

251600

基本馆藏

ПТК矿用断绳保险器

苏联 A.И.彼特腊科夫著
北京煤矿设计院专家工作室译



煤炭工业出版社

ПТК礦用斷繩保險器

苏联 А.И.彼特腊科夫著

北京煤矿设计院专家工作室译

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書闡述ПТК矿用斷繩保險器的作用原理、設備部件構造及使用規程。供矿井提升机械工程人員及鉗工，以及斷繩保險器設計及制造人員參考。

А.И. ПЕТРАКОВ

ШАХТНЫЙ ПАРАШЮТ ПТК

Центральный Институт Технической Информации

Министерство Угольной Промышленности

СССР Москва, 1955

根据苏联煤炭工业部中央技术情报研究所1955年版譯

1208

ПТК矿用斷繩保險器

北京煤矿設計院专家工作室譯

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $4 \frac{11}{16}$ 字数 73,000

1959年6月北京第1版 1959年6月北京第1次印刷

統一書号：15035·885 印数：0,001—2,000册 定价：0.61元

前 言

ИТБ矿用断繩保险器是由国立煤矿机械設計与实验研究院、中央煤矿設計院、煤矿机械制造总局的列宁共产主义青年团十五周年紀念机器制造厂和拉蒲杰夫机器制造厂、斯大林煤矿管理局斯大林矿务局 30-30-6 矿等单位的工作人员根据該断繩保险器的发明者 И. Ф. 巴甫洛夫和 Л. В. 巴甫洛娃的建議設計、制造、試驗成功的。

第一批断繩保险器試样是列宁共产主义青年团十五周年紀念工厂按国立煤矿机械設計与实验研究院（前煤矿机械設計院）的图紙制造的，并在 30-30-6 矿的断繩保险器試驗站进行了試驗。在这批断繩保险器試驗中进行了 69 次罐籠以不同速度向下运行的人工脱鉤試驗。

中央断繩保险設計处根据国立煤矿机械設計与实验研究院断繩保险器試驗站的資料作出了 ИТБ 矿用断繩保险器的工业性試驗的試样。

第一批断繩保险器工业性試样在斯大林矿务局 17-17-6 矿进行了試驗，效果良好。

现在約有 100 套提升装置上使用了 ИТБ 断繩保险器。

参加創建与采用豎井罐籠制动中工作可靠的 ИТБ 断繩保险器的作者及这一工作的負責人都荣获了 1950 年的斯大林奖金。

这一著作对罐籠提升操作有关的人员极为有用，因为

这是第一本詳細闡述ITL断繩保险器的書。

讀者意見請寄国立煤矿机械設計与实验研究院分院
(斯大林諾五道街 83 号) 作者本人。

目 录

前言

I. 基本原理	5
抓捕过程的力学	5
罐籠的不稳制动	9
断繩保险器的技术要求	13
II. ИТК断繩保险器及其部件	14
制动鋼繩	21
抓捕器及其工作	26
导向套	44
緩冲器	51
制动鋼繩在井筒水袋中的固定	65
III. ИТК断繩保险器在翻轉罐籠提升上的应用	68
抓捕器在翻轉罐籠上的工作特点	68
止动装置	70
IV. ИТК断繩保险器在帶尾繩提升上的应用	73
閉塞裝置的用途	73
尾繩紐环高度的計算	74
閉塞裝置的构造	76
V. ИТК断繩保险器在摩擦輪提升設備上的应用	79
VI. 罐籠的悬挂裝置	80
VII. ИТК断繩保险器在矿井的安装	83
准备工作	83
緩冲器的調整	87

