

ICS 77.150.99

CCS H 68

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 416—××××

代替YS/T 416-2016

氢气净化用钯合金管材

Palladium alloy tube for Hydrogen purification

(讨论稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

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。

本文件代替 YS/T 416-2016《氢气净化用钌合金管材》，与 YS/T 416-2016 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 增加了规范性引用文件中标准的引用（见 2）；
- b) 增加了钌合金螺旋管产品分类、标记方法和标记示例（见 4）；
- c) 增加了对不锈钢接头的规定（见 5.1.2）；
- d) 增加了定尺钌合金直管一端封头产品的需求（见 5.2.1.1）；
- e) 增加了钌合金螺旋管产品的的形状和尺寸图例说明，钌合金螺旋管和不锈钢接头连接形式，规格及尺寸偏差的要求（见 5.2.2）；
- f) 增加了钌合金螺旋管打压检测要求（见 5.3）；
- g) 增加了泄漏率试验要求（见 5.4）；
- h) 增加了不锈钢接头成分分析检验方法（见 6.1.2）；
- i) 增加了钌合金螺旋管匝数和焊点个数检查方法（见 6.2.3）；
- j) 增加了钌合金螺旋管泄漏率检测方法（见 6.4）；
- k) 增加了接头成分，泄漏率检验项目中取样位置和数量的要求（见 7.3）；
- l) 增加了钌合金螺旋管的包装要求（见 8.2）；
- m) 删除了对原料的要求（见 2016 版 3.2）。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：西北有色金属研究院、西安瑞鑫科金属材料有限责任公司、有色金属技术经济研究院、西安诺博尔稀贵金属股份有限公司、贵研铂业股份有限公司、有研亿金新材料有限公司。

本文件主要起草人：

本文件及所代替或废止的文件的历次版本发布情况为：

——1999 年首次发布为 YS/T 416-1999《氢气净化用钌合金管材》、2016 年第一次修订；

——本次为第二次修订。

氢气净化用钯合金管材

1 范围

本文件规定了氢气净化用钯合金管材的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则和包装、标志、运输、贮存、随行文件及订货单（或合同）内容。

本文件适用于氢气净化用钯合金管材。

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 1220 不锈钢棒

GB/T 15072.1 贵金属合金化学分析方法 金、铂、钯合金中金量的测定 硫酸亚铁电位滴定法

GB/T 15072.5 贵金属合金化学分析方法 金、钯合金中银量的测定 碘化钾电位滴定法

GB/T 15072.15 贵金属合金化学分析方法 金、银、钯合金中镍、锌和锰量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 15077 贵金属及其合金材料几何尺寸测量方法

GB/T 19445 贵金属及其合金产品的包装、标志、运输、贮存

YS/T 372.19 贵金属合金元素分析方法 钯量的测定

QJ 3123 氦质谱真空检漏方法

3 术语和定义

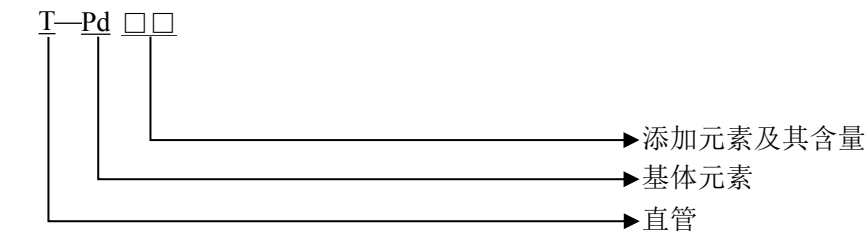
本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类和标记

4.1 产品分类

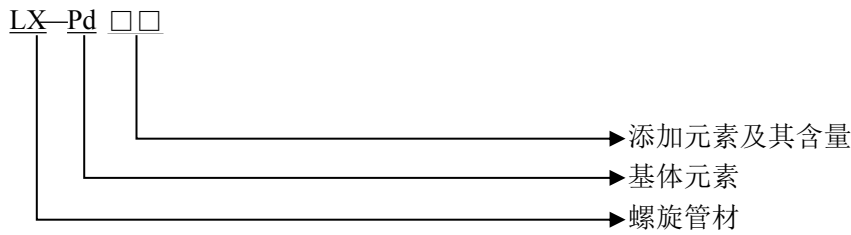
产品按不同的形态分为钯合金直管（T）和钯合金螺旋管（LX）两类。其中直管管材按硬态供货，螺旋管按退火态供货。

