



人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
有色金属行业职业教育培训规划教材

有色金属塑性加工 实习与指导

YOUSE JINSHU SUXING JIAGONG SHIXI YU ZHIDAO

李巧云 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
有色金属行业职业教育培训规划教材

有色金属塑性加工 实习与指导

李巧云 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2013

内 容 简 介

本书是有色金属行业职业教育培训规划教材之一,是根据有色金属企业生产实际、岗位技能要求以及职业学校教学需要编写的。本书经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐作为有色金属行业职业教育培训规划教材。

本书介绍了有色金属及其合金的特点、分类、合金牌号、产品状态等。着重写了铜、铝及其合金的熔炼铸造的工艺、操作及其过程中应掌握的问题,以及铸轧、挤压、轧制、拉伸等生产实践中应该了解和掌握的问题。本书还列举了有色金属压力加工行业所属的配料工、熔炼铸造工、轧制原料工、金属轧制工、挤压工、金属材丝拉拔工、金属热处理工、精整工、酸洗工、铸轧工、检查工等十一个特有工种的职业技能鉴定(高级工)理论试卷和个别工种的实际操作考试,为有色金属行业特有工种职业技能鉴定考试提供重要依据。还附有有色行业个别工种的职业标准等内容,以便明确个别职业标准等级的划分。

在内容组织安排上力求简明扼要,通俗易懂,理论联系实际,切合生产实际需要,突出实际操作特点。

本书适于配合有色金属压力加工专业实习教学,既可以用于学生在实习中自学,又可作为实习过程中的作业练习。

图书在版编目(CIP)数据

有色金属塑性加工实习与指导/李巧云编著,一北京:
冶金工业出版社,2013.5

有色金属行业职业教育培训规划教材
ISBN 978-7-5024-6249-9

I. ①有… II. ①李… III. ①有色金属—金属加工—
技术培训—教材 IV. ①TG146

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 084552 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 张登科 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6249-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2013 年 5 月第 1 版,2013 年 5 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;11 印张;324 千字;165 页

32.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

目 录

1 常用量具	1
1.1 游标卡尺	1
1.1.1 游标卡尺的结构和规格	1
1.1.2 游标卡尺的读数原理和读法	2
1.1.3 游标卡尺的使用与维护	3
1.2 千分尺	4
1.2.1 千分尺的结构和规格	4
1.2.2 千分尺的读数原理和读法	4
1.2.3 千分尺的使用与维护	5
2 熔炼与铸造生产实习	7
实习一 有色金属、合金成分、配料	7
实习二 熔炼	12
实习三 铸造	19
3 板、带材生产实习	26
实习一 铸锭加热	26
实习二 热轧	28
实习三 铣面	33
实习四 连续铸轧	37
实习五 冷轧	41
实习六 热处理	47
实习七 精整	52
4 管、棒、型、线材生产实习	59
实习一 加热	59
实习二 挤压	59
实习三 冷轧管	64
实习四 拉伸	69
附 录	77
附录1 有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷	77
一、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（配料工，高级）	77
二、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（铸造工，高级）	81

三、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（轧制原料工，高级）	85
四、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（金属挤压工，高级）	89
五、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（金属轧制工，铜板带，高级） ...	94
六、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（金属拉拔工，高级）	98
七、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（金属热处理工，高级）	102
八、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（精整工，铜板带，高级）	106
九、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（铸轧工，高级）	111
十、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（酸洗工，高级）	115
十一、有色金属行业特有工种职业技能鉴定理论试卷（检查工，高级）	119
附录2 有色金属行业特有工种职业技能鉴定实际操作试卷	124
一、有色金属行业特有工种职业技能鉴定实际操作试卷（铸造工）	124
二、有色金属行业特有工种职业技能鉴定实际操作试卷（金属挤压工）	128
三、有色金属行业特有工种职业技能鉴定实际操作试卷（金属轧制工）	129
附录3 特有工种职业标准	131
一、金属挤压工国家职业标准	131
二、金属轧制工有色金属行业职业标准	140
三、金属材料拉拔工有色金属行业职业标准	156
附录4 常见元素的某些物理性质	164
参考文献	165

