

金属卤化物灯 国外资料选编

(上)

全国灯泡工业科技情报站
一九八八年四月

JN923.3.47

金属卤化物灯国外资料选编

(上册)

目 录

1983年—1987年国外金属卤化物灯发展综述-----	1
用于彩色电影和彩色摄影的奥斯兰公司新型金属 卤化物灯-----	14
HMI型金属卤化物灯的工作特性-----	28
对钪—钠金属卤化物灯光效的研究-----	40
Sc—Na金属卤化物灯内的化学反应现象-----	50
可做汽车前灯的金属卤化物灯-----	62
电弧管内充放射性物质的高压金属卤化物灯-----	66
碘化钨放电灯的光效和显色性-----	69
低色温的小功率金属卤化物灯-----	75
小功率金属卤化物灯电极的研制-----	98

表1、电极直径不同时，引起启动电压和灯工作电压比值的变化关系

电极直径 (mm)	0.35	0.40	0.45
$\frac{V_{LS}}{V_L}$	1.45	1.60	1.72

注： V_{LS} ：启动电压； V_L ：灯工作电压

表2列出了螺旋电极与尖端电极不同时，相对应的 V_{LS}/V_L 的数值。

表2、螺旋电极和尖端电极的灯的 $\frac{V_{LS}}{V_L}$ 比值

电极结构	螺旋电极	尖端电极	
电极直径	$\phi 0.4 \text{ mm}$	$\phi 0.4 \text{ mm}$	$\phi 0.5 \text{ mm}$
V_{LS}/V_L	1.60	1.69	1.79

从表2可见，尖端电极结构的灯的 V_{LS}/V_L 值比较大，这是因为尖端电极较长，具有较大的热传导的结果。尖端电极结构的灯的触发失效率要占20%。

此外，关于电极寿命和灯寿命在上述第4点阐述可见，若在不变化触发方式的前提下，我们在电极杆上易于被腐蚀的位置上加一个保护螺旋套，局部地增加电极该位置的厚度（见图6所示），就可抗击电极被侵蚀的状况，使电极和灯的实际使用寿命得到延长。

进一步分析图6中螺旋电极的结构，我们可发现：从螺旋头起到达电极杆端的距离总长为7.5毫米，螺旋部份的内径为1.15—0.1毫米，螺旋间距为0.3毫米。所加的保护螺旋套呈锥形，

比较轻，可紧固在支座上，它的作用主要是防护电极该位置不受钨~卤素反应冲击而过快地被腐蚀。电极上的保护螺旋套最下面的两圈，在封接电极时，由熔融石英玻璃夹封固定。电极是由含钍0.7%的钍钨材料制成。

如果放电管的外形更接近于球形的话，电极端与放电管端部的距离小一些为好，但又不能太小，以免使电极尖端因功率过载而过快地损坏。

表3列出了一种小功率金属卤化物灯的典型技术参数。

表3、HQI-TS 70W/WDL 金属卤化物灯的有关技术参数

名 称	数 值
电弧功率	111 W / Cm
电弧长	0.7 Cm
放电腔长	1.4 Cm
放电管内径	0.9 Cm
放电腔容积	0.7 Cm ³
管壁功率负载	18 W / Cm ²
汞 (Hg) 充入量	约15.0 mg

螺旋电极减缓损坏是由于夹点加长了电极长度，使得温度不能升得过高。同时，为了不让电极后端造成热损耗，在放电管的椭圆球两端侧都涂敷上氧化锆 (ZrO_2) 反射膜。

综上所述，在以已知标准灯为参考条件下，电极的研制对整个灯的性能来说，具有相当重要的意义。

(张成义 陈大华译目《奥斯拉科技论文集》)

第12卷)

小功率金属卤化物灯的一种新加工方法

在考虑任何一种加工方法的可行性时最重要的一点是它如实体现设计要求的能力。对于金属卤化物灯来讲,灯设计和加工方法是密切相关的,在设计小功率灯时这一点尤为重要。表1对两种金属卤化物灯进行了比较(一种是250瓦,另一种是30瓦),由表中列举的数据可以更好地理解这一事实。例如,放电管电压是一项重要的设计参数,它的变化必须严格控制在5%以内才能产生较高的光效,并保持稳定的功率。

表1.

