

用于跟踪和评估在线团队项目的学习管理系统

哈桑-M-贾米尔

美国爱达荷大学计算机科学系

jamil@uidaho.edu

Abstract—Online education platforms demand that reliable and measurable assessment and feedback generation systems are developed to ensure quality. 特别是需要大型软件开发项目的课程，需要逐步进行需求说明、验证和确认，以便分阶段进行适当的评估。在当代的辅导或学习管理系统中，几乎不存在这种监测和评估支持。在本文中，我们为在线数据库课程提出了一个基于团队的项目管理和评估系统的新实施方案。

索引/词条—需求征询、软件规格说明与验证、规格说明与需求的映射。

(SDLC) 也随之启动。在传统的教学中 [16]，学生自然会遵循瀑布式 SDLC 模型 [20]，在学期结束时完成最终项目交付，沿途接受教师对各个组成部分的反馈，并做出相应调整（如 [16]）。

I. 引言

数据管理和处理的概念是计算机科学课程的重要组成部分，通常作为涵盖深度和广度的多部分数据库管理系统序列提供。随着技术、应用领域和时间的变化，其内容和重点也在不断演变

然而，尽管数据库课程的性质是动态的，内容也在不断变化[7, 8]，但大多数教师还是加入了基于项目的学习（PBL）内容[1, 3, 21]。这种选择的坚定信念是，PBL 可以改善学习效果，提高学习效率[6, 17]。

在第一课数据库课程中，实施项目通常是大多数学生熟悉的应用程序，如大学、图书馆、杂货店或医院系统数据库。选择这些项目是为了减轻学生的认知负担，并充分利用他们对应用程序的熟悉程度。学生使用 MySQL、Oracle、SQL Server 甚至 MongoDB 等数据库管理系统设计应用程序。通常，他们需要使用实体关系（ER）或 UML 图等工具设计概念模型，然后设计 3NF/BCNF 方案，并在实施前进行适当的规范化。他们还需要为最终用户设计基于网络或图形的界面，作为对后端数据库进行若干查询和更新的前端。这种练习通常会利用学生在数据库课程中学到的所有理论。当项目开始时，软件开发生命周期

从教师的角度来看，这种模式简单且易于人工管理，但从学生的学习体验或评估角度来看，这种模式并不可取，因为学生没有机会纠正他们的设计错误，或重新校正他们的错误[15]。另一方面，敏捷 SDLC 模型[20]为迭代设计提供了机会，并在必要时利用反馈和需求验证分阶段完善实施。在本文中，我们的目标是采用敏捷 SDLC 模式设计一个数据库课程项目管理和监控系统。

II. 数据库课程项目的脚手架

传统的数据库课程项目支架包括概念设计、规范化和查询练习等模块，这些模块与评估计划一起被编入实验室的数据库应用实施项目中[9][3, 13]。虽然项目仍然是课程的重要组成部分，但其评估仍然主要是人工进行的，即使使用了实验室支持系统[5, 6]。即使在面对面的教学环境中，人工评估也是非常困难和耗时的，而在仅有智能辅导系统支持的在线环境中，人工评估就更加困难了[12]，这主要是因为涉及 PBL 内容的课程中，在线并不一定意味着自动化。[11]，而数据库项目几乎不存在[16]。

A. 需求规格

第一个数据库课堂项目通常会描述其模式、查询和需要实现的更新。在八十年代，只需要测试学生的 SQL 制作技能就足够了[1]，而在现代课程中，我们通常要求学生实施一个完整的数据库应用程序，并配备图形化或基于网络的用户界面，以支持项目描述中指定的功能。如今，对项目的系统性评估最好遵循[16]中描述的改进的、循序渐进的评估方法，并向更大的社区提供在线课程，以及支持可扩展性的自动化。然而，目前还没有发现类似 Pigford [16] 的评估系统。