制动鋼繩的悬挂.....	94
抓捕器和悬挂裝置在罐籠上的檢查裝配.....	94
悬挂罐籠和把制动鋼繩穿入抓捕器.....	97
制动鋼繩在井底水窩中的固定与張緊.....	98
VIII. 在提升裝置運轉中斷繩保險器的工作	99
緊急制动.....	100
斷繩保險器在冬季的工作情況.....	100
斷繩保險器工作中的故障.....	101
IX. 斷繩保險器的試驗	102
斷繩保險器試驗的准备工作.....	102
試驗程序.....	104
X. ИТК斷繩保險器的計算	107
理論動載荷的確定.....	108
制动鋼繩的选型.....	109
制动距的計算.....	109
滑楔和連杆行程的計算.....	112
下墜罐籠制动時抓捕機構各主要力的計算.....	115
XI. ИТК斷繩保險器及其零件計算的示例	118
原始資料.....	118
理論動載荷的確定.....	118
制动鋼繩的选型.....	119
緩沖器所造成的罐籠制动距的計算.....	119
滑楔和連杆行程的計算.....	121
杠杆对滑楔斜面的投影长度的計算.....	122
抓捕機構各主要力的計算.....	126
零件的強度計算.....	127

I. 基本原理

煤炭工业的矿井提升设备装有提升鋼繩。在运行过程中要对鋼繩进行仔細的检查。

但是在矿井提升系统中发生故障时，提升鋼繩可能断折，这种事故可能是由于下列原因引起的：

1) 由于在提升过程中阻車器未关闭或折断，矿車跑出罐籠并冲击着罐道梁；

2) 因絞車司机粗心和終点开关失灵而发生罐籠过捲，冲击天輪或天輪平台；

3) 因天輪繩槽結冰或衬块脫落，鋼繩跳出繩槽冲击天輪軸或軸承；

4) 因鋼繩捻得質量差或者由于矿井水銹蝕作用等，鋼繩内部鋼絲过度磨損，强度降低，而检查时又不能发现。

所以，根据煤矿和油母頁岩矿保安規程的規定人員及人与重物混合提升应装备有工作可靠的矿用断繩保險器。

“矿用断繩保險器”是指断繩时自动抓捕和平穩停住罐籠之用的各部分裝置的綜合体。

抓捕过程的力学

罐籠在升降时可能在井筒的任何地方和在任何速度下，发生脫鈎事故。

罐籠作上行运动断繩时，抓捕过程开始于速度等于零及罐籠开始下降时。这种断繩情况最容易解决，因为罐籠

还未来得及造成需要于抓捕时为缓冲器所吸收的动能。

对断绳保险器工作最严重的情况是抓捕以最大速度作下行运动时的重罐籠，这一情况用图表示于图 1。

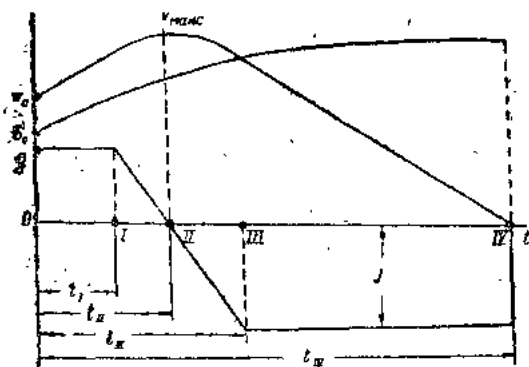


图 1 断绳保险器工作时罐籠的降落距离、速度和减速图

以 0 点为坐标起点，这一点相当于罐籠断繩的瞬间。以横坐标表示时间，以纵坐标轴表示下坠罐籠的降落距离、速度和减速。

可以假定，罐籠运动到断繩时为止，在断繩瞬间其初速度为 V_0 ，经过的距离为 S_0 。

实际上可把断繩瞬间看作是断绳保险器的接通机构工作的开始，因为钢繩的弹性变形扩展的速度非常大。与此同时，自断繩点到罐籠钢繩卸载波传导所必需的时间也很小(千分之几秒)。

