



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准
城镇燃气用户工程铜管技术规程

**Technical specification for copper pipe used
in engineering of city gas consumer**

（征求意见稿）
（本稿完成时间：2024-12）

（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）

***出版社

中国工程建设标准化协会标准

城镇燃气用户工程铜管技术规程

**Technical specification for copper pipe used
in engineering of city gas consumer**

T/CECS XXX: 202X

主编单位：中国市政工程华北设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20xx 年 x 月 x 日

***出版社

2024 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第一批协会标志制定、修订计划>的通知》（建标协字[2023]10号）的要求，在广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国外和国内先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章和 5 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、管材及管件、设计、施工、检验与验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会城镇燃气专业委员会归口管理，由中国市政工程华北设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释，执行过程中如有意见或建议，请寄送中国市政工程华北设计研究总院有限公司（地址：天津市南开区华苑产业园区桂苑路 16 号，邮编：300384）。

主编单位：中国市政工程华北设计研究总院有限公司

参编单位：****

主要起草人：*****

主要审查人：

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 管材及管件	4
3.1 管材	4
3.2 管件	4
4 设计	5
4.1 一般规定	5
4.2 水力计算	6
4.3 管道设置	7
4.4 防腐及涂色	11
5 施工	12
5.1 施工准备	12
5.2 管道安装	12
5.3 管道支撑、管槽开设及回填	14
6 检验与验收	16
6.1 检验	16
6.2 验收	17
附录 A 燃气铜管、铜管件技术条件	19
附录 B 铜管硬钎焊材料选用条件	20
附录 C 铜管硬钎焊工艺评定报告（格式）	21
附录 D 铜管硬钎焊工艺规程（格式）	24
附录 E 铜管施工安装记录	28
本规程用词说明	29
引用标准名录	30
附：条文说明	31

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms	2
3	Pipes and Pipe Fittings.....	4
3.1	Pipes.....	4
3.2	Pipe Fittings	4
4	Design.....	5
4.1	General Requirements.....	5
4.2	Hydraulic Calculation	6
4.3	Pipe Laying.....	7
4.4	Corrosion Protection and Coating Marking Color	11
5	Construction.....	12
5.1	Preparation for Construction.....	12
5.2	Pipe Installation	12
5.3	Pipe Support, Pipe Groove Opening and Backfilling	14
6	Inspection and Acceptance.....	16
6.1	Inspection.....	16
6.2	Acceptance.....	17
Appendix A	Technical Conditions for Gas Copper Pipes and Copper Pipe Fittings.....	19
Appendix B	Selection Conditions for Copper Tube Hard Brazing Materials.....	20
Appendix C	Copper Tube Brazing Process Qualification Report (Format).....	21
Appendix D	Brazing Process Specification for Copper Tube (Format).....	24
Appendix E	Copper Pipe Construction and Installation Records	28
	Explanation of Wording in This Code.....	29
	List of Quoted Standards	30
	Addition: Explanation of Provisions.....	31

1 总 则

- 1.0.1** 为规范城镇燃气用户工程铜管的设计、施工及验收，保证铜管工程质量和供气安全，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于城镇燃气用户工程铜管的设计、施工及验收。
- 1.0.3** 城镇燃气用户工程铜管的设计、施工及验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城镇燃气用户工程 **gas consumer engineering**

指城镇燃气各类用户的用气建筑或露天用气设备区等终端用气单元范围内燃气设施的建设工程，简称用户工程。

2.0.3 居民用户 **residential consumer**

将城镇燃气用作住宅建筑内居民家庭生活燃料进行餐饮炊事、热水、单户采暖等的用户。

2.0.4 商业和公共服务用户 **commercial and public service consumer**

将城镇燃气用作商业和公共服务业的燃料进行餐饮炊事、热水、烘干、采暖等的用户，简称商业用户。

2.0.5 工业用户 **industrial consumer**

将城镇燃气用作工业企业生产的燃料进行产品制造加工的用户。

【条文说明】2.0.5 本条术语强调了城镇燃气的“燃料”性质，化学工业和石油化工行业采用天然气做生产原料的不属于城镇燃气工业用户的范畴。

2.0.6 引入管 **service pipe**

用气建筑室外配气支管与所供气立管、水平干管或单独用户支管的燃气进口管总阀门之间的管道。当采用室内立管、室内水平干管且进口管总阀门设在室外时，指管道在室内距地面 1m 高处或屋顶底面下方 1m 处。

2.0.7 立管 **riser pipe**

沿建筑物垂直敷设，连接各用户燃气表前支管的管道。

2.0.8 水平干管 **horizontal main pipe**

从引入管或立管引出水平敷设，连接立管或多个用户燃气表前支管的管道。

2.0.9 支管 **branch pipe**

从立管或水平干管引出，连接用户燃气表、燃具的燃气管道，一般可分为表前支管和表后支管。

2.0.10 管道明设 **piping exposed**

室内管道设置在用气建筑物的墙体、地面外，暴露在可视空间内的敷设方式。

2.0.11 管道暗设 piping concealment

室内管道埋设在用气建筑物的墙体、地面内，以及设置在隐蔽空间内的敷设方式。包括管道暗封、管道暗埋和地面管沟敷设 3 种形式。

2.0.12 管道暗封 piping covered concealment

将室内管道设置在用气建筑物的吊顶、厨柜、管道井等隐蔽性空间内的敷设方式。

2.0.13 管道暗埋 piping embedment

将室内管道埋设在用气建筑物的墙体、地面内的敷设方式。按照施工方式一般分为管道预埋、管道开槽暗埋、管道加厚层暗埋等方式。

2.0.14 管道预埋 piping preliminarily embedment

与建筑的结构本体施工同步实施，将室内管道以砌筑或浇筑的方式直接埋设在用气建筑物结构本体的墙体、底层地面内的敷设方式。

2.0.15 管道开槽暗埋 piping slotted embedment

在用气建筑物结构本体的墙体、底层地面的面层和垫层内开设管槽，将室内管道敷设在管槽中，并回填水泥砂浆等建筑材料进行封闭的敷设方式。

2.0.16 管道加厚层暗埋 piping embedment in thickened structural cushion

采用增加用气建筑物墙体、底层地面、楼板的表面垫层或装饰层厚度，将室内管道覆盖封闭在结构本体外加厚层内的敷设方式。

2.0.17 燃气燃烧器具 gas burning appliance

以燃气作燃料的居民燃烧用具和小型商业燃烧用具的总称，简称燃具。包括居民用燃气热水器、采暖热水炉、灶具、烤箱等，以及商用燃气大锅灶、蒸箱、烤箱、沸水器等。

2.0.18 用气设备 gas burning equipment

以燃气作燃料进行加热或驱动的较大型燃烧设备或能量转换设备。包括燃气工业炉、燃气锅炉、燃气直燃机、燃气热泵、燃气内燃机、燃气轮机等。

3 管材及管件

3.1 管 材

3.1.1 铜管质量应符合现行国家标准《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 中 A 型管或 B 型管的规定，并应满足附录 A.1 的相关要求。

3.1.2 中压管道及室内暗设的低压管道采用铜管时，壁厚应符合现行国家标准《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 中 A 型管的规定。

3.1.3 铜管应选用材料牌号为 TP2，代号为 H55、H58、H80 的紫铜直管。

3.1.4 燃气中硫化氢含量大于 $7\text{mg}/\text{m}^3$ 时，中压管道采用的铜管应有耐腐蚀内衬。

3.2 管 件

3.2.1 铜管钎焊管件质量应符合现行国家标准《铜管接头 第 1 部分：钎焊式管件》GB/T 11618.1 的规定，并应满足附录 A.2 的相关要求。

3.2.2 铜管弯头、三通等钎焊管件宜选用承插式紫铜（材料牌号 TP2）管件；铜管与其他管材、阀门、燃气表等之间应采用钎焊-螺纹转换管件连接，管件宜选用材料牌号为 HPb59-1 的铅黄铜。

3.2.3 铜管连接采用“钎焊-螺纹”转换管件时，管件螺纹应符合现行国家标准《55° 密封管螺纹第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2 的规定；转换管件螺纹接口处的密封材料应能耐受管道所输送燃气中的任何化学成分，宜采用聚四氟乙烯生料带、尼龙密封绳，也可采用密封性能不低于以上材料的其他填料。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 燃气用户管道燃气用户管道采用铜管时，最高工作压力不应大于 0.4MPa，压力等级划分应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 城镇燃气用户管道铜管压力等级划分

压力等级		最高工作压力 P (MPa)
中压	A	$0.2 < P \leq 0.4$
	B	$0.01 < P \leq 0.2$
低压		$P \leq 0.01$

注：居民用户室外铜管最高工作压力不应大于 0.2MPa，室内铜管最高工作压力不应大于 0.01MPa。

4.1.2 燃气铜管不应在室外埋地敷设，不宜在室外架空敷设，设置在室外建筑防雷保护范围之外的铜管壁厚不应小于 5mm；室内敷设时不宜在燃气表前阀门上游使用，可采取明设或暗设的方式。

