

Measurement and Research of the Noise of the High Voltage Substations

Fei Qiao¹, Yinmei Ding², Junsheng Wang¹

¹Power China Equipment Research Institute, Shanghai

²Shanghai Changxing Thermoelectric Liability Co. Ltd., Shanghai

Email: 13601686526@126.com

Received: Aug. 9th, 2019; accepted: Aug. 22nd, 2019; published: Aug. 29th, 2019

Abstract

Due to the regional level changes of Acoustic environment and reconstruction, the complaints and disputes of the high voltage substations are increasing. In this paper, the substation main transformer, reactor, and the boundary noise were measured, and the noise characteristics are analyzed. Analysis shows that the noise of the high voltage substation main transformer, reactor, mainly concentrated in low and middle frequency and noise is the wide-band noise at boundary of, but 100 Hz and 200 Hz and 400 Hz composition is very strong, has significant characteristics of low-frequency pure tone.

Keywords

The High Voltage Substations, Noise Characteristic, Low-Frequency Noise

超高压变电站噪声特性的测量研究

乔 飞¹, 丁银梅², 王俊生¹

¹中国电建集团装备研究院有限公司, 上海

²上海长兴岛热电责任有限公司, 上海

Email: 13601686526@126.com

收稿日期: 2019年8月9日; 录用日期: 2019年8月22日; 发布日期: 2019年8月29日

摘 要

超高压变电站因为改扩建和所处声环境区域等级变化, 受到的投诉和纠纷日益增多。本文对超高压变电站的主变、电抗器以及厂界的噪声进行了测量, 并对噪声特性进行了分析。分析表明, 高压变电站的主

变、电抗器的噪声主要集中在中低频段，而厂界噪声为宽频带噪声，但100 Hz、200 Hz、400 Hz成分很强，具有显著的低频纯音特性。

关键词

超高压变电站，噪声特性，低频噪声

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来，城市变电站噪声问题日益突出[1]，投诉和纠纷逐渐增多，阻碍着电力工业的发展，危及到社会的和谐与稳定。500 kV 超高压变电站在电网中占据重要的作用，噪声的危害也逐步显现出来。究其原因，一方面，随着城市化进程的加快，变电站周围空地都先后盖满了林立的高楼，使得原本不存在环境噪声问题的变电站感到了前所未有的环保压力[2]，部分变电站所处声环境区域等级悄然发生改变；另一方面，居民人均用电量的逐年增加，使得电力供应日趋紧张，部分变电站扩容，导致变电站噪声在原有基础上有所增大，其噪声扰民问题就变得越发突出。因此掌握超高压变电站噪声特性，获取其噪声参数，对于超高压变电站声环境影响预测与噪声防治具有重要意义。

500 kV 超高压变电站主要噪声源为主变、电抗器噪声[3]。本文选取了1个典型的500 kV 变电站进行主变、电抗、厂界噪声的测量和分析。500 kV 变电站安装有4组主变12台变压器(1#、2#、4#、5#)和高抗8台(包含2台中性相)。站内主要发声设备为主变压器和高压电抗器(简称高抗)噪声。实际测量时候站内的主要噪声设备有：1#、4#、5#三组主变(9台)变压器和8台电抗器。

2. 主变和高抗噪声现状及噪声特性

2.1. 测点布置

500 kV 变电站主变和高抗的测点布置方式为：

- 1) 在距主变压器4 m处，每台主变周围确定8个测点，测量变压器噪声辐射情况；
- 2) 在距主变压器2 m处，每台主变取1个测点，测量变压器振动情况；
- 3) 各测点没有特殊要求时离地高度至少为1.5 m。

2.2. 测量结果

主变的噪声声压级如表1所示。主变的振动和噪声频谱见图1。结果显示：

1) 距离主变4米处噪声中：1#主变C相的噪声最小，为68.8 dB(A)，1#主变B相及5#主变A相的噪声值较大，为74.0 dB(A)左右；其它几台主变，如1#主变的A相，4#主变的A/B/C相，5#主变的B/C相噪声大致相等；

