

1845 — 1988 年期间厄尔尼诺事件 与我国西北旱涝

朱炳瑗 李栋梁

(甘肃省气象局, 兰州, 730020)

提 要

本文应用 1958—1988 年陕、甘、宁、青四省(区)3—9 月的降水量资料, 分析了厄尔尼诺事件当年与次年西北降水量的差异性, 结果表明在厄尔尼诺事件当年, 青海省东部、甘肃有中东部、宁夏全区和陕北降水量明显偏少, 而在厄尔尼诺事件次年明显偏多, 上述地方降水量差异是显著的。根据 Quinn 等人划分的历史厄尔尼诺事件资料及西北各省近 500 年气候历史资料, 我们分析了 1845—1957 年厄尔尼诺事件与西北旱涝的关系, 从这些定性或半定量的资料分析中可以看出, 上述结论在历史上也是成立的。特别是西北历史上的几个大旱年, 基本上出现在连续发生厄尔尼诺事件的年份中。

关键词: 厄尔尼诺事件; 旱涝; 气候变化。

一、引 言

厄尔尼诺事件不仅具有局地效应, 直接影响赤道东太平洋及其邻近地区的天气气候异常, 而且可以影响低纬和中纬度的大气环流和气候的异常变化。目前国内外的学者对厄尔尼诺事件及其影响进行了深入的研究, 增加了不少新的认识, 取得了许多很有价值的研究成果^[1-3]。我们曾利用北太平洋和赤道东太平洋海表温度资料及厄尔尼诺事件资料同我国西北及甘肃省夏季降水进行了相关分析^[4], 发现西北和甘肃省的夏季降水量的多少与赤道东太平洋海温及厄尔尼诺事件密切相关, 厄尔尼诺事件出现的当年, 青海省东部、甘肃省中部和东部、宁夏自治区、陕西省北部夏季降水偏少, 容易发生干旱。本文的目的是为了深入研究厄尔尼诺事件与我国西北旱涝的关系, 利用厄尔尼诺事件较长的时间序列资料同西北主要农业产区的历史旱涝资料进行统计分析, 以便了解历史上西北旱涝状况与厄尔尼诺事件相关的密切程度, 这对开发西北气候资源, 估计未来天气、气候趋热, 都有很重要的意义和使用价值。

二、资料和方法

Quinn 等人利用南方涛动指数, 有关秘鲁沿岸鳀鱼业, 海岛生态的扰动等环境资料推断出的 1845—1939 年的强、中、弱厄尔尼诺事件^[5], 共有 38 年。我们用王绍武根据 7 组资料建立起来的 1860—1939 年期间所划分出的厄尔尼诺事件加以订正^[6], 订

1989 年 9 月 28 日收到, 1990 年 5 月 2 日收到再改稿。

正的原则是(1) Quinn 等人划分的 1860—1939 年期间的厄尔尼诺事件共涉及 32 个年份, 其中王绍武在同一期间所划分出的相同厄尔尼诺事件共有 26 个年份, 即为共同确认的 26 个厄尔尼诺事件。(2) 1860—1939 年期间 Quinn 等人所划的厄尔尼诺事件中有 6 年在王绍武的 7 组资料中有 6 组以上指标无反映, 我们把这 6 年略去。另外加了 2 年王绍武所划出的厄尔尼诺事件年份(Quinn 等人没有划上)。(3) 1845—1859 年的厄尔尼诺事件按 Quinn 等人划分的年份为准, 共有 6 年。

根据上面 3 条原则, 在 1845—1939 年期间所确定的厄尔尼诺事件共有 34 年。1939 年以后的厄尔尼诺事件选用中央气象台比较各位学者所定义的 ENSO 事件后所划分的较一致的厄尔尼诺事件资料^[7], 后者的目的是考虑到 1939 年以后由于资料增多, 采用各家研究的结果, 共同定义的厄尔尼诺事件更具有广泛性和代表性。历史上的西北旱涝资料采用 1981 年中央气象局气象科学研究院主编的“中国近五百年旱涝分布图集”上所规定的旱涝等级及旱涝资料, 站点选用西宁、兰州、银川、平凉、榆林五站。旱涝等级是 1 级表示涝, 2 级偏涝, 3 级正常, 4 级偏旱, 五级旱。

