

中国水分气候图集

*ATLAS OF WATER
CLIMATOLOGY OF CHINA*

陆渝蓉 高国栋 编著

气象出版社

中国水分气候图集

陆渝蓉 高国栋 编著

气象出版社

内 容 简 介

此图集是根据1960—1969年近100个探空站、200多个气象站以及200多个水文站的实测资料，计算分析了我国地面和大气中的水分平衡、地面干湿气候指标、大气中水汽输送场和辐合场等方面各物理量在时间（全年和各个月份）和空间（全国各地）上的分布特征与变化状况。共刊出图332幅，内容分四部份：（1）地面的水分收支（降水量、蒸发量、迳流量地表土壤水分变化量）；（2）干湿气候指标（蒸发力、干燥度、水分盈亏量、蒸发比、蒸发差）；（3）大气中的水分收支（水汽含量、水汽含量变化量、地—气水分交换净输送量、水汽净输入量）；（4）大气中的水汽平均输送（850mb、700mb、500mb层上水汽输送， $120^{\circ}E$ 、 $110^{\circ}E$ 、 $100^{\circ}E$ 、 $90^{\circ}E$ 及 $25^{\circ}N$ 、 $35^{\circ}N$ 、 $45^{\circ}N$ 剖面图上纬向和经向水汽输送，大气整层水汽输送）和大气中水汽平均辐合（散）场，全年各个月份水汽辐合量随纬度的变化。

本图集比较全面系统地揭示了我国的水分特征，为气候学、水文学、地理学、生物学及农、林科学等提供了基础研究和基本资料，也为工农业生产和水电工程设计提供依据。可供以上学科的工作者和有关院校师生使用参考。

中 国 水 分 气 候 图 集

陆 渝 蓉 高 国 栋

气象出版社出版

（北京西郊白石桥路46号）

中国人民解放军空军气象学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16 印张：12.5

1984年6月第一版 1984年6月第一次印刷

科技新书目：69—71 统一书号：13194·0155

定 价： 3.10 元

前 言

“水”是地球上气圈和水圈的组成成分，也是一切生物维持生命和生长发育的必要条件。一个地区水分的收支和变化，对工农业生产及国民经济建设有着密切的关系和影响。例如进行农业生产规划、提供干湿参量、大型建筑及水电工程设计、水力资源估算等等，都具有现实意义和应用价值。

在气象科学上，水分因子是天气和气候的重要要素和标志，它是从事气候分析、干湿区划、旱涝推断以及天气分析预报和人工影响天气等方面的基础。同时，水分平衡问题是研究天气和气候形成及变化机制的重要课题，也是物理气候学的一个主要领域。因为水的问题并不是孤立的，地球上的水分和热量往往是互相联系，互相影响和互为因果的，一个地区的水分含量、水汽输送及水的相变（蒸发、凝结、结冰、融冻等）取决于该地的热力条件；而一个地区水分的分布与变化和水分相变的结果，又要调剂和改变该地的热状况，从而影响天气和气候。

当前，粮食问题和能源问题已是国际上的重大问题。水分对于粮食生产和开发水电资源有直接关系，因此水分收支和变化的研究更趋重要。我们计算和编制这本《中国水分气候图集》正是为适应这一需要所做的一个基础工作。

本图集中降水量分布图与《中华人民共和国气候图集》中有重复；蒸发力、干燥度及水分盈亏量的分布图与《中国物理气候图集》中有重复。但是，为了保持这本《中国水分气候图集》的完整性，便于参考使用，故仍收入本图集中。

这本图集与反映我国辐射平衡和热量平衡的《中国物理气候图集》互相配合，能够比较全面系统地揭示我国的水、热平衡特征。

《中国水分气候图集》的完成，得到许多同志的支持帮助，国家气象局资料室为我们提供了不少宝贵资料，国家气象局顾问程纯枢同志在百忙中对图集进行了审阅。在此表示衷心的感谢。这是一本水分气候方面的基本图集，限于条件，难免有不足和错误之处，敬请指正。

