

金属眼镜型材和加工工艺

讲 义

上海市工业技术学校

目 录

1 概 论

1.1 眼镜的性质和作用	1
1.2 国外眼镜历史	1
1.3 中国眼镜历史	5
1.4 眼镜片的发展	9
1.5 我国眼镜业的发展阶段	10
1.5.1 明末清初行业帮会的形成	10
1.5.2 清末民初眼镜业的崛起	12
1.5.3 新中国眼镜业的变迁和飞跃	13
1.6 我国眼镜行业现状	15

2 眼镜架的结构和材料

2.1 眼镜架结构	20
2.1.1 眼镜架的组成和作用	20
2.1.2 眼镜架的有关术语	21
2.2 眼镜架分类	22
2.2.1 按同一材质分类	22
2.2.2 按不同材质分类	22
2.2.3 按眼镜腿的固定方式分类	24
2.2.4 按使用对象和使用目的分类	24
2.2.5 按眼镜形状分类	26

2.2.6	按眼镜款式分类	27
2.3	眼镜架常用材料	27
2.3.1	金属眼镜架材料	28
2.3.2	塑料及合成眼镜架材料	33
2.3.3	混合材料眼镜架材料	36
2.4	对金属眼镜架材料的要求	36
2.4.1	抗拉强度	36
2.4.2	弹性	37
2.4.3	塑性(加工性能)	37
2.4.4	耐腐蚀性能	37
2.4.5	尺寸精度要求	37
2.4.6	其他性能	37

3 金属眼镜型材常规加工工艺和主要设备

3.1	金属眼镜型材常规加工工艺	39
3.1.1	铸锭(铸线坯)	39
3.1.2	挤压	39
3.1.3	轧制(辊拉)	40
3.1.4	清洗	40
3.1.5	热处理(退火)	40
3.1.6	拉拔	40
3.1.7	矫直	40
3.2	金属眼镜型材常规加工设备	41
3.3	熔炼和铸造工艺及主要设备	42
3.3.1	水平连铸	42
3.3.2	半连续铸锭	44
3.3.3	金属模铸锭	47
3.4	挤压工艺及设备	49

3.4.1	挤压工艺	49
3.4.2	挤压设备	50
3.5	轧制工艺及主要设备	55
3.5.1	槽形丝的加工工艺及设备	55
3.5.2	铰链型材拉轧工艺及设备	58
3.6	拉伸工艺及设备	64
3.6.1	拉伸工艺	64
3.6.2	拉伸设备	67
3.7	清洗工艺及设备	68
3.7.1	清洗工艺	68
3.7.2	主要清洗设备	69
3.8	热处理工艺及主要设备	70
3.8.1	热处理工艺	70
3.8.2	热处理主要设备	72
3.9	矫直工艺及主要设备	74
3.9.1	矫直工艺	74
3.9.2	矫直主要设备	75
3.10	金属眼镜型材加工模具	77
3.10.1	挤压模具	77
3.10.2	拉拔模具	82
3.10.3	模具维修设备	85
3.10.4	模具检测设备	86
3.11	小结	87

4 金属眼镜型材常用金属的性质

4.1	铜的基本性质	88
4.1.1	纯铜的物理性质	88
4.1.2	纯铜的化学性质	90

4.1.3	铜的力学性能	90
4.1.4	杂质及微量元素对铜压力加工性能的影响	91
4.2	锌的基本性质	93
4.2.1	锌的物理性质	93
4.2.2	锌的化学性质	94
4.2.3	锌的主要用途	94
4.3	铅的基本性质	95
4.3.1	铅的物理性质	95
4.3.2	铅的化学性质	96
4.3.3	铅的主要用途	97
4.4	镍的基本性质	97
4.4.1	镍的物理性质	97
4.4.2	镍的化学性质	98
4.4.3	镍的主要用途	100
4.5	锰的基本性质	101
4.5.1	锰的物理性质	101
4.5.2	锰的化学性质	102
4.5.3	锰的主要用途	104
4.6	钛的基本性质	107
4.6.1	钛的物理性质	107
4.6.2	钛的化学性质	108
4.6.3	钛的主要用途	110

