

测验类别（生命线和设备）

实践测验课本

第5章 施工现场使用的工具、机械、材料和测量仪器的知识点

5.1 工种专用工具、机械、材料和测量仪器.....	90
5.1.1 施工机械	90
5.1.2 电气设备工程.....	91
5.1.3 电信工程	97
5.1.4 管道工程	99
5.1.5 冷冻和空调设备工程.....	102
5.1.6 供排水和卫生设备工程.....	102
5.1.7 保温保冷工程.....	102
5.1.8 消防设施工程.....	103
5.2 通用工具、机械、材料和测量仪器.....	104
5.2.1 电动工具	104
5.2.2 挖掘、平整、压实.....	106
5.2.3 放线和标记.....	107
5.2.4 测量和点检.....	108
5.2.5 切割、弯曲、切削.....	109
5.2.6 敲击和拔除.....	110
5.2.7 刮削、打磨、钻孔.....	111
5.2.8 紧固和固定.....	112
5.2.9 搅拌、混合.....	113
5.2.10 防护	114
5.2.11 清除污垢.....	114
5.2.12 搬运货物工具.....	115
5.2.13 吊起、提升、牵引.....	115
5.2.14 作业平台、梯子.....	116
5.2.15 清扫	117

第6章 关于建筑工地施工的知识

6.1 建筑工地共通要点.....	118
6.1.1 建设工程的特征.....	118
6.1.2 施工计划	119
6.1.3 施工管理	119
6.1.4 施工前准备.....	120
6.1.5 放线	121
6.2 管道加工的施工知识.....	122
6.2.1 加工管道用碳钢管.....	122
6.2.2 加工硬质聚氯乙烯管.....	125
6.2.3 加工自来水道用硬质内衬聚氯乙烯钢管.....	127
6.3 冷冻和空调设备工程.....	127
6.3.1 镀层制冷剂铜管.....	127
6.3.2 连接制冷剂管道.....	128
6.4 保温保冷工程	129
6.4.1 保温材料的形状和类型.....	129
6.4.2 管道保温保冷示例.....	130
6.4.3 风管保温保冷示例.....	130
6.5 生命线管道工程	131
6.5.1 自来水道和球墨铸铁管施工.....	131
6.5.2 自来水管、燃气管的EF连接.....	133
6.5.3 电信工程注意事项.....	134
6.5.4 管道埋设工程注意事项.....	135
6.6 建筑钣金工程	136
6.6.1 钣金加工	136
6.6.2 如何连接风管.....	137
6.7 电气设备工程	139
6.7.1 高压变电站设备施工时的注意事项.....	139

6.7.2 短路、接地短路、漏电.....	139
6.7.3 压接电线时的注意事项.....	140
6.7.4 避免损坏或切断既存埋设管道、避免切断架空电缆.....	140
6.7.5 道路使用上的注意事项.....	141
6.8 电信工程	142
6.8.1 电信设备的类型.....	142
6.8.2 敷设地下管道.....	143
6.8.3 施工时的注意事项.....	144
6.9 熔炉建设工程	145
6.10 消防设备工程	145

第7章 建设工程的安全

7.1 建设工程中的死亡事故.....	147
7.1.1 建设工程中的死亡事故概况.....	149
7.1.2 死亡事故的类型.....	150
7.1.3 死亡事故多发的生命线和设备工程的特点.....	152
7.2 建筑工地的安全措施.....	153
7.2.1 安全施工循环.....	154
7.2.2 新员工安全卫生培训.....	155
7.2.3 新员工培训.....	156
7.2.4 确保安全作业的装备.....	157
7.2.5 防中暑对策.....	158
7.2.6 旨在提高安全作业意识的标志.....	158
7.2.7 对于人为失误的理解.....	159

第5章 施工现场使用的工具、机械、材料和测量仪器的知识点

5.1 工种专用工具、机械、材料和测量仪器

5.1.1 施工机械

[**液压挖掘机（反铲挖掘机）**]通过液压缸驱动动臂、斗杆和铲斗，使上部回转体旋转，从而进行挖掘、装载作业的机械。通过更换配件，可用于冲击钻、松土机、破碎机等多种用途。



[**碾压机**]通过重量进行压实的机械。根据滚轮的材质、形状和组合的不同，有多种类型。



[**压路机**]滚轮由铁制成的压实机械，在铺路工程中用于压实路基和路床。

[**轮胎压路机**]滚轮由橡胶制成的压实机械，适用于易压实的普通土壤、用于铺设路床的碎石等。此外，还可用于碾压沥青混合料。



[**振动压路机**]通过铁制滚轮的振动进行压实的机械。振动方向通常是垂直的，水平振动的压路机称为水平振动压路机。振动压路机虽然较小，但压实效果很强。



[**牵引挖掘机**]在牵引车前部安装铲斗的机械，可以用铲斗舀起沙土等并装载到倾卸卡车上。除了可以安装挖掘土石铲斗外，还可以配置用于挪动挡道车辆等的货叉，或者用于灭火的水枪。牵引挖掘机有轮式和履带式两种机型。

[**轮式装载机**]靠车轮移动的装载和搬运机械，车身前部有一个大铲斗。通过前移车身并操作铲斗和动臂，舀起沙土、石块等各种建材并装载到倾卸卡车等车辆上。轮式装载机是一种靠车轮移动的牵引挖掘机，也称为轮胎推土机或轮胎挖掘机。



[**倾卸卡车**]搬运沙土、岩石等的专用车辆，可从装货台面倾倒沙土等，常与液压挖掘机或轮式装载机配合使用。



[**起重机**]通过动力吊起货物并水平搬运的机械。起重机有多种类型，包括塔式起重机、卡车起重机、履带式起重机等。

[**塔式起重机**]用于高层建筑施工现场的起重机。起重机部分安装在称为塔身的支架上。塔式起重机可分为两种类型：起重机部分顺着搭建的塔身攀爬的“爬升式塔式起重机”以及起重机整个基座沿着建筑物攀爬的“楼层爬升式塔式起重机”。

[**卡车起重机**]将起重机安装在卡车上的施工机械。

[**履带式起重机**]使用履带移动的起重机，可在雪地、未铺路的地面等各种场所作业。



5.1.2 电气设备工作

[**验电器**]检验物体是否带电的装置，分为低压型和高压型。

[**检相器**]电源采用三相二线式接线，用于检查电压经过同一值的先后次序（相序）。

[**万用表**]检查电路、电压等状态的设备。

[**插座测试仪**]检查插座正负极和接地的设备。

[**钳型表**]只需将电线夹在传感器部分即可测量电流的设备。



[电锤]一种电动工具，用于击破墙壁和厚板以确保配管线路的安全。

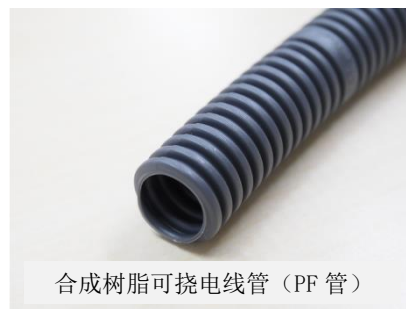
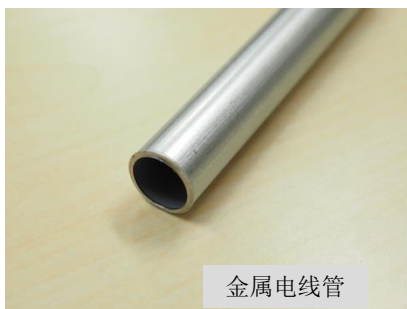
[开孔刀锯]用于在石膏板和混凝土板上开孔的锯子。

[弯管机]用于弯曲金属管的工具。

[电线管]可容纳电线的金属或合成树脂管。

[可挠电线管]可自由弯曲的电线管。

[金属可挠电线管]可轻松弯曲的金属制电线管。



[PF 管]塑料可挠导管 (plastic flexible conduit) 的缩写，由具有阻燃性的合成树脂制成的可挠电线管。

[CD 管]CD 是综合导管 (combined duct) 的缩写。CD 管是由不具阻燃性的合成树脂制成的可挠电线管，通常埋设于混凝土中。

[E 管]不带螺纹的钢制电线管。粗细用外形尺寸表示，比如 E19、E25 等。

[C 管]带有金属螺纹的薄壁电线管，也称薄钢电线管。C 管比合成树脂电线管更耐冲击、更耐用，因此用于室内外露的配管。

[G 管]带有金属螺纹的厚壁电线管，也称厚钢电线管。G 管表面经电镀处理，因此具有耐候性。

[空心管]在厚板、梁、墙等打孔时使用的纸管。

[耦合]连接同类型电线管的组件。连接不同类型电线管时使用组合式耦合件。

[端盖]用于从天花板拉出电缆部分的盖子。

[固定杠]一种金属配件，可以利用墙壁或厚板的钢筋轻松安装盒子。

[明装盒]安装在墙上，处于外露状态的盒子。

[明装电闸盒]装有电源插座和电闸开关的盒子。

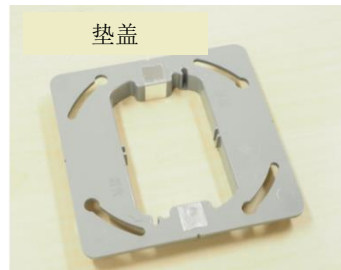
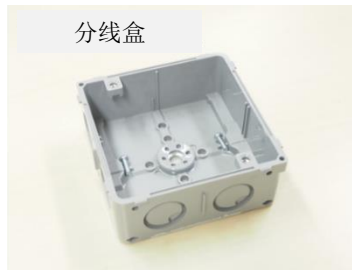
[接线盒]配线作业中用于分岔并连接配线的盒子。

[金属夹片]用于将钢制接线盒与金属管进行电气连接的金属配件。

[分线盒]用于连接和分岔电缆的盒子。由于在电线管内无法连接或分岔电缆，因此在电缆盒内完成。分线盒有金属和树脂两种材质。

[垫盖]安装在嵌入混凝土中的盒子上的盖子。

[盒连接器]用于将接线盒与金属管或 PF 管连接的部件，安装在盒子一侧。



[压缩端子]用于将电线与设备或其他电线相连的端子，通过向连接部分施加压力并碾压端子来固定电线。根据用途，可以有多种形状和尺寸。

[压缩器]对压缩端子的接头施加压力，将压缩端子与电线连接的工具。

[压接钳]对压接端子的接头施加压力，将压接端子与电线连接的工。压接钳有两种类型：一种用于端子（手柄为红色），一种用于环套（手柄为黄色）。



[压接端子]安装在电线末端，用于连接的端子。施工时将电缆插入压接端子接头处的孔中，然后将电缆与每个

压接端子接头一起碾压以固定电缆。需要使用合适的工具连接压接端子。

[环套]用于连接多根电线的部件。施工时将芯线插入环形孔中，并使用环套压接工具进行压接。

[线鼻子]前端为棒状的压接端子。



[T型连接器]母线中途分岔时，用于压接母线和分岔线的连接器。

[插入式连接器]连接电线时使用的部件，只需插入芯线即可连接。



[COS]转换开关（changeover switch）的缩写，用于切换回路的开关。

[自粘带]拉伸至 2 到 3 倍长并缠绕在管道等的表面，胶带的正面和背面会粘在一起。自粘带用于水管和防漏水等施工中。

[接地棒]打入地中以接地的棒，一般由镀铜铁制成。

[接地端子]用于连接接地棒和接地线的部件。

[手孔]用于电气和通信配线的砌块窰井。

[喇叭管]用于防止拉入电缆时损伤电缆的部件。

[引线]为了让电线或电缆更容易穿过管道而预先穿过管道



的电线。将引线与线缆相连，通过拉动引线即可让线缆穿过管道。

[电缆架]将电源线等大量线缆整齐地排在一起的梯子形支架。如果电缆数量较少，请使用电缆挂钩。

[异型部件]用于特定位置或用途、形状特殊的部件。

[接头]用于连接两个部件的装置。比如，连接两个电缆架时可使用“万向接头”，以一定角度进行连接。

[接地跨接线]连接电缆架时对支架进行电气连接的电线。另有不需要接地跨接线，称为“无跨接线接头”的金属配件。

[悬挂导轨]用于固定电缆架、电线管等的悬挂部件。横截面呈“U”形。

[灯槽]具有供电功能，用于安装灯具等的部件。通过螺栓悬挂设备，可以在仓库等没有天花板饰面的场所安装灯具。

[防晃架]斜向固定滚道，以防止其晃动的部件。

[悬挂螺栓]安装在埋设在厚板内的嵌件上的螺栓。需要使用无头的“全螺纹长螺栓”。

[悬挂螺栓固定用配件]在各类型钢、波形钢板等表面无需钻孔即可安装悬挂螺栓的配件。根据安装位置的不同，有多种形状。



[双螺母]带有两个螺母，以防止因振动等原因而松动。

[鞍座]用于将电线管直接安装在墙壁或天花板之上的金属配件。



[面板]对电源分流并向各设备供电的装置，内部装有断路器等。面板有两种类型：安装在楼板上的“独立面板”和安装在墙上的“壁挂面板”。

[电路底座]安装独立面板时放置在面板和楼板之间的底座。

[绝缘电缆]由铜等材料制成、用绝缘层覆盖导电部分的电线。

[剥线钳]用于剥除电线绝缘层的工具。

[剥线规]用于在剥除电线绝缘层时测量电线长度的工具，将其接到剥线钳上使用。

[电工刀]电气施工中剥除电缆绝缘层时使用的刀具。

[IV]室内聚氯乙烯（indoor PVC）电缆的缩写，指用于室内配线的聚氯乙烯绝缘电缆。

[VVF]聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套扁形电缆（vinyl insulated vinyl sheathed flat-type cable）的缩写。

[VVR]聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套圆形电缆（vinyl insulated vinyl sheathed round-type cable）的缩写。



剥线钳



电工刀



IV 1.6mm



VVF 1.6mm×3 芯



VVR 1.6mm×2 芯

[EM-EEF]护套为聚乙烯材料的 VVF 电缆，具有优异的阻燃性。

[VVF 剥线钳]用于剥除 VVF 电缆护套和芯线绝缘层的工具。

[CV 电缆]交联聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电缆（cross-linked polyethylene insulated vinyl sheath cable）的缩写。CV 电缆采用比 EM-EEF 具有更高阻燃性的“交联聚乙烯”作为绝缘体，用于电灯、动力设备等的配线。