作 者

1983.3

计算方法简介

一、地面水分收支

在给定的时间中，被研究地区内，地面总收入的水量与总支出的水量差额等于该时段该地区内地面土壤水分蓄量的变化量，这就是这个地区地面的水分平衡。

地面上总的水分收入量有：（1）降水量 r ；（2）地面水分凝结量 c ；（3）外地区流入本地区的水量 f_1 ；（4）下层土壤输送给地面的水量 u_1 。地面上总的水分支出量有：（1）蒸发量 E （包括地面蒸发和植物蒸腾）；（2）本地区流出去的水量 f_2 ；（3）地面渗流至下层土壤的水量 u_2 。这样，地面的水分平衡公式可以表示为：

$$(r + c + f_1 + u_1) - (E + f_2 + u_2) = \Delta W_e$$

即

$$r + c - E - (f_2 - f_1) - (u_2 - u_1) = \Delta W_e$$

对于一个地区的长年平均情况而言，地面水分凝结量 C 很小，可略而不计；地面与下层土壤之间交换的水量 $(u_2 - u_1)$ 虽然涉及到地下水活动有关问题，比较复杂，不易估算，但在一段时间内可以放入土壤水分蓄量变化量 ΔW_e 内处理；地面流入和流出本区的水量差 $(f_2 - f_1)$ 就是径流量 f 。所以，地面水分平衡方程可以写作：

$$r - E - f = \Delta W_e$$

现将上述水分收支各分量的取值和计算方法分述如下：

1. 降水量 r

降水量资料取自1961—1970年中的部份气象台站降水量资料，参阅了《中华人民共和国气候图集》中的雨量分布图，平滑和删略了局地变化和小地形变化。

2. 蒸发量 E

众所周知，气象台站蒸发器观测的蒸发量不能代表任何地表面的实际蒸发量，确定大范围的实际蒸发量主要借助于气候计算。计算蒸发量的公式很多，我们是在计算和比较了各种方法以后，采用H.A.巴格罗夫（Багров）公式计算的。他求得蒸发量的变化 (ΔE) 是取决于土壤湿度变化 (ΔW) 及蒸发饱和差 $(1 - E/E_0)$ ，其关系式为：

$$\Delta E = \left[1 - \left(\frac{E}{E_0} \right)^n \right] \Delta W$$

该式积分为：

$$E = E_0 \Phi \left(\frac{W}{E_0}, n \right)$$

式中 E_0 是蒸发力； n 是受地理环境不同而影响径流状况的参数，可以根据水文资料推求；

W 是湿度量度，决定于该地区本月降水量及上月土壤湿润状况，可由下式计算

$$W_1 = r_1 + \Sigma r_{T < 0^\circ C}$$

$$W_2 = r_2 + \alpha_2 W_1$$

$$W_3 = r_3 + \alpha_3 W_2$$

.....

其中 $\Sigma r_{T < 0^\circ C}$ 是温度小于 $0^\circ C$ 时期的降水量之和；湿润系数 α 与降水量 r 及蒸发力 E_0 之间的关系式为：

$$\alpha_K = \frac{0.5}{\sqrt{\frac{E_{0,K-1}}{r_{K-1}} + \frac{r_K}{E_{0,K}}}}$$

因此，有了降水量 r ，蒸发力 E_0 和径流参数 n ，应用上述关系，就可以求出各月蒸发量值。

3. 径流量 f

我们根据水利电力部1975年5月出版的《全国主要河流水文特征统计》中的资料，统计计算了我国各月经流量，同时参阅了中国科学院地理研究所水文室绘制的《中国年径流量深度图》，和中国水利水电科学研究院水文研究所1963年出版的《全国水文图集》及其它资料，绘制了我国全年和各月的径流分布图。

4. 地表土壤水分变化量 ΔW_e

我国地面土壤水分变化量是从水分平衡方程中，在各个分量计算的基础上，作为余项来推求的。

土壤水分变化量的年总量很小，故无全年分布图。

二、地面干湿指标

干湿问题，是气候分析的主要内容，也是进行气候区划及工农业生产建设方面的重要指标和依据。

地面的干湿状况，从地面水分收支各分量的分布和变化中大体可以反映出来，但这些分量只表示水分收入或支出的一般数值，并不完全能够反映实际干湿状况。为此，我们计算并绘制了六种表示干湿状况的气候指标及分布图。

