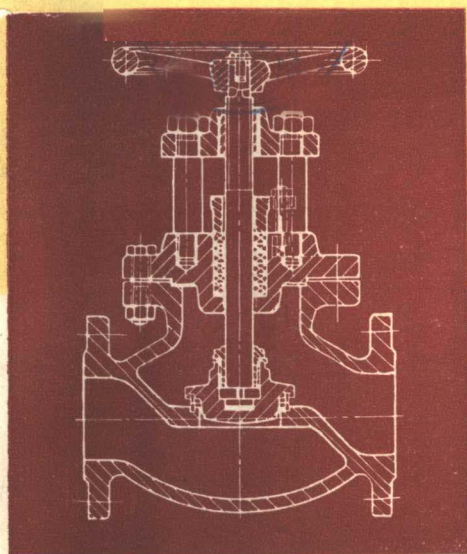


发电厂用管道附件

捷克斯洛伐克 P. 林特著



水利电力出版社

內 容 提 要

本书是随着高温高压管道附件设计的发展,全面地讨论了发电厂中各种比较重要的管道附件。

书中列有详细的计算方法,并对管道附件的两种基本类型——閘門和閘門——作了详尽的比较。此外,还叙述了管道附件的材料、制造、装配、试验、运行、维护和检修等。

本书的读者对象是:火力发电设计部门管道设计人员、管道附件制造和设计人员以及火力发电厂管道运行人员等。

本书在翻译过程中,我社收到了原作者寄来的修改意见和对内容的若干补充,这些都逐一作了增订。此外,并根据我国具体情况作了一些删节。本书第四章21节以前,经钱行倩、刘祖忻两同志校订。

Ing P. RIND
POTRUBNÍ ARMATURY V ELEKTRÁRNÁCH
SNTL PRAHA 1954

发电厂用管道附件

根据捷克斯洛伐克国立技术书籍出版社1954年布拉格版翻译

吴承佑译 钱行倩 刘祖忻校

2264R495

水利电力出版社出版(北京西郊科学馆二里沟)

北京市书刊出版业营业许可证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

850×1168 1/32开本 * 6 1/2 印张 * 152千字 * 定价(第10类)1.00元

1959年12月北京第1版

1959年12月北京第1次印刷(0001—3,220册)

序 言

战后捷克斯洛伐克的经济建设及其进一步发展，与新的动力站的建设和原有动力站的现代化改建有着密切的关系。为使动力工业部门能担负起这项任务，不仅需要不断地增加动力的供应，而且还必须保证安全无事故地供应。火力发电厂和热电厂内的安全输送在很大程度上取决于管道及其附属设备——管道附件的正常运行和仔细维护。

虽然关于电力的生产和输送，或蒸汽、煤气和水管道在目前已有很丰富的技术文献，讨论到管道的生产工艺、装配、试验和连接，然而有关管道附件本身的书籍，即使在世界技术文献中也极为贫乏，且大多是些简单的介绍。管道附件的设计，到目前为止仍被认为是普通的设计工作，无需特殊的经验。管道附件制造厂也大多只满足于普通类型管道附件的生产，而这类管道附件在实践中已经证实能符合规定的要求。

现代蒸汽锅炉和汽轮机为了能达到更有效的利用燃料，并使发电厂内的运行更为经济，故趋向于不断地提高蒸汽压力和温度，因而促使技术人员去思考适用而安全可靠的新型管道附件问题。

本书叙述有关目前常用的管道附件的型式、材料、制造、装配和运行方面最重要的知识，并探讨了未来发展上的可能性。还比较详细地讨论了管道附件的两种基本类型，即阀门和闸门，并以所需的各个零件的计算加以分析补充。其它在工业上应用的管道附件的类型是如此之多，如作详细的分析，将超越本书的范围，故仅提到几种最重要的，并附以相应的计算说明和所需的计算资料。

