



# 中铁建设大厦主要施工技术

王广为

(中铁建设集团有限公司, 北京 100040)

【中图分类号】TU74

【文献标识码】B

【文章编号】1671-3702(2011)07-0029-16

## 1 工程概况

中铁建设大厦位于北京市石景山区鲁谷,是世界企业 500 强中国铁建股份有限公司的核心成员企业—中铁建设集团有限公司的办公大楼。该地段周边交通便利,商业繁华,紧邻石景山区政府,为石景山区 CRD 规划的核心地段。大厦地下 3 层,地上 21 层,建筑面积 44400m<sup>2</sup>,建筑檐高 79.9m。基础采用平板式筏板基础,主体为框架核心筒结构,抗震设防烈度为 8 度。

基础底板混凝土强度等级为 C40,竖向混凝土强度等级为 C30~C40,水平构件混凝土强度等级为 C30~

C35,其中基础底板、地下室外墙和地下室顶板均采用防水混凝土,抗渗等级为 S8。钢筋采用 HPB235 级、HRB335 级和 HRB400 级钢筋。隔墙采用加气混凝土、轻集料混凝土空心砌块和 M5 预拌水泥砂浆砌筑。基坑采用护坡桩+预应力锚杆+挡土墙技术支持。

整个大厦布局:地下 3 层为物资库,平时作为机动车库、设备用房;地下 2 层为机动车库、设备用房、非燃烧品库房;地下 1 层为非燃烧品库房、职工食堂;首层为接待大厅;地上 3 层为物业办公室,并设有各种类型会议室(见图 1~图 4)及报告厅;4~9 层为中铁建设集团自用办公室;10~21 层为出租用办公室。建筑外墙采用玻璃幕墙和石材幕墙相结合的形式,外观造型简洁新颖,朴实大方,为石景山区标志性建筑。

作者简介:王广为,男,项目部总工程师,从事施工生产一线管理工作。





图1 贵宾接待室



图2 电视电话会议室



图3 部门会议室



图4 圆桌会议室

## 2 工程技术难点与新技术应用

### 2.1 工程技术难点

1) 深基坑支护: 基础埋深 15.90m, 由于现场场地狭小, 通过土钉墙与钢筋混凝土护坡桩方式, 并在桩间采用预应力锚杆方式增强护坡桩的稳定性(见图 5)。

2) 劲钢结构: 主体结构内有劲性钢骨, 钢骨焊接变形大, 加工制作困难, 钢梁、钢柱穿筋孔较多, 节点复

杂, 钢筋、混凝土工程施工难度大(见图 6)。

3) 屋面工程: 基础、风道、电管、支架等共计 138 处, 保证屋面排砖合理、细部处理细腻, 技术难度大。裙房部位采用种植屋面形式, 细部做法需考虑周详, 施工难度大(见图 7)。

4) 室内精装修: 质量力求达到美观、实用、不空不裂、中对对缝、施工精细、节能环保的效果, 装修工序多, 施工复杂, 协调、控制难度大(见图 8)。多功能厅装

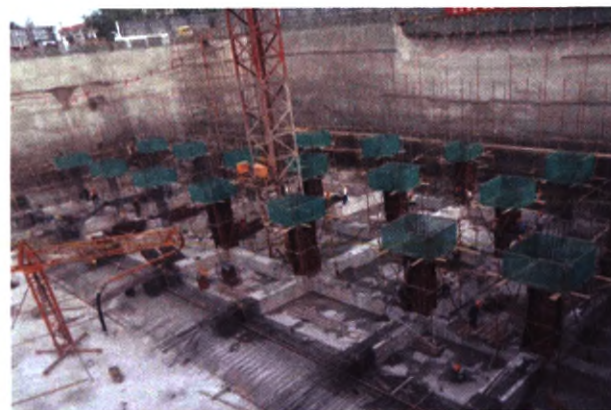


图5 基坑



图6 劲钢结构





图7 裙房种植屋面



图8 首层大堂



图9 报告厅装修效果

饰大量使用硬质材料,要做到装饰效果与声学、视线、灯光、音响等有机融合,设计难度大(见图9)。

## 2.2 新技术应用情况

工程应用建设部推广技术十大项 25 子项,其中突出的有:HRB400级钢筋应用技术、粗直径钢筋直螺纹机械连接技术、早拆模板成套技术、钢结构 CAD 设计、钢与混凝土组合结构技术、安装工程应用技术、新型模板和脚手架应用技术、管线布置平衡技术以及建筑节能与环保应用技术等。

## 3 质量保证体系

施工质量保证体系是确保工程施工质量的主要因素,整个质量保证体系可分为施工质量管理体系和施工质量控制体系。

## 3.1 施工质量管理体系

施工质量管理体系是整个施工质量得以控制的关键,而工程质量的优劣是对项目班子质量管理能力最直接的评价,同样质量管理体系设置的科学性对质量管理工作开展起到决定性的作用。

### 1) 施工质量管理组织

施工质量的管理组织是确保工程质量的关键,其设置的合理、完善与否将直接关系到整个质量保证体系能否顺利地运转及操作,本工程施工质量管理组织机构如图 10 所示,该组织机构对项目进行全面质量管理控制。

### 2) 施工质量管理体系

施工质量管理体系的设置及运转均要围绕质量管理职责、质量控制来进行,只有在职责明确、控制严格

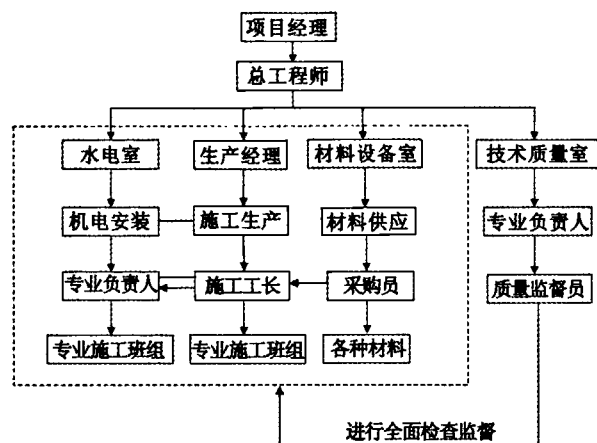


图10 施工质量管理组织机构图

的前提下,才能使质量管理体系落到实处。本工程管理过程中,在这两个方面严格控制,施工质量管理体系图如图11所示。

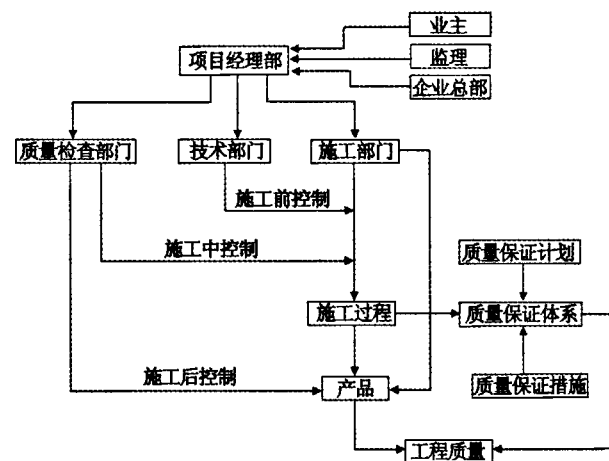


图11 施工质量管理体系图

### 3.2 施工质量控制体系

质量保证体系是运用科学的管理模式,以达到质量要求为目的所制定的循环系统,质量保证体系的设置可使施工过程有法可依,但关键还在于运转正常,只有正常运转的质保体系,才能真正达到控制质量的目的。而质量保证体系的正常运作必须以质量控制体系来予以实现。