VVF 剥线钳

[CT]护套为橡胶类材料的电缆，具有优越的耐摩擦性和耐冲击性，因此用于移动的设备。

[VCT]护套为聚乙烯类材料的电缆。它不仅阻燃性高，而且具有卓越的柔韧性和防水性。

[过电流断路器]一种当电路中流过的电流过高时自动停止向设备供电的安全装置，也称为断路器。目前，配线时使用无熔丝断路器（NFB）。

[继电器]可以根据电流的变化来接通和断开的开关。

[热继电器]温度上升时切断电路的继电器，用于保护马达等电动机。

[插座]安装在墙上，日本一般家庭的电压为单相 100V。插座有嵌入型和外露型。嵌入型插座安装在嵌入式通用安装架之上。



5.1.3 电信工程

[端子箱]架空电缆中用于连接电缆芯线的盒子，安装在电线杆上。

[电缆输送机]通过滑轮输送电缆的设备，可以轻松地从电缆卷筒中拉出电缆。

[吊线]架空电缆中防止电缆承受张力的金属丝，日语中也称“信使金属丝”。

[金属轮]用于将电缆牵引到吊线上的滑轮。将电缆放在与吊线相连的金属轮的滑轮部分上，可以轻松地牵引电缆。

[拉伸器]与卡线器组合使用，对吊线施加张力的装置。通过拉动控制杆，可以对吊线施加张力。

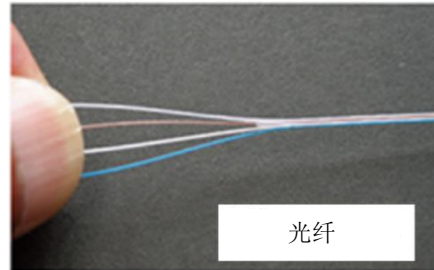
[卡线器]用来夹住吊线的工具。

[整流器]将交流电转换成直流电的装置。



[**蓄电池**]可充电和储电的装置。

[**光纤**]光纤由两种折射率不同的石英玻璃制成，传播光的中心部分称为“纤芯”，周围区域称为“包层”。此外，最外层包有尼龙薄膜。光纤具有轻量、直径细、通信量大、损耗低、无电感等优点，但也有易损伤、易弯曲、易脏污等缺点。

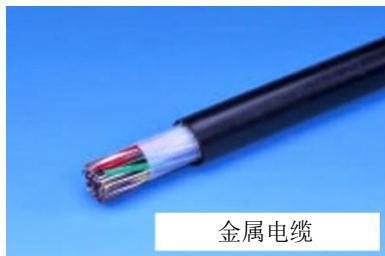


[**光纤电缆**]将光纤束在一起形成的电缆，有 20 芯、100 芯、400 芯等多种类型。



[**金属电缆**]芯线使用铜的电缆，使用电信号进行通信。金属电缆有同轴电缆和双绞线电缆等多种类型。

[**同轴电缆**]在传播信号的导体周围包上绝缘体，然后在外面再覆盖一层导体。电视天线使用的电缆就是同轴电缆。



[**UTP 双绞线电缆**]将两根导线配对并互相缠绕后形成的电缆。它的特点是比同轴电缆更廉价、更柔软。该电缆按最大传输速度分类，根据传输速度可用于电话或网络通信。

[**自承式电缆**]电缆与电缆支撑线合为一体的电缆，可直接在电线杆上获得支撑，用于架空电缆。

[**光纤熔接机**]将两根光纤电缆的末端熔化并连接的设备。这种连接方法称为“熔接”。其他连接方法包括机械接合和使用连接器。

[**光纤保护套筒**]熔接时用于保护熔接部分的套筒。通过热量使其收缩，以固定到电缆上。如果

熔接之前没有将电缆穿过套筒，之后可能无法插入，因此需要小心施工。

[**光纤夹具**]用于将光纤放入护套剥除器、光纤切割机和熔接机中的工具。

[**护套剥除器**]用于剥除光纤包层的工具。

[**光纤切割机**]用于切割光纤电缆的工具。进行熔接时，可以使用专用工具垂直切割电缆的横截面。

[**光纤连接器**]用于连接光纤电缆的部件。它的优点是易于手动插入和取出。光纤连接器包括 SC 连接器、FC 连接器、LC 连接器、MU 连接器等多种类型。



SC 连接器

[**光功率计**]用于测量光纤通信中使用的光的强度。

[**光时域反射仪**]可以测量光纤芯线的线路长度、是否有连接损耗、反射等异常情况，也可以称为 OTDR (optical time domain reflectometer)。

[**同轴电缆检测器**]用于检查同轴电缆是否正常传输信号的设备。

[**集线器**]构建星型有线局域网时用于集结配线的设备。

[**交换式集线器**]一种通信网络中的中继装置。普通集线器将接收到的数据发送到所有设备，而交换式集线器则根据地址，仅将接收到的数据发送到必要的设备。

[**路由器**]用于连接多个不同网络的设备。您可以通过路由器对网络进行分离。

[**网线测试仪**]用于检查网线两端模块插头的 8 根线是否错线或断开。

5.1.4 管道工程

[**管道/风管**]输送水或燃气的称为管道，输送空气的称为风管。风管有两种类型：方形风管和圆形风管（后者也称为螺旋风管）。

[**管子台虎钳**]切割或连接管道时用于固定管道的工具。

[**切管套丝机**]用于在管道上切割螺纹的机械。

[**割管钳**]用于切割由铁、钢、黄铜、铜、铝等材料制成的薄管的工具。

[弯管扳手]用于弯曲铜管的工具。

[切管器]用于切割由钢、黄铜、铜、锻铁或铅制成的管道的工具，相比割管钳，可以切割更厚的管子。

[管钳]用于牢固抓住并旋转无处可握的圆管，将管道与接头连接的工具。

[扩管器]用于拓宽铜管端部使其连接的工具。

[扩孔器]用于拓宽铜管等软管端面的工具。

[倒角器]用于清除金属管、PVC 管毛刺，以清洁表面的工具。

[水压测试仪]用于测试供水管、热水管水压的仪器，也称为“测试泵”。

[密封材料]拧紧管道时用于防止管内流体泄漏的材料，类型包括液体密封剂和密封胶带。

[聚氯乙烯树脂用粘合剂]连接聚氯乙烯管道时，用于防止管内流体泄漏的材料。

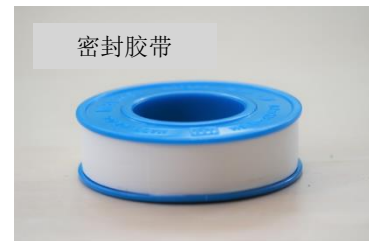
[管道用碳钢管]广泛用于输送蒸汽、水、油、燃气、空气的钢管。根据有无镀层，分为白管（有镀层）和黑管（无镀层）。燃气碳钢管也称为 SGP。

[硬质聚氯乙烯管]由硬质聚氯乙烯树脂制成的管道，类型有 VU 管（薄壁管）和 VP 管（厚壁管）。该管道颜色为灰色，也称 PVC 管。PVC 管的特点是内面极其光滑、摩擦阻力低、重量轻且易于加工。另一方面，它的缺点是容易受到外部冲击和热量的影响。

[耐冲击硬质聚氯乙烯管]能够抵抗外部冲击的 PVC 管，呈深蓝色，也称为 H1VP 管或 HI 管。该管道用于外部冲击较大的场所或寒冷地区等。

[耐热硬质聚氯乙烯管]耐热性得到提升的 PVC 管，也称为 HT 管或 HTVP 管。该管道呈红棕色，用于冷暖空调和温泉的管道等。

[自来水道用硬质内衬聚氯乙烯钢管]内衬硬质聚氯乙烯、用于自来水道的钢管，具有卓越的耐腐蚀性和耐化学品性。也称为内衬管、VLP 管。



[螺纹式可锻铸铁管接头]用于连接带螺纹管道的接头部件，包括弯头螺纹、T型、直接外螺纹、直接内螺纹等类型。

[螺纹规]用于检查管道、接头等的接管用螺纹的工具。

[燃气旋塞]用于打开和关闭燃气管道的旋塞，类型包括用于连接煤气灶、燃气热水器等燃气器具的末端燃气旋塞，以及位于管道中段，用于打开和关闭燃气的中段旋塞。

[煤气泄漏报警器]煤气泄漏时发出警报，提醒您发生危险的装置。

[石棉水泥管]将石棉、水泥、硅砂与水混合制成的管道。它的特点是耐腐蚀性高、重量轻、易于加工且价格低廉。另一方面，它的强度和抗冲击性较差。此外，由于人体吸入石棉会对健康造成影响，因此目前已不再生产。

[球墨铸铁管]用球化剂对铸铁中的石墨加工后制成的管道，与铸铁相比具有更大的强度和韧性（材料的韧性和抵抗外力破坏的能力）。它的缺点是比较重。在球墨铸铁管问世的1955年左右之前，铸铁管一直是主流。

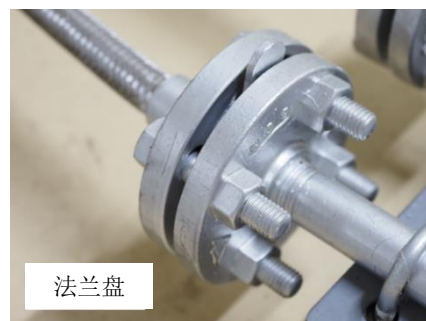
[制冷剂铜管]用于在空调室外机和室内机之间循环时输送制冷剂的管道，使用铜和铜合金的无缝管制成。

[泵]为管道中的水提供动能，将其输送到远处或从低处输送到高处的工具。

[法兰盘]安装在管道末端的环形装置。

[套筒]安装在建筑物的墙壁、楼板、横梁等处，供管道和风管通过的圆柱形管道，在浇筑混凝土之前嵌入。

[接头]使管道分岔或弯曲的部件，类型包括用于改变流向的“弯头”和用于分岔的“T型接头”。



5.1.5 冷冻和空调设备工程

[空气过滤器]用于清除空气中的灰尘和小颗粒等杂质的装置。

[风扇]为风道内的空气提供动能，将其输送到远处的装置。风扇类型包括将空气从室外送入室内的送风机和将室内空气排到室外的排风机。

[冷却盘管]通过使空气与流过冷水的管子接触来冷却空气的管道，用于制冷设备。

[加热盘管]通过使空气与流过温水的管子接触来加热空气的管道，用于供暖设备。

[加湿器]给干燥空气添加水分的装置，主要用于供暖设备。

5.1.6 供排水和卫生设备工程

[卫生设备]供排水和卫生设备的简称，包括供水设备、排水设备、卫生器具设备、热水设备、燃气设备、灭火设备等。

[卫生器具设备]提供、储存和排放冷水和热水的设备，如水龙头、马桶、小便池、洗手盆、浴缸、排水沟等。

[存水弯]用于在排水管内形成一段水柱，防止异味和小昆虫等进入房间的配件。

[阀门/风门]用于阻止管道中的流体或调节流量的装置。阻止风管中的空气或调节空气量的装置称为“风门”。



5.1.7 保温保冷工程

[玻璃棉保温材料]玻璃（主要采用回收玻璃）在高温下熔化后制成的细纤维，具有耐热性、不燃性以及纤维的柔韧性，被广泛用作保温材料。产品类型包括圆柱形保温筒、带状保温条和板状保温条。

[岩棉保温材料]玄武岩和安山岩经高温熔化，利用离心力制成的纤维材料。由于原料是岩石，因此比玻璃棉具有更好的耐火性，也用作防火隔间的填充物。产品类型包括圆柱形保温筒、带

状保温条和板状保温条。

[**聚苯乙烯泡沫保温材料**]在聚苯乙烯中添加发泡剂(非氟)和阻燃剂,通过蒸汽加热使其发泡,干燥后再次用蒸汽加热成型。类型包括圆柱形和板状保温材料。聚苯乙烯不能在 70℃及以上的高温下使用,因此常用于供排水管道。

5.1.8 消防设施工程

[**灭火设备**]发生火灾时用于扑灭火灾并引导人员疏散到安全场所的设备。

[**灭火器**]在火灾初期进行灭火的便携式装置。

[**室内消火栓设备**]供人员操作和使用,在火灾初期用于灭火的设备。类型包括两人及以上操作的 1 号消火栓、1 人操作的易操作 1 号消防栓、以及 2 号消防栓。

[**室外消火栓设备**]安装在室外的设备,用于初期灭火并防止火势蔓延到邻近建筑物。目的是扑灭建筑物 1 楼和 2 楼的火灾。



[**消防喷头**]安装在消防管道上,发生火灾时从天花板喷水的装置。消防喷头有闭式喷头、开式喷头、广域喷头
等。



[**喷雾灭火设备**]用于扑灭道路、停车场、存放或处理指定可燃物的设施等场所发生的火灾。

[**泡沫灭火设备**]用于不适合用水灭火的油类火灾。灭火时,覆盖火焰的泡沫发挥窒息作用,而

构成泡沫的水发挥冷却作用。它的类型有固定式和移动式。

[惰性气体灭火设备]利用惰性气体稀释空气中的氧气浓度并通过冷却作用灭火的设备。

[卤化物灭火设备]利用卤化物灭火剂灭火的设备。卤族元素（氟、氯、溴）能够抑制燃烧反应，阻断空气供应并降低空气中的氧气浓度，从而停止燃烧。适用于扑救油类火灾以及带电电气设备、计算机、书籍、名贵艺术品等的火灾。

[干粉灭火设备]利用干粉灭火剂灭火的设备。除了能抑制干粉灭火剂引起的燃烧反应，还具有窒息作用，适用于扑灭油类火灾和通电电气设备等的火灾。

5.2 通用工具、机械、材料和测量仪器

5.2.1 电动工具

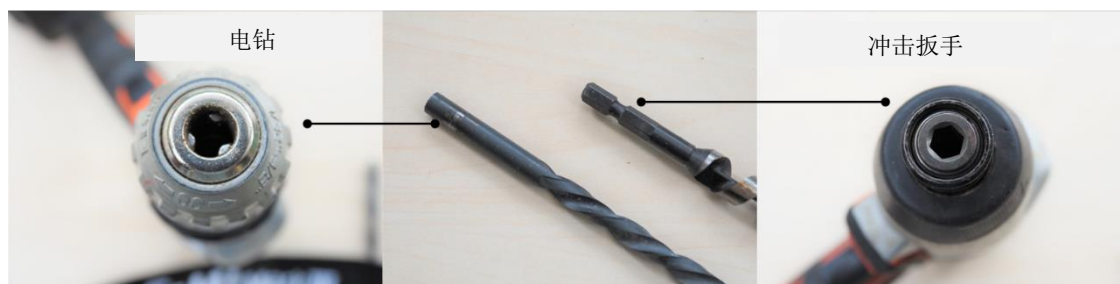
电动工具有两种类型：使用充电电池的无线型和使用交流电源的有线型。

[电钻]通过更换刀头或钻头即可用来拧紧螺丝或钻孔的电动设备，可以调整转速和扭矩。

[冲击扳手]使用内置的锤子施加冲击力并拧紧螺丝的电动工具。它的功率比电钻更高，以恒定转速和扭矩运转。



[刀头/钻头]安装在电钻或冲击扳手尖端的部件。刀头用于拧螺丝、钻头用于钻孔。电钻和冲



击扳手连接刀头或钻头的部位不同。

[角磨机]通过更换安装在前端的转盘（用于抛光和切割的扁平状圆形磨石），可以抛光和切割金属管道和混凝土，或者用于去除涂层。它分为适用于切割金属的高速扭矩型和适用于抛光的低速扭矩型。



