

项目经理服务型领导行为对项目绩效的影响

解燕平, 何清华

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 构建以项目经理服务型领导行为为自变量、项目绩效为因变量、团队情感承诺为中介变量和领导团队代表性为调节变量的一个被调节的中介模型, 探讨项目经理服务型领导行为对项目绩效的作用机理。通过对 64 个工程项目团队的 316 份有效调查样本进行研究, 发现项目经理服务型领导行为对团队情感承诺和项目绩效都具有正向的影响; 团队情感承诺在项目经理服务型领导行为与项目绩效的关系中发挥完全中介效应; 领导团队代表性调节了团队情感承诺在项目经理服务型领导行为和项目绩效关系中的中介作用。

关键词: 项目经理; 服务型领导; 项目绩效; 团队情感承诺; 领导团队代表性

中图分类号: C913.2

文献标志码: A

Impact of Project Manager Servant Leadership on Project Performance

XIE Yanping, HE Qinghua

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: A moderated mediation model was constructed, consisting of independent variable of project manager servant leadership, dependent variable of project performance, mediating variable of team affective commitment, and moderating variable of leadership team representative, to study the mechanism of project manager servant leadership on project performance. The study of 316 valid survey samples of 64 project teams indicates that project manager servant leadership has a positive impact on team affective commitment and project performance. Besides, team affective commitment has a full mediating effect on the relationship between project manager servant leadership and project performance. In addition, leadership team representative moderates the mediating role of team affective commitment on the relationship of project manager servant leadership and project performance.

Key words: project manager; servant leadership; project

performance; team affective commitment; leadership team representative

面对日益复杂和充满不确定性的内外部环境, 以团队的形式来实现组织目标已成为组织获取持续竞争优势的主要手段。团队协作不仅成为制造业、服务业和银行业等行业主流的问题解决及任务完成方式, 也受到工程建设行业的推崇^[1]。项目经理作为工程项目团队领导者, 其能否进行有效的领导对项目绩效的产出会产生重要影响。项目经理的素质和领导能力会对项目团队成员的行为和态度产生影响, 这不仅关系到个人绩效工作的改进和提高, 也会影响到团队及项目既定目标的达成。许多建设工程企业在招聘项目经理的过程中关注更多的是管理者自身的管理领导技能而非专业技术技能^[2]。鉴于项目经理领导方式对项目团队成员行为和项目绩效产出的重要意义, 对项目经理领导方式的研究逐渐获得了建设工程项目管理领域学者和实践者的关注。

20 世纪 70 年代, 美国电话电报公司前执行官 Greenleaf 提出的服务型领导概念, 受到了广泛的关注^[3]。服务型领导是指将员工的需求、愿望和利益的满足置于首位, 并以此为手段去领导下属的一种领导方式。服务型领导能够协调团队内部员工不同的性格特点, 创造一个统一的心理承诺、认知, 并在团队中形成信任、公平的工作氛围, 重视员工个人发展及共享决策, 最终使团队绩效得到提升^[4]。虽然国内外不少学者对服务型领导行为进行了研究, 但鲜见有关项目经理服务型领导行为与项目绩效之间关系的研究成果。本文针对工程项目团队, 引入团队情感承诺作为项目经理服务型领导行为和项目绩效之间的中介变量, 领导团队代表性作为项目经理服务型领导行为和团队情感承诺之间的调节变量, 以期进一步分析项目经理服务型领导行为与项目绩效之间

的边界条件,探讨项目经理服务型领导行为对项目绩效产生影响的内在机理,既可以丰富相关领域的理论,又可以为工程项目管理者提供一定的管理决策建议。

1 理论基础与研究假设

1.1 项目经理服务型领导行为与项目绩效的关系

服务型领导和其他领导方式的不同之处在于其关注的重点由整个组织的良好运行转向为真诚地为下属服务^[5]。服务型领导者首先是一名服务者,他们视领导岗位为服务他人的机会,最终目标是帮助下属也成长为领导者,从而使整个组织受益^[4]。许多学者认为项目经理领导方式是项目绩效的关键影响因素,项目经理领导方式的好坏决定了项目绩效的高低^[6]。服务型领导的特征包括目标导向、处理团队中人际关系、提高团队凝聚力;服务型领导关心下属,积极为下属更好地发挥作用提供条件,注重下属个人的发展,有利于激发团队成员为团队目标承担义务和职责,更能得到团队成员的认同和支持,为团队目标的达成和团队发展创造了一个良好的氛围^[5]。同样,在工程项目团队中,当项目团队成员感受到来自项目经理对自己工作的支持和肯定时,他们就会具有较高水平的工作满意度,并从本能激发出自身的工作热情和动力,把项目团队的目标当作自己努力的目标,并促进项目绩效的提高。

