

2016 年第六届全国大学生市场调查与分析大赛总决赛



辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析

学校名称：辽宁工业大学

团队名称：梦之队

团队成员：魏璐瑶、郑爽、孙加乐、龚鹤群

项目资助：辽宁省社会科学规划基金重点项目辽宁装备制造企业技术创新能力研究(编号:L15AJY001)

指导教师：尹子民教授、蓝海燕副教授

2016 年 4 月

摘 要

2015 年 3 月 5 日上午十二届全国人大三次会议上, 李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。李克强在政府工作报告中提出, “制定“互联网+”行动计划, 推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合, 促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展, 引导互联网企业拓展国际市场。”

为了寻找辽宁装备制造业实现工业 4.0 发展契机, 探索提升辽宁装备制造业竞争实力的方案措施, 本团队对辽宁装备制造业发展现状, 以及影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的具体因素进行了广泛调查研究。首先, 根据调查目的, 设计了调查方案, 完成从小样本到大样本调查问卷的制作, 采用问卷调查、文献调查、网络邮件(Email)、走访企业和访谈调查等方法, 了解辽宁装备制造业经营环境和技术发展现状, 并就辽宁装备制造业怎样实现工业 4.0 做出五个研究假设; 其次, 在运用克隆巴哈系数、KMO 和 Bartlett 指标对调查问卷进行信度和效度检验基础上, 运用因子分析、结构分析、交叉分析和雷达图分析等方法对调查数据进行综合分析, 寻找影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的关键因素, 探索辽宁装备制造业实现信息化、网络化、智能化、服务化和个性化经营模式的可能程度, 进而验证研究假设; 最后, 运用因果分析法、PEST 分析法、SWOT 矩阵分析法对辽宁装备制造业可持续发展能力进行综合诊断, 并得出重要研究结论, 进而提出辽宁装备制造业实现工业 4.0 的发展对策与建议。

关键词: 工业 4.0; 辽宁装备制造业; 调查问卷设计; 因子分析; 雷达图分析; SWOT 分析; 对策建议

目 录

一、 引言.....	1
(一) 中国工业 4.0 概念.....	1
(二) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析背景.....	1
(三) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查研究意义.....	1
(四) 调查研究内容及过程.....	1
(五) 调查研究过程的创新点.....	2
(六) 调查工作分析.....	3
二、 文献综述.....	4
(一) 国外工业 4.0 发展现状.....	4
(二) 国内工业 4.0 发展现状.....	5
三、 辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查方案的设计与实施.....	6
(一) 调查目的和方法.....	6
1. 调查目的.....	6
2. 调查对象及范围.....	6
3. 调查方法.....	6
(二) 本文研究假设.....	6
1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 X 维度的关系.....	6
2. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 Y 维度的关系.....	6
3. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 Z 维度的关系.....	7
4. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与工业化体系构建的关系.....	7
5. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与政府政策支持的关系.....	7
(三) 调查问卷的设计.....	7
1. 调查问卷的设计依据.....	7
2. 小样本调查问卷的设计.....	7
3. 正式调查问卷的形成.....	8
(五) 调查过程与实施.....	8
1. 调查过程与实施.....	8
2. 抽样调查.....	8
四、 调查问卷的数据处理与分析.....	12
(一) 调查结果的数据转换.....	12
(二) 调查问卷的信度分析.....	12
(三) 调查问卷的效度分析.....	12

(四) 调查问卷的因子分析.....	12
(五) 调查问卷的结构分析.....	13
1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的影响因素分析结果.....	13
2. 辽宁装备制造业三个集成实现程度的分析结果.....	13
3. 辽宁装备制造业工业标准化体系构建方面的分析结果.....	14
(六) 调查问卷的交叉分析.....	14
1. 不同所有制的辽宁装备制造企业对工业 4.0 的了解情况.....	14
2. 不同类型的辽宁装备制造企业实施工业 4.0 的情况.....	14
3. 工业 4.0 不同实现程度的辽宁装备制造业发展影响因素分析.....	15
4. X 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析.....	15
5. Y 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析.....	16
6. Z 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析.....	16
(七) 调查问卷的雷达图分析.....	17
1. 工业 4.0 关键要素分析.....	17
2. 辽宁装备制造企业与高校、科研机构合作模式分析.....	18
3. 辽宁装备制造企业与高校、科研机构在合作方面重点工作分析.....	18
五、辽宁装备制造业实现工业 4.0 的综合分析.....	19
(一) 影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的因果分析.....	19
(二) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 PEST 模型分析.....	19
(三) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 SWOT 矩阵分析.....	21
六、结论与对策.....	23
(一) 研究结论.....	23
1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 X 维度.....	23
2. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 Y 维度.....	23
3. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 Z 维度.....	23
4. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于工业标准化体系的构建.....	23
5. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于政府政策支持.....	24
(二) 对策研究.....	24
1. 对辽宁装备制实现价值链网络的横向集成(X 维度)的对策.....	24
2. 实现纵向整合和网络化制造系统(Y 维度)的对策.....	24
3. 实现工业 4.0 端到端工程数字化集成(Z 维度)的对策.....	25
4. 对辽宁装备制造业工业标准化体系的构建的对策.....	26
5. 辽宁装备制造业与生产服务业连动.....	26
6. 发挥政府部门的协调作用, 加大政策扶持力度.....	27

七、案例.....	28
八、结束语.....	29
参考文献.....	30

辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析

一、引言

(一) 中国工业 4.0 概念

作为第四次工业革命的重要组成部分，中国工业 4.0 一是建设一个网络即信息系统网络 GPS；二是研究两大主题即智能工厂和智能生产、生产流程智能化；三是实现三项集成即横向集成、纵向集成和端对端集成；四是实施八项计划即标准化和参考构架、管理复杂系统、综合的工业宽带基础设施、安全和保障、工业的组织 and 设计、培训和持续的职业发展、规章制度、资源利用效率。

(二) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析背景

习主席 2014 年在访德时重点提到德国工业 4.0 战略，这被认为是中国有意打造升级版的“中国工业 4.0”规划的信号；目前我国不少上市公司纷纷拥抱“工业革命 4.0”。仅就工业自动化、3D 打印、传感器等相关行业来看，就有沈阳机床、华中数控、新大陆等被纳入“工业革命 4.0”的概念股范围。

本报告正是基于这一背景，采用问卷调查法、访谈调查法、网络邮件和文献调查法对影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的关键因素进行调查研究，进而为促进辽宁装备制造业的快速发展、提升其竞争实力，提供切实可行的对策建议。

(三) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查研究意义

辽宁省作为中国最早建立的工业基地之一，经过多年的建设和发展，目前已经形成了门类齐全的装备制造工业体系。据报道目前已有 44% 的企业已经开始了工业 4.0 的相关投入，还有 9% 的企业有计划会在一年内进行投资。

当前，辽宁装备制造业在数控机床、机器人、新型传感器、3D 打印等领域，初步形成完整的产业体系，但总体看来，辽宁装备制造业发展仍然以简单的扩大再生产为主要途径，仍存在设计和制造技术能力不强、产品结构不合理、行业产能过剩突出、自主创新能力差、技术人员缺乏等问题。

为此，本调研报告从企业技术创新，企业管理水平，标准化体系构建，基地发展及政策支持角度全面剖析了影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的因素并进行广泛的调查分析，为辽宁装备制造业实现工业 4.0 提出切实可行的建议。

(四) 调查研究内容及过程

本报告以如何促进辽宁装备制造业实现工业 4.0，实现高度信息化、高度网络化、高度智能化发展，提升辽宁装备制造企业竞争实力为研究目的，确定了相

关研究内容。包括：调查背景及意义、调查方案的设计与实施、调查数据的处理与分析、促进辽宁装备制造业实现工业 4.0 对策研究等。具体研究过程如图 1-1 所示。



图 1-1 调查过程及研究内容

(五) 调查研究过程的创新点

1. 调查问卷设计的针对性及有效性创新

本调查问卷分为辽宁装备制造业的基本信息、X, Y, Z 维度的实现程度，标准化体系的构建，政府政策支持 6 类共 30 个题项，这些题项紧密围绕影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的关键因素。因此，本调查问卷具有很强针对性和有效性。

2. 研究方法的综合应用创新

本研究报告运用因子分析，检验调查问卷的可靠性、稳定性与有效性；运用结构分 and PEST 模型分析，寻找辽宁装备制造业发展的主要因素；运用交叉分析，寻找辽宁装备制造业实现工业 4.0 进程中的根本原因；运用 SWOT 矩阵分析，寻找辽宁装备制造业发展潜力与竞争优势；运用因果分析方法，提出辽宁装备制造业实施工业 4.0、提升其竞争实力的对策。因此，本研究报告实现了研究方法的综合性创新。

3. 对策研究的实用性创新

本研究报告基于 SWOT 矩阵分析、因果分析等方法，从人才、技术和创新，平台和环境、政府和科研等方面提出辽宁装备制造业实施工业 4.0，提升其竞争实力的对策。因此，本研究报告所提对策具有很强的可行性和实用性。

(六) 调查工作分析

本团队首先对调查方案进行了设计，采用问卷调查、文献调查、网络邮件 (Email)、走访企业和访谈调查等方法了解辽宁装备制造业对工业 4.0 的实现情况，并做出五个研究假设；其次，运用多种分析方法对辽宁装备制造业发展能力进行综合诊断，进而提出辽宁装备制造业实现工业 4.0 的发展对策与建议。调查工作如图 1-1 所示：