1. 蒸发力 E_0

蒸发力又称最大可能蒸发量。是指下垫面保持充分的水分供应的条件下的蒸发量。

我们是使用М.И.布德科（Будыко）公式计算我国蒸发力的。即：

$$E_0 = \rho D (q_s - q_a)$$

式中 ρ 为空气密度； D 为湍流交换的积分特征量，又称外扩散系数； q_a 为空气比湿； q_s 为下垫面温度下的饱和比湿。

下垫面温度下的饱和比湿是由蒸发表面的温度所确定，而蒸发表面温度是解热量平衡方

程求得的。热量平衡方程为：

$$R = LE + P + Q_A$$

其中辐射平衡值

$$R = R_0 - 4\delta\sigma T_a^3(T_s - T_a)$$

蒸发量

$$E = E_0 = \rho D(q_s - q_a) = 1.67(e_s - e_a)$$

湍流热交换量

$$P = \rho C_p D(T_s - T_a)$$

土壤热交换量

$$Q_A = \omega' \int_0^{z_H} [T(z, t_2) - T(z, t_1)] dz$$

上列各式内： R_0 为按气温决定的有效辐射所计算的湿润表面的辐射平衡量； δ 为辐射表面的相对黑体系数； σ 为斯蒂芬—波兹曼常数； T_a 为空气温度； T_s 为下垫面温度； L 为蒸发潜热； e_s 为蒸发表面温度下的饱和水汽压； e_a 为空气中的水汽压； C_p 为定压比热； ω' 为土壤容积热容量； z_H 为土温变化所波及深度； $T(z, t_1)$ 及 $T(z, t_2)$ 为起始时间 t_1 及终止时间 t_2 期间 z 深度处的土壤温度。如果设 e'_s 为空气温度下的饱和水汽压，则空气饱和差 $d = (e'_s - e_a)$ 。

用以上的关系式代入热量平衡方程，整理后得到：

$$R_0 - Q_A - d = (e_s - e'_s) + 0.8(T_s - T_a)$$

R_0 和 Q_A 可计算求得， T_a 、 e'_s 和 d 取自气象观测资料，再用马格拉斯公式代入就可以求出 e_s （及 T_s ）值，于是就可求出蒸发力的计算公式为： $E_0 = \rho D(q_s - q_a) = 1.67(e_s - e_a)$ （厘米/月）。

2. 湿润度 H'

降水量 r 与蒸发力 E_0 之比称为湿润度。

$$H' = r / E_0$$

3. 干燥度 D'

蒸发力 E_0 与降水量 r 之比称为干燥度。亦即湿润度的倒数。

$$D' = E_0 / r = 1 / H'$$

4. 水分盈亏量 W'

降水量 r 与蒸发力 E_0 的差值称为水分盈亏量。

$$W' = r - E_0$$

由于降水量是地面收入的水量，蒸发力是地面最大可能蒸发的水量，所以湿润度 H' 、干燥度 D' 和水分盈亏量 W' 都是从地面的水分收支状况来反映干湿状况。其中湿润度和干燥度是相对量指标，水分盈亏量是绝对量指标。

当某地降水量大于蒸发力时（ $r > E_0$ ），湿润度 $H' > 1$ ，干燥度 $D' < 1$ ，水分盈亏量 $W' > 0$ ，这表示该地的降水量除了满足当地蒸发所需外，尚有水分盈余，因此该地是比较

湿润的。反之，当地降水量小于蒸发力时（ $r < E_0$ ），湿润度 $H' < 1$ ，干燥度 $D' > 1$ ，水分盈亏量 $W' < 0$ ，这表示该地的降水量不能满足蒸发所需的水分，因此该地是比较干燥的。如果当地的降水量正好等于蒸发力时（ $r = E_0$ ），则湿润度等于干燥度 $H' = D' = 1$ ，水分盈亏量 $W' = 0$ ，这表示该地的降水量与蒸发力相当，达到了干湿平衡。

