



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 42855—2023

## 氢燃料电池车辆加注协议技术要求

Technical requirements of fuelling protocols for hydrogen fuel cell vehicles

2023-08-06 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
4.1 加注协议组成 .....	2
4.2 通则 .....	2
4.3 加注速率 .....	2
4.4 目标压力 .....	2
4.5 加注等级分类 .....	3
5 加注协议通用要求 .....	4
6 加注边界条件 .....	4
6.1 基本要求 .....	4
6.2 初始温度 .....	4
6.3 管路压力损失 .....	5
6.4 加注方式 .....	5
7 加注过程 .....	5
7.1 无通信加注 .....	5
7.2 通信加注 .....	5
8 加注过程控制 .....	6
8.1 基本要求 .....	6
8.2 压力控制法 .....	7
8.3 流量控制法 .....	7
附录 A (资料性) 氢气加注过程示意图 .....	8
附录 B (资料性) 加注过程控制流程 .....	9
B.1 加氢启动程序 .....	9
B.2 加注表选择程序 .....	10
B.3 加注程序 .....	11
B.4 加注过程检测程序 .....	12
B.5 氢气预冷温度等级降低加注程序 .....	13
附录 C (资料性) 基于压力控制的升压速率推荐值 .....	15
C.1 H35-B-III .....	15
C.2 H35-C-III .....	18

**GB/T 42855—2023**

C.3	H35-D-Ⅲ	.....	21
C.4	H70-C-Ⅲ	.....	24
C.5	H70-D-Ⅲ	.....	26
附录 D (资料性)	基于流量控制的平均流量推荐值	.....	28
D.1	H35-B-Ⅲ	.....	28
D.2	H35-C-Ⅲ	.....	32
D.3	H35-D-Ⅲ	.....	37
D.4	H70-C-Ⅲ	.....	41
D.5	H70-D-Ⅲ	.....	44

## 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。

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。

本文件由全国氢能标准化技术委员会(SAC/TC 309)提出并归口。

本文件起草单位：北京低碳清洁能源研究院、中国标准化研究院、佛山绿色发展创新研究院、北京海德利森科技有限公司、上海舜华新能源系统有限公司、浙江大学、北京亿华通科技股份有限公司、中广核风电有限公司、济南市计量检定测试院、中天华氢有限公司、山东国创燃料电池技术创新中心有限公司、山东氢谷新能源技术研究院、广东中氢顺发能源科技有限公司。

本文件主要起草人：何广利、杨燕梅、鲍威、董文平、谢添、韩武林、许壮、陈华强、叶盛、丁业良、陈晓露、李海龙、杜利锋、霍苗苗、陈琪、张文帅、黄彬、张真、王德新、刘京京、赵强、苗乃乾。

# 氢燃料电池车辆加注协议技术要求

## 1 范围

本文件规定了氢燃料电池车辆高压氢气加注协议的基本要求、通用要求、加注边界条件、加注过程以及加注过程控制的要求。

本文件适用于氢燃料电池车辆加氢设施用加注协议。氢内燃机车辆、氢能船舶、氢能有轨电车、氢能飞行器、氢能工程车辆、氢能发电装置、氢气运输车辆等的加氢设施用加注协议也可参照本文件。

## 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 31138 加氢机

## 3 术语和定义

GB/T 31138 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**加注协议 fuelling protocol**

加氢设施为氢燃料电池车辆加氢所遵循的操作边界条件和加注策略。

### 3.2

**车载储氢系统质量储氢容量 mass capacity of onboard hydrogen storage system**

车载储氢系统在氢气为 15 ℃、公称工作压力下储存的氢气总质量。

### 3.3

**加氢机压力 dispenser pressure**

加氢机拉断阀上游 1 m 以内加氢管路中的氢气压力。

### 3.4

**目标压力 target pressure**

加注结束时期望车载储氢系统达到的氢气压力。

### 3.5

**加注氢气温度 fuel delivery temperature**

加氢机拉断阀上游 1 m 以内加氢管路中的氢气温度。

### 3.6

**氢气预冷温度 pre-cooling temperature of hydrogen**

加氢机内氢气经过预冷换热器后的温度。

### 3.7

**平均升压速率 average pressure ramp rate**

从加注开始到加注结束的加氢机压力平均增长率。

### 3.8

#### 冷工况 cool soak

加氢机管路和车载储氢系统高压储氢气瓶的温度均低于环境温度的情况。

### 3.9

#### 热工况 hot soak

加氢机管路和车载储氢系统高压储氢气瓶的温度均高于环境温度的情况。

### 3.10

#### 通信加注 fueling with communication

加注时间内加氢机与车载储氢系统之间通过有线或者无线方式进行数据交换的加注方式。

### 3.11

#### 无通信加注 fueling with non-communication

加注时间内加氢机与车载储氢系统之间不存在数据交换或数据交换无效的加注方式。

## 4 基本要求

### 4.1 加注协议组成

加注协议应包括加注性能目标、边界条件、加注方法、过程控制、加注速率和目标压力等要求。

### 4.2 通则

4.2.1 应结合氢气加注方法和加注性能目标制定加注协议,根据加氢机环境温度适应性、氢气温度预冷能力、氢气供应能力(压力和流量)、氢气管路压降和热交换能力,以及车载储氢系统质量储氢容量(以下简称“车载储氢系统容量”)、储氢气瓶类别、初始温度、初始压力等参数确定加注速率和目标压力,并匹配相应的过程控制要求。

4.2.2 应根据加氢设施满足的加注边界条件和加注性能目标选用加注协议,加注过程应采用加注协议规定的加注方法,根据加注条件选用合适的加注速率和目标压力,并进行相应的过程控制。

4.2.3 加氢设施所要求的加注方法、加注性能目标、边界条件等参数等发生变化时,应重新制定加注协议。

### 4.3 加注速率

加注速率应在下列条件下满足车载储氢气瓶不超过最大允许工作温度的要求:

- a) 氢气温度为氢气预冷温度等级所允许的最大氢气温度值;
- b) 车载储氢系统仅含一个储氢气瓶,且该储氢气瓶容量为车载储氢系统容量;
- c) 车载储氢气瓶初始温度为当前环境温度对应的热工况温度;
- d) 管路压降为最大允许值。

### 4.4 目标压力

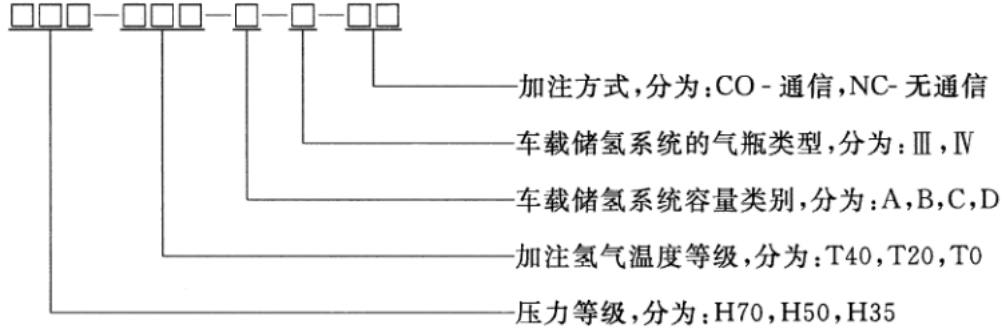
目标压力应在下列条件下满足车载储氢系统不超过最大工作压力的要求:

- a) 氢气温度为氢气预冷温度等级所允许的最小氢气温度值;
- b) 车载储氢系统由公称储氢容量为 1 kg 的储氢气瓶组成,储氢气瓶数量由车载储氢系统容量确定;
- c) 车载储氢气瓶初始温度为当前环境温度对应的冷工况温度;
- d) 管路压降为最小允许值。

4.5 加注等级分类

4.5.1 加注协议标识

加注协议标识由压力等级、加注氢气温度等级、车载储氢系统容量类别、车载储氢系统的气瓶类型以及加注方式组成。



示例：压力等级为 35 MPa、氢气温度范围为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、车载储氢系统容量为 10 kg、车载储氢系统的气瓶类型为 III 型瓶、无通信加注，加注协议标记为：H35-T40-B-III-NC。

注：车载储氢系统的气瓶类型：III 指 III 型瓶（压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶），IV 指 IV 型瓶（车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶）。

4.5.2 压力等级

4.5.2.1 应根据车载储氢系统和加氢机的公称工作压力的最小值确定加注协议的压力等级，加注过程中车载储氢系统和加氢机的压力不应超过相应压力等级下的最大工作压力，见表 1。

表 1 压力等级

压力等级(HSL)	公称工作压力(NWP)/MPa	最大工作压力(1.25 NWP)/MPa	最大允许工作压力(1.375 NWP)/MPa
H35	35	43.75	48.125
H50	50	62.5	68.75
H70	70	87.5	96.25

4.5.2.2 高压等级加注协议不应用于低压力等级的车载储氢系统加注。

4.5.3 加注氢气温度等级

应根据加氢站氢气温度范围确定预冷温度等级。加氢站压力等级相同的加氢机宜使用相同的加注氢气温度等级，加注时间内氢气温度不应超过预冷温度等级规定的上限值。加注氢气温度等级见表 2。

表 2 加注氢气温度等级

加注氢气温度等级	氢气温度( $T_{H_2}$ )范围
T40	$-40\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_{H_2} < -20\text{ }^{\circ}\text{C}$
T20	$-20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_{H_2} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
T0	$0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_{H_2} \leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

4.5.4 车载储氢系统容量类别

车载储氢系统容量类别见表 3。

表 3 车载储氢系统容量类别

车载储氢系统容量/kg	类别(代号)
<10	A
10	B
20	C
40	D

5 加注协议通用要求

加注协议应满足车载储氢系统安全使用条件,并应保证车载储氢系统不超过最大允许工作温度和最大工作压力的条件下加注率最大。加注结束时,车载储氢气瓶内氢气温度不应超过 85 °C,储氢气瓶内压力不应超过公称工作压力的 1.25 倍,加注率(SOC)宜满足  $95\% \leq \text{SOC} \leq 100\%$ 。

6 加注边界条件

6.1 基本要求

加注边界条件应包括加注压力等级、加注氢气温度等级、车载储氢系统容量、储氢气瓶类型,以及加注初始压力、环境温度、最大加氢流量等的范围,其中加注初始压力、环境温度、加注氢气温度应符合 GB/T 31138 规定的要求。

