

吴健生 蔡永器等 编

钟表常用 金属材料手册

冶 金 工 业 出 版 社

内 容 简 介

《钟表常用金属材料手册》是在冶金部组织的轻工业市场需用金属材料调查的基础上根据北京、天津、上海、烟台等钟表厂多年的生产实践资料编写的。本《手册》以国内典型钟表产品为例，分析並提供了国内、外钟表常用金属材料的成分、组织、性能、尺寸规格及公差、材料消耗系数等数据，对材料的包装和常用工具材料也有涉及，为方便检验，在附录中介绍了常用检测仪器及有关数据。

本《手册》可作为沟通产需、衔接购销的桥梁。是冶金部门产品规划、生产和销售人员及钟表行业设计、生产、管理和材料供应人员必备的工具书，也是计划经济部门进行综合平衡、市场预测的有用参考资料，也可供有关的工程技术人员阅读。

钟表常用金属材料手册

吴健生 蔡永器 等编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 364 千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

印数 00,001~1,470 册

ISBN 7-5024-0338-8

TG·57 定价 3.75元

序

《钟表常用金属材料手册》出版了，它是冶金工业面向轻工市场、为用户服务的具体体现。党的十一届三中全会以来，在计划经济的指导下，随着市场经济的发展，钢铁企业要进一步了解用户的需要，熟悉用户的产品工艺和对所需材料性能的要求，帮助用户选材用材，搞好技术服务工作。

本《手册》介绍了钟表各零、部件的技术条件、用材定额和对材料性能的要求。它是钟表行业和钢铁企业生产、供销人员必备的工具书，也是计划、经济部门重要的参阅手册。希望《手册》的发行能对沟通产需，衔接购销发挥良好的桥梁作用。

冶金工业部钢铁司司长 庄沂

前 言

钟表用材料包括金属和非金属材料两类，其中以金属材料用量最大。以1981年为例，全国钟表生产共消耗各种钢材3万吨、有色金属材料1.5万吨。这些材料大部分是国产，其中摆钟、手表及闹钟用金属材料的国内自给率以重量计算分别达到100%、97%及80%左右。由于钟表特别是手表零件的要求高，加工设备较精密，因而对材料的技术条件和尺寸公差的要求较严格。当前国产材料在质量和品种上都不能完全达到钟表生产的要求，造成了一些零件的材料消耗系数偏高和生产率低，影响到国产钟表的质量和成本。这个问题应引起足够的重视，并及时加以解决，以适应钟表生产发展的需要。编写本手册的主要目的是为金属材料的生产、管理、产品规划和分配等部门的人员，以及钟表行业的科研、生产、材料供应等有关人员提供一本专业工具书，以便于了解并深入分析研究我国钟表生产用金属材料的需要和现状。手册中以五种典型机械钟表为代表，重点阐明了我国钟表生产对各种金属材料的技术要求、常见缺陷、用量及品种。并且简要地介绍了几种常用国外钟表材料的技术要求及国外钟表零件的实测情况。还以少量篇幅分析和阐述了钟表用工具材料及材料的包装。在附录中列出了常用的几种国外金属材料 and 材料生产用的检测仪器。

本手册第二章中上海牌日历表部分由刘学妙编写，第三章由陆允庄编写，第五、七章由蔡永器编写，第六章由江美珍编写，第八章由岳岚编写，附录由陆允庄、江鹏令编写，其它各章及全书的统一整理工作均由吴健生负责。协助编写人员有：刘允、王银锁、商莹莹、于风兰。

本书稿经谢仕柜、浦鄞耀二位同志审阅，提出了宝贵意见，谨此致谢。

由于我们的水平和经验有限，《手册》中难免存在差错以至谬误、恳请读者指正。

编者 1985年12月

目 录

第一章 概 述	1
一、引 言	1
二、钟表零件及其生产特点	2
1. 零件小, 尺寸精度高	2
2. 单机实际材料消耗量低	2
3. 大规模、自动化的生产方式	2
三、对钟表材料的要求	2
1. 高的表面质量和尺寸精度	2
2. 高的易切削性和尺寸稳定性	3
四、影响钟表材料易切削性和尺寸稳定性的因素	4
1. 化学成分	4
2. 显微组织	5
3. 机械性能	5
4. 内应力	7
五、国内几家钟表厂用材概况	8
1. 概 况	8
2. 表用材料牌号、品种、规格一览表	8
3. 钟用材料牌号、品种、规格一览表	10
六、对国外钟表零件选用材料的分析	10
1. 国外机械表的用材	10
2. 国外机械闹钟的用材	14
3. 国外摆钟的用料	18
第二章 统一机芯手表	23
一、简 述	23
1. 统一机芯手表简介	23
2. 各表厂在材料选用上的特点	23
二、统一机芯手表结构简介	23
1. 统一机芯男表	23
2. 自动表结构简图	23
3. 日历表结构简图	23
三、零件材料表	23
1. 编制钟表用材料表格的说明	23
2. ZB-2型双菱牌统机手表零件用分类材料表	29
3. ZB-2C型双菱牌统机自动表的自动机构零件用分类材料汇总表	35
4. ZHSH型上海(春蕾)牌日历手表零件用分类材料表	36

