

第五章 低纬度和高原环流系统

5.1 概述

5.1.1 低纬度地区的划分

- 低纬度地区** 地理学中，一般指 **30°N~30°S** 以内地区，其中包括**热带和副热带**。
- 热带地区** 南北半球**副热带高压之间**所包括的地区，即赤道两侧盛行东风的地带，**随季节南北变动**。
地理学中，热带地区为南北回归线之间的区域。
- 副热带地区** 盛行东风带与中纬度盛行西风带之间的过渡区，即**副热带高压活动的区域**。
副热带地区也可以认为是低纬度地区除热带地区以外的区域。
- 赤道地区** 一般指 **5°N~5°S** 以内地区。

5.1.2 低纬度地区的意义

- 意义一** 低纬度地区约**占全球的一半**，其中**四分之三左右是海洋**。该区的辐射收入大于支出，其盈余的热量，可通过大气和海洋输送到中高纬度地区。故热带地区是全球大气运动的**能量、动量和水汽输送主要源**。
- 意义二** 热带大气还从地表得到角动量，所以热带地区又是**大气角动量的源区**之一。
- 意义三** 低纬地区许多天气系统直接影响中高纬地区：热带地区的大气环流除**哈得来环流**和**信风环流**外，还有许多环流系统，如**热带辐合带、副热带高压、季风环流、台风**等。它们的强弱和变化影响着热量和角动量的输送与天气系统的产生和活动，这对中高纬度地区和热带地区都有直接的影响。

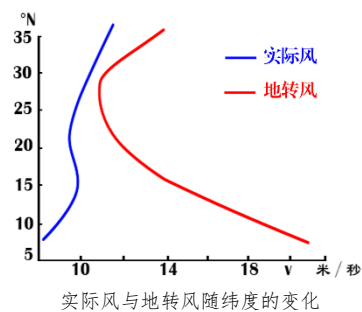
5.2 低纬度大气运动的基本特征

5.2.1 中低纬度大气的重要差别

- 地转参数** **低纬度 $f = 2\Omega \sin \varphi$ 很小**，不能满足地转风关系，天气尺度系统具有非地转特征。但某些尺度非常的大的行星尺度运动仍然具有准地转特征。
- 水汽充沛** 热带大气中**水汽充沛，凝结潜热效应对垂直运动和散度场具有显著影响**。雷暴的发生非常频繁。
热带大气中凝结潜热的释放对大尺度运动系统的水平散度和垂直速度有显著的影响。
- 天气分析**
 - ① 由于低纬度地区的天气尺度运动不具有准地转平衡关系，所以不适合用气压场和温度场来揭示运动系统结构和变化规律。**气压场相当稀疏，无法分析**。
 - ② 低纬度大气中的风压场关系可利用天气分析方法，如**流线分析（常用）**、卫星云图分析、风的铅直和水平切变分析、速度位势场分析和层结稳定度分析等。
 - ③ 热带天气预报方法，广泛应用**统计预报方法**和**数值预报方法**。前者如台风路径的相似预报，后者如正压模式数值预报。

5.2.2 低纬度地区风场和气压场的关系

- 风场对比** 实际风与地转风随纬度的变化如右图所示，可见低纬度地区偏差极大。因此我们通过分析压能场揭示天气尺度的系统。
- 压能风** 为了得到和地转风类似的形式，风可以表示为： **$\vec{V} = \frac{1}{\eta} \vec{k} \times \nabla \Phi$**
- 动力位能** **$\Phi = (\phi + V^2/2)$** 其中 Φ 为动力位能（压能）， η 为绝对涡度



$$\nabla \cdot V = -\frac{1}{\eta} V \cdot \nabla \zeta - \frac{1}{\eta} \beta v$$

满足准压能风平衡的热带天气尺度运动，其水平散度取决于相对涡度平流和地转涡度平流

旋转风特征 热带次天气尺度运动的旋转风特征：

- ① 无论涡度大于零还是小于零，即无论流线是气旋性还是反气旋性转变，**都对应动力位势场低值区**。
- ② 热带次天气尺度运动具有**旋衡风**的特征。在北半球观测到的这种涡旋运动都是气旋性的，如热带中间尺度云团。

5.3 低纬度环流的基本特征

5.3.1 平均气压场和流场

5.3.1.1 平均气压场

北半球 1 月 亚洲大陆冷高压、大西洋/太平洋副高、赤道低压槽（ITCZ）

北半球 7 月 亚洲热低压（美洲）、大西洋/太平洋副高变强（强度极大增长）、明显低压槽

南半球 1 月 大陆热低压、大西洋/印度洋/太平洋副高

南半球 7 月 澳洲冷高压（南美、南非）、大西洋/印度洋/太平洋副高

5.3.1.2 平均流场

低层 即梯度风高度层，主要特点有：

- ① **存在季风 monsoon**（亚洲东部冬季东北季风，夏季西南季风）
- ② **信风 trade wind**，盛行东风信风。
- ③ **热带辐合带 Intertropical Convergence Zone**，**南北两支信风交汇地带**，随季节南北移动，即**热赤道**。

对流层高层 **冬季**：地中海、日本沿海和美国东南部上空三个副热带急流中心，日本沿海上空的急流最强。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: tropical upper-tropospheric trough）

夏季：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