6.2 初始温度

启动加注前,车载储氢系统内氢气及储氢气瓶壁面的温度不应超过当前环境温度下车载储氢系统所对应的冷工况和热工况温度范围,见表 4。

表 4 冷、热工况下的车载储氢系统初始温度范围及工况条件

环境温度/°C	冷工况温度/°C	热工况温度/°C	冷工况条件	热工况条件
50	25	50	车辆加注前停在有空调的场所	车辆加注前因日照升温
40	25	40		
35	25	40	氢气快速消耗导致车载储氢系统内氢气降温、车辆加注前停在有空调的场所	车辆加注前停在室内或日照升温
25	15	35		
20	10	30		
10	0	25		
0	-10	15		
-20	-30	15		
-30	-40	15		
-40	-40	15	—	车辆在加注前停在有空调或暖气的场所



### 6.3 管路压力损失

当氢气流量为 60 g/s 时,加氢机与车载储氢气瓶间的氢气压力损失应为 3 MPa~25 MPa。

### 6.4 加注方式

通信加注方式下,应能获取车载储氢系统容量、储氢气瓶类型、管路压力损失、车载储氢系统内氢气实时温度、车载储氢系统实时压力、最大允许加注流量以及各储氢气瓶进气截止阀的开关状态等信息。

## 7 加注过程

注:氢气加注过程示意图见附录 A。

### 7.1 无通信加注

#### 7.1.1 加注程序

无通信加注过程包括加注启动、加注表选择、主加注过程以及加注过程检测等。加注启动应包括初次气密性检查、车载储氢系统初始压力测量、体积测量等,主加注过程应包括加注过程控制及加注结束控制,加注过程检测应覆盖加氢机压力、环境温度、加氢流量、环境温度等。加注启动、加注表选择、主加注过程以及加注过程检测的具体程序见附录 B 中的 B.1~B.4。

#### 7.1.2 加注结束

加氢机压力应不大于目标压力或根据加氢机与车载储氢系统的压差设置加氢机压力以保证加注结束时车载储氢系统压力不大于目标压力。

注:对于具有多个储氢气瓶的车载储氢系统,认为各储氢气瓶内氢气压力始终相等。

### 7.2 通信加注

#### 7.2.1 加注过程

通信加注过程包括通信建立、加注启动、加注表选择、主加注过程、加注过程检测、加注氢气温度等级降低以及通信断开等。加注启动、加注表选择、主加注过程、加注过程检测的要求与无通信加注一致,见 B.1~B.4。氢气温度超过预设预冷温度等级上限时,应调整加注氢气温度等级,见 B.5。

#### 7.2.2 通信建立

加氢机启动加注前应确认与车载储氢系统建立了有效的通信,并应满足下列条件:

- a) 车载储氢系统未发送终止信号;
- b) 通信传输的车载储氢系统容积和加氢机测量的车载储氢系统容积偏差不超过±15%;
- c) 通信传输的车载储氢系统初始压力和加氢机测量的车载储氢系统初始压力偏差在测量和计算误差范围内。

#### 7.2.3 通信断开

加氢机无法获得车载储氢系统的数据信号或不符合 7.2.2 规定的要求时,如果满足无通信加注条件,应按无通信加注程序继续加注,并应符合下列要求;否则,加氢机应在 3 s 内停止加注。

- a) 无通信加注程序设置的加注速率等于切换前通信加注程序设置的加注速率;
- b) 无通信加注程序设置的目标压力根据切换无通信加注程序时车载储氢系统的压力重新确定。

#### 7.2.4 加注结束

加氢机应采用通信获取的车载储氢系统内氢气实时温度、车载储氢系统实时压力以及加注率作为加注结束的判定依据,保证加注结束时满足加注性能目标要求。按照 GB/T 31138 规定的方法计算车载储氢系统加注率。

### 8 加注过程控制

#### 8.1 基本要求

##### 8.1.1 环境温度

测量环境温度的温度传感器精度和安装位置应符合 GB/T 31138 规定的要求。加注过程中环境温度应不低於 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且不大于 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,如果超过该温度范围,应按照 GB/T 31138 规定的环境温度超限要求处理。

##### 8.1.2 氢气预冷温度

测量氢气温度的温度传感器精度和安装位置应符合 GB/T 31138 规定的要求。加注开始后 30 s 内的氢气温度应满足预设氢气预冷温度等级要求的范围,如果超过该范围,无通信加注应按照 GB/T 31138 规定的氢气预冷温度超限要求处理,通信加注在氢气温度低于预设氢气预冷温度等级所对应的温度下限时应重新选择温度等级或者温度超限处理,在氢气温度高于预设氢气预冷温度等级对应的温度上限时应按照 GB/T 31138 规定的氢气预冷温度超限要求处理。

##### 8.1.3 加氢机压力测量

加氢机压力采样频率不应小于 1 Hz,测量加氢机压力的压力传感器准确度和安装位置应符合 GB/T 31138 规定的要求。

##### 8.1.4 启动时间加注质量

加注启动时间内充入车载储氢系统内的氢气质量不应超过 300 g。

##### 8.1.5 加注流量及计量

总加注时间内氢气流量循环、最大氢气流量以及计量性能应符合 GB/T 31138 规定的要求。

##### 8.1.6 车载储氢系统容积测试及误差

根据加注启动时间内充入车载储氢系统内的氢气质量以及车载储氢系统内氢气压力的变化值,假设气体温度不变,根据气体状态方程计算得到车载储氢系统的体积,加注启动时间内测得的车载储氢系统容积误差不应超过 $\pm 15\%$ 。

##### 8.1.7 气密性检测

H35 主加注过程应至少进行一次初始气密性检测,H70 主加注过程应在加氢机压力达到 30 MPa 和 60 MPa 时分别进行加注过程气密性检测,并且应符合 GB/T 31138 规定的要求。

注 1: 初始气密性检测指加注启动过程中对加氢管路加压,通过一段时间内管路压力变化情况判断是否有泄漏的检测方法。

注 2: 加注过程气密性检测指主加注过程中暂停加注,使加氢管路中保持一定压力的气体,通过一段时间内管路压

力变化情况判断是否有泄漏的检测方法。

### 8.1.8 确定加注参数

加注参数的确定应符合下列要求：

- 根据加氢机流量调节装置的类型选择加注过程控制方法,采用压力控制法或流量控制法;
- 根据加氢机压力等级和储氢气瓶类别选择相应的加注表格;
- 根据环境温度、车载储氢系统容量以及初始压力,依据选定的加注表格采用线性插值法确定加注速率(平均升压速率或流量)和目标压力。如果插值点位于加注表格的“不能加注”区域,加氢机不应加注。

注 1: 基于压力控制的升压速率推荐值参见附录 C。

注 2: 基于流量控制的平均流量推荐值参见附录 D。

## 8.2 压力控制法

主加注时间范围内,加氢机压力应按照目标平均升压速率升高。除前 15 s 外,在主加注过程的有效加注时间内,如果加氢机压力高于加氢机压力上限或低于加氢机压力下限,应在 3 s 内停止加氢。加氢机压力上限按式(1)计算,加氢机压力下限按式(2)计算。

$$p_{\text{dispenser}} = p_0 + \text{APRR}_{\text{target}} \times t_{\text{fueling}} + \Delta p_{\text{high}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$p_{\text{dispenser}} = p_0 + \text{APRR}_{\text{target}} \times t_{\text{fueling}} + \Delta p_{\text{low}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $p_{\text{dispenser}}$  ——加氢机压力,单位为兆帕(MPa);
- $p_0$  ——车载储氢系统初始压力,单位为兆帕(MPa);
- $\text{APRR}_{\text{target}}$  ——目标平均升压速率,单位为兆帕每分钟(MPa/min);
- $t_{\text{fueling}}$  ——从加注开始至加注结束的总时间(不包括非加注时间),单位为分钟(min);
- $\Delta p_{\text{high}}$  ——压力公差上限( $\Delta p_{\text{high}} = 7.0$  MPa),单位为兆帕(MPa);
- $\Delta p_{\text{low}}$  ——压力公差下限( $\Delta p_{\text{low}} = 2.5$  MPa),单位为兆帕(MPa)。

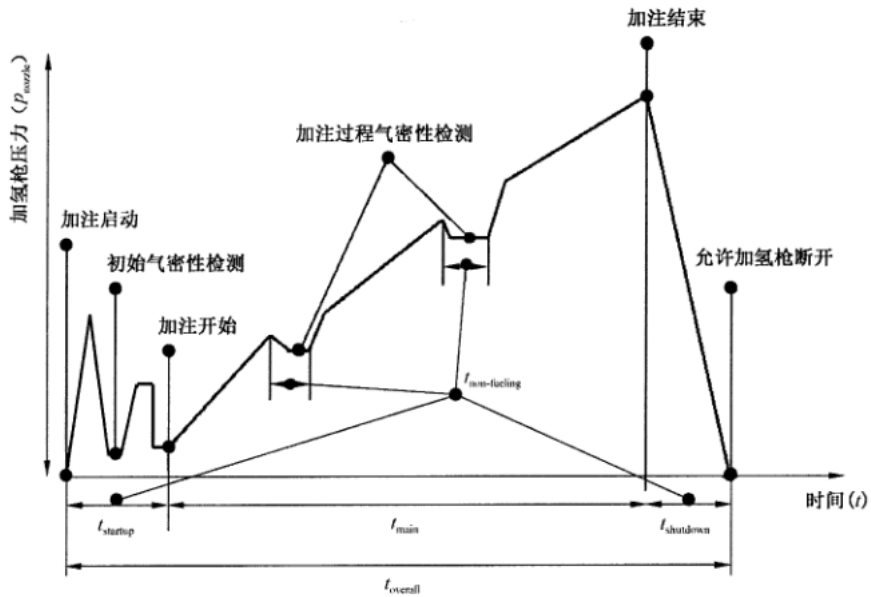
## 8.3 流量控制法

在主加注过程的有效加注时间内,加氢机平均加氢流量不应超过目标平均流量的 $\pm 5\%$ ,并符合下列要求:

- 加氢机最大加氢流量不应大于目标平均流量对应的最大流量,当加氢流量连续超过规定值 3 s 以上,应在 3 s 内停止加氢;
- 加氢机最小加氢流量不应小于目标平均流量对应的最小流量,当加氢流量连续超过规定值 3 s 以上,应在 3 s 内停止加氢;
- 加氢机压力增长速率应大于 0 MPa/min,否则应在 3 s 内停止加氢。

