关于信息学竞赛知识体系变化所致弊端的反驳

周欣（2021010695，zhouxin21@mails.tsinghua.edu.cn）

**摘要**：近年来CNOI的知识体系持续变化着，知识总量不断膨胀。一些观点认为这种膨胀具有诸多弊端，包括不利于中国队在IOI赛场的表现，以及增加选手平时学习与赛场发挥的压力。本文从多个角度对这些观点提出质疑，指出这些观点有与事实不符、错误归因等诸多漏洞。

**关键词**：奥林匹克竞赛；信息学；知识体系；压力

1. 引言

**信息学奥林匹克竞赛**是一门在中学生中广泛开展的学科竞赛。在中国，**信息学竞赛**是官方认可的五大学科竞赛之一。近年来中国信息学竞赛（下简称CNOI）的知识体系持续发生着变化[[1]](#footnote-2)，知识总量不断膨胀。一些相关人士认为这种变化存在诸多弊端。

但是，经过资料分析与思考，笔者发现过往对于这一现象的指责存在着逻辑漏洞。一些弊端并非真实存在，还有一些弊端实际上不来源与CNOI知识体系的变化，是错误归因。对此，笔者将主要从国际信息学奥林匹克竞赛（下简称IOI）中中国队的表现，以及对选手产生的压力这两个方向，对旧有观点进行质疑与反驳，为CNOI活动的参与和组织者提供借鉴。

二、知识体系的变化对中国队在IOI表现的影响

（一）基本情况与旧有观点的呈现

选拔出四名国家队员参加IOI为国争光是举办CNOI赛事活动的一个重要任务。

IOI赛事一直以来都有明确的考纲[[2]](#footnote-3)，对于考察知识点进行了较为严格的限定。而CNOI长期以来缺乏外力监管，知识体系往往朝着远离IOI风格的方向变化发展，在日常教学与正式赛事中常常出现涉及知识点远远超过IOI考察范围的情况。例如近年来OI中组合计数成为热门考点，以至于在2019年国家队选拔赛的六道试题中出现了四道计数题。然而这四道题中至少有三道涉及了在IOI大纲中被列为" Explicitly excluded "级别的知识点。IOI方面对于这一级别知识点做出的解释是，不仅题目不应涉及这些知识点，利用这些知识点获得更简便解法的情况也是不应出现的。

在这种背景下，许多人认为，为了贴近IOI的赛题风格，应当在CNOI赛事命题活动中遵循IOI大纲的规范，而不考虑CNOI知识体系变化与发展的实际情况。后文将从两个角度指出该观点的漏洞，一是在命题与教学环节中允许超纲知识的出现对中国队的表现可能存在正面作用，二是CNOI赛事活动还有除了中国队IOI表现以外的其它目标。

（二）质疑一：近年表现与知识对能力的影响

尽管前述观点有其合理性，但近年来IOI中中国队的表现仍然很好，近五年分别获得2、4、3、4、4枚金牌，在IOI2021中更是包揽前四[[3]](#footnote-4)。

既然IOI中中国队的表现不错，那么CNOI的命题与教学活动中的知识超纲行为是否真的会导致中国队表现不佳，便成了值得质疑的事。后面将从两个角度来举例说明CNOI知识体系的发展对于中国队表现的帮助。

CNOI知识体系在过去数年的膨胀和体系化中，引入了许多复杂的高级算法。而对这些知识的学习，大大促进了选手复杂算法的代码实现能力。例如IOI2021的第一天第一题中，一位中国队选手未能想到简洁的解法，但是利用维护分段函数的思想，他得到了一个比官方做法复杂许多的解法并成功实现，拿下了此题。

而CNOI知识体系的发展，除了提升了选手的实现能力，还为选手提供了更广阔的背景知识，带来了解题时的优势。例如IOI2021的第二天第三题中，考察了以按位并行为背景的构造题。按位并行的技术是CNOI中近年来较为热门的一个话题。得益于相关背景的熟悉，在此题仅有的七位通过选手中，中国队独占两席。

所以，CNOI知识体系的持续变化发展在使得选手掌握更广知识面的同时，也使得选手的综合实力得到提升，并且这种实力的提升即使是在IOI的大纲限定下依然能够有所表现。在《整型溢出》一书中提及，2019年国赛后，各位出题人对新一届选手表现出来的知识水平与综合能力评价很高[[4]](#footnote-5)。总之，即使从提高中国队在IOI表现的目标出发，将CNOI的命题与教学范围限定在IOI大纲内也是不必要的。

当然，过往对于命题状况的指责并非完全空穴来风。以2017年冬令营中一道名为“挑战”的试题为例，此题着重考察了程序的底层优化方法，相当程度上偏离了一般认知中OI的知识范畴，在很长一段时间里被作为CNOI糟糕命题状况的典型例子。同年IOI中中国队二金二银惨淡表现加剧了这一认识。

