

北京交通大学

硕士学位论文

基于服务质量预测的云服务推荐研究

Research on Cloud Service Recommendation based on QoS Prediction

作者：傅怡麒

导师：丁 丁

北京交通大学

2019 年 5 月

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解北京交通大学有关保留、使用学位论文的规定。特授权北京交通大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，提供阅览服务，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。学校可以为存在馆际合作关系的兄弟高校用户提供文献传递服务和交换服务。

（保密的学位论文在解密后适用本授权说明）

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

签字日期： 年 月 日

学校代码: 10004

密级: 公开

# 北 京 交 通 大 学

## 硕 士 学 位 论 文

基于服务质量预测的云服务推荐研究

Research on Cloud Service Recommendation based on QoS Prediction

作者姓名: 傅怡麒

学 号: 16120364

导师姓名: 丁 丁

职 称: 副教授

学位类别: 工 学

学位级别: 硕 士

学科专业: 计算机科学与技术

研究方向: 云计算

北京交通大学

2019 年 5 月

## 致谢

本课题的研究以及论文的撰写是在导师丁丁副教授的耐心指导下完成的。从论文开题到最后的答辩，丁老师的一丝不苟的态度和严谨、精益求精的工作作风给了我莫大的帮助。在这期间遇到过数不清的困难与挫折，曾无数次想着放弃，但丁老师总是耐心的指导着我前进，在精神上给了我很大的关怀和支持。除了在学业上，丁老师还在生活上给我了一些指导，在重要转折点指引我正确的方向。两年多的研究生生涯即将结束，我为有这样的老师而深表荣幸。在此谨向我敬爱的丁老师致表示感谢。

感谢在实验过程中给我提供帮助和技术指导的实验室老师和同学，在我遇到困难的时候，实验受阻时，他们也给我提出了很多参考意见，为我解决诸多疑惑。在这里深表感谢，愿实验室的全体老师、同学在未来的工作、生活和学业中有新的收获和进步。

感谢我的家人，特别是我的父母，在我孤独无助，迷茫的时候，他们在物质上的帮助和精神上的默默支持是我前进的动力。

最后，向各位参与我论文评审的老师表示衷心感谢，是他们的认真审阅让我认识到了自己的不足，才能让我顺利毕业！

## 摘要

[鼠标左键单击选择该段落，输入替换之。内容为小四号宋体。] 中文摘要应将学位论文的内容要点简短明了地表达出来，硕士学位论文一般为 500 1000 字，博士学位论文一般为 1000 2000 字。留学生英文版学位论文不少于 3000 字中文摘要，留学生英文版博士学位论文不少于 5000 字中文摘要。字体为宋体小四号。内容应包括工作目的、研究方法、成果和结论。要突出本论文的创新点，语言力求精炼。为了便于文献检索，应在本页下方另起一行注明论文的关键词（3-8 个），如有可能，尽量采用《汉语主题词表》等词表提供的规范词。图 X 幅，表 X 个，参考文献 X 篇。

关键词：你好；世界

## ABSTRACT

English Abstract.

**KEYWORDS:** Hello; World

## 目录

摘要 .....	iii
ABSTRACT .....	iv
1 引言 .....	1
1.1 课题研究背景与意义 .....	1
1.1.1 课题背景 .....	1
1.1.2 研究意义 .....	3
1.2 国内外研究现状 .....	3
1.3 课题研究难点 .....	3
1.4 论文主要研究工作 .....	3
1.5 论文框架结构 .....	3
2 相关概念 .....	4
2.1 云服务中的 QoS 属性 .....	4
2.1.1 响应时间 (response-time) .....	4
2.1.2 吞吐量 (Throughput) .....	4
2.2 云服务中的 QoS 预测问题 .....	5
2.3 基于协同过滤的 QoS 预测方法 .....	5
2.4 多目标（此处待定） .....	5
3 创新点 1 .....	6
4 创新点 2 .....	8
5 总结与展望 .....	9
参考文献 .....	10
作者简历及攻读硕士学位期间取得的研究成果 .....	12
独创性声明 .....	13
学位论文数据集 .....	14

