

建筑业 10 项新技术

(2005)

1. 地基基础和地下空间工程技术

1.1 桩基新技术

1.1.1 灌注桩后注浆技术

(1) 主要技术内容

在钢筋笼上预埋注浆管和注浆阀，在成桩后一定时间内实施桩侧和桩底后注浆，一是加固桩底沉渣和桩侧泥皮；二是对桩底和桩侧一定范围的土体通过渗入（粗粒土）、劈裂（细粒土）和压密（非饱和松散土）注浆起到加固作用，从而增强桩侧阻力和桩端阻力，提高单桩承载力，减小沉降。在优化工艺参数的条件下，可使单桩承载力提高 40%~120%，粗粒土增幅高于细粒土，软土增幅最小，桩侧桩底复式注浆高于桩底注浆；桩基沉降减小 30%左右。

(2) 技术指标

根据地层性质、桩长、承载力增幅和桩的使用功能（抗压、抗拔）等因素，灌注桩后注浆可采用桩底注浆、桩侧注浆、桩侧桩底复式注浆。主要技术指标为：

浆液水灰比：地下水位以下 0.45~0.7，地下水位以上 0.7~0.9

最大注浆压力：软土层 2 MPa，软土层 4~8 MPa，风化岩 10~16MPa。

注浆水泥量： $G_c = a_p d(\text{桩端}) + a_s n d(\text{桩侧})$

$a_p = 1.5 \sim 1.8, a_s = 0.5 \sim 0.7$

n —桩侧注浆断面数 d —桩径 (m)

实际工程中，以上参数根据土的类别、土的饱和度、桩的尺寸、承载力增幅等因素适当调整，并通过现场试注浆最终确定。

(3) 适用范围

适用于泥浆护壁钻、挖孔灌注桩及干作业钻、挖孔灌注桩。

(4) 已应用的典型工程

该技术已在北京、天津、上海、福州、汕头、武汉、宜春、济南、廊坊、西宁、西安、德州、哈尔滨等地 200 余项高层、超高层建筑桩基工程中应用，经济效益显著，据对 80 项工程的初步统计，节约工程投资 1.5 亿元以上。对于单桩混凝土体积 8~20m³ 的桩，每根可节约造价 0.2~0.8 万元，具有极好的应用前景。

该技术由中国建筑科学研究院地基基础研究所研发 获 2 项发明专利 2000 年建设部认定其为国家工法。

1.1.2 长螺旋水下灌注成桩技术

(1) 主要技术内容

长螺旋水下成桩技术是采用长螺旋钻机钻孔至设计标高，利用混凝土泵将混凝土从钻头底压出，边压灌混凝土边提钻直至成桩，然后利用专门振动装置将钢筋笼一次插入桩体，形成钢筋混凝土灌注桩。后插钢筋笼应与压灌混凝土宜连续进行。与普通水下灌注桩施工工艺相比，长螺旋水下成桩施工，由于不需要泥浆护壁，无泥皮，无沉渣，无泥浆污染，施工速度快，造价低。

(2) 技术指标

基 桩 承 载 力：设计要求；

桩 径：设计要求；

桩 长：设计要求；

桩 垂 直 度： 1%；

混 凝 土 强 度：满足设计要求，不小于 C20；

混凝土塌落度：宜为 200 ~ 220mm；

提 钻 速 度：宜为 1.2 ~ 1.5m/min；

钢 筋 笼：设计要求，应具有一定刚度。

(3) 适用范围

适用于灌注桩水下施工。

(4) 已应用典型工程

该技术为一项灌注桩施工新技术，已在北京、天津、唐山等地 10 多项工程中应用，受到建设单位、设计单位和施工单位的欢迎，经济效益显著，具有极好的应用前景。

该技术由中国建筑科学研究院地基基础研究所研发并获发明专利。

1.2 地基处理技术

1.2.1 水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）复合地基成套技术

(1) 主要技术内容

水泥粉煤灰碎石桩复合地基是由水泥、粉煤灰、碎石、石屑或砂加水拌合形成的高粘结强度桩（简称 CFG 桩），通过在基础和桩顶之间设置一定厚度的褥垫层保证桩、土共同承担荷载，使桩、桩间土和褥垫层一起构成复合地基。桩端持力层应选择承载力相对较高的土层。水泥粉煤灰碎石桩复合地基具有承载力提高幅度大，地基变形小等特点，并具有较大的使用范

围。

(2) 技术指标

根据工程实际情况，水泥粉煤灰碎石桩常用的施工工艺包括长螺旋钻孔、管内泵压混合料成桩、振动沉管灌注成桩和长螺旋钻孔灌注成桩。主要技术指标为：

地基承载力：设计要求；

桩 径：宜取 350 ~ 600mm；

桩 长；设计要求，桩端持力层应选择承载力相对较高的土层；

桩身强度：混凝土强度满足设计要求，通常 C15；

桩 间 距：宜取 3 ~ 5 倍桩径；

桩垂直度： 1.5%；

褥 垫 层：宜用中砂、粗砂、碎石或级配砂石等，不宜选用卵石，最大粒径不宜大于 30mm。厚度 150 ~ 300mm，夯填度 0.9。

实际工程中，以上参数根据地质条件、基础类型、结构类型、地基承载力和变形要求等条件或现场试验确定。

(3) 适用范围

适用于处理粘性土、粉土、砂土和已自重固结的素填土等地基。对淤泥质土应按当地经验或通过现场试验确定其适用性。就基础形式而言，既可用于条形基础、独立基础，又可用于箱形基础、筏形基础。

(4) 应用情况

该技术已在北京、天津、廊坊、石家庄、唐山、成都、南宁、深圳、德州、长春、哈尔滨、新疆等地多层、高层建筑、工业厂房地基处理工程中广泛应用，经济效益显著，具有极好的应用前景。

1.2.2 夯实水泥土桩复合地基成套技术

(1) 主要技术内容

夯实水泥土桩是用人工或机械成孔，选用相对单一的土质材料，与水泥按一定配比，在孔外充分拌和均匀制成水泥土，分层向孔内回填并强力夯实，制成均匀的水泥土桩。通过在基础和桩顶之间设置一定厚度的褥垫层，使桩、桩间土和褥垫层一起构成复合地基。由于夯实中形成的高密度及水泥土本身的强度，与搅拌水泥土桩相比，夯实水泥土桩桩体有较高强度。夯实水泥土桩复合地基具有桩身强度均匀、施工速度快、不受场地的影响、造价低、无污染等特点。

(2) 技术指标

根据工程实际情况，夯实水泥土桩成孔可采用机械成孔（挤土、不挤土）

或人工成孔，混合料夯填可采用人工夯填和机械夯填。技术指标为：

地基承载力：设计要求；

桩 径：宜为 300 ~ 600mm；

桩 长：设计要求，人工成孔，深度不宜超过 6m；

桩 距：宜为 2 ~ 4 倍桩径；

桩 垂 直 度： $\leq 1.5\%$ ；

桩体干密度：设计要求；

混合料配比：设计要求；

混合料含水率：人工夯实 土料最优含水率 W_{op+} (1 ~ 2)；

机械夯实 土料最优含水率 W_{op-} (1 ~ 2)；

混合料压实系数： ≥ 0.93 ；

褥 垫 层：宜用中砂、粗砂、碎石等，最大粒径不宜大于 20mm。

厚度 100 ~ 300mm，夯填度 ≤ 0.9 。

实际工程中，以上参数根据地质条件、基础类型、结构类型、地基承载力和变形要求等条件或现场试验确定。

(3) 适用范围

适用于处理地下水位以上的粉土、素填土、杂填土、粘性土等地基。处理深度不宜超过 10m。

(4) 应用典型工程

夯实水泥土桩技术自开发应用以来，就受到建设单位、设计单位的欢迎，目前已在华北地区广泛应用，已处理工程数千项，取得了显著的经济效益和社会效益。

1.2.3 真空预压法加固软基技术

(1) 主要技术内容

真空预压法是在需要加固的软粘土地基内设置砂井或塑料排水板，然后在地面铺设砂垫层，其上覆盖不透气的密封膜使与大气隔绝，通过埋设于砂垫层中的吸水管，用真空装置进行抽气，将膜内空气排出，因而在膜内外产生一个气压差，这部分气压差即变成作用于地基上的荷载。地基随着等向应力的增加而固结。抽真空前，土中的有效应力等于土的自重应力，抽真空后，土体完成固结时，真空压力完全转化为有效应力。

(2) 技术指标

该加固方法的技术指标有：密封膜内的真空度、加固土层要求达到的平均固结度、加固区的沉降值。当采用合理的施工工艺和设备，膜内真空度一般可维持相当于 80kPa 的真空压力；加固区要求达到的平均固结度，一般

可采用 80%的固结度，如工期许可，也可采用更大一些的固结度作为设计要求达到的固结度；先计算加固前建筑物荷载作用下天然地基的沉降量，然后计算真空预压期间完成的沉降量，两者之差即为预压后建筑物使用荷载作用下可能发生的沉降。

(3) 适用范围

该地基加固方法适用于软粘土的地基加固，在我国广泛存在着海相、湖相及河相沉积的软弱粘土层。这种土的特点是含水量大、压缩性高、强度低、透水性差。在建筑物荷载作用下会产生相当大的沉降和沉降差。对于该种地基，尤其是大面积处理时，如在该地基上建造码头、机场等，真空预压法是处理软粘土地基的有效方法之一。

(4) 已应用的典型工程

黄骅港码头、深圳福田开发区、天津塘沽开发区、深圳宝安大道等。

1.2.4 强夯法处理大块石高填方地基

(1) 主要技术内容

强夯法处理大块石高填方地基方法主要是指强夯置换法，与其他地基处理方法相比具有费用低、施工简单等优点，分整式置换和桩式置换二种方法。整式置换法是用强夯的冲击能将软弱土挤开置换成块石层，其机理与换填垫层法作用相似。桩式置换法是采用巨大的夯击能量将块石夯穿被加固土层并使块石沉底形成桩体，并与周围土体形成复合地基。由于桩体的加筋作用，地基中应力向桩体集中，使其分担了大部分基底传来的荷载；同时桩体的存在也使得土体中由于强夯引起的超静水孔隙水压力迅速消散，加快土体固结，提高土体抗剪强度，从而复合地基承载力相应提高。

(2) 技术指标

夯击能量：单击夯击能量按 Menard 公式进行估算，锤底单位面积静压力不得小于 100kN/m^2 。整式置换法单位夯击能不宜小于 $1500\text{kN}\cdot\text{m/m}^2$ ；桩式置换法单位夯击能不宜小于 $300\text{kN}\cdot\text{m/m}^2$ 。

夯击次数：通过现场试验确定，整式置换法宜控制在最后一击夯沉量不大于 50mm ；桩式置换法宜控制在最后一击夯沉量不大于 200mm 。

夯点间距：夯点位置可按三角形、正方形布置。

整式置换法的夯点间距 $S=D+(0.3\sim 0.4)H$ ；

桩式置换法的夯点间距 $S=2\sim 3D$ ； D 为锤径， H 为加固深度。

夯沉量：每阵夯沉量不宜大于 0.8 倍锤高，累计夯沉量宜为 $1.5\sim 2.0H$ 。

加固宽度：每边应超出基础外边缘 $(0.5\sim 1.0)H$ ，且不小于 3m 。

(3) 适用范围

强夯置换法适用于坐落在回填土、碎石土、湿陷性黄土、粘土、粉土、淤泥质土、淤泥等多种土层的工业与民用建筑，加固深度不宜超过 7m。

(4) 已应用的典型工程

已应用的代表性工程有深圳国际机场停机坪、深圳西部通道工程等。

1.2.5 爆破挤淤法技术

(1) 主要技术内容

通过爆炸冲击作用降低淤泥结构性强度，同时利用抛石体本身的自重使爆前处于平衡状态的抛石体向强度降低处的淤泥内滑移，达到泥、石置换的目的。首先沿堤轴线陆上抛填达到爆炸处理的设计高程与宽度（见图 1），形成爆前抛石堤纵断面线，然后在抛石堤前端“泥—石”交界面 前方一定位置、一定深度处的淤泥层内埋置单排群药包，引爆群药包，在淤泥内形成爆炸空腔，抛石体随即坍塌充填空腔形成“石舌”，同时抛石体前方和下方一定范围内的淤泥被爆炸弱化，强度降低，抛石体下沉滑移挤淤。

随后进行抛石，当淤泥内剪应力超过其抗剪强度时，抛石体沿定向滑移线 朝前方定向滑移，达到新的平衡后滑移停止。继续加高抛填，从而又出现新的定向滑移下沉，如此反复出现多次，直到抛石堤稳定为止，此时单循环结束。另外，当新的循环开始时，其爆炸作用对已形成的抛石体仍有密实和挤淤作用。

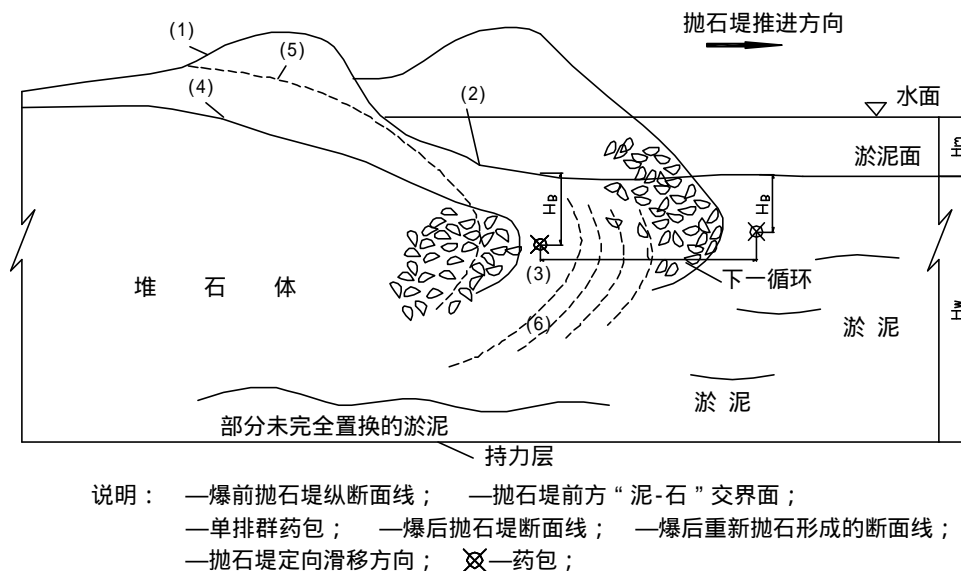


图 1 爆破挤淤法示意图

(2) 技术指标

爆破参数设计

1) 药量计算

线药量 q (kg/m)

$$q_L = q_0 \cdot L_H \cdot H_{mw}$$

$$H_{mw} = H_m + \frac{g_w}{g_m} \cdot H_w$$

式中： L_H —单循环进尺量，一般为 4 ~ 7m；

H_{mw} —计入覆盖水深的折算淤泥深度，m；

H_m —淤泥深度，m；

H_w —覆盖水深，即淤泥面以上的水深，m；

q_0 —爆破挤淤法单耗，即爆除单位体积淤泥所需的药量 (kg/m³)，
一般为 0.6 ~ 1.0。

w —水重度 (kN/m³)；

m —水重度 (kN/m³)；

单次爆炸药量 Q

$$Q = (0.8 \sim 1.2) B \cdot q$$

式中： B —堤头处宽度，m。

2) 药包埋深 H_b

$$H_b = (0.2 \sim 0.45) H_{mw}$$

3) 药包间距 a

一般取为 2.0 ~ 3.0m。

4) 群药包布药宽度 L_b

$$L_b = (0.8 \sim 1.2) B, m$$

堤头、堤侧爆炸处理参数的计算基本一致，一次起爆的总药量应根据爆破安全要求进行适当控制。

爆破施工

1) 爆破施工流程

施工的主要设备为水上布药船或陆上装药机。爆破挤淤施工的主要流程如下：

用汽车与推土机抛填石料达到爆炸处理的堤顶高程和拟抛填断面宽度。

在堤头抛填体前方“泥—石”交界面一定距离处，利用装药机械按设计位置将群药包埋于淤泥中。

引爆炸药，堤头抛石体向前方滑移跨落，形成“爆炸石舌”。

马上进行下循环抛填，此时由于淤泥被强烈扰动后，强度大大降低，可出现多次“抛填—定向滑移下沉”循环。当抛填达到设计断面时，进行下循环装药放炮。以后的过程就是“抛填—装药—引爆”的重复循环，一次循环进尺为 5 ~ 7m，依淤泥性质和现场试验而定。

在抛石堤进尺达到 50m 以上时，进行两侧埋药爆炸处理。经两侧爆炸处理后，堤宽达到设计宽度，两侧抛石堤落底宽度增加，达到设计断面，并基本落底于下卧持力层上，日趋稳定。

2) 质量检查

在施工期和竣工期均应进行检查。可选用以下检查方法：

体积平衡法一般在施工期采用，适用于具备抛填计算条件，抛填石料流失量较小的工程。根据实测方量及断面测量资料推算置换范围及深度。

钻孔探测法适用于一般性工程。在抛石堤横断面上布置钻孔，断面间距宜取 100-500m，不少于 3 个断面；每断面布置钻孔 1-3 个，全断面布置 3 个钻孔的断面数不少于总断面的一半。钻孔应揭示抛填体厚度、混合层厚度，并深入下卧层不少于 2m。

物探法适用于一般性工程，应与钻孔探测法配合使用。

爆破安全

1) 爆破震动

《爆破安全规程》(GB6722-2003) 6.2.2 条规定了爆破震动安全允许标准。在重要建（构）筑物附近进行爆破时，必须进行爆破震动监测。根据《爆破安全规程》(GB6722-2003) 规定，爆破震动速度可按照下式进行预测。

$$V = K \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^a$$

式中：V—爆破震动速度，cm/s；

K、a—与爆破地形、地质条件有关的系数和衰减指数；

R—爆源距测点间距离，m。

通过对测试数据进行分析，回归出符合当地地形地质条件的震动速度公式进行预测。缺乏实测数据时，可按表 1 进行 K、a 值的选取。

表 1 K、a 值		
爆区地质	K	a
天然岩石地基	400	1.35
抛填强夯地基	500	1.43
抛填石料地基	450	1.65

2) 水中冲击波安全距离

爆破时水中冲击波安全距离可参照《爆破安全规程》(GB6722-2003) 6.3.6 之规定进行。

(3) 适用范围

目前国内采用爆破挤淤法置换淤泥软基的厚度一般在 4~20m，对于淤泥厚度小于 4m 时，可与抛石挤淤、强夯挤淤比较，大于 20m 时，须进行论证。

(4) 已有的典型工程

该技术在海军 16642 工程防波堤、连云港西大堤、浙江嵊泗中心渔港防波堤、大连港东区围堤、珠海电厂陆域围堤、浙江玉环坎门渔港防波堤、深圳滨海大道、广东汕头华能电厂以及深港西部通道等上百项工程中被成功采用。该技术具有工期短、造价少及工后沉降量小等特点，技术经济效益极其显著，具有极好的应用前景。

1.2.6 土工合成材料应用技术

(1) 主要技术内容

土工合成材料是一种新型的岩土工程材料，分为土工织物、土工膜、特种土工合成材料和复合型土工合成材料等种。

土工合成材料具有过滤、排水、隔离、加筋、防渗和防护等六大功能及作用。在我国不仅已经广泛应用于建筑工程的各种领域，而且已成功地进行研究、开发了成套的应用技术。

土工织物滤层应用技术；

土工合成材料加筋垫层应用技术；

土工合成材料加筋挡土墙、陡坡及码头岸壁应用技术；

土工织物软体排应用技术；

土工织物充填袋应用技术；

模袋混凝土应用技术；

塑料排水板应用技术；

土工膜防渗墙和防渗铺盖应用技术；

软式透水管和土工合成材料排水盲沟应用技术；

土工织物治理路基和路面病害应用技术；

11 土工合成材料三维网垫边坡防护应用技术等。

(2) 技术指标

目前我国的土工合成材料产品的品种、规格已趋齐全，产量具有相当规模，其主要技术性能指标和产品质量已达到国际水平，可以满足各类工程对其力学性能、水力学性能、耐久性能和施工性能的需要。

土工合成材料应用在各种工程不仅能很好地解决传统材料和传统工艺难于解决的技术问题，而且均取得了显著的经济效益，工程造价可降低 15% 以上。

(3) 适用范围

土工合成材料应用技术的适用范围十分广泛。可在所有涉及岩土领域的各种建筑工程中应用。

(4) 已应用的典型工程

我国各地的水利、水运、铁路、公路、机场、市政、环保、工业与民用建筑等行业均大量地使用了土工合成材料。据粗略统计，应用土工织物滤层应用技术的工程超过近 10000 个；应用加筋垫层技术的超过 1000 个，使用加筋技术修建的高大挡土墙和码头岸壁超过 100 个，仅重庆市的加筋岸壁的长度已超过 20km；土工织物软体排已应用于所有的航道整治工程；麻袋混凝土技术不仅在苏南运河已有 30 年的应用历程，近几年也在海湾工程中得到大规模的使用；长江堤防工程和许多堆石坝已大量土工膜防渗墙；高速公路广泛采用土工织物综合治理路基和路面病害，均取得了显著的技术经济效益。

长江口深水航道治理工程：该工程于 1998 年开工。其主要整治建筑物有南、北导堤两座总长 97.28 Km、丁坝 24 座总长 19.09 Km、分水口鱼嘴浅堤 3.8 Km。该工程大规模地使用了软体排护底、充填袋筑堤、塑料排水板处理软土地基和模袋混凝土压顶技术。共使用各类土工织物 3285 万 m²、加筋带 3826 万 m、塑料排水板 670 万 m。很好的控制了河势稳定、保障了堤身结构在施工期和使用期的稳定安全。该工程的二期工程已于 2004 年竣工，确保了二期工程航道整治目标水深的实现。

青藏铁路工程：在新建的 1118Km 线路中，积极慎重大量地应用了土工合成材料，解决了高寒地区筑路的特殊技术问题。如在高含冰量较高路基堤中采用土工格栅，加强了路基的强度，解决不均匀沉降，避免纵向裂缝；在高含冰量冻土段的路暂及深季节冻土段使用防渗复合土工膜，防止了地表水渗入地基，影响冻土的温度场及水分含量避免造成融化下沉和冻胀问题的产生；采用平面及三维土工网垫，试验人工植草，解决边坡防护；使用土工格室进行软土地基处理和边坡柔性防护等，均取得了良好的效果。

