

行车制动失效条件下的性能和结构要求

王 兆 (中国汽车技术研究中心 天津 300162)

编者按：良好的行车制动性能是维系汽车安全行驶的重要保证；如何确保车辆在行车制动失效后仍然维系一定的制动性能，使车辆安全减速或停止行驶更是汽车设计和法规要求的重点。在现行的汽车标准法规体系下，对行车制动失效后的性能评价有两种，即应急制动性能和剩余制动性能。本文将以乘用车为例，通过对不同标准法规的对比分析，解析行车制动失效后的性能和结构要求。

1 行车制动失效

根据我国现行标准，行车制动失效是指行车制动发生且只发生一处失效。这种失效会在一定程度上造成制动系统部分管路的制动性能降低或丧失，但不会导致整个制动系统性能的完全丧失。造成失效的原因主要有两种，一种是制动系统部件损坏或发生故障，即部件失效；另一种是管路破损等原因导致的能量失效。

1.1 部件失效

在汽车制动系统的构成中，包括制动踏板及其支架、主缸及其活塞、控制阀、踏板与主缸或控制阀之间的连接杆件、制动气室、轮缸及其活塞、制

动臂及凸轮轴总成等对汽车制动性能起关键作用的重要部件，通常具有足够的尺寸、强度和可靠性，视为不易失效的零部件。

所谓部件失效是指制动系中除上述部件以外其它部件损坏或发生故障所导致的行车制动失效。

1.2 能量失效

能量失效是一种较为恶劣的制动失效条件，包括管路泄漏、断裂导致存储的能量部分或全部泄漏；能量失效通常会造成制动性能的重大损失。

2 应急制动

2.1 应急制动的定义

表 1 标准法规对应急制动的定义

标准法规号	有关应急制动的定义描述
GB/T 5620-2002 ISO 611	在行车制动失效的情况下，供驾驶员直接或间接地使行驶中的车辆减速或停止行驶且具有可调节作用的零部件的总称。
GB 12676-1999	应急制动必须在行车制动只有一处失效的情况下，在适当的一段距离内使车辆停住；应急制动必须是可控制的，应使驾驶员在其座位上至少有一只手握住方向盘的情况下就可以实现的制动。
ECE R13	当行车制动失效时，应急制动必须能在适当的距离内使车辆停住。制动作用必须是渐进的，必须保证驾驶员在其座位上至少有一只手握住方向盘就能实现制动操作。本规定的前提是行车制动不能同时发生一处以上失效。
ECE R13-H	当行车制动失效时，应急制动必须能在适当的距离内使车辆停住。制动作用必须是渐进的，必须保证驾驶员在其座位上双手不离开转向盘就能实现制动操作。本规定的前提是行车制动不能同时发生一处以上失效。

如表 1 所述，尽管不同的标准法规对应急制动的描述不一致，但其本质并无差别。应急制动是一种不拘泥于制动系统具体结构的功能描述，其作用条件是行车制动失效（相关标准法规对此进一步明确为行车制动只发生一处失效）预期作用效果是在行车制动发生失效的情况下 维持一定的制动性能，

使车辆在规定的距离内停住，其实质是一种相对降低了要求的“行车制动性能”。

2.2 应急制动的结构要求

2.2.1 应急制动的控制装置

根据 ECE R13 (GB 12676-1999) 的规定，必须确保驾驶员在其座位上至少有一只手握住方向盘的

情况下就可以实现应急制动。据此，应急制动可以有两种不同的控制方式，一种是脚控制制动，另一种是手控制制动；法规对两种控制方式的操纵力分别规定了不同的限值，其中，脚控制制动的最大操纵力比手控制制动大 100N。

而 ECE R13-H 的规定驾驶员在进行应急制动时双手不离开转向盘。这实际上将应急制动限定为脚控制。

2.2.2 应急制动系的部件构成

行车制动系、应急制动系和驻车制动系的某些部件可以共用，但至少应有两套相互独立、驾驶员在正常驾驶位置易于接近的控制装置，且行车制动与驻车制动的控制装置必须独立。根据此要求，应急制动可采取行车+应急、驻车+应急和独立应急三

种可能的结构方案。而从车辆的实际设计来看，如采用独立的应急制动势必会使制动系统的结构复杂，增加设计和生产成本。因此，采用应急制动与行车制动相结合或应急制动与驻车制动相结合是目前较为通行的方案。

