

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2021

城市轨道交通不间断电源（UPS）整合设计 规范

Code for design of uninterruptible power supply (UPS) integration of
urban rail transit

（征求意见稿）

2022 年 6 月

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 负荷	5
5 系统配置	6
6 系统功能	6
7 系统接线方式	7
8 保护与测控	7
9 接地	8
10 设备技术性能	8
11 主要技术指标	9
12 设备布置及环境要求	10
附 录 A （规范性） UPS 主机容量计算	11
附 录 B （规范性） 蓄电池容量计算	13
附 录 C （规范性） UPS 接线图	15
参 考 文 献	16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁电气化勘测设计研究院有限公司、厦门轨道交通集团有限公司、宁波市轨道交通集团有限公司、科华数据股份有限公司。

本文件主要起草人：杜林、尹超准、桑梓杰、王纯伟、李雅丽、沈菊、吴爱艳、李振芳、王兵、周敏、吴凡、弓瑞强、温敏健、姚燕明、姚任行、黄江伟、叶如、琚永刚、李守杰、王军平、张四永、刘艺超。

引 言

为了使城市轨道交通的交流不间断电源系统满足安全可靠、技术先进的要求，统一交流不间断电源系统的设计原则，特制定本文件。

城市轨道交通不间断电源（UPS）整合设计规范

1 范围

本文件适用于城市轨道交通车站、车辆段/停车场、控制中心的交流不间断电源系统整合设计。不间断电源系统设计除应符合本文件外，还应符合现行国家、行业有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50157 地铁设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB/T 50063 电力装置的电测量仪表装置设计规范
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- GB 7260.1 不间断电源设备 第1-1部分：操作人员触及区使用的UPS的一般规定和安全要求
- GB 7260.2 不间断电源设备(UPS) 第2部分：电磁兼容性(EMC)要求
- GB/T 7260.3 不间断电源设备(UPS) 第3部分：确定性能的方法和试验要求
- GB 7260.4 不间断电源设备 第1-2部分：限制触及区使用的UPS的一般规定和安全要求
- GB/T 14715 信息技术设备用不间断电源通用规范
- GB/T 34940 静态切换系统（STS）
- GB/T 3859 半导体变流器
- GB/T 19639 通用阀控式铅酸蓄电池
- DL/T 5044 电力工程直流电源系统设计规程
- DL/T 5491 电力工程交流不间断电源系统设计技术规程
- TB/T 1528 铁路信号电源系统设备
- YD/T 1095 通信用交流不间断电源（UPS）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 交流不间断电源系统（UPS）

由双电源自动切换装置、整流器、逆变器、开关、储能装置（蓄电池）、隔离变压器、调压器等设备组成，在输入电源故障或消失时能维持负载供电连续性的电源系统，简称UPS。

3.2 交流不间断电源整合

将城市轨道交通若干个系统设备用电整合在一起，由集中的一套UPS供电。

3.3 在线式 UPS

交流输入正常时，通过整流、逆变装置对负载供电；交流输入异常时，蓄电池通过逆变器对负载供电。

3.4 UPS 主机

将交流输入电源转换为直流电，直流电为蓄电池组充电的同时再转换为交流电，当交流输入电源消失时可将蓄电池组的直流电转换为交流电的设备。一般由整流器、逆变器、隔离变压器、旁路开关等组成。

3.5 旁路

在UPS主机故障、临时过载或停运检修期间，为保证向负载供电而设置的供电回路。一般由调压器、静态转换开关以及手动维修开关等组成。

3.6 双机并联冗余

由两台UPS主机并联为负载供电，当其中一台UPS主机故障时，另一台UPS主机可以承担全部负载。

3.7 静态转换开关

UPS中实现由逆变器向旁路或旁路向逆变器转换的电子式快速转换开关，其切换时间一般不大于5ms（1/4周波）。

3.8 切换时间

从交流输入电源供电切换到蓄电池供电、从蓄电池供电切换到交流输入电源供电、从逆变器供电切换到旁路供电或从旁路供电切换到逆变器供电所需要的时间。

3.9 降容系数 (K_d)