本文分析的方法是先分别统计 1958—1988 年期间厄尔尼诺事件当年与厄尔尼诺事件次年陕、甘、宁、青四省(区)39 个站点 3—9 月降水量及平均降水距平百分率, 分析厄尔尼诺事件当年与厄尔尼诺事件次年降水差异显著程度及降水的区域分布特征; 其次给出了 5 个代表站 1958—1988 年期间厄尔尼诺事件当年与次年的降水距平百分率; 最后我们用历史厄尔尼诺事件与西北历史旱涝记载相对照, 求其厄尔尼诺事件当年与厄尔尼诺事件次年历史降水(或旱涝)的差异性, 并分析了历史上的大旱年与厄尔尼诺事件的联系。

三、1958—1988 年期间厄尔尼诺事件当年与厄尔尼诺事件次年的旱涝分析

1958—1988 年一般公认的厄尔尼诺事件年份是 1963、1965、1969、1972、1976、

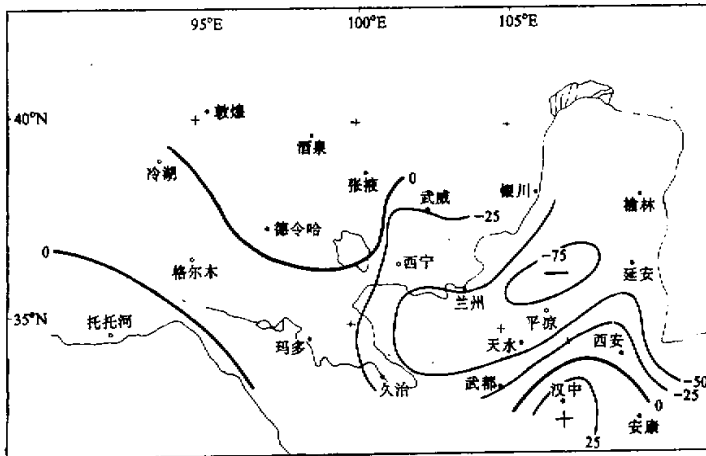


图 1 厄尔尼诺事件当年西北 3—9 月平均降水距平百分率图

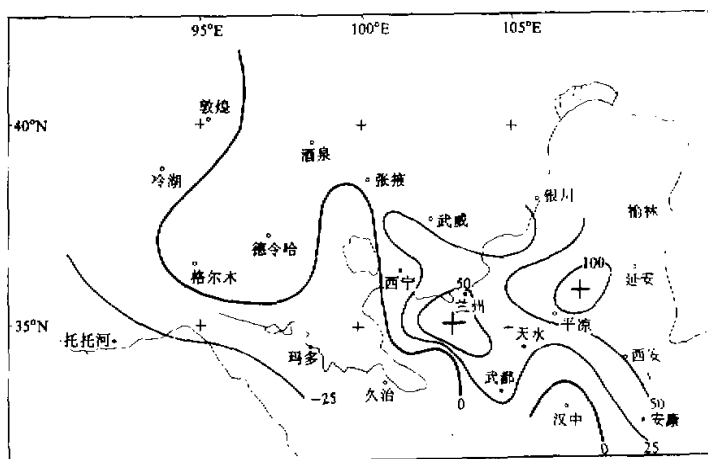


图2 厄尔尼诺事件次年西北3—9月平均降水距平百分率图

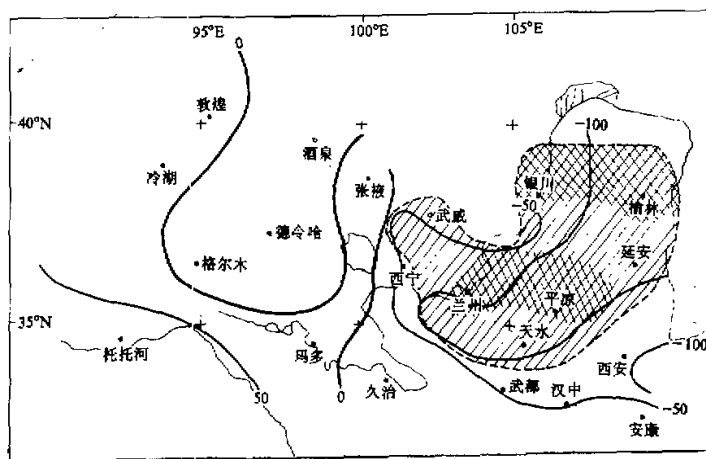


图3 厄尔尼诺事件当年与次年西北3—9月降水量差值图

单斜线为通过 0.05 信度区域, 双斜线表示通过 0.01 信度区域

1982、1983、1986、1987 共 9 年, 相应地厄尔尼诺事件次年为 1958、1964、1966、1970、1973、1977、1984、1988 共 8 年。图 1 是厄尔尼诺事件当年 9 月平均 3—9 月降水距平百分率, 图中, 甘肃河西走廊西部、青海省北部和西南部、陕西省汉中地区为正值区, 而其余地方均为负值区, 最大负值区在陕北、宁夏南部、甘肃东部和中部地方, 平均降水比历年同期偏少 50% 以上, 中心所在地的宁夏南部、陇东偏少 85% 以上。图 2 是厄尔尼诺事件次年 8 月平均 3—9 月降水距平百分率图, 在图中除青海省部分地方和甘肃省敦煌以外, 四省(区)其余地方均为正值区, 正值较大区分布在甘肃中部和陕、甘、宁三省(区)的交界地方, 降水量超过平均值 50% 以上, 最大正值中心位于陇东, 降水量超过 100%。图 1 和图 2 各相应点上降水的差值列于图 3 中, 这张图清楚的表明了厄尔尼诺事件当年与厄尔尼诺事件次年西北 3—9 月降水量差异最大的地方在西北部,

即在青藏高原东北侧。用 t 检验看出, 显著性水平达 0.95 的地方在青海省东部、甘肃中东部、宁夏自治区大部分地方和陕北。