四、表用金属材料消耗量汇总表	44
1. 编制表用材料消耗量表的有关说明	44
2. ZB-2型双菱牌手表金属材料消耗量汇总表	44
3. ZB-2C型双菱牌自动手表自动机构零件材料消耗量汇总表	49
4. ZHSH型上海(春蕾)牌日历手表金属材料消耗量汇总表	49
五、典型零件设计、加工的要求及其用料特点	54
第三章 ST6海鸥牌女表	58
一、简 述	58
二、ST6型海鸥牌女表机芯及零、部件简图	58
1. 机芯结构简图	58
2. 重点部、组件及其零件简图	58
三、ST6型海鸥牌女表零件材料表	58
四、ST6型海鸥牌女表用金属材料消耗量汇总表	68
五、典型零件的设计、加工要求及其用料特点	72
第四章 表用金属材料及其技术条件	74
一、手表冲裁、铣削类零件用冷轧碳素工具钢(15P、T10A)钢带	74
1. 常用材料的牌号、品种、规格及其主要用途	74
2. 对材料的要求	74
3. 山德维克(SANDVIK)15P冷轧钢带的技术条件	75
4. 表用碳素工具钢冷轧钢带(T10A)的技术条件	76
5. 常见材料缺陷	77
6. 国外手表冲裁、铣削件用料情况	77
二、手表冷挤压件——拉挡用碳素钢钢带	80
1. 对材料的要求	81
2. 钢带的技术条件	81
3. 山德维克12冷挤压用钢带	82
三、手表壳体、后盖等零件用不锈钢(0Cr18Ni9、Y0Cr18Ni9S、 0Cr12Ni12Mo等)钢板、钢带	82
1. 常用牌号、品种、规格及用途	82
2. 对材料的要求	82
3. 材料的技术条件	83
4. 表壳体用不锈钢钢板的常见缺陷	84
5. 国外表壳体用不锈钢	84
四、手表的轴类零件用高碳含铝易切削磨光钢棒(20AP、Y100Pb)	86
1. 常用的牌号、品种、规格及其用途	86
2. 对材料的要求	86
3. 国产高碳含铝易切削磨光钢棒Y100Pb的技术条件	87
4. 常见材料缺陷	88
5. 国外高碳含铝易切削磨光钢棒山德维克20AP和日本ASK-1100	88

五、手表簧类零件用弹簧钢丝 (T8 MnA 及瑞典山德维克11R50HV)	96
1. 常用材料牌号、品种、规格及其用途	96
2. 技术条件	96
六、手表时、分针、表盘用黄铜 (H62、H68) 带、箔料	97
1. 常用材料牌号、品种、规格及其用途	97
2. 对材料的要求	98
3. 技术条件	98
七、手表夹板、轮片类零件用铅黄铜 (HPb60-2、HPb63-3) 条和带料	98
1. 常用牌号、品种、规格及用途	98
2. 对材料的要求	99
3. 技术条件	99
4. 材料常见缺陷	101
5. 国外夹板材料及国外手表主夹板用料介绍	103
6. 国外手表轮片用料实测结果	105
八、手表簧片类零件用铜合金 (H62、QSn6.5-0.1) 带 (箔) 料	106
1. 常用牌号、品种、规格及用途	106
2. 技术要求	107
九、手表位钉管、紧圈等零件用铜合金 (HPb59-1、H62) 管料	107
1. 表用铜合金管材的牌号、规格及用途	107
2. 技术要求	107
十、表盘钉用纯铜 (T2) 线、无氧铜 (T2、TU2) 线材	108
1. 常用牌号、品种、规格及用途	108
2. 技术要求	108
十一、手表位钉、条盒轮等零件用铅黄铜 (HPb59-1、HPb59-2、HPb63-3) 线、棒材	108
1. 常见牌号、品种、规格、状态及用途	108
2. 对材料的要求	109
3. 材料的技术条件	109
4. 材料常见缺陷	111
5. 国外同类材料及相同零件用料介绍	112
十二、表用锌白铜 (BZn15-21-1.8) 磨光棒料	114
1. 常用品种、规格及用途	114
2. 对材料的要求	114
3. 技术条件	114
4. 常见材料缺陷	115
5. 国外同类材料及摆轮用料介绍	116
十三、手表重锤用高比重合金 (HT-5-3、WND-1)	117
1. 常用牌号、品种及规格	117
2. 技术条件	118