5. 蒸发比 β'

蒸发量 E 与蒸发力 E_0 之比称为蒸发比。

$$\beta' = E/E_0$$

6. 蒸发差 α'

蒸发力 E_0 与蒸发量 E 之差值称为蒸发差。

$$\alpha' = E_0 - E$$

根据实验证明，由于蒸发比和蒸发差消除了径流流失的水量，故土壤湿润度与蒸发量和蒸发力之比成函数关系。因此蒸发比 β' 与蒸发差 α' 是反映土壤干湿状况的指标。其中蒸发比为相对量，蒸发差为绝对量。一个地方越湿润，表示该地的实际蒸发量越接近于蒸发力，因此蒸发比就越大，蒸发差就越小；当蒸发比 $\beta' = 1$ ，蒸发差 $\alpha' = 0$ 时，该地区充分湿润；当蒸发比 $\beta' = 0$ ，蒸发差 $\alpha' = E_0$ 时，该地区最为干燥。

三、大气中的水量收支

在给定的时间内，被研究地区大气柱中总收入的水汽与总支出的水汽之间的差额等于此大气柱中水汽含量的变化。这就是该地区内大气柱中的水分平衡。

一个地区大气柱中各层大气水平方向水汽总的净收入量 ΔQ_a 为水汽输入量 Q_{a1} 与水汽输出量 Q_{a2} 之间的差值；大气柱与地面之间水汽交换净收入量 ΔQ_e 为大气凝结降至地面的降水量 r 与地面输给大气的蒸发量 E 之间的差值；大气柱中水汽含量的变化量 ΔW_a 是该大气柱中后一个月的水汽含量 $W_{a,t}$ 与前一个月水汽含量 $W_{a,t-1}$ 之间的差值。因此，大气中的水分平衡方程可以写作

$$\Delta Q_a - \Delta Q_e = \Delta W_a$$

所以，大气中的水量收支问题，要涉及以下几个分量。

1. 大气中的水汽含量 W_a

大气中的水汽含量可以据根各层比湿 $q(p)$ 进行计算。

$$W_a = -\frac{1}{g} \int_{P_0}^{P_z} q(P) dp$$

其中 g 为重力加速度； P_0 与 P_z 是地面及大气顶高度 z 处的气压值。由于没有湿度随高度变化的连续观测值，可以利用探空资料求出大气各层的水汽含量，再用梯形面积叠加求和法求出整层大气柱内的水汽含量。

在地面上比湿的计算为

$$q(P_0) = 622 \frac{e}{P} \text{ 克/千克}$$

大气中各高度比湿的计算是根据气象常用表制作 $P(1010 - 100mb)$; $T_d(-60.0 - 45.0^\circ C)$; 及 $q(0.02 - 52.00 \text{ 克/千克})$ 的列线图。

我们取用了全国100个左右1960—1969年10年探空站的平均资料,从列线图查算出各等压面的比湿,补上地面到探空起点的比湿,再用梯形面积累加求出这些台站从地面到100mb大气柱中的平均水汽含量。

2. 大气中的水汽含量变化量 ΔW_a

大气柱中本月水汽含量与前月水汽含量之差称为大气柱中水汽含量的变化量,即

$$\Delta W_a = W_{a,t} - W_{a,(t-1)}$$

大气中全年的水汽含量变化量为零,故无全年分布图

3. 大气与地面的水汽净交换量 ΔQ_e

大气凝结析出的降水量与大气柱中收入的地面蒸发量之间的差额称为大气与地面的水汽净交换量,即

$$\Delta Q_e = r - E$$

4. 大气中的水汽净输入量 ΔQ_a

外地区大气向本地区大气柱内输送进来的水汽和本地区大气柱内向外地区输送出去的水汽之间的差额称为大气中的水汽净输入量。大气中的水汽净输入量可由水分平衡方程作为余项求出,即

$$\Delta Q_a = \Delta W_a + \Delta Q_e = r - E + \Delta W_a$$

由于 ΔW_a 的全年值为零,故 ΔQ_a 的全年分布与 ΔQ_e 的全年分布一致。

有了地面水分平衡和大气中的水分平衡,就可以求出地—气系统的水分平衡。地—气系统的水分平衡方程为:

$$\Delta Q_a = f + \Delta W_a + \Delta W_e$$

其物理意义是:大气柱中水汽总的净输送量是地面径流量与从地表土壤到大气顶的整个柱体内水汽含量变化量之和。

四、平均风场下大气中的水汽输送量和辐合(辐散)场

大气中水汽输送量的计算公式为:

$$\vec{Q}_a = -\frac{1}{g} \int_{P_0}^P \bar{q}(p) \vec{V} dp$$

式中 $\vec{V}$ 为给定时间内该地区的平均风速。若设纬向平均风速为 $\bar{u}$; 经向平均风速为 $\bar{v}$, 则可得

到

大气中水汽的纬向输送量为：

$$Q_{a\varphi} = -\frac{1}{g} \int_{p_0}^P \overline{q}(p) \overline{u} dp$$

大气中水汽的经向输送量为：

$$Q_{a\lambda} = -\frac{1}{g} \int_{p_0}^P \overline{q}(p) \overline{v} dp$$

我们采用1960—1969年10年探空资料风速平均值及对应的比湿平均值，计算了整层大气柱及不同等压面层和不同剖面的纬向、经向与合成方向平均风场下的水汽输送量。并用网格法进一步计算了平场风场下单位面积大气柱内的水汽辐合(辐散)量。计算公式为：

$$WFQ = \frac{1}{g} \int_{p_0}^P \nabla \cdot (\overline{V} \overline{q}) dp$$

根据上述计算公式就可以计算平均风场下大气中不同高度、不同剖面 and 整层的水汽输送量和输送方向的分布情况，也可以计算不同地区大气中水汽辐合(辐散)量及其逐月的变化，从而分析大气中的水汽输送场和水汽辐合(散)场的时空分布特征。