从接通机构工作开始瞬间到抓握罐道瞬间有一段空程运动时期 t_1 ，其数值取决于抓捕机构同制动罐道之间的间隙。

在此时期内，罐籠将在地心吸力作用下带加速度 $g=9.81$ 公尺/秒² 下落。

罐籠在点 I 的速度将等于：

$$V_I = V_0 + gt_I.$$

在点 I 断繩保险器的机构已全部接通，罐籠开始制动。但是，在用弹性的鋼繩罐道条件下制动力还未达到等于下坠罐籠重量的力，所以，尽管 $t_{II}-t_I$ 时间内下落加速度 j ①有所降低，但它仍是正值，从而罐籠下落的速度仍在繼續增加。制动力在点 II 等于下落罐籠的重量，加速度等于零，而速度达到最大值：

$$V_{\max} = V_I + \int_{t_I}^{t_{II}} j(t) dt \cong V_I + \frac{g(t_{II}-t_I)}{2}.$$

自断繩瞬間到开始抵消速度瞬間这一时期 t_{II} 一般为 0.1 秒左右。計算中常留一些余度，故采取 $t_{II}=0.2$ 秒。

采取在整个 t_{II} 时期内全部加速度 $g=9.81$ 公尺/秒² 起作用，罐籠在抓捕瞬間的最大速度可按下列公式求出：

$$V_{\max} \cong V_0 + gt_{II} = g_0 + 0.2g.$$

点 III 为全部减速的开始。

如采取加速度在 $t_{III}-t_{II}$ 之間，按最简单的綫形规律变化，則 t_{III} 瞬間的速度为：

$$V_{III} = V_{\max} - \frac{j(t_{III}-t_{II})}{2}.$$

① 以下的加速度和减速度以同一符号 j 来表示。

罐籠在点IV停止，

$$V_{IV} = 0.$$

罐籠在 $t_{IV}-t_{III}$ 之間的中間速度一般不值得注意，但是，如果知道加速度 j 在時間內的变化規律，亦可按公式將其求出：

$$V_{IV} = V_{III} - \int_{t_{III}}^{t_{IV}} j(t) dt.$$

实际上可認為自点II至点IV的段落上固定不变的減速度等于 j 。

在第四阶段減速度值表现为平穩的制动。为了防止罐籠內的人員受伤，減速度值不应超出規定范围—— $5g$ 。

如果緩冲器造成的制动力不变，則減速度值亦不变， $j = \text{const}$ ， $t_{IV}-t_{II}$ 时期制动距可以通过力学等減速运动公式来計算：

$$V_{max} = \sqrt{2j S_4},$$

再由此公式来确定制动距：

$$S_4 = \frac{V_{max}^2}{2j}.$$

制动時間按下列公式計算：

$$t_{IV}-t_{II} = T = \sqrt{\frac{2S_4}{j}}.$$

根据已知的減速，可以按上述公式求出罐籠抓捕过程最主要的数据。

罐籠的平穩制動

斷繩保險器的用途不僅是抓捕斷繩的罐籠，並且要保證罐籠的平穩停止。平穩停罐是靠緩衝器。

“罐籠的平穩停止”是指其停止時的減速度可保證生命安全且不影响人的健康。

從前認為，根據安全條件減速度值不能超過 $3g \approx 30$ 公尺/秒²，但是這些設想沒被實際觀察所證實。

航空研究院於研究飛行中人體允許的各種減速度問題時，在“飛行中加速度對飛行員身體影響的新論據”論文中證明，飛行員完全可以經受住在 $5g$ 範圍內的長時間（幾十秒鐘）作用的超負荷。

在斯大林礦務局 30-306 礦進行的 IITC 斷繩保險器試驗證實， $5g$ 的減速度從頭到腳作用在人體上並不危險。

當罐籠斷繩和抓捕罐籠時，人在其中受短時間的 50 公尺/秒² 減速度的作用而無病態感覺。減速度是用蘇聯科學院地震研究所的光學示波器測定的。

根據所進行的試驗，斷繩保險試驗委員會在 1941 年 6 月 16 日的記錄中確定了減速度的上限為 $5g$ 。

如果制動力小於罐籠重量，則罐籠不會停止，而繼續運動並加大速度。當制動力與罐籠重量相等時，罐籠仍然不會停止，並將以最大速度 V_{max} 作等速運動。只有在制動力大於罐籠重量的情況下發生了制動，罐籠才會停下來。

