

7.1 台风暴雨概况



台风暴雨概况

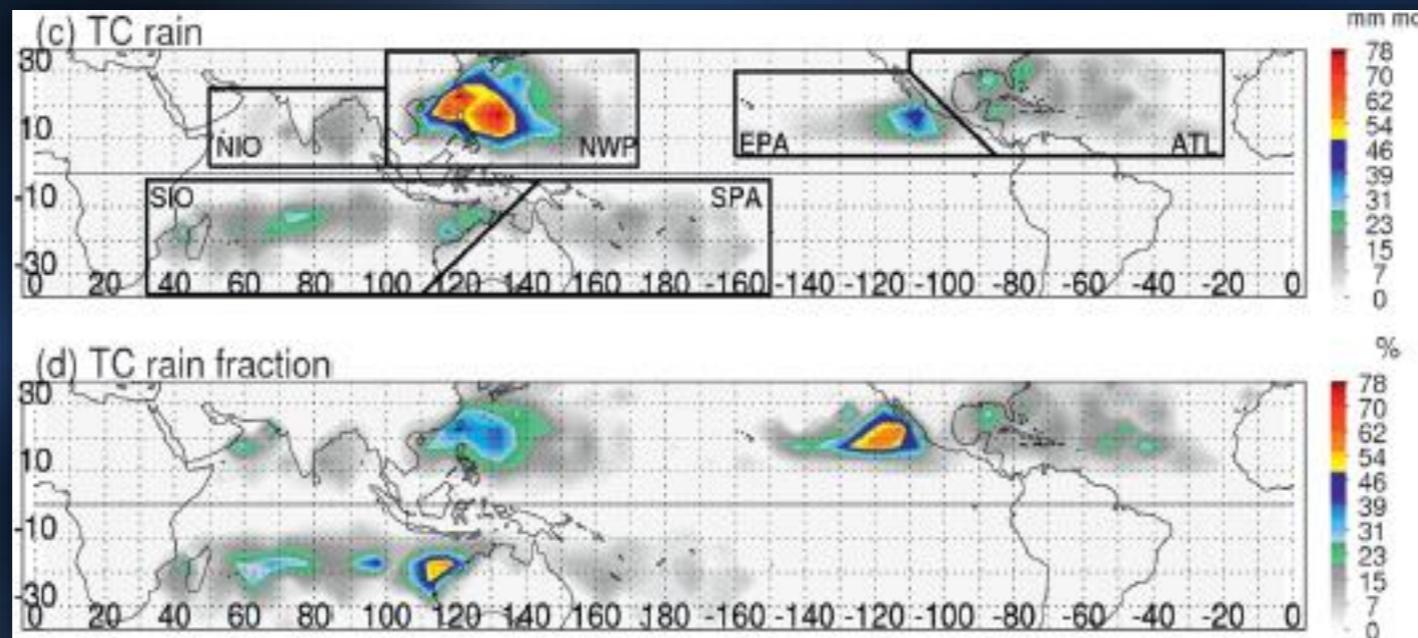
- **TC rainfall climatology: Global view**

- ✓ **Basin-wide TC rainfall fractions**

AL (北大西洋) : 8-9% **EP (东太平洋) : 7%**

WP (西太平洋) : 11% **NI (北印度洋) : 5%**

SI (南印度洋) : 7-8% **SP (南太平洋) : 3-4%**



Haiyan Jiang, Chuntao Liu, and Edward J. Zipser, 2011

台风暴雨概况

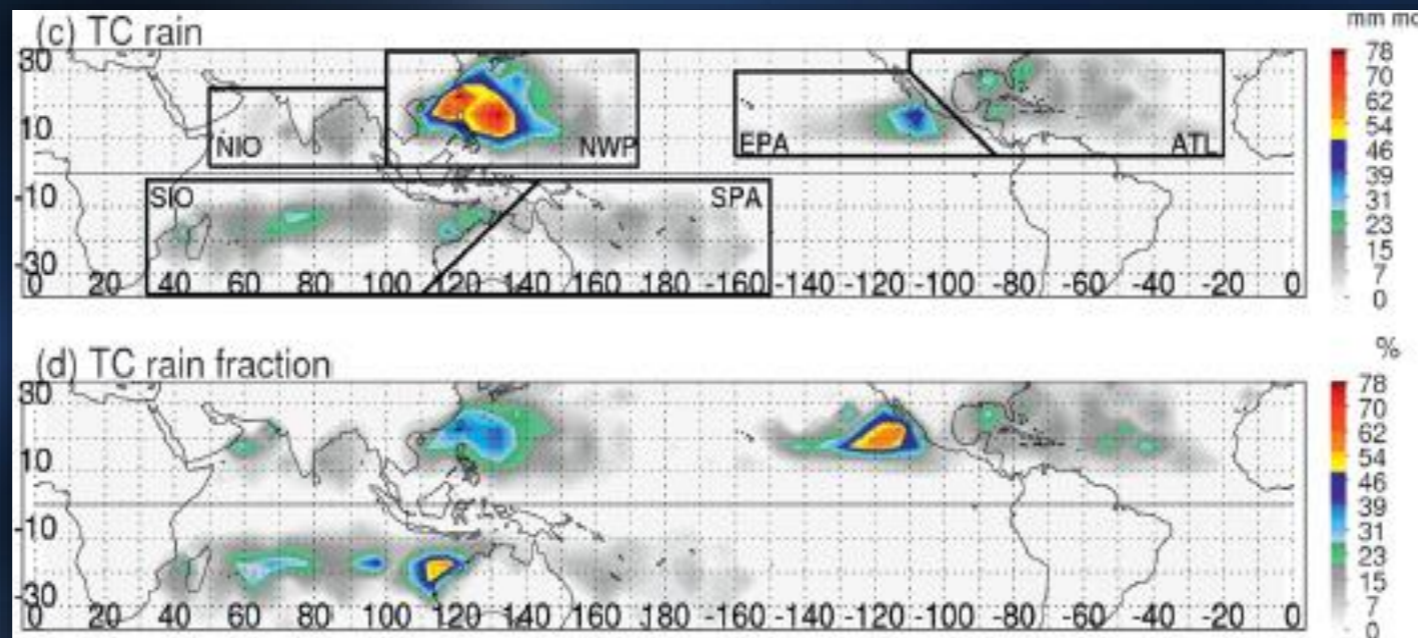
- **TC rainfall climatology: Global view**

- ✓ **Regional max % TC rainfall fractions**

EP (东太平洋) : Mexico, near Baja coast: 55%

SI (南印度洋) : near Australia: 55%

WP (西太平洋) : near Taiwan: 35-40%



Haiyan Jiang, Chuntao Liu, and Edward J. Zipser, 2011

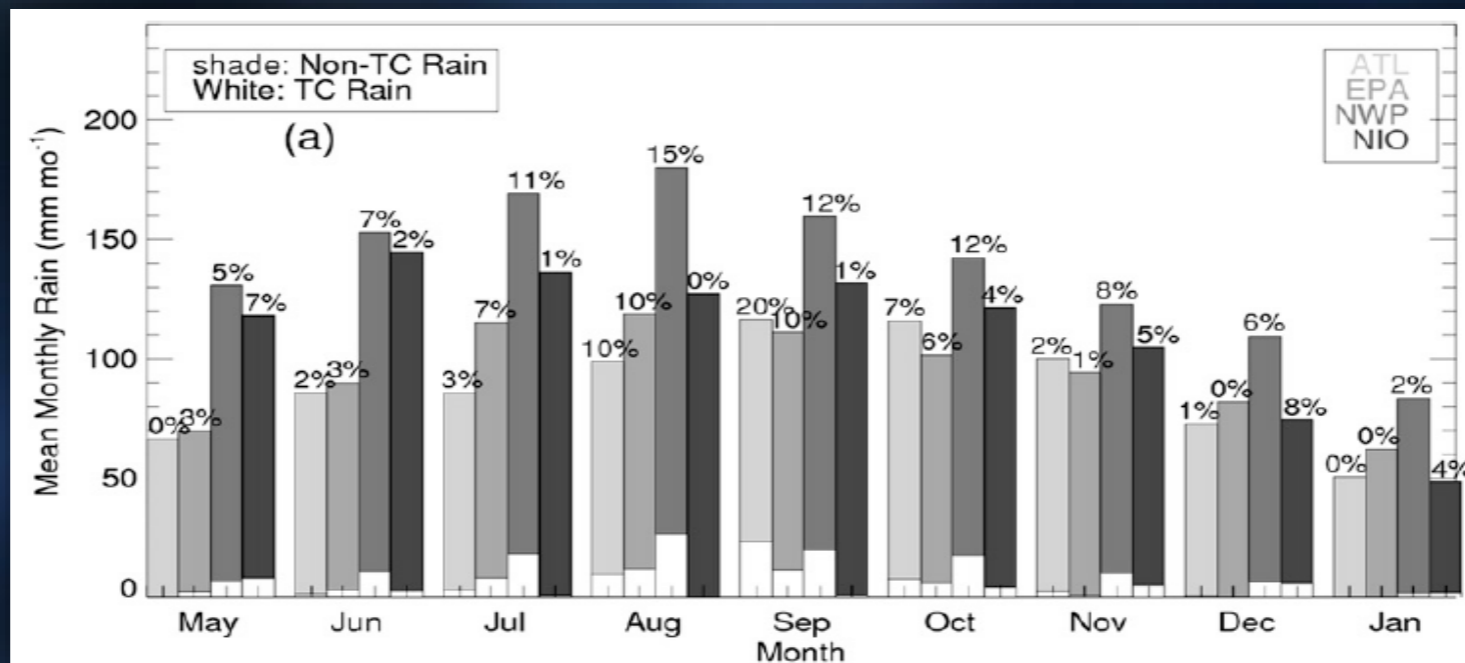
台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: Global view**

- ✓ **Peak month(s) for % TC rainfall -- 北半球**

北大西洋: **Sep (20%)** 东太平洋: **Aug & Sep (10%)**

西太平洋: **Aug (15%)** 北印度洋: **May (7%)**



北半球TC各月降水平均值及百分比

Haiyan Jiang, Chuntao Liu, and Edward J. Zipser, 2011

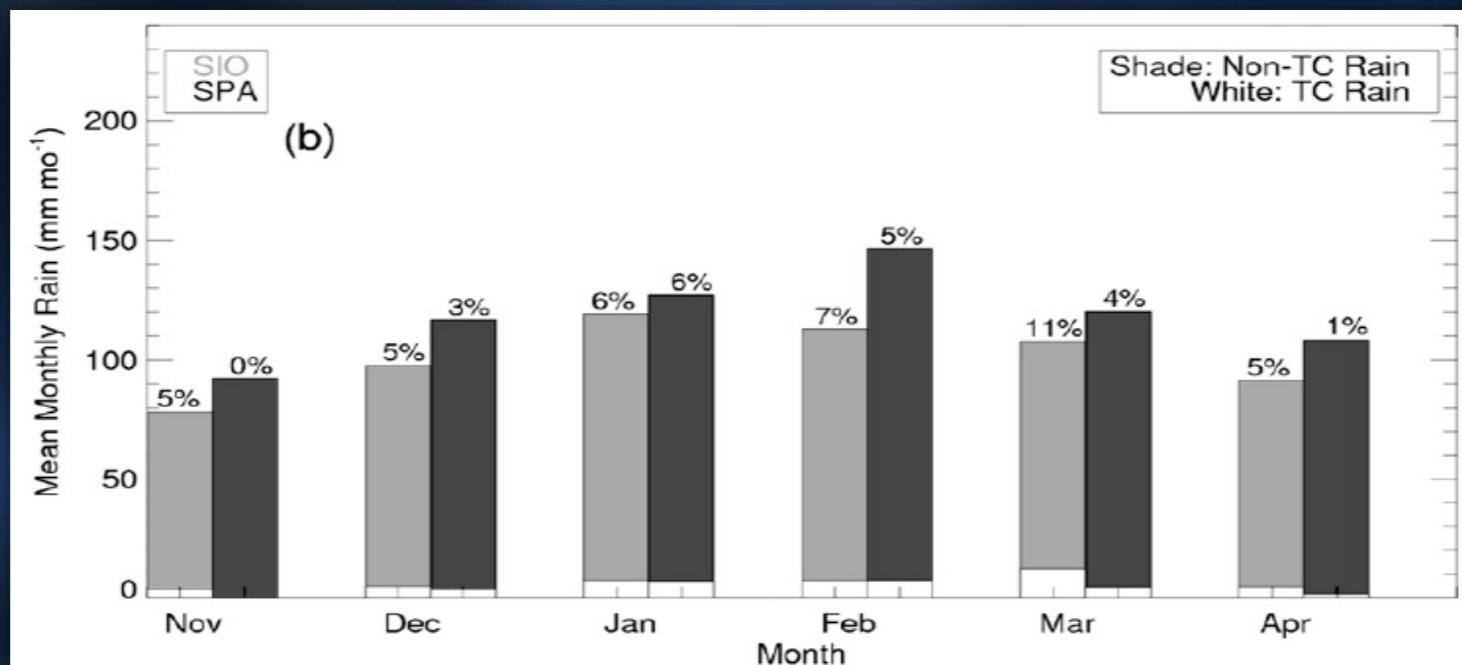
台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: Global view**

- ✓ **Peak month(s) for % TC rainfall -- 南半球**

SI (南印度洋) : Feb (7%)

SP (南太平洋) : Jan (7%)



南半球TC各月降水平均值及百分比

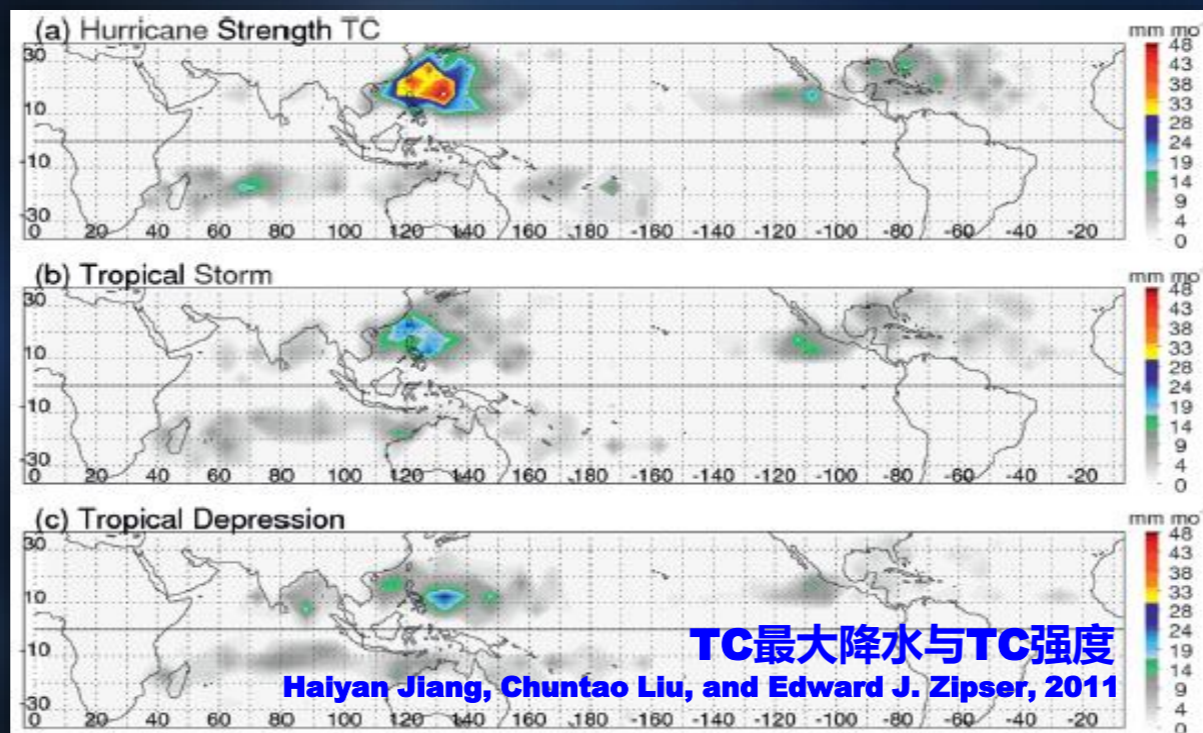
Haiyan Jiang, Chuntao Liu, and Edward J. Zipser, 2011