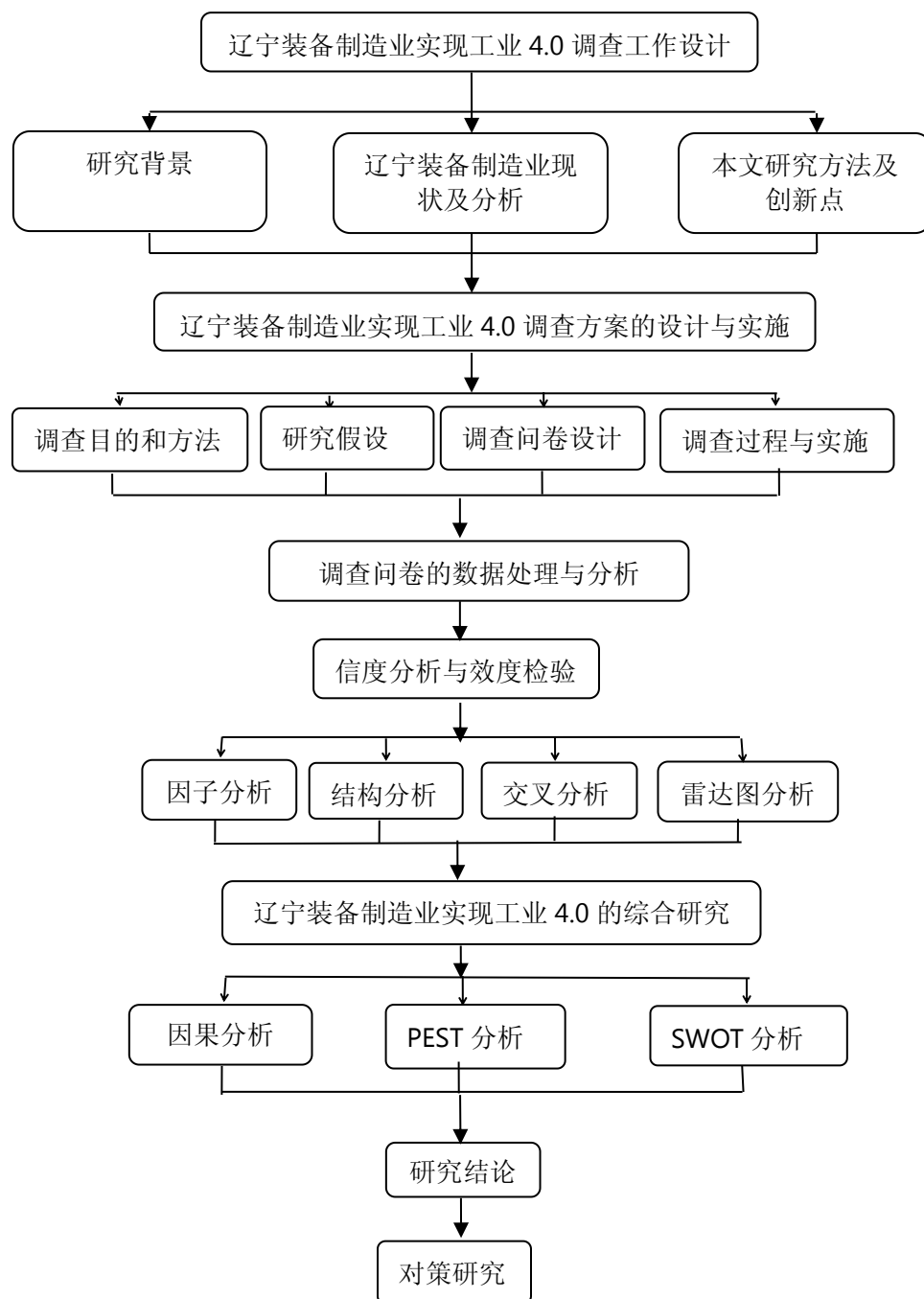


图 1-1 调查分析工作框图

二、文献综述

(一) 国外工业 4.0 发展现状

德国政府提出“工业 4.0”战略，并在 2013 年 4 月的汉诺威工业博览会上正式推出，其目的是为了提高德国工业的竞争力，在新一轮工业革命中占领先机。该战略已经得到德国科研机构 and 产业界的广泛认同，弗劳恩霍夫协会将在

其下属 6—7 个生产领域的研究所引入工业 4.0 概念，西门子公司已经开始将这一概念引入其工业软件开发和生产控制系统。

(二)国内工业 4.0 发展现状

2015 年 3 月，全国两会上，全国人大代表马化腾提交了《关于以“互联网+”为驱动，推进我国经济社会创新发展的建议》的议案，表达了对经济社会的创新提出了建议和看法。

中国互联网经济占 GDP 的比重已经超过了美国、德国。这些告诉我们，国家在整体往工业 4.0 的方向发展，并做出了很多实践。当前，我国在智能测控、数控机床、机器人、新型传感器、3D 打印等领域，初步形成完整的产业体系，但总体看来，我国装备制造业仍存在产品结构不合理、行业产能过剩突出、自主创新能力差、技术人员缺乏等问题。

三、辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查方案的设计与实施

(一) 调查目的和方法

1. 调查目的

本报告以如何促进辽宁装备制造业实现工业 4.0，实现高度信息化、高度网络化、高度智能化发展，提升辽宁装备制造企业竞争实力为目的。明确辽宁装备制造业发展现状，找准突破产业转型升级的经济发展瓶颈，为促进辽宁装备制造业实现工业 4.0、提升其竞争实力提出建设性建议。

2. 调查对象及范围

本次调查以辽宁装备制造业及其相关企业为调查对象，调研过程中主要采访了企业管理人员及工程技术人员；本次调查覆盖范围较大，对辽宁省各市如沈阳市、大连市、鞍山市、抚顺市等十四个市区以及相关企业，如沈阳机床厂、东软集团、机器人、华晨汽车集团等进行了广泛的调查研究；本调查还对辽宁省装备制造业及其相关企业类型及企业规模进行划分，以此了解不同类型、不同规模企业工业 4.0 实施情况及存在的问题。因此，此次调查样本具有较高代表性。

3. 调查方法

本次调查采用了问卷调查、文献调查、网络邮件(Email)、走访企业和访谈调查等方法。首先利用问卷星软件设计了调查问卷，并采用小样本确定初始问卷的调查方案，最后确定了大样本的正式调查问卷。本研究过程调查方法多样，保证了数据的有用性和可靠性。

(二) 本文研究假设

1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 X 维度的关系

根据文献 5，X 维度(横向集成)是企业之间通过价值链以及信息网络所实现的一种资源整合，为实现各企业间的无缝合作，提供实时产品与服务，推动企业间研产供销、经营管理与生产控制、业务与财务全流程的无缝衔接和综合集成，实现产品开发、生产制造、经营管理等在不同的企业间的信息共享和业务协同。因此，做出假设 1：辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 X 维度。

2. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 Y 维度的关系

根据文献 6，Y 维度(纵向集成)就是解决企业内部信息孤岛的集成，工业 4.0 所要追求的就是在企业内部实现所有环节信息无缝链接，这是所有智能化的基础。纵向集成是基于未来智能工厂中网络化的制造体系，实现个性化定制生产，替代传统的固定式生产流程(如生产流水线)的关键实现。因此，做出假设 2：辽

宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 Y 维度。

3. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与 Z 维度的关系

根据文献 7，Z 维度(端对端集成)是指贯穿整个价值链的工程化数字集成，是在所有终端数字化的前提下实现的基于价值链与不同公司之间的一种整合，实现从产品设计、生产制造、物流配送、使用维护的产品全生命周期的管理和服

4. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与工业标准化体系构建的关系

根据文献 8，工业标准化是影响制造业市场竞争力的必要条件，企业组织生产标准化程度，产品应用技术标准的高低，直接影响了制造业企业的市场竞争力。尤其是在知识经济时代的今天，往往是标准先行，世界范围内的技术标准竞争变得越来越激烈，谁制定的标准为世界所认同，谁就会从中获得巨大的市场和经济利益。因此，做出假设 4：辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于工业标准化体系构建。

5. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 与政府政策支持的关系

根据文献 9，政府部门的推动作用及其提出的扶持政策对辽宁装备制造业实现工业 4.0 具有很大影响，政府部门的支持与决策对辽宁装备制造业发展将起到导向作用，因此，做出假设 5：辽宁装备制造业实现工业 4.0 与政府政策支持。

(三) 调查问卷的设计

1. 调查问卷的设计依据

本调研围绕辽宁装备制造业实施工业 4.0 过程中的关键因素，进行了调查问卷的题项设计，调查问卷设计过程如下图 3-1 所示。

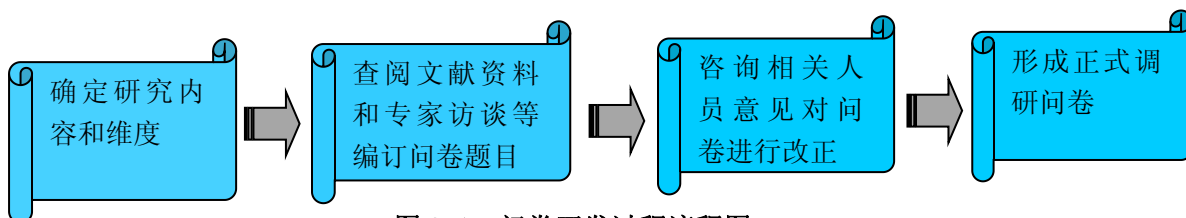


图 3-1 问卷开发过程流程图

2. 小样本调查问卷的设计

工业 4.0 的关键是实现信息化、网络化、智能化、个性化和服务化，这就构成了本报告调查问卷的内涵。在文献检索、理论研究及现场调查的基础上，设计出本报告调查内容，具体分为 32 个题项，具体如表 3-1 所示。