#### 1) 施工质量控制体系的设置

施工质量控制体系是按科学的程序运转,其运转的基本方式是PDCA的循环管理活动,它是通过计划、实施、检查、处理4个阶段把经营和生产过程的质量有机地联系起来,从而形成一个高效的体系以保证施工质量。

①以质量目标为依据,编制相应的分项工程质量目标计划,以便让参与项目管理的全体人员均熟悉了解,做到心中有数。

②目标计划制定后,各施工现场管理人员编制相应的工作标准用于施工班组实施,在实施过程中不断进行方式、方法的调整,完善工作标准。

③在实施过程中,无论是施工工长还是质检人员均要加强检查,发现问题及时解决,同时将问题汇总,形成书面材料,以保证在今后施工时不出现类似问题。

④在实施完成后,对成型的建筑产品进行全面检查,发现问题,追查原因,针对不同问题采用不同方式进行处理。从人、物、方法、工艺、工序等方面进行讨论,并形成改进意见,使施工能够顺利进入下道工序。

#### 2) 施工质量控制体系运转的保证

①项目领导班子成员要充分重视施工质量控制体系,支持有关人员开展并围绕质保体系的各项活动,以保证体系运转正常。

②强有力的质量检查管理人员,作为质保体系的中坚力量。

③提供必要的资金,添置必要的设备,以确保体系运转的物质基础。

④制定强有力的措施、制度,以保证质保体系的运转。

⑤每周召开一次质量分析会,对质保体系运转过程中发现的问题进行分析并及时解决。

⑥全面开展质量管理活动,使本工程的施工质量达到一个新的高度。

## 4 主要施工技术

### 4.1 施工测量

#### 4.1.1 平面控制网设置

工程定位由测绘院给定的地上结构外墙角点桩4个,经校核无误后,引测地下室外墙轴线。

根据工程特点确定本工程控制轴线分别为A轴、H轴、E轴、M轴及3轴、6轴、10轴内侧偏轴1m线(见图12),由此组成矩形轴线网。

根据轴线交点坐标在基坑四周围墙用红油漆标示的轴线,控制桩用直径25mm钢筋制作,端部切平并锯出十字交叉点,以此交点为轴线控制点。在桩点挖出直



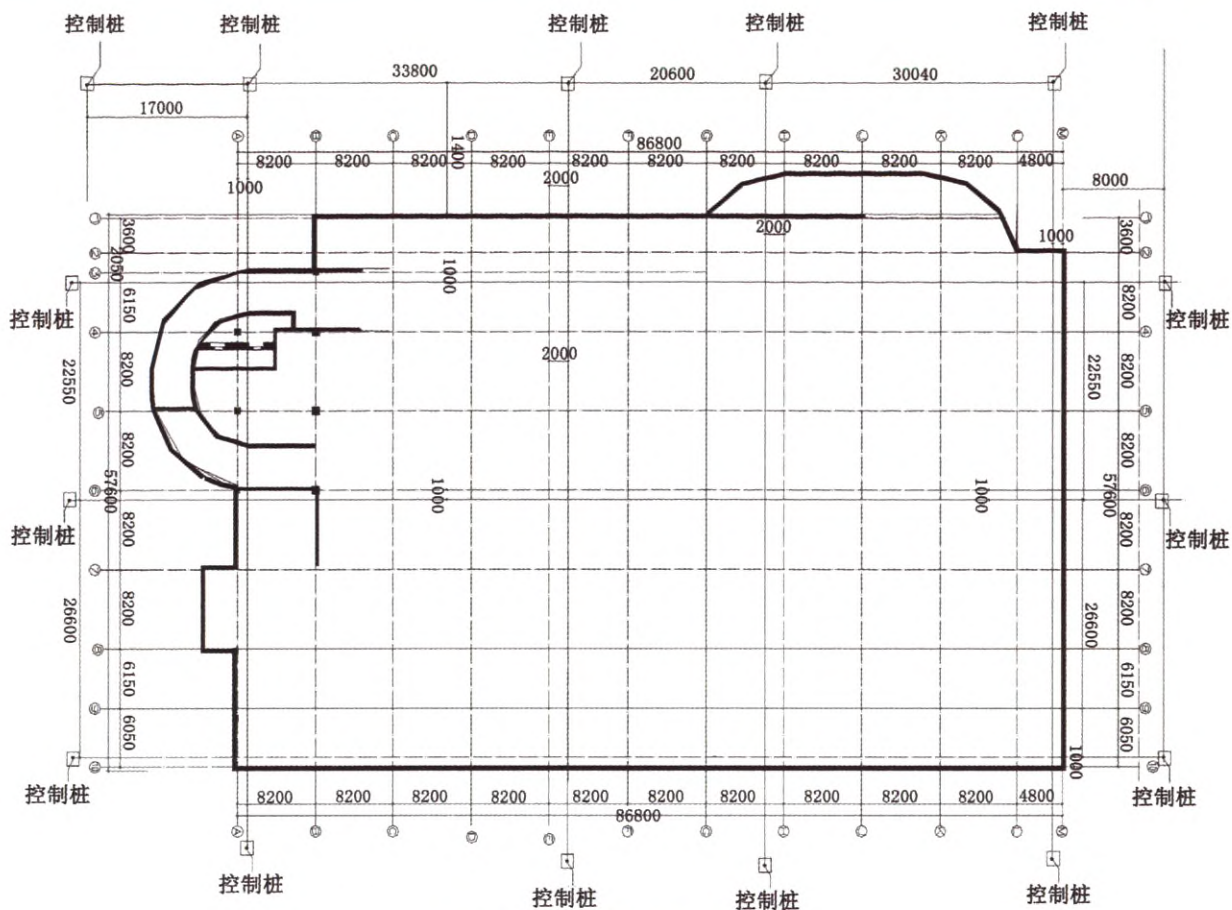


图12 中铁大厦轴线控制桩位图

径50cm,深度40cm的坑,采用C20素混凝土灌实。混凝土表面与桩顶持平,完成后盖上保护盖板。

#### 4.1.2 高程控制网设置

工程±0.000相当于绝对标高73.150m,测绘院提供的位于区政府西门口南侧BM1=72.169m、停车场北侧泊岸东北角BM2=69.131m和原始水准点,经复测校核精度合格。以BM1、BM2为基准由此引测到现场电线杆上两个标高A点及B点,A=72.150m B=71.150m,经闭合后调整闭合差,作为建筑物高程传递的依据。

