

7

6

5

4

3

2

1

水文測站叢書

冰期水文測驗

黃河水利委員會水文處編



水利電力出版社

目 录

緒論.....	3
第一章 冰的形成与变化.....	7
第一节 河水的溫度.....	7
第二节 冰的形成.....	10
第三节 冰凌在各阶段的变化.....	15
第二章 冰的观测和測量.....	17
第一节 冰情的观测.....	17
第二节 冰厚、冰上雪深及冰下冰花厚的測量.....	21
第三节 水内冰的观测.....	31
第四节 冰情測繪.....	39
第三章 冰期水位的观测.....	49
第一节 冰期水位的变化規律及特征.....	49
第二节 冰期水位的观测方法.....	52
第四章 冰期流量的測量.....	59
第一节 冰期流量的变化.....	59
第二节 冰期流量的測量.....	60
第五章 冰期悬移質輸沙率及含沙量的測驗.....	78
第一节 冰期江河含沙量的变化特征.....	78
第二节 冰期泥沙測驗方法.....	79

水文測站叢書

冰期水文測驗

黃河水利委員會水文處編

*

1589S440

水利電力出版社出版（北京西郊科舉路二里路）

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 * 2 $\frac{1}{16}$ 印張 * 66千字

1958年11月北京第1版

1958年11月北京第1次印刷(0001—2,100冊)

統一書號：15143·1240 定價(第9類)0.38元

Q34
H056

緒 論

1. 何謂冰期

簡言之，即有冰的現象存在的時期，也就是水在氣溫變化過程影響下所形成的固體狀態呈現的時期。

在每年“秋分”（9月22或23日）以後，太陽直射自赤道繼續向南移動，其照射北半球的時間愈來愈短，致形成該地區的晝短夜長，地面從太陽吸收輻射熱的時間隨之減短，而向空中放出輻射熱的時間增長。因而地面溫度逐漸降低。直至深秋，氣溫繼續降至 0°C 以下，這時在江河、湖泊、沼澤……等有水的地方，即發生結冰、淌凌或封凍現象。至來年“春分”（3月21或22日）近前，太陽直射向北移來，天氣漸暖，氣溫升至 0°C 以上，有水地方的結冰即開始融解而逐漸消失，江河、湖泊、沼澤又恢復了它結冰以前的暢流狀態。所有這個變化過程（從秋季開始結冰到來春冰凌融解而最後消失）所經歷的時間，在水文工作方面，稱之為“冰期”。在這個期間內所進行的冰的觀測及其他各項水文測驗工作，統謂之“冰期水文測驗”工作。

2. 冰期水文資料在經濟建設和國防上的重要意義

冬季河流，由於冰凌的出現，破壞了天然水流各水文因素的變化規律，尤其在有蓋面冰形成以後，它隔開了水面與空氣的接觸，改變了它們的氣態交換，阻礙了光和熱的穿透和水的流動。從而改變了水體的狀況，並形成了冬季河流各水文因素的變化特徵，這些特徵數值——如河流開始結冰的時間、流冰情況、冰期延續時間及冰凌在各階段的消長情況、水內冰形成的時間及數量、冰期水位、流量、含沙量……等水文要素的變化對於河流的開發和利用，都是不可缺少的資料依據。

在进行水工建筑物，如大坝、桥墩、水电站、堤防……等的設計、施工与管理，均需充分了解流冰的密度、时期、速度，封冻的冰厚，并計算由于封冻冰层的膨胀对建筑物所产生的压力，及流冰的撞击力和由于水内冰形成所造成的影响。如1954年冰期，东北大伙房水庫因施工便桥被流冰冲垮，影响工程的順利进展；1949年冰期，苏联大泽丘克水电站取水口的攔污柵为水内冰所堵塞，而停止运行11天；在列宁格勒、华沙……等大城市的自来水管曾为水内冰所堵塞，造成整个城市用水的困难。这些都是很好的教訓。

