

# H13模具钢材牌号对照表 H13合金元素模具钢

产品名称	H13模具钢材牌号对照表 H13合金元素模具钢
公司名称	斯堪纳实业（上海）有限公司
价格	22.00/公斤
规格参数	
公司地址	上海市青浦区华新镇华腾路1288号1幢
联系电话	13321999389

## 产品详情

H13（是一种热作模具钢）

H13属于热作模具钢，是在碳工钢的基础上加入合金元素而形成的钢种，执行标准GB/T1299—2014。

### 基本信息

H13统一数字代号T20502；牌号4Cr5MoSiV1。在中温（~600°）下的综合性能好，淬透性高（在空气中即能淬硬），热处理变形率较低，其性能及使用寿命高于3Cr2W8V。可用于模锻锤锻模、铝合金压铸模、热挤压模具、高速精锻模具及锻造压力机模具等。

### 力学性能

硬度：退火,245~205HB,淬火, 50HRC

### 交货状态

布氏硬度HBW10/3000（ 235 ）

### 主要特性

H13钢是使用广泛和代表性的热作模具钢种，它的主要特性是：

- （1）具有高的淬透性和高的韧性；
- （2）优良的抗热裂能力，在工作场合可予以水冷；
- （3）具有中等耐磨损能力，还可以采用渗碳或渗氮工艺来提高其表面硬度，但要略为降低抗热裂能力；

(4) 因其含碳量较低，回火中二次硬化能力较差；

(5) 在较高温度下具有抗软化能力，但使用温度高于540（1000）硬度出现迅速下降（即能耐的工作温度为540）；

(6) 热处理的变形小；

(7) 中等和高的切削加工性；

(8) 中等抗脱碳能力。

更为令人注意的是，它还可用于制作航空工业上的重要构件。

## 生活用途

用途和9CRWMN模具钢基本相同，但因其钒含量高一些，故中温（600度）性能比4Cr5MoSiV钢要好，是热作模具钢中用途很广泛的一种代表性钢号。

H13模具钢用于制造冲击载荷大的锻模，热挤压模，精锻模；铝、铜及其合金压铸模。

## 化学成分

CSiMnCrMoVPS

0.32~0.45 0.80~1.20 0.20~0.50 4.75~5.50 1.10~1.75 0.80~1.20 0.030 0.03

淬火：790度+-15度预热，1000度（盐浴）或1010度（炉控气氛）+-6度加热，保温5~15min空冷，550度+-6度回火；退火、热加工；

H13钢是C-Cr-Mo-Si-V型钢，在世界上的应用极其普遍，同时各国许多学者对它进行了广泛的研究，并在探究化学成分的改进。钢的应用广泛和具有优良的特性，主要由钢的化学成分决定的。当然钢中杂质元素必须降低，有资料表明，当Rm在1550MPa时，材料含硫量由0.005%降到0.003%，会使冲击韧性提高约13J。NADCA 207-2003标准就规定：优级(premium)H13钢含硫量小于0.005%，而超级(superior)的应小于0.003%S和0.015%P。下面对H13钢的成分加以分析。

H13碳：美国AISI H13，UNS T20813，ASTM（版）的H13和FED QQ-T-570的H13钢的含碳量都规定为（0.32~0.45）%，是所有H13钢中含碳量范围宽的。德国X40CrMoV5-1和1.2344的含碳量为（0.37~0.43）%，含碳量范围较窄，德国DIN17350中还有X38CrMoV5-1的含碳量为（0.36~0.42）%。日本SKD 61的含碳量为（0.32~0.42）%。我国GB/T 1299和YB/T 094中4Cr5MoSiV1和SM 4Cr5MoSiV1的含碳量为（0.32~0.42）%和（0.32~0.45）%，分别与SKD61和AISI H13相同。特别要指出的是：北美压铸协会NADCA 207-90、207-97和207-2003标准中对H13钢的含碳量都规定为（0.37~0.42）%。

钢中含碳量决定淬火钢的基体硬度，按钢中含碳量与淬火钢硬度的关系曲线可以知道，H13钢的淬火硬度在55HRC左右。对工具钢而言，钢中的碳一部分进入钢的基体中引起固溶强化。另外一部分碳将和合金元素中的碳化物形成元素结合成合金碳化物。对热作模具钢，这种合金碳化物除少量残留的以外，还要求它在回火过程中在淬火马氏体基体上弥散析出产生二次硬化现象。从而由均匀分布的残留合金碳化物和回火马氏体的组织来决定热作模具钢的性能。由此可见，钢中的含C量不能太低。