本书主要供管道附件的设计人员使用。但也可供其它专业的高等学校师生或设计人员作为参考，因为几乎没有一项工业设备不用到管道附件或管道附件的元件。本书亦可供发电厂运行技术人员和管道附件维护人员参考。

目 录

第一章 压力、温度和生产工具的发展.....	4
公称口径(Js)和公称压力(Js)	6
第二章 材料及其应力与安全系数	7
管道附件的应力和安全系数	12
第三章 管道附件的基本类型, 其相仿性、差别和用途	26
第四章 管道附件及其零件的计算和设计	29
1. 壳体壁厚	29
2. 管道附件的压盖法兰	33
3. 压力密封盖	44
4. 框架的计算	46
5. 管道附件的填料函	49
6. 密封原理	53
7. 閥門座圈达到密封作用所需的力	58
8. 壳体和座圈的连接	59
9. 閥門承座面上的压力	61
10. 閥門座圈的承座面	62
11. 在导杆底面上的摩擦	64
12. 导杆螺母在框架内的摩擦	65
13. 在导杆内的扭矩和轴向力	66
14. 导杆直径和手輪尺寸	66
15. 閥門导杆的计算	68
16. 截流閥	78
17. 止回閥	82
18. 安全閥	86
19. 帶有輔助控制的安全裝置	99
20. 过压閥和过溢閥	108
21. 节流閥	109

22. 閘門	126
23. 止回瓣	146
24. 蝶閥	149
25. 吸水濾器	152
26. 凝結水疏水器	153
27. 旋塞	163
28. 液面指示器	167
29. 报告最高和最低水位的警报設備	172
30. 用于溫度 600°C 及更高的管道附件的發展結構	172
第五章 流动損失	177
第六章 管道附件的制造、装配和試驗	181
制造和制造公差	181
試驗	184
第七章 管道附件的标注	186
第八章 管道附件的倉庫	188
第九章 管道附件的操作、維護和修理	190
管道附件的修理	193

第一章 压力、温度和生产工具的发展

工厂的发展，特别是纺织、制糖、酒精、造纸工业和以后自来水厂与煤气厂的发展，促使出现了愈来愈多的生产管道附件的机械工厂，以满足建立这些工厂的需要。

这种机械工厂，主要是在十九世纪末和二十世纪初奠定了基础。

在开始了较广泛地使用电力以后，所有工业企业的发展就起了根本的变化。在工厂内建立了自备电站，而机器的皮带传动则为电动机所代替。不久以后，就开始建立了能独立发电的电厂。特别是在最近的五十年内，技术向前发展的速度超过了以往数千年内的速度许多倍。在电厂内由锅炉至汽轮机的管道蒸汽压力，在最近五十年内整整提高了10倍以上(图1)，蒸汽温度已大大提高，而泵、锅炉、汽轮机和发电机的出力也在不断增大。最近，捷克斯洛伐克将有出力为10万瓩的汽轮机和发电机，这就是说，比五十年以前的出力大上200倍。

这个巨大的发展之所以可能，除了其它的原因以外，当然也由于冶金工业和加工机床的发展。

本世纪初叶，在铸件的材料上仅应用了铸铁和有色金属。这两种材料的发展，约在1900年左右基本上宣告完成。在1920年以前，这类材料还可以满足当时所用管道附件的压力和温度的要求。当时蒸汽的温度已经要求使用铸钢的管道附件；当然，铸钢件的浇铸，本世纪初叶在其它专业部门内已很普遍。当时选择材料的观点和现在有所不同。铸铁曾被应用于略高于 300°C 的温度，但现在当温度在 200°C 以上时即力求避免采用铸铁而以铸钢，或至少以球墨铸铁代替。碳素铸钢也曾当时被用于在 400°C 以上的温度(约至 450°C)，而现在在此温度下采用碳素钢是不经济的。

