

工人技术等级标准自学丛书

锻件检查工必读

天津市机械工业管理局主编

机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是按照原第一机械工业部1985年新颁发的《工人技术等级标准》编写的。比较系统地、全面地介绍了锻件检查工必须掌握的基本理论和操作技巧等有关知识。本书分应知、应会和工作实例三大部分共31个题目。

本书适用于机械类锻造生产的工矿企业工人和工程技术人员、技工学校教师、管理人员等学习参考。

本书由肖庆升、姜士俊和刘蔚编写，由张振纯和张鸿年同志审稿。

锻件检查工必读

天津市机械工业管理局 主编

责任编辑：王 斌 责任校对：刘志文
责任印制：尹德伦 版式设计：冉晓华

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许可证出字第117号）

人民交通出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $11 \frac{3}{8}$ · 字数 251千字
1992年2月北京第1版·1992年2月北京第1次印刷
印数 0,001—3,000 · 定价：6.00元

ISBN 7-111-01957-1/TG·497

编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸、陈遐龄、王玉杰、
赵国田、杨国林、范广才（常务）

委 员：杨溥泉、陈余、温玉芬、戴振英、
曹桂秋、郝淑贤、解延年、孟昭义

前 言

1981年，原天津市第一机械工业局受原第一机械工业部委托，根据1978年部颁《工人技术等级标准（通用部分）》主编了《工人技术等级标准自学丛书》（每个工种单独成册，共35册）。该丛书出版后，深受广大读者欢迎，赢得普遍赞誉。

1985年机械工业部对原部颁《工人技术等级标准（通用部分）》进行了修订并重新颁布（下称《新标准》）。《新标准》在工人技术等级、工种划分及应知、应会的内容上都作了较大的改动，原丛书已不适应《新标准》的要求了。鉴于以上情况，对该丛书按《新标准》要求，重新组织编写，包括《新标准》中的全部工种，每个工种一本，共计41本。其中32本由机械工业出版社出版，9本由天津科学技术出版社出版。

新编写的丛书是按《新标准》应知、应会、操作实例的要求，采用逐条解答的体例编写的。除检查工种只有中级一个等级外，其他工种均包括初、中两个等级。全套书采用了各项国家新标准和法定计量单位。该丛书可供机械工人自学之用，也可做为企业对技术工人进行培训和考核的参考用书。

由于此套《丛书》涉及的知识面广，我们又缺乏经验，有错误与不足之处，恳切希望各界读者批评指正。

天津市机械工业管理局

1987年12月

目 录

前 言

应 知

1 常用测量仪表的名称、规格、使用规则和维护 保养方法.....	1
2 公差配合和形位公差的基本知识.....	14
3 铁-碳平衡图的基本知识.....	50
4 常用硬度的查表换算方法.....	63
5 常用锻件的用途、技术条件和验收标准.....	69
6 常用有色金属和特殊合金钢的锻造性能、锻造方法 和注意事项.....	90
7 各种锻造金属在不同锻造温度下的胀缩量.....	107
8 锻比的意义、锻比对锻件力学性能的影响, 锻比和锻 造变形量的关系.....	110
9 不正确的锻造方法对锻造设备和锻件质量的影响.....	119
10 多角度与弯曲形状较复杂锻件的检查与划线方法.....	121
11 大型复杂锻件的锻造方法与锻件机械加工余量和公 差的知識.....	139
12 锻件内部质量的检验方法, 锻件取样位置, 锻件内 部质量与锻造、锻后冷却和热处理的关系.....	175
13 不同钢材产生白点的敏感性及其白点产生的原因和预 防方法.....	187
14 常用高合金钢和特殊钢的加热、冷却规范及锻造温 度范围.....	195
15 编制锻造工艺规程的基本知识.....	208