2) 主变压器辐射噪声主要集中在100 Hz~600 Hz频率的中低频段，尤其是400 Hz和500 Hz的频率最突出；

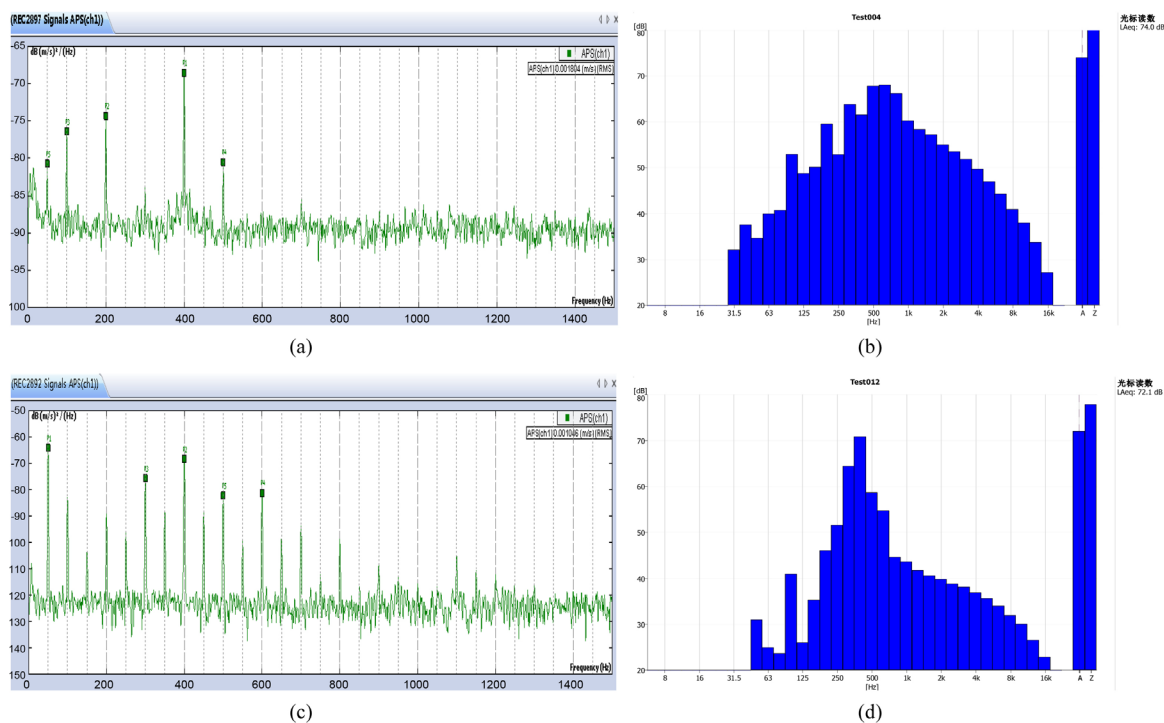
在高压侧两回线中共配置了2组电抗器(I回、II回)，每组3相(A、B、C相)共6台并联电抗器。高抗的噪声声压级如表2所示。高抗(高压并联电抗器)的振动和噪声频谱见图2。结果显示：

Table 1. Main transformer noise value
表 1. 主变噪声值

设备	测点编号	测点位置描述	Leq/dB (A)
1#主变 C 相	1	C 相东 4 米	68.8
	2	C 相南 2 米	67.4
	3	C 相北 3 米	79.2
1#主变 B 相	4	B 相东 4 米	74.0
	5	B 相南 2 米	77.8
	6	B 相北 3 米	78.6
1#主变 A 相	7	C 相东 4 米	71.7
	8	C 相南 2 米	76.4
	9	C 相北 3 米	76.9
	10	C 相西 4 米	73.2
4#主变 C 相	11	C 相南 3 米(防火墙)	69.1
	12	C 相东 4 米	72.1
	13	C 相北 3 米(防火墙)	72.5
	14	B 相西 4 米	72.5
4#主变 B 相	15	B 相南 3 米(防火墙)	71.4
	16	B 相东 4 米	69.4
	17	B 相北 3 米(防火墙)	71.5
	18	A 相西 4 米	71.7
4#主变 A 相	19	A 相南 3 米(防火墙)	74.9
	20	A 相东 4 米	67.2
	21	A 相北 3 米(防火墙)	72.8
	22	C 相西 4 米	73.3
5#主变 C 相	23	C 相南 3 米	74.0
	24	C 相东 4 米	67.2
	25	C 相北 3 米(防火墙)	71.8
	26	B 相西 4 米	71.7
5#主变 B 相	27	B 相南 3 米(防火墙)	75.2
	28	B 相东 4 米	73.9
	29	B 相北 3 米(防火墙)	72.8
	30	A 相西 4 米	74.1
5#主变 A 相	31	A 相南 3 米(防火墙)	71.1
	32	A 相东 4 米	70.2
	33	A 相北 3 米(防火墙)	73.2

