农　　　　农

农业气象統計讲义

北 京 农 业 大 学

气 象 教 研 组 编

1980年 4 月

农业气象统计目录

概述：统计学的任务和步骤

（一）任务： 统计学主要解决以下几个问题：

（1）表达某一事物如某地气候的基本特征，用几个简单的特征数，如平均数，标准差，变异系数等来描述某一事物如某地气候的基本特点和基本状况，如比较北京与上海的温度情况，首先看一看年平均温度状况，北京是12.8℃，上海是15.3℃，显然上海比北京高。还可以再看看春、夏、秋、冬四季以及旬、后等平均状况如何，这可以大概地了解上海的气温高于北京这一特点。除了平均状况进行比较，还要进一步了解北京与上海逐年之间温度变化的情况，它们的变化幅度，即离散程度，其北京的年平均温度标准差 $\sigma_1=5.5$℃，上海的 $\sigma_2=1.025$℃，显然北京大于上海，因北京气候大陆性比上海强，变化幅度比上海大，因此标准差 σ 大，这又反映了北京与上海气温状况的另一特点，即是反映了它的变化情况的特征。又如比较两种气象要素如降水和气温的变化情况，降水变化比气温要剧烈得多，如果它们的变化用离差系数表示，则降水的离差系数大于气温，表示气温这个要素比较稳定，降水这个要素很不稳定这一特点，从予报的意义上来说，予报不稳定的降水比予报年平均气温价值更大些。因此，统计其平均数，标准差、离差系数等特征量，来描述某些事物的基本状况和变化特点，这是统计学的基本任务之一。（什么是平均数，标准差，离差系数等后面详细介绍）。

（2）比较两件事物的差异，或者用样本去估计总体情况，必须通过统计的假设检验方法去判别，两个事物的差异，是由于试验条件的不同引起的，还是其它的偶然随机因素引起的；是本质的区别；还是非本质的抽样波动，样本和总体有无本质差别等类问题。这是属于统计上的假设检验问题，假设检验是数理统计中十分重要的问题。

（3）两个事物和几个事物之间的关系，如农业气象中通常研究的水、热、光等环境因素与作物生长、发育及产量之间的关系，以及相关程度的数量化表示，这就是统计上的相关及回归分析问题。这也是农业气象研究中重要和基本的分析方法。

（4）引起一些事物和现象的变化，可能是由于一个或几个因素的变化而引起的，如何分析各种因素对某一事物变化所起作用的大小，即方差分析的问题。

（5）研究取样和试验方法，如应该怎样取样，抽样的代表性问题，测量的精度，确度问题，试验方法，试验设计方案是否合理问题等。（所谓合理，就是根据一定的试验目的，既能节约人力、物力又能得到可靠结果的试验设计方案。）

（二）统计工作步骤

统计工作大体分为三个步骤：（1）统计归纳；（2）统计分析：（3）统计推断。下面将

各步骤含义简略叙述一下，以便对统计工作有个概括了解，其各步骤的具体计算方法，分析方法，判断方法将在后面各节逐一加以介绍。

（1）统计归纳阶段：

搜集并初步整理资料，首先可以用列表和作图的方法，把所搜集的资料加以归纳，整理，并计算其平均值，标准差等特征数，以揭露其基本特点和进行一般地特征描述。

例如：对旱地冬小麦来说，农民经验中有麦收八、十、三场雨的谚语，说明伏雨，春雨对小麦起着重要作用，为了验证这条谚语的正确性，我们可以把逐年伏雨，春雨及与之对应的小麦产量列一张表看看（如表1）。

表1. 北京地区1949—1963年冬小麦产量和伏春雨之间关系

年　代	（下/7至下/8）伏雨（mm）	（3—5月）春雨（mm）	小麦产量（斤／亩）
1949—1950	404.1	186.2	83
1950—1951	340.2	148.2	86
1951—1952	166.5	57.4	89
1952—1953	307.6	101.1	124
1953—1954	309.7	56.0	109
1954—1955	515.8	122.1	143
1955—1956	406.6	46.1	113
1956—1957	545.9	38.8	73
1957—1958	237.6	58.3	100
1958—1959	208.8	34.3	80
1959—1960	1017.8*	19.1	75
1960—1961	152.9	39.8	80
1961—1962	283.9	41.6	124
1962—1963	148.8	97.0	50
总　和			
平　均			

