



中华人民共和国国家标准

GB/T 20172—2006/ISO 14224:1999

石油天然气工业 设备可靠性和维修 数据的采集与交换

Petroleum and natural gas industries—Collection and exchange of reliability and
maintenance data for equipment

(ISO 14224:1999, IDT)

2006-03-29 发布

2006-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
ISO 引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 数据的质量	4
5 设备边界和分级体系	5
6 信息结构	6
7 设备、失效和维修数据	9
附录 A(规范性附录) 设备类别属性	11
附录 B(规范性附录) 失效和维修特征	52
附录 C(规范性附录) 质量控制核对清单	55
附录 D(规范性附录) 对数据的典型要求	56
参考文献	58

前 言

本标准等同采用 ISO 14224:1999《石油天然气工业 设备可靠性和维修数据的采集与交换》(英文版)。

本标准实施之日起,SY/T 6494—2000《石油天然气工业 设备可靠性和维修数据的采集与交换》废止。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 都是规范性附录。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由全国石油钻采设备和工具标准化技术委员会(SAC/TC 96)归口。

本标准由中国石油勘探开发研究院负责起草。

本标准主要起草人:侯郁。

ISO 引言

本标准是依据数据采集项目 OREDA¹⁾所获得的技术方法和经验制定的。一些主要的油公司 20 世纪 80 年代初开始着手进行这一项目。这些年来,采集了大量的数据,积累了可靠性数据采集的丰富知识。本标准中井下设备的文本是依据 WELLMASTER²⁾项目所获得的技术方法和经验制定的。

在石油天然气工业中,设备的安全性、可靠性和维修性引起极大的关注。大量分析用于评估设备事故、污染或损坏的风险。对这样的分析来说,可靠性和维修数据是极其重要的。

最近更多的注意力集中在新装置的费效设计和现有装置的维修上。在这方面,失效数据、失效机理和维修性已经越来越重要。

数据采集是一种投资。标准化工作和设施信息管理系统,使数据的电子采集和传输成为可能,数据的质量得以改善。使数据的数量和类型最大化的最经济最有效的方法是通过工业合作。要使采集、交换和分析数据基于共同的基础成为可能,就必须有一项标准。本标准规定了石油天然气工业采集可靠性和维修数据的推荐做法,在维修管理系统中既作为一个专项工作,也是日常数据记录的标准。

1) 数据采集指南。

2) 完井设备的用户指南和可靠性数据采集指南(1995), ISBN 82-595-8586-3。

石油天然气工业

设备可靠性和维修数据的采集与交换

1 范围

本标准作为石油天然气钻井、采油、炼油和管道输送领域以标准格式采集可靠性和维修数据提供综合基础。

本标准作为可靠性和维修数据的规范、采集和质量保证提供指南，使数据采集更为便利。这种数据使用户能够量化表述设备的可靠性，并能将可靠性与其他类似特征加以比较。

通过分析数据，可以确定用于设计、运行和维修的可靠性参数。但是，本标准不是可靠性和维修数据的分析方法。

本标准的主要目标是：

a) 规范所采集的数据，用于以下分析：

- 1) 系统设计和配置；
- 2) 系统和整套装置的安全性、可靠性和可用性；
- 3) 寿命周期费用；
- 4) 维修的规划、优化和实施。

b) 以标准格式规范数据，以便：

- 1) 允许厂家、用户、制造商和承包商之间交换可靠性和维修数据；
- 2) 保证用于分析的可靠性和维修数据具有足够的质量。

本标准适用于石油天然气工业中使用的所有类型设备，诸如过程设备（陆上和海上安装的）、水下设备、完井设备和钻井设备等。附录 A 包括了一系列的实例。

本标准适用于运行状态中采集的数据。

由于可靠性和维修数据有各种不同的用途，应强调每项数据采集计划应对所要求数据的相应水平予以注意。

提示：为增强本标准的目的性，应有一个标准参考资料详述过程设备、水下设备、完井设备和钻井设备中每种设备的分类代码。但是，由于本标准出版时没有一个所有设备的综合分类表，附录 A 中只包含这些设备分类的实例。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

IEC 60050-191:1990 国际电子技术词汇 第 191 章：服务的可信性和质量。

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

可用性 availability

在要求的外部资源得到保证的前提下，产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执

行规定功能状态的能力。

3.1.2

实际维修时间 active maintenance time

不包括后勤延迟的维修时间。

注：更多的专门信息，请参考 IEC 60050-191 中的图 191-10“维修时间图”。

3.1.3

修复性维修 corrective maintenance

故障识别后，使产品恢复到能执行规定功能状态所实施的维修。

注：更多的专门信息，请参考 IEC 60050-191 中的图 191-10“维修时间图”。

3.1.4

致命失效 critical failure

造成一个设备单元执行规定功能能力立即终止的失效。

注：对完井设备，见附录 A.4.5 中的补充信息。

3.1.5

数据采集者 data acquirer

负责数据采集过程的人或组织。

3.1.6

指令 demand

功能的启动(包括正常运转和试验启动)。

3.1.7

不可用状态 down state

产品出现故障或在预防性维修期间不能执行规定功能的状态。

3.1.8

不可用时间 down time

产品处于不可用状态的时间区间。

注：更多的专门信息，请参考 IEC 60050-191 中的图 191-10“维修时间图”。

3.1.9

设备分类 equipment class

设备单元的分类。

例：各类泵。

注：对完井设备，见附录 A.4.5 中的补充信息。

3.1.10

设备单元 equipment unit

在边界内的按定义分类的特定设备单元。

例：各类泵。

3.1.11

设备单元冗余 equipment unit redundancy

(在设备单元级)完成规定功能存在一种以上方式。

例： $3 \times 50\%$ 。

注：两个单元(或方式)可完成规定功能时，采用三个。

3.1.12

失效 failure

产品终止完成规定功能的能力。

3.1.13

失效原因 failure cause

引起失效的设计、制造或使用阶段的有关事项。

注：失效原因的认定一般对人为因素以及技术原因进行深入和彻底的调查。

3.1.14

失效描述 failure descriptor

失效的明显、可见原因的表述。

注：一般在维修管理系统中报告。

3.1.15

失效机理 failure mechanism

导致失效的物理、化学或其他过程。

3.1.16

失效模式 failure mode

观测到的失效方式。

3.1.17

故障 fault

产品不能执行规定功能的状态，预防性维修或其他计划性活动或缺乏外部资源的情况除外。

3.1.18

产品 item

能够被单独考虑的任何元器件、零部件、组件、设备或系统。

3.1.19

维修产品 maintainable item

维修期间在设备分级体系中级别最低、一个零件或一组零件构成的产品。

3.1.20

维修 maintenance

为保持或恢复产品处于能执行规定功能状态所进行的所有技术和管理，包括监督的活动。

3.1.21

维修人时 maintenance man-hour

所有维修人员在规定的维修工作中或规定时间区间内所用的以小时表示的累积维修时间。

注：更多的专门信息，请参考 IEC 60050-191 中的图 191-10“维修时间图”。

3.1.22

非致命失效 non-critical failure

设备单元的失效未造成完成规定功能的能力立即终止。

注：对完井设备，见附录 A.4.5 中的补充信息。

3.1.23

工作状态 operating state

产品正在执行规定功能时的状态。

3.1.24

工作时间 operating time

产品处于工作状态的时间区间。

注：对完井设备，见附录 A.4.5 中的补充信息。

3.1.25

预防性维修 preventive maintenance

为降低产品失效的概率或防止功能退化，按预定的时间间隔或按规定准则实施的维修。

3.1.26

冗余 redundancy

产品中具有多于一种手段执行同一种规定功能。

3.1.27

可靠性 reliability performance

产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

3.1.28

规定功能 required function

为提供给定的服务,产品应具备的功能或功能组合。

3.1.29

严酷度等级 severity class

对设备单元功能的影响程度。

3.1.30

子单元 subunit

欲取得预想性能,为产品边界内设备单元提供特定功能的装配单元。

3.1.31

监视时间 surveillance period

数据采集起始日和结束日之间的时间。

3.2 缩略语

BEN 标定

LCC 寿命周期费用

MI 维修产品

ORED A 采集石油天然气工业设备可靠性和维修数据的项目

PM 预防性维修

QRA 定量风险评估

RAM 可靠性、可用性和维修性

RCM 以可靠性为中心的维修

RM 可靠性和维修

WELLMASTER 完井设备的可靠性数据采集

4 数据的质量

4.1 数据质量的定义

采集到的可靠性和维修数据的置信度以及之后的任何分析,都取决于采集数据的质量。高质量的数据有以下特点:

- 数据按规范要求具有完整性;
- 符合可靠性参数、数据类型和格式的规定;
- (通过手动或电子)数据可正确输入、传递、处理和存储。

4.2 获得高质量数据的指南

为获得高质量的数据,在数据采集过程开始前应强调以下措施:

- 调查数据源以保证可以获得所要求的数据并且运行数据是完全的;
- 规定采集数据的目标,以便采集到想要使用的有关数据。数据用于分析的实例有:定量风险评估 QRA,可靠性、可用性和维修性 RAM,以可靠性为中心的维修 RCM,寿命周期费用 LCC;
- 调查数据源以保证可以得到充足质量的有关数据;

- 确认可采集数据的设备的安装日期、人员和工作周期；
- 推荐对数据采集方法和工具(手动,电子)进行先导训练,以验证拟议中的数据采集过程的可行性；
- 制定数据采集计划,包括时间安排、重大事件、次序、设备单元数、时间区间等；
- 培训、动员和组织数据采集人员；
- 制定数据采集过程的质量保证计划。至少包括数据的质量控制、记录和纠正偏差过程。附录 C 提供了一个实例。

在采集数据训练中和采集数据训练后,分析数据要检查其一致性、合理的分布、准确的代码和正确的说明。质量控制过程将形成文件。当汇总数据时,每个数据记录应有唯一的识别。

4.3 数据源系统

装置的维修管理系统构成了可靠性和维修数据的主要来源。从该来源调出的数据的质量首先取决于可靠性和维修数据的报告方式。根据本标准报告的可靠性和维修数据,允许用于装置的维修管理系统,从而为把可靠性和维修数据传送到数据库提供了更一致和更健全的基础。

采集和报告的可靠性和维修数据的详细程度将和生产以及设备的安全性紧密相联系,优先考虑的顺序应以规则性、安全性和其他重要评价为基础。

负责报告可靠性和维修数据的人员将从使用这些数据中获益。人们在确定和交流这些收益时要求高质量的可靠性和维修数据。

5 设备边界和分级体系

5.1 边界的描述

从不同的行业、装置和来源采集、汇总和分析可靠性和维修数据应规定清晰的边界。否则汇总和分析的数据是不相容的。

对于每个设备类别,将定义一个边界以显示可靠性和维修数据的采集范围。

泵的边界图实例见图 1。

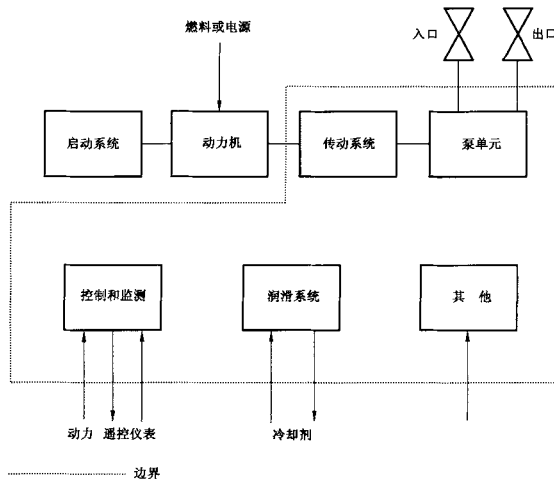


图 1 边界图实例(泵)

边界图显示子单元和周围环境之间的接口。为清楚起见,还要补充文字说明,以便更为详细地说明哪些单元在边界之内,哪些在边界之外。

要适当注意仪表元件的位置。在上例中,中央控制和监测部分一般包括在“控制和监测”子单元内,而独立的仪表一般包括在特有的子单元内(如润滑系统)。

5.2 规定设备分级体系的指南

建议规定设备的分级体系。最高的等级是设备单元的分类。到底细分为几个等级取决于设备单元的复杂程度和数据的用途。为增强意义和便于比较,可靠性数据需要在设备分级体系方面和一定的水平相对应。例如,可靠性数据“严酷度等级”对应于设备单元,而失效原因对应于设备分级体系的最低水平。

单个的仪器不需要进一步地拆分,而压缩机就需要分成几个等级。可用性分析所使用的数据,可靠性数据只需要在设备单元水平上,而以可靠性为中心的维修分析则需要维修产品级的失效机制方面的数据。

一个设备单元分成三个等级一般就够了,图2所示的实例分成设备单元、子单元和维修产品。

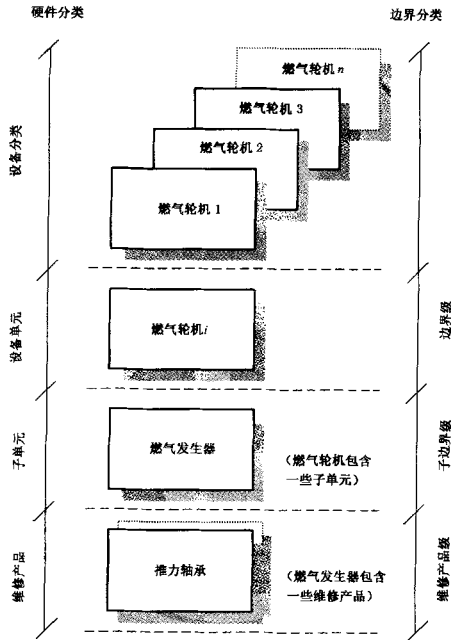


图2 设备分级体系实例

6 信息结构

6.1 数据种类

可靠性和维修数据按照组织的和结构的方式采集。下面给出设备数据、失效数据和维修数据等主要数据种类。

- a) 设备数据。设备的特点通过以下数据描述：
 - 1) 识别数据,如设备位置、分类、安装数据、设备单元数据；
 - 2) 设计数据,如制造厂数据、设计特点；