### 4.2 劲钢结构安装技术

#### 4.2.1 劲钢结构情况简介

该工程裙房部分中,地上3层为集团公司报告厅,报告厅顶板最大跨度为32.8m,楼板净高8.2m,报告厅顶部为可上人屋顶花园,种植土厚度为0.6m,因此对结构构件承载力要求较高,而型钢混凝土结构被应用于该部位,能较好地满足结构设计要求。

#### 4.2.2 型钢混凝土结构设计概况(见表1)

表1 中铁建设大厦型钢混凝土结构设计概况	
项 目	内 容
结构形式	钢结构地上2层到地上4层,B-E轴/4、5、6、7、8轴柱为型钢混凝土柱 该部分四层顶板梁为型钢混凝土结合预应力梁
型钢型号	Q345: $f_y=345\text{N/mm}^2$ ( $t=16\text{mm}$ ) $f_y=325\text{N/mm}^2$ ( $t=16\sim40$ )
主要构件尺寸	H型钢柱: H800×600×50×50 H748×600×26×26 H758×400×21×21 梁: H1228×500×36×36
栓 钉	Q235B

#### 4.2.3 施工流程

施工深化设计→构件进场及检验→地脚螺栓的埋设→钢骨柱的吊装及固定→柱混凝土浇筑→钢骨梁的吊装及固定→钢梁结构的校正,紧固与焊接→柱梁节点的焊接→梁、板混凝土浇筑。

#### 4.2.4 主要施工工艺

### 1) 施工深化设计

由于梁柱接头、主次梁接头处的钢筋需穿过型钢,对此技术人员需进行深化设计,现场技术人员根据《型钢混凝土组合结构技术规程》JGJ138-2001 中要求对该部位型钢开洞进行深化设计。以梁腹板箍筋开孔深化设计为例,在设计蓝图中,型钢柱中柱箍筋为螺纹 $\Phi 14$ ,间距为 100mm(见图 13),在该部位柱箍筋需穿过钢梁腹板,根据蓝图,笔者所在项目部绘制图 14,并通过设计院审核后,将深化图纸提供给钢结构厂家,据此对型钢进行开孔加工。

### 2) 构件进场及检验

①进场构件应按现场吊装施工区段的安装顺序,分批配套进场,每批进场构件均有编号及数量。

②构件运抵现场后,由现场技术人员协同专职质检员先组织验收,如发现构件缺少、损坏等质量不合格者,在发运清单上注明,双方经办人在交接清单上签字认可,并将验收情况通知生产厂家和安装现场施工负责人。构件质量的检查要点:

- 检查构件、配套件的出厂合格证、材质证明和材料的复试报告、焊缝外观质量与无损检测报告、焊接工艺评定、施工试验报告以及同批交验的施工技术资料。
- 检查进场构件的外观质量、构件的挠曲变形、节

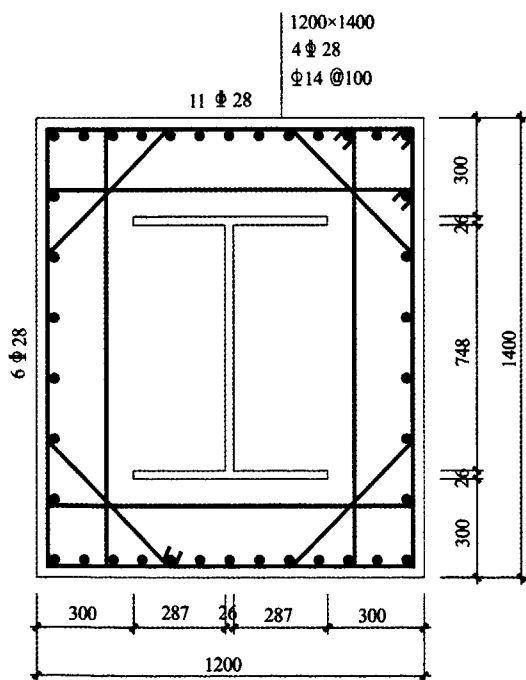


图13 柱筋配筋详图

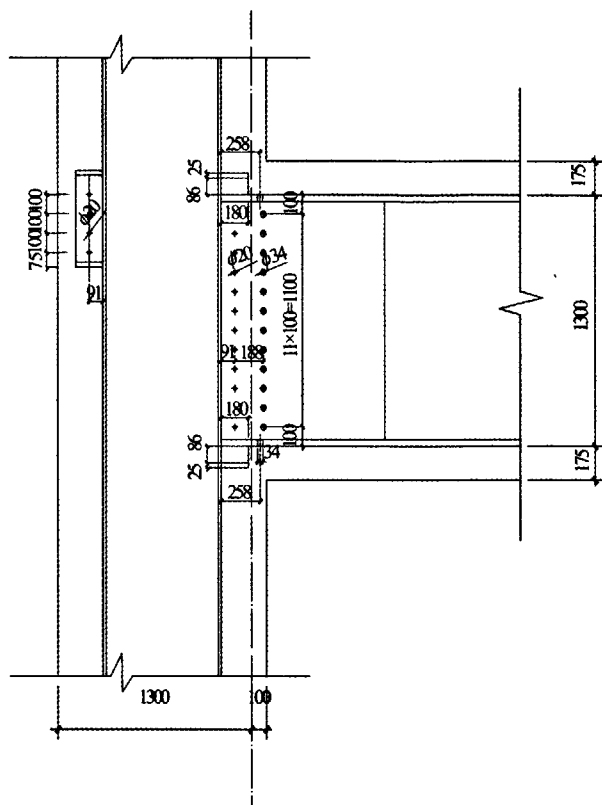


图14 梁腹板开孔详图

点板表面损坏与变形以及焊缝外观质量。

- 检查构件的几何尺寸、构件长度(应将焊接收缩值和压缩变形值计入构件的长度内)以及平面度、垂直度。安装焊缝坡口尺寸精度、构件连接处的截面几何尺寸、孔径大小及位置、焊钉数量及位置等。

- 在检查构件外形尺寸、构件上的节点板和螺栓孔等位置时,应以构件的中心线为基准进行检查,不能以构件的棱边或侧面为基准线进行检查,否则可能导致误差。

### 3) 钢柱地脚螺栓的埋设

①固定板加工。每个柱脚地脚螺栓加工 1 个定位钢板,钢板采用 800mm× 600mm× 8mm,定位钢板加工大小、开孔尺寸同柱脚板。

②安装顺序。下铁钢筋绑扎→上铁钢筋绑扎(注意:钢筋绑扎过程中放线空出螺杆位置)→地脚螺栓就位→测量调整→下部固定、箍筋固定→定位板固定→地脚螺栓再次校核就位。

③测量定位校正。在钢板上做定位中线,在现场两个方向架经纬仪器对其进行校正。完成 5 个轴上的柱子固定后,再统一进行最后校核,南北 / 东西方向保证

在一条轴线上。

④测量标高校正。保证螺杆外露部分超过 130mm。

⑤地脚螺栓最终定位。螺栓位置确定后,再次用经纬仪找准轴线无误后,将定位钢板与底板上铁加钢筋点焊固定。混凝土浇筑前将上部螺栓丝扣保护起来。

⑥混凝土浇筑。安装完毕后,等待浇筑混凝土,在浇筑顶板混凝土前,检查锚栓的轴线和垂直度,以及固定是否牢固。严禁振捣棒接触螺栓杆,并派人负责看守。

⑦上部钢板去除。混凝土终凝后,用气焊烧掉固定用的钢筋,取出定位板,并对柱范围内混凝土进行凿毛处理。

⑧找钢柱底标高。混凝土浇筑后,在底板上弹出轴线,如发现螺栓有超过允许的偏移,按 1:6 坡度调直螺栓,再将设计要求的柱底标高标注在柱子钢筋上,以此作为标高控制依据。

