

第5篇

帕特·塞林格访谈录

Interview with Pat Selinger





帕特·塞林格简介

帕特·塞林格（Pat Selinger）是 IBM 院士和 IBM 信息管理架构和技术副总裁。帕特在哈佛大学获得应用数学专业博士学位，于 1975 年加入 IBM 研究院，并领导团队开发了著名的关系数据库系统——System R。她的基于代价查询优化的开创性工作被几乎所有的关系数据库厂商采用，同时也是每所大学数据库课程的经典内容。1986 年帕特创建了数据库研究所（DBTI）并将 IBM 研究中心和 IBM 软件开发团队联合起来，从而使先进的研究成果快速转化成像 DB2 这样的产品。这是研究成果转化成产品的最成功案例之一，也成为了众多团队效仿的对象。帕特在 1994 年获得了 IBM 最高的技术荣誉——IBM 院士。1997 年她从 IBM 研究中心转到 IBM 开发团队并领导 IBM 信息管理部门。1999 年帕特当选为美国国家工程院院士，这是工程师可获得的最高荣誉。

本专访介绍了System R的成功之道，如何与Ingres和QBE团队合作，如何进行技术转化，如何进行人员管理，如何同时领导3000人研发队伍，等等。



玛丽安·温丝特

玛丽安·温丝特：欢迎来到本期 ACM SIGMOD Record 数据库领域杰出人物访谈。我是玛丽安·温丝特，现在我们正在圣地亚哥，这里是 2003 年 SIGMOD 和 PODS 会议的举办地。现在我正和帕特·塞林格（Pat Selinger）在一起，她是 IBM 数据管理架构和技术副总裁。帕特是数据库领域最有影响力论文之一的主要作者：她在 1979 年 SIGMOD 上的论文——“关系数据库管理系统中的数据访问路径选择”，为今天的主流数据库系统查询优化器奠定了理论基础。帕特同时致力于将 IBM 的创新研究应用到商用产品中。帕特是 IBM 院士，ACM SIGMOD 创新奖获得者，她还是美国国家工程院院士。她在哈佛大学获得博士学位。让我们欢迎帕特！

帕特·塞林格：非常感谢。

玛丽安·温丝特：帕特，System R 和 Ingres 向反对者们证明了构建一个性能良好的数据库管理系统的可能性。作为早期 System R 团队的一份子，您见证了一个新兴行业的诞生。构建 System R 过程中您最大的惊喜是什么？在这个过程中您经历过哪些特别正确或特别错误的事情？

帕特·塞林格：我来到 IBM 的时候 System R 刚刚起步。已经有人做了

一些系统底层工作，但是上层工作刚刚开始。当时我具有操作系统和编程语言的背景，但是对数据库系统一无所知。所以他们给了我一本 Chris Date 的书并对我说，“读读这本书，读完以后开始和我们交流。”令我非常惊讶的是，我的编程语言和操作系统背景和数据库系统有那么多匹配的地方，而数据库领域超越了编译和设备驱动技术以及内存和 I/O 管理。数据库充分利用了其他领域的技术，然后把它们构成一个有机的整体。所以，就我个人而言，意识到我确实能对 System R 有所贡献令我非常惊喜。

玛丽安·温丝特：那么对整个项目来说，有什么特别正确或者特别错误的事情发生吗？

帕特·塞林格：我想我们有一个非常了不起的团队。那时我们这个项目有 30 多个人，他们当中有人在这里读博士后，有人在项目中期加入。相对于普通的研究环境（在那里你一个人在为博士学位奋斗），我们团队中的协作精神以及家庭般的温暖非常浓厚。这种氛围对我来说是耳目一新的，而且我一直在 IBM 工作的很大原因是我非常喜欢这种相互协作的工作方式。