3) 应用数据,如运转、环境。

这些数据对所有设备类别应是通用的(如型式分类),对每台设备单元应是特殊的(如压缩机的级数)。这应反映在数据库结构中。更多的详情见表 1。

b) 失效数据。这些数据有以下特点:

- 1) 识别数据,失效记录和设备位置;
- 2) 具体表征一次失效的数据,如失效日期、失效的维修产品、严重度级别、失效模式、失效原因、观测的方法。

更多的详情见表 2。

c) 维修数据。这些数据有以下特点:

- 1) 识别数据,如维修记录、设备位置、失效记录;
- 2) 维修数据;以维修为特点的参数,如维修日期、维修类别、维修活动、维修的产品、不同专业的维修人时、实际维修时间、不可用时间。

更多的详情见表 3。

失效和维修数据的类型对各种设备类别一般应是通用的,存在需要采集特殊类型数据的例外,如水下设备。

为描述失效后的纠正措施,应记录修复性维修事件。预防性维修记录应保留设备单元的完整的寿命时间历程。

表 1 设备数据

主 类	子 类	数 据
识别	设备位置	设备标牌号码 ^(*)
	分类	设备单元类别,如压缩机(见附录 A) ^(**) 设备类型(见附录 A) ^(**) 使用(见附录 A) ^(**)
	安装数据	安装代码和名称 ^(**) 安装种类,如平台、水下、炼油厂 ^(**) 工作种类,如人员操作、遥控 ^(**) 地理区域,如北海南部、亚得里亚海、墨西哥湾、欧洲大陆、中东
	设备单元数据	设备单元描述(专门术语) 唯一号码,如系列号 子单元冗余,如冗余子单元号码
设计	制造厂数据	制造厂名 ^(**) 制造厂模块设计 ^(**)
	设计特点	与每种设备类别相对应,如容量、功率、速度、压力,见附录 A ^(**)
应用	运转 (一般使用)	设备单元冗余,如 3×50% 工作状态下的模式,如连续工作、待机、常关/开、间歇 设备安装日期或生产开始日期 监视周期(日历时间) 在监视周期内累计工作时间 如可能,在监视周期内启动次数 每个设备类别相应的工作参数,如运行功率、工作速度,见附录 A
	环境因素	外部条件(严重、中等、良好) ^a 内部环境(严重、中等、良好) ^b

表 1(续)

主 类	子 类	数 据
注	补充信息	如必要,增加文字描述的补充信息 数据源,如流程和仪器图,数据表,维修系统
<p>a 要考虑的特点,如防护层、振动、盐雾或其他腐蚀性外部流体、灰尘、高温、潮湿。</p> <p>b 要考虑的特点,如对压缩机,良好(空气清洁干燥),中等(一些点状腐蚀),严重(酸气、高 CO₂ 含量、高微粒含量)。</p>		

表 2 失效数据

种 类	数 据	描 述
识别	失效记录 ^(*)	特定的失效识别
	设备位置 ^(*)	标牌号
失效数据	失效日期 ^(*)	失效发现的日期(年/月/日)
	失效模式 ^(*)	在设备单元水平(见附录 A)
	失效对工作的影响	没有、部分或全部(还可能包括安全性影响)
	严重程度等级 ^(*)	对设备单元功能的影响:致命失效、非致命失效
	失效描述	失效的描述(见表 B.1)
	失效原因	失效的原因(见表 B.2)
	失效的子单元	失效的子单元名称(见附录 A 中实例)
	失效的维修组件	详细说明失效的维修组件(见附录 A)
	观测方法	失效如何被检测(见表 B.3)
注	补充信息	如可能,给出导致失效的环境、关于失效原因的补充信息等更详细的情况

表 3 维修数据

种 类	数 据	描 述
识别	维修记录 ^(*)	特有的维修识别
	设备位置 ^(*)	标签号码
	失效记录 ^(*)	相应的失效识别(只对修复性维修)
维修数据	维修日期 ^a	采取维修措施的日期
	维修种类	修复性维修或预防性维修
	维修活动	维修活动的描述(见表 B.4)
	维修对工作的影响	没有、部分或全部(可能还包括安全性影响)
	被维修的子单元	被维修的子单元名称(见附录 A) ^a
	被维修的维修产品	详细说明被维修的维修产品(见附录 A)
维修资源 ^b	各专业维修人时 ^b	各专业的维修人时(机械、电、仪器、其他)
	总维修人时	总的维修人时
维修时间	实际维修时间	对设备的实际维修工作时间 ^a
	不可用时间	一个产品处于不可用状态的时间区间
注	补充信息	如可能,对其他维修任务的维修措施,如非正常等待时间,给出更详细的信息

表 3(续)

种 类	数 据	描 述
a	对修复性维修,被维修的子单元一般用失效事件报告中规定的单元识别(见 7.2)	
b	对水下设备,下列信息适用: 使用的主资源类型和天数,如钻机、潜水器、补给船; 使用的补充资源类型和小时数,如潜水员、机器人/遥控工具、平台人员。	
c	这一信息用于可靠性、可用性和维修性分析和以可靠性为中心的维修分析。在维修管理系统中现在不常记录。这一信息的报告应改善。	

6.2 数据格式

每个记录(如一个失效事件)在数据库中应按照若干属性来识别。每个属性描述一个信息,如失效模式,推荐每个信息尽可能使用一个代码。这种方法比起用文字描述的优点是:

- 查询和数据分析方便;
- 数据输入容易;
- 通过预先规定的代码检查输入的一致性。

预先规定的代码长度应优化。短代码太笼统,可能用处不大。长代码可以给出较准确的描述,但会减慢输入过程,数据采集者可能不会充分使用。附录 A 和附录 B 给出了不同设备类型和代码的实例。

与用文字描述相比较,预先规定代码表的缺点是可能遗漏一些详细的信息。推荐用文字描述提供补充信息。用文字描述的补充信息对数据的质量控制是有益的。

6.3 数据库结构

采集的数据应被组织并连接到数据库中,以便于更新、查询和分析(如统计、寿命分析)。数据库中的信息如何符合逻辑地构建的实例见图 3。

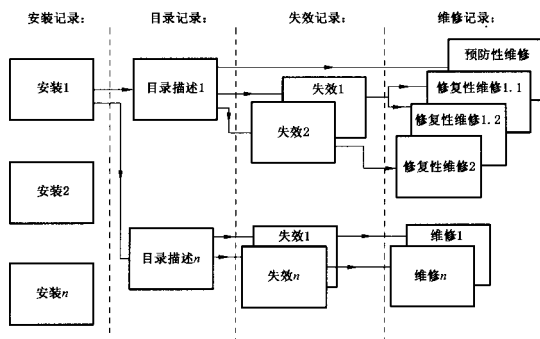


图 3 数据库结构

7 设备、失效和维修数据

7.1 设备数据

设备分成技术、运转和环境参数是采集可靠性和维修数据的基础。要确定数据是否对各种应用都适用或有效,这一信息也是必不可少的。一些数据对所有设备类别通用,一些数据只对各设备类别专用。

为保证满足本标准的目标,最少应采集的数据,在表 1、2 和 3 中用“*”识别。

表 1 包含适用于所有设备类别的数据。此外专门用于各设备类别的一些数据应报告。附录 A 给出用于一些设备类别的数据的实例。在附录 A 的实例中,指出了优先的数据。

满足本标准目标所需的最少数据用(‘)标识。但是一些补充的数据种类可以大大改善可靠性和维修数据的潜在用途,参见附录 D。

注:在表 1 中主要种类“应用”下的一些特点可随时间而变。一些信息与对失效和维修有影响的生产中积累的信息相关联。这一信息对解释“不可用时间”有重要的影响。

7.2 失效数据

当不同来源(厂矿和使用者)的数据需要在共用的可靠性和维修数据库中结合时,失效和失效分类的方法的统一定义是极其重要的。

一个用于所有设备类别的通用报告应被用来报告失效数据。表 2 中给出了这类数据。

需要满足本标准目标的最少数据用(‘)标识。但是一些补充的数据种类可以大大改善可靠性和维修数据的潜在用途,参见附录 D。

7.3 维修数据

进行维修的目的是:

- a) 以纠正失效(修复性维修)。失效报告应如 7.2 所述;
- b) 作为计划和正常的周期性措施以预防失效发生(预防性维修)。

一个用于所有设备类别的通用报告应被用来报告维修数据。表 3 中给出了这类数据。

需要满足本标准目标的最少数据用(‘)标识。但是一些补充的数据种类可以大大改善可靠性和维修数据的潜在用途,参见附录 D。

附录 A
(规范性附录)
设备类别属性

A.1 注释**A.1.1 概述**

附录 A 在表 A.1 到表 A.66 和图 A.1 到图 A.15 中针对一些典型的石油和天然气设备有关分类、边界定义、数据清单和失效模式如何归类给出一些实例。这些数据对各设备单元是专用的,对所有设备单元公用的数据如附录 B 所示。

在这个分类中,标准化方法已经用到装置的分类和细分类中。这意味着不同数据的种类和定义的总数减少了,同时对各设备单元几乎没有定制的定义和代码。因此用户应使用那些适用于特殊设备单元的种类和代码采集数据。对专门设计的设备单元,可能需要比这些实例更多的定制的分类。

在将设备分解成“子单元”和“维修产品”的表中(如表 A.2),如果需要,推荐包括补充的“维修产品”以便包括仪表,还有一个“未知”种类以防信息无法获得。

A.1.2 边界定义

对边界予以定义的目的,是为了保证就下列问题达成共识,即哪些设备包括在一个特定系统的边界之内,因而要记录哪些失效和维修。对边界的定义,推荐以下规则:

- a) 除非边界专门指出包括连接件,否则连接件就不包括在设备单元边界内。发生在连接部分的失效(如泄漏),如不能仅仅归于连接件,还应包括在边界定义之内;
- b) 当动力机和从动装置用一个共同的子单元时(如润滑系统),这个子单元的失效,按一般规律,应归于从动轮;
- c) 只在仪表对设备单元出现问题具有特殊控制和(或)监测功能时,或安装在设备单元上面时,才可将仪表包括在边界内。较通用的控制和监测仪器(如 SCADA 系统)按规则不应包括。

A.1.3 失效模式

在附录 A 中,给出每种设备单元相应的失效模式表,失效模式应对应设备单元的等级水平。所用的失效模式分为 3 种:

- a) 未获得预期的功能(如不能启动);
- b) 对某项功能的偏离超出公认的极限之外(如高输出);
- c) 观测到失效迹象,但没有立即和严重影响设备单元的功能(如泄漏)。

后面的失效模式种类,应针对设备单元级描述失效指示,而失效描述应描述设备已知等级内最低级别的失效原因。

A.2 过程设备**A.2.1 内燃机(活塞式)**

表 A.1 内燃机分类

设备类别		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
活塞式内燃机 (柴油机或 汽油机)	CE	柴油机	DE	主动力	MP
		汽油机	GE	基本动力	EP
				紧急动力	EM
				注水	WI

表 A.1(续)

设备类别		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
活塞式内燃机 (柴油机或 汽油机)	CE	柴油机 汽油机	DE GE	输油	OH
				输气	GH
				消防水	FF
				材料搬运	MH

注：在表 A.1 中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

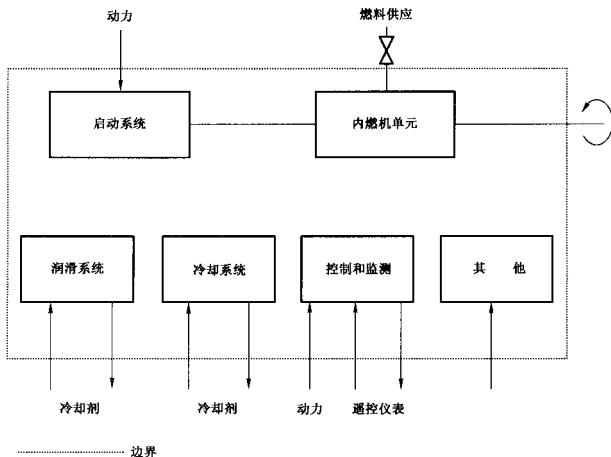


图 A.1 内燃机设备边界

表 A.2 内燃机设备单元细分

设备单元	内 燃 机					
	启动系统	内燃机单元	控制和监测	润滑系统	冷却系统	其他
维修产品	启动能源(电 池,空气) 启动装置 启动控制	空气入口 涡轮增压器 燃油泵 喷嘴 燃油滤清器 排气管 气缸 活塞 轴 推力轴承 径向轴承 密封 管道 阀	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管道 油 温度控制	热交换器 风扇和马达 滤清器 阀 管道 泵 温度控制	护罩 其他 法兰接头