[砂纸机]通过摩擦砂纸来抛光平面的电动工具。摩擦砂纸的机制分为振动式、带式 and 旋转式。

[圆锯]用于按直线切割胶合板等材料的电动工具。它分为手持式和固定式两种。使用手持式圆锯切割材料时，材料可能产生反作用力（称为“反冲”），导致其向意外方向移动。许多事故都是因此发生的，有时甚至造成危及生命的严重事故。使用前，请检查安全盖是否正常。

[圆锯导尺]可以连接到圆锯上，引导施工人员按直线切割材料的尺子。



[集尘圆锯]可以一边收集细小粉尘一边切割的圆锯。它有两种类型：一种用于切割木板，一种用于切割金属。另外，集尘盒分为自带型和作为单独组件安装到圆锯的类型。

[集尘器]用于收集切割产生的粉尘的电动工具。它在切割瓷砖和混凝土产品等场合使用，以防止切割下的碎屑散落到周围区域。

[**高速切断机**]通过旋转磨石切割金属管、钢筋、轻质钢骨等的电动工具。它与圆锯切断机很相似，但后者使用圆锯片来切割材料。圆锯切断机的锯片容易磨损，而高速切断机的磨石具有耐用的特点。



高速切断机

[**往复锯**]通过细长锯条的往复运动来切割材料的电动工具。

[**电动砌块切割机**]用于切割混凝土的电动工具。

[**钉枪**]利用压缩空气的气压进行打钉的工具。压缩空气通过空气压缩机压缩。

[**电缆卷筒**]用于在离固定插座较远处提供电源的工具。



钉枪



电缆卷筒

5.2.2 挖掘、平整、压实

[**尖头铲**]脚踩在上面进行挖地的工具。不得用作杠杆。

[**平头铲**]用于铲起并搬运泥土、沥青等的工具。它类似于尖头铲，但端部采用平头设计，更容易铲起泥土等。另外，铲子上部有弧形，因此无法把脚踩在上面。不得用作杠杆。

[**双头挖洞铁锹**]用来扎入地面挖出深洞的铲子。挖出的土壤可以直接抓起并移除。在竖起桩子、电线杆时用于挖洞等。



尖头铲



平头铲



双头挖洞铁锹

[十字镐]用于挖掘坚硬地面或捣碎沥青的工具。

[耙子]用于平整土壤、铺平沥青、收集落叶的工具。根据用途不同，有各种形状和材料。用于平整土壤的耙子有许多细爪，而用于沥青的耙子没有爪。

[长柄竹箕]用来铲起沙土和垃圾的工具。

[章鱼状夯杵]利用其重量砸实土壤等的工具。

[捣棒]长柄末端装有扁平金属板的工具。使用时握住手柄从上往下敲击，用于压实沥青等。

[冲击夯]用于砸实地面的工具，通过冲击夯的重量和冲击盘的上下运动来压实地面。冲击夯的冲击力强，适合需要牢固压实的用途。它可以分为发动机型和电动型。



[振动夯]由发动机驱动，利用自身重量和振动碾压沙土的设备。

它用于压实路床、路基、回填等。使用时用手推拉进行碾压。冲

击力不如冲击夯，但可以一次碾压较大的面积。类似的机械还有平板夯。平板夯的碾压面积大，振动小，适合用于均匀压平。

5.2.3 放线和标记

[墨斗]用于在材料表面绘制笔直墨线（放线）的工具。

[竹制标记笔]扁平部分用于放线，圆头（笔尖）部分可以像笔一样使用。



[粉斗]类似墨斗，但用粉笔画线。

[激光放线机]用激光照射墙壁、天花板、楼板等，从而绘制水平线、垂直线等施工基准线的设备。激光有红色和绿色两种。绿色激光即使在明亮的地方也相对容易看到。进行激光打标时请佩戴护目镜，以防止激光束直接照射到眼睛。



[记号笔/记号粉笔]施工用油性笔。比如可以用来标记钢筋的位置和间

距（钢筋之间的距离）。

[冲头]用锤子敲击，在金属表面打出小凹痕或在布、皮革等材料上打出圆孔的工具。“中心冲头”用于在金属表面打标。



冲头

5.2.4 测量和点检

[水平仪]用于测量水平位置，以确定施工所需的高度。使用时安装在三脚架上，一边观察内置气泡管一边手动调平。具有自动调平功能的水平仪称为“自动水平仪”。



水平仪

[激光水平仪]通过激光测量水平位置，以确定施工所需高度的设备。

[经纬仪]以小型望远镜的视点为基础测量竖直和水平角度的设备，安装在三脚架上使用。目前，带有数字显示的“电子经纬仪”越来越普及。



经纬仪

[全站仪]集光波距离计和电子经纬仪于一体的测量仪器。

将望远镜中可见的十字线与目标对齐并按下按钮，即可同时测量距离基准点的距离和角度。全站仪应用范围广泛，包括地形测量、建筑工地位置管理、施工前测量、定点测量等。



水平线

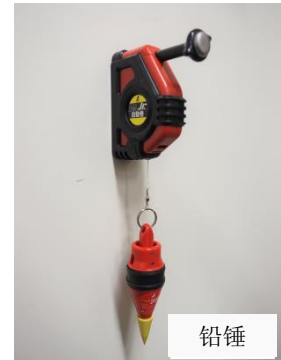
[水平线]建造建筑物基础、砌砖、砌块时用于拉直线条、对齐高度的线，由不易拉伸的材料制成。

[管水准器]检查施工面或物体是否与地面水平的工具，通过观察气泡管中的气泡来检查是否水平。还有通过指针判断是否水平的类型以及数字式管水准器。此外，住宅设备中还会使用带有内置坡度的管水准器。



管水准器

[铅锤]带有圆锥形尖端的重物，用于检查柱子等的垂直度。用一根绳子将铅锤悬挂在固定在柱子上的铅垂支架上，通过检查柱子表面和绳子之间的距离是否恒定来确认其垂直度。



[矩尺]采用不锈钢等金属制成、用于测量直角的工具。矩尺有刻度，因此也可以测量长度。正面为公制刻度，背面为正面的 $1.414(\sqrt{2})$ 倍。



[大矩尺]用于绘制直角的大三角尺，按照勾股定理的比例（3:4:5）在现场制作。在日本工地，3:4:5 这个比例也被称为“sashigo”。

[卷尺]形似胶带的长度测量工具。有钢制和 PVC 制可供选择。



[钢卷尺]测量长度的部分由薄钢片制成的卷尺称为“钢卷尺”，全称为“凸面钢卷尺”。

[标尺/规尺]用于测量长度和绘制直线的工具，材料包括铝、不锈钢、竹子等。如果需要保护施工材料等免受损伤，请使用竹子标尺。



5.2.5 切割、弯曲、切削

[锯子]在金属片上刻出无数刀刃（称为“锯齿”）的工具，用于切割木材、金属、管道等。

[剪刀]通过将物体夹在两个刀片之间来切割物体的工具。

[剪钳]剪钳是通过将物体夹在刀片之间来切割物体的工具，用于加工瓷砖、切割线缆等。它也可以用来剪去钉头。

[美工刀]可通过折断刀片保持刀刃锐利的刀具。

[钢凿]一端有刀片的棒状工具，用锤子敲击可以切割薄金属。

另外，在“切削施工”中，它还可用于打碎混凝土和修整瓦片尺寸。根据不同用途，可分为平钢凿、混凝土钢凿、切边钢凿等。

[钳子]用于弯曲、切割等加工的工具，分为刻有细槽以防止打滑的抓握部分及带有刀刃的切割部分。



剪钳



美工刀



钢凿



钳子

5.2.6 敲击和拔除

[锤子]用于敲击物体的工具。敲击部分的材质可以是金属、橡胶、木材等，根据用途而定。敲击部分由金属制成的锤子有时称为“金属锤”。

[橡胶锤]敲击部分由橡胶制成的锤子。它的特点是冲击力强，但不易损伤材料。

[木锤]敲击部分由木头制成的锤子。冲击力比金属锤弱，但具有不易损伤材料的特点。

[大木锤]用于打桩等用途的大尺寸木锤称为“大木锤”。在采用轴组工法的木结构建筑中，大木锤也用于将榫头锤入榫眼。



锤子示例（用于楔紧式脚手架）



橡胶锤



[大锤子]手柄较长、敲击部分较大的锤子，用于打桩和拆除作业。

[撬棍]用作杠杆的金属工具。顶端的 L 型部分有一个拔钉槽，将钉头嵌入其中，利用杠杆原理将钉子拔出。另一端有些用于拔钉，有些则像刮刀一样扁平。除了拔钉子外，大撬棍还可以用来抬起重物。另外，也可以将其插入缝隙进行扭转或撬动。拆除模板时需要使用大撬棍。



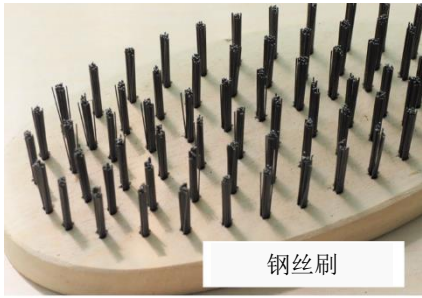
5.2.7 刮削、打磨、钻孔

[磨石]用于切割和打磨金属、岩石等的工具。小型长方体磨石用于打磨凿子、刨刀等，以提高其锋利度。

[锉刀]用于抛光金属或木材表面的工具。根据不同用途，锉刀有多种类型，比如用于金属的锉刀、木工锉刀等。如果碎屑卡在锉齿里，请使用钢丝刷将其清除。

[砂纸]与锉刀功能相似的工具，砂纸表面涂有沙子或玻璃颗粒。砂纸可分为高耐水性的“防水砂纸”和高强度的“布砂纸”。砂纸颗粒的粗细用数字表示，数字越低，颗粒越粗。数字越高，颗粒越细，抛光时的表面也越光滑。

[钢丝刷]由金属丝制成的硬刷，可用于刮去金属上的锈迹、刷去涂层、清除锉齿内的碎屑等。



5.2.8 紧固和固定

[活动扳手]可以张开或闭合的扳手。开口宽度可以根据螺栓或螺母的直径进行调节。上颚部分与握把连成一体，转动时力会施加到上颚。



[套筒扳手]通过更换头部的套筒，可用于各种尺寸的螺栓和螺母。

[连体套筒扳手]转动螺栓和螺母的套筒部分和手柄部分连为一体的扳手。有L型和T型两种。



[六角扳手]用于转动六角螺栓的工具。

[螺丝刀]用于拧螺丝的工具。根据螺丝头的槽缝，分为十字型螺丝刀和一字型螺丝刀。为了防止损坏螺丝钉头的槽缝，必须使用正确尺寸的螺丝刀。螺丝刀手柄的形状也很重要。比如，电工螺丝刀的手柄呈圆形且尺寸较大，可以轻松地握住。



[钉子]用锤子敲击，将部件固定在一起的工具。根据用途有多种类型，如螺丝钉、混凝土钉、着色钉、镀锌板钉等。



[螺丝]带有螺纹的圆柱形或圆锥形物体，通过螺丝刀将其拧入部件，与其他部件固定。

[自攻螺丝]可以在拧入部件时钻出螺纹的螺丝。

[螺栓]螺丝的一种。螺栓（外螺纹）和螺母（内螺纹）搭配使用，也可以与垫圈组合使用。



5.2.9 搅拌、混合

[手持搅拌机]用于油漆、砂浆、混凝土的搅拌工具。使用时将原料放入周转盒或水桶中，通过手持搅拌机进行混合。

[搅拌机]混合液体和建筑材料的设备。建筑工地使用各种类型的搅拌机。

[砂浆搅拌机]将水泥、水、沙子混合制成砂浆的设备。它的动力源有两种类型：一种是 100V 电源，一种是发动机。

[混凝土搅拌机]比砂浆搅拌机强度更高、用于混凝土的搅拌机。

[间歇式搅拌机]分批搅拌混凝土材料的设备。

[周转箱]一种耐用的箱子，可用于放置并混合制造混凝土和砂浆的原料。也可称为“物流箱”。施工时使用搅拌机或搅拌勺对周转箱中的原料进行混合。



[筛子]一种带有网格的工具，可以按尺寸对材料进行分离。使用时根据网格大小筛选出所需的材料。比如，可以从挖掘的沙土中分离出细土和沙砾。

5.2.10 防护

[**聚乙烯防护片材**]片状的聚乙烯薄膜。浇筑混凝土时用于防止来自地面的湿气和水分，涂装时用于养护和防雨防尘等。

[**胶合板**]如果需要保护楼板免受刮伤，可以使用薄胶合板进行养护。

[**蓝油布**]用于保护楼板行走部分免受油漆和灰尘脏污的工具。

[**围网**]覆盖整个建筑物、围住脚手架板的一层网。还可以防止现场堆积的建材散落，以及搬运车辆装载的货物掉落。

[**垂直防护网**]安装在建筑工地的脚手架上，用于避免脚手架上的建材飞来坠落时的危险。

[**水平防护网**]在建筑工地用于防止人员或建材从高处坠落的防护网。



5.2.11 清除污垢

[**刷子**]底座上按均匀间隔嵌入毛束的工具，用于刷洗和清除污垢。比如在铺设石材时，可以用沾上水的刷子清除压出的水泥浆。

[**海绵**]聚氨酯等合成树脂发泡成型后制成，浸湿后用来清除污垢。比如在铺设石材时，可以用来清除沾在石材表面的水泥浆。

[**抹布**]用于擦去机油等液体污垢的布。

[**水桶**]用来运水的带柄容器。施工中使用耐用的镀锌铁板水桶。

[**水勺**]带柄的舀水工具。

5.2.12 搬运货物工具

[独轮推车]前面装有一个轮胎，用铁制车斗搬运货物的工具。使用时握住车把并推动。它利用杠杆原理，以轮胎为支点，把手为力点，车斗为阻力点，可以更轻松地搬运重物。日语中有时也称为“neko”。



