

高 压 钠 灯

国 内 外 资 料 选 编

(下)

全国灯泡工业科技情报站

一九八六年

前 言

高压钠灯是六十年代初研制开发的高效节能光源。二十年来，它已发展成为一个完整系列，功率从35瓦~1000瓦；显色性能也有极大改进；寿命达24000小时。应用范围日益扩大，目前已应用于道路、机场、码头、货场、车站、广场和工业企业照明。近年来，随着小功率和高显色性高压钠灯的开发，高压钠灯已引入室内照明。

我国高压钠灯的开发与应用取得了显著的成绩，但也确实存在不少亟待解决的问题。为此我们编辑了这本“高压钠灯国内外资料选编”，希望对该灯的制造与应用能有所帮助。

资料选编搜集了国内外近十年来有关高压钠灯的论文、专利和综述115篇，计36万字。按专题分为：回顾与发展、设计与研究、制造工艺、材料与设备和电器附件五个方面。由于我们水平有限，时间仓促，错误与不妥之处在所难免，希读者批评指正。

全国灯泡工业科技情报站资料组同志负责本选编的搜集、编辑、校对工作。此外编辑组、翻译组部分同志也参与了这项工作。

编 者

目 录

制造工艺

高压钠灯的封接.....	余耀南 (310)
高压钠灯钨帽采用金属涂层提高封接质量.....	刘传忠 (314)
陶瓷帽高压钠灯封接试验.....	徐盘祥等 (316)
高压钠灯封接玻璃制造工艺的改进.....	博山灯泡厂 (319)
特性稳定的高压钠灯.....	张延宁译 (322)
管电压稳定的高压钠灯.....	张延年译 (325)
稳定的高压钠灯.....	(328)
提高高压钠灯内管冷端温度.....	(331)
启动电压低的高压钠灯.....	余文 译 (332)
高压钠灯的封接方法.....	(334)
不用镇流器的钠灯.....	(336)
用脉冲电流点高压钠灯.....	吕忠甫译 (338)
自镇流高压钠灯.....	崔汉平译 (340)

引线内装有钇—钼合金的陶瓷高压钠灯·····	程欣 译 (342)
带金属消气剂结构的氧化铝陶瓷碱金属灯·····	程欣 译 (343)
气体放电灯的金属陶瓷密闭电极·····	程欣 译 (345)
降低高压钠灯启动电压的方法·····	芦群胜译 (346)
启动电压低的高压钠灯·····	李大林译 (348)
长寿命高压钠灯·····	张延宁译 (349)
小功率高压钠灯的改进·····	李春林译 (353)
非饱和蒸气压型高压钠灯·····	程欣 译 (355)
光色近似于白炽灯的高压钠灯·····	(356)
高压钠灯的封接·····	程欣 译 (358)
双金属片开关的高压钠灯·····	丁再忠译 (358)
高压钠灯陶瓷帽封接的新结构·····	丁再忠译 (360)
耐震的高压钠灯·····	丁再忠译 (362)
高压钠灯·····	(364)
改进光色的高压钠灯·····	(365)
使用高压汞灯镇流器的高效高压钠灯·····	李大林译 (366)
高压钠灯封接的改进·····	程欣 译 (368)
高压钠灯陶瓷管的改进·····	李大林译 (370)
高压钠灯封接工艺·····	李大林译 (371)
高压钠灯·····	程欣译 (732)
高光效和高显色性的高压钠灯·····	李春林译 (373)
提高高压钠灯的封接性能·····	李春林译 (374)
放电管内装碳的高压钠灯·····	李春林译 (375)

用于室内照明的高压钠灯.....	丁再忠译(378)
小功率高压钠灯的封接.....	李春林译(380)
防止钠损失的高压钠灯.....	李春林译(383)
高压钠灯用放电管的改进.....	李春林译(385)
有椭圆截面的高压钠灯放电管.....	程欣 译(387)
小功率高压钠灯(1).....	劲雄 译(389)
小功率高压钠灯(2).....	劲雄 译(390)
高显色性高压钠灯.....	李正 译(392)
小功率高压钠灯的改进.....	劲雄 译(397)
小功率高显色性高压钠灯.....	李大林译(399)
高压钠灯密封塞的改进.....	劲雄 译(400)
高压钠灯透明氧化铝管和铍管的封接.....	许旭东译(401)
高压钠灯的电极.....	尉保芳译(411)
高光效高压钠灯.....	许旭东译(418)
高显色性高压钠灯.....	许旭东译(422)

