



# UPS 电源系统配置

## 一、介绍

在数据机房 UPS 系统配置中，经常碰到根据负载功率，后备时间来配置蓄电池、电池电力电缆、直流断路器、电池柜等，本文依据国家行业标准，结合多家厂商应用数据，和大家分享一下配置过程。

依据标准：

GB 50174-2017 数据中心设计规范

GB 51194-2016 通信电源设备安装工程设计规范

YD/T 1095-2018 通信用交流不间断电源（UPS）

YD/T 799-2010 通信用阀控式密封铅酸蓄电池

GB/T 19639.1-2014 通用阀控式铅酸蓄电池

GB/T 19638.1-2014 固定型阀控式铅酸蓄电池

GB 50217-2018 电力工程电缆设计标准

DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计技术规程

IEC 60364 5-523 Electrical installations of buildings Current-carrying capacities in wiring systems

## 二、阀控式铅酸蓄电池

依据 YD/T 799-2010 和 GB 51194-2016 标准，阀控式铅酸蓄电池放电小时率为 10HR，而依据 GB/T 19639.1-2014 标准，放电小时率为 20HR，结合数十家电池厂商数据，10HR 电池容量一般大于 38AH，20HR 电池容量一般小于 35AH，当然也存在其他特殊情况应用。

## 三、蓄电池选取

蓄电池容量选取主要有三种方法，电流法、功率法、GB51194 标准法。电池容量计算



主要涉及内容包括电池截止电压、放电电流、放电功率、环境温度、转换效率等。

电流法，无需特别了解电池放电特性，根据电池电流放电倍率计算，但需保证电流放电倍率的准确度。

功率法通过负载功率，查阅电池规格书的恒功率数据，考虑转换效率，再进行计算，准确度高，误差小，但需要电池规格放电数据才可以。

GB51194 标准法，通过标准规定的放电容量系数，截止电压、环境温度、安全系数等计算。

### 3.1 电流法

3.1.1 电池放电电流  $I_{bat}$

3.1.2 负载功率  $P_{load}$  (单位 W)，如果满载  $P_{load} = \text{UPS 容量 (单位 VA)} * \text{PF (输出功率因数)}$

3.1.3 UPS 效率  $\eta$ ，根据选取的 UPS 进行设定，参考 YD/T 1095-2018 标准，结合多家 UPS 厂商数据

3.1.4 电池截止电压 V (即 UPS 电池关机电压)，小于等于 1 小时后备时间一般选取 1.67v，大于 1 小时选取 1.75V。1.67V 代表蓄电池单体电压，12V 电池有 6 个单体组成，所以 1.67V 相当于单节电池 10.02V，1.75V 相当于 10.5V。

3.1.5 UPS 额定电池 (12V) 数量 N

3.1.6 电池放电容量系数  $\beta_T$ ，放电时间 T (Hour)

依据 GB51194 和 YD799 标准，结合多家厂商数据，电池 (10HR)  $\beta_T$  值：

放电时间	5min	15min	0.5h			1h			2h	3h	4h	6h	8h	10h	≥20h
截止电压 (V)	1.70	1.70	1.65	1.70	1.75	1.70	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	≥1.85
放电容量系数	0.23	0.40	0.51	0.49	0.48	0.59	0.57	0.55	0.68	0.75	0.80	0.90	0.96	1.00	1.00



依据 GB19639.1 标准, 结合多家厂商数据, 电池 (20HR)  $\beta_T$  值:

放电时间	5min	15min	0.5h			1h			2h	3h	4h	6h	8h	10h	$\geq 20h$
截止电压 (V)	1.70	1.70	1.65	1.70	1.75	1.70	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.75
放电容量系数	0.29	0.45	0.55	0.53	0.51	0.64	0.62	0.60	0.70	0.75	0.80	0.88	0.92	0.95	1.00

### 3.1.7 电池放电电流倍率 $\phi$

$$\phi = \beta_T / T$$

依据 GB51194 和 YD799 标准:

放电时间	5min	15min	0.5h			1h			2h	3h	4h	6h	8h	10h	$\geq 20h$
截止电压 (V)	1.70	1.70	1.65	1.70	1.75	1.70	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	$\geq 1.85$
放电电流比率	2.78	1.59	1.02	0.98	0.95	0.59	0.57	0.55	0.34	0.25	0.20	0.15	0.12	0.1	0.05

依据 GB19639.1 标准:

放电时间	5min	15min	0.5h			1h			2h	3h	4h	6h	8h	10h	$\geq 20h$
截止电压 (V)	1.70	1.70	1.65	1.70	1.75	1.70	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.75
放电电流比率	3.48	1.8	1.1	1.06	1.02	0.64	0.62	0.6	0.35	0.25	0.2	0.15	0.12	0.095	0.05

