

主题：六个冰芯和一个院士
“冰人” 院士的青藏情结

时间：2014 年 6 月 5 日

主讲人：姚檀栋

好，很高兴今晚上能有这机会和大家见面，刚才我们张博士说了说我们这个工作的性质是什么，首先要去青藏高原，然后到青藏高原要到冰川上去，所以刚才我在跟我们张博士谈的时候他说我们这个工作有多辛苦，但是作为我本人来讲的话从来没感觉这个事情多辛苦，这些好多人也经常问我这样的问题，说你觉得那个地方辛苦？好像我也没感觉到确实有多辛苦。其实这就我们刚才谈这个的时候我想到了我们曾经有一个电视剧叫《北京人在纽约》，是这个有名的里面的台词说“你要喜欢一个人把他送到纽约去，你要恨一个人也把他送到纽约去”，我想这就是做一个事情不同的人看的角度不一样，我可以就这个引申出来，你要喜欢一个人你就和他一起到青藏高原去，那是你的最知心的朋友，肯定是这样，如果不是你的朋友你不会跟他一起去青藏高原，但是反过来讲说你要恨一个人也要把他带到青藏高原去，如果站在那一到高山就反应的，一到高山就头疼，那肯定是惩罚他的最好的办法。其实我想再引申一下说，你要喜欢一个人或者爱一个人你就把他带到冰川上去，只有在冰川上你才能体会到说这个人的人的从心知心，或者人和人家的这种真挚的交流是怎么，是吧。

如果说你要特别恨一个人也要把他带到冰川上去，那肯定这是对他比青藏高原的惩罚要厉害得多，那么刚才我们张博士也说我们到了冰川上不但要到冰川上去，上去起码要待一段时间，10 天、20 天、30 天，甚至 40 天，那么这个就是干我们这个工作一定得喜欢，这是它的最基本的。那么我可以在这里，刚才我们张博士也讲，他说我们一大批人在这儿干这个事情，他是喜欢这个的，我还跟他刚刚讲了我们最近又加入我们这个队伍一个地质大学的，他就是地质大学的登山队的队员，他不到高山上去他就不舒服，是每年一定是登珠峰也好，登这个慕士塔格也好，或者登这个西夏巴马也好，他只要有机会一定要想办法去，他就是喜欢这个。那么前一段到尼泊尔碰见一个野生，中国原来登山队的，现在就在尼泊尔组织从南坡登山，那你一看我们去正好碰到他组织一帮中国登山队员，那他就是喜欢这个，他也提出要到我们这儿要读研究生，我想像这样的那就是确实喜欢的，这样的人你就把他带到冰川上去。我想这个我们就闲话少说了，因为是谈的主题是冰川了，我们知道地球上三个大的冰体，一个在南极，这个冰体大到什么程度呢？冰体大到如果南极的这一块冰融化以后能使我们的海平面上升 60 多米。

是什么概念呢？我们的天津没了，上海没了，我们的北京市差不多就是海边，所以这就是这块冰体的。另一块冰体是格陵兰，如果这一块冰体融化了海平面可以上升 6 米，当然比起 60 米还是要差多了，但是如果上升 6 米上海肯定没了，天津的相当一部分也没了，就这么大。那么青藏高原没那么大，但是如果它融化了，海平面要上升差不多一米也是没问题的，所以这个就是这种你要从量级上比是这么这样的差别。那么可能现在大家经常会看到这个全球变暖这个说法，那么全球变暖的我后面还讲到对我们青藏高原是什

么影响，对于南极、北极这样的影响，就是最大的人们怕的就是哪一天这个冰没了，这个海平面一下上升几十米，那么沿海城市都没了，这个是对全球是灾难性的影响，我只是从冰川的角度讲，目前有这么三个大的冰体。这个三个大的冰体我们北极、南极，那么青藏高原叫第三极，也有人把它叫高极。北极和南极因为它是地理上的一个极点，而青藏高原呢因为它高，就和南极、北极有它相似的地方，所以就叫第三极。那么在这个第三极我们最核心的是青藏高原，如果把青藏高原的这个区域再往外延伸，那冰川就更多了，我们在青藏高原就有三万多条冰川，这个面积就有五万多，接近五万平方公里。

如果是整个这个地区的冰川都加进去它就有十万多平方公里，所以这个足见它这个面积是很大的。这是目前我们看这个白颜色的就是整个地区的这个冰川的分布，它主要是在南部、西北部，还有东北部分，这是它基本的分布特征。我就不知道在座的是不是去过西藏的比较多，去过西藏才能看到冰川，看到冰川呢也是看到的虽然我们觉得很高兴看到了冰川，但是那也只是冰川的可以说是冰山，冰山一角都还不上，我们可能去过西藏的，去过看过卡若拉冰川，是吧，从那个杨卓云错往西走，路边上可以看到一点，但是真正的看冰川我们从冰川学的角度那是个小小的山谷冰川，那算一类，这叫冰帽型的冰川，这个冰帽型的冰川你如果上到顶部就可以看到这么，这么宽这么平，你肯定是感觉到上了平原上去了一样，这是刚才我们张博士专门讲到普若岗日冰原，这就是普若岗日冰原看到的，你在这上面走的话就感觉你在平原上在走，这也就是我们打冰芯的话一定要找这样的地方。后面还要讲到为什么要选这么个地方，这就是如果要打冰芯你得上去以后刚才说了好多东西都拉上去，为什么呢？我要在那里住下来慢慢的工作，那这些生活设施基本的把它拿上去。刚才也说到普若岗日冰原，这是从空中来看这个冰原，就是我刚才看到的像那个很平，很平，像大平原一样，就是中间这个部位。