1 常 用 量 具

作为有色金属压力加工从业者，必须掌握一定量具的使用方法，从而测量出符合尺寸范围标准的合格产品，以满足用户的要求。在压力加工生产中，常用的量具有钢板尺、钢卷尺、游标卡尺和千分尺等。前两种属于简单量具，后两种属于精密量具。下面着重介绍后两种。

1.1 游标卡尺

游标卡尺是应用较广泛的通用量具，具有结构简单、使用方便、测量范围大等特点。它是利用游标和尺身相互配合进行测量和读数的。游标卡尺用来测量制品或工件的内径、外径、宽度、厚度、深度、孔距等。根据结构不同，游标卡尺可分为双面量爪游标卡尺、三用游标卡尺、单面量爪游标卡尺，如图 1-1 所示。

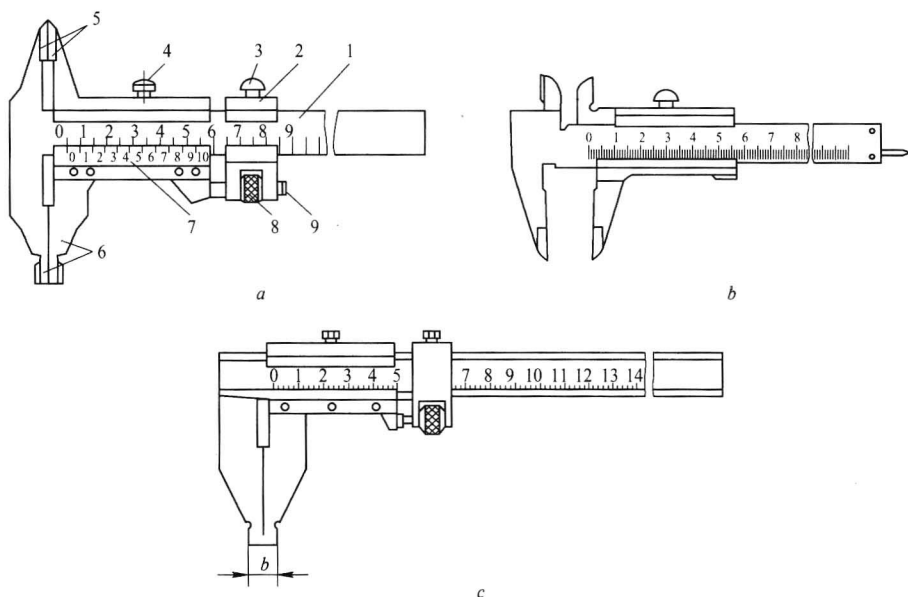


图 1-1 常用游标量具

a—双面量爪游标卡尺；b—三用游标卡尺；c—单面量爪游标卡尺

1—尺身；2—辅助游标；3、4—螺钉；5—上量爪；6—下量爪；7—游标；8—螺母；9—小螺钉

1.1.1 游标卡尺的结构和规格

1.1.1.1 结构

如图 1-1a 所示，游标卡尺是由尺身 1、游标 7 和辅助游标 2 组成。当游标卡尺需要移动较大距离时，只需松开螺钉 3 和 4，推动游标即可。如果要对游标做微小调节，可将螺钉 3 紧固，

松开螺钉 4，用手指转动螺母 8，通过螺杆移动游标，使其得到需要的尺寸。取得需要的尺寸后，应把螺钉 4 加以紧固。游标卡尺上端的量爪可以测量地处狭小的凸柱直径或厚度，外侧面（带有圆弧面）用来测量内径、内孔或沟槽。

1.1.1.2 规格

- (1) 双面量爪游标卡尺，测量范围有 0~200mm、0~300mm 两种。
- (2) 三用游标卡尺，测量范围有 0~125mm、0~150mm 两种。
- (3) 单面量爪游标卡尺，测量范围较大，可达 1000mm。

1.1.2 游标卡尺的读数原理和读法

游标卡尺按其测量精度不同，可分为 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。这三种游标卡尺的尺身刻度间隔是相同的，即每 1 小格 1mm，每 1 大格 10mm。所不同的是游标与尺身相对应的刻线宽度不同。

