

文章编号: 1007-4929(2007)01-0029-03

轻型镁合金喷灌移动管道的研制

李金山¹, 黄修桥¹, 郑庚石²

(1. 水利部 农田灌溉研究所, 河南 新乡 453003; 2. 山西征宇喷灌有限公司, 山西 太原 030008)
中国农科院

摘要:通过对材料合金成分的对比与筛选, 确定了喷灌用镁合金管道的成分配方。设计了用于镁合金管道挤压的专用模具, 采用先进的镁合金管道表面防腐处理工艺, 在国内首次研制出具有防腐功能的薄壁镁合金喷灌移动管道。经检测, 镁合金管道与铝合金管道相比, 具有良好的力学性能和机械性能, 而且重量轻, 便于移动, 降低了劳动强度。

关键词: 喷灌; 镁合金; 移动管道

中图分类号: S277.9⁺4 **文献标识码:** A

我国使用的喷灌移动管材主要有薄壁铝管、薄壁钢管和PE管等。其中薄壁钢管由于加工缺陷、易腐蚀, 已很少使用。薄壁铝管尽管重量轻、耐用, 是目前广泛使用的喷灌移动管道, 但其生产成本偏高。而通过减小壁厚降低成本的方法会严重减弱产品的刚度, 造成质量下降。因此, 急需研制新型金属喷灌移动管道, 使之既能满足刚度与强度的需要, 又能降低系统成本。镁合金是目前国内外重新认识并积极开发的一种新型环保材料, 重量轻, 是铝的2/3; 比强度、比钢度和可塑性优于铝合金。镁合金在喷灌行业的应用尚属空白, 但镁合金已在其他行业得到较为广泛的应用。镁合金价格与铝合金相当, 所以, 利用我国自然资源优势, 开发高强度镁合金喷灌管材, 完成产品的升级换代是我国喷灌发展的趋势。

1 镁合金棒的配方^[1,2]

研究发现, 不同化学元素对镁合金材料防腐性能的影响差别较大, 对腐蚀速度影响不大的元素有Al、Mn、Na、Si和Zr, 对腐蚀速度影响稍大的元素有Zn、Cd、Ca和Ag, 对腐蚀速度影响较大的元素有Ni、Fe、Cu和Co。选择合适的合金成份是产品研制成功与否的关键, MB2合金属于镁-铝-锌-锰系合金, 合金中的Al能与Mg形成固溶体而提高合金的力学性能。此外, Al能提高合金耐腐蚀性, 减少凝固时的收缩。MB2合金具有优异的力学性能和良好的抗蚀性能, 合金中的重金属Ni、

Fe、Cu含量较低, 抗海水腐蚀能力非常好。

为了提高合金的变形能力, 在以MB2合金生产镁棒的工艺中添加微量Zr, 合金中Zr在熔炼时可作为结晶的核心, 促使晶粒细化, 同时Zr还能降低合金元素的扩散速率, 阻止晶粒长大。另外, Zr对改善合金耐蚀性和耐热性也有较大作用。

在熔化工艺过程中, 采用气体保护, 减少溶剂用量, 把合金中氯离子含量控制在 10×10^{-6} 以下(目前山西省精工有色金属研究所氯离子含量可检测到 5×10^{-6} , 检测精度达到国际领先水平), 从控制溶剂的含量来提高合金防腐能力。

研发过程中, 经过多次试验, 并严格将合金中Cu、Ni、Fe、Co的含量控制在临界值以下, 提高了合金纯度, 有效地提高了合金机械性能及防腐性能。通过对合金性能、成份和熔化工艺进行分析比较, 选择了几种合金, 用正交法进行试验筛选, 然后进行性能比较, 最后设计出镁合金管道的配方如表1所示。

2 镁合金挤压^[1~5]

镁合金的挤压设备和铝合金的挤压设备基本相同。挤压是指对放在挤压筒中的镁棒的一端施加压力, 使之通过模孔以实现塑性变形的一种压力加工方法。挤压工艺能够使金属具有更为强烈的三向压应力状态, 可有效细化镁合金的晶粒组织, 提高合金的强度和塑性; 此外, 挤压工艺具有较大的灵活性, 操作方便, 产品的尺寸精度高, 表面质量好。

表1 喷灌镁合金管的化学成分

元素	Al	Mn	Zn	Be	Zr	Si	Cu	Fe	Ni	Mg
所占百分比/%	3.0~4.0	0.15~0.5	0.2~0.8	0.01	0.3~0.9	0.10	0.05	0.05	0.005	余量

收稿日期: 2006-07-19

基金项目: 国家高技术研究发展计划("863"计划)项目(2002AA2Z4151)部分研究内容。

作者简介: 李金山(1972-), 男, 助理研究员。

道单位长度重量大幅度降低。物理力学性能测试结果表明,在施加 6.0 MPa 压力时,3 种规格的镁合金管道均无损坏和渗

漏;镁合金管道的屈服强度、抗拉强度和延伸率等均优于同规格的铝合金管道或与同规格的铝合金管道相当(表 3)。

表 3 镁合金管道物理力学性能

规格	镁合金管道					铝合金管道				
	爆破试验	拉伸试验			压扁试验	爆破试验	拉伸试验			压扁试验
		屈服强度/ MPa	抗拉强度/ MPa	延伸率/ %			屈服强度/ MPa	抗拉强度/ MPa	延伸率/ %	
Φ50	合格	260	400	9.4	合格	合格	240	290	9.0	合格
Φ65	合格	240	370	9.6	合格	合格	245	290	8.9	合格
Φ76	合格	250	390	9.4	合格	合格	240	290	9.3	合格

