Journal of Water Resources Research 水资源研究, 2012, 1, 141-145
http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2012.13020 Published Online June 2012 (http://www.hanspub.org/journal/jwrr.html)

Analysis of the Minimum Flow Control Indicators for the Yangtze River Basin

Kexu Fan, Ying Xiong

Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan
Email: Fankx@cjh.com.cn

Received: May 9th, 2012; revised: May 23rd, 2012; accepted: May 29th, 2012

Abstract: For the protection of dry season production, domesticity and ecology of water, it is necessary to set the minimum flow control indicators for each river reach. The minimum flow control indicator is one of the most important indexes in the controlling index of total water consumption of the Yangtze River basin. The minimum flow control indicator is the base-flow to maintain the river ecosystem function, and takes account of downstream interval water demand, which is different from observed minimum flow. In order to calculate the minimum flow control indicators, the minimum ecological flow, downstream interval water demand and the minimum flow indicators should be determined. By taking the Chenglingji and Luzhou hydrological stations as an example, this paper describes the method and process of calculation cross section minimum flow control indicators. The analysis of the minimum flow control indicator is the preliminary results, which can be adjusted by the hydrological data and actual water use data.

Keywords: Minimum Flow Control Indicator; Ecological Water Demand; Urban Water Demand

最小流量长江流域控制指标初步分析

范可旭，熊　莹

长江水利委员会水文局，武汉
Email: Fankx@cjh.com.cn

收稿日期：2012 年 5 月 9 日；修回日期：2012 年 5 月 23 日；录用日期：2012 年 5 月 29 日

摘　要：在制定长江流域水资源总量控制指标体系之中，为保障枯水季节的生产、生活、生态用水，有必要设置各个断面最小流量控制指标。断面最小流量控制指标指在维持河流生态系统运转基本流量基础上，综合考虑断面下游区间用水要求而确定的断面最小下泄流量，不同于断面实测最小流量值。最小流量控制指标计算分为三步：最小生态流量、下游城市需水和最小流量指标确定。本文以城陵矶和泸州站为例，说明断面最小流量控制指标的计算方法和计算过程。此次分析计算的最小流量指标只是初步成果，今后可以根据断面水文监测资料和实际用水资料，做出调整和修正，使指标更符合实际情况，水资源管理更科学。

关键词：最小流量控制指标；生态流量；城市需水量

1. 引言

水是生命之源、生产之要、生态之基。根据《中共中央、国务院关于加快水利发展改革的决定》(中发【2011】1 号)和《国务院关于全国水资源综合规划(2010~2030 年)的批复》，要求 2020 年、2030 年全国用水总量分别控制在 6700 亿 m^3、7000 亿 m^3 以内，

作者简介：范可旭(1970-)，男，湖北京山人，高级工程师，主要从事水资源规划、水文分析计算等工作。

Copyright © 2012 Hanspub

分解到长江流域 2020 年和 2030 年的用水总量控制指标为 2256.2 亿 m^3 和 2310.7 亿 m^3。为落实长江流域用水总量指标，支持流域内经济社会的可持续发展，研究制定长江流域水资源总量控制指标体系，是十分必要的。长江流域处于季风气候区，面积约 180 万 km^2，多年平均水资源量达 9969 亿 m^3，横跨经度 30˚，纵越纬度 12˚，水资源具有时空分布极不均匀的特性，为保障枯水季节的生活、生产、生态用水需求，在水资源总量控制指标体系中设置控制断面的最小流量指标，也是十分必要的。

长江流域水资源总量控制指标分解按全国到长江流域、流域到省级行政区、省级行政区到水资源二级区及河流水系、水资源二级区及河流水系到控制断面四个层次进行。指标方案制定选择了 247 个控制断面，分为省界断面、重要水利工程断面、重要城市断面和干支流控制水文站断面。断面指标有 4 项，即最小流量控制指标、下泄水量控制指标、最低水位控制指标和水质控制指标。

2. 定义

断面最小流量控制指标是指在维持河流生态系统运转基本流量基础上，综合考虑断面下游区间用水要求而确定的断面最小下泄流量。该指标作为正常年份的断面流量控制要求，遇特枯年份，按照供水预警水位指标管理，并根据相关要求及时启动应急预案。