表 1 和表 2 分别给出了 1958—1988 年期间厄尔尼诺事件当年与次年西北五个代表站 3—9 月降水距平百分率, 可以看出无论是单站或是全区平均, 厄尔尼诺事件当年降水偏少的几率为 7/9—8/9; 厄尔尼诺事件次年降水偏多的几率为 5/8—6/8。我们

表 1 厄尔尼诺事件当年西北 5 站 3—9 月降水距平百分率

降水距平 百分率 站名	年 份	1963	1965	1969	1972	1976	1982	1983	1986	1987	少雨年比重
西 宁		-5	-40	-0	-21	6	-34	5	-6	-14	7/9
兰 州		-26	-38	-27	-26	22	-28	-5	3	-9	7/9
银 川		-32	-46	-44	-41	32	-34	11	-19	-14	7/9
平 凉		-17	-0	-8	-22	3	-39	24	-38	-7	7/9
榆 林		-6	-63	6	-27	-15	-16	-36	-21	-10	8/9
平 均		-17	-37	-17	-27	10	-30	-0	-16	-11	8/9

表 2 厄尔尼诺事件次年西北 5 站 3—9 月降水距平百分率

降水距平 百分率 站名	年 份	1958	1964	1966	1970	1973	1977	1984	1988	多雨年比重
西 宁		12	43	-50	17	4	-15	-8	4	5/8
兰 州		39	54	-19	27	14	-11	18	1	6/8
银 川		19	62	-25	-21	39	22	21	5	6/8
平 凉		-12	47	54	14	9	-13	11	-14	5/8
榆 林		40	66	-23	9	7	-19	4	79	6/8
平 均		20	54	-13	9	15	-7	9	15	6/8

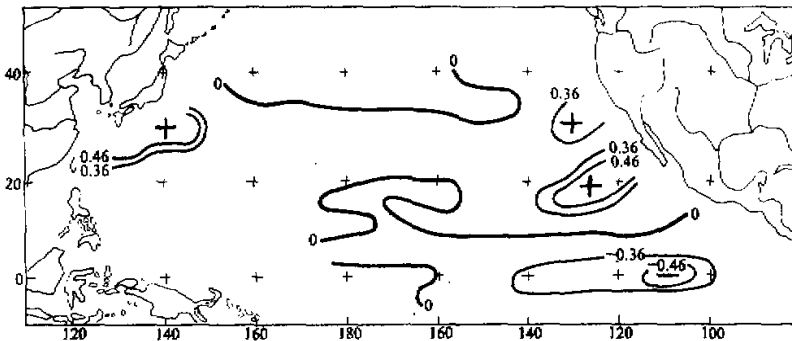


图 4 兰州、靖远两站 3—9 月降水总量与同期海温相关图

还选用了西北中部的兰州、靖远两站为代表, 计算了这两站 3—9 月降水总量与同期北太平洋和赤道太平洋海表温度相关系数(图 4), 可以看出 3—9 月降水量与同期加利福尼亚海流区的海温为正相关, 中心达 0.99 显著性水平($\gamma_{0.01}=0.47$), 与赤道东太平洋海温区的相关是负相关, 中心显著性水平在 0.95($\gamma_{0.05}=-0.37$)以上, 相关最高的海温区都集中在热带东太平洋和发生厄尔尼诺事件的主要区域——赤道东太平洋。所