玛丽安·温丝特：现在回顾 System R 的发展历程，您觉得它成功的关键因素是什么？

帕特·塞林格：我认为很多公司采用 SQL 语言并实现它这个事实使得 SQL 成为最广泛的数据库接口。因此这也是 SQL 成功的一个重要因素。另一个重要因素是我们事先与很多公司签约使用该系统，在我们开发的过程中就在使用。波音公司是我们的早期客户之一，他们说，“System R 是一个了不起的系统，现在刚到二月份，我们已经用完了一年所预算的计算时间来进行如此多的数据库查询。”然后我说，“我们抱歉，真的很抱歉！”他们说，“不，不要抱歉，SystemR 非常棒。我们现在可以问一些在以前永远不会得到答案的问题，我们现在可以做很多以前不能做的事情。”因此我认为 System R 给用户带来的应用开发效率的提高使它成为一个巨大的赢家。事实上，我们的

客户告诉 IBM，从 IBM 得到的支持对于他们的改变非常重要。

玛丽安·温丝特：一件很有意思的事情是，我问过 Bruce Lindsay 和刚才问您一样的问题，所以当他的访谈发表以后，读者们将会看到一个关于“System R 为什么如此成功和有影响力”这个问题的不同解释。但是我不会泄露任何秘密。我不会告诉读者 Bruce 究竟说了什么。读者们必须等到 Bruce 的访谈发表以后才会知道他的答案。

在开发 System R 之初，要判断它给世界带来的影响是好还是坏是不可能的。现在来看 System R 的发展过程，如果给您一次机会重新开发 System R，您会做什么不同的事情？

帕特·塞林格：回想起来，我没有足够的经验作为一个系统设计者和开发者来按照 IBM 内部人员预想的那样实现 System R，并且进行产品化的复制和销售。因此，设计控制模块，设计接口和 API 到编程语言——我们只是把它们按照我们觉得可以工作的方式组合起来。错误处理模块，用户输入变量和参数的方式——这些都没有足够的思考来设计。它们组合起来仅仅是能工作，我们也没有考虑过如何设计使得系统具有扩展性。我们没有考虑过用户可能要表达的 1000 种其他的数据类型。因此我想如果重新开发的话，我将会考虑得更全面，这样 System R 的应用程序编程接口将会更自然地适合使用它的编程语言。

玛丽安·温丝特：今天 Ingres 和 System R 在数据库历史上的地位都是非常高的。不过在这两个系统设计之初，两个团队在同一个时间以同样的目标解决同样的问题，这不可避免地带来竞争。这种竞争的形式是什么样的？

帕特·塞林格：我认为这是一种良性竞争，我们在解决一个设计空间的不同方面：不同的展示视图，不同的查询优化方法，等等，这对数据库领域的发展非常有意义。我们要探索比原来做得任何一个项目都要多的解决方法。所以，我认为当时的工作对工业界的发展是非常有益的，它推动我们前进。

玛丽安·温丝特：事后看来，如果您能回到那些日子里，会如何处理这

种情况？我问这个问题是因为今天和未来，其他的研究者会发现他们可能会处在同样的情况之下，而您的意见对他们会很有帮助。

帕特·塞林格：我觉得现在有一些平台可以供我们进行讨论以做出更好的工作，在这些平台 / 会议（例如 SIGMOD），我们可以讨论一些技术的优势和劣势。如果我们能有一些更加开放的讨论，在一个领域内供大家共享，我想这会比两个团队各自做自己的工作而不进行交流更好。

玛丽安·温丝特：在 IBM 内部，QBE 和 System R 被视为竞争对手。现在看来，有没有更好的方法处理这种情况？

帕特·塞林格：我不认为我们的处理方式存在问题。我们有两个团队从不同的方面解决相似的问题，可能有一些人认为存在着竞争。我事后认为，QBE 的工作专注于用户界面，以及用户如何定制查询；它们使得容易的工作变得更加容易。SQL 和 System R 更面向“重型”的应用，我们更专注于深层技术、扩展性、性能等。这不是 QBE 的工作重点。我想如果当时有人更早地使之合理化，那么就不会产生一些冲突的局面和看法。

