

HUAGONGCHANG
XITONG
SHEJI

蔡尔辅 编著

化工厂系统设计

化学工业出版社

TQ08

C02

化工厂系统设计

蔡尔辅 编著

化学工业出版社

(京)新登字039号

内 容 提 要

系统设计包括工艺装置系统和公用工程系统设计,是化工、石油化工、医药、发电厂、环保等行业的工程设计和工程技术的核心部分。本书详细地介绍了系统设计的内容,包括工艺装置管道仪表流程图的设计、公用工程管道仪表流程图的设计、单元设备的典型设计和系统设计的计算等。

本书可指导化工、石油化工、医药、发电厂、环保等行业的设计人员进行工厂设计。

DW45/28

化工厂系统设计

蔡尔辅 编著

责任编辑:周国英

封面设计:季玉芳

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本787×1092¹/₁₆印张11插页4字数274千字

1992年9月第1版 1992年9月北京第1次印刷

印 数 1—2,700

ISBN 7-5025-1012-5/TQ·589

定 价8.60元

前 言

现代化工厂设计一般分为工艺设计、系统设计和施工图设计三个阶段。系统设计的任务是把工艺设计中的各种要求和对各种工程问题的处理方案贯彻在施工图设计中。系统设计在化工厂设计中处于极为重要的地位，其质量的好坏不仅关系到工厂建成后的生产和安全，也关系到工厂建成后能否一次投产成功。随着装置规模的大型化及人们对化工行业易燃、易爆特性的进一步认识，人们对系统设计的要求也越来越严格。

本书根据作者近年来在国内外多个工程公司工作的体会和经验，详述系统设计的内容，抛砖引玉，供读者参考。书中的例子选自作者参与的实际工程，有一定的实用性。由于作者水平有限，难免出现错误，敬请读者指正。

本书承蒙中国寰球化学工程公司唐礼民总工程师的指导和审阅，北京石油化工工程公司的有关同志在本书编写过程中也曾给予热情的帮助，在此一并致谢。

编 者

1988年

目 录

前言

第一章 管道仪表流程图的设计	1
1 管道仪表流程图的设计内容	1
1.1 设备	1
1.2 配管	2
1.3 仪表与仪表配管	3
2 管道仪表流程图的设计过程	4
2.1 管道仪表流程图的初步条件版	4
2.2 管道仪表流程图的内部审核版	6
2.3 管道仪表流程图的供建设 单位批准版	7
2.4 管道仪表流程图的设计版	10
2.5 管道仪表流程图的施工版	10
2.6 管道仪表流程图的竣工版	11
3 管道仪表流程图设计所需资料	11
4 管道仪表流程图的图面布置 和制图要求	13
4.1 工艺管道仪表流程图	13
4.2 公用工程发生管道仪表流程图	13
4.3 公用工程分配管道仪表流程图	13
4.4 制图要求	14
4.5 管道仪表流程图的图号编制	19
5 管线号的编制	19
5.1 需要编号的管线	19
5.2 不必编号的管线	19
5.3 管线号编制原则	20
6 管线表	21
6.1 管线表填写原则	21
6.2 管线表内容	21
7 设计管道仪表流程图应 考虑的几个问题	24
7.1 单元设备对管道仪表 流程图的要求	24
7.2 公用工程系统设计的要求	28
7.3 自控系统设计	30
8 管道仪表流程图校核提纲	30
9 管道仪表流程图的经济 性和安全性	33

9.1 管道仪表流程图的经济性	33
9.2 管道仪表流程图安 全性的初步分析	34
9.3 管道仪表流程图安全 性的详细分析	36
9.4 管道仪表流程图的 安全分析提纲	40
第二章 单元设备的典型设计	45
1 泵	45
2 容器	45
3 塔	48
4 贮罐	50
5 换热器	52
6 空冷器	58
7 加热炉	59
8 压缩机	60
9 其它	63
9.1 阀门	63
9.2 调节阀	67
9.3 法兰	67
9.4 放空和放净	67
9.5 切断措施	67
9.6 公用工程管线与工 艺管线的连接	68
9.7 回转弯头	68
9.8 双阀	69
9.9 蒸汽灭火环	69
9.10 两相流管线	69
9.11 法兰盖、管帽和丝堵	69
9.12 管线腐蚀检查点	69
9.13 锁与铅封	70
9.14 保温	70
9.15 伴热	70
9.16 夹套管	72
9.17 取样	72
第三章 公用工程系统设计	73
1 水系统	73
1.1 生水系统	73