当设备安装地点大于海拔1000m时，UPS实际带负载容量与额定容量的比值。

3.10 自动分时下电

蓄电池供电时，UPS为各负载的供电时间达到其后备时间的要求后，自动切除各负载对应配电回路断路器。

4 负荷

4.1 负荷分类

4.1.1 城市轨道交通交流不间断供电负荷分为计算机负荷和非计算机负荷。

4.1.2 典型车站负荷特性

序号	系统负荷名称	负荷描述	负荷性质	后备时间要求
1	专用通信	传输设备、公务电话、专用电话设备	连续	2h
		计算机及网络通讯设备	连续	2h
		广播、旅客信息、闭路电视控制设备以及终端设备	连续	2h
2	信号	计算机及网络通信设备、终端设备	连续	0.5h
3	综合监控	计算机及网络设备	连续	1h
4	门禁	计算机及网络设备、终端设备	连续	1h
5	自动售检票	计算机及网络设备、终端设备	连续	0.5h
6	火灾自动报警	计算机及网络设备	连续	1h
7	办公自动化	计算机及网络设备	连续	1h

序号	系统负荷名称	负荷描述	负荷性质	后备时间要求
8	乘客信息	计算机及网络设备、终端设备	连续	1h
9	环境与设备监控	计算机及网络设备、终端设备	连续	1h
10	安防	计算机及网络设备、终端设备	连续	1h
11	云平台	计算机及网络设备	连续	1h

注：控制中心各系统负荷的后备时间要求根据各专业的需求确定。

4.2 整合原则

4.2.1 专用通信系统、综合监控系统、门禁系统、自动售检票系统、火灾自动报警系统、办公自动化系统、乘客信息系统、环境与设备监控系统、安防系统、云平台系统宜纳入 UPS 整合范围。

4.2.2 信号系统可纳入 UPS 整合范围。

4.3 负荷统计

4.3.1 负荷按最大运行方式计算，应遵守下列原则：

- a) 连续运行的负荷应予以计算；
- b) 间歇性运行的负荷应予以计算；
- c) 互为备用的负荷只计算运行的部分；
- d) 当单相负荷分配到 UPS 三相上时，应分别计算每相负荷。

4.4 UPS 主机及蓄电池容量计算

4.4.1 UPS 主机容量应根据负荷计算确定。负荷计算及 UPS 主机容量选择宜按本文件附录 A.1、A.2 的方法进行。

4.4.2 当装设两台 UPS 主机时，两台 UPS 主机容量应一致。

4.4.3 三相输出负载不平衡时，应按最大相负荷选择 UPS 主机容量。

4.4.4 当负载综合功率因数与 UPS 主机额定输出功率因数不同时，宜按制造厂提供的负载能力进行容量校正。

4.4.5 当 UPS 主机安装地点海拔高度大于 1000m 时应降容使用，宜按制造厂提供的降容要求或本文件附录 A.2 的数值进行容量校正。

4.4.6 蓄电池容量宜按本文件附录 B 的方法进行计算。

5 系统配置

5.1 车站、车辆段/停车场、控制中心 UPS 宜采用双机并联冗余配置，每台 UPS 主机应设置一组蓄电池，每组蓄电池的容量宜按总需要容量的 50% 配置。

6 系统功能

6.1 当交流输入电源正常时，交流输入电源经整流器由交流变成直流，再经逆变器由直流变成交流，输出到负载。

6.2 当交流输入电源故障时，由交流输入电源供电切换至由蓄电池供电，切换时间应不大于 1ms；当交流输入电源恢复正常后，由蓄电池供电切换至由交流输入电源供电，切换时间应不大于 1ms。

6.3 当 UPS 主机过载、逆变器故障、交流输入回路故障时，通过电源旁路静态转换开关自动切换至交流旁路输入电源供电，切换时间应不大于 5ms；当故障恢复后，自动切换至逆变输出供电，切换时间应不大于 5ms。

