

# A Continuous Thunderstorm Analysis and Meteorological Service at Urumqi Airport

Wenna Zhu, Qingping Wang, Shaoming Sun

Meteorological Center of Xinjiang Air Traffic Management Bureau, Urumqi Xinjiang  
Email: juju8343@163.com

Received: Oct. 20<sup>th</sup>, 2017; accepted: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2017; published: Nov. 9<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

In this paper, the analysis of a continuous thunderstorm at Urumqi airport on August 21, 2014 from basic meteorological data, satellite and radar data showed that the air with upper-layer dry and lower-layer wet creates the thermal and dynamic conditions. The mesoscale weather analysis can predict the mesoscale weather falling area, but the mesoscale numerical model lacks of effective convective weather guidance products.

## Keywords

Upper Trough, Banded Echo, Meteorological Service

---

# 乌鲁木齐机场一次连续性雷暴天气分析与气象服务保障

朱雯娜, 王清平, 孙少明

民航新疆空管局气象中心, 新疆 乌鲁木齐  
Email: juju8343@163.com

收稿日期: 2017年10月20日; 录用日期: 2017年11月2日; 发布日期: 2017年11月9日

---

## 摘要

本文使用常规、卫星、雷达等资料对乌鲁木齐机场2014年8月21日一次连续性雷暴天气进行分析, 结果表明此次雷暴由于中高层槽后干冷空气叠加在低层暖湿空气之上, 从而具备有利的热力和动力条件导致。中尺度天气分析方法可以预测中小尺度强天气落区, 但是中尺度数值预报模式缺乏有效的强对流天气指导产品。

## 关键词

高空槽, 带状回波, 气象服务保障

Copyright © 2017 by authors 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

雷暴天气常在夏季出现, 航空器穿越雷暴区域, 可能遭遇强烈的颠簸、积冰、闪电、阵雨, 有时还会遇到冰雹、下击暴流、低空风切变等危险性天气。雷暴也是目前航空部门和气象部门公认的严重威胁飞行安全的重要因素[1] [2]。对雷暴的研究有很多, 比如陈思蓉[3]等统计雷暴时空分布特征, 认为强对流天气发生的概率分布具有明显的地理差异和日变化。俞小鼎[4]等利用雷达回波或云图外推算法识别强对流天气。钟颖颖[5]等对连续性雷暴地闪与回波特征进行分析, 认为雷达回波与地闪频数相关性较好, 谢玉华[6]夏传栋[7]等人对连续雷暴进行诊断分析, 认为连续性雷暴产生的机制不一定相同。

乌鲁木齐机场地处亚欧大陆腹地, 位于天山山脉北麓, 远离海洋, 属于温带大陆性干旱气候。夏季, 受地形和局地热力环流的作用, 午后至傍晚有对流云系爬坡抬升, 形成雷暴天气, 但是乌鲁木齐机场雷暴仍然属小概率事件。而 2014 年 8 月 21 日乌鲁木齐机场一日内连续出现雷暴天气更是少见, 本文首次使用闪电定位对乌鲁木齐机场雷暴移动与发展情况进行监测分析, 对比分析此次雷暴天气过程中尺度高低空系统配置差异性, 以及气象服务保障工作, 总结经验教训, 为同类型工作提供一些可行性建议及参考。

## 2. 天气实况

2014 年 8 月 21 日乌鲁木齐机场连续出现雷暴天气, 21 日 01:57 至 03:50 出现雷暴, 04:25 至 06:50 出现弱雷雨转中雷雨转雷暴, 12:55 至 13:35 出现弱雷雨, 过程降水量 5.1 mm, 21 日凌晨机场关闭, 未影响航班正常运行, 21 日 12:50 至 13:45 弱雷雨期间共造成 10 个进出港航班延误。而市区 21 日凌晨没有人工观测, 白天也未观测到雷暴, 根据防雷减灾中心闪电定位监测系统监测(表 1), 机场雷暴时段与闪电定位监测雷暴时段略有差异, 从闪电密度和场强极值对比, 机场第一次雷暴历时短, 闪电次数偏少, 实测场强极值偏小, 第三次雷暴历时最长, 闪电次数最多, 实测场强极值最大。