表 3—1 问卷量表及题项构成

研究对象	内容	量表参考	题项序号
辽宁装备制造业及其相关企业	企业基本信息	自编	X1~X9
	X 维度	一个网络平台 “CPS”	X10~X13
	Y 维度	二大智能	X14~X17
	Z 维度	“五化”	X18~X23
	工业标准化体系的构建	三项集成	X24~X26
	政策和科研支持	八大措施	X27~X30

3. 正式调查问卷的形成

利用专家评价法，本团队分别邀请辽宁工业大学管理学院教授 1 名、副教授 2 名、讲师 4 名，大连理工大学管理学院副教授 1 名，东北大学工商管理学院管理教授 2 名、副教授 3 名，沈阳工业大学管理学院教授 1 名，沈阳机床厂副总和高级工程师各 1 人，锦州万得工业集团总经理 1 人，副总经理 2 人共 19 名相关专家学者对调查问卷的题项进行研判，提出修改意见。同时，对于无法定量的题项，通过现场访问调查，来充分研究问卷题项更深层面的影响因素及其备选答案。进而，形成 6 类 30 个题项的调查问卷(见附录 2)。

(五) 调查过程与实施

1. 调查过程与实施

为研究辽宁装备制造业实现工业 4.0 的现状，为辽宁装备制造业实现工业 4.0 提供建设性建议，本团队进行了此次调查研究活动。此次调查对象为辽宁装备制造企业相关工作人员，时间从 2016 年 1 月 2 日到 2016 年 2 月 11 日历时四十一天，首先进行调查问卷的题项设计，进行了为期一周的小样本调查，运用专家点评法去掉不具有代表性的题项，最终形成正式调查问卷(附录 II)。并采用问卷调查、文献调查、网络邮件(email)和访谈调查等方法，共发出问卷 843 份，回收问卷 815 份，通过对数据的完整性进行检查，对空白、乱填问卷、遗漏卷和废卷处理，最终保留有效问卷 800 份。相关问卷调查数据的统计结果见(附录 III)辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查结果统计表。

2. 抽样调查

本次调查按照调查方法、调查范围、调查人群、调查企业规模及调查企业类型分别进行分层统计，具体见表 3-1、3-2、3-3、3-4、3-5 所示。

(1) 问卷发放配额统计

本次调查问卷的填写采用问卷调查、网络邮件、走访企业及访谈调查等方法；共发放问卷 843 份，去掉 20 份错填问卷及 23 份省外参考问卷，共回收有效问卷 800 份，其中网络邮件有效问卷共 152 份，问卷调查的有效问卷共 648 份。具体问卷发放配比分配如表 3-1：

表 3-1 调查问卷发放配比分层统计表

调查方法	频数	频率
问卷调查	648	81%
网络邮件	152	19%
总计	800	100%

(2) 调查范围统计

按着调查范围分层统计并做出统计分析表 3-2。从中看出，本次调查覆盖面较大，各个地区的被调查人数分布也较为合理。

表 3-2 被调查范围分层统计表

被调查者所在地区	频数	频率
沈阳市	204	25.50%
大连市	196	24.50%
鞍山市	70	8.75%
抚顺市	36	4.50%
本溪市	30	3.75%
丹东市	32	4.00%
锦州市	34	4.25%
营口市	48	6.00%
阜新市	28	3.50%
辽阳市	22	2.75%
盘锦市	22	2.75%
铁岭市	24	3.00%
朝阳市	30	3.75%
葫芦岛市	24	3.00%
总计	800	100%

(3) 调查人员统计

在调研过程中分别对企业管理人员、工程技术人员及工人进行了采访及问卷调查，由于这场变革不仅是技术的，也是商业的变革，是综合的力量引发的，包括产业环境、技术进步、资本力量的效应、管理思想、商业模式的融合。因

此本调查报告对企业高中层管理人员及工程技术人员调查较多。具体如表 3-3 所示：

表 3-3 按照调查人群分层统计表

调查人群	频数	频率
高、中层管理人员	336	42%
工程技术人员	328	41%
基层管理人员及工人	136	17%

(4) 调查企业规模统计

在调研过程中分别对辽宁省不同规模企业如大型、中型及小型企业进行调查研究，由于辽宁省目前装备制造企业共 5943 家，其中大型企业占比不足 1%，中小型企业占比超过 99%，其中小型企业占比最多。因此，本调查问卷对不同企业规模的调查数量如表 3-4 所示：

表 3-4 被调查企业规模分层统计表

企业规模	频数	频率
大型企业（1000 及 1000 人以上）	232	29%
中型企业（人数为[300, 1000)人）	248	31%
小型企业（300 人以下）	320	40%

(5) 调查企业类型统计

在调研过程中分别对辽宁省不同类型企业进行调查研究，由于工业 4.0 在交通运输制造业及电气机械及器材制造业方面涉及比较广，因此对有关这些方面的企业调查较多。具体调查类型企业如表 3-5 所示：

表 3-5 被调查企业类型分层统计表

企业类型	频数	频率
金属制造业	110	11.00%
通用设备制造业	54	6.75%
专用设备制造业	72	9.00%
交通运输制造业	278	34.75%
电气机械及器材制造业	192	24.00%
通讯设备计算机及其他电子设备制造业	58	7.25%
仪器仪表及文化办公用品机械制造业	58	7.25%
总计	800	100%

四、调查问卷的数据处理与分析

本次调查题项按变量性质分为逻辑型与非逻辑型，且非逻辑型题项不易实现数据化处理。所以，对非逻辑型变量只能进行结构分析和交叉分析，而对于逻辑型较强的题项则采用因子分析与结构分析、交叉分析相结合的综合分析方法。

(一) 调查结果的数据转换

根据本调查报告的设计，对具有逻辑判断的变量采用因子分析方法进行分析，具有逻辑判断的逻辑变量分别为 X10、X11、X12、X13、X14、X15、X16、X17、X18、X19、X20、X21、X22、X23、X24、X25、X26。本研究报告在 0-1.0 之间将逻辑型变量转化为定距变量。例如，问题 10 “贵企业与其他企业间通过价值链及信息网络实现资源整合的程度如何” 的转换

	1	实现
$f(x_{i0})$	0.6	基本实现
	0.4	未实现

(二) 调查问卷的信度分析

信度是指采取同样的方法对同一对象重复进行测量时，其所得结果相一致的程度，它反映了调查问卷的可靠性、稳定性和内部一致性。经过 SPSS 软件计算，调查问卷各组及其全部题项的克朗巴哈系数(Cronbach's alpha) 均在 0.7 以上，说明问卷的可靠性、稳定性和内部一致性较好，可信度比较高。

(三) 调查问卷的效度分析

效度(Validity)即有效性，是指所调查的结果反映所想要考察内容的程度，调查结果与要考察的内容越吻合，则效度越高；反之，则效度越低。本文运用多元统计分析中的因子分析法对问卷调查结果进行效度分析。经过 SPSS 软件计算，17 个逻辑型变量的 KM0 统计量为 0.852，大于 0.8，表明内容效度很高；Bartlett 球形度检验卡方统计量值很大，说明问卷的题目较为完整，较为可行；显著性指标 Sig. 为 0.000，小于 0.01，说明调查问卷效度较好。

(四) 调查问卷的因子分析

1. 计算变量贡献率并选取主要因子

将 17 个逻辑型变量的标准化数据输入到 SPSS 计算机软件，经计算，特征值大于 1 的因子为前 5 个，它们的方差贡献率为：44.929%，17.001%，9.413%，7.206%，6.404%。由于，前 5 个因子的累计贡献率达到 84.953%，说明运用这五个主要因子来解释辽宁装备制造业实现工业 4.0 情况的全部调查问卷信息具有很强的代表性和有效性，为验证研究假设提供了科学依据。

2. 主要因子命名及其含义解释

将在 SPSS 软件计算中, 经过 25 次正交因子旋转得到每个变量的正交因子载荷矩阵, 载荷越大, 说明该变量与对应主因子相关程度越高。

(1) 第一个主因子描述了辽宁装备制造业在价值链, 知识链基础上的高度信息化, 高度网络化的发展程度, 因此将其命名为辽宁装备制造业价值链网络的横向集成(本文称之为 X 维度)。

(2) 第二个主因子描述了生产系统、网络和数字化平台垂直整合的实现程度, 因此将其命名为辽宁装备制造业纵向整合和网络化制造系统(本文称之为 Y 维度)。

(3) 第三个主因子描述了辽宁装备制造业从设计、生产到售后服务这一价值链整体的集成, 因此将其命名为辽宁装备制造业产品全生命周期的端对端集成(本文称之为 Z 维度)。

(4) 第四个主因子描述了辽宁装备制造业产品智能化生产及售后服务的高效对接的实现程度, 因此将其命名为辽宁装备制造业产业链高度网络化的端对端集成(本文称之为 Z 维度)。

(5) 第五个主因子描述了辽宁装备制造业实现工业 4.0 标准化体系构建的程度。因此将其命名为辽宁装备制造业的工业标准化体系构建程度。

上述五个主因子从不同侧面集中反映了调查问卷中辽宁装备制造业的发展现状及实现工业 4.0 的影响因素, 利用每个主因子代表的重要信息将可以支撑本文研究假设而得出研究结论, 并为制定提出辽宁装备制造业实现工业 4.0 的对策提供重要依据。