Table 2. High resistance noise
表 2. 高抗噪声值

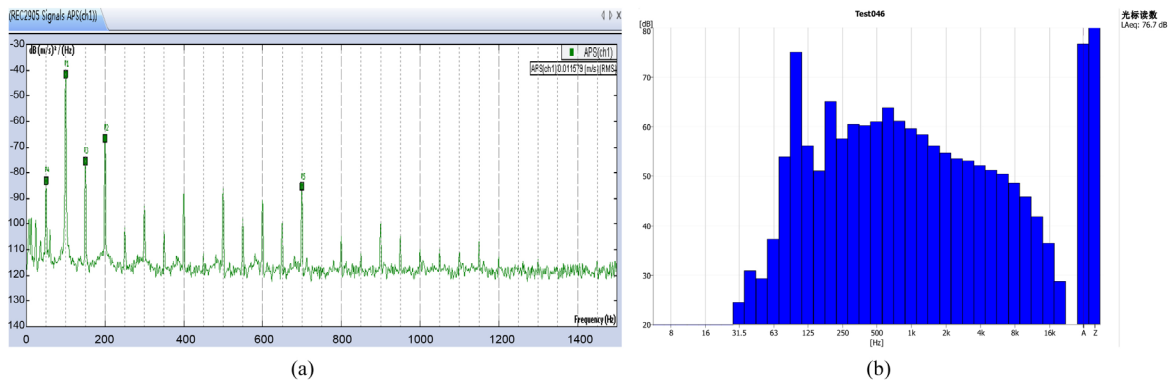
设备区域	测点编号	测点位置描述	L _{Aeq} /dB (A)	平均噪声/dB (A)	备注
II 回高抗 A 相	36	II 回 A 相东面 4 米	74.0	73.7	风扇开
	37	II 回 A 相西面 4 米	73.3		
II 回高抗 B 相	38	II 回 B 相西面 4 米	72.5	73.6	风扇开
	39	II 回 B 相东面 4 米	74.6		
II 回高抗 C 相	40	II 回 C 相东面 4 米	71.2	68.8	风扇开
	41	II 回 C 相西面 4 米	66.3		
II 回高抗 A 相	42	I 回 A 相东面 4 米	75.7	74.4	风扇开
	43	I 回 A 相西面 4 米	73.0		
II 回高抗 B 相	44	I 回 B 相东面 4 米	76.2	75.7	风扇开
	45	I 回 B 相西面 4 米	75.1		
II 回高抗 C 相	46	I 回 C 相东面 4 米	76.7	74.4	风扇开
	47	I 回 A 相西面 4 米	72.0		



(a) 1#主变 B 相本体振动频谱图。(b) #1 主变 B 相噪声 1/3 倍频程频谱图。(c) #4 主变 C 相本体振动频谱图。(d) #4 主变 C 相噪声 1/3 倍频程频谱图。

Figure 1. Main transformer noise and typical spectrum of vibration
图 1. 主变噪声、振动典型频谱

2 组高抗(共 6 台)的噪声基本相当, 约为 74 dB (A)左右。站内的 I、II 回 A/B/C 三相高抗的辐射噪声平均值达到 74 dB (A) (距离 4 米远测量), 其频率主要集中在 50 Hz~1000 Hz 频率范围中低频段, 尤其是 50 Hz 的低次谐频 100 Hz、200 Hz 最为突出。



(a) 1#高抗 C 相本体振动频谱图。(b) 1#高抗 C 相 1/3 倍频程频谱图。

Figure 2. High resistance noise and typical spectrum of vibration
图 2. 高抗噪声、振动典型频谱