1.1.2.1 读数原理

(1) 精度为 0.1mm 的游标卡尺（图 1-2），尺身每小格 1mm，当两测量爪合并时，尺身 9mm 刚好等于游标上 10 格，则游标上每格刻线宽度为 0.9mm ($9\text{mm} \div 10$)。尺身与游标每格相差 0.1mm ($1\text{mm} - 0.9\text{mm}$)。数值 0.1mm 即为游标卡尺的读数精度。

(2) 精度为 0.05mm 的游标卡尺（图 1-3），尺身每小格 1mm，当两测量爪合并时，尺身上 19mm 刻线的宽度与游标上 20 格的宽度相等，则游标上每格刻线宽度为 0.95mm ($19\text{mm} \div 20$)，尺身与游标每格相差 0.05mm ($1\text{mm} - 0.95\text{mm}$)，所以此种游标卡尺的读数精度为 0.05mm。

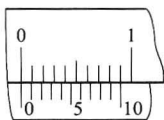


图 1-2 精度为 0.1mm 的游标卡尺读数原理

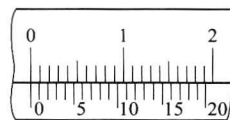


图 1-3 精度为 0.05mm 的游标卡尺读数原理

(3) 精度为 0.02mm 的游标卡尺（图 1-4），尺身每小格 1mm，当两测量爪合并时，尺身上 49mm 刚好等于游标上 50 格，则游标每格刻线宽度为 0.98mm ($49\text{mm} \div 50$)，尺身与游标每格相差 0.02mm ($1\text{mm} - 0.98\text{mm}$)，所以此种游标卡尺的读数精度为 0.02mm。

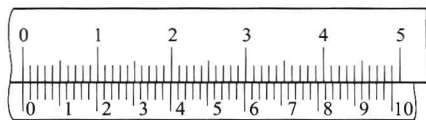


图 1-4 精度为 0.02mm 的游标卡尺读数原理

综上所述，游标卡尺三种读数精度（0.1mm、0.05mm、0.02mm）中，0.02mm 的读数精度最高，实际工作中应用最多。

1.1.2.2 读数方法

使用游标卡尺测量制品或工件时,应先弄清游标的精度和测量范围。游标卡尺上的零线是读数的基准,在读数时,要同时看清尺身和游标的刻线,两者应结合起来读。具体步骤如下:

(1) 读整数:在尺身上读出位于游标零线前面最接近的读数,该数是被测件的整数部分。

(2) 读小数:在游标上找出与尺身刻线对齐的刻线,将刻线的顺序数乘以游标读数的精度值所得的积,即为被测件的小数部分。

(3) 求和:将上述整数和小数相加即为被测件的实际尺寸。

举例:读出图 1-5 所示的读数精度为 0.05mm 的游标卡尺的测量数值。整数是 42mm,小数 是 0.45mm ($0.05\text{mm} \times 9$),测量数值为 $42\text{mm} + 0.45\text{mm} = 42.45\text{mm}$ 。

