

教育经济与基础教育创新

信息简报

2022年10月第02期（总第77期）

未来教育研究中心

2022年10月31日

信息技术辅助教学能提升落后地区学生的学业表现吗？——来自华北某县智慧课堂和双师教学项目的证据（二）

【导言】以华北某县实施的智慧课堂和双师教学项目为准自然实验。研究表明，双师教学项目在短期内显著提高了学生的主科总成绩和数学成绩，但其长期影响效应还需进一步考察。应充分利用“互联网+教育”大平台，发挥现代信息技术在跨时空配置优质教育资源方面的优势，为落后地区引入优质教育科技助学项目、推动信息化教育教学实践，以进一步缩小区域和城乡教育差距，促进教育公平。

四、实证结果与分析

（一）智慧课堂项目估计结果

1. 基准回归结果

表 2 报告了双重差分模型(1)的估计结果,其中 Panel A 报告了项目干预后主科成绩原始分数的变化、 Panel B 报告了标准化分数的变化。结果表明,在项目开始较短的一段时间内,智慧课堂教学方式会使学生成绩下降。从原始成绩来看,2019 年 11 月(基期),处理组学生的主科成绩(274.24)要高于控制组学生的成绩(268.21)。然而,在 2020 年 1 月,处理组学生的主科成绩(288.24)却低于控制组学生的成绩(291.56)。2019 年 11 月到 2020 年 1 月处理组学生成绩的变化(14.00)要显著低于控制组学生成绩的变化(23.35)。然而,在智慧课堂项目实施将近一年之后,2020 年 10 月,处理组学生的主科成绩之和(284.07)显著高于控制组学生成绩(274.62),且处理组学生从 2019 年 11 月至 2020 年 10 月的成绩变化(9.82)比控制组学生的成绩变化(6.41)显著高出 3.42 分。从标准化成绩来看,学生学业表现的变化也具有类似趋势,即智慧课堂项目短期内对学生学业表现产生了负面影响,随着项目实施期变长,智慧课堂项目显著改善了处理组学生的学业表现。

表 2

智慧课堂项目干预下学生主科总分成绩变化情况

Panel A: 原始分数变化情况					
	全部样本	处理组	控制组	处理组与控制组分差	
	(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	
(a) 2019 年 11 月主科平均成绩	272.73	274.24	268.21	6.03	(1.74)***
(b) 2020 年 1 月主科平均成绩	289.07	288.24	291.56	-3.32	(1.76)*
(c) 2020 年 10 月主科平均成绩	281.70	284.07	274.62	9.45	(2.14)***
(d) 成绩分差=(b)-(a)	16.33	14.00	23.35	-9.35	(1.48)***
(e) 成绩分差=(c)-(a)	8.97	9.82	6.41	3.42	(1.78)*
Panel B: 标准化分数变化情况					
(f) 2019 年 11 月主科平均成绩	0.82	0.84	0.74	0.10	(0.03)***
(g) 2020 年 1 月主科平均成绩	0.80	0.78	0.84	-0.05	(0.03)*
(h) 2020 年 10 月主科平均成绩	0.83	0.87	0.72	0.14	(0.03)***
(i) 成绩分差=(g)-(f)	-0.02	-0.06	0.09	-0.15	(0.24)***
(j) 成绩分差=(h)-(f)	0.01	0.02	-0.02	0.05	(0.27)*

注：标准化成绩的计算基于全校学生成绩；括号内为标准误；***、* 分别代表 1%、10% 的显著性水平。

进一步地，根据模型（2），我们加入一系列学生个人和家庭层面的控制变量进行估计。同样，我们采用原始分数变化和标准化分数变化两种方式衡量因变量，估计结果如表 3 所示。此外，由于智慧课堂教学模式对学生不同科目成绩的影响可能不同，因此我们还分别展示了智慧课堂项目对数学、语文、英语三个科目成绩的影响。

表 3 显示，在第（1）、（5）列中，即使在加入学生基期成绩、学生个人和家庭特征变量之后，智慧课堂项目对学生学业表现的影响也呈现出随时间的动态变化。在以 2020 年 1 月考试成绩作为评估期成绩时，智慧课堂项目使学生的主科总分显著下降了 7.96 分；而到第二个评估期（2020 年 10 月）时，智慧课堂项目对学生成绩的影响变成了正向——使学生的主科总分上升了 3.60 分。该结果说明智慧课堂对学生学业表现的影响是显著的，且随着项目实施周期变长，项目的影响效果呈现由负向正的转变，验证了表 1 结果的稳健性。然而，第（2）