材料与设备

高压钠灯的玻璃封接料.....	周忠慎(426)
高压钠灯玻璃焊料耐蚀性能研究.....	秦景祥等(435)
高压钠灯封接用铍表面硅处理技术.....	忻崧义等(447)
高压钠灯用高纯钠制备.....	洪顺章等(455)
高压钠灯用玻璃焊料及封接工艺.....	刘建华 (461)

高压钠灯氧化铝陶瓷管封接装置.....	(470)
高压钠灯用新型电弧管.....	(471)
高压钠灯的玻璃焊料.....	李大林译(473)
耐热封接材料.....	程欣译(474)
高压钠灯用电子粉的改进.....	李春林译(477)
近年来光源材料的进展 —— 高压钠灯用透光性 多晶氧化铝.....	倪惠根译(480)
如何回收高压钠灯陶瓷内管.....	李大林译(491)

电 器 附 件

新型高压钠灯灯具和它的应用.....	王世忠(493)
高压钠灯电子触发器.....	王大友等(502)
高压钠灯电子启动电路中的新器件.....	徐献甫(515)
高压钠灯的固定辉光启动元件.....	丁再忠译(527)
带电子启动器的高压钠灯.....	丁再忠译(529)
高压钠灯镇流器和启动器的一体化.....	丁再忠译(531)
高压钠灯的供电装置.....	丁再忠译(536)
高压钠灯触发器.....	王大友译(537)

高压钠灯的封接

余耀南

高压钠灯于六十年代在美国出现后,这种新颖的光源立即得到迅速的发展。目前

400瓦高压钠灯的平均寿命已从初期的6000小时提高到24000小时,光效由100流明/瓦左右提高到125流明/瓦。而且品种规格已成系列,灯的最低功率可做到50瓦。高压钠

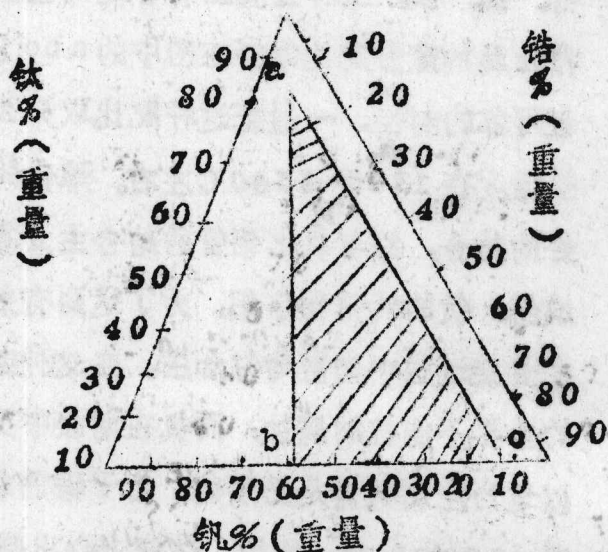


图1 钛—钽—锌三元图

灯的质量提高与电弧管端的封接有密切关系。由于高压钠灯电弧管封接的特殊性及其重要性,高压钠灯的封接始终成为高压钠灯制作中的一项主要课题。高压钠灯电弧管端封接的具体要求可归纳如下

1. 能承受4000伏左右的高压启动脉冲的闪击;
2. 封接部位必须能经受住从环境温度到800℃之间温度的剧烈变化;
3. 封接部位必须在高温高压下能抗钠腐蚀;