	旧工艺 250瓦	新设计 30瓦
电弧负载	68.5瓦/厘米	100瓦/厘米
电弧长度(L)	3.7厘米	0.3 ± 0.1 厘米
电弧腔长(X)	4.6厘米	0.6 ± 0.1 厘米
直径(D)	1.5厘米	0.6 ± 0.1 厘米
L/D	2.4	0.5
X/L	3.0	1.0
装配指数(F)	0.20	0.5
外辐射面积	22.0厘米 ²	1.4厘米 ²
体积	6.8厘米 ³	0.11 ± 0.0003 厘米 ³
管壁负载	11.4瓦/厘米 ²	21瓦/厘米 ²
光效	82流/瓦	85流/瓦
光通量	20,000流(明)	2,550流(明)
汞量	31毫克	4.3 ± 0.4 毫克

单位体积内汞密度	4.6毫克/厘米 ³	39.1毫克/厘米 ³
(汞的毫克数) ² /直径	4.7毫克 ² /厘米 ³	3.42毫克 ² /厘米 ³

表 2.

各种卤化物的加热处理对电弧管的污染效应,是通过测量预热期间最小电压值、镇流器启动时所需最低电压值以及氢化汞谱线与汞谱线强度之比计算出来的。表2中除5之外的每一种情况,在电极封入灯泡前均被加热。

卤化物的处理	电极	最小电压(伏)	启动时所需镇流器电压(伏)	氢化汞/汞
1. 不加热	加热	30.9 27.5	140 127	52/110 —
2. 正常加热和冷却	加热	19.2 19.0	92 95	40/185 —
3. 正常加热和冷却	加热	20.6 19.8	105 92	155/200 —
4. 缓慢加热	加热	18.1 18.1	85 92	0/35 —
5. 缓慢加热	不加热	19.7 19.5	103 98	0/45 —

这两种灯(分别为250瓦和30瓦)的电弧电压大致与电弧间隙和汞密度(单位体积内的含汞量)之积成正比。体积误差是直线尺寸误差的三倍,因此,假定公差分布是均匀的,那么含汞量、电弧间隙和玻壳的直线尺寸各项的最大允许差都必须限制在1%左右。250瓦灯的电弧间隙应控制在大约0.4毫米以内。依此类~108~

推, 250瓦灯的汞含量应控制在0.3毫克左右, 而30瓦灯应为40微克。

该公差要求同样适用于卤化物的填充剂量。但是, 由于杂质气体的有害影响与气体密度成正比, 30瓦灯对于杂质气体含量的敏感程度是250瓦灯的6倍。譬如, 卤化物中残存的水在预热放电时会在灯内产生碘化汞, 从而影响灯的断电电阻。

为了满足这些比较严格的设计要求, 我们发明了一种新的电弧管生产工艺。

图1说明使用新工艺生产电弧管的步骤:

1. 激光切割石英管: 用激光束切割厚壁石英管(1.4×3.2毫米), 切割方向与管轴大约成60°夹角。这种切割方法在管子的一端形成一个尖儿, 而另一端成为漏斗状。这个尖儿使管子卡在小型玻璃管转床的卡盘上很方便。漏斗状端孔有助于灯内零件的安装。

在氢氟酸中进行激光切割会使一些石英蒸发于管子内表面上。这是重要的一步, 因为当零件穿过漏斗状端部装入灯内时, 残余蒸汽就会吸附于零件表面上。清除这些蒸发物质可减轻硅污染, 同时也可减少其它被硅沉积物吸收或与之结合的一些污染物, 例如水、氧、氮和硅。

