

燃料化学工业部化学矿山局组织编写

塑料管在化学矿山 井下的应用

燃料化学工业出版社

72

内 容 提 要

在化学矿山井下用塑料管代替钢管作压风和供排水管道,在我国已有十余年的历史,并取得了一定的经验。井下使用塑料管不仅较有效地解决了井下管道的腐蚀问题,而且安装和维修均较方便,大大减轻了工人的劳动强度。

全书共分以下三部分介绍。第一化学矿山的特点;第二井下常用塑料管的性能、规格及其选用;第三塑料管在井下施工及安装的一些问题。

塑料管在化学矿山井下的应用

(只限国内发行)

燃料化学工业部化学矿山局组织编写

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₃₂

印张1¹/₄

字数26千字

印数1—10,000

1975年3月第1版

1975年3月第1次印刷

书号15063·内702(化-263) 定价0.11元

毛主席语录

开发矿业。

人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

FB520/84

前 言

建国以来，化学矿山的广大革命职工在毛主席无产阶级革命路线的指引下，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，大力开展“工业学大庆”的群众运动，自力更生，艰苦奋斗，迅速改变了旧社会遗留下来的化学矿山极端落后的面貌，并以飞快的速度向前发展着。为我国化学工业各部门特别是为农业发展所必需的肥料工业、农药工业以及医药、国防工业等提供了重要的基础原料，保证了这些工业部门的迅速发展。在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，化学矿山革命和生产形势越来越好，一个大打矿山之仗，大办化学矿山的群众运动正在蓬勃兴起。

和化工生产一样，化学矿山约有80%的矿山存在着管道腐蚀问题。随着化学矿山的发展，对井下管道的防腐蚀要求显得愈益迫切。在大跃进的1958年，化学矿山的广大职工，发扬敢想、敢闯、敢干的大无畏革命精神，为减少腐蚀，节约钢材，吸取了化工厂经验，开始把塑料管用于井下，作压风和供排水的管道。这有效地解决了井下管道的腐蚀问题，同时减轻了安装、维修工人的劳动强度，提高了劳动效率。

经过无产阶级文化大革命，化学矿山革命和生产形势一派大好，井下所用塑料管的品种与数量均有了新的发展。

实践证明，塑料管具有不少优点，深受工人同志的欢迎。为适应当前我国化学矿山飞跃发展的需要，进一步促进塑料管在化学矿山井下的大量应用，遵照伟大领袖毛主席“要认真总

总结经验”的教导，燃化部化学矿山局组织江苏省潭山硫铁矿、浙江省衢州化工厂龙游黄铁矿、常州塑料厂、常州增强塑料厂和燃化部化工矿山设计研究院等单位组成三结合编写小组，深入化学、煤炭、冶金矿山调查研究，总结了十五年来化学矿山井下“以塑防腐”节约钢材的经验，供从事矿山工作的同志在推广使用塑料管时参考。

因水平所限，不妥之处希广大读者批评指正。

目 录

第一章 化学矿山特点.....	1
第二章 化学矿山井下常用塑料管的性能、规格和选用...	8
一、硬聚氯乙烯和聚乙烯塑料的性能.....	8
二、硬聚氯乙烯管的规格.....	12
三、硬聚氯乙烯管质量指标.....	12
四、井下应用塑料管的选择.....	12
五、塑料管的储存和运输.....	15
第三章 塑料管的施工安装.....	16
一、硬聚氯乙烯管安装焊接工具和设备.....	16
二、硬聚氯乙烯管的管附件.....	18
三、塑料管的联接.....	20
四、井下塑料管的安装.....	25
五、技术经济指标.....	28
附录：塑料管在部分矿山井下应用情况一览表.....	30

