

文章编号: 1674—8247(2018)05—0053—03

铝合金定位器在接触网中的应用研究

李 刚

(中国铁建电气化局集团有限公司, 北京 100043)

摘 要:接触网系统是牵引供电系统的重要组成部分,由于接触网系统的无备用特型,因此接触网系统必须安全可靠、性能良好。而接触网定位器作为接触网系统的重要组成部分,定位器的与受电弓匹配的合理性是高速电力机车安全取流的重要保证。目前,我国牵引供电系统高速铁路接触网装置融合了德系、日系、法系三种模式,而定位器主要有直型定位器和弧形定位器,主要材质均为铝合金。文章对三种铝合金定位器的材质、机械性能和受力性能进行了分析,同时分别对直型定位器、弧形定位器和受电弓的匹配性进行了研究。最后,根据研究结果分析得出三种铝合金定位器的优化建议,并且给出了我国后期高速铁路建设项目接触网定位器的采用建议。

关键词:接触网; 定位器; 材质; 性能; 结构

中图分类号:U228.6 **文献标志码:**B

Research on Application of Aluminum-alloy Steady Arm in the OCS

LI Gang

(China Railway Electrification Bureau Group Co., Ltd., Beijing 100043, China)

Abstract: Overhead contact system is an important part of traction power supply system. Because overhead contact system has no backup, it must be reliable and have good performance. As an important part of overhead contact system, the rationality of steady arm is the important guarantee of current collection with high speed electric locomotive. At present, overhead contact device in traction power supply system compromises three modes from Germany, Japan and France in our country. Curved steady arm and straight steady arm are common in high speed railway in China, and the main material of steady arm is aluminum alloy. In this paper, the materials, mechanical properties and stress performance of three kinds of aluminum-alloy steady arms are analyzed, at the same time, the matching between straight steady arm, curved steady arm and pantograph is studied. Finally, the optimization suggestions on the three kinds of steady arms are given, and also the suggestions on the adoption of steady arms in the following construction projects in high-speed railway are given.

Key words: Overhead contact system; steady arm; material; properties; structure

目前,我国高速铁路牵引供电系统的接触网装备引进并吸收了德系、日系、法系三种模式,且在此基础上再创造了我国的高速接触网装备。其中,德系、日系和法系三种腕臂结构模式中,定位器材质均为铝合金,但三种定位器选择了不同的材质化学成分和外观结

构。定位器为腕臂系统中的关键零部件,关系到列车的取流性能和运行安全^[1],且定位器长时间承受动荷载作用,因零部件结构、材料或工艺的不足,易形成疲劳失效^[2]。因此对定位器的材质、性能和结构受力研究非常有必要性。

收稿日期:2018-03-15

作者简介:李刚(1979-),男,工程师。

引文格式:李刚. 铝合金定位器在接触网中的应用研究[J]. 高速铁路技术,2018,9(5):53-55.

LI Gang. Research on Application of Aluminum-alloy Steady Arm in the OCS[J]. High Speed Railway Technology,2018,9(5):53-55.

1 材质研究

1.1 化学成分对比

目前,在德系铝合金腕臂系统中,定位器管按 GB/T 6892 – 2015,采用牌号为 6082、热处理状态为 T6 的铝合金。在日系整体钢腕臂系统中,定位器管按

JIS H4080 – 2006,采用牌号为 A5052TD – H34 的铝合金管^[3]。在法系拉杆式钢腕臂系统中,定位器管按 EN 754 – 2 – 2008,采用牌号为 5086、材料状态为 H34 的铝合金挤压管。三种定位器材质的化学成分对比如表 1 所示。

表 1 三种定位器材质化学成分对比

标准	牌号	主要元素质量分数/%									杂质/%	
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	单个	总量
JIS H4080	A5052	0.25	0.4	0.1	0.1	2.2 – 2.8	0.15 – 0.35	0.1	–	余量	<0.05	<0.15
EN 754 – 2	5086	0.4	0.5	0.1	0.2 – 0.7	3.5 – 4.5	0.05 – 0.25	0.25	0.15	余量	<0.05	<0.15
GB/T 6892	6082	0.7 – 1.3	0.5	0.1	0.4 – 1.0	0.6 – 1.2	0.25	0.2	0.1	余量	<0.05	<0.15