4.1.3 燃气铜管不应设置在下列场所：

- 1 卧室、客房等人员睡觉和休息的房间；
- 2 建筑避难间，避难层的公共区、避难区，避难走道；
- 3 电梯井及电梯前室、封闭疏散通道、楼梯间；
- 4 空调机房、通风机房、计算机房等设备房间，以及发电、变配电和其他电气、自控设备房间；
- 5 存放易燃易爆物品和腐蚀性介质的危险场所；
- 6 建筑人防工程内；
- 7 地下室、半地下室及地上密闭房间，设备层、管道井。

4.1.4 商业用户采用铜管时，不应在用户专有区域以外人员密集的公共区域敷设。

4.1.5 居民用户立管、水平干管采用铜管时，不得在吊顶、橱柜内暗封敷设；商业用户管道采用铜管时，不应在吊顶、橱柜内暗封敷设。

4.2 水力计算

4.2.1 燃气用户管道的供气能力应满足用气建筑或用气区域内所设置燃具和用气设备在正常工况下的用气需求，设计管径应经水力计算确定。

4.2.2 低压燃气管道单位长度的摩擦阻力损失宜按式（4.2.2）计算。

$$\frac{\Delta P}{l} = 6.26 \times 10^7 \lambda \frac{Q^2}{d^5} \rho \frac{T}{T_0} \quad (4.2.2)$$

式中： ΔP ——燃气管道摩擦阻力损失（Pa）；

λ ——燃气管道摩擦阻力系数，宜按式（4.2.4-1）计算；

l ——燃气管道的计算长度（m）；

Q ——燃气管道的计算流量（m³/h）（0℃、101.325kPa）；

d ——管道内径（mm）；

ρ ——燃气的密度（kg/m³）（0℃、101.325kPa）；

T ——设计中所采用的燃气温度（K）；

T_0 ——273.15（K）。

4.2.3 中压燃气管道单位长度的摩擦阻力损失宜按式（4.2.3）计算。

$$\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} = 1.27 \times 10^{10} \lambda \frac{Q^2}{d^5} \rho \frac{T}{T_0} Z \quad (4.2.2)$$

式中： P_1 ——燃气管道起点的压力（绝对压力，kPa）；

P_2 ——燃气管道终点的压力（绝对压力，kPa）；

L ——燃气管道的计算长度（km）；

λ ——燃气管道摩擦阻力系数，宜按式（4.2.4-1）计算；

Z ——压缩因子，当燃气压力小于 1.2MPa（表压）时， Z 取 1。

4.2.4 燃气管道摩擦阻力系数，宜按式（4.2.4-1）计算。

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{K}{3.7d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right] \quad (4.2.4-1)$$

$$Re = \frac{d\omega}{\nu} \quad (4.2.4-2)$$

式中： K ——管壁内表面的当量绝对粗糙度（mm），铜管取 0.0016mm。

Re ——雷诺数（无量纲）；

ω — 燃气流动的断面平均流速 (m/s) ;

ν — 燃气的运动粘度 (m²/s) (0°C, 101.325kPa) 。

4.2.5 燃气管道的局部阻力损失宜按实际情况计算确定。

4.2.6 计算低压燃气管道阻力损失时, 应考虑高程差引起的附加压力, 燃气的附加压力可按式 (4.2.6) 计算。

$$\Delta H = 9.8 \times (\rho_k - \rho_m) \times h \quad (4.2.6)$$

式中: ΔH ——燃气的附加压力 (Pa) ;

ρ_k ——空气的密度 (kg/m³)

ρ_m ——燃气的密度 (kg/m³) ;

h ——燃气管道终、起点的高程差 (m) 。

4.3 管道设置

4.3.1 燃气铜管设置不得损坏建筑物的承重结构和耐火性能, 不得穿过防火墙, 且未经建筑设计单位同意不得在柱、梁、楼板中开槽敷设。

4.3.2 燃气铜管不得穿过建筑物的变形缝、沉降缝、抗震缝等, 当必须穿过时, 应根据建筑结构设计采取防止管道损坏的措施。

4.3.3 燃气铜管与其他管道交叉时, 燃气相对密度小于 0.75 的铜管宜敷设在其他管道上方, 相对密度大于或等于 0.75 的燃气铜管宜敷设在其他管道下方; 与其他管道平行时, 宜敷设在外侧。

4.3.4 燃气铜管不得与电力线 (缆)、供暖、污水等其他专业管线共用沟槽敷设, 穿过其他专业管线沟槽时应设置在钢套管内。

4.3.5 燃气铜管不得在烟道、进风道、排风道和垃圾道等的内部敷设或穿过。

4.3.6 燃气铜管室内设置时, 铜管与电气设备、相邻管道之间的净距不应小于表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 室内燃气铜管与电气设备、相邻管道之间的净距

管道和设备		与燃气管道的净距 (mm)	
		平行敷设	交叉敷设
电气设备	明装直敷的绝缘电线或电缆	250	100

	暗装或套管内绝缘电线	50	10
	配电盘或配电箱、电表	300	不允许
	电插座、电源开关	150	不允许
相邻管道		保证燃气管道、相邻管道的安装和检修	20

注：1 当明装电线或电缆加绝缘套管且套管的两端各伸出燃气铜管 100mm 时，套管与燃气铜管的交叉净距可降至 10mm。

2 与暗装或套管内绝缘电线的净距以线槽或套管的边缘为起算点。

3 在墙体或地面开槽暗埋燃气铜管时，与相邻管道平行敷设的净距起算点以暗埋开设的沟槽边缘计。

4 当布置确有困难，在采取有效措施后，可适当减小净距。

4.3.7 室内燃气铜管不宜穿过居民用户起居室（厅）、卫生间、阁楼或非用气房间的壁柜；确需穿过卫生间、阁楼或非用气房间的壁柜时，应设置在钢套管内。

4.3.8 铜管向卫生间内的燃气热水器供气时，不应在卫生间内采用暗封和地面暗埋的敷设方式，可明设或在墙体内暗埋敷设。

4.3.9 燃气铜管不得在用户专有区域以外暗设。

4.3.10 燃气中压铜管、燃气表前的低压铜管不应暗埋敷设，最高工作压力大于 0.1MPa 的铜管不应暗封敷设。

4.3.11 居民用户燃气表后的低压铜管暗设时，应符合下列规定：

- 1 可在厨房、阳台等用气房间的厨柜、吊顶内暗封敷设；
- 2 可采用加厚层暗埋方式敷设在墙体和混凝土地面内；
- 3 可采用开槽暗埋或预埋方式敷设在墙体和混凝土地面内。

4.3.12 商业用户的燃气表后的铜管不宜暗设，不应在非用气房间内采用暗埋、壁柜内暗封和地面管沟暗设等敷设方式，确需在用气房间内暗设时应符合下列规定：

- 1 不应在用气房间墙体内暗埋敷设；
- 2 可采用加厚层暗埋方式敷设在用气房间混凝土地面内；
- 3 可开槽暗埋敷设在用气建筑底层用气房间混凝土地面内、采用地面管沟方式暗设在用气房间内。

4.3.13 燃气铜管暗埋敷设应符合下列规定：

- 1 管路应全程设置准确、可追溯的位置标志；
- 2 不宜暗埋在与橱柜贴邻的墙壁或地面内；

3 墙体内暗埋铜管的水平管段，宜设置在高于地面 2.2m 的墙体上部或低于地面上方 0.2m 的墙体下部；

4 宜设置在贴近墙角等其他施工安装打孔等机率较小的位置；

5 铜管与其他管材、阀门、燃气表等之间采用专用管件转换连接时，转换管件的机械接口不应暗埋；

6 不应在设有地采暖的地面内暗埋敷设。

4.3.14 预埋燃气铜管应符合第 4.3.13 条的规定，并应与建筑结构同时设计、同步施工，还应符合下列规定：

1 不得影响建筑结构安全。

2 不宜与其他管线交叉。

3 应与其他金属管道或部件绝缘。

4 管道可在用气建筑的墙体、基础内预埋，不得在楼板结构层内预埋。

5 阀门及其他管道附属设施不得预埋。

4.3.15 开槽暗埋燃气铜管应符合第 4.3.13 条的规定，并应符合下列规定：

1 居民用户燃气管道管径不宜大于 DN20；

2 暗埋铜管的上方应设置厚度不小于 1.2mm 钢盖板保护，钢盖板不应与燃气管道直接接触，钢盖板可采用截面为方型或半圆形的扣板型式；

3 进出墙面或地面的部位应设置在套管内或采取其他有效的保护措施，并应固定良好，不应产生扰动位移；

4 存在酸碱腐蚀可能的地面下方不宜暗埋铜管，确需暗埋时应符合第 4.4.1 条的相关规定。

4.3.16 燃气铜管在室内地面管沟内敷设时，应符合下列规定：

1 不应敷设在可能渗入腐蚀性介质的管沟中；

2 燃气管沟不应与其他管沟交叉；

3 管沟深度应保证填砂后铜管上方覆盖层厚度不小于 10mm；

4 管沟内应填满干砂，顶部应加设盖板保护，盖板应可开启且便于管道检修；

5 管沟盖板上表面不应低于室内地坪的完成面，不得有其他物品占压。

4.3.17 燃气铜管不宜在吊顶内暗封敷设，确需在吊顶内暗封敷设时，应符合下列规定：

1 铜管应具备便于安全操作和检修维护的条件；

2 铜管应沿墙或天花板敷设，并应设置支架、吊架、管卡等进行有效支撑和固定，管道支撑应符合本标准第 5.3.1 节的规定；

3 当吊顶内设有回风管道、可能产生明火的电气设备时，应对铜管采取隔离措施，水平管道宜设置在与吊顶底平的独立密封的倒 U 型管槽内，管槽齐平吊顶的盖板应镂空透气且便于拆卸检修，宜采用可拆卸式活动百叶、格栅板或带孔板；

