

三峡工程冬季施工期间的气温条件分析¹⁾

李晓燕 翟盘茂

(国家气候中心气候诊断室,北京 100081)

提 要

根据宜昌气象站 34 年逐日气象观测资料,分析了影响三峡坝区冬季施工的低温条件与冬季施工时段变化规律。分析表明三峡坝区低温日数与冬季施工时段存在着十分明显的年际变化特点与规律,这对大江截流期选择、三峡坝区冬季施工准备和冬季冰冻天气气候条件预测具有参考意义。

关键词: 三峡工程 冬季施工 气温条件

引 言

三峡工程举世瞩目,整个建设需历时 17 年(1993—2009 年)。气温过低通常会引起冰冻,影响工程施工。因此,了解三峡坝区气温条件与变化规律,对于合理选择长江三峡工程大江截流期,安排好冬季施工,把握冰冻天气的预测等具有重要意义。

长江三峡坝区位于湖北省宜昌地区,本文利用宜昌 1961—1994 年的 34 年完整的气象观测资料,依据冬季施工时段的定义,对三峡坝区冬季施工时段的基本特征及年际变化规律进行了分析,同时,对低温日数发生的气

候学规律、年际变化特点以及低温出现的保证率等也进行了详细分析。

1 冬半年气温平均状况

三峡坝区位于两湖盆地之西,巫山山脉东侧,冬季气候较为温和。表 1 给出了 1961—1994 年 10—3 月的累年各旬平均、最高、最低气温平均值。旬平均气温只有 12 月到 3 月上旬低于 10℃,1 月中旬和下旬低于 5℃,为 4.7℃,是全年最低值;旬平均最低气温从 11 月中旬开始低于 10℃,12 月中旬到 2 月下旬低于 5℃,1 月各旬为 1.6—1.9℃,1 月份各旬的平均最高气温为 9℃左右。

表 1 10 月—3 月累年平均逐旬气温/℃

月份	平均气温			最低气温			最高气温		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
10 月	19.5	18.1	16.4	16.2	14.7	12.8	24.1	22.7	21.4
11 月	14.6	12.4	10.2	11.3	9.1	7.0	19.0	16.8	14.3
12 月	8.8	6.6	5.4	5.3	3.7	2.4	13.3	10.6	9.2
1 月	5.1	4.7	4.7	1.9	1.6	1.8	9.3	8.9	8.6
2 月	5.3	6.9	6.9	2.2	3.7	3.7	9.5	11.2	11.1
3 月	8.9	11.0	12.1	5.6	7.5	8.7	13.4	15.7	16.8

2 冬季施工时段的基本特征

2.1 冬季施工时段的划分标准

根据《混凝土结构工程施工及验收规范》规定^[1],当日平均气温连续 5 天稳定低于

5℃时,会对施工产生不利影响,应采取冬季施工措施。根据当地的气候特点和工程施工对气温的这一要求,本文将冬季施工时段规定为:

1) 本文受“长江三峡工程大江截流气象保障服务技术开发”课题支持。

冬季施工时段的起日为冬半年第一个日平均气温连续5天稳定低于5℃的起日,止日为最后一个日平均气温连续5天稳定低于5℃的止日。

根据上述标准,我们计算了三峡地区1961—1994年日平均气温稳定低于5℃的历年和累年平均起止日期及其时段的长度。为便于使用和参考,我们还以同样的方法计算了日最低气温稳定低于0℃的起止日期及其时段。

2.2 冬季施工时段的平均起止日期及长度

统计表明,冬季施工时段累年平均起日为12月28日,止日为2月3日,时段长度为38天。累年逐日平均,最高、最低气温的变化(图1)也与此结果完全相吻合,图1中三条曲线显示出,日平均气温在11月下旬降至10℃以下,12月下旬降至5℃以下,然后基本在5℃附近波动,2月初回升到5℃以上,3月上旬回升到10℃以上。最低气温12月上旬降至5℃以下,3月初回升到5℃以上,12月底到2月初,基本稳定在2℃附近,而这段时间的最高气温则在8—10℃之间摆动。

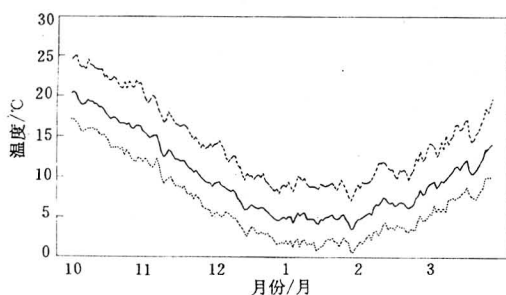


图1 10月—3月逐日平均、最高、最低气温变化曲线

2.3 冬季施工时段的年际变化

以上讨论的仅仅是多年平均情况,实际上,气温的变化有着很大的年际差异,冬季施工时段的开始和结束日期也极为不同(图2)。在33个年度中,除了1964和1990年日平均气温没有出现稳定低于5℃的情况外,