“挑战”一题确实是一个负面案例，但在这一具体案例中将问题归结于CNOI命题情况与IOI大纲的差异是有失偏颇的。 OI作为一项需要上机编写代码的赛事，事实上程序的底层优化方法任何场合都是可能发挥作用的，对其予以一定考察也是合理的。“挑战”之所以是坏题，一方面是因为本题对于底层优化考察过于深入，而当时选手普遍对计算机原理不够了解，存在知识壁垒，另一方面是部分分设置上离散程度不够，许多选手理解了常数优化的若干技巧，但在实践中仅仅因为一些细节上的差错失去了相当多的分数。这些问题是可以通过诸如告知选手试题背景、采用交互题的试题形式、合理截取问题片段略去全貌、合理设置部分分分值等方法来规避，这些规避方法也是在IOI的试题命制中所使用的。这一负面案例中暴露出的问题更多来自于题目设置环节，而不是来自于允许CNOI命题范围依照CNOI知识体系发展情况来覆盖IOI大纲以外知识点这一原则。

（三）质疑二：对IOI作为CNOI系列活动最高目的的反思

除了IOI以外，CNOI还有一项更重要的任务——普及知识并为大学输送人才。后文将会从CNOI知识体系的变化情况与背后机制入手，解释选手能力的培养与正式赛事考察范围的关系，进而说明前述观点的漏洞。

CNOI经过多年发展，知识体系出现了高度体系化系统化的现象[[5]](#footnote-6)，甚至于涌现了一些原创性成果。其中尤以数据结构领域的发展为甚。数据结构是CNOI的传统强项，在过往的IOI赛事中是中国选手的有力得分点[[6]](#footnote-7)。在数据结构方面最知名的是一组持续更新的名为“ynoi”的题目集[[7]](#footnote-8)，其中绝大多数题目来源于选手们自发的对数据结构知识与技术的研究思考，题目难度从国家队级别覆盖到省选级别，为不同层级选手的学习交流均提供相当的帮助。此外，在国外的codeforces[[8]](#footnote-9)网站上多次出现可以被CNOI选手发明的数据结构解决的问题，在评论区中一位外国用户曾经发出“中国有一切数据结构”的感慨[[9]](#footnote-10)。

在知识体系蓬勃发展的背后是相应体制的支持。作为CNOI活动的主办方，CCF在国家队选拔流程[[10]](#footnote-11)中设置了集训队互测、论文答辩与冬令营营员交流环节，鼓励选手总结旧有理论体系和引入新的知识，同时在正式比赛命题中也默许了大规模引入新考点的行为。在此影响下，选手们往往也会主动学习新近引入的知识。这一过程甚至形成了一种崇尚研究与创新精神的文化，即便没有集训队论文的要求或者考试的压力，选手也常常会自发地进一步深入研究思考旧有问题与提出新的问题，并将成果发表于自己的个人博客上[[11]](#footnote-12)，或命制成题目在正式或者非正式的比赛中与他人分享。例如李白天同学，为了解决生成函数领域的诸多问题，他努力研究，撰写了数十篇博客[[12]](#footnote-13)，提出了多种新的算法[[13]](#footnote-14)，累计耗费了数百个小时精心命制了数十道试题[[14]](#footnote-15)。李白天同学的精神深深的影响了许多CNOI选手，在许多OI的网络社群[[15]](#footnote-16)中均可看到对于李白天同学研究成果及其精神的赞赏，一位具有“传奇大师”称号的外国算法竞赛选手也发出“李白天的大脑是怎么工作的”的赞叹[[16]](#footnote-17)。

然而如果在正式赛事中完全遵循IOI的知识考察范围，在日益紧张的升学压力下，未获得保送资格的选手很可能不再愿意学习现有CNOI知识体系中不在新的大纲范围内的那部分，这些年来CNOI知识体系的很大一部分发展成果将被抛弃。这会对OI知识的普及与能力培养产生相当的负面影响，包括选手与命题人在内的各方的研究与创新精神也会受到阻碍，因为不再受到新的大纲限定下正式赛事试题的支持。IOI方面如此限定试题固然有其对于纯粹的奥林匹克智力竞技的追求，但今日的CNOI随着知识体系的持续演进已经被赋予了新的内涵，发展出了丰硕的成果，同时在人才能力与品质培养上也表现出了相当积极的一面。在此背景下，不考虑CNOI实际发展情况而对命题涉及的知识范围生硬地做出限定，机械地与国际接轨，恐怕是不合时宜的。

1. 知识体系的膨胀对选手产生的压力
2. 知识体系的膨胀对选手在学习环节产生的压力

在CNOI知识体系快速膨胀的背景下，选手无法完整掌握所有引入过CNOI的知识已经成为一个客观事实。一些人认为选手为了应付日益庞大的知识体系，会不得不投入更多的精力用于学习，这将导致选手学习压力的增大。还有一些人使用“内卷”一词来称呼这种现象。

