

化工管路

[苏联] H. A. 巴克兰诺夫 著

中国工业出版社

.8

化 工 管 路

〔苏联〕H. A. 巴克兰诺夫 著

王承明 译 沈济川 校

中 国 工 业 出 版 社

本书所論为化工厂各車間所用管路的材料性质和各种元件的构造，闡述管壁、管托和热延伸补偿等的强度計算以及管路的水力計算，說明各种管路的安装和檢驗規則。

本书对象是化工企业的車間机械师和石油工业、食品工业、制葯工业等的工程技术人员。亦可供此类专业的高等学校学生在进行課程設計与毕业論文設計时参考。

Н. А. БАКЛАНОВ
ТРУБОПРОВОДЫ В ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ГОСХИМИЗДАТ 1953)

* * *
化 工 管 路

王承明 譯

(根据原化学工业出版社俄文版)

*
化学工业部图书編輯室編輯 (北京安定門外和平里七区八号樓)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路西10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本 $850 \times 1168\frac{1}{32}$ · $8\frac{7}{16}$ ·字数260,000

1954年12月北京第一版

1965年8月北京新一版·1965年8月北京第一次印刷

印数0001—4,130·定价(科六)1.30元

*
统一书号, 15165·3909 (化工-383)

目 次

譯 序	4
原 序	5
第 一 章 装管工程的标准化	7
第 二 章 管件材料	12
第 三 章 金属管	29
第 四 章 非金属管	53
第 五 章 管的接合法	59
第 六 章 管件	92
第 七 章 他动启闭阀件	100
第 八 章 自动启闭阀件	124
第 九 章 管路的水力计算	132
第 十 章 管路的热延伸和补偿	154
第 十 一 章 管路的安装	173
第 十 二 章 物料管路	185
第 十 三 章 車間内自来水管	195
第 十 四 章 压缩空气和真空管路。排气管。	211
第 十 五 章 蒸汽管路	221
第 十 六 章 排水管路和凝液管路	226
第 十 七 章 沟渠管路	251
第 十 八 章 管路的验收和启用前的准备工作	264
参 考 文 献	269

化 工 管 路

〔苏联〕H. A. 巴克兰诺夫 著

王承明 译 沈济川 校

中 国 工 业 出 版 社

本书所論为化工厂各車間所用管路的材料性质和各种元件的构造，闡述管壁、管托和热延伸补偿等的强度計算以及管路的水力計算，說明各种管路的安装和檢驗規則。

本书对象是化工企业的車間机械师和石油工业、食品工业、制葯工业等的工程技术人员。亦可供此类专业的高等学校学生在进行課程設計与毕业論文設計时参考。

Н. А. БАКЛАНОВ
ТРУБОПРОВОДЫ В ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ГОСХИМИЗДАТ 1953)

* * *
化 工 管 路

王承明 譯

(根据原化学工业出版社俄文版)

*
化学工业部图书編輯室編輯 (北京安定門外和平里七区八号樓)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路西10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*
开本 $850 \times 1168\frac{1}{32}$ · $8\frac{7}{16}$ ·字数260,000

1954年12月北京第一版

1965年8月北京新一版·1965年8月北京第一次印刷

印数0001—4,130·定价(科六)1.30元

*
统一书号, 15165·3909 (化工-383)

目 次

譯 序	4
原 序	5
第 一 章 装管工程的标准化	7
第 二 章 管件材料	12
第 三 章 金属管	29
第 四 章 非金属管	53
第 五 章 管的接合法	59
第 六 章 管件	92
第 七 章 他动启闭阀件	100
第 八 章 自动启闭阀件	124
第 九 章 管路的水力计算	132
第 十 章 管路的热延伸和补偿	154
第 十 一 章 管路的安装	173
第 十 二 章 物料管路	185
第 十 三 章 車間内自来水管	195
第 十 四 章 压缩空气和真空管路。排气管。	211
第 十 五 章 蒸汽管路	221
第 十 六 章 排水管路和凝液管路	226
第 十 七 章 沟渠管路	251
第 十 八 章 管路的验收和启用前的准备工作	264
参 考 文 献	269