2.2.3 应急制动的实现方式

根据应急制动与行车制动的关系，应急制动有两种不同的实现方式：

通过部分行车制动系实现应急制动；

独立的应急制动，可通过驻车制动系实现。

2.3 应急制动的性能要求

表 2 列出了相关标准对各类车辆应急制动性能和行车制动性能的要求。

表 2 发动机脱开的行车制动-应急制动-剩余制动性能

车辆种类	v (km/h)		满载 MFDD (m/s ²)					空载 MFDD (m/s ²)	
	行车制动	应急-剩余	行车制动	应急制动	应急/行车	剩余制动	剩余/行车	剩余制动	剩余/行车
M ₁ *R13-H	80	80	5.8	2.9	50%	1.7	29%	1.5	26%
	100*	100*	6.43*	2.44*	38%*	-	-	-	-
M ₂	60	60	5	2.5	50%	1.5	26%	1.3	22%
M ₃	60	60	5	2.5	50%	1.5	26%	1.5	26%
N ₁	80	70	5	2.2	44%	1.3	22%	1.1	19%
N ₂	60	50	5	2.2	44%	1.3	22%	1.1	19%
N ₃	60	40	5	2.2	44%	1.3	22%	1.3	22%

3 剩余制动

行车制动系传能装置部分失效的情况下，操纵行车制动的控制装置，应仍能使足够数量的车轮制动，即必须达到所谓的剩余制动性能，其性能要求见表 2。

4 应急制动与剩余制动

应急制动和剩余制动都是在行车制动发生部分失效的情况下的一种保护措施，其目的是确保车辆维持一定的制动性能，按规定的要求安全停车。从表 2 的减速度要求可以看出，应急制动的性能要求要高于剩余制动。

4.1 ECE R13 对应急制动和剩余制动的要求

根据 ECE R13 的要求，当行车制动发生失效时，应急制动系或未受失效影那部分行车制动系必须以规定的应急制动和/或剩余制动性能使车辆停住，即车辆应满足应急制动和/或剩余制动性能要求。

4.1.1 借助部分行车制动系实现应急制动

在此情况下，未受失效影响的那部分行车制动系必须满足应急制动的要求；同时，由于应急制动性能要求比剩余制动性能要求严格，有关剩余制动的性能要求是没有意义的。

4.1.2 应急制动系独立于行车制动系，借助（部分）驻车制动系实现应急制动

在此情况下，应急制动通过驻车制动系实现；但未受失效影响的那部分行车制动系必须满足剩余制动要求。除进行应急制动试验外，还应通过模拟失效，对行车制动失效后的剩余制动性能进行考核。

利用行车制动系和驻车制动系共同实现应急制动是一种较为特殊的情况。由于相关标准的规定不够明确，对此情况存在两种不同的解读。其一认为应急制动应由未受失效影响的行车制动系来提供，即属于 4.1.1 所述情形。另一种理解为应急制动由

驻车制动系和未受失效影响的那部分行车制动共同实现，即 4.1.2 所述情形，在进行应急制动试验时可同时作用行车制动和驻车制动；同时，未受失效影响的那部分行车制动还必须满足剩余制动要求。

ISO 6597 是配合 ECE R13 制定的试验方法标准，该标准根据制动系统的基本设计将应急制动分为两种类型：

利用部分行车制动系来满足应急制动性能，即 4.1.1 情形：有关剩余制动的要求没有意义，应急制动性能即是制动系统最低的性能要求。

应急制动系独立于行车制动系，即 4.1.2 情形：除满足应急制动要求外，未受失效影响的部分行车制动还必须达到规定的剩余制动性能。在这种情况下，应急制动的性能要求显然高于剩余制动。标准专门进行指出可能需要借助驻车制动系来实现应急制动。

对照 ISO 6597 的有关要求，可以判断：通过同时作用行车制动和驻车制动实现应急制动的情况显然属于 a) 所述情形，即应急制动由未受失效影响那部分行车制动系来提供。从设计角度来看，这实际已经拒绝了行车制动和驻车制动系共同实现应急制动这一方案。

4.2 ECE R13-H 的有关要求

ECE R13-H 是在 ECE R13 的基础上，根据欧美日汽车制动法规协调情况制定的有关乘用车制动的技术法规。ECE R13-H 对行车制动失效时的应急制动性能和剩余制动性能进行了折衷，不再要求所谓的剩余制动性能，即无论应急制动采用何种实现方式，在行车制动失效时，未受失效影响的那部分行车制动系都必须达到规定的应急制动性能要求，见图 1。因此，该要求实际上是在引导或要求只通过行车制动系来实现应急制动。