断面最小流量控制指标是综合考虑各种用水需求后提出的流量指标，其中有一部分断面的生态流量采用 90%保证率最枯月平均流量计算。因此，最小流量控制指标不同于断面实测最小流量。

根据最小流量控制指标的定义，最小流量控制指标由生态流量和下游区间用水需求两部分组成，其中下游区间用水有生活、工业、灌溉和航运用水。长江流域最小流量出现时间为枯水期 12~2 月，而农业灌溉用水主要在 5~9 月，枯水期 12~2 月灌溉用水量很少，因此区间用水只须考虑下游城市的工业用水、生活用水和河道内的航运用水。

3. 最小流量控制指标的计算

根据长江的特点，首先确定宜昌和大通两个控制断面的最小流量指标。三峡水库为长江流域最重要的控制性枢纽，可依据已审批的调度方案确定宜昌控制断面的最小流量控制指标。大通水文站下游干流河段受潮汐影响，该河段的断面可不设定最小流量控制指标。然后以大通控制断面为起点，其他断面最小流量控制指标分三步计算，即最小生态流量、下游城市需水和最小流量指标确定。

3.1. 控制节点的最小流量指标

依据水利部批复的《三峡水库优化调度方案》(2009 年 10 月)，根据水资源(水量)调度方式，宜昌节点的断面控制流量为 6000 m^3/s 左右。大通节点综合考虑生态环境需水、供水和航运等要求确定的断面控制流量为 10,000 m^3/s。

3.2. 最小生态流量

在《长江流域综合规划》(2010 年)中列出干支流主要控制节点的生态环境下泄水量，此次最小生态流量直接采用规划中非汛期生态环境下泄流量成果。对于水利工程附近的断面，最小生态流量采用工程设计成果或专题报告的成果。

对有水文系列资料的断面或附近有水文资料的断面，采用 90%保证率的最枯月平均流量方法计算最小生态流量。对于没有条件利用水文资料系列计算的断面，采用《中国河湖大典》[1]、《省际边界河流调查》、《水力资源复查成果》(2003 年)[2]中断面或坝址的多年平均流量，根据《水利水电建设项目水资源论证导则》(SL525-2011)[3]中“河道内生态需水量原则上按多年平均流量的 10%~20%确定”的规定，由于这些断面常常位于河流源头的小河流，年内流量丰枯变化大，最小生态流量采用导则规定的下限值，即多年平均流量的 10%计算。

采用水文站资料计算最小生态流量时，由于水文资料系列长短不一，对上下游控制断面的最小生态流量进行了协调平衡，也与《长江流域综合规划》中控制节点生态下泄流量协调一致。

3.3. 下游城市需水量

大通水文站下游城市的需水，采用大通节点综合考虑生态环境需水、供水和航运等要求确定的断面控制流量为 10,000 m^3/s，反算大通站以下的城市用水量，

Copyright © 2012 Hanspub

以大通满足下游城市用水量为起始条件，从下游向上游累加各个沿江取水的城市用水量。在跨流域调水的上游断面，考虑满足下游的调水需求。城市用水量采用水资源综合规划中各城市在 2020 年水平年的需水成果。当两断面之间有大支流汇入时，将下游城市的需水量以干支流多年平均流量为权重进行干支流分摊。

当断面下游城市需水量计算到调节能力强的大型水利工程时，如三峡、丹江口、溪洛渡等水库，由于这些水库具有较大的调蓄能力，认为通过这些工程的调蓄，可以满足下游和库区的用水，工程上游断面的最小流量指标不再考虑除生态流量之外再下泄工程下游的城市用水。

3.4. 最小流量控制指标

最小流量等于断面最小生态流量与下游城市需水之和。当断面附近有水利水电工程取水许可审批的最小下泄流量时，最小流量指标采用审批成果。对于一些 3、4 级支流或源头的断面，最小流量指标为最小生态流量。大通水文站下游河段的长江干流断面，由于在枯季的最小流量受潮汐影响较大，不易采用最小流量作为控制指标，因此，该河段的断面不设置最小流量控制指标。当断面所在河段有通航要求时，最小流量与最小通航流量取外包，作为最小流量控制指标。在采用审批的最小下泄流量成果作为该断面最小流量控制指标，确定该断面上下游其它断面的最小流量指标时，与审批的成果进行上下游成果协调。

