

ICS 45.060.20
CCS S 32

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2218—2021

代替 TB/T 2218—2010,部分代替 TB/T 1335—1996

机车车辆通过最小半径曲线计算与试验

Minimum radius curve negotiation calculation and test of rolling stock

2021-09-07 发布

2022-04-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计算	2
5 试验	9
附录 A(资料性) 15 号车钩最大允许偏转角计算	15
附录 B(资料性) 试验线路参考图	17
参考文献	18

行业标准信息服务平台

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 TB/T 2218—2010《铁道客车通过最小半径曲线试验》，部分代替 TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》。本文件修订 TB/T 2218—2010《铁道客车通过最小半径曲线试验》，并将 TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》中适用车辆几何曲线通过的校核方法的内容纳入本文件。与上述标准相比，除结构调整和编辑性改动外，本文件主要技术变化如下：

- a) 更改了标准的适用范围(见第1章, TB/T 2218—2010版的第1章)；
- b) 增加了术语和定义(见第3章)；
- c) 增加了动车组、机车、货车通过曲线的技术要求和试验要求(见4.1.1、5.1.3、5.2、5.3、5.4.2、5.6.2.5)；
- d) 更改了车辆几何曲线通过的校核方法(见4.1, TB/T 1335—1996版的附录A)；
- e) 增加了调车机车过驼峰曲线的计算和试验要求(见4.2、5.1.5、5.3.6、5.4.2.6、5.6.2.6)；
- f) 更改了车钩偏转角测量的要求(见5.3.1、5.6.2.1, TB/T 2218—2010版的5.1、8.2.1)；
- g) 删除了风挡错动量测量的要求(见TB/T 2218—2010版的6.1.2、8.1.2、8.2.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中车青岛四方车辆研究所有限公司提出并归口。

本文件起草单位：中车青岛四方车辆研究所有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司机车车辆研究所、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车齐齐哈尔车辆有限公司。

本文件主要起草人：栾平景、刘宏友、阎锋、徐倩、王宝金、高军、曾燕军、柯佰传。

本文件及其所代替标准的历次版本发布情况为：

——1991年首次发布为 TB/T 2218—1991《铁道客车通过最小半径曲线试验》，2010年第一次修订；

——本次为第二次修订，并入了 TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》中适用车辆几何曲线通过的校核方法的内容(TB/T 1335—1996代替的文件及历次版本发布情况为：TB/T 1335—1978)。

机车车辆通过最小半径曲线计算与试验

1 范围

本文件规定了标准轨距机车车辆通过最小半径曲线的术语和定义、计算、试验。

本文件适用于标准轨距机车车辆通过最小半径曲线几何关系的检查、计算和试验,其他轨距机车车辆可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 3314 内燃机车通用技术条件
- GB/T 3317 电力机车通用技术条件
- GB/T 4549.4—2004 铁道车辆词汇 第4部分:车钩缓冲及风挡装置
- GB/T 5600 铁道货车通用技术条件
- GB/T 8568—2013 铁路行车组织词汇
- GB/T 12817 铁道客车通用技术条件
- GB/T 36505—2018 铁路线路词汇
- TB 10062—2018 铁路驼峰及调车场设计规范

3 术语和定义

GB/T 4549.4—2004、GB/T 8568—2013 和 GB/T 36505—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通过最小曲线半径 min. radius of curvature negotiable

机车车辆在站场或厂、段内调车时所能安全通过的最小曲线半径。

[来源:GB/T 4549.1—2004,6.7,有修改]

3.2

通过最小曲线半径试验 min. radius of curvature negotiation test

测定机车车辆是否能安全通过最小曲线半径的试验。

[来源:GB/T 4549.1—2004,7.10,有修改]

3.3

刚性车钩 rigid coupler

两钩连挂后车钩连接面不能产生任何方向相对运动的车钩。

[来源:GB/T 4549.4—2004,2.9]

3.4

非刚性车钩 non-rigid coupler

两钩连挂后车钩连接面只有垂直方向相对位移的车钩。

[来源:GB/T 4549.4—2004,2.10]