由（表1）可以初步看出这样大概关系，从伏雨来说伏雨多产量高，伏雨少产量低些。它们之间呈什么关系，还可以进一步用图形表示，如（图1）呈正相关关系。

从上表还可以进一步找出伏旱、伏涝或春旱、春涝的指标，设旱涝指标：

$$I = \frac{R_1 - \overline{R}}{\overline{R}} \times 100\%$$

R_1—逐年伏雨

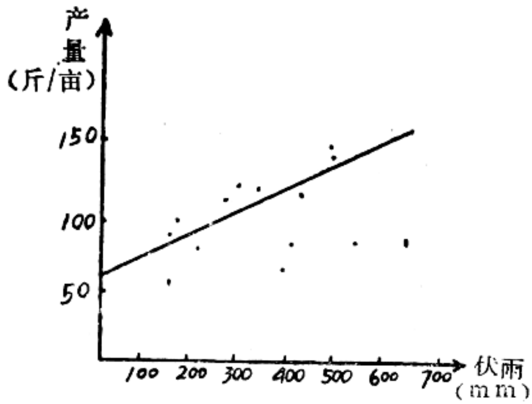
$\overline{R}$—多年伏雨平均

这就要对伏雨、春雨计算其平均值，然后计算它的相对平均变率（I），以相对平均变

* 资料有些可疑，尚未查清。

率大小来确定指标，如：必须冬灌的指标。从而证明了伏雨与冬小麦产量是有明显作用的。（春雨也可以同样进行分析）。这就是统计归纳的过程，通过统计归纳也可以得出初步结果，服务于生产。

又如：在云南元江县进行杂交高粱反修七号的示范，在示范田内，开始苗全苗壮，长势喜人，估计亩产可以过千斤，但实产却仅仅收了每亩83斤，对这个奇怪问题，其说不一，有的说氮肥过多，有的说拿错了种子，也有说在花粉形成时期，由于低温造成结实率降低等等。究竟是什么原因，可利用分期播种资料，利用作图分析方法回答这个问题，这就是所谓列图法，在列图之前必须对资料进行审查，把所要分析的项目抄录在一张表上，根据资料进行绘图。如（图2）所示。



图（1）北京小麦产量与伏雨关系

从图上明显看出凡是在旗叶可见至挑旗这段时间内，若有寒潮，大风随之产生降温天气，结实率就低，因为在这阶段正置花粉形成阶段，而花粉形成时，对温度要求极为敏感，低温对花粉形成有很大影响，造成结实率降低，因而造成前期可望过千斤的产量，降低亩产仅收83斤的惨状，从此找到失败的正确原因。由（图2）上还可以找出初步指标，在旗叶可见至挑旗阶段平均温度低于23℃，极端最低温度低于14℃，严重影响花粉形成，结实率一般为50%以下，列表如下（表2）。

表 2. 反修七号杂交高粱旗叶可见至挑旗期间温度对结实率的影响

播种期（月/日）	20/11	1/元	16/元	1/2	15/2
旗叶可见至挑旗时间 日/月	12/2—19/2	5/3—9/3	17/3—24/3	20/3—26/3	1/4—6/4
此期间温度变化范围 ℃	18.3—21.8	20.7—23.8	19.2—22.2	18.7—22.2	20.8—26.5
此期间温度平均值 ℃	20.7✓	23.6	20.4✓	20.5✓	23.8
此期间极端最低气温 ℃	13.4✓	14.8	13.8✓	13.8✓	14.8
结实率 （%）	11✓	50	0 ✓	15✓	90