1.3 深基坑支护及边坡防护技术

1.3.1 复合土钉墙支护技术

(1) 主要技术内容

复合土钉墙是 20 世纪 90 年代研究开发成功的一项深基坑支护新技术。它是由普通土钉墙与一种或若干种单项轻型支护技术(如预应力锚杆、竖向钢管、微型桩等)或截水技术(深层搅拌桩、旋喷桩等)有机组合成的支护截水体系，分为加强型土钉墙，截水型土钉墙，截水加强型土钉墙三大类。复合土钉墙具有支护能力强，适用范围广，可作超前支护，并兼备支护、截水等性能，是一项技术先进，施工简便，经济合理，综合性能突出的深基坑支护新技术。

(2) 技术指标

复合土钉墙目前尚无技术标准,其主要组成要素普通土钉墙、预应力锚杆、深层搅拌桩、旋喷桩等应符合国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-99 等技术标准的要求。另外,微型桩一般桩径 250~300,间距 0.5~2.0m,骨架可采用钢筋笼或型钢,端头伸入坑底以下 2.0~4.0m。竖向钢管一般 48~60,壁厚 3~5mm。复合土钉墙在水位以下和软土中,采用 48、厚 3.5mm 钢花管土钉,直接用机械打入土中,并从管中高压注浆压入土体。

(3) 适用范围

复合土钉墙可用于回填土、淤泥质土、粘性土、砂土、粉土等常见土层;可在不降水条件下采用,解决了在城市建设中因环境限制不宜人工降水的难题;在无环境限制时,可垂直开挖与支护,易于在场地狭小的条件下方便施工;在工程规模上,深度 20m 以内的深基坑均可根据具体条件,灵活、合理地推广使用。

(4) 已应用的典型工程

复合土钉墙由于技术上和经济上的综合优势,目前在北京、上海、深圳、广州、浙江、南京、武汉等地得到了广泛的应用,仅深圳、上海每年应用复合土钉墙支护的基坑工程都在 150~200 个,典型的工程如深圳电视中心(深 9.3~12.85m);深圳长城盛世家园一期(深 11.65m),深圳长城盛世家园二期(14.2~21.7m);深圳凤凰大厦(深 14.0m);深圳假日广场(深 14.0~20.0m);上海西门广场等一批深 5.0~7.0m,并有深层软土的基坑;广州地铁新港站(深 9~14.1m)等。

1.3.2 预应力锚杆施工技术

(1) 主要技术内容

将拉力传递到稳定的岩层或土体的锚固体系。锚杆的一端与岩土体或结构物相连,另一端锚固在岩土体层内,并对其施加预应力,以承受岩土压力、水压力、抗浮、抗倾覆等所产生的结构拉力,用以维护岩土体或结构物的稳定。它通常包括杆体(由钢绞线、钢筋、特殊钢管等筋材组成)、灌浆体、锚具、套管和可能使用的连接器。预应力锚杆施工包括:钻孔、预应力钢筋制作安放、灌浆、外锚头制作及张拉与锁定。

(2) 技术指标

预应力锚杆施工技术指标应符合标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB50086-2001、《建筑基坑支护技术规程》JGJ122-99、《岩土锚杆设计与施工规范》(送审稿-2004)等的规定。通常锚杆钻孔直径为 130~160mm,

荷载设计值为 200 ~ 3000kN。

(3) 适用范围

预应力锚杆广泛的应用于各类岩土体加固工程，如：隧道与地下洞室的加固、岩土边坡加固、深基坑支护、混凝土坝体加固、结构抗浮、抗倾覆，各种结构物稳定与锚固等。

(4) 已应用典型工程

预应力锚杆在国内的土建工程中，例如高层建筑深基础工程、水电工程、铁道工程、交通工程、矿山工程、军工工程等基础设施工程中逐渐得到广泛应用。比较典型的工程有北京京城大厦深基坑支护工程、三峡永久船闸高边坡预应力锚杆加固工程、首都机场扩建工程地下车库抗浮工程、小浪底水利枢纽地下厂房支护工程、京福高速公路边坡加固及滑坡整治工程。

1.3.3 组合内支撑技术

(1) 主要技术内容

组合内支撑技术是建筑基坑支护的一项新技术，它是在混凝土内支撑技术的基础上发展起来的一种内支撑结构体系，主要利用组合式钢结构构件截面灵活可变、加工方便等优点，其具有以下特点：

适用性广，可在各种地质情况和复杂周边环境使用；

施工速度快；支撑形式多样；

计算理论成熟；

可拆卸重复利用，节省投资。

(2) 技术指标

(3) 适用范围

适用于周围建筑物密集，相邻建筑物基础埋深较大，周围土质情况复杂，施工场地狭小，软土地等深大基坑。

(4) 已应用典型工程

北京国贸中心、广东工商行业务大楼、广东荔湾广场、广东金汇大厦。

1.3.4 型钢水泥土复合搅拌桩支护结构技术

(1) 主要技术内容

型钢水泥土复合搅拌桩支护结构同时具有抵抗侧向土水压力和阻止地下水渗漏的功能，主要用于深基坑支护。其制作工艺是：通过特制的多轴深层搅拌机自上而下将施工场地原位土体切碎，同时从搅拌头处将水泥浆等固化剂注入土体并与土体搅拌均匀，通过连续的重叠搭接施工，形成水泥土地下连续墙；在水泥土硬凝之前，将型钢插入墙中，形成型钢与水泥土的复合墙体。实际工程应用中主要有两种结构形式：I 型是在水泥土墙中

插入断面较大 H 型，主要利用型钢承受水土侧压力，水泥土墙仅作为止水帷幕，基本不考虑水泥土的承载作用和与型钢的共同工作，型钢一般需要涂抹隔离剂，待基坑工程结束之后将 H 型钢拔除，以节省钢材。II 型是在水泥土墙内外两侧应力较大的区域插入断面较小的工字钢等型钢，利用水泥土与型钢的共同工作，共同承受水土压力并具有止水帷幕的功能。该技术具有以下技术特点：施工时对邻近土体扰动较少，故不致于对周围建筑物、市政设施造成危害；可做到墙体全长无缝施工、墙体水泥土渗透系数 k 可达 10^{-7} cm/s，因而具有可靠的止水性；成墙厚度可低至 550mm，故围护结构占地和施工占地大大减少；废土外运量少，施工时无振动、无噪声、无泥浆污染；工程造价较常用的钻孔灌注排桩的方法约节省 20% ~ 30%。

(2) 技术指标

水泥土地下连续墙按《地基处理技术规程》J220-2002 相关要求施工。水泥土强度宜大于 1MPa，水泥土渗透系数 k 宜大于 10^{-6} mm/s。水泥土墙厚宜大于 550mm，且应符合当地对水泥土止水帷幕厚度的要求和施工技术的要求。型钢的断面、长度和在水泥土墙中的位置应由设计计算确定。型钢材质须满足国家相关规范的要求。

(3) 适用范围

该技术可在粘性土、粉土、砂砾土使用，目前国内主要在软土地区有成功应用。该技术目前可在开挖深度 15m 下的基坑围护工程中应用。

(4) 已应用的典型工程

型钢水泥土复合搅拌桩支护结构在许多基坑支护工程中得到了成功应用，例如：上海静安寺下沉式广场、上海国际会议中心、和田路下立交引道、丁香花园大厦、地铁陆家嘴车站出入口、地铁 2 号线龙东路延伸段、上海梅山大厦、上海怡丰基地等工程的基坑围护。

1.3.5 冻结排桩法进行特大型深基坑施工技术

(1) 主要技术内容

基础冻结排桩法的基本思路是：以含水地层冻结形成的冻结帷幕墙为基坑的封水结构，以排桩及内支撑系统为抵抗水土压力的受力结构，充分发挥各自的优势特点。在施工深、大基坑时，采用排桩作为结构支撑体系工艺成熟，冻结帷幕具有良好的封水性能，两种技术的结合不仅解决了基础维护结构的嵌岩问题而且解决了封水问题，施工可操作性强。两种技术的结合既是优势互补，又是一种大胆的技术创新。

为了保护冻结墙体，增加封水深度减少基底涌水量和扬压力，通过冻结孔外侧设置的多个注浆孔在一定标高范围内形成注浆帷幕。同时考虑到冻结

过程中冻土体积膨胀会产生一定的冻胀力，为降低冻胀力对排桩结构的影响，在冻结孔外侧距其中心一定位置处插花布设多个卸压孔，

施工中需要注意的问题：

在冻结过程中土的体积膨胀将对排桩产生较大的水平冻胀压力。

排桩靠基坑内侧在基坑开挖过程中与空气接触后，温度将急剧上升；而另外一侧与冻土墙体接触温度非常低，排桩因两侧巨大温差将产生的温度应力。

冻土墙体达到设计厚度后，如何对其进行有效控制从而避免产生更大的冻胀力。

岩土力学基本理论的不成熟，设计计算所采用的数学力学模型岩土体的实际应力-应变状态常存在着较大的差距，必须加强工程监测，通过信息化施工及时发现问题，保证工程安全。

(2) 技术指标

根据深大基坑施工的技术难点和特点冻结排桩法施工，各分项工程的主要技术指标如下：

排桩垂直度：1/200；

排桩充盈系数：5%；

排桩平面位置偏差： $\pm 2\text{cm}$ ；

冻结管垂直度：表土 0.3%；岩层 0.5%；

盐水温度：积极冻结期-25 ~ -28 ；维护冻结期-22 ~ 25 ；

设计冷凝温度：30 ；

冻结壁平均温度：-7 ；

(3) 适用范围

冻结止水适应于各种不良地质情况，并且基坑越深，其经济上、工期上的优势也就越大，特别是地下水丰富的软土地层就更具有优越性。适用于 25-50 米的大型和特大型基坑（矩形、圆形和其他几何形状）的施工。

(4) 已应用的典型工程

在润杨长江公路大桥南汉悬索桥南锚碇基础等项目的施工中得以应用，并取得成功经验，为今后特大型深基坑基础工程开创了新的技术手段。

该项目由中国路桥集团第二公路工程局开发，是中国路桥集团重点资助的科技开发项目。

1.3.6 高边坡防护技术

(1) 主要技术内容

经过采用极限平衡法、数值分析方法对边坡稳定性进行分析计算，得出保

证高边坡稳定所需要的锚固力。通过在坡体内施工预应力锚索、打入一定数量的系统锚杆（土钉）或注浆加固对边坡进行处治。系统预应力锚索为主动受力，单根锚索设计锚固力可高达 3000KN，是高边坡深层加固防护的主要措施。系统锚杆（土钉）对边坡防护的机理相当于螺栓的作用，是一种对边坡进行中浅层加固的手段。根据滑动面的埋深确定边坡不稳定块体大小及所需锚固力，一般多用预应力锚（索）杆有针对性的进行加固防护。为防治边坡表面风化、冲蚀或弱化，主要采取植物防护、砌体封闭防护、喷射（网喷）混凝土等作为坡面防护措施。

(2) 技术指标

根据边坡高度、岩体性状、构造及地下水的分布，判断潜在滑动面的位置。选择适宜的计算方法确定所需的锚固力并给出整体安全系数。采用加固防护措施提高边坡的稳定性。主要技术指标为：

锚索锚固力：500 ~ 3000KN

锚杆锚固力：100 ~ 500KN

喷射混凝土：强度不低于 C20

锚（索）杆固定方式：可采用机械固定、灌浆（胶结材料）固定、扩张基底固定方式，根据粘结强度确定锚固力设计值。

在实际工程中，要结合边坡坡度、高度、水文地质条件、边坡危害程度合理选择防护措施，提高地层软弱结构面、潜在滑动面的抗剪强度，改善地层的其它力学性能，并加固危岩，将结构物—地层形成共同工作的体系，提高边坡稳定性。

(3) 适用范围

高度大于 30m 的岩质高陡边坡、高度大于 15m 的土质边坡、水电站侧岸高边坡、船闸、特大桥桥墩下岩石陡壁、隧道进出口仰坡等。

(4) 已应用的典型工程

高边坡加固防护技术在交通、铁道、水电、矿山等行业应用规模不断扩大，展示了广阔的发展前景。在三峡永久船闸高边坡、李家峡水电站侧岸边坡、小浪底水利枢纽高边坡、小湾水电站高边坡、宜昌下涝溪特大桥桥墩下岩石陡壁锚固、大连港矿石码头高边坡、京福国道、京珠高速等项目中应用高边坡加固防护技术，取得了良好的工程效果。

1.4 地下空间施工技术

1.4.1 暗挖法

(1) 主要技术内容

暗挖法即新奥法，它是在传统矿山法修建隧道方法的基础上发展起来的。

新奥法创立之前，采用传统矿山法修建隧道。传统矿山法认为，开挖隧道必然要引起围岩坍塌掉落，开挖的断面越大，坍塌的范围也越大。因此，传统的隧道结构设计方法将围岩看成是必然要松弛塌落而成为作用于支护结构上的荷载。传统矿山法将隧道断面分成为若干小块进行开挖，随挖随用钢材或木材支撑，然后，从上到下，或从下到上砌筑刚性衬砌。这是与当时的机械设备、建筑材料和技术水平相一致的。

随着锚喷技术的出现和岩石力学理论的进展，人们对开挖隧道过程中所出现的围岩变形、松弛、崩塌等现象有了更深入的认识。1963 年，由奥地利学者 L. 腊布兹维奇教授命名的“新奥地利隧道施工法（New Austria Tunnelling Method）”，简称“新奥法（NATM）”正式出台。它是以控制爆破或机械开挖为主要掘进手段，以锚杆、喷射混凝土为主要支护方法，将理论指导、监控量测和工程经验相结合的一种施工方法。其主要技术内容包括：新奥法的原理及技术要点；新奥法的分类及施工工艺；光面爆破、控制爆破及机械开挖技术；锚喷支护技术；监控量测及信息反馈技术。

(2) 技术指标

新奥法的技术指标应符合《铁路隧道设计规范》TB10003-2001、《铁路隧道新奥法指南》（中国铁道出版社，1988）和《公路隧道设计规范》JTJ026-90 的规定。

(3) 适用范围

可应用于铁路隧道、公路隧道、地下铁道及其它地下工程的设计和施工。

(4) 已应用的典型工程

从 20 世纪 80 年代初开始，我国隧道工程的设计与施工全面推广和实施新奥法，著名的隧道工程有大瑶山隧道、华蓥山隧道、五指山隧道、米花岭隧道、秦岭隧道、圆梁山隧道等。

1.4.2 逆作法

(1) 主要技术内容

逆作法是建筑基坑支护的一种施工技术，它通过合理利用建（构）筑物地下结构自身的抗力，达到支护基坑的目的。传统意义上的逆作法是将地下结构的外墙作为基坑支护的挡墙（地下连续墙），将结构的梁板作为挡墙的水平支撑、将结构的框架柱作为挡墙支撑立柱的自上而下作业的基坑支护施工方法。根据基坑支撑方式，逆作法可分为全逆作法、半逆作法和部分逆作法三种。逆作法设计施工的关键是节点问题，即墙与梁板的联接，柱与梁板的联接，它关系到结构体系能否协调工作，建筑功能能否实现。

与其它施工技术相比，逆作法具有以下技术特点：1.适用性广，可在各种地质条件和周围环境下作业；2.基坑变形小，对周围环境和建筑物影响小；3.施工效率高，工程施工总工期短；4.结构设计合理；5.施工工序简化，经济效益明显。

(2) 技术指标

逆作法的设计施工应符合国家标准《建筑地基基础设计规范》GB5007-2001 和国家行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB9258-97 的相关规定。

(3) 适用范围

适用于建筑群密集，相邻建筑物较近，地下水位较高，地下室埋深大和施工场地狭小的高（多）层地上、地下建筑工程，如地铁站、地下车库、地下厂房、地下贮库、地下变电站等。

(4) 已应用的典型工程

我国已有近百项逆作法建筑基坑支护的工程实例，比较典型的工程有：北京百货大楼新楼、上海恒积大厦、广州国际银行中心、北京地铁天安门东站等。

1.4.3 盾构法

(1) 主要技术内容

盾构法是在地表以下土层或松软岩层中暗挖隧道的一种施工方法。自 1818 年法国工程师布鲁诺尔（Brunel）发明盾构法以来，经过 100 多年的应用与发展，已使盾构法能适用于任何水文地质条件下的施工，无论是松软的、坚硬的、有地下水的、无地下水的暗挖隧道工程都可用盾构法。盾构法施工之所以广泛采用，除了城市地下工程发展的客观需要外，还由于该法本身具有以下突出的优越性。1.施工安全：在盾构设备掩护下，于不稳定土层中，可安全进行土层开挖与支护工作。2.暗挖方式：施工时与地面工程及交通互不影响，尤其是在城区建筑物密集和交通繁忙地段，该法更有优越性。3.震动和噪音小：可严格控制地表沉陷，对施工区域环境影响小，对施工地区附近的居民几乎没有干扰。盾构法施工作业的主要技术内容包括：盾构分类及选型；盾构技术参数设计；盾构施工技术；盾构施工的地表沉陷及地层移动控制技术。

(2) 技术指标

盾构法的技术指标应符合《隧道标准规范（盾构篇）及解说》（日）的规定。

(3) 适用范围

适用于各类土层或松软岩层中隧道的施工。

(4) 已应用的典型工程

近年来，我国城市地铁隧道、污水隧道及管线隧道的修建越来越广泛地采用盾构法。广州、深圳、南京和北京地铁隧道的修建均采用了盾构法。典型的盾构隧道工程：上海地铁盾构隧道、深圳地铁盾构隧道、广州地铁盾构隧道、南京地铁盾构隧道、北京地铁五号线盾构隧道、北京清河污水盾构隧道等。

1.4.4 非开挖埋管技术

(1) 主要技术内容

非开挖埋管技术即人们通常所说的顶管法施工技术。顶管法是直接在松软土层或富水松软地层中敷设中、小型管道的一种施工方法。它无须挖槽，可避免为疏干和固结土体而采用降低水位等辅助措施，从而大大加快施工进度。在特殊地层和地表环境下施工，具有很多优点。顶管法已有百年历史。短距离、小管径类地下管线工程施工，广泛采用顶管法。近几十年，中继接力顶进技术的出现使顶管法已发展成为可长距离顶进的施工方法。顶管法的主要技术内容包括：顶管法的基本构成，包括顶进设备、顶管机头、中继环、工程管及吸泥设备；顶管法顶力计算；顶管法综合施工技术，包括顶管工作坑的开挖、穿墙管及穿墙技术、顶进与纠偏技术、陀螺仪激光导向技术、局部气压与冲泥技术及触变泥浆减阻技术。

(2) 技术指标

顶管法的技术指标应符合国家行业标准《顶管施工规范》的规定。

(3) 适用范围

适用于直接在松软土层或富水松软地层中敷设中、小型管道。

(4) 已应用的典型工程

近几十年，中继接力顶进技术的出现使顶管法已发展成为可长距离顶进的施工方法，使顶管技术在长距离穿越江河、湖泊及地面交通工程等的地下管道的敷设工程中逐渐得到普遍应用。比较典型的工程有：浙江镇海穿越甬江的顶管工程、上海穿越黄浦江的顶管工程、西气东输穿越黄河顶管工程等。

2. 高性能混凝土技术

2.1 混凝土裂缝防治技术

(1) 主要技术内容

混凝土裂缝已成为混凝土工程质量通病，如何防治混凝土裂缝是工程技术人员迫切希望解决的技术难题。然而防治混凝土裂缝是一个系统工程，包

括设计、材料、施工中每一个技术环节。本技术主要是叙述防治裂缝的一些关键技术，提高混凝土抗裂性能，从而达到防治混凝土裂缝的目的。本技术的主要内容包括：设计的构造措施、混凝土原材料（水泥、掺合料、细骨料、粗骨料）的选择、混凝土配合比对抗裂性能影响因数、抗裂混凝土配合比设计以及抗裂混凝土配合比优化设计方法以及施工中的一些技术措施等。

(2) 技术指标

对于如何评价混凝土原材料及混凝土抗裂性能，本技术提供了相应的试验方法和评价指标，使其具有可操作性。

(3) 适用范围

本技术适用于具有较高抗裂要求的混凝土结构的设计、原材料的选择、抗裂混凝土配合比的设计和施工以及对混凝土抗裂性能的评价。

(4) 已应用的典型工程

已在试点工程中应用，取得良好的效果。并给出具体的工程实例。

2.2 自密实混凝土技术

(1) 主要技术内容

混凝土在自重的作用下，不采取任何密实成型措施，能充满整个模腔而不留下任何空隙的匀质的混凝土称之为自密实混凝土。本技术提供的主要技术内容：对混凝土原材料的技术要求、自密实混凝土设计要点即流动性、充填性、抗离析性以及保塑性和自密实混凝土配合比设计等。

(2) 试验方法及评价指标

本技术给出了相应的试验方法和评价指标，并给出如何在工地控制自密实混凝土拌合物性能的具体规定。

(3) 使用范围

适用于难以用机械振捣的混凝土的浇筑。由于自密实混凝土细粉含量较大，更应重视混凝土抗裂性能。在采取抗裂措施的情况下，自密实混凝土抗裂性能相对较差。不适用于连续墙、大面积楼板的浇筑。

(4) 工程应用实例

本技术给出了自密实混凝土在深圳赛格广场钢管混凝土应用实例。从混凝土原材料的选择、混凝土配合比设计、混凝土拌合物验证性试验、现场模拟试验直至现场施工，叙述了自密实混凝土技术的全过程，并制订了《自密实混凝土质量标准》、《生产技术规程》和《施工技术规程》以确保自密实混凝土的施工质量。

2.3 混凝土耐久性技术

(1) 主要技术内容

在以往的混凝土配合比设计中，主要考虑的是强度指标，对耐久性考虑较少。高性能混凝土以高工作性、高强度、高耐久性为特征，区别于普通混凝土。对于海洋工程、喷洒化冰盐的公路与桥梁工程、盐渍地区的工程，由于氯盐侵入混凝土导致钢筋锈蚀，引起混凝土膨胀开裂，严重影响了建筑物使用寿命。提高其耐久性的最重要的技术措施就是采用高抗氯离子渗透性的高性能混凝土，从根本上提高混凝土本身的护筋性能。采用常规材料、常规工艺可以在常温下配制出抗氯离子渗透能力和抗冻融能力都较强的高性能混凝土。配制的关键在于选用与水泥相匹配的高效减水剂，在水胶比不大于 0.35 的条件下，使用粉煤灰、磨细矿渣粉、硅粉等矿物掺和料替代部分水泥作胶凝材料。这些磨细矿物掺和料在拌制的混凝土中发挥填充效应和火山灰反应，使混凝土变得更加致密，从而降低混凝土的渗透性。降低混凝土拌和物的用水量，采用低水胶比是提高混凝土耐久性的关键。