2. 填料和矫直: 将石英管卡在转床的卡头上, 并用弹性机器手靠住卡头未卡的另一端, 加热紧靠卡头的一段狭窄部位进行矫直。

从这一步开始, 接下来用高压高纯氩气冲洗石英管。流动的氩气带走在加热石英管外部时产生的任何挥发性杂质。这步“连续冲洗”在其后电弧管的加工过程中有独特的贡献, 它与传统的金属卤化物放电管加工中典型的“排气/充气/排气”方法完全不同。这

项研究值得注意的部分是可以确定与“冲刷加工”相联系的污染水平。

3. 应力释放：将尾架向前移动，再把管端在卡头上卡住，同时将接近卡头处很狭的一段加热以释放卡头夹紧时所产生的任何应力。这样做是为了避免封接时石英管发生扭曲，使电极偏离电弧管轴心。

4. 聚集：为了使玻壳壁厚度合适，要增加石英管上加工玻壳部位的石英含量。为此，在加热石英管时要微微向前移动尾架以便使石英向中间“聚集”，这一步要反复进行直至能得到均匀的壁厚。

5. 模压：将待加工玻壳的部位加热使之软化，然后将模具套在管子四周并向石英管内吹气使之贴紧模具。这一加工方法可严格控制玻壳尺寸。例如用这种方法加工的玻壳直径误差一般低于0.25%。

6. 加热清洗：用模具成形后，加热石英管（包括靠近玻泡的颈区），以清除水分和其它杂质，同时用高纯氩气冲洗石英管。氩气中的水份和氧气含量一般控制在百分之几。

7. 添加卤化物：如图2所示，卤化物是以丸状借助填充器加入玻壳内的。输送管的顶端穿过尾架插入玻壳内。全部填充过程都在氩气中进行。对这一加工方法的研究表明，在卤化物充入灯内后，这种方法有助于对它的加热，使灯内卤化物充分受热达到刚好熔化的程度。这一方法可使碘化氢释放出来，并使一部分水汽与碘化钨发生反应。

（见图1中的8—14）

8. 充汞：图3所示的注汞器，能按所需精确度加注少量汞。该注汞器为一块孔径约为0.015英寸到0.050英寸的不锈钢

~110~

钢剂量控制板。它是可以转动的，在从填汞的位置转到汞球可从孔里吹出的位置时，汞球就会通过聚四氟乙烯塑料管进入玻壳内。该注汞器一次加工的剂量约为3毫克，误差小于0.5%（即每4.3毫克的剂量误差不足15微克）。在充汞前，必须把玻壳冷却到室温以避免汞的蒸发。

9—10 安装第一电极和第二电极：电极由电极尖、薄钼箔和外导线组成。两电极都被固定在管中一定位置上，方法是将作为弹簧的箔片的边缘弯到使电极处于管轴位置上（参看图4）。电极的尖端在与箔片焊接之前要用液态氢于 1850°C 下进行烧氢以清除含碳杂质，然后用干氢在 1100°C 下烧氢。电极装好后，在使用前要用干氢在 850°C 条件下进行烧氢。在灯加工过程中，对电极还要进一步进行加热处理。安装电极时要将电极先装入带槽的不锈钢管内再装入电弧管中，这样可使箔片的弯曲边缘顺利通过槽形开口。将不锈钢管穿过管端支架插入石英管内适当的位置。距离较远的电极要先装好外导线，然后插入较远的玻壳狭颈处。较近的电极应按反方向放置，放于较近的颈处。在将电极装入不锈钢管内后未插入石英管之前，电极和不锈钢管尖端均要用小电炉加热，同时用流动的氢、氩混合气体清洗以保护电极清洁。这一处理方法能去除电极表面沾附的大部分水、氮和氧。

11. 烧尖：在封接（缩封）时，为了产生足够的压力差，将石英压扁，要将石英管端部外导线以外的部位烧尖。中断吹氢。

12—13 阳极封接与阴极封接：在烧尖以后，电弧管内气压下降到一个大气压以下（一般为100托）。将冷却水以雾汽形式喷向玻壳，以防汞受热，同时将石英电弧管两端与钼箔压封在一起。用“缩封”方法加工电弧管的一个最大优点是钼箔四周密封效