对于交通运输，由于河湖結冰使航船不能行駛；但另一方面較厚的封冻冰层，却能起到桥梁和公路的作用。因此交通和森林工业部門在制訂运输或木材流放計劃时，必需掌握河流封冻、开冻以及河流冰厚，以便充分利用冰上运输，防止或减少損害。我国东北黑龙江和松花江，其封冻期达5~6个月，冰厚可达1~2公尺，因此那里的冰上运输开展的很好，每到冬季，江面上的爬犁、汽車到处飞馳，成为当地的重要运输干綫。内蒙黄河結冰厚亦有一公尺左右，也在試用汽車在冰面上拖运貨物。

冰期水文資料对于农业也很重要，如在我国西北高原地区，气候干燥，雨量极少，但居住在那里的人们，利用当地高山降水量多，有大量的融雪水产生的条件，来发展农业生产，从而使年降雨量不足30公厘的吐魯番地方和河西走廊，生長出全国聞名的葡萄、水果。内蒙河套地区也利用黄河冰期的較高的水位，进行冬春高地灌溉，保证了历年的丰产，因而获得了“米粮仓”及“中国的乌克兰”称号。在軍事国防方面，如有一条深而寬的河流，可以成为軍事上的一道天然防綫，但只要一夜寒风，千里冰封就会引起軍事形势的急剧轉变。冰上交通，在軍事方面也起着重要的作用，如1941年苏联政府在日丹諾夫同志的建議下所开辟的通过刺多湖的冰上运输綫，运送了数百万吨的軍用物資，对保卫列宁格勒起了卓著的作用。

在冰期，还有“凌汛”发生，每当將封或解冻以后的流冰阶

段；或因冰凌临时阻塞，形成冰桥、冰坝，拦截水流，使水位急剧上涨而漫溢堤坝；或因流冰撞击，破坏堤防而决口泛滥，往往造成严重水灾。

据不完全的统计，近百年来，黄河仅在山东地区因凌汛决口者达32次，内蒙、东北地区则更为严重。解放以后，党和人民政府为了解除各地凌汛的威胁，除在各凌汛严重地区修筑和加固防洪堤坝外，并调遣了飞机、大炮和工兵来协助群众与冰凌进行斗争。对消除凌灾，保卫生产和居民安全起到了良好效果。

3. 冰期水文测验的任务和目的

冰期水文测验，是水文测验的一部分，其任务除与畅流期相同，要进行水位、流量、含沙量的观测、测验外，还要对于冰的形成、演变过程进行观测、测验和记载（以表格或绘图的方法），并以科学（数学、力学……等）的理论方法进行分析研究，以探求：

- （1）冰的形成条件、过程及对水工建筑物的影响。
- （2）冰凌在各阶段的变化情况。
- （3）冰期水文要素的变化特征及其规律。

以满足国民经济建设及科学研究工作的需要。

4. 我国冰期水文测验工作的发展情况

关于冰雪及冬季河流情况的观察和研究，在我国有着极其悠久的历史，远在2100多年以前，即有了关于这方面的文字记述，如秦时吕氏春秋及汉时淮南子等书中均有所记。在我国的旧历书中亦有立春东风解冻，立冬（11月7或8日）水始冰、地始冻，大雪（12月7或8日）冰益壮、雨雪，小寒（1月5或6日）冰方盛、合冻，大寒（1月20或21日）水泽实坚……等简要记语。另外，人们还把多年对于冰雪及冬季河流情况的观察、体验，编成谚语，长期传诵，如甘肃、内蒙地区关于黄河冰情的谚语有：

“小雪（11月22或23日）流凌，大雪又（封）河！”。

“惊蛰(3月5或6日)河自凹(盖面冰层凹陷),春分(3月20或21日)河自乱(严重融冰现象),清明(4月5或6日)河自清(凌尽)!”等。

对于上述谚语所指节期以及相应冰情现象发生的时限范围并有“前三后四”之说,例如“大雪叉河”即在大雪节的前三天到后四天的七天当中一定封河。他如人们对于冰上运输的载重能力也有过“冰厚一瓦,能经一人一马”的经验。

所有这些虽有一定的地区性,但可以充分说明我们的祖先在很早以前就已注意到冰情的观测研究,并从长期的观察、体验中创造和积累了丰富的经验。对历代劳动人民的生产斗争起了极其重要的作用。此外还有不少临河居住的人们,能够观察冰色以判断冰层结构的疏密程度。我们的先辈还从冰面上复盖一定厚度的沙土能加速冰的融化的体验,总结出向冰面上抛撒沙土,促使冰层迅速解体的科学方法,对保护临河水工建筑,特别是引水渠道建筑及防止凌汛起了很大的作用。