4 居民用户暗封铜管的吊顶应为厨房、阳台等用气房间的独立吊顶，且不应有孔洞与其他房间的吊顶空间连通；

5 铜管与其他管材、阀门、燃气表等之间的转换管件不应在吊顶内暗封；

6 商业用户燃气铜管不应在用餐区域、营业区域、办公区域、公共走廊等人员密集场所的吊顶内暗封敷设，且其他暗封铜管的吊顶空间不应有孔洞与上述场所的吊顶空间连通。

4.3.18 燃气铜管在厨柜内暗封敷设时，应符合下列规定：

1 应具备检修维护条件，柜体应设置可方便开启的柜门；

2 铜管穿越吊柜、低位橱柜内时，应便于安装和检修及符合安全使用要求。柜门应向外开，柜门上、下应各设一个通风口，通风口总面积宜不小于底板面积的 3%；

3 居民用户暗封铜管的厨柜应为厨房、阳台等用气房间的独立厨柜，且不应有孔洞或柜门与其他房间的空间连通；

4 商业用户燃气铜管不得在用餐区域、营业区域、办公区域、公共走廊等人员密集场所的厨柜内暗封敷设。

4.3.19 餐饮类商业用户用餐区域设有燃具时，用餐区域供气管道可采用铜管，管道除与阀门、燃具连接软管的接口外不应有机械接头。

4.3.20 暗埋铜管与燃具连接的预留接口位置应便于后续安装和操作，并应符合下列规定：

1 与灶具连接的预留接口与灶具侧边的水平净距不应小于 20cm，且不应大于 2m；与嵌入式灶具连接的预留接口应低于灶具；

2 与热水器连接的预留接口，与热水器底部垂直净距宜为 20~50cm。

4.3.21 暗埋铜管与地面下水口（地漏）的水平净距不宜小于 15cm。

4.3.22 燃气铜管不得与其它非燃气设施的金属构件接触，电气接地线不应与燃气铜管连接。

4.4 防腐及涂色

4.4.1 室内管沟内暗设和存在酸碱腐蚀可能的地面下方暗埋的铜管，应采用外壁覆塑型铜管或带有专用外涂层的铜管。

4.4.2 室外露天架空管道，以及商业用户室内明设和暗封的管道，应涂刷标识色。标识色应为黄色，色号宜为 Y06，标识色可采取外表面整体涂色、局部涂刷色环或粘贴色环等方式，当采取色环方式时，其位置应能够有效指示管道走向，并应便于使用和检修维护人员准确识别。

5 施 工

5.1 施工准备

5.1.1 铜管施工安装前应具备下列条件：

- 1 施工图等文件资料应齐全；
- 2 应已制定详细的施工方案；
- 3 应已落实施工现场用水、用电、材料堆放场地等条件；
- 4 施工人员应已经过专业技能培训并取得必要的资格认可；
- 5 钎焊作业场地应保持清洁，且作业环境温度不宜低于 5℃。

5.1.2 施工前应了解建筑物结构，当可能与其他专业工程交叉施工时，应提前做好组织协调工作。

5.1.3 施工安装的每批铜管应查验质保文件，文件内容应包括化学成份分析、涡流探伤报告、力学性能报告、弯曲试验报告，相关参数应符合《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 的要求。

5.1.4 铜管管材、管件及钎焊材料应妥善保管，表面不应损伤、污染和腐蚀。施工安装前应检查管材、管件外观质量，管材、管件内外表面应光滑、清洁，不应有分层、针孔、裂纹、起皮、凹陷、鼓泡、粗划道、夹杂及绿锈等缺陷。

5.1.5 铜管管材、管件运输、装卸和搬运时应注意保护、排列整齐，不应抛、摔、拖、砸，并应避免尖锐物品碰撞。

5.2 管道安装

5.2.1 铜管布置宜“横平、竖直”，但输送湿燃气或可能含有凝液燃气的管道，其水平段应具有一定的坡度，燃气表前后的水平管道应分别坡向立管和燃具，坡度宜为 0.003。

5.2.2 铜管安装宜根据现场施工条件预制为若干管段，再进行整体组装到位。

5.2.3 铜管转向不应采用热煨弯制方式。管材代号为 H80 的铜管转向应采用成品弯头。铜管冷弯时，应符合下列规定：

- 1 铜管公称壁厚小于 1.2mm，且管材维氏硬度 HV5 值应大于 85；
- 2 冷弯应使用专用弯管器；
- 3 冷弯曲率半径不应小于公称外径的 3.5 倍且不应小于 60mm；
- 4 铜管冷弯后弯管的最大外径与最小外径的差值与弯管前管子的外径之比率

不应大于 9%。

5.2.4 铜管分支口应采用成品三通，不得在铜管上开孔连接支管道。

5.2.5 铜管沿室内墙体明设时，铜管外壁不应紧贴墙面敷设，与墙面的净距宜为 10mm。

5.2.6 铜管不能一次连续安装完成时，中断施工的间歇期内应对外露的管口进行封堵，封堵宜采用黄色专用封口胶。

5.2.7 铜管安装前应根据设计图纸及现场实测条件进行配管下料，管材切割时宜使用铜管专用切管器，也可使用锯齿密度不低于 13 齿/cm 的钢锯或电锯，以及砂轮切割机等设备。切割后的铜管断面应垂直平整，并应去除管口毛刺并进行整圆。

5.2.8 铜管连接或铜管与铜制管件连接应采用钎焊方式，不得采用螺纹或其他机械连接方式。

5.2.9 铜管钎焊连接应采用硬钎焊工艺，不得采用软钎焊，硬钎焊工艺应符合现行国家标准《铜及铜合金钎焊推荐工艺规范》GB/T 43321 的相关规定；当采用铜基无银、低银钎焊料时，钎焊工艺也可按国家现行标准《铜管接头 第 1 部分：钎焊式管件》GB/T 11618.1 的相关规定执行。

5.2.10 铜管与不同牌号的铜合金管件钎焊时，应添加适宜的钎焊剂。

5.2.11 铜管硬钎焊钎料、钎剂、产生火焰的气体等选用应符合附录 B 的规定；硬钎焊工艺评定报告及相关检测、试验记录内容项目应符合附录 C 的规定，并按附录 C 的相关格式进行编制；硬钎焊工艺规程内容项目应符合附录 D 的规定，并按附录 D 的相关格式进行编制。

5.2.12 铜管钎焊连接应符合下列规定：

- 1 钎焊可采用氧-液化石油气或氧-乙炔火焰加热，加热温度应控制在 645℃~790℃范围内；
- 2 钎焊前应采用细砂纸或不锈钢丝刷等工具清理钎焊处铜管外壁与管件内壁表面的氧化膜及其他污物；
- 3 钎焊对口时铜管插入端与管件承口处的间隙应均匀，且间隙宽度不应大于

0.1mm;

4 钎焊时应根据工件大小选择适宜的火焰功率，钎焊过程中应先均匀加热铜管和管件承口的接头位置，钎料应均匀渗入承插口的间隙内，钎料填满间隙后应停止加热并保持静置至自然冷却；

5 钎焊接头冷却后应使用细砂纸或不锈钢丝刷去清除焊接留下的氧化物，并用干布将接头擦拭清理干净。

5.3 管道支撑、管槽开设及回填

5.3.1 铜管明设或暗封敷设时，直管段支架或管卡的最大间距不宜大于表 5.3.1 的规定；暗埋敷设时，管卡的最大间距不宜大于表 5.3.1 中“垂直管段”列的数值。

表 5.3.1 铜管支架、管卡最大间距

管道公称直径	最大间距 (m)	
	水平管段	垂直管段
DN15	1.2	1.8
DN20~DN25	1.8	2.4
DN32~DN50	2.4	3.0
DN65~DN80	3.0	3.5

5.3.2 铜管支架、管卡宜采用铜合金材质，采用其他金属材质时，不应与铜管直接接触，宜在其他金属件与铜管之间设置软性非金属隔垫。

5.3.3 暗埋管道应采用管卡在管槽内固定良好，管槽开设及回填应符合下列规定：

- 1 宽度宜为管道外径加 20mm，深度应保证回填后覆盖层厚度不小于 10mm；
- 2 居民用户表后支管在底层地面开槽暗埋时，开槽深度不应超过垫层的范围，且不得破坏和进入底层地面地基；
- 3 在墙体开槽时，不应破坏墙体配筋；开槽深度不应大于墙体厚度的 1/3，且不应大于 60mm；不得在厚度小于 180mm 的墙体、与卧室隔邻厚度小于 240mm 的墙体、石膏砌块砌筑的墙体、各类骨架的隔墙等开槽暗埋燃气铜管；
- 4 不宜在空心砌块、多孔砖、含孔块材砌筑的墙体内开槽暗埋燃气铜管，确需埋设时，开槽不应破坏空心砌块，当开槽切入多孔砖、含孔块材时应使用水泥