玛丽安·温丝特：因此，不知什么缘故，人们没有意识到它们是两个贡献，一个在用户界面层次，而另一个……

帕特·塞林格：这里从来就不存在竞争。

玛丽安·温丝特：那 OK Corral 中的 Shoot Out 呢？（对此有兴趣的读者可以从网络上 20 年前 System R 的文档中看到 Shoot Out。）

帕特·塞林格：你是对的。我太老了！那是一个性能比赛。

玛丽安·温丝特：似乎不是那么正确……

帕特·塞林格：鉴于两个系统的侧重点不同，单纯比较它们的性能似乎不太恰当。我们一直做的工作是将 QBE 的前端结合到 System R 的引擎后台上。

玛丽安·温丝特：是的，单从性能方面来说，System R 肯定要优于 QBE。因此我想这种结合应该实际上没有发生，尽管……，

帕特·塞林格：其实不是。两者的结合正是我们用 QMF 产品来实现的，因为 DB2 之上的 QBE 和 QMF 的接口是真的产品集。因此这种结合我们已经实现，只不过是产品实验室，而不是研究实验室。

玛丽安·温丝特：喔，了解。IBM 一直成功地将研究成果转化成产品。这些年来您一直负责这项工作。成功转化技术的秘诀是什么？

帕特·塞林格：在我创建 IBM 数据库技术研究所（IBM 研究组织，致力于数据库技术的转化）时，我做了两件特殊的事情。我找到 IBM 数据库领域的每一位项目经理，坐下来和他们交谈至少一个小时。我和他们讨论他们的目标，他们的问题，并解释我希望这个团队做些什么以及我将如何与这个团队交流。这就消除了笼罩大家内心的“我将和你竞争”的恐惧。我们做的第二件事是在会议上共同讨论我们要进行的工作，开发人员面临的重要问题，未来一年的工作议程。我们研究团队有的人常驻在开发实验室，和开发人员一起参与讨论与工作中。从而使开发人员证明了他们的“价值”。在做这些事情的时候，有一个“相互尊重”的理念。因此这种团队合作的工作方式就是并肩作战。

玛丽安·温丝特：年度会议就是开发产品的人告诉研究人员他们的问题是什么吗？

帕特·塞林格：嗯，这是为期一周的会议。一周开始，开发人员告诉我们，“这是我的发展计划，所有的事情我觉得都在可控范围内，这些事情我认为需要更长的时间或更多的发明才能让产品正常发布。”然后这一周接下来我们回到数据库技术研究所，谈到“过去的一年所做的事情”，在这一周的周末，大家坐下来，我们做了一个排名列表，哪些事情是在接下来的一年中我们想投入的，这不论对我们自己还是对 IBM 都是很重要的。这样，列表中会有更多对于多个产品组都有价值的东西。

玛丽安·温丝特：因此，在产品团队的需求当中，它是您已经做的具体工作和他们的需求之间的一个匹配过程？

帕特·塞林格：是的。

玛丽安·温丝特：所以并不是你们看到他们的需求，然后你们去做研究以满足他们的需要？

帕特·塞林格：我们整个数据库技术研究所的研究人员整周都在听报告，无论是茶歇还是晚餐，团队中每个成员都会进行沟通，相互了解。我们会讨论，“那么，这种方法解决您的问题怎么样？”，“我用这个技巧来解决你的问题”，和“如果以这种方式解决这个问题，怎么样？”在周末，人们都会对与工作相关的一些事情有比较好的想法。

玛丽安·温丝特：在数据库技术研究所的人，他们是全职员工或者是还属于研究所的全职研究人员？

帕特·塞林格：数据库技术研究所是一个俱乐部。他们都不是为我个人而工作的，完成工作是所有人的心声。所以这是一份志愿的工作，我们使工作变得有意义的方式是我们发现自己为之努力工作的对于人们是有意义的，顾客对于我们的工作成果会更加感兴趣。大部分项目都会既有研究团队的人，也有开发团队的人。

