超越《生活大爆炸》：揭示理论物理学教师日常的研究生活

Mike Verostek物理与天文学系，罗切斯特大学，纽约州罗切斯特 *14627*，美国物理与天文学学院，罗切斯特理工学院，纽约州罗切斯特 *14623*，美国Molly Griston物理与天文学系，罗切斯特大学，纽约州罗切斯特 *14627*，美国Jesús Botello物理系，德克萨斯大学奥斯汀分校，德克萨斯州奥斯汀 *78712*，美国Benjamin Zwickl物理与天文学学院，罗切斯特理工学院，纽约州罗切斯特 *14623*，美国

引言

“那么，你是做什么的？我的意思是，你实际上做什么？”这是某位理论物理学家最常从她的学生那里听到的问题之一，也代表了有志成为物理学的人普遍抱有的好奇心。学生们常常误解不同类型的物理学家实际上做什么。[1] 对许多人来说，“理论物理学家”一词很可能会唤起这样的心理意象：爱因斯坦、费曼或谢尔顿·库珀，仅凭一支铅笔和一张纸，就能洞察宇宙运行的基本原理。这种形象体现了许多学生赋予物理学家的“孤独天才”刻板印象。[2-4] 然而，众所周知，这种对物理学家的普遍看法会打击学生将物理学作为职业发展的积极性，尤其是代表性不足的性别和种族群体。[5-8] 此外，无论人口背景如何，如果学生觉得自己不了解不同类型的物理学家每天都在做什么，他们都可能避开物理学。[9,10] 因此，为学生提供不同类型物理学职业所需技能、实践、动机和日常工作的准确认识，对于帮助他们为未来作出决定至关重要。在本文中，我们将带领学生一窥理论物理学职业的实际面貌。通过访谈11位正在从事理论物理学工作的教师，我们揭示了理论学家认为学生对其工作抱有的各种误解。消除这些误解，将为学生在职业决策过程中提供重要的参考信息。

研究表明，与其他科学家相比，学生认为物理学家天生更加聪明、更不善于社交，也更缺乏协作精神。[2,5] 对于理论学家而言，这些刻板印象甚至更加严重；物理学学生常常将他们视为物理学界最聪明、最受尊敬的人。[11] 鉴于理论学家历来是科普领域中最受关注、最广为人知的物理学家，[12,13] 对典型理论物理学教师的日常生活进行细致入微的介绍，或许能为未来的物理学家提供尤其有启发性且影响深远的认识。尽管多家新闻媒体已经刊登了当代理论物理学家的专题报道，[14,15]

但目前针对从事理论物理学的工作究竟是什么样，系统性研究仍然十分有限。

以往的研究论文揭示了物理学家（包括理论学家）在研究中解决问题时所运用的一些专家实践。[16-19] 然而，这些论文大多聚焦于这些物理学家采用的问题解决策略，而较少关注他们日常生活的其他方面。这些方面包括：他们认为哪些技能很重要、是什么激励他们投入工作，以及一位在职理论物理学家的典型一天是什么样的。学生在做出职业决策或为职业生涯做准备时，了解这些问题的答案至关重要。例如，一名学生可能希望投身科学、技术、工程和数学领域，以开发新技术并影响社会，但由于许多学生认为理论过于抽象，可能会忽视理论。[11] 然而，正如我们的研究结果将要表明的，许多理论学家与实验物理学家密切合作，并在取得切实成果的过程中发挥着关键作用。因此，若未能清晰呈现物理相关职业的工作生活，可能会使学生不愿选择与自身技能和目标最为契合的物理学领域。

为了帮助学生更清晰地了解理论物理研究，我们采访了来自五所学院和大学的11名现任理论物理学教师。 在这11名参与者中，6人以口头方式将自己的性别描述为“男性”，2人描述为“女性”，3人描述为“女人”。我们向这些物理学家询问了各种主题，包括他们的日常活动、进行研究时使用的技能，以及理论物理学这一整体领域。他们的回答帮助我们解答了两个研究问题：1）理论学家认为，包括物理专业学生在内的人们对他们及其工作有哪些共同误解？2）与这些误解相比，成为理论学家并从事理论物理学的现实是什么？ 在转录访谈后，我们对其进行了分析，以找出共同主题，包括与对理论的误解相关的主题，以及与他们开展的活动和共同持有的态度相关的主题。我们的分析结果呈现如下。

