

ICM 问题 D 附录-五大湖水问题

附加背景资料

美国和加拿大五大湖的水位往往遵循一个节奏:在春天，冰雪融化并排入湖中。到初夏时，水位通常处于最高水平，然后地表水的温暖导致蒸发增加，到秋季时水位下降。冬季冰覆盖了湖泊和河流的某些部分，覆盖程度和冰坝可能会破坏这些正常模式。虽然受到降水和蒸发的自然影响，但湖泊水位也受到流动水的延迟效应的极大影响。进入苏必利尔湖的水向东流经其他湖泊，然后在进入大西洋之前流入圣劳伦斯河。这段水流可能需要很多年的时间。



图 1 所示。五大湖盆地[1]

湖的水位受到水坝的影响，水坝控制着苏必利尔湖和安大略湖的流出。(见图)。国际联合委员会(international Joint Commission, IJC)是一个国际政府机构，负责监管水的流出，以平衡水位对加拿大和美国利益相关者利益的影响。考虑到环境条件、气候变化，以及该系统主要水流路径上只有两个主要的水位控制机制——苏圣斯特的补偿工程(苏锁)，这一目标具有挑战性。Marie和康沃尔的 Moses-Saunders 大坝。通过基于大量湖泊输入和输出流量数据的控制算法，IJC 试图设定大坝流出量，使湖泊水位保持在一个特定的范围内，接近其长期平均水平。

对于湖泊的流入、流出和水位，有相当多的数据可用。*有关背景数据，请参阅问题D 五大湖excel 电子表格。*

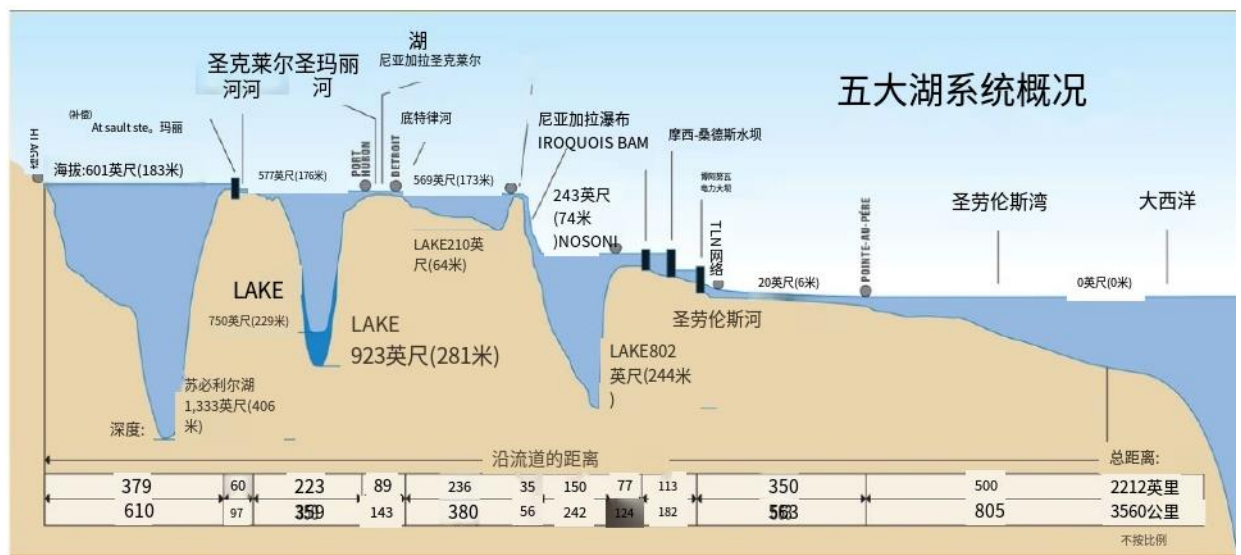


图 2。五大湖系统概况[2]

其他数据库(见数据文件中的参考列表)包含了各种水位管理协议下的过去水位、更精细的时间间隔、其他观测站的水位，以及其他类型的输入因素，包括其他湖泊和水库的水位、流量、积雪、预报、冰含量、水温、蒸发率和天气。

安大略湖子问题

一个特别的子问题是控制安大略湖的水位。当 2017 年和 2019 年两次出现创纪录的湖泊水位时，通过摩西桑德斯大坝沿圣劳伦斯河流出的算法(称为 2014 计划)引起了争议。一些利益相关者对此表示怀疑。