4、能承受因各部件热膨胀系数不完全一致而产生的热应力。

为了在高温高压下能抗钠蒸气腐蚀，并与氧化铝管的膨胀系数相匹配，目前均采用钨帽或氧化铝陶瓷塞为管端的封接部件。

在封接焊料方面也不外乎有两种。

一、活性金属焊料

早期的高压钠灯采用活性金属焊料封接。所用的活性金属是锆、钒、钛。三种金属应有合适的重量比例，如图1所示。只要三种金属的重量配比保持在图中的abc三角形中的任一位置，都能保证可靠的封接。一般把这种配比取为 $Zr:V:Ti=60:20:20$ 。封接温度在 $1300\sim 1500^{\circ}C$ 左右。熔化的活性金属很容易与钨形成良好的结合，而与氧化铝管的结合主要靠相互渗透，同时在界面处生成锆、钛的氧化物与钨。为了达到有效渗透，氧化铝管端面要平整，在封接过程中尚需均匀加压。在这种封接中生成的金属互化物 ZrV 的晶界不能抗钠腐蚀，而钒在封接中又能起到降低熔点的作用，所以适当控制钒量是必须的。由于锆的氧化物在从封接温度冷却到接近 $1100^{\circ}C$ 时有一相变，体积上会出现较大的变化，易产生裂纹。因此，要求加快封接过程，以防止产生过多的氧化物大晶粒。活性金属焊料由于具有种种缺陷，使灯的寿命不能很长，加之贵而稀少，故在国内外的高压钠灯中已不采用。

二、低共熔氧化物焊料

低共熔氧化物焊料的主要成份为氧化铝与氧化钙，也可添加少量的氧化镁、氧化钡及氧化锶等，以提高封接质量。它们的熔化温度为 $1400\sim 1500^{\circ}C$ 。这些氧化物在熔融状态下很容易和 Al_2O_3

起反应，形成很强的属于化学性质的结合。

但与铈的结合是物理性质的，结合较弱。

即使如此，由于铈、低共熔氧化物和氧化铈之间的热膨胀系数非常匹配，这种封接还是令人满意的。如果熔融氧化物快速冷却，这些材料就会形成一种非结晶结构的玻璃态，通常称为玻璃料。但封接过程中总有一

些玻璃产生结晶，最后生成玻璃和结晶的混合物。

混合物中玻璃或结晶所占的比例不同，封接焊料的膨胀系数也就不一样。在全呈玻璃态或全呈结晶体时，焊料的膨胀系数可差30%左右。由于这种差别可以使封接材料不受张应力变化为受压应力。因此，在封接过程中注意和控制焊料中玻璃态和结晶体之间的比例，对于提高封接质量是非常重要的。

玻璃封接料的制备有两种方法，一种是经过称量，混料、熔化、淬碎、研磨成粉末；另一种是把混合好的粉末状原料加工成一定厚度的垫圈，再进行烧结，此法在国外广为采用。在制备中应该注意的是，熔化的封接料不应直接淬碎，因封接料均属碱性氧化物，淬碎使它们容易产生水解，影响封接质量。只要封接料中带进少量的水份，就会使灯的寿命大为降低。

在提高灯的寿命，改进封接质量方面，除封接部件及封接焊料外，封接的结构也是极为重要的。封接的结构主要可分为陶瓷——金属与陶瓷——陶瓷两类。

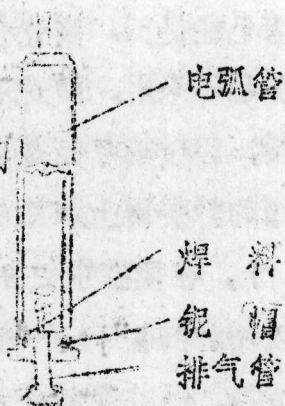


图2 陶瓷铈的封接

上面已经提到，陶瓷管与钨帽这类结构可用金属焊料封接，因缺陷较多已不采用，而是采用玻璃焊料封接，如图2所示。但用玻璃料封接，因玻璃与钨是弱的物理结合，需要采取措施来提高结合力。钨帽的封接面上加涂层是一种常见的措施。如加一层氧化钨 (WO_3)，在真空中 $1550^\circ C$ 时烧结成一层非常粗糙的海绵状的表面以增加陶瓷——钨帽的封接面积。由于钨要吸收 WO_3 中的氧而发脆，故在钨的外表面还要涂上一层氯化锆来减轻钨的发脆程度。然而这种封接仍属于物理结合，不能达到很强的结合力。巴拉提出在钨表面烧结一层硅来达到强结合的目的。硅与钨能生成 Nb_3Si_5 和 $NbSi_3$ 两种金属硅化物，硅也能溶解在钨中形成硅钨固溶体，形成一种强的化学结合。同样，烧结在钨上的硅又能溶解在熔化的玻璃料中而生成 SiO_2 ，这样钨、硅金属与玻璃料就能产生强的化学结合。涂盖在钨帽上的硅要适量，否则达不到钨与玻璃料强结合的目的。采用这种结构可以进一步提高灯的管壁负荷，从而可以做成显色性好、寿命长的高压钠灯。