结果

我们采访的理论学家认为，学生、公众，甚至一些其他物理学教师，通常都没有牢固理解理论物理学家的日常生活和职责。正如一位理论学家所说：“我觉得对我来说很明显，[理论] 并没有得到真正的理解。有时候甚至连我们的同事也不知道我们在做什么。”几位理论学家观察到，学生有时根本无法区分实验与理论。一位受访者回忆道：“作为一名本科生，我当时并没有真正意识到，在研究生院你会在理论和实验之间做出这样的分岔选择。我觉得大多数本科生……并不太了解这种差异。”然而，即使是承认理论与实验之间存在差异的学生，也常常对理论学家的工作抱有不准确的看法。一位理论学家认为，这种困惑部分源于理论更为“抽象”的性质。她认为，实验物理学会让人联想到“用双手做事”以及“插拔各种东西”，而理论物理学则更难以想象，可能会让学生对理论物理学家的工作产生错误印象。

理论学家们谈到的一个主要误解，是学生认为，正如一位教员所说，**理论比实际情况“更光鲜”**。许多受访者表示，学生认为理论学家“只是一群用华丽术语谈论深奥概念的人”，却没有充分认识到理论物理研究所伴随的艰辛与漫长工作时间。即使在研究生阶段的物理学家中，也存在这种误解。一位教员表示：“即使是一些曾与我共事、实际上非常聪明且非常擅长这方面的人，他们也错误地以为自己每天都会取得突破。这种期待是不现实的。”另一位受访者说：“有些学生认为自己喜欢理论，是因为看过一些科幻电影。他们会说，‘哦，我要去研究生院，我要成为一名宇宙学家’，但他们其实并不知道这项工作包含什么。”然而，把理论学家理想化为深思熟虑、经常取得突破的人，是对其日常工作的严重歪曲。

事实上，所有理论学家都认同，从事理论物理研究最重要的条件是“拥有一段不受打扰的时间”。确实，有位理论物理学家会尽量在下午为自己留出整整三个小时，以便“全神贯注地做研究”，从而仔细阅读论文，更认真地进行数学计算。然而，能够连续数小时专心研究的机会，很容易被教职生活中的其他事务打断。我们采访的所有理论物理学教师都表示，他们的日常生活会因日子不同而有很大变化，并且大致将工作日划分为研究、教学和各种行政职责。受访者提到的任务包括担任委员会成员、填写招聘新博士后的文书，以及“决定宴会上究竟该供应哪种开胃小点”。任何一天，这三类事务中的任何一项都可能占据优先地位，压过其他事务：“我的职业生涯中没有所谓的典型一天。”

尽管还肩负许多其他职责，理论物理学家也明白，研究取得进展对自己的职业生涯至关重要，因此有些人会在常规工作时间之外寻找整块时间。由于理论物理学家不需要设备，也很容易在家工作，工作与生活的界限可能会变得模糊。“有时，几场会议之间会有半小时或四十分钟的空档，但你没法说想思考就马上思考。所以我自己做的大部分研究，都得等下班回家后或周末进行。因此，根本谈不上工作与生活平衡。”一位理论物理学家指出，在推进研究的同时努力维持这种平衡，“对你个人来说要求很高”；另一位则强调：“我认为，对理论物理学家，以及大多数研究人员来说，一件重要的事就是忍受不确定性。因为做研究需要付出很多努力，而且必须有耐心。”因此，**理论研究的进展并非总是轻而易举，而是长期投入研究工作的结果**。

这一现实与另一个所有受访理论学家都试图驳斥的误解有关。所有他们指出，一个常见但错误的假设是，**理论物理学家天生聪明绝顶，比其他物理学家更聪明**。一位理论物理学家结合自身经历回忆道：“我本科时曾有过这样的想法：我们认为理论物理学家比所有人都

