

天津市大型科学仪器设备共享水平路径探究

徐大海

(1. 河北工业大学 经济管理学院, 天津 300164; 2. 天津市科学技术信息研究所, 天津 300074)

摘要: 数据表明,天津市大型科学仪器设备共享效率低于全国平均水平,探索提升天津市大型科研仪器设备的共享水平路径对于提升天津市的仪器使用率和创新绩效有着重要的作用。现以天津 56 家大型科研仪器设备共享服务单位问卷调查数据为基础,对共享影响因素进行调查,借助 SPSS19.0 软件提取供给能力、政策支持等 5 个关键性制约因素。借助 AMOS22.0 对共享水平提升路径概念模型进行验证,结果表明,政策激励对仪器的共享水平同时具有间接和直接影响的正向作用,管理机制对共享水平具有负向影响作用,供给能力、仪器属性和共享平台对共享水平均为正向影响作用。基于定量分析结果,提出了路径优化的对策和建议。

关键词: 大型科学仪器设备; 共享水平; 矩结构分析; 路径优化

中图分类号: F 204 文献标志码: A 文章编号: 1006 - 7167(2017)10 - 0291 - 05



Research on the Paths of the Sharing of Large Scientific Instruments and Equipment in Tianjin

XU Dahai

(1. School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300164, China;
2. Tianjin institute of Scientific & Technical Information, Tianjin 300074, China)

Abstract: Effective open and sharing of large scientific instruments plays a more and more important role in the efficiency of regional innovation. The current data show that large scientific instruments sharing efficiency in Tianjin is lower than the national average value. Exploring the path to improve the level of sharing of large scientific instruments and equipment in Tianjin is then an important job. This research carried out a questionnaire survey in the 56 research institutes in Tianjin City for the sharing of large scientific instruments and equipment. Based on the investigation data, five influence factors of the instrument sharing, such as supply capacity, policy support and other constraints, were extracted by SPSS19.0 software. By AMOS22.0, the concept of path model was verified. The results show that policy incentive has both indirect and direct effects of sharing level of the instrument, but the management mechanism has a negative effect. And also, supply capacity, equipment property and sharing platform for all have the positive effects on the level of sharing. At last, therelevant counter measures and suggestions are put forward.

Key words: large scientific instruments and equipment; sharing level; analysis of moment structures (AMOS); path optimality

0 引言

大型科研仪器设备具有价值高、相对稀缺性的特征^[1],区域创新对于这一资源的需求程度很高,有效的科技资源共享对于科技和经济领域起着积极的作用。在区域科技创新投入,特别是科技经费投入有限

收稿日期: 2017-01-18

基金项目: 天津市科技发展计划项目(16ZLZDF00270)

作者简介: 徐大海(1981-),男,山东招远人,博士在读,高级工程师,天津市科学技术信息研究所科技情报研究中心总工,研究方向为科技创新与管理。Tel.: 13821307277; E-mail: xudahai0207@163.com

的条件下,科技资源的共享是实现有效资源利用率的重要方式,也是提升创新效率的重要途径。天津市当前的大学科研仪器设备共享水平位居全国 21 位^[2],一定程度上制约了本地的科技创新。但同时本地的科研仪器设备在数量上和门类上并非落后,但是在配置上的不合理和管理上的不完善,以及共享平台建设与运行机制相对落后,导致当前的共享水平较低。本文试图通过调查研究的手段探索天津市当前提升大型科研仪器共享水平的路径,为相关的决策提供依据。