第一章 化学矿山特点

化学矿有二十余种，其中80%是为农业生产服务的，如磷矿、硫铁矿、钾矿、硼矿、蛇纹石矿、白云石矿、碑矿、天然碱、石灰石及含碘物等，均是化肥、农药等产品的主要原料。这些矿物多数在矿山井下存在着腐蚀介质（见表1），与井下的水和空气产生酸性水，使钢管受到腐蚀，其中尤以硫铁矿最为严重。例如潭山硫铁矿和龙游黄铁矿，井下水 pH 值为 2.1~2.8，其中 SO_4^{2-} 含量为 2945~2500 毫克/升，井下气体中含有酸雾，对钢铁管道内外的腐蚀均较严重。把内外均涂有防腐漆的有缝钢管和无缝钢管安装在井下作排水管时，前者仅两个月就会腐蚀穿孔，后者也仅能用半年左右。特别是焊缝、弯头和滴水处腐蚀更为严重，在巷道有滴水的地段，不到两星期就会烂穿（见图1）。一个年产十万吨矿石的矿山，基建时期就需要各种规格的钢管三千五百米至四千米（约30吨重）。在这

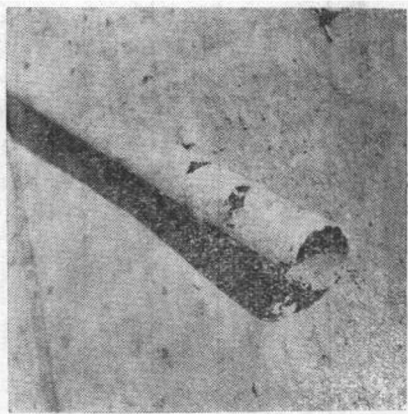


图 1 井下钢管道腐蚀情况

种情况下，化学矿山井下钢材的消耗量是很可观的。此外，从维护和更换管道对生产的影响来看，潭山硫铁矿使用钢管平时

表 1 部分化学矿山井下腐蚀性介质简要分析表

矿 指 标 名 称	水 中 含 量, 毫克/升						空气中含量, 毫克/升					
	pH值	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	总Fe	Na ⁺ K ⁺	SO ₂	CO	CO ₂	N ₂ O ₅
潭山硫铁矿	2.8	25000	—	—	—	—	1000	—	0.0007	0.0075~ 0.0092	0.492~ 1.03	—
龙游黄铁矿	2.1~ 2.7	2945~ 11072	—	—	—	37.1~ 64.5	2943	—	0.002~ 0.0003	0.014~ 0.299	—	0~ 0.0085
向山硫铁矿	2.9	1226~ 2932	—	—	—	—	0.73~ 234.94	—	—	—	—	—
锦屏磷矿	7.2	91.78	193.75	4.8	262.70	0.44	—	—	—	0.11~ 0.20	2.17~ 2.77	0~ 0.02
荆襄磷矿	7.9~30~ 8.2	90.1	333.7~ 417.9	0~ 19.2	2.7~ 42.46	—	0.15~ 0.62	—	—	—	—	—
平阳矾矿	<7.0	<100	—	—	<30	—	—	—	—	0.024	—	—
大浦磷矿	6.5	2977.8	355.74	9.72	14681.08	1	—	8160.75	—	—	—	—

要设专人检查维修，每年还要停产更换两次。更严重的是由于设在井筒中的排水管需要经常停产检查维修和更换管道，每年约少出300吨矿，损失价值达13000元。因此可以看出，在化工矿山生产中寻找防腐蚀的管材是急需解决的一个问题。

1958年辽宁省新宾硫铁矿首先把硬聚氯乙烯管用于井下作排水管代替钢管。随后，苏州潭山硫铁矿、浙江衢化龙游黄铁矿分别于1964年和1966年亦采用硬聚氯乙烯管代替钢管作压风和供排水管，至今硬聚氯乙烯管仍在井下使用，已达8~10年。管道情况仍较完好，管内壁仅有一层污垢，剥除污垢光洁如新，据某合成材料老化研究所检验证明，仍可继续使用。表2为某合成材料老化研究所检验的已用了十年的 $\phi 100$ 硬聚氯乙烯的排水管的收缩率及腐蚀度。