16	生产技术管理知识.....	230
----	---------------	-----

应 会

1	正确使用量具、硬度计和温度计.....	232
2	看懂较复杂的零件图和部件装配图, 绘制锻件草图.....	239
3	“火花”鉴别常用的碳钢和工具钢.....	253
4	目测判断钢坯(锭)的加热温度、温度在700~1250℃ 时, 误差不超过±30℃.....	255
5	根据图样技术要求和锻造工艺规程, 正确选择工、 量具和样板.....	263
6	根据图样技术要求和锻造工艺规程检查大型复杂锻 件.....	275
7	一般样板的设计, 复杂锻件的划线检查.....	301
8	根据锻件表面缺陷情况(缺肉、裂纹、折叠等), 正确判断机械加工的可能性.....	309
9	发现和纠正锻工操作中的技术问题.....	313
10	分析废品、次品产生的原因, 提出预防措施.....	327
11	根据原始记录, 写检查报告, 评定锻件质量的等级.....	334

工 作 实 例

1	汽车后拉钩锻件.....	340
2	四拐曲轴锻件.....	344
3	筒体锻件.....	347
4	起重机吊钩锻件.....	351

应 知

1 常用测量仪表的名称、规格、使用规则和维护保养方法

一、常用测量温度仪表的工作原理

1. 热电高温计

热电高温计在锻造车间应用比较广泛。它具有以下优点：可精确地测量金属在高温时的温度；温度指示值可以传到很远的地方；指示数据可以自动记录，并可实现温度的自动控制。

热电高温计是一种接触式的热电偶高温计，它是利用热电效应的原理而制成的，其工作原理如图1-1所示。当热电偶两端连通时，由于热接点与冷接点这两点温度不同，便在其回路中产生电动势，该电动势通过补偿导线输送到显示仪表（如毫伏计和电位差计等），把弱电动势放大后，再变成温度刻度值在仪表盘上显示出来。

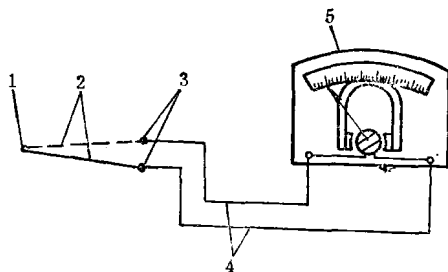


图1-1 热电高温计工作原理图

1—热接点 2—热电偶两导线 3—冷接点 4—补偿导线 5—显示仪表

2. 光学高温计

光学高温计是一种非接触式的高温测量仪表，它可用来迅速地测量加热炉中坯料和锻件的表面温度。这种仪表的优点是：测量温度较高；可用于无法安装热电偶的场合；使用简便。其缺点是：所测量的温度误差大，一般可达到 $\pm 10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，这是因为其准确程度受人的眼睛作出判断这个主观因素的影响，因此在一般情况下，大大地限制了它的使用范围。但因它携带方便、测温迅速、操作简便，所以在我国锻造生产和锻件检验中使用比较广泛。

光学高温计是应用受热物体的单色亮度随温度的升高而增强这一光学原理而制成的。它是采用亮度比较法来测量温度，即把被加热金属的热辐射亮度与标准光源（如灯泡等）的亮度相比较，而测量出金属的温度。

光学高温计的工作原理，如图1-2所示。从图可见，当测量金属温度时，将高温计对准被测金属（镜头与被测金属之间的距离应在 $6 \sim 8\text{ m}$ 之内），这时金属的光线经过物镜、吸收玻璃、目镜和红色滤光片而传到眼内。在目镜与吸收玻璃之间有一个白炽灯，灯泡的电源为干电池。当转动变

