

交流稳压电源损耗与节能的研究

1 引言

交流稳压电源作为交流供电系统中的重要环节，得到了越来越广泛的应用。它不仅能稳定电压，改善供电质量，同时还具备对负载进行有效保护、延长设备使用寿命、协助使用者对供电进行管理的功能。但是，稳压电源自身的损耗问题，也引起了人们的重视。如何把稳压与节能结合起来，是电源工作者的一个重要研究课题。

2 交流稳压电源的损耗分析

交流稳压电源作为配电设备，在工作过程中存在自身的损耗问题。由于不同的稳压原理和不同厂家稳压电源的不同品质，这种损耗相差很大，其中自耦调压型稳压电源的损耗相对是较小的。现就自耦调压型稳压电源在实际工作中的损耗问题进行初步分析。

在众多安装了稳压电源的场所，稳压电源往往被作为局部负载的供电设备，使其 24 小时处于工作状态。但是，大多数负载每天平均工作时间约为 5h~8h，其余的 16h~19h 稳压电源处于空载状态，于是电源存在长时间的空载损耗。另一方面，稳压电源带负载工作的过程中，随着电网总负载量大小的变化，电网电压在不同时段也会有高低不同，必然有一段时间电网电压满足设备用电要求（一般为 220V±10%），而这时稳压电源仍然在工作中，这也是一种不必要的损耗，造成能源浪费。这种情况在不同地区不同时段反映不同，假设在负载工作的 5h~8h 中有一半时间电网电压是符合负载额定工作电压要求的。根据这一假设，结合机械工业标准 ZBK42002—87 接触式自动调压器额定性能数据，对自耦稳压器的损耗进行估算，如表 1、表 2 所示。

表 1 自耦稳压器的损耗估算（负载每天工作 5h）

	耗电 (W/h)		工作 5h 耗电 (kw·h)			工作时一半时间市电正常		所占比例 (%)	全年耗电 (kw·h)
	空载	满载	空载	满载	总计	损耗 (kw·h)	共计多余损耗 (kw·h)		
1kVA	16	28	0.304	0.140	0.444	0.070	0.374	84	136.5
3kVA	24	82	0.456	0.410	0.866	0.205	0.661	76	241.3
5kVA	32	146	0.608	0.730	1.338	0.365	0.973	73	355.1
7kVA	40	197	0.760	0.985	1.745	0.493	1.252	72	457.0
10kVA	64	292	1.216	1.460	2.676	0.730	1.946	73	710.3
15kVA	96	438	1.824	2.190	4.014	1.095	2.919	73	1065.4

表 2 自耦稳压器的损耗估算（负载每天工作 8 小时）

	耗电 (W/h)		工作8h耗电 (kw·h)			工作时一半时间市电正常		所占比例 (%)	全年耗电 (kw·h)
	空载	满载	空载	满载	总计	损耗 (kw·h)	共计多余损耗 (kw·h)		
1kVA	16	28	0.256	0.224	0.480	0.112	0.368	77	134.3
3kVA	24	82	0.384	0.656	1.040	0.328	0.712	68	259.9
5kVA	32	146	0.512	1.168	1.680	0.584	1.096	65	400.0
7kVA	40	197	0.640	1.576	2.216	0.788	1.428	64	521.2
10kVA	64	292	1.024	2.336	3.360	1.168	2.192	65	800.1
15kVA	96	438	1.536	3.504	5.040	1.752	3.288	65	1200.1

功率表中“多余损耗”栏为负载工作而市电基本正常时的电能损耗和空载损耗之和，“所占比例”栏为多余损耗占全部损耗的百分比，“全年耗电”栏为不必要的多余损耗一年内所耗电能。从表中可以看出，在各种功率自耦稳压电源的损耗中，不必要的“多余损耗”占全部能耗的64%以上，而全年多余的电损耗却在几百至上千(kW·h)，由此看出这种不必要的电力损耗是相当大的。以上还是效率较高的自耦调压稳压电源的电能损耗估算，对于其他效率较低的稳压电源，其损耗则是以上数据的几倍到十几倍，电能的浪费更是相当惊人。因此，如何减少“多余损耗”是交流稳压电源节能的关键，为此，有必要对现行的稳压电源进行性能评估与改进，以便在稳压过程中尽量减少电能的损耗，以达到节约资源与环境保护的目的。

