

内部资料

# 大气污染物输送规律

(宝钢环境影响预断评价附件之一)

上海气象局科学研究所环保室

一九八一年九月

## 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 前 言 .....                   | 1  |
| 第一章 气候概述 .....              | 4  |
| 第二章 地面风 .....               | 5  |
| 第三章 边界层高度(1000 米以下)的风 ..... | 38 |
| 第四章 逆温层 .....               | 48 |
| 第五章 宝钢沿江地区的海陆风 .....        | 59 |
| 第六章 上海市区的城市热岛 ... ..        | 74 |

---

# 前 言

1979年9月由宝山钢铁总厂工程指挥部召集的“宝钢环境影响预断评价工作筹备会议”上确定,宝钢环境影响预评共分九个课题进行,其中五个课题是大气方面的,其重点是研究宝钢投产后钢铁厂排放的二氧化硫对上海市区的影响。第一题为“大气污染物输送规律的研究”会后经协商,本课题由上海市气象局负责。参加本课题工作的有中央气象局气象科学研究所天气气候所、上海市卫生防疫站。

1980年8月上海宝山钢铁总厂环境管理处与上海市气象局签订了本课题的“专题合同”。按照合同文本,本课题内容包括①掌握宝钢附近地区气象资料及局地气象特点;②通过城市热岛的观测,探索宝钢大气污染物对市区污染的途径,规律及影响机率;③按照其他各专题所提出的要求,提供有关气象资料。

本课题工作分两个部分进行:一部分为历史资料的整理分析,主要提供了上海市和宝山地区地面及边界层(指地面到1000米左右高度)有关气象资料。所用资料年代截止到1980年一般有10~20年。另一部分为现场观测资料,共进行了三个整月,主要在1980年8月(夏季),1980年12月(冬季)。在这以前的1980年4月23日到5月22日部分测点进行了预备性试验。

各测点的位置,观测时间及观测内容见下表:

| 测 点 名 | 地 点      | 观 测 日 期    | 观 测 内 容                                                   |
|-------|----------|------------|-----------------------------------------------------------|
| 宝 钢   | 宝山县练祁水闸  | 4.23~5.22  | ①双经纬仪测风                                                   |
|       |          | 8.1~8.31   | ②低空探空仪测温                                                  |
|       |          | 12.1~12.31 | ①双经纬仪测风<br>②低空探空仪测温<br>③电厂烟囱温度梯度<br>④激光测烟雷达测定电厂<br>烟囱模拟烟源 |
| 杨 行   | 宝山县杨行卫生院 | 4.23~5.22  | 单经纬仪测风                                                    |
|       |          | 8.1~8.31   | ①双经纬仪测风                                                   |
|       |          | 12.1~12.31 | ②低空探空仪测温                                                  |
| 广 场   | 上海市人民广场  | 4.23~5.22  | ①双经纬仪测风                                                   |
|       |          | 8.1~8.31   | ②低空探空仪测温                                                  |
|       |          | 12.1~12.31 |                                                           |

续上表

| 测 点 名          | 地 点                         | 观 测 日 期                             | 观 测 内 容                   |
|----------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 长 兴            | 宝山县长兴岛创建水闸                  | 4.23~5.22<br>8.1~8.31<br>12.1~12.31 | ①单经纬仪测风<br>②地面测风          |
| 高 桥            | 川沙县高桥水文站                    | 8.1~8.31                            | 单经纬仪测风                    |
|                | 川沙县高桥陆家圩解放<br>军部队驻地         | 12.1~12.31                          |                           |
| 龙 华            | 上海县龙漕路7号本局<br>观象台           | 8.1~8.31                            | 单经纬仪测风                    |
|                |                             | 12.1~12.31                          |                           |
| 华 漕            | 上海县华漕上海农业科<br>学院内           | 8.1~8.31                            | 单经纬仪测风                    |
|                |                             | 12.1~12.31                          |                           |
| 汽 车 流<br>动 测 温 | 中山南二路↔北郊火<br>车站<br>天山新村↔军工路 | 12月典型天气                             | 市区 东→西, 南→北两<br>个剖面上各点的温度 |

经纬仪测风(包括单、双经纬仪)一般每天6次,即:5:30、7:00、10:00、13:00、16:00、19:00。探空仪测温一般每天3次(探空及测风天雨均停测)、即5:30、13:00、19:00。所取观测时间主要考虑5:30在日出前后,19:00在日落以后,其中7:00、13:00、19:00同台站上施放探空时间相同,便于比较和使用历史记录。12月份曾选择三次典型天气(一般为地面高压控制时)进行24小时连续施放,即每隔1个半小时进行一次探空和测风。无论单、双经纬仪测风或探空仪测温,均采用100米/分升速的氢气球升空测量。单经纬仪测风用固定升速定高(气球高度根据放球后的时间间隔确定)。双经纬仪测风采用基线法定高,基线一般长400~500米,以气球在空中位置的水平投影用数学方法计算出气球高度及水平距离,再计算风向、风速。在1000米高度以下读数间隔采用每半分钟一次,即计算得风向风速是50米厚度气层内的合成风向风速。1000米以上采用一分钟一次读数,风向风速是100米厚度气层内的合成风。

探空仪4~5月及8月用沈阳613厂生产的低空探空仪,高度一般用双经纬仪基线定高,12月份以上海无线电23厂生产的低空探空仪为主,也使用了部分613厂的探空仪。探空仪施放前在地面进行了基值测定和通风干湿球温度表读数进行比较,差数进行了订正。

