

# 我国电工铝导线的研究和生产

张成军

江苏省南通市海安市海安高新区中心卫生院, 江苏 南通 226600

**[摘要]**在对电工铝导体予以生产时, 要将我们国家出台的《稀土优化综合处理技术》予以有效落实, 确保硅含量在 0.09%至 0.13%的非电工级铝予以处理, 进而完成电工铝导线的生产, 这样方可使得技术经济效益达到最佳化。将稀土加入到铝当中, 可以使得铝固溶体之中含有的硅切实降低, 这样一来, 铝的导电率就能够得到提高。在对大容量输电予以新建时, 对老旧线路进行改造时, 以及对大跨越线路进行建设时, 耐热铝合金线是最为适用的。

**[关键词]** 电工铝; 导体; 生产; 稀土; 处理

DOI: 10.33142/ec.v2i6.397

中图分类号: TM24

文献标识码: A

## The Research and Production of Electrical Aluminum Wire in China

ZHANG Chengjun

Jiangsu Nantong Central Health Hospital of Haian High-tech Zone, Jiangsu Nantong, 226600 China

**Abstract:** In the production of electrical aluminum conductors, it is necessary to effectively implement the "rare earth optimization comprehensive treatment technology" issued by our country to ensure that the non-electrical grade aluminum with silicon content between 0.09% and 0.13% is treated, and then the production of electrical aluminum conductors can be completed, so that the technical and economic benefits can be optimized. Adding rare earth to aluminum can reduce the silicon contained in aluminum solid solution, so that the conductivity of aluminum can be improved. Heat-resistant aluminum alloy wire is the most suitable for the construction of large capacity transmission, the transformation of old and old lines, and the construction of long-span lines. It's for use.

**Keywords:** Electrical aluminum; Conductor; Production; Rare earth; Treatment

### 1 电工铝导线的稀土优化综合处理技术

#### 1.1 电工铝杆生产工艺流程

在对电工铝导线进行生产时, 若想保证其达到标准要求, 就必须确保使用的原材料是最为合适的。而在进行生产时, 则要对生产技术予以关注, 其中最为关键的技术就是制杆。图 1 为电工铝杆生产工艺流程图。

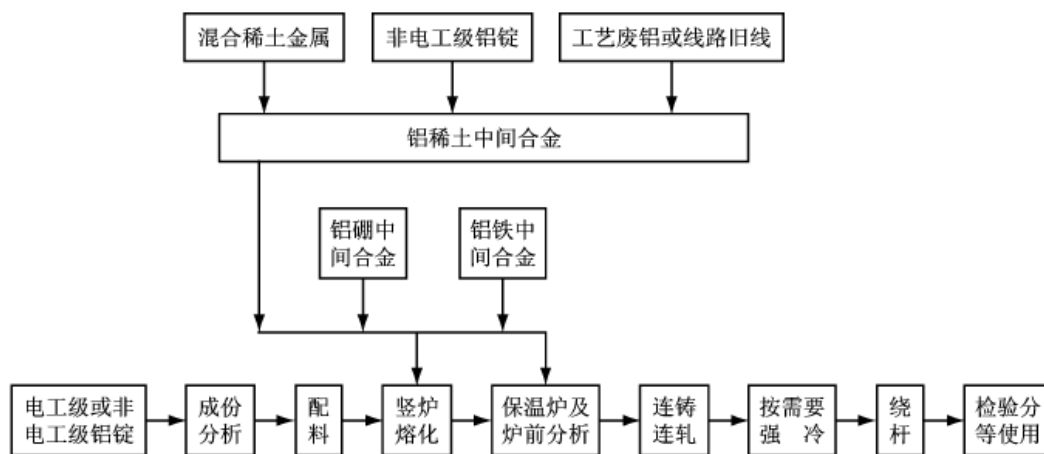


图 1 电工铝杆生产工艺的流程

#### 1.2 生产过程、处理和质量监控

生产过程。利用竖炉可实现铝锭的连续熔化, 一般来说, 竖炉所使用的能源包括燃料油、天然气、热煤气等。铝锭完全熔融后, 铝液从流槽进入到两个交替使用的, 且容量达到 8 至 10t 的保温炉中, 进而展开相关的工艺处理, 确保铝液的温度得到有效的控制。铝液经过流槽进入到中间浇包, 利用天平称重装置、人工操作确保流股能够更为稳定的状态进入到铸机<sup>[1]</sup>。铸机的结晶轮应该是 1.5m 的直径, 而铸条的截面面积应该为 2400mm<sup>2</sup>。铸条进入到 15 机架的三

