

铸管生产

E.E. 爱连布尔格 B.M. 貝柯夫 著

戴福齡 等 譯



冶金工業出版社

鑄管生產

E.E. 愛連布尔格 B.M. 貝柯夫 著

戴福齡 等譯

冶金工業出版社

本書是根据原書增訂第三版譯出的。

本書記叙了各种主要的鑄鐵管及異形管配件的生产方法。在書中詳細地研究了上水道管子的立式鑄造法。根据苏联工厂生产下水道管子的經驗，着重闡述了离心鑄造；敘述了离心鑄造机的構造原理及生产設計原理；提出离心鑄造以及使用砂型和金屬模鑄造时鑄鐵組織形成的理論基础。研究了鑄鐵管的廢品种类及其預防方法。

本書供鑄造和鑄管生产方面的工程技術人員，以及研究院的科学工作者参考。

参加本書譯校工作的同志有戴福齡、李庆春、刘永章、徐世光、刘江岷、康志。

Е.Е.ЭРЕНБУРГ. В.М.БЫКОВ: ТРУБОЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва—1953)

鑄管生产

戴福齡 等譯

1957年7月第一版

1957年7月北京第一次印刷 1,144册

850×1168·1/32·230,000字·印張 $12\frac{18}{32}$ ·插頁 14·定价(10) 2.30元

冶金工業出版社印刷厂印

新华書店發行

書号 0592

冶金工業出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 录

序 言	7
第一章 概論	8
1. 鑄鐵管的应用范围及其分类	8
2. 对鑄鐵管的要求。管子的試驗方法	15
3. 鑄鐵管的生产方法和鑄管工業的發展道路	27
第二章 立式鑄管	32
1. 承插管和法蘭盤管的鑄型	32
2. 砂箱-模型設備	35
砂 箱	35
模 型	43
芯鉄管和底盤	47
芯盒和刮板	52
鑄管工具使用期限	56
3. 立式鑄管机的構造	56
4. 型砂及其配制	59
5. 立式鑄管的工艺过程	73
鑄型和泥芯的制造	73
鑄型的裝配和澆鑄鉄水	103
管子脫模	105
管子的清理	106
第三章 立式鑄管的非生产損失和生产組織基础	125
1. 生产中的損耗	125
2. 廢品及其产生原因	127
砂 眼	127
夾 渣	130
管体夾灰	130
气 孔	130
縮 孔	132
分 層 (冷隔)	132
蜂窩眼	133
壁厚差	134

偏 斜.....	136
承口形狀不正確.....	136
裂 縫.....	137
波浪形表面.....	138
環形鉄翅.....	138
鑄 瘤.....	139
短 鑄.....	140
漲 箱.....	141
管子彎曲.....	141
橢圓形.....	142
塗料流痕.....	142
承口或法蘭盤與管體脫離.....	143
金屬不合格.....	143
3. 立式鑄管車間的生產組織.....	144
4. 工藝資料.....	156
第四章 臥式鑄管	167
1. 下水道管子的臥式鑄造以及模型和泥芯的製造.....	167
2. 下水道管子的清理.....	175
3. 上水道管子的臥式鑄造.....	176
第五章 離心鑄管	181
1. 蘇聯離心鑄管法的發展史.....	181
2. 激冷金屬鑄模的鑄鉄管離心鑄造.....	187
製造離心鑄管機的基本原理.....	187
鑄模的冷卻.....	193
澆鑄槽.....	196
鉄水包.....	198
支托輥.....	202
裝置泥芯和由鑄型中取出管子用的機械.....	202
鑄管機的操作.....	207
鑄 模.....	210
離心鑄造後管子的熱處理.....	216
3. 離心鑄造及獲得無疵鑄件之條件的理論基礎.....	223
鑄鉄管在截面上形狀正確的保證.....	223

