

# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 氢燃料电池车辆用加注规范

Fueling protocols for hydrogen fuel cell vehicles

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 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 基本要求 .....	4
4.1 加注协议组成 .....	4
4.2 制定原则 .....	4
4.3 适用范围 .....	4
4.4 加注等级分类 .....	4
5 加注性能目标 .....	4
5.1 原则 .....	5
5.2 一般规定 .....	5
6 加注边界条件 .....	5
6.1 基本要求 .....	5
6.2 压力等级 .....	5
6.3 氢气预冷温度等级 .....	5
6.4 车载储氢系统 .....	5
6.5 管路压降 .....	6
6.6 加注方式 .....	7
7 加注过程 .....	7
7.1 无通信加注 .....	7
7.2 通信加注 .....	7
8 加注过程控制 .....	8
8.1 基本要求 .....	8
8.2 压力控制法 .....	9
8.3 流量控制法 .....	10
附录 A (资料性) 加注过程控制流程图 .....	11
A.1 加氢启动程序 .....	11
A.2 加注表选择程序 .....	12
A.3 加注程序 .....	13
A.4 加注过程检测程序 .....	14
A.5 氢气预冷温度等级降低加注程序 .....	15

## 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/TC309）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 氢燃料电池车辆用加注规范

## 1 范围

本文件规定了氢能汽车加注协议的组成、制定原则、加注性能目标、边界条件以及加注过程及控制要求等。

本文件适用于氢能汽车的氢气加注协议。氢能船舶、氢能有轨电车、氢能飞行器、氢能工程车辆、氢能发电装置等的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 24548 燃料电池电动汽车 术语
- GB/T 24549 燃料电池电动汽车 安全要求
- GB/T 26990 燃料电池电动汽车 车载氢系统技术条件
- GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB 50516 加氢站技术规范
- GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**车载储氢系统** onboard hydrogen storage system

从氢气加注口至压力调节器进口，与高压氢气加注、储存、输送、供给和控制有关的装置。

### 3.2

**车载储氢系统容量** onboard hydrogen storage system capacity

车载储氢系统加注率100%时的氢气总质量。

### 3.3

**加注时间及加注事件** fueling time and fueling events

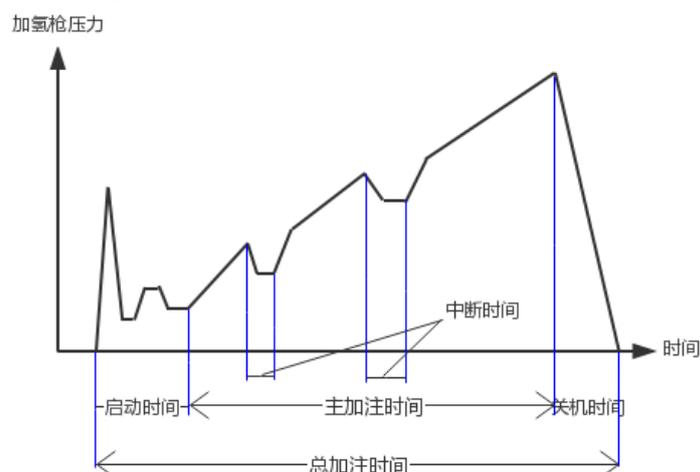


图1 氢气加注过程示意图

## 3.3.1

**加注开始 startup of fueling**

加氢机按照预设氢气加注速率开始加注的时刻。

## 3.3.2

**加注结束 end of fueling**

加氢机达到预设加注目标停止加注的时刻。

## 3.3.3

**总加注时间 overall fueling time**

从加注启动过程开始到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。

## 3.3.4

**非加注时间 non-fueling time**

非加注时间包括加注启动时间、加注结束时间以及主加注时间中任何加注中断情况所耗的时间。

## 3.3.5

**加注启动时间 startup time**

加注启动时间是指从加注启动过程开始到主加注过程开始结束，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等。

## 3.3.6

**主加注时间 main fueling time**

加注开始和加注结束之间的氢气加注时间，包括计划内外的非加注时间。

## 3.3.7

**有效加注时间 effective fueling time**

主加注过程瞬时氢气流量非零的时间。

## 3.3.8

**加注结束时间 shutdown time**

从加注结束状态开始到操作人员可以卸下加氢枪时的时间。

## 3.3.9

**初始气密性检测 initial leak check**

加注启动过程，对加氢管路加压并通过一段时间内管路压力变化情况判断加氢管路是否有泄漏的现象。

### 3.3.10

#### 加注过程气密性检测 fueling leak check

在主加注过程期间，通过暂停加注，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加注中是否有泄漏的现象。

