

T/ACCEM

中国商业企业管理协会团体标准

T/ACCEM XXXX—XXXX

撬装化设备制造工艺规程

Manufacturing process specification for skid loading chemical equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原材料 1

5 制造工艺 1

6 包装 10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由川易机电设备启东有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：川易机电设备启东有限公司。

本文件主要起草人：

撬装化设备制造工艺规程

1 范围

本文件规定了撬装化设备制造工艺规程的原材料、制造工艺、包装。
本文件适用于撬装化设备制造工艺规程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

撬装化设备

又叫撬块，将设备、管道、阀门、仪表、电气、盘柜等集中组装于一个钢结构上，成为一个整体设备，能够单独、完全、准确地实现某项功能。

4 原材料

4.1 原材料均应具有质量证明书，质量证明书应包括：产品名称、规格和质量等级，钢的牌号，标准号，炉号、批号、交货状态，重量和件数，化学成分和机械性能，各项检验结果，技术监督部门的印记等。并符合设计图纸和专业标准的要求。

4.2 原材料材料表面不得有裂纹、缩孔、夹渣、折叠、重皮等缺陷；锈蚀凹陷和机械损伤深度不超过材料相应标准允许的厚度负偏差。

4.3 所有原材料应抽 5 %，且均不少于一根，进行外型尺寸（包括壁厚）、型材的直线度、垂直度、扭曲度等形位公差的测量，其尺寸偏差应符合相关标准的规定。

4.4 按不同的材料进行分类存放并做好标识，填写材料进场入库单。

5 制造工艺

5.1 钢结构型材下料预处理

5.1.1 焊接前准备

5.1.1.1 将二氧化碳气瓶倒置 2 h，在倒置状态下打开瓶阀二、三次，每次持续 3~5 s，排除瓶内的水分。

5.1.1.2 焊条、焊剂烘烤，低氢焊条如 J427、J502、J506、J507 使用前应进行 350~400 ℃ 烘烤 2 h，烘箱初始温度不应高于 100 ℃。

5.1.2 CO₂半自动气体保护焊

5.1.2.1 二氧化碳气体应是专用焊接用气，其纯度不应低于 99.8 %，使用前应倒立静置 2 h，在倒立状态下打开瓶阀放水 2~4 次，每次放水时间持续 2~3 s。当瓶内的压力低于 0.1 MPa 时，焊接电弧不能得到有效的保护，应停止使用，更换气瓶。

- 5.1.2.2 焊丝的机械性能应与母材的机械性能相当，并且有质量证明书。保存时间较长的焊丝在使用前须检查焊丝是否有锈迹，如有应进行清除。
- 5.1.2.3 焊接前应对坡口及坡口两侧 50 mm 范围进行打磨清理，清除飞刺、氧化铁、油、锈、水等。检查点固焊缝有无缺陷，需要时进行补焊。
- 5.1.2.4 平角时与手工电弧焊不同，为便于观察熔池，常采用从右向左焊，立角焊时则与手工电弧焊相同，向上施焊。

5.1.3 焊接变形

5.1.3.1 由于焊接电弧的热循环作用，焊后焊件内部都会产生残余应力和变形。为防止和减少焊接变形。在焊接长焊缝时常采用逆向分段法和中分法。如图 1 所示：



图1 逆向分段法和中分法

- 5.1.3.2 焊缝对称的工件应由由两名焊工同时施焊；两面焊缝坡口大小不一的先焊坡口小的一面；三面围的先焊里面的焊缝再焊外面的焊缝。
- 5.1.3.3 有纵横焊缝的先焊横缝再焊纵缝，焊接方向由里向外。

5.1.4 焊后清理

- 5.1.4.1 手工焊焊缝焊接工作结束后，应及时清除渣壳和飞溅，检查焊接缺陷，就地进行焊补。
- 5.1.4.2 CO₂气体保护焊结束后，主要是清理焊缝两侧热影响区表面及焊缝金属表面的飞溅。