果好，而加热石英管的温度无需过高。如果在玻壳内外存在的压差很大，则这一方法收效甚佳。石英加热时温度过高，时间过长会产生硅雾；研究表明：这种硅雾在灯工作期间会与电弧管内其它成份发生各种有害反应。

14. 除去多余的石英料：通过划刻和折断的方法可将套在外导线上的多余石英去掉。把电弧管仍旧固定在转床上，便于用小型金刚石砂轮片划刻。

(见图2、3)

上述加工方法的优点是：

1. 无烧尖：采用缩封工艺，最后无需烧尖。该方法避免了排气管烧尖温度不均匀造成管壁温度分布的不均匀。

2. 精确控制尺寸：玻壳是借固定在机器上的模具用石英管加工成形的。电极是用装在同一机器上的机器手及火焰插入和封接的。整个电弧管加工过程中，不用把电弧管卸下来。因此，玻壳尺寸的精度与机器的装配精度一致，只有0.5%左右。最难控制的尺寸是内玻壳长度。在灯密封之后，由于灯内外存在压差，液态石英会向玻壳内流动。因玻壳内压力与氩气的平均温度有关，所以严格控制玻壳的冷却对保证玻壳的公差是非常重要的。

3. 杂质气体的控制：在加工普通灯时，排气过程中抽出的杂质气体是通过与填充气体所经过的同一管道排出的。这样在反复排气次数多了以后就会使灯在充气时重新受到污染。采用冲洗工艺，杂质气体被冲洗气体带出。

4. 简单：由于在同一转床上综合各项加工，省去了从一台机器到另一台机器的所有装卸与输送。

分析方法及其应用——

1. 尺寸：用录象计算机系统测量玻壳的外部尺寸，可给测量工作带来许多便利，该系统利用一个“外形监视器”在机床上的玻壳转动一周时进行反复观察。检查灯泡直径时要在其全长的各个部位进行。也可以通过电视图像来检查电极的安装质量，但要注意校正石英管壁引起光折射造成的误差。用X射线测量灯内尺寸精度更为可靠。在照X射线前，让汞和卤化物在整个灯内充分扩散，可以清楚地观察到玻壳内表面的情况。把用钻石锯穿过孔的灯泡浸入相同的指示液中就能检查灯泡内外尺寸。这些方法使灯泡尺寸的一致性高于所要求的1%。

2. 封接的牢性：有人担心在封接部位箔片弯曲会产生残余应力。我们通过一项应力分析证明，如果弯曲半径大于0.2毫米，那么由于弯边所造成的压力就不会超过石英的强度，从而可以避免封接处炸裂。燃点试验证实，这些缩封之处的强度实际上比类似尺寸压封处的强度还高（缩封处压强为104,000托，压封处为70,000托）

3. 确定电弧管内污染物及其来源的方法

(1) 预热期间的最小电压：在灯工作的最初几秒钟内，电弧管的电压稍稍下降，达到最低值后又回升到稳定值。据认为，这个最低电压的回升是因为灯内存在氢气所致。图5说明了在金属卤化物灯内氢的填充量与最小电压间的关系。测量电压最小值是为了确定卤化物存放于填充器所允许的最长时间界限，以及为了用来确定电极热处理的程序。

(2) 再启动电压：一旦水份被卤化物吸收，就会在成品灯内出现碘化汞。这又引起灯预热时再启动电压升高。这个影响的大小与电弧管的电流有关（图6），并且与其它设计参数（如电极设计及灯

泡形状)有关。这一技术对揭示主要污染问题(如在开发本加工工艺的“实验”阶段遇到的污染问题)方面很有帮助。

(见图5和图6)

