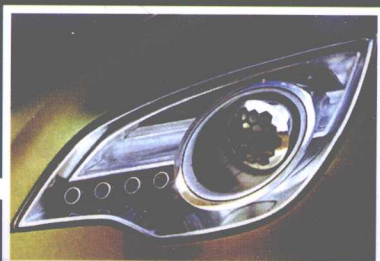


[德] 鲁道夫·施陶贝尔 (Rudolf Stauber) 主编
路德维希·福尔拉特 (Ludwig Vollrath)
杨卫民 丁玉梅 谢鹏程 等译

汽车工程用塑料 外部应用

Plastics in
Automotive Engineering
Exterior Applications



化学工业出版社

[德] 鲁道夫·施陶贝尔 (Rudolf Stauber) 主编
路德维希·福尔拉特 (Ludwig Vollrath)

杨卫民 丁玉梅 谢鹏程 等译

汽车工程用塑料 外部应用

Plastics in Automotive Engineering Exterior Applications



NLIC 2970645370

云辨白：辨識升責
體：體：校校升責

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号）
印刷：北京鑫鑫印刷有限公司
2011年7月北京第1版第1次印刷 710mm×1000mm 1/16 印张32 字数496千字

购书咨询：010-64518888（传真） 010-64518686 客服电话：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>



化学工业出版社

定价：32.00元

· 北京 ·

宝：32.00元

该书对聚合物在汽车工程上的新型应用进行了概述,并用大量案例描述了生产于德国和欧洲其他国家的客车和商务车上的聚合物外部应用情况,包括具体元件和具体解决方案,同时对目前聚合物生产工业、先进聚合物的生产方法和性能进行了深入的阐述。适合从事聚合物材料研发及汽车工业元件研发的科技人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车工程用塑料外部应用/[德]施陶贝尔(Stauber, R.),
[德]福尔拉特(Vollrath, L.)主编;杨卫民,丁玉梅,谢
鹏程等译. —北京:化学工业出版社,2011.6

书名原文:Plastics in Automotive Engineering Exterior
Applications

ISBN 978-7-122-10899-9

I. 汽… II. ①施…②福…③杨…④丁…⑤谢… III. 汽
车-工程材料-塑料 IV. U465.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第054681号

Plastics in Automotive Engineering Exterior Applications/by Rudolf Stauber Ludwig Vollrath

ISBN 978-3-446-411203-3

Copyright©2007 by Carl Hanser Verlag. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Carl Hanser Verlag

本书中文简体字版由 Carl Hanser Verlag 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分,违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2009-3097

责任编辑:白艳云

装帧设计:关 飞

责任校对:陈 静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张25 字数496千字 2011年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:75.00元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主编

Stauber, Rudolf, 教授, 博士, BMW Group, Munich, 德国
Vollrath, Ludwig, 博士生, VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik, 杜塞尔多夫, 德国

作者

Adam, Frank, Dr. -Ing., Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU Dresden, Dresden, 德国, 1 章
Ader, Stephanie, Plastic Omnium, Sainte-Julie, 法国, 6.1.2 节
Aengenheyster, Gerald, Dr.-Ing., Freeglass GmbH&Co. KG, Schwaikheim, 德国, 6.4.2 节
Albers, Hartmut, Dipl. -Ing., DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 4.1 节
Arntz, Hans-Detlef, Dr., Bayer Material Science AG, Leverkusen, 德国, 3.1 节
Balika, Werner, Polymer Competence Center, Leoben, Austria, 4.4 节
Bangel, Martin, Dr. -Ing., AUDI AG, Neckarsulm, 德国, 5.2 节
Bechtold, Michael, Dipl. -Ing., Dipl. Wirt. -Ing., formerly DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 3.7 节, 6.2.3 节
Borne, Peter, Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节
Brambrink, Roland, Bayer Material Science AG, Leverkusen, 德国, 3.1 节
Brune, Martin, Dr., BMW Group, Munich, 德国, 4.3 节, 4.4 节
Buchholz, Udo, Dr., Huntsman Advanced Materials GmbH, Basel, Switzerland 5.3 节
Bürkle, Erwin, Dr. -Ing., Krauss Maffei Kunststofftechnik GmbH, Munich, 德国, 3.8 节
Büthe, Ingolf, Dr., BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 德国, 3.2 节
Buron, Marie-Pierre, Dr., FAURECIA DF-Audincourt Cedex, 法国, 3.8 节
Corsi, Jacopo, IVECO SpA., Torino TO, 意大利, 6.1.5 节
Davis, Roger, Ford of Europe, Laindon, 英国, 2.2 节