(2) 技术指标

抗氯盐污染高性能混凝土耐久性的检验应符合现行水运行业标准《水运工程混凝土质量控制标准》JTJ269 的有关规定，且表征其氯离子渗透性的电通量不应大于 1000 库仑。我国行业标准《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ275-2000 对海港工程混凝土结构要求的高性能混凝土提出了如下技术指标：

混凝土拌和物			硬化混凝土	
水胶比	胶凝物质总量 (kg/m ³)	坍落度 (mm)	强度等级	抗氯离子渗透性 (C)
0.35	400	120	C45	1000

对混凝土原材料也提出了相应技术要求。减水剂的减水率不低于 20%。掺和料应选用细度不小于 4000cm²/g 的磨细高炉矿渣、I、II 级粉煤灰和硅粉等。细骨料细度模数在 2.6-3.2 之间。粗骨料最大粒径不宜大于 25mm。在进行配合比设计时应通过降低水胶比和调整掺和料的掺量使抗氯离子渗透性指标达到规定要求。混凝土搅拌应采用强制搅拌机，搅拌时间应比常规混凝土延长 40S 以上。混凝土抹面后，应立即覆盖。终凝后，混凝土顶面应立即开始持续潮湿养护，在常温下，至少养护 15d。

(3) 适用范围

适用于海洋工程、冬季撒除冰盐的公路与桥梁工程、盐渍地区和距离海洋

较近的岸上建筑物等处于氯盐污染环境下的建构筑物。

(4) 已应用的典型工程

该技术性价比较高，原材料容易获得，配制工艺简单。所以近几年来已经在南北方的各类港口和跨海大桥工程中应用。如上海洋山深水港工程、东海大桥、杭州湾大桥、盐田港集装箱码头、援巴基斯坦瓜达尔码头工程等。采用抗氯盐污染的高性能混凝土较普通混凝土的单价提高相当有限，但与其耐久性寿命成倍提高的效果相比，大大降低了建筑物的服务周期成本，经济效益和社会效益十分显著，应用前景十分广阔。

2.4 清水混凝土技术

清水混凝土是指结构混凝土硬化后不再对其表面进行任何装饰，以混凝土本色直接作为建筑物的外饰面。以清水混凝土作为装饰面，对美观、色差、表面气泡等方面都有很高要求，因此在混凝土配制、生产、施工、养护等方面都应采取相应的措施。

(1) 主要技术内容

混凝土配制

混凝土应使用同一种原材料和相同的配合比，混凝土拌合物应具有良好的和易性、不离析、不泌水。

矿物掺合料作为混凝土不可缺少的组分，在考虑掺合料活性的同时，充分利用各种掺合料的不同粒径，在混凝土内部形成紧密充填，增强混凝土的致密性，在外加剂方面应进一步重视解决外加剂和水泥的适应性，减少混凝土的泌水率，减少混凝土坍落度的经时损失。

除了不同水胶比将导致硬化后混凝土颜色变化外，骨料对外观的影响也不可忽视，因此同一个视觉面的混凝土工程，应采用相同类型的骨料。

混凝土模板

为了使清水混凝土表面光滑无气泡，应根据不同强度等级混凝土选用不同材质的模板，而脱模剂除了起到脱模作用外，不应影响混凝土的外观。

混凝土施工

混凝土浇注时，混凝土下料口与浇筑面之间距离不能过大，否则混凝土易离析，振捣时以混凝土表面出浆为宜，同时应避免漏振和过振。

混凝土养护

混凝土的养护应确保混凝土表面不受污染，充分合理的养护是保证混凝土硬化后表面和内在质量的关键。

(2) 技术指标

混凝土表面无裂缝、无明显气泡、无明显色差、无明显蜂窝麻面。

混凝土表面平整、光滑，轴线、体型尺寸准确。

大截面、变截面结构线条规则，棱角分明。

梁柱接头通顺，无明确槎痕。

(3) 使用范围

清水混凝土以其古朴稳重、自然、清纯的质感为建筑物增添了独特的装饰效果。一般多用于市政、交通、水利、航空等工程，近年来在住宅建筑上也逐渐被采用。

(4) 已应用的典型工程

杨浦和南浦大桥主塔清水混凝土

上海广播电视塔斜筒体清水混凝土

磁浮列车工程墩身部分清水混凝土

东方明珠电视塔

浦东国际机场及首都国际机场新航站楼等。

2.5 超高泵送混凝土技术

超高泵程混凝土技术一般是指泵送高度超越 200m 的现代混凝土泵送技术。改革开放以来，高层超高层建筑已达数千座，超高泵程混凝土技术已成为超高层建筑施工技术不可缺少的一个方面，并且已成为一种发展趋势受到各国工程界的重视。

(1) 主要技术内容

原材料品质

配制超高泵程混凝土，其原材料较一般泵送混凝土有很大的区别。作为最基本的胶结材料----水泥，除了用量以外，还应充分考虑水泥的流变性，即水泥与高性能减水剂的相容性问题，两者相容性好才可获得低用水量、大流动性、且坍落度经时损失小的效果。对于细集料其品质除了应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ52)外，对于不同强度等级的混凝土应选用不同细度模数的中砂。而掺合料作为高性能高泵程混凝土的重要组成材料更需从活性、颗粒组成、减水效果、水化热、泵送性能等诸方面加以平衡选择。作为外加剂，单一成分的外加剂已不能很好发挥其作用，而单纯以减水为目的外加剂也不能达到超高泵程的混凝土的使用目的，外加剂的多组分复合，以及针对具体工程配制特定要求的外加剂已成为外加剂生产厂家加强现场服务的重要方面。

混凝土配制

超高泵程混凝土的配制同时也要研究新拌混凝土的整体性、流动性与泵送性的相互关系。要研究混凝土泵送性的直接衡量指标。

泵送设备

泵送混凝土离不开混凝土输送泵，因此高压、大排量、耐磨损，适应性强的泵送设备也是必不可少的。此外泵送管道的设计，如何减小阻力，缩短路线也是泵送技术研究的一个方面。

(2) 技术指标

混凝土泵送高度 $> 200\text{m}$ 。

硬化混凝土性能符合设计要求。

混凝土扩展度 $> 600\text{ mm}$ ，倒锥法混凝土下落时间 $<20\text{S}$

(3) 适用范围

超高泵程混凝土适用于泵送高度大于 200m 的各种超高层建筑。

(4) 已应用的典型工程

金茂大厦。泵送高度 382.5m ，一次泵送 174m^3 。

恒隆广场。泵送高度 288 m ，主楼标准层每层 1000 多 m^3 混凝土量。

2.6 改性沥青路面施工技术

(1) 主要技术内容

在配合比设计方面：使用沥青混凝土配合比设计及图表制作计算机辅助系统，自动计算矿料配合比、生成并调整级配曲线图；自动绘制马歇尔试验各项指标与沥青用量的关系图，计算最佳沥青用量；提供砂筛分记录表和筛分曲线图。计算速度较人工提高 20 倍以上。

施工技术及施工工艺方面：

A 面层各层结构应根据该层在使用中要求的性能与作用选择，路面三层均应选用骨架密实结构，不宜选用悬浮结构。

B 混合料最佳出料温度、摊铺温度、压实温度；改性沥青混合料在运输、摊铺、压实过程中的温度损失规律；有效防止在运输、摊铺、碾压过程中的温度损失的措施，最大限度地控制了摊铺、碾压成型过程中的温度差异造成的压实度不均匀性；混合料碾压设备的合适组合和碾压控制。

C 对于改性沥青 SMA 路面，改变传统的碾压工艺，采用增大压实功，使混合料在高温下成型，压实度高，石料不被压碎，玛蹄脂不上浮，表面构造深度达到标准高限要求。

(2) 技术指标

改性沥青混合料施工过程中工程质量控制标准

检测项目		检测频率	质量要求和允许偏差	检测方法
施工温度	出厂温度 摊铺温度	1 次/车	应符合改性沥青施工温度控制对照表中规定	温度计测量
	碾压温度	随时		
矿料级配 (与生产设计标准级配的差)	0.075	每台拌和机1~2次/日(上下午各一次)	$\pm 1\%$	抽提后的矿料筛分
	<2.36		$\pm 2\%$	
	>4.75		$\pm 3\%$	
沥青用量(油石比)		同上	$\pm 0.1\%$	抽提试验
马歇尔试验、稳定度、流值、密度、空隙率		同上	符合表 5 的要求	拌和厂取样成型试验
浸水马歇尔试验		必要时	同上	同上
压实度(随机抽样)		每 700m ² 检查一次,或采用无破损密度检测,钻孔每公里不超过 2 个	马歇尔试验密度 97% 试验段钻孔密度 99%	现场钻孔,核子密度仪
抗滑表层构造深度		每 200 米 1 处	0.5mm 42BPN	砂铺法,摆式仪
外观		随时	表面平整密实,无轮迹、裂缝、推移、拥包、离析、花白料	目测
接缝		随时	紧密平整、顺直、无跳车、6m 直尺测不超过 2mm	目测, 6m 直尺

改性沥青施工温度控制对照表

项目		普通沥青	SBS 改性沥青	改性沥青 SMA
沥青类型		AH—50、AH—70、AH—90、AH—60	SBS	改性沥青
沥青加热温度()		150 ~ 170	170 ~ 185	160 ~ 180
矿料加热温度()		160 ~ 180	180 ~ 190	180 ~ 190
混合料出厂温度()		140 ~ 165	170 ~ 185	170 ~ 180
运到现场温度()		不低于 120 ~ 150	170 ~ 180	不低于 165
摊铺温度()		不低于 110 ~ 130	不低于 165,最好 175 以上	不低于 160,低于 140 作为废料
碾压温度()		110 ~ 140	160 ~ 170	不低于 130
终压温度()	钢轮	不低于 70	120 ~ 130	---
	胶轮	不低于 80	125 ~ 130	不低于 110
	振动压路机	不低于 65	110 ~ 120	

(3) 适用范围

适用于高等级公路、厂矿道路、机场跑道等热拌改性沥青路面单层、双层结构的铺筑施工。

(4) 已应用的典型工程

该技术已在河北石黄高速辛沧路面三合同(SAC 结构表面层), 江苏连徐高速 AB-24 标、汾灌高速 OPQ23 标、汾灌高速 OPQ21 标, 徐宿高速 21 标(改性沥青 SMA 结构), 浙江杭金衢高速 8 标(AK 抗滑结构), 山西大运高速 7 标, 福建宁德高速 B1 标(AC 结构), 京珠高速湖北二合同(Superpave12.5 结构)等工程成功应用。从 2000 年起到 2003 年底, 累计修改性沥青路面 267.821km。这些工程都已完工, 交工时均为优良工程, 投入使用后, 使用性能得到业主和社会认可, 有良好社会信誉。

改性沥青路面施工技术是由中国路桥集团第一公路工程局研究开发的, 是中国路桥集团重点资助的科技开发项目。

3. 高效钢筋与预应力技术

3.1 高效钢筋应用技术

3.1.1 HRB400 级钢筋的应用技术

(1) 主要技术内容

HRB400 级热轧带肋钢筋是指屈服强度为 400N/mm^2 的钢筋。当钢中加入微量合金元素 V、Ti 或 Nb 后可使晶粒细化、改善延性、碳含量降低, 而钢筋屈服强度提高, 并具有良好的可焊性。HRB400 级钢筋是目前国内重点推广的新钢种之一, 它包含 20 MnSiV、20 MnSiNb 和 20 MnTi 三个品种。在国内得到越来越多的应用。但应指出, 直径 12mm 以下的小直径 HRB400 级钢筋往往没有明显的屈服点, 这在设计时应引起注意。同时由于钢筋两面带有纵肋给开盘矫直造成一定影响, 应防止表面严重擦伤, 且钢筋的弯曲度应满足标准规定。

(2) 技术指标

HRB400 级热轧带肋钢筋的技术指标应符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB1499-1998 的规定。钢筋直径为 6~50mm, 钢筋的强度标准值为 400 N/mm^2 , 强度设计值为 360 N/mm^2 。

(3) 适用范围

HRB400 级热轧带肋钢筋可应用于非抗震和抗震设防地区的民用与工业建筑和一般构筑物, 可用作钢筋混凝土结构构件的纵向受力钢筋和预应力混

凝土构件的非预应力钢筋以及用作箍筋和构造钢筋等。

(4) 已应用的典型工程

HRB400 级钢筋在国内的土建工程中,例如在许多高层建筑、大型公共建筑、工业厂房、水电工程、桥梁工程以及构筑物等逐渐得到普遍应用。比较典型的工程有:长江三峡水利枢纽工程、深圳市民中心工程、润扬长江公路大桥等。

3.2 钢筋焊接网应用技术

3.2.1 冷轧带肋钢筋焊接网

(1) 主要技术内容

钢筋焊接网是一种在工厂用专门的焊网机焊接成型的网状钢筋制品。纵、横向钢筋分别以一定间距相互垂直排列,全部交叉点均用电阻点焊,采用多头点焊机用计算机自动控制生产,焊接前后钢筋的力学性能几乎没有变化。

目前主要采用 CRB550 级冷轧带肋钢筋焊接网,工程应用较多、技术成熟。采用焊接网可显著提高钢筋工程质量,大量降低现场钢筋安装工时,缩短工期,适当节省钢材,具有较好的综合经济效益,特别适用于大面积混凝土工程。

(2) 技术指标

冷轧带肋钢筋焊接网技术指标应符合《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T1499.3-2002 和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114-2003 的规定。受力钢筋的直径宜采用 5~12mm,焊接网制作方向的钢筋间距宜为 100、150、200mm,与制作方向垂直的钢筋间距宜为 100~400mm,焊接网的最大长度不宜超过 12m,最大宽度不宜超过 3.3m。焊接网钢筋强度标准值为 550N/mm^2 ,强度设计值为 360N/mm^2 ,伸长率(d_{10})不低于 8%,焊点抗剪力不应小于试件受拉钢筋规定屈服力值的 0.3 倍。

(3) 适用范围

冷轧带肋钢筋焊接网广泛适用于现浇钢筋混凝土结构和预制构件的配筋,特别适用于房屋的楼板、屋面板、地坪、墙体、梁柱箍筋笼以及桥梁的桥面铺装和桥墩防裂网。同时可用作隧洞衬砌、输水管道、海港码头、桩等。

(4) 已应用的典型工程

据不完全统计,国内应用焊接网的各类工程总计在 2500 余项,应用较多地区为珠江三角洲、长江下游(含上海)和京津等地。比较典型的工程有:深圳地王大厦 81 层、高 325m、总建筑面积 27 万 m^2 楼板采用压型钢板和焊接网配筋,共用焊接网 675t。深圳市民中心工程是目前国内形体最大的公

用综合建筑，总高度 85m，建筑面积 21 万 m^2 ，楼板全面采用焊接网 3500 多 t 。北京百荣世贸商城为地上 6 层、地下 2 层的框架结构，总建筑面积约 40 万 m^2 ，在楼板中应用焊接网约 4900 t 。江阴长江公路大桥引桥的桥面铺装采用焊接网 1200 t 。浙江甬台温高速公路乐清湾高架桥，桥面铺装采用焊接网 3600 t 。其他如北京的四环、五环、六环的桥面铺装以及一些旧桥改造工程中大量采用焊接网。上海的延安路和逸仙路高架桥的桥面铺装中也成功地采用了钢筋焊接网。

3.2.2 HRB400 钢筋焊接网

(1) 主要技术内容

HRB400 级钢筋焊接网在国内部分地区已开始应用，由于钢筋延性较好，除用于一般钢筋混凝土板类结构外，更适于抗震设防要求较高的构件(如剪力墙底部加强区)配筋。直径 12mm 以下的小直径 HRB400 级钢筋往往没有明显的屈服点，设计时应按有关规定处理。钢筋由于两面带纵肋，给开盘矫直也造成一定困难，使用时应防止表面严重擦伤、且钢筋的弯曲度应满足标准要求。

(2) 技术指标

HRB400 级钢筋焊接网的技术指标应符合《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T1499.3-2002 和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114-2003 的规定。受力钢筋的直径为 6~16mm。纵横向钢筋间距及网片最大尺寸限值同冷轧带肋钢筋焊接网。焊接网钢筋的强度标准为 400 N/mm^2 ，强度设计值为 360 N/mm^2 ，伸长率(d_5)不低于 14%，焊点抗剪力不应于小试件受拉钢筋规定屈服力值的 0.3 倍。

(3) 适用范围

HRB400 级热轧钢筋焊接网适用于现浇钢筋混凝土和预制构件的配筋，特别适用于大面积混凝土板类构件如楼板、屋面板、墙体、地坪、梁柱箍筋笼以及桥梁的桥面铺装和桥墩防裂网，同时可用作隧洞衬砌等构筑物的配筋。

(4) 已应用的典型工程

到目前为上热轧带肋钢筋(HRB400)焊接网工程应用量超过 100 个，使用面积 60 多万 m^2 ，应用量 6000 多 t ，应用部位有楼板、剪力墙、堤坝等。比较典型的工程有：广东中山灯都华庭工程 17 栋 12~15 层楼房及 33 栋花园洋房的楼板和剪力墙，采用焊接网 2200 多 t 。

3.2.3 焊接箍筋笼

(1) 主要技术内容

梁、柱箍筋用附加纵筋连接先焊成平面网片，然后用弯折机弯成设计形状尺寸的焊接箍筋骨架。可将封闭箍筋笼运至施工现场穿入主筋绑扎后浇筑混凝土，或将箍筋笼在焊网厂穿入主筋后用二氧化碳保护焊焊成整体空间骨架运至工地，极大地提高了钢筋工程施工速度。或者用自动化钢筋笼滚焊机将纵筋与连续环筋电阻点焊成各种断面形状的钢筋骨架。可用作钢筋混凝土或预应力混凝土输水管道、桩等。

(2) 技术指标

焊接箍筋笼的技术要求应符合《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114-2003 的规定。钢筋的技术指标应符合《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T1499.3-2002 的规定。

(3) 适用范围

焊接箍筋笼在欧洲及东南亚的一些国家已广泛大量应用，它是焊接网从板类构件扩大到杆类构件的良好型式。箍筋笼适用于梁、柱构件以及桩、输水管道等。

(4) 已应用的典型工程

国内应用较多的是采用滚焊机生产的圆筒形箍筋笼，主要用于输水管道。用网片弯折成的箍筋笼目前还没有用于工程上。但生产箍筋笼的弯折机设备国内已有。

3.3 粗直径钢筋直螺纹机械连接技术

(1) 主要技术内容

目前，我国粗直径钢筋机械连接技术广泛应用已有多多年，最新技术主要有直螺纹钢筋机械连接技术，它包含墩粗直螺纹、滚轧直螺纹两种方式，技术成熟、使用经验丰富。

粗直径钢筋直螺纹机械连接技术是通过不同工艺方式将钢筋端头加工成螺纹，再用带有内螺纹的连接套筒将两根待接钢筋连接起来。直螺纹接头的特点质量稳定，性能可靠，接头可达到行业标准 I、II 级的要求。另外，现场可实现提前预制，在连接作业面施工方便、快捷。

(2) 技术指标

粗直径钢筋直螺纹机械连接接头的技术指标应符合中华人民共和国行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107-2003 的规定。

(3) 适用范围

粗直径钢筋直螺纹机械连接技术可用于 HRB335、HRB400 级热轧带肋钢筋的连接，应用于抗震或非抗震设防的房屋建筑、桥梁、水工结构、地铁、核电站、电视塔等工业与民用结构。根据不同的使用要求，可选用不同类

型的接头应用于水平、竖向及斜向钢筋的连接。

(4) 已应用的典型工程

粗直径钢筋直螺纹机械连接技术已应用的典型工程有：长江三峡水利枢纽工程，苏通、润阳长江大桥，中央电视台，国家大剧院，国家奥体中心主体育场，连云港田湾核电站，上海越江隧道，北京、上海、广州地铁，北京大运村，深圳邮电大厦，北京现代城商住楼等众多工程。

3.4 预应力施工技术

3.4.1 无粘结预应力成套技术

(1) 主要技术内容

无粘结预应力筋由单根钢绞线涂抹建筑油脂外包塑料套管组成，它可像普通钢筋一样配置于混凝土结构内，待混凝土硬化达到一定强度后，通过张拉预应力筋并采用专用锚具将张拉力永久锚固在结构中。其技术内容主要包括材料及设计技术、预应力筋安装及单根钢绞线张拉锚固技术、锚头保护技术等，详细内容请见《无粘结预应力混凝土结构技术规程》。

(2) 技术指标

无粘结预应力技术用于混凝土楼盖结构可用较小的结构高度跨越大跨度，对平板结构适用跨度为 7 ~ 12m，高跨比为 1/40 ~ 1/50；对密肋楼盖或扁梁楼盖适用跨度为 8 ~ 18m，高跨比为 1/20 ~ 1/28。在高层或超高层楼盖建筑中采用该技术可在保证净空的条件下显著降低层高，从而降低总建筑高度，节省材料和造价；在多层大面积楼盖中采用该技术可提高结构性能、简化梁板施工工艺、加快施工速度、降低建筑造价。

(3) 适用范围

该技术可用于多、高层房屋建筑的楼盖结构、基础底板、地下室墙板等，以抵抗大跨度或超长度混凝土结构在荷载、温度或收缩等效应下产生的裂缝，提高结构、构件的性能，降低造价。也可用于筒仓、水池等承受拉应力的特种工程结构。

(4) 已应用的典型工程

无粘结预应力技术在建筑工程领域得到较为广泛的应用，典型的高层建筑如：广东国际大厦 63 层预应力楼盖、青岛中银大厦 58 层楼盖、北京航华科贸中心 34 层楼盖、深圳福田保税区中心大厦 48 层楼盖；典型的多层建筑如：首都国际机场 2 号航站楼，广州花都机场航站楼，珠海、沈阳、杭州、西安等航站楼；特种工程有：济南、杭州、漳州等蛋形污水消化池，山东柴里煤矿、贵州六盘水电厂煤仓等筒仓结构。

3.4.2 有粘结预应力成套技术

(1) 主要技术内容

有粘结预应力技术采用在结构或构件中预留孔道,待混凝土硬化达到一定强度后,穿入预应力筋,通过张拉预应力筋并采用专用锚具将张拉力锚固在结构中,然后在孔道中灌入水泥浆。其技术内容主要包括材料及设计技术、成孔技术、穿束技术、大吨位张拉锚固技术、锚头保护及灌浆技术等。