但事实上，CNOI参赛选手的压力并不直接来自于需要学习知识的绝对数量。从省级联赛到全国赛[[17]](#footnote-18)，选手要做的并不是获得绝对意义上的高分，而是从每道题中逐步确立相对于本场比赛里其它竞争对手的优势从而顺利晋级下一轮比赛或者获得相应的升学优惠政策。在这一背景下，选手的压力更多取决于这一轮比赛的晋级名额数量、当下的相关政策情况以及其它竞争对手的水平，而非考试考察的知识范围或试题绝对难度。知识倒退[[18]](#footnote-19)的现象一定程度上也印证了这一点，当某些知识较少的在教学与命题环节中出现时，选手会自动减少对这些知识的学习，从而达到缓解学习压力的效果。

减少知识的考察范围也不一定能减少选手的学习压力。在晋级与升学优惠政策名额的有限性客观存在的背景下，命题考察方式对选手学习施加的压力大小，主要取决于试题能否有效筛选出具有良好算法思维与能力的选手。然而减少知识考察范围后，为了仍然保证合理的选手得分分布，CNOI的试题可能会走向机械堆砌代码量或工作量，毫无算法思维可言的情形，就像《论偏题的危害》[[19]](#footnote-20)一文中曾经批判过并且已被发展至今日的CNOI所摈弃的偏题特征三、特征四一样。这是一种倒退，也会迫使真正具有实力的选手不得不浪费时间在机械重复的编程练习上，增加其脱颖而出的学习压力。

至于这种现象是否属于内卷，在《“内卷化”效应的理解与破解》[[20]](#footnote-21)一文中提及，“内卷”这一概念，原意是指农业发展中的过密化现象，包括无发展的增长、资源禀赋的有限性、“高水平”的阶段性特征等特征。当今天“内卷”一词“出圈”之后，“高水平”特征更多的被“低水平重复”所替代。

CNOI知识体系的膨胀并没有导向内卷。首先，目前没有调查结果表明今日的选手获得相同成绩所要投入的精力，相比于过去确实增加了。其次，前文论述了相比于知识体系的膨胀，日益增长的参赛人数[[21]](#footnote-22)以及有限的升学资源是迫使选手投入更多精力的更直接因素。并且知识体系的膨胀一定程度上抑制了参赛者无休止投入时间恶性竞争的情况，因为在这一背景下高水平选手可以通过快速学习更多更难的知识来证明自身实力，而不是仅仅通过不断地重复操练简单知识依靠更高的熟练度来在比赛中胜出。此外，第二节中提及的知识系统化现象以及推崇研究与创新精神的文化的产生，也说明了过去数年里CNOI知识体系膨胀带来的增长是发展性的，而不是单纯的“低水平重复”。

1. 知识体系的膨胀对选手在赛场发挥产生的压力

在知识体系快速膨胀的背景下，正式赛事命题中常常会出现在该赛事对应层级的选手群体中尚未普及的知识。这会通过两个途径增加选手在考场发挥与考试结果中承受的压力，一是对于试题中出现的自身尚未熟练掌握的知识，在是否选择抛弃涉及该知识的试题，如何依靠现场推理独立得到模型性质等诸多涉及临场发挥的方面，选手均需承担风险；二是在新知识逐步普及的过程中，同一个知识在不同学习渠道的出现密度存在系统性差异，所以拥有不同学习渠道的选手对同一知识的掌握程度并不是均匀、同等的不熟练，这就导致水平相近选手的赛场表现会受试题影响而呈现相当的随机性，选手不得不承受自身实际水平与考试成绩大相径庭的风险与压力。这两种由知识体系快速膨胀的背景导致压力对选手来说都是不利的，但是从全局的角度来说仍然值得商榷。

前面提到的第一种压力，会要求选手依靠真正的综合实力来创造性地解决相对陌生的问题，而不仅仅依靠对既有知识的熟练掌握。陌生问题的不确定性还要求选手拥有强大的心理素质来冷静应对未知比赛局势。OI竞赛并非各地区统一的高考，对参赛者提出更高的素质要求是合理的。一个典型的例子是，清华大学的信息学体验营从2019年开始，除了一到两场的传统OI考试以外，还有一场加试，考试题材为对大多数选手而言相当陌生的大学计算机系的内容，会下发资料供选手现场学习用以解题。面对全新的问题固然会产生压力，但如何应对这种压力解决问题确实是竞赛值得考察的。由知识体系持续更新导致的临场发挥上的压力，从CNOI全局而言，不宜被认作是弊端。