5.1.5 涂装

- 5.1.5.1 结构件涂装前，其表面应进行认真清理；敲铲去除焊缝周围的熔渣飞溅物；打磨清理焊疤、毛刺、飞边等异物。
- 5.1.5.2 钢材表面宜采用喷丸（砂）除锈，应将表面油污、氧化皮和铁锈以及其它杂物消除干净，再用干净的压缩空气或毛刷将灰尘清理干净，除锈后的钢表面清净度等级应符合清理标准。
- 5.1.5.3 钢材在涂装前应进行表面除锈处理，钢材喷砂除锈质量应达到 GB/T 8923.1 中规定的 Sa2.5 级或 St2 级（手工除锈），表面处理钢材符合表面粗糙度 40~80 μm 为宜，一般不超过 100 μm。
- 5.1.5.4 除锈后，在湿度低于 85 % 以下时要求 4 h 内涂装，不应出现返锈后，不加任何处理而进行涂装作业。

5.2 静设备制作

5.2.1 设计解读

仔细研究设计图纸，明确静设备的结构、尺寸、技术要求等。制定详细的制造方案，确保制造过程顺利进行。

5.2.2 制造过程

根据设计要求进行静设备的制作，包括压力容器、常压储罐等。在制造过程中，应遵守相关标准和规范，确保设备的质量和安全性。采用先进的制造工艺和设备，提高制造效率和质量。

5.2.3 检验测试

对设备进行全面的检验和测试，包括外观检查、无损检测、压力试验等。检验测试过程应按照相关标准和规范进行，确保设备质量符合要求。

5.3 管道预制

5.3.1 焊前准备

坡口制备要求为以下：

- a) DN≤250 mm 的碳钢管，采用机械切割；
- b) DN>250 mm 的碳钢管可用氧乙炔气割后进行打磨；
- c) 管道切口表面应平整、无裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等；
- d) 切口端面倾斜偏差应不大于管子外径的 1 %，且不超过 2 mm；
- e) 焊接表面应干净、并应无漆斑、油、铁锈、氧化皮或其它焊接有害物质。

5.3.2 组对

- 5.3.2.1 待连接的组件环缝或斜接缝端部的内表面在 WPS 和工程设计限制范围以内对准。
- 5.3.2.2 如果两组件的外表面不在一直线上，则焊缝应加工坡口。错边按图 2 进行加工。