(2) 技术指标

扁管有粘结预应力技术用于平板混凝土楼盖结构,适用跨度为 8~15m,高跨比为 1/40~1/50;圆管有粘结预应力技术用于单向或双向框架梁结构,适用跨度为 12~40m,高跨比为 1/18~1/25。在高层楼盖建筑中采用扁管技术可在保证净空的条件下显著降低层高,从而降低总建筑高度,节省材料和造价;在多层、大面积框架结构中采用有粘结技术可提高结构性能、节省钢筋和混凝土材料,降低建筑造价。

(3) 适用范围

该技术可用于多、高层房屋建筑的楼板、转换层和框架结构等,以抵抗大跨度或重荷载在混凝土结构中产生的效应,提高结构、构件的性能,降低造价。该技术可用于电视塔、核电站安全壳、水泥仓等特种工程结构。该技术还广泛用于各类大跨度混凝土桥梁结构。

(4) 已应用的典型工程

有粘结预应力技术在土木工程领域得到较为广泛的应用,典型的高层建筑转换层如:宁波浙海大厦支承 48 层楼盖的转换层;典型的多层建筑如:首都国际机场停车楼,青岛、南京、深圳、武汉会展中心楼面框架;特种工程有:北京、天津、上海、南京电视塔,秦山、田湾、大亚湾核电站安全壳;桥梁工程有:厦门高集跨海桥、南京长江二桥、上海东海大桥、北京城铁高架桥和北京城市桥梁等。

3.4.3 拉索施工技术

(1) 主要技术内容

以索作为主要结构受力构件而形成的结构称为索结构,索结构可分为索桁架、索网、索穹顶、张弦梁、悬吊索和斜拉索等,索结构一般通过张拉或下压建立预应力。其主要技术包括拉索材料及制作技术、拉索节点及锚固技术、拉索安装及张拉技术、拉索防护及维护技术等。

(2) 技术指标

拉索采用高强度材料制作,作为主要受力构件,其索体性能应符合《桥梁缆索用热镀锌钢丝》(GB/T17101)、《预应力混凝土用钢绞线》、《钢丝绳》等相关标准。拉索采用的锚固装置应满足《预应力筋用锚具、夹具和连接

器》及相关钢材料标准。拉索的静载破断荷载一般不小于索体标准破断荷载的 95%，破断延伸率不小于 2%，拉索的使用应力一般在 0.4 ~ 0.5 倍标准强度。当有疲劳要求时，拉索应按规定进行疲劳试验。

(3) 适用范围

该技术可用于大跨度建筑工程的屋面结构、楼面结构等，可以单独用索形成结构，也可以与网架结构、桁架结构、钢结构或混凝土结构组合形成杂交结构，以实现大跨度，并提高结构、构件的性能，降低造价。该技术还可广泛用于各类大跨度桥梁结构和特种工程结构。

(4) 已应用的典型工程

拉索技术在土木工程领域得到较为广泛的应用，典型的建筑工程如：浙江黄龙体育中心主体育场斜拉屋盖、广州奥体中心屋盖、青岛海牛主体育场屋盖、秦皇岛奥体中心屋盖、广州会展中心屋盖、哈尔滨会展中心屋盖等。

4. 新型模板及脚手架应用技术

4.1 清水混凝土模板技术

清水混凝土是指成型后的混凝土表面不作任何装饰，以混凝土自然表面为饰面或表面直接作涂料等饰面的混凝土。清水混凝土模板技术是指模板设计和应用能确保混凝土表面质量、外观效果达到清水混凝土质量要求。

(1) 主要技术内容

清水混凝土模板设计与制作技术

- 1) 清水混凝土模板设计必须满足强度、刚度和混凝土平整度的要求，保证拼缝严密无错台，装拆方便，周转使用次数多；
- 2) 清水混凝土模板采用材料应轻质高强，工艺性强，符合环保要求；
- 3) 清水混凝土模板设计应做到模板分块、对拉螺栓孔眼排列规律整齐，几何尺寸精确，互换性好，面板平整光洁；
- 4) 清水混凝土模板设计必须做出详细的支模节点设计和模板构造设计。

清水混凝土模板施工技术

- 1) 清水混凝土模板施工必须编制模板施工方案和施工工艺；
- 2) 墙体模板应组拼成大模板，整体吊装施工；柱梁模板也可采用整体预制安装，整体脱模和整体转移的“三整体”组拼方式；
- 3) 采取“小流水段”施工工艺，缩小施工工作面，减少模板配置量，达到加快施工速度、缩短工期、减少施工费用的目的；
- 4) 选择脱模剂应利于脱模，外观效果满足清水混凝土质量要求。

(2) 主要技术指标

清水混凝土模板可选用无框木（竹）胶合板模板，钢框胶合板模板，木框胶合板模板、全钢大模板等，当前应重点推广应用全钢大模板，积极开发钢框胶合板模板；

墙体模板承受混凝土侧压力应达到 60kN/m^2 ，柱模板承受混凝土侧压力应达到 80kN/m^2 ；

采用复膜木（竹）胶合板模板，周转使用次数应达到 10 次以上，逐步淘汰散装散拆的落后施工工艺。

(3) 适用范围

清水混凝土施工技术主要适用于各种类型的高级公共建筑、住宅建筑、工程构筑物、铁路工程的桥头建筑和市政道路、桥梁工程等。

(4) 应用典型工程

海南凤凰机场	高级公共建筑	框架结构
九江长江大桥桥头堡	高级公共建筑	剪力墙结构
首都机场停车楼	高级公共建筑	框架结构
联想生产厂房	工业厂房	框剪结构
南水北调工程 1 标段	水利工程	涵洞
天津城市环城快速路	公路工程	全现浇箱型梁
健翔新村 B 座	住宅工程	剪力墙结构

4.2 早拆模板成套技术

早拆模板技术是指楼板模板浇筑 3~4 天后，混凝土强度达到设计强度的 50% 以上时，可敲击早拆柱头，提前拆除横楞和模拆，而柱头顶板仍然支顶着现浇楼板，直到混凝土强度达到符合规范允许拆模数值为止的模板施工技术。

(1) 主要技术内容

早拆模板及支撑设计技术

- 1) 早拆模板可以采用竹（木）胶合板模板、钢框胶合板模板、组合钢模板和塑料模板等；
- 2) 支撑系统由早拆柱头、支柱、主梁、可调千斤顶等组成；
- 3) 早拆柱头有螺杆式升降头、滑动式升降头和螺杆与滑动相结合的升降头三种形式，宜推广使用螺杆与滑动相结合的升降头；
- 4) 支柱可以采用门式支架、碗扣式支架、钢支柱及扣件式支架等，宜推广使用钢支柱和门式、碗扣式支架。

早拆模板施工技术

- 1) 应根据工程结构设计图进行配模设计，绘制模板工程施工图，并对模板、

支撑的刚度和强度进行验算；

- 2) 计算出所需的模板和支撑的规格与数量；
- 3) 制定确保质量和安全施工等有关措施；
- 4) 制定支模和拆模工艺流程，早期拆模时间；
- 5) 采取“小流水段”施工方法，提高模板使用效果。

(2) 主要技术指标

早拆模板成套技术可以大量节省模板一次投入量，减少模板配置量 $1/3 \sim 1/2$ ；

可以缩短施工工期，加快施工速度，提高工效 30% 以上；

可以延长模板使用寿命，节省施工费用 20% 以上。

(3) 适用范围

早拆模板技术可适用于各种类型的公共建筑、住宅建筑的楼板和梁，框架结构建筑的楼板和梁，以及桥、涵等市政工程的结构顶板模板的施工。

(4) 应用典型工程

青塔小区 B20 商住楼	住宅工程	剪力墙结构
安翔里十号院塔楼	住宅工程	剪力墙结构

4.3 液压自动爬模技术

爬升模板是依附在建筑结构上，利用爬升设备随着结构施工而逐层爬升施工，不需要落地脚手架的一种模板施工技术。

(1) 主要技术内容

自动爬模设计技术

- 1) 自动爬模是由大模板、爬升系统和爬升设备三部分组成；
- 2) 大模板可以采用组拼式全钢大模、钢框胶合板模板、木模和木工字梁（或钢背楞）组合模板等；
- 3) 爬升系统由爬升支架、操作平台、液压系统或电控系统、千斤顶架、支承杆等组成；
- 4) 按爬升动力设备可以采用液压千斤顶或液压油缸的液压爬模、采用电动螺杆或电动葫芦的电动爬模。

自动爬模施工技术

- 1) 应根据工程结构设计图进行爬模配置设计，编制爬模施工组织设计及施工图；
- 2) 计算出所需的模板、支架和千斤顶的规格和数量；
- 3) 制定确保质量和安全施工等有关措施；
- 4) 制定爬模施工工艺流程和工艺要点；

5) 爬模面积较大的工程，应采用“小流水段”施工方法。

(2) 主要技术指标

内外墙模板应拼装成每间整块大模板，以利于一次安装，脱模、爬升；

爬升支架安装后的垂直偏差应控制在 $h/1000$ 以内；

爬升时，穿墙螺栓受力处的混凝土强度应在 10N/mm^2 在上；

所有穿墙螺栓都必须以 $40 \sim 50\text{N.m}$ 的扭矩紧固；

爬升装置单元设计额定垂直爬升能力 100KN ，最大垂直爬升能力 10kN 。

(3) 适用范围

爬模可适用地高层建筑或高耸构筑物的现浇钢筋混凝土竖直或倾斜结构施工。

(4) 应用典型工程

北京财富中心、国贸二期、LG 大厦、安庆大桥主桥墩、苏通大桥 1 号桥墩等。

4.4 新型脚手架应用技术

4.4.1 碗扣式脚手架应用技术

(1) 主要技术内容

碗扣式脚手架的立杆、横杆均为采用 48×3.5 焊管制成的定长杆配件，横杆与立杆连接采用独特的碗扣接头。由下碗扣承接横杆插头，上碗扣锁紧横杆插头；

碗扣式脚手架搭设的基本尺寸都为定尺模数尺寸，步高以 600mm 为模数，纵、横向柱距以 300mm 为模数；

碗扣式脚手架一般与立杆可调底座、可调托座以及连墙撑等多种辅助件配套使用；

碗扣式脚手架的主要特征为：

- 1) 安全可靠。碗扣接头传力可靠，搭设时不用拧螺栓，不受人为因素影响。立杆连接为同轴心承插，各杆件轴心交于一点。用作为模板支架时，顶部插入可调托座，架体受力以轴心受压为主，因而承载力高，不易发生失稳坍塌；
- 2) 高效，易管理。横杆与立杆连接工人用一把铁锤敲击辅助完成，速度快，功效高。全部杆件系列标准化，便于实施仓储、运输、现场堆放的现代化管理。

(2) 技术指标

碗扣式脚手架目前无相应的安全技术规程，以容许荷载法设计架体。应用时，可参考中国建筑工业出版社的《建筑施工脚手架实用手册》编制脚手

架方案；

碗扣式脚手架以验算立杆允许荷载确定搭设尺寸。当步距为 600mm 时，立杆允许荷载为 40kN/根；步距为 1200mm 时，允许为 30kN/根；步距为 1800mm 时，允许为 25kN/根；步距为 2400mm 时，允许为 20kN/根。

(3) 适用范围

碗扣式脚手架目前在公路、铁路施工部门有一定使用量，通过推广，在房屋和市政施工部门逐渐替换 30%左右的扣件式钢管脚手架，改变以往采用单一扣件式钢管脚手架的局面；

适用于直接搭设高度为 50m 以下的外脚手架。也适用于用作为分段悬挑以及爬升脚手架的搭设的基本架体，兼作为里脚手架；

适用于用作为房屋建筑、市政、桥梁混凝土水平构件的模板承重支架；

也适用于用作为钢结构施工现场拼装的承重胎架。

(4) 已应用的典型工程

北京新机场航站楼与深圳中贸大厦等工程。与常规扣件式钢管脚手架相比，大大提高了功效。

4.4.2 爬升脚手架应用技术

(1) 主要技术内容

爬升脚手架有多种形式。爬升脚手架附着在结构物上，通常提升或顶升设备固定在与脚手架脱离的独立承力架上，承力架固定在混凝土结构上，利用承力架将脚手架架体提升，脚手架架体提升到位后与结构物固定，再利用脚手架架体将承力架连同提升设备提升到新的高度并固定。如此，脚手架架体与承力架互为利用，交替与结构物固定，交替爬升；

爬升脚手架的应用，管理上有专门规定。一般省内范围使用的必须通过省建设管理部门组织的专家鉴定。扩大到省外范围使用的必须通过建设部组织的专家鉴定；

爬升脚手架基本架体可用扣件式钢管脚手架以及碗扣式钢管脚手架搭设。各提升点间底部水平承力桁架必须采用连接可靠，传力明确，便于分析计算的连接方式，一般采用型钢制作，并用可靠的板节点螺栓连接方式。单独提升点处的垂直承力桁架亦应采用有标准杆件连接安装的架体，并要求连接可靠；

爬升脚手架的设备有液压千斤顶、电动卷扬机以及电动葫芦等，一般要求有提升能力为 3 倍于提升架体自重的安全储备。

(2) 技术指标

爬升脚手架的架体高度一般控制在 18m 以下，考虑到提升设备能力一般为

100kN 左右，提升点的间距宜控制在 7m 以内；

爬升脚手架是一种专用脚手架体系，由基本的提升系统、架体承力系统以及防外倾防坠落系统协调工作。因此，必须经足尺试验，证明其系统设计合理，运行稳定，安全可靠；

爬升脚手架应有可靠的防外倾措施，可靠的超载报警以及防坠落装置；

爬升脚手架实施应有专项施工方案，尤其为提升点平面布置应合理。可多提升点同步整体提升，也可区分分片局部同步提升。

(3) 适用范围

爬升脚手架适用高层和超高层建筑施工外脚手架；

对于 20 层以上，结构层平面规整的高层或超高层建筑混凝土主体施工推广应用爬升脚手架，应用量占 30%~50%；

爬升脚手架也适用桥梁高墩、特种结构高耸构筑物施工的外脚手架。

(4) 已应用的典型工程

南京金鹰国际商城等工程。

4.4.3 市政桥梁脚手架施工技术

(1) 主要技术内容

市政桥梁施工对象以城市跨河桥、跨线桥（跨越城市道路、铁路）以及高架桥为主；

对于现场浇筑混凝土连续梁的高架桥模板支架，当采用落地搭设排架时，可选用碗扣式脚手架、门式脚手架以及重型方塔架（类似于塔吊标准节，可用四管柱焊接成型，或用三角架组拼）；

碗扣式脚手架、门式脚手架、方塔架用作为支架时，立杆顶端应插入可调托座，以保证轴心受压传力，并设置必要的剪刀撑和水平连系杆，以保证其架体的整体稳定性；

对于城乡结合部，在不影响路面交通以及遇有软土地基、沼泽地区等情况，连续梁桥的施工脚手架优先采用模板支架不落地的移动支架，移动支架依附固定于桥墩上，并可采用连续顶推方法移动支架；

对于跨线桥，大跨度的承力结构可选用六四式军用梁或贝雷钢桥桁节作支托桁架。桁架间应有可靠水平连接，支墩可采用钢筋混凝土临时支墩、大直径钢管支墩、万能杆件组拼方塔支墩、或用碗扣架密集搭设的重型架支墩。对于高架支墩除对承载力有要求外，还对支墩的高宽比有要求，以防失稳。

(2) 技术指标

高度为 20m 以下市政桥梁模板支架可用门架及碗扣架搭设。在计算搭设尺

寸时应考虑随架体增加而导致承载力下降的折减系数；

超高市政桥梁的模板支架应选用大规格杆件尺寸、承载力大而稳定性好脚手架作为模板支架，如重型方塔架、万能杆件组拼塔架等；

当施工大截面的箱梁或墩顶梁时，可考虑采用主立杆为 57×2.5 的加强型门架。

(3) 适用范围

移动支架适用于连续等高、等跨度的多跨梁桥施工；

碗扣式、门式钢管脚手架适用于作为各种现浇混凝土桥梁支模排架；

六四式军用梁、贝雷架等定型钢桁架适用于作为跨线桥梁施工支模承力架及承力支墩。

(4) 已应用的典型工程

南京长江三桥等工程。

4.4.4 外挂式脚手架和悬挑式脚手架应用技术

(1) 主要技术内容

外挂式脚手架已经应用多年。新型的外挂脚手架应为挂架经产品化定型设计，制作精良，有足够的安全度。固定挂架的螺栓不穿墙，与墙柱模板一起定位临时固定，沉头埋入混凝土构件内。拆模后将专用挂件螺母旋接到预埋螺栓上，形成承载力可靠，墙面不穿孔，有利于外墙防水的新型挂钩固定方法。

外挂架可用塔吊协助翻转使用。

悬挑脚手架也已经应用多年。新型悬挑脚手架的底部支撑挑架逐渐过渡到经产品定型设计和规范化加工，除预埋件外，其余均为能重复使用的标准件。其上吊拉件和下支撑杆件应由足够的安全承载力储备。

(2) 技术指标

对于外挂脚手架和悬挑脚手架的推广应用由原先的随意设置，就地简单制作，过渡到施工企业结合自身应用习惯，有完整的定型化产品设计和定型加工图，并经工厂规范化加工制作后，统一涂刷标志颜色后运至现场使用；挑架和挂架的构造应合理，传力明确，便于组拼和拆卸存放。挑架的下撑杆要做稳定性计算校核，上拉杆应如同爬升脚手架吊拉杆要求；

悬挑脚手架的高度宜控制在 30m 左右。

(3) 适用范围

悬挑脚手架适用于闹市区需要外立面做全封闭的多高层建筑施工，也适用于翻搭外脚手架多段悬挑的高层建筑施工；

外挂脚手架适用于与全现浇剪力墙结构或外墙钢大模支模配合的脚手架，

也适用于做为砌筑和装饰用的挂架。

(4) 已应用的典型工程

南京师范大学附属幼儿师范综合楼等工程。

5. 钢结构技术

5.1 钢结构 CAD 设计与 CAM 制造技术

(1) 主要技术内容

推广与应用钢结构的关键是钢结构的 CAD 技术，CAD 技术包括：各类钢结构的建模、计算分析(平面与三维空间分析)、节点设计(框架的梁柱节点、柱脚节点，桁架的杆件连接节点、支座节点，排架的柱脚节点、牛腿节点、支撑节点)与施工图的绘制(各类钢框架、桁架、排架、网架、网壳、梁、柱等结构与构件)。

钢结构 CAM 用于钢结构的辅助制造技术，包括杆件与板材的优化下料，钢管相贯节点下料及网架与网壳杆件与节点的计算机辅助加工，随着 CAM 技术的发展，将对钢结构加工技术的进步起到积极作用。

(2) 技术指标

钢结构 CAD 设计技术可保证钢结构设计的准备性，提高设计效率，CAM 技术可显著提高钢结构加工效率、节省钢材，这二个技术的应用对于提高设计与施工速度，降低工程成本有积极意义。

(3) 适用范围

该技术可应用于多、高层钢结构、单层门式刚架、单层工业厂房、各类桁架与屋架、大跨度体系场馆与公共建筑等钢结构的设计，在确保结构安全的前提下，提高设计效率、节省钢材。

5.2 钢结构施工安装技术

5.2.1 厚钢板焊接技术

(1) 主要技术内容

在高层建筑钢结构柱与一些特殊大跨度重荷载桁架与梁的设计与施工中，厚钢板大量应用，而影响钢结构焊接质量的一个最主要因素是厚钢板的焊接。为解决厚钢板的焊接问题要考虑如下因素：材料方面应采用有 Z 向性能要求的钢板；焊缝形式应合理设计，以减小层状撕裂；焊接材料采用低氢型焊条；焊接工序要选择合适的预热温度与焊后热控制，并严格控制焊接顺序。

(2) 技术指标

对于板厚大于或等于 40mm，且承受沿板厚方向拉力作用的焊接时，应考虑

厚钢板的焊接问题。板材要有 Z 向性能保证，符合国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313 的规定。

(3) 适用范围

适用于高层、超高层的钢结构的柱制作的焊接(箱型柱、H 型柱)、梁柱节点焊接，大跨度重载梁的翼缘与腹板的焊接，大跨度重载桁架节点焊接等方面。

5.2.2 钢结构安装施工仿真技术

(1) 主要技术内容

钢结构安装施工仿真技术主要包括以下四个方面：1. 大型构件的吊装仿真，检验构件安装中与其它构件的及支架的碰撞与干涉问题，得出正确的安装方式；2. 施工进度仿真模拟，以直观实现对于施工进度与质量的管理；3. 结构安装的预变形技术，包括安装构件的起拱与预变位，以最终实现结构安装完成后的正确几何位置；4. 结构构件的预拼装模拟。

(2) 技术指标

施工安装仿真技术须依靠计算机建立三维实体模型，正确反映构件与各构件在结构中的关系。在吊装仿真中要模拟构件在吊装中的运动关系，以实现构件的正确就位，提高施工安装效率；施工进度模拟要反映工程中各工序关系，达到实时模拟的要求。

(3) 适用范围

适用于复杂型体的钢结构与大跨度钢结构的安装。

5.2.3 大跨度空间结构与大型钢构件的滑移施工技术

(1) 主要技术内容

大跨度空间结构与大型钢构件在施工安装时，为加快施工进度、减少脚手架、确保焊接安装质量，可采用滑移施工技术。滑移技术是在建筑物的一侧搭设一条施工平台，在建筑物二边或跨中铺设滑道，所有构件都在施工平台上组装，分条组装后用牵引设备向前牵引滑移(可用分条滑移或整体累积滑移)。结构整体安装完毕并滑移到位后，拆除滑道实现就位。

(2) 技术指标

结构滑移设计时要对滑移工况进行受力性能验算，保证结构的杆件内力与变形符合规范要求。滑移牵引力要正确计算，当钢与钢面滑动磨擦时，磨擦系数取 0.12~0.15；当滚动磨擦时，滚动轴处磨擦系数取 0.1。滑移时要确保同步，位移不同步应小于 50mm。