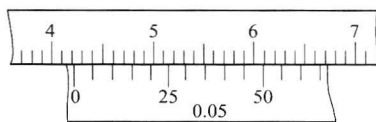


图 1-5 精度为 0.05mm 的游标卡尺读数法

1.1.3 游标卡尺的使用与维护

1.1.3.1 游标卡尺的使用

(1) 在使用游标卡尺之前,要看清卡尺的精度,生产现场大都选用精度为 0.02mm 的游标卡尺。

(2) 测量前要对游标卡尺进行检查,检查两量爪合并时,游标和尺身的零位能否对齐,若间隙过大不符合要求时,应送去检修而不能使用。

(3) 当测量外径和宽度时,游标卡尺的测量爪应与被测表面相接触,要使游标卡尺的测量爪平面与直径垂直或与被测平面平行,如图 1-6 所示。

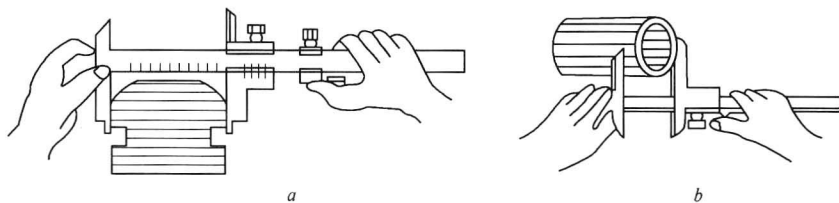


图 1-6 测量外径和宽度的方法

a—量爪平面与被测平面平行;b—量爪平面与被测平面垂直

(4) 测量内孔直径时,应使量爪的测量线通过孔心,并轻轻摆动找出最大值。

(5) 不能用游标卡尺去测量铸件、锻件的毛坯,以避免损坏量具。

1.1.3.2 游标卡尺的维护与保养

(1) 游标卡尺是既普通又精密的量具,不得随意挪作他用,如将游标卡尺的量爪当成画

针、圆规和螺钉旋具等使用。

(2) 移动游标卡尺的尺框和微动装置时, 既不要忘记松开紧固螺钉, 也不要松得过量, 以免螺钉脱落丢失。

(3) 测量结束要将游标卡尺放平, 严禁和其他工具混放, 以免造成尺身弯曲变形。

(4) 发现游标卡尺受损应及时送计量部门修理, 不得自行拆修。

(5) 游标卡尺使用完毕, 要擦净、涂油, 放入盒内, 避免生锈或弄脏。

1.2 千分尺

千分尺是一种应用广泛的精密量具, 其测量精度比游标卡尺高。其结构形式和规格多种多样, 都是利用螺旋副传动的原理, 把螺杆和旋转运动变成直线位移来测量尺寸。千分尺根据用途可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺等。千分尺的测量精度为 0.01mm 。

1.2.1 千分尺的结构和规格

1.2.1.1 结构

千分尺的结构如图 1-7 所示, 尺架的左端是测砧座, 右端是带有刻度的固定套筒, 在固定套筒的外面有带有刻度的微分筒。转动测力装置时, 可使测微螺杆和微分筒一起转动。当测微螺杆左端接触工件时, 测力装置的内部机构打滑发出“吱、吱”的跳动声; 当测力装置反向转动时, 测微螺杆和微分筒随之转动, 使测微螺杆向右移动; 当测微螺杆固定不动时, 可用锁紧装置锁紧。

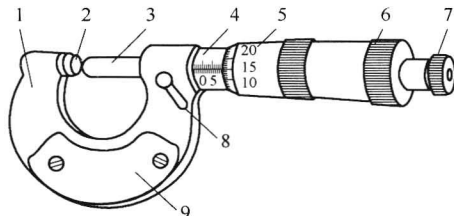


图 1-7 千分尺结构

1—尺架; 2—测砧座; 3—测微螺杆; 4—固定套筒; 5—微分筒; 6—罩壳;
7—测力装置; 8—锁紧装置; 9—隔热装置

1.2.1.2 规格

按测量范围划分, 测量范围在 500mm 以内时, 每 25mm 为一档, 如 $0 \sim 25\text{mm}$ 、 $25 \sim 50\text{mm}$ 等; 测量范围在 $500 \sim 1000\text{mm}$ 时, 每 100mm 为一档, 如 $500 \sim 600\text{mm}$ 、 $600 \sim 700\text{mm}$ 等。千分尺规格按制造精度可分为 0 级和 1 级, 0 级最高, 1 级次之。

1.2.2 千分尺的读数原理和读法

1.2.2.1 读数原理

微分筒左端的圆锥面上刻有 50 条等分刻线, 当微分筒旋转一圈时, 由于测微螺杆的螺距为 0.5mm , 因此它就轴向移动了 0.5mm 。当微分筒旋转一格时, 测微螺杆轴向移动距离为 0.01mm ($0.5\text{mm} \div 50$), 因此千分尺的测量精度为 0.01mm 。