制動力對罐籠重量之比謂之制動力貯備係數，用 f 來

表示。这一系数必须永远大于1；建议采取 $f = 2 - 3$ 。

当 $f=2$ 时，制动力为罐笼重量的二倍。

罐笼减速方式取决于制动力的大小。当 $f=2$ 时，减速度等于 10 公尺/秒²。

在选择 f 时必须考虑到象锈蚀、磨损、摩擦系数的变化等在工作过程中会使制动力有某些降低，从而降低实际贮备系数的这样一些因素。因此，贮备系数 f 越小，由于上述偶然因素的影响，计算的制动方式受到破坏的可能性就越大，抓捕罐笼的可靠性就越差。

所以，规定的制动方式一方面受到断绳保险器工作可靠的条件的限制，另一方面受到停罐时所允许的减速度的限制。

设计部门对于重罐笼的减速度采取 $1-1.5g$ ，即 $10-15$ 公尺/秒²。

满载人员为重罐笼的减速度不应小于 10 公尺/秒²，以便保持足够的制动力。

从对人的生命安全和健康出发，减速度的上限确定等于 20 公尺/秒²，这一要求适用于所有型式的断绳保险器。

罐笼重量有时最小（当罐笼内乘一个人时）有时最大（当罐笼内为矸石矿车时）。在缓冲器产生的制动力固定不变的情况下，随着罐笼重量的增加，就会出现较轻的制动方式；因为制动力不变，而动能由于重量大而上升，从而使制动距离增大并使减速度降低。当罐笼重量减少时，出现相反的现象，即减速度的值上升。

从表1可以看出在空罐笼和重罐笼各种不同比值 $\frac{Q_0}{Q_k}$

表 1

顺序号	Q ₀ Q _K 比值	适用于重容器的减速度 $g_{ам.р.т.е.}$										
		3g	2.75g	2.5g	2.25g	2g	1.75g	1.5g	1.25g	1.0g	0.75g	0.5g
		空 罐 箱 时 的 减 速 度 值 (单 位 g)										
1	1.5	5	4.62	4.25	3.875	3.5	3.125	2.75	2.38	2.0	1.63	1.25
2	1.75	6	5.55	5.15	4.688	4.25	3.825	3.375	2.95	2.5	2.075	1.63
3	2.0	7	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
4	2.25	8	7.45	6.875	6.325	5.75	5.2	4.6	4.08	3.5	2.95	2.38
5	2.5	9	8.4	7.75	7.125	6.5	5.88	5.25	4.63	4.0	3.38	2.75
6	2.75	10	9.3	8.625	7.95	7.25	6.58	5.88	5.2	4.5	3.83	3.13
7	3.0	11	10.25	9.5	8.75	8.0	7.25	6.5	5.75	5.0	4.25	3.5
8	3.25	12	11.2	10.35	9.55	8.75	7.95	7.13	6.33	5.5	4.7	3.88
9	3.5	13	12.1	11.25	10.35	9.5	8.65	7.75	6.83	6.0	5.13	4.25

註: Q₀—满载重物的罐箱重量; Q_K—空罐箱重量; g—0.81公尺/秒²。

的条件下减速度的变化。

表上部沿横向为重罐籠的减速度值，限度由 $3g$ 到 $0.5g$ ，間差为 $0.25g$ ；下面列举有計算出来的空罐籠的减速度值。减速极限的粗綫上边为建議实际采用的减速度。