(3) 适用范围

适用于大跨度网架结构、平面立体桁架(包括曲面桁架)及平面形式为矩形

的钢结构屋盖的安装施工。

5.2.4 大跨度空间结构与大跨度钢结构的整体顶升与提升施工技术

(1) 主要技术内容

对于大跨度屋盖与钢结构，具有地面拼装条件，又有较好的周边支承条件时，可采用整体顶升与提升技术。屋盖与钢结构在地面安装为一个整体后，利用周边支承结构或临时扒杆，应用顶升或提升技术将结构整体顶升或提升，顶升或提升施工时应用计算机精确控制各点的同步性。顶升用实心千斤顶，利用千斤顶与临时支架相配合逐级顶升，提升用穿心双作用千斤顶，且可连续提升。

(2) 技术指标

对于整体顶升与提升时，要作施工状态下结构整体受力性能验算，并计算各顶、提点的作用力，配备千斤顶。对于施工支架或下部结构应验算承载能力与整体稳定性。施工时各作用点的同步应控制于不大于 30mm。

(3) 适用范围

适用于大跨度网架结构、桁架结构、大型钢结构与构件整体安装施工。

5.3 钢与混凝土组合结构技术

(1) 主要技术内容

钢与混凝土组合结构主要包括钢管混凝土、型钢混凝土与组合梁。钢管混凝土可显著减小柱的截面尺寸，提高承载力；型钢混凝土承载能力高，刚度大且抗震性能好；组合梁承载能力高且高跨比小。

钢管混凝土施工简便，梁柱节点采用内环板或外环板式，施工与普通钢结构一致，钢管内的混凝土可采用高抛免震捣混凝土，关键技术是设计合理的梁柱节点与确保钢管内浇筑混凝土的密实性。

型钢混凝土除了钢结构优点外还具备混凝土结构的优点，同时结构具有良好的防火性能。其关键技术是如何合理解决梁柱节点区钢筋的穿筋问题，以确保节点良好的受力性能与加快施工进度。

组合梁是在钢梁上部浇筑混凝土，形成混凝土受压、钢筋受拉的截面合理受力形式，充分发挥钢与混凝土各自的受力性能。组合梁施工时，钢梁可作为模板的支撑。组合梁设计时要确保钢梁与混凝土结合面的抗剪性能，又要充分考虑钢梁各工况下从施工到正常使用各阶段的受力性能。

(2) 技术指标

钢管混凝土设计时应遵循《钢管混凝土结构设计与施工规程》CECS 28:90 的要求。型钢混凝土设计时应遵循《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ 138-2001 的要求。

(3) 适用范围

钢管混凝土特别适合应用于高层、超高层建筑的柱及其它有重载承载力设计要求的柱；型钢混凝土适合于高层建筑外框柱及公共建筑的大柱网框架与大跨度梁设计；组合梁适用于结构跨度较大而高跨比又有较高要求的楼盖结构。

5.4 预应力钢结构技术

(1) 主要技术内容

预应力钢结构是指索结构或索与其它结构组合的杂交结构。包括索结构、斜拉结构、张弦梁结构、横向加劲单曲悬索、预应力网架与预应力网壳结构等方面。预应力钢结构显著改善结构受力性能，且有结构性能好、结构优、用钢量省、实现结构控制等诸多优点。预应力钢结构，其关键点是依靠索(斜拉索、拉索、悬索)通过预应力技术对结构建立与增大刚度。预应力实现有多种方式，包括索的张拉及结构体系支座的强迫位移等。索可依据设计要求采用整体索或钢绞线集成索或直接为高强钢拉杆，预应力张拉时宜分步到位，并必须作模拟计算分析。

(2) 技术指标

索一般采用 1860MPa 级高强钢丝或高强钢绞线，其设计强度一般取 0.4 倍索的标准强度。

(3) 适用范围

预应力钢结构广泛适用于各种类型的大跨度的公共建筑包括体育场馆、候机候车厅、展览馆，建筑造型丰富、结构性能优异，有很好的应用前景。

5.5 住宅结构技术

(1) 主要技术内容

采用钢结构作为住宅的主要承重结构体系，对于低密度住宅以采用冷弯薄壁型钢结构体系为主，墙体为墙柱加石膏板，楼盖为 C 型搁栅加轻板；对于多层住宅以钢框架结构体系，楼板宜采用混凝土楼板，墙体为预制轻板或轻质砌块。多层钢结构住宅的另一个方向是采用带钢板剪力墙或与普钢混合的轻钢结构；对于高层住宅，则以钢框架与混凝土筒体组合构成的混合结构或以带钢支撑的框架结构。

(2) 技术指标

对于低层冷弯薄壁型钢住宅体系，其总结构用钢量为 $22 \sim 25\text{kg/m}^2$ ，开间尺寸为 $3.3\text{m} \sim 4.8\text{m}$ ；多层钢框架住宅体系，其钢结构用钢量为 $35 \sim 40\text{kg/m}^2$ ，开间尺寸以 $3.3\text{m} \sim 4.5\text{m}$ 为宜；高层钢框架混合结构或带钢支撑钢框架体系，其钢结构用钢量为 50kg/m 左右，开间尺寸为 $3.3\text{m} \sim 7.2\text{m}$ 为

宜。

(3) 适用范围

冷弯薄壁型钢可广泛应用于低层住宅(1~3层)的建设;钢框架结构可广泛应用于多层住宅(4~7层)的建设;钢与混凝土混合结构或带钢支撑框架结构可应用于高层住宅(9~24层)的建设。钢结构住宅建设要以产业化为目标做好墙板的配套工作,以试点工程为基础做好钢结构住宅的推广工作。

5.6 高强度钢材的应用技术

(1) 主要技术内容

对承受较大动荷载的焊接钢结构,选材需要考虑可焊性好、冲击韧性高、强度较高、厚板焊接效应不明显的优质钢材。现国内开发研制的 14MnNbq 和 15MnVNq 桥梁钢,可达到上述要求,其与国标 GB/T 714-2000 对应牌号为 Q370qE 和 Q420qE。

(2) 技术指标

14MnNbq (Q370q-E) 和 15MnVNq (Q420q-E) 桥梁钢应正火交货。14MnNbq (Q370q-E) 钢板厚 $t \leq 24\text{mm}$ 的钢板经双方协议可按控轧或正火交货。主要技术指标为:

14MnNbq 钢:

屈服强度: $t = 50 \sim 6\text{mm}$, 分别 340 ~ 370MPa

抗拉极限强度: $t = 50 \sim 6\text{mm}$, 分别 490 ~ 685MPa

冲击韧性: -40℃ 时, $t \leq 24\text{mm}$, Akv 100J; $t > 24\text{mm}$, Akv 120J

最大使用钢板厚度 t_{max} : 50mm

15MnVNq 钢:

屈服强度: $t = 60 \sim 25\text{mm}$, 分别 420 ~ 430MPa

抗拉极限强度: $t = 60 \sim 25\text{mm}$, 分别 560 ~ 580MPa

冲击韧性: -40℃ 时, Akv 100J

最大使用钢板厚度 t_{max} : 56mm

(3) 适用范围

适用于大型铁路桥梁用钢、低温地区焊接钢结构、其它承受动荷载的焊接钢结构。

(4) 已应用的典型工程

该技术已在九江长江公铁路大桥、芜湖长江公铁路大桥、秦沈铁路客运专线结合梁钢梁、渝怀线长寿长江大桥、青藏铁路结合梁钢梁、长东铁路黄河二桥等大型工程中应用,经济效益显著。

5.7 钢结构的防火防腐技术

(1) 主要技术内容

钢结构的防火防腐技术对于结构的安全性能与耐久性起着极为重要的作用。就钢结构的防火技术来说,一般采用防火涂料或防火板材予以保护。防火涂料分为超薄型、膨胀型与厚型三种类型。超薄型防火涂料,厚度最厚仅为 2.6mm,采用辊涂、刷涂或喷涂;膨胀型防火涂料,最大厚度可达 7mm,采用喷涂方法施工;当无装饰要求时,可采用不带矿物纤维的非膨胀厚型无机防火涂料,最大厚度为 50mm,采用涂抹或喷涂方法施工。对某些梁柱需要包裹的情况下还可以应用防火板材包裹,达到保护目的。采用的各类防火涂料与材料必须得到消防部门指定的检测机构的认可,施工时必须按要求多道喷涂或涂刷,严格达到设计的防火涂料厚度要求。

钢结构防腐按结构的使用要求而定,一般情况下用常规防锈漆即可,当所处的环境条件较恶劣时必须采用性能优异的防腐涂料如富锌类涂料或采用耐侯钢。

(2) 技术指标

按构件的建筑防火要求与对结构的外观要求选取适宜的防火涂料,超薄型防火涂料,厚度 0.6mm—2.6mm,其耐火极限为 0.5 小时至 2.5 小时;膨胀型防火涂料,厚度 3.0mm—7.0mm,其耐火极限为 0.5 小时至 2.5 小时;厚型无机防火涂料,厚度 8.0mm—50.0mm,其耐火极限为 0.5 小时至 3.0 小时。

(3) 适用范围

防火涂料或防火板材广泛应用于各类结构的保护,各类公共建筑中当外观要求较高时采用超薄型防火涂料,各类大跨度结构常采用膨胀型防火涂料,而大量的高层结构则常用厚型防火涂料保护。

6. 安装工程应用技术

6.1 管道制作(通风、给水管道)连接与安装技术

6.1.1 金属矩形风管薄钢板法兰连接技术

(1) 主要技术内容

金属矩形风管薄钢板法兰连接技术是近年来风管加工制作的新技术,与传统角钢法兰连接技术相比,具有制作、安装生产效率高,操作劳动强度降低,产品质量易于控制等特点。不仅在国外广泛应用,在我国也已具有一定市场应用量。

薄钢板法兰风管的风管与法兰同为一体(或镀锌板制作的法兰条),风管

间的连接采用弹簧夹式、插接式或顶丝卡紧固方式。薄钢板法兰风管的制作，根据施工实际情况进行。可采用单机设备分工序完成风管制作；也可采用在计算机控制下，将下料、风管管板及法兰成形一次完成的直风管制作流水线。流水线使用镀锌板卷材，从根据风管需要连续进行管材下料到半成品加工完成，全部工序只需 30 秒钟，实现了直风管加工和风管配件下料的自动化。异形风管可采用数控等离子切割设备下料，有效节省传统展开下料繁琐操作所耗费的时间。

(2) 技术指标

金属矩形风管薄钢板法兰连接技术的技术指标应符合国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2002 以及建设部部颁标准《通风管道技术规程》JGJ141-2004 规定。

(3) 适用范围

矩形薄钢板法兰风管适用于中、低压通风及空调工程中的送、排风系统(含空调净化系统)。风管长边尺寸一般为 2000mm 以下。超出此规格尺寸的风管，可采取加固措施。

(4) 已应用的典型工程

金属矩形风管薄钢板法兰连接技术在我国的建筑工程中，例如在许多高层建筑、大型公共建筑、工业厂房等通风空调工程中送、排风的中、低压系统及空调系统(含净化空调系统)中得到普遍应用。比较典型的工程有北京东方广场、中国银行大厦、北京远洋大厦、中国大剧院等大型代表工程。

6.1.2 给水管道卡压连接技术

(1) 主要技术内容

薄壁不锈钢给水管道是一种取代镀锌钢管最理想的管材，可以有效地避免水质的“二次污染”。不锈钢卡压式管件连接技术摒弃了螺纹、焊接、胶接等传统给水管道连接技术，是采用不锈钢水管专用连接管件的新型、耐久连接型管件，具有保护水质卫生、抗腐蚀性强、使用寿命长以及优良的力学性能等主要特征。

(2) 技术指标

不锈钢卡压式管件执行标准 GB / T19228 . 1 — 2003 ；薄壁不锈钢水管执行标准 GB / 19228 . 2 — 2003 ；O 型密封圈执行标准 GB / 19228 . 3 — 2003。薄壁不锈钢水管及不锈钢卡压式管件的材料一般采用奥氏不锈钢。O 型密封圈采用丁基橡胶，耐热水、抗老化、抗添加剂，适用于饮用水。

(3) 适用范围

不锈钢卡压式管件连接技术使薄壁不锈钢给水管道可以广泛地应用于给

水、热水、饮用水、排水采暖等管道系统中。

(4) 已应用的典型工程

薄壁不锈钢卡压式连接水管在国内已经得到广泛应用，比较典型的工程有：北京人民大会堂冷热水工程、国家财政部办公楼直饮水工程、上海汤臣花园热水工程、上海 F1 国际赛车场冷热水工程、大庆 36000 户人家直饮水工程。

6.2 管线布置综合平衡技术

(1) 主要技术内容

管线布置综合平衡技术是施工管理技术，随着建筑工程施工图纸电子版的应用，为施工过程控制以及竣工资料整理提供了较好的条件。为了更好的落实和调整工程建设方、监理及设计的各项要求，合理分布机电工程各专业管线的位置，在设计交底和综合审图阶段，由机电总承包方采用机电管线综合平衡技术，可以最大限度实现设计和施工之间的衔接，为机电总承包方有效协调各机电专业分包方的施工提供技术支持，为施工的顺利进行创造条件。

(2) 技术特点

机电管线布置综合平衡技术的推行与应用，可以缩短施工工期、避免各安装专业施工阶段管路(线)交叉打架、衔接不当而造成的返工浪费、提高工程质量并创造一定的经济效益。技术特点如下：

机电管线布置综合平衡技术可以较快完善节点设计和施工详图设计。

机电管线布置综合平衡技术通过采用综合图纸解决在保证功能情况下机电系统内部管线的标高和位置问题，避免交叉时产生冲突，同时还要配合并满足结构及装修的各个位置要求。综合审图的水平不仅仅依赖于各专业施工员的施工管理经验，而是通过施工过程在计算机上的预装配，尽可能全面发现施工图纸存在的技术问题，并尽可能在施工准备阶段全部解决。通过机电管线布置综合平衡技术可以在排列各种管道(线)时考虑运行管理维修和二次施工，对不同管线尤其是先后施工的管道(线)，综合图纸要预先考虑到先施工的管道(线)不要影响后续施工的管道(线)。同时，综合平衡还可考虑对于需要维修和二次施工的管道(线)的安排，对于以后需要维修的管线留出足够的位置。

施工成本控制是工程项目管理的重点。通过应用管线综合平衡技术，机电安装施工单位可以主动进行成本控制，如采用综合支吊架，可减少施工安装后的拆改工作量，从而最大限度的降低工程成本。

由于图纸制作处理审核全在现场，使与机电项目有关的管理及施工人员

(包括甲方、监理、总包、劳务分包),均通过综合图涉及的专业内容(各专业图纸的综合图、机电样板的汇总报审图、与土建的交接图、方案附图、洽商附图、报验图及工程管理用图等)进行管理调整,及时掌握变更状况。

(3) 适用范围

机电管线布置综合平衡技术对加强机电总承包工程的管理是非常重要的,是经过工程检验行之有效的管理技术,在工程管理中推广,特别是在机电总承包管理工程中推广应用,会创造可观的经济效益。

(4) 已应用的典型工程

近年来机电管线布置综合平衡技术在许多高层建筑、大型公共建筑的机电总承包管理工程中逐渐得到普遍应用,比较典型的工程有东方广场工程、Soho 现代城工程、光彩国际中心工程等。

6.3 电缆安装成套技术

6.3.1 电缆敷设与冷缩、热缩电缆头制作技术

(1) 主要技术内容

采用高压交联聚乙烯绝缘电缆热缩接头技术和高压交联聚乙烯绝缘电缆冷缩接头技术,首先对电缆确定绝缘外径提供电缆头套管范围,用 PVC 带绑扎剥开电缆,保留 35mm 铜屏蔽,进行良好电缆头预处理;用恒力弹簧将接地编制线固定在铠装带上,对冷收缩套管安装要保证冷缩终端的有效距离及顶部防水密封;安装冷缩式终端头要保证主绝缘光滑,并分段标识。

(2) 技术指标

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB50168、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本性能要求》

(3) 适用范围

高压交联聚乙烯绝缘电缆热缩接头技术对于单芯的适应于 6kV ~ 35 kV 单芯户内外热缩终端接头芯线截面积为 35 ~ 630mm² 的铜带屏蔽、无铠装的聚乙烯绝缘电缆;三芯的适应于 6kV ~ 35 kV 三芯户内外热缩终端接头和热缩中间接头电缆为铜带屏蔽、钢带铠装的聚乙烯绝缘电缆。

高压交联聚乙烯绝缘电缆冷缩接头技术对于单芯户内外冷缩终端和冷缩中间接头,芯线截面积为 35 ~ 630mm² 的铜带屏蔽、无铠装的聚乙烯绝缘电缆;三芯的适应于 6kV ~ 35 kV 三芯户内外冷缩终端接头和冷缩中间接头电缆为铜带屏蔽、钢带铠装的聚乙烯绝缘电缆。

(4) 已应用的典型工程

电缆敷设与冷缩、热缩电缆头制作技术在国内的许多大型公共建筑、工业

厂房等电气工程建筑工程中得到普遍应用,比较典型的工程有镇海炼化热力站、杭州萧山国际机场、北仑热电厂等。

6.4 建筑智能化系统调试技术

6.4.1 通信网络系统

(1) 主要技术内容

通信网络系统是指:用户程控电话交换机系统、用户接入网(xDSL、HFC和FTTx等)、VSAT卫星通信系统、微蜂窝数字无绳电话系统、无线信号覆盖系统、光纤传输系统、卫星接收及有线电视系统、会议电视系统、公共及紧急广播系统等。对于建筑工程中的通信系统不同于电信级的主干通信系统。但他们确是构成信息社会的基本单元。随着信息技术的发展数字化通信手段已是建筑工程的必需。

(2) 技术指标

GB/T 50314 智能建筑设计标准、GY/T 106 有线电视系统技术规范、信息产业部、广电总局等系统的技术标准。

6.4.2 计算机网络系统

(1) 主要技术内容

计算机网络系统利用通信技术、计算机集成技术、多媒体技术等手段将各独立用户终端计算机连接起来,达到资源共享。主要有以太网、ATM交换网、令牌环网络。

(2) 技术指标

信息产业部、国际相应标准和规范。

6.4.3 建筑设备监控系统

(1) 主要技术内容

建筑设备监控系统是由现场数据采集/控制设备(DDC)、传输网络、和中心主控制设备组成,主要功能是完成对各类机电设备进行检测、控制及自动化管理,实现安全、可靠、节能和集中管理的要求。主要实现:

- 1) 对冷热源系统的控制管理功能
- 2) 对空调与通风系统的控制功能
- 3) 对变配电系统的监视功能
- 4) 对照明系统的检测控制
- 5) 对给排水系统的监视控制功能
- 6) 对电梯与电动扶梯系统的监视功能
- 7) 建筑设备监控系统与主要设备间的数据通信

(2) 技术指标

《智能建筑设计标准》、《民用建筑电气设计规范》

6.4.4 火灾自动报警及联动系统

(1) 主要技术内容

火灾自动报警系统主要由前端报警探测器、传输线路、相应联动模块及设备、区域控制器或集中控制器组成。主要功能是利用现代通信和计算机技术、控制技术，在早期发生火情时提前预警，当火警确认后，通过联动功能启动相应的灭火系统，将火灾损失减到最小。

(2) 技术指标

符合《火灾自动报警及联动系统设计规范》、《民用建筑电气设计规范》、《智能建筑设计标准》

6.4.5 安全防范系统

(1) 主要技术内容

安全防范系统主要通过利用科技手段、综合通信技术、多媒体技术、计算机控制技术等，对所保护的对象采取技术防范措施的手段。包括：入侵报警系统、音视频监控系统、出入口控制系统、电子巡更管理系统、停车库/场管理系统等。

(2) 技术指标

符合《智能建筑设计标准》、《民用建筑电气设计规范》

6.4.6 综合布线系统

(1) 主要技术内容

综合布线是所有通讯系统的基础，是网络系统的物理媒质层，它主要为通讯提供物理链路，分为工作区子系统、水平子系统、管理间子系统、垂直主干子系统、设备间子系统、建筑群子系统等。目前主流为主干采用光纤，水平及接插件主要采用超五类和六类非屏蔽系统。

(2) 技术指标

《建筑与建筑群综合布线工程设计规范》、《智能建筑设计标准》

6.4.7 智能化系统集成

(1) 主要技术内容

主要通过软件进行信息系统集成，实现综合管理决策。

(2) 技术指标

《智能建筑设计标准》

6.4.8 住宅（小区）智能化

(1) 主要技术内容

通过各种控制技术、通信技术、报警技术、多媒体处理技术实现居住环境的极大改善，目前主要是智能家居系统的应用，为住户提供使用上的便利

及安全保证。

(2) 技术指标

《智能建筑设计标准》

6.4.9 电源防雷与接地系统

(1) 主要技术内容

随着智能化系统的发展，促进了防雷技术的发展和产品生产，包括：信号防雷、电源防雷。接地系统对电子产品尤其通信系统尤为重要，接地系统直接影响到智能化系统及产品的正常安全运转。

(2) 技术指标

《智能建筑设计标准》

6.5 大型设备整体安装技术(整体提升吊装技术)

6.5.1 直立单桅杆整体提升桥式起重机技术

(1) 主要技术内容

单桅杆整体提升桥式起重机技术具有安全、经济、操作方便等特点。通常情况下，当厂房柱头及屋架结构不能利用时，大多数桥式起重机的吊装都采用此法。

施工时，先将桥式起重机两片大梁运到起吊位置进行拼装，桅杆直立在大车之间，再将小车、驾驶室安装就位，并把小车捆牢，利用卷扬机牵引，一次性整体吊装桥式起重机就位。

(2) 技术指标

直立单桅杆整体提升桥式起重机技术的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定，桅杆站立位置、桅杆有效高度、桥式起重机回转就位可能性等因素均须在设计方案时预先考虑。

(3) 适用范围

直立单桅杆整体提升桥式起重机技术适用于在车间厂房内或露天的大型、重型桥式起重机的提升就位，尤其适用于在车间厂房内和其它难以采用吊机吊装的场合。

(4) 已应用的典型工程

直立单桅杆整体提升桥式起重机技术已形成了一套成熟可行的吊装施工工法，被许多施工企业在安装工作中普遍使用。如东方电机厂 550/250t × 33m 桥式起重机安装工程等。

6.5.2 直立双桅杆滑移法吊装大型设备技术

(1) 主要技术内容

利用直立双桅杆滑移法吊装大型设备时，先在设备基础旁立两根桅杆，将

要吊立的设备卧放就位在两桅杆之间，使其上部吊点位于基础上方，底部座在滑动排子上。提升设备上部，设备下部跟着水平滑移，使设备整体吊装就位。

本方法起重量大，且设备吊起后直立、便于安装，吊装过程稳。设备上附件可在地面全部装好，减少高空作业，加快工程进度，有利于保证工程质量和安全。

(2) 技术指标

直立双桅杆滑移法吊装大型设备技术的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。桅杆一般置于基础的两侧，双桅杆的底座中心连线要通过基础中心，并与设备卧放时的纵轴线相垂直，两桅杆与基础中心距离相等。设备基础标高一般不大于 1.5m。每根桅杆的风缆数目一般为 8 条，应按对称的原则进行架设。