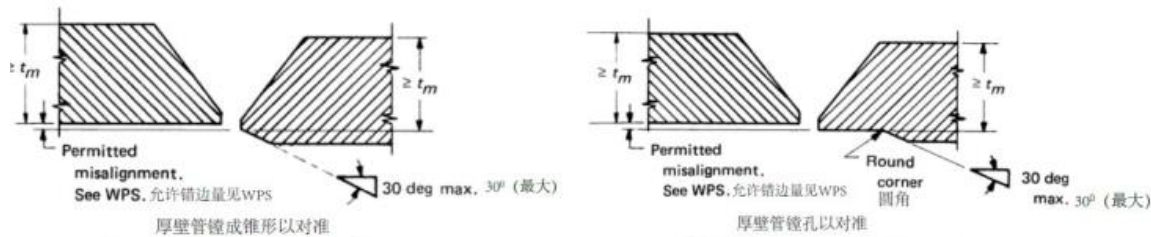


图2 加工图

- 5.3.2.3 主管开孔和支管组对，要求主管开孔需要使用割规。组对时根部间隙 g 为 1.5~2 mm。如图 3 所示。

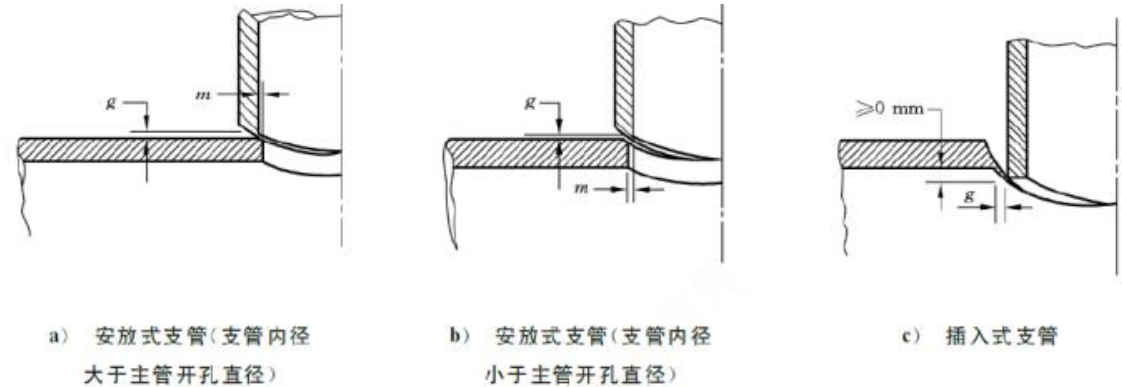


图3 支管示意图

5.3.3 管口要求

- 5.3.3.1 惰性气体保护焊时，管口垂度偏差应≤1 mm。
- 5.3.3.2 其它焊接时，管口垂度偏差应≤2 mm。

5.3.4 法兰装配

- 5.3.4.1 在无特别说明的情况下法兰跨中安装，法兰两螺孔中线应与管道中线一致。
- 5.3.4.2 管子插入法兰内距密封面应留出一定距离，一般为法兰厚度的一半，最多不超过法兰厚度的 2/3。
- 5.3.4.3 法兰与管子焊接装配时，法兰端面应与管子中心线轴向水平，测量的偏差不得大于 2 mm。
- 5.3.4.4 法兰与管子焊接装配时，法兰端面应与管子中心线垂直，测量的偏差不得大于所测指定位置的任意直径的 1 mm/25 cm 或 1 mm，两者选其大值；但控制在下表规定值内为宜。其偏差度可用角尺和钢尺检查其偏差度。法兰预制尺寸最大允许偏差如表 1 所示。

表1 法兰预制尺寸最大允许偏差

单位为mm

项目		允许偏差	
		垂直度	位置
法兰面与管子中心垂直度，轴向/径向位置	DN<100	0.5	2.0
	100≤DN≤300	1.0	2.0
	DN>300	2.0	2.0
法兰螺栓孔对称水平度		±1.5	±1.5

5.3.5 弯管组队

- 5.3.5.1 管端中心偏差值 a 不应超过 3 mm/m，当直管长度 L 大于 3 m 时，其偏差不应超过 10 mm。
- 5.3.5.2 GC1 管道和 C 类流体管道中，输送毒性程度为极度危险介质或设计压力≥10 MPa 的弯管，每米中心偏差不应超过 1.5 mm，当直管长度 L 大于 3 m 时，其偏差不应超过 5 mm。

5.3.6 预制品件上半管接头、仪表座

半管接头、仪表座与管子焊接装配时，其径向、轴向位移，垂直度偏差应符合表 2 的规定，其偏差度可用角尺和钢尺检查其偏差度。

表2 半管接头、仪表座预制尺寸允许偏差

单位为mm

项目	其与管子中心径向偏差	其与管子中心轴向偏差	其与管子中心垂直度
DN<200	1.5	±3	1
200≤DN<500	2	±3	1
500≤DN<1 000	4	±3	1
DN≥1 000	6	±3	1

5.4 管道内部清洁

- 5.4.1 根据管道的材质、用途和设计要求，选择合适的管道内部清洁方法，如喷砂吹扫、酸洗钝化等。确保清洁方法能够有效去除管道内部的杂质、铁锈等。
- 5.4.2 在清洁过程中，严格控制清洁参数，如喷砂压力、酸洗液浓度等。确保清洁效果达到设计要求，同时避免对管道造成损伤。
- 5.4.3 清洁完成后，对管道内部进行检验，确保清洁度符合设计要求。可采用内窥镜检查、白布擦拭等方法进行检验。

5.5 管道、阀门的安装

- 5.5.1 将管道与设备、阀门连接起来，采用合适的连接方法和工艺，如焊接、法兰连接等。确保连接的密封性和可靠性，避免泄漏。
- 5.5.2 对阀门进行安装和调试，确保阀门的开关灵活、密封良好。安装过程中，按照阀门的安装说明书进行操作，确保安装正确。
- 5.5.3 安装完成后，对管道和阀门进行检验，包括外观检查、密封性检查等。确保安装质量符合要求。

5.6 管道压力试验

5.6.1 准备

- 5.6.1.1 充压时，应采取措施使管路系统的在高点进行排气。
- 5.6.1.2 在试验过程中，管道系统上的所有接头，包括焊缝、保压件、法兰接头和螺纹接头，均应保持不绝缘，并暴露在外，以便目视检查。
- 5.6.1.3 未进行压力试验的项目在试验/冲洗前应拆除并关闭，包括但不限于以下项目：
- a) 不包括在测试系统中的设备；

