

客车车身覆盖件的设计与制造

亚星—奔驰有限公司 周方寿 等 编著



机械工业出版社

客车车身覆盖件的设计与制造

周方寿 周崇国 常 剑
亚星—奔驰有限公司 沈德骅 尤爱玲 洪 棋 编著
黄爱军 殷文林 张 明



机械工业出版社

本书详细介绍了客车车身覆盖件的设计与制造。全书共分四篇。第一篇外覆盖件,主要叙述曲线的拟合,前围、后围、顶盖、侧围外蒙设计与制作,以及前后窗玻璃,侧窗的设计;第二篇内覆盖件,系统地介绍了大客车仪表板、内饰、地板的设计及材料的选用;第三篇门,主要介绍了大客车乘客门、驾驶门、侧仓门、安全门的设计与制作工艺;第四篇涂装及车身覆盖件的美术设计,扼要地叙述了车身蒙皮涂装的作用及重要性,并介绍了覆盖件的美术设计。

本书可供从事大客车车身设计、制造的工程技术人员参考,也可作为高等院校和中等专业学校汽车专业师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

客车车身覆盖件的设计与制造/周方寿等编著. —北京:机械工业出版社, 1998. 7
ISBN 7-111-06496-8

I. 客… I. 周… III. ①客车-车体-设计②客车-车体-制造 IV. U463.82

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第16365号

出 版 人: 马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 王汀江 蓝伙金 刘小慧 版式设计: 霍永明 责任校对: 张 佳

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998年8月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·19.75印张·476千字

0 001—2000册

定价: 35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

随着客车市场的繁荣及高速公路的发展,我国客车拥有量越来越多,但国内客车设计及制造水平与工业发达国家相比仍然落后,因此加快我国客车工业的发展是当务之急。近年来从国外引进的先进技术对提高我国客车设计和制造水平起了一定的推动作用。在吸收消化现代技术的同时,注意培养一支高水平的开发客车新产品的队伍,是我国客车工业赶超国际先进水平的必要途径。

车身设计在客车设计中占有极其重要的位置。在客车新产品设计中,发动机和底盘各总成,一般是选用现有总成或加以改进,而车身必须重新设计。因此在客车设计中车身设计工作量最大,而客车车身覆盖件的设计在客车车身设计中又是工作量最大的。

我国客车工业正在蓬勃发展,据统计,1996年全国有100多家生产客车的骨干企业,但客车车身设计制造技术力量的增强跟不上形势要求,随着客车生产批量的增大,舒适性、可靠性的提高,企业家更加重视客车车身设计,并组织专业化的设计队伍,我国客车车身设计自70年代逐渐形成体系,进入80年代后,应用有限元技术并采用计算机辅助设计,以及利用不断出现的新型塑料等材料,使客车车身设计制造技术飞速发展,然而,目前国内尚缺乏有关客车车身覆盖件方面较系统的论著。本书就是在这种形势下应运而生的。本书是作者在总结多年来从事大客车车身设计、生产等方面的经验撰写而成的,内容取材力求先进、实际,可操作性强。希望本书对大客车的覆盖件设计与制造起到促进作用。

本书由享受国家津贴的专家,亚星-奔驰有限公司高级工程师周方寿主持编著、审核。参加本书撰写和审核的亚星-奔驰有限公司高级工程师和工程师有周方寿、周崇国、常剑、沈德骅、尤爱玲、洪棋、黄爱军、张明,亚星-奔驰有限公司调度殷文林也参加了本书的编写和审核。

本书的编著得到亚星-奔驰有限公司鞠宝才总经理的支持,在审核过程中得到高级工程师贾春莲,江苏亚星客车集团有限公司高级工程师朱祖海、工程师邬飙的帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,请读者不吝指教。

编著者

1997年12月26日

目 录

前言

第一篇 外覆盖件

第一章 曲线拟合	1	一、单曲率型玻璃表面	34
第一节 计算机拟合曲线	1	二、双曲率型玻璃表面	34
一、计算机应用函数的选择	1	三、拓扑派生表面	36
二、三次样条函数式的建立	2	第三节 风窗玻璃的设计	36
三、计算机插值的优缺点	3	一、单圆弧圆柱面玻璃的设计	37
四、计算程序的简单框图	3	二、双圆锥面玻璃的设计	38
第二节 手工计算拟合曲线	4	三、平移法双曲率表面玻璃的设计	39
一、曲线函数的选择	4	四、旋转法双曲率表面玻璃的设计	43
二、曲线方程的建立和简化	4	五、拓扑派生表面的基本作图法	44
三、手工拟合曲线的优缺点	6	第四节 装配结构	47
第三节 几条常用曲线	6	第五节 玻璃检验及相关模具	49
第四节 举例	6	一、技术要求	49
一、前围俯视曲线 A 的拟合	6	二、玻璃检验模	51
二、侧围侧视曲线 F 的拟合	7	三、风窗框架止口检验模	55
第二章 前围蒙皮	8	第四章 顶盖蒙皮	57
第一节 框架设计	8	第一节 曲线的拟合计算	57
第二节 外形设计	8	一、横向曲线的拟合计算及举例	57
一、曲线的测取与拟合	8	二、两侧理想交线的计算及举例	58
二、前围曲面成形方法的确定	10	三、过渡小圆弧的计算及举例	59
三、前围蒙皮的外形计算	10	四、纵向曲线的拟合计算及举例	60
四、前风窗框架边界尺寸的确定	11	第二节 纵向曲线的定位及举例	61
五、计算举例	13	第三节 截面曲线的计算及举例	62
第三节 前围蒙皮的结构设计	23	一、表面派生原理	62
一、前围蒙皮与骨架的连接形式	23	二、计算截面曲线及举例	64
二、前围蒙皮与前风窗玻璃的连接形式	23	第四节 制作与装配	65
三、前围蒙皮玻璃止口结构设计	24	一、分块	65
第四节 前围蒙皮的制作	25	二、成型	65
一、工装、模具制作	26	三、压型模的设计	66
二、前围蒙皮的制作	28	四、装配	67
第三章 风窗玻璃	32	第五章 侧围蒙皮	68
第一节 基本知识	32	第一节 侧围曲线的确定	68
一、种类	32	第二节 蒙皮设计	70
二、常用名词	33	一、材料选择	70
第二节 玻璃曲面的构造形式	33	二、蒙皮的合理分块	71

