

# 电缆网络和零基相电缆生产管理的研究

## Research on Production Management of Cables Net and Zero-phase Cable

郑义文

Yiwen Zheng

北京无线电测量研究所 中国·北京 100039

Beijing Institute of Radio Measurement, Beijing, 100039, China

**摘要:** 论文从电缆网络和零基相电缆的生产实际情况出发,分析了电缆网络加工模式转变后,对生产效率、成本控制、可维护性等各方面的提高;同时,也对零基相电缆的管理方法进行了介绍、分析;进而提出了电缆网络新的生产加工模式和零基相电缆在研制、批产阶段的不同管理方法,这些对于后续大批量同类产品的生产管理具有很强的指导和借鉴意义。

**Abstract:** Based on the actual production situation of cable network and zero-base phase cable, the paper analyzes the improvement of production efficiency, cost control, maintainability and other aspects after the transformation of cable network processing mode. At the same time, the management method of zero base phase cable is introduced and analyzed. Then the new production and processing mode of cable network and different management methods of zero-base phase cable in the development and batch production stage are proposed, which have strong guidance and reference significance for the production and management of similar products in large quantities.

**关键词:** 半刚性电缆; 电缆网络; 零基相电缆; 生产管理

**Keywords:** semi-rigid RF cable; cables net; zero-phase cable; production management

**DOI:** 10.12346/etr.v3i8.4062

## 1 引言

随着半刚性电缆产品的不断发展壮大,无论从使用数量和使用规模上都发生了很大的变化;特别是等相电缆的大量使用,使得半刚性电缆组件的加工难度、技术含量越来越高。同时,半刚性电缆产品已经向模块化方向发展,以模块化半刚性电缆产品组成的网络,被大量应用。所以,改变电缆网络的加工模式,控制电缆相位的一致性,成为了电缆网络生产管理的重要措施;同时,也可以降低产品加工成本,提高生产效率和可维护性,在其他同类产品上进行推广应用,意义重大。

## 2 背景

### 2.1 半刚性电缆产品的优缺点

半刚性电缆产品<sup>[1]</sup>性能稳定、整齐、美观、固定效果好、抗干扰能力强;缺点在于装配相较于柔性电缆要复杂、困难。

### 2.2 电缆网络在生产中存在的突出问题

#### 2.2.1 装配难度大,效率低

在进行结构件与半刚性电缆组件装配的过程中,要进行

电缆形状的微调,由于半刚性电缆组件的物理长度、外形变化对电气长度(相位)都有影响,在优先满足相位的情况下,物理长度要进行调整,需要单端解焊、切削、测试相位。如不调整长度,则等相电缆之间的相位差可能会大于设计文件要求,且在电缆模块安装完毕后,会发现每根半刚性电缆组件相位的累计误差也会大幅影响整件产品的相位,特别是频段较高的电缆,所以需要厂家配合修整电缆的长度、形状,使其调整到最佳状态,满足设计图纸的电气性能要求。此过程要进行多次返厂修整、测试,装配效率非常低。

#### 2.2.2 可维护性差

第一,电缆网络的同一批次产品和多批次产品间,电气性能的稳定性主要是受零基相的影响。没有零基相数据,等相电缆批次间会出现较大的相位误差,且更换、维修的等相电缆也会有相同的问题。要不断返厂修整、调试,甚至要拆卸产品上的等相电缆进行对比测试,维护起来非常麻烦,严重影响产品质量和维修效率,增加产品的维修成本。第二,

【作者简介】郑义文(1981-),男,中国吉林白城人,本科,工程师,从事供应链管理研究。

零基相数据是否准确，也是比效关键的问题，所以在大批量生产时，备份零基相电缆作为测试设备的参考点，能最大限度地提供可靠的零基相数据，保证等相电缆相位的一致性。

### 2.2.3 电缆网络的生产流程

电缆网络的生产流程见图1。

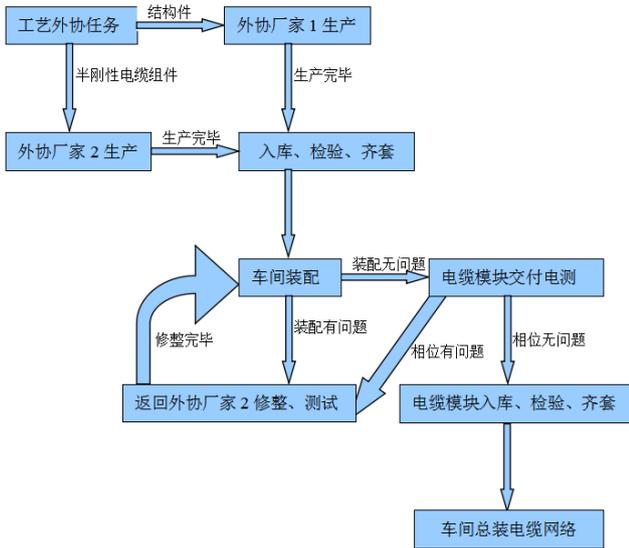


图1 电缆网络的生产流程图

从流程图中可以看出，车间装配、模块电测和返厂修整三者之间交叉往复，流程复杂。在实际操作过程中，这一环节的效率非常低，直接影响产品的生产周期，增加时间成本，甚至影响产品质量，这一流程模式急需改变。