当然这仅是一年材料，还可以进一步多做几年，进一步揭示温度与结实率之间的关系和规律。

列表和作图方法，简单易行，一目了然，对于日常服务工作和初步探索一些问题，起着重要作用且十分方便，不须作大量烦锁计算。也是作进一步统计分析工作的基础，是一种常

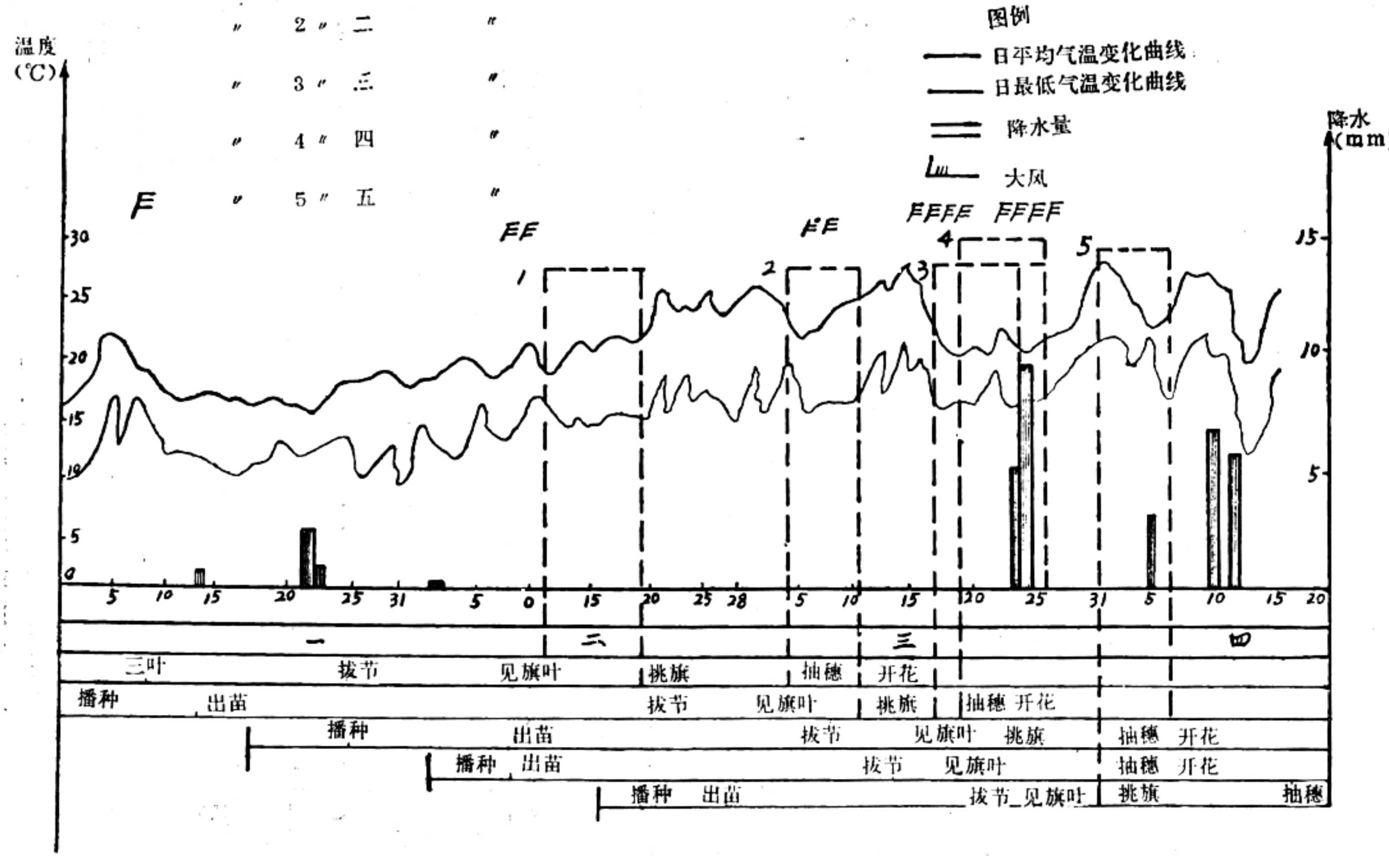
说明数字 1 是第一期播种见旗叶至挑旗期间的温度状况。

〃 2 〃 二 〃

〃 3 〃 三 〃

〃 4 〃 四 〃

〃 5 〃 五 〃



（图 2）1970年气象要素变化及高粱生育期关系图
（北京农业大学农气云南元江育种小组）

用统计归纳的方法。

附：列图与列表时应注意以下几点：

（1）表及图的名称、时间、地点、单位、座标、图例等须注明清楚。

（2）列表及作图项目应根据一定目的选取，不宜过多，过繁，不便分析，但亦应尽力充分利用图面，几个要素可以同时绘上，进行综合分析。也便于相互比较，从而寻找主要原因。

（3）列表与作图之前，对所搜集的资料，必须进行审查去掉或纠正不合理资料，且应注意复查，注意不要抄错，或出现字迹不太清楚等毛病。

（2）统计分析阶段：

对经过统计归纳，初步整理的资料，做进一步分析工作找出这些数字资料之间的关系及所遵循的规律。如前面二个例子都可以做进一步分析。伏、春雨各对小麦产量形成的作用大小，及伏、春雨与小麦产量之间的相关程度。所遵循的规律，可以拟合其经验公式等，前面例二中也可以进一步分析低温与结实率之间的关系等。又如：小麦分蘖数与叶令关系，有人经过分析得出它们之间关系呈指数函数关系，即 $y = 10^{bx} + c$，y 为分蘖数。x 为叶令数，b、c 为常数。根据实际资料，拟合经验公式求其常数 b、c 这类回归分析工作以及方差分析，判别分析，聚类分析，谐波分析等称统计分析工作，是统计工作的第二步。

（3）统计推断工作

由统计分析得出的规律是否正确、其可靠程度如何？要加以判断。我们所用寻找规律的资料往往是样本，如何用样本去估计总体情况，必须经过假设检验的推断性工作，才可能找到真正规律性东西，去伪存真，得到可靠的结论，并估计可靠程度。（注意：任何一个统计结果，即便是经过检验得出的结论，也不是唯一正确的，而是统计上正确，是在一定程度上正确）。

第一篇　气 候 统 计

第一章　气候资料审查及序列订正

第一节　气候资料的审查

气候资料在使用之前应进行均一性和合理性审查，对某些异常资料应进行核对，校正，取舍等处理。