至于第二种压力，从竞赛公平性的角度来说确实应当避免。尽管CNOI学习渠道的分散性决定了这种现象难以彻底消除，但在实践中这种现象的出现并对选手产生实质性影响，更多是命题环节的问题。出题人没有投入足够的精力来调研选手普遍情况，来精心打磨试题减少不同渠道信息差对选手表现产生的负面效果。例如2021年国赛中的一道试题，涉及了LGV引理。该引理本身作为组合计数领域一项新引入OI的技术，过去一年里还在逐渐普及中。而命题人却以直接套用的方式考察该引理，接触过该引理的选手只需直接套用而无需接受其它综合能力方面的考察，便可取得相对于没接触过该引理的选手的优势。如果命题人在题目设置上增加更多需要灵活运用的部分以加大接触过该引理的选手的得分难度，或者放弃以这一仍不够普及的知识作为命题素材，都可以降低学习渠道差异带来的不公平性。

四、结语

过往几年中CNOI知识体系膨胀的现象得到了许多负面评价。对于这些负面评价，本文从多个方面指出了其漏洞。对于知识体系膨胀对IOI中国队表现的影响，一方面本文指出即使是在IOI的试题风格下这种影响也具有正面性，另一方面本文结合CNOI发展成果对以IOI中国队表现作为最高目标提出了质疑。对于知识体系膨胀在平时学习与赛场发挥两方面对选手产生的压力，一方面本文分析说明了知识体系膨胀并不是制造选手学习压力的主要因素；另一方面本文指出知识体系膨胀对选手制造的赛场压力全局上看并不总是负面的，负面的部分也更多是实践中命题工作不够精细所致。总而言之，知识体系的变化与膨胀作为CNOI过去数年发展的一个特点，真正由其导致的弊端远比一些观点所认为的少。

1. 周欣：《浅析近十年来中国信息学竞赛知识体系的变化》，2021年 [↑](#footnote-ref-2)
2. 《IOI Syllabus》，2021年10月21日，<https://people.ksp.sk/~misof/IOI-syllabus/> [↑](#footnote-ref-3)
3. 《lnternational Olympiad in Informatics - Statistics 》，2021年12月3日，<http://stats.IOInformatics.org/results/CHN> [↑](#footnote-ref-4)
4. 徐西岭：《整型溢出：信息学竞赛的发展，繁荣与衰退》，2020年，第124页 [↑](#footnote-ref-5)
5. 周欣：《浅析近十年来中国信息学竞赛知识体系的变化》，2021年 [↑](#footnote-ref-6)
6. 《朱震霆IOI2018参赛总结》，2019年6月11日，<https://www.noi.cn/jlfx/2019-06-11/716213.shtml> [↑](#footnote-ref-7)
7. 《ynoi题单》，2021年12月，<https://www.luogu.com.cn/problem/list?keyword=ynoi&page=1> [↑](#footnote-ref-8)
8. 李白天：《网络社群的发展对信息学竞赛的影响》，2021年 [↑](#footnote-ref-9)
9. 《Editorial of Codeforces Round #580》，2019年8月19日，<https://codeforces.com/blog/entry/69158?#comment-536041> [↑](#footnote-ref-10)
10. CCF：《关于IOI2021国家队选拔流程的说明》，2020年10月10日，<https://www.noi.cn/xw/2020-10-10/715672.shtml> [↑](#footnote-ref-11)
11. 徐西岭：《整型溢出：信息学竞赛的发展，繁荣与衰退》，2020年，第25页 [↑](#footnote-ref-12)
12. 《Entropy Increaser’s Blog》，2021年12月，<https://blog.csdn.net/EI_Captain> [↑](#footnote-ref-13)
13. 李白天：《信息学竞赛中的生成函数计算理论框架》，2021年国家集训队论文 [↑](#footnote-ref-14)
14. 《EI题目目录》，2021年8月4日，<https://www.luogu.com.cn/blog/EntropyIncreaser/ei-ti-mu-mu-lu> [↑](#footnote-ref-15)
15. 李白天：《网络社群的发展对信息学竞赛的影响》，2021年 [↑](#footnote-ref-16)
16. 《Things I don't know》，2021年6月27日，<http://codeforces.com/blog/entry/92248> [↑](#footnote-ref-17)
17. 徐西岭：《整型溢出：信息学竞赛的发展，繁荣与衰退》，2020年，第21页 [↑](#footnote-ref-18)
18. 周欣：《浅析近十年来中国信息学竞赛知识体系的变化》，2021年 [↑](#footnote-ref-19)
19. 王天懿：《论偏题的危害》， 2015年NOI冬令营营员交流 [↑](#footnote-ref-20)
20. 李弦、吴姗：《“内卷化”效应的理解与破解》，中国社会科学网，2020年12月 [↑](#footnote-ref-21)
21. 徐西岭：《整型溢出：信息学竞赛的发展，繁荣与衰退》，2020年，第11页 [↑](#footnote-ref-22)