(五) 调查问卷的结构分析

结构分析法是在统计分组的基础上, 计算各组成部分所占比重, 进而分析某一总体现象的内部结构特征、总体的性质、总体内部结构依时间推移而表现出的变化规律性的统计方法。根据附录 I, 本报告从辽宁装备制造对工业 4.0 的影响因素、三个集成的实现程度、及工业标准化体系构建的实现程度三个类别做出 11 张结构分析图(鉴于篇幅, 在此省略)。

1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的影响因素分析结果

(1) 根据题项 7, 企业认为工业 4.0 发展中的不安全因素主要是法律框架不健全, 个人隐私保护得不到保障, 网络等设备出现故障。(2) 根据题项 9, 企业规模小、资金不足、企业人员的操作、设计和制造水平不足、企业的生产技术水平不足及企业缺乏自主创新和科技研发能力等都是辽宁装备制造业实现工业 4.0 的过程中遇到的重要影响因素。

2. 辽宁装备制造业三个集成实现程度的分析结果

(1)根据题项 11, 企业与生产商、用户、第三方物流、售后服务等供应链的高度网络化对接的实现程度较低;(2)根据题项 15, 企业内部通过 MES(制造执行系统)和 ERP(管理信息系统)连接实现网络化的生产系统的实现程度较低;(3)辽宁装备制造业在生产过程中, 信息存储、传感、无线通讯的功能实现程度较低。

3. 辽宁装备制造业工业标准化体系构建方面的分析结果

(1)根据题项 24, 参与研究工业标准化体系构建的企业不足 30%(2)根据题项 25, 辽宁装备制造业在工业标准化体系构建方面与国际交流不足;(3)根据题项 26, 大部分企业没有实现技术标准化。

(六) 调查问卷的交叉分析

交叉分析法是同时将两个或两个以上有一定联系的变量及其变量值按照一定的顺序交叉排列, 使各变量值成为不同变量的结点, 从中分析变量之间的相关关系, 进而得出科学结论的一种数据分析技术。

本报告做出 7 张交叉分析图, 以期更加准确的分析调查问卷不同题项之间的相互关系及其影响程度, 为制定提升辽宁装备制造业竞争实力对策提供重要依据。

1. 不同所有制的辽宁装备制造企业对工业 4.0 的了解情况

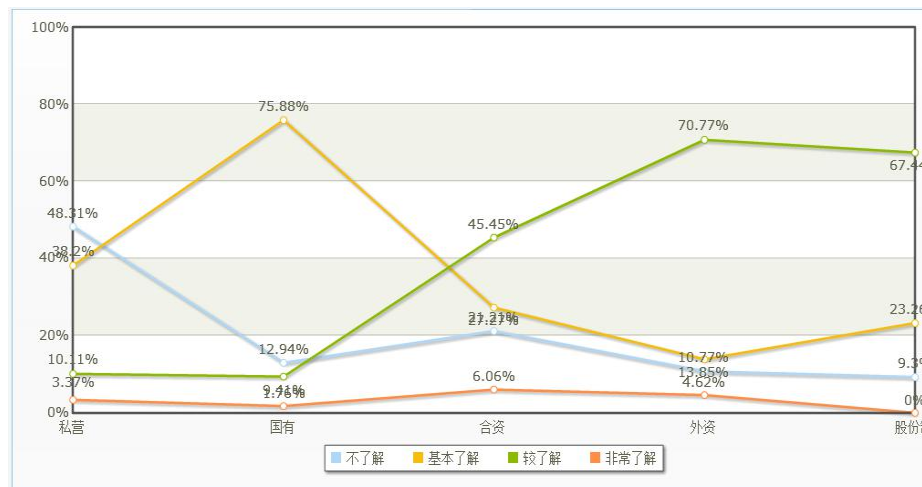


图 4-13 不同所有制的辽宁装备制造企业对工业 4.0 核心概念了解情况图

根据题项 2 和 6 的交叉:①国有、合资、外资和股份制企业对于工业 4.0 核心概念(CPS, 赛博物理空间)及特征较了解, 其中外资企业对工业 4.0 更为重视。②国有企业对工业 4.0 情况基本了解的占 78.24%, 但私营企业对工业 4.0 了解情况比较低。中国工业界对工业 4.0 的了解程度居于中等水平。这个现象值得政府相关部门及企业决策层高度重视。

2. 不同类型的辽宁装备制造企业实施工业 4.0 的情况



图 4-14 不同类型的辽宁装备制造企业工业 4.0 实施情况分析图

根据题项 1 和题项 5 的交叉:①金属制造企业与通讯设备计算机及其他电子设备制造企业尚处于关注工业 4.0 信息阶段。②通用设备制造业,专用设备制造业,交通运输制造业,电气机械及器材制造业和仪器仪表及文化办公用品机械制造业普遍处于正在参与研究工业 4.0 课题阶段。从调查看,中国企业对顺利推行工业 4.0,显得信心不足,企业目前普遍处于观望和研究阶段。

3.工业 4.0 不同实现程度的辽宁装备制造业发展影响因素分析

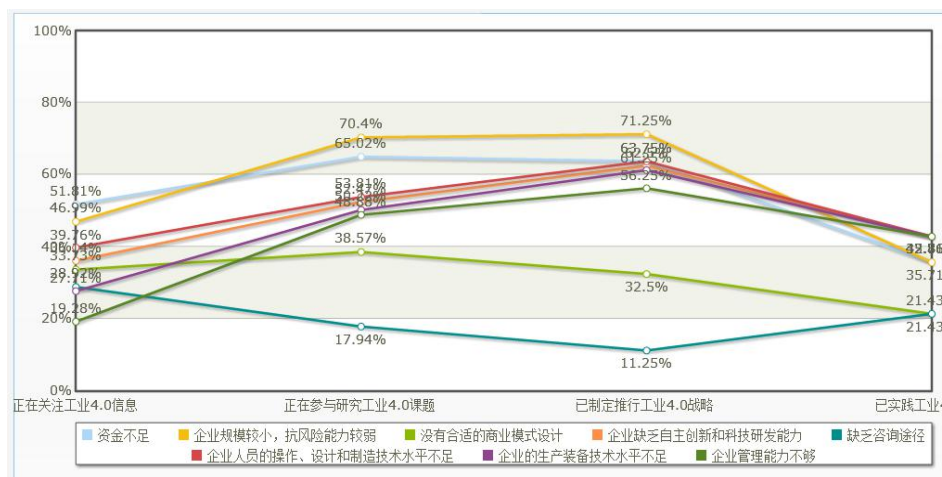


图 4-15 工业 4.0 不同实现程度的辽宁装备制造业的发展影响因素分析图

根据题项 5 和题项 9 的交叉:①资金不足及企业规模小, 抗风险能力弱是辽宁装备制造企业在实施工业 4.0 战略中遇到的普遍问题。②不同工业 4.0 实现程度的企业遇到的进一步问题以企业缺乏自主创新和科技研发能力、企业人员的操作设计、装备技术水平不足为主要问题, 以缺乏咨询途径和没有合适的商业模式设计为次要问题。政府及企业应高度重视。

4. X 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析

表 4-6 X 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析表

X/Y	未实现	部分实现	完全实现	总计
正在关注工业 4.0 信息	61.45%	34.94%	3.61%	100%
正在参与研究公布也 4.0 课题	76.68%	20.63%	2.69%	100%
已制定推行工业 4.0 战略	38.75%	55.00%	6.25%	100%
已实践工业 4.0 战略	14.29%	35.71%	50.00%	100%

根据题项 5 和题项 10 的交叉：企业间通过价值链及信息网络实现资源整合的程度就越高，工业 4.0 的实施程度越高。因此价值网络的横向集成影响着工业 4.0 的实施。因此，X 维度决定着工业 4.0 的实施情况。

5. Y 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析



图 4-16 Y 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析图

根据题项 5 和题项 15 的交叉：企业内部实现网络化的生产系统的程度越高，企业工业 4.0 的实施程度越高。可见纵向整合和网络化制造系统的集成影响着工业 4.0 的实施。因此，Y 维度决定着工业 4.0 的实施情况。

6. Z 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析

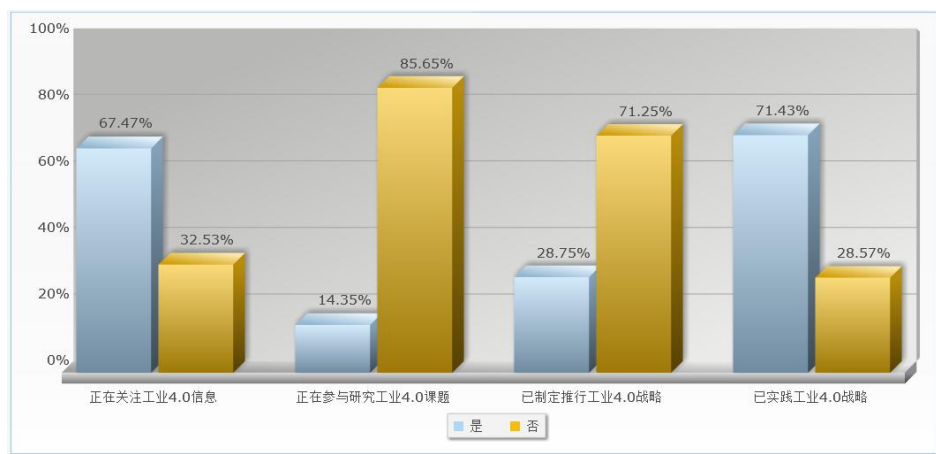


图 4-17 Z 维度对工业 4.0 的实施程度的影响分析图

根据题项 5 和题项 22 的交叉：①企业为客户提供通过的 APP 商店实现定制化产品服务的程度越高，工业 4.0 的实施程度越高。可见产品价值链的数字和现实的端到端集成影响着工业 4.0 的实施。因此，Z 维度影响着工业 4.0 的实施。