3.5

调车 shunting operation; shunting work

除列车在车站的到达、出发、通过及在区间内运行外,凡机车车辆进行一切有目的的移动。

注:如列车的编组、解体、摘挂、转线,车辆的取送、转场、整场、调移以及机车的对位、转线、出入段等。

[来源:GB/T 8568—2013,3.9]

3.6

圆曲线 circular curve

线路平面走向改变时设置的曲率不变的圆弧形曲线。

[来源:GB/T 36505—2018,3.6]

3.7

反向曲线 reverse curve

转向角方向相反的两相邻曲线中间连以一定长度直线所组成的曲线。

[来源:GB/T 36505—2018,3.8]

3.8

缓和曲线 transition curve

设置在直线与圆曲线或圆曲线与圆曲线之间的曲率连续变化的曲线。

[来源:GB/T 36505—2018,3.9]

3.9

夹直线 intermediate straight line

两相邻曲线间或道岔直向与曲线间的直线段。

[来源:GB/T 36505—2018,3.10]

3.10

竖曲线 vertical curve

线路变坡处设置的竖向曲线。

[来源:GB/T 36505—2018,3.18]

3.11

驼峰 hump

驼峰是将调车场始端道岔区前线路抬到一定高度,主要利用其高度和车辆自重,使车辆自动溜到调车线上,用以解体车列的一种调车设备。

[来源:TB 10062—2018,2.0.1]

4 计算

4.1 几何曲线通过的校核方法

4.1.1 总则

机车车辆有关尺寸应按 GB/T 3314、GB/T 3317、GB/T 5600、GB/T 12817、TB 10062—2018 或相关技术文件中规定的最小半径曲线进行设计。设计时,应考虑缓冲装置变形的影响。机车车辆设计应保证:当在平面曲线上运行时,车钩水平偏转角应小于结构所限定的最大水平偏转角,转向架、车体、基础

制动装置等之间以及两相邻车端之间均不应产生运动干涉；当在竖曲线上运行时，非刚性车钩不应发生脱钩，刚性车钩垂直偏转角应小于结构所限定的最大垂直偏转角，车体、转向架、轨道结构（包括缓行器）之间均不应产生运动干涉。

4.1.2 基本假定

基本假定如下：

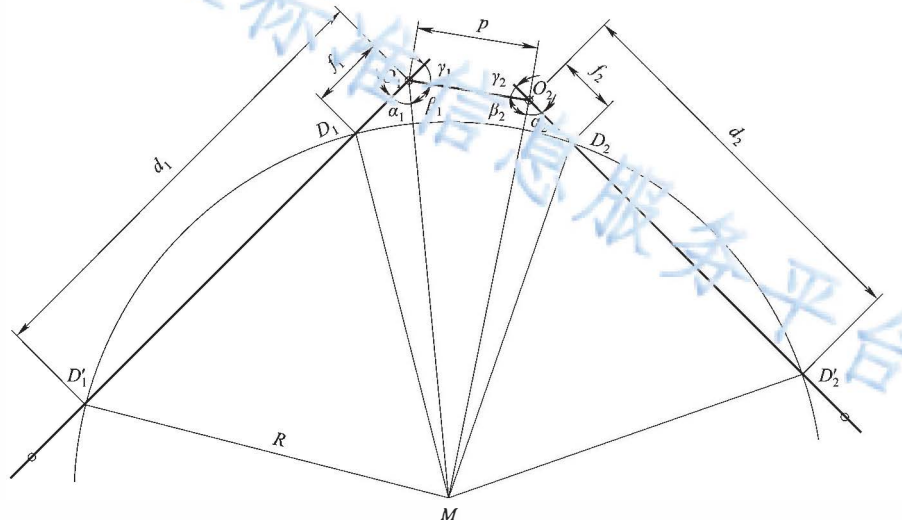
- 在直线区段，车体的中心线与线路中心线重合，在曲线区段，转向架回转中心在线路中心线上。
- 由圆曲线过渡到直线或反向的圆曲线，中间不夹有缓和曲线。
- 在平面曲线上，两相邻机车车辆的车钩中心线在一条直线上。
- 在竖曲线上，对于非刚性车钩，车钩中心线与车钩安装座保持垂直；对于刚性车钩，两相邻机车车辆的车钩中心线在一条直线上。