(3) 适用范围

直立双桅杆滑移法吊装大型设备技术广泛应用于大型立式设备，特别是化工装置中各类重型设备或设备群的吊装。

(4) 已应用的典型工程

此项技术解决了在无法应用吊车施工的场所吊装立式设备的问题，在各类塔式设备的吊装中得到了广泛的应用。

6.5.3 龙门（A 字）桅杆扳立大型设备（构件）技术

(1) 主要技术内容

龙门桅杆扳吊法扳立大型设备（构件）的施工方法，是在龙门桅杆吊推法和旋转起扳法的基础上发展的，其突出特点是在吊装过程中除卷扬机与制动索具锚点外，该龙门桅杆（门架）不需缆风绳和锚点，操作简单，吊装时间短，设备（构件）上附件可在地面全部装好，减少高空作业，加快工程进度，有利于保证工程质量和安全。此种方法成熟、先进、高效，使安全吊装条件有所改善，具有很好的经济效益和推广应用价值。

(2) 技术指标

龙门桅杆扳吊法扳立大型设备（构件）的施工方法的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。吊装过程中要用经纬仪监测门架侧向位移，门架上横梁中心侧向位移 60mm。门架两底铰前后偏差 110mm，塔架顶部中心偏差 65mm。监控塔架顶铰腕孔与轴的间隙处，不允许在轴的下方出现间隙，轴的下方应紧贴孔壁。

(3) 适用范围

龙门桅杆扳吊法扳立大型设备（构件）的施工方法，适用于施工场地狭窄

的安装场合和各种不同高度直立式设备的吊装工作。

(4) 已应用的典型工程

龙门桅杆扳吊法扳立大型设备（构件）的施工方法，已多次成功地应用在大型构件与设备的吊装实践中，安全可靠。比较典型的工程有：65m 煤制气火炬吊装、浙江省苍南县海拔近 1000m 高的鹤顶山上两台 NTK-500/40 型风力发电机安装等。

6.5.4 无锚点推吊大型设备技术

(1) 主要技术内容

无锚点推吊法解决了在非常狭小的施工现场吊装大吨位的设备或大型构件的难题。吊推法的门架无需拖拉绳和锚点，其主要工作过程由“吊”和“推”两种动作组成，故称无锚点吊推法。全部吊装过程一般由竖立门架、起吊设备、扳倒门架、推举就位、放下门架等五道工序完成。

吊推法工艺先进，省时省工，安全可靠，完全符合优质、高速、低耗的要求，有着十分广泛的推广应用价值。

(2) 技术指标

无锚点推吊法的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。此法使用较矮的柜式门架，对称无偏心受载，无拖拉绳的压力，消除了桅杆起重机所需要的缆风绳和锚点。一般前吊点位于理论重心的上方 3.0~4.5m，后吊点位于理论重心的下方 4.5~7.0m（高设备取上限，低设备取下限），门架在滑道上的初始位置，应设在设备前吊点外侧 0.5~1m 左右，两立柱夹角 $\theta = 5^\circ \sim 10^\circ$ 。

(3) 适用范围

无锚点推吊法适用于施工现场障碍物较多，周围环境复杂，设置缆风绳、锚点困难，基础在地面的高、重型设备或构件，难以采用大型桅杆进行吊装作业的场合现场，特别是老厂扩建中施工。

(4) 已应用的典型工程

无锚点推吊法工艺已多次在大型设备吊装工程中顺利实施，如湖南洞庭氮肥厂事故排放装置的排气筒和某毫秒炉初馏塔吊装等。

6.5.5 气顶升组装大型扁平罐顶盖技术

主要技术内容

(1) 气顶法吊装大型扁平罐顶盖技术是利用空气为介质，采取提高和保持一定的空气压力，将大型贮罐顶盖向上顶升，上升平衡、安全可靠，顶升时顶盖受力均匀，不易变形。

气顶法吊装具有上升平衡、安全可靠，顶升时顶盖受力均匀，因此构件不

易变形，与机械方式吊装相比可节省不少机具费用开支，是确保工程质量且效益明显的一种大型构件整体吊装工艺方法。

(2) 技术指标

气顶法吊装大型扁平罐顶盖技术的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。送风系统、平衡导向系统、密封装置、测控系统均需经过测试，应备有一台备用鼓风机和相应的柴油发动机组，切实保证气顶过程的连续性与稳定性。正式气顶升前应进行试气顶升，检查顶盖悬浮状态时的水平状况，相对高差应控制在 50mm 以内，还应检查顶盖四周的密封情况，防止过大漏风量。升速以 12 ~ 14m/h 为宜，在打入斜楔铁块的过程中，筒体内空气应保持一定压力(高于正常气顶压力 200 ~ 300Pa)。

(3) 适用范围

气顶法吊装大型扁平罐顶盖技术适用于类似结构形式的贮罐制作安装工程。

(4) 已应用的典型工程

气顶法吊装大型扁平罐顶盖技术目前在国外已普遍应用，在国内还处于刚起步阶段，具有广阔的推广前景。如上海浦东新区长江边天然气事故气源备用站 2 万 m³低温罐顶盖，采用气顶升法成功将其沿筒体内壁从 7.6m 标高处，平稳吹升到 34.207m 标高处，并顺利锁定就位。

6.5.6 液压顶升拱顶罐倒装法

(1) 主要技术内容

液压顶升拱顶罐倒装法属于一种新的工艺，它采用在罐体内布设液压顶升机，自动控制液压顶升。此法机具自动化水平高，操作简单，节省人力，减轻劳动强度，适应性强，容易形成标准化、系列化，工装能够重复使用因而成本低，经济效益好

(2) 技术指标

液压顶升拱顶罐倒装法的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。整个工装机具包括液压顶升索具系统、液压顶升油路系统和仪表操作台系统。顶升机由主罐体、I 级活塞杆、II 级活塞杆等构成。设置中心柱来平衡液压顶升机外罩所受的外倾覆力矩，保证起吊的安全和稳定，并在组对拱顶罐盖时作为罐盖板组对的支撑胎具。为提高罐壁的刚度，需设置胀圈。为了操作自动化，在每个液压顶升系统上要装自控阀、液压限位器、报警装置等。在罐体外要设一台操作仪表盘，用以控制液压顶升机顶升和下降。

(3) 适用范围

液压顶升拱顶罐倒装法适用于类似结构形式的贮罐制作安装工程。

(4) 已应用的典型工程

液压顶升拱顶罐倒装法现已在石油类储罐安装中得到普遍应用,如10000m³拱顶罐安装工程等。

6.5.7 超高空斜承索吊运设备技术

(1) 主要技术内容

超高空斜承索吊运设备技术整体结构是由斜承索、牵引小车、斜承索弛度调控系统、小车提升牵引系统和小车返回牵引系统五部分组成。被吊运的设备悬挂在牵引小车下,由小车提升装置,沿斜承索向上提升到高空建筑物上就位,然后再由小车返回装置,将牵引小车拉回到地面。

此法吊升高度高,跨度大,吊运装置简单,操作安全可靠,吊运时斜承索的松弛度能通过弛度调控装置进行调控,并配有张力指示装置,便于设备的起吊和就位。

(2) 技术指标

超高空斜承索吊运设备技术的设计及选用应遵循国家的相关标准、规范的规定。整个斜承索吊运装置需经过空载、额定负载、超载的试运行测试,确定其性能良好。牵引小车应在斜承索架设过程中进行挂设,斜承索的长度必须丈量正确,牵引提升钢丝绳要尽量和斜承索相平行;提升用的卷扬机应尽可能的布置在该建筑物的顶层,卷扬机必须有足够的容绳量;设备吊运过程中必须自始至终地对拉磅(张力指示器)指示读数进行全行程的监视,并随时向总指挥汇报变化情况;应对所有滑车和锚固点进行检查监视,防止出现锚固点松动及滑车过热等现象。

(3) 适用范围

超高空斜承索吊运设备技术适用于高耸建筑物上部设备的吊运与安装,如类似具有足够刚度和强度的电视塔等顶部设备的吊运。

(4) 已应用的典型工程

超高空斜承索吊运设备技术已在上海东方明珠广播电视塔上球顶层(标高288m)热泵机组吊装工程中得到了应用。

6.5.8 集群液压千斤顶整体提升(滑移)大型设备与构件技术

(1) 主要技术内容

集群液压千斤顶整体提升(滑移)大型设备与构件技术目前多采用“钢绞线悬挂承重、液压提升千斤顶集群、计算机控制同步”方法,其中有如下两种方式:上拔式和爬升式。前者将液压提升千斤顶设置在承重结构的永久柱上,悬挂钢绞线的上端与液压提升千斤顶穿心固定,下端与提升构件

用锚具连固在一起。后者悬挂钢绞线的上端固定在永久性结构上，将液压提升千斤顶设置在钢绞线下端。

采用集群液压千斤顶整体提升（滑移）大型设备与构件技术，施工方法正确、工艺成熟、技术先进，经济效益显著。

(2) 技术指标

集群液压千斤顶整体提升（滑移）大型设备与构件技术借助机、电、液一体化工作原理，使提升能力可按实际需要进行任意组合配置。计算机控制同步，可高精度控制提升点间的升差值，不受提升点设置数和提升点间荷载差异的影响。用钢绞线承重，解决了长距离连续提升要求的施工技术难题。

确定提升的范围，必须同时考虑承重结构(永久的和临时的结构)的稳定性和构件本身的稳定性。提升形式选择的原则，一是力求降低支承塔架的高度，保证其稳定性，二是确保构件本身整体提升中的稳定性和就位安全性。合理确定提升点的数量与位置的基本原则是：切实保证构件(屋盖)在提升过程中的稳定性；在安全和质量确保前提下，尽量减少提升点数量；单体设备承载能力符合设计要求。设备选择的原则是：能满足提升中的受力要求，结构应紧凑、坚固、耐用、维修方便、满足功能(如行程、升降速度、安全保护等)要求。

(3) 适用范围

上拔式(提升式)工艺多适用于屋盖、网架、钢天桥(廊)等投影面积大、重量重、提升高度相对较低场合构件的整体提升，爬升式(爬杆式)工艺多适用于如电视塔钢桅杆天线等提升高度高，投影面积一般，重量相对较轻场合的直立构件的整体提升。

(4) 已应用的典型工程

集群液压千斤顶整体提升（滑移）大型设备与构件技术，解决了在常规状态下，采用桅杆起重机、移动式起重机所不能解决的大型构件整体提升技术难题，已广泛应用于市政工程施工的相关领域以及设备安装领域。典型工程有：澳门东亚运动会体育馆（澳门蛋）钢结构主桁架整体提升加滑移、厦门造船厂 300t × 94m 龙门起重机主梁整体提升、上海东方明珠电视塔钢桅杆天线整体提升、东方航空双机位机库钢屋盖整体提升、浦东国际机场航站楼(主楼与高架进厅)钢屋架(盖)整体滑移等。

6.6 建筑智能化系统检测与评估

6.6.1 系统检测

(1) 检测内容

所有智能化系统的安装、功能检测。

(2) 技术指标

《智能建筑工程验收规范》、《火灾自动报警及联动系统工程验收规范》
《建筑与建筑群综合布线工程验收规范》、《智能建筑工程检测规程》(报
审稿)

6.6.2 系统评估

(1) 评估内容

每个智能化系统性能评估, 和智能建筑等级评估。

(2) 技术指标

《智能建筑设计标准》、上海市《智能建筑评估标准》

适用范围及已应用的典型工程

高档写字楼、宾馆饭店, 高档住宅小区, 北京: 发展大厦、首都博物馆、
中华实际坛、北京饭店、北潞园小区等。上海: 金茂大厦、中银大厦、东
方城小区等; 浙江电力大楼、温岭锦园小区等等。

7. 建筑节能和环保应用技术

7.1 节能型围护结构应用技术

7.1.1 新型墙体材料应用技术及施工技术

(一) 各种砌块施工中防止裂缝的控制技术

(1) 主要技术内容

国内生产的砌块有:

蒸压加气混凝土砌块

轻集料混凝土小型空心砌块

混凝土夹心聚苯砌块

凯福 298 (Core-Fill500) 砌块体系

应该说目前国内生产各种类型的砌块从技术到生产工艺都是比较成熟的,
目前存在的主要问题是砌筑质量较差: 砌体灰缝不实产生裂缝; 砌体与钢
筋混凝土墙之间产生裂缝; 砌筑砂浆是普通砂浆, 在灰缝处形成冷桥易结
露等问题。

砌筑时, 要提前将砌块浇水湿润, 砌筑时还应适当湿水, 严禁干砌块上墙,
避免砂浆水分被砌块过快吸干, 降低砂浆的强度; 砌筑时一边砌筑一边勾
缝补缝, 使灰浆饱满, 重点做好砌体与钢筋混凝土墙之间的接缝处理, 砌
块砌完后应静置一段时间, 待结构变形稳定后再将框架梁底与砌块之间的
缝隙填实, 再对所有的灰缝进行二次勾缝。也可在砌筑灰浆初凝时喷涂防
裂剂, 如 YH-2 型砂浆防裂剂, 可有效防止裂纹的产生。

对有暗箱、线盒、线管和钢筋混凝土墙 (或框架梁) 的地方, 应在抹灰前

镀锌密目钢网片，防止抹灰空鼓裂缝；抹灰前对基层进行界面处理，提高界面的粘和力，防止空鼓和开裂。

轻质砌块的砌筑砂浆，应使用轻质保温砂浆，减少冷桥，提高砌体的保温性能。

(2) 技术指标

砌体裂缝的宽度以小于 0.2mm 以下。

(3) 适用范围

可适用于砌块结构的所有建筑的外墙和内填充墙。所有砌块的热工性能均可参考《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14- 2004。

(4) 已应用的典型工程

应用的典型工程有京东方生活配套楼、北京新宫新村住宅楼、汇龙森国际科技园、大雄郁金香舍和未来假日花园、丰台的世嘉丽晶小区、加来小镇、中国建筑文化中心、科技部节能示范楼等。

(二) 膨胀聚苯薄抹灰外墙外保温体系

(1) 主要技术内容

膨胀聚苯板薄抹灰外墙保温体系由自熄型模塑聚苯板、锚栓（必要时使用）、聚合物砂浆、抹面胶浆和耐碱网布及涂料等材料组成，置于建筑物外墙外侧的保温及饰面系统。

施工时应注意以下几个方面： 原材料的性能符合 JG/T149-2003 标准要求； 对于外墙外保温所配套的腻子 and 涂料，应是弹性； 基层墙体保证达到标准规定的尺寸偏差，以保证粘贴聚苯板的平整度； 不应用抹灰层找平，使抹灰过厚易引起开裂，抹灰面层厚度仅以覆盖网布，微见网布轮廓为宜，约为 3~5mm； 在面层砂浆达到规定的养护期和强度后再刮腻子，否则引起内层胀裂； 首层为双层网布时，应内层使用加强网布，外层使用标准网，两层网布可以一次抹灰成型，避免了两层界面的空鼓问题； 窗洞扣四周应用网布加强，减少八字裂缝。

(2) 技术指标

原材料和系统应符合《膨胀聚苯板薄抹灰外墙保温体系》JG/T149-2003 标准要求，其中自熄型模塑聚苯板的容重应大于 18kg。

(3) 适用范围

该保温系统适用于各种形式主体结构的外墙外保温，适宜在严寒、寒冷地区和夏热冬冷地区使用。

(4) 已应用的典型工程

目前该技术较成熟，在北方城市已大面积实用，比较成功的例子是 1993 年施工竣工的三里河国家计委住宅楼、裕京花园和怡海花园三期。

(三) 挤塑型聚苯乙烯(板)保温系统

(1) 主要技术内容

挤塑聚苯保温体系的结构与膨胀聚苯薄抹灰保温体系相同,只是将自熄型模塑聚苯板换成了挤塑聚苯板。具有隔热保温效果好、强度高等特点。

施工时除了应注意 7.1.1.6(1) 的问题外,还应注意:挤塑聚苯板的面层应是毛面的;或者挤塑聚苯板的面层应刷界面剂,界面剂的强度应不小于抹面胶浆的强度。

(2) 技术指标

挤塑聚苯板为自熄型,其压缩强度应大于 150kPa;使用的粘结胶浆、界面剂和饰面胶浆与挤塑聚苯板的粘结强度均应大于 0.2MPa,其它材料性能符合《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG/T149-2003 标准要求,系统做法应符合 88JZ2 -2002 图集要求。

(3) 适用范围

该保温系统适用于各种形式主体结构的外墙外保温,适宜在严寒地区、寒冷地区和夏热冬冷地区使用。

(4) 已应用的典型工程

该系统在长江流域和北方地区已广泛使用,典型的工程奥林匹克花园 172 号楼,北京天谱太阳能示范楼和天安门观礼台的结构保温等

(四) 现浇混凝土模板内置(聚苯板)外墙外保温体系

(1) 主要技术内容

该体系分为无网体系和有网体系两种。聚苯板可以是模塑型的,也可以是挤塑型的。

无网体系是将双表面喷砂后的带燕尾槽聚苯板放于模板内侧,与混凝土墙整体浇筑时一起完成,然后在面层抹水泥抗裂砂浆,压铺耐碱玻纤网格布,然后进行外墙饰面施工。

有网体系是将单面钢丝网架聚苯乙烯芯板替代燕尾槽聚苯板放于模板内侧。

(2) 技术指标

技术指标应符合北京市标准《外墙外保温技术规程》(现浇混凝土模板内置保温板做法) DBJ/T01-66-2002 要求。

施工时应注意以下几点:模塑聚苯板的容重应大于 20,否则混凝土的侧压力过大,模塑聚苯板变形,影响保温效果和表面平整度;抹面胶浆的处理应按 7.1.1.6 所述的注意事项;若使用挤塑型聚苯板,则应使用毛面的,且有燕尾槽的。

(3) 适用范围

适用于现浇混凝土结构的工业和民用建筑，适宜北方地区。

(4) 已应用的典型工程

该种体系已在华北地区广泛使用，已应用的典型工程有宝隆小区住宅楼（使用模塑聚苯板）和京师园住宅楼（挤塑型聚苯板）。

7.1.2 节能型门窗应用技术

国内值得推广应用的三种类型的节能型门窗：断桥型门窗、中空玻璃和低辐射玻璃。它们的主要技术内容、技术指标、适宜范围和已应用典型工程分别如下：

(一) 断桥型门窗

(1) 主要技术内容

型材材性和断面形式是影响门窗保温性能的重要因素之一。门窗框材质不同，其导热系数是不同的，导热系数越大，传热能力越强[窗经常使用型材的导热系数有：铝 203 W/(m·K)，钢 58 W/(m·K)，玻璃钢 0.40~0.50 W/(m·K)，木材 0.20~0.28 W/(m·K)，PVC 塑料 0.14 W/(m·K)]。

(2) 技术指标

型材的断面最好是多腔的，一般应大于 3 腔，因为热流方向是垂直与腔壁的，对于金属框的窗在保证有足够空腔的条件下用非金属材料如塑料、橡胶等进行断桥处理，断桥的宽度不宜小于 15mm，长度应与框相等，在安装五金件和安装窗时不要破坏断桥结构。

(3) 适用范围

适用于金属材质的外窗。

(4) 已应用的典型工程

该种门窗已在我国各地区广泛使用，已应用的典型工程有北京市建设工程质量监督总站使用的中空玻璃断桥铝合金门窗。

(二) 中空玻璃

(1) 主要技术内容

中空玻璃是一种以两片或多片玻璃组合而成，玻璃与玻璃之间的空间和外界用密封胶隔绝，里面是空气或其他特殊气体。根据玻璃的种类分为普通透明平中空玻璃，镀膜中空玻璃，钢化中空玻璃和各种弧形中空玻璃等，选用高强度高气密性粘结密封胶、优质铝合金间隔框和干燥剂。

(2) 技术指标

中空玻璃的间隙距离是影响门窗保温性能的重要因素之一，在玻璃厚度一定的情况下，窗的热阻随间隙距离的增加而直线增加，当间隙大于 10mm 时，热阻增加很少，因此玻璃之间的间隙距离不宜小于 10mm，对于铝合金窗，玻璃之间的隔热条宽度应大于 12mm，玻璃的厚度应大于 5 mm。

(3) 适用范围

适用于任何材质的外窗

(4) 已应用的典型工程

该种门窗已在我国各地区广泛使用，已应用的典型工程有北京市建设工程质量监督总站使用的中空玻璃断桥铝合金门窗，原生墅小区使用的中空玻璃断桥铝合金门窗。

(三) 低辐射率玻璃

(1) 主要技术内容

低辐射率玻璃是在玻璃上度一层具有低辐射率的与普通玻璃相比，可以将80%以上的红外热辐射反射回去，同时在可见光波段上保留了高透射率。在建筑上使用这种玻璃，在冬季阻止室内的红外热辐射向外泄露；在夏季又可阻挡室外的红外热辐射进入室内。在双玻窗中，为了降低造价，可以使用一层低辐射率玻璃，一层透明普通玻璃。

(2) 技术指标

与普通5mm透明浮法玻璃相比传热系数降低30%，可见光透过率降低7%。

(3) 适用范围

适用于任何材质的外窗

(4) 已应用的典型工程

该种门窗已在我国各地区开始使用，已应用的典型工程有中国建筑文化中心三里河国家计委住宅楼使用的低辐射率玻璃门窗，中国建筑文化中心和科技部节能示范楼的外门窗。

节能型门窗最好是集断桥、中空和低辐射率玻璃于一体，节能效果最好。

7.1.3 节能型建筑检测与评估技术

(1) 主要技术内容

节能型建筑检测与评估技术是对建筑物的节能状况进行评估。衡量建筑物是否为节能型建筑，各地区是不同的，严寒和寒冷地区主要是建筑物耗热量指标，其次是围护结构的传热系数，包括墙、屋顶和地面和外窗的传热系数。夏热冬热和夏热冬冷地区主要是建筑物耗热量指标和耗冷量指标，其次是围护结构传热系数和热惰性指标（包括墙、屋顶和地面和外窗），建筑物耗热量指标和耗冷量指标是直接反映节能型建筑物的能耗水平，围护结构传热系数和热惰性指标是间接反映节能型建筑物的能耗水平。