的下一阶段。

1) *指导教师对项目规格的看法*: 除了项目本身之外, 指导教师可能还需要制定项目计划和时间表、确定交付成果、定期与项目团队协商以了解进展情况、在不同的开发阶段提供项目演示、记录和报告、在实施的每个阶段测试和验证应用程序, 以及评估实施情况和演示成果。不可否认, 其中许多环节本身就是人力和人力密集型的, 不能委托给一个自主系统。实施团队数据库课堂项目需要教师和学生投入大量时间、专业知识和开发工具知识。许多学生在进入第一门数据库课程时, 并不具备与大型软件开发项目相匹配的技能。因此, 为了合理利用每个人的时间, 指导教师必须高效、谨慎、公平地准备团队、安排实施进度和监控进度。

在学期内。

因此, 此类项目的在线管理系统必须考虑包含各种工具和功能, 以尽可能减少指导教师的参与和时间。在 ProTrack 中, 我们采用了六种管理工具来帮助监控、管理和评估团队项目。这些工具如下

a) *教学大纲和项目说明*: ProTrack 要求链接电子版的教学大纲说明。特别是, 它需要详细描述项目、项目成果以及评估项目的指标和标准。这些信息用于自主设计其余监控和评估工具的条目。例如, 项目点数必须根据教师的项目进度计划分配到可交付成果和其他评估组件中。图 1 显示了 ProTrack 中使用的教学大纲描述表单示例, 教师可利用该表单指导实施和评估计划。

b) *项目计划*: 在指导教师列出可交付成果的同时, 学生使用图 2 中的表格设计项目计划, 在指导教师的要求范围内, 根据自己的方便程度自由组织开发和交付计划。例如, 如果指导教师建议使用 XAMPP, 并且查询 4 的交付时间不得晚于第二阶段, 那么学生的计划就必须遵守这些要求。

项目计划还包括团队组成、负责人描述、主要职责和阶段性交付成果。计划中的每项可交付成果都有一个评估栏和一个评论/反馈框, 由教师按照教学大纲中描述的比例进行编辑。评价根据可交付成果的权重和重要性用颜色编码, 红色表示未达到要求, 绿色表示达到要求。学生可以查看这些评价和评论作为反馈, 以了解自己是否达到了交付成果的要求。未达到的可交付成果会自动进入项目计划

c) *PERT 图表*: 设计好项目计划后, 就需要使用绩效评估和审查技术 (PERT)

Syllabus

Project Title:

BlogBase Database for Current Affairs

Total Points:

60

Learning Outcomes:

By the end of the course, students are expected to be able to model, design, implement and deploy a BCNF/3NF relational database application on a server for the end-users complete with web-based user interfaces.

Competencies Earned:

Students will learn to use Flask, MySQL, CKEditor and integration of PDF based newsletter authoring and editing tools.

Description of the Project:

affairs. An editorial board will moderate the submissions and thus will have the authority to edit or disallow content written by an author, or retract contents. Readers will be able to comment on articles, and on other readers' comments in

Requirements:

System

MySQL

XAMPP

Software

CKEditor

WordTune

PDFCreator

Faker/Mockaroo

Number of Phases:

4

7th February, 2023

5th March, 2023

3rd April, 2023

10th May, 2023

Deliverables:

Item	Phase	Mode	Assessment Standard	Necessity	Weight
ER Diagram	I	Image	Competent	Required	10%
BCNF Model	II	Text	Accomplished	Required	20%
Query 1	Open	Link	Competent	Expected	40%
User interface	III	Link	Accomplished	Required	30%

Assignment Rubrics:

Assessment

0.0.....3

3.1.....6

6.1.....10

10 max

Category

Developing

Competent

Accomplished

User Interface design

a. Some of the functionalities are implemented.
b. The interface did not meet aesthetic standards expected.
c. Tool choices were flawed.

a. Choice of tools are reasonable.
b. Layout is acceptable and some of the functionalities are implemented.

a. Student delivered a fully functional web interface for user interaction for all the expected functions.
b. Made prudent choice of tools.
c. No known bug or errors present.
d. The layout and color schemes are visually pleasant.