宝钢电厂烟囱的温度梯度观测及汽车流动测温均用上海医用仪表厂生产的“农业用多点测温仪”观测。其感应部分为半导体热敏电阻。烟囱温度梯度观测共测量七个高度,感应部分装在离地2米、20米、50米、80米、128米、163米、193米的爬梯保护圈外侧,感应部分外加船舶气象仪上的防辐射罩,以防阳光直射。仪器离烟囱外壁约90公分距离。汽车测温感

应部分外加有自制的铝皮防辐射罩，测量时用木杆装在汽车正前方，感应部分离地2米左右，测量时车速一般控制在30—40公里/时，烟囱温度梯度及汽车测温均由电缆线通入室内（车内），用光电管显示的指示器定时（烟囱）及连读（汽车）读数记录。

激光测烟雷达测定模拟烟源，目的是求取厂区的扩散系数，雷达由上海无线电23厂试生产，因仪器尚不完善，现场共施放8次烟幕，记录均无法整理使用。

## 第一章 气候概述

上海地区位于北亚热带南缘，是东亚季风盛行的地区。冬季主西北风，夏季主东南风。受冷暖空气交替影响，四季分明，雨量充沛。

宝山县年平均气温 $15.7^{\circ}\text{C}$ ，以一月最冷，月平均气温 $3^{\circ}\text{C}$ 左右；七月最热，月平均气温 $27.5\sim 28.0^{\circ}\text{C}$ ，温度与市区相近，年平均气温比邻县高 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

夏季高温（日最高气温 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ ）季节平均出现在6月下旬到8月下旬，初日最早在5月中旬，终日最迟到9月上旬，全年高温日数平均出现7天左右。宝山高温季节的持续时期及高温日数比市区要短些、少些（市区高温日8.7天）但比邻县高温日多，持续期要长。

日最低温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 的初日（结冰开始）一般在11月中旬，终日在4月上旬，每年出现日数37天左右持续期平均102天。

宝山县年平均雨量在1000~1100毫米。年雨日125~135天但降水情况各年之间变化大。上海地区虽小，但降水的地区差异明显，宝山、嘉定是上海降水降多的地区，多雨年份要比其他地区多出二成左右。降水主要集中在汛期（5—9月），汛期的降水量要占全年的60%。一般有三个雨季，春雨最多的是在4月下旬到5月中旬，常有连续阴雨天气，一般持续7~10天、其间有时还有暴雨。6月中旬到7月上旬是上海多年平均的梅雨起迄时间，降水集中，光照少。湿度大。梅雨后期高温闷热，多雷阵雨天气。梅雨期平均持续22天，雨量200—220毫米。梅雨期多暴雨，且冰雹，龙卷风大多集中在这一段时期。早秋雨一般出现在8月下旬到9月中旬，除有连续阴雨外，大雨暴雨也较多，历史上出现的几次特大暴雨主要集中在这个季节，且大多与台风和冷空气结合有关。

台风：上海从1884年到1979年96年中，有83年（占85%）不同程度地受到台风影响（指有大风或大雨或两者兼有）。影响最早的台风在5月下旬（1961年），最迟的要到10月下旬（1979年），主要集中在7月中旬到9月下旬。其中10级以上的强台风集中于7月中旬到8月中旬。台风大暴雨（一次过程降水在100毫米以上）主要集中于8月中旬到9月中旬。

暴雨：按照龙华1951—1980年资料统计，日降水量 $\geq 50.0$ 毫米作为暴雨日，则全年平均为2.8天。由于暴雨的局地性很大，历时又短，使用单站的日降水量统计暴雨，会造成很多的遗漏，因此我所天气室在研究上海地区暴雨分布时，使用了上海地区全部气象站、哨、雨量站以及水文站、水闸等测点的降水资料，取任意几小时内降水量 $\geq 30.0$ 毫米作为一次暴雨过程，在1960—1977年的5~9月汛期内，平均上海地区每年有暴雨22.5次，大约每隔7天就可出现一次。暴雨最多的地区位于长江口南侧的嘉定、宝山、市区东部和川沙一带。十八年中强度最大的一次暴雨过程出现在1977年8月21—22日，暴雨中心地区宝山县塘桥的降水过程总雨量达585.6毫米。暴雨出现最多的季节是6月下旬（梅雨期内）和8月下旬~9月上旬（早秋雨），9月中旬次之。

## 第二章 地 面 风

风是研究大气污染物输送扩散、稀释的重要气象因素。污染物是随风向下游输送的, 为了解本厂污染物在不同季节中主要影响的地区分布, 它是与各季节风向频率的分布直接有关。风速的大小与污染物扩散、稀释的速率有关。当风速很小或静风下, 污染物是按不同的规律传布扩散的。因此在污染气象中, 把某地区的静风、小风出现频率以及它的年、月、日变化规律, 都作为一个必要的项目加以考虑。

宝山地区在季风影响下, 一年四季主导风向随季节更动, 变化显著。冬季, 东亚地区在西伯利亚、蒙古高压控制下, 宝山位于高压南部, 盛行偏北风; 夏季, 受西太平洋付热带高压影响, 宝山位于其西侧, 季风为东南风。同时宝山北临长江, 东接东海, 旁依宽阔的水域, 当天气系统比较弱, 天空晴朗时, 会发生局地的海(江)陆风效应, 引起风向的日变化。再加上宝山地区处于黄浦江, 长江的入口处, 地形的影响, 更使本地风有其一定的特殊性。