- b) 安全阀和破裂盘;
 - c) 孔板、喷嘴或其他类似限制;
 - d) 文丘里流量计(法兰连接形式);
 - e) 法兰控制阀;
 - f) 所有在回路中的仪表;
 - g) 任何设计不能承受测试压力的物品。
- 5.6.1.4 仪器管路应与管道系统一起进行测试,直至离仪器最近的根部阀处。
- 5.6.1.5 测试系统中所有开启的带有后座的阀门(闸阀和截止阀)应全开,直到阀杆阀座接触后座,然后手轮应向关闭方向旋转两次,以确保压盖填料承受全部测试压力。
- 5.6.1.6 用空气或氮气进行泄漏试验时,焊接接头、螺纹接头和法兰接头应用肥皂水测试。
- 5.6.1.7 压力试验应使用校准过的压力表。压力表校准的有效期应为六个月。压力表的刻度范围应为所需最大测试压力的 1.5~2.0 倍。在同一管道系统的压力试验中,应至少使用 2 个经校准的压力表。对于较大的系统,可以在合适的位置安装更多的压力表。

5.6.2 试验

- 5.6.2.1 气压试验介质应当是清洁无油的干燥空气或氮气。
- 5.6.2.2 所有为试验准备的试验压力表、安全阀在试验前应进行校准。校准证书应在需要时提供。
- 5.6.2.3 所用压力表的刻度范围应不小于管道试验压力的 1.5 倍,也不大于 2.0 倍。
- 5.6.2.4 充压时,应采取措施对使管路系统在高点进行排放。
- 5.6.2.5 管道系统应缓慢加压直至试验压力,加压速率不得超过 0.3 bar/min。管道系统的初始压力应达到 1 bar 的较小压力或规定的试验压力值。
- 5.6.2.6 试验流程如下:
- a) 将管道系统加压直至试验压力的 20 %。停止加压 15 min。系统中的所有法兰和螺纹接头都应该用肥皂水检查是否有泄漏,然后才能继续加压。
 - b) 将管道系统加压直至试验压力的 50 %,加压时间为 15 min。系统中的所有法兰和螺纹接头都应该用肥皂水检查是否有泄漏,然后才能继续加压。
 - c) 将管道系统加压直至试验压力的 80 %,加压时间为 15 min。在继续加压之前,应该用肥皂水检查系统上的所有法兰和螺纹接头是否有泄漏。从这一步开始,进入测试区域受到限制,不应有任何人直接靠近试验系统。
 - d) 将管道系统加压至测试压力的 100 %。停止加压(或在动态测试的情况下保持)15 min。不应检查。
 - e) 为了进行强度测试,测试系统被加压到指定的测试压力。停止加压(或在动态测试的情况下保持)至少持续 1 h。不允许检查。
 - f) 为了进行泄漏测试,然后将系统降压到指定的测试压力。停止降压,并用肥皂水检查系统中所有法兰、螺纹连接处和其他连接处是否有泄漏。没有泄漏方为合格。
- 5.6.2.7 如果需要拧紧止漏,应将直接工作区域与不需要进行拧紧操作的人员隔离。在开始维修工作之前,应释放压力。
- 5.6.2.8 对所有接头和连接处进行目视检查。所有接头都应该便于检测。
- 5.6.2.9 试压完成后,应按要求排出管路内部试验介质。

5.7 仪表连接管路

5.7.1 基本规定

- 5.7.1.1 仪表管在使用前应进行外观检查,外表应光滑平整,无棱刺,无扭曲、翘边等变形问题。
- 5.7.1.2 仪表管切割应使用专用割刀,管口应平整光滑,并无毛刺、裂纹。
- 5.7.1.3 仪表管安装前应保持内部清洁,管端应进行临时封闭。
- 5.7.1.4 仪表管及其支架不宜安装在妨碍检修、易受机械损伤、腐蚀和振动的位置。
- 5.7.1.5 高压仪表管的弯曲半径宜大于管子外径的 5 倍,其余仪表管的弯曲半径宜大于管子外径的 3.5 倍,软管的弯曲半径宜大于管子外径的 4.5 倍。若图纸有特殊要求,则按施工图执行。
- 5.7.1.6 仪表管的路径应尽可能短,但不影响管道、阀门仪表、设备的安装维修。