4.1.3 平面曲线

4.1.3.1 连挂机车车辆通过圆曲线

4.1.3.1.1 机车车辆的位置

机车车辆在曲线上的位置见图 1。



标引序号说明：

- M ——平面曲线圆心；
- D_1, D_2, D'_1, D'_2 ——转向架回转中心；
- O_1, O_2 ——车钩转动中心；
- R ——平面曲线半径，单位为米(m)；
- f_1, f_2 ——转向架回转中心到车钩转动中心的长度，单位为米(m)；
- d_1, d_2 ——机车车辆定距与转向架回转中心到车钩转动中心的长度之和，单位为米(m)；
- p ——两车钩转动中心间的长度，单位为米(m)；
- α_1, α_2 ——车体中心线与平面曲线圆心和车钩转动中心连线的夹角，单位为度(°)；
- β_1, β_2 ——两连挂车钩中心线与平面曲线圆心和车钩转动中心连线的夹角，单位为度(°)；
- γ_1, γ_2 ——车钩水平偏转角，单位为度(°)。

图 1 连挂机车车辆通过圆曲线时位置示意

4.1.3.1.2 计算公式

车钩水平偏转角 γ_1 按公式(1)计算。

$$\gamma_1 = 180^\circ - \alpha_1 - \beta_1 \dots\dots\dots(1)$$

其中：

$$\alpha_1 = \arccos\left(\frac{d_1 + f_1}{2a_1}\right)$$

$$\beta_1 = \arccos\left(\frac{p^2 + a_1^2 - a_2^2}{2pa_1}\right)$$

$$a_1 = \sqrt{R^2 + d_1 \times f_1}$$

$$a_2 = \sqrt{R^2 + d_2 \times f_2}$$

式中：

a_1 —— MO_1 的长度,单位为米(m)；

a_2 —— MO_2 的长度,单位为米(m)。

车钩水平偏转角 γ_2 按公式(2)计算。

$$\gamma_2 = 180^\circ - \alpha_2 - \beta_2 \dots\dots\dots(2)$$

其中：

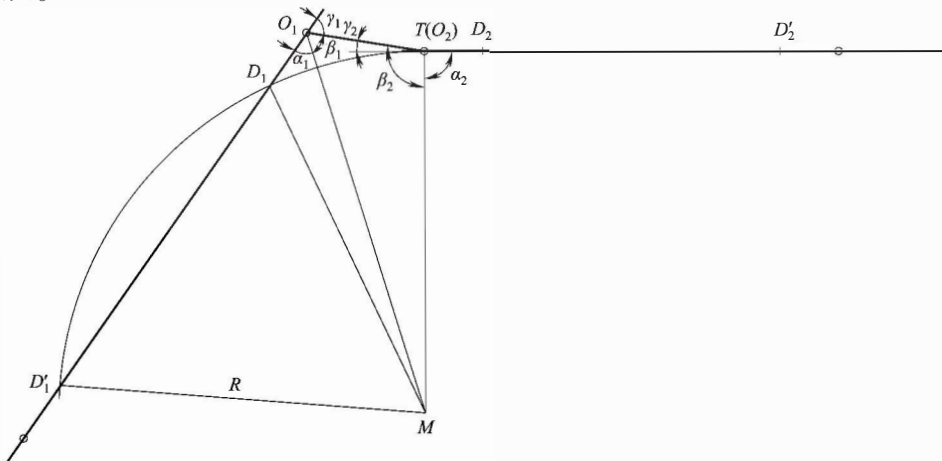
$$\alpha_2 = \arccos\left(\frac{d_2 + f_2}{2a_2}\right)$$