- (4) 和 (6) - (8) 列的估计结果表明，智慧课堂项目对不同科目的影响存在差异。具体而言，智慧课堂对学生的数学成绩没有显著影响。无论是在第一个评估期，还是第二个评估期，智慧课堂项目对数学成绩的影响不显著。与此相对，智慧课堂对两类语言科目存在显著影响，其中，对语文成绩的影响始终是负向的。到 2020 年 1 月为止，智慧课堂项目的实施使学生的语文成绩显著下降 4.69 分；到 2020 年 10 月时，负面影响略有下降，使学生语文成绩下降 3.60 分。与对语文成绩的影响不同，智慧课堂对英语成绩的影响一开始为负，此后转为正向影响。事实上，我们还并不能准确分析为何智慧课堂对不同科目成绩的影响存在显著差异，但这种差异或许和教师对平板电脑的使用效率、不同科目自身的特点有关。调研中我们了解到，英语教师对平板的使用效率较高，且英语科目大多数习题为选择题，教师可以很方便地利用平板电脑与学生开展更多的答题互动，且学生的答题正确率等也能实时反馈在教师的平板电脑中，从而教师能够进行有针对性的讲解。对数学科目而言，学生可能更依赖传统的面授方式，更习惯教师通过板书的方式讲解知识点和习题，而语文科目的阅读、写作等环节也可能更多依赖学生和教师之间有效的沟通交流以及书写的练习。

表 3

智慧课堂项目对学生成绩的影响(原始成绩变化)

科目	因变量(分数变化量)= 2020年1月成绩—2019年11月成绩				因变量(分数变化量)= 2020年10月成绩—2019年11月成绩			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	主科总分	数学	语文	英语	主科总分	数学	语文	英语
智慧课堂项目	-7.960*** (1.328)	0.534 (0.856)	-4.694*** (0.564)	-2.860*** (0.656)	3.603** (1.719)	-0.245 (0.712)	-3.874*** (0.698)	8.563*** (1.010)
基期分数	-0.364*** (0.042)	-0.499*** (0.045)	-0.688*** (0.044)	-0.273*** (0.056)	-0.292*** (0.041)	-0.642*** (0.036)	-0.640*** (0.037)	0.061 (0.054)
年龄	-1.138 (1.385)	-0.158 (0.631)	0.182 (0.594)	-1.037 (0.740)	-0.696 (1.323)	0.657 (0.599)	-0.306 (0.518)	-1.158 (0.750)
男生	-2.259* (1.343)	2.327*** (0.758)	-3.599*** (0.642)	-1.998** (0.680)	-3.139* (1.621)	1.422** (0.695)	-1.984*** (0.698)	-2.428*** (0.839)
有网课经验	-0.529 (1.411)	-0.376 (0.849)	-0.313 (0.585)	-0.260 (0.687)	-2.035 (1.617)	-0.454 (0.682)	-0.830 (0.684)	-1.370 (0.875)
父亲受教育年限	0.424 (0.516)	0.233 (0.285)	0.369* (0.208)	-0.237 (0.280)	0.574 (0.680)	0.316 (0.261)	-0.121 (0.287)	0.288 (0.345)
母亲受教育年限	-0.308 (0.538)	-0.353 (0.289)	-0.034 (0.218)	0.317 (0.262)	0.258 (0.565)	0.123 (0.239)	0.189 (0.243)	0.128 (0.313)
兄弟姐妹个数	-0.376 (0.644)	-0.021 (0.402)	-0.062 (0.269)	-0.332 (0.327)	-0.442 (0.852)	-0.049 (0.354)	-0.030 (0.319)	-0.314 (0.475)
低收入家庭	2.451* (1.359)	1.199 (0.813)	1.176** (0.576)	0.323 (0.645)	1.915 (1.667)	1.173* (0.705)	1.165 (0.717)	-0.108 (0.928)
家中有台式电脑	0.275 (1.324)	0.730 (0.744)	0.412 (0.576)	-0.656 (0.645)	4.063** (1.998)	1.024 (0.795)	1.197 (0.746)	2.128** (0.912)
家中有平板电脑	0.611 (1.451)	0.353 (0.910)	0.890 (0.623)	-0.808 (0.786)	-1.576 (2.326)	-0.707 (0.966)	-0.391 (0.870)	-1.273 (1.095)
常数项	135.627*** (23.928)	52.042*** (9.468)	61.206*** (9.249)	48.826*** (12.142)	91.959*** (20.505)	58.958*** (8.670)	69.273*** (7.149)	-13.151 (10.497)
观测值	756	756	756	756	756	756	756	756
R ²	0.216	0.318	0.446	0.095	0.086	0.468	0.313	0.149