1.2	生活用水系统	74	1.6	安全阀泄放能力的计算	106
1.3	杂用水系统	74	1.7	计算例题	109
1.4	冷却水系统	75	2	管系的水力计算	113
1.5	乙二醇系统	76	2.1	水力计算中常见的基本概念	114
1.6	消防水系统	76	2.2	伯努利方程	116
2	蒸汽分配、锅炉给水和 蒸汽冷凝水系统	79	2.3	允许压力降	117
2.1	蒸汽分配系统	80	2.4	允许流速	118
2.2	锅炉给水系统	81	2.5	管道压力降计算	119
2.3	蒸汽冷凝水系统	82	2.6	环形管网的水力计算	146
3	杂用压缩空气和仪表压 缩空气系统	83	2.7	离心泵的吸上真空度 和汽蚀现象	148
4	燃料油系统和燃料气系统	87	3	绝热计算	153
5	惰性气体系统	87	3.1	绝热材料的选用	153
第四章	系统设计的计算	93	3.2	保温计算	154
1	安全阀的选用和计算	93	3.3	保冷计算	160
1.1	设置泄压设施的范围	93	4	气封系统计算	160
1.2	安全阀的选型	94	4.1	供气量的计算	160
1.3	安全阀的定压、积聚压力和 背压	95	4.2	供气调节阀的选用	161
1.4	安全阀的管线设计	98	4.3	泄压真空阀的选用	162
1.5	安全阀排放量的决定	101		附录 管道仪表流程图 设计实例	166

第一章 管道仪表流程图的设计

管道仪表流程图（亦称PID、机械流程图、带控制点流程图）的设计是化工厂设计中从化工工艺的流程设计过渡到工程施工设计的重要工序。

管道仪表流程图分为工艺管道仪表流程图和公用工程管道仪表流程图。其中公用工程管道仪表流程图又可以分为公用工程（如锅炉房、空分装置、压缩空气站、循环水系统等）发生管道仪表流程图和公用工程分配管道仪表流程图。而公用工程分配管道仪表流程图又可分为装置内的和装置外的（全厂性的）管道仪表流程图两种。

由于管道仪表流程图的设计千变万化，即使同一工艺流程的装置，也往往由于外界因素的影响（如用户要求、地理环境的不同，以及操作生产人员经验的差异等），需要在管道仪表流程图设计时作出相应的对策；再加上设计者处理方法的不同，同一工艺流程在不同的工程项目中，其管道仪表流程图不可能完全一致，但也不会有太大的差异。本书只能讨论一些共性的问题，介绍作者自己工作中的一些经验和体会。同时，把一些比较常见、典型的设计方案提供给读者参考。

1 管道仪表流程图的设计内容

管道仪表流程图是工厂安装设计的依据。工艺流程对工厂管道安装设计中的一切要求，除了高点放空和低点放空外，大到整个生产过程中所有的设备、管线（包括主要的和辅助的管线），小到每一个法兰和每一个阀门，都要在管道仪表流程图中标示清楚。

一套成品工艺或公用工程管道仪表流程图要能清楚地标示出设备、配管、仪表等方面的内容和数据。

1.1 设 备

（1）设备的名称和位号

在工艺流程图中，如有多台相同设备并联时，可以只画出一台，但在管道仪表流程图中，每台设备，包括备用设备，都必须标示出来。若是扩建、改建项目，已有设备要用细实线表示，并用文字注明。

（2）快装设备

对成套供应的快装设备（如快装锅炉、冷冻机组、压缩机组），要用细点划线画出成套供应范围的框线。在此范围内，所有附属设备的位号后都要带后缀“X”，以示这部分设备随主机供应，不需另外订货。

（3）设备规格

管道仪表流程图上应注明设备的主要规格和参数，如泵应注明流量 Q 和扬程 H ；容器应注明直径 D 和长度 L ；换热器要注出换热面积或换热量；贮罐要注出容积。和工艺流程图不同的是，管道仪表流程图中标注的设备规格和参数是设计值，而工艺流程图中标注的是操作数据。

（4）接管与联接方式

管口尺寸、法兰面形式和法兰压力等级均应详细注明。一般而言，若设备管口的尺寸、法兰面形式和压力等级与相接管线的尺寸、管路等级规定的法兰面形式和压力等级一致，则不需特别标出；若不一致，须在管口附近加注说明，以免在安装设计时配错法兰。

(5) 零部件

为便于理解工艺流程，与管口相邻的塔盘、塔盘号和塔的其它内件（如挡板、堰、内分离器、加热冷却盘等）都要在管道仪表流程图中表示出来。

(6) 标高

对安装高度有要求的设备须标出设备要求的最低标高。塔和立式容器须标明自地面到塔、容器下切线的实际距离或标高；卧式容器应标明容器内底部标高或到地面的实际距离。

(7) 驱动装置

泵、风机和压缩机的驱动装置要注明驱动机类型，有时还要标出驱动机功率。

(8) 排放条件

管道仪表流程图应标明容器、塔、换热器等设备和管线的放空、放净去向，如排放到大气、泄压系统、干气系统或湿气系统。若排往下水道，要分别注明排往生活污水、雨水或含油污水系统。

1.2 配 管

(1) 管线规格

所有的工艺、公用工程管道都要注明管径、管线号、管路等级和介质流向。公用工程管道与设备相接部分画在工艺或公用工程管道仪表流程图上，而干管与支管引出则画在公用工程分配管道仪表流程图上。管径用公称直径表示。若同一根管线上使用了不同等级的材料，应在图上注明管路等级的分界点。