$$\beta_2 = \arccos\left(\frac{p^2 + a_2^2 - a_1^2}{2pa_2}\right)$$

4.1.3.2 连挂机车车辆通过曲一直线

4.1.3.2.1 机车车辆的位置

机车车辆的位置取短车在直线上,长车在曲线上。当 O_2 与曲一直线切点 T 重合时,见图2,车钩偏转角 γ_1 最大。



标引序号说明：

T ——曲一直线切点。

图2 O_2 与曲一直线切点 T 重合时机车车辆位置示意

4.1.3.2.2 计算公式

车钩水平偏转角 γ_1 按公式(3)计算。

$$\gamma_1 = 180^\circ - \alpha_1 - \beta_1 \dots\dots\dots(3)$$

其中:

$$\alpha_1 = \arccos \left(\frac{d_1 + f_1}{2a_1} \right)$$

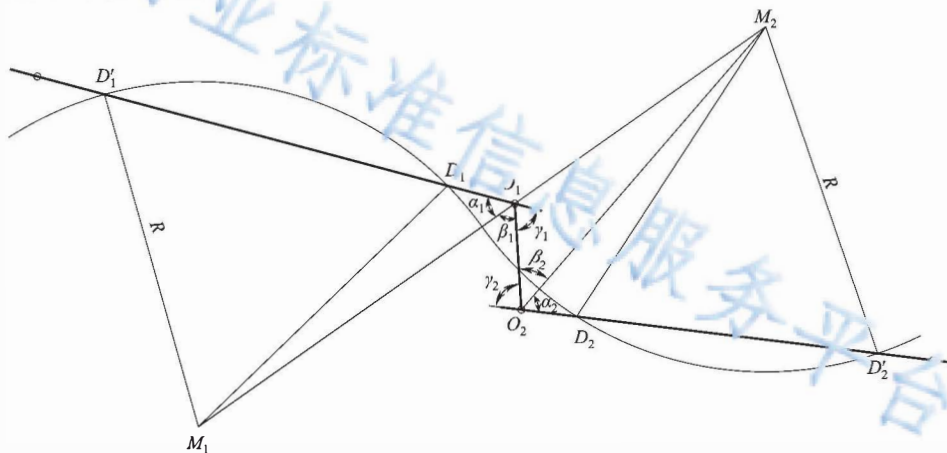
$$\beta_1 = \arccos \left(\frac{p^2 + d_1 \times f_1}{2pa_1} \right)$$

$$a_1 = \sqrt{R^2 + d_1 \times f_1}$$

4.1.3.3 连挂机车车辆通过反向曲线

4.1.3.3.1 机车车辆的位置

相邻的两辆车分别处在反向的圆曲线上。当 O_1 通过 M_1M_2 时,见图3, γ_2 达到最大值,当 O_2 通过 M_1M_2 时,见图4, γ_1 达到最大值。



标引序号说明:

$M_1、M_2$ ——平面曲线圆心。

图3 相邻的两辆车分别处在反向的圆曲线上 O_1 通过 M_1M_2 时位置示意

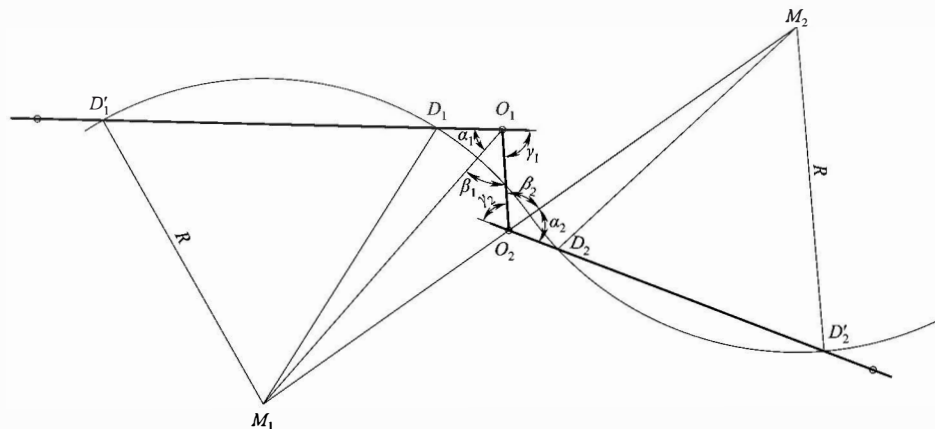


图4 相邻的两辆车分别处在反向的圆曲线上 O_2 通过 M_1M_2 时位置示意

4.1.3.3.2 计算公式

O_2 通过 M_1M_2 时,车钩水平偏转角 γ_1 按公式(4)计算。

$$\gamma_1 = 180^\circ - \alpha_1 - \beta_1 \dots\dots\dots(4)$$

其中:

$$\alpha_1 = \arccos\left(\frac{d_1 + f_1}{2a'_1}\right)$$

$$\beta_1 = \arccos\left(\frac{p^2 + a_1'^2 - e_1^2}{2pa'_1}\right)$$

$$a'_1 = \sqrt{R^2 + d_1 \times f_1}$$

$$e_1 = 2R - a'_2$$

$$a'_2 = \sqrt{R^2 + d_2 \times f_2}$$

式中:

- a'_1 —— M_1O_1 的长度,单位为米(m);
- e_1 —— M_1O_2 的长度,单位为米(m);
- a'_2 —— M_2O_2 的长度,单位为米(m)。

O_1 通过 M_1M_2 时,车钩水平偏转角 γ_2 按公式(5)计算。

$$\gamma_2 = 180^\circ - \alpha_2 - \beta_2 \dots\dots\dots(5)$$

其中:

$$\alpha_2 = \arccos\left(\frac{d_2 + f_2}{2a'_2}\right)$$

$$\beta_2 = \arccos\left(\frac{p^2 + a_2'^2 - e_2^2}{2pa'_2}\right)$$

$$e_2 = 2R - a'_1$$

式中:

- e_2 —— M_2O_1 的长度,单位为米(m)。

4.1.3.4 判定原则

按结构所限定的最大水平偏转角判定,即应满足 $\gamma_1 \leq \gamma_{1max}, \gamma_2 \leq \gamma_{2max}$ 。