1 提升大型仪器共享水平的理论分析

1.1 探索性因子分析

此次调查问卷分为 3 个部分:①单位基本信息;②大型科学仪器设备共享现状;③大学科学仪器设备共享制约因素以及相关政策需求。针对制约因素部分,共设计 18 个因素,采用 Likert5 级量表进行调查。其中 5 分代表最重要的程度,以此类推。调查的方法以面谈和电子邮件为主。共计发放(332 份问卷,有效回收 213 份)。此次问卷以 27 家中央驻天津院所及 29 家天津市属科研单位中的科研人员和管理人员作为主要调查对象。但是由于行业的差别较大,难免会造成对于因素理解的不同,为验证样本数据的有效性和可信度,本文对 213 份问卷进行信度检验。通过调整,删除两个因素,剩余 16 个因素,可靠性系数 $0.833 > 0.8$,说明本次问卷所设计的度量表示有效和可信的,能够进一步进行因素分析。本研究前期研究选取因子分析法针对问卷中设计的影响因素进行相关性分析,利用 SPSS19.0 软件辅助寻找具有代表性的公共因子,天津市大型科学仪器设备共享因素的主要 5 个因子,分别是大型科学仪器设备供给能力、所属单位管理机制、仪器本身属性、政策激励以及共享平台建设。同时参照相关参考文献,总结得出测量指标体系构建如表 1 所示。

表 1 测量指标体系构建

变量	问项
供给能力 γ_1	现有科研仪器设备数量(X_1),对外服务收入(X_2),提供对外服务人员是否足够(X_3),操作人员对外提供服务积极性(X_4) ^[3-4]
管理机制 γ_2	单位性质及管理机制限制(X_5),技术保密(X_6) ^[5-6]
仪器属性 γ_3	现有设备先进性是否满足用户需求(X_7),现有设备配套性是否满足用户需求(X_8) ^[7-8]
政策激励 γ_4	开放共享对于设备维护的便利性(X_9),是否有有效的政策法规(X_{10}),是否有专业的服务平台(X_{11}) ^[9-10]
共享平台 γ_5	与用户需求对接的渠道(X_{12}),宣传推广平台(X_{13}) ^[3,11]
共享水平 δ_1	设备对外服务率(Y_1),设备对外服务机时(Y_2),设备服务收入(Y_3) ^[12]

1.2 概念模型的构建

在以上分析的基础上,根据结构方程模型,构建大型科学仪器设备共享水平的影响效用概念模型。该模型包含 6 个潜变量,16 个观测变量。其中设备供给能力、所属单位管理机制、仪器本身属性、政策激励以及共享平台建设为外生潜变量,共享水平为内生潜变量。外生潜变量对内生潜变量存在 5 种相关关系,见图 1。