参 考 文 献

- [1] 竺可桢, 东南季风与中国之雨量, 中国近代科学论著丛刊, 科学出版社, 1954.
- [2] 朱炳海, 中国气候, 科学出版社, 1963.
- [3] 中国科学院自然区划委员会, 中国气候区划(初稿), 科学出版社, 1959.
- [4] 中国科学院水利电力部水利科学研究所, 中国各地的水量和径流, 研究报告第8号, 水利电力出版社, 1958.
- [5] 中国水利电力科学研究院水文研究所, 全国水文图集, 水利水电出版社, 1963.
- [6] 中央气象局, 中国高空气候, 科学出版社, 1975.
- [7] 中央气象局, 中华人民共和国气候图集, 地图出版社, 1980.
- [8] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会, 中国自然地理, 地表水, 科学出版社, 1981.
- [9] 高国栋、陆渝蓉, 中国物理气候图集, 农业出版社, 1981.
- [10] 朱崧崑、杨勿章, 中国各地蒸发量的初步研究, 气象学报, 26卷1—2期, 1—24, (1955).
- [11] 郭敬辉, 中国的地表径流, 地理学报, 21卷4期, 371—392, (1955).
- [12] 朱崧崑, 中国各流域水量平衡的初步分析, 气象学报, 28卷1期, 27—40, (1957).
- [13] 徐淑英, 我国的水汽输送与水分平衡, 气象学报, 29卷1期, 33—43, (1958).
- [14] 谢义炳、戴武杰, 中国东部地区夏季水汽输送个例计算, 气象学报, 30卷2期, 173—185, (1959).
- [15] 郑斯中、杨德卿, 中国大陆上空的水汽含量, 地理学报, 28卷2期, 124—136, (1962).
- [16] 郑斯中、沈建柱, 中国大陆上空水汽来源, 1960年全国地理学会论文集, 科学出版社, 163—170, (1962).
- [17] 沈建柱、郑斯中, 我国上空的水汽输送, 地理集刊第六号, 科学出版社, 83—110, (1963).
- [18] 郑斯中, 我国东部地区的水汽辐合场, 地理集刊第六号, 科学出版社, 111—120, (1963).
- [19] 卢其尧等, 中国干湿期与干湿区划的研究, 地理学报, 31卷1期, 15—25, (1965).
- [20] 錢纪良、林之光等, 关于中国干湿气候区划的初步研究, 地理学报, 31卷1期, 1—14, (1985).
- [21] 陆渝蓉、高国栋等, 我国辐射平衡各分量的计算方法及时空分布的研究(I), 南京大学学报(1976) 2期, 90—108.
- [22] 高国栋、陆渝蓉等, 我国辐射平衡各分量的计算方法及时空分布的研究(II), 南京大学学报(1978) 2期, 83—89.
- [23] 高国栋、陆渝蓉、李怀瑾, 我国最大可能蒸发量的计算和分析, 地理学报, 33卷2期, 102—108, (1978).
- [24] 高国栋、陆渝蓉, 东亚地区辐射平衡、热量平衡及冷热源问题的研究, 大气科学, 3卷1期, 12—20, (1979).
- [25] 陆渝蓉、高国栋、李怀瑾, 关于我国干湿状况的研究, 南京大学学报(1979) 1期, 125—138.
- [26] 高国栋、陆渝蓉、李怀瑾, 我国陆面蒸发及蒸发耗热量的研究, 气象学报, 38卷2期, 165—176, (1980).
- [27] 陆渝蓉、高国栋, 我国地表面和大气间的湍流热交换量的研究, 大气科学, 5卷1期, 78—83, 1981.
- [28] Lu Yu-rong, Gao Guo-dong, A Study of the Water Balance in China, Proceedings of Symposium on Variations in the Global Water Budget, August, 1981, Oxford, 73—75.
- [29] Lu Yu-rong, Gao Guo-dong, A Study of the Dry and Wet Condition in China, Proceedings of Symposium on Variations in the Global water Budget, August, 1981, Oxford, 76—78.
- [30] 高国栋、陆渝蓉, 我国地表面与下层土壤间热交换量的计算与分布, 地理学报, 36卷3期, 254—266, (1981).
- [31] 陆渝蓉、高国栋, 中国干湿指标与干湿状况的分析, 农业气象, 3卷1期, 14—18, (1982).
- [32] 高国栋、陆渝蓉, 中国地表面辐射平衡与热量平衡, 科学出版社, 1982.
- [33] 陆渝蓉、高国栋, 中国的辐射平衡, 中国科学, 9期, 850—859, (1982).
- [34] 高国栋、陆渝蓉, 中国的热量平衡, 中国科学, 10期, 951—960, (1982).
- [35] 陆渝蓉、高国栋, 中国大气中的水汽平均输送, 高原气象, 2卷4期, 34—48, (1983).

目 录

前 言

计 算 方 法 简 介

参 考 文 献

一、地面水分收支

1. 全年降水量 (毫米)	(1)
1—12月各月降水量 (毫米)	(2)
2. 全年蒸发量 (毫米)	(8)
1—12月各月蒸发量 (毫米)	(9)
3. 全年径流量 (毫米)	(15)
1—12月各月径流量 (毫米)	(16)
4. 1—12月各月地表土壤水分变化量 (毫米)	(22)

二、地面干湿指标

5. 全年蒸发力 (最大可能蒸发量) (毫米)	(28)
1—12月各月蒸发力 (最大可能蒸发量) (毫米)	(29)
6. 全年干燥度	(35)
1—12月各月干燥度	(36)
7. 全年水分盈亏量 (毫米)	(42)
1—12月各月水分盈亏量 (毫米)	(43)
8. 全年蒸发比	(49)
1—12月各月蒸发比	(50)
9. 全年蒸发差 (毫米)	(56)
1—12月各月蒸发差 (毫米)	(57)

三、大气中的水分收支

10. 全年大气中平均水汽含量 (毫米)	(63)
1—12月各月大气中平均水汽含量 (毫米)	(64)
11. 1—12月各月大气中水汽含量变化量 (毫米)	(70)
12. 全年大气与地面的水汽交换净输送量 (毫米)	(76)
1—12月各月大气与地面水汽交换净输送量 (毫米)	(77)
13. 全年大气中水汽净输入量 (总辐合量) (同图12)	
1—12月各月大气中水汽净输入量 (总辐合量) (毫米)	(83)