表 2 在井下使用十年的硬聚氯乙烯排水管的
收缩率及腐蚀度*

		已用10年的管	该所1964年曝晒的同配方管的原值
轴向尺寸收缩率，%		0.61	2.77
周向尺寸收缩率，%		0.83	0.4
腐蚀度， 克/米 ²	40% NaOH	0.95	2.50
	30% H ₂ SO ₄	0.57	0.46
	30% HCl	0.18	0.46
	40% HNO ₃	0.27	0.12

* 提出报告日期：1974年6月。

目前，潭山和龙游两硫铁矿使用的塑料管由初期的硬聚氯乙烯管一个品种，发展到聚乙烯软管和硬聚氯乙烯增强管三个品种，随着使用技术的不断提高，使用规格由初期只能用直径2~3吋的发展到使用直径4~6吋的，由简单的直管发展到自制塑料弯头、三通、法兰和吸水阀等一般管件。潭山硫铁矿井下

管道目前除易受撞击地段外，均已采用塑料管代替钢管，其长度占管路总长的85.2%；龙游黄铁矿井下使用塑料管的长度达到占管路总长的95.4%，其中溪口矿区井下管路100%的采用了塑料管。潭山硫铁矿自1964年开始使用塑料管到1974年共节约钢材148吨多，据统计1968~1973年六年中共节约钢材资金达四万元；龙游黄铁矿从1968年开始计算到1973年共用了塑料管16000余米，重量达42吨，代替钢材129吨。据统计龙游黄铁矿1970年每一万吨矿石消耗钢管1.2吨，1972年为0.4吨，下降了67%。

塑料管在我国化学矿山井下有成效地应用，解决了井下管道腐蚀问题，节约了钢材，促进了矿山生产的发展。现就化学矿山井下应用塑料管方面的一些特点分述如下：

(一) 目前地下开采的化学矿山，中小型居多，工作面狭窄，巷道断面一般较小，大部分只有4~7米²，回旋余地小，使井下所需压风、供水、排水管道的安装、维修比较困难。此外，随着巷道不断地掘进延伸，回采工作面不断更替变动，所有管道需经常拆装。一般情况下，中小型矿山每开采一万吨矿石，就需要掘进200~300米巷道，同时安装近千米的管道，若用钢管，不但所需劳动力较多，劳动强度大，而且工效也低。而塑料管比重小（硬聚氯乙烯为1.35~1.6，聚乙烯为0.92~0.96），硬聚氯乙烯管只相当于钢管重量的1/5，聚乙烯软管则更轻，搬运和安装轻便，劳动强度低，劳动效率高。如4吋钢管在搬运时需两人抬一根，而4吋硬聚氯乙烯管一个人可扛2~3根，工效提高4~6倍；在平巷中安装100米长的3吋钢管需48小时，而安装100米长的3吋硬聚氯乙烯管，约需6小时，工效提高了8倍。聚乙烯软管因其重量轻、可挠性好，故每根长50~150米，安装时接头少，如100米长的钢管需要用25对法

兰联接，而软管只需2个接头，安装工效更有较大的提高，一般平巷安装100米长的1吋钢管需20小时，安装聚乙烯软管只需2小时，工效提高约10倍。

(二) 化学矿山多数具有腐蚀性，除硫铁矿外，磷矿也有 F^- 、 Cl^- (高达14681.08毫克/升) 的腐蚀现象，其它如砷矿、矾矿等的选矿废水对设备管道都有不同程度的腐蚀，而塑料管化学稳定性高，能耐多种化学物质的腐蚀；塑料由于受光、受热及长期风吹、雨淋等因素影响，性能逐渐变坏，这种现象称为“老化”。而矿山井下不受风吹、雨淋，没有日光照射，无紫外线影响；气温变化不大，一般在 $20\sim 35^{\circ}C$ ，没有骤冷骤热和过高过低的温度变化，而硬聚氯乙烯管的使用工作温度为 $-10\sim +60^{\circ}C$ ，聚乙烯软管的使用工作温度为 $-40\sim +60^{\circ}C$ ，与井下温度相适应，故其使用寿命长。

