

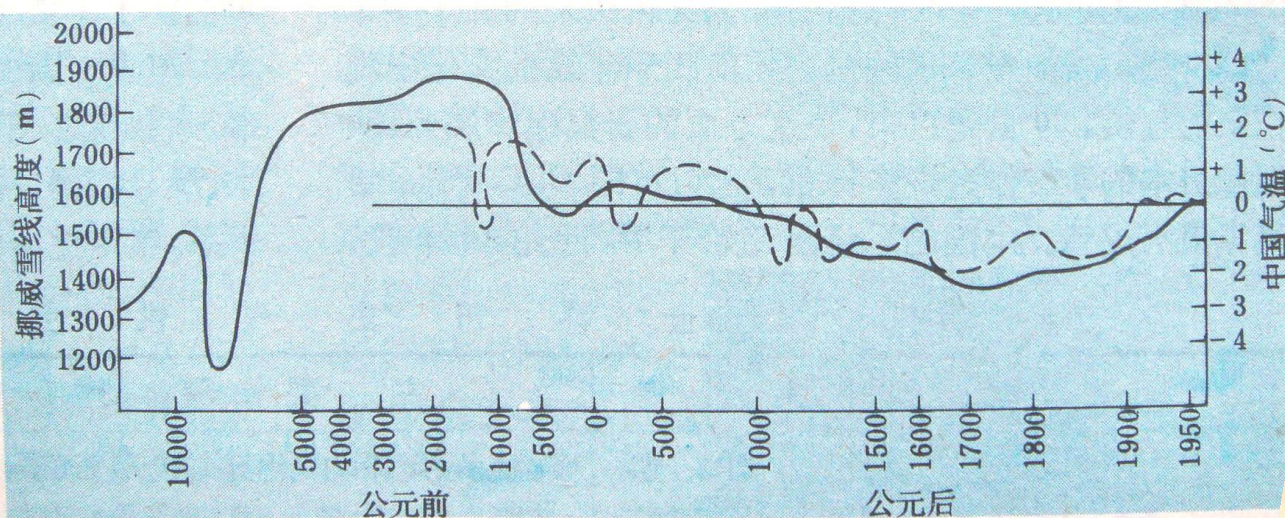
历史气候研究的新认知

张德二（国家气候中心，北京）



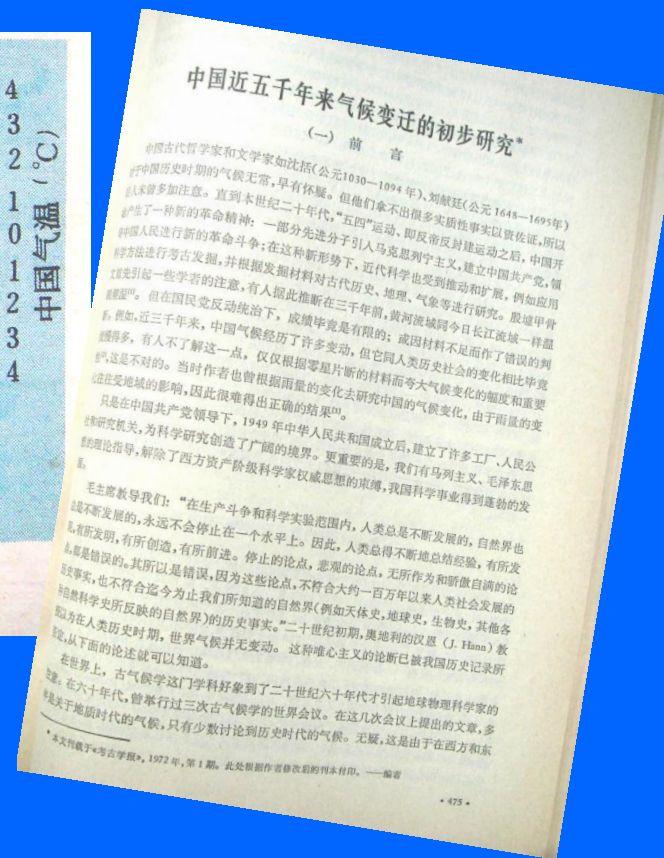
历史气候研究的发端

1972年



1万年来挪威雪线高度(实线)和近5000年来中国气温(虚线)变迁图

研究实体和研究任务 1974年



I 研究进程简介

- 清宫文档研究、五百年旱涝图集、三千年气象记录总集、千年气候序列、历史降尘研究、历史极端气候事件研究

II 成果举例 科学意义和社会效益

- 五百年旱涝分布型的演变
- 千年干湿变化、严重干旱事件的冷暖背景
- 历史降尘研究
- 极端夏季事件高温、寒冷、干旱、雨涝
- 极端冬季事件
- 极端事件

清代宫廷天气档案“晴雨录”

苏州晴雨录

五月

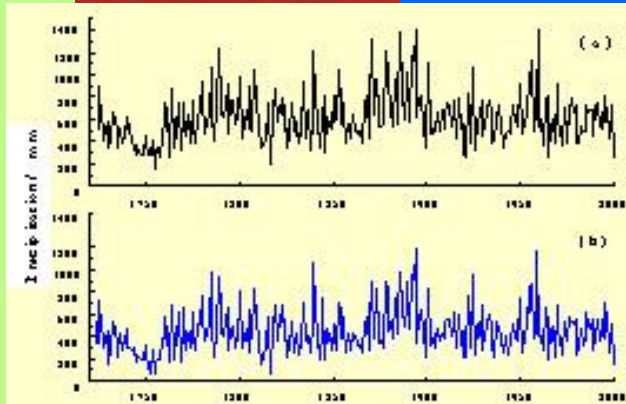
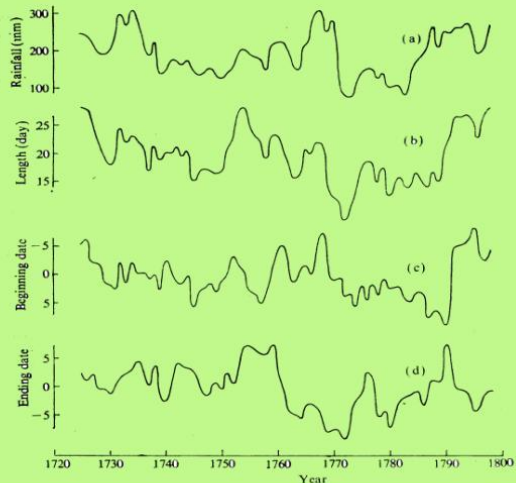
初一日晴東南風夜陰
 初二日陰東南風午時細雨起亥時未止
 初三日且時雨止晴東南風夜晴
 初四日晴東北風夜晴
 初五日陰東南風午時微雨起亥時未止
 初六日雨東北風亥時雨未止
 初七日雨東北風亥時雨未止
 初八日陰東北風巳時微雨起亥時未止
 初九日陰西北風夜陰
 初十日陰西北風長時微雨起未時未止夜陰
 十一日晴西北風申時微雨即止夜晴

Fig. 1. A page of the original "Clear and Rain Records" of Suzhou.

Coding Data of Clear & Rain Records

Suzhou 1741 5.1-8.31

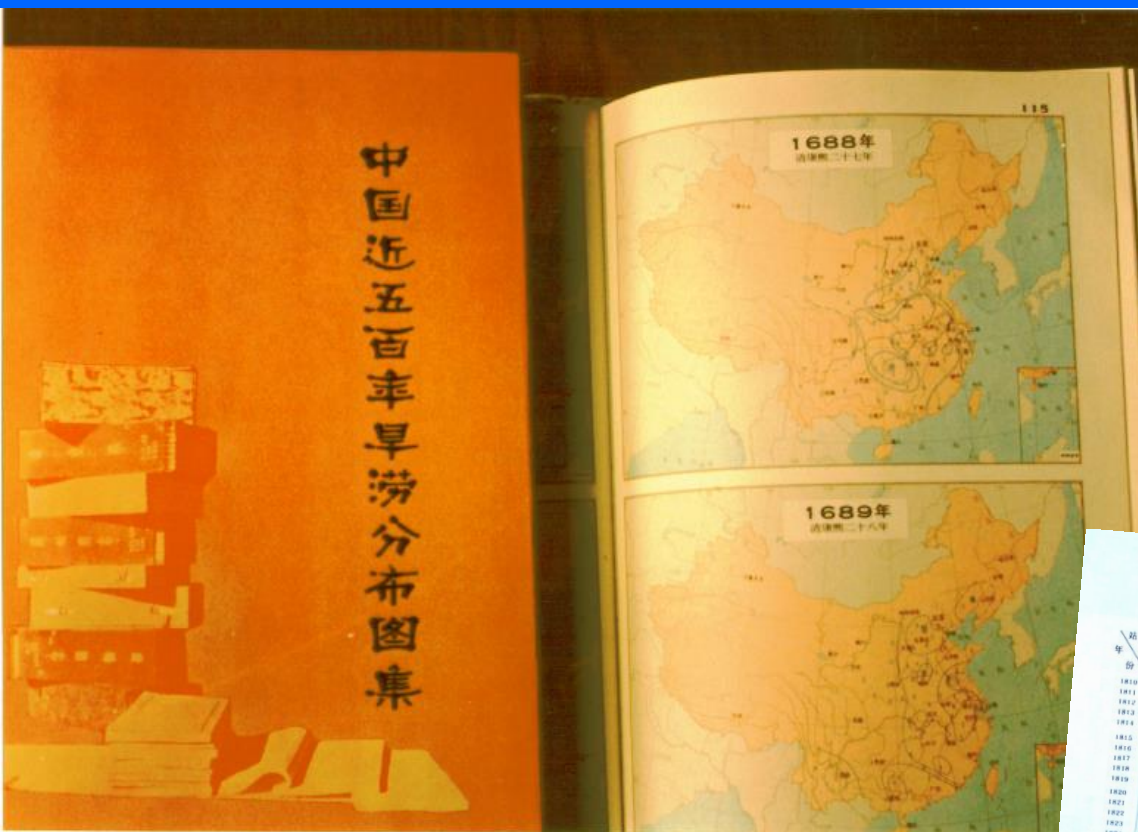
1741.05.01,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,8,11,0
 1741.05.02,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,8,11,0
 1741.05.03,33,-1.44,8.55,-1.66,-1.22,4,-1,0
 1741.05.04,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,4,11,0
 1741.05.05,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,6,11,0
 1741.05.06,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,6,22,0
 1741.05.07,33,-1.44,0.55,-1.66,-1.11,6,11,0
 1741.05.08,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,6,22,3
 1741.05.09,33,-1.44,-1.55,12.66,-1.00,2,22,0
 1741.05.10,33,-1.44,-1.55,16.66,-1.00,2,00,0
 1741.05.11,33,-1.44,-1.55,12.66,-1.00,2,11,0
 1741.05.12,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,6,11,0
 1741.05.13,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.11,2,22,0
 1741.05.14,33,-1.44,6.55,-1.66,-1.22,2,22,0
 1741.05.15,33,-1.44,12.55,-1.66,-1.00,4,22,0
 1741.05.16,33,-1.44,0.55,-1.66,-1.22,4,22,0
 1741.05.17,33,0.44,0.55,-1.66,-1.22,4,22,0
 1741.05.18,33,-1.44,-1.55,-1.66,-1.22,8,22,0
 1741.05.19,33,-1.44,0.55,-1.66,-1.22,4,11,0