4.2 产品标记



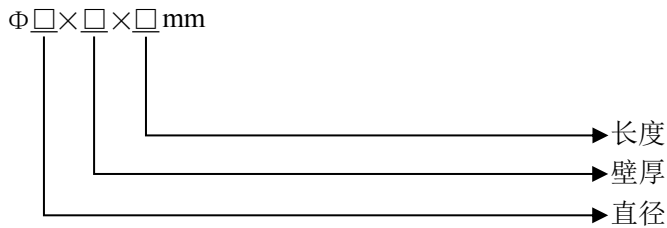
示例：

T-Pd80Ag 表示含 80%钯，添加元素为银的钯银合金直管。



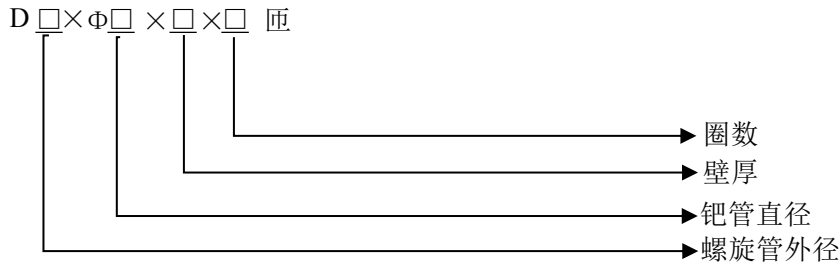
示例:

LX-Pd80Ag 表示含 80%钯, 添加元素为银的钯银合金螺旋管材。



示例:

Φ2×0.08×520 mm 表示钯合金直径为 2 mm, 壁厚为 0.08 mm、长度为 520 mm 的管材产品。



示例:

D65×Φ2×0.08×50 匝 表示外径 65 mm, 钯合金管直径为 2 mm, 壁厚为 0.08 mm、匝数为 50 匝的螺旋管材产品。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 钯合金管材的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分

序号	合金牌号	主要成分 (质量分数) /%				
		Pd	Ag	Au	Ni	Y
1	T-Pd99.99	≥99.99%	-	-	-	-
2	T-Pd99.95	≥99.95%	-	-	-	-
3	T-Pd80Ag	余量	20±0.5	-	-	-
4	T-Pd75Ag	余量	25±1.0	-	-	-
5	T-Pd70AgAu	余量	25±1.0	5±0.5	-	-
6	T-Pd72AgAuY	余量	23±1.0	3±0.5	-	2±0.5
7	T-Pd73.7AgAuNi	余量	23±1.0	3±0.5	0.3±0.05	-
9	T-Pd93.2Y	余量	-	-	-	6.8±0.5

5.1.2 螺旋管不锈钢接头材料选用 06Cr19Ni10 (sus 304)、0Cr17Ni12Mo2 (sus 316) 022Cr17Ni12Mo2 (sus 316L), 成分应符合 GB /T1220 中的规定。

5.2 规格及尺寸偏差

5.2.1 钎合金直管

5.2.1.1 钎合金直管管材长度采用定尺与不定尺供货。定尺长度允许偏差为+3 mm，可根据用户要求一端用管堵封头，不定尺长度为 200 mm~1500 mm。管材的尺寸及允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 规格及尺寸偏差

单位为毫米

外径	外径允许偏差	壁厚					
		0.05~0.10	>0.10~0.15	>0.15~0.20	>0.20~0.30	>0.30~0.40	>0.40~0.50
		壁厚允许偏差					
1.0~2.0	-0.02	±0.01	±0.015	±0.02	±0.03	-	-
>2.0~3.5	-0.03					±0.04	±0.05
>3.5~4.5	-0.04	-	-				
>4.5~6.0	-0.05	-	-				
>6.0~8.0	-0.06	-	-				
>8.0~10.0	-0.08	-	-				