表 A.3 内燃机设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
驱动使用 ^a	从动装置名称	泵、发电机、压缩机
对应的从动装置	规定从动装置的识别号	用数字表示
设计功率 ^a	最大额定功率(设计)	kW
运行功率 ^a	在多数监视时间规定的近似工作功率	kW
速度 ^a	设计速度	r/min
汽缸数	规定汽缸数	整数
汽缸配置	型式	—列式、V型、卧式
启动系统 ^a	型式	电动、液压、气动
燃料	型式	天然气、轻油、中等黏度油、重油、双燃料
空气入口滤清型式	型式	用文字描述
内燃机呼吸型式 ^a	内燃机呼吸型式	增压、自然

^a 表示高度优先的信息。

表 A.4 内燃机失效模式

设备单元	代码	定义	描述
内燃机	FTS	不能按指令启动	不能启动内燃机
	STP	不能按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	预料之外的停车
	OWD	无指令运行	不希望的启动
	BRD	事故	严重破坏(卡住、破损、爆炸等)
	HIO	高输出	规范以上的过速输出
	LOO	低输出	要求规范以下的输出
	ERO	不稳定输出	颤振或猎振
	ELF	燃油外漏	燃气或柴油泄漏
	ELU	有用介质外漏	润滑油、冷却剂等
	INL	内漏	如内部冷却水泄漏
	VIB	振动	过分的振动
	NOI	噪声	过分的噪声
	GHE	过热	过高的温度
	PDE	参数偏离	监测参数超过允许值
	AIR	仪表读数异常	如假警报、故障读数
	STD	结构性缺陷	如缸头、支座破裂
	SER	一般运行问题	零件松动、变色、脏污等
	OTH	其他	在注解处规定
	UNK	未知	不充分的或遗漏的信息

A. 2.2 压缩机

表 A.5 压缩机分类

设备分类		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
压缩机	CO	离心式	CE	天然气加工	GP
		往复式	RE	天然气输出	GE
		螺杆式	SC	注气	GI
		风机式	BL	气举压缩	GL
		轴流式	AX	压缩空气 冷冻	AI RE

注：在本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

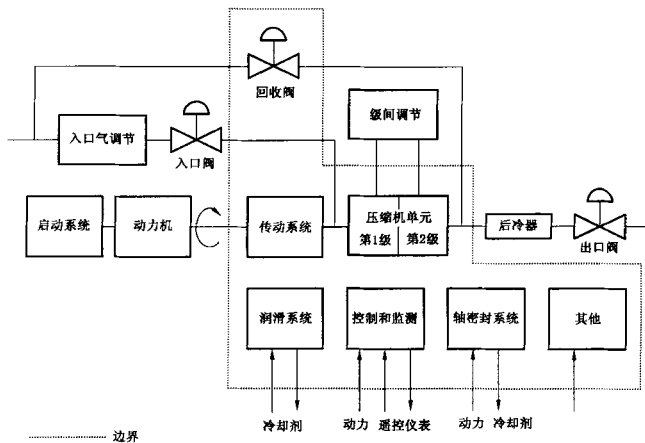


图 A.2 压缩机设备边界

表 A.6 压缩机设备单元细分

设备单元	压 缩 机					
	子单元	传动系统	压缩机	控制和监测	润滑系统	轴密封系统
维修产品	齿轮箱 变速驱动 轴承 主动轮联轴节 润滑 密封 从动轮联轴节	壳体 叶片转子 平衡活塞 级间密封 径向轴承 推力轴承 轴密封 内部管线 阀 抗喘振系统,包括回收阀和控制器 活塞 汽缸套 填料	控制 激励装置 监测阀 内部动力供应	带加热系统的油箱 带马达的泵 单向阀 冷却器 滤清器 管道 阀 润滑油	带加热系统的油箱 贮水槽 带马达/齿轮的泵 滤清器 管道 缓冲气 密封油 干气密封 密封气 刷子	底座 管线及支架和波纹管 控制绝缘和单向阀 冷却器 消音器 净化空气 磁轴承控制系统 法兰接头 其他

注：本表中列出的维修产品与压缩机类型有关。

表 A.7 压缩机设备专用数据

名称	描述	单位或说明
对应的主动轮 ^a	当相关时规定唯一的标识号	数字型
被压缩的空气 ^a	平均摩尔质量 (密度×28.96)	g/mol
设计吸入压力 ^a	第一级	Pa (bar)
工作吸入压力	第一级	Pa (bar)
设计排出压力 ^a	最后一级	Pa (bar)
工作排出压力 ^a	最后一级	Pa (bar)
设计流量 ^a		m ³ /h
工作流量		m ³ /h
设计排出温度 ^a		℃
工作排出温度		℃
设计功率 ^a	设计的功率	kW
利用率 ^a	和设计比较的利用百分数	%
多变压头		kJ/kg
汽缸数 ^a	序列中的汽缸数	整数
级数 ^a	序列中(非叶片)的压缩机级数	整数
缸体型式	型式	垂直拼合箱体(桶型)、轴向拼合箱体
轴密封	型式	机械、油、气封、气垫、迷宫式、组合式
配备中间冷却器	规定冷却器是否配备	是/否
轴密封系统 ^a	独立式、组合式、干式等	独立式、组合式、干式
径向轴承 ^a 推力轴承 ^a	型式(在注解中规定是否安装推力调节器)	滚动轴承、滑动轴承、磁性轴承
速度	设计速度	r/min
主动轮型式 ^a	型式	电动机、燃气轮机、蒸汽轮机、柴油机、天然气发动机、涡轮扩张器、整体式气动马达
联轴节	型式	固定、挠性、液压、非联接式
只对往复式压缩机:		
汽缸配置		一列式、对置、V型、W型
汽缸方位		水平、垂直、倾斜
工作原理 ^a		单作用、双作用
填料型式 ^a		润滑的,干燥的

^a 表示高优先权的信息。

表 A.8 压缩机失效模式

设备单元	代码	定义	描述
压缩机	FTS	不能按指令启动	不能启动压缩机
	STP	不能按指令停车	不能停车或不正确的关闭措施
	SPS	误停车	压缩机意外的停车
	BRD	事故	严重损坏(卡住、破损、爆炸等)
	HIO	高输出	规范以上的压力流量输出
	LOO	低输出	要求规范以下的压力流量输出
	ERO	不稳定输出	颤振或不稳定的压力流量
	ELP	过程介质外漏	过程介质漏至环境
	ELU	有用介质外漏	润滑密封油、冷却剂等
	INL	内漏	如润滑油中的过程介质
	VIB	振动	过分的振动
	NOI	噪声	过分的噪声
	OHE	过热	过高的温度
	PDE	参数偏离	监测参数超过允许值
	AIR	仪表读数异常	如假警报、故障读数
	STD	结构性缺陷	如支座或悬架破裂
	SER	一般运行问题	零件松动、变色、污染等
OTH	其他	无上述情况,在注解处规定	
UNK	未知	不充分的或遗漏的信息	

A.2.3 逻辑控制装置

表 A.9 逻辑控制装置分类

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
控制逻辑装置	CL	动力负载控制	LC	火、气检测	FG
		计算机	PC	过程关闭	PS
		分布式控制系统	DC	紧急关闭	ES
		继电器	RL	过程关闭和电火花检测器	CS
		固态	SS	过程控制	PC
		单环控制器	SL		

注:本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

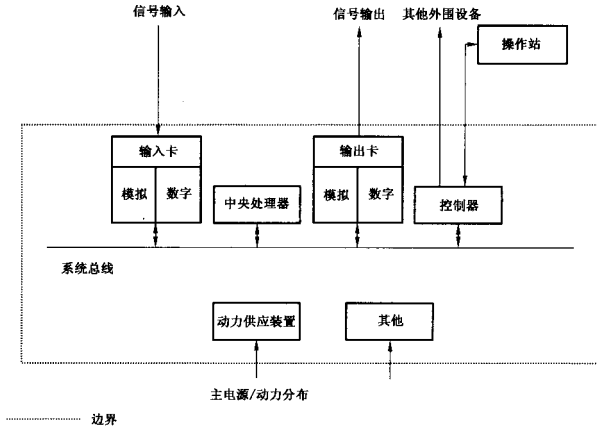


图 A.3 逻辑控制装置设备边界

表 A.10 逻辑控制装置细分

设备单元	逻辑控制装置				
子单元	模拟输入卡	数字输入卡	模拟输出卡	数字输出卡	中央处理器
维修产品	输入卡 联接单元	输入卡 联接单元	输出卡 联接单元 继电器	输出卡 联接单元 继电器	中央处理器(CPU) 随机存取寄存器 (RAM) 监视/诊断 软件
子单元	控制器		系统总线	动力供应	其他
维修产品	内部总线控制器 可见显示装置控制 (VDU) 通讯控制 磁盘控制 打印机控制		(不再细分)	(不再细分)	其他

表 A.11 逻辑控制装置专用数据

名称	描述	单位或说明
逻辑控制应用 ^a	应用的地方	火气检测、过程关闭、紧急关闭、 过程控制、监测
中央处理器表决系统 ^a	n 个传感器中至少有 k 个输出将对采取安全措施提供信号——将输入 k 和 n 值	k 为整数 n 为整数
^a 表示高优先权信息。		

表 A.12 逻辑控制装置失效模式

设备单元	代码	定义	描述
控制逻辑装置	FTF	不能按指令完成功能	不能激励输出功能
	OWD	无指令而工作	错误警报
	AOL	异常低输出	趋向于 FTF 失效,如低输出
	AOH	异常高输出	趋向于 OWD 失效,如高输出
	ERO	不稳定输出	读数不可理解,如摇摆
	SER	工作中的小问题	要求一些小修理
	UNK	未知	不充分或遗漏的信息
	OTH	其他	上述都不是,在注解中规定

A.2.4 发电机

表 A.13 发电机分类

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
发电机	EG	燃气轮机驱动	TD	主动力	MP
		蒸汽机驱动	SD	基本动力	EP
		内燃机驱动,如柴油机、汽油机	MD	紧急动力	EM

注:本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

表 A.14 发电机的设备单元细分

设备单元	发电机					
	子单元	传动系统	发电机	控制和监测	润滑系统	冷却系统
维修产品	齿轮箱 轴承 密封 润滑 主动轮联轴节 从动轮联轴节	定子 转子 励磁 径向轴承 推力轴承	控制 励磁装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管线 油	热交换器 带马达的风扇 滤清器 阀 管线 带马达的泵	护罩 净化空气 其他

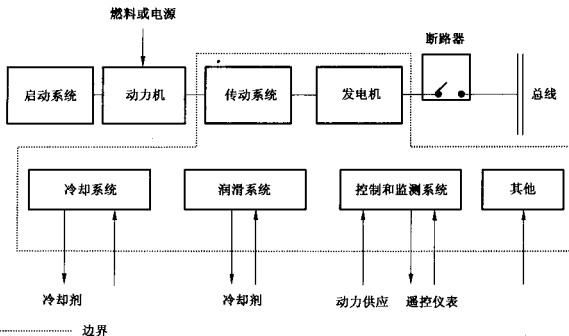


图 A.4 发电机的设备边界

表 A.15 发电机的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
对动力机 ^a	当对应时规定动力机的识别号	数字型
动力机型式 ^a	型式	电动机、燃气轮机、蒸汽机、柴油机、天然气发动机
联轴节	规定(固定、柔性等)	固定、柔性、液力、非联接式
同步速度 ^a		r/min
频率	设计的频率	Hz
电压 ^a	设计的电压	kV
设计功率	设计的功率	kW
功率因数	$\cos\varphi$	数字型
励磁控制 ^a	型式	自动、手动
励磁型式 ^a	无电刷或集流环	无电刷、集流环
防护度	防护级别依据 IEC 60529	
定子绝缘级别 ^a	绝缘级别依据 IEC 60085	Y、A、E、B、F、H、200、220、250
定子温升		℃
转子绝缘级别	绝缘级别依据 IEC 60085	Y、A、E、B、F、H、200、220、250
转子温升		℃
径向轴承 ^a 推力轴承	型式	滚动轴承、滑动轴承、磁性轴承
轴承的润滑	轴承润滑型式	油脂、油浴、压力油、甩油环
发电机冷却 ^a	型式	气气、气水、通风

^a 表示高优先权信息。

表 A.16 发电机的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
发电机	FTS	不能按指令启动	不能启动发电机
	STP	不能按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	发电机的意外关闭
	BRD	损坏	严重破坏(卡住、破裂、爆炸等)
	SYN	不能同步	不能使发电机同步
	FOF	输出频率故障	
	FOV	输出电压故障	
	LOO	低输出	降低动力传送
	VIB	振动	过分的振动
	NOI	噪声	过分的噪声
	ELU	有用介质外漏	润滑油、冷却剂等
	OHE	过热	过高的温度

表 A. 16(续)

设备单元	代 码	定 义	描 述
发电机	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误警报、故障读数
	STD	结构性缺陷	如支座或吊架的裂纹
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
	OTH	其他	在注解里规定
	UNK	未知	不充分或遗漏的信息

A. 2.5 电动机

表 A. 17 电动机的类别

设备类别		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
电动机	EM	交流	AC	消防水	FF
		直流	DC	注水	WI
				输油	OH
				输气	GH
				气加工	GP
				注化合物	CI
		海水举升	SL		