砂浆填实管槽内的砌体孔隙；

5 管槽内不得有锋利物体、碎片、垃圾或积存水汽；

6 铜管上方未设置钢盖板保护时，开槽回填的覆盖层宜采用黄色水泥砂浆，采用无标识色的水泥砂浆回填时，应在回填层外表面沿管位涂刷黄色标识漆或粘贴黄色标识色带。

6 检验与验收

6.1 检验

6.1.1 铜管钎焊完成后应进行外观检查，焊缝应圆滑过渡，焊缝表面应光滑，并应进行焊缝表面渗透无损检测，检测比例应为 100%，合格等级不应低于现行行业标准《承压设备无损检测第 5 部分：渗透检测》NB/T47013.5 规定的 I 级。

6.1.2 铜管钎焊焊缝检验合格后应进行吹扫和压力试验，吹扫、试压应符合国家现行标准《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94 的相关规定。

6.1.3 居民用户引入管阀门至燃气表前阀门之间的管道、居民用户燃气表至燃具前阀门之间的暗设管道、商业用户引入管阀门至燃具前阀门之间的管道应进行强度试验。

6.1.4 引入管阀门至燃具前阀门之间的管道，应进行严密性试验；严密性试验应在强度试验合格之后进行。

6.1.5 强度试验前，燃气管道系统与不参与吹扫和强度试验的系统、设备、仪表等应隔断，并应有明显的标志或记录，安全泄放装置应已拆下或隔断。

6.1.6 管道吹扫应在强度试验前进行，并应符合下列规定：

- 1 吹扫介质不应使用可燃气体，宜采用压缩空气；
- 2 中压管道吹扫压力宜为 0.1MPa~0.2MPa，低压管道吹扫压力不应大于 0.1MPa；
- 3 吹扫气体流速不应小于 20m/s，宜为 20 m/s~30 m/s；
- 4 吹扫应按照先主管后支管的顺序进行，吹扫出的脏物不得进入已吹扫合格的管道；
- 5 持续 2min 时间内，排气口设置的白布或涂白漆木靶板应无铁锈、尘土及其它杂物为合格。

6.1.7 强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍且不应低于 0.1MPa。

6.1.8 低压燃气管道进行强度试验时达到试验压力时，稳压不少于 30min，观察压力计 10min，无压力降为合格。

6.1.9 中压燃气管道的强度试验应符合下列规定：

1 中压管道达到试验压力时，稳压不少于 30min，观察压力计量装置 10min，无压力降为合格；或稳压不少于 60min，观察压力计 10min，无压力降为合格。

2 中压管道达到试验压力的 50%时，停止不少于 15min，检查所有接头，无渗漏后，方可继续缓慢升压至试验压力并稳压不少于 60min，观察压力计 10min，无压力降为合格。

6.1.10 低压管道严密性试验应符合下列规定：

1 试验压力应为设计压力且不应低于 5kPa；

2 在试验压力下，居民用户管道稳压应不少于 15min，商业用户管道稳压应不少于 30min，检查所有接头，无渗漏、无压力降为合格；

3 单户安装的居民用户管道，试验范围仅为每个居民厨房内的天然气表前阀至燃具时，稳压时间可适当缩短，但不应少于 5min；

4 安装在室内的管道应对接头处进行发泡剂检查。

6.1.11 中压管道严密性试验压力应为设计压力且不应低于 0.1MPa。在试验压力下稳压不应少于 120min，无压力降为合格。

6.2 验收

6.2.1 施工完成后，施工单位应组织有关人员进行自检。监理单位应在施工单位自检合格的基础上，组织进行预验收。预验收合格后，施工单位应向建设单位提交竣工报告并申请进行竣工验收。建设单位应组织监理、施工、设计等单位项目负责人进行工程竣工验收。

6.2.2 工程竣工验收文件应包括下列内容：

1 施工图、设计变更文件、工程联络（洽商）单及竣工图等。

2 管材、管件等的质量证明书。

3 施工安装记录：

1) 焊工资格备案；

2) 阀门试验记录；

3) 无损检测报告；

- 4) 隐蔽工程（封闭）记录；
 - 5) 管道安装工程检查记录，内容应满足附录 E 的要求；
 - 6) 压力试验记录；
 - 7) 吹扫记录。
- 4 质量事故处理记录。
 - 5 工程质量验收记录。
 - 6 其他相关记录。

附录 A 燃气铜管、铜管件采购技术条件

A.0.1 燃气铜管、铜管件采购技术条件可按表 A.0.1 的格式编制。

表 A.0.1 燃气铜管、铜管件采购技术条件

客户单位名称							
品名		牌号/代号					
状态		规格					
批次		重量 (kg)					
产品执行标准							
物理性能							
测试项目	标准值				测试值		
外径 D (mm)							
壁厚 S (mm)							
抗拉强度 R _m MPa							
延伸率 A (%)							
平均晶粒度 (mm)							
扩口试验							
维氏硬度 HV							
清洁度 (mg/m ²)							
化学成分							
项目	铜 (Cu)	磷 (P)	铁 (Fe)	铋 (Bi)	硫 (S)	锡 (Sn)	其他
标准值							
测试值							
其他							
表面质量	☐ 合格 ☐ 不合格			RoHS	☐ 合格 ☐ 不合格		
签署							
检验员				批准			

附录 B 铜管硬钎焊材料选用条件

B.0.1 铜管硬钎焊应选用铜基钎焊材料，性能质量应符合现行国家标准《铜基钎料》GB/T 6418 的有关规定。

B.0.2 铜管硬钎焊宜选用 BCu93P-A、BCu93P-B 无银铜磷钎料或 BCu91PAg 低银铜磷钎料。

B.0.3 铜管硬钎焊采用无银或低银铜磷钎料时，铜与铜之间进行钎焊可不使用钎剂；铜与铜合金、铜合金与铜合金之间进行钎焊宜使用 QFB-101 粉状钎剂，也可根据需要使用 QFB-112 糊状钎剂。

B.0.4 铜管钎焊所用气体应符合下列规定：

1 氧气质量应符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 的有关规定，且氧气纯度不应低于 99.5%；

2 乙炔气质量应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的有关规定，且乙炔气纯度不应低于 98%；

3 液化石油气质量应符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174 的有关规定。

附录 C 铜管硬钎焊工艺评定报告（格式）

C.0.1 铜管硬钎焊工艺评定报告（BPQR）可按表 C.0.1 的格式编制。

表 C. 0. 1 铜管硬钎焊工艺评定报告

单位名称					
BPQR编号				BPS编号	
硬钎焊工/硬钎焊操作工姓名					
接头类型		母材材质			
硬钎焊方法		母材规格			
硬钎焊料牌号		钎剂型号			
硬钎焊料规格		钎料添加方式			
试件示意图		硬钎焊要求			
硬钎焊前清理方法					
硬钎焊后清理方法					
火焰硬钎焊					
燃气类型	燃气压力		氧气压力		火焰类型
感应硬钎焊					
设备类型	电源功率	程序编号	感应电流	加热时间	线圈高度
电阻硬钎焊					
设备类型	电源功率	程序编号	焊接电流	焊接时间	电极压力
其他信息					
签名及日期		制定		校核	
				批准	

C.0.2 铜管硬钎焊工艺评定报告无损检测记录可按表 C.0.2 的格式编制。

表 C. 0. 2 铜管硬钎焊无损检测记录

检测方法	检验结果	备注
VT		
PT		
RT		
UT		

C.0.3 铜管硬钎焊工艺评定报告拉伸试验记录可按表 C.0.3 的格式编制。

表 C. 0. 3 铜管硬钎焊拉伸试验记录

试样编号	试样尺寸 (mm)	S_0 (mm)	F_m (N)	R_m (N/mm ²)	拉伸强度平 均值 (N/mm ²)	破断位 置及断 面状态	备注

C.0.4 铜管硬钎焊工艺评定报告剪切试验记录可按表 C.0.4 的格式编制。

表 C. 0. 4 铜管硬钎焊剪切试验记录

试样编号	试样尺寸 (mm)	S_0 (mm)	τ_m (N)	R_m (N/mm ²)	剪切强度平 均值 (N/mm ²)	破断位 置及断 面状态	备注

C.0.5 铜管硬钎焊工艺评定报告弯曲试验记录可按表 C.0.5 的格式编制。

表 C. 0. 5 铜管硬钎焊弯曲试验记录

试样编号	试样尺寸 (mm)	压头直径 (mm)	弯曲角度	弯曲类型	缺欠类型及尺寸

C.0.6 铜管硬钎焊工艺评定报告金相检验记录可按表 C.0.6 的格式编制。

表 C. 0. 6 铜管硬钎焊金相检验记录

试样编号	
金相图片	
检验结果	

附录 D 铜管硬钎焊工艺规程（格式）

D.0.1 铜管火焰硬钎焊工艺规程（BPS）可按表 D.0.1 的格式编制。

表 D. 0. 1 铜管火焰硬钎焊工艺规程（BPS）

单位名称			
BPS编号			
BPQR编号			
硬钎焊方法		接头制备方法	
接头类型		硬钎焊位置	
接头设计		硬钎焊要求	
母材			
材料 1		材料 2	
材质		材质	
组别		组别	
厚度		厚度	
直径		直径	
硬钎料			
型号		规格	
填充位置		添加方式	
硬钎剂			
型号		规格	
填充位置		添加方式	
硬钎焊参数			
燃气类型		燃气压力	
氧气压力		火焰类型	
焊枪火焰/mm		硬钎焊温度/℃	
冷却方式		环境温度/℃	
喷嘴尺寸		机械化程度	