5.2.1.2 钎合金直管管材的弯曲度不大于 8 mm/m。

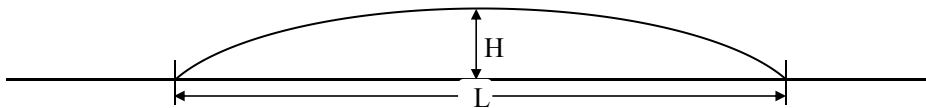


图 1 弯曲度示意图

弯曲度按公式 (1)、图 1 计算：

$$Q=H/L \text{-----} (1)$$

式中：

Q-----弯曲度，毫米每米 (mm/m)

H-----弦高，毫米 (mm)

L-----长度，米 (m)

5.2.2 钎合金螺旋管

5.2.2.1 钎合金螺旋管产品的形状和尺寸如图 2，管材的尺寸及允许偏差应符合表 2 的规定。

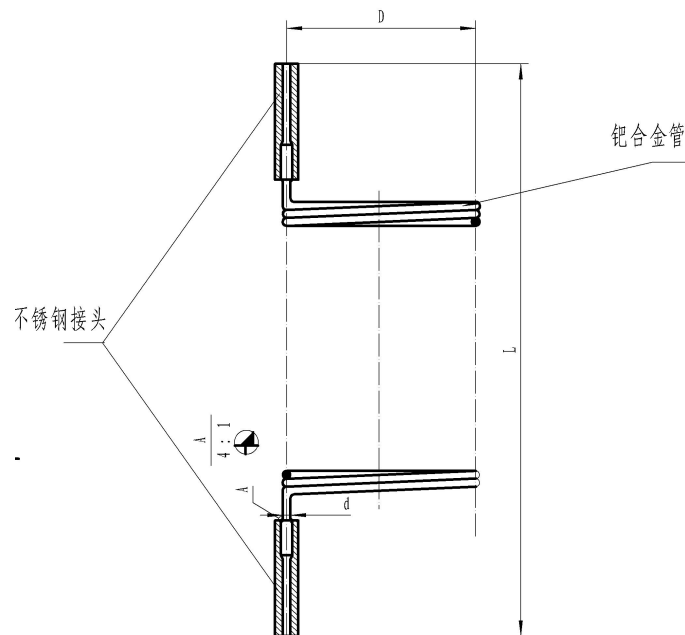


图 2 钎合金螺旋管产品示意图

5.2.2.2 钎合金螺旋管和不锈钢接头间采用钎焊接头形式连接。

5.2.2.3 螺旋管的外径及其允许偏差、螺线圈匝数、螺旋管长度和焊接点数应符合表 3 的规定。

表 3 螺旋管外径及其允许偏差、螺线圈匝数、螺旋管长度和焊接点数

直管外径d (mm)	螺旋管外径/D(mm)	螺旋管长度/L (mm)	螺线圈匝数/匝	焊接点数/个
1.0~4.0	65±5	120~350	50	≤5
	65±5	180~500	100	≤8
2.0~4.0	75±5	180~350	50	≤5
	75±5	280~500	100	≤8

注：经双方协商，可供应其它规格的螺旋管。

5.3 打压检测

直管管材在 0.8 MPa 气压下水检不漏气；

钯合金螺旋管在 1.2 MPa 气压下，保压 30 s~60 s，无泄漏、畸变。

5.4 泄漏率试验

钯合金螺旋管需进行氦泄漏检查，泄漏率： $\leq 2 \times 10^{-9} \text{ Pa/m}^3 \cdot \text{s}$ 。

5.5 透氢性能

在温度为 450 °C，原氢侧压力与纯氢侧压力差为 0.16 MPa 时，管材透氢速率如表 4。供货时不提供透氢速率数据。

表 4 透氢速率

牌号	管材规格/mm	透氢速率 J/ (cm ³ /cm ² ·s) ≥
T-Pd99.99	Φ2×0.08×220	0.6
T-Pd99.95	Φ2×0.08×220	0.6
T-Pd80Ag	Φ3×0.08×220	0.9
T-Pd75Ag	Φ3×0.08×220	0.9
T-Pd70AgAu	Φ2×0.08×220	0.6
T-Pd72AgAuY	Φ2×0.08×220	0.8
T-Pd73.7AgAuNi	Φ2×0.08×220	0.8
T-Pd93.2Y	Φ2×0.08×450	1.6

