

# 铁路通信、信息工程交、直流电源线径选择

## Selection of AC and DC Power Line Diameter for Railway Communication and Information Engineering

赵元初

Yuanchu Zhao

中铁第五勘察设计院集团有限公司 中国·北京 102600

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

**摘要:** 针对铁路通信、信息工程的特点,以铁路通信、信息工程中常用的设备为研究对象,总结了铁路通信、信息工程中常见的设备的电源线径的选择方案。

**Abstract:** According to the characteristics of railway communication and information engineering, taking the common equipment in railway communication and information engineering as the research object, this paper summarizes the selection scheme of power line diameter of the common equipment in railway communication and information engineering.

**关键词:** 铁路; 通信; 信息; 电源线

**Keywords:** railway; communication; information; power line

**DOI:** 10.12346/etr.v3i12.5067

### 1 引言

铁路通信、信息工程设备均需提供电源,电源线选择是否合适直接决定了设备工作状态,选择不适的电源线,轻则设备无法使用、电源线废弃并更换,重则设备烧毁、危及行车安全。电源线根据设备的负载、供电需求、设备的接线方式等多个条件确定,论文针对铁路通信、信息工程的不同设备提供了电源线径的选择方案<sup>[1]</sup>。

### 2 电源线径计算

#### 2.1 直流电源线径计算方法

直流电源线工作在低电压大电流,应按允许压降选择导线截面。计算方法如下:

$$A = \frac{\sum I \cdot L}{K \cdot \Delta U} (\text{mm}^2)$$

式中,  $\sum I$ ——该计算区段应计入的各段负荷电流,单位为 A;  
 $\Delta U$ ——在计算区段内导线上允许的电压降(指全回路的压降),根据 TB 10072—2000《铁路通信电源设计

规范》取 3.2V,计算单根导线时应折半为 1.6V;

$L$ ——导线长度, m;

$K$ ——导线的导电率 ( $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ) (在 20℃ 时,铜导线的导电率为 57,铝导线的导电率为 34)。

#### 2.2 交流电源线径计算

##### 2.2.1 安全载流量计算方法

计算电源线中通过电流的公式如下:

单相电源时:

$$I = \frac{P}{220 \cdot \cos \varphi}$$

三相电源时:

$$I = \frac{P}{380 \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

式中,  $P$ ——设备功率, W;

$\cos \varphi$ ——功率因数,一般取 0.75。

计算出电源线中通过的电流通过查询表 1 确定电源线截面积。

【作者简介】赵元初(1990-),男,中国山西原平人,本科,工程师,从事铁路通信信息研究。

表 1 电源线安全载流量表

单根导线面积 (mm <sup>2</sup> )	空气敷设长期允许载流量 (A) (铜芯)
0.75	16
1	19
1.5	24
2.5	32
4	42
6	55
10	75
16	105
25	138
35	170
50	215
70	265
95	325
120	375
150	430
185	490

### 2.2.2 交流压降计算

交流压降计算方法:

$$S = pL / (C \cdot \Delta U \%)$$

式中,  $S$ ——导线截面, mm<sup>2</sup>;

$P$ ——负载功率, kW;

$L$ ——线路长度, m;

$C$ ——降压系数, 380V=80, 220V=13;

$\Delta U\%$ ——终端允许压降;

$\Delta U$ ——根据不同设备特点进行选择。

## 3 铁路通信、信息设备电源线径选择

### 3.1 直流电源线径选择

直流电源线包括三个部分: 蓄电池到电源(高频开关电源、UPS)的连接线; 高频开关电源到直流配电柜的连接线(负载较少时, 直流配电柜常与高频开关电源柜合设, 此部分配线为厂家配线, 设计时不做考虑); 直流配电柜至负载的连接线<sup>[2]</sup>。

#### 3.1.1 蓄电池至电源设备计算示例

例: 蓄电池容量为 250Ah2 组时。

由以下公式:

$$\text{蓄电池组均衡充电电流 (按 10 小时充电考虑)} = \text{蓄电池组容量} \times 0.1$$

可计算得蓄电池组充电电流为 50A, 长度按 10m, 代入公式可得电源线径截面理论值为 5.5mm<sup>2</sup>。考虑到电源线电阻率根据使用环境变化及老化, 考虑一定容量及工程扩容的可能性, 建议蓄电池充电线采用 35mm<sup>2</sup> 截面积的电源线。

#### 3.1.2 高频开关电源至直流配电柜电源线计算示例

例: 车站直流配电柜需供电设备如表 2 所示。

表 2 铁路通信、信息直流设备功耗表

供电类型	序号	设备名称	功耗 (W)	数量	功耗合计 (W)
直流供电	1	STM-64	1000	1	1000
	2	STM-16	800	1	800
	3	NU	160	1	160
	4	接入路由器	500	2	1000
	5	三层交换机	500	1	500
	6	调度分系统	300	1	300
	7	操作台	50	1	50
	8	录音仪	50	1	50
	9	基站	1000	1	1000
	10	近端机	100	1	100
	11	电源环境监控分站	120	1	120
直流电功耗合计					5080