譯 序

工厂中的管路犹如人体的血管，血管若不能发挥其作用，疾病即随之而来。工厂中的管路若设计未妥，则必常生故障，于是妨碍生产。诚如本书作者所指出：“化学工厂中的管路是生产设备中不可分割的一部分而不是一种辅助装置”。可是一般说来管路往往不及其他设备的被人重视，因此讨论管路设计安装的著作在数量上也远不及讨论其他设备的著作。

化学工厂的管路较其他工业如自来水厂、发电厂、煤气厂等所需的管路更为复杂，因为高温、高压、沉淀、腐蚀等现象以及燃烧、爆炸、毒害等危险都可能同时存在。反之，其他工业往往只须注意其中的一项。因此，设计和安装化工管路时，考虑更要周密。本书作者专门就化学工业的特点而讨论管路的设计和安装，有关元件都附有详图说明，尺寸规格另列表中。对于计算方法除阐述原理以外，又插有线解图，最后复举算例，以便初学。此外，本书并指出了管路安装工程中应注意的安全措施。

本书译稿，曾得苏元复、张震旦两教授分校若干章，最后复蒙沈济川教授校全文，书此致谢。

王承明 一九五四年七月于上海华东化工学院

原 序

化学工厂的管路是生产设备中不可分割的一部分，而并不是一种辅助装置。整个工厂和车间的操作的成效，甚有赖于管路的运转流畅。由于所输送的介质的高度腐蚀性以及因此所需的特殊材料(酚甲醛、聚氯乙烯和橡胶等)；由于许多物料的易于凝固或释出沉淀，以至于堵塞管路；由于许多物料的燃烧和爆炸危险性等等；这些因素都使化学工厂车间中管路的使用趋于复杂。

化学工厂车间的机械技师，因负有保养一切设备使能经常运转的责任，应当完全了解本车间内管路装置的各项特性。改变现在的个别布置以制造新的产品，合理化革新和大规模修理，这些常与器械和通道的更动相结合的工作，也都是车间机械技师的职责。

为了胜利完成以上的任务，车间机械技师必须解决多样而往往复杂的问题——决定导管和阀件的类型、尺寸和材料，正确地安装车间内部管路，而且这时又须将下列各因素考虑在内：补偿热延伸、排除、吹淋、保温、选择适当的管托结构、和计算支架的尺寸等等。

管路的计算、设计和安装须根据许多精确的科学，其中最重要的是水力学。关于这门科学的创始和在解决实际问题上的应用，俄罗斯学者做了许多工作。水力学的发展多亏了 M.B. 罗蒙诺索夫。俄罗斯的 Л. 尤拉院士(1707—1783)·D. 柏努利(1700—1782)所导出的方程式，是现代水力学的基础。俄罗斯最卓越的学者 Н. П. 别鲁夫(1838—1920)，H.E. 索可夫斯基和 C.A. 夏伯金(1869—1945)对于水力学的发展作了有价值的贡献。

在伟大的十月社会主义革命胜利以后，水力学在苏联更有辉煌的发扬。水力学界著名的有 Н. И. 巴布诺夫斯基、Л. С. 聶本章及其他学者。由于 M.B. 吉彼耶夫院士和他的共同工作者(A.A. 古赫曼和 M.A. 米耶夫等)的探索，相似论的应用大大地推动了水力学的发展。П. Г. 罗曼可夫和 A. Г. 卡萨特金发表了应用相似论以解决化学工程中水力学问题的有价值的著作。

讨论普通管路(自来水管、蒸汽管路和沟渠管路)的计算、安装和使用的苏联和外国著作，业已极多。但专论某一工业所用管路的书籍却屈指可数，而只在苏联有所发行，例如，H.A. 巴克兰诺夫的“有机工业管路”，化学出版社 1935年版；A.H. 聶波的“石油工厂的管路和阀件”，采矿燃料地质出版社 1939年版；H.A. 巴克兰诺夫的“化学工业中管路的使用”，苏联国立化学出版社 1940年版；和“机械技师手册”(“管路”章)，苏联国立化学出版社 1950年版等。