图 1.教学大纲中的项目说明与项目计划和评估挂钩。

图 2.学生根据项目要求制定的项目计划。

PERT 图表是自动生成的，但仍可编辑，以便对项目计划进行调整。编辑是循环进行的--编辑项目计划会改变 PERT 图表，反之亦然。PERT 图表有两种显示方式--一种是二维表格视图，另一种是显示可交付成果和组件之间依赖关系的类似图表的视图。图 3 和图 4 描述了这两种图示。

Project Plans

Project Title:

BlogBase Database for Current Affairs

Team Number:

6

Team Members:

Name	ID	Contact	Designation
Jane Doe	123	janedoe123@yahoo.co	Leader
John Doe	256	johndoe256@yahoo.co	Member

Meeting Time:

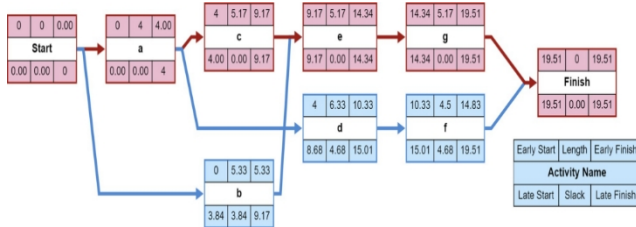
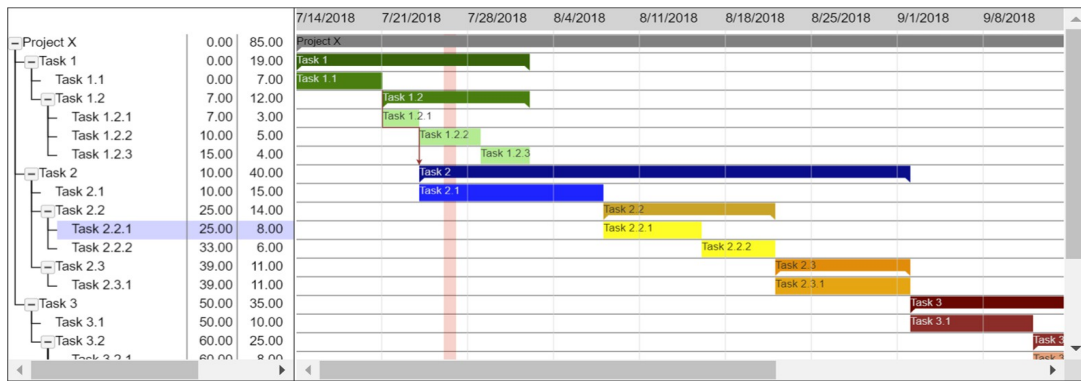
Monday, 4-5 pm

Meeting Place:

Commons

Deliverables:

Task	Item	Phase	Responsible	Mode	Comment
1	User interface	III	John Doe	Link	Comment
1.1	Login screen	III	John Doe	Link	Comment
1.2	Signup screen	III	John Doe	Link	Comment
2	ER Diagram	I	Jane Doe	Image	Comment
2.1	Revise ER Diagram	II	Jane Doe	Image	Comment



付成果进行测试和验证

图 4.项目计划的另一种 PERT 图表视图，显示依赖关系。

d) **项目可交付成果日历**: 根据教学大纲、项目计划和 PERT 图, 还自动生成了一个为期 16 周的日历 (如图 5 所示), 以显示包括项目在内的整个课程安排。学生无法编辑该日历。