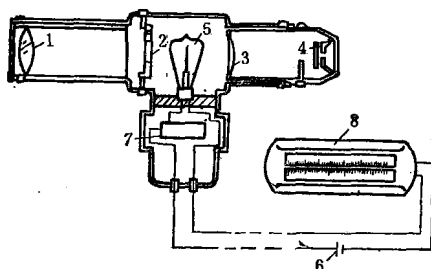


图1-2 光学高温计工作原理示意图

1—物镜 2—吸收玻璃 3—目镜 4—红色滤光片 5—灯泡 6—干
电池 7—变阻器 8—测量电表（毫安表）

阻器的调节环，改变了通过灯泡的电流，这时灯丝的颜色也随着发生变化。当灯丝的颜色和加热金属的颜色（或火色）相同时，如图1-3 a 所示，这时灯丝就看不见了。若灯丝颜色较暗（图1-3 b）或灯丝较亮（图1-3 c）时，则均要转动调节环，直到灯丝看不见为止，只有这时从测量电表表盘上读得的数值才是被测金属的温度。

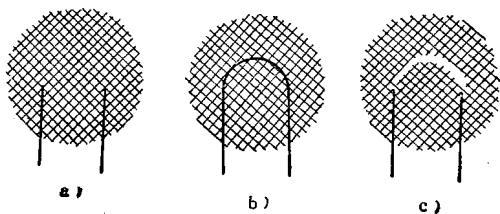


图1-3 光学高温计测量温度的情况

- a) 灯丝颜色和金属的火色相同（温度正确） b) 灯丝颜色较暗（温度过低）
c) 灯丝颜色较亮（温度太高）

3. 辐射高温计

辐射高温计和光学高温计一样是一种非接触式的高温测量仪表。它是根据物体热辐射效应来测量物体表面温度的。它可用来测量加热炉、加热的坯料和锻造过程中锻件表面的温度，常用于不宜装置热电偶的场合。

辐射高温计的工作原理如图1-4所示。在测量被测物体温度时，将辐射高温计对准被测物体，被测物体发出的热辐射能量，经过透镜聚集在辐射感温器的热敏元件上而转换成电能，再通过显示仪表（电子电位差计和毫伏计）上的分度盘，显示出被测物体的温度。物体表面的温度愈高，热辐射的能量就愈大，产生的热电势也就越强，即显示的温度也就愈高。反之，显示的温度也就越低。

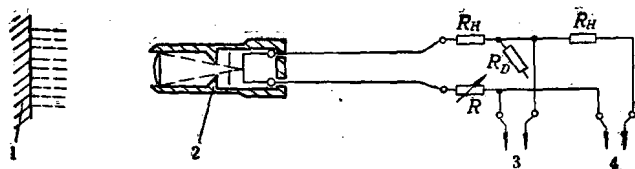


图1-4 辐射高温计工作原理图

1—被测物体 2—辐射感温器 3—电子电位差计 4—毫伏计

辐射高温计的优点是：它可连续地测量各种炉膛和锻件表面的温度；另外它还配有水冷、通风和防火等辅助装置，因此可安装在环境恶劣和不宜装置热电偶的地方；它选用毫伏计和电子电位差计，故对被测物体的温度可进行指示和自动记录，还可以进行自动控制和调节；测量温度准确，特别是在 $400 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，如WFT-220型辐射高温计在测定 $700 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的基本误差为 $\pm 12 \sim 22^{\circ}\text{C}$ 。

其缺点是：结构复杂、调整比较麻烦、价格较贵维修费用高，因此在锻造生产中使用不如上述两种仪表那样普遍。

二、常用测量仪表的名称、规格、使用规则和维护保养方法

1. 热电高温计

由上述可知，热电高温计主要由热电偶、显示仪表和补偿导线所组成。常用的规格有：EWY-103型圆图电子电位差计的中温热电高温计。其安装示意图如图1-5所示。

(1) 热电偶

1) 锻造生产常用热电偶类型和规格 热电偶两电极所用的材料有贵金属（如铂及铂铑合金）、廉价金属（如铁、镍、铬及铝等）和硅等。选用热电偶的原则是要有足够的电

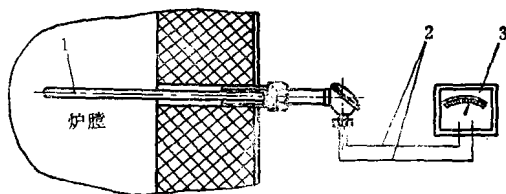


图1-5 热电偶高温计安装示意图

1—热电偶 2—补偿导线 3—毫伏计或电子电位差计

动势，同时所产生的电动势在温度升高和降低时变化应很均匀。

锻造生产中常用热电偶的类型和规格：

①铂铑-铂热电偶：型号是 WRLB-110，长期使用温度为 $0 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，短期使用温度为 $0 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 。