附录 A  
(资料性)  
氢气加注过程示意图

氢气加注过程示意图见图 A.1。



标引符号说明：

- $t_{startup}$  ——加注启动时间，从启动加注至加注开始的总时间，包括加氢枪与车载储氢系统的连接时间、初始气密性检测时间以及储氢系统体积测量时间等，以分钟计；
- $t_{main}$  ——主加注时间，从加注开始至加注结束的总时间，包括期间的加注和非加注时间，以分钟计；
- $t_{shutdown}$  ——加注结束时间，从加注结束至加氢机允许加氢枪与车载储氢系统断开的总时间，以分钟计；
- $t_{overall}$  ——总加注时间，从启动加注至加氢机允许加氢枪与车载储氢系统断开的总时间，包括加注启动时间、主加注时间和加注结束时间，以分钟计；
- $t_{non-fueling}$  ——非加注时间，加注启动时间、加注结束时间以及主加注时间内的中断时间，以分钟计。

注 1：加注开始指加氢机按照预设氢气加注速率开始加注的时刻。

注 2：加注结束指加氢机达到预设加注目标停止加注的时刻。

图 A.1 氢气加注过程示意图

附录 B  
(资料性)  
加注过程控制流程

B.1 加氢启动程序

加氢启动程序流程图见图 B.1。