三、蒙皮与骨架的连接方式	71	第二节 车身曲线	109
四、蒙皮类型的确定	74	一、纵向外形轮廓曲线方程	109
五、结构形状设计	76	二、横向外形轮廓曲线方程	110
第三节 蒙皮制作	76	三、举例	110
一、应力蒙皮的制作	76	第三节 曲面的形成及表面上点的计算	112
二、预应力蒙皮的制作	77	一、曲面的形成	112
三、粘接蒙皮的制作	86	二、表面上任意点的计算	112
四、蒙皮整形	87	第四节 后风窗止口设计	113
第四节 蒙皮发展趋势	88	一、后窗框架止口曲线的设计	113
第五节 侧围蒙皮的隔热、密封与降噪	88	二、后窗止口形式	114
一、聚氨酯硬质泡沫塑料性能简介	88	三、外止口曲线上任意点的计算	115
二、各种保温材料性能对比	89	第五节 后围蒙皮结构设计	118
三、基本配方及操作工艺流程	89	一、蒙皮与骨架的连接形式	118
四、侧围蒙皮内侧喷涂聚氨酯硬质泡沫塑料工序安排与要求	90	二、后围蒙皮组成	118
五、喷涂后产生的效果	91	第六节 后围蒙皮制作	119
第六章 侧窗	92	一、样板制作	119
第一节 普通客车侧窗	92	二、蒙皮制作	121
一、侧窗造型	92	第八章 后窗玻璃	129
二、侧窗与侧围的连接方式	92	第一节 分类	129
三、侧窗的结构及组成	94	第二节 确定边界	129
四、综述	98	第三节 后窗玻璃的设计计算	130
第二节 高档高速客车侧窗	98	第四节 举例	131
一、全封闭式侧窗	98	一、确定各曲线在主视图上的投影曲线	131
二、高档高速客车侧窗发展趋势	105	二、计算下沿曲线	132
第七章 后围蒙皮	106	三、计算上沿曲线	132
第一节 后围外形轮廓曲线的拟合	106	四、计算两侧曲线	133
一、纵向轮廓曲线的拟合	106	第五节 检验模的设计	134
二、应用举例	107	第六节 安装结构	135
三、横向轮廓曲线的拟合	109		

第二篇 内覆盖件

第九章 内饰	136	二、以人为中心的设计原则	138
第一节 内饰设计原则	136	三、简洁原则	138
一、比例	136	四、符合美学法则的原则	139
二、对称、均衡与稳定	137	五、考虑气候和地理条件	139
三、节奏与韵律	137	六、符合用色的时代性	139
四、对比与调和	138	第三节 内饰材料的选择	140
五、单纯化	138	一、选择要求	140
六、统调	138	二、分类	142
第二节 内饰色调的选择	138	第四节 内饰结构设计	142
一、功利原则	138	一、车内顶盖护板、左右侧围护板	

的设计	142	二、整体布置设计	160
二、窗立柱装饰设计	145	三、造型设计	169
三、窗帘的装饰设计	146	四、结构设计	171
四、左右侧围护板与顶盖护板交界		第三节 制作工艺及材料	175
处的设计	148	一、钣金工艺	175
五、装饰压条的设计	148	二、软化工艺	175
第五节 前、后顶装饰设计	149	三、常用工程材料	176
一、低档车前顶装饰设计	149	第四节 软化仪表板制品常需注意	
二、低档车后顶装饰设计	150	的问题	178
三、中、高档车前、后顶装饰件设计	150	一、结构设计中应考虑的问题	178
第六节 几种内饰件的制作工艺	153	二、预埋件处理	180
一、一种护板的加工工艺	153	三、制品两相邻件连接处的处理	180
二、装饰铝压条的加工工艺	154	第十一章 客车地板设计	181
三、塑料型材的加工工艺	154	第一节 地板的结构	181
四、前、后顶装饰件的制作	155	一、平面高度	181
第七节 顶盖护板及左右侧围护板设计		二、结构分类	181
的发展方向	156	第二节 地板的密封	183
一、玻璃纤维毛毡 (GRF) 车顶内衬		一、材料	183
新材料	156	二、防尘	184
二、低压注射成形新工艺	156	三、隔热、降噪	187
三、高质感成形新技术	156	第三节 地板的计算	190
第十章 仪表板	158	一、地板的类型及其特点	190
第一节 一般构造	158	二、地板的强度计算	190
第二节 仪表板设计	159	三、地板强度计算实例	192
一、设计方法与步骤	159		
		第三篇 门	
第十二章 乘客门	195	二、外摆式乘客门运动原理	213
第一节 乘客门类型	195	三、外摆式乘客门运动机构设计举例	216
一、单通道门	196	四、外摆式乘客门制作与安装调试	218
二、双通道门	196	第十三章 驾驶员门	222
三、四扇折叠式门	196	第一节 驾驶员门设计	222
四、双扇折叠式门	196	一、车门结构	222
五、外摆式乘客门	197	二、车门铰链	222
六、内摆式乘客门	198	三、门锁装置	226
第二节 双扇折叠式乘客门设计与制作	199	四、驾驶员门的密封	228
一、双扇折叠式乘客门的结构	199	五、门布置及运动校核	229
二、双扇折叠式乘客门启闭运动分析	203	第二节 驾驶员门制作	230
三、双扇折叠式乘客门传动机构设计	204	一、门装配工艺流程	230
四、双扇折叠式乘客门制作	207	二、内蒙皮冲压工艺	230
第三节 外摆式乘客门设计与制作	208	第十四章 侧仓门	232
一、外摆式乘客门构造	208	第一节 铰链	232