1.2.2.2 读数方法

用千分尺进行测量时，读数方法可分为如下三步：

- (1) 读整数：先读出固定套筒上露出刻线的整毫米数和半毫米数，该数值作为整数。
 - (2) 读小数：读出在微分筒上与固定套筒的基准线对齐的刻线数值，即不足半毫米的小数部分。
 - (3) 求和：将上面两次读数相加，即得被测件的读数。
- 千分尺的读数方法如图 1-8 所示。

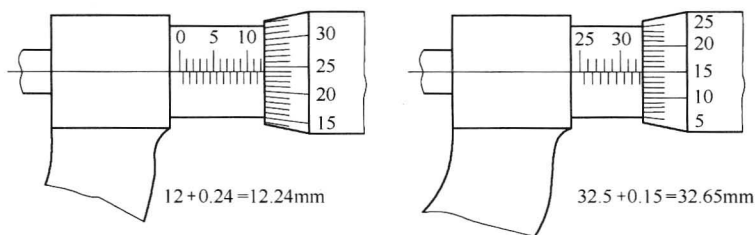


图 1-8 千分尺的读数方法

1.2.3 千分尺的使用与维护

1.2.3.1 千分尺的使用

- (1) 使用前先将千分尺擦干净，然后检查其各活动部件是否灵活可靠。同时应当校准，使微分筒的零线对准固定套筒的基线。
- (2) 测量前必须先把工件的被测量面擦干净，以免影响精度。
- (3) 测量时，要使测微螺杆轴线与工件的被测尺寸方向一致，不要倾斜。
- (4) 测量时，先转动微分筒，当测量面接近工件时改用测力装置，直到发出“吱、吱”声为止。
- (5) 读数时最好在工件上直接读数。如果必须取下千分尺读数时，应用锁紧装置把测微螺杆锁住后再轻轻滑出千分尺。
- (6) 不能用千分尺测量有研磨剂的表面和粗糙表面，更不能测量运动着的工件。测量中还要注意温度。

测量时可用单手或双手操作，如图 1-9 所示。

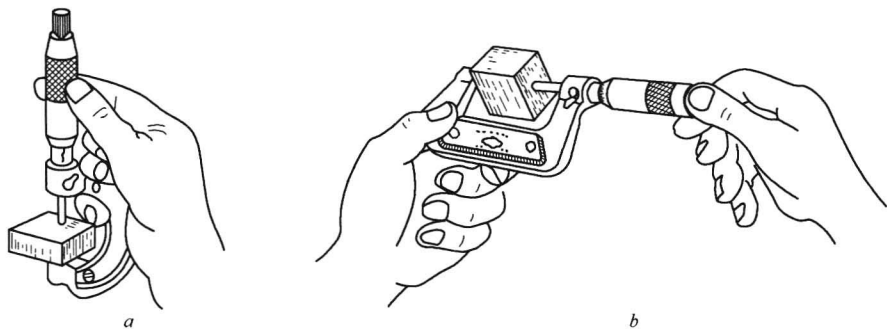


图 1-9 千分尺的使用方法

a—单手测量；b—双手测量

1.2.3.2 千分尺的维护与保养

- (1) 测量时不能使劲拧千分尺的微分筒。
- (2) 不要拧松千分尺的后盖，否则会造成零位改变。若后盖松动，则必须校对零位。
- (3) 不允许在千分尺的固定套筒和微分筒之间加入酒精、煤油、柴油、凡士林和普通机油等，不准把千分尺浸入上述油类和切削液内。
- (4) 要经常保持千分尺的清洁，使用完毕后擦干净，同时还应在两测量面上涂一层防锈油，让两测量面上互相离开一些，然后放在专用盒内，保存在干燥的地方。

2 熔炼与铸造生产实习

实习一 有色金属、合金成分、配料

认识有色金属及其合金的基本性能，学会合金化学成分的配制与调整，是熔炼铸造实习的首要内容。因为铸锭质量的好坏首先是由它的化学成分决定的，它又直接影响着加工制品的各种性能。因此认识金属及合金的性能，掌握正确的配料方法，是压力加工实习的首要任务。