Annual precipitation series (a) and summer precipitation series (b) Beijing 1724-2000

The variation of characteristics of meiyu during the 18th century (5-year running (a) Precipitation; (b) length; (c) beginning dates; (d) ending dates.

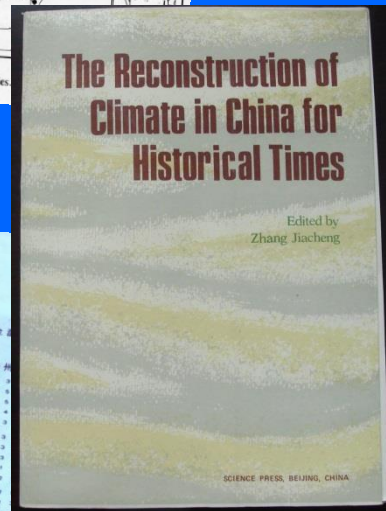
中国近五百年旱涝分布图集 (1470-1979-2000)



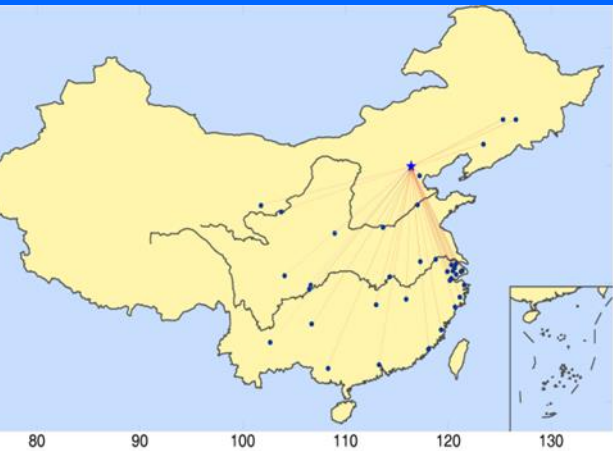
各地历年旱涝等级资料表

站名: 北京 天津 保定 沧州 石家 邯郸 邢台 安阳 濮阳 德州 聊城 菏泽 济宁 临沂 枣庄 烟台 威海 青岛 日照 潍坊 东营 滨州 德州 聊城 菏泽 济宁 临沂 枣庄 烟台 威海 青岛 日照 潍坊 东营 滨州

年	北京	天津	保定	沧州	石家	邯郸	邢台	安阳	濮阳	德州	聊城	菏泽	济宁	临沂	枣庄	烟台	威海	青岛	日照	潍坊	东营	滨州
1810	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1811	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1812	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1813	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1814	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1815	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1816	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1817	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1818	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1819	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1820	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1821	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1822	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1823	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1824	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1825	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1826	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1827	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1828	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1829	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1830	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1831	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1832	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1833	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1834	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1835	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1836	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



中国历史气候古文献记录的 系统采集、收藏



Historical climate documents are collected from 75 libraries and archives located in 37 cities in China





Distribution of the
historical climate
records in Chinese documents

中国历史气候数据库



《中国三千年气象记录总集》

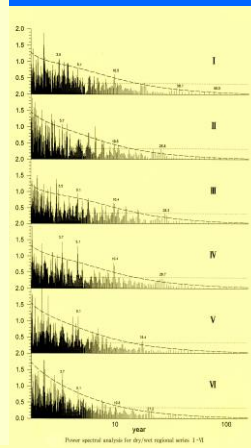
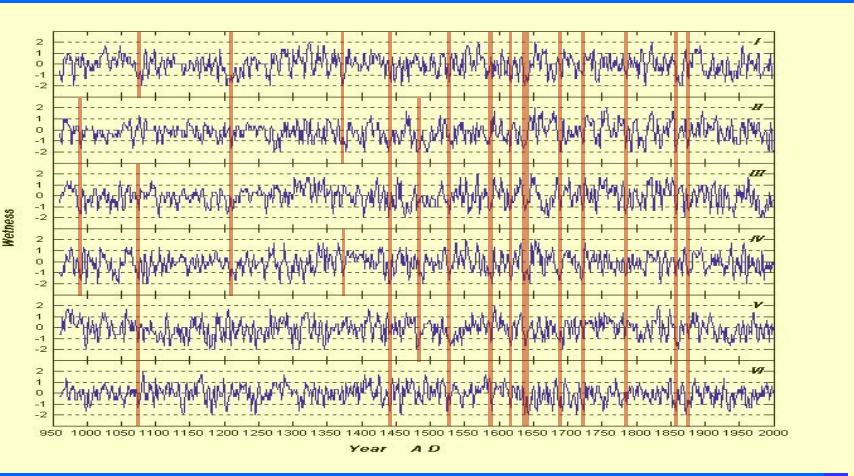


880万字 2004年（初版）



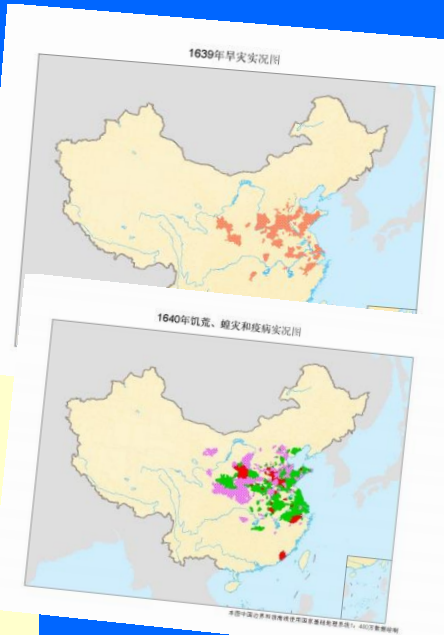
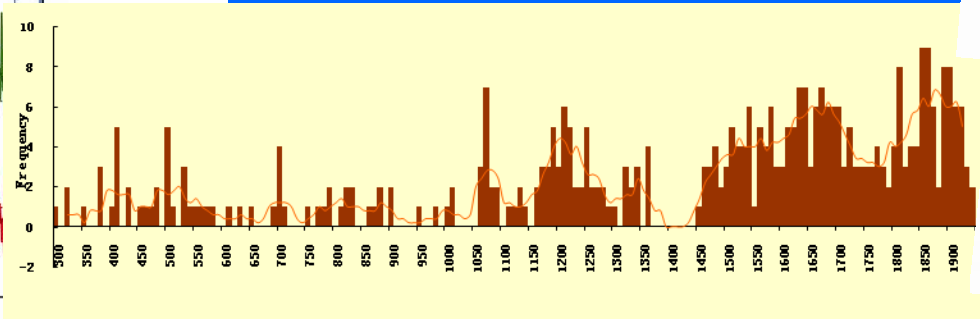
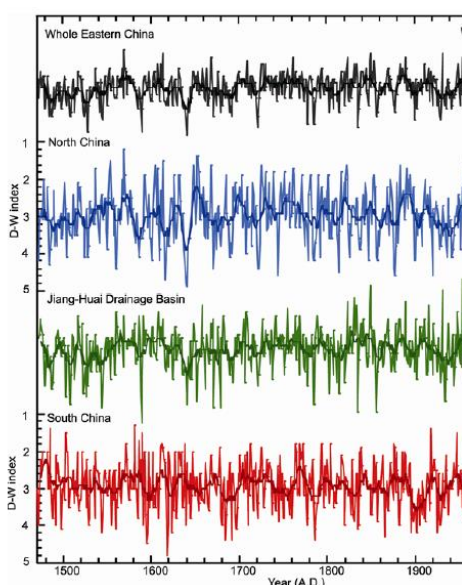
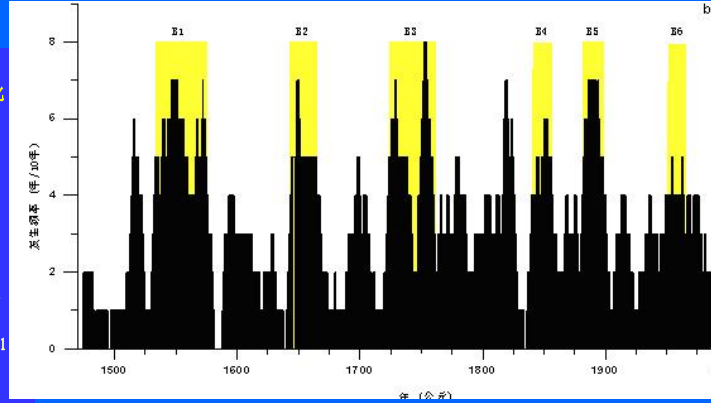
900万字 2014年（增订本）