应该用合金钢代替。由于钼合金钢的应用(在1930年以后)曾使蒸汽的温度提高至 500°C ,甚至更高一些。直至1938年捷克斯洛伐克将铬钼钢引用在蒸汽温度超过 500°C 的管道附件上以后,材料的研究才暂时告一段落。虽然只是在目前才将奥氏体不锈钢的管道附件装置在温度为 600°C 的研究设备上,但在那时候业已尝试了用它浇灌管道附件。

在第二次世界大战中,管道附件曾一度由铬钼钢制成,但并未取得了关于此种材料的成功经验。因而在战后一旦当钼不感缺乏时,就又恢复采用钼钢和铬钼钢。至于非铁金属,显然不适宜用于高温,而且这些金属必须节约使用,所以现在这些金属的应用已较在1940年以前大为减少。总

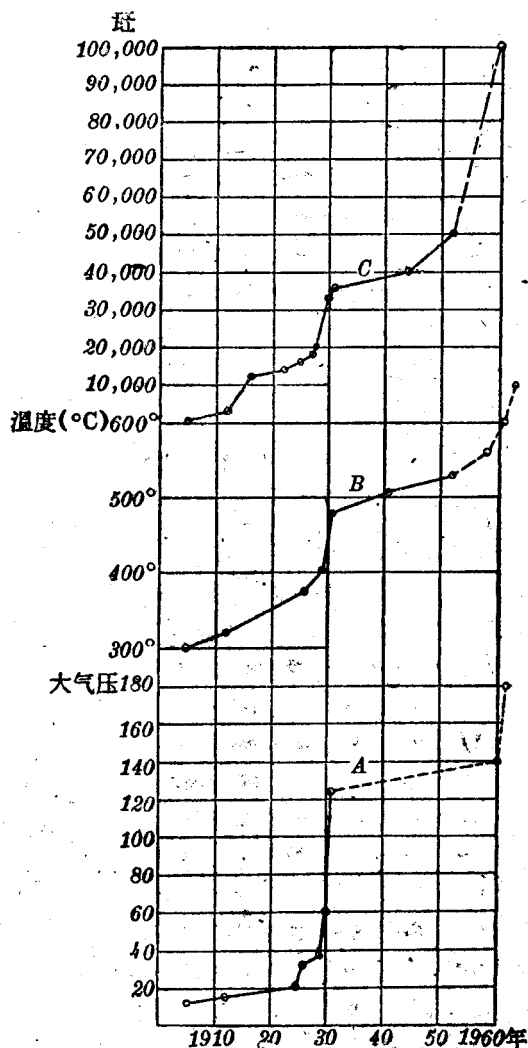


图1 在最近五十年内电厂的发展
A—压力的增高; B—温度的增高; C—出力的增高。

6
的來說，只要冶金工业有原料基地，就可以滿足設計人員的要求。

同时还需要提到焊接。在1930年左右設計人員开始較广泛地应用焊接技术。然而管道附件的制造方面却并不是这样，仅在1936年左右才开始采用，而且只用于連接（如焊接式管道附件和某些特殊的結構）。只是在战后才解决了焊接式管道附件問題，主要用于公称压力为Jt160和250。其它管道附件的焊接結構尚在研究之中。

正如机床出力不断地提高一样，由本世紀初开始对切削速度的要求也不断地增长。1900年出現了高速鋼，1907年发明了司太立合金以及1923年的硬質合金使切削速度提高了10倍以上。先进生产者的革新对今后出力的不断提高具有很大的影响，其效果是大家都知道的。

公称口徑(Js)和公称压力(Jt)