此次雷暴时段气象要素变化情况并不典型, 第一次雷暴时段气压、温度变化不明显, 第二次雷暴时段气压涌升, 第二次、第三次雷暴时段温度骤降、湿度增加。第一次、第二次雷暴时段风速迅速增大, 第三次雷暴时段, 风速变化不大。此次雷暴影响范围非常小, 降水只出现在乌鲁木齐及其周边地区。

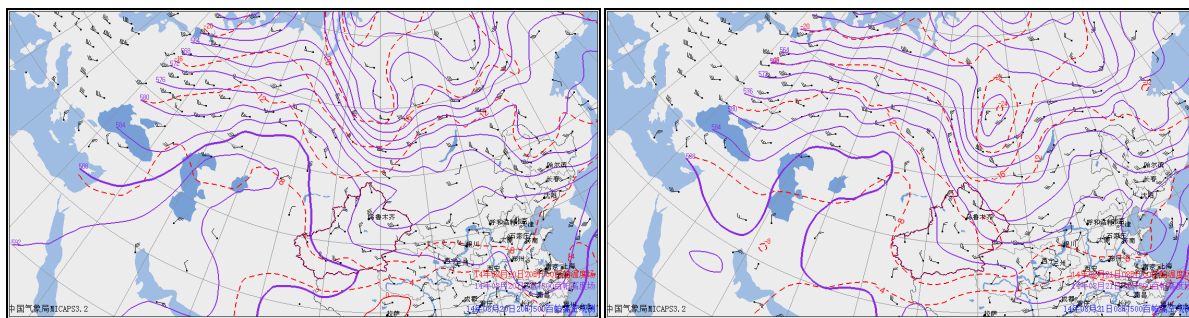
## 3. 天气形势分析

此次雷暴的发生, 主要原因是中高层槽后干冷空气叠加在低层暖湿空气之上, 从而具备有利的热力和动力条件。

20 日 20 时 500 hpa 欧亚区域呈现两脊两槽的形势, 中亚 - 乌拉尔山为宽广的脊区, 不断有冷空气沿脊前西北气流南下影响新疆地区, 西伯利亚低槽, 温度槽落后高度槽, 乌鲁木齐以东高空槽, 至 21 日 08 时, 高压脊项受冷槽侵袭, 略有削弱, 使西伯利亚低槽东移南下, 并配合有 $-24^{\circ}\text{C}$ 冷中心, 而乌鲁木齐以东高空槽减弱东移, 逐渐并入西伯利亚低槽。700 hpa 形势与 500 hpa 形势基本一致, 只是中亚地区有闭合的反气旋环流(图 1)。20 日 20 时 850 hpa 新疆以北有明显的锋区, 21 日 08 时北疆盆地有切变线(图 2)。

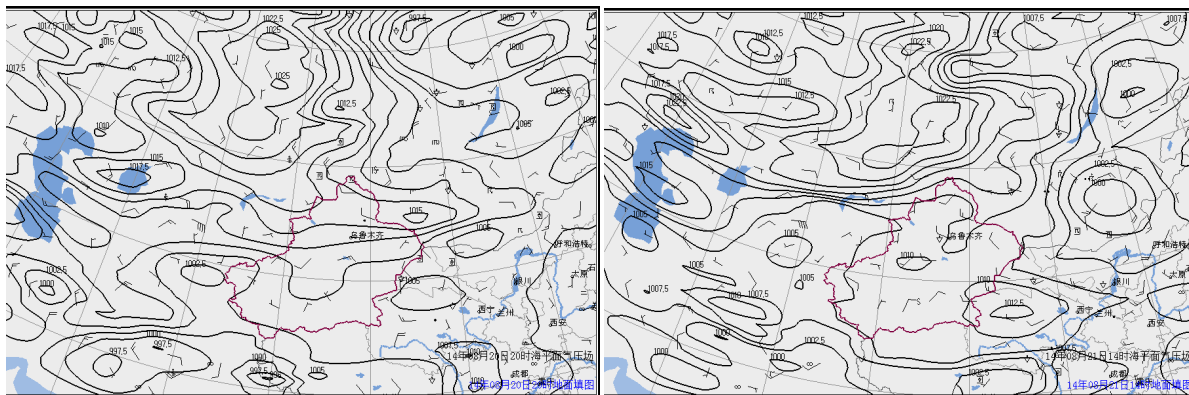
**Table 1.** Lightning location monitoring by airport and meteorological agency  
**表 1.** 机场和气象局闪电定位监测