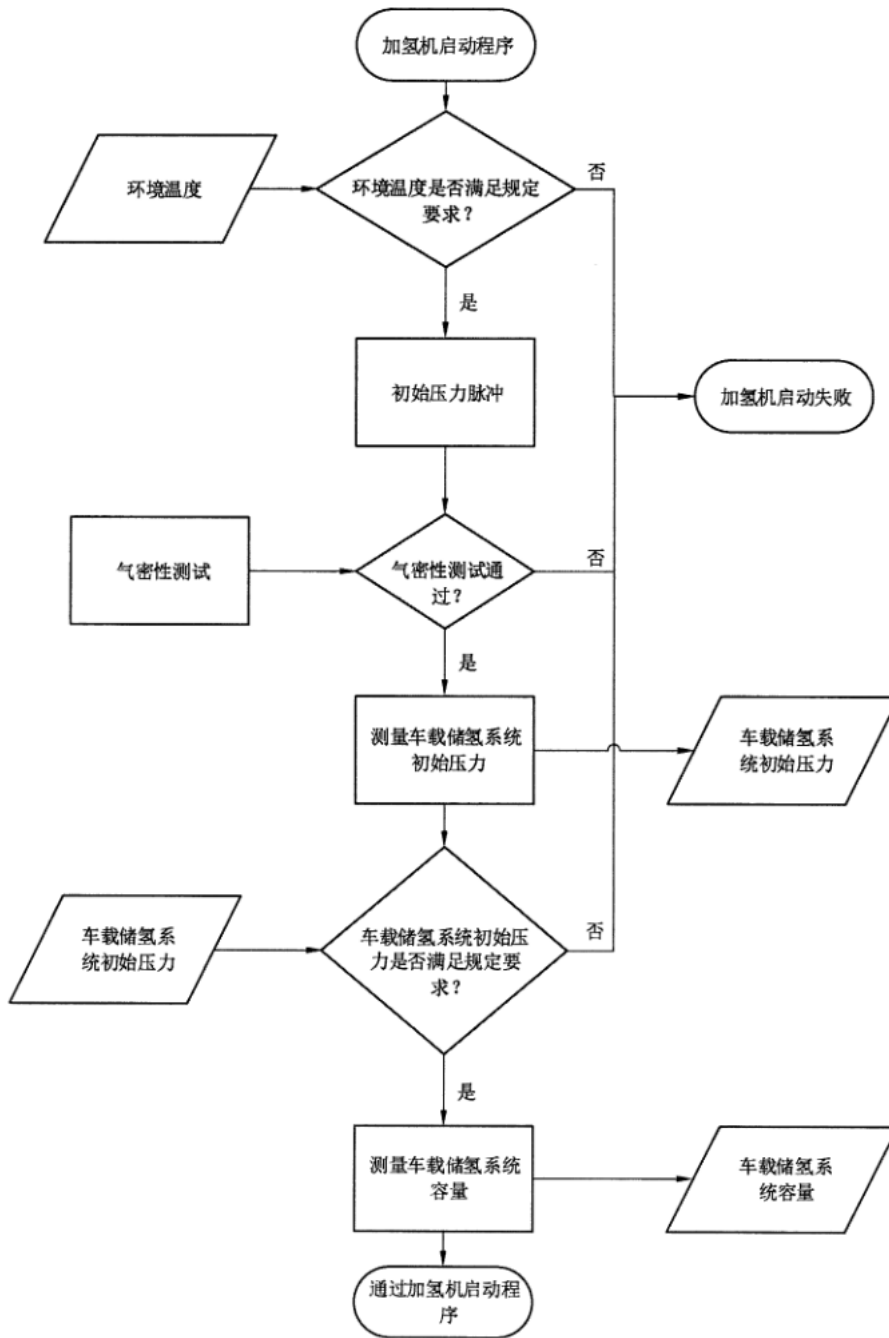


图 B.1 加氢启动程序流程图

### B.2 加注表选择程序

加注表选择程序流程图见图 B.2。

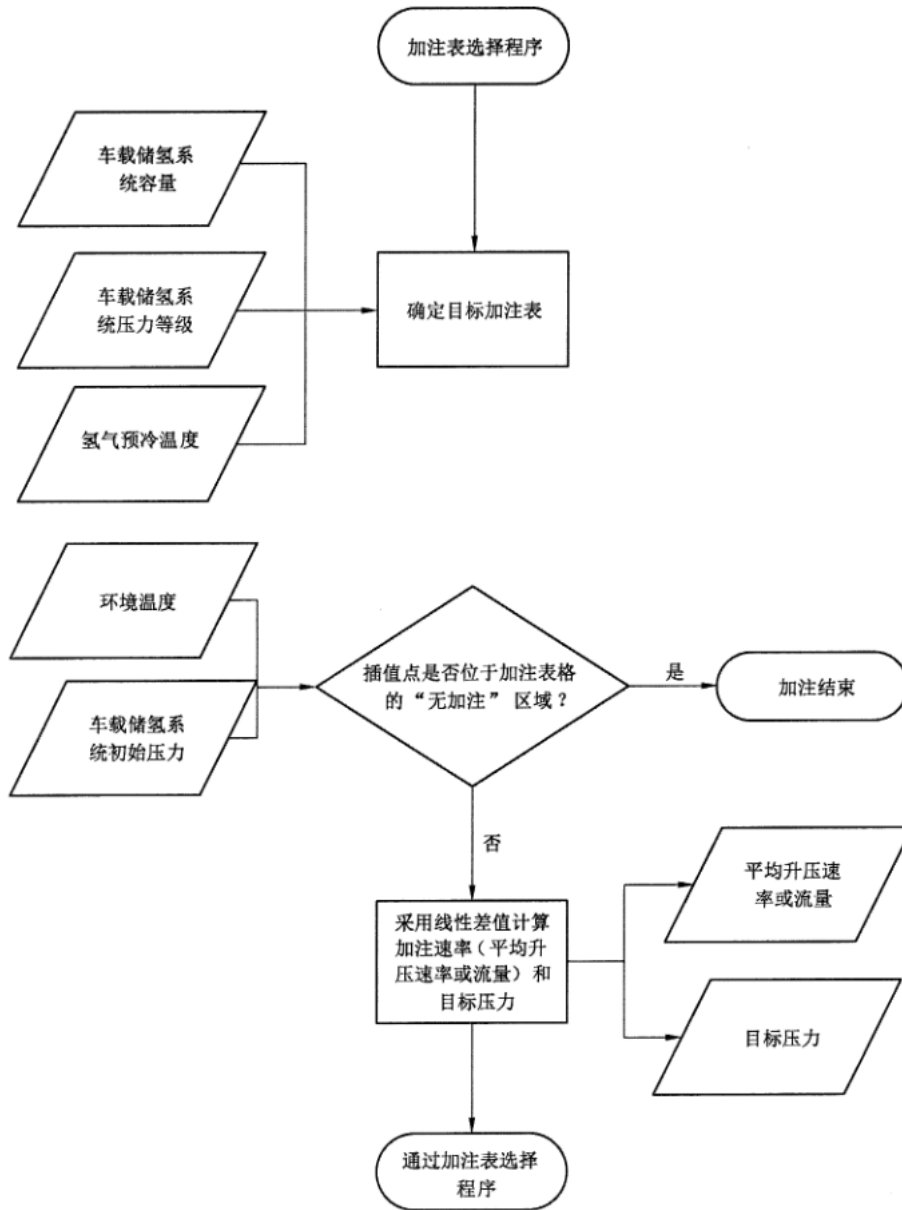


图 B.2 加注表选择程序流程图

B.3 加注程序

加注程序流程图见图 B.3。

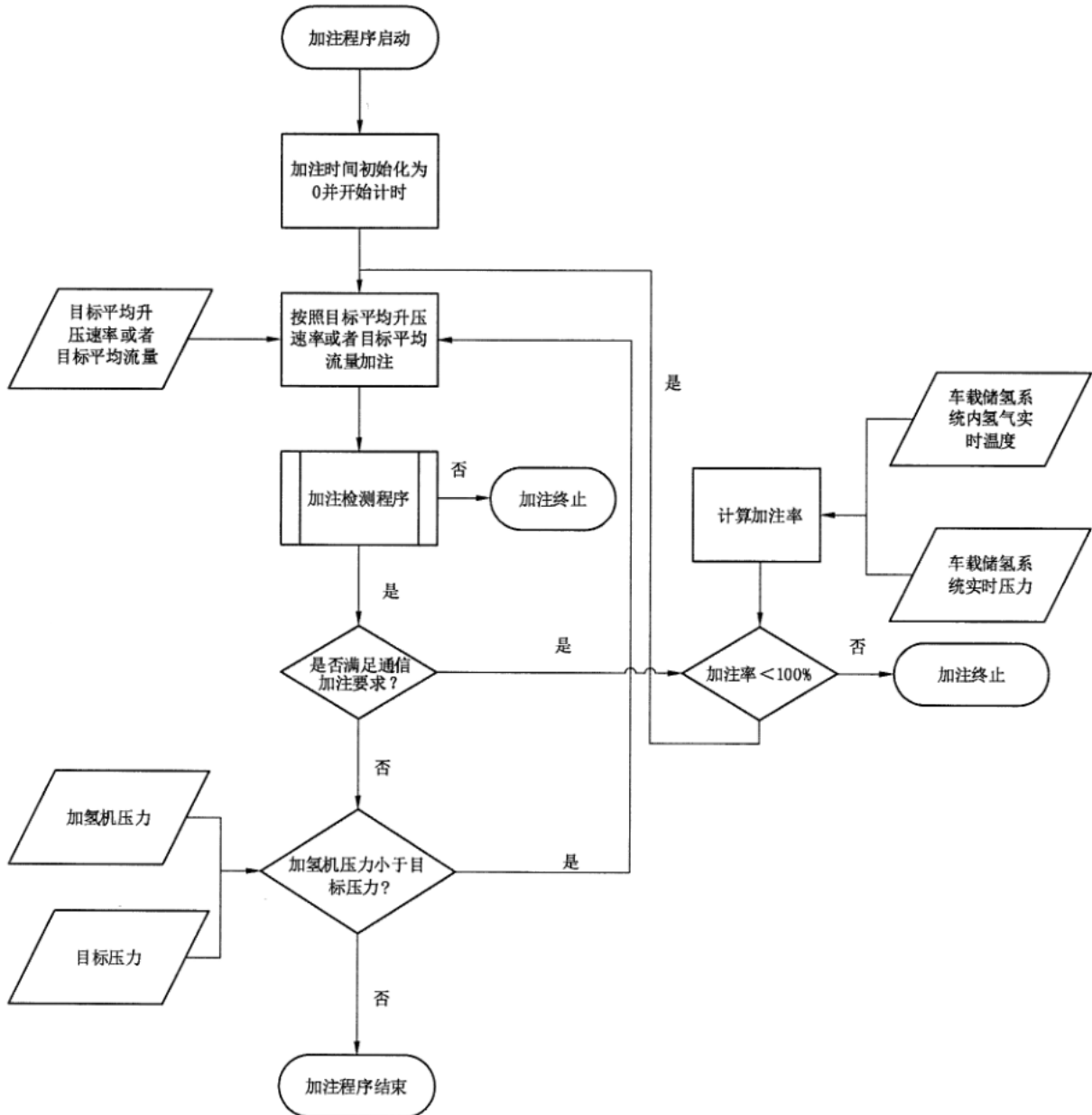


图 B.3 加注程序流程图

B.4 加注过程检测程序

加注过程检测程序流程图见图 B.4。

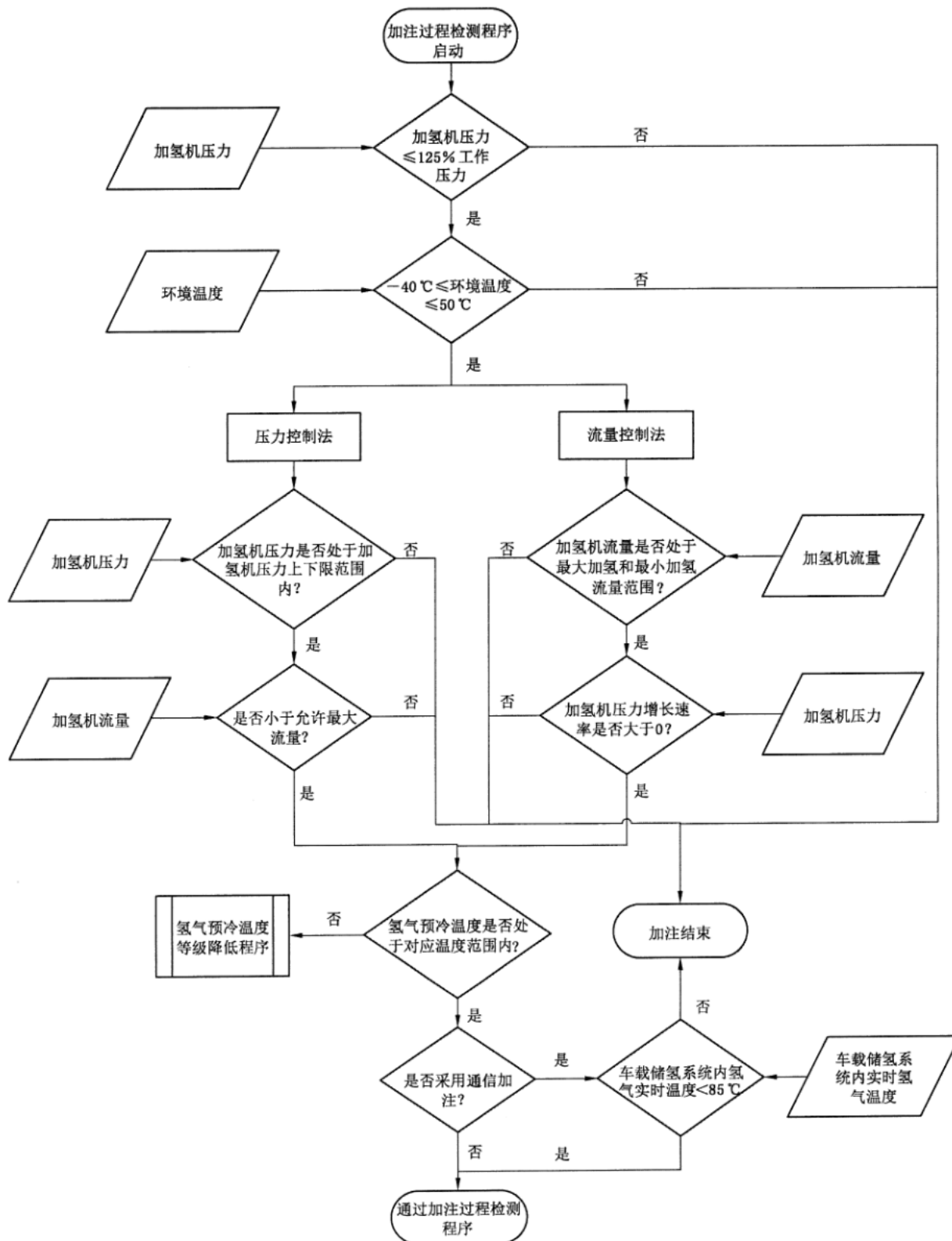


图 B.4 加注过程检测程序流程图



B.5 氢气预冷温度等级降低加注程序

B.5.1 氢气预冷温度等级降低加注程序流程图见图 B.5。

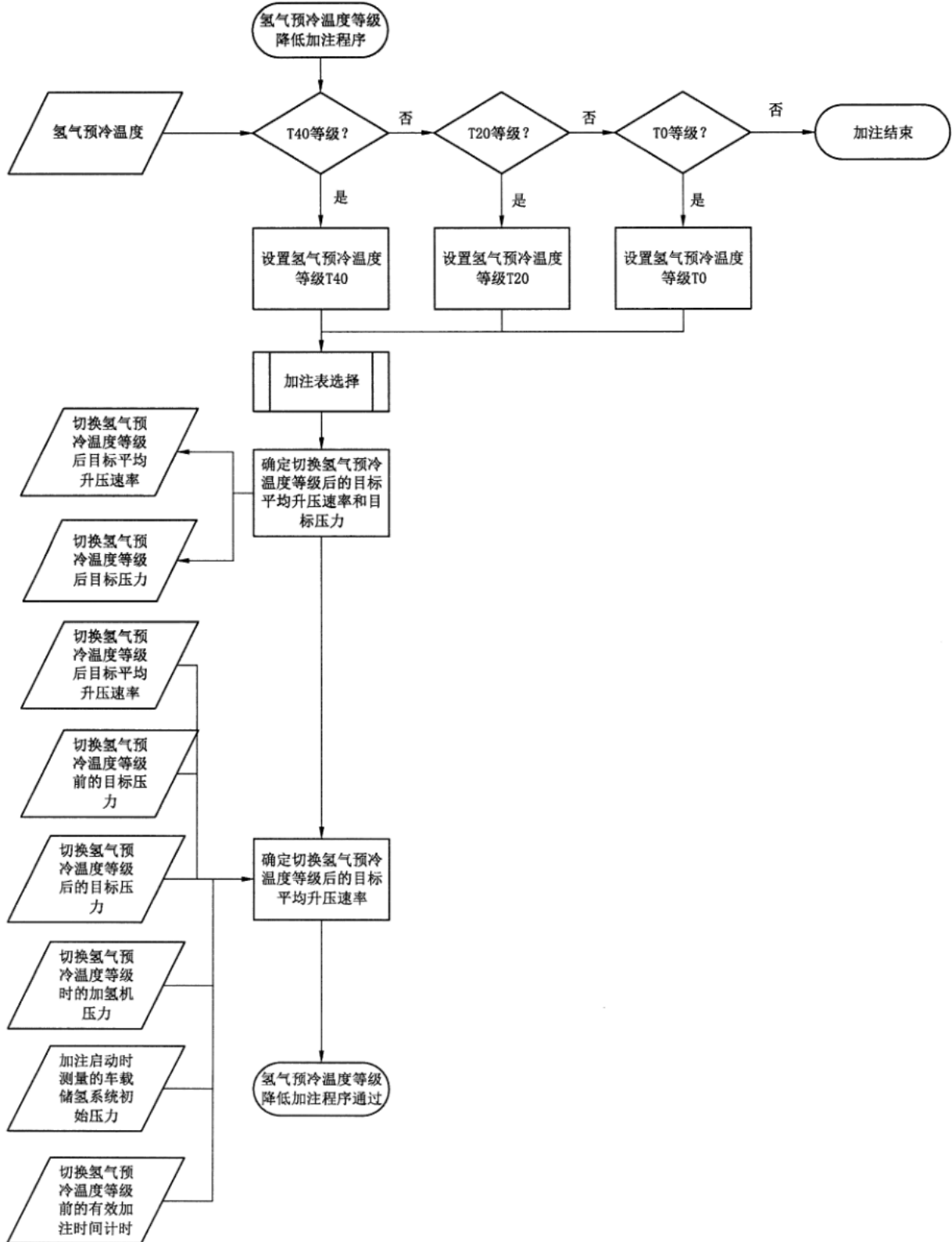


图 B.5 氢气预冷温度等级降低加注程序流程图

B.5.2 通信加注采用压力控制方法时,当加注氢气温度超过预设氢气预冷温度等级上限时,应在 3 s 内停止加注或启动氢气预冷温度等级降低程序。氢气预冷温度等级降低程序应满足下列要求:

- a) 根据加注启动过程的环境温度和车载储氢系统初始压力,采用新的氢气预冷温度等级重新确定平均升压速率和目标压力,平均升压速率按式(B.1)计算;
- b) 氢气预冷温度等级降低加注程序启动次数不超过 1 次;
- c) 氢气预冷温度等级降低加注程序启动后,氢气温度超过当前预冷温度等级上限时,加氢机在 3 s 内停止加氢;
- d) 氢气预冷温度等级降低加注程序启动后,氢气温度返回程序启动前的预设温度等级时,保持程序启动后的平均升压速率继续加注,直至满足加注结束条件。

$$FPRR_{target} = \frac{\min(P_{target, before}, P_{target, after}) - P_{change}}{1/APRR_{target, after} \times [\min(P_{target, before}, P_{target, after}) - P_{start}] - t_{main, before}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- $FPRR_{target}$  ——平均升压速率,单位为兆帕每分钟(MPa/min);
- $P_{target, before}$  ——切换氢气预冷温度等级前的目标压力,单位为兆帕(MPa);
- $P_{target, after}$  ——切换氢气预冷温度等级后的目标压力,单位为兆帕(MPa);
- $P_{change}$  ——切换氢气预冷温度等级时的加氢机压力,单位为兆帕(MPa);
- $P_{start}$  ——加注启动时测量的车载储氢系统初始压力,单位为兆帕(MPa);
- $APRR_{target, after}$  ——切换后的平均升压速率,单位为兆帕每分钟(MPa/min);
- $t_{main, before}$  ——切换氢气预冷温度等级前的有效加注时间计时,单位为分钟(min)。

注:采用环境温度、车载系统初始压力和程序启动后氢气预冷温度等级选择加注表格,采用插值得到的平均升压速率为  $APRR_{target, after}$ 。

附录 C  
(资料性)  
基于压力控制的升压速率推荐值

C.1 H35-B-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为 35 MPa、车载储氢容量为 10 kg、车载储氢系统气瓶类型为 III 型瓶的基于压力控制的升压速率推荐值见表 C.1~表 C.3。

表 C.1 H35-T40-B-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	24.6	37.9	25.8	37.8	28.2	37.5	33.6	36.9	35.4	36
40	24.0	37.7	25.8	37.6	28.2	37.4	33.0	36.8	35.4	36.0
20	23.4	36.6	25.2	36.4	27.6	36.1	33.0	35.3	35.4	34.2
0	22.8	35.5	24.6	35.2	27	34.6	33.6	33.3	35.4	31.5
-20	22.2	34.1	24	33.7	26.4	32.9	34.2	31.2	—	—
-40	21.6	33.4	23.4	32.9	25.8	32	35.4	30	—	—

表 C.2 H35-T20-B-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	4.8	38.4	6.6	38.4	13.2	38.3	34.8	37.7	34.8	36.3
40	13.2	38.6	19.8	38.7	28.8	38.4	34.2	37.5	34.2	36.3
20	24.6	38.0	25.8	37.7	28.2	37.2	34.2	36.0	34.8	34.4
0	24.0	36.9	25.2	36.5	28.2	35.7	34.8	34.0	34.8	31.6
-20	22.8	35.5	24.6	34.9	27.6	34.0	35.4	31.7	—	—
-40	22.2	34.7	24.0	34.1	27.0	33.0	35.4	30.5	—	—

表 C.3 H35-T0-B-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	1.8	31.2	2.4	34.0	3.0	38.6	22.8	38.3	34.8	36.7
40	2.4	38.9	4.2	38.9	10.2	38.9	34.8	38.2	35.4	36.6
20	7.2	38.2	12.0	38.2	29.4	38.2	34.8	36.7	35.4	34.6
0	20.4	38.1	26.4	37.8	28.8	36.8	36.0	34.6	36.0	31.7
-20	20.4	36.7	25.2	36.2	28.2	35.0	36.6	32.3	—	—
-40	20.4	36.0	25.2	35.4	28.2	34.0	37.2	31.0	—	—

C.2 H35-C-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为 35 MPa、车载储氢容量为 20 kg、车载储氢系统气瓶类型为 III 型瓶的基于压力控制的升压速率推荐值见表 C.4~表 C.6。

表 C.4 H35-T40-C-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	12.0	37.6	12.6	37.4	13.8	37.2	16.8	36.7	27.0	36.0
40	12.0	37.5	12.6	37.4	13.8	37.2	16.2	36.7	24.6	36.0
20	11.4	36.4	12.6	36.2	13.8	35.9	16.2	35.2	30.0	34.2
0	11.4	34.9	12.0	34.6	13.2	34.2	16.8	33.1	31.2	31.5
-20	10.8	33.3	11.4	32.9	12.6	32.3	17.4	30.9	—	—
-40	10.8	32.5	11.4	32.1	12.6	31.4	17.4	29.8	—	—

表 C.5 H35-T20-C-III

初始压力/MPa 环境温度/°C	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>
50	3.6	39.1	4.8	39.0	9.6	38.9	17.4	38.1	28.2	36.6
40	9.6	38.6	13.2	38.5	14.4	38.2	16.8	37.4	28.2	35.2
20	12.0	37.6	12.6	37.3	13.8	36.9	16.8	35.8	31.2	34.4
0	11.4	36.0	12.6	35.7	13.8	35.1	17.4	33.7	31.2	31.6
-20	11.4	34.5	12.0	34.0	13.2	33.2	17.4	31.4	—	—
-40	10.8	33.7	12.0	33.2	13.2	32.3	18.0	30.2	—	—

表 C.6 H35-T0-C-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	0.6	38.1	0.6	38.6	1.8	38.3	17.4	38.1	28.2	36.6
40	1.8	38.9	3.6	38.8	8.4	38.8	17.4	38.1	28.2	35.8
20	5.4	38.1	9.6	38.2	14.4	37.8	17.4	36.5	31.8	34.6
0	12.0	37.2	12.6	36.8	13.8	36.0	17.4	34.3	31.2	31.7
-20	11.4	35.6	12.6	35.1	13.8	34.1	18.0	31.9	—	—
-40	11.4	34.9	12.0	34.2	13.8	33.2	18.6	30.7	—	—



C.3 H35-D-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为35 MPa、车载储氢容量为40 kg、车载储氢系统气瓶类型为III型瓶的基于压力控制的升压速率推荐值见表C.7~表C.9。

表 C.7 H35-T40-D-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	6.0	37.4	6.0	37.2	6.6	37.1	7.8	36.6	13.2	36.0
40	6.0	37.3	6.0	37.2	6.6	37.0	7.8	36.6	12.0	36.0
20	5.4	36.1	6.0	36.0	6.6	35.7	7.8	35.1	15.0	34.2
0	5.4	34.5	6.0	34.3	6.6	33.9	7.8	33.0	15.0	31.5
-20	5.4	32.9	5.4	32.6	6.0	32.0	8.4	30.8	—	—
-40	4.8	32.0	5.4	31.7	6.0	31.1	8.4	29.6	—	—

表 C.8 H35-T20-D-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa
50	2.4	38.1	3.6	38.0	6.6	38.0	8.4	37.2	13.8	36.3
40	6.0	38.4	6.6	38.3	7.2	38.0	8.4	37.2	12.6	36.2
20	6.0	37.2	6.0	37.0	6.6	36.6	8.4	35.7	15.6	34.4
0	5.4	35.6	6.0	35.3	6.6	34.8	8.4	33.5	15.0	31.6
-20	5.4	34.0	6.0	33.6	6.6	32.9	8.4	31.3	—	—
-40	5.4	33.2	5.4	32.6	6.0	31.9	9.0	30.1	—	—

表 C.9 H35-T0-D-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/MPa <sub>a</sub>
50	0.6	36.9	0.6	38.6	1.2	38.2	8.4	37.9	13.8	36.5
40	1.2	38.8	2.4	38.7	6.0	38.7	8.4	37.9	12.6	36.5
20	4.2	38.0	6.0	38.0	7.2	37.5	8.4	36.3	15.6	34.6
0	6.0	36.7	6.0	36.3	6.6	35.6	8.4	34.1	15.6	31.7
-20	5.4	35.0	6.0	34.5	6.6	33.7	9.0	31.7	—	—
-40	5.4	34.2	6.0	33.7	6.6	32.7	9.0	30.5	—	—

C.4 H70-C-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为70 MPa、车载储氢容量为20 kg、车载储氢系统气瓶类型为III型瓶的基于压力控制的升压速率推荐值见表C.10、表C.11。

表 C.10 H70-T40-C-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30		40		50	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa
50	8.4	74.8	9.6	74.8	11.4	74.8	18.6	74.7	32.4	74.4	36.6	73.6	40.8	72.6
40	15.0	75.4	16.8	75.4	21.6	75.4	28.2	75.0	32.4	74.4	36.6	73.6	40.8	72.6
20	20.4	73.7	21.6	73.5	24.0	73.2	28.2	72.5	32.4	71.6	36.6	70.6	40.8	69.3
0	19.8	70.8	21.0	70.6	23.4	70.1	27.6	69.0	32.4	67.8	36.6	66.3	42.0	64.5
-20	19.2	67.9	20.4	67.6	22.8	67.0	27.6	65.5	31.8	63.8	37.2	61.7	46.2	59.3
-40	18.6	66.5	0.3	66.1	22.2	65.3	27.0	63.7	32.4	61.7	37.2	59.3	52.2	56.4

表 C.11 H70-T20-C-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30		40		50	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa
50	1.2	75.4	1.8	75.4	2.4	75.3	4.2	75.2	15.6	75.5	37.8	74.9	42.6	73.6
40	4.8	76.3	5.4	76.3	6.6	76.3	12.6	76.2	32.4	76.1	37.8	74.9	42.6	73.6
20	8.4	74.7	10.2	74.7	13.2	74.6	28.2	74.5	33.6	73.3	37.8	71.8	42.6	70.1
0	16.2	72.9	19.8	72.9	24.0	72.5	28.8	71.0	33.6	69.3	38.4	67.4	43.8	65.1
-20	16.2	70.0	19.2	69.8	23.4	69.2	28.2	67.3	33.6	65.2	38.4	62.7	48.0	59.8
-40	16.2	68.6	19.2	68.3	23.4	67.6	28.2	65.5	33.6	63.0	39.0	60.2	54.0	56.8

