

# 电力机车低压电气柜接线端子排设计

黄 蕾

国能朔黄铁路发展有限责任公司 河北沧州 062350

**摘要:** 为使低压电气柜布线线路规整、接线美观、维护方便,以电力机车低压电气柜为例,介绍低压电气柜设备和线路布局,详细论述低压电气柜网络控制系统、控制回路和辅助回路接线端子排的设计思路、选型方法,以及在低压电气柜内部的布局和注意事项。

**关键词:** 电力机车; 低压电气柜; 端子排; 设计思路

## 引言:

电力机车电气柜柜内设备分线及与柜外设备连接时,都要通过专门的接线端子。这些接线端子组合起来的固定装置,称为端子排。接线端子排能使布线规整、接线美观,而且便于维护。在连接远距离线路时方便施工,使线路连接更加牢固,后期排查故障时也省时、省力<sup>[1]</sup>。以电力机车低压电气柜(以下简称“低压柜”)为例,介绍低压柜端子排设计。

## 一、低压柜设备和线路布局

低压柜是电力机车网络控制系统、控制回路和辅助回路电气设备的载体,主要承担以下功能:

- ①控制辅助电源AC440V(定频和变频)及辅助负载;
- ②分配DC110V电源、控制电路;
- ③控制网络。

由于低压柜内部电气设备电压等级不同,导致低压柜内部运行环境极为复杂。为保证低压柜能够正常可靠运行,在设计低压柜时,应按功能分区域布置电气设备。

根据电气设备布置区域及电气原理设计端子排,形成独立布线通道。通道设置应满足GB/T 34571—2017《轨道交通机车车辆布线规则》相关要求,保证布线通道的完整性和合理性,避免各系统间相互干扰。

### 1、设备布局

低压柜内部根据功能分区如下:低压柜上部为网络控制系统设备安装区域;左下柜及左下后侧为控制回路设备安装区域;右下柜及右下后侧为辅助回路设备安装区域。低压柜前面安装断路器和转换开关,便于司乘人员操作。

低压柜上部、左下、右下分别设置通往各个区域的检修门。低压柜布局如图1所示。

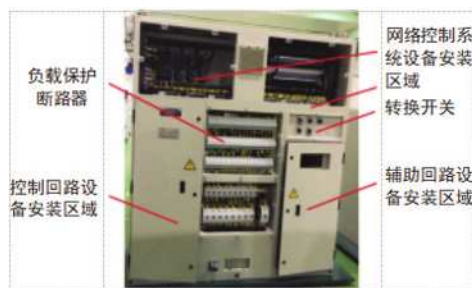


图1 低压柜布局

低压柜内部功能分区可以根据整车辅助电源来向作相应调整。例如,左右互换,使控制回路和辅助回路设备安装区域对调,方便大线进出低压柜。

### 2、线路布局

低压柜线路布局方案主要考虑以下3类电缆:数据总线、控制线和辅助电缆。相应走线通道应根据相应设备分区设计。

为避免辅助电缆对数据总线和控制线的影响,布线通道设置在右下柜。设计时应考虑就近固定、转弯半径、接线点顺序流等因素,避免大线在低压柜内部来回绕线及交叉。所有电缆都通过端子排对外连接。端子排布置在相应功能区域,要求便于施工、操作及维护。低压柜所有电缆进线口设置在低压柜底板上<sup>[2]</sup>。

## 二、网络控制系统接线端子设计

低压柜内部集成了网关模块GWM、车辆控制模块VCM、事件记录模块ERM、数字量输入输出模块DXM和智能显示模块IDU等网络控制模块,以实现对整个机车的网络控制、数据采集及状态监控功能。大量数据控制线由低压柜外部进入低压柜内部,部分控制线还需要打断分线。由于网络控制区域空间有限,为便于网络系统调试和整体设计,不影响观察网络模块,在网络模块安装区布置的端子排均采用4线端子。网络控制系统端子排如图2所示。



图2 网络控制系统端子排

### 三、控制回路接线端子设计

#### 1、低压柜内部分线端子

低压柜内部分线端子用于低压柜内部等电位点分线，因此端子排采用4线端子，即同一电位可以接4根线，便于分线，布置在端子安装板上部。

#### 2、低压柜内外部控制线连接分线端子

为方便低压柜内外部控制线连接，将低压柜内外部控制线连接分线端子排设置在控制回路安装区域，接近控制电缆进线口，即端子安装板下部。低压柜内外部控制线连接分线端子排采用2线/2针端子。2线用于低压柜内部，2针用于低压柜外部。低压柜内外部连接时，外部电缆接入连接插头，连接插头端子2针即可完成连接。在检修和维护低压柜时，可以直接拔出相应连接器插头，即可断开连接。在恢复线路时，插好对应连接器插头即可。这样可以节约维护时间。

#### 3、屏蔽线接线端子

低压柜内部分线缆为屏蔽线。例如，电压表电缆屏蔽层需要接地，在端子两侧合适位置设置接地点，因此在屏蔽端子排上设置屏蔽压线框及汇流排，将屏蔽电缆屏蔽层，通过压线框压接在汇流排上，将汇流排端子和接地点连接接地线。这种接地方式可以使屏蔽层与接地导体有足够的接触面积，保证接地有效。