注：本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

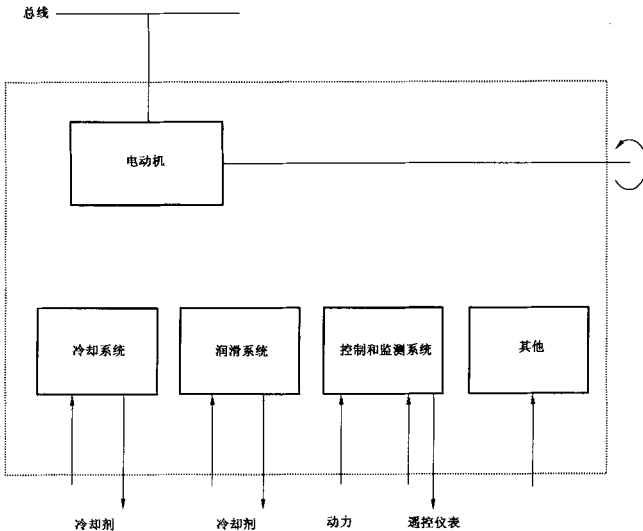


图 A. 5 电动机的设备边界

表 A.18 电动机的设备单元细分

子单元	电动机	控制和监测 ^a	润滑系统	冷却系统	其他
维修产品	定子 转子 励磁 径向轴承 推力轴承 联轴节	控制 励磁装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管线 油	热交换器 滤清器 阀 管线 带马达的泵 带马达的风扇	护罩 其他
^a 电动机通常没有额外的控制系统。对防爆电动机监测内压。对大电动机可监测温度。					

表 A.19 电动机的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
对应从动装置	当对应时规定动力机的识别号	数字型
动力机使用 ^a	从动装置型式	泵、压缩机
设计功率 ^a	设计的最大输出	kW
工作功率	规定在多数监测时间装置工作的近似功率	kW
可变速度	规定是否安装	是否
速度 ^a	设计的速度	r/min
电压 ^a	设计的电压	V
电动机型式 ^a	型式	感应、换向(直流)、同步
径向轴承 ^a 推力轴承	型式	滚动轴承、滑动轴承、磁性轴承
防护度	防护级别依据 IEC 60529	
安全级别 ^a	防爆或防火类别	如防爆(d)、防爆(e)
^a 表示高优先权信息。		

表 A.20 电动机的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
电动机	FTS	不能按指令启动	不能启动电动机
	STP	不能按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	电动机的意外关闭
	OWD	未要求而工作	不希望的启动
	BRD	损坏	严重损坏(卡住、破裂、爆炸)
	HIO	高输出	规范以上的输出
	LOO	低输出	降低动力传递
	ERO	不稳定输出	波动
	VIB	振动	过分的振动
	NOI	噪声	过分的噪声
ELU	有用介质外漏	润滑油、冷却剂等	

表 A.20(续)

设备单元	代码	定义	描述
电动机	OHE	过热	过高的温度
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误警报、故障读数
	STD	结构性缺陷	如裂纹、磨损、断裂
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
	OTH	其他	在注解里规定
	UNK	未知	不充分或遗漏的信息

A.2.6 火焰气体检测器

表 A.21 火焰气体检测器的类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
火焰气体检测器	FG	烟/燃烧 热 火焰	BS BH BF	火焰检测	FD
		碳氢化合物 硫化氢	AB AS	气体监测	GD

注：本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

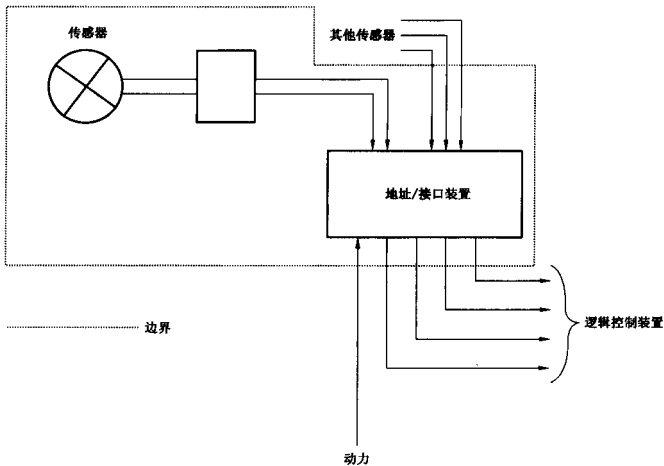


图 A.6 火焰气体检测器的设备边界

表 A.22 火焰气体检测器的设备单元细分

设备单元	火焰气体检测器		
子单元	传感器	接口装置	其他
维修产品	安装座 监测头 罩	控制卡 显示 机壳 电缆	其他

表 A.23 火焰气体检测器的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
安装位置 ^a	安装的地方	井口、采油树、井口管汇、井口注入管汇、泵、汽轮机、发电机、分离器、热交换器、容器、水箱、电动机、涡轮扩张器、钻机、管道、泥浆处理、公用设施、野营房、空气入口、烯烃异化装置、异构化装置、催化裂化装置、控制室、辅助间、主控控制台和开关房
k/n 传感器表决系统	至少 n 个传感器中有 k 个应对初始安全措施提供信号,应输入 k 和 n 值	k 为整数 n 为整数
i/j 电路表决系统	至少 j 个电路中有 k 个应对执行安全措施提供信号,应输入 i 和 j 值,如果没有电路表决,留下空白	i 为整数 j 为整数
传感原理 ^a	型式	催化、电化学、电离、光电化学、光电束、红外线、紫外线、红外/紫外、上升率、补偿率、固定温度、易堵塞
成、败原理 ^a	正常激发、正常释放。一般不用于模拟设备	激发、释放
检测器通讯 ^a	型式	常规、可寻址(单向)、长距离(往返)
自检特点 ^a	自检程度	无自检,自动电路测试、内部测试
详细的工作时间	反映来源资料的完整性	对火焰气体检测器和过程传感器采集的工作时间补充注解
安全级别	防爆标准	防爆(d)、防爆(e)、无

^a 表示高优先权信息。

这套火焰气体检测器和过程传感器的数据包括在专门的目录报告中。以便随时掌握使用过程中的重大变化情况,以及汇集到设施信息管理系统中的数据的详细程度。表 A.24 中显示监测时间内发生的不同种失效的总时间。这一时间和监测时间一样,以小时为单位记录,并总小于或等于监测时间。

如表 A.24 所示,以矩阵形式组织数据。

根据工作程序,数据应基于实际获得的资料填写,而不应当根据理论上应获得的资料填写。

如果无此信息,数据的分析可能导致这样一种总结论:拥有最完整的历史报告的操作者,同时也具有检测器或传感器的最高估计失效率。例如,如果更换一个检测头是预防性维修的一部分,操作者可能不作更换记录。拿这个操作者的失效率和另一个记录检测头更换的操作者相比较,会产生误导。

因此,为使数据具有可比性,应当指明在总监测时间内,每个恢复活动/失效模式组合都已经记录下来那部分时间。各种组合如下面给出的矩阵所示。例如,如果监测时间为 10 000 h, t_R 为 5 000 h,这意味着在监测期的一半时间内,已经记录了更换(包括所有失效模式)数据,数据采集者可利用这些数据。

表 A.24 火焰检测器和过程传感器
修理型式/失效模式组合的数据记录时间

维修活动	失效模式			
	FTF ^a NOO/VLO ^b	SPO SLL/SHH	HIO/LOO SER/OTH	所有模式
更换(由维修人员)	t_R^F	t_R^S	t_R^O	t_R
调整/修理/改装(由维修人员)	t_A^F	t_A^S	t_A^O	t_A
检查(再启动)(由操作人员)	t_C^F	t_C^S		t_C
所有修理活动	t^F	t^S	t^O	t
<p>a 用于火焰检测器、过程传感器和控制逻辑装置的失效模式。</p> <p>b 用于气体检测器的失效模式。</p>				

失效种类定义为:

- a) t_R 检测器子单元已更换的失效事件。
- b) t_R^F 检测器由于在试验条件下零或很低的输出使子单元已更换的失效事件(一般在预防性维修报告中记录)。
- c) t_R^S 检测器由于错误报警信号使子单元已更换的失效事件(一般在修复性维修报告中记录)。
- d) t_R^O 检测器由于非 FTF/SPO 失效使子单元已更换的失效事件(一般在预防性维修或修复性维修报告中记录)。
- e) t_A 检测器子单元已被修理/调整/改装的失效事件。
- f) t_A^F 检测器由于在试验条件下零或很低的输出使子单元已被修理/调整/改装的失效事件(一般在预防性维修报告中记录)。
- g) t_A^S 检测器由于错误报警信号使子单元已被修理/调整/改装的失效事件(一般在修复性维修报告中记录)。
- h) t_A^O 检测器由于非 FTF/SPO 失效使子单元已被修理/调整/改装的失效事件(一般在预防性维修/修复性维修报告或详细技术日志中记录)。
- i) t_C 检测器对实际火情无响应或提供错误警报的失效事件,继续工作只要求再启动。
- j) t_C^F 检测器对实际火情无响应的失效事件,继续工作只要求再启动(一般在火灾事故报告中记录)。
- k) t_C^S 检测器提供错误警报信号的失效事件,继续工作只要求再启动(一般在控制室日志或日报中记录)。
- l) t^F, t^S, t^O, t 为各种失效模式的时间汇总。

表 A.25 火焰气体检测器的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
火焰检测器	FTF	不按指令完成功能	不能启动检测器
	OWD	无指令而工作	错误警报
	AOL	异常低输出	趋于 FTF 失效,如低输出
	AOH	异常高输出	趋于 OWD 失效,如高输出
	ERO	不稳定输出	读数不可理解,如波动
	SER	工作中的小问题	需要一些小修理
	UNK	未知	不充分或遗漏的信息
	OTH	其他	在注解里规定
气体检测器	SHH	错误的高报警信号	例如爆炸下限的 60%
	SLL	错误的低报警信号	例如爆炸下限的 20%
	HIO	高输出	如无试验气读数为爆炸下限的爆炸下限的 10%~20%,有试验气读数在爆炸下限的 80%以上
	HIU	高输出,读数未知	
	LOO	低输出	有试验气读数在爆炸下限的 31%~50%*
	LOU	低输出,读数未知	
	VLO	很低的输出	有试验气读数在爆炸下限的 11%~30%
	NOO	无输出	有试验气读数低于爆炸下限的 10%
	ERO	不稳定输出	读数不可理解,如波动
	SER	工作中的小问题	需要一些小修理

^a 假定正常设置点为爆炸下限的 65%。

A.2.7 燃气轮机

表 A.26 燃气轮机的类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
燃气轮机	GT	工业	IN	输油	OH
		航空	AD	气加工	GP
		轻工业	LI	气出口	GE
				注气	GI
				气举压缩	GL
				主动力	MP
				基本动力	EP
				紧急动力	EM
				注水	WI
				冷冻	RE

注：本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

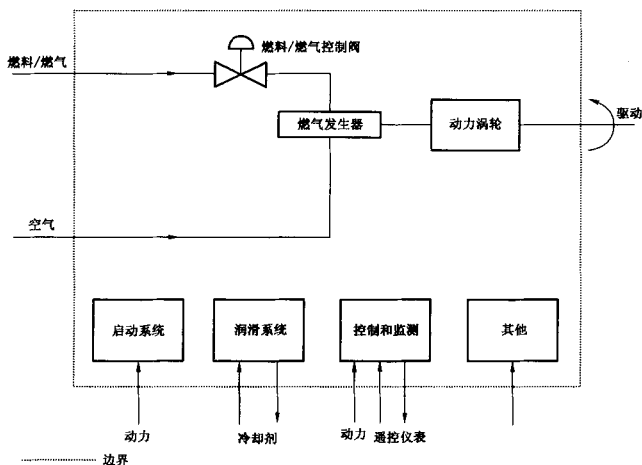


图 A.7 燃气轮机的设备边界

表 A.27 燃气轮机的设备单元细分

设备单元	燃气轮机					
子单元	启动系统	燃气发生器	动力涡轮	控制和监测	润滑系统	其他
维修产品	启动能源(电 池、空气) 启动装置 启动控制	空气入口 压缩机转子 压缩机定子 燃烧腔 燃烧器 燃料控制 汽轮机转子 汽轮机定子 套 推力轴承 径向轴承 密封 阀 管线	转子 定子 套 径向轴承 推力轴承 密封 排气管 阀 管线	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管线 油	护罩 净化空气 法兰接头 其他 水洗系统

表 A.28 燃气轮机的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
设计功率*	ISO 额定功率	kW
工作功率*	规定在多数监测时间装置工作的近似功率	kW
速度*	设计的速度(动力轴)	r/min
轴号*	规定号码	若干

表 A. 28(续)

名称	描述	单位或说明
启动系统 ^a	规定主启动系统	电、液压、气动
备份启动系统	若有则规定	电、液压、气动
燃料 ^a	燃料型式	气、轻油、中油、重油、双燃料
动力机应用 ^a	从动装置型式	泵、发电机、压缩机
对应从动装置	当对应时规定主动轮识别号	数字型
空气入口滤清型式	型式	用文字描述

^a 表示高优先权信息。

表 A. 29 燃气轮机的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
燃气轮机	FTS	不能按指令启动	不能启动汽轮机
	STP	不能按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	汽轮机的意外关闭
	OWD	无指令而工作	不希望的启动
	FCH	不在两种燃料型式间转换	双燃料机; 不从一种燃料变成另一种
	BRD	事故	严重损坏(卡住、破裂、爆炸等)
	HIO	高输出	如超速
	LOO	低输出	效率或功率在规范以下
	ERO	不稳定输出	不能工作/转速猎颠
	ELF	燃料外漏	燃气或柴油外漏
	ELU	有用介质外漏	润滑/密封胶、冷却剂等
	INL	内漏	如润滑油中的过程介质
	VIB	振动	过分的振动
	NOI	噪声	过分的噪声
	OHE	过热	过高的温度
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误警报、故障读数
	STD	结构性缺陷	如支座或吊架的断裂
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
OTH	其他	在注解里规定	
UNK	未知	不充分或遗漏的信息	