5 黄铜眼镜型材和加工工艺

5.1	概述	112
5.2	工艺流程	113
5.2.1	熔炼和铸造	114
5.2.2	挤压工艺	116

5.2.3	挤压工艺参数的确定	116
5.2.4	挤压制品的形状、尺寸和精度控制	121
5.2.5	热处理工艺	122
5.2.6	拉拔工艺	124
5.2.7	矫直工艺	126
5.3	生产实践	127
5.4	小结	128

6 低镍铅铋白铜眼镜材料研制

6.1	概述	129
6.2	合金化学成分设计的基本原理	130
6.3	试验内容、条件和方法	136
6.3.1	合金的试验工艺	136
6.3.2	合金熔炼及铸造	136
6.3.3	合金挤压工艺	137
6.3.4	试验中合金性能的测定	138
6.4	试验结果及讨论	138
6.4.1	合金化学成分的确 定	138
6.4.2	研制合金材料的性能及特点	142
6.5	生产实践	153
6.6	小结	154

7 低镍铅铋白铜眼镜型材和加工工艺

7.1	概述	155
7.2	工艺流程	156
7.2.1	熔炼和铸造	156
7.2.2	挤压工艺	157

7.2.3	热处理工艺	162
7.2.4	拉拔工艺	164
7.2.5	矫直工艺	166
7.3	生产实践	169
7.4	小结	169

8 高镍铅锌白铜眼镜型材和加工工艺

8.1	概述	170
8.2	连铸技术发展概况	171
8.3	水平连铸发展简述	174
8.3.1	国内外铜合金水平连铸线坯质量	175
8.3.2	铜合金水平连铸坯后续深加工工艺	180
8.4	水平连铸工艺	182
8.4.1	主要试验材料	182
8.4.2	主要试验设备	183
8.4.3	实验方法和测试仪器	183
8.4.4	水平连铸工艺对铸坯组织、性能的影响	184
8.4.5	水平连铸工艺对铸坯表面质量的影响	190
8.4.6	水平连铸过程分析	192
8.4.7	BZn15-24-1.5 线坯水平连铸时拉裂、 拉断原因分析	195
8.4.8	水平连铸坯柱晶形成机理	196
8.4.9	化学细化剂对水平连铸坯组织和性能的影响	198
8.4.10	电磁搅拌对水平连铸坯组织和性能的影响	199
8.5	铸坯的均匀化退火	200
8.6	高镍铅锌白铜 BZn15-24-1.5 的冷加工	204
8.6.1	冷拉拔	204
8.6.2	冷拉拔后退火	204

8.6.3	均匀化退火后冷拉拔	204
8.6.4	冷拉拔后低温退火	205
8.6.5	冷拉拔后分段退火	206
8.6.6	冷轧	208
8.7	高镍铅锌白铜 BZn15-24-1.5 的力学性能	208
8.8	高镍铅锌白铜 BZn15-24-1.5 的切削性能	210
8.9	高镍铅锌白铜 BZn15-24-1.5 的型材加工 工艺	211
8.10	生产实践	212
8.11	小结	213

9 锌白铜眼镜型材和加工工艺

9.1	概述	215
9.2	水平连铸工艺参数计算	215
9.2.1	流量计算	217
9.2.2	压力计算	218
9.2.3	流速计算	218
9.3	拉伸、轧制生产原理及参数选择	219
9.3.1	拉伸生产原理及参数选择原则	219
9.3.2	轧制生产原理及参数选择原则	221
9.4	工艺流程	222
9.4.1	主要设备选型及配置	223
9.4.2	水平连铸设备及平面布置	224
9.4.3	精密异型轧机及布置	224
9.4.4	材料性能检验的方法、内容及设备	225
9.4.5	水平连铸试验	226
9.4.6	线坯的拉伸与轧制	231
9.4.7	产品质量检验	240