一、合页式铰链	232
二、弯臂式铰链	234
三、单铰链复合机构	235
四、四连杆机构	235
五、双铰链机构	235
第二节 支撑限位机构	238
一、瓜子链式	238
二、机械伸缩撑杆	238
三、气弹簧撑杆	239
第三节 锁止机构	243
一、螺钉固定式	243
二、防震锁	243
三、340B1 锁	244
四、拉杆锁	244
第四节 本体设计与制作	245

一、本体设计	245
二、本体制作	248
第十五章 安全门	253
第一节 安全门的设置	253
第二节 安全门设计	254
一、车门结构	254
二、工作原理	254
三、设计计算	255
第三节 安全门的制作与安装调试	257
一、门扇的制作	257
二、门的安装与调试	260
第四节 客车安全顶窗	261
一、客车顶窗	261
二、客车安全顶窗	262

第四篇 涂装及车身覆盖件的美术设计

第十六章 蒙皮涂装	264
第一节 涂料的组成及分类	264
一、涂料的组成	264
二、涂料的分类	265
第二节 主要设备及工具介绍	266
一、主要设备介绍	266
二、主要工具介绍	269
第三节 客车蒙皮涂装工艺	272
一、涂料的干燥类型及涂膜的干燥方式	272
二、氨基烘漆涂装工艺	275
三、纤维素类漆涂装工艺	290
四、聚氨酯漆涂装工艺	294
第四节 工艺布局合理性探讨	296
第十七章 覆盖件的美术设计	298
第一节 色彩的基本知识	298
一、术语	298
二、色彩的混合	298
三、三原色	298
四、色彩的三要素	299
五、色彩的感觉	300
六、色彩的好恶	301
第二节 基本原则	301

一、品种原则	301
二、以人为中心的原则	301
三、地区原则	301
四、功能原则	302
五、图案设计的一般原则	302
第三节 客车外蒙流行色的设计	302
一、简介	302
二、色彩对比	303
三、色彩协调	303
第四节 内饰色彩设计	304
一、内顶及左右内蒙	304
二、内侧壁覆盖件	304
三、仪表板	304
四、地板	304
五、材料	304
六、内饰色彩	304
第五节 色彩图案设计程序	305
一、准备	305
二、彩色效果图	305
三、评审	305
四、试喷	305
五、图样	305

第一篇 外覆盖件

第一章 曲线拟合

客车车身是由几个曲面组合而成的，每个曲面的外廓则是设计人员在造型的基础上通过反复拟合而得到的。所谓拟合，就是将车身曲面的外廓线用方程或数据准确地表达出来，并通过比较模拟，使车身外廓线连接光滑，过渡平顺。通常，拟合的途径有两种：一种是通过计算机建立函数拟合，一种是手工计算拟合。

第一节 计算机拟合曲线

一、计算机应用函数的选择

计算机拟合曲线并非简单地用计算机运算替代手工运算，而是通过数值计算的方法，对整车曲线寻找一种适合计算机运用的统一函数表达式进行拟合，因此，我们对拉格朗日插值多项式

$$L_n = \sum_{i=0}^n \left(\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \right) y_i$$

的三次样条函数表达式

$$S_{i(x)} = M_{i-1} \frac{(x_i - x)^3}{6H_i} + M_i \frac{(x - x_{i-1})^3}{6H_i} + \left(Y_{i-1} - \frac{M_{i-1}H_i^2}{6} \right) \frac{x_i - x}{H_i} + \left(y_i - \frac{M_i H_i^2}{6} \right) \frac{x - x_{i-1}}{H_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

和最小二乘法

$$Q = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m A_{ij} x_j - B_i \right)^2$$

进行研究和比较，得出：适当提高拉格朗日插值多项式次数，可以提高计算的精度，但次数越高，计算越繁琐，积累误差增大，曲线会出现过多的扭摆。当局部插值结点有微小变化时，就可能引起曲线大幅度变化，使计算很不稳定。采用分段低次插值可以避免上述缺陷，但在各段连接点处只能保证曲线连续，而不能保证光滑（即不能保证曲率的连续变化）；而用最小二乘法求出的曲线不完全通过所有的已知点，只能反映数据的基本趋势。只有使用三次样条函数求得的曲线，不仅曲线连续，而且曲线的曲率也连续，即分段插值函数具有连续的二阶导数，这就满足了拟合的要求。所谓三次样条函数就是全部通过型值点，二阶连续可微的分段三次多项式函数。