②镍铬-镍硅（或镍铬-镍铝）热电偶：型号为 WREU-111，长期使用温度范围为 $0 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，短期使用为 $0 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，其价格比较便宜，可长时间用于测量 950°C 的中温炉。

③镍铬-考铜热电偶：型号为 WREA-111，长期使用温度为 $0 \sim 600^{\circ}\text{C}$ ，短期使用温度为 $0 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 。

2) 热电偶的选用和使用规则 一般根据被测量的炉温或金属加热温度、炉内气氛的性质和压力大小来选用热电偶。对黑色金属其加热温度一般在 1300°C 左右，通常可选用瓷管保护的铂铑-铂热电偶，它有热稳定性好、温度准确（误差在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 左右）和热敏度高等优点。这种热电偶的缺点是：热电势较弱，需配用精密仪表，故价格较贵；在易受炉内蒸汽和各种气氛侵蚀的场合，因热电偶两极线易断，寿命短。也可选用锻造生产用应用特别广泛的镍铬-镍铝或镍铬-镍硅的热电偶其特点是：热电势大、测量准确度高（可在 $4 \sim$

8℃内)、且可短时间内测量1300℃的高温。对于炉内气氛为还原性和中性介质的,可选用能产生热电动势大,配用仪表精度稍差、价格便宜、加热温度低于600~800℃的镍铬-考铜热电偶,但这种热电偶的缺点是:测量温度范围太窄和太低、考铜合金线易受氧化而变质,另外其线质坚硬,产生的电动势均匀性较差。

3)热电偶的安装及注意事项 测量温度的准确程度,除与热电偶和显示仪表的精度有关外,还与热电偶安装正确与否有关。正确的安装热电偶的方法和形式如图1-6所示。

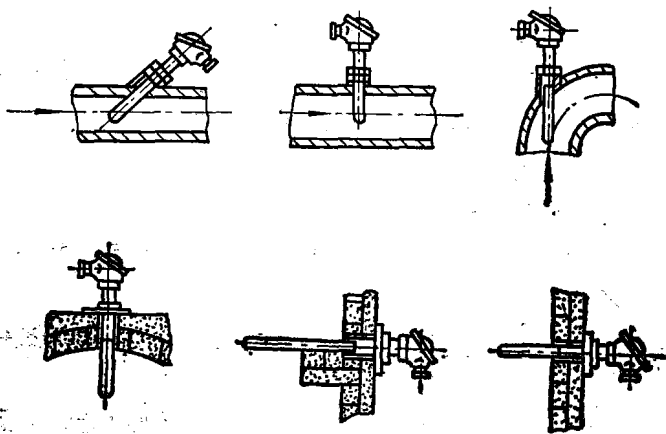


图1-6 热电偶的几种安装形式

安装热电偶注意事项:

①热电偶所用的两个热电极均用瓷管隔开,并安装于高级耐火陶瓷的保护套管之中。

②热电偶的接线盒不得碰到炉壁,接线盒处的温度一般不得超过80℃;其接线盒的出线孔应该方向向下,以防水汽、尘土等落入,以确保电器的安全和可靠性。

③热电偶插入炉膛的深度，一般不得小于热电偶保护套管外径的8~10倍，一般不得小于100mm。

④热电偶在加热炉炉膛的安装位置最好从炉子的侧壁插入，并尽量接近被测金属，但不得靠近燃烧室和喷嘴，否则误差太大而测温不准。

⑤热电偶和配套的仪表其分度号必须一致，接线时应注意其极性和显示仪表的极性相同。

⑥热电偶的补偿导线其安装位置应尽量避免大功率的电源线，并应远离强磁场和强电场以避免干扰。为此应将补偿导线穿在铁管中，铁管应牢固接地，予以屏蔽。

⑦热电偶应尽可能垂直安装，以免保护管在高温下变形。若需水平安装时，应使用耐火水泥或耐热合金支架支撑。

⑧热电偶保护套管和炉壁之间的空隙，应用耐火水泥、石棉绳或硅酸铝耐火纤维堵塞，以免冷热空气对流而影响测温准确性。

⑨热电偶必须按图1-6所示进行安装。当热电偶对着被测介质的流向安装时，应与被测介质的流向成正交或侧面相交。除非必须水平安装时，为了防止因弯曲变形过大而损坏热电偶，必须定期将热电偶转动180°。

4) 热电偶的维护保养方法。

①为了经常保持热电偶测温的准确度，应经常检查校对热电偶和显示仪表本身的精度。

②使用带瓷保护套的热电偶时，切忌忽冷忽热，以免瓷管炸裂而损坏热电偶。

③热电偶的冷端温度不得超过100℃，并应尽量保持稳定不变。

④在测量烟道中烟气温度时，必须使热电偶工作端超过气流中心的5~10mm，插入处要严密，接线盒要盖紧，以免外部冷空气侵入而影响测量精度。

(2) 显示仪表

1) 常用显示仪表的名称和规格 锻造生产常用的热电偶高测计所配套的显示仪表（又称二次仪表）可分为毫伏计和电子电位差计两大类。

①毫伏计：常用的毫伏计型号有：EFZ 0 型，EFZ-101 型，EFZ-111 型，EFZX-110 型，EFT-100 型，EFT-J-701 型，XCZ-101 型和 XCT-101 型等。其中 XCT-101 型动圈式温度调节仪，可以自动记录炉内温度，价格低廉，结构牢固，带有 PID 控制器，使用比较普遍。

②电子电位差计：用于测量和控制炉温的电子电位差计，有长图形和圆图形两大类。长图形可进行多点测量，圆图形只能单点测量。其型号有：长图形为 XWD-100 型，XWD-102 型；圆图形为 EWB 型、EWB 型及 XWB 型等。

2) 显示仪表的选用和使用规则

①按所测量的炉温或金属加热温度范围来选择适用的温度测量范围：毫伏计式的 XCT-101 型动圈式温度调节仪的温度测量范围见表1-1。电子电位差计式的 XWB 型电位差计温度测量范围见表1-2。

②应选用配套显示仪表：仪表制造时，均在其仪表盘上标注分度号的刻度。因此，选用的仪表一定要和所使用的热电偶和感温器分度号相同。

③毫伏计的选用原则：毫伏计不能自动记录温度，其精度不高（分别为1.0、1.5和2.5三级）。所以当要求精度不高，短时测量和不需要自动控制炉温时，就可选用毫伏计。

表1-1 XCT-101型动圈式温度调节仪测量温度范围

变送器类型	分度号	测量温度范围 (°C)	外线电阻 (Ω)
铂铑-铂热电偶	LB-2	0~1600	15
镍铬-镍硅(镍铬-镍铝)热电偶	EU	0~800, 0~1100, 0~1300	15
镍铬-考铜热电偶	EA	0~300, 0~400, 0~600	
WFT-202辐射感温器	T ₂	700~1400, 900~1800, 1100~2000	5

表1-2 XWB型电位计测量温度范围

变送器类型	分度号	测量温度范围 (°C)
镍铬-镍铝 (镍铬-镍硅)热电偶	EC	0~600; 0~800; 0~1100 0~1300; 400~900; 600~1100
镍铬-考铜热电偶	EA	0~300; 0~400; 0~600; 200~600
铂铑-铂热电偶	LB	0~1300; 0~1600
铂铑-铂热电偶	LB-2	0~1300; 0~1600; 600~1800
WFT型辐射感温器	T ₂	900~1800