十四、手表用游丝、发条用弹性合金	118
1. 3J53游丝用恒弹性合金标准	118
2. 钟表发条用不锈钢丝暂行技术条件	119
第五章 统一机芯闹钟	120
一、简 述	120
二、统一机芯闹钟结构简图	120
1. 机芯、外观结构简图	120
2. 主要组件结构简图	120
三、N1 型金鸡牌统机闹钟零件选用材料表	120
四、N1 型金鸡牌统机闹钟金属材料消耗量	134
五、典型零件的技术要求及其用料特点	139
第六章 统一机芯摆钟	143
一、简 述	143
二、统一机芯摆钟结构简图	143
三、T1 型北极星牌十五天报时摆钟零件材料表	143
四、T1 型北极星牌十五天报时摆钟金属材料消耗量	153
五、T1 型北极星牌十五天报时摆钟外购件汇总表	157
第七章 钟用金属材料及其技术要求	158
一、钟壳、机架类冲压零件用薄钢板和钢带	158
1. 常用牌号、尺寸规格、机械性能和主要用途	158
2. 对材料的要求	159
3. 08F、10F、B2F薄钢板和钢带的技术条件	159
4. 日本SPTE 镀锡钢板和钢带的技术条件	161
5. 日本SPCC 冷轧钢板和钢带的技术条件	162
6. 常见材料的缺陷	163
7. 薄钢板和钢带的使用现状	164
二、钟簧片类零件用冷轧钢带	164
1. 常用牌号、尺寸规格及主要用途	164
2. 对材料的要求	165
3. 62Si2 MnA 等 国产钢带的技术条件	165
4. 西德CK45-BK 钢带的技术条件	166
5. 常见材料缺陷	167
三、钟齿轮、轴类零件用低碳钢钢丝和钢棒	167
1. 常用牌号、尺寸规格和主要用途	167
2. 对材料的要求	167
3. 普通和优质碳素钢丝和钢棒的技术条件	168
4. 易切削结构钢 (Y15 Pb) 钢棒的技术条件	169
5. 常见材料缺陷	170
6. 国外易切削结构钢钢丝和钢棒简介	170

四、钟销、簧类零件用碳素弹簧钢钢丝	171
1. 常用牌号、尺寸规格和主要用途	171
2. 对材料的要求	172
3. 技术条件	172
五、钟摆轴等零件用碳素工具钢和高碳易切削钢钢棒和钢丝	173
1. 常用牌号、尺寸规格和主要用途	173
2. 对材料的要求	174
3. 含铅易切削磨光钢棒 (Y100Pb) 的技术条件	174
4. 碳素工具钢及高碳含硫易切削钢钢棒、钢丝 (T9 A、Y75) 的技术条件	174
5. 常见材料缺陷	175
六、钟夹板、轮片类零件用铜合金板和带 (H62、H68、HPb59-1等)	175
1. 常用牌号、品种、尺寸规格和主要用途	175
2. 对材料的要求	177
3. 技术条件	177
4. 常见材料缺陷	179
七、钟分轮、中心齿轴类零件用黄铜棒和线 (H62、HPb59-1等)	179
1. 常用牌号、尺寸规格和主要用途	179
2. 对材料的要求	180
3. 技术条件	180
4. 常见材料缺陷	182
八、钟用铝材	182
1. 常用牌号、尺寸规格和主要用途	182
2. 对材料的要求	183
3. 国产钟用铝材的技术条件	183
4. 日本JISH4000系列铝板和铝带的技术条件	184
5. 常见的材料缺陷	186
九、钟发条用热轧弹簧钢钢带	186
1. 尺寸规格及其允许偏差	186
2. 钢带的牌号和化学成分	187
3. 金相组织	187
第八章 钟表生产用工具材料	188
一、简 述	188
二、模 具	189
1. 钟表模具及其结构	189
2. 常用金属材料牌号	189
3. 钟表生产用模具数量及材料消耗量	190
4. 常见材料缺陷	191
三、刃 具	191
1. 钟表生产所用各种刀具及其用料特点	191