我国各省,县的志书,治河机关的档案及许多治水文献中,关于冰雪及冬季河流情况也有很多记述,如近百年来,山东黄河因凌汛决口的次数,便是根据这些文件查出的。

随着近代水文测验工作在我国普遍开展,冬季河流的研究问题已显得十分重要,但在解放以前,由于反动阶级的治河机关,不务正业,根本不重视水文工作,至于冰期水文工作问题,更难有人过问。解放以后,随着社会主义经济建设,特别是水利建设的飞跃发展,整个水文工作在党和政府领导和全体工作人员的积极努力下,取得了很大的成绩,冰期测验工作也有了很大的进步,不仅一变过去冰期不测流、不取沙,资料残缺不全的现象,并且还开展了水内冰、冰情图、冰厚平面图……等新项目的观测和测绘。通过实践创造了很多观测工具及操作方法,并不断的作了研究改进,同时还进行了冰期各种水文要素的试验研究,因而使冰期水文资料的内容和质量,都有很大的充实和提高。

由于冰情的演变及其对于水流的影响均比较复杂,冰期水文

因素变化频繁，在仪器、测具和操作方法上对于冰情的规律性研究等方面均还落后于客观上的需要，所以说目前冰期水文测验工作在我国整个水文工作上仍属于比较薄弱的一环。因此我们必须认真学习苏联先进经验，掌握新的科学理论，充分发挥群众的积极性与创造性，大力开展技术革新，以适应大跃进形势下经济建设的需要。

第一章 冰的形成与变化

冬季河流的主要特征是由于冰的出现，从而改变了河流水力因素在一般情况下的变化常规，形成了在冬季变化的特殊现象。但是，究竟冰是怎样形成的；影响和促成结冰的条件都有那些；冰在各阶段的变化情况怎样；为了便于研究起见，这里讲一些初浅的概念。

第一节 河水的温度

1. 河水温度的变化

河水的温度随着时间和河段的不同而有所差异，并在任何一过水断面上都是不固定的。这些变化主要受气温的影响，并与太

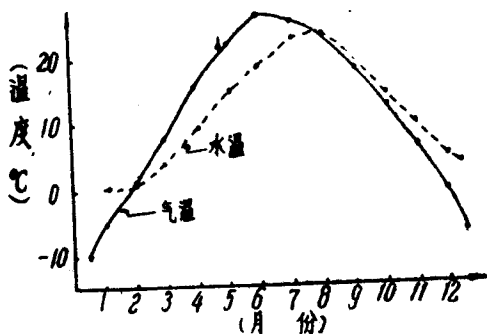


图1 包头水文站1955年逐月平均气温与平均水温比较过程线

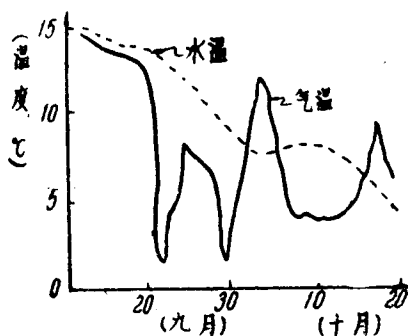


图2 结冰前水温与气温的变化情况

阳的辐射、河床的温度、补给河流的地下水温度、流速的大小、水的深浅、风的大小及空气的湿润程度有关；而河水为大量的流体，热容量较大，故水温的变化总是落后于气温的变化(如图1)，且较气温变化缓和(如图2)。变幅也较小(如表1)。

表1 咸阳等站气温水温年变幅比较表 (单位°C)

年 度	项 目	站 名	咸 阳 (N-34°17')			三 湖 河 口 (N-40°36')			前 左 (N-37°38')		
			最高	最低	变幅	最高	最低	变幅	最高	最低	变幅
			幅								
1953	气 温		39.6	-9.5	49.1	38.0	-25.3	63.3	40.5	-19.5	60.0
	水 温		33.0	0.0	33.0	26.3	0.1	26.4	34.0	-0.3	34.3
1954	气 温		40.2	-5.3	55.5	35.7	-29.3	65.0	36.5	-12.0	48.5
	水 温		31.6	0.0	31.6	26.4	0.0	26.4	29.0	0.0	29.0