注:***、**、* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平。

2.稳健性检验

(1) 平行趋势检验。双重差分估计的重要前提条件是处理组与控制组在项目实施前的学业表现不存在显著差异或有相同的变化趋势。为了说明平行趋势假设成立,本文使用干预前的考试成绩进行了检验。在基期(2019年11月)之前的10月份,A中学进行了一次考试,因而可以将10月考试当作基期,11月当作评估期进行检验。表4报告了相应的估计结果。Panel A 结果中的因变量为原始分数变化,Panel B 中为标准化

分数变化。从（3）、（6）行可以看出，无论是原始分数还是标准化分数，处理组和控制组的发展趋势都没有显著差异。因此，在本文样本和分组条件下，可以利用双重差分模型评估智慧课堂项目对学生学业表现的影响。

表 4 平行趋势检验

Panel A: 原始分数变化情况					
	全部样本	处理组	控制组	处理组与控制组分差	
	(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	
(a) 2019 年 10 月主科平均成绩	282.34	283.71	278.21	5.50	(1.65)***
(b) 2019 年 11 月主科平均成绩	272.73	274.24	268.21	6.03	(1.74)***
(c) 成绩分差=(b)-(a)	-9.61	-9.47	-10.00	0.53	(1.36)
Panel B: 标准化分数变化情况					
(d) 2019 年 10 月主科平均成绩	0.79	0.82	0.73	0.09	(0.03)***
(e) 2019 年 11 月主科平均成绩	0.82	0.84	0.74	0.10	(0.03)***
(f) 成绩分差=(e)-(d)	0.02	0.03	0.02	0.01	(0.22)

注：*** 代表 1% 的显著性水平。

（2）利用 PSM-DID 方法修正样本选择性偏误。由于处理组和控制组学生的基期特征平衡性较弱，因而使用 PSM-DID 估计智慧课堂项目对学生学业表现的影响。本文选择学生个人和家庭特征变量作为匹配变量，利用 PSM 方法，按照 1: 1 近邻匹配有放回抽样的方法对处理组进行匹配。经过匹配，大多数变量的标准化偏差在匹配后显著缩小且基本小于 10%，不同变量处理组与对照组样本均值差异不显著，说明处理组与对照组样本具有平衡性。

鉴于在估计结果上，以原始分数变化和以标准化分数变化衡量的因变量具有基本一致的结论，故在 PSM-DID 估计中，我们仅展示因变量形式为原始分数变化的估计结果。表 5 的（1）、（2）列分别报告了不同评估期的估计结果。可以看到，

利用 PSM-DID 方法得到的结果与基准回归结果较为接近。从三门主科的总分看，到 2020 年 1 月，智慧课堂项目的平均处理效应为-7.396；至 2020 年 10 月，平均处理效应变为 6.288，且在 5%的显著性水平上显著。分学科看，智慧课堂对学生数学成绩的影响始终不显著；对语文成绩的影响始终显著为负，但负面影响的程度在减小；对英语成绩的影响在项目实施初期为负，之后变为正向。总体来说，智慧课堂项目的影响向有益于学业表现的方向发展。一个可能的解释是，转换教学方式带来的成效需要较长时间才能展现出来。PSM-DID 的估计结果也再次论证了前文基准回归结果的稳健性。

表 5 PSM-DID 估计结果

	(1)				(2)			
	因变量(分数变化量)=				因变量(分数变化量)=			
	2020年1月成绩-2019年11月成绩				2020年10月成绩-2019年11月成绩			
	ATT	Std. Err	t	N	ATT	Std. Err	t	N
主科	-7.396***	1.987	-3.72	726	6.288**	2.551	2.46	726
数学	1.502	1.536	0.98	726	0.201	1.480	0.14	726
语文	-4.466***	1.184	-3.77	720	-3.890***	1.415	-2.75	720
英语	-3.383***	0.865	-3.91	725	3.384***	0.865	-3.91	725