1.均一性审查：指同一种要素值变化是否符合基本气候规律，如多年逐月平均气温值序列，如发现4月比3月平均气温低，就必须核对一下是否有抄录错误或其它问题。以便更正过来。又如，某气象要素，某二段温度差异十分明显，发生怀疑，就要查一下是否有迁站等原因影响还是气候发生了变异。

2.合理性审查：用于同一种气象要素或多种气象要素上。所谓合理性审查，就是查找资料中存在的不合理的问题。从数字间矛盾现象以及是否符合基本气候规律着手考查。

例如：某地、某时最高气温为37.2℃，而>35.0℃的日数却等于0；又如：某月晴天，阴天，昙天的日数总和不等于全月日数；又如：某一日最大降水量多于月总量等。

此外，合理性审查还可以借助于比审法，包括时间比审及地域比审。时间比审同一种气象要素历年同期资料进行比审，地域比审是指不同地区同期资料进行比较审查。

3.历史资料的取、舍，合并的原则。

具有一定代表性，比较性与准确的历史气候资料则取，否则即舍去或加以处理。

如果没有一定的代表性，比较性，就是观测再准确也无法使用。如果其中个别数据有误，将个别处理取舍问题。

资料因标准不一致，或两时段数值相差悬殊，或因地形及其它原因影响，出现不一致情况，但还有参考价值时，可分别统计。

4.影响资料合并或分别统计的原因及处理方法。

①　位置差异：测站地址迁移，对记录有一定影响，影响大小因地势、地形变动大小而异。

②　观测方法不同：观测标准及使用仪器不同，使用仪器完全不同，是不能合并统计的。

③　记录质量差异：观测员及自记记录差异。

④　系统误差：观测机械精度不同所造成的误差。

一般处理原则

根据产生非均一性的原因进行处理。

① 如站址迁移，可通过一段平行观测资料进行订正。如果两站差异太大，可分别统计；

② 由于观测方法变动，仪器按装标准改变等均应做一段平行观测，用它们之间差值或比值进行订正处理；

③ 更新仪器产生差异，应以仪器本身误差进行订正。

④ 对于观测质量很差为记录伪造，观测仪器质量极差，或每日仅有一次观测等，该资料可以舍去。

第二节 序 列 订 正

1.序列订正的目的意义

有些气象要素如气温、降水量等，它们逐年变化很大，在求均值时，样本数愈大，即年代愈长愈好，否则就不能真正代表其平均状态，尤其年代长短不一或同年代记录参差不齐，其均值无法相互比较。为此，将短序列气候资料订正到长年代序列是非常重要的。到目前为止，全国大多数台站也只有20年上下的资料，有的还要短，这就更显得序列订正的重要了。