本书各章的顺序是：首叙选择管路和阀件的类型，尺寸和材料所必要的基本

知识（第一、二两章），次論管路的各种元件——管、管件和閥件（第三至第八章），再述管路的水力計算法（第九章），以及管路的热延伸补偿法和管路安装法（第十、十一两章），以下各章則分別討論各种管路的安装和构造特点，以及简化計算法（第十二至第十七章），最后为管路的驗收和檢驗法則（第十八章）。

討論管路材料、真空管路和各种材料所制管路的元件选择問題等的各章以及若干其他章节，載有化学工厂所需的特殊資料。討論普通管路（車間内自来水管、沟渠管路和排水管）的各章，都指出这类管路在化学工厂的情况下应有的特点（例如車間自来水管的“空气隔离”，和毒害性气体由沟渠管路侵入車間的預防等）。

本书內容仅限于車間内部的管路，至于厂区管网的安装和使用則概不列，因为这类管路非車間工作人員所掌管。

論述一般适用的閥件时，作者仅以目前化学工业中采用最广或最近的将来可能普遍应用的各种閥件为限。本书所未列的常用閥件的詳細数据，可查閱相应的苏联国家标准，各种目录和参考文獻。

书末附有文獻一覽表，以便就作者所論及的問題能作更进一步的研究。

作者深愿各化学車間的机械技师及其他讀者能对本书內容提出意見，作者欢迎一切批評指教并致謝意。賜教請由莫斯科苏联国立化学出版社轉。

作 者

第一章 装管工程的标准化

在装管工程上，如同在其他技术领域一样，标准化使得制造工厂可能进行零件的大量生产，使用单位能够降低安装费用，减少自备仓库中零件的储备量，而且便于损坏零件的进行更换（由于零件的互换性），同时又大大地便利了设计人员的工作。

在苏联，管和阀件的标准化开始于1930年，OCT739 压力标准和 OCT740 通称直径标准都于此时公布（后为ГОСТ356—43 和ГОСТ355—41所代替）。

根据这两种规定制件的定型尺寸的标准，编制了其他一切管和阀件的标准。

压 力 标 准

ГОСТ356—43（“管，管件和阀件的通称压力，试验压力和工作压力”）规定了管和阀件应隶属的压力和温度范围。

每一制件（管、球阀等）须属于表1所列“通称”压力中的任一项。属于某项通称压力的制件，究能适用于何种工作压力，乃由所处理介质的温度决定。容许工作压力的最高限度随着温度的升高而降低。ГОСТ 356—43 规定有六级温度范围，每级范围都有其相应的最高容许压力（表1）。

第一级温度范围中（0—120℃），工作压力等于通称压力。以次各级的工作压力，都应低于通称压力，是通称压力的，

121—300℃	80%
301—400	64
401—425	54
426—450	43
451—475	34

容许工作压力的降低是因为输送高温介质时制件随着温度的升高而降低了材料的机械强度，而且在高温介质的情况下，制件毁损时的危险性增加。

标准中所规定的工作压力仅适用于正常的操作情况。若管路中有冲击、震动，水锤等现象，或所输送的是腐蚀性介质，则应根据操作情况的变数（ $P_{\text{раб}} \text{ 和 } t$ ），选用标准中属于较高通称压力的制件。如此，负荷较高的管路仍较安全。

温度可以超出每级所规定的最高值凡 20°，但超出的时间不得过长，即不连续达100小时或每年共达600小时以上。

ГОСТ 也规定有水压试验和通称压力大小的关系。大多数情况下，试验压力等于通称压力的一倍半。

管路阀件出厂前须先经水压试验，即先在试验压力下试验其强度，然后在通

管，管件和閥件的通称压力、試驗压力和工作压力 表 1
(ГОСТ356—43)