二、三次样条函数式的建立

在较大比例的造型图上或模型上测得一系列型值点 $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, 其三次样条函数表达式

$$S_{i(x)} = M_{i-1} \frac{(x_i - x)^3}{6H_i} + M_i \frac{(x - x_{i-1})^3}{6H_i} + \left(y_{i-1} - \frac{M_{i-1}}{6} H_i^2 \right) \frac{x_i - x}{H_i} + \left(y_i - \frac{M_i}{6} H_i^2 \right) \frac{x - x_{i-1}}{H_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

表达式中 M 的关系式

$$U_i M_{i-1} + 2M_i + \lambda_i M_{i+1} = D_i$$

其中

$$H_i = x_i - x_{i-1}$$

$$\lambda_i = \frac{H_{i+1}}{H_i + H_{i+1}}$$

$$U_i = 1 - \lambda_i$$

$$D_i = \frac{6}{H_i + H_{i+1}} \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{H_{i+1}} - \frac{y_i - y_{i-1}}{H_i} \right) \quad (i = 1, 2, \dots, n-1)$$

给定端点的一阶导数

$$S'(x_0) = y_0' \quad S'(x_n) = y_n'$$

即

$$\begin{cases} 2M_0 + M_1 = D_0 \\ M_{n-1} + 2M_n = D_n \end{cases}$$

其中

$$D_0 = \frac{6}{H_0} \left(\frac{y_1 - y_0}{H_1} - y_0' \right) \quad D_n = \frac{6}{H_n} \left(y_n' - \frac{y_n - y_{n-1}}{H_n} \right)$$

由上面 $n+1$ 个三次样条的 M 关系式得出下列方程组:

$$\begin{cases} 2M_0 + \lambda_0 M_1 = D_0 \\ U_1 M_0 + 2M_1 + \lambda_1 M_2 = D_1 \\ U_2 M_1 + 2M_2 + \lambda_2 M_3 = D_2 \\ \vdots \\ U_{n-1} M_{n-2} + \lambda_{n-1} M_n = D_{n-1} \\ U_n M_{n-1} + 2M_n = D_n \end{cases}$$

写成矩阵形式

$$\begin{bmatrix} 2\lambda_0 \\ U_1 2\lambda_1 \\ U_2 2\lambda_2 \\ \vdots \\ U_{n-1} 2\lambda_{n-1} \\ U_n 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_0 \\ M_1 \\ M_2 \\ \vdots \\ M_{n-1} \\ M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_0 \\ D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_{n-1} \\ D_n \end{bmatrix}$$

利用 LD 、 LT 解出 $M_0, M_1, M_2, \dots, M_n$, 得到三次样条函数的表达式。在某一小区间内 (x_{n-1}, x_n) , 给定间距 10mm, 求出一系列 $S_n(x + 10i) (i = 0, 1, 2, \dots, K)$, 式中, $K = \frac{x_n - x_{n-1}}{10}$ 。计算 Δx 、 Δy , 即

$$\Delta x(n+i) = 10$$

$$\Delta y(n+i) = S_n(x + 10i) - S_n(x + 10(i-1))$$

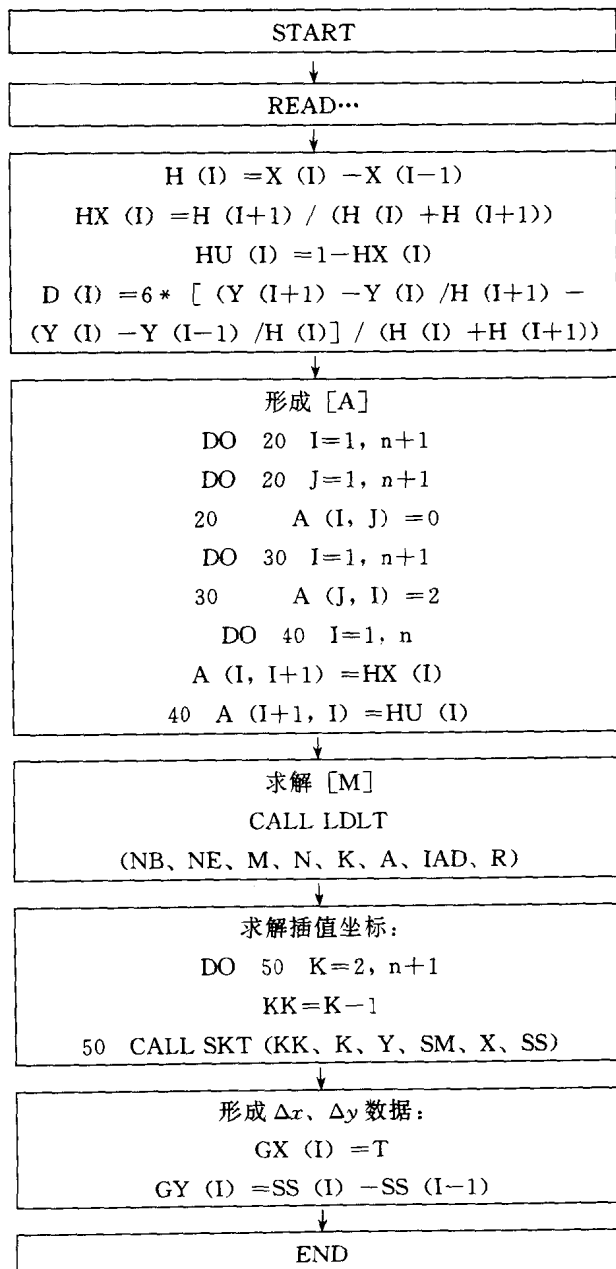
这样就得出各点的型值, 而且可根据 Δx 、 Δy 值描出曲线或制作样板, 从而可与造型图或模型

