

# 内燃机车线束制作通用工艺研究与应用

余红英 丁京

中车戚墅堰机车有限公司工艺技术部, 江苏 常州 213011

**[摘要]** 新造机车线束遍布整车各个角落, 控制着机车各个系统的作用, 其重要性不言而喻。机车线束制作质量直接关乎机车整车制作质量, 机车线束制作通用工艺制定非常重要。新造机车线束制作涵盖下线、套线号、端子压接、连接器制作、线束模板布线、线束测试、线束绑扎等多个工序, 涉及的内容比较精细且复杂。

**[关键词]** 新造机车; 下线; 套线号; 连接器制作; 模板布线; 线束测试

DOI: 10.33142/sca.v5i2.6148

中图分类号: U269.2

文献标识码: A

## Research and Application of General Technology for Making Wire Harness of Diesel Locomotive

YU Hongying, DING Jing

Process Technology Department of CRRC Qishuyan Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213011, China

**Abstract:** The newly built locomotive harness is all over every corner of the whole vehicle and controls the function of each system of the locomotive. Its importance is self-evident. The manufacturing quality of locomotive harness is directly related to the manufacturing quality of the whole locomotive. It is very important to formulate the general process of locomotive harness manufacturing. The harness fabrication of newly built locomotive covers many processes, such as off-line, wire number, terminal crimping, connector fabrication, harness template wiring, harness test, harness binding and so on. The contents involved are relatively fine and complex.

**Keywords:** newly built locomotive; offline; set wire number; connector fabrication; template wiring; harness test

### 1 问题的提出

随着中车戚墅堰机车有限公司自主研发的机车项目的增多, 新造机车品种逐渐增加, 在以往机车试制过程中需要对每种机车编制相关工艺指导文件。从而造成线束制作文件版本过多、文件管理难度大、线束指导文件内容涵盖性不强、部分机车甚至无线束指导文件等一系列问题, 影响新造机车线束试制进程。

### 2 问题的解决

本文从线束的下线、套线号、端子压接、连接器制作、线束模板布线、线束测试、线束绑扎等七个工序进行深入的工艺研究, 内容全面、操作性较强, 有效的解决了公司新研制机车品种多, 线束制作文件版本过多, 车型覆盖不全, 文件管理难度大的问题, 规范了线束制作各工序工艺要求, 通用性强。使操作者在进行线束制作工序操作时更准确、快捷、标准作业, 提高了生产效率, 保证了线束产品制作质量。

#### 2.1 下线

线束下线分为机器下线和人工拉线, 机器下线适用于电气屏柜内部线束长度精确且长度较短的线束, 人工拉线适用于贯穿车体的较长的线束下线。

##### 2.1.1 机器下线

机器下线需提前设置好导线长度、剥线长度等信息, 具体见表 1 和图 1。

表 1 端子型号与剥线长度对应表

序号	端子型号	剥线长度
1	10012	12
2	15012	12
3	25012	12
4	2160108	12
5	FOT 1.5	4-6
6	FOT 2.5	4-6
7	FOT 6	4-6
8	41A300615P2	0

