

锻 工 手 册

第 二 分 册

金属加热及其设备

锻 工 手 册 编 写 组 编

锻工手册共分十篇。第一篇，锻造用原材料及其准备；第二篇，金属加热及其设备；第三篇，锻压设备；第四篇，自由锻造；第五篇，胎模锻、锤上模锻和高速锤上模锻；第六篇，各种压力机上模锻；第七篇，辊轧与旋转锻造；第八篇，锻件精整和热处理；第九篇，锻模的使用与制造要求；第十篇，锻工车间机械化装置与锻工安全技术。前五篇为上册，后五篇为下册，同时按篇出分册。

本分册为第二篇，内容包括金属加热温度范围确定，火焰加热炉、电加热及金属加热温度测量的基本方法。

本手册供从事锻压生产方面的工人及技术人员使用，也可供锻压专业教学及科研人员参考。

本分册是由一机部天津设计院、哈尔滨工业大学、天津大学、西安交通大学及广东工学院等单位共同编写的。

锻 工 手 册

第 二 分 册

金属加热及其设备

锻 工 手 册 编 写 组 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $6 \frac{9}{16}$ · 插页 2 · 字数 165 千字

1974年12月北京第一版·1974年12月北京第一次印刷

印数 00,001—53,000 · 定价 0.59 元

*

统一书号：15033·4226

目 次

第二篇 金属加热及其设备

第一章 金属加热	2-1
1 金属加热的目的及加热方法	2-1
一、加热目的	2-1
二、加热方法	2-1
2 金属加热时产生的缺陷及防止方法	2-3
一、氧化	2-3
二、脱碳	2-4
三、过烧	2-5
四、过热	2-5
五、内部裂纹	2-6
3 金属锻造温度范围的确定	2-6
4 金属加热规范	2-12
第二章 火焰加热炉	2-16
1 燃料及其燃烧装置	2-16
一、加热炉常用燃料特性及燃烧计算	2-16
二、燃料燃烧装置	2-30
1. 固体燃料燃烧装置	2-31
2. 燃油喷嘴	2-37
3. 常见煤气烧嘴	2-55
2 炉膛基本尺寸的确定及经验数据	2-60
一、经验指标法	2-60
二、经验比较法	2-62
三、火焰加热炉炉膛和燃烧室尺寸计算举例	2-63
3 管道及送风装置	2-64
一、炉前煤气管道	2-65
二、炉前重油管道	2-65
三、炉前空气管道	2-67
四、风机选择	2-68

4 排烟装置及余热利用	2-72
一、烟道	2-73
二、烟囱	2-74
三、余热利用	2-79
5 加热炉的砌筑	2-86
一、筑炉材料	2-86
二、砌体设计	2-88
三、加热炉常用砖的形状和尺寸	2-97
四、耐火混凝土介绍	2-97
6 炉型选择和结构介绍	2-99
一、对锻造加热炉的基本要求	2-99
二、炉型选择一般原则	2-99
三、现有加热炉的改进方法	2-101
四、中小型工厂常见锻造加热炉介绍	2-101
1. 手锻炉	2-101
2. 锻造无烟反射炉(煤炉)	2-103
3. 重油加热炉	2-106
4. 开眼式炉	2-110
5. 推杆式半连续式加热炉	2-111
6. 转底式加热炉	2-111
7. 煤气化锻造加热炉	2-114
五、其他加热炉举例	2-114
7 锻造加热炉使用和维护	2-119
一、烘炉	2-119
二、开炉与停炉	2-119
三、加热炉维护	2-122
四、常见故障分析	2-123
第三章 电加热	2-132
1 电阻炉	2-132
一、锻工车间常用电阻炉型号及选用	2-132
二、电热体	2-132
三、电阻炉的维护和使用	2-136
2 盐浴炉	2-138
3 接触电加热	2-142

一、接触电加热的基本原理及应用	2-142
二、触头材料、结构和夹紧压力	2-146
三、接触电加热计算	2-148
4 感应加热	2-154
一、感应加热的基本原理和应用	2-154
二、感应加热时电流频率和加热时间的确定	2-158
三、中频感应加热装置	2-163
四、感应加热装置计算要点	2-175
五、工频感应加热	2-175
第四章 金属加热温度测量的基本方法	2-180
1 目测金属加热温度	2-181
2 用热电高温计测量金属加热温度	2-182
一、热电偶	2-182
二、显示仪表	2-188
三、补偿导线	2-192
四、热电高温计测温时误差修正	2-192
3 用光学高温计测量金属加热温度	2-195
一、光学高温计测温原理和结构	2-196
二、光学高温计技术特性	2-196
三、光学高温计使用方法和维护	2-197
4 关于采用新温标的几点说明	2-202