3. 厂界噪声现状及噪声特性

本 500 kV 变电站(图 3)位于 1 类声功能区, 昼间噪声标准限值为 55 dB (A), 夜间为 45 dB (A)。昼夜运行工况基本一致。围绕 500 kV 变电站周边厂界布置了 12 个测点。厂界噪声级见表 3 和图 4。部分厂界噪声测点的典型频谱见图 5。500 kV 变电站厂界噪声有以下特点:

Table 3. Boundary noise
表 3. 厂界噪声值

测点序号	LAeq/dB (A)	平均噪声/dB (A)	备注
1	45.0	56.7	变电站大门
2	50.6		
3	66.2		靠近高抗场地
4	59.9		靠近高压场地
5	50.7		靠近高压场地
6	56.5		靠近高压场地
7	51.9		
8	53.9		
9	50.3		
10	43.8		
11	56.3		靠近高压场
12	51.3		靠近高压场
13	54.7		靠近高压场
14	48.5		

- 1) 站内主要噪声来源是来源于高抗和主变, 它们共同作用导致局部区域厂界噪声严重超标;
- 2) 厂界测点的平均噪声级为 56.7 dB (A), 总体超标严重。14 个厂界噪声测点中有 10 个达到《GB12348-2008》[4]规定的 1 类声功能区昼间环境噪声限值(小于 55 dB (A)), 4 个点超标, 最大超标 11.2 dB (A)。夜间只有 2 个厂界测点达标(小于 45 dB (A)), 其余均超标。大多数厂界测点夜间超标 5~10 dB (A), 最大超标 21.2 dB (A)。

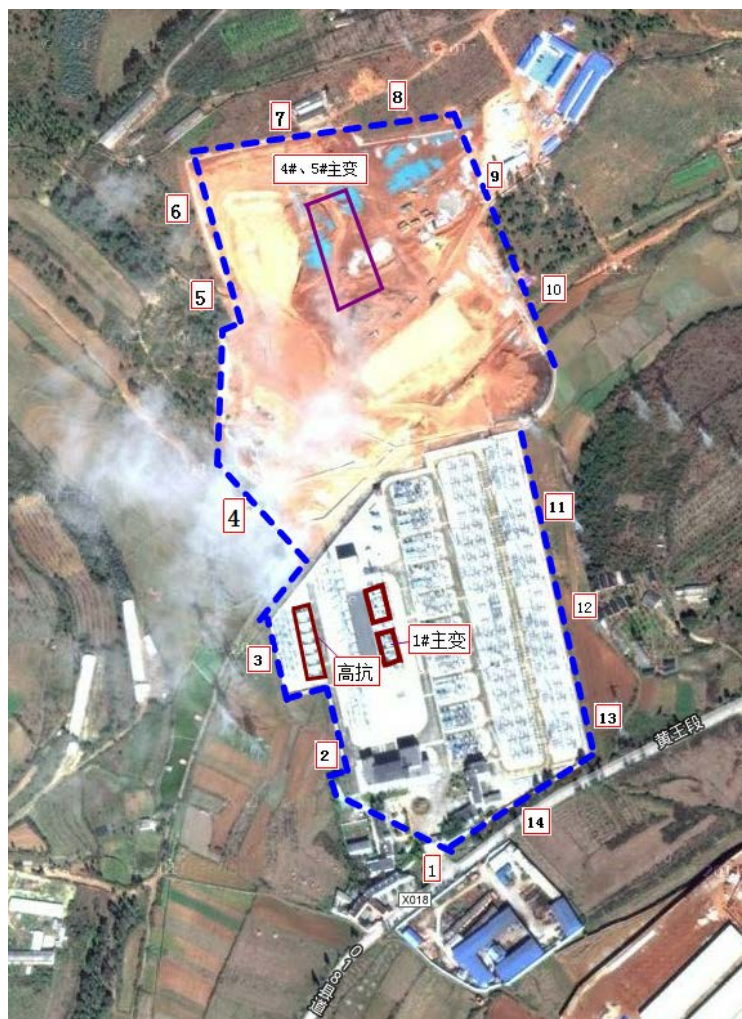


Figure 3. Schematic diagram of 500 kV high voltage substation
图 3. 500 kV 超高压变电站的示意图