相比较。

三、计算机插值的优缺点

计算机拟合的曲线，运算速度快、准确，形成的曲线连接光滑，过渡平顺，整车曲线均可采用同一方程，但其要求给出的型值点多、准确，而且还要提供准确的始点与终点的斜率。在设计的初始阶段，显然不可能提供很准确的点，也不可能提供太多的点，因为这些点尚未确定，还需进一步通过比较，模拟确定。当初次拟合不理想，再次拟合时，还需再测若干点，因此这方面的工作量相当大。目前，在国内大多数厂家的低档客车设计中，没有采用计算机进行造型设计，而是以手工计算拟合曲线。

四、计算程序的简单框图



第二节 手工计算拟合曲线

一、曲线函数的选择

根据平面解析几何可知,一根直线可用二元一次方程来表示,圆、椭圆、双曲线等可用二元二次方程来表示,在造型设计中,如果某区域设计为一线段,只要给出始点和终点位置,这一线段就确定下来,无需拟合,需要拟合的是那些形状不定的曲线。我们分析一下上述几条曲线的几何特征及优缺点:对圆而言,它是一条封闭曲线,形状简单易于掌握;同一圆周上任一点曲率相同,没有变化,在造型上显得线条呆板,不生动。对于椭圆、抛物线、双曲线而言,其上任一点的曲率都是变化的,且随着点的移动,变化逐渐减慢或加剧,呈一定的规律,在造型上显得生动,有“弹性”。椭圆是一个封闭结构的曲线,而抛物线和双曲线不是封闭曲线。因此,在设计过程中,在满足要求的前提下,为简化计算,客车车身曲线一般为圆曲线或椭圆曲线。

二、曲线方程的建立和简化

如图 1-1 所示,圆心 $O_1(a,b)$ 、半径为 R 的曲线方程为 $(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$,其中,有三个选定系数 a, b, R ,需在曲线上找到三个点才能求出方程。将 $A(x_1, y_1)$ 、 $B(x_2, y_2)$ 、 $C(x_3, y_3)$ 代入方程,解二元二次方程组,才能求出 a, b, R ,计算相当繁琐(计算略)。如果先考虑曲线的形状,再定曲线的位置,将坐标系适当移动,如图 1-2 所示,这样圆方程就可简化为:

$$\begin{aligned} x^2 + (y-R)^2 &= R^2 \\ x^2 + y^2 + R^2 - 2yR &= R^2 \\ R &= \frac{x^2 + y^2}{2y} \end{aligned} \quad (1-1)$$

即

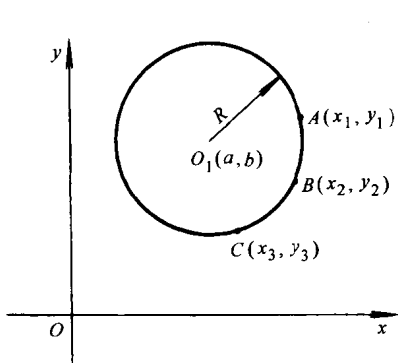


图 1-1 已知三点,求解圆方程

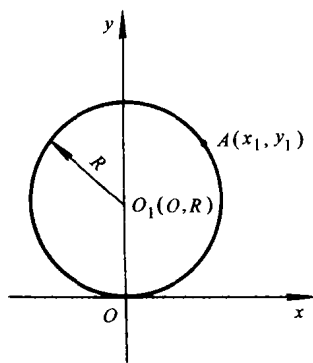


图 1-2 已知一点,求解圆方程

若只有一个待定系数 R ,只需在曲线上找一个点就可求出方程,如图 1-2,将 $A(x_1, y_1)$ 代入得

$$R = \frac{x_1^2 + y_1^2}{2y_1}$$

计算大大简化了。

同理,椭圆方程也可简化。如图 1-3 所示,椭圆中心 $O_1(m, n)$ 、长轴 $2a$ 、短轴 $2b$ 的椭圆方程为:

$$\left(\frac{x-m}{a}\right)^2 + \left(\frac{y-n}{b}\right)^2 = 1$$

它有四个待定系数： m, n, a, b ，需要代入四个点才能求出方程。将 $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), C(x_3, y_3), D(x_4, y_4)$ 代入方程，解二元二次方程组，才能求出 a, b, m, n ，计算相当繁琐（计算略）。如果先考虑曲线的形状，再确定曲线的位置，将坐标系适当移动，如图 1-4 所示，这样，椭圆方程就可简化为：

$$\left(\frac{x+a}{a}\right)^2 + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

即

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{2x}{a} + \frac{y^2}{b^2} = 0$$