硬钎焊前清理方法			
硬钎焊后清理方法			
注 意 事 项			
签 名 及 日 期	制 定	校 核	批 准

D.0.2 铜管感应硬钎焊工艺规程（BPS）可按表 D.0.2 的格式编制。

表 D. 0. 2 铜管感应硬钎焊工艺规程（BPS）

单 位 名 称			
BPS编 号			
BPQR编号			
硬钎焊方法		接头制备方法	
接头类型		硬钎焊位置	
接头设计		硬钎焊要求	
母 材			
材 料 1		材 料 2	
材 质		材 质	
组 别		组 别	
厚 度		厚 度	
直 径		直 径	
钎 料			
型 号		规 格	
填充位置		添加方式	
钎 剂			
型 号		规 格	
填充位置		添加方式	
设备信息			
设备名称		设备编号	

电源型号		机械化程度	
硬钎焊参数			
程序编号		感应电流/A	
加热时间/s		感应线圈高度/mm	
冷却方式		环境温度/℃	
硬钎焊前清理方法			
硬钎焊后清理方法			
注意事项			
签名及日期	制定	校核	批准

D.0.3 铜管电阻硬钎焊工艺规程（BPS）可按表 D.0.3 的格式编制。

表 D. 0. 3 铜管电阻硬钎焊工艺规程（BPS）

单 位 名 称			
BPS编 号			
BPQR编 号			
硬钎焊方法		接头制备方法	
接头类型		硬钎焊位置	
接头设计		硬钎焊要求	
母 材			
材 料 1		材 料 2	
材 质		材 质	
组 别		组 别	
厚 度		厚 度	
直 径		直 径	
钎 料			
型 号		规 格	
填充位置		添加方式	

钎剂			
型号		规格	
填充位置		添加方式	
设备信息			
设备名称		设备编号	
电源型号		电极直径/宽度	
电极材料		机械化程度	
硬钎焊参数			
程序编号		焊接电流/A	
电流种类		电极压力/N	
焊接时间/s		环境温度/℃	
硬钎焊前清理方法			
硬钎焊后清理方法			
注意事项			
签名及日期	制定	校核	批准

附录 E 铜管施工管道安装工程检查记录

表 E 铜管施工管道安装工程检查记录

施工单位			工程名称		
安装班组			施工部位		
焊工姓名			焊工证书号		
施工情况记录					
管材生产厂家			管材合格证编号		
附件生产厂家			附件合格证编号		
序号	材料名称	型号、规格	单位	数量	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
管道安装系统图					
签名及日期		项目技术负责人	质检员	施工员	

本规程用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采“宜”或“可”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《城镇燃气设计规范》GB 50028

《工业氧》GB/T 3863

《铜基钎料》GB/T 6418

《溶解乙炔》GB 6819

《550 密封管螺纹第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2

《液化石油气》GB 11174

《铜管接头 第 1 部分：钎焊式管件》GB/T 11618.1

《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033

《铜及铜合金钎焊推荐工艺规范》GB/T 43321

《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94

《承压设备无损检测第 5 部分：渗透检测》NB/T47013.5

中国工程建设标准化协会标准
城镇燃气用户工程铜管技术规程

**Technical specification for copper pipe used
in engineering of city gas consumer**

T/CECS XXX: 202X

条文说明

目 次

1 总 则	33
2 术 语	34
3 管材及管件	36
3.1 管材	36
3.2 管件	40
4 设计	42
4.1 一般规定	42
4.2 水力计算	43
4.3 管道设置	43
4.4 防腐及涂色	46
5 施工	47
5.1 施工准备	47
5.2 管道安装	47
5.3 管道支撑、管槽开设及回填.....	48
6 检验与验收	49
6.1 检验	49
6.2 验收	49
附录 B 铜管硬钎焊材料选用条件	50

1 总 则

1.0.3 本规程以现行工程建设全文强制国家规范《燃气工程项目规范》GB 55009-2021 和现行国家标准《城镇燃气设计规范（2020 年版）》GB 50028-2006、现行行业标准《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94-2009 等为基础，针对燃气用户工程铜管应用的管材、管件选用，管道设计、施工及验收提出针对性的要求。国外关于铜管在燃气供应领域应用的工程标准有美国国家标准《美国国家燃气规范》NFPA54/ANSI Z223.1、美国国家标准/美国机械工程师学会标准《输气和配气管道系统》ASME B31.8、欧洲标准《燃气供应 建筑物用燃气管道 最大工作压力不超过或等于 5bar 功能推荐标准》EN 1775 等。

2 术 语

2.0.1 燃气用户工程的具体范围包括管道供气系统的引入管、引入管至燃具和用气设备之间的管道及设备、沿用气建筑外墙架空敷设连接引入管的配气支管（庭院管道）、燃具和用气设备、安全附属装置等。瓶装液化石油气供气系统的钢瓶、管道及设备、燃具、安全附属装置等也属于用户工程范畴。

2.0.3 居民用户是在住宅建筑内使用燃气的用户。现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352-2019 规定民用建筑按使用功能分为居住建筑和公共建筑两大类，其中居住建筑包括住宅建筑和宿舍。现行国家标准《住宅建筑规范》GB 50368-2005 规定住宅建筑是供家庭居住使用的建筑（含与其他功能空间处于同一建筑中的住宅部分），简称住宅。

2.0.6 用气建筑室外配气支管是指从燃气市政输配干管或支管引出，沿用气建筑外墙埋地或架空敷设，连接用气建筑不同位置用气点引入管、向不同位置用气点分配燃气的管道，也称为庭院管道。

我国城镇燃气发展早期，气源为人工煤气，立管均设置在室内，引入管术语的内涵强调了供气管道从用气建筑室外进入室内的燃气“引入”功能。随着天然气气源的普及，南方地区普遍采用室外立管的做法，通过各用户的分支管穿外墙进入室内，引入管功能更多的体现了室外配气支管与用气建筑供气管道的交接作用。

2.0.9 一般是指进入单个用户用气场所的分支管道，包括燃气表前和燃气表后支管。引入管后仅有单独用户时，引入管阀门与燃气表前阀门合并设置时，引入管阀门至燃具之间的燃气管道为支管。

2.0.10 城镇燃气用户工程的建设目的是服务于用气建筑，本标准规定的管道明设、暗设做法均是针对用气建筑室内管道，室外管道管道敷设方式的表述与输配工程一致，包括室外架空和室外埋地。

2.0.11 建筑室内装修可能在燃气管道安装完成后进行施工，管道暗设指的是室内装修、橱柜安装等完成后，管道实际使用情况下所处的形态。暗设主要包括暗封和暗埋，地面管沟内敷设则属于管道暗设的一种特殊形式，管沟填砂覆盖管道

后加设活动盖板，没有隐蔽空间，与暗埋的性质类似，但不同之处在于其上部的活动盖板能够实现对管道的维护、检修、更换。

2.0.14 本条术语强调了燃气管道预埋时与建筑同步施工，管道被浇筑或砌筑于墙体、地基内部，这种埋设形式是无法检修、维护、更换的。

3 管材及管件

3.1 管 材

3.1.1 国外关于铜管的产品质量标准还有美国材料学会标准《天然气和液化石油气燃料配送系统用无缝铜管标准》ASTM B 837、欧洲标准《铜和铜合金 卫生设备和水加热器的水和气体用无缝圆铜管》EN 1057、澳大利亚标准《卫生管道、煤气设备和排水用铜管》AS 1432 等。

(1) 燃气铜管常用牌号、状态和规格详见表 1。

表 1 燃气铜管常见牌号、状态和规格

牌号	代号	状态	规格 (mm)	
			外径	壁厚
TP2 C12200	H55 H58 H80	拉制硬态 轻拉半硬态	Φ 12、Φ 20	≤3.0

(2) 燃气铜管常用牌号的化学成分详见表 2，且阴极铜、磷铜合金、铜管产品及相关包装物的有害物质一般情况下还需符合 RoHS 的要求。

表 2 燃气铜管常见牌号的化学成分 (%)

牌号	Cu+Ag	P	Sb	As	Fe	Bi	S	Pb	O
TP2 C12200	≥99.9	0.015-0.04	≤0.005	≤0.005	≤0.002	≤0.002	≤0.004	≤0.004	≤0.002