一般在管道仪表流程图上管线改变方向处标注介质流向。

(2) 间断使用的管线

对间断使用的管线要注明“开车”、“停车”等字样。

(3) 阀件

正常运行时常闭的阀门或需要保证开启或关闭的阀门要注明“常闭”、“铅封开”、“铅封闭”、“锁开”、“锁闭”等字样。

所有的阀门（仪表阀门除外）在管道仪表流程图上都要示出，并用图例示出阀门的形式；若阀门尺寸与管线尺寸不一致时，要注明。

阀门的压力等级与管线的压力等级不一致时，要标注清楚；如果压力等级相同，但法兰面的形式不同，也要标明，以免安装设计时配错法兰，导致无法安装。

(4) 管线的衔接

管线进出管道仪表流程图中，图面的箭头接到哪一张图及相接设备的名称和位号要交待清楚，以便查找相接的图纸和设备。

(5) 两相流管线

两相流管线由于容易产生“塞流”而造成管道振动，故应在管道仪表流程图上注明。

(6) 管口

开车、停车、试车用的放空口、放净口、蒸汽吹扫口、冲洗口和灭火蒸汽口等，在管道仪表流程图上都要清楚地标示出来。

(7) 伴热管

蒸汽伴热管、电伴热管、夹套管及保温管等，在管道仪表流程图上也要清楚地标示出来，但保温厚度和保温材料类别不必示出（可以在管线表上查到）。

(8) 埋地管线

所有埋地管线应用虚线标示，并标出始末点的位置。

(9) 管件

各种管路附件，如补偿器、软管、永久过滤器、临时过滤器、盲板、疏水器、可拆卸短管、非标准的管件等都要在图上标示出来，有时还要注明尺寸，标上编号。

(10) 取样点

取样点的位置和是否有取样冷却器等都要标出，并注明接管尺寸。

(11) 特殊要求

管线坡度、对称布置和液封高度要求等均须注明。

(12) 快装设备接管

管道仪表流程图中应示出和成套供应的快装设备相接的连结点，并注明设备随带的管线和阀门与工程给料管线的分界点。工程给料部分必须在管道仪表流程图上标示，并与设备供货的图纸一致。

(13) 扩建管线与原有管线

扩建管线与已有设备或管线连接时，要注明其分界点。已有管线用细实线表示。

(14) 装置内、外管线

装置内管线与装置外管线连接时，要画“联络图”。并列表标出管线号、管径、介质名称；装置内接往某张图、与哪个设备相接；装置外与装置边界的某根管线相接，这根管线从何处来或去何处。

(15) 特殊阀件

双阀、旁通阀在管道仪表流程图上都要标示清楚。

(16) 清焦管线

在反应器的催化剂再生时，须除焦的管线应标注清楚。

1.3 仪表与仪表配管**(1) 在线仪表**

流量计、调节阀等在线仪表的接口尺寸如与管线尺寸不一致时，要注明尺寸。

(2) 调节阀

调节阀及其旁通阀要注明尺寸，并标明气开或气闭，是否可以手动等。我国钢制调节阀阀体的最低压力等级是 $4 \times 10^6 \text{ Pa}$ ，而管线的压力等级往往低于 $4 \times 10^6 \text{ Pa}$ ，此点在管道仪表流程图上要注明，以免法兰配不上。

(3) 安全阀

安全阀要注明连接尺寸、阀孔面积和定压值。

(4) 设备附带仪表

设备上的仪表如果是作为设备附件供应，不须另外订货时，该仪表编号要加后缀“X”。

(5) 仪表编号

仪表编号和电动、气动讯号的联接不可遗漏。

(6) 联锁及讯号

联锁及声、光讯号在管道仪表流程图上亦要表示清楚。

(7) 冲洗、吹扫

仪表的冲洗、吹扫要示出。

(8) 快装设备

成套供应快装设备的供货范围要标明。对由制造厂成套供货范围内的仪表，在编号后应加后缀“X”。

2 管道仪表流程图的设计过程

管道仪表流程图的设计过程是从无到有，从不完善到完善的过程。研究管道仪表流程图的设计过程，有利于提高其设计质量。本节主要讲述管道仪表流程图的设计步骤、系统专业（某些设计单位是工艺专业、工艺系统专业）和其它相关专业的横向关系以及工作量估算（参见图1-1）。

管道仪表流程图的设计，必须待工艺流程完全确定后才能开始，否则容易造成大返工，从而导致人力的浪费。但也不必待工艺流程设计完全结束后才开始，这样可以缩短设计周期，加快基建速度。

管道仪表流程图的设计要经过初步条件版、内部审核版、供建设单位批准版、设计版、施工版和峻工版等阶段后才能完成。

2.1 管道仪表流程图的初步条件版

管道仪表流程图设计过程中，系统专业需要具备必要的基础资料（见本章3“管道仪表流程图设计所需资料”）。这些资料在管道仪表流程图设计初期不可能全部具备，但有了主要部分即可开展工作。

管道仪表流程图的初步条件版可以由系统工程师完成，也可由工艺工程师完成后移交给系统工程师，由系统工程师继续完成后面的一系列工作。

管道仪表流程图初步条件版的主要作用，一是供配管专业进行装置布置和主要管线走向的研究使用；二是供给自控专业完善自控设计。在此版设计时，管道仪表流程图的设计者根据工艺流程图和自己的专业知识进行仪表设计。