#### 4、DC110V电源接线端子

DC110V电源来自于电源柜，在低压柜进行电源分配，包括DC110V+和DC110V-。

DC110V+采用螺柱头作为正线接线端子，通过单极断路器进行110V配电，经过低压柜内外部控制线连接端子，分配至整车。

DC110V-将汇流铜排作为分线端子，汇流铜排上每个接线点作为一路接地点，通过4线端子分线。当出现接地故障时，可将汇流铜排上的接地点逐路切除，便于排除查找接地故障。

### 四、电气控制柜自动测试系统框图及组成

电气控制柜自动测试系统框图如图3所示。测试设

备机柜为测试系统核心，用于功能控制及数据处理；被测电气柜为待测试对象，内部包含直通线路、开关线路、继电器线圈及继电器触点线路等回路。测试设备机柜与被测电气柜通过转接电缆1及转接电缆2连接。

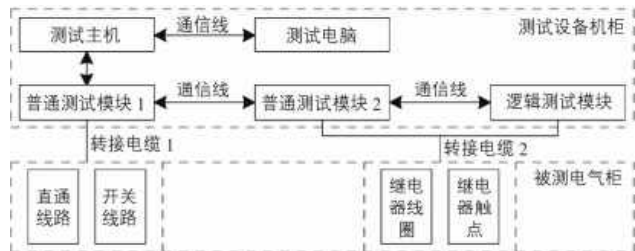


图3 电气柜自动测试系统框图

测试机柜内含测试电脑、测试主机、分布式普通测试模块及逻辑测试模块，各模块间通过设备自带通信总线连接（带电源及信号通信功能）；测试电脑为人机编程界面，编辑、运行测试程序，存储测试报告；测试主机用于系统的逻辑控制并提供激励电源<sup>[3]</sup>。

普通测试模块1主要完成直通回路及开关回路的测试。它与被测试电气控制柜通过转接工装电缆1连接，转接工装线缆1一端带有与普通测试模块相匹配的连接器，另一端带有与被测电气控制柜接口相匹配的连接器（接口包括与车辆匹配的连接器的弹性压接端子排的转接工装使用快速插线排实现；螺钉压接端子排的转接工装使用快速弹性插针排实现）。

### 五、辅助回路接线端子设计

#### 1、辅助回路进线端子

辅助变流器提供2路AC440V电源。通过安装在低压柜内部的辅助接触器分配电源。2路辅助回路电源进线为6根95mm<sup>2</sup>电缆，电缆外径大，接线头也较大，转弯困难，采用竖直排布的单螺柱头接线端子，作为低压柜内外部电缆连接点。

端子隔板高度和宽度应既能满足绝缘性能，又能保证电缆顺利转弯连接。

电源进线从低压柜底部进线孔，进入接线端子排外侧，端子排内侧用于低压柜与辅助接触器相连。

#### 2、辅助回路等电位分线端子

电力机车整车辅机负载设备包括定频模式负载和变频模式负载。每种工作模式下的负载数量都很多，需在辅助接触器到辅机设备保护断路器或辅机设备控制接触器之间，设计辅助回路端子排分线。

端子排采用双螺柱头接线端子，上部3路作为变频模式等电位分线端子，下部3路作为定频模式等电位分线端子。由于1个接线柱仅可以分为2个接线点，根据每

个模式下辅机设备数量,可将每路接线点采用2组或3组双螺栓接线端子,通过短接铜排连接,实现等电位分线。

如果端子排空间有限,等电位分线点数量过少,难以满足分线点位,可以根据负载电流大小选择配套的汇流排,将2个或3个断路器分为1组,用汇流排将断路器进线端短接,这样既可以减少辅助回路等电位点端子排,又可以节约空间。

### 3、辅助回路负载接线端子

辅助回路负载位于低压柜外部,控制设备位于低压柜内部,因此低压柜内外部连接需要设计辅助回路出线端子排。设计辅助回路端子排时,根据辅机负载数量、电流大小、电缆线径,确定端子型号及数量。为节约空间,可以不预留大线端子数量,仅预留少量小线端子。

为了方便后期设计更改,在设计辅助回路端子排时,可以为每种规格的端子命名一个名字,单独设计序号。例如,=92-X143.51/52/53,51代表 $16\text{mm}^2$ 大线接线端子,序号由1—12;52代表 $6\text{mm}^2$ 接线端子,序号由1—15;53代表 $4\text{mm}^2$ 接线端子,序号由1—30。后期如果由于某种原因,需要增加1个负载、3个 $6\text{mm}^2$ 的端子排。在

设计变更时,可将=92-X143.52增加3个,序号变为1—18,同类端子仍可以布置在一起,不影响其他端子接线及序号排列,保证设计的美观性和统一性。在设计低压柜整体布局时,应注意预留安装操作空间。

## 六、结语

总之,接线端子排是低压柜内外部电气设备连接的桥梁,是低压柜内部重要的电气元件。接线端子排设计与电力机车电气原理、低压电气设备布局密切相关,直接影响整车电气系统的安全性、可靠性和可维护性。因此,在端子排设计时应全方位考虑,以保证电力机车安全运行。

### 参考文献:

[1]赵亮,李章,王喜亮.电力机车低压柜预布线工艺研究[J].电力机车与城轨车辆,2020(7):66-68.

[2]李学普,杨春,董莹.电力机车电气屏柜筒统化设计浅析[J].铁道机车与动车,2020(4):10-12.

[3]景美丽,王利,马新华,等.城市轨道交通车辆车端低压接线箱端子排的改进设计[J].应用技术,2019(4):119-121.