[平板推车]平台下装有四个脚轮，用于搬运货物。有些带把手，有些不带把手。另外还有带刹车的类型。



[橇]用来拉动和搬运石块等重物的工具。

[滚轮]这里的滚轮是指用于搬运重物的圆木。将几根圆木排列在一起，在上面装上货物，然后一边滚动圆木一边搬运。

[叉车]配有利用液压进行上下移动的货叉的机动车辆，可以将货叉上的货物举至高处，或从高处放下货物。



5.2.13 吊起、提升、牵引

[绞盘]用于缠绕绳索的设备，也称为“卷扬机”。

[钢丝绳]由多根强韧的钢丝绞合在一起形成“股线”，然后将多束股线绞合后制成的绳索。它具有卓越的抗拉强度、抗冲击性和柔韧性，因此易于操作应用。两端经过处理的钢丝绳可以用作吊索。另外还有用于拖拽的钢丝绳。



[卸扣]用于将钢丝绳连接到链条或悬吊货物的吊索配件。

[螺旋扣]用于系紧绳索、钢丝等的装置。



[手拉葫芦]利用杠杆和滑轮原理来升降重物的工具，安装在三角架等部件上使用。

[手扳葫芦]与手拉葫芦具有相同原理的工具，但是比手拉葫芦小，用于固定货物等。比如用卡车搬运反铲挖掘机时，可以用来固定住反铲挖掘机。



[主绳张紧器]用于拉紧安全带挂钩连接的主绳，使其不松弛的装置，适用于鸢工等在高处施工的场所。



[手动绞盘]用于牵引重物的手动绞盘。通过操作杠杆，可以强力牵引穿过手动绞盘的钢丝绳。砍伐粗壮的树木时可以使用手动绞盘牵引树木，使其朝特定的方向倒下。

[千斤顶]用很小的力就能举起重物的装置。举起重物的机制有很多种，包括螺杆、齿轮、液压等。

[螺旋千斤顶]利用转动螺丝时产生的推力垂直举起重物的装置。挡土施工时，它也可以安装在两个水平部件之间，向左右施力。

[牵引手扳葫芦]用于吊起和固定货物的工具。也可用于重建钢骨施工（调整垂直位置）。

5.2.14 作业平台、梯子

[梯子]用于登高的工具，脚踩踏板向上爬高。施工时梯子与地面的角度约为75度。如果角度太陡，会有向后摔倒的风险。另一方面，如果角度太小，存在梯子断裂的风险。此外，作业时必须有扶着梯子的助手陪同。

[人字梯]将两个梯子组合在一起的工具，张开后即可作为梯子使用。使用人字梯时，请勿坐在或站在顶部。另外，请勿跨坐在人字梯两侧作业，否则可能导致失去平衡。



[便携式作业平台]在两个可伸缩支架之间架设的作业平台，也可称为“马凳平台”。作业平台上装有扶手。如果向前倾斜或推靠墙壁，梯子可能失去平衡并倒下。



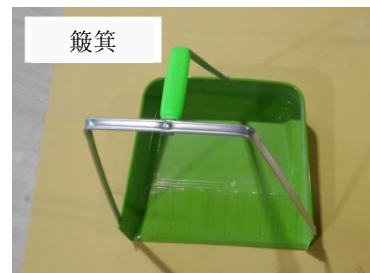
[可滚动平台]用于在高空作业的平台。四个角装有脚轮，可以移动。《劳动安全卫生法》对此制定了安全标准。

[高空作业车]装有可升降（最高2米及以上）作业吊篮的车辆。

5.2.15 清扫

[扫帚]用于清扫地面的工具。柄端装有竹枝、植物、合成纤维等材料制成的刷毛束。

[簸箕]用于收集扫帚清理的垃圾和灰尘的工具。



[吹风机]用于送风的设备，可以通过空气把落叶等轻物吹到一起。



第 6 章 关于建筑工地施工的知识

6.1 建筑工地共通要点

建筑工地有许多不同工种的技能人员出入。尽管不同工种的施工看起来不同，但有些要点是有经验的技能人员都会时刻注意的。掌握这些要点能够确保施工的高质量和安全性。本节将介绍所有技能人员都应该掌握的共通要点。

6.1.1 建设工程的特征

(1) 建设工程是一种“按订单单品制造”。

所谓“按订单单品制造”是指根据客户要求从头开始设计并仅制造一种产品，而不是像汽车那样在工厂里按照设计案重复制造相同的产品。建设工程是一种“按订单单品制造”，工程项目多种多样，规模有大有小。它们尽管看起来相似，但每个项目都有不同的特点和条件。施工时必须拥有为每位客户进行“单品制造”的意识。

(2) 建设工程受到用地的制约。

大多数情况下，建设工程的施工都需要在每个项目特有的用地上进行，而不会在相同条件下制造相同的产品。

(3) 建设工程受到自然条件的影响。

建设工程往往在室外进行，受到地形、季节、天气等自然条件及不确定因素的影响。

(4) 建设工程受到社会性制约。

建设工程的制造在现场进行，因此会受到现场的“社会性制约”。在施工管理中，需要对周边地区实施安全和环保措施。根据不同的施工地点，适用的法律法规和周围的社会环境也不同。建设工程必须适应这些条件。

(5) 通过“安全工程”确保施工质量。

工人在整个建设工程中进行安全施工，从而确保竣工时的建筑质量。

6.1.2 施工计划

无论是哪种工程，都必须制定施工计划。施工计划根据工程委托合同的条款、图纸、规范、现场指导书等设计文件对施工做出规划。制定施工计划时应考虑以下几点：

- 需要考虑相关法律法规等各种社会性的制约。
- 需要针对“质量”、“工程预算”、“流程”、“安全”及“环保”制定综合的管理方法。
- 有效组合“施工手段”，以“最低成本”“在工期内”制造“优质产品”。
- 确保“零事故、零灾害”并考虑“环保”因素。
- 考虑“施工手段之5M”。施工手段之5M是指“人力（Men）、建材（Materials）、方法（Methods）、机械（Machinery）、资金（Money）”。
- 实施充分的“事前调查”，把握“工地/现场”的情况，制定“施工前”和“施工中”的对策和管理方法。

6.1.3 施工管理

施工管理是指施工方按照施工计划实施所需管理，从而完成符合质量规定的施工标的物。施工时在施工现场实施以下5种管理（简称“QCDSE”）。

[质量管理（Quality）]

通过管理确保建筑物满足工程订购方对质量的要求，按照质量管理计划中的规定实施质量检查、材料质量测试及各种施工测试，确保尺寸和形状符合指定标准。

[预算管理（Cost）]

“预算”是指用于施工现场的经费。预算管理旨在确保工程相关的材料成本、人工成本、工地成本等不超出预算。

[流程管理（Delivery）]

为确保公司有效推进建筑工程，与总承包商和其他施工单位进行协调并实施流程管理，从

而在工期内完成施工，避免出现延误。

[安全管理 (Safety)]

针对坠落、跌落等事故和肺尘病、中暑等职业疾病采取预防措施等，实施必要的安全管理。此外，还需要在日常的安全施工周期中开展危险预知培训、施工中巡查、安全流程会议、5S 活动等，以实现无事故、无灾害的目标。

[环保管理 (Environment)]

环保管理旨在最大限度地减少施工对环境的影响（噪音、振动、水污染等）。施工中必须遵守法律法规的标准。

6.1.4 施工前准备

(1) 施工说明书中的主要确认事项

为了高质量地完成当天的指定工作，必须准确把握并理解施工内容。

确认并理解工程委托合同条款。

确认并理解工程委托内容（估价条件）和施工范围。

确认并理解设计图和施工图。

确认并理解工地的施工条件和现场规则。

确认并理解与其他施工单位的协调关系及与前后工程项目的关系。

确认施工流程、配备人员、准备建材和设备。

确认工人是否持有并携带职业发展卡和施工所需的执照。

确认并理解安全问题。

(2) 开工前点检

在建筑工地施工时，需要使用各种工具和机械。工人在操作工具和设备时很可能发生事故。

开工前请务必执行以下点检：

开工前点检机械

- 确保施工所需的机械得到妥善的部署、点检及维护。

检查设备和工具

- 确保施工所需的设备和工具得到妥善的点检及维护。

确认作业流程书

- 检查作业流程是否有不合理之处。

- 检查每个工人的分工和协同作业的匹配性等方面是否有缺陷。

确认安全性

- 检查安全卫生保护装备和安全装置等是否得到正确使用。

- 检查对于异常情况的应对措施是否合理。

6.1.5 放线

“放线”是指在施工现场标记要建造的结构体和部件的位置和高度。放线是在所有工程（从开工到竣工）之前需要完成的工作，对于确保质量（精度）而言是最重要的。施工人员需要绘制高精度基准墨线、基准水平线、设计图上的中心线等，进行“准确定位”。放线时可以使用称为“墨斗”的工具，但现在也能使用激光打标机，向目标位置照射激光束并沿线放线。使用激光时可以轻松检查直角和水平度。放线主要分为以下 3 种类型。

放线作业	放线对象
放线	定位线、高度线（基准水平线/地面标高线）、中心线等基准墨线和母墨线
标出用于部件加工的墨线	钢筋、模板、管道、配线等的切割线、加工尺寸、木结构建筑接口加工尺寸、钣金标线
标出加工部件、设备、金属配件等的安装位置	各类门窗类、百叶风口等的进排气孔、供排水和卫生管道、空调和卫生设备、消防设备

6.2 管道加工的施工知识

本节介绍关于加工管道用碳钢管、硬质聚氯乙烯管、自来水道用硬质内衬聚氯乙烯钢管的基础知识。

6.2.1 加工管道用碳钢管

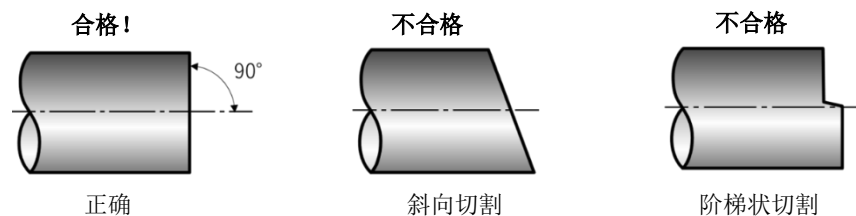
管道用碳钢管的典型连接方法包括螺纹连接、焊接和机械连接。

(1) 螺纹连接法

自古以来使用的一种常见连接法，主要用于 15A 至 100A 管道。A 代表管道直径，称为“A 系列尺寸”，单位是毫米。还有一种“B 系列尺寸”，单位是英寸。施工流程如下。

①切割管道

切割管道时使用带锯切管机，水平固定住钢管，以垂直于管轴线的方向进行切割。如果不是以直角切割，就会出现“斜向切割”或“阶梯状切割”。如果“斜向切割”或“阶梯状切割”达到 1.0 毫米或以上，可能导致漏水。



切割钢管的正确方法和错误方法

②螺纹加工（螺纹切削）

切断钢管后，将模头安装到管螺纹机上（配备自动切割模头），对螺纹进行加工。如果戴着工作手套进行加工，手可能被夹入管螺纹机。切勿戴着工作手套加工螺纹。完成螺纹加工后，使用螺纹规检查螺纹加工的精度。检查时需要注意以下要点。

- 需要检查最初切削的至少 3 圈螺纹
- “螺纹管径”发生变化时需要检查

- 按照切削的螺纹丝数进行检查（比如切削 25A 管道时，每 50 丝检查一次）
- 螺纹切削加工的钢管批次（主要是生产日期不同的钢管）或钢管制造商发生变化时需要检查
- 更换梳刀（螺纹切削机床的切削工具）时需要检查

③拧紧管道前的准备工作

完成钢管的螺纹加工后开始拧紧钢管。如果螺纹连接部的清洁和脱脂不充分，可能导致漏水，因此拧紧钢管前需做好以下准备工作。

- 用刷子或清洁布清除附着在钢管和接头螺纹上的碎屑、沙土、灰尘等异物。
- 用脱脂清洗剂等除去螺纹切削油等油污。
- 用水清洗可冲洗掉的螺纹切削油，然后用清洁布擦干。
- 切勿使用螺纹有锈迹的管道。

准备工作完成后将管道拧紧，但在此之前，请在螺纹上涂抹密封剂。密封剂有两种：液体密封剂和密封胶带。

④使用液体密封剂时

涂抹液体密封剂之前，请再次仔细擦去接合面的水分、油污、灰尘等。密封剂使用前需要充分搅拌。用刷子将所需的量涂抹到管道和接头的螺纹部分。涂抹时要仔细，避免涂层不均匀。使用密封剂后，在装回带刷毛的盖子时，首先清除粘在罐子螺纹上的密封剂然后封盖，并存放在阴凉、避光、通风良好的场所。如不慎接触眼睛，请用大量清水冲洗并尽快就医。如果沾到皮肤，有些人可能出现皮疹。沾到皮肤时请用肥皂等清洗。

⑤使用密封胶带时

按照螺纹的方向缠绕密封胶带。拧紧方向是顺时针，因此请顺时针缠绕密封胶带。首先用手指一边按压螺纹和密封胶带，一边绕一圈。然后留下约 1 丝螺纹的距离，继续绕一圈。如果缠绕后不留一丝螺纹，密封胶带可能混入管道中。请以缠绕 6 到 7 圈为准。缠绕后用手指或指甲将密封胶带贴紧。如果忽略该步骤，连接时胶带会脱落。缠绕密封胶带时，胶带应从胶带卷

盘的下方抽出。从卷盘上方抽出胶带的缠绕方法是不正确的。缠绕后应留出约一丝螺纹的距离。如果缠绕最后一丝螺纹并拧紧管道，端部密封胶带的碎片会混入管道。这也是管道安装不顺畅的原因。

⑥拧紧管道

涂上密封剂或缠绕密封胶带后拧紧管道。将管道牢牢固定在台钳上，首先用手将管道拧入接头。从不能再用手拧紧的位置开始，使用与管径相配的管钳拧紧。注意不要过分拧入，否则会损坏螺纹。拧紧带螺纹管道的技巧是使用管钳，并留下约 2 到 2.5 丝螺纹。拧紧后请留出充足时间进行防护处理，然后让水通过管道。

(2) 焊接法

管道用碳钢管还有其他两种连接方法：焊接和机械连接。焊接法常用于 100A 以上的大口径管道，接合强度可靠，但对于技术水平的要求较高。焊接法有两种：气焊和涂层电弧焊。