在第一次世界大战之后，管道公称口徑的数目要比現在的多得多，以后便逐漸减少，而剛修改了的捷克斯洛伐克国家标准 ČSN13 0015 将作出最新的修正。如果考虑到下面这一事实，我們便会了解为什么必須这样做。要知道，在第一次世界大战后的年代里，即在1918年后，除了最低的蒸汽压力之外，仅应用着两种蒸汽工作压力，这就是12和20大气压。而現在，对于管道附件則已具有10种以上的公称压力，目前已有400大气压的試驗性設備在运行中。此外，由于采用較高的压力和温度，需要完全新型的管道附件。具体的实践迫使我們不得不較粗糙地划分公称口徑。我們通常为各种不同的部門在一系列的公称压力中只選擇一定数量具有优越性的公称压力，这样对电厂的生产、安装以及倉庫內的备用零件都会带来节约。选用公称压力及公称口徑的其它限制，均見各种管道附件的标准（公称压力見标准 ČSN13 1010）。

第二章 材料及其应力与安全系数

材料标准包含有数百种不同的鋼种，既有供塑性加工的，又有澆鑄用的，还有其它各种的非鉄金属等等。設計人員有时可能很难决定应该选用哪一种材料，例如用于同一目的的鋼材可能有好几种，但实际上選擇材料的可能性为某些因素所限制。

已經标准化了的机械零件，是用标准中規定的材料制成的。除非有重要的理由，在特殊情况下才可选用不同于标准中所規定的材料。例如，泵的吸滤器法兰通常总是浸在水中的，因而选用黃銅的連接螺母以代替鋼質的。除了机械零件的标准外，材料的選擇还由政府頒布的条例（如鍋炉和压力容器的制造規範等）决定。这些条例就限制了鑄鉄只能在一定的压力和温度範圍內使用。

其它頒布的一些条例，或者根本就禁止某几种材料的生产，或允許在几种性質相似的材料中仅生产一种，或甚至仅允許某些鋼材用于一定的用途，例如可以用于某一定用途的鋼材，对于其它的用途則禁止使用。

此外，某些鋼种在有相当多的訂貨时，冶炼厂才愿意生产，有时候还是非常不愉快的限制。

即使在厂內，如果精打細算，也不可能貯备多种的材料，以隨時滿足設計人員的要求。因此，时常使設計人員在選擇材料时受到很大的限制，而迫使其另选一种在性能上能勉强符合要求，从安全观点看还能接受的材料，或者只好选用质量过于好的材料。有时虽然备有所選擇的材料，但尺寸規範却不合适，因而不得不提高加工的成本。

如果要在這裡进一步討論選擇材料的詳細規則，势必超越本書的範圍。必須由專門的文獻中去获得这方面的知識，但还是需要提出几点有助于參閱材料标准的要点：

材料标准內通常注明材料的化学成分規範，或有时給出谷成

分含量的范围,至于其精确的生产过程就有賴于制造厂自己掌握。这意味着即使是同一牌号的鋼材,其某些特性也可能因炉次和制造厂的不同而有所差别。材料表中所表明的屈伏点^①和强度极限等数值,若未注出范围,則通常是指最低值。还有一些影响鋼的性能而沒有在材料标准內表明的数值,都是不保証数值。例如有些鋼材就沒有延伸率、冲击韌性、焊接性以及其它性能。但若对于使用某种材料已具有一定的經驗,則这些沒有标明的数值至少能近似地假定。例如我們並沒有第11級的某些普通碳素鋼到400°C为止的有保証的屈伏点,但是却經常在这溫度下使用这些鋼材,故在选择材料时經驗是很重要的因素。因此当还没有足够充分的理由时,切勿随便更換某些在實踐中已証实适用的材料。

管道附件材料的选择一方面根据管道附件的压力,另一方面决定于溫度。必須指出,在这方面所用到的術語尚未統一,我們經常講到低压或高压、高温、較高温、最高温和低温等,实际上也无法很好地統一这些術語。例如,在以前算作高压的20大气压在今天已被認為是低压。在溫度方面也是如此。故最正确和最可靠的解决方法是将参数直接以数字表示。

通常按下列原則选择材料:

鑄鉄 虽然目前国家标准尙規定鑄鉄接頭可用于公称压力 $Jt\ 25$,但实际上为使壁厚不致过大,鑄鉄的管道附件仅用至公称压力 $Jt\ 16$ 。在进行短期的拉力試驗时,約可至400°C而鑄鉄的强度基本上不会有变化。但随着溫度的升高鑄鉄开始“增长”,即发生渗碳体的分解和体积脹大的現象。此种增长現象在300°C时已明显地开始,随后便不断地扩大。在設備停止运行期間,管道附件內可能积有凝結水。当起动时,若管道附件未經彻底排水,被凝

^① 捷克斯洛伐克国家标准 ČSN42 0302 “金属的机械性能試驗、基本定义和符号”,除引述“屈伏点”的定义外,尙說明了“滑移极限”的概念。滑移极限是指应力不再增大而繼續发生变形,有时甚至繼續增长时的最小应力。在材料試驗机上当試棒的变形仍在繼續进行而載荷却首次停止增加时的应力即定为滑移极限。如滑移极限无法明显地測定,則确定其屈伏点 $\sigma_{0.2}$,即是当試棒的永久变形达原来測定长度的0.2%时的应力。

結水复盖的体壁部分受热速度比邻近部分慢，管道附件的壳体便会因热胀应力的作用而破裂。考虑到許多类似的因素，允許鑄铁的管道附件在公称压力 Jt 6 时仅用于 150°C 以下，在公称压力 Jt 10 和 16 时仅用于 200°C 以下。对于远程輸送管道只允許用于 4 个表大气压以下，温度 150°C 以下，且仅适用于較小的公称口徑。当严寒时若管道附件内有积水，水結成冰也会使得管道附件的壳体破裂。所以，凡是可能发生这种危險的地方，最好都采用鋼。由此可見虽然鑄铁有良好的澆鑄性、加工性和价格低廉，是一种合适的材料，但由于脆性，限制了它的应用范围。球墨鑄铁比普通鑄铁性能好，其强度約与鑄鋼相等，韌性和展延性也比灰鑄铁高。球墨鑄铁的“增长”也較普通鑄铁少。其冲击韌性当然还是远低于鋼，归根結底，毕竟还是鑄铁。球墨鑄铁的应用尚无多年經驗，暂时規定可用于温度 400°C 以下，公称压力 Jt 16 以下，此外尚可用于公称压力 Jt 25，但用于公称压力 Jt 25 的球墨鑄铁管道附件的全部尺寸都应按照公称压力 Jt 40 設計。

非铁有色金属 在今天已較少应用。黃銅的壳体和其它受力零件，似乎不應該用于温度 150°C 以上。如受力不大时，黃銅可用于 200°C 以下。当然，这也決定于黃銅的成分；含 Cu 60% 的黃銅耐温較低，而含 Cu 70% 的可用至 200°C 。

同样，青銅也不可用于 200°C 上的温度，虽然也可能有例外。所謂“紅金属”，可用于温度 250°C 以下。有些管道附件制造厂曾用以制造座圈的特殊青銅則可用于 $400\sim 450^{\circ}\text{C}$ 。当然，这种合金含有大量的鎳。鎳本身对于閥門和閘門的座圈來講是非常合适的材料，因为不会发生咬擦現象。現在已普遍地应用不銹鋼来代替这些特殊青銅和鎳。

鑄鋼 当鑄铁已不能适应温度和压力的要求时我們便采用鑄鋼。鑄鋼件的压力的上极限为公称压力 Jt 400，公称口徑 Js 为 100 至 200。至于公称口徑較小的管道附件，在上述压力下应由鍛鋼制成。假如无须節約合金元素，則可規定碳素鋼仅应用于 400°C 以下。但按照 ČSN 13 0012 迫使我們不得不允許將碳素鋼用于更