(七) 调查问卷的雷达图分析

雷达图(Radar Chart)，又可称为戴布拉图、蜘蛛网图(Spider Chart)，是财务分析报表的一种。即将一个公司的各项财务分析所得的数字或比率，就其比较重要的项目集中划在一个圆形的图表上，来表现一个公司各项财务比率的情况，使用者能一目了然的了解公司各项财务指标的变动情形及其好坏趋向。

1. 工业 4.0 关键要素分析

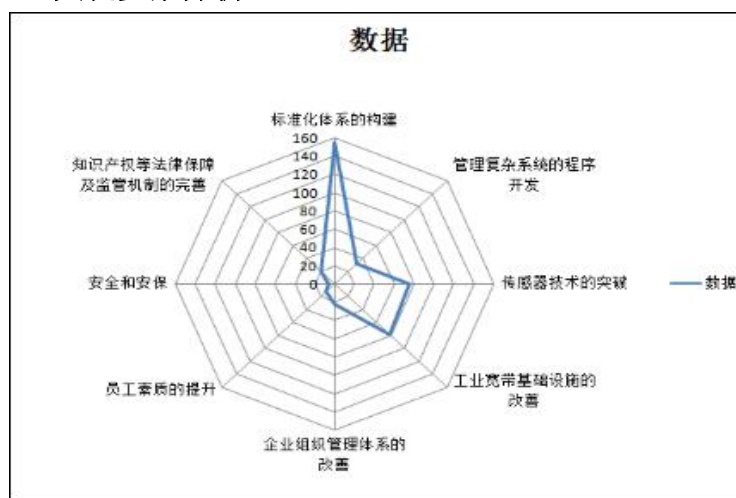


图 4-18 工业 4.0 关键要素重要性雷达图

根据对题项 8 的雷达图分析：在工业 4.0 个关键要素重要性的分析中，认为工业标准化体系构建更重要的占绝大多数。由此可看出，标准在推进智能制造发展中具有基础性和引导性作用，推进智能制造，标准要先行。

2. 辽宁装备制造企业与高校、科研机构合作模式分析

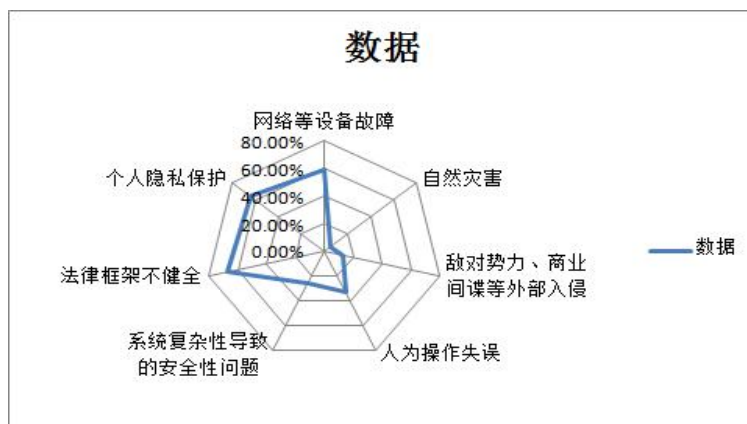


图 4-21 企业与科研机构及高校的合作模式雷达图

根据对题项 28 的雷达图分析：合作开发，共建研究开发机构，共建经济实体，聘请高校、科研机构专家在企业兼职倾向性较高，所占面积较大。因此，企业与科研机构和高校通常采用这四种合作模式来增强企业科研实力，这四种合作模式对辽宁装备制造业实施工业 4.0 存在较大影响。

3. 辽宁装备制造企业与高校、科研机构在合作方面重点工作分析

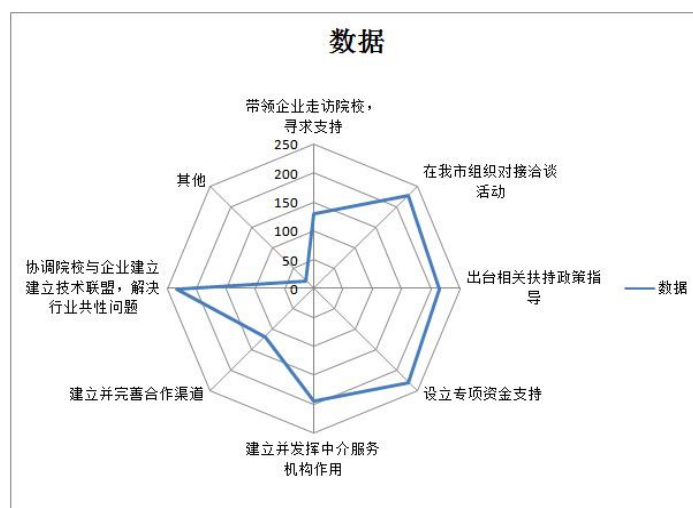


图 4-22 辽宁装备制造企业与高校、科研机构在合作方面重点工作雷达图

根据对题项 29 的雷达图分析：协调院校与企业建立技术联盟，解决行业共性技术、设立专项资金支持、在我市组织对接洽谈活动、出台相关扶持政策指导建立并发挥中介服务机构作用倾向性较大，所占面积较大。因此，这 5 个方面工作是各方合作注重要点，也应加强这些方面的建设。

五、辽宁装备制造业实现工业 4.0 的综合分析

(一) 影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的因果分析

鱼骨图是一种发现问题“根本原因”的方法，它有助于说明各个原因之间如何相互影响，它也能表现出各个可能的原因是如何随时间而依次出现的。经过对调查问卷的整理分析，做出影响辽宁装备制造业发展、提升其竞争实力的因果分析图，如图 5-1 所示。

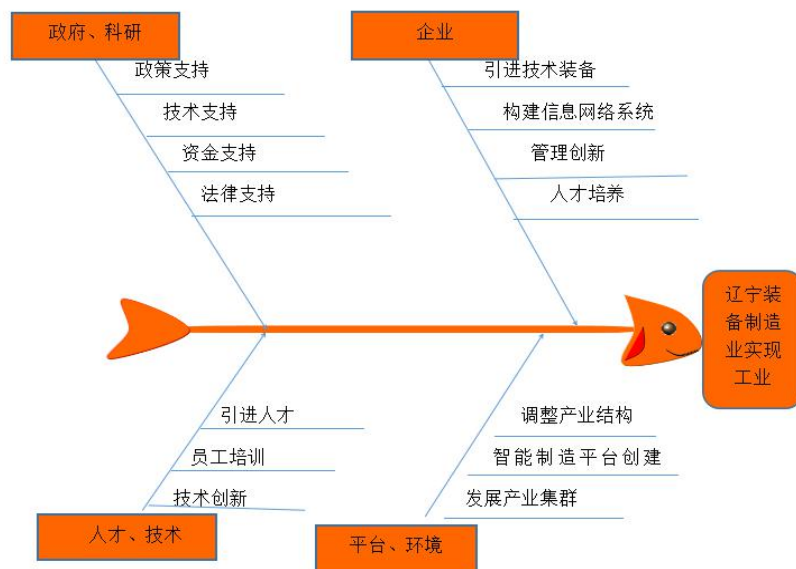


图 5-1 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的对策分析图

本次调查报告从政府、科研、企业、平台和环境、人才和技术方面做出因果分析图，由图可以看出技术优势和人才优势是企业发展的关键，政府应引领企业树立工业 4.0 理念，提供更多的政策、资金、法律及技术支持。

(二) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 PEST 模型分析

PESE 分析法是用来帮助事物检阅其外部宏观环境的一种方法。本文促进辽宁装备制造业实现工业 4.0 为调查目的，分别从政治、经济、社会和环境等方面对影响辽宁装备制造业发展的外部宏观环境因素进行分析，分析图如下：如图 5-2 所示。

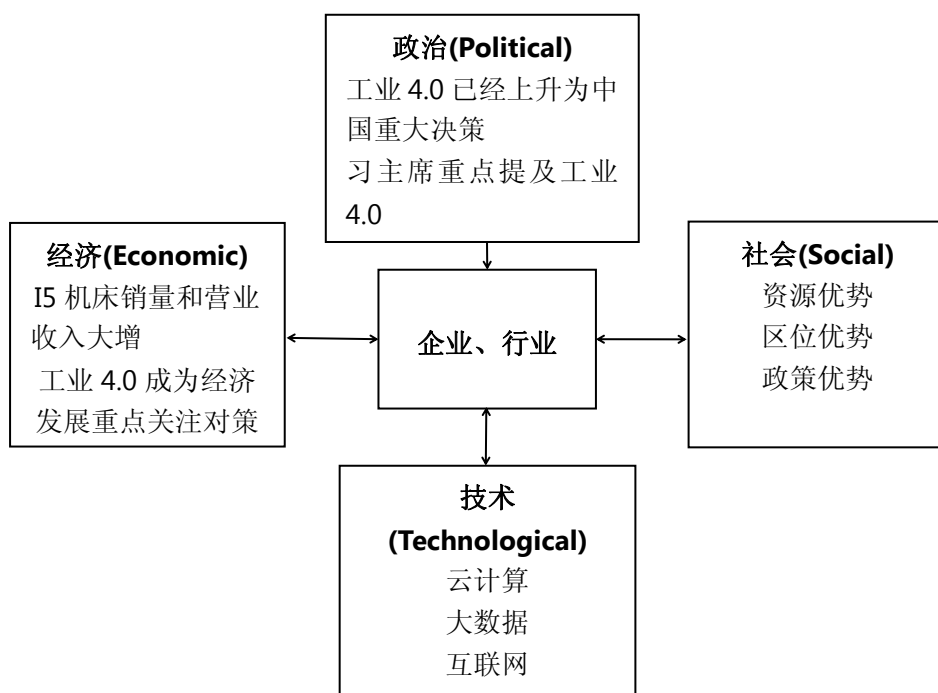


图 5-2 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 PEST 分析图

1. 政治因素

工业 4.0 得到中国政府的高度重视，习主席在 2014 年访德时重点提到德国工业 4.0 战略。进入 2015 年以来，“互联网+”、“智能制造”、“工业 4.0”成为社会各界普遍关注的舆论热词，尤其是在两会上，“工业 4.0”已经上升为未来 10 年的中国的重大国策。