| 站点  | 开始    | 结束    | 历时(min) | 数据量(次) | 实测场强极值 |        | 预警级别极值 |    |
|-----|-------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|----|
|     |       |       |         |        | 最大     | 最小     | 最大     | 最小 |
| 机场  | 01:27 | 01:49 | 21      | 687    | 9.27   | -0.97  | 3      | 1  |
| 机场  | 03:42 | 04:01 | 18      | 610    | 1.88   | -2.12  | 1      | 1  |
| 机场  | 04:35 | 05:29 | 54      | 1756   | 11.22  | -8.37  | 3      | 1  |
| 气象局 | 04:44 | 05:59 | 74      | 2394   | 8.13   | -6.52  | 3      | 1  |
| 机场  | 12:50 | 13:55 | 64      | 1949   | 23.84  | -12.55 | 3      | 1  |
| 气象局 | 13:42 | 14:24 | 42      | 801    | 2.75   | -5.25  | 2      | 1  |



**Figure 1.** 500 hpa high altitude chart at 20:00 on August 20, and 08:00 on August 21

**图 1.** 2014 年 8 月 20 日 20 时和 21 日 08 时 500 hpa 高空图



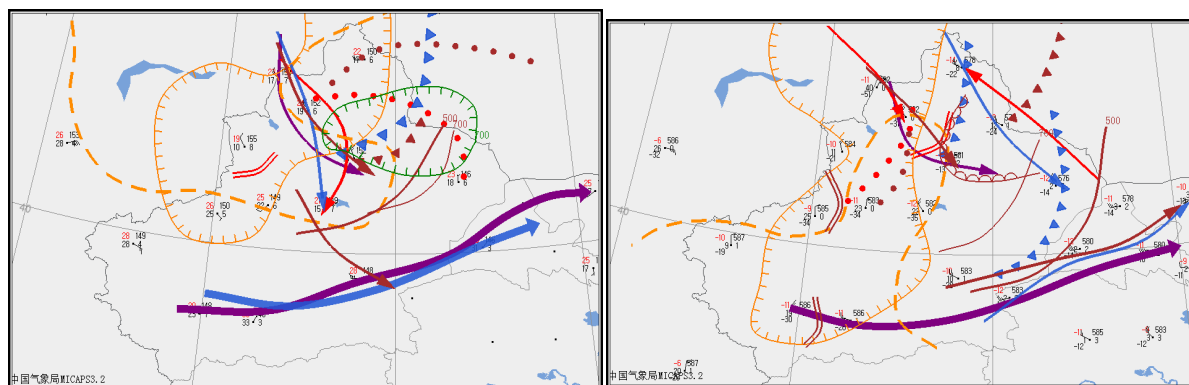
**Figure 2.** Floor map at 20:00 on August 20, 2014 and at 14:00 on August 21

**图 2.** 2014 年 8 月 20 日 20 时和 8 月 21 日 14 时地面图

20 日 20 时地面上带状高压控制北疆大部，北疆北部有一条近东北 - 西南向的冷锋，锋面附近多个站点已经出现雷暴天气，至 21 日 14 时，高压持续东移南下，并有小股冷空气回流至乌鲁木齐地区。

20 日 20 时 500 hpa、700 hpa 有冷空气东移南下，850 hpa 为暖脊控制，同时新疆大部温度直减率 ( $T_{850}-T_{500}$ )  $> 32^{\circ}\text{C}$ ，500 hpa 干区与 700 hpa 湿区部分重叠区域，这种上干冷下暖湿的层结结构，具有较好的热力和动力条件。

21 日 08 时 500 hpa 有冷空气东移，700 hpa、850 hpa 为暖脊控制，具有上冷下暖的层结结构，同时 700 hpa 干线与 850 hpa 切变线重合，中低层有较强的辐合上升运动，具备较好的动力条件(图 3)。



**Figure 3.** A comprehensive analysis of the scale at 20:00 on August 20, 2014 and 08:00 on August 20, 2014  
**图 3.** 2014 年 8 月 20 日 20 时和 21 日 08 时中尺度综合分析图