6.4 当 UPS 主机需退出进行检修维护时，可闭合手动维修旁路开关为负载供电。

6.5 UPS 主机应具有软启动功能。

6.6 在没有交流输入电源的情况下，UPS 主机应具备蓄电池组启动功能，负载可由蓄电池组通过逆变器供电。

7 系统接线方式

7.1 UPS 应由两路交流电源供电，两路交流电源应由不同配电母线段引接，两路电源进线应设自动切换装置。

7.2 UPS 旁路输入侧宜设置具备隔离功能的自动调压器。

7.3 双机冗余配置的 UPS 主机宜分别设置独立的旁路。

7.4 配电母线应采用单母线分段接线。

7.5 配电方式应采用辐射式。

7.6 配电网络设计应考虑三相负荷平衡。

7.7 当设置两组蓄电池时，两组蓄电池之间应设置并联开关。

7.8 系统接线宜按本文件附录 C 的规定执行。

8 保护与测控

8.1 保护

8.1.1 UPS 进线回路应装设断路器。

8.1.2 UPS 配电回路应装设断路器。

8.1.3 各级保护装置可根据安装位置配置瞬时保护、短延时保护、长延时保护、接地保护等。

8.1.4 各级保护装置的配置应保证上下级之间的选择性。

8.2 测量

8.2.1 测量仪表的设计应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定。

8.2.2 UPS 主机的测量内容应包括下列参数：

- a) 交流输入电压、电流、频率；
- b) 输出电压、电流、频率；
- c) 蓄电池组均/浮充电压、电流。

8.2.3 UPS 输出配电柜应具备进线电流、母线电压和频率、馈线电流、馈线功率测量功能。

8.2.4 测量仪表的精度不应低于 1.0 级。

8.3 信号

8.3.1 UPS 故障时应发出信号。

8.3.2 UPS 应具有交流输入电压低、逆变器输入/输出电压异常、整流器故障、逆变器故障、静态转换开关故障、风机故障、馈线跳闸等故障报警及旁路运行、蓄电池放电等异常运行报警功能。

8.3.3 UPS 主机的综合故障信号宜采用干接点输出。

8.4 控制

8.4.1 UPS 应具备自动分时下电功能。

8.4.2 蓄电池组宜配置在线均衡系统。

8.5 通信

8.5.1 UPS 应具有与监控系统通信的功能。

8.5.2 UPS 与监控系统的接口宜采用以太网口，通信协议宜符合 IEC61850 的有关规定。

9 接地

9.1 UPS 配电系统应采用 TN-S 系统。

9.2 UPS 应设置工作接地和保护接地，工作接地和保护接地均应与主接地网连接。

9.3 UPS 配电柜内的接地铜排的截面积不宜小于 100mm^2 。

10 设备技术性能

10.1 UPS 主机

10.1.1 应采用在线式。

10.1.2 应采用三相输入、三相输出，输出端应内置输出隔离变压器。

10.1.3 直流标称电压不宜高于 500V。

10.1.4 交流主电源输入应采用 380V 三相四线制输入，交流输入端的开关设备应满足动、热稳定性的要求。

10.1.5 整流器和逆变器宜采用 IGBT 变流，逆变器应具有逆变输出电压缓启动功能。

10.2 UPS 旁路

10.2.1 旁路自动调压器应采用干式自然风冷结构。

10.2.2 调压器应采用自动调压，电压调节范围应满足输入电压变化范围的要求。

10.2.3 选择隔离变压器短路阻抗时，应校验 UPS 配电系统上下级断路器之间的选择性。

10.2.4 旁路静态转换开关应采用电子和机械混合型转换开关，其切换时间不应大于 5ms。

10.2.5 手动维修旁路开关应具有同步闭锁功能。

10.3 蓄电池

10.3.1 蓄电池宜采用阀控式密封铅酸蓄电池，蓄电池单体电压宜为 2V 或 12V，每组蓄电池不应采用并联型式。

10.3.2 蓄电池也可采用磷酸铁锂电池。

10.3.3 蓄电池事故放电电流应按负荷容量计算。

10.3.4 蓄电池的个数应根据蓄电池单体电压和 UPS 主机直流输入电压允许范围确定。

10.4 断路器

10.4.1 UPS 输入应采用带中性线重叠功能的 PC 级双电源自动切换装置，双电源自动切换装置的开关应采用四极开关。

10.4.2 UPS 三相输出回路应采用四极断路器，单相输出回路应采用双极断路器。

10.5 电缆

10.5.1 电缆的选择和敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 的有关规定。

10.5.2 电缆应选用铜芯电缆。