注:①管壁厚度均为 1.4 mm;②爆破试验施加压力为 6.0 MPa;③压扁试验的压扁高度为管道直径的 1/2。

4.2 水力性能

由山西省农业机械试验鉴定站对镁合金管道进行了水力性能试验(表 4),结果符合喷灌管道使用要求。

表 4 镁合金管道(Φ76)系统水力性能试验表

序号	项目	标准、规定	检验结果
1	耐水压试验	压力为 1.28 MPa,保压 5 min 应无渗漏及变形	符合
2	密封试验	在 0.8 MPa 下,保压 5 min, 连接处无渗漏	符合
3	自泄压力/MPa	自泄压力 < 0.15 MPa	0.13
4	$H_f/100$ m	流速 1.7 m/s,测定值 < 3.52	3.09
		流速 2.0 m/s,测定值 < 5.40	5.15
5	多口系数	流速 2.3 m/s,测定值 < 6.50	6.18
		流速 1.7 m/s,测定值 < 0.40	0.35
6	接头局部损失/m	流速 2.0 m/s,测定值 < 0.39	0.34
		流速 2.3 m/s,测定值 < 0.38	0.36
6	接头局部损失/m	流速 2.0 m/s,测定值 < 0.08	0.03

5 结 语

(1)通过对材料合金成分的对比与筛选,确定了具有良好力学性能和抗腐蚀的合金配方;在铝合金模具的基础上设计了

镁合金挤压管道专用模具。

(2)采用先进的镁合金表面处理及管道防腐工艺,在国内首次研制出用于喷灌系统的镁合金管道。

(3)镁合金管道与铝合金管道相比,具有重量轻,便于移动等优点。

参考文献:

[1] 陈振华. 变形镁合金[M]. 第一版. 北京:化学工业出版社,2005.
 [2] 张世军,黎文献,余 琨,等. 镁合金的细化工艺[J]. 铸造,2001,50(7):273.
 [3] 村井勉. マクネミウム合金の押出加工[J]. 轻金属,2004,54(11):472.
 [4] Laue K,Stenger H Extrusion. American society for Metals[M]. 1981.
 [5] 王祝堂. 镁及镁合金型材的挤压[J]. 有色金属加工,2004,33(1):31.
 [6] 边风刚,李国祿,刘金海,等. 镁合金表面处理的发展现状[J]. 材料保护,2002,(3).
 [7] 李 瑛,余 刚,刘跃龙,等. 镁合金表面处理及发展趋势[J]. 表面技术,2003,(2).
 [8] 曾爱平,薛 颖,钱宇峰. 镁合金的化学表面处理[J]. 腐蚀与保护,2002,(2).
 [9] 周婉秋,单大勇,曾荣昌,等. 镁合金的腐蚀行为与表面防护方法[J]. 腐蚀与保护,2002,(7).

(上接第 26 页)

北京:清华大学出版社,1988.

[2] Bouwer, H. Rapid field measurement of air entry value and hydraulic conductivity of soil as significant parameters in flow system analysis[J]. Water Resour Res, 1966,(2):729—738.
 [3] Van Genuchten M, Leij J, Yates R. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils[R]. Robert S. Kerr Environmental research laboratory office of research and development, U. S. Environmental Protection Agency ADA, Oklahoma, 1991.
 [4] Bouwer H. Infiltration of water into nonuniform soil. Peoe[J]. ASCE, 1969, 95(IR4):451—462.
 [5] Neuman, S. P. Wetting front pressure head in the infiltration model of Green and Ampt[J]. Water Resour Res, 1976, 12:564—56.
 [6] Brooks, R H Corey, A. T. Properties of Porous Media Affecting Fluid Flow[J]. Proc. ASCE, 1996,92(2):6188.

[7] Brakensiek, D. L. ,C. A. Onstad, Parameter estimation of the Green and Ampt infiltration equation[J]. Water Resour Res, 1977, 13:1009—1012.
 [8] Beven K. Infiltration into a class of vertically non-uniform soils[J]. Hydrological Sciences Journal, 1984, 29(4):425—434.
 [9] 张光辉,邵明安. 用土壤物理特性推求 Green-Ampt 入渗模型中吸力参数 S_f [J]. 土壤学报,2000,37(4):553—557.
 [10] 王全九,来剑斌,李 毅. Green-Ampt 模型与 Philip 入渗模型的对比分析[J]. 农业工程学报,2002,18(2):13—16.
 [11] 王红闪,黄明斌,董翠云. 用 Philip 模型参数推求湿润锋平均基质吸力 S_f 准确性[J]. 水土保持通报,2004,24(2):41—45.
 [12] Childs, E. C. ,Bybordi, M. The vertical movement of water in stratified porous material 1. Infiltration[J]. Water Resour Res, 1969, 5(2):446—459.
 [13] 王文焰,汪志荣,王全九,等. 黄土中 Green-Ampt 入渗模型的改进与验证[J]. 水利学报,2003,5:30—34.