聪明，而实验物理学家并不聪明。这种想法是错的。”另一位理论物理学家坚持认为，人们“似乎认为[理论] 比实际情况更难”，而且“甚至都没有尝试过，大多数人不知怎么就认定这对自己来说太难了。”一位理论物理学家若有所思地说：“我可能只是一个智力一般的人。我并没有被宇宙的奥秘所困扰。我的意思是，它们很棒。我觉得它们令人惊叹。宇宙神秘且不可理解，而我接受它本来的样子。”这些引述表明，能够参与理论物理研究的学生比他们最初以为的要多。

确实，几位理论学家透露，他们做研究的大部分时间都花在攻克难题上，因此常常觉得自己并不怎么聪明。正如一位受访者所说：“如果你在一个普通的日子里问我，我不觉得自己特别擅长所做的事情，因为大多数时候你都会卡住，苦苦挣扎。”因此，与大众的刻板印象相反，几乎所有受访者都认为，**毅力和耐力是成功的理论物理学家比天赋才智更重要的品格特质**。有些人愿意多年钻研同一个问题，绝不放弃：“我做的事情没有哪一件特别擅长，但我很坚定，也很坚韧。我会重新投入其中，有些研究一做就是好几年。这才是真正的区别。我并没有什么特殊技能，或是其他什么特别之处。”另一位受访者回忆说，他曾花了两个“令人沮丧”的年头，尝试一种最终失败的问题解决方法。他说：“从1995年到1998年，我整个职业生涯的这段经历，只在博士学位论文第五章的一条脚注里留下了记录：我们尝试了另一种方法，但没有成功。”不过，最终他还是通过持续努力解决了问题。因此，受访者鼓励学生不要相信只有天才才能从事理论研究，而应努力发挥自己的优势，为这一领域作出贡献。

教职人员将理论描述为**物理学中一个需要多种不同技能和才能的多元领域**，而不只是天才的专属领域。“它需要如此多不同的技能和如此多不同类型的个性，因此你总能有所贡献。千万不要认为自己做不到。”许多理论学家表示，具备广泛的物理学和数学背景有助于开展研究，但也强调，没有必要精通这些学科的每一个方面。一位受访者回顾自己成为理论物理学家的历程时说，学生应该“意识到刻板印象。我指的是，你对成为一名优秀理论物理学家需要具备什么条件的看法。比如说，我不太擅长几何学。这会使我失去成为优秀理论物理学家的资格吗？我不这么认为。”他继续说道：“还有一些人可能根本不喜欢像我这样做纸笔工作，但他们非常擅长使用计算机，因此可以在数值计算项目中作出实质性贡献。”

理论学家描述为成功所需的重要技能中，包括有效协作和沟通的能力，这与理论学家**整天独自在办公室工作的形象相矛盾。** 几位理论学家指出，人们通常认为他们是“数学非常好、社交技能非常差的超级聪明人”，而且缺乏“常识”。一些人认为，流行文化强化了这种形象，其中一人对人们认为理论学家“就像他们在《生活大爆炸》里看到的那样”表示不满，并说道：“这是错误的。那是一档非常漫画化的电视节目，我不喜欢它。我看过几集，然后我就想，这不是我，这不是我的任何一个朋友。”事实上，

几位受访者表示，他们注意到，越来越多人会把他们和《生活大爆炸》中的谢尔顿·库珀联系起来。

当代理论物理学家认为，**有效与他人合作的能力**对他们的研究成功和工作中的个人幸福至关重要。一位理论物理学家这样总结这一现实："让我擅长本职工作的原因——事实上，我的所有工作都是协作。甚至是和我一起工作的学生，我也把他们视为合作者。我会尽力确保他们有良好的工作环境，彼此交流、相处愉快。但我认为，这就是我的技能所在。"这位受访者还表示，指导是她生活中的"一大部分"，也激励她推动研究不断向前。

此外，许多理论学家指出，他们的协作跨越了不同学科。一位受访者解释说："我会尽量和尽可能多的人谈论自己的研究，即使他们和我不属于同一个领域。如果对方不在同一个领域，那尤其有帮助。"这种跨学科交流也延伸到了工程学等应用领域。另一位理论学家认为："我之所以擅长本职工作，原因之一在于我的研究处于生物学、物理学、数学和工程学的交界处。因此，能够和不同学科的研究者交流，并自在地与理论学家和实验物理学家交谈、理解他们的语言，把我的语言——也就是物理学或数学物理学——转化成他们的语言，这一切都非常非常重要。"这番话引出了理论学家对自身工作的一种最终误解：认为他们的研究无法应用于现实世界问题。