其它31个年度中,开始的最早日期是1993年的11月18日,最晚日期是1979年的1月29日,而结束最早是1974年的12月21日,最晚是1962年的3月13日,时段最长的是1987年的95天,最短的是1986年,仅有5天。大多数年份是12月中旬以后开始,2月下旬以前结束。

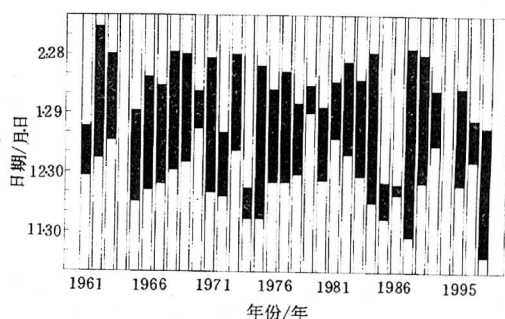


图2 日平均气温稳定低于5℃的起止日期及其日数

日最低气温则有13年未出现稳定低于0℃的情况(图略),其它20年中,最早起日为12月8日,最晚起日为2月16日,最早止日为12月12日,最晚止日为2月27日,最长冬季施工时段为51天,最短为5天,只有4年大于30天,其余16年则全部小于13天。

2.4 冬季施工时段的气候变化规律

从图2中可以看出:冬季施工时段开始、结束日期在过去30多年中具有提前的趋势。根据线性拟合方程:

$$T' = A + Bt$$

$$A = \frac{\sum t^2 \sum T - \sum t \sum tT}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$B = \frac{n \sum tT - \sum t \sum T}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

由拟合系数B可得到线性趋势。研究表明:冬季施工时段起日以每10年3.6天的趋势提前,冬季施工时段止日以每10年4.4天的趋势提前。但冬季施工时段长度变化趋势不明显。

对冬季施工时段起止日期和长度的功率

谱分析^[2]表明,日平均气温稳定低于 5°C 的起日变化具有10—11年和3—4年的周期,止日的变化具有6—7年,5—6年和3—4年周期,长度变化具有3—4年和5—6年的周期。值得注意的是,它们中都有一个共同的3—4年的变化周期。

3 低温日数的基本气候特征

3.1 低温日数的气候学分布特征

当日平均气温稳定低于 5°C (或日最低气温稳定低于 0°C)以后,气温并非保持不变,而是时高时低,在一定范围内波动,所以有必要进一步讨论各月及各候日平均气温低于 5°C 的日数和日最低气温低于 0°C 的日数的气候学特征。以下把日平均气温低于 5°C (或日最低气温低于 0°C)的日数简称为低温日数。

图3、图4分别为各候日平均气温低于 5°C 和日最低气温低于 0°C 的日数分布。10月到4月日平均气温低于 5°C 的日数分别为0.0、0.8、8.2、15.6、10.1、1.6、0.1天,全年有35.9天。日最低气温低于 0°C 的日数分别为0.0、0.1、3.4、7.9、4.9、0.1、0.0天,全年有16.0天。由图可见,10月各候到11月第4候和3月第4候到4月各候日平均气温低于 5°C 的日数和日最低气温低于 0°C 的日数大多为0,11月第5候到12月第5候为低温日数增长阶段,2月第3候到3月第3候为下降阶段,12月第6候到2月第2候为稳定阶