5.6 表面质量

5.6.1 管材的内外表面应光滑清洁，不允许有起皮、针孔、气泡、裂纹等缺陷。管材表面允许有轻微的、局部的不超出管材允许偏差的凹坑及修理痕迹等缺陷，允许有轻微的氧化色。

5.6.2 管材的表面粗糙度 Ra 值不大于 6.3 μm。

6 试验方法

6.1 化学成分分析

6.1.1 钯合金主成分分析按 GB/T1420、GB/T 15072.1、GB/T 15072.5、GB/T 15072.15 和 YS/T372.19 的规定进行。

6.1.2 不锈钢接头成分分析按 GB/T 1220 的规定进行。

6.2 规格及尺寸偏差

6.2.1 管材尺寸检测按 GB/T15077 的规定进行。

6.2.2 管材的凸起部分向上，放在平台上，用直尺或塞尺测量其弯曲度。

6.2.3 螺旋管匝数和焊点个数通过目视检查。

6.3 打压检测

打压试验按照附录 A 的规定进行。

6.4 泄漏率试验

钎合金螺旋管泄漏率检测按 QJ 3123 的规定进行。

6.5 透氢性能

透氢速率的测量按照附录 B 的规定进行。

6.6 表面质量

6.6.1 产品的外观质量采用目视检查，如发现异常现象，则用 10 倍放大镜鉴别。

6.6.2 产品表面粗糙度采用双管显微镜或表面粗糙度对比样块进行测定。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 每批管材应由供方检验部门进行检验，保证产品质量符合本标准（或订货合同）的规定，并填写质量证明书。

7.1.2 需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验，如检验结果与本标准(或订货合同)的规定不符时，应在收到产品之日起 3 个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样应由供需双方共同进行。

7.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、炉次、状态、规格和按同一加工工艺生产的产品组成。

7.3 检验项目及取样

检验项目及取样应符合表 5 的规定。

表 5 检验项目及取样

检验项目	取样位置	取样数量	要求的章条号	检验的章条号
化学成分	铸锭中部	每炉一个	5.1.1	6.1.1
接头成分	任意部位	每批一个	5.1.2	6.1.2
尺寸偏差	任意部位	直管总根数的 5%， 但不少于 3 根；螺旋 管逐个检验	5.2	6.2
打压检漏	任意部位	逐根检验	5.3	6.3
泄漏率	任意部位	全数检验	5.4	6.4
外观质量	任意部位	逐根检验	5.6.1	6.6.1
表面粗糙度	任意部位	每批一个	5.6.2	6.6.2

7.4 检验结果判定

7.4.1 化学成分、尺寸偏差、表面粗糙度如有不合格时，允许加倍取样进行重复试验，重复试验结果不合格则判该批产品不合格。

7.4.2 外观质量、打压检漏不合格时，则判该根（套）不合格。

7.4.3 泄漏率检测不合格时，则判该根（套）不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志

在已检验合格的产品应附上如下标志：

a) 产品名称；

- b) 合金牌号;
- c) 交货状态;
- d) 批号;
- e) 规格;
- f) 重量/数量;
- g) 包装日期。
- h) 包装箱外应注明“防潮”、“轻放”等字样或标志。

8.2 包装

直管材应用软纸逐根包装。同一炉号(批号)、规格和状态的管材扎成一捆,用塑料薄膜包裹捆扎,装入木箱,并用软物填充。钽合金螺旋管应进行单套包装。包装时,应先固定,用软纸包装,再用薄海绵包裹,装入木箱并用填料填固。