以无论从厄尔尼诺事件当年西北 3—9 月降水量偏少的统计结果看, 还是从西北区域代表站 3—9 月降水总量与同期赤道东太平洋海温相关系数的大小分析, 厄尔尼诺事件与西北 3—9 月降水量紧密相连。

四、1845—1975 年厄尔尼诺事件与西北历史旱涝的相关趋势

我们对 Quinn 等人所划分的 1845—1939 年强、中、弱 3 级厄尔尼诺事件年份经王绍武所划分的厄尔尼诺事件年份订正后列于表 3 中, 1939 年以后的厄尔尼诺事件取自文献^[7], 亦列于表 3 中, 表 3 还列出了相应年份西宁、兰州、银川、平凉、榆林 5 站的旱涝等级, 表 3 中还列出了西北平均旱涝等级, 其确定原则是,

表 3 1845—1957 年厄尔尼诺事件与西北区域旱涝等级

站名 年代	西宁	兰州	银川	平凉	榆林	平均	站名 年代	西宁	兰州	银川	平凉	榆林	平均
1845—		3	3	5	3	4	— 1900	4	5	5	5	5	5
— 1846		3	5	4	5	5	1902	3	4	1	2	4	3
1850	4	4	1	3	3	3	1905	3	3	2	2	4	3
1852	3	4	3	3	3	3	1911—		3	2	2	3	2
1855	4	4	3	3	2	4	— 1912		5	4	3	3	4
1857	4	4	5	4	4	4	1914		3	3	2	3	3
1862	4	4	4	4	4	4	1918—	3	3	4	3	4	4
1864	3	3	2	3	3	3	— 1919	3	3	4	3	1	3
1868	4	3	5	5	1	4	1923	4	3	1	3	2	3
1871	3	3	3	3	2	3	1925—	4	3	4	1	5	4
1877—	3	4	5	5	5	5	— 1926	4	5	2	5	3	4
— 1878	3	2	5	3	5	4	1929—	5	5	5	5	5	5
1880—	3	3	2	2	3	2	— 1930	4	5	4	3	2	4
— 1881	3	3	4	2	4	4	1939—	5	4	5	5	5	5
1884	4	4	2	3	2	3	— 1940—	4	3	3	1	1	2
1887—	3	2	2	3	1	2	— 1941	2	5	3	3	5	4
— 1888	2	3	3	3	4	3	1951	4	1	4	4	3	4
1891	2	3	4	4	4	4	1953	5	3	5	4	3	4
1896	4	3	3	3	1	3	1957	3	4	5	3	4	4
1899—	2	3	5	5	5	5							

(1) 5 站中有 3 站旱涝等级为 3 级, 其余 2 站同为偏涝级或同为偏旱级, 则西北区域旱涝级别为 2 级或 4 级 (例如 1880 年)。

(2) 5 站中有 3 站同为除 3 级以外的任何一个旱涝等级, 则西北区域旱涝等级为这个级别 (例如 1877 年)。

(3) 除上述两条外, 绝大多数年份按 5 站旱涝等级的平均数来表示西北区域旱涝等级, 小数 4 舍 5 入。

(4) 个别年份各站旱涝级别差异较大, 则参考当年旱涝记载确定西北区域旱涝级别 (例如 1881 年)。

1845—1957 年共有 39 个厄尔尼诺事件年份, 对应西北区域偏涝年份有 4 年, 正常年份 12 年, 偏旱年份 17 年, 旱年 6 年。如果把涝年与偏涝年合并为不早年, 旱年与偏旱年合并为干旱年, 则在 39 个厄尔尼诺事件年份中, 不早年为 4 年, 占 10%, 一般

年份为 12 年, 占 31%, 干旱年份为 23 年, 占 59%。由于历史上没有气象记录, 但从这些定性的历史记载和半定量的旱涝等级统计中看出, 干旱年份所占的比重还是相当高的, 多一半以上的年份属于干旱少雨。我们也统计了 1845—1958 年期间所有厄尔尼诺事件次年旱涝等级列于表 4 中, 表中列出厄尔尼诺事件次年共 28 年, 其中西北区域偏涝年 7 年, 占 25%; 一般年份 14 年, 占 50%; 西北区域偏旱年和旱年共 7 年, 占 25%; 与厄尔尼诺事件当年西北区域旱涝等级相比较, 不旱年与一般年份比重上升, 干旱年份的比重明显下降, 不旱年与一般年份占的比重为 75%。