Dresden, Dresden, 德国, 6.3.1 节

Leroy, Alain, Dipl. -Ing., formerly Webasto AG, Stockdorf, 德国, 6.3.1 节

Liebertz, Helge, Dr., Volkswagen AG Wolfsburg, 德国, 4.5 节

Liebold, Rolf, Bretten, 德国, 6.3.2 节

Ludwig, Hans-Joachim, Dr. -Ing., Decoma Europe, Altbach, 德国, 6.1.1 节

MacKenzie, Paul, McLaren Composite, Portsmouth, 英国, 3.7 节

Maier, Anja, Dipl. -Ing., BMW Group, Munich, 德国, 2.3 节

McDonagh, Michael, Ford of Europe, Laindon, 英国, 2.2 节

Mederle, Günther, Dipl.-Ing. (FH), MAN Nutzfahrzeuge AG, Munich, 德国, 6.3.4 节

Merz, Peter W., Dr., Sika Technology AG, Zürich, 瑞士, 5.4 节

Meyr, Wolfgang, Dipl. -Ing., BMW Group, Munich, 德国, 2.3 节

Michalowski, Simon, Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节

Möltgen, Bruno, Dipl. -Ing., DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 6.2.3 节

Moos, Egon, Dr. -Ing., Roechling Automotive AG & Co. KG, Worms, 德国, 6.5.2 节

Moulin, Jean-Paul, Plastic Omnium, Sainte-Julie, 法国, 6.1.2 节

Müller, Reinhard, Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, 德国, 6.2.2 节

Paul, Reiner, Dr., Bayer Material Science AG, Leverkusen, 德国, 3.1 节

Protte, Rainer, Bayer Material Science AG, Leverkusen, 德国, 3.1 节

Radunz, Herbert, Bayer Material Science AG, Leverkusen, 德国, 3.1 节

Rau, Walter, Dipl., -Ing., BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 德国, 3.2 节

Riepenhausen, Holm, Dipl. -Ing., REHAU AG & Co., Rehau, 德国, 6.2.4 节

Roth, Günther, BMW Group, Munich, 德国, 6.3.3 节

Sauer, Jochem, Dr. -Ing., Huntsman Advanced Materials (Switzerland) GmbH, Basel, 瑞士, 5.3 节

Schelisch, Lutz, formerly Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, 德国, 6.3.1 节

Schmid, Georg, Dipl. -Ing. (FH), AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 5.2 节

Schmidt, Frank, Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节

Schuh, Thomas, Dr., DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 3.3 节, 3.4 节, 6.1.3 节

Seufert, Martin, Dipl. -Ing. (FH), AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 2.1 节

Siener, Edmund, chem. Dipl. -Ing. (FH), EvoBus GmbH, Mannheim, 德国,

6.5.3 节

Starke, Joachim, Dr. -Ing., formerly Roechling Automotive AG & Co. KG, Worms, 德国, 6.5.2 节

Steuer, Ulrich, Dipl. -Ing., AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 2.1 节

Steinbichler, Georg, Dipl. -Ing., Engel Austria Gesellschaft mbH, Schwertberg, 奥地利, 3.9 节

Sullivan, John, Ford of Europe, Laindon, 英国, 2.2 节

Ullmann, Falk, Dr. -Ing., DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 6.4.1 节

Vogel, Julius, Institut für Kunststofftechnologie, Universität Paderborn, 德国, 附录 B

Walther, Ulrich, Dr. -Ing., formerly AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 5.1 节

Wazula, Fritz, DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 6.1.3 节

Wegmann, Ulf, Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节

Wehner, Joachim, Dipl. -Ing. (FH), BMW Group, Munich, 德国, 2.3 节

Wentzien, Heino, Dipl. -Ing. (FH), formerly Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, 德国, 3.5 节