辊连轧机,进而轧制好直径为  $9.5 \pm 0.3\text{mm}$  的铝杆,并在绕杆机中成圈,产量能够达到 4 至 5t。(2)质量监控。切实做好质量监控工作,可使得生产更为稳定。对电工铝导体进行生产时,必须要构建起完善的质量控制体系,而这个体系构成部分包括了工艺监控、制品监测以及质量分等。具体来说,工艺监控涵盖了成分、温度、冷却这三个环节;制品监测则是要切实检测铝杆所具有的导电率、抗拉强度、伸长率,并要进行统计、反馈;质量分等,即是电线电缆厂所制造的架空导线应该使用的是硬拉铝线,其质量要求是非常高的,另外的导线所使用的铝线,在质量方面的要求是较低的,采用分等方式可使得材料的利用率有大幅提升<sup>[2]</sup>。

## 2 电工铝线与稀土铝线的性能比较和钢芯稀土铝绞线的型式试验

### 2.1 电工铝线与稀土铝线的性能比较

表 1 列出了电工铝线与稀土铝线的性能比较。

表 1 电工铝线与稀土铝线的性能比较

项 目	电工铝线与稀土铝线的性能比较	注
1. 抗拉强度 /MPa	两者相当	—
2. 导电率 /(%IACS)	两者相当,但稀土铝杆拉线时电阻率的增幅较小	—
3. 线表面质量	在相同条件下拉线,两者表面质量相当	—
4. 热强度损失 /%	两者相当,抗拉强度下降率在 2% 以下,无明显区别	经 70 °C 和 80 °C 加热,1 000 h 后试验
5. 反复弯曲疲劳性能	条件疲劳极限值两者无明显区别,其波动范围仅在 20~40 MPa 之间	在线材反复弯曲疲劳试验机上进行试验,疲劳循环数 $10^7$ 次
6. 20 °C 时的电阻温度系数 / (1/°C)	0.00407 (R 型软线,铝杆) 0.00403 (硬线、半硬线)	在计算电阻率时仍可采用电工铝线的电阻温度系数
7. 低温机械性能	两者都不存在脆性,卷绕试验均无裂纹,抗拉强度均无明显变化	在 -38 °C 下试验
8. 5% HCl 溶液喷雾腐蚀试验	稀土铝线优于电工铝线	在气溶胶试验箱中进行试验,时间 21 d
9. 恒定湿热试验	两者结果无明显差别	在 DL 302 调温调湿箱中进行, $40 \pm 2$ °C,相对湿度为 $95 \pm 3\%$ ,7 d
10. 盐酸浸渍试验	稀土铝线优于电工铝线	5.6% HCl 溶液,室温,浸渍 3 h
11. 氢氧化钠浸渍试验	通常稀土铝线比电工铝线好,但与铝中硅、铁、铜杂质,尤其是铁的含量有关,杂质含量特别低的电工铝线会出现相反的结果	10% NaOH 溶液,室温,浸渍 1.3、5.7 和 9 h
12. 二氧化硫气体腐蚀试验	两者结果互有高低,主要与铝的纯度有关(一个试验周期为 24 h,第一阶段 $40 \pm 3$ °C、相对湿度 100%、8 h;第二阶段,18~28 °C、相对湿度 75%、16 h)	在 HF-45A 化工气体腐蚀箱中进行,0.67% (V/V) 二氧化硫气氛,试验周期数 4、10 和 19 d

### 2.2 钢芯稀土铝绞线的型式试验

钢芯稀土铝绞线的制造材料是稀土铝线,对其展开试验时是要按照架空导线型式来对其断力、振动、蠕变、弹性系数以及热膨胀等展开测试,其性能必须要达到国家、国际的各项标准,同时也要保证送电线路设计的相关要求得到切实满足。