台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: Global view**

- ✓ **TC最大降水与TC强度**

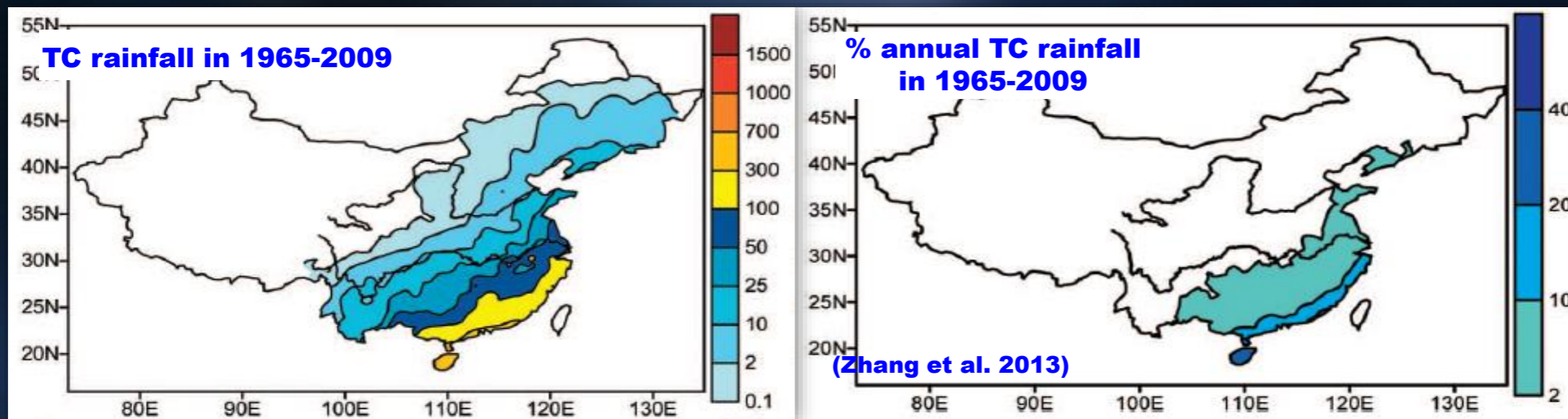
- **TCs of hurricane intensity** contribute the greatest amounts in **AL, EP, WP, SP**
- **TDs** contribute the most in **NI**
- **TSs** contribute the most in **SI**



台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: 中国大陆**

- ✓ **TC年降水量**

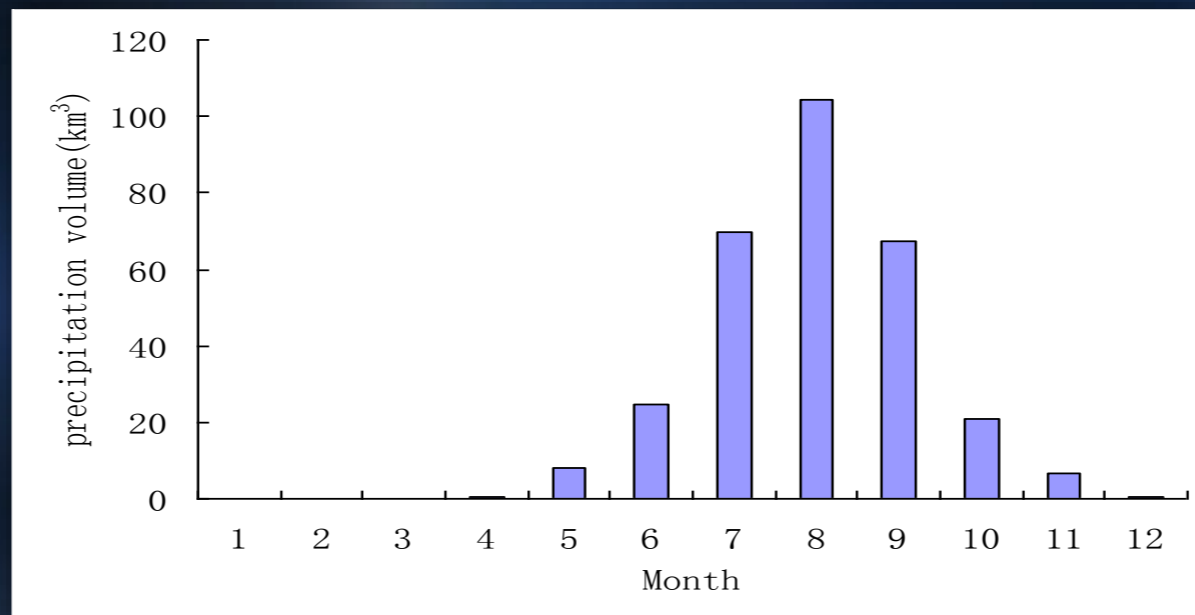


台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国大陆

✓ TC月际降水量 -- TC总降水量

- 4月份开始出现TC降水并逐渐增多
- 7-9月为降水丰沛期，最大降水总量出现在8月
- 9-10月降水迅速减少
- 11-12月仍出现一定的TC降水



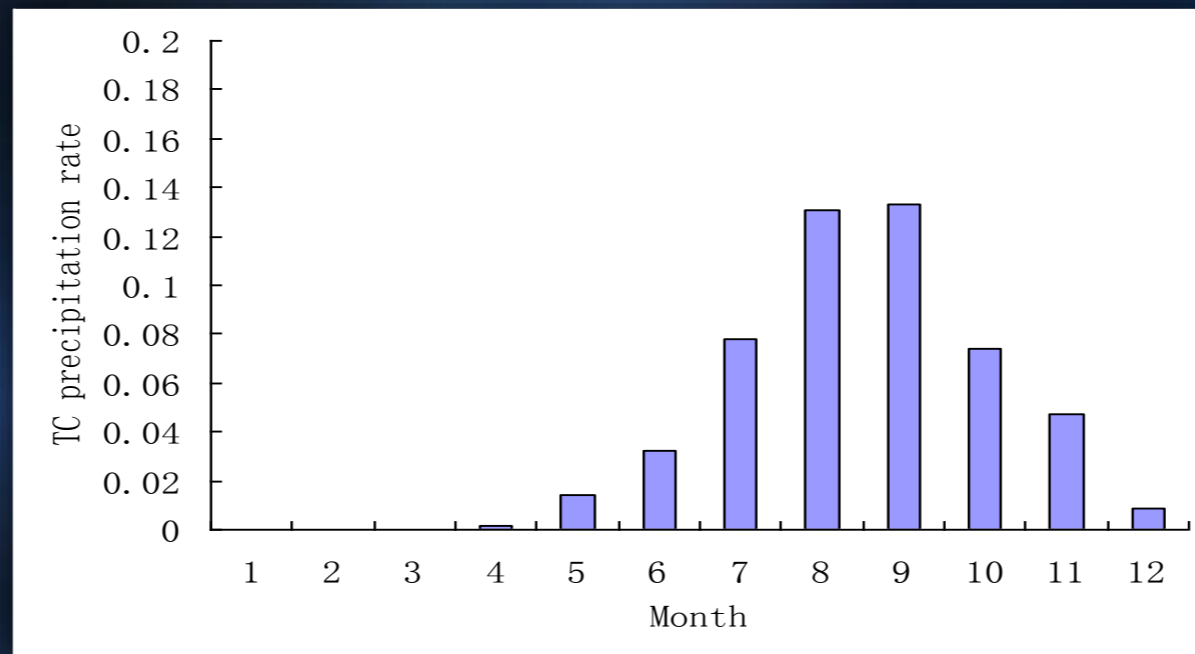
1951-2004年中国多年平均TC降水总量逐月分布

台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国大陆

✓ TC月际降水量 --- TC降水贡献率

- 7-10月为TC降水贡献率高值月
- 8-9月为峰值月，TC降水占总降水的比率分别为13.1%和13.3%



1951-2004年中国多年平均TC降水总量
占总降水的贡献率逐月分布

台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国

✓ TC特大暴雨

- 我国多次特大致灾暴雨均由台风造成
- 特大暴雨台风年频数约**1.8个**，占登陆总数约**20%**
- 年际月际变化明显，主要出现在**6~10月**，**7~8月**最多，约占**60.5%**，**5月**和**11月**很少
- 高频区位于台、琼、粤、闽、浙和桂，台湾最多

我国24小时降雨量历史极值一览表

序号	24小时降雨量 (毫米)和地点	台风编号 台风名	登陆时间	登陆地点	登陆强度 (米/秒)
1	1748.5 台湾嘉义阿里山	9608 Herb	1996.07.31 1996.08.01	台湾基隆 福建福清	45 33
2	1672.6 台湾宜兰新寮	6718 Carla	1967.10.19	广东徐闻	23
3	1623.5 台湾嘉义阿里山	0908 莫拉克	2009.08.07 2009.08.09	台湾花莲 福建霞浦	40 33
4	1248.0 台湾白石	6312 Gloria	1963.09.12	福建连江	30
5	1201.5 台湾宜兰古鲁	0917 芭玛	2009.10.12	海南万宁	23
6	1151.9 台湾竹子湖	8719 Lynn	1987.10.28	广东珠海	12
7	1062 河南驻马店林庄	7503 Nina	1975.08.03 1975.08.04	台湾花莲 福建晋江	55 35

世界纪录：1825毫米（24小时）

Foc-Foc, La Reunion Island（留尼旺岛-法属岛屿）

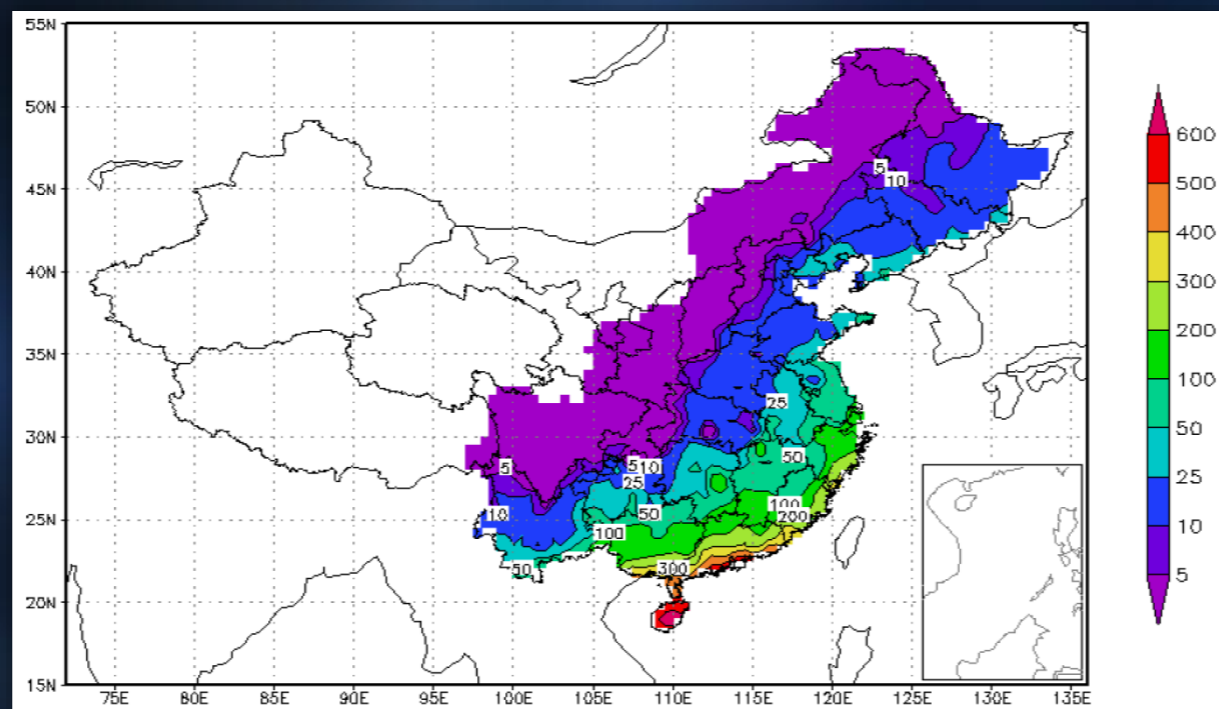
西南印度洋Cyclone Denise，1966年1月7-8日

台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: 中国**

- ✓ **台风年平均降雨量**

- 我国疆域一半以上面积可受到台风降雨影响，包括华南、华东、华北、东北、华中、西南及西北的小部分地区



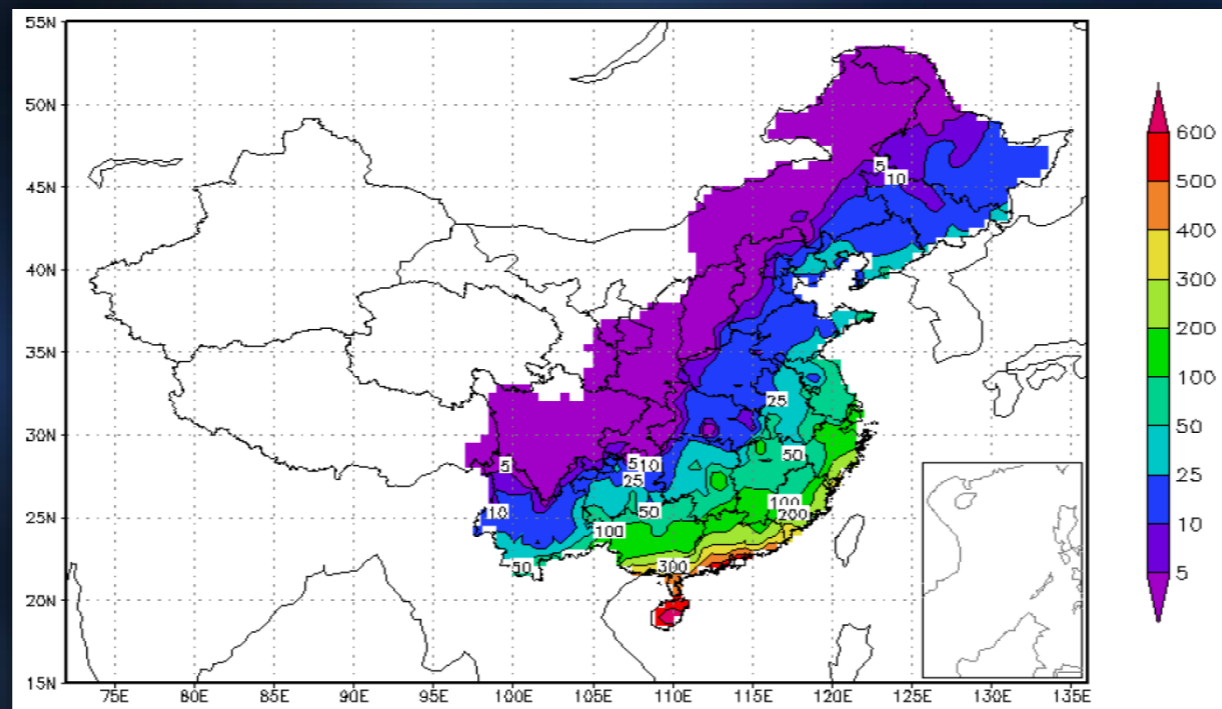
1949-2003年多年平均台风降雨量 (mm)