这有多少平方公里，有 400 多平方公里，那么一上去以后这个中间这一块就是几百平方公里，当然是足够大的。这就是为什么说假如说你有些人感觉这个地方就得到地地狱，像纽约有人认为这是天堂，有人认为它的地狱。假如你遇上到这种情况，你的这个意志力要差一点，那你感觉就是地狱了，因为一旦下车去有时候是几天都出不来，你必须得自己得把这个车挖出来，这是我们现场打冰芯的话要把这个整个的这个大的钻机的帐篷要把它先搭起来，搭这个钻机一般没有这个大概四五天你是搭不好的，但是就这样四五天还是值得干的，因为只有把它弄起来你才能干活，一旦这个开始工作了，刚才张博士介绍的很细了，就是我们这个是要日夜不停的干，特别还是要晚上干，因为白天它这个到冰面上太阳晒以后就热的不得了，一般都得十几度以上，甚至到 20 度，你这个这时候要去打冰芯的话出来以后就容易化，所以一般都是避开白天最热的这一段时间，晚上去干活，这是晚上干活的一个夜景。当然我们可能有过爬山经历的会这种

都这种走这种冰面上的，我不知道在座的有没有什么去爬过山的，那么有人喜欢这种体验，那就会有这个经历了，这就是怎么完了以后把除了把设备运上去，完了这些东西还拿下来。

如果东西太沉的话你一个人拿不动，得好几个人一起才能把它搬动。这是打出来的冰芯，那么一般我们打一个冰芯的话，我们目前在青藏高原打到的冰芯最深是 310 米，那么 310 米这个每个冰芯的最大长度是一米，那就是说你如果最理想状态也得提这个 300 多次，但是这是理想状态，很少说我能够打到一次一米，一般就是几十公分，那就可能打得五六百次，那么这样的话在这个很高的情况下把它打出来一般也得要十天半个月，甚至一个月，取决于当时的状态，这是在现场处理冰芯。当然，有了这些最初步的样品，这后面就要用先进的分析，仪器手段去分析这里边的各种各样的，环境的、气候的信息，这就要到实验室里做。我们现在是在中国来搞冰芯的是有几个地方可以储存这种冰芯，一个是在西藏，我们在拉萨有一个青藏高原所的拉萨部，这个有个冷库，或者叫丁蒙石，专门储存冰芯。另外我们在北京也有一个，但是不在这儿，在密云，也有一个丁蒙石。我们在上海有一个他们搞极地的也有一个冰芯库。我们在兰州，我最早是在兰州工作，我们也有一个冰芯库，这就是目前在中国可以储藏这种冰芯，或者进行实验室分析的就这么几个地方，这就是在实验室各种高级仪器把你所需要的指标来分析出来。

那么刚才讲到就是说好多人可能就问一个问题，说你们为什么干这个事情，这就是我们从科学层面来讲我们科学家搞的事情就是知识，产出知识，产出知识要干什么呢？要满足人们的这个一个是好奇心，我这个事情我想知道，但是我就得不到这个知识，那得有人给你提供这个知识。另外一种事情，就是我现在面临着一个事情我要解决，我就是找不到解决这个问题的方法和知识，那也需要知识，所以这就是刚才我提到为什么问我这个问题，那么就是科学的本质就是要产生有用的知识，我们时髦点说叫创新的原创的知识。那么在青藏高原呢这实际上我们可能住在北京，认为青藏高原和我们没关系，但实际上关系很大，我们经常会遇到大旱，遇到大涝，我再举一个简单的例子，98 年的长江大洪水，可能好多人还记忆犹新，当时我们江泽民主席提出的一个大家现在还记得很清楚的口号，叫严防死守，就是你长江不能决堤呀，你得给我严防死守，那么这个是怎么产生的？那么科学家研究发现，就是这个长江大洪水它产生的最初的原因就是这一年的长江中下游的大暴雨，这个大暴雨怎么产生的呢？从我们科学家的角度看它是季风，我们知道我们这个北京降水，整个中国东部的降水叫东亚季风，夏天太平洋一热然后水汽就输送到内陆来，然后产生降水。

那么如果是这个我们这个东亚季风它力量很大，一下就可以到北京来，到北方来，这样的话在长江以南停留的时间很短，就产生了我们叫做北涝南旱的这个景象，主要的水降在北部，中国的北部，南部就少。

如果这个季风比较弱的时候，就大量的水就会降到长江以南，因为它水汽过不来，力量没那么强，停留在长江以南地区，那么 1998 年那个长江大洪水正好就是那一年季风很弱，那么这个弱是怎么产生的呢？就是 1997 年底 1998 年初青藏高原的多少年不遇的一场大的降雪过程，不是一次降雪，是积累起来的，那么这样的话它青藏高原影响了大气环境过程，导致第二年季风很弱，然后呢这个降水就到不了北方，在南方停留，产生了这种洪水过程。所以这就是青藏高原它是我们整个中国，和中国相关的其他周边国家它是密切相关的，大概可能研究的更多一点，再往更老的一点来走，我们如果没有青藏高原，北京这地方是一片沙漠，我们的中国东部也是一片沙漠，这也是由各种各样的研究正题来确认的。可能大家很简单，回去看看地图，如果说我们青藏高原以西一直往这个地中海那个看过去，中间全是沙漠。

然后呢再往东，就是青藏高原以东正好就出现了中国的东部的这么一块肥沃富饶的土地，如果没有青藏高原这一块就和那个沙特阿拉伯，中亚那个沙漠是一样的，因为它是按照地理学的观点它是在西风带的西宁下沉区是一个干燥带，所以这就是青藏高原它的出现改变的中华历史，中华文明，应该说从更长远的角度还可以这么去说。那么为什么要说这个事情，就是我们研究的好多问题都是从最初的一些科学问题来追踪，那么说要问这个，你既然是有这样的现象的出现，既然这么青藏高原出现改变了我们的整个华夏文明的历史，那我要问这是什么时候出现的？这就从科学家的层面，我不但说它出现了，我还研究了证据发现有这个，我就关心它什么时候形成这个，当然，还有好多，我们要找石油的，我们要找矿产的，我要知道这个时代知道了，我要找那个时代的这个石油，找那个时代的矿产，那就是更进一步的工作，所以这就从科学研究的角度是青藏高原它有几个不同的那种主流方向，一种就是往很老的历史去研究，那么现在研究这个至少是 800 万年以前青藏高原基本上形成现在的这种高度，当然中间现在还有好多问题还在争论，但是基本的说法，就是 800 万年左右的时候已经基本上形成了那些青藏高原这么个格局。

