

# 基于 TRIZ 的建筑脚手架专利技术创新规律探索

丁志坤,王家远,廖钊斌,岳攀,韩卫梅

(深圳大学,广东 深圳 518060)

**摘 要:**建筑专利是建筑业新技术、新产品开发活动的标志性成果。通过系统收集 2002 年至 2009 年在我国申请公开的 764 份脚手架类专利,并基于 TRIZ 理论中的矛盾矩阵及发明原理对其要点进行提取和分析,找出了 2002-2009 年间脚手架类专利应用频数较高的 6 个改善参数、5 个恶化参数以及 5 个发明原理,揭示了脚手架的技术创新规律,然后结合建筑业实践,对这些规律存在的原因进行分析,为未来脚手架技术创新实践指明了突破的方向,有利于加快我国脚手架类专利技术创新的步伐。

**关键词:**专利;TRIZ;脚手架;技术创新

中图分类号: F 406.3

文献标志码: A

文章编号: 1008-7192(2013)01-0038-07

## The Exploration on the Inventive Principle of Patented Technology of Construction Scaffolding Based on TRIZ

DING Zhi-kun, WANG Jia-yuan, LIAO Zhao-bin, YUE Pan, HAN Wei-mei

(Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

**Abstract:** The construction patent is one of the important outcomes in new technological and new product development activities. The paper collects systematically 764 scaffolding patents issued in China from 2002 to 2009 and analyzes the key points of them based on the Table of Contradictions by Altshuller's theory of TRIZ. Among them 6 items of features to improve, 5 items of undesired result and 5 inventive principles have been selected according to the higher application frequency, aiming to reveal the principle of technological invention of scaffolding. Combining with the construction practice, the paper discusses the cause of the principle. The outcome of the research points out the direction for the technological invention of scaffolding, which contributes to accelerating the development of scaffolding patent.

**Key words:** patent; TRIZ; scaffolding; technological invention

作为国民经济支柱产业之一的建筑业是对技术创新依赖性很强的一个行业。回顾近二十

年来,建筑业的飞速发展无不借助于技术上的创新,例如模板技术中的滑动模板、爬升模板及飞

收稿日期:2012-09-17

基金项目:教育部人文社科青年基金项目(10YJCZH025);国家自然科学基金项目(71202101);深圳大学重点教研项目(JG2012080)

作者简介:丁志坤(1978-),男,山东莱州人,深圳大学土木工程学院副教授,博士,研究方向为工程管理、技术创新。

模等;建筑材料中新型预拌、高强、高性能混凝土材料等。以上的创新成果大大提高了建筑业的生产效率、质量和环境保护能力,降低了成本。然而根据国家知识产权局公布的专利统计数字,固定建筑物类的专利数量为 14 000 余项,占全部专利数量的 5.7%,从 8 大类专利的排名来看,固定建筑物类专利总量是倒数第二,而机械工程类的专利总数占全部专利数量的 10%以上,这表明建筑行业创新的力度还远远不够,因此如何系统而有效的加快建筑业技术创新已经成为摆在学者和业内人士面前亟待解决的问题。

TRIZ 是前苏联海军专利调查员根里奇·阿奇舒勒及其同事于 1946 年提出的经典技术创新理论。在他领导下的研究机构对筛选出的数十万份专利进行分析,从各个发明问题的最有效解中抽象出了 TRIZ 解决发明问题的基本方法,常用的有矛盾矩阵和 40 项创新发明原理。近年来,TRIZ 已经成为许多领域解决创新性问题的有力方法,许多世界级公司如福特、施乐等也开始应用 TRIZ 进行产品创新<sup>[1]</sup>。但 TRIZ 在我国建筑行业的应用还鲜有见到。因此,应用 TRIZ 理论来提高建筑行业的技术创新水平潜力巨大。

