

ICS 71.100.30
G 89
备案号:11518-2003

WJ

中华人民共和国兵器行业标准

WJ 9035—2002

油气井用导爆索

Oil and gas well detonating cord

2002—11—20 发布

2003—02—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

本标准的全部技术内容均为强制性内容。

本标准的附录A是规范性附录，附录B是资料性附录。

本标准由中国兵器工业集团公司提出。

本标准由中国兵器工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：晋东化工厂。

本标准主要起草人：孟继东、张俊生、韩翠荣。

油气井用导爆索

1 范围

本标准规定了油气井用导爆索（以下简称导爆索）的分类与命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等内容。

本标准适用于油气井用导爆索的制造与验收。

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。

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB/T 6543 瓦楞纸箱

GB/T 8031 工业电雷管

GB 9969.1 工业产品使用说明书总则

GB/T 13224—1991 工业导爆索试验方法

GB/T 13230 工业火雷管

GB/T 13889 油气井用电雷管通用技术条件

WJ 85 药柱引信传爆管装药和药块压制与验收技术条件

WJ 9006 索类火工品命名规则

3 分类与命名

导爆索按其使用性能分为耐温导爆索（有枪身射孔器用）和耐温耐压导爆索（无枪身射孔器用）两类；按其包覆材料分为铅皮导爆索、塑料导爆索和橡胶导爆索三类。

导爆索的命名按 WJ 9006 执行。

4 要求

4.1 外观

4.1.1 铅皮导爆索表面应光滑整洁，无肉眼可见刻痕、裂纹、折伤；塑料导爆索的外涂层和橡胶导爆索的橡胶层应无气泡、孔眼、裂纹及严重折伤和油污。

4.1.2 索卷中两段之间应用连接管或细绳连接，索头应套上防潮帽或涂防潮剂。

4.2 尺寸

4.2.1 导爆索的外包覆层厚度应均匀，厚度极差应不大于 0.25 mm。

4.2.2 导爆索的外径应不大于 6.3 mm；铅皮导爆索的索卷长度应不小于 5 m，塑料导爆索和橡胶导爆索的索卷长度应不小于 50 m。

4.2.3 每个索卷中的索段数量应不超过三段，且其中最短段的长度应不小于 5 m。

4.3 装药量

见表 1。

表1 导爆索装药量

种 类	装 药 量 g/m
铅皮导爆索	≥18.0
塑料导爆索	≥12.0
橡胶导爆索	≥19.0

4.4 性能

4.4.1 爆速

1号、2号导爆索的爆速分为两级，一级应不小于 7.50×10^3 m/s，二级应不小于 6.80×10^3 m/s；3号~6号导爆索的爆速应不小于 6.00×10^3 m/s。

4.4.2 起爆性能

横向输出压力（导爆索爆轰时导爆索外皮的径向上对作用物产生的压力值）应不小于2.5GPa，或应能完全起爆符合WJ 85要求的200 g压装TNT药块。

4.4.3 传爆性能

导爆索用8号雷管引爆后，应爆轰完全。

4.4.4 耐寒性能

导爆索在 $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下冷冻2 h后，外包装层应完好，且用8号雷管引爆后应爆轰完全。

4.4.5 抗拉性能

导爆索在表2所列静拉力下，应不断裂，且用8号雷管引爆后应爆轰完全。

表2 导爆索的抗拉性能

种 类	静 拉 力 N
铅皮导爆索	≥130
塑料导爆索	≥500
橡胶导爆索	≥500

4.4.6 耐温性能

耐温导爆索在表3所列的温度下保温48 h后，应不自爆、不自燃，外包装层应完好，且用8号雷管引爆后应爆轰完全。

表3 导爆索耐温性能的温度

种 类	温 度 °C
1号耐温导爆索	120±2
2号耐温导爆索	150±2
3号耐温导爆索	170±2
4号耐温导爆索	180±2
5号耐温导爆索	200±2
6号耐温导爆索	230±2