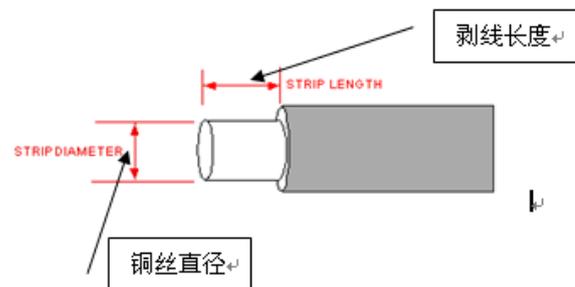


图 1 导线剥线示意图

下好的线盘好后, 用小扎带扎好, 并将其相应中转标签(见图 2)撕下粘贴在扎丝上, 然后将其挂至挂线架上。

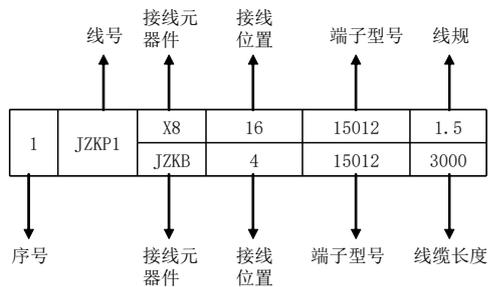


图2 中转标签示例及说明

### 2.1.2 人工下线

按照线束清单的顺序,选择合适线径,将导线拉至拉线工装首端,套上线号后将两端线号分开,分别放置于拉线工装卡板两侧,放下挡板,逐一进行人工拉线下线,一次拉线可拉5根线左右,人工拉线时需两人配合完成。一人负责按照导线需要长度将导线拉出(拉线工装有尺寸刻度),拉至合适长度后,另一人负责将导线剪断。

将剪断下好的导线圈好,用小号扎丝扎好后,贴上中转标签,并将线号防护好,避免丢失。

### 2.1.3 多芯线制作

多芯线外绝缘皮的剥线长度为:微机柜插头剥线10cm,其他插头插座剥线15cm,用卷尺测量相应长度后用刀片对多芯线进行剥线。屏蔽层使用环保阻燃型黄绿热缩管进行绝缘防护处理,长度与多芯线外绝缘皮剥线长度一致,套好热缩管后用热烘枪进行热缩处理,确认热缩后线缆平直、无曲折。屏蔽层处理好后在整根多芯线剥线处套黑色热缩管,6芯屏蔽线使用Φ13的热缩管,其它多芯线使用Φ7的热缩管;长度约为40mm-50mm,热缩管位置以多芯线剥线根部为热缩管中心点,用热烘枪分别热缩,热缩后线缆平直、无曲折,图3为多芯线处理示意图。

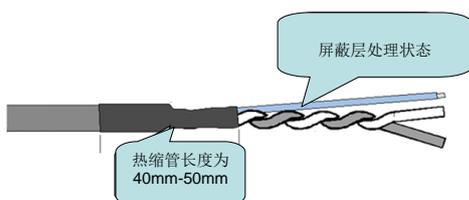


图3 多芯线处理示意图

## 2.2 套线号

线号是包含导线名称、接线点位置等信息的标签,放置于导线两端。

### 2.2.1 单芯线套线号

根据中转标签提供的信息和导线两端剥线长度(连接器端剥线长度小于非连接器端剥线长度)确定线号套线位置,从线号中间开口处撕断线号并捏开线号套入导线两端,并将线号捋至离导线两端400mm左右位置,以避免线号掉落丢失。

### 2.2.2 多芯线套线号

线号为英文字母代号的导线,根据线号最后一位字母

应与导线颜色相对应,确定线号具体套线位置,如表2;线号末尾为数字按表3进行套线号。

表3 多芯线套线号对照表

序号	线号最后一位字母	对应导线颜色
1	R	红色
2	W	白色
3	B	黑色
4	S	屏蔽层

表4 数字线号与多芯线对照表对照表

多芯线规格	线号数字从小到大对应线芯颜色顺序
二芯	白色、黄色
三芯	白色、黄色、红色
四芯	白色、黄色、红色、蓝色

线号末尾为字母A/B/C/D的多芯线线号,套线号规则为:A-白、B-黄、C-红、D-蓝。对于内部小线颜色相同的多芯线,则根据导线上数字,按照“1、2、3、4、5、6”分别对应线号上“A、B、C、D、E、F”的原则套线号。

## 3 端子压接

端子压接是在导线和端子接触区域施加压力使其成型,实现紧密连接的工艺。在压接端子与导线之间提供不可分离的,长时间可靠的电气和机械连接。压接时选用的线径应符合压接端子适用性要求、剥线应符合要求(长度适合、不损镀层、末端不开裂分叉)。机车常用的端子主要为护套端子、筒式插针、开口式插针三大类。