通过认识和配料实习，主要掌握以下几个方面的问题：

1. 认识有色金属及合金；
2. 掌握金属及合金的分类、牌号及其性能；
3. 知道常用金属及合金的主要化学成分；
4. 懂得铸造车间配料时大量使用的原料有哪些；
5. 学会配料计算；
6. 掌握化学成分调整方法。

实习作业：

1. 写出下列元素的化学符号：

铜_____、镍_____、铅_____、锌_____、锡_____、铝_____、
镁_____、钛_____、锆_____、镉_____、铬_____、铁_____、
锰_____、钨_____、钼_____、金_____、银_____、铂_____、
砷_____、铋_____、铍_____、铈_____、碳_____、磷_____、
硅_____、硫_____、硼_____、氢_____、氧_____、氮_____、
氩_____、氦_____、钒_____、铈_____、铈_____、铈_____。

2. 纯铜又称电解铜或阴极铜，由于在大气中放置一段时间后，会发生氧化，因而变成紫红色，所以又称_____。纯铜的新鲜表面为_____色，其密度为_____ kg/m^3 ，熔点为_____ $^{\circ}\text{C}$ ，它的导电、导热性能仅次于银，居第二位。它具有良好的塑性和耐腐蚀性能，还具有好的加工性能和使用性能。在各个行业已被广泛使用。

我国的纯铜一般分为无氧铜、有氧铜和特种铜。无氧铜中有高纯无氧铜（TU0、TU1、TU2）和磷脱氧铜（TUP、TP1、TP2等），特点是氧含量极少，在脱氧铜中还残留少量脱氧剂；有氧铜主要有普通纯铜（T1、T2、T3等）和韧铜，特点是氧含量较高；特种铜主要有砷铜、银铜、碲铜等，特点是分别加入了不同的微量合金化元素，以达到提升材料综合性能的目的。

3. 写出下列普通纯铜的代号和含量：

1号纯铜：_____ 铜含量：_____；
2号纯铜：_____ 铜含量：_____；
3号纯铜：_____ 铜含量：_____。

4. 黄铜可分为_____和_____两种。普通黄铜是以 Cu 和 Zn 为主要元素的二元合金, 又称简单黄铜。普通黄铜通常有 α 单相黄铜 (H96、H90、H85、H80、H70、H68)、 $\alpha + \beta$ 两相黄铜 (H63、H62、H59) 和 β 单相黄铜。在普通黄铜的基础上再加入第三种或三种以上元素的合金, 便称为复杂黄铜。
5. 铅黄铜具有一定的热脆性, 但有良好的切削性能和光洁的表面, 主要用于钟表、精密仪器的制造, 故有_____的美称。
6. 锡黄铜可以抑制脱锌, 提高黄铜的抗腐蚀作用, 故也有一个_____美称。
7. 普通黄铜的代号是以 H 打头, 后面写上铜的含量, 如_____。
8. 复杂黄铜的代号也是以 H 打头, 再写上第三添加元素的符号, 然后依次写出主元素和第三添加元素的含量, 如_____。
9. 写出下列黄铜合金的成分含量:
H62;
H90;
HPb59-1;
HSn70-1;
HA177-2;
10. 除黄铜和白铜之外的铜合金, 称为青铜。它的代号以“Q”开头, 后面加上添加元素的符号和含量。如 QSn6.5-0.1, 第一添加元素为 Sn, 含量为 6.5%, 还有添加元素 P, 含量为 0.1%, 余量为_____。青铜中按第一添加元素 (如锡、铝、铍、硅、锰) 的不同, 分别称为锡青铜、铝青铜、铍青铜、_____、_____等。
11. 常用的青铜如锡青铜、铝青铜、硅青铜、铍青铜等, 有一定的共性, 就是具有较高的力学性能、耐腐蚀性、耐磨性、无磁性、抗疲劳和冲击时不产生火花等特性。因此常用做高强度、高弹性、_____性元件等。还可以用做机械、电器和_____元件。
12. 写出下列青铜合金的成分含量:
QSn6.5-0.1;
QCr0.5;
QAl9-4;
QBe2;
QZr0.2;
13. 白铜是以铜为基体, _____为主要添加元素的合金。它的代号是以“B”开头, 加上镍的含量, 如 B10, 含 Ni 约 10%, Cu 为余量。或以“B”开头, 后面写上第三添加元素的符号及镍和第三添加元素的含量, 如 BZn15-20, 含 Ni 约 15%, 含 Zn 约 20%, Cu 为余量。
14. 普通白铜就是铜和镍两种元素组成的二元合金。在普通白铜的基础上再加入锌、铝、铁、锰等元素, 可分别称为锌白铜、_____、_____、_____等。
15. 白铜又可分为以下两大类:
 - (1) 结构用白铜: 如普通白铜、铁白铜、锌白铜、铝白铜等。它们的力学性能和耐腐蚀性能高, 塑性、弹性好, 能够承受冷、热压力加工, 是造船、发电、军工、化工等行业重要的结构材料。
 - (2) 电阻用白铜: 主要是指锰白铜, 它有良好的力学性能、耐腐蚀性能和耐热性能, 电阻值稳定, 电阻温度系数小等特点。可用做加热元件、变压器、热电偶电桥、精密电阻等元件。