Wetter, Dr. -Ing., AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 5.2 节

Windpassinger, Martin, Dipl. -Ing. (FH), Parat Automotive, Neureichenau, 德国, 6.3.3 节

Witek, Wolfgang, Dr. -Ing., BMW Group, Munich, 德国, 6.3.2 节

Wittig, Wolfgang, Dr., formerly DaimlerChrysler AG, Stuttgart, 德国, 3.3 节

Wüst, Andreas, Dipl. -Ing., BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 德国, 6.2.1 节

Zängerl, Franz, Dipl. -Ing., Borealis GmbH, Linz, 奥地利, 3.5 节

Zago, Alessandro, Dr., formerly BMW Group, Munich, 德国, 4.3 节

Zöllner, Olaf, Bayer MaterialScience, Leverkusen, 德国, 3.1 节

Deinzer, Günter H., Dipl. -Ing., AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 5.2 节

Derks, Martin, Dipl. -Ing. (FH), BMW Group, Munich, 德国, 3.6 节

Dumazet, Philippe, Dr., Hagenbach Faurecia, Hagenbach, 德国, 3.8 节

Elseberg, Dirk, Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节

Erzgräber, Matthias, Dipl. -Ing., Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, 德国, 6.2.1 节

Fleischer, Harald, BMW Group, Munich, 德国, 4.4 节

Forster, Jan, Dipl. -Ing., formerly Institut für Kunststoffverarbeitung der RWTH Aachen, Aachen, 德国, 6.4.3 节

Frank, Uwe, Dr. -Ing., BMW Group, Munich, 德国, 6.3.2 节

Frik, Steffen, Dr. -Ing., Adam Opel GmbH, Rüsselsheim, 德国, 6.2.1 节

Funkhauser, Steffen, Dipl. -Ing., BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 德国, 3.2 节

Geisler, Wolfgang, Dr., Volkswagen AG, Wolfsburg, 德国, 4.2 节

Ginsberg, Lutz, Dipl. -Ing. (FH), Neoplan Bus GmbH, Stuttgart, 德国, 6.1.4 节

Glaser, Stefan, Dr., BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, 德国, 6.2.1 节

Göbel, Sebastian, Dipl. -Ing., Braun GmbH, Kronberg, 德国, 6.4.3 节

Guster, Christoph, Montanuniversität Leoben, 奥地利, 4.4 节

Haldenwanger, Hans-Günther, Prof. Dr. -Ing., formerly AUDI AG, Ingolstadt, 德国, 5.1 节

Harrison, Allan, Ford of Europe, Laindon, 英国, 2.2 节

Hopmann, Christian, Dr. -Ing., RKW AG, Petersaurach 德国, 6.4.3 节

Horstmann, Jürgen, formerly Hella GK Hueck & Co., Lippstadt, 德国, 5.4 节

Hufenbach, Werner, Prof. Dr. -Ing. habil., Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU Dresden, Dresden, 德国, 1 章

Kalinke, Peter, Dr., Formerly Wilhelm Karmann GmbH, Osnabrück, 德国, 6.5.1 节

Kampke, Manfred, Dr. -Ing., Roehling Automotive AG & Co. KG, Ingolstadt, 德国, 6.5.2 节

Kempf, Jürgen, Dipl. -Ing., BMW Group, Munich, 德国, 3.6 节

Kim, Patrick, Dr., formerly DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 3.3 节

Kölle, Olaf-Björn, Volkswagen AG, Wolfsburg, 德国, 4.2 节

Kühfusz, Rudi, Menzolit-Fibron GmbH, Kraichtal-Gochsheim, 德国, 6.3.2 节

Lehner, Erich, Dr. -mont, DaimlerChrysler AG, Sindelfingen, 德国, 6.4.2 节

Lepper, Martin, Dr. -Ing., Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU

前 言

当今世界，聚合物材料在先进的汽车工程中起着主导作用。先进的汽车工程已经从聚合物材料及其相关产品的使用中得到了前所未有的益处，诸如轻质设计、主动的和被动的安全性能、工业设计师引人关注的设计概念、在消音或航空动力学的优异性能，同时还包括给人印象深刻的高质量的整体印象。