那么另外大家关心的就是比较新的，就是青藏高原形成以后到底气候怎么变化，既然青藏高原它这个变化和我们中国东部关系这么密切，那我就得希望知道一下这种长江大洪水这个历史在过去有多少，它的怎么变化的，是越来越多了，还是越来越少了，我们以后从整个国家层面怎么应对这些东西，这就从更细节的角度，或者是更现代的角度，这也是一个主流方向，当然我也可以有好多主流方向，或者是好多研究方向，那么从我们搞冰川的角度干什么呢？我就要研究的就是在过去的十几万年，我说青藏高原基本上几百万年就形成这个高度了，我要研究过去十几万年它怎么变化，还要更近一点，过去两千年怎么变化的，再更近一点，过去一百年怎么变化的，这就是我们从我们冰川研究角度，我们主要是去看这么一个时间尺度它是怎么变化的。我当然不应该讲我们是这些科学家是怎么考虑这些问题的，这太专业了，但是简单的

讲我们很关心几个事情，一个是过去环境怎么变化的，温度是最高时候比现在高多少，最低时候比现在低多少，我们以后是不是还会重复过去的这些历史。

然后在这个不同的气候背景之下我们的，我们现在最关心的长江、黄河、青藏高原有十多条河流我们后面还要讲，不光是中国人关心，南亚人关心，中亚人也关心，是吧，那么这水循环特征是怎么样的，它和我们的整个的人类生存关系有什么关系，当然冰川我后面要讲，这是我的核心主题，然后这种变化情况下这个生态会怎么变化，人类活动怎么去影响这个地区的变化，这都属于关心的。当然，你有了这些知识，有了这些背景，我知道明天怎么应对这些东西，这就又回到我们这个冰芯，要研究这个比较精细的历史，为什么可以研究啊？可以，大家可以看到这里面你那个黑条，一条一条它是每一年的标记，就是我们知道降了水以后每年有这么一层，这就降成雪了，变成在这个地方是降的雪，然后呢这降的雪以后中国有沙尘暴，这个沙尘暴是个不好的东西，但是中国的冰芯研究里边它是最好的东西，它是每年的很好的界限，一年一年只要有这沙尘暴，好，这下一年基本就开始了，所以每一年的这种积累就靠属这个年层，很直观，很简单，就可以，比方今年是 2014，到 2013，2012，可以数到什么 1900，什么 1800，可以几百年，可以几千年可以数下去。

然后这一年温度是怎么变化的，我们一些指标可以把它恢复出来，这样的话一年一年就有一个温度变化曲线就可以恢复出来，这就是我们通过冰芯去恢复过去这种气候变化的一个基本的方法。那么要研究呢，我刚才说了你要研究温度，我们现在用气象记录来记录它，那时候没有气象记录，我们这次拿这个当时积累下来的雪来研究的，我们科学家发明的一个办法，叫氮碳氧 18，就是氧 16，我们叫氧同位素，稳定同位素氧 16、氧 18 的比率，氧 18 重，氧 16 轻，根据这种原理可以把氧 18 提取出来，恢复过去的温度变化，一个是积累量，我刚才讲了，那个两个黑条就是一年的积累量，对吧，哪一年多哪一年少，我根据这个把这个恢复出来，积累量就有了。当然，我们还可以恢复各种微生物的指标，看看过去环境怎么变化，看看生态怎么变化。这是我们前面讲到的我们搞冰川的几个基本的步骤，先要勘察一下这个怎么，能不能上得去，是不是可接近，然后去钻去，然后再运回来，然后进行冰芯的处理。这就是我们目前在青藏高原进行的一个是要把这个温度指标建立起来，一个是要把冰芯提取出来，我们这整个高原搞了这么多点，这是我们搞这个研究的基础，那么通过这个研究首先我们就是说这个氧同位素是可以解决温度指标的，就是氮碳氧 18，就是根据这个氮碳氧 18 一个一个我这么测出来，然后呢这个温度指标就解决了。

这从科学家的角度我们就研究，每年搞一个点，这个地方我可以测现在的温度变化，我也可以测氮碳氧 18 的变化，看它两个之间是什么关系，这是很好的正相关关系，我们有各种方法检验，是不是通过显

著性水平的检验，通过了这个关系的建立，那么这是对整体我们所用的指标的检验，你要经过严格的检验是这个成立的，我才能用它去看过去的温度变化。这是另外一种，我们青藏高原有南部有北部，在南部我们搞好多点来观测，在北部也是好多点来观测，用这样的方法我们就把这个指标问题解决了。那么在这个基础上我们就可以用这个氮碳氧 18 去看过去的温度是什么，怎么变化的，这样改了一个就是我们现在目前青藏高原比较长的温度变化的序列，是过去 15 万年的温度变化，零就是现在，这种波动往下走，这个曲线往下表示变冷，往上走表示变暖，那么这也可以看到什么特点呢？我们现在在这地方你看这个蓝的这个颜色就是表示我们氮碳氧 18 记录的温度变化。如果这个把它的分值和最早的这个分值比的话你看比它要低得多，那说明了什么特点呢？就是现在这个变暖，或者是气候的这个大暖期，我们认为已经很暖了，但是和十多万年那个最高的那个比它还是要凉快得多。