据此,本研究提出假设 1:项目经理服务型领导行为对项目绩效具有正向的影响。

1.2 团队情感承诺的中介作用

情感承诺是指组织成员在情感上认同组织,并参与该组织社会交往的程度^[7]。情感承诺是员工对组织目标和价值观的心理认同、信仰和支持的程度,具体表现为员工主动维护组织形象和声誉,愿意为组织的发展付出努力^[8]。Meyer 等^[9]的研究表明:“当组织中成员的某种需求在组织中得到了满足后,或者他们的工作经历与其价值观相匹配,就会产生情感承诺,这种工作经历包括组织中的成员得到某种满足的经历,比如得到了组织的支持,领导给予了关怀等”。在工程项目团队中,项目经理的行为同样会影响项目团队成员的态度,而成员的态度会影响其自身的行为。服务型领导的重要特征之一就是对成员进行精神上的鼓舞和支持,根据社会交换理论,当项目团队成员的需求得到满足,对项目团队的情

感承诺处于高水平时,其工作能力也得到了一定的发挥,基于互惠原则,成员倾向于在项目团队中表现出积极的行为,包括为自发的利他行为和有利于团队目标达成的行为就会增多,就会以更好的绩效来回报团队,并最终提升项目绩效。

据此,本研究提出假设 2:项目经理服务型领导行为对团队情感承诺具有正向影响。

假设 3:团队情感承诺在项目经理服务型领导行为与项目绩效的关系中起中介作用。

1.3 领导团队代表性的调节作用

Hogg 于 2001 年提出了领导力社会认同理论,认为领导者是群体中的一员,领导者与下属基于共同的群体身份而相互影响,并在此基础上提出了领导代表性概念,即领导者具有去个人化的团队共同属性。Knippenberg 等^[10]又进一步提出了团队代表性的概念,认为领导以团队的信念和价值观作为自我身份的重要标准,成为团队规范的标志。领导者和成员共同认可的社会共享身份是团队领导代表性对领导力效能作用的基础。领导本身也是团队的一员,与下属共享特定的团队身份和成员资格,此时领导的有效性主要取决于其是否具有去个人化的团队共享特征^[11]。社会认同理论认为领导的团队代表性能够提高领导者的领导力效能^[12]。团队代表性高的领导者比团队代表性低的领导者更能影响团队成员,高代表性的领导对下属的个性化关怀将被团队成员看作是来自团队的支持,能够激励团队成员积极努力去追求团队目标和利益的实现^[13]。行动理论认为,角色期待是行动者之间对于行为和态度相互期待的核心。服务型领导通过关心下属,积极为下属更好地发挥创造条件来激发团队成员为团队目标承担义务,而这一作用发挥的前提是领导的价值观、行为与团队是相一致的。如果团队领导是以自身利益为出发点,那么团队成员认为领导并不可信,降低团队成员对团队的承诺,从而弱化服务型领导与团队情感承诺的关系。

据此,本研究提出假设 4:领导团队代表性在项目经理服务型领导行为和团队情感承诺的关系中起调节作用,领导团队代表性越高,项目经理服务型领导行为对团队情感承诺的影响越大。

假设 5:领导团队代表性调节了团队情感承诺在项目经理服务型领导行为和项目绩效的中介作用,领导团队代表性越高,团队情感承诺对项目经理服务型领导行为和项目绩效的中介作用越强。

2 样本与变量

2.1 样本与数据搜集

本研究来自北京、上海、江苏、浙江、陕西、河南 6 省市的 64 个工程项目团队,每个团队调查 5~10 人,共计发出 400 份问卷,问卷回收 357 份,剔除无效问卷 41 份,有效问卷为 316 份。样本描述性统计表明,团队成员中,男性成员占 74%,年龄以 34~44 岁居多(占 65%),学历以大学本科居多(54%),团队年龄以 1~3 年居多(占 68%),平均规模 18 人。