在重量比等于2、重容器减速度为 $1g$ 时，按表1可找出空容器将經受 $3g$ 的减速度。

当重罐籠的重量同空罐籠的重量的比为3.5时，重罐籠减速度可以采取不大于 $0.5g$ ，不然，空罐籠减速度就不可能保持在定額以內。

在个别情况下，当重量比很大时，就得改变所建議的 10 公尺/秒²的减速，而采取較低的、 5 公尺/秒²以下的减速。

罐籠在断繩瞬間的速度各不相同。在罐籠重量不变的条件下，緩冲器必須吸收的动能随着速度的增加而升高，从而在制动力固定不变时要加长制动距。

現有緩冲裝置是按公差 $\pm 15\%$ 的固定的制动力作出的。根据抓捕速度或終端載荷而产生（在時間上变化稳定的）可变制动力的緩冲器結構，到目前为止，实际上是不存在的。

無論随着速度加大而增高的动能有多大，用固定制动力緩冲器来吸收这种动能是由固定的制动方式所决定的。断繩时的速度愈大，制动距必将愈长，但制动距內减速度值应固定不变。

由上所述可知，任何断繩保險裝置必須在可能的終端載荷条件下，以减速度不超过 50 公尺/秒²来使罐籠停下。

断繩保险器的技术要求*

下边是竖井提升矿用断繩保险器的基本技术要求。

1. 断繩保险器必須保証因任何原因（罐籠以最大生产速度向上及向下运动时及在該提升設計載荷范围内各种終端載荷的条件下）而使提升鋼繩破断时抓捕罐籠并使之完全停下来。断繩保险器必須保証能抓捕帶尾繩和不帶尾繩提升的罐籠并使之完全停止下来。

2. 在抓捕与停止过程中，罐籠的制动方式必須对人身安全，为此，在最小終端載荷下采取罐籠的允許減速度不大于 50 公尺/秒²，減速延續時間不大于 0.2—0.25 秒；在最大終端載荷下允許減速度不小于 10 公尺/秒²。

在个别情况下当最大終端載荷同空罐籠重量的比大于 3:1 时，最小的減速度可以不小于 5 公尺/秒²。

3. 断繩保险器的結構应簡單，工作零件要少，重量尽可能小。

4. 断繩保险器零件允許的磨損不得超过使强度降低 20% 的范围。

5. 当断繩保险器整个系統上作用有最大制动力时，断繩保险器結構中承受工作載荷的主要零件应保証有不小于所采用材料屈服点的两倍的安全系数。

沒有屈服点的材料，零件的安全系数应为强度极限的五倍。

* 本技术要求是前中央新繩保險設計处編制的，并于 1950 年 2 月 20 日由苏联煤炭部批准。下述各項的顺序号同原稿不一致。

斷繩保險器主要受力零件不許使用鑄鋼、鑄鐵或鑄銅製造。

用鋼繩作斷繩保險抓捕器支承結構時，鋼繩的安全系數應不小于其總破斷力的三倍。

6. 斷繩保險器必須設計得便于逐日進行檢查、小修及其動作的定期檢查。

7. 斷繩保險器經過動作以及某些零件磨損達到了極限并用新的零件更換已變形或磨損的零件後，必須保證更換後斷繩保險器能夠繼續使用，滿足本技術要求的各項規定。

8. 斷繩保險器運轉的空程時間，即從提升鋼繩破斷到開始對自由墜落容器發生阻力的時間，不得超過 0.25 秒。

9. 斷繩保險器的兩個工作機構對每個支點必須接通的時間差，應該使罐籠通過的距離（自抓捕器工作機構之一開始工作瞬間算起）不大於 0.5 公尺。

10. 現用提升上裝置的斷繩保險器，在遵照其維護和檢修規程的條件下，必須工作靈活並符合斷繩保險器試驗規程的全部條件而不用作任何的專門準備。

II. ИТК斷繩保險器及其部件

制動鋼繩斷繩保險器(ИТК)在結構上由下述主要部件組成：

1. 裝在罐籠上的抓捕器；
2. 每個罐籠所必需的兩根垂至井底的制動鋼繩；
3. 帶有連接器的緩沖器裝在井架上；制動鋼繩固定在