9.4.8	水平连铸试验总结	241
9.4.9	拉伸和轧制试验总结	242
9.5	小结	242

10 钛眼镜型材和加工工艺

10.1	概述	244
10.2	钛及钛合金简介	244
10.2.1	钛及钛合金的发展历史	244
10.2.2	钛及钛合金的分类	247
10.2.3	钛及钛合金的制造方法	247
10.2.4	国外钛合金及钛材加工状况	249
10.2.5	中国钛工业发展状况	250
10.3	生产工艺流程	254
10.4	钛眼镜型材加工工艺	255
10.4.1	试验主要设备	255
10.4.2	原料选择	257
10.4.3	辊拉模及压力模的设计和制作	258
10.4.4	润滑剂的选择	260
10.4.5	清洗、碱洗、酸洗工艺条件	262
10.4.6	热处理工艺条件	263
10.4.7	焊接工艺	265
10.4.8	产品的表面处理	267
10.4.9	产品的矫直	268
10.4.10	各工序型材质量检验	269
10.5	试验结果和讨论	269
10.5.1	钛槽形丝产品	269
10.5.2	α 型钛铰链产品	270
10.5.3	电焊丝产品	272

10.5.4 主要工序讨论	275
10.6 小结	284

11 β 钛合金眼镜型材研制和加工工艺

11.1 概述	286
11.2 β 型钛合金的基本特性	287
11.3 新型 β 钛合金的成分设计和制备工艺条件	289
11.3.1 合金元素的作用及成分设计	289
11.3.2 合金制备工艺条件	291
11.3.3 β 钛合金的金相组织	296
11.3.4 β 钛合金断口分析	297
11.4 β 钛合金眼镜型材加工工艺	301
11.5 小结	305

12 其他金属眼镜型材和加工工艺

12.1 青铜眼镜型材和加工	306
12.1.1 青铜材料概述	306
12.1.2 眼镜用青铜材料选择	306
12.1.3 青铜眼镜型材加工	308
12.2 蒙乃尔 (镍铜合金) 眼镜型材和加工	308
12.2.1 蒙乃尔 (镍铜合金) 概述	308
12.2.2 蒙乃尔材料选择	309
12.2.3 蒙乃尔眼镜型材加工	311
12.3 不锈钢眼镜型材和加工	312
12.3.1 不锈钢概述	312
12.3.2 眼镜用不锈钢材料选择	317
12.3.3 不锈钢眼镜型材加工	318

12.4 记忆合金眼镜型材和加工.....	320
12.4.1 记忆合金概述.....	320
12.4.2 眼镜用形状记忆合金材料选择.....	325
12.4.3 形状记忆合金眼镜型材加工.....	325

附 录

附录1 部分黄铜眼镜型材产品形状图	327
附录2 部分低镍铅锌白铜眼镜型材产品形状图	330
附录3 部分锌白铜眼镜型材产品形状图	337
附录4 其他金属眼镜型材产品形状图	339
参考文献.....	373

1 概 论

1.1 眼镜的性质和作用

“黑夜给了我黑色的眼睛，我却用它寻找光明”。眼睛是心灵的窗口，关于赞美眼睛的词汇不胜枚举。我们都期盼有一双明亮、敏锐而正常的眼睛，但由于种种原因，我们的视力不好了，或为了矫正视力，或为了保护眼睛，或为了体现时尚，或为了突显个性，于是，眼镜诞生了。

眼镜由镜片、镜架组成。镜片、镜架的形状及材质等的变化，是随着时代的变迁和新材料、新工艺的发明、发现而变化的。

眼镜，具有鲜明的时代特征和时代艺术品象征，在一定程度上讲，眼镜的发展历史，反映了人类的文明史和科学技术的进步史。

从镜片的功能看，它能改变眼睛的屈光度、调节进入眼睛的光量，起到矫正视力、保护眼睛和临床治疗眼病的作用。而眼镜架的功能，除了为眼镜片配套，构成眼镜，供人们配戴外，它还具有美容性、装饰性。