鑄鉄管在長度上形狀正確的保證.....	230
冷 隔.....	232
收縮孔.....	236
收縮裂縫.....	237
內应力.....	239
偏 析.....	240
夾渣和砂眼.....	243
气 孔.....	244
鉄 豆.....	244
白 口.....	246
离心鑄管操作的調整.....	251
4. 在金屬鑄模中离心鑄造鑄鉄管不产生白口的方法.....	253
概 論.....	253
鑄模絕热塗料（复料）的应用.....	255
液体塗料的应用.....	259
使用热鑄模鑄造.....	262
使用緩慢冷却的鑄模鑄造.....	263
在澆鑄后自鑄模中快速取出管子的工作.....	269
鑄鉄的变性处理.....	276
5. 砂模离心鑄管.....	280
优 点.....	280
砂模离心鑄管的工厂.....	282
离心鑄造中搗砂机的採用.....	286
砂模离心鑄造机.....	289
砂模离心鑄造用的型砂.....	298
离心鑄造的鑄型特殊搗实法.....	302
鑄管外表面的質量.....	309
第六章 鑄鉄管的金相組織及性能.....	312
1. 机械性能.....	312
2. 粗視及显微組織.....	329
3. 鑄鉄管的生銹.....	345
4. 鑄鉄管的表面石墨化.....	349
5. 离心鑄管生产方法的选择.....	351

第七章 管子鑄鐵的化学成份和鑄鐵在鑄管車間中的熔化	355
1. 立式鑄管用的鑄鐵成份.....	355
2. 离心鑄管用的鑄鐵成份.....	357
3. 鑄管厂中鑄鐵的熔化.....	361
冲天爐工作的均調性.....	361
配 料.....	367
冲天爐的燃料.....	369
熔 剂.....	373
冲天爐的結構.....	373
第八章 鑄鐵管的連接管件	384
参考文献	400

序 言

本書第三版与第二版不同的地方主要是在第三版中从根本上修改並充实了關於离心鑄管的章节。这种可以出产高質量产品和保証能有良好劳动条件的生产方法，已經在無压力的下水管子的生产中佔据了主要地位。有压力的上水道管子在今后生产的發展上也是趋向於採用这种生产方法。由於总结了無压力管子以及其它用离心法鑄造的零件(內燃机缸套和活塞环等)在生产中积累的經驗，才得以在本書中增加了「离心鑄造及获得無疵鑄件之条件的理論基础」一节。作者希望此节對於生产人員在掌握新的鑄管生产工艺方面有所帮助。

至於旧的——垂直裝置砂箱的立式鑄管机的生产方法，在本書中所有旧的标准都已換成斯达汉諾夫工作者在生产中所达到的新的标准了。此外还叙述了新产品——制碱和石油加工工業所需要的鑄鉄管的制造工艺。書中所有引用的關於立式鑄造資料完全取自苏联的实际經驗，这些經驗早已远远地超过了資本主义国家的实践。本書与前兩版不同的地方还有，書中關於离心鑄造方面的叙述也都以苏联工厂的經驗为基础。至於對於管子質量和热处理制度的研究，在本書中也增添了技术文献上發表过的資料。

作者应当感謝在編写本書时提供了宝贵意見的工程师 Н.А. 季霍諾夫和技术科学副博士 Л.Е. 阿利舍夫斯基；並对为本書選擇和提供資料的下列人員表示感謝：馬克也夫卡工厂厂長 П.В. 布青科，总工程师 П.П. 霍赫洛夫和技术員 Л.П. 克內施，錫納拉工厂厂長 С.П. 柯列潘諾夫、总工程师 З.А. 索明斯基及該厂工作人員 М.Е. 貝奇柯夫和 Л.В. 別尔恩施坦，鑄管科学研究所所長 Я.Е. 欧薩傑、年老的科学工作者 Б.Д. 哈哈林和 Г.И. 沃尔柯維茨以及斯大林獎金获得者 А.Н. 米亞索耶多夫和 М.А. 烏斯奇諾夫。