4. 算例

由于控制断面多达 247 个，选取洞庭湖入汇长江的城陵矶控制断面，作为长江中下游支流断面的代表；选取三峡水库以上的长江干流泸州控制断面，作为调节能力强的大型水利水电工程以上干流断面的代表，说明最小流量指标的计算过程。

4.1. 城陵矶控制断面的最小流量指标计算

1) 计算最小生态流量

经查阅《长江流域综合规划》(2010 年)，城陵矶断面非汛期生态下泄水量为 275 亿 m^3，转换流量为 1758 m^3/s，最小生态流量采用 1758 m^3/s，与《长江流域综合规划》保持一致。

2) 计算下游城市需水量

以大通站为起始控制节点，计算至洞庭湖汇入长江干流以下的最近控制断面汉口下游城市用水量为 1039 m^3/s，从汉口至城陵矶(长江干流)有汉江和洞庭湖入汇(见图 1)，按洞庭湖城陵矶断面多年平均径流量占汉口断面多年平均径流量的比例，分配到城陵矶断面承担下游城市的需水量为 487 m^3/s。

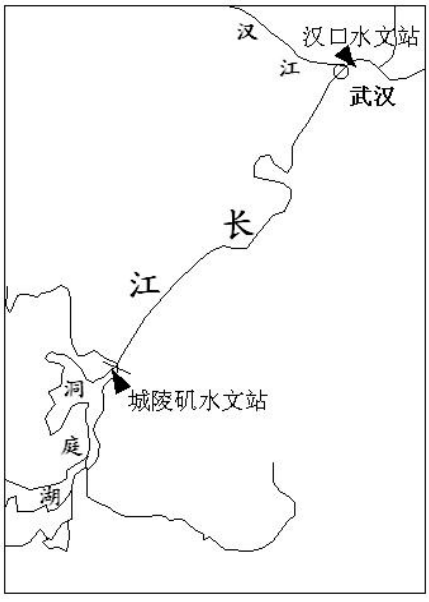

Figure 1. Calculation of the minimum flow control indicators at the Chenglingji station
图 1. 城陵矶断面最小流量控制指标计算

Copyright © 2012 Hanspub

3) 计算最小流量指标

城陵矶断面附近没有水利水电工程取水许可审批的最小下泄流量成果，因此，本次需分析计算。

城陵矶断面最小生态流量 1758 m^3/s，加下游城市需水量 487 m^3/s，为 2250 m^3/s，城陵矶最小通航流量为 1280 m^3/s，取外包值，断面最小流量指标为 2250 m^3/s。城陵矶断面上游为洞庭湖支流的断面，下游为长江干流的断面，进行上下游比较，成果间不存在矛盾，是协调的。

4.2. 泸州控制断面的最小流量指标计算

1) 计算最小生态流量

查阅《长江流域综合规划》(2010 年)，该规划中没有泸州控制断面的生态下泄流量成果，最小生态流量需分析计算。泸州控制断面附近有朱沱水文站，最小生态流量采用朱沱水文站 90%保证率最小月平均流量，按面积比转换到泸州控制断面为 2270 m^3/s。泸州断面下游有朱沱断面，在《长江流域综合规划》(2010 年)中，朱沱断面生态下泄流量为 2398 m^3/s，以长流规生态下泄流量为依据，考虑上下游协调，泸州断面最小生态流量采用 2325 m^3/s。

2) 计算下游城市需水量

泸州断面位于三峡水库上游的长江干流，由于三峡水库具有较大调蓄能力，通过水库调蓄可以满足水库下游和库区的用水，因此，三峡水库下游的城市用水不必考虑由上游断面下泄水量，寸滩断面位于三峡水库的库尾，其下游的城市需水量从 0 开始计算，统计从寸滩至泸州断面间的城市需水量，区间有赤水河等支流入汇(见图 2)，以多年平均径流量为权重分配到泸州断面承担的下游城市需水量为 91.9 m^3/s。