探讨重建气候序列的方法，建立了温度、降水、降尘等多种气候序列，分析历史气候变化的规律和定量特征，进行历史气候极端事件研究。



千年序列变化的准周期性

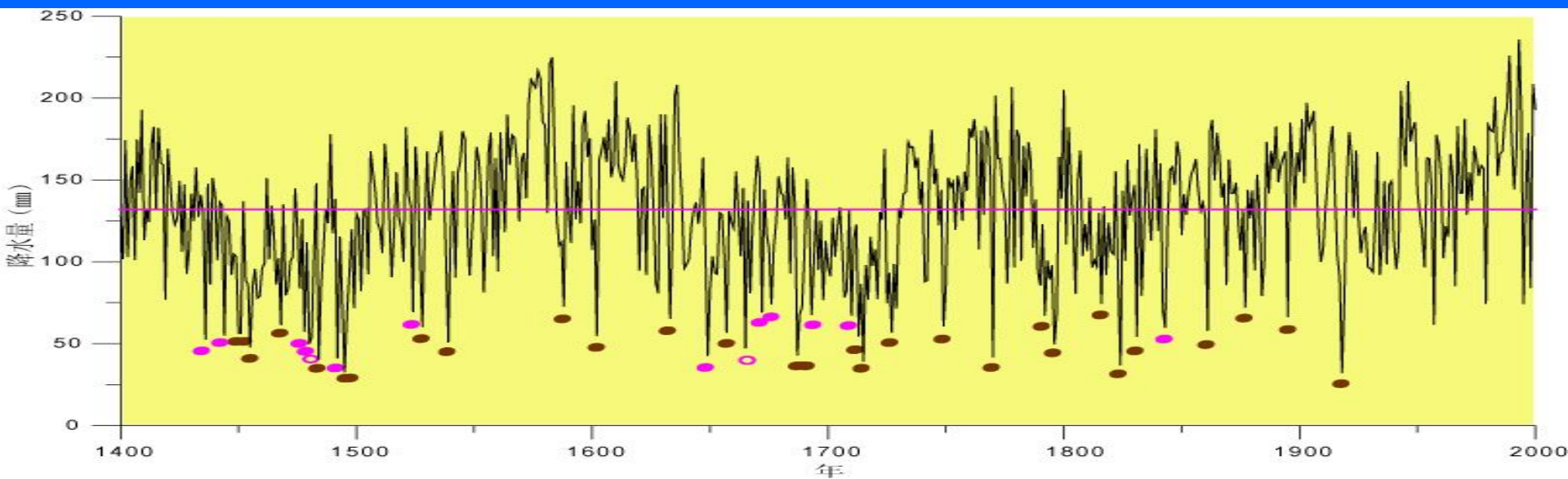
降水量变化的特征：
如2-3年、9-11年的、22年的、35年左右的、以及80年左右的准周期性等



A.D. time-series of dry-wet indices for the whole eastern China and for three regions there. Annual values (thin curves) and their 10-year running averages (thick curves) are shown.

历史记录与自然环境记录的互证

- 西北千年降水序列



■ 记载

----- 树轮

II 成果举例 —— 科学意义和社会效益

1. 清宫奏折“晴雨录”

2. 五百年旱涝分布型

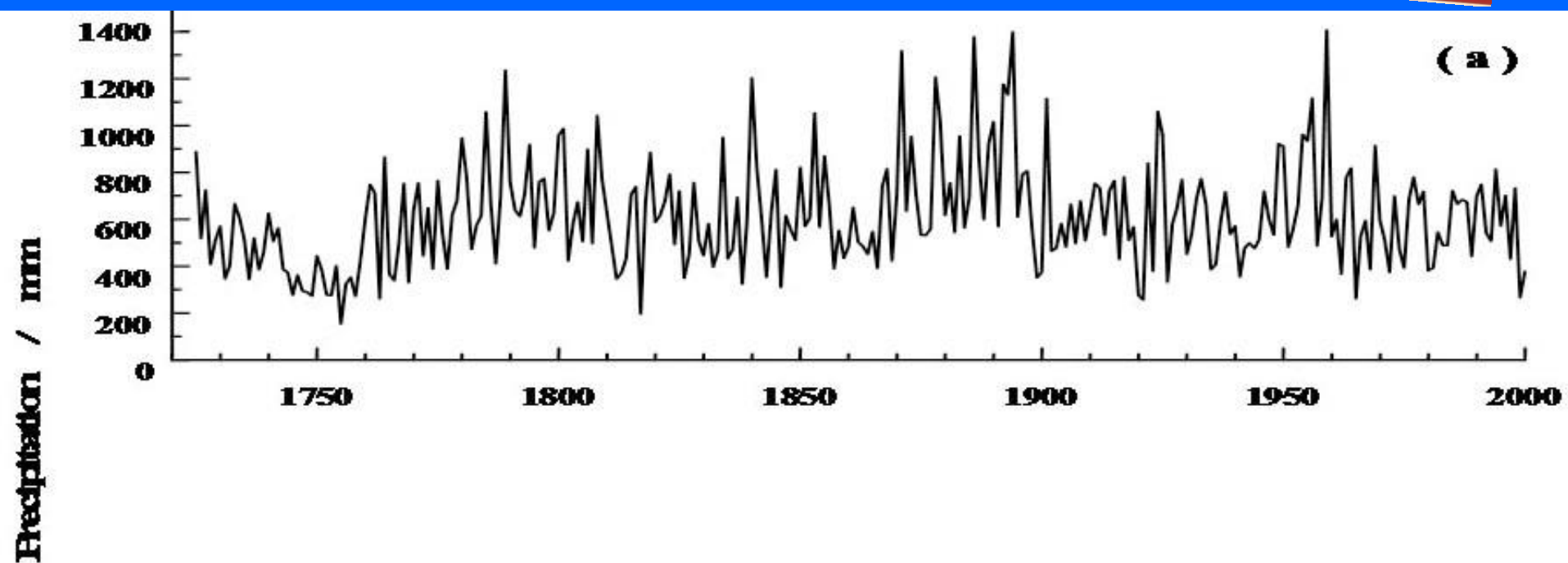
3. 千年干湿变化—— 没有持续二百年的干旱

4. 历史降尘研究—— 降尘的频发期对应于干、冷气候背景

5. 历史极端气候事件复原—— 高温、寒冷、干旱、雨涝

个例的实况复原、气候特征值的定量推断、气候背景、可能的影响因子

1 清代宫廷天气文档研究之 北京250年降水研究



北京 290 年降水序列(1724-2000)

2-1 五百年旱涝研究



各地历年旱涝等级资料表

北 天 唐 保 沧 石 鄆 实 清 郑 南 信 德 莱 济 临 周 徐 扬 南 苏 上 阜 韩 合 安 电 抚 宁 金 温 九 南 上 吉

年 份	京	津	山	定	州	正	德	州	邢	州	阳	州	南	开	州	河	南	济	南	鲁	苏	上	阜	韩	合	安	电	抚	宁	金	温	九	南	上	吉	
1610	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1611	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1612	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1613	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1614	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1615	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1616	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1617	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
1618	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1619	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1620	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1621	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1622	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1623	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1624	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1625	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1626	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1627	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1628	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1629	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1630	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1631	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1632	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1633	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1634	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1635	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