A.2.8 热交换器

表 A.30 热交换器的类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
热交换器	HE	壳和管	ST	油加工	OP
		板	PL	气加工	GP
		双管	DP	气出口	GE
		卡口	BY	冷却系统	CW
		印刷电路	CI	冷凝	CO
		冷却空气	AC		

注：本表中列出的“类型”和“应用”是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

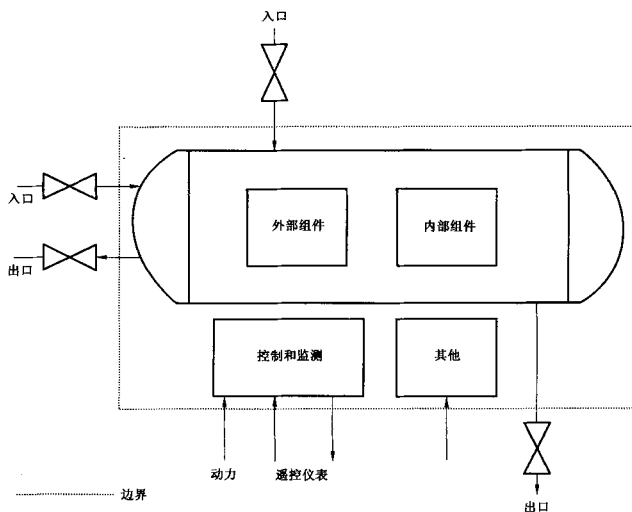


图 A.8 热交换器的设备边界

表 A.31 热交换器的设备单元细分

设备单元	热交换器			
	外部	内部	控制和监测	其他
维修产品	支座 体/壳 阀 管线	体/壳 管 板 密封(垫片)	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	风扇 ^a 风扇电动机 其他

^a 只用于空气冷却的热交换器。

表 A.32 热交换器的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
热侧流体 ^a	流体型式	如油、气、冷凝物、淡水、蒸汽、海水、原油、含油水、火炬气、水/乙二醇、甲醇、氮气、化学剂、碳氢化合物、空气
冷侧流体 ^a	流体型式	如油、气、冷凝物、淡水、蒸汽、海水、原油、含油水、火炬气、水/乙二醇、甲醇、氮气、化学剂、碳氢化合物、空气
热传递额定值 ^a	设计值	kW
利用值 ^a	使用的与额定的热传递之比	%
热侧压力 ^a	设计压力	Pa (bar)
冷侧压力 ^a	设计压力	Pa (bar)
热侧温降	工作	℃
冷侧温升	工作	℃
直径 ^a	外部	mm
长度 ^a	外部	mm
管/板数		数字型
管/板材料 ^a	按管/板规定材料型式	用文字描述

^a 表示高优先权信息。

表 A.33 热交换器的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
热交换器	IHT	不充足的热传递	不充足的加热/冷却
	ELP	过程介质外漏	过程介质逃至环境中
	ELU	有用介质外漏	冷却剂逃至环境中
	INL	内漏	热/冷侧连通
	PLU	阻塞	由于水合物、蜡、垢等部分或整个限流
	STD	结构性缺陷	由于冲击、不可接受的腐蚀、裂缝等降低强度
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误警报、故障读数
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
	OTH	其他	在注解里规定
	UNK	未知	不充分或遗漏的信息

A.2.9 过程传感器

表 A.34 过程传感器的类别

设备类别		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
过程传感器	PS	压力	PS	油加工	OP
		水平	LS	气加工	GP
		温度	TS	凝析加工	CP
		流量	FS	冷却系统	CW
		速度	SP	消防水	FF
		振动	VI	注水	WI
		位移	DI	含油水处理	OW
		分析	AN	注化学剂	CI
		重量	WE	完井液	CF

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

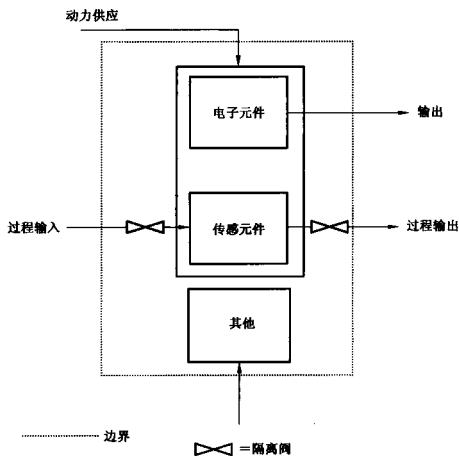


图 A.9 过程传感器的设备边界

表 A.35 过程传感器的设备单元细分

设备单元	过程传感器	
子单元	传感器和电子件	其他
维修产品	传感元件 电子件	隔离阀 管线 其他

表 A.36 过程传感器的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
安装位置*	安装的地方	井口、采油树、井口管汇、井口注入管汇、泵、汽轮机、发电机、分离器、热交换器、容器、水箱、电动机、涡轮扩张器、钻机、管道、泥浆处理、实用工具、野营房、空气入口、烯烃异化装置、异构化装置、催化裂化装置
使用*	使用的地方	关断、过程控制、紧急关闭、过程关闭、防火、防气检测、止回、卸荷、减压、旁通、放空、监测、组合
工作压力	正常工作压力	Pa(bar)
工作温度	正常工作温度	℃
k/n 传感器表决系统	至少 n 个传感器中的 k 个应对初始控制安全措施提供信号。应输入 k 和 n 值。如未表决，留空白。	k 为整数 n 为整数
参考压力*	只用于压力传感器	压差、绝对压力、表压
压力传感原理*	只用于压力传感器	粘贴式应变、半导体、应变、压电、电化学、电容、磁阻
位置传感原理*	只用于位置传感器	差压计、电容、传导、位移、光圈、声、光、微波、无线电频率、核能
温度传感原理*	只用于温度传感器	阻抗温度检测器(PT)、热电偶、毛细管
流量传感原理*	只用于流量传感器	位移、不等压头(封闭管道、开放渠道)、速度、质量
过程传感器型式*	放大变送器(把过程参数,如压力,变成相应电信号,4 mA~20 mA 或 0 V~10 V(参考 IEC 60381-2)); 变送器(把过程参数,如压力,变成相应电信号,不放大输出); 开关(把过程参数,如压力,变成开或关电信号)	放大变送器、变送器、开关
成-败原理*	型式	正常激励,正常释放,一般不用于模拟设备
检测器通讯*	型式	常规、可寻址(单向)、长距离(往返)
自检特点*	与火焰气体检测器相同	无、自动循环、内嵌、自动循环测试或内嵌测试的组合
详细的工作时间	与火焰气体检测器相同	
安全级别	防爆标准	防爆(d)、防爆(e)、无

* 表示高优先权的信息。

表 A.37 过程传感器的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
过程传感器	FTF	不按指令完成功能	“无用的”传感器
	OWD	无指令而工作	错误报警
	AOL	异常低输出	趋于 FTF 失效,如低输出
	AOH	异常高输出	趋于 OWD 失效,如高输出
	ERO	不稳定输出	读数不可理解,如波动
	SER	工作中的小问题	需要一些小修理
	OTH	其他	在注解里规定
UNK	未知	不充足或遗漏的信息	

A.2.10 泵

表 A.38 泵的类型

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
泵	PU	离心	CE	消防水	FF
		往复	RE	注水	WI
		旋转	RO	输油	OH
				气处理	GT
				气加工	GP
				注化学剂	CI
				海水举升	SL
				液态天然气出口	NE
		实用	UT		

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

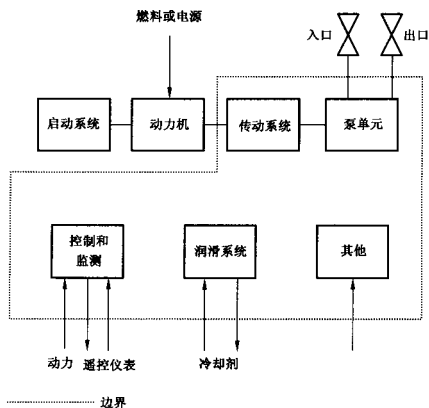


图 A.10 泵的设备边界

表 A.39 泵的设备单元细分

设备单元	泵				
子单元	传动系统	泵装置	控制和监测	润滑系统	其他
维修产品	齿轮箱/可变驱动 轴承 密封 润滑 主动轮联轴节 从动轮联轴节	支座 套 叶片 轴 径向轴承 推力轴承 密封 阀 管线 汽缸套 活塞 隔膜	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管线 油	净化空气 冷却/加热系统 滤清器,旋流器 脉动阻尼 法兰接头 其他

表 A.40 泵的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
对应的动力机*	当对应时规定主动轮标识号	
动力机型式*	型式	电机、汽轮机、柴油机、汽油机
工作流体*	型式	油、气、冷凝物、淡水、蒸汽、海水、原油、含油 水、火炬气、燃料气、水/乙二醇、甲醇、氮气、 化学剂、碳氢化合物、气/油、气/冷凝物、气/ 水、气/油/水
流体腐蚀*	轻微(清洁的流体,如空气、水、氮气) 中等(未定义为严重的油/气、海水、偶有颗粒) 严重(酸气/油(高含硫化氢)、高含二氧化 碳、高含砂)	轻微、中等、严重
泵的应用*	应用的地方	增压、供应、注入、传递、举升、配料、粉碎
泵设计	设计特点	轴向、径向、组合、隔膜、柱塞、活塞、螺杆、叶 片、齿轮、突齿
设计功率*	泵的设计额定功率	kW
容量的利用*	正常工作/设计容量	%
设计吸入压力*	设计的压力	Pa (bar)
设计排出压力*	设计的压力	Pa (bar)
速度	设计的速度	r/min 或冲次/min
级数	离心:所有级的叶片数 往复:汽缸数 旋转:转子数	数字型
泵体型式		桶形、开口套、轴向开口、套筒
轴方位		水平、垂直
轴密封	型式	机械、油封、气封、填料、气垫、干密封、迷宫 式、组合

表 A. 40(续)

名称	描述	单位或说明
传递型式	型式	直接、齿轮、整体
联轴节	联轴节	固定、柔性、液力、磁力、非接触
环境 ^a	淹没或干燥安装	
泵冷却	规定是否安装独立的冷却系统	是或否
径向轴承	型式	滚动轴承、滑动轴承、磁性轴承
推力轴承	如果安装推力调节器在注解里规定	
轴承支座	型式	在轴承、泵套、开口套之间架起

^a 表示高优先权的信息。

表 A. 41 泵的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
泵	FTS	不按指令启动	不能启动泵
	STP	不按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	泵的意外关闭
	BRD	损坏	严重损坏(卡住、断裂、爆炸等)
	HIO	高输出	规范以上的输出压力/流量
	LOO	低输出	规范以下的输出压力/流量
	ERO	不稳定输出	波动或不稳定压力/流量
	ELP	过程介质外漏	过程介质逃至环境中
	ELU	有用介质外漏	润滑密封油冷却剂等
	INL	内漏	如润滑油中的过程介质
	VIB	振动	过分振动
	NOI	噪声	过分噪声
	OHE	过热	过高温度
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误报警、故障读数
	STD	结构性缺陷	如支座或吊架的断裂
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
OTH	其他	在注解里规定	
UNK	未知	不充足或遗漏的信息	

A. 2. 11 膨胀器

表 A. 42 膨胀器

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
涡轮扩张器	TE	离心	CE	气加工	GP
		轴向	AX	气处理	GT
				发电	EG

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

表 A.43 膨胀器的设备单元细分

设备单元	膨 胀 器				
子单元	膨胀器涡轮	控制和监测	润滑系统	轴密封系统	其他
维修产品	带叶片的转子 入口叶轮 套 径向轴承 推力轴承 密封 入口螺杆 阀 管线	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	油箱 带马达的泵 滤清器 冷却器 阀 管线 油	密封气设备 密封气	其他

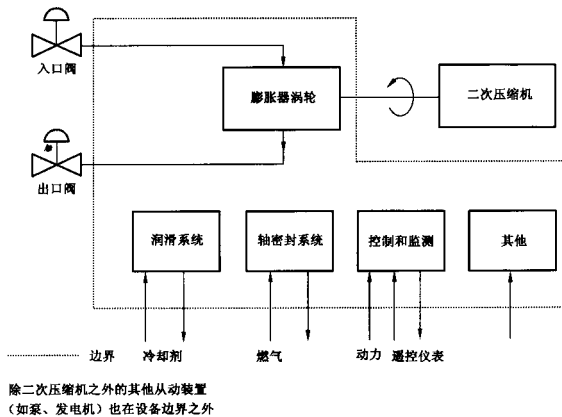


图 A.11 膨胀器的设备边界

表 A.44 膨胀器的设备单元专用数据

名 称	描 述	单位或说明
动力机的使用	从动轮的型式	泵、发电机、压缩机
设计功率*	最大设计输出功率	kW
工作功率	在多数监测时间规定装置工作的近似功率	kW
速度*	设计的速度	r/min
入口流量*	涡轮的设计入口流量	kg/h
入口温度*	涡轮的设计入口温度	°C
入口压力*	涡轮的设计入口压力	Pa (bar)
工作用气	平均摩尔质量(密度×28.96)	g/mol

表 A.44(续)