第二篇 金属加热及其设备

第一章 金属加热

1 金属加热的目的及加热方法

一、加热目的

锻造前加热的目的是：提高金属的塑性，降低变形抗力，以利于金属的变形和获得良好的锻后组织。因此金属加热是热锻生产中不可缺少的和重要的工序之一。

二、加热方法

根据热源不同，在锻造生产中金属的加热方法可分为两大类：

1. 火焰炉加热。是利用燃料（煤、油、煤气等）燃烧所产生的热能直接加热金属的方法。由于燃料来源方便，炉子修造较容易、费用较低，加热的适应性强等等原因，所以便于普遍采用。缺点是劳动条件差、加热速度较慢、加热质量较难控制等等。

2. 电加热。是利用电能转换为热能来加热金属的方法。与火焰炉加热相比，它具有很多优点：升温快（如感应加热和接触加热），炉温易于控制（如电阻炉），氧化和脱碳少，劳动条件好，便于实现机械化和自动化。缺点是对毛坯尺寸形状变化的适应性不够强，设备结构复杂，投资费用较大。

常见的加热方法和加热设备的应用范围及特点如表 2-1 所列。

表2-1 常见加热设备的应用范围及特点

加 热 方 法 及 设 备 分 类		应 用 范 围			特 点	
		坯料形状 尺 寸	批 量	适用的工艺 方式举例		
火 焰 加 热	间 歇 装 料	手锻炉	各种形状中 小件	单件少量	手工锻，修 锻	构造很简单，加 热质量不容易控制
		室式炉	各种形状中 小件	单件或成批	中小型自由 锻	构造简单
		双室式炉	各种形状中 小件	单件或成批	中小型自由 锻	生产能力变化性 强，适用于多次加 热和合金钢加热
		开敞式炉	中小型毛坯 加热及杆料端 部加热	成批	小型模锻、 胎模锻、手锻 及摩擦压力机 上模锻	构造简单，不用 炉门
		双室开敞式 炉	中小型毛坯 加热及杆料端 部加热	成批	小型模锻、 胎模锻、手锻 及摩擦压力机 上模锻	适应生产能力变 化性强
		车底炉	中小型钢锭	单件小批	大型自由锻	炉底可进出运动
	连 续 装 料	敞焰无氧化 加热炉	中小件	成批	精密锻造	利用不完全燃烧 在炉膛下部形成保 护气氛
		半连续炉	中小型模锻 毛坯	大批	模锻	用机械化推料， 结构稍复杂，有预 热、加热两段炉膛
		转壁炉	中小棒料端 部加热	大批	平锻、摩擦 压力机模锻	结构稍复杂
		盘形转底炉	中小型毛坯	成批大量	中小型模锻	结构较复杂，可 机械化进、出料
		环形转底炉	大、中型模 锻毛坯	大批大量	大、中型模 锻	结构较复杂、可 机械化进出料，炉 膛内有预热、加热 两段
		专用机械化 炉	中小件、长 杆料	大批	卷簧弯曲热 切下料等	结构复杂

(续)

加热方法及 设备分类		应 用 范 围			特 点
		坯料形状 尺 寸	批 量	适用的工艺 方式举例	
电 加 热	电阻炉	某些有色金属及合金钢中小件	少量成批	自由锻、模锻	结构较简单, 控温精确, 升温慢, 单位电能消耗为: 0.5~1.0千瓦小时/公斤
	盐浴炉	小件(或局部)无氧化加热	少量成批	自由锻、模锻	结构简单, 单位电能消耗为: 0.3~0.8千瓦小时/公斤
	接触加热	直径小于80毫米棒料加热	大批大量	模锻、电激、卷簧、电热弯曲及轧制等	结构简单, 加热速度快, 耗电少, 单位电能消耗为: 0.3~0.45千瓦小时/公斤。很适用于局部加热, 短毛坯整体加热困难, 温度不均匀
	工频感应加热	直径小于150毫米的棒料	大批	模锻、热冲挤、轧制	不用变频设备, 耗电较少, 单位电能消耗为0.35~0.55千瓦小时/公斤, 用电容器数目较多
	中频感应加热	直径 ϕ 20~160毫米的棒料	大批大量	模锻、轧制、热冲挤	结构复杂, 单位电能消耗为: 0.4~0.55千瓦小时/公斤, 加热速度快, 自动化程度高
	高频感应加热	直径小于20毫米的棒料	大批大量	模锻、轧制、热冲挤	结构复杂, 加热速度快, 自动化程度高, 只能加热小件, 单位电能消耗为: 0.6~0.7千瓦小时/公斤