		表压力(〔仟克/厘米 ² 〕)					
通称 压力 P_y	試驗压力 $P_{исп}$ (試驗时水温 应低于 100°C)	各級溫度范围的工作压力 $P_{раб}$ (最大值)					
		I	II	III	IV	V	VI
		0—120	121—300	301—400	401—425	426—450	451—475
1	2	1	1	—	—	—	—
2.5	5	2.5	2	—	—	—	—
4	6.5	4	3.2	—	—	—	—
6	10	6	5	—	—	—	—
10	16	10	8	—	—	—	—
16	25	16	13	10	9	7	—
(20)	32	20	16	13	11	9	—
25	40	25	20	16, (20)	13	10	8
(32)	50	32	25	20	17	13	11
40	60	40	32	25, (32)	22	17	13
(50)	75	50	40	32	27	22	17
64	96	64	50	40	34	27	22
80	120	80	64	50	43	34	27
100	150	100	80	64	54	43	34
(125)	190	125	100	80	68	54	43
160	240	160	125	100	86	68	54
(200)	300	200	160	125	108	86	68
225	340	225	180	144	122	97	77
250	375	250	200	160	135	108	86
320	480	320	250	200	172	135	108
400	600	400	320	250	216	172	135
500	750	500	400	—	—	—	—
640	960	640	500	—	—	—	—
800	1200	800	640	—	—	—	—
1000	1500	1000	800	—	—	—	—

称压力下試驗其严密程度。

使用于 1 [大气压] (表压) 以下处的管和閥件, 試驗压力等于工作压力加 1 [大气压]。

用于真空的閥件和管, 試驗压力不得低于 1.5 [大气压] (表压)。

用于特殊压力, 溫度和特殊介质的閥件, 应受的水压試驗則因溫度而異, 其值如下:

$$P_{np} = n P_{pa6ou}$$

n 为系数, 表示工作压力应較試驗压力小若干倍, 以保証此制件在使用的情况下必能安全操作。

系数 n 之值见表 2。

特殊情况所用管件的試驗壓力系数 表 2

溫度級	I	II	III	IV	V	VI
n	1.5	1.9	2.4	2.8	3.5	4.4

試驗閥件严密度时 (开启和关闭), 所用压力等于 $1.25 P_{pa6ou}$ 。

选择輸送冷 (I 級溫度) 介质的管路所用閥件时, 可以較該閥件的容許工作压力高出 15%, 但該閥件应在 $1.25 P_{pa6ou}$ 的水压下进行严密程度試驗。

ГОСТ 356—43 所規定的二十五項通称压力中, 加有括弧的五項仅应用于特殊的情况。

只有管路零件是在 ГОСТ 356—43 規定的試驗压力下进行試驗。装好的管路的試驗压力等于 $1.25 P_{pa6ou}$ 。

对于有色金属、高矽鉄、陶瓷和塑胶所制的管和一部分管件, ГОСТ 356—43 仅适用其中所規定的通称压力, I 級工作压力和試驗压力等部分。

口 径 标 准

ГОСТ 355—41 (表 3) 中, 規定各式閥件、管件和管的通称口径; 此項規定也适用于机器或仪器的和管或閥件接合的部分。

所謂通称口径, 意即指制件接合端末处的內径。若干情形下 (例如閥件和鑄制管), 实际口径等于通称口径。各种压力下所用鋼管的外径悉等, 但內径則随壁厚而减小; 因此, 一般而論, 內径異于通称口径。突緣和管件的通称口径則可視為与其所配合的管的通称口径相同。

有色金属, 塑胶, 陶质以及若干其他材料的管, 并不依照 ГОСТ 355—41 制造。

对于通称口径在 600 [毫米] 以下的每种管和閥件, 标准中并規定有牙綫尺

寸。通称口径大于600〔毫米〕时，牙綫接合不适用。

在个别情况下，对于具牙綫的閥件（套筒接合或爪式接合）和牙綫接合的零件，可以用对应的管牙代替通称口径来表示。

通称口径加有括弧的制件，不宜采用，因在大多数情况下实际上并无重要的好处，反增加使用时和庫存中所需具备的零件尺寸种类。

閥件、管件和管的通稱口径 (ГОСТ 355—41)