台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国

✓ 台风年平均降雨量

- 华南和东南沿海 $\geq 200\text{mm}$
- 海南和珠三角 $\geq 500\text{mm}$, 海南 $\geq 700\text{mm}$
- 长江以南 $\geq 50\text{mm}$, 长江以北 25~50mm



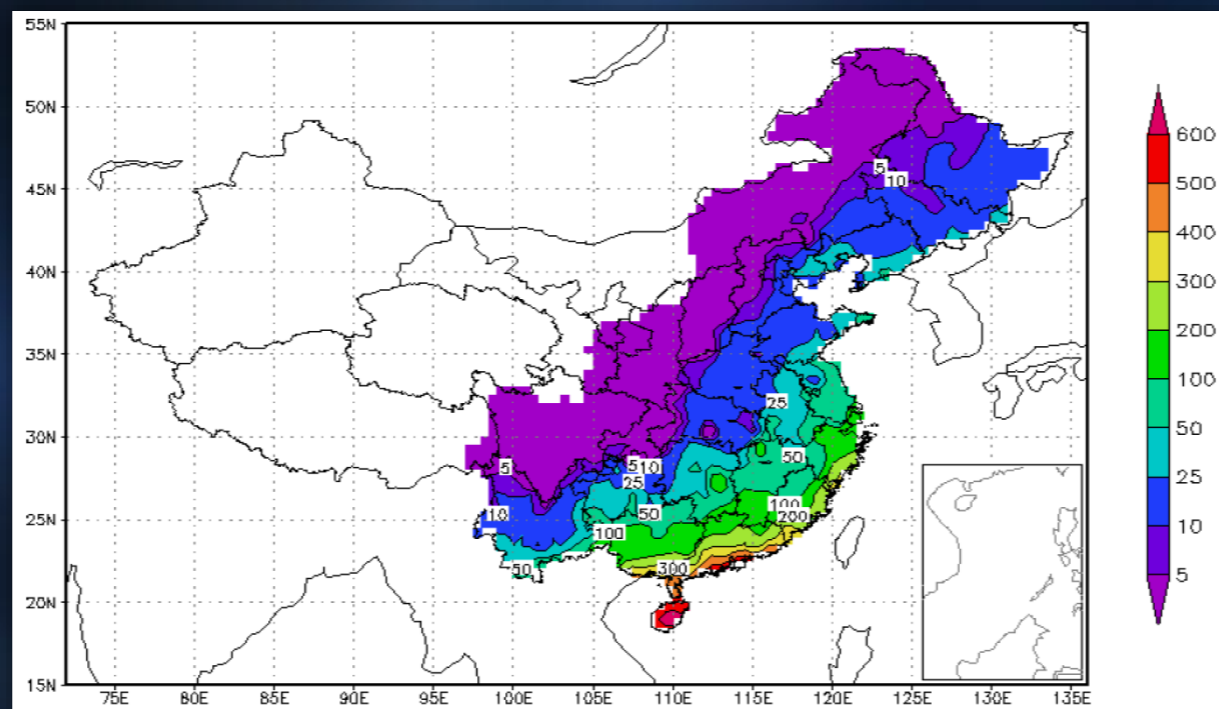
1949-2003年多年平均台风降雨量 (mm)

台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国

✓ 台风年平均降雨量

- 华南及东南沿海台风降雨量般占全年的10%以上
- 海南、雷州半岛、珠江口附近及广东东部沿海地区达30~40%



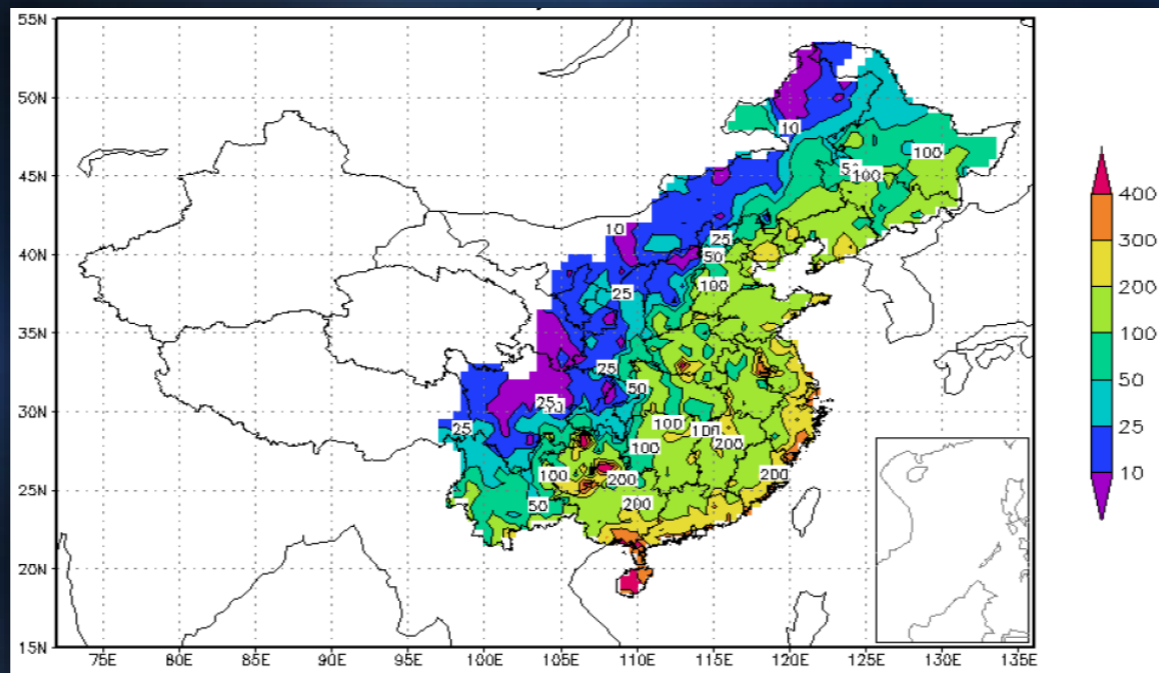
1949-2003年多年平均台风降雨量 (mm)

台风暴雨概况

● TC rainfall climatology: 中国

✓ 台风日降雨历史极值

- 华南、东南、华东和华北沿海 $\geq 200\text{mm}$
- 海南 $\geq 400\text{mm}$
- 内陆 $\leq 50\text{mm}$, 其余大部 $\geq 100\text{mm}$



1949-2003年最大24小时台风降雨极值 (mm)

台风暴雨概况

- **TC rainfall climatology: 中国**

- ✓ **台风平均最大过程降雨**

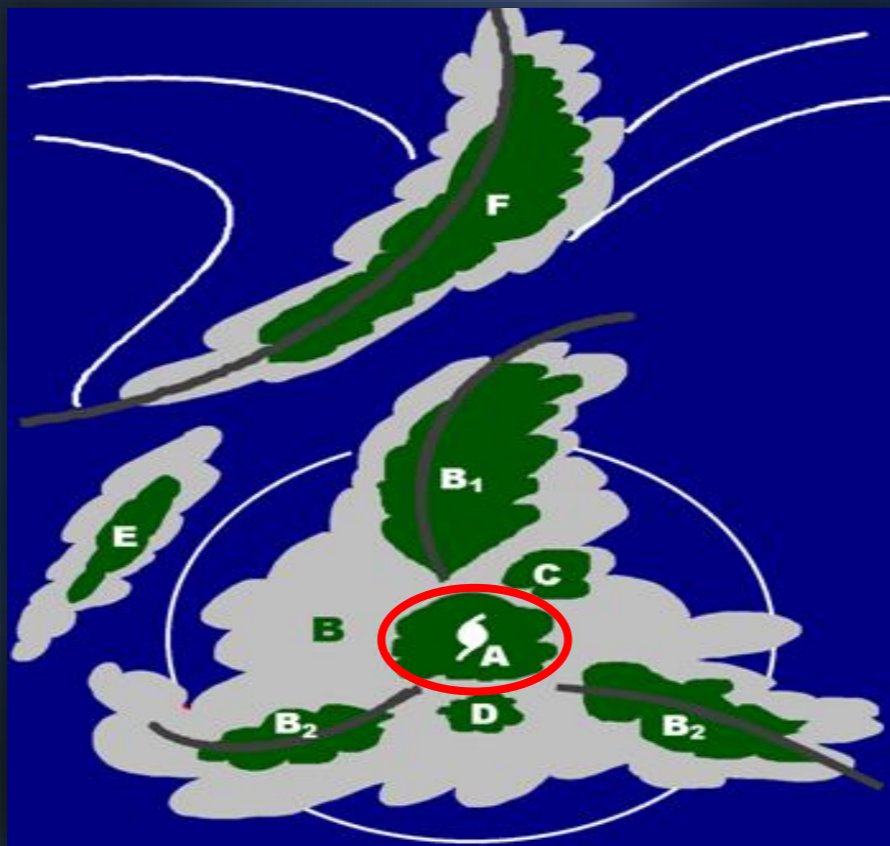
- **最大过程降雨出现在8~9月**
- **7~8月，强降雨站次最多**
- **登陆福建台风过程雨量最大，强降雨站次最多，浙江次之，均超过登陆台风最多的广东**
 - **华东两省沿海山脉地形近乎与海岸线平行，强烈地形辐合作用导致暴雨增幅**
 - **广东境内较高的山脉主要分布于南岭，沿海地区地势相对较低**

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风核心区暴雨（图中A区域）



台风中的降雨系统

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风核心区域暴雨（A）

台风核心区暴雨强度与其强度有关（陈瑞闪，2002）

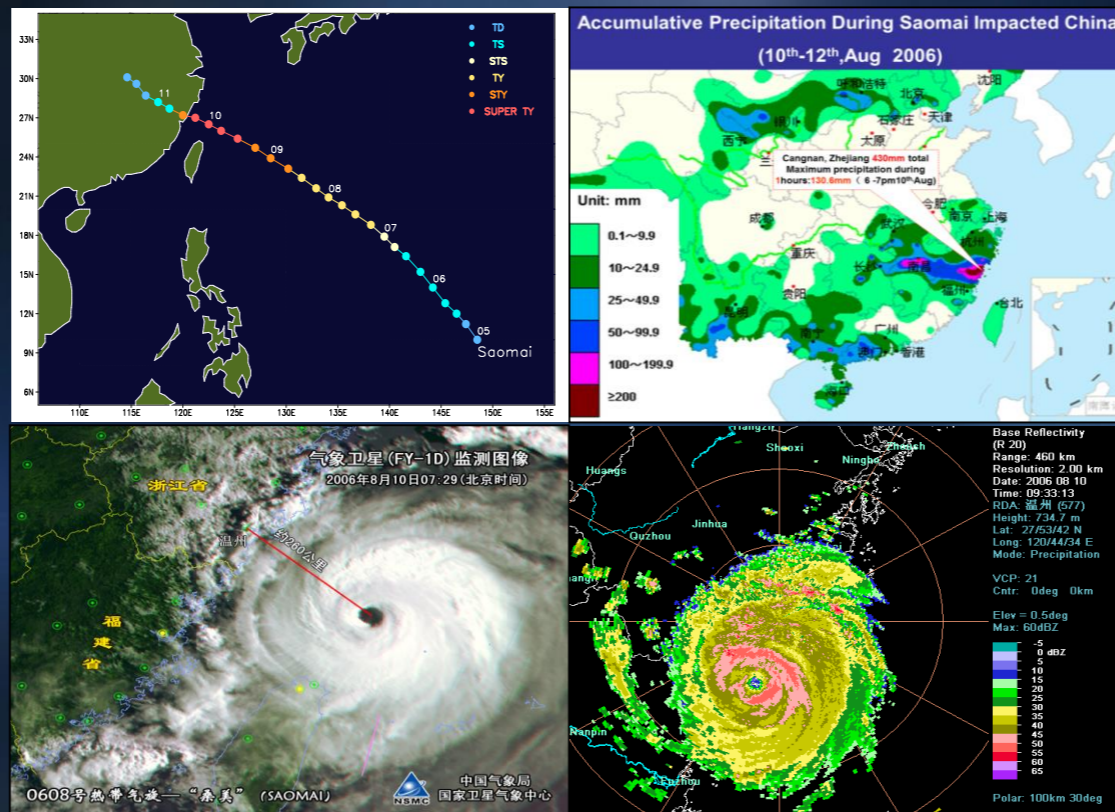
- 台风以上，雨量 > 300mm 概率0.452，> 600mm 概率0.129
- 强热带风暴，101~300mm，概率0.571
- 热带风暴，101~300mm，概率0.429
- 登陆点附近一般均有100mm以上降水，移速很快台风除外，如8304号台风Wayne和9615号台风Sally，登陆强度均很强，但移速很快，登陆点附近雨量仅50-60mm

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类 (陈联寿等, 2010)

- ✓ 台风核心区暴雨



台风个例 — 超强台风“桑美”(0608)

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 螺旋云带或外围暴雨（图中 B_1 和 B_2 区域）



台风中的降雨系统

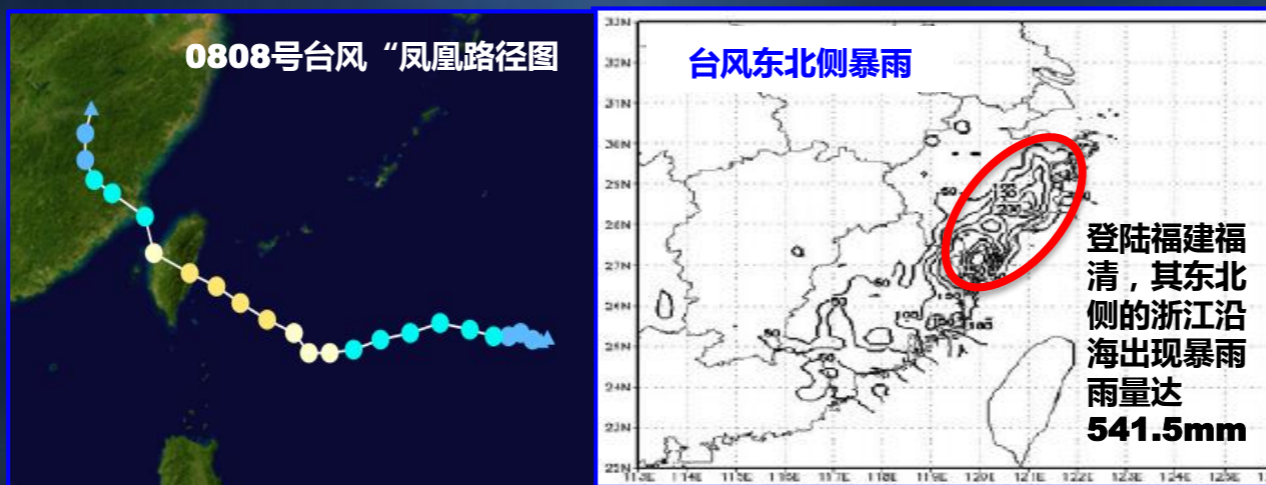
台风暴雨概况

● 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

✓ 螺旋云带或外围暴雨（图中B₁和B₂区域）

- 暴雨出现在台风倒槽（B₁）或较强的风切变线附近（B₂），可出现在台风东北侧、西-西北侧、东南侧和西南侧，暴雨落区与台风结构和环境场影响有关，
- **东北侧暴雨**：螺旋雨带主要是集中在台风前半部，后半部螺旋雨带较弱，登陆后雨势迅速减弱。