C.5 H70-D-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为70 MPa、车载储氢容量为40 kg、车载储氢系统气瓶类型为III型瓶的基于压力控制的升压速率推荐值见表C.12、表C.13。

表 C.12 H70-T40-D-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30		40		50	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa
50	7.2	74.8	8.4	74.9	10.2	74.8	13.8	74.6	16.2	74.1	18.0	73.4	20.4	72.5
40	10.2	75.2	10.8	75.1	12.0	75.0	13.8	74.6	16.2	74.1	18.0	73.4	20.4	72.5
20	10.2	73.0	10.8	72.8	12.0	72.6	13.8	72.0	15.6	71.3	18.0	70.3	20.4	69.1
0	9.6	69.9	10.2	69.7	11.4	69.4	13.8	68.5	15.6	67.4	18.0	66.0	21.0	64.4
-20	9.0	66.7	10.2	66.6	10.8	66.0	13.2	64.8	15.6	63.3	18.0	61.5	22.8	59.2
-40	9.0	65.2	9.6	64.9	10.8	64.4	13.2	63.0	15.6	61.2	18.0	59.1	25.8	56.4

表 C.13 H70-T20-D-III

初始压力/MPa	2		5		10		20		30		40		50	
	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa	升压速率/ (MPa/min)	目标压力/ MPa
50	2.4	75.8	3.0	75.8	3.6	75.7	6.0	75.6	12.0	75.4	18.6	74.7	21.0	73.4
40	5.4	76.5	6.0	76.5	7.2	76.4	13.8	76.5	16.8	75.7	18.6	74.7	21.0	73.4
20	8.4	74.9	9.6	74.8	12.0	74.7	14.4	73.9	16.2	72.8	18.6	71.5	21.0	69.9
0	10.2	72.3	10.8	72.0	12.0	71.5	13.8	70.3	16.2	68.8	18.6	67.1	21.6	65.0
-20	9.6	69.1	10.2	68.7	11.4	68.1	13.8	66.6	16.2	64.7	19.2	62.5	24.0	59.7
-40	9.6	67.6	10.2	67.2	11.4	66.5	13.8	64.7	16.2	62.5	19.2	60.0	27.0	56.7

附录 D  
(资料性)  
基于流量控制的平均流量推荐值

## D.1 H35-B-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为 35 MPa、车载储氢容量为 10 kg、车载储氢系统气瓶类型为 III 型瓶的基于流量控制的平均流量推荐值见表 D.1~表 D.3。

表 D.1 H35-T40-B-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	37.5	37.4	37.2	36.7	36.0
	平均流量/(kg/min)	2.88	2.82	2.70	2.44	2.12
	最大流量/(kg/min)	4.27	4.17	3.96	3.41	2.67
	最小流量/(kg/min)	0.96	1.03	1.14	1.33	1.52
40	目标压力/MPa	38.6	38.5	38.4	38.1	37.7
	平均流量/(kg/min)	2.96	2.89	2.78	2.51	2.17
	最大流量/(kg/min)	4.09	3.99	3.79	3.27	2.56
	最小流量/(kg/min)	1.13	1.20	1.31	1.50	1.70
20	目标压力/MPa	36.4	36.2	35.9	35.2	34.2
	平均流量/(kg/min)	3.03	2.96	2.85	2.59	2.29
	最大流量/(kg/min)	4.17	4.08	3.87	3.34	2.62
	最小流量/(kg/min)	1.27	1.34	1.45	1.65	1.86



表 D.1 H35-T40-B-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
0	目标压力/MPa	35.0	34.7	34.2	33.2	31.5
	平均流量/(kg/min)	3.12	3.05	2.94	2.70	2.40
	最大流量/(kg/min)	4.27	4.17	3.96	3.42	2.68
	最小流量/(kg/min)	1.47	1.54	1.66	1.87	2.10
-20	目标压力/MPa	33.5	33.1	32.5	31.0	
	平均流量/(kg/min)	3.12	3.05	2.94	2.70	
	最大流量/(kg/min)	4.27	4.17	3.96	3.43	
	最小流量/(kg/min)	1.47	1.54	1.66	1.87	
-40	目标压力/MPa	32.7	32.3	31.6	29.8	
	平均流量/(kg/min)	3.12	3.05	2.94	2.70	
	最大流量/(kg/min)	4.27	4.17	3.96	3.43	
	最小流量/(kg/min)	1.47	1.54	1.66	1.87	

表 D.2 H35-T20-B-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	36.9	38.1	37.8	37.1	36.2
	平均流量/(kg/min)	0.71	0.60	0.58	0.52	0.45
	最大流量/(kg/min)	0.94	0.91	0.87	0.75	0.59
	最小流量/(kg/min)	0.41	0.21	0.23	0.28	0.32

表 D.2 H35-T20-B-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
40	目标压力/MPa	39.7	39.5	39.0	37.9	36.5
	平均流量/(kg/min)	1.76	1.73	1.67	1.53	1.36
	最大流量/(kg/min)	2.62	2.55	2.43	2.11	1.68
	最小流量/(kg/min)	0.60	0.65	0.74	0.89	1.03
20	目标压力/MPa	38.9	38.5	37.9	36.5	34.6
	平均流量/(kg/min)	2.83	2.78	2.69	2.47	2.20
	最大流量/(kg/min)	4.14	4.05	3.85	3.32	2.61
	最小流量/(kg/min)	0.97	1.07	1.23	1.50	1.77
0	目标压力/MPa	36.2	35.8	35.2	33.8	31.6
	平均流量/(kg/min)	2.94	2.89	2.79	2.58	2.33
	最大流量/(kg/min)	4.25	4.15	3.95	3.41	2.66
	最小流量/(kg/min)	1.21	1.31	1.46	1.73	2.01
-20	目标压力/MPa	34.7	34.3	33.4	31.5	—
	平均流量/(kg/min)	2.94	2.89	2.79	2.58	—
	最大流量/(kg/min)	4.25	4.15	3.95	3.41	—
	最小流量/(kg/min)	1.21	1.31	1.46	1.73	—
-40	目标压力/MPa	34.0	33.4	32.5	30.3	—
	平均流量/(kg/min)	2.94	2.89	2.79	2.58	—
	最大流量/(kg/min)	4.25	4.15	3.95	3.41	—
	最小流量/(kg/min)	1.21	1.31	1.46	1.73	—

表 D.3 H35-T0-B-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	17.3	22.2	30.6	36.6	35.2
	平均流量/(kg/min)	0.85	0.80	0.71	0.50	0.44
	最大流量/(kg/min)	0.92	0.90	0.85	0.74	0.58
	最小流量/(kg/min)	0.76	0.69	0.55	0.25	0.30
40	目标压力/MPa	31.9	38.6	38.6	37.7	36.5
	平均流量/(kg/min)	0.76	0.67	0.58	0.53	0.47
	最大流量/(kg/min)	0.93	0.91	0.87	0.75	0.59
	最小流量/(kg/min)	0.53	0.36	0.23	0.29	0.35
20	目标压力/MPa	38.3	38.0	37.4	36.2	34.6
	平均流量/(kg/min)	1.06	1.05	1.02	0.94	0.84
	最大流量/(kg/min)	1.59	1.55	1.48	1.29	1.02
	最小流量/(kg/min)	0.35	0.40	0.46	0.57	0.67
0	目标压力/MPa	37.4	37.0	36.2	34.3	31.7
	平均流量/(kg/min)	2.75	2.71	2.64	2.47	2.25
	最大流量/(kg/min)	4.15	4.13	3.85	3.33	2.59
	最小流量/(kg/min)	0.90	1.04	1.24	1.59	1.92
-20	目标压力/MPa	36.0	35.4	34.4	32.0	—
	平均流量/(kg/min)	2.75	2.72	2.65	2.47	—
	最大流量/(kg/min)	4.29	4.05	3.89	3.31	—
	最小流量/(kg/min)	0.91	1.05	1.26	1.60	—

表 D.3 H35-T0-B-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
-40	目标压力/MPa	35.2	34.5	33.4	30.8	
	平均流量/(kg/min)	2.75	2.72	2.65	2.47	
	最大流量/(kg/min)	4.23	4.14	3.90	3.31	—
	最小流量/(kg/min)	0.91	1.05	1.26	1.60	

D.2 H35-C-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为 35 MPa、车载储氢容量为 20 kg、车载储氢系统气瓶类型为 III 型瓶的基于流量控制的平均流量推荐值见表 D.4~表 D.6。

表 D.4 H35-T40-C-III

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	37.3	37.2	37.0	36.6	35.9
	平均流量/(kg/min)	2.74	2.70	2.62	2.40	2.11
	最大流量/(kg/min)	4.04	3.95	3.75	3.23	2.54
	最小流量/(kg/min)	0.71	0.82	0.99	1.25	1.49
40	目标压力/MPa	37.3	37.2	37.0	36.6	35.9
	平均流量/(kg/min)	2.85	2.80	2.71	2.56	2.20
	最大流量/(kg/min)	4.09	3.99	3.79	3.27	2.56
	最小流量/(kg/min)	0.93	1.03	1.18	1.43	1.67

表 D.4 H35-T40-C-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
20	目标压力/MPa	36.2	36.0	35.7	35.1	34.1
	平均流量/(kg/min)	2.94	2.89	2.79	2.56	2.28
	最大流量/(kg/min)	4.17	4.08	3.87	3.34	2.62
	最小流量/(kg/min)	1.11	1.21	1.35	1.60	1.84
0	目标压力/MPa	34.6	34.4	34.0	33.0	31.5
	平均流量/(kg/min)	3.04	2.99	2.89	2.67	2.39
	最大流量/(kg/min)	4.27	4.17	3.96	3.42	2.68
	最小流量/(kg/min)	1.33	1.42	1.56	1.82	2.07
-20	目标压力/MPa	33.1	32.8	32.2	30.9	—
	平均流量/(kg/min)	3.04	2.99	2.89	2.66	—
	最大流量/(kg/min)	4.37	4.26	4.05	3.49	—
	最小流量/(kg/min)	1.32	1.42	1.55	1.81	—
-40	目标压力/MPa	32.3	31.9	31.3	29.7	—
	平均流量/(kg/min)	3.03	2.98	2.88	2.65	—
	最大流量/(kg/min)	4.47	4.36	4.10	3.49	—
	最小流量/(kg/min)	1.30	1.40	1.53	1.79	—

