

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial s} \left( \phi + \frac{V^2}{2} \right) = 0, \\ \frac{V^2}{R_r} + \frac{\partial \phi}{\partial n} = 0 \end{cases} \quad (9.15)$$

其中第一式表明流线与等动力位势线平行,第二式表明在流线(也是轨迹线)的法向方向上惯性离心力与水平气压梯度力的分力相平衡。从第一式知  $\frac{\partial \phi}{\partial s} \neq 0$ , 所以这种运动不是那种沿等  $\phi$  线运动的旋衡风(注:当空气微团运动,轨迹曲率较大和风速较大的时候,气压梯度力和离心力相平衡的空气运动也称为旋衡风。此时科氏力可略去,旋衡风可表示成  $V_r = \left( -\frac{R_r}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n} \right)^{1/2}$ ,  $V_r$  是旋衡风速,  $R_r$  是曲率半径,  $\rho$  是密度,  $\frac{\partial p}{\partial n}$  是法线方向的气压梯度。) 但将(9.14)式写成向量式:

$$\mathbf{v} = \frac{1}{\zeta} \mathbf{K} \times \nabla \left( \frac{V^2}{2} + \phi \right)$$

可看出:无论  $\zeta$  是大于零还是小于零,即流线气旋性转变还是反气旋性转变,都对应着动力位势场的低值系统,与旋衡风一定要对应着低压系统的特征相似。因此,受(9.13)式制约的热带次天气尺度运动具有旋衡风的特征。在北半球所观测到的这种具有旋衡风特征的涡旋运动都是气旋性的。热带地区常见的中间尺度云团与这种涡旋运动有关。

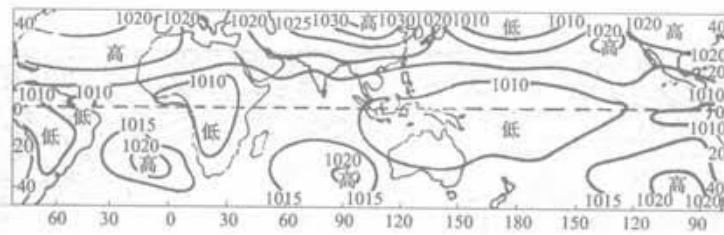
## § 9.2 低纬度环流的基本特征

低纬度大气环流的大部分主要成员,例如副热带高压、赤道辐合带、两半球的信风、季风槽等,虽然有周期性和非周期性的变化,但它们都具有常年或长期持续存在的特征,所以,每日天气图上的环流型式与气候平均的,尤其是与月平均图上的环流型式具有相似的特征。因此,了解低纬度地区月平均或季平均天气图上环流的基本特征,对于了解低纬地区的天气系统和天气过程具有重要意义。

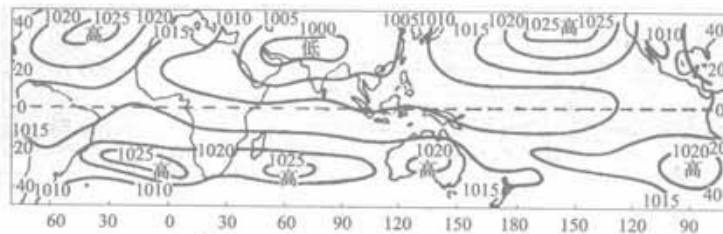
### 一、平均气压场和流场

图 9.3 是低纬度地区 1 月和 7 月的月平均海平面气压场。由图可见,在北半球太平洋和大西洋上,1 月和 7 月都各有一副热带高压,冬季强度较弱,位置偏于大洋东部,而夏季强度明显增强,位置明显向大洋西部扩展。在这两个高压的南边盛行东北风,它们是恒定的东北信风。在南半球太平洋、印度洋和大西洋上,1 月(夏季)和 7 月(冬季)都各有一明显的副热带高压中心,其季节变化比北半球小得多。在它们的北侧盛行稳定的东南气流,即东南信风。在北半球冬季,亚洲大陆上为强大的冷高压,其南侧气压梯度很大,且盛行东北气流,即东北季风。夏季,亚洲地区为一庞大的暖性低压区,南亚和东南亚地区由冬季的东北季风转为西南季风。在南半球大陆上,1 月(夏季),都为热低压所控制,而 7 月

(冬季),只在澳大利亚为较强的冷高压,这就是经常影响东南亚的南半球寒潮系统。另外,在南北半球副热带高压之间为一宽阔的低压带,通常称为赤道槽。赤道槽所在区也就是南北半球信风辐合的地带(称为赤道辐合带)。