2. 常用硬质合金的牌号	192
3. 手表所用各类刀具材料消耗量	192
4. 常见材料缺陷	193
四、夹 具	195
五、量 具	196
第九章 钟表材料的包装	197
一、简 述	197
1. 钟表材料包装的重要性	197
2. 因包装不当造成的材料缺陷	197
3. 钟表材料包装的要求	198
二、进口钟表用材料的包装	198
1. 包装箱	198
2. 防锈措施	198
3. 防止材料变形的措施	199
4. 表面的保护措施	201
5. 为方便使用而采取的措施	202
三、钟表材料包装的技术要求	203
1. 包装方法	203
2. 包装箱	205
3. 标签、标志	205
4. 合格证书	205
5. 产品质量证明书	205
附 录	207
一、钟表的主要技术指标	207
1. 机械式报时大钟	207
2. 闹钟 (能在预定时间发出声响的机械式闹钟)	207
3. 普通机械式手表	208
二、常用国外钟表材料简介	209
1. 瑞典山德维克 (SANDVIK) 公司所产钟表用材料	209
2. 日本秋山精钢株式会社生产的仪表用易切钢棒	210
3. 瑞士波耶 (Boillat) 公司生产的仪表用铜合金	210
三、国内、外钟表生产常用钢材、有色金属材料牌号对照表	213
1. 钢材牌号对照表	213
2. 铜合金材料牌号对照表	214
3. 铝及铝合金牌号对照表	215
四、钟表材料生产常用检测仪器	216
1. 瑞士豪塞 (HAUSER) 249A 轻负荷维氏硬度计	216
2. 瑞士依索玛 (ISOMA) M-124 轻负荷维氏硬度计	217
3. 日本明石 (AKASHI) MVK-F 微小硬度计	218

4. 千分尺 (0~25mm)	219
5. 千分表 (0~1、0~3、0~5mm)	219
6. 瑞士意泰隆 (ETALON) 及卡里 (CARY) 千分比较仪	220
7. 英国泰里荣得 (TALYROND) 200 型圆度、直度测定仪	220
五、硬度及强度的换算	222
1. 钢材硬度及强度的换算 (GB 1172—74)	222
2. 铜合金硬度与强度换算值	234

第一章 概 述

一、引言

当前我国钟、表产量均居世界第四位。1981年到1985年,五年间全国钟、表销售总量累计约达2亿只左右,85年按全国14岁以上人口计算,戴表率约44.5%,钟的占有率约为每1.5户一只。这样的水平在国际上尚属中、低等,因此,在我国,钟表的潜在需求量是比较大的。从对国内外市场的预测中可知国内市场,特别是农村市场对钟表的需要量有广阔前景。到本世纪末,钟、表销售量可能分别达到4000万只和8000万只以上,与1981年相比相当于增加一倍半以上。根据我国电子工业的现有水平及手表的生产能力估计到本世纪末,我国石英电子钟、表在钟表总产量中所占比例有可能达到二分之一左右,但在相当一个时期内,我国仍将以机械表为主。钟表的发展方向是不断增加品种、改进外观、提高生产率和降低成本。在今后十多年内钟表行业对金属材料的发展和需求是:

1) 对钟表材料的尺寸精度、形状精度、包括易切削性能在内的各种工艺性能和尺寸稳定性要求越来越高,并且要求所提供的材料能够直接投料使用。如:定尺交货或直接提供零件毛坯等,以提高材料利用率、减少边角料的往返运输。

2) 与1981年相比到本世纪末,对钟表用金属材料的需求量可能增加一倍左右。为此,在过去二十多年的材料生产、供应和使用的基础上,必须形成较稳定的材料的专业化生产企业 and 固定的供应渠道,否则难以做到材料质量的改进、提高以及稳定供货。

3) 随着钟表工业生产规模和生产效率的大幅度提高,除要求提高现有材料的质量外,还要求提供适于零件加工生产自动线用的各种规格的高精度、长度在一百米以上的铜合金带材如:条盒轮、夹板加工用铅黄铜带料、摆轮用铅锌白铜带料等等。

4) 为提高钟表的质量,降低成本适应钟表外观的改进,增加品种、花色的需要,要求研制并扩大生产各种新材料。如:电子钟表用的磁性材料;坤表、薄型表用高强度、高精度铜合金带料;钟用易切削结构钢。用新材料代替铜合金将是发展的趋势如在钟表零件生产中大量引用工程塑料和大量采用铝合金等。