(3) 铜管的外形尺寸及允许偏差详见表 3。

表 3 铜管的外形尺寸及允许偏差

牌号	公称外径 (mm)		壁厚 (mm)		
			≤1.50	>1.50~2.0	>2.0~3.0
	尺寸范围	允许偏差(±)	允许偏差(±)		
TP2 C12200	12	0.05	0.06	0.08	0.10
	20	0.06	0.07	0.09	0.12
注：客户对产品尺寸有特殊要求的由供需双方协商确定					

(4) 铜管直管交货状态的长度允许偏差详见表 4。

表 4 直管的长度允许偏差

直管长度 (mm)	长度允许偏差 (mm)
>1000~1800	0~3
>1800~4000	0~5
>4000~8000	0~8
注 1: 客户对长度允许偏差有特殊要求的由供需双方协商确定; 注 2: 管口应锯切平整, 不允许有毛刺和飞边, 切斜度不大于 2mm。	

(5) 硬态或半硬态直管的直度 (弯曲度) 允许偏差详见表 5。

表 5 硬态或半硬态直管直度 (弯曲度) 允许偏差

长度 (mm)	最大允许偏差 (mm)
≥1000~2000	5
>2000~2500	8
>2500~3000	12
注 1: 直度 (弯曲度) 是指全长上的弧的深度; 注 2: 长度超过 3000mm 的管材, 全长中任意部位 3000mm 的直度 (弯曲度) 最大值≤12mm; 注 3: 长度超过规定范围的管材, 其直度 (弯曲度) 最大值由供需双方协商确定。	

(6) 硬态或半硬态直管的圆度允许偏差详见表 6。

表 6 硬态或半硬态直管圆度允许偏差

种类	(壁厚 / 外径) 比值	允许偏差
硬态 半硬态	0.01~0.03	≤1.5%
	>0.03~0.05	≤1.0%
	>0.05~0.10	≤0.8%
	>0.10	≤0.7%

(7) 燃气铜管常用牌号的管体涡流探伤是保证铜管出厂质量的重要检测方法, 直管不允许有探伤缺陷, 表面也不允许有可能导致泄漏的针孔、裂纹等缺陷。

涡流探伤检验方法按照现行国家标准 GB/T 5248 的规定执行，探伤人工缺陷最大孔径要求详见表 7。

表 7 标准人工缺陷孔径

牌号	光管外径（mm）	光管壁厚（mm）	人工造伤孔径（mm）
TP2 C12200	12	<1.00	0.70
		≥1.00	0.80
	20	<1.00	0.80
		≥1.00	0.90

（8）燃气铜管常用牌号的力学性能要求详见表 8。

表 8 铜管的力学性能

牌号	状态	抗拉强度 MPa	伸长率 %	规定塑性强度 MPa	维氏硬度 HV
TP2 C12200	拉制硬态(H80)	≥350	--	≥250	100~140
	轻拉半硬态(H55)	270~315	--	≥125	75~100
注 1：当客户订单有要求时，对铜管硬度进行检测； 注 2：客户对力学性能有特殊要求的，由供需双方协商确定。					

（9）轻拉态（H55）的铜管进行扩口试验后，不能产生肉眼可见的裂缝或裂口，扩口率要求详见表 9 的规定。

表 9 扩口率

牌号	状态	外径（mm）	冲锥（°）	扩口率（%）
TP2 C12200	轻拉态（H55）	12	45	≥40
		20		≥30
注 1：客户对扩口有特殊要求的，由供需双方协商确定； 注 2：可用压扁试验替代扩口实验，压扁后铜管的内壁间距等于 3 倍壁厚，试验后不应产生肉眼可见的裂缝或裂口。				

（10）铜管出厂前需进行内外表面清洗，内表清洗后清洁度要求详见表 10。

表 10 内表清洁度

牌号	状态	外径（mm）	内表清洁度（mg/m ² ）
TP2	拉制硬态(H80)	12	≤38

C12200	轻拉态（H55）	20	≤38
注：客户对铜管清洁度有特殊要求由供需双方协商确定。			

（11）铜管出厂前需在管体表面进行永久性印字标记。每处标记间隔 1.0 米，字体高度一般在 3.5mm~5.5mm 之间。标记颜色为黑色，内容包括：制造商名称或商标；牌号、状态、规格；执行标准代号；生产日期；其他标识（客户名称、或客户其他特殊要求）。

（12）铜管交货时，内外表面需保持光滑、清洁，不能有分层、针孔、裂缝、起皮、气泡、粗拉道、夹杂、绿锈和氧化现象；外表面不能有空拉皱纹，但允许存在轻微或局部的擦痕、凹坑、斑点等缺陷，或者轻微的环状痕迹、发暗和水迹。

3.1.3 紫铜即工业纯铜，外观呈紫红色。我国紫铜材料大致可分为四类：纯铜（T1、T2、T3）（也称为普通紫铜）、无氧紫铜（TU0、TU1、TU2）、磷脱氧铜（TP1、TP2）、高铜（即高纯度紫铜，添加少量合金元素的砷铜、碲铜、银铜）。紫铜在大气、海水和某些非氧化性酸、碱、盐溶液及多种有机酸中，有良好的耐蚀性，广泛用于化工领域。紫铜具有良好的焊接性，可经冷、热塑性加工制成各种半成品和成品。

硬态铜管的抗拉强度一般在 320MPa~460MPa，断裂延伸率一般不高于 5%，维氏硬度 HV5 大于 100，存在一定的内应力，刚度较大，不适合大幅度弯折。硬态铜管以直管形式生产。

软态铜管加工方法与硬态铜管相比，增加了退火工艺，退火后可使铜管晶粒进一步细化，有利于消除内应力。软态紫铜管的抗拉强度一般在 235MPa~255MPa，断裂延伸率可达 50%。软态铜管硬度较低，柔性较强，可塑性好，适合进行弯折等再加工操作。软态铜管可为直管形式，也可为盘管形式。

半硬态铜管的硬度介于硬态与软态之间，性能特点也介于两者之间。

3.2 管 件

3.2.1 铜管钎焊管件的国外标准有美国材料学会标准《锻造铜及铜合金焊点压力接头》ASME B16.22、欧洲标准《铜和铜合金 管道配件》第 1 部分：用于焊接或铜焊到铜管的毛细管配件 EN 1254-1 等。

铜管件采购和选用时，需注意以下性能质量测试要求。

(1) 铜合金制成的管件材质锌含量大于 10%时，防脱锌度需达到可接受的防脱锌标准。当任一测试件的脱锌测试实验未通过时，要在相同的一批中重新抽样做检测；如果后来的所有测试件均通过测试，这一批又重新视为符合脱锌标准。如果后来的测试件中有任一测试失败，此批产品将被视为不符合标准。如果使用者需要将管件加热到 550 摄氏度以上，建议先征询制造商的意见。

(2) 铜管件检测试验一般包括静水压力下的泄漏试验、压力测试和压力侵蚀抵抗能力测试等。

管件需按照制造者的指示说明进行静水压力下的泄漏测试，管件安装在相应的管子上，根据不同规格范围的最大压力进行不少于 1.5 倍该最大压力的静力水压测试。压力逐渐施加并在环境温度中保持最少 15 分钟，管件不能有任何泄漏和永久变形的迹象。

管件本体经机加工后，需进行压力测试。使用静力水压测试、气压测试或相同效果的其他压力测试。测试时把整个管件浸在水中，使用最小 5bar 的气压、或使用 1.5 倍的最大压力进行静力水压测试，压力测试逐渐增压并在室温下保持最少 15 分钟。

管件抵抗压力侵蚀能力的测试时，由铜合金制成的部件不能有任何的裂缝的迹象；管件本体的压力测试，不能有任何的可见泄漏，泄漏的管件直接报废。

3.2.2 普通黄铜是以锌为主要合金元素的铜基合金，也有铝黄铜、铁黄铜、铅黄铜等，黄铜中的铜含量一般在 50%~80%，外观呈黄色。黄铜色泽美观，有良好的工艺和力学性能，导电性和导热性较高，耐腐蚀、易切削和抛光。黄铜的硬度比紫铜大，切削加工性能优于紫铜；而在非切削加工方面，紫铜的变形抗力较小，更容易成形。

现行国家标准《铜管接头 第 1 部分 钎焊式管件》GB/T 11618.1-2008 规定的钎焊-螺纹转换管件（型式代号 FTC、ETC）材料要求详见表 11。

表 11 GB/T 11618.1-2008 规定的钎焊-螺纹转换管件材料

型式代号	材料		
	名称	牌号	标准号
FTC、ETC	黄铜棒	H59	YS/T 649-2007
	铸锰黄铜	ZCuZn40Mn2	GB/T 1176-1987
	铸铝青铜	ZCuAl9Mn2	

根据现行国家标准《加工铜及铜合金牌号和化学成分》GB/T 5231-2022，牌号 H59 和牌号 HPb59-1 的铅黄铜中的铜质量分数均为 57%~60%，H59 铅质量分数为 0.5%，HPb59-1 铅质量分数为 0.8~1.9%，由于铅含量的适当提高能够改善黄铜的切削性能，有利于保证螺纹加工工艺质量，因此本条提出宜选用 HPb59-1 铅黄铜管件。