2 金属加热时产生的缺陷及防止方法

一、氧化

在高温下, 表面层金属与炉气中的氧化性气体 (O_2 、 CO_2 、

H₂O 及 SO₂) 进行化学反应生成氧化皮, 造成金属的烧损。氧化皮还加剧锻模的磨损, 降低模锻件的精度和光洁度。因此在精密锻造中最好采用少氧化和无氧化的加热方法。影响金属氧化的主要因素为: 金属成分、炉气成分、加热温度及加热时间。对于一般的火焰炉, 为了减少氧化皮, 在加热工艺上应采取如下措施:

1. 在保证加热质量前提下, 尽量采用快速加热, 缩短加热时间, 尤其是金属在高温下停留时间不宜过长, 应尽量用少装勤装的操作方法。

2. 在燃料完全燃烧的条件下, 尽可能减少过剩空气量, 以免炉内剩余氧气过多。并注意减少燃料中的水分。

3. 炉膛应保持不大的正压力, 防止冷空气吸入炉膛。

在锻工算料时必须算进烧损金属的重量, 它一般用坯料重量的百分比 (即烧损率 $\delta\%$) 表示。其数值和所用加热设备种类、加热规范和毛坯尺寸有关, 煤炉 (和油炉) 由于过剩空气较多, 烧损也较大。烧损率还和加热操作 (如风量的调节, 装炉毛坯数量等) 有很大关系。所以各工厂的实际烧损率也不同。表 2-2 可供参考。

表2-2 不同加热方法钢的烧损率

加 热 方 法	烧 损 率 $\delta\%$
室式煤炉	2.5~4
油 炉	2~3
煤 气 炉	1.5~2.5
电 阻 炉	1~1.5
接触加热和感应加热	<0.5

热坯料重复加热时, 每次的烧损率按表 2-2 中数值再增加 50%。对于空心件烧损率还应取得大些。

二、脱碳

在高温下钢料所含的碳分与炉气中的 H₂O、CO₂、O₂、H₂等

进行化学反应，造成钢料表面层含碳量减少。如果脱碳层深度小于锻件加工余量，则对零件没有危害；如果脱碳层的深度超过锻件余量，则零件表面的硬度和强度降低，从而影响零件使用性能。所以重要锻件和精密锻造的锻件应注意防止脱碳。影响脱碳的因素主要也是加热温度、加热时间、炉气成分和金属成分等。为了减少脱碳，在加热操作上，应力求进行快速加热，特别是对容易脱碳的钢应避免在高温下长时间地加热，加热好后应尽快出炉锻打。

三、过烧

金属加热到接近熔点温度时，晶间低熔点物质开始熔化，由于炉气中的氧化性气体渗入晶粒边界，使晶间物质氧化，破坏了晶粒间的联系，一经锻打即破碎而成为废品，不能挽救，此种现象称为过烧。不仅是氧化性气体在高温下能渗入晶界形成氧化物而使材料变脆，就是熔点较钢低的铜也能在高温下从晶界渗入而削弱晶间的联系。例如有些工厂加热钢及加热铜用同一个加热炉，在加热铜材后，炉底如不清理，再加热钢材时，原先落入炉底的铜屑及表层剥落物熔化渗入钢材晶界，情况和“过烧”类似，锻时就破碎。所以有经验的工厂在加热铜材时，在铜材下面垫以薄钢板，加热完毕再抽出，不使铜屑等落入炉底。

四、过热

钢料在稍低于过烧温度的高温下长期保温时，会使晶粒过分长大，这种现象叫做过热。过热使金属在锻造时的塑性有些降低，更重要的是在锻造和热处理后，锻件的晶粒比较粗大，降低了钢的机械性能。为了纠正过热所造成的粗晶粒组织，对于已过热但尚未锻造者可用冷却后重新加热然后锻造的方法来挽救，若锻后发现粗晶组织，对于有些钢也可通过热处理的办法来细化晶粒。对于不能用热处理方法细化晶粒的合金钢（如高铬镍奥氏体钢）应特别防止过热。为了避免过热，必须控制加热温度和时间，如因锻压设备发生故障而长时间停锻时，必须降低炉温，或采取其他措施。