### 一、风向频率和平均风速

宝山年最多风向为东南偏东风(ESE), 出现频率 12% (图2.1.1), 次多风向为西北偏北风(NNW), 出现频率 9%。

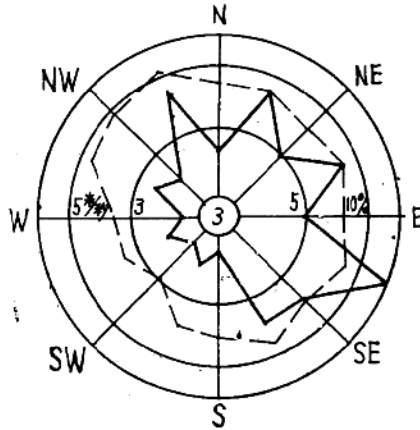


图 2.1.1 宝山年地面风向频率及平均风速  
(1959—1980年)

与上海郊区各县无显著差异。这两个风向正反映了本地区冬、夏季的特点。就全年看, 11月至次年2月月最多风向吹偏北的冬季风(图2.1.2), 4月—8月则是风向东南的夏季风。其他月份是春、秋过渡季节, 最多风向是东北风。月最多风向出现频率一般在13~19%。

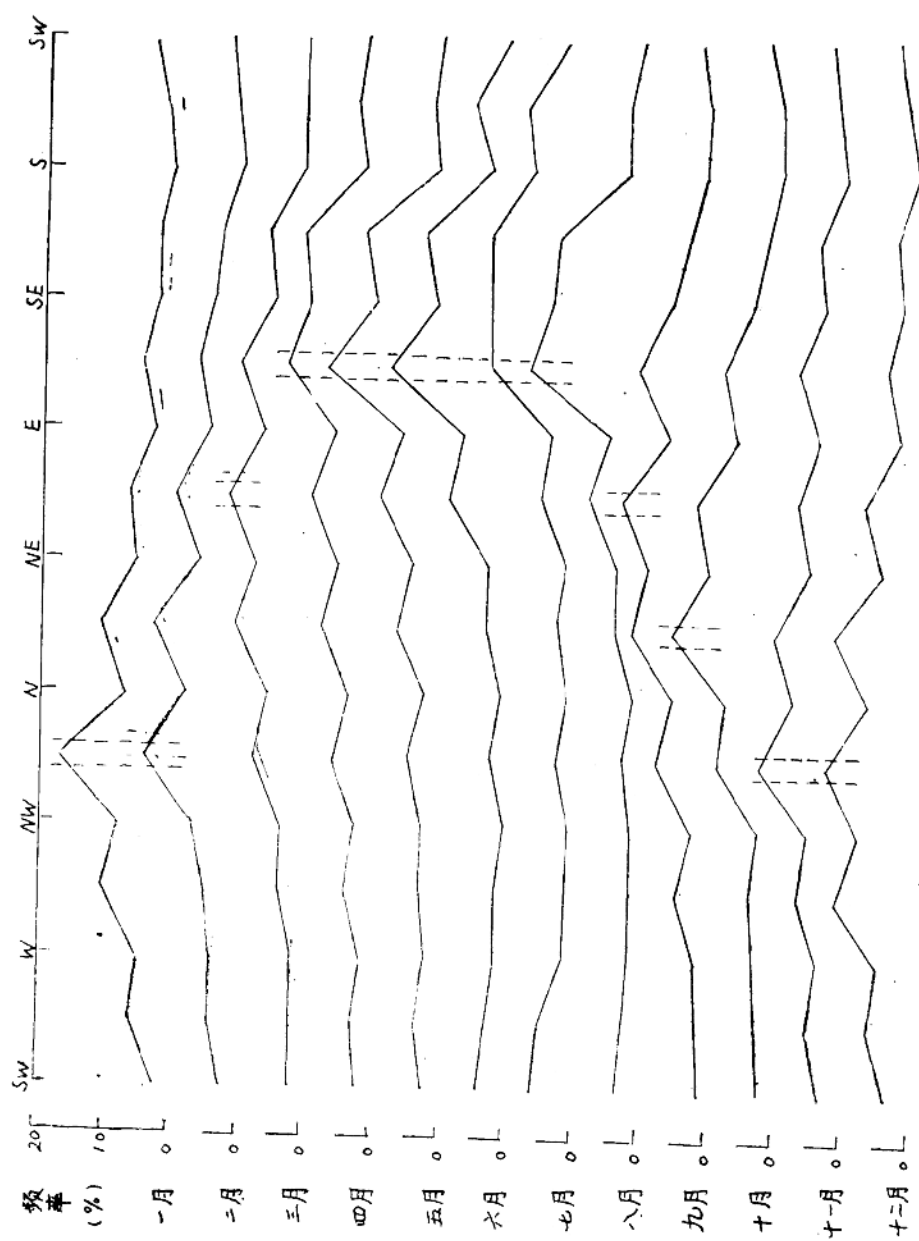


图 2.1.2 宝山各月地面风向频率



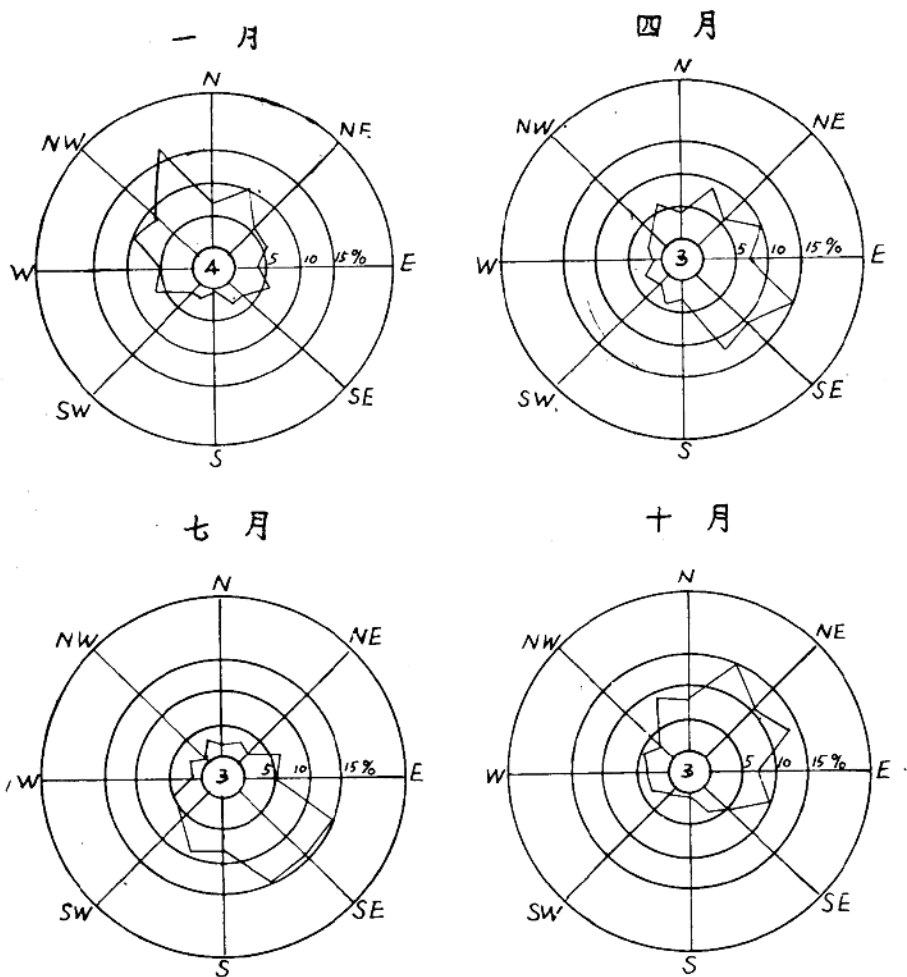


图 2.1.3 宝山1.4.7.10月地面风向频率