#### 4) 钢骨柱吊装

①钢骨柱吊装流程见图 15。

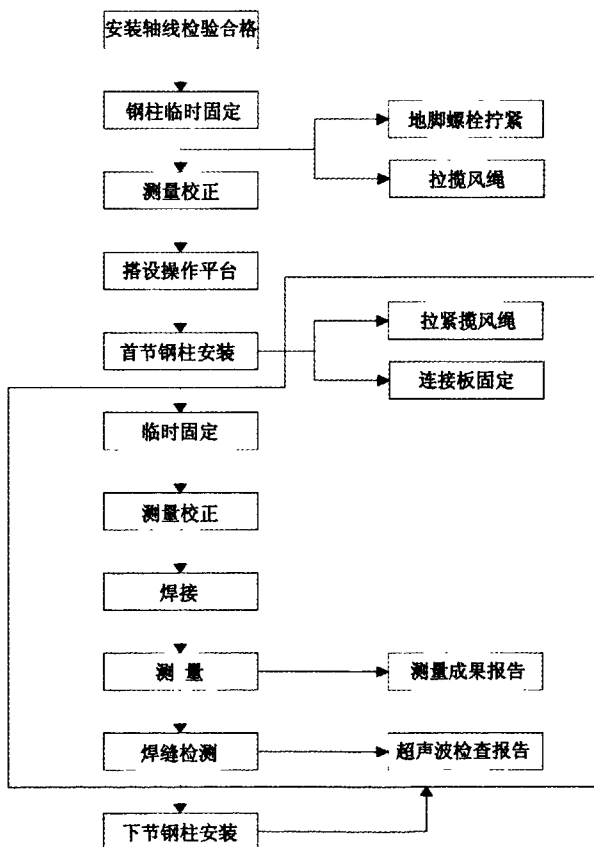


图 15 钢骨柱吊装流程

②吊点的选择。利用专用吊具与柱身上端安装的耳板连接作为四吊点。

③钢柱的起吊方式。通过吊索具,与现场 2 号塔吊吊钩连接。起吊前,钢柱应横放在垫木上,柱脚板位置垫好木板或木方,起吊时,不得使柱的底端在地面上有拖拉现象。钢柱起吊时必须边起钩边转臂使钢柱垂直离地。

④临时固定。当钢柱吊到就位上方 200mm 时,停机稳定,对准螺栓孔和十字线后,缓慢下落,下落中应避免磕碰地脚螺栓丝扣,当柱脚板刚与基础接触后应停止下落,检查钢柱四边中心线与基础十字轴线的对准情况(四边要兼顾),如有不符,立即进行调整(调整时,需 3 人操作,1 人移动钢柱、1 人协助稳固,另 1 人进行检测)。经调整,钢柱的就位偏差在 3mm 以内后,再下落钢柱,使之落实。收紧 4 个方向的缆风绳,拧紧临时连接板的螺栓或地脚螺栓的锁紧螺母(见图 16)。

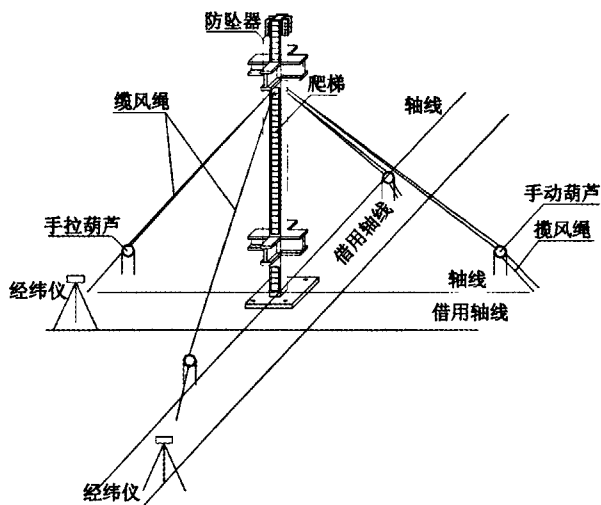


图 16 钢柱临时固定示意图

#### 5) 测量校正

①钢柱标高调整。

先在柱身上标定标高基准点,然后以水准仪测定其偏差值,利用在柱脚底板下设置的调整螺母来调整柱的标高和垂直偏差。钢柱吊装前可通过水准仪先将调整螺母上表面的标高调整到与柱底板标高一致。放上柱子后,利用底板下的螺母控制柱子的标高,柱子底板下预留的 50mm 用空隙灌浆料密实填充,使用 30mm 振捣棒振实,同时为保证密实度,柱角板上开 4 个直径为 50mm 透气孔,但需保证整个开孔截面不得超过地脚板面积的 25%(见图 17)。

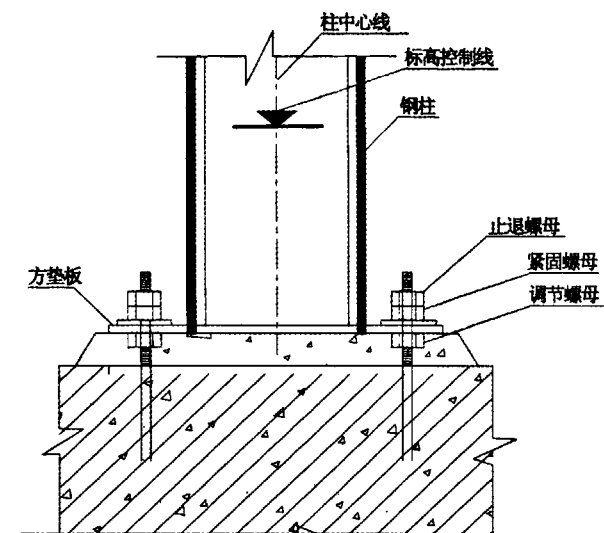


图17 钢柱标高的调整

## ②位移的调整。

标高调整好后,再将钢柱四边中心线与基础的十字轴线对准,四边要兼顾,位移偏差要控制在 3mm 以内。

## ③钢柱垂直校正。

● 先采用带磁性的双向水准水平尺对钢柱垂直度进行初校,然后再利用纵横轴线上的全站仪或经纬仪,借助柱顶上缆风绳同下端各相连的手拉葫芦调整螺母,将钢柱的垂直度调整到允许偏差范围后,将柱脚锁紧、螺母拧紧固定。