【气焊法】

利用燃气热量焊接金属的方法，包括 3 个类型：氧-乙炔焊、氢氧焊及空气乙炔焊。其中，最常用的是氧-乙炔焊。气焊多用于焊接口径相对较小的管道。

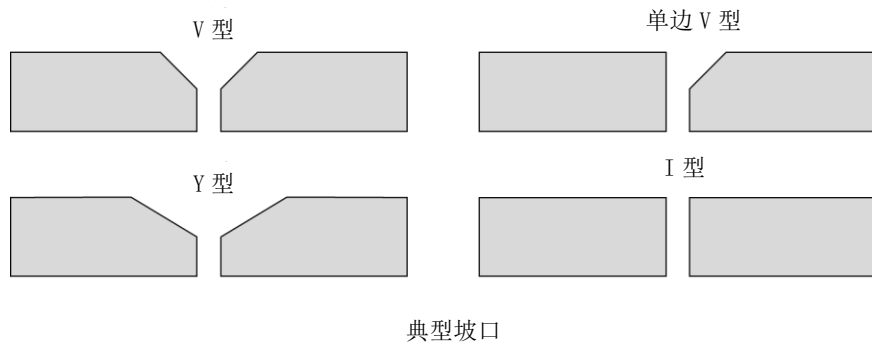
【涂层电弧焊法】

和气焊法一样，涂层电弧焊法也广泛应用于管道工程。在涂层电弧焊法中，为了最大程度地减少焊接过程中的氧化等问题，使用涂有溶剂（称为焊剂）的焊条进行焊接。焊接时燃烧焊剂，将熔融金属与空气隔绝。不管哪一种焊接法，请按照以下步骤操作。

①管道切割和坡口加工

钢管的切割方法与螺纹连接时相同，垂直于管轴线切割。但是在焊接之前，需要在管材端部形成坡口，以提高切割管材后的焊接质量。如果不进行坡口加工，则会出现熔深不足，从而影响到焊接质量。

焊接前加工的管道有 4 种典型坡口：V 型、Y 型、单边 V 型和 I 型（也称平坡口）。



②点焊

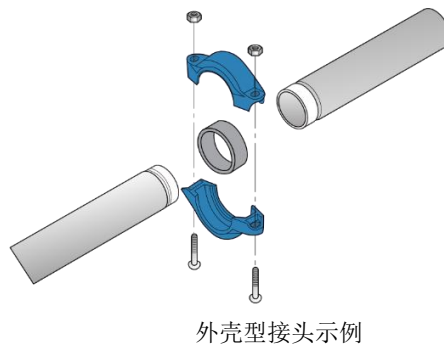
正式焊接之前需要进行点焊，以准确固定焊接处的彼此位置，防止因焊缝处歪斜而造成坡口错位。

③正式焊接

点焊后对整个管道接合面进行焊接。不同的焊工在不同的条件下进行焊接作业。为了始终如一地取得良好结果，施工人员必须具有充足的焊接经验，确保焊接中不出现缺陷。

(3) 机械连接法

机械连接法通过外壳型接头、MD 接头、耦合接头、NO-HUB 接头等连接管道。



6.2.2 加工硬质聚氯乙烯管

硬质聚氯乙烯管按照以下步骤加工。

①切割管道

以垂直于管轴线的方向切割。如果切割得不直，涂胶后连接时会出现嵌入充分和嵌入不充分的部分，由此造成漏水。

②倒角加工

切割管道后，用切管机对内外表面进行倒角加工，确保管道能轻松安装到接头中。外表面

堵塞的原因与涂胶有关，而如果内表面留有毛刺，也会造成堵塞。供水管和热水管较难安装，因此尤其是外表面需要仔细倒角。

③标记嵌入位置

为了确保管道牢固地嵌入接头深处，需要在管道上标记接头的深度。如果不嵌入到指定位置，总长度可能不符合标准或者造成漏水。

④在管道和接头上涂抹粘合剂

擦除涂胶面的水分和污垢，然后在管道和接头上涂抹粘合剂。此时应注意以下几点。

均匀地在整个接合面涂抹薄薄的一层粘合剂（请先涂抹接头。如果先涂管道，需要将其放在一边，这样很不方便。）

均匀涂抹在管道的嵌入部分（不要涂抹其他部位）

尽可能在短时间内快速涂抹

粘合剂会滴落，因此请用清洁布等进行防护。

⑤将管道插入接头中

将管道对准接头的开口，然后用力插入。插入到标记位置后按住约 10 秒钟，直至粘合剂干燥。

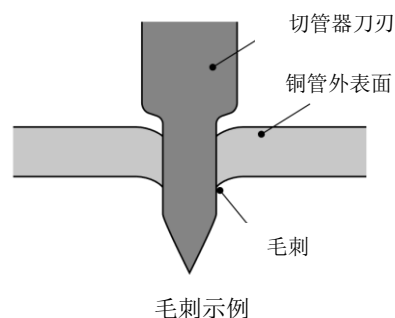
⑥擦除挤出的粘合剂

插入管道后挤出的所有粘合剂需要擦净。如果保持原样，不仅外观不良，如果粘合剂滴落，以后就很难去除。

6.2.3 加工自来水道用硬质内衬聚氯乙烯钢管

①切割管道

以垂直于管轴线的方向切割。这点与处理其他管材时相同。请注意，绝对不得在切割部分进行氧-乙炔的气焊切割等产生高温的作业。另外，使用配备管螺纹机的压切管机时会形成毛刺，因此请使用带锯或金属锯等切管机进行切割。



②去毛刺

切割管子后，使用衬管铰刀或刮刀对管道内表面进行去毛刺加工。请勿使用管螺纹机的铰刀去除毛刺。完成毛刺加工后对 PVC 管进行倒角（厚度约为管道的 1/2 至 2/3），使其能连接到管端的防腐接头。

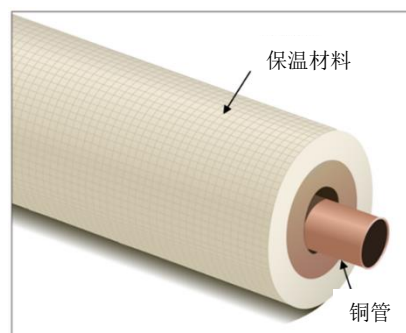
③螺纹切削

与管道用碳钢管相同，螺纹切削中如果管道外表面有树脂涂层，应使用不会损伤外部树脂涂层的夹具进行螺纹切削。

6.3 冷冻和空调设备工程

6.3.1 镀层制冷剂铜管

制冷剂在管道中循环，用于在空调室外机和室内机之间传送热量。这种情况下需要使用镀层制冷剂铜管。“镀层”是在表面上涂上一层材料。镀层制冷剂铜管在加工成易弯曲的铜管上涂上了一层阻燃性保温材料（聚乙烯等）。如果铜管没有镀层，会因为外界空气的变化产生凝露，因此需要用保温材料覆盖。在冷冻和空调设备工程的管道施工中，需要对镀层制冷剂铜管进行如下加工和连接。



制冷剂用涂层铜管

①切割保温材料

使用美工刀以垂直于铜管的方向切割保温材料。注意

不要损坏铜管，否则可能导致漏气。

②切割铜管

使用切管器以垂直于管道的方向一边慢慢拧紧一边旋转，在切割过程中确保铜管不变形。

绝对不得使用钢锯或角磨机切割管道，否则切屑会留在铜管内。

③去毛刺

用切管器切割的铜管内部会出现毛刺。除去毛刺后可以顺利地进行扩孔加工等。这项施工请务必使用铰刀或刮刀等专用工具。去毛刺时保持铜管朝下，防止切屑等进入管内。

④调整圆度

去毛刺后，请务必使用校正工具调整制冷剂管道的圆度。如果在管道圆度不合格的情况下进行扩孔加工，则会出现诸如管道中心偏移、钎焊时无法安装接头、钎料无法充分覆盖等问题。

⑤弯曲加工

根据施工现场的要求，对镀层制冷剂铜管进行加工。加工方法包括手工弯曲和弯管机弯曲。弯曲加工时要记住 3 点：不压扁、不屈曲、无褶皱。

[手工弯曲]

用双手的拇指指腹握住要弯曲的部分的内侧，一边逐渐将拇指移向管道的两端一边弯曲。管径 6.35~12.7 的最小弯曲半径为铜管外径的至少 6 倍，管径 15.88 及以上的最小弯曲半径为铜管外径的至少 10 倍。加工时请慢慢弯曲。如果突然弯曲或弯曲到低于最小弯曲半径，则会发生压扁或屈曲。

[弯管机弯曲]

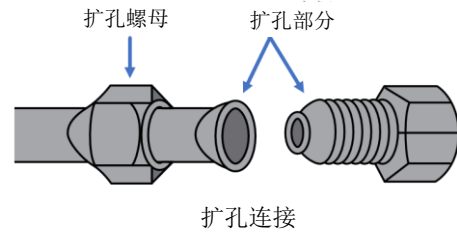
为了加工出弯曲半径小且美观的管道，请使用与铜管的材质和壁厚相匹配的弯管机进行加工。最小弯曲半径可减少到铜管外径的至少 4 倍。加工时的要点是避免产生褶皱。

6.3.2 连接制冷剂管道

制冷剂管道有两种连接方法：扩孔连接和钎焊连接。

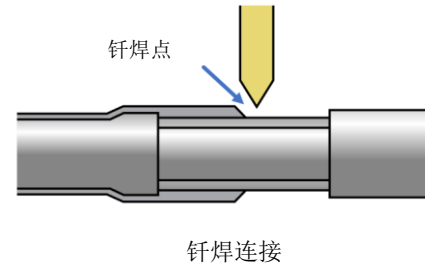
①扩孔连接

扩孔是指将铜管口扩宽成喇叭状的加工过程。通过拧紧扩孔螺母，扩孔部分被压接并起到密封作用。



②钎焊连接

钎焊是一种熔化钎料并使其融入接合面的焊接方法。钎焊的要点是清除氧化膜和异物，并保持合适的钎焊温度。钎焊后的管道温度很高，因此请用湿毛巾等将其冷却并观察外部，检查是否有针孔或钎焊不良。



③保温材料的连接

保温材料在长度方向最多可收缩 2%（每 4 米约收缩 8 厘米）。保温材料收缩会造成间隙处凝露，可能导致事故，因此必须采取措施防止形成间隙。需要彻底清除连接部分端面的污垢、油污、水分等，保持连接面的清洁，确保不出现间隙。准备好连接面后，将保温材料的两端对接并确保没有间隙，然后缠绕胶带，使保温材料的接缝位于隔热胶带的中心。最后，用手充分按压缠绕的部分。

6.4 保温保冷工程

6.4.1 保温材料的形状和类型

保温材料的形状包括板状（保温板）、带状（保温带）和筒状（保温筒）。风管采用保温板和保温带、管道采用保温筒。保温材料主要有玻璃棉（GW）、岩棉（RW）、聚苯乙烯泡沫（PS）等。此外，保温材料还包括着色铁板、铝箔玻璃布等外装材料，以及铁丝、龟甲网、胶带、图钉等辅助材料和用品。根据施工区域的不同，保温工程的方法也有所不同。



6.4.2 管道保温保冷示例

①天花板内部等隐蔽区域

天花板或管井内部的外观并不重要，因此无需饰面材料，而是用铝箔玻璃布（ALGC）或铝箔牛皮纸（ALK）包裹保温筒，将其固定在管道上。

②室内裸露部分

一般客厅和走廊的室内裸露部分通常采用合成树脂盖板和包装饰面材料。

③机房、车库、仓库等

用铝箔玻璃布（ALGC）或铝箔牛皮纸（ALK）包裹保温筒。用铁丝覆盖时应选择 PVC 铁丝网（PVC 龟甲网），防止铁丝生锈。聚苯乙烯泡沫（PS）用于供排水管道的保温材料。

④室外裸露部分

裸露在室外的部分对高耐候性具有较高要求，因此在保温筒周围包裹一层经过钣金加工的薄铁板。在潮湿区域，保温筒必须用聚乙烯薄膜等进行防潮处理。

6.4.3 风管保温保冷示例

风管保温保冷工程的目的是防止风管内的热量散失以及管道内的空气因外部热量而升温。通过在风管周围包裹保温材料，可以提高冷暖空调等设备的效率并节省能源。另外，未经过保温施工的空调风管容易出现凝露现象。管道内外因凝露而产生的水分可能导致腐蚀或发霉等。在风管的保温保冷施工中，选择用铝箔牛皮纸或铝箔玻璃布装饰的保温板等，通过图钉、铝箔玻璃布胶带或龟甲网将其固定在风管上。必要时，使用不锈钢板等制成的框架覆盖裸露部分。



风管保温保冷

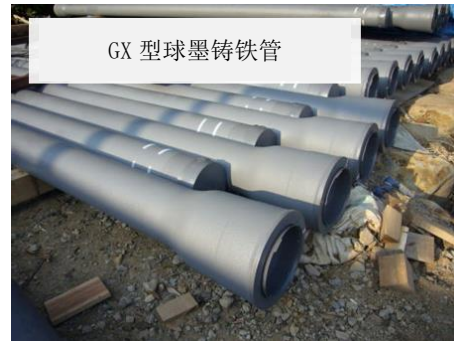
6.5 生命线管道工程

6.5.1 自来水道和球墨铸铁管施工

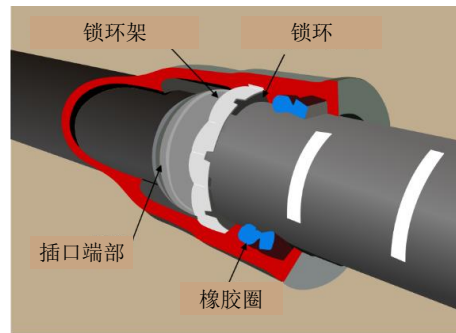
日本是一个地震频发的国家。因此，我们采用可以保护管道免受地震破坏的球墨铸铁管。

球墨铸铁管有多种类型，但日本比较常用的是 GX 型球墨铸铁管。

GX 型球墨铸铁管的接头具有抗震功能。此类接头的伸缩量较大，具有防止管道脱落的功能。发生地震时，接头会随着地面的剧烈运动而伸缩和弯曲。此外，即使管道被拉伸到极限，管道的防脱落功能也会发挥作用，以维持管道的功能。



施工尺寸可以允许管道之间的伸缩。即使伸缩超出规定尺寸，锁环和接头内部的管道突出部也不会相互碰撞。球墨铸铁管的连接步骤如下。



GX 型球墨铸铁管接头截面图

①悬挂管道

轻轻地悬挂管道，使制造商标志朝上。

②清洗管道

清除承口凹槽内的异物，以及距插口端面约 30 厘米范围内和附着在承口表面的异物。此外还需要擦去橡胶圈安装面上的水分。

③检查锁环和锁环架

预先安装锁环和锁环架。通过目视和触摸，检查是否正确安装在指定的承口凹槽中。如果发现锁环从凹槽中脱离等异常情况，请使用锁环压紧装置压紧脱离部分，将其正确插入锁环架的凹槽中。

④安装橡胶圈

请务必检查橡胶圈是否适用于 GX 型管道并确认其公称直径。清洁橡胶圈，将隆起的部分朝前并安装到承口内。然后用手或塑料锤将其压入到位，确保没有间隙。完成安装后用塑料锤