直流配电柜容量按冗余 50% 考虑, 故直流配电柜通过最大电流应为  $5080 \times 1.5 / 48 = 190A$ , 电源线长度按 10m 计算, 代入公式可计算得电源线截面积理论值为 21mm<sup>2</sup>, 故选择 35mm<sup>2</sup> 电源线。

#### 3.1.3 直流配电柜至负载源线计算示例

例: 计算 STM-64 设备的电源线。

额定功率为 1000W, 额定电压为 48V, 可计算得额定电流为 20.83A, 代入公式,  $L=10$ ,  $K=57$ ,  $\Delta U=1.6$  (此时计算的是由高开至设备的两根电源线的其中一根, 即回路的 1 半, 压降取  $3.2/2=1.6$ ), 得单根电源线线径计算得 2.3mm<sup>2</sup>。

根据以上方法主要通信设备功耗及电源线径计算结果如表 3 所示。

表 3 铁路通信、信息直流设备电源线径计算结果

供电类型	序号	设备名称	功耗 (W)	电源线径理论值 (mm <sup>2</sup> )
直流供电	1	STM-64	1000	2.3
	2	STM-16	800	1.9
	3	NU	160	0.4
	4	接入路由器	500	1.2
	5	三层交换机	500	1.2
	6	调度分系统	300	0.7
	7	录音仪	50	0.2
	8	基站	1000	2.3
	9	近端机	100	0.3

考虑到电源线电阻率根据使用环境变化及老化, 考虑一定容量以及统一性原则, 建议所有设备均采用 6mm<sup>2</sup> 截面积的电源线。

### 3.2 交流电源线径选择

交流电源线主要包括 3 部分, 交流配电盘(柜)至开关电源或 UPS 或稳压电源连接线、UPS 或稳压电源至交流配电柜连接线(负载较少时, 交流配电柜常与 UPS 合设, 此部分配线为厂家配线, 设计时不做考虑)、交流配电柜至负

载连接线。

电源线路短时，压降小，按铜导线的安全载流量作为电源线的主要选择标准；电源线路长，压降大，主要按铜导线压降作为电源线的主要选择标准。

### 3.2.1 交流配电盘（柜）至至高开电源或 UPS 或稳压电源连接线径计算示例

例：如 UPS 或稳压电源容量为 40KVA，UPS 电压等级常为 380V，代入公式可计算得通过电流为 81A，查表可得应选择截面积为 16mm<sup>2</sup> 以上的电源线，考虑到启动电流，建议选择截面积为 35mm<sup>2</sup> 的电源线<sup>[3]</sup>。

### 3.2.2 UPS 或稳压电源至交流配电柜电源线径计算示例

例：如交流配电柜总负载容量为 40KVA，UPS 电压等级常为 380V，代入公式可计算得通过电流为 81A，查表可得应选择截面积为 16mm<sup>2</sup> 以上的电源线，考虑到启动电流，

建议选择截面积为 35mm<sup>2</sup> 的电源线。

### 3.2.3 交流配电柜至负载电源线径计算示例

①电源线路短时，设备用电计算：

例：机房内设备用电如表 4 所示。

表 4 一般机房内交流设备功耗表

序号	设备名称	功耗 (W)	数量	功耗合计 (W)
1	路由器	100	1	100
2	交换机	100	1	100
3	服务器	300	3	1000

机房内 UPS 按 220V 考虑，服务器电源线电流约为 6A，最小电源线面积查表可知 0.75mm<sup>2</sup>。

考虑到交流启动电流高，建议通信、信息交流设备一般取 3×6mm<sup>2</sup> 电源线。

②电源线路长时，设备用电计算：

机房外设备功耗如表 5 所示。

表 5 客运站信息设备功耗表

系统名称	序号	设备名称	功耗 (W)
客票	1	窗口售票机	300
	2	补票机	300
	3	取票机	500
综合显示	1	LED 同步控制器	300
	2	LED 异步控制器	300
	3	售票大屏 (F5 双基色高亮 500W/m <sup>2</sup> )	500
	4	售票窗口屏 (F3.75 双基色高亮 500W/m <sup>2</sup> )	500
	5	候车信息屏 (F5 双基色高亮 500W/m <sup>2</sup> )	500
	6	出站信息屏 (F5 双基色超高亮 800W/m <sup>2</sup> )	800
	7	地道屏 (F5 双基色高亮 500W/m <sup>2</sup> )	500
	8	双面双翼站台到发信息屏 (F5 双基色超高亮 800W/m <sup>2</sup> )	800
客运广播	9	到发通告终端	300
	1	扬声器 5W	5
	2	扬声器 20W	20
视频监控	3	扬声器 30W	30
	1	视频监控监视器	300
	2	监控终端	300
	4	视频光端机	20
	5	硬盘录像机	150
	6	半球摄像机	20
	8	一体化快球	50
	9	安检高清摄像机	20
入侵报警	10	拾音器	5
	1	报警控制主机	20
	2	主控键盘	5
	3	报警警灯	5
	4	声光报警器	5
	5	布防键盘	5
	7	双监探头	10
	8	报警工作站	300
安检	1	安检仪	1200
	2	安检门	30
	3	安检仪监控终端	300
	6	票据打印机	300