# 1 引言

## 1.1 课题研究背景与意义

### 1.1.1 课题背景

云计算是一种通过互联网向外交付便利、弹性的计算资源（包括网络、服务器、存储、应用和服务等）的服务模式。随着云计算的蓬勃发展和大数据时代的来临，工业界将自身的业务大规模的部署到了“云”上，其目的是给分布在全球的用户提供可靠高效便利的服务。云计算俨然成为工业界一种新型解决方案，越来越多的云服务在近些年如雨后春笋般地涌现。由于云计算技术的虚拟化能力，能提供不同层次的云服务。在美国国家标准与技术研究院（NIST）对云计算的定义中，规定了云计算为用户提供的三种简单明确的云服务模式：软件即服务（software-as-a-service，简称为 SaaS），平台即服务（platform-as-a-service，简称为 PaaS）以及基础设施即服务（infrastructure-as-a-service，简称为 IaaS）。云计算已逐渐成为弹性服务和交付平台。

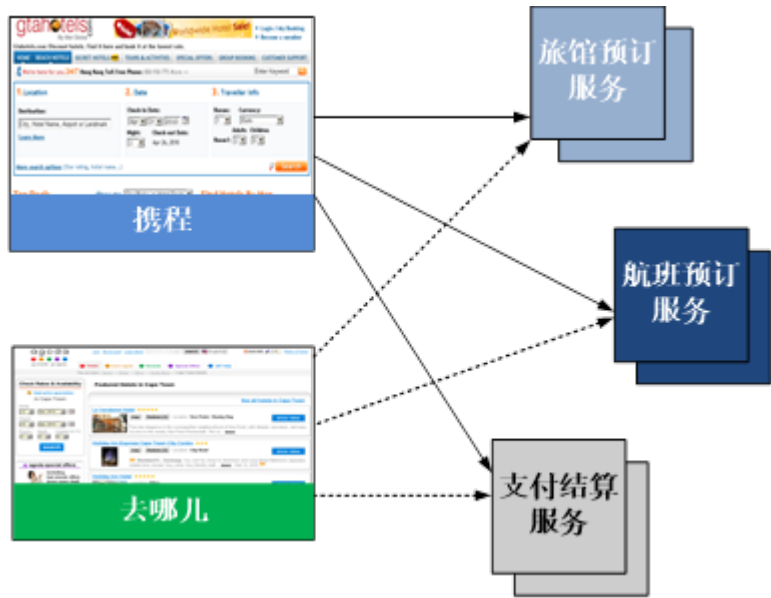


图 1.1 云应用实例

Fig 1.1 Cloud application instance

云服务是以互联网为媒介面向用户按需提供的任何一种服务，它的表现形式多样但它的主要特点是能够动态满足用户提交的需求。云服务这一按需提供服务动态特性背后的基础是面向服务架构技术（service-oriented architecture，简称为



SOA)。SOA 技术在日益竞争激烈的市场环境中扮演着重要的角色，云服务提供商也是采取积极主动的态度大量采用该技术优化自身业务在云环境中的性能。举例来说图1.1是两个云应用实例，集成了多个云服务包含了旅馆预订，航班预订以及支付结算服务。当用户面对如此功能相似几近相同的云服务，如何区分出这些云服务是目前用户面对的问题，也是学术界的热点。

图 1.2是云服务市场架构示意图。在云环境中，云服务提供商掌握着大量的分布式资源像数据库，这类提供给开发人员设计云服务的资源和平台。当云应用务开发人员需要将多个云服务集成至云应用中，他们需要从云服务市场可用的云服务进行选择。同时这些云服务通常也都是动态地被来自全球各地且由不同通路连接调用进而集成至云应用中。调用云服务的用户往往都是处于不同的地理环境和网络环境。所以当他们在调用这些云服务的时候，连结至云服务的链路都是不同的，这也直接导致用户感受到的云服务质量是不同的。