3 关于交流稳压电源节能的研究

交流稳压电源以其稳压和有效保护用电设备等特性而得到用户的青睐，如果在负载不工作和市电正常供电的情况下，稳压电源能自动进入“休眠”状态节约电能，则成为真正的节能型交流稳压电源。

3.1 交流稳压电源的节能原理

根据以上构思，对自耦调压型稳压电源而言，其稳压与节能工作原理如图1所示。

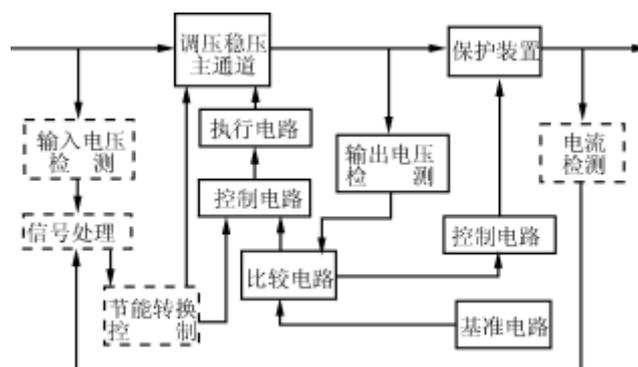


图 1 交流稳压电源节能原理图

图中实线部分为通常的自耦调压型稳压电源原理框图，虚线部分是为达到节能目的而增加的控制电路。在框图中虚线部分的作用下，当负载不工作或负载工作而市电正常供电时，稳压电源均处于“休眠”节能工作状态，这时调压稳压主通道几乎不耗电，从而达到节能和环保的目的。

3. 2 交流稳压电源节能典型电路分析

由以上交流稳压电源节能原理分析可知，要想达到节能的目的，最容易想到也是最容易实现的是在稳压电源中加入直通旁路通道，如图 2 所示，当稳压电源在负载不工作或市电正常时，节能控制电路断开 S1 和 S2，接通 S3，切换到市电直通状态，使稳压主电路不耗电，而当负载工作且电网电压不正常时（例如大于 242V 或小于 198V），则 S3 断开，S1 和 S2 接通，进入稳压工作状态，这种方法几乎适用于所有的稳压电源。但它有两个明显的缺点：

(1) 在市电直通与稳压转换过程中，存在瞬间断电现象；

(2) 当负载功率较大时，用于转换的 S1、S2 和 S3 要求采用大电流的通断器（如交流接触器等），增大了整机成本。

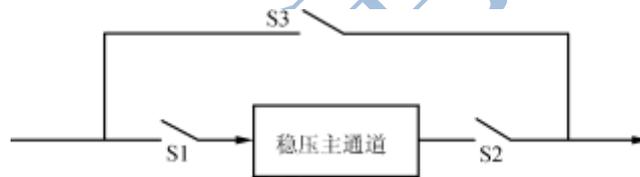


图 2 旁通电路图

为了克服以上方案的不足，对于自耦调压型稳压电源，有一个更好的解决方案，如图 3 所示。当需要稳压工作时，S 接通，电路进入正常的调压稳压状态；当负载不工作或市电正常时，控制电路控制炭刷 A 移动到固定点 B 位置，然后断开 S，市电在 B-A 点直通供电，此时自耦调压器不耗电能，即可以达到节能的目的。由于空载和负载时流经 S 的电流远小于整机额定电流，因此 S 可用很小电流的通断器，并且直通和稳压转换时不会出现瞬间断电，是一种较理想的实现方式。

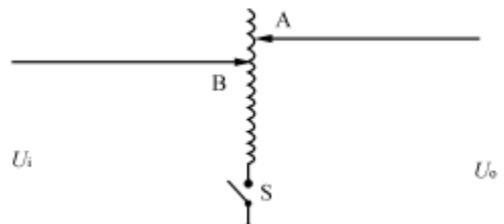


图 3 自耦调压型改进方案

3. 3 应用

中山大学电器设备厂根据多年来生产稳压电源的经验，按照以上节能原理，已经研制了“空损耗”的节能型稳压电源产品。把普通的稳压电源更换成节能型稳压电源后，节能都在 65% 以上，效果非常显著。相信经过进一步的完善和推广应用，将会取得良好的社会效益和经济效益，为我国的节能与环保事业作出贡献。

OFweek 电源网