五、内部裂纹

钢锭加热时，钢锭表面和中心之间存在温度差，由于表面的热膨胀大于中心的膨胀，中心部分形成三相拉应力，这种由于温度不均而产生的应力叫温度应力。加热速度过快时温度应力很大，在温度应力和坯料中原有的残余应力共同作用下，就有可能产生内裂。为了防止内部裂纹，应制定和遵守正确的加热规范。

3 金属锻造温度范围的确定

锻造温度范围是指始锻温度和终锻温度间的一段温度间隔。在锻造温度范围内金属应具有良好的可锻性（足够的塑性、低的变形抗力等等）和合适的金相组织。为了减少火次，一般都力求扩大温度范围。锻造温度范围是通过各种试验和分析金相状态图的方法确定的。

始锻温度主要受到过热和过烧的限制，它一般应低于熔点 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

对于碳钢，由状态图（图 2-1）可看出，始锻温度应该随含碳量的增加而降低。对于合金钢，通常始锻温度随着含碳量的增加降低得更多。

钢锭由于液态凝固时得到的原始晶粒组织比较稳定，过热的倾向较小，因此钢锭的始锻温度可比同钢种的钢坯和钢材高 $20\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

终锻温度主要应保证在结束锻造之前金属还具有足够的塑性以及锻件在锻后获得再结晶组织，但过高的终锻温度也会使锻件在冷却过程中晶粒继续长大。因而降低了机械性能，尤其是冲击韧性。

钢料在高温单相区（例如图 2-1 所示 GSE 线以上的奥氏体区）具有良好的塑性。对于亚共析钢一般应在 A_1 以上 $15\sim 50^{\circ}\text{C}$ 左右锻造，但对于低碳钢（ $C < 0.3\%$ ）通过试验可知，在 GS 线

(A_3) 以下的两相区 ($\gamma + \alpha$) 也有足够的塑性, 因此终锻温度可在 GS 线以下。对于过共析钢温度降至 SE 线 (A_{cm}) 以下即开始析出二次碳化物, 且沿晶界呈网状分布, 为了打碎网状渗碳体, 在 A_{cm} 以下还应继续锻打。但温度进一步下降则因塑性