玛丽安·温丝特：还有一件事：您提到的消除竞争方面。您能更多解释一下可能出现的竞争情绪吗？

帕特·塞林格：在其他公司中，你可能会听说研究部门和开发部门合作得不是很好。通常研究部门的人在论文发表或者系统开发后就不再进行更多的工作。他们在这一点上的态度是，“我这样做，你难道觉得不好？”；开发部门的人可能会说，“我可能做得更好，我有不同的设计，你不明白我的意思，你不了解我的客户。”如果这种情况发生，合作起来会很难在感情上也会受到影

响。所以，如果我让你从一开始就参与，你就会觉得自己是在帮助塑造和引导这项工作，并告诉我重要的事情，那么情况自然会好很多。

玛丽安·温丝特：是什么促使您加入工业界并留在 IBM，而不是从事学术研究或者去其他公司工作？

帕特·塞林格：我面试过学术界的工作，也面试过工业界的工作。我决定在加州工作是因为我曾在波士顿住过八年，那里寒冷泥泞而且冰天雪地，但是加州就好很多。因此我对自己说我要在加州找一份工作。我曾经拿到加州大学圣地亚哥分校的 offer，以及 IBM 公司圣何塞研究实验室的 offer。我观察了将要和我一起工作的人以及我将从从事的工作类型。在学校从事助研工作时，我参加团队开发工作并且开发了一个编译器，我很喜欢这种团队工作。在学校的那一段时间是一种每个教授负责自己工作的机制。是的，作为一名教授，你有自己的研究生，他们帮助你工作，你和你的学生形成一个团队，但是这与你拥有 15 个人的团队总是待在那里和你一起工作是完全不同的。因此这很吸引我，现在也是。

玛丽安·温丝特：您没有像很多参与过 System R 工作的人那样跳槽，是什么让您留在 IBM？

帕特·塞林格：我喜欢这里的人，顶尖的人。这应该是主要的因素。而且我喜欢 IBM 在工业界的这种影响，而且我看到更多发展的潜力。

玛丽安·温丝特：我知道您在 IBM 从事导师的工作。如何使一个刚毕业的博士尽快转换成研究员，并使他的工作产生有意义的影响？

帕特·塞林格：我认为对于一个新毕业的博士来说最困难的转变是从个人研究的思维模式转换成工业界研究团队的一部分。对于有些人来说这种转变非常困难，因为他们没有接受过团队工作的训练。他们不理解“只有当不破坏你的代码时我才能修改代码”的软件开发守则。在研究部门接触到的项

目一般是由 5 ~ 10 人构成。但是如果你开始作为一名成员与一个开发团队（例如数据库技术研究所）一起工作，那么你突然会与 200 ~ 600 个人一起共事，作为一个整体开发软件。

玛丽安·温丝特：那么您如何帮助他们进行转变呢？

帕特·塞林格：我们采用 Hamid Pirahesh 提出的一个概念，叫做“移民项目”。在项目中每个人只知道系统的一小部分，在导师的帮助下完成整个项目。你会适应这种环境下的软件开发模式和设计模式，这种模式比一个有经验的研究人员或者开发人员的随心所欲的工作模式要稍微结构化一些。

玛丽安·温丝特：您曾经是 Jim Gray 的经理，也曾经是 Bruce Lindsay 的经理。Jim 建议我问问您管理像他和 Bruce 这种比较麻烦的人员的秘诀。您是怎么做到的？

帕特·塞林格：是的，我不仅管理他们俩还有 Franco Putzolu，他现在是 Oracle 的院士。他们三个在同一个时期在我手下工作，是我作为经理的第一批员工。他们热情，有激情，思想活跃，而且不轻易同意别人的看法。我想秘诀就是我真的很喜欢他们，并且尊重他们。你知道，你越是更好地尊重他们，他们就会更努力地工作。