四、大气中水汽平均输送与辐合辐散

14. 全年850mb 高度上水汽平均输送量和输送方向($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)···(89)
1—12月各月850mb 高度上水汽平均输送量和输送方向
($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)·····(90)
15. 全年700mb 高度上水汽平均输送量和输送方向($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)···(96)
1—12月各月700mb 高度上水汽平均输送量和输送方向
($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)·····(97)
16. 全年500mb 高度上水汽平均输送量和输送方向($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)···(103)
1—12月各月500mb 高度上水汽平均输送量和输送方向
($\times \frac{1}{10}$ 克/厘米·秒·毫巴)·····(104)
17. 1, 4, 7, 10月份沿120°E, 110°E, 100°E, 90°E的纬向水汽平均
输送量垂直剖面图 (克/厘米·秒·毫巴)·····(110)
18. 1, 4, 7, 10月份沿120°E, 110°E, 100°E, 90°E的经向水汽平均
输送量垂直剖面图 (克/厘米·秒·毫巴)·····(118)
19. 1, 4, 7, 10月份沿25°N, 35°N, 45°N 的纬向水汽平均输送量
垂直剖面图 (克/厘米·秒·毫巴)·····(126)
20. 1, 4, 7, 10月份沿25°N, 35°N, 45°N 的经向水汽平均输送量
垂直剖面图 (克/厘米·秒·毫巴)·····(132)
21. 全年大气中整层水汽的纬向平均输送量 ($\times 100$ 克/厘米·秒)·····(138)
1—12月各月大气中整层水汽的纬向平均输送量($\times 100$ 克/厘米·秒)·····(139)
22. 全年大气中整层水汽的经向平均输送量 ($\times 100$ 克/厘米·秒)·····(145)
1—12月各月大气中整层水汽的经向平均输送量($\times 100$ 克/厘米·秒)·····(146)
23. 全年大气中整层水汽的合成平均输送量和输送方向($\times 10$ 克/厘米·秒)···(152)
1—12月各月大气中整层水汽的合成平均输送量和输送方向
($\times 10$ 克/厘米·秒)·····(153)
24. 全年大气中850mb, 700mb, 500mb 水汽合成平均输送量和输送
方向的矢量图 (比例尺长度为3克/厘米·秒·毫巴)·····(159)
25. 全年大气中整层水汽合成平均输送量和输送方向的矢量图
(比例尺长度为1000克/厘米·秒)·····(162)
1—12月各月大气中整层水汽合成平均输送量和输送方向的矢量图
(比例尺长度为1000克/厘米·秒)·····(163)
26. 全年大气中整层水汽平均辐合(散)量(毫米)·····(175)
1—12月各月大气中整层水汽平均辐合(散)量(毫米)·····(176)
27. 100°E, 110°E, 120°E 各月整层水汽平均辐合(散)量随纬度的变化
($\times 100$ 毫米/月)·····(182)

ATLAS OF WATER CLIMATOLOGY OF CHINA

Lu Yu-rong, Gao Guo-dong

(Department of Meteorology, Nanjing University)

CONTENTS

I .	<i>The water balance on the earth's surface</i>	
1 .	<i>The annual precipitation (mm)</i>	(1)
	<i>The precipitation in each month (mm)</i>	(2)
2 .	<i>The annual evaporation (mm)</i>	(8)
	<i>The evaporation in each month (mm)</i>	(9)
3 .	<i>The annual run-off (mm)</i>	(15)
	<i>The run-off in each month (mm)</i>	(16)
4 .	<i>The soil water variation in each month (mm)</i>	(22)
II .	<i>The dry and wet index on the earth's surface</i>	
5 .	<i>The annual maximum possible evaporation (mm)</i>	(28)
	<i>The maximum possible evaporation in each month (mm)</i>	(29)
6 .	<i>The annual aridity index</i>	(35)
	<i>The aridity index in each month</i>	(36)
7 .	<i>The annual water excess (mm)</i>	(42)
	<i>The water excess in each month (mm)</i>	(43)
8 .	<i>The annual evaporation ratio</i>	(49)
	<i>The evaporation ratio in each month</i>	(50)
9 .	<i>The annual evaporation difference (mm)</i>	(56)
	<i>The evaporation difference in each month (mm)</i>	(57)
III .	<i>The water balance in atmosphere</i>	
10 .	<i>The annual water vapour content (mm)</i>	(63)
	<i>The water vapour content in each month (mm)</i>	(64)
11 .	<i>The vapour content variation in each month (mm)</i>	(70)
12 .	<i>The annual net transfer of vapour exchange between atm- osphere and the earth's surface (mm)</i>	(76)