### 3.4

#### 压力 pressure

#### 3.4.1

##### 车载储氢系统压力 ( $P_{\text{车辆}}$ ) CHSS pressure

车载储氢系统的氢气压力，对于具有多个储氢瓶的车载储氢系统，本文件假定所有的储氢瓶在任何时候压力相等。

#### 3.4.2

##### 加氢机压力 ( $P_{\text{加氢机}}$ ) dispenser pressure

加氢机拉断阀上游1m以内加氢管路中的氢气压力。

#### 3.4.3

##### 目标压力 ( $P_{\text{目标}}$ ) target pressure

加注结束时期望车载储氢系统达到的压力。

### 3.5

#### 温度 temperature

#### 3.5.1

##### 车载储氢系统温度 ( $T_{\text{车辆}}$ ) CHSS temperature

车载储氢系统中高压储氢气瓶的氢气温度。

#### 3.5.2

##### 氢气预冷温度 ( $T_{\text{氢气}}$ ) fuel delivery temperature

加氢机拉断阀上游1m以内加氢管路中的氢气温度。

### 3.6

#### 平均升压速率 average pressure ramp rate

从加注开始到加注结束的压力平均增长率 (MPa/min)。

### 3.7

#### 平均质量流量 average fueling mass flowrate

平均质量流量等于总加注质量除以有效加注时间。

### 3.8

#### 冷工况和热工况 cool soak and hot soak

加氢机和车载储氢系统的高压储氢气瓶壁面温度可能与环境温度不同，当两者温度均小于环境温度时为冷工况，高于环境温度时为热工况。

### 3.9

#### 通信加注和非通信加注 fueling with communications and non-communications

#### 3.9.1

##### 通信加注 fueling with communications

通信加注是指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的方式进行数据交换。

#### 3.9.2

##### 非通信加注 fueling with non-communications

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。

## 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 制定原则

#### 4.2.1 基本原则

加注协议的制定，应结合氢气加注方法和加注性能目标，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，以及车载储氢系统结构、类别、容量、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 加注速率

对于固定的加注环境温度、压力等级、氢气预冷温度等级以及车载储氢系统类别，加注速率应在下列条件下满足车载储氢系统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；
- 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) 车载储氢系统初始温度为当前环境温度对应的热工况温度；
- d) 管路压降最大。

#### 4.2.3 目标压力

对于固定的加注环境温度、氢气预冷温度等级以及车载储氢系统容量，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；
- b) 车载储氢系统由储氢容量为 1kg 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) 车载储氢系统初始温度为当前环境温度对应的冷工况温度；
- d) 管路压降最小。

### 4.3 适用范围

加注协议选用前应审核加氢机满足的加注边界条件和加注性能目标，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。

加氢机所要求的加注方法、加注性能目标、边界条件等参数等变化时，应重新制定加注协议。

### 4.4 加注等级分类

加注等级由压力等级、氢气预冷温度等级、车载储氢系统容量以及车载储氢系统类型组成，各组成部分的分类及代号规则见6.2-6.4。

示例：

H35-T40-B-III表示：加注协议适用的加注公称工作压力为35MPa，氢气预冷温度范围为-40℃~-20℃，车载储氢系统容量为10kg，车载储氢系统的储氢气瓶类型为III型瓶。

## 5 加注性能目标

## 5.1 原则

加注性能目标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。

## 5.2 一般规定

加注结束时，车载储氢气瓶氢气状态应符合下列要求：

- a) 储氢气瓶内氢气温度不应超过 85℃；
- b) 加注率（SOC 车载）宜满足  $95\% \leq \text{SOC 车载} \leq 100\%$ ；
- c) 储氢气瓶内压力不应超过公称工作压力的 1.25 倍。

## 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、氢气预冷温度等级、车载储氢系统容量、类别以及加注初始压力、环境温度、最大加氢流量等参数范围，其中加注初始压力、环境温度、氢气预冷温度、最大加氢流量应符合GB/T 31138规定的要求。