4.1.4 竖曲线

4.1.4.1 非刚性车钩

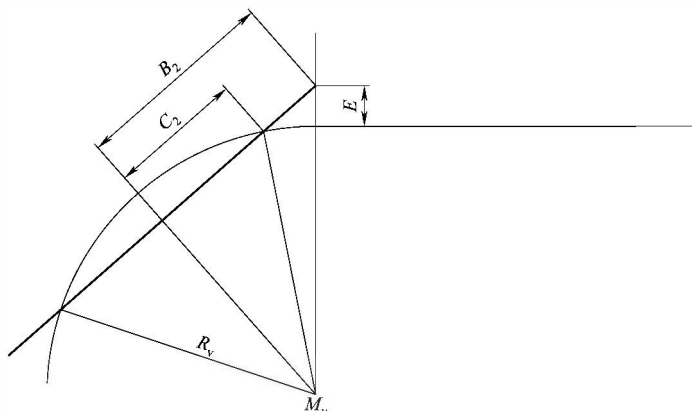
4.1.4.1.1 机车车辆的位置

机车车辆的位置取短车在直线上,长车在曲线上。当机车车辆处于图 5 所示位置时,相邻车钩的垂向错动量最大。

4.1.4.1.2 计算公式

相邻车钩垂向错动量的最大值 E 按公式(6)计算。

$$E = \frac{(B_2)^2 - (C_2)^2}{2R_v} \dots\dots\dots(6)$$



标引序号说明：

M_v ——竖曲线圆心；

R_v ——竖曲线半径,单位为米(m)；

B_2 ——曲线上机车车辆的车钩连接线间距离的一半,单位为米(m)；

C_2 ——曲线上机车车辆的定距的一半,单位为米(m)；

E ——相邻车钩垂直错动量的最大值,单位为米(m)。

图5 机车车辆在竖曲线上的位置示意

4.1.4.1.3 判定原则

保证连挂机车车辆通过竖曲线不发生脱钩,应满足公式(7)的要求。

$$E \leq \Delta h_c - \Delta h_i \dots\dots\dots (7)$$

式中：

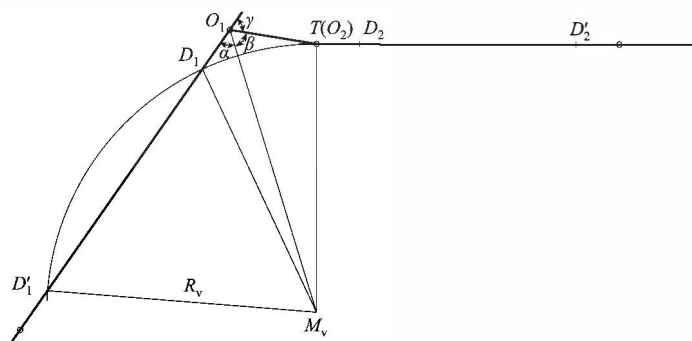
Δh_c ——两车钩连挂时最大允许高度差,单位为米(m)；

Δh_i ——允许的车钩中心水平线初始高度差,取0.075,单位为米(m)。

4.1.4.2 刚性车钩

4.1.4.2.1 机车车辆的位置

机车车辆的位置取短车在直线上,长车在曲线上。当 O_2 与曲一直线切点 T 重合时,见图6,车钩垂直偏转角 γ 最大。



标引序号说明：

α ——车体中心线与竖曲线圆心与车钩转动中心连线的夹角,单位为度($^\circ$)；

β ——两连挂车钩中心线与竖曲线圆心与车钩转动中心连线的夹角,单位为度($^\circ$)；

γ ——车钩垂直偏转角,单位为度($^\circ$)。

图6 短车在直线上,长车在曲线上 O_2 与曲一直线切点 T 重合时机车车辆位置示意

4.1.4.2.2 计算公式

车钩垂直偏转角 γ 按公式(8)计算。

$$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta \quad \dots\dots\dots(8)$$

其中:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{d_1 + f_1}{2a_1''}\right)$$

$$\beta = \arccos\left(\frac{p^2 + d_1 \times f_1}{2pa_1''}\right)$$

$$a_1'' = \sqrt{R_v^2 + d_1 \times f_1}$$

式中:

a_1'' —— $M_v O_1$ 的长度,单位为米(m)。

4.1.4.2.3 判定原则

按结构所限定的最大垂直偏转角判定,应满足公式(9)的要求。

$$\gamma \leq \gamma_{\text{vmax}} - \frac{\Delta h_s}{p} \times \frac{180}{\pi} \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

γ_{vmax} ——结构所限定的最大垂直偏转角,单位为度($^\circ$);

Δh_s ——允许的车钩座中心水平线初始高度差,单位为米(m)。

4.2 驼峰线路隆起高度计算

调车机车过驼峰时线路轨面相对前后车轮接触点连线的隆起高度计算要求如下:

将机车转向架简化为位于转向架中心的单轮,则两轮之间距离即为机车定距。连接段竖曲线长度按公式(10)计算。

$$S = R_v \times \arctan(k) \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

S ——竖曲线长度,单位为米(m);

R_v ——竖曲线半径,单位为米(m);

k ——加速坡的坡度,根据 TB 10062—2018 的 6.1,取 55‰。

不同情况计算要求如下:

- a) 当连接段竖曲线弦长大于机车两轮纵向间距,整个机车都在竖曲线上时,见图 7。此时线路轨面相对前后车轮接触点连线的隆起高度按公式(11)计算。

$$H = R_v - \sqrt{R_v^2 - (L/2)^2} \quad \dots\dots\dots(11)$$

- b) 当连接段竖曲线弦长小于机车两轮纵向间距,前后车轮会分别位于坡道和平道上,见图 8。此时线路轨面相对前后车轮接触点连线的隆起高度按公式(12)计算。

$$H = L/2 \times \tan[\arctan(k)/2] - \left(\frac{R_v}{\cos[\arctan(k)/2]} - R_v\right) \quad \dots\dots\dots(12)$$

判定原则为车体中部最低高度应大于驼峰轨面隆起高度。

4.3 车钩允许的最大偏转角计算

客车用 15 号车钩最大允许偏转角计算见附录 A,其他车钩允许的最大偏转角可参照计算。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/308071104101006037>