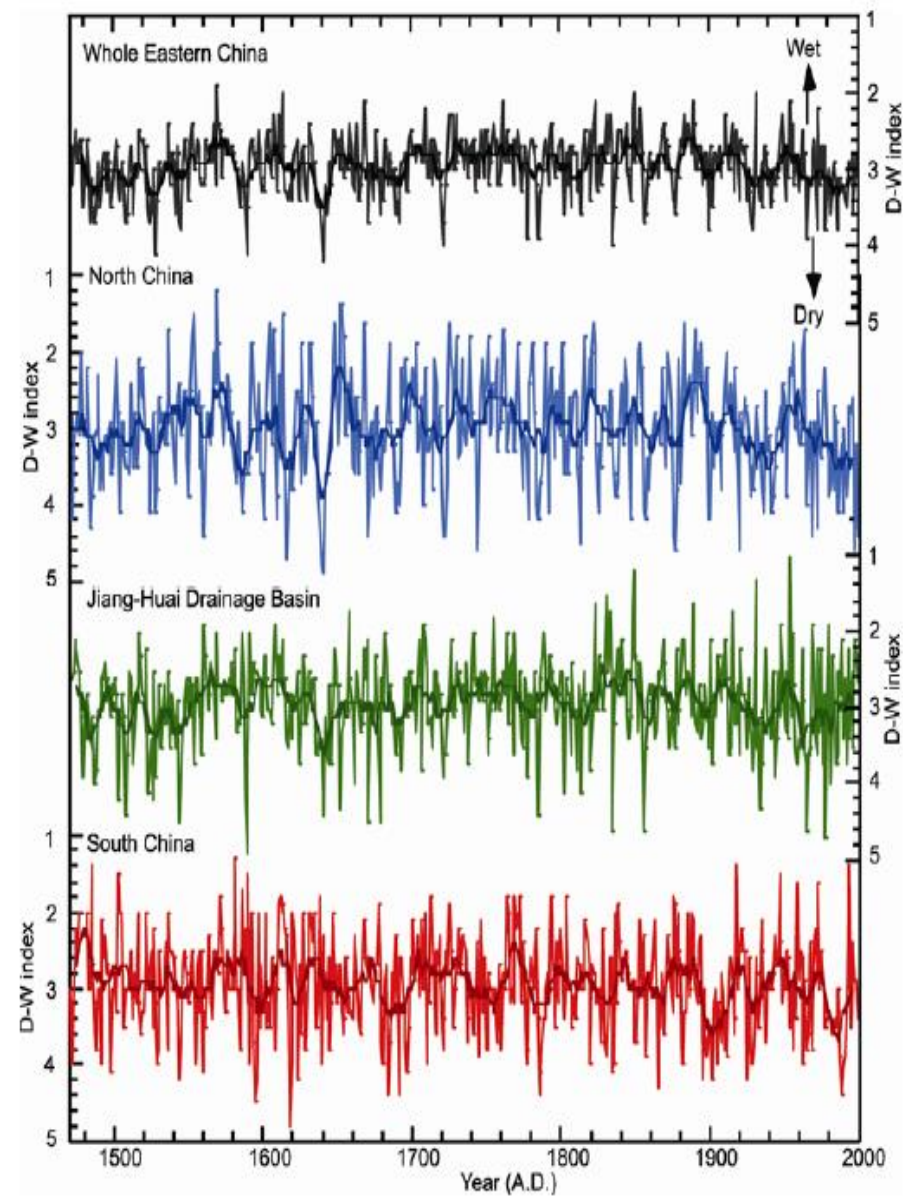
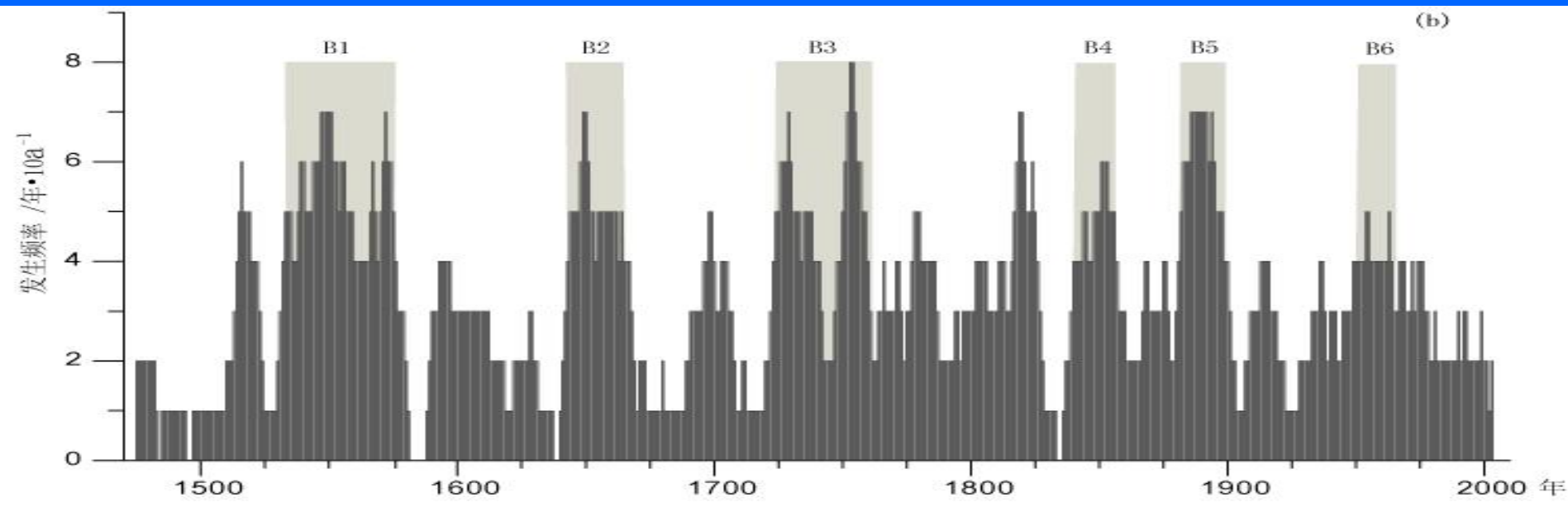


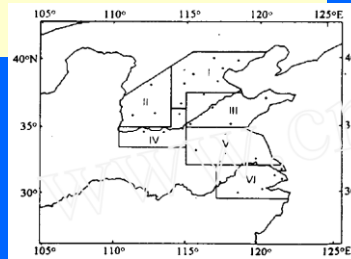
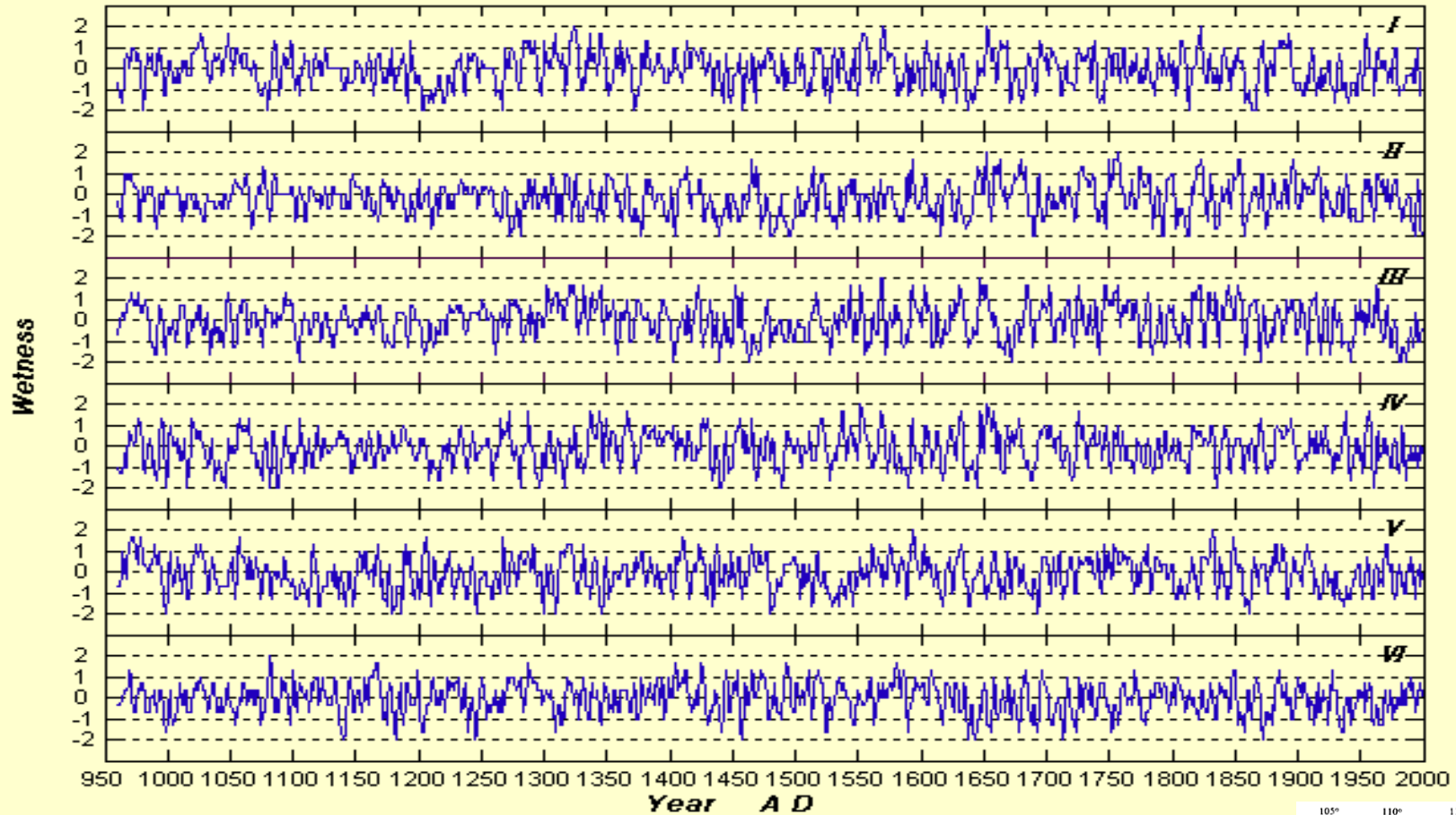
Figure 4 1470–2000 A.D. time-series of dry-wet indices for the whole eastern China and for three regions therein. Data are from [1] tions see Figure 5. Annual values (thin curves) and their 10-year running averages (thick curves) are shown.