### 3.1 护套端子压接

护套端子是指端子压接部位带绝缘护套,如图4所示为机车常用的护套端子。护套端子一般使用凯尼派克手动压线钳(如图5所示)和自动压接机进行冷压。



图4 护套端子



图5 凯尼派克压线钳

护套端子压接前,需按照护套端子压接区域长度对导线进行剥线,压接后应保证压痕边框距绝缘护套边距约为1mm,且压痕与露铜部位位于同一侧,前端露铜允许长度为0-1mm,图6为压接合格的端子。

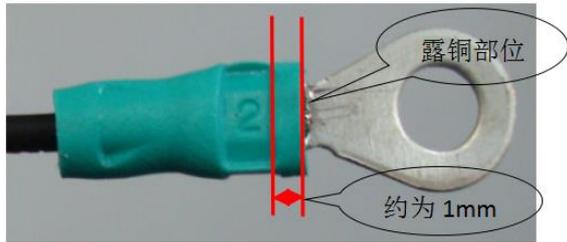


图6 压痕控制示意图

### 3.2 筒式插针压接

筒式插针一般应用于航空插头中,航空插头也广泛应用于机车,端子压接区域末端设置观察孔,便于观察线芯压接情况,靠强制压入插头的方式固定的。该型端子压接多使用DMC压接钳进行压接,该型压线钳用于0.5~2.5mm<sup>2</sup>电缆筒式插针压接。图7、图8为常用筒式端子和DMC压线钳。



图7 常用筒式端子图



图8 DMC压线钳

筒式插针压接时,根据插针压接区域的长度对电缆进行剥线,压接时根据待压导线规格设置压接钳的压接高度档位转盘,将插针放入压线钳后再将导线铜芯插入插针压线孔内,摁压压线钳,压接好后压线钳可自动弹开。压接后压痕位置应在观察孔与插针尾部之间,插针压接后尾部允许露铜长度为0-1mm,图9为压接合格的筒式插针。

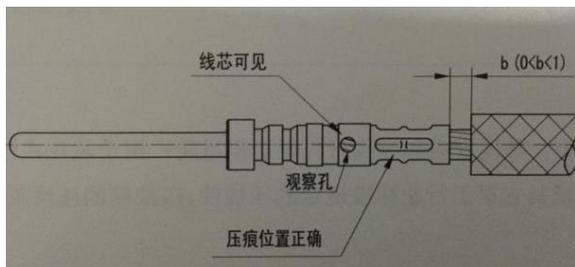


图9 压痕控制、尾部露铜长度示意图

### 3.3 开口式插针压接

开口式插针多应用于泰科塑壳连接器,尾部呈开口状态,如图10所示为常用开口式插针,通过压接钳或压接机压接后将开口部位合拢固定于导线上,通过观察压接区域的外观和测量压接高度确定压接合格性,详细要求见图11。



图10 常用开口式插针

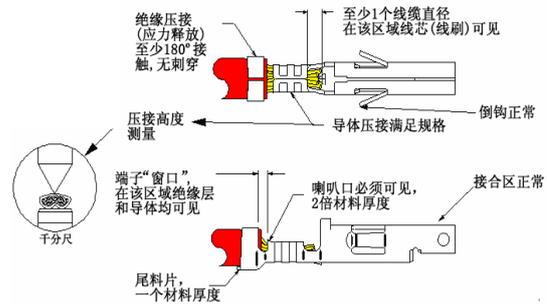


图11 压接合格的开口式插针

## 4 连接器制作

### 4.1 AMP圆形连接器制作

分配待装配导线,将同一把线束的导线放置于一起,检查确认线束及端子压接状态良好。将尾夹和防压圈穿入线束中,再根据导线线号指示,将端子插入连接器相应孔内,将线插入连接器时需听到或感觉到“滴答”声并轻轻往外拉线,以确定端子插接到位,具体如图12所示。