管道仪表流程图的初步条件版应包括下列内容。

(1) 设备

所有的设备，包括备用设备，均不能遗漏。

(2) 工艺管线

主要的工艺管线要注明管径，但管线编号可暂不标注。

(3) 公用工程管线

与设备相接的公用工程管线应标出管径，蒸汽管要标出蒸汽压力。

(4) 间断使用的管线

间断使用的管线要标注其用途（如开工用、停工用、事故处理用等）。

(5) 管材

管线的材质要求可用管路等级或文字说明（如碳钢、奥氏体不锈钢）标注，若暂时无条件标注时，可暂不标注，但对合金钢管线和高压管线则一定要注明所用材料。

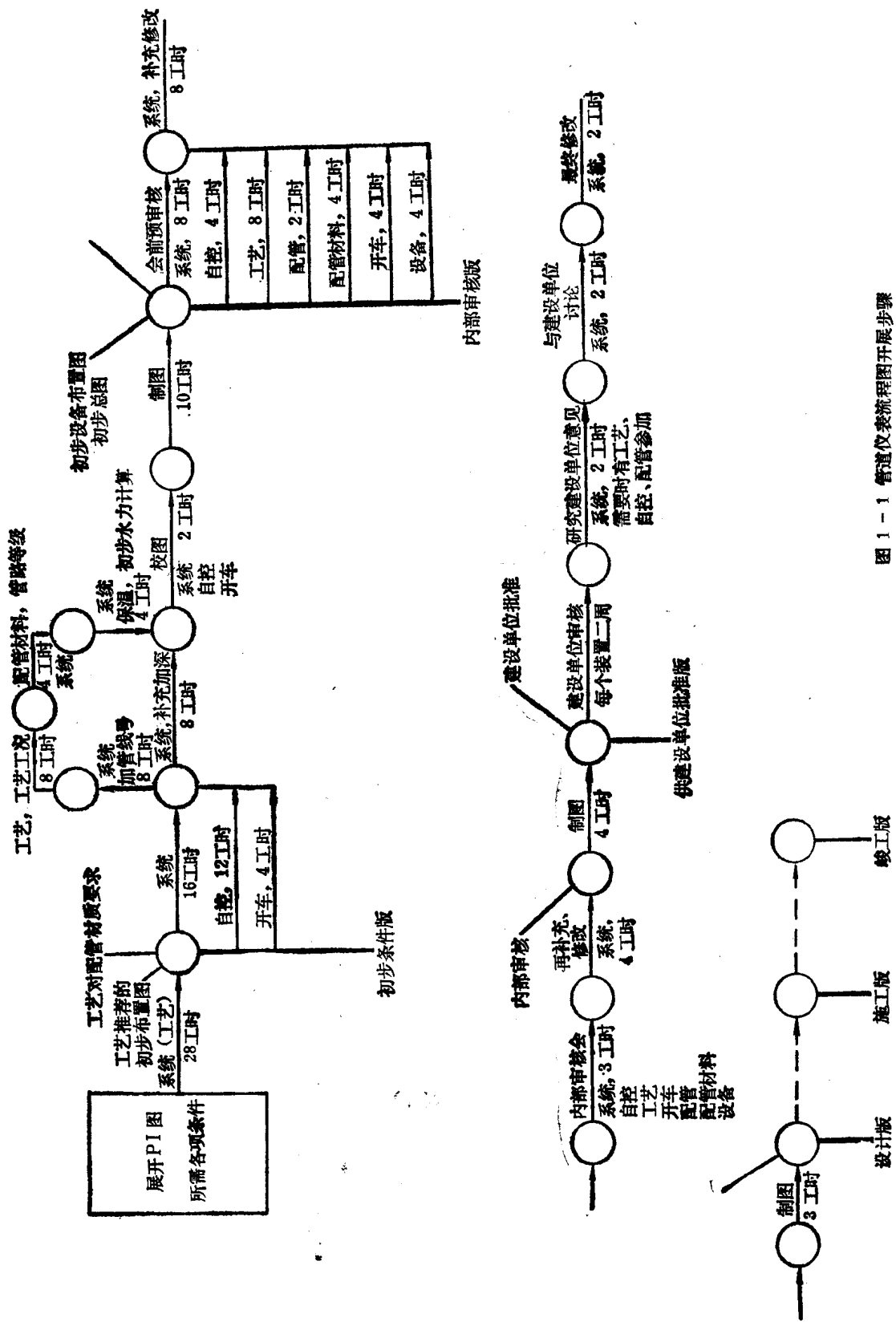


图 1 - 1 管道仪表流程图开展步骤

(6) 阀门

管线上的阀门在此阶段要尽量表示出来。

(7) 设备的最低标高

对于有标高要求的设备，应标出其最低标高。

(8) 泄压系统

应表示清楚安全阀出口是排往大气或排往火炬、废料处理系统。

(9) 安全阀

要标出主要的安全阀，但并不要求注出尺寸和编号。

(10) 调节阀

要画出全部调节阀，但不要求注出尺寸。

(11) 仪表

按照对工艺流程图的理解标出全部仪表（包括检测仪表、控制和联锁仪表，但不必注出仪表编号）。

(12) 必要的设计说明

自流管线、管线的坡度、液封、布置在某个特定位置上的调节阀组以及排往下水系统的类型（含油污水、雨水或生活污水系统）等均应有相应说明。对有常开、常闭要求的阀门，图上也应注明。