### 6.2 压力等级

加注协议压力等级应根据车载储氢系统和加氢机工作压力等级最小值确定，加注过程加氢机及车载储氢系统压力均不应超过压力等级对应公称工作压力的1.25倍，并且不允许采用高压等级加注协议加注低压等级车载储氢系统。

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

### 6.3 氢气预冷温度等级

加注协议氢气预冷温度等级应根据加氢站氢气预冷温度确定，不同氢气预冷温度等级表征的氢气温度范围如表2。加氢站同压力等级的加氢机宜使用同一氢气预冷温度等级，且加注时间内氢气温度不能超过氢气预冷温度等级所允许的温度上限。

表2 氢气预冷温度等级

氢气预冷温度等级	氢气温度范围
T40	-40℃ ~ 20℃
T20	-20℃ ~ 0℃
T0	0℃ ~ 20℃

### 6.4 车载储氢系统

### 6.4.1 系统类别

车载储氢系统类别应包括车载储氢系统容量、车载储氢系统容积以及高压储氢气瓶类型（高压储氢平内径及长度、内衬层和缠绕层的厚度、材料密度、导热系数、比热容）等参数。

表3 车载储氢系统类别

压力等级	H35					H70				
车载储氢系统容量/kg	<10	10	20	40	>40	<10	10	20	40	>40
车载储氢系统容积/L	<420	420	840	1680	>1680	<248	248	498	945	>945
代号	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
高压储氢瓶型式	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV

### 6.4.2 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允许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，如表4。

表4 冷、热工况下的车载储氢系统初始温度范围及假设工况

环境温度 (°C)	冷工况温度 (°C)	热工况温度 (°C)	冷工况假设	热工况假设
50	25	50	车辆在加注前，停在有空调的场所	因为日照的影响
40	25	40		
35	25	40	因为使用时快速放氢引起温度降低，或者停在有空调的场所	因为停在室内或者日照等因素
25	15	35		
20	10	30		
10	0	25		
0	-10	15		
-20	-30	15		
-30	-40	15	无	车辆在加注前，停在有空调/暖气的场所
-40	-40	15		

### 6.5 管路压降

下列加注状态条件下，加氢机压力测量位置至车载储氢气瓶之间的管路压降不得超过 2-20MPa。

- a) 氢气流量为 41.67g/s;
- b) 车载储氢系统初始压力为 10MPa;
- c) 加氢机压力测量点附近的氢气温度为-15℃。

## 6.6 加注方式

加注方式分为通信加注和非通信加注。通信加注应可以获取车载储氢系统类别、管路压降、实时车载储氢系统温度、实时车载储氢系统压力、最大加注流量以及各个车载储氢气瓶进气截止阀开关状态等信息。

## 7 加注过程

### 7.1 无通信加注

#### 7.1.1 加注程序

无通信加注过程由加注启动过程、加注表选择过程、主加注过程以及加注过程检测等组成。加注启动过程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，加注表选择过程应符合8.1.9的要求，主加注过程应包括加注过程控制及加注结束控制，加注过程检测应包括加氢机压力、环境温度、加氢流量、氢气温度等。

加注启动过程、加注表选择过程、主加注过程以及加注过程检测参见附录A的图A1、A2、A3、A4。

#### 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。

### 7.2 通信加注

#### 7.2.1 加注程序

通信加注过程由通信建立、加注启动过程、加注表选择过程、主加注过程、加注过程检测、氢气预冷温度等级降低过程以及通信断开过程等组成。加注启动过程、加注表选择过程、主加注过程、加注过程检测与无通信加注要求一致，参见附录A的图A1、A2、A3、A4。氢气预冷温度等级降低过程应在氢气温度超过预设预冷温度等级上限并满足7.2.5相关规定要求时进行，参见附录A的图A5。

#### 7.2.2 通信建立

加氢机启动加注前应确认通信建立，并满足下列基本条件：

- a) 具备有效的通信条件（物理层面的检查）；
- b) 无车载储氢系统发送终止信号的请求；
- c) 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在±15%；
- d) 考虑传感器和系统计算偏差的影响后，通信传输的车载储氢系统初始压力和加氢机测量的车载系统初始压力一致。

#### 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，并符合下列要求。否则，加氢机应3s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应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