建筑专利是建筑业新技术、新产品开发活动的标志性成果,而且具有全面性、信息的充分性、与技术研究的开发联系紧密、客观性以及易获得性等特点<sup>[2]</sup>,因此利用 TRIZ 理论进行建筑专利的系统分析,揭示技术创新的规律,极有可能成为一条加快技术创新步伐、降低成本的重要途径。不同种类的专利在技术创新过程中可能具有不同的规律,鉴于此,本文针对建筑业中必不可少的脚手架专利进行研究,脚手架不仅对建筑施工速度、工作效率、工程质量以及工人的人身安全有着直接影响,而且它也占用着施工企业的大量流动资金,是企业经济管理工作中的重要环节之一<sup>[3]</sup>,对其进行技术创新规律的探索研究具有现实意义。通过对脚手架专利的系统收集和统计分析,确定该类专利所应用的矛盾矩阵参数和发明原理,统计出使用频数较高的改善参数、恶化参数以及发明原理,并结合建筑业的特点,揭示脚手架专利的技术创新规律,使业内相关人员能更好的

了解脚手架技术创新的发展状况、规律及趋势,为脚手架技术创新的未来发展指明方向。

## 一、建筑脚手架专利分析原理

### 1. 专利分析原理

专利文献主要包括摘要、权利要求书、说明书、附图等内容。专利说明书阐述了专利的技术背景以及需要解决的问题,并且指出发明的目的;权利要求书说明了该发明区别于其他发明的特征,并介绍新的解决原理。在对专利进行分析时,利用 TRIZ 理论的相关工具重点分析专利文献的权利要求书和说明书。根据专利说明书的内容,可以总结出需改善的参数;根据权利要求书的内容概括提取出此解决方案区别于以前的方案所恶化的参数。之后根据这些改善参数和恶化参数在 TRIZ 矛盾矩阵表中找出对应的发明原理。按照以上思路,对选出的脚手架专利进行分析统计,可以得出应用频数较高的改善参数和恶化参数以及发明原理。

### 2. 专利要点的提取

根据本文的研究目的,需要在专利文献中提取的要点应该包括:专利号、专利名称、专利摘要、专利技术背景、解决的冲突(冲突的类型和问题的结构)、解决的发明原理。其中,专利号、专利名称、专利摘要以及附图都是专利文献的直接组成部分<sup>[4]</sup>;专利的技术背景、解决的冲突、专利的创新性在专利文献中所占篇幅比较大,需要对其进行归纳和整理。专利的技术背景包括现有技术或产品采用何种方法或原理解决了何种问题,另外,何种问题尚未解决等,明确专利发明之前的技术状况和专利针对的原有系统的组成要素和功能。解决的冲突是对专利中的具体解进行剖析,转化为 TRIZ 理论的通用解<sup>[5]</sup>,即对专利说明书和要求书的内容进行总结,概括解决方案解决的问题以及与之之前方案相比存在哪方面的不足,抽象出 TRIZ 理论中的改善参数及恶化参数。再利用冲突矩阵表查找可以应用的发明原理解决相应的标准问题。

## 二、脚手架专利分析结果

### 1. 专利分类频数

建筑脚手架类专利属于 IPC 分类中的 E 部

分。本研究对广东省信息专利平台所含的 2002—2009 年间的脚手架类专利进行了系统收集,总共收集了 764 份包括 10 个不同类别的专利文献。为确保样本的代表性,各年份专利样本的抽取遵循各子分类专利总量按比例抽取的原则。另外,

为了更好地反映专利技术的运用情况,对已得到更多运用的 2008 年专利抽取量最多。通过数量庞大的专利分析,保证研究成果对脚手架类专利具有充分的代表性。各子类专利数量如表 1 所示。