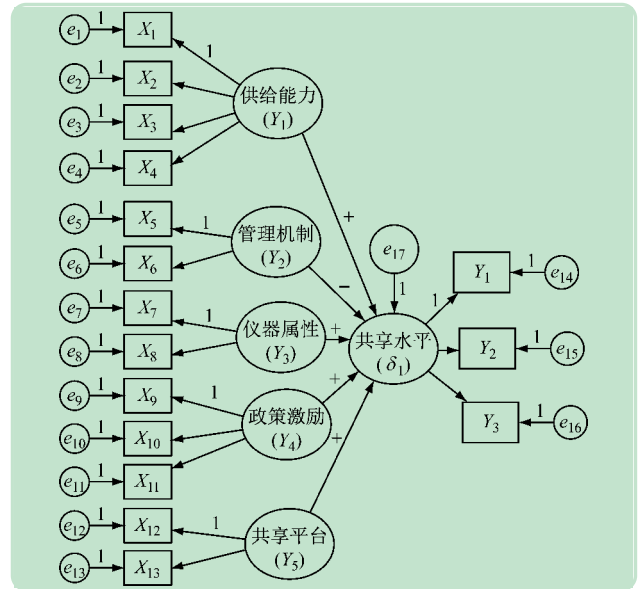


图 1 大型科学仪器共享水平概念模型

1.3 研究假设

1.3.1 供给能力

从此次调研结果来看,天津市大型科研仪器设备的内部共享程度较高,外部共享程度占 29.5%,不共享的设备占比 10.1%,专业领域分布差异也很大,如高技术服务领域的内部共享率高达 90%。65% 的样本企业反映已开放共享的科研仪器设备中,高精尖设备总量有限,且缺乏系统性和成套性,无法为企业提供必需的高端设备和“一站式”服务。65% 的样本企业认为委托单位的技术服务能力,尤其是实验技术人员操作能力不高,缺乏主动性和创造性,造成科研仪器设备共享无法达到预期效果^[13]。本质上来说,资源的稀缺性是资源共享的根本原因。大型科学仪器设备供给能力是指科研仪器所属机构在仪器数量、质量以及服务人员方面的供给能力,主要包括现有科研仪器设备数量(X_1)、对外服务收入(X_2)、提供对外服务人员是否足够(X_3)、操作人员对外提供服务积极性(X_4)。在这些方面有效的提供供给,固定的科研资源可以服务于多方科研机构,有效的共享利用可以缓解科研仪器的相对稀缺性,提升科研资源的利用率,降低科研成本,因此,科研机构的仪器设备供给能力越强,区域的科研仪器共享水平才可能得到有效的提升,据此,本文提出第 1 个假设:

H_1 科研机构的大型科研仪器设备的供给能力与区域的仪器共享水平之间存在正相关关系。

1.3.2 管理机制

管理机制主要包括单位性质及管理机制限制(X_5)与技术保密(X_6)两个指标。大型科研仪器不同于一般的科研资源,价值比较高,维护费用高,在部分研发过程中,科研仪器设备是技术核心机密的重要组成部分。因此,出于技术保密要求和竞争性的关系,使得部分科研院所不能或者不愿开放共享科研仪器。这种限制越多,会增加科研仪器共享利用成本,从而抑制共享水平,据此本文提出第 2 个研究假设:

H_2 科研单位的管理限制性与科研仪器共享水平之间存在负的相关关系。

1.3.3 仪器属性

仪器的属性是指其在满足共享要求中具备的属性,本文由设备先进性是否满足用户需求(X_7)以及现有设备配套性是否满足用户需求(X_8)两个观察项体现。作为一种特别的资源,从供需关系上来说,有效的供给除了在数量上实现之外,更重要的是在质量内涵上的供给,科技资源共享的本质是交易行为^[3],只有在先进性和配套性上都满足用户的需求,才会出现真正的需求满足,供给才有效,这个共享的交易才能真正实现,共享水平才能得到提升。据此,本文提出第 3 个研究假设:

H_3 有效提升科研仪器的先进性和配套性能积极提升大型科研仪器的共享水平。

1.3.4 政策激励

科技资源中的仪器设备类资源作为纯公共物品和私人物品之间的准公共物品,因此,政府有责任和能力来进行配置的调节,从而获得配置效率的提升。政策激励是指在大型仪器开放共享过程中,政府制定的相关规范和机制等要素,包括开放共享对于设备维护的便利性(X_9)、有效的政策法规(X_{10})以及专业的服务平台(X_{11})3 个观察项。缺乏统一便利的使用规范,会增加共享的复杂程度同时提升共享利用的成本,这会抑制大型科研仪器供需双方的积极性,从而降低仪器的共享水平。据此本文提出第 4 个研究假设:

H_4 规范的政策激励机制与大型科研仪器的共享水平的提升之间存在正相关关系。

1.3.5 共享平台

共享平台因素是指大型科研仪器对接要素,主要包括与用户需求对接的渠道以及宣传推广平台(X_{13})。在调查中发现超过 50% 的样本企业认为缺乏有效的科研仪器设备供给信息是影响企业租用设备的重要因素。根据网络结构原理,节点之间的弱联系相比内部的强联系对于节点的影响作用更加明显。对于大型科研仪器共享双方来说,彼此对于仪器的详细信息等缺

乏了解的渠道,缺乏有效的共享平台就无法实现这样的连接,双方选择空间减少,从而造成共享障碍。据此,本文提出第 5 个研究假设:

H_5 有效的共享平台建设与大型科研仪器的共享水平的提升之间存在正相关关系。

2 研究方法

2.1 研究案例

从“我国大型科学仪器设备利用于共享指数研究报告”数据来看,天津市的设备对外服务率、新增设备对外服务率、总对外服务当量机时、信息公开设备比例和区域共享设备比例的指数都在 40 以下,2012 年全国排名 21 位,共享水平增长指数为负值^[2]。这说明天津市的大型仪器设备共享水平有待提高。《天津市科技小巨人发展 3 年(行动)计划(2013~2015)》中明确要求“全市大学、科研院所 50% 以上科研仪器实现开放共享”。本文选取天津市 27 家大型科学仪器设备开放共享单位为样本,探讨其大型科学仪器设备的共享效率,并结合调研,探讨提升共享水平的建设路径。