2-2 五百年旱涝分布型的研究——

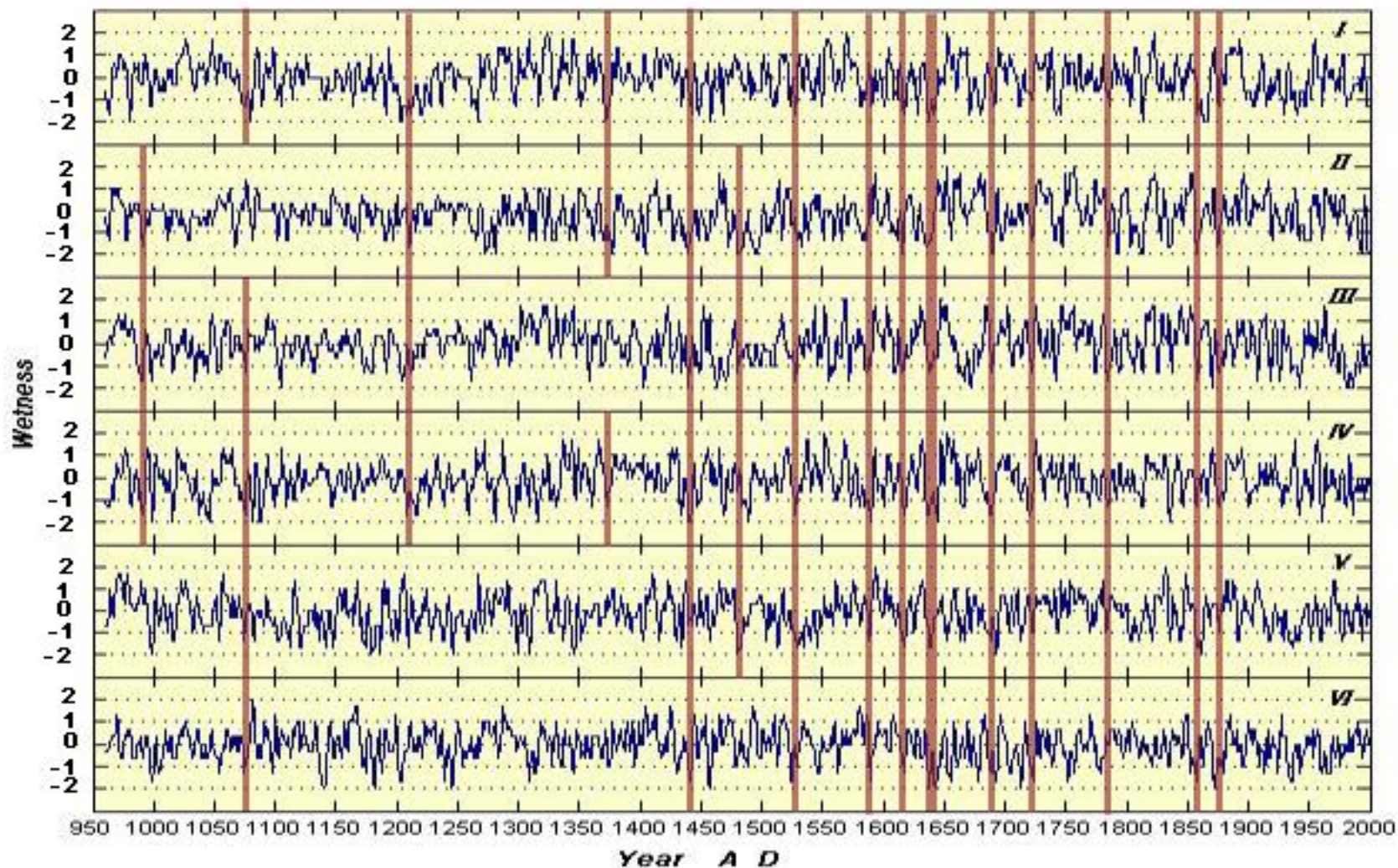


近530年北方多雨型的阶段性变化

3-1 千年干湿变化 —— 东部地区6区域序列



之3-2 千年干湿变化 --- 重大干旱事件



之3-3 千年重大干旱 的温度背景

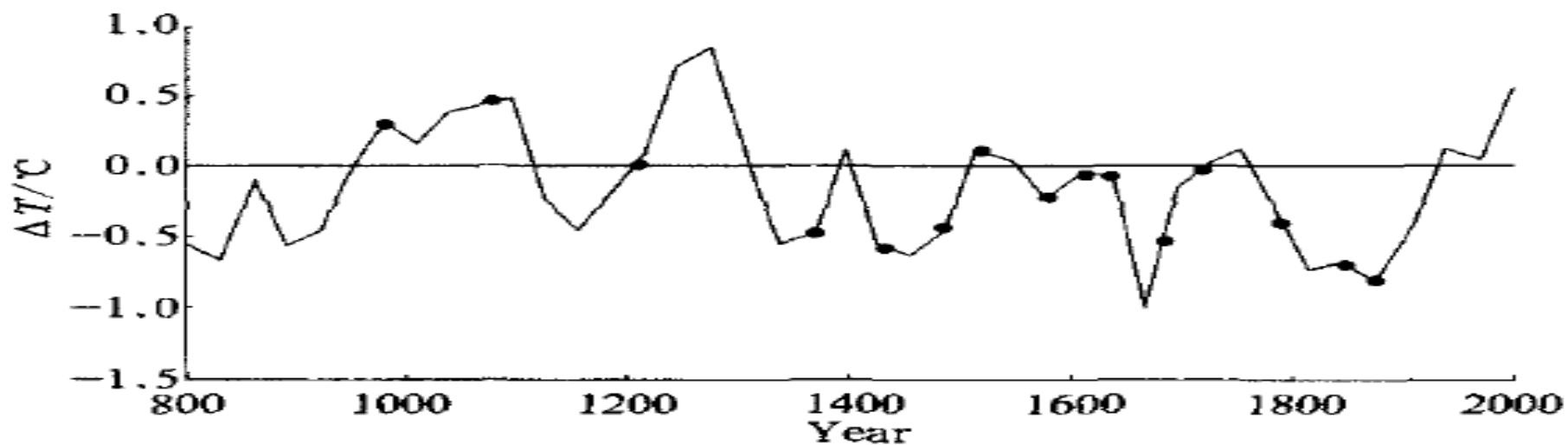
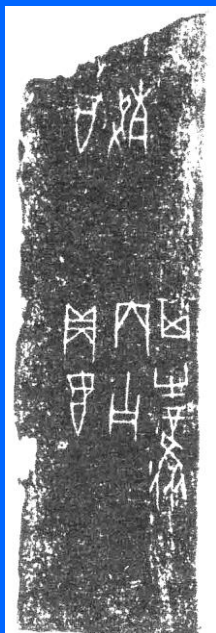


Fig.3. Comparison between the 15 severe drought events (dots) and winter-half-year temperature with 30-yr resolution in East

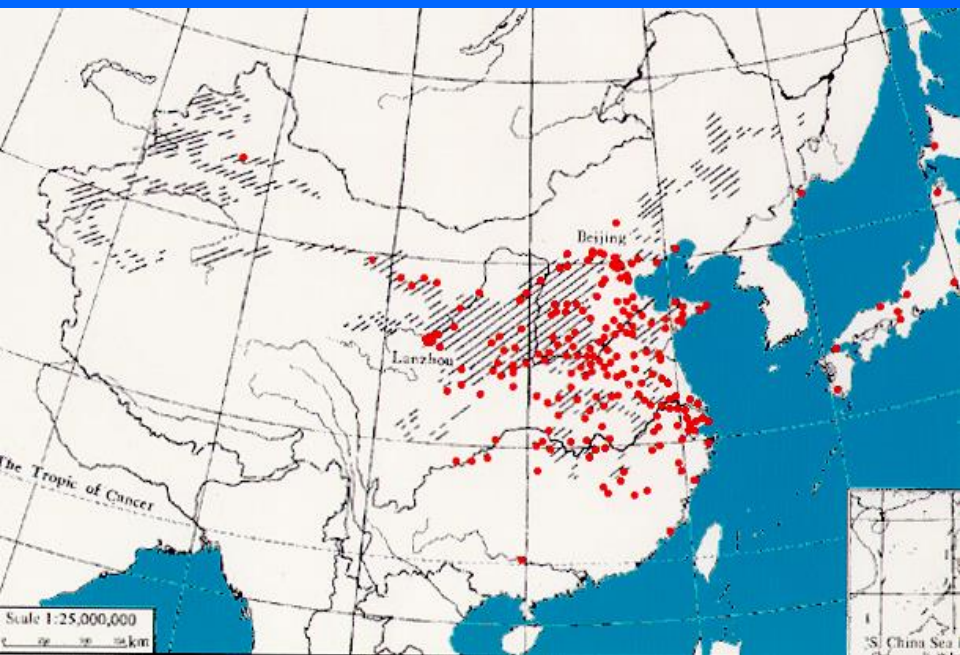
- 15例中仅3例发生在温暖时段
- 我国最近千年间并未出现过持续200年的大范围干旱

4-1 历史降尘研究

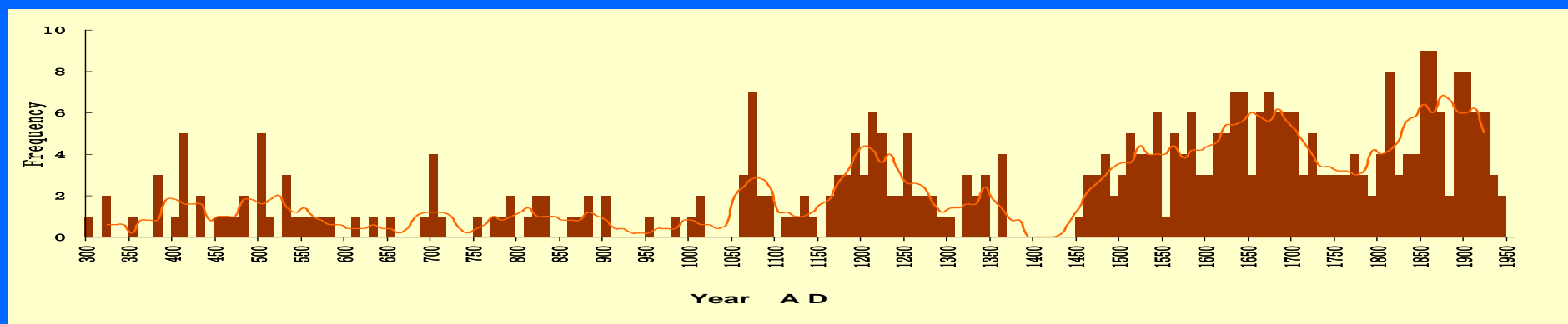


- “终风且霾 惠然肯来” -- 《诗经·邶风》
- “野马也 尘埃也 生物之以息相吹也。” -- 庄周《逍遥游》
-

4-2 历史降尘的时空分布



中国历史时期降尘记录地点 (●)
和现代黄土分布 (///)



公元300-1940年中国雨土年频数 (虚线为50年滑动平均)

沙尘暴高发期对应于少雨干旱的气候背景

雨土频数
湿润指数

4-3 历史降尘的气候背景

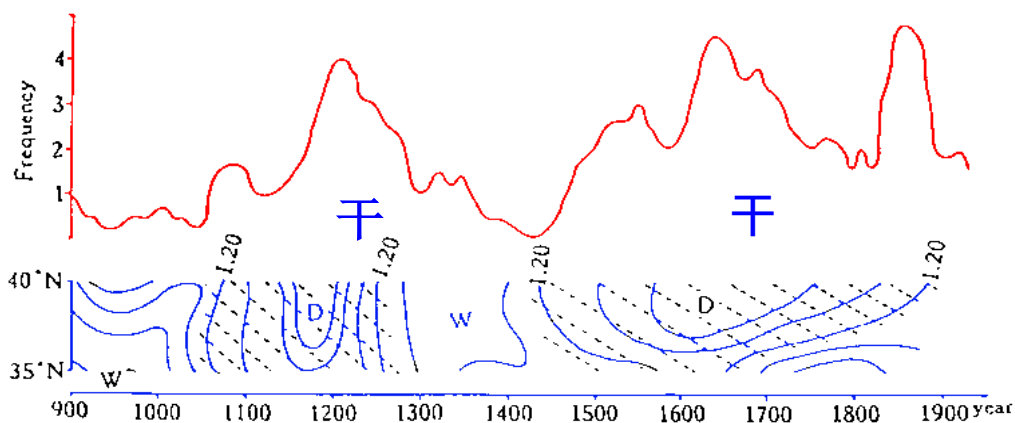


Fig. 4. Comparison of frequency of dust fall with curve of humidity

近一千年雨土频数与我国东部湿润指数

(张德二, 中国科学, 1984)