3) 计算最小流量控制指标

泸州断面附近没有水利水电工程取水许可审批的最小下泄流量成果，因此，本次需分析计算。

泸州断面最小生态流量 2325 m^3/s，加上承担的下游城市需水量 91.9 m^3/s，为 2420 m^3/s，泸州断面最小通航流量为 2280 m^3/s，取外包值，断面最小流量控制指标为 2420 m^3/s。泸州断面上下游断面为宜宾和朱沱，最小流量控制指标分别为 2110 m^3/s 和 2490 m^3/s，进行上下游成果比较，成果间不存在矛盾，是协调的。

5. 结语

由于长江流域水资源时空分布极不均匀，为保障枯水季节的生活、生产、生态用水需求，在水资源总量控制指标体系中设置控制断面的最小流量指标，是十分必要的。从最小流量控制指标的定义到每个断面指标的具体分析计算，可以保证生活、生产、生态等最基本的用水需求。对于没有调节工程的断面，遇枯水年会发生供水破坏，起预警作用。对于有调节工程的断面，枯季通过工程调度，满足最小流量控制指标要求，而不是全年按此流量进行调度。

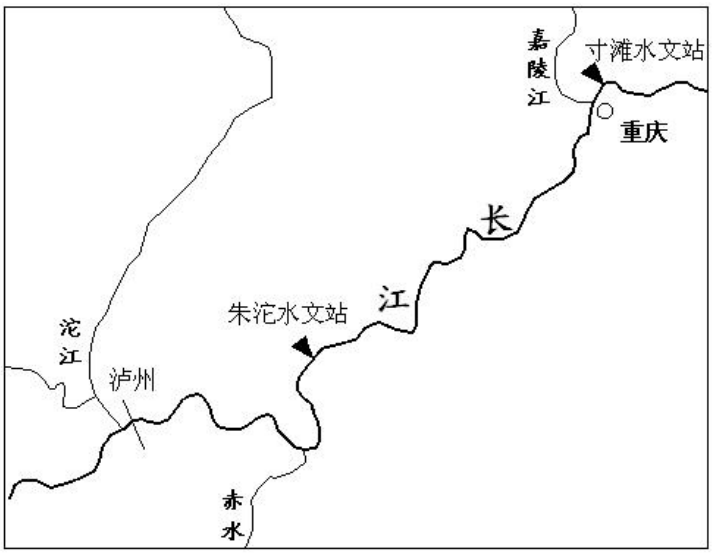

Figure 2. Calculation of the minimum flow control indicators at the Luzhou station
图 2. 泸州断面最小流量控制指标计算

Copyright © 2012 Hanspub

此次分析计算的断面最小流量指标，考虑因素较全面，可以作为水资源总量控制指标方案体系中的最小流量指标进行管理。由于受水文资料条件、水资源综合规划中各类需水预测的精度等因素影响，提出的最小流量指标只是初步成果，今后可以根据断面水文监测资料和实际用水资料，进行检验，做出必要的调整和修正，使断面最小流量控制指标更符合实际情况，水资源管理更科学，支持流域内经济社会的可持续发展。

参考文献 (References)

[1] 《中国河湖大典》编纂委员会. 中国河湖大典长江卷[M]. 中国水利电力出版社, 2010.
The Committee of the Encyclopedia of River and Lakes in China. Encyclopedia of River and Lakes in China. Section of Yangtze River Basin. China Water Power Press, 2010. (in Chinese)

[2] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院. 水力资源复查成果第一卷长江流域[M]. 中国电力出版社, 2004.
Yangtze River Water Resources Commission. Hydropower resources serving results of the Yangtze River Basin. China Electric Power Press, 2004. (in Chinese)

[3] 水利部. SL525-2011, 水利水电建设项目水资源论证导则[S], 2011.
Ministry of Water Resources. SL525-2011, Guidelines of water resources assessment for hydraulic projects, 2011. (in Chinese)

Copyright © 2012 Hanspub