根据测试结果和当地住宅节能设计标准进行评估。

(2) 技术指标

测试

1) 严寒和寒冷地区

建筑物耗热量指标测试：在采暖稳定期，有效连续测试时间不少于 7d。使用超声波热量计法测试，在被测楼的管道入口处安装超声波热量计，测试室内、外空气温度，供回水温度和流量，计算建筑物耗热量指标。

围护结构传热系数测试：建筑外窗的传热系数可采用厂家提供的检测部门的建筑外窗的传热系数的报告；墙、屋顶和地面的传热系数测试可用热流计法和热箱法（RX-II 型传热系数检测仪）进行测试。

2) 夏热冬暖和夏热冬冷地区

建筑物耗热量指标和耗冷量指标测试：如果用暖气采暖，建筑物耗热量指标按 A 法测试；如果用空调采暖和制冷，则测试室内、外空气温度，耗电量（耗电指数），计算建筑物耗热量和耗冷量指标。

围护结构传热系数测试：建筑外窗的传热系数、材料的热惰性指标可采用厂家提供的检测部门的建筑外窗的传热系数的报告；外窗的综合遮阳系数可根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2003 的附录 A 进行。墙、屋顶和地面的传热系数测试可按 A 法测试。

评估

依据《民用建筑节能设计标准》（采暖居住建筑部分）JGJ26-95、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2003、地方标准法规和设计值进行比较评估。

(3) 适用范围

适用于我国各地区。

(4) 已应用的典型工程

该种技术在我国各地区广泛使用，已应用的典型工程有北京市天通苑东区 E-2 组团，河北保定节能示范楼，中国建筑文化中心和三里河国家计委住宅楼。

7.2 新型空调和采暖技术

7.2.1 地源热泵供暖空调技术

(1) 主要技术内容

地源热泵供暖空调技术就是通过热泵机组与大地进行冷热交换，在冬季热泵机组将大地的低位热能提取出来对建筑物进行供暖，同时向大地蓄存冷量，以备夏季提取出向建筑物供冷用，在夏季热泵机组将建筑物内的热量转移到大地上，给建筑物室内降温，同时向大地蓄存了热量，以备冬季提取出向建筑物供暖用。

地源热泵系统通常分为三种形式：土壤热交换器地源热泵；地下水地源热泵；地表水地源热泵。

土壤热交换器地源热泵系统包括一个土壤耦合地热交换器，它或是水

平地安装在地沟中，或是以 U 形管状垂直安装在竖井内。不同的管沟或竖井中的热交换器成并联连接，再通过不同的集管进入建筑中与建筑物内的水环路相连接，热泵机组与该水环路中的水进行热量交换，从而实现热泵机组与土壤的冷热交换。

地下水地源热泵系统分为两种，一种通常被称为开式系统，另一种则称为闭式系统。开式系统是将地下水从井中提取出来直接供应到热泵机组，与机组进行冷热交换，之后将井水回灌到地下。而闭式系统则是将从井中提取出的地下水和建筑内循环水之间是用板式换热器分开的。通常该系统包括带潜水泵的取水井和回灌井。

地表水地源热泵系统，由潜在水面以下的、多重并联的塑料管组成的地下水热交换器取代了土壤热交换器，它们被连接到建筑物中，以实现与热泵机组的冷热交换。

应用该项技术应包括以下主要技术内容：

地质勘探、地源热泵系统的设计及施工等。

在选择地热换热系统和进行地源热泵系统设计之前，要对建筑工程项目场地规划面积和形状、工程场地内已有建筑物和规划建筑物的占地面积及其分布等内容进行调查。当选择地表水水源热泵系统时，需对地表水源的水文状况进行勘察。选择地下水地源热泵系统时，对工程场区的水文地质条件进行勘察。在具备水文地质资料的地区，可向当地国土资源部门、水利部门或水文地质专业队伍调查咨询。采用地埋管地源热泵系统时，必须首先对工程场区内岩土体地质条件进行调查。

地埋管系统的设计与施工

地埋管系统设计包括：计算土壤热交换器换热量、确定土壤热交换器的布置形式、选择塑料管和防冻液、合理设计环路集管等。

地埋管系统施工主要包括：挖沟、土壤热交换器安装、土壤热交换器回填等。

地下水系统的设计与施工

地下水系统设计主要包括：冷热源井、泵室及输水管网的设计等。冷热源井设计前，应对现场进行踏勘并搜集建井地区的有关资料。当搜集资料不足以说明拟建井地区情况时，应进行地质勘探。根据水文地质条件、当地法规和工程实际情况，确定是否需要回灌和选择合理的回灌方式。在地下水补给困难或不及不足的季节，应将抽取上来的地下水回灌。

地表水系统的设计与施工

地表水系统分开式和闭式两种形式。开式系统宜在以制冷为主的温暖地区

使用，闭式系统宜在同时供冷供热地区使用。

地表水系统宜采用变流量设计。循环水泵流量根据水源水供回水温差自动调节，满足热交换量的变化要求。地表水源水量及温差应满足冬夏两季机组满负荷运行时用水量参数。

施工前应具备完备的设计文件和施工图纸，并制定施工方案及施工组织设计。

地表水换热盘管安装应按以下步骤进行：

- 1) 换热盘管与环路集管连接前应进行气压测试，测试合格后方可使用；
- 2) 按设计图纸将盘管按设计数量同程连接到环路集管，形成一个盘管组；
- 3) 对连接好的盘管组做压力试验；
- 4) 环路集管与相应的干管熔接，形成闭合回路；
- 5) 对整体组件进行压力试验；
- 6) 将克服盘管浮力的固定物系于每个盘管；
- 7) 盘管组采用漂浮形式移动至最终位置水面上；
- 8) 通过集管向盘管组充水，使盘管组沉入指定位置。

室内系统的设计与施工

室内系统的设计应符合《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2003)的要求。其中涉及到生活热水或其它热水供应部分，应符合《建筑给水排水设计规范》的要求。

室内系统的施工、检验、调试与验收应符合《通风与空调工程施工及验收规范》(GB50243-97)的要求。

(2) 技术指标

室内系统的设计应符合《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2003)的要求。其中涉及到生活热水或其它热水供应部分，应符合《建筑给水排水设计规范》的要求。

室内系统安装应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2002)的规定。

水源热泵机组本体的安装、试运行及验收应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》(GB50274)有关条文的规定。

(3) 适用范围

本项技术适用于以土壤、地表水、地下水为低温热源，利用热泵系统进行供暖空调或加热生活热水的系统工程的设计、施工。(不包括直接将热泵机组的蒸发器或冷凝器置于土壤或水源中的分体热泵机组。)

(4) 已应用的典型工程

随着地源热泵技术的发展与完善，该项技术的工程应用在国内呈现出逐渐增长的趋势。典型工程如：北京北苑嘉园工程、山东东营市中胜集团办公楼工程等。

7.2.2 供热采暖系统温控与热计量技术

(1) 主要技术内容

室温控制和热量计量技术概况讲就是在供热系统中安装流量调节装置和热量计量装置以达到调节控制室内温度和计量系统供热量的目的。供热采暖系统温控与热计量技术主要应用于我国实施供热体制改革之前建造的需进行热计量改造的既有建筑（住宅）以及新建建筑。应用该技术的旧有建筑，其室内采暖系统形式为：通常将传统的系统形式改造为垂直单管加跨越管的形式，系统中安装有恒温阀或手动调节阀；应用该技术的新建建筑，其室内采暖系统形式为：立管为垂直双管、各住户独立分环，各环为水平单、双管系统，系统中安装有恒温阀或手动调节阀，以实现室温调节。除了室内采暖系统与传统供热系统存在以上不同之外，系统中还增加有其它调节与控制装置，如在二次网系统中安装变频调速水泵、压差控制器、电动调节阀、气候补偿器等设备，以适应因室温调节（使用恒温阀）而使得系统流量能够随之变化的要求。并在热源出口、建筑物入口、各住户系统入口等处安装有热量计量装置，以实现供热量的计量。

(2) 技术指标

热水集中采暖分户热计量系统的设计，应符合《采暖通风与空气调节设计规范》（GB50019 - 2003）、《民用建筑节能设计标准》（JGJ26 - 95）有关规定的要求。采用低温热水地板辐射采暖时，其系统设计应符合《采暖通风与空气调节设计规范》（GB50019 - 2003）中有关的要求。

目前可用于户内采暖系统的塑料管材应满足设计水温的要求，并参照《铝塑复合压力管（搭接焊）》、《铝塑复合管用卡套式铜制管接头》、《承接式管接头》、《建筑给水交联聚乙烯（PEX）管材》、《冷热水用聚丙烯管道系统》等有关标准执行。

室内系统安装应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2002）的规定。

(3) 适用范围

本项技术适用于新建住宅供热采暖系统、既有住宅供热采暖系统热计量改造。既有住宅供热采暖系统补建以及公共建筑供热采暖系统设计和改造可参考。

(4) 已应用的典型工程

北京、天津、哈尔滨、唐山、青岛等城市均积极开展供热计量试点工作。典型工程如：北京西三旗世界银行贷款热计量与收费示范工程、天津凯立花园热计量与收费工程、中加合作哈尔滨节能改造工程、中美合作烟台节能示范工程等。

7.3 预拌砂浆技术

(1) 主要技术内容

预拌砂浆是指由搅拌站（厂）和干拌砂浆专业厂家生产的，用于建设工程中的各类砂浆拌合物，是我国近年来发展起来的一种新型建筑材料。预拌砂浆分为干拌砂浆和湿拌砂浆两种。湿拌砂浆是指由水泥、砂、水、矿物掺合料和根据需要添加的保水增稠材料、外加剂组分按一定比例在集中搅拌站（厂）经计量、拌制后，用搅拌运输车运至使用地点，放入专用容器储存，并在规定时间内使用完毕的砂浆拌合物。

干拌砂浆又分为普通砂浆（砌筑、抹灰、地面砂浆）和特种砂浆（瓷砖粘结类砂浆、界面砂浆、外墙保温专用砂浆，饰面砂浆、地面自流平砂浆等）两大类。是指由专业生产厂家生产的，经干燥筛分处理的细集料与无机胶结料，保水增稠材料，矿物掺合料和添加剂按一定比例混合而成的一种颗粒状或粉状混合物，它即可由专用罐车运输至工地加水拌合使用，也可采用包装形式运至工地加水拌合使用。

在全国大、中城市推广使用预拌砂浆对节约能源、资源，提高工程质量，加快施工进度，保护环境有着十分重要的意义。

(2) 技术指标

预拌湿砂浆

- 1) 预拌砌筑砂浆按其强度等级、稠度和凝结时间可根据需要分别在如下范围内选择：

强度等级划分为：M5.0、M 7.5、M 10、M 20、M 25 和 M 30；

稠度划分为：30、50、70、90、100、120（mm）；

凝结时间划分为：4、8、12（h）；

- 2) 预拌抹灰砂浆按其强度等级、稠度和凝结时间可根据需要分别在如下范围内选择：

强度等级划分为：M5.0、M 7.5、M 10、M 20；

稠度划分为：70、90、100（mm）；

凝结时间划分为：4、8、12（h）；

- 3) 预拌地面砂浆按其强度等级、稠度和凝结时间可根据需要分别在如下范围

内选择：

强度等级划分为：M 15、M 20、M 25；

稠度划分为：30、50、70 (mm)；

凝结时间划分为：4、8 (h)。

普通干粉砂浆

- 1) 粉砌砂浆按其强度等级可在如下范围选择：

强度等级：M5.0、M 7.5、M 10、M 15、M 20、M 25、M 30；

稠度：90 (mm)；

- 2) 干抹灰砂浆按其强度等级可在如下范围选择：

强度等级：M5.0、M 10、M 15、M 20；

稠度：110 (mm)；

- 3) 干地面砂浆按其强度等级可在如下范围选择：

强度等级：M 15、M 20、M 25；

稠度：50 (mm)。

特种干粉砂浆

- 1) 粘结剂、填缝胶粉和界面（处理）剂性能应符合表 1 要求

表 1 粘结剂、填缝胶粉和界面（处理）剂性能应符合表

项目 品种	粘结抗拉 强度(Mpa)	压剪胶接 强度(Mpa)	耐水压剪 胶接强度 (Mpa)	耐冻融压 剪胶接强 度(Mpa)	收缩 (%)	抗渗性
粘结剂	0.17	1.00	0.70	0.70	< 0.50	-
填缝胶粉	-	1.00	0.70	0.70	< 0.50	0.5Mpa 不 渗水
界面（处 理）剂	0.60	1.50	1.00	1.00	< 0.50	-

- 2) 表层饰面材料性能应符合表 2 要求。

表 2 表层饰面材料的质量标准

粘结抗拉强度 (Mpa)		耐冷热 循环性	耐候性	耐沾 污性	收缩 (%)	耐洗刷性
标准状态	浸水后					
0.49	0.49	不剥落；	不起泡；	沾污率 <	< 5.0	1000 次不
		不起泡；无 裂纹；无明 显变色	无裂纹；粉 化 1 级； 变色 2 级	30%		剥落，不 露底，无 明显变色

注：*仅测有耐水性要求的表层饰面材料；

**若外层还有材料覆盖则不需测试该项。

- 3) 防水砂浆按其抗渗等级可分为 P6、P8、P10、P12；性能应符合表 3 要求。
- 4) 生产厂家应根据试验结果，明确产品的加水量范围。

表 3 防水砂浆的质量标准

粘结抗拉强度 (Mpa)		耐冷热 循环性	耐候性	抗渗等级	收缩 (%)
标准状态	浸水后	不剥落；不起	不起泡；无裂	P6	< 0.50

(3) 适用范围

一般工业与民用建筑物的砌筑、抹灰和地面（屋面）砂浆；装饰装修工程的粘结剂、填缝胶粉和界面（处理）剂、表层饰面材料，防水砂浆等。

(4) 已应用的典型工程

上海从 2003 年开始推广应用，如：上海港汇广场、上海中远二湾城住宅小区、上海国际丽都住宅小区、上海金外滩花苑等已有 70 多项工程应用。北京市《干粉砂浆》标准已颁布，生产单位已有几家；预拌湿砂浆搅拌站尚未建立，北京市《预拌砂浆应用技术规程》已通过审查报批，还未有工程应用实例，正处在起步阶段。但北京市建委已于年初下发了《关于在本市建设工程中推广使用预拌砂浆的通知》京建材[2004]13 号文件，预计 2005 年将用于实际工程。

8 建筑防水新技术

8.1 新型防水卷材应用技术

新型防水卷材是具有特定的长度、宽度和厚度的柔性防水材料。根据防水卷材的主要原料可分为两大类：高聚物改性沥青类防水卷材、合成高分子防水卷材。

8.1.1 高聚物改性沥青防水卷材应用技术

(1) 主要技术内容

高聚物改性沥青防水卷材，是以高聚物改性沥青为涂盖物以聚酯胎、玻纤胎等为胎体，表面覆以聚乙烯膜、铝箔膜、砂粒或页岩片的防水卷材。

主要品种：1) SBS（弹性体）改性沥青防水卷材：以 SBS 改性沥青类防水卷材为主的弹性体改性沥青防水卷材还包括 SBR、EPDM 等弹性体改性沥青防水卷材等；2) APP（塑性体）改性沥青防水卷材：以 APP 改性沥青类防水卷材为主的塑性体改性沥青防水卷材还包括 APAO、或 APO 改性沥青防水

卷材等。SBS 改性沥青防水卷材的低温性能较好可达 - 25℃，可在温度较低条件下施工，耐高温性能为 90℃ ~ 100℃。APP 改性沥青防水卷材耐高温的能力强可达 110℃ ~ 130℃ 不流淌，低温性能可在 - 15℃ ~ - 10℃。适用于温度较高环境及外露使用。高聚物改性沥青防水卷材的胎体性能对应用效果影响极大；应首选强度和延伸率均好的长纤维聚酯胎或无碱、低碱玻纤胎高聚物改性沥青防水卷材。高聚物改性沥青防水卷材应重点推广达到标准中Ⅱ型指标要求的 SBS（APP）改性沥青防水卷材产品。重点推广厚度达到 4mm、3mm 以上规格的产品和热熔施工法，一般可根据设防要求分别采用双层（4mm+4mm；4mm+3mm；3mm+3mm）或单层（4mm）作法。

(2) 主要技术指标

高聚物改性沥青防水卷材执行《弹性体改性沥青防水卷材》GB18242-2000 和《塑性体改性沥青防水卷材》GB18243-2000 等标准的规定。

(3) 适用范围

SBS（APP）改性沥青防水卷材适用于工业与民用建筑的屋面与地下 1 ~ 4 级防水设防。

(4) 已应用的典型工程

SBS（APP）改性沥青防水卷材已在国内外广泛应用于工业与民用建筑的屋面与地下防水工程。目前年用量达 6000 ~ 7000 万 m²。典型工程如：首都机场 2、3 号航站楼地下防水、中关村西区、北京新闻中心、中央党校等。

8.1.2 自粘型橡胶沥青防水卷材

(1) 主要技术内容

自粘型橡胶沥青防水卷材由橡胶沥青自粘层（不含溶剂）和覆面层组成（或双面自粘，外附隔离纸）；自粘型橡胶沥青防水卷材有满粘法施工的特点，可防止渗漏、窜流现象，基层变形时可通过自粘层位移和厚度变化，缓释、吸收基层应力，解决卷材满粘法施工的“0”开裂，达到空铺法施工卷材的效果。自粘型橡胶沥青防水卷材的自粘层的粘结密封效果应能够长时间保持。尤其是以高分子防水卷材与自粘型橡胶沥青防水卷材的复合作法。因性能互补而应用效果好。

(2) 主要技术指标

主要技术指标：执行 JC840-1999 “自粘型橡胶沥青防水卷材”标准规定。

(3) 适用范围

自粘型橡胶沥青防水卷材适用于工业与民用建筑的屋面与地下 1 ~ 4 级防水设防。

(4) 已应用的典型工程

天伦王朝饭店（卫浴间）、公安部大楼（地下防水）等。

8.1.3 合成高分子防水卷材：包括合成橡胶类防水卷材和合成树脂类防水片（卷）材

（1）主要技术内容

合成橡胶类防水卷材；合成橡胶类防水卷材应首选推广三元乙丙橡胶防水卷材。三元乙丙橡胶防水卷材的强度高、延伸率大具有高弹性，具有极好的耐老化性能，正常使用寿命长，可应用于外露、非外露防水工程。应配备专用的配套系统（包括配套胶粘剂、配套基底处理剂、配套密封材料、预制配件等）一般采用冷粘法或胶粘带法施工。合成树脂类防水片（卷）材包括：

以聚烯烃类为主的片材：以 HDPE（高密度聚乙烯）为主已形成包括 LDPE（低密度聚乙烯）、EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）、ECB（乙烯醋酸乙烯改性沥青共混体）的系列防水片材；

TPO 片材（聚丙烯-乙丙橡胶共聚物）；

PVC（聚氯乙烯）防水卷材等。合成树脂类防水片材具有强度高、耐穿刺能力强、主要采用空铺法施工接缝处理一般采用热焊接法，整体性好、安全系数高。

（2）主要技术指标

合成高分子防水卷（片）材分别执行：国家标准《高分子防水材料》GB18173.1-2000（第 1 部分 片材）和《聚氯乙烯防水卷材》GB12952-2003 的规定。

（3）适用范围

合成橡胶类防水卷材适用于工业与民用建筑的屋面与地下 1~4 级防水设防。外露应选用耐候性能好的三元乙丙橡胶防水卷材。合成树脂类防水片材主要应用于土木、水利以及建筑防水工程。

（4）已应用的典型工程

合成高分子防水卷（片）材应用范围广泛；年用量达 4000~5000 万 m²。三元乙丙橡胶防水卷材：航天航空大学（地下）、中央电视塔大平台防水等；HDPE（高密度聚乙烯）：十三陵水库地下龙宫、垃圾填埋场、ECB：地铁工程等。

8.2 建筑防水涂料

（1）主要技术内容

建筑防水涂料在应用前是可流动或粘稠的液体，经现场涂刷后固化形成无缝的防水层。防水涂料具有防水性能好，操作方便，可适应各种形状复

杂的防水基面；与基层粘结强度高；有良好的温度适应性；施工速度快，易于维修等特点。应用范围广泛。

防水涂料主要推广：1) 聚合物-水泥防水涂料：聚合物-水泥防水涂料是一种挥发固化型涂料主要分为两种类型：Ⅰ型：以聚合物乳液为主要成分，添加少量无机活性粉料，经固化形成柔性涂膜；应用于迎水面作防水层。

Ⅱ型：以水泥等无机活性粉料为主，添加一定量的聚合物乳液涂料，经固化形成弹性水泥涂膜。可用于背水面防水；2) 丙烯酸酯类防水涂料：丙烯酸酯类防水涂料适用于结构主体的迎水面防水。它具有较好的耐候性，适用于外露及非外露部位。水乳型彩色丙烯酸酯类防水涂料同时兼具装饰、防水功能，宜用于屋面及墙面防水、装饰。聚合物-水泥防水涂料、水乳型彩色丙烯酸酯类防水涂料可在潮湿（无明水）或干燥的基层表面施工。耐水性小于 80% 的水乳型防水涂料不得用于地下室等长期泡水的防水部位；3) 聚氨酯系列涂料：聚氨酯防水涂料是一种反应固化型涂料。固化形成的涂膜综合性能好、强度高、延伸率大、弹性、粘结密封性能好；单组分聚氨酯涂料依靠吸收空气及基层的水分及催化剂的作用固化，可应用于潮湿或干燥的基层表面施工。单组分聚氨酯防水涂料含有 20% 溶剂。应用多组分聚氨酯涂料时须现场配置，应在干燥的基层表面施工。必须注意应尽量选择低毒或无毒溶剂并严格限制用量、减少对大气环境的污染和对人身安全的影响才能使该涂料具有较长的生命力；4) 无机型防水涂料包括水泥基渗透结晶型防水涂料、界面渗透型防渗剂等。这类防水涂料是以水泥、石英粉等为主要基材，并掺入多种活性化学物质的粉状材料或经与水拌和调配而成。或是由多种活性化学物质直接配制而成的液体。该类涂料具有的活性化学物质，以水做载体或通过渗透作用，在混凝土的微孔及毛细管中传输、充盈催化混凝土内的微粒和未完全水化的成分，再次发生水化作用形成不溶性的枝蔓状结晶并与混凝土结合为整体。可使混凝土不易产生裂缝。该类涂料可用于迎水面防水及背水面防水施工。可在潮湿基面施工；