三种定位器材质均为铝合金,主要元素基本一致。但从表 1 可以看出,主要元素的质量分数相差较大,其原因是三种铝合金材质属于不同系列。6082 铝合金的 Si 元素和 Mn 元素含量明显大于 5086 和 5052 铝合金。5086 铝合金的 Mg 元素的含量较大,6082 铝合金的 Mg 元素含量最少。Fe、Cu、Cr、Zn、Ti 等元素在三种铝合金中的质量分数相差不大。在杂质含量方面,无论是单一杂质含量还是杂质总量,三种材质基本一样。

1.2 机械性能分析

三种定位器均为铝合金材质,但其抗拉强度、屈服强度、断裂延伸率等性能相差较大,三种材质的机械性能对比如表 2 所示。

表 2 三种定位器材质机械性能对比

标准	牌号	机械性能				
		热处理状态	抗拉强度/Mpa	屈服强度/Mpa	断裂延伸率/%	硬度/HB
JIS H4080	A5052TD – H34	H34	235	175	–	–
EN 754 – 2	5086	H34	295	230	2	95HBW
GB/T 6892	6082	T6	310	260	8	–

从表 2 可以看出,6082 铝合金的抗拉强度、屈服强度和断裂延伸率均好于 5086 和 5052 铝合金,5086 铝合金的机械强度好于 5052 铝合金。

6082 铝合金采用了固溶处理加完全人工时效的热处理工艺,管材在加工时经过了硬化处理,因此管材成品的机械强度较大。若采用压接工艺易断裂和回弹,因此,德系铝合金矩形定位器全部采用铆接方案。5052 铝合金和 5086 铝合金均采用 H34 的热处理工艺,加工硬化达到了稳定状态的一半。虽然 5052 和 5086 铝合金的机械强度稍差,但其管材成品的材质稍软,因此日系定位器和法系定位器均采用压接连接方式,保证了连接处的密封性。

对比 5052 和 5086 两种铝合金,5086 铝合金的机械强度相对较好,因此定位器管壁厚较小。目前法系腕臂系统中定位器管壁厚仅为 3 mm,而日系腕臂系统中定位器管壁厚为 7 mm,因此 5086 铝合金定位器的

重量较轻。

2 结构形式研究

2.1 匹配性研究

德系定位器为直型管材,截面为矩形,日系定位器和法系定位器均为弧形管材,截面为圆形。定位器的外形结构关系到和受电弓的匹配性能,因此,合理的外形结构是受电弓安全取流的重要保证^[4]。

根据 TB 10621 – 2014《高速铁路设计规范》要求,受电弓动态最大抬升量不应小于 150 mm,限位定位器按 1.5 倍最大抬升做安全校验,非限位定位器按 2 倍最大抬升做安全校验,受电弓的横向摆动量宜按直线段 250 mm、曲线段 350 mm 设计^[5]。本次研究受电弓采用 1 950 mm 型,最大外轨超高按 150 mm 考虑,受电弓最大抬升量按 225 mm 考虑,横向摆动量按 350 mm 考虑,定位器坡度按 9°考虑。德系直型定位器和受电弓匹配对照如图 1 所示,弧形定位器和受电弓匹配对照如图 2 所示。

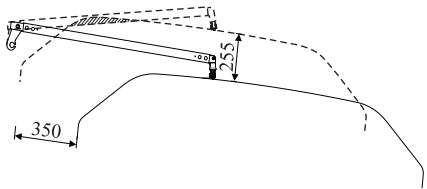


图 1 直型定位器和受电弓匹配图(mm)

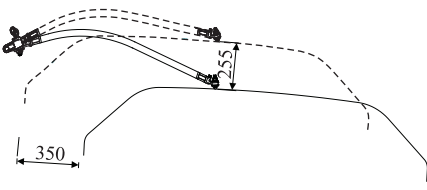


图 2 弧型定位器和受电弓匹配图(mm)

图中实线为初始状态定位器和受电弓位置,虚线为受电弓抬升摆动后和定位器的匹配位置图。

从图 1 可以看出,在已定工况下,受电弓发生了打

弓现象,表明在大外轨超高时直型定位器,动态匹配性不好,难以满足极限工况。从图2可以看出,在相同工况下,弧形定位器和受电弓的动态匹配性能良好,受电弓依然留有抬升的空间。

2.2 受力分析

德系定位器为直型管材,截面为矩形,壁厚为3 mm。日系定位器为弧形管材,截面为圆形,壁厚为7 mm。法系定位器为弧形管材,截面为圆形,壁厚为3 mm。当工作支接触线最大水平工作载重为2.5 kN时,分别计算了三种定位器的受力情况。其应力分布如图3~图5所示。