含0.5%Cr的H13钢应具有高的韧性，故其含C量应保持在形成少量合金C化物的水平上。Woodyatt和Krauss指出在870的Fe-Cr-C三元相图上，H13钢的位置在奥氏体A和（A+M3C+M7C3）三相区的交界位置处较

好。相应的含C量约0.4%。图上还标出增加C或Cr量使M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>量增多,具有更高耐磨性能的A2和D2钢以作比较。另外重要的是,保持相对较低的含C量是使钢的M<sub>s</sub>点取于相对较高的温度水平(H13钢的M<sub>s</sub>一般资料介绍为340 左右),使该钢在淬冷至室温时获得以马氏体为主加少量残余A和残留均匀分布的合金C化物组织,并经回火后获得均匀的回火马氏体组织。避免使过多残余奥氏体在工作温度下发生转变影响工件的工作性能或变形。这些少量残余奥氏体在淬火以后的两次或三次回火过程中应予以转变完全。这儿顺便指出, H13钢淬火后得到的马氏体组织为板条M+少量片状M+少量残余A。经回火后在板条状M上析出的很细的合金碳化物,国内学者也作了一定工作。

众所周知,钢中增加碳含量将提高钢的强度,对热作模具钢而言,会使高温强度、热态硬度和耐磨损性提高,但会导致其韧度的降低。学者在工具钢产品手册文献中将各类H型钢的性能比较很明显证明了这个观点。通常认为导致钢塑性和韧度降低的含碳量界限为0.4%。为此要求人们在钢合金化设计时遵循下述原则:在保持强度前提下要尽可能降低钢的含碳量,有资料已提出:在钢抗拉强度达1550MPa以上时,含C量在0.3%-0.4%为宜。H13钢的强度R<sub>m</sub>,有文献介绍为1503.1MPa(46HRC时)和1937.5MPa(51HRC时)。

查阅FORD和GM公司资料推荐的TQ-1、Dievar和ADC3等钢中的含C量都为0.39%和0.38%等,相应的韧度指标等列于表1,其理由可由此管窥所及。

对要求更高强度的热作模具钢,采用的方法是在H13钢成分的基础上提高Mo含量或提高含碳量,这将在后面还会论及,当然韧度和塑性的略为降低是可以预料的。

2.2 铬: 铬是合金工具钢中普遍含有的和价廉的合金元素。在美国H型热作模具钢中含Cr量在2%~12%范围。在我国合金工具钢(GB/T1299)的37个钢号中,除8CrSi和9Mn2V外都含有Cr。铬对钢的耐磨损性、高温强度、热态硬度、韧度和淬透性都有有利的影响,同时它溶入基体中会显著改善钢的耐蚀性能,在H13钢中含Cr和Si会使氧化膜致密来提高钢的抗氧化性。再则以Cr对0.3C-1Mn钢回火性能的作用来分析,加入 < 6% Cr对提高钢回火抗力是有利的,但未能构成二次硬化;当含Cr > 6%的钢淬火后在550 回火会出现二次硬化效应。人们对热作钢模具钢一般选5%铬的加入量。

工具钢中的铬一部分溶入钢中起固溶强化作用,另一部分与碳结合,按含铬量高低以(FeCr)<sub>3</sub>C、(FeCr)<sub>7</sub>C<sub>3</sub>和M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>形式存在,从而来影响钢的性能。另外还要考虑合金元素的交互作用影响,如当钢中含铬、钼和钒时, Cr>3%[14]时, Cr能阻止V<sub>4</sub>C<sub>3</sub>的生成和推迟Mo<sub>2</sub>C的共析析出, V<sub>4</sub>C<sub>3</sub>和Mo<sub>2</sub>C是提高钢材的高温强度和抗回火性的强化相[14],这种交互作用提高该钢耐热变形性能。