名称	描述	单位或说明
气腐蚀 ^a	轻微(清洁和干燥的气) 中等(一些颗粒或落物,一些腐蚀) 严重(酸气、高含二氧化碳、高含颗粒)	轻微、中等、严重
设计型式 ^a	型式	离心、轴向
级数	(串联)的级数	数字型
套开口型式	型式	水平或垂直
轴密封	型式	机械、油封、气封、填料、气垫、干密封、迷宫式、组合
涡轮流量控制	型式	可变喷嘴、喷嘴组阀、节流阀、固定入口
径向轴承 推力轴承	轴承型式 在注解里规定是否安装推力调节器	滚动轴承、滑动轴承、磁性轴承
^a 表示高优先权的信息。		

表 A.45 膨胀器的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
涡轮扩张器	FTS	不按指令启动	不能启动膨胀器
	STP	不按指令停车	不能停车或不正确的关闭过程
	SPS	误停车	膨胀器的意外关闭
	BRD	事故	严重损坏(卡住、断裂、爆炸等)
	HIO	高输出	规范以上的过速或输出
	LOO	低输出	规范以下的输出
	ERO	不稳定输出	不稳定工作/转速猎振
	VIB	振动	过分振动
	NOI	噪声	过分噪声
	ELP	过程介质外漏	过程介质逃至环境中
	ELU	有用介质外漏	润滑/密封/液压油、冷却剂等
	INL	内漏	如润滑油中的过程介质
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误报警、故障读数
	STD	结构性缺陷	如支座或吊架的断裂
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
OTH	其他	在注解里规定	
UNK	未知	不充足或遗漏的信息	

A. 2. 12 阀

表 A. 46 阀的类别

设备类别		类 型		应 用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
阀	VA	滚珠阀	BA	油加工	OP
		闸阀	GA	油输出	OE
		球阀	GL	气加工	GP
		活瓣阀	FL	气输出	GE
		蝶阀	BP	含油水处理	OW
		旋塞	PG	注气	GI
		多孔板	MU	注水	WI
		针阀	NE	注化学剂	CI
		止回阀	CH	液态天然气处理	NT
		隔膜阀	DI	液化石油气处理	LT
		滑阀	SL	冷却水	CW
		偏心盘	ED	蒸汽	ST
		三通阀	WA		
		常规压力安全阀	SC		
		带风包的的压力安全阀	SB		
		导向阀操纵的压力安全阀	SP		
真空减压的压力安全阀	SV				
梭阀	SH				

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

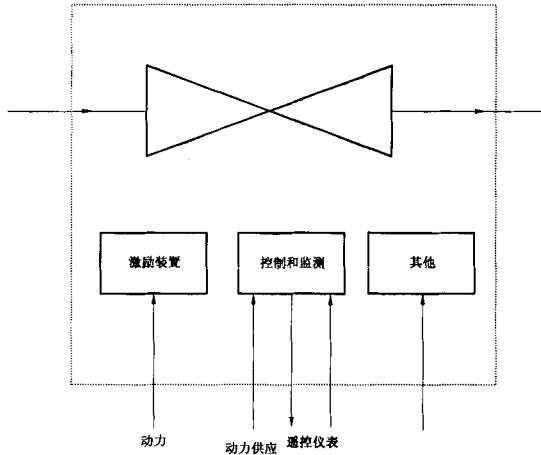


图 A. 12 阀的设备边界

表 A.47 阀的设备单元细分

设备单元	阀			
子单元	阀	激励装置	控制和监测	其他
维修产品	阀体 阀帽 密封圈 填料 密封 密封件	隔膜 弹簧 盒 活塞 堵塞 指示器 密封/垫圈 导向阀 ^a 位置控制器 电动机 ^b 齿轮 螺形线圈	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	法兰接头 其他
<p>^a 用于液压气动激励阀。</p> <p>^b 只对电动机激励阀。</p>				

表 A.48 阀的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
使用 ^a	使用的地方	关断、过程控制、紧急关闭/过程关闭、防火 防气检测、止回、溢流、减压、旁路、放空、监 测、组合
激励 ^a	型式	电动、液压、气动、自调、自调/伺服、手动
伺服阀配置	规定。例如 132(单 32 伺服阀), 243(双 43 伺服阀)。只用于伺服阀或电磁阀	
安装位置 ^a	安装的地方	井口、采油树、进口管汇、井口注入管汇、泵、 汽轮机、发电机、分离器、热交换器、容器、水 箱、电动机、柴油机、膨胀器、钻机、管道、泥 浆处理、实用工具、野营房、空气入口
工作流体 ^a	仅指主要流体	油、气、冷凝物、淡水、蒸汽、海水、原油、含油水、 火炬气、燃料气、水/乙二醇、甲醇、氮气、化学 剂、碳氢化合物、气/油、气/冷凝物、油/水、气/ 油/水、液态天然气、液化石油气、泥浆等
流体腐蚀 ^a	轻微(清洁的流体,如空气、水、氮气) 中等(未定义为严重的油/气、海水、偶有颗粒) 严重(酸气/油(高含硫化氢)、高含二氧化 碳、高含砂)	轻微、中等、严重
流动压力 ^a	正常的工作压力(入口)	Pa (bar)
关断压力	阀关闭时最大的压差(设计)对安全减压阀; 设置点工作压力	Pa (bar)
流体温度		℃

表 A. 48(续)

名称	描述	单位或说明
尺寸 ^a	内径	mm
阀端型式	规定	焊接、法兰
芯轴密封	规定	

^a 表示高优先权的信息。

表 A. 49 阀的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
阀	FTC	不按指令关闭	常开或不全关
	FTO	不按指令打开	常关或不全开
	FTR	不调节	不调节的阀,只对控制阀
	OWD	未要求而工作	不希望的关闭打开
	DOP	推迟工作	开关时间与规范不同
	HIO	高输出	错误的调节,只对控制阀
	LOO	低输出	错误的调节,只对控制阀
	ELP	过程介质外漏	过程介质逃至环境中
	ELU	有用介质外漏	激励流体、润滑剂等
	INL	内漏	激励流体的内漏或阀激励器的连通
	LCP	关闭位置的泄漏	泄漏通过关闭位置
	PLU	堵塞	部分或全部流动的限制
	STD	结构性缺陷	由于冲击、不可接受的腐蚀、裂缝等使整体性降低
	AIR	异常仪器读数	如错误位置指示
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
OTH	其他	在注解里规定	
UNK	未知	不充足或遗漏的信息	

A. 2. 13 容器

表 A. 50 容器的类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
容器	VE	汽提器	SP	油加工	OP
		分离器	SE	含油水处理	OW
		聚结机	CA	气加工	GP
		闪蒸筒	FD	气处理	GT
		清洗器	SB	气输出	GE
		接触器	CO	点燃、泄漏、增压	FL
		减振鼓	SD	液态天然气处理	NT
		水力旋流器	HY	液化石油气处理	LT
				化学存储	CS

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

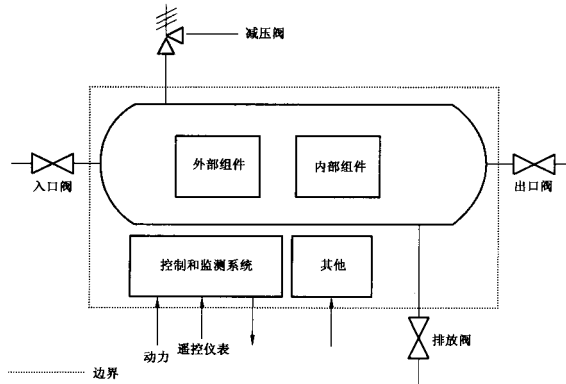


图 A.13 容器的设备边界

表 A.51 容器的设备单元细分

设备单元	容 器			
子单元	外部组件	内部组件	控制和监测	其他
维修产品	支 体/壳 体 阀 管 线	体/壳 板、盘、叶片、垫 沉 砂池 加热器 腐蚀保护 分配器 线圈	控制 激励装置 监测 阀 内部动力供应	其他

表 A.52 容器的设备单元专用数据

名 称	描 述	单位或说明
流体 ^a	主流体	油、气、凝析物、淡水、蒸汽、海水、原油、含油水、火炬气、燃料气、水/乙二醇、甲醇、氮气、化学剂、碳氢化合物、气/油、气/凝析物、油/水、气/油/水
设计压力 ^a	设计的压力	Pa (bar)
设计温度	设计的温度	℃
工作压力 ^a	工作的压力	Pa (bar)
工作温度	工作的温度	℃
尺寸-直径 ^a	外部	mm
尺寸-长度 ^a	外部	mm
主体材质	规定型式或代码	用文字描述
取向		水平/垂直
分支数	只对压力连接	若干
内部	设计原理	挡板、盘、网板、除雾器、加热线圈、分流器、除砂器、组合

^a 表示高优先权的信息。

表 A.53 容器的失效模式

设备单元	代码	定义	描述
容器	ELP	过程介质外漏	第一流体漏至环境中
	ELU	有用介质外漏	第二流体漏至环境中
	PLU	堵塞	部分或全部流动的限制
	PDE	参数偏离	监测的参数超过允许值
	AIR	异常仪器读数	如错误报警、故障读数
	STD	结构性缺陷	由于冲击、不可接受的腐蚀、裂缝等使强度降低
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
	OTH	其他	在注解里规定
UNK	未知	不充足或遗漏的信息	

A.3 水下设备

表 A.54 井口和采油树的类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
井口和采油树	WC	常规树	CT	注入井	injection
		水平树	HZ	生产井	production

注：本表中“类型”和“应用”中列出的是石油天然气工业中的典型实例。本表并非详尽无遗。

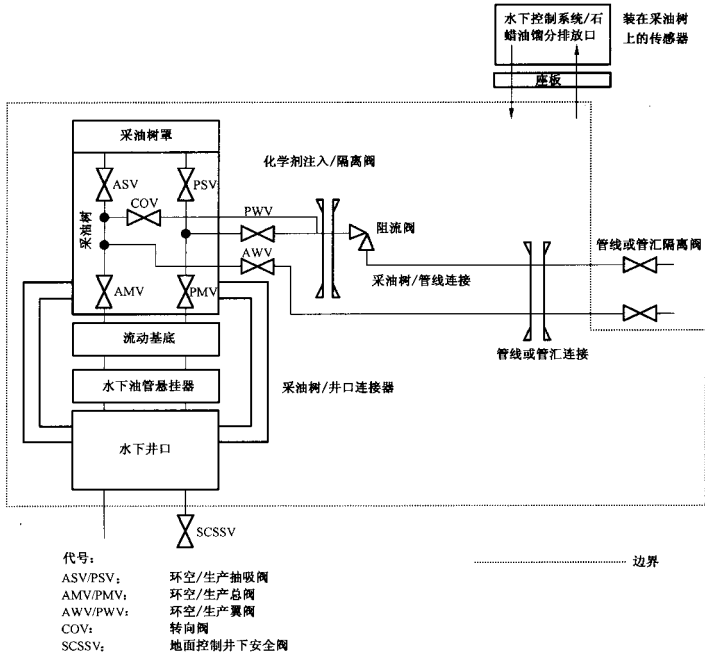


图 A.14 井口和采油树的设备边界

表 A.55 井口和采油树的设备单元细分

设备单元	井口和采油树			
	水下井口	水下采油树	油管悬挂器	流动基底
维修产品	永久导向基座(PGB) 临时导向基座(TGB) 导管头 井口装置外罩(高压套) 套管悬挂器 环空密封总成 未知	流动管 管线(硬管) 软管 岩屑车 采油树导向架 连接器 内部绝缘罩 内部树罩阀 内部树罩塞 采油树罩 止回阀 阻流阀 控制阀 其他阀 过程隔离阀 实用隔离阀	油管悬挂器体 注化学剂接箍 水化接箍 动力/信号接箍 油管悬挂器绝缘塞	流动管架 中心/心轴 套管悬挂器 连接器

表 A.56 井口和采油树的设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
井识别号*	工作者描述	
安装布置*	规定井布置	单点卫星式、丛式、多井管汇平台底座、其他
安装出水指南*	导索/无导索	导索、无导索
采油修理工作策略	潜水员辅助与无潜水员采油修理	潜水员辅助、无潜水员
保护型式*	过拖保护、拖网拦截等	拖网拦截、拖网偏转、无
水深*		m
采油树设计压力*	规定采油树设计压力	Pa (bar)
采油树设计温度*	规定采油树设计温度	℃
采油树生产孔径	规定生产孔径	mm
采油树环空孔径	规定环空孔径	mm
井口设计压力*	规定井口设计压力	Pa (bar)
井口设计温度*	规定井口设计温度	℃
井口尺寸*	规定	mm
泥浆管线监测系统	规定是否有泥浆管线监测系统存在	是或否
多底井	规定	是或否
生产/注入流体*	主流体只有:油、气、凝析物、注入水	油、气、凝析物、注入水、油和气、水和气、气和凝析物、油/气/水、二氧化碳、气和水、产出水

表 A. 56(续)

名 称	描 述	单位或说明
流体腐蚀性 ^a	中性——未受腐蚀的清洁流体 甜性——中等腐蚀(未定义为严重的油/气、海水、偶见颗粒) 酸性——严重腐蚀(酸性气/油、(高含 H ₂ S)、高含 CO ₂ 、高含砂)	中性、甜性、酸性
沥青质		是或否
结垢层		是或否
石蜡层		是或否
水合物层		是或否
产砂		是或否
^a 表示高优先权的信息。		