就是我们基本的算法，当时十多万年的一次的我们叫末次结冰期，温度比现在还要高两到三度左右，两度左右吧，就是说至少在十多万年的时候我们现在的这个暖气还是比较逊色的，并不是特别暖的，这是一个基本的判断。当然我，我们这是第三极搞的，我们还有南极，还有北极，他们也搞了各种各样的这个冰芯记录，我们最长的不是在青藏高原，而是在南极，所以我们可以做不同地区的对比，这种对比发现的什么特点呢？你看前，这个中间这个曲线青藏高原的，我们标了 12345，这是全球到处都发现的气候时间，北极也发现了，南极也发现了，青藏高原也发现了，我们把这叫做全球性的气候变化，一个地方变其他地方都变。还有一种呢就是反应这种地方特点的，你要看中间这个黄的这个柱子下来的这一端标出来的，我们可以看出我们叫末次冰期，这时候呢整个地区的温度比现在要低八度到十度左右，当时什么特点呢？青藏高原的冰川比现在大了大概八倍左右，就是我们青藏高原现在是五万，那时候接近 40 万，那么全球的特征是什么呢？今天的美国大部分是北部的大部分在冰盖下面。

整个加拿大在冰盖下面，我们现在去的这个斯堪的纳维亚的这个北，这个欧洲北部的这些国家也都当时这个斯堪的纳维亚这个大冰盖下面，就是这种的特征。那么这个时候你看青藏高原它冷暖冷暖这个波动是，这个幅度大的不得了，就是说青藏高原的变化幅度比其他地区还要大，这就是我下面还要讲到的，就是说我们目前的全球变暖情况下青藏高原基本上变暖的幅度是我们东部地区和全球的大概大了一倍，比方说我们这儿上升一度青藏高原就上升两度，就是它是很敏感的地方。这是十多万年，如果看一千年来的话，我们是下面是北半球一个曲线，上面这是青藏高原的，我们可以很直观的看到是什么呢？你看青藏高原的这个波动要比北半球的这个要大得多，这也就反映了它这个地区的这气候变化的敏感性。这是过去一百年，过去一百年呢更反映了青藏高原它是更敏感的，大概还有一个特点，就是我们这个地方的变化它并不是铁

板一块，是有南北差异的，至少有南北差异，东西差异，还有什么局部的差异这个更多了，这种大的南北差异是什么呢，就是我们在青藏高原的北部表现出它是变暖的时候是变湿的，我们叫暖湿类型。

在南部的它是变暖的是变干的，叫暖干类型，这也就是现在我们后面要讲到目前青藏高原的这个退缩，南部的冰川退缩要比北部的快得多，当然有各种因素，其中一个就是又暖，这个水汽来源又少，它当然就退缩的就快多了。那么这是我们所观测到的，通过冰芯所观测到的，从过去十多万年的现在这个气候变化它的基本特点，就是青藏高原要比其他地方敏感得多，它的变化要剧烈的多，那么在这种情况下目前这个全球变暖过去一百多年，特别是过去近三四十年的这种变暖，在青藏高原它的影响是很严重的，这就是我为什么有好多这个不但是国际专家们，我刚才说了这不青藏高原是一个天堂，您如果是喜欢的话，青藏高原也是地狱如果你不喜欢的话，就是至少好多人认为它是天堂，或者好多人听着它是天堂，这就是为什么好多外国政要来一定要去不了青藏高原也想听听青藏高原，这是上面是冰岛总统，想听听我们青藏高原这么研究了有什么特点，下面是戈尔，美国前副总统，也想听听，他是想去的，我们什么手续都办好了，那时候是布什当总统，结果是布什确定了要来访问，那么他和布什正好是对头，我们国家为了不影响布什访华的情绪，就把他的那个去青藏高原的这个行程呢取消了。

但不管怎么说就是他们是很关心这个地方的变化的，那么这是最近我们有一个叫第三极环境变化，这是我们中国科学家，左面这个是美国科学院院士，一个搞冰川的，他是全世界的所有的山的冰川他都转过了，大的山区，刚刚不久前换了心脏，也是一个奇人，为什么说他是奇人呢？他就是今年已经 68 了，爬变了所有冰川，那么在他 65 的时候上冰川心脏坏了，心脏坏了这个美国技术比较先进，就马上从，他是当时欧洲阿尔卑斯，把他从阿尔卑斯运到美国换了心脏，心脏移植我们都知道是很危险的事情，但是他做的很成功，做的成功到什么地步呢？心脏移植完半年以后就又一次去西藏，去年跟我们去的西藏，爬到了 6 千米，在 6 千米待了一个月，然后后来今年又要和我去西昆仑，已经定了，9 月份要去，他前不久还给他的这个同事写了一封很长的 E-MAIL 是，他这个也给我写了，给我拷贝了一份，说我这个心脏坏了以后刚刚到医院去检查了，医生说我至少半年之内不要再来检查了，状态很好，因为他换这个心脏呢是 21 岁的一个小伙子，出了车祸的换给他的，说我现在用 21 岁小伙子的的心脏去工作，我还工作多少年我还不知道呢，所以他就又在计划他的未来，就是这一次他去西藏了，他就是这么一个人。

这个中间这个是个德国人，他也是搞古的，但是不是搞冰川，他是通过过去记录的这种植物的变化来分析过去气候环境是怎么变化的，就是我们几个人大概有动员了全世界的这么一百多个不同国家的资深科学家去把这个第三极环境的这个事情先把它进一步的搞下去。这是我们前后也在不同的国家开会，这是第

一次嘛在北京，第二次在加德满都，第三次在冰岛，耐克亚微克，可能我们，我想在座的都是有的肯定去过冰岛，这个冰岛那是我认为除了海拔低一点，那么其他的好多特点都和西藏有很相似的地方，然后去年在印度，今年是在德国的柏林，那么这个事情呢要干什么，就是研究现在这种环境变化的大背景下青藏高原以及它的周边地区未来可能是什么特点，可能会引起什么社会问题，我们应该怎么去应对，核心是干这个事情的。当然，我这里要讲的另外一个科学家关心，但是对我们整个社会层面也还是有点关系，这个英文叫 Future area，我们都知道这个 Future area 就是预示着未来地区，我们的明天会是什么样，我们今天的时髦词是我们的明天，想我们的明天。