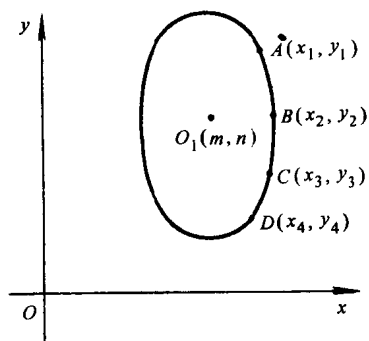


图 1-3 已知四点，求解椭圆方程

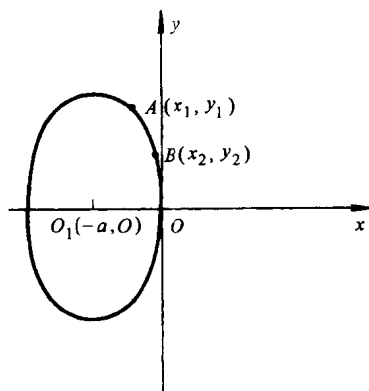


图 1-4 已知两点，求解椭圆方程

若只剩两个待定系数，只需从曲线上找两点代入方程，即可求出 a, b ，如图 1-4 所示，将 $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2)$ 代入方程得：

$$\begin{cases} \frac{x_1^2}{a^2} + \frac{2x_1}{a} + \frac{y_1^2}{b^2} = 0 & (1-2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{x_2^2}{a^2} + \frac{2x_2}{a} + \frac{y_2^2}{b^2} = 0 & (1-3) \end{cases}$$

将式(1-2)左边乘以 y_2^2 减去式(1-3)左边乘以 y_1^2 ，得：

$$\frac{x_1^2 y_2^2}{a^2} + \frac{2x_1 y_2^2}{a} - \frac{x_2^2 y_1^2}{a^2} - \frac{2x_2 y_1^2}{a} = 0$$

简化得

$$\begin{aligned} x_1^2 y_2^2 + 2x_1 y_2^2 a - x_2^2 y_1^2 - 2x_2 y_1^2 a &= 0 \\ a &= \frac{x_1^2 y_2^2 - x_2^2 y_1^2}{2x_2 y_1^2 - 2x_1 y_2^2} \end{aligned} \quad (1-4)$$

将 a 值代入原方程(1-2) 或(1-3) 得：

$$b = \frac{y_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{x_1 + a}{a}\right)^2}} = \frac{ay_1}{\sqrt{-x_1^2 - 2ax_1}}$$

或

$$b = \frac{ay_2}{\sqrt{-x_2^2 - 2ax_2}} \quad (1-5)$$

计算量大大减小。

三、手工拟合曲线的优缺点

通过运用平面解析几何进行手工拟合的曲线连接光滑、过渡平顺、取点少，而且拟合灵活。当初次拟合不理想需再次拟合时，取点有针对性，曲线易于控制，适合造型设计的初始阶段，但是曲线方程多，手工计算量较大。

第三节 几条常用曲线

客车造型设计中，前围俯视曲线 A 通常为一般圆弧或三段圆弧相切，中心侧视曲线 B 一般为两段圆弧相切或椭圆与圆弧相切（见图 1-5a、b）。

后围俯视曲线 C 一般为一段圆弧；中心侧视曲线 D 一般为两段圆弧相切或椭圆与圆弧相切；顶盖前段侧视曲线 E 一般为直线、斜线、圆弧或椭圆；侧围曲线 F 一般为椭圆与圆弧相切，或斜线与圆弧相切；顶盖横梁曲线 H 一般为圆弧，在上述这些基本曲线确定下来后，其他的一些曲线或交线就可根据曲面的成形原理求得，不必再去拟合。

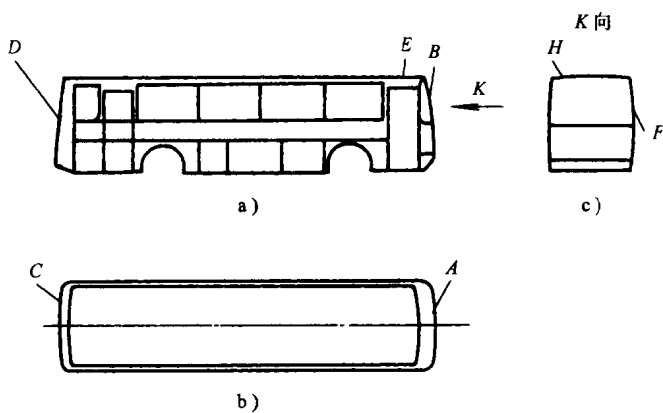


图 1-5 客车造型图

第四节 举 例

一、前围俯视曲线 A 的拟合

某个产品在造型确定的前提下（图 1-5），在其 1:5 的俯视造型图上或其大比例的模型上，重新建立前围俯视曲线坐标系 xOy （如图 1-6 所示，单位：mm）。在坐标系中，测得曲线上三点坐标 $A(600, 14)$ 、 $B(1000, 38.5)$ 、 $C(-800, 24.5)$ ，分别代入式 (1-1)，得

$$R_A = \frac{600^2 + 14^2}{2 \times 14} \text{mm} = 12864.14 \text{mm}$$

$$R_B = \frac{1000^2 + 38.5^2}{2 \times 38.5} \text{mm} = 13006.26 \text{mm}$$

$$R_C = \frac{(-800)^2 + 24.5^2}{2 \times 24.5} \text{mm} = 13073.47 \text{mm}$$

为了方便计算，可以假设曲线半径 $R =$

13000mm。在描图纸上作出 1:5 的曲线图与图 1-6 相比较，要求曲线不贴合间隙不大于 2.5mm 即可。按照 1:5 的比例，2.5mm 的间隙在图上实际只有 $2.5\text{mm}/5 = 0.5\text{mm}$ ，因此，如果在图上两曲线的间隙不大于 0.5mm，就可说明选择 $R = 13000\text{mm}$ 是正确的。