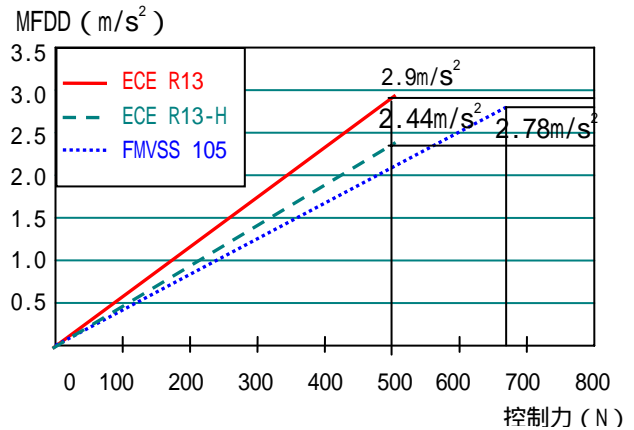


图 1 应急制动-剩余制动要求

VCA 型式认证手册“乘用车制动”部分对应急制动静态检查也只考虑了通过行车制动实现应急制动这一种情况，具体规定为“模拟行车制动系失效，检查确认驾驶员在佩戴固定式安全带的情况下、双手握住转向盘也可全力促动行车制动踏板”。

5 行车制动失效对结构的要求

为确保行车制动失效后，车辆仍然能够维持一定的制动性能，满足应急制动或剩余制动的性能要求，采用双管路制动系统是一种必需的措施。

5.1 当行车制动力及其传输仅由一个储能器提供时，如仅靠驾驶员体力操纵行车制动控制装置就能达到规定的应急制动要求，则认为传输装置只需一个储能器即可。

5.2 行车制动力及其传输仅由驾驶员控制的储能器提供时，为防止一条回路失效造成共用的储能器能量完全丧失，至少应有两个完全独立且分别具有独立传输装置的储能器。每个储能器可只作用于两个或几个车轮制动器，但应确保车辆能够达到规定的应急制动效能。

根据制动力分配情况，DIN 74000 将双管路制动系统分为如下几种布置型式

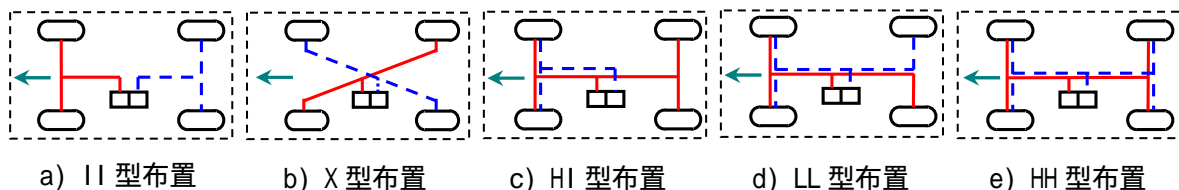


图 2 双管路布置型式

a) II 型布置

即一轴对一轴型，前桥和后桥分别采用不同的回路，一条回路制动前桥，一条回路制动后桥。

b) X 型布置

即交叉型，也称对角布置，每条回路分别制动处于对角线上的一个前轮和一个后轮。该种布置型式下，任意一条回路失效时都能保持 50%制动能力。

c) HI 型布置

即一轴半对半轴型，其中一条回路同时制动前桥和后桥，另一条回路仅制动前桥。

d) LL 型布置

即半轴一轮对半轴一轮，每条回路制动都制动前桥和不同的后轮。

e) HH 型布置

即双半轴对双半轴型，每条回路都同时制动前桥和后桥。

上述 5 种管路布置型式都能确保在一条回路发生失效时另一条回路仍能保持正常工作。但由于轴荷、制动力作用和分配比例不同，各种管路布置型式所能达到的预期制动效果也存在差异。其中：

a) 对 II 型、HI 型布置，制动力分配受前、后轴载荷分配的影响较大。在某些载荷分配条件下，

行车制动失效后无法保证维持 50% (R13-H 要求为 38%) 以上的制动性能，在不采取进一步措施的情况下不能用作应急制动。

b) 对 X 型布置、LL 型布置和 HH 型布置，任一回路失效时都可能保持 50%的制动性能；但 LL 型布置的一条回路发生失效时，车辆左右两侧的制动力不平衡，将影响车辆的制动稳定性，又可能导致车辆偏离预定的行驶路线。

c) 对 HI 型布置、LL 型布置和 HH 型布置，当两条回路共同控制的某一车轮发生失效时有可能同时影响两条回路，从而导致整个制动系统性能的完全丧失。

6 小结

目前，双管路布置已经成为满足车辆应急制动/剩余制动要求的一种必然选择，II 型和 X 型布置更是成为乘用车制动管路布置的标准型式。但制动系统的设计是一个复杂的系统工程，受多种因素的制约，需要综合考虑车辆的使用条件、车轴布置、制动器型式和阀体结构等，根据预定的制动性能（应急制动/剩余制动）要求来最终确定合适的管路布置型式。

参考文献（略）

（收稿日期：2005-09-02）