图2.1.3是宝山1、4、7、10月地面风向频率图、分别代表冬、春、夏、秋季。一月正值上海隆冬季节，该月风频的分布表现了典型的冬季风特征，月最多风向为西北偏北风，出现频率高达17%，偏南风很少出现。七月是盛夏季节，该月风频表现为典型的夏季风特征，月最多风向分布在偏东南的三个方位，频率都是14%，偏北风很少出现，四月偏北风比一月已显著减少，月最多风向已转为东南偏东风。十月最多风向为东北风，都反映了季节过渡的性质。

宝钢位于上海市区的北方，当宝山吹偏北风时，污染物向南输送，有可能影响市区。为此我们统计了宝山各月偏北风的频率，（图 2.1.4）。图中自下而上的三条折线分别表示北风、西北偏北风至东北偏北风（三个方位）以及西北风至东北风（五个方位）内的频率合计

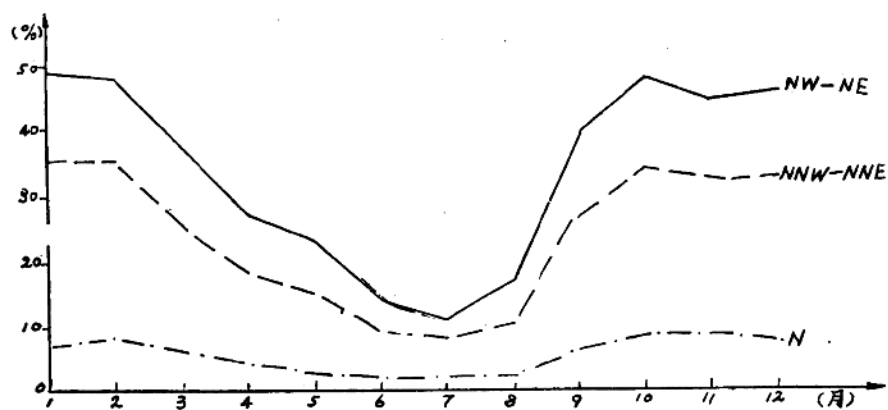
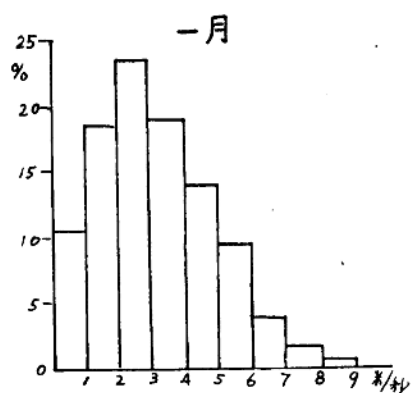
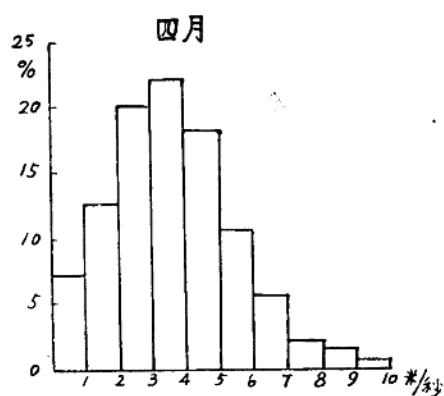