高的温度，当然，此时应减低工作压力。当温度在 400°C 时通常碳素钢的蠕变极限已经比其滑移极限低（关于蠕变极限，将在“管道附件的应力和安全系数”一节中叙述）。因此当温度在 400°C 以上时，为了减轻重量，已采用合金钢。钼钢适用于约 475°C 以下，含钼量较高的铬钼钢适用于温度约 560°C 以下。到目前为止，铁素-珠光体钢尚未研究成功（这种钢有可能用于温度 560°C 以上），仍必须采用基本成分为含 Cr 18% 和 Ni 8% 的奥氏体钢。为了防止脆化，这些钢种便必须以钛、铌或在较少有的情况下以钽使其稳定。关于在受热状态下钢的性能，下面还要讨论。

锻钢 通常用于制造公称口径 Js 40 以下和公称压力由 Jt 25 至 100 的阀门壳体。公称压力 Jt 160 和 250、公称口径 Js 65 以下的壳体是由钢锻成的。现在还企图将用于 Jt 250 以上的较大的管道附件壳体也锻制，以根本消除铸件。各种锻钢在化学成分上颇与铸钢近似。在较低的压力下由于型钢不足，亦有用锻钢制造管道附件的其它零件，例如较小的压盖、导杆、填料压盖、阀塞、闸楔和其它各种套筒等等。关于螺栓的材料将在计算法兰连接时讲到。

管道附件的座圈材料 铸铁管道附件的承座面有时直接在其本身上铣出。这是常用于煤气的管道附件、除灰设备、含氨的水管道等，因为一方面铸铁不会发生咬擦现象，而另一方面也不必担心座圈和壳体之间的密封接合。

辗入式或铆入式的黄铜座圈通常用于 150°C 以下。这种座圈是由牌号为 GMS 60 的黄铜浇铸而成，或者由含铜量约为 67% 的所谓砲铜轧制而成。现铸的旋入式黄铜座圈以及阀体、锥塞，一般是用 GMS 67 号黄铜。较小的座圈有时用 M 58 号黄铜棒制成。采用青铜材料的辗入式或填入式座圈，青铜内含有 Sn 5%。旋入式或压入式的青铜座圈，特别是当压力较高时，通常由韧性青铜 Al-Bz9 制成，有时尚含有 Ni 5%。公称压力 Jt 40 以下的阀门和阀门的座圈过去就是用镍制造的。由于节约使用的缘故，目前镍已很少应用。

用含 Cr12 ~ 14% 的铁素体钢制造的不锈钢座圈，其硬度决定于含碳量。若用于温度 425°C 以上，则应该再含有 Mo 1% 以免脆化。铁素体不锈钢可调质至相当高的强度，经调质处理后的这种钢材能很好地抵抗腐蚀和侵蚀作用。因其价格比奥氏体钢低廉，故被广泛地应用在不必用堆焊式座圈的地方。堆焊式座圈在捷克斯洛伐克已广泛地用上了奥氏体不锈钢电焊条。当然，这些钢是经过稳定处理的，否则在进行堆焊时或以后在运行中座圈会碎裂。

在管道附件的座圈材料中，占有特殊地位的是一种硬质堆焊合金，它根据创始者的命名被称为司太立合金。发明这种合金的原来意图是想用于切削工具以代替普通的高速钢。但不久就由于效率更高的碳化物硬质合金刀片的出现而使其在切削工具中失去了应有的地位。温度在 425°C 以上的管道附件以及由于单位压力甚高而不可能再使用青铜或不锈钢时，则含钴的司太立合金到目前为止仍是不可被代替的材料。司太立系由于原制者 Haynes 命名的。其它制造厂的出品，名称虽有不同，但成分却相当精确地保持与原来的一致。例如在捷克斯洛伐克曾有利尔合金 (real)，在苏联制造的叫做索尔玛特合金 (Сормат)，而在奥地利则称为布赫莱尔谢而西脱合金 (Böhler celsit) 等等。在阀门内因咬擦现象并不怎样严重，可采用不含钴的 1 号司太立合金。但阀门则应采用含钴 60% 的 6 号司太立合金。