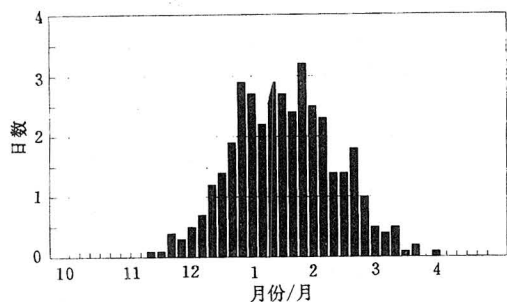


图3 10月—4月逐候日平均气温低于 5°C 的日数

段,各候日平均气温低于 5°C 的日数达2.3—3.2天,日最低气温低于 0°C 的日数达1—1.8天,最大值均出现在1月第6候。

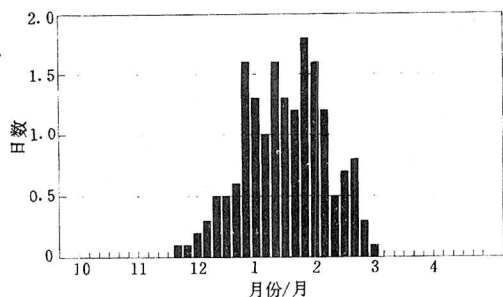


图4 10月—4月逐候日最低气温低于 0°C 的日数

3.2 低温日数的年际变化

10月份的平均气温低于 5°C 的低温日数为0天。11月份低温日数最多的年份是1993年,有7天,而34年中有25年为0天,其余8年中也仅有1—4天。1月和2月是低温日数最多的月份,平均为15.6和10.1天,日数最多的年份为30天和27天,分别出现在1977年和1964年,而最少为4天和0天,分别出现在1975年和1991年。

日最低气温低于 0°C 日数的年际变化更为显著,11月和3月,各年度日数有30多年为0天,个别年份为1—2天,12月和2月,最多年份为14和20天,最少为0天,1月最多为23天,最少为1天,全年最多为41天,最少为2天。

4 低温日数的保证率

三峡地区大江截流期日平均气温低于 5°C 和日最低气温低于 0°C 的保证率^[3]见表2和表3。

从10月到4月低温日数的保证率分布来看,10月和4月保证率最高,其次是11月和3月,1月份低温日数出现次数最多,其保证率最低。11月份,日平均气温的低温日数 ≤ 5 天的保证率为97%,日最低气温的低温

日数 ≤ 5 天的保证率为100%。

表2 日平均气温 $< 5^{\circ}\text{C}$ 的保证率/%

$T < 5^{\circ}\text{C}$ 日数	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
0天	100	74	0	0	3	41	97
≤ 5 天		97	32	6	26	94	100
≤ 10 天		100	76	18	53	100	
≤ 15 天			91	47	88		
≤ 20 天			100	82	91		
≤ 25 天				97	97		
≤ 30 天				100	100		

表3 日最低气温 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的保证率/%

$T_m < 0^{\circ}\text{C}$ 日数	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
0天	100	91	15	0	12	94	100
≤ 5 天		100	76	50	71	100	
≤ 10 天			94	71	88		
≤ 15 天			100	88	97		
≤ 20 天				97	100		
≤ 25 天				100			

5 11月份低温概况

据三峡工程前方指挥部消息,三峡截流时间已确定为1997年11月,以下重点对该月低温条件进行分析。

总的来看,三峡地区冬季低温时期不算太长,主要发生在12月到2月之间,11月份平均气温在 10°C 以上,很少出现日平均气温低于 5°C 的天气。在34年中,只有1987年和1993年的冬季施工时段是始于11月份,分

别为11月18日和11月28日。从低于 5°C 的低温日数来看,34年中在11月份有25年的低温日数为0天,仅在1993—1994年冬季出现了7天,其余8年的低温日数也都在5天以下。11月份出现低于 5°C 日数的概率仅占2.5%。从日平均气温的保证率(表4)来看,11月上旬低温日数为0天、中旬和下旬小于等于4天的保证率均为100%,从日最低气温的保证率来看,11月低温日数上旬和中旬为0天、下旬小于等于2天的保证率均为100%。因此,11月份一般不会出现对施工有较大威胁的冰冻天气。

表4 11月低温日数保证率/%

低温日数	$T < 5^{\circ}\text{C}$ 的保证率			$T_m < 0^{\circ}\text{C}$ 的保证率		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
0天	100	94	76	100	100	91
≤ 1 天		94	85			97
≤ 2 天		94	88			100
≤ 3 天		97	94			
≤ 4 天		100	100			

参考文献

- 1 《建筑施工手册》(第2版)编写组. 建筑施工手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1988.
- 2 黄嘉佑, 李黄. 气象中的谱分析. 北京: 气象出版社, 1984.
- 3 朱瑞兆. 应用气候手册. 北京: 气象出版社, 1991.

On Air Temperature Conditions Impacting on Winter Construction for the Sanxia Project

Li Xiaoyan Zhai Panmao

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on 34 years daily meteorological data from Yichang station in Hubei Province, the low temperature condition and winter construction period of Sanxia dam area were analysed. The result shows that the low temperature days and winter construction period in Yichang exhibited very obvious interannual variation. This provides background for winter temperature prediction and preparation for the Sanxia Project.

Key Words: Sanxia project winter construction temperature conditions