8.3 运输和贮存

8.3.1 产品运输过程中,应防止碰伤、擦伤和压伤。

8.3.2 产品应保存于干燥、无腐蚀性气氛的场所。

8.4 随行文件

每批管材应附有产品质量证明书,注明:

- a) 供方名称;
- b) 产品名称;
- c) 合金牌号;
- d) 规格;
- e) 交货状态;
- f) 批号;
- g) 数量;
- h) 各项分析检验结果和技术监督部门检印;
- i) 本标准编号;
- j) 出厂日期。

9 订货单(或合同)内容

订购本标准所列产品的订货单(或合同)内应包括下列内容:

- a) 产品名称;
- b) 合金牌号;
- c) 交货状态;
- d) 规格;
- e) 数量;
- f) 本标准编号;
- g) 其他。

附录A
(规范性)
管材的打压检漏检验方法

A.1 范围

本方法规定了管材打压检漏的设备、材料、取样、检验方法和检验结果的判定等。
本方法适用于氢气净化用钽合金管材的打压检漏试验。

A.2 方法提要

使管材承受一定压力的气体，在水中观察有无漏气现象。

A.3 试验设备及材料

A.3.1 空气压缩机：额定工作压力不小于 1.2 MPa。

A.3.2 水槽：尺寸为 2000 mm×300 mm×200 mm 的金属或塑料槽。

A.3.3 耐压橡胶管：根据管材外径的不同，选择不同的内孔尺寸、耐压值应大于 1.5 MPa 的橡胶管。

A.3.4 金属清洗剂或汽油。

A.4 取样及试样制备

A.4.1 取所有成品管材作为测试样品。

A.4.2 按合同（订货单）要求，将所取样品用金属清洗剂清洗干净。

A.5 检验方法

A.5.1 用橡胶堵头封闭管材的一端，另一端用耐压橡胶管与空气压缩机相连接，放入槽中水下 10 cm 处。

A.5.2 将空气压缩机压力调至所需压力。

A.5.3 轻轻开启空气压缩机与耐压橡胶管之间的阀门，缓缓升至所定压力。

A.5.4 仔细观察检验管材在水中是否发生变形，表面是否有冒水泡现象，并保压 1 min。

A.6 检验结果的判定

保压 1min 后管材未变形，表面无冒水泡现象，则该检验管合格，否则不合格。

附录B
(规范性)
透氢速率的测量方法

B.1 范围

本方法规定了测量钎合金管材透氢速率的设备、仪器、试样制备和测量方法。
本方法适用于 $\Phi 1.5\text{ mm} \sim \Phi 3\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 管材透氢速率的测试。

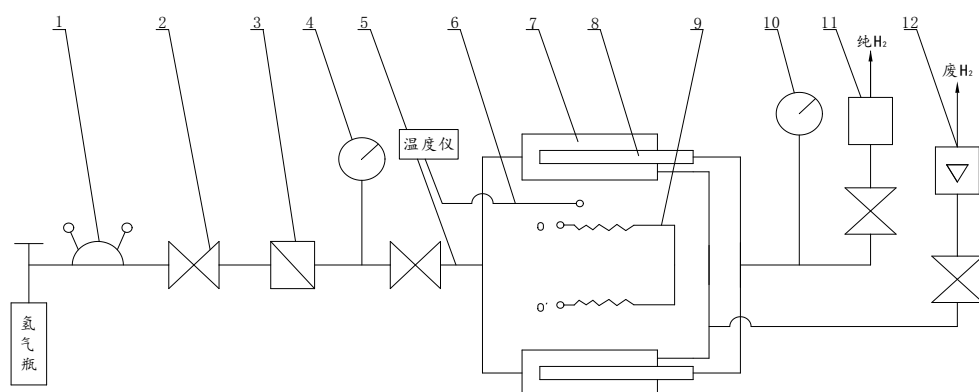
B.2 方法提要

当材料的成分和规格（几何尺寸）确定以后，在一定工作条件下（压差、温度等），测量该材料单位面积、单位时间所能透过的氢气量。

B.3 试验设备、仪器及材料

B.3.1 透氢速率测量装置

透氢速率测量装置示意图如图 B.1 所示。



1—分压表；2—调节阀；3—过滤器；4—初氢精密压力表；5—氢气管路；6—热偶计；7—扩散室
8—钎合金管；9—加热器；10—纯氢压力表；11—纯氢质量流量计；12—废氢流量计