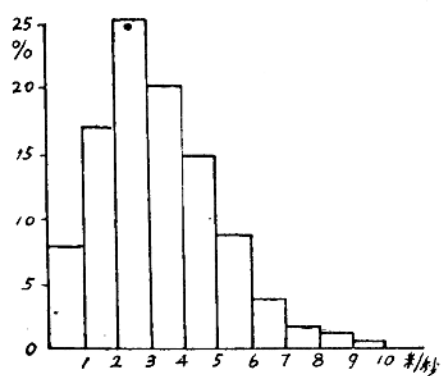
图 2.1.4 宝山各月偏北三方位风的频率合计



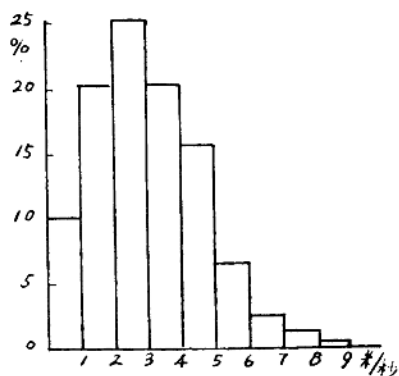
一月



四月



七月



十月

图 2.1.5 宝山各级风速出现频率 (%)

值。宝山地区偏北风的频率自2月份以后开始逐渐减少，7月份最少，8月以后偏北风迅速增多。说明随着季节转换，春季冬季风的北撤是逐步的，而秋季冬季风南下则非常迅猛，而且比较稳定。本地区冬半年10月到次年2月，每月偏北三方位风的频率合计都在30%以上，偏北五方位风的频率合计都在45—50%。

宝山年平均风速4.3米/秒，是上海郊区风速最大的一个县。全年风速春季最大（4月4.78米/秒），秋季最小（10月3.8米/秒），年变化趋势与郊区各县非常一致。风速若按不同风向平均，则西北偏北风最大，平均5.2米/秒。西南风最小，只有3.1米/秒。

风速分布以2~3米/秒出现的频率最多（图2.1.5）（四月3—4米/秒最多），其次是3~4米/秒（四月是2—3米/秒），春夏季最大的定时平均风速可达9~10米/秒，甚至超过10米/秒。

宝山地区地面风与上海市（龙华）比较：盛行风向冬季1月上海市为西北风，宝山则顺时针偏转一个方位为西北偏北，夏季7月，上海市最多风向明显地为东南偏南风，而宝山县偏东南三个方位频率相等，比市区有些逆时针偏转。两地的风速差异比较明显，宝山比市区风速大致要大40%左右，特别是从长江上刮来的偏北风，宝山大得更多。

二、静风和小风：大气污染物扩散稀释的速率与风速直接有关。静风或小风不利于污染物的输送扩散，往往会造成地面接受到的污染物浓度增高。

静风是指风速很微弱，地面烟气直上，风速仪读数为0.0米/秒。小风一般都取平均风速在1.0米/秒或以下，我们这里统计的各时小风出现频率包括了静风。

表2.2.1是宝山县各月静风出现频率（根据每天4次记录统计）。静风出现最多的季节是在冬季（11~1月）约在4%左右，春季是静风最少的季节。从时间上看，（表2.2.2）静风基本上都在晚上出现，且下半晚比上半夜多，尤其在午夜及天亮以前，静风出现的机会更多些。市区由于建筑群的摩擦作用，静风比郊区多。宝山县比其他邻县静风频率来得少些。

表 2.2.1 宝山各月静风频率（%）

| 月 份     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全 年 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|
| 静风频率(%) | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3  | 4  | 4  | 3   |

表 2.2.2 宝山各时静风出现频率(%) (1976—1980)

|    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11 | 12 | 13  | 14 | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 月   |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一月 | 3.0 | 1.2 | 3.2 | 3.2 | 2.4 | 2.6 | 1.2 | 2.4 | 3.8 |     |    |    | 0.6 |    | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 4.6 | 2.4 | 3.2 | 1.8 | 1.8 | 2.4 | 2.6 | 2.0 |
| 四月 | 1.2 | 1.8 | 3.2 | 4.0 | 2.0 | 2.6 | 1.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |    |    |     |    |     |     |     | 0.6 | 0.6 |     | 1.8 | 0.6 | 2.6 | 3.4 | 1.2 |
| 七月 | 2.0 | 2.4 | 1.8 | 3.0 | 1.8 | 4.0 | 1.2 |     |     |     |    |    |     |    |     |     |     | 0.6 | 0.6 | 2.4 | 1.8 |     | 2.6 | 2.6 | 0.8 |
| 十月 | 1.2 | 2.4 | 3.6 | 5.0 | 3.6 | 5.0 | 2.4 | 3.0 | 1.2 |     |    |    |     |    |     |     |     | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 2.0 | 0.6 | 1.8 | 1.6 |

龙华各时静风出现频率(%) (1976—1980)

|    | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13 | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23   | 24   | 月   |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 一月 | 5.6 | 8.2  | 8.4  | 6.4  | 8.2  | 5.6  | 4.4  | 6.2 | 1.2 | 2.4 |     |     |    | 0.6 | 0.6 |     | 0.6 | 1.2 | 2.4 | 2.4 | 3.2 | 3.8 | 6.2  | 2.4  | 3.6 |
| 四月 | 4.8 | 5.4  | 6.0  | 5.2  | 3.4  | 5.4  | 2.6  | 0.6 |     |     |     |     |    |     |     |     | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 1.4 | 2.4 | 4.0  | 4.6  | 2.2 |
| 七月 | 5.8 | 5.6  | 5.6  | 5.0  | 6.4  | 5.2  | 3.0  | 1.2 |     | 0.6 | 0.6 | 0.6 |    |     |     | 0.6 |     | 1.2 | 0.6 | 1.8 | 4.4 | 3.2 | 1.8  | 5.0  | 2.6 |
| 十月 | 9.6 | 11.4 | 15.4 | 15.2 | 13.4 | 10.0 | 11.6 | 5.0 | 1.2 | 0.6 |     |     |    |     |     |     |     | 1.2 | 1.2 | 2.6 | 5.6 | 6.6 | 11.4 | 11.0 | 5.8 |