高发期对应于寒冷的气候背景

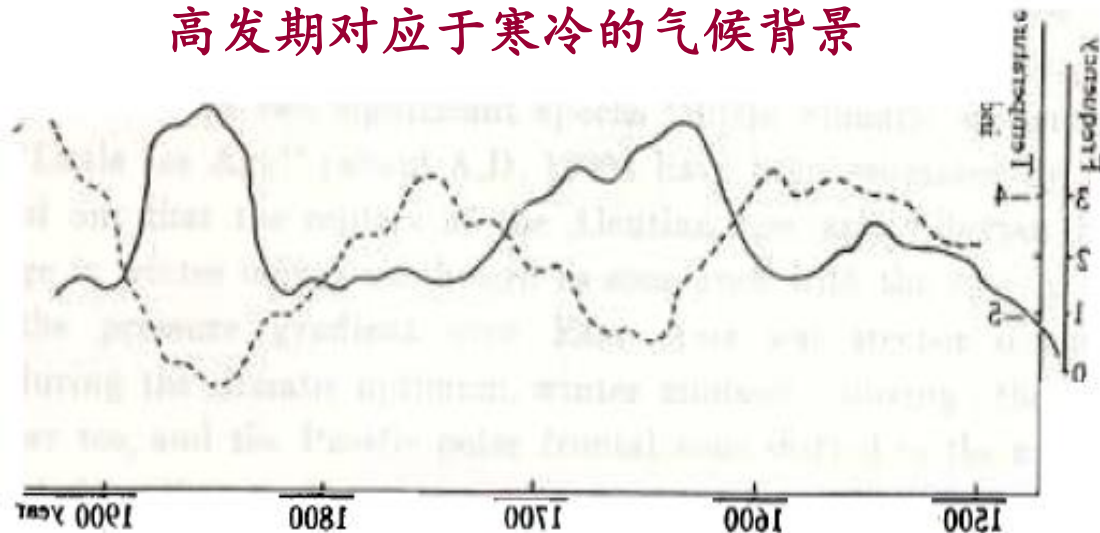


Fig. 3. Frequency curve of dust rain year and temperature index (dotted line) for the last 500 years.

latitudes of the Northern Hemisphere. Some of the longest and most informative series include, for example, (1) dates for the blooming of cherry trees in Kyoto, Japan, since 812 A.D., (2) the number of severe winters in China since the sixth century A.D., (3) variations in the occurrence of sea ice at the coast of Iceland since 860 A.D., (4) the frequency of dust falls in China since 300 A.D., (5) the height of the Nile River at Cairo since 622 A.D., (6) wheat prices (a reflection of climatic adversity) in England, France, the Netherlands, and northern

Italy since 1200 A.D., and (7) the quality of wheat harvests in Germany since the ninth century A.D. Each of these phenomena reflects prevailing climate to a greater or lesser degree, and therefore, each is regarded as a useful proxy indicator of climate.

Isotopes and Tree Rings

A further source of paleoclimatic information comes from ice cores collected from polar glaciers. Careful laboratory measurements of the ratio of

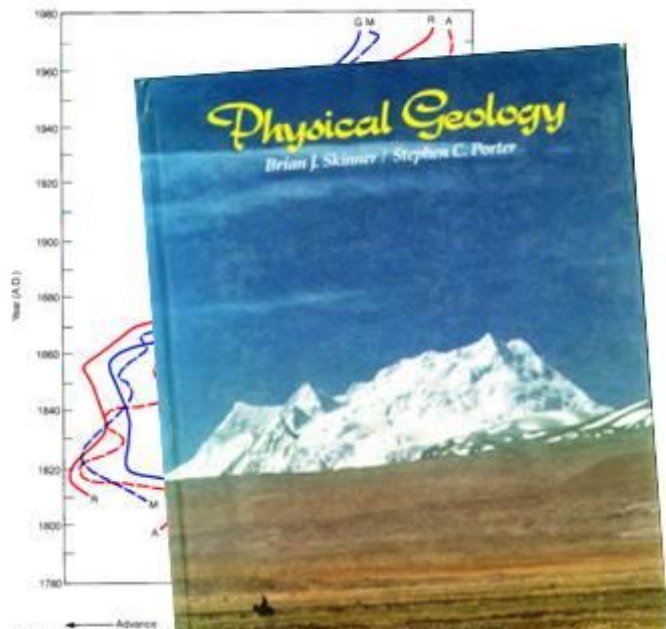


FIGURE 20.4 Variations of Swiss Alps glaciers since the beginning of the 18th century. Advance and retreat are controlled by local topography and balance of each glacier. The 19th-century retreat coincides with a significant warming trend during this same interval (compare with Fig. 20.5).

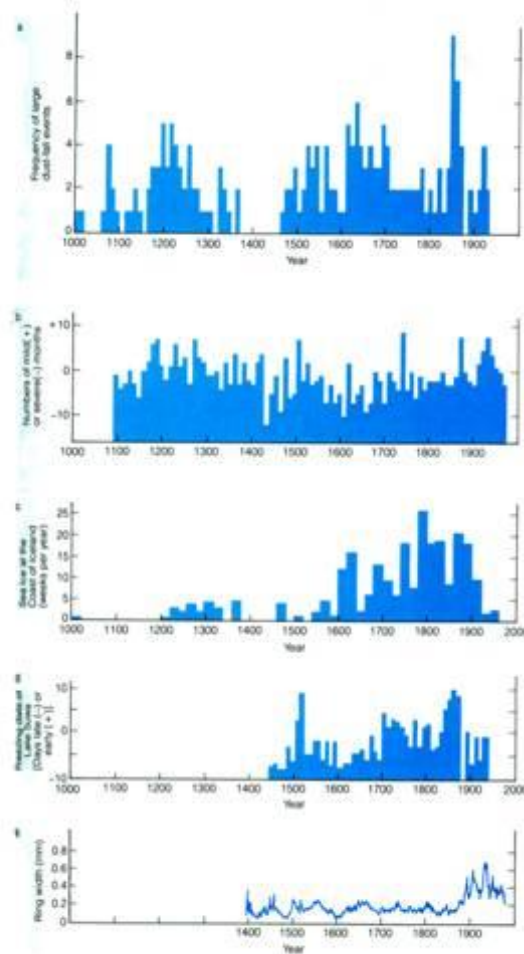


FIGURE 20.7 Climate proxy records spanning all or part of the last 1000 years: (a) frequency of major dust-fall events in China (Source: After Zhang, 1982); (b) severity of winters in England, recorded as frequency of mild or severe months (Source: After Lamb, 1977); (c) number of weeks per year during which sea ice reached the coast of Iceland (Source: After Lamb, 1977); (d) freezing date of Lake Suwa, Japan, relative to long-term average (Source: After Lamb, 1966); (e) ring-width variations for trees in northern Labrador (Source: After Payette et al., 1985).