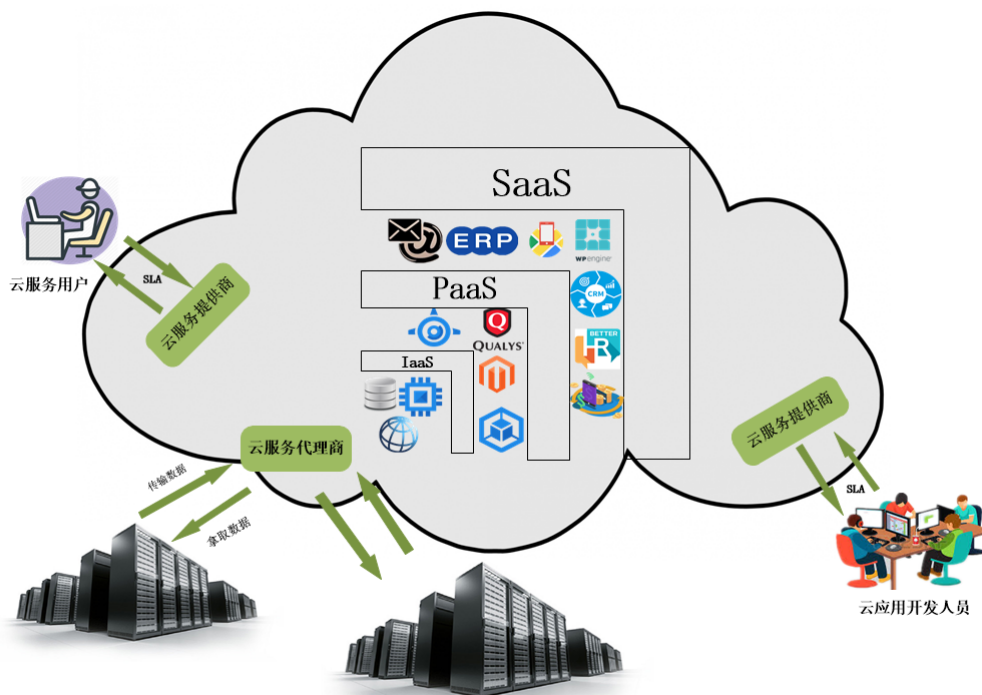


图 1.2 云市场结构

Fig 1.2 The cloud architecture

服务质量（Quality of Service，简称为 QoS）通常是用来刻画服务的非功能性特点。这也是云应用开发人员进行云服务选择时十分关心的一个问题。进一步来说，将一些表现得低质的服务替换掉，用一些较好质量的服务取而代之能够整体提高云应用的表现和用户体验。

1.1.2 研究意义

1.2 国内外研究现状

1.3 课题研究难点

1.4 论文主要研究工作

1.5 论文框架结构

## 2 相关概念

本章介绍论文中涉及到的相关概念及其背景知识，主要包含云服务中的 QoS 属性，云服务中的 QoS 预测问题，基于协同过滤的 QoS 预测方法，○。

### 2.1 云服务中的 QoS 属性

云计算近年来备受关注。云计算已经成为一个可扩展的服务消费和交付平台。云服务是云计算在用户端的表达，继承了云计算的特点。云服务不仅要满足用户的功能性需求外，还要满足 QoS 约束。

服务质量 (QoS) 现已广泛运用在测量和评价系统或服务的非功能性特点的指标。QoS 是可以从多个方面对系统或服务进行衡量，故具有多个属性指标，我们可以简单的归为两类。一类是用户相关属性，比如说价格 (price)，流行度 (popularity) 等；另一类是非用户相关属性，像响应时间 (response-time)，吞吐量 (throughput) 等。

监测云服务 QoS 性能工作通常可以在云服务提供商一端进行，亦或也能在基于用户的角度进行观察。

#### 2.1.1 响应时间 (response-time)

响应时间是一项云服务去响应请求所花费的总时间也称为延迟时间 (latency time)，其中所主要构成包括网络往返时间 (Network Round Trip Time, 简称为 Network RTT)，重新传输时间 (Retransmission Time, 简称为 Retrans)，数据传输时间 (Data Transfer Time, 简称为 Data Xfer) 以及服务器响应时间 (Server Response Time, 简称为 Server Resp)。所以，可以用公式 2.1 将 QoS 响应时间属性形式化表示。