尽管理论物理学家研究的许多问题都高度抽象，短期内也不太可能得到实验验证，但我们采访的一部分理论学家强调，**并非所有理论研究都是"不切实际的研究"**。相反，有几位受访者表示，他们的研究项目具有直接的现实应用。一位从事许多应用系统研究的理论学家指出："我的许多朋友受过工程师培训，但后来从事了其他工作，他们往往认为，如今的理论物理学家基本上都在做不切实际的研究，研究那些永远无法通过实验以机器或设备的形式实现的东西。所以，这里面存在一些误解。"

事实上，许多理论学家**从事具有实际应用的项目**，并且受到有望为创造实用设备和应用模型做出贡献这一前景的激励。在我们的样本中，11位理论学家中有5位属于这一类。在这组人中，有一位提到，她曾彻底改变自己的专业领域，以便从事更多应用型项目。她回忆道："我一开始是弦理论学家，因为我以为自己想研究弦理论。但在第一年里，我就觉得，这实在太抽象了，不具体，而且我不喜欢。"事实上，理论学家可能会深度融入由实验物理学家组成的团队，共同朝着一个目标努力。另一位理论学家强调说："我真的很喜欢和实验物理学家一起工作。因为我读研究生时曾是他们中的一员，所以我对他们有一种隐秘的亲近感。"他指出，愿意与实验物理学家合作并不是理论学家普遍具有的倾向，并说道："很多理论学家不喜欢这样做。"有些教职人员甚至认为，在考虑未来的求职者时，能够跨越学科边界进行交流是一项理想技能：

“我发现，在评判一名学生、博士后，或是一名从事理论研究的年轻教员时，我会关注他们工作的平衡性。我认为，对他们来说，发表独立于实验的理论工作很重要，但同时也要做出一些已经得到实验验证的预测。我的想法是，物理学是一门实验科学，你可以写出所有想写的公式，但如果它们没有经过某项实验的验证……那么，正如人们所说，它就只是一种理论。”

讨论与结论

这些理论学家的观察为学生和教育工作者提供了若干重要见解。

这些访谈传递给学生的核心信息是：不要仅仅因为认为理论研究只属于“最聪明”的物理学家，或认为理论学家只会独自从事与现实世界关系不大的项目，就因此对理论望而却步。那些因物理学的协作性质或其解决复杂问题、提出实用方案的能力而受到吸引的学生，也可能找到令人满意的理论研究机会。在这方面，受访者所描绘的理论研究领域，比许多学生最初想象的更容易为不同背景的人所进入。不过，教员也提醒，不要对成为理论物理学家抱有毫无保留的乐观态度。几位教员指出，工作与生活界限模糊，以及研究中突破并不常见，都是学生往往难以应对的理论研究特点；学生必须认真考虑这样的工作模式是否适合自己的个性。另一些教员则担心，某些理论研究领域的机会本就有限，尤其是弦理论和量子引力等热门领域，而原因在于经费问题。因此，一位教员建议有志于此的学生仔细考虑未来目标：“如果你感兴趣的前提是想成为谢尔顿·库珀，那就别做了。那是幻想。当然，世上还有更糟糕的幻想，但你是在做职业选择，而不只是决定‘我想做什么’。你得想想，在一个等你步入职业生涯中期时会发生巨大变化的世界里，你将掌握哪些工具。”这段话强调了向学生清楚说明在物理学不同领域工作意味着什么，并让他们有机会亲自探索这些选择的重要性。

在这方面，我们希望本文中的观察能促使教育工作者反思如何在自己的课堂和系所中作出改变，从而更好地支持学生的职业决策。尽管大部分高中和本科生物理学课程已经致力于帮助学生发展广泛的数学和物理学技能，但理论物理学家提到了若干在许多课堂中可能未得到充分重视的技能。例如，跨学科交流培训、将理论分析与应用问题联系起来，以及运用计算问题求解技术。此外，大多数受访者都反思认为，坚韧和毅力是他们取得成功最为关键的品质，这促使人们思考新的学生评估方式。我们还需要开展进一步研究，以探讨如何将真实研究实践的特征充分融入