(2) 主要技术指标

建筑防水涂料执行《聚合物水泥防水涂料》JC/T 894-2001、《聚氨酯防水涂料》GB/T 19250-2003 和《聚合物乳液建筑防水涂料》JC/T 864-2000、《水泥基渗透结晶型防水材料》GB18445-2001 等标准的规定

(3) 适用范围

建筑防水涂料适用于屋面、地下、厕浴间以及外墙防水工程年用量约 6000 万 m²。

(4) 已应用的典型工程

中粮广场地下车库、北京亦庄开发区体育场看台、平台防水、中国大饭店厕浴间防水等。

8.3 建筑密封材料

(1) 主要技术内容

建筑密封材料包括：建筑密封膏、密封带、遇水膨胀止水带等。用于建筑物各种缝隙的密封处理，并依靠建筑密封材料的具有的变形能力。保持缝隙在反复受力条件下的密封性。

建筑密封膏主要用于建筑物的缝隙密封处理。主要品种如下：1) 硅酮密封膏：硅酮密封膏分为单组分型室温固化密封膏和双组分型室温固化密封膏，硅酮密封膏的耐候性好、粘结性能好、包括高、中、低拉伸模量系列产品。分别适用于建筑工程不同部位的密封。是建筑工程中应用最广泛的一类密封膏。如：常用的玻璃胶就是一种单组分、室温固化、高模量的硅酮密封膏。多用于门窗等部位与玻璃的粘结、密封；2) 聚氨酯密封膏：包括单组分聚氨酯密封膏和双组分聚氨酯密封膏，聚氨酯密封膏的强度高、延伸率、弹性、适应变形能力强等优秀的密封性能适用于非外露部位；3) 丙烯酸酯密封膏：丙烯酸酯密封膏是一种单组分型室温固化(RTV)密封材料。丙烯酸酯密封膏可在潮湿基面施工，5℃以上可施工，丙烯酸酯密封膏的粘结、密封效果好、耐候性好，价格便宜，多用于外墙板缝等部位的密封。应用于长期泡水的部位的丙烯酸酯密封膏的耐水性不得低于80%；4) 聚硫密封膏：聚硫密封膏包括单组分或双组分的室温硫化型密封膏。聚硫密封膏的耐油性能和耐老化性能很好、强度高、气密性、水密性均好、粘结性能可靠；但价格偏高。双组分型的固化速度较快，宜于建筑施工。建筑工程可根据密封部位的变形特点、要求，选用合适的品种应用。建筑密封膏在进行建筑物的缝隙密封处理时应根据缝隙的宽度决定密封处理的合理厚度，并应配用背衬材料，以达到理想密封效果；5) 无溶剂型丁基橡胶密封带是一种以丁基橡胶为主体材料有预定厚度、宽度的粘结、密封、半定型密封材料，在施工及应用过程中均不会出现溶剂挥发污染。施工时按预制形状或需要的形状填封。该类密封带对改善钢结构屋面、采光板屋面的连接部分的密封质量，提高卷材防水工程的接缝部位的整体性效果以及墙体、板缝等部位的密封均有其他材料无法比拟的应用效果；6) 缓膨型遇水膨胀止水带具有遇水膨胀功能，在混凝土施工时缓膨型遇水膨胀止水带的初始膨胀速度缓慢、后期膨胀速度快，使已具有一定强度的混凝土的缝隙部位，受到止水带膨胀的压力产生密封、止水效果

(2) 主要技术指标

硅酮建筑密封膏执行 GB/T14683-2003 标准、聚氨酯建筑密封膏执行 JC/T482-1992(1996) 标准、聚硫建筑密封膏执行 JC/T483-1992(1996) 标准、丙烯酸酯建筑密封膏执行 JC/T484-1992(1996) 标准

(3) 适用范围

建筑密封材料适用于屋面、地下、厕浴间以及外墙板缝密封防水工程，以及土木、水利防水工程。

(4) 已应用的典型工程

老山摩托车训练学校自行车训练场跑道接缝密封；怡生园国际会议中心采光屋面；呼市芳汀花园采光屋面等。

8.4 刚性防水砂浆

(1) 主要技术内容

防水混凝土和防水砂浆应通过调整配合比、掺加外加剂等达到提高抗渗性能的目的。防水砂浆抹面可用于被水面、迎水面防水施工。用于地下、屋面、外墙等防水工程。刚性防水层的施工应加强对水泥、砂、防水剂的品质及用量的控制，加强对基层处理、施工环节操作质量的管理。刚性防水层的背水面防水抹面工程应作好基层处理，并应首选聚合物防水砂浆（高分子益胶泥、氯丁胶乳防水砂浆、丁苯胶乳防水砂浆、丙烯酸防水砂浆等）。

(2) 主要技术指标

高分子益胶泥执行 DB35/516-2003 标准

8.5 防渗堵漏技术

防渗堵漏技术须先根据防水工程的类别、对原防排水的设计、选材、施工、原防水层的保护措施等进行深入细致的全面的分析。并根据“因地制宜，按需选材，综合治理”的原则。按照防水设防等级、用途、治理修复时机等因素和具体工程渗漏水类型、部位、范围、原因、程度以及所处的环境条件，提出针对性的治理措施和相应的修复材料，确定修复方案。

采用压力灌注聚氨酯堵漏剂等化学浆液，通过渗水缝隙进入渗漏部位填充、封堵周边的迎水面和背水面，全面封堵被破坏防水层的缝隙，通过聚氨酯堵漏剂，遇水可分散、乳化、交联、膨胀、固化的特点实现以水止水的堵漏目的。

已应用的典型工程：济南历下区某小区地下堵漏（聚合物水泥+注浆）、北京长城饭店地下堵漏（注浆）。

9 施工过程监测和控制技术

9.1 施工过程测量技术

9.1.1 施工控制网建立技术

(1) 主要技术内容

施工控制网是施工放样的依据，其精度要求高，测设困难。利用 GPS 精密定位技术和全站仪观测技术能达到省时、省力、提高工作效率的目的，且成果的可靠性有保障。

利用 GPS 建立施工控制网，一般采用 GPS 相对定位原理，根据工程的具体条件和特点，布设满足该工程施工测量要求的控制网。控制点的布设应根据工程的总体布局设计，控制网的网形应能保证控制网有足够的几何强度和观测数据有足够的可靠度。控制网的观测应采用静态观测模式，并根据精度要求确定相应的观测时间（具体要求可参照有关规范）。控制网的数据处理应采用经鉴定过的商品化专用软件进行，并根据实际情况进行电离层改正、尺度比改正和投影面改正等。对于一般工程，控制网最弱点的点位中误差应小于 $\pm 10\text{mm}$ ，对于大型工程和设备安装，控制网最弱点的点位中误差应小于 $\pm 5\text{mm}$ 。

全站仪是目前施工测量普遍采用的一种新型测量仪器，由于其集成化的设计，为施工测量提供了极大的方便。利用全站仪建立施工控制网可采用测角、测边或边角同测模式。对于一般工程，应充分利用全站仪方便测边的优势，尽量采用测边网的形式，这时应注意控制网应有足够的图形强度和多余观测。对于测量精度要求高的工程，应尽量采用边角同测的形式，以保证控制网的精度和可靠性。控制点的布设应根据工程的布局和工程的地质条件设计，并保证点位的稳定和良好的通视效果。控制网的观测应选择有利的观测时间，在距离测量时应同步测量相应的气象元素，并对测量结果进行气象改正。控制网的观测结果应按照有关规范进行必要的检核和改正，并利用鉴定过的商品化软件进行数据处理。控制网的点位精度可参照有关规范和工程施工要求确定。

(2) 技术指标

施工控制网的建立应根据具体工程的类型和特点，参照下列规范执行：

- 1) 《全球定位系统（GPS）测量规范》CH 2001-92；
- 2) 《公路全球定位系统（GPS）测量规范》JTJ/T066-98；
- 3) 《全球定位系统城市测量技术规程》CJJ73-97；
- 4) 《国家三角测量规范》GB/T 17942-2000；
- 5) 《精密工程测量规范》GB/T15314-94；
- 6) 《工程测量规范》GB 50026-93；

- 7) 《中短程光电测距规范》GB/T 16818-1997；
- 8) 《国家一、二等水准测量规范》GB 12897-91；
- 9) 《测绘产品检查验收规定》CH1002-1995。

(3) 适用范围

大型土木工程的施工、大型机械设备的安装等。

(4) 已应用的典型工程

该技术在国内外很多大型土木工程建设中都得到成功应用，例如：民用高层建筑施工、高速公路施工、工业厂房、水电工程、桥梁工程等得到普遍应用。比较典型的工程有：三峡水利枢纽工程、小浪底水利枢纽工程、杭州湾大桥工程、润扬长江公路大桥等。

9.1.2 施工放样技术

(1) 主要技术内容

全站仪坐标法放样技术

全站仪具有测量精度高，仪器的集成化、自动化和智能化程度高等优点，已大量应用于各类工程的施工测量中。坐标法放样是充分利用全站仪的这些优点，直接利用施工控制点和放样点的坐标进行放样工作，避免了大量的放样数据的准备工作，提高了施工测量的工效，同时也减少了施工放样中可能出现的差错。该技术对一些形体复杂的建筑物放样工作有明显的优势。全站仪坐标法放样一般直接利用全站仪内置的放样程序进行，用户只需输入测站点坐标和放样点坐标。当有一批点需放样时，用户可以事先将这些点的坐标输入全站仪，这极大地方便了放样工作的进行，有利于提高工作效率。在利用全站仪放样点位时，应注意加入必要的改正参数（如：仪器常数、气象元素等），特别对于三维坐标放样，应注意加入适当的大气折光系数改正。坐标法放样结果应采用其他有效的方法进行检核，以防止测量结果错误的发生。

测距仪高程传递技术

高程传递一般采用水准测量和悬挂钢尺的方法解决，这些方法劳动强度大，所需时间长，且测量成果的精度和可靠性有时得不到保证。现代测距仪具有测量精度高，观测快捷、方便等优点，只需将目前常用的测距仪或全站仪稍作改进，就可完成高程传递的测量工作。该技术对超高层建筑物的高程传递特别有效。测距仪高程传递直接利用测距仪的测距功能进行，在测量时，要求测距仪处于铅垂状态，并于反射棱镜处于同一铅垂线上。测距仪高程传递的精度主要取决于测距仪的测距精度和仪器高的量取精度，因此，应根据施工测量的要求确定所采用的仪器型号，并采用适当的

方法精确量取仪器高。

(2) 技术指标

本技术的应用应参照下列规范执行：《精密工程测量规范》GB/T15314-94、《工程测量规范》GB 50026-93、《中短程光电测距规范》GB/T 16818-1997

(3) 适用范围

大型土木工程的施工、大型机械设备的安装等。

(4) 已应用的典型工程

润扬长江公路大桥、三峡水利枢纽工程、上海国际会议中心等。

9.1.3 地下工程自动导向测量技术

(1) 主要技术内容

自动导向测量技术主要应用于顶管工程的施工控制，其目的是测量出顶管机头当前的位置，并与设计管道轴线进行比较，求出机头当前位置的左右偏差（水平偏差）和上下偏差（垂直偏差），以引导机头纠偏。自动导向测量系统的测量原理就是传统的导线测量。与传统导线测量不同的是，自动引导测量系统在各点同时架设有自动观测全站仪和棱镜，并且每台全站仪都通过电缆与计算机联接。在计算机的指挥下，各站点上的全站仪相互配合，按导线测量的测量程序，自动有序地测量导线各点的转折角、垂直角以及导线各点之间的边长，并把角度和边长测量数据自动传回给计算机，由计算机进行数据处理。利用自动导向测量技术可有效地提高施工测量的工作效率，实现施工过程的动态控制，保证工程的质量。

(2) 技术指标

本技术的应用应参照下列规范执行：《工程测量规范》GB 50026-93、《中短程光电测距规范》GB/T 16818-1997

(3) 适用范围

本技术主要适用于顶管工程、隧道工程、城市地铁工程等的施工控制。

(4) 已应用的典型工程

上海市合流污水工程穿越黄浦江底的长距离曲线顶管施工。

9.2 特殊施工过程监测和控制技术

9.2.1 深基坑工程监测和控制

(1) 主要技术内容

深基坑工程是开挖深度大于 5m 的基坑工程。深基坑工程的监测与控制则是一种比较复杂的信息反馈与控制。

深基坑工程监测是指在深基坑开挖施工过程中，借助仪器设备和其他一些手段对围护结构、基坑周围的环境（包括土体、建筑物、构筑物、道路、

地下管线等)的应力、位移、倾斜、沉降、开裂、地下水位的动态变化、土层孔隙水压力变化等进行综合监测。

深基坑工程控制则是根据前段开挖期间的监测信息,一方面与勘察、设计阶段预测的性状进行比较,对设计方案进行评价,判断施工方案的合理性;另一方面通过反分析方法或经验方法计算与修正岩土的动力学参数,预测下一阶段施工过程中可能出现的问题,为优化和合理组织施工提供依据,并对进一步开挖与施工的方案提出建议,对施工过程中可能出现的险情进行及时的预报。以便采取必要的工程措施。

(2) 技术指标

深基坑工程监测与控制技术应符合国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-99 和中华人民共和国行业标准《建筑基坑工程技术规范》YB9258-97 的规定。

(3) 适用范围

深基坑工程监测与控制可用于建筑工程、市政工程等的基坑开挖中的支护结构、主体结构基础、邻近建筑物、构筑物、地下管线等安全与保护。

(4) 已应用的典型工程

深基坑工程监测与控制在国内的土建工程中,例如高层建筑基础、工业厂房、桥梁基础等得到普遍应用。比较典型的工程有上海耀华皮尔金顿浮法玻璃熔窑基坑、上海三角地广场基坑等。

9.2.2 大体积混凝土温度监测和控制

(1) 主要技术内容

大体积混凝土温度监测是对水泥水化热、混凝土浇筑过程中的浇筑温度、养护过程中混凝土浇筑块体升降温、里外温差、降温速度及环境温度等进行测试和监测。监测工作将给施工组织者及时提供信息,反映大体积混凝土浇筑块体内温度变化的实际情况及所采取的施工技术措施效果,为施工组织者在施工过程中及时准确采用温控对策提供科学依据。

大体积混凝土温度控制是防止混凝土由于内外温差产生温度应力和裂缝,核心措施是减小混凝土结构内的温度梯度,技术措施就是“内降外保”。

(2) 主要技术指标

根据国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204-92 第 4.5.3 条规定:对大体积混凝土的养护,应根据气候条件采取控温措施,并按需要测定浇筑后的混凝土表面和内部温度,将温差控制在设计要求的范围以内;当设计无具体要求时,温差不宜超过 25℃。降温速度一般要小于 1.0℃/天~1.5℃/天。

(3) 适用范围

大体积混凝土温度监测和控制技术适用于高层建筑筏板基础、箱基底板，桩基承台，大型设备基础，结构物中其他厚度较大的混凝土梁、墙，如沉井井壁等。

(4) 已应用的典型工程

大体积混凝土温度监测和控制技术已应用于许多土建工程中，比较典型的有上海金茂大厦厚筏基础、江阴长江公路大桥锚碇大体积混凝土等。

9.2.3 大跨度结构施工过程中受力与变形监测和控制

(1) 主要技术内容

大跨度结构施工监测是对施工全过程中实际发生的各项影响结构内力与变形的参数进行测量与分析。测量是施工监控中的重要环节，它包括几何指标参量的测量和力学指标参量的测量两部分。受力监测包括结构截面的应力(包括混凝土应力、钢筋应力、钢结构应力等)、预应力水平、温度应力的监测。施工控制包括结构变形控制、结构应力控制、结构稳定性控制等。

大跨度结构施工控制则是结合实测的内力与变形数据，随时分析各施工阶段结构内力、变形与设计预测值的差异并找出原因，提出修正对策，以确保在建成后结构的内力、外形曲线与设计尽量相符。

(2) 主要技术指标

大跨度结构施工监测监控是一个“施工-测量-计算分析-修正-预告”的循环过程，根本要求是在确保结构安全施工的前提下，要做到结构形状和内力符合设计规定的允许误差范围。具体实施时必须遵照《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002。

(3) 适用范围

大跨度结构施工监测与控制适用于包括预应力混凝土结构、钢结构、轻型结构、桥梁等大跨度结构施工中的受力与变形监控。

(4) 已应用的典型工程

大跨度结构施工监测与控制已应用的典型工程包括国家大剧院主体建筑钢结构、上海大剧院钢屋盖、上海体育场马鞍型屋盖、上海浦东国际机场候机楼钢屋架、上海国际会议中心单层球网壳等重大工程。

10 建筑企业管理信息化技术

10.1 工具类技术

(1) 主要技术内容

能与设计数据相衔接的三维图形算量和钢筋优化下料及统计技术、模板及脚手架 CAD 设计技术、混凝土搅拌站的自动控制、具有三维计算深基坑支护与支撑结构设计等。依据工程量清单进行计价技术、工程量自动计算技术、标书及施工组织设计自动编制、竣工图纸绘制、设计图纸现场 CAD 放样、装饰工程三维 CAD 设计技术、IP 视频监控技术。

(2) 技术指标

能与设计数据相衔接的三维图形算量和钢筋优化下料及统计技术：

除了可以处理一般构件的配筋外，还可以处理异型多跨板、平法梁、弧梁、通长梁、牛腿、变截面柱等构件；

模板及脚手架 CAD 设计技术：

具有灵活方便管理的标准和非标准模板及脚手架图库；有按各种施工方案要求的优化方案能力；能够设计规则形状也可以设计异形的模板能力；

混凝土搅拌站的自动控制：

能方便完善的配置配方；有完善的计量精度控制方法，可提供多种计量方式选择；有精准的重量自动控制；各种报警功能；落差自动校正，保证称量精度等。

具有三维计算深基坑支护与支撑结构设计：

应满足《建筑基坑支护技术规程》要求和计算方法；对不满足设计要求的方案自动提示；应具有在不同区域采用不同支护形式构成一个复杂的支撑体系；计算快速准确，适于优化设计；可计算时模拟施工过程，可进行不同工况下的结构分析并给出内力包络图；

工程量清单计价技术：

符合国家建设部《建设工程工程量清单计价规范》GB50500-2003 规范要求；可提供不同地区消耗量定额的任意选取，方便形成企业定额；可以实现快速生成工程量清单；采用统一材料编码，自动采用各地材料信息价库；可以实现多种施工方案的报价；

工程量自动计算技术：

具有三维图形设计技术并可以快速建立各类模型，围绕模型自动统计工程量；应可把 AutoCAD 设计图形转化成概预算模型数据；能自动按照定额的计算规则和扣减规则计算工程量；

标书及施工组织设计自动编制：

有对标书进行科学分类管理；完善分类的标书及施工组织设计素材知识库及模板库，方便快速制作；

竣工图纸绘制：

符合国家验收规范要求；有可以直接利用施工图纸的功能或接口；能够记录和根据变更生成各种图纸版本；能够建立快速查找的图档目录并提供方便快捷的查找功能；

设计图纸现场 CAD 放样：

应有各类标准构件库，适应于各种方便灵活的增加和维护，并能实现企业自身的构件库，能够方便现场的技术交底方案；

装饰工程三维 CAD 设计技术：

有符合国家标准规范要求丰富的装饰材质库；能够快速绘制平面图以及轴线、双线墙、门、窗及各种柱子、楼梯等；能够实现三维装饰效果的漫游；能够与材料及价格资料库相衔接，实现动态造价的反映；

11 IP 视频监控技术：

通过互联网利用 IP 及视频技术，实现远距离施工现场的作业面展现和控制；

(3) 使用范围

能与设计数据相衔接的三维图形算量和钢筋优化下料及统计技术：适用于施工现场

模板及脚手架 CAD 设计技术：适用于模板制造企业和施工现场

混凝土搅拌站的自动控制：适用于混凝土搅拌站

具有三维计算深基坑支护与支撑结构设计：适用于施工现场

工程量清单计价技术：适用于施工企业投标报价及施工管理阶段

工程量自动计算技术：适用于施工企业投标报价及施工管理阶段

标书及施工组织设计自动编制：适用于施工企业投标报价及施工管理阶段

竣工图纸绘制：适用于施工现场

设计图纸现场 CAD 放样：适用于施工现场

装饰工程三维 CAD 设计技术：适用于装饰企业及施工现场

IP 视频监控技术：适用于施工企业及施工现场

10.2 管理信息化技术

(1) 主要技术内容

项目级：工程报价、项目成本管理、进度计划控制、项目物资管理、项目设备管理、项目质量管理、项目安全管理、协同项目管理、三维 CAD 技术在施工过程中的应用技术，多项目综合管理；工程设计方面的模型设计技术、可视化设计技术、智能化设计技术，智能化二维工程设计和三维协同设计集成技术，协同设计技术。

企业级：财务管理、资金管理、合同管理、人力资源管理、物资材料采购管理、办公（OA）管理、图纸档案管理、基础数据库建设（施工工法库、材料库、新技术库等）设计数据转入施工阶段使用技术；知识管理、客户资源管理；推荐企业资源计划管理（ERP）。

(2) 技术指标

项目级：应能实现项目的全过程管理、流程化控制；能实现项目部与企业之间的内部协同管理；能实现项目业主、监理、总包、设计、分包、供应商等的协同管理；能实现项目的各种资源集中管理；能实现各功能模块的单独应用基础上的集成化；可通过信息数字化，提供企业管理所需的基础信息资源。

企业级：应突出建筑企业在项目管理中的重要性，企业可以通过系统获取具有穿透性的拥有项目过程控制数据信息；可以实现企业日常运做管理的基本需要；可以体现人、财、物各管理要素的控制；可以通过信息管理实现企业级信息数据库，达到信息的充分共享。

(3) 使用范围

施工企业

10.3 信息化标准技术

(1) 主要技术内容

基础信息编码标准、信息交换标准、WBS 分类编码标准、工作流程标准。

(2) 技术指标

基础信息编码标准：施工企业应根据企业管理需要建立自身的基础信息编码标准，能够依据标准实现各类数据库的建立和使用；

信息交换标准：利用信息交换编码能够实现各业务信息系统之间的信息交流，各厂家之间数据的交流；

WBS 分类编码标准：能为企业建立具有自身特点又适应行业和国际的 WBS 分类编码标准，主要为项目管理过程提供标准的分解依据和执行依据。

工作流程标准：应符合国际工作流协会规范，同时又有企业自身的需要；

(3) 使用范围

施工企业