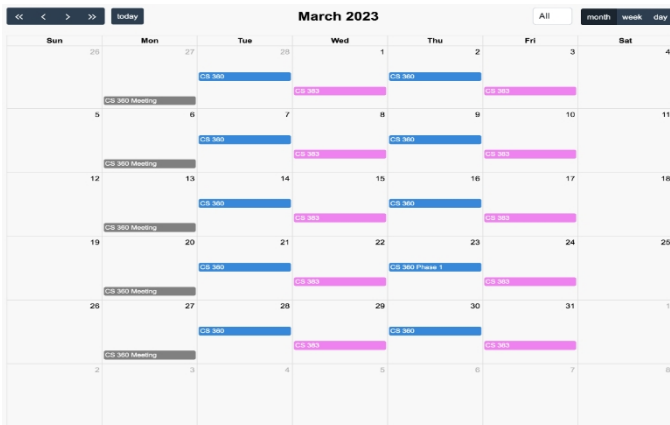


图 5.嵌入课程日历的项目计划。

e) 项目测试、验证和评估: 项目的测试和验证是整个 ProTrack 项目管理系统中最重要、涉及面最广的部分。ProTrack 会生成一份阶段性表格, 供学生对照预定交付成果填写, 并供教师审查。在 ProTrack 中, 所有交付成果都必须可以通过网络访问。学生主要通过以下方式对交

提交代码片段的链接，只需点击即可执行。不过，也允许以其他形式提交。

学生可选择报告已知错误或漏洞，以及软件段或系统组件的优缺点。指导教师可提供评论或反馈，并按 1 到 10 的评分标准对提交的内容进行评分，评分标准可根据组件的权重进行调整。评价和指导教师的反馈与第 II-A1b 节中讨论的反馈面板相连。评价面板上还有三组竖条，用于显示项目进度--当前可交付成果或项目的进度、每个阶段的累计进度以及总体进度。在对某一阶段进行评估时，只考虑该阶段的点数，并按照 0% 至 100% 的比例绘制，并用颜色标示，红色表示差，绿色表示好。累计评价显示的是某一阶段的进展情况，包括前一阶段的进展情况，而总体评价则包括所有阶段的总和。

图 6 显示了学生看到的测试、验证和评估界面。在该界面中，学生还可以通过勾选复选框来证明他们必须满足的要求，如使用 JavaScript 或 XAMPP，或使用 OverLeaf 上的 Latex 来撰写报告，而无需进行任何评估。教师可以选择在线检查学生的工作区，查看代码库和数据库表格，清空表格，使用 Mockaroo 或 Faker 等数据生成器重新填充表格，或有选择地插入或删除行，以及使用新数据测试系统。

2) *学生对满足项目要求的看法*：除少数学生外，学生对可交付成果的看法往往是线性的，即学生喜欢寻找从规格到实施的最短路径，过分关注成绩，而不太关注学习成果--技能的提高、系统知识的拓宽等。因此，ProTrack 所采用的敏捷 SDLC 模型有助于纠正这些通常存在于基于传统瀑布式 SDLC 模型的实施过程中的失误，它通过系统支持的验证过程给予反馈，在多个检查点将学生送回 "绘图板"。