注：*、**、*** 分别代表代表 5% 和 1% 的显著性水平。

(3) 安慰剂检验。根据研究样本，将 824 名学生随机分配到处理组与控制组中，从而随机产生一个智慧课堂项目的处理组名单，构造“人为”的处理变量。基于模型 (2)，分别以原始分数变化和标准化分数变化为因变量，在两个评估期分别进行 1000 次回归。我们绘制了 1000 次回归中人为构造的处理变量 treat 的回归系数和对应的 P 值分布。可以发现，不论是

以哪个指标为因变量，随机分配的估计值集中分布在零附近。因此，智慧课堂项目对学生学业表现具有显著影响的结论是稳健的，并未明显受到其他遗漏变量的干扰。

3. 异质性检验

我们基于学生个人和家庭特征控制变量进行异质性检验，发现：在个人特征层面，智慧课堂项目对男生的正向影响大于女生，而不论是男生还是女生，该项目对学生英语成绩的提升作用最为显著。智慧课堂对男女生的不同影响可能是由于男女生在信息技术素养上的差异。相关研究表明，男生的信息技术素养要优于女生，因而更容易掌握新的教学电子设备的应用，从而更快地通过新的教学形式提高学习效果。智慧课堂项目对有过网课经历的学生的主科总分影响正向显著，对无网课经历学生主科总分的影响不显著，但对其英语成绩的影响是正向显著的。此外，我们还检验了智慧课堂对学生成绩不同分位点的影响，如图 2 所示，智慧课堂对学业表现的促进作用呈现出一种先增强、后减弱、又增强的“N”型变化特征。当成绩分位水平处于 0.3 或更低时，智慧课堂对学业表现的影响较弱甚至不显著，而分位水平处于 0.5 附近时，智慧课堂对学业表现影响程度达到最大但此后又开始减弱；当成绩分位数超过 0.9 之后，项目的影响又显著变大。因此，智慧课堂对成绩位于中分位和高分位水平的学生的促进作用最大。从家庭特征来看，总体而言，父母受教育水平越高则学生受智慧课堂项目的积极影

响越大；而项目给低收入家庭学生带来的成绩提升越大。以上结论从群体内部差异的角度为利用现代信息技术改善家庭条件较差学生的学业表现提供了经验证据。

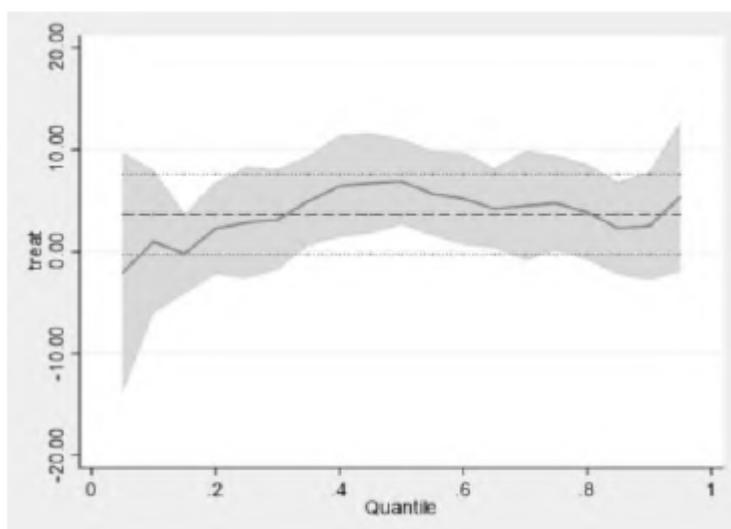


图 2 智慧课堂对不同分位点上学生成绩的影响

注：实线为分位数回归系数，阴影部分为对应的置信区间；长虚线为 OLS 回归系数，其上下两条点状虚线为其对应的置信区间。

（二）双师教学项目估计结果

本文使用模型（1）估计双师教学项目对学生学业表现的影响。其中，基期成绩采用 2019 年 6 月期末考试成绩，评估期成绩为距离中考最近的一次统考成绩——2020 年 1 月的期末考试成绩。表 6 的结果显示，双师教学项目显著提高了学生的主科总分成绩和数学成绩，但对学生的语文和英语成绩没有显著影响。当然，这一结果需要建立在满足平行趋势检验的基础上。我们以样本学生在 2018 年 6 月至 2019 年 6 月期间的成绩变化来检验平行趋势假设。如表 7 所示，主科、语文和数学