GB/T 11618.1-2008 引用的铸铜材质国家标准《铸造铜及铜合金》GB/T 1176-1987 已废止，替代版本为 GB/T 1176-2013，GB/T 1176-2013 附录 B 明确指出牌号为 ZCuAl9Mn2 的铸铝青铜材质“不易钎焊”，因此采用该种材质的钎焊管件存在争议。GB/T 1176-2013 附录 B 明确指出牌号为 ZcuSn5Pb5Zn5 的青铜材质特性：耐磨性和耐蚀性好，易加工，铸造性能和气密性较好，且此种青铜材质铜质量分数最低应达到 85%，钎焊性能接近紫铜，相比黄铜更佳。根据我国部分燃气企业的工程实践，牌号 ZcuSn5Pb5Zn5 的青铜管件在燃气用户工程中应用情况良好，相关经验可供参考。

3.2.3 螺纹是在圆柱或圆锥表面上，具有相同牙型、沿螺旋线连续凸起的牙体，包括圆柱螺纹和圆锥螺纹。燃气管道安全性要求高，采用圆锥内螺纹与圆锥外螺纹（锥/锥）的形式具有更好的密封性能。美国、日本、香港等国家和地区的室内燃气管道，当采用螺纹连接时，也规定选用“锥/锥”连接形式。我国关于聚四氟乙烯生料带产品标准是原轻工部行业标准《螺纹密封用聚四氟乙烯未烧结带（生料带）》QB/T 4008-2022。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定的城镇燃气用户管道铜管压力等级依据现行工程建设全文强制性国家标准《燃气工程项目规范》GB 55009-2021 制定。最高工作压力是管道设计的重要技术参数，燃气管道工作压力越低发生泄漏时的泄漏量和扩散范围越小，相对来说越安全，但是提高工作压力可以缩小供气管道直径，显著降低工程建设投资。

4.1.2 室外明设的金属管道需要考虑防雷保护问题。本条关于室外建筑防雷保护范围之外的铜管壁厚要求，参考现行行业标准《油气田及管道工程雷电防护设计规范》SY/T 6885-2020 制定，该标准明确规定铜板或铜管用作雷电接闪时的最小壁厚为 5mm。

4.1.3 1 卧室、客房等人员居住和休息的房间是人们睡眠和休息的场所，包括供人员住宿的宿舍。人们在睡眠时对外界的刺激反应减弱，当发生燃气泄漏时，易引起室内人员缺氧窒息或中毒，直接影响人身健康和生命安全。

2、3 主要依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）的相关规定编写。

4 空调机房、通风机房、计算机房、发电间、配电间、变电室等场所所有电源、电器开关及其他电器设备，在正常运行时可能会产生电火花，如果发生燃气泄漏，极易引发火灾、爆炸事故。新风系统的主机连接有室外接入的新风进气管、污风排气管，以及室内各房间的新风送气管、污风回气管等，设置新风系统主机的房间如果发生燃气泄漏，易导致燃气向其他房间和空间流窜，因此设置新风系统主机的房间应参照本款中“通风机房”的要求执行。

5 存放易燃易爆品仓库为危险场所，如果有燃气泄漏，可能引发双重事故。有腐蚀性介质的房间，管材和管件易被腐蚀穿孔，引发燃气泄漏事故。

6 人防工程是一种有防护要求的特殊地下建筑，具有战时防空袭和平时防灾、救灾相结合的作用，是我国城市防护体系重要的组成部分。人防工程一般设置在地下，自然通风差，一旦发生燃气泄露不宜扩散，容易引发事故。

4.1.4 商业用户燃气管道以敷设在用户专有区域内为宜，确实需要在公共区域敷

设时，需避开销售门市、公共通道、营业区域等人员密集场所。

4.1.5 本条针对居民和商业用户吊顶、橱柜内暗封管道的情况，铜管暗设一般采用暗埋方式，且立管、水平干管一般采用钢管。

4.2 水力计算

4.2.3、4.2.4 条文列出的科列勃洛克水力计算公式引自现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）第 6.2.5 条、第 6.2.6 条，柯氏公式是隐函数公式，更适合计算机编程计算，设计也可选用现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）附录 C 提供的阿里特苏里公式进行简化计算。

4.2.4 燃气管道单位长度摩擦阻力损失应按水力计算公式计算。本规程给出了摩擦系数计算公式和铜管内壁当量绝对粗糙度数值，当管材生产企业能够提供试验数据时，也可按照实际试验数据进行计算。

4.2.5 燃气管道局部阻力损失需考虑转弯、分支、变径、燃气表、阀门等的影响。

4.2.6 计算燃气管道阻力损失时，要考虑地形高差大或高层建筑立管因高程差而引起的附加压力，比如 12T 天然气为 5Pa/m。

4.3 管道设置

4.3.1 燃气管道的敷设，在保证工艺合理的前提下，应结合建筑的结构，使燃气管道的敷设力求美观，少占建筑空间。宜沿墙、梁、柱呈直线靠墙角布置。

4.3.2 建筑物沉降缝（变形缝、抗震缝）变化时可能损坏燃气管道，故规定要有防护措施。为保证管道不被建筑物沉降缝两侧的不均于沉降而折断或扭曲等，可以设套管，套管可按要求订制，但应有明确的设计要求；也可以采取在沉降缝两侧的管道上设金属软管或波纹管补偿器等措施。

4.3.4 燃气管道与电缆、暖气、污水等管线共用沟槽敷设时，一旦发生燃气泄漏，可能会在沟槽内聚集，也可能会沿着这些沟槽的通道窜至远离泄漏点的区域，遇明火或火花就会发生着火或爆炸事故。

4.3.5 本条规定一方面是防止烟道、垃圾道等对燃气管道产生不利影响，另一方面是尽可能避免燃气泄漏时向烟道、进风道、排风道和垃圾道内扩散，引发事故。

4.3.6 室内燃气管道与电压小于 1KV 的裸露电线的间距要求，根据《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008 的相关规定：“直敷布线应采用护套绝缘电线，其截面不宜大于 6mm^2 ”，直敷布线主要用于居住及办公建筑内电气照明及日用电器插座线路的明敷布线。建筑物室内采用裸电线的安全隐患较大，易发生人员触电伤亡事故或短路引发火灾事故，目前我国的建筑物室内电线一般采用绝缘电线或电缆，室内设置裸电线的情况极为罕见，不符合安全用电要求，因此不再规定裸露电线与室内燃气管道间距。

表中的“相邻管道”不包括燃具和用气设备的给排气管、排烟管等。

4.3.7 支管一般不需要穿过起居室（厅）、卫生间等，本条依据国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）制定，主要针对一些建筑室内布局特殊的情况，特别是老旧小区改造和既有建筑加装燃气管道的项目，核心原则是减少管道接口，降低泄漏风险。

4.3.8 本条针对卫生间内设置燃气热水器的情况，一般情况下不推荐在卫生间内设置燃气热水器，主要考虑到室内通风和排烟问题，有外墙的卫生间可以直接开设孔洞用于密闭式燃气热水器给排气，有直通室外通风窗可实现自然通风换气。

4.3.9 强调管道不得暗设在用户专有区域以外，目的是避免对相邻业主的物权产生侵害，特别是暗埋管道的墙体或楼板可能是与相邻业主的共有产权部分，埋设位置不应超出己方的产权范围。

4.3.11 根据现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037-2013，建筑地面是指建筑物底层地面和楼层地面的总称。底层地面的基本构造层宜为面层、垫层和地基；楼层地面的基本构造层宜为面层和楼板。我国普通粘土砖墙的厚度一般不小于 120mm，根据不同的砌筑方法厚度一般还有“二四墙”厚度 240mm、“三七墙”厚度 370mm 等情况；混凝土板墙用作隔断墙时，厚度一般为 50mm，用作承重墙时，厚度一般为 160mm~180mm；加气混凝土砌块墙用于隔断墙时，厚度一般为 100mm~150mm，用作外围护墙时，厚度一般为 200mm~250mm。

4.3.13 1 为防止后续改造或检修时破坏到暗埋的燃气管道，引发漏气事故，暗埋管槽回填时应有明显标志，标明管道位置。标志可以设置在外墙，也可以设置在外表面内，目前常规做法包括采用彩色水泥回填管槽，或者回填并完成抹面后按管槽定位在墙面粘贴彩色示踪胶带，其目的就是防止室内其他施工可能破坏到燃气管线。

4.3.15 3 进出地面、墙面处应采取固定措施是防止燃气管道扰动或端点的相对位移，以防止燃气管道被损坏。

4.3.16 管道在管沟内敷设完毕后，管沟回填干砂，以避免管道发生泄漏时管沟内形成爆炸危险空间。

4.3.17 3 按照室内装饰装修的常规做法，吊顶内通常可能会有空调和通风管道、产生明火的电力线缆、灯具等电气设备，当吊顶内暗封的燃气管道发生泄漏时，易引发事故，此时应采取合理的防护措施将燃气管道隔离在相对安全的空间内，采用倒 U 型管槽加活动百叶或带孔板的保护方式是 GB 50028-2006（2020 年版）推荐的做法。隔离的目的是当燃气管道发生泄漏时，尽量降低泄漏气体向通风管道、电气设备扩散流窜的风险。管槽封盖主要起装饰作用，要求镂空透气是为了管槽内部的管道发生泄漏时能够及时发现，镂空面积应尽可能扩大，木质百叶窗有效开口面积约占 20~25%，金属百叶窗和格栅有效开口面积约占 60~75%，带孔板透气效果略低于百叶和格栅。