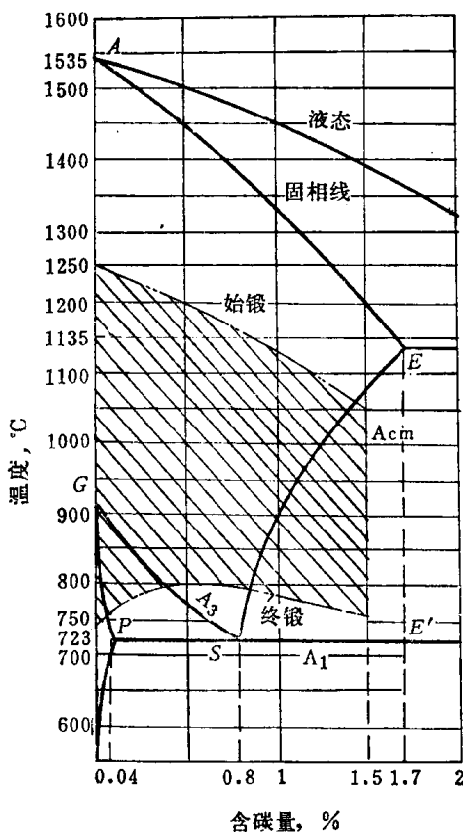


图 2-1

显著降低而必须终止锻造。过共析钢的终锻温度一般应高于 A_1 (SE' 线) $50 \sim 100^\circ\text{C}$ 以上

对于冷时不产生重结晶转变的钢种 (例如奥氏体钢、铁素体钢), 由于不能用热处理方法细化晶粒, 所以必须严格控制终

锻温度，终锻温度不能过高。

精整工序时，终锻温度允许比规定值低 $50\sim 80^{\circ}\text{C}$ （参看图 2-1）。

对于锻件的机械性能有特殊要求时，例如奥氏体护环钢要求通过变形硬化来提高强度指标，通常采用半热锻及冷锻，半热锻温度范围的确定见本书第四篇第四章高锰钢护环锻造一节。

由于生产条件的不同，各工厂所用的锻造温度范围也不完全相同。钢料的锻造温度范围见表 2-3。有色金属的锻造温度范围可参考表 2-4。

表2-3 钢的锻造温度范围

钢 类	钢 号	锻造温度 ($^{\circ}\text{C}$)	
		始 锻	终 锻
普 通 碳素钢	A0、A1、A2	1300	700
	A3、A4、A5	1250	700
	A6、A7	1200	750
优 质 碳素钢	08F、08、10F、10、15F、15、20F、20、25、30、 35、15Mn、20Mn、30Mn	1250	800
	40、45、50、55、60、40Mn、45Mn、50Mn	1200	800
合 金 结 构 钢	10Mn2、15Mn2、20Mn2、30Mn2、35Mn2 40Mn2、45Mn2、50Mn2、27SiMn、35SiMn	1200	800
	42SiMn	1150	800
	20MnV、35SiMn2MoV	1200	800
	25Mn2V、42Mn2V、30SiMn2MoV	1180	800
	30Mn2MoW	1150	850
	12SiMn2WV	1180	850
	15SiMn3MoWV	1200	900
	37SiMn2MoWV	1170	800
	20Mn2B、20MnTiB	1200	800
	25MnTiB、20Mn2TiB、20MnVB	1200	850
	20SiMnVB	1180	800
	30Mn2MoTiB	1100	850
	40B、45B、40MnB、45MnB、40MnVB、40MnWB 38CrSi、40CrSi	1150	850

(续)

钢 类	钢 号	锻造温度(°C)	
		始 锻	终 锻
合 金 结 构 钢	15CrMn, 20CrMn, 40CrMn	1150	800
	20CrMnSi, 25CrMnSi	1200	800
	30CrMnSi, 35CrMnSi	1150	850
	15CrMn2SiMo	1200	900
	20CrV, 16Mo	1250	800
	40CrV, 45CrV, 18CrMnTi, 20CrMnTi, 30CrMnTi, 35CrMnTi, 40CrMnTi	1200	800
	12CrMo, 15CrMo, 20CrMo	1200	800
	30CrMo	1180	800
	35CrMo, 42CrMo	1150	850
	15CrMnMo, 20CrMnMo	1200	900
	40CrMnMo	1180	850
	12CrMoV, 24CrMoV, 25Cr2MoV, 25Cr2Mo1V	1100	850
	12Cr1MoV, 35CrMoV	1150	850
	38CrMoAl	1180	850
	18Cr3MoWV, 20Cr3MoWV	1150	850
	15Cr, 20Cr, 30Cr, 35Cr, 40Cr, 45Cr, 50Cr	1200	800
	20CrNi	1200	800
	40CrNi, 45CrNi	1150	850
	12CrNi2, 12CrNi3	1200	800
	20CrNi3, 37CrNi3, 12Cr2Ni4, 20Cr2Ni4	1180	850
碳 素 工 具 钢	40CrNiMo	1150	850
	18Cr2Ni4W	1180	850
合 金 工 具 钢	20NiMo	1230	830
	40NiMo	1150	900
碳 素 工 具 钢	T7, T7A, T8, T8A	1150	800
	T9, T9A, T10, T10A	1100	770
合 金 工 具 钢	T11, T11A, T12, T12A, T13, T13A	1050	750
	9Mn2, 9Mn2V, MnSi, 6MnSiV, 5SiMnMoV	1100	800
合 金 工 具 钢	9SiCr, SiCr, Cr2	1050	850
	Cr, Cr06, 8Cr	1080	840

(续)

钢 类	钢 号	锻造温度(°C)	
		始 锻	终 锻
合 金 工 具 钢	CrMn, 5CrMnMo	1100	800
	Cr6WV, CrW5	1050	850
	CrW, Cr12W	1150	850
	3Cr2W8V	1120	850
	CrWMn	1100	800
	9CrWMn, 5CrW2Si, 6CrW2Si, 4CrW2Si	1100	850
	Cr12MoV	1100	840
	3CrAl, CrV	1050	850
	8CrV	1120	800
	5CrNiMo, W1, W2	1100	800
	5W2CrSiV, 4W2CrSiV, 3W2CrSiV	1050	850
	WCrV, W3CrV		
	3W4CrSiV, 3W4Cr2V, V, CrMn2SiWMoV	1100	850
	Cr4W2MoV		
	8V	1100	800
高 速 工 具 钢	4Cr5W2SiV	1150	950
	SiMnMo	1000	850
	5CrMnSiMoV	1200	700
不 锈 耐 酸 钢	W18Cr4V, W9Cr4V2	1150	900
	W6Mo5Cr4V2, 高碳W18Cr4V	1130	900
	W6Mo5Cr4V3	1100	900
	0Cr13	1150	750
	1Cr13, 2Cr13, 3Cr13, 4Cr13, Cr17Ti	1150	750
	Cr17	1100	750
	Cr28	1120	700
	Cr9Mn18	1180	850
	3Cr17Mo	1150	800
	Cr17Ni2	1130	850
	0Cr18Ni9, 1Cr18Ni9, 2Cr18Ni9	1130	850
	Cr18Mn8Ni5	1200	850
	1Cr18Ni9Ti	1180	850
	Cr17Mo2Ti, Cr25Mo3Ti3	1150	800