敲击橡胶圈，使其嵌入承口内。用手指触摸橡胶圈的内面，确保没有局部隆起。

⑤涂抹润滑剂

施工时选择用于球墨铸铁管接头的润滑剂。将润滑剂均匀地涂抹在橡胶圈的锥形内表面和插口的外表面，从管端白线一直涂到管端。在安装橡胶圈之前，请勿在承口内表面涂抹润滑剂。

⑥插入插口

使用起重机等吊着管道，将插口插入承口中。此时，请确保橡胶圈或承口内没有粘附石子或木屑等异物。另外，请确保两根管子的倾斜角度在 2° 以内。操作手扳葫芦，将插口慢慢插入承口。在插口外表面的2条白线中，将承口端推到靠近承口一侧的白线位置。

⑦检查橡胶圈位置

使用专用量规检查橡胶圈的位置。使用专用量规对承口和插口的间隙部分进行360度检查，测量插入量，确认所有结果都达到指标。如果经过360度检查，所有结果都在合格范围内，将圆周上8个点的测量结果（插入量）记录到检查表上。检查表是用于控制球墨铸铁管接头质量的文件，在其中记录关于连接施工的所有内容。

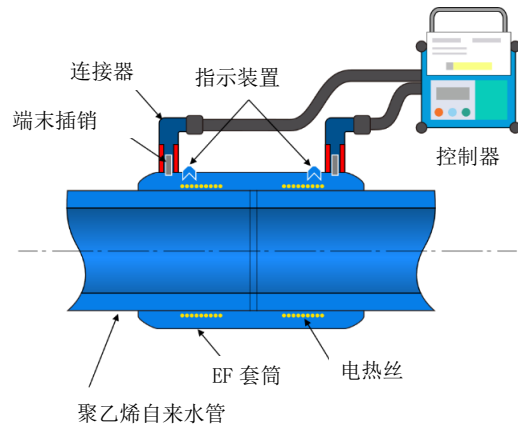
⑧弯管施工说明

在连接直管接头后，可以弯曲至允许的弯曲角度。首先确认接头正常，然后在允许的角度范围内缓慢弯曲接头。施工时不是将单个接头弯曲到允许的角度，而是将多根管道弯曲到所需的角度的角度。

6.5.2 自来水管、燃气管的 EF 连接

用于输送自来水和燃气的聚乙烯管重量轻，具有卓越的柔韧性、耐腐蚀性和卫生性。此外，这种管材在地震和地面沉降等紧急情况下具有较高的耐久性。自来水管的管材和接头为蓝色，燃气管的管材和接头为黄色。

聚乙烯管有两种连接方法：EF（电熔）连接和机械连接。EF 连接利用电热丝产生热量，使管道接头内表面和管道外表面的树脂熔化并融为一体。在嵌有电热丝的管道接头（承口）内插入管道（插口），然后打开控制器电源，使电热丝发热。



聚乙烯管的 EF 连接

EF 连接按照以下步骤操作。

①切割管道

以端面垂直于管轴的方向切割管道。无论公称直径是多少，管道斜向切割的允许范围不超过 5 毫米。请勿使用高速磨石类切割工具，因为可能因热量使切割表面变形。

②准备 EF 套筒

确认管道没有受损，然后用纸巾或干净的清洁布清除管道上的沙土和污垢。从管端开始测量，在规定的深度位置画一条标记线。

③切削

用刮刀切削从管端到标记线的管道表面。

④清洁电熔面

用浸有乙醇或丙酮的纸巾清洁管道的切削面和 EF 套筒的整个内表面。

⑤标记

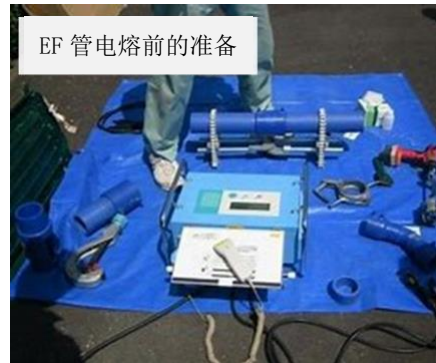
将套筒插入切削和清洁后的管道，沿着端面绕着圆筒做标记。

⑥插入并固定管道和接头

将两根管子插入 EF 套筒，直至标记线位置。然后使用夹具固定住管道和 EF 套筒。

⑦电熔前的准备

将控制器的插头接入电源插座，然后打开电源。随后将输出电缆连接到接头的端子上。使用连接到控制器的条形码读取器读取电熔数据。



⑧电熔

按下控制器上的启动按钮，开始通电。电熔之后，电源将自动断开。

⑨检查

确认 EF 套筒的左右指示装置均已凸起。然后查看控制器显示，确认电熔正常完成。拔下输出电缆并盖上盖子。

⑩冷却

电熔完成后，在指定时间内放置以使其冷却。冷却后拆下夹具。电熔施工配有检查表，请在检查表上记录每个电熔点的检查项目结果。

6.5.3 电信工程注意事项

①地下配管

在配管会伸缩的位置，使用伸缩接头等进行连接。

②电缆配线

配线时应确保电缆输入和输出端口周围的手孔有足够空间。

③光缆的地下配线

手孔内应确保光缆在连接和引线部分都有足够长度，并确保在发生事故等情况下拉动光缆时不会发生扭结或断裂。

6.5.4 管道埋设工程注意事项

①挖掘时避免损坏或切断既存埋设管道

埋设管道时必须小心处理，避免损坏或切断既存的埋设管道。自来水管、污水管、燃气管、通信管、电线管等地下埋设管道如发生损坏或切断等事故，不仅会对施工现场造成影响，还会妨碍到大面积地区的居民生活。埋设管道的损坏或切断事故可能由以下原因造成。

- 施工指示不完整
- 未进行试挖或试挖不充分
- 管道埋设位置与图纸不同
- 登记簿等的事前确认不充分
- 道路登记簿上没有记录
- 未检查管道的弯曲和上升等形状
- 管道埋设在较浅的位置
- 道路上未标记埋设物
- 其他

各施工单位必须互相交换信息，准确把握既存地下埋设物的位置。施工前进行充分试挖，挖掘过程中使用钢管及电缆探测器，以定位既存的埋设管道。使用反铲挖掘机等机械挖掘时，在既存埋设管道的周围 50 厘米范围内应采用人工挖掘。从事故类型来看，一半以上的事故是由反铲挖掘机造成的。但是，人工挖掘也可能造成切断事故，因此需要小心处理。为防止事故发生，请在地下埋设物与地表之间铺设如下表所示的“地下埋设物标签”。

地下埋设物标签的颜色

埋地物类型	显示颜色	埋地物类型	显示颜色
通信电缆	红色	污水管	褐色
高低压电力	橙色	燃气管	绿色
自来水管	蓝色	—	—

②窖井相关事故

许多窖井施工时发生的事故都是由缺氧或硫化氢中毒引起的。进入窖井施工的人员必须完成 1 类和 2 类缺氧危险作业施工负责人的技能培训或缺氧危险作业的特殊培训。需要测量氧气和硫化氢浓度，并对施工区域进行通风，使氧气浓度保持在 18%及以上，硫化氢浓度保持在 10ppm 及以下。如果无法通风，请佩戴呼吸防护用具并在现场配置巡视员。有时，可能发生工人因缺氧而从梯子上坠落事故。在可能缺氧的施工区域，即使高度不超过 2 米，也需要佩戴防坠落设备。窖井相关的施工作业经常在汽车通行的道路上进行，因此也可能发生涉及通行车辆的事故。施工时请在窖井周围安装围栏（窖井护栏）等安全设施，并配置引导员。



6.6 建筑钣金工程

6.6.1 钣金加工

建筑钣金工程是指对薄金属板进行切割、弯曲、冲压、焊接等加工，并根据使用目的制作和安装钣金部件。钣金加工涉及的范围广泛，包括管道和屋顶施工等。金属板加工的基本作业是划线、切割、弯曲和焊接。制造形状复杂的产品时，需要采用称为冲压的技术。这是一项需要技巧的技术，在这里不做详细说明。

①划线

使用划线针、两脚规、金属尺等，尽可能一次划完所有标线。如果需要制作多个相同的物件，使用量规可以更高效地完成。



②切割

用手握住需要保留的部分，以便剪刀插入，然后切割金属板。始终瞄准标线，沿着标线进行切割。切割面用金属锉刀磨平。



③弯曲

用扇形钢凿和锤子敲击背面的标线，这样可以使表面以想要的方向略微弯曲。接下来，使用砧座或模座的弯角，用锤子一点点敲击，将其弯曲到所需的角度的。



使用模座的弯角，用锤子一点点敲击，将其弯曲到所需的角度的。

④焊接

钣金加工中最常用的焊接方法是“熔焊”，通过熔化焊材（焊条和焊丝）连接金属板。重叠部分使用夹子进行固定。然后，以 10 毫米为间距临时固定连接部。焊接施工的关键是熔化焊条时在部件与喷火口之间保持一定距离。由于需要集中注意力，因此需要以舒适的姿势进行焊接。

6.6.2 如何连接风管

①连接方形风管

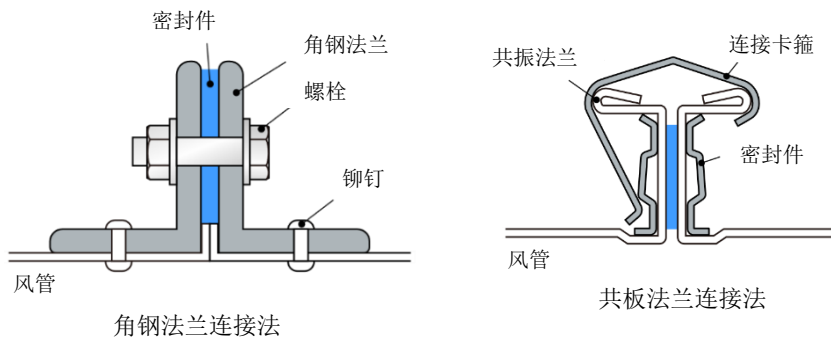
方形风管的连接方法包括角钢法兰和滑套法兰等。

[角钢法兰连接法]

具有优良的连接强度和气密性，常用于排烟风管等。由于施工比较费时费力，因此不常用于排烟以外的风管连接。

[共板法兰连接法]

将风管本体的一部分弯曲后形成法兰（共板法兰），将共板法兰连接，用专用卡箍将风管的四角固定。该制作法兰的过程不像角钢法兰那样费时费力，并且易于施工，因此常用于排烟以外的风管。



[滑套法兰连接法]

将预制法兰插入风管进行点焊，拧紧四角的螺栓和螺母，然后使用特殊的金属销子将法兰固定到位。该方法的效率高于角钢法兰，并且只需固定四角的螺栓即可轻松安装。由于强度高，可以说是介于共板法兰和角钢法兰之间的施工方法。

②连接圆形风管

螺旋风管等圆形风管的连接方法包括法兰和插接等。

[法兰连接法]

该方法将法兰套插入螺旋管道，用螺栓和螺母将法兰固定在一起。板式法兰用于直径约75~100毫米的小口径风管，角钢法兰用于直径200毫米及以上的风管。该方法适用于强度要

求较高的连接施工。

[插接法]

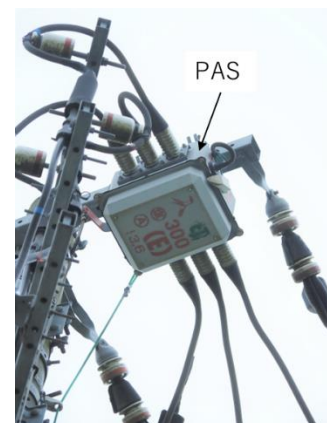
该方法将专用外螺纹接头插入螺旋管道中，用铁板螺钉（穿孔螺钉）将其在 2~3 点上固定，然后从外侧用胶带包裹以进行连接。这种施工方法比较简单，应用广泛。另外，用铁板螺钉固定风管和外螺纹接头时，不得将螺钉打入风管正下方，以免水流入风管时发生漏水。

6.7. 电气设备工程

电气设备工程技术人员的作业范围广泛，包括管道、配线、器具和电气设备的安装等。它的特点是使用的道具和器具种类繁多。施工时需要谨防触电和漏电。

6.7.1 高压受变电站设备施工时的注意事项

电力公司等的 6600V 电力通过安装在电线杆上（使用架空电缆时）的控制高压开关（Pole Air Switch）传输，提供到安装在用地内、建筑物地下或屋顶的受电设备。6600V 电压在受电设备被转换为 100V 或 200V。设备内部有断路器和隔离开关，可以切断电源。为了防止在高压受变电设备施工时发生劳动事故，必须打开 PAS 并在停电状态下对受电设备等进行施工。即使断开断路器或隔离开关，电流仍会流向断开部分的一次侧。在一次侧对带电电缆进行施工是极其危险的，存在直接接触或因放电而触电的风险。



6.7.2 短路、接地短路、漏电

短路是指两相或三相的两条或多条电线在没有通过负载的情况下相互接触。如果在带电时切断电线，会导致短路。此外，接线错误或螺丝刀等工具的金属部分发生接触也会造成短路。

接地短路是指电流流向地面。电路必须与地面绝缘。如果接地电极发生错误，可能发生接地短路。

漏电是指电流在规定电路中流动的同时，流向不该流动的位置。这不仅会导致人员触电，还会引起火灾等。如果建筑物或公寓安装了漏电断路器或漏电警报器，漏电时会切断电路或发出警报。装修施工时必须谨慎处理。

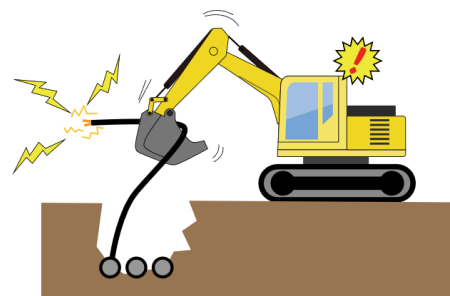
6.7.3 压接电线时的注意事项

电线压接不良会导致发热和起火事故。施工时使用压接工具将压接端子牢固地压接在套筒中间。此外，必须使用与电线粗细相匹配的压接端子。请注意，除了电线，压接端子本身也有允许电流。

6.7.4 避免损坏或切断既存埋设管道、避免切断架空电缆

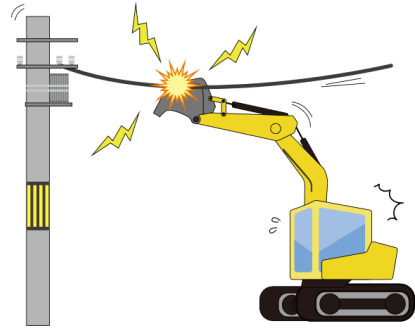
①挖掘电线共同管道时避免切断既存埋设管道

电线共同管道是在地下空间容纳地上电线杆和架空电缆的设施。该工程旨在改善城市景观和道路通行。电线共同管道工程中可能发生切断自来水管、污水管、燃气管、通信管、电线管等既存生命线设施的事故，因此需要进行事前调查和临时施工。施工时的注意事项请参阅6.5.4“管道埋设工程注意事项”的说明。