4.4.7 耐温耐压性能

耐温耐压导爆索在表4所列的温度和压力下保持2 h后，应不自爆、不自燃，外包覆层应完好，且用8号雷管引爆后应爆轰完全。

表4 导爆索耐温耐压性能的温度和压力

种 类	温 度 ℃	压 力 MPa				
		30±2	50±2	70±2	90±2	110±2
1号耐温耐压导爆索	120±2	※	※	※	※	※
2号耐温耐压导爆索	150±2	※	※	※	※	※
3号耐温耐压导爆索	170±2	—	※	※	※	※
4号耐温耐压导爆索	180±2	—	—	※	※	※
5号耐温耐压导爆索	200±2	—	—	※	※	※
6号耐温耐压导爆索	230±2	—	—	※	※	※

注：“※”符号表示可采用的温度与压力匹配参数。

5 试验方法

5.1 外观

逐段目视检查。

5.2 尺寸

每卷任取一处，用精度不小于0.01 mm的量具测定外包覆层厚度，其余按GB/T 13224—1991中5.1进行。

5.3 装药量

按GB/T 13224—1991中5.2进行。

5.4 爆速

按GB/T 13224—1991中5.3进行，使用时标不大于0.1 μs的爆速仪。

使用时标不大于1 μs的爆速仪时，按1000 mm的靶距，允许取约1.5 m导爆索进行试验。

5.5 起爆性能

5.5.1 横向输出压力试验（仲裁法）

按附录A进行。

5.5.2 起爆 TNT 药块

按GB/T 13224—1991中5.4进行。

5.6 传爆性能

按GB/T 13224—1991中5.5进行，其中在搭接处隔两层厚度为0.45 mm的黄纸板。

5.7 耐寒性能

按GB/T 13224—1991中5.8进行。

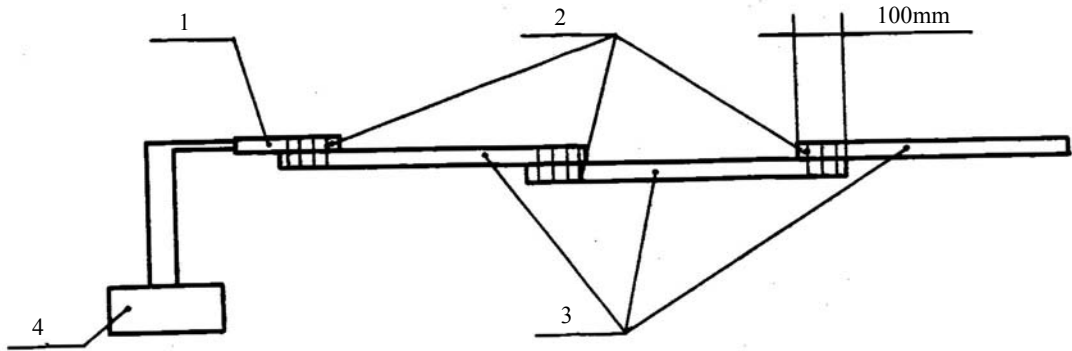
5.8 抗拉性能

按GB/T 13224—1991中5.10进行。

5.9 耐温性能

抽取3 m导爆索，放入保温装置中，按表3要求的温度保温48 h后取出，检查导爆索是否自爆、自燃，外包覆层是否完好；若无异常，待静置至环境温度后，将其切成1 m长的三段，按图1连接后，用符合GB/T 8031或GB/T 13230的8号雷管引爆，检查导爆索是否爆轰完全。

试验应在有效防护下进行。



1—8号雷管；2—线或细绳；3—1m长导爆索；4—起爆器

图1 耐温性能试验连接图

5.10 耐温耐压性能

抽取3 m导爆索，放入高温高压装置中，按表4要求的温度和压力保持2 h，并自然降温后取出，检查导爆索是否自爆、自燃，外包装层是否完好；若无异常，将其切成1 m长的三段，按图1连接，用符合GB/T 8031或GB/T 13230的8号雷管引爆，检查导爆索是否爆轰完全。