现在汽车工业面临着前所未有的挑战，降低燃料消耗、减少气体排放，这就要求在设计产品时必须遵循当前和将来环境法规要求。

从事以聚合物为基础的汽车元件的研发和生产的设计师和生产厂商，现在他们的工作应集中到如何在保证质量和经济性的基础上缩短研发周期和优化生产过程。聚合物的计算机辅助选材、数学模拟对于塑料元件的生产和力学性能的测试都是良好的工具。在设计车用塑料元件时，这些工具可以帮助汽车工业达到一个新的高度。

从事聚合物加工链上的每一位成员都努力地着眼于新的设计以迎接时代的挑战。

在 30 多年的时间里，VDI Gesellschaft Kunststofftechnik 公司组织了众多的国际会议，这些国际会议的与会者包括来自原材料、聚合物加工及汽车行业、塑料工程领域的专家。通过组织这些会议为德国和欧洲的众多汽车和商用车生产厂商进行支持。这些会议的目的就是为聚合物领域和汽车领域提供一个交流的平台，在定期的会议中对近期聚合物在客车和商务车的研发和应用进行总结报告，并与参加会议的各位成员进行聚合物工程上的技术讨论。

本书命名为《汽车工程用塑料 外部应用》，该书对聚合物在汽车工程上的新型应用进行了概述。案例描述了生产于德国和欧洲其他国家的客车和商务车上的聚合物外部应用情况，包括具体元件和具体汽车的解决方案，对目前的聚合物生产工业、先进聚合物的生产方法和性能进行了深入的阐述。

本书之后将有另外的两本，讲述关于聚合物在汽车内部和引擎单元及装配上的应用情况。

本书编辑向为此书成功完成做出贡献的技术论文的作者和 Hanser 出版社的编辑员工们表示诚挚的谢意。

Rudolf Stauber
Ludwig Vollrath

目 录

第 1 章 塑料在汽车设计领域的应用简介	1
1.0 概述	1
1.1 汽车工程轻质化塑料	1
1.2 汽车外部的塑料应用	3
1.2.1 聚合物的注射成型	4
1.2.2 纺织材料增强型塑料	6
1.3 前景展望	6
参考文献	6
第 2 章 汽车相关概念和轻质化设计	8
2.1 车体塑料应用的增长：机遇与挑战	8
2.1.1 轻质材料的现状	8
2.1.2 未来的汽车法规 and 市场需求	10
2.1.3 刚性元件的轻质化结构	13
2.1.4 塑料作为结构材料的使用	15
2.1.5 塑料和不锈钢的竞争	16
2.1.6 声音效果	17
2.1.7 小结	19
参考文献	20
2.2 未来汽车设计和生产中的车身结构上的塑料应用	20
2.2.1 概述	20
2.2.2 结构塑料	23
2.2.3 车体的装配	23
2.2.4 福特汽车公司的 SMC	27
2.2.5 汽车回收处理的意义	29
2.2.6 小结	32
2.3 宝马 6 系中的塑料轻质设计	32
2.3.1 能节省重量并能增加碰撞安全性的材料混合	32
2.3.2 塑料侧板的相关要求	33

2.3.3	塑料侧板的使用标准	33
2.3.4	材料要求	35
2.3.5	元件设计的生产要求	37
2.3.6	生产和装配过程	38
2.3.7	前景展望以及未来的相关要求	41
	参考文献	42
第3章	材料概念和加工技术	43
3.1	塑料工程在汽车外形的应用	43
3.1.1	概述	43
3.1.2	发展历史	43
3.1.3	热塑性塑料的加工工艺方法 and 应用	45
3.1.4	聚氨酯的加工工艺和应用	48
3.1.5	计算机辅助工程 (CAE)	50
3.1.6	前景展望	51
	参考文献	53
3.2	未来汽车用塑料——看得见的贡献：显而易见的成就	53
3.2.1	概述	53
3.2.2	创新性的工艺方法	54
3.2.3	将不可能变成可能：纳米技术的使用	55
3.2.4	将虚拟变成现实：模拟技术的应用	57
3.3	从运动赛车到轿车系列的碳纤维增强型塑料 (CFRP)——技术转型面临的机遇与挑战	59
3.3.1	概述	59
3.3.2	CFRP 从运动赛车到公路汽车应用的过渡	60
3.3.3	CFRP 目前的应用	60
3.3.4	发展趋势的深入关注	61
3.3.5	挑战	62
3.3.6	机会	65
3.3.7	前景	66
	参考文献	68
3.4	SMC 技术的进一步发展	68
3.4.1	使用 SMC 的原因	68
3.4.2	通向优质 SMC 之路	69
3.4.3	SMC 技术轻质化的潜力	71