例：站台双面双翼双基色屏  $0.732\text{m} \times 2.44\text{m} \times 2 \times 2$ ，计算其电源线线径。

屏幕面积  $7.2\text{m}^2$ ，用电量  $3.6\text{kW}$ ，电源线假设  $500\text{m}$ 。

根据压降算法可计算得截面积  $4.8\text{mm}^2$ 。

根据安全载流量算法计算得截面电流  $22\text{A}$ ，截面积  $1.5\text{mm}^2$  即可满足安全载流量要求。

二者选最大值并考虑到启动电流，建议取  $3 \times 6\text{mm}^2$  电源线。

例：计算取票机电源线线径。

取票机用电量  $0.5\text{KW}$ ，电源线假设为  $100\text{m}$ 。

根据压降算法可计算得截面积  $0.13\text{mm}^2$ 。

根据安全载流量算法计算得截面电流约为  $1\text{A}$ ，截面积  $0.75\text{mm}^2$  即可满足安全载流量要求。

二者选最大值并考虑到启动电流，建议取  $3 \times 4\text{mm}^2$  电源线。

例：计算摄像机电源线径。

摄像机供电为集中供电，假设 1 条电源线路约  $600\text{m}$ ，负载 10 路摄像机，用电量大约为  $500\text{W}$ 。

根据压降算法计算，根据 QCR575—1011《铁路综合视频监控技术规范》中 13.1 的要求， $\Delta U=20\%$ ，可计算得截面积  $1.5\text{mm}^2$ 。

根据安全载流量法计算得截面电流约为  $3\text{A}$ ，截面积  $0.75$  即可满足安全载流量要求。

二者选最大值并考虑到启动电流，故选择  $2 \times 2.5\text{mm}^2$  线缆<sup>[4]</sup>。

## 参考文献

- [1] TB 10072—2000 铁路通信电源设计规范[S].
- [2] GB 51194—2016 通信电源设备安装工程设计规范[S].
- [3] GB/T 14715—2017 信息技术设备用不间断电源通用规范[S].
- [4] Q/CR 575—2017 铁路综合视频监控技术规范[S].

(上接第 129 页)

## 5 直流调速器故障分析处理

直流调速装置出现故障的类型可分为功率部件故障和控制单元故障，下面就典型故障及处理方法做如下说明：

①无电枢电流：首先检查电源，然后检查触发电枢整流器晶闸管导通的电源板是否正确触发，还要测量晶闸管是否完好。

②电枢电流不稳定：该现象多为晶闸管部分损坏，导致电枢电压周期性电压缺失，使得直流电机堵转，另外也有可能是电源板触发导致晶闸管部分不触发导通。

③励磁回路故障：多为励磁控制单元或励磁晶闸管损坏，如果硬件没有问题应对励磁进行手动优化处理<sup>[3]</sup>。

④电机励磁供电跳闸：该故障多为励磁线圈绝缘性能降低导致，需要对励磁线圈使用摇表进行检测，绝缘电阻在冷却状态下不低于  $1\text{M}\Omega$ 。

⑤直流电机抖动有高频异响：该现象多为晶闸管损坏，或速度环优化异常，该故障在运行时要及时处理，否则有损

坏直流电机的风险。

## 6 结语

虽然矢量高压交流变频调速技术不断成熟，在一些应用场合开始替代直流调速装置，但直流调速优越的调速性能及抗负载性能仍然有其不可替代的优势，现场应用广泛。西门子、ABB、欧陆等知名传动装置厂家也推出了新的升级产品，新产品性能、功能更加优越强大。因此，现场工程技术人员掌握和使用直流调速装置的原理、使用、调速、维护等是非常必要的。

## 参考文献

- [1] 马明明. 直流电机的保养细则[J]. 橡塑技术与装备, 2020(5): 23-25.
- [2] 宋志凌. 永磁调速电机在橡胶混炼设备中的应用[J]. 中国橡胶, 2019(27): 2.
- [3] 李琛. 直流调速系统的设计[J]. 制浆造纸自动化, 2021(2): 36.