### 3.1.8 电池容量 C 计算公式:

$$C = I_{bat} / \phi = P_{load} / \eta / (V * 6 * N) / \phi$$

3.1.9 **举例 1:** UPS 高频机 20kVA, 额定电池电压 192V, 16 节电池, 输出功率因数 PF0.8, 负载功率 14kW, 后备时间 30 分钟, 配置蓄电池。

计算: 取电池截止电压  $1.7V * 16 * 6 = 163.2V$

UPS 20kVA 负载 14kW 时, 电池负载转换效率 91% (结合多家 UPS 厂商数据)

30 分钟对应电流放电比率 (依据 GB51194 和 YD799): 0.98



电池容量  $C=14*1000/0.91/(1.7*6*16)/0.98=96.2\text{AH}$

根据功率法以及多家产品数据核实,此时计算出的电池容量略大,取 0.9 的比率,

计算  $C=96.2*0.9=86.6\text{AH}$ , 实际选取 90AH,

此时选取的电池是 10HR 倍率阀控式铅酸蓄电池 90AH/12V 16PCS。

**举例 2:** UPS 高频机 6kVA, 额定电池电压 192V, 16 节电池, 输出功率因数 PF0.8, 负载功率 4.8kW, 后备时间 5 分钟, 配置蓄电池。

计算: 取电池截止电压  $1.7\text{V}*16*6=163.2\text{V}$

UPS 6kVA 负载 4.8kW 时, 电池负载转换效率 91%

5 分钟对应电流放电比率 (依据 GB19639.1): 3.48

电池容量  $C=4.8*1000/0.91/(1.7*6*16)/3.48=9.3\text{AH}$

根据功率法以及多家产品数据核实,此时计算出的电池容量略大,取 0.9 的比率,

计算  $C=9.3*0.9=8.37\text{AH}$ , 实际选取 9AH,

此时选取的电池是 20HR 倍率阀控式铅酸蓄电池 9AH/12V 16PCS。

## 3.2 功率法

3.2.1 负载功率  $P_{\text{load}}$ , UPS 效率  $\eta$ , 电池截止电压  $V$ , UPS 额定电池 (12V) 数量  $N$

3.2.2 计算负载功率对应的电池端单体的功率  $W$

$$W=P_{\text{load}}/\eta/N/6 \quad \text{"6" 指 12V 电池有 6 个单体组成}$$

**举例 1** (采用电流法的例子): UPS 高频机 20kVA, 额定电池电压 192V, 16 节电池, 输出功率因数 PF0.8, 负载功率 14kW, 后备时间 30 分钟, 配置蓄电池。

计算:  $W=14*1000/0.91/16/6=160.26\text{W}$

电池选取截止电压为 1.7V



根据如下（三家 90AH）电池规格书，选取对应后备时间和截止电压的单体功率，匹配计算值。

选取 90AH/12V 16PCS，电池 10HR 倍率。

### 第一家电池规格书

Constant Power Discharge (Watts/cell) at 25 °C (77°F)																
F.V/Time	5min	10min	15min	20min	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	335.7	240.5	218.6	172.7	155.1	114.1	97.2	70.7	59.6	43.9	34.6	30.1	26.6	20.6	17.1	9.08
1.80V/cell	375.6	269.0	244.5	193.2	167.5	120.1	100.2	72.7	61.2	47.4	36.8	31.6	28.5	21.6	17.9	9.39
1.75V/cell	400.8	287.1	261.0	206.2	169.7	123.7	104.7	76.1	64.2	48.2	37.3	32.0	28.7	21.7	18.0	9.48
1.70V/cell	421.4	301.8	274.3	216.7	171.6	125.3	106.2	77.3	65.2	49.0	37.9	32.4	28.8	22.0	18.2	9.56
1.67V/cell	428.2	306.7	278.8	220.2	172.8	126.5	107.1	78.0	65.9	49.2	38.3	33.0	28.8	22.2	18.4	9.67
1.60V/cell	434.2	311.0	282.7	223.3	173.6	127.1	107.9	78.6	66.4	49.4	38.6	33.3	28.9	22.5	18.6	9.77