3.4.4	SMC 材料应用的展望	74
3.4.5	致谢	75
3.5	应用于外部件离线喷漆的可降低线性热膨胀的新型 TPO 化合物 等级	75
3.5.1	概述	75
3.5.2	要求和基本条件	75
3.5.3	分析和数值模拟技术	77
3.5.4	新型 TPO 的等级和属性以及与其他热塑性材料的比较	78
3.5.5	零件测试结果	80
3.6	车身的轻质化——在中空部分使用泡沫结构	82
3.6.1	概述	82
3.6.2	生产的实际要求	84
3.6.3	材料体系的选择	85
3.6.4	工艺条件及其实现	87
3.6.5	展望	89
	参考文献	89
3.7	车身材料由白变黑	89
3.7.1	概述	89
3.7.2	SLR 中的 FRP 制造技术	90
3.7.3	预浸技术 (传统技术和 RFI)	91
3.7.4	预成型技术	91
3.7.5	小结	95
3.7.6	致谢	95
3.8	适用于结构模块的革新型制造工艺	95
3.8.1	概述	95
3.8.2	结构部件生产技术演变	96
3.8.3	新应用的发展	97
3.8.4	新工艺和设备技术的潜力	100
	参考文献	102
3.9	未来汽车工业注射成型的技术革新	103
3.9.1	概述	103
3.9.2	工艺技术的革新领域	103
3.9.3	当前注射成型领域的工艺创新	112
	参考文献	122

第4章 建模和快速原型成型	124
4.1 汽车制造中原型模型制作新技术——原型组件要求和应用实例	124
4.1.1 客车发展	124
4.1.2 原型成型要求	126
4.1.3 供应商的选择	129
4.1.4 示例	130
4.1.5 小结	134
4.2 高效汽车开发中塑料组件的快速原型成型	135
4.2.1 概述	135
4.2.2 快速原型成型的重要性	135
4.2.3 快速原型成型的定义	136
4.2.4 快速原型成型、快速加工、快速制造的一些区别	138
4.2.5 作为内部快速原型成型服务提供商的原型组装部门	138
4.2.6 成型组装部门的系统和应用	140
4.2.7 展望	141
参考文献	142
4.3 短玻璃纤维增强的热塑性材料的疲劳寿命计算	142
4.3.1 概述	142
4.3.2 循环载荷下的材料行为	142
4.3.3 疲劳寿命的计算估计的公式	144
4.3.4 计算实例	146
4.3.5 小结和展望	150
参考文献	151
4.4 由短玻璃纤维增强的塑料制成的零件的工作寿命的计算评估	152
4.4.1 概述	152
4.4.2 初始状况与目标	152
4.4.3 理论分析	153
4.4.4 估计工作寿命的方法	157
4.4.5 实验研究	158
4.4.6 零件与零件测试	162
4.4.7 小结和进一步的结果	163
4.4.8 感谢	164
参考文献	164
4.5 用于碰撞模拟中的热塑性塑料的图示数据	166