还需谈谈关于氮化钢，即通常含铝和钼的钢。在捷克斯洛伐克，这钢的牌号为 Poldi E-Al14 和 Al16。当然，其它含钼、铬或钨的合金钢都可进行氮化处理，但碳素钢、锰钢、砂钢和镍钢却不适宜。氮化处理经常被应用于导杆或旋入式的座圈。在进行氮化处理时，通常总是将工件置于温度为 480 ~ 540°C 的炉中，通入的氨气，因受热而分解产生氮气，它在钢的表面形成一层氮化物层，其硬度约可高达布氏硬度 1,000 H_B 。当然，表面硬层的深度是随氮化处理过程时间的长短而决定的，通常很少深入至表面下 0.5 毫米。这里的硬度已只有 400 H_B ，因为由表及里硬度不断降

低，而通常在1毫米深处已大体上为原来材料的硬度。此外，氮化层表面有细小裂纹还需磨掉。由咬擦观点来看，氮化层表面是非常有利的，但在饱和蒸汽的作用下，在氮化层表面上会发生点蚀现象。如果要修理表面，只能将整个表面层磨去，堆焊上一层新的氮化钢，然后再进行氮化处理。由于表面硬化层很薄和修理困难，在捷克斯洛伐克，已停止将管道附件的座圈进行氮化处理，虽然在战前曾对它寄予很大的希望。如果将导杆进行氮化处理，则因氮化层很薄，在氮化前先将其直径铰小 $0.1 \sim 0.15$ 毫米，但每面仍留有 $0.02 \sim 0.05$ 毫米的余量。在氮化处理后，再将导杆磨至比引导孔小 $0.1 \sim 0.15$ 毫米的尺寸。

镀铬也是一种常用的方法。当导杆的表面仅具有 $0.02 \sim 0.05$ 毫米厚的电解镀铬层时，便能有效地抵抗腐蚀作用。有时我们采用较厚的镀铬层，其工作程序如下：先将工件的直径磨小0.1毫米，然后在直径上镀上0.2毫米的铬层，再将工件的直径磨去0.1毫米。经这样镀铬后的零件，例如导杆、阀碟和活塞等能很好地承受高温的作用，这时已不需用非铁金属的套筒、导管了。镀铬层的硬度极高，约为洛氏硬度 $65 \sim 70\text{Rc}$ ，且能抵抗咬擦现象。镀铬层还能抵抗侵蚀作用，故也适用于节流阀碟的节流曲面。经专门技术镀上的铬层，即使当温度略高于 500°C 时也不剥落，且能保持其抗蚀性，但镀铬层是精确地按照工件原来表面的形状而形成的。故在镀铬后工作表面的高低差别可能更为显著（例如，工作表面原来的突出处便沉积有较多的铬或甚至形成尖粒状，而原来的低凹处却积铬较少），所以在镀铬前工件的表面必须精磨过。

表1至表6内所列的为最重要的管道附件材料。其中一些并非直接摘自标准的数据，仅供参考。

管道附件的应力和安全系数

正如其它产品一样，管道附件的经济性是由使用所得的利益和制造成本之比来决定的。在运行中经常发生故障的管道附件，即使价格低廉，材料极为节省，也是不经济的。但很适用的管道

表 1 鑄 鐵

ČSN/DIN 標 記	ČSN 標 記	強 度 (公斤/毫米 ²)				彈性模數 E (公斤/毫米 ²)		比 重 (公斤/分米 ³)	備 注
		抗拉	抗彎	抗 壓		抗 拉	抗 壓		
				100 °C	200 °C				
				100 °C	200 °C	100 °C	200 °C		
Ge 14.91	42 2415	15	32			(15)	(14)	(7000)	(9000)
Ge 18.91	42 2418	18	36	(61)	(60)	(20)	(19)	(9500)	(10700)
Ge 22.91	42 2421	21	40			(21)	(20)	(11000)	(11500)