$$response-time = NetworkRTT + Retrans + DataXfer + ServerResp \quad (2.1)$$

#### 2.1.2 吞吐量 (Throughput)

吞吐量是指云服务在单位时间内成功处理请求事务的数量，是一个数学统计上的描述。由定义可知，公式 2.2 可以刻画这一属性。

$$throughput = \frac{\sum_{i=0}^t Success(m, i)}{t_m} \quad (2.2)$$

## 2.2 云服务中的 QoS 预测问题

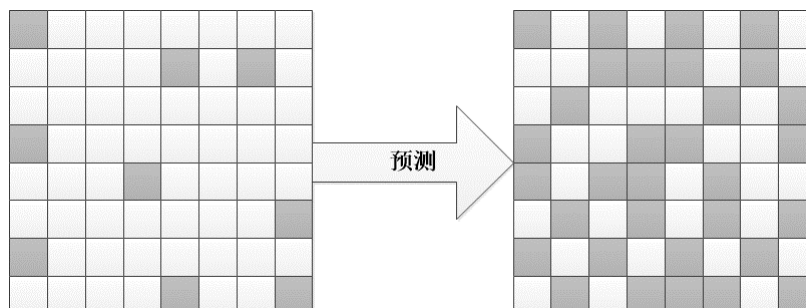


图 2.1 QoS 预测问题形式化表达

Fig 1.2 The cloud architecture

## 2.3 基于协同过滤的 QoS 预测方法

## 2.4 多目标（此处待定）

3 创新点 1

这里是创新点 1。

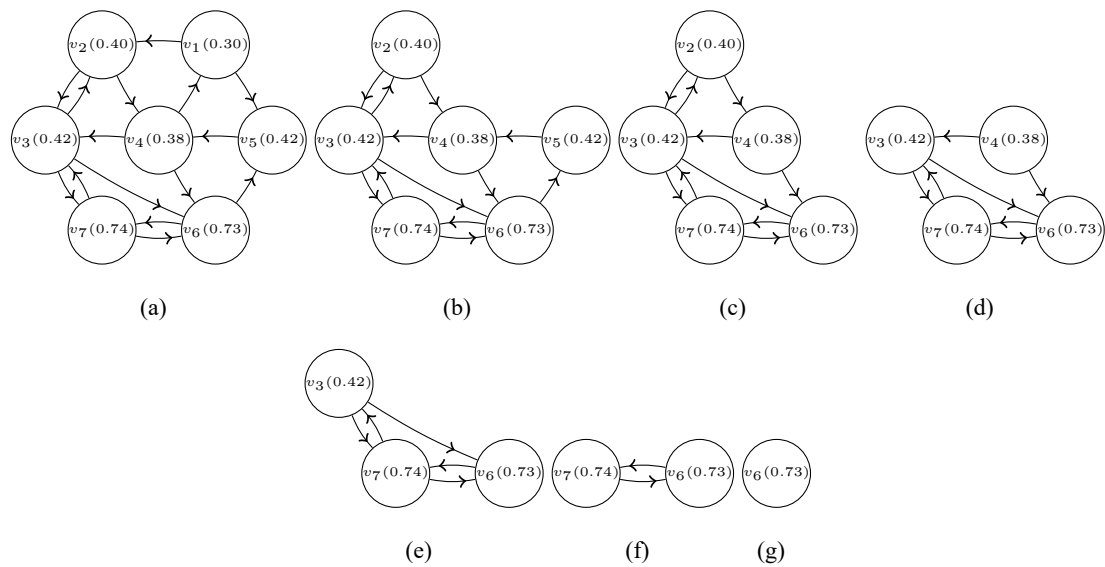


图 3.1 NearestGraph 算法实例转化图

表 3.1 QoS 数据集的数字特征

Statics	Response-Time(seconds)	Throughput(kbps)
Value Range	(0,20)	(0,1000)
Mean	0.910	47.386
Median	0.3320	11.07
Standard Variance	1.9320	107.4093
User Num	339	339
Service Num	5828	5828
Records Num	1974675	1974675