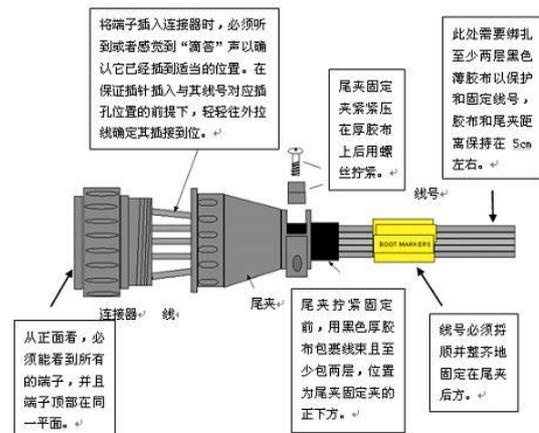


图12 AMP连接装配要求

导线均插入连接器后,检查确认连接器正面,确定端子在同一高度、无歪斜、数量与连接器装配清单一致。

如在制作过程中发现插针位置插错,可使用退针工具将错误端子退出,重新插入正确位置,泰科塑壳连接器退针工具型号为AMP 305183(常规)/AMP 91019-3(鸭嘴针)。

### 4.2 CIR 系列圆形连接器制作

按照连接器端子压接区域长度,使用剥线钳对导线进行剥线,禁止剥断线芯。使用DMC压线钳将连接器自带针压接至各导线中。图13为CIR系列圆形连接器的分解图,首先将连接器尾夹穿过导线中,再将压接好的导线穿过封线体,并根据导线线号指示用送针工具将端子导线送入相应的插孔或插针绝缘体中,用手轻轻拉一拉导线确认插接牢固。逐一将所有导线端子装配好,检查连接器端面所有插针或插孔插接到位并在同一平面上,且导线数量齐全。

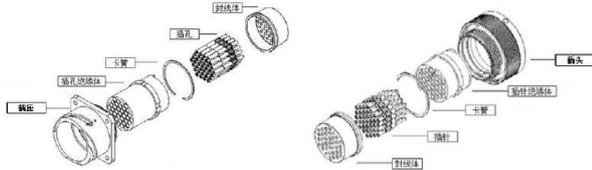


图 13 CIR 系列连接器分解图

如在制作过程中发现插针位置插错,可使用退针工具将错误端子退出,重新插入正确位置,CIR系列圆形连接器送针、退针信息如图14所示。



图 14 CIR 系列圆形连接器送针、退针

### 4.3 JL 系列圆形连接器制作

按照连接器端子压接区域长度,使用剥线钳对导线进行剥线,禁止剥断线芯。使用DMC压线钳将连接器自带针压接至各导线中。图15为JL16系列圆形连接器的分解图,将尾夹和尾部橡胶圈穿入线束中,再根据导线线号指示,将端子插入连接器相应孔内,将线插入连接器时需听到或感觉到“滴答”声并轻轻往外拉线,以确定端子插接到位。逐一将所有导线端子装配好,检查连接器端面所有插针或插孔插接到位并在同一平面上,且导线数量齐全。



图 15 JL16 系列圆形连接器

如在制作过程中发现插针位置插错,可使用退针工具将错误端子退出,重新插入正确位置,JL16/20系列圆形连接器制作退针工具型号为JL16系列 $\phi 2$ /JL20系列 $\phi 16$ 。