4.5.1	概述	166
4.5.2	裂纹计算的输入数据	166
4.5.3	模拟中非线性行为的代表	167
4.5.4	纤维增强热塑性塑料	169
4.5.5	材料数据和材料模型的验证	170
4.5.6	失效分析	171
4.5.7	展望	171
参考文献		171
第 5 章 连接		172
5.1	汽车结构上的黏合连接	172
5.1.1	概述	172
5.1.2	组装黏结	172
5.1.3	机构中的粘贴连接	173
5.1.4	测试、开发与定尺寸	177
5.1.5	小结和展望	179
参考文献		179
5.2	在金属车体结构中整体纤维复合塑料的连接技术	179
5.2.1	概述	180
5.2.2	车体结构的质轻设计	180
5.2.3	混合铝-FRP 设计的连接技术	181
5.2.4	案例: 带有 FRP 结构组件的奥迪 A2	188
5.2.5	小结与展望	189
参考文献		189
5.3	汽车车身黏结	190
5.3.1	黏结——通常是唯一可行的连接技术	191
5.3.2	满足 SMC 组件最高要求的新黏结剂	193
5.3.3	化学触变黏结剂	195
5.3.4	小结	196
参考文献		196
5.4	热反应连接	197
5.4.1	前灯连接	197
5.4.2	该技术的现状	197
5.4.3	市场要求与期望	198
5.4.4	精益生产的可行性	198

5.4.5 操作强度的影响	200
5.4.6 泵及生产应用系统	202
5.4.7 在系列化生产中的应用	203
参考文献	203
第 6 章 案例研究——设计、生产、性能	204
6.1 结构和车身面板	204
6.1.1 汽车制造中的薄膜技术比较	204
6.1.2 混合车辆后挡板：用热固性材料和热塑性材料做车辆后挡板最 合适	215
参考文献	224
6.1.3 在车外表面上在线喷涂塑料材料的试验	224
参考文献	230
6.1.4 塑料车身组件在现代客车上的应用	230
6.1.5 驾驶室车身板和部件：从热固性材料到热塑性材料	239
6.2 车辆前端模块、缓冲零件、安全理念	249
6.2.1 用于行人保护的热塑性下保险杠加强杆的开发	249
参考文献	260
6.2.2 塑料件的碰撞模拟分析	261
参考文献	268
6.2.3 SLR 碰撞单元：从理念到批量生产	268
6.2.4 热塑性缓冲盒	276
6.3 顶盖组件、硬顶	285
6.3.1 顶盖组件：新 Opel Zafira 的例证	285
6.3.2 SMC 制造的 Z4 跑车的硬顶——在含碳法规背景下的由热固性 材料制成的自支撑汽车零件	295
参考文献	302
6.3.3 宝马 6 系列汽车的新型声学优化可折叠顶棚	302
6.3.4 用 SMI 技术制造的商业用车的顶部设计	309
参考文献	321
6.4 汽车玻璃	321
6.4.1 汽车的有机玻璃	321
6.4.2 聚碳酸酯汽车玻璃：汽车工业的要求和解决方案	328
参考文献	338
6.4.3 塑料汽车玻璃	338

参考文献	345
6.5 声学 and 空气动力学	345
6.5.1 空气声学的发展对汽车的特殊要求	345
参考文献	355
6.5.2 汽车底板覆盖层的模压成型技术 LWRT	355
参考文献	359
6.5.3 公车上的噪声减少涂层: Mercedes Benz Citaro	359
参考文献	371
附录	372
A 与塑料零件相关的网站	372
B 用于汽车中的塑料	375
C 塑料缩写	376

第1章 塑料在汽车设计领域的应用简介

Werner Hufenbach

1.0 概述

未来的汽车将是更轻便、更安全、更加具有经济性、更加舒服，同时更加环保。所有的产品都将面临全球化的竞争和高净值生产（high net production）。这不仅仅是相冲突的目标，同时也有减少重量的多材料设计及其内在优点与缺陷的持续趋势。除此之外，复杂的情感和社会动力学因素都要考虑在内。

世界上的顶级汽车设计体现在其结构可以完美的与其使用要求相吻合。除了技术层面的限制，设计概念很大程度上受经济学-生态学路线和国际标准的限制。之前在汽车轻质设计上的努力主要集中在补偿了更高的安全系数要求和满足顾客的舒适度要求而必须增加的质量。

由于汽车工程中的技术问题非常复杂，在众多材料和技术之间的竞争非常激烈。这同时也是促进具体应用过程中材料及其加工工艺发展革新的动力。任何相关的理念必须包含价值产生以及产品售后服务乃至回收的整个过程。