河水温度的年、月和季节变化也是与气温的变化相适应的，气温较高的年、月，水温也较高，反之亦然。具体北方河流水温变化的特点是：夏季气温较水温为高（但偶尔亦有例外即当河水在寒冷空气突然来袭时，河水温度还未反变化，因而水温乃高于气温）。冬季水温一般是高于气温的。水温一般不降至 0°C 以下，而气温则可能降到 0°C 以下几十度。在这些地区的年平均水温总是要高于年平均气温的，如黄河包头站1955年年平均气温为 9.9°C ，而年平均水温却为 10.2°C 。

2. 河水温度的分布

由于影响河水温度变化的因素很多，且随所在河段而不同。在一个河段内沿縱横断面方向及不同水深处的水温是有所不同的，在縱向分布上，由于沿河各段各主要补给水源及河床組成、气象条件的不同，水温有很大的差别，如河流水源主要是融雪（冰）水，則在其上游（或支流入口处）的水温較低，而后随着河長沿途增热，变更水温。又如內蒙河套地区的引黄河水的渠道，在渠首处的水温与黄河相同，每年均有結冰、封冻現象，而在其退水渠尾（烏加河口）处則因系出自烏梁素海，水温較高一般只有結冰現象，很少封冻，或封冻時間不長。

关于水温在断面内的分布，过去曾有人認為由于水流的紊动，可能把水的温度攪混成均匀一致，这种論断，具体到水淺流急的小河道上是对的，但在大河里并不是这样，根据包头水文站几年来的观测結果，在一个断面上的水温沿河寬或水深的分布均有很大的出入（參閱表 2），在不同水深处的水温就有 $0.1 \sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 之差。不同起点距上的水温也能相差到 $0.1 \sim 2.4^{\circ}\text{C}$ 。

表 2 包头水文站 1955 年水温記載

日		6月2日		6月14日		7月3日		7月16日		12月19日	
		5时		19时		6时		13时		8时	
垂 綫 位 置	測 点 位 置	边流	主流	边流	主流	边流	主流	边流	主流	边流	主流
		水深(公尺)									
水 温 $^{\circ}\text{C}$		1.2	4.4		3.3	1.7	4.3	2.9	3.5	1.0	3.4
水 面			14.4		21.5		21.0		22.8	0.1	0.1
0.2 水深		14.3	14.4	21.6	21.6	20.6	20.9	23.3	22.8		0.1
0.4 水深			13.3	21.6	21.6		21.0		22.7		0.2
0.6 水深		14.4	13.3		21.6	20.6	21.1	23.0	22.6		0.2
0.8 水深		14.4	13.2	21.7	21.6	20.6	21.2	23.0			0.2
河 底			13.2		21.6		21.0			0.1	0.2

苏联 Ф.И 貝琴及 П.Ю. 維列夏根分別在斯維尔河及安加

拉河上的观测资料表明，河水温度在河宽的分布上高低相差为 $1.2\sim 8.0^{\circ}\text{C}$ （一般岸边较高）在深的分布上高低相差 $1.7\sim 5.4^{\circ}\text{C}$ 。

河水温度在河的宽、深上分布之所以不一致者，是因为：

- (1) 补给到河道中的地下水与地面水的温度不同；
- (2) 缺乏有利于充分搅混水流的条件。

为了从现象上证明在大河道里水流不易搅混起见，兹举以下几个事实：

(1) 岷江（水呈绿色）汇入长江（水色较黄）以后，在宜宾以下很长距离内都能看出黄绿色色的分界。

(2) 松花江（水色透明）、牡丹江（水色发黑）与另一条从石灰岩中流出来的小支流（水色发白）汇合以后，在相同长的距离内，松花江的水色都保持着三条包带。

第二节 冰的形成

1. 冰晶的产生

冰，是水在温度降低到凝固点以下时所形成的一种半透明、无色并且有结晶的固体结构。

冰的产生，主要是与当时的水温高低有着密切的关系，因此说，所有一切影响水温变化的因素，同样的也是影响结冰的因素。在一般情况下，冰冻多出现在水温降到 0°C 左右时。开始结冰时，水温通常有千分之几度的下降，这种变化决非一般水温表所能测出。