(13) 供货范围

成套供应快装设备的供货范围要用细点划线框出。

(14) 介质流向

管线上要注明介质流向。

系统工程师完成一张0*图纸大小的初步条件版大约需要28个工时（后面所提工时均为每张0*图纸的工作量）。工艺工程师应在初步条件版图纸上注明工艺过程对配管材质的要求，此项工作约需2个工时；并同时提出推荐的初步装置布置图，供配管专业参考。

2.2 管道仪表流程图的内部审核版

在管道仪表流程图送给建设单位审核前，要先在设计单位内部进行审核。各专业接到初步条件版图纸后，需再作如下完善。

(1) 补给所有的管线

系统工程师应对管道仪表流程图进一步深化，把工艺和公用工程管线补全，并加上工艺过程所需要的放空和放净管线。这项工作约需16个工时。

开车工程师应在初步条件版图纸上补充说明开车、停车、试压及事故处理的各项要求，然后把图纸送回给系统工程师。这项工作大约需要4个工时。

(2) 标注所有管线的管径及伴热、保温要求

系统专业应对管线的管径进行初步的水力计算和保温设计，并在管道仪表流程图和管线表上注明管径、保温和伴热的初步要求。此项工作约需4个工时。

一般的管线可根据物料平衡表中的物料流量、推荐流速或允许压力降来选用管径。但对某些水力计算有特殊要求的管线，则应进行详细的水力计算，其中包括：塔及反应器的入口管线；泵的吸入管线；制冷管线；往高位输送或长距离输送的液体管线（需校核泵的扬程是否够用）；要求流量均匀分配的对称布置的管线；催化剂管线；液封管线（须校核液封是否

会被冲掉或吸入)；提升管线，两相流管线，浆液管线，压缩机吸入或排出管线；塔的回流管线；安全阀的入口和出口管线(控制安全阀入口管线的压降不超过其定压的3%，出口管线须校核安全阀的背压对安全阀定压的影响)；热虹吸再沸器工艺物料的进口管线和出口管线。

(3) 工艺工况

工艺工程师再对管道仪表流程图的设计是否符合工艺要求进行详细校核，并注上工艺工况。此工作约需8个工时。

(4) 加注管线号

系统工程师应在管道仪表流程图上加上管线号，编制管线表(某些单位由配管材料专业完成)，约需8个工时。

(5) 标注管路管级

系统工程师根据安装专业配管材料人员制定的管路等级，在管道仪表流程图上注明(某些单位由配管材料工程师完成)。对少量暂时还提不出管路等级的管线标出管壁厚度。此项工作约需4个工时。

(6) 加深自控设计内容

仪表专业应对初步条件版进行校核，并补上所需的全部仪表，但仪表编号可暂缺。此项工作约需12个工时。

(7) 注明所有的非标准配件

系统工程师收到自控工程师和开车工程师返回的初步条件版图纸后，根据返回的条件对图纸进行修改、补充、加深，并加上管线防冻的措施，公用工程管线的配置，8字盲板的设置等内容。此工作约需8个工时。然后，由系统、自控和开车工程师一起对管道仪表流程图进行全面校阅，每张图纸约需2个工时。

至此为止，管道仪表流程图仅是张草图，图面并不正规，全部绘图工作由系统工程师完成。在系统、自控、开车三个专业完成校图后，把图纸交制图员重新绘制，此时，所有的图例、符号、线条都要符合公司规定或项目组规定，并调整图面布置，使图面布置匀称，达到正规出图的要求；此项工作约需10个工时。此图一般绘制在聚酯薄膜上。自此以后，所有管道仪表流程图的修改均在此版(即内部审核版)底图上进行，不再重新绘制。

表1-1列出了内部审核会前工艺、系统、仪表三个专业对管道仪表流程图审核的分工，供读者参考。读者也可根据单位和项目情况进行调整。有些内容需要多个专业同时进行校验，表中也同时列出。

2.3 管道仪表流程图的供建设单位批准版

管道仪表流程图的内部审核会主要由系统、设备、自控和配管专业参加，其它专业视具体情况酌情参加讨论。开会时，由系统专业工程师从头到尾介绍一遍(这可能需三、五天，甚至上周的时间，视装置的规模和复杂程度而定)，各专业若有意见，可以随时打断介绍，进行交流。在介绍过程中，系统专业在蓝图上对核对无问题的管线、仪表、阀门、设备及说明用黄色涂上，需删去部分用蓝色涂上，修改部分用红色修改；同时，对管线表也用同样方法核对。在会议前，各专业应先在自己的管道仪表流程图蓝图上用红、蓝笔进行修改，为出席会议作准备。