表 3

通称口径 〔毫米〕	牙 綫	通称口径 〔毫米〕	牙 綫	通称口径 〔毫米〕
3	1/8"	200	8"	800
6	1/4"	(225)	(9")	900
(8)	—	250	10"	1000
10	3/8"	(275)	(11")	1200
15	1/2"	300	12"	1400
20	3/4"	(325)	(13")	1600
25	1"	350	14"	1800
32	1 1/4"	(375)	(15")	2000
40	1 1/2"	400	16"	2200
50	2"	(425)	(17")	2400
(60)	—	450	18"	2600
70	2 1/2"	(475)	—	2800
80	3"	500	20"	3000
(90)	(3 1/2")	(550)	(22")	3200
100	4"	600	24"	3400
125	5"	(650)	—	3600
150	6"	700	—	3800
(175)	7"	(750)	—	4000

管 件 标 准

管、管件和閥件的标准系根据上述的ГОСТ 356—43和ГОСТ 355—41两标准而厘定。下列各种管件现已标准化：1) 鑄鉄水管和管件 (ГОСТ 5525—50)，阴沟管 (ГОСТ 4781—4783)；2) 高矽鉄及抗氣矽鉄管和管件 (ГОСТ 203—41)；3) 焊制鋼管及无縫鋼管 (ГОСТ 3262—46, 4015—48, 1753—48, 301—50等)；4) 有色金屬管：鋁 (ГОСТ 601—40)，黃銅 (ГОСТ 494—41)，紅銅 (ГОСТ

617—41), 鉛 (ГОСТ 167—41); 5) 石棉水泥 导水管 (ГОСТ 539—48); 6) 陶
料阴沟管 (ГОСТ 286—41), 陶料耐酸管 (ГОСТ 585—41); 7) 各种用途的橡
胶软管 (ГОСТ 85—41, 1329—41, 1322—41, 1330—41, 90—41); 8) 各种接
合尺寸的突緣 (ГОСТ 1233—41至 1273—41); 9) 鋼管管件 (OCT 754—776,
OCT 3359—3366); 10) 球心閥和閘門閥的分类和外型尺寸 (ГОСТ 3706—41,
4066—48, 3326—46); 11) 填 函式 鑄鉄旋塞和螺帽扣紧式旋塞 (ГОСТ 2704—
44, 2998—45, 2844—45, 2423—44, 2422—44)。

相当数量的制件(若干种鋼管和塑胶或其他材料的管与閥件), 系依各部自訂
的标准和规范制造。

此外, ГОСТ 也規定有管件的代号和油漆色, 以及图上的管路与管件的通用
符号。

ГОСТ 中一般性的标准(螺栓标准、螺帽标准, 及鑄造和輾压标准等), 也有
相当多的項目广泛地应用于装管工程中。

第二章 管件材料

化学工厂所用管路的制造材料極為繁雜，有灰口鐵与合金鑄鐵，碳鋼与合金鋼，有色金屬，玻璃，瓷料，橡胶，塑胶等。这是因为管路使用的情況各不相同，尤其因为管路所輸送介质的化学性质各不相同。

在許多情形下，选择耐用于一定介质的材料并不是困难的工作，而只是根据工业中試用积累的經驗。例如，輸送浓硫酸用鋼管，硝酸用鋁管，盐酸用衬橡胶管等等，均所习知。各种介质所用管路的材料数据，见于各种有关的手册。因此，在每一具体的使用情况下，应就所选定的材料的性能特色，加以考虑。一切足以减弱材料对该項介质的抗蚀性，进而导致所装管路发生故障的情况，都应計及。例如，有时材料組成相差1%，即可能将其对于某特定介质的抗蚀性减低数倍；抗酸合金的耐蚀性不仅与其化学組成有关，其他因素如澆鑄情况也有关系；介质中的杂质大都加强其腐蝕性（硫酸中的微量盐酸或醋酸中的微量硝酸都能促进腐蝕作用）；凡此情况，都应考虑。若管路材料的抗蚀性是由于表面与介质作用所形成的保护膜，則此膜消失时（由于介质迅速流动时的冲刷作用或所含固体杂质的磨蝕作用），材料不久即行损坏。