2.2 数据采集与研究方法

本研究的数据采集方法主要包括访谈、电子邮件形式的问卷调查。由于当前天津市的科研院所中,中央驻津院所拥有的大型仪器设备所占比重较高,课题组对天津市 27 家中央驻津院所和 29 家天津市属科研院所开展了大型科研仪器设备共享情况的问卷调查。由于部分单位没有实现共享以及保密原因,没能有效参与调研,回收问卷有效率达到 60%,符合问卷调查要求。根据 Mueller^[14] 的研究,在运用结构方程方法时样本数量在 200 份以上才能更好地接受模型的统计检验率。本次研究共计回收 213 份,在样本数量上达到结构方面方法的要求。前期研究已经对数据进行了因子分析,判断了相关的信度和效度。本研究主要对所提出的大型科研仪器设备共享水平的提升概念模型进行检验,并对相关假设进行修正。

3 结果分析

3.1 模型检验

通过 SPSS19.0 软件进行信度和效度的检验,通过 Cronbach α 信度系数测量各项指标的内在一致性,结果表明,Cronbach α 系数均大于 0.7,符合一致性标准。平均提取方差(Average variance extracted, AVE)值均大于 0.6,说明各个观测变量的收敛效度较高,各个题项能较好的解释所属的潜在变量(见表 2)。

3.2 基于结构方程的模型检验

在信度和效度检验的基础上,运用 AMOS22.0 对前文提出的概念模型进行拟合,拟合指数整理如表 3 所示。从表 3 可以看出,模型整体的拟合情况尚可,但

表 2 模型检验结果

变量	载荷	误差	Cronbach α	C. R.	AVE
供给能力			0.88	0.85	0.71
现有科研仪器设备数量	0.81	0.25			
对外服务收入	0.78	0.34			
提供对外服务人员是否足够	0.75	0.33			
操作人员对外提供服务积极性	0.86	0.19			
管理机制			0.91	0.85	0.65
单位性质及管理机制限制	0.74	0.34			
技术保密	0.73	0.35			
仪器属性			0.78	0.85	0.61
设备先进性是否满足用户需求	0.78	0.34			
设备配套性是否满足用户需求	0.75	0.33			
政策激励			0.82	0.87	0.67
开放共享对于设备维护的便利性	0.77	0.34			
是否有有效的政策法规	0.71	0.37			
是否有专业的服务平台	0.91	0.12			
共享平台			0.83	0.81	0.72
与用户需求对接的渠道	0.78	0.34			
宣传推广平台	0.82	0.26			
共享水平			0.85	0.82	0.63
设备对外服务率	0.76	0.35			
设备对外服务机时	0.78	0.34			
设备服务收入	0.79	0.28			

表 3 模型拟合度检验结果摘要

拟合指数	拟合值	参考值	是否通过
χ^2/df	3.36	1-3	否
GFI	0.79	>0.90	否
RMSEA	0.09	<0.08	否
CFI	0.94	>0.90	是
NFI	0.91	>0.90	是
RFI	0.85	0.7-0.9	是
IFI	0.93	>0.90	是

是 GFI 和 RMSEA 指数没有达到理想值水平,说明概念模型还需要进步修正。

3.3 模型修正

拟合的改进是用卡方统计量的减少来测量,它能发现使卡方拟合指数减少的有意义的信息。对根据运行结果的 MODIFICATION INDEX 对概念模型提炼出修正指示。当 MI > 3.84 就说明有修正的必要性^[15]。

可能提高模型拟合效果的方式包括在模型中添加

潜变量之间的双向协方差关系以及变量之间的单向路径系数(见表 4)。

表 4 模型修正指数
(协方差)

	M. I.	Par Change
$e_6 \leftrightarrow e_9$	8.505	0.650
$e_5 \leftrightarrow e_{10}$	6.789	0.517

(回归加权)