● 校正时应先校正偏差大的,后校正偏差小的。如两个方向偏差相近,则先校正小面,后校正大面。

## 6) 钢骨梁吊装

### ①吊装前准备。

● 吊装前,必须对钢梁定位轴线、标高、钢梁的编号、长度、截面尺寸、螺孔直径及位置、节点板表面质量、高强度螺栓连接处的摩擦面质量等方面进行全面复核,复核结果符合设计施工图和规范要求后,才能进行附件安装。

● 用钢丝刷清除摩擦面上的浮锈,保证连接面上平整、无毛刺、飞边、油污、水、泥土等杂物。

● 梁端节点采用栓—焊连接,应将腹板的连接板用螺栓连接在梁的腹板相应位置处,并与梁齐平,且不能伸出梁端。

● 节点连接用的螺栓,按所需数量装入帆布包内,并挂在梁端节点处,1 个节点用 1 个帆布包。

● 在梁上装溜绳、扶手绳(待钢梁与钢柱连接后,将扶手绳固定在梁两端的钢柱上)。

### ②钢梁的附件安装。

● 钢梁要用两点起吊,以起吊后钢梁不变形、平衡稳定为宜。

● 为确保安全,钢梁在工厂制作时,在距梁端 $0.21 \sim 0.3L$ ( $L$ 为梁长)地方,焊好两个临时吊耳,供装卸和吊装时使用。

● 吊索角度选用  $45^\circ \sim 60^\circ$ (见图 18)。

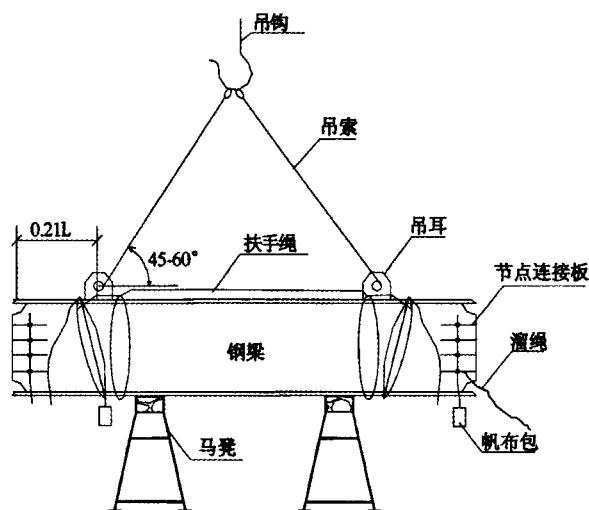


图18 钢梁的绑扎与起吊

### ③钢梁的起吊、就位与固定。

钢梁起吊到位后,按设计施工图要求进行对位,要注意钢梁的轴线位置和正反方向。安装梁时应用冲钉将梁的孔打紧调正,每个节点上用不少于两个临时螺栓连接紧固,在初拧的同时,调整好柱子的垂直偏差和梁两端焊接坡口间隙。

### 7) 钢结构的校正,紧固与焊接

①当完成了一个独立单元柱间,且所有梁的连接用高强螺栓初拧后,用水准仪和经纬仪校正柱子的水平标高和垂直度(见图 19)。

#### ②校正的方法。

● 校正前各节点的螺栓不能全部拧紧,有个别已拧紧的螺栓在校正前要略松开,以便校正工作的顺利进行,校正方法是在两柱之间安装交叉钢索并各设 1 个手拉葫芦,根据相垂直轴线上两经纬仪观测的偏差值拉动手拉葫芦,逐渐校正其垂直度,同时校正柱网尺寸及轴线角度。经反复校正,全部达到要求后,即用



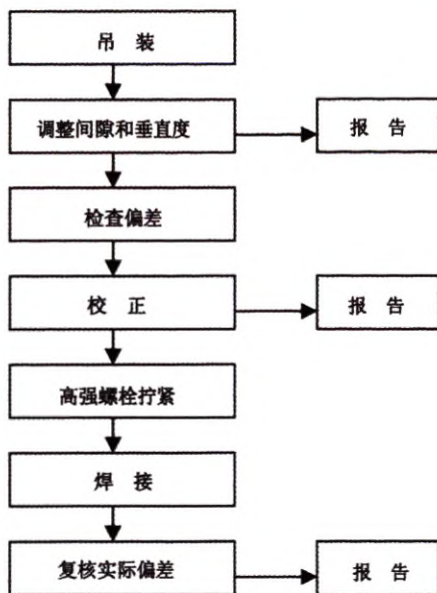


图19 校正顺序

测力扳手将柱脚螺栓拧紧,再逐层自下而上将梁与柱接头的螺栓拧紧。

- 柱子、框架梁支撑等主要构件安装时,应在就位并临时固定后立即进行校正,且永久固定。不能使一节柱子高度范围的各个构件都临时连接,这样在其它构件安装时,稍有外力该单元的构件都会变动,钢结构的尺寸将不易控制,也很不安全。

- 安装好的构件要在当天形成稳定的空间体系。因为随时可能出现由于停电、刮风、下雪而停止安装的情况,故安装工作的任何时段都要检查已安装的构件是否稳定牢固。

### 4.3 种植屋面施工

#### 4.3.1 种植屋面情况简介

本工程5层裙房屋面上设置种植屋面,种植屋面建筑面积为1299m<sup>2</sup>。屋面下方为公司报告厅,防水等级为一级,防水采用C40P8混凝土与3mm+3mmSBS防水卷材相结合,种植屋面做法如图20所示。

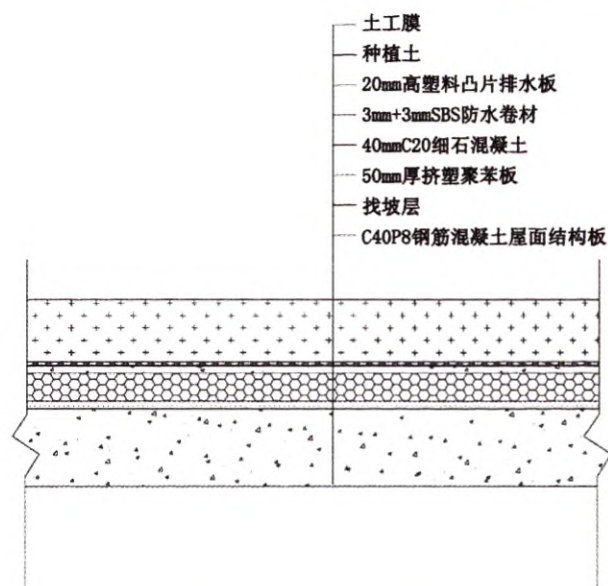


图20 种植屋面做法

#### 4.3.2 施工流程

施工准备→结构板施工→找坡层施工→保温板施工→防水基层混凝土施工→防水卷材施工→土工膜(HDPE)施工→排水板施工→无纺布施工→种植土施工→园林绿化施工。

#### 4.3.3 方案比选

##### 1) 防水卷材的选择

本工程设计做法中规定了防水构造为防根刺的防水卷材,目前国内种植屋面的屋面防根刺的防水卷材有如下几种:合金防水卷材(PSS)与双面自粘防水卷材;铜复合胎基改性沥青(SBS)根阻防水卷材;金属铜胎改性沥青防水卷材(JCuB)与聚乙烯高聚物改性沥青防水卷材;高聚物改性沥青防水卷材(SBS)与高密度聚乙烯土工膜(HDPE)等。