②避免架空电缆切断事故

操作施工机械动臂、抬高倾卸卡车装货台面、从搬运车辆装卸施工机械等时，都发生过切断架空电缆的事故。有时，其他施工单位可能要求在架空电缆上安装“电缆盖”以保护电缆。



6.7.5 道路使用上的注意事项

在道路上施工时，请注意相关的法律法规。施工时的一般注意事项如下。

- 施工主管应持有道路使用许可证。此外，还必须遵守许可条件（施工时间、施工条件等）。
- 施工现场需要设置防护设施，禁止与工程无关的人员进入。
- 配置交通管制人员，确保交通畅通。
- 采取措施以确保行人的安全通行。
- 尽量降低噪音、振动等对附近居民造成的影响。
- 作业人员离开现场时对路面进行回填或临时覆盖，不让路面处于挖开的状态。如果需要保持挖开的状态，请设置安全护栏。
- 临时在道路上放置物品时，需要将其固定以防止散落或移动，或者设置防护设施。
- 夜间施工时打开警示灯，标出施工场所的宽度和高度。



无电线杆工程

6.8 电信工程

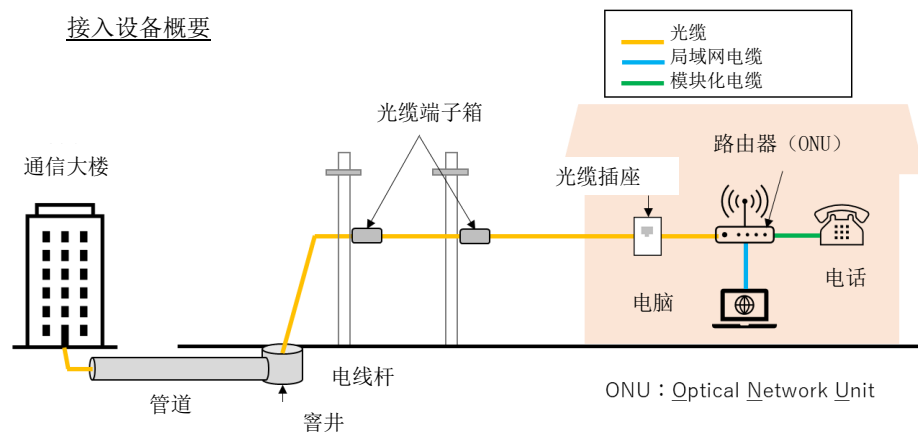
6.8.1 电信设备的类型

电信设备分为有线通信设备、无线通信设备、通信土木设备、交换传输设备及通信电力设备。本节对有线通信设备和通信土木设备进行说明。

(1) 有线通信设备

为提供电信服务而构建的有线传输线路称为“接入设备”。

接入设备分为室外和室内设备，室外设备可分为架空和地下设备。架空设备是指安装在电线杆上的设备。施工过程中需要安装如下设备。



[**光纤电缆**] 传输光信号的电缆。

[**金属电缆**] 用于通信设备的电缆。光纤电缆使用光信号进行通信，而金属电缆使用电信号进行通信。

[**端子箱**] 安装在光纤或金属电缆的连接点或分支点的箱形装置。光纤电缆的端子箱有时呈灰色，金属电缆的端子箱有时呈黑色，以作区分。

[**引入线**] 将通信信号引入家中的线路。

需要确定架空设备的规定离地高度，以确保安全。道路上的架空设备与地面必须保持至少 5 米的距离。

●安装电线杆的步骤

立电线杆的步骤如下。

- 1) 检查电线杆的安装位置。
- 2) 通过人工挖掘或使用探杆检查是否有埋设物。
- 3) 通过人工或电线杆挖坑机进行挖掘。
- 4) 安装电线杆。
- 5) 回填。

(2) 通信土木设备

通信土木设备包括管道、窨井、手孔、隧道、共同管道、小型电缆共同管道（C.C. BOX）等。

[管道]连接窨井、手孔、隧道、引线柱的管道。一般来说，它是指无需挖掘即可将一个区间的电缆引入并拉出的埋设管道。

[窨井]可从地面进出、通向地下的结构，用于进行电缆引入、拉出和连接作业。

[手孔]安装在地下配管分支处的小窨井。无需人员进入即可进行电缆维护。

[通信隧道]用于容纳各种通信电缆的隧道。

[共同管道]容纳用于通信、电力、燃气、自来水、污水的管道等两个或多个设施的地下通信隧道。

[小型电缆共同管道]一个U型结构，除了通信电缆和电线，还安装了用于信息传输、广播、道路管理等的电源。该管道埋设在道路下方并覆盖U型槽。

6.8.2 敷设地下管道

①管道埋深和坡度

管道埋深是指从道路表面到管道顶部的距离。根据日本《道路法施行令》，原则上车行道的埋深不得低于0.8米，人行道的埋深不得低于0.6米。管道坡度是指窨井之间管道的坡度。

管道内部应形成坡度，使水和沙土流动不滞。

②与其他类型埋设物的间隔距离

通信管道与电力、燃气、自来水、污水管道之间的标准间隔距离如下表所示。

	轨道（JR、私营 铁路）	电力线	自来水、污水、燃气 等
平行时的 水平间距	1.0 米及以上	低压/高压：超过 0.3 米 超高压：超过 0.6 米	0.3 米
交错时的 垂直间距	1.5 米及以上		0.15 米

通信管道与属于其他管辖范围的埋设物接近或交错时，为了遵照上表规定，必须与各相关部门的负责人到场确认并征得其同意，并在施工时采取必要的保护措施。

③埋设管道后的各种测试

埋设管道后需要进行以下两项测试。

[芯棒通过测试]用于检查管道是否完全连接的测试，将芯棒穿过管道。对于长度超过 150 米的管道，使用直径 600 毫米的 4 号芯棒。如果长度未超过 150 米的管道内无法通过 4 号芯棒，则使用 3 号芯棒。

[气密性测试]将管内压力设定为 49kPa 并放置 3 分钟，确认压降不超过 1.96kPa。

6.8.3 施工时的注意事项

请参阅其他章节的说明。

- 挖掘作业时的注意事项 → 6.5.4
- 在窨井、通信隧道等场所作业时的注意事项 → 6.5.4
- 道路使用上的注意事项 → 6.7.5

6.9 熔炉建造工程

熔炉建造工程是指采用耐火材料在焚烧炉、退火炉、火化炉、熔化炉、电炉等熔炉内的高温内侧部分进行施工。根据熔炉的不同类型，施工方法和所需技术也有所不同。比如，使用耐火砖作为耐火材料时，需要使用砌砖技术。炉内使用的是耐火砖和耐火隔热砖。粘结砖块的砂浆不同于普通砂浆，应选择专用于耐火隔热砖的砂浆。耐火隔热砖的砂浆有两种：热固性砂浆（高温下固化）和气固性砂浆（室温空气中固化）。

施工按照放线→定位→砌砖的顺序进行。在所有熔炉材料中，堆砌耐火砖（砌砖）需要最高水准的技能。砌砖时必须遵循以下 6 点：

- 正确使用材料
- 保持尺寸准确
- 充分涂抹砂浆，使勾缝平整
- 砌纵墙时一定要填补接缝。
- 请勿使用长度被切至 1/4 以下的小砖。
- 砌砖时必须遵照水平和垂直的基准。

6.10 消防设备工程

消防设施在正常情况下不运行，主要在紧急情况下使用。对于水基消防栓，即使泵排出侧的管道中没有水，也可能需要操作泵来送水。为此，与供水等设备中的泵不同，消防设备工程需要安装引水装置、用于防止水温升高的回水管道及性能测试设备。

① 安装引水装置

如果泵体内没有积水或积存了空气，即使泵在运转，也无法送水。如果水源位置低于泵，需要安装引水装置，



以防止这种情况发生。

②安装回水管道，防止水温升高

如果在泵排出侧关闭的情况下启动泵，泵会一味旋转。如果这种情况持续，将造成泵过热并停止运转。为了防止这种情况，需要安装回水管道以防止水温升高。

③安装性能测试设备

安装性能测试设备的目的是检查泵的性能是否符合规定。

④管道材料

如果管道中没有水，可能因火焰而变热。使用内衬钢管时，内衬材料可能熔化并固化，造成无法送水。因此，不得使用有内衬的金属管道。

第 7 章 建设工程的安全

7.1 建设工程中的死亡事故

建筑工地可能发生各种死伤事故。表 7-1 是 2021 年建筑业各主要事故类型的死亡事故数量，根据厚生劳动省公布的数据制作。在各类死伤事故中，“坠落跌落”、“施工机械或起重机等造成的事故”及“崩塌倒塌”被称为建筑业“三大事故”，占事故总数的 40%~70%。下表中的“撞击”和“夹入卷入”事故大多数都属于“施工机械或起重机等造成的事故”。

三大事故中，最常见的是高处作业时发生的“坠落跌落”。除了三大事故，最常见的类型是公路上行驶时发生的“交通事故”。第 7 章将介绍生命线和设备工程现场发生的事故的类型、原因、对策及注意点等。

表 7-1 2021 年建筑业各主要事故类型的死亡事故概况
(根据厚生劳动省职场安全网站的数据制作)

	坠落跌落	跌倒	撞击	飞来 坠落	崩塌 倒塌	被撞击	夹入 卷入	溺水	接触高温 或低温物体	接触 有害物质等	触电	交通事故 (道路)	交通事故 (其他)	总计
土木工程	19	5	1	4	13	11	15	9	4	3	2	10	1	102
隧道建设工程	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
桥梁建设工程	1	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	6
道路建设工程	3	0	1	1	2	1	2	0	1	0	0	5	0	17
河川土木工程	1	3	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0	0	10
防止水土流失 工程	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
港口海岸	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	6
其他土木工程	9	0	0	2	4	8	8	2	3	1	2	1	0	44
建筑工程	71	0	0	5	15	7	6	0	6	5	2	9	0	139
钢骨或钢筋 住宅建造	23	0	0	3	5	2	0	0	3	4	0	5	0	48
木结构住宅建造	12	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	19
建筑设备工程	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	16
其他建筑工程	28	0	0	2	7	4	6	0	3	1	0	1	0	56
其他建筑业工程	20	0	0	1	3	1	6	1	1	1	4	6	0	47
电信工程	4	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	2	0	13
机械设备安装	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
其他	12	0	0	1	1	1	4	1	0	1	2	4	0	28
建筑业总计	110	5	1	10	31	19	27	10	11	9	8	25	1	288

7.1.1 建设工程中的死亡事故概况

表 7-2 是 2020 年度和 2021 年度所有业种外籍工人的死亡事故数量，根据厚生劳动省的数据制作。从表 7-3 可以看出，建筑业所占的比例最大。

事故类型	死亡人数	
	2020 年度	2021 年度
坠落跌落	5	5
跌倒	2	0
撞击	1	0
飞来坠落	1	2
崩塌倒塌	3	3
被撞击	4	2
夹入卷入	2	3
接触有害物质	2	0
触电	2	1
火灾	0	1
交通事故（道路）	7	4
溺水	0	1
其他	1	2
总计	30	24

←表 7-2 所有业种外籍工人死亡事故概况

业种	死亡人数	
	2020 年度	2021 年度
制造业	3	8
建筑业	17	10
其他	10	6
总计	30	24

表 7-3 各业种死亡人数

[**坠落跌落**]因施工时从高处或楼梯井坠落，或挖掘时掉入洞中等造成的死伤事故。

[**跌倒**]由跌倒（因绊到物体或失去平衡）而造成的死伤事故。

[**撞击**]因猛烈冲撞物体而造成的死伤事故。

[**飞来坠落**]因起重机吊起的重物坠落、工具或部件从高空坠落等造成的死伤事故。

[**崩塌倒塌**]因脚手架等崩塌或正在拆除的建筑物倒塌而造成的死伤事故。

[**被撞击**]因被移动的重型机械或旋转的铲斗等撞击而造成的死伤事故。

[**夹入卷入**]因被夹入或卷入机械而造成的死伤事故。

[**接触有害物质**]因人体接触化学品等有害物质而造成的死伤事故。

[**触电**]由电流通过身体（因切断通电电线或触摸漏电设备等）造成的死伤事故。

[**火灾**]由各种原因造成的火灾造成的死伤事故。

[**交通事故(道路)**]因前往或离开施工现场途中发生的交通事故或面向道路施工时被一般车辆撞到而造成的死伤事故。

[**溺水**]在海洋、河川、下水道等工程中因落入水体而造成的死伤事故。

7.1.2 死亡事故的类型

① 坠落

为了在铁塔进行高空作业时确保安全，必须使用“可移动绳索”，并连接到全身式防坠落设备。当施工人员卸下当前使用的可移动绳索，替换成下一条可移动绳索时，很可能发生坠落。如果使用带钥匙扣的绳索和全身式防坠落设备，只要不连接下一根绳索，就无法卸下当前使用的绳索。

架空电缆施工时使用高空作业车来提供稳定的作业平台，但如果从扶手位置探出身体，可能因失去平衡而坠落。此外，如果作业平台上没有紧急停止装置或操作杆等，可能发生夹入事故。

在坠落事故中，掉入挖开的洞中也可能导致死亡。施工人员可能因失去平衡或滑倒等而坠落。

②交通事故（道路）

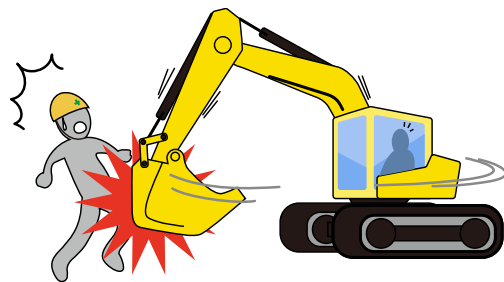
在所有建设工程的死亡事故中，汽车导致的事故占有较高的比例。许多交通事故发生在前往施工现场的途中，也有一些在施工车辆通过一般道路时发生。其他交通事故包括在公路装卸货物时被其他车辆撞伤、装载余土的倾卸卡车因行驶速度过快在过弯时翻车等。



在公路上进行铺管等施工时，很容易因一般车辆造成施工方完全没有过失的事故。比如在电线杆上进行架空电缆施工时，如果一般车辆拉倒电缆，可能造成工人与电缆一起坠落事故。为防止过往车辆进入施工区域，施工时应设置栅栏、护栏等安全设施并部署引导员。此外，不得在作业范围以外施工。