(三) 井下压风设计只有8公斤/厘米²，随着管路的增长而压力降低，到工作面只有4~5公斤/厘米²。排水管的压力随井筒的深度而增加，一般百米深的井较多，使用压力在10公斤/厘米²左右。硬聚氯乙烯管有一定的耐压强度，根据轻工部1973年部颁标准草案中规定的硬聚氯乙烯管耐压数据，能满足井下输送压缩空气和供排水的需要；聚乙烯软管的耐压强度较低，可在井下平巷和高差不大的斜巷中使用。常州塑料厂和常州增强塑料厂分别对本厂生产的几种不同规格的硬聚氯乙烯管和聚乙烯软管做了瞬时液压爆破试验，其结果见表3和表4。

(四) 矿山井下有时会发生冒顶、片帮、落碎石的现象，发生突然的冲击。硬聚氯乙烯管虽有一定的弹性，能耐一定的冲击，在室温($20^{\circ}C$)下其抗冲击强度与钢管比较约为钢管的1/3，这是硬聚氯乙烯管最大的弱点。我们做了硬聚氯乙烯管的冲击性试验，从试验结果表明如无特殊情况硬聚氯乙烯管在

表 3 硬聚氯乙烯管液压爆破试验数据

规格 (吋)	外径 (毫米)	壁厚 (毫米)	爆破压力 (公斤/厘米 ²)	备 注
1	32	3.5	155	1. 试验方法, 根据1973年轻工部硬聚氯乙烯管材部颁标准(草案)第十九条液压试验要求进行的; 2. 试验温度为10~20℃; 3. 表中所列数值为试样打至爆破的压力
2	60	5	115	
3	90	7	75	
4	110	7	75	
6	168	9	40	
8	218	9	36	
10	270	10	32	

表 4 聚乙烯软管液压爆破试验数据

规格 (吋)	外径 (毫米)	壁厚 (毫米)	爆破压力 (公斤/厘米 ²)	备 注
1	32	3.5	22	1. 试样长度为800~1000毫米; 2. 试验温度为8~10℃; 3. 表中所列数值为试样打至爆破的压力
1 1/2	46	6	33	
2	64	6.5	23	
3	90	6.5	15.5	

井下还是可以安全使用的。

(五) 塑料与流体或固体摩擦会产生静电, 静电积累达到一定电动势就会突然放电。矿山井下管道输送的是空气和水两种流体, 亦有可能产生静电, 但矿山井下有地下水、承压水和裂隙水等, 且涌出水量较大, 还有防尘净化空气用水, 故使井下空气相对湿度较高, 一般在70~85%之间, 自然在管外形成一层湿膜, 这层湿膜可起到表面导体作用, 及时将静电导去, 无静电积累及放电现象, 据化学矿山十几年使用塑料管的实践证明, 也从未发生过放电现象。根据淮南和徐州矿务局的现场实测资料, 在相对湿度为25%和91%的情况下静电为零。

表 5 硬聚氯乙烯管冲击试验数据

硬管规格	管内压力 (公斤/厘米 ²)	落锤高度 (米)	锤 重 (公斤)	冲击次数	试 验 结 果
6 吋	10	1	2	3	未 破
			3	3	未 破
			4	3	未 破
			5	3	第三次击破
6 吋	无	1	2	3	未 破
			3	3	未 破
			4	3	未 破
			5	1	第一次击破
10吋	8	1	2~5	各 3	5公斤击7次未破
	8	2	2	3	未 破
			5	1	一 次 击 破