20 日 20 时乌鲁木齐温度对数压力图不稳定能量 CAPE 值较小, K 指数 27, 没有显著的有利对流发展的特征, 21 日 08 时温度对数压力图不稳定能量 CAPE 值有所增大, K 指数 32, 低层有逆温, 再运用探空订正技术, CAPE 值明显增大, 有利于对流发展(图 4)。

欧洲中心细网格 3 小时总降水预报没有显示。气象中心中尺度数值预报模式预报系统降水预报没有显示, 风场预报风速略有增大。

#### 4. 卫星、雷达资料分析

静止红外云图时空分辨率较低, 22 日 01 时在呼图壁附近出现小白点, 随后迅速增大并向东南方向移动, 其前沿接近乌鲁木齐时就已经观测到雷暴, 随后云团继续向东南方向移动, 并向南北方向扩展, 前两次雷暴尺度小, 生消快, 很难分辨。第三次雷暴首先在乌苏 - 石河子出现带状云系, 随后减弱东移, 在呼图壁附近再次增强, 并继续东移, 从极轨可见光云图上可以分辨出明显的上冲云顶, 说明有较强的上升运动, 此时乌鲁木齐观测到雷暴, 随后带状云系减弱东移(图 5)。

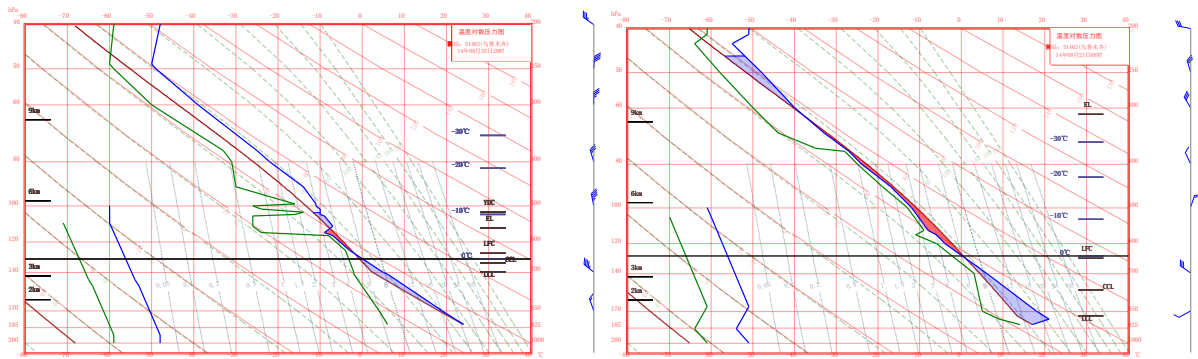
21 日 00:04 时在呼图壁北侧有数个小尺度新生弱回波, 随后迅速增强, 01:04 时中心强度达到 50 dbz, 并向东南方向移动, 数个回波首尾相连呈带状, 经过乌鲁木齐西南侧, 观测到第一次雷暴, 随后回波强度减弱, 在此回波北侧有新生回波, 迅速增强, 04:00 时中心强度达到 50 dbz, 随后向东南方向移动, 经过乌鲁木齐东北侧, 观测到第二次雷暴, 随后回波减弱东南移。09:03 时乌苏 - 石河子带状回波向东南方向移动, 10:39 时其前部在经过呼图壁时新生带状回波, 12:56 时中心强度达到 50 dbz, 观测到第三次雷暴, 回波经过乌鲁木齐西南侧, 强度减弱(图 6)。