根据审核会上各专业对图纸的修改及讨论情况，系统专业应再次对管道仪表流程图的母

表 1-1 管道仪表流程图审核准备的推荐专业分工

单元设备名称及项目	工艺	系统	仪表	单元设备名称及项目	工艺	系统	仪表
加热炉				(4) 温度计套管(TW)和温度指示(TI)的管口	✓		
(1) 与加热炉总图核对炉管布置		✓		(5) 是否需要对称配管	✓		
(2) 加热炉进口和出口管的对称布置	✓			(6) 是否需要工艺旁通	✓		
(3) 燃烧用仪表	✓	✓	✓	(7) 多个换热器串联时的管路等级分界线		✓	
(4) 炉管的除焦设施	✓		✓	(8) 壳侧及管箱侧的配管是否要设置阀门		✓	
(5) 燃烧器前的切断阀。在图上应注明由燃烧器制造厂供应或工程承包者供应		✓		(9) 换热器的形式(壳管式、套管式等)	✓	✓	
(6) 长明灯及其阀门		✓		(10) 安全阀的设置	✓		✓
(7) 废热锅炉的汽包和蒸汽过热器的阀门、仪表、放空、放净		✓		(11) 检查换热器的材料与配管材料是否匹配		✓	
(8) 风道和风门的布置及仪表		✓		(12) 生产过程的放空和放净	✓		
(9) 汽包和蒸汽过热器的安全泄压	✓			(13) 釜式换热器的内堰	✓		
(10) 管线的管路等级和管路等级分界线			✓	(14) 盲板设置		✓	
(11) 蒸汽吹扫和蒸汽灭火	✓	✓		(15) 防冻问题的考虑		✓	
塔/容器				(16) 再沸器的水力计算	✓		
(1) 与设备图核对所有的管口尺寸		✓		(17) 化学清洗的冲洗、反洗接口		✓	
(2) 与设备图核对内件、衬里等项目	✓			(18) 蒸汽吹扫、干燥工况的考虑	✓		
(3) 放空和放净	✓	✓		贮罐			
(4) 阀门和管线尺寸若比管口小时应校核	✓			(1) 喷水冷却设施	✓		
(5) 相接的仪表		✓	✓	(2) 消防设施		✓	
(6) 公用工程接口应示出详图		✓		(3) 防冻放净阀	✓	✓	
(7) 防滑板的设置	✓			(4) 混合和掺合	✓		
(8) 为满足正吸入压头所需的最小标高要求	✓			(5) 加热, 当用蒸汽加热器时要示出蒸汽管线的阀门		✓	
(9) 与设备图核对容器尺寸		✓		(6) 液面计测点的位置		✓	✓
(10) 与设备图核对设备名称		✓		(7) 围堰和围堰的排水		✓	
(11) 与管路等级核对材料和腐蚀裕度		✓		(8) 氮封需要	✓		
(12) 与设备图核对设计工况和操作工况	✓	✓		(9) 放空和溢流	✓	✓	
(13) 蒸汽加热盘管	✓			(10) 保温	✓		
(14) 再生、干燥时的设计工况	✓			泵/压缩机			
(15) 搅拌器	✓			(1) 检查泵是否设有备用		✓	
(16) 和设备图核对进料、出料管口的方向和仪表接口的位置是否合适		✓		(2) 泵吸入、排出管线的阀门设置		✓	
(17) 放净排往下水系统的类型是否合适	✓	✓		(3) 放空、放净、密封油等的典型详图		✓	
(18) 操作所需要的带法兰盖的管口和盲板是否都已设置			✓	(4) 在收到制造厂图纸后, 进行核算, 以确定泵的进出口管线和阀门能否减小	✓		
换热器/空冷器				(5) 压力表和止回阀的设置		✓	✓
(1) 与规格书核对换热器的壳数		✓		(6) 泵、压缩机及驱动机的形式	✓		
(2) 与规格书核对换热器的管程走向		✓		(7) 泵出口管线上止回阀的旁通, 用于暖泵、高扬程启动或防凝		✓	
(3) 若对安装标高有要求, 应注出	✓			(8) 泵入口用于避免气锁的平衡管		✓	
				(9) 泵和压缩机的辅助设施和管线		✓	
				(10) 小流量旁通和仪表设置	✓	✓	✓
				(11) 对润滑油系统在管道仪表流程图上应注明由设备制造厂提供或工程承包者提供		✓	