另外，它的价格比较便宜。

④电子电位差计的选用原则：电位差计精度等级高（为0.5级），它可自动记录和自动控制。因此对要求精度高，测量时间长，特别是要求自动保温的有色金属、耐热合金和某些高合金加热时，可以选用电位差计。但它的价格较贵。

⑤显示仪表维护保养方法：仪表的安装处，不得有强烈震动和强磁场源；周围空气中不应含有对仪表有腐蚀性的气体；仪表周围环境温度应在0~50℃之间，相对湿度为30~85%；仪表必须定期校正和经常检查，并根据误差修正其读

数；仪表按极性和补偿导线、热电偶同极性相连后，其线路总电阻不应超过100Ω。

(3) 补偿导线 为了避免显示仪表受热源的影响和确保热电偶冷端的稳定性，在显示仪表和热电偶之间用一特殊的导线相连，这种导线称为补偿导线。其特点是：在100℃以下时，补偿导线和热电偶的电势相等。因此可把热电偶的自由端（冷端）移到很远的地方。使用时应注意，一种型号的热电偶，只能使用相同型号的补偿导线，另外，补偿导线也有正负极，使用时补偿导线的正极只能连接热电偶的负极，不能接错。我国生产的常用补偿导线的规格见表1-3。

表1-3 我国生产的补偿导线规格

热 电 偶 名 称	补 偿 导 线				在工作端温度为100℃， 冷端为0时的标准电势 (mV)
	正 极		负 极		
	材 料	颜 色	材 料	颜 色	
镍铬-镍硅 (镍铬-镍铝)	铜	红	康 铜	棕	4.10 ± 0.15
铂铑-铂	铜	红	镍 铜	绿	0.64 ± 0.03
镍铬-考铜	镍铬合金	紫	考 铜	黄	6.90 ± 0.30

2. 光学高温计

(1) 光学高温计的名称和规格 光学高温计有标准型和工业型两类，其型号有：WGJ-601型精密光学高温计，WGG2型和WGJ3-301型工业光学高温计等。其中，WGG2型、WGJ3-301型多用在锻压、铸造及热处理生产中。

WGG2型光学高温计的测量范围和允许误差见表1-4。

表1-4 WGG2型光学高温计测量范围和允许误差

型 号	测 量 范 围 (°C)		基本允许误差 (°C)	
WGG2-201	700~2000	第一量程: 700~1500	700~800	± 33
WGG2-203		第二量程: 1200~2000	800~1500	± 22
WGG2-323	1200~3200	第一量程: 1200~2000		± 30
		第二量程: 1800~3200		± 30
WGG2-202	700~2000	第一量程: 700~1500	700~800	± 20
		第二量程: 1200~2000	800~1500	± 13
WGG2-302	700~3000	第一量程: 700~1500		± 20
		第二量程: 1200~3000		± 13
				± 47

WGJ-601型光学高温计在900~1400℃时,基本允许误差为± 8℃,一般多用于热工实验室中。

WGJ3-301型光学高温计在700~1500℃时,基本允许误差为± 13℃。

(2) 光学高温计使用方法和维护保养方法 图 1-7 为光学高温计的结构图。当使用光学高温计来测量金属的温度时,首先装入干电池,然后调整零位调节器使指针指在零处,这样才可拨动目镜头部的转动片,将红色滤光片 5 引入视场(高于900℃时用),按下开关,转动滑线电阻 7,使灯丝发红,并前后调节目镜 4 至灯丝清晰时为止。再旋紧目镜定位螺母 6。这项准备工作作完后,将高温计瞄准被测金属,调节物镜内筒,使被测金属清晰可见。这时,再旋转滑线电阻 7,使流经灯丝的电流均匀增加,灯丝的亮度也随着相应增大。如果灯丝亮度较被测金属亮度暗(如图1-3 b 所示),表示电流过低(或灯丝温度也过低)如果灯丝亮度较被测金