#### 5. 气象服务保障

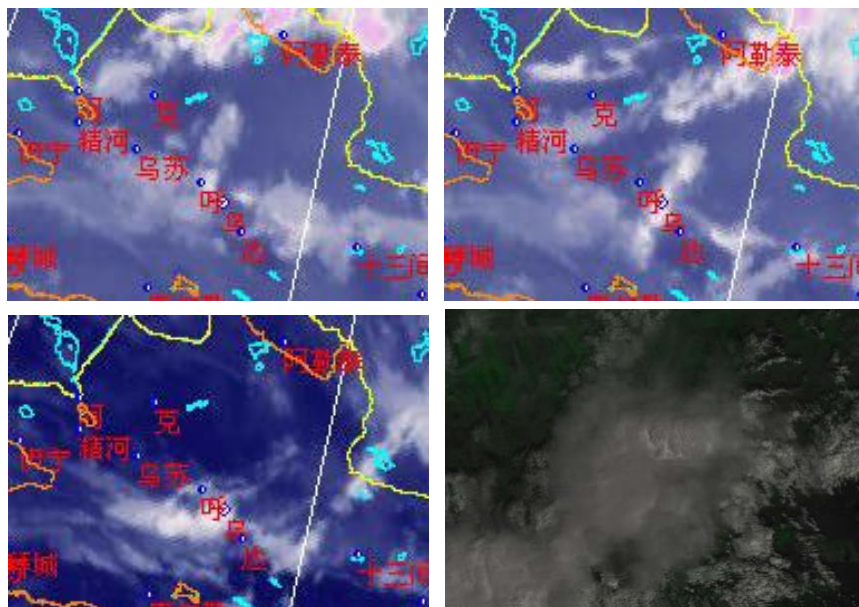
21 日凌晨, 预报员未能预报出第一次雷暴出现, 但是雷暴出现后, 预报员通过电话向相关单位通报雷雨信息, 并对雷暴伴降雨强度, 持续时间进行预报, 但是与实况相比, 雷暴伴降雨强度预报偏弱, 持续时间预报偏短。

21 日 11:00 时组织临时天气会商并通过电话通知管制、运控等相关用户单位预报结论: 本场西北方向 40 公里处有强对流云团, 向东南方向移动, 预计本场 12:30~13:30 有雷雨, 西北风 5~10 米/秒。随后持续跟进气象服务保障, 及时发布趋势预报。

此次雷暴过程, 对第三次雷暴预报较为准确, 对前两次雷暴预报不够准确, 但是因为乌鲁木齐机场关闭并未对航班正常运行造成影响。

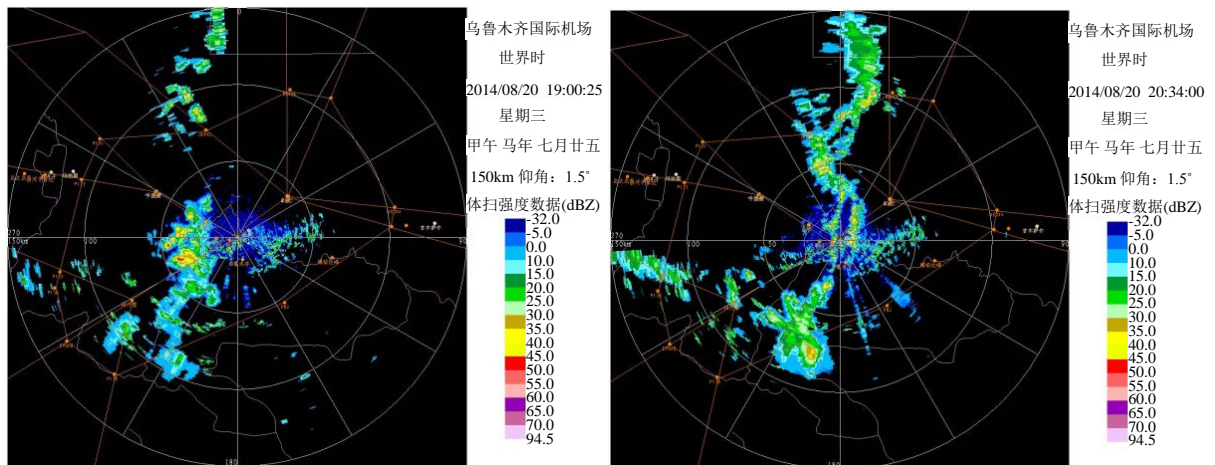


**Figure 4.** Temperature logarithmic pressure plot at 20:00 on August 20, 2014 and at 08:00 on August 21  
**图 4.** 2014 年 8 月 20 日 20 时和 21 日 08 时温度对数压力图



**Figure 5.** Static infrared cloud image at 03:00, 06:00, 15:00 on August 21, 2014 and the polar track visible light Figure at 12:40