陶瓷——陶瓷的封接结构是目前高压钠灯的电弧管封接中最流行的一种。其结构如图3所示。陶瓷电弧管的两端是用特殊方法制成。先将陶瓷塞和陶瓷管做成密度不相等的坯料，而且陶瓷塞的密度要大于陶瓷管的密度。在高温烧结时因密度不一样，陶瓷管的收缩率要大于陶瓷塞的收缩率，使管的两端紧紧包住陶瓷塞，并在界面处因晶粒生长而达到完全气密的封接。烧结后两者的密度完全一样。应该注意的是，烧结前管与塞应紧密配合，密度差值应适量，否则烧结后可能出现不能气密封接或管端裂缝的现象。造成密度差

的方法有：管与塞均采用不同压力的等静压成型，或者两者都采用注浆成型，但塞在烧结前需预烧一次以增加其密度；也可以采用注浆成型，而将塞用等静压成型。

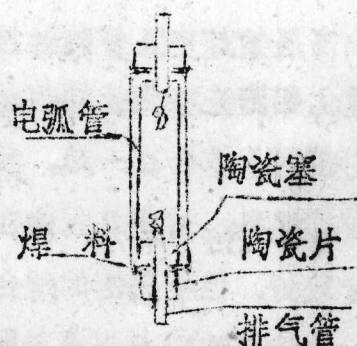


图3 陶瓷与陶瓷的封接

在封接时，先将陶瓷片与钨管进行封接，然后再与陶瓷管进行封接。这样可以避免由于钨管与玻璃料的反应而在陶瓷管端部形成黑色沉积物，有利于灯电压的控制。这样的封接结构加大了封接区域的面积，可以增强封性能，提高灯的寿命。当然在陶瓷—陶瓷封接结构中还有许多其他形式。其根本目的就是要提高封接质量，改善灯的性能。

尽管在封接结构、封接部件以及所采用的封接焊料方面存在着差别，但均需对封接部件尺寸与部件之间的公差配合进行严格的控制。否则，封接的气密性不易得到保证。焊料太少当然会形成封接处的空隙或不能达到足够的封接面积，焊料太多也会导致焊料本身或陶瓷件的炸裂。所以焊料量应经计算加以控制。

保证封接质量不仅要注意上述各个方面而且要注意封接工艺过程中的温度控制。封接温度的高低，升温降温的快慢都会影响封接质量，所以温度的调节应做到定时控制。

高压钠灯钨帽采用金
属涂层提高封接质量

锦州市新光灯泡厂 孙传忠

高压钠灯电弧管的封接质量是保证灯寿命的关键，通常用金属或氧化铝陶瓷塞为管端的封接部件，通过低共熔氧化物焊料（即玻璃封接料）熔合在一起。我厂用金属铌帽与氧化铝陶瓷管封接，采用玻璃焊料。这些氧化物在熔融状态下很容易和三氧化二铝反应，结合较好，但与铌帽的结合较弱，不易保证灯质量的一致性。

为改善玻璃与铌帽较弱的结合，我们根据有关资料的介绍，采用在金属铌的封接面上加涂层，以造成粗糙的海绵状的封接表面，具体方法是：

1. 取20克纯度为99%以上的氯化锆粉和5克纯钼粉，用25毫升乙酸丁脂配成悬浮液，研磨一小时放置3~4小时沉淀，倒掉部分稀释剂。

2. 将沉淀混合好的金属粉末，用500毫升乙酸丁脂加5%的火棉胶液，调成浆液，用干净的毛笔涂敷在已处理洁净的铌帽内封接面上，涂层均匀而薄厚一致，其厚度控制在1微米左右为佳。

3. 涂好粉的铌帽在专用的真空炉内进行高温烧结，烧结温度为1600℃左右，恒温5分钟。经冷却后，涂层目视为灰白色，与铌帽接触的金属粉形成合金，显微镜下结成非常粗糙的海绵状表面，达到增加封接表面积的目的。