- 5.7.1.7 仪表管成排安装时，应排列整齐，间距均匀。
- 5.7.1.8 仪表管安装时，管路必须横平竖直，整齐美观，少交叉，少拐弯。硬管弯管以 90° 为主要方式，在空间不足的情况下可适当使用 45° / 135° 角。若多根非 90° 弯排布时，应排列整齐，间距一致。
- 5.7.1.9 仪表硬管弯管不允许使用 U 型弯，图纸特殊要求除外。
- 5.7.1.10 对于已安装的涉及螺纹密封的仪表管路，在重新安装仪表管之前，应清除螺纹上先前遗留的密封胶或生料带。
- 5.7.1.11 仪表管路应避免使用中间直通接头，若路径过长时，在得到技术人员批准后方可使用中间接头。当然，若是施工图纸有特殊说明需要使用中间接头则应按图施工。
- 5.7.1.12 在图纸说明仪表管安装需要使用中间接头时，接头排列应整齐（一条线），且每两个接头之间应保持间距相同，并留有安装接头的空间。
- 5.7.1.13 若项目无特殊说明，则仪表管默认使用盘管。
- 5.7.1.14 仪表管安装时应按符合施工图标明的坡度要求。
- 5.7.1.15 仪表管不应作为承重物件。
- 5.7.1.16 仪表管及卡套接头的材质应统一，不同材质不应混用，除非图纸有特殊要求。
- 5.7.1.17 工艺管道、扶手或冷箱表面不应用于仪表管支撑，除非施工图有特殊说明。
- 5.7.1.18 仪表管可敷设在桥架内。不应与电缆同桥架敷设，除非施工图有特殊说明。
- 5.7.1.19 常见仪表管支撑的距离应符合表 3 的规定。

表3 常见仪表管支撑的距离

公制仪表管尺寸	英制仪表管尺寸	仪表管支架最大间距（m）
$\leq 10\text{mmOD}$	$\leq 3/8"$ OD	0.5
12mmOD	$1/2"$ OD	1.0
多根仪表管排列		1.0

- 5.7.1.20 仪表管安装完成后应进行气密性试验。
- 5.7.1.21 螺纹密封使用生料带或密封胶时应注意，不应将密封材料落入管内或仪表阀门内。

5.7.2 施工

5.7.2.1 仪表硬管施工工艺如以下：

- 在进行管路安装的过程中，需要对管子按需要的长度进行切割、煨弯等加工。加工合格的管子，应该保持直度，末端光滑无毛刺。靠近 Tube 管弯曲处安装卡套接头时，连接端必须有足够的直管段，以保证管子插到位，且卡套处管子无变形。
- 在安装之前应先观察仪表布置情况，确认哪些仪表需要安装仪表管，仪表管的首尾位置
- 在明确需要安装的范围后，先预设仪表管布置位置，考虑好空间及间距，将支架的位置做好标记。
- 将预制的支架焊接固定，并做防腐处理。固定仪表硬管常用轻型电工管夹+镀锌 C 型钢的组合。注意 C 型钢的切面应做喷锌保护处理。
- 将卡套接头先安装好，安装螺纹卡套时，螺纹应注意密封，项目没有特殊说明时，使用密封胶或生料带均可。若项目有特殊说明时，则按项目要求密封。且每个接头在安装仪表管前先将卡套头用无痕胶带封堵，避免现场杂物灰尘进入卡套。
- 测量仪表管路径长度，测量尽量正确。用割刀割下长度适宜仪表管，将仪表管拉直。割下的仪表管两头应做防尘处理。在需要折弯的地方做好记号，用弯管器完好角度，弯好的仪表管不应变形。
- 将仪表管沿预设的路径敷设，并用轻型管夹固定。
- 敷设到位后，将卡套接头接及仪表管的防尘封堵拿掉，进行卡套接头的安装。