2. 经济因素

装备制造业也成为了全国各地在经济发展和招商引资中的重点关注对象。据中国经济网报道，2016 年，沈阳机床在商业模式上进行大面积推广，迎接更大的挑战，i5 机床年销量将冲击 2 万台目标，单一品类机床销售规模近 50 亿元。

3. 技术因素

随着工业 4.0 逐渐深入装备制造业，我国在智能测控、数控机床、机器人、新型传感器、3D 打印等领域，初步形成完整的产业体系。工业 4.0 重点依托的云计算，大数据，移动互联网，物联网等新兴技术都是准备制造业产业链中不可或缺并致力于支持产业形成和发展的核心技术，实现基于网络的生产制造数字化与智能化，即智能制造或工业互联网。

4. 社会因素

辽宁省作为国家传统老工业基地之一，经过百年发展，借助资源、区位、

政策优势，辽宁装备制造业实现工业 4.0 有广阔的发展前景。从国内市场占有率来看，其装备制造业体系中有许多行业市场占有率超过 10%，或在全国仍名列前茅。其中，大型输变电成套设备、列车车辆成套设备、机器人等关系国计民生的重大成套装备辽宁成套提供。因此，辽宁装备制造业具有显著的竞争优势。

(三) 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 SWOT 矩阵分析

SWOT (Strengths Weakness Opportunity Threats) 分析法，又称为态势分析法或优劣势分析法，用来确定基地自身的竞争优势 (strength)、竞争劣势 (weakness)、机会 (opportunity) 和威胁 (threat)，本调查报告分析了辽宁装备制造业在优势、劣势下的机遇与挑战，以便更准确反应辽宁装备制造业实现工业 4.0 的可行性。如表 5-1 所示。

表 5-1 辽宁装备制造业实现工业 4.0 的 SWOT 矩阵分析表

	O 机会	T 威胁
S 优势	门类齐全 市场占有率高 众多国际先进市场 人才优势	产业转型升级 构建智能化系统 发展信息通讯制造业 推进技术创新
W 劣势	产业结构不合理 创新体系不完善 信息化水平低 GDP 下跌	标准化体系构建 竞争力不足 信息技术薄弱 科研机构介入少

根据 SWOT 分析表可知：

1. 实现工业 4.0 的优势

经过多年的发展，辽宁省的装备制造业门类齐全，构筑了比较完整的工业体系，具有显著的比较优势和竞争优势。沈阳机床集团、东软集团、华晨汽车集团等企业的技术水平都达到了国际先进或国内领先水平。从专业技术人员相对水平来看，与全国其他地区相比，辽宁省是人才最为富裕的地区之一，在全国范围来讲处于中上水平。

2. 实现工业 4.0 的劣势

面对工业 4.0，辽宁装备制造业也存在些许弱势。例如，产业结构不合理、产业集群化程度不高、创新体系不完善，自主创新能力弱等都制约着辽宁装备制造业迈向工业 4.0 的步伐。而且根据公布的 2016 年政府工作报告，辽宁 2015 年地区生产总值比上年增长 3%，低于全国平均水平的 6.9%。和已公布的各省份 2015 年 GDP 增速相比，辽宁目前排在倒数第一位，比山西省 3.1% 的 GDP 增速还低 0.1 个百分点。

3. 实现工业 4.0 的机遇

第一，推进辽宁装备制造产业转型升级的机遇。目前，辽宁装备制造业产能过剩、产业增加值低。利用“工业 4.0”的机遇，加快推进制造智能化，加快产业技术研发创新，实现产业转型升级和创新发展。

第二，发展智能设备、智能管理系统等先进智能制造业的机遇。目前工业 4.0 为智能传感器、智能芯片、智能管理信息系统等先进智能产品提供了广阔市场，为辽宁装备制造业产业提供了难得的机遇。

第三，发展网络空间—物理世界融合系统、物联网、云计算、大数据、网络安全和安保等新一代信息通讯制造业机遇。工业 4.0 需要大量高稳定性、高安全性的自主可控、云计算存储设备等信息通讯产品，为辽宁装备制造业发展新一代信息通信制造业提供了良好的发展机遇。

第四，推进技术创新和研发中心、设计中心、制造中心、运维服务中心等生产性服务业发展的机遇。随着“工业 4.0”的推进，可以推进建设一批区域性国家智能制造研发中心、设计中心、制造中心等生产性服务公共平台，形成大众创业、万众创新的生动局面。

4. 实现工业 4.0 的挑战

第一，也是最重要的挑战就是标准化体系的构建。如何从辽宁装备制造业战略的角度去探索、构建，或者是融入国际化的标准体系已日益迫切。

第二，辽宁装备制造业的总体竞争力带来的挑战。辽宁装备制造业比重较大，不同行业发展不平衡。

第三，信息技术薄弱。工人机器人普及率较低，核心零部件以来进口，通过零部件功能设计和数字化来实现产品优化可能会成为瓶颈。

第四，缺少足够的科研组织机构介入工业 4.0 的项目研究中。目前见诸报端的与科研机构相关的科研组织的活动很难有属于真正意义上的工业 4.0 研究。

六、结论与对策

(一)研究结论

利用因子分析方法，计算出前 5 个主因子的累积贡献率为 84.953%，这充分表明对辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查问卷的可信度高，有效性强。结合结构分析、交叉分析和雷达图分析，得出相应研究结论。

1. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 X 维度

第一个主因子为辽宁装备制造业价值链网络的横向集成(X 维度)因子。因子贡献率为 44.929%。对这些变量主要描述了辽宁装备制造业在价值链，知识链基础上的高度信息化，高度网络化的发展程度。由交叉分析，题项 5 和题项 10 进行交叉分析知价值链网络的横向集成影响工业 4.0 的实施程度。由此验证假设 1 成立，即辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于价值链网络的横向集成。

2. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 Y 维度

第二个主因子为辽宁装备制造业纵向整合和网络化制造系统因子(Y 维度)。因子贡献率为 17.001%。这个变量主要描述了这个变量主要描述了生产系统、网络 and 数字化平台垂直整合的实现程度。由交叉分析，题项 5 和题项 15 进行交叉分析知，垂直集成于网络化制造系统影响工业 4.0 的实施程度。由此验证假设 2 成立，即辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于纵向整合和网络化制造系统集成。

3. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于 Z 维度

第三个主因子为辽宁装备制造业端到端的工程数字化集成(Z 维度)因子。因子贡献率为 9.413%。这些变量主要描述了辽宁装备制造业从设计到生产到售后服务这一价值链整体的集成。第四个主因子为辽宁装备制造业产业链高度网络化的端对端集成(Z 维度)因子。它综合了全部指标的 7.206%的信息，这个变量主要描述了辽宁装备制造业产品智能化生产及售后服务的高效对接的实现程度。由交叉分析，题项 5 与题项 22 进行交叉分析知，全价值链的工程数字化的端到端集成影响工业 4.0 的实施。由此验证假设 3 成立，即辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于端到端的工程数字化集成(Z 维度)。

4. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于工业标准化体系的构建

第五个主因子为辽宁装备制造企业对工业 4.0 标准化体系构建的实现程度因子。因子贡献率为 6.404%，谁先实现健全完善的标准化体系，谁就在工业 4.0 中占据了主导权。因此，标准化体系的构建处于重中之重的位置。根据结构分析，辽宁装备制造业对工业 4.0 关键要素的看待情况分析，认为标准化体系的构建是工业 4.0 最为重要的挑战占绝大多数；足见如何从国家战略的角度去探

索、构建，或者是融入国际化的标准体系已日益迫切。由此验证假设 4 成立，即辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于标准化体系构建的。

5. 辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于政府政策支持

根据结构分析，关于政府部门在促进辽宁装备制造业加快实现工业 4.0 的作用分析中得出，在企业发展过程中，企业更希望得到政府在资金，技术，人才，法律及市场方面的支持，同时也希望政府改革教育结构使教育内容与现实挂钩，在各省建立智能制造示范试点，建立国家制造业创新中心，进一步拓展宽带网络基础设施等。因此，政府部门的推动作用及其提出的扶持政策对辽宁装备制造业实现工业 4.0 具有很大的影响。由此验证假设 5 成立，即辽宁装备制造业实现工业 4.0 取决于政府政策支持。