	M. I.	Par Change
$X_8 \leftarrow X_7$	28.237	0.508
共享平台 \leftarrow 政策激励	19.011	0.355
$X_{11} \leftarrow X_{14}$	7.829	0.330

从表 4 的数据来看, M. I. 最大的是 28.237,为增加 X_7 到 X_8 的路径,均为观测变量,与理论不符。递推考虑 MI 最大值为 19.011,提示增加政策激励到共享平台的路径。除此之外, e_6 和 e_9 ,以及 e_5 和 e_{10} 不属于同一潜变量,增加其相关性在理论上不合理。因此,逐步进行修正,最终的模型增加了政策激励到共享平台的路径。修正后的模型在适配性指标上, $\chi^2/df = 2.18$, GFI 为 0.91, RMSEA 为 0.05,总体上达到了接受水平。相关的路径系数如表 5 所示。

表 5 大型科研仪器共享水平模型路径系数估计结果

	Estimate	S. E.	C. R.	P
共享水平 \leftarrow 供给能力	0.487	2.206	6.475	0.635
共享水平 \leftarrow 管理机制	-0.663	0.058	-6.618	***
共享水平 \leftarrow 仪器属性	0.455	0.079	7.106	***
共享水平 \leftarrow 政策激励	0.378	0.049	10.229	***
共享水平 \leftarrow 共享平台	0.524	0.012	4.949	***
共享平台 \leftarrow 政策激励	0.610	0.076	6.658	***

注:***表示该项检验的显著性水平小于 0.001

Cohen 研究了作为参考的路径系数范围^[16],即绝对值小于 0.1 为小效果,绝对值在 0.1~0.5 之间为中效果,绝对值在 0.5 以上为大效果。

4 结论

从表 5 来看,潜变量之间的路径系数的临界比和 P 值都满足 AMOS 模型要求,说明大型科研仪器设备的供给能力、管理机制、仪器属性、政策激励和共享平台的建设均显著影响着大型仪器的共享水平,其中管理机制是影响最大的因素,若所提假设全部通过。同时,政府的政策激励显著影响着共享平台的建设情况,政策激励对共享平台同时起着直接影响和间接影响作用。因此,在大型科研仪器共享水平的提升路径中,重点需要改进以下 5 个方面。

(1) 进一步增加能够开放共享的大型科研仪器设备供给量。①地方管理部门需按照《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(国发[2014]70号)(以下简称《意见》)要求,加快推动全社会大型科研仪器设备对外开放共享,盘活存量资源;②建立统一的大型科研仪器设备资金投入机制,统筹科技、教育、国资等地方财政资金和中央财政面向地方单位资助资金等多渠道财政资金,建立市(省)级统筹管理机制,增加有效增量资源。

(2) 完善和优化资源单位管理机制。①政府管理部门应加快建立和完善大型科研仪器设备对外服务管理规范,依据服务内容建立政府指导价格、服务质量规范和服务合同管理等行业管理规章,推动大型科研仪器设备共享服务市场规范化运行;②引导和推动资源单位建立有助于促进本单位仪器设备开放共享的管理机制和人员绩效管理制度。对于高校、科研院所等不以对外服务为设备应用主营业务,或受单位属性制约的资源单位,鼓励其建立相对独立对外服务机构,申报相关资质认定,扩大对外开放共享服务的积极性。

(3) 逐步提升大型科研仪器设备共享服务的有效性和附加值。①财政资金支持加大对成套设备的倾斜力度,鼓励资源单位提供一站式服务;②引导资源单位依托人才、智力优势,为服务对象提供依附于科研仪器的技术咨询、检测认证、产品开发、人员培训等多方面技术服务,提升仪器设备服务附加值,进而增强对服务对象,特别是企业自主创新服务支撑能力。