5.7.2.2 卡套接头施工工艺如以下：

- 把卡套管插入接头，确保管子端部顶住接头底部；用手指拧紧卡套螺母。
- 在卡套螺母的 6 点钟位置，做一标记，如图 4 所示。



图4 卡套

- c) 用扳手牢牢固定接头本体，旋转卡套螺母一又四分之一圈紧固，这时所做标记旋转 540° ，至 9 点钟位置。
 - d) 用扳手松开卡套螺母，检查卡套是否已切入管子，前后卡套的位置顺序是否正确，卡套是否有轴向移动，检查合格后重新旋紧螺母。
- 5.7.2.3 仪表软管施工工艺如以下：
- a) 观察仪表布置情况，确认哪些仪表需要安装仪表管，仪表管的首尾位置。
 - b) 在清楚需要安装范围后，先预设仪表管布置位置，考虑好空间及间距，将支架的位置做好标记。
 - c) 将预制的支架焊接固定，并做防腐处理。软管通常会利用桥架或桥架盖板来固定，在支架布置完成后，将桥架或盖板固定完成。
 - d) 安装软管接头，螺纹密封及卡套口保护的要求与 5.7.2.1 e) 一致。
 - e) 将软管沿预定的路径敷设，可用扎带进行绑扎固定。

5.8 泄漏试验

- 5.8.1 制定详细的系统整体泄漏性试验方案，准备好试验设备、仪表等。对系统进行全面检查，确保系统安装完整、无泄漏隐患。
- 5.8.2 按照试验方案进行系统整体泄漏性试验，严格控制试验压力和时间。在试验过程中，对系统进行全面监控，及时发现并处理泄漏问题。
- 5.8.3 试验完成后，对系统进行检查和清理，去除试验过程中残留的介质和杂质。对试验结果进行记录和分析，确保系统密封性符合要求。

5.9 电箱、控制箱安装

- 5.9.1 根据设计要求，确定电箱、控制箱的安装位置。确保安装位置便于操作和维护，同时符合安全要求。
- 5.9.2 用合适的安装方法和工艺，将电箱、控制箱安装在指定位置。安装过程中，按照安装说明书进行操作，确保安装牢固、稳定。
- 5.9.3 对电箱、控制箱进行接线和调试，确保其功能正常。接线过程中，按照电气原理图进行操作，确保接线正确、可靠。调试过程中，对电箱、控制箱的各项功能进行测试，确保其性能符合要求。

5.10 敷设桥架、电缆

5.10.1 基本规定

- 5.10.1.1 电线、电缆在敷设前，应进行外观检查和导通检查，并应用直流 500 V 兆欧表测量绝缘电阻，其电阻值应不小于 $5\text{ M}\Omega$ 。
- 5.10.1.2 线路不得敷设在易受机械损伤、腐蚀性物质排放、潮湿、强磁场和强静电场干扰的位置。
- 5.10.1.3 线路不得敷设在影响操作和妨碍设备、管道检修的位置，应避开运输、人行通道和吊装孔。
- 5.10.1.4 线路周围环境温度超过 65°C 时，应采取隔热措施。
- 5.10.1.5 线路应按最短路径集中敷设，并应横平竖直、整齐美观，不宜交叉。敷设电缆时，应注意电缆不应受到损伤。
- 5.10.1.6 线路从室外进入室内时，应有防水和封堵措施。
- 5.10.1.7 在开放式撬块布置线路时，宜从底部进线，不得从上部进线。在封闭式撬块内，电缆也宜底部进线。

- 5.10.1.8 敷设原则：先敷设集中的，在敷设分散的，先敷设长的，后敷设短的。
- 5.10.1.9 电缆电线不应有中间接头，无法避免时应在接线箱\盒内接线，或者使用专用的并线接头。
- 5.10.1.10 线路敷设完毕后，应进行校线。
- 5.10.1.11 测量电缆电线的绝缘电阻时，必须将已连接上的仪表设备及部件断开。
- 5.10.1.12 线路两端应配备电缆标牌。
- 5.10.1.13 布线前应分辨强弱电，尤其需要注意电磁阀的供电电压。电力电缆与信号电缆，强电电缆与弱电电缆不应配置在同一支架上。
- 5.10.1.14 一个项目中的电缆应采用同一厂家，同一型号电缆线芯颜色需一致。
- 5.10.1.15 盘柜内或接线箱内的电缆标识应清晰、可见，走线工整、美观，接线牢固，完工后内部应清理干净。
- 5.10.1.16 在完成接线后，应检查所有端子或电气元件是否安装牢固。
- 5.10.1.17 线路不宜敷设在高温设备或管道上方，也不宜敷设在具有腐蚀性液体的设备和管道下方。
- 5.10.1.18 除图纸特殊说明外，电缆敷设应满足电缆允许弯曲半径要求，见表 4。