水的形态的变化，也和其他物质一样，是由于其内部分子的组合情况及其分子在各种温度下运动的特征所致，我们知道组成水的分子是 H_2O 由分子力学得知，水中平时是含有三水分子 $(\text{H}_2\text{O})_3$ ，和二水分子 $(\text{H}_2\text{O})_2$ 的，只有水温在 0°C 以上时才含有单水分子 (H_2O) ，单位体积的水内所含各种水分子的百分数，随

着水温的变化有所不同，且在各种水温下單位体积內所含各种水分子的百分数有着一定的限度（饱和点——如水温 0°C 时所含三水分子的限度为37%）如果达到了这一限度，水温再要下降时，水体就要开始从液体向固体过渡，当时即会有冰晶出現，水由液体状态过渡到固体状态，这标志着三水分子的增加，水分子的运动强度急驟的减小（如表3）。

表3 在不同溫度下，單位体积內各种水分子所占的百分比

狀 态	溫 度 ($^{\circ}\text{C}$)	分 子 百 分 比			
		單水分子 (水蒸汽) H_2O	双水分子 $(\text{H}_2\text{O})_2$	三水分子 $(\text{H}_2\text{O})_3$	(%)
冰	0.0	0	41	59	100
水	0.0	19	58	23	100
	4.0	20	59	21	100
	98.0	36	51	13	100

冰晶的出現是結冰的开始，随后，溫度繼續下降，冰晶也隨之增多，并互相粘結，組成各种冰的現象。

关于結冰現象的研究，范围极其广闊，它應該包括天空到地面，陆地到海洋，而我們这里所提到的，只能限于江河及与江河有关的冰的現象的研究。

2. 結 冰 程 序

流水与靜水的結冰程序有很大的区别，茲分述如下：

(1) 靜水中的結冰程序：在靜水中冰的形成，是在天冷时水面与低的气温接触后，表面一层的水分子失去热量，溫度降低，水分子的比重变大而下沉，下层較暖之水分子因其比重較小，而上浮到水面，又与冷空气接触，而后又下降……如此反复对流。由于水在 4°C 时密度最大，所以当全部水温均降至 4.0°C 时，对流現象停止，此时上层水温繼續下降至 0°C ，聚集在水面的

冷水分子將随之放出“潛热”（即融解同体积的冰成水而所需的热量——每克冰融解成水要吸收80卡的热）而凝成冰晶。此后，深层的水温就不再下降，而保持在 0°C 以上，由于冰的密度小，所以冰晶停留于水面，在冷空气片的影响下，互相粘結，構成薄冰膜。其后随着气温在 0°C 以下的日数的延長，冰层繼續增厚并成爲完整、坚固的盖面冰层。因此說，靜水中冰的形成只限于从表面开始，其发展情况是：冰晶→薄冰（多从岸边开始）→盖面冰层。

冰盖形成以后，把水体和冷空气隔开，所以冰层的增厚过程相当迟緩。

在深水中，因内部儲有足够的热量，傳热过程較長，結冰比較困难。

靜水湖泊上盖面冰的厚度，各处并不一致，一般为自岸边向湖心递减。

(2)流水的結冰程序：流水的紊动現象（即流水中每个水分子向前运动路綫的曲曲折折的現象），为整个断面水温获得比較均匀一致的变化提供了有利的条件，因而冬季河流断面的水温得以同时均匀的降低到 0°C 左右，这时，在全断面的任何地方（包括河底）都会有冰晶出現，而冰体的粘滯阻力（水分子相对运动时，互相之間所产生的阻力）对于冰晶的形成，也起着重要的促进作用。