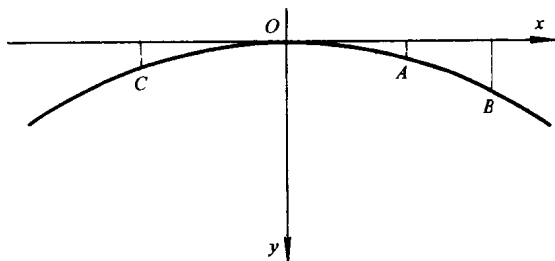


图 1-6 曲线 $R = 13000\text{mm}$

另外, 还可以通过解析法计算出理论点与实际点的差别, 不再需要作图, 就可以比较两条曲线的不贴合间隙, 即可判别拟合的曲线是否正确。设 $R=13000\text{mm}$, 点 A、B、C 的 x 坐标不变, 求出对应的 y 值, 由式 (1-1) 可知:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

则 $y_A = 13.85\text{mm}, y_B = 38.52\text{mm}, y_C = 24.64\text{mm}$

与原测量值相比

$$\delta_{y_A} = 13.85\text{mm} - 14\text{mm} = -0.15\text{mm} < 2.5\text{mm}$$

$$\delta_{y_B} = 38.52\text{mm} - 38.5\text{mm} = 0.02\text{mm} < 2.5\text{mm}$$

$$\delta_{y_C} = 24.64\text{mm} - 24.5\text{mm} = 0.14\text{mm} < 2.5\text{mm}$$

通过上述三点的比较可以初步判断选择 $R=13000\text{mm}$ 是正确的, 但其余的一系列点仍然需要通过计算比较, 每一个理想点与实际点的差别都要不大于 2.5mm 才行。

二、侧围侧视曲线 F 的拟合

设某个产品在造型已确定的前提下, 在其 $1:5$ 的侧视造型图上或其大比例的模型上, 重新建立侧围曲线坐标系 zOy (图 1-7), 初步判断该曲线为椭圆曲线, 实测一系列点坐标 A $(-10, 500)$ 、B $(-21, 700)$ 、C $(-34.5, 900)$ 、D $(-57, 1100)$ 。

将 A、C 两点的坐标值代入式 (1-4) 和式 (1-5), 求得椭圆的长、短轴分别为:

$$b = \frac{z_C^2 y_A^2 - z_A^2 y_C^2}{2 y_C z_A^2 - 2 y_A z_C^2} = \frac{900^2 \times (-10)^2 - 500^2 \times (-34.5)^2}{2 \times 500^2 \times (-34.5) - 2 \times 900^2 \times (-10)} \text{mm} = 206.25\text{mm}$$

$$a = \frac{b z_A}{\sqrt{-y_A^2 - 2b y_A}} = \frac{206.25 \times 500}{\sqrt{-(-10)^2 - 2 \times 206.25 \times (-10)}} \text{mm} = 1586.54\text{mm}$$

为了计算方便, 假设椭圆曲线长、短轴暂定为

$$2a = 2 \times 1586.54\text{mm} = 3172.8\text{mm}$$

$$2b = 2 \times 206.25\text{mm} = 412.5\text{mm}$$

$$\text{则椭圆方程为 } \frac{z^2}{1586.54^2} + \frac{(y + 206.25)^2}{206.25^2} = 1$$

下面对该椭圆进行分析。

先用解析法计算 B、D 两点是否在曲线上, 将 B、D 两点测量得到的 z 坐标, 代入上述椭圆方程, 得

$$y = 206.25 \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{z^2}{1586.54^2}} \right)$$

$$y_B = 21.16\text{mm}$$

$$y_D = 57.62\text{mm}$$

与原测量值相比较, 差别

$$\delta_{y_B} = 21.15\text{mm} - 21\text{mm} = 0.15\text{mm} < 2.5\text{mm}$$

$$\delta_{y_D} = 57.62\text{mm} - 57\text{mm} = 0.62\text{mm} < 2.5\text{mm}$$

通过比较上述两点, 可初步判断椭圆曲线拟合正确, 在描图纸上作出 $1:5$ 的椭圆曲线图并与图 1-7 相比较, 两点的不贴合度 $\leq 0.5\text{mm}$, 说明曲线能拟合出来; 若两曲线的不贴合间隙 $> 0.5\text{mm}$, 则需要反复上述步骤进行拟合。

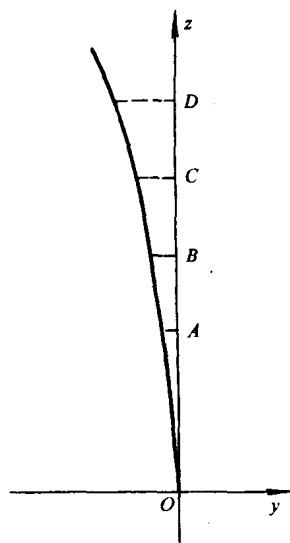


图 1-7 侧围曲线

第二章 前围蒙皮

前围蒙皮是覆盖在大客车前围外表面的零件。汽车的前部造型能代表整车形状的特征,同时前部分布着各种零部件、灯具及商标,曲面的形状变化也很复杂,因此它是一个较难设计的面,需要认真妥善地处理车身表面形状、前风窗玻璃形状尺寸,车前部各种附配件、灯具、牌照等之间的协调关系。