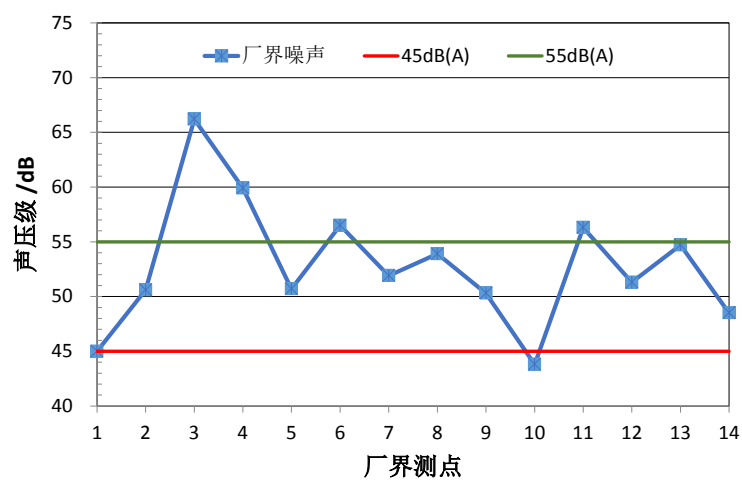
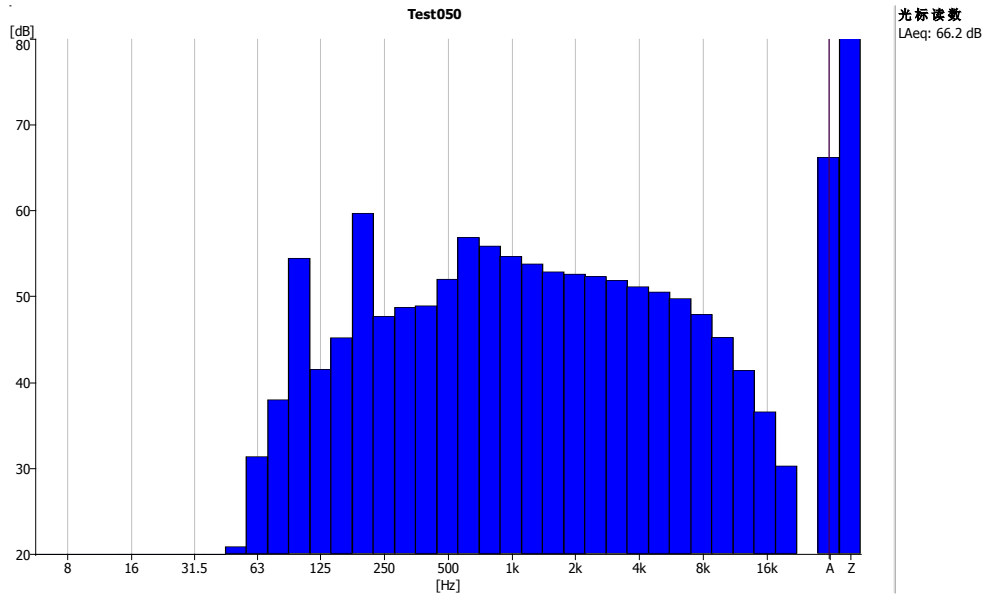
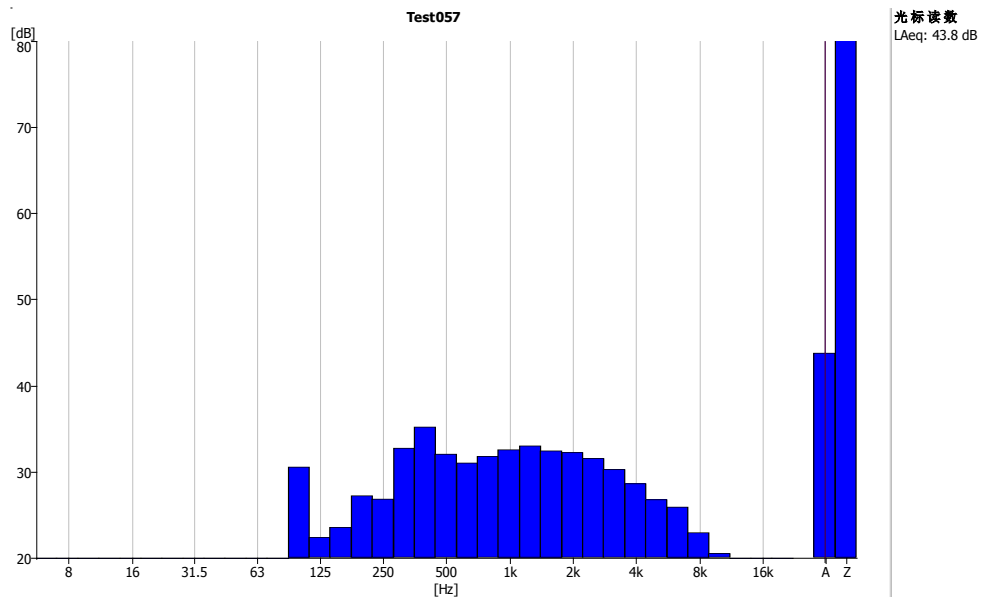