铬溶入钢奥氏体中增加钢的淬透性。Cr、Mn、Mo、Si、Ni都与Cr一样是增加钢淬透性的合金元素。人们习惯用淬透性因子加以表征,一般国内现有资料[15]还只应用Grossmann等的资料,后来Moser和Legat[16,22]的更进一步工作提出由含C量和奥氏体晶粒度决定基本淬透性直径D<sub>ic</sub>和合金元素含量确定的淬透性因子(示于图3中)来计算合金钢的理想临界直径D<sub>i</sub>,也可从下式作近似计算:

$$D_i = D_{ic} \times 2.21Mn \times 1.40Si \times 2.13Cr \times 3.275Mo \times 1.47Ni \quad (1)$$

(1)式中各合金元素以质量百分数表示。由该式,人们对Cr、Mn、Mo、Si和Ni元素影响钢淬透性有相当明确的半定量了解。

Cr对钢共析点的影响,它和Mn大致相似,在约5%的含铬量时,共析点的含C量降到0.5%左右。另外Si、W、Mo、V、Ti的加入更显著降低共析点含C量。为此可以知道:热作模具钢和高速钢一样属于过共析钢。共析含C量的降低,将增加奥氏体化后组织中和组织中的合金碳化物含量。

钢中合金C化物的行为与其自身的稳定性有关,实际上,合金C化物的结构、稳定性与相应C化物形成元素的d电子壳层和s电子壳层的电子欠缺程度相关[17]。随着电子欠缺程度下降,金属原子半径随之减小,碳和金属元素的原子半径比r<sub>c</sub>/r<sub>m</sub>增加,合金C化物由间隙相向间隙化合物变化,C化物的稳定性减弱,其相应熔化温度和在A中溶解温度降低,其生成自由能的值减小,相应的硬度值下降。具有面心立方点阵的VC碳化物,稳定性高,约在900~950 温度开始溶解,在1100 以上开始大量溶解(溶解终结温

度为1413 ) [17]；它在500~700 回火过程中析出，不易聚集长大，能作为钢中强化相。中等碳化物形成元素W、Mo形成的M<sub>2</sub>C和MC 碳化物具有密排和简单六方点阵，它们的稳定性较差些，亦具较高的硬度、熔点和溶解温度，仍可作为在500~650 范围使用钢的强化相。M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>(如Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>等)具有复杂立方点阵，稳定性更差，结合强度较弱，熔点和溶解温度较低（在1090 溶入A中），只有在少数耐热钢中经综合合金化后才有较高稳定性（如（CrFeMoW）<sub>23</sub>C<sub>6</sub>可作为强化相。具有复杂六方结构的M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>(如Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>、Fe<sub>4</sub>Cr<sub>3</sub>C<sub>3</sub>或Fe<sub>2</sub>Cr<sub>5</sub>C<sub>3</sub>)的稳定性更差，它和Fe<sub>3</sub>C类碳化物一样很易溶解和析出，具有较大的聚集长大速度，一般不能作为高温强化相[17]。

我们仍从Fe-Cr-C三元相图可以简便了解H13钢中的合金碳化物相。按Fe-Cr-C系700 [18~20]和870 [9]三元等温截面的相图,对含0.4%C钢中,随Cr量增加会出现（FeCr）<sub>3</sub>C（M<sub>3</sub>C）和（CrFe）<sub>7</sub>C<sub>3</sub>(M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>)型合金碳化物。注意在870 图上,只有含Cr量大于11%才会出现M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>。另外根据Fe-Cr-C三元系在5%Cr时的垂直截面,对含0.40%C的钢在退火状态下为 相（约固溶1%Cr）和（CrFe）<sub>7</sub>C<sub>3</sub>合金C化物。当加热至791 以上形成奥氏体A和进入（ +A+M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>）三相区,在795 左右进入（A+M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>）两相区,约在970 时,（CrFe）<sub>7</sub>C<sub>3</sub>消失,进入单相A区。当基体含C量 < 0.33%时,在793 左右才存在（M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>+M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>和A）的三相区,在796 进入（A+M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>）区（0.30%C时），以后一直保持到液相。钢中残留的M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>有阻止A晶粒长大的作用。Nilson提出，对1.5%C-13%Cr的成分合金，欠稳定（CrFe）<sub>23</sub>C<sub>6</sub>不形成[20]。当然,单以Fe-Cr-C三元系分析会有一些偏差,要考虑加入合金元素的影响。