表 D.5 H35-T20-C-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	35.5	38.0	37.7	37.1	36.2
	平均流量/(kg/min)	1.28	1.03	1.01	0.93	0.82
	最大流量/(kg/min)	1.67	1.63	1.55	1.35	1.07
	最小流量/(kg/min)	0.76	0.26	0.34	0.47	0.57
40	目标压力/MPa	38.5	38.3	38.0	37.2	36.2
	平均流量/(kg/min)	2.89	2.59	2.54	2.36	2.11
	最大流量/(kg/min)	4.07	3.97	3.78	3.26	2.56
	最小流量/(kg/min)	1.37	0.71	0.94	1.28	1.57
20	目标压力/MPa	37.3	37.1	36.6	35.7	34.4
	平均流量/(kg/min)	2.73	2.70	2.63	2.44	2.19
	最大流量/(kg/min)	4.16	4.06	3.86	3.33	2.62
	最小流量/(kg/min)	0.79	0.93	1.13	1.45	1.74
0	目标压力/MPa	35.8	35.4	34.9	33.6	31.6
	平均流量/(kg/min)	2.87	2.83	2.75	2.56	2.32
	最大流量/(kg/min)	4.25	4.15	3.95	3.41	2.66
	最小流量/(kg/min)	1.07	1.20	1.38	1.68	1.99
-20	目标压力/MPa	34.2	33.8	33.1	31.4	—
	平均流量/(kg/min)	2.86	2.82	2.74	2.55	—
	最大流量/(kg/min)	4.35	4.25	4.00	3.40	—
	最小流量/(kg/min)	1.06	1.18	1.36	1.67	—

表 D.5 H35-T20-C-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
-40	目标压力/MPa	33.5	33.0	32.1	30.2	
	平均流量/(kg/min)	2.85	2.81	2.73	2.53	
	最大流量/(kg/min)	4.41	4.26	4.00	3.40	
	最小流量/(kg/min)	1.03	1.16	1.34	1.65	

表 D.6 H35-T0-C-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	21.2	26.1	34.6	37.5	36.4
	平均流量/(kg/min)	0.82	0.77	0.66	0.49	0.43
	最大流量/(kg/min)	0.95	0.93	0.88	0.76	0.59
	最小流量/(kg/min)	0.70	0.62	0.45	0.23	0.29
40	目标压力/MPa	33.8	38.9	38.5	37.6	36.5
	平均流量/(kg/min)	1.03	0.85	0.80	0.74	0.66
	最大流量/(kg/min)	1.32	1.29	1.23	1.06	0.84
	最小流量/(kg/min)	0.66	0.31	0.28	0.40	0.49
20	目标压力/MPa	38.2	37.9	37.3	36.2	34.6
	平均流量/(kg/min)	1.65	1.65	1.63	1.53	1.39
	最大流量/(kg/min)	2.62	2.55	2.42	2.11	1.68
	最小流量/(kg/min)	0.37	0.50	0.66	0.89	1.10

表 D.6 H35-T0-C-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
0	目标压力/MPa	36.9	36.5	35.7	34.1	31.7
	平均流量/(kg/min)	2.67	2.66	2.61	2.45	2.24
	最大流量/(kg/min)	4.15	4.05	3.85	3.31	2.58
	最小流量/(kg/min)	0.77	0.95	1.18	1.56	1.91
-20	目标压力/MPa	35.4	34.8	33.9	31.9	
	平均流量/(kg/min)	2.66	2.65	2.60	2.44	
	最大流量/(kg/min)	4.15	4.05	3.85	3.31	—
	最小流量/(kg/min)	0.75	0.93	1.17	1.54	
-40	目标压力/MPa	34.6	34.0	33.0	30.6	
	平均流量/(kg/min)	2.65	2.63	2.58	2.43	
	最大流量/(kg/min)	4.15	4.05	3.85	3.31	—
	最小流量/(kg/min)	0.72	0.90	1.14	1.52	



## D.3 H35-D-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为35 MPa、车载储氢容量为40 kg、车载储氢系统气瓶类型为III型瓶的基于流量控制的平均流量推荐值见表D.7~表D.9。

表 D.7 H35-T40-D-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	37.2	37.1	36.9	36.5	35.9
	平均流量/(kg/min)	2.76	2.73	2.64	2.41	2.11
	最大流量/(kg/min)	4.18	4.08	3.88	3.34	2.61
	最小流量/(kg/min)	0.77	0.88	1.03	1.28	1.49
40	目标压力/MPa	37.2	37.1	36.9	36.5	35.9
	平均流量/(kg/min)	2.80	2.76	2.69	2.50	2.20
	最大流量/(kg/min)	4.09	3.99	3.79	3.27	2.56
	最小流量/(kg/min)	0.99	1.08	1.22	1.46	1.68
20	目标压力/MPa	36.0	35.8	35.6	35.0	34.1
	平均流量/(kg/min)	2.96	2.91	2.81	2.58	2.28
	最大流量/(kg/min)	4.17	4.08	3.88	3.34	2.62
	最小流量/(kg/min)	1.17	1.26	1.39	1.62	1.84
0	目标压力/MPa	34.4	34.1	33.8	32.9	31.5
	平均流量/(kg/min)	2.85	2.83	2.78	2.61	2.38
	最大流量/(kg/min)	4.18	4.08	3.88	3.34	2.61
	最小流量/(kg/min)	0.97	1.13	1.35	1.71	2.04

表 D.7 H35-T40-D-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
-20	目标压力/MPa	32.8	32.5	31.9	30.7	
	平均流量/(kg/min)	2.86	2.83	2.78	2.61	
	最大流量/(kg/min)	4.18	4.08	3.88	3.34	
	最小流量/(kg/min)	0.98	1.14	1.35	1.70	
-40	目标压力/MPa	32.0	31.6	31.0	29.6	
	平均流量/(kg/min)	2.85	2.83	2.77	2.59	
	最大流量/(kg/min)	4.18	4.08	3.88	3.34	
	最小流量/(kg/min)	0.98	1.13	1.34	1.69	

表 D.8 H35-T20-D-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	38.1	37.9	37.6	37.0	36.2
	平均流量/(kg/min)	1.09	1.04	1.02	0.94	0.83
	最大流量/(kg/min)	1.67	1.63	1.55	1.35	1.07
	最小流量/(kg/min)	0.31	0.29	0.36	0.48	0.58
40	目标压力/MPa	39.4	39.3	39.1	38.6	38.0
	平均流量/(kg/min)	2.58	2.57	2.52	2.35	2.11
	最大流量/(kg/min)	4.07	3.97	3.78	3.26	2.55
	最小流量/(kg/min)	0.65	0.80	1.00	1.31	1.58

表 D.8 H35-T20-D-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
20	目标压力/MPa	36.6	36.8	36.4	35.6	34.3
	平均流量/(kg/min)	2.78	2.74	2.66	2.46	2.20
	最大流量/(kg/min)	4.16	4.06	3.86	3.33	2.62
	最小流量/(kg/min)	0.89	1.01	1.19	1.48	1.75
0	目标压力/MPa	35.4	35.1	34.6	33.4	31.6
	平均流量/(kg/min)	2.64	2.65	2.63	2.50	2.30
	最大流量/(kg/min)	4.25	4.15	3.95	3.41	2.66
	最小流量/(kg/min)	0.65	0.88	1.16	1.59	1.96
-20	目标压力/MPa	33.8	33.4	32.7	31.2	—
	平均流量/(kg/min)	2.64	2.66	2.63	2.49	—
	最大流量/(kg/min)	4.35	4.25	4.00	3.40	—
	最小流量/(kg/min)	0.66	0.88	1.16	1.58	—
-40	目标压力/MPa	33.0	32.6	31.8	30.0	—
	平均流量/(kg/min)	2.89	2.85	2.76	2.55	—
	最大流量/(kg/min)	4.41	4.26	4.00	3.40	—
	最小流量/(kg/min)	1.13	1.24	1.40	1.68	—

表 D.9 H35-T0-D-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
50	目标压力/MPa	24.6	29.6	38.4	37.5	36.4
	平均流量/(kg/min)	0.79	0.74	0.62	0.49	0.44
	最大流量/(kg/min)	0.95	0.93	0.88	0.76	0.59
	最小流量/(kg/min)	0.64	0.55	0.34	0.24	0.30
40	目标压力/MPa	32.0	38.8	38.4	37.5	36.4
	平均流量/(kg/min)	1.89	1.04	1.03	0.96	0.86
	最大流量/(kg/min)	2.35	1.64	1.56	1.36	1.08
	最小流量/(kg/min)	1.31	0.28	0.38	0.52	0.64
20	目标压力/MPa	38.1	37.7	37.2	36.1	34.6
	平均流量/(kg/min)	2.79	2.56	2.52	2.35	2.13
	最大流量/(kg/min)	4.14	4.05	3.85	3.32	2.60
	最小流量/(kg/min)	1.11	0.74	0.99	1.35	1.67
0	目标压力/MPa	36.5	36.1	35.4	33.9	31.7
	平均流量/(kg/min)	2.73	2.71	2.64	2.47	2.25
	最大流量/(kg/min)	4.23	4.13	3.89	3.31	2.58
	最小流量/(kg/min)	0.89	1.04	1.26	1.60	1.91
-20	目标压力/MPa	34.9	34.4	33.5	31.7	—
	平均流量/(kg/min)	2.73	2.70	2.64	2.46	—
	最大流量/(kg/min)	4.29	4.15	3.89	3.31	—
	最小流量/(kg/min)	0.88	1.03	1.24	1.58	—

表 D.9 H35-T0-D-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30
-40	目标压力/MPa	34.1	33.5	32.5	30.5	
	平均流量/(kg/min)	2.71	2.69	2.62	2.44	
	最大流量/(kg/min)	4.29	4.15	3.89	3.31	
	最小流量/(kg/min)	0.86	1.01	1.22	1.56	

## D.4 H70-C-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为 70 MPa、车载储氢容量为 20 kg、车载储氢系统气瓶类型为 III 型瓶的基于流量控制的平均流量推荐值见表 D.10、表 D.11。