(3) 质谱仪: 对使用过的和没用过的灯的气相质谱分析表明, 其污染水平与用传统压封工艺的相似。新灯氢含量一般较低, 但是灯在通宵工作16小时或将整个电弧管在 1100°C 不含氢的高纯氮气中加热处理后, 灯内的氢就会消失。我们用质谱仪分析整个电弧管内的气体时还观察到, 用上述干湿氢烘烤电极顶端后, 灯内的 CO 和 CO_2 含量有所减少。

(4) 光谱研究: 如果有几毫安的电流从一只电弧管通过, 使之发出辉光, 我们就可以了解管内所含气体的许多情况。通过以340毫微米为中心的宽紫外谱带的发光可以观察到氢的存在。在有汞存在时, 另一种探测氢的方法是观察氢化汞谱线。一个简便的方法是将401.7毫微米 HgH 谱线与附近的404.6毫微米汞谱线相比较。当含氢水平很低时(如经通宵燃点之后)氢信号就会因放电产生的净化现象而迅速改变。因为氢会影响到辉光电压, 同时观察 HgH 谱线与辉光电压以及它们的变化是一个简便的方法。图7表明通燃点后的金属卤化物灯使大部分氢气从石英壁渗透出去, 而管内氢迅速净化, 辉光电压降低。 HgH 谱线强度逐渐增大到最大值可能是由于在最后放电净比氢之前, 因灯泡受热氢开始从某些吸附表面被赶出来造成的。在这一净化之后, 灯在额定功率下工作几分钟之后可再度释放出氢来。金属卤化物灯的这一特性与仅含汞的灯相反, 仅含汞的灯在额定功率下工作五分钟就足以完全彻底地清除氢化汞谱线。仅仅正常工作几分钟, 辉光电压也达到很低的值(125伏)。在这一点上, 汞灯与金属卤化物灯的性能完全不同, 其原因

~114~

与卤化物在放电中的作用分不开。

在辉光放电时，灯所发出的HgH光谱可用来帮助我们研究卤化物的热处理效果。辉光电压可用输入交流电转变为标准直流电的测试电路（图8）来测量。这个电路是从辉光放电转变为弧光放电必备的。表2中比较了五种不同处理方法的结果。各种测量技术都充分表明缓慢加热最为适宜。

（见图7、图8）

对比在用这种加工方法（采用氢氧焰）生产出来的灯中氢化汞含量，与Mschimara等人报告的结果（他们用煤气火焰加工），可以发现，在工作期间HgH光谱有所增加。他们的电弧管被封闭在硬玻璃泡中，而这里报告的电弧灯是开放式燃点。这个结果说明，在他们的灯中氢可以存积在外玻璃壳内而透过石英壁又渗透回去，而在这里报告的情况下，氢都逸出去了。

在灯进行辉光放电时，观察近紫外光谱中的各种谱线可以识别出灯内是否含氮。如上所述，如果电极在烧氢之后或装入灯之前暴露在空气中的话，电极上会带有氮，图9（略）表示电极曾暴露于空气的灯的光谱。为了比较，图中给出为了清除电极表面的污物，在安装电极时将电极在氩气中加热过的灯的光谱。这些光谱都是电弧管在非额定电流工作时产生的。如果电弧管在额定电流下工作，氮就会与钨发生反应而生成稳定的氮化钨，那样在辉光光谱中就看不到氮了。

假如电极从空气中吸收了氮，则也会吸收氧。这就是为什么在电极未装入灯之前在容器内要用氢、氩混合气加热的原因。这个工序增加了消除任何吸附氧、氮可能性的同时，却引入少量的氢。这一点已被证明是个可行的折衷方案，因为氢会在最初燃点的几小时