这个的基本的理念就是说我们到 2050 年如果是地球的人口按照现在的速率发展是 90 亿人，90 亿人是什么意思呢，就是说大部分人的判断就是已经超出了地球的承载极限，我们一般说这个承载力大概从搞环境的角度讲两个，一个是环境承载力，我们大概都知道北京现在住不下去了，雾霾搞的大家春天，到这个三、四月份的时候，特别是二三月份的时候出不来气，这就是环境承载力，大家可以直接感受到的，因为就是呼吸不了，至于说土壤污染能力，除了毒大米，什么毒小麦这些都不知道都吃下去了，至于说水污染这个喝下去的什么东西你也不知道，这就是环境承载力。另外就是生态承载力，当然，最核心的粮食，你 90 亿人需要什么样的植物的产出量来支撑你，这是最直接的，但是一系列其他的和不健康有关系的，是吧，这还不说了，这可以举出好多这样的例子，就是两个东西，一个是环境承载力，一个是生态承载力，所以这是未来地球关心的东西，关心的基本点还是就是现在这种变暖到底会引起什么样的后果，这是一个最基本的出发点，当然，人类的活动是另外一个方面了。

所以我们这个第三极环境这个事情呢，就是说至少是关心了第三极这个地区有多少国家呢，有十多个国家，这个地区的人口有多少，有接近 30 亿，中国、印度都直接受它的控制的，这加起来就 20 多亿，你还再不要说其他的一些国家加起来，就这么一个密集的人口分布区它的环境会怎么变化，这就是为什么我们这个项目一提出来这个我们知道联合国教科文组织，这是大家都很熟悉的，就是把它作为这个他们这个组织的这个旗舰计划来推动，这里面最主要的他们感兴趣的还是冰川变化和水资源的变化，那么现在就是说在目前这种变暖的背景下冰川会怎么变化，我们大概一个基本的认识，就是那么叫椭圆型的，也是个圆心中间位置退缩的幅度最小，慢慢的往边缘地区退缩的幅度越来越大，越往边缘这些退缩越大，就是中国的藏东南地区和喜马拉雅地区是退缩幅度最大的地区，那么现在我们也检测一些冰川，那么有些冰川再过十几年就没了，这是最强烈的地区了。这就是我们检测的一些冰川，可能我们去过西藏的去过纳木错，这是在纳木错上游的一个冰川，我们就看看这个冰川的变化和纳木错的变化有什么关系。

可能有人也去过那个普莫雍错，就是羊卓雍错的更高海拔的一个湖，它在 4 千米左右，有人会去过这个地方，这个冰川的，这个湖的上游就是这个蒙达岗日冰川。再就是藏东南的，可能有人去过然乌湖，这是在然乌湖的上游，那么目前我们观察的最有趣的一条冰川是在阿达冰川，这个我相信没人去过，我估计我猜的不错的话，因为那地方虽然很容易去，但是没人想到会去那个地方，有人如果去过察隅的话，这个地方叫下察隅，对，下察隅再往里边一走，很容易，因为它的冰川海拔，它的末端是在两千多米，在森林里边，这是我们青藏高原冰川里边就是升的最低的一条冰川，如果是要接近冰川的话也是最舒服的一个冰川。那么这个冰川呢是在 1933 年，当时就有英国的探险家，叫肯瓦克，这个人也是偷偷地跑到西藏，那么当时的我们整个西藏政府是禁止西洋人进藏的，那么如果抓住要么就坐牢，要么就杀头，所以他是装作西藏人偷偷地，不是装作西藏人，装作喇嘛进来偷偷的拍了这个照片，那么到了现在呢成了一个很有价值的东西。

那么比较这两个东西，一个是 1933 年照的，一个是 2006 年照的，可能大家就可以很明显的看到它的变化有多大，在 1933 年你看这个冰川厚度，冰川的规模，那就是和今天比不可同日而语，这就是这几十年，接近一百年它的变化。这个科学家当然希望问个究竟，它到底怎么变化的，变化了多少，那么我们测下了它每年是怎么变化的，就是上面这条曲线，红色这个曲线，它是从 1933 年，1933 年的时候这个还没怎么退缩，真正大的退缩从 1940 年开始，你看一直这么退缩下来，到 60 年代有个降低的过程，然后 90 年代有个降低的过程，然后到 90 年代以后这个每年的退缩可以达到 60 米，那么按照这种速度一般的小冰川几年就没了，那么这个冰川比较长，它可以持续一段时间，但是影响很大。这是喜马拉雅山的南坡，你看这个冰川，78 年的，98 年的，20 年就可以基本上这个冰川就差不多没了。我们有一个基本的判断，就是这个冰川的退缩在过去十年我们就加速退缩，如果说以前每年可能退缩十米，举个例子，到了 20 年，到 20 年以后的时候变成了 30 米，每年 30 米，到再过 20 年就变成 60 米，它是加速退缩的过程。

这是冰川本身的，那么它退了会有一系列的影响，首先对湖的影响，我们青藏高原呢是占了中国整个，它的湖泊有一千多个，面积是四万多平方公里，是占了中国整个湖泊面积的一半以上，所以它的影响，对于水循环的影响是很大的，这是我们如果把整个青藏高原的这个湖要把它恢复成一个卫星遥感图片恢复它，就可以看出不同部位它的湖是怎么分布的，时间关系我不细细讲了。但是我们从科学家的角度看，这些湖它有几大类型，一个是在直接在冰川末端，这个冰川留下来以后伸在湖里边，我们叫冰川末端湖，这个在青藏高原呢它有好几十个，那么凡是这种冰川末端湖，它在过去的几十年呢由于冰川的退缩，所有的湖基本上都是处于这种扩张状态，那么这个扩张会产生什么结果呢？我估计我们年龄大一点的会记着 2004 还