5) 为降低钟表生产的成本、提高劳动生产率,将广泛采用直接成型,或无切削、少切削等新工艺和发展锌铝合金压铸工艺,直接生产零件和外观件。

6) 逐步减少钟表材料的进口量,立足于国内供应,因而对各类易切削钢棒、带、铜棒、带和薄钢板需求量将成倍增加,质量和性能随之要求更严。

从当前情况看,材料的生产应采取以下措施以满足钟表工业生产的迫切需要:

1) 应由专业冶金企业定点生产、供应钟表用金属材料,这样有利于技术改造,并更新设备,使材料生产与钟表生产的工艺和装备水平相适应。

2) 全国材料研究单位对钟表材料的研制、攻关要有一个长远规划,组织力量分专题攻关,以求逐年有所提高和突破。有条件的材料研究单位可附设材料厂或实验室,承担用量较少、质量要求高的钟表材料的生产、供应。这样有利于改善材料的质量和性能,便于品种的更新,改变目前利用简陋设备、采用普通冶金产品的生产工艺来生产钟表材料,而造成的材料质量差,不能满足生产需要以及材料的质量和性能不稳定,材料生产成品率低

等状况。

二、钟表零件及其生产特点

1. 零件小，尺寸精度高

以SZ-1型统机男表为例，其机芯尺寸为 $\phi 27.2 \times 4.2$ mm，最大零件是主夹板，其轮廓尺寸为 $\phi 27.0 \times 3.32_{-0.02}^{+0.02}$ mm，夹板上38个孔间坐标允许最大偏差为 ± 0.005 mm；较小零件如摆轴其外形轮廓尺寸为 $\phi 1.30_{-0.01}^{+0.01} \times 3.20$ mm，轴尖尺寸为 $\phi 0.10_{-0.020}^{+0.015}$ mm。

随着产品“轻”、“薄”、“小”、“俏”化，其零件尺寸势必将更小，对其尺寸精度的要求也将会更高。

2. 单机实际材料消耗量低

由于钟表的零件小，因此钟、表单机（即每只钟、表）的实际材料消耗量都很低。如统机背铃闹钟，每万只钟才需用钢材3.7吨，铝材0.15吨，铜材1.7吨；统一机芯男式手表，每万只表仅需用钢材1.4吨、铜材0.8吨。实际上在钟、表的总成本中，材料费用所占比例均较低。以手表为例，其原材料费用在总成本中仅占5%左右。

3. 大规模、自动化的生产方式

为了提高生产效率、降低成本，钟表零件的加工在钟表厂都是竭力设法实现大规模、自动化加工。在生产中大量采用各类高精度自动加工机床（如自动车床；多工位铣床、多工位钻床等），实现零件全部连续自动加工。

三、对钟表材料的要求

1. 高的表面质量和尺寸精度

钟表生产的各种零件大部分都是采用高精度车床、冲床加工制造。精密自动车床是使用弹簧卡头和导套夹持被加工材料的，这两种卡具的尺寸精度和配合面的光洁度均极高（见图1-1~2）。若材料的尺寸精度不符合要求，不是无法通过导套、卡头，就是夹持不紧，这就使得零件加工无法进行或导致卡头、导套的过早损坏；若材料直度不合格，不仅材料与料管会相互撞击，发出巨大的噪声，还会导致所加工零件的尺寸精度不合格；若材料表面质量不合格，就会使得卡头、导套的高光洁度配合面（ $\nabla 9$ ）过早损坏。