工程前期,结合工程实际情况,针对防根刺材料选用时通过成本、施工工艺、质量控制、进度等几个方面做了对比分析(见表2)。

表2 种植屋面防水卷材比选

材 料	相关费用	施工工艺	质量控制难易程度	施工进度
合金防水卷材(PSS)+双面自粘防水卷材	220 元/m <sup>2</sup>	卷材搭接采用锡焊条平焊方式,两道工序	质量不易控制	慢
铜复合胎基改性沥青(SBS)根阻防水卷材	195 元/m <sup>2</sup>	卷材搭接采用普通热熔,一道工序	质量容易控制	快
金属铜胎改性沥青防水卷材(JCuB)+聚乙烯高聚物改性沥青防水卷材	170 元/m <sup>2</sup>	卷材搭接采用普通热熔,两道工序	质量容易控制	较快
高聚物改性沥青防水卷材(SBS)+高密度聚乙烯土工膜(HDPE)	94 元/m <sup>2</sup>	卷材搭接采用普通热熔,两道工序	质量容易控制	较快



基于表 2 分析结果,决定采用成本低、工艺简单、施工质量易控制、施工进度较快的高聚物改性沥青防水卷材(SBS)+高密度聚乙烯土工膜(HDPE)防根刺做法。

#### 2)排水层的选择

设置排水层考虑到屋面种植土层较薄,土表水易蒸发,土壤水分的缺失对植物正常发育造成影响。在我国,种植屋面的排水板共分两种,一种为凹凸型排水板,一种为塑料绳挤压型排水板。最后选定了凹凸型排水板,原因在于塑料绳挤压型排水板仅起到排水作用,不能蓄水。而凹凸型排水板在施工时凸面朝下,凹面可存储部分水分,剩余的水会随着排水板流走,起到了节水作用。

#### 3)排水措施的选择

原设计中屋面中水管与雨水管之间采用地沟连接,地沟上方铺设混凝土预制板供人行走,设计呆板,且不美观。在与设计沟通后,雨水管周围 20cm 砌筑挡土墙,挡土墙下端留设排水管,并增加防止种植土流失措施。

主楼南侧屋面雨水管在原设计中直接排入裙房

北侧种植土内,如果雨量较大,仅靠种植土通过渗透将无法保证雨水及时排出,导致裙房北侧会出现积水。与园林设计协商后,在裙房中部增加1道旱河(见图 21),主楼雨水管直接连入旱河内。旱河平时无水,在下雨时,雨水流入旱河内,再通过旱河周围的裙房雨水管排出,旱河起到了一个缓冲的作用。

#### 4.3.4 施工重点控制

##### 1)材料控制

裙房屋面防水等级为一级,刚性防水材料为C40P8商品混凝土,柔性防水材料为北京立高防水公司生产的 3mm 厚 SBS( -15℃ )防水卷材,根据北京市《种植屋面防水施工技术规程》DB11/366-2006 地方标准中防水材料及耐根穿刺材料进场后应见证取样的要求,进行现场抽样复验。

##### 2)卷材防水施工过程控制

防水卷材采用满粘法施工,严格控制卷材搭接长度及搭接处热熔质量。

防水卷材在立面上返高度时需考虑种植土厚度(600mm),因此防水卷材收头高度控制为 850mm



图21 旱河



± 10mm。施工时尤其要注意:设备基座与结构层相连时,防水层应包裹设施基座的上部,并在地脚螺栓周围做密封处理。

在铺设排水板前进行蓄水试验,蓄水时间不小于 24h。

### 3)土工膜施工控制

土工膜焊接有两种方法:双缝热合焊接和单缝挤压焊接。

在大面积施工时采用双缝热合焊接法,在管根、落水口部位采用单缝焊接挤压法,施工验收时注意,土工膜搭接长度不小于 80mm。

在施工前土工膜需进行试焊。即在正式焊接操作之前,取 300mm× 600mm 的小块膜进行试焊。然后在拉伸机上进行焊缝的剪切和剥离试验,如果不低于规定数值,则锁定仪器参数,并以此为据开始正式焊接。

土工膜施工过程中,务必重视成品保护工作,因土工膜作用为避免植物根系穿刺,若有一点漏洞即会对裙房防水造成极大的隐患。

### 4.3.5 节点设计

#### 1)裙房女儿墙节点(见图 22)

结构施工时,在女儿墙内侧留设防水收头时的凹

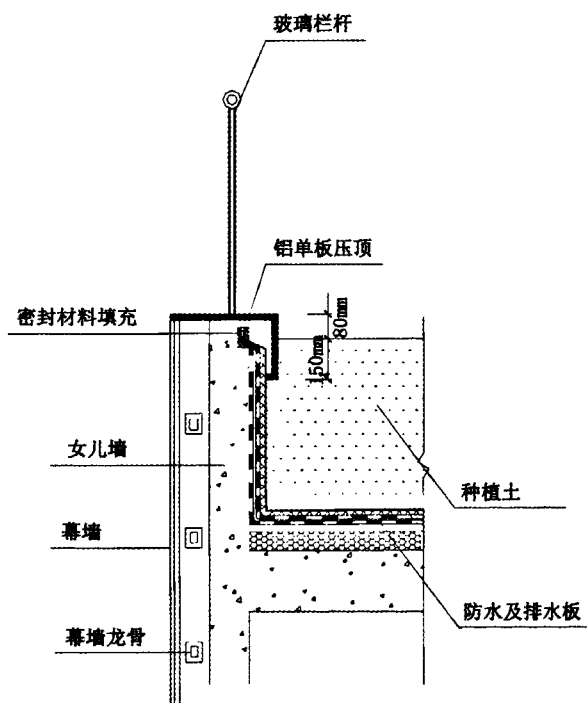


图22 女儿墙节点设计

槽,当防水施工完毕后防水收头采用压条与水泥钉固定,并使用密封材料封堵凹槽。

#### 2)直落式雨水口节点(见图 23)

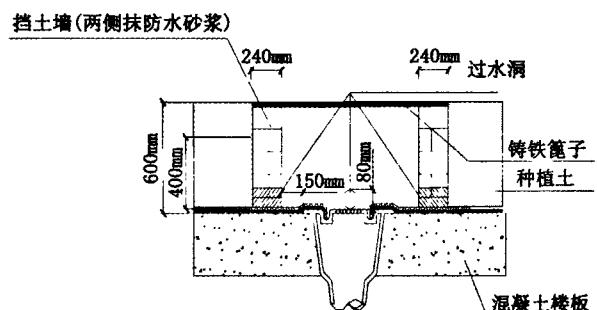


图23 雨水口节点

由于采用内排水,在种植土铺设前,雨水口四周砌筑挡土墙,挡土墙内皮距直落式雨水口外边缘为150mm,并在挡土墙下端留设过水洞,过水洞直径为 80mm。为避免水土流失,在过水洞与种植土接触一侧加铺 1 层无纺布,无纺布上返至混凝土楼板 400mm 高位置。