表 4 1845—1958 年厄尔尼诺事件次年西北区域旱涝等级

站名 年代	西宁	兰州	银川	平凉	榆林	平均	站名 年代	西宁	兰州	银川	平凉	榆林	平均
1847	1	3	3	3	4	3	1897	3	3	3	2	2	2
1851	3	1	4	3	3	3	1901	3	3	5	5	4	4
1853	3	3	4	3	3	3	1903	3	3	2	2	2	2
1856	3	2	3	3	3	3	1906	3	3	1	2	3	2
1858	2	3	4	3	4	3	1913		3	4	2	4	3
1863	3	3	4	4	2	3	1915		3	3	3	5	3
1865	5	4	3	5	3	4	1920	3	3	3	3	4	3
1869	3	3	3	3	3	3	1924	3	3	5	4	4	4
1872	4	4	3	5	2	4	1927	4	4	3	3	3	4
1879	3	3	4	3	3	3	1931	1	3	3	2	4	2
1882	3	2	3	3	3	3	1942	2	3	2	5	4	3
1885	3	2	3	2	2	2	1952	4	3	4	5	5	4
1889	2	3	4	1	1	1	1954	4	5	3	3	2	3
1892	5	5	4	5	5	5	1958	1	1	2	3	1	1

从上面历史资料统计看出, 即使是定性的历史记载或是半定量的资料亦证明, 在厄尔尼诺事件当年, 西北容易发生干旱, 反映出西北降水量与厄尔尼诺事件的联系。

五、历史上的大旱年与厄尔尼诺事件

从 1845—1957 年, 在西北区域旱涝等级中评定为 5 级的大旱年共有 6 年, 这些年份是 1846 年、1877 年、1899 年、1900 年、1929 年、1939 年。有关这 6 年的干旱记载*摘录于表 5 中。这 6 年全部是出现在连续的厄尔尼诺事件中, 即此年的前一年或后一年也是厄尔尼诺事件年份。由于厄尔尼诺事件当年西北降水偏少, 连续两年出现厄尔尼诺事件, 这就加重了西北主要农业产区的干旱程度, 这 6 年的旱情都是比较重的, 特别是 1929 年的旱灾是近代西北历史上干旱最严重的一年, 其干旱严重程度, 灾情之重都是罕见的。厄尔尼诺事件连续出现的年份, 西北少雨干旱的程度要比单厄尔尼诺事件年份严重的多。

从 1958—1988 年, 西北出现的干旱年, 几乎都在厄尔尼诺年份中, 1982—1983 年、1986—1987 年为连续的厄尔尼诺事件年份, 其干旱少雨程度就比较严重。根据陕

* 甘肃省气象局气候资料室编, 甘肃省的干旱记载, 1965。

陕西省气象局气象台, 陕西省自然灾害史料, 1976。

表 5 历史上西北大旱年灾情和农情记载

年 份	干 旱 记 载
1846 年 (清道光 26 年)	甘肃: 平凉、镇原民大饥。 陕西: 榆林大旱年, 神木、府谷旱灾。
1877 年 (清光绪 3 年)	甘肃: 临泽、靖远、通渭、泾川……(计 14 县) 大旱民大饥 陕西: 秦、晋冬经春及夏不雨, 赤地千里, 横山、佳县……旱甚。
1899 年 (清光绪 25 年)	甘肃: 静宁、泾川、镇原、庆阳、文县等连年旱甚成灾民大饥 陕西: 神木、府谷夏禾被旱收成仅一、二分。
1900 年 (清光绪 26 年)	甘肃: 皋兰、和政、华亭、山丹等灾田 937685 亩民饥谨。 陕西: 横山秋旱。
1929 年 (民国 18 年)	甘肃: 民饥, 树皮、草根食尽、死亡甚众, 积尸梗道臭不可近, 甚有曝骨 掘尸者。 陕西: 本年旱灾重, 灾区广, 全省九十一县而报灾已达八十八县, 夏秋粮 粒无收, 赤野千里, 青草毫无。
1939 年 (民国 28 年)	甘肃: 山丹、靖远、岷县歉收民饥。 陕西: 陕北自春徂夏数月无雨。
1982 年	甘肃: 除河西西部外, 其余各地夏季降水为建国以来同期降水最少年份, 部分地方出现历史极小值。 陕西: 定边年降水量仅 180 毫米, 吴旗 278 毫米, 为有气象记录极小值。
1987 年	甘肃: 干旱持续时间长, 而且范围广, 旱情重, 农业减产幅度大。 陕西: 陕北去年秋冬至今春夏秋一直处于干旱……从农业生产角度看, 今年是解放以来第三个大旱年。