第二章 化学矿山井下常用塑料管的性能、规格和选用

目前,我国化学矿山井下使用的塑料管管道有硬聚氯乙烯管、聚乙烯软管和硬聚氯乙烯增强管三种。

聚氯乙烯和聚乙烯是我国目前产量最多,广泛使用的两种塑料,比重小,有一定的机械强度和良好的耐腐蚀性、机械加工性和可焊性,又可注塑和模压成型。聚乙烯尚具有一定的柔韧性。因此,此两种塑料制成的管道,在化学矿山井下应用是有其发展前途的。

一、硬聚氯乙烯和聚乙烯塑料的性能

表 6 硬聚氯乙烯的耐腐蚀性能

介 质	浓 度 (%)	温 度 (℃)	稳 定 性	介 质	浓 度 (%)	温 度 (℃)	稳 定 性
硝 酸	20	40	稳 定	硫 酸	50	40	稳 定
	40	40	稳 定		70	20	稳 定
	50	20	稳 定		90	20	尚 稳 定
	65~70	20	尚 稳 定		发烟硫酸	20	不 稳 定
盐 酸	20	40	稳 定	醋 酸	10	20	尚 稳 定
	35	40	稳 定		30	20	稳 定
氢氧化钠	20	40	稳 定		100	20	不 稳 定
	40	20	稳 定	铬 酸 磷 酸 草 酸	中 等	常 温	尚 稳 定
	40	40	稳 定		中 等	常 温	稳 定
硫 酸	10	40	稳 定		中 等	常 温	稳 定
	30	40	稳 定				

(一) 硬聚氯乙烯的性能

1. 耐腐蚀性能 除强氧化性酸（如浓硝酸、发烟硫酸）、芳香族化合物、含氟的碳氢化合物和有机溶剂外，硬聚氯乙烯对一般的酸、碱介质都是稳定的。它在各种腐蚀性介质中的化学稳定性见表6。

2. 物理机械性能 物理机械性能见表7。

表7 硬聚氯乙烯的物理机械性能

名	称	指	标					
比 重		1.35~1.60						
马丁耐热度(℃)		≥65						
腐蚀度(克/米 ²)		±2						
泊桑系数		0.34~0.35						
线膨胀系数(1/℃)		-80×10 ⁻⁶						
导热系数(大卡/米·小时·℃)		0.13						
弹性模量 (20~50℃)(公斤/厘米 ²)		32×10 ³						
拉伸强度(公斤/厘米 ²)		$\sigma_b^t = \sigma_b^{20} - 6.25(t - 20)$ σ_b^{20} ——20℃时的拉伸强度。管材为 350 公斤/厘米 ² t ——工作温度℃(0~60℃)						
静弯曲强度(公斤/厘米 ²)		$\sigma_u^t = \sigma_u^{20} - 11.5(t - 20)$ σ_u^{20} ——20℃时的静弯曲强度 t ——工作温度℃(0~60℃)						
长期拉伸强度(公斤/厘米 ²)		在无可靠数据以前，可取相应温度下拉伸强度 的1/2						
冲 击 韧 性 (公斤·厘米/厘米 ²)	温度(℃)	-20	-10	-5	0	5	10	20
	数 值	30	34	40	42	48	58	>150
延 伸 率 (%)	温度(℃)	10	20	30	40	50	60	—
	数 值	32	34	40	78	111	142	—

[注] (1) 60°C时的弹性模量为 27×10^3 公斤/厘米²；

(2) 除指明外，表中所列各值均为20°C时性能。

(二) 聚乙烯塑料的性能

1. 耐腐蚀性能 聚乙烯的耐腐蚀性能, 总的来说和硬聚氯乙烯差不多, 在一些介质中 (如氢氟酸、甲酸), 它优于硬聚氯乙烯, 而在另一些介质中 (如氯、硝酸、乙醛), 则不如硬聚氯乙烯, 表 8 列出的是聚乙烯在一部分介质中的耐腐蚀性能, 在这些介质中聚乙烯和硬聚氯乙烯的耐腐蚀性是有差别的。