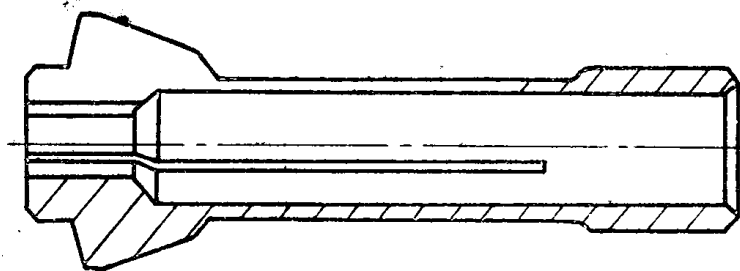


图 1-1 AS-7、AR-7 等自动车床主轴用弹簧卡头

对于高精度冲床，特别是对于自动加工线上的冲床，为了保证连续生产，对材料的表面质量和尺寸精度同样要求十分严格。

为了提高零件的生产效率、降低成本，很重要的途径之一就是尽可能减少加工工序。

为达此目的，有效措施之一就是要求所使用的材料的厚度、直径及其偏差、圆度和表面光洁度等项技术指标与所加工零件的最终尺寸及表面要求相一致。

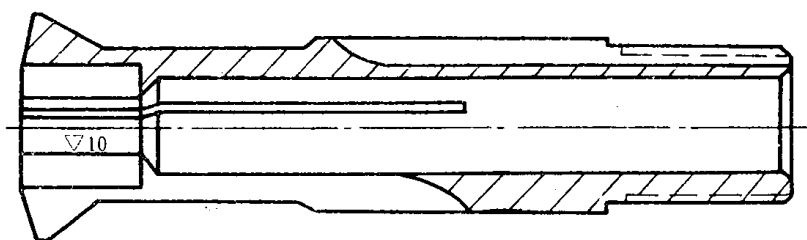


图 1 2 AS 7、AR 7 等自动车床用中心导套

工作孔径 d 及其尺寸偏差

工作孔径 d , mm	1.0	1.5	2.0	2.5	3.6	5.7
允许偏差, mm	-0.010	+0.010	-0.010	0.010	-0.013	-0.013

当前，国内各钟表厂常因为相当大部分的进厂国产原材料的表面质量和尺寸精度等不符合生产需要，无法直接投入生产，而设立了备料车间或工段，对材料进行尺寸挑选、分条、矫直、矫平、抛光、磨光等各种加工后，才可以投入生产。因此，从提高社会的经济效益出发，需要材料生产厂保证原材料的表面质量和尺寸精度能满足钟表厂的高标准要求。

2. 高的易切削性和尺寸稳定性

材料的易切削性，通俗地说就是材料经受各类切削加工如车、铣、钻、冲裁等的的能力。其度量方法很多，但在现场就简单地以在保证零件尺寸精度、表面质量不变化的前提下，刀具、模具每刃磨一次后所能连续加工的时间长短来衡量。熟悉大规模自动化生产的人都不难理解，单人看机台数的提高就直接意味着生产效率的提高，为此，要求材料要有优异的易切削性能。因为切削性能差的材料，在加工过程中要频繁地更换刀具、模具，调整、试车，单人看机台数相应减少，这当然影响生产率的提高。据报道，国外表厂由于采用了切削性能好的材料和刀具，刀具每刃磨一次可连续加工一周以上，相应地，在自动车加工车间单人看机台数已达40台以上。

材料的尺寸稳定性，是指材料在加工过程中和零件成形后保证其尺寸精度的能力。材料的尺寸稳定性对于钟表材料特别重要，这是由两方面因素所决定的。首先由于钟表零件特别是一些关键零件如用铜合金制作的摆轮、条盒轮、主夹板，由高碳易切钢制作的秒轴、擒纵轮片等，它们外形特殊，或直径与长度比值很大，或厚度相差悬殊，加工工序复杂而且时间较长，这些都使零件在加工过程中容易发生变形而无法保证零件的加工尺寸。此外，为了保证走时精度钟表设计本身对这些零件在尺寸精度上的要求很高。按亨金与洛克申（М.Л.Хенкин, И.Х.Локшин）所提出的零件精度等级标准，钟表零件的加工精度一般都在3级左右（见表1-1），为了使零件在加工过程中和加工成形后，始终能达到这样高的精度首先要求材料必须具有高的尺寸稳定性。

表 1 1 零件精度等级分类

制造精度和保持尺寸精度的要求	精 度 等 级		
	I	II	III
主要内外圆柱面的几何精度 (等级)	3 ~ 7	2 ~ 4	1 ~ 2
零件主要表面位置精度 (不同轴度、不平行度、不垂直度、不平度、轴距公差), mm	≥ 0.05	0.005 ~ 0.05	≤ 0.005
零件尺寸的稳定性 ($\times 10^{-4}\%$)	≥ 50	2 ~ 50	≤ 2

1 零件处于自由状态, 即未装配成组合件。

四、影响钟表材料易切削性和尺寸稳定性的因素

1. 化学成分

材料的易切削性能, 当然首先取决于材料的化学成分。不论材料的主成分, 还是为进一步改善切削性能而特意添加的元素 (如铅、硫、硒、磷等) 都明显的影响切削性能 (表 1-2, 图1-3、4)。

表 1 2 各种铜合金的相对易切削性

牌 号	切 削 性, %		牌 号	切 削 性, %	
	以铅黄铜 HPb 63-3 为100	以 $\sigma_b = 597.8\text{MPa}$ (61kgf/mm^2) 的45号钢为100		以铅黄铜 HPb 63-3 为100	以 $\sigma_b = 597.8\text{MPa}$ (61kgf/mm^2) 的45号钢为100
HPb 63-3	100	350	H 68	30	105
HPb 61-1	75	260	H 65	30	105
HPb 60-2	80	280	H 63	40	140
HPb 59-1	80	280	H 62	40	140
H85	20	70	H 59	45	155