#### 3)裙房与主楼交接部位节点示意(见图 24)

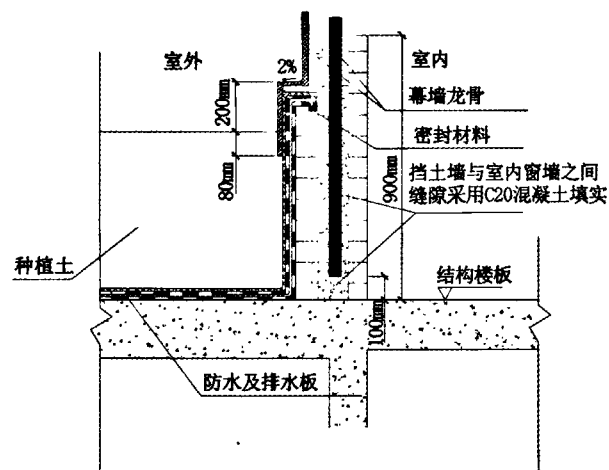


图24 裙房与主楼交接部位节点

在室内与室外交接部位,幕墙龙骨一直延伸至距离楼板10cm 高度(幕墙预埋件在此高度),防水施工前需砌筑防水导墙。在防水导墙与室内窗墙之间为防止潮气对室内腻子造成的影响,采用 C20 混凝土填充该空隙,同时为保护防水收头位置,并美观起见,石材采用湿贴法向下延伸至种植土下方 80mm 处。

### 4.4 环氧砂浆地坪

#### 4.4.1 工程概况

中铁建设大厦工程地下 2、3 层为停车场,面积为 4400m<sup>2</sup>,原设计的地面做法为 70mm 厚 C20 混凝土,混

凝土内部配  $\Phi 6@200$  双向防裂钢筋,人工配合专用机械收光抹平。在施工后期,为保证停车场的美观实用,与甲方协商后增加地坪做法,在环氧树脂自流平地坪与环氧树脂砂浆地坪之间选择其一。

#### 4.4.2 方案比选

环氧树脂自流平地坪与环氧树脂砂浆地坪在底涂和中涂所使用的材料基本相同,在面涂中环氧树脂自流平采用的是胶凝材料为基材,加入环氧树脂及各种助改性剂的用于地面自流平的地面材料,而环氧树脂砂浆地坪的面涂以石英粉为骨料,添加环氧树脂及固化剂。与环氧树脂自流平地面对比,环氧树脂砂浆地坪同样具有硬度高、耐摩擦、易清洗等优点,可完全满足停车场地面要求,而每平米造价仅为环氧树脂自流平地面的  $1/3$  左右。但是,其不足在于地坪完成面光泽度相比环氧树脂自流平地面对比稍有逊色,而使用寿命在  $5\sim 8$  年左右,低于环氧树脂自流平地坪。另外环氧树脂砂浆地坪对混凝土基层要求高,若基层地面施工质量较差时将直接导致外环氧树脂砂浆的施工质量无法保证。

最后,根据基层的具体情况和施工造价,选用经济实惠的环氧树脂砂浆地坪做为车库地面做法。

#### 4.4.3 施工流程

基层处理→底涂施工→中涂施工→环氧腻子施工→面涂施工。

##### 1) 基层处理

主要清除地面浮浆、泥土、水泥浆及其它污染物,保证地面与底涂材料附着结实,施工时采用铲刀剔除混凝土地面基层上的浮灰。

施工时,尽量不用水冲洗地面,因为环氧树脂砂浆地坪施工时对基层含水率有严格控制:当基层含水率过高时,在面层施工完成后会在完成面上产生直径  $5\sim 30\text{mm}$  的凸起的气泡(这是环氧树脂地坪面层的不透水性使基层水分无法蒸发至地表造成的)。

##### 2) 底涂施工

底涂作用是保证混凝土基层和环氧树脂砂浆地坪更好地结合。底涂的原料是底涂环氧树脂加固化剂拌和。在底涂涂刷中,环氧树脂能通过混凝土自身的孔隙渗透至混凝土内部,在  $10\sim 12\text{h}$  后,渗透至混凝土孔隙

内部的固化剂和环氧树脂充分反应固化,锚固疏松的混凝土表面,从而大大增加基层表面强度。施工时,若底涂涂刷不均匀,在面涂施工时,面涂材料将渗入基层孔隙,在使用  $3\sim 5$  月后,底涂未涂或少涂的部位会出现光泽逐渐消失的现象。

在底涂施工前应使用专用测试纸进行地面含水率的测定,当含水率高于  $5\%$ ,则应进行干燥处理,在达到含水率要求后再进行施工。

底涂施工时将环氧树脂与固化剂按比例充分搅拌均匀,用刮片刮涂清理完毕的混凝土表面,底涂完成后地面会呈现均匀的光泽状。

##### 3) 中涂施工

中涂涂料采用中涂环氧树脂、固化剂与适量的石英砂充分混合搅拌均匀,用镬刀镬涂成一定厚度的平整密实层。

中涂的作用:一是起到地面找平;二是提高地面抗震抗压能力,起到缓冲压的作用。

##### ①第1遍中涂。

在底涂施工完成  $12\text{h}$  后,使用刮刀将中涂批涂1遍,以填补地坪的孔洞。

在原混凝土地面,为防止混凝土收缩产生裂缝而留设了  $8\text{mm}$  的伸缩缝。在第1遍中涂施工前,采用具有延展性的弹性树脂材料填充伸缩缝,并在伸缩缝上使用中涂刮平表面。这样做的好处是在保证了伸缩缝功能的前提下,提升了地面整体的美观程度。