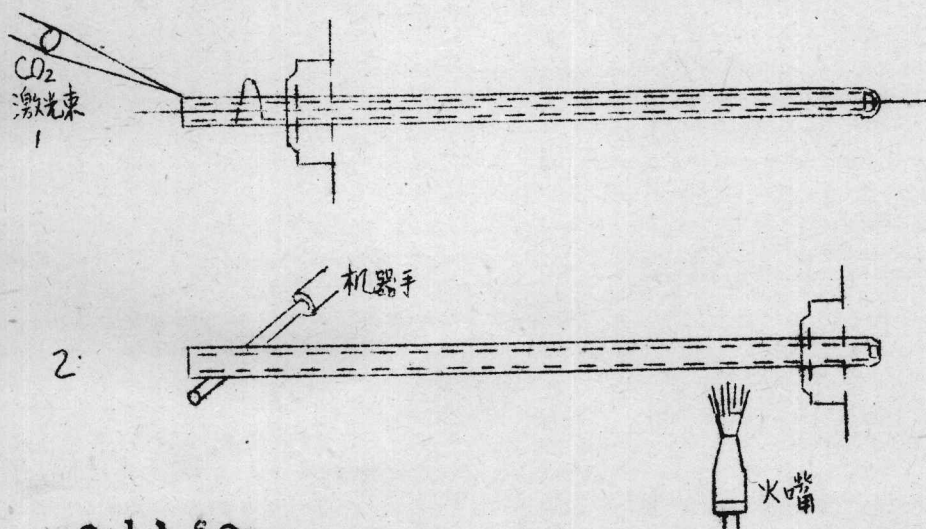
内从灯里渗透出去。

光通量和光衰情况与设计 and 加工都有关。用该工艺生产的电弧管无论是初始光通还是光衰都具有优良性能。例如该灯的光效达到每瓦85流明(100小时后),工作3000小时后光衰为80%。与其它金属卤化物灯相比,用这种方法制造的灯,颜色一致性和稳定性差别不大。