现代流行时尚者认为，配戴眼镜，应与现代人的面部化妆及服饰和谐、统一，因此，眼镜的性质和作用，可以概括为“矫正视力，保护眼睛，体现时尚”。

1.2 国外眼镜历史

国外眼镜起源于何时，发明于何地，现在，要想找到很确切

的记载已经很困难了，但可以肯定的是，在古希腊、古罗马和古代阿拉伯处于鼎盛时期的时候，尚未发明眼镜，这是因为在当时，一些非常著名的政治家、思想家、哲学家、艺术家、科学家、历史学家等，当他们年纪大了，眼睛花了，看不清文牍、书籍的时候，是由奴隶念给他们听的。

眼镜历史悠久到多远？据说眼镜是古罗马人发明的。在古罗马作家普林尼的著作中，曾经描写过这样的故事：公元1世纪前后，古罗马暴君尼禄非常喜欢看体育表演，但他每次观看时，由于视力不好而非常苦恼。有一个工匠得知此事后，用绿宝石做了一只像现在钟表匠修钟表时用的单眼镜献给尼禄，尼禄戴上后，感到很满意，再也不用担心看不清精彩的体育表演了。从某种角度上讲，可以说这是最原始的眼镜了。

也有人考证说，眼镜起源于印度，元朝时由蒙古传入中国，稍后，在15世纪时，西班牙传教士弗朗西斯·克萨维耶把眼镜传到了日本。

在欧洲，眼镜的出现有记载可供查考，从1300年开始，眼镜出现在意大利的威尼斯。普遍认为，真正的眼镜发明者是一个名叫萨尔沃德格里阿买提的佛罗伦萨人，他死于约1317年。14世纪的上半叶，在意大利的许多地方已经出现了眼镜制造厂，可见当时眼镜已被广泛使用。1317年，威尼斯这个当时的眼镜制造中心，还对眼镜的制造和销售作出了具体规定，如规定镜片必须用天然水晶做成，禁止用普通玻璃等。

当时的眼镜，是用水晶石或玻璃作镜片，镶嵌在金属、木质、角质和骨质框架中，两块镜框是由一个固定的卡钳式镜桥将其卡在鼻梁上，这种眼镜戴在鼻梁上常常摇摇晃晃，很不稳定。17世纪，有人在眼镜框的边缘钻上小孔，用细绳从中穿过，然后将它套在脑后或系在耳朵上，这才使眼镜牢固地固定在鼻梁上，而古代日本，其眼镜上有一个向下的支架，从而更增加了它的稳固性，从此，眼镜的形状和制作基本上固定了下来，眼镜成为了人们日常生活中不可或缺的必需品。

古罗马时代，如果人们发觉自己看不清泥板上的文字，唯一的办法是透过一个盛满水的水晶碗来观看。诺尔曼人会说：“视力模糊的人应该少吃肉，在饭前梳一下头，再喝一杯叫‘苦艾’的水，这样可以改善视力”。但是，如果有人想要为患近视或远视的帝王配戴眼镜，那他非得冒被烧死的危险，因为大家认为他在施行“巫术”。后来，一位英国人通过对光学的研究，发现透过水晶或玻璃球的切面看物体，这物体会被放大，这样，人们才逐渐改变了对眼镜的看法。

在意大利文艺复兴时期，画家在教会重要人物的画像上，开始给他们配上眼镜表示敬重，但随着时间的推移，渐渐的，画像上圣经里的先知们、会飞的小天使也多在鼻梁上架起了眼镜，敬重就成了荒唐，虽然，人们想像中的东西可以逐渐被模仿的东西取代，但戴眼镜始终是当时欧洲上流社会“羞答答的玫瑰”，变成了绅士淑女心中的情结。他们喜欢把单镜片用丝带挂在脖子上，或藏在手杖、扇子里，随时能一饱眼福，更有些人甚至用小型潜望镜在屋角窥视别人。