5 历史极端气候事件的复原研究

— 高温、寒冷、干旱、雨涝个例的实况复原、气候特征值的定量推断、气候背景、可能的影响因子

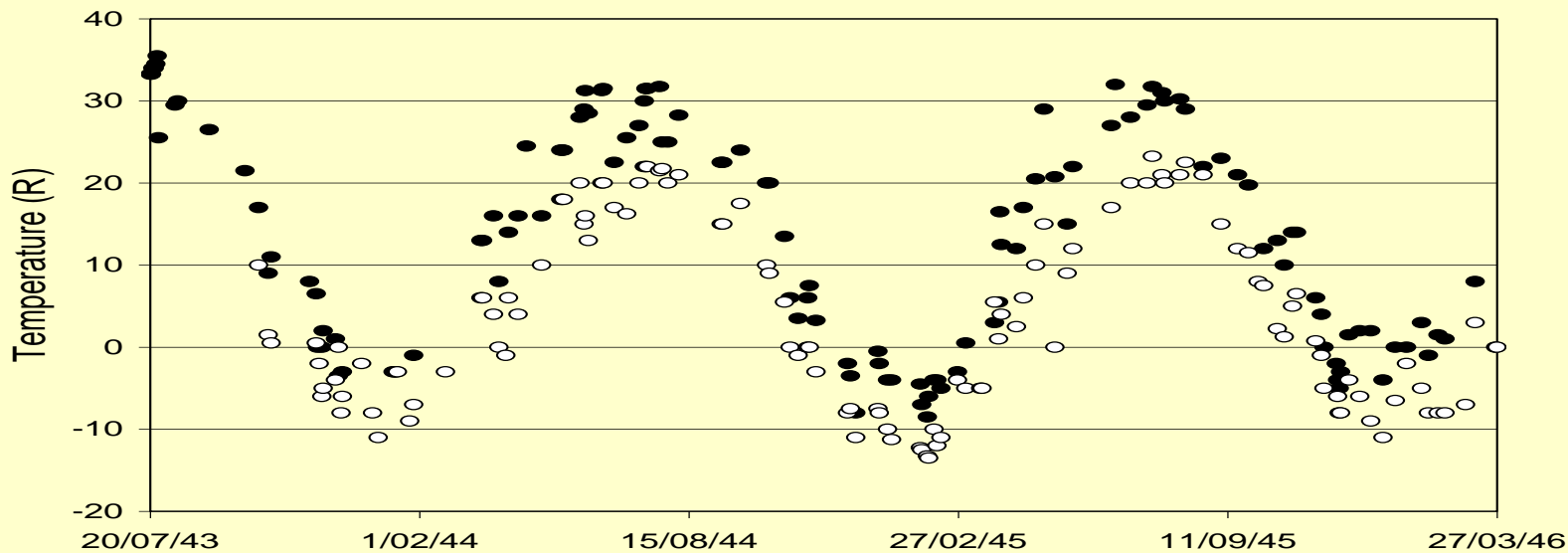
5-1 1743年 夏季极端高温事件



地方志记载的1743 年夏高温酷暑地域

Depuis le treizième Juillet le chaud parut insupportable et la confirmation fut
Générale à la ville de beaucoup de pauvres gens et autres surtout gens Gras et
jeunes qui moururent subitement et qu'on trouvoit morts dans les chemins,
Rues, maisons, bien des Chrétiens firent des Confessions Générales.
Les mandarins par ordre de l'Empereur delibererent sur les moyens de
soulager le peuple, dans toutes les grandes rues et aux portes de la ville
on distribuoit gratis des remèdes, on donnoit de la Glace, et on faisoit par
tout de grandes aumônes.
Depuis le 14. juillet jusqu'au 25. du même mois les grands mandarins
Comptèrent 11400 personnes mortes de Chaud dans la ville et les
faubourgs tous gens pauvres, artisans, ou ouvriers on ne Compta pas les
Gens aisés et en place, mais il y en eut un grand nombre.
Nous avons encore le thermometre de Subin dont le D. parermin se servoit

法国教士的目击报告



哥比教士观测的北京 1743.7-1746.3 的气温值

北京1743年7月20-26日逐日气温值（下方）
和“晴雨录”所记的逐日天气现象（上方）

--晴 --雨 - 东北风

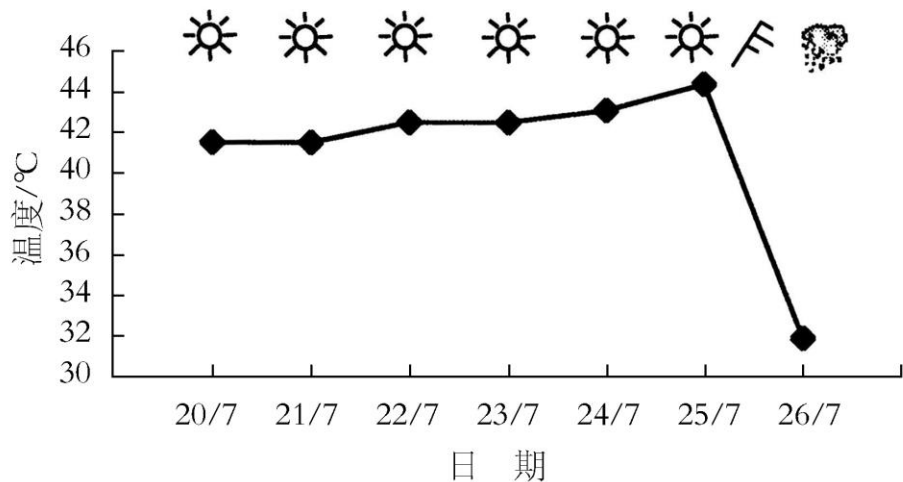


表2 北京 1743 年 7 月 20~26 日温度观测记录

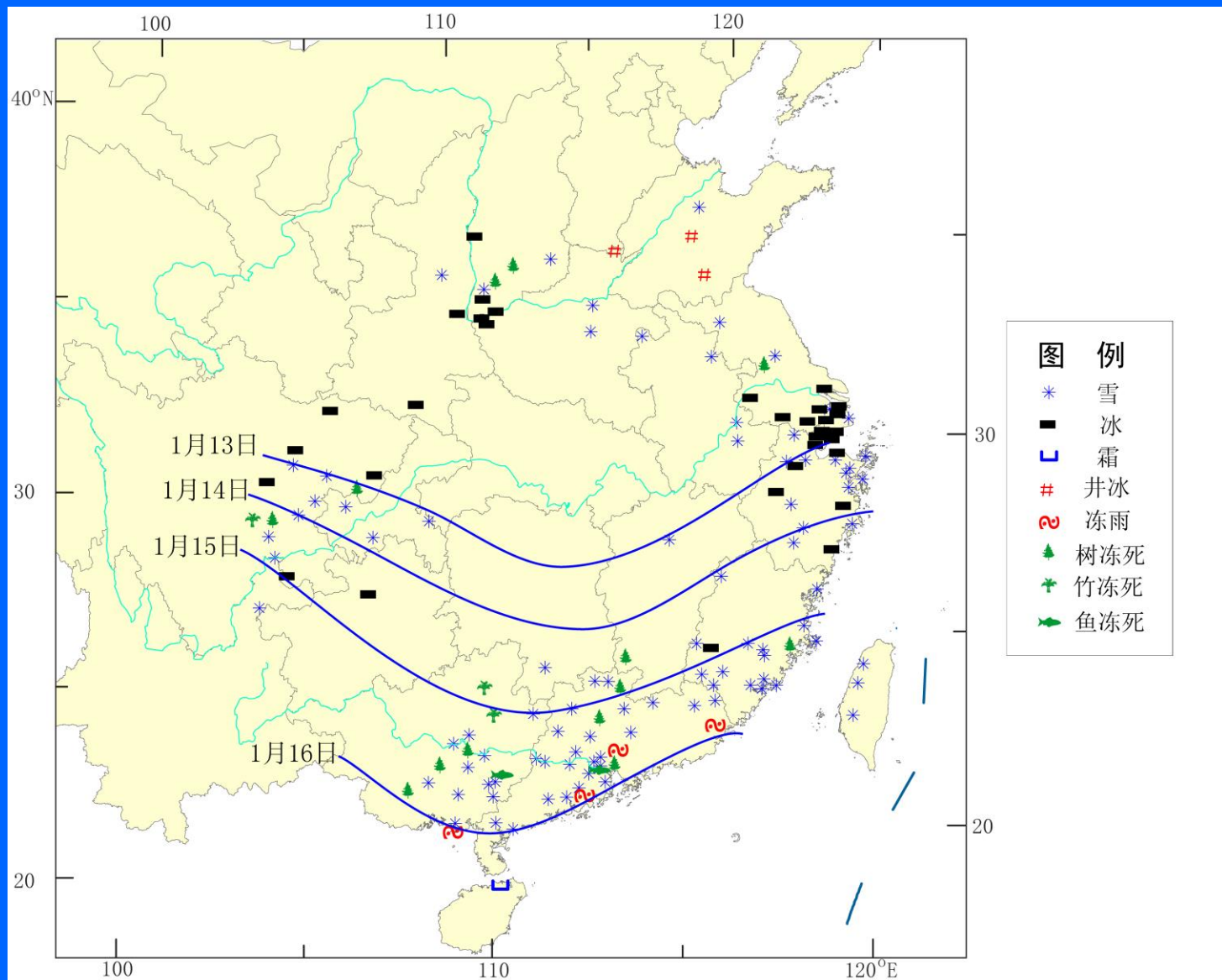
	温度读数/°R	换算值/°C
7月20日	33 ¼	41.6
7月21日	33 ¼	41.6
7月22日	34	42.5
7月23日	34	42.5
7月24日	34 ½	43.1
7月25日	35 ½	44.4
7月26日	25 ½	31.9

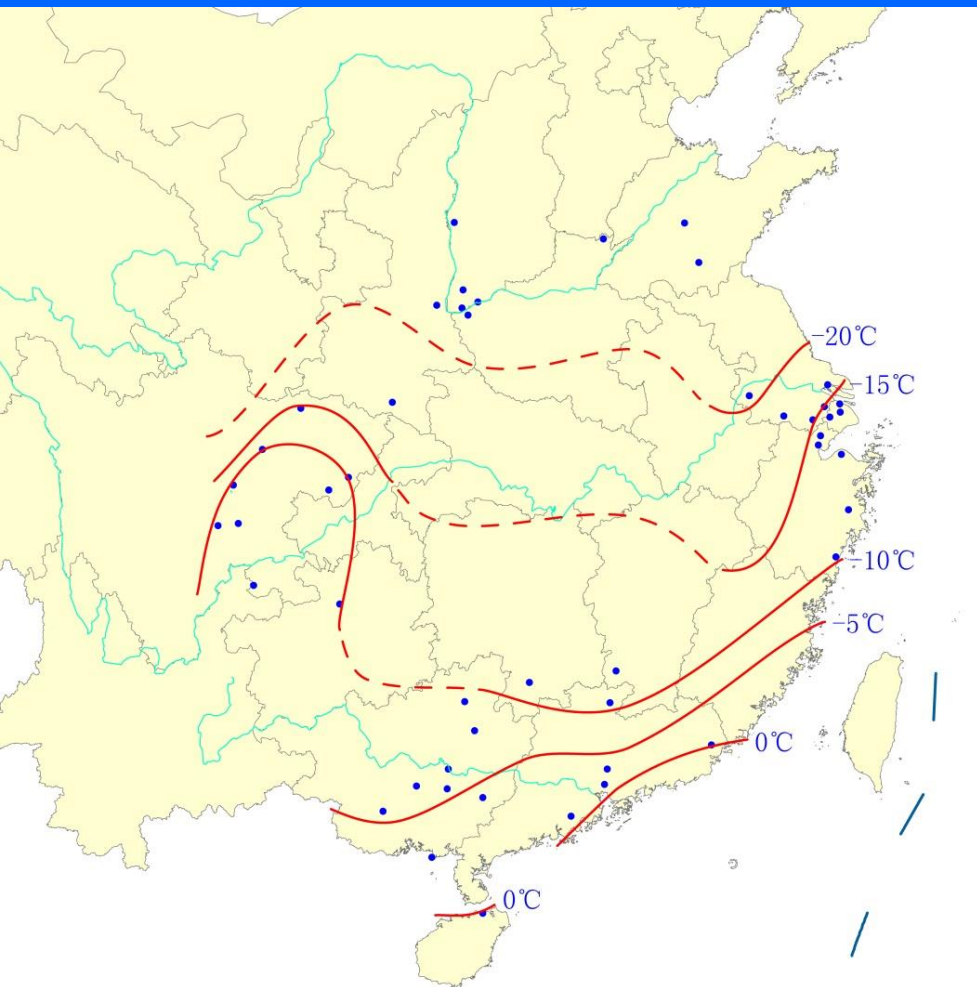
表 北京1743年观测记录与现代炎夏高温时段气候统计值的对比

	1743年 7月下旬	1942年 6月中旬	1942年 7月上旬	1999年 7月下旬
日最高气温极值 (°C)	44.4 *	42.6	40.5	42.2
>40°C的总日数 (天)	6	3	3	1
连续>38°C日数 (天)	6	3	3	2