2.2 变量测量

本研究采取了以下步骤来保证测量工具的质量:首先,本研究中 4 个变量均采用国内外文献中成熟的量表;其次,采用标准的翻译和回译程序来确保问卷翻译的准确性;最后,根据研究目的对问卷的措辞进行适当修改以使问卷的中文表达符合我国建设工程行业的实际情况。问卷题项计分方式为 Likert 5 点计分,从“非常不同意”到“非常同意”分别给予 1 分到 5 分。

(1)项目经理服务型领导行为:项目经理服务型领导行为采用 Liden 等^[14]开发的量表,该量表共有 7 个维度 28 个题项,如“项目经理给予我充分自由,让我以自己认为最佳的方式来解决困难”。本研究中该量表的 α 系数为 0.94。

(2)团队情感承诺:团队情感承诺采用 Bennet 等开发的量表^[15],包括 7 个题项,如“该项目团队对我个人来说很有意义”。本研究中该量表的 α 系数为

0.98。

(3)项目绩效:项目绩效采用 Müller 等^[16]的研究成果,从项目总体绩效、业主要求满足及项目预定用途等方面来衡量,共包括 10 个测量题项,如“项目达到其总体绩效(功能、预算和工期等)”等。本研究中该量表的 α 系数为 0.89。

(4)领导团队代表性:领导团队代表性根据 Knippenberg^[17]开发的量表进行改编,包括 4 个题项。如“项目经理是项目团队成员很好的榜样”。本研究中该量表的 α 系数为 0.89。

3 数据分析与结果

3.1 区分效度的验证性因素分析

本研究运用 Amos17.0 软件通过验证性因子分析法对 4 个变量项目经理服务型领导行为、团队情感承诺、项目绩效和领导团队代表性之间的区分效度以及各个测量量表的相关参数进行检验。结果如表 1 所示,四因素模型的拟合效果最好,指标达到了通用标准($\chi^2/df < 3$, RMSEA < 0.08 , CFI > 0.9 , NNFI > 0.9 , 其中 χ^2 是拟合优度指标,df 为自由度, χ^2/df 用来表明模型正确性的概率,越接近 1 表示模型拟合程度越好;RMSEA 是近似误差均方根,越接近 0 表示拟合越好;CFI 是比较拟合指数,越接近 1 表示拟合越好;NNFI 是非赋范拟合指数,越接近 1 表示拟合越好),说明本研究所用量表具有较好的区分效度。

表 1 变量区分效度的验证性因素分析结果

Tab.1 Confirmatory factor analysis results of factor discriminate validity

模型	χ^2	df	χ^2/df	RMSEA	CFI	NNFI
四因素模型	818.4	302	2.71	0.07	0.93	0.92
三因素模型:合并 PSL 和 TAC	1 086.3	306	3.55	0.09	0.90	0.83
两因素模型:合并 PSL, TAC 和 PP	1 801.5	309	5.83	0.11	0.86	0.85
单因素模型:合并 PSL, TAC, LGP 和 PP	2 072.1	313	6.62	0.13	0.80	0.78

注:PSL 为项目经理服务型领导行为;TAC 为团队情感承诺;LGP 为团队领导代表性;PP 为项目绩效。

3.2 聚合分析

由于变量项目经理服务型领导行为、团队情感承诺、项目绩效、领导团队代表性均由团队中的成员进行评价,因而需要将团队层面获取的数据聚合到团队整体层面,使之成为团队层面的变量数据。本文运用 James 等^[18]开发的组内一致性(Rwg)指标和 Bliese^[19]开发的组内相关(ICC)指标对样本数据的可聚合性进行检验。检验数据如表 2 所示。各变量 Rwg 中值和均值高于 0.7 的建议值,ICC(1)和

表 2 各变量的 Rwg 和 ICC 计算结果

Tab.2 Result of Rwg and ICC

变量	Rwg		ICC	
	中值	均值	(1)	(2)
项目经理服务型领导行为	0.84	0.86	0.31	0.91
团队情感承诺	0.82	0.86	0.32	0.92
项目绩效	0.88	0.91	0.26	0.93
领导团队代表性	0.86	0.90	0.29	0.92