第一节 框架设计

由于客车前围元件多,曲面变化复杂,所以在设计前围蒙皮时,可以把设计工作分为蒙皮外形结构设计、骨架连接形式、前风窗玻璃连接形式、风窗止口结构和局部处理等项目。设计时应注意:

- (1) 在满足功能要求的基础上,尽可能符合造型要求。
- (2) 提高制作及装配的工艺性。
- (3) 使车身具有良好的空气动力性能,蒙皮具有足够的刚度。

第二节 外形设计

前围蒙皮的外形应完全符合造型要求。设计时可根据造型效果图或整车缩小比例模型,实测一些相关的点和线,如前围的主要轮廓线和一系列的截面线,然后进行各种构件的结构设计,即画出构成前风窗框架的上下横梁,左右立柱的全部投影图,确定风窗玻璃止口的边界形状尺寸,前围蒙皮与顶盖、侧围蒙皮的边界线以及前围蒙皮的主要结构断面。

一、曲线的测取与拟合

前围蒙皮是一空间曲面。对这个空间曲面如从不同剖面上进行剖切,可以得到不同的剖切轨迹线(截面线),然后在技术条件允许的范围内,用几种轨迹线进行组合就可得到几种不同的形状。在客车造型设计时,前围横向曲线一般由一段圆弧或三段圆弧相切构成,纵向曲线一般由两段圆弧相切或椭圆与圆弧相切构成。

前围蒙皮中一些空间曲梁的断面形状并不都是人为预先设定的,其形状决定于相毗邻的车身表面形状,如前风窗边框、左右立柱等。车身的表面因素就成了空间曲梁作图的已知条件。

(一) 曲线的测取

设计时应先从车身总布置图上取得一些前围主要轮廓线、截面线和理想交线,如图 2-1 前围外形图所示:

- A 曲线——中心侧视曲线;
- B 曲线——前围横向曲线;
- C 曲线——前围横向曲线与侧围曲线的理想交点轨迹曲线;

D 曲线——前围纵向曲线与顶盖纵向曲线理想交点轨迹曲线；

E 曲线——前围侧弧曲线；

F 曲线——侧围侧弧曲线；

主图板上的上述曲线只是表达的车身外形轮廓，设计时需将这些曲线拟合成规律曲线。

(二) 曲线的拟合

1. *A* 曲线的拟合

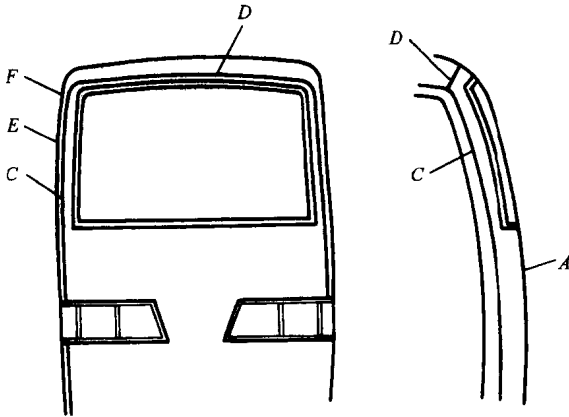


图 2-1 前围外形图

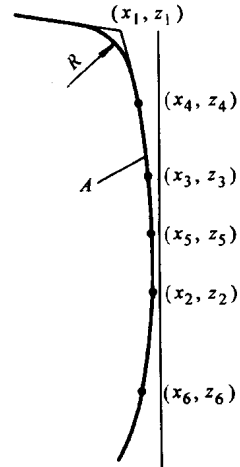


图 2-2 *A* 曲线的拟合

A 曲线一般为两段圆弧相切或椭圆与圆弧相切。如图 2-2 所示，拟合 *A* 曲线时，可根据实测点的情况，采用上述两种曲线分别进行拟合，最终确定所拟合曲线是两圆相切还是椭圆与圆相切。

如果按椭圆方式拟合，可以移动坐标原点。得到简化后的椭圆方程：

$$\left(\frac{x+a}{a}\right)^2 + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

将 (x_1, z_1) , (x_2, z_2) 代入上述方程得：

$$a = \frac{x_1^2 z_1^2 - x_2^2 z_2^2}{2x_2 z_1^2 - 2x_1 z_2^2} \quad b = \frac{a z_2}{\sqrt{-x^2 - 2ax_2}}$$

不断地输入 (x, y, z) 点坐标，可得一系列椭圆曲线，取最终与原图曲线不贴合间隙 $\leq 2\text{mm}$ 的曲线为拟合曲线。

如按两圆相切方式拟合，可先在原图上确定一切点，切点上下各为两个圆方程。移动坐标系，可将圆方程简化为：

$$x^2 + (z - R)^2 = R^2$$

在曲线上任取一些点输入上述曲线方程，取最终与原图曲线不贴合间隙 $\leq 2\text{mm}$ 的曲线为拟合曲线。

2. *B* 曲线的拟合

B 曲线一般为一段圆弧或三段圆弧相切。*B* 曲线的圆弧半径、相切坐标可由造型预先给定。

在不同的 z 平面上，*B* 曲线形状可能不同，这跟前围曲面成形方法有关。常规成形法是通