2.序列订正的理论依据。

大气运动过程，影响范围很大，一个气旋或反气旋控制范围很广，距离不是太远的测站，可以认为由同一环流形势所控制，距离不远的两个测站，同一要素的逐年涨落趋势也应该是一致的，其两测站要素的差值或比值比较稳定，所以可以将短序列订正到长序列就基于这个基本道理。

3.短序列订正到长序列的方法

（1）差值法

设相邻两站A、B，A站气候要素序列年代为N、B站为n，其中$n<N$，即B站年代较短，而n又是包括在N之内。（如A站的N年为1930—1959年，B站的n为1950—1959年）。

A站序列记录值为 $a_1\ a_2 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots a_N$

B站序列记录值为 $b_1\ b_2 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots b_n$

其平均值：

$$\overline{A}_N=\frac{1}{N}\sum_1^N a_i \qquad \overline{A}_n=\frac{1}{n}\sum_1^n a_i$$

$$\overline{B}_n=\frac{1}{n}\sum_1^n b_i$$

两站逐年对应较差值为 $b_i-a_i=d_i$

n年差值的均值为$\overline{D}_n=\frac{1}{n}\sum_1^n(b_i-a_i)=\frac{1}{n}\sum_1^n b_i-\frac{1}{n}\sum_1^n a_i=\overline{B}_n-\overline{A}_n$现在假设：B站也有N年记录，则：

$$\overline{B}_N-\overline{A}_N=\overline{D}_N \quad 或 \quad \overline{B}_N=\overline{A}_N+\overline{D}_N$$

由于考虑两测站在同一环流系统控制下，其 b_i 较为稳定，所以 $\overline{D}_n$ 可以代替 $\overline{D}_N$，因此：

$$\overline{B}_N' = \overline{A}_N + \overline{D}_n \qquad (1-1-1)$$

一般温度序列订正，尤其平均气温订正常用差值法。

下面举一实例示算。

表（1）A、B两站年平均温度（差值法示例）

年份	1924	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
A站	10.7	10.9	11.2	11.3	11.1	11.0	11.2	11.6	11.4	10.8	11.2
B站	14.9	14.6	14.9	15.1	14.9	14.8	14.5	14.1	15.1	14.1	(148)
年份	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**合计**	**平均**	
A站	11.9	10.4	11.3	11.7	12.0	11.7	11.8	11.9	215.1	11.3	
B站	(155)	(140)	(149)	(153)	(156)	(153)	(154)	(155)	147.0	14.7	

$$\overline{A}_N = \frac{1}{N}\sum_{1}^{19} a_i = \frac{215.1℃}{19} = 11.3℃$$

$$\overline{A}_n = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} a_i = \frac{1}{10}\sum_{1}^{10} a_i = \frac{111.2}{10} = 11.1℃$$

$$\overline{B}_n = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} b_i = \frac{1}{10} \times 147.0 = 14.7℃$$

$$\overline{D}_n = \overline{B}_n - \overline{A}_n = 14.7℃ - 11.1℃ = 3.6℃$$

$$\overline{B}_N' = \overline{A}_N + \overline{D}_n = 11.3℃ + 3.6℃ = 14.9℃$$

即B站订正到1924—1942年的多年平均为14.9℃。

（2）比值法

差值法订正适用气温序列订正，有些要素其比值较为稳定，如降水量，可采用比值法。

设A、B两站，A站记录年代N比B站年代n长，且n年包括在N年内。

$$\overline{K}_n = \frac{\overline{B}_n}{\overline{A}_n}, \qquad \overline{K}_N = \frac{\overline{B}_N}{\overline{A}_N}$$