### 第二家电池规格书

定功率放电特性 (CP,Unit:W) at 25°C(77°F)												
F.V/Time	5Min	10Min	15Min	30Min	1Hr	2Hr	3Hr	4Hr	5Hr	6Hr	10Hr	20Hr
1.80V/Cell	543.5	369.7	253.2	154.0	94.3	58.87	45.77	36.00	30.51	20.39	17.55	9.19
1.75V/Cell	548.1	372.9	255.3	155.3	95.1	59.37	46.16	36.30	30.77	20.56	17.81	9.33
1.70V/Cell	561.8	382.2	261.7	159.1	97.5	60.85	47.31	37.21	31.54	21.07	18.08	9.46
1.67V/Cell	575.5	391.5	268.1	163.0	99.9	62.34	48.46	38.12	32.31	21.59	18.34	9.60
1.60V/Cell	601.1	408.9	280.0	170.3	104.3	65.11	50.62	39.81	33.75	22.55	18.60	9.74

第三家电池规格书：此规格书标注的是单节电池功率，所以计算值需要

转化  $160.26W \times 6 = 961.6W$

#### ● Constant Power Discharge Characteristics Unit:W(25°C,77°F)

F.V/Time	10min	15min	30min	60min	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
9.60V	2119	1660	1015	634	381	279	222	191	132	109	58.3
9.90V	2055	1620	995	625	379	277	221	190	131	109	58.2
10.2V	1971	1561	964	609	375	275	220	189	130	109	58.0
10.5V	1886	1507	941	590	370	273	218	187	129	108	57.6
10.8V	1780	1428	906	571	360	265	211	182	125	107	57.2

**举例 2：**UPS 高频机 6kVA，额定电池电压 192V，16 节电池，输出功率因数

PF0.8，负载功率 4.8kW，后备时间 5 分钟，配置蓄电池。

计算：  $W = 4.8 \times 1000 / 0.91 / 16 / 6 = 54.95W$

电池选取截止电压为 1.7V（12V 相对于  $1.7V \times 6 = 10.2V$ ）

根据如下电池规格书，选取对应后备时间和截止电压的单体功率，匹配计算值。

选取 9AH/12V 16PCS，电池 20HR 倍率。



第一家电池规格书，标注的是单节电池功率，所以计算值需要转化

$$54.95W \times 6 = 329.7W$$

● Constant Power Discharge Characteristics Unit:W(25°C,77°F)

F.V/Time	5min	10min	15min	30min	60min	2h	3h	4h	5h	10h	20h
9.60V	384	246	194	110	68.3	37.7	26.5	22.0	18.7	10.2	5.48
9.90V	372	238	189	108	67.2	37.5	26.3	21.8	18.6	10.2	5.46
10.2V	357	228	182	104	65.5	37.2	26.2	21.7	18.5	10.1	5.43
10.5V	341	219	176	102	64.2	36.6	26.0	21.5	18.4	10.1	5.40
10.8V	322	206	167	98.1	62.3	35.7	25.2	20.9	17.8	9.87	5.29

第二家电池规格书

Constant Power Discharge (Watts/cell) at 25 °C (77°F)																
F.V/Time	5min	10min	15min	20min	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	57.1	39.4	30.8	24.8	18.1	13.0	10.5	7.66	6.03	4.37	3.49	2.98	2.55	2.02	1.65	0.880
1.80V/cell	60.8	41.4	32.1	25.7	18.5	13.3	10.8	7.79	6.13	4.43	3.53	3.02	2.59	2.04	1.67	0.890
1.75V/cell	63.3	42.8	33.0	26.2	18.9	13.6	10.9	7.91	6.22	4.49	3.58	3.05	2.62	2.06	1.69	0.900
1.70V/cell	65.7	44.2	33.9	26.9	19.3	13.8	11.1	8.03	6.30	4.55	3.62	3.09	2.64	2.08	1.71	0.907
1.67V/cell	67.4	45.2	34.6	27.4	19.6	14.0	11.2	8.11	6.36	4.59	3.65	3.11	2.67	2.10	1.72	0.914
1.60V/cell	70.1	46.5	35.6	28.0	20.0	14.3	11.4	8.3	6.46	4.66	3.71	3.15	2.70	2.13	1.74	0.924

第三家电池规格书

定功率放电特性 (CP,Unit:W) at 25°C(77°F)												
F.V/Time	5Min	10Min	15Min	30Min	1Hr	2Hr	3Hr	4Hr	5Hr	6Hr	10Hr	20Hr
1.80V/Cell	53.91	37.42	30.74	18.42	10.56	5.67	4.68	3.57	3.09	2.47	1.57	0.81
1.75V/Cell	54.92	38.12	31.32	18.77	10.76	5.77	4.76	3.64	3.15	2.51	1.60	0.83
1.70V/Cell	56.57	39.27	32.26	19.33	11.08	5.95	4.91	3.75	3.24	2.59	1.65	0.85
1.67V/Cell	58.76	40.79	33.51	20.08	11.51	6.18	5.10	3.90	3.37	2.69	1.72	0.89
1.60V/Cell	62.06	43.08	35.39	21.21	12.16	6.52	5.38	4.11	3.56	2.84	1.81	0.94