##### ②第1次打磨。

在第1遍中涂干后,用磨光机将批涂产生的刀痕不平整处及所有颗粒打磨掉,并用吸尘器吸尘。

##### ③第2遍中涂。

在打磨完毕后,进行第2次中涂施工,其作用主要是填补第1遍中涂遗留下来的孔洞及不平整处,并增加涂层厚度,提高抗震抗压能力。

##### ④第2次打磨。

在第2遍中涂施工完成  $4\sim 6\text{h}$  后,经检查环氧树脂与固化剂完全反应,用磨光机、0号砂纸将地坪打磨平整,并用吸尘器吸尘。

##### 4) 环氧腻子施工

环氧腻子是由面层环氧树脂、固化剂、石英粉配置



而成。

环氧腻子在中涂与面涂之间的作用：一是抵抗面层树脂涂料表面张力，避免面层出现裂缝；二是环氧腻子内部的石英粉填补了中涂中石英砂颗粒之间的空隙。

#### 5)面涂施工

面涂材料由面层环氧树脂、固化剂、着色剂组成。

面层材料搅拌均匀后，采用专业滚筒均匀地在中涂表面上滚1遍，待所需涂装地坪全部滚刮均匀后，让其自流平固化，固化时间为24h。

面层施工完毕后，封闭该作业面，在24h固化完成后施工人员方可进入。

#### 4.4.4 注意事项

##### 1)施工前期准备

在施工前期，首先对基层具体情况进行检查。查找并处理混凝土基层处空鼓部位，对混凝土表面出现的起砂和掉皮等部位进行标识，因为底涂的处理需要根据不同的情况选择不同的底涂，例如当混凝土表面出现起砂、掉皮等质量问题时，底涂材料需采用价格较贵且分子量小的环氧树脂；当混凝土基层较好时，可选用价格相对便宜且分子量大的环氧树脂材料。最后在所有前期准备工作完成后方可对基层含水率进场检查。

##### 2)打磨

因环氧地坪施工时，基本上工程进入尾声，而底涂和中涂打磨时带来的尘土会对墙面、设备管道、电气元件等带来污染和危害，在房间边角部位，无尘封闭打磨机具需和手动角磨机配合施工，导致出现大量尘土。在大面积施工前，施工人员需对易污染的部位进行成品保护，同时保证房间的通风质量。

##### 3)成品保护

在地面中涂和面涂施工后，环氧树脂材料和固化剂充

分反应需要一定的时间，在同种情况下，地坪表面与地坪内部完全固化时间是不一样的，基本上地坪表面完全固化时间要早于地坪内部完全固化时间2h。而很多施工人员在用手接触地坪表面发现干燥后，就进入该区域施工，这样容易在树脂地坪内部固化时产生扰动，从而导致基层与涂膜之间的剥离。

#### 4.4.5 总结和思考

在现阶段做地坪的专业施工厂家很多，但施工水平良莠不齐。同时底涂、中涂、面涂各种树脂材料在无专业检测工具的情况下无法识别优劣，合同中规定的环氧树脂地坪厚度也无法使用游标卡尺测量，只能在过程中进行抽查，导致很多分包单位在施工中偷工减料，因此在地坪施工中项目部需要安排具有责任心的管理人员对其进行专人负责，同时选用合格的分包商，提供合格的材料和施工人员，只有保证以上两点，才能控制施工质量。

笔者所在项目部承建的中铁建设大厦工程在地下车库地面上增加环氧树脂砂浆地坪做法，提升了地下室装修的档次，对比原混凝土地面做法，车库地坪整体美观、无尘、光洁，得到甲方一致好评（见图25）。

## 5 工程质量情况

1)外立面和谐统一，工艺先进。外幕墙采用新型的背槽式干挂技术，面积为11900m<sup>2</sup>，30mm厚的花岗岩石



图25 环氧砂浆地坪施工效果



材安装牢固,接缝平整;3794m<sup>2</sup>浅灰色 Low-E 中空双面钢化玻璃和谐一致,更显大楼的庄重、大方。真正成为西长安街一座标志性建筑。

2)主楼屋面整体布置自然美观、和谐素雅,节点处理细腻(见图 26)。124500 块广场砖,现场电脑排版放线,整砖铺贴;60 个泛光照明基础精雕细琢,镶嵌在屋面周边;8 个冷却塔基础等细部处理细腻,设备基础埋件平整顺直、居中对缝;2 个外排水簸箕采用与广场砖相同材质铺贴,排水流畅,加工精细美观;裙楼种植屋面选用高聚物改性沥青防水卷材(SBS)加高密度聚乙烯土工膜(HDPE)做法,既保证了防水效果,又减少了工程成本。通过近几年的使用观察,无渗漏,植物生长茂盛。漫步其中,感受着人与自然的和谐统一,实现了功能与美观的完美结合。

3)室内装饰设计合理,施工精细,实用美观。设计方案通过各方专家多次论证,达到最佳设计效果。大堂石材墙面、地面及铝蜂窝板吊顶通过电脑排版,现场放线,整齐划一;贵宾室、会议室风格各异,细木装饰颜色一致,节点处理细腻。多功能厅装饰效果与声学、视线、灯光、音响等有机融合,设计合理,使用效果良好,音响设备暗藏设计,典雅大方。



图26 主楼贴砖屋面

吊顶板上灯具、喷淋、温感器、烟感、送风口、广播等居中设置,布局合理,整齐划一。

门套接缝严密平整,视觉效果良好。防火门采用与木门同纹理的木质防火门,和谐一致。不同材质交接部位,均采用硅酮密封胶嵌缝,宽窄一致,顺直美观(见图 27~图 32)。

4)机电专业策划周密,管线布置综合平衡技术应用效果显著。机房内深化调整,空间布局合理。设备安装整齐有序、标识醒目清晰、悬挂位置一致,使用维护方便;机房内管道保温外包轧花铝板保护壳,简洁美观大方。23 个设备机房和 118 个管道井地面洁净,墙顶平整,线角顺直,井内管道布置合理、成排成线;桥架穿楼板处设有方型挡水台,防火泥填塞饱满,平整严密



图27 标准层电梯厅



图28 公共部分走廊



图29 首层雨棚





图30 报告厅前厅



图31 普通卫生间



图32 普通楼梯间

(见图 33~图 36)。

5)节能环保设计体现时代要求。采光窗、外立面玻璃幕墙和铝合金玻璃窗采用低辐射率 Low-E 中空玻璃,卫生间内采用感应洁具;设计能源计量系统最大限度地节约能耗,降低运营费用。竣工通过国家检测机构的系统性节能检测,各项指标均符合国家规范要求。



图33 消防管井



图34 新风机房

## 6 工程获奖情况 及综合效益

施工单位严格落实集团公司“周密策划、精心建造、优质高效、实现承诺”的质量方针和“关爱环保、绿色活动、持续改善、造福人类”的环保方针。经过全体参建人员辛勤地努力,该工程于 2009 年 4 月竣工验收。其主体结构安全可靠,沉降稳定;装饰工程外优内美,设备安装规范牢固,运行稳定;整个工程无渗漏、无裂现象,观感效果良好。中铁建设大厦工程先后获得了 2007 年度北京市结构长城杯金杯、2007 年度中国铁建股份有限公司安全质量标准工地、2008 年度北京市绿色施工样板工地、2009 年度 3A 级安全文明标准化诚信工地、2009 年度中国铁建股份有限公司优秀工程设计、2009 年度建筑长城杯金杯和 2010 年国



图35 制冷机房



图36 弱电竖井

家优质工程等奖项。

中铁建设大厦施工期间接受建设部、铁道部等多位领导视察,并对工程的施工质量给予了充分的肯定和高度的评价。同时,本工程 10~21 层部分已被石景山区政府租用,中铁建设大厦优秀的办公环境作为首都 CRD 区域招商引资的一大优势,取得了良好的社会效益,现华友世纪、中国动漫集团等多家单位已顺利入驻。