6 检验规则

6.1 检验分类

导爆索的检验分为型式检验和出厂检验。

型式检验在生产定型或停产一年以上恢复生产时，或产品结构有重大变更时进行。

6.2 检验项目

型式检验和出厂检验项目见表5。

表5 检验表

序号	项 目	要求章条号	试验方法章条号	型式检验	出厂检验
1	外 观	4.1	5.1	√	√
2	尺 寸	4.2	5.2	√	√
3	装药量	4.3	5.3	√	√
4	爆 速	4.4.1	5.4	√	√
5	起爆性能	4.4.2	5.5	√	—
6	传爆性能	4.4.3	5.6	√	√
7	耐寒性能	4.4.4	5.7	√	—
8	抗拉性能	4.4.5	5.8	√	—
9	耐温性能	4.4.6	5.9	√	—
10	耐温耐压性能	4.4.7	5.10	√	—

6.3 组批规则

以基本相同的材料、工艺、设备等条件下制造的产品组成一个提交检验批，批量应不超过10000 m。

6.4 抽样

导爆索检验的抽样方案和转移规则按GB/T 2828的规定执行，检验项目的不合格分类，检验水平和AQL值见表6，型式检验时执行加严检验方案。抽样方案示例参见附录B。

表6 抽样方案

序号	项目	不合格分类	检验水平	AQL值	样本单位
1	外观	B类不合格：有刻痕、裂纹、气泡、孔眼、折伤及油垢。	II	1.0	m
		C类不合格：索头未套防潮帽或未涂防潮剂。		4.0	
2	尺寸	C类不合格：外包覆层厚度积差大于0.25 mm；外径大于6.3 m；铅皮导爆索的索卷长度小于5 m，塑料导爆索和橡胶导爆索的索卷长度小于50 m；每卷中的索段数量超过三段，最短的一段长度小于5 m。	S-2	10	卷
3	装药量	B类不合格：铅皮导爆索装药量小于18.0 g/m，塑料导爆索装药量小于12.0 g/m，橡胶导爆索装药量小于19.0 g/m。	S-2	4.0	0.2 m
4	爆速	B类不合格：1号、2号导爆索的爆速，一级小于 7.50×10^3 m/s，二级小于 6.80×10^3 m/s；3号~6号导爆索的爆速小于 6.00×10^3 m/s。	S-2	6.5	1.5 m
5	起爆性能	B类不合格：横向输出压力小于2.5Gpa，或起爆不完全。	S-2	6.5	m
6	传爆性能	B类不合格：爆轰不完全。	S-2	6.5	2 m
7	耐寒性能	B类不合格：外包覆层破裂，爆轰不完全。	S-1	6.5	4 m
8	抗拉性能	B类不合格：被拉断，爆轰不完全。	S-1	10	0.5 m
9	耐温性能	A类不合格：自爆、自燃。	—	4.0	3 m
		B类不合格：外包覆层破裂，爆轰不完全。	S-1	10	
10	耐温耐压性能	A类不合格：自爆、自燃。	—	4.0	3 m
		B类不合格：外包覆层破裂，爆轰不完全。	S-1	10	
注1：外观的AQL值为每百单位产品不合格数。					
注2：除A类不合格抽样执行0, 1方案外，其余抽样方案类型首先选用二次抽样方案。					

6.5 取样方法

检验外观、尺寸所需的样本从提交检验批中随机整群抽取；检验装药量、性能所需的样本从外观、尺寸检验合格的样本中随机抽取。

6.6 判定规则

所检项目均符合要求，则判该批产品合格，否则判该批产品不合格。

7 标志、标签、使用说明书

7.1 标志

产品外包装箱上应有下列内容的标志：

- a) 产品名称；
- b) 批号；

- c) 数量;
- d) 毛重;
- e) 体积;
- f) 规格型号;
- g) 制造厂名称、地址;
- h) 爆炸品标志, 应符合GB 190的规定;
- i) 生产许可证标记与编号;
- j) “不得与雷管共存”字样;
- k) 标准编号;
- l) 商标;
- m) 生产日期。