0808号台风“凤凰”路径（左）和7月28日08时至29日20时暴雨分布（右）

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

- 台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 螺旋云带或外围暴雨（图中B₁和B₂区域）

- 暴雨出现在台风倒槽（B₁）或较强的风切变线附近（B₂），可出现在台风东北侧、西-西北侧、东南侧和西南侧，暴雨落区与台风结构和环境场影响有关，
 - 东北侧暴雨：螺旋雨带主要是集中在台风前半部，后半部螺旋雨带较弱，登陆后雨势迅速减弱
 - 西南侧暴雨：台风后部有强西南气流伴随，台风前半圆螺旋雨带较弱，西南风急流携带大量暖湿水汽，为台风后部暴雨提供充沛水汽来源和不稳定能量

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

✓ 中小尺度系统或不稳定降水暴雨（图中C和D区域）



台风中的降雨系统

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

 - 台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

 - ✓ 中小尺度系统或不稳定降水暴雨

 - 1519号台风“龙王” 2005年10月2日登陆厦门，其北侧福州地区出现罕见局地特大暴雨，引发严重山洪灾害和城市渍涝，造成重大人员伤亡和财产损失
 - 大暴雨分布在不到1万平方公里区域，24h累积降水最大达331mm
 - 此类暴雨预报难度很大，与冷空气侵入和地形作用有关



1519号台风“龙王”给福州带来的破坏

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台前飚线暴雨（图中E区域）



台风中的降雨系统

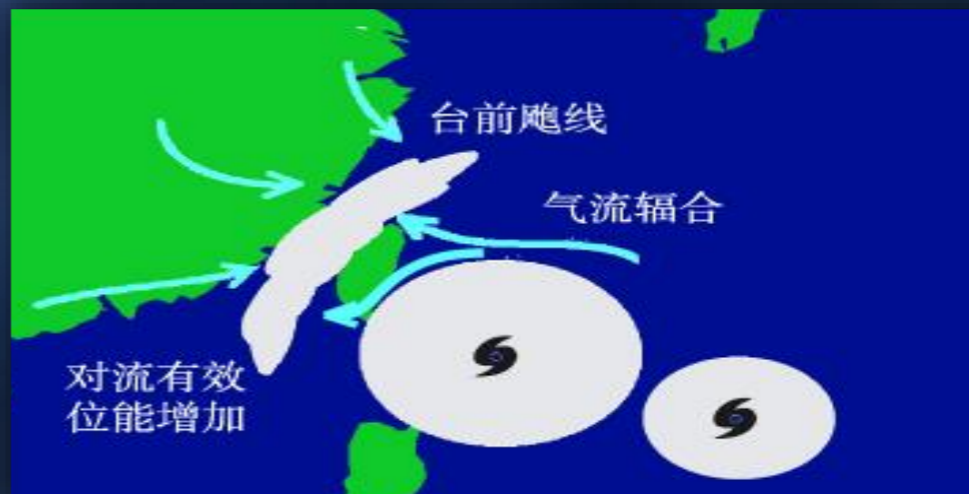
台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台前飚线暴雨

- 台风影响前，其前方100-200km处有辐合线存在
- 台风靠近，辐合线南侧的东南气流加强，辐合和不稳定能量加强，激发飚线发展和暴雨产生
- 低空强辐合和抬升、充沛水汽、强的不稳定层结是台前飚线生成的有利条件
- 触发机制为低层中尺度锋生、辐合或汇流，而非天气尺度强迫



台前飚线的形成

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨（图中F区域）



台风中的降雨系统

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨

- 台风暴雨发生在台风范围外，距台风300km以上
- 暴雨与台风存在内在的物理联系
- 台风水汽通道在有利大气环流背景下与中纬度系统（西风槽、低涡、弱冷空气等）相互作用使中纬度地区暴雨突然增幅

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨

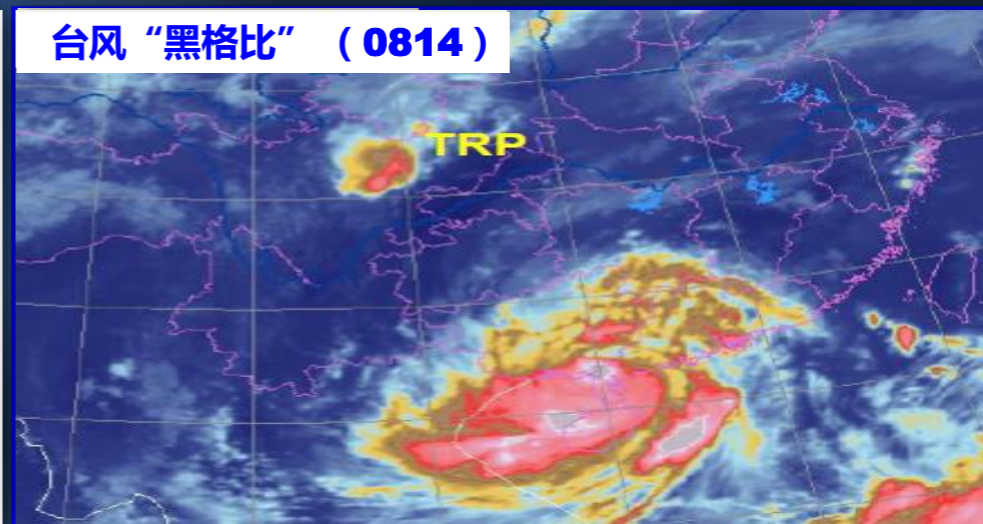
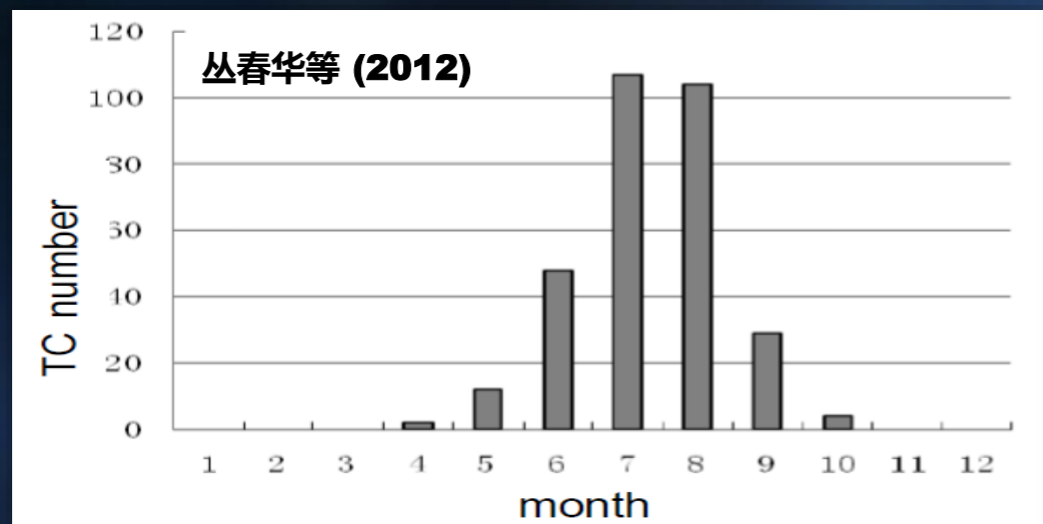
- 影响范围、持续时间，降水量往往不小于台风环流主体所经地区的雨量
- 有利大气背景下，任何台风均可引发远距离暴雨
- 近海或登陆台风减弱后的气旋性环流，有时也可产生远距离暴雨，且往往因台风强度减弱，对其降水影响估计不足，易造成暴雨漏报

台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨 – 月际分布

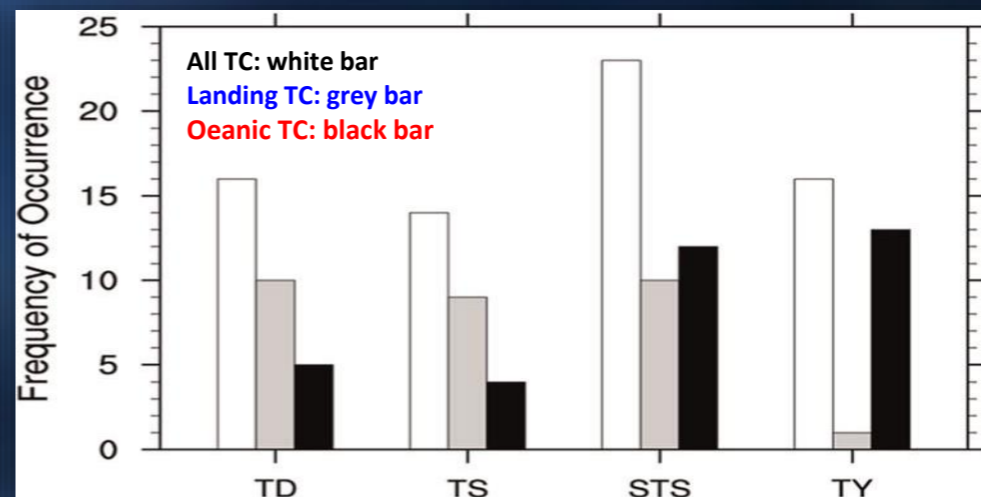
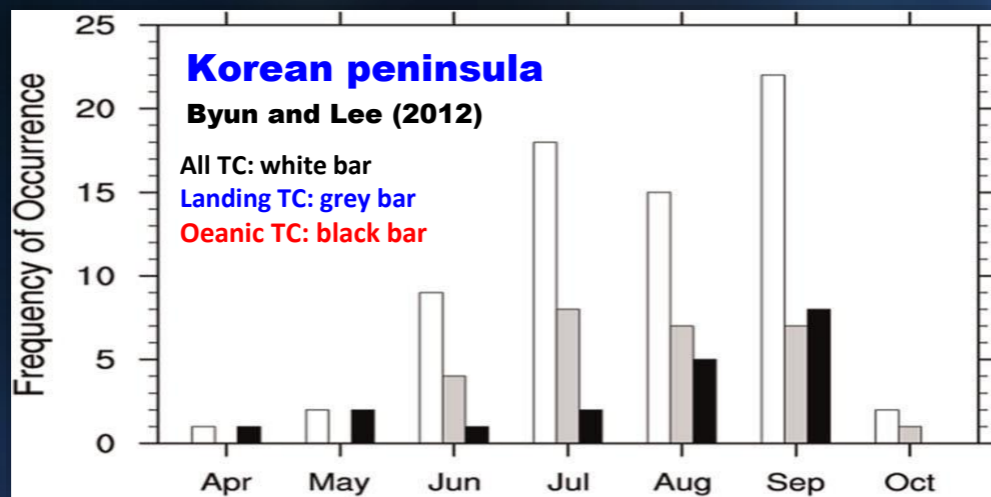


台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨 —— 韩国



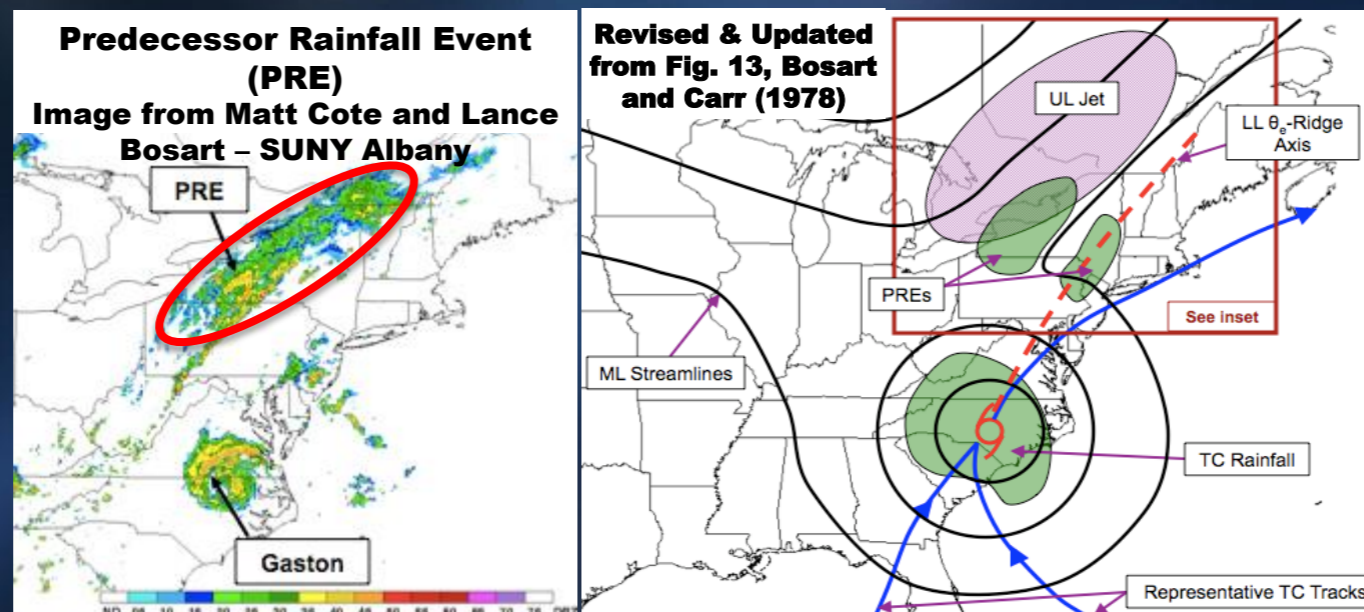
台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨

-- Predecessor Rainfall Events (PREs) in USA



- Moisture transport well ahead of TC itself
- Coherent area of rain displaced north of the TC (near a front or over terrain)

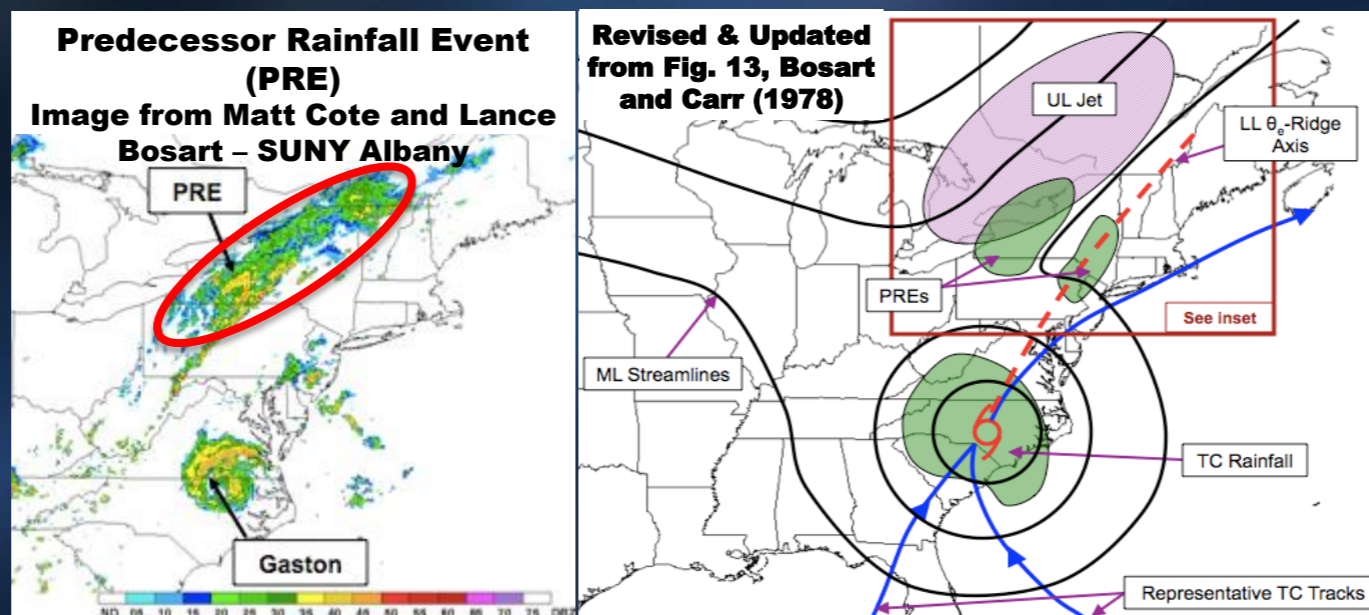
台风暴雨概况

- 台风暴雨的基本类型

台风暴雨可分六类（陈联寿等，2010）

- ✓ 台风远距离暴雨

-- Predecessor Rainfall Events (PREs) in USA

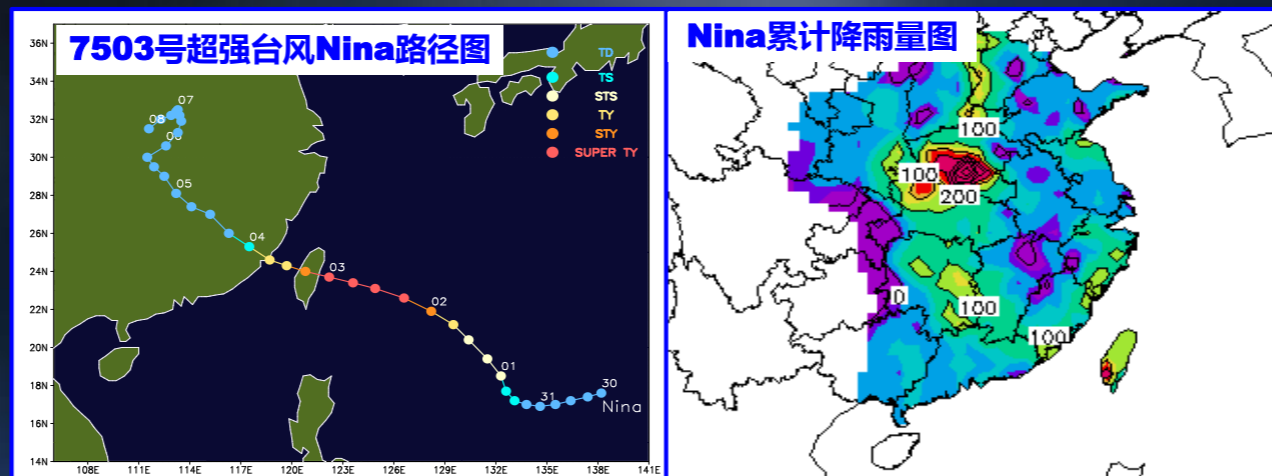


- Maximum rainfall rates can exceed 200mm in 24h
- Occurs for approximately 1 of 3 landfalling TCs in U.S.