加氢机应采用通信的实时车载储氢系统温度、压力以及加注率作为通信加注结束的判定依据，以保证加注结束时满足加注性能目标要求。车载储氢系统加注率的计算方法参见GB/T 31138。

#### 7.2.5 氢气预冷温度等级降低

对于通信方式下的压力控制法氢气加注过程，如果加注氢气温度超过预设氢气预冷温度等级上限时，则应在3秒内停止加注或采取氢气预冷温度等级降低程序。如果采取氢气预冷温度降低程序，应满足下列要求：

- a) 加氢机应根据加注启动过程的环境温度和车载储氢系统初始压力以及新的氢气预冷温度等级重新确定初始平均升压速率和目标压力，并利用公式（1）计算并设置采取氢气预冷温度降低程序后的平均升压速率。
- b) 加注期内采取氢气预冷温度降低程序不应超过1次；
- c) 采取氢气预冷温度降低程序后氢气温度超过切换后氢气预冷温度等级上限的，加氢机应在3s内停止加氢；
- d) 采取氢气预冷温度降低程序后氢气温度返回预设氢气预冷温度等级时，应保持采取氢气预冷温度降低程序后的平均升压速率继续加注，直至满足加注结束条件。

$$FPRR_{\text{目标}} = \frac{\min(P_{\text{目标-切换前}}, P_{\text{目标-切换后}}) - P_{\text{切换}}}{1/APRR_{\text{切换后}} \times [\min(P_{\text{目标-切换前}}, P_{\text{目标-切换后}}) - P_{\text{初始}}] - t_{\text{主加注-切换前}}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $APRR_{\text{切换后}}$  ——基于环境温度 $T_{\text{环境}}$ 、车载系统初始压力 $P_{\text{初始}}$ 和切换后氢气预冷温度等级查表得到的初始平均升压速率；
- $FPRR_{\text{目标}}$  ——切换氢气预冷温度等级后的平均升压速率；
- $P_{\text{目标-切换前}}$  ——切换氢气预冷温度等级前的目标压力；
- $P_{\text{目标-切换后}}$  ——切换氢气预冷温度等级后的目标压力；
- $P_{\text{切换}}$  ——切换氢气预冷温度等级时的加注压力；
- $P_{\text{初始}}$  ——加注启动时测量的车载储氢系统初始压力；
- $t_{\text{主加注-切换前}}$  ——切换氢气预冷温度等级前的主加注时间。

## 8 加注过程控制

### 8.1 基本要求

#### 8.1.1 环境温度

表征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，环境温度应不低于-40℃且不大于50℃。如果超过该范围，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

表征氢气温度的温度传感器精度及安装位置应符合GB/T 31138规定的要求。加注开始后30s内的氢气温度应处于预设氢气预冷温度等级所对应的范围内。无通信加注方式，如果超过该范围，应按照GB/T 31138规定的氢气预冷温度超限要求处理。通信加注方式，如果氢气温度低于预设氢气预冷温度等

级所对应的温度下限，应满足5.8.5氢气预冷温度等级降低的要求；如果氢气温度高于预设氢气预冷温度等级对应的温度上限，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应小于1次/s，且表征加氢机压力的压力传感器准确度及安装位置应符合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允许超过300g。

### 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 体积测试

加注启动时间内测得的车载储氢气瓶体积误差应在±15%范围内。

### 8.1.7 气密性检测

加注启动过程应至少进行一次初始气密性检测，主加注过程期间应在加氢机压力达到20MPa、40MPa、60MPa时分别进行加注过程气密性检测，并且对应的检测时间不允许大于10s、20s、30s。

### 8.1.8 基于查表法确定加注参数的方法

- 根据加氢机流量调节装置选择加注过程控制方法（压力控制法和流量控制法）
- 根据加注车载储氢系统类别、加氢机压力等级确定满足要求的两个加注表；
- 基于确定的加注表，根据车载储氢系统容量、环境温度和车载储氢系统初始压力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。如果任一插值点位于加注表的“无加注”区域，加氢机不应给车载储氢系统加注。

## 8.2 压力控制法

主加注时间内，加氢机压力应按照目标平均升压速率升高，并满足下列要求。

- 除主加注时间的前15s外，如果加氢机压力超过此范围，加注应在3s内停止。

加氢机压力上限：

$$P_{\text{加氢机}} \leq P_0 + APRR_{\text{目标}} \times t_{\text{加注}} + \Delta P_{\text{上限}} \dots\dots\dots (2)$$