**图 5.** 静止红外云图 2014 年 8 月 21 日 03:00 时、06:00 时、15:00 时和极轨可见光云图 12:40 时



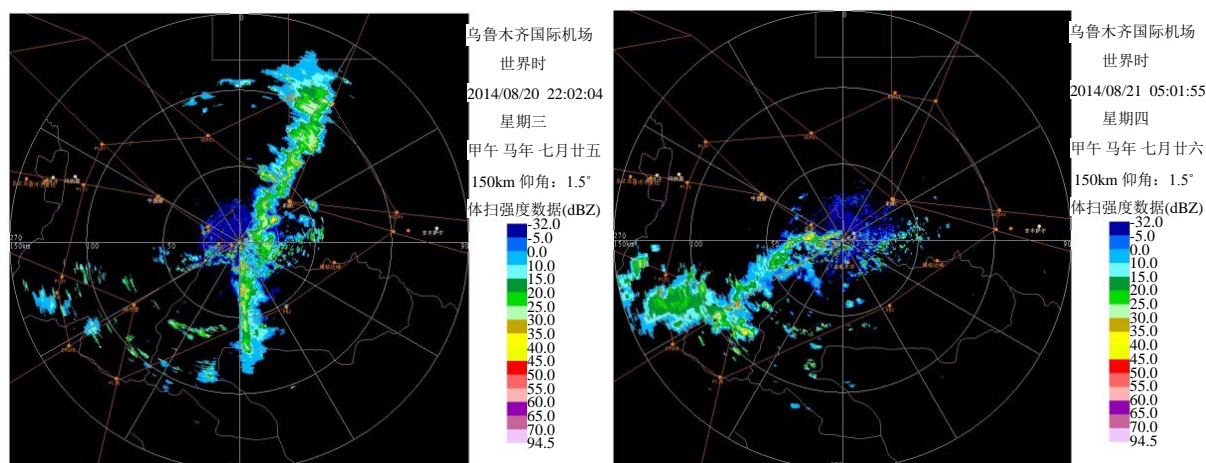


Figure 6. 1.5° elevation radar intensity chart at 03:00, 04:34, 06:02, 13: 01 on August 21, 2017

图 6. 2017 年 8 月 21 日 03:00 时、04:34 时、06:02 时、13:01 时 1.5°仰角雷达强度图

## 6. 小结

本文使用常规、卫星、雷达等资料对乌鲁木齐机场一次雷暴天气过程进行分析, 结果表明:

- 1) 此次雷暴由于中高层槽后干冷空气叠加在低层暖湿空气之上, 从而具备有利的热力和动力条件导致。
- 2) 中尺度天气分析方法可以预测中小尺度强天气落区, 中尺度数值预报模式缺乏有效的强对流天气指导产品。
- 3) 卫星监测由于时空分辨率较低, 不易分辨对流云团; 雷达在 0~2 小时雷暴监测中非常有效。
- 4) 此次雷暴过程, 对第三次雷暴预报较为准确, 对前两次雷暴预报不够准确, 但是因为乌鲁木齐机场关闭并未对航班正常运行造成影响。

## 参考文献 (References)

- [1] 陆汉城, 杨国祥. 中尺度天气原理和预报[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [2] 伊藤博. 航空气象[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [3] 陈思蓉, 朱伟军, 周兵. 中国雷暴气候分布特征及变化趋势[J]. 大气科学学报, 2009, 32(5): 703-710.
- [4] 俞小鼎, 周小刚, 王秀明. 雷暴与强对流临近天气预报技术进展[J]. 气象学报, 2012, 70(3): 311-337.
- [5] 钟颖颖, 冯民学, 焦雪, 等. 两次雷暴过程的地闪及回波特征[J]. 气象科技, 2012, 40(4): 620-626.
- [6] 谢玉华, 冯晋勤, 张深寿. 龙岩地区 2 次强对流天气对比分析[J]. 环境科学与技术, 2016(s2): 40-43.
- [7] 夏传栋, 廖国进, 周立宏. 2002 年 7 月沈阳地区连续强雷暴天气成因分析[J]. 气象与环境学报, 2003, 19(3): 7-9.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2330-1724，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，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：[ojs@hanspub.org](mailto:ojs@hanspub.org)