本書第二、三章和第八章是工程师 В.М. 貝柯夫写的，其余各章为技术科学副博士 Е.Е. 爱連布尔格写的。

第一章 概 論

1. 鑄鐵管的应用范围及其分类

管子在工業上有很广泛的用途。它是石油工業、汽車工業、航空工業、化学机械制造業和动力工業所必需的。在市政建設中，也大量地使用管子。

制造管子用的主要材料是低炭鋼和鑄鐵。市政建設上使用的是鑄鐵管。这种管子的需要量是巨大的。一千人的居民区每分鐘需要 10 立方公尺的水就足以說明。每戶平均需要大約 15 公尺的上水道管子和瓦斯管道。

除去金屬管子以外，亦制造非金屬的管子。首先石棉混凝土管，它是由高度机械化的企業制造的。鋼筋混凝土管用得很广泛，它是用离心澆注法把混凝土注於加强鋼筋中制出的。制造管子的最新的材料是玻璃。在烏克蘭很多集体农庄的上水道都是用玻璃管子鋪設。

鋼管只用来輸送高压液体或瓦斯。在压力不超过 20 大气压时，採用鑄鐵管在經濟上是比較合理的。因此，鑄鐵管主要用做供消費者用水的上水道管子，也用来做下水道管子。由於鍋爐裝置的压力逐漸增高，現在很少用鑄鐵管作蒸气管道了。在这种情况下，鑄鐵管只限於在压力为 10—15 大气压的范围內应用。由於水电站的管道压力較水道網的压力高，鑄鐵管的应用仅限於 10 大气压以下。然而，应当指出，随着更完善的、可以大大提高材料机械性能的鑄造方法的运用，鑄鐵管的使用范围將不断扩大。屬於該鑄造方法的，首先是离心鑄造。举例來說：用离心鑄造法鑄成的管子能用来制造节热器。用非离心鑄造法鑄成的鑄鐵管的机械性能还可以用合金或变質的方法来提高。

鑄鐵管分为兩大类。第一类是內压力大於大气压的。由於內压力大於大气压的情况主要是存在於上水道用的鑄鐵管中所以

这类管子通称为上水道管子。此外，我們在以后叙述中，有时用「送水管」这个术语。

屬於第二类的管子是其內压力等於大气压的。由於內压力等於大气压的情况主要是存在於下水道用的鑄铁管中。所以这类管子通称为下水道管子，此外，我們在以后的叙述中，有时用「排水管」和「吸水管」这两个术语。

鑄铁管不仅根据其用途，並且根据管道中的連接特性来分类。

管子的連接有几种型式。其中最通行的是承插連接。上水道管子的承插連接示於圖 1，下水道管子的承插連接示於圖 2 中。用这种連接法时，一根管子的扩大的一端称为承口，另一根管子的相反的一端插入承口中某一長度。根据苏联的現行国家标准，插口應該是笔直的。根据旧标准制造的管子，插口端有称为「凸緣」的加厚部分。

密封承口的連接部分是把承口端在插入插口时所产生的空隙填上鉛、水泥漿、「細屑」（礫砂、硫黃华和鉄屑的混合物）、浸树脂的麻繩、橡皮环及其他填塞物。最好的填塞物是鉛，它能把承口空隙完全填死。

由於必須节省有色金属，只有在下列情况下才用鉛来密封管子的接头处： 1、在含有大量水份的或疏松的土壤中敷設管子； 2、在地震区敷設管子； 3、在可能滲进酸性水的土壤中敷設管子； 4、修理管道的个别接头处。

目前苏联主要是用石棉水泥填塞物来密封重要的上水管道子的承插連接。为全苏水文地质科学研究所綜合的对承插連接中各种材料性質的多年观察，得出了这样的結論：苏联專家所制訂的这种承插密封方法比以前所有的方法都好。