4 敷设燃气管道的厨房或阳台的吊顶不应与起居厅、卧室、过道、走廊、用餐区域等其他房间或区域的吊顶相通。规定设置燃气管道的吊顶应为独立吊顶，主要考虑如果厨房吊顶与其他吊顶连通，发生燃气泄漏，尤其是天然气很容易在吊顶内聚集或窜入其他区域或弥漫整个吊顶内，遇明火会发生爆燃。当吊顶空间内的墙体开设孔洞穿过空调和通风管道或其他管线时，应对孔洞缝隙进行密封。

4.3.18 暗封管道的橱柜设置可开启的柜门，以便于检修维护。由于橱柜的柜门关闭是常态，采用完全实体的门板关闭状态下可能形成密闭空间，在暗封空间内设置燃气泄漏报警装置有利于及时发现燃气泄漏。对于天然气等相对密度小于 0.75 的燃气，报警装置也可设置在橱柜外部，此时柜体门板或侧板应具备良好的通气条件，比如采用镂空结构或者在门板上开设孔洞，并在橱柜外部最有利于感应泄漏燃气逸出的位置（如通气孔洞附近略高于孔洞处）设置燃气泄漏报警装置。

4.3.19 一般情况下不提倡用餐区域设置燃具，现行消防行业标准《大型商业综合体消防安全管理规则》XF/T 3019-2023 规定了大型商业综合体内部的用餐区域不能使用明火。我国川渝地区的火锅餐饮商户在用餐区域使用管道天然气作为火锅燃料较为普遍，且经过了多年的工程实践检验，给排气、通风及泄漏报警、不完全燃烧报警及紧急切断等安全条件应符合要求。

4.3.20 本条规定主要考虑到暗埋铜管与燃具连接安装及检修维护时的可操作性，

相关距离要求依据现行国家标准并结合工程实际经验确定。

4.3.21 地漏所在位置处于室内地坪的低点以便于收水，管道敷设时可能对地面防水产生影响，管道与地漏保持一定间距以尽可能避免水渗入暗埋铜管的管槽内。

4.3.22 两种不同材质的金属接触时，会形成电位差，从而产生电流，阳极金属因失去电子而被腐蚀。电气设备可能出现漏电故障或产生静电，需要设置接地线将电流导入大地释放，电气接地线与燃气铜管连接时，一旦存在燃气泄漏，极易因静电火花导致爆燃、爆炸事故。

4.4 防腐及涂色

4.4.2 燃气管道涂黄色识别漆或黄色识别色环的目的是为了便于燃气管道的管理和识别，避免检修或抢修操作时发生误判。管道整体涂色、局部涂刷色环的具体要求按照现行国家标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 执行。

5 施 工

5.1 施工准备

5.1.2 燃气管道施工前应了解建筑结构主要为了避免施工过程中对建筑物造成损害，并提高施工效率，更好的完成管道安装工作。与其他专业工程交叉作业时的组织协调也非常重要，降低各项工程施工过程中可能产生的相互影响，保证工程顺利实施。

5.1.3 管材性能质量是保障工程质量及安全可靠性的重要因素，因此管道安装前需查验涉及管材性能质量关键参数的质保文件。

5.2 管道安装

5.2.3 标准编制期间开展了关于 TP2 牌号 H55 轻拉状态无缝铜管弯曲试验，结果显示 4 组 H55 状态铜管中仅有 1 组弯后外观良好，其余 3 组均存在弯后褶皱现象，检测维氏硬度值 HV5 结果显示，弯后无褶皱现象的试样 HV5 值均大于 85。

铜管推荐采用标准弯头实现管道转向。铜管加热煨弯时对热工艺控制要求较高，过热时容易产生氧化物或管体表面产生颗粒化，降低铜管强度，现场加热温度和受热均匀度难以控制，应避免热煨弯制。现场冷弯时，弯曲内侧容易褶皱、外侧壁厚减薄，管材截面会产生一定的不圆度，影响管道性能，必须控制冷弯曲率半径，目前国内铜管安装时一般按不小于 3.5D 控制现场冷弯曲率半径。《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 的壁厚系列为 0.8mm、1.0mm、1.2mm、…，考虑到管材弯曲后背弯侧壁厚有所减薄，而铜管多用于暗埋敷设，检修维护比较困难，且管道的弯曲段应力较为集中，为保证安全，要求壁厚小于 1.2mm 的铜管不应进行冷弯加工。

5.2.9 铜管焊接连接主要有钨极惰性气体保护电弧焊、氧乙炔等火焰焊、氧乙炔等火焰钎焊等，前两种焊接方式主要用于铜管对接焊，工艺较复杂、作业难度较大，适合较大口径和壁厚的铜管连接，用户燃气管道选用铜管的管径和壁厚较小，采用钎焊连接能够满足工艺要求，也是业内的普遍做法。

钎焊属于固相连接，与熔化焊工艺有所区别，钎焊时母材不熔化，采用比母材熔化温度低的钎料，加热温度采取低于母材固相线而高于钎料液相线的一种连接方法。钎料液相线温度高于 450℃所进行的钎焊为硬钎焊，低于 450℃所进行的钎焊为软钎焊。硬钎焊比软钎焊焊接质量更好，接头强度更高。

5.2.12 1 根据工程实践经验，氧-液化石油气火焰相比氧-乙炔火焰在实际钎焊操作中更容易控制加热温度。

3、4 钎焊时将表面清洗好的工件以搭接型式装配在一起，把钎料放在接头间隙附近或接头间隙之间。当工件与钎料被加热到稍高于钎料熔点温度后，钎料熔化而工件不熔化，借助毛细作用被吸入和充满固态工件间隙之间，液态钎料与工件金属相互扩散溶解，冷凝后即形成钎焊接头。

5.3 管道支撑、管槽开设及回填

5.3.1 暗埋铜管管体上方还有水泥覆盖层，管卡主要起限位作用，承重要求不高，按明设时垂直管段的设置间距即可。

5.3.3 4 根据现行国家标准《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574-2010，常用墙体材料包括空心砌块、多孔砖、含孔块材、石膏砌块、骨架隔墙等。

6 本款规定考虑到未设钢盖板保护的暗埋铜管，管位缺少标识时，在墙体钻孔、打钉等作业时可能损坏铜管导致燃气泄漏事故，因此要求对铜管位置进行标识。目前常规做法包括采用带有显著标识色彩的水泥砂浆对管槽进行回填、抹面，或者回填并完成抹面后按管槽定位在墙面粘贴彩色示踪胶带等方式。

6 检验与验收

6.1 检验

6.1.1 燃气用户工程采用铜管管材多用于暗埋敷设，应对其连接接头质量进行检测，铜管钎焊焊缝内部质量的射线和超声无损检测比较困难，一般采用钎焊缝表面渗透检测的方式，因此规定其检测比例应达到 100%，合格等级应达到 I 级，以保证其接口质量。

6.1.3、6.1.4 引入管阀门为用户工程与输配工程管道压力试验的分界点。

6.1.5 燃气管道系统不参与吹扫和强度试验的设备、仪表等，在吹扫及强度试验时可用短管代替。

6.2 验收

6.2.2 本条列出的工程竣工验收文件为一般情况下的基本要求，地方或企业有其他要求的不局限于本条的规定。

附录 B 铜管硬钎焊材料选用条件

B.0.2 本条依据现行国家标准《铜管接头 第 1 部分：钎焊式管件》GB/T 11618.1-2008，该标准附录 A 列出了推荐选用的钎料及主要成分，详见表 12，表中引用的国家标准《铜基钎料》GB/T6418-1993 已替代为 GB/T6418-2008，钎料牌号 BCu93P 现已分为 BCu93P-A 和 BCu93P-B。

表 12 GB/T 11618.1-2008 推荐选用的铜管硬钎料主要成分

钎焊料牌号 (硬钎焊)	标准号	主要化学成分/%			熔化温度 区/°C	特性
		P	Ag	Cu		
BCu93P (无银)	GB/T 6418-2008	6.8~7.5	-	余量	710~800	铺展性，填 缝性好
BCu91PAg (低银)		6.8~7.2	1.8~2.2		645~790	管件焊缝 性能优良

实际工程也可参考现行行业标准《铜及铜合金焊接及钎焊技术规程》HG/T 20223-2017 中的相关要求选用钎料和钎剂，详见表 13。

表 13 HG/T 20223-2017 推荐选用的铜管钎料、钎剂

母材与焊接方法	钎料	焊剂或钎剂
紫铜氧乙炔焰钎焊	B _{Ag} 55ZnCuSn	气剂301
	S _{Cu} 6810A	
紫铜、黄铜氧乙炔焰钎焊	B _{Ag} 12CuZn(Si)	钎剂101、103
	B _{Ag} 25CuZnCb	钎剂101、103
	B _{Ag} 45CbZnCu	钎剂103
	Sn40PbSbAA	氯化锌饱和溶液