西、甘肃两省气象局资料室每年所编制的气候评价*, 1982 年和 1987 年干旱少雨的有关记载评述亦列于表 5 中。

六、结 论

(1) 根据 1958—1988 年降水资料分析, 在厄尔尼诺事件出现的当年, 青海省东部、甘肃省中东部, 宁夏自治区大部 and 陕北 3—9 月降水量偏少, 中心偏少达 85% 以上; 在厄尔尼诺事件次年, 上述地方 3—9 月降水量明显偏多, 中心偏多 100% 以上。厄尔尼诺事件当年与次年上述地方降水的差异是显著的。

(2) 从 3—9 月降水量与同期海温的相关系数表明, 青海省东部、甘肃省中东部、宁夏自治区和陕北区域代表站的降水量与赤道东太平洋海温为反相关, 和加里福尼亚海流区海温为正相关, 而且相关显著。

(3) 从 1845—1957 年期间的历史厄尔尼诺事件资料与西北历史旱涝记载、史料表明, 在厄尔尼诺事件当年, 西北主要农业产区 (主要是青海省东部、甘肃省中东部、宁夏自治区大部、陕北) 多一半年份出现干旱少雨天气, 而不旱年份仅占 10%; 在厄尔尼诺事件的次年, 不旱年与一般年份的比重明显上升, 两者合计达 75%。这就表明, 仅从历史定性资料的记载和半定量的干涝等级中亦可看出厄尔尼诺事件出现的当年与次

* 陕西省气象局资料室编, 陕西省 1982 年气候评价, 陕西省 1987 年气候影响评价, 1988。甘肃省气象局资料室编, 甘肃省 1987 年气候影响评价, 1988。

年西北主要农业产区降水(或干涝)的差异性。

(4) 西北历史上区域性的大旱年往往和连续 2 年的厄尔尼诺事件相联系, 例如 1929 年(民国 18 年)的大旱, 就是与 1929—1930 年持续厄尔尼诺事件相联系。

参 考 文 献

- [1] Wyrski. K. 1982. The Southern Oscillation. Ocean-atmosphere interaction and El Nino. *Mar. Tech. Soc. J.* 16, 1, 3—10.
- [2] 陈烈庭, 1983, 太平洋海气相互作用的时空变化, *气象学报*, 41, No. 3, 296—304.
- [3] 李克让等, 1979, 北太平洋海温距平经向差对副热带高压影响的若干事实, *大气科学*, 3, No. 2, 150—157.
- [4] 朱炳耀、李栋梁, 1989, ENSO 现象与甘肃省夏季降水, *高原气象*, 8, No. 1, 64—69.
- [5] Quinn, W. H., D. O. Zopt, K. S. short and R. T. W. Kuo yang, 1987, Historical trends and statistics of the Southern Oscillation El Nino and Indonesian droughts, *Fish Bull.*, 76, 3, 663—678.
- [6] 王绍武, 1985, 1860—1979 年间的厄尔尼诺年, *科学通报*, 30, No. 1, 52—56.
- [7] 赵汉光, 1986, ENSO 发生的前兆分析, *长期天气预报研究通讯*, 第 9 期, 11—17.

The Relationship between the El Niño Events and the Drought or Excessive Rain of Northwest China during 1845 to 1988

Zhu¹ Bingyuan Li Dongliang

(Meteorological Bureau of Gansu Province, Lanzhou, 730020)

Abstract

In this paper, the difference between the precipitation (March—September) of Northwest China in an El Niño year and the year followed it during 1958 to 1988 is analyzed. It is shown that the precipitation over the east part of Qinghai, the central and east part of Gansu, Ningxia and North of Shanxi, was considerably less than the normal in the years of El Nino, but it was more than the normal in the following years, the difference of precipitation is statistically significant. The relationship between the El Nino events and the drought or excessive rain of Northwest China, during 1845 to 1957 was examined based on the Quinn's El Nino chronicle and drought/flood data set. It proves again the conclusion found from the precipitation data for the last thirty years. Specially a series of heavy droughts in Northwest China appeared mainly in the years of El Nino event which lasted two years.

Key words: El Nino events; Dryness and wetness history; Climatic variation.