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ “75.8” 特大暴雨

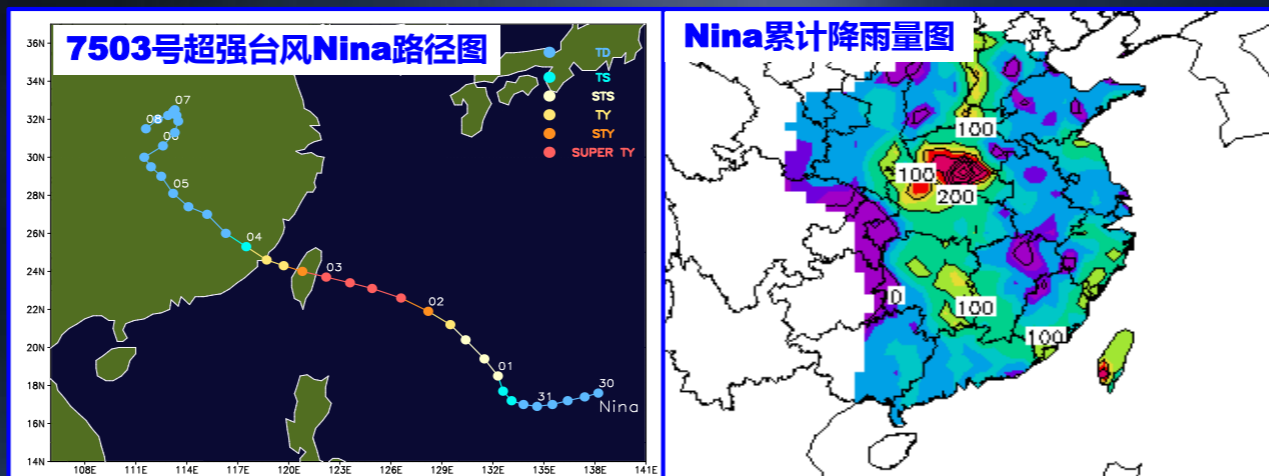


- 我国大陆24小时雨量最大记录，河南驻马店林庄过程雨量 1631mm，24h雨量1062mm
- 河南驻马店板桥和石漫滩2座大型水库、竹沟和田岗2座中型水库及58座小型水库垮坝溃决

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ “75.8” 特大暴雨



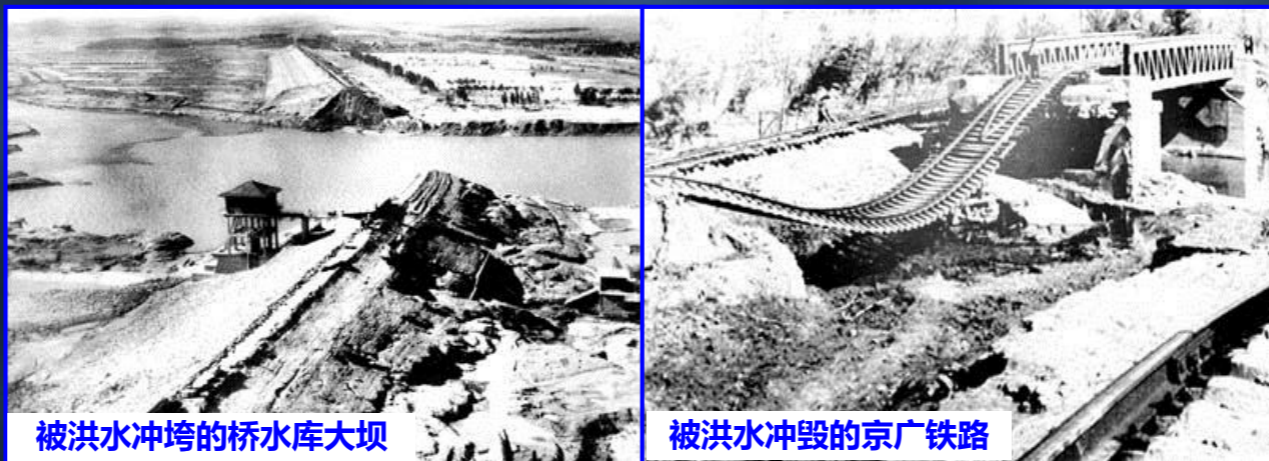
- 河南29个县市1100万人受灾，1700万亩农田被淹，超过2.6万人罹难，房屋倒塌596万间，京广铁路遭冲毁102公里，中断行车18天
- 经济损失近百亿元，为世界最大水库垮坝惨剧

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ “75.8” 特大暴雨

- 喇叭口地形、变性作用、中小尺度系统（含龙卷）、饱和湿地反馈以及高空辐散等的共同作用
- 一个弱的热带低压可以下比超强台风更大的雨
- 登陆台风残涡（**Remnant**）在陆上的维持不消和停滞，常常潜伏着特大暴雨的危险



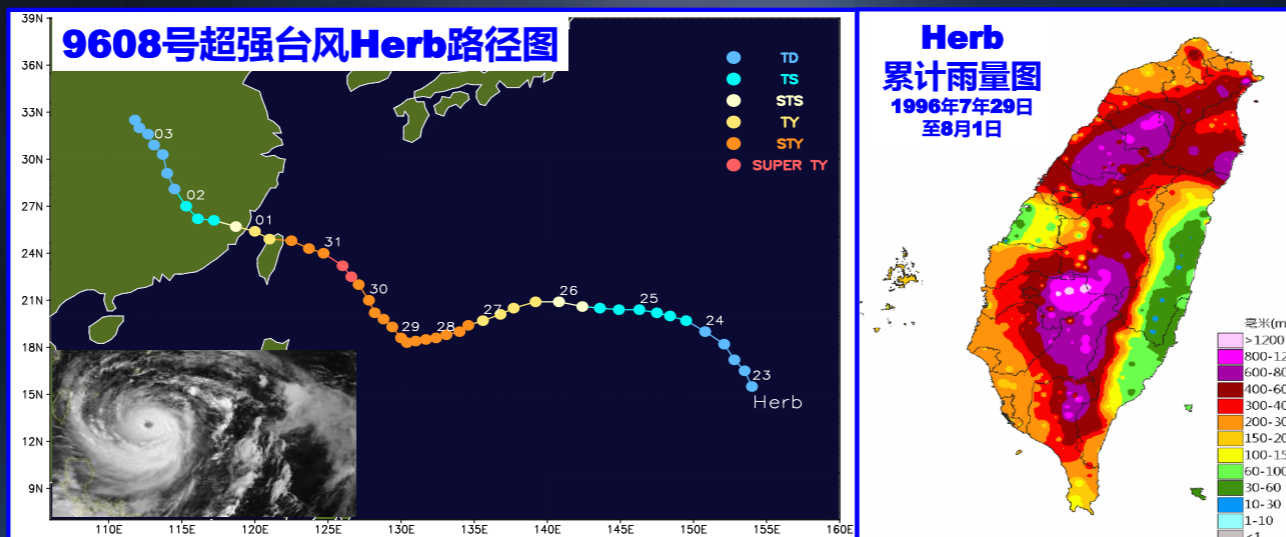
被洪水冲垮的桥水库大坝

被洪水冲毁的京广铁路

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 台风Herb (9608)

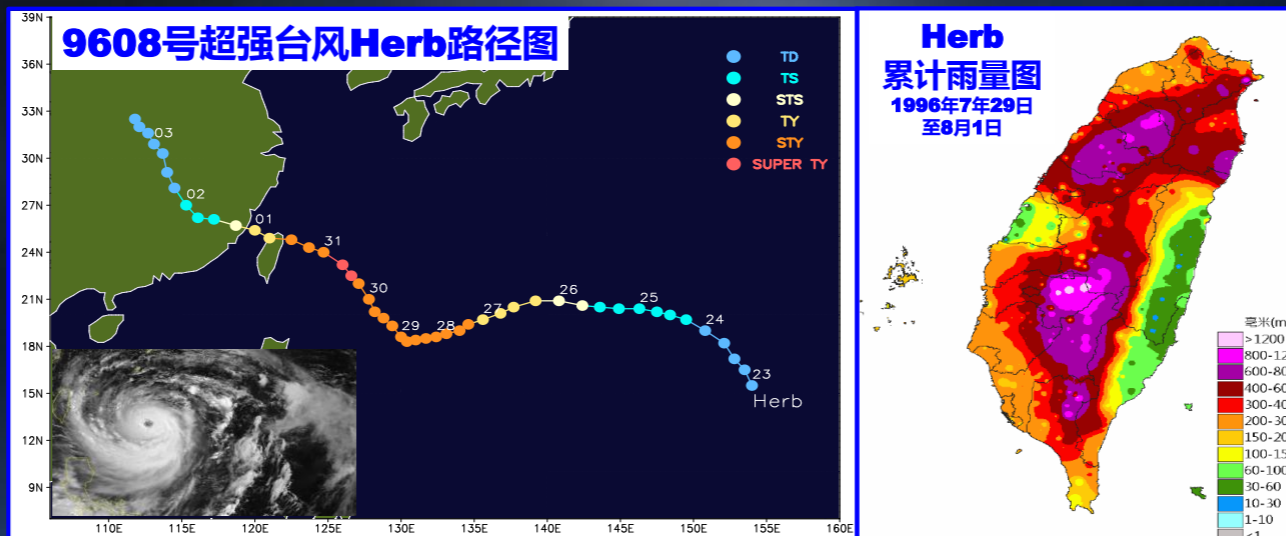


- 典型的“西北台”，1996年7月31日登陆台湾基隆，登陆时中心附近最大风速有45米/秒，中心附近最低气压950hPa
- 7月31日至8月1日，台湾南投、阿里山及桃竹苗雨量超过1000mm，阿里山降雨量1987.0mm

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 台风Herb (9608)

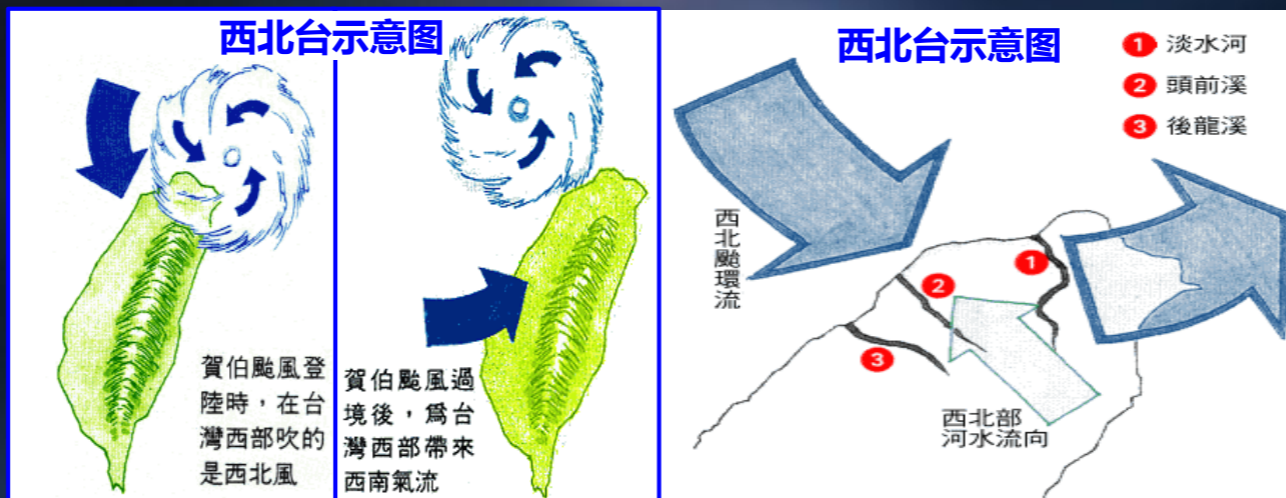


- 阿里山24h雨量达**1748.5mm**，为我国日降雨量第**1极值**，逼近1966年南印度洋热带气旋**Denise**创下的**1825mm**的世界纪录
- 台湾南投山区及阿里山地区遭受重创，全台因灾死亡或失踪**73人**

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 台风Herb (9608) --- 西北台

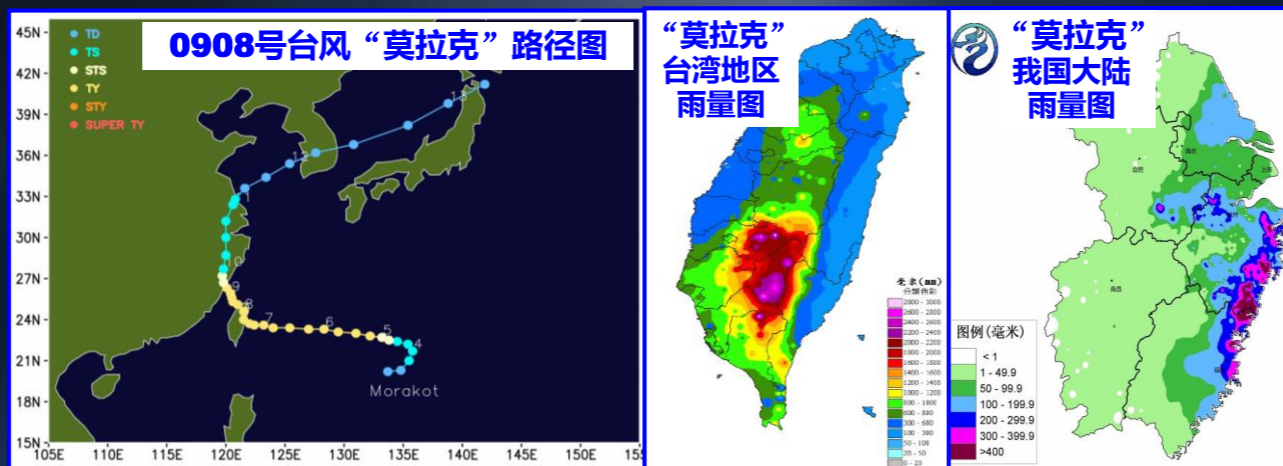


- “西北台”指台风从台湾以东海面向西北方向移动，中心通过基隆与彭佳屿间海面，台湾北部及西部多吹西北风，受地形影响，台湾北部及中部易出现剧烈强降雨，又因风向与海岸线垂直，使积水不易退去，甚至引起海水倒灌，常导致台湾地区出现严重风灾与水患
- 由于吹的是西北风故称为“西北台”

