

ExOJ 项目白皮书

V 1.0.1

本白皮书将在 <https://ExOJ.org/whitepaper-zh.pdf> 随时更新

项目背景

20 世纪，随着计算机的发明和高速发展，信息处理方式的进化，使信息科学迎来了一次翻天覆地的革命，用计算机处理信息也日渐成为一项高级科学技术，信息学竞赛也就此悄然发展起来。

- 1970 年，第一届年度德克萨斯大学生程序设计竞赛（后来 ACM 国际大学生程序设计竞赛的雏形）的举行，揭开了信息学竞赛的序幕；
- 1984 年，邓小平指出：“计算机的普及要从娃娃抓起。”，同年，青少年计算机程序设计竞赛（后来全国青少年信息学奥林匹克竞赛 NOI 的雏形）在全国范围内举行，信息竞赛的春风吹进了国内；
- 1989 年，联合国教科文组织举办了首届国际信息学奥林匹克竞赛（IOI），在世界范围内大力推动了信息学竞赛的发展；
- 1995 年，首届全国青少年信息学奥林匹克联赛（NOIP）在全国各地举行，进一步扩大了国内信息学竞赛的规模。

21 世纪，随着计算机和互联网的蓬勃发展，计算机也走入了千家万户，成为了人们生活的一部分，为信息学竞赛的发展提供了条件。在中国，得到广泛参与的主要有 NOI 系列活动和 ACM，其中前者面向中学生，后者面向大学生。目前，NOI 作为五大学科竞赛中的后起之秀，在高速增长中正愈发与其他四学科形成并驾齐驱的局面，广大青少年参与热情空前，而 ACM 在世界范围内也获得了越来越高的关注，越来越多的大学生参与到程序设计竞赛的角逐中来。

纵观这几十年，信息学竞赛的发展为中国的计算机普及教育作出了重大的贡献，也为社会输送了大量的优秀专业人才，而这一现象的规模正在不断扩大，信息学竞赛方兴未艾。

出于发展的需要，从1980年代末开始，使用黑盒测试的自动化评测系统逐渐取代了人工操作运行和人工评分，大大节约了人工成本，提升了竞赛的公平性。从20世纪末开始，借力于互联网的高速发展，评测系统被搬到了互联网上，出现了被称为 Online Judge (OJ，在线评测) 的网站，这些网站可供用户查找、阅读、尝试解决题目，用户也可以上传程序源代码，系统将自动运行评测并反馈结果。

OJ 的出现大大助力了信息学竞赛的传播与发展，21 世纪的今天，伴随着信息学竞赛的蓬勃发展，各种类型的 OJ 也井喷式地出现。

现有方案及其缺陷

信息学竞赛的发展离不开做题，各个中学和大学正在逐步建立本校的 OJ，以供本校的学习交流之用。对于一所学校而言，从头建立 OJ 绝非易事，从头设计编写 OJ 所需要的技术往往和信息学竞赛的重点内容完全不符，熟悉这些技术的竞赛选手寥寥无几，即使从头学习，也常常出现中途放弃、安全漏洞以及代码可维护性甚低的问题。因此，现阶段校园 OJ 的建立主要依赖成型的开源 OJ 系统，以及其修改版本。

通过在信息学社群的长期交流，我们接触了一些较为知名的开源 OJ 系统，我们也对这些系统作了一些调查和研究，现列举部分如下：

- Universal OJ

简称 UOJ，是由竞赛选手吕凯风于 2014 年 10 月创立的学习网站，后于 2016 年 10 月以 MIT 许可证开源，社区对原版做了一定的修改，形成了分支的社区版、Edu 版等。UOJ 有比较完善的题库系统，使用了比较现代的 UI，支持 Hack 和比赛，还附带了简易的博客功能。但是 UOJ 代码最初是为 UOJ 网站本身而作，质量并不高且很多地方没有考虑到开源，耦合性强导致了其可维护性很低。目前年久失修，进一步贡献和改进长期难以推进，例如其比赛仅支持 NOI 赛制，其他赛制的实现一直是被冷藏的事项。也是由于同样的原因，其部署也是一大难题，虽然社区版后来提供了 Docker 封装，但是源码仍然掺杂了大量 UOJ 元素，往往应用时需要花大量精力进行深度定制。