(a) 1月



(b) 7月

图 9.3 海平面气压场

为了进一步说明低纬度地区对流层高低层的平均环流特征,下面引用冬、夏梯度风高度和 200hPa 层的平均流线图。

从图 9.4 可看出:位于南北半球各大洋上的副热带反气旋与图 9.3 中气压场上的副热带高压相对应。南北半球的信风气流明显汇合于赤道槽附近。赤道辐合带(ITCZ)的位置有明显的纬向不对称。北半球冬季,在太平洋东部和大西洋上辐合带位于赤道以北,在其他地方位于赤道以南。北半球夏季,辐合带处位于赤道以北,在印度远达  $25^{\circ}\text{N}$ 。另外,在冬季亚洲大陆反气旋南侧为明显的东北季风气流,而在 7 月源自澳大利亚反气旋及其西边马斯克林反气旋的东南气流转向跨越赤道,在东非沿岸附近赤道印度洋上和印尼附近( $100^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$ )形成明显的越赤道气流。东非沿岸到阿拉伯海的越赤道气流强度平均达  $17\text{m/s}$  左右,通常称其为东非低空急流或索马里低空急流。

图 9.5 是对流层上部 200hPa 的平均流场。由图可见,北半球冬季,东半球赤道两侧各有一串反气旋,赤道上空为两串反气旋之间的偏东气流。在北半球反气旋的向极一侧为明显的副热带强西风气流,通常称为副热带西风急流,其中有三个急流中心分别位于地中海、日本沿海和美国东南部上空,日本海上空的急流最强。与此同

期,在南太平洋中部、南大西洋中部以及印度洋上空呈现为洋中槽,或称为热带对流层上部槽(TUTT)。在北半球夏季,200hPa流场中的主要系统是南亚高压、墨西哥高压、西非高压、太平洋和大西洋中部的洋中槽,以及亚洲和赤道非洲上空的热带东风急流。

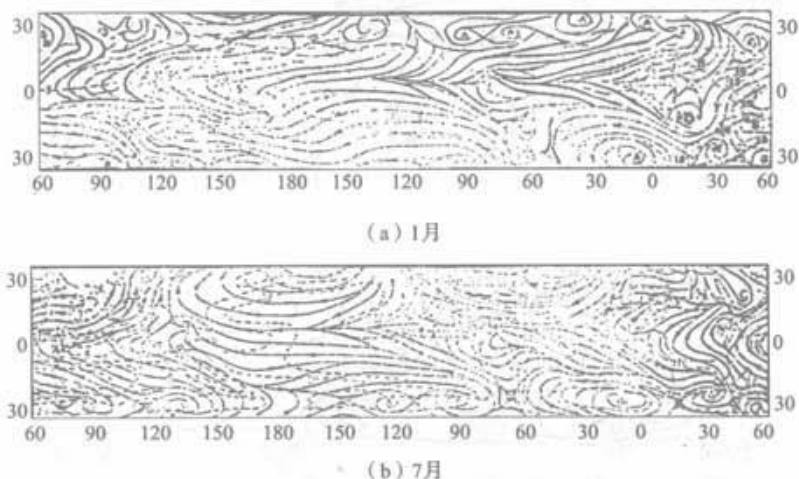


图 9.4 梯度风高度上的合成风流线

## 二、平均温度场和湿度场

低纬度地区温度场上最明显的纬向分布不对称,出现在近地面气层和 300hPa 附近。前者与海陆热容量不同所决定的温度季节变化大小不同有关,后者与深厚对流和下沉增暖有关。如图 9.6 所示,在赤道以外地区,同一纬圈上海平面气温的平均年较差有较大的差异,大陆上的年较差明显大于海洋上的年较差。从图 9.6 还可看出,海平面气温的年较差自中纬度地区向赤道方向递减。中纬度地区的气温年较差很大,一年有四季之分。但近赤道地区的气温年较差却很小(赤道附近洋面上的气温年较差只有 1℃左右),可是该地区雨量年变化很大,故人们常用“雨季”和“干季”作为季节之区分。

图 9.7 是冬季和夏季 300hPa 的温度分布。冬季最显著的特征是,在赤道附近纬带上三个相对暖区,它们分别位于印度尼西亚附近、南美西北部和赤道非洲地区。这三个地区恰好是北半球冬季期间热带区域内的三个对流和降水带所在区,而这三个对流和降水带以及相对应的 300hPa 的三个暖区恰好位于图 9.5(a)中三个副热带西风急流中心的南方,这种分布特征反映出三者必有一定的联系。另外,北半球冬季期间南半球 300hPa 温度分布还有一明显特征,就是洋中槽所在位置是冷舌,这说明图 9.5 中的洋中槽是冷性的。