当用石棉水泥密封时，往承插縫隙的狹窄部分（圖 2）一層一層地塞入浸过树脂的（或塗瀝青的）麻繩，每一圈要塞到完全紧密为止。往承插縫隙部分 1（圖 3）放入並塞紧 石棉水泥混合物。这种混合物是由 70%（重量）的水泥 30% 石棉纖維和佔干

石棉水泥混合物重量的 10—12% 的水調拌成的。

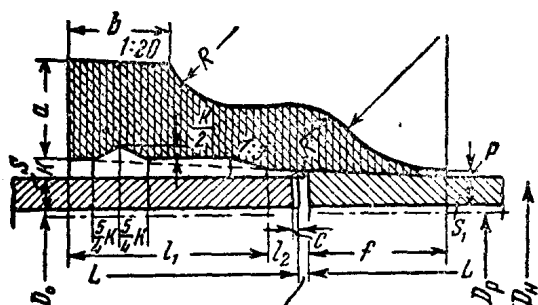
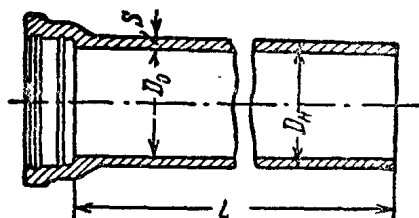


圖 1 上水道管子的承插連接

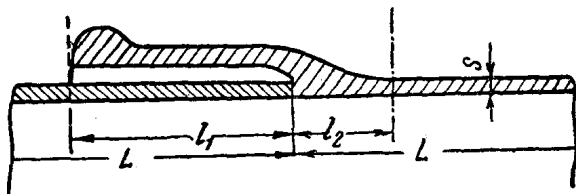
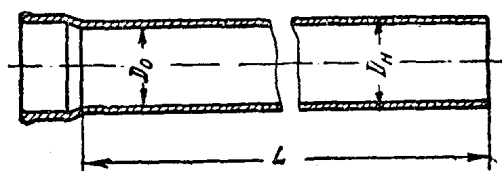


圖 2 下水道管子的承插連接

使用的水泥應不低於 400 號；為了提高連接部分的防腐性能，常常使用火山灰波特蘭水泥和礦渣波特蘭水泥。應該在水泥凝固（水泥硬化）期間保持石棉水泥接头處沒有負荷。這一點是

使用石棉密封法不利的一方面。根据苏联重工业建筑工程部的規程,要在接口紧密堵塞后經過 24 小时才能把超过兩大气压的内压力

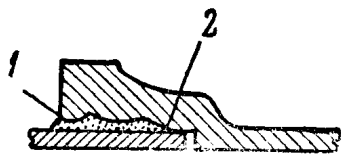


圖 3 用石棉水泥密封承口

1—石棉水泥； 2—麻繩

力加到接头处；沒有超过兩大气压的也要在 12 小时以后。至少在堵塞接头 5—6 天以后，接头处才可承受外压力(填土)。如果必需縮短接头保持不受压期間，可以用快速凝固的矾土水泥来代替波特蘭水泥。这样就可以使接头保持不受压的期間縮短二分之一。

填塞麻繩和石棉水泥混合物是用專門的手动或風动工具(圖 4)歛縫鉗和塞縫鑿，它們依据所連接的管子的內徑不同而有各种尺寸。填塞的紧密程度是用鉗敲击承口处来檢查的。在保持不受压的期間过去以后，接头处應該进行液压試驗。在試驗發現洩漏現象时，要把接头处拆开，然后重新填塞。管子的承口部分和插口的一端在安裝管道以及修整时，要受打击。因此管子連接处的材料不应有脆性而应有必要的塑性。