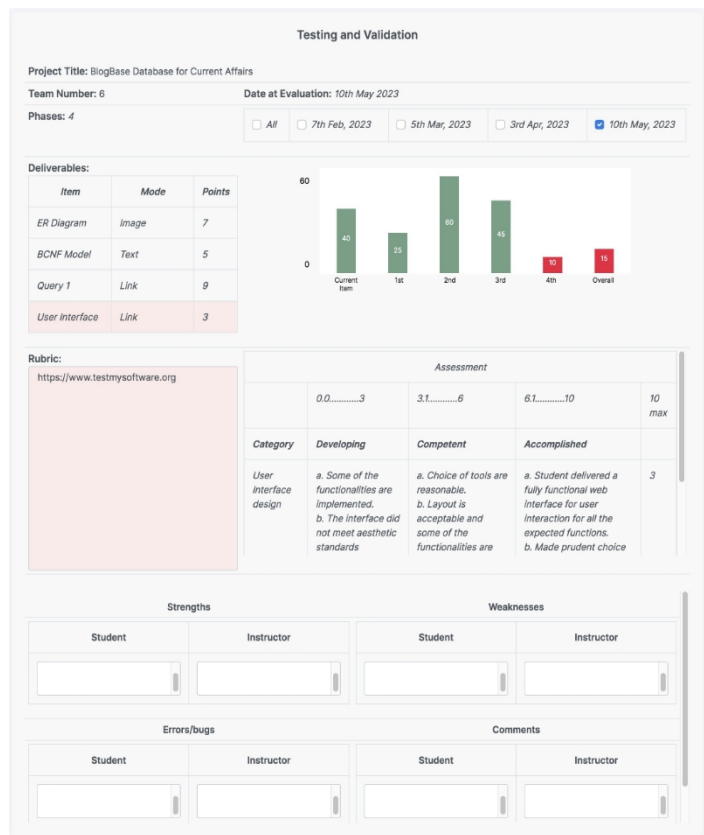


图 6.多阶段相互关联的项目评估和反馈系统报告。

B. 作为指导和评估工具的评分标准

在 CS 课程项目中设计和使用评分标准，可以明确期望和设计目标，从而显著增强学习体验，提高学生信心[4, 19]。在第 II-A1a 节中，我们在图 1 中使用的是一个简单的评分标准。关于评分标准设计的科学和艺术，已有大量研究。我们计划在今后的独立研究中解决这一问题。

III. 自动测试和验证

即使有数据库项目的说明，每个团队的实施方法也是独一无二的。因此，设计一个通用的自动验证器还不可行。此外，应用程序的人机交互（HCI）部分本质上取决于人，需要人工对其美观性、可用性和准确性进行评估。例如，用户界面与其在后台执行的查询之间的差异或不准确性就不容易被发现。这是因为查询取决于底层方案，以及设计者在将界面变量和界面条件映射到查询之前对其进行的心理转换。从实施到翻译的一系列复杂要求使得任何自动化都是不可行的，这也许正是目前还没有已知的数据库项目管理系统用于监控和评估的原因。

在 ProTrack 中，我们秉承 Pigford [16] 的精神，设计了一个在线计算机化版本的模型。我们注意到，尽管在软件工程领域有许多自动化和监控技术，但实验室项目的管理、测试和验证，以及对它们的评估，在很大程度上仍然是手工操作。然而，我们看到了实现验证部分自动化的机会，也看到了实现真实评估的机会。在接下来的章节中，我们将探讨一种根据项目规范对数据库项目进行自动化验证和评估的可行方法。

A. 查询等效

测试实现是否满足应用规范所需的关键要素之一是建立参考查询 Q_r 和测试查询 Q_t 的等价性 [14]，其中查询 Q_r 已知满足规范或要求，即 $Q_r(D) \equiv Q_t(D)$ ，并且它们在数据库的任何和所有实例上都返回相同的响应。

D.研究表明，这种判定在理论上是难以实现的，尽管对于一小部分查询类来说存在解决方案[11]。然而，当两个数据库在语义上同时，即 $D_r \equiv D_t$ ，且 $Q_r(D_r) \equiv Q_t(D_t)$ 时，还没有已知的解决方案可以测试。这一点很重要，因为参考查询 Q_r 是在数据库 D_r 上定义的，而学生设计的数据库 D_t 可以说是不同的。

B. 查询等价的替代方案

与测试查询的等价性类似，测试两个数据库模式是否表达了相同的信息一般也非常困难[2]。因此，我们有必要找到一种替代但有效的方法来根据需求验证设计。我们的解决方案如下。

1) 需求规格：用于数据库设计的需求规格很少见，仅能找到一篇早期的学术引文 [18]。文章中涉及的需求是真正的初级需求，完全由专家手动管理。为了扩大规模，我们需要一种适合自动化的方法。我们相信，设计一种从半正式需求描述到 ER 图的转换功能是可行的。至少，教师可以指定 ER 图作为起点，同时指定一组函数作为查询规范。