是，2004 年左右这个易贡湖的这个溃决，当时是也是头号新闻我记得，那么这个湖呢溃决以后那么现在的说法是在印度，在尼泊尔给他们造成的损失大概在，他们自己说的是几百个亿，但是是不是几百个亿我们先不说这个数字，但是肯定是损失是严重的。

我们如果在那个易贡溃湖堤以后去过藏东南的就知道，那个原来这个桥没了，你看这个一下这个湖溃决以后湖堤岸的那个水位比当时就升高了几十米，一扫下去全部都没了，那么正因为这一次溃决事件，中国和印度，原来中国的径流资料，水的径流资料是那一点都不给印度的，所以说我记得当年呢还有一个事件，就是帕里湖，实际上那个自然溃决的湖，印度说你那个是人工制造的湖，你就要淹我们下游，其实当时孔泉是发言人，我估计你们有些人还会记住这个情节，他是每天，我们就像我们现在那个秦纳他们是发言人一样，在那整个那一段时间他每天必须要报告这个湖的状态是什么样，印度人说你搞了这个人工湖你想把我们淹了，那实际上它是一个自然过程，所以在这种压力下我们就和印度达成了，我们的径流资料也提供给人家了，什么雅鲁藏布江的径流资料提供给人家，就是我就说这个冰湖溃决它会产生什么样的结果呢？就是这样的结果，它就要一扫下去以后整个下游村庄、桥梁、生命财产只要你碰上，什么全都没有了。

这是然乌湖，可能我估计有些人去过，然乌湖你往上游走的话，我估计好多人都没去，就是接近冰川的时候有一个就是冰川末端湖，我建议如果有人去可以在有点这个冒险精神，往里面走一走，就可以看到冰川末端湖是怎么样的，这个冰舌伸到了湖里边，你也可以看这个冰舌，这个冰要崩塌下来以后在湖面会产生什么样的过程，这就是冰湖溃决，就是说冰崩塌下来，如果块很大，它可以让这个原来的湖堤溃决，溃决了这个湖突然就崩了，跨了，然后后来整个湖水就下来了。当然然乌湖不会这样，因为它是一个前面是基岩的，一般这种会崩塌，会跨掉的都是一些松软的，我们叫冰器物，它堆积而成的。这我就要讲到这个冰川湖，这个冰川末端湖它的演化过程，就是因为过去几十年的全球变暖，它本身很小的这个湖，我们可以在这个图上看到，就这个蓝颜色的，这是不同期的，1980 年，1988 年，2001 年，2005 年，你看这个很小的湖慢慢变大，变大，到了 2005 年了那个蓝颜色的就很大，这是一般的冰川湖它形成的基本过程，然后呢到大面积程度就会溃决，这是我们现场拍的，所以你们下一次要去，如果往里面，只要往里面走就可以拍到这样的照片，就可以看得到。

当然这个冰川末端湖可以是各种各样，我刚才说的这个然乌湖上面的这个只是其中的一个，这是末端，冰川下来以后直接升到湖里面去，还有一种是冰川补给湖，在湖面上看不到冰川，但是你往上游追踪，它的水流还是从冰川上来的，这种冰川它不会形成这个冰湖溃决，但是我们叫湖泊的扩张，扩张以后就会把

草原、草地全都淹了，实际上这个事情呢在西藏这个地方现在也是很大的社会问题，本来这个牧民都在湖边上，它的最好的草场，这个湖边上也是最好的避风的地方，它这个东窝子也是放在这些地方的，然后你突然这个被淹了，他只能搬家，那么草场当然没了，所以这也是西藏自治区过去相当一段时间遇到的很大的一个问题，这羊卓雍错就是冰川补给湖，我们如果往上游走你就可以看到那个仓宇冰川，假如有导游知道这个比较底细一点，那么你往上面走，左侧的一边就是仓宇冰川，这样的冰川有好多，下来以后补给这个羊卓雍错。纳木错，我相信去过西藏的肯定是去过这个地方，这也是冰川补给的，而且我们也有个估算，是这地方的冰川退缩以后，对湖面上升它的比率有多大，这首先算算这个冰川它的面积的减少有多少，这是整个纳木错流域，1970年代它的冰川面积接近两百平方公里，到了90年代是180多，到了2000年代170多，冰川面积是不断缩小的。

在这个同时呢这个纳木错的这个湖面的水面它是不断增加的，在70年代是1900多，到了1940多，到了2000年代是1980多，这个我们最新的，在2011年的时候已经超过两千平方公里，玛旁雍错，可能有一些喜欢探险的，或者喜欢真正看西藏的人，可能有好多人都知道是不去阿里就不算到了西藏，这是要去阿里一定会看到这个玛旁雍错这个要去转山一定要到这个地方去转，那就是说才是转了山的，这个是玛旁雍错就是这么一个叫做当地的说法呢它是转的了山是岗仁波齐，这个玛旁雍错是这个岗仁波齐的母亲，当然还有说是这个纳木那尼是岗仁波齐的母亲，不管怎么说只要你去这就是它的故事的一部分，而且玛旁雍错就是现在国际上真正大家追逐的这个宗教圣地，我想这个除了萨迦可能这个地方就是人最多的，国籍最多的，这个地方有印度人，有尼泊尔人，有巴基斯坦人，有欧洲人，都是一定要到这个地方去一趟，如果信着宗教的，它什么教都可以，佛教也可以，基督教也可以，反正都有，就是这么个地方，那么这个地方它也是冰川补给的，这是我们要有一个分析，它这个水位在不断地变大，也和冰川的融化是有关系的，这是冰川退缩和冰湖湖面的上涨之间的关系。