(二) 对策研究

1. 对辽宁装备制造实现价值链网络的横向集成(X 维度)的对策

(1) 以平台为载体，促进全产业链的智能协作。集中力量突破依托泛在网络的工业互联网软件平台，实现制造系统中的物理对象与相应的虚拟对象之间无缝融合。

(2) 优化产业结构，大力推动自身战略性新兴产业和高技术产业，加快传统产业转型升级，提高高端制造业比重。

(3) 基于系统、关联、集成、协同与融合的视角，重构辽宁新型装备制造业产业体系。加快从现有产业链低端向中高端跃进，同时把握全球产业分工和价值链重组的新趋势，扬长避短，深度嵌入，向国际产业链中高端跃升。

(4) 充分发挥中小企业的作用，构建大中小企业协同发展的新型产业组织。应以新技术装备中小企业，支持面向中小企业的工业云服务平台建设，形成同质化竞争性中小企业联盟(HCA)是推动中小企业发展的有效途径之一。

(5) 基于工业 4.0 高度绿色化的要求，加强装备制造业与资源环境相协调。推动辽宁由普通装备制造基地向先进装备制造基地转变，依靠科技创新，实现集约增长，是装备制造业与资源和环境协调发展的根本出路。

2. 实现纵向整合和网络化制造系统(Y 维度)的对策

(1) 门户的集成

门户集成解决信息的统一访问和展现，实现企业内部的在线协作，给正确的人以正确的信息，指导其做正确的工作。

(2) 流程的集成

流程的集成是实现跨系统、跨部门的业务协作，实现端到端的流程协作。该项集成通过 BPM 流程平台实现。

(3) 数据的集成

数据集成是解决异构系统之间的连通性问题及数据交换问题、生产设备实时数据的采集问题，该项集成通过 ESB 企业服务总线实现。

3. 实现工业 4.0 端到端工程数字化集成(Z 维度)的对策

(1) 技术创新能力较高企业的对策

先进企业，需要继续保持企业原有的发展策略。以重大智能制造成套装备研发和智能制造技术的推广应用为路径，以提升高端装备制造业技术创新能力和产业规模化发展为着力点，积极承接国家和辽宁科技创新重大专项，开发具有国际竞争力的重大高端装备和系列产品，培养技术和管理高端人才，整体技术水平进入国际先进行列。

(2) 技术创新能力一般企业的对策

①发展趋于稳定的企业，在产业集群的优势下，以重大装备制造研发、创新人才培养和人才聚集为基础，提高企业技术研究开发能力和营销能力。具体方法如下：

企业研究开发能力的提升对策。第一，重视设计创新这一软技术的创新并加快科研成果商品化进程。第二，与国内外一流高校院所对接，建立具有国际水平的研发团队，不断提升企业核心竞争力和产品附加值。

企业创新营销能力的提升对策。首先，加强企业营销团队的建设。其次，打造自主品牌。最后，通过“微小属性创新、边缘创新、快速模仿、顾客参与产品设计”等各种创新途径赢得竞争。

②整体发展态势不够稳定的企业可以通过提高创新投入能力和创新生产能力来解决。具体方法如下：

企业技术创新投入能力的提升对策。首先，增加企业技术创新费用投入。其次，加大企业技术创新人员投入，加强人才队伍建设。

企业技术创新生产能力的提升对策。首先，应用工业互联网和智能制造实现精细生产。其次，科学管理，组织明确有效率。加强对创新生产第一线员工的提升成长空间。

(3) 技术创新能力较低企业的对策

强化技术创新战略发展意识，提升企业技术创新能力。在企业内部形成良好的科技创新理念和市场竞争意识。在技术创新战略上，提高产品的信息技术含量、网络化、智能化水平并有效利用区域性创新平台提升企业技术创新实力。

着力培育企业研究开发能力和创新投入能力，使各种技术资源在不同层次内达到其最高的效能。强调企业研究开发能力和创新投入能力的培养，不断提

高专利的质量和数量。通过多元化的融资进一步加强技术创新费用的投入力度，提高专职 R&D 人员在职工总人数的比例。

完善创新机制激励机制，进一步提高企业的创新管理能力。同时加强销售人员的素质和业务水平，为企业的整体发展和创新投入提供雄厚的资金保证。

4. 对辽宁装备制造业工业化体系的构建的对策

围绕国家战略需求，支持本市骨干企业和科研院所参与制定国家智能制造基础共性标准，以及面向重点领域国家关键应用标准，参与建立国家智能制造综合标准化试验验证系统。与科研院所合作开展智能制造标准制定，加强国内外交流合作，积极吸引物联网、服务互联网等标准制定企业。从生命周期、系统层级、智能功能 3 个维度建立了智能制造标准体系参考模型，并从智能制造标准体系框架和“智能装备”、“智能工厂”、“智能服务”、“工业软件和大数据”、“工业互联网”5 类关键技术标准以及在不同行业的应用标准方面实施标准化体系构建，建立标准体系的动态完善机制，逐步形成智能制造强有力的标准支撑。

5. 辽宁装备制造业与生产服务业联动

反映价值与产业链各环节关系的“产业微笑曲线”是价值重心转移最好的诠释。从图 5-1 可以看出，制造业及其组装加工工序所能得到的附加值是最低的，它的上下游产业的附加值相对高很多，产品制造常是价值链中附加值较低的环节。因此，以“服务中心”取代“制造中心”可望为价值链带来价值。

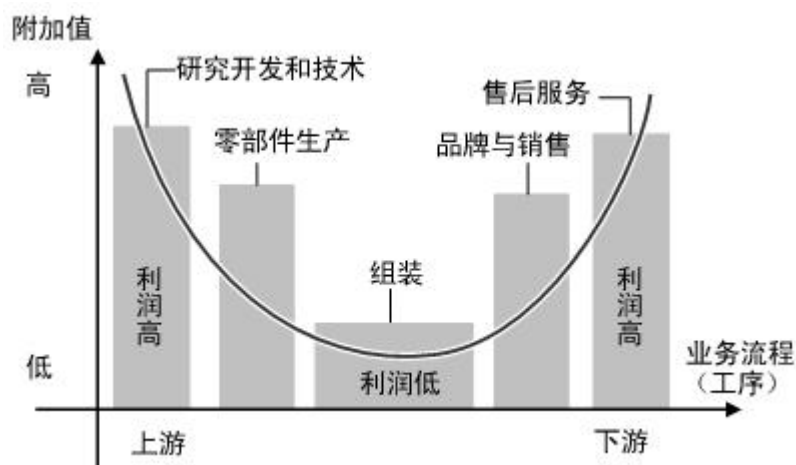


图 5-1 产业微笑曲线图

从目前辽宁的产业结构来看，必须结合自身优势，坚持现代服务业和先进制造业“双轮驱动”的发展战略，走二三产业联动、城市化带动工业化的道路。

以培育竞争优势为途径，推进区域经济优化发展。加快产业区的提档升级，推动发展制造业加速集群；全力推进港口物流区和城市主题功能区的建设，为

先进制造业的快速发展提供完善的服务。

以完善功能体系为支撑，推进强化配套产业完善。推动企业物流现代化，形成独具特色的现代物流集聚区。形成与下先进制造业融合互动、与现代城市生活紧密配套的生产性服务集聚区。

6. 发挥政府部门的协调作用，加大政策扶持力度

(1) 资金支持

制定财政支持政策。积极向国家推荐项目，争取国家给予资金支持和政策倾斜。

制定税收减免政策。制定鼓励装备制造业产业发展的税收政策，明确财税政策目标和优惠受益对象。

制定金融支持政策。鼓励银行、担保、创业投资等机构对装备制造业产业优先支持，允许符合条件的机构设立装备制造业产业开发基金、风险投资基金和产业化基金。

(2) 安全安保支持

注重自主可控，加强安全保障。建立功能安全验证的测试平台，研究自动化控制系统整体功能安全评估技术。发展自主安全可控的工业控制系统信息安全技术产品。

建立公平、公正、健全的法律体系。在专利和知识产权的保护方面，政府应提供对专利宣传培训、高新技术专利申请、保护及实施等法律支持。

(3) 人才培养支持

增加教学科技含量，确保教学内容的先进性。在工业 4.0 条件下，学生需要掌握的新技术主要包括大数据、物联网、移动互联网和云计算等。学校提供以太网等现代网络课程的设置。

(4) 市场支持

发挥开放优势，深化对外合作。支持辽宁省有条件的智能装备制造企业拓展国际市场。支持有条件的企业并购国内外具有研发实力、核心技术的智能制造“专精特新”企业。吸引国内外智能制造高端人才携带项目、技术、创意来本地发展。

(5) 进一步拓宽宽带网络基础设施

以网络为纽带，实现人、机、物的互联互通。形成以“服务互联网”和“物联网”为基础的智能传输网络。鼓励制造企业发展基于网络技术的新模式。

(6) 在各省市区建立智能制造示范试点，建立国家制造业创新中心

建设形成一批标志性智能制造示范工厂，争创一批国家级智能制

造公共服务平台。鼓励国有企业率先进行智能化升级改造，扩大智能制造应用空间。

(7) 加强校企合作与产学研结合。

加快产学模式创建如 1+1+1 平台、推动创新 2.0 时代的创新、政产学研金五位一体等。针对不同类型自发的产学研合作网络和或产学研联盟，政府要通过引导或支持的方式促进其发展。同时，选择重点行业和关键技术领域进行试点，推进产学研专项，充分调动各方资源和力量，共同推进技术研发和应用推广。

七、案例

(略)