4. 烧好后的铌帽与氧化铝陶瓷管用玻璃焊料封接，封接真空度严格控制在 10^{-5} 托，而升温时间、降温速度以及封接温度等都对封接质量有影响，要加强控制。这样封好后的端帽与玻璃料陶瓷管的结合强度很好。

用上述方法制成的灯比没有涂层的高压钠灯的使用寿命提高1.5倍以上,目前我厂采用涂层后,灯的平均寿命超过了五千小时,大部分灯已超过八千二百小时,仍在继续燃点中。

陶瓷帽高压钠灯封接试验

北京灯泡厂 徐益祥

建研院物理所 张耀根

大华陶瓷厂 王原良

高压钠灯电弧管的封接质量是影响灯泡性能的重要因素,通常采用的封接法有以下几种:

(1)金属钎帽,多晶氧化铝管采用活性金属钎焊。

(2)金属铌帽,多晶氧化铝管采用氧化铝、氧化钙为主的低共溶玻璃焊料封接。

(3)氧化铝陶瓷帽和多晶氧化铝管采用上述玻璃料封接。

方法(1)由于活性金属(主要是钛、钒、锆)在封接过程中要生产形态跃迁(从 α 相变成 β 相)此时体积要发生很大变化。在封接结构中易产生裂纹。由于灯泡在工作过程中温度的急剧变化,裂纹不断发展,最后导致灯泡的损坏。此法已很少为人采用。

国内高压钠灯电弧管的封接主要采用方法(2),与方法(1)相比,它较简单,封接也比较可靠,但由于仍要采用金属铌帽,给灯泡封

接带来不利影响，这是因为封接玻璃不能很好浸润金属铌，它们之间的结合主要靠表面渗透这是一种物理结合，因此要求扩大它们的结合面来提高封接的可靠性。这就给铌帽的形成带来了不少困难，另外由于氧化铝管内径公差范围较大，铌帽和氧化铝管不易搭配得很合适。所以灯泡封接质量的一致性较差，寿命的一致性也较差。

为了改进封接质量，提高灯泡寿命，我们进行陶瓷帽封接的试验，取得了初步成功。

试验大致可分为二个阶段：

(1) 陶瓷帽和氧化铝管单独烧结。

陶瓷帽结构如图(1)所示，所用原料与氧化铝管相同，采用注浆成形，成形后在 1400°C 烧结。用通常的方法与氧化铝管进行封接。

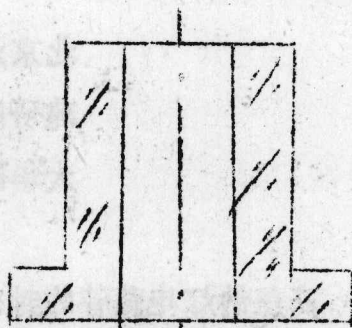


图 1 陶瓷帽结构

这种结构的高压钠灯，在寿命的早期就出现放电管管端的炸裂现象，经试验分析，找到了放电管炸裂的主要原因是陶瓷帽和氧化铝管的膨胀系数不一样，膨胀系数产生差别的原因是由于最终烧成后的密度不一样。

(2) 整体结构烧成。

所谓整体结构是指在氧化铝管的端部烧结上一块陶瓷塞如图(2)所示，塞和管的最终烧成密度应该一致。而且两者应成为一体。原接触面要求完全气密。为了达到这一目

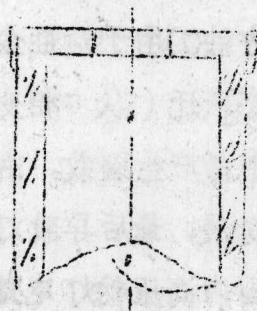


图 2 整体结构示意图

的，我们采取了下列措施：

①成形后要求塞子的密度略大于氧化铝管的密度。

②塞子的外径和氧化铝管的内径需经过机加工，以确保二者的紧配合。

③装配好的管和塞在同一条件下烧结，以保证最终密度的一致。由于塞子的密度略大于管，烧成后管的收缩必定大于塞子，这样就可使管紧紧地包住塞。故端部直径略大于中间，保证了接触面的气密性。