表 2.2.3 宝山各时小风( $\leq 1$ 米/秒)出现频率(%) (1976—1980年)

|    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16   | 17   | 18   | 19  | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 月    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 一月 | 16.5 | 13.9 | 11.3 | 12.6 | 11.0 | 11.3 | 11.5 | 11.0 | 5.8 | 3.9 | 2.9 | 1.0 | 1.6 | 4.5 | 7.4 | 10.3 | 13.9 | 15.8 | 9.4 | 12.6 | 16.5 | 12.6 | 11.9 | 10.4 |      |
| 四月 | 10.8 | 10.2 | 12.6 | 11.7 | 12.0 | 9.9  | 10.8 | 7.5  | 2.4 | 3.0 | 0.6 | 1.5 | 2.1 | 1.5 | 2.4 | 1.8  | 4.2  | 4.8  | 4.5 | 5.1  | 8.7  | 6.6  | 8.1  | 9.6  | 7.0  |
| 七月 | 17.4 | 11.8 | 12.7 | 12.7 | 15.8 | 17.4 | 6.8  | 6.8  | 5.3 | 0.2 | 2.8 | 2.2 | 0.3 | 3.4 | 3.4 | 1.6  | 3.4  | 5.0  | 5.6 | 10.5 | 8.4  | 7.4  | 11.5 | 14.9 | 8.2  |
| 十月 | 13.3 | 18.3 | 29.8 | 22.7 | 18.9 | 17.4 | 15.5 | 10.2 | 3.7 | 2.8 | 2.8 | 0.9 | 1.2 | 1.9 | 2.8 | 2.8  | 5.0  | 6.8  | 7.8 | 4.7  | 8.4  | 11.1 | 14.3 | 14.3 | 10.0 |

龙华各时小风( $< 1$ 米/秒)出现频率(%) (1976—1980年)

|    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 月    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一月 | 27.9 | 22.9 | 20.8 | 25.1 | 24.5 | 21.4 | 21.4 | 20.8 | 14.0 | 5.9 | 3.7 | 3.1 | 2.2 | 5.9 | 4.3 | 8.1 | 5.9 | 13.3 | 14.9 | 18.6 | 21.4 | 19.8 | 26.7 | 29.5 | 16.0 |
| 四月 | 18.3 | 18.3 | 14.4 | 19.5 | 13.5 | 17.4 | 16.5 | 5.4  | 3.3  | 2.7 | 2.1 | 0.8 | 3.9 | 0.0 | 2.1 | 2.1 | 3.3 | 2.7  | 9.0  | 8.1  | 10.2 | 12.9 | 13.5 | 12.9 | 9.8  |
| 七月 | 15.2 | 21.1 | 19.2 | 17.7 | 25.4 | 20.2 | 10.5 | 4.7  | 3.7  | 1.6 | 4.3 | 2.8 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 1.9 | 1.2 | 6.8  | 10.9 | 10.9 | 13.3 | 11.5 | 12.4 | 14.0 | 10.4 |
| 十月 | 34.1 | 31.6 | 33.5 | 35.0 | 36.0 | 32.6 | 30.7 | 16.1 | 6.8  | 5.3 | 6.8 | 6.8 | 5.3 | 1.9 | 2.5 | 4.3 | 4.3 | 9.3  | 6.8  | 17.1 | 18.0 | 23.3 | 32.6 | 29.1 | 18.5 |

表 2.2.4 宝山各风向小风出的频率(%) (1976—1980年)

|    | N    | NNE | NE  | ENE  | E   | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW |
|----|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 一月 | 6.7  | 4.5 | 6.7 | 16.8 | 9.8 | 20.0 | 8.4  | 9.0  | 12.1 | 5.2  | 10.8 | 14.2 | 9.4  | 7.2  | 9.7  | 4.5 |
| 四月 | 7.3  | 3.6 | 5.5 | 3.6  | 2.8 | 3.4  | 4.3  | 7.2  | 10.3 | 14.0 | 12.3 | 10.0 | 7.0  | 12.6 | 7.8  | 4.8 |
| 七月 | 11.9 | 3.9 | 4.3 | 3.2  | 4.6 | 6.2  | 6.2  | 6.8  | 7.3  | 14.1 | 5.0  | 13.2 | 10.9 | 17.6 | 12.9 | 3.7 |
| 十月 | 4.0  | 2.6 | 2.7 | 3.2  | 4.2 | 12.2 | 21.1 | 15.9 | 22.9 | 60.0 | 11.3 | 17.5 | 14.8 | 13.8 | 11.4 | 5.9 |

龙华各风向小风出现时频率(%) (1976—1980年)

|    | N    | NNE  | NE   | ENE | E    | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  |
|----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 一月 | 11.3 | 8.0  | 13.1 | 6.4 | 21.6 | 21.3 | 11.5 | 19.7 | 26.7 | 30.4 | 33.3 | 29.3 | 14.3 | 10.1 | 5.0  | 7.0  |
| 四月 | 9.8  | 9.4  | 7.8  | 4.1 | 5.7  | 4.1  | 4.7  | 5.6  | 16.6 | 31.0 | 20.6 | 26.7 | 19.6 | 3.5  | 9.8  | 7.7  |
| 七月 | 17.8 | 14.1 | 21.5 | 4.1 | 5.5  | 6.3  | 6.4  | 3.4  | 11.4 | 12.2 | 11.3 | 7.2  | 21.7 | 16.4 | 18.6 | 12.8 |
| 十月 | 9.6  | 9.5  | 14.8 | 7.4 | 11.7 | 21.5 | 21.1 | 14.3 | 34.1 | 23.3 | 34.1 | 22.7 | 27.2 | 13.2 | 23.5 | 21.9 |