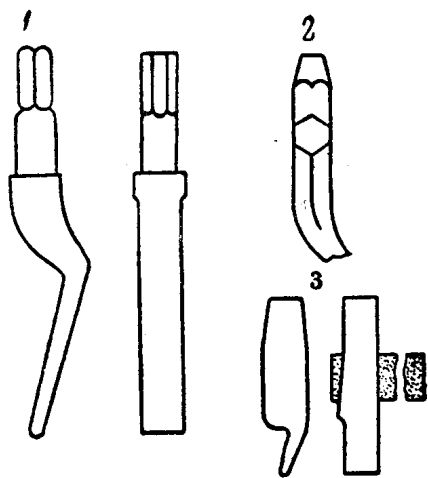


圖 4 填塞承口用的工具

1—風动歛縫用的鉗； 2—手动歛縫用的鉗；

3—鍛工型的歛縫鉗^①

在进行搶險工作和修理工作时，常常用矾土水泥和石棉水泥混合物来填塞接头。

對於內徑不超过 100 公厘的管子採用苏联所制造的硫混合料。这种混合料是易熔的，成份为硫(55—64%)，不易熔的填

① 原文圖 4 中未标明 3，已根据总校意見將 3 标明於圖上——譯者。

料——細砂(32—41%)，研磨的木炭或炭黑(2—4.5%)和粘結劑(1%)。粘結劑是用萘或聚硫橡膠。聚硫橡膠是生产合成橡膠的半成品。

在填塞接头时，先把硫混合料澆进承口縫隙，然后塞麻繩。澆注溫度为150—180°C。用硫混合料填塞时，与用石棉水泥填塞时不同的地方是不用浸以焦油的麻繩。

除了上述材料外，在搶險工作和修理工作中，也採用鋁来填塞直徑在1000公厘以下的管子的承插連接。为此目的而使用作

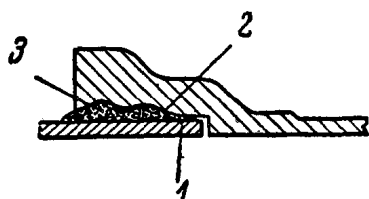


圖5 用鋁填塞承口的示意圖

1—鋁；2—麻繩；3—絕緣層

廢的或使用過的裸鋁綫，这种裸鋁綫預先在500°C溫度中煅燒過。

當用鋁填塞时，为了防止管子接头腐蝕，在距承口端5公厘深的地方塗以瀝青絕緣層(圖5)。

在使用承插連接时，在热变形和土壤位移等等的影響下，管子可能有縱向和橫向的移动。当採用承插連接时，在修理当中要更換管道的部件是困难的。

在內压力較大的情況下，示於圖1的普通承插連接不能保証連接的緊密度和強度。同样承插連接也不能保証垂直管道的連接緊密度。在这种情况下，就要使用帶法蘭盤連接的管子。

在鑄鐵管上，法蘭盤与管子一起鑄出。法蘭盤連接处緊密的方法是当連接管子时在兩個法蘭盤之間放置垫圈。擰上螺栓就可以將管子連接起来。上水道管子的法蘭盤連接示於圖6上。馬克耶夫卡鑄管厂为了分解蒸餾工程的需要而生产帶方形断面法蘭盤的法蘭盤管子以代替标准的圓形法蘭盤的管子。法蘭盤管子的产量为上水道鑄鐵管总产量的2—3%。

如上所述，离心鑄造可以显著地提高鑄鐵的机械性能。但是用这种方法生产法蘭盤管子使工艺过程复杂化。因此，欲使机械性能既高而連接緊密情况又好，就要用离心法来鑄造帶螺絲承口