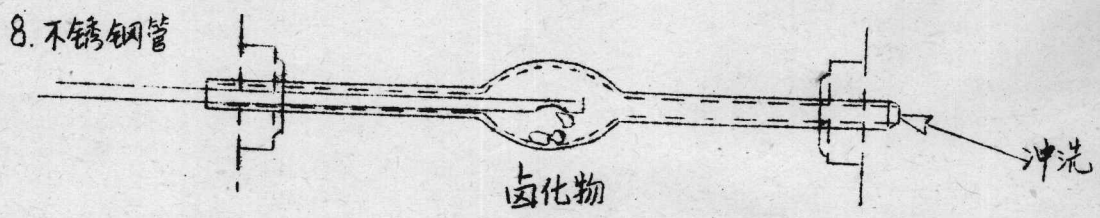
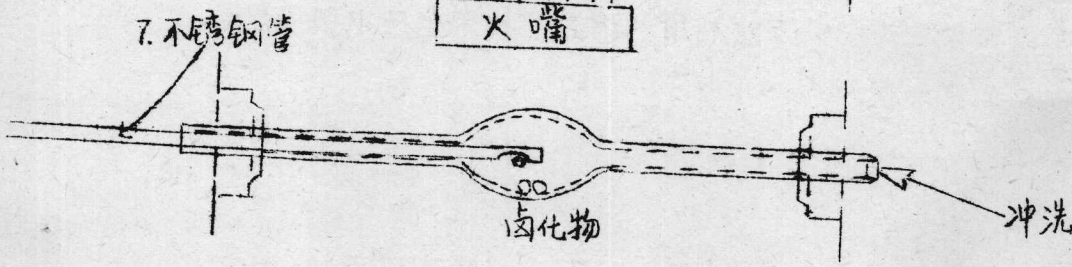
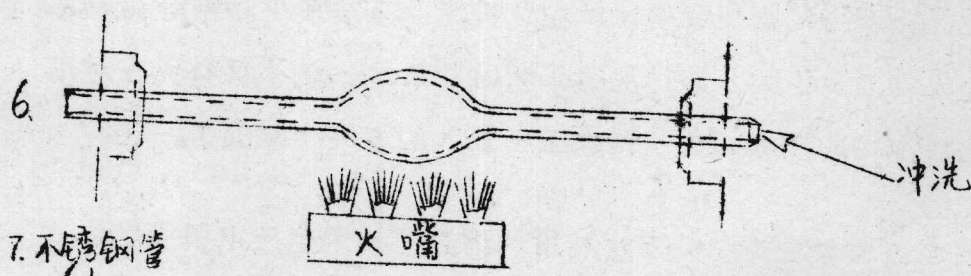
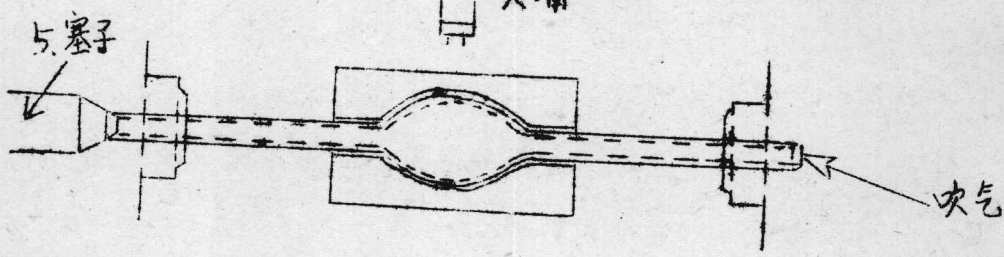
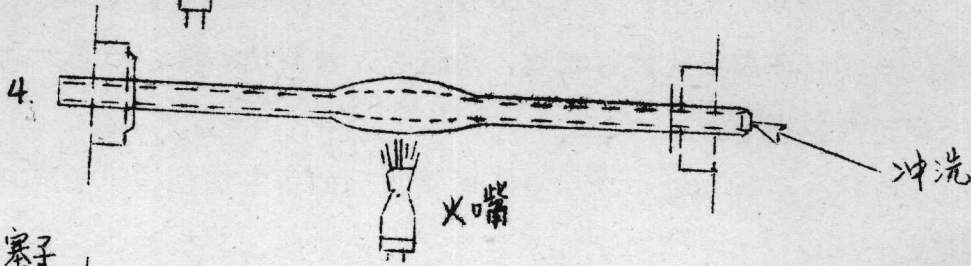
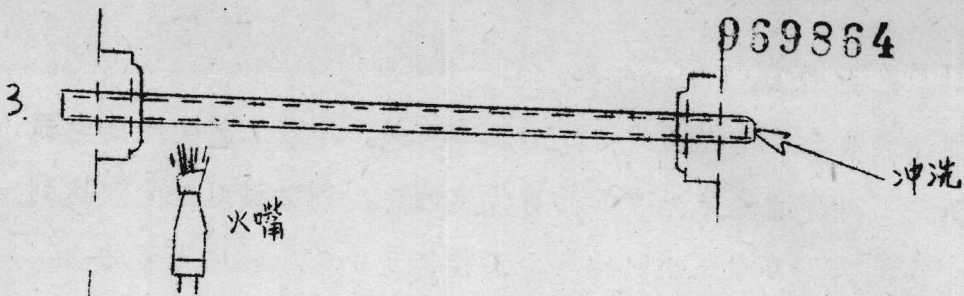
综上所述,一种制做小功率金属卤化物灯的新方法已经研制成功。与传统的加工工艺不同之处是使用了激光切割、单机加工、连续清洗、无管烧尖、模具成形玻壳和一定形状的定位金属箔片,以及低温“缩封”。此外,用此工艺生产的电弧管如实体现了性能优良的小功率金属卤化物灯的设计要求。

生产金属卤化物电弧管的新型“冲洗”方法使小功率金属卤化物灯的设计人员扩大了选择现有工艺时的余地,这不仅体现在对电弧管几何形状的控制,还使得加工中带入的污染物减少了。