## 3 电缆网络和零基相生产管理模式的分析

### 3.1 改进前电缆网络的生产管理模式

分为如下步骤（整个过程可参见图1）：

- ① 电缆网络中半刚性电缆组件和结构件由不同厂家生产，分别检验、入库、齐套后，由车间进行电缆模块的装配；
- ② 装配过程中如果有问题，电缆要返回电缆厂家进行修整、测试；
- ③ 装配完成后交给设计部门进行电气测试，其间相位出现超标情况，要定位问题电缆，然后返回电缆厂家进行修整、测试，由车间装配好后（如果发生装配问题，还要返厂），再返回设计部门；
- ④ 设计部门调试合格后，检验、入库；
- ⑤ 电缆模块和互连电缆齐套后，由总装车间装配模块，连接模块间半刚性电缆组件，完成电缆网络的装配。

### 3.2 改进前管理模式的问题

- ① 由于等相电缆物理长度与电气长度不完全一致的矛盾，导致车间装配和电气测试过程中反复返厂修整、调试，生产效率非常低；
- ② 零基相数据没有保存，导致电缆的批次间一致性很差；
- ③ 电缆更换，没有零基相参考数据，导致电缆需要多次

返厂调整、测试，效率和维修性都非常差，时间成本高；

④ 流程复杂，涉及部门较多，给生产管理增加了难度，责任不明确。

### 3.3 改进后电缆网络的生产管理模式

由同一厂完成电缆网络中半刚性电缆组件和结构件的生产，并装配成电缆模块，进行相位测试，达到要求后，按模块和互联电缆交付、验收<sup>[2]</sup>；验收完成后，总装车间就可以马上开始电缆网络的装配。

### 3.4 改进后的零基相管理方法

等相电缆的一致性管理是电缆网络内半刚性电缆组件生产的关键控制点，直接影响电缆网络的电气性能的稳定、后期维护，特别是对批量产品的影响较大，且批次间的一致性也很重要。目前主要探索出两种记录方法。

#### 3.4.1 数据记录法

数据记录法，即将电缆测试数据记录下来，每一次生产时，查询上次的测试记录，确定零基相。数据记录法的优点：查找方便，通过查找图号，可以确定以前加工过的每一批次产品的状态，再次加工时可以按此指标加工，保证产品批次内和批次间一致；无需加工实物保存，减少生产、储存和管理的成本；对于多批量、小品种产品，具有较好的操作性。数据记录法的缺点：存在测试误差。因测试设备和测试夹具会存在变化和误差，同一批次的相位一致性可以保证，但可能会存在与上一批次的误差。

#### 3.4.2 实物保存法

实物保存法，即同一个相位的电缆组件，保留一根或多根作为基准相位电缆，后续生产的电缆组件与之比对。实物保存法的具体过程为：对等相电缆制作零基相电缆。为了使相位不容易发生变化以及方便保存，零基相电缆不按技术图纸做任何形状弯曲，长电缆按一定直径盘成圆形以方便保存；零基相电缆保存数量保存2根及以上，避免保存1根电缆的偶然性；控制零基相电缆长期保存环境的温度和湿度，空间允许的话，放入电子干燥柜中。实物保存法的优点：同一批次的和不同批次间，因为有相同的基准电缆，可以排除系统和测试夹具的误差，并可以根据测试情况随时比对基准电缆；能降低后续的维护成本，最大限度地保证产品的一致性，保证产品质量。实物保存法缺点：保存过程较为麻烦；目前关于对于电缆长时间保存时的实物状态以及保存环境对相位的影响大小还没有很好的经验；保存样品的双方，保存环境（包括温度、湿度等）要一致，需要一定的保存场地；实物保存法会增加生产的管理和保存成本。

### 3.5 改进后管理模式的优势

- ① 厂家交付产品，验收<sup>[3]</sup>合格后，就已经达到齐套要求，总装车间马上可以开始电缆网络的总体装配；
- ② 电缆模块内部的电缆装配完全由厂家完成，简化原有复杂流程，其装配和电气性能的质量都比改进前的模式要好；