• 工业革命前, 1743年的极端高温记录高于现代极端值

5-2 冬季严寒极端低温事例 1892/93 冬





探讨定量推断最低温度的方法
(由河湖结冰、植物冻害推算)

推断1893 年1月苏州、温州的
最低气温分别为 -15°C 、 -13°C ，
实测上海、香港的最低气温分
别为 -12.1°C 和 0°C ，

均低于 20 世纪以来的极端低
温记录。

河流封冻南界达 28°N ，

冻雨南界达 $21^{\circ} 29' \text{N}$ 。

— 是中国最近百余年的首位寒冬

太阳活动 13th 周 M

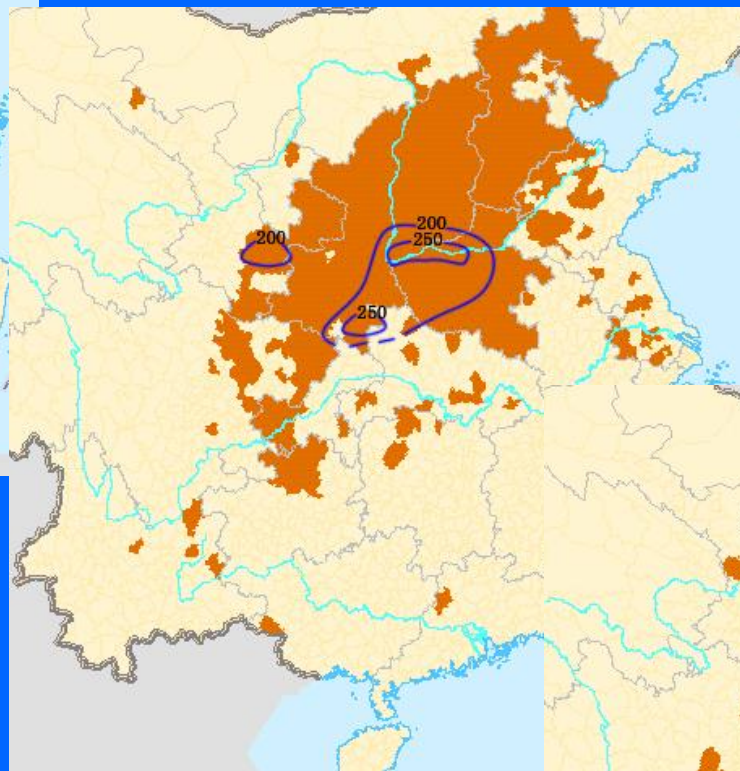
火山活动 3次L 25次M

海温条件 El Nino 年

5-3 大范围持续干旱事件 1876-1878年 清 光绪二~四年



a-1876



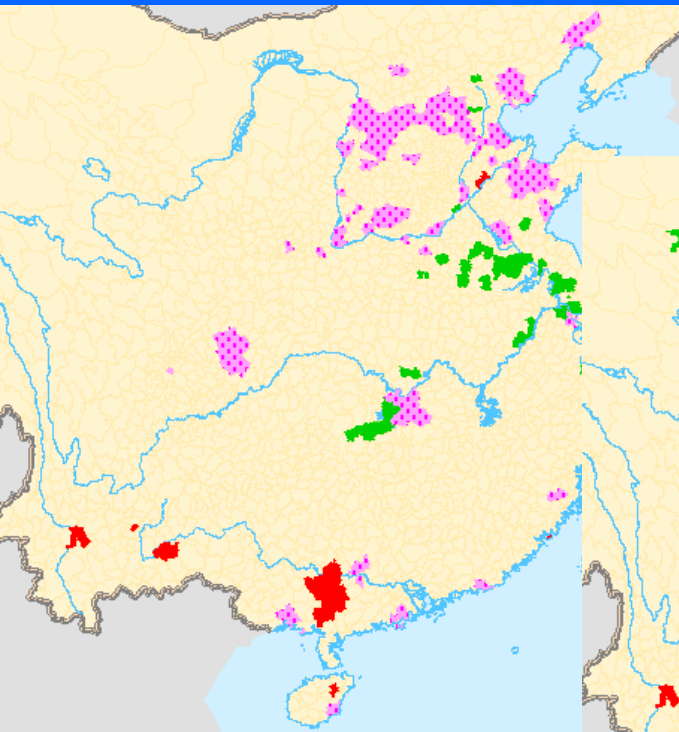
b-1877



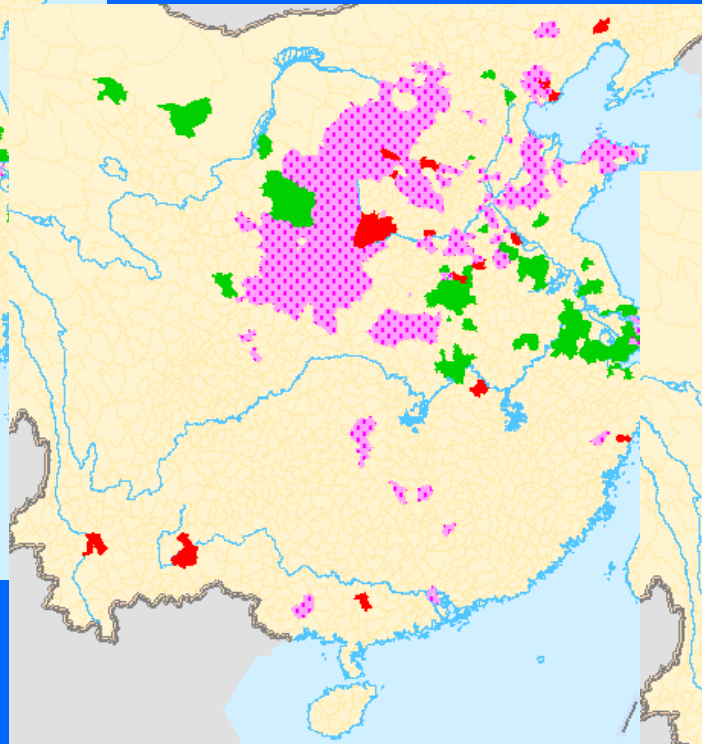
c-1878

年份	河北	山西	陕西	甘肃	河南	山东	江苏	安徽	湖北	四川
1876	35	19	7	1	23	53	14	5	3	6
1877	43	76	42	15	43	27	12	2	10	18
1878	14	28	20	7	9	10	0	0	2	9

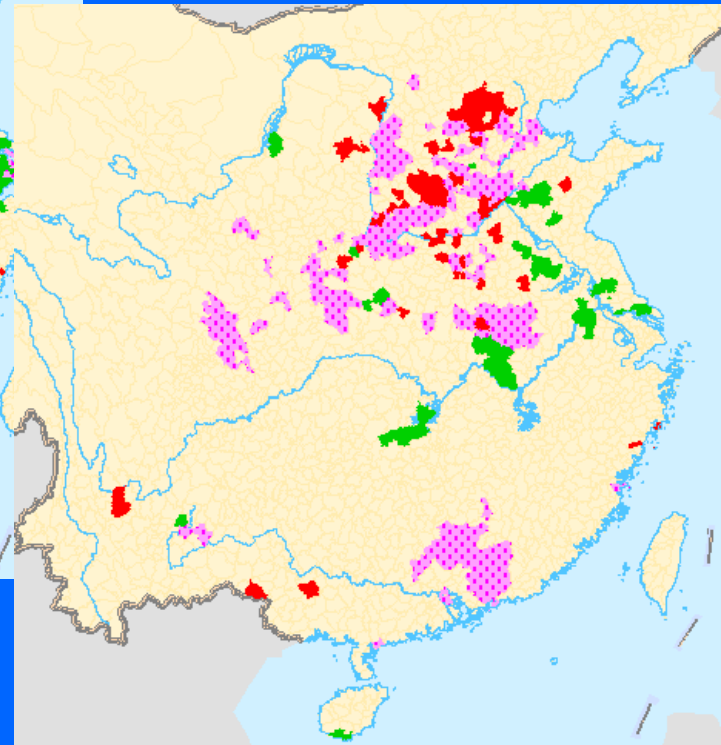
1876—1878年饥荒(紫)、蝗灾(绿)和疫病(红)发生地域



a:1876年



b:1877年



c:1878年

• 感言

- 竺老以一己之力、筚路蓝缕，证明了中国史料科学价值，驳斥了历史记录是“一笔糊涂账”的说法，他曾为此而欣慰。
- 不过，令人困惑的却是现今又有旧调重弹，甚至随意曲解指摘，贻笑天下而不自知。这种偏见和盲目性表明，历史气候的研究尚任重道远。
- 难，跨学科的研究，探索性极强



Thanks

谢谢

40年前竺可桢说：“近三千年来，中国气候经历了许多变动，但它同人类历史社会得变化相比毕竟缓慢得多，有人不了解这一点，仅仅根据零星片断的材料而夸大气候变化的幅度和重要性，这是不对的。”