16. 写出下列白铜合金的成分含量:

B19:

B30:

BZn18-26:

BFe30-1-1:

17. 镍为银白色, 其熔点为_____℃, 密度为_____kg/m³, 耐腐蚀性能好, 力学性能高, 加工塑性良好, 导电、导热性能低于铜, 另外还具有铁磁性。镍主要用做无线电设备, 电子管零件, 以及某些精密仪器、化工设备、食品工业、医疗设备主要零件等。

18. 写出下列纯镍的代号和含量:

2 号镍: _____ 镍含量: _____;

4 号镍: _____ 镍含量: _____;

6 号镍: _____ 镍含量: _____;

7 号镍: _____ 镍含量: _____;

8 号镍: _____ 镍含量: _____。

19. 工业上广泛应用的镍合金主要有_____和 NCu40-2-1 两种。镍铜合金具有较高的耐腐蚀性能, 良好的力学性能, 高塑性和良好的焊接性能、耐高温性能。所以广泛应用于造船业, 制作螺旋桨轴、叶轮和泵轴等部件, 也用于测量仪表、精密机械和化工设备等。

20. 各种镍及镍合金的牌号, 都是以_____字母打头的。

21. 铝是一种银白色的轻有色金属, 其密度为_____kg/m³, 熔点为_____℃, 铝的导电、导热性能良好, 仅次于铜和银。它具有良好的耐腐蚀性能, 属于_____晶格, 可塑性好, 可承受各种形式的压力加工。但由于纯铝的强度较低, 一般不能作为结构材料使用, 如果在纯铝中加入其他元素如 Mg、Cu、Si、Mn、Zn 等, 便可构成强度很高的铝合金。铝合金种类很多, 根据化学成分和生产工艺特点不同, 可分为_____和_____两大类。前者含有较多的合金元素, 组织中共晶较多, 铸造性能好, 可直接铸造成铸件, 但塑性低, 不宜进行压力加工。后者含合金元素低, 以单相固溶体组织为主, 塑性良好, 可以采用各种压力加工方法制成各种形状和不同性能的加工材。

变形铝合金的强度和塑性一般较高, 可以通过塑性变形的办法, 制成各种半成品材料。根据化学成分和热处理特点不同, 变形铝合金又可分为热处理不可强化的铝合金和热处理可强化的铝合金两大类。

热处理不可强化的铝合金是不能利用_____的热处理方法使其强化的, 它们只能利用冷作硬化的压力加工方法来提高它们的力学性能。属于这类铝合金的有_____、_____和_____。

其余系列的变形铝合金, 均属于热处理可强化的铝合金, 它们可以利用_____的热处理方法来显著提高其力学性能。

变形铝及铝合金国际四位数字体系组别的划分如下:

牌号系列

组 别

1 × × ×

纯铝 (铝含量不小于 99.00%)

2 × × ×

以铜为主要合金元素的铝合金

3 × × ×	以锰为主要合金元素的铝合金
4 × × ×	以硅为主要合金元素的铝合金
5 × × ×	以镁为主要合金元素的铝合金
6 × × ×	以镁和硅为主要合金元素并以 Mg_2Si 相为强化相的铝合金
7 × × ×	以锌为主要合金元素的铝合金
8 × × ×	以其他合金元素为主要合金元素的铝合金
9 × × ×	备用合金组