我这里特别要说的色林错，色林错可能不见得人们都去，但是我建议假如说你们是真真正正希望探险的倒是可以去这个地方，因为去这个地方真的可以西藏的另外一个世界，你不但会看到湖，看到我们这个普若岗最大的冰原，看到西藏的动物世界，西藏的所谓这个动物保护最成功的就是双湖色林错这周围，那么你现在要去的话它好到什么程度，这个动物见了你不会离开，车来了也不会走，就可以到这个程度，而且这地方已经动物保护的好到什么程度，就是已经过分繁殖，这是真的，过分繁殖到什么程度？就是草地已经被过分繁殖的动物吃的延续不上了，所以现在西藏政府也在讨论说怎么去狩猎，这也是他们的头疼的问题，这交给中央地方没有积极性，交给地方呢就怕又出现另外一种问题出来，就是至少在讨论这个事情，就是

你要看西藏的动物世界就就到这个地方去。当然，我这从湖的角度，就是这个它的冰川面积还更大。这个冰川面积呢它是在 70 年代是 900 平方公里，到了 90 年代是 800 多平方公里，到了 2000 年代是 800 过一点平方公里，就是比纳木错冰川面积要大得多。

那么这种特征最后导致了什么结果呢？我们知道原来西藏是两大湖，第一大湖是纳木错，第二大湖是色林错，但是由于它的冰川融水补给的更多，在 2011 年的时候它变成了第一大湖，色林错现在是西藏的第一大湖，纳木错成了第二大湖，是可以与冰川的融化不一样产生这样的结果。这是对湖的影响，对河的影响，我前面也讲了，就是在青藏高原发源了有十几条大江大河，长江、黄河、横河、印度河、怒江、澜沧江、伊洛瓦底江和塔里木河等等，所以这个另外青藏高原的另外一个昵称叫中华水塔，提这个中华水塔不是科学家提的，这还是一个政治家提的，这个人是藏族人，是曾经是甘肃省的政法委书记，他写了一本书，这个题目就叫《中华水塔》，那么确实是它的重要性决定了它有这个名字。你要是打开这个地图，或者是画一个图出来，你看青藏高原中间是湖泊，周边画这个红线的这都是表示河流，它从各种支流最后绘成一个主线，但是它是，你看密密麻麻，这就是为什么它是中华水塔，它是名副其实的，最大的河当然青藏高原的，在青藏高原内部流的最长的雅鲁藏布江，雅鲁藏布江它的这个径流最大，和中国东部差不多，就是所谓的季风降水，这个是 6 到 9 月是它的降水量最大的时候，也就是径流量最大的时候。

如果是把它的年代进行划分，我们可以看看它会是什么特点，就是这个径流量是不断增加的，这是从 1950 年代到 2000 年代，后面没画，但是后面增加的更多，基本它径流是一直增加的，这个湖泊的湖面上涨有一样的这种机理，就是冰川融化增加了，当然降水在更加一些，它的径流增加的很快，这是另外一种表示，在青藏高原整个，刚才我说雅鲁藏布江是整个青藏高原的径流，你看，过去从 1950 年开始到 2000 年代，径流量也是不断增加的。当然，它和降水也做了一些对比，和降水的增加有一定的关系，和冰川的融化也有关系，降水也在补给它增加，冰川融化也在补给它增加，所以径流量是越来越大的，这是另外一个这样的，我就不细讲了。当然，冰川说它怎么补给呢？我们知道季风降水补给是在 6 到 9 月这四个月，进到 10 月份我们北京这边不下雨了，或者下的很少，所以补给径流的这个过程就很小了，但是如果从这个雅鲁藏布江它这个径流变化来看呢，10 月份以后它的径流还是比较多的，而且是从 50 年代到现在不断地增加，那么说明两个特点，一个是降水不补给了，像我们这个北京就没有水源，但是在西藏几万条冰川还在给它通过融化补给的径流变化。

而且是随着变暖它这个冬季的这个补给呢是不断地加大的，这就是冰川融化对这个径流增长的一个主要的贡献，这当然是另外的分析了，我就不细讲了，就是在越靠近冰川的地方这种特点越明显，你们到下

面，到真正的大干流上的话，那降水这个影响是比较大的，但是呢接近冰川区呢那完全是冰川融化的，所以这个增加你看这个趋势就比刚才那个要明显得多，这也是为什么冰川对径流的影响更大。这张是拉萨的，拉萨的呢因为接近，我们每个人要去旅游的话就要经过这个地方，可能大家有的看过拉萨河，如果没有看过的话我倒建议去看看拉萨河，是值得一看，你看了拉萨河就会体会到这个虽然是雅鲁藏布江的一个支流，但是能体会到这个西藏的河有多厉害，当然这个走过机场的也会知道这儿，但是你要看看拉萨河，就是要体会一下这个西藏作为中华水塔的这个径流的这种特征。当然冰川特色除了对湖泊的影响，对河流的影响，还有一些其他的影响，一个是我们现在刚才讲了，这个由于变暖了，那么冲天融化的时间也提前了，冬天冻结的时间推后了，它这个径流会增加，那么充填融化的时间提前以后，它会向夏季的这个洪峰要提前，这个提前了以后呢我们对当地的牧民，对当地的农业它会产生一系列的影响，对来我原来我是5月份要大量的开始种植了，那时候水多，现在提前了到4月份，那我这种种植季节就要改变了。