ICC(2) 也均分别大于 0.12 和 0.7 的临界值。因此,各变量均符合指标的检验标准,本文可将个体层面数据加总平均聚合到团队层面。

3.3 各变量之间相关性分析

表 3 列出了各研究变量的均值、标准差、相关系数和信度系数。从表 3 中可以得知,项目经理服务型领导行为与团队情感承诺、项目绩效和领导团队代

表性这 4 个变量均呈显著正相关关系。团队情感承诺和项目绩效与项目经理服务型领导行为呈正相关关系。领导团队代表性和项目绩效呈正相关关系。

表 3 各变量的均值、标准差及相关系数

Tab.3 Mean, standard deviation and coefficient of correlation of variables

变量	均值	标准差	项目经理服务型领导行为	团队情感承诺	项目绩效	领导团队代表性
项目经理服务型领导行为	3.58	0.62	0.94			
团队情感承诺	3.80	0.66	0.36**	0.98		
项目绩效	3.41	0.69	0.33**	0.25**	0.89	
领导团队代表性	3.54	0.78	0.46*	0.28*	0.17**	0.89

注:*,** 分别表示在置信度(双侧)为 0.05,0.01 水平下显著。

3.4 假设检验

本研究通过多元回归分析方法来分析项目经理服务型领导行为、团队情感承诺、团队领导代表性与项目绩效之间的关系,分析结果见表 4。

首先,本文将团队大小、团队性别构成、年龄、教育程度及与领导共事时间作为控制变量与领导团队情感承诺和项目绩效进行回归分析,从表 4 中模型 1、模型 4 可以得知,结果并不显著。

其次,分别做自变量项目经理服务型领导行为与中介变量团队情感承诺、自变量项目经理服务型领导行为与因变量项目绩效的回归分析。从模型 5 可以看出,项目经理服务型领导行为对项目绩效的回归系数为 0.33,表明项目经理服务型领导行为对项目绩效具有正向的影响,假设 1 得到验证。从模型 2 中可以看出,项目经理服务型领导行为与团队情感

承诺的回归系数为 0.36,表明项目经理服务型领导行为对团队情感承诺影响显著,假设 2 得到验证。然后,同时分析自变量项目经理服务型领导行为和中介变量团队情感承诺对因变量项目绩效的影响,如模型 6 所示,团队情感承诺回归系数为 0.31,结果显著,项目经理服务型领导行为与项目绩效回归系数为-0.048,变得不显著,表明团队情感承诺在项目经理服务型领导行为与项目绩效的关系中起完全中介作用,假设 3 得到验证。

再次,本文采用回归线性模型检验领导团队代表性的调节作用。表 4 中模型 3 的结果显示,项目经理服务型领导行为与领导团队代表性的叉项对团队情感承诺的回归系数为 0.26,结果显著,表明领导团队代表性在项目经理服务型领导行为和团队情感承诺之间起到了显著的正向调节作用。为了更直观地

表 4 项目经理服务型领导行为对项目绩效影响作用的层级回归结果

Tab.4 Hierarchical regression results of project manager servant leadership behaviors on project performance

变量	团队情感承诺			项目绩效		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
1. 控制变量						
团队大小	0.015	0.021	0.022	0.144**	0.191**	0.058
团队性别构成	-0.021	-0.004	-0.005	-0.061	-0.092	-0.031
教育程度	0.029	0.018	0.006	0.018	-0.007	-0.011
与领导共事时间	0.032	0.031	0.028	0.119	0.132	0.079
2. 主效应						
项目经理服务型领导行为		0.36	0.13		0.33**	-0.048
3. 中介效应						
团队情感承诺						0.31**
4. 调节效应						
项目经理服务型领导行为× 领导团队代表性			0.26**			
R^2		0.183	0.311		0.388	0.401
ΔR^2		0.149**	0.223**		0.388**	0.281**
F 检验		105.382***	144.143***		184.355***	344.294***

注:**,*** 分别表示在置信度(双侧)为 0.05,0.01,0.001 水平下显著。

反映领导团队代表性在项目经理服务型领导行为与团队情感承诺关系中的调节效应,本研究绘制交互作用图来显示二者间的交互效应.图1中绘出了在不同领导团队代表性的水平下项目经理服务型领导行为与团队情感承诺的关系.可以看出,对于高领导团队代表性的团队成员而言,项目经理服务型领导行为与团队情感承诺之间的关系强于低领导团队代表性的团队成员,假设5得到验证.