(续)

钢 类	钢 号	锻造温度(°C)	
		始 锻	终 锻
不 锈 耐 酸 钢	Cr18Ni11Nb	1200	900
	9Cr18MoV	1100	750
	Cr18Ni12Mo2Ti、Cr18Ni12Mo3Ti	1200	850
	9Cr17MoVCo	1130	850
	Cr18Ni9Cu3Ti	1200	870
	Cr18Ni9Mo2Cu2Ti	1200	900
耐 热 不 起 皮 钢	4Cr9Si2	1130	850
	Cr13Si3、Cr18Si2、Cr20Si3	1100	800
	Cr25Si2	1050	800
	4Cr3Si4、Cr5Mo	1150	850
	Cr6SiMo	1170	850
	4Cr10Si2Mo、Cr11MoV	1150	850
	Cr13SiAl、Cr17Al4Si	1100	800
	Cr8Al5、Cr7Al7、Cr20Al5Co2、Cr13Al4		
	1Cr17Al5	1050	800
	0Cr25Al5	1050	800
	1Cr14Ni14W2MoTi	1150	850
	4Cr14Ni14W2Mo、Cr15Ni36W3Ti	1130	900
弹 簧 钢	65、70、75、85、60Mn、65Mn	1100	800
	55Si2Mn、60Si2Mn、60Si2MnA	1100	850
	50CrMn、50CrMnA、50CrVA、50CrMnVA	1150	850
滚 珠 轴 承 钢	GCr6、GCr9、GCr9SiMn、GCr15、GCr15SiMn	1080	800

表2-4 有色金属锻造温度范围

类别	牌 号	始 锻 温 度 (°C)	终 锻 温 度 (°C)	类别	牌 号	始 锻 温 度 (°C)	终 锻 温 度 (°C)
锌	Zn-2	150	110	黄	H59	800	700
	Zn-4	165	135	铜	H62	820	700

(续)

类别	牌 号	始 锻 温 度 (°C)	终 锻 温 度 (°C)	类别	牌 号	始 锻 温 度 (°C)	终 锻 温 度 (°C)
黄 铜	H68	830	700	白 铜	BM _n 40-1.5	1030	800
	H80	870	700		BM _n 3-12	820	700
	H90	900	750		BM _n 43-0.5	1120	750
	H96	930	700	紫 铜	T1	950	800
	HA159-3-2	780	650		T2	950	800
	HA160-1-1	750	650		T3	950	800
	HA177-2	760	670		T4	950	800
	HA185-0.5	820	670		T5	950	800
	HM _n 58-2	780	650	镍	Ni4	1150	870
	HFe59-1-1	780	650		Ni	1150	870
	HSi65-05	780	670	工业 纯铝	L6	470	380
	HSi80-3	820	700				
	HNi65-5	850	650	防锈铝	LF6	450	380
	HSn60-1	800	650				
	HSn62-1	820	650	硬 铝	LY1	470	380
	HSn90-1	900	650		LY2	455	380
	HPb59-1	800	650		LY11	470	380
	HPb64-2	850	700		LY12	470	380
青 铜	QA17	840	700	锻 铝	LD2	500	400
	QBe2.5	750	650		LD5	480	380
	QCr0.5	870	670		LD6	480	380
	QA110-3-15	830	700		LD7	470	380
	QSi3-1	800	630		LD8	470	380
	QCd10	850	650		LD9	470	380
	QMn5	850	650		LD10	470	380
白 铜	B19	1000	850	超硬铝	LC4	450	380
	BZn15-20 (德银)	940	810				

4 金属加热规范

加热过程中各阶段的炉温和时间的关系叫做加热规范。

加热时应保证坯料不开裂和出炉时坯料断面温差不应过大，