第一副眼镜是双凸镜片的，用来矫正近视，这应该是最早的近视眼镜了。英国人培根在巴黎监狱里写了一本书，书中讲到 he 送给教皇一块凸透镜，可以帮助教皇看清细微的事物，这种凸透镜在当时是十分稀罕和珍贵的礼物了。

15 世纪，随着印刷术的发明，眼镜的需求增多了，除了威尼斯，德国的纽伦堡、雷根斯堡和奥斯堡都出现了眼镜制造业，不过当时的眼镜还是贵重的奢侈品，一些王公贵族，都把眼镜作为重要遗产，立下遗嘱，指定留给某人继承。在法国国王查理五世的遗嘱中，就提到了他的眼镜。

在 15 世纪中叶的记载中，有了凹面近视镜。拉斐尔名画中的教皇拉夫十世像，就戴着这种眼镜，这幅画现在还保存在佛罗伦萨的皮蒂宫中。

16 世纪，德国开始制造有镜桥联结的眼镜，后来又相继出现了夹鼻眼镜和带镜脚挂在耳朵上的眼镜。第一副带镜脚的眼镜

是16世纪末，由埃尔·格雷科制成的。

双焦点的透镜是富兰克林发明的，他在一封致友人的信中提到，他老是要换两副眼镜，很不方便，因此他设计了一副双焦点的眼镜。

眼镜可以矫正近视、远视、散光等视力缺陷，可是要配好一副光度适中的眼镜，得靠光学研究的成果。据说乾隆皇帝曾有一副西洋人进贡的老花镜，想必西洋人是要让中国皇帝领教一下西洋眼镜的妙处，可是乾隆皇帝戴上后却说“不过如此”，看来，大概是光度不适合的缘故吧！

18世纪，巴黎上流社会的花花公子们，别出心裁，竟制造了一种“剪刀眼镜”，这种用吊链系住的眼镜竟成了他们的形象标志。

在19世纪这一时期，除了欧洲贵族们仍然独自钟情于单镜片眼镜外，带架子的眼镜发明了，同时，远距离视力测验表已由创始人屈勒和斯内伦编制出来。19世纪40年代，眼镜终于盛行一时。1872年，已开始使用屈光透镜来表明镜片的度数了。

据认为，致使人们对眼镜这种东西有了彻底的新看法的原因，是因为当时名噪一时的影星玛丽莲·梦露下嫁给作家米勒（Miller）——一个戴眼镜的男人。实情如何已无从考证，但米勒确实是个戴黑框眼镜的男人。好莱坞的影响力非同一般，在每个时期都能找到它带动时尚潮流的痕迹。眼镜的流行也是一样，这一时期的镜框，一改传统的规规矩矩而呈现多姿多彩，花形、音符形、猫眼形、手枪形等形状层出不穷，当然，这只是好莱坞式的前卫，更多的消费者在有机会欣赏眼镜前卫造型的同时，也在改变着自己的观念，原来眼镜不仅实用，还可以用来装饰美丽。

20世纪50~60年代初，充满动感、青春活力的年轻人，喜欢戴的是新潮的塑料黑粗框眼镜，只有古板的教师和慈祥的老人才会悠然自得地戴上金属框眼镜，而到20世纪60年代中期，情况大变，年纪大的人希望自己重塑青春，戴起了塑料黑框眼镜，

而年轻人则为寻找斯文，捧起了祖父辈们的尤物——金属框眼镜，用来或多或少地掩盖自己变化多端的性格。这时，人们把个性注入到潮流中，刻意地装扮和肆意地嘲讽成为时尚。在大学校园里，一些书的封面上，弗洛伊德、甘地等名人的画像竟然也戴上了古老的眼镜，博物馆里深锁的旧式古董眼镜也顺理成章地无数次对公众开放。