- HUSTOJ

于 2008 年由华科大王良晶等开发，以 GPL 许可证开源，但因为缺少文档等问题无人使用。次年，前竞赛选手张浩斌接管了项目，作出了大量改进，在其大力推广下有不少学校使用。HUSTOJ 的使用门槛不高，在特定系统上提供了一键安装脚本，也能基本满足传题判题和比赛的需求，有功能丰富的后台，还提供了有限的国际化支持。但是 HUSTOJ 的前端 UI 设计无论前后台现在看来都非常糟糕，后端架构混乱可维护性极低，甚至还在使用 PHP 5 和很多过时的技术，例如竟然还在使用轮询数据库的方法完成 Web 和评测机的沟通等。这决定了 HUSTOJ 在设计和技术更新换代和用户需求的演化中逐渐不能满足用户需求。

- VJ4

是驱动了 2005 年建立的学习网站 Vijos 的系统，之前经历过多次更新，以 AGPLv3 开源。其 UI 设计比较美观，采用了比较先进的架构和异步 IO，有完善的题目管理和评测服务，且集成了不少功能如题解、题组、论坛、子 OJ 等。VJ4 的代码质量不错，但对定制和扩展并不算友好，且没有国际化支持，文档还很不完善。一定程度上由于文档的不完善，导致其部署过程也并不容易，这对于

相关技术水平一般的学校是致命的，而且其各类功能较多，鲜有学校会部署 VJ4 作为学校 OJ 。

ExOJ 的解决方案

前沿技术和理念——避免现有问题

综合上述对同类产品的调查，我们发现它们主要存在这些问题：

- 存在不少功能性故障和安全漏洞；
- 使用的架构和技术过时，性能低下；
- UI 设计不够美观，不吸引用户；
- 缺少国际化支持，只能局限于国内用户；
- 部署困难和文档缺失，导致网站管理员维护困难；
- 代码质量低，常掺杂网站产品元素，不便改进；
- 代码耦合度过高，不便定制和扩展；

随着信息学竞赛日新月异地发展，在学校的技术资源尚且不足而需求却愈发旺盛的当今，现有的产品存在的这些问题，着实困扰了不少学校和想建立自己的 OJ 的同学，有不少同学最终放弃，或者只能选择一个将就使用。以 UOJ 社区为例，很多服务器技术一般的老师和学生在 OJ 的选择上都很纠结，在后续的部署和维护中也都不不同程度地遇到了各种烦心的问题，以至于成日出现各种棘手的求助。

2018 年春节前，基于上文的历史背景和现存问题，我们发起了这个项目，联合了几位熟悉开发的同学，计划做一个新的 OJ 系统以图解决这些问题，助力信息学的发展和传播。对于上述现存的问题，我们提出了一些方案：

- 代码质量和安全 - 我们采用 TDD（测试驱动开发）等规范的开发流程和代码规范、使用行业标准的手段防范各类攻击、进行多轮代码审计（可能外包第三方安全团队），尽可能降低出现漏洞的可能，缩小攻击面；
- 架构和技术 - 我们会使用时下最前沿的技术栈进行开发，确保项目生命周期不会过短，在一定时期内不过时，并且采取的设计模式将可能允许我们以较低的成本切换到更新的技术；
- UI 设计 - 开发团队多半是深度网络用户，对交互界面设计有一定认知，我们也找了一些平面设计的朋友参与，另外，使用的技术可能能允许以后更换或定制前端界面；

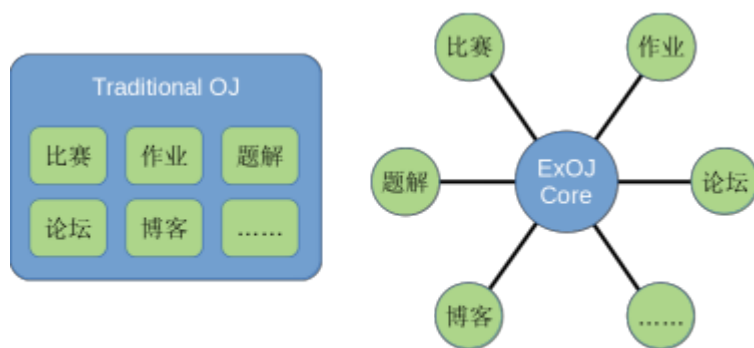
- 国际化 - 我们从一开始就会从各个角度考虑原生支持国际化，国际主义是我们的价值观之一；
- 部署 - 我们计划最终提供 Docker 、一键脚本、 Live CD 、虚拟机等简单途径进行部署，并且还有可能推出 SaaS 模式的服务；
- 文档 - “代码未动、文档先行”，我们坚信好的文档是好的产品的一部分，我们计划提供用户/管理员/开发者文档；
- 定制和扩展 - 见下文。