## 3 稀土对提高铝导电率的作用机理

将稀土加入到铝当中所产生的作用是十分显著的,其可以使得铝所具有的导电率有大幅提升,很多学者针对这种现象展开了深入的研究,所得结果是稀土元素会和铝当中存在的某些杂质产生了反应,形成了某种化合物,进而使得杂质出现贫化,如此一来,导电率也就随之提升。为了能够对形成的化合物有切实的了解,将电子衍射、能谱分析予以有机结合,以此方法来对铝导体进行分析,确定其中确实了稀土相的具体类型,进而通过 X 光衍射对导电铝杆进行检测,确定其点阵常数差,这样就能够和固溶体中实际的硅含量予以比较,如此就能够获得相关的实验数据<sup>[3]</sup>。

## 4 高导电(60% IACS)耐热 150°C 铝合金线的生产

### 4.1 大容量导线需要耐热铝合金线

随着电力需求的持续增加,线路输电的容量变大,大容量导线开始受到了重视,并快速发展。在现阶段,全球很多国家为了保证电力工业能够稳健发展,均开始对大容量导线展开深入的研究,并出台了相关的标准。国际电工委员会针对型线同心绞架空导线的相关标准已正式出台,而且提出了关于耐热铝合金线项目、钢芯软铝绞线项目的具体建

议。在对大容量架空输电线路进行建设时,大容量导线的应用是不可缺少的,此外就是变电站使用的大电流母线,对老旧线路予以增容,以及进行大跨越施工时,大容量导线均得到了普遍使用。为了使得导线能够实现大容量传输,主要是思路有三种,一是使用耐热铝合金,使得运行温度有切实提升;二是使用退火软铝线,使得运行温度提高;三是对导线结构予以改变,使用成型铝线,在直径相同的条件下,对填充系数予以提升,使得载流面积切实增加。在对大容量导线进行制造时,需要重点关注的是材料,将不同材料予以有效组合,将每种材料的优势发挥出来,这样就能够制造出特性不同的导线,所以说,大容量导线多为组合导线。在上个世纪80年代,我们国家就对大容量导线进行了研究,上海电缆研究所研发出了58%、60%的耐热铝合金线,然而并未予以推广应用,此外还研发出了钢芯软铝绞线、型线同心绞架空导线,然而也只是用于技术储备。当然,在国内电力行业发展持续加快之际,大容量导线的需求也必然增加,耐热铝合金也就能够得到普遍应用<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 我国最近制造的 NRLH(60% IACS、150°C)GJ400/35 钢芯耐热铝合金绞线

在域外先进国家中,58%的 IACS 以及耐热为 150°C 的铝合金线已从市场中退出,我们国家从 2002 年起对相关的工艺、技术予以了进一步改进,同时制成了三种高规格的高导电耐热铝合金导线,在这当中,GJ-400/35 导线在经过检测后,确认达到了相关的标准,这个产品在 2003 年 1 月通过了技术鉴定,并正式投入实践应用。

### 5 结束语

在对电工铝导线进行制造时,可将稀土优化处理技术予以充分应用,通过非电工级铝锭可使得成本切实降低,并使得电工铝导体所具有的导电、耐腐蚀等性能大幅提升,和国际标准相符合,对于输配电线路、电线电缆制品来说是较为适用的,能够带来良好的经济效益。(2)利用此项技术能够使得铝资源的利用率大幅提升,对于电工级铝锭相对缺乏的国家来说,在对电工铝导体进行制造时,也可对此技术予以应用。(3)利用稀土可以使得铝具有的导电率大幅提升,加入了稀土后,铝固溶体中含有的硅降低很多,这样就使得导电率提高很多。(4)在对大容量架空输电线路进行建设时,对老旧线路予以改造时,或是在进行大跨越线路施工时,耐热铝合金线均得到了应用,效果也是十分显著的。

#### [参考文献]

- [1]王健,李阳,史化成,刘玲.过电流铝导线熔断痕的鉴别技术研究[J].科技通报,2018,34(12):240-248.
- [2]杨兵川,段建华,唐海蛟.架空输电铝导线的储存腐蚀及防护[J].电工技术,2018(21):138-139.
- [3]李阳.短路激烈程度对铜包铝导线熔珠引燃能力及组织特征的影响[J].安全与环境学报,2018,18(05):1816-1822.
- [4]吴细毛,和正华,李春和,柳金龙,张芳,沙玉辉.在 A6 电工铝导线的冷拉拔过程中组织的演变[J].材料研究学报,2015,29(07):555-560.

作者简介:张成军(1970.9—),大专,技师。