一旦有了 ER 图作为参考，建立与学生设计的等效性就比较简单了[10]，作为项目的一部分，他们必须完成这项工作。一旦建立了模式等价性，我们所要做的就是确保学

生将 ER 模式转换为关系模式的过程是正确的，为此我们已经有了相应的算法。同样，也存在将关系模式转换为 3NF 或 BCNF 的复杂算法，并可测试转换后模式的正确性。

2) *验证*：然后，我们在学生的规范化方案上使用文本到 SQL 的翻译算法，以获得每个查询的 Q_r ，并将学生查询作为 Q_t 。我们不使用算法测试等价性，而是在学生数据库 D 上执行 Q_r 和 Q_t ，并检查 $Q_r(D) = Q_t(D)$ ，从而验证项目要求。

C. 系统假设

ProTrack 的主要目标是帮助教师尽可能自动地在线管理和监控大量课程项目的进展情况，以节省教师的时间。因此，我们采用 "尽最大努力 "的原则，以建议的形式提出解决方案。这些建议是对学生计划中的演讲和演示的补充。然后，ProTrack 建议将被用作调查工具，而不是评估工具，以合理验证项目要求并帮助评估其优劣。当然，我们假定ER模式的生成和等价性测试工具是合理的。同样，我们假设 ER 模式到关系模式映射器和 3NF/BCNF 测试算法也是正确的。最后，我们假设文本到 SQL 查询的翻译也是准确的。

IV. 结论

研究表明，学生通过实践学习 SQL 的抽象概念效果最佳[1]，而 PBL 是确保取得扎实学习成果的最佳方法之一[6]。尽管如此，直到现在，仍缺少一个项目管理系统来高效、有效地监控和评估数据库课程项目。

ProTrack 系统跟踪了[16]的发展，并对其功能进行了重大改进，以便在互联网时代可扩展地在线提供数据库课程，管理多阶段数据库课程项目，并提供有效的评估。尽管 ProTrack 遵循了 Pigford [16]，但它在许多方面与 Pigford 形成了鲜明的对比。首先，它完全自动个性化了项目描述、监控和绩效评估中使用的表格。其次，它提供了调查工具需求验证，并支持用户界面和查询执行的实时测试，而这些功能在 [16] 中是完全手工操作的。ProTrack 不仅是完全数字化和在线的，还支持从项目需求到 ER 方案生成的翻译工具、两个概念方案的等价性（或相似性）测试、概念方案到 3NF/BCNF 的映射以及自然语言查询到 SQL 的映射，并大大加快了评估速度。

虽然 ProTrack 的设计目的是帮助在线管理数据库类项目，但它也旨在支持对分布在多个相互关联的实施阶段的数据库设计项目的各个组成部分进行自动评分。为此，它在 PERT 图表中将所有项目可交付成果与任务进行了内部链接，以主动生成反馈，说明是否达到了项目要求，从而使教师和学生更容易保持同步，并实时通知学生他们的情况。不过，对学生的执行情况进行更自动化的验证仍是一个积极的研究重点，需要大量的理论发展，这也是我