10.5.3 电缆截面应满足电缆长期允许载流量和回路允许电压降的要求，且其热稳定电流应与断路器配合。

10.5.4 UPS 三相输出回路应采用五芯电缆，单相输出回路应采用三芯电缆。

11 主要技术指标

11.1 输入参数

11.1.1 交流输入电压允许范围： $380V \pm 25\%$ 。

11.1.2 交流输入频率允许范围： $50Hz \pm 10\%$ 。

11.1.3 交流输入电流谐波失真： $\leq 5\%$ 。

11.2 输出参数

11.2.1 输出电压： $380V \pm 1\%$ 。

11.2.2 频率输出： $50Hz \pm 0.5Hz$ 。

11.2.3 频率跟踪速率： $\leq 1Hz/s$ 。

11.2.4 输出波形失真度： $\leq 1\%$ （100%线性负载）； $\leq 3\%$ （100%非线性负载）。

11.2.5 输出电压不平衡度： $\leq 1\%$ 。

11.2.6 动态电压瞬变范围： $\leq 5\%$ 。

11.2.7 电压瞬变恢复时间： $\leq 40ms$ 。

11.2.8 输出电压相位偏差： $\leq 1^\circ$ 。

11.2.9 输出电流峰值系数： ≥ 3 。

11.2.10 输出功率因数： ≥ 0.8 。

11.2.11 过载能力：105%负荷持续运行；125%时持续时间 10min；150%时持续时间 60s。

11.2.12 不平衡带载能力：须具有 100%的不平衡负载能力。

11.2.13 效率： $\geq 92\%$ （满负载，功率因数 0.8 时）。

11.2.14 并机负载电流不均衡度： $\leq 5\%$ 。

11.3 综合指标

- 11.3.1 旁路切换时间： $\leq 5\text{ms}$ 。
- 11.3.2 噪声： $\leq 65\text{dB}$ 。
- 11.3.3 防护等级：IP20。
- 11.3.4 平均故障间隔时间（MTBF）： $\geq 25000\text{h}$ 。

12 设备布置及环境要求

12.1 设备布置

- 12.1.1 UPS 设备应布置在负荷中心。
- 12.1.2 UPS 设备应设置专用的配电室，可不单独设置蓄电池室。
- 12.1.3 蓄电池布置应符合现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的有关规定。
- 12.1.4 UPS 配电室的门应采用向外开的防火门。
- 12.1.5 UPS 设备前应设置运行和检修通道，通道宽度应符合现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的有关规定。

12.2 环境要求

- 12.2.1 UPS 设备布置应避开有水、汽、导电尘埃或强电磁干扰的场所。
- 12.2.2 UPS 设备房间应设置空气调节装置。
- 12.2.3 UPS 设备房间的采暖通风及空气调节要求应符合现行国家标准《城市轨道交通通风空气调节与供暖设计标准》GB/T 51357 的有关规定。

附 录 A
(规范性)
UPS 主机容量计算

A.1 负荷计算

A.1.1 根据各系统负载的铭牌容量和需要系数，可按本文件公式 (A.1.1-1) 计算各系统负载的总有功功率；可按本文件公式 (A.1.1-2) 计算各系统负载的总无功功率，可按本文件公式 (A.1.1-3) 计算各系统负载的总视在功率；并可按本文件公式 (A.1.1-4) 计算各系统负载的综合功率因数。

$$P_C = \sum K_X \cdot P_i \quad (\text{A.1.1-1})$$

$$Q_C = \sum K_X \cdot P_i \cdot \tan \varphi \quad (\text{A.1.1-2})$$

$$S_C = \sqrt{P_C^2 + Q_C^2} \quad (\text{A.1.1-3})$$

$$\cos \varphi = \frac{P_C}{S_C} \quad (\text{A.1.1-4})$$

式中： P_i ——单个负载铭牌容量 (kW)；
 K_X ——需要系数，可按表 A.1.1-1 规定的数值选择；
 $\tan \varphi$ ——功率因数角相对应的正切值；
 P_C ——各系统计算负荷有功功率 (kW)；
 Q_C ——各系统计算负荷无功功率 (kVar)；
 S_C ——各系统计算负荷视在功率 (kVA)；
 $\cos \varphi$ ——各系统负荷综合功率因数。