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 2009年“莫拉克”（0908）风灾

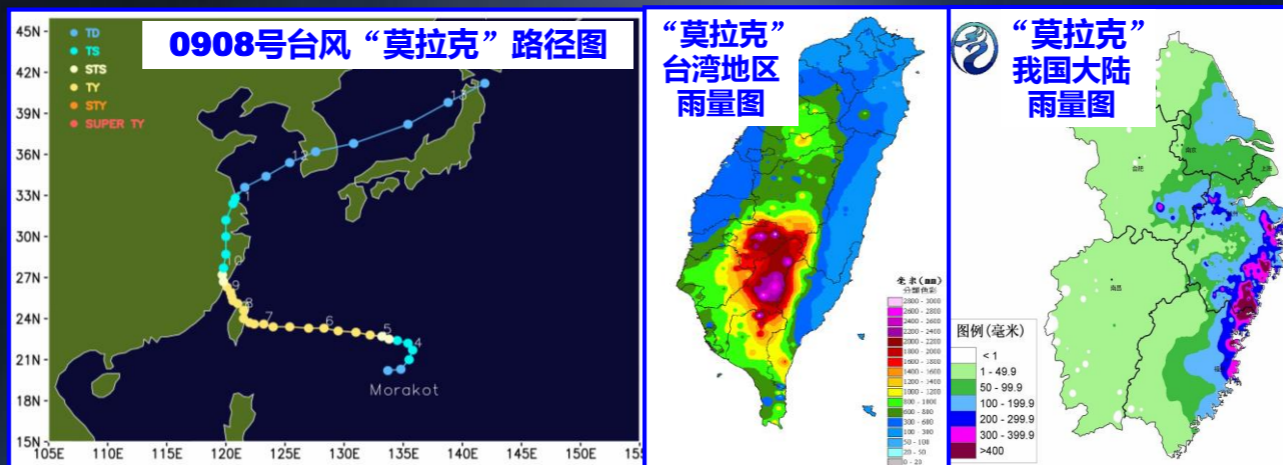


- 台湾中南部和东部出现极端强降雨，阿里山6天（8月5日至10日）累计雨量达3059.5mm，**24h最大日降雨1623.5mm**，为我国日降雨量的第三极值
- 台湾南部和东部出现50年来最严重的水灾，高雄甲仙乡小林村等4个村遭泥石流淹没，全台因灾死亡或失踪699人

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 2009年“莫拉克”（0908）风灾

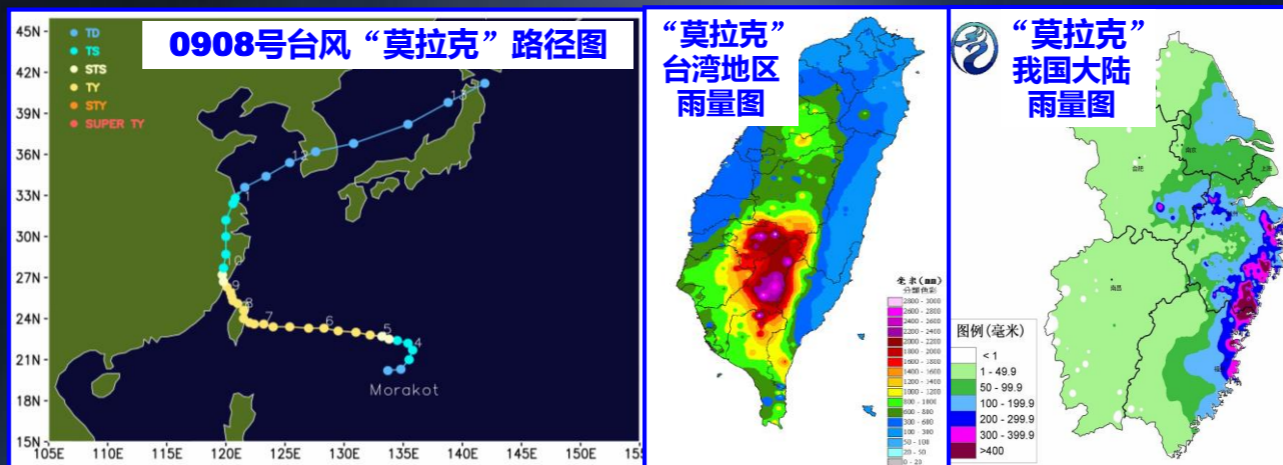


- 闽东、浙、苏中南及皖南暴雨或大暴雨，局地特大暴雨，浙江泰顺九峰和福建柘荣乍洋雨量达1250和734.4mm，九峰24h雨量高达750mm
- 浙江泰顺九峰、福建柘荣乍洋过程雨量均超两省最高记录

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 2009年“莫拉克”（0908）风灾

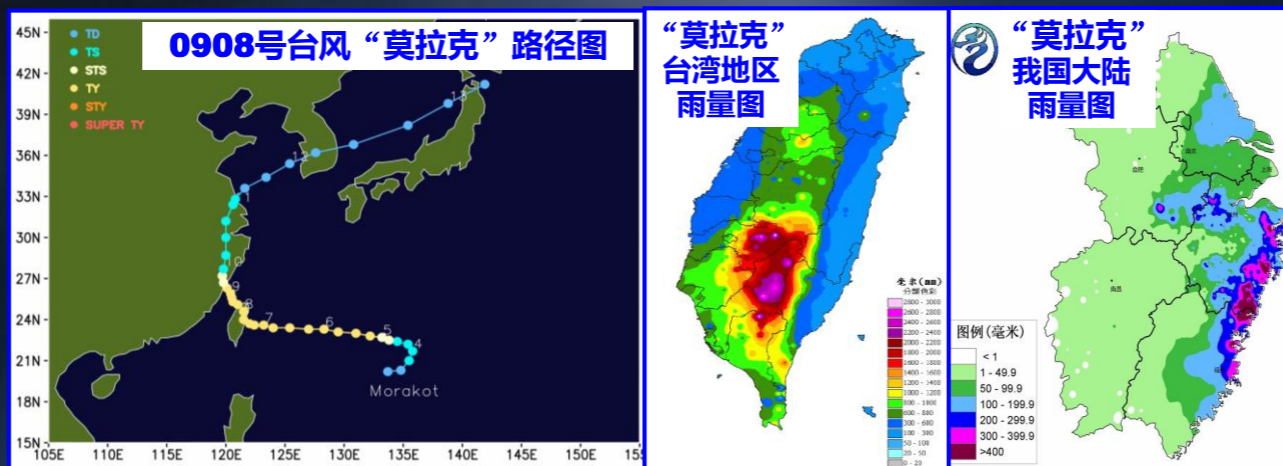


- “莫拉克”主要特点是登陆台湾前后移速突然减慢，移向北折，雨量极大，这与西南季风以及台湾地形有关
- “莫拉克”与“天鹅”相互作用是其发生突变现象的重要原因

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 2009年“莫拉克”（0908）风灾



- “莫拉克”台湾岛及附近海域停滞少动的主要原因

- ① 登陆台湾岛前后，东西两侧均为强大反气旋所控制，东西两侧高压掣肘，引导气流偏弱
- ② 受0907号台风“天鹅”和其东侧新生成的热带低压（0909号台风“艾涛”）制约

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ 2009年“莫拉克”（0908）风灾

“莫拉克”风灾前的小林村



“莫拉克”风灾过后的小林村



台湾地区领导人道歉



不敞口水？吳德榮退休

不敞口水？吳德榮退休

台湾地区气象部门气象预报中心主任辞职

吳離開最愛 幾度欲言又止... 氣象局長羊任動：國家的損失

【本報記者 台北報導】打雷、颱風又來，這股災情多災、多難，當時吳德榮就辭職去意已定，但被國家「硬留」在氣象局。吳德榮在氣象局工作多年，他對於氣象工作有著深厚的感情。然而，在這次災情中，他感到自己無法保護好台灣人民的安全，因此決定辭職。氣象局長羊任動表示，吳德榮的辭職是國家的損失，但他理解吳德榮的心情，並希望他能保重身體。吳德榮在辭職信中寫道，他將永遠關心台灣的氣象事業，並希望國家能從這次災情中吸取教訓，提高防災能力。

象難測 更難測

監委約談 讓他鐵了心離開

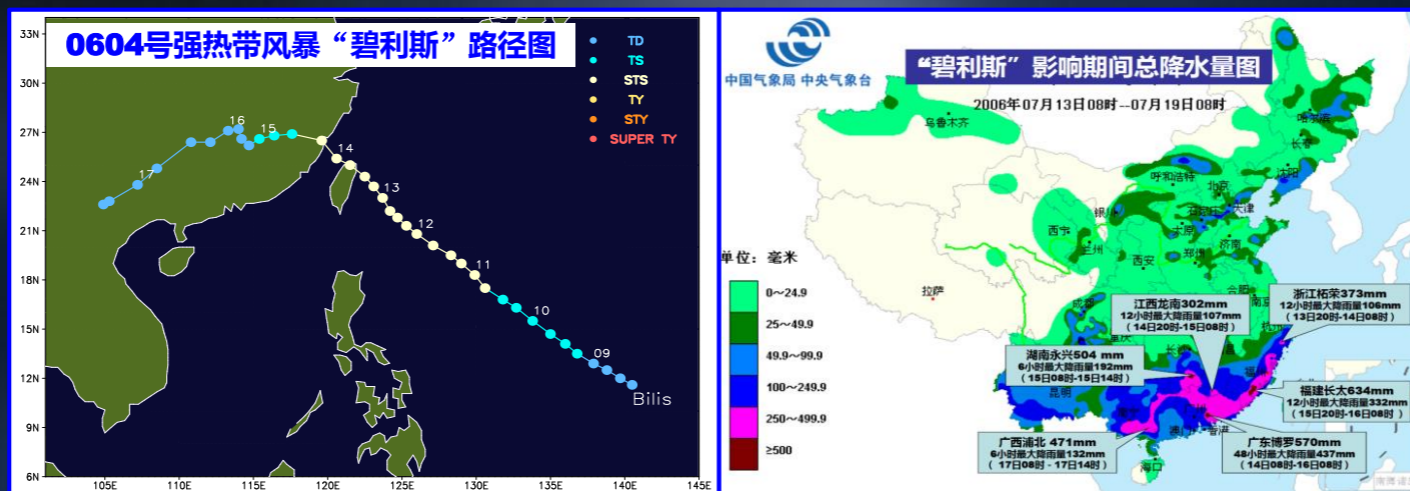
為了風災 母披輻一週 預報芭瑪 成了特別之作

【本報記者 台北報導】氣象局局長羊任動在這次災情中，面臨了前所未有的挑戰。他必須在極短的時間內做出正確的決策，以確保人民的安全。然而，氣象預測本身就是一個極其複雜的科學問題，在這次災情中，預測的準確性更是一個巨大的考驗。羊任動表示，他將繼續努力，提高氣象預測的準確性，為台灣人民提供更好的服務。同時，他也呼籲社會各界能更加關注氣象事業，共同提高台灣的防災能力。

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ 2006年南方大水 -- 强热带风暴“碧利斯” (0604)

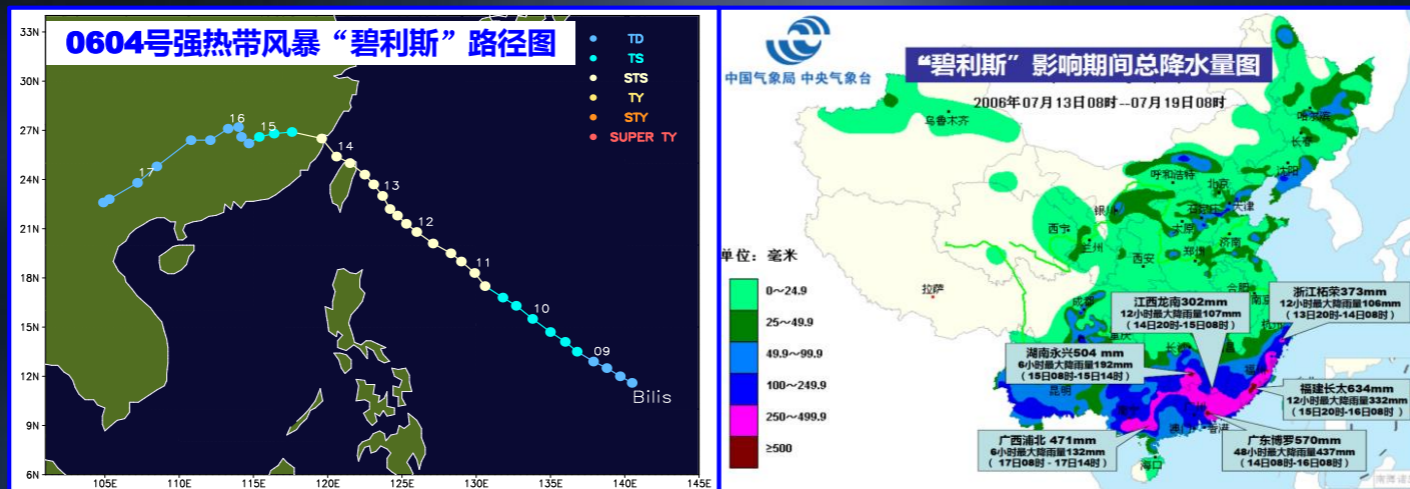


- 7月13-19日, 台、闽、浙、赣、湘、粤、桂等省(区)普遍出现强降雨, 福建长泰、广东潮州凤凰镇和博罗、湖南永兴以及广西浦北过程雨量分别达634、597.7、570、504和471mm, 湖南宜章、郴州和永兴以及广西浦北、金秀和阳朔24h日降雨量分别为220.7、217.8、216.4、376.0、289.0和194mm, 均刷新历史记录

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 2006年南方大水 -- 强热带风暴“碧利斯” (0604)