这些在西藏很大的一个变化，一个是温度变化，温度变化呢我这原来这个返青是5月份，现在4月份就返青了，我原来是9月份这个植物就死了，现在10月份就死了，它中间的生长期一下子延长了好多时间，再加上我这个洪峰也变了，所以它好多人就开始想主意了，我是不是能够原来是一年一季呀，现在能不能变成两季呀，这就是对农业，对牧业的这种影响。这基础设施，刚才我讲了，就是你这来一个泥石流，来一个冰湖溃决，来一个洪水，是吧，道路就冲掉了，桥梁被冲掉了，那得重新搞，所以这样的话你要么就规划好，你要么你就得不断地修，所以这看你怎么平衡这个事情。这样就刚才讲了生长期的变化会和径流的变化联系在一起，洪水的频率和强度也会增大，因为它径流量增大，自然的洪水的强度就会增大，频率也会增大。另外一个很重要的国际水压区，这个可能我们有些人会提到一些这样的问题，当然，大部分可能，这毕竟是外交层面的，但是这个斗争是很激烈的，这个目前国际上在斗争最激烈的，就是说外交武器叫做，一个是气候变暖，引起的碳排放问题，碳排放牵扯到什么呢，牵扯到你这个国家的经济发展的速度问题，我给你的碳排放量限定的很低，那当然你就不能烧煤了，不能烧煤了你好多工厂就得关停，不能烧煤了发电量就减小，这个工厂运行不了，这是国际上斗争很激烈的。

为什么经常有什么中国和美国要干仗，是吧，和日本要干仗，是吧，当时温家宝参加这个哥本哈根的气候大会的时候可以什么闭门走掉，你要碳排放你给我得降下来，降下来温家宝说我当然我还得发展经济，我想这是一个层面的斗争。

另外一个层面是水的斗争，水的斗争因为它是区域性的，气候系全球性的，区域性就是我们和印度的问题，我们和越南的问题，我们和泰国的问题，我们和缅甸的问题，是这样的问题，它的影响没那么大，

但是它的强度是很大的，所以这就是为什么我刚才说有了这个易贡湖的快决，人家抓住你的弱点了，你不给我报，我没你的信息，你给我损失这么大，你必须得开放你的资料，我们不得不开放，这只是一个简单的例子，像这样的例子可以很多，就是国际层面这个水安全的问题。当然还有其他的各种潜在影响，对你的生活，对你的旅游，对你的环境，对你的工业，对你的水电，是吧，当然对水电的，水多了肯定是好事，我就不展开这个去讲了，但是它的潜在影响上面是多方面的。如何应对，我们也有一些，我因为时间关系我不讲那么多，我们的传统的研究怎么应对呢，说气候变化它怎么引起来了，环境变化它怎么引起来了，生态变化，然后呢我按照这个思路我提出我的应对性，新的呢就姑息了，就是说气候变化怎么引起的冰川退缩，冰川退缩怎么引起湖泊河流的变化，这些变化又会怎么引起了冰湖溃决，洪水等一系列的灾害过程，然后经济社会怎么适应，就是它的思考的层面会更细。

当然从科学家的角度我们也经常提一些科学家的视角，就是这个青藏高原有些什么特点，你应该怎么去应对，怎么去适应，怎么去减缓，比方说我们认为青藏高原你南北不一样的，所以你的整个青藏高原的你的应对也应该是分为南部和北部，北部主要是湖区，南部主要是河区，那么湖区和河区你应该做些什么事，那么这是从科学家的层面这是一种思路。比方说我们要提出来加强冰川、湖泊和河流的灾害的预警，预报的研究，这也是在整个青藏高原做好了，不光光是青藏高原本身的问题，也牵扯到整个中国，牵扯到中国东部，因为你这么有责任了它后续的各种反馈过程会影响到中国东部，所以前期的预测预警是很重要的。有效的工程设施，可能前一段我不知道有人可能看过报纸，说欧洲发明了一种方式，把这个白色的塑料布盖在冰川上，防止冰川融化，做一个大工程，这在瑞士已经干了一件事，那么有的人就跑来说那报纸上你看什么瑞士干了这事，中国能不能干？我说这取决于你的代价评估问题，就是首先这个冰川融化以后给你带来多大代价的损失，然后你干这个事情你要付出多大的代价去干这个事，所以你评估了以后才能干，我相信目前在青藏高原干这个呢目前可能还得不偿失，因为我们的经济没有瑞士的那么发达，那地方的一个冰湖溃决可能产生的后果比你把整个冰川，青藏高原的几万平方公里把它盖起来这种损失可能代价还是要小的多。

我宁肯找那些潜在的灾害点去预防，但不是把冰川这个盖起来，这只是举了一个这样的工程的例子，我为什么举瑞士呢？这个瑞士搞冰川工程是全世界著名的，而且全世界搞的最好的，它是每个冰川下边都修一个小水库，这个小水库就是一个发电站，它既保护了冰川的这个水资源，同时也防止了灾害，那么水库起来它不可能再有什么冰湖溃决了，也不能可有什么洪水了，同时一发电这全套用起来，这是瑞士的做法。那么中国当然以后应该做这样的事，但是目前我们的发展整个的经济实力还没到这个程度，但是这

是以后应该做的事情。当然，还与冰川特色有关系的，什么水多了，什么我们冰川矿泉水，这不是西藏现在也很吃香的，是吧，什么珠峰，什么 501，是吧，501 还是 510 啊，510，这样水多了我们才能用起来，我觉得这个西藏做的很好，特色旅游也是，我们如果去过瑞士就知道，这个冰川特色旅游也是瑞士做的最好，中国好多地方都可以做，就是需要开展这个工作，我们现在还是野蛮式的旅游，我们下面放这个片子是吧，这个就是野蛮式的旅游，可能你们有人去过，但是我不赞成这种旅游方式，虽然一时痛快了，但是对这个冰川的污染，因为你在上面你做了以后它马上反照率就下降了，反照率下降以后融化就加快，这是很不利于冰川的保存的。

当然你们也看过这个地方，有人也看过这个地方，就是这个瑞士搞的最好，它知道一接近冰川就钻到这个玻璃洞里边了，你可以欣赏，但是你不要去通过你的接触再污染冰川，就是这个特色旅游，它这是也是，我们前不久刚刚参加了西藏的冰川旅游规划，我们就提出了这样的一种思路，就是要真正的科学规划生态旅游，这都是一些特色旅游所做的事情。好，我这个就讲到这儿，谢谢。