封接时在电弧管外再封一氧化铝垫片，这样就可使封接部位非常可靠，封接结构如图(3)。采用这种封接结构后没有出现过电弧管炸裂现象。

电弧管结构改变以后，制灯工艺也必须作相应的变化，原电弧管的端部是钨帽，它的导热性能很好。而瓷塞的导热性能很差，所以降低了冷端的温度，灯的参数起了很大变化。我们相应调整了壁负载极间距离 $n_a - n_g$ 比例，保证了灯参数。

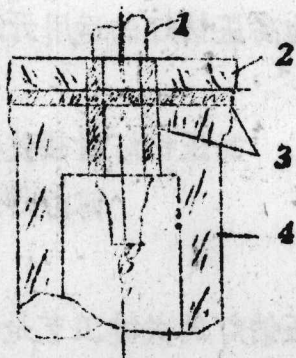


图3 整体陶瓷管封接结构示意图。

- 1、带电极钨排气管。
- 2、氧化铝垫片。
- 3、封接玻璃
- 4、整体结构陶瓷管。

采用陶瓷帽代替钨帽有很多优点。它可以提高封接合格率，从而也就提高了成品率，这是因为陶瓷和陶瓷封接时，封接玻璃能和

它们很好化合。而陶瓷和铌排气管之间由于封接直径小而封接长度大，故封接可靠性大大增加，保证了封接质量，提高了灯泡寿命，这种封接由于直接暴露在钠蒸气中的封接区很小，因而封接区中的玻璃料与钠作用生成的黑色沉积物也较少，这对于保持管压、稳定灯的光电参数有着良好作用。另外，采用陶瓷帽后，可以减少工艺流程，节省人力、物力，提高了工效，还可大幅度降低灯泡成本。我们用此法制了几批400w和1000w高压钠灯，封接合格率接近100%，400w灯泡平均寿命大大超过轻工部标准3000小时。

陶瓷帽封接是制造高压钠灯的新工艺。一些世界上较大的灯泡公司在这方面已做了大量的研究工作。很多国家正在进行这方面的试验，我们只是刚刚开始，距正式使用还有一段距离，尽快推广这种工艺，将为高压钠灯的运用开辟广阔的途径。

高压钠灯封接玻璃制造工艺的改进

博山灯泡厂 技术科

生产高压钠灯的关键工艺是铌帽和氧化铝管的封接，铌帽和氧化铝管的封接是借助玻璃粉实现的，因此，玻璃粉的制造对高压钠灯的生产极为重要。我厂经过生产实践，摸索出一种高压钠灯封接玻璃制造新工艺。用这种玻璃封接的高压钠灯放电管燃点寿命达六千小时以上，现仍在燃点中。为了互通情报，交流经验，下面介绍我们的几点改进。

一、目前国内玻璃粉的生产情况

目前国内玻璃粉的生产方法基本上可分为两种：一种是焰熔法，另一种是坩埚熔制法。

1. 焰熔法：此法是将配好的玻璃粉料直接用火焰烧熔成块，再用火把未熔化的玻璃块二次烧熔成球，并进行水淬，而后烘干研磨粉碎。

此法简便易行，但料粉在烧熔时易因粉料比重不同而分层，玻璃性能的一致性差。且因将烧熔好的玻璃球直接水淬易造成水解，而影响钠灯的封接质量，这样生产出的钠灯放电管容易产生慢漏气和炸裂现象。

2. 坩埚熔制法：此法是将配好的粉料在刚玉或铂金坩埚中熔制，而后水淬（方法因厂而异）烘干，研磨粉碎。此法若用刚玉坩埚熔制，在高温下玻璃与坩埚产生化学反应，玻璃成分不易控制，也容易产生第一种方法的缺点。用铂金坩埚熔制的玻璃质量较好，但铂金坩埚易损坏，成本高。坩埚熔制法的热源多为电源，耗电也多。

二、我厂玻璃粉的生产情况

根据上述分析，我们采用了焰熔法，用此法熔制玻璃粉时我们主要做了下面几点改进：

1. 将玻璃粉料配好，在烧熔前加入配有适量硝化棉胶液的醋酸丁酯，烘干后再进行熔制，这样避免了粉料因比重不同而产生的分层现象。

2. 在二次烧熔时熔化好的玻璃球先滴放在用水冷却的金属板上，待冷却到 800°C 左右时再水淬，而后烘干，研磨粉碎。这样避