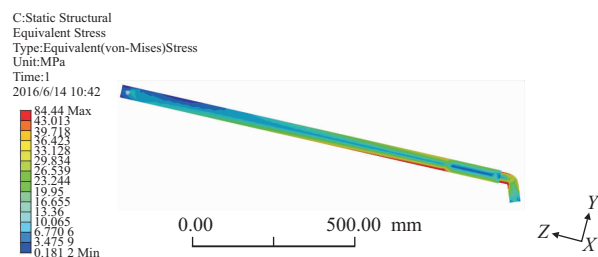


图3 德式直型定位器应力分布图

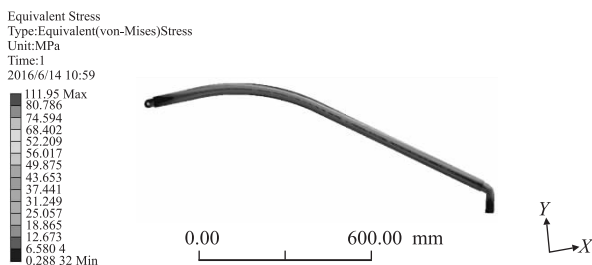


图4 日式弧型定位器应力分布图

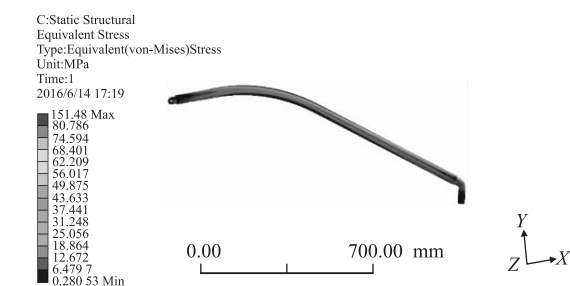


图5 法式弧型定位器应力分布图

从图3可以看出,德系直型定位器的最大应力为84.44 MPa,6082铝合金的许用应力为173.3 MPa,因此,德系直型定位器满足受力要求。

从图4中可以看出,日系弧形型定位器的最大应力为111.96 MPa,5052铝合金的许用应力为116.7 MPa,因此,日系弧形定位器满足受力要求。

从图5可以看出,法系弧形型定位器的最大应力为151.48 MPa,5086铝合金的许用应力为153.33 MPa,因此,法系弧形定位器满足受力要求。

对比三种结构定位器的受力情况,直型定位器的受力较好,应力集中频率较低。对比两种弧形定位器,法系定位器的壁厚较小,因此应力相对较大,但由于5086铝合金的机械性能较好,定位器最大应力仍在许用范围之内。

3 结论与展望

(1)三种定位器的材质均为铝合金,德系定位器为6系铝合金,使用标准为国标,日系和法系定位器为5系铝合金,使用标准为国外标准。三种定位器材质的化学成分相差较大,杂质含量相近。

(2)6系铝合金的机械性能较好,但材质相对较硬,适合定位器铆接。5系铝合金的材质稍软,适合定位器压接。相对于5052铝合金,5086铝合金的机械性能更好,因此,在外观尺寸相同的情况下,法系5086铝合金定位器的壁厚更小,可减轻定位器重量,提高安全性能。

(3)在和受电弓的动态匹配方面,弧形定位器比直型定位器更好。在相同的工况下,弧形定位器可容纳受电弓更大的抬升和横向摆动量,也可更好地适应线路大外轨超高。

(4)在施加最大工作载荷后,三种结构定位器的最大应力均小于对应的许用应力。直型定位器的受力更加合理。

(5)综合定位器的材质、性能和受力,法系5086铝合金定位器的综合性能更优,弧形结构保证了定位器与受电弓的动态匹配性能更好。因此,在后期的高速铁路项目中,可以更多地考虑使用5086铝合金弧形定位器。

参考文献:

- [1] 于万聚. 接触网设计及检测原理[M]. 北京:中国铁道出版社, 1991.
YU Wanju. Design and Test Principle of Overhead Contact System [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1991.
- [2] 刘永红. 铁路客运专线接触网系统工程技术的研究[D]. 成都:西南交通大学, 2007.
LIU Yonghong. Research on Overhead Contact System Engineering of Passenger Dedicated Railway Line [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007.
- [3] TB/T 2075-2010 电气化铁道接触网零部件[S].
TB/T 2075-2010 Fittings for Overhead Contact System of Electrified Railway [S].
- [4] 于万聚. 高速电气化铁路接触网[M]. 成都:西南交通大学出版社, 2002.
YU Wanju. Overhead Contact System of High speed Electrified Railway [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2002.
- [5] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway [S].

(编辑:刘会娟 白雪)