按照国家标准 ČSN 的各种管子
一般性用途
大型零件

按照国家标准 ČSN 的各种管子
一般性用途
大型鑄件

表 2 按 IOCT 2611 44 的球墨鑄鐵

按 IOCT 的標記	最小強度(公斤/毫米 ²)				布氏硬度 H_B	備注
	抗拉	抗彎	抗压			
MCU32-52	32	52	100	170~241	抗拉彈性模數 $E \approx 12\ 000 \sim 15\ 000$ 公斤/毫米 ² 。冲击韌性僅為 $R \approx 0.50 \sim 0.80$ 公斤米/厘米 ² ，比重 $\gamma = 7.23 \sim 7.38$ 公斤/分米 ³	
MCU35-56	35	56	110	197~248		

表 3

非鉄金属的成分

名 称	标記 ČSN/DIN (或其它的)	近 似 的 成 分 (%)							
		Cu	Sn	Zn	Pb	Al	Ni	Mn	Fe
錫青銅	Cu-Sn-5	余量	5						
	Cu-Sn-12	余量	12				1		
紅金屬	Rg 5	85	5	余量	3~5				
	Rg 9	85	9	6					
鑄黃銅	GMs 67	65	1	余量	最多3				
黃銅棒料	M 58-F 37 軟	58		余量	2				
	M 58-F 44 中硬	58		余量	2				
	M 58-F 51 硬	58		余量	2				
韌性鋁	Al-Bz 9 中硬					9			
青 銅	Al-Bz 9 硬					9			
用于開 門座圈 的 鍊 合 金	苏联規格 (a)	56.1	6.45		0.17		33.15	0.53	3.6
	Apta (捷克列寧工厂規格)	余量	8~10				36~38		6~8
	Platnam (Hopkinson工厂規格)	30	15				54		1
	苏联規格 (b)	17.32	9.6			2.43	68.25		1.05

表 4

非铁金属的性能和用途

标 記 CSN/DIN (或其它的)	屈伏点 (公斤 毫米 ²)	强度极限 (公斤 毫米 ²)	延伸率 $\delta_5\%$ (沸騰的) $\delta_{10}\%$ (軋軋的)	布氏硬度 H_B	比 重 (公斤 分米 ³)	备 注
青 銅 Sn5%	10~15	17~24	15~25	60~85	8.8	用于開門座圈的可鑲嵌青銅
青 銅 Sn12%	13~18	24~30	10~16	69~100	8.8	用于Jt10, Jt16的旋塞和閥門壳体, 能抗腐蝕
Rg 5	10~14	15~20	6~12	69~100	8.8	管道附件的壳体、座圈、閥塞, 旋塞的塞錐、套筒Jt6以下
Rg 9	10~14	17~22	5~12	69~100	8.6	同Rg5, 但能至Jt10
GMs 67		最小18	最小20	最小40	8.4	管道附件的壳体 (青銅的代用品)
Ms 58-F 37		37~45	最小35		8.5	經軋軋的黃銅棒; 用于 導杆, 小型旋塞的塞錐, 閥門的閥塞Jt6以下, 小套筒, 模鍛的管道附件
Ms 58-F 44		44~54	最小10		8.5	
Ms 58-F 51		51~63	最小5		8.5	
Al-Bz 9中硬		55~60	最小12	最小130	7.7	高压管道附件的壳体, 座圈和閥塞; 抗腐蝕性甚佳; 加入Ni5%和Fe2.5%能提高强度
Al-Bz 9硬		56~70	最小5	最小160	7.7	
苏联規格(a)						30~40大气压, 400°C蒸汽的座圈
Apfa		35~45		約250	8.6	40大气压, 425°C蒸汽的座圈
Platnam	42	51		225		管道附件的座圈
苏联規格(b)						加入 Mg 0.1% 和 Si 1.24% 用于 70 大气压, 500~600 °C 的座圈