### 4.4 HEE 系列紧凑型连接器制作

将制作的连接器线束从连接器外壳穿线孔中穿入,并将导线上的线号捋整齐。按照导线线径,使用不同档位的剥线钳口对导线进行剥线,具体剥线长度见图16。

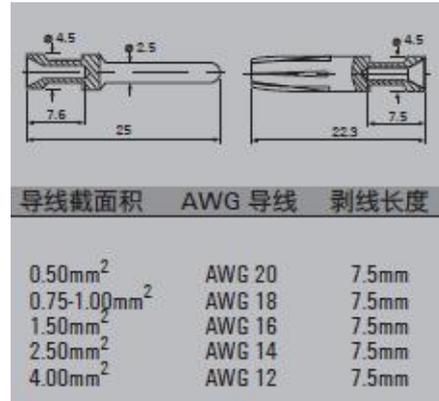


图 16 导线剥线长度

导线剥线完成后,根据导线线径选择合适的端子,使用专用压接钳进行压接,端子外形图见图17,压接工具为CTX CM 1.6/2.5,压接钳外形图见图18。



图 17 端子外形图



图 18 压接钳外形图

导线压接完成后,按照导线上的线号指示将插针插入连接器插芯相应的孔中,插接到位能感受到“滴答”的声音,表明插接到位,插接到位后再用手轻轻拉一拉导线,确认插接到位,HEE系列连接器插芯如图19所示。逐一将导线插针插入连接器插芯后,检查确认无漏插、错插,

如发现错插可使用退针工具 HE 将导线端子退出，重新插接至正确的插孔中。



图 19 HEE 系列连接器插芯

将导线线号捋整齐至连接器插芯尾部，再用小号扎丝绑扎线号尾部线束上，以固定线号位置。将连接器插芯安装至外壳上，拧紧安装螺栓。

#### 4.5 焊接式连接器制作

将 20mm 长的热缩管套在电缆上，以防止电缆相互干扰及机车震动脱落产生短接、漏电。

用剥线钳剥去电缆外皮，剥皮长度约 3mm，使铜芯完全裸露。剥线不得出现铜芯断股、损伤电缆现象，不得有飞丝现象。

烙铁头烧热后，用烙铁头熔掉焊丝。将带锡的烙铁头压在电缆裸露铜芯上，使其裸露铜芯位置均匀的镀上锡层，不得烫伤电缆外皮。

根据电缆线号将电缆插入连接器相对应的针插孔内，针插孔如图 11 所示。用电烙铁蘸少许焊锡膏，一手拿焊丝，一手握电烙铁，焊丝从电烙铁对面接触针插孔，在针插孔表面焊锡。焊丝熔化一定量时，立即向左上 45° 方向移开焊丝。

电缆靠在插孔焊锡处，用烙铁头加热电缆与针插孔的连接处，时间大约为 1~2 秒钟。焊锡熔化浸润电缆和插孔插针的施焊部位以后，向右上 45° 方向移开烙铁，待锡凝固后结束焊接。为保证焊点质量，必须避免虚焊，锡点与锡点之间不能连锡，锡点上无气孔，无锡洞，锡点光滑无氧化物残留，焊接时不得烫坏电缆外皮及连接器。

待焊锡冷却凝固后，将套在电缆上的热缩管推移至电缆与针插孔的连接处裸露部位。用热风枪对热缩管加热，使其包裹在电缆与针插孔的连接处，如图 20 所示。



图 20 焊接式连接器

各型连接器尾夹安装时，对导线数量较少的，尾夹处导线无法固定的连接器，可根据需要在尾夹固定处线束上缠绕防压胶布以固定。将导线线号捋整齐至连接器尾夹后面，再用小号扎丝绑扎线号尾部线束上，以固定线号位置。

### 5 线束模板布线

#### 5.1 散线布线

将待布散线的导线从挂线架上拿下，用斜口钳去除其上扎丝和中转标签；按照导线上线号指示在模板上找到该导线两端所在位置。将导线一端端子固定在与其线号对应的模板卡钉上，并将导线按照模板上线束走向布至导线线号指示的另一端卡钉上。按照以上步骤一一布置所有散线，散线布置过程中同一走向导线同一时段布置，尽量避免不同导线之间相互交叉打结。