表 1 各子类中所挑选的专利数量

子分类	名称	数量
E04G1	主要支在地上的脚手架	225
E04G3	主要由房屋结构支承的脚架	214
E04G5	施工用脚手架的组件	79
E04G7	脚手架构件之间的连接	214
E04G11	用以制作墙、楼板、顶棚或屋顶用的模壳,模板或工作架	23
E04G17	模壳,工作架结构或模板用的连接件或其他附件	3
E04G21	建筑材料或建筑构件在现场的制备、搬运或加工;施工中采用的其他方法和设备	3
E04B1	一般建筑物构造墙,例如,间壁墙、屋顶、楼板、顶棚、建筑物的隔绝或其他防护	1
E04C2	结构构件、建筑材料	1
E04G25	具有用可靠部件结合在一起的构建	1
合计		764

2. 通用工程参数应用频数分析

根据 TRIZ 理论中的矛盾矩阵和相关专业知识,对专利中的权力要求书和说明书要点进行提取,抽象出矛盾参数。共发现 2 118 次通用工程参数应用,并将工程参数分为改善工程参数和恶

化工程参数两大类。

(1)改善工程参数应用频数分析。改善工程参数在选取的专利文献中共得到了 1 087 次应用。平均每份专利文献应用 1.4 次。应用频数统计结果如表 2 所示。

表 2 改善参数应用频数统计

序号	改善工程参数名称	应用频数	序号	改善工程参数名称	应用频数
1	运动物体的质量	0	21	功率	6
2	静止物体的质量	31	22	能量损失	4
3	运动物体的长度	1	23	物质损失	67
4	静止物体的长度	1	24	信息损失	1
5	运动物体的面积	0	25	时间损失	42
6	静止物体的面积	1	26	物质或事物的数量	28
7	运动物体的体积	0	27	可靠性	178
8	静止物体的体积	19	28	测试精度	0
9	速度	4	29	制造精度	13
10	力	4	30	物体外部有害因素的敏感性	13
11	应力或压力	0	31	物体产生的有害因素	20
12	形状	8	32	可制造性	45
13	结构的稳定性	55	33	可操作性	171
14	强度	48	34	可维修性	25
15	运动物体作用时间	0	35	适用性和多用性	115
16	静止物体作用时间	4	36	装置的复杂性	50
17	温度	0	37	监控与测试的困难程度	19
18	光照度	0	38	自动化程度	29
19	运动物体的能量	0	39	生产率	85
20	静止物体的能量	0			

由表 2 可以看出,用于改善建筑脚手架专利技术的工程参数中,应用频数较高的 6 个工程参数包括参数 27 可靠性,应用频数 178 次;参数 33 可操作性,应用频数 171 次;参数 35 适用性和多用性,应用频数 115;参数 39 生产率,应用频数 85

次;参数 23 物质损失,应用频数 67 次;参数 36 装置的复杂性,应用频数 50 次。这些使用频数比较高的参数,可以反映近几年建筑脚手架在性能方面的重点关注方向,这 6 个参数的具体内容见表 3。

表 3 应用频数较高的改善参数具体内容

序号	改善参数名称	频数	具体内容
27	可靠性	178	系统在规定的材料及状态下完成规定功能的能力
33	可操作性	171	是指要完成的操作应需要较少的操作者、较少的步骤以及使用尽可能简单的工具
35	适用性和多用性	115	物体或系统响应外部变化的能力,或应用于不同条件下的能力
39	生产率	85	单位时间内完成的功能或操作数
23	物质损失	67	部分或全部、永久或临时的材料、部件或子系统物质的损失
36	装置的复杂性	50	系统中元件数目及多样性。掌握系统的难易程度是其复杂性的一种度量

钢管脚手架施工管理混乱,施工过程缺乏监管,使用材料来源混杂且常常达不到标准,使得近年来发生了多起重大安全事故,而且为适应现代化建设,楼层越建越高,急需提高脚手架的可靠性来增加脚手架的安全性<sup>[6]</sup>,参数 27 可靠性的高频数应用说明了建筑业近些年对行业安全的重视。而参数 33 可操作性使用较多的原因是由于建筑行业人口流动性大的特点,导致只有较少的工人拥有熟练的专业技术,因此急需改变建筑脚手架的可操作性,使其操作方便,这也是导致参数 36 装置复杂性使用较多的主要原因,通过减少脚手架现场装配、拆卸的复杂性,可以降低对工人技术能力的要求,适应建筑业的从业人员特点。工程参数 35 适用性及多用性应用频数较高的原因可能由于传统脚手架是一种尺寸固

定的脚手架,它的纵拉杆和横拉杆与立杆采用卡箍连接,使用时其高度不可随时调节,无法很方便的移动,因此,改善脚手架的适应性及多用性,使其适用于各种环境是非常重要的。参数 39 生产率关注较多的原因是由于传统脚手架搭设费时费力,所需连接件非常多,因此大量专利从改善连接件入手来改善脚手架搭设速度。工程参数 23 物质损失使用较多的原因是脚手架系统使用构件繁多,且主要以钢材为主,露天作业,很容易被腐蚀。因此对脚手架的物质损失就引起了重视。

(2)恶化工程参数应用频数分析。恶化工程参数在选取的专利文献中共得到了 1 031 次应用。平均每份专利文献应用 1.3 次。应用频数统计表如表 4 所示。

表 4 恶化参数应用频数统计

序号	恶化工程参数名称	应用频数	序号	恶化工程参数名称	应用频数
1	运动物体的质量	2	21	功率	3
2	静止物体的质量	14	22	能量损失	8
3	运动物体的长度	2	23	物质损失	20
4	静止物体的长度	5	24	信息损失	0
5	运动物体的面积	2	25	时间损失	11
6	静止物体的面积	0	26	物质或事物的数量	34
7	运动物体的体积	4	27	可靠性	83
8	静止物体的体积	6	28	测试精度	3
9	速度	0	29	制造精度	61

续表 4

序号	恶化工程参数名称	应用频数	序号	恶化工程参数名称	应用频数
10	力	6	30	物体外部有害因素的敏感性	136
11	应力或压力	3	31	物体产生的有害因素	21
12	形状	7	32	可制造性	126
13	结构的稳定性	31	33	可操作性	48
14	强度	43	34	可维修性	35
15	运动物体作用时间	2	35	适用性和多用性	42
16	静止物体作用时间	0	36	装置的复杂性	208
17	温度	0	37	监控与测试的困难程度	18
18	光照度	0	38	自动化程度	11
19	运动物体的能量	0	39	生产率	36
20	静止物体的能量	0			

由表 4 可以看出,在改善建筑脚手架技术时,被恶化的工程参数出现频数较高的 5 个工程参数为参数 36 装置的复杂性,出现频数 208 次;参数 30 物体外部有害因素的敏感性,出现频数 136 次;参数 32 可制造性,出现频数 126 次;参数

27 可靠性,出现频数 83 次;参数 29 制造精度,出现频数 61 次。这些参数的多次出现反映了近几年建筑脚手架专利在性能方面存在的主要问题,这 5 个参数的具体内容见表 5。

表 5 应用频数较高的恶化参数具体内容

序号	恶化参数名称	频数	具体内容
36	装置复杂性	208	系统中元件数目及多样性,掌握系统的难易程度是其复杂性的一种度量
30	物体外部有害因素的敏感性	136	物体对受外部或环境中的有害因素作用的敏感程度
32	可制造性	126	物体或系统制造过程中简单、方便的程度
27	可靠性	83	系统在规定的方法及状态下完成规定功能的能力
29	制造精度	61	制造精度是指系统或物体的实际性能与所需性能之间的误差

近年来,建筑结构的形式越来越复杂,脚手架的种类在日益增多,为了脚手架操作方便,以及满足其可靠性和安全性的要求,其本身装置不可避免的更加复杂,其制造过程也会更加复杂,制造难度势必增大,可制造性降低。工程参数 29 制造精度恶化的原因,以门式脚手架为例,由日本引入我国以来,厂家根据自己的想法改装成独特的形式,由于各厂的产品规格不同,质量标准不一致,给施工单位使用和管理工作带来一定困难。同时,由于有些厂采用的钢管材质和规格不符合设计要求,门架刚度小,使用过程易变形,再加上近几年来,国内的民营脚手架租赁公司如雨后春笋般的成立,在搞活租赁市场的同时,因政府主管部门在某些方面的管理措施不到位,造成

了脚手架市场扣件价格仅 2.5~3.0 元/只,脚手架钢管壁厚只有 2.5~3.0mm,严重扰乱了建筑脚手架市场的有序竞争。因片面追求利润致使一些材质差、壁薄的扣件钢管投放市场<sup>[6]</sup>,再加上脚手架本身的材质容易被腐蚀,造成脚手架的安全可靠性也随之变差。

通过对比以上改善参数和恶化参数可以看出,部分参数是重合的,这表明已有脚手架专利在努力改善某些性能的同时,也导致了其他性能的恶化,这种矛盾恰恰是 TRIZ 理论努力解决的问题。因此,如何使用 TRIZ 理论中的发明原理避免以上矛盾应是今后脚手架技术创新研究的一个重点。

3. 发明原理应用频数分析

应用 965 次,平均每份专利应用 1.3 次。发明原

由 764 份专利文献中提取的发明原理共被

理应用的统计分析结果如表 6 所示。

表 6 发明原理应用频数统计

序号	发明原理名称	频数	序号	发明原理名称	频数
1	分割	164	21	减少有害作用的时间	1
2	抽取	53	22	变害为利	3
3	局部质量	52	23	反馈	9
4	增加不对称性	12	24	借助中介物	77
5	组合、合并	47	25	自服务	18
6	多用性	22	26	复制	23
7	嵌套	16	27	廉价替代品	7
8	重量补偿	0	28	机械系统替代	23
9	预先反作用	6	29	用气压与液压结构	8
10	预先作用	136	30	柔性壳体或薄膜	2
11	事先防范	47	31	多孔材料	3
12	等势	2	32	改变颜色、拟态	0
13	反向作用	10	33	同质性	0
14	曲面化、曲率增加	6	34	抛弃或再生	3
15	动态特性	99	35	物理或化学参数变化	72
16	未达到或过度的作用	2	36	相变	0
17	一维变多维	17	37	热膨胀	0
18	机械振动	0	38	加速氧化	0
19	周期性动作	4	39	惰性环境	2
20	有效作用的连续性	2	40	复合材料	17

由表中数据可以看出,在建筑脚手架专利中

应用频率较高的 5 个发明创造原理为:1 分割原

理,应用频数 164 次;10 预先作用原理,应用频数

136 次;15 动态特性原理,频数 99 次;24 借助中

介物原理,频数 77;35 物理或化学参数变化,应

用频数 72 次。以上原理的具体内容如表 7 所示。

表 7 应用频数较高的发明原理其具体内容

序号	发明原理名称	频数	内容
1	分割	164	将物体分割成独立的部分,使物体成为可组合的(易于拆卸和安装),增加物体被分割的程度
10	预先作用	136	事先完成部分或全部的动作或功能,在方便的位置预先安置物体,使其在第一时间发挥作用,避免时间的浪费
15	动态特性	99	使其在各动作、阶段的性能最佳,将物体的结构划分成既可变化又可相互配合的若干组成部分,使不动的物体可动或可自适应
24	借助中介物	77	采用中介体传递或完成所需动作,把一个物体和另一个物体临时结合在一起
35	物理或化学参数变化	72	改变物体的温度或体积等参数,改变物体的柔性

分割、预先作用、动态特性被广泛采用,可能

的原因在于这几个原理所建议的措施都或多或

少的与减少复杂性有关,例如,动态特性原理中

强调的自适应性;预先作用原理中的事先完成部

分或全部功能;分割原理中强调的易于拆卸或组

装。随着社会生活节奏的不断加快,建筑行业势

必要提升自身的工作效率,脚手架技术作为施工过程中必不可少的一个环节,必然要提高自身的灵活性以及对各种环境的适应能力,减少复杂性,从而加快施工速度。因此,许多专利抓住了这个重点进行优化设计。传统的脚手架使用时其高度不可随时调节,无法随意移动,拆装也非常不方便,而现有的脚手架专利,例如,依靠电动整体提升可满足高层建筑施工,或者是在立柱底部装上万向轮,在立杆上预先设置带有定位孔的扣盘,在横杆端部预先设置与扣盘对应扣接的插头,还有将传统的用一根根独立钢管搭建的方法设计成由若干个框架单元组成等等,这些方法从某种程度上提高了脚手架灵活性和施工速度。对于发明原理<sup>24</sup>借助中介物的应用,例如随着建筑楼层的普遍增高,借助一种防倾覆装置,将施工或升降荷载均匀分布至各施工层上,可增加升降脚手架架体工作的稳定性和可靠性。发明原理<sup>35</sup>物理或化学参数变化主要是针对建筑工程本身繁杂的特点,创造性的发明一些便于操作的工具,例如发明一种专门用于室内装饰装修的高跷式脚手架及专门针对超高层的外用单排脚手架。

### 三、结 论

TRIZ理论提供的矛盾矩阵和发明原理,可以有效缩小技术问题的解空间,使技术创新更具有效性,通过统计已有专利中矛盾矩阵参数以及发明原理的使用频数,揭示该类专利的技术创新

规律,可以极大提高实践中技术创新成功的概率,减少时间和经济成本。另一方面,专利数据对于分析一个行业或者一个技术领域的技术创新来说,有着无可比拟的优势,主要在于专利文献的著录项目规范、具体、涵盖内容全面。因此,对已有专利信息的充分利用不仅可以避免重复劳动,而且可以借鉴已有专利中的知识启发思路,解决技术创新问题。将以上两方面进行结合,充分挖掘各自的优势,可以为行业技术创新实践提供理论层面的指导。

本文根据以上思路,利用TRIZ理论提取专利要点,之后进行统计分析,得出了以下结论:首先,脚手架的搭设工艺未来将更多采用组装方法,减少或不用扣件和螺栓等零件;其次,其组装方法逐步由单根杆件组合过渡到做成一定高度的标准节进行组装,以便实现快速搭拆和整体拖运,提高效率。根据所发现的规律,工程技术人员可以首先参考最常用的工程参数与发明原理,解决实践中所遇到的脚手架技术难题,减少技术创新成本。

本文对脚手架类专利进行大量统计分析,揭示了其技术创新规律,从宏观上把握了建筑业脚手架技术未来发展趋势,但针对建筑业其他种类专利的分析还有待开展,例如建筑门窗、锚杆等专利的分析还鲜有见到。在未来研究中,可通过系统分析各类专利成果,挖掘潜在技术创新规律,进而有效把握建筑行业的未来发展方向,从而加快建筑行业的技术创新步伐。

### 参 考 文 献

- [1]郑称德. TRIZ的产生及其理论体系—TRIZ:创造性问题解决理论(I)[J]. 科技进步与对策, 2002, 19(1):112-114.
- [2]王燕玲. 基于专利分析的行业技术创新研究:分析框架[J]. 科学学研究, 2009, 27(4):622-628.
- [3]宋建青. 论述常用建筑脚手架存在的问题及发展趋势[J]. 福建建材, 2011(4):14-17.
- [4]丁志坤,王杰富,何漫波,等. 基于TRIZ的建筑模板专利创新规律研究[J]. 工程管理学报, 2011, 25(2):143-146.
- [5]杨清亮. 发明是这样诞生的:TRIZ理论全接触[M]. 北京:机械工业出版社, 2006:74-75.
- [6]谢其盛,金国光,王月灿. 我国建筑脚手架现状及发展方向[J]. 建筑机械化, 2006(9):17-21.