- The net transfer of vapour exchange between atmosphere and the earth's surface in each month (mm) (77)*
13. *The annual net vapour incoming in atmosphere (mm) (76)**
The net vapour incoming in atmosphere in each month (mm) (83)
- IV. *The water vapour transfer and divergence in atmosphere*
14. *The annual quantity and direction of mean vapour transfer at 850mb level $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (89)*
The quantity and direction of mean vapour transfer at 850mb level in each month $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (90)
15. *The annual quantity and direction of mean vapour transfer at 700mb level $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (96)*
The quantity and direction of mean vapour transfer at 700mb level in each month $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (97)
16. *The annual quantity and direction of mean vapour transfer at 500mb level $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (103)*
The quantity and direction of mean vapour transfer at 500mb level in each month $\left(\times \frac{1}{10} \text{g/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{mb} \right)$ (104)
17. *The meridional cross-section of the latitudinal mean vapour transfer along 120°E, 110°E, 100°E, 90°E in January, April, July and October (g/cm·sec·mb) (110)*
18. *The meridional cross-section of the longitudinal mean vapour transfer along 120°E, 110E, 100°E, 90°E in January, April, July and October (g/cm·sec·mb) (118)*
19. *The zonal cross-section of the latitudinal mean vapour transfer along 25°N, 35°N, 45°N in January, April, July and October (g/cm·sec·mb) (126)*
20. *The zonal cross-section of the longitudinal mean vapour transfer along 25°N, 35°N, 45°N in January, April, July and October (g/cm·sec·mb) (132)*
21. *The annual latitudinal mean vapour transfer in the whole atmospheric layer $(\times 100 \text{g/cm} \cdot \text{sec})$ (138)*
The latitudinal mean vapour transfer in the whole atmosph-

* See P. (76)

- eric layer in each month ($\times 100\text{g/cm}\cdot\text{sec}$).....(139)
22. The annual longitudinal mean vapour transfer in the whole atmospheric layer($\times 100\text{g/cm}\cdot\text{sec}$)(145)
 The longitudinal mean vapour transfer in the whole atmospheric layer in each month($\times 100\text{g/cm}\cdot\text{sec}$)..... (146)
23. The annual quantity and direction of the resultant mean vapour transfer in the whole atmospheric layer ($\times 10\text{g/cm}\cdot\text{sec}$)(152)
 The quantity and direction of the resultant mean vapour transfer in the whole atmospheric layer in each month ($\times 10\text{g/cm}\cdot\text{sec}$)(153)
24. The vector diagram of the annual quantity and direction of the resultant mean vapour transfer at 850mb,700mb,500mb level (proportion scale; $3\text{g/cm}\cdot\text{sec}\cdot\text{mb}$).....(159)
25. The vector diagram of the annual quantity and direction of the resultant mean vapour transfer in the whole atmospheric layer (proportion scale; $1000\text{g/cm}\cdot\text{sec}$)(162)
 The vector diagram of the quantity and direction of the resultant mean vapour transfer in the whole atmospheric layer in each month(proportion scale; $1000\text{g/cm}\cdot\text{sec}$).....(163)
26. The annual mean vapour convergence (divergence)in the whole atmospheric layer (mm).....(175)
 The mean vapour convergence(divergence) in the whole atmospheric layer in each month(mm)..... (176)
27. The latitudinal distribution of mean vapour convergence (divergence)in the whole atmospheric layer in each month along 100°E , 110°E , 120°E ($\times 100\text{mm/month}$).....(182)