导线固定到模板接线端上时需留有一定裕量（线长=实际距离+25mm），确认出线口的位置与模板相符合，线与端子的连接处平直，不许硬折，如图 21 所示。散线布置过程中，可在节点位置处用扎丝进行简单固定，避免线束散乱，待所有线束布置完成绑扎固定时再将其取下。

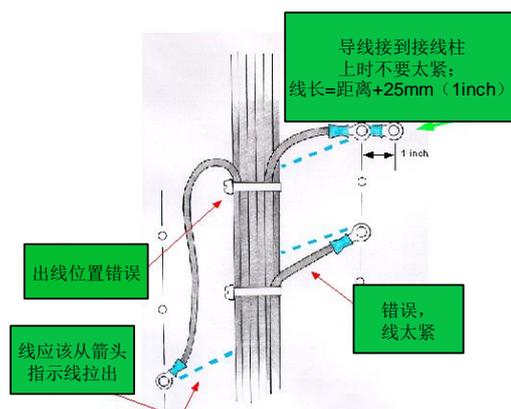


图 21 线束出线图

#### 5.2 连接器布线

连接器线束两端均为连接器，直接在模板上找到两端连接器所在位置，将连接器线束按照模板线束走向进行布线，并两端连接器固定在指定位置。

连接器线束另一端为散线，则根据散线一端元件所在位置将连接器线束分成小束；在模板上找到连接器及散线元件所在位置，将连接器线束进行布线。有测试线束的模板，需将连接器与测试连接器对插好，散线线束一一挂至模板卡钉上。

### 6 线束测试

准备好待测模板线束的线束清单，使用万用表按照线束清单进行逐一点对点测试，该测试需要两名操作者配合完成。在导通测试过程中，如发现导线点位布置错误，需停下查找原因，纠正错误后再进行下一步测试。

### 7 线束绑扎

线束测试完成后，拆除测试线束，将测试连接器与线

束连接器断开。将线束进行绑扎，扎紧之前用手将其理顺。线出现分支时，将线束整理整齐，禁止线束绞在一起。线束绑扎间距为10~15cm，同一支路须使用同一型号扎丝，T型拐点，须采用“X”结绑扎，线出现分支时，干线和支路要绑扎，扎丝端口须一条线布置，如图22所示。

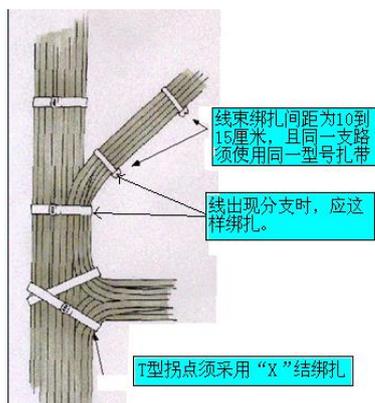


图22 线束分支绑扎图

## 8 结语

新造机车线束制作通用工艺的制定有效的解决了公

司新研制机车品种多，线束制作文件版本过多，车型覆盖不全，文件管理难度大的问题，规范了线束制作各工序工艺要求，通用性强，操作者在进行线束制作工序操作时能更准确、快捷、标准化作业。已在多种机车上均运用良好，提高了生产效率，保证了线束产品制作质量，值得推广运用。

### [参考文献]

- [1] 中华人民共和国铁道部. 轨道交通机车车辆布线规则:GB/T34571-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
  - [2] 闫虎, 李强. 浅谈机车线束制造关键工艺方法[J]. 科技创新与应用, 2013(23):56.
  - [3] 中车戚墅堰机车有限公司企业标准. 电缆端子压接工艺规范:Q/QS65-010-2020. [S]. 2020-12-21. 1-9.
- 作者简介: 余红英(1987-)女, 高级工程师, 2008年毕业于华东交通大学电气工程及其自动化专业, 工学学士, 现从事内燃机车电气新造及修理工艺管理工作; 丁京(1971-)男, 工程师/高级技师, 主要从事各型内燃机车电器柜组装调试工作。