模块化——创造无限可能

在调查和讨论的过程中，我们发现需要 OJ 完成的工作视场景有很大不同，且随时间变化很快，因此我们在 ExOJ 中引入了模块化的设计，这将为 ExOJ 提供强大的可扩展性。我们将除用户和题库外的绝大多数功能设计为使用插件实现，并在代码中预留丰富的接口，带来了极大的定制和扩展的空间。如果只需要一个评测题目的临时网站，那么可以不安装插件直接运行核心，轻量又简洁；如果想做一个学校 OJ ，可以启用诸如作业、测试和排行等插件，辅助日常的教学工作；如果想做一个开放的学习交流平台，可以启用题解、论坛、比赛等插件，促进社群的发展和交流；如果想做点别的什么或者是还没有的，甚至可以自己开发一些插件使用，基于 ExOJ 的开发有几乎无限的可能。

在 UOJ 开源社群中曾有人提议把对 UOJ 的修改做成 Patch 共享，但实际上这些直接的修改极易形成冲突导致工作不正常。但是 ExOJ 的模块化为其带来了可能，既然任何人都可以利用插件接口开发自己的插件，插件的共享就比较容易解决了，参考 WordPress 等开源系统的实现，完全可以直接使用 ZIP 打包共享/解包使用。

同时，模块化的设计也将强制性地降低代码的耦合度，给前后端分离等方案带来了更高的可行性，也就有了前文的换界面主题和换技术实现的构想。模块化的设计思路从改变了传统 OJ 功能的组织形式，为不同场景提供了前所未有的可定制性，为需求发展提供了空前的扩展空间，打破了开发跟着需求跑的困境，较根本地解决了过时快和贡献难的问题，同时扩大了 ExOJ 的用户群体，使其成为最一般用途的 OJ 。



传统 OJ 与 ExOJ 模块化结构示意图

开放标准——推动资源共享、建立开放社区

长期以来，一些线下比赛并不使用 OJ，而是采取收取源代码并使用一些桌面应用评测，而其中的评测机的实现与 OJ 是高度同质化的。因此，我们计划建立起一种开放评测协议，可以使评测机既能用于 OJ 又能用于本地评测，且能方便多评测机和分布式评测的部署和配置。更进一步，由于评测协议是开放的，有条件的 OJ 之间甚至可以考虑共享评测机，其他不使用 ExOJ 的 OJ 也不例外。

在不同的 OJ 和桌面应用中转移同一道题目往往是一项恼人的工作，既然能将跨平台的评测统一，用类似的方法也应该可以解决题目的问题。我们总结归纳了题目包含的十余种要素，认为将这些信息按一定的结构存储为单个文件并不是难事，因此计划建立开放题目格式（OPF）。这样的开放格式辅以导入/导出功能和转换工具，将能很大程度地方便并促进题目的共享，从技术上首先消除资源流通的壁垒。

ExOJ 的使命

ExOJ 的核心目标是实现 OJ 的模块化，同时避免现有 OJ 的各种问题，集百家之长实现青出于蓝，构建一套模块化、轻量级、面向未来的在线评测系统。

我们希望在不久的将来 ExOJ 可以广泛应用于各种各样的应用场景，成为传道者和学习者建立或升级 OJ 的首选。小到校内 OJ，ExOJ 提供便捷且现代的部署方式，简单清晰的基础预设可以快速起步；大到互联网学习平台，高度可维护和可扩展提供了按需定制的能力，国际化方便向全球拓展业务，高效的架构能支撑巨大的并发请求。

我们的终极目标是建立起一个以 ExOJ 为核心的开放进步、共建共享的 OJ 生态系统，有能力的开发者向 ExOJ 贡献代码，官方团队开发的插件和广大站长的自制插件让 ExOJ 焕发出前所未有的活力，开放的题目标准使得在 OJ 之间的题目共享史无前例地容易，使“建 OJ”不再是一件难事，而是可以信手拈来即用。

愿我们尽一份绵薄之力，给诸位带来更好用的 OJ ，一同推动信息学竞赛和计算机普及教育发展。

版权和免责声明

ExOJ Dev Team 拥有本白皮书的版权（著作权）和解释权，并可能随时对此白皮书作出任何更改。

本白皮书由 ExOJ Dev Team 以[知识共享署名-禁止演绎 4.0 国际许可协议](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)进行许可，禁止产生衍生作品，引用时必须附上链接 <https://exoj.org/whitepaper-zh.pdf> 。

本白皮书仅为提供信息，且 ExOJ Dev Team 无法，也不对所提供信息的真实性、正确性、准确性和完整性作出任何明示或暗示的保证。本白皮书中的任何陈述，不作为对 ExOJ 项目未来的承诺，陈述或保证，仅构成前瞻性声明，已知和未知的风险及其他不确定因素可能导致此类前瞻性陈述与实际情况相去甚远。

本白皮书中的我们指 ExOJ Dev Team 。