表4 允许弯曲半径

电缆种类	最小弯曲半径
聚氯乙烯绝缘电力电缆	10D
交联聚氯乙烯绝缘电力电缆（多芯）	15D
有钢铠护套的电力电缆	20D
有铠装或铜带屏蔽结构的控制电缆	15D
无铠装层和有屏蔽结构的软控制电缆	8D
注：D为电缆外径。	

5.10.2 施工

- 5.10.2.1 电缆敷设前，应检查桥架或线管安装完毕、清扫干净，内部应平整、无杂物、无毛刺。
- 5.10.2.2 敷设时应注意环境温度，通常环境及电缆温度应不低于 0℃。若低于 0℃时，应对电缆进行预热。
- 5.10.2.3 根据图纸信息区分信号类型，领用与图纸采购单一致的电缆。
- 5.10.2.4 对于盘装电缆，架设电缆盘，方便敷线，且应从电缆盘的上方引出。对于散装电缆，电缆敷设时应注意外皮保护，严禁直接放置在地面拖拽。
- 5.10.2.5 电缆盘的转动速度与牵引速度应配合好，每次牵引的电缆长度不宜过长，以免在地上拖拉。
- 5.10.2.6 电缆敷设前应检查电缆、电线的出入口是否平整无毛刺，敷设布线时注意电缆、电线不受损伤。
- 5.10.2.7 在敷设过程中应根据图纸逐根敷设电缆，沿最短路径敷设，不应强硬拖拽电缆。严禁有绞拧、铠装压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷。
- 5.10.2.8 敷设电缆时，应满足同组电缆中的最大弯曲半径，应避免角度过小，损伤电缆。若图纸没有特殊规定，电缆的弯曲半径应满足第二章的规定。
- 5.10.2.9 在有弯头的地方，应先将电缆甩出一定长度的大弯，再往前拉。
- 5.10.2.10 对于弱电及低压电平信号电缆，特别是需抗干扰的信号电缆，不得与强电回路电缆敷设在同一根穿线管内。
- 5.10.2.11 在没有图纸特殊要求下，信号电缆与强电电缆不得敷设在同一桥架内。
- 5.10.2.12 电缆敷设路径上有可能会有使电缆受到机械损伤、化学作用、地下电流、震动、热影响、腐蚀物质、虫鼠等危害的地段，应采取保护措施。
- 5.10.2.13 电缆敷设时，应注意在留有足够的备用长度。
- 5.10.2.14 在敷设布线的过程中，应随时注意电缆局部是否有损伤，若确认损伤应及时替换。
- 5.10.2.15 每放置完成一根电缆时，应在电缆两端悬挂或贴上临时标志，方便下一步接线。同时记录每根电缆放置的长度。
- 5.10.2.16 每布置一部分电缆时，应及时整理桥架内的电缆，电缆尽量拉直，布局从外向内排。

5.10.2.17 电缆敷设排列整齐，间距均匀，绑扎牢固。首尾两端、转弯两侧每隔 0.5~1.0 m 处设固定点。

5.10.2.18 布线完成后，应提交自检记录并由品保工程师验收签字。

5.11 仪表、电箱、控制箱的接线

5.11.1 剥切护套层：用电工刀在绝缘层切一环形深痕，其深度不超过护套厚度的 1/3，以免伤及芯线绝缘。然后沿电缆纵向用电工刀在内护套切一直线深痕，其深度不超过内护套厚度的 1/2。用螺丝刀将内护套切口挑起，轻轻地把护套撤下来，切口应修正，使之圆滑无毛刺。

5.11.2 分芯：护套剥除后，即露出绝缘芯线。若线芯无识别标志时，必须对线。散开线芯，然后用钳子将芯线一根根拉直，拉直线芯时不得用力过猛，降低机械损伤的可能性。

5.11.3 剥落护套后，根据电缆外径选用合适热缩管，裁剪 50mm 左右后，套于电缆护套与被剥落护套的线芯处，用热风枪对热缩管四周均匀加热，使其收缩成形。

5.11.4 对于带屏蔽电缆，剥落外皮后应将屏蔽线套上热缩护套管，按照图纸接入屏蔽端子或屏蔽铜排。屏蔽层应按图套上号码管。需注意，在项目没有特殊要求的情况下，屏蔽层只在接线箱或盘柜端单端接地。