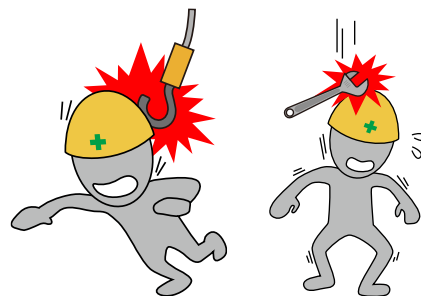
③被撞击或夹入

在公路上进行铺管等施工时，应避免反铲挖掘机引发事故。比如，施工人员可能被旋转的铲斗撞击或夹入铲斗与其他物体之间等。另外，反铲挖掘机由卡车装卸时很容易翻倒。此时，反铲挖掘机可能轧到施工人员并导致死亡。



④飞来坠落

飞来坠落事故是指因飞来或坠落的物体撞击而造成的事故，比如被起重机搬运的物体砸到，或者被压在坠落的物体之下等。此类事故可能因吊索安装不当或悬吊货物的移动等引起。施工人员不得走入悬吊货物下方的区域。此外，工具或未安装的部件坠落也可能引发事故。



⑤崩塌倒塌

电气工程中可能发生的事事故包括临时电线杆折断倒塌、装在卡车上的电线杆倒塌并压到

施工人员等。

⑥触电

触电是指电流通过人体而产生的强烈电击。触摸通电的电线或设备时，电流会通过人体流入地面。此外，触摸漏电设备或短路等误操作也可能引起触电。为防止触电，请采取以下措施。

施工时穿戴防带电保护装备、电工橡胶手套、绝缘服、电工橡胶长靴等保护装备。即使穿戴保护装备，保护装备未覆盖的身体部位仍然可能触电。因此，除了选择合适的保护装备，还应该尽可能在停电状态下施工。

在通电状态下，电工以外的其他人员可能触电。因此应事先联络与施工无关的人员，并采取措施禁止非施工人员进入现场。

触摸到未设想到的区域也可能触电，因此请确保在停电状态下施工。

在通电时误以为电源已断开也会引起触电事故。除了必须联络相关人员，施工前还需要验电，确保电源已断开。

⑦窖井内缺氧

在窖井内施工时，可能因缺氧和硫化氢中毒而引发缺氧症状并造成死亡。另外，如果不使用呼吸器进入缺氧环境进行救助，可能导致救援人员一起死亡。关于窖井相关的事故请参阅 6.5.4 “管道埋设工程注意事项” 的说明。

7.1.3 死亡事故多发的生命线和设备工程的特点

①电气设备施工特点和事故

电气设备工作涉及电力，可能因触电造成死亡。更换高压线、架空电缆施工等需要在高空进行，因此存在坠落的风险。

用电缆剪切断配置的电线等情况下可能发生触电事故。触电事故的原因包括未检查电源是否断开、未穿戴防触电保护装备等。

高空作业(比如在电线杆上安装电缆)时可能发生坠落事故。请尽可能在高空作业车等稳定的作业平台上施工。



在高空作业车上施工

②机械安装工程

安装大型机械时，可能因机械翻倒而压到施工人员。

③自来水管和污水管工程

自来水道和污水道工程需要在地上挖掘沟渠，以便管道通过。挖掘施工时可能发生多种事故。如果人员掉入挖开的洞中，此时沙土突然崩塌，可能造成活埋。挖掘深度为 1.5 米及以上时，原则上应采用钢制板桩等进行挡土处理。此外，路面断坡、覆盖板周围塌陷、被电缆或软管等绊倒也可能造成跌落事故。

挖掘施工中使用反铲挖掘机，容易发生反铲挖掘机引起的事故，比如施工人员被旋转的动臂击中，被正在倒车的挖掘机碾压等。必须部署一位专门的引导员，负责与反铲挖掘机操作员沟通，同时确保沟渠内施工人员的安全。反铲挖掘机自身也存在翻倒或掉入沟渠的风险。



污水管窰井工程

7.2 建筑工地的安全措施

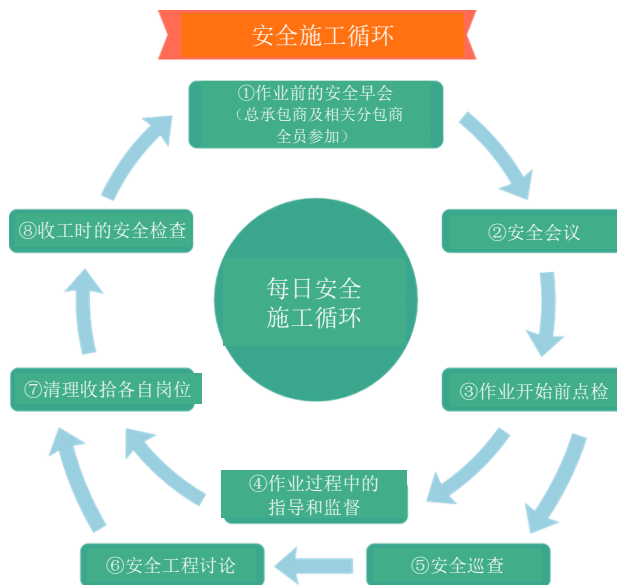
建筑工地有许多不同工种的技能人员出入。尽管不同工种的施工看起来不同，但有些要点是有经验的技能人员都会时刻注意的。掌握这些要点能够确保施工的高质量和安全性。第 7.2 节将介绍所有技能人员都应该掌握的关于安全措施的共同要点。

7.2.1 安全施工循环

通过落实安全施工循环，可以建立一个不易发生死伤事故的施工现场。安全施工循环旨在实现以下目标。

- a. 将施工与安全融为一体。
- b. 促进与总承包商及相关分包商之间的顺利合作。
- c. 让安全卫生措施成为一种习惯。
- d. 思考将安全放在首位的创新措施。
- e. 向全员通告施工和安全的相关事项。

我们需要将各项安全措施融入到建筑工地的日常业务中。为了预防死伤事故，必须制定每日安全施工循环并持续落实。



①作业前的安全早会

总承包商及相关分包商全员参加，由工地主任等汇报前一天的安全巡查结果并对当天的安全施工提供指导，然后大家一起做广播体操。

②安全会议

以领班为中心针对不同工种进行讨论。会议将回顾前一天的作业结果，对当天的作业流程

进行危险预知（KY），并对新员工进行培训。

③作业开始前点检

作业开始前实施安全点检，比如检查所使用的机械和工具并确认作业内容等。

④作业过程中的指导和监督

现场主管（领班、施工负责人等）对作业人员进行指导和监督。

⑤安全巡查

由工地主任等与合作单位实施安全巡查，并向各领班提供指示和指导。

⑥安全工程讨论

总承包商和各专业施工单位就第二天的施工与各工种人员沟通协调，并讨论施工方法等。

⑦清理收拾各自岗位

所有相关人员对各自岗位进行整理、整顿、清扫、清洁等。

⑧收工时的安全检查

总承包商和各专业施工单位的负责人对火灾、盗窃、公共灾害等的预防措施进行确认。

7.2.2 新员工安全卫生培训

新员工安全卫生培训是指企业在聘用新员工时提供的安全培训。《劳动安全卫生法规》对新员工安全卫生培训的内容作出了如下规定。

[1]机械、原材料等的危险性、有害性及处理方法。

[2]安全装置、有害物控制装置、保护装备的性能及操作方法。

[3]作业流程。

[4]作业开始前的点检。

[5]有关作业中可能发生的疾病的原因和预防措施。

[6]整理、整顿及保持清洁。

[7]发生事故时的应急措施和撤离。

[8]除以上各项内容之外，与施工业务相关的安全卫生方面的必要事项。

7.2.3 新员工培训

这里的“新员工”是指新进入施工现场的工人。近一半的死亡事故是在进入建筑工地的1星期内发生的。因此，厚生劳动省规定了“新员工培训”义务。《总承包商建筑工地安全管理指针》对培训的实施标准做出了如下规定。

[实施新员工培训]

如果受聘员工是初次在建筑工地进行作业，相关分包商应根据该建筑工地的特点，在员工开始作业之前由领班等通告以下事项，并将结果汇报给总承包商企业。

- [1]关于总承包商及相关分包商的员工混合作业的施工场所的情况
- [2]关于对员工构成危险的区域的情况（危险有害区域和禁止入内区域）
- [3]关于各方在混合作业场所的沟通和协调事宜
- [4]发生灾害时的疏散方法
- [5]指挥命令系统
- [6]负责的作业内容和预防死伤事故的措施
- [7]安全卫生章程
- [8]关于建筑工地安全卫生管理的基本方针、目标和预防死伤事故基本对策的计划。

相关方按照以下方式执行上述内容。

①承包商首次进入工地，作业开始当天的施工前

由总承包商（施工方）负责人、领班、安全卫生主管实施培训。

②新员工加入承包商当天的施工前

由领班和安全卫生主管实施培训。

培训在现场办公室的会议室或洽谈室进行，时长约30分钟。

7.2.4 确保安全作业的装备

下图为用于确保安全作业的装备。基本装备包括全身式防坠落设备（①）、头盔（②）、吊钩（③）及安全鞋（④）。



[全身式防坠落设备]全身式防坠落设备旨在防止施工时从高空坠落。自 2022 年 1 月 2 日起，如果作业平台的高度超过 6.75 米，则必须使用该装置。然而，在坠落事故多发的建筑业，即使在超过 5 米的高度作业，也需要使用全身式防坠落设备。另外，曾发生过员工穿上装置却不使用，结果发生事故的案例，所以施工时必须使用。

根据作业情况，员工还必须使用以下保护和安全教育设备。



[护目镜]用于保护眼睛免受施工现场或材料加工场所产生的金属粉尘、木屑、火花、热量、烟雾（包括有毒气体）、激光及其他有害射线的伤害。请根据使用目的选择最合适的护目镜。

[防护口罩]用于防止灰尘等微粒进入口鼻，包括一次性口罩和可更换滤片的口罩。厚生劳动省对口罩规格做出了规定。长期吸入电弧焊和切割岩石等施工中产生的粉尘会导致肺功能障碍（肺尘病），因此必须使用防护口罩。

[手套]在切削切割、涂装、各类安装及处理化学物质等施工时佩戴，以保护双手。但是，使用圆锯、钻床、倒角机、管螺纹切削机等刀刃旋转的设备时，手套（工作手套）可能被旋转的刀刃卷入，因此不得使用手套（工作手套）。

[电焊面罩]安装了防护面罩的头盔，可保护整个面部。主要用于焊接工程。

7.2.5 防中暑对策

日本的夏季有许多气温超过 30℃的“盛夏日”和气温超过 35℃的“酷暑日”。在炎热的场所施工可能导致中暑。中暑可能引起头晕、昏迷、肌肉疼痛、肌肉僵硬、大量出汗、头痛、不适、恶心、呕吐、疲劳、虚脱、意识障碍、痉挛、四肢运动障碍、体温升高等症状，不仅无法继续工作，甚至可能导致死亡。日本气象厅会计算出各地区的“炎热指数（湿球黑球温度指数）”预测值并提供该信息。为了降低湿球黑球温度指数，管理人员应安装并提供大风扇、遮阳网、干雾喷洒装置、休息区、空调、饮水机、冰箱、制冰机、饮料自动售货机等。在酷暑日（气温超过 35℃），有时可以提前上下班的时间。施工人员应在规定的休息时间前往安装了空调的休息区等阴凉的场所休息，并在施工前后补充水分和盐分。另外，请穿上透气的工作服和易吸热的安全防护背心。



7.2.6 旨在提高安全作业意识的标志

在建筑工地的不同位置都可以看到白色背景上的绿色十字标志。这个标志称为“绿十字”，代表了安全和健康。安全是施工现场的首要事项，因此该标志经常和“安全第一”的文

字一起出现。此外，头盔和含有受伤时急救所需的药品和工具的急救箱上也印有绿十字标志。

有时，绿十字会与代表“卫生”的“白十字”组合，作为安全卫生旗悬挂在空中。



绿十字示例



7.2.7 对于人为失误的理解

由人的因素造成的错误称为“人为失误”。人为失误是人类所特有的错误，不仅包括粗心大意造成的错误，也包括“偷工减料”、不完成指定任务而造成的错误。为了避免在建筑工地发生事故，施工时必须意识到人为失误的可能性。此外，人为失误不仅会造成人员伤亡等，还会影响到竣工建筑物的质量或导致工期延误。一般认为人为失误由 12 种原因造成。

①认知错误

因想当然造成的人为失误。比如，如果误以为“此类情况下应该收到这种指令”，可能导致误解对方的指令或信号。

②不注意

因注意力不足而造成的人为失误。尤其是专注于一件事时，对周围环境的注意力会下降，可能引发事故。比如专注于前方的施工时，可能因没有注意到身后的洞穴而坠落。

③注意力和意识下降

注意力和意识下降在执行简单的重复性任务时尤其容易发生。如果不断重复简单的任务，我们将不再考虑施工内容，而是无意识地重复操作。

④经验或知识的不足

因经验或知识不足而造成的人为失误，原因可能是无法正确使用工具、没有准确把握作业流程、未能预测施工过程中可能发生的事故等。在作业开始前的危险预知活动中，有经验的技能人员根据自身经验分享其对危险的预判。即使是初次施工，您也可以由此把握需要注意的事项。

⑤因为习惯而偷工减料

我们一旦习惯了一件事，就会更有信心，此时往往容易忽略新人会关注的事，或者跳过应该做的步骤。当我们习惯了一件事并放松时，事故就容易发生。无论多么习以为常，我们都要切实采取安全措施，施工前必须点检工具、检查并装备安全装置。

⑥群体缺陷

在群体范围内发生的人为失误。比如眼看就要赶不上工期，群体中很容易形成“即使做出不安全的行为也是迫不得已”这样的心态。按时完工固然重要，但人员安全是最重要的。另外，如果因不安全行为引发事故，其本身也会导致工期延误。

⑦抄近道、省去必要步骤

为了提高效率而忽略本应该采取的行动，并由此造成的人为失误。

⑧沟通不足

由于未明确传达指示内容而造成的人为失误。在不理解指示内容的情况下施工可能导致事故或工期延误。

⑨下意识的临场行为

现场行为是指在特点场合下不由自主采取的行动。尤其是当我们的意识聚焦于一点时，将忽略周围的环境。比如在人字梯上就要摔落，可能在情急之下扔掉工具以保护自己。扔出的工具如果击中其他员工，就会引发事故。

⑩慌乱

在惊慌失措的情况下，我们很容易采取不安全的行动或发出不合适的指示。

⑪身心机能下降

随着年龄的增长，年轻时能做的事可能无法再做到。尤其是腰腿部的功能下降和视力下降等是逐渐发生的，因此不容易觉察。员工需要意识到身心机能的下降，避免采取不合理的行为或姿势。

⑫疲劳

疲劳的累积和警觉性的降低可能导致事故发生。平时必须注意健康管理，保持充足睡眠并补充营养等。

“今天也请注意安全！”