单元设备名称及项目	工艺	系统	仪表	单元设备名称及项目	工艺	系统	仪表
(12) 泵的防冻		✓		(16) 与标准图对照检查取样阀及取样冷却器		✓	
(13) 临时和永久过滤器的设置		✓		(17) 安全阀及其定压、尺寸(在供建设单位批准用图上要标注完全)	✓	✓	✓
(14) 自动开车和停车所需要的设施	✓		✓	(18) 仪表编号(在供建设单位批准用图上要标注完全)			✓
(15) 往复式压缩机的消振		✓		(19) 所有其它的仪表要求			✓
配管				公用工程			
(1) 重要管线的水力计算复核	✓			(1) 所有的公用工程系统的管道仪表流程图, 包括蒸汽、冷却水、燃料、空气、氮气、化学清洗、蒸汽冷凝、消防水、饮用水		✓	✓
(2) 阀门的特殊安装位置要求	✓	✓		(2) 所有公用工程的平衡	✓		
(3) 图纸上的管线对称布置、重力流等	✓			(3) 阀门、管线尺寸及其与外界的连接	✓	✓	
(4) 蒸汽伴热及电伴热的要求	✓	✓		(4) 不同类型过滤器前后的阀门、旁通和过滤器		✓	
(5) 装置边界管线的阀门、盲板等切断设施		✓		(5) 减压阀组的详图, 并示出供货范围		✓	✓
(6) 管线上的盲板		✓		(6) 软管站的详图及其安装位置		✓	
(7) 调节阀的组成及有否手动轮等		✓	✓	(7) 加热炉蒸汽灭火总管		✓	
(8) 安全阀后管线的氮气吹扫	✓	✓		(8) 蒸汽疏水阀		✓	
(9) 安全阀后管线的蒸汽吹扫	✓	✓		(9) 洗眼器和安全淋浴安装位置		✓	
(10) 安全阀排往闭式泄压系统或排往大气	✓			化学物品			
(11) 液封高度和位置	✓			(1) 氨、氢氧化钠等的供应及其废液的处理	✓	✓	
(12) 管线的管路等级及其分界线		✓		环保			
(13) 开车、事故停车和正常生产时系统的排料	✓			(1) 安全阀及其位置	✓		
(14) 取样点的位置和取样点的详图	✓			(2) 由安全阀、排污管道及下水道排出的有害物名称	✓		
(15) 阀门的联锁	✓	✓	✓	(3) 固体排出物的处理	✓		
(16) 在线分析器的取样系统	✓		✓	其它			
(17) 配管的特殊要求		✓		(1) 管线的管路等级及管路等级分界线的位置		✓	
仪表				(2) 管线号		✓	
(1) 对照工艺流程图检查自控设计	✓	✓	✓	(3) 管线出图面时, 联接图纸的图号及设备名称		✓	
(2) 检查哪些设备有就地仪表盘, 就地仪表在图上是否表示清楚		✓	✓	(4) 图面所有特殊要求的说明		✓	
(3) 检查系统设计的一致性		✓	✓	(5) 正常生产、开车、停车的安全检查	✓	✓	
(4) 对需要吹扫之处是否都已标示清楚	✓	✓		图签			
(5) 调节阀、转子流量计前的过滤器是否已示出			✓	(1) 图名		✓	
(6) 调节阀的安装位置, 调节阀和旁通阀的尺寸	✓		✓	(2) 工程名称		✓	
(7) 阻火器的配置	✓			(3) 设计项目名称		✓	
(8) 调节阀的气开、气闭	✓		✓	(4) 图纸编号		✓	
(9) 温度控制器的试验点			✓	防冻			
(10) 图示的流量计形式是否正确		✓	✓	(1) 蒸汽伴热或电伴热	✓	✓	✓
(11) 转子流量计和容积式流量计的旁通			✓	(2) 防冻设施	✓	✓	✓
(12) 测量元件的位置	✓		✓	(3) 保温	✓	✓	✓
(13) 孔板装置的类型		✓	✓	(4) 系统的放净和冲洗设施	✓	✓	✓
(14) 液面计的类型			✓				
(15) 调节阀的类型(蝶阀、角阀)			✓				

图进行修改、补充（约需4个工时）。然后，再由制图员对母图修改（约需4个工时）。至此，即完成供建设单位批准版。

在前三版修订过程中，凡是已订货的设备，要用制造厂提供的设备确认图与管道仪表流程图进行详细地核对，各项数据务必一致。若某些设备还未落实，建议在管道仪表流程图底图的背面用铅笔圈上，并注明“待定”。其它专业对“待定”设备暂不设计，以免以后返工，招致重大的经济损失。

至此，管道仪表流程图已接近完成，可以基本满足设计、生产上的要求。配管专业可以按此图开展配管研究图等非正式图的工作。

2.4 管道仪表流程图的设计版

供建设单位批准版发送建设单位后，一般每个装置应给建设单位两周时间审核。建设单位可以在自己公司内找人审核，也可以从外单位聘请有关专家审核或由建设单位的上级单位派人参加审核。然后，建设单位送回审核意见。这份审核意见要归入工程档案，以备查用。项目负责人及系统工程师应仔细研究建设单位的意见，必要时还应请工艺、自控、配管工程师等参加讨论；这项工作约需2个工时。然后，应与建设单位一起讨论研究，充分交换意见，以求取得一致的见解；这项工作约需2个工时。修改后的图纸即为设计版。

设计版的管道仪表流程图是吸取了设计单位内部各专业和建设单位意见后的成品，是各专业进行施工图设计的依据。其中，除了用“待定”圈起来的内容外，各专业的设计人员必须严格地按照该版图纸上的规定进行施工图设计，完成最终的装置布置设计图、配管成品图和正式的材料统计。