图 B.1 透氢速率测试仪装置示意图

B.3.2 试验设备及仪器

B.3.2.1 电源： $\sim 3 \times 380\text{ V}$ 。

B.3.2.2 真空泵：电机功率为 250 W，极限真空为 $6 \times 10^{-2}\text{ Pa}$ 。

B.3.2.3 温度控制仪：带有自动控制系统，使用温度应可达 $600\text{ }^\circ\text{C}$ ，温差不应大于 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 。

B.3.2.4 初氢压力表：精确度不低于 0.4 级。

B.3.2.5 纯氢压力表：精确度不低于 2.5 级。

B.3.2.6 质量流量控制仪：精确度应达 1.0 级。

B.3.2.7 氢源：瓶装普氢

B.3.3 材料

B.3.3.1 钎合金管：直径 $\Phi 1.5\text{ mm} \sim \Phi 3\text{ mm}$ ，长度不大于 300 mm。

B.3.3.2 氢气管路： $\Phi 3.0\text{ mm}$ 的不锈钢管

B.3.3.3 汽油及其他清洗器具。

B.4 取样及试样制备

B.4.1 取样

取检漏合格的管材作为试验样品。

B.4.2 试样处理

用汽油或金属清洗剂清洗干净、烘干。

B.5 测量步骤

B.5.1 测量准备

B.5.1.1 安装待测钨合金管，用镍丝做堵头，封闭管材的一端，以 B-Ag70CuPd 合金做钎料，在氩气保护下高频钎焊，检漏。

B.5.1.2 连接电源与测试仪

B.5.1.3 将各阀门均置于关闭状态

B.5.2 抽真空

启动机械泵，打开真空泵阀，抽空管路气体；打开样室进气阀，抽空初氢室；打开连通阀、样室纯氢阀，抽空纯氢室；关闭纯氢阀、连通阀、样室进气阀、真空泵阀，关闭真空泵。

B.5.3 加热

设定好温度控制器的温度值，启动加热器，将电流调至 2A 左右，按下测量阀。

B.5.4 测试

待加热炉达到设定温度时，打开初氢进气阀、样室进气阀，将氢气送入样室；打开样室初氢放气阀、废气调节阀，将废气调节到所需流量；打开样室纯氢放气阀、纯氢压力校准阀和质量流量计，观察流量值，待稳定 5 分钟后，进行测试并记录流量数据。

B.5.5 透氢速率计算

透氢速率按公式 (B.1) 计算：

$$J=Q/\pi DL \text{-----} \text{ (B.1)}$$

式中：J----透氢速率，立方厘米每平方厘米每秒 ($\text{cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{s}$)

Q----纯氢流量，立方厘米每秒 (cm^3/s)

D----管材外径，厘米 (cm)

L----管材长度，厘米 (cm)

B.6 试验报告

透氢速率测试报告应包括下列内容：

- a) 合金牌号；
- b) 批号；
- c) 规格、状态；
- d) 测试结果；
- e) 测量日期；
- d) 测量人员、审核人。

附录C
(资料性)
新旧牌号对照关系

C.1 新旧牌号对照关系

新旧牌号对照关系如表 C.1。

表 C.1 新旧牌号对照表

序号	新牌号	曾用牌号
1	T-Pd99.99	Pd1
2	T-Pd99.95	Pd2
3	T-Pd80Ag	PdAg20
4	T-Pd75Ag	PdAg25
5	T-Pd70AgAu	PdAgAu25-5
6	T-Pd72AgAuY	PdAgAuY23-3-2
7	T-Pd73.7AgAuNi	PdAgAuNi23-3-0.3
8	T-Pd93.2Y	PdY8at%