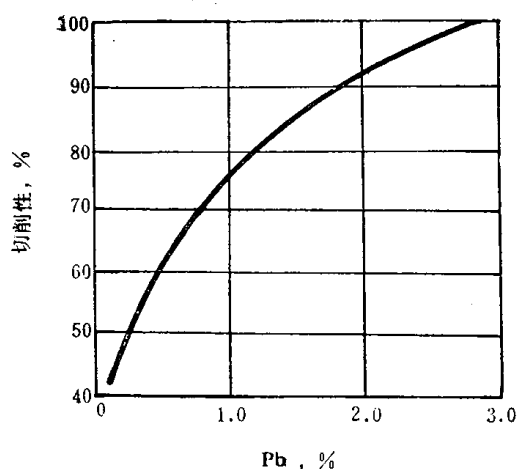


图 1-3 铅含量对黄铜
易切削性的影响

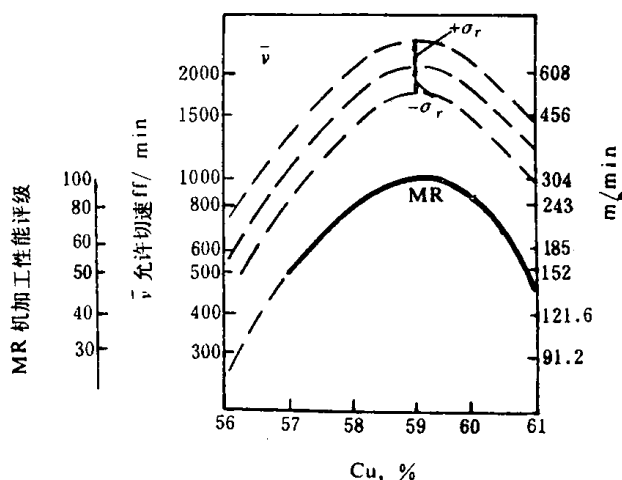


图 1-4 铜含量对黄铜易切削性的
影响 (G. Lorenz)

材料的尺寸稳定性也随材料种类的不同而相异。表 1-3 为国外手表摆轮常用材料机械性能的比较。对实物的解剖分析表明, 国外高档表及大部分中档表的摆轮选用 铍青铜制

表 1-3 国外手表摆轮常用材料机械性能的比较

材料名称及牌号		铍青铜 Cu-2.0Be-0.2Ni-0.4Pb	锌白铜 Cu 17Ni 18Zn 1.8Pb	铅黄铜 Cu 39Zn 2Pb
手表名称举例		劳力士、英格牌手表	梅花牌手表	风达牌手表
弹性模量 E,	MPa (kgf/mm ²)	129000 ~ 138000 (13200 ~ 14100)	124000 (12700)	102000 (10500)
硬 度,	HV	350 ~ 400	180 ~ 250	140 ~ 150
抗拉强度 σ_b ,	MPa (kgf/mm ²)	1274 ~ 1372 (130 ~ 140)	588 ~ 686 (60 ~ 70)	490 ~ 588 (50 ~ 60)
屈服强度 $\sigma_{0.2}$,	MPa (kgf/mm ²)	784 ~ 980 (80 ~ 100)	490 ~ 588 (50 ~ 60)	---
延伸率 δ ,	%	3	2	3

作；部分中档表则采用锌白铜制作，而低档表主要采用铅黄铜制作。这就是说，随着手表级别的提高，对加工摆轮材料的尺寸稳定性要求也更为严格。手表材料刚性指标的高低，一般可作其尺寸稳定性优劣的粗略判据。

2. 显微组织

即使化学成分相同的材料，由于显微组织的不同，也会表现出迥然相异的切削性能和尺寸稳定性。瑞士波耶（Boillat）公司对表用 HPb59-2 两相黄铜材料的显微组织研究后提出，为获得优异的切削性能，显微组织应符合如下规定：铅粒平均直径在 $2 \sim 8 \mu\text{m}$ 之间并分布均匀； β 相比率在 $15 \sim 30\%$ 之间； α 相晶粒直径在 $20 \sim 30 \mu\text{m}$ 之间。国内的经验表明，对于表用夹板材料 HPb60-2，为保证获得优异的切削性能，显微组织应符合下述规定： α 相的平均直径应在 0.025mm 以下，晶粒边界应清晰； β 相比率不得超过 15% ，一般应控制在 $5 \sim 10\%$ 左右；在形态上， β 相必须充分破碎；在纵断面上观察， β 相不允许形成连续的长条。为达此目的，对材料的成分应严格控制，铜含量应控制在 $59.5 \sim 60.5\%$ 之间，并添加适当的微量元素如：铁、镍、锡等，以达到细化晶粒，增加铅粒弥散度的目的。