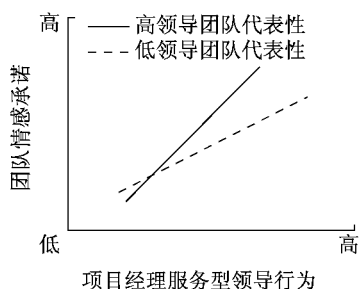


图1 领导团队代表性对项目经理服务型领导行为与项目绩效的调节作用

Fig.1 Moderating effect of leadership team representative on relationship between project manager servant leadership behaviors and project performance

最后,本文参考 Preacher 等^[20]的条件间接效应检验程序来对假设6进行检验. Bias-Corrected 方法置信区间不包含0,则对应的间接、直接或总效应存在,或 Z 值 > 1.96 也说明所对应的效应存在.结果如表5所示.可以看到,当领导团队代表性取向高时,项目经理服务型领导行为经由团队情感承诺与项目绩效的间接关系显著(95% 置信水平下 Bias-Corrected 方法置信区间不包含0);但是当领导团队代表性取向水平低时,项目经理服务型领导行为经由团队情感承诺与项目绩效之间的间接关系不显著

表5 不同调节变量水平上项目经理服务型领导行为通过团队情感承诺对项目绩效的间接效应

Tab. 5 Indirect effect of project manager servant leadership behaviors on project performance through team emotional commitment in different moderator variable levels

领导团队代表性	项目绩效			
	间接效应	标准误	Z 值	95%置信水平下置信区间
低领导团队代表性(均值减标准差)	0.07	0.09	1.13	[-0.15, 0.31]
中领导团队代表性	0.21	0.11	2.12	[0.05, 0.53]
高领导团队代表性(均值加标准差)	0.39	0.10	2.97	[0.12, 0.49]

(95% 置信水平下 Bias-Corrected 方法置信区间包含0).假设6得到证明.

4 结论

(1) 项目经理服务型领导对项目绩效具有正向的影响.在工程项目团队日常工作中,项目经理的行为会影响项目团队成员的态度和行为.项目经理服务型领导水平越高,项目绩效越高.因此,项目经理应当主动关心下属,对成员进行精神上的鼓舞和支持,积极为下属更好地发挥作用创造条件,这样易于提高团队成员的工作满意度,激发团队成员为团队目标承担义务和职责,为项目目标的达成和团队发展创造了一个良好的氛围,最终提升项目绩效.

(2) 项目经理服务型领导行为对项目绩效的影响是以团队情感承诺为中介而产生作用的.团队情感承诺的中介效应表明,一方面,项目经理应真诚地为下属提供服务和帮助,提高服务型领导水平,为提高项目绩效创造前提条件;另一方面项目经理还需通过与下属建立一种高品质的关系来激励、鼓舞和指导下属,使团队成员的需求得到满足,提高团队成员的情感承诺水平,推动成员在团队中表现出积极的、有利于团队目标达成的行为,以提高项目绩效.

(3) 领导团队代表性在“项目经理服务型领导行为-团队情感承诺-项目绩效”的作用过程中起到了调节作用.项目经理通过关心下属,积极为下属更好地创造条件来激发团队成员为团队目标承担义务,而这一作用发挥的前提是领导的价值观、行为与团队是相一致的.这给项目经理带来的启示是:其在日常工作中应当注重塑造组织或团队至上的价值观,行为规范中要展现出与组织或团队相一致的特质或行为,强化其自身的项目团队代理人身份,来激发团队成员对项目团队的情感承诺.

参考文献:

- [1] Kwofie T E, Alhassan A, Botchway E A, *et al.* Factors contributing towards the effectiveness of construction project teams[J]. *International Journal of Construction Management*, 2015, 15(2): 170.
- [2] Tabassi A A. Transformational leadership and teamwork improvement: the case of construction firms[J]. *Journal of Management Development*, 2014, 33(10): 1019.
- [3] Greenleaf R K, Spears L C, Covey S R, *et al.* Servant leadership: a journey into the nature of legitimate power and greatness[M]. Mahwah: Paulist Press, 2002.
- [4] 朱明, 王晓辰. 服务型领导对员工建言行为的影响: 领导-成