材料的发展目标是使材料合成物适合于承载和回收利用。塑料及其复合物，以及夹层材料（三明治材料）和金属基复合物越来越多地成为解决问题的新方法了。

1.1 汽车工程轻质化塑料

首先，我们应该清楚在研发优化轻质产品的过程中并没有专利可查询。相反，设计策略的选择很大程度上由使用情况决定，每一次对于设计师来说都是一个全新和巨大的挑战。由于几乎没有长久可依靠的指导方针和相关的条款，因而很难构建现代的汽车结构。研发过程一直就是个全新的内容，需要较高水平的创造性，并具有跨学科的研发团队，该团队应覆盖整个工程链，从最初的材料研发和加工，到产品的虚拟研发和生产工艺，再到整个轻质设计中的质量保证和回收利用。

为了使汽车结构更加符合成本可行性，在选定的驱动概念中，需要对重量比进行详细的分析。比如说，有一点很明显，考虑到前轮驱动，尤其是整车的前端，不只是前后碰撞区域，必须进行重量优化，因为这是重量集中区域（动力装置，传统系统）。这就需要使前后轴的重量分布达到平衡，以利于操纵。汽车后部的轻质化

结构对后轮驱动的汽车更有利,因为后部集中着较大的重量(差动齿轮等)。安全单元中,汽车顶部区域的轻质化措施是为了降低汽车的重心。在汽车底部,这就需要利用轻质材料,因为这样可以避免汽车外壳和动力装置将汽车的重心升高。

在研发汽车零件过程中,需要着重考虑零件的受载状态,利用合适的材料和机构进行概念设计,总之需要考虑生产过程中的种种限制。在最初的研发阶段,必须根据具体应用情况的技术经济、维修性和可循环性作出正确的决定。根据现有的案例进行优化设计以得到最佳的结果:

- 微分法 (differential)
- 积分法 (integral)
- 积分混合法 (integrating hybrid)

每一个新的或者较新的发展都应该坚持基本的指导理论:所选择的材料必须与结构和生产方法的选择直接紧密相连。

整体构件具有很高的功能整合性,可以通过现代的注射成型和压缩技术得到实现。与此相反,在差动机构中的单一元件的机构通常都很复杂,需要采用恰当的黏合技术将不同的材料黏合在一起。

在此处,胶合技术是一种冷黏合技术 ($T \leq 200^{\circ}\text{C}$),适合于片状材料的层合黏合,在此其他方法不能进行连接或者费用非常高。随着胶合技术的不断发展和完善,我们将看到越来越多黏合的支撑性连接。同时我们也将发现胶合技术将和其他的黏合技术联合使用以弥补彼此的不足之处。组合的黏合技术将有利于得到更高的结合强度,这样可以在较宽的范围内得到相对均衡的作用力转变,而单一的胶合技术会产生裂纹。

现在正需要适应性较好的黏合技术以挖掘轻质支撑机构的潜力,这些轻质支撑结构由塑料和/或聚合物基复合材料制成。比如说在 2005 版的大众帕萨特汽车上,Remform 螺丝用来直接将附件安装到安装板 (KMU) 上,这种安装板是由 PP-GF30 制造的。通道和缆线通过整合芯片功能还保持在原来位置^[1]。

另一方面,金属-塑料混合技术已经快速地应用在许多支撑机体元件上。这种混合技术是建立在这个基础上的:结合金属拉延成型和塑料注射成型技术这两种方法,生产出随时能安装的具有很高的功能组合的元件。由于这些元件的刚性和强度对载荷的适应,所以可以通过这些方法得到更多的轻质元件。

在所需要的薄壁结构中,载荷传播区域和卸载区域通常是断裂区域,这是由于薄壁截面和平板对于卡扣和凹痕比较敏感。较大载荷范围内的这种不稳定性可以通过计算塑料肋板结构来大大地加以降低。比如说,在 GFC-钢铁混合元件中,钢铁可以承受受到其屈服点的载荷,如果薄壁板是由玻璃纤维增强尼龙 (PA6-GF) 做成的,就可以避免其开裂。

除了通过加肋板增加构件的刚性之外,还可通过将塑料涂覆在金属表面提高构件的多项功能。例如,一些功能性元件(插件等)通过一次注射成型将其固定到福