课堂教学中，并评估我们评价学生的程序是否充分重视广泛的学生技能与态度。这项工作对于维持一支多元且才华横溢的物理学劳动力至关重要；我们鼓励物理学教育工作者以本文所呈现的主题为启发，更好地支持学生的职业决策。

参考文献

1. R. Bennett、D.Z. Alaee 和 B. Zwickl，运用社会认知职业理论分析物理学学生的子领域职业决策，载于 *2022*年物理教育研究会议，PER会议（密歇根州大急流城，MIC，2022年），第51—56页。2. M. Bruun、S. Willoughby 和 J. L. Smith，识别物理学和生物学中关于“谁、是什么以及为什么”的刻板印象，《物理评论·物理教育研究》**14**，020125（2018年）。3. B. Wong、Y. T. Chiu、Ó. M. Murray、J. Horsburgh 和 M. Copsey-Blake，“生物学很容易，物理学很难”：STEM高等教育中学生对理想学生和典型学生的认知，《国际教育社会学研究》，1（2022年）。4. M. A. Weitekamp，《生活大爆炸》中的科学家形象，《今日物理》**70**，40（2017年）。5. S. Leslie、A. Cimpian、M. Meyer 和 E. Freeland，卓越期待是学科领域间性别分布差异的根源，《科学》**347**，262（2015年）。6. A. J. Gonsalves，“物理学与娇娇女——某处存在矛盾”：博士生围绕物理学中的性别话语与能力进行的定位，《科学教育文化研究》**9**，503（2014年）。7. Z. Y. Kalendar、E. Marshman、C. D. Schunn、T. J. Nokes-Malach、C. Singh，按性别解析学生物理学思维模式的框架，《物理评论·物理教育研究》**18**，010116（2022年）。8. A. Johnson、M. Ong、L. T. Ko、J. Smith 和 A. Hodari，有色人种女性在物理学中面临的常见挑战，以及教职人员可以采取哪些行动来最大限度地减少这些挑战，《物理教师》**55**，356（2017年）。

9. D. Farland-Smith，文化如何塑造学生对科学家的认知？美国和中国小学生的跨国比较研究，《基础科学教育期刊》**21**，23（2009年）。

10. E. Parisi、G. Masia、C. Reynolds 和 A. Richards，《探究高中生对物理学职业及多样性议题的认知》，《物理教师》**61**，140（2023）。

11. A. Johansson，《在物理学硕士学习中协商智力、书呆子气与地位》，《科学教育研究》**50**，2419（2020）。

12. A. Jogalekar，《理论学家、实验物理学家与大众物理学中的偏见》，见 https://blogs.scientificamerican.com/the-curious-wavefunction/popular-physics-is-there-an-experimentalist-in-the-house/（2013）。

13. C. Orzel，《美国物理学家与对实验的低估》，见 https://scienceblogs.com/principles/2013/05/21/american-physicists-and-the-under-rating-of-experiments（2013）。

14. N. Collins，《成为一名理论物理学家是什么样的》，见 https://news.stanford.edu/2019/05/03/whats-like-theoretical-physicist/ （2019）。

15. H. Jarlett，《为什么要研究理论物理学？》，网址：https://home.cern/news/series/in-theory/theory-why-bother-theoretical-physics (2016)。

16. M. Verostek、M. Griston、J. Botello 和 B. Zwickl，《让专家过程显现：理论学家如何以及为何在研究中使用假设和类比》，《物理评论·物理教育研究》**18**，020143（2022）。

17. M. Verostek、M. Griston、J. Botello 和 B. Zwickl，《让专家认知过程显现：理论物理研究中的规划与初步分析》，载于*2022*年物理教育研究会议，PER会议（密歇根州大急流城，2022年），第469–474页。

18. A. M. Price、C. J. Kim、E. W. Burkholder、A. V. Fritz 和 C. E. Wieman，《科学与工程中专家问题解决过程的详细特征描述：对教学与评估的指导》，《CBE-生命科学教育》**20**，ar43（2021）。19. M. Griston、J. Botello、M. Verostek 和 B. Zwickl，《灵光乍现：动机与协作激发理论物理学家产生创意》，载于*2021*年物理教育研究会议，PER会议（线上会议，2021年），第160–156页。