- 员交换和学习目标取向的作用[J]. 心理科学, 2015, 38(2): 426.
- ZHU Yue, WANG Xiaochen. Servant leadership and employee voice behavior: the role of leader-member exchange and learning goal orientation[J]. Journal of Psychological Science, 2015, 38(2): 426.
- [5] Dierendonck D V. Servant leadership: a review and synthesis [J]. Journal of Management, 2011, 37(4): 1228.
- [6] Larsson J, Eriksson P E, Olofsson T, *et al.* Leadership in civil engineering: effects of project managers' leadership styles on project performance [J]. Journal of Management in Engineering, 2015, 31(6): 1228.
- [7] Allen N J, Meyer J P. The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization[J]. Journal of Occupational Psychology, 1990, 63(1): 18.
- [8] Shurbagi A M A, Zahari I B. The mediating effect of organizational commitment on the relationship between job satisfaction and organizational culture[J]. International Journal of Business Administration, 2014, 5(6): 24.
- [9] Meyer J P, Allen N J. A three-component conceptualization of organizational commitment[J]. Human Resource Management Review, 1991, 1(1): 61.
- [10] Knippenberg D V, Hogg M A. A Social identity model of leadership effectiveness in organizations [J]. Research in Organizational Behavior, 2003, 25(5): 243.
- [11] 史丽华, 储小平, 梁永奕. 领导代表性研究现状及未来展望 [J]. 经济管理, 2015, 37(3): 190.
- SHI Lihua, CHU Xiaoping, LIANG Yongyi. Review and future prospects on leader embodiment [J]. Economic Management, 2015, 37(3): 190.
- [12] Steffens N K, Haslam S A, Ryan M K, *et al.* Leader performance and prototypicality: their inter-relationship and impact on leaders' identity entrepreneurship [J]. European Journal of Social Psychology, 2013, 43(7): 606.
- [13] Knippenberg D V. Embodying who we are: leader group prototypicality and leadership effectiveness [J]. Leadership Quarterly, 2011, 22(6): 1078.
- [14] Liden R C, Wayne S J, Zhao H, *et al.* Servant leadership: development of a multidimensional measure and multi-level assessment [J]. Leadership Quarterly, 2008, 19(2): 161.
- [15] 孙健敏, 王碧英. 公仆型领导: 概念的界定与量表的修订 [J]. 商业经济与管理, 2010, 223(5): 24.
- SUN Jianmin, WANG Biying. Servant leadership: scale development and construct [J]. Journal of Business Economics, 2010, 223(5): 24.
- [16] Müller R, Turner J R. Attitudes and leadership competences for project success [J]. Baltic Journal of Management, 2006, 5(3): 307.
- [17] Knippenberg D V. Leader self-sacrifice and leadership effectiveness: the moderator role of leadership prototypicality [J]. Journal of Applied Psychology, 2005, 90(1): 25.
- [18] James L R, Demaree R G, Wolf G. Estimating within-group interrater reliability with and without response bias [J]. Journal of Applied Psychology, 1984, 69(1): 85.
- [19] Bliese P D. Within-group agreement, non-independence, and reliability: implications for data aggregation and analysis [M]. San Francisco: Jossey-Bass, 2012.
- [20] Preacher K J, Rucker D D, Hayes A F. Addressing moderated mediation hypotheses: theory, methods, and prescriptions [J]. Multivariate Behavioral Research, 2007, 42(1): 185.

(上接第 1775 页)

- [3] 许秋儿. 网格变形技术研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- XU qiuer. Research on techniques of mesh deformation [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2009.
- [4] Tokuda, Shigefumi, Masato Kubota, *et al.* Development of CFD shape optimization technology using the adjoint method and its application to engine intake port design [C]//SAE International Journal of Engines. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2013: 833-842.
- [5] Hucho Wolf-Heinrich, Sovran Gino. Aerodynamics of road vehicles [J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 1993, 25(3): 485.
- [6] Ahmed S R, Ramm G, Faltn G. Some salient featrues of the time-averaged ground vehicle wake [C/CD]// SAE Congress. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1984.
- [7] Francis T Makowski, Sung-Eun Kim. Advances in external-aero simulation of ground vehicles using the steady RANS equations [C/CD]// SAE 2000 World Congress. Detroit: Society of Automotive Engineers, 2000: 2000-01-0484.
- [8] Hermann Lienhart, Stefan Becker. Flow and turbulence structure in the wake of a simplified car model [C/CD]//2003 SAE World Congress. Detroit: Society of Automotive Engineers, 2003: 2003-01-0656.
- [9] Ilhan Bayraktar, Tuba Bayrakar. Guidelines for CFD simulations of ground vehicle aerodynamics [C/CD]// Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition. Chicago: Society of Automotive Engineers, 2006: 2006-01-3544.
- [10] Angel Huminic, Gabriela Huminic. Numerical flow simulation for a generic vehicle body on wheels with variable underbody diffuser [C/CD]// SAE 2012 World Congress and Exhibition. Detroit: Society of Automotive Engineers, 2012: 2012-01-0172.