表 3.2 性能对比

Matrix Density(%)	Metrics	Response-Time(seconds)					
		UMean	IMean	UPCC	IPCC	WSRec	NearestGraph
10	MAE	0.8785	0.7015	0.6761	0.6897	0.6679	<b>0.6643</b>
	RMSE	1.8591	1.5813	1.4078	1.4296	1.4053	<b>1.4027</b>
20	MAE	0.8768	0.6867	0.5517	0.5917	0.5431	<b>0.5104</b>
	RMSE	1.8548	1.5342	1.3151	1.3268	1.2986	<b>1.2785</b>
30	MAE	0.8747	0.6818	0.5159	0.5037	0.4927	<b>0.4723</b>
	RMSE	1.8557	1.5311	1.2680	1.2252	1.1973	<b>1.1246</b>
Matrix Density(%)	Metrics	Throughput(kbps)					
		UMean	IMean	UPCC	IPCC	WSRec	NearestGraph
10	MAE	54.0084	29.2651	26.1230	29.2651	24.3285	<b>24.3269</b>
	RMSE	110.2821	66.6334	63.9573	64.2285	64.1908	<b>63.5435</b>
20	MAE	53.6768	27.3393	24.2695	26.8318	22.7717	<b>21.7493</b>
	RMSE	110.2977	64.3986	54.4783	60.0825	54.3701	<b>52.8731</b>
30	MAE	53.8792	26.6239	23.7455	26.4319	21.3194	<b>19.6530</b>
	RMSE	110.1751	64.3986	54.4783	57.8593	51.7768	<b>50.5765</b>

## 4 创新点 2

这里是创新点 2。

## 5 总结与展望

这里是总结与展望。



## 参考文献

- [1] Matsumura T, Tamura S. Cutting Force Model in Milling with Cutter Runout [J]. *Procedia CIRP*, 2017, 58: 566 – 571. 16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations (16th CIRP CMMO).
- [2] Feng H-Y, Menq C-H. The prediction of cutting forces in the ball-end milling process—I. Model formulation and model building procedure [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 1994, 34 (5): 697 – 710.
- [3] Ning L, Veldhuis S C. Mechanistic Modeling of Ball End Milling Including Tool Wear [J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2006, 8 (1): 21 – 28.
- [4] Rubeo M A, Schmitz T L. Milling Force Modeling: A Comparison of Two Approaches [J]. *Procedia Manufacturing*, 2016, 5: 90 – 105. 44th North American Manufacturing Research Conference, NAMRC 44, June 27-July 1, 2016, Blacksburg, Virginia, United States.
- [5] Bhattacharyya A, Schueller J K, Mann B P, et al. A closed form mechanistic cutting force model for helical peripheral milling of ductile metallic alloys [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2010, 50 (6): 538 – 551.
- [6] Huang T, Whitehouse D. Cutting force formulation of taper end-mills using differential geometry [J]. *Precision Engineering*, 1999, 23 (3): 196 – 203.
- [7] Melkote S N, Grzesik W, Outeiro J, et al. Advances in material and friction data for modelling of metal machining [J]. *CIRP Annals*, 2017, 66 (2): 731 – 754.
- [8] Song Q, Liu Z, Wan Y, et al. Application of Sherman-Morrison-Woodbury formulas in instantaneous dynamic of peripheral milling for thin-walled component [J]. *International Journal of Mechanical Sciences*, 2015, 96-97: 79 – 90.
- [9] van Luttervelt C, Childs T, Jawahir I, et al. Present Situation and Future Trends in Modelling of Machining Operations Progress Report of the CIRP Working Group ‘Modelling of Machining Operations’ [J]. *CIRP Annals*, 1998, 47 (2): 587 – 626.
- [10] Forestier F, Gagnol V, Ray P, et al. Model-based operating recommendations for high-speed spindles equipped with a self-vibratory drilling head [J]. *Mechanism and Machine Theory*, 2011, 46 (11): 1610 – 1622.
- [11] Abhang L, Hameedullah M. Simultaneous Optimization of Multiple Quality Characteristics In Turning EN-31Steel [J]. *Materials Today: Proceedings*, 2015, 2 (4): 2640 – 2647. 4th International Conference on Materials Processing and Characterization.
- [12] Lim E M, Menq C-H. Integrated planning for precision machining of complex surfaces. Part 1: Cutting-path and feedrate optimization [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 1997, 37 (1): 61 – 75.
- [13] Papavinasam S. Chapter 10 - Modeling – External Corrosion [M] // Papavinasam S. *Corrosion Control in the Oil and Gas Industry*. Boston: Gulf Professional Publishing, 2014: 2014: 621 –