冬季，在气温降低到 0°C 以下时，初成的冰晶，相互聚集，首先在岸边流速緩慢的地方形成較薄的“岸冰”，与此同时，在全断面上亦有水内冰形成。

水内冰漂浮于水面或悬游于水内，随时互相粘結或与漂浮着的薄冰結并，体积逐漸增大，形成凌块，这些凌块，就是最后形成河面封結的物質基础。

因此流水中的結冰，在不同的情况下，其程序是有所不同的。一般在流速較小时，結冰程序略与靜水中結冰程序相同；在流速較大时，則任何水深处都同时产生冰晶，其发展情况是：

冰晶 $\left\langle \begin{array}{l} \text{岸边薄冰} \\ \text{水内冰} \end{array} \right\rangle$ 冰块——（盖面冰）

3. 水内冰的形成

水内冰，是一种悬浮在水内，附着在河底或其他水内物体上的碎冰，为海绵状或饭团状的不透明冰体，形似浸透了水的湿雪，在多数情况下，其中混有各种杂质，如沙粒、小石块、植物枯骸……等，这种冰是结冰现象的一个重要过程。

关于水内冰的形成过程，说法不一，一般认为苏联学者 В. Я. 阿里特别尔格的见解比较全面。

阿氏认为要形成水内冰最初的结晶，需要有下列的三个条件：

- (1) 水的过分冷却；
- (2) 在河底或其他水下固体物表层有不很流动的水；
- (3) 形成结晶时所释放出来的潜热能被带走。

静水中，因为缺少(1)、(3)两个条件，所以不可能有水内冰形成。

在流水中，由于紊流混合作用，第一个条件在全部水深中可能同时实现，其余两个条件则实现于下列两层水流中，即：

- (1) 在水流平静时与液体表面张力有关的表层中；
- (2) 任何流速时，在由直接蒙盖不平河底的颗粒所组成的底层中。

由水开始形成冰晶时，必然要释放出一定量的潜热，这种热量，为周围的流水带走，使冰晶再与新的过分冷却的水流接触，冰的结晶如此继续进行。

在全河封冻以后，由于：(1) 表面冰的导热性弱，使结晶释放出来的热量缺乏吸收它的近源；(2) 地下水的加入河中。因而，水的过分冷却作用受到阻碍，水内冰晶的形成即行终止。

最初形成的极小水内冰晶，在明流中，相互粘结，体积逐渐增大，其一部分升到水面，成为“冰花”另一部分，则固结在河底各不平或突起处，即谓之“底冰”。底水在所形成的地方有附

着力，借以平衡由于冰的比重小于水的比重而引起的浮力（这种浮力在冰晶开始形成时就有）。附着力的大小，与冰晶和附着地方的接触面成正比；而浮力的大小，却与冰晶增长着的体积成正比。由于这两种力的增长速度不一，其浮力的增长永远较附着力为快，一旦浮力超过附着力时，这些底冰就要离开河底，以海绵状似的向上漂浮，同时其中挟有砂土、石块等杂质。在某些情况下底冰永不上浮，而附着在河底继续增大，成为“冰礁”或“溜坝”。

4. 盖面冰的形成

在静水中，盖面冰均为水面冰晶直接粘附而成，这种封冻的方式，谓之“清粘”，清粘的盖面冰层，厚薄均匀，冰面平滑，冰层内也很少含有杂质。

在流水中，盖面冰的形成，主要依靠流冰的堆积，流动冰凌的来源，主要有二：

(1)上浮的水内冰或水面薄冰，在冷空气的直接影响下彼此粘附，体积增大，且由疏松的海绵状转变成坚密的冰块，随水漂流。

(2)河底升起的大块底冰，这种冰多形成于弯道凸岸的浅水河底，其组织比较紧密，群众称之为“黑凌”。

随水流动的冰块，互相碰撞，使边缘凸出或疏松部分被碰掉或挤成较碎的冰屑，拥堆在冰块表面的周缘，形成无数圆形或椭圆形的流动“冰盘”，盘中低凹部分能够蓄水，在寒冷的空气中，继续冻结，加速凌块的增厚。

随着流冰密度的不断增加，或因河面上紧相接触的冰块互相粘附，面积逐渐扩大，形成拥水。或因流冰在弯曲、狭窄、浅水河段，或人工建筑物附近，发生暂时的卡塞，从而拦截冰凌，使河段流冰停止，这些被拦截拥挤起来的冰凌，互相冻结，复盖河面，形成坚厚的盖面冰层。