玛丽安·温丝特：是的，可能是这样，可是他们三个中有个人告诉我，您可以让他们每个人做任何您想要他们做的事。有什么秘诀呢？

帕特·塞林格：就是因为我喜欢他们。

玛丽安·温丝特：喜欢他们是指……

帕特·塞林格：我很关心他们，我努力去做一个有说服力的人，一个共识的缔造者，而不是一个有独特风格的管理者。这也是数据库技术研究所成功的原因。我把大家召集在一起，让大家为了一个共同的目标而工作。

玛丽安·温丝特：但是现在您是领导几百个人的副总裁，不可能关心他们每一个人。那么现在您又如何处理呢？

帕特·塞林格：我现在基本上成为 IBM 数据库研发中心 3000 人的“团队妈妈”，他们可以随时给我打电话。他们有我的家庭电话、我的手机号码，他们可以来和我进行私人的、没有任何记录的谈话，我可以帮助他们。所以，我所做的真的就是关心照顾他们，使他们对自己的工作保持兴趣，让他们看到团队的远景规划并参与其中。这真的花费我大量的时间：把大家组织到一起并让大家有一个共同的目标。因此，这 3000 个人并不是为我工作——可能 20 个人为我工作——而且我不会和所有的刚进团队一周的初级程序员一起讨论团队的规划。我和高级技术管理者——最上面两层的管理者讨论，然后他们再去管理各自的团队。

玛丽安·温丝特：3000 个人有您的家庭电话，您多久会接到一个电话？

帕特·塞林格：也就是一周 1 ~ 2 封电子邮件的事。如果我没有去旅行，我几乎每一顿午餐都会和一个人开指导会议。我一般要直接指导 30 个人。而且我拥有一大批“有问题随时讨论”的员工。

玛丽安·温丝特：那您直接指导的人是来自某些职位或者某些部门吧？

帕特·塞林格：他们当中有一些是新人，有的进公司才两年。但是我认为他们很有天分。还有一些进公司的时间差不多和我一样长。

玛丽安·温丝特：是什么促使您成为一个管理者而不是一个纯粹的研究人员，您是如何转变的？您的意见会对一些想做出这种转变的人提供帮助。

帕特·塞林格：我在职业生涯早期就做出了这个决定，现在看来可能有点太早了。我在 IBM 工作了三年并且刚刚做完 System R，那时我刚成为一个项目经理，并且像你刚刚提到的一样，同 Bruce、Jim 和 Franco 一起工作。而我决定做管理的一个重要原因是我发现和一个团队的人一起工作得到的成

就要比只靠我这一双手多得多。这就是我的动机。我用三年时间做一线产品经理，做 R* 分布式数据库项目，然后一跃成为四线管理者并用三年时间管理计算机科学部门。我认为这种上升的方式太快了，虽然我很喜欢我的工作。

这就像在大学里修了 22 门课，因为计算机科学部门有 22 个不同的项目，他们涉及的范围很广泛，从理论到磁盘驱动到打印机和数据库。这很有趣，但是你不能深入到其中某一项技术中去，我觉得我就是错过了这些。在管理计算机科学部门时，我创建了数据库技术研究所。我花费在规划研究所上的时间越多，我就越多地认识到：“我喜欢这项工作”。因此我去找我的老板并跟他说，“看见那项工作了吗？我想离开这项工作去做那项，因为我知道那项工作的远景并有信心实现它”。所以我开始了管理和技术结合的工作，我真的很喜欢。

玛丽安·温丝特：那么您对想从工程或者研究转向管理的人有什么忠告吗？

帕特·塞林格：我今天想说的是，除非你在技术上取得了一些成就，否则不要做这种改变。一定要保证你懂得什么是一个成功的项目和技术，因为这将是以后工作的参考。因此，耐心地等一段时间，不要急于转向管理。善于积累你所做的工作和了解的技术，这将成为你的经验。然后你会有大量的时间进行转变。如果你善于管理和领导，那么每 6 个月就会有人想给你提供管理的工作。