小风的出现频率无论从季节及时间变化上，都与静风分布特点相似。宝山小风出现频率一般上半夜都在 5—15%，下半夜在 10—20%。龙华小风出现频率约为宝山的 1.5 倍—1.8 倍。

各个风向小风出现的频率，最多的在南风到西南偏西方位，亦即吹这些方位的风向时，小风出现机会较多。但各季节也不尽相同，如冬季 1 月风向 ESE 及 ENE 时，小风出现的机会最多；春季 4 月则在 SSW 及 WNW；夏季 7 月在 WNW 和 WSW；秋季 10 月则在 SSW 及 S。龙华分布似乎简单些，全年基本上都在南到西这个象限中。

当小风出现以后，究竟能持续多少小时？下面我们统计了 1、4、7、10 月小风各级持续小时出现次数（表 2.2.5），即一个月中间，小风持续 1 小时、2 小时……各出现几次。表中数据表明，大约有一半次数小风持续只有 1 小时，在宝山每月有一次持续 8—9 小时的小风，冬季 1 月和秋季 10 月尤多，最长的小风持续时间长达 17 小时。市区（龙华）小风持续时间比宝山长，最长的持续时间可达 22 小时。

表 2.2.5 小风 ( $\leq 1$  米/秒) 各级持续小时出现次数

| 宝山 | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | >10 | 最长 |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 一月 | 18.4 | 4.8 | 2.6 | 2.4 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 17 |
| 四月 | 12.2 | 2.4 | 3.0 | 1.6 | 0.6 | 0.4 |     | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 13 |
| 七月 | 16.0 | 4.2 | 3.6 | 2.6 | 0.8 | 0.8 | 0.4 |     |     |     | 0.2 | 12 |
| 十月 | 14.6 | 3.8 | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 1.2 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 14 |
| 龙华 |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 一月 | 18.8 | 6.8 | 4.6 | 2.4 | 1.8 | 1.0 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 1.0 | 18 |
| 四月 | 15.0 | 3.8 | 3.0 | 1.6 | 1.0 | 0.6 | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 11 |
| 七月 | 17.6 | 6.6 | 2.8 | 1.0 | 1.4 | 1.0 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 13 |
| 十月 | 20.2 | 7.0 | 2.6 | 2.4 | 2.6 | 1.8 | 0.6 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 2.4 | 22 |

### 三、风向和风速的日变化

一个地区的风向变化主要受气压场支配。当有天气系统逼近时风向也跟着变化。但当气压场很弱，风向由于受局地环境的影响，也可表现出地方性的特征。宝山地区北临长江，由于江面与陆面温度的差异，当季风比较弱时，可以发展起地方性的江（海）陆风。我们统计了宝山气象站 1976~1980 年 1、4、7、10 月，各时各风向出现频率。在表格中划出了频率 10% 及 20% 的等值线，和最多频率（次数）轴线，（图 2.3.1）。图中各月除了存在一支强的（频率最多）季风外，都能看到一支弱的（频率较少）风，它随着每天江（海）陆风的转