加氢机压力下限：

$$P_{\text{加氢机}} \geq P_0 + \max \left( APRR_{\text{目标}} \times t_{\text{加注}} - \Delta P_{\text{下限}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $P_0$  ——车载储氢系统初始压力，MPa；  
 $APRR_{\text{目标}}$  ——目标平均升压速率，MPa/min；  
 $t_{\text{加注}}$  ——加注时间，min；  
 $\Delta P_{\text{上限}}$  ——压力公差上限， $\Delta P_{\text{上限}}=7.0$  MPa；  
 $\Delta P_{\text{下限}}$  ——压力公差下限， $\Delta P_{\text{下限}}=2.5$  MPa。

加注时间（ $t_{\text{加注}}$ ）不包括非加注时间。

b) 除计划的非加注时间外（气密性检查、氢源切换），只要氢气流量大于0，加氢机压力均应在加氢机压力下限之上，否则加注应在3s内停止。

### 8.3 流量控制法

有效加注时间内，加氢机平均加氢流量不应超过目标平均质量流量的 $\pm 5\%$ ，并应符合下列规定：

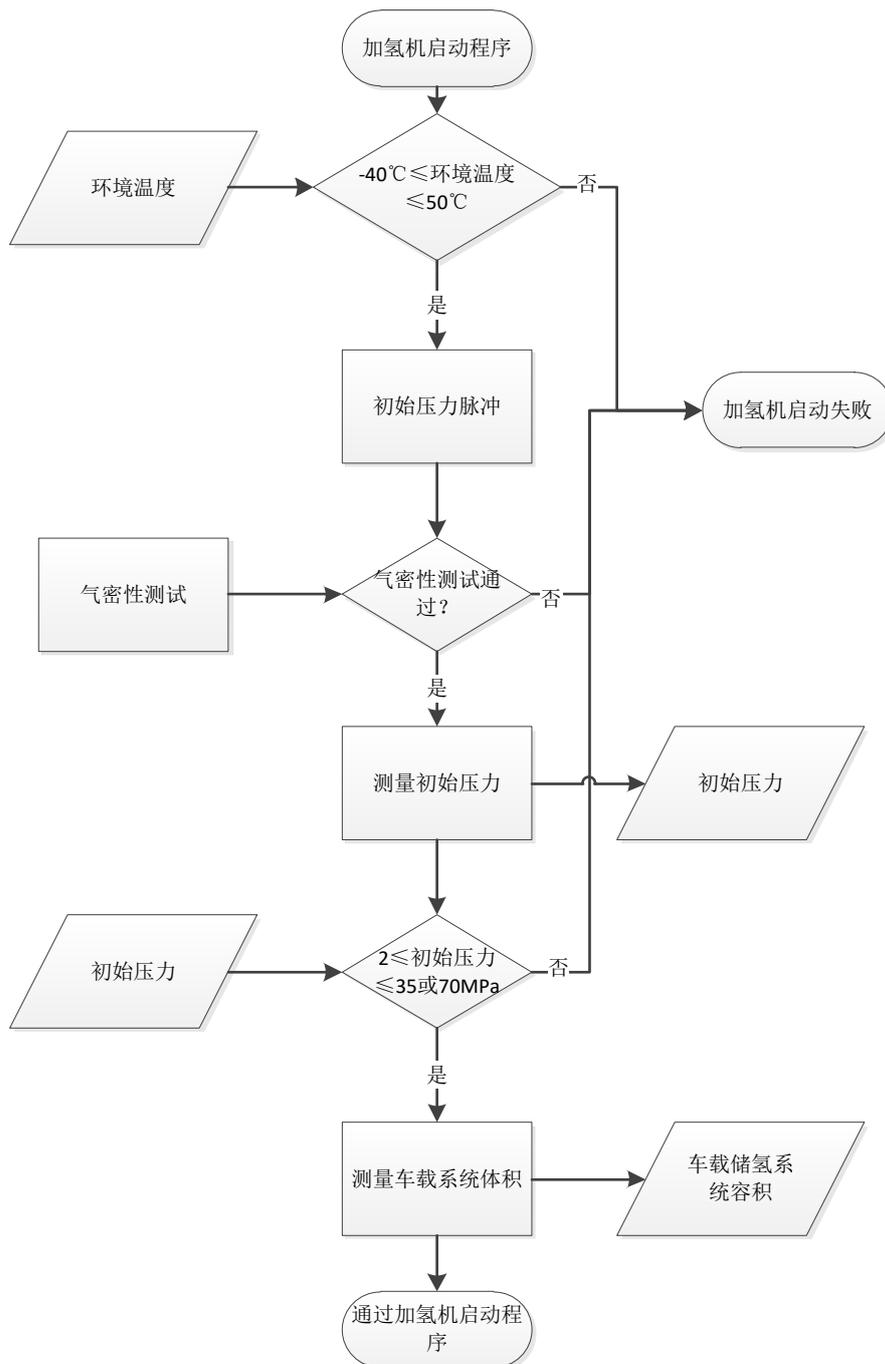
a) 加注开始后，加氢机最大加氢流量不应大于目标平均质量流量对应的目标最大质量流量，当测得的最大加氢流量连续超过规定值3s，应在3s内停止加氢；