玛丽安·温丝特：现在数据库研究领域有人认为 IBM 的数据库研究者有些过于以产品为导向。您是否注意到这样一种印象的产生？您同意这个看法吗？如果这是真的，那么如何保证 IBM 的研究不会错过改变数据库未来的机会？

帕特·塞林格：在 90 年代中期，我们接触到 Unix 和 Windows 已经很晚了。我在多伦多找到 Janet Perna，那时她正在负责开发 Unix 和 Windows 的数据库产品。我跟她说，“Janet，我这里已经有一个数据库研究团队，我们计划将数据库产品带入 Unix 和 Windows 空间，让其贴近每个人。所以我想带着我们的技术帮助你开发数据库产品，并将其推向市场”。因此我们让研究者

们参与产品开发，我想我们就是在那时改变了研究团队的本质。现在团队中仍然有些人很乐意从事产品开发和发布的工作。另外一方面，我们也让一些人回归到研究中，去做一些只有研究者做的事情。我们被认为以产品为导向的原因应该是我们的传统，正是这种导向使得 IBM 的研究团队保持竞争力和价值。

玛丽安·温丝特：帕特，您的博士研究方向并不是数据库。从这一点来说，一个没有数据库研究背景的人可以转到数据库研究上来吗？

帕特·塞林格：我认为可以。特别是在一些领域（例如隐私），它不真正需要花费五年时间深入学习“写优先日志”或 Mohan 的 27 个并发模式和技术（在 Aries 中）。

玛丽安·温丝特：关系数据库研究领域一直坚持的基本原则是查询优化器应该能够提出可以优化任何查询的好计划。可是工业界更倾向用户必须参与到优化过程中。这是否意味着研究领域没有兑现承诺？是否有更多的研究工作要做？

帕特·塞林格：我认为查询优化器是我们所说的自主计算或者自我管理的第一次尝试。查询优化器已经有 25 年的发展历史，伴随着基于代价优化模型和相关执行技术的丰富与发展。我们会继续查询优化的相关工作。研究越来越好的模型、优化方法和执行技术是我们永无止境的追求。因此模型越是能够预测数据的组织方式和处理流程，我们的系统就越接近于理想系统。

我们看看优化器提示的概念。现在提示的主要问题是人们无法直接输入一个即席查询，而是让数据库管理员进入机房并大喊“先别按‘输入’键，别写最后的分号，让我把提示加入到你的查询中再开始查询。”很多打包好的应用（像 PeopleSoft、SAP、Seibel Systems），它们都是预先包装的。你无法得到这些查询，无法加入提示。查询语句越来越多，目前没有办法随时随地为用户定义的查询加提示，因此我们一定会坚持投资这项技术。

玛丽安·温丝特：有没有一种方式使得提示能够传递给预编译的包，这

样他们能够在运行过程中处理？

帕特·塞林格：你总有让软件供应商加入提示的方法。我觉得他们并不真的愿意去实现它。作为一个独立的软件供应商，我并不想去了解在什么查询环境中什么样的查询计划执行得最好，而且我不知道将来数据表的规模会变成多大。

玛丽安·温丝特：我想象的是在运行过程中，一些统计信息和数据分布信息可以传送给软件包，然后这些包能够编译并产生正确的查询计划……

帕特·塞林格：实际上就是这么做的。我们从引擎目录中得到数据的统计信息并用于基于代价的查询优化。因此，从某种程度上来说，如果模式运行正常的话，你已经得到了提示。

玛丽安·温丝特：喔，我原以为软件包已经编译完查询并准备执行，你已没有灵活性，无论发生什么情况，它们都会以一种确定的方式运行。

帕特·塞林格：不，它们不是一种预先设定好的执行模式。它们的执行模式是，“执行该字符串”。然后基于你的特定数据的统计信息的查询优化开始起作用。

玛丽安·温丝特：我这儿有一张您早期在 System R 工作时的照片，您的性格看起来很阳光，这显然很不符合 70 年代计算机研究者的刻板形象，没有油腻的头发，没有计算尺，甚至没有眼镜。多年来，一个不符合刻板形象的人加入计算机行业变得容易了还是困难了？