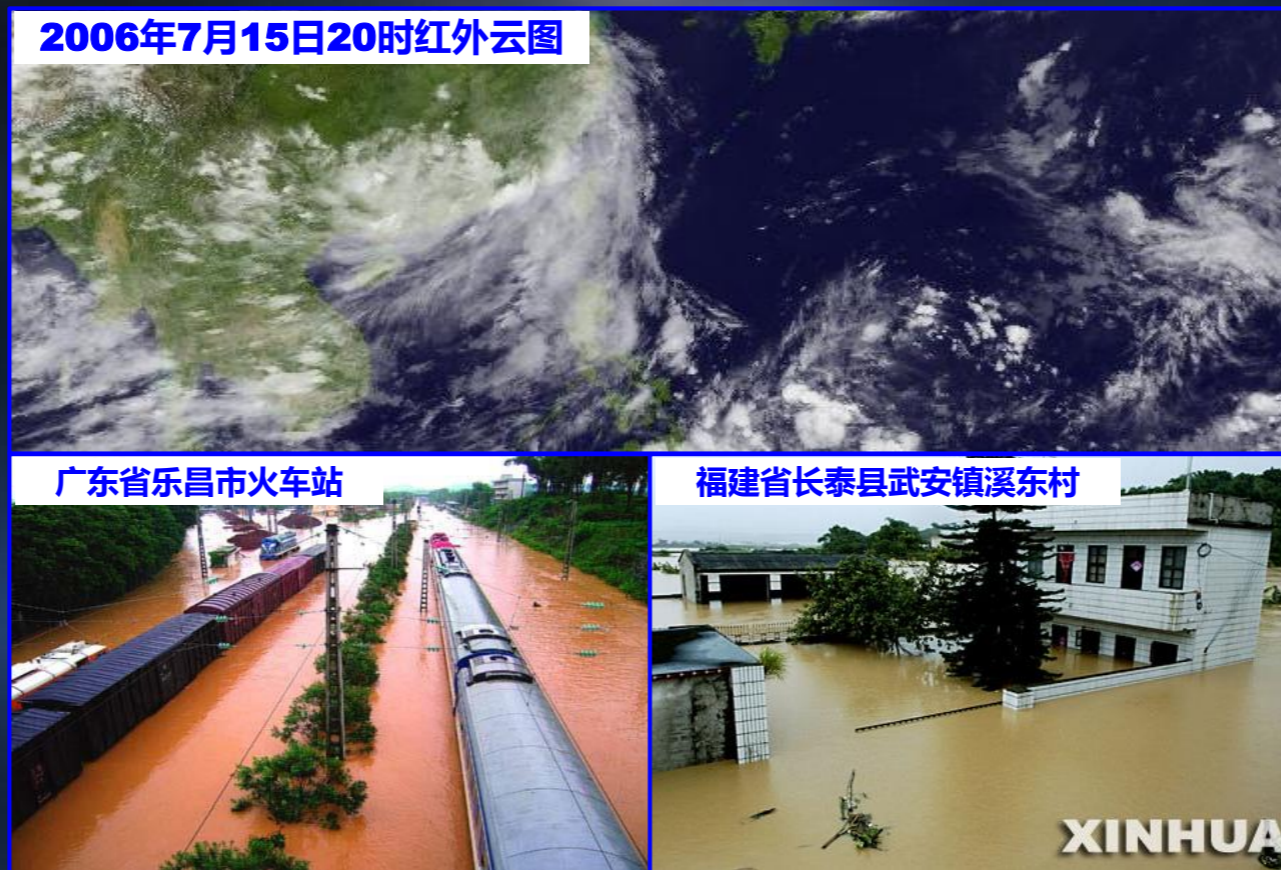


- 闽、粤、湘、桂、浙、赣等省**3194.04**万人受灾，因灾死亡**843**人（湖南**526**人），经济损失达**348.29**亿元

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 强热带风暴“碧利斯”(0604) -- 2006年南方大水

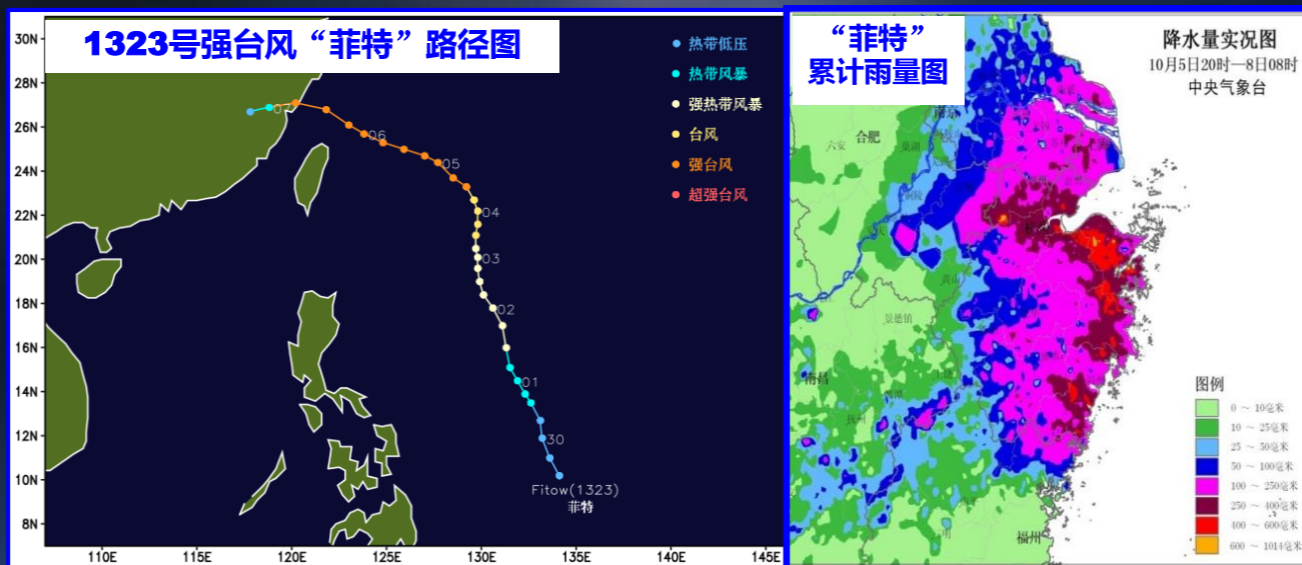


- “碧利斯”登陆后转向偏西或西南方向移动，与西南季风涌（**Monsoon Surge**）相互作用获得水汽潜热能量，陆上维持不消，致使我国华南和江南南部出现持续性强降雨

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ **1323号强台风“菲特”(1323) -- 浙江余姚水灾**

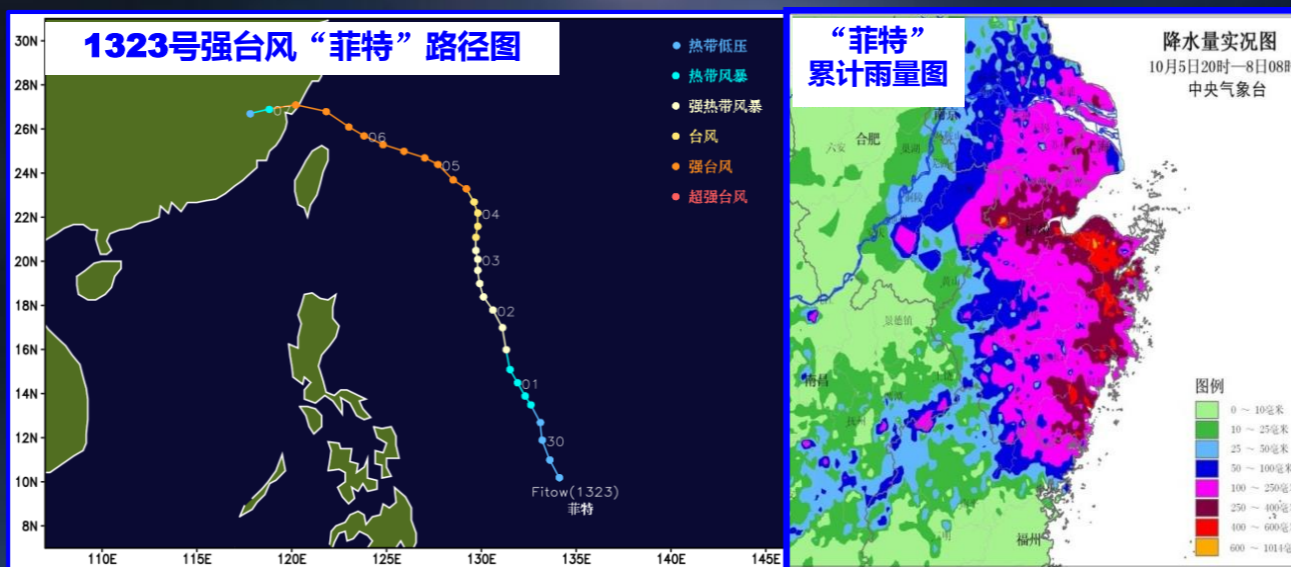


- **10月5日20时至8日8时，苏东南、沪、浙北、浙东、闽东北降雨200-350mm，浙北和浙东部分地区400-600mm，浙江安吉天荒坪达1014mm、象山黄泥桥778mm**
- **7日浙江省日平均雨量达149mm，为有记录以来的最大日平均雨量**

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ **1323号强台风“菲特”(1323) -- 浙江余姚水灾**



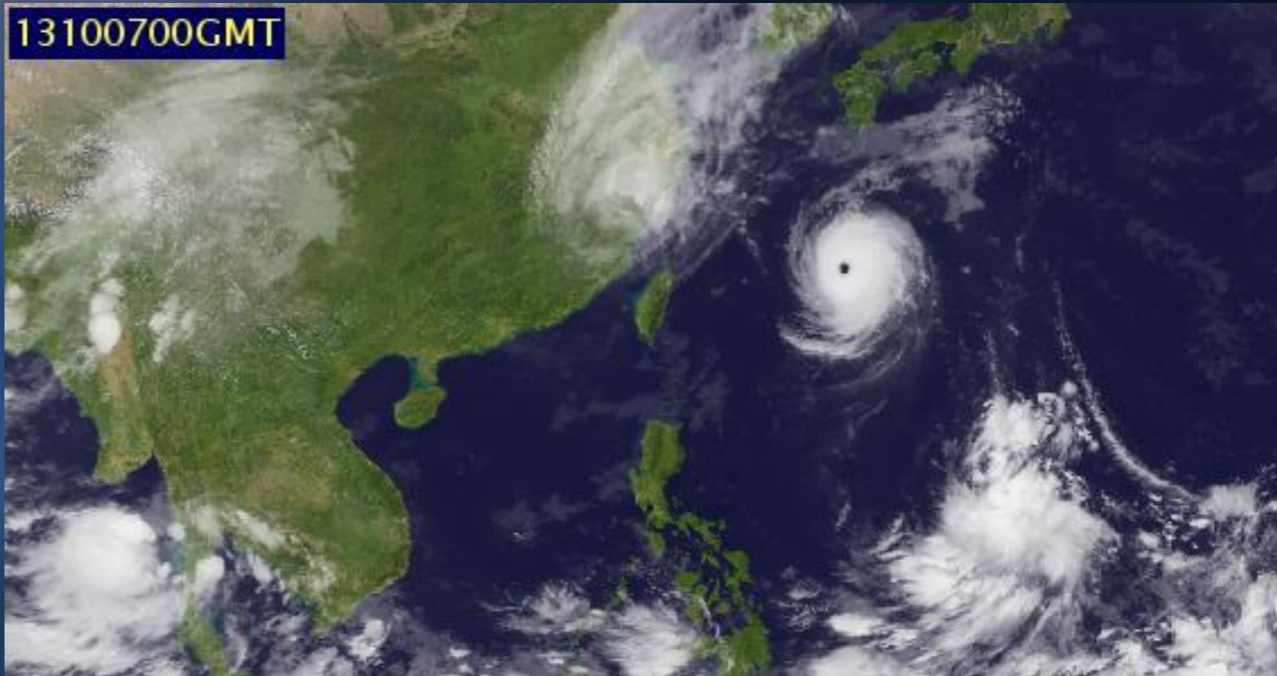
- 浙江奉化、余姚、上虞、慈溪、绍兴、杭州、宁波、湖州、瑞安等13个县（市、区）日雨量均破当地纪录，奉化日降水量397mm、余姚394mm，超百年一遇，杭州日降水量246mm，重现期为150年
- 双台风、偏东气流、冷空气等

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ **1323号强台风“菲特”(1323)** -- 浙江余姚水灾

余姚“大水围城”

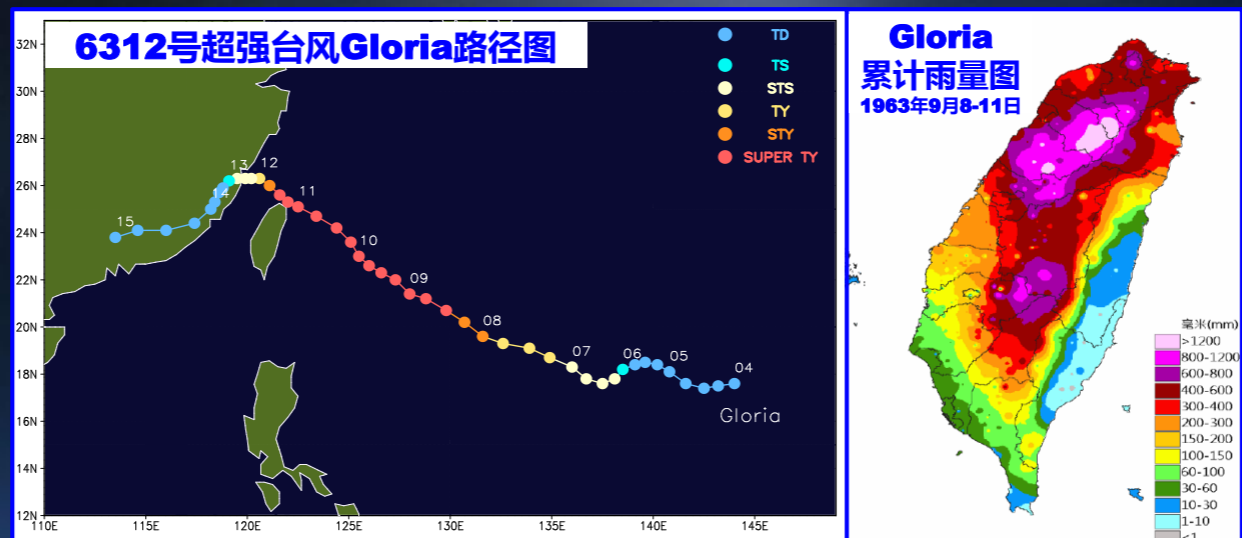


- 浙江奉化、余姚、上虞、慈溪、绍兴、杭州、宁波、湖州、瑞安等13个县（市、区）日雨量均破当地纪录，奉化日降水量397mm、余姚394mm，超百年一遇，杭州日降水量246mm，重现期为150年
- 台风本体以及双台风、偏东气流、冷空气等共同影响

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 非登陆台风极端降雨事件 --- 台风Gloria (6312)

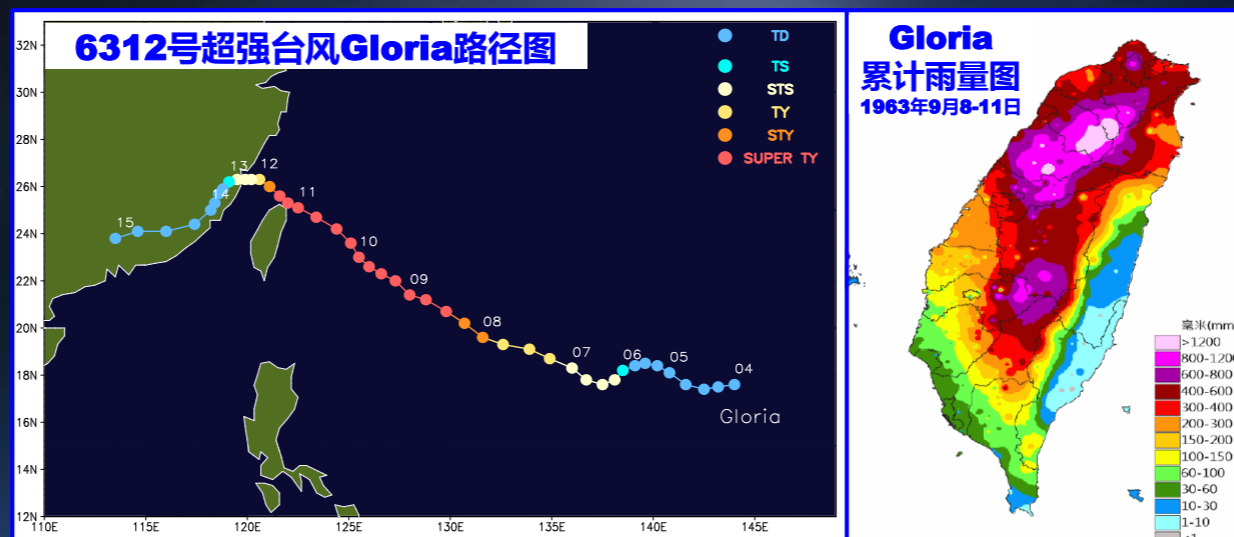


- 台湾中北部过程雨量达1700~1800mm，阿里山达1774mm，白石24h雨量1248mm，为我国日降雨量的第4极值

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ 非登陆台风极端降雨事件 --- 台风Gloria (6312)