成绩都通过了平行趋势检验，英语成绩未能通过平行趋势检验。因此，通过平行趋势检验的主科总分、语文和数学成绩估计结果可以作为评估该项目成效的经验参考。可以看到，总体而言，短期内双师教学项目对学生学业表现具有改善作用，在该项目仅仅进行了不到4个月的时间里，项目对学生成绩的影响正向显著——使学生的主科总分上升了4.88分、使数学成绩提高了6.89分，而基于标准化分数的检验也得到了类似结论。

表6 双师教学项目对学生成绩的影响

Panel A: 原始分数变化				
	(1)	(2)	(3)	(4)
	主科总分	数学	语文	英语
双师教学项目	4.882*** (1.620)	6.892*** (1.205)	-0.877 (0.863)	-1.133 (0.832)
常数项	5.533*** (1.095)	-12.796*** (0.821)	8.452*** (0.483)	9.878*** (0.563)
观测值	290	290	290	290
R ²	0.025	0.085	0.004	0.005
Panel B: 标准化分数变化				
	(5)	(6)	(7)	(8)
	主科总分	数学	语文	英语
双师教学项目	0.058** (0.024)	0.248*** (0.042)	-0.085 (0.057)	-0.085*** (0.030)
常数项	0.072*** (0.016)	0.183*** (0.029)	-0.071** (0.032)	0.034* (0.020)
观测值	290	290	290	290
R ²	0.017	0.090	0.008	0.023

注：***、**、*、分别代表1%、5%、10%的显著性水平。

我们并不否认这一估计结果的稳健性仍有待考量。一是由于对该项目的考察时期较短，目前并不能得到该项目长期影响效应的证据；二是由于我们缺乏学生个人和家庭特征的相关控制变量，可能会忽略其他因素对该项目成效的影响。尽管如此，我们对双师教学对学业表现短期影响效应的考察仍具有一定参考价值。

表 7 平行趋势检验 II

Panel A: 原始分数变化				
变量	(1) 主科总分	(2) 数学	(3) 语文	(4) 英语
双师教学项目	1.942 (1.534)	-3.001*** (0.975)	0.719 (0.847)	4.224*** (0.879)
常数项	-23.181*** (1.141)	-0.138 (0.720)	-11.171*** (0.543)	-11.872*** (0.635)
观测值	290	290	290	290
R ²	0.025	0.085	0.004	0.005
Panel B: 标准化分数变化				
变量	(1) 主科总分	(2) 数学	(3) 语文	(4) 英语
双师教学项目	0.020 (0.024)	-0.112*** (0.034)	0.035 (0.058)	0.163*** (0.033)
常数项	0.092*** (0.018)	-0.033 (0.025)	0.136*** (0.037)	0.183*** (0.024)
观测值	290	290	290	290
R ²	0.002	0.028	0.001	0.060

注：*** 代表 1% 的显著性水平。

五、结论与启示

本文以某原国家级贫困县、现教育部定点扶贫县为考察对

象，首次对该县引入的两个现代信息技术辅助教学项目——智慧课堂和双师教学对学生学业表现的影响进行了实证检验。本文发现，智慧课堂对学生学业表现的影响呈现出随时间的动态变化，项目在实施初期对学生成绩造成了负面影响，但随着时间推移转变为正向影响，在项目实施近一年后，该项目使学生主科总分上升了 3.60 分。同时，智慧课堂对不同科目的影响存在差异，该项目对数学成绩的影响不显著、对语文成绩的影响为负，而对英语成绩的影响由负转为正。从学生和家庭异质性看，男生、有网课经历、成绩位于中分位和高分位水平、父母受教育水平较高、家庭经济条件较差的学生更加受益于此项目。就双师教学项目而言，该项目在短期内显著提高了学生的主科成绩和数学成绩，在进行了不到 4 个月的时间里，该项目使学生的主科总分上升了 4.88 分、使数学成绩提高了 6.89 分，但其长期影响效应还需进一步考察。总体而言，两个项目均对学生学业表现产生了显著影响，智慧课堂的突出影响体现在改善英语科目的学业表现，而双师教学的积极影响主要体现在改善数学科目的学业表现。上述结论蕴含的启示在于：

第一，现代信息技术的发展可以为解决落后地区教育发展难题、推动基础教育优质均衡提供新的机遇和工具。教育信息化是补齐教育短板的重要抓手，随着教育信息化步入 2.0 时代，一方面，在信息化基础设施建设中，要通过推动教育领域的网络、平台、资源、校园、应用和安全新基建，为新时代智慧教