5.11.5 盘柜或接线箱内排线：排线时将最上层端子的芯线按照接线位置依次排列在线槽最里层，并留有备用长度。每一束芯线距离应匀称，排布应整齐美观。

5.11.6 接线：

a) 剥绝缘层：根据接线位置，将多余长度芯线切除。在线头 10~15 mm 处，用剥线钳或电工刀将绝缘层去除。剥线时应注意不损伤铜芯。

b) 压线：剥线后，应在剥线处套有号码管。除项目特殊要求不使用接线鼻子以外，应在剥线处套上接线鼻子，并使用合适的压线钳压紧。

c) 接入端子：正确按图接入端子时注意不要将绝缘层接入端子内而造成断路。同时，接线完成后，应用手轻拉线芯，检查接线是否牢固。

5.11.7 在接线完成后，除部分项目不需要电缆标牌的情况下，应在电缆电线两端应悬挂正式的电缆标牌。

5.11.8 单根电缆穿过格兰后，外层护套应剥落。

5.11.9 接线完成后应按图进行自检，检查所有电缆电线是否按图纸线号、位号芯色等信息正确安装。

5.11.10 若有预留电缆线头，应及时使用绝缘胶带进行绝缘保护。

5.11.11 一般铠装电缆接线应使用的格兰能将铠装钢带在格兰内压紧。若配置的普通格兰，铠装电缆进入盘柜后，应将钢带切断，且应将切断处扎紧。

5.12 仪表、控制系统调试

5.12.1 制定详细的仪表和控制系统调试方案，准备好调试设备和工具。对系统进行全面检查，确保系统安装完整、无故障隐患。

5.12.2 按照调试方案进行仪表和控制系统的调试，控制调试参数和步骤。在调试过程中，对系统进行全面监控，及时发现并处理问题。调试过程应逐步进行，确保每个环节都能正常运行。

5.12.3 调试完成后，对系统进行检查和清理，去除调试过程中残留的介质和杂质。对调试结果进行记录和分析，确保系统性能符合要求。

5.13 管线系统保温/保冷安装

5.13.1 根据设计要求和实际使用情况，选择合适的保温 / 保冷材料。确保保温 / 保冷材料的性能符合要求，能够满足系统的保温 / 保冷需求。

5.13.2 按照设计要求进行管线系统的保温 / 保冷安装，采用合适的安装方法和工艺，确保保温 / 保冷效果符合要求。安装过程中，应注意保护保温 / 保冷材料，避免材料受到损伤。

5.13.3 安装完成后，对保温 / 保冷层进行检查和验收，确保其质量符合要求。可采用外观检查、厚度测量等方法进行检验。

5.14 防腐处理

5.14.1 根据撬块的使用环境和要求，制定详细的防腐处理方案。选择合适的防腐材料和工艺，确保防

腐效果符合要求。

5.14.2 按照防腐处理方案进行撬块整体的防腐处理，采用合适的防腐方法和工艺，如喷涂、涂刷等。确保防腐层的厚度和质量符合要求。

5.14.3 防腐处理完成后，对防腐层进行检查和验收，确保其质量符合要求。可采用外观检查、厚度测量、附着力测试等方法进行检验。

6 包装

6.1 撬装化设备一般采用整体膜包装。

6.2 撬装产品在设计时，应考虑运输过程对产品本身可能造成的损害，并采取临时支撑、加强结构、采用避振紧固、或拆下易损件单独包装等方法，避免运输过程振动脱落。

6.3 对撬装化设备结构大开口（如双开门）部位、对外管口等进行临时加固，避免吊装变形或移位。

6.4 撬装化设备内管道系统在运输过程中容易松动失密，应采取多加支架、将仪表支架设置于连接焊口侧缘或使用残绕膜对螺纹/卡套接头进行残绕加固等。

6.5 对超出撬装化设备框架部分（如控制箱、控制阀阀头、操作手柄等）应进行保护框制作，并涂上黄色警戒色，避免运输过程碰伤损毁。

6.6 集装箱内部吊顶设备（如分析小屋顶部空调），高度超过 1.5 米的电器箱柜，应进行木方立向及横向支撑固定，避免运输过程晃动掉落。

6.7 撬装化设备在包装前应彻底清洁，在精密的电仪控制箱内放置干燥剂。

6.8 少量的随机备品备件或随机文件可另行包装后，固定在撬装化设备内，但需要在装箱单中注明。