- 714.
- [14] Andreaus U, Baragatti P, Placidi L. Experimental and numerical investigations of the responses of a cantilever beam possibly contacting a deformable and dissipative obstacle under harmonic excitation [J]. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 2016, 80: 96 – 106. Dynamics, Stability, and Control of Flexible Structures.
  - [15] Alobaid F, Mertens N, Starkloff R, et al. Progress in dynamic simulation of thermal power plants [J]. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2017, 59: 79 – 162.
  - [16] Haider J, Hashmi M. 8.02 - Health and Environmental Impacts in Metal Machining Processes [M] // Hashmi S, Batalha G F, Tyne C J V, et al. *Comprehensive Materials Processing*. Oxford: Elsevier, 2014: 2014: 7 – 33. Current as of 28 October 2015.
  - [17] Bargmann S, Klusemann B, Markmann J, et al. Generation of 3D representative volume elements for heterogeneous materials: a review [J]. *Progress in Materials Science*, 2018.
  - [18] Behera A K, de Sousa R A, Ingarao G, et al. Single point incremental forming: An assessment of the progress and technology trends from 2005 to 2015 [J]. *Journal of Manufacturing Processes*, 2017, 27: 37 – 62.
  - [19] Benardos P, Vosniakos G-C. Predicting surface roughness in machining: a review [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2003, 43 (8): 833 – 844.
  - [20] Byrne G, Dimitrov D, Monostori L, et al. Biologicalisation: Biological transformation in manufacturing [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2018.
  - [21] Hong M S, Ehmann K F. Generation of engineered surfaces by the surface-shaping system [J]. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 1995, 35 (9): 1269 – 1290.
  - [22] Peukert W, Segets D, Pflug L, et al. Chapter One - Unified Design Strategies for Particulate Products [M] // Marin G B, Li J. *Mesoscale Modeling in Chemical Engineering Part IVol.46*. Academic Press, 2015: 2015: 1 – 81.
  - [23] Altan T, Lilly B, Yen Y, et al. Manufacturing of Dies and Molds [J]. *CIRP Annals*, 2001, 50 (2): 404 – 422.
  - [24] Psyk V, Risch D, Kinsey B, et al. Electromagnetic forming—A review [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2011, 211 (5): 787 – 829. Special Issue: Impulse Forming.
  - [25] Zaeh M, Siedl D. A New Method for Simulation of Machining Performance by Integrating Finite Element and Multi-body Simulation for Machine Tools [J]. *CIRP Annals*, 2007, 56 (1): 383 – 386.

## 作者简历及攻读硕士学位期间取得的研究成果

### 一、作者简历

傅怡麒 (1994-), 男, 江西省抚州市人, 汉族

教育背景:

2012 年 9 月-2016 年 7 月 沈阳师范大学软件学院 计算机科学与技术专业, 获工学学士学位。

2016 年 9 月-2019 年 7 月 北京交通大学计算机信息与技术学院 计算机科学与技术, 攻读工学硕士学位。

### 二、发表论文

### 三、参与科研项目

## 独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京交通大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：

签字日期：

年 月 日

## 学位论文数据集

表 1.1: 数据集页

关键词 *	密级 *	中图分类号	UDC	论文资助
学位授予单位名称 *		学位授予单位代码 *	学位类别 *	学位级别 *
北京交通大学		10004		
论文题名		并列题名		论文语种 *
作者姓名 *			学号 *	
培养单位名称 *		培养单位代码 *	培养单位地址	邮编
北京交通大学		10004	北京市海淀区 西直门外上园村 3 号	100044
学科专业 *		研究方向 *	学制 *	学位授予年 *
论文提交日期 *				
导师姓名 *			职称 *	
评阅人	答辩委员会主席 *		答辩委员会成员	
电子版论文提交格式文本 ( ) 图像 ( ) 视频 ( ) 音频 ( ) 多媒体 ( ) 其他 ( ) 推荐格式: application/msword; application/pdf				
电子版论文出版 (发布) 者		电子版论文出版 (发布) 地		权限声明
论文总页数 *				
共 33 项, 其中带 * 为必填数据, 为 21 项。				