表 A.1.1-1 常用交流不间断负荷容量需要系数

序号	负荷名称	需要系数
1	系统主机或服务器	0.7
2	操作员工作站	0.7
3	交换机及网络设备	0.7
4	工程师工作站	0.5
5	网络打印机	0.5
6	终端设备	0.8

A.1.2 总计算负荷可按本文件公式 (A.1.2-1) 进行负荷计算。

$$S = K_T \cdot S_C \quad (\text{A.1.2-1})$$

式中： K_T ——视在功率的同时系数，可取 0.9；
 S ——总计算负荷 (kVA)。

A.2 UPS 主机容量选择

根据总计算负荷，可按本文件公式 (A.2-1) 计算 UPS 主机容量。根据计算容量选择大于或等于该计算容量的 UPS 主机容量作为选择容量。

$$S_e = K_k \frac{S}{K_d} \quad (\text{A.2-1})$$

式中： S_e ——UPS 主机计算容量 (kVA)；

S ——总计算负荷 (kVA)；

K_k ——可靠系数，取 1.25；

K_d ——降容系数，由制造厂提供或根据表 A.2-1 规定的数值选择。

表 A.2-1 降容系数 K_d

海拔高度 (m)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
降容系数 K_d	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.74	0.70	0.67

附录 B
(规范性)
蓄电池容量计算

B.1 直流负荷统计应负荷表 B.1-1 的规定。

表 B.1-1 直流负荷统计表

序号	负荷名称	装置容量 (kW)	需要系数	计算电流 (A)	经常负荷电流 (A)	事故放电时间及放电电流 (A)						
						初期	持续 (min)					随机
						1min	1~30	30~60	60~120	120~180	5s	
						I_{jc}	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_r
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
合计												

B.2 蓄电池容量的计算步骤应符合下列要求：

- 1 直流负荷统计；
- 2 绘制负荷曲线；
- 3 按照直流母线允许最低电压要求，确定单体蓄电池放电终止电压；
- 4 计算容量时，根据不同蓄电池型式、终止电压和放电时间，由制造厂提供容量换算系数。容量换算系数可按下式计算：

$$K_c = \frac{I_t}{C_{10}}$$

式中： K_c ——容量换算系数 (1/h)；

I_t ——事故放电时间 t 小时的放电电流 (A)；

C_{10} ——蓄电池 10h 放电率标称容量 (Ah)。

B.3 蓄电池容量应按阶梯法计算：

第一阶段计算容量

$$C_{c1} = K_k \frac{I_1}{K_{c1}}$$

第二阶段计算容量

$$C_{c2} = K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) \right]$$

第三阶段计算容量

$$C_{c3} = K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \frac{1}{K_{c3}} (I_3 - I_2) \right]$$

第 n 阶段计算容量

$$C_{cn} = K_k \left[\frac{1}{K_{c1}} I_1 + \frac{1}{K_{c2}} (I_2 - I_1) + \dots + \frac{1}{K_{cn}} (I_n - I_{n-1}) \right]$$