表 8 聚乙烯的耐腐蚀性能

介 质	浓度 (%)	温度 (°C)	耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓度 (%)	温度 (°C)	耐 腐 蚀 性 能
氢 氟 酸	70	60	尚 耐	庚 烷	100	20	不 耐
氢 氟 酸	浓	<60	耐	乙 醛	100	20	不 耐
氯	—	20	尚 耐	甲酸(蚁酸)	79	50	耐
硝 酸	50	50	尚 耐	醋酸(乙酸)	100	20	尚 耐
硝 酸 铁	饱和	20	尚 耐	醋 酸	100	60	尚 耐
硫 酸	70	20	尚 耐	醋 酸 乙 酯	100	20	尚 耐
硫 酸	70	60	不 耐	醋 酸 乙 酯	100	60	不 耐
高 锰 酸 钾	20	20	不 耐	苯 胺	100	20	尚 耐
氯 化 铁	饱和	20	尚 耐	苯 胺	100	60	不 耐
氢 溴 酸	50	20	不 耐				

2. 物理机械性能 聚乙烯是结晶性聚合物, 结晶度大小对于它的机械性能有很大的影响, 结晶与密度有直接的关系。高压聚乙烯的结晶度约为65~75%, 密度0.92~0.93克/厘米³, 所以又称低密度聚乙烯; 低压聚乙烯的结晶度约为85~95%, 密度0.94~0.96克/厘米³, 所以又称高密度聚乙烯。表 9 列的是不同密度的聚乙烯在室温下的几项主要性能指标。

(三) 硬聚氯乙烯管的增强

由硬聚氯乙烯制成的硬聚氯乙烯管, 虽然具有不少优点, 但因其耐压与抗冲击强度较低, 限制了只能在百米左右深的矿

表 9 聚乙烯的物理机械性能

性能指标	单位	数	值
密度	克/厘米 ³	0.92~0.93	0.94~0.96
结晶度	%	65~75	85~95
分子量	—	2.5~5万	<35万
导热系数	千卡/米·小时·℃	0.25	0.346
线膨胀系数	1/℃	22×10^{-5}	12×10^{-5}
晶体熔点	℃	105~120	125~130
抗拉强度	公斤/厘米 ²	120~180	220~400
抗弯强度	公斤/厘米 ²	120~170	200~380
抗弯弹性模量	公斤/厘米 ²	1500~2500	5000~8000
断裂延伸率	%	300~500	20~100
布氏硬度	公斤/毫米 ²	25	25
体积电阻	欧姆·厘米	10^{17}	10^{17}
介电常数	10^6 赫兹时	2.3~2.4	2.2~2.3
介电损失角正切	10^6 赫兹时	0.0005	0.0003
耐击穿电压	千伏/毫米	45~60	45~60

井中使用,为扩大使用范围,使其能在更深的矿井中使用,就必须采取增强措施,以提高耐压和抗冲击强度。目前采取增强的方法是:将硬聚氯乙烯管外壁用丙酮洗去油污,后用砂轮或木锉打毛,用纱布擦拭干净,均匀涂上粘结剂,缠以涂好粘结剂的玻璃丝布,缠过即压实,使其与管壁密切粘结,不应有气泡和脱胶现象,一般缠2~3层。增强后的硬聚氯乙烯管较之原管其耐压耐冲击强度有明显的增加。

这种用玻璃丝布缠绕的方法尚不理想,因玻璃丝布面积较大,不易拉紧拉平,缠绕操作困难,易造成缠压不匀,产生气泡和脱胶等现象,质量不好保证。最好采用浸透粘结剂的玻璃丝带(宽20公分左右)缠绕,方法是:第一层用顺时针方向缠绕,缠绕时要将玻璃丝带拉紧拉平,随缠随压。第二层用反时