表 A. 57 井口和采油树的失效模式

设备单元	代 码	定 义	描 述
井口和采油树	ELP	过程介质外漏	过程介质漏至海里
	ELU	有用介质外漏	液压油、甲醇等
	ILP	过程介质内漏	如环空和生产孔连通
	ILU	有用介质内漏	如液压流体或化学剂内漏
	PLU	堵塞	由于水合物、结垢、石蜡等造成部分或全部流动的限制
	STD	结构性缺陷	由于冲击、不可接受的腐蚀、裂缝等使强度降低
	OTH	其他	在注解里规定
	UNK	未知	不充足或遗漏的信息
	NON	无立即的影响	

为强化以后应用中数据的可用性,失效模式应按设备的全部3个约定级别规定。表A.57中的失效模式对应于设备级,即井口和采油树。

A. 4 完井设备

A. 4.1 设备数据

A. 4.1.1 组件种类

本文中的完井设备指井口以下的设备。包括所有主要的完井设备组件,从顶部的油管悬挂器到井底的设备。

完井设备定义以下组件种类:

a) 油管柱组件

油管柱组件定义为构成产出或注入流体所用通道(即油管柱)的所有不可缺少的组件。油管是通过螺纹将各设备组件联接在一起的。

b) 附件

附件必须和界定一个系统的“寄主”管柱组件相连接。有些管柱组件太复杂,不能描述为一个单独

应用的组件,定义附件的方式使我们能够合乎逻辑地描述这种复杂组件。迄今为止,只规定了两个这样的“寄主”油管柱组件,或者说带附件的油管柱组件,即电潜泵(ESP)和井下永久仪表系统(DHPG)。

c) 嵌入组件

嵌入组件定义为可以附加在油管柱组件内的组件。典型实例是安全阀喷嘴内的锁定装置和电缆回收安全阀的组合。

d) 控制线/缆

该类组件可以存储控制线/缆以及与之相关的各种零件的信息资料。这种零件的实例是封隔器击穿装置、仪表和井口设备的电缆接头等。它为建立由液压控制线/缆本身和所有相关零件组成的控制线/缆系统提供了机会。

当控制线/缆系统与完井装置中的特定油管柱组件相连接时,可以为其进行可靠性分析。

每个控制线/缆总是连接到1个或多个油管柱组件上。

e) 套管

该类组件用来存储每根套管的信息资料和相关套管的失效。和生产或注入管柱相比,该类组件涵盖整个套管柱,而不是用螺纹连接成套管柱的个别套管。

不包括套管柱各部件之间为防止碳氢化合物泄漏所设计的密封元件。

A. 4. 1. 2 标准设备规范

表 A. 58 组件数据库格式和名称规范

组件种类	数据采集格式	预先规定的组件名称	
油管柱组件	环空安全阀	油管可回收的地面控制环空井下安全阀(TR-SCASSV)	
	缺省设定	可调接头	
		连顶短节	
		磨铣开窗短节	
		斜口管鞋	
		钢丝绳地面控制井下安全阀的喷嘴	
		砾石充填筛管	
		射孔短节	
		短节	
		滑套	
		油管锚	
		钢丝绳再进导向器	
	电潜泵系统及附件	电潜泵装置(straight)	
		电潜泵装置(y-tool)	
	扩展接头	扩展接头	
	流量联轴节	流量联轴节	
	仪表心轴及附件	永久仪表心轴	
	封隔器型式	生产封隔器	
		井下封隔器/悬挂器	
密封总成	密封总成(常规)		
	密封总成(打捞筒)		

表 A.58(续)

组件种类	数据采集格式	预先规定的组件名称	
油管柱组件	侧套心轴	(阀的)侧套心轴	
	垫片型式	垫片	
	油管型式	油管	
	油管安全阀		油管可回收的地面控制井下安全阀(TR-SCSSV)(球)
			油管可回收的地面控制井下安全阀(TR-SCSSV)(活瓣)
	四通接头	四通接头	
	三通旋塞	三通旋塞	
附件	缺陷	未定义	
	井下仪表	永久仪表	
	吸入口	吸入口	
	电动机	电潜泵电动机	
	电动机先导短节	电动机先导短节	
	电动机密封系统	电动机密封系统	
	泵	电驱动的泵	
嵌入组件	环空安全阀	钢丝绳地面控制井下安全阀(SCSSV)	
	缺陷	电脑(侧防护)	
		钢丝绳地面控制环空井下安全阀(SCASSV)的锁定装置	
	气举阀	气举阀	
		化学剂注入阀	
安全阀	钢丝绳地面控制井下安全阀(SCSSV)		
控制线/缆	缺陷	未定义	
	仪表电联接	井下仪表电联接	
	悬挂器电联接	油管悬挂器电联接	
	液压管线	液压控制管线	
	击穿装置		井口击穿装置
			悬挂器击穿装置
			封隔器击穿装置
	动力电缆	动力电缆	
	信号电缆	信号/仪表电缆	
地面控制器	地面控制器		
套管			

油管柱组件数据采集格式和相关数据方面的定义和登记选择的实例参见表 A.59。

表 A.59 油管柱组件实例——油管的数据采集格式

名称	描述	单位或说明
制造者 ^a	使用一般油管制造者代码表	
型号	型号或零件编号	
有效长度	构成完井油管柱时油管的实际长度(即除去公接头和母接头)	m
公称尺寸	油管的公称尺寸	m
最大外径	管子的最大外径,不包括接头	m
最小内径	管子的最小内径,不包括接头	m
材料 ^a	管体部分的材质	用文字描述
接头型式 ^a		用文字描述
联接型式 ^a		用文字描述
等级	材料屈服强度和型式	
公称质量	单位长度的质量	kg/m
塑性涂层	表明油管是否有内部塑性涂层	有塑性涂层 无塑性涂层
涂层材料		用文字描述
注	其他相关信息	
^a 可选的信息。		

A.4.2 失效数据

完井设备组件的失效报告格式如表 A.60 所示。失效报告格式对所有组件几乎完全相同。对控制线缆和带附件的油管柱,如可用,失效的零件或失效的附件应引用。

“纠正措施日期”和“纠正措施详情”在失效报告中通常留空白,除非在报告失效是能够获得有关纠正措施的信息。当井下修理成功进行时,填完这些情况是重要的,因为这将影响可靠性计算。

对带附件的油管柱组件应注意,“寄主”油管柱组件的个别失效可能涉及一个以上部件的失效,例如,电潜泵系统的失效可能是由击穿装置和动力电缆失效引起的。

控制线缆失效可以独立于联接组件单独规定。这样就允许随后单独对控制线缆进行可靠性分析。

注:如果控制线缆失效引起常规油管柱组件或嵌入组件的撞击失效,失效记录应补充存入。当对实际组件报告此失效时,在控制线缆服役的组件的“失效原因”一栏应注明控制线缆失效。

表 A.60 完井设备失效数据报告

数据	描述	代码注释
失效模式	特殊组件的失效模式如以前规定	管内压破裂 管外压破裂 管中流体受阻 管断裂 管漏 其他

表 A.60(续)

数 据	描 述	代码注释
失效影响	观测失效对安全和(或)生产的直接影响	生产受影响 安全受影响 安全和生产都受影响 工作延误 对生产或安全无立即的影响
失效日期	设备失效的检测日期	
失效类别		与组件相关的失效 与组件无关的失效 其他
失效检测方法		周期性测试 入井前测试 影响生产
失效原因	用来规定失效的基本和直接原因	用文字描述
纠正措施		通过电缆操作更换组件 通过全部修井更换组件 通过部分修井更换组件 打开锁定的组件并插入 通过压力操作更换组件 通过油管更换组件 未计划或未执行纠正措施 在失效状况下组件仍在井下
纠正措施日期	用来标识井下纠正措施的日期	
纠正措施详情		用文字描述
失效的控制线缆零件	只用于报告控制线缆的失效。一个或多个零件可能引起个别控制线缆失效	
失效的附件	只用于带附件的油管柱组件	

A.4.3 环境数据

为完井设备采集的环境数据列于表 A.61。数据是某口井所特有的,对所有在井中的设备将提供一个工作环境的一般参考。井的环境数据是周期性变化的,列出月平均值。

表 A.61 月平均环境数据

数 据	描 述	单位或说明
年		
月		
井口压力	井口流动压力	Pa (bar)
井口温度	流动条件下的井口温度	℃
气的每日流量	气的每日标准流量	m ³ /d
油的每日流量	油的每日标准流量	m ³ /d

表 A. 61(续)

数 据	描 述	单位或说明
凝析油的每日流量	凝析油的每日标准流量	m ³ /d
水的每日流量	水的每日标准流量	m ³ /d
H ₂ S 浓度	H ₂ S 每日标准浓度	量×10 ⁻⁶
CO ₂ 浓度	CO ₂ 每日标准浓度	量×10 ⁻⁶
注	其他相关信息	

A. 4.4 维修数据

永久安装的完井设备一般工作到失效。可对某些油管柱组件进行预防性更换,如电缆回收式地面控制井下安全阀(SCSSV)。

在特别情况下,组件可在井下修理。典型情况是套管或油管回收式地面控制井下安全阀(SCSSV)。

如果井下修理措施在恢复组件的功能方面得到实际的成功,可以通过认同最初失效的组件的失效记录来报告。根据组件的种类,可以如前述获取失效报告的数据。井下修理措施通过改变“纠正措施”和给出“纠正措施日期”来报告。如果相同组件以后发生失效,应按照前述输入一个新的失效记录。

应当采集阀的井下试验数据,因为这可以提供有关井下失效趋势解释的有价值的信息。

A. 4.5 术语、定义和缩略语解释

以下术语、定义和缩略语(参见标准条款 3)的解释可用于完井设备:

A. 4.5.1 致命失效(3.1.4):引起完井设备隔离功能损失的失效,即设备不能在预定的可接受准则范围内保持包容碳氢化合物的能力,需采取纠正措施。致命失效的可接受准则可按相关标准(ISO/API)制订,也可根据设备用户自己的可接受准则制订。在设备用户使用它自己的可接受准则的场合下,在报告致命失效时应清楚叙述。

A. 4.5.2 非致命失效(3.1.22):所有未归入上面定义的“致命失效”的其他完井设备失效。

表 A. 62 用组件 TR-SCSSV 作为实例指明了致命/非致命失效和失效模式之间的关系。完井设备的失效影响(参见表 A. 62)和致命/非致命失效之间的关系通常是这样:“影响安全”或“影响生产和安全”的失效是致命的,其余失效是非致命的。

表 A. 62 致命与非致命失效——油管可回收的
地面控制井下安全阀(TR-SCSSV)为例

失效型式	失效模式
致命失效	不按指令关闭(FTC)
	关闭位置泄漏(LCP)
	并对控制管线连通(WCL)
非致命失效	过早关闭(PCL)
	不按指令打开(FTO)
	控制管线对井连通(CLW)

A. 4.5.3 设备类别:用于完井设备的相应组件参考 A. 4.1.1“组件种类”。

A. 4.5.4 工作时间:用于完井设备的对应术语是“run time”。该术语当前只用于电潜泵系统,指明该时间设备已处于有效运行,由外部动力源驱动。

A.5 钻井设备

A.5.1 顶部驱动

A.5.1.1 类别

表 A.63 顶部驱动类别

设备类别		类型		应用	
描述	代码	描述	代码	描述	代码
钻井设备	DE	液压驱动	HD	勘探钻井	DE
		电驱动	ED	生产钻井	DP
				修井	DW

A.5.1.2 边界定义

顶部驱动(也常称作动力水龙头)是一种具有一系列功能的设备。

- 旋转钻柱(以前由转盘承担);
- 为钻井泥浆提供通道(以前由旋转水龙头承担);
- 拆卸或连接钻杆(以前由铁钻工承担);
- 关闭钻杆(以前由方钻杆防喷阀承担);
- 升降钻柱(以前由大钩承担)。

顶部驱动可以是电驱动也可以是液压驱动。如果是液压驱动,一般要用几台液压马达。

吊环和吊卡不作为顶部驱动的零件。顶部驱动设备边界如图 A.15 所示。

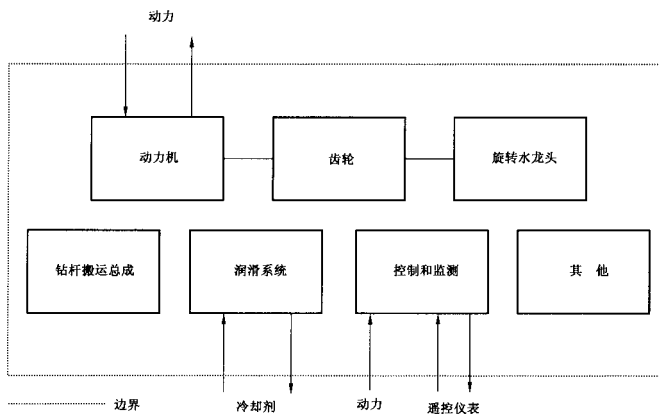


图 A.15 顶部驱动设备边界

A.5.1.3 设备单元细分

顶部驱动细分成子单元和维修产品如表 A.64 所示。

表 A.64 顶部驱动设备单元细分

设备单元	顶部驱动/动力水龙头						
子单元	驱动	齿轮	旋转水龙头	钻杆搬运总成	润滑	控制和监测	其他
维修产品	电驱动： 定子 转子 过载保护 液压驱动： 外密封 齿轮 角活塞 管线/软管 通用： 联轴节 径向、止推和 轴向轴承	轴承 齿轮润滑泵 填料/密封 驱动联轴节 水龙头联轴节 小齿轮	鹅颈管 填料/密封 轴向、径向和 推力轴承 水龙头外壳 水龙头中心管	联接悬挂器， 包括倾斜传动 装置 钻杆搬运位置 马达 水龙头联轴节 扭矩扳手	油箱 加热器 冷却器 带电动机的泵 阀 滤清器 润滑油	控制板 控制器 电和(或)液 压线圈柜 工作回路 管汇 接线盒	导轨架 内部防喷器 平衡补偿器