随机负荷计算容量

$$C_{cr} = K_k \frac{I_r}{K_{cr}}$$

将 C_r 叠加在 $C_{c1} \sim C_{cn}$ 中最大的阶段上，然后与 C_{c1} 比较，取较大者，即为蓄电池的计算容量。

式中： K_k ——可靠系数，取 1.40；

$C_{c1} \sim C_{cn}$ ——蓄电池 10h 放电率各阶段的计算容量 (Ah)；

$I_1 \sim I_n$ ——各阶段的负荷电流 (A)；

K_{c1} ——各阶段中全部放电时间的容量换算系数 (1/h)；

K_{c2} ——各阶段中除第 1 阶梯时间外放电时间的容量换算系数 (1/h)；

K_{c3} ——各阶段中除第 1、2 阶梯时间外放电时间的容量换算系数 (1/h)；

K_{cn} ——各阶段中除最后 1 个阶梯外放电时间的容量换算系数 (1/h)；

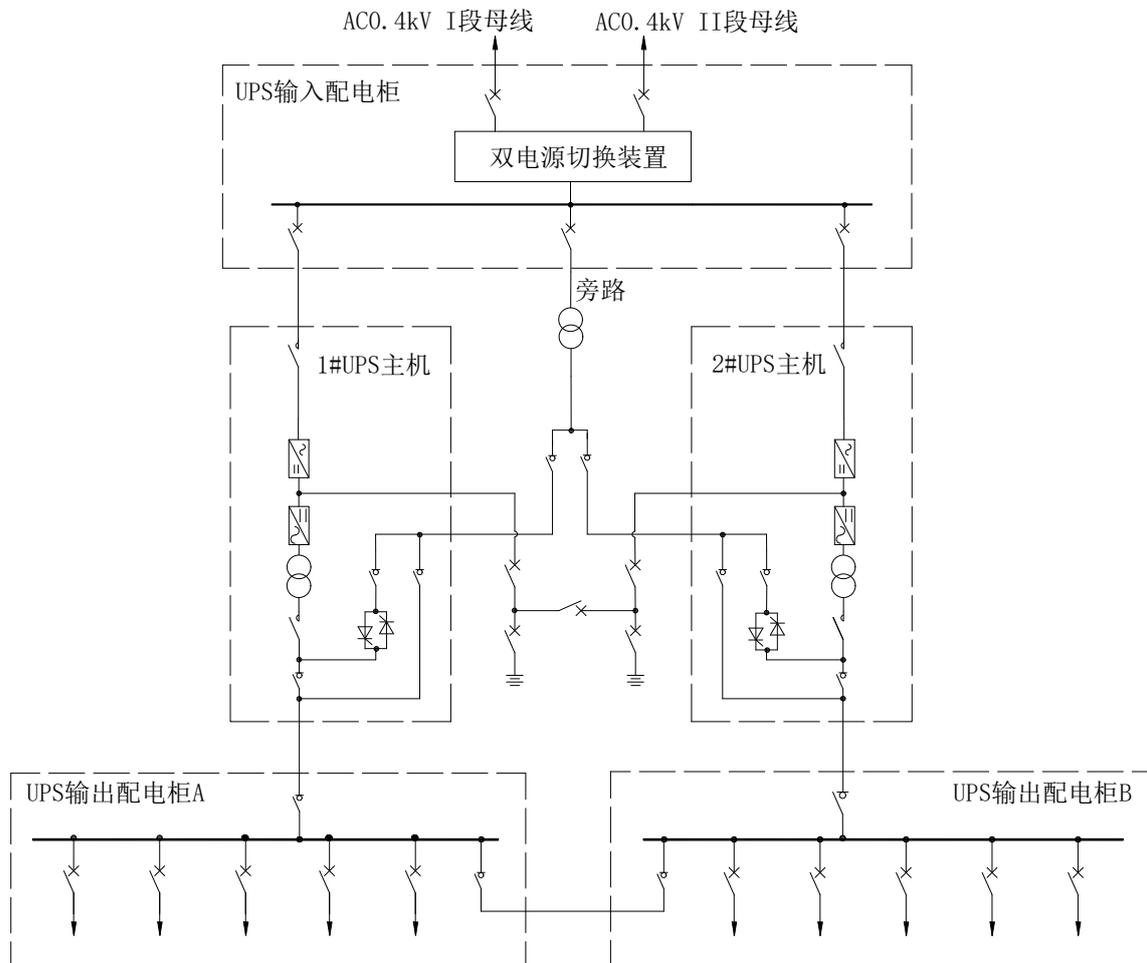
C_r ——随机负荷计算容量 (Ah)；

I_r ——随机负荷电流 (A)；

K_{cr} ——随机负荷的容量换算系数 (1/h)。

蓄电池可靠系数由裕度系数、老化系数和温度修正系数构成，经计算，可靠系数=裕度系数×老化系数×温度修正系数=1.15×1.10×1.10≈1.4。

附录 C
(规范性)
UPS 接线图



参 考 文 献

[1] IEEE Std 485-2010 Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications
