

行为理论——设计活动的通用方法

[德] Winfried Hacker, Piene Sachse, Annekatrin Wetzstein, Constance Winkelmann
翻译: 常德功 译校: 薄建全

摘要: 对工程设计的实证研究指出了提高解决方案质量的步骤特征: 机会策略; 用脑思考和用手思考(画草图)相结合; 对自己的成果进行提问式反思。这些步骤特征符合工作活动的思维调控理论的预测(“行为理论”).

中图分类号: TB21

文献标识码: A

文章编号: 1006-754X(2006)02-0125-04

Action theory — a generic approach to design activity

Abstract: Empirical research in engineering design indicates procedural characteristics which improve solution quality: opportunistic strategy; combination of thinking by head with thinking by hand (sketching); question-based reflection of own results. They correspond with predictions of the generic theory of mental regulation of working activities (“action theory”).

当今的设计思维方法仅仅考虑了设计的一些方面。行为理论提供了许多更适宜的附加方面。按照行为理论,本文根据现场和实验研究,讨论了工程设计中思维活动调控的三个主要问题。

(1) 将设计的“最佳整体策略”方法,与许多旨在提高解决方案质量的具体的个别步骤特征作对比。

(2) 内部(思维)活动组件和外部(思维驱动源)活动组件的相互作用,尤其是针对草图作为“思维工具”所扮演的角色。

(3) 经过对交流对话在行为控制方面所起作用的分析,将执行性行为控制的反思类型与仅仅是认知式的解答问题技术作对比。

尽管关于机械工程设计的思维特征的成果不断增加,但是至今仍没有一个能够解释和组织这些成果的可接受的理论框架。在工程设计的文献中,对于设计过程常常只在设计思维或解决设计问题的方面进行了描述。然而从心理学观点来看,这种方法只是考虑了设计过程的某些方面。设计过程与思考过程(例如推导)一起,是一个知识丰富的活动,这些知识依赖于长期记忆的回溯。设计过程也是一个带有基本的外部思维驱动源组件的过程(例如,画草图、即兴模型制作、言谈)。此外,设计活动是面向目标的工作任务。

因此,在复杂的工作活动方面,作者提出了一个工程设计框架,从而将更合理的行为理论方法应用到 Lewin 定律^[1]中。

按照此框架,本文讨论了工程设计中思维工作活动调控的三个主要问题。

1 一个最佳的策略,还是一系列旨在提高解决方案质量的具体的个别的过程特征?

近年来,有大量关于工程设计策略的现场和实验室研究。冯·威特^[2]最近进行了一次评述,他的最主要的结论是:

(1) 在大量的案例中,观察到经验丰富设计师的设计过程与设计理论(Pahl 和 Beitz^[3])以及标准规范(例如德国 VDI 标准 2221)中所建议的策略之间有不相符之处。

(2) 不同的设计者因其经验不同而采用不同的策略。该评述总结到:“一个适于所有人的最佳设计策略是不存在的”^[2]。

因此,一方面看来似乎确实没有一个最佳的设计策略,而另一方面,据报道有许多单个过程特征似乎至少在大多数情况下与成功的结果相关(有关回顾参见文献^[2])。这类特征是:

——对任务需求的彻底分析;

- 相关信息的全面了解；
- 对解决问题过程中的实质部分采用图形式和概念式双重描述并频繁交替使用；
- 寻找替代解决原理；
- 反思式结果评价。

从行为理论的观点来看,这些正是成功行为调控的特征。

如果将“策略”一词定义为“选择面向目标的行为顺序的一般启发式决策规则”,那么要识别在真实工作情况中所执行的实际设计策略,似乎就太难了。因此,将研究限制在一个问题上:在一组未经过任何设计方法学培训的、非专业的参加者样本中,是否能够找出与他们所做的结果相符合的过程特征。作者针对 Wetzstein 和 Hacker^[4]报道的三项实验研究作了探讨。参加者($n=204$,德累斯顿工业大学的学生)被要求设计一个专门的花园烧烤架。他们得到一份需求清单,并被要求手工绘制详细的三维草图,不必按照比例绘制。当将分析限制在对比拥有最好($n_1=10$)和最坏($n_2=10$)解决方案的参加者的子群时,结果表明(表 1),较好解决方案质量对应于较长的总工作时间、较长心理过程(思考和反思)的时间、较多的参加者开发了超过一个解决方案(即给出备选方案)、更频繁地交替绘制整个系统的草图和系统部件的草图。

表 1 设计活动过程特征的对比(产生最好($n_1=10$)与最差($n_2=10$)解决方案的两个参加者组别:平均(M),标准误差(SE))

Table 1 Comparison of procedural characteristics of design activity (two subgroups of participants with best ($n_1=10$) vs. worst ($n_2=10$) solutions: mean (M), standard error (SE))

过程特征	解决方案的质量		差异显著性 ($M \pm SE$)
	最高	最低	
总时间消耗/min	43.3 ± 5.1	21.3 ± 3.4	0.01
心理过程的时间份额(没有外在活动)/%	2.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.05
开发备选方案的参加者份额/%	50.0	0.0	0.05
整体系统/部件间转换的平均频率	2.9	1.2	0.05

注:数据来源于文献[4]。

这些不同可以在全部参加者的组群中得到证实。因此,该假设得到验证:尽管没有一个“最好的策略”,但是许多具体的过程特征与更好的设计结果相对应。进一步研究是必要的。

2 内部(思维)和外部(思维驱动源)行为组件之间的相互作用——以绘草图为例

行为理论借助于内部或思维组件和外部或思维驱动源组件之间的相互作用来描述工作。行为的形象化/抽象化理论^[5]为这种相互作用提供了一个模型。设计活动既包含了思维组件又包含了思维驱动源组件,两者均有助于“行为中的思考和行为前后的思考”。

按照此方法,作者考虑了关于机械工程设计中绘制草图的功能的几个问题。

(1) 草图在 CAD 工作中仍然适宜吗?

对 106 位机械工程设计师的调查显示^[6],在 CAD 工作之前,甚至在 CAD 工作期间,手工草图仍然被广泛使用。大约 70% 的设计师声称在 CAD 工作的准备阶段画草图,60% 的设计师声称在 CAD 工作期间画草图。超过 90% 的设计师声称,“产生解决方案”以及“帮助交流”是在 CAD 工作内使用手工草图的主要目的。三维 CAD 因此并未取代徒手画草图,而是开启了一个交互作用的混合过程。

(2) 画草图改变了机械工程设计程序的哪几个特征?

作完善的分析需要进行试验设计以及统计上足够数量的参加者,他们拥有可类比的培训和经验,接受相同的工作任务。作者在德累斯顿课题组进行了一系列此类实验研究^[7]。

表 2 显示了针对三所欧洲大学的 76 个工程设计学生的研究结果,这些学生被要求用三维 CAD 程序设计一个驱动装置。

表 2 有、无手工草图的 CAD 工作中的过程特征(M)^[7]

Table 2 Procedural characteristics (M) in CAD-work without vs. with manual sketching^[7]

相关变量	无草图	有草图	重要性	影响大小
过程特征				
在它们之中的步骤总数	40.2	25.6	0.01	0.81
准备步骤	7.1	4.5	0.01	0.77
重复步骤	3.4	1.7	0.01	0.75
定位步骤	20.4	14.1	0.05	0.71
改正步骤	3.0	1.4	0.01	0.78
检验步骤	6.2	3.8	0.01	0.80
性能特征				
质量(正确部分的数目)	4.0	3.7	ns	
解答时间/min	12.5	13.5	ns	

注:三维程序“Caligari true space”; ns 表示不重要。

在一个组内,参加者被要求在用计算机设计之前手工画草图,而另一组则不能事先画草图。草图是单色的线图,无阴影或颜色,线条粗细一样。

差异分析显示,在工作步骤总数以及这些步骤的类型之间存在显著差异. 特别是重复、修正和检验操作的次数由于先前的画草图而被减少, 而总工作时间没有延长.

(3)如何解释通过画草图对设计活动的表面结构的改进?

画草图的作用：①可作为已外化的即将生成的想法的外部储存器；②可提供一个“腐殖土”物理环境——在其中可以进行构思；③和/或可自动产生想法。这里最后的一个可能性，即想法通过画草图浮现，符合“视觉思维”方法^[8]。在援引的调查和其他访谈研究中，有经验的设计师认为，手工画草图不仅有助于记忆，而且还能改进已有解决方案的原理，也就是说，它们也是思维的工具。

图 1 显示的是需要进行设计的一个专用花园烧烤架的手工草图。

虽然这些陈述似乎令人信服,但是从实验方法学的角度来看上述的最后一个观点很难被证实.

因此,作者再次运用实验性研究以便考察草图作为思维工具的作用。在该研究中参考本地学生($n=60$,德累斯顿工业大学学生),分析了设计任务分析的初期阶段。参加者被要求回答涉及部件以及机械系统内关系的问题。图2说明了机械系统的类型。

作者仅仅在试验研究的开始阶段给出这些系统的书面描述。在一个组中，参加者被要求在提出问题之前先画系统草图，而在另一组中，则不能画草图。第一组的草图在回答问题之前被拿走。结果表明，草图没有改进那些可以从描述中回忆起的针对系统部件的回答，然而，它却显著地提高了对那些没有在描述内直接提供的，而是必须通过推断得知的系统内部关系方面问题的正确反应（表3）。

表3 在运用和没有运用草图的机械系统中的任务分析的结果(平均、标准误差、影响大小)

Table 3 Results of task analysis in mechanical systems with and without sketching (means, standard errors, effect-sizes)^[7]

相关变量	没有草图的分析		有草图的分析		与草图有关的差异和影响大小	
	低复杂性	高复杂性	低复杂性	高复杂性	低复杂性	高复杂性
改正系统部件/%	84.4 ± 2.9	72.9 ± 3.7	93.6 ± 2.0	75.3 ± 3.9	9.5 ns	2.4 ns
改正关系/%	90.8 ± 2.1	62.0 ± 3.9	94.1 ± 2.2	82.5 ± 3.3	3.3 ns	20.5 0.01 0.93
解决时间	6.5 ± 0.4	7.7 ± 0.5	6.0 ± 0.4	7.7 ± 0.4	0.5 ns	0.0 ns

注：ns 表示不重要。

因此,至少对于此类任务,画草图确实能改进思维。这些结果符合心理的、(可能)概念上的、视觉的、或者感官上的部件之间的循环相互作用的方法^[8]。

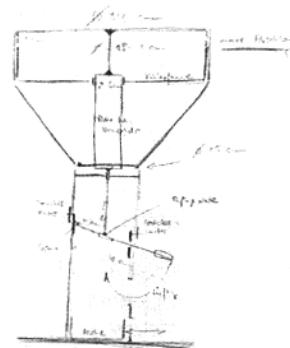
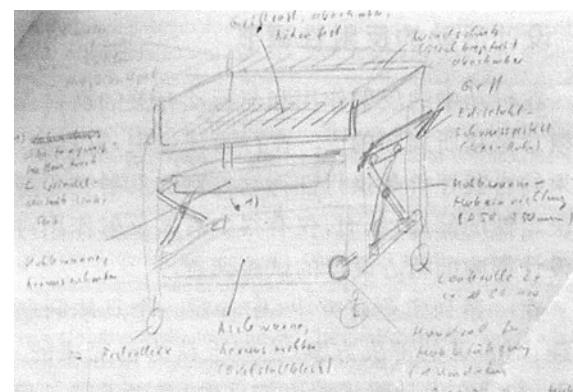


图 1 设计草图的举例

Fig. 1 Examples of a design sketches

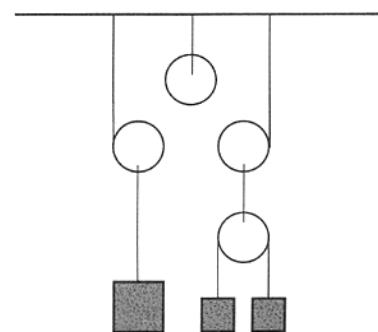


图 2 机械系统举例

Fig. 2 Example of a mechanical system

因此,按照行为理论,通过画草图对设计的改进是由心理深层结构的改善决定,即,行为调节思考过程。

3 设计活动的反射性调节

在行动中的反射作用和与行动有关的反射作用的概念是众所周知的^[9]。在行为理论中,过程和/或结果的自我评价是执行性行动控制的反射类型的一个决定性的部分。然而,仅有很少有关反射作用对物体设计影响的精心设计的试验调查。

在一系列实验研究中,作者对一个具体问题感兴趣:对自己的解决方案(主观上认为已完成的)的反思,亦即在设计终了阶段的反思,是否可进一步改进解决方案的质量。独立变量是反思类型。