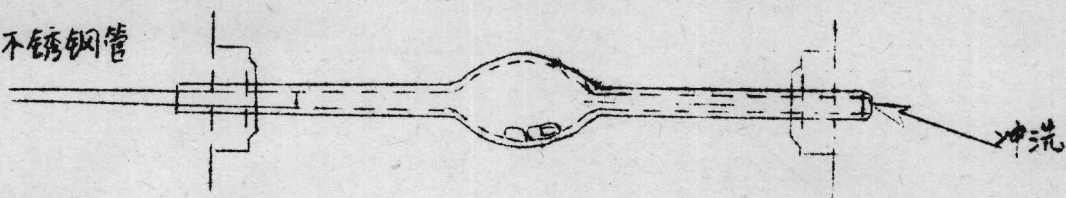
图1、通过“冲洗”方法利用“缩封”技术生产电弧管的加工步骤



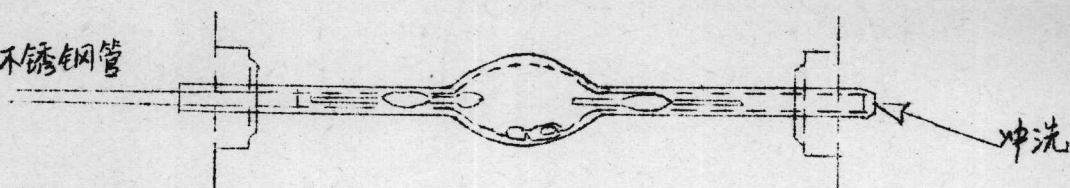
969864



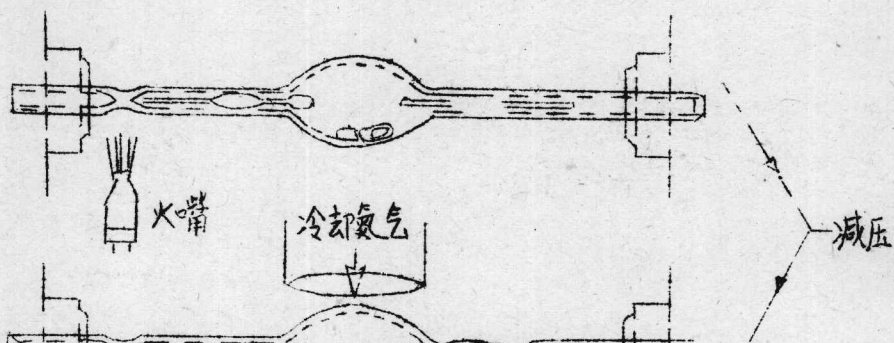
9. 不锈钢管



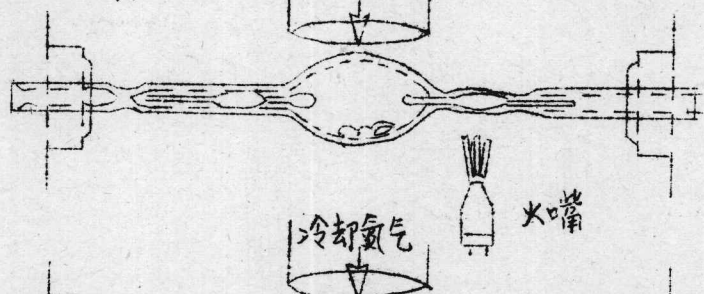
10. 不锈钢管



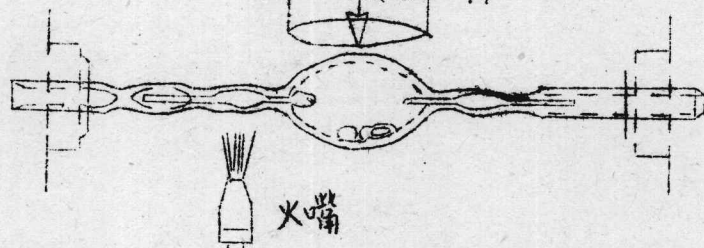
11.



12.



13.



14.



图2、金属卤化物填充器