八、结束语

本次调查目的在于改善目前辽宁装备制造企业实施工业 4.0 过程中无序、盲目的生存状态，推动辽宁装备制造企业健康发展为目的。在制定调查研究方案、并收集调查问卷基础上，运用结构分析、因子分析、交叉分析、PEST 模型分析、SWOT 矩阵分析和因果分析等方法，分析影响辽宁装备制造业实现工业 4.0 的关键因素及其产生原因，得到重要研究结论。进而，从政府、科研、企业管理水平、人才与技术、基地平台与环境等方面提出促进辽宁装备制造业快速发展、提升其竞争实力，最终带动地方经济快速发展的对策。

参考文献

- [1] 辽宁科技信息网. <http://www.lninfo.gov.cn/>
- [2] 百度百科. <http://baike.baidu.com/>
- [3] 中国知网. <http://epub.cnki.net/>
- [4] 程晓雷, 张平华. 智能制造工业 4.0 体系下的高层次人才培养模式分析[A]. 合肥: 万博科技职业学院, 2015
- [5] 于万钦. 工业 4.0 落地中国企业(四)——三个集成.
<http://blog.e-works.net.cn/349919/articles/1293448.html>. 2015 年 1 月 5 日发布.
- [6] 吴智慧. 工业 4.0: 传统制造业转型升级的新思维与新模式[A]. 南京: 南京林业大学, 2015
- [7] 于万钦. 工业 4.0 三项集成之端到端集成最佳实践.
<http://www.webspherechina.net/home/space.php?do=blog&id=65981&uid=42494>. 2015 年 1 月 26 日发布
- [8] 中国工信部: 《国家智能制造标准体系建设指南》.
<http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057585/n3057589/c4570069/content.html>. 2015 年 12 月 30 日发布.
- [9] 张青山, 徐伟. 辽宁装备制造业发展的战略定位与对策[A]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2014
- [10] 迟晓英. 价值链与供应链[A]. 上海: 上海交通大学. 2014
- [11] 周跃锋, 李英博. 工业 4.0 背景下中小企业未来之路的探讨[A]. 大连: 大连大学. 2014
- [12] 杜传忠, 杨志坤. 德国工业 4.0 战略对中国制造业转型升级的借鉴[A]. 经济与管理研究. 2015
- [13] 陈渊源, 吴勇毅. “中国制造 2025” 对垒德国工业 4.0[J]. 经贸观察. 2015
- [14] 李响. 辽宁省重点先进装备制造业产业现状及发展战略研究[A]. 沈阳: 沈阳理工大学. 2015
- [15] 王莹. 辽宁装备制造业培育产业集群的路径和政策研究[A]. 沈阳: 沈阳理工大学. 2014
- [16] 鞠思远, 徐力. 从未来工业 4.0 展望工业设计[A]. 上海: 华东理工大学. 2015
- [17] 王至尧. 学习德国工业 4.0、中国智能制造讲座[J]. 中国空间技术研究院. 2015

附录 I 辽宁装备制造业实现工业 4.0 调查结果统计表

题号	题目	参考答案	频数	频率
1	您所在企业的类型为	金属制造业 通用设备制造业 专用设备制造业 交通运输制造业 电气机械及器材制造业 通讯设备计算机及其他电子设备制造业 仪器仪表及文化办公用品机械制造	88 54 72 278 192 58 58	11.00% 6.75% 9.00% 34.75% 24.00% 7.25% 7.25%
2	您所在企业所有制形式	国有 私营 合资 外资 股份制	178 340 66 130 86	22.25% 42.50% 8.25% 16.25% 10.75%
3	贵企业规模	小型企业(300 人以下) 中型企业(人数为[300, 1000) 人) 大型企业(1000 及 1000 人以上)	502 292 6	62.75% 36.50% 0.75%
4	贵企业年销售收入	1000 万以下 1000~5000 万 5000 万~5 亿 5 亿以上	82 406 306 6	10.25% 50.75% 38.25% 0.75%
5	贵企业工业 4.0 实施情况	正在关注工业 4.0 信息 正在参与研究工业 4.0 课题 已制定推行工业 4.0 战略 已实践工业 4.0 战略	166 446 160 28	20.75% 55.75% 20.00% 3.50%
6	您是否了解工业 4.0 的核心概念是信息网络世界与物理世界的结合	不了解 基本了解 较了解 非常了解	166 382 230 22	20.75% 47.75% 28.75% 2.75%
7	您认为贵企业实现工业 4.0 的不安全因素有哪些	网络等设备故障 个人隐私保护 法律框架不健全 系统复杂性导致的安全性问题 人为操作失误 敌对势力、商业间谍等外部入侵 自然灾害	476 514 534 204 264 100 46	59.50% 64.25% 66.75% 25.50% 33.00% 12.50% 5.75%
8	您认为实现工业 4.0 的关键要素哪个更重要	标准化体系的构建 管理复杂系统的程序开发 传感器技术的突破 工业宽带基础设施的改善	310 62 150 158	38.75% 7.75% 18.75% 19.75%

辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析

		企业组织管理体系的改善	46	5.75%
		知识产权等法律保障及监管机制的完善	38	4.75%
		员工素质的提升	24	3.00%
		安全和安保	12	1.50%
9	您认为贵企业在实现工业 4.0 的道路上存在哪些影响因素	资金不足	488	61.00%
		企业规模较小	516	64.50%
		没有合适的商业模式设计	286	35.75%
		企业缺乏自主创新和科技研发能力	406	50.75%
		缺乏咨询途径	152	19.00%
		企业人员的操作、设计和制造水平不足	420	52.50%
		企业的生产装备技术水平不足	380	47.50%
		企业管理能力不够	352	44.00%
10	贵企业与其他企业间通过价值链及信息网络实现资源整合的程度如何	完全实现	42	5.25%
		基本实现	248	31.00%
		未实现	510	63.75%
11	贵企业实现与生产商、用户、第三方物流等供应链的高效对接的实现程度如何	完全实现	44	5.50%
		基本实现	240	30.00%
		未实现	516	64.50%
12	贵企业是否与上下游企业实现信息共享和业务协同	是	604	75.5%
		否	196	24.5%
13	贵企业是否与信息技术创新企业进行横向业务协作	是	554	69.25%
		否	246	30.75%
14	贵企业内部是否实现生产原材料与物理设备之间协同	完全实现	60	7.50%
		基本实现	508	63.5%
		未实现	232	29.00%
15	贵企业内部通过 MES(制造执行系统)和 ERP(管理信息系统)连接对网络化生产系统的实现程度	完全实现	18	2.25%
		基本实现	644	80.5%
		未实现	138	17.25%
16	贵企业是否实现个性化定制生产代替传统固定式生产模式	完全实现	20	2.5%
		基本实现	242	30.25%
		未实现	538	67.25%

辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析

17	贵企业内部是否实现所有信息共享	是 否	24 776	3% 97%
18	贵企业是否实现模块化与参数化设计	是 否	254 546	31. 75% 68. 25%
19	贵企业生产过程是否集成了信息存储、传感、无线通讯的功能	是 否	246 554	30. 75% 69. 25%
20	贵企业是否采用“OT0”营销模式	是 否	712 88	89% 11%
21	贵企业通过对产品大数据的分析实现高效率的维护和服务的程度如何	完全实现 基本实现 未实现	46 234 520	5. 75% 29. 25% 65. 00%
22	贵企业是否为客户提供通过面向智能工厂的APP商店实现定制个性化产品的服务	是 否	242 558	30. 25% 69. 75%
23	贵企业是否整合了产品管理与售后服务系统	是 否	698 102	87. 25% 12. 75%
24	贵企业是否参与研究工业 4.0 标准化体系的构建	是 否	218 582	27. 25% 72. 75%
25	贵企业在标准化体系构建方面是否加强与国际对接	是 否	246 554	30. 75% 69. 25%
26	贵企业是否在部分领域实现技术标准化	是 否	112 688	14. 00% 86. 00%
27	贵企业与高校、科研院所合作的密切程度	密切 较密切 较不密切 不密切	364 244 158 34	45. 5% 30. 5% 19. 75% 4. 25%
28	您所在企业与高校、科研院所的合作模式	技术转让 委托开发 合作开发 共建研究开发机构 共建经济实体 聘请高校、科研机构专家在企业兼职	226 430 454 456 466 514	28. 75% 53. 75% 56. 75% 57. 00% 58. 25% 64. 25%

辽宁装备制造业实现工业 4.0 的调查分析

		派遣员工到高校或科研机构学习或工作	208	26.00%
29	您认为做好企业、高校、科研机构合作需要加强哪些方面的工作	带领企业走访院校，寻求支持	260	32.50%
		在我市组织对接洽谈活动	456	57.00%
		出台相关扶持政策指导	430	53.75%
		设立专项资金支持	456	57.00%
		建立并发挥中介服务机构作用	386	48.25%
		协调院校与企业建立建立技术联盟，解决行业共性技术	470	58.75%
		建立并完善合作渠道	234	29.25%
		其他	38	4.75%
30	您认为政府部门应该做哪些工作促进装备制造业实现工业 4.0	资金支持，如给予资金，税收支持	530	66.25%
		法律支持，如完善知识产权保护	512	64.00%
		人才培养支持，如开展培训活动，举办论坛	478	59.75%
		市场支持，如建立公共信息库	330	41.25%
		技术支持，如推动产学研合作	324	40.50%
		服务支持，如推动信息化应用公共服务平台及服务网络建设	230	28.75%
		政策支持，如加大工业智能化扶持力度	194	24.25%
		进一步拓展宽带网络基础设施	294	36.75%
		改革教育结构使教育内容与现实挂钩在	440	55.00%
		各省市建立智能制造示范试点		
		建立国家制造业创新中心	374	46.75%