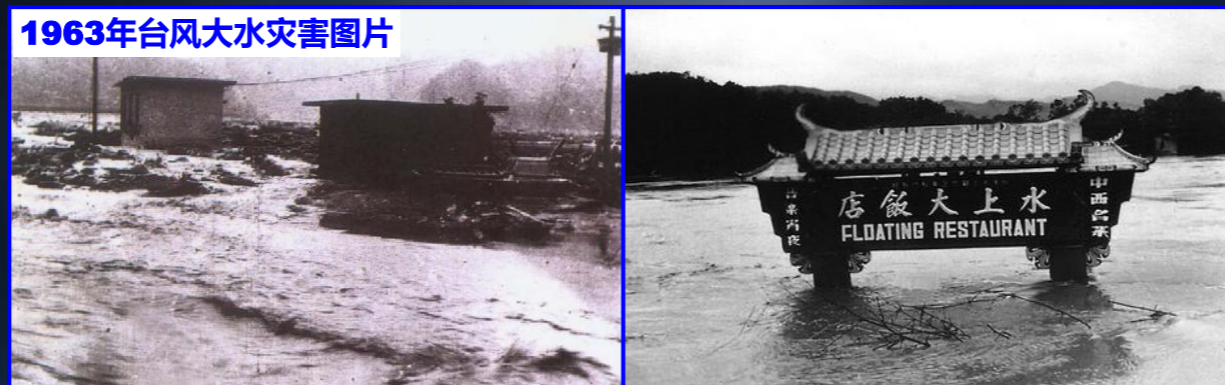


- 典型的“西北台”，虽未登陆台湾北部，风力也未对台湾地区造成严重灾害，但受地形和西南急流作用，台湾北部雨量超乎寻常，比多数登陆超强台风的大暴雨强得多，不能忽视不登陆台风的降雨

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 非登陆台风极端降雨事件 --- 台风Gloria (6312)

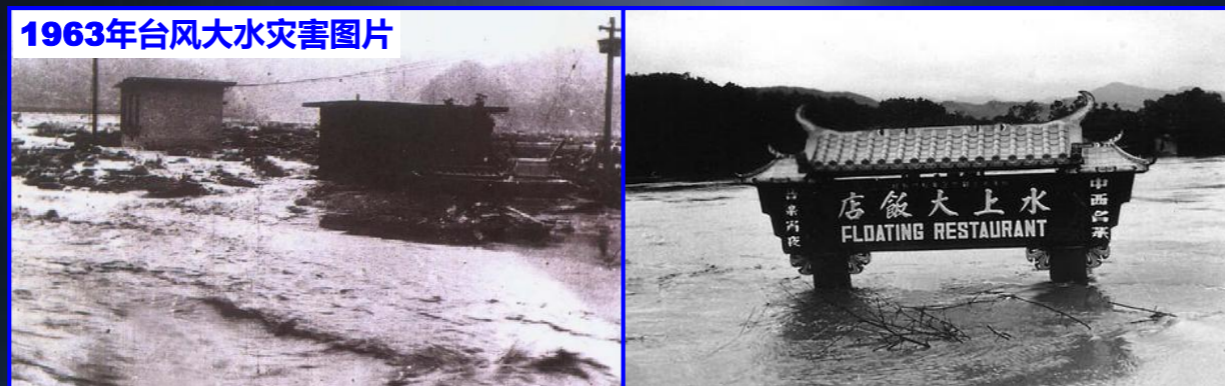


- 台湾北部发生特大洪水，因灾死亡或失踪**540**人，失踪**312**人
- **1945**年以来台湾地区仅次于**1999**年“**9.21**”大地震（**2360**人死亡或失踪）、**1959**年“**8.7**”水灾（**1075**人死亡或失踪）和**2009**年“莫拉克”风灾（**699**人死亡或失踪）的自然灾害

台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 非登陆台风极端降雨事件 --- 台风Gloria (6312)

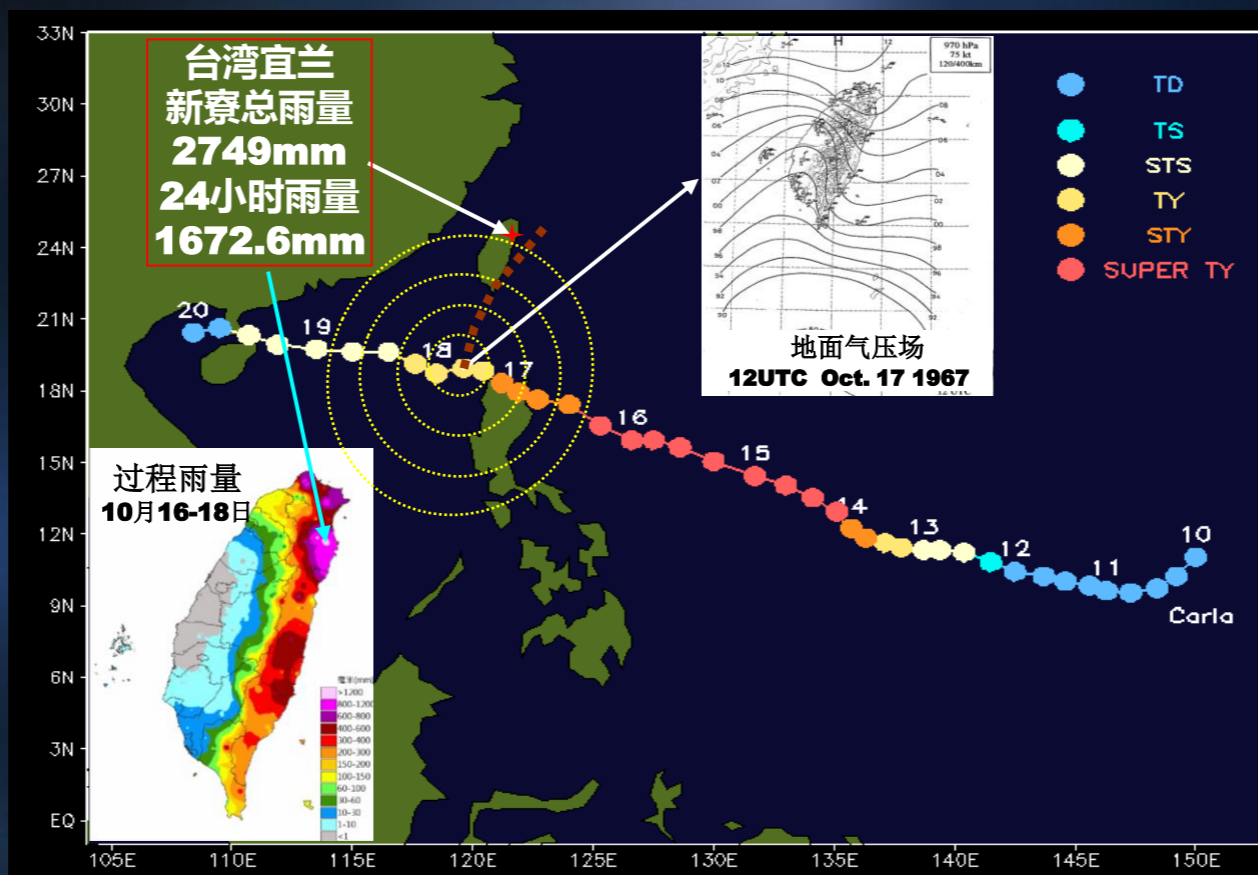


- 原台湾气象所（台湾中央气象局）所长郑子政台风官司与辞职风波及美国气象界对台风预报问题的声明和对郑子政的声援

台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

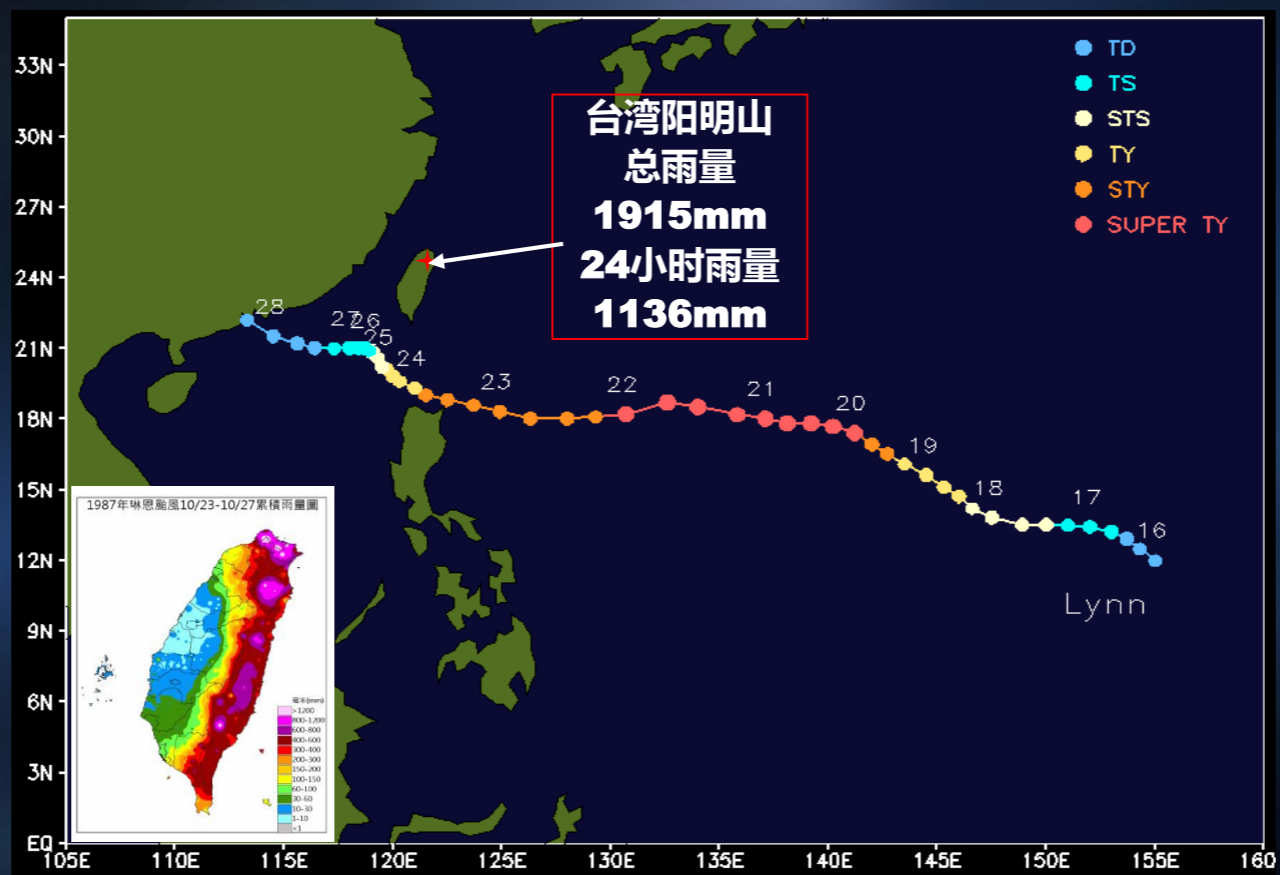
✓ 非登陆台风极端降雨事件 —— 台风Carla (6718)



台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

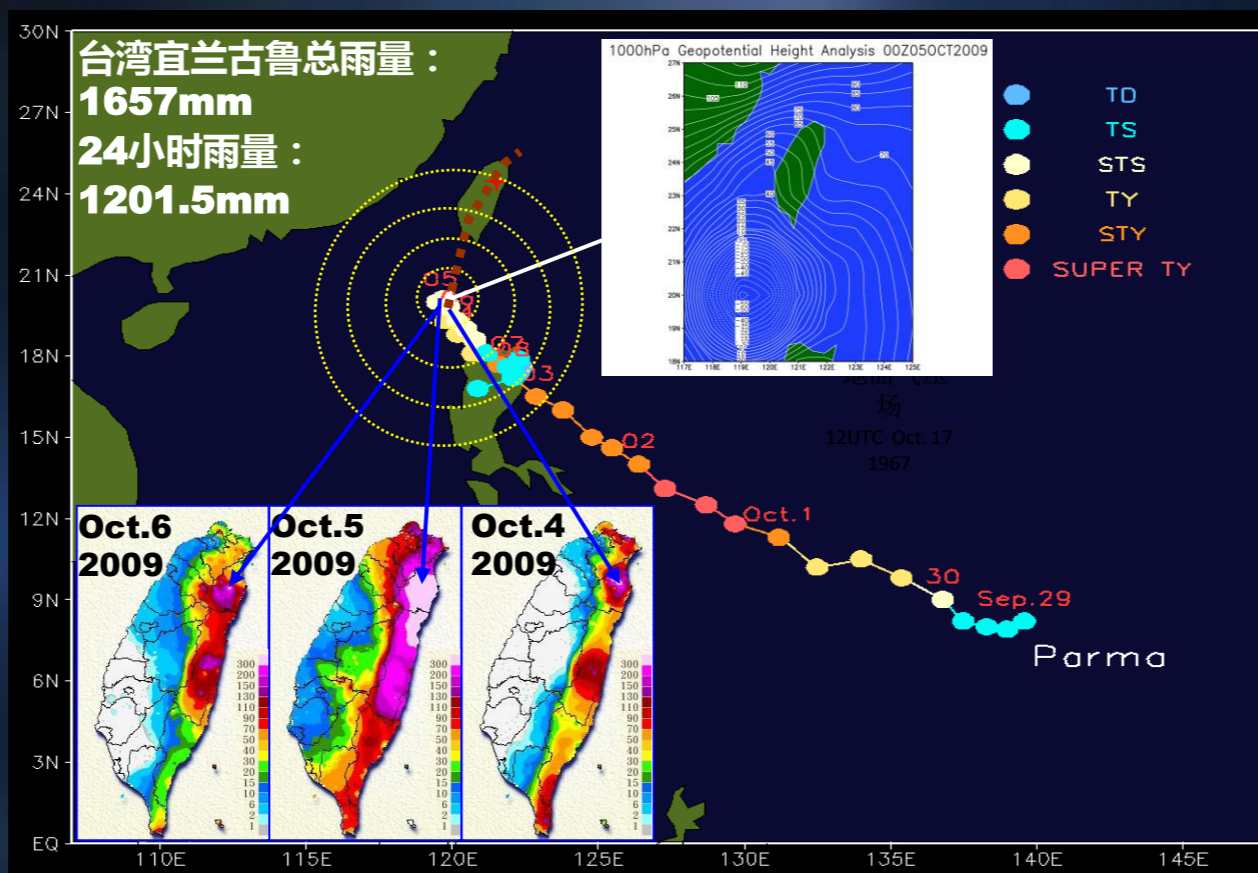
- ✓ 非登陆台风极端降雨事件 -- 台风Lynn (8719)



台风暴雨概况

● 极端暴雨个例

✓ 非登陆台风极端降雨事件 -- 台风“芭玛” (0917)



台风暴雨概况

- 极端暴雨个例

- ✓ 非登陆台风极端降雨事件 -- 台风“鲑鱼” (1013)