b) 除计划的非加注时间外，加注开始后，加氢机最小加氢流量不应小于目标平均质量流量对应的目标最小质量流量，当测得的最小加氢流量连续超过规定值3s，应在3s内停止加氢；

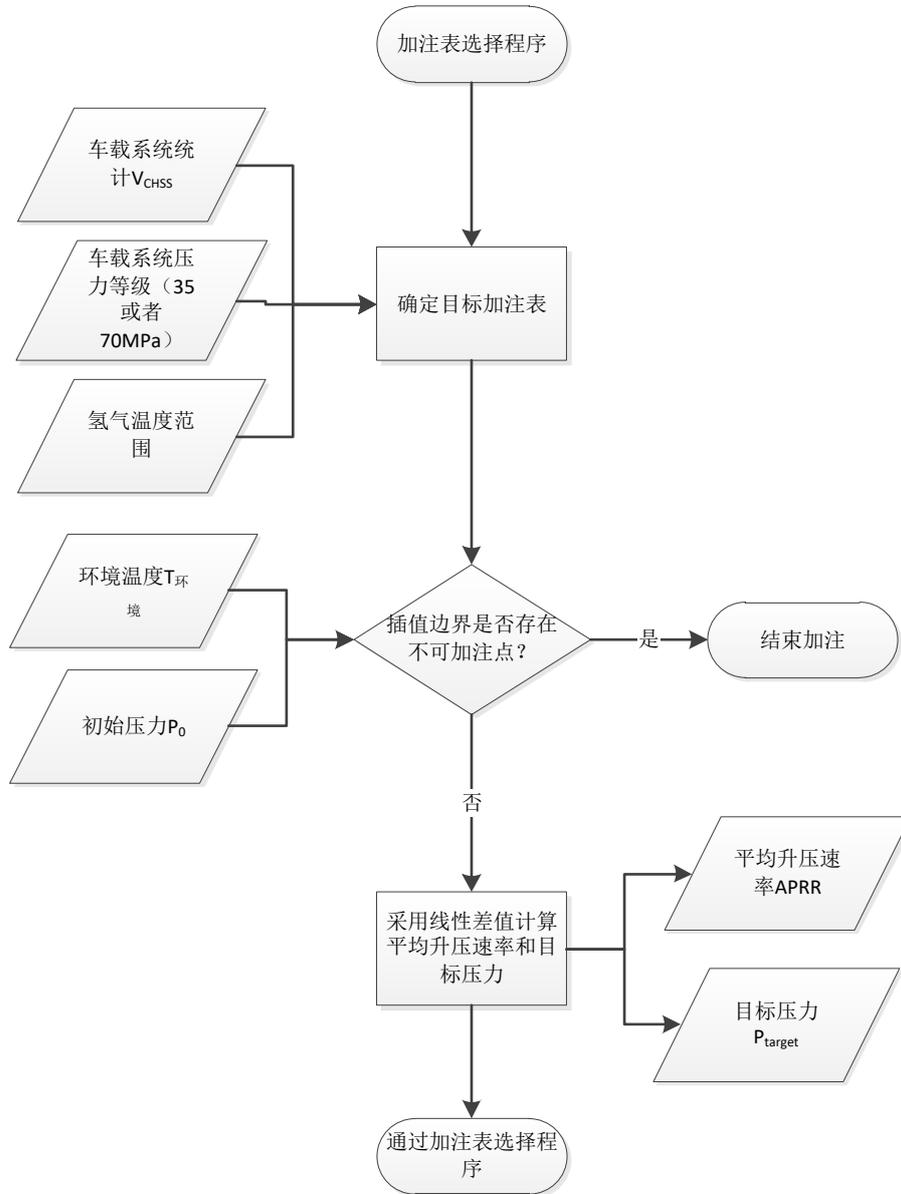
c) 加注开始后，除计划的非加注时间外，加氢机压力增长率应大于0，否则，应在3s内停止加氢。