22. 镁是一种银白色的轻有色金属，纯镁的密度为_____ g/cm^3 ，熔点为_____ $^{\circ}C$ 。镁具有密度小、质量轻、比强度高优点。但它属于_____晶格金属，滑移系少，塑性较差，一般不直接作为结构材料使用，绝大多数是制成镁合金和铝合金使用。工业镁合金按其化学成分和生产方法不同，可分为_____和_____两大类。前者可直接铸造成铸件或毛坯，后者可直接制成铸锭，再经各种压力加工方法制造成各种变形镁合金材。变形镁合金按其热处理特点不同也可分为可热处理强化的镁合金和不可热处理强化的镁合金两大类。可热处理强化的镁合金有 AZ62M、AZ80M、ZK61M。不可热处理强化的镁合金有 M2M、AZ40M、AZ41M、AZ61M、ME20M。

镁及变形镁合金名称、牌号如下：

合金名称	合金旧牌号	合金新牌号 (GB/T 5153—2003)
1 号纯镁	Mg1	Mg99.5
2 号纯镁	Mg2	Mg99.00
1 号变形镁合金	MB1	M2M
2 号变形镁合金	MB2	AZ40M
3 号变形镁合金	MB3	AZ41M
5 号变形镁合金	MB5	AZ61M
6 号变形镁合金	MB6	AZ62M
7 号变形镁合金	MB7	AZ80M
8 号变形镁合金	MB8	ME20M
15 号变形镁合金	MB15	ZK61M

23. 在熔炼铸造前，配料时大量使用的原料主要有以下四种：

(1) 新金属：即由冶炼厂供给的纯金属，如电解铜、电解镍、电解铝、电解锰等。制得的方法不同，它们的品位也不同。新料要有质检单和_____，但也要复查。

(2) 旧料：主要指厂内熔炼及加工过程中所产生的金属及合金废料。主要来源是铸锭的切头、_____、锯屑及除化学成分废品以外的废铸锭。加工车间的边角料，加工废品以及压余、脱皮、料头、锯屑等。从厂外收集的废零件、弹壳等，能辨认清牌号时也可作为旧料使用。

(3) 化学成分废料：是指那些_____不合格的杂料，经化学成分正确分析后方可使用。

(4) 中间合金：指预先制好的以便在熔炼合金时带入某些成分而加入炉内的合金半成品。

24. 合金配料时要遵循哪些原则？

25. 试计算每炉投料量为 500kg，全部使用新金属的 B10 白铜合金的配料。

26. 计算每炉投料量为 1200kg，配料中使用 50% 新金属，其余为本合金旧料的 H85 的配料（对 H85 旧料的补锌量为 1%）。

27. 计算每炉投料量为 1000kg 的 QSn6.5-0.1 合金的配料。原料要求磷以含磷 10% 的铜-磷中间合金形式使用, 其余元素均用新金属。

28. 计算 HSn70-1 黄铜合金的配料组成, 每炉配入 H96 黄铜 100kg 旧料, 每炉投料量为 300kg。

实习二 熔 炼

金属及合金在高温下被熔化成液体的过程称为熔炼。在熔炼过程开始要将配制好的炉料按装料顺序依次放入炉内, 并再装入适量的覆盖剂, 对熔体进行保护, 以防熔体在高温下氧化及挥发。熔化后的熔体不允许保温时间过长, 否则在高温下熔体易吸取大量的空气。因此应及时进行炉前分析, 合格的熔体应快速出炉。

通过熔炼实习, 主要掌握以下几个方面的问题:

1. 熔炼时的装料顺序;
2. 常用金属及合金的熔炼方法;
3. 熔炼时采用炉子的炉型结构及工作原理;
4. 熔炼过程如何对熔体进行保护;
5. 熔体的精炼过程;
6. 实习当中严格遵守操作规程, 或在师傅的指导下操作, 避免发生安全事故。