由于要素逐年比值稳定，故 $\overline{K}_n \approx \overline{K}_N$

于是 $$\overline{B}'_N = \overline{K}_n \cdot \overline{A}_N \qquad (1-1-2)$$

例如：A、B两站冬季（12、1、2月）逐年降水量，A站序列由1906—1935年，B站序列为1926—1935年，求B站1906—1935年冬季平均降水量。

表（2）A站降水量资料

年份	1906	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A站	69.9	6.1	18.3	27.3	11.9	77.3	40.8	11.9	23.0	54.6	59.0	18.4	20.3	27.1	36.3	28.7
B站																
年份	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	合计	平均
A站	33.5	27.3	14.5	6.4	32.2	39.0	52.3	56.5	13.0	32.4	25.6	20.8	19.2	3.9	907.5	30.3
B站					62.3	56.6	59.7	71.7	16.0	23.3	10.1	28.3	21.1	19.4	368.5	36.9

$$\overline{A}_N = \frac{1}{30} \times 907.5 = 30.3 \text{ (mm)}$$

$$\overline{A}_n = \frac{1}{10} \times 295 = 29.5 \text{ (mm)}$$

$$\overline{B}_n = \frac{1}{10} \times 368.5 = 36.9 \text{ (mm)}$$

$$\overline{K}_n = \frac{\overline{B}_n}{\overline{A}_n} = \frac{36.9}{29.5} = 1.25$$

$$\overline{B}_N' = \overline{K}_n \cdot \overline{A}_N = 1.25 \times 30.3 = 37.9 \text{ (mm)}$$

即B站订正到长序列（1906—1935年）冬季降水量为37.9mm。

（3）维尔达法

设 B_n 包括在A_N中，A站为N年　B站为n年　$n < N$，其订正公式：

$$\overline{B}_N' = \overline{B}_n + \frac{\sigma(B_n)}{\sigma(A_n)} \cdot (\overline{A}_N - \overline{A}_n) \qquad (1—1—3)$$

如前例：

$$\sigma(B_n) = \Sigma B_{ni}^2 - \frac{1}{N}(\Sigma B_{ni})^2 = 18313.19 - 13579.23 = 4733.96$$

$$\sigma(A_n) = \Sigma A_{ni}^2 - \frac{1}{N}(\Sigma A_{ni})^2 = 11175.99 - 8702.5 = 2473.49$$

$$\frac{\sigma(B_n)}{\sigma(A_n)} = \frac{4733.96}{2473.49} = 1.9$$

$$\overline{B}_N' = \overline{B}_n + 1.9(\overline{A}_N - \overline{A}_n)$$

$$\begin{aligned}\overline{B}_N' &= 36.9 + 1.9(30.3 - 29.5) \\ &= 36.9 + 1.52 \\ &= 38.4 \text{(mm)}\end{aligned}$$

（4）一般订正方法（回归法）。

前面三种订正方法是经验性的，计算较为简单，但应用范围受到一定限制，究竟多大范围才能认为是在同一大气过程当中，差值或比值才算稳定呢只有当这些问题弄清楚后，才可使用。为此，再介绍一个普遍形式的订正方法即回归法。 $\overline{B}_N' = C + b\overline{A}_N$

由 $Bn_i = C + bA_{ni}$ 根据最小二乘法求得系数C与b

$$b = \frac{L_{AB}}{L_{AA}} = \frac{\Sigma A_{ni}\cdot B_{ni} - \frac{1}{n}(\Sigma A_{ni})\cdot(\Sigma B_{ni})}{\Sigma A_{ni}^2 - \frac{1}{n}(\Sigma A_{ni})^2} \qquad （1—1—4）$$

$$C = \overline{B}_n - b\overline{A}_n$$

表（3）A、B两站历年6月上旬降水量回归订正示例

年份	A 站	B 站	A_iB_i	A_i^2
1955	235.1	189.3	44504.4	55272.0
56	73.9	62.4	4611.4	5461.2
57	103.2	121.2	12507.8	10650.2
58	112.6	88.7	9987.6	12678.8
59	38.2	43.8	1673.2	1459.2
60	84.5	76.1	6430.5	7140.3
61	83.7	96.1	8043.6	7005.7
62	45.8	54.6	2500.7	2097.6
63	149.8	207.5	31083.5	22440.0
64	158.2	168.0	26577.6	25027.2
65	95.5	124.1	11851.6	9120.3
66	101.4	166.8	16913.5	10282.0
67	98.5	152.6	15031.1	9702.3
68	149.6			
69	83.1			
70	63.6			
71	147.3			
72	79.8			
18年 Σ	1903.8			
平　均	105.8			
13年Σ（ ）		1551.2	164833.7	178336.8
平　均		119.3		