帕特·塞林格：我觉得我希望我仍然看起来像那时一样——今天人们比以往更容易接受多样性。实际上我们也在通过不同的方式追求多样性，因为我们需要注入新鲜的想法。所以我很期待有一些数据库以外背景的人带来其他领域的经验。我觉得这样会带来生活方式、世界观以及文化背景的多样性。

玛丽安·温丝特：您知道，我原来从来没有想过，不过既然您已经提到

了他们最初让您管理 Jim Gray 和 Bruce Lindsay——我看过他们那个时候的照片，我觉得这对一个这么干净、温柔的人似乎有些残忍。

帕特·塞林格：这个年轻的女孩，是的。我们实际上很般配，我们都有长的金发。

玛丽安·温丝特：好的。

帕特·塞林格：所以我们没有多样性。

玛丽安·温丝特：想象一下，如果您在工作中有足够多的时间去做一件应该做但现在还没有做过的事情，您会做什么？

帕特·塞林格：你知道，我一直希望能够用更多的时间去阅读数据库领域以外的书籍。我一直没有足够的时间去做，但是我真的很想做。

玛丽安·温丝特：这种情况看上去变得更糟糕了，因为我们有越来越多的会议，越来越多的数据库研究者，和更有意思的材料要阅读。

帕特·塞林格：是的，当然。

玛丽安·温丝特：作为一个计算机科学研究者，如果您有机会改变有关自己的一件事情，您将改变什么？

帕特·塞林格：我想我会了解更多关于硬件的知识。

玛丽安·温丝特：硬件？

帕特·塞林格：是的。我想这是我很想学习的一个领域。

玛丽安·温丝特：它会如何影响您所做的事情和您的想法？

帕特·塞林格：我觉得现在数据库面临着一个现实，就是处理器已经快了两倍而磁盘仅仅快了 5% ~ 6%。因此突然间性能出现了很大的差距。我希

望我们有方法来填补这种差距，例如通过避免重复 I/O 和缓冲区预取。我们有很多技术并且正在发明更多的技术来减少性能差距。我想如果我们懂更多硬件的知识并且和处理器 I/O、存储系统的人多交流，我们可能会有更多有利于每个人的发明。

玛丽安·温丝特：您知道，我想对于一个刚毕业的数据库博士，他懂得磁盘工作细节的可能性几乎为零。

帕特·塞林格：是的。

玛丽安·温丝特：John Wilkes 有一篇描述磁盘细节的论文，在这个领域发展了 10 年或者 15 年以后我再读它，仍有很多地方看不懂。也许受过数据库教育的人在理解那个磁盘盖子下面的东西时会有一些困难。

帕特·塞林格：是的，随着这个领域的发展，越来越多的知识被抽象化。今天我们头脑中有一种简单的模型，一个磁盘就是一个传动手臂和一个盘片，它们存储数据库的数据。而实际上，存储数据的是磁盘阵列，是存储区域网络，是在那个磁盘盖下面的各种不同的结构。它们被一个逻辑卷管理器包装起来，而这些逻辑正是由操作系统领域的人设计，他们可能懂也可能不懂数据库。有时候这种透明性是很好的，让我们更专注于产品和细节。现在我正在开发自管理数据库，所以我很高兴他们在开发自管理文件系统。从另一方面来说，优化整个栈会更好。所以两个领域的人应该多交流，我们也希望尽快地使用他们的新技术。

玛丽安·温丝特：非常感谢您，帕特。

帕特·塞林格：别客气，这是我的荣幸。

(史英杰 译，孟小峰 审校)