- 1)航运公司，他们希望圣劳伦斯河的水高而静(没有水流)。
 - 2)管理航运码头或住在蒙特利尔港附近的人，他们希望河中的水稳定而低。
 - 3)环保主义者，他们希望安大略湖的季节性高水位和低水位，以帮助维持物种繁衍的栖息地，并清理静态海湾和支流。
 - 4)安大略湖畔的业主，他们想要中等水平、稳定的水位。
 - 5)安大略湖上的休闲船民和渔船，他们使用码头和船下水坡道等设施，像业主一样，希望水位处于中等水平，稳定和
- 水力发电公司希望对水位有更多的控制，利用高水位的水作为储存系统，在高能量使用期间使流量最大化。顺流发电系统通常对水位只有很小的控制能力。

此外，在整个五大湖系统中，可能最暴露的主要城市中心是加拿大的蒙特利尔，它受到圣劳伦斯河和渥太华河及其支流的影响。尽管人类试图控制水流，但自然影响的一个例子是，渥太华河有 50 个主要水坝和水力发电站，并与 13 个大型水库相连。这些水库储存了大量的春季径流，以减少下游的洪水，主要用于蒙特利尔港。背景数据文件包含历史渥太华河流量。

子问题的一些潜在因素有：

- 1)当前安大略湖水位和一年中的时间。
- 2)渥太华河的流量和一年中的时间。
- 3)渥太华河的积雪和流量预报。
- 摩西-桑德斯大坝下游的圣劳伦斯河的水位、流速和冰量。
- 5)沿渥太华河的水库水位。
- 6)其他四个五大湖的水位(最终流入安大略湖);和
水温、蒸发速率和天气数据。

很可能每个利益相关者在一年中的某个时候都会有他们喜欢的情况，但很可能他们一整年都不开心。Plan 2014 的算法基于安大略湖水位、渥太华河流量和蒙特利尔港水位的触发点和阈值，但可能没有充分考虑其他因素，如加拿大北部的积雪量、水库水位和其他五大湖的水位。如果触发点过高或没有考虑到所有可用数据，则该计划可能不够灵活或不令人满意。

引用：

[1]五大湖-圣。劳伦斯河流域，IJCh<https://ijc.org/en/watersheds/great-lakes>

[2]五大湖概况从生动地图 <https://vividmaps.com/great-lakes-profile/>

数据的例子

这些是可能的数据来源。其中一些用于填充 *Problem_D_Great_Lakes.xlsx* 数据集。

1. 国际联合委员会监测的当前水位和流量:水位和流量。(2023)。摘自国际联合委员会:<https://ijc.org/en/what/water-levels>
2. 安大略湖-圣湖的现状展望劳伦斯河:水位。(2023)。检索自国际安大略湖-圣劳伦斯河委员会:<https://ijc.org/en/loslrb/watershed/water-levels>
3. 报告五大湖，包括水位，预报，流域条件和流出:五大湖信息。(2023)。检索自美国工程兵团底特律区:https://www.lre.usace.army.mil/Missions/Great-Lakes-Information/Great-Lakes-Information.aspx#ICG_ETH_22302
4. 五大湖盆地内所有观测站的历史水位:监测网和观测。(2023)。从 NOAA - 大湖环境研究实验室:<https://www.glerl.noaa.gov/data/wlevels/#monitoringNetwork> 和 <https://tidesandcurrents.noaa.gov/>
5. 所有湖泊的蒸发、降水和径流等历史水文数据:五大湖水文数据。(2023)。从 NOAA - 大湖环境研究实验室检索:<https://www.glerl.noaa.gov/ahps/mnth-hydro.html>
6. 历史水位和水文数据，如流量、预报、风、冰和温度:五大湖水数据和相关信息。(2023)。检索自加拿大环境与气候变化:<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/water-overview/quantity/great-lakes-levels-related-data.html>
7. 历史产品和数据集，如水位和流量:产品和数据集。(2023)。摘自五大湖协调委员会:<https://www.greatlakescc.org/en/coordinating-committee-products-and-datasets/>
8. 历史水利用数据，如取水，改道和消费:五大湖地区水利用数据库。(2023)。摘自五大湖委员会:<https://waterusedata.glc.org/index.php>
9. 历史观点特定于渥太华河:渥太华河在卡里隆站。(2023)。检索自渥太华河管制规划委员会:<https://ottawariver.ca/information/historical-water-level-streamflow-summary/> Ottawa - river-atcarillon /
10. USGS 国家水仪表板的历史产品和数据集:产品和数据集。(2023)。检索自美国地质服务局:<https://dashboard.waterdata.usgs.gov/app/nwd/en/?region=lower48&aoi=default>