Figure 4. Boundary noise
图 4. 厂界噪声值



(a) 噪声最大点, 测点 3



(b) 噪声最小, 测点 10

Figure 5. Noise spectrum of the boundary

图 5. 厂界噪声频谱

3) 厂界噪声的 14 个厂界噪声测点的噪声值相差约 20 dB (A) (最大值为 66.2 dB (A), 最小值为 46.0 dB (A))。出现这种现象主要是靠近高抗的厂界噪声值较大, 靠近站门口(生活区)的噪声小。同时低频噪声存在相干, 导致局部区域声级提高。

4) 500 kV 变电站厂界噪声为宽频带噪声, 但 100 Hz、200 Hz、400 Hz 成分很强, 具有显著的低频纯音特性, 与主变、高抗的噪声特性基本一致。

4. 小结

本文对 500 kV 超高压变电站的主要噪声源主变及高抗的噪声进行了测量, 并对厂界布置系列测点进

行了测量。

1) 不同主变噪声(4米处)有所不同,噪声级为 68.8 dB (A)~74.0 dB (A)。主变压器辐射噪声主要集中在 100 Hz~600 Hz 频率的中低频段,尤其是 400 Hz 和 500 Hz 的频率最突出。

2) 高抗的噪声基本相当,约为 74 dB (A)左右,主要集中在 50 Hz~1000 Hz 频率范围中低频段,尤其是 50Hz 的低次谐波 100 Hz、200 Hz 最为突出。

3) 厂界主要噪声来源是来源于高抗和主变,厂界测点的平均噪声级为 56.7 dB (A),总体超标严重。14 个厂界噪声测点中有 10 个达到 1 类声功能区昼间环境噪声限值(小于 55 dB (A)),4 个点超标,最大超标 11.2 dB (A)。夜间只有 2 个厂界测点达标(小于 45 dB (A)),其余均超标。大多数厂界测点夜间超标 5~10 dB (A),最大超标 21.2 dB (A)。厂界噪声起伏较大,相差最大可达约 20 dB (A),靠近高抗的厂界噪声值较大,靠近站门口(生活区)的噪声小。同时低频噪声存在相干,导致局部区域声级提高。500 kV 变电站厂界噪声为宽频带噪声,但 100 Hz、200 Hz、400 Hz 成分很强,具有显著的低频纯音特性。

4) 鉴于 500 kv 超高压变电站主要噪声源为主变和高抗噪声,在变电站内设备布置时应将其布置在远离厂界区域;辐射噪声集中在中低频率,建议在噪声治理时选用治理中低频效果好的材料。

参考文献

- [1] 周建国,李莉华,杜茵,等. 变电站、换流站和输变电线路噪声及其治理技术[J]. 中国电力,2009,42(3): 75-78.
- [2] 陈锦栋,冯苗锋,李明. 500kV 地面变电站噪声污染及治理[J]. 噪声与振动控制,2015,35(5): 126-129.
- [3] 袁聪波,黄家彬. 变电站噪声分析及治理[J]. 上海电力,2002(4): 59-61.
- [4] 环境保护部. GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社,2008.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询; 或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2328-0530, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojav@hanspub.org