流水中盖面冰形成（封冻）的过程，一般均由发生拥冰处逆流

向上扩展，同时在拥冰当中，因受风向、风力、流速、流势……等因素的影响，使盖面冰的形成又有“平封”与“立叉”之分。所谓“平封”即在流缓，无(或小)风的情况下发生拥水，上游流来的冰块，挨次以水平方式停在水面，无“冰塞”“冰堆”现象，封河以后，冰面也比较平整；所谓“立叉”，多发生在水流较急，或在拥冰时有较大的顺河风之情况下，流冰因受流速及风力的影响，冲力很大，每遇拥水拦阻，即相互挤压，致上游流来的冰块，与水面成不同角度的方式在冰面上堆积，故封河以后，冰面极不规则，且在封河之际，常有冰坝形成。

盖面冰的厚度因封冻方式的不同有很大的差别，且其变化与流速、地下水补给的数量及温度、气温以及冰上复雪等有直接关系，所以在同一时间，同一地区的两条河流，或同一河流的两个地方，其冰厚随着冬季过程的增加也不一致。

5. 封冻期冰花的来源

冰花的存在，不仅破坏了冰下水流的规律，同时还阻碍着水文测验工作的进行。封冻期冰花的来源有以下两个方面：

(1) 封冻以前所产生的水内冰(主要是底冰)的继续升起，并聚集在盖面冰以下，这种冰花主要发生在封冻初期，随着冬季的进程，一部分为水流带走，一部分为补给的温度较高的地下水融化，而逐渐消失。

(2) 在河道上的未封冻河段或清沟(亮子)部分，在低气温的影响下，形成的水内冰和浮起的冰花，随水流动，在到达冰的边缘时，大部分沉入水面以下，沿着冰底向前运动或固结在冰层的下面，促使冰层增厚，使过水断面逐渐减小形成“冰塞”现象。

第三节 冰凌在各阶段的变化

河流冰期的过程，一般可分为：1. 结冰期；2. 封冻期；3. 解冰期三个阶段。在各阶段的冰情特征大致如下。

1. 結 冰 期

从秋末，水尺附近可見範圍內首次发现結冰現象之日起，至水尺附近可見範圍內結成封冻冰层之日止，謂之“結冰期”。在此期間，有岸冰、綿冰、冰松、水內冰、冰花、冰礁、流冰、冰凌堆积等現象发生。

2. 封 冻 期

从水尺附近可見範圍內結成固定的封冻冰层之日起，至冰层融裂开始流冰之日止为封冻期。在此期間，如果附近上游沒有清沟时，水內冰即行消失。初封的盖面冰底，极为粗糙，其随着封冻天数之增加，而漸被水流冲磨光滑，封冻冰层的表面，也在气温的影响下漸趋于平整。同时冰层也随着发生緩慢的变化（增厚或融薄）。

封冻期間，可能有清沟、冰裂、冰塞、冰上冒水、冰中流水、連底冻、冰上有水、冰上流水、再生冰、雪冰、冰层浮起、冰色变青、岸边融冰、河心融冰、冰滑动、冰縫等現象发生。同时还会有封冻后解冻，解冻后又封冻的情况。

开河的情况，也极为复杂。这和封河情况（平或立）、封冻期的气温变化情况、融冰時間長短及有无“寒潮”侵襲、上下游緯度的差数及开解次序、河道的曲直、流速的大小、风向的順逆、风力的强弱……等都有一定关系。根据这些自然影响因素的变化情况，可將开河的情况分成两种类型：

(1) 盖面冰为平封或清粘(冻)，融冰期長且沒有(或很少)寒流侵襲，春季气温較高，因而盖面冰层在太阳輻射及暖空气的强烈影响下，得以充分解体，形成段落开解，局部流冰，其开解后的流冰呈較薄、酥松状态，若再无风的影响，流速也不大，且无冰堆、冰桥、冰坝……等严重拥冰現象，开河安全順利，羣众称之为“文开”。

2. 封河情况复杂(叉封)，冰层的薄厚相差悬殊，融冰期短或