们未来工作的一部分。

鸣谢

作者感谢 Kallol Naha 为 ProTrack 网络界面设计了原型。

参考资料

- [1] J.阿特金斯和 M. 亨利.本科生数据库设计课程的数据库管理系统项目。在美国科罗拉多州丹佛市举行的计算范围：80 年代中期视角 ACM 年会上，1985 年 10 月 14-16 日，第 266-270 页。
- [2] C.Beeri, A. O. Mendelzon, Y. Sagiv, and J. D. Ullman.关系数据库方案的等价性. *SIAM J. Comput.*, 10(2):352-370, 1981.
- [3] A.N. Borodzhieva.在以 "关系代数"为主题的 "数据库"课程中使用基于项目的学习。In *MIPRO, Opatija, Croatia, May 23-27*, pages 1369-1374, 2022.
- [4] M.L. Cruz, G. N. Saunders-Smits, and P. Groen.工程教育中能力方法的评估：系统综述》。 *Eur J. of Engg.Edu.*, 45(5):729-757, 2020.
- [5] M.Cvetanovic, Z. Radivojevic, V. Blagojevic, and M. Bojovic.ADVICE - 数据库课程教学系统。 *IEEE Trans. 教育*, 54 (3) : 398-409, 2011.
- [6] C.Dominguez 和 A. J. Elizondo.数据库设计学习：通过课程管理系统组织的基于项目的方法。 *Comput.Educ.*, 55(3):1312-1320, 2010.
- [7] J.R. Driscoll, P. A. Honkanen, W. A. Shay 和 J. C. Peck。具有实际学生项目的数据库课程（小组会议）。 *美国 ACM SIGCSE*, 1983 年 2 月 17-18 日，第 124 页，1983 年。
- [8] M.Goldweber, M. Wei, S. G. Aly, R. K. Raj, and M. F. Mokbel.2022 年计算机科学本科数据库课程：教什么？ *Inroads*, 13(3):16-21, 2022.
- [9] E.P. Holden.数据库入门课程评估：案例研究》。In *ACM SIGITE, Cincinnati, OH, USA, October 16-18, 2008*, pages 131-138, 2008.
- [10] S.Jajodia, P. A. Ng, and F. N. Springsteel.实体关系图的等价性问题。 *IEEE Trans. 软件工程*》，9 (5) : 617-630, 1983.
- [11] M.Karimzadeh 和 H. Jamil.智能在线 SQL 辅导系统。In *IEEE ICALT 2022, Bucharest, Romania.2022 年 7 月 1-4 日*，第 212-213 页，2022 年。
- [12] C.Kenny 和 C. Pahl.数据库技能培训环境的自动辅导。 *ACM SIGCSE*, 美国密苏里州圣路易斯，2005 年 2 月 23-27 日，第 58-62 页，2005 年。
- [13] R.R. Leeper.数据库项目课程。在 *ACM SIGCSE*, 美国华盛顿特区，1990 年，第 78-80 页，1990 年。
- [14] A.Y. Levy, I. S. Mumick, Y. Sagiv, and O. Shmueli.数据模型扩展中的等价性、查询可达性和满足性. *ACM PODS*, May 25-28, USA, pages 109-122, 1993.
- [15] C.Lu'er.从瀑布式顶点课程到敏捷模式的过渡。In *FECS, July 14-17, 2008, Las Vegas, Nevada, USA*, pages 461-467. CSREA Press, 2008.
- [16] D.V. Pigford.用于监控和评估面向小组的数据库项目的管理系统。见 *ACM SIGCSE*, 美国，1987 年 2 月 19-20 日，第 9-18 页，1987 年。
- [17] B.K. Seyed-Abbassi.数据库课程中作为学习方法的 SQL 项目。 *ACM SIGCPR*, 美国密苏里州圣路易斯，1993 年 4 月 1-3 日，第 291-297 页，1992 年。
- [18] N.N. C. Shu, H. K. T. Wong, and V. Y. Lum.数据库设计需求规格的表单方法.见 *ACM SIGMOD*, 美国，1983 年 5 月 23-26 日，第 161-172 页，1983 年。
- [19] M.Souza, E. Margalho, R. M. Lima, D. Mesquita, and M. J. Costa.项目管理能力评估的评分标准开发过程。 *教育科学*》，12 (12) ，2022 年。
- [20] T.Thesing, C. Feldmann, and M. Burchardt.敏捷与瀑布式项目管理：选择合适项目方法的决策模型。In *CENTERIS/ProjMAN/HCIst, Vilamoura, Portugal, volume 181 of Procedia Computer Science*, pages 746-756.爱思唯尔，2020 年。
- [21] S.Xu, L. F. Pollacia 和 S. Lai.毕业设计中学生数据库设计技能分析。In *ACM SE, Virtual Event, USA, April 15-17, 2021*, pages 199-203, 2021.