(4) 进一步优势政策支持力度。从天津市和国内部分省市实践看,对大型科研仪器开放共享的政策支持主要以财政资金补贴和奖励为主,且支持对象以资源单位为主。目前,以支持企业创新活动为主的“创新券”机制已在大部分省市推广执行。将仪器设备开放共享支持资金纳入“创新券”统筹应用,对资源单位和服务对象给予双向补贴,不但有助于继续发挥财政引导对资源单位开放共享的推动作用,也能够有效降低服务对象,特别是中小企业仪器设备使用成本。

(5) 完善灵活高效的供需对接机制。目前,天津市已创新建立起面向广大科技型中小企业的“科技淘宝”服务平台,并将大部分资源单位和配套服务单位(科技中介等)纳入平台。但因入网条件限制(设备原值50万元以上)、服务对象覆盖面有限等因素制约,导致科技型企业难以通过平台获取有效需求(如企业对50万元以下设备需求达到80%以上)。因此,进一步放宽入网平台范围,依托互联网对接平台,开展多样化线上线下互动式宣传推介,对于提升资源单位开放共享积极性和服务对象获取信息的便捷性,促进全市

科研仪器开放共享,均具有十分有效的推动作用。

此外,表5验证结果表明,通过政策激励促进共享平台建设,也是促进科研仪器开放共享的有效途径。按照《意见》要求,各资源单位和地方管理部门应建立相应的资源管理和开放共享平台,并纳入国家开放共享平台,从国家层面保证了资源单位所属大型科研仪器设备,特别是利用财政资金购置仪器设备纳入覆盖范围更广的共享平台。对于地方政府,要提高共享平台服务本地区域创新的支撑能力,需要加强政策引导和规范,推动本地资源单位将所属仪器设备纳入共享平台,并鼓励服务对象通过共享平台获取仪器设备服务。同时利用综合性财税政策吸引中央科研单位和外埠资源单位面向本地企业开展共享服务,丰富本地共享平台的服务能力和服务效率。

参考文献(References):

- [1] 彭洁,赵伟,屈宝强.科技资源管理基础[M].北京:科学技术文献出版社,2014:11-43.
- [2] 国家科技基础条件平台中心.我国大型科学仪器设备利用与共享指数研究报告(2013年)[R].2014.
- [3] 郑长江,谢富纪.科技资源共享的成本——收益分析[J].科学管理研究,2009,27(5):33-38.
- [4] 杨丽.近10年来我国大型科学仪器设备共享研究进展与述评[J].中国管理信息化,2015,17(8):108.
- [5] 郑庆昌,张丽萍,谭文华,等.科技条件平台共享机制内涵与构成探究——基于资源共享利益矛盾的视角[J].科学学与科学技术管理,2009(2):10-43,22.
- [6] 姜远达,李霞.高校仪器设备开放共享模式的现状及相关影响因素分析[J].实验室研究与探索,2015,34(10):270-273.
- [7] 刘嘉南,潘信吉.大型仪器设备开放共享的研究与探索[J].实验室研究与探索,2009,28(3):284-287.
- [8] 王启发,李庭古,郑智丹.大型仪器设备共享的影响因素及对策[J].甘肃科技,2009,25(23):7-9,18.
- [9] 吴长曼.浅析“科技资源共享”[J].科技管理研究,2007,27(1):49-51.
- [10] 肖李鹏,汤光平.国内外大型科学仪器设备开放共享分析及对策[J].实验室研究与探索,2016,35(4):275-278.
- [11] 宋立荣,刘春晓,张薇.我国大型科学仪器资源开放共享建设中问题及对策思考[J].情报杂志,2014(11):1-6,13.
- [12] 郭鹰,何世伟,吴晓玲.浙江省大型科学仪器设备开放共享绩效评估[J].实验技术与管理,2016,33(3):263-266.
- [13] 张田力,徐大海,沈延斌.科研仪器设备开放共享实现路径研究[J].实验室研究与探索,2015,34(3):274-278.
- [14] Mueller. Structural equation modeling: Back to basics[J]. Structural Equation Modeling, 1997(4):353-369.
- [15] Boozii R P. Yi Yon the evaluation of structural equation models[J]. Academic of Marketing Science, 1988(16):76-94.
- [16] Cohen. Statistical power analysis for the behavioral sciences[M]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.