7.2 标签

每个索卷上应附以注明生产工代号、制造日期、检验工代号、制造厂名称的标签。

7.3 使用说明书

使用说明书内容应符合GB 9969.1的规定。

8 包装、运输、贮存

8.1 包装

8.1.1 包装方法

导爆索应装入木箱、纤维板箱、胶竹板箱或符合GB/T 6543的瓦楞纸箱中, 用塑料打包带捆好。每箱装量应不大于400 m, 并附一份产品使用说明书及产品合格证。

8.1.2 包装检验

包装检验抽样方案按GB/T 2828执行, 所需样本从提交检验批中随机抽取。检验项目的不合格分类、AQL值、检验水平及抽样方案类型见表7。抽样方案示例参见附录B。

表7 包装检验抽样方案

不合格分类	AQL 值	检验水平	抽样方案类型
B类不合格: 标志错误。	2.5	I	一次抽样方案
C类不合格: 标志不清; 索卷上无标签; 箱内未装产品使用说明书及合格证。	4.0	I	一次抽样方案

8.2 运输

导爆索的运输应符合国家有关危险货物运输的规定。

8.3 贮存

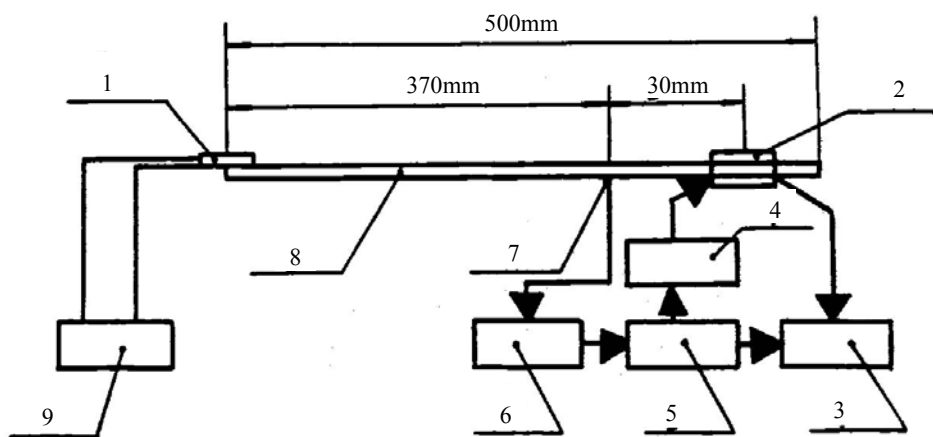
导爆索应贮存在通风、干燥、温度不超过40℃的库房内, 不应与易燃物、易爆物及油脂共存。保质期为三年。

附录 A
(规范性附录)

导爆索横向输出压力试验方法

A.1 方法原理

如图A.1所示,雷管引爆导爆索后,爆轰波沿导爆索传播。电探针被接通后,其电信号同时触发恒流源和示波器,恒流源给锰铜应力计供电,这样可在示波器上获得应力计初始电压和受压后阻值变化而引起的电压变化。由于给应力计提供的是恒定直流电,所以应力计受压时电阻的最大变化量与其初始电阻值之比等于电压变化量与初始电压之比,通过计算即可求得横向输出压力。



1—电雷管; 2—应力计; 3—示波器; 4—同步机;
5—恒流源; 6—网络源; 7—电探针; 8—导爆索; 9—起爆器

图 A.1 导爆索横向输出压力试验装置示意图

A.2 材料

- a) 传输电缆: 特性阻抗为 $50\ \Omega$;
- b) 基板: 聚酯乙烯塑料板;
- c) 电雷管: 油气井用电雷管(应符合 GB/T 13889 的规定)。

A.3 仪器和设备

- a) 铜制游标卡尺: 精度应不低于 $0.02\ \text{mm}$;
- b) 钢卷尺: 长度为 $2\ \text{m}$, 精度为 $1\ \text{mm}$;
- c) 应力计: Mn 含量为 $12.5\% \sim 13.5\%$ 、Ni 含量为 $1.5\% \sim 2.5\%$ 的锰铜箔, 厚度为 $0.02\ \text{mm}$, 初始电阻为 $0.8\ \Omega \sim 1.2\ \Omega$, 敏感部分尺寸应不大于 $2.4\ \text{mm}$ 。或其他等效应力计;
- d) 起爆装置: 应能输出电雷管规定的起爆电流;
- e) 电探针: 铜制电探针或其他等效电探针;
- f) 恒流源: 输出电流为 $50\ \text{mA} \sim 2000\ \text{mA}$, 电流稳定度应不大于 0.1% ;