的管子，在这些管子中用橡胶垫作密封物。在圖 7 上示出几种类型的帶螺絲承口的連接。

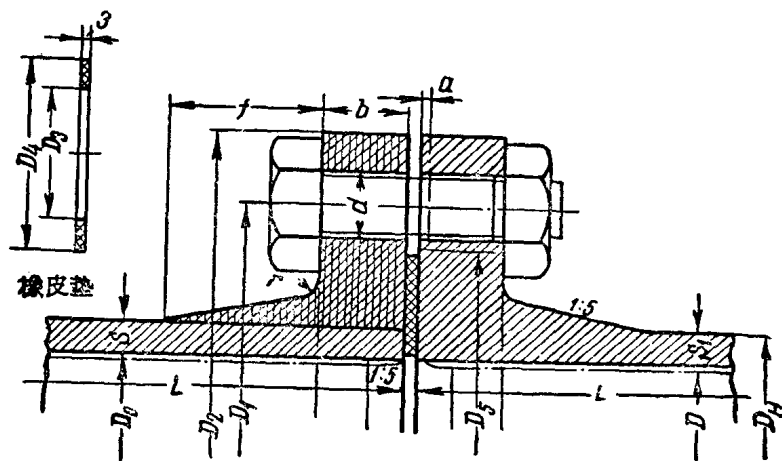


圖 6 上水道管子的法蘭盤連接

在圖 8 上示出了所謂通用的管子連接。管子的端部預先要經過机械加工。管子是用螺栓而不需墊圈連接起來的，螺栓穿在鑄於管端頭的凸耳的孔中。

除了承插和法蘭盤各種連接法以外，對於較短的管道也採用熔接法來連接沒有任何凸起部（凸緣、承口或法蘭盤）的管子的直端頭。採用的堅固的銅焊料來焊接管子，成份為：56—63% Cu；36—44% Zn；0.5—1.8% Sn。把用這種合金制成的環套在所連接的管子的接頭

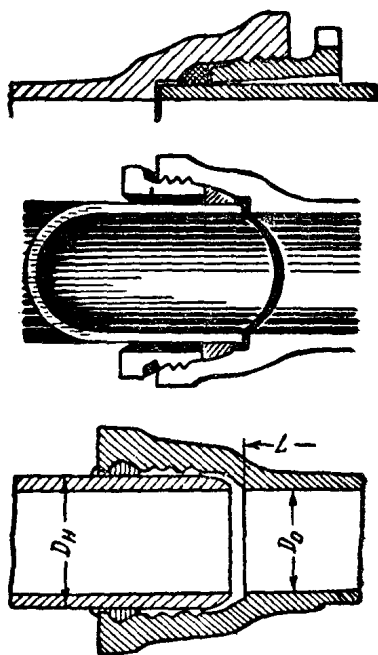


圖 7 螺絲承口

上，並用氣焊噴嘴的火焰使此環熔化。這個環的原来的寬度不得小於管子壁厚的 1.5 倍，厚度不得大於所要連接的管子壁厚的 0.6 倍。

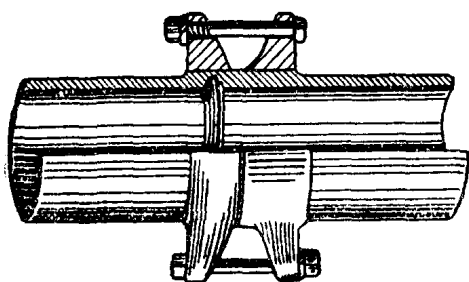


圖 8 鑄鐵管的通用連接法

正如下面所指出，最先進的管子生產方法——離心鑄造的發展與能不能鑄出沒有法蘭盤和承口的管子是相關聯着的。從所採用的管子的光端頭連接中例舉「日博」接头（圖 9）。它是由鑄鐵套管 A 和兩個鑄鐵環 C 組成，這兩個環用鋼螺栓拉緊。在套管與環之間放兩個矩形截面的橡皮圈 B，由於夾緊的緣故，橡皮圈的形狀便變成如圖所示的那樣，於是，把接头密封起來。鑄鐵套管 A 的厚度要製成與所連接的管子的壁厚一樣。套管的長度為 60—110 公厘。為了防止連接螺栓腐蝕，接头塗以瀝青或塗以瀝青瑪蒂脂。