在完成工艺管道仪表流程图和公用工程发生管道仪表流程图的设计版的同时，公用工程分配管道仪表流程图也应完成设计版。此时还应随图发放完整的管线表（指管线表上的各栏都应填好，不能缺少）。

在设计版正式出图后，管道仪表流程图的每次修改都需在底图背面把修改部分圈上，并注上修改符号，一般用正三角形内写上序号表示，如△。当出下一个修改版时，要把前一版的修改符号及修改范围擦去，只留本次的修改符号及修改范围。每次修改，都需在图纸上的修改记录表内填上修改序号、修改内容、修改日期及修改者的姓名。出修改图时，不需把整套管道仪表流程图全部复制，只需复制有修改的图纸，并分发各有关专业。

2.5 管道仪表流程图的施工版

在各专业开展施工图设计时，设备制造厂的图纸已陆续到齐。系统工程师应根据这些确认图修改管道仪表流程图，使之与设备的实际情况完全一致。另外，根据最终配管图对管系进行详细的水力计算，最后确定管系的管径。此时，可能会要求对某管系进行返工，调整管径。在施工图设计开展的过程中，可能会暴露出一些问题，因此在出管道仪表流程图的施工版之前，需要对管道仪表流程图再次详细校审，对图中不合理部分及各专业不一致处进行修改，目的是使设计图纸与现场实际情况完全一致，避免返工。施工单位接到施工版后，才能对图中非“待定”部分进行施工。对图纸中标注的“待定”部分，施工单位只能进行施工准备工作，不能进行正式施工。出管道仪表流程图的施工版时，配管施工图已完成，应根据管道仪表流程图的施工版对配管施工图、配管模型及配管材料表再次进行校核。此后，除了圈“待定”的内容和图面上的小错外，管道仪表流程图不允许再进行修改。若建设单位要求修

7

3

7

1

改设计，应当由建设单位书面提出，经工程负责人签字后，以书面形式通知有关人员才能修改，而且要从工艺流程图开始修改。

在施工图设计过程中，由于设备布置的变化及其它原因，会发现公用工程配管的支管引出次序及连续位置与管道仪表流程图有较大的出入，此时，要根据配管图的实际情况在施工版中修改公用工程分配图。由配管专业提出草图，系统专业改图。

2.6 管道仪表流程图的竣工版

施工过程中，管道仪表流程图不允许大改或大返工，但小的错误或图纸与现场情况不符是允许修改的，并由设计代表根据施工实际情况修改管道仪表流程图成竣工图。但在大部分情况下，由于施工版与实际情况很接近，就不出管道仪表流程图的竣工版了。

管道仪表流程图设计过程中，系统专业工程师使用的蓝图叫做母图，图面上用红笔注上“MASTER”。制图员正式绘制管道仪表流程图时，以母图为准。各专业的修改、补充都由系统专业工程师转移到母图上，当然，系统专业工程师的修改也在母图上进行。这样可避免在众多的图纸中找不到基准而造成混乱。

过去我们习惯于设计一气呵成，一张图纸贴上图板后，要到图纸完成才取下，这不符合事物发展的规律。各专业之间发展的不平衡，设备定货的落实与否，制造厂条件的返回等，都将导致图纸不可能一次完成。因此，应不断加深，不断升华，形成图纸的不同版本，使设计趋于完善。

一张0*图纸大小的管道仪表流程图从无到完成设计版，系统工程师约需99个工时，工艺工程师约需19个工时，仪表工程师约需21个工时，开车工程师约需13个工时，配管工程师约需5个工时，配管材料工程师约需7个工时，设备工程师约需7个工时，制图工作量约为17个工时。上述工时数可供估算工作量用，但随装置的复杂程度不同及每张图纸所包括的内容多寡，工作量会有些变化，使用时要根据本单位及设计者的具体情况进行调整。

一个工程项目，其管道仪表流程图的图纸张数与设备台数有关，平均5~8台设备一张0*管道仪表流程图，其中包括工艺管道仪表流程图，公用工程发生管道仪表流程图和公用工程分配管道仪表流程图。

近年来，随着计算机辅助设计的发展，在管道仪表流程图设计过程中，计算机的应用也日渐增多，并经历了三个发展阶段。第一阶段是利用计算机来完成管道仪表流程图的制图工作。第二阶段是直接利用计算机进行管道仪表流程图的设计，既可提高设计质量，也可节省设计工时。同时，还可利用计算机校核图纸间的衔接。第三阶段是计算机辅助设计系统的问世。它除了具有第二阶段的各项功能外，还可以在制图的同时，得到管道仪表流程图的设备一览表、管线表、仪表一览表、阀门一览表、管件一览表、特殊管路附件表等。由于这些表是计算机根据管道仪表流程图图面显示统计得到的，不会存在人工制表时的差错，为减少设计工时，提高工程设计质量创造了良好的条件。

3 管道仪表流程图设计所需资料

设计管道仪表流程图的过程中，需要很多资料。收集和准备好这些资料，是保证管道仪表流程图设计顺序进行的一个重要条件。这些资料包括工艺流程图、设备资料、自控放案等。

(1) 工艺流程图