实践证明，微双相的超细晶粒 HPb59-2 铅黄铜（其晶粒度在 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 之间），不仅切削性能极好，毛刺少，而且加工光洁度也明显提高。

3. 机械性能

瑞士吉尔格（Jürg.R.H.Scidel）提出为获得理想的切削性能表用 HPb59-2 铅黄铜棒料的机械性能应符合以下关系（见图1-5）：

$$5 \leq \sigma_b / \delta_{10} \leq 8.5$$

此关系表明材料的抗拉强度 σ_b 与延伸率 δ_{10} 对其切削性能的影响不是彼此孤立的。此外，这个关系只有在材料的成分、显微组织都符合要求的前提下才有存在的意义，而且，它也随加工条件的不同而异。

机械性能对材料的尺寸稳定性影响同样十分显著。

亨金与洛克申提出以材料的条件松弛极限值（ σ_r ）做为衡量材料尺寸稳定性的主要指标。条件松弛极限值 σ_r 系指在长期负载下（ $500 \sim 3500 \text{h}$ ）不产生松弛的应力值。后来

又进一步提出以对组织敏感的指标——精密弹性极限值 $\sigma_{0.001}$ 做为材料尺寸稳定性的补充判据。

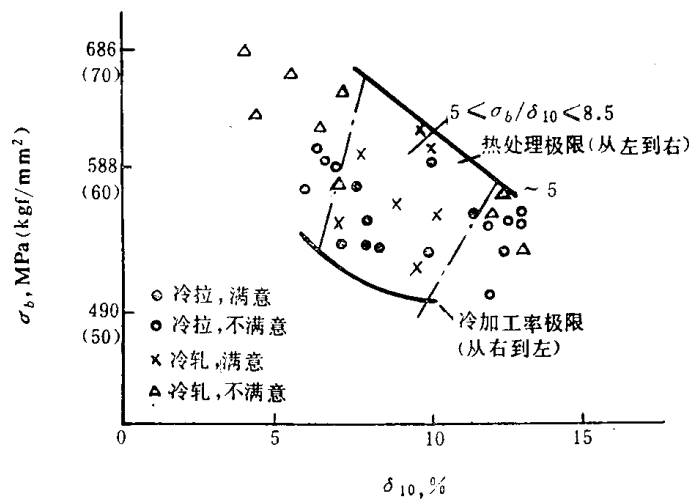


图 1-5 HPb59-2 铅黄铜切削性与机械性能关系
(左侧受限制于内应力, 右侧受限制于刀瘤、毛刺及长切屑)

图 1-6 及 1-4 表明: 材料的弹性极限值与材料的加工工艺和晶粒度密切相关。

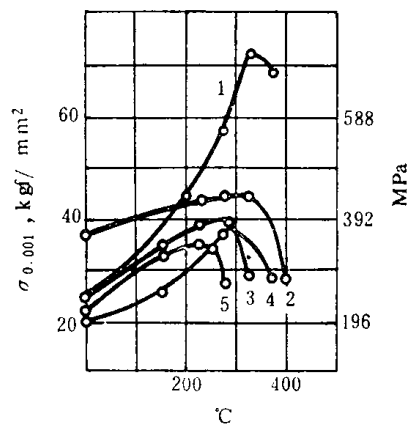


图 1-6 形变铜合金的弹性极限与退火温度的关系
1—9-2 铝锰青铜 (БР.АМЦ9-2); 2—7-0.2 锡磷青铜 (БР.ОФ7-0.2);
3—HPb59-1 铅黄铜 (ЛЦ59-1); 4—硅锰青铜 (БР.КМЦ3-1); 5—H62 黄铜 (Л62)

如图 1-6 所示, 对于每种材料都存在一个最佳的退火温度范围。在这个温度范围内, 弹性极限值可以达到最高点。

图 1-7 也证明, 在相同加工率的条件下, 晶粒度愈小的材料, 其机械性能愈佳, 尺寸稳定性也相对愈好。因此, 对表用条盒轮材料 HPb59-2 铅黄铜棒料及摆轮用 BZn15-21-1.8 锌白铜棒料的晶粒度都必须进行严格的规定和检验, 一般规定其晶粒度不得超过 0.025 mm。

应指出, 在常用仪表材料中, 铜合金的精密弹性极限值 $\sigma_{0.001}$ 属于最低的一种 (见图