### 3.3 标准法

GB 51194-2016 标准规定计算公式

5.2.4 蓄电池组总容量应按本规范表 4.5.4 的规定配置。蓄电池组总容量应按下式计算：

$$Q \geq \frac{KIT}{\eta[1 + \alpha(t - 25)]} \quad (5.2.4)$$

式中：Q——蓄电池组总容量(Ah)；

K——安全系数，取 1.25；

I——负荷电流(A)；

T——放电小时数(h)，见表 4.5.4；

$\eta$ ——放电容量系数，见表 5.2.4；

t——实际电池所在地最低环境温度数值。所在地有采暖设备时，按 15℃考虑，无采暖设备时，按 5℃考虑；



$\alpha$ ——电池温度系数(1/°C),当放电小时率 $\geq 10$ 时,取 $\alpha = 0.006$ ;当 $10 > \text{放电小时率} \geq 1$ 时,取 $\alpha = 0.008$ ;当放电小时率 $< 1$ 时,取 $\alpha = 0.01$ 。

表 5.2.4 铅酸蓄电池放电容量系数( $\eta$ )表

电池放电小时数(h)		0.5			1			2	3	4	6	8	10	$\geq 20$
放电终止电压(V)		1.65	1.70	1.75	1.70	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	$\geq 1.85$
放电容量系数	防酸电池	0.38	0.35	0.30	0.53	0.50	0.40	0.61	0.75	0.79	0.88	0.94	1.00	1.00
	阀控电池	0.48	0.45	0.40	0.58	0.55	0.45	0.61	0.75	0.79	0.88	0.94	1.00	1.00

5.2.5 交流不间断电源(UPS)系统的蓄电池组总容量应按公式 5.2.4 计算。式中蓄电池组的计算放电电流  $I$  应按下式计算。

$$I = \frac{S \times \cos\phi}{\mu U} \times 1000 \quad (5.2.5)$$

这里是 UPS 满载,可以直接替换为实际负载功率

式中: $I$ ——蓄电池的计算放电电流(A);

$S$ ——UPS 设备额定容量(kVA);

$\cos\phi$ ——UPS 设备输出功率因数;

$\mu$ ——逆变器的效率;

$U$ ——蓄电池放电时逆变器的输入电压(V),单体电池电压取 1.85V。

**举例 1:** UPS 高频机 20kVA, 额定电池电压 192V, 16 节电池, 输出功率因数 PF0.8,

负载功率 14kW, 后备时间 30 分钟, 配置蓄电池。

UPS 20kVA 负载 14kW 时, 电池负载转换效率 91%

电池输入电压  $1.85V \times 16 \times 6 = 177.6V$

蓄电池放电电流  $I = 14 \times 1000 / 0.91 / 177.6 = 86.6A$

一般机房都有空调, 环境温度取电池标准温度  $t$  为 25°C

放电容量系数 (0.5 小时, 电池截止电压 1.70) : 0.45

电池容量  $Q \geq 1.25 \times 86.6 \times 0.5 / (0.45 \times [1 + \alpha \times (25 - 25)])$

$$Q \geq 120.3AH$$

所以选取 10HR 倍率的 120AH 16PCS。



**举例 2:** UPS 高频机 6kVA, 额定电池电压 192V, 16 节电池, 输出功率因数 PF0.8, 负载功率 4.8kW, 后备时间 5 分钟, 配置蓄电池。

UPS 6kVA 负载 4.8kW 时, 电池负载转换效率 91%

电池输入电压  $1.85V \times 16 \times 6 = 177.6V$

蓄电池放电电流  $I = 4.8 \times 1000 / 0.91 / 177.6 = 29.7A$

一般机房都有空调, 环境温度取电池标准温度  $t$  为  $25^{\circ}C$

放电容量系数 (5min, 电池截止电压 1.70) : 0.23 (数据在电流法中介绍)

电池容量  $Q \geq 1.25 \times 29.7 \times (5/60) / (0.23 \times [1 + a \times (25 - 25)])$

$$Q \geq 13.5AH$$

13.5AH 电池容量小属于 20HR, 所以标准法不适合计算, 可以使用电流法和功率法计算。

#### 四、电池电力电缆

标准:

- 1) IEC 60364 5-523 Electrical installations of buildings Current-carrying capacities in wiring systems
- 2) GB 50217-2018 电力工程电缆设计标准

常用绝缘类型: XLPE 交联聚乙烯绝缘电缆 (常见线缆 YJY/YJV/BYJ 等)

PVC 聚氯乙烯绝缘电缆 (常见线缆 BVR/VVR/VV 等)





绝缘类型	常用绝缘类型	温度限值（见注1） （℃）
聚氯乙烯（PVC）		70，导体
交联聚乙烯（XLPE）		
和乙烯-丙烯复合膏（EPR）		90，导体
矿物（PVC 护套或紧靠的裸电缆）		70，护套
矿物（不紧靠的裸电缆）		105，（见注2）

下图为 XLPE 绝缘类型铜芯载流量：

表 52-C2 按表 52-B1 中敷设方式的载流量（A）

按表 52-B1 中敷设方式的载流量（A）  
XLPE 或 EPR 绝缘/两根有载导体/铜  
导体温度：90℃/ 环境温度：在空气中 30℃，在地中 20℃

导体标称 截面积 (mm <sup>2</sup> )	表 52-B1 的 敷 设 方 式			
	A	B	C	D
铜				
1.0	15	18	19	21
1.5	19	23	24	26
2.5	26	31	33	34
4	35	42	45	44
6	45	54	58	56
10	61	74	80	73
16	81	100	107	95
25	106	133	138	121
35	131	164	171	146
50	158	198	210	173
70	200	254	269	213
95	241	306	328	252
120	278	354	382	287
150	318	-	441	324
185	362	-	506	363
240	424	-	599	419
300	486	-	693	474

敷设墙上、楼板上、天花板上等方式



下图为 PVC 绝缘类型铜芯载流量：

按表 52-B1 中敷设方式的载流量 (A)  
 PVC 绝缘/两根有载导体/铜  
 导体温度：70℃/ 环境温度：在空气中 30℃，在地中 20℃

导体标称 截面积 (mm <sup>2</sup> )	表 52-B1 的敷 设 方 式			
	A	B	C	D
铜				
1.0	11	13.5	15	17.5
1.5	14.5	17.5	19.5	22
2.5	19.5	24	26	29
4	26	32	35	38
6	34	41	46	47
10	46	57	63	63
16	61	76	85	81
25	80	101	112	104
35	99	125	138	125
50	119	151	168	148
70	151	192	213	183
95	182	232	258	216
120	210	269	299	246
150	240	-	344	278
185	273	-	392	312
240	320	-	461	360
300	367	-	530	407

敷设在墙上、楼板上、天花板上等方式

## 五、直流断路器

标准：

DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计技术规程

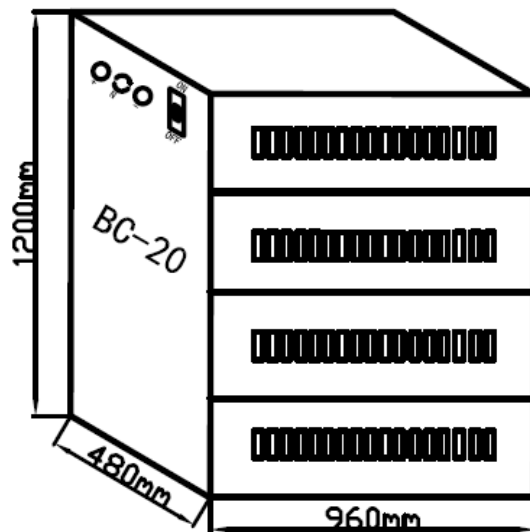
常用直流断路器额定电流：1A、2A、3A、4A、5A、6A、8A、10A、13A、16A、20A、25A、32A、40A、50A、63A、80A、100A、125A、140A、160A、180A、200A、225A、250A、315A、350A、400A、500A、630A、700A、800A、1250A、1500A



额定直流电压：125V、250V、500V、600V、750V、1000V、1200V、1500V

## 六、电池柜

依据现行市场上多家电池柜厂商包括 UPS 厂商、电池厂商，进行电池柜示意设计，以承载 12V/100AH 数量为基础，示意图在一定程度上有所放大，以便涵盖市场绝大部分电池柜和电池。比如：



重量：52kg      层数：4层  
电池数量：24AH 60PCS, 38AH 40PCS,  
65AH 20PCS, 100AH 20PCS

## 七、总结

以上配置计算过程繁琐，可以微信搜索小程序“UPS 电源系统配置”，或者扫描下方二维码直接进入，获得更多信息，并且随时随地、快速准确的计算，响应客户需求。