③维护方便，模块整体交付，整体维修，责任明确；

④解决了模块装配时半刚性电缆物理长度与电气长度矛盾突出的问题，大大提高产品的生产效率，节约成本，提高管理水平；

⑤优化了分工，各取所长；

⑥零基相数据可查、可靠，最大限度地保证了批次内和批次间等相电缆的一致性，提高产品质量和可维护性，降低成本，提高效率。

## 4 改进后的电缆网络和零基相生产管理模式的应用

### 4.1 电缆网络研制阶段零基相的管理

在研制阶段，按如下流程对零基相进行管理，见图 2。零基相管理采用数据记录法，可以保证等相电缆相位的一致性，可维护性良好。

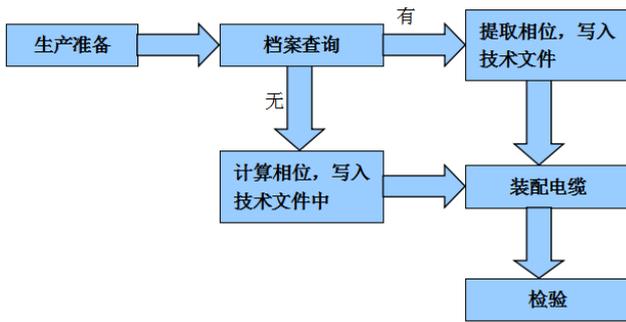


图 2 等相电缆在研制阶段的生产流程

#### 4.1.1 生产准备

厂家接到任务时，首先进行评审，技术人员从档案室查询图号，确认该产品以前是否生产过。若为新品，则技术人员根据客户图纸上电缆长度计算出相应的单端口相位，并规定公差，将其写入技术文件里面，用于指导生产。在加工制作中，将测试相位记录在表格中，并于产品发货后在档案室归档。若产品以前生产过，技术人员就将相位从档案室的归档相位记录里面提取出来，写入此批合同的技术文件里面，指导车间生产，保证相同产品前后批次的相位一致性。

#### 4.1.2 装配

厂家在生产时，首先根据电缆长度进行下线，并根据图纸进行折弯。折弯后，采用专门的工具进行剥线，并严格控制剥线长度，不得损伤芯线。然后焊接一端，焊接完成后，进行单端口测试并修整，使测试数据在技术文件里规定的相位范围之内，并将测试数据记录。然后对另一端进行剥线、焊接，测试双端口相位。双端口测试数据满足客户图纸规定范围，如若超出范围，则进行相位调整，使其满足要求，并将测试结果记录。待检验合格后归档保存。

#### 4.1.3 检验

当厂家将产品加工完成后，检验人员将进行终检。在进行相位一致性检验时，检验人员根据技术文件要求进行检

验，并根据产品图号从档案室查询该产品归档相位范围进行核对，确认无误后进行检测，并将测试结果临时保存于网络分析仪里面，全部检验完成后拷出，厂家质量部进行归档保存，使每根线缆组件都有出厂相位数据记录。最后，厂家质量部将每批产品测试数据调出、整理、记录，并制成表格，定期发给用户。

### 4.2 电缆网络批产阶段零基相的管理

在批产阶段，零基相采用数据记录法与实物保存法相结合的管理方式，对一个批次生产的等相电缆备份 2 根以上零基相电缆，由厂家保存、管理。这样可以提高等相电缆的可靠性和可维护性，保证等相电缆不仅满足同批次内相位一致，还可以满足批次间的相位一致。

批产阶段将按如下流程管理零基相，见图 3。

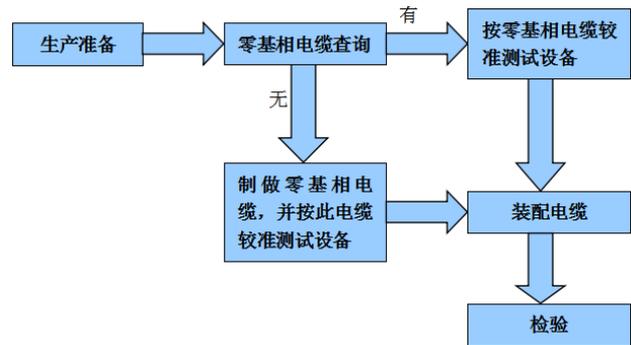


图 3 等相电缆在批产阶段的生产流程

#### ①生产准备。

厂家接到任务时，首先进行评审，技术人员从档案室查询图号，确认该产品是否有零基相电缆。若没有，则技术人员根据图纸要求的长度、相位制做零基相电缆。然后用零基相电缆校准测试设备，设置公差，指导车间生产。零基相电缆不做任何弯曲，只用于校准测试设备，作为零基相数据的实物载体。若有零基相电缆，则技术人员直接用上批次的零基相电缆校准测试设备，设置公差，指导车间生产，保证相同产品前后批次的相位一致性。

#### ②装配：与研制阶段相同。

#### ③检验：与研制阶段相同。

## 5 结语

综上所述，通过对电缆网络和零基相电缆生产管理的研究，对于电缆网络的生产管理，已经形成了一套行之有效的方法，从产品的成本、质量、进度、可维护性方面都得到了有效控制。

## 参考文献

- [1] 射频连接器选型手册[Z].
- [2] 柔性和半硬射频电缆通用规范[S].
- [3] 射频电缆组件通用规范[S].