) 材料退火组织细化、均匀、无缺陷，适宜于切削加工，可减少淬火变形与开裂倾向，符合北美压铸学会 NADCA 退火组织标准要求。



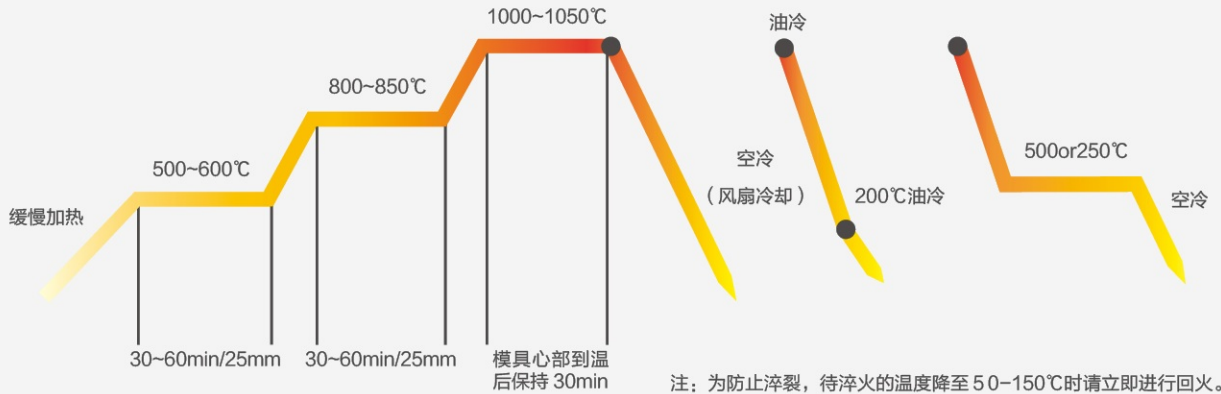
X500 退火组织

QDN1-R® (ESR) 材料淬火组织均匀、细小，能够获得较高的热强韧性配合，可发挥出热模钢优良的综合性能及高的使用寿命，符合北美压铸学会 NADCA 淬火组织标准要求。

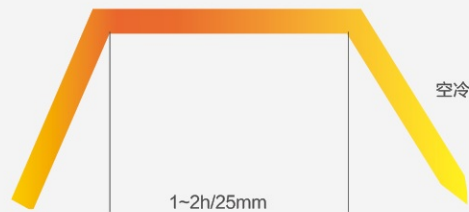


X500 淬火组织

## 淬 火



## 回 火



根据回火曲线图及所需硬度，选择适当的回火温度。压铸模具至少回火 3 次，热锻、热挤模具至少回火二次，每次回火后必须冷却至室温，每次回火至少保温 2 小时。应避免在 500~550℃之间回火，以避免回火脆性。

第一次回火 580℃，处理时间  $1/3 * (二小时 + 厚度 / 25mm)$

第二次回火 620℃ 43~45HRC 处理时间  $2/3 (二小时 + 厚度 / 25mm)$  600℃ 47~49HRC 580℃ 51~53HRC

第三次回火 540℃，处理时间二小时 + 厚度 / 25mm。

## 渗氮及碳氮共渗

渗氮及碳氮共渗可提高模具表层硬度、耐磨性、抗侵蚀性和防止早期龟裂的产生。可通过辉光离子渗氮炉，可控气氛渗氮炉，液态炉等进行渗氮及碳氮共渗。渗氮温度应低于模具材料的最高回火温度约 25~50℃。确保模具心部硬度和强度不下降，以及模具尺寸公差改变等不良后果。在渗氮及碳氮共渗过程中，可能会产生一层被称之为“白层”的脆性化合物层。白层因其很脆而且开裂或破碎。通常必须避免“白层”的形成。QDN1-R® 经 510℃ 氨气渗氮或 480℃ 离子渗氮后都能获得约 1000HV0.2 的表层硬度。QDN1-R® 经在 580℃ 的气体或盐炉碳氮共渗后的表层硬度约 900HV0.2。

## 电火花加工

模具经电火花加工后，表面覆盖着熔化的凝固层（白层）和未回火的硬化层。两者都很脆且对模具十分有害。

模具进电火花加工后，必须采用机械研磨或油石打磨的方式将白层全部去除。模具经静电火花加工后，应选用低于先前最高回火温度约 25℃ 之回火温度再回火一次。



### 上海博优模具材料有限公司

地址：上海市闸北区共和新路 2449 号  
916 室（泛欧大厦）

电话：(86) 021-66311562  
传真：(86) 021-66311561

邮箱：semm@semms.com  
网址：www.semms.com  
邮编：200070

### 宁波北仑博优模具技术有限公司

地址：浙江省宁波市北仑区珠江路 438 号  
赛力工业园区南一厂房

电话：0574-86826227/86826229  
传真：0574-86145000

邮箱：semm@semms.com  
网址：www.semms.com  
邮编：315800