自此，眼镜的款式不断增加，金丝的、银丝的、龟背色的镜框等继续保持其经典地位，直至今日。再往后，隐形眼镜的发明，在眼镜历史的发展中，更有着划时代的意义。

总之，眼镜框的历史仍在不紧不慢地变化着，相比较于时装的变化，人们对自己脸部饰品的变化，态度更加慎重，因此，眼镜设计发展到今天，仍然遵循着四平八稳的原则，无论潮流如何变幻，其设计依然故我。

1.3 中国眼镜历史

眼镜这小玩意，可以说居家离不得，尤其是对有眼疾的人更是如此。读书人戴近视眼镜、散光眼镜，是为了矫正已损坏的视力，更好地学习、工作和生活；不大读书的人戴平光眼镜，譬如太阳镜什么的，除了遮阳挡风沙的好处之外，戴上眼镜，就像戴上了“文明片”的书生一样，透出几分雅气来；还有追求时尚的年轻人，戴上一副时髦或者价格昂贵的眼镜，可以增加几分的自信和对美好未来的向往！

眼镜在中国出现于何时？据传说，中国很早就已经有人戴水晶镜片，用来治疗眼炎和遮蔽阳光了，只是考古工作者还没有从国内的历史文献中查到可资证明的材料。

眼镜在我国，有着悠久的历史，中外史籍中都记载了眼镜最早起源于中国。眼镜是我国古老文化、医疗、技艺的遗产，它的发展变迁经历了几千年的历史。

有史可查，眼镜是从中国传到外国的，具体时间是在 13 世

纪末。在西方国家，最早出现眼镜的时间正好是在 13 世纪末，当时的意大利人马可·波罗 (Marco Polo)，曾旅居中国 17 年，为元朝宫廷办过事，他跑遍了中国各地，当时，他见到元朝宫廷里有人戴眼镜，对此很感兴趣，在他回国时就把眼镜传到了西方，所以在西方最早制造眼镜的地方，是马可波罗的故乡威尼斯。另外，在马可波罗的游记中，也有老年人戴眼镜阅读小说及小字的记载。

最原始的眼镜起源于透镜（放大镜），它的制造、应用与光学透镜的出现有密切的关系。相传，最初发现眼镜能使物体成像放大的光学折射原理是在日常生活中偶然察觉的，当时，有人看到一滴松香树脂结晶体上恰巧有只蚊子被夹在其中，通过松香晶体球，看到这只蚊子体形特大，由此启发了人们对光学折射原理作用的认识，进而利用天然水晶琢磨成凸透镜，用来放大微小物体，以便解决人们视力上的问题，这是我国眼镜的雏形时期。

据《世界之最》介绍：早在公元前 2283 年，中国的皇帝就通过透镜来观察星星了。

经初步考证，有关透镜和眼镜的历史，我国早在战国时期（2300 年前），墨子 15 卷中，记载了很多墨子对光对平面镜、凸面镜、凹面镜的论述。公元前，我国古人就通过透镜取火了。东汉初年，张衡发现月亮的盈亏及月、日食的初步原因，也是借助于透镜的。

中国最古老的眼镜，是水晶或透明矿物质制作的圆形单片镜（即现在的放大镜），在宋代时就有人用水晶镜掩目来提高视力了，传说明代大文人祝枝山就曾用过这样眼镜。这种借助于外部设施来帮助人类改善视力的工具，从我国明代开始，直到现在，一直称其为“眼镜”。

13 世纪，我国的元代，已能根据不同的水晶折射率，做成各类眼镜，帮助解决视力不良的问题，但当时戴眼镜的人并不多。明代宣德年间（公元 1416~1435 年），开始有了“单照”镜（近似现在的放大镜），鉴于当时的加工技术只能制作老花镜，并