- g) 示波器：频带宽应不低于50MHz、采样速率不低于250MSa/s的数字示波器或其他等效示波器；
- h) 网络源：应能输出满足恒流源触发要求的脉冲电压；
- i) 同步机：精度为0.1 μ s。

A.4 试验程序

A.4.1 按图A.1连接线路，不接雷管引线。

A.4.2 将电探针接到实际的测试位置，网络源、同步机、恒流源、示波器处于正常待命状态后，连接雷管引线，然后启动起爆装置，记录压阻信号。

A.4.3 从示波器读出初始电压和电压变化值。

A.5 试验结果的表述

导爆索的横向输出压力通过式 (A.1) 和式 (A.2) 计算。

$$\Delta R/R_0 = \Delta U/U_0 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

ΔR — 应力计受压时电阻的最大变化量，Ω；

R_0 — 应力计初始电阻值，Ω；

ΔU — 受压阻值变化而引起的电压最大变化量，mV；

U_0 — 应力计初始电压值，mV。

$$P = 0.60 + 30.86 \times (\Delta R/R_0) + 21.16 \times (\Delta R/R_0)^2 - 6.61 \times (\Delta R/R_0)^3 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

P — 导爆索的横向输出压力，GPa；

ΔR — 应力计受压时电阻的最大变化量，Ω；

R_0 — 应力计初始电阻值，Ω。

每个试样平行测定两个结果，相对允许差应不超过10%，取最大值作为最终结果，结果表示至一位小数。

附录 B

(资料性附录)

导爆索抽样方案示例

导爆索抽样方案示例见表 B.1。

表 B.1 导爆索抽样方案示例

项目	A 类 不合格		B 类 不合格		C 类 不合格		样本 单位
	型式检验	出厂检验	型式检验	出厂检验	型式检验	出厂检验	
外观	—	正常 125, 125/2, 5; 6, 7 加严 125, 125/1, 3; 4, +5 放宽 50, 50/0, 3; 3, 4	125, 125/1, 3; 4, 5	正常 125, 125/7, 11; 18, 19 加严 125, 125/6, 10; 15, 16 放宽 50, 50/3, 6; 9, 10	125, 125/6, 10; 15, 16	—	m
尺寸	—	—	—	正常 3, 3/0, 2; 1, 2 加严 5, 5/0, 2; 1, 2 放宽 2, 2/0, 2; 1, 2	5, 5/0, 2; 1, 2	—	卷
装药量	—	正常 8, 8/0, 2; 1, 2 加严 13, 13/0, 2; 1, 2 放宽 5, 5/0, 2; 1, 2	13, 13/0, 2; 1, 2	—	—	—	0.2 m
爆速	—	正常 5, 5/0, 2; 1, 2 加严 8, 8/0, 2; 1, 2 放宽 3, 3/0, 2; 1, 2	8, 8/0, 2; 1, 2	—	—	—	1.5 m
起爆性能	—	—	8, 8/0, 2; 1, 2	—	—	—	m
传爆性能	—	正常 5, 5/0, 2; 1, 2 加严 8, 8/0, 2; 1, 2 放宽 3, 3/0, 2; 1, 2	8, 8/0, 2; 1, 2	—	—	—	2 m
耐寒性能	—	—	8, 8/0, 2; 1, 2	—	—	—	4 m
抗拉性能	—	—	5, 5/0, 2; 1, 2	—	—	—	0.5 m
耐温性能	5/0, 1	—	5, 5/0, 2; 1, 2	—	—	—	3 m
耐温耐压性能	5/0, 1	—	5, 5/0, 2; 1, 2	—	—	—	3 m
包装	—	正常 5/0, 1 加严 8/0, 1 放宽 2/0, 1	8/0, 1	正常 3/0, 1 加严 5/0, 1 放宽 2/0, 1	5/0, 1	—	箱

注 1: 外观检验 AQL 值指每百单位产品不合格数。
注 2: 批量 3201 m~10000 m。