由此可见，在許多情况下，为了最后判断所选材料究能适用于管路否，必須在生产的条件下，实地試驗介质的抗蚀性。

选择管路材料时，也应考虑介质的温度。化学工厂管路中所輸物料的温度差異极大——可由 -200°C 左右的極低温直到千百度的極高温。

許多构造材料，就其机械强度而論，固然完全适用于輸送深度冷冻或極高温的介质。但在每一个別情况，仍須試驗对于一定介质的抗腐蝕性。另有若干材料，例如聚氣乙烯胶板、酚甲醛树脂、橡胶等，仅在極狭的温度范围内，保持一定的机械强度。

介质的压力是选择管路材料时須仔細考虑的重要因素。化学工厂管路中的压力差異极大——由近于绝对真空以至数百个大气压。許多材料在此种情况下就显得不够結实。有时为了能使用这种材料，需要采取特殊结构，使之不受压力或管路本身重量的作用，例如，加装鋼质或鑄鐵护套。

管路各部分材料的最后选定，应根据上述各因素以及下列一切材料性质的共同影响加以考虑。

1. 鑄 鐵

灰口鐵 灰口鐵用于制造普通及特殊閥件（减压閥、安全閥和凝液排除器

等)，以及水管、阴沟管及其配件。鑄鐵閥件用在自来水、壓縮空气、真空、蒸汽以及各种物料管路上。鑄鐵管用在水管干线、車間内部沟渠、真空管路以及对鋼管有腐蝕作用的物料管路。鑄鐵管不可用作蒸汽管路，也不可在压力下用以輸送爆炸性或毒性介质。在高温时使用鑄鐵管件和閥件，应依照苏联国家鍋炉檢驗局所頒布的「蒸汽及热水管路安裝、保养及檢驗条例」。該条例中規定有鑄鐵的使用范围，見表 4。此項規定适用于 G₁₅-32 (ГОСТ 1412-48) 号 以上的各种鑄鐵。

鑄鐵閥件的应用范围

表 4

介质最高压力 〔仟克/厘米 ² 〕 (表压)	介质最高 溫度 °C	閥件最大 口 徑 〔毫米〕	介质最高压力 〔仟克/厘米 ² 〕 (表压)	介质最高 溫度 °C	閥件最大 口 徑 〔毫米〕
13	300	200	8	150	600
13	200	400	5	300	500
13	150	500	5	200	1000
8	300	300	2.5	300	800
8	200	500	2.5	200	不限定

虽然鍋炉檢驗条例的对象是蒸汽和热水管路，但鑄鐵閥件的規定应用范围对于其他介质也适用。

制造鑄鐵閥件所用鑄鐵的品质不得在 G₁₅-32 (ГОСТ 1412-48) 号以下。这种鑄鐵特性是：抗张强度 15〔仟克/毫米²〕，抗弯强度 32〔仟克/毫米²〕，抗压强度 65〔仟克/毫米²〕，布利聶硬度 163—229。

鑄鐵水管和管件的材料要求如下：断面均匀，致密，細粒，而且易于切削。制件的鑄鐵化学組成推荐如下：矽 1.6—2.2%；錳 0.6—0.9%；磷 0.5% 以下；硫 0.1% 以下。管的抗弯强度因其种类和直径而异，由 15 至 36〔仟克/毫米²〕。硬度由布利聶 110 至 160。

阴沟管所用鑄鐵的組成和机械强度未予規定。但須軟而易于切削和銼蝕，断裂口須均匀，致密而且細粒。

球墨鑄鐵 球墨鑄鐵是一种灰口鐵，当其由化鐵炉放出时，內中加入了少量的 (0.1—0.6%) 特殊石墨化剂。

这种鑄鐵的鑄件具有灰色細粒的断面，結構均匀，合于 ГОСТ 2611-44 的規定。

与普通灰口鐵相較，球墨鑄鐵最重要的特点是：

- 1) 机械强度較高 (抗张强度 28—38〔仟克/毫米²〕，抗弯强度 48—60〔仟