$$b = \frac{\Sigma A_{ni}\cdot B_{ni} - \frac{1}{n}(\Sigma A_{ni})\cdot(\Sigma B_{ni})}{\Sigma A_{ni}^2 - \frac{1}{n}(\Sigma A_{ni})^2} = \frac{164833.7 - \frac{1}{13}(1903.8)(1551.2)}{178336.8 - \frac{1}{13}\times 1903.8^2} = \frac{-62333.57}{-100467.38} = 0.62$$

$$C = \overline{B}_n - b\overline{A}_n = 119.3 - 65.6 = 53.7$$

$$\overline{B}_N' = 53.7 - 0.62\overline{A}_N$$

$$
\begin{aligned}
\overline{B}_N' &= C + b\overline{A}_N = 53.7 + 0.62\overline{A}_N \\
&= 53.7 + 0.6 \times 105.8 \\
&= 53.7 + 63.48 \\
&= 117.2(\mathrm{mm})
\end{aligned}
$$

4.序列订正公式的适当性判据

应用上述订正公式都属于经验范围的，其理论基础是认为在空间规模很大的大气过程影响下，某个地区气象要素逐年涨落的一致性，但究竟两站之间在怎样情况下，才可以认为各要素对应值涨落趋势才是一致的呢？因此，我们要考虑订正公式适当性判据问题。

订正公式一般可写成：

$$\overline{B}_N' = \overline{B}_n + K(\overline{A}_N - \overline{A}_n)$$

式中K值：当K = 1时　为差值法

当$K = \frac{\overline{B}_n}{\overline{A}_n}$时　为比值法

当$K = \frac{\sigma(B_n)}{\sigma(A_n)}$时　为维尔达法

当$K = r\frac{\sigma(B_n)}{\sigma(A_n)}$时　为回归法。

什么情况下，订正比不订正好呢？显然是订正量$\overline{B}_N'$比不订正的$\overline{B}_n$更接近真正的$\overline{B}_n$值就好，即$\sigma(\overline{B}_N') < \sigma(\overline{B}_n)$为好。

因为$\overline{B}_N'$和$\overline{B}_n$是多项式，那么它的均方差应该写成：

$$\sigma^2[\sum_1^n x_i] = \sum_1^n \sigma^2(x_i) + 2\sum_i\sum_j r_{ij}\,\sigma(x_i)\sigma(x_j)$$

我们所订正的序列$b_1\ b_2 \cdots\cdots b_n$　各项彼此看成独立的，即$r_{ij} = O$；又设均方差彼此相等，即

$$\sigma(b_1) = \sigma(b_2) = \cdots\cdots = \sigma(b_n) = \sigma(b)$$

于是，
$$\sigma^2(\overline{B}_n) = \sigma^2[\frac{1}{n}\sum_1^n b_i] = \frac{1}{n}\sigma^2(b)$$

展开$\overline{B}_N'$得：

$$\overline{B}_N' = \overline{B}_n + K(\overline{A}_N - \overline{A}_n) = \frac{1}{n}(b_1 + b_2 + \cdots\cdots + b_n)$$

$$- K\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right)(a_1 + a_2 + \cdots\cdots + a_n)$$

$$+ \frac{K}{N}(a_{n+1} + a_{n+2} + \cdots\cdots + a_N)$$

$$=\frac{1}{n}\sum_{1}^{n} b_i - K\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sum_{1}^{n} a_i + \frac{K}{N}\sum_{n+1}^{N} a_i$$

它们的方差表示如下

$$\sigma^2(\overline{B}_N') = \frac{1}{n}\sigma^2(b) + K^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)^2\cdot n\sigma^2(a) + \frac{K^2}{N^2}(N-n)\sigma^2(a)$$

$$-2\frac{K}{n}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\cdot n\ r_{a\cdot b}\sigma(a)\sigma(b) \qquad (\because r_{a_ia_j}=O)$$

$$(\because r_{a\cdot b}\neq O)$$

简化上式得：

$$\sigma^2(\overline{B}_N') = \frac{1}{n}\sigma^2(b) + K^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(a) - 2K\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)r_{a\cdot b}\sigma(a)\sigma(b)$$

若使订正公式适当，则应满足下列不等式

$$\frac{1}{n}\sigma^2(b) + K^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(a) - 2K\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)r_{a\cdot b}\sigma(a)\sigma(b) < \frac{1}{n}\sigma^2(b);$$

$$r_{a\cdot b} > \frac{K^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(a)}{2K\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma(a)\sigma(b)} = \frac{K}{2}\cdot\frac{\sigma(a)}{\sigma(b)} \qquad (1—1—5)$$