所有参加者必须回答所谓的“W-问题”清单(为什么、凭什么、什么原因、怎么样……),这些问题使人们不仅要描述他们的解决方案,而且要提出原因,以解释和论证他们的方案。

德累斯顿工业大学的 150 名学生,没有受过设计方法学方面的任何培训,他们设计了一个花园专用烤架。在第一组中,实验者问了与草图有关的“W-问题”,参加者做了回答。第二组参加者以书面方式得到这些问题,然后要求他们自我大声地回答这些问题。第三和第四组参加者也以书面形式得到了这些问题,但是必须书面回答,所不同的是这些问题的抽象程度。

在这次行动之后,所有四组的解决方案质量都有了显著的改善。然而,这些改善在组与组之间没有显著差异(图 3)。这些结果在进一步的研究中得到支持。

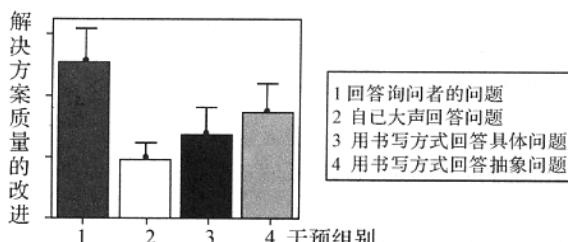


图 3 对已经完成的设计的改进(改进前后的差别):组别均值和标准误差;所有的组别都有明显改进(各组 $p < 0.01$);改进与改进之间的区别不明显 ($F = 1.56, p > 0.05$)

Fig. 3 Improvements of finished designs after interventions(difference pre-/post):means of groups and standard errors; all groups improved significantly(each $p < 0.01$);the improvements do not differ significantly ($F = 1.56, p > 0.05$)

由此看来,在不打断设计过程本身的情况下,对设计结果的反射式思考,可以显著地改进物品的设计,并且作用很大。这些改善应归功于特殊的对话型

思考方式。因此,提高解决方案的质量是对行为进行富含认知的调节的结果。问与答的反射式思考过程,建立了表述和思考的视觉和概念模式之间的相互作用。

4 结 论

总之,行为理论实际上似乎是一个包含了工程设计基本特征的理论框架,它为工业中设计方面的进一步研究提供了有益的指导。

实际上,在 CAD 工作之前和 CAD 工作期间,管理部门应该提供手工绘制草图的可能性,并且支持画草图。

进一步来说,提出一些非产品特定问题的基于问题的反射式思考,至少在“设计的早期阶段”(标准 VDI 2221)的末尾,应该成为设计教育以及设计师的职业自我管理的系统化组成部分。在将这些问题最近应用于经验丰富的设计师的时候,73% 的设计师改变了他们的方案,42% 的设计师的设计方案得以改进。在最初阶段,其接受度可以通过在结果表述和小组讨论中的运用来得到支持。

参考文献:

- [1] Lewin, K. (1926): Untersuchungen zur Handlungs- und Affektpsychologie. Psychologische Forschung 7: 295—385.
- [2] von der Weth, R. (2001): Management der Komplexität. Ressourcenorientiertes Handeln in der Praxis. Bern, Huber.
- [3] Pahl, G., Beitz, W. (1997): Kostitutionslehre. Berlin, Springer.
- [4] Wetzstein, A., Hacker, W. (2004): Reflective Verbalization improves solutions - The effects of question-based reflection in design problem solving. Applied Cognitive Psychology 18: 145—156.
- [5] Galperin, P. J. (1967): Die Entwicklung der Untersuchungen über die Bildung geistiger Operationen. In Hiebsch H(ed) Ergebnisse der sowjetischen Psychologie. Berlin: Akademie-Verlag, pp 367—405.
- [6] Römer, A., Weißhahn, G., Hacker, W., Pache, M., Lindemann, U. (2001): Effort-saving product representations in design-results of a questionnaire survey. Design Studies 22: 473—491.
- [7] Sachse, P. (2002): Idea materials: Entwurfsdenken und Darstellungshandeln. Berlin, Logos.
- [8] Goldschmidt, G. (1991): Dialectics of Sketching. Creative Research Journal 4: 123—143.
- [9] Valkenburg, R., Dorst, K. (1998): The reflective practice of design teams. Design Studies 19: 249—271.