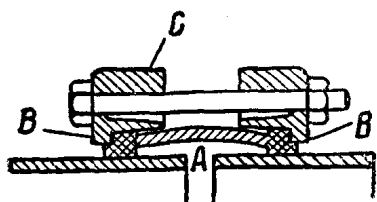


圖 9 「日博」接头

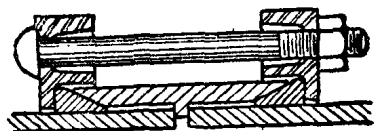


圖 10 離心鑄造的直管連接

相似型式的接头使連接具有最小的剛度和產生顯著的角位移的可能，這是承口連接法所不可能得到的。

在圖 10 中示出。連接離心鑄造管子的直端頭所採用的連接法。

当管道方向改变、管道的截面从这一种改为另一种以及把管道分支以便將液体和瓦斯送往使用地点时,要用異形連接管件,或謂之管配件来把直管子連接起来。依据所連接的管子的型式,異形管件在自己的端头上或有承口或有法蘭盤。管配件与管子的連接以及管配件之間的連接都可以用我們所研討的任何方法来进行。

在圖 11 上依据苏联国家标准 ГОСТ 5525—50 示出了上水道管子及其異形管件的名称、示意圖和代表符号。

異形管件工作时所受的壓力与它所連接的管子一样。但是,除了主管所承受的拉力以外,在切口的地方还要發生弯曲力。因此,依照現行的 ГОСТ, 異形管件的壁厚比同样內徑的管子的壁要厚 20%。

異形連接管件的外形不是圓柱体,因此最通用的制管法——坑式和离心鑄造——都不适用於制造異形管件。虽然这样,这两种产品通常却在同一厂中生产,因为供給訂戶管子时,也一定要供給相当数量的異形管件。

至於下水道管子的異形管件,它們制造的工艺过程与制造下水道管子的过程有許多相同的地方。由於壁薄的緣故,下水道管子和其異形連接管件到現在还都採用潮模和潮芯在臥式鑄造。

2. 对鑄鉄管的要求。管子的試驗方法

对上水道管子和下水道管子必須的要求是管子材料無渗透性,即液体和气体不能从管內跑到管外或从管外介質中跑进管內。管子本身和管子間的連接处应密封,即整个管道都应密封。管道上的連接处越少,則越容易保証它的密封性。要想連接处的数量少就必须把管子制得尽可能的長。因此,在評定任何一种生产鑄管方法时,都要注意是否能鑄造較長的管子。

在上水道管子中,它所輸送的液体的內壓力在管子的材料中會發生拉应力。当管子截面与圓形截面有出入的情况下,除了拉应力以外还要产生弯曲应力。因为,依照标准,截面形狀与圓形出入很大是不許可的,所以通常弯曲应力是被忽略不計。

当内压力不大於 20 大气压时，管壁厚度可按下列的馬利奧特公式算出：

$$\frac{DP_i}{2\delta} = R_z, \quad (1)$$

式中 R_z ——管子材料允許的拉应力；

P_i ——單位表面上的內压力；

δ ——管壁厚度；

D ——管子內徑。

由此

$$\delta = \frac{DP_i}{2R_z},$$

也就是說管壁厚度与材料的允許拉应力成反比。

为了計算压力較高的管壁厚度，可以使用另外一些公式，其中一个为巴赫公式：

$$r_a = r_i \sqrt{\frac{R_z + 0.4P_i}{R_z + 1.3P_i}} + C, \quad (2)$$

式中 r_a ——管子的外半徑；

r_i ——內半徑；

R_z 和 P_i ——与公式 (1) 的相同；

C ——与鑄鉄管生产方法有关的付加数值；

管壁厚为 $r_a - r_i$ 。

C 的数值採用 (公分)：

对臥式鑄造的管子	0.9
对立式鑄造的管子	0.7
对离心鑄造的管子	0.5
对其他的生产方法制造的管子	0.9

数值 R_z 在該公式中採用 (公斤/公分²)：

对臥式鑄造的管子	200
对立式鑄造的管子	225
对离心鑄造的管子	250