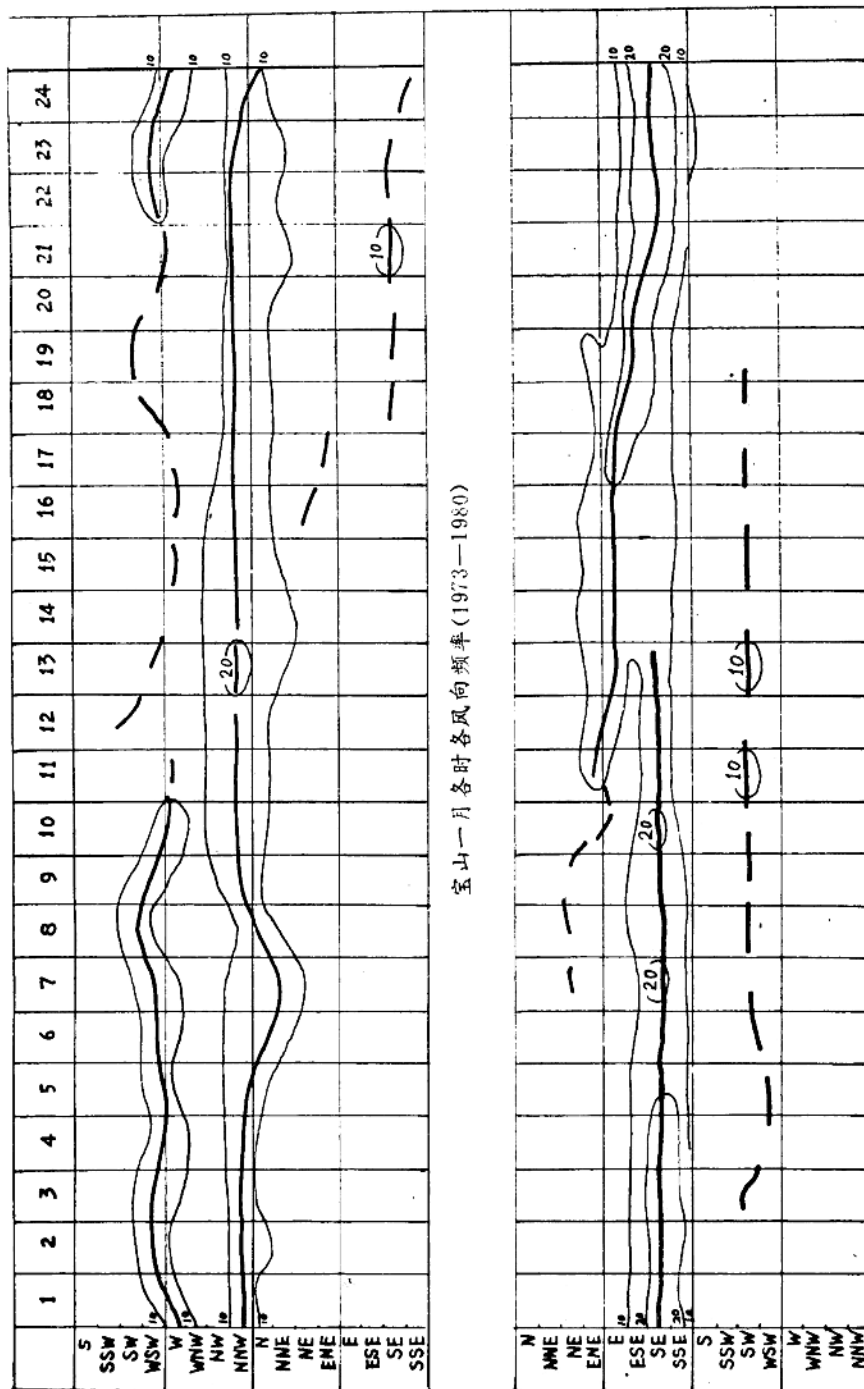


图 2.3.1 宝山七月各时各风向频率(1973—1980)

换,表现在风向上有所偏转。宝山地区江岸走向近于西北—东南向,我们把风向为西北偏北到东南偏东方位的风定为江(海)风,即向岸风;风向为东南偏南到西北偏西方位的风定为陆风,即离岸风。

冬季(一月):占主导地位的风向是西北偏北风,这是本地区冬季风的风向。另外还有一支频率较少的西南偏南风(离岸风),在夜间22时频率增加到12%,以后这个风向频率一直稳定地维持在10%以上,下半夜有时达到16%,超过西北偏北风的频率。白天10时后频率减少到10%以下,而西北偏北风(向岸风)频率增多,中午13时曾达20%。这种风向的日变化反映了本地区冬季江(海)陆风的转换情况。

夏季(七月):本地区主导风向已转为东南风(与江岸平行),这支东南风从17时至清晨4时频率都在20%以上,日出以后,东南风频率逐渐减少。有一支东北到东风(向岸风)它从日出后频率逐渐增多,11时超过10%,中午13时以后频率超过16%,取代东南风成为下午到傍晚时刻本地区的主导风向。随着时间推移,19时后又逐渐转向东南风。风向东南→东北→东南的变化,反映了本地区夏季江(海)陆风的特征。

春季(四月)和秋季(十月)是过渡季节,本地区的风向日变化规律仍很明显。四月份主导风向是东南风,上午到傍晚这段时刻主导风向转为东到东北偏东风(向岸风),另一支弱的偏西风,下午也转为西北风(向岸风)。十月份主导风向东北偏北风(向岸风),但很明显有一支东南风(平行江岸)在夜间频率很大,白天几乎消失。另外还有一支偏西风也同四月一样,白天转为西北偏北风,但十月份转的时间早(上午),频率也比春季大,这可能与本地区十月份晴天比四月份多,水陆温差容易形成所致。

宝山地区这些风向日变化特点在龙华同样年代的资料中都不存在,因此这些特点仅反映了宝山地区的江(海)陆风的特征。

表3.3.1是宝山和龙华各时平均风速值。风速的日变化规律是白天大,夜间小,最大时刻一般都在下午13—14时。日落后整个夜间风速平稳少变,上半夜仍较后半夜大些。日出后风速开始增大,增大的开始时刻与日出时间有关,随季节有变化,市区(龙华)的风速比宝山要小,夜间两地差异较大,白天还比较接近。



表 3.3.1 宝山各季各时风速 (米/秒) (1976—1980年)

|    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一月 | 3.0 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.3 | 3.5 | 3.8 | 3.8 | 3.9 | 3.9 | 3.8 | 3.7 | 3.3 | 3.1 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 |
| 四月 | 3.3 | 3.3 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.4 | 3.8 | 3.9 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.4 | 4.3 | 4.1 | 3.7 | 3.6 | 3.7 | 3.6 | 3.6 | 3.5 | 3.4 |
| 七月 | 2.9 | 2.8 | 2.9 | 2.8 | 2.7 | 2.8 | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 4.1 | 4.1 | 4.0 | 4.0 | 3.8 | 3.5 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.0 | 3.1 | 3.0 |
| 十月 | 2.6 | 2.6 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 3.0 | 2.9 | 3.1 | 3.6 | 3.6 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.7 | 3.4 | 3.2 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 3.8 | 2.7 | 2.6 |

龙华各季各时风速 (米/秒) (1976—1980年)

|    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一月 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.8 | 3.0 | 3.6 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.8 | 3.6 | 3.2 | 2.8 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 2.4 |
| 四月 | 2.8 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.7 | 3.3 | 3.7 | 3.9 | 3.9 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | 4.1 | 4.1 | 3.8 | 3.5 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 2.8 |
| 七月 | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.7 | 3.3 | 3.5 | 3.6 | 3.9 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.7 | 3.5 | 3.1 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 2.6 |
| 十月 | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.6 | 3.3 | 3.5 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.6 | 3.3 | 2.8 | 2.6 | 2.4 | 2.3 | 2.0 | 1.9 | 1.8 |