表 D.10 H70-T40-C-III

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
50	目标压力/MPa	74.5	74.4	74.2	73.9	73.4	72.9	72.2
	平均流量/(kg/min)	1.29	1.16	1.13	1.08	1.02	0.95	0.88
	最大流量/(kg/min)	1.75	1.73	1.70	1.61	1.50	1.37	1.23
	最小流量/(kg/min)	0.61	0.35	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52
40	目标压力/MPa	75.0	74.9	74.7	74.3	73.7	73.1	72.3
	平均流量/(kg/min)	2.31	2.29	2.24	2.14	2.03	1.92	1.80
	最大流量/(kg/min)	3.36	3.32	3.25	3.09	2.89	2.66	2.39
	最小流量/(kg/min)	0.71	0.74	0.79	0.89	0.98	1.07	1.16

表 D.10 H70-T40-C-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
20	目标压力/MPa	73.3	73.1	72.8	72.0	71.2	70.2	69.1
	平均流量/(kg/min)	3.73	3.69	3.63	3.49	3.34	3.18	3.01
	最大流量/(kg/min)	5.48	5.41	5.28	4.99	4.67	4.30	3.86
	最小流量/(kg/min)	1.13	1.21	1.32	1.54	1.73	1.91	2.08
0	目标压力/MPa	70.7	70.4	69.8	68.7	67.5	66.0	64.4
	平均流量/(kg/min)	4.66	4.61	4.54	4.38	4.22	4.03	3.84
	最大流量/(kg/min)	6.82	6.74	6.57	6.18	5.76	5.28	4.73
	最小流量/(kg/min)	1.57	1.67	1.84	2.14	2.41	2.66	2.89
-20	目标压力/MPa	67.8	67.4	66.7	65.1	63.5	61.6	59.2
	平均流量/(kg/min)	4.68	4.64	4.56	4.41	4.24	4.05	3.85
	最大流量/(kg/min)	6.90	6.79	6.61	6.23	5.80	5.31	4.76
	最小流量/(kg/min)	1.56	1.67	1.84	2.14	2.41	2.66	2.90
-40	目标压力/MPa	66.5	66.0	65.1	63.3	61.4	59.2	56.4
	平均流量/(kg/min)	4.70	4.66	4.58	4.42	4.25	4.07	3.87
	最大流量/(kg/min)	6.95	6.84	6.66	6.27	5.83	5.34	4.78
	最小流量/(kg/min)	1.54	1.65	1.82	2.14	2.41	2.67	2.91

表 D.11 H70-T20-C-III

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
50	目标压力/MPa	33.0	36.3	44.9	60.6	74.5	73.8	72.9
	平均流量/(kg/min)	1.19	1.23	1.11	0.98	0.78	0.67	0.63
	最大流量/(kg/min)	1.29	1.35	1.25	1.18	1.10	1.00	0.89
	最小流量/(kg/min)	1.06	1.09	0.94	0.75	0.42	0.31	0.35
40	目标压力/MPa	60.5	66.6	75.8	75.2	74.6	73.9	72.9
	平均流量/(kg/min)	1.15	1.10	0.96	0.85	0.81	0.76	0.71
	最大流量/(kg/min)	1.40	1.38	1.35	1.28	1.19	1.09	0.97
	最小流量/(kg/min)	0.81	0.72	0.43	0.32	0.36	0.40	0.44
20	目标压力/MPa	72.8	74.1	73.7	72.9	72.0	70.9	69.6
	平均流量/(kg/min)	1.80	1.56	1.53	1.47	1.41	1.34	1.26
	最大流量/(kg/min)	2.33	2.16	2.11	1.98	1.83	1.67	1.48
	最小流量/(kg/min)	1.02	0.48	0.53	0.62	0.70	0.77	0.85
0	目标压力/MPa	72.4	72.0	71.4	70.0	68.6	66.9	64.9
	平均流量/(kg/min)	2.82	2.80	2.76	2.67	2.58	2.47	2.36
	最大流量/(kg/min)	4.10	4.05	3.96	3.76	3.53	3.25	2.92
	最小流量/(kg/min)	0.87	0.94	1.05	1.25	1.43	1.60	1.76
-20	目标压力/MPa	69.4	68.9	68.1	66.4	64.5	62.3	59.6
	平均流量/(kg/min)	2.86	2.84	2.80	2.71	2.61	2.51	2.39
	最大流量/(kg/min)	4.17	4.12	4.02	3.82	3.58	3.30	2.97
	最小流量/(kg/min)	0.86	0.94	1.05	1.26	1.44	1.62	1.78

表 D.11 H70-T20-C-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
-40	目标压力/MPa	68.0	67.4	66.5	64.5	62.3	59.9	56.7
	平均流量/(kg/min)	2.89	2.87	2.83	2.75	2.65	2.54	2.42
	最大流量/(kg/min)	4.23	4.18	4.09	3.88	3.63	3.35	3.01
	最小流量/(kg/min)	0.85	0.93	1.05	1.27	1.46	1.63	1.80

## D.5 H70-D-III

不同加注氢气温度等级下,压力等级为70 MPa、车载储氢容量为20 kg、车载储氢系统气瓶类型为Ⅲ型瓶的基于流量控制的平均流量推荐值见表D.12、表D.13。

表 D.12 H70-T40-D-III

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
50	目标压力/MPa	65.2	64.8	64.1	62.6	60.9	59.0	56.4
	平均流量/(kg/min)	4.69	4.66	4.59	4.44	4.27	4.08	3.87
	最大流量/(kg/min)	6.95	6.84	6.66	6.27	5.83	5.34	4.78
	最小流量/(kg/min)	1.60	1.71	1.88	2.19	2.45	2.70	2.93
40	目标压力/MPa	66.7	66.4	65.8	65.8	63.0	61.3	59.2
	平均流量/(kg/min)	4.67	4.64	4.57	4.42	4.25	4.06	3.86
	最大流量/(kg/min)	6.90	6.79	6.61	6.10	5.80	5.31	4.76
	最小流量/(kg/min)	1.61	1.72	1.89	2.19	2.46	2.70	2.92
20	目标压力/MPa	69.7	69.5	69.1	68.1	67.0	65.8	64.3
	平均流量/(kg/min)	4.65	4.61	4.54	4.39	4.23	4.04	3.84
	最大流量/(kg/min)	6.82	6.74	6.57	6.18	5.76	5.28	4.73
	最小流量/(kg/min)	1.62	1.72	1.89	2.19	2.45	2.69	2.91



表 D.12 H70-T40-D-III (续)

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
0	目标压力/MPa	72.8	72.6	72.3	71.7	70.9	70.1	69.0
	平均流量/(kg/min)	4.43	4.40	4.34	4.20	4.03	3.85	3.64
	最大流量/(kg/min)	6.69	6.61	6.48	6.13	5.71	5.23	4.67
	最小流量/(kg/min)	1.16	1.29	1.47	1.79	2.05	2.29	2.51
-20	目标压力/MPa	74.8	74.7	74.6	74.1	73.6	73.0	72.3
	平均流量/(kg/min)	3.54	3.51	3.46	3.35	3.21	3.05	2.87
	最大流量/(kg/min)	5.42	5.35	5.22	4.94	4.62	4.25	3.82
	最小流量/(kg/min)	0.81	0.91	1.05	1.29	1.49	1.67	1.84
-40	目标压力/MPa	74.5	74.4	74.3	73.9	73.5	72.9	72.2
	平均流量/(kg/min)	2.41	2.40	2.36	2.27	2.17	2.05	1.92
	最大流量/(kg/min)	3.73	3.68	3.60	3.42	3.21	2.95	2.65
	最小流量/(kg/min)	0.46	0.53	0.62	0.77	0.90	1.01	1.12

表 D.13 H70-T20-D-III

环境温度/°C	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
50	目标压力/MPa	67.5	67.0	66.1	64.2	62.2	59.8	56.7
	平均流量/(kg/min)	4.37	4.37	4.33	4.23	4.10	3.94	3.76
	最大流量/(kg/min)	6.83	6.73	6.55	6.16	5.74	5.25	4.70
	最小流量/(kg/min)	1.00	1.19	1.45	1.87	2.21	2.51	2.79

表 D.13 H70-T20-D-III (续)

环境温度/℃	初始压力/MPa	2	5	10	20	30	40	50
40	目标压力/MPa	69.0	68.5	67.8	66.1	64.3	62.2	59.6
	平均流量/(kg/min)	4.36	4.35	4.32	4.22	4.09	3.93	3.28
	最大流量/(kg/min)	6.78	6.68	6.50	6.12	5.70	5.22	4.52
	最小流量/(kg/min)	1.03	1.22	1.47	1.88	2.22	2.51	2.79
20	目标压力/MPa	72.0	71.7	71.1	69.8	68.4	66.8	64.9
	平均流量/(kg/min)	4.34	4.33	4.30	4.20	4.07	3.91	3.73
	最大流量/(kg/min)	6.74	6.63	6.46	6.08	5.66	5.19	4.65
	最小流量/(kg/min)	1.05	1.23	1.48	1.88	2.22	2.51	2.78
0	目标压力/MPa	69.2	73.7	73.3	72.6	71.8	70.8	69.6
	平均流量/(kg/min)	2.40	1.20	1.93	1.87	1.80	1.71	1.61
	最大流量/(kg/min)	3.06	1.64	2.96	2.81	2.63	2.42	2.18
	最小流量/(kg/min)	1.44	0.41	0.51	0.67	0.79	0.90	1.01
-20	目标压力/MPa	69.2	76.2	75.9	75.3	74.7	73.9	73.0
	平均流量/(kg/min)	2.40	1.14	1.93	1.87	1.80	1.71	1.61
	最大流量/(kg/min)	3.06	1.60	2.96	2.81	2.63	2.42	2.18
	最小流量/(kg/min)	1.44	0.41	0.51	0.67	0.79	0.90	1.01
-40	目标压力/MPa	63.9	69.5	75.2	74.6	74.1	73.5	72.7
	平均流量/(kg/min)	1.03	0.98	0.82	0.75	0.72	0.68	0.63
	最大流量/(kg/min)	1.29	1.27	1.25	1.18	1.09	1.00	0.89
	最小流量/(kg/min)	0.67	0.58	0.27	0.24	0.28	0.32	0.36