育发展提供坚实的基础和应用环境支撑。例如，进一步完善智慧教学设施，提升通用教室的多媒体教学装备水平，支持互动反馈、高清直播录播等教学方式；普及符合技术标准和学习需要的个人学习终端，支撑网络条件下个性化的教与学。另一方面，应重点考虑如何在教学理念、模式、内容等“软件”层面实现现代信息技术与教育教学的深度融合。要进一步创新教育资源和服务的供给方式，增强优质教育资源的有效供给和基础数据的互联互通。针对落后地区仍然存在的师资匮乏、优质学习资源不足、师生信息素养低等教育发展难题，在加强“三个课堂”应用的基础上，整合优化公共数字教育资源并共享利用社会个性化资源，要充分利用“互联网+教育”大平台，围绕区域、学校和师生的教育教学需求，通过教育教学模式改革与创新，如采取智慧课堂、双师教学等新方式和手段促进教育资源优化配置、缩小区域和城乡教育差距。鉴于一些有潜力的新项目具有较高的设备投入成本，可充分发挥多方力量，探索企业硬件平台支持、政府和学校购买服务等新模式。

第二，要坚持以人为本，关注信息技术应用于教学给师生带来的心理状况、适应能力和差异化影响。智慧课堂项目在短期内对学生学业表现有负面影响，可能的原因之一是项目实施初期，师生不论是在心理还是技术应用方面都存在不适应。为此，一方面，在引入信息技术辅助教学时，要密切关注师生心理状态变化，积极开展相关辅导和培训，提升技术的人文关怀。

另一方面，要切实加强教师信息技术技能的专业培训，推动教师在教学理念、方式、内容方面的创新与突破，通过提升教师信息化素养进一步改善学生的课堂体验，提高学习效果。同时，研究表明，信息技术辅助教学的实施效果呈现出学科、个体和家庭异质性。为此，在引入数字化资源和信息化教学模式时，应根据不同学科特点有针对性地设计符合学习规律的课程资源和教学方式，并实现多种教育教学资源的组合应用。例如，对数学科目而言，学生与教师在课堂上的有效互动可带来更佳的学习效果，因此在线下常规授课的同时，可利用双师课堂开展远程直播辅导，并鼓励学生在课后通过数字化学习资源开展自主探索；而对于英语科目来说，重点利用智慧课堂所提供的数字资源以及教、学、测、练、评等功能开展教学，则能够取得较好的学习效果。此外，还应关注项目实施对个体的差异化影响，向不同群体提供公平但有差异化的资源和服务，以提升现代信息技术辅助教学的包容性。

第三，要注重挖掘典型经验和案例，形成可复制推广的经验，逐步扩大试点范围。本文所评估的两个项目均在华北某经济落后县开展，实践和评估均表明，项目在转变落后地区师生教与学理念、改善学业表现中发挥了积极效果。这说明，远程配置优质教育教学资源服务于落后地区的教育教学实践，可显著改善落后地区教育发展难题、缩小教育差距。特别是双师教学，由于该模式能最大化优质师资的辐射效应，具有在落后地

区大面积推广的可行性。为此，应积极总结经验，建立和完善包含第三方专业评估机构在内的项目执行反馈、评估机制，对教育帮扶项目的成本收益、实施效果、推广复制可行性等进行科学评估。在此基础上，可挑选一批经济和教育落后地区及农村学校、教学点为试点，全力补齐硬件设施与软件资源等方面的短板，综合利用人工智能、云计算、大数据、虚拟现实等技术，不断提升课堂教学的智能化、共享性、互动性。同时，引入本地区或发达地区优秀中小学、社会机构的教师资源，通过政府购买，以在线直播形式定期服务于落后地区的教育教学实践，逐步探索出可复制、可推广的典型经验。

【作者陈超凡老师系北京师范大学经济与资源管理研究院未来教育研究中心研究员；关成华教授系北京师范大学经济与资源管理研究院未来教育研究中心主任，创新发展研究院院长；汤学黎系好未来教育科技集团教育研究院院长助理；本文已于中国教育经济学权威期刊、CSSCI来源期刊《教育与经济》2022年8月第4期发表。】

主编：关成华、陈超凡

编辑：张熠

内容整理及撰写：未来教育研究中心



扫描二维码关注
未来教育研究中心

地址：北京市海淀区新街口外大街 19 号北京师范大学后主楼 1728A

邮政编码：100875

电子邮箱：bnu_wljyyjzx@163.com

网址：<https://chinaiid.bnu.edu.cn/yjpt/wljyyjzx/zxjj8/index.html>