附录 A  
(资料性)  
加注过程控制流程图

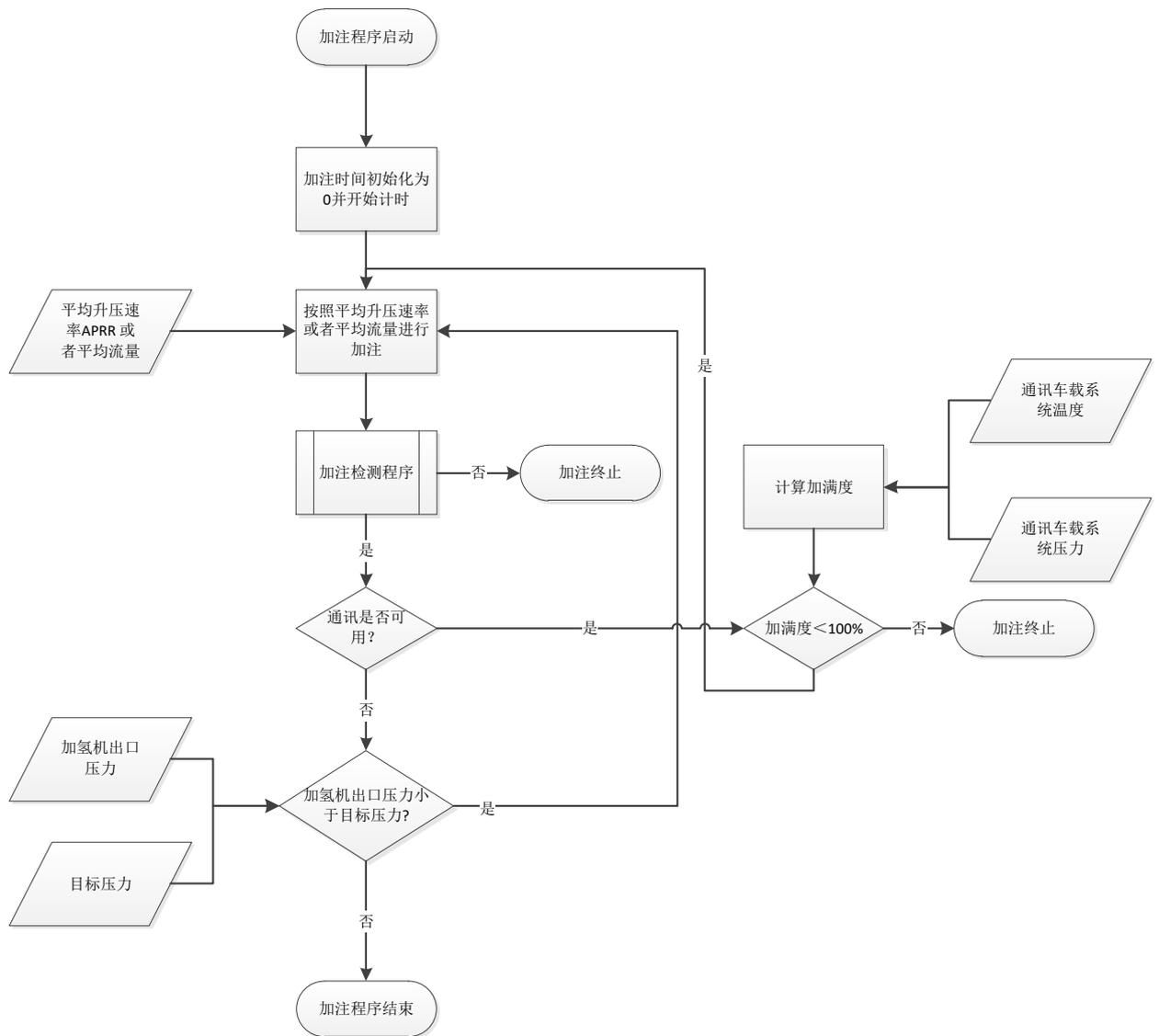
A.1 加氢启动程序