A.5.1.4 设备单元专用数据

表 A.65 列出为顶部驱动采集的专用设备数据。

表 A.65 顶部驱动设备单元专用数据

名称	描述	单位或说明
驱动型式*	规定型式	电 液压
驱动数* (只用于液压驱动)	规定数量	数字型
液压动力要求* (只用于液压驱动)	压力	Pa (bar)
	流量	L/min
电动机种类* (只用于电驱动)	规定型式	感应 同步
电源要求 (只用于电驱动)	电压	伏
	电流	安
额定功率*	最大输出	kW
正常工作功率*	功率	kW
速度*	最大速度	r/min
	正常速度	r/min
扭矩*	最大扭矩	Nm
	在正常速度	Nm
	在最大速度	Nm

表 A. 65(续)

名称	描述	单位或说明
压力应用	液压	Pa (bar)
	气压	Pa (bar)
流量应用	液流	L/min
	气流	L/min
伸缩自如的导轨架	规定	是/否
泥浆最大压力	压力	Pa (bar)
内部防喷器设计压力	压力	Pa (bar)
扭矩扳手参数	直径	Mm
	扭矩	Nm
吊卡联接悬挂器质量	质量	kg
^a 表示高优先权的信息。		

A. 5.1.5 失效模式

表 A. 66 失效模式

设备单元	代码	定义	描述
钻井设备	FTS	不按指令启动	不能启动顶部驱动
	STP	不按指令停止	不能停止或不正确的关闭过程
	SPS	错误停止	顶部驱动的意外关闭
	HIO	高输出	输出扭矩在规范以上
	LOO	低输出	输出扭矩在规范以下
	ERO	不稳定输出	波动或不稳定工作
	ELU	有用介质外漏	液压油、润滑油、冷却剂等
	INL	内漏	同上
	VIB	振动	过分振动
	NOI	噪声	过分噪声
	OHE	过热	过高温度
	AIR	异常仪器读数	如错误报警、故障仪器读数
	STD	结构性缺陷	如支座或承载轴承组件的裂纹
	SER	工作中的小问题	零件松动、变色、脏污等
OTH	其他	上述应用未规定的	
UKN	未知	不充足或遗漏的信息	

附 录 B
(规范性附录)
失效和维修特征

表 B.1 失效描述

序号	特 征	描 述
1.0	一般机械失效	关于某些机械缺陷的失效,但不知道进一步的详情
1.1	泄漏	液体或气体的外泄或内泄。如果失效模式在设备单元级就是泄漏,应尽可能使用因果关系更为密切的失效描述。
1.2	振动	异常振动。如果失效模式在设备级就是振动,应尽可能使用因果关系更为密切的失效描述。
1.3	间隙/找正失效	由故障的间隙和找正引起的失效
1.4	变形	扭转、弯曲、压曲、凹痕、屈服、收缩等
1.5	松动	断开、零件松动
1.6	粘着	由于非变形或非间隙/找正失效引起的粘着、卡住、压紧
2.0	一般材料失效	材料缺陷造成的失效,但不知道进一步详情
2.1	气蚀	与泵和阀等设备有关
2.2	腐蚀	所有腐蚀型式,既包括湿式(电化学),也包括干式(化学)
2.3	冲蚀	冲蚀磨损
2.4	磨损	磨蚀和胶着磨损,如刻痕、表面磨损、划伤、微振磨损等
2.5	破损	破碎、破裂、裂缝
2.6	疲劳	如果破损的原因可追溯到疲劳,应该用此特征
2.7	过热	由于过热或烧灼使材料破坏
2.8	爆炸	组件爆炸、膨胀、爆裂、内向爆炸等
3.0	一般仪器失效	仪器失效,但不知道详情
3.1	控制失效	
3.2	无信号/指示/警报	无预期的信号/指示/警报
3.3	错误信号/指示/警报	对应实际过程,信号/指示/警报是错误的,可能是假的、时有时无、波动、反复无常
3.4	不能调整	校准错误、参数漂移
3.5	软件失效	由于软件失效造成故障或不能控制、监测、工作
3.6	共因失效	一些仪器组件同时失效,如冗余的火焰气体检测器
4.0	一般电气失效	电力供应和传输的失效,但不知道进一步的详情在何处
4.1	短路	短路
4.2	开路	线缆脱开、中断、损坏
4.3	无功率/电压	失去电力供应或供应不足
4.4	错误功率/电压	故障电力供应,如过电压
4.5	接地/绝缘故障	接地故障,低电阻

表 B.1(续)

序号	特征	描述
5.0	一般外部影响	由某些外部事件或边界外物质引起的失效,但不知道进一步的详情
5.1	堵塞	由于污浊、污染、结冰等造成的流动限制或堵塞
5.2	污染	污染流体、空气或地面,如润滑油污染、气检测头污染
5.3	其他外部影响	来自邻近系统的外来物体、冲击、环境影响
6.0	一般其他*	未列入上述种类的描述
6.1	未知	对失效描述无可用的信息
* 如果超过一个失效,数据采集者应判断出最重要的描述,尽量避免 6.0 和 6.1。		

表 B.2 失效原因

序号	特征	描述
1.0	一般与设计相关的原因	对运行和(或)维修的不适当设计引起的失效,但不知道进一步的详情
1.1	不合适的容量	不适当的尺寸或容量
1.2	不合适的材料	不合理的材料选择
1.3	不合理的设计	不适当的设备设计或配置(形状、尺寸、技术、配置、操作性、维修性等)
2.0	一般与制造安装相关的原因	制造或安装引起的失效,但不知道进一步的详情
2.1	制造失误	制造或加工失效
2.2	安装失误	安装或装配失效(不包括维修后的装配)
3.0	一般与运转维修相关的失效	与设备运转/使用或维修相关的失效,但不知道进一步的详情
3.1	非设计工况	非设计工况或无意识的工作状况,如压缩机在工作范围之外运转、压力超过规范等
3.2	运行错误	运行期间错误、误用、疏忽、失察等
3.3	维修错误	维修期间错误、误用、疏忽、失察等
3.4	预期的磨损和撕裂	设备单元正常工作引起的磨损和撕裂造成的失效
4.0	一般与管理相关的失效	与某些管理系统相关的失效,但不知道进一步的详情
4.1	文件错误	与程序、规范、图纸、报告相关的失效
4.2	管理失误	与计划、组织、质量控制/保证等相关的失效
5.0	一般其他*	不能列入上述种类的失效原因
5.1	未知	对于失效原因无可用的信息
* 如果超过一个失效,数据采集者应判断出最重要的描述,尽量避免 5.0 和 5.1。		

表 B.3 检测方法

序号	特征	描述
1	预防性维修	在执行预防性维修计划时,组件的预防性服务、更换或修理期间发现失效
2	功能测试	通过激活一个预想功能并将设备的响应与预定标准相比较而发现失效
3	检测	计划检测期间(如可视化检测、非破坏性试验)发现失效
4	周期性状态监测	对一个预定失效模式进行按计划排定的状态监测时显示失效,可以是手动也可以是自动,如温度记录、振动测量、油分析、取样

表 B.3(续)

序号	特征	描述
5	连续状态监测	预定失效模式的连续状态监测期间显示失效
6	修复性维修	修复性维修期间观测到失效
7	观测	例行的或临时的非例行的操作者检查,主要通过感官(噪声、气味、烟雾、泄漏、外观、局部显示)
8	组合	涉及上述几个方法。如果其中之一占优势,应记录
9	生产干涉	由生产混乱、减产等发现失效
10	其他	其他观测方法

表 B.4 维修活动

序号	活动	描述	实例	用途 ^a
1	更换	用一个新的或修理好的相同类型和牌号的件更换	换一个用坏的轴承	C,P
2	修理	为把组件恢复成原始外观或状态所进行的手工维修活动	改装、焊接、插入、重新联接、重新制造等	C
3	修改	用不同类型、构造、材料或设计的组件/零件更换、更新或改变组件或它的一个零件	安装小网眼的滤清器、换另一型式的润滑油泵等	C
4	调整	由超差变为公差内	校直、设置和再设置、校准、平衡	C
5	重装	少许维修服务活动使组件恢复可接受的外观、内部和外部	抛光、清洁、研磨、涂漆、涂层、换润滑油等	C
6	检查 ^b	调查失效的原因,但不采取维修措施,或延期采取措施。通过简单的措施(如重新启动或重新设置)能重新获得功能	重新启动、重新设置等。特别对功能失效,如火焰气体检测器	C
7	服务	周期性的服务任务。一般不拆开组件	如清洁、消耗的补充、校准和调整	P
8	试验	周期性的功能可用性试验	防火泵、防气检测器等的功能试验	P
9	检测	周期性的检查。仔细观测组件,拆或不拆,一般用感官	所有型式的一般性检查,包括作为检测任务一部分的小维修	P
10	大修	主要的修理	按规定或要求进行综合性检测或修理,彻底拆开和换件	P(C)
11	组合	包括几个上述活动	如果一个活动占优势,可选其记录	C,P
12	其他	上面未规定的其他活动		C,P
^a C——一般在修复性维修中用;P——一般在预防性维修中用。 ^b “检查”包括两种情况:一是发现了失效原因,但认为没有必要采取维修措施;二是没有发现失效原因。				

附录 D
(规范性附录)
对数据的典型要求

可靠性和维修数据的采集必须认真考虑,以使数据的型式和预想目的一致。可靠性和维修数据的应用有 5 种主要的范围(见表 D.1)。

- a) 高安全性——重点安全功能的可靠性,例如,在适当条件下,消防系统可以通过实际的可靠性和维修数据来论证。
- b) 装置配置的优化——通过对较高的产量所增加的费用进行平衡,设备类别的精确的可靠性和维修数据有助于确定合理的备件要求。
- c) 以可靠性为中心的维修——通过参考设备本身的可靠性和维修数据可以改进其维修策略。
- d) 标定——通过采集一致的可靠性和维修数据,可以比较设备的从属组。
- e) 寿命周期费用分析——在运行期间获取综合数据(维修小时、不可用时间),可以估计和比较实际的寿命周期费用。

由于可靠性和维修数据具有各种不同的用途,对每个数据采集计划应注意所要求的适当数据等级。

可见,有兴趣的团体,包括操作者、所有者、顾问、卖主、保险公司等可使用可靠性和维修数据来比较位于各设施和公司的不同设备组件的工作性能。

表 D.1 各种应用的数据要求

数据要求		分析种类				
		QRA	RAM	RCM	BEN	LCC
设备数据	识别: 设备位置 类别 安装数据	×	×	×	×	×
	设计: 制造商数据 设计特点	×	×	×	×	×
	应用: 监测周期 累计运行时间 需要数量 运行模式	×	×	×	×	×
失效数据	失效件: 设备单元 子单元 维修产品	×	×	×	×	×
	失效模式	×	×	×		
	严重度	×	×	×	×	
	失效描述		×	×		
	失效原因	×	×	×		

表 D.1(续)

数据要求		分析种类				
		QRA	RAM	RCM	BEN	LCC
失效数据	观测方法		×	×		
	失效对运行的影响	×	×	×		
维修数据	维修种类	×	×	×		×
	维修活动			×		
	不可用时间		×	×		×
	实际维修时间		×	×		
	维修资源： 维修人时,专业 总维修人时		×	×	×	×
补充信息	失效/维修事件的描述	×	×	×		×

参 考 文 献

- [1] ISO 6527 核电站 可靠性数据交换 通则
 - [2] ISO 7385 核电站 保证可靠性数据采集质量指南
 - [3] ISO/IEC 2382-14 信息技术,词汇 第14部分:可靠性、维修性和可用性
 - [4] IEC 60085 电绝缘的热评估和分类
 - [5] IEC 60300-1 可信性管理 第1部分:可信性计划管理
 - [6] IEC 60300-2 可信性管理 第2部分:可信性计划单元和任务
 - [7] IEC 60300-3-1 可信性管理 第3部分:应用指南 第1章:可信性分析技术:方法指南
 - [8] IEC 60300-3-2 可信性管理 第3部分:应用指南 第2章:从现场采集可信性数据
 - [9] IEC 60300-3-3 可信性管理 第3部分:应用指南 第3章:寿命周期费用
 - [10] IEC 60381-2 过程控制系统模拟信号 第2部分:直流电压信号
 - [11] IEC 60529 由外壳提供的保护度(IP码)
 - [12] IEC 60706-1 设备维修性指南 第1部分 第1、2、3章:概述、要求和维修性计划
 - [13] IEC 60702-2 设备维修性指南 第2部分 第5章:设计阶段的维修性研究
 - [14] IEC 60706-3 设备维修性指南 第3部分 第6、7章:数据的验证和采集,数据的分析和公布
 - [15] IEC 60706-4 设备维修性指南 第4部分 第8章:维修性和维修保障计划
 - [16] BS 4778-11 Section 3.1 概念和相应定义指南
 - [17] BS 5760-11 从现场采集可靠性、可用性、维修性和维修保障数据
-