于是得订正公式适当性判据一般式为：

$$r_{a\cdot b} > \frac{K}{2}\cdot\frac{\sigma(a)}{\sigma(b)} \qquad (1—1—6)$$

当K为不同值时，即为各种订正公式的判据。

（1）较差法判据：

当$K=1$时，

$b_i - a_i = d_i$　可得 $\sigma^2(d)$ 的值为

$$\sigma^2(d) = \sigma^2(b) + \sigma^2(a) - 2r_{ab}\sigma(a)\sigma(b)$$

$$r_{ab} = \frac{\sigma^2(b)+\sigma^2(a)-\sigma^2(d)}{2\sigma(a)\sigma(b)}$$

$$\frac{\sigma^2(b)+\sigma^2(a)-\sigma^2(d)}{2\sigma(a)\sigma(b)} > \frac{\sigma(a)}{2\sigma(b)}$$

即得：

$$\sigma^2(d) < \sigma^2(b) \qquad (1—1—7)$$

用V代替σ也可以，便得$V(d) < V(b)$

（2）比值法判据

$$r_{a\cdot b} > \frac{1}{2}\frac{\overline{B}_n}{\overline{A}_n}\cdot\frac{\sigma(a)}{\sigma(b)}$$

$$r_{a\cdot b} > \frac{1}{2}\frac{\delta(a)}{\delta(b)} \qquad (1-1-8)$$

（3）维尔达法

$$K=\frac{\sigma(b)}{\sigma(a)},\ r_{a\cdot b} > \frac{1}{2}\cdot\frac{\sigma(b)}{\sigma(a)}\cdot\frac{\sigma(a)}{\sigma(b)}=\frac{1}{2} \qquad (1-1-9)$$

（4）回归法。

$$K=r_{a\cdot b}\frac{\sigma(b)}{\sigma(a)}$$

$$r_{a\cdot b} > \frac{1}{2}r_{a\cdot b}\frac{\sigma(b)}{\sigma(a)}\cdot\frac{\sigma(a)}{\sigma(b)}=\frac{1}{2}r_{a\cdot b} \qquad (1-1-10)$$

即　$r_{a\cdot b}>O$　$r_{a\cdot b}\neq O$　都满足上列不等式。

5.序列订正公式误差。

上面所推得的订正适当性判据指出，在什么样的条件下，订正值$\overline{B}_N'$会较未订正值$\overline{B}_n$准确。但是很重要的是要知道，利用订正公式所得资料，其精确的程度究竟有多大，即必须计算订正公式的误差。用均方差做为误差大小特征。

$$\sigma^2(\overline{B}_n-\overline{B}_N)=\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(b) \qquad (1-1-11)$$

又：$\overline{B}'_N=\overline{B}_n+K(\overline{A}_N-\overline{A}_n)$

设　$\overline{Z}_n=\overline{B}_n-K\overline{A}_n$

　　$\overline{Z}_N=\overline{B}_N-K\overline{A}_N$

因为Z_N是不可能计算的，故值$\sigma^2(\overline{B}_N'-\overline{B}_N)$由$\sigma^2(\overline{Z}_n-\overline{Z}_N)$

$$\sigma^2(\overline{Z}_n-\overline{Z}_N)=\sigma^2(\overline{B}_N'-\overline{B}_N)=\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(Z)$$

当　$n=N$时，误差为零。

当　$\sigma^2(\overline{B}_N'-\overline{B}_N)<\sigma^2(\overline{B}_n-\overline{B}_N)$时

$$\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(Z)<\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)\sigma^2(b)$$

$\sigma^2(Z)<\sigma^2(b)$　相当于差值法判据$\sigma^2(d)<\sigma^2(b)$

6.两步订正

短序列订正到长序列，其精度决定于两站之间气象要素涨落的一致性，而这一致性又往往与两站距离有关。

当距离一定时，被订正站的年代越长，订正误差就越小。为了提高订正结果的精度，1937年，O. A. 特洛兹多夫对两步订正进行了理论推证和研究，当$\sigma^2(\omega)<\sigma^2(Z)$时两步订