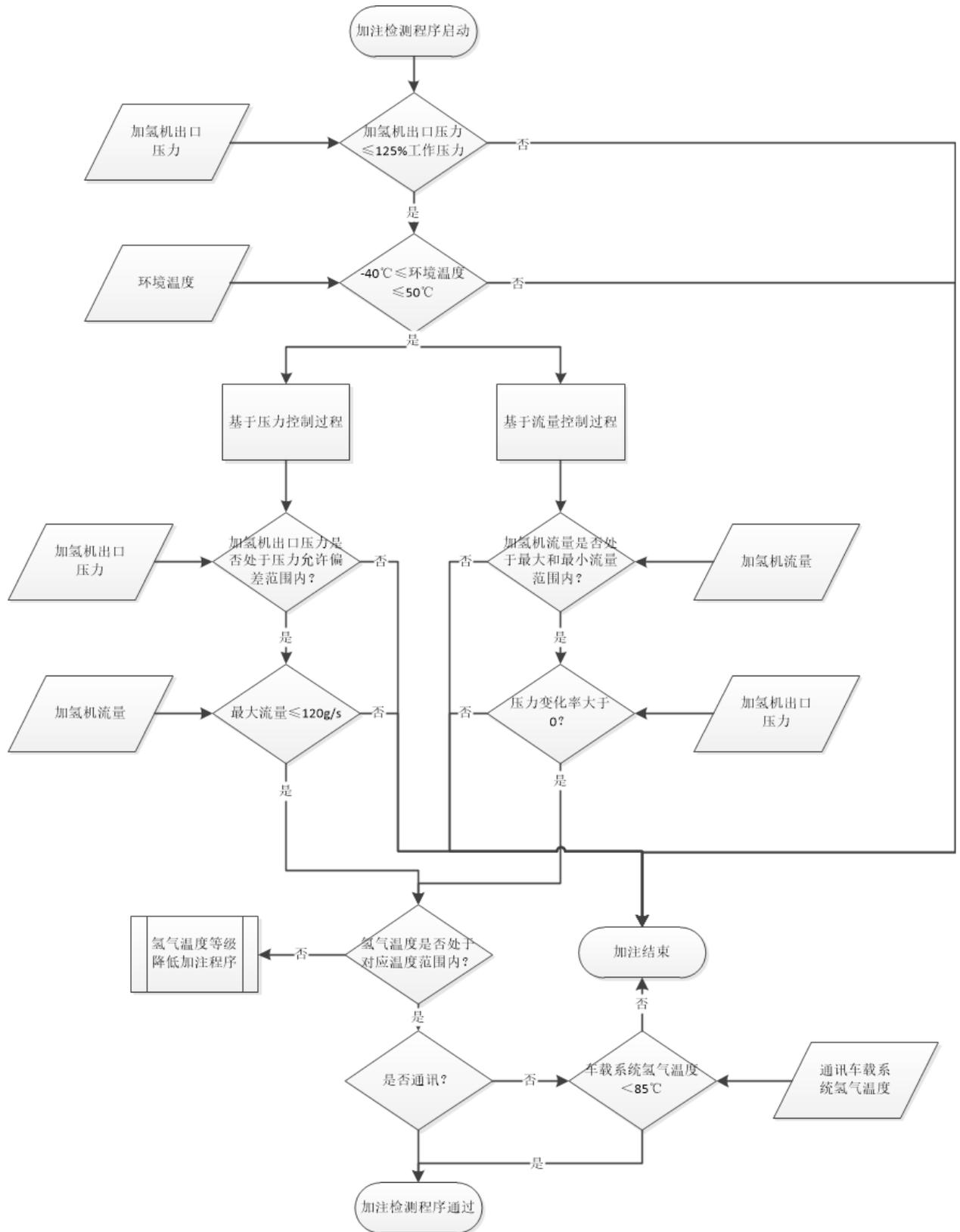
A.2 加注表选择程序



A.3 加注程序



A.4 加注过程检测程序



A.5 氢气预冷温度等级降低加注程序

